

중소기업 기술로드맵

2018-2020

Technology Roadmap for SME

- 에너지 -



중소벤처기업부



중소기업기술정보진흥원

NICE 평가정보(주)



CONTENTS

전략분야

에너지

1. 개요	1
2. 국내외 정책동향	5
3. 산업이슈 및 동향	9
4. 시장동향 및 전망	17
5. 기술동향 및 이슈	22
6. 중소기업 시장대응전략	23
7. 주요 기술개발 테마	24
8. 중소기업 기술개발 테마	28

기술개발 테마

대기오염 물질처리 소재 및 공정

1. 개요	35
2. 외부환경 분석	44
3. 기업 분석	57
4. 기술개발 현황	63
5. 연구개발네트워크	70
6. 기술로드맵 기획	78

태양광 발전시스템

1. 개요	95
2. 외부환경 분석	99
3. 기업 분석	112
4. 기술개발 현황	120
5. 연구개발네트워크	125
6. 기술로드맵 기획	131

태양광 공정장비

1. 개요	143
2. 외부환경 분석	146
3. 기업 분석	159
4. 기술개발 현황	164
5. 연구개발네트워크	172
6. 기술로드맵 기획	178

건물 일체형 신재생에너지 시스템

1. 개요	189
2. 외부환경 분석	193
3. 기업 분석	204
4. 기술개발 현황	208
5. 연구개발네트워크	214
6. 기술로드맵 기획	220

소형풍력발전기

1. 개요	231
2. 외부환경 분석	235
3. 기업 분석	248
4. 기술개발 현황	252
5. 연구개발네트워크	258
6. 기술로드맵 기획	263

xEMS 시스템

1. 개요	273
2. 외부환경 분석	278
3. 기업 분석	288
4. 기술개발 현황	295
5. 연구개발네트워크	302
6. 기술로드맵 기획	308

소규모 분산자원 증개 시스템

1. 개요	319
2. 외부환경 분석	325
3. 기업 분석	339
4. 기술개발 현황	345
5. 연구개발네트워크	352
6. 기술로드맵 기획	355

연료전지용 M-BOP

1. 개요	367
2. 외부환경 분석	370
3. 기업 분석	377
4. 기술개발 현황	384
5. 연구개발네트워크	390
6. 기술로드맵 기획	394

초고용량 커패시터

1. 개요	403
2. 외부환경 분석	407
3. 기업 분석	416
4. 기술개발 현황	425
5. 연구개발네트워크	432
6. 기술로드맵 기획	438

제조업 부생가스 재활용

1. 개요	449
2. 외부환경 분석	453
3. 기업 분석	466
4. 기술개발 현황	471
5. 연구개발네트워크	479
6. 기술로드맵 기획	484

폐열에너지 활용 시스템

1. 개요	495
2. 외부환경 분석	497
3. 기업 분석	513
4. 기술개발 현황	518
5. 연구개발네트워크	523
6. 기술로드맵 기획	526

재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비

1. 개요	537
2. 외부환경 분석	543
3. 기업 분석	556
4. 기술개발 현황	563
5. 연구개발네트워크	569
6. 기술로드맵 기획	579

수처리 공정 전처리 설비

1. 개요	589
2. 외부환경 분석	592
3. 기업 분석	609
4. 기술개발 현황	618
5. 연구개발네트워크	625
6. 기술로드맵 기획	629

레독스 플로우 배터리

1. 개요	639
2. 외부환경 분석	643
3. 기업 분석	653
4. 기술개발 현황	659
5. 연구개발네트워크	666
6. 기술로드맵 기획	672

이차전지 전해질

1. 개요	683
2. 외부환경 분석	687
3. 기업 분석	695
4. 기술개발 현황	699
5. 연구개발네트워크	704
6. 기술로드맵 기획	709

전략분야 현황분석

에너지

에너지

1. 개요

가. 정의

- 에너지 분야는 신재생에너지의 공급 및 디지털 방식의 분산전원 구조를 이용한 효율적 에너지 관리 시스템 환경을 의미하며 대기환경 개선을 위한 오염물질 저감 및 공정 처리 기술 등을 포함
 - 신재생에너지는 기존의 화석 연료를 재활용하거나 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 태양, 풍력, 수력, 바이오/폐기물, 지열에너지, 연료전지 등이 있음
 - 산업의 고도화와 에너지 사용 증가 따른 환경 문제 해결을 위해 기술 포함
- 에너지의 효율적 관리를 위해 에너지 저장 및 수요관리 시스템이 필요하며 수요와 공급의 불일치를 해소하여 전력 활용의 효율성을 증대하고 있으며 신재생에너지, 에너지신산업, 비상전원 등 활용처가 다양
 - 에너지저장 분야는 생산된 전력을 저장했다가 전력이 가장 필요한 시기에 공급하여 에너지 효율을 높이는 시스템으로, 전기를 모아두는 배터리와 배터리를 효율적으로 관리해주는 장치로 구성
 - 에너지 수요관리는 기존의 전력망에 정보기술(IT)을 접목하여 에너지 효율을 최적화하는 차세대 지능형 전력망인 스마트그리드 시스템과 소규모 지역에서 전력을 자급자족 할 수 있는 작은 단위의 스마트그리드 시스템인 마이크로그리드 시스템을 포함

나. 범위 및 분류

(1) 범위

- 에너지 산업은 신재생에너지, 저장 및 수요관리, 대기환경분야로 구분
- 신재생에너지의 정의 및 기술 범위

[신재생에너지 정의 및 기술범위]

기술개발 테마	구분	정의	기술범위
신재생에너지	태양광	태양의 빛 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 발전기술로 태양광 발전시스템은 태양전지(Solar cell)로 구성된 모듈(Module)과 축전지 및 전력변환장치로 구성	태양전지(Cell)는 여러 종류의 소재로 만들어지며, 웨이퍼 기반 결정형과 기판에 증착공정 등을 이용하는 박막형으로 구분할 수 있고, Cell을 직병렬로 연결한 모듈, PCS, ESS, 제어장치, BOP 등이 태양광 분야에 포함
	태양열	태양으로부터 나오는 열 에너지를 흡수·저장·열변환 등을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 이용하는 발전기술	열매체의 구동장치(펌프나 팬)의 유무에 따라 온도가 상승된 집열매체의 이동을 펌프나 팬과 같은 동력장치를 사용하여 축열조나 이용부로 이동시키는 것인 설비형 태양열시스템과 자연순환에 의한 것인 자연형 태양열시스템으로 구분
	풍력	바람에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 발전기술	날개(Blade), 동력전달시스템, 발전기, 전기 및 제어장치, 제동장치, 운전감시시스템 및 지지타워, 토목기초 등을 포함
	수력	물의 유동 및 위치에너지를 이용하여 전기를 생산하는 기술	수차 및 발전기, 변압기 등이 포함
	바이오	바이오매스(Biomass, 유기성 생물체를 총칭)를 직접 또는 생화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체연료나 전기·열에너지 형태로 이용하는 기술	바이오에너지 기술은 바이오액체연료 생산기술, 바이오매스 가스화기술, 바이오매스생산 가공기술 등을 포함
	폐기물	폐기물을 변환시켜 연료 및 에너지를 생산하는 기술	폐기물을 열분해에 의한 오일화, 성형고체 연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수 기술 등의 가공·처리 방법 기술 등을 포함
	지열	물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 이용하여 냉·난방에 활용하는 기술	토양, 지하수, 지표수 등 지구 내부의 마그마 열에 의해 보유하고 있는 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 지열발전 및 지열 열 펌프 시스템에 이용하는 기술 등을 포함
	연료전지	수소를 포함한 연료와 공기 중의 산소가 전기화학 반응에 의해 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 장치로 전기와 열을 동시에 생산하는 발전 기기를 의미	전기를 생산하는 연료전지 스택부와 제어, 전력 변환기 등 전기적 주변장치(E-BOP), 연료, 공기 공급기 및 열교환기 등으로 구성되는 기계적 주변장치(M-BOP) 등을 포함

- 에너지 저장은 전력변환장치(PCS), 전력관리시스템(PMS), 이차전지(배터리), 비배터리, 배터리 관리 시스템(BMS), 변압기, 차단기, 케이블 및 계전기류 산업분야 관련 기술 6개로 이루어져 있음

[에너지저장 정의 및 기술범위]

	구분	정의	기술범위
에너지 저장	전력변환장치(PCS)	PCS는 교류(AC)와 직류(DC)를 변환시키는 역할을 하며 전력계통에서 요구하는 전원의 품질 수준과 배터리가 요구하는 충방전 전류를 조절하는 기능을 수행	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 관리 시스템의 기능을 지원하는 소프트웨어에는 전압, 전류, 온도 등을 계측하는 계측 알고리즘 • 충전량 계산 및 수명 예측 • 셀 밸런싱 알고리즘 • 온도 관리 • 진단 및 방호 알고리즘 • 차량 또는 전력망 내 통신 등
	전력관리시스템(PMS)	PCS, 배터리, BMS 등의 상태를 모니터링하고 전기요금, 주파수, 외부의 입력 등에 따라 충방전 명령을 내리는 장치	<ul style="list-style-type: none"> • 전력변환장치 또는 배터리 관리장치로부터 각종 정보를 제공받아 전기저장장치의 실시간 모니터링이 가능하며, 전력계통 주파수 변동 또는 상위 시스템으로부터의 요구사항을 반영하여 충방전 전력량을 제어하여 전체 전력을 관리하는 시스템을 포함
	이차전지(배터리)	화학적 에너지 형태로 저장했다가 사용하는 방식으로 가장 범용으로 사용하고 있는 리튬이온배터리가 있음	<ul style="list-style-type: none"> • 이차전지용 전극소재(양극, 음극), 전해질, 분리막, 파우치, 케이스, 전지/커패시터, 모듈/팩/BMS, 성능 평가 장비, 충전장치, 안전성 시험기, 자동화 설비 등을 포함
	비배터리	물리적, 전자기적 저항 형태로 저장했다가 사용하는 방식으로 전자기, 운동, 열역학, 위치에너지를 저장하는 기술 분야	<ul style="list-style-type: none"> • 양수발전, 압축공기저장장치, 플라이휠, 슈퍼커패시터, 초전도에너지 저장기술 등
	배터리 관리 시스템(BMS)	배터리 제어의 최적화를 통하여 주행거리 향상 및 안전성을 확보해주는 기술 분야	<ul style="list-style-type: none"> • VITM(Voltage, Current, Temperature Measure) 모듈 • Cell Balancing 모듈, Protection 모듈 • 충전/방전 출력 예측 등
	변압기, 차단기, 케이블 및 계전기류	에너지 저장 후 사용할 경우 안전성 확보, 전기 이동 등에 사용되는 주변기기 분야	<ul style="list-style-type: none"> • 변압기, 차단기, 케이블 및 계전기류 관련 기술

▣ □ 전략분야 현황분석 □ ▣

- 에너지 수요관리 분야는 전력기술과 IT 기술을 융·복합하여 고품질의 안정적인 전력의 공급 및 서비스를 가능하게 하는 차세대 전력 인프라 기술을 포함
 - 전력망에 정보기술을 적용하여 다양한 전력정보를 생산 및 유통하고 이를 활용하여 전력계통 운영을 효율화·최적화하는 기술로, 스마트 배전 시스템, 전력관리 시스템, AMI시스템 유연전력 시스템을 기술 범위 내 포함
- 대기환경 분야는 대기 및 수질 오염 물질 제거 및 저감을 위한 공정 기술을 포함

(2) 분류

- 에너지는 수요자원 거래시장, ESS 통합서비스, 에너지자립섬, 태양광 대여, 전기자동차, 발전소 온배수열 활용, 친환경 에너지 탐색, 제로에너지빌딩 등 기존 에너지를 기반으로 신규 시장을 창출할 수 있는 산업분야 관련기술
- 에너지 신사업 분야의 기술분류는 산업기술분류표 상에서 에너지·자원에 포함되며, 에너지 효율향상 분야에서 건물용 고효율설비관련 분류가 포함

[에너지 산업별 분류]

구분	산업기술_대분류	산업기술_중분류	산업기술_소분류
에너지신산업	에너지·자원	에너지효율향상	건물용고효율설비관련기술 건물통합제어/운용시스템관련기술 고효율저공해차량관련기술 부하저감형건축기술 소형열병합발전관련기술 수송인프라관련기술 전기자동차(PHEV,EV)관련기술 히트펌프관련기술
에너지/환경 기계 시스템	기계·소재	에너지/환경기계시스템	공기조화/냉동기계 보일러/로설비 유체기계 수처리 설비 폐기물 처리설비 대기오염 방지설비 건조/농축 설비 에너지/환경 제어설비 히트펌프 관련 기술
	에너지·자원	에너지 효율 향상	열생산 설비기술 열사용 설비기술 열병합 관련기술

2. 국내외 정책동향

가. 미국

- 미국 최우선 에너지 계획을 발표하여 화석에너지 자원의 개발 및 생산의 활성화 정책 전략
 - 전 오바마 정부는 2030년까지 이산화탄소 32% 절감을 위한 석탄 화력발전 감축을 요구하는 ‘청정 전력계획’, 30여 개 주에서 의무적으로 재생에너지를 공급하도록 하는 ‘재생에너지 의무할당제’인 RPS(Renewable Energy Portfolio Standard)를 도입하는 등 신재생에너지 관련 정책을 펼침¹⁾
 - 그러나, 트럼프 정부는 2017년 6월 파리 기후협정 탈퇴 의사를 발표하고 화석에너지 자원의 개발 및 생산의 활성화 정책을 세울 것을 발표하였으며, 오바마 행정부에서 도입된 석탄 제약 규제를 전면 재검토하겠다는 방침을 제시
 - 셰일자원 및 원유가스 자원의 활용을 장려하여 미국인의 고용과 소득증진을 추구함
 - 그러나 주 정부들은 2030년까지 탄소배출을 낮추기 위한 전략을 세우는 등 반대되는 행보를 보임

나. 일본

- 수소에너지를 활용을 적극 활용하는 수소기본전략을 채택
 - 2017년 12월 아베 신조(安倍晋三) 주재로 열린 에너지 관련 각료회의에서 2030년부터 수소를 사용하는 산업 발전을 골자로 하는 ‘수소기본전략’을 채택하여 에너지 자급률과 이산화탄소 배출량 감축을 목표로 함
 - 이를 위해 2030년까지 수소연료 전지차 80만 대와 버스 1200대를 보급하고 수소충전소 900여 개를 설치할 계획
 - 또한, 에너지기본계획 수립을 통해 현재 전체 전력의 15%를 차지하고 있는 재생에너지의 비중을 2030년까지 22~24%로 확대할 방침

다. 중국

- 연간 30억 톤 규모의 탄소배출 시장 개설
 - 2011년 12월 중국의 경제 계획 당국인 국가발전개혁위원회는 1700개 이상의 에너지 생산 기업이 참여하고 연간 배출 규모가 30억 톤을 넘는 탄소배출권 거래 시장 출범 계획을 밝힘
 - 중국의 이산화탄소 배출량은 2015년 기준 90억 8,400만 톤을 기록하였으며 국제사회의 기후변화 대응을 향한 노력에서 차지하는 비중은 클 것으로 전망
 - 또한, 차세대 산업 성장을 통한 생활 혁신을 위해 인공지능의 중요성이 강조되고 있는 상황으로 정보통신연구기구(NICT), 이화학연구소(RIKEN), 산업기술총합연구소(AIST)의 AI, IoT, 빅데이터, 보안 기술 연구를 촉진하며 차세대 AI 기초 기술의 개발 지원

1) * 출처 : 미디어SR , 2018년 지구촌 재생에너지 바람은 광풍, 2018.1.9

▣ ▣ 전략분야 현황분석 ▣ ▣

- 인재육성을 위해 IT관련 인력 수급 조사를 실시하고, 초등학교 교육과정부터 프로그래밍 교육을 필수화하고 대학에서 수리, 데이터 과학 교육 등을 강화하여 산업 현장에서 즉시 적용이 가능한 직업교육을 실시

라. 국내

- 정부는 2017년 12월 2030년까지 13년간 100조원을 투입해 현재 전체 발전량의 7%에 머무르고 있는 재생에너지 발전량을 20%까지 증가하는 '재생에너지 3020 이행계획'을 발표²⁾
 - 재생에너지 확산을 에너지 新산업 육성 기회로 적극 활용
 - 2018년 전기차, 에너지 등 미래기술 개발과 주력산업 고도화를 위한 연구개발 예산을 중점 투입
 - 5대 신산업 분야 : 전기·자율주행차, IoT가전(스마트홈), 에너지신산업, 바이오·헬스, 반도체·디스플레이
 - 에너지신산업 R&D 예산은 미래에너지 전환 및 '재생에너지 3020' 달성을 위한 첨단전력 인프라 구축, 분산전원 연관산업 등을 위해 116억원 늘어난 4175억 원임

[재생에너지 3020 이행계획 세부내용]

구분	내용			
목표	재생에너지 발전비중	'17년	'22년	'30년
		7.6%	10.5%	20%
추진전략	분야	• 폐기물·바이오 중심 → 태양광·풍력 등 청정에너지 보급		
	주체	• 외지인·사업자 중심 → 지역주민·일반국민 참여유도		
	방식	• 개별입지 난개발 → 대규모 프로젝트 계획적 개발		
추진과제		• 도시형 및 농가 태양광 확대 • 협동조합 및 사회적 기업 확대 • 공공, 민간주도 대규모 프로젝트		

2) 산업통상자원부, '재생에너지 3020 이행계획(안)', 2017.12



* 출처 : 산업통상자원부, '재생에너지 2020 이행계획(안)', 2017.12

[재생에너지 2020 이행계획 목표]

지속가능한 자원순환사회 기반 구축을 위한 '자원순환기본법'시행

- '자원순환기본법'은 순환자원 인정, 자원순환 성과관리, 제품 순환이용성평가, 폐기물처분부담금 등 제품의 생산부터 유통·소비·폐기에 이르는 전 과정에서 폐기물의 발생을 줄이고, 재활용을 촉진하기 위한 다양한 신규 제도 포함
- 제품의 생산 단계부터 폐기물의 발생을 원천적으로 줄이고, 재활용이 쉽게 되는 제품을 생산하도록 개선. 이를 통해, 연간 지정폐기물을 100톤 이상 또는 그 외 폐기물을 1,000톤 이상 배출하는 약 2,500여개 사업장에 대해 자원순환 성과관리 제도가 도입

신재생에너지 의무사용제도(RPS) 및 연료 혼합의무제도(RFS) 도입

- 신재생에너지 보급·이용 촉진법 개정(2010년 4월)을 통해 2012년부터 전기사업자 등 에너지공급사업자는 일정양의 에너지를 신재생에너지를 이용하여 공급하도록 의무화하는 신재생에너지 의무사용제도(RPS) 도입
- 시장여건에 맞게 의무사용제도(RPS) 공급의무비율 조정함에 따라 상대적으로 경쟁력이 취약한 소규모 사업자에 대한 별도 지원책 마련
- 신재생 연료 혼합의무제도(RFS)를 2015년 07월부터 본격 시행함으로써, 바이오디젤 혼합비율은 현행 2.0%에서 2.5%로 증가 추진
- 신재생 연료 혼합의무제도(RFS) 도입에 따라 전기 에너지 중심에서 수송·열에너지로 시장 확대, 발전소 온배수 등 새로운 신재생에너지원 적극 발굴 및 활용

▣ ▣ 전략분야 현황분석 ▣ ▣

- 정부는 전력설비 기준 원전 비중을 지난 제1차 에너지 기본계획 공표 시 2030년 41%에서, 제2차 에너지 기본계획에서 2035년 29%로 낮은 목표를 수립하고 있는바, 원전의 과도한 확대와 급격한 축소를 지양하나, 원자력 부문에 있어서는 여전히 공급 위주의 에너지 정책 방향 제시

[에너지 기본 계획 1차·2차 비교]

구분	제1차 계획	제2차 계획
계획기간	2008~2030년	2013년~2035년
5대 중점 과제 (정책목표)	에너지 자립사회 구현 자주 개발 비율 3 → 40%	수요관리 중심의 정책전환 전력수요 15% 이상 감축
	틸석유 사회로 전환 석유의존도 43 → 33%	분산형 발전시스템 구축 발전량 15% 이상 점유
	에너지 저소비사회 전환 에너지원단위 0.34 → 0.18	환경보호, 안전강화 발전부문 온실가스 20% 감축
	녹색기술로 신성장 동력과 일자리 창출 에너지 기술 수준(선진국대비) 60 → 100%	에너지 안보 강화 자원 개발비율 40% 신재생 보급 11%
	더불어 사는 에너지사회 에너지 빈곤층 7 → 0%	국민과 함께 사는 정책추진 2015년부터 바우처제도 도입
월전비중 (발전설비 비중)	41%	22~29%에서 결정
신재생보급 (총에너지)	11%	11%(목표유지)
수립과정	정부가 초안을 마련하고 공청회 등을 통해 의견수렴	민-관 거버넌스가 직접 초안을 작성
법적 수립절차	에너지위원회 심의	에너지위원회→ 녹색성장 위원회→ 국무회의 심의

* 출처 : 연합뉴스, 에너지 기본 계획 1차·2차 비교, 2013

3. 산업이슈 및 동향

가. 산업이슈

온실가스 저감 기술에 대한 관심 증대 및 친환경 정책 강화

- 온실가스와 환경오염 문제로 인한 자연재해 증가와 생태계 교란으로 이에 대한 규제가 강화되고 있는 추세
- '15년도 국가 온실가스 통계자료에 따르면, 총 배출량은 '11년 681.8백만 톤에서 '15년 690.2백만 톤으로 증가

[최근 5년간 국가 온실가스 총 배출량, 배출량 및 GDP 증감률 추이]



구분	2011	2012	2013	2014	2015
총배출량(백만톤)	681.8	685.9	695.2	689.2	690.2
전년대비 배출량 증가율(%)	3.9	0.6	1.4	-0.9	0.2
GDP 증가율(%)	3.7	2.3	2.9	3.3	2.8
GDP당 배출량(톤CO2eq./10억원)	520	511	503	483	471

* 자료 : 2015 국가 온실가스 통계 확정, 온실가스종합정보센터, 2017

- CO2를 직접적으로 감축할 수 있는 이산화탄소 포집 및 저장(CCS : Carbon Dioxide Capture & Storage) 기술에 대한 관심 증가³⁾
 - 한국 이산화탄소 포집 및 처리 연구 개발 센터 연구팀은 기존 MEA흡수제보다 2.5배 많은 이산화탄소를 흡수할 수 있는 아민 화합물 기반 이산화탄소 습식 흡수제를 개발
 - 한국 에너지 기술 연구원 온실가스연구단은 CO2 포집용 액상 흡수 기술을 개발

경제성장과 사회 고도화에 따라서 에너지 수요는 크게 늘어나고 있는 반면, 발전소 및 송배전 설비를 설치할 수 있는 입지는 사회적 장벽으로 크게 제약되고 있어 분산전력 공급체계로의 전환이 가속화될 전망

3) * 출처 : 2017 한국전력 신기술이슈 리포트 12월 호

▣ □ 전략분야 현황분석 □ ▣

- 주요 국가를 중심으로 스마트그리드에 의한 전력공급 시스템 변화를 위한 다양한 연구개발과 실증 프로젝트가 진행되고 있는 추세
- 이머징(Emerging) 국가의 산업화 수요, 미주/구주 국가 노후화 교체 수요, 인동 등 후발 발주국가 등장에 의해 송전, 변전, 배전기기 산업이 확대
- 기존 신재생에너지 연계 측면에서 분산전원의 능동적인 통합운영을 통해 배전계통의 신재생에너지 수용성을 높이고, 효율적인 배전계통 운영을 도모할 필요성 제기하고 전력공급 방식에도 변화가

□ 소규모 설비기술 발전과 분산형 전원의 증가로 공급 및 수요의 양방향 정보가 가능해지면서 에너지시스템의 운영방식이 변화

- 전력산업의 ICT적용은 스마트그리드를 구축하며 에너지 운영시스템의 효율적 운영이 가능
- 소규모 친환경 분산형 전원의 확대로 저탄소 에너지 시스템으로 전환
- 에너지 저장기술은 소규모 분산형 전원과 결합되면서 마이크로그리드, 가상발전소(Virtual Power Plant) 등 계통연계형 또는 독립계통형 운영에 중요한 역할
- 미국, 일본, 유럽 등 해외 주요 국가들은 대부분 전력 판매시장이 개방되어 민간 기업이 자생적으로 에너지 서비스 관련 신규 사업모델 개발경쟁을 통해서 새로운 산업의 성장을 견인



* 출처 : OECD/IEA(2014), 4차 산업혁명과 에너지 패러다임의 전환, 2017

[미래 통합적 지능형 전력 시스템 구조]

□ 제로에너지 빌딩 건축물에 대한 연구개발 증가

- '15년 11월에 발표한 '2030년 에너지 신산업 확산전략'에 따르면 2025년부터 국내 신축되는 건물이 모두 제로에너지 빌딩으로 건축되어야 한다고 발표
- 포스코 건설은 비주거시설 건설로 국내 첫 '제로에너지 인증'을 획득함. 해당 건축물은 외기냉방 공조시스템 및 고효율 LED 조명이 적용됐으며, 단열성능 강화 및 냉방부하 절감 등 다수의 첨단기술들이 적용하고 옥상 및 아트리움 상부에 태양광을 설치해 전력을 생산하고, 빌딩 에너지관리 시스템(BEMS)을 통해 효율적인 전력사용을 도모

- 한국에너지공단과 한국건설생활환경시험연구원은 효과적인 제로에너지빌딩 성공모델을 개발하기 위한 업무 협약을 체결함. 시흥시가 지원하는 건물에 보급형 제로에너지 빌딩 구현을 위해 개발 제품 적용 및 성능 검증 등의 과정을 거칠 예정

나. 핵심플레이어 동향

◎ 해외 업체 동향

미국이 에너지 신산업 주도

- 1978년 PURPA와 1992년/2005년 EPAct의 제정을 계기로 일부 주에서 수요반응 프로그램을 다양하게 하는 기반이 되었으며, 2005년 EPAct에서는 연방에너지규제위원회(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)가 전력신뢰도기구(Electric Reliability Organization)를 지정하고, 원활한 전력공급을 위한 기준으로 제정하도록 하여 수요반응이 피크전력 소비억제의 수단으로 자리매김하고 본격적으로 수요반응 프로그램이 확대되는 계기

[주요국 수요자원 시장 개요]

구분	미국			캐나다		호주	싱가폴
	PJM	ISO-NE	ERCOT	온타리오	앨버타		
설비투자유 인을 위한 마케팅모델	용량시장	용량시장	Energy only	관리자 계획 (용량시장 개발중)	Energy only	Energy only	Energy only
에너지마켓	Nodal 실시간 하루 전	Nodal 실시간 하루 전	Nodal 실시간 하루 전	1개지역 (Border pricing) 실시간	단일존, 실시간	Zonal 실시간	Nodal, tftrks
에너지마켓 가격상한	\$2,700/ MWh	\$4,050 MWh	\$9,000/ MWh	\$2,000/ MWh	\$1,000/ MWh	\$13,800/ MWh	\$4,500/ MWh
수요관리 사업자	있음	있음	Energy market에 는 없음	있음	Energy market에 는 없음	없음	있음

* 주: 에너지마켓 가격상한단위, USD(단, 캐나다는 CAD), ERCOT와 앤버타는 에너지시장에 수요관리사업자(Load Aggregator)가 없지만 각각 긴급 응동서비스와 보조서비스에는 수요관리사업자가 있음

* 출처 : Brattle, International Review of Demand Response Mechanism, 2015

- 2009년의 ARRA(American Recovery and Reinvestment Act)는 스마트그리드 기술 적용에 중요한 부분을 담당했는데, \$8310억 규모의 경제적 유인 패키지로 2015년까지 이 중 약 \$90억이 스마트그리드 프로젝트에 민관 투자형태로 집행되었고, 여기에는 AMI, 센서, 통신 및 제어기술, 통신 네트워크 등을 포함함. 위와 같은 투자로 전력시스템이 개선되면서 수요반응 프로그램 적용 범위도 점차 확대

▣ □ 전략분야 현황분석 □ ▣

- 연방에너지규제위원회(FERC)는 2011년 제정한 Order 745에서 DR을 가격기반 DR과 인센티브 DR로 구분하고 거래시장에 참여하는 수요관리사업자에 대한 보상방안을 명기하고 있으며, 보상은 지역별한계가격 (Locational Marginal Price, LMP)를 기준 관리사업자가 등장하기 이전의 상태
- DR 1.5은 수요관리사업자의 등장으로 수요반응 시장이 확대되기 시작했고, 대상 소비자가 중소형 C&I(Commercialand Industrial) 및 일부 주거용으로 넓어짐. DR 2.0은 시장이 모든 주거용 고객까지 확대되고 새로운 프로그램 및 보조서비스가 소개되는 단계를 의미

특징	DR 1.0	DR 1.5	DR 2.0	변화방향
용량	33GW (2008)		188GW (2019)	DR 용량 확대
부하 대상	대형 C&I	중소형 C&I 및 일부 주거용 고객	모든고객	부하관리 범위 확대
DR 음선	소수	확대	수많은 서비스 존재	DR 프로그램, 서비스 증가
유필리티 관리방식	1:1	CPS 등장	다양한 관리대상 확대	관리대상 확대
실행 기관	C&I 관리자	CPS 등 관리자	스마트그리드 확대로 자동 조절	직접적인 부하관리
변동 시간	수분내 (수동)		수초내 (수동)	반응시간 단축

* 출처 : KEPCO, KEMRI전력경제 Review. 2016년 제3호

[미국 수요반응의 단계별 특징]

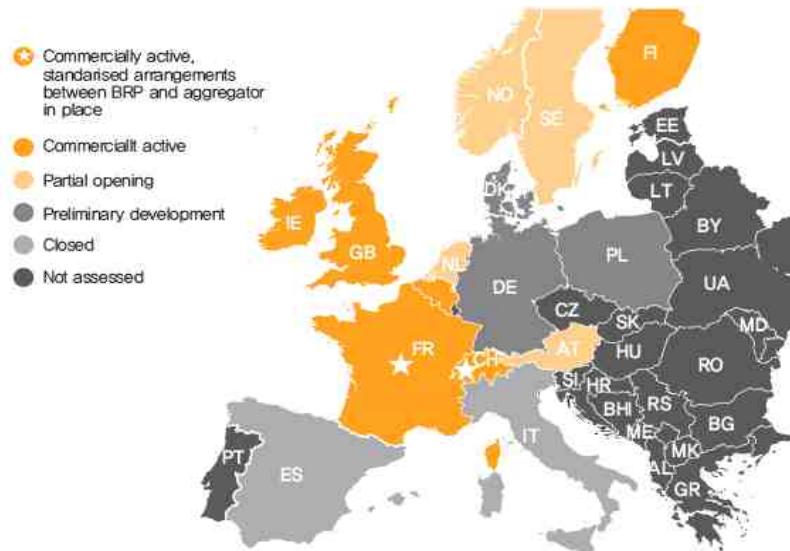
- 유럽에서는 수요자원의 활성화를 위한 기본 전제로 발전기와 공평한 기회를 갖는 것이라고 평가하고, 전력시장에서 수요자원에 보장해야 할 3가지 조건은 시장에 대한 공평한 접근, 공평한 보상, 공정하고 합리적인 위기관리로 구성되며, 이를 위해 수요자원의 시장 참여를 위한 규칙을 개발하였고 이 규칙은 4단계로 분류

[유럽의 수요자원 시장 참여를 위한 4단계]

구분	내용	세부설명
1단계	소비자를 포함시킬 것	소규모 소비자는 직접 에너지, 밸런싱, 예비력, 보조 서비스시장에 참여가 어려우므로 독립적인 수요관리사업자를 통해 참여기회제공
2단계	실현가능한 상품을 구현할 것	다양한 자원의 참여에 적합한 상품을 설계하고 참여할 수 있는 범위를 규정
3단계	계량과 검사를 위한 요구조건을 개발할 것	미국의 수요반응 성공이유는 시장참여자 간의 계약과 준비된 통신기술이 있어 가능했고, 잘 정의된 계량과 검사 규약이 있기 때문임
4단계	공정한 지불과 투자의 안정성 확보	현재는 에너지에 대해서만 보상하고 용량이나 유연성에 대해서는 보상이 없는 구조로 이로 인해 자원의 시장 참여가 저해되고 있음

* 출처 : KPX, 효율적인 전력시장 운영을 위한 수요반응 자원 적정용량 산정 (2015)

- 다음 그림은, 유럽 각국의 수요반응 개발현황을 표시한 것으로 강주황색이 상업화단계로 DR시장이 존재하는 지역이고, 노란색은 부분적으로 시장이 형성되는 단계를 의미하며, 영국, 아일랜드, 프랑스, 벨기에, 체코, 핀란드 등이 있음. 수요반응이 가장 활성화된 것은 영국, 프랑스, 벨기에 등이며 나머지 국가에서 확대가 진행
 - 영국은 2000년대 중반 이전에는 부분적으로 DR 사용이 허용되었고 2000년대 중반이후 기후변화 대응, 에너지공급 안보, 효율향상 등을 목적으로 DR 사용이 증가
 - 프랑스는 2003년 이후 대규모 산업용 고객이 밸런싱 메커니즘에 참여하기 시작했으며 2007년부터 주택용 부하를 모아 활용하기 위한 파일럿 테스트가 실시됨. 2014년 산업용 고객이 최초로 FCR 또는 1차 예비력 서비스를 제공하기 시작했고, 이 프로그램은 FRRa(2차 예비력)과 함께 2014년 7월 1일 이후 참여가 허용
 - 벨기에는 보조서비스 및 밸런싱 시장은 1차와 3차 예비력에는 수요자원참여를 허용하지만 2차에는 허용하지 않으며, 수요자원은 전략적 예비력(SR) 용량의 약 1/10을 차지



* 출처 : SEDC, Mapping Demand Response in Europe Today 2015

[유럽의 수요반응 현황 맵]

◎ 국내 업체 동향

- 한국남동발전은 지난 2015년 착공을 시작으로, 제주 탐라해상풍력발전단지를 구축하여 국내 최초 상업용 해상풍력발전을 시작
 - 남동발전과 두산중공업이 제주시 한경면 두모리에서 금등리 해역에 설치한 해상풍력발전단지로 두산중공업에서 직접 생산한 3MW 용량 해상풍력발전기 10기를 설치한 30MW 규모의 대형해상풍력발전 사업을 진행
 - 국내 해상풍력발전 누적 설치량은 기존 R&D 용도의 해상풍력발전 5MW를 포함해 총 35MW로 확대되어 세계 9위의 해상풍력 보유국가로 도약
 - 설계, 제작 및 설치 등 전 공정에 걸쳐 두산중공업의 첨단기술이 집약되었으며, 100% 국내 기술 적용
- 한국전력공사는 브랜드 파워를 이용한 중소기업 협력사 기자재 홍보 및 해외시장 개척을 지원하고 있으며, 두바이 및 아프리카 내 전시회에 홍보관 운영
 - 두바이 국제전기전시회에는 송배전 분야와 관련하여 14개 중소기업이 참가. 국제전기, 금화전기, 남성기업사, 동남석유공업, 릴테크, 비츠로머티리얼, 비츠로테크, 에스앤에스, 에이피엠 테크놀러지스, 엔지피, 용성전기, 케이피일렉트릭, 콥스, 피앤씨테크 이상 14개社
 - 아프리카 유ти리티 주간에는 송배전 분야와 관련하여 10개 중소기업이 참가. 삼화콘덴서, 비츠로테크, 제룡전기, 중원전기, 동우전기, 유케이비, 인텍전기전자, 케이피일렉트릭, 이피아테크, 한산에이엠에스테크 이상 10개사
 - 또한, 풍력, 태양광 등 신재생에너지 보급 확대를 위해 ESS용 차세대 이차전지 개발에 착수
- LG CNS는 2013년 태양광발전소에 에너지 저장장치(ESS)와 에너지 관리시스템(EMS)을 구축해 발전소의 전력 생산 효율성과 경제성을 극대화하는 마이크로그리드 솔루션 출시
 - LG CNS는 제주スマ트그리드 실증단지 구축 사업 참여 경험을 바탕으로 마이크로그리드 솔루션을 개발했으며, LG 솔라 에너지의 태안 태양광발전소에 시험 적용하여 실증작업 진행
- 전북테크노파크는 (주)보림테크와 함께 산업통상자원부 주관 광주지역사업평가단에서 추진한 '2017년 경제협력권산업육성 사업(지역주도형R&D)'인 '가정용 연료전지 연계 이차전지 하이브리드 시스템 개발' 신규과제에 지원가능 과제로 선정⁴⁾
 - 가정용 kW급 고분자전해질막 연료전지(PEMFC: Proton-exchange membrane fuel cell) 시스템을 기반으로 리튬이차전지(Lithium secondary batteries)와 배터리관리 시스템(BMS : Battery management system) 및 시스템 관리 프로그램을 융합한 하이브리드 시스템으로 신재생에너지 연계 가정용 ESS(에너지저장시스템) 시장으로의 진출이 목표
 - 적용분야는 연료전지가 보급된 주택의 ESS 시스템, 전력망이 닿지 않는 도서지역, 디젤발전기의 대체용 전력 등으로 적용이 가능할 것으로 예상

4) 월간수소경제, 2017.11.30

- 이번 과제의 성공적인 수행을 위해 보림테크는 신규사업부를 구성, 전북지역 관련분야 인재 우선 채용을 검토중으로 전북도내 이차전지, 연료전지 및 ESS 관련 기업과의 동반성장이 기대

◎ 핵심플레이어 분석 종합

- 국내 시장의 성숙기 도래와 내수성장의 한계에 부딪힌 업체들은 해외 주요 수출국 기술인증 획득 및 판로 다각화 모색 등의 공격적인 수출지향 경영으로 이를 극복하기 위한 노력을 하고 있는 추세임
- 국내 제조사들은 중동 및 남미 지역과 중국, 동남아 등지에서 대형보일러 및 플랜트사업 추진을 통해 뚜렷한 실적성과를 내고 있으며, 또한 폐열회수시스템, 열매체보일러, 고성능 해수가열기 국산화 프로젝트 등 신규 사업 분야에 꾸준히 기술개발과 투자를 이어가고 있음
- 태양광 발전은 풍력 대비 풍부한 자원, 높은 공간 활용도, 및 일반소비자의 접근 용이성 등으로 인해 신재생에너지 원 중 가장 각광을 받고 있음
 - 정부는 신재생에너지 보급지원사업 및 태양광 대여사업 확대, 소규모 전력증개 사업제도를 신설하여 '30년까지 약 15가구당 1가구 자가용 태양광 보급을 추진하여 최대 전력분야의 신규수요를 0.32GW 감축하고자 함
 - 한화큐셀은 2016년 2월, 인도 민간발전사 아다니 그룹과 50MW 태양광모듈 공급계약을 추가로 체결하였으며, 이는 총 발전용량의 10GW, 연간 총수입 약 3조4천억원 규모로 확인됨
 - LG전자는 2016년 6월, 경상북도·구미시와 '태양광 신규 생산라인 투자에 관한 투자양해각서(MOU)'를 체결하고 구미사업장에 2018년 상반기까지 5272억원을 투자해 초고효율 태양광 생산라인 6개를 증설한다고 발표하였으며, 가동 중인 생산라인 8개와 합쳐 총 14개 생산라인을 운영할 계획임
- 풍력은 환경오염을 유발하지 않는 친환경 재생에너지로, 세계적으로 빠르게 보급되고 있는 자연친화적인 에너지원으로서, 오래전부터 연구개발을 진행하여 현재는 가장 빠르게 보급률이 커지고 있는 청정발전 에너지
 - 전 세계적으로 2015년에 약 63GW가 신규 설치되었으며, 누적설치용량은 432GW에 도달하는 것으로 매년 100조원대 규모의 신규수요가 발생하는 성장 유망사업
 - 2015년 인허가 확대로 신규설치 확대 가능성성이 높아 2016년에는 400MW가 추가 설치되어 1GW 시대 진입이 전망됨

▣ □ 전략분야 현황분석 □ ▣

- 국내 CO₂ 포집기술은 주요 배출원인 발전과 철강 분야를 중심으로 단계적 연구과정을 거쳐 10 MW급 Pilot Plant 연구까지 수행중이며, 연소후 습식/건식 기술은 세계적 경쟁력 확보를 위한 Track-record 확보 차원의 기술 최적화 및 장기 운전 연구 수행 중
 - CO₂ 포집 공정은 CO₂를 포집(Absorbing) 및 탈착 회수(Striping) 공정으로 구성되어 있으며, 경제성은 흡수제의 종류 및 성능에 좌우됨. 흡수제의 성능은 크게 3가지에 영향을 받으며, ① 흡수제 질량당 이산화탄소 흡수량, ② 흡수속도, ③ 흡수제 재생 용이성으로, 이 중에서 전체 포집 공정에 사용되는 에너지의 약 70% 이상은 ③ 흡수제 재생과정에 소비되고 있어 가장 중요한 부분이라 할 수 있음. 흡수제 재생 에너지를 저감하는 연구가 진행 중
 - (전환 : 탄산광물화) 탄산광물화 기술은 CO₂를 광물과의 반응을 통해 안정한 탄산염 광물로 변화시켜 CO₂를 제거하는 기술임. 산업규모의 경쟁력있는 광물화 공정을 위해서는 산업폐기물을 원료로 이용하여, 상온과 상압에서 높은 수율 및 고순도 광물을 얻기 위한 연구가 필요
- 연료전지 상용화를 위한 고신뢰성 M-BOP 확보 기술 개발 및 가격 저감화 요구 증대
 - 연료전지 시스템에 적용하기 위한 M-BOP는 낮은 소비 전력, 고효율 및 고내구성 등의 요구 조건이 필요함. 연료전지는 발전 시스템이므로, M-BOP의 효율을 향상시킬 수 있는 제품의 적용이 요구됨
 - 따라서, 고효율/고신뢰성의 M-BOP 제품을 개발 및 적용하여 연료전지 시스템의 운전 최적화 및 성능 안정성 향상 등을 도모할 수 있음. 즉, 정부 자금 지원 및 기업 참여를 통한 기술 개발이 선행되어야 함
 - 연료전지 시장 확대를 위해, 저가격, 고신뢰성 및 국산화 제품에 대한 수요가 지속적으로 요구되고 있음. 연료전지 전체 시스템 가격에서 M-BOP는 약 40%를 차지할 정도로 가격 비중이 크므로, 다른 구성요소들보다 가격 저감화가 필요
- 대기업의 RO 분리막 및 공정에 대한 투자와 수출이 활발히 이루어지고 있기 때문에 이와 연계할 수 있는 RO 전처리설비 개발이 수출과 파급력을 높이는 데 도움이 될 것으로 예측
 - 하지만 전처리설비를 도입함에 있어 가장 우려스러운 점은 RO 시스템을 제공하는 대기업 업체에서 전처리설비도 통합해 제공하는 경우가 많아 중소기업이 참여할 여지가 적다는 것임
 - 따라서, 공정의 유입수 기준 및 전처리설비의 표준화를 수행하고 중소기업 간의 경쟁 환경을 형성해 대기업의 RO공정 유입수의 전처리에 적용할 수 있을 만한 경제성과 효율을 끌어올릴 수 있는 여건을 만드는 전략이 필요

4. 시장동향 및 전망

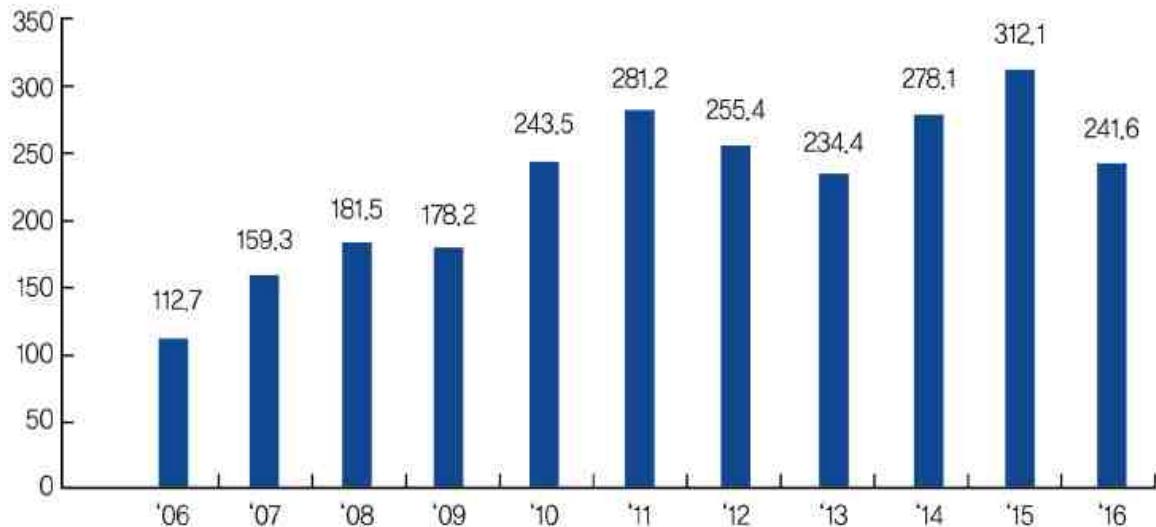
가. 세계시장⁵⁾

◎ 전 세계 신·재생에너지의 신규 설치 및 관련 투자액 지속적으로 증가

분산형 발전 수요 확대, 기술 발전 및 정책 지원으로 '16년에도 신·재생에너지 투자 기조 유지

- 2016년 글로벌 신·재생에너지 투자금액은 2,416억달러로 전년도 3,121억달러 대비 23.6% 감소했으나, 이는 기술개발로 인한 풍력 터빈 및 태양광 모듈 가격 하락 때문으로 설치 용량 차원에서는 여전히 상승국면 지속

(십억달러)



* 자료 : BNEF(Bloomberg New Energy Finance), 2017
[글로벌 신·재생에너지 투자 추이]

세계 연료전지 시장은 가격하락과 국가 정책 지원 강화로 지속적으로 성장

- 2015년 기준 세계 연료전지 시장 규모는 약 36억 달러이며, 2024년에는 255억 달러 규모의 시장 확대가 예상
- 2015년 연료전지 시스템 판매는 전년대비 약 12% 증가한 71,500기로 집계
- 고정형 연료전지 시스템은 판매량과 발전용량 모두 타 연료전지 시스템과 비교해 큰 비중을 차지
- 고정형(stationary) 연료전지 시스템은 판매량과 발전용량 모두 타 연료전지 시스템과 비교해 가장 큰 비중 차지

5) KISTEP통계브리프, '주요국 신재생에너지 시장 현황', 2017

▣ □ 전략분야 현황분석 □ ▣

- 2015년 세계 신규 설치 풍력발전용량은 63.5GW로 2014년 대비 24%의 성장을 기록
 - 2015년 중국이 48.5%로 세계 1위 시장국이며, 그 뒤로 미국, 독일 및 브라질 순
 - 아시아는 2015년까지 7년 연속 세계 최대 규모의 풍력발전시장으로 33.9GW 신규 설치

- 에너지 신산업은 다양한 기술과 사업방식으로 새로운 시장을 창출 중에 있으며, 각국마다 국가 주도적으로 시장을 형성하고 있음
 - 에너지 신산업 관련은 미국 등 주요 국가에서는 온실가스 배출이 높은, 에너지 산업 분야를 중심으로 과감한 정책 추진 시도와 함께 급격히 성장중에 있음

[세계 에너지 신산업의 시장 규모 및 전망]

(단위 : , %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	1023	1128	1260	1427	1849	2397	29.6

* 출처 : 2030에너지 신산업 확산전략 자료 재가공/Markets and Markets, 2014

- IEA에 따르면, 글로벌 기후변화 대응에 따라, 신재생에너지, 에너지 효율화 등 '30년까지 총 12.3조불 규모의 투자가 발생될 것으로 전망되며, 일부 국가에서는 신재생에너지, 전기차 부분을 중심으로 에너지 신산업을 통한 혁신이 가시화되기 시작
 - 신재생에너지 4조불, 수송, 산업, 빌딩 에너지효율화 8.3조불 등으로 투자가 예상됨
 - 2014년 에너지 신산업 유형별 시장규모를 살펴보면, 제로에너지빌딩 관련 시장이 741.5억 달러(82%)로 가장 큰 시장을 형성했고, 마이크로그리드(15%)와 수요자원시장(1.9%)이 그 뒤를 이었으며, ESS활성화와 미활용에너지 관련분야는 1%이하의 시장을 차지
 - 전년대비 증가율이 가장 큰 유형은 ESS활성화로 (60%) 증가했으며, 그 다음은 수요자원시장(50%), 마이크로그리드(30%) 순으로 증가율이 높게 나타남

[세계 에너지 신산업 품목별 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
마이크로그리드	182.4	237.05	308.1	400	520	676	30
제로에너지빌딩	806.7	841.4	877.5	915	954.3	995.4	4.3
수요자원시장	2.556	3.63	5.15	7.2	10.8	16.2	50
ESS활성화	4.096	6.55	10.5	16.7	26.7	42.8	60
미활용에너지	2.72	2.83	2.9	3.06	3.2	3.3	4

* 출처 : 2030에너지 신산업 확산전략 자료 재가공/Markets and Markets, 2014

- 폐기물에너지는 매립에 의한 처리가 상당 부분 차지하며 폐기물의 자원화 또는 에너지화를 위한 노력도 추진 중

[국내 폐기물에너지 산업의 품목별 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만원)

주요품목	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	CAGR ('13~'15)
폐기물관리 기기 제조	3,961,739	3,637,267	3,784,180	3,937,026	4,096,046	4,261,490	4,433,615	-2.3%
폐자원에너지화 기기 제조	1,083,554	822,900	391,569	186,325	88,661	42,189	20,075	-39.9%
오폐수관리 기기 및 제품 제조	6,838,709	5,591,692	5,888,388	6,200,827	6,529,844	6,876,319	7,241,177	-7.2%
토양, 지표수, 지하수 개선 및 정화기기 제조	386,582	425,601	547,265	703,709	904,875	1,163,547	1,496,165	19.0%
대기오염 통제기기 제조	3,658,476	4,142,579	4,032,381	3,925,115	3,820,702	3,719,067	3,620,135	5.0%
실내공기질 통제기기 제조	679,793	440,342	485,257	534,753	589,298	649,406	715,646	-15.5%
소음 및 진동 저감장치 제조	3,741,277	4,678,812	4,152,894	3,686,092	3,271,760	2,904,001	2,577,580	5.4%
환경보건 대응 제조	1,828,914	2,168,100	2,391,414	2,637,730	2,909,416	3,209,086	3,539,622	14.3%
열/에너지 절약 및 회수 기기 제조	4,874,814	7,090,710	10,313,864	15,002,135	21,821,507	31,740,694	46,168,748	45.5%
합계	27,053,858	28,998,003	31,987,214	36,813,713	44,032,111	54,565,799	69,812,763	8.7%

* 출처 : 환경부, 환경산업통계조사(2015)

* 주 : 환경산업분류별(매체별) 환경부분 관련 매출액(관련 품목 합산)

나. 국내시장

정부주도 정책과 지원을 중심으로 급격히 성장

- 에너지 신산업 분야는 많은 공적자금 투입으로 2013년 2,590억원으로 성장되었고, 2020년에는 1조 5억원으로 연평균 29.4%성장 전망
- 대기업 및 대형빌딩을 중심으로 에너지 관리 수요가 증가하고 있으나, 시장은 초기단계

아시아 최초 수요자원 거래시장 개설

- 수요반응 기술은 미국 대비 90%수준으로 전망하고 있으며, ICT를 활용한 수요반응 기술의 잠재력이 큼
- 2015년 1300여 전기사용자가 LNG 발전기 5기에 해당하는 244만 kW의 참여용량 확보 및 2030년 최대수요의 5%이상 확대 전망
- 수요시장의 급속한 성장은 기존 수요관리제도 전환, 안정적 비즈니스 모델제시, 에너지신산업 활성화 정책에 따른 진입장벽 완화에 기인하며, 설비예비력 증가 및 계통한계가격(SMP)하락에 따라 수요자원의 보상금액이 감소하여 수요시장 급등 추세는 진정될 전망
- 지금까지의 양적 성장에서 탈피, 에너지종합관리서비스 등 새로운 부가가치를 창출할 수 있도록 전력시장의 제도개선 추진예정

신재생에너지 보급 확대를 위해 RPS 비율을 '18년 4.5%에서 5%, '19년 5%에서 6%, '20년 6%에서 7%로 상향될 예정

- RPS비율 상향으로 '16~'20년에 신재생발전소에 8.5조 원 추가 투자효과가 발생할 것으로 예상되며, '20년까지 총 13GW의 신재생에너지 발전소 건설 및 총 30조원의 투자효과 전망

'16년 국내 태양광 발전 수익률은 SMP 가격 하락에도 불구하고 REC 가격이 높은 수준에서 결정돼 발전 수익성은 유지되고 있음

- REC가격은 '15년 하반기부터 상승하였고, '16년부터 태양광과 비태양광 REC시장이 통합되면서 태양광발전 REC 수요는 더욱 증가
 - '15년 하반기 7.3만 원이었던 태양광 REC 가격은 '16년 8월 15.4만 원까지 상승

2017년 3/4분기 신재생에너지 신규 보급용량 중 태양광은 331MW를 차지

[태양광 에너지 국내 보급전망]

(단위 : MW, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	4,123	5,030	6,330	7,830	9,330	11,130	22.0

* 출처 : 산업통상자원부, 8차 전력수급기본계획

[태양광 에너지 국내 발전량 및 전망]

(단위 : GWh, %)

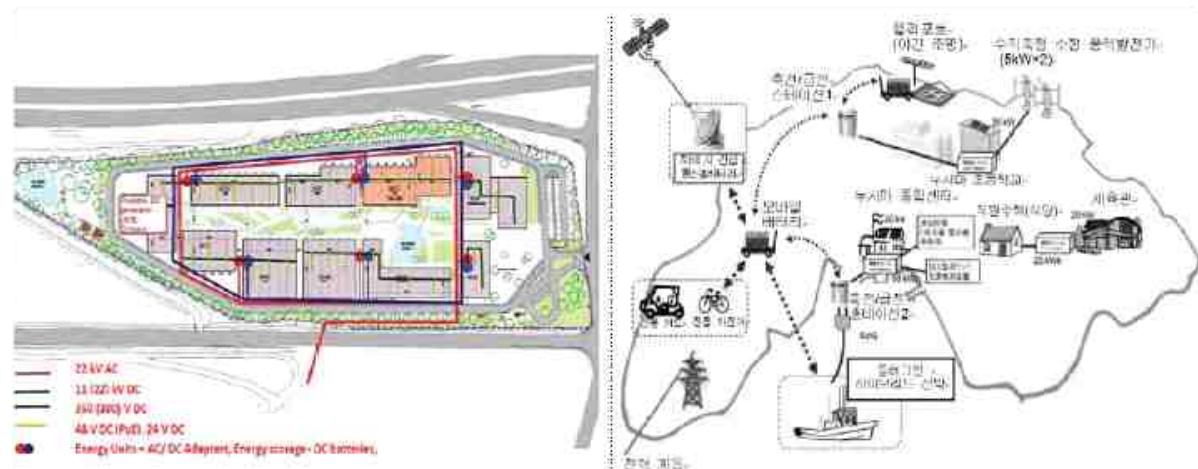
구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	5,122	5,871	7,534	9,453	11,371	13,673	21.7

* 출처 : 산업통상자원부, 8차 전력수급기본계획

- 국내 소형풍력발전 업체 및 제품 현황을 살펴보면 규모는 조금 영세하여 10여 개의 제작사와 20여개의 부품 업체가 생산 활동을 지속하고 있는 상황
- 국내 소형 풍력시장은 한국에너지공단의 신재생에너지 보급사업과 관공서를 중심으로 한 단발성 프로젝트에 국한되며 민간사업은 전무한 실정이고 시장규모는 20억 원 이내임
 - 한국에너지공단의 신재생에너지 보급사업 중 융·복합지 원사업이 2013년 이후 지속적으로 추진됨에 따라 지자체를 중심으로 소형풍력터빈이 꾸준히 설치되고 있으나 높은 제품단가와 설치사이트 부족으로 에너지원별 점유율이 크게 낮은 상황
 - 국내 소형풍력터빈 제작업체는 불안정한 국내 시장규모로 인해 안정적인 연구개발에 치중할 수 있는 여건형성이 미진하여, 주로 단품 형태로 개발이 진행되고 있으며 개발 용량도 주로 10kW 이내임
 - 국내 소형풍력시장의 성장을 위해서는 정부보급사업으로 제품설치 시 보조금을 지원하는 방식을 탈피하여 민간시장이 활성화 될 수 있는 지원책이 요구되며 FIT(Feed In Tariff) 도입이나 REC(Renewable Energy Certificate)가중치 조정으로 민간발전사업 육성이 필요함

5. 기술동향 및 이슈

- ABB사는 분산전원과 센싱기술, 통신기술, 제어기술을 통합하여 대규모 전력계통과 전력거래가 가능한 마이크로 그리드를 구현할 수 있는 전력시스템과 IT기술의 접목이라는 목표를 설정하고 ‘스마트그리드’ 관련 산업을 준비
 - 분산전원관련 풍력발전시스템, 연료전지, 마이크로터빈등을 상업화하고, 독립운전이 가능한 계통연계형 마이크로 그리스 시스템의 보호, 제어 및 운영을 위한 기술을 개발



* 출처 : Journal of the Electric World, 2015.07

[ABB의 DC 마이크로그리드 실증]

- GE사는 발전, 송변전, 배전계획에 적용되는 다양한 에너지 관리 및 전력자동화시스템 및 풍력, 수력, 태양광, 바이오매스 등과 같은 신재생에너지와 연료전지, 하이브리드 발전 등과 같은 분산발전시스템을 공급
 - SCADA,은, AMI와 같은 Grid Management제품군을 보유하고, 전력계통 EMS기술 및 전력자동화 기술 등을 통합한 MiniGrid 라는 개념을 도입하여 제품 개발
 - Siemens는 발전, 송전, 재전 분야의 에너지관리 솔루션과 자동화 및 통신기기, 디지털 보호 계전시스템을 생산 공급하고 있으며, 상 및 복합 화력발전 터빈 등의 친환경 기술 사업을 운영
 - Honeywell사는 그리드 및 디젤발전, 태양광 발전 등의 전력공급시스템에 다양한 부하를 효율적으로 연결하고 제어하며, 이동설치가 용이한 모바일 마이크로그리드시스템을 보유
 - 이동 배치가 낮은 군부대용 혹은 소형의 긴급 전력망 구축이 필요한 경우에 유용하며, 광범위한 전력시스템과 전력수요에 대응할 수 있는 캠퍼스 규모의 전력수요를 커버할 수 있는 마이크로그리드 서비스 사업화
 - 학교 및 군부대 대상 실증 및 마이크로그리드 시스템 구축 사업 수행

6. 중소기업 시장대응전략

Factor	기회요인	위협요인
정책	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지의 안정적인 공급과 기후변화 대응을 위한 신재생에너지 기술개발 정책 추진 • 신재생에너지 의무할당제, 공공건물 신재생 에너지 의무화 사업 등을 통한 국내시장 확보 • 전력 수급 기본 계획 및 국가적 차원의 정책을 바탕으로 연구개발 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 경제의 침체 및 환경규제 강화 등에 따른 단기적인 산업 침체의 가능성 • 세계 경제의 침체 및 환경규제 강화 등에 따른 단기적인 산업 침체의 가능성
산업	<ul style="list-style-type: none"> • 국가별 에너지 수급의 예상되는 불균형을 해소하고 자국의 에너지 수급에 안정성을 확보하기 위해 대체에너지 개발 추진 • 해외에서도 국내 기술력의 파급효과가 커지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 발전에 따른 장거리 송전, 화석에너지 기반 전력생산에 따른 비효율성으로 에너지 절감에 구조적 어려움 존재 • 국내는 아직 활성화된 시장 및 인프라가 부족 • 중국 업체의 기술/시장 지배력 강화 • 주요 공기업이 산업을 주도하여 중소기업 참여 영역 확보가 어려움
시장	<ul style="list-style-type: none"> • 세계적으로 지속가능한 친환경 에너지에 대한 선호도 증가로 인해 신재생에너지에 대한 시장 확대 전망 • 에너지 수요에 따른 국내 마이크로그리드 시장 급성장 추세 	<ul style="list-style-type: none"> • 협소한 내수 시장 및 수출 중심 산업 구조로 불확실성 증대 • 선진국의 에너지를 이용한 다양한 비즈니스 모델이 활성화 되고 있으나, 국내는 미진한 상태
기술	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 산업간 융복합 기술 개발을 통한 시너지 창출 • 전력량 계량 기술 및 ICT 기술 결합 • 에너지 효율에 대한 니즈 증대 환경오염에 대한 관리 강화 등으로 인한 관련 R&D요구 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국의 기술개발 가속화에 따른 기술 격차 확대 • 환경 규제 강화, 엔진 배기ガ스 규제, 소음 규제, 화학물질 규제, 전자파 규제 등 강화됨에 따른 높은 기술개발 수준 요구



중소기업의 시장대응전략

- 신재생에너지 관련 신규 소재 개발에 따른 고부가가치 사업 육성 전략 수립
- 신규 산업모델개발에 대한 기술적 진보가 이루어지고 있으므로 고부가가치 산업이 확대될 전망임에 따라 관련 기술에 대한 추가 연구
- 지속가능한 발전을 위한 균형성장 및 대기업·중견기업·중소기업의 상생·공존 생태계 확립

7. 주요 기술개발 테마

가. 기술개발 테마별 개요

기술개발 테마	개요
스마트공기 조화 장치 및 시스템	특정 목적으로 구별되어 분리된 공간의 공기를 정화·냉각·가열·기습·감습하여 사용자의 요구에 적합한 온도 및 습도의 상태를 유지하는 장치
대기오염 물질 처리 소재 및 공정	대기 중 잔류하여 환경오염을 유발하는 물질을 저감하는 공정 및 정화 기술로 사전에 예방하거나 사후에 대기 환경부하를 저감할 수 있는 기술제품을 의미
수처리 설비 설치 모듈	수처리는 다양한 단위공정(unit process)조합으로 구성된 수처리 공정에서 다양한 물리적/화학적 반응에 의하여 진행됨
수처리 공정 전처리 설비	수처리 공정의 유입수에 공정의 효율을 감소시키거나 오염을 유발하는 물질을 제거하거나 감소시키는 기술 및 시설로 정의
흡착 공정 적용 소재 제조	흡착 공정은 수처리 및 대기 오염 정화 공정에서 다양한 유해물질 처리에 대표적으로 적용되는 공정임.
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	폐기물중 이물질 제거, 유사한 종류별로 분류·선별하는 설비, 조쇄·파쇄 및 건조 등 전처리 설비와 재생이용이 가능하게 가공하는 설비, 가연성폐기물의 연료화 또는 원료화 설비, 연소 및 가스화 등에 의해 에너지로 생산하여 이용하는 설비 포함
태양광 발전시스템	태양의 빛에너지를 직접 전기에너지로 바꾸어주는 발전방식으로 태양전지(solar cell)로 구성된 모듈(module)과 축전지 및 전력변환장치 등의 기술로 구성
태양광 공정장비	실리콘계 및 박막 태양전지 등을 제조할 수 있는 공정 및 관련 장비를 의미
건물 일체형 신재생에너지 시스템	PV모듈을 건축외장재용으로 건자재화하여 건물 외피에 적용함으로써 경제성을 포함한 각종 부가가치를 높여 효율적으로 PV시스템을 보급 및 활성화시키기 위한 시스템
소형풍력발전기	풍력에너지를 전력에너지로 변환하여 발생된 전력을 전력계통이나 수용가에게 공급하는 정격 용량 1MW 이하의 풍력발전시스템을 의미
연료전지 셀	연료전지 스택은 여러 개의 단위 셀이 직렬로 적층되어 있는 것을 말하며 이 각각의 하나를 셀이라고 함. 하나의 셀만으로 이루어진 전자를 단위전지라 하며, 연료전지 종류에 따라 PEMFC 셀(전극촉매, 전해질막, 분리판)와 MCFC 셀(매트릭스분말, 전극분말, 용융염 전해질분말, 분리판 코팅소재), SOFC 셀(전해질, 전극, 밀봉재, 분리판) 등을 의미
연료전지 분리판 소재	연료전지 전극 내에 반응ガ스를 공급하고 생성수를 배출시키며 전기를 이동시키는 주요 역할을 하는 것을 의미. 또한, 셀스택을 지지하고 반응열을 배출하는 부가적인 기능을 수행
연료전지용 M-BOP	연료전지용 M-BOP는 연료전지 스택의 안정적 운영을 위하여 가스공급 등에 필요한 기계적 주변장치들을 의미하며, 구체적으로는 가스공급관련 장치와 개질관련 장치 등을 포함하는 블로워, 가습기, 유량계, 열교환기, 센서, 벨브 등으로 구성
LVDC 배전 시스템	직류 부하에 전원을 공급하기 위해 교류 수전에 따른 부하단에서의 변환손실(AC/DC)을 줄여 계통의 효율을 높이는 기술로, LVDC 계통은 옥내 수용가, 공장, 선박, 마이크로그리드 단지 등 독립망 구성을 통해 전력 수급이 용이한 곳에 적용되는 기술을 포함
xEMS 시스템	xEMS에서 x는 적용처에 따라 다양한 이름으로 제품을 구분할 수 있으며 BEMS는 빌딩, FEMS는 공장 등이 예가 됨. 전기, 열 등 다양한 에너지원을 최상단에서 관리하고 운용하는 시스템으로 스마트그리드, 스마트시티, 마이크로그리드 등 다양한 환경에서 요구되는 필수 솔루션임

기술개발 테마	개요
소규모 분산자원 증개 시스템	기존의 중앙전원이 가지고 있는 대규모 및 장거리 송전과 대비되는 개념의 분산자원으로 용량 기준으로는 10MW 이하의 수요 인근에 위치하는 자원을 총칭하며 이러한 자원들의 거래를 증가하는 시스템
폐열에너지 활용 시스템	생활 업무 생산 활동을 위해 투입된 에너지 중 유효하게 회수, 활용되지 않고 환경 중으로 배출되는 열을 수집, 저장 및 활용을 가능하게 하는 기술
제조업 부생가스 재활용	화력발전소 또는 일반 산업체에서 배출되는 CO ₂ 를 고농도로 포집한 후 산업적인 용도로 이용하거나, 지중이나 해저에 주입하여 대기로부터 격리하는 기술
레독스 플로우 배터리	레독스 플로우 이차전지는 산화수가 다른 액상의 양극전해액 및 음극전해액으로 구성된 전지로서 양극 및 음극전해액을 구성하고 있는 레독스 커플의 전위 차이에 의해 기전력이 발생하는 전지시스템임
초고용량 커패시터	순간적으로 많은 전기에너지를 저장 후 높은 전류를 순간적 또는 연속적으로 공급하는 고출력 장수명 전기 에너지 저장 장치
이차전지 전해질	이차전지의 양극 및 음극사이에서 해당 이온의 삽입/탈리 혹은 산화/환원 반응에 필요한 이온이 이동하는 매질의 역할을 하는 물질

나. 제품별 동향 및 전망

기술개발 테마	동향 및 전망
스마트공기 조화 장치 및 시스템	중국이나 동남아시아, 중남미 등 신흥국은 최근 경제발전에 따라 시장이 확대되고 있으며 전동자동차의 보급에 따른 시장 확대가 기대되고 있음. 정으로, '20년 시장은 '12년 대비 22.5% 증가한 1,357억 달러(2013~2015년 CAGR 6.1% 기준)를 넘어설 것으로 예상
대기오염 물질 처리 소재 및 공정	세계 시장규모는 2.3% 성장률을 보이며 '18년에 707억 달러에 이를 것으로 전망. 최근 초미세먼지의 주요 배출원으로 알려진 화력발전소 등 에너지 산업과 직접적인 연관성이 높기 때문에 꾸준한 에너지 산업의 확장에 따른 시장 확대가 기대됨
수처리 설비 설치 모듈	중국, 인도 등 신흥공업국들의 수처리제 수요가 급속히 증가하고 있음
수처리 공정 전처리 설비	최근 물 재이용 및 해수담수화의 성장으로 역삼투(Reverse Osmosis, RO) 시장이 커지고 이에 따라 RO 전처리 공정이 주목받고 있음
흡착 공정 적용 소재 제조	흡착제 소재는 이미 화학공학업종에서 기술의 성숙도가 높음
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	2013년 기준 세계 환경산업 중 폐기물 분야는 380달러로 전체의 4.1%를 차지하고 있는 것으로 나타남. 또한 중소기업 R&D신청과제 건수가 147건으로 높아 중소기업에 적합기술
태양광 발전시스템	각국에서 태양광 기술개발, 산업육성 및 보급촉진에 대한 적극적인 정책적 지원을 펼친 결과 태양광 시장이 지속적으로 성장하고 있음. 2030년에는 재생에너지가 모든 발전원 중에 가장 저렴해져 에너지부문 판도를 재형성할 전망
태양광 공정장비	재생에너지 도입 확대 정책에 따라 태양광 산업 수요가 늘어날 것으로 전망. 해당산업의 안정적 성장기반 구축을 위해서는 고효율 셀 및 모듈에 대한 연구개발과 함께 이를 현장에 적용할 수 있는 새로운 공정장비 개발이 함께 이루어져야 함
건물 일체형 신재생에너지 시스템	최근 건물 에너지 소비 요소 중 전력부분이 점차 증대되고 있음. BIPV시스템을 적용할 경우 에너지 상쇄가 가능하고 하절기 및 동절기의 전력부하로 인한 전력피크 완화에 기여할 수 있음. 또한 시스템의 설치를 위한 별도의 설치 부지가 필요 없으며 실제 거주면적이 협소한 지형조건에 매우 적합한 형태
소형풍력발전기	최근 신기후변화체제에 돌입하면서 온실가스 배출 감소를 위한 방안으로 태양광 및 대형풍력 발전과 더불어 소형풍력발전에 대한 관심이 증가하고 있음. 소형풍력발전은 도심처럼 바람의 세기가 크지 않은 지역에서 안정적으로 전력을 생산할 수 있음. 소형풍력은 비교적 장소선정 등의 인·허가 과정이 용이함. 또한 타 신재생에너지 설비에 비해 초기 투자비용이 적고 기술개발 및 제작이 상대적으로 용이
연료전지 셀	신재생에너지 도입 정책과 타 재생 에너지와의 쉬운 융합성으로 연료전지기술에 대한 시장 관심이 높음. 태양광 다음으로 도심에서 적용되고 있어 연료전지 셀 개발은 매우 중요함. 또한, 최근 수소연료전지차가 부각되면서 관련시장에 수요가 높을 것으로 전망

기술개발 테마	동향 및 전망
연료전지 분리판 소재	연료전지용 분리판은 연료전지 본체인 스택 모듈에 가장 많이 들어가는 핵심 부품 중 하나로 고가의 연료전지시스템 실용화를 위한 핵심 기술임. 연료전지 상용화 발표에 따라 분리판에 대한 개발 수요가 많아지고 있으며 기존 내연기관 자동차의 부품 가공기술을 가진 업체에서도 관심이 증가하고 있음
연료전지용 M-BOP	연료전지 시스템 산업은 연료전지 기술을 기반으로 전력·수송·건물 에너지 분야에 적용 가능하며 고부가가치 생산이 가능한 산업임. 크게 활용 가능성이 있는 연료전지 중 수송용 연료전지는 에너지 안보와 온실가스 감축의 핵심 분야로 내연기관 대비 에너지 효율향상이 높아 인프라 구축에 대한 수요가 높은 편임. 또한 발전용 연료전자는 신재생에너지 발전차액 지원제도와 신재생에너지 의무할당제도를 통해 비약적으로 보급량을 확대하고 있음
LVDC 배전 시스템	최근 에너지의 효율성 개선 및 손실 절감을 위한 노력이 전 세계적으로 진행되고 있으며 디지털 부하의 급격한 증가와 신재생에너지지원의 수요가 점차 커져감에 따라 DC전력 계통에 대한 필요성이 커지고 있음
xEMS 시스템	ICT발전에 따라 빠르게 진화하여 에너지 시각화 및 분석에서 서비스 기능으로 확대되며, 특히 클라우드 기반 EMS를 통해 비즈니스 모델이 변화하고 있음. 또한 EMS기술을 기반으로 하는 산업영역은 모든 대상의 에너지 소비패턴을 결정짓는 각종 데이터의 수집, 분석 및 정보화, 최적의 통제 및 제어를 하는 모든 기술영역을 포함
소규모 분산자원 증개 시스템	하나의 자원은 적지만 산발된 자원을 모아 큰 대용량의 자원으로 가치를 확대하기 위한 기술로 현재 전력거래소는 해당 증개 사업자에 대한 검토와 법의 개정을 예정하고 있음. 자원의 활용방안 및 전력시장과의 연동을 위한 연구개발을 통해 다양한 솔루션의 발굴이 가능
폐열에너지 활용 시스템	4차산업 대응을 위한 스마트 전력 그리드 및 분산화 발전을 위한 소형 폐열 회수 설비 기술 개발이 유망할 것으로 전망됨
제조업 부생가스 재활용	국내 제조업 대상으로 이산화탄소 및 부생가스를 적극 활용하면 온실가스, 미세먼지 감축 등을 비롯한 다양한 사회적, 경제적 효과를 기대할 수 있으며 신재생에너지를 위한 대표적인 전략이기 때문에 관련 기술력 향상을 위해 전략제품으로 선정
레독스 플로우 배터리	레독스 플로우 배터리는 액체 전해질을 저장하는 탱크에 전해질을 주입하면 원하는 전력량을 만들어 낼 수 있음. 또한 수명이 2만 사이클(약 20년)으로 매우 길어 출력과 에너지를 완벽하게 독립적으로 설계가 가능하여 이차전지 분야의 핵심적 기술임.
초고용량 커패시터	높은 출력밀도와 충·방전 효율 및 무제한에 가까운 사이클 특성을 가지고 있어 전류변화에 안정적임. 전극활물질로 탄소재를 사용하여 환경친화적이기 때문에 전기자동차, 하이브리드 전기자동차 또는 연료전지자동차 등과 같은 차세대 환경 친화 차량 개발 분야에 있어 에너지 버퍼의 역할이 가능
이차전지 전해질	전기자동차의 개발로 전지의 수명, 에너지 밀도, 안정성 향상 등 이와 관련 이차전지의 수요도 증가할 것으로 전망됨. 전해액에 기능성 첨가제를 소량 첨가함으로써 고전압 구동 및 안정된 SEI형성 등이 가능

8. 중소기업 기술개발 테마

가. 중소기업 기술수요

- 중소기업, 대기업, 공기업 등에 대하여 설문조사 및 방문조사를 통하여 기술 수요조사를 실시
 - 조사결과 ESS 차세대 배터리, 건물 에너지 절감을 위한 기술, 태양광 발전 빅데이터 수집 및 분석 기술, 고분자 연료전지 기술, 대기오염 공정 기술, 열반형 수배전반 안전 감시 시스템, 플라즈마 개스 변환장치의 개발 등의 수요가 있는 것으로 조사
- 중소벤처기업부 R&D지원 사업에 신청한 과제를 12대 기술 분야별로 분석한 결과, 2016년 R&D지원 건수는 1407건으로, 기술별 점유율은 에너지/환경 기계시스템, 신재생에너지, 청정생산 등 순으로 연구수요가 있는 것으로 나타남
- 주요 기술분야별 신청 과제에 대한 내용을 분석하여 각 분야별로 중소기업이 관심을 갖는 제품을 파악
 - 에너지효율향상 분야에서는 LEV용 이차전지 및 BMS, 건물에너지 효율화, 전력관리 시스템 개발, 에너지 저장 등에 대한 수요가 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해 레독스플로우 배터리, 이차전지 전해질, 초고용량 커패시터, 건물 일체형 신재생에너지 시스템 등 제품 개발에 관심이 높은 것으로 나타남
 - 대기·폐기물 분야에서는 공기질 개선을 위한 기술, 폐기물을 이용한 친환경 고분자 결합재 개발 등에 대한 수요가 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해, 대기오염 물질처리 소재 및 공정, 재활용 폐기물 분리 재사용, 폐열에너지활용시스템 제품 개발에 관심이 높은 것으로 나타남
 - 송·배전계통 및 전력IT 분야에서는 수배전반 안전 감시 시스템, 수요반응 스마트그리드 시스템 등의 수요가 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해 xEMS시스템, 소규모 분산자원 증개 시스템 제품 개발에 관심이 높은 것으로 나타남
 - 수화력발전 분야에서는 수질오염 정화 기술 개발, 탈황기술 개발 등의 수요가 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해 수처리 공정 전처리 설비 제품 수요에 관심이 높은 것으로 나타남
 - 신재생에너지 분야에서는 태양광 발전, 풍력 블레이드 제조 공정 개발, 하이브리드 에너지 저장시스템 개발 등에 대한 수요가 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해 태양광 발전시스템, 태양광 공정장비, 소형풍력발전기, 연료전지 등 제품 개발에 수요가 많은 것으로 나타남
 - 에너지·환경기계 시스템, 온실가스처리 분야에서는 오염정화 시스템, 역삼투 공정 기술, 이산화탄소 포집 및 저장 등의 수요가 높은 것으로 나타났으며, 이를 통해 제조업 부생가스 재활용 등 제품 개발에 관심이 높은 것으로 나타남
 - 그 밖에 에너지 관리 및 효율화를 위한 다양한 기술 수요가 있는 것으로 나타남

[중소벤처기업부 R&D지원사업 신청과제 현황]

주요품목	과제건수				점유율 (%)	
	'14	'15	'16	합계		
에너지	에너지 효율향상	145	145	115	405	8.13
	대기·폐기물	145	216	154	515	10.34
	송-배전계통	8	7	1	16	0.32
	수화력발전	6	9	15	30	0.60
	신재생에너지	470	424	324	1,218	24.45
	에너지/환경 기계시스템	460	552	426	1,438	28.87
	온실가스처리	3	6	1	10	0.20
	자원	97	114	49	260	5.22
	전력IT	93	90	60	243	4.88
	전지	60	66	75	201	4.04
	중전기기	23	24	20	67	1.35
	청정생산	182	229	167	578	11.60
합계		1,692	1,882	1,407	4,981	100.00

나. 중소기업 기술개발 테마

기술개발 테마	개요
대기오염 물질처리 소재 및 공정	대기 중 잔류하여 환경오염을 유발하는 물질을 저감하는 공정 및 정화 기술로 사전에 예방하거나 사후에 대기 환경부하를 저감할 수 있는 기술제품을 의미
태양광 발전시스템	태양의 빛에너지를 직접 전기에너지로 바꾸어주는 발전방식으로 태양전지(solar cell)로 구성된 모듈(module)과 축전지 및 전력변환장치 등의 기술로 구성
태양광 공정장비	실리콘계 및 박막 태양전지 등을 제조할 수 있는 공정 및 관련 장비를 의미
건물 일체형 신재생에너지 시스템	PV모듈을 건축외장재용으로 건자재화하여 건물 외피에 적용함으로써 경제성을 포함한 각종 부가가치를 높여 효율적으로 PV시스템을 보급 및 활성화시키기 위한 시스템
소형풍력발전기	풍력에너지를 전력에너지로 변환하여 발생된 전력을 전력계통이나 수용가에게 공급하는 경격 용량 1MW 이하의 풍력발전시스템을 의미
xEMS 시스템	xEMS에서 x는 적용처에 따라 다양한 이름으로 제품을 구분할 수 있으며 BEMS는 빌딩, FEMS는 공장 등이 예가 됨. 전기, 열 등 다양한 에너지원을 최상단에서 관리하고 운영하는 시스템으로 스마트그리드, 스마트시티, 마이크로그리드 등 다양한 환경에서 요구되는 필수 솔루션임
소규모 분산자원 증가 시스템	기존의 중앙전원이 가지고 있는 대규모 및 장거리 송전과 대비되는 개념의 분산자원으로 용량 기준으로는 10MW 이하의 수요 인근에 위치하는 자원을 총칭하며 이러한 자원들의 거래를 증가하는 시스템
연료전지용 M-BOP	연료전지용 M-BOP는 연료전지 스택의 안정적 운영을 위하여 가스공급 등에 필요한 기계적 주변장치들을 의미하며, 구체적으로는 가스공급관련 장치와 개질관련 장치 등을 포함하는 블로워, 가습기, 유량계, 열교환기, 센서, 벨브 등으로 구성
초고용량 커패시터	순간적으로 많은 전기에너지를 저장 후 높은 전류를 순간적 또는 연속적으로 공급하는 고출력 장수명 전기 에너지 저장 장치
제조업 부생가스 재활용	화력발전소 또는 일반 산업체에서 배출되는 CO ₂ 를 고농도로 포집한 후 산업적인 용도로 이용하거나, 지중이나 해저에 주입하여 대기로부터 격리하는 기술
폐열에너지 활용 시스템	생활 업무 생산 활동을 위해 투입된 에너지 중 유효하게 회수, 활용되지 않고 환경 중으로 배출되는 열을 수집, 저장 및 활용을 가능하게 하는 기술
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	폐기물중 이물질 제거, 유사한 종류별로 분류·선별하는 설비, 조쇄·파쇄 및 건조 등 전처리 설비와 재생이용이 가능하게 가공하는 설비, 가연성폐기물의 연료화 또는 원료화 설비, 연소 및 가스화 등에 의해 에너지로 생산하여 이용하는 설비 포함
수처리 공정 전처리 설비	수처리 공정의 유입수에 공정의 효율을 감소시키거나 오염을 유발하는 물질을 제거하거나 감소시키는 기술 및 시설로 정의
레독스 플로우 배터리	레독스 플로우 이차전지는 산화수가 다른 액상의 양극전해액 및 음극전해액으로 구성된 전지로서 양극 및 음극전해액을 구성하고 있는 레독스 커플의 전위 차이에 의해 기전력이 발생하는 전지시스템임
이차전지 전해질	이차전지의 양극 및 음극사이에서 해당 이온의 삽입/탈리 혹은 산화/환원 반응에 필요한 이온이 이동하는 매질의 역할을 하는 물질

기술개발 테마 현황분석

대기오염 물질처리 소재 및 공정

대기오염 물질처리 소재 및 공정

정의 및 범위

- 대기오염 물질처리 공정은 대기 중에 잔류하여 사람의 건강이나 환경에 위해를 끼치는 환경오염물질의 발생을 억제하거나 처리하여 제거하는 기술을 의미하며, 소재는 이들 공정에 이용되어 기능을 크게 향상시키는 핵심 부품 또는 재료를 의미
- 대표적 대기오염 물질은 소각장, 화력발전소, 정유공장, 제철소, 시멘트 공장 등 대규모 오염원에서 배출되는 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 먼지 등이 있으며, 석유화학 및 화학물질의 제조·가공·이용 설비에서 배출되는 유기화합물질(VOCs) 등이 있음

정부지원 정책

- 대기오염방지산업 발전 전략을 수립하여 국가적인 차원의 기술 개발을 선도
- 정부의 대기오염방지 산업분야 R&D의 효율성 제고 및 전략적 투자 강화
- 대기오염 방지기술의 발전을 고려하여 「대기환경보존법」에 근거한 대기배출 허용 기준을 지속적으로 강화

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 국가 R&D투자에 따른 국내 대기환경 설비분야 발전• (기술) 집진, 탈황 부분 등 선진국 대비 격차가 상대적으로 작으며, 다수 상용 실적 보유• (산업) 환경 중요성 의식 증대	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 아직 산업 구조가 약한 편• (기술) 단일 후처리 위주의 기술개발 및 동시, 고기능 기술 결여• (정책) 환경기술개발 투자의 체계적 통합 기획 및 관리 미흡
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 중국, 인도 등 아시아시장 성장에 따른 오염방지설비산업 가능성 증대• (기술) 과학기술 발전에 따른 융합형 환경기술 개발	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 중국기업의 성장세 증가• (기술) 대기업 위주의 핵심 소재 기술 보유• (정책) 환경 분야의 투자규모가 선진국에 비해 미비



중소기업의 시장대응전략

- 오염물질 제거 성능과 품질향상에 따라 가격경쟁력을 통한 글로벌 진출 확대
- 핵심소재기술 개발 및 응용기술 개발을 통한 시장 확대
- 중소기업 특화 유해물질 저감 기술 및 제품 개발을 통해 신시장 개척 및 공급망 다변화 전략 구축

대기오염 물질처리 소재 및 공정

핵심요소기술 로드맵

대기오염 물질처리소재 및 공정의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	측정대상 대기오염 물질 성분·농도 다양화	오염원인 물질 측정 관리·평가 신뢰성 제고	첨단소재 이용 처리공정 고효율화	ICT융합형 대기오염 물질 고효율 처리 기술 개발
핵심요소기술	측정·관리 기술	공기포집 대기오염 물질 측정 기술 개발		분석 기술 고도화
		ICT기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발		대기질 모니터링 다기능 센서 개발
		대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발		대기 모니터링 및 환경영향 평가 신뢰성 제고
기술/시장 니즈	소재 공정 기술	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발		첨단 소재 및 ICT기술 활용 고효율 공정 개발
		미세먼지 처리 소재 및 공정 개발		
		에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발		
기술/시장 니즈		공기 포집에 의한 대기오염 물질 분석방법의 신뢰성 제고	ICT기술 융합을 통한 모니터링 및 평가관리 신뢰성 제고	고효율, 에너지 저소비형 대기오염 물질처리 장치 개발

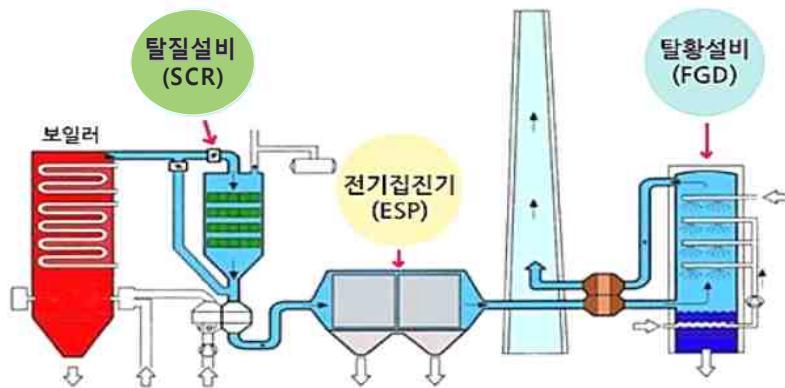
1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 대기오염 물질처리 공정은 대기 중에 잔류하여 사람의 건강이나 환경에 위해를 끼치는 환경오염물질의 발생을 억제하거나 처리하여 제거하는 기술을 의미하며, 소재는 이들 공정에 이용되어 기능을 크게 향상시키는 핵심 부품 또는 재료를 의미
 - 대표적 대기오염 물질은 소각장, 화력발전소, 정유공장, 제철소, 시멘트 공장 등 대규모 오염원에서 배출되는 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 먼지 등이 있으며, 석유화학 및 화학물질의 제조·가공·이용 설비에서 배출되는 유기화합물질(VOCs) 등이 있음
 - 가스상 물질은 연소, 합성, 분해시 발생하거나 물리적 성질에 의해서 발생되는 기체상의 물질로 황산화물, 질소산화물, 일산화탄소 및 오존 등을 말하는데, 이들 오염물질들의 대부분은 화석연료의 연소과정, 화학공장 등 산업시설로 부터 대기 중으로 배출
 - 입자상 물질은 물질의 파쇄, 선별 퇴적, 이적, 기타 기계적 처리 또는 연소, 합성, 분해시에 발생하는 고체상 또는 액체상의 미세한 물질로 입경범위는 $0.0001 \sim 100\mu\text{m}$ 정도로 먼지, 매연, 검댕 등이 있음
 - 먼지(dust) : 대기 중에 흩날려 내려오는 입자상물질
 - 매연(smoke) : 연소시에 발생하는 유리탄소가 주가 되는 $1\mu\text{m}$ 이하의 미세한 입자상 물질
 - 검댕(soot) : 연소시에 발생하는 유리탄소가 응결하여 직경이 $1\mu\text{m}$ 이상 되는 입자상물질
- 최근의 미세먼지 이슈화 및 도심의 극심한 스모그 현상, 빈번한 황사 현상 발생으로 대기환경에 대한 국민의 관심도가 크게 증가하여 청정대기환경 구현을 위한 대기오염 물질처리 소재 및 공정기술이 매우 중요해짐
 - 대기중 먼지 농도인 PM_{10} 의 연평균 오염도는 더 이상 개선됨이 없이 정체 상황. 서울의 대기 오염도는 2012년까지는 개선 추세였으나 이후 악화 또는 정체로 전환되어 2016년 평균 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - 인체에 잔류하는 특성으로 건강 유해성이 더욱 큰 것으로 알려진 $\text{PM}_{2.5}$ 의 경우, 최근 고농도 발생이 빈번하여 '17년 93회 주의보 발령. 전국 및 서울의 대기중 $\text{PM}_{2.5}$ 평균 농도는 '16년 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 WHO 권고기준($10\mu\text{g}/\text{m}^3$) 및 선진 주요도시(도쿄 $13.8\mu\text{g}/\text{m}^3$, 런던 $11\mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 2배 이상 높은 수준
- 대기오염 물질 제어는 배출원에서 청정연료 사용 또는 청정생산 공정 이용으로 배출 자체를 억제하는 방안과 일단 생성되어 배출된 오염물질을 제거하는 후처리 공정이 있음
 - 전처리 공정 : 대기오염 물질 배출을 줄이기 위해 연료 또는 에너지 사용량을 줄이거나 대기오염 물질을 보다 적게 배출하는 청정연료 사용으로 대기오염 물질의 발생 전에 생성 자체를 억제
 - 후처리 공정 : 오염원에서 대기오염 물질이 발생되어 배출된 이후에 물리적 또는 화학적 수단을 이용하여 대기오염 물질을 제거하거나 연소 또는 중화시켜 무해화

- 대기오염 물질의 후처리 공정은 물리적 처리공정과 화학약품의 사용 또는 화학반응을 동반하는 화학적 처리공정으로 크게 구분되며, 특히 미생물을 이용하여 대기오염 물질을 생화학적으로 분해하는 경우 생물학적 처리공정으로 구분
 - 물리적 처리공정 : 주로 입자상 대기오염 물질을 제거하는데 적용되며, 충진탑, 전기집진기 또는 백필터를 사용하는 기술이 일반적으로 널리 이용되고 있음. 물리적 기술만으로는 오염물질 제거 성능의 한계가 있기 때문에 고기능의 소재 및 약품을 같이 사용하는 공정이 증가 추세
 - 화학적 처리공정 : 화학약품을 이용하여 대기오염 물질을 중화 또는 무해한 물질로 전환하거나 또는 고온의 열에너지를 이용한 소각 등에 의해 유해한 오염물질을 분해하는 기술. 분해 효율을 높이고 에너지 소비량을 저감하기 위해 촉매 또는 측열재 등 다양한 소재기술을 적용
 - 생물학적 처리공정 : 미생물을 이용하여 황화수소를 포함한 하수처리장 등의 악취 제거용으로 주로 사용. 미생물 반응의 특성상 수분이 필요하기 때문에 가스의 수분 함량이 높은 경우에 특히 유리하며, 최근 염소등 유독성 화학물질을 포함한 대기오염 물질 제어기술로 적용이 시도되고 있음

- 대기오염 물질 제거공정은 오염물질의 종류와 배가스 특성을 고려하여 적합한 소재와 설비를 시스템으로 조합, 유기적으로 작동하게 하여 오염물질을 효율적으로 제거하는 종합 플랜트 설비로 이들 공정에 사용되는 소재 제품은 촉매, 흡착재, 필터, 노즐 등 매우 다양함
 - 가스상 오염물질 제거 기술은 흡수법, 중화법, 흡착법, 연소법 등 종류가 많기 때문에 경제적이고 효율적인 기술 선정이 중요. 황산화물(SOx)과 질소산화물(NOx)을 제거하는 탈황 및 탈질기술의 종류도 다양하며, 휘발성유기화합물(VOCs)은 주로 흡착, 소각기술 사용
 - 수용성 가스의 경우 가장 많이 사용되는 방법은 흡수법이며, 비수용성 산성가스의 경우 중화 또는 고온의 소각 기술 적용이 일반적임. 회수하여 이용가치가 높은 오염물질 또는 고효율로 처리가 필요한 경우 흡착법 사용
 - 입자상 대기오염 물질을 제거하는 집진장치 원리는 기체가 중력, 원심력, 정전기력 등이 작용하고 있는 장치 내에 유입되어 분진입자가 이들 힘의 영향을 받아 집진면에 관성 충돌, 직접 차단, 확산 등이 일어남으로써 입자의 흐름방향이 바뀌어 기체흐름으로부터 분리되는 것임. 주요 집진설비로 중력집진기, 원심력집진기, 여과집진기, 전기집진기, 세정집진기 등 여러 가지 유형이 있음

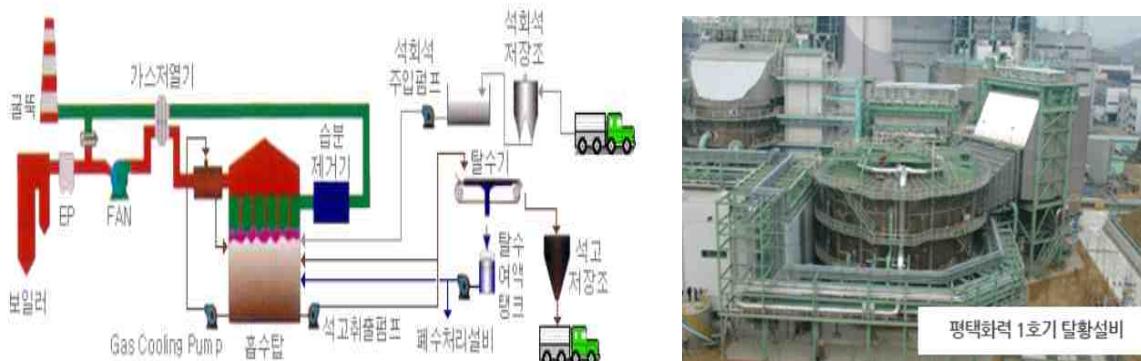


[대기오염 물질 제거 공정의 계통도]

나. 범위 및 분류

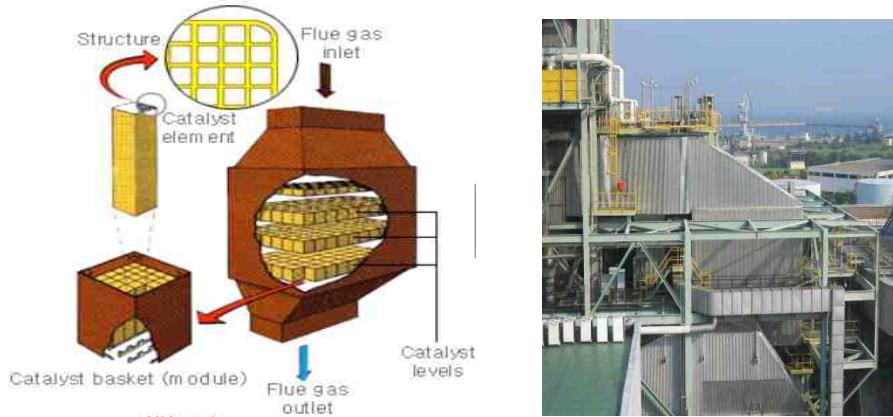
(1) 제품분류 관점

- 탈황기술은 배가스의 황산화물(SOx)를 제거하는 공정. 연료중의 황성분은 연소시 대부분 SO₂로 전환되어 배가스로 배출되는데 SO₂는 수용성 가스이며 중화 반응성이 좋기 때문에 습식법, 반건식법 또는 건식법 등의 기술 적용이 가능
 - 습식법은 석회석(CaCO₃) 및 소석회(Ca(OH)₂)등의 슬러리 액을 배가스에 분사하면 SO₂와 반응하여 석고 분산물로 반응하여 제거됨. 성능이 매우 우수하고 석탄 화력발전소 등 대형 배출원에서 신뢰성이 입증된 기술이며 중화제로 암모니아 수용액, 가성소다 등이 사용되기도 함
 - 건식 탈황기술은 고체 형태의 중화제를 입자화하여 연소로 또는 배가스 덕트에 직접 투입하여 SO₂를 제거. 폐수가 발생하지 않고 적용 방법이 매우 간단한 장점은 있지만 SO₂ 제거 효율이 낮은 단점이 있음
 - 반건식 탈황기술은 석회석 및 소석회 등의 고농도 슬러리 액을 배가스에 분사하면 중화반응 중에 모든 수분이 증발되므로 중화반응물은 입자로 회수되는 기술. 건식법의 낮은 제거율을 보완하는 기술로 소각로 배가스 처리시 중금속 물질도 동시에 저감하는 효과가 있음



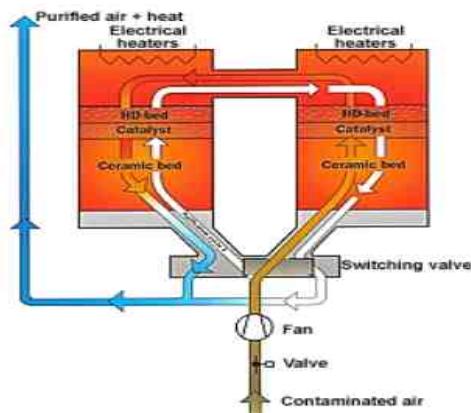
[습식 탈황공정 및 설비]

- 배가스 질소산화물(NOx)을 제거하는 탈질기술은 선택적 촉매환원법(SCR: Selective Catalytic Reduction)과 선택적 무촉매 환원법 (SNCR: Selective Non-Catalytic Reduction)이 대부분 이용되며, 산화제를 이용한 습식법은 공정이 복잡하고 폐수 발생하여 제한적 사용
 - SCR은 NOx을 촉매에 의해 질소로 분해하여 제거하는 기술. 촉매 성분은 산화티타늄, 바나듐산화물, 텅스텐산화물, 몰리브덴 등 기본적인 성분에 여러 가지 다양한 성분을 첨가하여 제조. 탈질 반응의 환원제로는 암모니아 또는 요소액 사용. 보통 300~350°C 촉매 반응온도에서 최고의 탈질효율 성능을 보이며, 최근 200°C의 저온에서도 높은 효율의 촉매가 개발되어 적용
 - SNCR은 NOx을 촉매없이 고온에서 질소로 분해하여 제거하는 기술. 850°C 이상의 고온에서 NOx는 질소와 수증기로 분해하는데 최적 반응온도 지점에 환원제를 정확하게 분사하는 기술이 중요. 설치방법이 간단하여 초기비용은 적지만 환원제 소모량이 많아 운전비용이 크고 제거율이 낮은 단점이 있음



[SCR 촉매 반응기 및 탈질 설비]

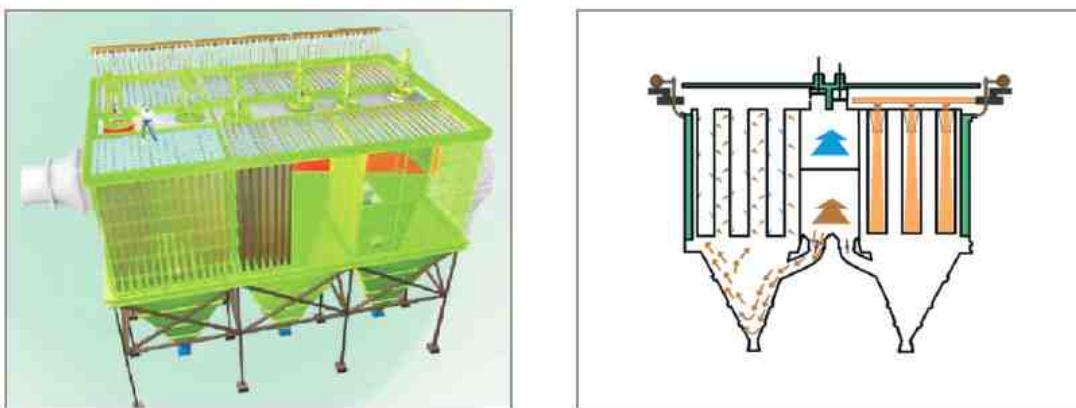
- 휘발성유기화합물(VOC; Volatile Organic Compounds) 제어기술로 제약공정 또는 전자 세정공정 등 일부를 제외하고는 대부분 오염물질 농도가 낮기 때문에 일반적으로 소각 또는 흡착에 의해 제거하는 기술을 사용
 - 소각 처리기술은 제거 효율이 높은 장점이 있으나 농도가 낮은 경우 보조연료 사용에 의한 운전비용이 크기 때문에 촉매 소각, 농축 연소법, 축열식 소각법 다양한 기술이 적용되고 있음
 - 고온에서 조업하는 소각기술은 촉매를 이용하여 유해물질의 분해온도를 낮추면 연료비 절감에 매우 효과적임. 일반적인 VOC 성분의 경우 800°C 이상의 분해 온도가 요구되지만 촉매를 사용하면 300~500°C 범위로 조업온도를 낮출 수 있음. 불소계 대기오염 물질의 경우 1,200°C 이상의 온도에서 분해되는 물질도 적합한 촉매를 사용하면 800°C 이하에서 분해 가능
 - 배가스중 VOC 성분의 농도가 높고 고가인 경우 VOC 성분을 회수하여 이용하는 것이 바람직함. VOC 회수법으로 저온 응축법, 흡·탈착법, 막분리법, 흡수재생법 등 적용기술이 다양함



[VOC 측매 소각 처리 공정 및 설비]

입자상물질 제거기술은 스크러버, 백필터, 전기집진기 사용이 일반적임

- 원심력 싸이크론 및 스크러버는 1차 집진기술로 많이 적용되며 높은 제거효율을 유지하기 위해서는 백필터를 이용한 여과집진기 또는 전기집진기 사용이 필요
- 백필터는 합성섬유를 이용한 직조형태의 필터가 일반적으로 널리 사용되고 있음. 백필터는 미세입자까지 집진효율이 우수하고 설치비는 저렴한 반면, 합성섬유 재질을 사용하므로 사용온도가 낮고 탈진 기능을 높이기 위한 운전비용이 큼.
- 최근 해외에서 고온 적용 가능한 세라믹 필터가 개발되어 적용되고 있음. 초기 설치비용은 크지만 고온 가스에 직접 적용이 가능하기 때문에 열효율이 중요한 석탄 또는 폐기물 가스화 발전시스템에 적합
- 전기집진기는 대용량 적용이 가능하고 초기 비용은 다소 크지만 운전비용이 낮은 장점이 있음. 유해한 화학물질 또는 백연 현상의 원인이 되는 습증기의 동시 제거가 가능한 습식 전기집진기 적용이 증가하고 있음



[백필터 공정 및 설비]

대기오염 물질처리 공정에 이용되는 핵심 부품 및 소재는 공정 내부에 또는 시스템의 일부로 설치되어 오염물질 제거기술의 성능을 높이는데, 그 종류가 매우 다양하고 공정의 특성에 따라 여러 가지 형태로 변형되어 적용됨

- 흡착기술에 필수 핵심소재인 흡착제로 활성탄은 흡착 및 탈착 기능이 좋아 유해 가스상의 대기오염 물질 제거에 가장 많이 사용되는 소재임. 세올라이트도 흡착제로 널리 사용되는 물질로 대기오염 물질의 특성에 따라 설계 가능하며 화재 위험성이 없는 장점이 있음.
- 활성탄은 이동층을 이용한 건식 동시 탈황·탈질 기술의 핵심 소재로 사용되기도 함. 환원제 투입시 NOx 분해기능이 있으며, 저농도 SOx 성분을 활성탄에 흡착시킨 후 고농도로 회수하여 황산공정의 원료로 사용하는 상용화기술이 개발되었음
- 기타 대기오염물 처리기술에 많이 사용되는 소재로는 다음과 같음
 - 충전탑에서 가스와 흡수액의 접촉면적을 크게 하여 처리 효율을 높이는데 사용되는 Tellertte, Tri pack, Pala ring, Heilex 등 각종 형태의 충진재
 - 처리된 배가스의 대기 방출전 에어로졸 형태의 작은 물방울 또는 미스트를 제거하여 2차 오염물질의 배출을 억제하는 데미스터

- 오염물질의 분해 효율을 높이거나 또는 반응온도를 낮추어 에너지를 절감하는 촉매
- VOC 대기오염 물질 중 고가의 유용한 용제를 연속 회수하는 기술에 사용되는 막분리 소재



[각종 촉매 및 충진물 소재의 형태]

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
대기오염 물질처리 소재 및 공정	공정 기술	SOx 제어기술 • 석회수세정법, 암모니아법, 아황산소다법, 산화마그네슘법 • 석회석주입법, 흡착법, 접촉산화법
		NOx 제어기술 • 저NOx버너, 2단연소법, 희박연소법, 배가스재순환법, 농담연소법 • 촉매환원법(SCR), 무촉매환원법(SNCR), 흡수법, 흡착법
		VOC 제어기술 • 소각법, 촉매소각법, 축열식소각법, 미생물분해법 • 흡착법, 막분리법, 흡수법, 응축회수법,
		입자상물질 제어기술 • 원심력 집진기, 분무탑, 충전탑 스크러버, 벤츄리 스크러버 • 여과집진기, 건식집진기, 습식집진기, 중력 침진기
		악취 제어기술 • 소각법, 바이오플터 • 흡수법, 흡착법
	소재 기술	흡착재 • 활성탄, 제올라이트, 실리카겔, 보크사이트, 마그네시아
		촉매 • 탈질촉매, 탈황촉매, 산화촉매, 다이옥신 분해 촉매
		동력기 • 블로워, 댐퍼, 펌프, 콤프레샤
		기타 • 충진재, 직물필터, 세라믹필터, 스프레이 노즐, 축열재, 분리막, 데미스터, 버너

(2) 공급망 관점

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정이 공급되는 부문은 대기오염 물질을 배출하는 점오염원 또는 이동배출원 중에서 법적인 배출허용농도를 준수해야 하는 산업 또는 설비
 - 대기오염 물질을 대규모로 배출하는 점오염원은 화력발전소, 시멘트 및 제철공장, 정유공장 등 에너지 다소비 산업으로 황산화물, 질소산화물, 먼지 등을 대량 배출
 - 화학물질의 생산 또는 가공하는 배출원은 공정 특성에 따라 휘발성 유기화합물질 배출
 - 자동차와 선박 등 이동배출원은 내연기관에서 배출되는 미연 탄소 등의 분진과 질소산화물 제거 공정이 필요. 자동차 도색 및 선박 제조 공정의 도장설비에서 휘발성 유기화합물 배출
 - 환경폐기물을 소각처리하는 설비는 황산화물, 질소산화물 및 먼지를 배출하며, 하·폐수처리장과 슬러지 처리, 폐기물 연료화 설비에서는 악취와 분진 발생

- 대기오염 물질처리 공정은 제어할 오염물질의 특성을 고려한 설계, 소재 및 부품의 구매와 제작, 이들의 조합에 위한 시스템 구성 및 설치, 장기간 사용을 위한 효율적 운전관리 중요
 - 대기오염 물질처리 소재 및 각 설비가 제 기능을 발휘하게 하면서 설치비용과 운전비용이 적게 소요 되도록 최적화하는 설계기술이 중요. 대기오염 물질처리 설비는 배출원이 운영되는 동안 법적 기준 또는 제거성능의 달성이 중요하므로 항상 정상 가동되어 설비의 성능 유지 필요
 - 대기오염 물질처리 설비는 장기간 연속 운전되는 플랜트 설비의 특성이 있어 각 소재들의 내구성이 충분히 유지되어야 함. 또한 각종 약품과 전력 및 용수 등 유틸리티가 지속적으로 소모되기 때문에 운전관리 비용의 절감을 위한 유지관리 기술이 필요함

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
대기오염 물질처리 소재 및 공정기술	화력발전소	<ul style="list-style-type: none"> 석탄, 중유를 사용하는 화력발전소, 열병합발전소는 탈황기술, 탈질기술, 입자상 물질을 제거하는 제진기술 천연가스를 사용하는 발전소 및 보일러는 탈질기술 바이오매스를 사용하는 발전소는 탈질기술과 제진기술
	화학공장	<ul style="list-style-type: none"> 생산 및 가공공정에서 배출되는 VOC 제거기술 증기 생산용 유틸릴리 설비를 보유한 공장은 연료 성상에 따라 탈황기술, 탈질기술, 제진기술
	시멘트	<ul style="list-style-type: none"> 산업특성상 분진 배출량이 많아 제진설비 고온의 공정 열에너지 공급용 화석연료, 폐기물을 연료로 사용하는 설비는 탈황기술, 탈질기술, 제진기술
	자동차 및 조선	<ul style="list-style-type: none"> 내연기관에서 배출되는 미연 탄소 및 입자상 물질을 완전 연소하여 제거하는 기술, 탈질기술 자동차, 선박 생산 및 수리공장의 도장공정 VOC 제거기술
	환경설비	<ul style="list-style-type: none"> 고체 폐기물을 소각 처리하는 소각로는 탈황기술, 탈질기술, 제진기술, 악취방지기술 하·폐수처리장은 악취 제거기술, 제진기술

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 대기분야 산업은 우리가 살아가는 생활환경에서의 실내 또는 실외 공기를 깨끗하게 관리하기 위해 필요한 제품 및 서비스를 제공하는 산업을 의미함
 - 대기분야 산업에는 유해한 가스성분의 화학물질, 미세먼지, 악취 등을 관리하기 위해 배연탈황시설, 배연탈질시설, 집진시설 등의 제품이 포함
 - 유해 대기오염 물질의 분석 및 측정, 대기오염 물질의 배출 및 주위 확산에 의한 환경영향 분석 등의 서비스도 대기분야 산업에 포함
- 대기분야의 산업은 산업 자체의 수급보다는 환경정책과 규제 등 시장 외적인 요인에 의해 수요가 창출되는 특징이 있으며, 또한 기계, 전기 및 전자, 화학분야를 아우르는 종합적인 플랜트 산업으로서 기술 집약적이고 고부가가치의 산업
 - 대기오염 물질처리 설비는 기본적으로 법적인 배출허용기준을 달성하기 위해 설치하는 것으로 시장의 크기는 정부의 환경정책에 의해 크게 의존함. 정부이 환경정책이 지속적으로 엄격하게 강화되고 있어 설비 시장은 확대 추세
 - 주민의 환경에 대한 관심이 크게 높아져 지역 대기질의 개선 필요에 의한 수요도 크게 증가
- 배출된 대기오염 물질의 사후처리 중심에서 사전예방, 배출 오염원 봉쇄·차단 등 점차 오염 회피기술로 전환될 전망임
 - 선진국의 경우 환경오염방지시설과 같은 사후처리 분야는 어느 정도 해결되었고, 현재는 사전오염 예방 기술을 넘어 오염매체별 접근이 아닌 피오염체 위주의 환경기술을 개발 중
 - 특히 대기오염 물질은 주위로 확산되는 성격이 크기 때문에 사전 오염예방이 중요
- 대기오염 물질의 설비 산업은 화력발전소 및 제철소와 같은 일부 대형 배출업체의 수요가 시장을 주도하고 있어 중소기업의 진출에 한계가 있음
 - 대기산업분야의 매출은 장기적으로 성장세에 있으나 화력발전소, 제철소 등 건설계획의 유무 등 산업경제의 성장에 크게 영향을 받음
 - 대기오염 물질처리 설비의 전체 수요 시장은 화력발전소, 제철소, 정유공장, 시멘트 공장등 대형 배출원이 주도하고 있어 중소기업의 참여는 제한적임. 1972년부터 2010년까지 발생한 우리나라 대기 산업체의 매출액의 75%는 화력발전소와 철강산업에 집중

- 국내 대기오염 물질처리산업은 국제 경쟁력을 확보한 수준으로 중견기업을 중심으로 해외진출이 확대되고 있는 추세

- 전 세계 화력발전시장의 성장으로 탈황, 탈질 및 집진설비 시장 확대
- 두산중공업, KC 코트렐, 포스코 IC, 에어릭스, 제오텍 등 전문기업 중심으로 해외 진출확대

(2) 산업의 구조

- 전방산업은 산업효과가 매우 큰 국가 기간산업과 대기오염 물질을 대량 배출하는 대형산업을 포함하고 있으며, 후방산업은 기초적인 화학약품과 원료, 소재의 제작 및 공급관련 산업이 포함되어 있음

- 국내 대기오염 물질처리 사업의 규모는 대형에서 소형까지 다양하게 존재
- 전체적인 산업의 주도는 대기업과 전문화된 중견기업이 주도하고 있으며, 중소기업은 세부공정별로 일부 참여 또는 소형의 단순 기술의 적용 사업에 참여

- 후방산업은 대기오염 물질처리 기술에 소요되는 각 소재 및 부품의 재료 또는 원료를 생산하여 공급하는 산업으로 산·알칼리 등의 화학약품, 충진재 및 백필터 등 각종 제품 제조의 기본재료인 폴리프로필렌, PVC 등 고분자 플라스틱, 촉매의 주요 소재인 세라믹 등의 산업 포함

- 가성소다, 석회석 등은 탈황공정에 중화제로 많아 사용되는 화학약품이며, 암모니아 또는 우레아 화학물질은 탈질공정의 환원제로 대량 소비됨. 활성탄 및 제올라이트 등의 기본재료는 제거할 대기오염 물질의 흡·탈착 기능에 적합하게 활성화 가공된 후 흡착설비에 사용
- 폴리프로필렌, PVC 등은 값이 저렴하고 강도가 높아 충진탑의 충진재, 백필터 제조의 재료로 사용됨. 탈질 촉매 및 VOC 연소용 촉매는 세라믹 재질의 담체에 금속의 촉매 성분을 첨가한 것으로 세라믹 산업과 관련이 높음

- 전방산업은 대기오염 물질처리 공정이 설치되는 산업분야 배출원임. 대기오염 물질을 대량으로 배출하는 화력발전소 또는 열병합 발전소, 산업용 보일러 등의 유ти리티 공급설비, 에너지를 대량으로 사용하는 시멘트, 철강, 정유설비 포함

- 석탄, 중유를 연료로 사용하는 화력발전소 또는 열병합발전소 등은 탈황공정과 탈질공정, 입자상 물질을 제거하는 제진 설비가 중점적으로 설치되는 전방산업임. 특히 수도권에 위치한 대형 화력발전소와 보일러는 수도권 배출 허용 총량제에 의해 SOx 및 NOx의 배출허용총량의 규제를 받고 있어 주요 전방산업에 포함
- 대부분 도심에 위치하고 있는 천연가스 사용 보일러와 열병합발전소는 NOx 발생량이 많아 도심 스모그의 주요 요인이 되므로 탈질설비가 설치되는 전방산업임.
- 시멘트 및 철강산업은 대량의 화석연료 사용으로 황산화물 및 질소산화물 배출량이 많으며, 사용하는

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

원료 및 공정 특성상 분진 배출량이 많아 집진기가 집중적으로 설치되는 전방산업

- 자동차 배기가스에 포함된 미연소 탄소에 의한 분진, 일산화탄소와 NOx 배출을 저감하는 설비, 대형 자동차 및 선박 내연기관 배가스의 SOx와 NOx 배출량이 엄격하게 규제됨에 따라 탈황 및 탈질설비와 제진설비 관련 산업이 전방산업에 포함
 - 휘발성 유기화합물은 유기용제와 같은 화학물질을 생산 또는 사용하는 화학산업, 세정제를 많이 사용하는 전기전자 제품 제조설비와 반도체설비가 전방산업에 포함. 자동차 및 선박의 생산공정은 도장설비에 휘발성이 강한 유기용제 사용에 의해 휘발성 유기화합물이 대량 배출되는 전방산업
 - 폐기물처리 및 하·폐수처리 등 환경산업은 대부분 악취 방지 및 제거 설비가 필요한 전방산업에 포함됨. 특히 폐기물 소각처리 설비는 황산화물, 질소산화물, 염화수소, 다이옥신 등 여러 종류의 대기오염 물질이 배출되며, 하·폐수 슬러지 처리 및 가공설비, 폐기물 고형연료 제조설비는 분진이 배출되는 전방산업에 포함됨
- 대기오염 물질의 방지시설 시장에서 사업 규모가 큰 화력발전소, 제철소 등 대형사업장의 설비 사업은 대기업·중견기업이 주도하고 있으며 중소기업은 영세한 사업구조로 부분적인 단순 시공 또는 비교적 규모가 작은 간단한 방지설비에 참여
- 대기 환경시장 매출의 약 75%가 대형 배출원인 화력발전소 및 철강업에 집중되어 있어 중소기업 참여가 제한적. 중소기업의 경우 단순 제조, 시공 등 수동적 역할 수행으로 기술 혁신형 기업이 부족한 상황

[대기오염 물질처리 소재 및 공정기술 분야 산업구조]

후방산업	대기오염 물질처리 소재 및 공정 분야	전방산업
세라믹, 고분자, 계면활성제 등 원재료 산업, 미생물, 분리막, 촉매, 필터등 요소제품 제조산업, 펌프 및 팬·블로워·콤프레샤 등 동력기기 및 각종 전력 기자재 제조산업	대기오염 물질 제어설비 및 장치의 설계, 제작 및 시공산업, 대기오염 물질처리 설비의 운영관리업, 대기오염 물질측정기기 산업	화력발전소와 열병합발전소 등 에너지 및 유ти리티 산업, 정유 및 화학물질 제조 등 화학산업, 시멘트 및 제철소등 에너지다소비 산업, 소각로 및 하수처리장등 환경산업

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 세계 대기오염 방지설비의 시장 규모는 2016년 67,420백만 달러에서 2021년에는 86,883백만 달러로 매년 5.2% 규모로 성장할 것으로 전망

[대기오염 방지설비 세계 시장 규모 및 전망]

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	(단위 : 백만 달러, %)
							CAGR ('16-'21)
세계시장	67,420	70,921	74,607	78,489	82,577	86,883	5.2

* 출처 : BCC Research(2015), Air Pollution Control Equipment: Technologies and Global Markets
'12-'14년 성장률을 이용하여 계산

- 대기오염방지 설비의 종류별 세계 시장 규모는 배가스 탈황설비, 탈질설비, 집진용 전기집진기와 백필터 중심으로 전개되고 있음.
 - 탈황시장 28%, 탈질시장 20%, 전기집진기와 백필터를 사용하는 집진기 시장이 약 41% 차지
 - 향후 전체 시장 규모는 연평균 6.5% 이상 성장이 전망되며, 탈질과 백필터 시장의 성장률이 큼

[대기오염 물질방지 설비 종류별 세계 시장 규모 및 전망]

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	(단위 : 백만 달러, %)	
							CAGR	
대기 오염 방지 설비	탈황설비	18,613	19,562	20,560	21,608	22,710	23,868	5.1
	전기집진기	13,769	14,443	15,151	15,893	16,672	17,489	4.9
	탈질설비	14,168	15,060	16,009	17,018	18,090	19,230	6.3
	백필터	12,957	13,644	14,367	15,128	15,930	16,774	5.3
	스크러버	4,619	4,817	5,024	5,240	5,466	5,701	4.3
	기타	3,295	3,394	3,496	3,601	3,709	3,820	3.0
	합계	67,420	70,921	74,607	78,489	82,577	86,883	5.2

* 출처 : BCC Research(2015), Air Pollution Control Equipment: Technologies and Global Markets

- 배연탈황(FGD) 설비의 세계 시장 규모는 2016년 18,613백만 달러에서 2021년 23,868백만 달러로 연평균 5.1% 이상 증가할 것으로 전망
 - 아시아 지역은 중국의 대규모 탈황설비 설치에 의한 시장 수요의 영향이 큼
 - 북미 및 유럽은 이미 탈황설비 보급이 완료되어 향후 시장 성장률이 낮은 편
- 전기집진기의 세계 시장 규모는 2016년 13,769백만 달러에서 2021년 17,489백만 달러로 연평균 4.9% 증가할 것으로 전망.
 - 아시아 지역은 개조 설비뿐 만 아니라 신규 설비에 대해서도 가장 큰 시장이 될 것으로 예측됨
 - 중국은 2014년 유틸리티 발전플랜트를 위해 약 5만 MW의 신규 집진기를 설치할 것으로 예측되며, kW당 50달러의 설치비용을 고려하면 250억 달러 이상 신규 투자가 이루어질 것으로 기대됨
- 배연탈질(DeNOx) 설비의 세계 시장 규모는 2016년 14,168백만 달러에서 2021년 19,230백만 달러로 연평균 6.3% 이상 증가할 것으로 전망
 - 중국은 신규 석탄 화력발전소에 대량의 DeNOx 설치 예정으로 최대 구매자가 될 것으로 전망
 - 중국은 제12차 5개년 계획에서 SO₂, NOx 및 입자상물질 등의 대기오염 물질 배출을 억제하는 종합계획을 추진해왔으며, 이러한 입법화가 중국의 DeNOx 설비 시장의 주요 확대 요인임
- 패브릭 백필터의 세계 시장 규모는 2016년 12,957백만 달러에서 2021년 16,774백만 달러로 연평균 5.3% 이상 증가할 것으로 전망
 - 아시아 지역이 전체 백필터 시장을 주도하고 있으며, 패브릭 백필터는 현재 전기집진기의 대체품으로 고려되고 있음
- 스크러버의 세계 시장 규모는 2016년 4,619백만 달러에서 2021년 5,701백만 달러로 연평균 4.3% 정도로 성장할 것으로 전망
 - 북미 및 유럽 지역은 이미 스크러버 설치가 완료된 상태로 대기오염 물질의 고도처리 수요증가에 따라 처리효율이 낮은 스크러버 시장 수요는 정체 상태

(2) 국내시장

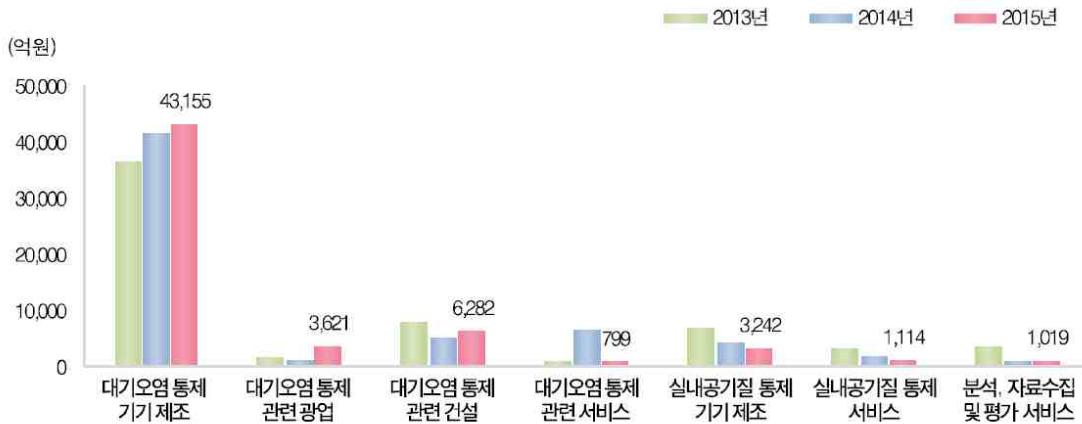
- ‘16년 기준 대기관리 산업 분야의 국내 시장 규모는 ’16년 62,253억 원에서 ’21 79,831억 원 규모로 성장할 것으로 전망

[대기관리 국내 시장 규모 및 전망]

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	(단위 : 억 원, %)
							CAGR ('16~'21)
국내시장	62,253	65,428	68,765	72,272	75,957	79,831	5.1

* 출처 : 2015 기준 환경산업통계조사보고서, 환경부, 2017 *'12-15 성장률을 이용하여 자료 재구성

- 국내 대기관리산업 분야의 매출액은 2015년 기준 5조 9,232억 원으로 전년 대비 4.2% 감소. 주요산업인 통제기기 제조 산업은 매출액이 증가하였으나 서비스 계통은 크게 감소함
 - 국내 대기관리 산업부문 시장의 주요산업인 통제기기 제조산업의 매출액은 2015년 4조 3,155억 원으로 전년대비 4.3% 증가하였으며, 기기 건설사업 부분의 매출액도 6,282억 원으로 22.5% 증가함
 - 그러나 대기오염 통제관련 서비스 산업은 -88%, 실내공기질 통제기기의 제조 및 서비스는 각각 -26% 및 -42% 크게 감소함
 - 대기오염 통제관련 광업 부분의 매출은 전년대비 214% 크게 증가하였으나 ‘15년 매출액 규모가 3,612억 원으로 전체 시장의 6% 정도로 미미한 수준



자료: 2015년 기준 환경산업통계조사 보고서, 환경부, 2017

- 국내 대기산업 분야의 시장은 대기오염 물질을 통제하는 설비의 제조 및 건설 산업이 전체 시장의 89%인 약 5조 원으로 매우 큼. 최근까지 5% 이상의 성장률로 성장하여 왔으며 향후에도 국내 시장을 주도할 것으로 예상됨
 - 대기오염 물질을 배출하는 산업설비의 후단에 설치되어 유해물질을 제거하는 설비의 제작 및 설치는 전형적인 플랜트 엔지니어링 사업

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 대기오염 물질을 통제하는 설비는 환경 법규 및 정책에 의해 의무적으로 설치해야 설비이므로 산업발전과 함께 지속적으로 시장 규모가 성장함
- 실내 공기질, 일반 서비스 등의 산업분야는 최근까지 역신장하였으나, 최근의 미세먼지 이슈 및 빈번하게 발생하는 황사 현상 등으로 국민의 대기환경에 대한 관심이 크게 증가하여 시장 규모도 증가할 것으로 전망

- 국내 대기 산업체는 9%의 중견·대기업이 78%의 매출을 점유하고, 중소기업의 비중은 91%에 달하지만 업체당 평균 매출액이 30억 원에 불과하여 전반적으로 영세한 수준
- 중소기업은 주로 단순 제조 또는 제작, 시공 등 수동적 역할을 담당하여 신기술 확보 및 기술혁신 능력이 부족한 상황임. 영세한 수준을 극복하기 위해서 다른 분야의 업종도 겸하고 있는 경우가 많음
 - 중소기업의 기술력을 높여 전문기업으로 육성하기 위해서는 대기업·중견기업과 협력에 의한 기술개발 역할 분담, 콘소시엄 또는 공동사업의 참여 확대로 안정적인 사업수행이 보장되어야 함

[국내 대기 산업체 종류별 규모 및 사업현황]

단위: 백억원

구분	대기업		중견기업		중소기업	
	업체수 (비중)	매출액 (비중)	업체수 (비중)	매출액 (비중)	업체수 (비중)	매출액 (비중)
환경산업	51 (0.6%)	760 (22.4%)	310 (3.57%)	1,234 (36.3%)	8,312 (95.8%)	1,402 (41.3%)
기후/대기산업	2 (0.8%)	18.6 (6.6%)	20 (8.1%)	201 (71.3%)	225 (91.1%)	62 (22.1%)

* 출처 : 국내·외 대기산업 현황과 전망, 환경산업기술원, 2014

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

연구 개발 동향

- 국내 대기 산업체의 기술수준은 '05년 기준 평균 76.5점에서 '10년 기준 집진, 탈황, 탈질 모두 80점 이상으로 '기술 완숙기' 수준에 접어든 것으로 분석
- '기술 완숙기' 수준은 해외에서 선진기업과 경쟁하였을 때 기술적 측면에서 경쟁력을 갖추고 있는 것을 의미하므로 기술적으로 완성단계에 도달하였다고 할 수 있음
- 특히 국내 기술 수준이 높은 집진기술, 배연 탈황기술 등은 국내 다수의 설치 및 운전 경험, 기술개발에 의해 확보된 기술력으로 중국 등 해외 시장에 진출 성공

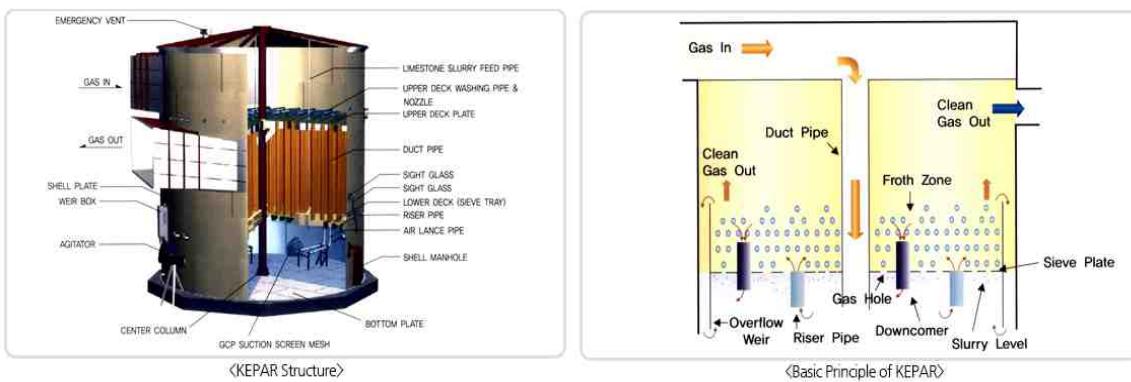
[대기분야 환경기술 수준의 평가]

환경기술	2005년 수준	2010년 수준
집진기술	82	91
탈황기술	81	90
탈질기술	75	86
악취처리기술	70	83
VOCs 처리기술	70	82
특정유해대기물질 처리기술	68	80
이동오염월 배출오염물질 저감기술	72	82
소음진동 저감기술	72	81
측정 분석기술의 고도화 및 장비기술	63	73
오염현상 해석 및 예측기술	67	77
평균	70	81

* 출처 : 대기산업 해외진출 실무 가이드북 자료(환경부, 2015) 재인용

탈황 장치

- 대표적 배연탈황기술은 석회석 슬러리를 이용한 습식법임. 외국 기술선의 원천기술 도입에 의한 대형 석탄 화력발전소의 탈황설비 설치 및 운전경험을 통해 확보한 know-how와 1990년대 시작된 대형 국책연구사업 G7 기술개발과제의 연구개발로 한국형 습식 배연탈황기술 (KEPAR : Korea Electric Power Absorption Reactor) 국내 기술 확보
- 탈황기술은 배가스와 중화제 슬러리의 반응을 촉진하여 반응기를 콤팩트하게 설계하는 기술, 슬러지 분사 노즐의 최적 설계 및 장수명, 부산물 석고의 원활한 회수 및 재이용이 중요



[국내에서 개발한 대형 화력발전소용 한국형 습식 배연탈황기술 (KEPAR)]

□ 탈질 장치

- 배가스 탈질기술로는 촉매를 이용한 SCR과 무촉매 SNCR이 개발되어 사용되고 있음. 국내에서 많은 연구기관과 기업들이 연구개발 참여로 SCR 촉매 제조 및 공정 기술이 확보되어 제조 및 공급이 가능한 수준임
- 촉매의 최적 운전조건을 맞추기 위해 백필터로 분진 제거후 다시 최적 온도까지 배가스 온도를 상승하면 열에너지 소비량이 많은 문제가 있음. 고농도 분진의 조건에서 사용 가능한 촉매가 개발되어 에너지 소비량이 적고 내구성 높은 공정 구성이 가능. 최근에는 반응온도를 200°C 정도로 크게 낮추어 배가스 재가열 에너지 소비량이 원천적으로 적은 촉매가 개발됨

□ 집진 장치

- 가스상 오염물질과 입자상 오염물질을 동시에 제거하는 기술이 개발되고 있음. SOx 및 NOx 뿐만 아니라 중금속, 다이옥신과 같은 유해물질의 동시제거 기술, 가스상 오염물질의 전처리 과정을 거쳐 미세입자의 형태로 변환시킨후 제거하는 기술개발 추세
- 고온 고압과 같은 특수 환경에서 집진을 위한 세라믹 여과재 개발 중. 세라믹 필터는 고온에서 가스 정제가 가능하여 IGCC 등 가스 발전에 유효하며 SCR 전단에 설치 가능하여 에너지 소비량 절감
- 집진성능 향상을 위한 기술개발로 전기 집진장치에서의 방전극 향상 개조나 펄스 탑입의 전원장치를 이용한 집진성능의 개선, 역전리 방지기술의 개발, 집진극 형상의 개조나 음파 등을 이용한 새로운 추타 및 탈진 시스템의 개발 등이 수행되고 있음
- 최근 미세먼지의 엄격한 규제 강화로 화력발전소 등의 미세먼지 제거 기술이 개발되고 있음. 미세입자는 산업공정을 통하여 1차적으로 발생하는 것 이외에, 가스상 오염물질의 화학반응, 광화학반응 또는 응축 및 핵형성을 통하여 2차적으로 발생할 수 있음. 단순한 미세입자의 제거뿐만 아니라 미세입자의 물리적, 화학적 특성에 따른 선택적 분리나 입자의 특성 변환 등에 의한 응용기술이 개발되고 있음

□ VOC 제어 장치

- 휘발성유기화합물(VOC) 제거는 주로 고온 소각 또는 촉매 소각을 이용한 분해기술이 사용되는데, 핵심요소기술의 대부분은 개발이 완료되어 성숙단계
- 유용한 VOC 성분을 회수하여 사용하고자 하는 경우, VOC 종류 및 상태에 따라 적용기술이 크게 다름. 흡수, 흡착, 분리 등 다양한 기술들이 연구개발되고 있으며 최근에는 분리막을 이용한 기술이 주요 연구대상
- VOC 농도가 낮은 경우 에너지 소비량을 줄이기 위해 훨타입의 농축기 및 고효율 흡착재 연구가 수행되었으나 국내 기술 수준이 낮아 사업화를 위한 추가 연구개발 필요

□ 자동차 및 대형 디젤엔진용 대기장치

- 스모그 등 도심 대기환경 오염의 주요 원인이 되는 자동차 배가스의 정화, 대형 선박 및 디젤 엔진 등에서 배출되는 배가스를 정화하는 대기처리설비 시장이 확대되고 있음. 자동차 및 선박에 적용되는 배기ガ스 정화기술은 시장규모가 연간 2조원으로 추정
- 자동차 및 선박 엔진의 배가스를 정화하기 위하여 플라즈마 버너를 활용한 신기술 개발 중. 백금 등 고가의 귀금속 촉매를 사용하는 기존 기술 대비 귀금속 촉매 사용량의 50% 이상 절감이 가능하여 시장 경쟁력 우수. 또한 반도체/디스플레이 공정가스 처리장비의 세계 시장 규모는 연간 4,000억 원으로 기존 소각방식 가스처리기술을 플라즈마 처리기술로 대체 가능

□ 선진국의 기술개발 동향

- 대기환경설비 분야의 경우 미국, 일본 유럽 등 선진국에서는 탈황, 탈질 및 입자상물질의 제거 기술이 확보되고 이미 현장 설치가 완료되어 성숙단계의 기술임.
- 특히 유럽에서 개발된 배연탈황 및 탈질기술 중에는 많은 원천기술들이 일본에 도입된 후 더욱 경쟁력 높은 기술로 완성되어 미국 시장에 주도적으로 확대 보급된 경향이 있음. 이는 일본의 대형 중공업사 등에서 우수한 플랜트 기술과 접목하여 대형 화력발전소 및 소각로 등에 설치하여 많은 경험과 실적을 확보한 결과임
- 미국은 미세먼지 및 HAPs의 인체 유해성 평가를 바탕으로 강화된 규제에 대응하는 기술개발. 유럽은 유해화학물질에 대한 연구로 이들의 샘플링, 생물분포 특성 등의 모니터링 연구가 활성화되고 새로운 분석법 및 측정관리 등 기초연구 본격화. 유해가스 처리기술로 기존 기술의 고도화, 플라즈마 등 고에너지를 이용한 기술개발 추세
- 일본은 1975년 전후로 환경오염방지시설 투자를 활발하게 실시하여 매우 높은 수준의 기술을 확보함. 이후에도 신에너지개발, 지구환경보호 기술개발과 같은 환경기술개발을 중점적으로 추진하여 기술 경쟁력을 높여, 중국 및 동남아 등 개발도상국의 환경산업 시장 진출을 위하여 적극적으로 노력하고 있음
- 최근 대기오염 물질 소재 및 공정의 연구동향은 배연 탈황·탈질의 동시 처리기술, 미세먼지의 집진, 고온 건식 탈황기술 등 고효율·고기능의 기술개발, 하이브리드 구성에 의한 에너지 등 유틸리티와 약품 소비량이 적어 더욱 친환경적이고 시장 경쟁력이 높은 기술로 선진화 개선 연구 추진

[고기능 고효율 대기환경설비 세부기술별 개발동향]

대기분야	기술개발 동향
미세먼지 및 중금속 집진기술	<ul style="list-style-type: none"> 중력집진기, 관성력집진기 : 장치의 수명연장을 위한 재료 개발 여과집진기 : 내열성 폴리이미드계 섬유, 사불화에틸렌(테프론), 금속섬유, 관세라믹필터 여과제 개발 전기집진기 : 집진판 및 방전극 신모형 개발, 최적 주파수 시스템 및 최적 전장시스템 개발, 습식 전기집진기의 실용화 개발
하이브리드 SOx 및 NOx 동시 제거기술	<ul style="list-style-type: none"> 동시 탈황탈질기술 ; 대부분 고형폐기물을 발생하지 않는 리사이클링 공정 Activated coke, 전자빔을 이용한 동시 탈황탈질기술도 최근 다시 새롭게 관심 대상 기술 미국 DOE 동시처리 기술 : SOx-NOx, WSA-SNOx, Copper Oxide, Electron Beam, SNRB 등
휘발성유기화합물 및 유해오염 제거기술	<ul style="list-style-type: none"> 미국: MACT 규제기준에 의한 개술개발 유도 EU : 배출허용기준 또는 가이드라인 설정에 의한 규제 달성을 기술개발 기타: 다이옥신 함유된 소각재를 회수하여 400oC 이상 온도에서 염소와 탄소를 분해하는 기술, 활성오니와 펄프공장 등의 배수에 존재하는 미생물을 이용한 분해기술, 초임계수를 이용한 다이옥신 분해기술 등 개발중
지구온난화 방지설비기술	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 처리기술 : CO2 습식 및 건식 회수기술, CO2 전환기술, Non-CO2 분해기술, 회수기술, 자원화 및 에너지화 기술 등 다양한 연구개발 중 지구온난화관련 온실가스 처리기술도 대기처리 기술로 분류하는 경우가 있으나, CO2등 대부분 온실가스는 대기오염 물질로 분류되지 않고 있음

(2) 기술환경분석

- 정부는 대기오염 방지기술의 발전을 고려하여 「대기환경보존법」에 근거한 대기배출 허용기준을 지속적으로 강화하고 있음.
- 현재 적용되고 있는 대기오염 물질 배출허용기준은 2015년 1월 1일부터 시행된 내용으로, 사업장 대응에 필요한 기간을 고려하여 배출허용기준은 미리 예고 후 시행함
 - 최근 신규 석탄발전소 9기는 국내에서 가장 강한 배출허용기준을 적용받는 영통화력발전소 (3~6호기) 수준 설정, 비산먼지 배출 저감대상에 11개 업종을 추가하고 총 31개 업종의 비산배출관리 강화

[국내 석탄발전소 배출허용기준 적용현황]

구분	먼지(mg/Sm3)	황산화물(ppm)	질소산화물(ppm)
'96 이전 설치시설	25	100	140
'96~'01 설치시설	25	80	70
'01~'15 설치시설	20	80	70
'15 이후 설치시설	10	50	50

- 국내 수도권 대기오염도는 선진국 주요 도시의 2~4배 높은 수준으로 수도권 대기질 개선을 위해 환경부는 2003년 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」을 공포하고 2007년부터 수도권에 소재한 주요 사업장에 대하여 황산화물 및 질소산화물, 먼지의 배출허용총량제도 실시
- 현재 서울시, 인천광역시, 경기도 3개 지역의 수도권 대기관리지역에 위치한 1종, 2종 및 3종 사업장으로 대기오염 물질 배출량이 연간 4톤 이상인 사업장은 대기오염 물질의 배출허용 농도 기준의 준수 이외에 정부로부터 할당받은 배출허용총량 이내로 배출해야 함
 - 이들 대형 대기오염 물질 배출사업장은 연간 배출허용총량을 초과하여 배출하는 경우, 배출권시장에서 초과 배출한 양 만큼의 대기오염 물질 배출권을 구입하거나 벌금을 납부하는 불이익이 있기 때문에 대기오염 물질 배출 방지시설 설치에 매우 적극적임
 - 최근 화력발전소에서 배출하는 미세먼지가 이슈화 되면서 수도권 지역에만 적용되던 배출총량제도를 지방에 소재한 대형 사업장까지 확대 적용할 계획임
 - 또한 관리상의 문제로 유예되었던 먼지에 대한 배출허용총량제도의 실시도 2018년부터 본격적으로 시행될 예정임

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 미세먼지에 노출에 의한 국민 건강 문제가 이슈화된 후 정부는 2017년 9월 「미세먼지 관리 종합대책」을 마련하여 2022년까지 국내 배출량의 30% 감축 목표
 - NASA와 공동연구결과 국내 미세먼지의 국외 영향은 48%, 국내 배출이 52%로 분석됨. 평상시 중국, 북한 등의 국외 영향은 30~50%이며, 국내 주요 배출원은 대도시 미세먼지는 경유차 23%, 전국적으로는 사업장이 39%를 차지
 - 전국 미세먼지 배출기여도는 석유화학·시멘트·철강 공장 41%, 건설기계·선박 16%, 화력발전소 15%, 경유차 11%, 기타 비산먼지 등 10% 등으로 분석됨
 - 추진전략은 대규모 배출원의 집중 저감을 통한 감축목표 달성, 주변국과의 환경협력 강화로 동북아 대기질 개선, 민감계층 집중보호로 국민 건강피해 예방, 과학적인 연구기반 강화로 미세먼지 대응역량 제고 등

[국내 미세먼지 부문별 감축률 및 감축량 계획]

부문	'14년 배출량 (톤, 기준연도)	'19년 배출량 (톤, △12.6%)	'22년 배출량 (톤, △31.9%)	감축량 (톤)	감축률	
					부문 감축률	31.9% 기준 감축비중
합계	324,109 (100%)	283,400 (100%)	220,836 (100%)	△103,273	31.9%	
발전	49,350 (15%)	42,973 (15%)	36,839 (17%)	△12,511	25%	3.9%
산업	123,284 (38%)	104,652 (37%)	70,493 (32%)	△52,791	43%	16.3%
수송	90,361 (28%)	79,982 (28%)	61,377 (28%)	△28,984	32%	9.0%
생활	61,114 (19%)	55,793 (20%)	52,127 (23%)	△8,987	15%	2.8%

자료: 미세먼지 관리 종합대책, 관계부처 합동, 2017.09.26

- 정부는 대기질 개선을 위해 특별대책지역 지정, 먼지 총량제 도입, 질소산화물 대기배출부과금 시행 등의 여러 가지 대책방안에 대한 법적 근거를 마련하기 위해 법령 제정, 시행령 개정작업 진행 중
 - 대기배출부과금의 경우 먼지와 황산화물에만 부여되고 있는데, 향후 질소산화물까지 확대 적용할 계획
 - 이들 제도의 종합 시행과 중장기적으로 노후 석탄화력발전소 10기 폐지, LNG 연료 전환 등에 의해 향후 미세먼지 배출량 및 오염물질 배출량을 '17년 기준 62% 감축할 계획임

[국내 발전부문 미세먼지 및 오염물질 감축 전망 (만톤)]

시기	'17년	'22년		'30년	
		7차 계획	8차 계획	7차 계획	8차 계획
미세먼지 (PM 2.5)	3.4	3.2 (6% ↓)	1.9 (44% ↓)	3.0 (12% ↓)	1.3 (62% ↓)
오염물질	17.4	17.5 (0.6% ↑)	9.4 (46% ↓)	16.2 (7% ↓)	6.5 (62% ↓)

*자료 : 제8차 전력수급기본계획(안), 산업통상자원부, 2017.12.14

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 현대중공업, 두산중공업, 삼성중공업, 포스코 ICT, KC 코트렐 등 대기업이 화력발전소 및 제철소 등 대규모 대기오염 물질처리 설비 구축에 주도적으로 참여하며, 집진기 분야의 에어릭스, 제이텍 등은 국산 기술 확보하여 해외 시장에도 진출 성공
 - 국내 집진기술 및 탈황기술은 국제 경쟁력을 갖춘 완숙기 수준이며, 기타 대기오염 물질처리 기술도 독자적인 개발 및 사업화 능력을 보유한 단계
 - 집진기술 및 탈황기술은 해외시장 진출에 성공하여 주도적인 경쟁력이 입증되며, 새로운 기술개발 요구에 독자적이고 능동적으로 대처가 가능한 수준. 두산중공업은 '13년 기준 세계시장 점유율 9%로 세계 4위 수준
 - 국내에는 설계 및 시공을 함께하는 업체가 많은 편으로 설계·제작·설치 및 운전관리 등 엔지니어링 기술 수준이 우수하며 자체적인 원천기술 개발보다는 외국 기술을 국산화한 경우가 많은 편
 - 집진, 탈황, 탈질의 기본적인 기술은 선진국과 차이가 없는 상황이지만 고품질, 고성능 원천기술의 차이는 존재

- 대기환경설비 중에서 배가스 탈황기술과 탈질기술은 일본 미쓰비시 중공업, 히타찌 중공업, 가와사키 중공업, 치요다 엔지니어링 등 중공업 및 엔지니어링 회사들이 세계적으로 기술 경쟁력이 높았으나 최근 중국 기업의 성장세가 매우 큼
 - 대규모 탈황설비와 탈질설비는 대부분 화력발전소 후단에 설치되는데, 화력발전소 기술이 우수한 일본 중공업 회사들이 유럽의 원천기술을 도입하여 자체 제작기술과 연계하여 사업 경쟁력을 크게 높임
 - SCR 탈질공정의 핵심인 촉매는 화학산업이 발달한 유럽 기술선의 경쟁력이 유지되고 있음
 - 미국은 현장에서 기술의 신뢰성이 입증된 일본의 습식 석회석 공정을 도입하여 미국 현지 실증테스트 후 대규모로 보급하는 한편, 정부는 선진화된 기술, 동시 탈황탈질기술 등 다양한 원천 기술개발 지원

- 화학 공장의 휘발성 유기화합물 또는 악취를 제거하는 기술, 대기환경설비의 핵심 소재 등은 화학 산업이 일찍 발달한 유럽과 미국의 원천기술이 시장을 주도
 - 휘발성 유기화합물의 제거 기술은 화학 산업이 우수한 독일 회사들의 원천기술이 우수하였으나, 공정기술 개발이 어렵지 않고 사업 규모도 크지 않아 현재는 미국 등 전 세계적으로 많은 중소기업들이 기술 확보하여 사업 수행
 - 촉매, 충진재 등 수 많은 소재를 사용하는 화학산업의 특성으로 대기환경 설비 및 공정에 사용되는 우수 소재 공급은 BASF, Norit 등 유럽 회사들이 많지만, 최근 가격 경쟁력이 높은 중국 업체 진출이 크게 증가

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 제품분류별 주요기업]

구분	해외업체	국내업체	응용분야	비고	
공정	탈황 공정	Mitsubishi, Hitachi, Chyoda, Alstorm, Babcock-Wilcox, Idreco, Marsulex Environ Tech, ABB Flakt, Vestalpine, Andrits, IDE Technologies	두산중공업, 현대중공업, 삼성중공업, 대우중공업, STX 중공, KC 코트렐, 판아시아, 테크원, 서울사프공업, 엔코코, 대우엔지니어링	석탄·중유 화력발전소 석탄·중유 보일러 제철소, 정유공장, 비철광석 제련소, 폐기물 소각로	해외 원천기술 도입 국산화로 해외 수출 가능한 수준
	탈질 공정	Mitsubushi 중공업 Hitachi 중공업 PCC Group, Yara Nalco Fuel Tech	KC 코트렐 판아시아, 블루버드환경 대영씨엔이	석탄LNG 화력발전소 LNG·중유 보일러 유리용해로, 제철소 폐기물 소각로	해외 원천기술 도입, 촉매 생산 및 공정기술 국산화 사업중
	집진 공정	Alstom, Blacke-Durr Babcock & Wilcox, Mitsubishi 중공업 Mechatronics Systems, Thermax, MacDonald Environmental Systems	KC코트렐, 신성플랜트, 에어릭스, 제이텍 크린이엔지, 삼영기계 크린에어테크, 벨트란코리아	석탄·중유 화력발전소 제철소 광물 제련공장 시멘트 공장 폐기물 소각로	기술수준 높고, 국제 경쟁력 확보하여 해외 사업화 수준
	VOC 처리	RCO, Met Pro, Durr, Megatec, Hitach, Banks Engineering, Anguil, Munters	테크원, 대양이엔아이 키이엔지니어링 에코프로, 디복스 태조이엔씨	석유화학공장 반도체 세정공정 석유·용제 취급설비 도료공장, 조선소· 자동차 도장부스	소각 및 흡착 기술은 국산화, 특정 유해물질 처리기술 미흡
	약취 처리	Taikisha Global, BacTee Systems, Environgen Tech, S&H Umweltengineering Wabag, Prometheus	비엔이테크, 에코솔루션, 크린텍엔지니어링 바이오세인트, 액센, 우양이엔지, 에이비테크	폐기물 소각로 폐기물 처리장 하폐수 처리장 음식폐기물 처리장 가축분뇨 협기소화조	고효율, 고성능 약취처리기술은 해외 기술 사용
소재	흡착재 및 약품	Calgon Carbon, Norit, Fusion Environmental Adsotech, Toraona	동양탄소, 유한킴벌리, 송원, 롯데정밀화학, 백광소재, 삼광석회	탈황설비 중화제 탈질설비 환원제 흡착설비 흡착재	생산증
	촉매	BASF Catalyst LLC Sachem, Carbotech PureSphere	나노, 희성촉매, 세라컴, 오덱, 코스모촉매	NOx·다이옥신 분해, VOC 촉매 소각, 자동차 배기 정화촉매	생산증
	충진재	Verantis, Chemxin Jiangxi Kelly Chem Packing	보명씨엔씨	충진탑 효율 증대	생산증
	필터	GoreTex Filtertechnik Griffin	화신특수섬유필터, 한국필터산업, 보명씨엔씨	백필터 제조	생산증
	분리막	Asahi Kasei, Toray, Pentair, Adventec MFS, Durapore Membrane, Fisher Scientific, Koch	필로스, 퓨어엔비텍, 웅진케미칼, 에어레인	유해가스 분리공정	가스 분리막 기술은 미흡

국내 중소기업 사례

- (주)글로벌스탠다드는 반도체와 FPD(Flat Panel Display)공정 장비에서 사용된 후 배출되는 유해한 가스들을 정화하는 GST Scrubber 개발, 환경에너지 요소기술 개발 및 온도 제어 기술 등 분야에 주력하며 국내외 네트워크를 통해 글로벌 비즈니스 영역 확장
- (주)리트코는 배출 가스 감시 및 공정제어용 가스 계측 시스템 개발로 환경오염물질 배출 농도의 상시 측정과 공정 효율을 측정/산업용 플랜트 분야에 첨단기술 적용한 솔루션 개발
- (주)이엔드디는 자동차용 배기가스 정화용 촉매 및 시스템 개발로 디젤엔진에서 배출되는 입자상 물질(PM)이 대기 중으로 방출되지 않도록 포집하고, 포집된 입자상물질을 이산화질소와 산화반응을 이용하여 인체에 무해한 이산화탄소로 제거하는 장치 개발, 2014 대한민국 100대 기술 선정, 2015 52회 무역의 날 300만불 수출의 탑 수상
- (주)세아그린텍은 대기환경, 수질환경 등 오염물질 방지시설 기계 설비 기술 개발, 고전압의 정전기 원리를 이용하여 DUST와 유해성 GAS를 동시에 포집하는 SWEP SYSTEM 개발, 반도체·화학 제조 공정 등에서 활용 가능한 WET HORIZONTAL SCRUBBER 개발
- 금호환경(주)는 고속 여과가 가능한 집진기 개발, 각종 유기성 가스 및 악취를 흡수·흡착하여 제거하는 흡착탑 개발로 대기오염 방지 기여, 2014 환경부장관상 수상, 2015 미국지사 법인 설립으로 글로벌 기업 도약 마련
- (주)에코솔루텍은 대기환경, 에너지사업, 생활환경 등 분야 기술 개발 활발, 하이브리드 정전 스크러버 시스템 개발로 미세입자나 불소 화학물을 고도 처리 가능, 수막형 습식 전기집진기 개발, 전기집진기용 관련 특허 다수 보유
- 비앤이테크(주)는 철산화 미생물을 이용한 Redox Cycle 탈황기술 개발, 배기가스에 함유된 먼지 및 악취를 분리·분해시키는 장치 개발, 2017. 8 녹색에너지연구원과 폐기물·바이오매스 에너지화 분야 기술교류 및 양기관 협력에 관한 업무협약 체결

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)글로벌스탠다드테크 놀로지	78,440	81,859	2.2	2.9	4.6	4.9
(주)리트코	48,338	55,590	-17.4	9.4	6.3	0.0
(주)이엔드디	35,018	26,155	28.6	-5.2	-5.8	5.0
(주)세아그린텍	19,508	12,924	-45.7	-1.5	-2.4	0.0
금호환경(주)	6,224	10,774	69.3	5.3	3.0	0.2
(주)에코솔루텍	4,277	5,027	267.7	14.1	12.0	1.1
비앤이테크(주)	5,235	3,019	91.2	15.1	15.5	6.1

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

□ 집진기 기술

- Babcock & Wilcox : 전기집진기 시장에서 매출액 기준 1위 업체로 서유럽 및 남아시아 지역의 질소산화물 처리시장에 강세를 보임
- Alstorm : 질소산화물 처리 및 탈황설비 시장에서 매출액 기준 1위 업체임. 북미 및 유럽지역의 질소산화물 처리 시장 및 인도, 호주, 남아시아 탈황시장에서 강세를 보임
- Mitsubishi : 전기집진기 장치, 질소산화물 처리, 탈황시장에서 매출액 기준 5위권에 있는 업체로 남아시아 및 아시아, 태평양 지역에서 강세를 보임
- Siemens : 전기집진 시장에서 매출액 4위 업체로 독일에 본사를 두고 있는 세계적인 전기전자 기업이며, 전세계 190여개 나라에 약 40만명의 직원이 근무하고 있음

□ 배가스 탈황기술

- 배가스 탈황기술은 일본 중공업 회사가 세계시장을 석권하고 있었으나 최근 중국 탈황 시장이 크게 성장하면서 중국 기업의 세계 탈황시장 점유율이 30% 이상을 차지
- 프랑스 Alstorm이 미국 GE를 인수하면서 배가스 탈황시장의 21%를 차지하고 있으며, 세계적으로 시장점유율 상위 회사는 Babcock & Wilcox, 미쓰비시, Babcock-Hitachi, 독일 Andritz 등

□ 배가스 탈질기술

- 일본은 엄격한 NOx 배출허용기준을 최초 도입한 나라로서 1970년 부터 탈질용 촉매를 개발, 1980년 말부터 석탄 화력발전소에 SCR 설비 설치하여 운전함으로써 최고 기술 수준
- 촉매 제조업체로 Babcock Hitachi, Mitsubishi 중공업, Nippon Shokubai, Kawasaki 중공업 등은 하니컴 및 플레이트 형 촉매 공급
- 최근에는 대형 선박의 질소산화물 배출규제 강화로 선박 디젤엔진용 SCR 촉매 공급

□ 휘발성 유기화합물 제거기술

- 1999년 유럽 및 북미 35개 국가의 각료들이 VOCs를 비롯한 장거리 대기오염 물질 규제에 관한 의정서를 채택함으로서 2010년까지 VOCs 배출량을 1990년 기준으로 40% 줄이기로 하는등 규제 강화되면서 저감 처리기술 필요성 증대로 업계의 경쟁이 심화됨
- 대표적인 선진기업으로는 대기업 보다는 RCO, Durr, Anguil 등 중소 전문업체 다양

(2) 국내업체동향

집진기 기술

- 포스코 ICT : 미세먼지를 제거하는 마이크로 필스 방식(MPS)의 전기집진기를 개발하여 석탄화력 발전소와 제철소에 70기 이상을 설치하고 중국 다롄 발전공사에 24대 수출. MPS는 고전압으로 발생하는 정전기를 이용하여 미세먼지를 집진판에 부착후 제거하는 방식으로 에너지는 80% 적게 소모되고 기존 설비보다 제거율은 50% 이상 높음
- 에어릭스 : 1980년대 국내 최초로 부직포 사용 집진방식을 개발하였으며 순리흐름 집진장식의 집진기를 개발하여 일본, 독일, 중국 등에 특히 출원. 기존의 백필터의 성능을 개선한 롱(long) 백필터는 기존 공간에서 약 28%의 면적을 줄여 초기 설치시 투자비용이 절감되고 양방향 탈진을 통해 집진효율이 높음. 국내 최대 백필터 제조 회사로 국내 대형 산업체 1700여기 이상 실적, 중국 및 브라질, 칠레 석탄화력 발전소에도 수출 실적
- 제이텍 : 정전 여과 집진기술, 원심 여과 집진기술 등의 백필터 기술을 확보하여 발전소, 제철 및 비철금속산업분야에 300여기, 중국 석탄보일러 집진설비 70기 등 다수의 실적 보유. 사이클론과 백필터로 구성된 일체형 원심여과집진 시스템은 집진기의 손상 및 성능 저하를 야기하는 수분과 점착성 분진을 효과적으로 제거해 여과포의 수명을 확대하고 집진효율 및 가동율이 높은 기술로, 기존 집진설비에 비해 설치부지와 면적을 30% 이상 절감

배연탈황 및 탈질설비 기술

- 국내 배연 탈황설비의 습식 석회석 공정은 선진사와 기술제휴에 의해 실증설비를 시공한 경험이 있어 국내 기술수준이 완성단계에 있으며, 화학첨가제 투입에 의한 반응률 제고 및 장치의 단순화를 위한 기술개선으로 고효율 유지
- 배연 탈질설비는 촉매를 이용한 선택적 촉매환원법(SCR)이 시장을 주도하고 있음. 핵심요소기술인 촉매는 국내 업체에 의해 개발된 촉매와 외국 촉매가 경쟁을 하고 있음. 저온에서 탈질이 가능한 고효율 촉매는 외국산 촉매가 시장을 지배
- 동시 탈황탈질설비에 대한 연구는 플라즈마, 전자선 조사등 고에너지를 이용하는 기술로 2000년대 초반부터 연구개발이 진행되었으나 경제성 등의 문제로 사업화단계에 이르지는 못하고 현재에도 대학 등 연구기관에서 연구개발이 진행되고 있음.

휘발성 유기화합물 제거기술

- VOC 처리 기술로는 소각에 의한 VOCs의 분해처리가 일반적으로 사용되고 있음. 소각처리는 기술의 원리가 간단하고 공정이 단순하며 사업의 규모가 크지 않기 때문에 다수의 중견·중소 전문기업이 사업을 주도하고 있음.
- 로타리 훨을 이용한 농축기 기술은 미흡하지만 연소 소각 기술자체는 소각 기술과 차이가 유사하기 때문에 중소·중견기업이 사업을 주도하고 있음.
- 반도체, 전기전자 공정에서 배출되는 VOCs는 불소 성분을 포함하고 있어 분해가 어려우며 연소로 후단은 산성가스에 의한 부식 문제, 반응가스에 포함된 미세 입자에 의한 막힘 문제 등으로 처리가 어려웠으나 국내 연구소에서 적합한 촉매를 개발하고 운영상 문제점들의 해결방안이 도출되어 사업에 확대 적용되고 있음

[주요 대기오염 물질 소재 및 공정 관련 기술개발 동향]

부처	사업명	과제명	과제기간	총연구비
한국연구재단	기후변화대응 기술개발	생활밀착형 VOCs 피해 저감을 위한 선진형 핵심요소기술 개발	2017~2020	25억원
환경부	환경산업선진화 기술개발사업	전해흡수 농축, 전기분해 및 나노복합체흡착 기술을 이용한 용존성 VOCs 처리장치 개발	2016~2018	10억원
산업통상자원부	청정화력핵심 기술개발	PM2.5 제거를 위한 허니컴형 습식 전기집진기 개발	2016~2019	21억원
산업통상자원부	청정화력핵심 기술개발	탈황 흡수탑 후단 습식전기 집진기 적용을 통한 초미세먼지 제어 후단설비 안정화방안 구축	2016~2018	15억원
미래창조과학부	사회문제해결형 기술개발	집진성능 유지형 초미세입자 제거장치 개발	2014~2017	9억 6천만원
산업통상자원부	글로벌전문기술개발	500MW급 이상 화력발전소용 질소산화물 배출농도 7.0ppm을 만족하는 길이 900mm, 두께 0.8mm 급 plate형 SCR 촉매 제조기술 개발	2013~2017	32억 8천만원
중소벤처기업부	중소기업혁신지원기술개발	이중화 폐열보일러 적용에 의한 열회수율 향상 및 조합형 저온탈질시스템 개발	2013~2014	6억 2천만원
환경부	차세대에코이노베이션기술개발사업 (환경산업선진화)	나노기술을 이용한 금속산화물 촉매 MnxCuyOz와 V2O5/TiO2로 구성된 SCR 저온 탈질촉매 개발	2013~2015	7억 3천만원
산업통상자원부	글로벌전문기술개발	사용후 중질유 탈황촉매 및 탈질 SCR촉매의 재제조 기술개발	2011~2016	60억원
지식경제부	에너지자원기술 개발지원	고효율, 고안정성 선택산화탈황 촉매공정 상용화 기술개발	2009~2011	13억원
지식경제부	전력산업기술연구개발(기금)	한국형 배연탈황공정(KEPAR)의 격상 실증연구	2002~2008	745억원
환경부	환경기술개발사업	배연 탈황, 탈질 동시처리 상용화 기술개발(플라즈마 배연탈황탈질 동시처리 장치개발)	2001~2005	207억원
환경부	한국과학기술연구원 연구운영비지원	500MW 한국형 배연탈황 공정의 최적화 연구	2001~2004	125억원
지식경제부	전략적선도전력 기술개발	배연탈황탈질동시처리 상용화 기술 개발	1998~2001	8억원

* 출처: NTIS(국가 R&D 사업관리), 환경디지털 도서관 검색 자료 결과

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

최신 개발 동향

- 황사 현상이 빈번하게 발생하고 최근 미세먼지가 이슈화 되면서 실내 공기질 개선 및 2.5μm 이하의 미세입자를 제거하는 기술의 연구개발이 크게 증가
 - 기존의 백필터 또는 전기집진기로는 미세먼지 집진에 한계가 있기 때문에 새로운 소재의 사용 및 신기술 적용에 의한 기술개발 추진
 - 실내 공기 정화용으로 미세먼지 필터를 장착한 공기 정화기가 개발되어 다수 판매되고 있음
- 기술의 융합에 의한 동시 처리가 가능한 다기능 공정 개발 추진
 - 산업계 대기방지시설의 배출허용 기준은 점차 강화 추세로, 기존 설비로 강화된 배출기준의 준수하기 어려워지면 추가 설비 또는 신규 설비를 설치해야 하는 경우가 많음. 대부분 대기방지설비 설치되는 공간은 협소하여 소요 부지를 적게 차지하는 컴팩트 장치 선호
 - 하나의 설비에서 여러 종류의 오염물질을 동시 처리함으로써 설치 공간, 설비 비용을 줄이는 기술. 대표적 사례로 촉매 코팅된 재료로 백필터를 제작하면 백필터에서 먼지 제거뿐만 아니라 질소산화물, 다이옥신 등도 동시에 제거되는 기능 부여
- 신기술의 복합화에 의한 고효율 패키지 기술의 선호
 - 플라즈마 또는 전자빔 가속기 사용에 의한 동시 탈황·탈질기술은 20여전부터 개발이 추진되었으나 기존의 전통적인 기술과 비교하여 에너지 소비량, 처리 효율 등에서 불리하여 사업화되지 못했음
 - 최근 핵심 제품인 플라즈마 및 전자빔 가속기 등의 기술이 크게 발달하고 가격도 저렴해 지면서 이들을 이용한 동시처리 기술이 다시 개발 주목을 받고 있음.
- 대기오염 물질처리 기술은 기능상 Non-CO₂ 처리 기술과 상당히 유사하며, CO₂ 포집기술의 원리와 유사한 기술도 다수 존재하여 기후변화 대응기술과 연계한 연구활동이 많음
- 대기오염 물질 센서와 ICT 통신기술을 접목하면 대기오염 물질 농도가 실시간 측정되어 처리 공정에 반영되므로 약품과 에너지 소비량은 최소화하면서 처리효율 극대화 가능한 기술 개발
 - 측정된 각종 데이터는 빅데이터 분석에 의해 공정 최적화, 공정의 이상 현상을 사전에 감지하여 사고 또는 가동 중단 등의 문제를 사전에 해결
 - 최근 지능화된 센서(intelligent sensor)는 측정 대상물의 물리·화학적 정보를 감지하는 일반 센서기술에 나노기술 또는 MEMS 기술을 접목하여 데이터 처리, 자동보정, 자가진단, 의사결정, 통신 등의 신호처리 기능을 내장
 - 주변 환경정보를 전기적 정보로 전환하는 변환원리에 따라 압력 및 가속도 등의 물리 센서, 이미지·적외선·조도 등의 광센서, CO₂와 NO_x, PH 등의 화학센서, DNA와 단백질 등의 바이오센서 등 크게 4가지로 분류. 센서 첨단화를 통해 미래 환경산업의 스마트화 가능한 수준

나. 특허동향 분석

◎ 대기오염 물질처리 소재 및 공정 특허 주요 기술

주요 기술

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술은 소재 기술로 생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발 기술, 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 기술, 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 기술이 있음. 평가 및 관리 기술로는 공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발, ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발, 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발로 구분됨

분류	요소기술	설명
소재	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	생활환경 중에 존재하는 유해가스를 제거 및 처리하는 소재 및 공정기술
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	대도시, 육상 중심의 기존 관측망을 상공과 해상을 포함하는 실시간 업체 네트워크 관측망으로 확대하여 실시간으로 농도 및 성분을 측정하고 예측하여 정밀 예보하는 기술
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	입자 상, 가스 상 오염물질 뿐만 아니라 악취, 증기, 미스트 등의 복합적인 배가스 처리에 적합한 세정기술로 오염물질 제거 효율과 소요되는 에너지량을 최소화하는 처리 기술
평가 및 관리	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	공기 포집장치를 이용하여 대기 중 오염물질을 수집하고 포집된 공기를 분석하여 다양한 오염물질의 농도를 측정하는 기술
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	빅데이터, 인공지능 등을 적용하여 대기오염의 예보 정확도를 향상시키고 예측 시간을 단축하는 기술
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	대기오염 물질처리 환경영향평가

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
소재	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	76	21	57	9	163
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	61	43	34	12	150
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	67	38	49	18	172
평가 및 관리	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	71	66	82	22	241
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	98	28	50	14	190
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	13	7	8	2	30
합계		386	203	280	77	946

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 한국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 일본, 미국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 분사기술과 적층기술의 요소기술들은 모두 한국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음

주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
소재	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	●	광주과학기술원 한국에너지기술연구원	공공연구기관 중심 광주과학기술원, 한국에너지기술연구원 등
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	●	포스코대우 HITACHI LTD	대기업 중심 포스코대우, 롯데정밀화학 등
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	●	현대중공업(주) 기아자동차(주)	대기업 중심 현대중공업(주), 기아자동차(주) 등
평가 및 관리	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	●	포스코대우 필립스 일렉트로닉스	대기업 중심 포스코대우, 현대중공업(주) 등
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	●	SAMSUNG (주)포스코아이씨티	대기업 중심 SAMSUNG, (주)포스코아이씨티 등
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	○	경상대학교 SAMSUNG OMRON TATEISI ELECTRONICS CO	공공연구기관 중심 경상대학교, 광주과학기술원, 농촌진흥청 등

 소재 기술 분야 주요 출원인 동향

- 생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야는 광주과학기술원이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 한국에너지기술연구원 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야는 포스코대우가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 HITACHI LTD 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발 기술 분야는 현대중공업(주)가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 기아자동차(주) 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

 평가 및 관리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발 분야는 포스코 대우가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 필립스 일렉트로닉스 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

- ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발 분야는 SAMSUNG이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 (주)포스코아이씨티 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야는 경상대학교가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 OMRON TATEISI ELECTRONICS CO 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야의 주요 경쟁기술은 평가 및 관리 기술 중 공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발 분야이고, 공백기술은 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야인 것으로 나타남
- 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야에서 공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발 분야는 가장 경쟁이 치열할 분야이고, 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야는 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
소재	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	◐
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	◐
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	●
평가 및 관리	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	●
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	●
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	○

※ ●: 50건 이상, ●: 30~49건, ◐: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
소재	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유해가스 연소 기기 기술 ▪ 미세먼지 및 유해가스 동시 처리 기술 ▪ 마이크로파 방식의 오염물질 처리 기술
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 친환경 효소 에너지 조성물 제조 기술 ▪ 폐기물을 이용한 고효율 스크러버 기술
평가 및 관리	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기오염 측정 및 분석을 위한 전처리 기술 ▪ 대기 측정 및 운영기록 전산화 기술 ▪ 환경규제 모니터링 및 관리 기술 ▪ 오염 출력 제한 기술
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	

□ 국내 특허동향을 살펴보면 대기업은 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야, 에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발 기술 분야, 공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발 분야, ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발 분야를, 공공연구기관은 생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야, 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야를 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 소재 기술 분야인 생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야, 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야는 유해가스 연소 기기 기술, 미세먼지 및 유해가스 동시 처리 기술, 마이크로파 방식의 오염물질 처리 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발 기술 분야는 친환경 효소 에너지 조성물 제조 기술, 폐기물을 이용한 고효율 스크러버 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 평가 및 관리 기술 분야인 공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발 분야, ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발 분야, 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야는 대기오염 측정 및 분석을 위한 전처리 기술, 대기 측정 및 운영기록 전산화 기술, 환경규제 모니터링 및 관리 기술, 오염 출력 제한 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야의 공백기술 분야는 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야이고, 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야를 포함하여 생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발 기술 분야인 것으로 나타남
 - 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야는 대기업과 공공연구기관의 참여가 높은 분야임
 - 향후 대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야에 집중하여 연구개발하고 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
 - 특히 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발 분야의 특허를 다수 보유하고 있는 광주과학기술원, 농촌진흥청 등과 같은 공공연구기관과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

대기오염 물질처리 소재 및 공정

- 한국기계연구원 환경기계연구실 (실장 송동근 박사)
 - 정전기 이용 초미세먼지/유해가스 처리 및 청정 환경시스템기술
 - 미세먼지 전구물질 및 초미세먼지 응집 제거기술
 - 석탄 및 신재생에너지 발전시스템 유해가스 처리기술
- 한국에너지기술연구원 기후변화연구본부 (본부장 류호정 박사)
 - 화석연료, 바이오매스, 폐자원의 청정 에너지화 및 고부가가치화
 - 온실가스 포집, 전환 및 이용기술
 - 석탄청정기술, 가스화기술, 석유 및 가스 고부가가치화기술
 - 바이오매스 생산 및 고부가가치화 기술, 폐자원으로부터 대체연료 생산 및 에너지 회수 기술
 - 에너지 사용 과정에서 발생하는 이산화탄소 및 환경오염물질을 무공해 수준으로 제거하는 기술
- 한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹 (그룹장 이창엽)
 - 배기가스 처리 시스템 기술
 - 산업용 보일러 저 NOx 연소기
 - 저 NOx 연소 시스템
 - 이산화탄소 포집을 위한 순산소 연소
 - 석탄화력발전 시스템 최적화 기술
- 한국전력연구원 청정발전연구소
 - 환경발전기술
 - 탈질촉매/설비운영/촉매재생 기술을
 - 디젤발전소의 질소산화물 및 Soot 동시저감 시스템을
 - 이산화탄소 포집공정 및 산성가스 처리
 - 석탄화로로부터 초고가 희토류 금속(이트륨, 네오듐 등)을 추출하는 신기술 개발
- KC 코트렐
 - 습식 배연탈황기술, 반건식 유해가스 처리기술, SCR 및 SNCR 배연탈질 기술, 플라즈마 반응기 건식가스처리기술, 다이옥신 제거기술 등 다양한 대기환경처리 기술을 보유한 전문기업
 - 1973년 대기환경플랜트 전문업체로 설립, 한국 환경산업의 대표 기업으로 성장함. 국내 대형 배연탈황 및 탈질설비, 미국 Formosa Plastics Coro 화력발전소 GSA 탈황 설비설치

(2) 연구개발 지원

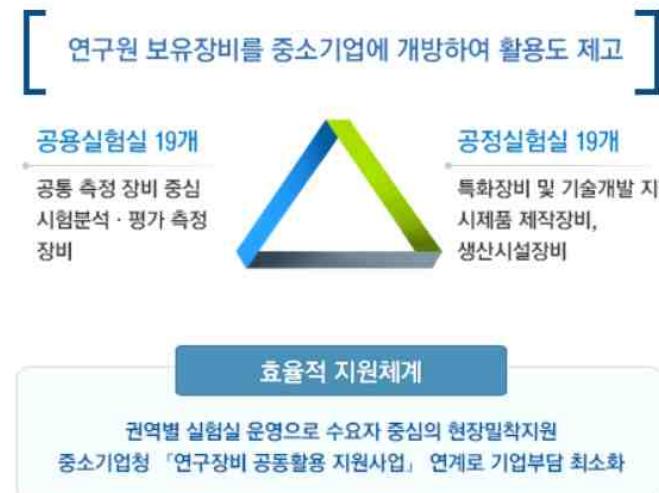
정부 지원 프로그램

- 환경산업선진화기술개발사업, 대기질 개선 및 지구환경대응기술 개발 (환경부)
 - 현장적용이 시급하거나 단기간 내에 시장 활성화가 가능한 환경기술의 사업화 촉진을 통해 산업의 에코효율성 및 경쟁력 향상을 위한 중장기 기술개발 사업 지원
 - 미세먼지 및 유해오염물질 저감 신기술 개발을 통한 선진국 수준의 대기환경산업 경쟁력 확보
 - 주요 지원대상 중점적 연구개발기술은 미세먼지 및 초미세먼지 처리기술, VOCs/악취 처리기술, SOx/NOx, HAPs 등 대기오염 물질처리기술 등
- 미래유망 녹색환경기술산업화 촉진사업 (환경부)
 - 기술개발 및 현장적용 시급분야의 실증 지원을 통해 환경현안 해결 및 기업의 단기 사업화 촉진 및 원천기술개발 지원함
 - 개발기술의 현장적용 확산을 위해 정책 활용성, 사업화 가능성에 중점을 둔 유망 지원과제 발굴·지원, 지원대상은 환경기술 및 환경산업지원법 제5조 제1항에 해당하는 기관·단체 또는 사업자
 - 지자체 Test-bed 실증화 분야 음식물 자원화시설 악취 흡착기술, 중소기업 우수기술 육성 실증화소규모 도장부스의 페인트 배출물질 제거 지원
- 환경정책기반 공공기술개발사업 (환경부)
 - 국민 삶의 질 저해 오염물질 제어, 안전하고 깨끗한 물 관리 등 정부 주도의 환경문제 해결 및 환경정책을 뒷받침하는 공익형 기술개발과 정부정책 등 공공환경기술의 수요해결을 통하여 국가 환경정책을 실현하고, 환경보전 및 국민 삶의 질 향상에 기여하는 기술개발 과제 지원
 - 대기환경정책 대응기술분야의 중점 지원대상은 광화학 오염 관리 기반기술, 규제 강화 유해대기오염 물질 통합 관리체계 및 정책기반 구축, 대기생활환경오염원 통합관리체계 구축, 원격탐사기법을 활용한 대기오염 물질 탐지 알고리즘 개발 등
- 기후변화대응 기술개발사업 (과학기술정보통신부)
 - 기후변화 위기에 대응하여 온실가스 저감·자원화 및 기후변화 적응 분야에서 세계 선도적 원천기술 확보 및 미래 성장 동력 창출관련 기술개발 지원
 - 탄소저감 및 이산화탄소 이용, 신재생에너지 등 기후변화에 대응하는 다양한 분야의 기술개발을 지원하여, 대기관리분야에서는 생활밀착형 VOCs 피해 저감을 위한 선진형 핵심요소기술 개발 지원
- 청정화력 핵심요소기술개발사업 (산업통상자원부)
 - 화력발전 설비의 선진화·국산화를 통한 지속적 성장동력 확충 및 수출산업화 달성을 기여하는 기술개발사업 지원
 - 중점 지원분야는 기존 석탄·복합화력 발전소 성능개선, 신규 화력발전소 고효율·친환경화 기술개발, 국내 화력발전소 초미세먼지 확산에 따른 초미세먼지 측정기술과 저감기술개발, 기존 청정화력 발전의 한계를 극복하는 타 분야 기술과의 융합한 혁신기술 개발하여 화력발전소 적용 기술
- 에너지수요관리 핵심요소기술개발사업 (산업통상자원부)
 - 신기후체제(Post-2020) 및 유가변동 등 급변하는 에너지환경 변화에 적극 대응하고, 에너지신산업 활성화 등 정부 핵심과제 추진을 위한 기술개발 지원
 - 중점지원 분야는 에너지효율향상, 온실가스처리, 에너지신산업 창출, 에너지수요관리 융합기술개발 등

□ 중소기업 대상 시설 및 장비 지원

■ 한국생산기술연구원 개방형실험실

- 중소기업전용연구시설(Rental Lab)은 공동연구 수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소·중견기업에게 연구공간을 제공하고, 연구원 인프라(인력, 장비 등)를 활용한 근접 지원을 통해 기업의 생산성 및 경쟁력을 높임.



- 890여 종의 장비를 42개 개방형실험실을 통해 공개하고 중소·중견기업이 시험, 검사, 시제품 제작 등 목적에 맞게 기업이 활용할 수 있도록 24시간 개방·운영
- 지원내용
 - 시설 지원 : 입주 공간, 회의실, 기본 Utility(전기, 수도)
 - 장비 지원 : 시험분석 및 측정장비, 시제품 제작지원 장비 등
 - 기술 및 공동연구 지원 : 기술의 공동연구·개발, 기술 지도·자문

■ 한국기계연구원 기업기술지원

- 연구장비공동활용 : 장비의 공동활용이라 함은 연구원이 보유하고 있는 고가장비를 관련 기업이 이용할 수 있도록 하기 위한 것이다. 한국기계연구원은 약 500건의 장비를 공동활용장비로 지정하여 운영
- 공용실험실 운영 : 4개의 공용실험실을 지정하여 연구원이 보유하고 있는 2,000여종의 장비 중 첨단 고가의 장비 100여종을 개방하여 운영

■ 한국에너지기술연구원 기업기술지원

- 강소기업육성지원사업 : 중소기업 현장의 당면 애로기술 해결, 생산성 및 품질 향상, 에너지절감 등을 위한 기술개발 지원사업. 애로기술 해결, 공정효율 향상, 품질개선, 실험데이터 분석 등을 지원
- 공용실험실 운영 : 4개의 공용실험실을 지정하여 연구원이 보유하고 있는 2,000여종의 장비 중 첨단 고가의 장비 100여종을 개방하여 운영

■ 중소벤처기업부 연구장비 공동활용지원사업

- 대학 · 연구기관이 보유한 연구장비의 중소기업 공동활용을 지원하여 국가장비 활용도 제고 및 중소기업 기술경쟁력 향상
- R&D 장비 이용료에 대해 60~70% 범위내 최대 5천만원까지 온라인 바우처(쿠폰) 방식으로 지원

■ 한국기초과학연구원 연구장비 공동활용 지원사업

- 기초(연)이 보유한 장비를 중소기업이 R&D를 목적으로 활용할 경우 장비 이용료를 정부에서 지원해 주는 사업
- 기술상담센타 : 20년간 축적된 첨단연구장비 분석지원 운용 및 수리에 관한 노하우를 토대로 중소기업에 대한 적극적인 상담서비스를 수행함으로써 중소기업 기술혁신에 기여



[한국기초과학연구원의 분야 및 지역별 센타 장비 현황]

나. 연구개발 인력

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정분야의 연구는 한국에너지기술연구원, 한국기계연구원, 생산기술연구원, 한국전력연구원, 한국세라믹기술연구원 등에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 분야의 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
한국기계연구원	송동근	실장
한국기계연구원	김용진	책임연구원
한국기계연구원	정상현	책임임연구원
한국기계연구원	신완호	선임연구원
한국기계연구원	한방우	선임연구원
한국에너지기술연구원	류호정	본부장
한국에너지기술연구원	박영철	실장
한국에너지기술연구원	남성찬	책임연구원
한국에너지기술연구원	배달희	책임연구원
한국에너지기술연구원	백일현	책임연구원
한국에너지기술연구원	이창근	책임연구원
한국에너지기술연구원	한근희	책임연구원
한국에너지기술연구원	이형근	책임연구원
한국생산기술연구원	이창엽	그룹장원
한국생산기술연구원	방병열	책임연구원
한국생산기술연구원	김세원	책임연구원
한국생산기술연구원	이명화	책임연구원
한국생산기술연구원	이은도	책임연구원
한국생산기술연구원	김수진	책임연구원
한국전력연구원	이경빈	책임연구원
한국전력연구원	이중범	책임연구원
한국전력연구원	심재구	책임연구원
한국전력연구원	장경룡	책임연구원
한국전력연구원	박정극	선임연구원
세라믹기술연구원	권우택	센타장

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

- 대기오염 물질처리 소재 및 공정은의 대표적인 기술은 탈황기술, 탈질기술, 집진기술, 휘발성 유기화합물질 제거기술과 핵심 부품 또는 자재 기술로 구분됨
- 핵심 부품, 자재 또는 재료 기술은 일반적으로 공정기술에 포함되어 있으며, 이러한 핵심 자재의 사용에 의해 공정기술 자체가 새로운 기술로 발전하기도 함

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 분야의 이전 가능한 요소기술 및 기관]

분류	요소기술	기관
탈황기술	マイ크로웨이브 플라즈마 탈황기술	한국에너지기술연구원
	발전용 바이오가스 전처리 기술	한국전력연구원
	한국형 배연찰황 공정시스템	한국전력연구원
	가스총 다공판형 습식 배연탈황 방법 및 장치	한국전력공사
탈질기술	배연탈질 촉매재생/성능진단/재생기술	한국전력연구원
	반수석고를 이용한 배연탈질 선택적 환원촉매 제조방법	한국전력공사
	안료용 이산화티타늄을 촉매의 담지체로 이용하는 질소산화물 제거용 오산화이바나듐계 촉매의 제조방법	한국전력공사
	사이클론 전자빔 배연탈황, 탈질 동시 처리방법 및 장치	한국전력공사
제진기술	정전응집형 금속필터를 이용한 디젤입자 매연여과장치	한국기계연구원
	사이클론 집진기	한국에너지기술연구원
	고성능 탈진장치를 구비한 여과집진장치	한국에너지기술연구원
	하이브리드 백필터 집진기술	한국에너지기술연구원
VOC 및 악취제거기술	탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기정화장치	한국기계연구원
	マイ크로파를 이용한 휘발성유기화합물질 제거장치	한국에너지기술연구원
	전기영동 흡착법을 이용한 휘발성유기화합물 처리기술	한국에너지기술연구원

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술이전가능 기술]

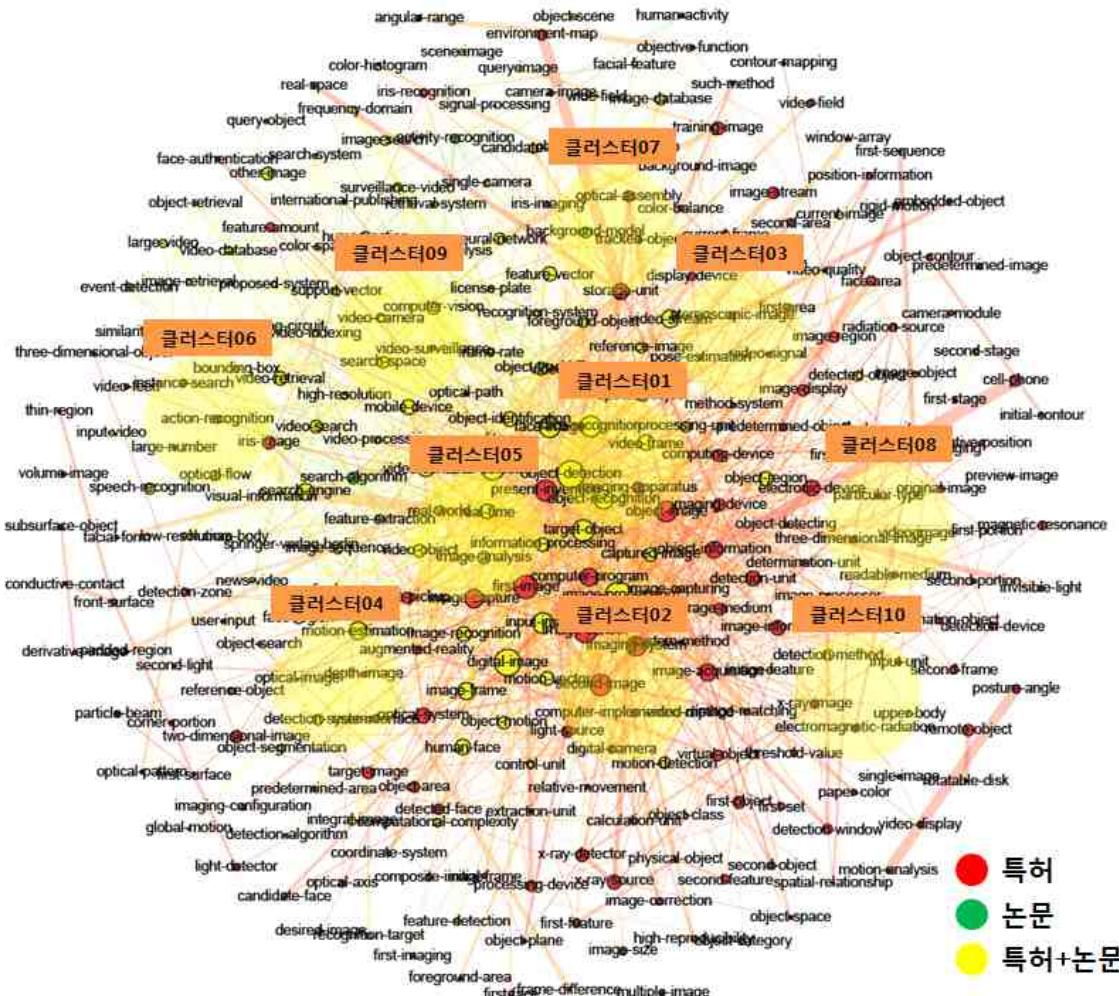
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기정화장치
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> 마이크로급 탄소섬유 방전극으로 오존 발생 없이 미세입자를 전기적으로 하전시키고 강력한 정전기력으로 포집하는 공기정화장치
기술이전 목적 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 전기식 공기정화장치는 오존 발생 문제로 밀폐된 실내 환경에서 적용하기가 어려운 문제가 있고, 필터식은 필터 관리 문제 이외에도 필터 차압 상승에 의한 소요 동력 증가문제가 발생함 집진장치의 기술개발은 2개 이상의 원리가 접목된 하이브리드 형으로 가고 있으며, 기존방식에서 성능 향상을 위한 핵심요소기술의 보완이 필요함 기존의 필터방식의 공기정화장치는 필터를 주기적으로 교환해 주어야 하고, 소비자들의 관리 소홀로 필터 오염에 따른 미생물 등의 2차오염물질이 발생하기 쉬우며, 전기집진 방식은 압력손실이 적은 장점은 있으나 미세입자 처리효율을 높이기 위해 고전압을 인가해야하는데 강력한 코로나 방전 중에 오존이 실내 권고치 이상으로 발생할 수 있어 사용에 제약이 따름
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> 개발 기술은 필터 교체가 없이 지속적인 유지관리가 가능하고 압력손실이 낮고 에너지 효율이 우수하면서도 오존과 같은 유해물질 발생없이 미세입자 처리성능이 우수함 또한 개발기술의 장점은 압력손실이 매우 낮은 전기집진 방식을 사용하면서도 5-10μm급의 극미세 마이크로 탄소섬유 방전극을 적용하여 낮은 인가전압에서도 방전이 고르게 발생할 수 있어 오존 발생량이 수 ppb 이하로 실내 유해물질 발생이 거의 없고, 필터를 교체하지 않아도 되므로 필터 교체 비용이 들지 않고 필터 폐기물 발생이 없어 친환경적으로 우수함 오존의 방출이 없으면서도 압력손실이 적은 전기적 방식으로 미세입자를 처리할 수 있고, 유전체 코팅 집진판을 사용함으로써 높은 절연성을 유지할 수 있어 다습한 환경 또는 수세정 환경에서도 안정적 운전이 가능함 오존 발생량이 수 ppb 이하 수준으로 친환경 인증(10ppb) 기준보다도 낮은 수치이고, 필터 사용없이 간단한 물 교체만으로 유지관리가되고, 필터가 없어 압력손실이 낮아 에너지 소비 측면에서도 우수함 극미세 마이크로 탄소섬유 다발에 상대적으로 낮은 전압을 인가하여 오존발생 없이 미세입자를 고효율로 하전시킨 뒤 고강도의 전기장이 형성된 정전필터, 금속 집진판 또는 유전체 코팅 집진판에서 하전입자를 포집시키는 기능이 결합된 원리를 적용한 것으로 오존발생량이 약 1-2ppb로 국내 실내환경 기준치 50ppb에 비해 현저히 낮으면서도 7-10kV의 하전부 및 10kV 이상의 집진부에 고전압을 인가하여 0.3μm 미세입자에 대한 집진효율을 95% 이상으로 향상시킬 수 있는 기술임
기술성숙도(TRL)	<ul style="list-style-type: none"> 단계: 7

분류	세부내용
활용방안 및 기대성과	<ul style="list-style-type: none"> • 공기 청정기 등 실내 공기 제어용 끼기에 활용
관련지적재산권	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소섬유를 이용한 입자하전장치(KR0849674) / 탄소섬유 직물을 이용한 전기집진기(KR1064488) / 탄소섬유를 이용한 공기정화장치(KR0937944) / 탄소섬유 직물을 이용한 공기정화장치(KR1032612) / 재생능력과 신뢰성을 향상시킨 전기집진방식의 공기정화장치(KR1112441) / 탄소섬유 직물을 이용한 전기집진기(KR1064487) / 탄소섬유 직물을 이용한 공기정화장치(KR1064486) / 기계가공에 의한 친수성 처리를 향상시킨 전기집진기용 친수성 집진판(KR1178766) / 집진판 교체가 용이한 전기집진장치(KR1331611) / 에지 코팅형 집진판이 구비된 탄소섬유를 이용한 전기집진기(KR1453499) / 토출구측에 이온발생기가 장착된 전기집진방식의 공기정화장치(KR859840) / 유해가스 처리장치(KR1190604) / 탄소섬유 직물을 이용한 에어로졸의 하전장치(KR1048416) / 활성탄 섬유필터를 이용하는 전기집진기(KR1373720) / 활성탄소섬유 필터를 이용한 전기집진기(KR1087055) / 촉매입자를 포함하는 미스트 용액 회수장치 및 방법(KR1334263) / 전기집진장치 및 이를 이용하는 전기집진 시스템(KR1221962)
세부문의	<p>기술관련</p> <p>연구자 한방우 환경에너지기계연구본부</p>

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	air pollution, treatment, environment	6-8	<ul style="list-style-type: none"> 1. Physical activity and air pollution exposures in the urban environment 2. Environmentally-Neutral Processing With Condensed Phase Cryogenic Fluids
클러스터 02	air pollution, treatment, filter	4-6	<ul style="list-style-type: none"> 1. FILTER DEVICE AND FILTER METHOD 2. Analyzing air pollution on the urban environment
클러스터	air pollution,	2-4	<ul style="list-style-type: none"> 1. Simulation analysis of air pollution dispersion based on

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
03	treatment, geographic		interactive virtual geographic environment 2. Georeferenced mobile terminal for simultaneous measurement of environmental and biometric data in vivo having bidirectional radio connection with a processing centre
클러스터 04	air pollution, treatment, purification	5-7	1. WEARABLE AIR PURIFICATION DEVICE 2. Aspects about air pollution prediction on urban environment
클러스터 05	air pollution, treatment, asthma	3	1. Air pollution and asthma control in the Epidemiological study on the Genetics and Environment of Asthma 2. COMBINED SENSOR
클러스터 06	air pollution, treatment, air quality, detection	5-6	1. AIR QUALITY DETECTION MODULE 2. The world health organization collaborating center for air quality management and air pollution control at the federal environment agency [WHO-kollaborationszentrum zur Überwachung der Luftqualität und Bekämpfung der Luftverschmutzung am Umweltbundesamt]
클러스터 07	air pollution, treatment, application	4-7	1. Grid based model computation of virtual geographic Environment - Application in pearl river delta air pollution visualization 2. APPLICATION-BASED POWER CONSUMPTION OPTIMIZATION FOR SENSING DEVICES
클러스터 08	air pollution, treatment, monitoring	2-5	1. Monitoring air pollution in industrial environment with wireless interface 2. Method and Device for Environmental and Health Monitoring
클러스터 09	air pollution, treatment, bioremediation	3-5	1. BIOELECTROCHEMICAL DEVICES FOR ENHANCED IN SITU BIOREMEDIALION 2. The coastal environment affects lead and sodium uptake by the moss Hypnum cupressiforme used as an air pollution biomonitor
클러스터 10	air pollution, treatment, biodegradable	2-3	1. BIODEGRADABLE PACKAGE FOR DETERGENT 2. Gene by environment interaction and ambient air pollution

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
대기오염 물질측정 및 관리·평가 기술	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	기술/시장분석, 특허/논문 클러스터링
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	특허/논문 클러스터링, 기술수요, 전문가 추천
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	특허/논문 클러스터링, 기술수요, 전문가 추천
	전기화학적 방법을 활용한 대기오염 물질 분석기술	기술수요, 전문가 추천
	컴퓨터 모델링을 활용한 대기질 평가 기술	기술수요, 전문가 추천
대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	기술/시장분석
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	기술/시장분석
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	기술/시장분석
	가스상 오염물질 처리	기술/시장분석, 기술수요, 전문가 추천
	입자상 오염물질 처리	기술수요, 전문가 추천

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
대기오염 물질측정 및 관리·평가 기술	공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발	공기 포집장치를 이용하여 대기중 오염물질을 수집하고 포집된 공기를 분석하여 다양한 오염물질의 농도를 측정하는 기술
	ICT기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	빅데이터, 인공지능 등을 적용하여 대기오염의 예보 정확도를 향상시키고 예측 시간을 단축하는 기술
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	대기오염 물질처리 환경영향평가
대기오염 물질처리 소재 및 공정 기술	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발	생활 환경 중에 존재하는 유해가스를 제거 및 처리하는 소재 및 공정기술
	미세먼지 처리 소재 및 공정 개발	대도시, 육상 중심의 기존 관측망을 상공과 해상을 포함하는 실시간 업체 네트워크 관측망으로 확대하여 실시간으로 농도 및 성분을 측정하고 예측하여 정밀 예보하는 기술
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	입자상, 가스상 오염물질 뿐만 아니라 악취, 증기, 미스트 등의 복합적인 배가스 처리에 적합한 세정기술로 오염물질 제거 효율과 소요되는 에너지량을 최소화하는 처리 기술

나. 대기 오염 물질 처리 소재 및 공정 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

대기오염 물질처리 소재 및 공정의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	측정대상 대기오염 물질 성분·농도 다양화	오염원인 물질 측정 관리·평가 신뢰성 제고	첨단소재 이용 처리공정 고효율화	ICT융합형 대기오염 물질 고효율 처리 기술 개발
핵심요소기술	측정·관리 기술	공기포집 대기오염 물질 측정 기술 개발 ICT기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발		분석 기술 고도화 대기질 모니터링 다기능 센서 개발 대기 모니터링 및 환경영향 평가 신뢰성 제고
	소재 공정 기술	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발		첨단 소재 및 ICT기술 활용 고효율 공정 개발
기술/시장 니즈	공기 포집에 의한 대기오염 물질 분석방법의 신뢰성 제고	ICT기술 융합을 통한 모니터링 및 평가관리 신뢰성 제고		고효율, 에너지 저소비형 대기오염 물질처리 장치 개발

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[대기오염 물질처리 소재 및 공정 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
평가 및 관리	공기포집 대기오염 물질측정기술개발	측정기술 개발	1건 이상	2건 이상	-	분석기술 고도화
	ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발	측정 항목	2종 이상	3종 이상	5종 이상	대기질 모니터링 다기능 센서 개발
	대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발	공정모사 기술개발	-	95% 이상	97% 이상	대기 모니터링 및 환경영향평가 신뢰성 제고
소재 및 공정	생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정개발	유해물질 제거 기술	95% 이상	98% 이상	99% 이상	첨단 소재 및 ICT 기술 활용 고효율 공정 개발
	미세먼지 처리 소재 및 공정개발	미세먼지 PM2.5 제거율	90% 이상	95% 이상	97% 이상	
	에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발	기존 대비 에너지 소비량	90% 이하	85% 이하	80% 이하	

라. 핵심요소기술 심층분석

공기포집 대기오염 물질측정 기술 개발

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 산업화의 발달로 인해 형성된 도시 집중화로 공기의 오염 정도가 심해짐에 따라, 공기포집을 통한 대기오염 물질측정 기술 개발이 필요함 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> 기술적으로는 공기 포집장치를 이용하여 대기 중 오염물질을 수집하고, 포집된 공기를 분석하여 다양한 오염물질의 농도를 측정하는 기술을 확보해야 할 것으로 판단됨 다양한 오염물질에 따른 공기 포집 기술 및 대기오염 물질의 측정 기술 등에 대한 많은 실험적 연구를 통해 기술을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 																								
관련특허현황	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th><th>명칭</th><th>출원인</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>지하철용 건식 미세먼지 포집 시스템</td><td>서울메트로</td></tr> <tr> <td>2</td><td>도로변의 기상정보 및 대기오염 물질 농도 측정 기능을 구비한 대중교통 수단 승강장</td><td>(주)케이에프</td></tr> <tr> <td>3</td><td>대기 오염 관리 시스템</td><td>한국건설기술연구원</td></tr> <tr> <td>4</td><td>공기성분분석기</td><td>(주)센코</td></tr> <tr> <td>5</td><td>오염물질 흡착시험 장치</td><td>(주)엘리드</td></tr> <tr> <td>6</td><td>공기 오염 측정을 위한 교통 정보 단말</td><td>김동화</td></tr> <tr> <td>7</td><td>풍향풍속제어 오염원 추적 시료채취 방법</td><td>케이엔제이엔지니어링 주식회사</td></tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	지하철용 건식 미세먼지 포집 시스템	서울메트로	2	도로변의 기상정보 및 대기오염 물질 농도 측정 기능을 구비한 대중교통 수단 승강장	(주)케이에프	3	대기 오염 관리 시스템	한국건설기술연구원	4	공기성분분석기	(주)센코	5	오염물질 흡착시험 장치	(주)엘리드	6	공기 오염 측정을 위한 교통 정보 단말	김동화	7	풍향풍속제어 오염원 추적 시료채취 방법	케이엔제이엔지니어링 주식회사
No	명칭	출원인																							
1	지하철용 건식 미세먼지 포집 시스템	서울메트로																							
2	도로변의 기상정보 및 대기오염 물질 농도 측정 기능을 구비한 대중교통 수단 승강장	(주)케이에프																							
3	대기 오염 관리 시스템	한국건설기술연구원																							
4	공기성분분석기	(주)센코																							
5	오염물질 흡착시험 장치	(주)엘리드																							
6	공기 오염 측정을 위한 교통 정보 단말	김동화																							
7	풍향풍속제어 오염원 추적 시료채취 방법	케이엔제이엔지니어링 주식회사																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> 각종 산업에서의 공기 포집 및 측정 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> 국내 : 코웨이 주식회사, 주식회사 세스코 등 국외 : Philips, Mitsubishi 등 																								

ICT 기반 대기오염 물질 모니터링 및 관리 시스템 개발

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ ICT(Information and Communications Technologies)를 기반으로 한 대기오염 물질 모니터링 및 관리는 대기오염의 예보 정확도를 향상시키고 예측 시간을 단축시킴 																											
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술적으로는 빅데이터, 인공지능 등과 같은 ICT를 기반으로 하여 대기오염을 보다 빠르고 정확하게 예측할 수 있는 모니터링 및 관리 시스템에 대한 기술을 확보해야 할 것으로 판단됨 ■ 따라서 최적의 모니터링 및 관리 시스템을 위한 많은 실험적 연구를 통해 기술을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 																											
관련특허현황	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9e1f2;"> <th style="text-align: center; padding: 5px;">No</th><th style="text-align: center; padding: 5px;">명칭</th><th style="text-align: center; padding: 5px;">출원인</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td><td style="padding: 5px;">이통통신 단말기를 이용하여 공기청정도를 모니터링하고, 환기 기구를 제어하는 시스템 및 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">에스케이텔레콤 주식회사</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td><td style="padding: 5px;">실내 공기질 관리를 위한 원격 통신 제어용 이산화탄소(CO₂) 가스 측정장치 및 그 제어방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">김미순</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td><td style="padding: 5px;">실내 공기질 관리를 위한 원격 통신 제어용 이산화탄소(CO₂) 가스 측정장치 및 그 제어방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 세스코</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td><td style="padding: 5px;">실내 공기정화장치 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">동서대학교 산학협력단 주식회사 본딩</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td><td style="padding: 5px;">무선센서 네트워크를 이용한 공기질 모니터링 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">한국철도기술연구원</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td><td style="padding: 5px;">복합 공기질 측정모니터</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">(주)와이즈산전</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td><td style="padding: 5px;">공기조화기 관리 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">엘지전자 주식회사</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">8</td><td style="padding: 5px;">공기조화기의 원격 감시 장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">삼성전자 주식회사</td></tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	이통통신 단말기를 이용하여 공기청정도를 모니터링하고, 환기 기구를 제어하는 시스템 및 방법	에스케이텔레콤 주식회사	2	실내 공기질 관리를 위한 원격 통신 제어용 이산화탄소(CO ₂) 가스 측정장치 및 그 제어방법	김미순	3	실내 공기질 관리를 위한 원격 통신 제어용 이산화탄소(CO ₂) 가스 측정장치 및 그 제어방법	주식회사 세스코	4	실내 공기정화장치 시스템	동서대학교 산학협력단 주식회사 본딩	5	무선센서 네트워크를 이용한 공기질 모니터링 시스템	한국철도기술연구원	6	복합 공기질 측정모니터	(주)와이즈산전	7	공기조화기 관리 시스템	엘지전자 주식회사	8	공기조화기의 원격 감시 장치	삼성전자 주식회사
No	명칭	출원인																										
1	이통통신 단말기를 이용하여 공기청정도를 모니터링하고, 환기 기구를 제어하는 시스템 및 방법	에스케이텔레콤 주식회사																										
2	실내 공기질 관리를 위한 원격 통신 제어용 이산화탄소(CO ₂) 가스 측정장치 및 그 제어방법	김미순																										
3	실내 공기질 관리를 위한 원격 통신 제어용 이산화탄소(CO ₂) 가스 측정장치 및 그 제어방법	주식회사 세스코																										
4	실내 공기정화장치 시스템	동서대학교 산학협력단 주식회사 본딩																										
5	무선센서 네트워크를 이용한 공기질 모니터링 시스템	한국철도기술연구원																										
6	복합 공기질 측정모니터	(주)와이즈산전																										
7	공기조화기 관리 시스템	엘지전자 주식회사																										
8	공기조화기의 원격 감시 장치	삼성전자 주식회사																										
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ■ 각종 산업에서의 대기오염 물질 모니터링 및 관리 																											
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 : 에스케이텔레콤 주식회사, 주식회사 세스코 등 ■ 국외 : Qualcomm, Philips 등 																											

대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술 개발

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대기처리 공정모사 및 환경영향평가는 대기처리의 성능, 대기처리에 따른 영향 및 새로운 대기처리의 공정 방향을 제시할 수 있음 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술적으로는 공정계획, 공정개발, 공정설계, 공정개선 등 다양한 분야로 응용할 수 있는 대기처리 공정모사 및 환경영향평가 기술로 개발되어야 할 것으로 판단됨 ■ 따라서 다양한 측면에서의 공정모사 및 환경영향평가를 위해 각 공정 단계별 맞춤형 모사 및 평가 기술이 개발되어야 할 것으로 판단됨 																								
관련특허현황	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9eaf7;"> <th style="text-align: center; padding: 5px;">No</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">명칭</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td><td style="padding: 5px;">IoT 기반의 환경정보 검출 및 진단 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 시큐인포</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td><td style="padding: 5px;">환경감시 업무지원 시스템 및 그를 이용한 환경감시 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">한국환경정책평가연구원</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td><td style="padding: 5px;">환경 시험 장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">에스펙 가부시키가이샤</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td><td style="padding: 5px;">BIM 기반의 건축물 실내 공기질 인증평가방법 및 장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">광운대학교 산학협력단</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td><td style="padding: 5px;">실내 공기 중에 바이오에어로졸을 포함한 유해물질을 감지하는 통합센서</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">고려대학교 산학협력단</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td><td style="padding: 5px;">무선통신을 활용한 센서기반 실내환경 진단 및 제어 장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">가천대학교 산학협력단</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td><td style="padding: 5px;">무선통신을 활용한 센서기반 실내 공기질환경 진단 및 제어 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">현대건설 주식회사</td></tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	IoT 기반의 환경정보 검출 및 진단 시스템	주식회사 시큐인포	2	환경감시 업무지원 시스템 및 그를 이용한 환경감시 방법	한국환경정책평가연구원	3	환경 시험 장치	에스펙 가부시키가이샤	4	BIM 기반의 건축물 실내 공기질 인증평가방법 및 장치	광운대학교 산학협력단	5	실내 공기 중에 바이오에어로졸을 포함한 유해물질을 감지하는 통합센서	고려대학교 산학협력단	6	무선통신을 활용한 센서기반 실내환경 진단 및 제어 장치	가천대학교 산학협력단	7	무선통신을 활용한 센서기반 실내 공기질환경 진단 및 제어 방법	현대건설 주식회사
No	명칭	출원인																							
1	IoT 기반의 환경정보 검출 및 진단 시스템	주식회사 시큐인포																							
2	환경감시 업무지원 시스템 및 그를 이용한 환경감시 방법	한국환경정책평가연구원																							
3	환경 시험 장치	에스펙 가부시키가이샤																							
4	BIM 기반의 건축물 실내 공기질 인증평가방법 및 장치	광운대학교 산학협력단																							
5	실내 공기 중에 바이오에어로졸을 포함한 유해물질을 감지하는 통합센서	고려대학교 산학협력단																							
6	무선통신을 활용한 센서기반 실내환경 진단 및 제어 장치	가천대학교 산학협력단																							
7	무선통신을 활용한 센서기반 실내 공기질환경 진단 및 제어 방법	현대건설 주식회사																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대기처리 공정모사 및 환경 평가 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 : 주식회사 세스코, 현대건설 주식회사 등 ■ 국외 : Qualcomm, Philips 등 																								

생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 개발

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 생활환경 중에 존재하는 유해가스는 산성비와 같은 직접적 환경오염 유발 문제에 그치지 않고, 기상 이변과 수자원 고갈 등 직/간접적으로 심각한 사회문제를 야기하기 때문에 생활환경 밀착형 유해가스 처리 소재 및 공정 기술 개발이 필요함 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 여러 논문, 보고서를 보면 유해가스는 다양한 생활환경 내의 배출원으로부터 발생되는 것으로서, 이를 처리하는 소재 및 공정 개발은 매우 중요한 것임을 알 수 있음 ▪ 따라서 생활환경 밀착형 유해가스를 효율적으로 처리하기 위한 많은 실험적 연구를 통해 유해가스 처리 소재 및 공정 기술을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 																								
관련특허현황	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d1e3ff; text-align: center; padding: 5px;">No</th><th style="background-color: #d1e3ff; text-align: center; padding: 5px;">명칭</th><th style="background-color: #d1e3ff; text-align: center; padding: 5px;">출원인</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">하이브리드 유해가스 처리장치 및 그 처리방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">서성규</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">미세먼지 노출 여부 확인용 바이오마커 및 이를 이용하는 확인방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">(주)아모레퍼시픽</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">위치기반의 누적적 오염노출 정보 제공 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">엔팩토리 주식회사</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">유해가스 발생 억제재 및 그것을 이용한 유가스 발생 억제 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">NIPPON SOZAI KOGAKU KENKYUSHO</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">미량 유해가스 탈취 및 제거용 복합섬유필터</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">충남대학교 산학협력단</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">건강 질환 진단과 치료를 위한 방법 및 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">매직 립, 인코포레이티드</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">친환경 벽지 조성물 및 그 제조 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">금호석유화학 주식회사</td></tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	하이브리드 유해가스 처리장치 및 그 처리방법	서성규	2	미세먼지 노출 여부 확인용 바이오마커 및 이를 이용하는 확인방법	(주)아모레퍼시픽	3	위치기반의 누적적 오염노출 정보 제공 방법	엔팩토리 주식회사	4	유해가스 발생 억제재 및 그것을 이용한 유가스 발생 억제 방법	NIPPON SOZAI KOGAKU KENKYUSHO	5	미량 유해가스 탈취 및 제거용 복합섬유필터	충남대학교 산학협력단	6	건강 질환 진단과 치료를 위한 방법 및 시스템	매직 립, 인코포레이티드	7	친환경 벽지 조성물 및 그 제조 방법	금호석유화학 주식회사
No	명칭	출원인																							
1	하이브리드 유해가스 처리장치 및 그 처리방법	서성규																							
2	미세먼지 노출 여부 확인용 바이오마커 및 이를 이용하는 확인방법	(주)아모레퍼시픽																							
3	위치기반의 누적적 오염노출 정보 제공 방법	엔팩토리 주식회사																							
4	유해가스 발생 억제재 및 그것을 이용한 유가스 발생 억제 방법	NIPPON SOZAI KOGAKU KENKYUSHO																							
5	미량 유해가스 탈취 및 제거용 복합섬유필터	충남대학교 산학협력단																							
6	건강 질환 진단과 치료를 위한 방법 및 시스템	매직 립, 인코포레이티드																							
7	친환경 벽지 조성물 및 그 제조 방법	금호석유화학 주식회사																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 생활형 유해가스 처리 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내 : (주)아모레퍼시픽, 주식회사 세스코 등 ▪ 국외 : Medtronic, Mitsubishi 등 																								

미세먼지 처리 소재 및 공정 개발

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 미세먼지는 호흡기, 심혈관, 피부, 안구질환 등 인체 건강을 위협할 정도로 심각한 수준이기 때문에, 미세먼지 처리 소재 및 공정 개발 기술이 필요함 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ■ 여러 논문, 보고서를 보면 미세먼지는 사업장, 건설기계, 발전소 등 지역 곳곳에서 발생하기 때문에, 상공과 해상을 포함하여 미세먼지를 광범위하게 처리할 수 있는 기술이 확보되어야 할 것으로 판단됨 ■ 실시간 미세먼지 농도 및 성분 측정 등 많은 실험적 연구를 통해 미세먼지를 처리할 수 있는 소재 및 공정 기술을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 																								
관련특허현황	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d1e3ff; text-align: center; padding: 5px;">No</th> <th style="background-color: #d1e3ff; text-align: center; padding: 5px;">명칭</th> <th style="background-color: #d1e3ff; text-align: center; padding: 5px;">출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">미세먼지 차단 장치 및 이를 이용한 미세먼지 차단 방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">충남대학교 산학협력단 서울대학교 산학협력단</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">미세먼지의 집진처리방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">김준동</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">미세먼지 및 유해가스 처리방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 태종이엔씨</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주박을 포함하는 중금속 및 미세먼지 제거용 화장료 조성물</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 국순당</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">오존과 다양한 유해가스 분해촉매제를 이용한 소형/경량의 공기정화장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">코아텍주식회사</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">테슬러 코일을 이용한 미세먼지 차단 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">한국과학기술원</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">기포를 이용한 미세먼지 및 악취 제거방법 및 그 장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">조영서</td></tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	미세먼지 차단 장치 및 이를 이용한 미세먼지 차단 방법	충남대학교 산학협력단 서울대학교 산학협력단	2	미세먼지의 집진처리방법	김준동	3	미세먼지 및 유해가스 처리방법	주식회사 태종이엔씨	4	주박을 포함하는 중금속 및 미세먼지 제거용 화장료 조성물	주식회사 국순당	5	오존과 다양한 유해가스 분해촉매제를 이용한 소형/경량의 공기정화장치	코아텍주식회사	6	테슬러 코일을 이용한 미세먼지 차단 시스템	한국과학기술원	7	기포를 이용한 미세먼지 및 악취 제거방법 및 그 장치	조영서
No	명칭	출원인																							
1	미세먼지 차단 장치 및 이를 이용한 미세먼지 차단 방법	충남대학교 산학협력단 서울대학교 산학협력단																							
2	미세먼지의 집진처리방법	김준동																							
3	미세먼지 및 유해가스 처리방법	주식회사 태종이엔씨																							
4	주박을 포함하는 중금속 및 미세먼지 제거용 화장료 조성물	주식회사 국순당																							
5	오존과 다양한 유해가스 분해촉매제를 이용한 소형/경량의 공기정화장치	코아텍주식회사																							
6	테슬러 코일을 이용한 미세먼지 차단 시스템	한국과학기술원																							
7	기포를 이용한 미세먼지 및 악취 제거방법 및 그 장치	조영서																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ■ 각종 공해 처리 분야 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 : (주)아모레퍼시픽, 주식회사 세스코 등 ■ 국외 : Medtronic, Mitsubishi 등 																								

에너지 저소비형 고효율 스크러버 개발

기술개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 에너지 저소비형 고효율 스크러버는 각종 산업 설비에서 배출되고 있는 유해가스 및 미세먼지 등의 입자상물질을 효율적으로 제거하기 위해 필요함 																								
기술개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기술적으로는 입자상, 가스상 오염물질 뿐만 아니라 악취, 증기, 미스트 등의 복합적인 배가스 처리에 적합한 세정기술로서, 오염물질 제거 효율과 소요되는 에너지량을 최소화할 수 있는 기술을 확보해야할 것으로 판단됨 ■ 따라서 오염물질을 처리하는 많은 실험적 연구를 통해 에너지 저소비형 고효율 스크러버 기술을 확보할 수 있을 것으로 판단됨 																								
관련특허현황	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d1e3ff;"> <th style="text-align: center; padding: 5px;">No</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">명칭</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">출원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">고효율 다단 와류형 습식 스크러버</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">울산대학교 산학협력단 (주)씨엔지테크</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">블랙카본 및 황산화물 제거를 위한 고효율 스크러버 장치</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">(주)세아그린텍</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">공정 폐가스 처리용 스크러버</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 지앤비에스 엔지니어링</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">4</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">하이브리드 스크러버 시스템</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 동일씨앤이</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">5</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">대기중 기체 성분 농축 고효율 확산 스크러버</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">이동수</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">재생가능한 가스 스크러버용 유·무기 복합 이온교환 필터제조방법</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">충남대학교 산학협력단</td></tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">플라즈마 아크 토치 및 이를 이용한 스크러버</td><td style="text-align: center; padding: 5px;">주식회사 케이피씨</td></tr> </tbody> </table>	No	명칭	출원인	1	고효율 다단 와류형 습식 스크러버	울산대학교 산학협력단 (주)씨엔지테크	2	블랙카본 및 황산화물 제거를 위한 고효율 스크러버 장치	(주)세아그린텍	3	공정 폐가스 처리용 스크러버	주식회사 지앤비에스 엔지니어링	4	하이브리드 스크러버 시스템	주식회사 동일씨앤이	5	대기중 기체 성분 농축 고효율 확산 스크러버	이동수	6	재생가능한 가스 스크러버용 유·무기 복합 이온교환 필터제조방법	충남대학교 산학협력단	7	플라즈마 아크 토치 및 이를 이용한 스크러버	주식회사 케이피씨
No	명칭	출원인																							
1	고효율 다단 와류형 습식 스크러버	울산대학교 산학협력단 (주)씨엔지테크																							
2	블랙카본 및 황산화물 제거를 위한 고효율 스크러버 장치	(주)세아그린텍																							
3	공정 폐가스 처리용 스크러버	주식회사 지앤비에스 엔지니어링																							
4	하이브리드 스크러버 시스템	주식회사 동일씨앤이																							
5	대기중 기체 성분 농축 고효율 확산 스크러버	이동수																							
6	재생가능한 가스 스크러버용 유·무기 복합 이온교환 필터제조방법	충남대학교 산학협력단																							
7	플라즈마 아크 토치 및 이를 이용한 스크러버	주식회사 케이피씨																							
적용가능분야	<ul style="list-style-type: none"> ■ 각종 공해 처리 분야 																								
관련기업	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내 : 주식회사 포스코, (주)씨엔지테크 등 ■ 국외 : SIEMENS, ALSTOM 등 																								

기술개발 테마 현황분석

태양광 발전시스템

태양광 발전시스템

정의 및 범위

- 태양광으로 발전된 직류 전기 에너지를 인버터에 공급하여 사용 전력으로 변환시켜 안정된 전원을 수요자에게 공급하는 시스템
- 태양광 발전시스템은 복합발전 시스템, 태양광 발전시스템 성능향상, PV 시스템 등을 포함

정부지원 정책

- 2025년 1차 에너지 대비 11% 달성(태양광, 풍력 비중 72% 확대)
- 태양광 발전시스템 보급 확대를 위한 환경, 입지 규제 완화
- 글로벌 기준에 맞는 신재생범위, REC 체계 개편
- 새정부 에너지 공약은 미세먼지 저감, 탈원전, 신재생에너지 보급 확대 및 이를 통한 신산업 육성
- 제8차 전력수급기본계획에서 재생에너지 3020 계획에 따라 태양광 및 풍력 중심으로 확충

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 고품질의 태양광 생산기술 확보• (기술) 중전기 및 전력제어의 높은 기술력• (정책) 신재생에너지 보급 확대 정책	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 국내 시장 협소 및 국내 많은 기업들의 사업 중단• (기술) 원천기술, 기반기술 등 취약• (정책) 낮은 전기요금으로 태양광 보급 애로
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 원자력발전의 대체에너지 관심 고조• (기술) 태양광 중심의 에너지 융합 시스템 확대• (정책) 스마트 그리드 정책 확대	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 세계적으로 발전차액 보조금 축소로 인한 수출시장 축소• (기술) 태양광 발전시스템 표준화 기술(IEC 추진)• (정책) 특이사항 없음



중소기업의 시장대응전략

- 태양광 분야 수급 불균형 해소 및 시스템 설치단가 하락에 따른 중소규모 태양광 발전시스템 시장 확대
- 태양광 분야 내 가격 및 기술 경쟁력이 심화되고 있어 이를 극복하기 위한 다양한 기술 개발 진행
- 신재생에너지 중 태양광 발전시스템 설치 시장 확대, 대규모 발전시스템(Utility)을 중심으로 확대
- 지역 및 환경 맞춤형 태양광 발전시스템의 전후방산업 육성 확대

핵심요소기술 로드맵

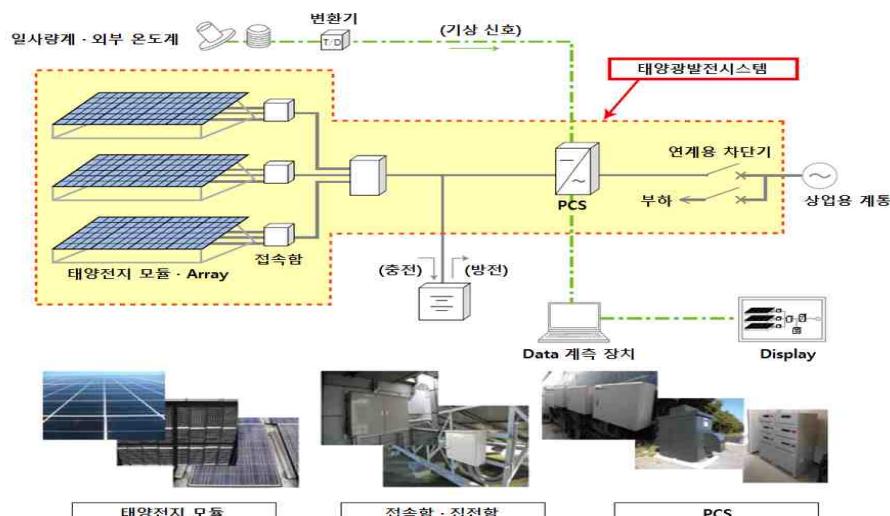
태양광 발전시스템의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	전력변환장치 부품 개발 및 국산화	전력변환장치 고효율/고성능화 부품 개발	전력변환장치 성능/품질인증 규격 취득 및 경쟁력 강화	고성능 및 저가 태양광 전 력변환기기/시스템 개발
핵 심 요 소 기 술	전력제어 기술	계측제어 및 모니터링 시스템 개발 태양광 발전 시스템 최적 설계와 모델링 기법 발전량 예측 프로그램		정밀계측 기술 유/무효 전력 제어 원격 모니터링 발전 예측 기술 3D 모델링 Web 기반 설계 서비스
	전력변환 장치 성능 향상	고효율 신기술 적용 DC-DC 컨버터 기술 개발 고효율 신기술 적용 AC-DC 컨버터 기술 개발		고효율 컨버터 기술 개발
	시스템 성능 개선	5kW급 태양광/20kW급 에너지 저장 연계시스템의 원격 모니터링 기술 태양광 발전시스템의 접속함 및 접전함 기술		정밀 SOC 계측 원격 모니터링 FMEA 설계 및 역전류방지 고효율화
	기술/시장 니즈	국산 부품 소재 적용 태양광 전력변환기기 및 부품 국산화를 통한 수급 안정화	반도체, ICT 및 디스플레이 등 타 분야 기술을 응용한 전력변환제품 경쟁력 향상	해외 시장 진출을 위한 품질 인증 규격 취득

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 발전기술로 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생시키는 태양전지를 이용하는 발전방식
 - 태양광 발전시스템은 발전기에 해당하는 태양전지 모듈(여러 모듈의 집합체인 어레이), 전력저장이 가능한 축전장치, 태양전지에서 발생한 직류를 교류로 변환하는 전력변환장치인 PCS(Power Conditioning System), 시스템 제어 및 모니터링과 부하로 구성
 - 태양광발전 시스템의 구성요소 중 가장 핵심적인 부품은 태양전지로 반도체 소자이며 빛을 전기로 변환하는 기능을 수행
- 태양광 발전시스템은 태양광으로 발전된 직류 전기를 인버터에 공급하여 사용 전력으로 변환시켜 안정된 전원을 수요자에게 공급하는 시스템을 의미



* 출처 : 태양광발전 Field Test 사업에 관한 Guide Line, NEDO (2012)

[태양광 발전시스템 구성]

- 태양광 발전시스템 단위의 필수 구성 요소로써 계통연계형(On-grid) 및 태양광 보급 확대를 위한 독립형(Off-grid) 시스템과 관련된 필수 구성 요소를 포함
- 태양광 발전(PV) 분야는 신재생에너지 중에서 가장 각광받으면서 기업 참여가 매우 활발한 산업 부문이며, 태양광 발전시스템 단가가 '10년 이후 지속적으로 떨어지면서 국내외 태양광 시장이 확대되고 있는 상황

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 태양광 발전은 고유가 및 지구온난화 시대의 청정에너지로 인식되고 있으며, 후쿠시마 원전사고 이후 화석연료 및 원전을 대체할 수 있는 에너지원으로 대두되면서 미국, 일본 및 중국 등에서 태양광 시장이 확대되고 있음
- 더욱이 태양광 발전은 다른 에너지 대비 발전단가가 매우 높아 경제성이 취약하고, 날씨 조건에 의존하는 바가 많아 발전량이 일정하지 않고, 주간의 한정된 일조량으로 발전시간이 제한받는 등 치명적인 단점도 있어 이를 극복하기 위해 정부 지원정책과 연구개발이 반드시 필요함

[태양광의 특징]

장점	단점
<ul style="list-style-type: none">• 에너지원이 청정·무제한• 필요한 장소에서 필요한 만큼 발전 가능• 유지보수가 용이, 무인화 가능• 긴 수명(20년 이상)	<ul style="list-style-type: none">• 전력생산량이 지역별 일사량에 의존적• 에너지밀도가 낮아 큰 설치면적 필요• 한정적인 설치장소, 고가의 시스템 비용• 높은 초기투자비와 발전단가

* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 태양광 발전시스템은 기본적으로 태양광 모듈, 접속반, 설치대 및 BOS(Balance of Systems) 등으로 구성되지만, 설치형태 및 발전방식 등에 따라 분류

[태양광 발전시스템의 분류]

기술개발 테마	분류	설명
태양광 발전시스템	하이브리드 시스템	풍력발전, 디젤발전 등 타 에너지원에 의한 발전방식과 결합된 방식
	계통연계형	한전계통선이 들어오는 지역의 주택, 빌딩, 대규모 발전시스템에 사용
	독립형 시스템	등대, 중계소, 인공위성, 도서, 산간, 벽지 등에 사용

- 발전시스템은 기본적인 구성인 태양광 발전시스템, 건물에 적용되는 PVinB(Photovoltaic in Building) 시스템, 수상에 적용되는 수상태양광 발전시스템, 타 에너지원(연료전지, 풍력, 디젤발전 등)과 융·복합하여 발전하는 융·복합발전시스템 기술로 구분

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
태양광 발전시스템	PV 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 모듈을 이용하여 전력을 생산하는 시스템을 구성하는 기술
	PVinB 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 모듈이 건물을 구성하는 부품으로 구성되는 건물 일체형 태양광발전(BIPV, Building Integrated PV) 기술 태양광모듈이 건물에 부착되어 전력을 생산하는 BAPV(Building Attached PV) 시스템으로 구분
	수상태양광 발전시스템	<ul style="list-style-type: none"> 육상이 아닌 댐, 저수지 또는 해양에 부유물을 이용하여 발전하는 시스템을 구성하는 기술
	융·복합발전시스템	<ul style="list-style-type: none"> 타 에너지원(연료전지, 풍력, 디젤발전 등)과 융·복합하여 발전하는 시스템을 구성하는 기술

(2) 공급망 관점

- 태양광 발전시스템 분야는 태양광으로부터 전력을 생산하는 관점에서 크게 태양광 발전시스템, PVinB(Photovoltaic in Building) 시스템, 수상태양광 발전시스템, 융·복합발전시스템으로 구분
 - 태양광 발전시스템은 태양광 모듈을 이용하여 생산된 전력을 분산형 또는 계통 연계할 수 있는 시스템을 구성하는 기술
 - PVinB 시스템은 건물의 디자인 요소를 가미하면서 전력을 생산할 수 있는 시스템으로 ESS(Energy Storage Systems)와 결합하여 시스템을 구성하는 기술
 - 수상태양광 발전시스템은 육상이 아닌 댐, 저수지 또는 해양에 부유물을 이용하여 발전하는 시스템 구성 기술로 특히, 생산된 전력의 DC to DC 배전 기술을 포함함
 - 융·복합발전시스템은 에너지 융·복합시스템으로 태양광과 타 에너지원과 연계한 시스템 구성 기술
- 발전시스템 분야 국내 중소기업의 경우 대부분 인버터 제작 등의 단품위주 사업을 하고 있으며, O&M 전문기업은 소수에 불과함

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
태양광 발전시스템	태양광 발전시스템	태양광 발전시스템의 계측제어 및 모니터링 기술, 태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기술 등
	PVinB 시스템	건물의 디자인 요소를 가미하면서 전력을 생산할 수 있는 태양광 발전시스템의 최적설계, 모니터링 기술 등
	수상태양광 발전시스템	수상에 적용할 수 있는 부유물 제조기술, DC to DC 배전 기술 등
	융·복합발전시스템	축전지, 열전소자, 태양광 융·복합발전시스템의 고효율화 기술, 제어기술 등

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 오늘날 세계 각국은 지구온난화의 한계를 돌파하기 위한 혁신적인 노력을 진행하고 있으며, 이를 위해 새로운 에너지원을 찾아내고, 저탄소기술을 개발함으로써 새로운 산업혁명을 일으키고 있음
 - 신재생에너지 기술을 적극 개발하여 신성장 산업으로 육성하고, 이를 통해 경제성장과 현안과제를 동시에 해결하려는 노력을 녹색성장 정책이라 함
- COP21 파리 선언 이후, 선진국에서는 태양경제의 실현을 위한 신재생에너지 정책을 추진하여 에너지위기를 극복하고, 동시에 지구온난화 방지를 추구하는 방향으로 나아가고 있음
- PV 모듈 신뢰성 향상을 위한 모듈 설계 및 부품 소재 기술을 통하여 고효율화 및 경량화 등이 신재생에너지 정책의 홍보 수단 및 실제적인 에너지 효율성 증대로 이어질 수 있도록 시장니즈에 맞춘 제품 개발을 통한 시장 확대
- 태양전지 전력변환 시스템에 사용되는 부자재(DC커넥터, DC스위치), 전력 변환기기 부자재(EMI 필터) 등의 국산화를 통해 시스템 업체에서는 단가 절감뿐 아니라, 아웃소싱 기업 다변화를 통해 수급 불안정성 해소
- 양산기술의 진보, 전력변환 회로 설계 및 전력제어 연구개발로 높아진 전력 변환기기 효율을 바탕으로 유/무선, 블루투스 HW·SW 및 스마트폰 기반의 모니터링 기술의 애플리케이션 개발을 통해 전력 품질 향상을 도모해야 함
 - 쉽고 강력한 인터페이스 기기 출시를 통해, 태양전지 전력 변환기기의 제품경쟁력 강화

[태양광 발전시스템 가치사슬]

가치사슬	개요
시스템	모듈, 축전지·전력변환장치·계통연계장치 등의 주변장치로 구성되는 태양광 발전시스템 일체를 의미하며 축전 및 송전, 전체 발전 과정을 통제
설치/시공	태양광 시스템을 평지나 빌딩, 주택에 직접 설치하는 단계로 시공 관련 업체에서 주로 담당
O&M	태양광 발전시스템을 직접 운영하여 발전사업을 수행하는 단계로 발전시스템 유지보수에 관여함

(2) 산업의 구조

- 전방 및 후방산업 모두에 파급효과가 큰 수준이며, 국내 태양광 발전시스템 기술은 밸류체인의 제품 계열구조 부문에서 기술경쟁력, 규모의 경제 등 독보적인 경쟁력을 확보하거나, 전략적 제휴를 맺거나 수직계열화를 통해 경기변동에 대응하고 있음
- 후방산업은 태양광 발전시스템을 설치, 유지관리 및 전력 송배전과 관련된 산업임
 - 최근에는 다양한 태양광 발전시스템을 설치, 유지관리 및 송배전 관련 기술 중에서도 태양광 발전시스템 성능을 25년 이상 보증할 수 있는 유지관리 기술에 대한 관심이 높아지고 있음
- 전방산업은 태양광 발전시스템을 구성하는 모듈, 전력케이블, BOS 관련 부품 등을 제조할 수 있는 산업임
- 태양광 발전시스템을 주도하던 Utility 규모에서 중소규모로 전환되고 있는 시점에서 다양한 태양광 발전시스템에 대한 요구가 증대되고 있음
 - 프로슈머(Prosumer, 자체적으로 에너지를 생산하고 소비하는 이용자)에 대한 인식이 높아지면서 독립형 또는 분산형 태양광 발전시스템에 대한 관심이 높아지고 있음
 - 최근에는 타 신재생에너지에 비해 보급률이 높은 태양광과 융복합발전시스템에 대한 관심이 높아지면서, 전력시스템을 선도하고 있는 선진국(사)에서 다양한 시스템을 개발하고 있어, 향후 성장할 것으로 보임
 - 지역 또는 환경에 최적화된 태양광 발전시스템을 설계할 수 있는 가이드라인 제시 또는 표준화를 통해서 안정적으로 전력을 공급하기 위해서 노력하고 있음
- 태양광 발전시스템을 주도하던 Utility 규모에서 중소규모로 전환되고 있는 시점에서 다양한 태양광 발전시스템에 대한 요구가 증대되고 있음

[태양광 발전시스템 분야 산업구조]

후방산업	태양광 발전시스템 분야	전방산업
반도체, 수동부품 관련 산업, 케이블 산업, 모니터링(센서 등) 관련 산업 등	전력 생산(가정용, 상업용, 발전용), PVinB, 수상 등	건축, 토목, 전력 산업 등

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 세계적으로 재생에너지에 대한 발전량은 증가하고 발전원가는 하락하는 추세이며, 신규 발전설비 투자도 집중되어 있음
 - 세계 재생에너지 발전량이 '16년 299TWh에서 '21년 448TWh로 증가

[세계 발전설비 규모 전망]

(단위 : GW, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	299	324	351	381	413	448	8.4

* 출처 : IEA (2017.11.14), World energy Outlook 2017, Annex A, p.650, 에너지경제연구원 세계 에너지수요전망 (WEO-2017)과 에너지수급 변화 요인 (2017.12.04)

- 태양광·풍력의 전력거래 가격은 전 세계적으로 하락 중이며, 미국과 영국은 각각 '22년, '25년에 전원 간 발전원가가 역전될 전망

주요 원별 발전단가비교



태양광 모듈 및 시스템가격전망



* 출처 : 한국수출입은행, 2016 3분기 태양광산업동향 (2016)

[주요 원별 단가 및 태양광 제품 가격 전망]

- 지구온난화에 따른 온실가스 감축이슈와 신재생에너지 발전단가 하락은 세계 전력믹스에 큰 변화의 바람이 불어 닥칠 전망
 - 온실가스 감축 문제로 석탄발전 비중이 감소할 것으로 예상되며, 태양광 발전단가가 '20년 80원/kWh, '5년 60원/kWh으로 큰 폭으로 하락해 경제성이 크게 향상될 것으로 전망

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ▣ ■

- ‘40년 세계 발전원 구성은 화석발전은 줄어들고 태양광 및 풍력 등 신재생에너지 구성은 큰 폭으로 늘어날 것으로 전망
- 풍부한 자원량, 설치용이성, 가격경쟁력 등을 갖춘 태양광 발전의 성장성이 타 에너지원 대비 가장 높으며, 발전 산업의 패러다임 변화를 이끌 것으로 전망되면서, ‘40년까지 설치 예상 8,600GW 중 태양광 발전이 4,200GW로 48%를 차지할 것으로 전망
- ‘16년 30%에 달했던 석탄발전 비중은 ‘40년 13%에 불과하며, 가스발전 역시 14%로 비중이 크게 낮아질 전망

□ ‘17년 세계 태양광 수요는 중국 태양광 설치량이 급증하면서 80GW를 넘어설 전망

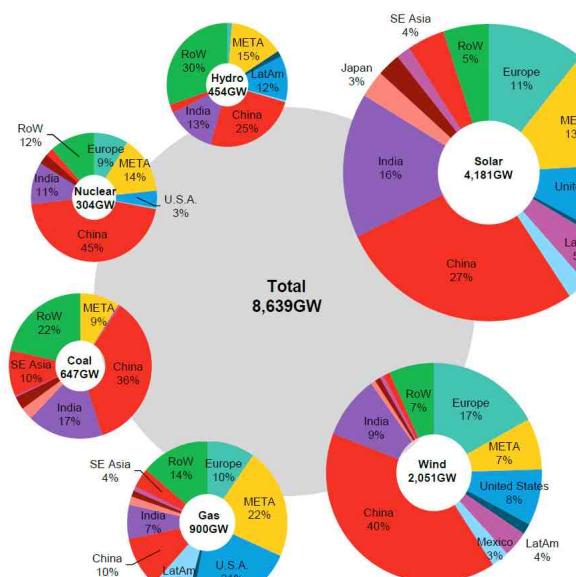
- ‘17년 상반기 세계 태양광 설치 예상치는 전년보다 소폭 증가한 76GW였으나, 세계 태양광 수요 급증으로 ‘17년도 10% 이상 성장할 전망
- 중국의 향후 태양광 시장은 연간 10% 성장을 이어갈 것이며, 2018~2020년의 연간 설치량이 최대 37~38GW 수준이 될 것으로 전망
- ‘17년 중국 전체의 태양광 발전량은 1,069억 kWh였으며, 집중식 발전소 형태가 932억 kWh, 독립형 분산식 발전이 137억 kWh를 차지

[태양광 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : TWh, %)

구분	‘16	‘17	‘18	‘19	‘20	‘21	CAGR
합계	287	328	375	429	490	560	14.3

* 출처 : IEA (2016), 포스코경영연구원, 2017년 세계 에너지시장 전망 (2017.02.09)



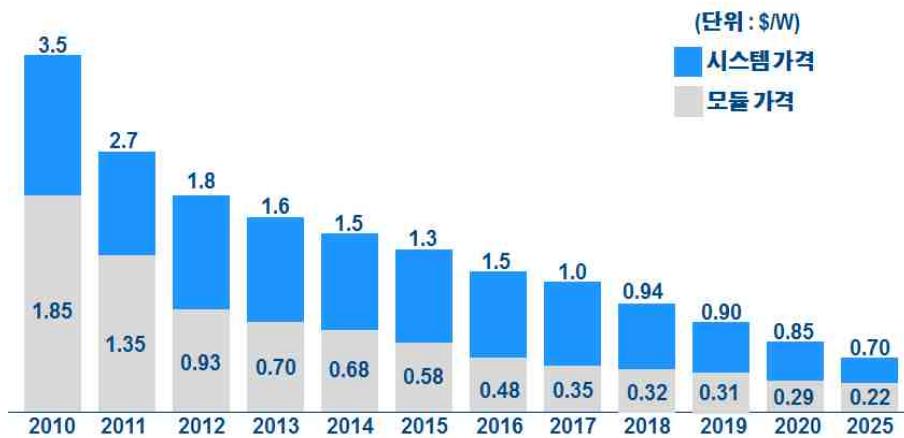
* 출처 : 한국수출입은행, 2017 3분기 태양광산업동향 (2017)

[‘40년까지 발전원별 신규 설치량 전망]



* 출처 : 한국수출입은행, 2016 3분기 태양광산업동향 (2016)

[세계 태양광 시장 장기수요 전망]



* 출처 : 한국수출입은행, 2017 2분기 태양광산업동향, 업계 자료 종합 (2017)

[태양광 발전시스템 가격현황 및 전망]

[태양광 발전시스템 가격현황 및 전망]

(단위 : \$/W, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
모듈단가	0.48	0.35	0.32	0.31	0.29	0.26	-11.8
BOS단가	0.72	0.65	0.62	0.59	0.56	0.53	-6.1
시스템단가	1.20	1.00	0.94	0.90	0.85	0.78	-8.3

* 출처 : 한국수출입은행, 2017 2분기 태양광산업동향, 업계 자료 종합 (2017)

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

□ 태양광 수요 증가와 더불어 에너지저장에 대한 필요성 확대로 세계 에너지저장 시장규모가 빠르게 커질 것으로 전망

- 태양광과 풍력 등의 재생에너지는 날씨 등의 환경에 따라 전력 생산의 변동이 큰 간헐성이 특징으로, 재생에너지를 확대하기 위해서는 일조량이 높은 낮에 과잉 생산된 전력을 저장했다가 전력이 부족한 때에 송전해 주는 저장장치로 재생에너지를 안정적으로 공급하기 위해 필수적임

[에너지저장시스템(ESS) 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	28,992	33,051	37,678	42,953	48,966	55,822	14.0

* 출처 : SNE Research, Global ESS 시장 전망 (2017), KISTI 마켓리포트 에너지 저장장치 (2017)

[에너지저장시스템(ESS) 세계 용량규모 및 전망]

(단위 : GWh, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	16.3	20.6	25.9	32.7	41.1	51.8	25.9

* 출처 : SNE Research, Global ESS 시장 전망 (2017), KISTI 마켓리포트 에너지 저장장치 (2017)

(2) 국내시장

- 신재생에너지 보급 확대를 위해 RPS 비율을 '18년 4.5%에서 5%, '19년 5%에서 6%, '20년 6%에서 7%로 상향될 예정
 - RPS비율 상향으로 '16~'20년에 신재생발전소에 8.5조 원 추가 투자효과가 발생할 것으로 예상되며, '20년까지 총 13GW의 신재생에너지 발전소 건설 및 총 30조원의 투자효과 전망
- '16년 국내 태양광 발전 수익률은 SMP 가격 하락에도 불구하고 REC 가격이 높은 수준에서 결정돼 발전 수익성은 유지되고 있음
 - REC가격은 '15년 하반기부터 상승하였고, '16년부터 태양광과 비태양광 REC시장이 통합되면서 태양광발전 REC 수요는 더욱 증가
 - '15년 하반기 7.3만 원이었던 태양광 REC 가격은 '16년 8월 15.4만 원까지 상승
- 2017년 3/4분기 신재생에너지 신규 보급용량 중 태양광은 331MW를 차지
 - 태양광 에너지 국내 보급량은 '16년 4,123MW 규모에서 '21년 11,130MW 규모로 22% 성장률을 보일 것으로 전망

[태양광 에너지 국내 보급전망]

(단위 : MW, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	4,123	5,030	6,330	7,830	9,330	11,130	22.0

* 출처 : 산업통상자원부, 8차 전력수급기본계획

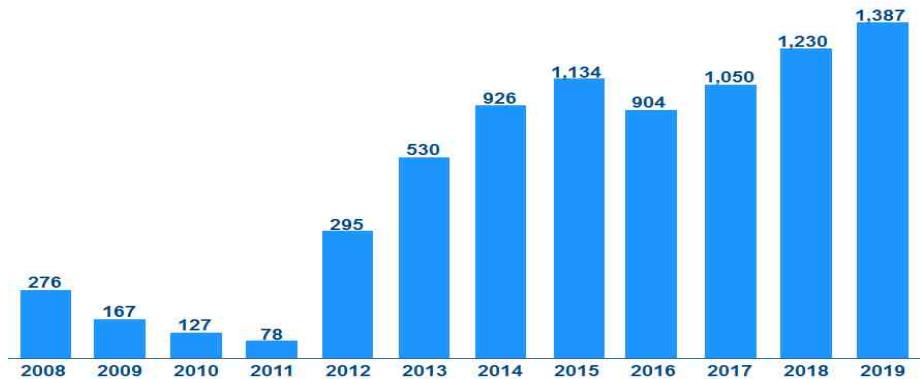
[태양광 에너지 국내 발전량 및 전망]

(단위 : GWh, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	5,122	5,871	7,534	9,453	11,371	13,673	21.7

* 출처 : 산업통상자원부, 8차 전력수급기본계획

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣



* 출처 : 한국수출입은행, 2017 3분기 태양광산업동향 (2017)

[국내 태양광 설치량 현황 및 전망]

- '18년 이후 국내 태양광 시장은 우호적인 정책시행으로 설치량이 예상보다 증가할 전망
- 정부는 신재생에너지 보급지원사업 및 태양광 대여사업 확대, 소규모 전력증개 사업제도를 신설하여 '30년까지 약 15가구당 1가구 자가용 태양광 보급을 추진하여 최대전력분야의 신규수요를 0.32GW 감축하고자 함
 - 재생에너지 3020 계획에 따라 신재생에너지 분야는 태양광 및 풍력 중심으로 발전설비가 확충될 예정이며, '30년 태양광 에너지의 용량은 33,530MW에 이를 전망
 - 재생에너지 3020 계획에 따라 도시형 자가용 태양광과 농가 태양광을 확대하는 설비 공급계획을 세움
 - 농가 태양광 확대 공급계획은 농업 진흥지역 외 농지, 염해간척지 등에 태양광을 '30년에 10GW까지 보급하고자 하며, 농사와 태양광 발전을 병행하는 '영농형 태양광 모델' 신규도입 할 계획

[에너지저장시스템(ESS) 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	3,000	3,300	3,630	3,993	4,392	4,832	10.0

* 출처 : 삼성KPMG 경제연구원, 이슈모니터 2018년 에너지 분야 주요이슈와 쟁점 (2017.12)

[에너지저장시스템(ESS) 국내 용량규모 및 전망]

(단위 : GWh, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	1.4	1.7	2.2	2.8	3.5	4.4	25.9

* 출처 : KISTI 마켓리포트 에너지 저장장치 (2017)

(3) 무역현황

- 태양광 발전시스템 기술 분야의 무역현황을 살펴보았으며, 수입량에 비하여 수출량이 감소하는 추세
 - 태양광 발전시스템 기술의 수출현황은 '12년 1억 6,296만 6,000달러에서 '16년 1억 872만 5000달러 수준으로 감소하였으며, 수입현황은 '12년 1억 8719만 달러에서 '16년 1억 3545천만 4000달러 수준으로 감소하였음
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 -9.6%로 감소하였으며, 수입금액은 -7.8%로 감소하였음

[태양광 발전시스템 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('12~'16)
수출금액	162,966	126,647	120,260	119,320	108,725	-9.6%
수입금액	187,190	202,294	172,171	140,909	135,454	-7.8%
무역수지	-24,224	-75,647	-51,911	-21,589	-26,729	-
무역특화지수*	-0.07	-0.23	-0.18	-0.08	-0.11	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 출처 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

◎ 해외

- 일본은 대체에너지 개발 및 보급 지원을 위해 1980년 NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization)를 설립하였고, 정부 정책 기반 산·학·연 연계, 민간 기업이 수행하기 어려운 중장기적 연구개발 프로젝트를 중점적으로 관리하고 있음
 - 신에너지 분야 중 태양광과 관련하여 태양광발전 다용도 시범 프로젝트, 태양광발전 시스템 효율 향상·유지 관리 기술 개발 프로젝트, 태양광발전 재활용 기술개발 프로젝트, 고성능·고신뢰성 태양광 발전 비용 저감 기술개발, 국제 에너지 소비 효율화 등 기술 시스템 실증 사업을 진행 중
- EU는 FP7을 포함한 3개의 과학기술 혁신 R&D 프로그램을 통합하고 ‘Horizon 2020’ 프로그램을 실행 중
 - EU Horizon 2020의 ‘안전하고 깨끗하며 효율적인 에너지’ 프로그램의 공고를 통해 새로운 제로 에너지 건물의 비용 절감, PV 전기 비용 절감, EU PV 제조 산업의 경쟁력 강화 등의 사업을 진행 중

◎ 국내

- 태양전지에서 출력되는 전력을 수용자가 안전하게 양질의 전기를 사용할 수 있도록 하는 전력 변환 제어시스템이라 함
 - 태양전지의 출력특성상 일사량, 온도 등의 기수조건에 크게 영향을 받기 때문에 많은 에너지를 태양전지에서 얻기 위해서 항상 최대출력을 추종하도록 제어하는 시스템 개발로 상용화 증가 전망
- 태양전지 전력 변환기기의 경우, 여전히 선진 부품 업체로부터 부품을 공급받아 적용하는 경우가 대부분이며 이로 인해 생산 비용 및 유지보수 비용 증가, 기술문제 해결 지연 등의 문제 존재
 - 대규모 태양광 발전시스템의 전력변환 기기는 대부분 SMA, KACO 등 외국기업이 시장을 주도
- 기존 육상에 설치되는 태양광 발전시스템에서 벗어나, 도심이나 수상(해상포함) 등에 적용하는 신개념 태양광 발전시스템 개발을 통한 새로운 비즈니스 모델 창출
 - 도심의 건물 등에 적용할 수 있는 BIPV(Building Integrated PV) 모델의 개발이 꾸준히 이어지고 있으며, 수상태양광 발전시스템을 통해서 발전소 면적의 제한을 극복할 수 있음
- 에너지저장시스템(ESS)과의 결합으로 새로운 비즈니스 모델이 만들어 지고 있으며, 이에 대한 REC 가중치 증가로 대기업 중심으로 ESS 결합 모델의 개발과 증가가 이어지고 있음

- 태양광 발전소 O&M에 대한 국제 표준이 없어 발전사업자 규모에 따라 서비스의 수준 편차가 큰 편이며, 세계 시장 선점의 기회가 있으므로 태양광 발전소 특화 O&M 서비스를 제공할 수 있는 기술개발이 필요
 - 규제 제경에 앞서 진단설비, 지능형 운영 제어 시스템, 예방정비 기술 등의 기술개발이 필요하고, 세계시장에 진출할 수 있는 O&M 전문기업을 육성해야 함
- PV 모듈 신뢰성 향상을 위한 모듈 설계 및 부품 소재 기술을 통하여 고효율화 및 경량화 등이 신재생에너지 정책의 홍보 수단 및 실제적인 에너지 효율성 증대로 이어질 수 있도록 시장니즈에 맞춘 제품 개발을 통한 시장 확대
- 미국, 일본 및 국내시장의 태양광 수요 증가는 국내 태양광 기업들의 매출 증가에 긍정적인 영향을 미치며, 태양광의 경쟁력은 소재의 원가절감·변환효율 개선 및 단가 경쟁력의 중요성이 더욱 부각될 것
 - 변환효율 제고 및 저가화를 위해 공정기술, 대면적 양산기술, 대량생산기술을 위한 연구개발이 중요 과제임

(2) 기술환경분석

◎ 해외

- 유럽은 재생에너지 사업에 대출·면세·감세 혜택 등 다양한 지원으로 투자 이익을 정부가 보전
 - 정부가 일정 기간 에너지 생산 가격을 지원해주는 ‘발전차액지원제도’
 - 에너지 공급자들에게 일정 비율은 반드시 재생에너지를 생산하도록 하는 ‘쿼터제’
 - 개인 단위 발전의 경우에도 태양광 패널 설치 시 면세 혜택과 생산 전력이 남으면 판매할 수 있는 제도 마련
- 인도는 ‘2017년 국가에너지정책(안)(NEP)’를 발표하며, 2022년까지 신재생에너지 설비용량 (누적)을 175GW까지 확충하는 것을 목표로 함
 - ‘17년 9월 말 기준 인도의 태양광 발전설비용량은 15GW이고, 목표 규모는 100GW임

◎ 국내

□ 정부 ‘재생에너지 3020 이행계획’ 발표

- 정부가 2030년까지 110조 원(정부예산 18조 원, 공기업 51조 원, 민간에서 41조 원)을 투입해 신재생에너지 발전 비중을 20%로 끌어올리고자, 48.7GW 규모 신재생에너지 설비를 확충할 예정
- RPS제도만 보더라도 2016년 기준 약 1,515MW가 신규 설비로 진입, 2012년 RPS시행 이후 태양광만 7,555MW, 2만 2,405개소에 보급완료
- 정부의 계획을 실행하기 위해서는 2030년까지 65GW 규모의 신규설비 보급이 필요하고, 태양광은 연 2GW 수준의 보급방안 필요
- 특히 글로벌 기업으로 성장할 수 있는 핵심 기술력을 확보한 강소기업을 육성하고 태양전지 시장의 95% 이상을 차지하는 결정질 실리콘 태양전지의 핵심소재 및 제조장비 국산화, 신공정기술 등에 대한 투자 확대 필요

□ 지난 2015년을 기준으로 신재생에너지의 전력생산량 비중이 전 세계 23.7%, 국내 6.6%로 1/4 수준이었으며, 이 중 태양광과 풍력이 차지하는 비중은 전 세계 4.9%, 국내는 0.93%로 1/5 수준을 기록

- 한국에너지공단 분석에 따르면 세계 태양광 발전시장이 지난해 90GW를 기록했으며 올해와 2020년에는 100GW를 넘어서는 구도를 유지할 것으로 예상

□ 2016년 기준 태양광 기업체수는 108개로 고용인원은 8,112명, 매출액은 7조 248억 원

- 내수시장 규모는 2조 777억 원, 수출액 2조 8,650억 원, 투자액 규모 5,553억 원 달성 등 국내에서도 태양광 분야가 성장 중

□ 태양광의 경쟁력은 소재의 원가절감, 변환효율 개선 및 단가 저가화로서 더욱 부각될 것

- 변환효율 제고 및 저가화를 위해 공정기술, 대면적 양산기술, 대량생산기술을 위한 연구개발 필요
- 최근에는 태양광 발전시스템 설치면적 축소, 설치단가 저감 등을 위한 기술개발이 진행되고 있으며, 유지보수 및 발전량 예측 시뮬레이션 등도 개발되고 있음

□ ‘17년 태양광 발전시스템 단가는 전년대비 10% 이상 하락해서 사상 처음으로 1달러/W를 달성할 전망

- 태양광 발전시스템 단가가 ‘10년도 3.5달러/W에서 ‘17년도에 1달러/W를 달성하였으며, ‘25년에는 0.7달러/W를 달성할 전망
- 유럽 및 미국 등 선진국에서는 이미 태양광 발전은 그리드 패러티에 도달했으며, 개도국으로의 확산 속도도 빨라지고 있음

□ ‘16년도부터 한국에너지기술평가원에서 지원하는 기술개발(실증)사업으로 추진하고 있는

MW급 태양광 발전 R&BD 실증단지에서 다양한 태양광 발전시스템의 성능 등을 평가할 수 있는 사업 추진 중

- 다양한 태양광 발전시스템 Track Record 확보, 태양광 발전시스템 성능 및 신뢰성 검증 기반 수립, 지역·환경 맞춤형 태양광 발전시스템 최적 운용방안 및 컨설팅할 수 있는 지원체계를 구축하기 위해서 노력 중
- 영남대학교는 주요국 태양광 발전 실증센터와 네트워크를 구축하여 지역, 환경에 적합한 태양광 발전시스템 성능 평가 등 지원체계를 구축하기 위해서 노력 중

□ 녹색에너지연구원이 일본의 영농형 태양광 발전 보급 모델을 국내에 적합한 시스템으로 적용·개발하는 영농형 태양광 관련 국내 최초 국가 연구 과제를 수탁

- 쓸라테크, 남동발전, 에스엠소프트웨어 등의 업체들이 참여하는 이 사업은 100kW급 농가 보급형 영농형 태양광 발전시스템 도출을 위해 6개소의 테스트베드(총 면적 1만 5,000m²)에서 10개 이상의 농작물에 대한 수확량 및 안전성 등을 검증할 것

□ 에너지신산업 특례요금제 개편('17)

- 신재생에너지를 설치할수록 더 많은 전기요금 할인을 제공하기 위해 최소 사용량 20% 기준을 폐지하고 신재생에너지 사용량의 50% 만큼을 할인
- 신재생에너지와 ESS를 함께 설치 시 신재생 할인금액의 최대 50% 추가 할인

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 선도기업과 후발주자 간 수익성이 크게 차이가 나고 있어 구조 조정 시 태양광 밸류체인 중 모듈분야가 가장 많은 기업들이 퇴출될 것으로 예상
 - 상위 업체인 Trina사의 제조 모듈단가는 1분기 47cent/W으로 추정되며, 4분기 40cent/W 수준으로 하락할 것으로 전망
 - 이에 반해 후발주자들의 제조단가는 이보다 20% 이상 비싼 것으로 추정돼, 현재 가격대에서 이익을 내기 쉽지 않은 상황임
- 케네디에너지파크홀딩스는 호주 퀸즈랜드에 태양광·풍력·축전지(ESC)를 통합한 발전소를 건설하여 연간 약 21만MWh의 전력 생산 예정

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁 환경			
	태양광 발전시스템	PVinB 시스템	수상태양광 발전시스템	융·복합 발전시스템
기술 분류	태양광 발전시스템	PVinB 시스템	수상태양광 발전시스템	융·복합 발전시스템
주요 품목 및 기술	시제품, 목업, 콘셉트디자인, 항공기용 제트엔진부품, 공조부품, 날개, 자동차용 엔진부품, 의지장구, 의료보조기구, 생체조직, 공예품, 생활용품, 장난감, 교보재, 기타 등			
해외기업	Belectric, China Power Investment, First Solar, Sun Power	Belectric, China Power Investment, First Solar, Sun Power	-	-
국내기업	LG CNS, KC코트렐, KD파워, SDN, 에스에너지, 신성솔라에너지, 한화솔라에너지	이건창호, 에스에너지, 쏠라테크	LS산전, 쏠라테크	-

◎ 국내 업체 및 기술동향

□ 국내 중소기업 사례

- (주)해줌은 매곡산업단지 내 공장지붕에 당사의 과학적인 시스템을 활용한 태양광 발전소를 건설하여 연간 1억 원 이상의 수익 창출이 예상되며, 현대공업 매곡 태양광 발전소는 연간 225가구가 쓸 수 있는 약 60만kWh의 친환경 에너지를 생산
- (주)피앤디솔라는 군산에 국내 최대 규모인 18.7MW의 수상태양광 발전소를 건설하기로 하였고, 수상태양광 발전소는 저지대 배수량을 조절하고 하류지역 최대 유량을 감소시키는 유수지 본래 기능을 유지하면서, 수면에 발전소를 세워 국토를 효율적으로 활용하는 효과가 있음
 - 또한, 농지·산림 훼손이나 사업 추진에 따른 민원발생이 적은 것도 장점
- (주)대온은 신재생에너지 전문기업으로, 제주도 전력·전자분야 최초로 조달청으로부터 우수조달물품 인증을 받고, 기존 태양광 시스템에서 불가능했던 모듈별 고장진단을 가능하게 한 모니터링 발전시스템으로 모듈노화, 효율저하, 음영, 오염 등까지 판단할 수 있는 최첨단 태양광 발전시스템을 개발하고, 이 태양광 모니터링 발전시스템을 싱가포르에 수출하게 되면서 싱가포르의 신재생에너지 전문 기업인 오션픽셀(Ocean Pixel)과 해당분야 전문 펀드회사와 공동으로 진행하는 신재생에너지 프로젝트에 따른 수출액이 미화 약 13만 달러를 기록하게 되었음
 - 특히 태양광 셀 모듈의 개별 전압 데이터를 검출해 이를 통해 특정 셀 모듈과 주변 셀 모듈 간 전압 데이터를 상대 평가한 후 PC, 모바일을 이용해 원격지에서도 이상 상태 파악이 가능한 태양광 발전 효율 및 운영관리의 효율성을 극대화한 혁신적인 제품
- (주)탑인프라는 태양광 발전의 지지대 제작 및 시공, 유지관리 등 신재생에너지 분야 전문기업으로 2017년엔 태양광 발전소 개발건설, 프로젝트 파이낸싱, 운영 등을 통해 1,000억 원 규모의 연매출을 달성하였고, 지난해까지 당사가 전국에 설치한 태양광 발전설비의 누적용량은 250MW 이상으로 2017년 무역의 날 시상식에서 대통령 표창 및 500만 달러 수출탑을 수상
- (주)성운티에스는 충남TP가 주관하는 '2017 충남 자동차부품 기업 글로벌 판매 촉진을 위한 우즈베키스탄 시장개척단'의 일원으로 우즈베키스탄에 170kW 규모의 태양광 발전시스템을 수출했으며, 창업 3년 만에 2015년 대통령상인 '백만불 수출의 탑'을 수상
- (주)비제이파워(BJ파워)는 태양광 발전시스템 개발·제조업체이며, 최근 필리핀 국방부에 100MW 태양광 발전소를 건설하는 내용의 MOU를 체결하면서 필리핀 태양광 사업에 진출함
- 이앤에이치(주)(E&H)는 친환경 신재생에너지 산업의 태양광 발전분야에서 뛰어난 기술과 경륜을 갖춘 기업으로, 당사는 태양광 발전시스템, LED조명, 에너지 저장장치(ESS) 등의 사업군을 보유하고 있으며, 오랜 경력으로 벤처기업, 이노비즈 인증을 받았고 하이-서울 브랜드 기업으로 선정되기도 함
 - E&H는 태양광 발전시스템 설계·조달·시공·유지·관리·컨설팅 등 토클 서비스와 태양광 가로등, 등기구, LED, ESCO, ESS 등을 공급
 - 당사는 일본에 진출하여 52기의 태양광 발전소 건설(EPC) 사업을 추진했으며, 일본에서의 성공적인 사업 노하우로 터키를 신 교두보로 삼고 동유럽, 러시아 등으로 시장을 확대할 계획
- (주)하우스앤비욘드는 태양광 융합솔루션 전문 업체로, '국제지속가능 발전을 위한 스마트 기술 및 조달전시회(STS&P 2017)'에서 독립형 태양광 발전시스템(OFF-GRID)을 선보였고, 당사는 태양열을 저장하는 컨트롤 기술과 전기로 전환하는 인버터 기술을 가진 업체로 독립형 태양광 단말기를 중남미에 1,000만 달러 이상 수출함

- 케이알솔라(주)(KR솔라)는 올해의 제품 수상식 ‘VIP ASIA Awards 2017(에이빙 뉴스 주관)’에서 그린에너지 부문 ‘건물 일체형 태양광 컬러모듈(BIPV)’로 3년 연속 수상하였고, 이번 태양광 컬러모듈(BIPV)은 건물 외관의 미적인 요소를 고려한 고급스러운 컬러와 디자인을 적용하여 무광택, 불투명 컬러 유리로 미관을 개선하고 태양에너지를 수집해 전기에너지를 활용할 수 있는 일석이조의 효과를 보임
 - KR솔라의 건물 일체형 태양광 모듈은 염료나 색소를 사용하지 않아 노출에 의한 열화가 없고, 햇빛 투과율 및 흡수율이 높은 스위스 기술의 ‘코로메틱스 컬러 유리(Koromatix GLASS)’가 적용
- 태양광 발전시스템 전문 업체 (주)에이치에스쏠라에너지(HS쏠라에너지)는 태양광 기업으로는 최초로 녹색인증을 받은 기업이며(2015년), 태양광 시설 생산·설치, 태양광 인버터 제조 등을 진행하고 있고, 2018년 청주시 융복합지원사업의 시공업체로 선정되어 청주 미원과 낭성지역 주택 및 복지시설 52개소에 태양광을 설치할 예정
- (주)더블유쏠라는 시화호, 새만금 등 대규모 수면에 적합한 텐세그리티 수상 태양광 발전시스템을 개발하고 ‘2017년 대한민국 에너지 대전’에서 선보였으며, 이 텐세그리티 수상 태양광 발전시스템은 가벼우면서도 견고하며, 시스템 제작비용도 철강 구조의 기준 수상 태양광 발전시스템의 절반 정도
 - 당사의 텐세그리티 수상 태양광 발전시스템은 중소벤처기업부 기술혁신 연구프로그램과 충남 창조경제혁신센터, 한화 서산솔라벤처단지의 지원을 받아 기술을 개발하고 사업화함
- 신재생에너지 전문기업인 (주)태성이앤씨는 2013년 태양광 발전소 건립을 시작으로 ‘17년 8월 말까지 연간 40MW의 시공을 하고, 150MW에 달하는 시공실적을 보유하고 있고, 그중 27MW를 자사 발전소로 운영하고 있으며, 발전량 손실을 줄이기 위한 체계적인 유지관리 수립을 위해 실시간 발전량 확인 및 모니터링을 진행하고, CCTV를 통한 최단시간 문제해결 프로세스인 원스톱 시스템을 구축함
 - 당사는 최근 산업통상자원부 전기 심의위원회에서 20MW 3개소, 3.4MW 1개소로 자사 단일부지 최대 용량인 64MW 허가를 취득하였고, 제주도 탄소 없는 섬 프로젝트의 일환으로 제주도의 약 31만평에 태양광 발전소를 건설하는 사업을 진행
- 국내 1호 태양광 시스템 전문기업 에스디엔(주)은 지금까지 국내외에 누적 255MW의 태양광 발전소를 건설·공급하였고, 10년 이상 태양광 운영 데이터를 축적하여 최적의 태양광+ESS 이용률 제시와 설계 컨설팅 및 EPC가 가능한 기업
 - 당사는 광주 첨단 태양광 모듈 생산 공장 옥상에 1MWh 리튬이온 배터리와 500kW PCS(인버터), EMS(에너지관리시스템) 등으로 구성된 ESS설비를 구축

[주요 중소기업 비교]

(단위 : 백만 원, %)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)해줌	5,962	6,895	6.9	-8.2	-13.6	1.4
(주)대은	3,760	8,208	-14.6	5.0	5.1	5.3
(주)탑인프라	60,895	71,478	17.4	9.4	6.8	0.1
(주)성윤티에스	1,331	348	-84.3	-51.3	3.2	6.9
(주)비제이파워	9,843	5,345	-51.1	-11.8	-38.5	12.8
이앤에이치(주) (E&H)	11,309	11,922	-50.2	0.5	0.1	2.4
(주)에이치에스 쏠라에너지	4,033	2,884	100.8	18.6	16.5	6.1
(주)더블유쏠라	2,042	1,333	12.9	7.2	6.3	81.0
(주)태성이엔씨	25,596	27,102	-29.3	2.1	2	-
에스디엔(주)	88,416	34,268	-27.3	1.7	-5	0.7

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 전 세계 태양광 시장의 60% 이상을 점유하고 있는 중국을 중심으로 시장이 형성되고 있으며, Sun Belt 지역(중동, 아프리카, 북미, 남미 등)에서도 태양광 발전시스템 보급을 확대하기 위해 노력하고 있음
- Honeywell은 빌딩자동제어 통합시스템 기술인 EBI(Enterprise Building Integration)의 구성요소로서 에너지관리 기술을 개발 중
- Siemens는 EMC(Energy Monitoring & Control platform)를 기반으로 하는 원격 AOC(Advantage Operation Control)를 운용 중
- Schneider는 중소형 빌딩 및 공장 등을 원격으로 관리하기 위한 REM(Remote Energy Management)를 개발
- NGR Energy사는 미국 최대의 IPP 중의 하나로 분산전원과 소비자 중심의 에너지 미래 관련 장기적 전략을 추진하고, 지붕형 태양광 시스템 설치 업체인 Roof Diagnostics사를 인수

[주요 기업 현황]

구분	업체명	사업영역 및 주요내용
결정질	Jinko(중국)	<ul style="list-style-type: none"> • '15년 모듈 4GW 양산용량, 가동률 70%로 4년 연속 적자로 재무부담 가중 • '16년 1분기 흑자 전환 발표했으나, 여전히 파산신청 가능성 상존
	GCL	<ul style="list-style-type: none"> • '16년 현재 6.0GW 규모 양산 캐파 확보
	Trina Solar(중국)	<ul style="list-style-type: none"> • '16년 현재 5.6GW(셀/모듈) 규모 양산 캐파 확보
	Canadian Solar(중국)	<ul style="list-style-type: none"> • '15년 셀 2.5GW, 모듈 4.3GW 양산용량('16년 셀 3.4Gw, 모듈 5.6GW 증설) • 단결정 PERC셀로 20% 이상의 효율의 양산 기대 • n형 단결정 양면 제품 시생산
박막	CdTe First Solar(미국)	<ul style="list-style-type: none"> • '15년말 2.7GW 규모 양산(수직계열화) • '15년말 모듈 효율 18.6% 기록(셀 효율 21.5% 기록)
	Solar Frontier(일본)	<ul style="list-style-type: none"> • '15년말 1.05GW 생산라인 구축(150MW 신규 라인은 '16.6 양산) • '15년 셀 효율 22.3% 기록(0.5cm x cm)
	CIGS CTIE(중국)	<ul style="list-style-type: none"> • '14년 독일 Avancis 인수, 1.5GW 양산 공장 중 1단계 300MW 건설 중 • '16년 자회사 CTIEC를 통해 CdTe박막모듈 100MW 양산공장 건설 추진 • 건자재회사로서 BIPV시장 주도 기대
	염료 감응형 G24i(영국)	<ul style="list-style-type: none"> • 5MW 규모 Flexible DSC 태양전지 시험양산(R2R 방식) • Solar 백팩, Solar 키보드 등 신규 제품 개발 및 판매

구분	업체명	사업영역 및 주요내용
유기 박막	Dyesol(호주)	<ul style="list-style-type: none"> DSC소재 분야에서 가장 오랜 기술 축적 및 판매 경험 기술라이센스 및 신규 염료 개발 중심 사업모델 추구
	Mitsubishi Chemical(일본)	<ul style="list-style-type: none"> 폴리머 소재 기반 용액공정을 통한 필름형태 제품 개발 3M과 협업, 2016년부터 제품 출시 계획
	Heliatek(독일)	<ul style="list-style-type: none"> 저분자 진공방식에 의한 2층 탠덤구조로 12.1%(1.1cm²)의 세계 최고효율 발표 '15년 상업 생산설비 구축 완료, 반투명 플렉시블 태양전지 제품 출시 계획 일본 Asahi Glass와 협업으로 BIPV시장 진출 계획

* 출처 : 신재생에너지 백서 (2016)

(2) 국내업체동향

- 모듈업체를 중심으로 성장하고 있으며, 최근에는 모듈업체에서 태양광 발전시스템 설치로 사업을 확장하고 있음
 - 국내 태양광 산업은 결정질 실리콘 태양전지 기업 위주로 산업이 형성되어 있으며, 박막 태양전지는 현재 R&D 위주로 다양한 개발이 진행 중임
- 태양광 발전시스템 관련 기업은 한국에너지공단에서 지원하는 보급 사업을 통해서 성장하고 있으며, 최근에는 해외에서 수 MW급 태양광 발전시스템 구축 프로젝트가 확대되면서 결정질 실리콘 모듈제조기업을 중심으로 태양광 발전 EPC 또는 SI 사업에 참여하고 있음
 - 특히, 국내 주요 모듈 기업인 LG 전자, 한화큐셀, 에스에너지, 신성솔라에너지 등에서 기존 사업뿐 아니라 태양광 발전시스템 설치 사업으로 영역을 확대하고 있음
- 포스코에너지는 100kW급 건물용 MCFC를 개발하여 국내에서 실증 운전 중이며 공공건물 신재생에너지 이용 의무화 제도에 사용을 추진
- OCI는 태양광 전문업체인 우성에이스와 함께 준공한 남해 태양광 발전소의 상업운전을 개시
 - OCI는 남해에 2차로 개발 중인 6MW 규모 태양광 발전소를 지어 상업운전을 개시할 예정이며, 남해 외에도 상주, 고성 등에 총 8MW 규모의 태양광 발전소를 건설하기도 하였고, 2018년에는 국내에서만 총 100MW 규모의 태양광 발전소를 건설할 계획
- 한전KDN은 총 760억 원 규모의 '일본 이바라키현 54MW 메가솔라 프로젝트 구축사업'을 완공하고 상업운전을 개시, 향후 20년간 발전소 운영 및 관리·유지보수를 담당
 - 메가솔라급 태양광 발전설비는 태양광 발전소 감시·제어 시스템을 적용해 효과적인 설비관리와 발전소 운영효율 향상이 기대됨

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- K-water는 합천댐(0.5MW), 보령댐(2MW), 충주댐(3MW)까지 총 3개의 수상태양광 발전시설을 보유·운영 중이며, 국내 신재생에너지 설비량 1위 기업으로 충주댐에 설치된 '청풍호 수상태양광 발전소'는 연간 950가구에 공급할 수 있는 4,031MWh의 청정에너지를 생산
 - 이 사업에 LS산전이 책임준공, 발전효율 보증 및 설계·조달·시공 일체(EPC) 담당 사업자로 참여
 - LS산전은 수상태양광 전용 모듈을 세계 최초로 개발하는 등 분야 1위 기업으로 평가받고 있음
- (주)해줌은 매곡산업단지 내 공장지붕에 당사의 과학적인 시스템을 활용한 태양광 발전소를 건설하여 연간 225가구가 쓸 수 있는 약 60만kWh의 친환경 에너지를 생산
 - 태양광 설비를 지붕에 설치할 경우 토지에 설치하는 것보다 인허가가 용이하고, REC 가중치를 가장 높게 받을 수 있어 고수익을 낼 수 있음
- 피앤디솔라는 전북 군산의 유수지에 국내 최대 규모인 18.7MW 규모의 수상태양광 발전소를 건설 할 예정이며, 한화솔라파워는 경북 예천·영주의 농촌에 태양광 사업을 추진
- 신재생에너지 전문기업 대은의 태양광 발전시스템은 제주도 전력·전자 분야 최초로 조달청으로부터 우수조달물품 인증을 받은 시스템으로 기존 태양광 시스템에서 불가능했던 모듈별 고장진단을 가능하게 한 모니터링 시스템으로 모듈노화, 효율저하, 음영, 오염 등까지 판단할 수 있음

[발전사업 허가를 받은 40MW 초과 태양광 설비 ('17년 기준)]

발전소명	사업자	지역	용량(MW)
영암 태양광	영암태양광발전	전남	98
해남 솔라시도 태양광	솔라시도태양광발전	전남	98
제주 청정에너지 태양광	제주에너지개발	제주	95
서산 태양광	현대에코에너지	충남	65
봉화화천 태양광	봉화화천태양광발전소	경북	60
봉화도촌 태양광	우리파워15호	경북	55
의성 점곡 태양광	점곡태양광발전소	경북	50

* 출처 : 산업통상자원부, 8차 전력수급기본계획

[주요 기업 현황]

구분	업체명	사업영역 및 주요내용	
결정질	한화	<ul style="list-style-type: none"> 셀/모듈 5.4GW(중국 2.4GW, 한국 1.5GW, 말레이시아 1.5GW) 양산 한화케미칼 '15년 연간 13,000톤 폴리실리콘 양산('16년 15,000톤으로 증설) 한화큐셀코리아 등에서 EPC(발전사업) 추진 중 	
	OCI	<ul style="list-style-type: none"> '15년 연간 52,000톤 규모의 양산, 230억 원 규모의 공정개선 투자 계획 OCI솔라파워에서 발전사업 수행 중(미국 텍사스 샌안토니오에 400MW 규모) 	
	현대중공업	<ul style="list-style-type: none"> 600MW 규모 셀/모듈 양산, 고효율 PERC태양전지 생산 중심으로 전환 R&D 센터, UL/VDE 자체 인증랩, 태양광 실증단지 운영으로 신제품 개발, 모듈 평가, 제품 신뢰성 향상 등 개발 	
	LG전자	<ul style="list-style-type: none"> 1GW 규모 셀/모듈 양산, 수출에 주력 중이며, 2018년 1.8GW로 증설 추진 n형 단결정 실리콘 기반의 고효율 양면수광형 태양전지 사업화 	
	LS산전	<ul style="list-style-type: none"> 150MW 규모 모듈 양산, 수상 태양광 발전시스템을 일본 등 해외 수출 중 국내 합천댐 등에 수상태양광 실증(수자원공사와 협조) 및 사업화 	
	S-Energy	<ul style="list-style-type: none"> 350MW 규모 모듈 양산, 400MW 규모로 증설 진행 중 일본, 칠레 등 해외발전사업과 자회사 에스파워를 통한 국내 발전사업 추진 중 	
박막	신성 솔라에너지	<ul style="list-style-type: none"> 셀 420MW, 모듈 150MW 규모 양산, 셀 600MW 규모로 증설 진행 중 베트남 등 해외발전사업 추진 중 	
	실리콘 박막	LG전자	<ul style="list-style-type: none"> a-Si 박막 태양전지에서 국내 최초로 NREL 공인 세계 최고 효율 달성(셀 효율 13.4%)
	CIGS	LG이노텍	<ul style="list-style-type: none"> 국가 R&D 과제 성공 완료, 동시증발법을 이용한 CIGS 박막 태양광 모듈 상용화 기술 국내 최초 개발
		삼성SDI	<ul style="list-style-type: none"> 국가 R&D 완료, 스퍼터링 방식을 이용한 CIGS 박막모듈 효율 16% 달성했으나, 사업화 중단으로 WonCIGS에 기술이전
	염료 감응형	동진쎄미켐	<ul style="list-style-type: none"> 국가 R&D 수행 중, 자동화 Pilot production 라인 구축 완료 BIPV(Facade 및 Window) 실증 목적의 국내외 프로젝트 추진 진행 중 (디자인 개발, 시제품 제작, 설치)
		상보	<ul style="list-style-type: none"> 국가 R&D 수행 중, SUS 기판을 이용한 Flexible DSC 박막 태양전지 개발 중 (R2R 방식 적용)
	유기 박막	코오롱 인더스트리	<ul style="list-style-type: none"> 국가 R&D 수행 중, R2R방식(고분자 재료 사용)을 적용한 Flexible 유기 박막 태양전지 개발 중
		LG화학	<ul style="list-style-type: none"> 국가 R&D 수행 중, 저분자를 이용, 개발 중(공인 셀 효율 8.01%)

* 출처 : 신재생에너지 백서 (2016)

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- 정부는 태양광을 핵심 에너지원으로 육성하기 위한 기술개발 및 보급 정책을 수립하고, 태양광 발전사 및 판매자를 확대하고, 소규모 사업자에게 일정 물량을 배정함
- 중국은 산학 협력이 활발히 진행되어 연구결과 상용화 역시 높은 성장률을 보이며, 이를 통해 태양광 산업 벤류체인별로 중국의 점유율이 성장세를 보이고 있음
- 탑인프라는 경사가변형 구조물, 모니터링 통합 제어장치(RTU), 모뎀 및 RTU 자동 복구장치 등 태양광 관련 기술들을 선보임
 - 경사가변형 구조물은 계절별로 달라지는 태양의 고도에 맞춰 모듈의 경사를 수동으로 바꿀 수 있는 장치
 - 모니터링 통합 제어장치는 각 발전소별 데이터를 수집, 분석해 발전 효율 등을 종합적으로 해석하는 설비로, 통계 기법을 접목한 알고리즘을 통해 효율을 자동으로 비교·분석
- 셀 형태의 클라우드 기반 방식이 옥상 태양광 모니터링 비용을 낮출 전망
 - 이더넷-와이파이-직비 등 컴퓨터 네트워킹 기술을 사용해 모니터링 하는 기술보다 태양광 셀을 설치하는 것이 초기 투자비용은 비싸지만 장기적으로 더욱 저렴하게 이용할 수 있음
 - 소비자 역시 홈 네트워크 장애로 인한 리스크를 방지할 수 있음
- 국내 기업 피앤디솔라가 군산의 유수지에 건설 예정인 수상태양광 발전소는 저지대 배수량을 조절하고 하류지역 최대 유량을 감소시키는 유수지 본래의 기능을 유지하면서 수면에 발전소를 세워 국토의 효율적 활용이 가능함
 - 또한, 농자산림 훼손이 적고, 사업 추진에 따른 민원 발생도 적음
- 국내 기업 대은의 태양광 발전 모니터링 시스템은 태양광 셀 모듈의 개별 전압 데이터를 검출하고, 특정 셀 모듈과 주변 셀 모듈 간 전압 데이터를 상대평가한 후 PC나 모바일을 이용하여 원격지에서도 상태 파악이 가능하여, 태양광 발전 효율 및 운영관리의 효율성을 극대화함
- 헥스파워시스템은 MW급 Multi-Central 방식 인버터 시스템을 개발하여 고효율 대용량 태양광 인버터의 국산화 시대를 이끌고 있음

나. 특허동향 분석

◎ 태양광 발전시스템 특허 주요 기술

주요 기술

- 태양광 발전시스템은 전력제어 기술, 전력변환장치 성능향상 기술 및 시스템 성능 개선기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
전력제어 기술	태양광 발전시스템의 계측제어 및 모니터링 시스템 개발	태양광 발전시스템의 계측 정밀도 2% 이내
	태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기법	태양전지 모듈의 스트링 및 어레이 설계
	발전량 예측 프로그램	설치 지역 및 누적 기후 데이터 기반의 발전량 예측
전력변환장 치 성능향상	고효율 신기술 적용 DC-DC 컨버터 기술	3kW 이상 용량에 대한 97% 이상 고효율 전력변환 및 전력변환 토플로지
	고효율 신기술 적용 AC-DC 컨버터 기술	10kW 이상 용량에 대한 98% 이상 고효율 전력 변환 및 전력변환 토플로지
시스템 성능 개선	5kW 태양광/20kW 에너지저장 연계시스템의 원격모니터링 기술	계통 및 부하 조건에 대한 연계 운전 알고리즘
	태양광 발전시스템의 접속함 및 집전함 기술	외부 환경 조건에 대한 FMEA(고장모드분석) 설계

◎ 세부 분야별 특허동향

주요 기술별 국가별 특허동향

- 태양광 발전시스템의 분류별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허 데이터를 비교 분석함

분류	한국	미국	일본	유럽	계
전력제어 기술	184	65	71	21	341
전력변환장치 성능향상	135	52	77	16	280
시스템 성능 개선	86	21	36	9	152
합계	405	138	184	46	773

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 국가별 특허동향에서 한국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 일본, 미국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 전력제어 기술 분야에서는 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본이 그 다음으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 전력변환장치 성능향상 기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 시스템 성능 개선기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
전력제어 기술	●	<ul style="list-style-type: none">▪ 웅진에너지 주식회사▪ 엘에스산전 주식회사	<ul style="list-style-type: none">▪ 대기업중심▪ 웅진에너지 주식회사, 엘에스산전 주식회사
전력변환장치 성능향상	●	<ul style="list-style-type: none">▪ 이데미쓰 고산 가부시키 가이샤▪ 한국에너지기술연구원	<ul style="list-style-type: none">▪ 공공기관중심▪ 한국에너지기술연구원
시스템 성능 개선	○	<ul style="list-style-type: none">▪ 에스케이실트론 주식회사▪ 동우하이테크	<ul style="list-style-type: none">▪ 대기업중심▪ 에스케이실트론 주식회사, 동우하이테크

□ 전력제어기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 웅진에너지 주식회사, 엘에스산전 주식회사가 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 전력변환장치 성능향상 기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 공공기관을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야에서는 이데미쓰 고산 가부시키가이샤가 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 시스템 성능 개선기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 태양광 관련 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 에스케이실트론이 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 태양광 발전시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 태양광 발전시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술은 전력제어 기술 및 전력변환장치 성능향상인 것으로 조사됨. 공백기술은 시스템 성능 개선 기술 분야인 것으로 나타남
- 태양광 발전시스템 기술 분야에서 전력제어 기술 및 전력변환장치 성능향상기술은 경쟁이 치열한 분야이고, 시스템 성능 개선 기술은 타 기술 분야에 비해 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	기술 집중도
전력제어 기술	●
전력변환장치 성능향상	●
시스템 성능 개선	○

* ●: 200건 이상, ○: 100~199건, ◉: 50~99건, ◇: 30~49건, ○: 30건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	최근 핵심요소기술 동향
전력제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 태양광용 계통 전압의 접지를 검출하여 셀과 접지 사이의 전압을 보정하는 태양광 PCS 시스템
전력변환장치 성능향상	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 고집광이 가능한 태양광 발전모듈 및 발전장치
시스템 성능 개선	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 모니터링 기반 이상상황 알고리즘별 측정 장치

□ 국내 특허동향을 살펴보면 한국은 대기업을 중심으로 전반적으로 연구개발을 진행하고 있음. 특히, 주요출원인인 웅진에너지 주식회사, 엘에스산전 주식회사등을 중심으로 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 전력제어기술 분야에서는 태양광용 계통 전압의 접지를 검출하여 셀과 접지 사이의 전압을 보정하는 태양광 PCS 시스템 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 전력변환장치 성능향상 기술 분야에서는 고효율 고집광이 가능한 태양광 발전모듈 및 발전장치 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 시스템 성능 개선기술 분야에서는 태양광 모니터링 기반 이상상황 알고리즘별 측정 장치등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 태양광 발전시스템 기술 분야의 공백기술 분야는 5Kw 태양광/20kW 에너지저장 연계시스템의 원격모니터링 기술을 포함하는 시스템 성능개선 기술인 것으로 판단됨
- 전력제어 기술 및 전력변환장치 성능향상기술은 대기업의 참여가 높은 분야임
 - 따라서 태양광 발전시스템 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않으며, 국내 대기업 및 글로벌 기업이 아직 국내에 활발히 특허를 출원하고 있지 않은 시스템 성능개선 기술 분야에 대하여 관련 기술을 보유하고 있는 공공연구기관과 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
 - 시스템 성능개선 기술 분야 기술개발시 최근 기술이 개발되고 있는 태양광 모니터링 기반 이상상황 알고리즘별 측정 장치등에 관한 특허를 확보하는 전략이 바람직할 것으로 판단됨
 - 이와 같은 특허전략 수립 시 한국에너지기술연구원, 한국생산기술연구원등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

한국에너지기술연구원

- 한국에너지기술연구원 신재생에너지연구본부 태양광연구실
 - 신재생에너지연구본부는 태양광 발전, 태양열 에너지와 수소제조 및 연료전지 기술을 중점적으로 연구하고 제로에너지 솔라하우스 및 신재생에너지 자원지도 같은 특화연구 분야 등을 통해 신재생에너지 발전에 기여
 - 태양광연구실은 차세대 태양전지의 미래기술 개발을 통해 태양광 분야의 국가 기술경쟁력 강화와 태양광 발전의 경제성 개선, 다양한 응용분야 발굴을 통한 새로운 비즈니스 모델 창출에 기여
 - 에너지닥터 중소기업 멘토링 사업, 시작품 제작지원 사업, 중소·중견기업과의 기술교류회, 패밀리기업 지정, 중소기업 뉴스레터 등 중소·중견기업 지원 사업 제공

태양광 발전시스템 분야 연구개발 기관

- 한국에너지기술평가원 기술개발본부 신재생에너지실
- 한화
 - 한화큐셀 위주로 수직계열화 완료, 한화큐셀코리아 등에서 EPC(발전사업) 추진 중
- OCI
 - OCI솔라파워에서 발전사업 수행 중이며, '15년 연간 52,000톤 규모 양산
- 현대중공업
 - R&D센터, UL/VDE 자체 인증 랩(Lab), 태양광 실증단지를 운영하며 신제품 개발, 모듈 평가, 제품 신뢰성 향상 등을 선도
- LS산전
 - 수상태양광 발전시스템을 일본 등 해외에 수출하고, 수자원공사와 협조 하에 국내 합천댐 등에 수상태양광 실증 및 사업화 추진

국내 신재생에너지 테스트베드 구축사업이 전국에 걸쳐 활발하게 진행되고 있으며, 태양광, 풍력, 연료전지 등 신재생 기업(특히 중소·중견기업)이 개발한 기술 또는 제품의 사업화, 수출화를 촉진할 수 있도록 수요 거점지역에 시험분석·성능평가·실증장비 및 공용 인프라를 구축하여 운영 중

- (대경권) 구미 전자정보기술원이 주관으로 총 299억 원을 투입한 태양광 테스트베드 구축
- (충청권) 302억 원을 투자해 규격 시험 장비 60여 종을 구축하고, 기술지원 서비스 등 태양광 기업을 지원할 핵심 인프라 구축
- (호남권) 77억 원을 투자해 박막태양전지용 소재 및 셀 제조 광학·전기적 성능평가 시험 등을 수행하는 국내 최대 규모 태양광 산업 클러스터 조성

[신재생에너지 테스트베드 분포 현황]

구분	지역	주관기관	
태양광	대경권	충북테크노파크	
	충청권	구미 전자정보기술원	
	호남권	전북대학교 산학협력단(대표), 한국생산기술연구원 호남권지역본부(공동)	

* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 홈페이지, 2016

□ 한국에너지기술평가원 기술개발(실증)사업

- MW급 태양광 발전 R&BD 실증단지에서 다양한 태양광 발전시스템의 성능 등을 평가할 수 있는 사업 추진 중
- 다양한 태양광 발전시스템 Track Record 확보, 태양광 발전시스템 성능 및 신뢰성 검증 기반 수립, 지역·환경 맞춤형 태양광 발전시스템 최적 운용방안 및 컨설팅할 수 있는 지원체계를 구축하기 위해서 노력 중

□ 한국에너지기술평가원

- 에너지기술 정책수립 사업, 에너지 R&D 전문 인력 양성(기초/고급 트랙), 에너지 국제 공동연구 사업(선진기술획득형, 해외시장진출형 등)을 제공

□ 한국에너지융합협회

- 에너지 메이커스 이니셔티브(Energy Makers Initiative)는 기업 및 유관기관들이 참여하며, 4차 산업혁명을 통한 패러다임 변화에 적극 대응하기 위해 에너지 융합산업을 주제로 하는 인력양성, 비즈니스 모델 발굴, 정보공유 및 협력을 통해 에너지 생태계 활성화에 기여하기 위한 기업 네트워크 및 융합 플랫폼
- 태양광 전문기업(에스에너지, 마이크로발전소, 고호태양광, 앰페코), 에너지 솔루션 개발업체 (신흥SEC, 희성, 시너젠), 인력양성 전문기관·기업(한국융합기술진흥원, 러닝카페, 서울숲 사회혁신 공유재단, 아이코어이앤씨), 전문 연구소(녹색에너지 전략연구소, 도시표준 연구소), 창업지원기업(서울창업 디딤터, 벤처박스) 등이 참여

- 정부 '재생에너지 3020 이행계획' 발표
 - 정부가 2030년까지 110조 원을 투입해 신재생에너지 발전 비중을 20%로 끌어올리고자, 48.7GW 규모 신재생에너지 설비를 확충하기로 함
- 2017년 신재생에너지보급 정부지원 사업
 - 신재생에너지 보급·금융·표준화 및 인증·발전 차액 지원, 신재생에너지 산업 해외진출 지원
 - 신재생에너지 기반 구축, 친환경 전지융합 실증화 단지 구축
- 국가 연구개발 지원사업
 - 중소벤처기업부
 - 중소기업기술혁신사업
 - 산학연협력기술개발사업
 - 상용화기술개발사업
 - 중소기업 R&D 역량제고사업
 - 기술혁신형 중소기업 연구인력 지원사업
 - 중소기업진흥공단
 - 인력양성(컨설팅 지원 사업): 중소기업의 특성에 맞는 맞춤형 컨설팅을 지원하여 성장기·정체기 기업의 지속서장을 위한 근본체질 강화 및 글로벌 경쟁력 확보
 - 한국에너지공단 신재생에너지센터
 - 신재생에너지를 설치·이용하고자 하는 자와 신재생에너지 설비를 생산하는 제조업체를 대상으로 장기저리의 융자금 지원을 통해 신재생에너지 설비 보급과 관련 산업 육성
- 중소기업 대상 시설 및 장비 지원
 - 중소기업전용연구시설(Rental Lab) (한국생산기술연구원)
 - 공동연구수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소기업에게 연구공간 제공
 - 연구원 인프라(인력, 장비 등)을 활용한 근접 지원
 - 지원내용은 크게 시설 지원, 장비 지원, 기술 및 공동연구 지원으로 구성되어 있음
 - 연구장비 공동활용 지원사업 (중소벤처기업부)
 - 주관기관이 보유한 연구시설과 장비, 소프트웨어를 중소기업이 공동 활용하도록 지원
 - 연구개발과 설계 및 디자인, 시제품 제작, 성능평가, 양산 및 마케팅에 이르는 원스톱 지원
 - 중소기업이 첨단 고가 연구 장비를 쉽게 이용할 수 있도록 지원

나. 연구개발 인력

- 태양광 발전시스템 분야는 한국에너지기술연구원, 한국에너지기술평가원, 한국에너지공단, 구미 전자정보기술원, 충북테크노파크에서 주로 연구개발을 진행하고 있음
- 영남대학교는 주요국 태양광 발전 실증센터와 네트워크를 구축하여 지역, 환경에 적합한 태양광 발전시스템 성능 평가 등 지원체계를 구축하기 위해서 노력 중

[태양광 발전시스템 분야 주요 연구인력 현황]

기관	소속	연구분야
한국에너지기술연구원	신재생에너지연구본부 태양광연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 시스템 최적화 기술개발 • PV시스템 맞춤형 설계 및 진단기술 개발 • 태양광 발전(PV) 모듈 및 BIPV 관련 기술개발 • PV용 전력 변환장치(PCS) 기술개발 • PV 관련 성능시험·평가기술 개발 및 국제 표준화 • 태양광 인력양성 프로그램 개발 (학연 협동 석박사 과정)
한국에너지공단	신재생에너지센터	신재생에너지육성, 보급, RPS사업
한국에너지기술평가원	기술개발본부 신재생에너지실	<ul style="list-style-type: none"> • ESS기술개발 사업 • 전력피크 대응을 위한 ESS 실증연구 • 신재생에너지핵심요소기술개발 • 에너지기술 정책수립 사업 • 에너지 R&D 전문 인력 양성(기초/고급 트랙)

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

[태양광 발전시스템 요소기술 연구기관]

분류	요소기술	기관
태양광	염료감응 태양전지용 나노겔형 전해질 기술	한국에너지기술연구원
	염료감응 태양전지용 고효율 페이스트 제조기술	
	플렉서블 CIGS 박막 태양전지	
	태양전지용 나노겔형 전해질	
	초박형 실리콘 기판을 이용한 실리콘 태양전지 및 모듈	
	비진공 R2R 공정기반 CIGS 박막 모듈	

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[태양광 발전시스템 기술이전가능 기술]

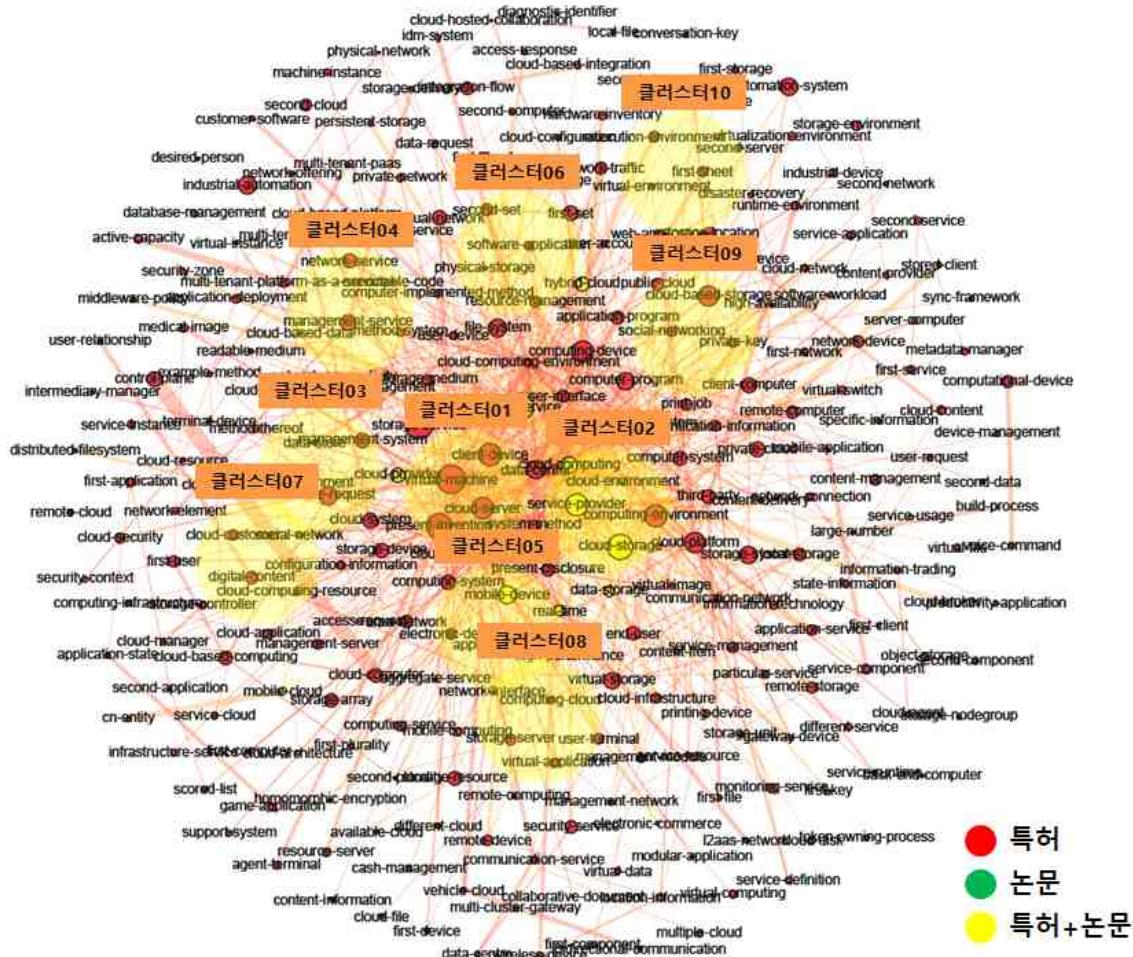
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> Sub-GHz 저전력 무선 네트워크 기반 태양광 발전 모듈 전력 정보 관리 기술
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> Sub-GHz(900MHz) 대역의 저전력 무선 네트워크 기술을 활용하여 태양광 발전의 전력 생산 효율을 모니터링 및 관리할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어 기술이 포함된 태양광 발전 모듈에 대한 전력 정보 모니터링 및 관리에 대한 기술 내용
기술이전 목적 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> Sub-GHz 저전력 무선 네트워크 기술의 태양광 모듈 전력 정보 모니터링 적용을 통해 태양광 발전 단지 에너지 생산 효율 극대화 유연한 보안 네트워크 암호키 변경 및 네트워크 노들 설정 기능을 적용한 무선 네트워크의 다양한 확대 적용 기술이 필요 모듈 당 가격 경쟁력을 갖춘 저전력 무선 네트워크 갖는 무선 네트워크 기술의 태양광 발전 분야 적용을 통한 전력 생산 비용의 최소화 태양광 발전 시스템의 실시가 생산 효율 관리에 기여 태양광 모듈 단위 모니터링을 통한 발전 성능 유지 저가 외산 대비 국산 태양광 모듈의 고급화 태양광 발전시스템의 모니터링 시스템의 고도화 기설 태양광 발전 시스템의 모니터링 성능 향상
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전 모듈 단위의 전력 정보(전압/전류 등) 전달을 위한 Sub-GHz 무선 네트워크 기술의 적용 Sub-GHz 무선 네트워크 기술 적용을 통한 전력 정보 모니터링 네트워크 구성의 간편화 무선 네트워크 환경에서의 정보 보안성 적용을 위한 암호화 기술 적용 단일 칩에 의한 무선 네트워크 기능 및 전력 정보 측정 태양광 발전 모듈 생산 전력에 의한 모니터링 시스템 운영 태양광 발전 단지 구성을 반영하기 위한 무선 네트워크 노드들의 네트워크 형상 변경 지원 태양광 모듈 상태 정보 전송 소프트웨어 기술
기술성숙도(TRL)	<ul style="list-style-type: none"> 단계 5
활용방안 및 기대성과	<ul style="list-style-type: none"> 신재생에너지관리 시스템 태양광 모듈 모니터링/관리 시스템 및 서비스 소비자 도메인 전력 정보 모니터링 시스템 및 서비스 マイ크로그리드 에너지관리 모니터링 시스템 및 서비스 홈/빌딩/공장 에너지관리 시스템의 무선 네트워크 장치
관련지적재산권	<ul style="list-style-type: none"> 특허 2건 - 태양광 모듈 상태 정보 수집 장치 및 방법 (출원번호 : 2014-0006676) - 태양광 발전 설비의 대여 관리 장치 및 방법 (출원번호 : 015-0044614) 무선 네트워크 기반 분산전원 에너지정보 수집 소프트웨어 등 프로그램 2건

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시



[태양광 발전시스템 기술 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	solar, battery, module	3	3. SOLUTION HEAT TREATMENT AND OVERAGE HEAT TREATMENT FOR TITANIUM COMPONENTS 4. First law energy analysis of thermochemical waste-heat recuperation by steam methane reforming
클러스터 02	solar, battery, substrate	4~5	1. PROCESS FOR REMOVING POLAR COMPONENTS FROM A PROCESS STREAM TO PREVENT HEAT LOSS 2. Synthesis of energy efficient chilled and cooling water network by integrating waste heat recovery refrigeration system
클러스터 03	solar, battery, cell	2	1. STATOR AND STATOR COMPONENTS OF DYNAMOELECTRIC MACHINES AND PROCESS OF INHIBITING JOULE HEATING THEREIN 2. Computer modeling helps prevent failures of heat treated components
클러스터 04	solar, battery, charge	6~7	1. HEAT TREATMENT METHOD FOR COMPONENTS MADE OF NICKEL BASE SUPERALLOYS 2. Evidence-based practice and the recognition and treatment of exertional heat stroke, part I: A perspective from the athletic training educator
클러스터 05	solar, battery, electric	3~5	1. SINGLE SHOT INDUCTOR FOR HEAT TREATMENT OF CLOSELY SPACED MULTIPLE ECCENTRIC CYLINDRICAL COMPONENTS ARRANGED ALONG THE LONGITUDINAL AXIS OF A WORKPIECE 2. An evaluation of quality parameters for high pressure diecastings Part II: Heat treatment
클러스터 06	solar, battery, charge	3	1. HOT DIE FORMING ASSEMBLY AND METHOD OF MAKING A HEAT TREATED PART 2. Influences of post weld heat treatment on fatigue crack growth behavior of TIG welding of 6013 T4 aluminum alloy joint (Part 1. Fatigue crack growth across the weld metal)
클러스터 07	solar, battery, barrier	5	1. LOCAL HEAT TREATMENT AND THERMAL MANAGEMENT SYSTEM FOR ENGINE COMPONENTS 2. Treatment of Fast-Growing poplar with monomers using in situ polymerization. Part II: Static and dynamic mechanical properties; Thermal stability
클러스터 08	solar, battery, silicon	4~5	1. METHOD FOR HEAT TREATING A STEEL COMPONENT AND A STEEL COMPONENT 2. Effective hardware for connection and repair of polyethylene pipelines using ultrasonic modification and heat shrinkage. Part 3. Analysis of surface-treatment methods for polyethylene pipes connected by banding
클러스터 09	solar, battery, membrane	5~6	1. IMPROVEMENT IN PROCESS FOR THERMAL FIXATION OF CATALYTICALLY ACTIVE COMPONENT ONTO ALUMINA SUPPORTGraphene Ink Laminate Structures on Poly(vinylidene difluoride) (PVDF) for Pyroelectric Thermal Energy Harvesting and Waste Heat Recovery 2. Heat treatment process of gear shaft parts for large machinery
클러스터 10	solar, battery, generate	7	1. Heat exchanger component for thermal processes 2. Solution Heat Treatment of Plasma Nitrided 15-5PH stainless steel part I. Improvement of the corrosion resistance

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[태양광 발전시스템 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
전력제어 기술	계측제어 및 모니터링 시스템 개발	기술/시장 분석, 전문가 추천
	태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기법	전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	발전량 예측 프로그램	기술 수요, 특허/논문, 전문가 추천
	5kW 태양광/20kW 에너지 저장 연계 시스템의 원격 모니터링 기술	기술 수요, 전문가 추천
	태양광 발전시스템의 접속함 및 집전함 기술	특허/논문 클러스터링, 전문가 추천
	태양열발전의 열역학적 성능 모델링 기법	특허/논문 클러스터링, 전문가 추천
전력변환장치 성능향상	고효율 신기술 적용 DC-DC 컨버터 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천
	고효율 신기술 적용 AC-DC 컨버터 기술	기술/시장 분석, 전문가 추천
	축전지 내장 PV시스템 기술	기술/시장 분석, 기술 수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가 추천
	계통 연계형 PV 시스템의 최적 사이징 기술	기술/시장 분석, 기술 수요, 전문가 추천
시스템 성능개선	5kW 태양광/20kW 에너지 저장 연계 시스템의 원격 모니터링 기술	기술/시장 분석, 기술 수요, 특허/논문 클러스터링
	태양광 발전시스템의 접속함 및 집전함 기술	기술/시장 분석, 기술 수요
	태양열발전과 바이오매스 복합발전기술	기술/시장 분석, 기술 수요
	태양광·열전소자 복합발전 최적화 기술	기술/시장 분석, 기술 수요

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[태양광 발전시스템 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	개요
전력제어 기술	계측제어 및 모니터링 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> 태양광 발전시스템의 계측 정밀도 $\pm 2\%$ 이내 전력계통에 대한 유효/무효 전력 제어 유선 및 무선을 통한 기상 및 발전량 모니터링 스마트폰을 이용한 원격 모니터링
	태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기법	<ul style="list-style-type: none"> 태양전지 모듈의 스트링 및 어레이 설계 태양광 인버터와 스트링 설계 매칭 설치 면적 및 주변 환경에 대한 3D 공간 설계 설치 지역 연중 온도에 대한 시스템 모델링
	발전량 예측 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> 설치 지역 및 누적 기후 데이터 기반의 발전량 예측 태양전지 설치 설계 및 열화 대한 발전량 예측 태양전지 모듈 및 인버터에 의한 발전량 예측
전력변환장치 성능향상	고효율 신기술 적용 DC-DC 컨버터 기술	<ul style="list-style-type: none"> 3kW 이상 용량에 대한 97% 이상 고효율 전력변환 및 전력변환 토플로지 전력밀도: 50W/inch³
	고효율 신기술 적용 AC-DC 컨버터 기술	<ul style="list-style-type: none"> 10kW 이상 용량에 대한 98% 이상 고효율 전력변환 및 전력변환 토플로지 전력밀도: 30W/inch³
시스템 성능개선	5kW 태양광/20kW 에너지 저장 연계 시스템의 원격 모니터링 기술	<ul style="list-style-type: none"> 계통 및 부하 조건에 대한 연계 운전 알고리즘 SOC 정밀도 $\pm 5\%$ 이내 무선 및 스마트폰을 이용한 원격 모니터링
	태양광 발전시스템의 접속함 및 집전함 기술	<ul style="list-style-type: none"> 외부 환경 조건에 대한 FMEA(고장모드분석) 설계 역전류 방지기능의 고효율화 기술 스트링 모니터링 기술

나. 태양광 발전시스템 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

태양광 발전시스템의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	전력변환장치 부품 개발 및 국산화	전력변환장치 고효율/고성능화 부품 개발	전력변환장치 성능/품질인증 규격 취득 및 경쟁력 강화	고성능 및 저가 태양광 전력변환기기/시스템 개발
핵심요소기술	전력제어 기술	계측제어 및 모니터링 시스템 개발		정밀계측 기술 유/무효 전력 제어 원격 모니터링
		태양광 발전 시스템 최적 설계와 모델링 기법		발전 예측 기술 3D 모델링 Web 기반 설계 서비스
		발전량 예측 프로그램		
	전력변환 장치 성능 향상	고효율 신기술 적용 DC-DC 컨버터 기술 개발		고효율 컨버터 기술 개발
		고효율 신기술 적용 AC-DC 컨버터 기술 개발		
	시스템 성능 개선	5kW급 태양광/20kW급 에너지 저장 연계시스템의 원격 모니터링 기술		정밀 SOC 계측 원격 모니터링
		태양광 발전시스템의 접속함 및 접전함 기술		FMEA 설계 및 역전류방지 고효율화
기술/시장 니즈	국산 부품 소재 적용 태양광 전력변환기기 및 부품 국산화를 통한 수급 안정화	반도체, ICT 및 디스플레이 등 타 분야 기술을 응용한 전력변환제품 경쟁력 향상		해외 시장 진출을 위한 품질 인증 규격 취득

다. 연구개발 목표 설정

핵심요소기술별 최종목표는 아래와 같이 기술요구사항과 연차별 개발목표로 제시함

[태양광 발전시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
전력제어 기술	계측제어 및 모니터링 시스템 개발	-정밀 계측 기술 -유/무효전력 제어 원격 모니터링	정밀 계측: ±3% 이내 원격 모니터링	정밀 계측: ±2% 이내 유/무효전력 추종 제어 원격 모니터링	정밀 계측: ±2% 이내 유/무효전력 원격 제어 원격 모니터링	-정밀 계측: ±2% 이내 -유/무효전력 추종 및 원격 제어 원격 모니터링
	태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기법	-발전예측 기술 -3D 모델링 Web 기반 설계 서비스	-PV모듈, BOS 에너지 단위 모델링 -위치기반 3D 모델링	-에너지 단위 모델링: 10개 예제 -위치기반 3D 모델링에디터 -실증단지 모델링 및 실측 자료 비교	-에너지 단위 모델링: 50개 예제 -위치기반 3D 모델링에디터 web 서비스 최적설계 및 모델링 web 서비스	-에너지 단위 모델링: 50개 예제 -위치기반 3D 모델링에디터 web 서비스 최적설계 및 모델링 web 서비스
	발전량 예측 프로그램	-지역 및 기후 data 기반 예측 -모듈 열화기반 예측	지역 및 기후 data 기반 예측	모듈 열화기반 예측	-지역 및 기후 data 기반 예측 -모듈 열화 기반 예측	-지역 및 기후 data 기반 예측 -모듈 열화 기반 예측
전력변환 장치 성능 향상	고효율 신기술 적용 DC-DC컨버터 기술 개발	-고효율 컨버터 기술 -고전력밀도 기술	전력변환효율: >95% 전력밀도: 15W/inch ³	전력변환효율: >96% 전력밀도: 30W/inch ³	전력변환효율: >97% 전력밀도: 50W/inch ³	전력변환효율: >97% 전력밀도: 50W/inch ³
	고효율 신기술 적용 AC-DC컨버터 기술 개발	-고효율 컨버터 기술 -고전력밀도 기술	전력변환효율: >95% 전력밀도: 5W/inch ³	전력변환효율: >96% 전력밀도: 15W/inch ³	전력변환효율: >98% 전력밀도: 30W/inch ³	전력변환효율: >98% 전력밀도: 30W/inch ³

시스템 성능개선	5kW 태양광/20kW급 에너지 저장 연계시스템의 원격 모니터링 기술	-계통 및 부하에 의한 연계 운전 -정밀 SOC 계측 원격 모니터링	-계통 및 부하 연계운전 시나리오 -SOC 정밀도 $\pm 10\%$	-계통 및 부하 연계운전 시나리오 -SOC 정밀도 $\pm 5\%$ -스마트폰 원격 모니터링	-계통 및 부하 연계운전 시나리오 -SOC 정밀도 $\pm 5\%$ -스마트폰 원격 모니터링
	태양광 발전시스템의 접속함 및 집전함 기술	-FMEA 설계 -역전류 방지기능의 고효율화 -스트링 모니터링	-FMEA 설계 -역전류방지기 능 고효율화 -역전류방지기능 고효율화	-FMEA 설계 -역전류방지기 능 고효율화 (정격손실 10W미만/스트링) -스트링 모니터링	-FMEA 설계 -역전류방지기 능 고효율화 (정격손실 5W미만/스트링) -원격 스트링 모니터링

기술개발 테마 현황분석

태양광 공정장비

태양광 공정장비

정의 및 범위

- 태양광 공정장비란 실리콘계(실리콘 박막 포함) 및 박막 태양전지 등을 제조할 수 있는 공정 및 제조할 수 있는 모든 장비를 의미
- 태양광 공정장비는 폴리실리콘, 잉곳/웨이퍼, 태양전지(셀) 및 모듈을 생산하기 위해서 필요한 공정 및 제조 기술을 포함함

정부지원 정책

- 2025년 1차 에너지 대비 11% 달성(태양광, 풍력 비중 72% 확대)
- 태양광 발전시스템 보급 확대를 위한 환경, 입지 규제 완화
- 글로벌 기준에 맞는 신재생범위, REC 체계 개편
- 새정부 에너지 공약은 미세먼지 저감, 탈원전, 신재생에너지 보급 확대 및 이를 통한 신산업 육성
- 제8차 전력수급기본계획에서 재생에너지 3020 계획에 따라 태양광 및 풍력 중심으로 확충

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 독립형 또는 분산형 발전소 확대• (기술) 세계 최고의 LCD 기술 및 반도체 기술 대국• (정책) 에너지 공약(PV 2030)	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 산학연 협력체계 취약• (기술) 관련 사업 기반 미약• (정책) 주요 핵심 인력 양성 지원 정책 미흡
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 지구 온난화 방지를 위한 고효율 광원 채택 의무화• (기술) 세계적 원천 특허 시효만료 임박• (정책) 녹색성장 정책 강화로 관심집중	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 선진국 산업체들의 시장 선점에 의한 높은 진입장벽• (기술) 대만과 중국의 협력에 의한 추격• (정책) 특허마찰 심화



중소기업의 시장대응전략

- Grid Parity를 조기에 달성하기 위해서 태양광 모듈 단가 저감, 시스템 단가 저감하기 위한 기술개발을 통해서 도심이나 가정용 태양광 발전시스템 시장 확대
- EU 등을 중심으로 원전폐지를 확대하면서 태양광 시장이 변동되고 있으며, 최근에는 분산형 태양광 발전시스템, 도심 적합한 태양광 발전시스템 시장이 지속적으로 확대되고 있으며 2016년 이후 가정용 및 상업용 태양광 발전시스템 주도
- 지역 및 환경 맞춤형 태양광 모듈의 부품·소재 안정성 확보, 신뢰성 및 성능인증평가 등의 기술을 확보함으로써 세계 태양광 산업을 선도할 수 있는 토대 마련

핵심요소기술 로드맵

태양광 공정장비의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	고효율 태양전지 및 모듈 양산 태양광 공정 Pilot 장비 개발	고효율 태양전지 및 모듈 양산 태양광 공정장비 상용화 기술	고효율 태양전지 및 모듈 양산 태양광 공정장비 신뢰성 확보	고효율 태양전지 및 모듈 상용화 태양광 공정장비 기술 확보
핵 심 요 소 기 술	잉곳 (Ingot) 공정	쵸크랄스키 단결정 실리콘 잉곳 제조 장치		잉곳 용량 증가
	태양 전지 (cell) 공정	애칭 장비 스퍼터링 장비(PVD) 화학 증착 장치(CVD) 원자층 증착 장치(ALD)		태양광 공정장비 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발 (선진사 대비 95% 이상)
	모듈 공정	셀 후면 Polishing 장비(PERC용) Tabbing & Stringer		Bus Bar 수 증가
기술/시장 니즈	신재생에너지 중심의 발전산업 수요 증가	고효율 태양전지 및 태양광 모듈의 기술 경쟁력 확보		지역 및 환경 맞춤형 태양광발전시스템 시장 확대

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 태양광 발전은 태양의 빛에너지를 변환하여 전기를 생산하는 발전기술로 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생시키는 태양전지를 이용하는 발전방식
- 태양광 공정장비는 결정질계(실리콘) 및 박막 태양전지를 제조할 수 있는 공정 및 제조에 관련된 모든 장비를 의미
- 결정질계는 잉곳/웨이퍼에서 모듈을 생산하는 전 공정에 사용되는 장비로서 반도체 및 디스플레이 장비와 매우 유사함
 - 실리콘 박막은 대부분 소량의 물질을 활용하고 불순물 함량이 적어야 하므로 진공장비를 활용함
- 태양광 공정장비는 태양광 발전 산업의 가치 사슬(Value Chain) 측면에서 Up~Middle Stream에 속하지만, 상대적으로 진입장벽이 높은 편이기 때문에 반도체 및 디스플레이 산업에 사업을 확장하여 태양광 산업에 진입하는 경우가 많음

[태양광 산업의 Value Chain]

소재		전지		설치/서비스
폴리실리콘	잉곳/웨이퍼	셀	모듈	시스템/발전소
				

- 태양전지(Solar cell)는 태양에너지를 전기에너지로 변환할 목적으로 제작된 광전지로서 금속과 반도체의 접촉면 또는 반도체의 PN접합에 빛을 조사하면 광전효과에 의해 광기전력이 일어나는 것을 이용함
 - 태양전지에는 금속과 반도체의 접촉을 이용한 셀렌광전지, 아황산구리 광전지가 있고, 반도체 PN접합을 이용한 실리콘광전지가 있음
- 태양전지는 실리콘으로 대표되는 반도체로 반도체기술의 발달과 특성에 의해 자연스럽게 개발됨
 - 태양전자는 전기적 성질이 다른 N(negative)형의 반도체와 P(positive)형의 반도체를 접합시킨 구조를 하고 있으며, 2개의 반도체 경계 부분을 PN접합이라 함

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 태양전지는 전지를 구성하는 소재에 따라 제조되는 공정이 다르기 때문에 제품별로 모든 제조 공정에 사용되는 장비로 구분해야 함
 - 재료에 따라 결정질 실리콘, 비정질실리콘, 화합물반도체 등으로 분류
- 태양광 공정장비 기술은 크게 결정질계(실리콘), 화합물계, 유기계로 구분 가능
- 결정질계 태양전지는 결정질 실리콘(기판형 단결정·다결정) 및 박막형 결정질 실리콘과 비결정질 실리콘 박막으로 분류되고, 모듈의 효율 향상, CTM Loss 저감 등의 효과 기대
- 화합물계 태양전지는 화합물 반도체와 유사한 구조를 갖고 있으며, 2개 이상의 화합물이 적층된 구조된 모듈(II-VI, III-V 또는 CIGS계)의 효율 향상, 성능 개선을 기대
- 유기계 태양전지는 유기물질을 이용한 태양광 모듈의 효율 향상, 성능 개선 등으로 구분

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
태양광 공정장비	결정질계 (실리콘)	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈 효율 향상 기술 • CTM Loss 저감 기술
	화합물계 (CIGS, III-V 등)	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈 효율 향상 기술 • 모듈 성능 개선 기술
	유기계 (DSSC, OPV)	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈 효율 향상 기술 • 모듈 성능 개선 기술

(2) 공급망 관점

- 태양광 공정장비는 공급망 관점에서는 장비 제조에 사용되는 부품 및 가공 분야가 포함될 수 있으며 타 산업 즉, 반도체 및 디스플레이 산업과 연계할 수 있음
 - 반도체 및 디스플레이 산업에서 축적된 기술을 바탕으로 에너지변환효율 향상, CTM Loss 저감 등을 실현할 수 있는 기술
 - 지역이나 환경에 적합한 모듈을 양산할 수 있는 기술(예, 봉지기술 등)

- 밸류 체인 중에서 폴리실리콘과 웨이퍼는 Upstream, 셀과 모듈은 Downstream이며, Upstream의 핵심 시장은 중국이고, Downstream의 경우 인도나 중동 등 신흥시장이 부상

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
태양광 공정장비	결정질계 (실리콘)	<ul style="list-style-type: none"> 모듈 효율 향상 기술 CTM Loss 저감 기술
	화합물계 (CIGS, III-V 등)	<ul style="list-style-type: none"> 모듈 효율 향상 기술 모듈 성능 개선 기술
	유기계 (DSSC, OPV)	<ul style="list-style-type: none"> 모듈 효율 향상 기술 모듈 성능 개선 기술



* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터

[태양광 발전시스템 구성도]

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 태양광 장비산업은 반도체나 LCD와 같이 소수의 한정된 고객을 대상으로 판매하는 제품이 아닌 전 세계를 대상으로 하는 비즈니스가 가능
 - 태양광 사업은 반도체, LCD사업과 같이 규모 투자와 첨단 기술 수준이 요구 되지 않고 비교 공정이 단순하고 투자 규모가 작아 사업이 용이함
- 태양전지 제조공정은 반도체 및 디스플레이(PDP, LCD 등) 제조공정과 유사하여 반도체 및 디스플레이 장비 업체들이 다수 시장에 진입
 - 결정질 실리콘 태양전지 장비는 반도체 핵심요소기술을 응용하고 있어 많은 반도체 장비 업체들이 진입하고 있음
 - 박막 태양전지는 대면적이고 박막을 증착한다는 점에서 디스플레이 제조공정과 유사하여 5세대 PDP 또는 LCD 장비 활용이 가능
- 태양전지 공정장비는 크게 폴리실리콘, 잉곳, 웨이퍼, 태양전지(셀) 및 모듈, 전력변환장치, 제조 장비 및 검사 장비 등으로 나눌 수 있음
 - 태양전지 공정장비 중에서 결정질 실리콘 태양전지 장비가 84%를 점유하고, 웨이퍼 장비 및 모듈 장비시장은 각각 15%의 시장 점유율 형성
 - 태양광 공정장비 중에서 태양전지 효율을 향상시킬 수 있는 Sputter 나 CVD 증착 공정장비 기업이 장비산업을 선도하고 있음
- 태양전지 제조공정은 반도체, 디스플레이와 달리 공정의 표준화보다는 개별화를 통해 효율을 높이는 작업이 매우 중요
 - 반도체, 디스플레이 제조는 공정이 표준화되어 있지만, 태양전지 제조는 제품마다 효율과 기술이 다르기 때문에 고객 요구에 맞는 최적화된 장비 구축이 중요함

[태양광 공정장비 가치사슬]

가치사슬	개요
폴리실리콘	작은 실리콘 결정체들로 이루어진 물질, 99.99%일 경우에 태양전지 집적회로 기판 원재료로 사용됨
잉곳/웨이퍼	고순도 폴리실리콘을 가공하여 웨이퍼를 만들기 전 주물 덩어리 상태의 물질로 잉곳을 얇은 막 형태로 잘라서 셀의 원재료 기판인 웨이퍼를 제작
태양전지(셀)	태양광 발전의 최소단위이며 태양광 발전의 핵심 부품
모듈	여러 장의 태양전지(셀)에 Back Sheet, 유리, 부품 등과 함께 압력을 가해 넓은 판 형태로 제작

(2) 산업의 구조

- 전 세계 신재생에너지 산업을 주도하고 있는 태양광 산업 공급망의 핵심이 되는 부품·소재 및 태양광 공정장비 산업은 국내외 태양광 산업에 미치는 파급효과가 매우 큼
 - 특히 산업 성숙도가 높은 반도체 및 디스플레이 장비 관련기업에서 신산업을 창출하기 위해서 적극적으로 진입하고 있는 상황임
 - 태양광 공정소재 분야와 관련하여 태양전지용 전극페이스트 제조 기술(태양전지 모듈 효율 향상), 고효율 태양전지 등에 포함되는 여러 부품·소재 산업 육성에 기여
 - 태양광 시장을 주도하고 있는 결정질 실리콘 태양전지의 고효율화를 위한 공정장비 또는 Bifacial 태양전지와 같은 신개념 태양전지용 공정장비 개발을 통해서 태양광 산업 육성에 기여
- 전방산업은 태양광 제조산업, 태양광 발전시스템 설치 산업, 전력 변환기기 산업 등이 있음
- 후방산업은 태양광 모듈을 구성하는 부품·소재 산업이 대부분을 점유하고 있음
 - 부품·소재 산업 분야는 태양전지용 전극 Paste, 모듈을 구성하는 EVA, Back Sheet, Ribbon, Junction Box 등이 있음

[태양광 공정장비 분야 산업구조]

후방산업	태양광 공정장비 분야	전방산업
태양광 부품·소재 기업	잉곳, 유기/무기 태양전지, 태양전지/모듈	태양광 제조 산업, 태양광 발전시스템 설치 산업, 전력 변환기기 산업



* 출처 : 에너지경제 (2014)

[태양광 발전의 주요 단계]

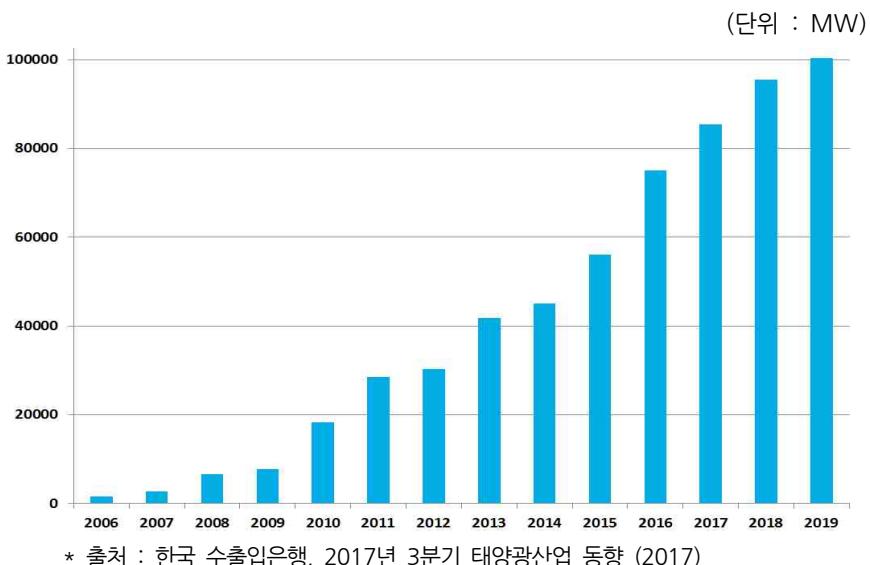
▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 공정장비의 성능 개선은 태양광 모듈의 효율 향상, CTM Loss 저감 등을 통해서 태양광 발전시스템의 발전량 향상에 기여
- 태양광모듈의 효율 향상에 많은 영향을 받고 있기 때문에 효율을 개선할 수 있는 태양전지용 공정장비 또는 모듈 공정장비 개발이 후방산업인 태양광 발전시스템 관련 산업 육성에 기여

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 태양광 발전은 에너지원 다변화, 기후변화 대응, 분산발전 확대 등의 다양한 에너지 정책에 힘입어 지속적으로 보급이 확대되고 있음
- '17년 세계 태양광 수요는 중국 태양광 설치량이 급증하면서 80GW를 넘어설 것으로 전망
 - 중국 및 미국 등 Big2 시장의 수요가 여전히 견고하며, 인도, 터키 등 신흥 시장의 수요가 빠르게 증가함에 따라 세계 태양광 시장은 제2차 성장기에 진입할 것으로 전망('18년 90GW, '19년 100GW 이상)



[세계 태양광 시장현황 및 전망]



* 출처 : 태양광산업협회, New Energy Finance (2016)

[밸류체인 별 생산용량 현황 및 전망]

- '16년 기준 상반기 대비 하반기 설비용량 증가량을 살펴보면 폴리실리콘 7GW, 잉곳 15GW, 웨이퍼 16GW, 태양전지 19GW, 모듈 24GW 증가
 - 공급부족에 시달렸던 잉곳, 웨이퍼, 및 태양전지를 중심으로 설비 증설이 크게 늘어날 것으로 예상
 - 상위기업 중심의 설비확장으로 가격경쟁력이 떨어지는 중국 중소기업들의 가동률 하락 예상
- 폴리실리콘은 상위 업체들의 생산용량 증설 경쟁이 치열해지고 있으며, 2019년 십만 톤을 넘어서는 업체가 탄생할 것으로 전망
 - '17년 기준 상위 10개 업체들의 폴리실리콘 생산용량은 약 420,000톤으로 추정
 - 중국 업체를 중심으로 설비 증설이 예정되어 있으며, 중국 최대 폴리실리콘 업체인 GCL사는 2020년까지 4만톤을 늘려 총 11만톤에 이를 것으로 전망
 - Yongxiang은 세계 2위 웨이퍼 업체인 Longi silicon과 제휴하여 5만톤 규모의 공장을 건설 예정



* 출처 : 한국 수출입은행, 2017년 3분기 태양광산업 동향 (2017)

[상위 10개 폴리실리콘 기업의 생산용량 현황 및 전망]

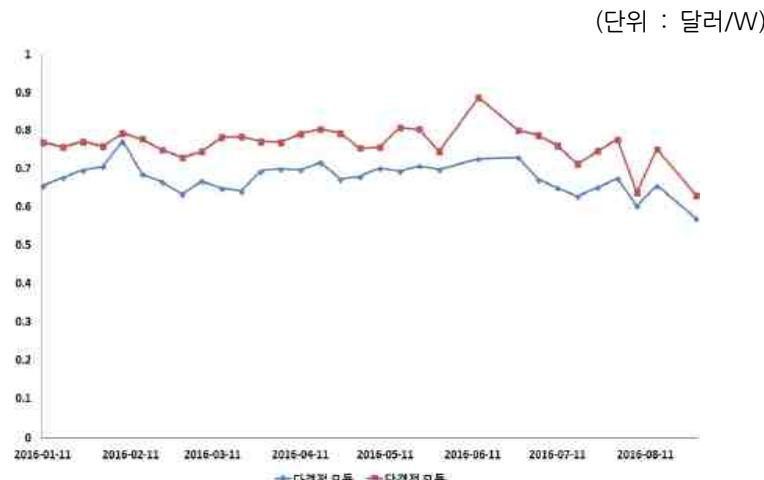
- 태양전지(셀)은 최근 중국, 한국 등을 중심으로 태양전지 효율을 높이기 위한 노력이 가속화되고 있음
 - 최근 태양전지 업체들은 P-type bifacial 전지 효율의 향상에 큰 진전을 이루었으며, ‘18년도에 본격적으로 출시될 전망
 - 또한 고효율 태양전지 생산을 위한 기술로 PERC(passivated emitter and rear contact cell)이 주목받고 있으며, 주로 다결정 태양전지 생산에 적용되었으나 최근 들어 단결정 태양전지 생산에도 적용될 예정임
 - ‘12년~‘16년까지 태양전지 업체들이 PERC 방식으로 광변환 효율을 상승시켰고, ‘16년 이후에는 고순도 폴리실리콘을 사용하는 Mono cell 비중을 확대하고 있음
- 태양광 모듈은 폴리실리콘, 웨이퍼 등 원자재 가격 상승으로 모듈 업체들의 제조단가 절감이 어려운 상황임
 - 모듈분야는 향후에도 가격하락에 대한 압력이 커질 수밖에 없는 산업구조를 가지고 있어 결국 대규모 투자를 통한 설비 증설 및 제품 공정 혁신 등 원가절감 능력 확보가 관건임
 - 경쟁력 있는 상위 업체와 후발업체간 격차가 점차 벌어지고 있으며, 2~3년 안에 상당수 기업들이 시장에서 퇴출돼 공급과잉 상황은 점차 개선될 것으로 전망

1	China	120,649
2	Korea (Republic)	5,672
3	Malaysia	5,150
4	Vietnam	3,965
5	India	3,886
6	Taiwan	2,896
7	Thailand	2,562
8	Germany	2,512
9	Japan	1,942
10	Mexico	1,572
11	United States	1,492
12	Singapore	1,300
13	Canada	1,271
14	South Africa	1,124
15	Poland	925
16	Turkey	890
17	Brazil	735
18	Qatar	300
19	Portugal	250
20	France	195

1	JinkoSolar Holding Co Ltd	6,500
2	Canadian Solar Inc.	6,390
3	Trina Solar Ltd	5,700
4	Hanwha Q CELLS Co Ltd	5,500
5	JA Solar Holdings Co Ltd	5,000
6	GCL System Integration Technology Co Ltd	5,000
7	Risen Energy Co Ltd	5,000
8	Zhongli Talesun Solar Co Ltd	4,600
9	Longi Green Energy Technology Co Ltd	4,500
10	Yingli Green Energy Holding Co Ltd	4,000
11	Wuxi Suntech Power Co Ltd	3,100
12	Chint Solar Zhejiang Co Ltd	2,400
13	Vina Solar Technology Co Ltd	2,200
14	Jiangsu Seraphim Solar System Co Ltd	2,100
15	Changzhou Egine Photovoltaic Technology Co Ltd	2,000
16	Hareon Solar Technology Co Ltd	2,000
17	Realforce Power Co Ltd	1,900
18	LG Electronics Inc	1,650
19	Flextronics International Ltd	1,600
20	Zhishine PV-Tech Co Ltd	1,600

* 출처 : 한국 수출입은행, 2017년 3분기 태양광산업 동향 (2017)

[국가 및 기업별 모듈 생산용량 현황(17년 기준)]



* 출처 : 한국수출입은행, New Energy Finance (2016)

[세계 태양광 모듈 가격 동향]

□ 태양광 모듈 시장은 시장 주도권을 확보하기 위한 선도기업간 경쟁이 한층 치열해질 전망

- 2016년 기준 설비용량이 6GW를 넘어서는 기업이 나타났으며, 모듈 시장 주도권을 잡기 위한 업체 간 경쟁이 치열해지고 있음
- 국내 기업으로 한화 Q-Cell사가 5위권에 진입해 있으며, LG는 1.1GW로 21위권, 현대중공업이 600MW로 30위권에 포진하고 있음

[티타늄 잉곳 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	10,200,000	10,842,600	11,525,684	12,251,802	13,023,665	13,844,156	6.3

* 출처 : Radiant Insight, 2014 Market research Report on global titanium Ingot Industry (2014), KISTI 마켓리포트
티타늄잉곳 (2015)

[에너지저장시스템(ESS) 국내 시장규모 및 전망]

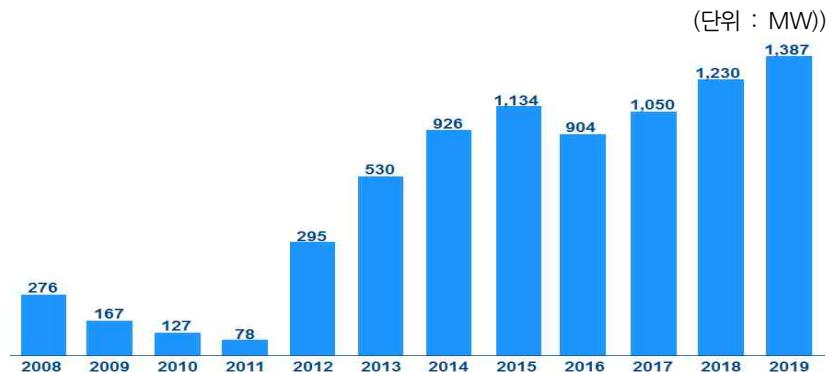
(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	3,000	3,300	3,630	3,993	4,392	4,832	10.0

* 출처 : 삼정KPMG 경제연구원, 이슈모니터 2018년 에너지 분야 주요이슈와 쟁점 (2017.12)

(2) 국내시장

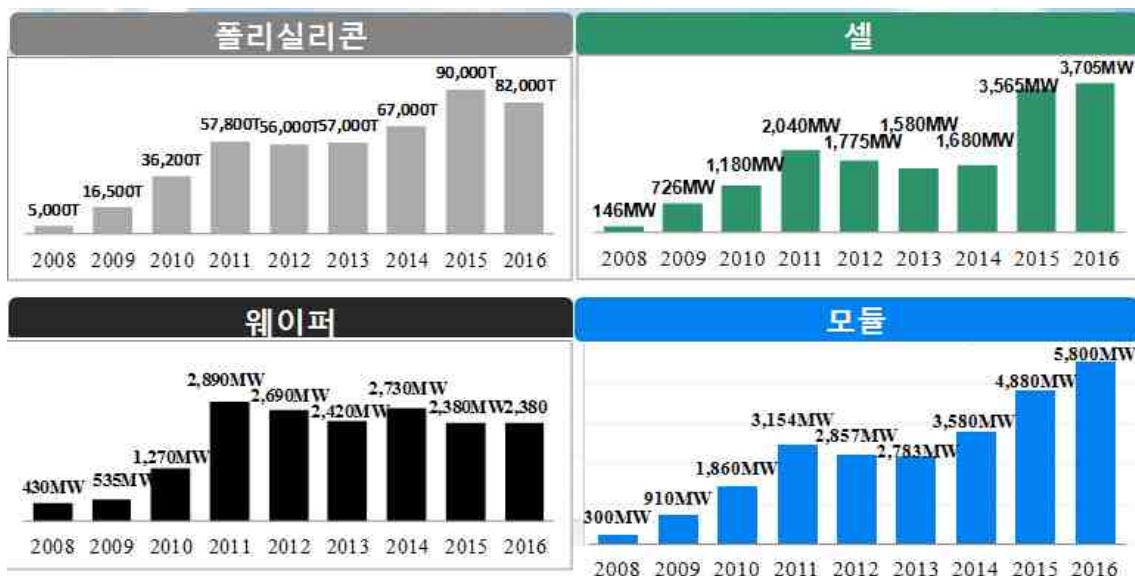
- '18년 이후 국내 태양광시장은 우호적인 정책시행으로 설치량이 예상보다 증가할 것으로 전망
 - 신재생에너지 의무 공급 비율의 상향, 농지 태양광 허가 및 소규모 태양광 발전 보급 확대 등 우호적인 정책 시행 가능성 높아지고 있음
 - '17년 국내 태양광 설치량은 약 1GW가 될 것으로 예상되며, '18년에는 1.2GW 전망



* 출처 : 한국 수출입은행, 2017년 3분기 태양광산업 동향 (2017)

[국내 태양광시장 설치량 현황 및 전망]

- 셀과 모듈분야의 생산용량은 전년대비 상승한 반면, 폴리실리콘 및 웨이퍼분야는 다소 하락하였고, 이는 주요국의 지원제도 변경에 따른 영향으로 보임



* 출처 : 한국태양광산업협회 (2017)

[분야별 국내 태양광산업 생산용량 현황]

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 태양광 산업 현황은 밸류 체인(폴리 실리콘-잉곳/웨이퍼-셀-모듈-시스템)에 따라 다르게 진행되고 있으며, 대부분 전략시장 차별화를 통한 비용경쟁력 상승 및 태양광 발전 유지/보수에 중점을 두는 추세임
- 결정질 실리콘은 태양전지 시장의 80% 이상을 차지하고 있으며 국내 태양광 모듈 생산량은 중국 1개 업체 생산량과 비슷한 3.5GW에 불과하여 중국과의 가격, 생산량에 있어 뒤쳐지고 있는 상황임
- 2016년 기준 태양광 제조업체 수는 총 108개이며, 태양전지(셀), 장비, 집광 채광기 분야에서 전년보다 증가하였고, 웨이퍼 분야를 제외한 나머지 분야는 기업체 수가 감소
- 티타늄 잉곳의 국내 시장 규모는 '16년 14,000억 원에서 '21년 22,650억 원 규모로 성장할 것으로 전망

[티타늄 잉곳 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	14,000	15,414	16,971	18,685	20,572	22,650	10.1

* 출처 : Radiant Insight, 2014 Market research Report on global titanium Ingot Industry (2014), KISTI 마켓리포트 티타늄잉곳 (2015)

[국내 태양광 공정장비 관련기업 분포 현황]

(단위 : 개)

구분	2014년	2015년	2016년
폴리실리콘	6	7	4
잉곳	2	4	3
웨이퍼	3	4	4
태양전지(셀)	6	4	7
모듈	37	48	39
장비	18	14	17
전력변환장치	23	32	25
부품/소재	36	26	21
집광채광기	4	3	4
합계	123(135)	127(142)	108(124)

* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터, 2016년 신재생에너지 산업통계

* 계는 2개 이상 세부품목 산업을 영위하는 기업체의 중복을 제외한 수치로 괄호안 세부 품목별 기업체수의 단순 합과 일치하지 않음

(3) 무역현황

- 태양광 공정장비 기술 분야의 무역현황을 살펴보았으며, 수입량에 비하여 수출량이 감소하는 추세
 - 태양광 발전시스템 기술의 수출현황은 '12년 1억 6,296만 6,000달러에서 '16년 1억 872만 5000달러 수준으로 감소하였으며, 수입현황은 '12년 1억 8719만 달러에서 '16년 1억 3545천만 4000달러 수준으로 감소하였음
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 -9.6%로 감소하였으며, 수입금액은 -7.8%로 감소하였음

[태양광 공정장비 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('12~'16)
수출금액	162,966	126,647	120,260	119,320	108,725	-9.6%
수입금액	187,190	202,294	172,171	140,909	135,454	-7.8%
무역수지	-24,224	-75,647	-51,911	-21,589	-26,729	-
무역특화지수*	-0.07	-0.23	-0.18	-0.08	-0.11	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 출처 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

◎ 가격경쟁력 저하와 전력 변환효율 확보

- 폴리실리콘은 국내 생산량 대부분이 해외로 수출되고 있어 글로벌 시장 환경에 민감하며, 공급과잉으로 인한 가격 하락이 이어지고 있는 등 성숙단계로 접어 듬
- 잉곳/웨이퍼 제조를 위한 장비 및 소모품 등의 대부분을 해외에 의존하고 있어 국산화에 대한 필요성이 요구 됨
- 태양전지(셀)의 가격이 '10년 0.86달러/W에서 '16년 0.36달러/W로 하락하면서 가격경쟁력 확보를 위해 전력 변환효율 향상 및 생산비용 절감을 위한 기술개발 촉진 중
- 모듈분야의 경우 재료비와 인건비 비중이 높아 자동공정도입을 통해 가격경쟁력 확보가 가능하며, 이를 통해 중국 업체와의 가격 격차를 좁힐 수 있을 것

◎ 태양광 공정장비 국산화 및 관련 반도체, 디스플레이 등 우수한 기술 활용 가능

- 태양전지 생산라인의 경우 여전히 선진 엔지니어링 업체로부터 턴키 기반으로 일괄 도입하는 경우가 존재하며, 이로 인해 유지보수 비용 증가, 기술문제 해결 지연 등의 문제가 존재함
 - 국내 태양전지 장비산업은 단위장비 수준에 머무르고 있으나 제조능력을 턴키라인 형식으로 제공하고, 생산 공장 운영 수준까지 향상시켜 토탈 솔루션 산업으로 성장시켜야 함
- 태양전지 장비는 대부분 Turn-key 방식이지만, 태양전지 종류에 따라 비Turn-key 방식으로 진행되기도 함
 - Turn-key 방식의 생산설비 제공으로 기술력이 없어도 기본력을 갖춘 업체들이 태양전지 시장에 진출하면서 그 비중도 지속적으로 증가하고 있음
 - 결정질 실리콘 태양전지 장비의 Turn-key 방식 비중은 '08년 97%에서 '09년 98%이지만, 최근에서는 100%임
 - 비 Turn-key 방식 생산은 CdTe 기업체인 First Solar(美), Abound Solar (美), CIGS 전지업체인 Solyndra(美) 등에서 자체장비를 개발하고 있음
- 한국은 반도체, 디스플레이 분야 세계 1등 기술을 보유하고 있는 역량을 기반으로 태양전지 기술 우위 확보 가능
 - 반도체, 디스플레이 중소기업의 제품개발 현황을 조사한 결과, 기업들은 태양광 공정장비 중 Wire Saw, Inspection Machine, PECVD, RIE, Wet Etching 등 다양한 제품을 개발판매 중

(2) 기술환경분석

- 국내 신재생에너지 테스트베드 구축사업이 전국에 걸쳐 활발하게 진행되고 있으며, 태양광, 풍력, 연료전지 등 신재생 기업(특히 중소·중견기업)이 개발한 기술 또는 제품의 사업화, 수출화를 촉진할 수 있도록 수요 거점지역에 시험분석·성능평가·설증장비 및 공용 인프라를 구축하여 운영 중
 - (대경권) 구미 전자정보기술원이 주관으로 총 299억 원을 투입한 태양광 테스트베드 구축
 - (충청권) 302억 원을 투자해 규격 시험 장비 60여종을 구축하고, 기술지원 서비스 등 태양광 기업을 지원할 핵심 인프라 구축
 - (호남권) 77억 원을 투자해 박막 태양전지용 소재 및 셀 제조 광학·전기적 성능평가 시험 등을 수행하는 국내 최대 규모 태양광 산업 클러스터 조성

구분	지역	주관기관
태양광	대경권	충북테크노파크
	충청권	구미전자정보기술원
	호남권	전북대학교 산학협력단(대표), 한국생산기술연구원 호남권지역본부(공동)

* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 홈페이지, 2016

- 정부 '재생에너지 3020 이행계획' 발표

- 정부가 2030년까지 110조원을 투입해 신재생에너지 발전 비중을 20%로 끌어올리고자, '재생에너지 3020 이행계획'을 발표하고, 48.7GW 규모 신재생에너지 설비를 확충하기로 함
 - 정부예산 18조원, 공기업 51조원, 민간에서 41조원이 투자 할 계획
- 계획 달성을 위해서는 2030년까지 65GW 규모의 신규설비 보급이 필요하며, 태양광은 연 2GW 수준의 보급이 요구됨

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 지난 2015년을 기준으로 신재생에너지의 전력생산량 비중이 전 세계 23.7%, 국내 6.6%로 1/4 수준이었으며, 이중 태양광과 풍력이 차지하는 비중은 전 세계 4.9%, 국내는 0.93%로 1/5 수준을 기록
 - 한국에너지공단 분석에 따르면 세계 태양광 발전시장이 지난해 90GW를 기록했으며 올해와 2020년에는 100GW를 넘어설 것으로 전망
 - RPS제도만 보더라도 2016년 기준 약 1,515MW가 신규 설비로 진입, 2012년 RPS시행 이후 태양광만 7,555MW 2만 2,405개소에 보급완료
- 2016년 기준으로 태양광 기업체수는 108개로 고용인원은 8,112명을 기록했으며 매출액은 7조 248억 원
 - 내수시장 규모는 2조 777억 원을 기록했으며 수출액은 2조 8,650억 원, 투자액 규모 5,553억 원을 달성하는 등 국내 태양광 분야의 성장이 진행 중
 - 특히 글로벌 기업으로 성장할 수 있는 핵심 기술력을 확보한 강소기업을 육성하고 태양전지 시장의 95% 이상을 차지하는 결정질 실리콘 태양전지의 핵심소재 및 제조장비 국산화, 신공정기술 등에 대한 투자 확대 필요성 제기

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 주요 핵심 공정 장비는 해외 선진사로부터 Turn key 방식으로 수입하고 있지만, 결정질 실리콘 태양전지의 잉곳, 모듈 공정장비 등은 개발되어 양산라인에 적용하여 가격 경쟁력 확보 중
- 주요 태양광 기업에는 미국의 First Solar, 캐나다의 Canadian Solar, 중국의 GCL Poly Energy, Jinko Solar, Trina Solar 등이 있으며, 2016년 세계 태양광 모듈시장의 80%를 중국기업들이 차지하고 있음
 - 중국 기업들의 제조단가가 낮아 중국 외 기업들은 태양광 모듈 생산의 Supply Chain에서 비교 열위에 놓이게 될 전망

[주요 관련 기업 현황]

구분	주요업체
폴리실리콘	GCL Poly Energy, Wacker Chemie, OCI, Hemlock, REC Silicon
웨이퍼	GCL Poly Energy, Jinko Solar, Renesolar
셀	JA Solar, Hanwha Qcell, Trina Solar, Motech Industries, Jinko Solar
모듈	Trina Solar, Canadian Solar, Jinko Solar, Hanwha Qcell, JA Solar

* 출처 : 삼정KPMG 경제연구원, 태양광 산업의 사업모델 혁신: 해외시장으로의 Downstream 전략 (2016.07)

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경				
기술 분류	태양전지 잉곳	유기 태양전지	무기 태양전지	태양전지 셀	태양전지 모듈
주요 품목 및 기술	Wire Saw/	광흡수층, R2R	단결정 태양전지	고효율 셀/PERL, HIT, IBC 등	고효율 모듈/진공증착기술 등
해외기업	-	G224i, Corus, Peccell, DNP, Fujikura, Sony, Sharp	-	JA Solar, Canadian Solar	Yingli, Trina, Sunpower, Canadian Solar
국내기업	S-Tech	-	DMS	주성엔지니어링, SFA, DMS, 원익IPS	SFA, 아론, 원익IPS, 한화 L&C

◎ 국내 업체 및 기술동향

□ 국내 중소기업 사례

- (주)에스테크는 국내 최초로 250kg 이상의 실리콘을 녹여서 직경 214mm의 2.8m 태양광용 실리콘 단결정 잉곳 성장기술을 개발하였으며, 이를 통해 차세대 태양광 장비기술을 통합적으로 보유하게 된 최초의 기업으로 평가됨
- (주)메카로는 현재 태양전지와 전구체, 히터블록 등 주요 사업 부문에서 22개의 특허를 보유하고 있고, GEM 호일과 CIGS 박막 태양전지 분야의 경쟁력 강화에 나섰으며, GEM 호일에 반도체 기술을 응용해 유럽 경쟁사 대비 검출능력을 2배가량 개선시키고, CIGS 박막 태양전지에는 화학기상증착법(CVD)을 활용해 기존 물리적기상증착법(PVD) 대비 원자 소모를 감소시킴
- (주)럭스코는 설립초기에는 PV모듈을 생산하였고, 2009년부터 태양광 에너지에 집중해 태양광 모듈을 개발·생산 중으로 고객이 원하는 맞춤 제작을 하는 것이 특징이고, 당사는 '2017 에너지 환경 TECH FAIR'에서 우수 패밀리기업에 선정, '2017 베트남 환경에너지 산업전'에 참가해 태양광 모듈을 선보임
 - 또한 당사는 태양광 발전시스템도 보유중이며, '13~'15년까지 11건의 실적을 가지고 있고, 지난 10월에는 울산 소재의 주민 센터와 경로당에 태양광 발전장치를 준공 완료하였고, 이 시설은 10kW씩 총 20kW의 용량을 가지며 연간 약 2만 6,280kW의 전기를 생산함
- (주)아스트로너지 쓸라코리아는 글로벌 토탈 태양광 발전시스템 공급사로써 검증된 품질과 가격 경쟁력을 기반으로 당사의 모회사인 친트쓰라는 고효율 결정질 태양전지, 태양전지 모듈 제조뿐만 아니라 대규모 태양광 프로젝트 개발 및 파이낸싱을 포함한 통합 솔루션을 제공하며, 당사의 가장 큰 강점은 국내외에 대규모 태양광 발전소를 건설·운영하면서 확보한 기술력과 전문적 현장 기술 인력임
- 태양광 전문기업 (주)에스에너지가 미국 상장 유통업체인 얼라이드 빌딩 (Allied Building)사와 10MW 규모의 모듈 공급 계약을 체결하기도 하고, 최근 칠레에서 10.2MW급 태양광 발전소 준공식을 개최하였고, 이 프로젝트는 지난해 말 한국남부발전과 진출한 칠레 태양광 프로젝트의 일부로서 (주)에스에너지는 모듈 공급뿐만 아니라 개발 및 시공(EPC), 유지보수(O&M)까지 프로젝트 전 공정을 수행
- (주)에스에프씨는 국내를 비롯한 중국, 인도, 미국 등의 대형 태양광 모듈사로 태양광 백 시트를 납품하고 있으며, 현재 태양광 발전사업을 강화하고 있고, 코월과 흡음형 태양광 방음벽 설치에 대한 공동사업을 추진하는 업무협약을 체결함(2017.12)
- (주)다쓰테크(Dass Tech)는 기술연구소를 보유하고 있고, 고도의 전력전자 기술을 기반으로 태양광 인버터를 개발·보급하며 태양광 인버터 국내시장 점유율 1위를 차지하고 있으며, 특히 7,500㎡의 국내 최대 규모 생산라인을 갖춰 연간 단상 180MW, 삼상 600MW의 제품 생산능력은 국내뿐 아니라 세계시장에서도 빠르게 대응할 수 있는 생산라인
 - 당사가 '2017 국제 그린에너지 엑스포'에 참가해 소개한 태양광 발전소 솔루션은 1MW 수배전반과 100kW 스트링 인버터, iPLUG 모니터링 시스템이 결합된 분산 배치형 태양광 발전시스템으로, 가장 큰 특징은 일부 인버터에 고장이 발생해도 나머지 인버터가 작동해 발전이 멈추지 않는 것
 - 또한, 태양광 인버터 A/S, 태양광 발전시스템·유지보수를 전문으로 하는 자회사 '다쓰엠엔에스'를 설립해 태양광 전문 기술 인력을 보유하고, 전문적이고 체계적인 태양광 종합 솔루션을 제공

- (주)제이에스피브이는 태양광 분야의 연구개발을 지속적으로 추진하고, 해외시장 개척을 통해 국내 신재생에너지 산업화를 촉진한 점이 좋은 평가를 받아 '2015 신재생에너지 대상'에서 대통령 표창을 받았고, 당사는 꾸준한 연구개발을 통해 고출력의 모듈을 시장에 선보임
 - 태양전지 양산체제 구축(19.2%), 280W 60셀 단결정 고출력 모듈 개발, 3W~250W까지 다양한 용량의 태양광 모듈을 제조·판매
- (주)탑선은 2~2.5MW급 인버터, 4~5MW급 변압기를 일체형으로 사용하는 시스템을 가지고 있고, 미래형 송배전반 기술을 선도 중이며, 세계 최초로 400Wp(와트피크)급 모듈 생산이 가능하며, Wp는 태양전지 모듈 하나에서 생산할 수 있는 최대 전력량으로, 기존 225Wp급 모듈과 비교할 때 셀 단위면적이 커 단위면적당 전기 생산량이 많은 것이 특징
 - 모듈 제조과정에서도 기존 225Wp급 모듈에 비해 같은 인력으로 최대 70% 이상 모듈 생산량을 늘릴 수 있고, 설치 면적 및 설치비도 10% 가량 줄일 수 있는 기술로 미래 태양광 모듈의 기술 표준이 될 수 있음

[주요 중소기업 비교]

(단위 : 백만 원, %)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)에스테크	17,129	8,177	787.7	1.3	12	8.0
(주)메카로	46,393	48,134	36.8	6.4	6	4.0
(주)럭스코	79,084	71,048	-12.7	1.3	2	3.1
(주)아스트로너지 슬라코리아	-	-	-	-	-	-
(주)에스에너지	280,636	281,185	-6.0	1.0	1	0.4
(주)에스에프씨	97,999	47,400	-7.1	0.6	4	1.5
(주)다쓰테크	78,061	51,087	-2.1	0.4	5	8.1
(주)제이에스피브이	25,579	10,025	-54.3	-25.7	-35	2.3
(주)탑선	49,472	96,177	284.9	10.2	7	0.7

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 태양광 시장의 결정질 실리콘 태양전지 가격하락으로 인해 박막 태양전지 시장이 축소되면서 태양광 공정장비도 결정질 실리콘 태양전지의 고효율 공정장비 등을 개발하는 추세임
- 최근 경쟁적인 설비증가는 다소 주춤한 모습이며, 노르웨이 REC그룹의 미국법인 REC는 2016년 6월까지 16,300톤 규모의 폴리실리콘 생산을 잠정 중단, 미국 Sunedison은 무리한 부채로 파산보호 신청을 하며 사실상 생산을 중단한 상태
- Schott Solar(독), Evergreen Solar(미) 등 일부 업체는 실리콘 용액으로부터 잉곳을 제조하는 과정 없이 곧바로 웨이퍼를 제조하는 장비를 개발하여 상업화 추진 중
- 웨이퍼 최다 생산 용량을 보유하고 있는 기업은 중국의 GCL Poly Energy(15,000MW)이며, 그 다음 Jinko Solar(3,000MW), Renesolar(2,400MW)순서로 모두 중국 기업임
 - 최대 폴리실리콘 생산업체인 중국 GCL Poly Energy의 생산설비는 2016년에는 70,000톤으로 증설, 독일의 Wacker Chemie사는 2012년부터 50,000톤 이상을 유지하고 있음
- 태양전지(셀)의 생산용량은 2016년 기준 중국의 JA Solar와 Trina Solar가 각각 4,400MW, 3,500MW를 생산하고, 국내업체로는 한화큐셀이 4,300MW의 생산용량을 보유하면서 글로벌 순위의 상위권을 차지하고 있음
- 최대 모듈 생산용량을 지닌 중국의 Trina Solar는 2010년 대비 2016년까지 약 5배 증가시키고, 상위 업체의 대부분이 중국 업체로 2015년 말 태양광 모듈 1GW를 생산하는 기업이 22개사에 달하는 반면, 국내 모듈 생산용량은 중국 1개 업체와 비슷한 3.5GW에 불과하여 중국과의 가격경쟁에서 뒤처짐



* 출처 : Schott Solar社 홈페이지

[Schott Solar 社 의 태양광 공정장비]

(2) 국내업체동향

- 국내 태양전지 장비산업은 급성장하고 있는 태양 산업에 맞추어 주요 핵심장비를 개발하고 있으며, 일부 공정장비는 국산화에 성공함
 - 국내 태양광 공정장비에 진출하는 기업은 주로 반도체, 디스플레이 장비 업체들로서 이는 태양전지 제조공정이 반도체, 디스플레이 제조공정과 매우 흡사하여 장비개발 노하우와 기존 인프라 등을 활용하여 시장에 진입하고 있음
 - 국내 태양광 공정장비 기업으로 DMS, SFA, 세메스, 테스, 원익IPS, 신성홀딩스, 주성엔지니어링 등에서 결정질 실리콘 태양전지, CIGS 태양전지 등에 활용되는 공정장비를 개발하여 사업하고 있는 상황임
- 결정질 실리콘 태양지의 경우 국내 일생산체제가 구축되어 있으나 태양전지 및 모듈제조 핵심장비를 수입에 의존하여 국내업체의 단가인하 및 생산성 향상에 장애요소가 되고 있음
- OCI의 폴리실리콘 생산설비는 2015년에 증설하여 현재 52,000톤에 달하며, 북미 태양광 발전시장에 진출하고, 해외발전소 용량이 총 450MW에 달함
- 국내 대표적인 웨이퍼 생산업체인 웅진에너지의 2015년 12월 말 웨이퍼 생산용량은 500MW에 불과하여 중국과의 생산 격차가 심화
- 한화큐셀, 한화케미컬의 계열사를 중심으로 태양광 분야에서 원재료 생산 및 태양광 사업화
 - 한화 큐셀은 2016년 기준 해외 발전소 수가 17개이며, 해외에 독립 운영 중인 태양광 발전소는 70MW 규모이며, 미국, 인도 등에 건설되고 있는 설비까지 합치면 총 규모는 448MW임
- 에스에너지는 해외 발전소 건설뿐 아니라 자회사 '에스파워'를 설립하여 O&M부문의 전문성을 강화하고 있어 태양광 발전소의 진단을 통한 운영부터 전체적인 리노베이션 영역까지 담당하고 있고, 국내 시장점유율 1위를 차지하고 있음
- LG전자는 고효율 단결정 제품의 생산을 확대하고, 일본시장에 집중하며 시스템 솔루션 사업 강화
- (주)에스테크는 지난 6년간 연구소 중심 장비 업그레이드와 고생산성을 확보할 수 있는 잉곳 성장 공정개발에 꾸준히 노력하여 원가절감에 기여, 실리콘 반도체 및 태양광용 단결정 잉곳분야의 많은 연구결과를 보유
- (주)탑선은 2~2.5MW급 인버터, 4~5MW급 변압기를 일체형으로 사용하는 시스템을 가지고 있고, 미래형 송배전반 기술을 선도 중이며, 세계 최초로 400Wp(와트피크)급 모듈 생산이 가능하며, Wp는 태양전지 모듈 하나에서 생산할 수 있는 최대 전력량으로, 기존 225Wp급 모듈과 비교할 때 셀 단위면적이 커 단위면적당 전기 생산량이 많은 것이 특징

4. 기술개발 현황

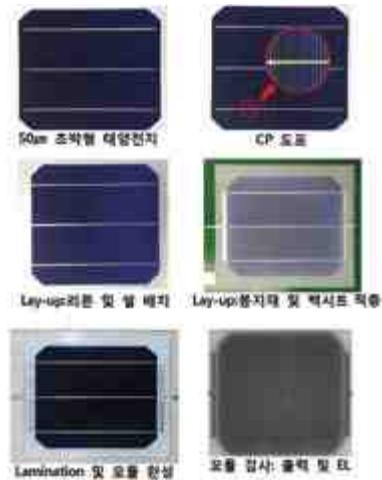
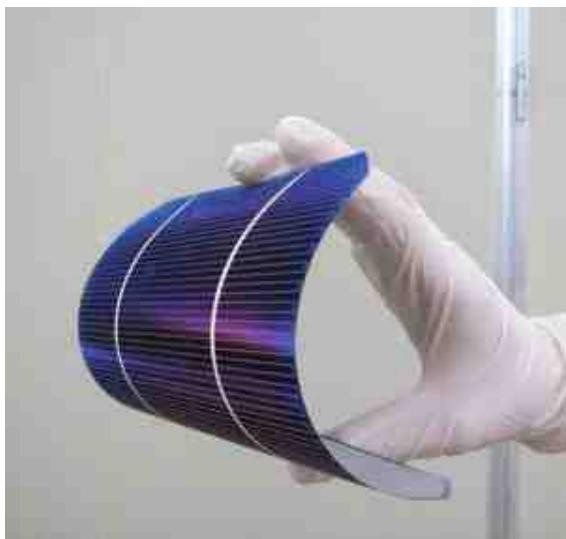
가. 기술개발 이슈

◎ 해외

- 미국은 기존에 보유하고 있는 높은 수준의 태양광 필름기술을 기반으로 태양광 설비분야의 개발을 진행
- 중국은 태양광 발전응용기술, 중고온 태양열 활용 기술 등을 이용한 신재생에너지 기술개발에 집중
- 태양광 제품의 가격상승으로 폴리실리콘 분야의 수익성 향상과는 다르게 태양전지 및 모듈분야는 가격경쟁력 약세와 낮은 수익성으로 어려움을 겪고 있음
- 세계적으로 셀 효율 개선을 위해 원자료 성능 향상 기술, 전극 기술(소재 및 장비개발 포함), 도핑 기술 등이 연구개발 중
- 원가절감을 위한 미래 핵심요소기술로 박형 웨이퍼를 이용한 고효율 태양광 셀 관련 연구개발도 활발히 진행 중
- 상업화 기준 이전에는 실리콘 태양광 셀 발전효율은 모듈화 후 19.5~20.0%대의 발전효율이 한계였으나, 현재는 실리콘 태양광 셀의 한계치인 29.8%에 다다르면서 다양한 기법이 기존 태양광 셀에 융합된 형태로 개발되고 있음
업계에서는 한계점에 이른 태양광 셀 개발보다 모듈·시스템 개발 쪽으로 관심이 이동 중
 - 뒷면의 반사되는 빛까지 발전에 사용하는 양면수광형 태양광 모듈 기술이 업계의 화두
- 온실가스 저감을 목표로 국제에너지기구 IEA, WEC와 국제표준화기구가 에너지 정책과 표준 연계를 강화하고 있음
 - IEC TC 82: 태양에너지를 전기에너지로 전환하는 광전변화시스템 등의 모든 요소에 대한 표준 개발
 - ISO TC 180: 태양에너지 표준화 진행
 - IEC61264(국제전기기기 인증제도): 태양광 시스템, 모듈, 셀, 어레이 부품 5개 분야 등의 품목에 대해 인증

◎ 국내

- 국내에서는 결정질 실리콘 태양광 셀과 모듈 투자 및 기술개발이 활발함
 - 폴리실리콘 분야는 OCI와 한화케미칼, 웨이퍼는 넥솔론과 웅진에너지, 셀과 모듈은 LG전자, 현대중공업, 한화큐셀, 신성이엔지 등이 참여
 - 페이스트, EVA, Back Sheet 등 부품·소재 부문도 학계와 연구계에서 기술개발 진행 중
- 태양광 발전의 핵심 부품인 셀 분야는 LG전자가 세계 최고수준인 22% 효율의 대면적 N타입 단결정 양면수광형 제품을 생산하고 있음
- 한화큐셀은 상업용 태양광 셀에 공정을 추가해 단결정 20.5%, 다결정 19% 이상의 고효율 PERC 셀을 생산
- 건국대 차세대 태양광 모듈 및 발전시스템 연구센터는 기존 박형 N타입 태양광 셀 개발과 더불어 340~345W급 P타입 양면형 태양광 모듈을 개발하였으며, LG전자는 상용제품을 공급 중
 - 후면반사환경을 이용해 순간 최대 출력 450W로 출력증가 32%, 순간 최대 23.44% 모듈 효율을 보임
- 한국에너지기술연구원의 신재생에너지연구본부는 차세대 태양전지의 미래기술 개발을 통해 태양광 분야의 국가기술 경쟁력 강화와 태양광 발전의 경제성 개선, 다양한 응용분야 발굴을 통한 새로운 비즈니스 모델 창출에 기여
 - 비진공 R2R공정기반 CIGS 박막 모듈개발: 1200°C 이상의 고온 진공 공정을 150°C 이하의 저온 비진공 공정으로 대체한 하이브리드 CIGS 박막 제조기술을 세계 최초로 개발, 고품질 CIGS 박막의 대면적화 및 양산성 향상에 기여
 - 스마트 창호 적용을 위한 다기능성 화합물 박막 태양전지 기술개발: 태양전지 흡수/투과 특성 예측 시뮬레이션 기술개발을 바탕으로 나노구조체 적용을 통한 투과형 태양전지 제조기술을 개발하여 투과도 7%조건에서 태양전지 효율 5.9%를 달성
 - 초박형 실리콘 태양전지 기술개발: 실리콘 태양전지 산업에서 상용화 되고 있는 180 μm 두께의 기판을 50 μm 로 줄이기 위해 웨이퍼링, 태양전지, 모듈 공정을 개발
 - 100 μm 기판 제조 및 파손율을 저감시키기 위한 공정개발, 이온주입/박리공정을 이용하여 50 μm 초박형 실리콘 기판 제조성공
 - 6인치 대면적, 50 μm 두께의 결정질 실리콘 태양전지 변환효율 17.93% 달성, 기존의 tabbing 장비 개선을 위해 리본이 아닌 전도성 페이스트를 사용한 초박형 결정질 실리콘 태양전지 모듈 구현



* 출처 : 한국에너지기술연구원 Annual Report 2016

[초박형 실리콘 기판 및 태양전지(좌), 전도성 페이스트를 이용한 실리콘 태양전지 모듈 제조 공정 (우)]

나. 특허동향 분석

◎ 태양광 공정장비 특허 주요 기술

□ 주요 기술

- 태양광 공정장비 기술은 Ingot 공정, 태양전지(Cell) 공정 및 모듈공정로 구분됨

분류	요소기술	설명
Ingot 공정	쵸크랄스키 단결정 실리콘 잉곳 제조장치	고품질 단결정 잉곳재료 중 쵸크랄스키 단결정 실리콘 잉속을 제조하는 장비
	에칭장비	고효율 태양전지의 성능 개선 및 셀 구조에 맞게 웨이퍼를 Texturing 할 수 있는 공정장비
	스퍼터링장비(PVD)	광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로, 스퍼터링을 이용한 증착장치
태양전지 (Cell) 공정	화학기상증착(CVD) 장치	광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로, 화학기상증착을 이용한 증착장치
	원자총증착장비(ALD)	광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로, 가장 얇은 박막층을 형성할 수 있는 장치
	셀 후면 Polishing 장비 (PERC 용)	고효율 태양전지인 PERC 셀의 에칭된 후면을 평판형태로 연마하는 공정장비
모듈공정	Tabbing & Stringer	태양전지 Cell과 Cell을 연결하는 장치

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 태양광 공정장비 기술의 분류별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	한국	미국	일본	유럽	계
Ingot 공정	354	154	276	98	882
태양전지 (Cell) 공정	256	145	221	65	687
모듈공정	158	68	115	35	376
합계	768	367	612	198	1,945

- 국가별 특허동향에서 한국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 일본, 미국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 Ingot 공정기술 분야에서는 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본이 그 다음으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 태양전지(Cell) 공정 기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 모듈공정기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

주요 기술별 출원인 동향

분류	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
Ingot 공정	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 웅진에너지 주식회사 ▪ 가부시키가이샤 티케이엑스 ▪ 솔베이 플루오르 게엠베하 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업중심 ▪ 웅진에너지 주식회사, 동우 화인켐
태양전지 (Cell) 공정	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 오씨아이 주식회사 ▪ 웅진에너지 주식회사 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업중심 ▪ 오씨아이 주식회사
모듈공정	○	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 에스케이실트론 주식회사 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업중심 ▪ 에스케이실트론 주식회사

Ingot 공정기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 웅진에너지 주식회사가 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

태양전지(Cell) 공정 기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야에서는 오씨아이 주식회사가 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

모듈공정기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 태양광 관련 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 에스케이실트론이 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 태양광 공정장비 기술 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 태양광 공정장비 기술 분야의 주요 경쟁기술은 Ingot 공정 및 태양전지 공정인 것으로 조사됨. 공백기술은 모듈공정 기술 분야인 것으로 나타남
 - 태양광 공정장비 기술 기술 분야에서 소Ingot 공정 및 태양전지 공정기술은 경쟁이 치열한 분야이고, 모듈공정 기술은 타 기술 분야에 비해 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	기술 집중도
Ingot 공정	●
태양전지 (Cell) 공정	●
모듈공정	○

※ ●: 200건 이상, ●: 100~199건, ○: 50~99건, ○: 30~49건, ○: 30건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	최근 핵심요소기술 동향
Ingot 공정	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 비원형 실리콘 잉곳 제조 방법 및 그 방법에 의해 제조되는 비원형 실리콘 잉곳
태양전지 (Cell) 공정	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 태양전지용 웨이퍼 결합제거 방법
모듈공정	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선형 셀이 장착된 태양전지 모듈

- 국내 특허동향을 살펴보면 한국은 대기업을 중심으로 전반적으로 연구개발을 진행하고 있음. 특히, 주요출원인인 웅진에너지, 오씨아이 및 에스케이실트론등을 중심으로 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- Ingot 공정기술 분야에서는 비원형 실리콘 잉곳 제조 방법 및 그 방법에 의해 제조되는 비원형 실리콘 잉곳등에 연구개발이 집중되고 있음
- 태양전지(Cell) 공정 기술 분야에서는 태양전지용 웨이퍼 결합제거 방법등에 연구개발이 집중되고 있음
- 모듈공정기술 분야에서는 선형 셀이 장착된 태양전지 모듈등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 태양광 공정장비 기술 기술 분야의 공백기술 분야는 Tabbing & Stringer기술을 포함하는 모듈공정 기술인 것으로 판단됨
 - Ingot 공정 및 태양전지(Cell) 공정기술은 대기업의 참여가 높은 분야임
 - 따라서 태양광 공정장비 기술 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않으며, 국내 대기업 및 글로벌 기업이 아직 국내에 활발히 특허를 출원하고 있지 않은 모듈공정 기술 분야에 대하여 관련 기술을 보유하고 있는 공공연구기관과 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
 - 모듈공정 기술 분야 개발시 최근 기술이 개발되고 있는 선형 셀이 장착된 태양전지 모듈에 관한 특허를 확보하는 전략이 바람직할 것으로 판단됨
 - 이와 같은 특허전략 수립 시 전자부품연구원, 한국생산기술연구원등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

한국에너지기술연구원

- 한국에너지기술연구원을 중심으로 '14.02 PVOMC를 시작으로 많은 국내 전문가들이 VOMC 산하 WG에 참석하여 활동 중
- IEC TC 82 WG 7 한국 대표로 활동하고 있는 한국태양광학회 윤세왕 고문이 IECRE PVOMC 부의장으로 피선되어 이후 한국의 역할이 높아질 것으로 기대됨
- 태양광 시장의 급격한 성장에 따라 태양광 시스템의 Performance, Safety, Bankability 등의 확보 필요성이 강조되었고 이를 확보하기 위해 풍력, 해양 분야에 함께 IECRE 인증 체계가 출범함
- 기존에 태양광 모듈, 인버터 등의 국제 인증은 IECEE 체계에서 진행되었으나 향후 IECRE 체계에서 시스템 인증이 진행될 예정이며, 전체 태양광 분야의 인증도 IECRE 체계에서 진행될 가능성이 높음
- 한국에너지기술연구원 신재생에너지연구본부 태양광연구실
 - 신재생에너지연구본부는 태양광 발전, 태양열 에너지와 수소제조 및 연료전지기술을 중점적으로 연구개발할 뿐만 아니라 제로에너지 솔라하우스 및 신재생에너지 자원지도 같은 특화연구 분야 등을 통해 신재생에너지 발전에 기여
 - 태양광연구실은 차세대 태양전지의 미래기술 개발을 통해 태양광 분야의 국가 기술경쟁력 강화와 태양광 발전의 경제성 개선, 다양한 응용분야 발굴을 통한 새로운 비즈니스 모델 창출에 기여
 - 실리콘 소재 비용을 줄일 수 있는 초박형 실리콘 태양전지 기술 개발
- 에너지닥터 중소기업 멘토링 사업, 시작품 제작지원 사업, 중소·중견기업과의 기술교류회, 패밀리기업 지정, 중소기업 뉴스레터 등 중소·중견기업 지원 사업 제공

한국생산기술연구원 충북 태양전지 스마트공정 기술센터

- 기술 교류회인 '고효율 태양전지 및 모듈 제조기술 커뮤니티'에는 장비 제조, 소재 및 부품 제조, 시스템, 잉곳 및 웨이퍼 제조 분야 중심으로 21개 기업이 참여 중
- 기업의 개발수요를 조사해 국가 및 지자체 R&D 사업과 연계

건국대 차세대 태양광 모듈 및 발전시스템 연구센터

- 박형 N타입 태양광 셀 개발과 더불어 340~345W급 P타입 양면형 태양광 모듈을 개발
 - 후면반사환경을 이용해 순간 최대 출력 450W로 출력증가 32%, 순간 최대 23.44% 모듈 효율을 보임

한국에너지기술평가원

- 에너지기술 정책수립 사업, 에너지 R&D 전문 인력 양성(기초/고급 트랙), 에너지 국제 공동연구 사업(선진기술획득형, 해외시장진출형 등)을 제공

태양광 공정장비 분야 연구개발 기관

- (주)에스테크

- 국내 최초로 250kg 이상의 실리콘을 녹여서 직경 214mm의 2.8m 태양광용 실리콘 단결정 잉곳 성장기술을 개발, 이를 통해 차세대 태양광 장비기술을 통합적으로 보유

- (주)메카로

- 태양전지와 전구체, 히터블록 등 주요 사업 부문에서 22개의 특허를 보유, GEM 호일에 반도체 기술을 응용해 CIGS 박막 태양전지 분야 경쟁력 강화 중일 뿐만 아니라 화학기상증착법(CVD)을 활용해 기존 물리적기상증착법(PVD) 대비 원재 소모를 감소시킴

국내 신재생에너지 테스트베드 구축사업이 전국에 걸쳐 활발하게 진행되고 있으며, 태양광, 풍력, 연료전지 등 신재생 기업(특히 중소·중견기업)이 개발한 기술 또는 제품의 사업화, 수출화를 촉진할 수 있도록 수요 거점지역에 시험분석·성능평가·실증장비 및 공용 인프라를 구축하여 운영 중

- (대경권) 구미 전자정보기술원이 주관으로 총 299억 원을 투입한 태양광 테스트베드 구축

- (충청권) 302억 원을 투자해 규격 시험 장비 60여종을 구축하고, 기술지원 서비스 등 태양광 기업을 지원할 핵심 인프라 구축

- (호남권) 77억 원을 투자해 박막태양전지용 소재 및 셀 제조 광학·전기적 성능평가 시험 등을 수행하는 국내 최대 규모 태양광 산업 클러스터 조성

[신재생에너지 테스트베드 분포 현황]

구분	지역	주관기관	
태양광	대경권	충북테크노파크	
	충청권	구미 전자정보기술원	
	호남권	전북대학교 산학협력단(대표), 한국생산기술연구원 호남권지역본부(공동)	

* 출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 홈페이지, 2016

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

□ 한국에너지융합협회

- 에너지 메이커스 이니셔티브(Energy Makers Initiative)는 기업 및 유관기관들이 참여하며, 4차 산업혁명을 통한 패러다임 변화에 적극 대응하기 위해 에너지 융합산업을 주제로 하는 인력양성, 비즈니스 모델 발굴, 정보공유 및 협력을 통해 에너지 생태계 활성화에 기여하기 위한 기업 네트워크 및 융합 플랫폼
- 태양광 전문기업, 에너지 솔루션 개발업체, 인력양성 전문기관·기업, 전문연구소, 창업지원기업 등이 참여

□ 정부 '재생에너지 3020 이행계획' 발표

- 정부가 2030년까지 110조원을 투입해 신재생에너지 발전 비중을 20%로 끌어올리고자, 48.7GW 규모 신재생에너지 설비를 확충하기로 함

□ 2017년 신재생에너지보급 정부지원 사업

- 신재생에너지 보급·금융·표준화 및 인증·발전 차액 지원, 신재생에너지 산업 해외진출 지원
- 신재생에너지 기반 구축, 친환경 전지융합 실증화 단지 구축

□ 국가 연구개발 지원사업

- 중소벤처기업부
 - 중소기업기술혁신사업
 - 산학연협력기술개발사업
 - 상용화기술개발사업
 - 중소기업 R&D 역량제고사업
 - 기술혁신형 중소기업 연구인력 지원사업
 - 연구장비 공동활용 지원사업
- 중소기업진흥공단
 - 인력양성 (컨설팅 지원 사업): 중소기업의 특성에 맞는 맞춤형 컨설팅을 지원하여 성장기·정체기 기업의 지속서장을 위한 근본체질 강화 및 글로벌 경쟁력 확보

□ 중소기업 대상 시설 및 장비 지원

- 중소기업전용연구시설(Rental Lab) (한국생산기술연구원)
 - 공동연구수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소기업에게 연구공간을 제공
 - 지원내용은 크게 시설 지원, 장비 지원, 기술 및 공동연구 지원으로 구성되어 있음
- 공통서비스 인프라 구축·운영 사업(한국전자통신연구원)
 - 정보통신 중소기업이 R&D 및 상용화 제품 개발에 필요한 애로기술 지원, 시험 측정장비 지원 및 고주파 시험시설을 활용한 시험지원 등에 대한 통합기술을 지원
 - 장비지원은 고가의 시험·측정 장비를 IT 중소기업에게 임대

나. 연구개발 인력

- 태양광 공정장비 분야는 한국에너지기술연구원, 한국생산기술연구원, 한국에너지기술평가원, 한국에너지공단, 충북테크노파크, 구미 전자정보기술원, 전북대학교, 광운대학교에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[태양광 공정장비 분야 주요 연구인력 현황]

기관	소속	연구분야
한국에너지기술연구원	신재생에너지연구본부 태양광연구실	<ul style="list-style-type: none"> • 결정질 실리콘 태양전지 기술개발 • 차세대 태양전지 기술개발 • 태양광 발전(PV) 모듈 및 BIPV 관련 기술개발 • PV용 전력 변환장치(PCS) 기술개발 • PV 관련 성능시험·평가기술 개발 및 국제 표준화 • 태양광 인력양성 프로그램 개발 (학연 협동 석박사 과정)
한국에너지공단	신재생에너지센터	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생에너지육성, 보급, RPS사업
한국에너지기술평가원	기술개발본부 신재생에너지실	<ul style="list-style-type: none"> • 신재생에너지핵심요소기술개발 • 에너지기술 정책수립 사업 • 에너지 R&D 전문 인력 양성(기초/고급 트랙)
한국생산기술연구원	충북 태양전지 스마트공정 기술센터	<ul style="list-style-type: none"> • ‘고효율 태양전지 및 모듈 제조기술 커뮤니티 운영 • 수요조사를 통한 국가 및 지자체 R&D 사업과 연계

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

- 태양광 공정장비의 요소기술은 크게 잉곳(ingot) 공정, 태양전지(cell) 공정, 모듈공정의 총 세 개의 분류로 구분됨
- 기술이전이 가능한 기관은 한국에너지기술연구원, 한국전기연구원, 한국생산기술연구원, 광운대학교, 삼익THK(주), (주)에스에너지가 있음

[태양광 공정장비 요소기술 연구기관 및 인원]

분류	요소기술	기관
태양전지 (Cell) 공정	잉곳(ingot) 공정 태양전지용 실리콘제조를 위한 acid leaching을 이용한 MG-Si중 불순물의 정련방법	한국생산기술연구원
	염료감응 태양전지용 고효율 페이스트 제조기술	한국에너지기술연구원
	염료감응 태양전지용 나노겔형 전해질 기술	한국에너지기술연구원
	초박형 실리콘 기판을 이용한 실리콘 태양전지 및 모듈	한국에너지기술연구원
	플렉서블 CIGS 박막 태양전지	한국에너지기술연구원
	편조물을 이용한 직조형 염료감응형 태양전지	한국전기연구원
	대면적의 유도결합형 플라즈마를 균일하게 발생시키는 플라즈마 발생장치	광운대학교 산학협력단
모듈 공정	액체 필름 배리어를 이용한 기판상의 미세패턴 형성방법	삼익THK(주)
	비진공 R2R 공정기반 CIGS 박막 모듈 비진공 R2R 공정기반 CIGS 박막 모듈	한국에너지기술연구원
	이중사출구조로 일체화된 태양전지 모듈용 접속단자함	(주)에스에너지

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

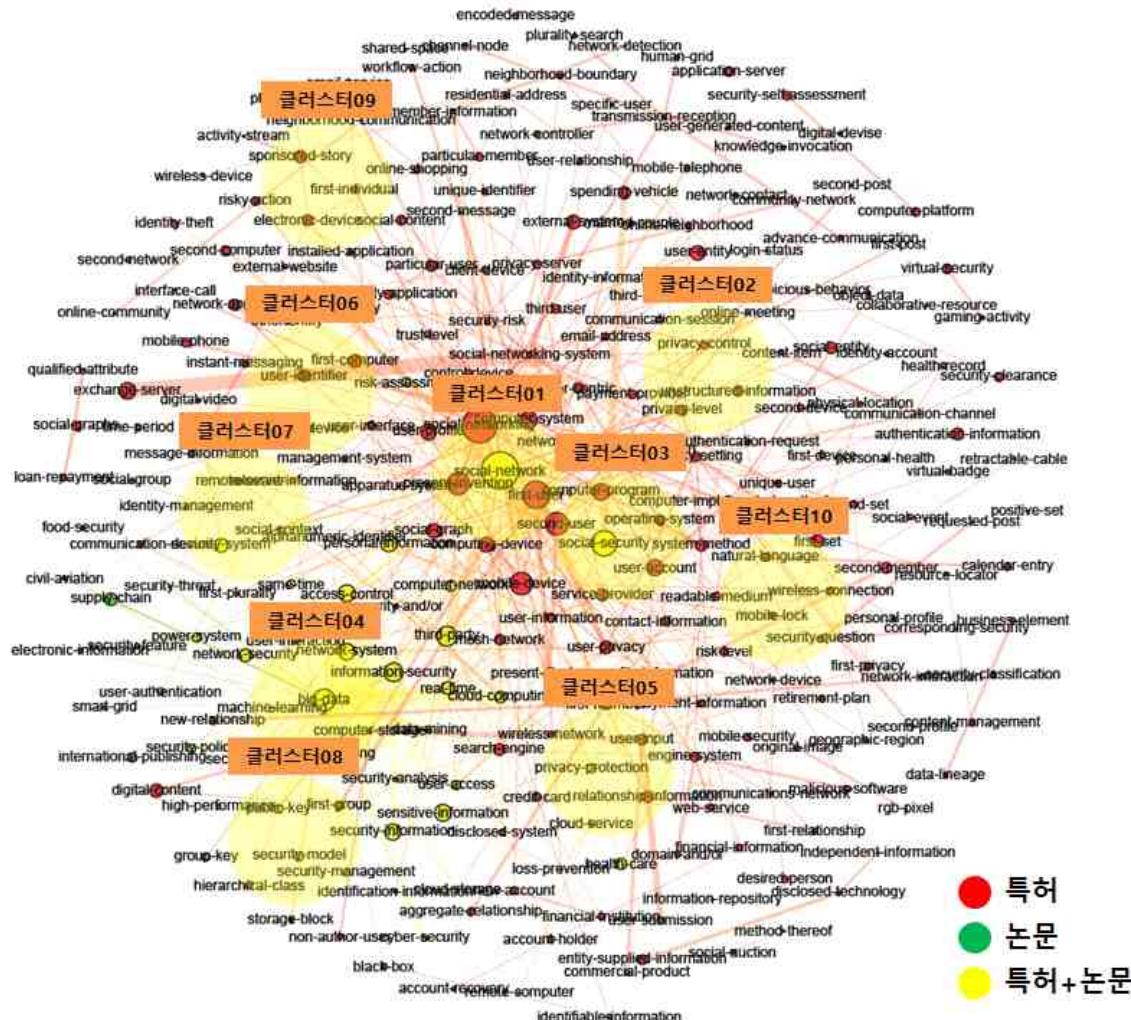
[태양광 공정장비 분야 기술이전가능 기술]

기관	이전 기술	내용
한국에너지 기술연구원	비진공 R2R 공정기반 CIGS 박막 모듈	BIPV, DIPV에 적용 가능하며, 나노입자 및 용액 등의 비진공 공정을 이용한 고효율 CIGS 박막 태양전지 기술
	염료감응 태양전지용 고효율 페이스트 제조기술	건물 일체형 태양광 발전시스템에 적용 가능, 본 기술은 염료감응 태양전지의 효율향상을 위한 소재기술로 블랙·옐로우·화이트 페이스트 등의 소재를 적용할 경우 염료감응 태양전지의 투과율 조절이 가능
	염료감응 태양전지용 나노겔형 전해질 기술	건물 일체형 태양광 발전시스템에 적용 가능, 본 기술은 액체 전해질을 사용하는 염료감응 태양전지의 낮은 장기 안정성을 개선할 수 있으며, 기존의 염료감응 태양전지보다 광전변환 효율을 향상시킬 수 있는 나노겔형 전해질을 이용
	초박형 실리콘 기판을 이용한 실리콘 태양전지 및 모듈	156 x 156 mm (6인치) 두께 100 μm 급 웨이퍼·태양전지 제조, 상용 웨이퍼의 두께편차(20 μm)이하의 웨이퍼 두께균일성을 가짐
	플렉서블 CIGS 박막 태양전지	BIPV, VIPV 등에 적용이 가능하며, 가볍고 깨지지 않는 기판의 사용으로 태양광 발전의 응용분야를 확대할 수 있고, 다결정 실리콘 태양전지에 버금가는 높은 효율성을 가지고, 저가, 고효율의 박막 태양전지 제조로 태양전지 경제성 확보가 가능함
한국전기연구원	편조물을 이용한 직조형 염료감응형 태양전지	중앙 일체형 직조 염료감응형 태양전지 개발
한국생산기술 연구원	태양전지용 실리콘제조를 위한 acid leaching을 이용한 MG-Si중 불순물의 정련방법	비기상법 플라즈마 폭기 용융 및 정제 기술을 이용한 고효율, 고순도 실리콘 제조장비 개발
광운대학교 산학협력단	대면적의 유도결합형 플라즈마를 균일하게 발생시키는 플라즈마 발생장치	결정질 태양전지 공정을 위한 저가 대기압 플라즈마 도핑 원천 기술 개발
삼익THK(주)	액체 필름 배리어를 이용한 기판상의 미세패턴 형성방법	결정질 실리콘 태양전지용 잉크젯 전극형성 기술적용사업
(주)에스에너지	이중사출구조로 일체화된 태양전지 모듈용 접속단자함	초저가 고효율 결정질 실리콘 태양전지 모듈 개발

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[태양광 공정장비 기술 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	solar, battery, module	5-7	5. Occupant controlled energy management system and method for managing energy consumption in a multi-unit building 6. Analysis of multi-objective optimal dispatch of cogeneration with thermal energy storage for building energy management system
클러스터 02	solar, battery, substrate	4-6	1. System, method, and apparatus for electric power grid and network management of grid elements 2. A Dynamic Distributed Energy Management Algorithm of Home Sensor Network for Home Automation System
클러스터 03	solar, battery, process	3-5	1. Optimization of the community energy supply system for D-Cube city, multi purpose building 2. CONTROLLER FOR SKYLIGHT ENERGY MANAGEMENT SYSTEM
클러스터 04	solar, battery, machine	2-5	1. Smart home energy management with vehicle-to-home technology 2. VEHICLE CHARGING SYSTEM, VEHICLE CHARGING METHOD, POWER SUPPLY SYSTEM, AND POWER SUPPLY METHOD
클러스터 05	solar, battery, electric	2-4	1. Vehicle with an electric storage section, and charge-discharge system including the vehicle and an energy management equipment 2. Techno-economic analysis of household and community energy storage for residential prosumers with smart appliances
클러스터 06	solar, battery, manufacture	4-6	1. ESTIMATING ENERGY SAVINGS FROM BUILDING MANAGEMENT SYSTEM POINT LISTS 2. Energy-saving techniques of full-scale green building analysis research - Taiwan's first zero-carbon green building
클러스터 07	solar, battery, barrier	6-8	1. Home energy management system 2. Architecture of web services interface for a Home Energy Management system
클러스터 08	solar, battery, silicon	5-7	1. Utilization of EVs and their used batteries in factory load leveling 2. Energy management system, energy management method, program, server apparatus, and local server
클러스터 09	solar, battery, membrane	2-4	1. Development of Battery and Charger Integration System (BCIS) 2. VEHICLE CHARGING SYSTEM, VEHICLE CHARGING METHOD, POWER SUPPLY SYSTEM, AND POWER SUPPLY METHOD
클러스터 10	solar, battery, diagnosis	3-6	1. SMART ENERGY DEVICE REPORTING "OPT-OUT" AUTONOMOUSLY DEPENDING ON USER SETTINGS 2. Automatic sensor arrangement system for building energy and environmental management

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[태양광 공정장비 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
잉곳(Ingot) 공정	쵸크랄스키 단결정 실리콘 잉곳 제조장치	기술/시장 분석, 기술수요, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	floating zone 실리콘 잉곳 제조장치	기술/시장 분석, 전문가 추천
	애칭장비	특허/논문 클러스터링
	스퍼터링장비(PVD)	특허/논문 클러스터링
	화학증착장치(CVD)	기술수요, 특허/논문 클러스터링
태양전지(Cell) 공정	원자층증착장치(ALD)	기술/시장 분석, 전문가 추천, 특허/논문 클러스터링
	셀 후면 Polishing 장비(PERC용)	기술/시장 분석, 전문가추천
	셀 검사장치	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	세정장치	기술수요, 특허/논문 클러스터링
모듈 공정	5kW 태양광/20kW 에너지 저장 연계 시스템의 원격 모니터링 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
	염료감응형 태양전지 제조단가 절감을 위한 금속박막 제작 및 소재 기수	기술/시장 분석, 전문가추천
모듈 공정	Tabbing & Stringer	전문가추천, 특허/논문 클러스터링

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[태양광 공정장비 분야 핵심요소기술]

분류	핵심요소기술	개요
태양전지(cell) 공정	초크랄스키 단결정 실리콘 잉곳 제조장치	고품질 단결정 잉곳재료 중 초크랄스키 단결정 실리콘 잉곳을 제조하는 장비
	애칭장비	고효율 태양전지의 성능 개선 및 셀 구조에 맞게 웨이퍼를 Texturing 할 수 있는 공정장비
	스퍼터링장비(PVD)	광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로, 스퍼터링을 이용한 증착장치
	화학증착장치(CVD)	광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로, 화학기상증착을 이용한 증착장치
	원자층증착장치(ALD)	광흡수, 변환효율을 위한 증착장치로, 가장 얇은 박막층을 형성할 수 있는 증착
	셀 후면 Polishing 장비(PERC용)	고효율 태양전지인 PERC 셀의 에칭된 후면을 평판형태로 연마하는 공정장비
모듈 공정	Tabbing & Stringer	태양전지 Cell과 Cell을 연결하는 장치

나. 태양광 공정장비 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

태양광 공정장비의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	고효율 태양전지 및 모듈 양산 태양광 공정 Pilot 장비 개발	고효율 태양전지 및 모듈 양산 태양광 공정장비 상용화 기술	고효율 태양전지 및 모듈 양산 태양광 공정장비 신뢰성 확보	고효율 태양전지 및 모듈 상용화 태양광 공정장비 기술 확보
핵심요소기술	<p>잉곳 (ingot) 공정</p> <ul style="list-style-type: none"> 쵸크랄스키 단결정 실리콘 잉곳 제조 장치 			잉곳 용량 증가
	<p>태양 전지 (cell) 공정</p> <ul style="list-style-type: none"> 애칭 장비 스퍼터링 장비(PVD) 화학 증착 장치(CVD) 원자층 증착 장치(ALD) 셀 후면 Polishing 장비(PERC용) 			태양광 공정장비 신뢰성 확보 및 상용화 기술 개발 (선진사 대비 95% 이상)
	모듈 공정	Tabbing & Stringer		Bus Bar 수 증가
기술/시장 니즈	신재생에너지 중심의 발전산업 수요 증가	고효율 태양전지 및 태양광 모듈의 기술 경쟁력 확보		지역 및 환경 맞춤형 태양광발전시스템 시장 확대

다. 연구개발 목표 설정

핵심요소기술별 최종목표는 아래와 같이 기술요구사항과 연차별 개발목표로 제시함

[태양광 공정장비 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표	
			1차년도	2차년도	3차년도		
태양전지 (Cell) 공정	잉곳(Ingot) 공정	초크랄스키 단결정 실리콘 잉곳 제조장치	잉곳용량 (ton/batch)	1.8	1.9	2.0	잉곳 용량 증가
	예칭 장비	최선진 수준 대비 기술수준 (%)	> 85	> 90	> 95	태양광 공정장비 신뢰성 확보 및 상용화 기술개발 (선진사 대비 95% 이상의 기술수준)	
	스퍼터링 장비 (PVD)	최선진 수준 대비 기술수준 (%)	> 85	> 90	> 95		
	화학증착장치 (CVD)	최선진 수준 대비 기술수준 (%)	> 85	> 90	> 95		
	원자층증착장치 (ALD)	최선진 수준 대비 기술수준 (%)	> 85	> 90	> 95		
모듈 공정	셀 후면 Polishing 장비 (PERC용)	최선진 수준 대비 기술수준 (%)	> 80	> 85	> 90	Bus Bar 수 증가	
	Tabbing & Stringer	Bus Bar 수	4	4	5		

기술개발 테마 현황분석

건물 일체형 신재생에너지 시스템

건물 일체형 신재생에너지 시스템

정의 및 범위

- 정의: 건물 일체형 신재생에너지 시스템은 건축물의 에너지 자립을 위해 신재생에너지를 건물 외피 또는 설비 시스템과 접목시킨 에너지생산 시스템을 구축하여, 에너지 생산량 및 에너지 이용 효율을 극대화할 수 있는 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV : Building Integrated Photovoltaics) 기술 등을 의미
- 범위: 건물 일체형 신재생에너지 시스템은 BIPV, 지열, 태양광, 풍력, 시스템 통합으로 구분되며, 개별 신재생에너지원 관련 기술 전반이 포함됨. 복합 시스템 기술은 이용 효율의 극대화를 위해 이종의 신재생에너지원을 건물에 복합 적용하는 기술을 의미하며 태양광·태양열 겸용 패널 기술, 태양열·지열 축열 저장장치 통합기술, 풍력·태양광 전력량 통합화 기술 등이 있음

정부지원 정책

- 중장기 신재생에너지 보급목표(2035년, 11%) 달성을 위한 신재생에너지 공급의무화(RPS) 제도의 의무비율을 지속적으로 강화하고 있으며, '12년 신재생에너지 공급의무화(RPS) 도입 이후 '14년 12월 말 기준, 신규 신재생 발전설비 8,679개소, 3,485 MW를 보급
- 신재생에너지 개발과 이용·보급 촉진법을 근거로 정부 주도의 정책을 통하여 건물 일체형 태양광발전 설비의 보급 활성화를 추진하고 있어 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 모듈은 2020년에 약 8억 달러에 해당되는 규모로 전체 태양광 시장에서 초고속 성장할 것으로 예상

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">정부주도를 기반으로 한 활발한 시장형성기존 창호 및 건축 기술과 태양광등의 기술결합으로 인한 창호 및 신재생에너지 시장 활성화	<ul style="list-style-type: none">정부 보조금 없이 사용자의 자체적인 소비는 미비지속적인 유지관리로 인한 A/S팀 필수국내 많은 기업들의 사업 중단
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">건축물 융·복합이 유리한 스마트 신재생에너지 시스템 분야의 기술 개발 및 제품화가 활발히 진행지속 가능한 발전에 대한 요구가 증가함에 따라 신재생에너지 시스템의 발전이 가속화	<ul style="list-style-type: none">국내 대기업은 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 건물 복합 기술개발과 가격 및 기술 경쟁력 확보를 위해 계열사와 공급망을 형성세일가스의 개발 확대로 신재생에너지 관심 축소 경향



중소기업의 시장대응전략

- 여러 단계 중 모듈 및 전력변환장치와 같이 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)를 구성하는 세부 기술 단계에 참여하여 이에 대한 경쟁력만 갖춘 상태로, 중소기업간 또는 대기업 중소기업 간의 상생모델 구축이 필요
- 태양광 분야 수급 불균형 해소 및 시스템 설치단가 하락에 따른 중소규모 태양광 발전시스템 시장 확대

핵심요소기술 로드맵

건물 일체형 신재생에너지 시스템의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	BIPV, BIST, BIPVT 모듈 견자재화 기술	발전 효율 증가	내구성 및 경제성	종합효율 및 내구성
핵심요소기술	BIPV 기술	실리콘계열 BIPV 모듈화 기술 BIPV 견자재화 기술 염료감응형 BIPV 소재 기술		핵심기술 확보 및 자립화
	BIST 기술	온수생산형 BIST 기술 온풍생산형 BIST 기술		경제적 BIST 개발
	BIPVT 기술	실리콘계열 BIPVT 모듈화 기술 BIPVT 견자재화 기술		종합 효율이 우수한 BIPVT 개발
	전력제어 기술	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 최적설계와 모델링 기술 건물 일체형 신재생에너지 시스템의 계측제어 및 모니터링 시스템 기술	하이브리드 신재생에너지 시스템	건물 일체형 신재생에너지 제어 및 관리 기술 개발
	기술/시장 니즈	핵심기술의 안정성 확보를 위한 실증 강화	실증을 통한 재활용 분야 확대 및 시범보급	포집 발전설비 플랜트 핵심기술의 자립화 및 수출 산업화

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술은 건축물의 에너지 자립을 위해 신재생에너지를 건물 외피 또는 설비 시스템과 접목시킨 에너지생산 시스템을 구축하여, 에너지 생산량 및 에너지 이용 효율을 극대화할 수 있는 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV : Building Integrated Photovoltaics) 기술 등을 의미



자료 : 구글 홈페이지 이미지(<https://google.co.kr>)

[BIPV시스템의 이미지]

- 정부는 국가 에너지 전략의 핵심을 소비효율화와 함께 청정에너지의 확대에 두고 있으며, 각종 보급사업과 지원제도를 통해 2011년 기준 2.75%(이중 폐기물이 67.54%를 차지)인 1차 에너지원 중 신재생에너지원의 비율을 2035년까지 11%로 기존 목표 유지⁶⁾
- 정부는 그린홈 100만호 보급 사업⁷⁾을 추진하여 신재생에너지 설비의 설치비 일부를 지원해주고 있으며, 2015년 11월에 발표한 '2030년 에너지 신산업 확산전략'⁸⁾에 따르면 2025년부터 국내 신축되는 건물이 모두 제로에너지 빌딩으로 건축되어야 한다고 발표
- 정부 정책 전략에 따라 건물 에너지 자립을 위한 신재생에너지 이용은 불가피하며, 공공건물을 시작으로 건축물에 신재생에너지 사용은 의무화되고, 신재생에너지 인증제도 추진과 단계별 신재생에너지 공급·이용 의무비율이 지속적으로 강화

6) 제2차 국가에너지 기본계획, 2014.01

7) 그린홈 100만호 보급사업 : 에너지관리공단에서 추진하고 있는 사업으로 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등 신재생 에너지 설비를 주택에 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 보조해주는 사업

8) 2030년 에너지 신산업 확산전략 : 산업부는 최근 新기후체제 출범에 대응해 에너지 산업의 패러다임 전환이 요구되고 있으며 온실가스 감축의 실질적 대안으로 '에너지 신산업'을 주목하고 있음에 따라 에너지 신산업에 대한 국내 기업의 과감한 투자 촉진을 위해 지난 2015년 11월 23일에 2030년 미래비전을 포함한, '에너지 신산업 중장기 확산 전략'을 발표

- 정부에서는 2025년부터 제로에너지 건물을 의무화할 계획이며, 건물단위에서 제로에너지 건물을 달성하기 위해서는 패시브 기술과 액티브 기술 및 신재생에너지 기술의 접목이 필수적임
- 태양광 발전 시스템 단위의 필수 구성 요소로써 계통연계형(On-grid) 및 태양광 보급 확대를 위한 독립형(Off-grid) 시스템과 관련된 필수 구성 요소를 포함
- 태양광발전(PV) 분야는 신재생에너지 중에서 가장 각광받으면서 기업 참여가 매우 활발한 산업 부문이며, 태양광 발전시스템 단가가 지속적으로 떨어지면서 국내외 태양광시장이 확대되고 있는 상황

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템은 BIPV, 지열, 태양열, 풍력, 시스템 통합으로 구분되며, 개별 신재생에너지원 관련 기술 전반이 포함됨. 복합 시스템 기술은 이용 효율의 극대화를 위해 이종의 신재생에너지원을 건물에 복합 적용하는 기술을 의미하며 태양광·태양열 겸용 패널 기술, 태양열·지열 축열 저장장치 통합기술, 풍력·태양광 전력량 통합화 기술 등이 있음
- BIPV 시스템의 세부 제품은 내장 블라인드 구성 유리, 태양광발전 차양장치, 태양광 발전 창호시스템, 건물 일체형 태양광 발전(BIPV) 이중외피시스템, 투광형 태양광 이중외피, 벽면일체형 태양광 발전시스템 등이 있음
- 태양광 발전시스템은 기본적으로 태양광모듈, 접속반, 설치대 및 BOS(Balance of Systems) 등으로 구성되지만, 설치형태 및 발전방식 등에 따라 분류
- 발전시스템은 기본적인 구성인 태양광 발전시스템, 건물에 적용되는 PVinB(Photovoltaic in Building) 시스템, 수상에 적용되는 수상태양광 발전시스템, 타에너지원(예를 들면, 연료전지, 풍력, 디젤발전 등)과 융·복합하여 발전하는 융·복합발전시스템 기술로 구분

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
건물 일체형 태양광 에너지 시스템	BIPV	태양전지(Photovoltaic cell) 모듈을 건축 외장재용으로 건자재화하여 건물 외피에 적용함으로써 태양전지를 건물 외피에 별도로 부착하는 방식에 비하여 경제성을 확보하는 기술. BIPV 기술은 태양전지 자체의 효율 및 내구성 향상기술과 건물과의 일체화 기술, 시스템기술로 구분할 수 있음
	BIST ⁹⁾	BIPV와 유사하게 태양열 집열기(solar collector)를 건축 외장재로 건자재하여 건물 외피에 적용하는 기술
	BIPVT ¹⁰⁾	태양전지와 태양열 집열기를 통합한 기술로 하나의 모듈로 전기와 열을 동시에 생산할 수 있는 기술
	PVinB	태양광 모듈이 건물을 구성하는 부품으로 구성되는 건물 일체형 태양광발전(BIPV, Building Integrated PV)기술 태양광모듈이 건물에 부착되어 전력을 생산하는 BAPV(Building Attached PV) 시스템으로 구분

(2) 공급망 관점

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템은 태양광산업, 제로에너지빌딩산업, 에너지 프로슈머산업 등과 밀접한 관련이 있음
- 태양광 발전시스템 분야는 태양광으로부터 전력을 생산하는 관점에서 크게 태양광 발전시스템, PVinB(Photovoltaic in Building)시스템, 수상태양광 발전시스템, 융·복합발전시스템 구분
 - 태양광 발전시스템은 태양광 모듈을 이용하여 생산된 전력을 분산형 또는 계통 연계할 수 있는 시스템을 구성하는 기술
 - PVinB(Photovoltaic in Building) 시스템은 건물의 디자인 요소를 가미하면서 전력을 생산할 수 있는 시스템으로 ESS(Energy Storage Systems)와 결합하여 시스템을 구성하는 기술
 - 수상태양광 발전시스템은 육상이 아닌 댐, 저수지 또는 해양에 부유물을 이용하여 발전하는 시스템 구성 기술, 특히, 생산된 전력을 DC to DC 배전 기술을 포함함
 - 융·복합발전 시스템은 에너지 융·복합시스템으로 태양광과 타에너지원(예를 들면, 화력, 연료전지, 풍력, 디젤발전 등)과 연계한 시스템 구성 기술

9) BIST : Building Integrated Solar Thermal Systems

10) BIPVT : Building Integrated Photovoltaic-Thermal

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
건물 일체형 신재생에너지 시스템	태양광 발전시스템	태양광 발전시스템의 계측제어 및 모니터링 기술, 태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기술 등
	PVinB 시스템	건물의 디자인 요소를 가미하면서 전력을 생산할 수 있는 태양광 발전시스템의 최적설계, 모니터링 기술 등
	수상태양광 발전시스템	수상에 적용할 수 있는 부유물 제조기술, DC to DC 배전 기술 등
	융·복합발전시스템	축전지, 열전소자, 태양광 융복합 발전시스템의 고효율화 기술, 제어기술 등

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 기업의 신규 참여와 투자가 대폭 확대되고 있는 상태로, 관련 기업체 수는 2008년 134개에서 2013년 245개로, 고용인원은 2008년 6,496명에서 2013년 기준 11,962명으로 증가
 - 매출액은 2008년 3.27조원에서 2013년 기준 7.5조원으로 약 2.3배 성장하였으며, 특히 태양광 분야의 대기업 및 중소·중견기업의 참여 빈도가 활발¹¹⁾
- 정부는 중장기 신재생에너지 보급목표(2035년, 11%) 달성을 위한 신재생에너지 공급의무화(RPS) 제도의 의무비율을 지속적으로 강화하고 있으며, '12년 신재생에너지 공급의무화(RPS) 도입 이후 '14년 12월말 기준, 신규 신재생 발전설비 8,679개소, 3,485 MW를 보급¹²⁾
- 태양열 시스템은 급탕을 위한 지열 시스템 또는 태양광 모듈 겸용 사용 관련 기술 개발이 이뤄지고 있으며, 현재 관련 중소기업은 하이브리드 구축 기술력 취약으로, 관련 기술력 확보를 통한 경쟁력 강화가 필요
- 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)분야는 세계적으로 기존 업체 간 원가경쟁력 확보를 위한 규모 경쟁, 정부의 지원을 받는 중국업체의 저가공세, 유럽 주요국의 잇따른 정부지원 축소계획으로 인해 시장이 악화되는 등 관련 시장규모가 정부정책과 원가에 의존성이 높은 산업
 - 신재생에너지 개발과 이용·보급 촉진법을 근거로 정부 주도의 정책을 통하여 건물 일체형 태양광발전 설비의 보급 활성화를 추진하고 있어 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 모듈은 2020년에 약 8억 달러에 해당되는 규모로 전체 태양광 시장에서 초고속 성장할 것으로 예상
- 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 분야는 모듈의 설계·시공·관리의 공급망을 모두 갖춘 업체가 시장을 선점해 나갈 것으로 예측되며, LG하우시스, KCC, 한화L&C, 이건 창호 등의 업체들이 태양광 발전 창호시스템, 건물 일체형 태양광 발전(BIPV) 이중외피 시스템, 투광형 태양광 이중외피, 벽면일체형 태양광발전 등이 가능한 고기능 제품 개발을 통하여 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 시장 공략을 강화하고 있는 상황
 - 국내 대기업은 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 건물 복합 기술개발과 가격 및 기술 경쟁력 확보를 위해 계열사와 공급망을 형성
 - 중소기업은 여러 단계 중 모듈 및 전력변환장치와 같이 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)를 구성하는 세부 기술단계에 참여하여 이에 대한 경쟁력만 갖춘 상태로, 중소기업간 또는 대기업 중소기업 간의 상생모델 구축이 필요

11) 신재생에너지코리아산업통계, 2014

12) 에너지관리공단 신재생에너지센터, 2015.01

- COP21 파리 선언이후, 선진국에서는 태양경제의 실현을 위한 신재생에너지 정책을 추진하여 에너지 위기를 극복하고, 동시에 지구온난화 방지를 추구하는 방향으로 나아가고 있음
- PV 모듈 신뢰성 향상을 위한 모듈 설계 및 부품 소재 기술을 통하여 고효율화 및 경량화 등이 신재생에너지 정책의 홍보 수단 및 실제적인 에너지 효율성 증대로 이어질 수 있도록, 시장ニ즈에 맞춘 제품 개발을 통한 시장 확대
- 태양전지 전력변환 시스템에 사용되는 부자재(DC커넥터, DC스위치), 전력 변환기기 부자재(EMI 필터) 등의 국산화를 통해, 시스템 업체에서는 단가 절감 뿐 아니라, 아웃소싱 기업 다변화를 통해 수급 불안정성 해소
- 양산기술의 진보, 전력변환 회로 설계 및 전력제어 연구개발로 높아진 전력변환기기 효율을 바탕으로, 유/무선, 블루투스 H/W, S/W 및 스마트폰 기반의 앱 개발을 통해 전력변환 제품 자체의 경쟁력을 높여야 함
 - 쉽고 강력한 인터페이스 기기 출시를 통해, 태양전지 전력변환기기의 제품경쟁력 강화

(2) 산업의 구조

- 후방산업은 BIPV 제품의 소재가 되는 태양전지 소재산업 및 유리산업, 건축자재산업 등이 있을 수 있고, 신재생에너지 금융지원 산업 등으로 구성됨
- 전방 및 후방 모두에 산업파급효과가 큰 수준이며, 국내 태양광 발전시스템 기술은 벨류체인의 제품 계열구조 부문에서 기술경쟁력, 규모의 경제 등 독보적인 경쟁력을 확보하거나, 아니면 전략적 제휴를 맺거나 수직계열화를 통해 경기변동에 대응하고 있음
- 태양광 발전시스템을 주도하던 Utility 규모에서 중소규모로 전환되고 있는 시점에서 다양한 태양광 발전시스템에 대한 요구가 증대되고 있음
- 전방산업으로서 신재생에너지산업, 태양광산업, 태양열 산업, 분산발전산업, 에너지저장시스템 (ESS, Energy Storage System)산업, 에너지신산업, 제로에너지빌딩산업 등으로 구성

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야 산업구조]

후방산업	건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야	전방산업
태양전지 소재산업, 건축자재산업, 유리산업, 신재생에너지 금융지원산업	건물 일체형 태양광(BIPV) 기술 건물 일체형 태양열(BIST) 기술 건물 일체형 태양광열(BIPVT) 기술	신재생에너지산업, 태양광산업, 태양열산업, 분산발전산업, ESS산업, 에너지신산업, 제로에너지빌딩산업

- 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 분야는 모듈의 설계·시공·관리의 공급망을 모두 갖춘 업체가 시장을 선점해 나갈 것으로 예측되며, LG하우시스, KCC, 한화L&C, 이건창호 등의 업체들이 태양광 발전 창호시스템, 건물 일체형 태양광 발전(BIPV) 이중외피 시스템, 투광형 태양광 이중외피, 벽면일체형 태양광발전 등이 가능한 고기능 제품 개발을 통하여 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 시장 공략을 강화하고 있는 상황
 - 국내 대기업은 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 건물 복합 기술개발과 가격 및 기술 경쟁력 확보를 위해 계열사와 공급망을 형성
 - 중소기업은 여러 단계 중 모듈 및 전력변환장치와 같이 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)를 구성하는 세부 기술단계에 참여하여 이에 대한 경쟁력만 갖춘 상태로, 중소기업간 또는 대기업 중소기업 간의 상생모델 구축이 필요
- 신재생에너지산업은 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 기업의 신규 참여와 투자가 대폭 확대되고 있는 상태로, 관련 기업체 수는 2008년 134개에서 2013년 245개로, 고용인원은 2008년 6,496명에서 2013년 기준 11,962명으로 증가
 - 매출액은 2008년 3.27조원에서 2013년 기준 7.5조원으로 약 2.3배 성장하였으며, 특히 태양광 분야의 대기업 및 중소·중견기업의 참여 빈도가 활발¹³⁾
- 국내·외적으로 신재생에너지 분야는 태양광과 풍력을 중심으로 정부정책과 시장규모가 형성되어 있으며, 건축 산업에서는 태양광, 지열, 태양열, 소형풍력 등 건축물 융/복합이 유리한 스마트 신재생에너지 시스템 분야의 기술 개발 및 제품화가 활발히 진행
- 2015년 1,063억 달러, 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 700억 달러로 추정¹⁴⁾된 세계 태양광 산업은 정부의 지원 및 규제 그리고 지속가능한 발전에 대한 요구가 증가함에 따라 스마트 신재생에너지 시스템의 발전이 가속화되고 있으며, 대기업의 참여도가 증가

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 2015년 11월 30일부터 12월 13일까지 프랑스 파리에서 열린 제 21차 유엔 기후변화협약 당사국 총회(COP 21)¹⁵⁾에서는 교토의정서가 만료되는 2020년 이후 모든 나라에 적용될 새로운 기후변화 대응 체제를 세우는 것을 목표로 하고 있으며, 구속력 있는 온실가스 감축안이 마련됨에 따라 신재생에너지에 대한 중요성이 더욱 강조될 것으로 전망

13) 신재생에너지코리아산업통계, 2014

14) Clean Energy Trends, 2012, NanoMarkets, 2012

15) 유엔 기후변화협약 당사국 총회(COP 21, Conference of the Parties 21) : 지구온난화 방지를 위해 온실가스의 인위적 방출을 규제하기 위한 협약의 이행상황을 정기적으로 검토하고 효과적인 이행촉진을 위한 최고 의사결정기구

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 세계 태양광 설치용량은 2012년 97 GW에서 2020년 331 GW까지 확대될 예정¹⁶⁾으로 2014년 이후에도 각국의 태양광 확대 정책 및 일부 국가의 그리드 패리티(Grid Parity)¹⁷⁾ 도달로 시장이 꾸준히 성장할 것으로 전망
 - 세계 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 시장은 2012년에 343.1 MW 설치용량을 달성하였으며, 2013년부터 2019년까지 연평균 18.7% 성장하여 2019년에 1.15 GW 설치용량을 달성할 것으로 예측
 - 루프탑(rooftop), 커튼월(curtain wall) 및 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 창 형태로 적용되는 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 방식은 2012년 기준으로 루프탑 설치방식이 67%를 차지하였으나, 커튼월 방식이 2019년까지 가장 빠른 성장율을 보일 것으로 예측¹⁸⁾
- BIPV 세계 시장 규모는 2016년 1,520백만 달러에서 2021년 8,531백만 달러 규모로 41.2% 증가할 것으로 전망

[BIPV 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	1,520	2,146	3,030	4,279	6,042	8,531	41.2

* 출처 : KISTI 마켓리포트 건물 일체형태양전지시스템 (2016)

- 세계 태양열 집열기 누적 설치용량은 2012년까지 269.3 GWth이며, 58개국에 384.7백만 m² 면적의 집열기가 설치되어 있으며, 이 중에서 중국이 180.4 GWth로 최대 설치국가이고, 유럽이 42.8 GWth, 미국과 캐나다가 17.2 GWth 설치되어, 중국과 유럽이 전 세계 설치량의 83%를 차지¹⁹⁾. 2014년까지의 누적 설치용량은 406 GWth로 2013년 대비 8.8% 증가²⁰⁾
- 태양광 수요 증가와 더불어 에너지저장에 대한 필요성 확대로 세계 에너지저장 시장규모가 빠르게 커질 것으로 전망
 - 연초 중국 태양광시장은 18GW 규모의 수요가 발생할 것으로 예상됐으나, 2016년 1분기 설치량만 22GW에 달해 연초 예상치를 초과함
 - 미국 태양광시장 역시 연초 8GW 수요를 예상했으나, 2분기가 지난 시점에서 강한 태양광 수요 증가세로 인해 50%가 증가한 12GW가 설치될 것으로 전망됨

16) GBI Research, 2014.12

17) 그리드 패리티(Grid Parity) : 화석연료 발전단가와 신재생에너지 발전단가가 같아지는 시기

18) Transparency Market Research, 2014

19) IEA Solar Heating and Cooling, 2013

20) RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT, REN21, 2015

- `10년 이후 태양광 업체간 치열한 증설 경쟁으로 태양광 시스템 가격이 빠르게 하락하고 있으며, 규모의 경제 확보로 추가적으로 더 하락할 전망
 - 장기적인 관점에서 태양광시스템 가격은 2020년 \$1.44/W 까지 지속적으로 떨어질 것으로 예상되는 반면, 가스 및 석탄 등 화력 발전단가는 연료비용 증가로 꾸준히 상승할 전망

(2) 국내시장

- 국내적으로 에너지 저소비형 건축물 및 신재생에너지를 적용한 에너지자립 건축물에 대한 수요가 증가하고 있으며, 미래의 에너지의 고갈과 기후변화에 대응하기 위하여 건축물에서의 스마트 신재생에너지 시스템의 수요가 지속적으로 확대될 전망
- 2020년까지 그린홈 100만호 보급을 목표로 태양광, 태양열, 지열, 소형풍력, 연료전지 등의 신재생에너지설비를 주택에 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 보조 지원함에 따라 신재생에너지 시장의 지속적인 확대 예상
- '16년 BIPV의 국내 시장 규모는 2,516억 원에서 '21년 14,122억 원 규모로 성장할 것으로 전망

[BIPV 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
합계	2,516	3,553	5,016	7,083	10,001	14,122	41.2

* 출처 : KISTI 마켓리포트 건물 일체형태양전지시스템 (2016)

- 국내에서 2035년까지 신재생에너지 11% 보급목표 달성을 위해서는 총 154조원의 투자 필요하며, 정부재원은 기술개발, 보급, 융자 등에 2035년까지 총 30조원 소요 전망, 보급목표를 달성할 경우, 원유수입 대체효과는 약 36조원, 온실가스 감축량은 11억톤(CO2 기준) 및 130만 명의 고용 효과를 달성할 것으로 예측²¹⁾
- 국내 태양광 산업의 규모는 대내외 여건 악화로 2010년 기준 약 5조 9천억 원에서 2011년 5조 6천억 원 수준으로 소폭 감소하였으며, 국내외 환경과 현 정부 정책으로 인해 단기적으로 2015년까지 연평균 5%정도 소폭 증가하거나 현 상태를 유지할 것으로 전망
 - 연평균 5% 성장률을 가정할 경우, 단기적으로는 2015년 총 매출규모는 약 7조 5천 억원 수준을 예상²²⁾
 - 국내 태양광 보급용량은 2014년 말 기준으로 2,481 MW에 달하며, 최근 3년 동안 설치 실적이 누적용량의 70.6%에 달함(2012년: 295 MW, 2013년: 530 MW, 2014년: 926 MW)²³⁾

21) 산업통상자원부, 제4차 신재생에너지 기본계획 발표자료, 2014.09

22) 태양광산업의 기여효과에 대한 별류 체인별 성과분석 및 중장기 전망, 현대경제연구원, 2013.02.01.

- 국내 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 시장은 2011년에 951 kW(38건) 설치용량을 달성하였고, 2015년에는 24.3 MW 설치용량을 달성할 것으로 예측되며, 정부의 그린홈 100만호 및 제로에너지빌딩 보급정책으로 시장이 지속적으로 확대 및 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 기술 중 창호형 시스템은 세계적으로 개발단계로서 국내투자 여건에 따라 기술과 시장 선점이 가능할 것으로 예상²⁴⁾
- 신재생에너지 보급 확대를 위해 RPS 비율을 '18년 4.5%에서 5%, '19년 5%에서 6%, '20년 6%에서 7%로 상향될 예정임
 - RPS비율 상향으로 '16~20년에 신재생발전소에 8.5조원 추가 투자효과가 발생할 것으로 예상되며, '20년까지 총 13GW의 신재생에너지 발전소 건설 및 총 30조원의 투자효과가 전망됨
- '16년 국내 태양광 발전 수익률은 SMP 가격 하락에도 불구하고 REC 가격이 높은 수준에서 결정돼 발전 수익성은 유지되고 있음
 - REC가격은 '15년 하반기부터 상승하였고, 16년부터 태양광과 비태양광 REC시장이 통합되면서 태양광발전 REC 수요는 더욱 증가
 - '15년 하반기 7.3만원이었던 태양광 REC 가격은 '16년 상반기 8.6만원, '16년 8월 15.4만원까지 상승

(3) 무역현황

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템의 경우 태양광 관련 분야의 무역현황을 살펴보았으며, 수출량과 수입량 모두 감소하는 추세
 - 건물 일체형 신재생에너지 시스템의 수출현황은 '12년 1억 6,296만 6,000달러에서 '16년 1억 872만 5000달러 수준으로 감소하였으며, 수입현황은 '12년 1억 8719만 달러에서 '16년 1억 3545천만 4000달러 수준으로 감소하였음
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 -9.6%로 감소하였으며, 수입금액은 -7.8%로 감소하였음

23) 2014년 신재생에너지 보급통계, 산업통상자원부, 한국에너지공단, 2015.11

24) 그린에너지 기술저널, 한국에너지기술평가원, 2013

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 관련 무역현황]

구분	'12	'13	'14	'15	'16	(단위 : 천 달러, %)
						CAGR ('12~'16)
수출금액	162,966	126,647	120,260	119,320	108,725	-9.6%
수입금액	187,190	202,294	172,171	140,909	135,454	-7.8%
무역수지	-24,224	-75,647	-51,911	-21,589	-26,729	-
무역특화지수*	-0.07	-0.23	-0.18	-0.08	-0.11	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

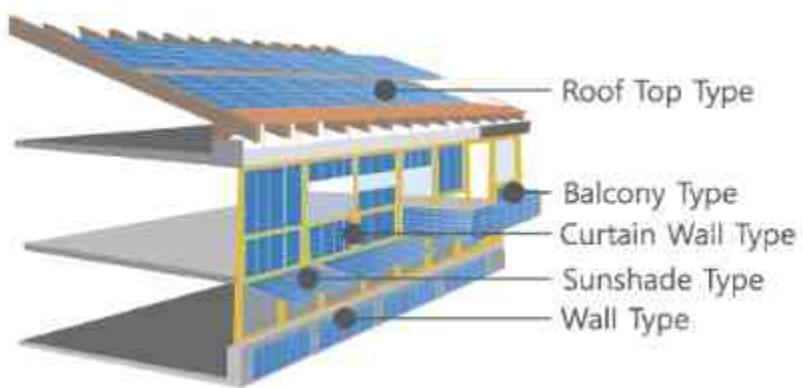
* 출처 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

- PV 모듈 신뢰성 향상을 위한 모듈 설계 및 부품 소재 기술을 통하여 고효율화 및 경량화 등이 신재생에너지 정책의 홍보 수단 및 실제적인 에너지 효율성 증대로 이어질 수 있도록, 시장ニ즈에 맞춘 제품 개발을 통한 시장 확대
- BIPV 기술로는 박막형 실리콘 태양전지를 이용한 고효율 고투과형 건물 일체형 태양광 발전 시스템(BIPV) 모듈 기술, 박막형 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 유리 기판의 물성측정 평가 시스템 기술, 빌딩 설치형 태양광 발전 모듈별 고장진단 시스템 기술, 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)용 전력 변환 시스템 기술, 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)의 내구성 극대화를 위한 IoT형 PV모듈 보호장치 기술 등이 있음

- 한화그룹이 독일의 큐셀(Q-Cell)을 인수하면서 단번에 세계 3위의 태양광 기업으로 도약했으며, 대기업으로 가장 먼저 태양광 사업에 뛰어든 현대중공업, 고효율 셀 개발 중인 LG전자, 삼성 SDI, STX솔라, 에스에너지, 신성 솔라에너지 등이 기술력과 자금력에 힘입어 활발한 연구 진행
- BIPV는 지붕에 설치되는 형태, 벽체에 설치되는 형태, 커튼월(curtain wall) 형태, 차양(sunshade) 형태, 유리일체형 및 조합된 형태로 설치됨. 실제 BIPV를 설치할 경우에는 1~2가지의 형태로 설치됨

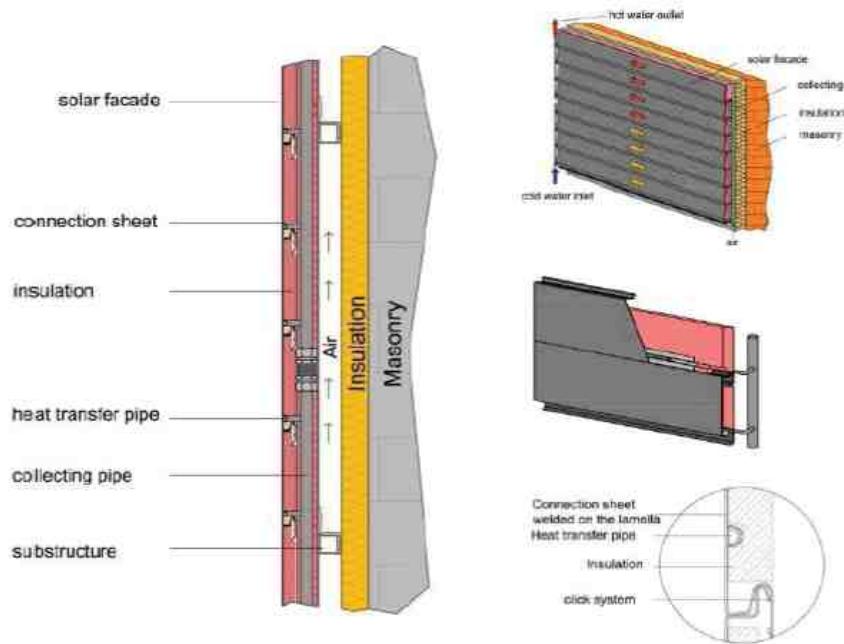


* 자료: 하수도 종합 정보 관리 시스템

[BIPV 설치형태의 종류]

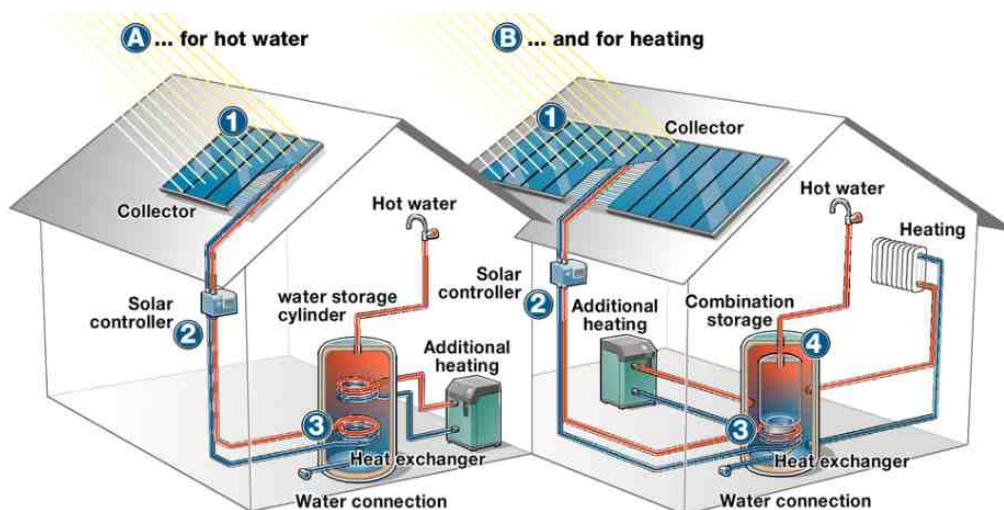
- 실리콘계 BIPV의 대안으로 염료감응형 태양전지(DSSC)²⁵⁾가 개발되고 있음. DSSC는 창문 일체형으로 설치되어지고, 염료의 종류와 색상에 따라 디자인을 다양하게 변화시킬 수 있고, 투명하며 양면발전, 흐린날, 낮은 입사각, 산란광 등 일반적으로 태양전지의 악조건으로 꼽히는 환경에서 모두 실리콘 태양전지에 비해 효율이 높음. 또한, 일간 발전시간이 최대 7~8시간으로 길고, 낮은 생산단가, 건물 곡선면 적용, 다양한 사이즈 변형 등의 장점이 있음. 다만 낮은 변환효율과 내구성 확보를 위한 전해질 개발 등 추가적인 연구개발 필요
- BIST(Building Integrated Solar Thermal Systems) 기술은 BIPV 기술과 유사하게 태양전지 대신에 온풍 또는 온수를 생산하는 태양열 집열기(solar collector)를 건물 일체형으로 설치하는 기술. 건물 일체형 태양열 시스템은 벽체 일체형과 지붕 일체형으로 구분할 수 있고, 온풍 및 온수를 생산하여 급탕 및 난방에 이용할 수 있음

25) 염료감응형태양전지(DSSC : Dye-Sensitized Solar Cell) : 기존의 실리콘 웨이퍼 기판을 이용하는 반도체 태양전지 와는 달리 유기염료와 나노기술을 이용해 햇빛을 전기로 바꿔주는 3세대 태양전지. 염료감응형 태양전지는 실리콘 태양전지에 비해 에너지 효율은 절반정도이지만 폴리실리콘 및 진공의 고가 장비를 사용하는 여타의 태양전지 보다 제조단가가 작게는 2분의 1수준에서 많게는 5분의 1 수준에 불과(환경 경제용어사전)



*자료 : Zhang et al., 2015, Building Integrated Solar Thermal(BIST) Technologies and Their Applications: A Review of Structural Design and Architectural Integration, Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications, Vol. 5, No. 5.

[건물 벽체 일체형 BIST 시스템 개념도]



*자료 : German Renewable Energies Agency (AEE)

[지붕에 설치되는 BIST 시스템 개념도]

- BIPVT(Building Integrated Photovoltaic-Thermal Systems) 기술은 전기와 온수를 동시에 생산할 수 있는 시스템으로 지붕 표면에 부착되어 있는 PV 패널에서 전기를 생산하고, PV 패널에서 흡수된 열은 패널 안쪽의 태양열 시스템에 전달됨. 태양열 시스템은 부동액이 함유된 열매체가 순환될 수 있도록 구성되어 있어, 생산된 온수를 난방에 이용할 수 있음. 또한, 태양열 시스템을 이용하여 지붕에 쌓인 눈을 녹일 수도 있음

(2) 기술환경분석

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야의 중소기업 경쟁력은 기술 분류별로 차이가 있으나 태양전지 모듈, 태양열 집열기 등의 건물 일체화 기술 등은 중소기업의 경쟁력이 높은 것으로 분석됨. 염료감응형 태양전지 기술은 소재 원천기술 분야로 대규모 투자가 필요한 분야임
- BIST 기술 및 BIPVT 기술은 아직 상용화 단계가 아니고, 다양한 응용분야가 있으므로 중소기업에서 관심을 가질만한 분야임
- 태양전지 전력변환기기의 경우, 여전히 선진 부품 업체로부터 부품을 공급받아 적용하는 경우가 대부분이며 이로 인해 생산 비용 및 유지보수 비용 증가, 기술문제 해결 지연 등의 문제 존재
 - 특히, 대규모 태양광 발전시스템의 전력변환기기는 대부분 SMA, KACO 등 외국기업이 관련 시장을 주도하고 있음
- 기존 육상에 설치되는 태양광 발전시스템에서 벗어나, 도심이나 수상(해상포함) 등에 적용할 수 있는 신개념 태양광 발전시스템 발굴을 통한 새로운 BM(Business Model) 창출
 - 도심에 적용하기 위해서는 건물 등에 적용할 수 있는 BIPV(Building Integrated PV) 모델 발굴
 - 수자원을 보호하면서 녹조나 적조 등을 억제할 수 있는 수상에 적용할 수 있는 수상 태양광 발전시스템 모델 발굴

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역
BIPV 기술	태양전지 박막형 실리콘 태양전지 고효율 고투과형 건물 일체형 태양광 발전 시스템(BIPV) 모듈 기술, 염료감응형 태양전지(DSSC) 기술, 박막형 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV) 유리 기판의 물성측정 평가 시스템 기술, 빌딩 설치형 태양광발전 모듈별 고장진단 시스템 기술, 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)용 전력 변환 시스템 기술, 건물 일체형 태양광 발전시스템(BIPV)의 내구성 극대화를 위한 IoT형 PV모듈 보호장치 기술 등	이건창호, LG하우시스, OCI, 웅진에너지, 한화L&C, 한화솔라원, LG전자, STX솔라, 코오롱글로벌, 경동나비엔, 현대엠코	BJ POWER, Super Solar, 비봉E&G 주성엔지니어링, 제이씨 프로텍, 다원기술, 그린파워전자, 썬웨어, S에너지, 해성쏠라, 렉스파워, 넥솔론, 헥스파워, 엘스콤, 월링스, 이엔이시스템, 이화전기, 주성, KN월덱스, 알파시스템창호 한능태양에너지, 신성솔라	태양전지 박막형 실리콘 태양전지 고효율 고투과형 건물 일체형 태양광 발전 시스템(BIPV) 모듈 기술
BIST 기술	태양열 집열기의 건물 일체화 기술	한국에너지기술연구원 등에서 연구단계		태양열 집열기의 건물 일체화 기술
BIPVT 기술	PVT 모듈의 건물 일체화 기술	한국에너지기술연구원, 공주대 등에서 연구단계		PVT 모듈의 건물 일체화 기술

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 독일은 연방정부 주도로 BIPV 관련법이 생겨나는 추세로, Arnold은 1998년 이후 기존 진공유리 사이에 태양광모듈을 삽입한 Voltarlux제품을 개발·생산하고 있으며, Alwittra는 기존 건축물 지붕의 덮개형 태양광 지붕 시스템을 개발하였음. Colexon, Sun energy, Alwittra, Schuco, Sheuten 등의 업체도 관련 산업에 참여
- 중국 정부의 정책적 지원으로 BIPV 태양광발전 산업이 주요 부분으로 성장하고 있으며, 약 140여개 기업이 BIPV 산업에 참여하고 있음. 관련 업체는 고효율 및 투명 BIPV 모듈, 에너지 저장장치 및 관련 부품기술 개발에 참여하고 있으며, 특히 결정 실리콘 생산과 비결정 박막 배너리 생산 참여 업체가 대다수임. 대표기업으로는 선전진강, 바오딩잉리, 상하이린양, 우시상더 등으로 미국 및 유럽시장에 진출

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경		
기술분류	건물 일체형 태양광(BIPV) 기술	건물 일체형 태양열(BIST) 기술	건물 일체형 태양광열(BIPVT) 기술
주요 품목 및 기술	Roof top type, balcony type, curtain wall type, sunshade type, wall type	지붕대체형 집열기, 벽면부착형 집열기	태양광발전+온수 생산 태양광발전+온풍 생산
해외기업	Arnold, Alwittra, Colexon, Sun energy, Alwittra, Schuco, Sheuten	시장진입 초기단계	시장진입 초기단계
국내기업	에스에너지, 동진세미켐, 삼성SDI, 이건창호, LS산전, KCC, Solartech, 경동솔라, 다이솔티모, 디엠에스, 상보, 이엔이시스템, 알루이앤씨, 우리솔라	한국에너지기술연구원 등에서 연구단계	한국에너지기술연구원, 공주대 등에서 연구단계

- 국내 중소기업 사례

- (주)디씨아이는 빌딩 및 공장 자동화, 환경 관련 시설 제어시스템 및 전력선통신모듈과 Actuator 컨트롤러 등을 생산 및 공급하는 자동화 전문기업으로 제어 자동화 기기, 전력 IT, 신재생에너지 연구 등을 진행하고 있음
- 쓸라테크(주)는 국내 최초로 주택에 태양광보급사업을 시작했으며 특히 BIPV(건물 일체형) R&D 사업을 국내 최초로 성공해 다양한 형태의 BIPV를 제작 및 보급
- 케이디파워는 전기에 IT 기술을 융합하여 신재생 전기에너지와 수배전반 및 전기종합제품을 제조, 전기사고 예방을 위한 스마트 아크 배전반 및 내진형 배전반 개발, 태양광 설비의 운전상태를 통합적으로 진단, 분석하여 관리하는 MTCS 통합관제 서비스 제공

- 알루이엔씨는 초고층 건축물의 외벽인 금속커튼월을 설계, 제작, 시공하는 건물외피 전문기업, 고성능 복층유리, 도심지 형 BIPV 태양광 Unit시스템(국토부), ICT기반의 스마트 창호시스템(한국에너지기술평가원 과제) 등 다양한 국책과제 수행, 에너지 절감 및 신재생에너지관련 외피 기술을 확보
- 플루오르테크는 PV 및 BIPV 설치 시공, 태양광 가로등, 태양광 추적기, LED DESIGN VIEW 등을 생산 공급하는 신재생에너지 전문 기업
- 케이알솔라(주)는 '17년 그린에너지 부문서 태양광 컬러모듈(BIPV)로 3년 연속 수상, 스위스 기술의 신개념 태양광 컬러모듈(건축외장재 겸용)제품을 한국과 아시아에 독점 공급, 한국에너지공단, 서울시와 건물 일체형 태양광 컬러 모듈을 이용한 아파트 배란다 태양광 보급사업을 추진
- (주)비제이파워는 태양광모듈 제조 및 공급하는 기업으로 제조 설비 투자비용의 30%이상을 내구성 평가를 위한 테스트장비로 구성함. 2010년부터 다년간의 설계, 제조, 시공 노하우로 토클 솔루션을 제공하고 있으며 건물 일체형태양광에 요구되고 있는 미적 기능성 확보를 위해 국내 최초 컬러태양전지 제조공장을 설립

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)디씨아이 ²⁶⁾	5,997	2,543	-41	0	-7	0
쏠라테크(주)	6,943	4,145	-	4.8	0.25	-
케이디파워	95,167	54,926	-28.5	-17.3	-19.4	1.4
알루이엔씨	40,370	108,050	62.2	2.4	1.3	0.7
플루오르테크	29,808	35,170	26.2	6.2	5.3	1.6
(주)비제이파워	9,843	5,345	-	-11.76	-38.47	-

26) (주)디씨아이 재무구조는 2014년 기준으로 작성하였음

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- Joao Figueiredo 등은 다양한 신재생에너지원과 건물자동화시스템(BAS)²⁷⁾을 연계하여 제어하는 알고리즘과 인터페이스를 개발하여 신재생에너지원의 효율을 높이고 건물 에너지 사용량을 절감하는 방법을 제시
- 전 세계 태양광 시장의 60% 이상을 점유하고 있는 중국을 중심으로 시장이 형성되고 있음
 - 태양광 설치시장은 기존 유럽에서 미국, 아시아(중국, 인도, 일본 등)로 이동하고 있으며, Sun Belt 지역(중동, 아프리카, 북미, 남미 등)에서도 태양광 발전시스템 보급을 확대하기 위해 노력하고 있음
- 모듈 시장 주도권을 잡기 위한 업체간 경쟁이 치열해지고 있으며, '16년 9월 기준 설비용량이 6GW를 넘어서는 기업이 탄생
 - '16년 9월 기준 1위 업체와 10위 업체간 생산용량 차이가 4GW 이상 벌어지고 있으며, 그 간격은 향후 더욱더 확대될 전망
- 인도의 Sova Power Limited와 Tyco Electronics는 PV모듈 및 패널, 스마트 그리드 및 BIPV, 지붕형 응용제품 개발에 참여
- 미국의 Ca Solar는 태양광시스템의 전 분야를 제공하는 업체이며, First Solar은 PV 모듈개발에 참여
- 타이완의 NexPower은 PV 및 BIPV 모듈 개발에 참여
- 태양열 집열기의 2012년까지 누적 설치용량 중 64.6%가 진공관형, 26.4%가 평판형, 나머지 9%가 unglazed water collectors 및 air collectors 차지²⁸⁾
- 중국 및 이스라엘의 경우 상당한 태양자원 잠재성을 보유하고 있어, 지속적 인센티브 제도에 의존하지 않고도 태양열 온수시스템에 대한 시장점유율 상승

27) 건물자동화시스템(BAS, Building Automation System)

28) Solar Heating and Cooling, IEA, 2014

(2) 국내업체동향

- 한국에너지기술연구원의 ‘제로에너지 솔라하우스(ZeSH-II)’에는 태양광, 태양열과 지열 하이브리드 시스템이 컴팩트화 및 건물 일체화를 실현시킨 사례로, 태양광 발전량, 태양열 집열량과 지열 히트펌프 생산열량, 축열조 및 항온조에 의한 난방 및 급탕 공급량 등이 실시간으로 모니터링으로 관리
- 디씨아이와 현대엠코는 신재생에너지관리시스템을 건물에너지관리시스템과 쌍방향 통신이 가능한 통합제어장치를 개발
- 에코브레이인은 기상데이터 DB를 바탕으로 중기 기상예측을 위한 물리 모델과 단기 기상예측을 위한 통계 모델을 이용해 태양광 발전량을 실시간으로 예측하는 시스템을 개발
- 에너지기술평가원, 한국건설기술연구원, 이건 창호, 에스에너지는 BIPV 모듈의 품질, 규격의 표준화 가이드라인(KS 인증) 설정 연구를 진행
- 중소기업으로는 Super solar, Solartech, 경동솔라, 다이솔티모, 디엠에스, 상보, 주성, 알루이앤씨, S-에너지, 우리솔라 등의 이 BIPV 모듈산업에 참여하고 있으며, 중견기업 및 대기업인 동진세미켐, 삼성SDI, 이건창호, LS산전, KCC도 해당 산업에 참여
- BIPV 전력변환장치는 이건창호, LS산전에서 선점하고 있는 분야이며, 중소기업으로는 쓸라테크(주), 헥스파워, 엘스콤, 월링스, 이화전기, 주성, S-에너지 등이 자체기술력으로 BIPV 전력변환장치 기술력 보유
- 중소기업인 알파시스템 창호는 BIPV 커튼월과 시스템창호 개발 및 시공에 참여하고 있으며, 한능태양에너지도 BIPV 모듈 및 외벽시공에 참여
- 대기업에서는 공급망을 갖추기에 유리하며 계열사 간 협력을 토대로 스마트 신재생에너지 시스템 산업의 토클 솔루션 제공이 가능하여 강점으로 작용
- LG그룹의 경우, 여러 분야의 태양광산업 및 그린에너지 사업에 다양하게 참여하고 있음. LG전자는 태양광 모듈, LG화학은 BIPV 모듈, LG유플러스는 태양광 발전시스템을 전력망에 연결하는 태양광 전력변환 시스템, LG CNS는 스마트그린 솔루션의 해외사업을 추진
- 태양광 모듈업체를 중심으로 성장하고 있으며, 최근에는 모듈업체에서 태양광발전 시스템 설치로 사업을 확장하고 있음
 - 결정질 실리콘 태양전지 기업 위주로 산업이 형성되어 있으며, 박막 태양전지는 현재 R&D 위주로 다양한 개발이 진행 중임

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야는 아직 기술 인프라가 부족한 실정임. 아직까지는 인증체계, 표준화가 부족하고, 현재 기술개발 단계에 있음
- 2001년부터 에너지기술연구소 주관으로 BIPV 기술개발을 위한 '중대규모 건축 환경에서의 태양광 발전시스템 적용요소 기술개발 연구'를 시작하였음. 사업내용은 BIPV용 건자재일체형 태양전지모듈 개발, String/Unit형 파워 컨디셔너 개발, 최적설계와 시공기술 개발 및 실증적용시험 등이며, 이를 통하여 BIPV 연구를 위한 기반을 확보하고 기초연구를 하여 국내 최초로 태양전지모듈을 개발하였음
- 2004~2007년에는 역시 에너지기술연구소의 주관 아래 산학협동으로 '건축환경을 고려한 BIPV용 태양전지모듈 및 제조기술 개발 연구'를 진행하고 있는데, 연구목표는 BIPV용 태양전지모듈의 설계 및 설치기술 개발, 내구성 확보기술 개발, 구성재료 개발 등임. 정부에서는 주택용 3kW급 태양광 발전시스템 10만호 보급을 목표로 하고 있는데, 이와 같은 주택보급사업 및 공공건물 의무화사업을 통하여 BIPV시스템 확산이 기대되고 있음
- 그럼에도 불구하고, 최근 들어 제로에너지 건물 의무화, 건물부문에서의 기후변화 대응 필요성이 증가하는 등 BIPV 보급 필요성이 높아지고 있으며, 한국건설 생활환경시험연구원에서는 BIPV 시스템의 시험, 인증시스템을 개발하고 있음
- 국내 신재생에너지 테스트베드 구축사업이 전국에 걸쳐 활발하게 진행되고 있음. 태양광, 풍력, 연료전지 등 신재생 기업(특히 중소·중견기업)이 개발한 기술 또는 제품의 사업화, 수출화를 촉진할 수 있도록, 수요 거점지역에 시험분석·성능평가·실증장비 및 공용인프라 구축하여 운영 중

나. 특허동향분석

◎ 건물 일체형 신재생에너지 시스템 특허 주요 기술

□ 주요 기술

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술은 건물 일체형태양광발전 기술, 신재생에너지 건물 적용 기술 및 신재생에너지 통합설계 관리 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
건물 일체형 태양광발전 기술	건물 일체형 태양광(BIPV) 소자, 모듈 및 발전 시스템 기술	건물 에너지 자립을 위한 태양광 이용 발전효율 향상 및 경제성 확보 기술
	태양광 모듈의 건물 일체화 기술	BIPV 시스템의 경제성, 시공성 향상을 위한 건물 외피(지붕 및 벽체, 창호 등)를 이용한 태양광 모듈의 건물 일체화 기술
신재생에너지 건물 적용 기술	하이브리드 신재생에너지 시스템	신재생에너지의 활용성을 향상시키기 위한 신재생에너지지원의 복합 활용 기술
	지열원 열펌프 이용 냉난방 기술	건물 냉난방을 위한 지열 활용 기술
	신재생에너지지원을 이용한 건물 공기조화 기술	건물 공기조화를 위한 신재생에너지 활용 기술
신재생에너지 통합설계 관리 기술	건물에서의 자연형, 설비형, 조명용 태양에너지 활용 기술	건물에서의 친환경 태양에너지 활용 기술
	BIPV 설비의 진단 및 운영관리 시스템 기술	BIPV 시스템의 효율향상, 고장진단, 내구성 향상을 위한 유지관리 기술
	신재생에너지 시스템 통합 설계 및 최적화 기술	신재생에너지 시스템의 경제성 향상을 위한 통합 설계 및 최적화 기술

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술의 분류별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	한국	미국	일본	유럽	계
건물 일체형태양광발전 기술	89	65	74	21	249
신재생에너지 건물 적용 기술	105	74	95	34	308
신재생에너지 통합설계 관리 기술	68	35	43	11	157
합계	262	174	212	66	714

- 국가별 특허동향에서 한국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 일본, 미국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 건물 일체형태양광발전 기술 분야에서 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본이 그 다음으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 신재생에너지 건물 적용 기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 신재생에너지 통합설계 관리 기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

주요 기술별 출원인 동향

분류	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
건물 일체형 태양광발전 기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 인스티튜토 홀로그라피코 테라 썬 ▪ 보드 오브 트러스티즈 오브 미시건 스테이트 유니버시티 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공기관중심 ▪ 한국건설생활환경시험연구원, 한국에너지기술연구원
신재생에너지 건물 적용 기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 엘지이노텍 주식회사 ▪ 코오롱글로벌 주식회사 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업중심 ▪ 엘지이노텍 주식회사, 코오롱글로벌 주식회사
신재생에너지 통합설계 관리 기술	○	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코오롱글로벌 주식회사 ▪ 엘지하우시스 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업중심 ▪ 코오롱글로벌 주식회사, 엘지하우시스

건물 일체형 태양광발전 기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 공공기관을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 인스티튜토 홀로그라피코 테라썬이 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

신재생에너지 건물 적용 기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 태양광 관련 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야에서는 엘지이노텍 주식회사가 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

신재생에너지 통합설계 관리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 태양광 관련 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 코오롱글로벌 주식회사가 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술은 신재생에너지 건물 적용 기술인 것으로 조사됨. 공백기술은 신재생에너지 통합설계 관리 기술 분야인 것으로 나타남
- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야에서 신재생에너지 건물 적용 기술은 경쟁이 치열한 분야이고, 신재생에너지 통합설계 관리 기술은 타 기술 분야에 비해 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	기술 집중도
건물 일체형태양광발전 기술	●
신재생에너지 건물 적용 기술	●
신재생에너지 통합설계 관리 기술	○

※ ●: 200건 이상, ○: 100~199건, ◉: 50~99건, ◇: 30~49건, ◎: 30건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	최근 핵심요소기술 동향
건물 일체형태양광발전 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 맞춤형 건물 일체형 태양광발전 더미 모듈 ▪ 태양광발전기능이 구비된 창틀
신재생에너지 건물 적용 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 반사를 이용한 태양광의 집광 및 태양광의 과도한 실내유입 방지 기능을 하는 어닝시스템 ▪ 태양광을 이용한 거푸집 자동 상승 장치
신재생에너지 통합설계 관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 태양 위치 추적 및 거울 집광형 태양광 발전장치

- 국내 특허동향을 살펴보면 한국은 공공기관 및 대기업을 중심으로 전반적으로 연구개발을 진행하고 있음. 특히, 주요출원인인 엘지아노텍 주식회사, 코오롱글로벌 주식회사 등을 중심으로 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남
 - 건물 일체형태양광발전 기술 분야에서는 맞춤형 건물 일체형 태양광발전 더미 모듈등에 연구개발이 집중되고 있음
 - 신재생에너지 건물 적용 기술 분야에서는 반사를 이용한 태양광의 집광 및 태양광의 과도한 실내유입 방지 기능을 하는 어닝시스템 등에 연구개발이 집중되고 있음
 - 신재생에너지 통합설계 관리 기술 분야에서는 태양 위치 추적 및 거울 집광형 태양광 발전장치 등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야의 공백기술 분야는 BIPV 설비의 진단 및 운영관리 시스템 기술을 포함하는 신재생에너지 통합설계 관리 기술인 것으로 판단됨
 - 건물 일체형태양광발전 기술은 글로벌 기업의 참여가 높은 분야임
 - 따라서 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않으며, 국내 대기업 및 글로벌 기업이 아직 국내에 활발히 특허를 출원하고 있지 않은 신재생에너지 통합설계 관리 기술 분야에 대하여 관련 기술을 보유하고 있는 공공연구기관과 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
 - 신재생에너지 통합설계 관리 기술개발시 최근 기술이 개발되고 있는 태양 위치 추적 및 거울 집광형 태양광 발전장치 등의 기술에 관한 특허를 확보하는 전략이 바람직할 것으로 판단됨
 - 이와 같은 특허전략 수립 시 한국건설생활환경시험연구원, 한국에너지기술연구원등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

□ 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야 주요 연구개발 기관

- 2001년부터 한국에너지기술연구원 주관으로 BIPV 기술개발을 위한 '중대규모 건축환경에서의 태양광 발전시스템 적용요소 기술개발 연구'를 시작하였음. 사업내용은 BIPV용 건자재일체형 태양전지모듈 개발, String/Unit형 파워 컨디셔너 개발, 최적설계와 시공기술 개발 및 실증적용시험 등이며, 이를 통하여 BIPV 연구를 위한 기반을 확보하고 기초연구를 하여 국내 최초로 태양전지모듈을 개발하였음
- 2004~2007년에는 역시 한국에너지기술연구원의 주관 아래 산학협동으로 '건축환경을 고려한 BIPV용 태양전지모듈 및 제조기술 개발 연구'를 진행하고 있는데, 연구목표는 BIPV용 태양전지모듈의 설계 및 설치기술 개발, 내구성 확보기술 개발, 구성재료 개발 등임. 정부에서는 주택용 3kW급 태양광 발전시스템 10만호 보급을 목표로 하고 있는데, 이와 같은 주택보급사업 및 공공건물 의무화사업을 통하여 BIPV시스템 확산이 기대되고 있음
- 그러나 현재까지는 빛 투과율, 발전효율, 내구성 등에서 개선이 필요해 보급이 지지부진한 상황임. 2016년 BIPV 시장은 100억 미만으로 추정됨
- 그럼에도 불구하고, 최근 들어 제로에너지 건물 의무화, 건물부문에서의 기후변화 대응 필요성이 증가하는 등 BIPV 보급 필요성이 높아지고 있으며, 한국건설생활환경시험연구원에서는 BIPV 시스템의 시험, 인증시스템을 개발하고 있음
- 구미전자정보기술원이 주관으로 총 299억원을 투입한 태양광 테스트베드 구축
- 충북테크노파크에서 시험 장비 60여종을 구축과 기술지원 서비스 등 태양광 기업을 지원할 핵심 인프라 구축
- 전북대학교 산학협력단, 한국생산기술연구원 등의 기관에서 박막태양전지용 소재 및 셀 제조 광학·전기적 성능평가 시험 등을 수행하는 국내 최대 규모 태양광산업 클러스터 조성

(2) 연구개발 지원

정부 지원 프로그램

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 전문기술 개발(산업부)
 - 산업기술 경쟁력 강화를 위해 산·학·연이 공동 활용할 수 있는 핵심 산업기술 분야의 장비·시설 조성을 지원
 - 부품무역 및 소재제조 창업 기반구축
- 제조업 혁신 3.0 전략 실행대책(관계부처 합동)
 - 부품 및 소재 산업의 획기적인 생산성·경쟁력 제고
 - 저비용 및 고효율 건물 일체형 신재생에너지 시스템기술 개발 추진
 - 출연연 장비활용·공동연구 확대
- 태양광 발전 및 에너지저장시스템 분야에서 경제성 있는 건물 일체형 신재생에너지 시스템 육성방안(산업부)
 - 제조업 혁신 3.0전략 실행대책의 후속조치
 - 성장성·경쟁력 등을 고려해 정부 지원의 기술개발 및 이를 적용한 시스템 개발

중소기업 대상 시설 및 장비 지원

- 시범용 건물 건설을 위한 시설 및 제작 장비 공동 활용
 - 지역 인프라와 시설 현황을 공유하고 연계 활용 추진
- 건물 일체형 신재생에너지 관련 시스템 산업 구축
 - 중소·중견기업 중 건물 일체형 신재생에너지 시스템 관련 기업 및 업종 다각화 희망기업 대상
 - 건물 일체형 신재생에너지 시스템 관련 시설 및 조기 실용화를 위한 설계 지원
 - 실증시험 및 신재생에너지 연계 시험지원
 - 수혜기업 기업부담금 없음
- 중소기업전용연구시설(Rental Lab) 제공(관련 출연 연구소 및 공공연구기관)
 - 공동연구수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소기업에게 연구시설을 제공
 - 연구원 인프라(인력, 장비 등)를 활용한 근접 지원
 - 지원내용은 크게 시설 지원, 장비 지원, 기술 및 공동연구 지원으로 구성
- 공동서비스 인프라 구축·운영 사업(관련 출연 연구소 및 공공연구기관)
 - 관련 중소기업이 R&D 및 상용화 제품 개발에 필요한 애로기술 지원, 시험 측정 장비 지원 및 시험시설을 활용한 시험지원 등에 대한 통합기술을 지원
 - 시험지원은 신뢰성 시험지원 및 민간 시험시설 공동 활용을 통한 민간시험시설을 지원
 - 장비지원은 고가의 시험·측정 장비를 관련 중소기업에게 임대

나. 연구개발 인력

- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술 분야는 엘지생활건강, 코스맥스, 에스케이디엔디, 등의 대기업과 에너솔라, 대영금속, 유로코스텍, 바이오에프디엔씨, 더삼첨영, 인타글리오 등의 중소기업, 한국에너지기술연구원, 공주대학교, 한국교통대학교, 한밭대학교 등의 연구기관과 교육기관에서 주로 연구개발을 진행하고 있음
- 정부는 건물 일체형 신재생에너지 시스템 전문기업이 수요(세부분야, 기술수준 등)를 제시하면 이를 바탕으로 국내 대학이 이에 맞는 인재를 양성하는 ‘기업 맞춤형 고급 전문 인력 양성 추진 예정

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

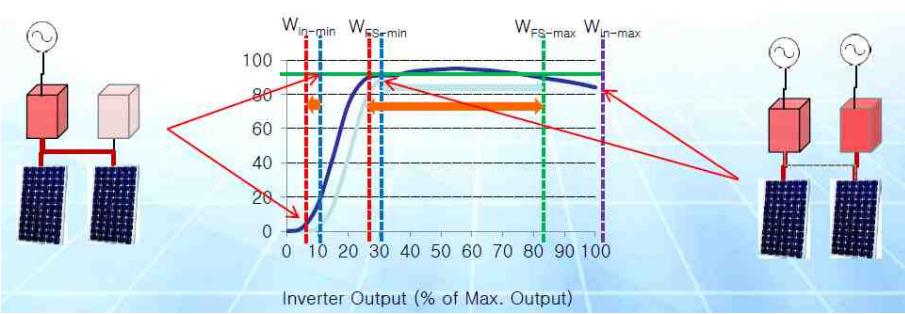
- 건물 일체형 신재생에너지 시스템 요소기술은 크게 건물 일체형 태양광발전기술, 신재생에너지 건물적용 기술, 신재생에너지 통합설계·관리 기술 등 총 세 개의 분류로 구분됨
- 기술이전이 가능한 기관은 에너지기술연구원, 한국과학기술연구원 한국건설기술연구원, 한국기계연구원이 있음

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 요소기술 연구기관]

분류	요소기술	기관
건물 일체형 태양광발전 기술	건물 일체형 태양광(BIPV) 소자, 모듈 및 발전시스템 기술	한국에너지기술연구원
	태양광 모듈의 건물일체화 기술	한국에너지기술연구원
	태양광 모듈 및 에너지저장시스템 연계 기술	한국건설기술연구원
신재생에너지 건물적용 기술	건물에서의 자연형, 설비형, 조명용 태양에너지 활용 기술	한국건설기술연구원
	하이브리드 신재생에너지 시스템	한국과학기술연구원
	지열원 열펌프 이용 냉난방기술	한국지질자원연구원
	신재생에너지원과 연계한 PCM 활용 축열 기술	한국에너지기술연구원
	신재생에너지원을 이용한 건물 공기조화 기술	한국기계연구원
	건물용 소형 풍력 발전기술	한국에너지기술연구원
	바이오에너지를 활용한 건축용 열원 기술	한국과학기술연구원
신재생에너지 통합설계·관리 기술	BIPV 설비의 진단 및 운영관리시스템 기술	한국건설기술연구원
	신재생에너지 시스템 통합 설계 및 최적화 기술	한국건설생활환경시험연구원
PV 시스템	계통연계형 PV시스템의 최적 사이징 기술	한국에너지기술연구원
	축전지 내장 PV시스템 기술	한국에너지기술연구원
태양광발전 시스템	태양광 발전시스템의 계측제어 및 모니터링시스템 개발	한국에너지기술연구원
	태양광 발전시스템의 최적설계와 모델링 기법	한국에너지기술연구원
	태양열발전의 열역학적 성능 모델링 기법	한국에너지기술연구원

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야 기술이전가능 기술]

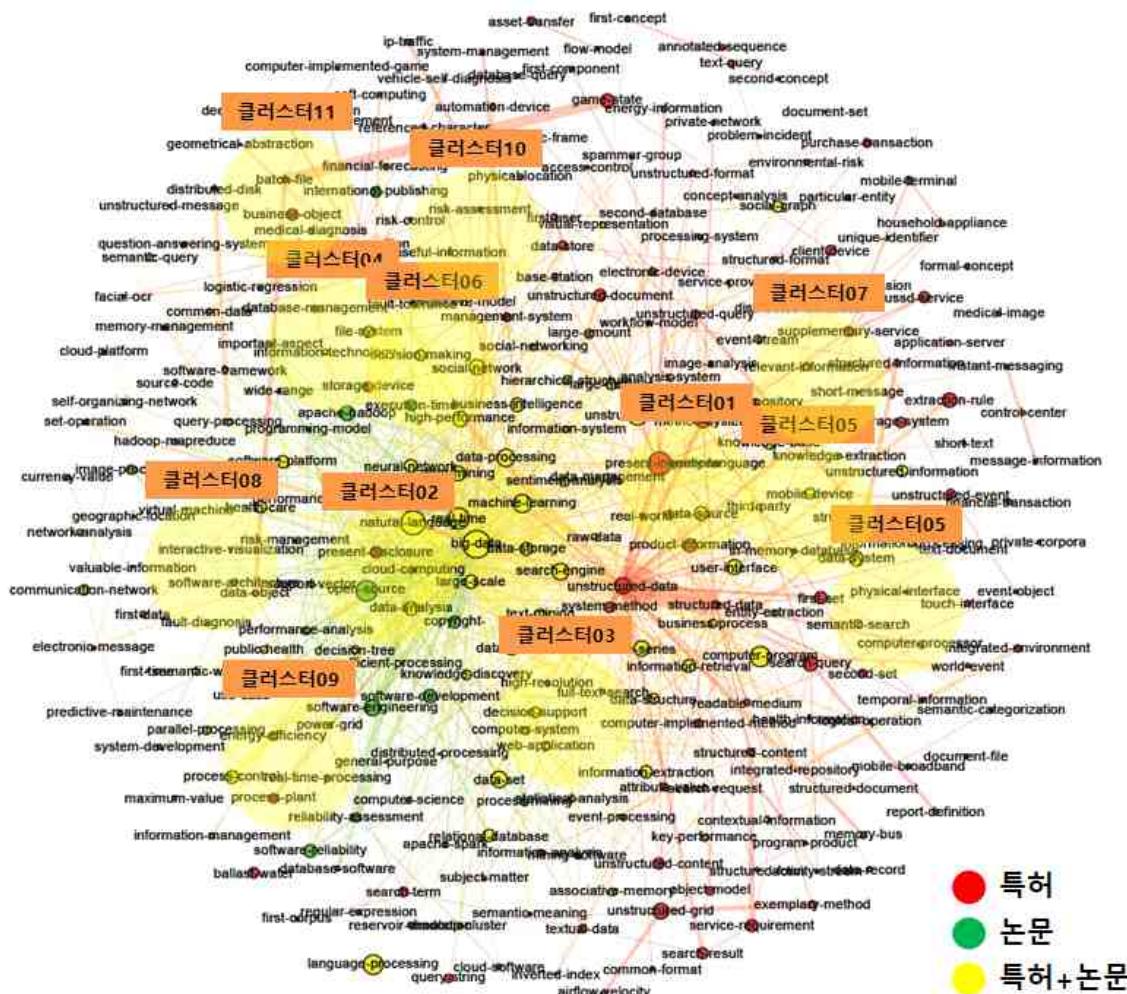
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> • 패널장착형 u-inverter 고효율 자동 연동 운전 기술
기술이전 기관	<ul style="list-style-type: none"> • 한국전자통신연구원
기술개발의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 발전 시스템에서 인버터는 태양광 패널에서 생산된 직류(DC) 전력을 교류(AC) 전력으로 변환하는 기능 수행 • 건축물의 외벽이나 지붕 등에 태양광 패널을 부착하여 발전을 하는 BIPV (building-integrated PV) 또는 BAPV(building attached PV) 시스템은 중요한 시장으로 급성장 - 패널 장착형 인버터(module integrated converter; MIC)는 BIPV 시스템 구성에서 많은 장점을 가지고 있으나, 운전 효율이 다소 낮고 초기비용이 높음 • 인버터 효율 향상 한계 돌파 필요
기술개념	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 패널의 고유 출력특성을 이용한 인버터의 자동 연동운전 - 연동운전을 위한 통신기능 불필요-통신모듈비용 절감 - 중앙제어 불필요-중앙제어장치 비용 절감 • 운전 효율 10% 이상 증대 - 최대 효율 운전시간 확대 - 조기 발전 개시, 발전 종료 지연으로 총 운전시간 확대
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> • 인버터간 통신기능 없이 태양전지의 발전 특성만을 이용하여 주/종 인버터 통합/분리 운전 • 다수의 인버터에 통신모듈 추가 비용 부담 없이 태양광 발전 시스템의 운전 효율 10% 이상 향상 • 인버터 자체의 변환효과는 별개로 운전 효율을 향상시키는 기술이므로, 인버터 자체의 전력변환 기능에 영향을 주지 않으며, 기존 제품의 입력부 개조 및 제어 프로그램의 추가만으로 구현 가능 • 고장 발생시 단독 운전(fail isolation), 전체 시스템 정지 예방  <p style="text-align: center;">[기술의 상세 사양]</p>

분류	세부내용
경쟁기술대비 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 태양전지 출력 특성을 이용한 자동 전환 방식이므로 통신기능 불필요 • 다수의 분산발전 시스템에서 중앙 제어 불필요-구성 및 운전의 단순화 • 인버터의 효율과는 별개의 방식으로 운전 효율 향상 • 효율향상 기술과 양립 (동시 적용) 가능
기술이전 내용 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 패널 발전 특성 기반 인버터 자동 통합/분리 운전 algorithm • Fail isolation을 위한 인버터 제어 algorithm • 특히 실시권

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	solar, battery, module	5~8	<p>7. A method for production of electricity and heat in a process of thermal conversion of different types of waste in an integrated installation and an integrated installation for production of electricity</p> <p>8. First law energy analysis of thermochemical waste-heat recuperation by steam methane reforming</p>

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 02	solar, battery, substrate	3	1. Air condition system capable of converting waste heat into electricity 2. Synthesis of energy efficient chilled and cooling water network by integrating waste heat recovery refrigeration system
클러스터 03	solar, battery, glass	4~6	1. Apparatus for controlling the amount of waste heat of an engine 2. Application of Waste Heat Recovery Energy Saving Technology in Reform of UHP-EAF
클러스터 04	solar, battery, building	3~6	1. Apparatus for generating electrical power from the waste heat of an internal combustion engine 2. DC thermal energy flexibility model for waste heat reuse in nearby neighborhoods
클러스터 05	solar, battery, electric	4~5	1. Assembly and method for recovery of heat energy from waste water 2. Thermoacoustic Stirling power generation from LNG cold energy and low-temperature waste heat
클러스터 06	solar, battery, IoT	3	1. Batch dishwasher with waste water heat recovery 2. Feasibility study for recovering waste heat in reduction system of Kroll process: Energy analysis and economic valuation
클러스터 07	solar, battery, barrier	3~6	1. Bypass valve and coolant flow controls for optimum temperatures in waste heat recovery systems 2. Experimental Study on the Energy-saving of Flue Gas Waste Heat Utilization Systems
클러스터 08	solar, battery, silicon	4~5	1. Cleaning device with waste water tank and heat pump 2. Numerical analysis of thermal energy charging performance of spherical CuCrNi phase-change capsules for recovering high-temperature waste heat
클러스터 09	solar, battery, membrane	3~8	1. Compact wastewater concentrator using waste heat 2. Graphene Ink Laminate Structures on Poly(vinylidene difluoride) (PVDF) for Pyroelectric Thermal Energy Harvesting and Waste Heat Recovery
클러스터 10	solar, battery, diagnosis	5~7	1. Computer system with waste heat recycling device 2. Evaluation and optimization of thermoelectric generator network for waste heat utilization in nuclear power plants and non-nuclear energy applications

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특히)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
BIPV 기술	실리콘계열 BIPV 모듈화 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석
	BIPV 건자재화 기술	전문가 추천, 기술수요, 키워드 클러스터링
	염료감응형 BIPV 소재기술	전문가 추천, 기술수요
BIST 기술	온수생산형 BIST 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석, 키워드 클러스터링
	온풍생산형 BIST 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석
BIPVT 기술	실리콘계열 BIPVT 모듈화 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석
	BIPVT 건자재화 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석, 키워드 클러스터링
전력 제어 및 관리 기술	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 최적설계와 모델링 기술	전문가 추천, 기술수요
	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 계측제어 및 모니터링 시스템 기술	전문가 추천, 기술수요
	하이브리드 신재생에너지 시스템	전문가 추천, 기술수요
신재생에너지 건물 적용 기술	지열원 열펌프 이용 냉난방기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석
	신재생에너지원을 이용한 건물 공기조화 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석
	건물에서의 자연형, 설비형, 조명용 태양에너지 활용 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석
	신재생에너지 시스템 통합 설계 및 최적화 기술	전문가 추천, 기술수요, 기술/시장 분석

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	정의
BIPV 기술	실리콘계열 BIPV 모듈화 기술	박막형 실리콘 태양광 전지를 이용한 건물 일체형 재생에너지 시스템 모듈화 기술
	BIPV 건자재화 기술	태양광 발전을 이용한 건물 일체형 건자재화 기술
	염료감응형 BIPV 소재기술	염료감응형 태양광 전지를 이용한 건물 일체형 소재 기술
BIST 기술	온수생산형 BIST 기술	태양열 집열기를 이용한 온수형 건물 일체형 기술
	온풍생산형 BIST 기술	태양열 집열기를 이용한 온풍형 건물 일체형 기술
BIPVT 기술	실리콘계열 BIPVT 모듈화 기술	박막형 실리콘 태양광 전지 및 태양열을 이용한 모듈의 건물 일체화 기술
	BIPVT 건자재화 기술	태양광 전지 및 태양열을 이용한 PVT 모듈의 건물 일체형 건자재화 기술
전력 제어 및 관리 기술	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 최적설계와 모델링 기술	건물과 태양광 전지 시스템 간의 에너지 전환 효율을 위한 설계 및 모델링 기술
	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 계측제어 및 모니터링 시스템 기술	건물과 태양광 전지 시스템 간의 최적의 에너지 효율 제어를 위한 시스템 기술
	하이브리드 신재생에너지 시스템	연료전지, 풍력 등 기타 신재생에너지를 연계한 하이브리드 형태의 전력제어 및 관리 기술

나. 건물 일체형 신재생에너지 시스템 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

건물 일체형 신재생에너지 시스템의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	BIPV, BIST, BIPVT 모듈 건자재화 기술	발전 효율 증가	내구성 및 경제성	종합효율 및 내구성
핵심요소기술	BIPV 기술	실리콘계열 BIPV 모듈화 기술 BIPV 건자재화 기술 염료감응형 BIPV 소재 기술		핵심기술 확보 및 자립화
	BIST 기술	온수생산형 BIST 기술 온풍생산형 BIST 기술		경제적 BIST 개발
	BIPVT 기술	실리콘계열 BIPVT 모듈화 기술 BIPVT 건자재화 기술		종합 효율이 우수한 BIPVT 개발
	전력제어 기술	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 최적설계와 모델링 기술 건물 일체형 신재생에너지 시스템의 계측제어 및 모니터링 시스템 기술	하이브리드 신재생에너지 시스템	건물 일체형 신재생에너지 제어 및 관리 기술 개발
기술/시장 니즈	핵심기술의 안정성 확보를 위한 실증 강화	실증을 통한 재활용 분야 확대 및 시범보급	포집 발전설비 플랜트 핵심기술의 자립화 및 수출 산업화	

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[건물 일체형 신재생에너지 시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
BIPV 기술	실리콘계열 BIPV 모듈화 기술	발전효율	12%	14%	16%	16%
		내구성	10년	15년	20년	20년
	BIPV 건자재화 기술	경제성 (투자회수기간)	15년	10년	5년	5년
		발전효율	10%	12%	14%	14%
	염료감응형 BIPV 소재기술	빛 투과율	30%	40%	50%	50%
		경제성 (투자회수기간)	15년	10년	3년	3년
	온수생산형 BIST 기술	집열효율	50%	60%	70%	70%
		경제성 (투자회수기간)	15년	10년	5년	5년
BIST 기술	온풍생산형 BIST 기술	집열효율	20%	30%	470%	40%
		경제성 (투자회수기간)	20년	15년	10년	10년
	실리콘계열 BIPVT 모듈화 기술	발전효율	12%	14%	16%	16%
		총합효율 (발전+열)	20%	30%	40%	40%
BIPVT 기술	BIPVT 건자재화 기술	경제성 (투자회수기간)	15년	10년	5년	5년
	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 최적설계와 모델링 기술	경제성 (투자회수기간)	15년	10년	5년	5년
		경제성 (투자회수기간)	15년	10년	5년	5년
전력 제어 및 관리 기술	건물 일체형 신재생에너지 시스템의 계측제어 및 모니터링시스템 기술	에너지 관리 효율	96%	97%	98%	98%

기술개발 테마 현황분석

소형풍력발전기

소형풍력발전기

정의 및 범위

- 국내 신재생에너지 설비 인증관련 범과 설비 인증기관인 한국에너지공단 인증 기준에 의해 회전자 면적 200m² 미만 정격용량 30kW미만을 소형풍력터빈으로 정의하며 용도상으로 독립전원용 또는 계통연계형으로 구분
- 소형풍력터빈의 핵심부품은 블레이드, 발전기, 전력변환장치 및 연계장치, 지지 타워로 구성

정부지원 정책

- 한국에너지공단의 신재생에너지보급사업 및 융복합지원사업을 통한 정부의 지속적인 보급의지
- 소형풍력발전기술을 최적화할 수 있는 소형풍력 최적엔지니어링 기술지원센터 설립
- 에너지 자립섬구축 등 도서지역을 중심으로 분산형 전원개발에 대한 수요 증대
- 지속 가능한 청정에너지에 대한 정부의 의지 및 관심증대

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">(환경) 연료가 필요 없는 청정에너지원(기술) 국내 시스템제조업체와 핵심부품업체의 증가(정책) 융복합사업 등 정부보급사업의 지속적인 확대	<ul style="list-style-type: none">(환경) 높은 제품단가로 인한 경쟁력 약화(기술) 중소기업의 기술적 기반과 전문성 부족(정책) 태양광위주의 정책일변도
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">(환경) 친환경 기술 선호, 환경 보전기술(기술) 전원보급시장 규모 확대, 융복합기술 발전(정책) 안전한 에너지원 기술확보의 요구증대	<ul style="list-style-type: none">(환경) 지역이기주의에 의한 민원증가(기술) 지속적인 연구개발지원체계 미흡(정책) 민간시장 활성화를 위한 정책부재



중소기업의 시장대응전략

- 정부의 융복합사업, 에너지자립섬구축 등 소형풍력터빈 신규시장이 지속적으로 창출
- 소형풍력 최적화 엔지니어링 사업추진으로 최적화된 소형풍력터빈의 높은 신뢰성향상과 제품가격하락이 기대됨

핵심요소기술 로드맵

소형풍력발전기의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	10kW 소형풍력터빈 최적화	20kW 소형풍력터빈 개발	30kW 소형풍력터빈 개발	30kW 저소음형 풍력터빈 개발 및 연계장치개발
핵심요소기술	소형 풍력터빈 부품 및 시스템 설계 기술	소형풍력 터빈 최적화 기술 소형풍력 터빈 설계 기술 고효율 저코깅토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술 진동, 소음방지 및 저감기술	소형풍력 용량별 최적화 시스템 효율 향상 발전기 효율 증가 소음저감기술	
	소형 풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	소형풍력터빈 ESS 연계 배터리 충전 및 제어 회로 장치 로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치 개발 전력변환 시스템	배터리 충전효율 향상 Over speed 방지기술 전력변환효율 향상	
	성능평가 기술	소형풍력 터빈 성능평가 기술	출력성능-내구성 평가기술개발	
기술/시장 니즈	도심적용가능 저소음형 소형풍력터빈 개발	민간사업 육성을 위한 소형풍력 터빈의 용량 확대 및 저가화	스마트그리드 및 마이크로그리드 적용 풍력터빈 응용기술 개발	

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 소형풍력터빈(Small Wind Turbine)은 바람으로부터 동력을 얻어 전기를 생산하는 전기기기로서 국제규격인 IEC(International Electrotechnical Commission) 61400-2 기준으로 독립형과 계통연계형 용도로 100Vac 또는 1500Vdc 미만의 전압을 생성하면서 로터회전면적 200m² 미만인 풍력발전기에 적용하고 있음
- 국내에서는 신재생에너지 설비인증기관인 한국에너지공단의 인증기준 KS C 8570으로 2015년 7월 6일부터 시행됨에 따라 회전면적이 200m² 미만, 정격전압이 AC 100V 또는 DC 1500V 미만인 소형풍력터빈과 회전면적이 6.5m²인 초소형 풍력터빈에 구분하여 적용하고 있음
- 세계적으로 용량에 따른 소형풍력터빈의 구분은 신재생에너지 지원정책에 따라 국가별로 상이하며 미국과 중국은 100kW이하, 독일은 75kW이하 캐나다는 0.3kW~1kW를 미니풍력터빈, 1~30kW를 소형풍력터빈으로 분류하며 영국은 마이크로풍력(0~1.5kW), 소형풍력(1.5kW~15kW), 중소형풍력(15~100kW) 구분하고 있고 특별히 일본의 경우 발전차액지원제도 정책에 따라 20kW미만의 소형풍력터빈을 별도 지정하고 있음
- 풍력터빈은 회전축이 바람이 불어오는 방향에 수평인 수평축풍력터빈과 바람이 불어오는 방향에 수직인 수직축풍력터빈으로 분류
 - 수평축풍력터빈은 공력효율이 높고 시스템단가가 낮은 반면 소음이 크고 별도의 요잉(yawing)장치가 필요
 - 수직축풍력터빈은 바람의 방향에 관계없이 발전이 가능하며 낮은 운전회전수로 인해 소음이 수평축풍력터빈에 비해 낮지만 시스템단가가 높고 대형화에 불리한 단점이 있음

[회전축에 의한 풍력발전기 분류]

수직축 풍력발전기



수평축 풍력발전기



- 수평축 풍력터빈은 블레이드가 바람이 부는 방향으로 향하고 나셀과 타워가 블레이드 후방에 있는 구조인 업원드 풍력터빈과 블레이드가 나셀과 타워를 거쳐서 바람을 받게 되는 다운원드 풍력터빈으로 구분되고 있음
 - 업원드 풍력터빈은 바람에 직접 받기 때문에 앞쪽에서의 방해요소가 없어 난류의 영향이 적고 효율이 높은 기계의 설계에 유리하지만 구성부품을 설계할 때 고 풍속에서 타워와의 충돌문제 등을 고려한 설계개념이 필요
 - 다운원드 풍력터빈은 터빈의 방향 제어를 위한 요시스템의 설계에 상당히 유리하며 강한 바람에서 블레이드가 타워와의 충돌 위험이 낮고 블레이드의 회전면적을 줄여 구조적 안전성을 가질 수 있다는 장점이 있는 반면에 나셀과 타워를 거쳐서 바람을 받게 되어 발생되는 난류의 영향을 피할 수 없어 효율과 피로문제를 가져올 수 있음

[로터위치에 의한 풍력발전기 분류]

업원드(Upwind)풍력발전기



다운원드(Downwind)풍력발전기



- 소형풍력터빈의 핵심부품과 요소기술은 지속적인 기술개발을 통해 성과를 이루고 있으나 높은 시스템 단가와 불규칙한 국내 시장 규모에 의해 성장이 정체되어 있음
- 따라서 국내 시장의 규모 확대정책을 통한 기술개발, 보급 및 재투자의 선순환적 주기를 조성하여 경쟁력을 확보할 필요가 있으며 향후 전력인프라가 취약한 동남아시아, 중국, 몽골, 북한 등 제3세계를 중심으로 수출 확대 효과를 기대할 수 있음
- 소형풍력터빈은 중대형풍력터빈과 달리 용량, 운전조건, 용도 등에 따라 다양한 형식의 제품이 시장을 형성하고 있으며 신 개념의 풍력터빈도 기술개발을 통해 시장진입을 시도하고 있음

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 소형풍력발전기는 블레이드, 발전기, 지지구조, 전력변환 및 연계장치, 축전지 및 안전·제어장치 등으로 구성
- 사용 용도에 따라 한전의 계통선과 연계하여 운전하는 연계형 소형 풍력터빈과 독립적인 전원을 구성하는 독립형 소형 풍력 터빈으로 구분
- 디젤, 태양광 및 ESS등과 같은 기타 타 전원기술과 복합화하여 운영되는 복합형 소형 풍력발전기로 구분

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
소형풍력발전기	시스템 조합설계	블레이드, 발전기, 전력변환장치, 요제어장치, 강 구조물, 안전·제어장치, 모니터링시스템, 시스템 조합기술, 운전점 최적화 설계 기술
	시스템 해석 S/W	블레이드 공력해석, 유동해석, 블레이드 및 강 구조물 구조해석, 시스템하중해석, 동기 발전기 전자기장해석, 열적해석 등
	자원조사 및 성능 시험장치	풍속계, 풍향계, 데이터로거, 전력변환기, DAQ, 측정 시험기술 등
	복합발전	EMS, BMS, ESS연계기술, 복합발전알고리즘, 전력안정화장치, 복합발전시스템 제어기술
	전력변환 및 연계장치	계통연계형 인버터, 계통안전차단 장치, 독립형 인버터, 축전지 충전기, 고속스위칭 인버터/컨버터 등, 예비 부하 제어기술
	시공 및 유지관리기술	소형 풍력터빈 토목시공 기술, 상태감시 기술, 성능 유지관리 기술, 안전관리 기술, 통합 관리기술

(2) 공급망 관점

- 소형 풍력터빈의 범위는 소형 풍력발전기와 구성 요소 부품 및 생산기술 영역과 공급망 기준으로 블레이드, 발전기, 전력 변환 및 연계장치, 안전·제어장치 등의 요소부품과 시스템 전 영역의 조합설계 및 하중/구조해석기술과 기술적으로는 소형 풍력 설계 기술 및 S/W, 요소부품 제작 및 요소부품 시험장비 등의 소형풍력 기반기술과 타 전원(예 : 디젤연계)등과의 응용기술을 포함

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
소형풍력발전기	블레이드	금형설계기술, 엔지니어링플라스틱 사출기술, RTM성형기술, 적층 및 경량화기술, 공력설계기술, 구조설계기술, 구조시험기술
	발전기	코어발전기, 코어리스발전기 슬롯리스발전기, 소재부품가공기술, 경량소재기술, 코어제작기술, 코팅저감기술, 전자기장해석기술
	전력변환 및 연계장치	계통연계형 인버터, 축전지 충전기, 고속스위칭제어기술, 방열설계기술, MPPT기술
	제어장치	피치제어기술, 요제어기술, 과풍속제어기술, Surge Protection 기술
	기초 및 타워	타워설계기술, 공진저감기술, 기초설계기술, 시공기술, 타워경량화기술

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 정부는 2030년까지 110조원을 투입해 풍력, 태양광을 중심으로 재생에너지 발전량 비중을 현재 7%에서 20%로 늘린다고 발표하였으며 풍력발전관련 기술 개발 및 보급을 위한 투자가 지속적으로 이루어지고 있음(자료 : 산업통상자원부, 재생에너지 3020 이행계획, 2017년 12월)
- 중대형 풍력터빈은 많은 자본과 설비가 필요하여 대기업 중심으로 개발되고 있으나, 소형풍력터빈의 경우 적은 자본과 소규모의 설비로 개발이 가능하여 국내 중소기업의 특성에 적합한 업종이며, 기계, 항공 및 전력전자 등 융복합적 기술개발로서 시너지를 얻을 수 있는 기술임
- 소형풍력터빈 분야는 기계, 항공, 전기, 전력전자, IT, 토목 등과 같은 다양한 기술 분야의 복합기술의 결합체로서 영세한 중소기업에서 복합적인 기술을 모두 보유하기는 어려울 것으로 판단되나, 개별기술 및 부품에 대한 전문 중소기업 간의 연합이나 협력 등을 통해 기술적 복합성 극복 가능
- 소형풍력터빈 산업은 기술집약적인 산업에 해당되고, 다른 발전원(태양광, 태양열, 지열 등)과 함께 융·복합 발전이 가능하며 마이크로그리드 구성에 핵심적인 기술임
- 설계, 제조 및 설치의 전 과정에서 소형풍력터빈은 자동화가 불가능한 기술 집약형 산업으로 높은 고용효과를 기대할 수 있는 고부가가치 산업
- 소형풍력터빈은 대부분의 구성부품을 국산화 할 수 있다는 장점이 있으며 기술 국산화를 통한 단가절감과 경쟁력 확보, supply chain구성을 통한 유관산업계와의 연관성장을 기대할 수 있음
- 소형풍력터빈을 구성하는 블레이드, 발전기 및 전력변환장치 등의 핵심부품이 개별적 안정된 성능을 갖는다고 해도 핵심부품들의 기술적배경과 운전조건 등이 서로 다르기 때문 다양한 외부환경에 대한 안정적 연계성능을 유지기 위한 matching 기술이 필수적이며 사전해석통한 시뮬레이션강화와 실증을 통한 상호 연계 운전을 통해 연계성능향상, 성능적 효용성과 안정성을 추구해야함
- 현재 국내 소형풍력제조사들은 supply chain이 성숙되지 않아 개별 기업차원에서 소형풍력 터빈의 핵심부품을 개발하고 있는 실정이며 부족한 자본과 기술력으로 인해 기술적 완성도를 높이기 어려운 상황

(2) 산업의 구조

- 전방과 후방산업에 파급효과 가 큰 편이며 단일기술의 개발과 보급에 대규모의 인프라나 설비가 필요하지 않은 중소기업 전략제품
- 소형풍력터빈은 활용용도가 중대형보다 다양한 용도로 활용할 수 있어, 오지, 군 시설, 통신 및 독립전원 구성이 용이하며 다른 에너지원과 결합하여 융·복합 시스템화나 연계운전이 가능하기 때문에 타 산업과의 연계기술 개발 등도 필요한 특징
- 전방산업은 이동통신, 해양플랜트, 신재생에너지 융·복합발전, 마이크로그리드 등 전원공급이 필요한 분야임
- 후방산업은 고강도 및 경량화를 위한 소재, 가공기술, 고성능 전력전자소자 분야 등으로 구성

[소형풍력발전기 분야 산업구조]

후방산업	소형풍력발전기 분야	전방산업
FRP, 영구자석, 재료, 소재, 기계가공, 전력전자소자, 전기기기, 철구조물, SW, 장비	블레이드, 동기식발전기, 유도형발전기, 인버터 및 연계장치, PCS, 타워	토목, 건축, 이동통신, 해양플랜트, 신재생에너지 융복합발전, ESS, 마이크로그리드

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 2015년 말까지 전 세계적으로 누적설치대수가 최소한 990,966대가 설치되었으며 2014년도 944,848대에 비해 5% 성장률을 보이고 있어 2014년도 8% 2013년도 7%에 비해 소폭 증가하였음

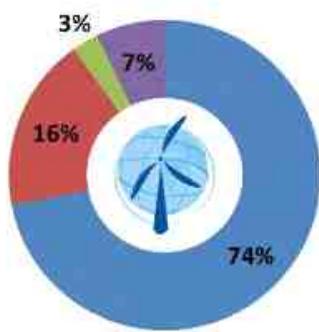


* 자료 : "2017 Small Wind World Report", WWEA June 2017

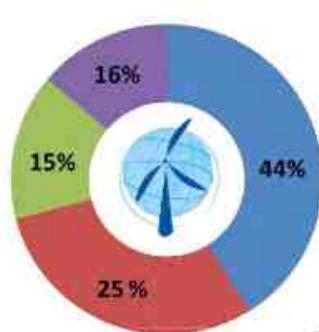
[소형풍력터빈 누적설치용량 및 설치대수]

- 설치대수로 보면 중국이 지속적으로 시장을 주도하고 있으며 2015년도에만 43,000개의 소형터빈이 설치되었고 전 세계의 누적설치대수의 74%를 차지하고 있고 2015년도에는 93%의 점유율을 차지하고 있음
- 미국은 2015년 1,695대가 신규 설치되어 총 누적설치대수가 160,995대로 중국에 이어 2위 시장을 형성하고 있음
- 영국은 2012년 11월 도입된 신규 FIT가격 하락정책의 영향으로 2013년 500대의 신규설치에 머물렀다가 2014년도에 2,237대 신규설치가 이루어지면서 시장이 다시 안정을 찾을 것으로 예상하였으나 2015년에는 277대 신규 설치되는데 그쳐 시장이 급속하게 위축되고 있음
- 2015년 소형풍력터빈의 발전용량에 있어서는 2014년 840MW에서 2015년 948MW로 15%의 성장률을 보이고 있어 신규설치 되는 소형풍력터빈의 용량이 지속적으로 증가
- 설치용량측면에서는 중국이 44%, 미국이 25%, 영국이 15%의 점유율을 보이고 있어 중국은 소용량의 풍력터빈이 미국과 유럽은 보다 용량이 큰 풍력터빈시장이 형성되고 있음

Share of Total
Installed Units



Share of Total
Installed Capacity

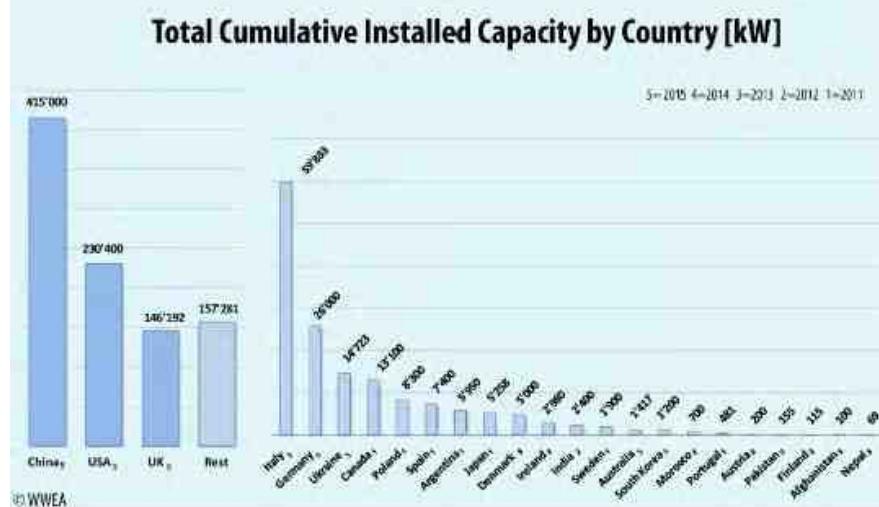
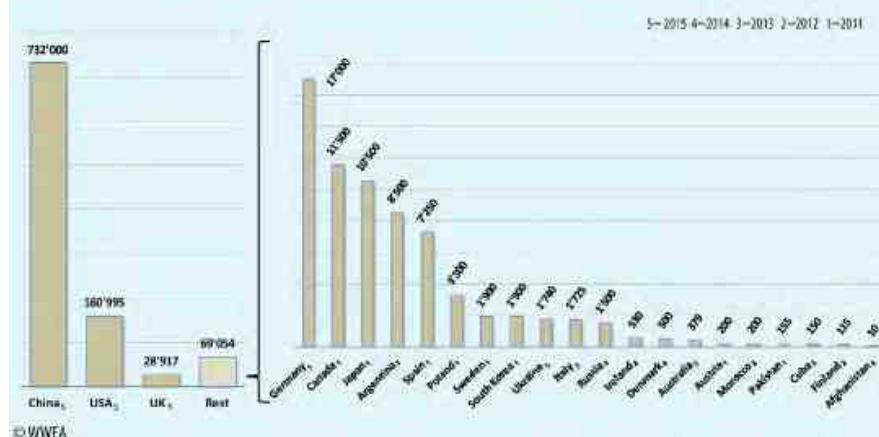


© WWEA

* 자료 : “2017 Small Wind World Report”, WWEA June 2017

[세계 소형풍력 총 누적 설치용량 및 설치대수 점유율]

Total Cumulative Installed Units by Country



* 자료 : “2017 Small Wind World Report”, WWEA June 2017

[국가별 총 누적 설치용량 및 설치대수]

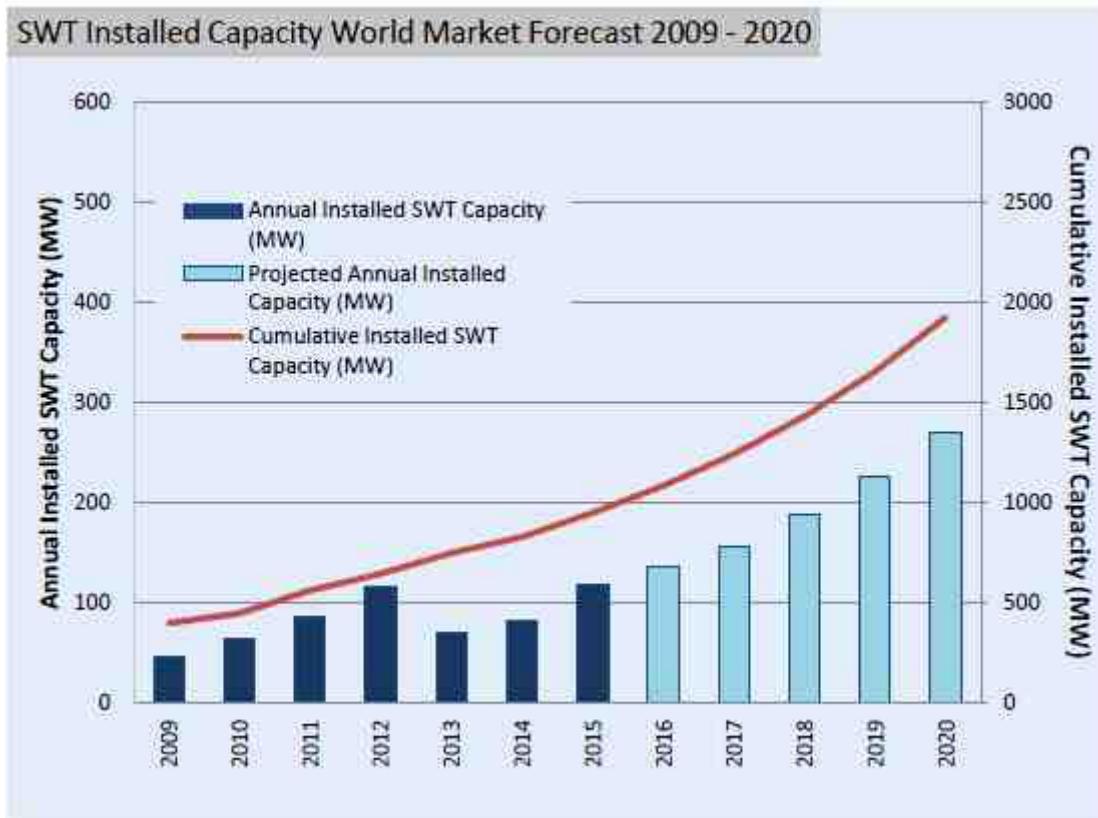
- 독일, 캐나다, 일본, 아르헨티나 등은 중간규모의 시장을 형성하고 있으며 시장규모는 7,000~ 14,500대 수준임
- 소형풍력시장은 발전차액지원제도(Feed in Tariff)의 시행여부에 따라 시장형성이 크게 영향을 받고 있음
- 특히 일본은 20kW미만의 소형풍력터빈에 대해서 세계에서 가장 높은 kWh당 0.464유로의 발전차액지원 제도를 시행하고 있고 일본시장을 진출하기 위해 ClassNK 인증을 획득한 소형풍력터빈이 지속적으로 늘고 있는 상황

Country/ Region	Size Limit	EUR/kWh	Country/ Region	Size Limit	EUR/kWh
Canada			Japan	< 20kW	0,464
Nova Scotia	< 50kW	0,340		≥ 20kW	0,185
	> 50kW	0,089	Luxemburg		0,091
China		0,134-0,201	Portugal	< 3,68kW	0,432
Chinese Taipei	1-20kW	0,237	Serbia		0,092
	> 20kW	0,078	Slovenia	< 1 MW	0,095
Czech Republic		0,071	Switzerland	< 10MW	0,179
Denmark	< 10kW	0,330	Switzerland	< 10MW	0,179
	10-25kW	0,200	UK	< 50kW	0,097
Greece	< 50kW	0,250		<100kW	0,0635
Italy	< 1MW	0,300	USA		
Israel	< 15kW	0,250	Hawaii	< 100kW	0,110
	15-50kW	0,320	Vermont	< 15kW	0,200

* 자료 : "2017 Small Wind World Report", WVEA June 2017

[2017년 세계 소형풍력터빈 발전차액 기준금액]

- 세계적으로 평균 소형풍력발전용량의 증가세가 지속되고 있는데 2010년에 평균용량은 0.66kW, 2011년 0.77kW, 2012년 0.84kW, 2013년 0.85kW, 2014년 0.87kW였으며 2015년에는 0.96kW에 이르고 있음
- 국가별 평균발전용량은 중국이 0.56kW, 미국은 1.4kW, 영국은 5.1kW, 이탈리아는 37.1kW임
- 장기적으로 2016년부터 2020년까지 소형풍력시장은 최소 12% 성장이 기대되며 매년 약 270MW의 소형풍력터빈이 신규설치 될 것으로 예상되어 누적설치용량이 2020년에는 1.9GW에 도달할 것으로 전망되고 있음



* 자료 : "2017 Small Wind World Report", WWEA June 2017

[2009-2020 세계 소형풍력시장 예측]

[소형풍력발전기 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 억달러, %)

구분	주요품목	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
세계시장	블레이드	1,740	1,950	2,340	2,714	3,148	3,652	16
	발전기	1,160	1,300	1,560	1,797	2,070	2,385	15.2
	구동제어계	870	975	1,170	1,357	1,574	1,826	16
	지지구조타워	2,030	2,275	2,730	3,167	3,674	4,262	16
	중형 풍력 발전 시스템	17,800	20,500	23,600	27,140	31,211	35,893	15
	소형 풍력발전기	310	350	400	460	529	607	14.9
	합계 (상기6개품목)	23,910	27,350	31,800	36,635	42,204	48,618	15.2
	풍력시장 규모	60,000	69,000	79,000	91,000	104,832	120,766	15.2

* 자료: 2015 Small Wind World Report(WWEA, 2015) / 환율:1,100원/USD

BTM Consult ApS(세계시장규모)을 바탕으로 전망 추정. 세계 풍력발전 시장규모에 대해 중소형풍력발전 분야가 40% 점유하며, 그중에서 75%가 중소형풍력발전시스템, 24%가 부품, 약1.0% 내외가 소형 풍력발전기가 점유하는 것으로 가정하여 추정

[소형풍력발전기 분야의 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR (13~'15)
세계시장	350	400	460	529	607	697	14.9

* 자료: 2015 Small Wind World Report(WWEA, 2015) / 환율:1,100원/USD

BTM Consult ApS(세계시장규모)을 바탕으로 전망 추정. 세계 풍력발전 시장규모에 대해 중소형풍력발전 분야가 40% 점유하며, 그중에서 75%가 중소형풍력발전시스템, 24%가 부품, 약1.0% 내외가 소형 풍력발전기가 점유하는 것으로 가정하여 추정

(2) 국내시장

- 국내업체 및 제품 현황을 살펴보면 국내 소형풍력터빈 업체의 규모는 10여개의 제작사와 20여개의 부품 업체가 생산 활동을 지속하고 있는 상황
- 국내 소형풍력시장은 한국에너지공단의 신재생에너지 보급사업과 관공서를 중심으로 한 단발성 프로젝트에 국한되며 민간사업은 전무한 실정이고 시장규모는 20억 원 이내임
- 한국에너지공단의 신재생에너지 보급사업 중 융·복합 지원 사업이 2013년 이후 지속적으로 추진됨에 따라 지자체를 중심으로 소형풍력터빈이 꾸준히 설치되고 있으나 높은 제품단가와 설치사이트 부족으로 에너지원별 점유율이 크게 낮은 상황
- 국내 소형풍력터빈 제작업체는 불안정한 국내 시장규모로 인해 안정적인 연구개발에 치중할 수 있는 여건형성이 미진하여, 주로 단품 형태로 개발이 진행되고 있으며 개발 용량도 주로 10kW 이내임
- 국내 소형풍력시장의 성장을 위해서는 정부 보급 사업으로 제품설치 시 보조금을 지원하는 방식을 탈피하여 민간시장이 활성화 될 수 있는 지원책이 요구되며 FIT(Feed In Tariff) 도입이나 REC(Renewable Energy Certificate)가중치 조정으로 민간발전사업 육성이 필요함

[소형풍력발전기 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억원, %)

구분	주요품목	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
국내시장	블레이드	52	63	75	90	108	130	20.1
	발전기	35	42	50	60	72	87	20.1
	구동제어계	26	32	38	46	55	66	20.1
	지지구조타워	61	74	88	106	127	153	20.1
	중형 풍력 발전 시스템	520	600	720	865	1,039	1,248	20.1
	소형 풍력발전기	9.4	12.2	16	21	27	36	30.7
	합계 (상기6개품목)	703	823	987	1,188	1,429	1,719	20

* 자료: 신재생에너지 R&DD 전략 2030(분야별 비율 추정)

중소형풍력발전 분야가 40% 점유하며, 그중에서 75%가 중소형풍력발전시스템, 24%가 부품, 약1.0% 내외가 소형 풍력발전기가 점유하는 것으로 가정하여 추정

[소형풍력발전기 분야의 국내시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('13~'15)
국내시장	12.2	16	21	27	36	47	30.7

* 자료 : 신재생에너지 R&DD 전략 2030(분야별 비율 추정)

중소형풍력발전 분야가 40% 점유하며, 그중에서 75%가 중소형풍력발전시스템, 24%가 부품, 약1.0% 내외가 소형 풍력발전기가 점유하는 것으로 가정하여 추정

(3) 무역현황

- 소형풍력발전기 분야의 무역현황을 살펴보았으며, 수입량에 비하여 수출량이 감소하는 추세
 - 소형풍력발전기 기술의 수출현황은 '12년 196만 달러에서 '16년 38만 달러 수준으로 감소하였으며, 수입현황은 '12년 30만 달러에서 '16년 24만 달러 수준으로 감소하였음
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장을 살펴보면 수출금액은 -33.6%로 감소하였으며, 수입금액은 -6%로 감소하여 전체 무역수지는 -46% 감소한 것으로 나타남

[소형풍력발전기 관련 무역현황]

(단위 : 천\$)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('11~'15)
수출금액	1,960	472	1,820	76	381	-33.6
수입금액	307	1,535	10,706	599	240	-6.0
무역수지	1,653	-1,063	-8,886	-523	141	-
무역특화지수*	0.73	-0.53	-0.71	-0.77	0.23	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

□ 연구 개발 동향

- 10kW이하의 풍력터빈은 원가절감을 위해서 펄링(Fuling)을 이용한 출력제어 혹은 다양한 형태의 수동식 피치제어시스템 적용되었으며 요시스템 또한 수동식 요시스템 사용이 대부분이었고 제어의 단순함으로 인해 영구자석형 동기식발전기와 인버터를 적용하는 것이 일반적이었음
- 소형풍력터빈의 용량이 증가함에 따라 대형풍력터빈에 적용되는 기술이 소형풍력터빈에 적용되기 시작하였으며 능동식 요시스템과 유도형발전기 적용을 위하여 증속기를 장착하는 풍력터빈이 개발되기 시작함
- 국내에 디젤발전기를 운용하는 도서지역을 중심으로 마이크로그리드를 구성하여 디젤의 의존도를 줄이는 시도가 계속되고 있으며 몽골, 카자흐스탄, 동남아시아 등 전례계통이 불안정한 국가를 중심으로 태양광, 풍력, ESS를 적용하여 독립형시스템을 수출하는 시도가 계속되고 있음

□ 발전사업용 소형풍력터빈의 용량증대 및 설치단가의 하락

- 소형풍력시장은 정부의 보급정책에 큰 영향을 받으며 특히 발전차액지원제도(Feed In Tariff)시행은 용량별 지원 단가에 따라 소형풍력터빈 개발에 주요한 변수로 작용
- 영국은 FIT제도변화에 따라 2015년 227개 소형풍력터빈 중 117개 풍력터빈이 1.5kW~15kW급이 대부분이었고 143개의 풍력터빈이 50~100kW급으로 설치되었음
- 이탈리아는 2015년간 115개의 풍력터빈이 설치되었으며 50kW급 풍력터빈이 대부분을 차지함
- 일본은 2017년 동안 18kW~19.8kW급 풍력터빈이 가장 많은 ClassNK인증을 확보하였으며 부자비용을 포함하여 약 3,650엔에 민간시장에 공급하고 있고 10%대의 수익을 보장하고 있음

□ 소형풍력터빈의 독립형기술 및 마이크로그리드 기술

- 세계소형풍력시장에서는 발전사업용의 계통연계형이 주를 이루고 있는 반면 일부 국가의 원거리 지역에서는 독립형 제품이 중요한 역할을 하고 있음
- 독립형 소형풍력제품은 시골 주거용, 통신스테이션, 해변에서의 발전, 그리고 디젤, 태양광을 결합한 하이브리드시스템을 포함하고 있음
- 중국에서는 2009년 기준 시장에서 97%가 독립형 시스템이며, 2천4백만 정도가 여전히 주거 전력부족을 겪고 있음
- 미국에서는 계통이 연결되지 않은 원거리 지역에 분산전원으로써 독립형 풍력터빈이 중요한 역할을 하고 있음
- 국내의 경우 디젤발전기를 운용하는 도서지역을 중심으로 친환경 발전원을 구축하려는 시도가 계속되고 있으며 인천백아도와 지도, 덕적도, 충남 홍성군 죽도, 해남 삼마도 등 풍력, 태양광, ESS, 디젤, EMS를 결합, 마을에 전원을 공급하고 있고 이에 따라 융·복합기술과 제어기술 및 운용기술이 계속 발전해 가고 있음



[몽골 친환경에너지타운 조성사업 조감도(2017년 산업통상자원부 ODA사업)]



[2015년 한국에너지공단 융복합지원사업 (인천공역시 용진군 지도)]

(2) 기술환경분석

- 한국에너지기술평가원에서는 소형풍력업체의 인력 및 인프라 부족으로 인한 기술개발의 어려움을 해소하고 제품의 경쟁력을 높이기 위해 2015년 전략과제로 소형풍력 최적 엔지니어링 과제 공모하여 강원대학교가 주관기관으로 선정되었음
 - 강원대학교는 소형풍력 최적엔지니어링 기술센터를 설립하고 한국표준과학연구원, 광운대학교, 충남대학교, 한국기계전기전자시험연구원 등이 참여하여 해당분야에 연구를 수행 중임
 - 강원대학교는 2018년도 참여기업으로 (주)제이에이치에너지, GU주식회사, 삼원테크(주) 등을 선정하여 3차 년도 과제를 수행 중에 있음
 - 최적엔지니어링 기술은 공력해석, 구조해석, 구조시험, 발전기 최적화, 실증시험을 망라하며 시스템 매칭 및 계통연계기술을 포함하고 있음
 - 연구과제의 최종목표는 소형풍력터빈 제조사 10개 기업을 대상으로 종합 엔지니어링 기술지원 하며, 한국에너지공단의 설비인증을 6건 이상 획득하도록 지원하는 것임

- 한국에너지공단 신재생에너지설비 KS인증사업
 - 한국에너지공단은 2003년도부터 신재생에너지 보급확대와 산업육성을 지원하기 위해 신재생에너지 설비 인증제도를 시행하였으며 다수의 인증획득을 위한 기업의 부담과 소비자의 혼란을 해소하기 위한 정부의 인증통합정책 방침에 따라 2015년 7월 29일부터 KS인증제도로 전환하여 시행하고 있음
 - 신재생에너지설비 KS인증제도는 국가 신재생에너지정책 목표 달성을 위한 보조금을 투입하거나 의무적으로 설치할 필요성이 있는 신재생에너지 인증대상 설비의 제조공장심사 및 제품심사를 실시하여 정부가 규정한 인증심사기준과 제품의 성능 품질기준을 모두 충족하는 경우 인증서를 발급하고 KS마크 표시를 허용하는 국가 인증제도임
 - KS인증설비의 주요혜택은 정부 신재생에너지설비 설치지원 및 의무화사업, 신재생에너지 공급 의무화 제도(RPS) 등에 최우선 적용되며 국가기관, 지방자치단체, 공공기관 및 공공단체 물품 구매 및 용역조달에 우선구매 유도하고, 국가를 당사자로 하는 계약에 대한 지명 및 지명 경쟁입찰 등 입찰계약 특례를 부여하고 있음
 - 소형풍력터빈분야의 인증기관은 한국에너지공단이며 성능시험기관은 한국에너지기술연구원과 강원대학교이고 한국에너지공단의 공장심사와 성능시험기관의 성능시험을 거쳐 인증서를 발급하고 있음
 - 신재생에너지 설비 인증업무 운영규정 제10조에 의해 신재생에너지 국내 제조업체 중 중소기업에게 성능검사비용의 일부(80%)를 지원함으로써 산업활성화 및 보급확대를 도모함
 - 현재 국내 소형풍력터빈 신재생에너지 인증제품은 7개사 13개의 제품이며 그중 11개 제품이 국산이고 2개 제품이 영국제품임
 - 설비용량은 62W부터 10kW이며 수평축, 수직축 등 다양한 형태의 소형풍력터빈이 인증 제품으로 등록되어 있음
 - 초기 소형풍력터빈 인증제품은 3kW이하의 제품에 한하여 정부보조금을 지원하는 정부의 그린홈백만호 사업의 영향으로 3kW제품이 많이 출시되었지만 최근 발전량 증대의 요구로 인해 풍력터빈용량이 증가하고 있는 추세임

[소형풍력발전기 관련 인증업체 정보]

번호	인증일자	업체명	모델명	제조국	제조사	용량	형식
1	2007.10.05	(주)대홍기전	HWS-020	한국	(주)대홍기전	0.062kW	수평축(업원드)
2	2010.08.02	라운테크(주)	GWE-200BI	한국	라운테크(주)	0.2kW	수직축
3	2011.06.16	(주)하이에너지코리아	DS-300	한국	(주)하이에너지코리아	0.3kW	수직축
4	2011.06.16	(주)하이에너지코리아	DS-1500	한국	(주)하이에너지코리아	1.5kW	수직축
5	2011.06.16	(주)하이에너지코리아	DS-3000	한국	(주)하이에너지코리아	3kW	수직축
6	2011.10.17	(주)셀텍	삼도리(SAMDO RIE)	한국	(주)셀텍	3kW	수평축(업원드)
7	2011.11.21	라운테크(주)	GWE-3kH	한국	라운테크(주)	3kW	수직축
8	2014.02.18	헵시바(주)	WRV-1500	한국	헵시바(주)	1.5kW	수직축
9	2014.05.15	한국신재생에너지(주)	WINWIN 3000	한국	한국신재생에너지(주)	3kW	수평축(다운원드)
10	2015.06.19	(주)셀텍	바람도리(BARAM DORIE)	한국	(주)셀텍	10kW	수평축(업원드)
11	2015.10.02	(주)케이엠티시	KW3	영국	Kingspan Environmental Ltd	3kW	수평축(다운원드)
12	2015.10.13	(주)케이엠티시	KW6	영국	Kingspan Environmental Ltd	6kW	수평축(다운원드)
13	2016.02.17	라운테크(주)	GWE-10KU	한국	라운테크(주)	10kW	수평축(업원드)

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 세계 소형풍력시장은 미국, 유럽시장을 중심으로 성장을 하였으나 최근 중국, 일본 등 아시아시장으로 변화하고 있는 추세
- 소형풍력기술은 유럽이 강세이며 최근 덴마크 기업들이 가격경쟁력을 갖추고 영국의 MCS(The Microgeneration Certification Scheme), 미국의 SWCC(Small Wind Certification Council), 일본의 ClassNK 인증을 확보하여 시장에 진출하고 있음
- MSC와 SWCC인증을 취득하려는 기업은 다소 정체되어 있는 반면에 높은금액의 발전차액지원제도를 시행하고 있는 일본에서는 신뢰성 높은 전통적인 제품을 중심으로 Class NK인증을 확보하는 기업이 지속적으로 늘고 있는 상황
- 제품 가격 측면에서 매우 높은 경쟁력을 가지고 있는 중국기업들은 기술력 부족으로 인증확보에 어려움을 겪고 있음
- 최근까지 ClassNK인증을 확보한 제품은 2016년 14개 모델에서 2017년 24개 모델로 크게 증가하였으며 10kW 혹은 20kW제품이 대부분임
- 소형풍력제품군은 초기 1kW~10kW 이내의 제품들이 대부분이었으며 주요시장이 가정용 전원공급 혹은 농장의 전원공급용에서 최근 발전 사업용으로 시장으로 성장하면서 20kW~60kW 소형풍력터빈의 제품이 지속적으로 출시되고 있는 상황
- 소형풍력터빈용량이 증가함에 따라 블레이드길이도 크게 증가하였고 대형에 적용되는 피치/요 시스템과 유도형발전기를 채용하는 풍력터빈도 증가하는 추세
- 기존 국제적인 소형풍력터빈제조사인 미국의 Bergey Wind Power, 영국의 Kingspan Environmental Ltd, 미국의 Xzeres wind Corporation 등은 기존 제품에서 용량이 큰 소형풍력터빈을 개발하려는 계획은 없으며 신규 제조사들이 20kW이상의 풍력터빈을 개발하여 시장에 진입하고 있음
- 국내 인증기관인 한국에너지공단의 소형풍력터빈 인증을 확보한 기업은 7개 기업, 13모델이며 현재까지 10kW가 최대 용량임
- 국내 소형풍력터빈기술은 선진국대비 80%수준이며 국내 시장이 협소하고 보급이 잘 이루어지지 않아 제품의 신뢰성에 중요한 Track Record 확보에 어려움을 겪고 있음

□ 국내 중소기업 사례

- 라은테크는 그린빌딩, 융복합발전, 풍력서비스 등 에너지 분야 전문 기업으로 수직충 풍력발전기에 대한 연구를 통해 수집축 탑으로 최초로 신재생에너지 설비 인증을 획득함. 블레이드, 발전기, 전력제어 등 풍력 기술 전 분야의 전문 기술인력을 보유하고 있으며 2016년 10kW급 풍력발전기 인증 획득함
- (주)하이에너지코리아는 소형 풍력 발전기를 생산하고 있으며 작은 바람으로 전기에너지를 생산해내는 기술력으로 하이브리드 가로등, CCTV 무임 보안장비, 이동통신 중계기 등 일상생활 필수 장비에 풍력발전기를 결합시킨 어플리케이션을 개발, 제2롯데월드타워 추가 설치 건을 비롯해 한전 나주 신사옥 풍력발전기 인증제품 추가설치, 효성ITX와 진행하는 영상관제시스템 결합 프로젝트 그리고 에너지관리공단 신사옥, 네이버데이터센터 내 적용 건 등 여러 프로젝트를 진행²⁹⁾
- (주)제이에이치에너지에는 에너지 진단 1종 전문기관으로 태양광, 풍력 등 신재생에너지를 이용한 가로등을 비롯하여 토낭옹벽, 보강토옹벽, 패널식옹벽 외 토목자재를 자연친화적 공법으로 생산 및 시공함. 신재생에너지 설비 설치 전문 기업으로 2013년 기술혁신형 중소기업으로 지정됨
- 케이엠티시는 조선기자재를 OEM생산하는 기업으로 영국 KINGSPAN 그룹과 총판계약을 체결 하였으며 세계 각국에 소형풍력발전 설치를 진행함
- (주)설텍은 신재생에너지분야인 풍력발전시스템, 풍력-태양광 인버터 전문 제조 회사로 소형풍력발전 다수의 특허를 획득함. 특히, 삼도리(3kW)는 저소음, 고효율 에너지 절감 효과가 있어 조달우수제품에 등록되었으며 소형 풍력 관련 종합적인 솔루션을 제공함.
- 한국신재생에너지(주)는 태양광, 소형풍력 등 신재생에너지 분야 설치 및 제공 기업으로 한국지형에 적합한 제품 연구 개발에 집중하고 있음. 3kW 풍력발전기를 발매 지난 2013년 5월부터 제주도 김녕에 위치한 풍력 실증단지에서 인증테스트를 진행해 정부인증을 받고 제품 생산을 진행

[주요 중소기업 비교]

(단위: 백만원, %)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
라은테크	1,090	1,270	66.4	5.7	5.1	21.6
에스앤플로벌	3,281	3,607	36.3	5.7	5.5	7.5
(주)하이에너지코리아	2,086	304	-76.0	-156.8	-157.5	22.6
(주)제이에이치에너지	6,189	6,548	-11.1	7.1	6.2	0.1
(주)케이엠티시 ³⁰⁾	1,103	2,006	39	-6	-1	0
(주)설택	9,788	8,687	73.3	0.8	5.5	9.2

29) 에너지신문, [연재기획](주)하이에너지코리아, 2017년을 빛낼 작지만 강한 에너지 기업, 2017.1.16

30) (주)케이엠티시 재무구조는 2014년 기준으로 작성하였음

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 미국의 Xzeres Wind Corporation은 10kW용량의 풍력터빈을 주력으로 하고 있으며 영국의 MSC, 미국의 SWCC, 일본의 ClassNK 인증을 확보한 유일한 제조사임
- 또한 Xzeres Wind Corporation은 전 세계적으로 가장 많이 판매된 제품 중의 하나인 Southwest사의 skystream 3.7모델을 인수하여 판매를 지속하고 있음
- 30년 역사를 가지고 있는 미국 Bergey Windpower는 10kW, 7.5kW 제품을 지속적으로 판매하고 있고 일본 발전차액지원제도의 시행으로 ClassNK 인증을 확보하였음
- 아일랜드의 C&F Green Energy는 전 세계 풍력제조사중 가장 많은 용량의 모델을 보유하고 있으며 제품군은 11kW, 12kW, 15kW, 20kW, 25kW, 50kW, 60kW, 75kW, 100kW 및 250kW에 이르고 수출대상국의 보급지원상황에 따라 별도의 제품군을 생산하여 공급하고 있음
- 중국의 Hummer사는 500W~200kW에 해당되는 다양한 제품을 생산하고 있고 블레이드, 발전기, 전력변환장치 등 모든 핵심부품을 자체생산하며 지속적으로 용량을 확대해 가고 있으나 인증을 확보하는데 어려움을 겪고 있음
- 영국의 Evance Wind Turbines Ltd는 5kW모델인 R9000에 대해 MSC인증을 받았으며 일본의 Zephyr Corporation과 전략적 제휴를 통해 Z-9000모델명으로 일본의 ClassNK 인증을 확보하고 일본시장에 진출하고 있음
- 덴마크의 Solid Wind Power는 최근 유도형발전기를 채용한 25kW 풍력터빈을 개발하였으나 일본시장 진출을 위해서 출력을 19.8kW로 다운사이징하여 제품을 공급하고 있음
- 독일의 Lely Aircon B.V.은 스톤제어와 요시스템이 적용된 10kW, 30kW제품을 개발하여 최근 MSC 및 SWCC인증을 확보하여 시장에 진출하고 있음
- 영국의 Kingspan사는 독특한 Self-regulatin-delta 로터를 가진 6kW, 3kW 다운윈드 제품을 생산하고 있으며 국내 협력사를 통해 한국에너지공단의 소형풍력 설비인증을 확보하였으나 국내시장협소와 높은 제품단가로 보급이 활성화되지 못하고 있음

(2) 국내업체동향

- 소형풍력터빈분야는 많은 기업들이 정부 R&D 사업을 기반으로 자체개발을 시도하였으나 전문성부족, 협소한 시장상황으로 대부분 사업화에 실패하였음
- 라온테크(주)는 200W, 3kW, 10kW제품에 대하여 한국에너지공단의 설비인증을 확보 하였으며 정부보급사업에 지속적으로 참여하여 인천, 인제, 삼척, 홍성, 함양 등 설치 사이트를 넓혀가고 있는 한편 가격경쟁력을 확보하기 위하여 유도형 발전기를 적용한 20kW 제품개발을 시작하였음
- (주)설텍은 3kW, 10kW 풍력터빈에 대하여 생산을 계속하는 한편 발전기, 인버터를 단품으로 해외에 수출 하는 등 꾸준히 사업범위를 확장하는 중이고 최근 100kW 풍력터빈의 개발을 완료하여 KS인증을 확보하기 위해 제주 김녕 중소형풍력실증단지에 제품을 설치, 실증을 준비 중임
- (주)하이에너지코리아는 300W, 1.5kW, 3kW 수직축 풍력터빈을 생산하고 있으며 발전사업을 위한 제품원가를 줄이기 위한 대량 생산체계 구축에 노력하고 있음
- 한국신재생에너지(주) 3kW 수평축 다운원드 제품을 생산중이며 한국에너지기술평가원의 몽골지역 맞춤형 풍력발전시스템 개발 및 실증의 연구과제를 지원받아 몽골 시장을 개척하고 있음
- (주)앤틱시스는 무인민원발급기, 통합증명발급기 생산 전문회사이며 2엽 블레이드를 채용한 20kW급 수직축풍력발전기를 개발, 강원도 대관령과 제주 김녕 실증사이트에서 실증시험 중임
- (주)제이에이치에너지는 헬리컬 사보니우스타입의 풍력터빈과 태양광을 결합한 하이브리드 가로등을 개발하여 강원도 및 한국도록공사에 지속적으로 납품 중임
- (주)썬테크는 영구자석형 발전기를 이용한 디젤발전기 생산업체로 사업다각화의 일환으로 수직축풍력터빈을 개발 중이며 한국에너지기술평가원의 연구과제를 지원받아 20kW 수직축풍력터빈을 개발 중임
- GU주식회사는 5엽 블레이드를 채용한 자이로밀 타입의 5kW, 15kW, 20kW급 수직축 풍력발전기를 개발 중이며 영월군 겁산 풍력실증시험단지에서 시험 운전중 임

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

소형풍력터빈 개발 동향

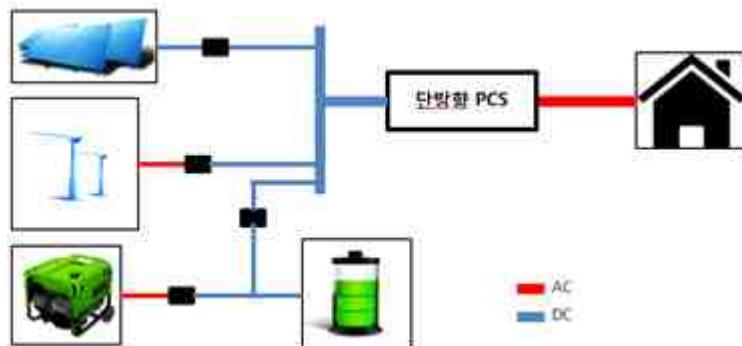
- 소형풍력터빈은 전통적으로 제어의 단순함과 높은 효율을 위하여 대부분 영구자석형 동기식발전기를 사용하며 전력연계방식에 따라 계통연계형 인버터를 사용하거나 배터리에 전력을 저장하는 AC/DC컨버터를 사용하는 것이 일반적임
- 대형풍력터빈의 경우 수평축 업윈드 방식이 대부분인 반면 소형풍력터빈은 수직축, 수평축, 항력, 양력, 업윈드, 다운윈드 등 다양한 종류의 풍력터빈형식이 각기의 특성에 따라 개발되어지고 있음
- 소형풍력터빈의 출력제어는 가격경쟁력을 확보하기 위하여 로터의 회전면적을 줄이는 사이드펄링 방식을 적용하거나 일부제품은 부가질량을 이용하여 피치각을 조절하는 수동피치를 통해 과풍속, 과회전방지를 추구하고 있으나 내구성에서 많은 문제가 발생
- 대부분의 소형풍력터빈의 제동장치는 기계식 브레이크를 사용하는 경우는 거의 없으며 영구 자석형 발전기의 쇼트전류를 이용한 전자식 브레이크를 적용하고 있으나 높은 풍속에서 효과가 떨어지게 되어 별도의 안전장치를 추가하고 있는 상황
- 최근 개발되고 있는 소형풍력터빈은 20~30kW급이 대부분이며 블레이드의 실속(stall)을 이용한 실속제어방식으로 출력제어를 하며 자기장을 이용한 Fail-safe방식의 브레이크를 적용하는 추세
- 가격 경쟁력 확보를 위해 용량의 증가함에 따라 생산단가가 급격히 높아지는 영구 자석형 동기식발전기 보다는 증속기와 유도형 발전기를 적용한 풍력터빈이 개발되기 시작
- 발전 사업용 소형풍력터빈의 지속적인 성장은 풍력터빈의 상태와 발전현황을 실시간으로 확인할 수 있는 상태감시모니터링기술이 도입되고 있음



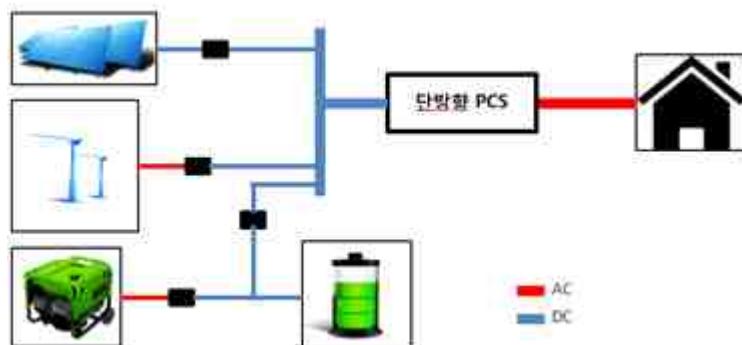
[실속제어블레이드와 유도형발전기를 적용한 25kW급 소형풍력터빈]

□ 소형풍력터빈 응용 분야

- 개발 도상국을 중심으로 전력수요가 급증하고 있어 디젤, 풍력, 태양광과 ESS를 결합한 하이브리드 시스템 시장이 확대되고 있으며 마을단위로 전력을 공급하는 마이크로그리드 시장도 성장하고 있는 추세
- DC기반의 태양광과 AC기반의 소형풍력터빈의 시스템 매칭이 중요한 기술이며 경제성 확보를 위해 부하패턴분석을 통한 용량산정과 각 기기간의 원활한 운전을 위한 EMS기술이 핵심요소기술임
- 초기의 하이브리드 시스템은 태양광과 풍력의 전력원을 배터리에 저장하여 부하에 공급하는 단순한 형태의 DC커플링방식을 사용하였으나 부하확장에 능동적으로 대체하지 못하고 효율이 낮아 최근 AC커플링 방식의 도입이 늘고 있음
- AC커플링 방식은 부하공급 PCS와 신재생에너지원이 부하를 공동으로 부담하게 되며 배터리용량을 최적화할 수 있고 신재생에너지원의 증설에 매우 유리하지만 출력변동에 능동적으로 대체할 수 있는 high speed inverter/converter기술이 요구됨



[DC 커플링 개념도]



[AC 커플링 개념도]

나. 특허동향 분석

◎ 소형풍력발전기 분야 특허 주요 기술

□ 주요 기술

- 소형풍력발전기 분야 기술은 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술, 소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술, 성능평가기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	소형풍력 터빈 최적화 기술	소형풍력터빈 핵심요소부품간의 최적화를 통한 최대성능 구현 기술
	소형풍력 터빈 설계기술	고효율 및 고신뢰성을 갖는 소형풍력터빈 핵심부품 및 시스템 설계 기술
	고효율 저코강토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술	소형풍력터빈의 초기기동을 높이기 위한 바런기코깅토크 저감기술과 고효율 영구자석형 동기식 발전기 설계 및 개발기술
	진동, 소음방지 및 저감기술	소형풍력터빈 출력시 발생되는 고유진동수 회피기술과 소음 방지 및 저감기술
소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	소형풍력터빈 ESS 연계 배터리 충전 및 제어회로장치	풍력터빈의 출력과 제어기능이 탑재된 배터리 Charger와 DC 입력을 받는 ESS 연계기술
	로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치 개발	발전기 demanded torque의 제어를 통한 로터 회전속도 제어기능을 포함한 고효율 전력변환장치 기술
	전력변환 시스템	소형풍력발전기의 출력을 수용가에 요구에 따라 안정적으로 공급하기 위한 전력변환기술
성능평가기술	소형풍력 터빈 성능평가 기술	다양한 형태를 갖는 소형풍력터빈의 출력성능, 내구성, 안전설계, 안전기능 등에 대한 성능평가기술

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 소형풍력발전기 분야 기술의 분류별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	한국	미국	일본	유럽	계
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	189	96	134	53	472
소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	62	21	55	14	152
성능평가기술	23	14	20	9	66
합계	274	131	209	76	690

- 국가별 특허동향에서 한국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 일본, 미국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술 분야에서 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본이 그 다음으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 성능평가기술 분야에서도 한국이 가장 많은 출원비중을 차지하고 있으며, 일본, 미국, 유럽 순으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ■ 두산중공업 ■ 엠에이치아이 베스타스 오프쇼어 ■ 만키빅츠 게브뤼더 운트 콤판니 ■ 보벤 프로퍼티즈 게엠베하 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대기업중심 ■ 두산중공업
소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ■ 보벤 프로퍼티즈 게엠베하 ■ 지이 하이드로 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대기업중심 ■ 엘지이노텍 주식회사, 코오롱글로벌 주식회사
성능평가기술	○	<ul style="list-style-type: none"> ■ 보벤 프로퍼티즈 게엠베하 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 공공기관중심 ■ 전자부품연구원

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

□ 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 두산중공업이 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 공공기관을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야에서는 보센 프로퍼티즈 게엠베하가 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 성능평가기술 분야 주요 출원인 동향

- 전반적으로 태양광 관련 글로벌 기업들이 가장 많은 특허를 출원하고 있으며, 한국에서는 대기업을 중심으로 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 본 기술 분야는 보센 프로퍼티즈 게엠베하가 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 소형풍력발전기 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- ### □ 소형풍력발전기 기술 분야의 주요 경쟁기술은 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술인 것으로 조사됨. 공백기술은 성능평가 기술 분야인 것으로 나타남
- 소형풍력발전기 기술 분야에서 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술은 경쟁이 치열한 분야이고, 성능평가 기술은 타 기술 분야에 비해 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	기술 집중도
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	●
소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	●
성능평가기술	○

※ ●: 200건 이상, ●: 100~199건, ○: 50~99건, ○: 30~49건, ○: 30건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	최근 핵심요소기술 동향
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	소형 풍력발전기의 블레이드 폴딩 조절장치
소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	자세조절형 수평축 풍력발전기 본체 및 그 자세조절 제어방법 단위면적당 발전량 상승을 위한 대형 및 중소형 풍력 발전장치 병행 설치 시스템 및 설치 방법
성능평가기술	다중 센서를 구비한 풍력발전기의 제어 시스템 및 제어 방법

□ 국내 특허동향을 살펴보면 한국은 공공기관 및 대기업을 중심으로 전반적으로 연구개발을 진행하고 있음. 특히, 주요출원인인 두산중공업등을 중심으로 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술 분야에서는 소형 풍력발전기의 블레이드 폴딩 조절장치등에 연구개발이 집중되고 있음
- 소형풍력터빈 제어 및 전력변환 기술 분야에서는 자세조절형 수평축 풍력발전기 본체 및 그 자세조절 제어방법등에 연구개발이 집중되고 있음
- 성능평가기술 분야에서는 다중 센서를 구비한 풍력발전기의 제어 시스템 및 제어 방법등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

□ 소형풍력발전기 기술 분야의 공백기술 분야는 소형풍력 터빈 성능평가 기술을 포함하는 성능평가 기술인 것으로 판단됨

- 소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술은 대기업의 참여가 높은 분야임
- 따라서 소형풍력발전기 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않으며, 국내 대기업 및 글로벌 기업이 아직 국내에 활발히 특허를 출원하고 있지 않은 성능평가 기술 분야에 대하여 관련 기술을 보유하고 있는 공공연구기관과 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
- 성능평가 기술 분야 개발시 최근 기술이 개발되고 있는 다중 센서를 구비한 풍력발전기의 제어 시스템 및 제어 방법에 관한 특허를 확보하는 전략이 바람직할 것으로 판단됨
- 이와 같은 특허전략 수립 시 전자부품연구원등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

소형풍력터빈 기술 분야 주요 연구개발 기관

- 강원대학교 소형풍력 최적 엔지니어링기술지원센터(센터장 김병희 교수)
 - 강원대학교는 한국에너지공단의 소형풍력터빈 KS인증 성능평가기관으로써 대관령에 성능평가 실증단지를 보유하고 있으며 한국에너지기술평가원의 소형풍력 최적화 엔지니어링 기술개발 주관기관으로써 블레이드 설계기술, 시스템 성능평가기술, 타워최적화기술 등을 보유하고 있음
- 광운대학교 (송승호 교수)
 - 풍력인버터의 최적 알고리즘, MPPT제어기술, 출력응답기능개선, 모의계통에서의 PCS성능시험 고조파/전압불평형성/주파수변동 등에 대응할 수 있는 소프트웨어 및 하드웨어기술을 보유
- 한국에너지기술연구원(김건훈 박사)
 - 한국에너지기술연구원은 제주도 김녕에 제주 글로벌연구센터를 개원함과 동시에 중소형풍력터빈 실증단지를 구축하여 풍력터빈 출력성능에 대하여 KOLAS시험을 수행 할 수 있는 기반을 조성하였고 공력설계, 구조설계, 블레이드 실 구조시험, 라이다를 이용한 성능예측, 풍력단지설계기술 등을 보유하고 있음
- 한국표준과학연구원(허용학 박사)
 - 소형풍력터빈 블레이드의 정적, 동적 거동을 측정할 수 있는 구조시험장비를 구축하고 있으며 구조해석과의 비교를 통한 블레이드 최적기술을 보유하고 있고 블레이드 소음을 저감할 수 있는 연구 수행 중
- 충남대학교(최장영 교수)
 - 소형풍력터빈의 핵심부품인 발전기(Generator)에 대한 원천기술에 대한 많은 연구를 수행하였으며 코어리스, 슬롯리스, AFPM, RFPM등 다양한 종류의 발전기에 대한 설계기술 및 해석기술을 보유하고 있음
- 한국기계전기전자시험연구원(김승주 박사)
 - 1.6kW~500kW 용량의 다이나모를 보유, 다양한 용량과 형식의 전동기 및 발전기를 성능시험 할 수 있는 장비가 구축되어 있으며 풍력인버터시험을 위한 장비도 구축되어 있음
- 한국항공우주연구원
 - 연구원 자체에 아음속풍동을 보유하고 있으며 블레이드 airfoil에 대한 공력해석과 풍동시험을 통해 블레이드 특성에 대한 많은 노하우를 가지고 있음
- 군산대학교(이장호 교수)
 - 도시형풍력에 대한 다년간의 연구경험을 바탕으로 블레이드설계기술, 구조설계 및 구조해석기술, 수동피치제어기술, 독립형/계통연계형 전력제어기술 등을 보유

(2) 연구개발 자원

- 신재생에너지 핵심요소 기술 개발사업(한국에너지기술평가원)
 - R&D 지원을 통해 재생에너지 발전 비중 ‘30년 20% 확대’ 목표를 달성함과 동시에 온실가스 저감 및 기후변화에 대응하고 에너지 저소비형 사회구조 전환과 신산업 창출에 기여
- 중소기업 기술혁신 개발사업(중소벤처기업부)
 - 신 시장 창출과 주력산업 고도화등 신성장동력 창출분야의 미래유망 전략분야에서 기술혁신형 중소기업의 기술개발 과제를 지원하는 사업
 - 중소·중견기업 기술 로드맵에 기반한 신산업 및 주력산업 40대 전략 분야, 소형풍력터빈 포함 266개 전략제품에 대해 지원
- 소형풍력 최적화 엔지니어링 사업(강원대학교)
 - 소형풍력터빈 제조사의 최적화 기술 부족으로 인한 신뢰성부족, 낮은 내구성을 전문연구기관을 매칭하여 시스템 성능을 최적화 하는 사업
- 에너지 국제공동연구사업(한국에너지기술평가원)
 - 해외와의 에너지기술 공동 R&D를 통해 선진기술을 조기에 확보하고, 해외시장 진출 기반을 마련함으로써 국가 에너지기술경쟁력 제고와 에너지 신시장 창출에 기여
 - 기술선도국의 원천기술 확보 및 한국-협력국간 기술 시너지 창출
 - 국내 기업의 해외시장 지원을 위한 개도국 등 현지 실증형 공동연구 지원
- 스마트그리드 핵심요소기술 개발사업(한국에너지기술평가원)
 - 기존 전력망에 지능정보기술을 융합한 스마트그리드 기술개발을 통해 전력 수요 감축, 분산 등 에너지 효율 최적화 및 전력분야 융합 신산업창출
- 에너지 인력양성사업(한국에너지기술평가원)
 - 에너지 산업의 신성장동력화, 수출산업화를 선도할 수 있는 에너지 인력저변 확대 및 R&D 전문인력 양성
- 사업화연계기술개발사업(한국산업기술진흥원)
 - 사업화 유망기술과 우수 BM(Business Model)에 대한 지원을 통해 R&D성과물의 사업화 촉진 및 기술혁신형 중소·중견기업을 육성하는 사업

나. 연구개발 인력

- 소형풍력터빈 분야는 한국에너지기술연구원, 강원대학교, 한국표준과학연구원, 광운대학교, 충남대학교 등에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[소형풍력기술 분야 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
한국에너지기술연구원	김석우	실장
한국에너지기술연구원	김건훈	책임연구원
한국에너지기술연구원	유 철	선임연구원
한국에너지기술연구원	신평호	선임연구원
강원대학교	김병희	센터장
강원대학교	백인수	교수
강원대학교	김석혁	교수
강원대학교	강신유	교수
한국표준과학연구원	허용학	책임연구원
한국표준과학연구원	정성수	책임연구원
한국표준과학연구원	김종일	선임연구원
광운대학교	송승호	교수
충남대학교	최장영	교수
한국항공우주연구원	조태환	책임연구원
한국항공우주연구원	김철완	책임연구원
군산대학교	이장호	교수
군산대학교	장세명	교수
군산대학교	강기원	교수
군산대학교	김성호	교수

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

- 소형풍력터빈의 핵심요소부품은 블레이드, 발전기, 전력변환장치, 요/피치 제어장치 등이 있으며 전체시스템 성능평가기술과 구분됨
- 기술이전이 가능한 기관은 한국에너지기술연구원, 한국표준과학연구원, 강원대학교, 충남대학교, 광운대학교 등이 있음

[소형풍력발전기 연구기관 및 인원]

분류	요소기술	기관
블레이드	블레이드 공력설계기술	한국에너지기술연구원
	블레이드 구조해석 기술	한국표준과학연구원
	블레이드 소음저감기술	한국표준과학연구원
발전기	발전기 효율개선기술	충남대학교
	코킹토크 저감기술	충남대학교
	발전기 제조기술	충남대학교
전력변환장치	PCS설계기술	광운대학교
	MPPT 최적화기술	광운대학교
요/피치제어	요/피치 제어기술	군산대학교
소형풍력터빈 성능평가기술	소형풍력터빈 실증시험기술	한국에너지기술연구원
	데이터 처리기술	한국에너지기술연구원

(2) 기술이전가능 기술

기술명

- 풍력발전기용 유지보수 시스템 및 제어 기술

키워드

- 풍력발전기, 유지보수, 타워, 작업대, 수직이동

개발배경

- 20년 이상의 운전수명과 극한하중 및 피로하중을 받아 정기적인 검사가 필요한 타워와 블레이드 등 지상으로부터 고소에 설치되어 접근이 용이하지 않은 풍력발전기 요소부품의 유지·보수를 위한 시스템

개요

- 상·하 이동이 가능하여 작업자와 보수용 장비들을 안전하게 운반하며, 바람의 영향에도 흔들림을 최소화 하도록 제작하여 작업자의 안전성을 향상시키고, 풍력발전기 요소부품의 점검 및 유지·보수 작업시간의 단축이 가능하기 위한 작업대 수직 이동용 구동시스템 제어기술 및 작업대 수평유지 제어 기술

기술 구현 수준

- 단계 6

기술의 장점

- 풍력발전기의 타워와 밀착되어 수직이동이 가능하므로 발전기 높이에 관계없이 적용이 가능
- 바람의 영향에도 흔들림이 적은 작업대를 설계·제작함으로서, 작업자의 추락위험을 감소하여 작업자의 안전성 향상
- 풍력발전기 타워를 따라 수직 이동함으로서 발전기 타워에서부터 블레이드에 이르기까지 전 영역을 안전하게 유지 보수 작업이 가능
- 블레이드 유지·보수를 위한 타워작업대에 확장형 작업대를 설치하여 블레이드와 타워의 점검 및 유지·보수작업을 동시에 진행 할 수 있으므로 작업효율성이 향상되고 유지·보수비용 감소가 가능함
- 조립식 작업대의 형태로 제작되어 운반이 용이하므로 긴급한 정비에도 효율적으로 대응할 수 있음

활용범위 및 응용분야

- 육/해상 풍력발전기 유지보수용 작업대
- 중공업, 발전소, 건설 현장 등 고소작업이 필요한 시설 및 공사 현장

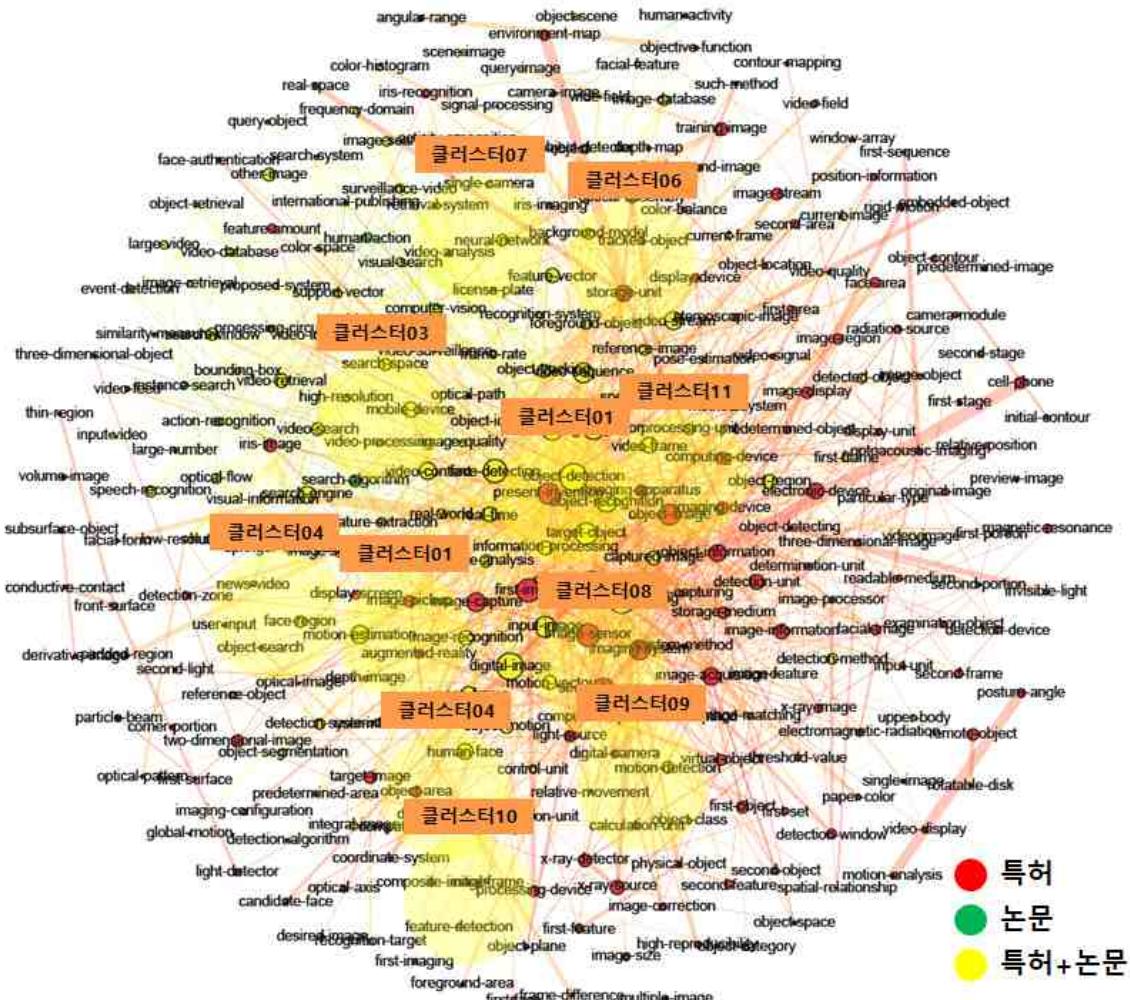
기술이전 문의

- 전자부품연구원 기업협력플랫폼

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터기반 요소기술 발굴



[소형풍력발전기 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	wind, power, electric	5-7	1. System, method, and apparatus for electric power grid and network management of grid elements 2. A Dynamic Distributed Energy Management Algorithm of Home Sensor Network for Home Automation System
클러스터 02	wind, power, supply	2-4	1. Development of Battery and Charger Integration System (BCIS) 2. VEHICLE CHARGING SYSTEM, VEHICLE CHARGING METHOD, POWER SUPPLY SYSTEM, AND POWER SUPPLY METHOD
클러스터 03	wind, power, change	3-5	1. Optimization of the community energy supply system for D-Cube city, multi purpose building 2. CONTROLLER FOR SKYLIGHT ENERGY MANAGEMENT SYSTEM
클러스터 04	wind, power, generation	6-8	1. Home energy management system 2. Architecture of web services interface for a Home Energy Management system
클러스터 05	wind, power, transition	5-7	9. Occupant controlled energy management system and method for managing energy consumption in a multi-unit building 10. Analysis of multi-objective optimal dispatch of cogeneration with thermal energy storage for building energy management system
클러스터 06	wind, power, wing	2-4	1. Utilization of EVs and their used batteries in factory load leveling 2. Energy management system, energy management method, program, server apparatus, and local server
클러스터 07	wind, power, machine	2-5	1. SMART ENERGY DEVICE REPORTING "OPT-OUT" AUTONOMOUSLY DEPENDING ON USER SETTINGS 2. Automatic sensor arrangement system for building energy and environmental management
클러스터 08	wind, power, efficient	3-6	1. ESTIMATING ENERGY SAVINGS FROM BUILDING MANAGEMENT SYSTEM POINT LISTS 2. Energy-saving techniques of full-scale green building analysis research - Taiwan's first zero-carbon green building
클러스터 09	wind, power, charge	4-6	1. Vehicle with an electric storage section, and charge-discharge system including the vehicle and an energy management equipment 2. Techno-economic analysis of household and community energy storage for residential prosumers with smart appliances
클러스터 10	wind, power, convert	4-6	1. Smart home energy management with vehicle-to-home technology 2. VEHICLE CHARGING SYSTEM, VEHICLE CHARGING METHOD, POWER SUPPLY SYSTEM, AND POWER SUPPLY METHOD

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[소형풍력발전기 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	소형풍력 터빈 최적화 기술	기술수요, 전문가추천
	소형풍력 터빈 설계 기술	기술수요, 전문가추천
	고효율 저코킹토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술	특허/논문 클러스터링
	진동, 소음방지 및 저감기술	기술수요, 특허/논문 클러스터링
	저소음 다중 블레이드 풍력발전기	기술/시장 분석, 전문가추천
소형풍력터빈 제어 및 전력변환기술	소형풍력터빈 건물적용기술	특허/논문 클러스터링
	소형풍력터빈 ESS연계 배터리 충전 및 제어회로장치	기술수요, 전문가추천
	분산 전원간 마이크로그리드 전력변환(안정화)기술	기술수요, 전문가추천
	로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치개발	기술수요, 전문가추천, 특허/논문 클러스터링
성능평가기술	전력변환시스템	특허/논문 클러스터링
	소형풍력 터빈 성능평가 기술	특허/논문 클러스터링

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[소형풍력발전기 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	소형풍력 터빈 최적화 기술	소형풍력터빈 핵심요소부품간의 최적화를 통한 최대 성능 구현 기술
	소형풍력 터빈 설계 기술	고효율 및 고신뢰성을 갖는 소형풍력터빈 핵심부품 및 시스템 설계 기술
	고효율 저코킹토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술	소형풍력터빈의 초기기동을 높이기 위한 발전기코킹토크 저감기술과 고효율 영구자석형 동기식발전기 설계 및 개발기술
	진동, 소음방지 및 저감기술	소형풍력터빈 출력시 발생하는 고유 진동수 회피기술과 소음 방지 및 저감 기술
소형풍력터빈 제어 및 전력변환기술	소형풍력터빈 ESS연계 배터리 충전 및 제어회로장치	풍력터빈의 출력과 제어기능이 탑재된 배터리 Charger와 DC입력을 받는 ESS 연계기술
	로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치개발	발전기 demanded torque의 제어를 통한 로터 회전속도 제어기능을 포함한 고효율 전력변환장치 기술
	전력변환시스템	소형풍력발전기의 출력을 수용가에 요구에 따라 안정적으로 공급하기 위한 전력변환 기술
성능평가기술	소형풍력 터빈 성능평가기술	다양한 형태를 갖는 소형풍력터빈의 출력성능, 내구성, 안전설계, 안전기능 등에 대한 성능평가 기술

나. 소형풍력발전기 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

소형풍력발전기의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	10kW 소형풍력터빈 최적화	20kW 소형풍력터빈 개발	30kW 소형풍력터빈 개발	30kW 저소음형 풍력터빈 개발 및 연계장치개발
핵심요소기술	소형 풍력터빈 부품 및 시스템 설계 기술	소형풍력 터빈 최적화 기술 소형풍력 터빈 설계 기술 고효율 저코킹토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술 진동, 소음방지 및 저감기술	소형풍력 터빈 최적화 기술 소형풍력 터빈 설계 기술 고효율 저코킹토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술 진동, 소음방지 및 저감기술	소형풍력 용량별 최적화 시스템 효율 향상 발전기 효율 증가 소음저감기술
	소형 풍력터빈 제어 및 전력변환 기술	소형풍력터빈 ESS 연계 배터리 충전 및 제어 회로 장치 로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치 개발 전력변환 시스템	소형풍력터빈 ESS 연계 배터리 충전 및 제어 회로 장치 로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치 개발 전력변환 시스템	배터리 충전효율 향상 Over speed 방지기술 전력변환효율 향상
	성능평가 기술	소형풍력 터빈 성능평가 기술	소형풍력 터빈 성능평가 기술	출력성능·내구성 평가기술개발
기술/시장 니즈	도심적용가능 저소음형 소형풍력터빈 개발	민간사업 육성을 위한 소형풍력 터빈의 용량 확대 및 저가화	민간사업 육성을 위한 소형풍력 터빈의 용량 확대 및 저가화	스마트그리드 및 마이크로그리드 적용 풍력터빈 응용기술 개발

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[소형풍력발전기 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
소형풍력터빈 부품 및 시스템 설계기술	소형풍력터빈 최적화기술	용량별 최적화기술, 극한하중풍속의 증가	10kW Class III	20kW Class III	25kW Class II	30kW이하 Class II 이상
	소형풍력터빈 설계기술	시스템효율향상, 종단풍속증가	35% 20m/s	38% 23m/s	40% 25m/s	40%이상 25m/s
	고효율 저코깅토크 영구자석형 동기식발전기의 개발기술	발전기효율증가, 코깅토크저감	95% 100kgf·cm	96% 90kgf·cm	97% 80kgf·cm	97%이상 80kgf·cm이하(10 kW발전기 기준)
	진동, 소음방지 및 저감기술	고유주파수 회피 및 저소음	55dB	50dB	45dB	45dB이하
소형풍력터빈 제어 및 전력변환기술	소형풍력터빈 ESS연계 배터리 충전 및 제어 회로 장치	배터리충전효율, 과풍속제어	90% 20m/s	93% 23m/s	95% 25m/s	85%이상 25m/s이상
	로터 고속회전제어 기능 포함하는 전력변환장치 개발	용량별 제어기능, 종합외형률	10kW ±5%	20kW ±4%	25kW ±3%	30kW이하 ±3%이내
	전력변환시스템	용량별 전력변환시스템, 전력변환효율	10kW 95%	20kW 97%	25kW 98%	30kW이하 98%이상
성능평가기술	소형풍력터빈 성능평가기술	소형풍력타입별 성능평가기술	항력식 수직형터빈	다리우스 수직형 터빈	하이브리드 형 터빈	소형풍력타입별 성능평가기술보유

기술개발 테마 현황분석

xEMS시스템

xEMS 시스템

정의 및 범위

- xEMS 관리 기술은 스마트그리드에 기반을 둔 마이크로그리드, 스마트운송, 스마트공장, 스마트빌딩 등과 같이 효율적으로 에너지를 공급 및 소비하고자 하는 운영환경에 대해 각종 EMS를 이용하여 이를 지원하는 기술. 각 에너지관리시스템은 적용대상에 따라 MGEMS, TEMPS, FEMS, BEMS, HEMS 등으로 지칭되며, 전기, 열 등 다양한 에너지의 공급과 소비가 최적으로 이루어지도록 에너지 및 설비의 운영을 지원
- 공급과 소비를 효율적으로 한다는 것은 이에 대한 공급/소비예측이 중요하며, 이런 예측정보에 따라 대상의 운영 및 정보 분석을 통하여 에너지 효율을 개선하고자 하는 일련의 활동과 기술을 모두 포함

정부지원 정책

- 스마트그리드의 핵심요소기술 확보를 통한 글로벌 경쟁력 강화
- ICT 융합기술을 활용한 산업 활성화 정책에 부응
- 핵심역량 기반의 중소기업형 기술개발을 통한 중소강국의 실현

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• 강한 기술변화 대응력(의사결정, 시장전략 등)• 글로벌 수준 ICT융합기술 경쟁력 보유 (핵심요소기술역량 등)• 연구개발과 사업의 병행으로 인력의 효율적 활용	<ul style="list-style-type: none">• 대기업 대비 레퍼런스 확보 불리(진입장벽)• 글로벌 기업 대비 시장 장악력 취약• 장기 개발 및 상용화 곤란(재정기반)• 에너지 전문인력 확보 곤란(안정성)
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• 국가의 중소기업 육성 정책(중소강국)• 공공건물 '제로에너지빌딩' 등 국가주도의 사업기회• ISO50001 준수 필요성 증가(대기업 고객중심의 시스템 적용 기회 증가)• 에너지신산업 관련 글로벌시장 진출 기회의 증가(한전 등)	<ul style="list-style-type: none">• 시장 대비 제품/솔루션 과다 및 표준화 미흡• 글로벌 전문기업의 국내시장 위협 (슈나이더, 지멘스 등)• 적용을 선도하는 대기업 고객의 중소기업 솔루션 적용 기피(신뢰성)



중소기업의 시장대응전략

- ➔ 고 기술경쟁력을 바탕으로 공공기관 표준모델의 조기 상용화 및 이를 바탕으로 글로벌 진출기회 확대를 위한 활동 강화(박람회, 해외원조 등의 참여를 위한 국가의 중소기업 지원정책 건의 등). 저 비용/고 기술의 제품/솔루션을 바탕으로 EMS를 개발 또는 프로젝트에 적용하는 SI 대기업과의 협력을 강화
- ➔ 중소기업의 핵심역량을 집중, 공동개발 및 상용화, 표준화 조기 완성 등으로 대기업 고객의 적용기회를 확보하고, 이를 바탕으로 글로벌 전문기업의 국내시장 위협에 대처
- ➔ 국가의 중소기업 육성/지원정책과 제로에너지빌딩 등 공공프로젝트를 사업기반의 안정화 및 성장의 기회로 활용
- ➔ 국가가 지원하는 과제 수행, 국책 연구기관과 공동으로 개발 또는 기술이전 등을 통한 재정적 부담을 최소화 및 조기 상용화, 고객개발 등을 수행

핵심요소기술 로드맵

xEMS 시스템의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표	
핵 심 요 소 기 술	연도별 목표	xEMS 구축 대상별 적용 기준 선정	기본기술 및 조기사업화	시스템 통합 및 고기능 기술 개발	표준 플랫폼 기반 EMS 기술 개발
	에너지 부하 분석 및 제어 기술	수요반응(DR)용량 예측 및 감축 대상 선정 기술 에너지 소비 평준화를 위한 부하 밸런싱 자동 학습 기능			에너지수급 최적 운영 기술 개발
	에너지 효율 및 설비 관리 기술	에너지 설비의 효율 분석 및 관리 기술 에너지 효율 기반 설비 상태 예측 기술			에너지 설비 효율 및 신뢰성 관리 기술 개발
기술/시장 니즈		xEMS 기능의 일반화 및 운영 편리성 요구	도입여건 및 저비용 구축/운영 역량에 따른 선택지 확대	표준 기반 운영시스템과 유연성 제공 및 활용	

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- EMS(Energy Management System)는 에너지의 생산, 공급 및 소비가 이루어지는 전 과정의 각종 데이터를 수집하여 에너지나 비용 측면의 효율적 관리가 가능하도록 지원해주는 시스템임. 이를 위해, 데이터 분석을 통한 예측, 가이던스, 직접적 제어 또는 지시, 실적정보 제공 등 다양한 기능을 수행하며, 관리 대상이나 범위, 목적에 따라 다양한 명칭으로 불리고 있으나 통칭하여 xEMS라고 함
 - 위키피디아(Wikipedia)에는 ‘EMS는 발전 및 송전계통의 전기 유ти리티 운영자가 발전과 전력계통의 성능을 모니터링, 제어, 최적화하는 컴퓨터의 지원을 받는 도구들의 시스템’이라고 정의되어 있음
- 즉, EMS가 스마트그리드 기술을 기반으로 하는 전력의 생산, 공급, 소비에 이르는 과정에 있어서의 에너지 관리를 하기 위한 시스템으로 출발하였으므로, EMS 기술은 스마트그리드에 기반을 둔 표준과 상호 운용성, 보안기준과 같은 요건을 따르며, 관리 대상 에너지라 함은 전력, 즉 전기에너지를 기본으로 하고, 가스, 열, 스팀과 같은 다양한 종류의 에너지는 필요에 따라 적용범위에 선택적으로 포함할 수 있다고 보아야 할 것
- 따라서, 에너지라 함은 별도의 언급이 없는 한 전기에너지를 기본으로 하고, EMS의 역할은 기존 시스템(Legacy System)이나 장치와 연계하거나 독립적인 시스템으로서 효율적인 에너지 운영이 가능하도록 에너지의 생산 및 소비 현황을 감시, 제어를 지원하는 시스템임
 - 에너지 데이터의 수집, 저장, 분석 및 가시화
 - 에너지의 생산, 공급 및 소비에 대한 예측, 제어 또는 가이던스
 - 관리대상의 상태 모니터링 및 효율 관리
 - 실적 및 비용 분석, 정산 및 보고
- EMS는 수집된 에너지 정보를 분석, 제공함으로써 소비자의 에너지관리활동을 지원하는 시스템 또는 기능이지만, 일부에서는 광의적 의미로 보아서 데이터를 수집하기 위한 센서나 액츄에이터(Actuator)도 포함하기도 함. 그러나 센서나 액츄에이터는 스마트빌딩, 스마트공장 등과 같은 ‘스마트xx‘환경 구축을 위해 필요한 계측 및 제어 인프라로 정의하는 것이 바람직함
- EMS는 그 물리적 구성, 기능 및 역할, 적용 목적 및 범위에 따라 다양하게 분류되고 있으며, 크게 물리적 구성요소, 구현을 위한 기준요건 측면에서 기술의 발전이 이루어지고 있음

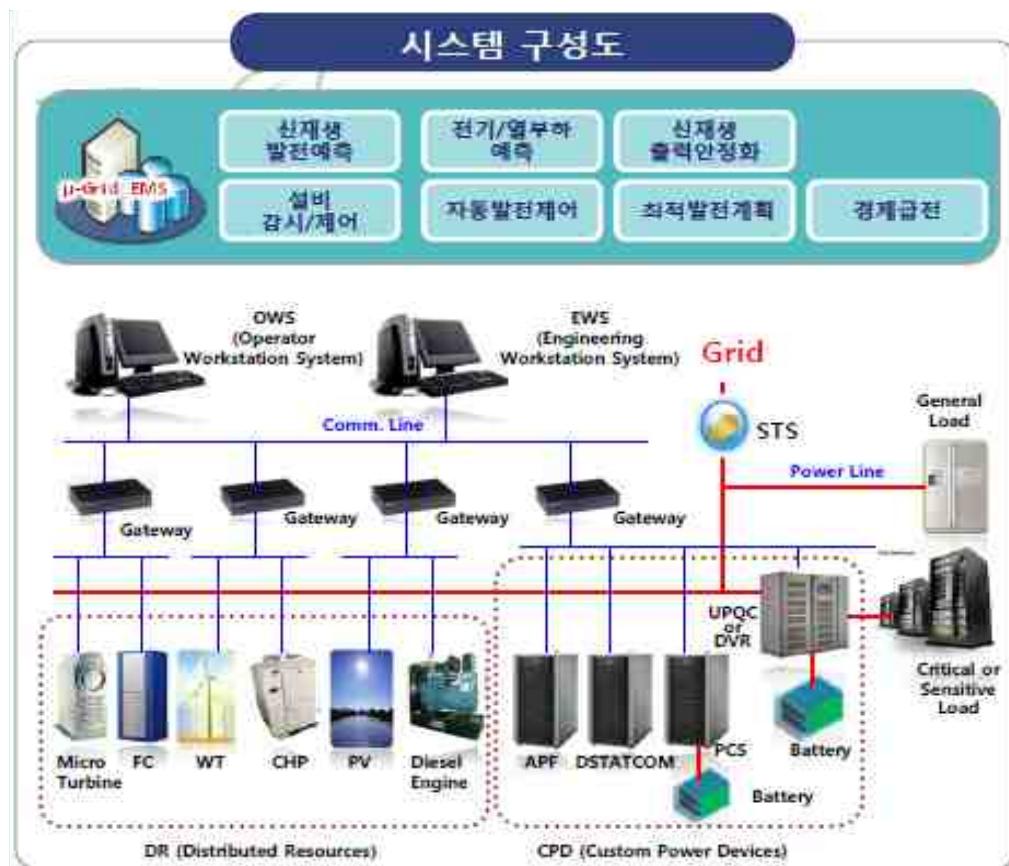
□ EMS는 다음과 같이 크게 3가지 요소로 구성됨

- 운영시스템 : 각종 Sever, Dashboard 등
- 통신시스템 : Switching Hub, Gateway 등 의 N/W 장치
- 통신변환장치 : 비 통신의 센서나 계측장치의 전기적 신호를 통신신호로 변환하여 전송하거나거나, 수신한 데이터를 전기적 신호로 변환시키는 장치. 현장 센서나 기기가 자체적 통신기능을 보유할 경우에는 이를 제외함

[EMS 구성요소와 계층별 역할]

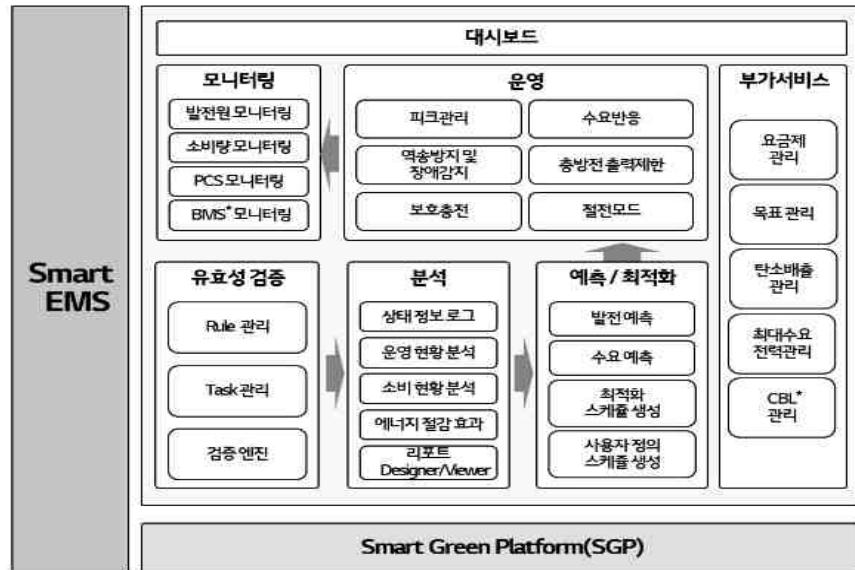
구분	계층별 역할
H/W	(센서/액츄에이터) or 신호변환기 ⇌ 통신 시스템 ⇌ 운영시스템
S/W	데이터 수집 ⇌ 데이터 분석 ⇌ 정보화/설비제어

□ EMS는 적용 목적과 대상에 따라, 그리고 운영형태에 따라 HEMS, BEMS, FEMS 등 다양한 명칭으로 불리며, 그 구성과 기능의 차이를 보임



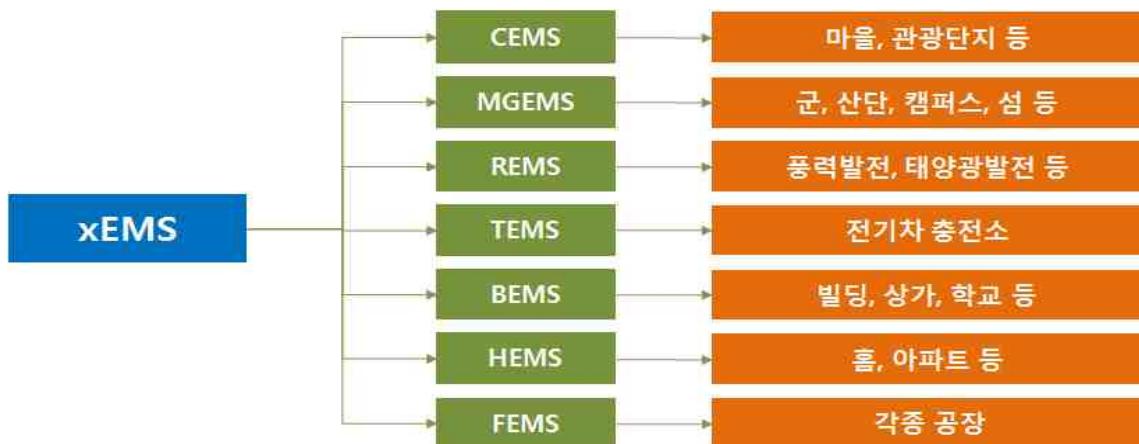
* 출처 : KSGA, 교육자료 - EMS 구축과 활용 과정, 2014

[EMS 구성 사례]



* 출처 : LG C&S 홈페이지(<http://blog.lgcns.com/935>)

[EMS의 기능 구성]



- CEMS : Community EMS
- MGEMS : Micrigrid Energy Management System
- REMS : Renewable Energy Management System
- TEMS : Transportation Energy Management System
- BEMS : Building Energy Management System
- HEMS : Home Energy Management System
- FEMS : Factory Energy Management System

* 출처 : KSGA, 교육자료 - 스마트그리드 이해과정, 2016

[에너지 소비영역에 따른 EMS의 분류]

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- EMS(Energy Management System) 기술은 시스템을 통해 에너지의 생산, 공급, 소비를 위한 모든 과정의 데이터를 수집, 분석하고 효율적인 관리가 가능하도록 관리자나 그 대상에게 각종 정보 또는 통제수단을 제공하는 데 필요한 일련의 활동과 기술을 모두 포함
- 이러한 EMS는 적용대상이나 구성방법에 따라 다양하게 분류할 수 있음
- EMS는 에너지 흐름의 단계에 따라 에너지 생산 및 공급 영역에서의 에너지 관리를 목적으로 하는 EMS와 소비영역에서의 에너지 관리를 목적으로 하는 EMS로 구분할 수 있으며, EMS의 적용 목적에 따라 DR-EMS(수요관리용 EMS), DG-EMS(분산자원용 EMS)로 구분하기도 함

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
xEMS 관리 기술	에너지 관리 및 분석 SW	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 사용 데이터 수집/분석/처리 기술 • 원가관리 단위별 에너지 비용원가 분석 및 배분 기술 • Real-time 기반의 에너지데이터 수집 및 설비 제어 기술 • 에너지 사용기기에 대한 에너지 효율 영향인자 분석 기술 • 에너지 소비 평준화를 위한 부하 별관련 자동학습 기술
	EMS 분야 계측 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 전력량계 • 유량계 • 온습도, 조도 센서 • 산업용 특수 센서(압력, 고온, 가스탐지 등)
	EMS 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 인터페이스 기술 • 로컬 EMS 통합 시스템 기술 • EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술 • 에너지 모니터링 및 제어를 위한 모바일/EMS 연계 기술
	EMS 네트워크 통신 기술	<ul style="list-style-type: none"> • PLC • WiFi • Zigbee • Serial 통신 기술

(2) 공급망 관점

- 에너지의 생산 및 공급 영역에 있어서 EMS를 통해 관리하기 위해서는 생산에서 소비에 이르기까지 시스템적으로 모니터링과 통제가 이루어지도록 인프라가 갖추어져 있어야 하나, 에너지 전반에 걸친 생산과 소비가 종합적으로 관리되고 있는 대규모 산업 현장이나 마이크로그리드, 구역단위의 에너지 생산 및 공급이 이루어지는 CES(Community Energy Supply)업, 즉 집단에너지사업이 이루어지는 특정영역을 제외하고는 이러한 관리가 곤란함
- 산업현장과 CES 부분의 EMS는 에너지 소비 영역의 에너지 관리 차원에서 다루어지고 있음
- 따라서, 중앙급전식 전력계통을 관리하는 EMS는 발전 및 송배전 계통에 걸쳐 전력설비에 대해 종합적으로 원격감시 및 제어(SCADA), 자동발전제어(AGC) 및 경제급전(Economic Load Dispatch), 전력계통 해석, 자료의 기록 및 저장, 급전원 모의훈련 등을 지원하는 급전용 종합자동화시스템이라고 할 수 있음(K-EMS 등)

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
xEMS 관리 기술	CEMS (Community Energy Management System)	에너지를 소비하는 지역의 공통설비에 대한 에너지 관리 뿐 아니라 빌딩, 공장, 주택 등 지역 내 각종 EMS의 상위 시스템으로서의 역할을 지원하는 시스템
	MGEMS (Microgrid Energy Management System)	마이크로그리드의 안정적 운영을 위해 계통 내 전력에 대한 분산전원의 생산량, 부하의 소비량을 예측 및 조절하고, 이를 통해서 안정적 계통 운영을 지원하는 시스템
	REMS (Renewable Energy Management System)	분산전원의 생산량 변동을 예측하고, 계통의 상황이나 요구조건에 따라 안정적으로 전력공급 품질 및 공급량의 관리를 지원하는 시스템
	TEMS (Transportation Energy Management System)	전기차 충전기 및 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)를 이용하여 전기차 충전서비스 뿐 아니라 전력계통에 대한 V2G(Vehicle to Grid) 서비스를 지원하는 시스템
	BEMS (Building Energy Management System)	빌딩 내 다양한 설비나 장치에 대한 효율적 에너지 관리하도록 지원하는 시스템
	HEMS (Home Energy Management System)	주택 내의 다양한 전기기기의 전기사용 데이터를 수집, 비용 및 효율 측면의 관리를 지원하는 시스템
	FEMS (Factory Energy Management System)	공장이나 산업단지의 다양한 시설, 설비, 공정 등에서 사용되는 에너지 공급 및 사용현황의 관리를 지원해주는 시스템

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- EMS는 지구온난화의 주범인 온실가스 감축을 위해 시스템적으로 에너지의 효율적 이용하자는 차원에서 발전되어 왔으며, ICT 기술의 발전과 함께 적용의 범위가 급속히 성장하고 있음
- 초고속통신망, IoT, 빅데이터, 인공지능, 클라우드, 사이버물리시스템으로 대표되는 제4차 산업혁명의 출현과 함께, 이러한 기술적 기반 위에서 EMS는 시스템으로서 보다는 하나의 서비스 영역으로 발전될 것임
- 특히, 기존의 전통산업과 ICT 융합기술의 발전과 함께 스마트빌딩(Smart Building), 스마트아파트(Smart Apartment), 스마트공장(Smart Factory), 스마트운송(Smart Transportation), 스마트교통(Smart Traffic) 등 다양한 명칭으로 불리는 전통산업의 스마트화는 결국 스마트시티(Smart City)라는 규모로 발전하고 있음
- 이것은 유비쿼터스(Ubiquitous)로 대표되는 통신 및 ICT 기술과, 에너지를 대표하는 전력의 공급 및 소비의 효율화를 구현하고자 하는 스마트그리드 기술의 발전으로 가능해질 것임
- 한편, EMS 기술을 기반으로 하는 산업영역은 단순히 ICT기술로는 그 성장의 한계가 있으며, 모든 대상의 에너지 소비패턴을 결정짓는 각종 데이터의 수집, 분석 및 정보화, 최적의 통제 및 제어를 하기 위한 모든 기술영역을 포함해야 함
- 이를 바탕으로, 에너지에 대한 효율적 관리방안, 타 시스템과의 연계나 측정을 통해 관리하기 위한 시스템적 구현방안, 가시적인 성과를 창출하기 위한 체계적 운영방안 등을 구체화하여야 하며, 이러한 일련의 과정을 진행하기 위해서는 컨설팅, 설계, 제작 및 구축, 운영 등 각 단계별로 기술과 역량을 확보하여야 함
- EMS 기술을 적용하는 비즈니스는 에너지 관리를 위한 에너지 사용현황 및 효율화를 위한 진단, 운영체계에 대한 설계, 시스템의 구축, 성과 측정 및 검증, 운영 및 개선활동 등의 과정으로 추진되어야 함

(2) 산업의 구조

- 전방산업은 마이크로그리드, 분산전원(신재생에너지, ESS 등), 에너지효율화(빌딩, 공장 등), 전기차 충전, 수요관리 등의 스마트그리드 기술을 기반으로 하는 에너지 위주의 관리를 필요로 하는 분야와 스마트시티/타운, 스마트교통, 스마트 물 관리 등 ICT 기술 기반의 통합 운영을 필요로 하는 분야, 그리고 농업, 조선(선박) 등 생산 중심의 전통산업분야와 같이 에너지를 효율적으로 관리하고자 하는 모든 분야와 관련된 사업을 포함함
- 전방산업은 거의 모든 산업분야를 광범위하게 포함하고 있어서 산업분야별로 EMS 시장을 전망하기가 곤란하나, 현재 시장의 확대가 가시화 되고 있는 빌딩과 공장을 대상으로 하는 시장의 전망이 나오고 있음

[EMS 관리 분야 산업구조]

후방산업	EMS 관리 분야	전방산업
H/W, S/W, N/W 장비, 서비스(클라우드 등) 솔루션(보안 등) 에너지 진단 컨설팅	플랫폼, 솔루션(에너지 분석,/관리, 통신/보안 등), 서비스(컨설팅, 구축, 운영 등)	스마트xx(빌딩/아파트, 교통/운송, 공장/산업단지, 조선/선박, 농업 등), 친환경에너지타운, ESS 연계사업 , 에너지자립섬, 제로에너지빌딩

- 후방산업은 EMS의 시스템의 구성하기 위한 H/W 및 S/W, N/W 구성을 위한 Gateway과 Switching Hub를 비롯한 유/무선 통신장비, 에너지 및 설비의 상황을 측정하기 위한 계측장치(센서 등) 등의 분야로 구성됨
- 후방산업은 EMS와 관련하여 별도로 조사된 데이터가 없으며, 최근 화두가 되고 있는 IoT, 빅데이터(Big Data), AI 등의 기술을 적용하는 산업과 혼재되어 있어서 해당 분야별로 시장을 전망하고 있음
- EMS는 비즈니스모델과 시장의 확대가 명확한 스마트빌딩(BEMS), 스마트팩토리(FEMS)에 대해서 시장전망이 가능함
- EMS 관련 산업은 ICT 기술을 기반으로 기존의 전통산업의 모든 분야에 대한 스마트화 및 에너지효율화 사업의 확산 및 플랫폼, 솔루션 등 ICT 기술을 바탕으로 하는 산업의 성장에 기여할 것임. 특히, 기존 시스템과의 연계나 에너지 관리를 위한 전용 시스템 뿐 아니라 각종 운영시스템의 한 부분으로 융합되어 발전할 가능성성이 높음
- 기존의 각 산업분야는 아날로그(Analog)에서 디지털(Digital)로 급격히 시스템 기술이 전환되어 가고 있으며, 세계 각 나라를 비롯하여 정부의 온실가스 배출을 줄이기 위한 각종 정책 및 제도의 지원을 바탕으로 스마트화가 진행되고 있음
- 이러한 변화와 함께 지구 온난화에 대한 인식과 함께 에너지 절감과 친환경에너지의 사용에 대한 요구가 증가하고, ICT 기술을 바탕으로 하는 에너지 관리에 관심이 집중되고 있음

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 이러한 시장 환경의 변화에 힘입어 ICT 강국으로서 에너지 관리와 관련된 서비스를 지속적으로 개발하고, 이를 위한 EMS 기술을 발전시키는 것이 매우 중요함
- 에너지 자원이 부족한 우리나라는 화석연료가 아닌 친환경에너지 이용을 확대하고 생산된 에너지를 효율적으로 이용하도록 하여야 하나, 저가의 전기요금으로 인해 에너지의 효율적 이용을 위한 투자효과가 낮아 시장의 활성화가 지연되고 있는 실정임
- 그러나, 세계 시장은 에너지의 효율적 이용을 위한 여러 분야의 시장이 크게 성장할 것이라는 각 조사결과가 발표되고 있으며, 따라서 EMS 관련 산업생태계를 구성하고 있는 각 기업의 기술력 확보는 세계시장 진출의 필수요건이 될 것임
- 이를 위해서는 전·후방 산업의 각 분야에 대한 EMS 적용을 유도하는 국가차원의 실질적인 정책 및 제도를 개발, 이행함으로써, 2030년 온실가스 37%(BAU) 감축이라는 목표의 달성을 함께 EMS 관련 대·중소·중견기업들을 통한 신성장산업 산업의 창출이 가능할 것임

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 시장조사 전문기관에 따르면 글로벌 EMS 시장은 북미를 중심으로 급박하게 성장할 것으로 판단됨. Markets and Markets(2016.8)은 글로벌 EMS 시장 규모가 2016년 324.1억 달러에서 2021년에는 767.5억 달러로 연평균 18.8%씩 성장할 것으로 전망한 반면, Zion Research Analysis(2016.8)는 같은 시기에 2016년 366억 달러에서 2121년 631.6억 달러로 연평균 12.4%씩 성장할 것으로 전망함

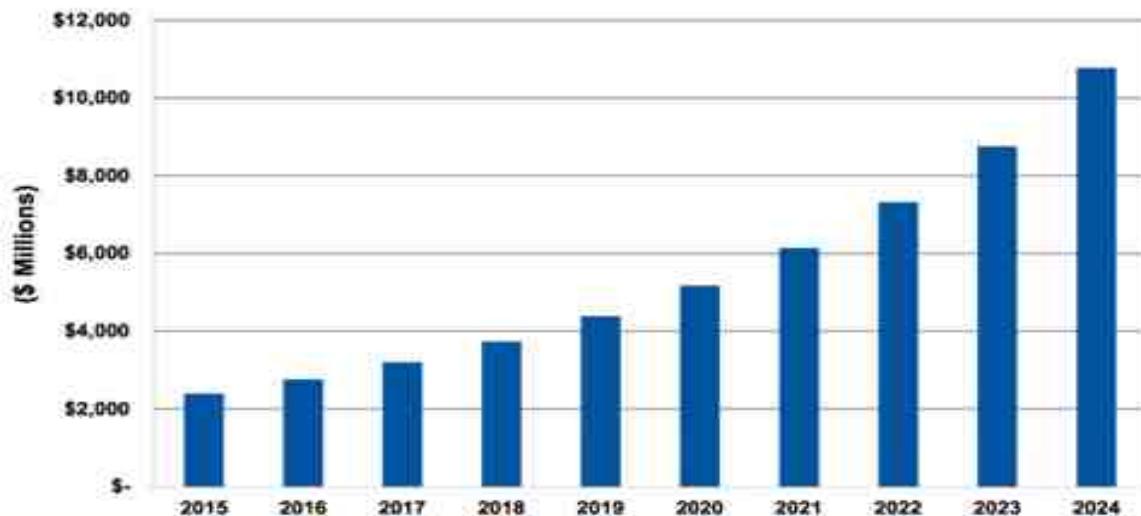
[xEMS 관리 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	36,600	41,900	47,200	55,200	57,800	63,160	12.4

* 자료 : Zion Research Analysis, 2016 인용 및 일부 추정

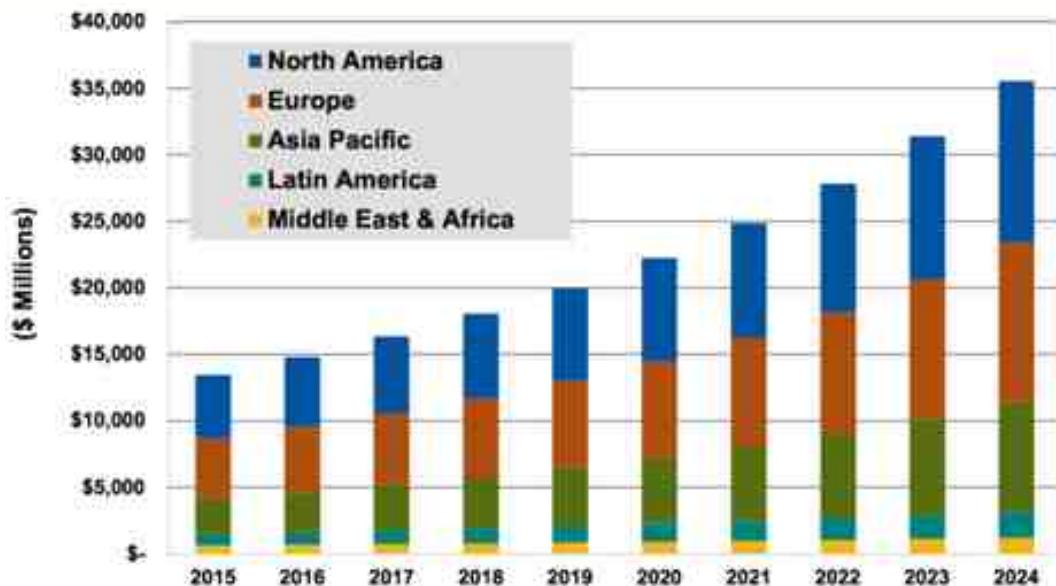
- 글로벌 EMS 시장은 BEMS와 FEMS가 주도하고 있음. 타 EMS는 대부분 마이크로그리드, 신재생에너지 시장에 포함되어 있기 때문에 등의 사업의 일부분으로 포함되어 시스템 단독 시장으로 관리되고 있지 않아서 그 통계가 불분명함
- EU의 경우, 2015년까지 총 투자액은 50억 유로(한화 6조 2,000억원) 이상으로 약 400개의 스마트그리드 프로젝트가 EU 내 30개 국가(스위스, 노르웨이 및 28개 유럽연합 국가)에서 진행됨
 - 2002년부터 2005년까지 스마트그리드 관련 활동이 많지 않았으나, 2006년 이후 급격하게 증가
 - EU의 주요 스마트그리드 추진동력은 독일의 에너지 이행정책(German Policy Energiewende)과 친환경 전기자동차 도입, 신재생에너지의 발전에 영향을 받음
- 글로벌 BEMS 시장의 경우, Navigant Research(2015)는 2015년 24억 달러에서 2025년에 108억 달러로 연평균 16.2%씩 성장할 것으로 전망하였으며, H/W보다는 S/W와 관리서비스 시장이 성장을 주도하고 에너지공급사의 역할이 확대될 것으로 전망함
 - BEMS 시장은 기술의 발전뿐 아니라 각 국가의 빌딩에 대한 에너지 규제와 에너지 공급사에 대한 수요관리 의무화 등 정책을 강화에 따라 시장 환경이 조성되고 있고, 더불어 BEMS에 대한 건물주의 인식이 높아지고 있어 빠르게 성장하고 있음
 - 또한, 에너지 절감 측면에서 BAS(Building Automation System)보다 더욱 경제적인 솔루션을 제공하며, 이를 바탕으로 시장에서 빠르게 성장할 가능성이 있음
 - 특히, BEMS기술은 클라우드 기반 BEMS으로 전환에 따라 비즈니스 모델도 시스템 설치에서 에너지관리서비스 중심으로 변화하고 있어서 하드웨어 보다는 소프트웨어와 관리 서비스 시장이 성장을 주도할 것으로 전망됨



* 자료 : Navigant Research, BEMS Revenue, World Markets : 2015~2024, 2015

[글로벌 BEMS 시장 전망]

- 글로벌 FEMS 시장의 경우, Navigant Research(2015)는 글로벌 FEMS 시장(하드웨어, 소프트웨어 및 서비스)은 2015년 135억 달러에서 2024년에는 356억 달러로 성장할 것으로 전망하고, 북미시장, 유럽시장, 아시아시장 순이며, 아시아 시장에서 가장 빠르게 성장할 것으로 전망함
- FEMS 기술도 BEMS와 마찬가지로 클라우드 기반으로 전환되고 있으며, 기업의 EMS에 대한 이해 부족으로 아직 시장 초기단계로 평가되고 있음. EMS에 대한 이해와 장점에 대한 인지도가 높아지면 보다 정교한 에너지관리시스템의 채택도 확대될 것임



* 자료 : Navigant Research, BEMS Revenue, World Markets : 2015~2024, 2015

[글로벌 FEMS 시장 전망]

- 글로벌 HEMS 시장의 경우, Markets and Markets(2016.2)은 글로벌 HEMS 시장은 2015년 8억 6,420만 달러에서 2016~2022년간 18.36%의 연평균 성장률(CAGR)로 성장을 지속하여 2022년에는 31억 5,000만 달러에 이를 것으로 전망함
 - 또한, 실시간 에너지 보존 방식의 확대, 클라우드 컴퓨팅의 편리성, 디바이스 상호접속성 확대에 의해 성장이 촉진될 것으로 전망함

(2) 국내시장

- 국내 EMS 시장 규모는 2016년까지 6,918억 원 규모에서 2021년 19,484억 원 규모로 연평균 30.4% 성장률을 보일 것으로 전망

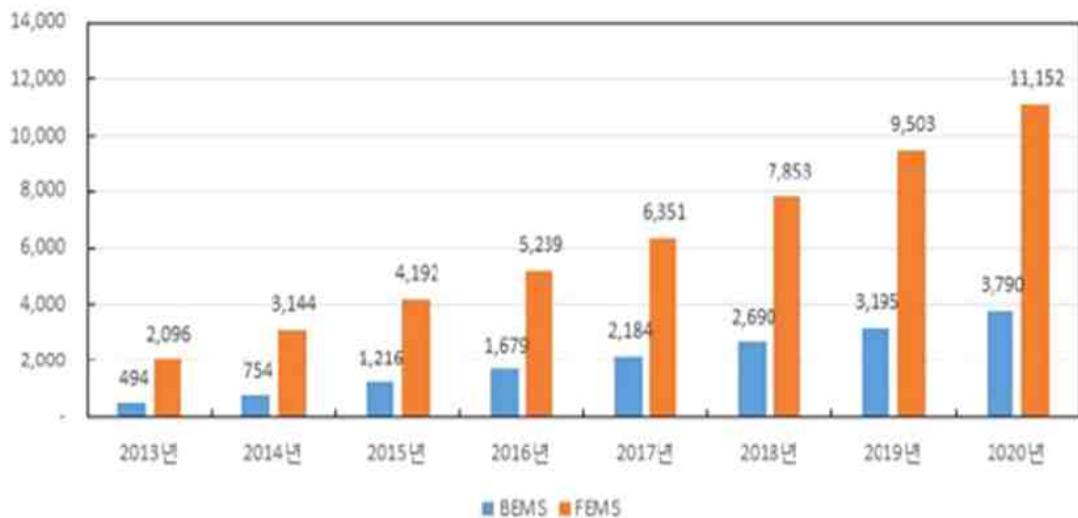
[xEMS 관리 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('15~'20)
국내시장	6,918	8,535	10,543	12,698	14,942	19,484	30.4

* 자료 : 산업통상자원부/정보통신산업진흥원(2013) 자료 및 Zion Research Analysis(2016)의 글로벌 EMS 시장자료 비교 분석 및 추정/ 국내 EMS를 주도하는 BEMS와 FEMS 시장 규모 합산으로 추정

- 국내 BEMS 시장의 경우, 산업통상자원부와 정보통신산업진흥원은 '2013년 국내 EMS 도입현황 실태조사'에서 2015년 1,216억 원, 2017년 2,184억원, 2019년 3,195억원 등 연평균 33.8.0%의 성장을 전망함
- 국내 FEMS 시장은 2015년 4,191억 원, 2017년 6,351억원, 2019년 9,503억원 등 연평균 27.0%의 성장을 전망함



* 자료 : 산업통상자원부/정보통신산업진흥원, 국내 EMS 도입현황 실태조사, 2013

[국내 BEMS 및 FEMS 시장 전망]

(3) 무역현황

- EMS 관련 국내 기업의 글로벌 시장 진출은 글로벌 기업과의 기술격차에 따른 경쟁력 부족으로 본격적인 수출보다는 대기업 위주로 추진되고 있는 해외의 R&D 또는 실증사업에 중견·중소기업이 참여하는 수준임
 - xEMS 관리 기술의 수출현황은 '11년 33억 1,200만 달러에서 '15년 43억 2,900만 달러 수준으로 증가하였으며, 수입현황은 '11년 47억 5,500만 달러에서 '15년 49억 9,100만 달러 수준으로 감소하여 무역수지 적자폭이 감소
 - 최근 5년('11~'15년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 6.9%로 증가하였으며, 수입금액은 1.2%로 나타났으며, 전체 무역수지는 -17.7%로 나타남
- 무역특화지수는 '11년(-0.18)부터 '15년(-0.07)까지 증가한 것으로 나타나 점차 수출 특화상태로 국내 기업의 수출량이 증가하고 있는 것으로 나타남
- 제품이나 솔루션의 본격적인 수출은 이루어지지 않고 있으며, 한전이나 대기업의 해외사업이 추진됨에 따라 참여가능성을 보고 있음
 - 한전의 경우, 미국 버지니아주와 에너지신사업 MOU를 체결(2016.11)하였으며, 마이크로그리드, 스마트시티, 스마트커뮤니티(홈+타운+공장), 에너지인터넷 등 에너지신사업 10개 분야 협력과 북미 에너지신사업 공동 사업개발 등 전력산업 협력기반 구축을 추진함
 - 또한, 미국 메릴랜드 주정부, 한전, LS산전와 '몽고메리 대학 스마트캠퍼스 구축사업'에 대한 협약(LOI)을 체결(2016.11)하였으며, K-BEMS 운영시스템과 태양광발전, ESS, AMI, 냉방시스템 등을 연계, 구축을 추진함

[xEMS 시스템 관련 무역현황]

(단위 : 천\$)

구분	'11	'12	'13	'14	'15	CAGR ('11~'15)
수출금액	3,312,017	4,053,040	4,064,591	4,043,323	4,329,657	6.9%
수입금액	4,755,356	4,697,535	4,734,101	5,187,123	4,991,108	1.2%
무역수지	-1,443,339	-644,495	-669,510	-1,143,800	-661,451	-
무역특화지수*	-0.18	-0.07	-0.08	-0.12	-0.07	

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

- 에너지 관련 데이터 수집, 분석에서 벗어나 시설이나 설비의 상태 및 에너지 사용여건에 따라 제어가 가능한 시스템으로 발전하고 있으며, 단순히 전력만이 아니라 가스, 스팀 등의 타 에너지까지 관리범위가 확대되고 있음
- 기존의 단독 시스템이 아닌 통합 시스템으로 시스템 연계 또는 구축 범위가 확대되며, 빌딩, 단독 사업장(공장) 등을 대상으로 하는 플랫폼 기반의 클라우드 EMS 중심으로 개발방향이 변화하고 있음
- 에너지의 효율적 관리를 필요로 하는 용도가 확대됨에 따라 사용목적이나 사용자의 요구에 따라 새로운 분야의 EMS가 출현하게 됨(DREMS, FREMS 등)

◎ EMS 관리 기술 역할의 확대

- EMS 기술의 빠른 발전과 함께 과거 단순히 에너지 사용현황에 대한 데이터 수집, 분석 및 시각화에서 벗어나, 최근 제어기능이 추가되면서 고도화 추세임
- 또한, 관리대상의 운영상태 감시 및 제어, 에너지 효율 분석, 각종 시뮬레이션 및 예측, 기존 및 외부 시스템과의 연계, 기타 기본적 관리 등으로 기능의 추가와 함께 역할이 확대되고 있음

◎ EMS 관리 기술 관리대상의 확대

- 초기에는 스마트그리드 기술을 기반으로 전력의 생산, 공급, 소비를 중심으로 하는 EMS 기술이 개발되었으며 최근에는 전기에너지를 넘어서 다양한 에너지에 대한 관리까지 포함하여 관리하는 종합 에너지관리시스템으로 발전하고 있음
- 특히, 다양한 에너지를 사용하는 에너지 소비영역에 있는 홈, 빌딩, 생산공장 등을 중심으로 타 에너지에 대한 관리를 포함하도록 관리범위가 확대되는 추세임

◎ EMS 관리 기능의 확대

- EMS는 그 자체로 하나의 시스템으로 존재하기도 하나 타 시스템 내 하나의 기능으로 통합되어 그 기능을 수행할 수 있으며, 이에 따라 독립된 시스템 뿐 아니라, SCADA나 타 시스템 내에 에너지 관리에 필요한 주요 기능을 직접 구현함으로써 EMS를 통합시킨 시스템으로 운영하기도 함
 - EMS는 관리대상에 설치된 센서로부터 데이터를 수집하거나 대상에 대한 제어가 가능하도록 지원해주는 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)나 타 운영시스템과는 그 기능과 역할이 다름
 - EMS는 필요에 따라 SCADA나 타 운영시스템과 물리적으로 통합 또는 분리되어 구축되어 SCADA나 타 시스템과의 연계를 통해 수집된 데이터를 공유하거나, 스마트미터, 센서 또는 제어기와의 직접적인 연결을 통해 데이터 수집 및 제어가 이루어지도록 지원함
- 한편, 에너지를 관리하기 위한 목적과 범위, 그 구현방법에 따라 다양한 제품과 솔루션이 개발되어 적용되고 있으며, 제4차 산업혁명의 도래와 함께 EMS의 역할과 기능이 점차 확대될 것임
 - 초고속통신망과 IoT(Internet of Things)의 발전에 따라 다양한 센서로부터 데이터가 수집되고, 빅데이터(Big Data) 기술에 의한 분석 및 AI(Artificial Intelligence) 기술에 의해 판단과 최적의 운전지시로 제어기가 설비나 장치를 동작시킴으로써 CPS(Cyber Physical System)가 완성될 것이며, EMS는 독립된 시스템으로서가 아니라 기능의 한 부분으로 다루어질 것임

◎ EMS 관리 기술 구성 형태의 변화

- 기존 시스템과 EMS의 연계를 통해 에너지 뿐 아니라 각종 시설이나 장치의 효율적 관리를 통해 편리성과 효율성을 개선하고자 하는 각종 ‘스마트xx’의 출현으로, EMS는 이제 시스템이 아니라 기능으로 발전하여 플랫폼(Platform)에 탑재되고 에너지 관리와 함께 각종 시설과 설비에 대한 관리를 지원할 것임
- EMS는 BEMS와 FEMS를 중심으로 클라우드 기반의 시스템으로 급속히 전화하고 있으며, 비즈니스 모델도 시스템 설치에서 에너지관리서비스 중심으로 변화하고 있음. 특히, 스마트폰과 인터넷의 발전과 함께 클라우드를 통한 이동식 에너지관리도 가능할 것으로 예상됨

◎ EMS 관리 기술 용도의 확대

- EMS는 에너지의 공급과 부하, 공급과정의 상황에 따라 기존 시스템과 연계하여 피크 감축(Peak Shaving)이나 수요반응(DR, Demand Response), 긴급 부하차단에 의한 부하관리(DSM, Demand Side Management) 등의 수행을 지원함
- 이에 따라 DREMS(Demand Response EMS), FREMS(Frequency Regulation EMS) 등으로 불리는 새로운 용도의 EMS가 출현함

◎ EMS 관리 기술 구현 수준의 변화

- 에너지 소비자의 경제적 수준, 운영 능력 및 목적에 따라 그 수준에 적합한 시스템 구현 수준이 필요하게 됨
- 로컬 EMS와 클라우드 EMS, 독립 시스템과 통합 시스템, 소규모의 저가 EMS와 대규모/고성능/고가 EMS, 전력의 관리 또는 타 에너지와의 통합 관리 등 다양한 여건에 따라 고객지향적인 시스템을 제공해야 함

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- EMS와 관련된 국내외 기업은 에너지진단전문기업, IT기업, SI기업 등 다양한 업종의 기업이 참여하고, 산업분야에 최적화된 솔루션을 개발하면서 이 시장에 참여하는 기업들이 지속적으로 증가하고 있음
- 글로벌 EMS 시장은 글로벌 기업들의 높은 기술력과 시장 장악력을 앞세운 글로벌 기업들이 시장을 주도하고 있음. 국내 여러 기업이 시장선점을 위해 노력하고 있으나, 글로벌 기업과의 기술격차 극복에 어려움을 겪고 있음
 - 글로벌 기업들은 유량계 및 밸브 등의 측정과 제어에 필요한 고도기술과 함께 데이터의 분석, 제어 알고리즘 등을 공급하고 있으며, 특히 자동화 시스템(DCS, PLC 등의 SCADA System)에 대한 제조 및 공급 역량을 보유하고 있음
 - 글로벌 EMS 시장 주도는 하니웰(Honeywell), 존슨컨트롤스(Johnson Controls), 아즈빌(Azbil), 지멘스(Siemens), 슈나이더(Schneider), 씨스코(Cisco) 등임
- 국내 EMS 시장은 국내 대·중소·중견기업에서 다양한 솔루션을 개발, 공급하고 있으나, 글로벌 기업들이 국내법인 또는 협력기업과의 경쟁 및 글로벌 기업과의 기술 격차 극복에 어려움을 겪고 있음
 - 국내 EMS 시장은 약 100개(중소기업 약 80%)의 기업이 시스템, 통신장비, 센서 등의 H/W와 기본 S/W 개발 및 공급을 위주로 참여하고 있으나, 국내의 글로벌 기업의 법인 또는 합작회사 등에 의한 시장 확대로 시장 선점을 위한 경쟁이 치열해질 것으로 예상됨
 - 따라서, 국내 기업과 글로벌 기업 간의 기술 격차를 극복하고 보다 높은 경쟁력을 확보하기 위해서는 각 기업의 전문성을 강화하고, 대·중견·중소기업 간의 협력을 통해 국내 실정에 적합한 비즈니스 모델을 개발, 공동 참여하고, 이를 바탕으로 글로벌 기업들과 경쟁하면서 나아가 글로벌 시장으로의 진출을 확대해야 함
 - 국내 EMS 기업은 LS산전, KT, SKT, LG전자, 삼성SDS, 포스코 ICT, 아시아나 IDT 등의 대기업과 롯데정보통신, 대우정보시스템, 에코시안, 아이에스이, 그리드워즈, 엔엑스테크놀로지 등의 중견·중소기업임

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경			
기술분류	에너지 관리 및 분석 SW	EMS 분야 계측 기술	EMS 제어 기술	EMS 네트워크 통신 기술
주요 품목 및 기술	에너지 사용 데이터 수집/분석/처리 기술, 원가관리 단위별 에너지 비용원가 분석 및 배분 기술, Real-time 기반의 에너지데이터 수집 및 설비 제어 기술, 에너지 사용기기에 대한 에너지 효율 영향인자 분석 기술, 에너지 소비 평준화를 위한 부하 밸런싱 자동학습 기술	전력량계, 유량계, 온습도 및 조도 센서, 산업용 특수 센서(압력, 고온, 가스탐지 등)	스마트 인터페이스 기술, 로컬 EMS 통합 시스템 기술, EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술, 에너지 모니터링 및 제어를 위한 모바일 EMS 연계 기술	PLC, WiFi, Zigbee, Serial 통신 기술
해외기업	Honeywell, SIEMENS, Johnson Control, Cellner, Spring, Echelon	Honeywell, SIEMENS, GE, WESS, CASELLA, Testo, Keller, RAYTeX, EES	Honeywell, SIEMENS, Johnson Control, SACO	Honeywell, SIEMENS, Johnson Control, Zensys, Echenon, TI, Ember, Jemic, Amtel
국내기업	대우정보시스템, 아시아나IDT, 금호ENG, 오토에버, SK텔레콤, KT, LS산전, 나라콘트롤, 가교테크	LS산전, 음니시스템, 누리텔레콤, 피에스텍, 미택, 위치트, 삼성전기, 제인테크놀로지, 세창, 우진, 세업, 한나, 대광계기, 뉴텍, 코넥스	LS산전, 삼성전자, LG전자, 오토밸브	누리텔레콤, 플레넷, 젤라인, 레이디오펄스, 옥타컴, TSC 시스템

- 삼성 SDS, LG CNS, 포스코 ICT, 현대오토에버, 롯데정보통신, 대우정보시스템 등 대기업 IT 서비스 업체들을 비롯해 지캐스, 엔키아, 이지세이버 등 중견·중소 IT 서비스 기업들도 한 분야에 특화된 솔루션을 통해 시장에 속속 진출
- LS산전은 안양 R&D캠퍼스에 구축된 ESS(에너지저장장치), BEMS(빌딩에너지관리시스템) 등 스마트에너지 솔루션에 AI기반의 빅데이터 기술을 도입해 건물의 전력소비를 측정 및 분석하여 에너지 사용 패턴을 도출³¹⁾
 - MW급 대용량 ESS를 통해 전기요금이 비교적 저렴한 야간 등 경부하 시간대에 전기를 충전하고 주간 최대부하 시간대에 방전해 사용하여 기존 약 6.5억 원 대비 19%에 달하는 전기요금 절감 효과

31) 출처 : 전기신문, LS산전 R&D캠퍼스엔 원가 특별한 게 있다, 2017.12.15

- AI기반의 빅데이터 기술을 적용하여 피크예측 및 관리, 전력 소비 패턴 분석, 최적 운영 가이드 등을 제공
- 원격 모니터링 기술 전문 업체인 지케스는 에너지 통합 관리 장비인 ‘스마트ECO 하이브리드 1500’와 ‘스마트ECO 하이브리드 3500’을 개발하여 각 기관 및 기업 등의 전산센터에 특화된 솔루션을 제공
 - 지케스의 에너지 관리 솔루션은 단일 프레임 워크를 기반으로 네트워크 관리(NMS), 서버관리(SMS), 애플리케이션 관리(APM), 전산설비관리(FMS) 등의 기능을 하며 데이터 분석 및 가공을 통해 통합관제시스템 구축을 지원

SmartECO Hybrid 1500



- * CPU : Intel xeon 4Core
- * Memory : 8GB
- * DISK : SATA 1TB x2
- * Network : 10/100/1000bps x2
- * OS : Linux
- * DBMS : PostgreSQL, Oracle
- * SW Module : SMS, NMS
- * 관리대상 개수 : 100대
- * 사용자 수 : 20명

SmartECO Hybrid 3500



- * CPU : Intel xeon 4Core x2
- * Memory : 16GB
- * DISK : SATA 1TB x2
- * Network : 10/100/1000bps x2
- * OS : Linux
- * DBMS : PostgreSQL, Oracle
- * SW Module : SMS, NMS, FMS, EMS, ITSM
- * 관리대상 개수 : 200대
- * 사용자 수 : 50명

[지케스 에너지 관리 어플라이언스 장비 ‘스마트 ECO 하이브리드 1500과 3500’]

□ 국내 중소기업 사례

- 보성파워텍(주)는 스마트그리드스테이션 설치 및 운영, 전력수급 안정제어 및 정전감시 가능
- 이에스콘트롤스는 지능형 통합빌딩 자동 제어 시스템 및 통합관제 시스템 개발, 원격 검침을 통한 에너지 관리
- (주)유비테크는 에너지관리 통합 모델 제공하고 있으며 2015 BM사업화 분산 전력 관리 시스템을 이용한 가전형 ESS시스템 사업화 개발에 선정
- 디엔비하우징주식회사는 지능형 전력공급시스템 및 자동 온도 조절 메모리를 사용한 지능형 배터리 제어기 개발
- (주)베텍은 빌딩 에너지 관리 시스템에 사용되는 VETEC BEMS 소프트웨어를 개발하였으며 웹 브라우저를 이용한 원격 View, Control Configure System 서비스를 제공함
- (주)쿠루는 수요관리 서비스, 실시간 감축 현황 정보 공개, 최적 감축 제어 알고리즘 등을 제공

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
보성파워텍(주)	127,839	69,569	-8.9	-6.0	0.0	0.8
이에스콘트롤스	4,755	3,738	-54.9	24.1	15.6	6.4
(주)유비테크	3,521	3,984	-0.7	4.3	3.1	5.1
디엔비하우징(주)	1,046	690	78.6	1.3	0.3	22.5
(주)베텍	5,270	5,821	-23.8	-0.6	1.4	7.8
(주)쿠루	184	131	0.0	-111.2	46.2	143.0

나. 주요업체별 기술개발동향**(1) 해외업체동향**

- 글로벌 기업은 각종 기술개발 및 실증연구가 활발히 진행되어 기술 확보 및 사업화를 원활히 진행하고 있음
 - 미국, 독일, 일본 등 선진국에서는 ICT 기술과 에너지관리 기술이 통합된 EMS 관련 연구개발을 적극적으로 추진함
 - 특히, EMS 기술개발 및 보급 확산을 위해 지역에너지관리시스템인 CEMS(City/ Community EMS) 실증사업 활발하게 추진함
- 지역 특성, 수요자 생활 스타일, 수용성을 고려한 제어 기술 개발과 지역 에너지관리 서비스와의 연동 기술, 전력계통 운용과 연계제어기술 개발과 실증연구를 진행
 - 일본은 스마트경제·사회시스템 구축을 장기 목표로 정부주도 기술개발 및 지원, 실증사업 등 선도적으로 EMS 정책 추진. 4개 지역을 대상으로 2010년부터 2014년까지 5개년 동안 개별 EMS의 CEMS로의 발전을 위한 실증 연구개발 사업 추진함
 - 미국 DOE(에너지부)는 5개년 스마트 그리드 연구개발 계획(2010~2014년)을 수립, 4개 분야(기준과 표준화, 기술개발, 모델링, 분석)에 대해 연구개발 추진함
 - 독일은 ICT를 활용하여 미래 에너지시스템 구축(E-Energy) 프로젝트를 추진. 이 프로젝트는 6개 지역을 대상으로 '08년부터 '13년까지 추진한 실증사업임
- EU, 미국, 일본 등 선진국은 EMS 도입 확산의 유도를 위해 보조금 지원, VA(Value Analysis) 및 친환경건축물 인증 등 기준 제도와 연계하여 보급 확대 정책을 시행함
 - 일본은 후쿠시마 정전사태 이후, 중소 빌딩뿐 아니라 일반가정 및 공동주택을 대상으로 BEMS, HEMS와 MEMS(아파트 EMS) 설치에 대해 보조금을 지원함

- 시장원리를 강조하는 미국과 유럽은 에너지 효율 규제 강화와 스마트시티 실증사업, 인증제도 및 자발적 협약 등 기존 정책과 연계하여 EMS 보급 활성화를 모색함



* 자료: <http://ecocloud.sustainablesv.org/index.php/topics/energy/efficiency/building-energy-efficiency/bems>

[GE의 BEMS 시스템]

- 특히, 신재생에너지와 마이크로그리드의 확산과 함께 CEMS, MGEMS 등이 적용됨으로써 운영여건에 적합한 기술의 개발이 이루어지고 있음
 - 존슨코트롤스의 경우, 빌딩 자동화 및 효율화를 위한 ESCO, ESS, EMS 등의 사업을 진행하며, EnergyConnect사 인수를 통해 수요관리(DR) 플랫폼을 마련하고, HEMS, BEMS, DR, V2G/ESS 등의 사업에 본격적으로 진출함
 - 슈나이더의 경우, ESCO, ESS, EMS 관련 5대 사업전략을 중심으로, 각종 솔루션을 개발, HEMS, BEMS, 플랫폼, 자동화 등의 사업을 추진함

(2) 국내업체동향

- 국내 EMS 기술 개발은 초기 스마트그리드 도입시점부터 참여해 온 대기업 및 중소기업이 주도해 왔으나, 스마트그리드 시장의 침체에도 불구하고 최근 빌딩 및 건물의 에너지효율화에 대한 관심이 높아지면서 에너지 진단 기업들까지 솔루션 개발에 나서고 있음
- DREMS(DR용 EMS), FREMS(FR용 EMS) 등 특화된 EMS를 통해 수요관리, 주파수안정화 등의 솔루션을 개발 및 공급하는 기업이 증가
 - 누리텔레콤, 에코센스, 케이디티, 케이디 파워, 삼성SDS, 포스코 ICT, 에코시안, 아이에스아이, 대우정보시스템, 스마트 시스템, 아시아나 IDT, 이엔테크놀로지 등이 이에 해당함
 - 이엔테크놀로지의 경우, 전력 관리 및 제어용 EMS 플랫폼(에니스, ENIS)을 출시(2015.8)하였으며, 이는 원격으로 ESS(Energy Storage System)의 전력 충·방전량을 모니터링, 제어함으로써 해당 설비 효율적 운전을 지원함
- 또한, 단독으로 구성되는 Local EMS보다 상대적으로 투자 및 운영에 있어서 유리한 플랫폼 기반의 클라우드 EMS의 개발 및 서비스 가입 사례가 증가하고 있음
 - SK텔레콤의 경우, 최근 샘표, 코스모화학 등과 클라우드 FEMS 공급 계약(2013.6)을 체결, 공급하였으며, 기존에 서비스하고 있던 클라우드 BEMS 서비스를 공장·산업체의 특성에 맞게 개발한 솔루션임
 - 대우정보시스템은 정부의 'ICT 기반 ESCO 육성사업' 중의 하나인 안산스마트허브 국가산업단지에 클라우드 FEMS를 구축(2015.1)
 - 포스코ICT는 산업용 사물인터넷(IoT)과 빅데이터를 접목한 '스마트 팩토리' 추진 및 클라우드 FEMS를 개발하여 산업단지 에너지효율화 시범사업에 적용(2016.1)
- 특히, 솔루션 전문업체 보다는 운영의 주체가 되는 서비스 기업이 오히려 시스템의 통합이나 EMS의 개발 방향을 제시, 기술 개발이 추진되기도 함
 - 한전의 경우, 인공지능 기반 전력R&D 통합 플랫폼(Herb-POP)을 구축하여 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷, 인공지능 기능을 구현하는 사업에 착수(2016.11)하였으며, 통합플랫폼은 전력분야 소프트웨어 개발·실증·표준화 등에 활용할 예정임

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 금호이엔지(주)는 공간에 구애받지 않고 EMS 중앙 관제가 가능한 무선 프로토콜 통합 제어 시스템 특허 획득함. 해당 기술은 EMS에 필요한 통신이 무선으로도 가능해짐에 따라, 대규모 산업단지의 여러 건물을 한곳에서 관리 및 제어하거나 타 지역에 있는 공장을 서울 본사에서 직접 관제가 가능
- 2014년 11월부터 3년간 진행한 미얀마 마이크로그리드 시스템 구축 프로젝트를 완료(2017.11). 산업통상자원부 산하 한국에너지기술평가원의 국제공동기술개발사업 주관기관으로 선정되어 ‘동남아 도서지역용 ICT기반 융복합 독립형 발전시스템 개발 및 실증’ 기술개발 과제를 시작
- 해당 사업은 전기공급이 원활하지 않은 미얀마 에야와디주의 냐웅차웅 마을에서 진행하였으며, 태양광 발전과 ESS(에너지저장시스템), EMS(에너지관리시스템)를 융합한 독립형 전력망인 마이크로그리드시스템을 구축해 전기 수급이 어려운 지역 사람들이 전력을 자급자족할 수 있도록 하는 것을 목표로 진행
- 마이크로그리드시스템 구축으로 전기 자급자족이 가능해지고 한번에 다수의 소형배터리 충전이 가능하여 전기 사용의 편리성 증가

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- EMS와 관련된 기술은 대부분 비즈니스 모델이나 구축 모델의 개발 및 실증을 위주로 적용되고 있으며, 한국전자통신연구원, 한국에너지기술연구원, 한국전기연구원 등 연구기관과 서울대, 경북대 등 대학, 그리고 KEPCO를 비롯한 LS산전, LG C&S, KEPCO, SKT, KT, LG전자, 기타 중견·중소기업들이 참여하고 있음
- 또한, 상기 기업들을 포함한 효성중공업, 현대중공업, 포스코ICT 등의 중전기 및 ICT 기업과 기타 중견·중소기업이 에너지자립섬, 친환경에너지타운, 수요관리사업 등에 참여하고 있음
- EMS 기술인프라는 EMS 솔루션 분야, 유무선 통신장비와 솔루션 분야, 스마트미터와 센서 분야로 크게 구분할 수는 있으나, H/W나 S/W는 기존의 기술인프라를 기반으로 하고 있으므로 솔루션이나 제품의 관점보다는 그 기술을 개발하여 상용화하고자 하는 기관, 대학, 기업들의 조직이나 인력으로 보아야 할 것임
- 각 대학과 연구기관을 중심으로 인력육성 프로그램이 진행되고 있으며, 이와 함께 한국 스마트 그리드 협회, 한국BEMS협회, 한국스마트홈산업협회 등 여러 협회를 중심으로 교육프로그램이 진행되고 있음
 - 스마트그리드 표준화 포럼(SGSF)과 미국의 스마트그리드 상호 운용성 패널(SGIP)은 양국의 스마트그리드 표준화 및 기술개발 정보 공유를 위해 ‘제3차 한-미 공동 워크숍’을 개최(2016.7)
 - 스마트그리드 전문가 육성을 위해 산업체 대상의 무료 교육프로그램 운영(매년 2회)
- 한국 BEMS협회는 2015년 ‘에너지절감 SC’사업을 통해, EMS 기술은 높은 수준의 연구개발 인력이 많이 필요하지만, 전문연구인력(2015년 기준 박사 인력은 1.2%, 석사 인력은 12.8%)이 매우 부족한 실정이라고 진단함
 - EMS 기술은 대표적인 융·복합 기술임에도 불구하고 전공 간 융·복합 교육이 이뤄지고 있지 않고 있으며, 기업은 타 산업기술 분야의 이해부족으로 에너지절감 기술개발에 어려움을 겪고 있음
 - 2016년 에너지관리시스템(EMS) 산업기술 인력수급 현황을 파악하고, 산업계가 요구하는 교육훈련, 교과과정 개발 등 인적자원에 대한 요구사항을 분석하기 위한 기초자료를 확보함
- 국내 기업이 국내 시장을 넘어 글로벌 시장으로 진출하기 위해서는 경쟁력 있는 기술 및 솔루션과 함께 시장에 적합한 비즈니스 모델을 개발하여야 하며, 이를 위해서는 시장을 선점할 수 있는 기술에 대한 각 분야의 인프라 형성이 중요함

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- (표준) EMS 적용의 근간을 이루고 있는 스마트그리드 관련 표준 및 상호운용성에 대한 활동을 주도할 수 있는 단체 지원 및 인력 육성이 필요함
- (인증) 국제 표준 및 기준에 부합하는 인증제도 및 이를 이행할 인증기관의 선정과 함께 각종 시설 및 장비의 구축이 필요함
- (실증) 기술 융복합 시대에 현실적으로 대응하기 위해서는 현재 정부 여러 부처에서 추진하고 있는 R&D와 실증을 전략적, 체계적으로 통합하고 이를 주관하는 Control Tower가 필요함

나. 특허동향 분석

◎ xEMS 시스템 특허 주요 기술

주요 기술

- xEMS 시스템의 기술은 표준화 기술, 관리 기술로 구분됨. 그 중 표준화 기술은 EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술, 에너지 데이터의 표준 정보화 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
표준화	EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	플랫폼 기반의 EMS의 기능구성을 표준화 하고 기본/필수기능, 부가기능(타 운영시스템의 일부기능을 이관), 선택기능(설비특성별로 반영하는 추가기능) 등을 모듈화하여 플랫폼 상에서 기능을 수행하도록 하는 기술
	에너지 데이터의 표준 정보화 기술	5종 에너지(전기, 가스, 스팀, 열, 물 등), 설비 및 공정에 대한 물리적 데이터의 단위 및 정밀도에 대한 기준과 함께 통합된 시스템 내에서의 기준을 정하여 xEMS에 적용하는 기술
관리	에너지 사용기기의 에너지효율 분석 및 관리 기술	에너지를 사용기기의 효율 관리를 위한 기준(성능에 따른 에너지 표준사용량, 부하 변동에 따른 에너지 사용량, 에너지 효율 관리를 위한 기준 사용량 등)을 설정, 이에 기반한 실제 효율과의 Gap 등을 관리하도록 지원하는 기술
	에너지 효율 기반의 설비상태 예측 기술	장단기 설비의 가동상황에 따른 효율과 예측되는 설비 이상의 상관관계를 분석하여 설비의 신뢰성 관리가 가능하도록 지원하는 기술

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- xEMS 시스템의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
표준화	EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	5	25	45	24	99
	에너지 데이터의 표준 정보화 기술	7	34	72	10	123
관리	에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술	13	15	103	16	147
	에너지 효율 기반의 설비상태 예측 기술	11	21	104	4	140
합계		36	95	324	54	509

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 일본이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 미국, 유럽, 한국 순으로 나타남
- 세부적으로 표준화 기술 분야인 EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술과 에너지 데이터의 표준 정보화 기술에서는 일본이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 관리 기술 분야 중 에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술에서는 일본이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 관리 기술 분야 중 에너지 효율 기반의 설비상태 예측 기술에서는 일본이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 일본이 상대적으로 가장 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨

주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
표준화	EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KYOCERA CORP ▪ NIPPON ▪ Nec corp 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 삼성물산 주식회사, 주식회사 포스코아이씨티 등
	에너지 데이터의 표준 정보화 기술	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ NITTO DENKO CORP ▪ DENSO CORP 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ (주)케이티 ▪ (주)엘지유플러스
관리	에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TOSHIBA ▪ MITSUBISHI ELECTRIC CORP ▪ PANASONIC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중소기업 중심 ▪ (주)에이시에스, (주)삼아테크노솔루션 등
	에너지 효율 기반의 설비상태 예측 기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TOSHIBA ▪ MITSUBISHI ELECTRIC CORP 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국전자통신 연구원, 한국에너지기술연구원 등

표준화 기술 분야 주요 출원인 동향

- EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술 분야는 KYOCERA CORP가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 NIPPON, Nec corp 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 에너지 데이터의 표준 정보화 기술 분야는 NITTO DENKO CORP가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 DENSO CORP 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

관리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술 분야는 TOSHIBA가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 MITSUBICHI ELECTRIC CORP, PANASONIC 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 에너지 효율 기반의 설비상태 예측 기술 분야는 TOSHIBA가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, MITSUBICHI ELECTRIC CORP 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ xEMS 시스템 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- xEMS 시스템 분야의 주요 경쟁기술은 관리 기술이고, 공백기술은 표준화 기술인 것으로 나타남
- xEMS 시스템 기술 분야에서 관리 기술 분야는 가장 경쟁이 치열할 분야이고, 표준화 기술 분야는 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
표준화	EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	●
	에너지 데이터의 표준 정보화 기술	●
관리	열관리	●
	에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술	●

※ ●: 50건 이상, ○: 30~49건, ◉: 20~29건, ◇: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
표준화	EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 데이터 통합 수집 기술 ▪ 데이터 분산 및 처리 기술
	에너지 데이터의 표준 정보화 기술	
관리	열관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 자율형 에너지 관리 장치 및 시스템 기술 ▪ 에너지 수요 및 공급 관리 기술
	에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실시간 EMS 성능 평가 기술 ▪ 통합형 EMS 관리 기술

□ 국내 특허동향을 살펴보면 대기업과 중소기업은 표준화 기술 분야 중 EMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술과 에너지 데이터의 표준 정보화 기술 및 관리 기술 분야 중 열관리 기술을, 공공연구기관은 관리 기술 분야 중 에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 표준화 기술 분야에서는 실시간 EMS 성능 평가 기술, 데이터 통합 수집 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 관리 기술 분야 중 열관리 기술에서는 자율형 에너지 관리 장치 및 시스템 기술, 에너지 수요 및 공급 관리 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 관리 기술 분야 중 에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술은 실시간 EMS 성능 평가 기술, 통합형 EMS 관리 기술 등 EMS 특성에 따른 다양한 EMS 기술이 연구 개발되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

□ xEMS 시스템 분야의 공백기술 분야는 표준화 기술 분야이고, 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술로 나타남

- xEMS 시스템 분야는 적용 산업에 따라 유용하게 사용될 수 있는 분야로서 EMS 특성에 따른 다양한 표준화 기술이 특허확보 전략의 방향으로 판단됨
- 향후 xEMS 시스템 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 표준화 기술 분야에 집중하여 연구개발하고 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
- 또는 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 기술 분야인 에너지 사용기기 에너지효율 분석 및 관리 기술을 보유하고 있는 공공연구기관과 공동으로 연구개발을 추진하여 특허전략을 수립하는 방법 등이 있음

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

- 산업통상자원부 국가기술 표준원은 고부가가치 미래시장 창출을 위한 18개 분야 유망 신산업 표준화 방향제시를 함('17.12.1)
 - 에너지 신산업분야 전략제품 및 서비스로 신재생에너지 가상발전 시스템을 지정하고 핵심요소기술로 EMS네트워크화 기술을 선정
 - 또한, 중점 표준화 대상으로 에너지 경영시스템과 xEMS 표준모델 지정

[xEMS 시스템 분야 주요 연구개발 기관 및 인력현황]

기관	인력현황
한국전기연구원	차세대 전력계통운영시스템(EMS), 원전 계측제어시스템(I&C) 등 운영
DGIST	태양에너지융합연구센터
차세대융합기술연구원	스마트그리드 연구센터 운영
명지대학교	스마트그리드 연구센터 운영
한국스마트그리드사업단	법, 제도 지원 및 기술, 실증 사업 진행
한전KDN	전력통신 ICT 구축 및 운영
한국전자통신연구원	ICT소재부품연
전력기반센터	전력기반조성사업

나. 연구개발 인력

- xEMS 시스템 관련 기술개발은 한국전자통신연구원, 전자부품연구원에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[xEMS 시스템 분야 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
한국전자통신연구원	정주연	수석연구원
한국전자통신연구원	정영도	책임연구원
한국전자통신연구원	손경준	책임연구원
한국전자통신연구원	김영우	책임연구원
한국전자통신연구원	곽봉섭	연구원
한국전자통신연구원	권순근	연구원
전자부품연구원	박승칠	수석연구원
전자부품연구원	김지철	선임연구원
전자부품연구원	홍유찬	선임연구원
전자부품연구원	이성규	책임연구원
전자부품연구원	박진선	연구원
전자부품연구원	박현향	연구원
전자부품연구원	안준형	연구원

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

[xEMS 시스템 요소기술 연구기관]

분류	요소기술	기관
xEMS 시스템	건물 에너지관리 시스템 성능 평가 툴 기술	한국전자통신연구원
	자가충전 전원 모듈용 압전 에너지 변환 소자/어레이 기술	한국전자통신연구원
	다수 기기에 대한 공진형 무선 에너지 전송 기술	한국전자통신연구원
	홈에너지그리드 에너지관리시스템(하드웨어 및 소프트웨어)	한국전자통신연구원
	VPP기반 통합에너지 안전관리 기술	한국전자통신연구원
	에너지 정보 교환 프로토콜 기술	한국전자통신연구원
	클라우드 및 서버 환경을 위한 에너지 절감 OS 서비스 기술	한국전자통신연구원
	실시간 커미셔닝 관제센터 기반 건물에너지 군관리 서비스 기술	한국전자통신연구원
	건물에너지 실시간 성능 진단 및 관리 시스템 기술	한국전자통신연구원
	이종 멀티코어 클러스터 기반 성능-에너지 효율형 OS 기술	한국전자통신연구원
	에너지 다이어트 서비스 시스템 기술	한국전자통신연구원
	マイ크로그리드 에너지저장장치 최적운영 스케줄 도출 소프트웨어	한국전자통신연구원
	IoT기반 신재생에너지 생산량 예측관리 솔루션	한국전자통신연구원
	단상 에너지 측정 기술	한국전자부품연구원
	스마트 에너지 계량 기술	한국전자부품연구원
	액체를 이용한 에너지 전환장치	한국전자부품연구원
	에너지 절감 시스템 기술	한국전자부품연구원
	에너지 절감이 가능한 고효율 다기능성 스마트 윈도우	한국전자부품연구원
	에너지 저장 시스템 설계 및 운용 기술	한국전자부품연구원

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[xEMS 시스템 기술이전가능 기술]

분류	세부내용
기술명	건물에너지 실시간 성능진단 및 관리시스템 기술
기술개요	건물 에너지 관리에 있어 건물 내 각 에너지 설비에 대한 효과적인 관리가 가능하도록 데이터베이스 관리 기능, 에너지 설비 성능 진단 기능, 에너지 설비 고장 진단 기능, 사용자 인터페이스 기능, 고장 진단 알고리즘 저작 기능을 제공하는 건물에너지 실시간 성능진단 및 관리 시스템 기술
기술이전 목적 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 중대형 건물의 에너지 성능과 설비 효율을 지속적으로 향상시키기 위하여 정보통신기술 기반으로 건물의 에너지 소비량 및 운전상태 진단이 요구됨 - 기존의 건물 에너지 관리 시스템이 수행하던 모니터링 및 에너지 성능 진단 기능에서 발전하여 설비의 고장을 실시간으로 확인하고 개선안을 제시할 수 있는 시스템이 필요함 - 건물 내 에너지 설비의 스펙 정보 및 관리자가 정의한 고장 진단 로직에 따라 실시간 및 지속적으로 설비의 고장을 판단할 수 있는 시스템이 필요함 - 건물 에너지 관리 기능에 더불어 상주 관리자 없이도 원격으로 건물의 작동 상태를 파악 할 수 있는 사용자 인터페이스가 제공되어야 함
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> - 소수의 전문가에 의해 에너지 진단을 수행하는 기존의 고비용 일회성 진단에서 자동화된 시스템을 통한 지속적 실시간 건물 에너지 진단 수행 - 건물 운용 데이터를 지속적으로 분석하고 수집하여 장기간에 걸친 건물 운영 상태의 변화를 확인 - 건물 내 에너지 설비의 작동 정보 모니터링, 설비 효율 및 고장 상태 진단 - 상주 관리자 없이도 웹 기반 원격으로 작동 상태 파악
기술성숙도(TRL)	<ul style="list-style-type: none"> • 단계: 5
활용방안 및 기대성과	<ul style="list-style-type: none"> - 설비 운용비용 및 에너지사용 절감을 위한 유지보수 및 관리 솔루션으로 활용 - 기존의 매뉴얼 방식 건물에너지 진단 및 커미셔닝 사업 대안으로 건물에너지 효율을 지속적으로 관리하는 실시간 커미셔닝 솔루션으로 활용 - 국내 지속적 커미셔닝 의무화 제도 정책 수립 및 운영에 활용 - 에너지 목표관리제 대응을 위한 건물 종합 관리 시스템 기술로 활용 - 기존 개발된 건물 에너지 관리 시스템에 기술 추가 적용을 통한 에너지 및 설비 고장 진단 고도화 기대
기술이전 내용 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> - 건물에너지 실시간 성능진단 및 관리 시스템 기술 <ul style="list-style-type: none"> • 건물 내 각 설비에 설치된 센서 정보를 수집하여 효율을 진단하고, 설비 정보에 기반을 둔 고장 진단 로직 및 사용자 정의 로직을 통해 설비의 고장을 진단하는 기능 • 데이터베이스 관리 기능, 에너지 설비 성능 진단 기능, 에너지 설비 고장 진단 기능, 사용자 인터페이스 기능, 고장 진단 알고리즘 저작 기능 • 건물 내 각 설비에 설치된 센서들의 정보가 데이터베이스에 수집되고 있으며, 데이터베이스 관리 기능은 이러한 센서 정보들이 수집된 데이터베이스를 관리 기능 • 실시간 센서 측정값 및 진단 결과는 사용자 인터페이스 기능을 통해 모니터링이 가능하며 고장 진단에 있어 관리자의 개입이 가능하도록 고장 진단 알고리즘 저작 기능

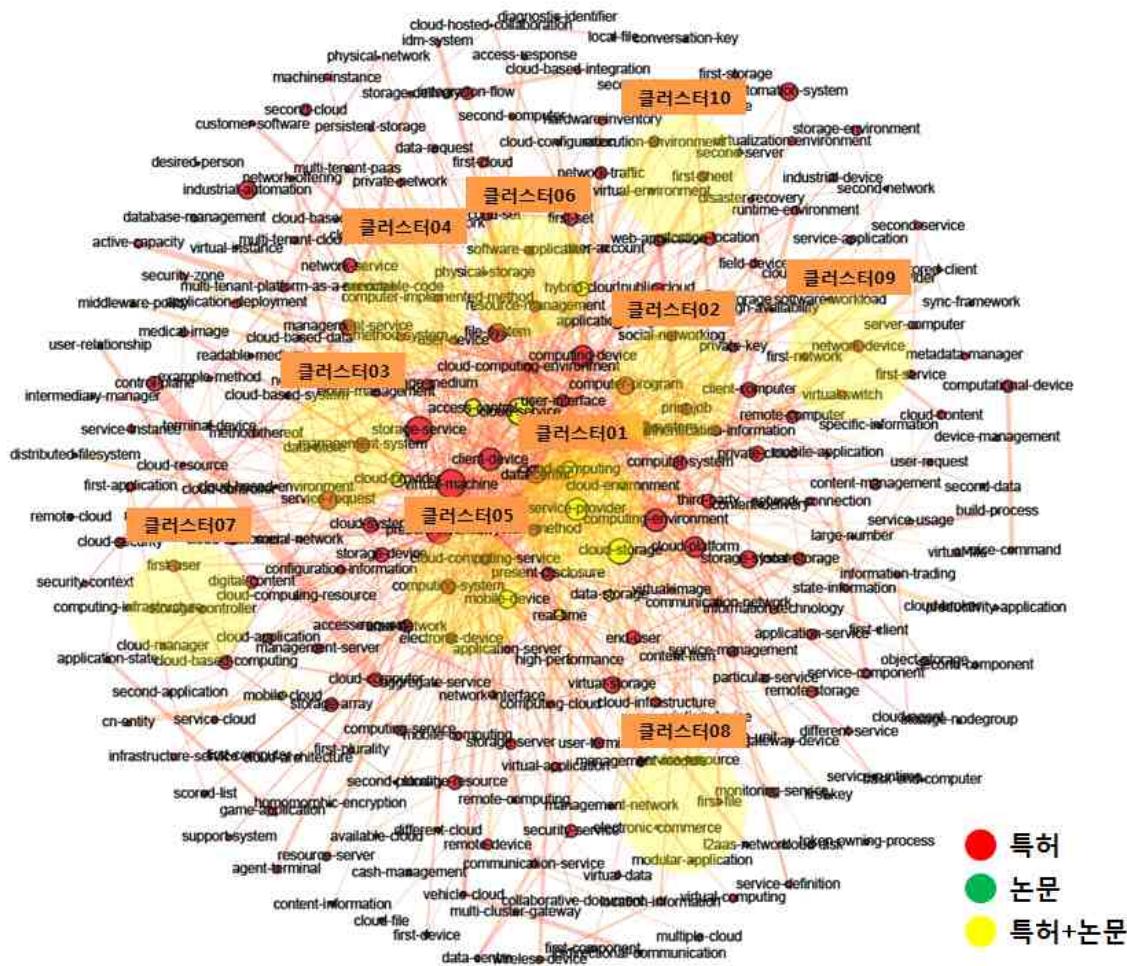
분류	세부내용																		
	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터베이스 관리 기능 <ul style="list-style-type: none"> • 센서 정보 데이터베이스 접근 및 읽기 기능 • 기상 정보 데이터베이스 접근 및 읽기 기능 • 설비 작동 정보 데이터베이스 접근 및 읽기 기능 • 설비 고장 정보 데이터베이스 접근 및 읽기 기능 • 주기적 데이터베이스 업데이트 기능 - 에너지 설비 성능 진단 기능 <ul style="list-style-type: none"> • 건물 내 에너지 설비 · 흡수식 냉온수기 · 작동 상태 진단 기능 • 건물 내 에너지 설비 · 펌프 · 작동 상태 진단 기능 • 건물 내 에너지 설비 · 공조기 · 작동 상태 진단 기능 • 건물 내 에너지 설비 · 보일러 · 작동 상태 진단 기능 • 설비 작동 정보 데이터베이스 업데이트 기능 - 에너지 설비 고장 진단 기능 <ul style="list-style-type: none"> • 건물 내 에너지 설비 · 흡수식 냉온수기 · 고장 진단 기능 • 건물 내 에너지 설비 · 펌프 · 고장 진단 기능 • 건물 내 에너지 설비 · 공조기 · 고장 진단 기능 • 건물 내 에너지 설비 · 보일러 · 고장 진단 기능 • 고장 진단 결과 개선안 제시 기능 • 설비 고장 정보 데이터베이스 업데이트 기능 - 사용자 인터페이스 기능 <ul style="list-style-type: none"> • 웹 기반 시스템 GUI 접속 기능 • 로그인 기능 • 도면 기반 모니터링 기능 • 차트 기반 모니터링 기능 • 표 기반 모니터링 기능 • 고장 및 개선안 이력 조회 기능 • 관리 대상 건물 목록 조회 기능 • 관리 대상 설비 목록 조회 기능 • 관리 대상 센서 목록 조회 기능 • 고장 진단 알고리즘 조회 기능 																		
관련지적재산권	<p>특허 1건</p> <p>1) 실시간 건물 에너지 관리를 위한 다엔진 기반 실시간 커미셔닝 장치 및 방법 (출원번호 : 2014-0101231)</p> <p>그래픽 유저 인터페이스를 포함하는 실시간 커미셔닝 시스템 등 프로그램 1건</p> <p>건물에너지 소비진단 및 커미셔닝 기술 개발 요구사항 정의서 등 기술문서8건</p> <p>004기술설명자료_건물에너지 실시간 성능진단 및 관리 시스템 기술(20150518).ppt</p>																		
기술 이전 조건	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">실시권 허용범위</td><td style="width: 85%;">• 비독점적 통상실시권</td></tr> <tr> <td>계약기간</td><td>• 계약체결일로부터 5년간</td></tr> <tr> <td rowspan="3">기술료조건 (부가세별도)</td><td>※경상기술료</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">구분</td><td style="text-align: center;">중소기업</td><td style="text-align: center;">중견기업</td><td style="text-align: center;">대기업</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">착수기본료(천원)</td><td style="text-align: center;">40,000</td><td style="text-align: center;">80,000</td><td style="text-align: center;">80,000</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">매출정률사용료(%)</td><td style="text-align: center;">1.25</td><td style="text-align: center;">3.75</td><td style="text-align: center;">5</td></tr> </table>	실시권 허용범위	• 비독점적 통상실시권	계약기간	• 계약체결일로부터 5년간	기술료조건 (부가세별도)	※경상기술료	구분	중소기업	중견기업	대기업	착수기본료(천원)	40,000	80,000	80,000	매출정률사용료(%)	1.25	3.75	5
실시권 허용범위	• 비독점적 통상실시권																		
계약기간	• 계약체결일로부터 5년간																		
기술료조건 (부가세별도)	※경상기술료																		
	구분	중소기업	중견기업	대기업															
	착수기본료(천원)	40,000	80,000	80,000															
매출정률사용료(%)	1.25	3.75	5																

분류	세부내용		
기술전수교육	1 개월 / 2,000 천원정(부가세별도)		
기타특기사항	- 공동연구 참여기업으로 기술개발에 기여한 기업에 대하여는 착수기본료 50% 감면 적용		
세부 문의	기술관련	• 기술개발 발표당시	에너지IT기술연구실 정연쾌 (ykjeong@etri.re.kr)
		• 현재	• 에너지IT기술연구실 정연쾌 (ykjeong@etri.re.kr)
	계약관련	• 기술개발 발표당시	• 기술이전팀 박찬호 chopark@etri.re.kr
		• 현재	• 기술이전실 서교웅 kwseo@etri.re.kr

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[xEMS 시스템 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	energy management system, building	5-7	11.Occupant controlled energy management system and method for managing energy consumption in a multi-unit building 12.Analysis of multi-objective optimal dispatch of cogeneration with thermal energy storage for building energy management system
클러스터 02	energy management system,	5-7	1. Utilization of EVs and their used batteries in factory load leveling 2. Energy management system, energy management method,

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
	factory		program, server apparatus, and local server
클러스터 03	energy management system, home	6-8	1. Home energy management system 2. Architecture of web services interface for a Home Energy Management system
클러스터 04	energy management system, city	3-5	1. Optimization of the community energy supply system for D-Cube city, multi purpose building 2. CONTROLLER FOR SKYLIGHT ENERGY MANAGEMENT SYSTEM
클러스터 05	energy management system, automate	3-6	1. SMART ENERGY DEVICE REPORTING "OPT-OUT" AUTONOMOUSLY DEPENDING ON USER SETTINGS 2. Automatic sensor arrangement system for building energy and environmental management
클러스터 06	energy management system, save	4-6	1. ESTIMATING ENERGY SAVINGS FROM BUILDING MANAGEMENT SYSTEM POINT LISTS 2. Energy-saving techniques of full-scale green building analysis research - Taiwan's first zero-carbon green building
클러스터 07	energy management system, battery, charge	2-4	1. Development of Battery and Charger Integration System (BCIS) 2. VEHICLE CHARGING SYSTEM, VEHICLE CHARGING METHOD, POWER SUPPLY SYSTEM, AND POWER SUPPLY METHOD
클러스터 08	energy management system, vehicle	2-5	1. Smart home energy management with vehicle-to-home technology 2. VEHICLE CHARGING SYSTEM, VEHICLE CHARGING METHOD, POWER SUPPLY SYSTEM, AND POWER SUPPLY METHOD
클러스터 09	energy management system, storage	2-4	1. Vehicle with an electric storage section, and charge-discharge system including the vehicle and an energy management equipment 2. Techno-economic analysis of household and community energy storage for residential prosumers with smart appliances
클러스터 10	energy management system, network	4-6	1. System, method, and apparatus for electric power grid and network management of grid elements 2. A Dynamic Distributed Energy Management Algorithm of Home Sensor Network for Home Automation System

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특히)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[xEMS 시스템 요소기술 도출]

분류	요소기술	키워드
에너지 부하 분석 및 제어 기술	수요반응(DR)용량 예측 및 감축 대상 선정 기술	전력거래소와 수요반응 거래에 참여하기 위한 용량예측과 효율적인 감축 가능자원 선정 및 감축을 위한 개방형 자동수요반응(OpenADR) 지원기술
	에너지 소비 평준화를 위한 부하 밸런싱 자동 학습 기능	수요반응에 참여하기 위하여 감축가능한 소비자 설비의 감축 우선순위선정과 신뢰성있는 계획수립을 위한 자동학습 플랫폼과 알고리즘 기반 제어기술
에너지 효율 및 설비 관리 기술	에너지 설비의 효율 분석 및 관리 기술	에너지 사용기기의 효율 관리를 위한 기준(성능에 따른 에너지 표준사용량, 부하 변동에 따른 에너지 사용량, 에너지 효율 관리를 위한 기준 사용량 등)을 설정, 이에 기반한 실제 효율과의 Gap 등을 관리하도록 지원하는 기술
	에너지 효율 기반 설비 상태 예측 기술	장단기 설비의 가동상황에 따른 효율과 예측되는 설비 이상상태의 상관관계를 분석하여 설비의 신뢰성 관리가 가능하도록 지원하는 기술
정보 및 데이터 표준화 기술	xEMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	플랫폼 기반의 EMS의 기능구성을 표준화 하고 기본/필수기능, 부가기능(타 운영시스템의 일부기능을 이관), 선택기능(설비특성별로 반영하는 추가기능) 등을 모듈화하여 플랫폼 상에서 기능을 수행하도록 하는 기술
	에너지데이터의 표준정보화 기술	5종 에너지(전기, 가스, 스팀, 열, 물 등), 설비 및 공정에 대한 물리적 데이터의 단위 및 정밀도에 대한 기준과 함께 통합된 시스템 내에서의 기준을 정하여 xEMS에 적용하는 기술

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[xEMS 시스템 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
에너지 부하 분석 및 제어 기술	수요반응(DR)용량 예측 및 감축 대상 선정 기술	전력거래소와 수요반응 거래에 참여하기 위한 용량예측과 효율적인 감축 가능자원 선정 및 감축을 위한 개방형 자동수요반응(OpenADR) 지원기술
	에너지 소비 평준화를 위한 부하 밸런싱 자동학습 기능	수요반응에 참여하기 위하여 감축가능한 소비자 설비의 감축 우선순위선정과 신뢰성있는 계획수립을 위한 자동학습 플랫폼과 알고리즘 기반 제어기술
에너지 효율 및 서비스 관리 기술	에너지 서비스의 효율 분석 및 관리 기술	에너지 사용기기의 효율 관리를 위한 기준(성능에 따른 에너지 표준사용량, 부하 변동에 따른 에너지 사용량, 에너지 효율 관리를 위한 기준 사용량 등)을 설정, 이에 기반한 실제 효율과의 Gap 등을 관리하도록 지원하는 기술
	에너지 효율 기반 서비스 상태 예측 기술	장단기 서비스의 가동상황에 따른 효율과 예측되는 서비스 이상상태의 상관관계를 분석하여 서비스의 신뢰성 관리가 가능하도록 지원하는 기술
정보 및 데이터 표준화 기술	xEMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술	플랫폼 기반의 EMS의 기능구성을 표준화 하고 기본/필수기능, 부가기능(타 운영시스템의 일부기능을 이관), 선택기능(설비특성별로 반영하는 추가기능) 등을 모듈화하여 플랫폼 상에서 기능을 수행하도록 하는 기술
	에너지데이터의 표준 정보화 기술	5종 에너지(전기, 가스, 스팀, 열, 물 등), 서비스 및 공정에 대한 물리적 데이터의 단위 및 정밀도에 대한 기준과 함께 통합된 시스템 내에서의 기준을 정하여 xEMS에 적용하는 기술

가. xEMS 시스템 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

xEMS 시스템의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	xEMS 구축 대상별 적용 기준 설정	기본기술 및 조기사업화	시스템 통합 및 고기능 기술 개발	표준 플랫폼 기반 EMS 기술 개발
핵심요소기술	에너지 부하 분석 및 제어 기술	수요반응(DR)용량 예측 및 감축 대상 선정 기술 에너지 소비 평준화를 위한 부하 밸런싱 자동 학습 기능		에너지수급 최적 운영 기술 개발
	에너지 효율 및 설비 관리 기술	에너지 설비의 효율 분석 및 관리 기술 에너지 효율 기반 설비 상태 예측 기술		에너지 설비 효율 및 신뢰성 관리 기술 개발
	정보 및 데이터 표준화 기술	xEMS 운영기능 모듈화 및 플랫폼화 기술 에너지데이터의 표준정보화 기술		플랫폼 기반 EMS 구현 기술 표준화
기술/시장 니즈	xEMS 기능의 일반화 및 운영 편리성 요구	도입여건 및 저비용 구축/운영 역량에 따른 선택지 확대		표준 기반 운영시스템과 유연성 제공 및 활용

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[xEMS 시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
에너지 부하 분석 및 제어 기술	수요반응(DR) 용량 예측 및 감축대상 선정 기술	정확도 (%)	요건/기준 수립	95% 이상	-	감축 준비시간 단축(20분 이내)
	에너지 소비 평준화를 위한 부하 밸런싱 자동학습 기능	정확도 (%)	케이스 선정/ 공정 분석	70%	95%	에너지 소비 변동율 50% 개선
에너지 효율 및 설비관리 기술	에너지 설비의 효율 분석 및 관리 기술	정확도 (%)	대상 선정 및 개발	80%	95%	효율분석 신뢰성 확보
	에너지 효율 기반 설비상태 예측 기술	정확도 (%)	대상 선정 및 개발	60%	90%	설비상태 예측 신뢰성 확보
시스템 및 정보 처리 표준화 기술	xEMS 운영가능 모듈화 및 플랫폼화 기술	완성도 (%)	20%, (요건/기 준 수립완료)	40%, (설계/ 개발)	40% (개발/ 테스트)	저가형 표준 EMS 출시
	에너지 데이터의 표준 정보화 기술	완성도 (%)	40%, (요건/기 준 수립완료)	60%, (적용기준 표준화)	-	에너지 데이터 표준의 적용

기술개발 테마 현황분석

소규모 분산자원 중개 시스템

소규모 분산자원 중개 시스템

정의 및 범위

- 소규모 분산자원 중개 시스템이란, 기존의 중앙전원이 가지고 있는 대규모 및 장거리 송전과 대비되는 개념의 분산자원으로 용량 기준으로는 10MW 이하의 수요 인근에 위치하는 자원을 총칭하며 이러한 자원들의 거래를 중개하는 시스템
- 소규모로 분산되어 있는 발전자원을 중개하기 위한 예측, 제어, 연계로 분산전원 계통연계 기술, EES 운영 및 관리 기술, 신재생원 하이브리드 출력 예측기술 등을 포함

정부지원 정책

- 전력산업 패러다임 변화의 요구 및 미래 전력수급 환경의 불확실성 증대에 따른 대응
- 에너지신산업 활성화를 위한 현시장제도 개선 및 시장플랫폼 구축
- 신기술 자원(신재생, ESS, 전기자동차 등) 확대에 따른 전력공급 신뢰도 제고방안 강구

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• 중소기업은 유연한 의사결정 구조를 가지고 있어 실증 중심으로 추진되고 있는 에너지IT 분야에 적합• 전력 기반 수요관리 사업은 중소기업을 중심으로 추진• 소규모 분산자원은 자원의 특성상 분산자원 소유주와의 직접적인 교감이 매우 중요함• 국가주도로 추진되어 온 에너지산업에서 대기업과 공기업의 협력업체로서 실질적인 기술개발을 주도함	<ul style="list-style-type: none">• 국가 전력계통에서 요구하는 신뢰성 및 경제성 부족• 유연한 전력구매협약을 위한 방안 마련 필요• 소비자 교섭력의 한계 사항 존재• 시기적절한 사업 진행을 위해서는 지속성 있는 기술개발 필요
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• 글로벌 기후변화 대응 강제 이행 한경 조성• E-프로슈머 분산자원 중개시장 도입을 위한 정부정책 가이드라인 제시 및 저탄소형 전력시장모델 개발을 위한 전력거래소 주관 실증사업 추진• 적정 투자여건 조성을 위한 CBP시장제도 개선, REC통합 및 양방향 시장 운영• 실시간 전력시장 운영기반 마련	<ul style="list-style-type: none">• 정확한 수요예측 및 안정적 예비력 확보 필요• 계통취약 개소 집중관리 및 광역정전 방지대책• 기후변화 협약에 부흥한 수급계획 체계 재편• 실시간 수급계획 및 분석시스템 구축 필요• 발전기 운영 효율성 재고• 온라인 휴전계획 수립



중소기업의 시장대응전략

- 정부 지원 및 관련 기관 협력을 통해 전력계통 신뢰성향상 및 전력 구매 인프라 확보
- 중소기업의 전문화된 보유역량과 유연한 사업운영을 통해 소규모 분산전원거래를 위한 영업환경과 거래시스템 기술 환경이 조성됨
- ICT 기술을 기반으로 지속적인 기술개발을 수행

핵심요소기술 로드맵

소규모 분산자원 중개 시스템의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	분산자원 모집 및 관리 기술	성능 확장 및 기술 고도화	표준화 및 경제성 제고	신뢰성 및 확장성을 고려한 중개 시스템 기술 개발
핵심요소기술	분산자원 중개 사업자 포털	소규모 분산자원 중개사업 포털 서비스 분산자원 AMI 기능 및 모니터링 기술		실시간 부하 모니터링 및 UI/UX 기술 개발
	분산자원 계약 중개	에너지프로슈머용 자원관리 및 거래시스템 기술 근거리/원거리 에너지 프로슈머용 Aggregator 기술		다중 에너지원 융합 거래 기술 개발
	분산자원 관리/통계 보조 서비스	배전계통 운영관리 모델 및 알고리즘 기술 비즈니스 및 부가서비스 개발		분산자원별 비즈니스 모델 개발
기술/시장 니즈	소규모 분산자원의 에너지 거래를 통한 유효자원화 요구 증대	개별 거래시스템으로 구성된 에너지원별 통합 거래시스템 구축		전력 거래 기반의 스마트그리드와 다중 에너지원 융복합화 사업모델

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- IEEE의 분산전원의 정의: 계통연계 표준화 관점
 - IEEE 1547TM 2003 Standard for Interconnecting Distributed Resources With Electric Power Systems
 - 배전접속 기준으로 크기가 최대 10MVA로 한정하고 있으나, 과거 10MVA 이상도 추진
 - 현재 스마트그리드 계통연계접속 표준화로 발전
- NYISO의 분산전원의 정의: 계통운영자 관점
 - 수용가 구내에 존재하는 자가용 발전기 및 전력저장장치로 정의
 - 태양광, 열병합, 마이크로그리드, 풍력, 마이크로터빈, 비상용자가발전, 저장장치, 효율향상 및 수요반응 포함
- Ackermann 정의: 이론적(학술적) 관점
 - 배전망 및 소비자 구내에 설치된 발전설비 혹은 저장설비 기준으로, 용량은 300MW까지 포함
 - 규모에 따라, 마이크로, 소형, 중형, 대형 분산전원으로 정의하고 발전자원과 더불어 수요측 자원인 부하관리 등도 분산전원의 범주에 포함
- EU 정의: 배전계통 연계 관점
 - EU Directive 2003/54/EC 의하면, 분산전원(DG: Distributed Generation)은 배전망에 연계되어 있는 설비로 정의
 - 유효전력의 공급과 부하지역 인근에서의 전력공급으로 한정
 - 물리적으로는 배전계통이나 소비자 구내 전력계통과 연계되는 것으로 규모는 수 kW에서 50MW 혹은 100MW 수준까지 포함
- 기타 정의: 위키피디아 관점
 - 기존의 중앙전원이 가지고 있는 대규모 및 장거리 송전과 대비되는 개념
 - 용량 기준으로는 10MW 이하의 수요 인근에 위치하는 자원을 총칭
 - 분산전원의 범주로는 열병합, 태양광, 풍력, 수력, 폐기물 발전, 에너지 저장장치 포함(CIGRE)
 - 중앙 계획과 중앙 급전이 아닌 자원 가운데 통상 배전계통에 연계된 설비로 정의. 규모는 50~100MW 이하(EPRI)

- 수 kW에서 50MW까지의 발전기 혹은 전력저장장치로서 수용가 인근이나 배전계통, 준송전계통(sub-transmission)에 연계되는 것으로 정의

□ 국내 분산형 집단에너지 정의

- 현재 우리나라에서 명시적으로 분산 전원을 정의하고 있지는 않고 있음
- 제2차 에너지 기본 계획에서 분산전원의 확대 보급을 6대과제의 하나로 목표(현재 5% 수준에서 2035년까지 15%로 확대)로 설정하였지만 구체적인 대상을 명시한 것은 아님
- 다만, 당시에는 신재생에너지, 자가발전, 집단에너지가 분산전원에 포함된다고 기술하였음

□ 소규모 분산 자원(Distributed Energy Resource; DER) 정의

- 최종 전기사용자가 자체 전력수요의 일부 또는 전부를 충당하기 위해 당해 사용자의 부지 내에 설치하는 소규모 전력생산시설 또는 에너지저장장치
- DG 기술의 소형화. 주택용 및 소규모 상업용으로 이용 가능한 수준까지 확대
- 소규모 DG 기술을 보다 큰 규모의 DG 기술과 구분하기 위해 소규모 DG
- 제어가능 부하(controllable load) 및 전기저장장치(ESS)를 통칭하여 '소규모 분산자원(DER)'로 정의. 일반적으로 250kW 이하의 분산형 자원을 DER로 구분

□ DER 보급의 기술적 난제

- 기존의 대규모 중앙 급전 발전기에 비해 높은 건설 단가 및 발전비용: 경제적 관점에서의 경쟁력 취약
- 일부 RES의 경우, 불규칙한 출력 특성 보유: 계통 운영 시 수요측 자원의 반영 곤란
- 배전망 내 역조류 발생 가능성: 배전망 내 혼잡 초래, 적정 수준의 전압 유지 곤란 및 사고 발생시 기존의 보호 협조 체계로 해결 불가능한 상황 발생 가능
- 충분한 계통 연계 운전 기술 경험 부족
- DER 연계시 단순 연계 용량 제한 방식(fit & forget)을 적용: DER의 효율적 이용제한, 배전 계통 인프라에 대한 투자 비용 상승과 불충분한 투자 유인 야기

□ DER 통합 운영의 필요성

- 기존의 대규모 중앙 급전 발전기의 역할을 대체하기 위해서는 현재의 전력 및 ICT 인프라 개선 및 효과적인 연계 방안 수립 필요
- 기존의 중앙 급전 발전기 중심의 중앙 제어 개념에서 DER 운영에 적합한 새로운 분산 제어 패러다임으로 변화를 의미
- 이는 마이크로그리드(microgrid) 및 VPP(Virtual Power Plant) 등의 DER 연계 전략을 통해 실현 가능

전 세계적인 DER 보급 확대 및 활성화의 중요성 인식향상

- 개별 요소기술에 대한 지원제도만으로는 DER의 효율적 이용에 한계
- 기존 대규모 화력발전 대체를 위한 대안으로 활용하기 위해서는 DER 통합운영기술의 고도화 필요 및 도매전력 시장진입장벽을 완화 필요
- DER 통합 운영의 도매전력 시장진입 장벽완화 필요
 - 다양한 전력신기술의 통합운영을 통한 시너지 효과 극대화를 위해서는 도매전력 시장의 기술 중립성 보장을 통한 공평한 시장 참여 기회제공
 - DER 통합 운영 비즈니스 모델 개발을 통해, 신규 참여자의 시장진입 활성화 및 이에 따른 경쟁력 강화에 대한 노력 유인
 - 이를 위해서는 DER 통합 운영에 대한 지속적인 정책 지원 마련 필요



* 출처 : 에너지경제연구원

[분산형 전력공급 체계]

- 신재생에너지 등 분산 자원에서 발생하는 다양한 에너지를 시장 또는 개별 수요처에 판매할 수 있는 비즈니스 모델 기반의 기술 및 인프라
- 분산자원을 전력거래소와 같은 에너지거래 중개기관이나 혹은 도소매를 위한 분산자원 중개기관에서 거래를 할 수 있도록 지원하는 중개거래 시스템

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 소규모 분산자원은 소비지 또는 인근(On-site)에 위치한 소규모 발전설비로 필요한 전기의 일부 및 전부를 직접 발전하여 소비하며 남는 전력을 판매하는 새로운 형태의 전력사업자인 프로슈머 수준에서 활용 가능한 발전자원



* 출처 : 한국수력원자력

[활용 가능한 소규모 분산자원]

- 국내 초기 시장 활성화 필요

- 국내 E-프로슈머³²⁾* 시장은 협소한 시장 규모
- 연관 생태계 미성숙 등으로 시범사업 수준의 초기 단계이나 에너지신산업의 일환으로 시장 육성 추진
- 에너지 산업 특성상, 대규모 투자, 장기간 운영 및 관리가 요구되므로 에너지 프로슈머 시장 진출에 있어 기업의 확신이 중요

32) 에너지프로슈머: 생산(Production), 소비(Conduction)의 합성어로 에너지를 직접 생산하면서 소비를 하는 주체를 의미

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 에너지 프로슈머는 신재생발전, 에너지저장시스템, 에너지관리시스템(xEMS), 마이크로그리드 등 온실가스 저감을 위한 다양한 시스템을 도입하여 생산과 소비를 동시에 수행하고 이를 위한 에너지 거래 플랫폼 등 에너지 자립과 거래를 이루기 위해 필요한 모든 기기, S/W, 서비스를 포함
- 소규모 분산자원 증가 시스템의 제품분류 관점 기술 분류를 살펴보면, 전력 거래를 위한 거래 시스템, 에너지 프로슈머용 계측기 관련 기기, 분산전원 운영 및 실증 기술 그리고 네트워크 및 클라우드 구축 기술을 포함

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
소규모 분산자원 증가시스템	거래 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • E-프로슈머용 자원관리 및 거래 시스템 • Hybrid ESS 활용 최적화 전력거래 시스템 • 분산 전력 상호접속 시스템
	E-프로슈머용 계측기	<ul style="list-style-type: none"> • E-프로슈머용 스마트미터(지능형 계량기) • 근거리/원거리 Prosumer용 Aggregator
	운영 및 실증 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 태양열 활용 지중 성층 계간축열 시스템 실증 기술 • 폐열 활용 고효율 열전 발전 시스템 개발 및 실증 기술 • 가상 마이크로 그리드 집단에너지 운영 시스템 기술
	네트워크 및 클라우드 구축 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 가상 열에너지 네트워크 구축 기술 • 에너지 클라우드 구축 기술

(2) 공급망 관점

- 소규모 분산자원 증가기술과 관련하여, 新기후체제 출범에 대응하여 주요국에서 태양광 발전, 전기차 등 온실가스 배출이 높음
- 에너지 산업 분야를 중심으로 과감한 정책을 추진 중이며, 새로운 비즈니스 모델을 시장에서 시험 중에 있음
 - 새로운 비즈니스 모델에 따라, 소규모 분산자원 증가기술은 크게 상계거래, 자가용, 사업자 세 가지의 사업유형으로 구분이 가능하며, 이에 따른 기술범위에 차이가 존재



* 출처 : 소규모 분산자원 정보공유 시스템

[분산형 전원 종류]

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
소규모 분산자원 증개시스템	상계거래용 증개 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 일반용 전기설비 관련 기술 • 10kW 이하의 설비용량 • 발전량과 수전량 상계를 통한 거래
	자가용 증개 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 자가용 전기설비 관련 기술 • 사업용 및 일반용 외의 설비용량 • 연간 총 발전량의 50% 미만 한도 내 잉여전력량 판매
	사업자용 증개 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 전기사업용 전기설비 관련 기술 • 설비용량에는 제한이 없음 • 전량 판매를 통한 거래

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

전력산업 환경 및 전력산업 패러다임의 변화

- 기후변화 대응 선도국가로서 온실가스 감축을 위한 저탄소, 분산 자원 확대 등에 따라 기존 전력수급계획 및 시장운영 체제의 혁신적 변화 필요
- ICT 기술발전에 따라 다수의 사업자가 참여할 수 있는 전력부문의 신사업 영역이 대폭 확대
- 국가적 차원에서는 에너지 신산업을 국가 성장산업 및 기후변화 대응을 위한 전략적 산업으로 집중 육성

미래 전력수급 환경의 불확실성 증대

- 이상기온에 따른 전력수요 예측의 어려움, 이에 따른 전력수급의 불확실성 증가
- 발·송전설비에 대한 닐비현상 심화로 전력공급시설의 적기 확충 곤란
- 신재생, ESS, 전기자동차 등 새로운 수급자원이 시장에 진입함에 따라 전력계통 운영방법 등의 대책 필요

전기저장장치, 전기자동차, 전기발전보일러 등 신기술 도입에 따른 새로운 분산자원의 등장은 자체 수요를 충당하고도 남는 전력의 생산을 가속화시켜 이들 자원의 전력거래 수요를 증가시킬 전망



<주택 옥상형 태양광>



<가정용 소형풍력>



<가정용 연료전지>



<전기발전보일러(m-CHP)>



<가정용 전기저장장치>



<전기자동차>

* 자료: 산업통상자원부 보도자료

[소규모 분산자원 종류]

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

□ 전력거래

- 에너지 신산업 활성화를 위한 현 시장제도 개선 및 시장 플랫폼 구축
- 신기술 자원(신재생, ESS, 전기자동차 등) 확대에 따른 전력공급 신뢰도 제고방안 강구

□ 소규모 분산자원 중개 기술의 수익원

- 전력 및 REC 시장 거래수수료 지원
- 계통 리스크 완화에 대한 인센티브. 이 경우, 밸런싱에 대한 의무 부과 및 Imbalance 패널티 부여

□ 소규모 분산자원 중개 기술의 수익 구조 및 수익 모델

- 중개사업자는 거래 대행에 대한 일정비율의 수수료를 제하고, 정산금을 계약에 따라 개인투자자들의 개별 분산자원에 배분
- 일반용 수익 모델의 경우, 잉여 전력량 전력거래를 통한 차익 실현. 소규모 영세자원의 경우, 전력 및 REC 거래를 통한 수익 구조, 영세 사업자는 REC 판매에 대한 수익 제고
- 잠재적 수익모델은 Balancing에 대한 인센티브 및 보조서비스에서 발생 가능

□ 국내 분산형 전원의 일반 요구 조건

- 규모가 소규모이고 부하지역에 위치할 것. 환경 친화성을 가질 것
- 배전계통에 연계되거나 특수한 경우 동기계통에서 분리되어 운전이 가능할 것
- 대부분의 경우, 집단에너지(열병합발전, CHP)와 분산전원을 직접 연계하지는 않고 있지만 열병합의 고효율성, 환경성 등으로 인하여 이의 포함에 대하여 상당히 우호적

□ DER의 도입 및 보급 확대

- 수요지 근처에 중/ 소규모설치가능: 송/배전 운영 및 손실 비용 감소
- 필요한 지역에 필요한 규모로 단기간에 모듈식 설치 가능: 전력 설비에 대한 투자 지연 및 회피
- 우수한 기동 속응성: 단기간 내에 전력망 안정화에 기여
- 계통 신뢰도 및 전력 품질 향상에 기여: 전력 부족 시 추가 발전으로 최대 수요에 유연하고 효과적으로 대처 가능
- 탄소 배출 저감 및 에너지 효율향상: RES 및 micro-CHP와 같은 친환경 고효율 발전기로 구성

□ DER 통합 운영 관련 제도개선

- 일반적으로 개별 요소 기술(RES, ESS 및 DR)의 개발 및 보급을 위한 인센티브제도 및 공공 정책 실시
- DER 통합 운영은 그 자체에 대한 재무적 인센티브보다는 시장 참여를 통한 사업 기회(business opportunity) 확대에 집중
- 소비자가 생산한 전력을 계통으로 공급함으로써 다른 시간대의 소비자 전력 소비량을 상쇄

- 단순한 현장 소비 보다 큰 규모의 전력 수요를 상쇄하도록 유도하여 규모의 경제성 확보가능

- 안정적 전력수급의 중요성
 - 2015년 여름철 피크는 전년대비 87만kW 증가한 7,692만kW 기록
 - 피크 발생 시 예비율은 16.5%로 안정적 예비력(1,268만kW) 확보
 - 신규발전소 준공 등으로 2014년 여름 대비 547만kW 공급력 추가

[2015년도 하계 전력수급 운영실적]

구분	2015 (A)	2014 (B)	전년대비
	8.7(금) 15시	7.25(금) 15시	
공급능력	8,960	8,413	547
최대전력	7,692	7,605	87
예비력(율)	1,268 (16.5%)	808 (10.6%)	460

* 자료: 전력거래소 2016년 사업계획 및 홈페이지 자료 인용

(2) 산업의 구조

- 소규모 분산자원 증개 기술의 전방산업은 에너지 프로슈머 관련 산업이 해당되며, 누구나 전력을 판매 가능한 전력 거래체계에 관한 거래 시스템 및 보조서비스 등이 해당
 - 보조서비스에는 ESS, V2G 등을 활용한 주파수 조정 등의 서비스가 포함되며, 계통 안정화 기여 및 수익 창출을 통한 서비스 실현

- 후방산업으로 소규모 분산자원 증개 시스템의 주요 시장은 분산자원을 제공하기 위한 발전원 및 장비에 관한 산업으로 구성
 - 소규모 분산자원은 최종 전기사용자가 자체 전력수요의 일부 또는 전부를 충당하기 위해 당해 사용자의 부지 내에 설치하는 소규모 전력생산시설 또는 에너지저장장치를 의미. 이에 따라, 태양광, 풍력, 전기발전보일러(m-CHP), 에너지저장장치, 전기자동차 등이 해당되며, 소규모 분산자원 증개 기술의 후방산업에 해당됨

[소규모 분산자원 증가 시스템 분야 산업구조]

후방산업	소규모 분산자원 증가 분야	전방산업
신재생에너지 산업 HW / SW 산업 ESS 산업 전기자동차 산업	에너지 거래 기술 에너지 관리 및 운영 기술	E-프로슈머 산업

◎ 산업가치사슬(산업생태계) 현황

- E-프로슈머 산업은 신재생 발전 시스템, 에너지 저장 시스템 등의 하드웨어 공급 기업과 에너지 거래를 이루는 서비스 및 에너지 공급 사업자들로 구성
 - E-프로슈머 주요 기술인 태양광과 ESS의 투자 확대 전망
 - (태양광) 2015년 국내 태양광 설치량은 약 750MW 규모이나 2016년에는 RPS 시장 통합에 따라 1GW 규모로 확대되고 해외 태양광 발전소 개발 확대 전망
 - (ESS) 국내 ESS 시장은 '15년 기준 1.8조 원 규모로 최근 3년간 가파른 성장세이며, '30년까지 5조 원 규모(10GWh) 시장 창출 목표
- 정부는 E-프로슈머 투자 확대를 위한 재정적 지원 강화
 - 에너지신산업 전용펀드(1,000억 원) 조성
 - 융자지원('16년, 6,500억 원)
 - 친환경에너지타운 협동조합에 8천만 원 지원

◎ 주요 현안 및 문제점

- “국내 E-프로슈머 시장은 시범 사업 수준의 초기 단계, 이는 협소한 시장 규모, 연관 생태계 미성숙 등에 기인
 - 관련법령의 미비로 E-프로슈머 산업의 토대가 마련되어 있지 않음
 - 산업 초기 단계로 인프라 미비 및 실증사례 전무
 - 일정 수준의 수익성 확보가 필요하나 높은 투자비용 대비 낮은 에너지 요금 수준에 따른 수익 확보 어려움
 - 에너지 효율화를 위한 개별 요소기술들은 많이 개발되는 추세이나 시스템 차원의 통합적인 제어 및 유기적인 에너지 거래 시스템 개발은 미흡

◎ 민간투자현황

- (E-프로슈머 산업) 국내에서는 E-프로슈머 산업이 정부 주도의 초기 단계이며 시범사업을 통한 경제성 확보 노력 중이므로 산·학·연 중심의 기반, 인프라 구축을 위한 협업 필요

[소규모 분산자원 증가 기술 분야 민간투자현황]

분류	민간 R&D 투자동향	정부 투자 방향
E-프로슈머	ESS, 태양광 등 하드웨어 중심의 기기에 대한 기술개발 투자는 국내 대기업을 중심으로 이루어지고 있으며 에너지자립섬 등 E-프로슈머 사업 모델을 대상으로 에너지 공기업 및 대기업의 투자가 이루어지고 있음	E-프로슈머 사업 육성을 위해 정부는 실증 중심의 기술개발과 제도 개선을 위한 대규모 초기 투자 필요

◎ 국내외 전문기업 분석

- 해외 선도기업 현황: 해외 선진기업들은 전력 시장 자유화, 신재생 도입 확대를 통한 E-프로슈머 사업 모델 발굴에 집중하고 있으며 ICT 융합을 통한 분산 에너지망 설계, 운용 기술의 노하우 확보
- 국내기업 현황: 대기업 및 에너지 공기업을 중심으로 파일럿 프로젝트 추진 중

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 소규모 분산자원 중개 기술의 시장은 소규모 분산자원의 양과 그에 따른 거래 가격을 바탕으로 추정하여야 정확한 시장규모 추정이 가능하나, 현재 거래 시스템이 활성화되지 않은 기술 수준에 따라 시장규모의 정확한 예측이 힘든 상황.
 - 본 분석에서는 분산전원의 신규용량 전망에 따른 수익에 대한 시장규모를 바탕으로, 소규모 분산자원 중개 분야의 세계 시장규모를 추정
- 연간 분산전원 신규용량 전망에 따른 수익을 바탕으로 소규모 분산자원 중개 분야의 시장규모를 추정해본 결과, 2016년 기준 약 110,000백만 달러에서 2020년 140,000백만 달러 규모로 꾸준히 성장할 것으로 전망

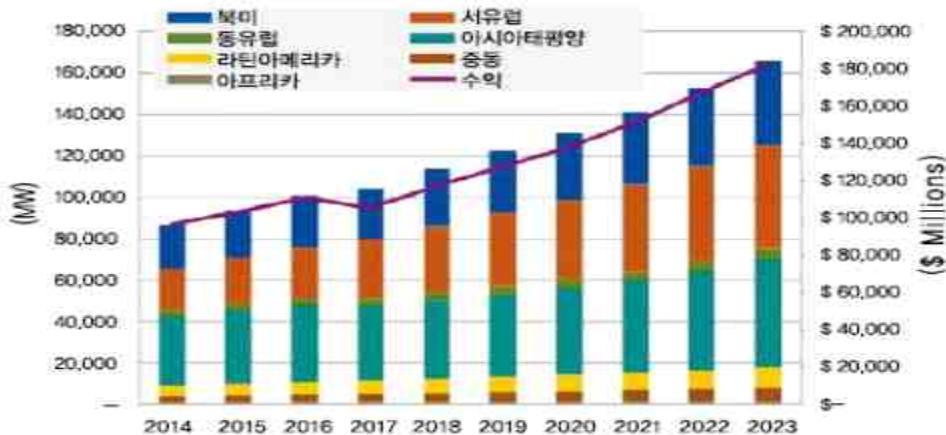
[소규모 분산자원 중개 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('15~'20)
세계시장	110,000	108,000	112,000	131,000	140,000	245,000	7.5

* 자료: Navigant Reserach, Global Distributed Generation Deployment Forecast, '14, 3Q를 바탕으로 추정

- 기후변화 정책의 확대로 신재생에너지, 열병합발전(Combined Heat and Power, CHP)과 같은 분산전원의 설치 용량이 꾸준히 늘 것으로 전망
 - 분산전원 도입 초기에는 짧은 기간에 최대 용량 설치가 정책의 방향이었지만, 분산전원 설치가 증가하고 기술개발이 진전되면서 분산전원의 발전비용 하락이 지속되고 있어, 2020년경에는 그리드 패리티에 도달할 것으로 전망



* 자료: Navigant Reserach, Global Distributed Generation Deployment Forecast, '14, 3Q

[연간 분산전원 신규 용량 전망]

(2) 국내시장

- 국내 소규모 분산자원 증가 분야 시장규모는 2016년 기준 4,950억 원으로 추산되며, 연평균 성장률은 7.5%로 국내 시장의 꾸준한 성장을 유지하여 2021년에는 11,025억 원 규모의 시장으로 성장할 것으로 예상
 - 국내 소규모 분산자원 증가 분야의 시장규모는 전 세계 연간 분산전원 신규용량 및 그에 따른 수익 규모 추정치 중 아시아태평양 시장 점유율 45% 내 한국시장의 점유율 4.5%로 추정하여, 규모를 계산

[소규모 분산자원 증가 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('15~'20)
국내시장	4,950	4,860	5,040	5,895	6,300	11,025	7.5

* 자료 : Navigant Research, Global Distributed Generation Deployment Forecast, '14, 3Q를 바탕으로
아시아태평양 시장 약 45% 중 한국 점유율 4.5% 적용

- 분산전원 증가로 인한 분산전원 계통연계 증가로 전력망 신규 증설과 운영변화가 요구되고 있음
 - 신재생 위주의 분산전원은 출력이 불규칙하여 급전제한 발생의 가능성이 있으며, 배전 측에 설치된 분산전원으로 수요 측 전력공급량이 증가하여 배전전압 상승 문제에 따른 계통 불안정 문제가 발생할 수 있음



* 자료: 에너지공단 발표자료, 세계풍력협회, Navigant Research 자료 재가공

[전 세계 분산자원의 확대 전망]

(3) 무역현황

- 소규모 분산자원 중개 시스템 기술의 품목 단위 무역현황을 분석하는데 한계가 있어, 수출품목 중 소규모 분산자원 중개 시스템 기술의 후방산업 관련 장비 품목의 무역현황을 살펴보았으며, 수출량과 수입량이 증가하는 추세
 - 에너지 프로슈머 기반의 소규모 분산자원 중개거래의 경우 전 세계적으로 최근 시장도입을 위한 실증사업으로 진행되는 수준이어서 무역거래 현황은 파악되지 않음
 - 하지만 분산자원의 경우 EPC형태로 사업화가 추진되고 있지만 그 수준은 미미하며 각 나라마다의 법제도 기반으로 생성되는 시장
 - 소규모 분산자원 중개 기술의 수출현황은 '11년 15억 1,200만 달러에서 '15년 23억 1,700만 달러 수준으로 증가하였으며, 수입현황은 '11년 21억 2,800만 달러에서 '15년 22억 1,200만 달러 수준으로 감소하여 무역수지 흑자폭이 증가
 - 최근 5년('11~'15년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 11.3%로 증가하였으며, 수입금액은 1.0%로 소폭 증가한 것으로 나타남
- 무역특화지수는 '11년(-0.17)부터 '15년(0.02)까지 증가한 것으로 나타나 점차 수출특화 상태로 국내 기업의 수출량이 증가
 - 국내의 소규모 분산자원 중개 기술 관련 제품의 해외시장진출이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 분석

[소규모 분산자원 중개 관련 무역현황]

(단위 : 천\$)

구분	'11	'12	'13	'14	'15	CAGR ('11~'15)
수출금액	1,512,728	1,815,452	2,250,347	2,249,891	2,317,559	11.3%
수입금액	2,128,921	2,186,017	2,408,614	2,365,143	2,212,129	1.0%
무역수지	-616,193	-370,565	-158,267	-115,252	105,430	-
무역특화지수*	-0.17	-0.09	-0.03	-0.02	0.02	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

◎ E-프로슈머 인프라 기술

- E-프로슈머 사업의 기반이 되는 ‘스마트그리드’를 통한 전력 공급자와 수요자간의 효율적인 네트워크 사업은 여러 국가에서 많은 관심을 가지고 추진 중
 - 전 세계 스마트그리드 시장은 2015년 약 194억 달러 규모로 성장했으며, 주요 국가들의 에너지 수요관리 정책과 에너지 효율화 노력과 맞물려 진행 중
 - 독일 전기기술협회(DKE) 표준화 로드맵에서는 스마트 그리드의 역할로써 개별적인 시장이 네트워크화 되어 부가가치를 구현할 수 있을 것으로 보며 그 예로 프로슈머를 들고 있음
- 해외의 경우 글로벌 기업을 중심으로 분산 에너지망 설계, 인프라 구축, 데이터 활용, 운영기술 등의 사업 전반에 걸쳐 광범위한 연구가 진행되고 있으며 일부의 경우 ISO에 기반을 둔 상업모델이 개시, Engineering 및 O&M에 대한 지속적인 기술개발이 이루어지고 있음
- 공급망의 설계 및 운용의 경우 글로벌 대기업이 중심이 되어 안전성 확보 및 수급 최적화를 수행하고 있으며, 수요 부분에서는 다양한 기술기업(Technical company)과 스타트업 기업이 참여하여 시장을 확대하고 있음
 - 기존의 중앙 집중 에너지 공급방식의 경우 선진국대비 최우수 등급의 인프라를 보유하고 있으나, 새로운 에너지 패러다임인 E-프로슈머의 확산에 필요한 인프라는 국지적인 실증사업형태로 추진되고 있어 E-프로슈머 시장 생태계조성을 위한 인프라 구축이 필요함
 - 수원 솔대마을의 4가구에 대하여 1:1 에너지 거래 인프라를 구축하고 E-prosumer 실증사업을 실시하고 있으며, 강원도 홍천 친환경에너지 타운에 대한 실증을 추진 중
 - 2008년 제주에 USD 65 million을 투자하여 전기자동차 ‘Pilot programme’을 진행하고 있으며, 2030년까지 전국적으로 확대할 계획임 (초기에는 대중교통, 택시, 렌터카 등을 대상으로 보급하고 이후 공공기관과 민간까지 확대할 예정임)

◎ 수요자원 거래플랫폼

- 미국 캘리포니아 발전 기업들은 수요반응 경매 메커니즘을 통해 독립시스템 운영자로 하여금 도매시장에 직접 참여, 경매를 통해 40MW 수요자원 확보(‘15.11)
- 캐나다 온타리오주는 수요반응용량시장을 최초로 개설

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- Nord Pool에서는 노르웨이, 스웨덴, 핀란드 및 덴마크의 발전사업자, 대소비자 도매 및 소매업자, 중개인 등 150개 이상의 참여자들이 이 전력시장을 통해 거래하고 있으며 거래방식은 현물거래와 쌍무계약 2가지로 구성되어 있음
- 일본 과학기술진흥기구 연구개발전략센터 연구개발부감보고서('15.4)에 따르면 향후 ICT와 에너지 수급 시스템의 융합으로 수요반응과 같이 에너지의 고효율 이용과 새로운 부가가치 서비스 등장을 전망
 - 전력의 경우 전력거래소의 Open ADR1.0 기반의 지능형수요관리 시스템이 구축되어 있으나, 2.0버전으로 업그레이드를 계획 중
 - 또한 정부의 실시간 수요관리과제를 통해 개발된 대표적 기술로 볼 수 있는 지능형 DR 시스템이 시범운영 중에 있으며, 점차 보완되어 부하관리 사업자들의 활발한 참여 속에 향후 자동수요 반응대상부하 확대와 DR 활용범위 다각화가 예상됨
 - 빌딩·주거 단지의 Auto DR 기술은 아직까지 일부 분야에서 정부 주도 하에 설치 및 보급되고 있는 실정으로, 실질적인 에너지 절감을 위한 연구는 시작단계

◎ 다양한 에너지원의 활용

- 유럽은 4세대 집단에너지 기술인 저온 공급 열 네트워크 기술이 실증단계에 돌입하였으며, 중소규모 사용자시설(단독주택 등) 대상 적용 기술 완료
- 또한, 유럽의 Resilient Project는 2012년부터 2016년까지 전기와 열 네트워크를 결합한 ICT Based Framework for District Energy Management를 실증 중

[지역난방 세대별 특징]

구분	1세대	2세대	3세대	4세대
시기구분	1880~1930	1930~1980	1980~2020	2020~2050
공급온도	스팀 (200°C)	고온수 (100°C 이상)	고온수 (100°C 내외)	저온수 (30~70°C)
열원구성	석탄 보일러, 중유 CHP	석탄, 중유 CHP	중대형 CHP, 소각로 바이오매스 등	소각로 CHP, 지열, 연료전지, 태양열, 바이오매스 등
도입목적	편리성, 위험 감소	연료절감, 비용절감	공급 안정성 확보	지속가능한 에너지 시스템으로의 전환

* 자료: 에너지공단 발표자료 재가공

- 네덜란드의 경우 광역망 네트워크에 소각열, 산업폐열 및 미활용 에너지원을 연계한 분산형

축열조를 적용, 네트워크 인근에 대규모 축열조를 건설하고 이를 매개로(Hub) 여러 사업자들간 발생하는 열수요와 공급간 거래 실증화 사업 진행 중

- 오스트리아에서는 신재생에너지지원과의 시스템 접목성을 고려하여 중저온 열 공급(50°C) 네트워크를 중심으로 고온(90°C) 열공급 및 저온(25°C) 배관간 상호 열에너지 교환이 가능한 Cascade 열 네트워크 기술개발을 추진 중
 - 특히 Passive House(Building) 요소를 가미하여 미래 친환경 에너지 공급 시스템으로써의 기능을 극대화 하고 있음
- 독일에서는 상이한 온도대로 운전되는 복수의 열 공급 네트워크를 구축, 소비자 분산 전원으로부터 발생하는 다양한 온도대의 열에너지를 엑서지 손실 없이 저장, 이용 가능한 기술 개발 수행 중 (TU Berlin)
- 국내 열에너지 활용의 경우 2, 3세대 네트워크를 활용한 열거래 사례는 다수 존재하나 신재생에너지원을 활용한 4세대 저온 열거래는 연구 단계 수준임
 - 또한 한국에너지기술연구원에서는 양방향 열거래 기반의 마이크로 에너지네트워크 기술개발, 분산형 가상다중발전 시스템 개발 등 ICT 기반 에너지프로슈머 개념의 신 분산형 열 네트워크 원천 기술개발이 진행 중
 - 가스 에너지의 경우 제철사에서 부생가스를 자체 발전 열원으로 사용하고 있으나 프로슈머 개념으로의 확장은 아직까지 이루어진 적이 없음

◎ IT 환경

- PC, 스마트폰의 보급률이 글로벌 기준 최상위 국가로 E- 프로슈머의 시간과 공간에 따라 그 역할이 변하는 동적 에너지활용에 있어서 필수적인 여건
- 이동통신사를 주축으로 하는 스마트홈 서비스, 건설회사가 주축이 되는 지능형주택과 같은 ICT 융합 인프라 및 서비스로 향후 E-프로슈머로의 전환에 대한 초기 투자비용 절감 가능

(2) 기술환경분석

- 소규모 분산자원 중개거래 관련 인프라는 현재 구축 중에 있어, 본 분석에서는 에너지 프로슈머 산업의 관점에서 인프라 분석을 수행
- 소규모 분산자원 중개거래의 상계거래 유형의 경우, 다른 거래제도에 비해 과잉보상이라는 문제점이 있는 상황

상계거래

과잉보상 문제

- * 상계거래의 경우 발전전력에 소매가격을 적용하여 전기사용량이 많을 경우 보상가격이 최대 709.50원/kWh에 이르러 다른 거래제도에 비해 과잉보상
 - ※ 일반 천액거래 기준 - 발전전력은 도매가격, 수전전력은 소매가격 적용

잉여전력량 판매불가

- 잉여전력량은 이월되어 전기사용량과 지속 상계되나, 전기사용량이 적을 경우 미정산 발전량 누적
→ 상계고객은 구내소비용 일반용 전기설비이기 때문에 잉여전력량 판매불가(현금 정산 불가)

고객 부하 예측 및 패턴 분석 곤란

- * 동시 다발적 발전출력변동으로 고객부하패턴 파악 곤란, 총발전량 미계량으로 자가소비량 파악불가

기타 쟁점사항

- 부가가치세 산정방식 변경(순 판매량 → 총 판매량)에 따른 세부담 증가 관련 민원 다수 발생
- 전기발전보일러, 제로에너지 빌딩 등 비신재생 또는 10kW 초과 신재생 발전기의 상계거래 요구
- 신재생 발전설비이나, REC 발급 대상에서 제외

* 자료: 이투뉴스 및 한국전력공사 참고를 통한 자문위원 작성

[상계거래 관련 주요 이해관계자 및 고려사항]

- 자가용 설비의 경우, 총 발전량의 50%를 초과하는 잉여전력량에 대해서는 보상이 불가

자가용 설비

양여전력량 판매한도 규제

- 자가용 발전설비는 총 발전량의 50%를 초과하는 양여전력량에 대해서는 미보상

신재생발전설비이나 REC 발급대상에서 제외

- 자가용 발전설비는 신재생에너지 설비이나, 사업자가 아니므로 공급인증서(REC) 발급 불가

REC를 목적으로하는 사업자 전환 사례 발생

- REC 확보를 통해 수익구조 개선을 원하는 자가용 발전설비 설치자의 사업자가 전환 사례 발생
- 보조금 미수령 자가용사업자에 대한 REC 발급 긍정 검토 필요

* 자료: 이투뉴스 및 한국전력공사 참고를 통한 자문위원 작성

[자가용 설비 관련 주요 이해관계자 및 고려사항]

- 중개거래 주요 이해관계자 및 고려사항을 살펴보면, 발전사업자는 복잡한 사업절차와 설비운영 애로라는 어려움이 존재하며, 전력구매자의 경우 상세규정 정비가 필요하며, 과다 행정력이 소요되고 있는 상황으로 빠른 인프라 구축을 통해 소규모 분산전원 중개 시장의 활성화 정책이 필요

발전사업자

복잡한 사업절차

- 발전사업허가
- 계발행위허가
- 공사계획신고
- 안전 안전사고 발생무력
- 문지보수 전문성부족
- 전기안전관리비용 소요
- 설비안전관리 비흡
- 안전 안전사고 발생무력

설비운영 예로

- 적은 물량으로 경쟁력 및 협상력 부족

규모의 경제 미흡 (대규모발전사 대비)

- 소모품 개발 고가구매
- 설비용량당 높은 유지 보수비용 소요
- 일부업체의 과정영업 으로 무분별한 사업 시행
- SMP, REC 가격 전망 등 사업성평가 미숙

사업성 분석 미숙

전력구매자

한 전

전력거래소

상세규정 정비필요

- 소규모 분산자원 거래에 대한 경험축적 미흡
- 허르게 변하는 신사업의 신속한 규정반영 필요

과다 행정력 소요

- 단시간 소규모 발전 사업자 급증으로 행정소요 폭증
- 수요증가에 미치지 못하는 시스템 개선속도

전기품질 저하

- 분산전원에 따른 변동성 증가로 정전 대비 선로보호체계 혼란
- 국지적 과전압, 고조파 유입 등으로 전기품질 하락

사업자관리 비용증가

- 분산전원 급증으로 해관신문의 접속용량 포화
- 일부 삼계고객 접속비 부과필요
- 결찰수수료, 반입기 손실 등 구매자 대신 부담

* 자료: 이투뉴스 및 한국전력공사 참고를 통한 자문위원 작성

[중개거래 주요 이해관계자 및 고려사항]



* 자료: 한국전력공사

[특고압 연계 유형의 시장거래 업무절차도]

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 해외 선도기업의 경우, E-프로슈머 산업에 대해 해외 선진기업들은 전력 시장 자유화, 신재생 도입 확대를 통한 E-프로슈머 사업 모델 발굴에 집중하고 있으며 ICT 융합을 통한 분산 에너지망 설계, 운용 기술의 노하우 확보
 - 해외에서는 분산자원의 효율적인 전력시장 참여와 계통의 영향을 최소화하기 위해 분산자원을 모집하여 전력시장에 판매하는 중개사업자 도입
- 호주의 경우, 소규모 분산자원의 전력시장 진입장벽을 해소하여 능동적 참여를 유도하고 전력시장에서 분산자원의 효과적 활용을 위해 중개사업자 제도를 도입
 - 새로운 유형의 시장참여자로 소규모 발전 중개사업자(SGA, Small Generation Aggregator)를 신설하고 소형발전기(30MW미만)를 모집하여 집합된 자원을 전력시장에 판매
 - 소규모 발전 사업자는 기존 복잡한 발전기 등록절차 및 높은 등록비용 발생 없이 소규모 발전 중개사업자를 통해 전력시장에 참여 가능
- EATON(미), ASPEN(미), EASYPower, DNV-GL(노르웨이), FirstSolar(미) 동향
 - 풍부한 전력관리 경험으로 분산전원설계 최적화 수행 (EATON)
 - 요금체계구축 서비스, 경제성 모델, 그리드운용기반 제공(DNV-GL)
 - 최적화에 대한 원천기술 확보로 배급망에 대한 인프라최적화 서비스 제공(ASPEN)
- IBM(미), SIEMENS(독), SAS(미), Accenture(아일랜드), C3iot(C3 Energy)(미) 동향 예측모델 기반 경제적 운전기술 제공(IBM)
 - 부품, 인프라, 운전솔루션의 통합적 기술제공(SIEMENS)
 - 빅데이터 분석기법에 따른 그리드 평형 예측(SAS)
 - IoT를 활용하여 그리드 안전성 및 사전조치 설계(C3 IoT)
- Opower(미), C3 IoT(미), SIEMENS(독), Retroficiency(미), FirstFuel (미) 동향
 - 사회관계망(SNS)를 이용, 에너지정보를 실시간으로 사용자에게 제공하여 에너지절감(Opower)
 - BEMS와 그리드망을 연동하여 에너지 정보 활용(Retroficiency)
- IBM(US), ORACLE(US), SAP(독), CGI(캐) 동향
 - 전통적인 데이터관리, 저장, 활용에 대한 글로벌 플레이어가 주를 이룸
- C3 IoT, EnerNOC(US), Trandril(미), Opwer, SimpleEnergy(미) 동향

■ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ■

- 수용가의 에너지 사용패턴, 생산현황, T&D최적화 등을 기술기업(스타트업)이 주로 시장 확대를 하고 있음

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경			
기술분류	거래 시스템	E-프로슈머용 계측기	운영 및 실증 기술	네트워크 및 클라우드 구축 기술
주요 품목 및 기술	E-프로슈머용 자원관리 및 거래 시스템, Hybrid ESS 활용 최적화 전력거래 시스템, 분산 전력 상호접속 시스템	E-프로슈머용 스마트미터(지능형 계량기), 근거리/원거리 Prosumer용 Aggregator	태양열 활용 지중 성층 계간축열 시스템 실증 기술, 폐열 활용 고효율 열전 발전 시스템 개발 및 실증 기술, 가상 마이크로그리드 집단에너지 운영 시스템 기술	가상 열에너지 네트워크 구축 기술, 에너지 클라우드 구축 기술
해외기업	IBM, SIEMENS, SAS, Accenture, C3 IoT	C3 IoT, EnerNOC, Trandril, Opwer, SimpleEnergy	EATON, ASPEN, EASYPower, DNV-GL, FirstSolar	Opower, C3 IoT, SIEMENS, Retroficiency, FirstFuel
국내기업	LG전자, 한국전력공사, 한화큐셀, SK C&C, SK이노베이션, SKT, 넥스콘 테크놀로지, 티에스아이에스	LG전자, 한국전력공사, SK C&C, SK이노베이션, SKT, 레보, 이이시스, 대경산전	한국전력공사, 한화큐셀, SK C&C, 비나텍, 네오디안테크놀로지	LG전자, 한국전력공사, 한화큐셀, SK C&C, SKT, 넥스콘 테크놀로지, 티에스아이에스, 그린베일, 비나텍

나. 주요기업 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 해외에서는 분산자원의 효율적인 전력시장 참여와 계통의 영향을 최소화하기 위해 분산자원을 모집하여 전력시장에 판매하는 중개사업자 도입
- 호주의 경우, 소규모 분산자원의 전력시장 진입장벽을 해소하여 능동적 참여를 유도하고 전력시장에서 분산자원의 효과적 활용을 위해 중개사업자 제도를 도입
 - 새로운 유형의 시장참여자로 소규모 발전 중개사업자(SGA, Small Generation Aggregator)를 신설하고 소형발전기(30MW미만)를 모집하여 집합된 자원을 전력시장에 판매
 - 소규모 발전 사업자는 기존 복잡한 발전기 등록절차 및 높은 등록비용 발생 없이 소규모 발전 중개사업자를 통해 전력시장에 참여 가능
 - 기존발전기는 발전력을 시장에 판매하고, 시장운영자로부터 현물가격 (spot price)으로 정산 받음. 시장고객은 시장을 통해 전기 구입. 시장고객은 시장 운영자에게 현물 가격(spot price)을 지불. 중개사업자는 모집된 소형발전기의 발전력 포트폴리오를 시장에 판매하고, 시장가격(pool price)으로 정산 받음



* 자료: 산업통상자원부 보도자료 재인용

[호주의 소규모발전사업자(SGA) 개념도]

- 미국 캘리포니아주는 에너지저장장치 및 집합된 분산자원의 전력시장 참여를 촉진하기 위해 분산자원공급자(DERP)와 스케줄관리자(SC) 제도 도입 진행
 - 분산자원공급자(DERP, Distributed Energy Resource Provider): 분산자원을 모집하여 모집된 자원의 전력시장 거래를 실시하고, 개별 자원의 용량, 운영특성 등을 전력시장 운영자와 공유
 - 스케줄관리자(SC, Scheduling Coordinator): 분산자원을 제어하여 실제 시장에 참여할 수 있도록, 전력시장에 대한 입찰을 실시하고 계량데이터를 검증관리 (분산자원공급자가 스케줄관리자 역할 수행 가능)

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 소규모 분산자원의 시장참여를 촉진해 남는 전력의 조직적 판매와 소규모 자원의 수익성을 향상시키는 한편, 신재생에너지 등 분산자원의 확산을 유도
- 독일의 경우, 신재생에너지에 대한 발전차액지원제도(FIT, Feed in Tariff)로 전기 소비자의 부담이 급격하게 증가하자, 신재생에너지 발전사업자가 스스로 도매시장에 전력을 판매하도록 의무화하여 소규모 자원의 전면적 시장참여를 유도
 - 중개사업자가 소규모 자원을 대신해 도매시장 참여에 필요한 행정절차를 대신하면서 거래비용을 절감
 - 소규모 분산자원 모집 및 중개시장 형성 촉진을 위해 중개사업자에게 인센티브(매니지먼트 프리미엄)를 제공
- 최근 글로벌 IT 기업을 중심으로 신재생에너지 및 에너지시장 분야로 영역을 확장하는 추세로 E-프로슈머 투자 동반 성장 예상
 - (구글) 최근 5년간 태양광 등 신재생에너지 프로젝트에 15억불 투자('10~)
 - (소프트뱅크) 인도에 태양광발전설비 20GW 설치 및 신재생 생산전력 시장판매
 - 일본은 '16. 4월부터 전력소매시장 개방
- 미국, 독일, 호주 등 전 세계적으로 소규모 태양광 설비 등 신재생 분산 에너지원을 활용한 E-프로슈머 시장이 급속히 확대
 - (マイ크로그리드) 북미 지역에서 시장을 주도하고 있으나 중국 등 아시아 지역으로 시장이 확대될 것으로 전망됨. 특히 대학 캠퍼스나 지역단위에서의 실증모델이 구축이 증가
 - (친환경에너지타운) 독일, 오스트리아, 스웨덴 등 일부 국가를 중심으로 사업 모델이 개발·적용하고 있으며, 신재생에너지 확산에 따라 시장 확대가 예상되고 있음
 - (제로에너지빌딩) EU 등 선진국 중심으로 제로에너지 건축 활성화를 적극 추진하여 '30년까지 세계 시장이 1,500조 원으로 확대될 것으로 전망됨. 싱가포르의 BCA(Building and Construction Authority) 캠퍼스 내 동남아시아 최초 제로에너지건물은 일반 건축물에 비해 약 40~50% 효율 향상. 중국 광저우 펠 리버 타워(Pearl River Tower)는 초고층 빌딩이자 세계 최고 효율의 제로 에너지 빌딩을 목표로 설계, 풍력발전기와 태양광 설치
 - (수요자원 거래시장) 현재 미국 중심의 글로벌 시장이 형성(약 85% 점유)되어 있으나 향후 아시아·태평양, EU 중심으로 신재생에너지 및 스마트미터 보급으로 급속히 확대될 전망
 - 해외 시장도 초기 형성단계에 있고 지역적 여건과 정책·규제가 상이하여, 리스크저감과 시장 확대를 위한 차별화된 솔루션 개발 필요

(2) 국내업체동향

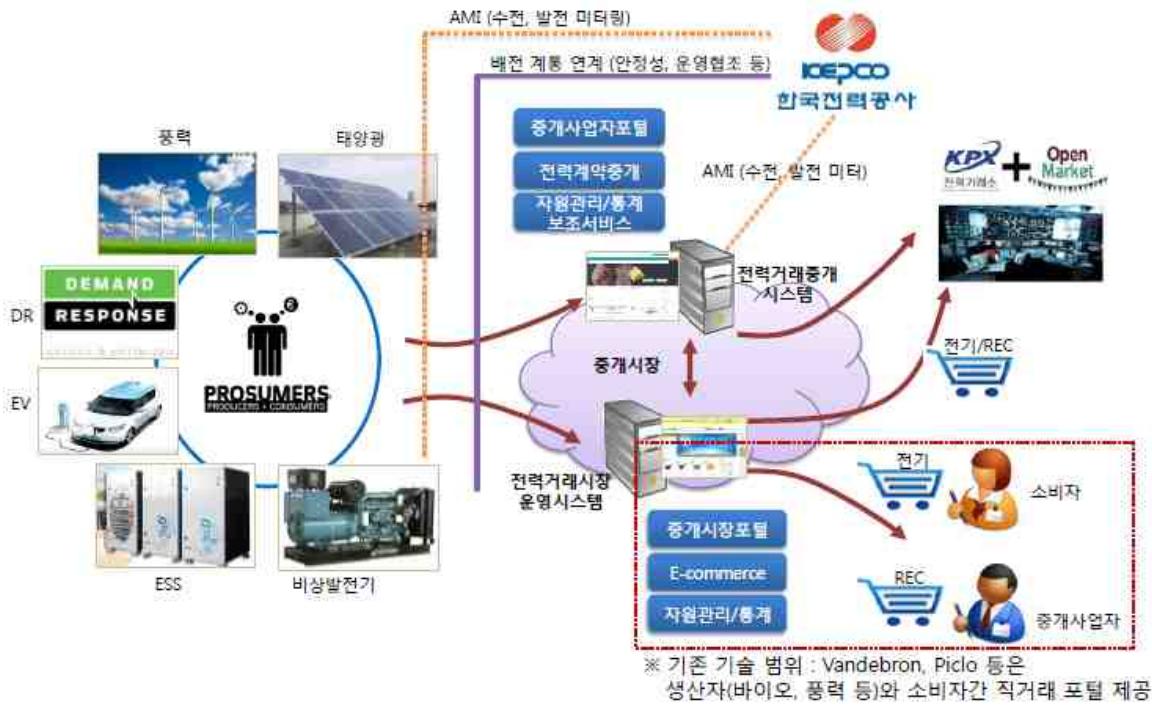
- 국내의 경우, E-프로슈머 산업에 대해 대기업 및 에너지 공기업을 중심으로 파일럿프로젝트 추진 중에 있음
- LG는 에너지자립섬을 중심으로 다방면의 소규모 분산자원 관련 사업 추진
 - 울릉도 친환경 에너지자립섬 조성사업은 기존 디젤발전 중심의 전력공급체계를 ICT(ESS, EMS)가 융합된 신재생발전원(태양광, 풍력, 소수력, 지열 및 연료전지)으로 대체하는 사업
 - 한국전력공사, 경상북도, 울릉군, LG CNS, 도화엔지니어링 등이 출자해 울릉도 친환경 에너지자립섬 법인을 설립했으며, 총사업비 3,902억원을 투자해 본격적인 사업을 추진 예정
 - 울릉도 에너지자립섬 조성사업은 오는 2020년까지 2단계로 추진되며 우선 2017년까지 태양광 등 신재생에너지와 ESS 등을 활용해 전체 울릉도 전력의 30%를 공급하며 2020년 모든 에너지를 신재생에너지와 ESS 등으로 조달할 방침
 - 태양전지 모듈, ESS, 시스템에어컨, 창호·단열재, 전기차 충전 인프라와 에너지관리시스템까지 포괄하는 이른바 '토탈 에너지 솔루션'을 구축해 그룹 역량을 신에너지로 집결
 - LG전자는 이미 2014년 12월 '에너지사업센터'를 신설하고, 태양광 모듈 개발, ESS, EMS(에너지관리시스템), 라이팅(에너지 효율적 사용관리) 사업 부서를 두고 업무를 진행
- 한국전력공사
 - 정부 주도로 진행되는 '전력분야 10대 프로젝트'에 2조9000억원을 투입한다. 올해에만 1조원이 투입되는 전력신산업펀드 조성을 비롯해 전기차 충전인프라 설치, 원격검침인프라(AMI), 전력주파수조정(FR)용 에너지저장장치(ESS), 학교 태양광 설비 사업 등에 투자
 - 전기차 유료 충전 서비스는 전기차 보급의 최대 걸림돌인 충전 인프라를 민간 서비스 시장 창출을 통해 개선하기 위한 사업으로, 산업부는 전기차 민간충전 서비스시장 창출을 통해 충전인프라 부족문제를 해소
 - 국내 최초 민간유료충전사업자인 한국전기차충전서비스는 향후 전기차보급의 최대 걸림돌인 충전 인프라를 전국으로 확산시킬 계획. 우선 전기차가 활성화되고 보급여건이 양호한 제주지역에서 성공 사례를 만들어 전국은 물론 해외까지 사업영역을 넓혀간다는 전략
 - 한국전기차충전서비스는 한국전력을 비롯해 KT그룹, 현대자동차그룹, 비긴스, 스마트그리드협동조합, KDB자산운용 등 기업들이 참여했으며, 이들의 전문 역량을 통해 2017년까지 제주도를 중심으로 200억원을 투자해 급속충전기 150기를 포함해 총 3660기를 구축
- 한화큐셀
 - 태양광사업을 육성하며 출하량 기준 세계 5위 자리를 차지하고 있는 한화그룹의 태양광사업 기업
 - 모듈생산에 그치지 않고 태양광발전소를 직접 만들어 매각하는 새로운 수익모델도 개발. 최근 영국에 지은 태양광발전소 3곳을 팔아 약 1,000억원 수준의 자금을 마련
 - 올해 국내에 1.5GW규모의 셀 공장과 500MW 규모의 모듈 공장을 완공 예정

□ SK그룹

- SK이노베이션은 정유사업 외에도 배터리 사업을 진행 중이며 SKT은 사물인터넷(IoT) 기반의 에너지 효율화사업을 진행
 - SK E&S와 SKC는 각각 신재생에너지 친환경에너지타운 사업, 태양광 사업을 하고 있으며, SK(주) C&C는 에너지효율화 사업을 검토하고 있는 상황
- 국내 E-프로슈머 시장은 초기단계이나 E-프로슈머 기반의 전력거래 시장제도를 신설하고 대상별 맞춤형 사업을 발굴하여 '30년 총발전량의 12.8% 까지 확대할 계획
- (마이크로그리드) 우리는 아직 시범사업 수준에 있으며 '30년까지 분산형 전원을 활용하여 우리나라 전역으로 확산할 계획
 - (친환경에너지타운) 바이오 가스(홍천), 대규모 태양광(광주) 등 주민 참여형 시범사업을 개발하는 등 현재 13개소가 지정되어 있으며 '30년까지 총 100개소로 확산할 예정
 - (제로에너지빌딩) '25년까지 신규 건축물 대상으로 제로에너지빌딩을 의무화하고 '30년까지 17만 명이 고용될 것으로 기대하고 있음
 - (수요자원 거래시장) 전 세계 수요자원 시장은 아직 초기 단계이나 우리는 선도적으로 시장을 개설하여 운영 중이며 '30년까지 국민 누구나 참여하는 시장으로 확대할 계획
 - (프로슈머 실증사업) 산업부·한전은 '16년 수원 솔대마을과 홍천 친환경 에너지 타운에 소규모 태양광으로 생산한 전기를 이웃에 판매할 수 있는 실증사업을 시작. '13년 198MW, '14년 295MW, '15년 428MW 규모의 소규모 가정용 태양광은 에너지프로슈머 사업의 기반

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈



* 자료: 윤태환, “에너지프로슈머와 새로운 기회”, 루트에너지 발표자료, 2016.5.18

[증개거래 및 P2P 직거래 개념도]

□ 분산자원 증개 사업자 포털 필요

- 소규모분산자원 증개사업 포털 서비스
 - 분산자원의 원활한 증개거래가 이루어지도록 분산자원의 공급자와 수요자를 위한 포털 구축 및 서비스
- 분산자원 AMI기능 및 모니터링 기술
 - 신재생에너지, 미니발전기, 에너지저장장치 등 소규모 분산자원의 가치 평가를 위한 계량 및 분석을 통한 데이터의 검증관리기술

□ 분산자원 계약 증개 기술

- E프로슈머용 자원관리 및 거래시스템 기술
 - 모집된 분산 자원을 제어하여 실제 시장에 참여할 수 있도록 전력시장에 대한 입찰을 실시하고 데이터의 검증관리 기술. 개별자원의 용량, 운영특성 등을 전력시장 운영자와 공유
- 근거리/원거리 에너지프로슈머용 Aggregator기술
 - 신재생에너지, 미니발전기, 에너지저장장치 등 소규모 분산자원의 유효거래자원화 및 전력계통과 분산자원의 소재지에 따른 거래를 위한 생산자와 소비자간 직거래 기술

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

□ 분산자원 관리/통계 및 보조서비스

■ 배전계통 운영관리 모델 및 알고리즘 기술

- 소규모 분산자원과 배전계통간의 상호 연계 및 접속을 위한 운영관리 모델 및 알고리즘 기술

■ 비즈니스 및 부가서비스 개발

- 소규모 분산자원의 특성, 소유자, 정책 등을 융복합한 경제성 비즈니스 및 관련 부가서비스 비즈니스 모델 개발

나. 특허동향 분석

◎ 소규모 분산자원 중개 시스템 특허 주요 기술

주요 기술

- 소규모 분산자원 중개 시스템 기술은 모집 기술, 공급 기술로 구분됨. 그 중 공급 기술은 분산자원 공급 기술, 스케줄 관리 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
모집	분산자원 공급	신재생에너지, 미니발전기, 에너지저장장치 등 소규모 분산자원 모집
	분산자원 계측	신재생에너지, 미니발전기, 에너지저장장치 등 소규모 분산자원 계측
공급	분산자원 공급	모집된 분산 자원의 전력시장거래를 실시하고, 개별자원의 용량, 운영특성등을 전력시장 운영자와 공유
	스케줄 관리	분산자원을 제어하여 실제 시장에 참여할 수 있도록, 전력시장에 대한 입찰을 실시하고 계량데이터를 검증관리

◎ 세부 분야별 특허동향

주요 기술별 국가별 특허동향

- 소규모 분산자원 중개 시스템의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
모집	분산자원 공급	4	70	5	5	84
	분산자원 계측	6	75	2	10	93
공급	분산자원 공급	5	82	3	15	105
	스케줄 관리	4	72	7	17	100
합계		19	299	17	47	382

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 미국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 유럽, 한국, 일본 순으로 나타남
- 세부적으로 모집 기술 분야 중 분산자원 공급 기술에서는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 분산자원 계측 기술에서는 마찬가지로 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으나, 일본이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 공급 기술 분야 중 분산자원 공급 기술에서는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 일본이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 스케줄 관리 기술에서는 마찬가지로 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨

주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
모집	분산자원 공급	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AT & T ▪ AMAZON TECH INC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ (주)케이티, LG전자 등
	분산자원 계측	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Level 3 communications ▪ IBM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ LG전자, 삼성전자(주) 등
공급	분산자원 공급	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SEVEN NETWORKS INC ▪ QUALCOMM INC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중소기업 중심 ▪ 주식회사 파워이십일, 엑세스모바일(주) 등
	스케줄 관리	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 마이크로소프트 ▪ Level 3 communications 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 인하대학교, 한국전자통신연구원 등

모집 기술 분야 주요 출원인 동향

- 분산자원 공급 기술 분야는 AT&T가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 AMAZON TECH INC 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 분산자원 계측 기술 분야는 Level 3 communications가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 IBM 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

공급 기술 분야 주요 출원인 동향

- 분산자원 공급 기술 분야는 SEVEN NETWORKS INC가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 QUALCOMM INC 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 스케줄 관리 기술 분야는 마이크로소프트가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Level 3 communications 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 소규모 분산자원 중개 시스템분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 소규모 분산자원 중개 시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술은 공급 기술이고, 공백기술은 모집 기술로 나타남
 - 소규모 분산자원 중개 시스템 기술 분야에서 공급 기술 분야는 가장 경쟁이 치열할 분야이고, 모집 기술 분야는 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
모집	분산자원 공급	●
	분산자원 계측	●
공급	분산자원 공급	●
	스케줄 관리	●

※ ●: 50건 이상, ◉: 30~49건, ◇: 20~29건, ◌: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
모집	분산자원 공급	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분산자원 모집 및 비용 최소화 시스템 및 방법 기술
	분산자원 계측	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분산자원의 데이터 프로세싱 관리 기술
공급	분산자원 공급	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분산자원별 거래 방법 기술 ▪ 분산자원 거래 활성화 기술
	스케줄 관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분산자원 매핑 기술 ▪ 분산자원 공급 자동화 기술

- 국내 특허동향을 살펴보면 대기업과 중소기업은 모집 기술 분야와 공급 기술 분야 중 분산자원 공급 기술을, 공공연구기관은 스케줄 관리 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남
- 모집 기술 분야 중 분산자원 공급 기술에서는 분산자원 모집 및 비용 최소화 시스템 및 방법 기술에, 분산자원 계측 기술에서는 분산자원의 데이터 프로세싱 관리 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
 - 공급 기술 분야 중 분산자원 공급 기술에서는 분산자원별 거래 방법 기술, 분산자원 거래 활성화 기술에, 스케줄 관리 기술에서는 분산자원 매핑 기술, 분산자원 공급 자동화 기술 등 모집한 자원 특성에 따른 다양한 공급 기술이 연구 개발되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 소규모 분산자원 중개 시스템 기술 분야의 공백기술 분야는 모집 기술 분야이고, 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 스케줄 관리 기술인 것으로 나타남
- 소규모 분산자원 중개 시스템 기술 분야는 기술 분류에 따라 대기업, 중소기업, 공공연구기관 등 다양한 시장 참여자가 존재하는 분야임
 - 향후 소규모 분산자원 중개 시스템 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 모집 기술 분야에 집중하여 연구개발하고 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
 - 또는 상대적으로 중소기업의 시장진입이 수월한 분야인 스케줄 관리 기술을 보유하고 있는 공공연구기관과 공동으로 연구개발을 추진하는 방법 등이 있음

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

- 정부는 8차 전력수급 기본계획에서 분산형 전원을 확대하겠다는 방침을 세움³³⁾
 - 열병합 발전의 공익적 가치(에너지 효율, 분산편익 등)를 제도적으로 보상하는 방안을 마련하고 수요지 인근에 위치하고 친환경 연료를 사용하는 발전기에 대한 용량요금 차등 보상 확대
 - 특히, 수요지와의 거리, 용량에 따라 지역계수를 차등하고 친환경연료 사용을 유도하기 위해 연료전환성과계수의 환경기여도 강화하고 구역전기사업자의 경우 해당지역의 전력수요를 초과하는 용량에 대해서는 20MW 이상의 발전기로서 전력거래소의 발전지시에 응동 가능한 설비 구비 등 일정 요건을 갖출 경우 용량요금 지급을 검토
- 대구테크노폴리스 정보통신기술(ICT)이 융합된 분산전원형 에너지 자족도시로 조성³⁴⁾
 - 개발제한구역 풍력발전시설 규제완화는 현재 입법예고가 완료됐으며, 관련 법령 개정이 추진돼 공포 및 시행 예정
 - 정부는 제 2 차 에너지기본계획에서 오는 2035 년까지 세계와 요금개편, ICT 수요관리 등 에너지 정책전환과 분산형 발전시스템 구축 확대를 발표(2016년 11월 기준)
 - 전력수요 15% 절감, 분산형 전원 15% 확대, 신재생에너지 보급률 11% 확대를 제시
 - 대구시도 이에 발맞춰 청정에너지 선도도시 조성을 위한 기반으로 신재생에너지 보급 및 확대하여 분산전원형 에너지 자족도시 조성계획을 수립
 - 이를 위해 2016년 8 월에 한국전력과 청정에너지사업 공동추진 양해각서 체결. 이에 따라 대구시는 대구테크노폴리스 인근업체를 대상으로 2 만㎡ 규모의 부지활용을 검토 중
 - 인구 5만의 복합도시 대구테크노폴리스를 국내 최초 신재생에너지와 스마트그리드 108, ICT 가 융합된 분산전원형 에너지 자족도시로 건설될 예정
 - 또한, 도심권에 태양광, 연료전지, 풍력 등 신재생에너지 100 만㎾ 생산과 분산형 발전시스템구축, 스마트그리드 확산, 에너지효율화사업 등으로 대구 전역을 한국형 청정에너지 선도 도시로 조성

33) * 출처 : 투데이에너지, 집단E, 분산형전원 실현성 갖나, 2018.1.9

34) * 출처 : 국가환경정보센터, '분산발전 기술의 동향 및 전망' 2016.11.21

나. 연구개발 인력

- 소규모 분산자원 중개 시스템은 한국전자통신연구원, 전자부품연구원에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[소규모분산자원 중개시스템 기술 분야 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
한국전자통신연구원	정주연	수석연구원
한국전자통신연구원	정영도	책임연구원
한국전자통신연구원	손경준	책임연구원
한국전자통신연구원	김영우	책임연구원
한국전자통신연구원	곽봉섭	연구원
한국전자통신연구원	권순근	연구원
전자부품연구원	박승철	수석연구원
전자부품연구원	김지철	선임연구원
전자부품연구원	홍유찬	선임연구원
전자부품연구원	이성규	책임연구원
전자부품연구원	박진선	연구원
전자부품연구원	박현향	연구원
전자부품연구원	안준형	연구원

다. 기술이전가능 기술

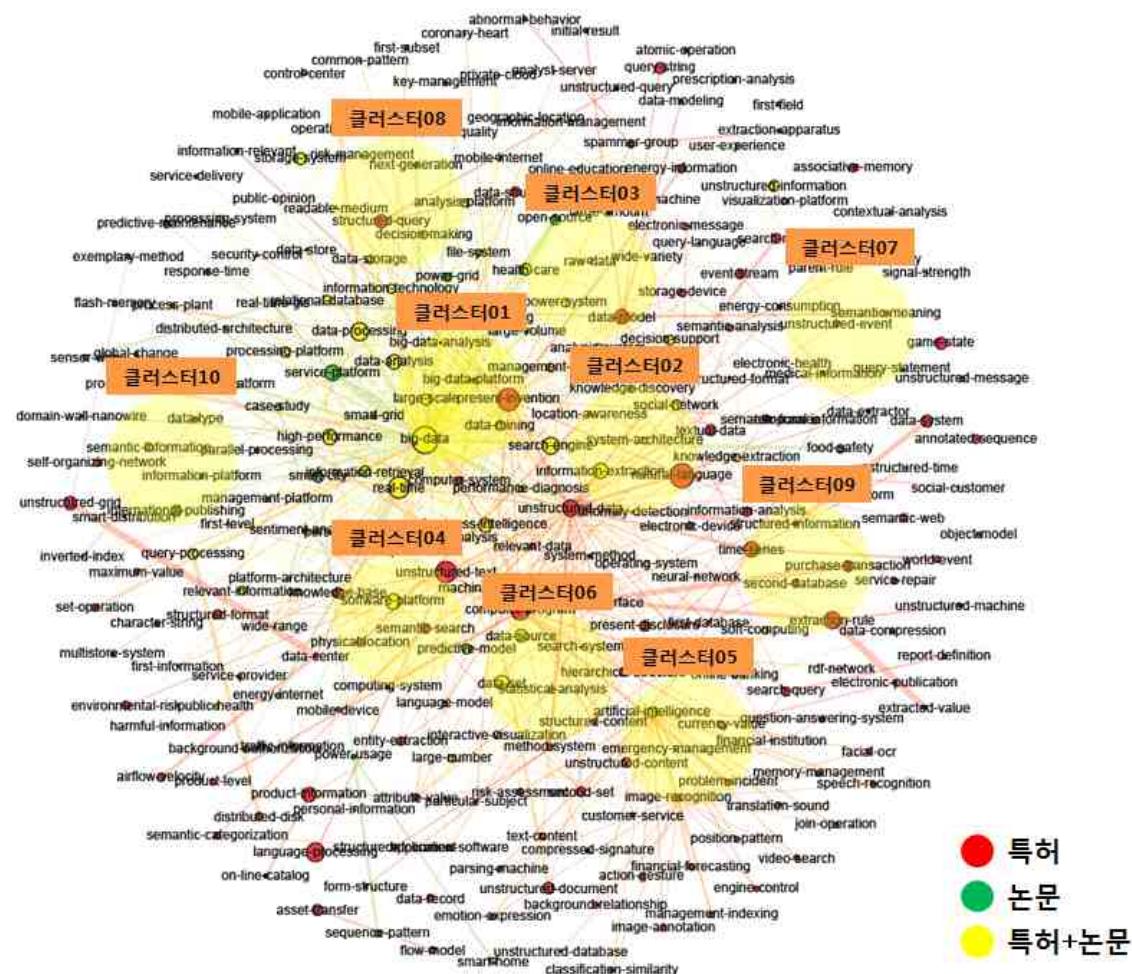
[소규모 분산자원 중개 시스템 기술이전가능 기술]

분류	세부내용												
기술명	<ul style="list-style-type: none"> • 분산자원 전력거래 중개를 위한 중개사업 플랫폼 기술 												
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 소규모 분산자원의 경제성 확보 및 수용성 확대를 위한 플랫폼 기술으로서, 전력시장 (전력거래소) 중개포털과 연동되는 중개사업자용 시스템을 제공함으로써, 집합자원 포트폴리오를 구성하여 중개 거래하는 전력 거래 중개 비즈니스 프로세스 처리 솔루션을 제공하는 집합자원 기반 전력거래 중개 및 지원 운영 플랫폼 기술임 												
기술성숙도(TRL)	<ul style="list-style-type: none"> • 단계 5 												
활용방안 및 기대성과	<ul style="list-style-type: none"> • 분산자원 기반 포트폴리오 중심의 전력 거래를 통해 중개/거래시장 플랫폼 • 분산자원 시장/서비스 인프라 구축에 따른 재생에너지 유통 플랫폼 적용 • 지역단위 (지자체 등) 에너지 커뮤니티 구축 및 에너지 유통 인프라 구축 이슈 해결에 기여 • 분산자원 발전사업자가 생산한 에너지에 대한 전력거래를 통한 수익 창출 												
기술이전 내용 및 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 분산자원 전력거래 활성화를 위한 중개시스템 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 분산자원 별 전력 중개거래 계약 체결 기능 - 분산자원에서 생산된 전력 및 REC 거래 기능 - 중개 계약 체결된 분산자원으로 집합자원 포트폴리오 구성, 변경, 관리 기능 - 집합자원 단위의 전력 입찰, 정산, 관제로 계통자원화 된 분산자원의 중개 거래 비즈니스 프로세스 처리 기능 - 집합자원 계획대비 발전량 데이터 시각화 기능 - 중개거래 트랜잭션 데이터 수집/저장 기능 												
관련지적재산권	<ul style="list-style-type: none"> • "수요 반응 기술을 이용한 전력 거래 중개 장치 및 방법" 출원 등 특허 3 건 • "소규모 분산자원 전력거래 중개를 위한 중개사업자용 플랫폼 기술" 등 프로그램 1 건 • "중개사업자용 중개운영시스템 요구사항정의서" 등 기술문서 11 건 												
기술 이전 조건	실시권 허용범위	<ul style="list-style-type: none"> • 비독점적 통상실시권 											
	계약기간	<ul style="list-style-type: none"> • 계약체결일로부터 5년간 											
	기술료조건 (부가세별도)	<p>※ 경상기술료</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>중소기업</th> <th>중견기업</th> <th>대기업</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>착수기본료(천원)</td> <td>30,000</td> <td>60,000</td> <td>60,000</td> </tr> <tr> <td>매출정률사용료(%)</td> <td>1.25</td> <td>3.75</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	구분	중소기업	중견기업	대기업	착수기본료(천원)	30,000	60,000	60,000	매출정률사용료(%)	1.25	3.75
구분	중소기업	중견기업	대기업										
착수기본료(천원)	30,000	60,000	60,000										
매출정률사용료(%)	1.25	3.75	5										
	기술전수교육	2 개월 / 2,000 천원정(부가세별도)											
문의	<ul style="list-style-type: none"> • 기술이전실 서교웅 042-860-4981 kwseo@etri.re.kr 												

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[소규모 분산자원 중개 시스템 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	Distribute, resource, mediate, platform	6-8	13.Distributed trusted virtualization platform 14.User distributions in n-tier platform with effective memory reusability

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 02	Distribute, resource, mediate, energy	5-7	<ul style="list-style-type: none"> 1. Multi-Agent Transaction Bidding Model for Distributed Renewable Energy Based on Information Interaction 2. ENERGY MANAGEMENT SYSTEM FOR POWER TRANSMISSION TO AN INTELLIGENT ELECTRICITY GRID FROM A MULTI-RESOURCE
클러스터 03	Distribute, resource, mediate, management	3-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. Quorum based transactionally consistent membership management in distributed storage systems 2. Use trust management module to achieve effective security mechanisms in cloud environment
클러스터 04	Distribute, resource, mediate, network	3-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. Network aware distributed business transaction anomaly detection 2. Scheduling strategies for service admission in powerline communication access networks with QoS support
클러스터 05	Distribute, resource, mediate, interconnection	4-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. International power grid interconnections in Mexico 2. RELIABILITY IMPROVEMENT OF DISTRIBUTED TRANSACTION PROCESSING OPTIMIZATIONS BASED ON CONNECTION STATUS
클러스터 06	Distribute, resource, mediate, workload	4-6	<ul style="list-style-type: none"> 1. TRANSACTIONAL UPDATING IN DYNAMIC DISTRIBUTED WORKLOADS 2. AHSWDG: An ant based heuristic approach to scheduling and workload distribution in computational grids
클러스터 07	Distribute, resource, mediate, grid	3-6	<ul style="list-style-type: none"> 1. The distributed energy optimization configuration of micro-grid based on cost-benefit 2. Dynamic distributed power grid control system
클러스터 08	Distribute, resource, mediate, infrastructure	2-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. Intelligent System of Information Broker under a Data and Energy Storage Internet Infrastructure 2. Restructuring and innovation in pharmaceuticals and biotechs: The impact of financialisation
클러스터 09	Distribute, resource, mediate, virtual	2-4	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ecological network analysis for a virtual water network 2. Methods and systems architecture to virtualize energy functions and processes into a cloud based model

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 10	Distribute, resource, mediate, transaction	5-7	<ul style="list-style-type: none"> 1. Method and system for tracing individual transactions at the granularity level of method calls throughout distributed heterogeneous 2. Multi-Agent Transaction Bidding Model for Distributed Renewable Energy Based on Information Interaction

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[소규모 분산자원 증개 시스템 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	키워드
분산자원 증개사업자 포털	소규모분산자원 증개사업 포털 서비스	기술수요, 전문가 추천
	분산자원 AMI기능 및 모니터링 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가 추천
분산자원 계약 증개	에너지프로슈머용 자원관리 및 거래시스템 기술	기술/시장 분석
	근거리/원거리 에너지프로슈머용 Aggregator기술	특허/논문 클러스터링
분산자원 관리/통계 보조서비스	배전계통운영관리 모델 및 알고리즘 기술	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가 추천,
	비즈니스 및 부가서비스 개발	기술수요, 전문가 추천
모집	분산자원 공급	기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링
	분산자원 계측	기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링
공급	스케줄 관리	기술수요, 전문가 추천
에너지 거래자원 인프라 기술	가상 열에너지 네트워크 구축 기술	기술수요, 전문가 추천
	에너지 클라우드 구축 기술	기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링
	개질 수소 활용 수송 및 분산전원용 융합 수소 스테이션	기술/시장 분석

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[소규모 분산자원 중개 시스템 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
분산자원 중개사업자 포털	소규모분산자원 중개사업 포털 서비스	분산자원의 원활한 중개거래가 이루어지도록 분산자원의 공급자와 수요자를 위한 포털 구축 및 서비스
	분산자원 AMI기능 및 모니터링 기술	신재생에너지, 미니발전기, 에너지저장장치 등 소규모 분산자원의 가치 평가를 위한 계량 및 분석을 통한 데이터의 검증관리기술
분산자원 계약 중개	에너지프로슈머용 자원관리 및 거래시스템 기술	모집된 분산 자원의 제어하여 실제 시장에 참여할 수 있도록 전력시장에 대한 입찰을 실시하고 데이터의 검증관리 기술, 개별자원의 용량, 운영특성 등을 전력시장 운영자와 공유
	근거리/원거리 에너지프로슈머용 Aggregator기술	신재생에너지, 미니발전기, 에너지저장장치 등 소규모 분산자원의 유효거래자원화 및 전력계통과 분산자원의 소재지에 따른 거래를 위한 생산자와 소비자간 직거래 기술
분산자원 관리/통계 보조서비스	배전계통 운영관리 모델 및 알고리즘 기술	소규모 분산자원과 배전계통간의 상호 연계 및 접속을 위한 운영관리 모델 및 알고리즘 기술
	비즈니스 및 부가서비스 개발	소규모 분산자원의 특성, 소유자, 정책 등을 융복합한 경제성 비즈니스 및 관련 부가서비스 비즈니스 모델 개발

나. 소규모 분산자원 증개 시스템 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

소규모 분산자원 증개 시스템의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	분산자원 모집 및 관리 기술	성능 확장 및 기술 고도화	표준화 및 경제성 제고	신뢰성 및 확장성을 고려한 증개 시스템 기술 개발
핵심요소기술	분산자원 증개 사업자 포털	소규모 분산자원 증개사업 포털 서비스 분산자원 AMI 기능 및 모니터링 기술		실시간 부하 모니터링 및 UI/UX 기술 개발
	분산자원 계약 증개	에너지프로슈머용 자원관리 및 거래시스템 기술 근거리/원거리 에너지 프로슈머용 Aggregator 기술		다중 에너지원 융합 거래 기술 개발
	분산자원 관리/통계 보조 서비스	배전계통 운영관리 모델 및 알고리즘 기술 비즈니스 및 부가서비스 개발		분산자원별 비즈니스 모델 개발
기술/시장 니즈	소규모 분산자원의 에너지 거래를 통한 유효자원화 요구 증대	개별 거래시스템으로 구성된 에너지원별 통합 거래시스템 구축		전력 거래 기반의 스마트그리드와 다중 에너지원 융복합화 사업모델

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[소규모 분산자원 중개 시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
분산자원중 개사업자포 털	소규모분산자원 중개사업 포털 서비스	소프트웨어 기반 ESS+EMS 시뮬레이션 기술 (신뢰도)	70% 이상	80% 이상	90% 이상	1MW 이상 MG 내 하이브리드 ESS운영 실증 및 계통응답속도 50ms이상
	분산자원 AMI기능 및 모니터링 기술	에너지원별 상호 운영성 기반 다중에너지원 통합모니터링 기술	계량 시스템 모니터링프 로토콜정의 (70% 이상)	계량시스템 개발, 시릉사이트 구축 (80% 이상)	거래소 연계 및 기술 검증 (90% 이상)	국제표준기반 다중에너지원 통합 스마트미트 기술개발
분산자원 계약중개	에너지프로슈머용 자원관리 및 거래시스템 기술	경제성 기반 다중에너지운 용관리 시스템, 거래 및 정산 플랫폼 개발	에너지원별 분류/ 검토, 시스템 설계 및 개발 (50% 이상)	플랫폼개발, 자원연계 및 실증 구축 (75% 이상)	거래소 연계 및 기술 검증 (90% 이상)	자원의 유형 및 유형별 특성 모델링
	근거리/원거리 에너지프로슈머용 Aggregator기술	에너지운용관 리시스템, 거래 및 정산 플랫폼	자원검토, 시스템 설계 및 개발 (50% 이상)	플랫폼 개발, 자원 연계 및 실증구축 (75% 이상)	거래소 연계 및 기술검증 (90%이상)	거래 및 정산 플랫폼 개발
분산자원 관리/통계 보조서비스	배전계통 운영관리 모델 및 알고리즘 기술	에너지자립도	10% 이상	20% 이상	30% 이상	실증사이트 에너지자립도 30%
	비즈니스 및 부가서비스 개발	전력 및 열 사용량 절감	10% 이상	15% 이상	20% 이상	전력 및 열 통합 사용량 20%이상 절감 기술

기술개발 테마 현황분석

연료전지용 M-BOP

연료전지용 M-BOP

정의 및 범위

- 연료전지용 M-BOP는 스택 및 시스템의 내구성 향상과 운전 최적화를 위한 연료 공급 시스템, 공기 공급 시스템 및 수처리 시스템 등으로 구분할 수 있음
- 연료전지용 M-BOP를 구체적으로 구분하면 연료 공급 시스템(개질기, Prox 펌프, 배열 회수 펌프, 수소 저장부, 액체 펌프 등), 공기 공급 시스템(저온 및 고온 블로워, 마이크로 필터, 이젝터 등), 수처리 시스템(수증기 개질수 펌프, 가습기, 습도 센서 등) 및 밸브류, 배관류로 구성

정부지원 정책

- 제3차 신재생에너지 기술 개발 및 이용·보급 기본계획(2009~2030)과의 부합
- 제3차 환경친화적자동차의 개발 및 보급을 위한 기본계획(2016~2020)과의 부합
- 그린카 R&BD 전략(2014)과의 부합성
- 제1, 2차 녹색성장 5개년 계획(2009~2014), 녹색 기술 R&D 종합대책(2009), ICT기반 에너지 수요관리 신시장 창출방안(2013), 온실가스 감축 목표 달성 로드맵(2014) 등 부합. 기업은 수요 대응형 R&D, 연구 기술력 대비 생산 기술력이 약한 기업은 보급형 R&D 추진

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• 세계적 경쟁력 갖춘 조선, 기계, 플랜트 등 산업 구축• 정부의 저탄소 녹색성장 전략 선언 및 지원사업 전개• 다양한 산업의 동반 발전 및 고용 창출	<ul style="list-style-type: none">• 경제성, 내구성 측면에서 일부 제품 기준 미달• 원천기술 및 부품/소재 원료의 높은 해외 의존성• 연료전지용 M-BOP Supply Chain 구축 미흡
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• 자원고갈 및 저탄소 지향형 고에너지효율 기술 중시• 이산화탄소 배출 규제에 대한 세계적 합의 도출• 정부의 실증 및 시범보급 사업 지원으로 초기 시장 창출	<ul style="list-style-type: none">• 장단기 일관성 있는 기술 개발 지원 정책 미비• 중소기업의 공격적 투자 어려움으로 Supply Chain 미형성• 원재료 가격 상승에 따른 사업자의 수익성 악화



중소기업의 시장대응전략

- ➔ 중소기업이 제조하는 연료전지용 M-BOP 신뢰성 향상에 따른 가격 경쟁력 확보로 글로벌 진출 가능
- ➔ 대외 의존도가 높은 핵심 기술에 대한 중소기업 참여를 통해 다양한 제품을 공급하여 시장 확대 가능

핵심요소기술 로드맵

연료전지용 M-BOP의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	환경내구, -30°C~125°C, 효율 86%, 수명 4만 시간 이상, 내구성 1000시간	환경내구, -35°C~130°C, 효율 87%, 수명 5만 시간 이상, 내구성 2000시간	환경내구, -40°C~135°C, 효율 88%, 수명 6만 시간 이상, 내구성 3000시간	환경내구, -40°C~135°C, 효율 88%, 수명 6만 시간 이상, 내구성 3000시간
핵심 요소 기술	연료공급 시스템	고온 연료전지용 Hot box 제조 기술 SOFC Hot box용 연료 배가스 리사이클 장치 제조 기술 고효율 저가 열교환·관리 기술 저온, 고온 적용이 가능한 수소재순환 이젝터 제조 기술 고효율, 고내구성 메탄올 센서 제조 기술		소음 40dB 이하 소비전력 40W 이하 효율 80% 이상 정확도 ±1% 이내 내구성 3000시간 이상 환경 내구성 평가 확보
	공기공급 시스템	저가, 고신뢰성 PEMFC용 공기 블로워 제조 기술 고내구성 공기극 필터 제조 기술		소음 40dB 이하 소비전력 30W 이하 수명 6만 시간 이상
	수처리 시스템	스택 냉각용 물펌프의 냉각수 누설방지 및 고효율화 기술		환경내구 -40°C~135°C, 효율 88%
기술/시장 니즈	연료전지 상용화를 위한 고효율/ 고신뢰성 M-BOP 개발	연료전지 시장 확대를 위한 지속적인 M-BOP 가격 저감 및 국산화 기술 확보		다양한 발전 용량 규모에 적용 가능한 M-BOP 제조 기술 확보

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 연료전지는 전기를 발생시키는 스택(Stack), 연료 공급 및 조절, 열 관리 등 시스템의 기계적 구성 장치인 Mechanical Balance of Plant (M-BOP) 및 시스템 제어 및 전기적 신호 등을 관리하는 Electrical Balance of Plant (E-BOP)로 구성
- 연료전지용 M-BOP는 스택 및 시스템의 내구성 향상과 운전 최적화를 위한 연료 및 공기 공급 시스템, 수처리 시스템 등으로 구분
- 특히, M-BOP의 경우, 전기적인 신호를 받아 기계적 구동으로 작동하는 구조이므로, 연료전지 종류에 의한 분류보다는 시스템 발전 용량 및 운전 온도에 따라 구분할 수 있음. 따라서 소용량, 대용량 발전 시스템에 적용하는 M-BOP가 다르고, 소비 전력 및 효율 등을 고려하여 선정 필요
- 연료전지용 M-BOP 요소 기술의 경우, 대기업 등을 중심으로 정부 과제 및 자체 개발을 통해 국산화 및 상용화를 진행하고 있으나, 가격, 제품 효율성 및 신뢰성 확보 문제 등으로 인해 어려움을 겪고 있음. 따라서, 저가, 고효율, 고신뢰성 제품의 연료전지용 M-BOP 기술 개발이 절실히 요구됨

나. 범위

(1) 제품분류 관점

- (제품 분류 관점) 연료전지용 M-BOP는 발전 용량 및 적용 분야에 따라, 휴대용, 건물용, 수송용, 발전용 등으로 분류되며, 연료전지 종류 및 작동 온도에 따른 연료전지 전체 시스템을 포함함

[연료전지용 M-BOP 분류 관점의 범위]

대분야	중분야	세부 제품
M-BOP	연료공급 시스템	개질기, 액체 펌프, Prox 펌프, 블로워, 냉각수 펌프, 열교환기, 온도 센서, 방열 팬, 배열 회수 펌프 등
	공기공급 시스템	저온 블로워, 고온 블로워, 공조기, 마이크로 필터, 온도 센서 등
	수처리 시스템	개질수 펌프, 냉각수 펌프, 가습기, 습도 센서 등

(2) 공급망 관점

- (공급망 관점) 연료전지용 M-BOP는 연료 공급 시스템, 공기 공급 시스템, 수처리 시스템 등으로 구분
- 연료 공급 시스템은 개질기, Prox 펌프, 배열 회수 펌프, 수소 저장부, 액체 펌프, 마이크로 펌프, 블로워, 냉각수 펌프 등으로 구성
 - 공기 공급 시스템은 저온 및 고온 블로워, 마이크로 필터 등으로 구성
 - 수 처리 시스템은 수증기 개질수 펌프, 가습기, 습도 센서 등으로 구성

[공급망 단계별 주요 제품 분류표]

대분야	중분야	세부 제품
M-BOP	연료공급 시스템	연료 공급 펌프, CO 블로워, 스팀 리포밍 개질기, 개질수 펌프, MFC, MFM, Solenoid valva, Check valve, 압력 센서, 농도 센서, 수소 저장 합금
	공기공급 시스템	공기 블로워, 공조기, 공기 정화 필터, MFC, MFM, Solenoid valve, Check valve, 압력 센서, 온도 센서
	수처리 시스템	물 공급 펌프, 막 가습기, 판형 가습기, 원통형 가습기, 가습 센서, 습도 센서

□ 따라서, 연료전지용 M-BOP의 범위는

- 연료 공급 시스템, 공기 공급 시스템, 수처리 시스템을 포함한 모든 영역을 의미
- 공급망 기준으로 열교환기, 개질기, 펌프, 블로워, 가습기 등 시스템 최적 운전 단계에 사용되는 각종 소재와 부품을 포함하며 기술적으로는 적용 분야별 분류 뿐만 아니라, 고효율, 저가격화 기술 및 부품 국산화 기술 등이 포함됨
- 친환경 미래 주택/건물 발전시스템, 미래 자동차, 대형선박, 로봇, 첨단 항공기 등 다양한 분야에 적용 가능

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

연료전지 분야 산업 현황은 정책, 경제, 사회, 기술 네 가지 측면에서 살펴볼 수 있음

[연료전지 분야 산업 현황 분석]

구분	촉진요인	저해요인
정책	<ul style="list-style-type: none"> 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용, 보급 촉진법 등 연료전지 육성을 위한 관련 정책 추진 미래창조과학부, 산업통상자원부 등 중심으로 2008년 이후부터 연료전지 관련 연구개발 지속적 투자 환경 친화적인 에너지원에 대한 수요 증가로 미래 경제성장 동력으로써 연료전지 개발, 확산에 주력 	<ul style="list-style-type: none"> 연료전지 산업의 법제, 표준화 미흡 관련정보 부족으로 시장현황 조사 부진 및 정책 수립 제한 복잡한 인허가 절차로 기술개발 단계의 소요시간 및 비용부담이 큼
경제	<ul style="list-style-type: none"> 도심 전력 수요 증가로 분산 발전 시장 수요 확대 군용 전자장비 기능이 고 성능화로 고 전력 밀도를 갖는 휴대전원에 대한 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 연료전지 내구성 미확보 및 고가의 제품 가격으로 인해 경제적 부담 증가 국내 발전 단가를 충족하기에는 천연가스(LNG) 가격이 높음 국내 연료전지 산업 경쟁력 저하로 외국 제품의 국내 시장 점유율 상승 제품 상용화 지연으로 시장 형성 미비, 기술 개발 기업 참여 미비
사회	<ul style="list-style-type: none"> IT기술 대중화로 장시간 지속적인 배터리 요구 증가 군사용 휴대전원에 대한 요구 증가 예상 기존 배터리 시스템을 대체할 새로운 소형 전력원에 대한 관심 확대 	<ul style="list-style-type: none"> 연료전지 발전 사업에 관한 정보 부족으로 인한 잠재고객 미확보 연료전지 산업에 대한 총괄적인 홍보 부족 부품, 소재 분야 중소기업에 대한 진입 장벽 높음
기술	<ul style="list-style-type: none"> M-BOP의 국산화 및 효율은 매년 꾸준히 개선되고 있고, 해외 선진사 대비 국산화는 약 60% 수준 2015년 국산화율 95% 목표로 기술 개발 진행 중 기존 휴대용, 건물용 시장 이외, 선박용 및 군용 등의 보조 동력시스템 시장으로 점차 수요 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 연료전지용 M-BOP 소재/부품 분야는 중소기업에 대한 진입 장벽이 매우 높음 M-BOP 제품화는 완성도 높은 연료전지 시스템 제품 제작 등 주변 기술의 동시 발전을 전제로 함

(2) 산업의 구조

- 세계적으로 연료전지 시장은 발전용을 제외하고 시장 진입 상태에 있어 상용화를 위한 대량 생산 체계를 구축하지 못하여 관련 시장 형성이 미흡하고 기업의 기술 개발 진척도가 낮음
- 연료전지 시스템 산업은 연료전지 기술을 기반으로 전력, 수송, 산업, 건물 에너지 분야에 적용하여 온실가스를 감축하고 에너지 효율을 향상시키는 제품과 서비스 등의 고부가가치를 생산하는 산업임
 - 발전용 연료전지는 신재생에너지 발전차액 지원제도(FIT)와 신재생에너지 의무할당 제도(RPS)를 통해 비약적으로 보급량을 확대하고 있는 분야로 MW급 MCFC와 400kW급 PAFC 제품이 시장을 주도
 - 수송용 연료전지는 에너지 안보와 온실가스 감축의 핵심 분야로 내연기관 대비 에너지 효율향상은 물론 오염물질과 분진이 발생하지 않는 친환경 수송 수단을 제공할 수 있지만, 수소 인프라 구축이 이루어져야 파급효과 기대 가능
 - 건물용 연료전자는 가정용 소형 열병합 시스템부터 대용량 분산전원에 이르는 다양한 분야에 적용 가능하며, 일반적인 열병합발전에 비해 온실가스 감축 효과가 높고 오염 물질과 분진발생을 최소화할 수 있으며 종합효율 80% 이상 달성 가능
- 연료전지 기반 융·복합 분야는 연료전지의 역반응인 수전해 기술과 결합하여 마이크로 그리드의 유연성을 향상시켜 풍력, 태양광 등 재생에너지의 보급 및 이용률을 확대시키고, 신재생에너지 하이브리드 시스템을 안정적으로 운용할 수 있도록 하며, 친환경 수소연료전지 자동차의 보급을 위한 수소 인프라 구축과 확충에 반드시 필요
- 연료전지용 M-BOP 분야 중 연료 공급 시스템은 개질기, 배열 회수 펌프, 냉각수 펌프, Prox 펌프, 블로워 등으로 구성. 공기 공급 시스템 분야는 저온 및 고온 블로워, 마이크로 필터 등으로 구성되며, 수처리 시스템은 개질수 펌프, 가습기, 습도 센서 등으로 구성

[연료전지용 M-BOP 중심의 연관 산업 구조]

후방산업	M-BOP 소재 산업	전방산업
플라스틱, PTFE, 지르코니아, 코발트, 망간, 나피온, Fe, 스테인리스	블레이드 소재, 가습기 소재, 세라믹 소재, 금속 소재, 하우징 소재, 분석 장비, 검사 장비	펌프 제조 공정, 열교환기 관련 소재, 가습기 패키지, 열 교환기 제어 등

[연료전지용 M-BOP 산업 분석]

강점	약점
<ul style="list-style-type: none"> - 세계적 경쟁력 갖춘 조선, 기계, 플랜트 등 산업 구축 - 정부의 저탄소 녹색성장 전략 선언 및 지원사업 전개 - 다양한 산업의 동반 발전 및 고용 창출 	<ul style="list-style-type: none"> - 경제성, 내구성 측면에서 일부 제품 기준 미달 - 원천기술 및 부품/소재 원료의 높은 해외 의존성 - 연료전지용 M-BOP Supply Chain 구축 미흡 - 선진국에 비해 적은 연구 예산으로 제한적 핵심 소재 부품 개발
기회요인	위협요인
<ul style="list-style-type: none"> - 자원고갈 및 저탄소 지향형 고에너지효율 기술 중시 - 이산화탄소 배출 규제에 대한 세계적 합의 도출 - 기업의 에너지기술 투자 마인드 증대 - 정부의 실증 및 시범보급 사업 지원으로 초기 시장 창출 	<ul style="list-style-type: none"> - 장단기 일관성 있는 기술개발 지원 정책 미비 - 중소기업의 재정적 요인으로 Supply Chain 미형성 - 원자재 가격 상승에 따른 사업자의 수익성 악화

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 2016년 세계 연료전지 시장은 2016년 13.96억 달러에서 2021년 72.38억 달러 규모로 연평균 40.38% 성장률을 보일 것으로 전망
- 산업·업무 상업시설, 빌딩, 공장 등에 설치되는 분야별 연료전지 시장은 2016년부터 각국에서 시행된 RPS(Renewable Portfolio Standard) 제도와 고정 가격 매입 제도, 각종 보조금 등의 정책 효과와 대규모 연료전지 발전소 프로젝트로 2017년도 이후 시장의 확대가 기대
- 가정용 연료전지시스템의 경우, 보급이 가장 활성화된 나라는 일본이며, 2015년 기준 시장의 94%를 차지



* 자료 : 후지경제 , '2016년판 연료전지 관련 기술 및 시장 장래 전망', 2016 (신소재경제 참고)

[연료전지 시스템 시장 전망]

- 2020년 세계 연료전지 시장 규모는 연평균 40.38% 증가한 약 51억 5,900만 달러로 증가할 것으로 추정되며, 2030년에는 약 436억 달러 규모로 급성장할 것으로 예측
 - 발전용 및 건물용 연료전지가 시장을 형성하고, 향후 수송용 연료전지의 시장이 점차 확대
- 연료전지용 M-BOP는 적용분야별 차이가 있지만, 전반적으로 전체 연료전지 시스템의 약 30% 수준의 비중을 나타내는 것으로 파악되며, 매년 약 40.38% 정도의 연평균 성장률을 보일 것으로 기대

[연료전지용 M-BOP 세계 시장 규모 및 전망]

(단위: 억 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	성장률 CAGR(%)
연료전지	13.96	20.46	24.90	33.80	51.59	72.38	40.38
M-BOP	4.19	6.14	7.47	10.14	15.48	21.72	40.38

자료: 2016년 에너지산업 산업기술 R&BD 전략(산업통상자원부, 2015) 후지 경제 연구소(2015) 등의 자료를 참고하여 전망치 추정. 발전용, 건물용, 수송용, 휴대용 연료전지에 공통으로 사용되는 품목들에 대해 정리. 연료전지용 M-BOP의 경우, 연료전지 시스템 가격에서 약 30% 정도 비중 전망, 소수 셋째자리에서 반올림. 100엔=0.89달러로 환산

[연료전지용 M-BOP 세계 시장 규모 및 전망]

(단위: 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	성장률 CAGR(%)
연료공급 시스템	209.46	306.84	373.50	507.00	773.85	1085.71	40.38
공기공급 시스템	104.73	153.42	186.75	253.50	386.92	542.85	40.38
수처리 시스템	62.84	92.05	112.05	152.90	232.15	325.71	40.38

자료: 2016년 에너지산업 산업기술 R&BD 전략(산업통상자원부, 2015) 후지 경제 연구소(2015) 등의 자료를 참고하여

전망치 추정

발전용, 건물용, 수송용, 휴대용 연료전지에 공통으로 사용되는 품목들에 대해 정리

연료전지용 M-BOP의 경우, 연료전지 시스템 가격에서 약 30% 정도 비중을 차지

그리고, 30% M-BOP 가격 중에서, 연료공급 시스템(50%), 공기공급 시스템(25%), 수처리 시스템(15%), 나머지(10%)

비율로 계산

소수 셋째 자리에서 반올림. 100엔=0.89달러로 환산

(2) 국내시장

- 국내 연료전지 시장 규모는 2016년 기준 2,932억 달러으로 추산되며, 연평균 성장률은 약 40.38%로 국내 시장에서 고성장을 유지하여 2021년에는 15,579억 달러 규모로 성장할 것으로 전망
- 국내 연료전지용 M-BOP 시장은 2016년 596억 원 규모에서 2021년 약 3,250억 원 규모로 성장할 것으로 전망되며, 연료공급 시스템, 공기공급 시스템, 수처리 시스템 등 각각 분야에서 고른 성장이 기대됨

[연료전지용 M-BOP 국내 시장 규모 및 전망]

(단위: 억 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	성장률 CAGR(%)
연료전지	2,932	4,296	5,229	7,098	10,834	15,579	40.38
M-BOP	596	880	1,289	1,569	2,129	3,250	40.38

자료: 2016년 에너지산업 산업기술 R&BD 전략(산업통상자원부, 2015) 후지 경제 연구소(2015) 등의 자료를 참고하여 전망치
추정. 환율 1050원. 발전용, 건물용, 수송용, 휴대용 연료전지에 공통으로 사용되는 품목들에 대해 정리. 연료전지용 M-BOP의 경우, 연료전지 시스템 가격에서 약 30% 정도 비중 전망. 국내 연료전지 시장은 세계 연료전지 시장의 약 20%를 차지한다고 가정

[연료전지용 M-BOP 국내 시장 규모 및 전망]

(단위: 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	성장률 CAGR(%)
연료공급 시스템	440	644	784	1,065	1,625	2,280	40.38
공기공급 시스템	220	322	392	532	813	1,140	40.38
수처리 시스템	132	193	235	319	488	684	40.38

자료: 2016년 에너지산업 산업기술 R&BD 전략(산업통상자원부, 2015) 후지 경제 연구소(2015) 등의 자료를 참고하여 전망치
추정. 환율 1050원. 발전용, 건물용, 수송용, 휴대용 연료전지에 공통으로 사용되는 품목들에 대해 정리. 30% M-BOP 가격
중에서, 연료공급 시스템(50%), 공기공급 시스템(25%), 수처리 시스템(15%), 나머지(10%) 비율로 계산. 국내 연료전지
주요 품목들은 주로 해외 제품을 사용하거나, 또는 반제품 형태의 제품을 수입하여 조립, 완성

(3) 무역현황

- 연료전지용 M-BOP 기술의 수출 현황은 '12년 11억 5591만 달러에서 '16년 14억 9486만 달러 수준으로 증가하였으며, 수입 현황은 '12년 882만 달러에서 '16년 1,171만 달러 수준으로 증가하였음
- 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면, 수출 금액은 6.6%로 증가하였으며 수입 금액은 7.3%로 증가하여 전체 무역 수지는 6.6%를 기록함
- 무역 특화지수는 '12년과 '16년이 동일하게 나타남

[연료전지용 M-BOP 관련 무역 현황]

(단위: 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR
수출금액	1,155,914	1,329,960	1,510,310	1,474,204	1,494,868	6.6%
수입금액	8,821	7,951	9,318	7,310	11,710	7.3%
무역수지	1,147,093	1,322,009	1,500,992	1,466,894	1,483,158	6.6%
무역특화 지수*	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액+총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교 우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

- 연료전지용 M-BOP의 전방 산업은 주로 제조업 및 전력/에너지 기반 산업으로 구성 되어 있으며, 후방 산업은 소재 산업으로 구성되어 있음. 일반적으로 제조업 및 소재 산업의 환경은 많은 자료에 기술 되어 있으므로 본 보고서에서는 전력 및 에너지 산업 환경을 기반으로 기술함
- 주택·건물용, 수송용 및 발전용 연료전지 시스템은 소재, 부품, BOP 등 부품에서 시스템까지 다수 기업이 Supply Chain에 참여. 시스템은 주로 대기업이 생산하나 소재, 부품 및 BOP 등은 중소·중견기업에서 생산하는 구조로 많은 기업들이 산업 생태계를 형성
- 주택/건물용/수송용 PEMFC 산업 환경은 아래와 같음
 - 연구 개발이 증가하는 추세로 시스템 관련 산업은 수소타운 보급, 연료전지 버스는 실증단계에 도달
 - 소재 분야인 탄소복합체 분리판, 개스킷, 기체 확산층(GDL) 생산 인프라는 구축되기 시작하였으나, 촉매, 전극, MEA, 고분자 전해질 막 산업은 초기 단계
 - 스택은 시스템 업체가 생산하며, 기술적으로 선진국 수준에 도달
 - 개질기는 일본으로부터 1kW급 개질기 기술 도입 후, 5kW, 10kW급 국산화에 성공하였고, 효율 및 내구성 확보에 필요한 R&D 투자와 생산 인프라 확보가 필요
 - BOP 산업도 취약한 상태로 국내 기업이 기술 역량은 보유하고 있으나, 초기 생산 물량이 적어 투자를 주저
 - 전력 변환기는 선진국 수준이나 펌프, 모터, 압축기 등 M-BOP는 연구 개발 등 투자가 필요. 연료전지 자동차용 BOP는 현대자동차 및 협력 업체가 국산화율을 높이고 있으나, 고압 수소 저장 용기의 경우 R&D 투자가 필요
- 주택/건물용 SOFC 산업 환경은 아래와 같음
 - SOFC 산업 구조는 취약한 상황으로 소재, 스택, BOP, 시스템 업체의 R&D 및 설비 투자가 요구됨
 - 스택의 경우, 10kW급 개발 단계로 일정 수준의 제조 신뢰성을 확보하였으며, 내구성 평가 및 향상에 대한 기술 개발 필요
 - E-BOP는 주택/건물용 PEMFC, M-BOP는 발전용 용융탄산염 연료전지 기술 적용이 가능하고, 중소형 SOFC M-BOP 개발 필요
 - 시스템 관련 기술은 초기 단계로 선진업체 스택을 기반으로 Hot Box 제작과 운전 제어를 통해 선진 업체 수준에 근접
- 발전용 MCFC 산업 환경은 아래와 같음
 - 대기업 중심으로 시스템 기술은 선진국 수준에 도달하였으며 R&D, 실증/보급 사업을 통해 스택, BOP 관련 산업을 선도. 스테인리스 분리판 외 전극, 매트릭스 분말, 촉매를 수입하고 있어 소재 분야에 대한 R&D 강화 및 산업 육성 필요
 - 대용량 스택 및 BOP는 국산화에 성공하였고 구성 요소도 국산화 개발 중
 - 대규모 시스템 보급이 진행 중이며 원격 운전, 시스템 통합/연계 운전 기술 확보 필요
 - 타 발전 기술 대비 우위 확보를 위한 고효율화, 다용도 활용 기술, 고부가가치 시스템의 기술 개발 및 인프라 확충 필요

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 국내·외 연료전지용 M-BOP 선도 기업은 대부분 자국의 중앙 정부와 지방 정부의 정책 시장에 의존하여 성장 기반을 구축한 다음, 글로벌 선도 기업으로 성장하는 경향을 보이며, 대부분 미국, 일본, 한국 업체들이 이에 해당함. 일본에 약 3,000여개, 한국에 900여개의 회사를 포함 전 세계 시장 1,800억 달러 시장 형성
- 상대적으로 자국 정책 시장이 소극적인 유럽 업체들은 강력한 정책 시장이 있는 미국, 일본, 한국 진출을 위한 전략적 제휴는 물론 전략적 인수합병을 통해 시장 불확실성 해소를 위한 적극적인 노력을 경주하고 있음
- 다음의 표는 발전용·건물/주택용·수송용 연료전지 분야의 플레이어 동향을 나타낸 표임³⁵⁾

[발전용 연료전지 주요 플레이어 동향]

국가	업체명	핵심요소기술	특징
미국	FCE	발전용 MCFC, SOFC	<ul style="list-style-type: none"> · 1969년 창립 후 MCFC 분야에서 독보적 기술 보유 · VPS(캐나다) SOFC 연구개발, 2012년말 100% 인수 · FCES(독일) MCFC 생산/판매 법인 (獨연구소 프라운호퍼 지분보유)
	BloomEnergy	발전용 SOFC	<ul style="list-style-type: none"> - 전 세계 SOFC 상용화 선도기업 (미국내 100MW 판매)
	GE	발전용 SOFC	<ul style="list-style-type: none"> · 최근 SOFC R&D 재개 · 2016년 1MW급 제품출시 목표
일본	Soft Bank	건물용/발전용 연료전지	<ul style="list-style-type: none"> · Bloom Energy와 JV 설립 · 후쿠오카 자사건물 실증 후 적용확대
	MHI	발전용 SOFC	<ul style="list-style-type: none"> · Hitachi와 JV 설립 · 250kW급 SOFC-가스터빈 복합시스템 실증中
유럽	Sunfire	건물용/발전용 SOFC	<ul style="list-style-type: none"> · 2015년 25kW 시스템을 러시아 고객사에 2기 납품 · 2015년 150kW SOFC를 미국 Boeing사에서 실증 완료
한국	포스코에너지	발전용 MCFC	<ul style="list-style-type: none"> · 연 100MW MCFC 일관생산체계 구축 (2008년 BOP, 2011년 스택, 2015 Cell 공장 준공) · 국내 150MW 보급, SOFC 상용화 개발 중
	두산	발전용 PAFC	<ul style="list-style-type: none"> · 2014년 7월, ClearEdge 및 퓨얼셀파워 인수, · PEMFC 및 PAFC 시장진입 · 2007년부터 MCFC 독자개발 추진, 2013년 조직해체 및 사업철수 이후 사업 재진입, 70MW급 공장 증설 추진중
	LG	발전용 SOFC	<ul style="list-style-type: none"> · 2012년 그룹 신성장동력 사업으로 선정, Rolls Royce 51% 지분인수 2016년 1MW SOFC 실증 목표

* 자료 : 신·재생에너지백서 2016

35) 자료는 2015년 기준으로 작성하였음

[건물/주택용 연료전지 주요 플레이어 동향]

분류	국가	업체명	특징
PEMFC	한국	두산퓨얼셀	<ul style="list-style-type: none"> • 1kW 가정용 연료전지 시스템을 그린홈100만호 보급사업을 통하여 보급(2010년부터 보급) • 5kW, 10kW 시스템을 개발하여 보급 중 • 보급현황: 1KW 1,000대 이상, 5kW, 10kW 37대
		에스퓨얼셀	<ul style="list-style-type: none"> • 에스에너지에서 2014년 에스퓨얼셀을 설립하였고, 현재 5kW 연료전지 시스템을 개발 보급 중 • 경북도청에 5kW 연료전지 시스템 12대 60kW 설치완료 • 보급현황: 180kW(36대)
		현대제철	<ul style="list-style-type: none"> • 5kW 연료전지 시스템을 개발 중 • 백업전원용 5kW 시스템을 개발 중
		한국가스공사	<ul style="list-style-type: none"> • 1, 5, 10kW급 연료전지용 연료처리장치 개발 • 5kW급 연료전지용 연료처리장치 사업화 중 • 연료전지 제작사와 공동으로 5kW급 고온 • PEMFC시스템 개발 실증 중
SOFC	일본	파나소닉, 도시바	<ul style="list-style-type: none"> • 연료전지 개발초기 10개 이상의 제작사가 참여하였으나 현재 도시바와 파나소닉 중심으로 시스템 제작/보급이 진행되고 있으며, 연간 5만대 판매가 진행 중
		도쿄가스, 오사카가스	<ul style="list-style-type: none"> • 1kW 이하급 연료처리장치를 개발하였고, 가정용 연료전지 시스템에 적용하여 시스템 보급을 추진하고 있음
	한국	경동나비엔	<ul style="list-style-type: none"> • 0.7kW SOFC 시스템 개발, 실증중 • 미코에서 평판형 스택 공급
		STX중공업	<ul style="list-style-type: none"> • 1kW SOFC 시스템 개발, 실증중 • 쌍용머티리얼즈에서 평판형 스택 공급
	일본	아이신	<ul style="list-style-type: none"> • 0.7kW 시스템, 발전효율 52%, 종합효율 87% 달성, 주요 부품(스택, 개질기, 탈황 장치 등)의 최적화, 부품의 생산 공정 개선, 부품의 표준화를 통하여 가격저감 개발에 주력

* 자료 : 신·재생에너지백서 2016

[수송용 연료전지 주요 플레이어 동향]

국가	업체명	핵심요소기술	특징
일본	Toyota	연료전지시스템 기술	<ul style="list-style-type: none"> 세계최초로 3D fine mesh 분리판을 적용하여 스택을 소형화함 운전장치의 부피와 가격을 저감시키기 위해 가습기를 제거하고 Water balance를 위해 수소재순환 블로워를 탑재시키는 기술을 확보
		전장장치	<ul style="list-style-type: none"> HEV에 적용되었던 고전압 부스터 개선을 통한 연료전지차에 적용하여 스택 적층수를 저감하고 가격을 감소시킴
	Honda	연료전지차 기술	<ul style="list-style-type: none"> 전 세계에서 가장 먼저 전용차체를 개발하고 연료전지시스템을 탑재하여 리스형태로 미국에 판매함
		수소저장장치 기술	<ul style="list-style-type: none"> 수소저장탱크를 모듈 하나로 적용시킬 수 있는 기술을 확보 2016년 출시 연료전지차의 1 충전 주행거리를 700km로 향상시킴
유럽	Nissan	연료전지 스택	<ul style="list-style-type: none"> 고출력 스택 기술을 확보하여 닛산, 다임러와 차량 출시를 위한 협력 중
	Hino	수소버스 기술	<ul style="list-style-type: none"> 일본 내 수소버스 실증에 참여하여 2016년 수소버스 출시를 준비 중
	Daimler-Benz	연료전지시스템 소형화	<ul style="list-style-type: none"> 연료전지차의 선구자 역할을 하고 있으나 연료전지시스템 가격 저감에 어려움을 겪고 있음 가압형 연료전지 운전장치 시스템의 모듈화가 가장 우수
	GM	연료전지 스택 기술	<ul style="list-style-type: none"> 차량 상용화 기술에서는 한국, 일본에 뒤쳐져 있으나 스택 핵심부품 기술은 선도 고내식성 스택 및 설계 기술 및 독자적인 운전장치 모듈화 기술을 보유함
미국	Ford	연료전지차 기술	<ul style="list-style-type: none"> 일본 닛산과 협력하여 2017년 연료전지차 출시를 위한 연구 진행 중
	Ballard	수소버스 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유럽 내 대부분의 수소버스용 연료전지시스템을 개발하여 실증 중
한국	현대 기아차	연료전지차 기술	<ul style="list-style-type: none"> 전세계 최초로 양산형 연료전지차를 출시하였으며 소비자 운전환경에 따른 연료전지 시스템 제어기술이 가장 우수 스택에서 전기를 생산하기 위한 운전장치 국산화 95% 이상인 국내기술 보유 2013년 투싼ix 차기차종을 2018년에 출시하기 위한 연구를 진행 중

* 자료 : 신·재생에너지백서 2016

[제품 분류별 경쟁자]

구분	경쟁 환경		
기술분류	연료공급 시스템	공기공급 시스템	수처리 시스템
주요 품목 및 기술	펌프, 블로워, MFC	펌프, 블로워, MFC	냉각수 펌프, 가습기
해외기업	Matsushita, Iwaki, Hi-Blower, KNF, Vairex, Thomas	Matsushita, Iwaki, Hi-Blower, KNF, Vairex, Thomas	Iwaki, DuPont, Gore, Perma Pure, Asahi Glass
국내기업	SK E&S, 경동나비엔, STX 중공업, 한라공조, 명화공조, 두산 퓨얼셀, 디에이치엠, 귀뚜라미 정밀, 거봉한진, 프로파워, 황해전기, 대영오앤이, 트윈에너지, 한중엔시스	SK E&S, 경동나비엔, STX 중공업, 포스코에너지, 두산 퓨얼셀, 디에이치엠, 황해전기, 트윈에너지	LG퓨얼셀시스템즈, 포스코에너지, 코멘텍, 코오롱 인더스트리, 시노펙스, K-being 에너지, 에어레인, 상아프론테크

□ 국내 중소기업 사례

- (주)싸이텍코리아는 생명공학분야 GLP관련 연구장비와 전기화학분야의 연료전지 관련 장비를 전문으로 취급하고 있는 기업으로 연료전지 시험장비로 우수한 기술력을 보유하고 있는 미국의 Fuel Cell Technologies사와 업무제휴를 통해 다양한 기능의 연료전지 시험관련 제품을 공급하고 있음
- (주)이화전기공업은 전원공급장치 및 각종 전기 변환기기를 개발, 생산, 판매하는 종합전력기기 전문기업으로, 최근 연료전지 부품 개발에 성공하여 국방 해상 이동형 연료전지의 전원부품을 납품. 연료전지용 DC/DC 컨버터에 대한 제작과 설계 등 모든 자료와 국내 독점생산권, 해외 수출권을 확보할 계획
- (주)케이세라셀은 SOFC시스템에 적용되는 셀과 소재에 대한 국산화를 완료했으며, 전 세계적으로 SOFC 분야에서 핵심소재와 셀을 동시에 개발하고 제품화하는 유일한 기업으로 관련 산업에서 입지를 다지고 있음. 케이세라셀의 스택은 100% 국산화를 목표로 개발이 진행 중에 있으며 음식물 쓰레기, 축산 폐기물 등의 다양한 유기성 폐자원을 SOFC용 연료가스로 적용할 수 있도록 바이오가스를 연료로 활용할 수 있는 SOFC 시스템 개발을 진행 중
- (주)프로파워는 국내 최초 1㎾(킬로와트)급 직접메탄올 연료전지시스템을 개발해 스쿠터, 지게차, 청소차, 로봇 등에 적용, 중국 유력 전지업체와 손잡고 중국 및 세계 시장 공략
- (주)에프셀텍은 연료전지 핵심 소재 개발
- 휴그린파워는 군사용 연료전지 무인항공기제작, 수소발생기 연료전지 시스템 개발

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)싸이텍코리아	2,797	7,461	14.7	7.0	6.7	0.3
(주)이화전기공업	92,039	45,745	-	1.86	-9.49	-
(주)케이세라셀	4,547	4,343	10.8	4.8	2.7	29.6
(주)프로파워	5,569	907	-72.2	-436.9	-383.0	143.0
(주)에프셀텍	1,404	580	0.0	-6.6	2.4	157.4
휴그린파워	219	75	-35.0	-32.1	0.8	16.8

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

세계 업체 및 제품 현황

- 연료 공급 분야는 주로 일본, 미국, 유럽 등 해외 대기업에서 대부분을 개발 공급하고 있는 실정임. 펌프의 경우, 마쓰시다, 이와키, 마이크로 펌프 등 일본 업체들이 대부분
- 공기 공급 분야는 KNF, 하이블로워 등 유럽 및 미국 회사들이 블로워 제품을 공급하고 있음. 미국의 퓨얼셀 에너지 등은 대형 블로워를 공급하여 시스템에 설치 운영 중
- 수처리 분야는 퍼머퓨어, 듀폰 등 미국의 다국적 회사 및 아사히 글라스 등 일본 회사가 가습기 등을 개발하여 공급

[공급망 분석 종합]

공급망 단계	M-BOP		
	주요내용	연료공급시스템	공기공급시스템
주요 제품/기술	펌프, 블로워, MFC	펌프, 블로워, MFC	냉각수 펌프, 가습기
해외 기업	Matsushita, Iwaki, FuelCells Energy, Hi-Blow, KNF, Thomas, DuPont, Perm Pure, Asahi Glass	Matsushita, Iwaki, FuelCells Energy, Hi-Blow, KNF, Thomas, DuPont, Perm Pure, Asahi Glass	Matsushita, Iwaki, FuelCells Energy, KNF, Thomas, DuPont, Perm Pure, Asahi Glass

- 일본은 정부의 도입 보조금 지원과 수소 연료전지 로드맵을 수립하여 2020년까지 140만대, 2030년 530만대 실현을 목표로 PEFC는 2019년까지 80만엔, SOFC는 2021년까지 100만엔 등을 명확한 목표 가격(보급형)으로 표시하여 전략적으로 기술 및 산업 성장을 유도

(2) 국내업체동향

- 연료전지용 M-BOP 분야 중, 연료 공급 시스템은 개질기, 배열 회수 펌프, 냉각수 펌프, Prox 펌프, 블로워 등으로 구성. 공기 공급 시스템 분야는 저온 및 고온 블로워, 마이크로 필터 등으로 구성되며, 수처리 시스템은 개질수 펌프, 가습기, 습도 센서 등으로 구성
- 국내업체 및 제품 현황
 - 연료전지용 M-BOP 국내 업체는 연료전지 시스템 적용 분야에 따라 M-BOP Supply Chain을 형성하고 있음. 즉, 건물용, 수송용, 발전용 등에 적용하는 M-BOP 제품군으로 분류함이 타당
 - 건물용 및 수송용 경우, SK E&S, 디에이치엠, 한라공조, 귀뚜라미 정밀, 경동 나비엔, 명화공조, 거봉한진 등이 연료, 공기, 수처리 공급 시스템 등을 개발
 - 발전용 경우는 포스코에너지, LG퓨얼셀시스템즈, 효성중공업, 삼성엔지니어링, 삼성중공업, STX중공업, K-being에너지 등에서 제품을 개발 진행 중임.
 - 마지막으로 대형 발전용 경우, 두산 퓨얼셀, 포스코에너지 등에서 제품 국산화 등을 진행 중임.
- 국내 연료전지용 M-BOP 시장은 공급망 기준으로 구분해 보면, 건물용, 수송용 등에서는 중소기업 등이 많은 참여와 개발 의지를 보이고 있으나, 대형 발전용 분야에서는 거의 전무한 상태로 기술 개발 참여 및 정부 지원을 적극 독려할 필요
- 연료전지용 M-BOP 분야는 조선, 기계, 자동차 등의 산업 관련 설비와 유사한 특성이 있어, 연료전지 시장이 창출된다면, 단시간 내에 한국이 세계적인 기술경쟁력을 확보할 수 있는 분야

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

◎ 연료전지 상용화를 위한 고신뢰성 M-BOP 확보

- 현재, 연료전지 시스템에 적용하는 M-BOP를 살펴 보면, 개질기, 연료 펌프, 냉각수 펌프, 배열 회수 펌프, 블로워, 열교환기, 가습기 등이 있음. 그러나 연료전지 시스템용 M-BOP의 부재로 인해, 기존 내연 기관에 특화된 상용 제품들을 사용하고 있는 실정임. 이러한 경우, 연료전지에 특화된 제품이 아니기 때문에, 스택 및 시스템의 오작동을 유발할 수 있으며, 결국, 전체 시스템의 안정성 및 신뢰성이 낮아지게 됨.
- 그리고, 연료전지 시스템에 적용하기 위한 M-BOP는 낮은 소비 전력, 고효율 및 고내구성 등의 요구 조건이 필요함. 연료전지는 발전 시스템이므로, M-BOP의 효율을 향상시킬 수 있는 제품의 적용이 요구됨
- 따라서, 고효율/고신뢰성의 M-BOP 제품을 개발 및 적용하여 연료전지 시스템의 운전 최적화 및 성능 안정성 향상 등을 도모할 수 있음. 즉, 정부 자금 지원 및 기업 참여를 통한 기술 개발이 선행되어야 함.

◎ 연료전지 시장 확대를 위한 지속적인 가격 저감화 및 국산화

- 연료전지 시장 확대를 위해, 저가격, 고신뢰성 및 국산화 제품에 대한 수요가 지속적으로 요구되고 있음. 연료전지 전체 시스템 가격에서 M-BOP는 약 40%를 차지할 정도로 가격 비중이 크므로, 다른 구성요소들보다 가격 저감화가 필요한 영역임.
- 그리고, 가격 저감 방법으로는 기술 개발을 통한 제품 국산화를 들 수 있음. 현재, 연료전지 시스템의 M-BOP는 대부분 해외 제품을 적용하고 있으며, 이러한 요인은 가격 상승의 결과를 초래하고 있음. 따라서 부품 및 제품 국산화를 통해 가격 경쟁력을 확보할 수 있으며, 또한, 양산 등 대량 생산을 통한 가격 저감(cost-down) 극대화 및 기술 경쟁력 확보를 이를 수 있음
- 기술 개발을 통해 제품 국산화가 되면, 연료전지 전체 시스템 가격을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 기술 경쟁력 확보를 통한 국가 경쟁력 제고를 달성할 수 있음.

◎ 다양한 발전 용량 규모에 적용 가능한 M-BOP 기술 확보

- 연료전지 시스템은 발전 용량에 따라, 수W 규모의 휴대용 전원에서 수kW ~ MW 규모의 건물용, 상업용, 자동차용, 선박용 및 발전용까지 다양하게 적용 가능한 기술임
- 또한, 연료전지 시스템은 운전 온도에 따라 저온 및 고온으로 구분하며, 각각의 시스템 운전 조건에 적합한 M-BOP의 적용이 필요함. 따라서 M-BOP 기술 경쟁력 확보를 위해, 발전 용량 및 운전 온도 조건에 부합하는 다양한 제품군이 필요

◎ 기업니즈조사

- 연료전지용 M-BOP 분야 중소기업의 니즈분석을 통한 현황을 살펴보면, 다양한 중소기업들이 융합을 기반으로 하는 다양한 제품을 생산 판매하기 위해 다음과 같은 기술 개발을 실시
 - 「수소 공급을 위한 제조와 압축 및 저장시스템 개발」, 「TSA공정기반의 20Nm³/h급 수소정제 시스템 개발」, 「친환경 자동차용 고효율 자동밸브의 개발」
- 연료전지용 M-BOP 분야의 중소기업들은 기술을 기반으로 다양한 산업분야, 적용분야의 시장진입을 위한 제품을 개발하기 위해 다음과 같은 기술 개발을 계획
 - 고효율 메탄 개질기 개발, 이동형 SOFC Pre Reformer 기술 개발, 건설용 액체 개질기 기술 개발, 내부 개질형 발전용 연료전지 시스템 개발, 고효율 이산화탄소 개질 기술 개발, 고내구성 메탄올 개질기 개발
- 연료전지용 M-BOP 분야 중소기업의 니즈 분석을 통한 현황을 살펴 보면, 다양한 중소기업들이 융합을 기반으로 하는 다양한 제품을 개발, 판매를 진행
 - 구체적으로 「연료전지용 고효율 개질기」, 「연료전지용 열교환기 및 열유체기기」, 「수소연료전지 자동차용 수소 저장 탱크」, 「휴대용 연료전지용 부품 개발」, 「고체산화물 연료전지용 부품」등의 제품을 개발, 판매
- 또한, 연료전지용 M-BOP와 관련하여 아래와 같은 기술 개발 수요 존재
 - 다연료 연료 변환기 제조 기술, 고효율/소형화 버너 설계 기술, 일반적인 웰엔튜브 타입 열교환기, 복합재 고압 수소기체 저장용 탱크, 알루미늄 Liner 제조 기술, 복합재 와이딩 기술, 고체산화물 연료전지용 고온 Hot Box 기술, 5kW급 고효율 컴팩트 건물용 연료전지 연료 개질기 개발, 고효율 스마트 열교환기 기술 개발, 고효율, 고내구성 메탄올 센서 제조 기술, 저가 고내구성 연료전지 블로워 기술 개발, 고신뢰성 저가 가습기 기술 개발 등

나. 특허동향 분석

◎ 연료전지용 M-BOP 특허 주요 기술

주요 기술

- 연료전지용 M-BOP 기술은 공급 기술, 관리 기술로 구분됨. 특히 공급 기술은 공급 대상에 따라 연료공급과 공기공급으로 구분됨

분류	요소기술	설명
공급	연료공급	연료전지용 M-BOP 개질기, 액체 펌프, Prox 펌프, 냉각수 펌프 등 연료공급 시스템
	공기공급	연료전지용 M-BOP 저온 블로워, 고온 블로워, 공조기, 마이크로 필터 등 공기공급 시스템
관리	열관리	연료전지용 M-BOP 열교환기, 온도 센서, 방열팬, 배열 회수 펌프 등 열관리 시스템
	물관리	연료전지용 M-BOP 개질수 펌프, 가습기, 습도 센서 등 물관리 시스템

◎ 세부 분야별 특허동향

주요 기술별 국가별 특허동향

- 연료전지용 M-BOP의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
공급	연료공급	37	24	36	7	104
	공기공급	27	34	11	17	89
관리	열관리	15	12	10	3	40
	물관리	10	21	18	4	53
합계		89	91	75	31	286

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 미국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 한국, 일본, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 공급 기술 분야 중 연료공급 기술에서는 한국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음
- 공기공급 기술에서는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 일본이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음
- 관리 기술 분야 중 열관리 기술에서는 한국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음
- 물관리 기술에서는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
공급	연료공급	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (주)두산 ▪ 현대하이스코 주식회사 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 현대자동차 주식회사, 기아자동차(주) 등
	공기공급	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UNITED TECHNOLOGIES CORP ▪ 에스티엑스중공업 주식회사 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 현대하이스코 주식회사, 에스티엑스중공업 주식회사 등
관리	열관리	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bloom energy corp ▪ Nippon zeon co 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중소기업 중심 ▪ 에스퍼얼셀(주), (주)엘케이에너지
	물관리	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electro power systems S P A 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국에너지기술연구원, 한국과학기술연구원 등

□ 공급 기술 분야 주요 출원인 동향

- 연료공급 기술은 (주)두산이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 현대하이스코 주식회사 등이 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 공기공급 기술은 UNITED TECHNOLOGIES CORP가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 에스티엑스중공업 주식회사 등이 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨

□ 관리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 열관리 기술은 Bloom energy corp가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Nippon zeon co 등이 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 물관리 기술은 Electro power systems S P A가 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨

◎ 연료전지용 M-BOP 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 연료전지용 M-BOP 기술 분야의 주요 경쟁기술은 공급 기술이고, 공백기술은 관리 기술로 나타남
- 연료전지용 M-BOP 기술 분야에서 공급 기술 분야는 가장 경쟁이 치열할 분야이고, 관리 기술 분야는 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
공급	연료공급	●
	공기공급	●
관리	열관리	◐
	물관리	◐

* ●: 50건 이상, ◐: 30~49건, ○: 20~29건, ◎: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
공급	연료공급	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연료 전지용 수소/전력 등의 공급 기술
	공기공급	
관리	열관리	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연료 전지 시스템 진단/제어 기술
	물관리	<ul style="list-style-type: none"> ■ BOP 성능 정밀 평가 기술

- 국내 특허동향을 살펴보면 대기업과 중소기업은 공급 기술 분야인 연료공급 기술과 공기공급 기술, 관리 기술 분야 중 열관리 기술을, 공공연구기관은 관리 기술 분야 중 물관리 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남
- 공급 기술 분야에서는 연료 전지용 수소/전력 등의 공급 기술에 연구개발이 집중되고 있음
 - 관리 기술 분야에서는 연료 전지 시스템 진단/제어 기술, BOP 성능 정밀 평가 기술 등 연료전지용 M-BOP에 있어서 다양한 관리 기술이 연구 개발되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 연료전지용 M-BOP 기술 분야의 공백기술 분야는 관리 기술 분야로서, 그 중 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 물관리 기술 분야인 것으로 나타남
 - 연료전지용 M-BOP 기술 분야는 개질기, 펌프, 공조기, 필터 등 다양하게 사용될 수 있음
 - 향후 연료전지용 M-BOP 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 관리 기술 분야에 집중하여 연구개발하고 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
 - 특히 관리 기술 분야 중 물관리 기술은 한국에너지기술연구원, 한국과학기술연구원 등의 공공연구기관과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

부처 투자 현황

- ('15년~, 산업부·환경부·국토부) 수소 충전인프라 및 연료전지 보급 확대
- 석유화학단지와 연계한 부생수소 충전소 구축: (현재) 13기 → ('20) 23기
 - * 관계부처 TF를 구성하여 수소충전소 안정성, 적합성 등 협안 대응을 위해 관계부처 TF운영 검토 (과기정통부, 산업부, 환경부, 국토부)
- 지자체 중심으로 연료전지 자동차 보급* 확대: ('15년) 72대 → ('20년) 1,000대
 - * 충전인프라 배후도시 중심으로 보급(서울, 광주, 대구, 울산, 충남), 민간대상 보급 지원은 수소충전소 추가 설치 후 추진(3~4년 후)
- ('15년~, 산업부) 가정용 연료전지 리스사업 추진방안 마련 및 시범사업 착수('16년~)
- 연료전지 가정에 설치, 전기·열 발생을 통해 연료비를 절감, 투자비용 회수
- ('15년~, 산업부, 지자체 등) 발전용 연료전지 보급 지원 (플래그십 프로젝트)
- 상암동 유휴부지에 20MW 발전용 연료전지 설치('15년~'16년) 대구시 인근 부지에 60MW 연료전지와 7MW 태양광 복합발전 설치(~'20년) 서울인근에 2.5MW 연료전지와 0.5MW 태양광발전('14년~'16년)
- ('15년~, 과기정통부) 창조경제혁신센터와 연계하여 연료전지 산업을 육성
- (광주) 수소 연료전지자동차 산업생태계 조성*
- * 수소펀드(150억원)를 활용한 사업자금 지원, 지역대학 관련 교육 등 추진
- (포항) 발전용 연료전지 등 에너지 부품·소재 관련 사업화·창업지원*
- * 기술지원, 멘토링, 실증·실험 공간 제공 및 창업 지원시스템 구축

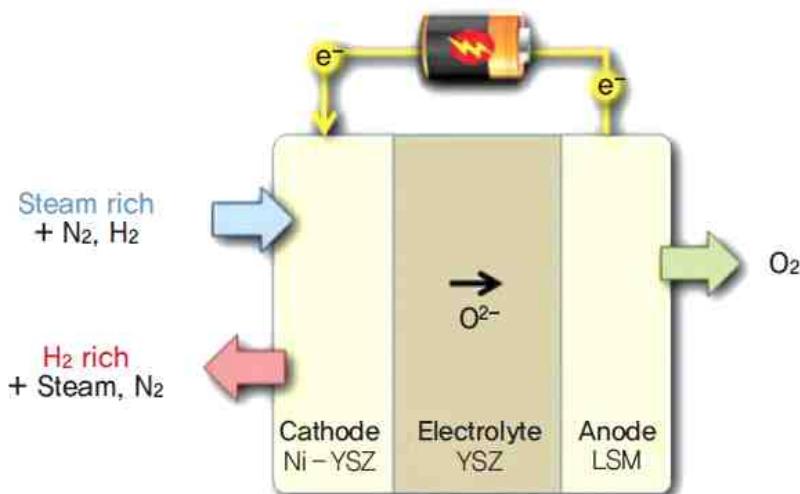
나. 연구개발 인력

기관	부서
KIST 한국과학기술연구원	연료전지연구센터
한국에너지기술연구원	신재생에너지연구본부
포항공과대학교	신소재공학과 연료전지연구소
차세대에너지연구소	태양전지연구센터 및 화학전지연구센터-
에너지경제연구원	기후변화정책연구본부, 에너지국제 협력본부 등-

다. 기술이전 가능 기술

[연료전지용 M-BOP 기술이전가능 기술]

분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 수증기 전기분해를 이용한 고온형 수전해 수소제조 기술
기술적용처	<ul style="list-style-type: none"> 본 기술은 평관형 고체 산화물 단위 셀, 이를 이용한 평관형 고체산화물 연료전지 및 평관형 고체 산화물 수전해 장치에 관한 것으로 수소 제조 기술분야 및 연료전지 기술 분야까지 다양한 기술 적용처가 존재 국내·외 수소 제조기업(ex. 덕양에너지, SPG, 에어리퀴드여수 등) 연료전지 개발 및 활용기업(ex. 현대자동차, GS퓨어셀, MiCo, 경동나비엔, POSCO 등) 수소·연료전지 소비자
기술개발 배경	<ul style="list-style-type: none"> 연료전지의 소형화 필요 <ul style="list-style-type: none"> 고체산화물 연료전지와 고온 수전해장치 등의 전기화학 반응장치는 그 형태에 따라 평판형과 원통형으로 크게 분류되는데, 상기 평판형은 전력밀도(출력)가 높은 장점이 있으나, 가스 밀봉면적이 넓고 적층시 재료들 간의 열팽창계수 차이에 의한 열적 쇼크가 발생하며 대면적화가 어렵다는 단점이 있고, 원통형은 열응력에 대한 저항 및 기계적 강도가 상대적으로 높고 압출성형으로 제조하여 대면적화가 가능하다는 장점이 있으나 전력밀도가 낮다는 한계점 및 평관형 전기화학 반응장치도 출력을 높이기 위해 셀을 적층한 스택 구조로 되어 있지만, 단위 셀의 두께가 두꺼워짐에 따라, 단위 셀이 적층된 셀 스택의 전체 두께가 증가하여 연료전지의 소형화가 어려운 문제점이 있음 해결 : 평관형 수전해 장치를 이용해 소형화 <ul style="list-style-type: none"> 평관형 고체산화물 단위 셀의 제조비용을 줄이고, 소형화할 수 있는 평관형 고체산화물 단위 셀 및 이를 이용하는 평관형 고체산화물 연료전지와 고체산화물 수전해장치 및 연결부를 포함하는 연결재를 구비하는 평관형 고체산화물 단위 셀을 통해 제조비용을 줄일 수 있고, 평관형 고체산화물 연료전지 또는 평관형 고체산화물 수전해장치의 소형화가 가능함
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> 고체산화물수전해셀(SOECs, Solid Oxide Electrolysis Cells)을 이용하여 600~800°C의 고온 수증기를 전기분해하여 수소를 제조하는 고온수전해(HTE, High Temperature Electrolysis) 기술 및 고온수전해 방식은 고체산화물연료전지(SOFCs, Solid Oxide Fuel Cells)와 전기분해(Electrolysis)의 융합기술 연료전지가 수소와 공기를 소비하면서 전기화학 반응에 의하여 물과 전기를 생산하는 발전반응에 기초한다면, 고온수전해 반응은 이와는 반대로 수증기 주입 후 전기에너지를 인가하여 전기화학적인 분해반응 (Electrochemical Splitting, $H_2O + \text{energy} \rightarrow H_2 + 1/2O_2$)에 의해 수소와 산소가 분리되는 공정을 기반으로함. 전기화학 반응에 수반되는 반응열(Reaction heat flux) 역시 연료전지와 반대로 수전해 반응에서는 흡열 ($\Delta H < 0$)이 일어나게 됨 이러한 수소제조 장치의 소형화를 위해 세라믹 소재 기판의 평광형 유닛셀의 형태는 튜브이나 밀봉은 판형 구조로 유닛셀을 스택이 용이하게 하는 기술



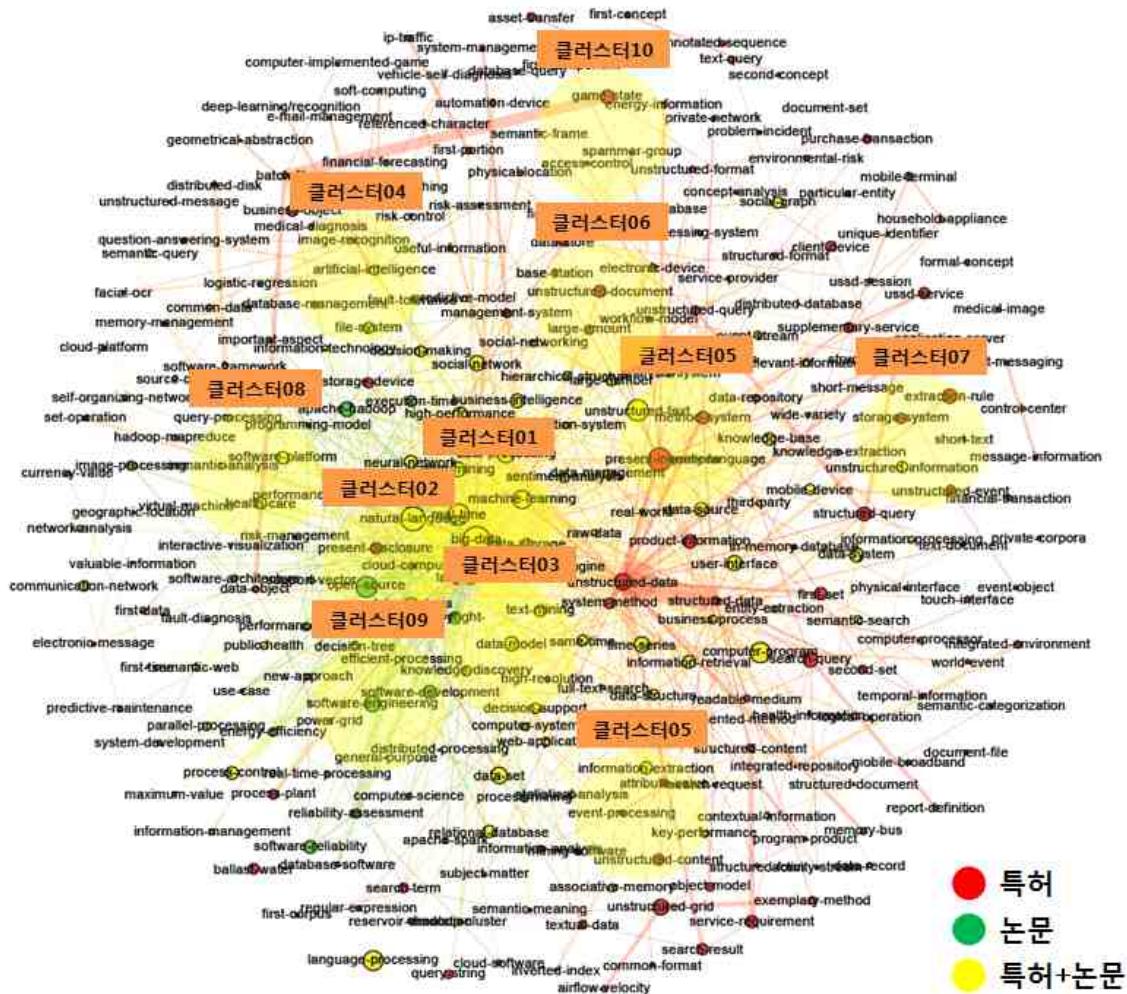
[고온수전해 구조 및 반응 모식도]

기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> 전 세계에서 유일하게 양끝단이 막힌 평관형 단위셀 구조를 취하고 있음 세라믹 연결재가 일체형으로 셀에 제작되어 있음 셀의 형태는 튜브이나 밀봉은 판형 구조를 취하여 밀봉부위가 작고 용이함 유닛셀을 쌓기만 하여도 스택이 되어 부피가 매우 작아 집적도가 높음
세부문의	<ul style="list-style-type: none"> 한국에너지기술연구원 기술사업화실

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[연료전지용 M-BOP 분야 키워드 클러스터링]

[연료전지용 M-BOP 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	Fuel cell, bop	5-7	15.Electrical generation system and method for a hybrid fuel cell power plant 16.Flow controller, particularly blowout preventer (BOP) and smart pipe plug (SPP)
클러스터 02	Fuel cell, system, device	4-7	1. Fuel cell system and electronic device controlling the same 2. A self-operated polymer electrolyte fuel cell system operating at dead-end conditions using pure hydrogen and oxygen gases
클러스터 03	Fuel cell, hybrid	2-5	1. Fuel cell hybrid system 2. Design and implementation of PEMFC system and control strategy for hybrid fuel cells scooter
클러스터 04	Fuel cell, assembly	4	1. A fuel cell systems course for undergraduate engineering students 2. VESSELS WITH ROLL DAMPING MECHANISM
클러스터 05	Fuel cell, application	3-6	1. Application of periodic perturbationsto a RELAP5 hydraulic simulation to determine frequency response 2. Cylinder assembly for snubbing and drilling applications
클러스터 06	Fuel cell, opertion	3-5	1. MEMS-lost circulation materials for evaluating fluid loss and wellbore strengthening during a drilling operation 2. The operation results of a 125kW molten carbonate fuel cell system
클러스터 07	Fuel cell, design, analysis	3	1. Design and analysis of rubber core with PTFE ring in ram BOP 2. Fuel cell system comprising modular design features
클러스터 08	Fuel cell, blowout preventer	4-7	1. BLOW OUT PREVENTER METHOD AND APPARATUS 2. Control of an innovative super-capacitor-powered shape-memory-alloy actuated accumulator for blowout preventer
클러스터 09	Fuel cell, wellbore	4-7	1. Wellbore control device 2. Advances in subsea well intervention BOP qualifications
클러스터 10	Fuel cell, valve	5-6	1. Dual-flow valve assembly 2. Study on sealing characteristics of solenoid valve for fuel cells

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[연료전지용 M-BOP 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
연료공급 시스템	고온 연료전지용 Hot box 제조 기술	기술수요, 전문가 추천, 기술/시장 분석
	SOFC Hot box용 연료 배가스 리사이클 장치 제조 기술	기술수요, 전문가 추천
	고효율 저가 열교환·관리 기술	기술수요, 전문가 추천
	저온, 고온 적용이 가능한 수소재순환 이젝터 기술	기술/시장 분석, 특허/논문 분석
공기공급 시스템	고효율, 고내구성 메탄올 센서 제조 기술	기술/시장 분석
	저가, 고신뢰성 PEMFC용 공기 블로워 제조 기술	기술/시장 분석
수처리 시스템	고내구성 공기극 필터 제조 기술	전문가 추천
	스택 냉각용 워터펌프의 냉각수 누설방지 및 고효율화 기술	전문가 추천

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[연료전지용 M-BOP 분야 핵심요소기술 선정]

분류	요소기술	키워드
연료공급 시스템	고온 연료전지용 Hot box 제조 기술	연료 전지에서 활용 가능한 Hot box 제조 기술
	SOFC Hot box용 연료 배가스 리사이클 장치 제조 기술	SOFC용 Hot box 버너에서 사용하고 남은 배가스를 리사이클하여 다시 열원으로 사용하기 위한 기술
	고효율 저가 열교환·관리 기술	연료전지용 M-BOP 열교환기, 온도 센서, 방열팬, 배열 회수 펌프 등 열관리 시스템
	저온, 고온 적용이 가능한 수소재순환 이젝터 기술	수소재순환 이젝터는 연료전지 스택에서 수소를 스택에 공급하고 남은 잉여의 수소를 압력차를 이용하여 다시 스택에 공급하기 위한 장치이며, 수소 입출구의 압력을 가변으로 제어할 수 있는 기술
	고효율, 고내구성 메탄올 센서 제조 기술	연료공급을 위한 메탄올 센서 제조 기술
공기공급 시스템	저가, 고신뢰성 PEMFC용 공기 블로워 제조 기술	공기 공급을 위한 PEMFC용 블로워 제조 기술
	고내구성 공기극 필터 제조 기술	연료전지 스택의 불순물에 의한 성능 감소를 최소화하기 위한 장치이며, 화학적 또는 물리적으로 먼지, 꽃가루, 일산화탄소 등을 제거할 수 있는 기술
수처리 시스템	스택 냉각용 워터펌프의 냉각수 누설방지 및 고효율화 기술	스택 냉각수 구동을 위한 전동식 워터펌프의 내구성 확보 및 성능 향상을 위한 기술

나. 연료전지용 M-BOP 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

연료전지용 M-BOP의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	환경내구, -30°C~125°C, 효율 86%, 수명 4만 시간 이상, 내구성 1000시간	환경내구, -35°C~130°C, 효율 87%, 수명 5만 시간 이상, 내구성 2000시간	환경내구, -40°C~135°C, 효율 88%, 수명 6만 시간 이상, 내구성 3000시간	환경내구, -40°C~135°C, 효율 88%, 수명 6만 시간 이상, 내구성 3000시간
핵심요소기술	고온 연료전지용 Hot box 제조 기술 SOFC Hot box용 연료 배가스 리사이클 장치 제조 기술 고효율 저가 열교환·관리 기술 저온, 고온 적용이 가능한 수소재순환 이젝터 제조 기술 고효율, 고내구성 메탄올 센서 제조 기술	소음 40dB 이하 소비전력 40W 이하 효율 80% 이상 정확도 ±1% 이내 내구성 3000시간 이상 환경 내구성 평가 확보		
공기공급 시스템	저가, 고신뢰성 PEMFC용 공기 블로워 제조 기술 고내구성 공기극 필터 제조 기술	소음 40dB 이하 소비전력 30W 이하 수명 6만 시간 이상		
수처리 시스템	스택 냉각용 물펌프의 냉각수 누설방지 및 고효율화 기술	환경내구 -40°C~135°C, 효율 88%		
기술/시장 니즈	연료전지 상용화를 위한 고효율/고신뢰성 M-BOP 개발	연료전지 시장 확대를 위한 지속적인 M-BOP 가격 저감 및 국산화 기술 확보	다양한 발전 용량 규모에 적용 가능한 M-BOP 제조 기술 확보	

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[연료전지용 M-BOP 분야 핵심 기술 연구 목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
연료공급시스템	고온 연료전지용 Hot box 제조 기술	고효율	효율 50% 이상	효율 60% 이상	효율 70% 이상	효율 70% 이상
	SOFC Hotbox용 연료 배가스 리사이클 장치 제조 기술	고효율 저소음 저소비전력	소음 50dB 이하, 소비전력 50W 이하	소음 45dB 이하, 소비전력 45W 이하	소음 40dB 이하, 소비전력 40W 이하	소음 40dB 이하, 소비전력 40W 이하
	고효율 저가 열교환·관리 기술	고효율 고신뢰성 저가	효율 60% 이상	효율 70% 이상	효율 80% 이상	효율 80% 이상
	저온, 고온 적용이 가능한 수소재순환 이젝터 제조 기술	내환경성 고내구성	온도범위 -10℃~70℃	온도범위 -20℃~80℃	온도범위 -30℃~90℃	온도범위 -30℃~90℃
	고효율, 고내구성 메탄올 센서 제조 기술	고효율 고내구성 저가	정확도 ±5% 이내, 내구성 1,000시간 이상	정확도 ±2.5% 이내, 내구성 2,000시간 이상	정확도 ±1% 이내, 내구성 3,000시간 이상	정확도 ±1% 이내, 내구성 3,000시간 이상
공기공급시스템	저가, 고신뢰성 PEMFC용 공기 블로워 제조 기술	고효율 고내구성 저가	소음 50dB 이하, 소비전력 40W 이하	소음 45dB 이하, 소비전력 35W 이하	소음 40dB 이하, 소비전력 30W 이하	소음 40dB 이하, 소비전력 30W 이하
	고내구성 공기극 필터 제조 기술	고내구성	수명 4만시간 이상	수명 5만시간 이상	수명 6만시간 이상	수명 6만시간 이상
수처리 시스템	스택 냉각용 물펌프의 냉각수 누설방지 및 고효율화 기술	고내구성 고효율	환경내구 -30℃~125 ℃ 효율 86%	환경내구 -35℃~130 ℃ 효율 87%	환경내구 -40℃~135 ℃ 효율 88%	환경내구 -40℃~135 ℃ 효율 88%

기술개발 테마 현황분석

초고용량 커패시터

초고용량 커패시터

정의 및 범위

- 순간적으로 많은 전기에너지를 저장 후 높은 전류를 순간적 또는 연속적으로 공급하는 고출력 장수명 전기 에너지 저장 장치
- 전극활물질, 전해질, 분리막 등 핵심원료소재 개발 기술과 Sheet Laminating 전극, Slurry coating 전극 등 전극 개발 기술 및 고출력, 고에너지, 고신뢰성의 패키징, 단셀 및 모듈, 시스템 제작 기술 등의 내용을 포함

정부지원 정책

- 산업통상자원부는 2020년 이후 출범하는 신기후체제 대응 방안으로 2016년부터 2030 에너지신산업 확산전략을 본격 추진
- 2030년까지 에너지 신시장 100조 원 구축, 일자리 50만 개 창출, 온실가스 5,500만 톤 감축을 목표로 2020년까지 42조 원을 투자하고 규제를 개혁할 계획
- 산업통상자원부는 에너지신산업 종합대책을 시작으로 과감한 유인책과 규제완화 등 에너지신산업 육성정책과 정책행보를 지속적으로 추진

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">(환경) 산업 성장에 따른 국내생산 및 수요기반 확보(기술) 세계 최고 수준의 경쟁력 확보(정책) 정부의 강한 녹색성장정책의지	<ul style="list-style-type: none">(환경) 충전 인프라 등 사회기반시설 대책 부족(기술) 소재 및 기술력 부재로 해외 의존도가 높음(정책) 표준화, 규격 등에 대한 정부 가이드라인 미흡
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">(환경) 시장 내 절대 강자 없음(기술) 선진국 대비 기술 격차 미미(정책) 세계 각국의 신재생 및 탄소저감 정책, 신재생 에너지 보급 확대 정책 추진	<ul style="list-style-type: none">(환경) 시장 형성 후 후발 진입 장벽 높음(기술) 선진 연구기관과의 기술 경쟁(정책) 단기성과 위주의 연구개발



중소기업의 시장대응전략

- 초기 시장 도입을 위한 산업 육성 방안 마련, 일정 규모 이상의 실증 단지 조성
- 초기 이머징 시장에 대한 시장 진입을 통하여 시장 선점 추진 및 고효율 전기에너지저장 분야 부품소재, 기반기술에 대한 장기적인 투자 육성책 마련하여 국제적 경쟁력 강화

핵심요소기술 로드맵

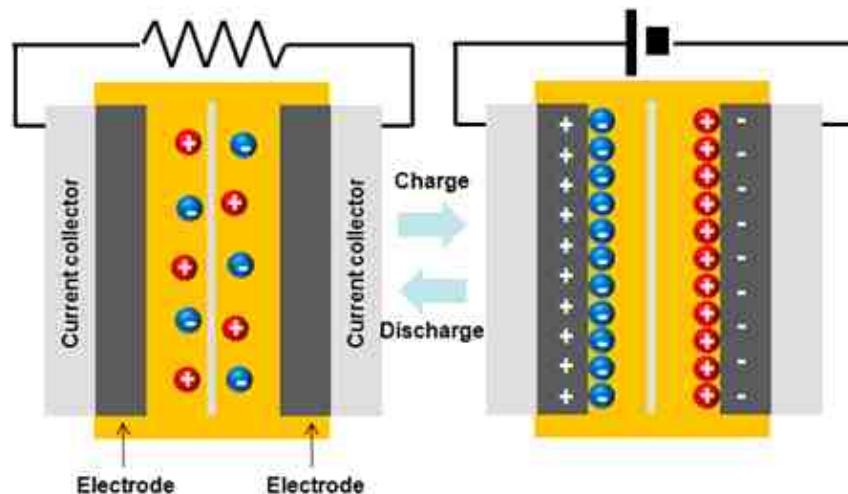
초고용량 커패시터의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	축전용량 140F/g, 비축 전용량 75F/g, 저항50Ω/g, Swelling 20%이하	축전용량 170F/g, 비축 전용량 80F/g, 저항45Ω/g, Swelling 15%이하	축전용량 200F/g, 비축 전용량 80F/g, 저항40Ω/g, Swelling 10%이하	축전용량 200F/g, 비축전용량 85F/g, 저항40Ω/g, Swelling 10% 이하 집전체 누설전류 50mA이하
핵심요소기술	초고용량 커패시터	그레핀 전극활물질을 적용한 고에너지밀도 대칭형 전기이중층 커패시터 마이크로 하이브리드용 초고용량 커패시터 개발		축전용량 200F/g 비축전용량 85F/g 저가, 고전압, 고출력
	전해액	고용량 특성의 슬러리 전극개발을 위한 나노스케일 다원계 전극소재 구조설계 슈퍼커패시터용 고전압 전해액 개발 슈퍼커패시터용 고전압 전해액 첨가제 개발		축전용량 35F/g 저항 40Ω/g Swelling 10%이하 고전압, 고안정성 전해액
	절연지, 집전체, 외장재	고강도, 고연신, 고접착성 박막 알루미늄 집전체		누설전류 50mA 이하 집전체 최적 설계
기술/시장 니즈	에너지저장장치에 대한 중요성 인식, 지원확대	고출력 고에너지 밀도 에너지저장장치 수요 증가		신재생에너지 보급 확대에 따른 저장장치 필요성 증대

1. 개요

가. 정의 및 필요성

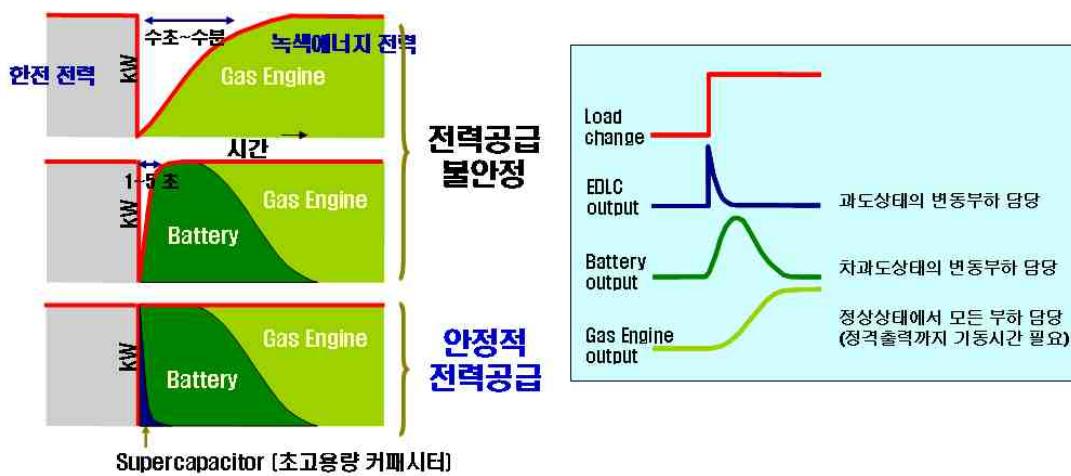
- 초고용량 커패시터는 전극/전해질 계면 부근의 전기이중층에서의 정전기적 인력에 의한 가역적 전하의 흡·탈착에 의해서 에너지를 저장하는 고출력 장수명 전기에너지 저장 장치로 높은 출력, 장수명, 친환경적 특성으로 인해 차세대 에너지 저장 장치로 각광받고 있음
 - 초고용량 커패시터의 기본구조는 양극과 음극으로 구성하는 다공성 전극, 전해질, 집전체, 분리막 또는 격리막으로 이루어짐
 - 전극의 양단에 수 볼트의 전압을 가해 전해액 내의 이온들이 전기장을 따라 이동하여 전극표면에 흡착되어 발생되는 전기화학적 메커니즘으로 작동



[초고용량 커패시터 저장 메카니즘]

- 기후변화협약에 따른 온실가스 배출 규제, 국제환경 규제 강화 등으로 인한 산업경쟁력이 약화되고 있으며 이러한 환경 규제 및 에너지 정책에 의하여 친환경 EV (전기자동차), 스마트그리드가 주목 받으면서 에너지 저장장치의 개발 필요성이 대두되었고, 급성장을 보이고 있음
 - 초고용량 커패시터는 일본, 러시아, 미국 등에서 상용화되기 시작하여 소형에서 대형에 이르기까지 그 응용분야가 다양하게 확대되고 있음
 - 초고용량 커패시터를 이용한 회생에너지 시스템을 적용할 경우 약 40%의 에너지 효율 향상과 이산화탄소 저감을 달성할 수 있음
- 친환경 EV는 수요가 점차 증가하는 추세이며 특히 초고용량 커패시터의 경우 중대형 차량인 버스, 전철 및 건설차량 시장이 형성되어 있으며 시장 성장에 힘입어 수요가 증가하고 있으나 국내 중대형 제조업체는 주요 수요국가인 중국의 보호무역 정책과 경쟁과다에 의한 가격하락에 대한 압박 등의 한계에 처해 있음

- 최근 들어 신재생에너지의 획기적 증가와 더불어 주요 에너지 저장창치로 각광받고 있음. 연료전지발전, 태양광발전, 풍력발전 등의 신재생에너지 발전은 에너지원이나 부하의 변동에 민감하게 반응하므로 단독으로 사용될 경우 출력 전압의 변동을 포함한 전력품질의 저하를 피할 수 없음
- 초고용량 커패시터는 전력밀도가 높고, 충방전 속도가 빠르며, 충방전 사이클 수명이 매우 길다는 특성을 갖고 있어, 부하응답 특성이 느린 신재생에너지 발전시스템에 초고용량 커패시터를 사용하면 발전된 전력과 부하전력 사이의 차이를 초고용량 커패시터가 흡수 또는 방출함으로써 전력품질을 확보하는데 기여 할 것으로 예상



* 출처 : 한국생산기술연구원

[신재생에너지원의 전력품질 확보 모식도]

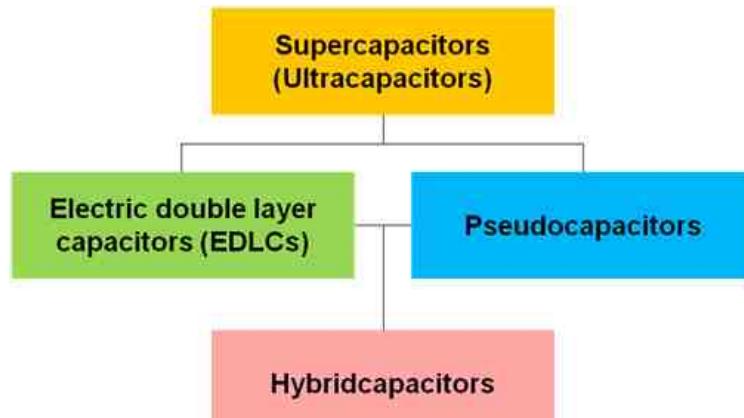
- 따라서 순간적으로 변동하는 전력의 품질을 일정하게 유지하기 위해 빠른 출력에 대응할 수 있는 초고용량 커패시터의 최적화된 소재, 전극, 셀 및 모듈, 패키징 기술이 필요함

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 초고용량 커패시터의 기본 구조는 양극과 음극으로 구성하는 전극활물질, 전해질, 절연지, 집전체 및 외장재로 이루어져 있음
 - 기본구조는 전극 (electrode), 전해질 (electrolyte), 집전체 (Current collector), 격리막 (separator)으로 이루어져 있음

- 초고용량 커패시터는 사용되는 전극 및 작동원리에 따라 3가지 유형으로 구분 됨
 ■ 초고용량 커패시터 전극을 구성하기 위한 전극 활물질에 및 작동 원리에 따라 분류 할 수 있음



[초고용량 커패시터의 계층적 분류]

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
초고용량 커패시터	소재부품	<ul style="list-style-type: none"> • EDLCs용 고용량·고출력 활성탄 소재, 나노카본소재, 흑연계 소재 • Pseudocapacitors용 전도성고분자 전극소재, 전이금속산화물 전극소재, 전도성고분자/탄소 복합소재, 전이금속산화물/탄소 복합소재 • Hybridcapacitor용 리튬전이금속산화물계 전극소재 및 리튬전이금속산화물/활성탄 복합소재
		<ul style="list-style-type: none"> • 슬픈계 솔벤트 소재, 혼합 슬픈계 솔벤트 소재, 스파이롤계 염소재, 가스 발생 억제 첨가제, 고전압 전해액 소재
		<ul style="list-style-type: none"> • 고온용 격리막, PP, PE소재의 격리막 • 집전체는 알루미늄 에칭호일, 알루미늄 편팅호일, 구리메쉬 호일 • 기타부품소재는 코인형 셀용 cap과 case제작, 고강도 외장재

(2) 공급망 관점

- 초고용량 커패시터는 기존 소형기기 뿐만 아니라 다양한 중대형 운송장치나 에너지 저장시스템에도 사용이 가능하기 때문에 기차나 버스 등의 순간 고출력이 필요한 분야는 물론, 자체 에너지 저장 기능 이외에도 전력 품질 향상이 탁월하기 때문에 순간 응답형 디바이스 보조 전원으로 적용되고 있음
- 가정용 가전기기 등의 소형 디바이스에서 무정전 전원장치나 짧은 시간 에너지를 백업하기 위한 용도로 사용
- 중대형 초고용량 커패시터는 신재생에너지와 관련된 스마트 그리드에서의 전력 저장 장치, 연료전지 고품질 저장장치, 전동 중장비 장치에서의 전원, 대형 운송 장치에서의 에너지 하베스터 등의 응용제품에서 사용

[공급망 관점 기술범위]

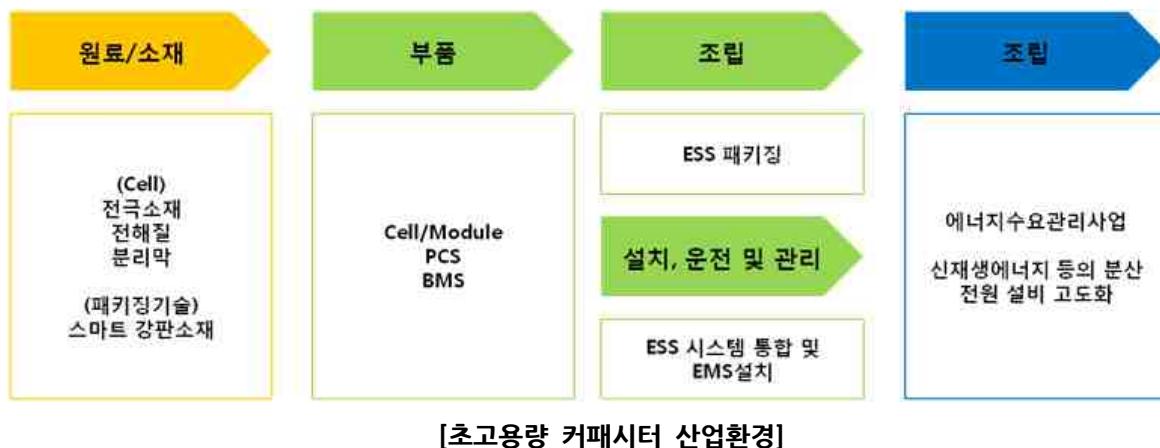
기술개발 테마	제품분류 관점		세부기술
초고용량 커패시터	소형	배터리 대체	스마트미터, GSM/GPRS 트랜스미터, SSD, USB로 움직이는 오디오 시스템, 메모리 백업, M2M 무선통신 응용 기술
		커패시터 대체	모바일폰 카메라 플래시 용량 증대, 모바일폰 시계 백업 기술
	중대형	배터리 대체	트럭의 배터리 팩 대체, 비상시 자동차문 개폐, 에너지 하베스팅 완충, 풍력 터빈 작동 기술
		배터리 보호 및 강화	배터리 연장을 위한 파워제공 및 신속한 충방전을 위한 마찰보호, 풍력 터빈, 태양광, 기타에너지 하베스팅 완충 기술

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 초고용량 커패시터 산업은 소재 및 부품의 원천기술과 셀, 모듈 제조 공정이 융합된 산업으로 전기에너지 저장, 품질·효율 향상을 위한 저탄소·녹색에너지 산업의 측면에서 그 중요성이 커지고 있음
 - 현재 대부분 소재는 수입의 의존도가 높기 때문에 산업 발전의 저해요인으로 작용하므로, 주요 소재의 국산화로 수입 대체 효과를 볼 수 있는 전략이 필요
 - 연구개발비 및 세제 지원 등으로 국내에서 핵심소재에 대한 집중육성으로 부품산업과의 연계성을 강화할 필요 있음
 - 소재의 원천기술 뿐만 아니라 셀, 모듈 제조 공정과 패키징 기술은 활용산업의 혁신제품 개발에 영향



- 초고용량 커패시터는 소형, 박막, 경량화를 통한 고성능·고효율·고출력 실현 및 다른 분야와 융합을 통한 성장이 예상
 - 최근 전자제품을 포함한 모바일 기기들이 융합내지 복합화하면서 전원 장치에 대한 요구가 복잡해지고 있으며 이에 대응하기 위해 높은 출력밀도를 보유하고 있는 보조전원으로 초고용량 커패시터의 수요가 증가함
 - 응용 분야에 따라 소재기술, 셀 및 모듈 설계 기술 등이 다르기 때문에 대기업 및 수요 기업과의 협력이 중요

(2) 산업의 구조

- 초고용량 커패시터 산업은 에너지저장이 가능한 장치를 생산하는 산업이므로, 세부 기술별로 후방산업의 구조가 상이하게 나타남
- 후방산업인 부품 소재 부분의 경우 전극 소재, 전해질, 분리막 등이 전지의 용량, 수명, 출력, 가격 등을 결정하는 핵심 인자로 작용. 부품, 소재의 기술력 및 생산 기반 확보가 매우 중요
 - 고전압, 대전력 환경을 요구하는 스마트 전력전송 분야, 태양광, 풍력 발전에서의 단주기 출력 변동에 대한 스마트 분산전원 분야에서 활용할 수 있음
 - 초고용량 커패시터 기술은 높은 Power-assist 기능으로 인해 ISG (Idling stop & Go)와 가속, 등판길에서 고출력을 요구하는 친환경 자동차의 기술에 기여할 수 있음

[초고용량 커패시터 분야 산업구조]

후방산업	초고용량 커패시터 기술 분야	전방산업
전극소재 전해질 분리막 외장재	전지 제조 공정 전지 제조 설비 전지 화성 장비 전지 성능 평가 장비 전지 제조 자동화	전자제품, 전기자동차, 신재생에너지 저장장치

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 초고용량 커패시터 시장은 2016년 1,372백만 달러 규모에서 2021년 4,785백만 달러 규모로 연평균 성장을 12.2%를 달성할 것으로 예상
- 초고용량 커패시터는 배터리 기술을 완전히 대체할 수 없기 때문에 배터리와 결합하여 작동하는 기술로 시장에 진입하는 것이 유리함

[초고용량 커패시터 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	1,372	1,759	2,292	3,066	4,265	4,785	12.2

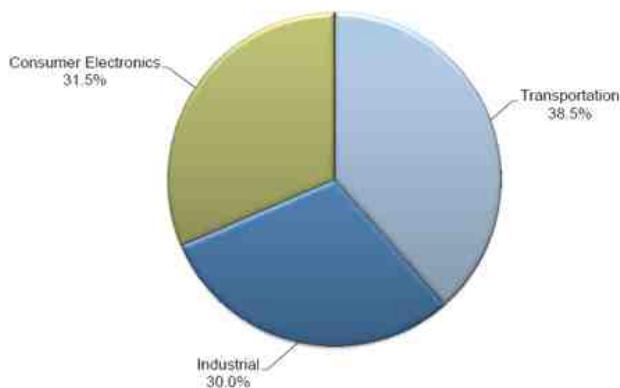
* 출처 : Analysis of the global ultracapacitor market, FROST SULLIVAN

- 초고용량 커패시터의 시장은 크게 수송 분야 (Transportation)와 산업 분야 (Industrial), 가전제품 분야 (Consumer electronics)가 주도하고 있음
 - 초고용량 커패시터는 차량의 시동과 정지 (start-stop)등과 같은 응용분야에서 두루 사용되고 있으며 시장이 확대 될 것으로 전망
 - 높은 출력 밀도의 초고용량 커패시터는 다양한 수송 응용분야의 전원 백업 소스에 사용되며 특히 항공기 및 열차와 같은 수송 분야에서 제동 또는 시동 등 제어 시스템에 적용 되고 있음
- 유럽 및 아시아 지역은 수송 분야의 초고용량 커패시터 시장 성장이 기대됨
 - 유럽과 아시아는 하이브리드 자동차 및 하이브리드 버스에 초고용량 커패시터를 적용하여 장기적으로 유리한 시장을 선점함
 - 특히 유럽은 이산화탄소 배출을 줄이기 위한 환경 정책을 통해 시장에 대한 성장 기회를 제공
 - 유럽은 이산화탄소 배출 규제 발효에 따라 새로운 규정 충족을 위하여 기존 차량의 거의 90%가 개조되어야 하며 이에 따라 마이크로 하이브리드 전기 자동차 판매 성장과 관련하여 초고용량 커패시터 시장이 동시에 성장할 것으로 예상됨
 - 중국은 강력한 배출 기준에 따라 대량의 하이브리드 버스를 생산하였고 동시에 초고용량 커패시터의 매출량이 증가할 것으로 예상되며 다른 국가들도 이에 따라 동시에 증가할 것으로 예상됨
- 초고용량 커패시터 시장의 분야별 2020년까지 매출액은 연평균 수송 분야는 10.7%, 산업 분야는 11.9%, 전자제품 분야는 14.2%를 달성할 것으로 예상됨

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ▣ ■

- 수송 분야는 유럽에서 마이크로 하이브리드 자동차를 더 많이 생산 할 것으로 예상되며 이는 가격 하락에 긍정적인 영향을 미치게 되고 이는 북미 지역까지 영향을 미칠 수 있음
- 산업 분야는 배터리를 직접 대체하는 역할을 하기에는 제한적이기는 하나 새로운 응용 분야에서 시장이 지속적으로 성장할 것으로 예상됨

[초고용량 커패시터의 용도별 점유율]



* 출처 : Analysis of the global ultracapacitor market, FROST SULLIVAN

[초고용량 커패시터의 용도별 매출액 전망]



* 출처 : Analysis of the global ultracapacitor market, FROST SULLIVAN

- 2013년 전체 시장 매출의 45.1% 점유율로 미국의 Maxwell이 주도했으며 일본의 Panasonic이 19.2%로 점유율이 2위임
 - 미국의 Maxwell은 수송 분야의 시장을 견인하며 전 세계적으로 시장 지배력을 유지할 수 있으며 Panasonic은 소비자 전자제품 시장에 주로 집중함

[초고용량 커패시터 기업별 매출율]

(단위 : %)

Company	Revenue
Maxwell Technologies Inc	45.1
Panasonic	19.2
Nesscap	4.8
NEC-TOKON (KEMET)	3.0
Nippon Chemi-Con	3.0
*Others	24.9
Total	100.0

* 출처 : Analysis of the global ultracapacitor market, FROST SULLIVAN

(2) 국내시장

- 국내의 초고용량 커패시터 시장은 가전기기, 수송, 산업용 에너지 분야에서 형성하고 있으며 2016년 9,074억 원 규모에서 2021년 14,233억 원 규모로 연평균 성장을 13.79%를 달성할 것으로 전망
- 수송 분야는 연평균 성장률이 15.6%로 '20년에는 6,800억 원 규모의 시장을 형성할 것으로 전망
 - 수송 분야는 차량용 ISG(Idle Stop&Go)시스템에 탑재되는 초고용량 커패시터가 주도할 것으로 전망
 - 산업 분야는 연평균 12.0%, 에너지 분야는 연평균 24.1% 성장할 것으로 예상됨. 현재 공장의 로봇이나 도로의 솔라블록, 솔라표지판, 건물비상구, 포크리프트, 크레인, 골프장 카트 등에 일부 사용되고 있으며 향후 스마트미터 분야의 초고용량 커패시터 시장이 크게 성장 할 전망임
 - 신재생에너지는 시간대별로 생산할 수 있는 전력량이 일정치 않기 때문에 그리드의 전력 흄질 저하를 가져올 수 있으므로 부하평준화 장치가 필요함. 부하평준화 장치로 초고용량 커패시터가 적합하여 시장이 확대될 것으로 예상됨

[초고용량 커패시터 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
국내시장	9,074	9,868	10,676	11,552	12,518	14,233	13.79

* 출처 : 울트라 커패시터 최신기술 및 시장전망, SNE리서치 자료 인용 및 추정

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 초고용량 커패시터의 시장을 용량에 따라 초소형, 소형, 중형, 대형, 초대형으로 구분하며 향후 중형, 대형 및 초대형 시장의 급격한 성장이 예상됨

[국내 센서 산업 시장 규모 현황 및 전망]

(단위: 억 달러, %)

구분	'17	'18	'19	'20	CAGR ('11~'15)
초소형	16.2	16.0	13.9	12.8	-9.9
소형	6.7	6.2	5.8	5.4	-8.7
중형	10.5	11.0	11.5	12.0	1.6
대형	11.9	13.4	15.3	17.5	3.4
초대형	54.7	54.4	53.4	52.3	5.7

* 출처: 울트라 커패시터 최신기술 및 시장전망, SNE리서치

(3) 무역현황

- 에너지 저장장치 기술로 무역현황을 분석하였으며, 수입금액과 수출금액 모두 증가하는 추세
 - 고용량 커패시터의 '12년 수출 금액은 4억 4688만 달러에서 '16년 5억 2845만 달러 수준으로 증가하였으며, '12년 수입 금액은 66
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 4.3%, 수입금액은 14.4%로 증가한 것으로 나타남
- 무역특화지수는 '12년(0.74)부터 '16년(0.64)로 하락한 것으로 나타남

[초고용량 커패시터 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('11~'15)
수출금액	446,885	304,732	279,512	392,128	528,459	4.3
수입금액	66,601	69,145	62,260	132,097	114,175	14.4
무역수지	380,284	235,587	217,252	260,031	414,284	-
무역특화지수*	0.74	0.63	0.64	0.50	0.64	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

연구 개발 동향

- 국내 초고용량 커패시터는 소형 셀 중심으로 급속하게 영역을 확장하고 있으며, 최근에는 SSD 적용 제품에 대한 기술개발을 추진 중에 있어 향후에는 중대형 분야에서 영역을 확대할 것으로 예상

휴대전자기기의 발달과 함께 초소형과 칩 형태의 제품이 개발되어 활발히 수요가 증가

- 휴대용 전자기기의 융합화로 고출력, 고신뢰성 수요 증가 추세에 따라 슬림형 초고용량 커패시터 제품 연구가 활발히 이루어지고 있음
- 향후 고출력, 고신뢰성, 슬림화에 대한 시장 니즈를 충족시킬 수 있는 기술 개발이 요구됨

초고용량 커패시터는 기존 소형기기 뿐만 아니라 다양한 중대형 수송 장치나 순간 응답형 디바이스 보조 전원 등에 적용하기 위한 연구가 진행 중

- 하이브리드 자동차와 전기자동차 등 친환경 자동차의 수요가 증가할수록 초고용량 커패시터의 연구도 늘어날 것으로 전망됨
- 연료전지 발전, 태양광 및 풍력 발전 등의 신재생에너지 발전은 에너지원이나 부하의 변동에 민감하게 반응하므로 단독으로 사용할 경우 발생하는 출력전압의 변동을 포함한 전력품질의 저하를 개선하는 용도로 초고용량 커패시터가 사용됨에 이 분야에서의 연구가 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 신재생에너지와 관련된 스마트 그리드에서의 전력 저장 장치, 연료전지 고품질 저장장치, 전동 중장비 장치에서의 전원, 대형 수송 장치에서의 에너지 하베스터 등 대규모 에너지 저장장치 분야에 대한 연구 개발이 진행

[초고용량 커패시터 중요 요소별 국내 기술 개발 동향]

센서분야	동향
전극활물질	단위부피 당 높은 용량과, 출력 특성, 장기 신뢰성이 우수한 활성탄 연구
전해질	유기계 혹은 이온성액체계의 고전압, 고이온전도도, 고안정성 전해질 연구
분리막	PAN계 부직포 분리막 등 전해액과의 젖음성 및 계면밀착성, 안정성 향상된 분리막 연구
바인더	안정성이 우수한 고결착력, 고분자량의 바인더 연구

(2) 기술환경분석

- 녹색기술 산업분야인 초고용량 커패시터를 포함한 고효율 이차전지의 R&D 투자 비율이 증가하는 추세임
- 고효율 이차전지 기술에 대한 투자는 지난 7년간 ('09~'15년) 연평균 증가율은 24.1%러 증가 추세임
 - 본 기술에 대한 투자는 산업통상자원부 (59.5%), 미래창조과학부 (27.6%), 중소벤처기업부 (5.9%), 교육부 (3.55%), 국토교통부 (1.7) 등의 순으로 나타남
 - 연구개발단계별로 보면 개발연구단계의 투자액이 가장 높았고, 연구수행주체는 중소기업이 가장 높게 나타남

[고효율 이차전지 기술 관련 투자 비중]



* 출처 : 녹색기후기술정보시스템 정책연구부(2017), “2015년 녹색기술 국가연구개발사업 조사분석 보고서”

신기후체제 출범에 대응한 에너지 산업의 패러다임 전환이 요구되며 4대 분야 에너지 신산업 과제가 도출됨

- 초고용량 커패시터에 대한 정책적 지원은 리튬이온전지에 비해 상대적으로 열악하나 초고용량 커패시터의 역할은 다른 에너지 저장장치로 대체하기 어려우며 전기자동차와 신재생에너지 산업에서 수요가 지속적으로 증가하고 있기 때문에 정부 주도의 기술 발전이 필요함
- 생산된 전기를 저장장치에 저장했다가 전력이 필요할 때 공급하여 전력 효율 제고
 - 다양한 용도로 사용이 가능한 ESS 특성을 고려하여 신재생에너지 등 국내 전력 산업 전반으로 활용 범위 확대
 - 국내 ESS의 세계 선도를 위한 국제 표준, 맞춤형 진출 지원 강화
- 2030년에는 전기차 시장이 1.070만대로 급성장 할 것으로 전망
 - 다양한 전력기반 운송 수단이 활성화 될 수 있도록 제도를 개선하고 초기 시장 창출 지원
 - 전기차 제작, 부품, 개조업에 참여하는 중소 기업에 대해 전주기 지원 강화
- 산업통상자원부는 전국 13개 지역 중심으로 EMS, AMI 등을 활용한 사업모델을 구현, 스마트 그리드 환산 사업을 추진 ('16~'18, 총 사업비 5,668억원)

[R&D 정책 방향]

분류	정부 정책 방향
 산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> • 전력 효율화를 위한 ESS 적용 및 확대 • 고출력의 전기 동력으로 구동되는 친환경 자동차 확산

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 국내 고용량 커패시터 제조사는 LS 엠트론, 네스캡, 비나텍, 비츠로셀, 삼화전기, 삼화콘덴서, 퓨리켐, 코칩, 캡 솔루션, 삼신, OR2 등 11개가 있으며 대형 고용량 커패시터는 LS 엠트론, 네스캡, 비나텍, 삼화전기 및 퓨리켐이 제조하여 출시하고 있음
- 미국 Maxwell사는 초고용량 커패시터를 전기자동차, 하이브리드 자동차에 적용하기 위해 2.5V, 2kW/kg급 제품을 개발. GE역시 픽업트럭에 초고용량 커패시터에 활용하는 방안을 연구중에 있으며 차량용 초고용량 커패시터와 관련한 가장 많은 특허를 보유하고 있음
- 일본 마스시타전기는 전기자동차와 하이브리드 자동차와 같은 차량용, 태양전지 및 풍력발전의 신재생에너지 전력 조정용 초고용량 커패시터를 연구개발 중. 혼다자동차는 수소연료전지자동차의 보조전원으로 이온성 액체전해질을 이용한 초고용량 커패시터를 개발하고 있으며 JM에너지사는 고용량 리튬이온 커패시터를 개발. 일본 기업은 초고용량 커패시터 제품 외에 소재 및 부품 개발에 있어서 적극적으로 참여하여 전극 활물질인 활성탄 생산에 있어 관서열화학, 쿠라레이 케미칼, 오사카 가스케미탈 3개사가 세계시장을 독점하고 있음
- 중국에는 약 20개 기업체가 초고용량 커패시터를 생산하고 있으며 상하이 버스와 같이 정부주도하에 수송 및 교통 분야 이용에 집중하고 있음

[국내·외 초고용량 커패시터 개발목표 비교]

해외 선진사 슈퍼커패시터	국내 슈퍼커패시터	개발 목표
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2.5V-2300F, 1.2mΩ (RC : 2.76s) <ul style="list-style-type: none"> - NCC, 일본 ✓ 3.8V-2200F, 0.7mΩ (RC : 1.54s) <ul style="list-style-type: none"> - NCC, 일본 ✓ 2.7V-3300F, 0.26mΩ (RC : 0.85s) <ul style="list-style-type: none"> - SPS, 중국 ✓ 3.0V-3000F, 0.27mΩ (RC : 0.81s) <ul style="list-style-type: none"> - Maxwell, 미국 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2.85V-3400F, 0.23mΩ (RC : 0.69s) <ul style="list-style-type: none"> - LS Mtron ✓ 2.7V-3000F, 0.28mΩ (RC : 0.84s) <ul style="list-style-type: none"> - VINATECH SAMWHA, PUREECHEM 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3.0V-3000F, 0.15mΩ (RC : 0.45s) - 해외 선전사 대비 80% 출력 개선 효과 - 출력 당 단가 저감 효과
해외 적용 차량의 연비개선효과	국내 적용차량의 연비개선효과	개발 목표
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 승용차 : Regeneration (10%) ✓ 버스 : Regeneration + power assist (20-25%) ✓ 전철 : Regeneration + power assist (20-25%) ✓ 건설 : Regeneration + power assist (30-41%) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 전철 : Regeneration + power assist (24%) ✓ 건설 : Regeneration + power assist (35%) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 건설 : Regeneration + power assist (45%)

* 자료: Company websites, based on Single cells

[국내외 기업의 기술보유 및 개발현황]

	기관명	구분	기술보유 및 개발현황
해외기업	관서열화학	전극활물질	알칼리부활 페놀레진계 활성탄
	구라레이케미칼	전극활물질	페놀레진 및 야자각계 활성탄
	오사카가스	전극활물질	페놀레진 및 야자각계 활성탄
	고어텍스	전극	활성탄 고무형(rubber type) 전극
	마쓰시타 전기	셀/모듈	EDLC 셀 및 모듈
	NEC-Tokin	셀/모듈	EDLC 셀 및 모듈
	ELNA	셀/모듈	EDLC 셀 및 모듈
	JM에너지	셀	리튬이온 커패시터
	Cap-XX	셀	칩 타입 EDLC
	맥스웰(Maxwell)	셀/모듈	EDLC 셀 및 모듈
	네스캡(Nesscap)	셀/모듈	EDLC 및 하이브리드 슈퍼커패시터 셀 및 모듈
	쇼에이(Shoei)	셀	초소형 슈퍼커패시터
국내기업	SII	셀	초소형 슈퍼커패시터
	PCT	전극활물질	코크스 기반 활성탄
	애경화학	전극활물질	레진 기반 활성탄
	코닝	전극활물질	바이오매스 기반 활성탄
	삼화콘덴서	전극활물질/셀	LiTiO계 전극소재 및 중대형 셀
	퓨리캠	전극활물질/셀	LiTiO계 전극소재 및 중소형 셀
	SK케미칼	전해액	EDLC 및 하이브리드 형 전해액
	솔브레이인	전해액	EDLC 및 하이브리드 형 전해액
	한국JCC	전극	활성탄 전극
	LS엠트론	셀/모듈	EDLC 및 하이브리드 슈퍼커패시터
	비나텍	셀/모듈	EDLC 및 하이브리드 슈퍼커패시터
	코칩	셀/모듈	EDLC 초소형 및 중형
	삼화전기	셀/모듈	EDLC 중대형
	아모텍	전극활물질/셀	탄소나노섬유 소재 및 EDLC

□ 국내 중소기업 사례

- (주)퓨리캠은 신재생에너지 산업부문 부품 및 소재 공급하고 있으며 원통형 3.3V 단셀 슈퍼캡 국내 최초 개발
- (주)아모그린텍은 신소재 및 나노기술을 기반으로 정보기술(IT), 에너지, 환경 등 미래 유망산업 핵심 소재와 부품 연구를 진행
- 한국제이씨씨(주)는 알루미늄 전해커패시터의 전해액 누액 방지 가능한 PAD 개발
- 비나텍(주)는 친환경 슈퍼커패시터 생산 및 제공, 친환경으로 가공된 활성탄소를 이용하여 높은 출력 밀도와 장수명을 가짐

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- (주)에너솔은 전기전도성 고분자를 이용한 고체전해질의 알루미늄 고분자 커파시터를 개발하였으며 이 제품은 저저항, 장수명, 열적 안정성 등의 우수한 특성을 가짐
- 가온하이테크(주)는 맥스웰테크놀로지 슈퍼커파시터를 고객맞춤형 모듈로 제작 및 판매

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)퓨리켐	4,503	1,863	23.7	6.4	-15.7	2.4
(주)아모그린텍	61,458	69,982	-4.3	-3.5	-6.2	13.5
한국제이씨씨(주)	52,443	49,146	5.5	-0.3	1.2	0.0
비나텍(주)	27,249	20,155	0.0	8.0	2.0	1.1
(주)에너솔	5,929	4,052	-19.3	-30.3	-34.5	9.1
가온하이테크(주)	1,277	1,280	120.3	7.6	3.8	7.3

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 대표적인 미국 초고용량 커패시터 기업인 Maxwell사에서는 최근 하이브리드 버스, 에너지 그리드, 세미 트럭, 리프팅 적재, 하이브리드 전기자동차 등의 제품에 집중 적용하기 시작하여 고에너지밀도, 고출력밀도를 갖는 라인업을 보유하고 있음
- 일본, 독일에서 자동차, 전철, 모노레일 분야 적용을 통한 에너지 효율 향상 효과 검증을 완료하였으며, 엘리베이트, 크레인, 굴삭기 등의 수송, 건설기계 분야에서 확대 적용이 진행 중임

[미국의 고용량 커패시터 개발 동향]

구분	내용
센트럴 플로리다 대학	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 6월 배터리 크기의 문제를 혁신적으로 개선할 수 있는 신기술 개발 • 연구팀은 전선 자체가 슈퍼 커패시터가 되기 위해 필요한 두 개의 전극 중 하나를 특수 합금물질(Nanowhisker)로 피복해 감싸는 기술 개발 • 기존 구리전선 외부에 슈퍼 커패시터를 추가 장착해 개발된 것으로 전선은 전기를 전송 및 저장하는 기능을 수행 • 슈퍼 커패시터 전선 제조기술과 전기충전 효율을 높이는 기술개발이 관건
UC 리버사이드 대학	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 5월 전기차 및 휴대용 전자제품의 배터리 수명을 늘리며 더 가볍고 빠른 충전을 가능하게 하는 슈퍼 커패시터 배터리 개발에 성공 • 고전력 밀도를 달성하기 위해 배터리는 새로운 아키텍처로 디자인, 전기화학적 표면적, 높은 전기전도성, 짧은 이온 확산경로, 계면 무결성 보유
밴터빌트 대학	<ul style="list-style-type: none"> • 밴터빌트대학 물질화학연구팀은 2013년 10월 태양전지가 태양광을 받는 것이 불가능한 야간에도 전력을 공급해 휴대전화의 배터리가 수초만에 충전을 완료할 수 있는 혁신적인 슈퍼 커패시터의 개념을 발명 • 실리콘을 사용한 태양전지에 짜 넣어 모바일폰 등 다양한 전자기기에 적용이 가능해 반도체 소자 자체로 배터리 기능을 가짐에 따라 비용절감을 기대 • 종래의 배터리가 수시간에 걸쳐 충방전 하던 것을 몇 분만에 가능
라이스 대학	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 6월 나노포러스 니켈 불화물 기반 새로운 플렉서블 배터리 개발 • 유연하게 구부릴 수 있어 웨어러블 디바이스 등에 적용되며, 슈퍼커패시터의 특성으로 저장시간이 길어 전기자동차 등 다양한 분야에 사용
스탠포드/USC 대학	<ul style="list-style-type: none"> • 2009년 인쇄카본나노튜브와 폴리머 젤 전해액을 이용해 플렉서블 슈퍼 커패시터를 개발했는데 프린팅 슈퍼 커패시터는 신문 인쇄처럼 단순하고 저렴
Maxwell Technologies	<ul style="list-style-type: none"> • 샌디에이고에 연구 및 시험양산 파트를 세우고 소형 EDLC를 융릉과기유한공사(대만)에서, 대형을 유럽에서 각각 생산, 버스 용도 제품화 • 최근 들어 중국 등 슈퍼 커패시터 제조업체 증가로 시장 점유율 하락 • 맥스웰사 슈퍼 커패시터를 탑재한 전기자동차가 2012년 말 100만 대에 달함
리니어 테크놀로지 LTC3331	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 6월 수확 가능한 에너지 이용 시 배터리 수명을 연장하도록 최대 50mA 연속 출력 전류를 제공하는 통합에너지 수확 솔루션 'LTC3331' 출시 • 수확된 에너지를 이용할 수 없을 때, 벽부스트 컨버터에 전원을 공급하며, 수확할 수 있는 소스가 없을 경우 자동으로 배터리로 전환

*자료: ETRI 경제분석연구실 2014.8

[일본의 고용량 커패시터 개발 동향]

구분	내용
도호쿠대학	<ul style="list-style-type: none"> 원자분재료학고등연구기구 연구그룹은 2011년 2월 3차원 나노플라스금속/산화물 하이브리드전극을 이용해 고성능 전기화학 커패시터의 개발에 성공 고성능 슈퍼 커패시터의 응용을 위해 신규 나노플라스 금속/산화물(Au/MnO₂) 하이브리드 전극 재료를 개발했는데 독립한 3차원 나노플라스 금속막에 나노결정 MnO₂를 무전해 도금해 얹어져 MnO₂의 두께는 도금시간에서 제어 가능
신슈대학	<ul style="list-style-type: none"> 2012년 11월 대용량 하이브리드 슈퍼 커패시터 개발에 성공 수소전해질과 고체전해질을 병용하여 안전한 리튬이온전지의 대용량 특성을 가진 새로운 구조의 슈퍼 커패시터 어드밴스트 하이브리드 슈퍼 커패시터 개발
독립행정법인 물질·재료 연구기구 첨단 재료 프로세스 유닛	<ul style="list-style-type: none"> 2011년 9월 커패시터 에너지 밀도를 비약적으로 향상시키는 데 성공 연구팀은 미 노스캐롤라이나대학 연구팀과 공동으로 에너지 밀도를 비약적으로 향상시키기 위해 비표면적이 2,630m²/g으로 기존 재료에 비해 매우 큰 그래핀을 커패시터 전극의 베이스 재료로 하고 전해액 이온이 그래핀 표면에 흡착할 수 있도록 카본나노튜브를 공간으로 삽입한 그래핀 적층 개발
NGK	<ul style="list-style-type: none"> 1984년 도쿄전력과 함께 NaS 프로젝트를 시작하여 1990년 10kW급 모듈을 전기차에 탑재해 테스트 하였으며, 1992년 load Leveling용의 50kW 모듈 개발 NGK의 NaS 전지 세계시장 점유율은 거의 절반에 이르고 있으며, 프랑스 EDF와 150MW, UAE와 300MW 공급계약 체결
GS-Yuasa	<ul style="list-style-type: none"> GS-Yuasa는 전지업체로 NEDO 프로젝트에 참여하여 NaS 전지를 개발 100kW급 이상의 리튬 2차 전지를 제작하여 실증용 운전중임
도요타 자동차	<ul style="list-style-type: none"> 프리우스 하이브리드에 슈퍼 커패시터 적용 Le Mans 자동차 레이스에 프리우스 하이브리드 슈퍼 커패시터 기술 적용 탐색 도요타 TS040은 V8 엔진을 사용하는데 2개의 슈퍼 커패시터는 현재의 프리우스 시너지 드라이브보다 브레이킹 에너지의 회수를 60배나 빠르게 수행

*자료: ETRI 경제분석연구실 2014.8

[기타 고용량 커패시터 개발 동향]

구분		내용
중국	광저우시	<ul style="list-style-type: none"> • 중국 광저우시는 2014년 6월 슈퍼 커패시터로 움직이는 트램을 공개 • 광저우 트램은 2013년 6월 CSR Zhuzhou사와 7대 100% 저층 트램 계약을 체결 • 지멘스는 기술라이센스 계약에 따라 추진체와 제어, 브레이킹, 보조장치 공급 • 트램에 장착된 슈퍼 커패시터는 정류장에서 지상전력으로부터 자동으로 충전 • 트램은 충전 간 최대 4km까지 달릴 수 있으며 브레이킹 에너지 회수율은 85% • 4량으로 구성된 트램은 36.5m 길이, 325mm 높이로 386명의 승객을 태우고 운행 • 스테인레스스틸로 제작되었으며 최대 70km의 속도로 광저우시의 해주지역을 운행할 것이며 7.7km 선로에 10개의 정류장이 설치됨
싱가포르	난양공대	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년 6월 몇 번이나 결단된 후 스스로 회복하는 자가치료 슈퍼 커패시터 개발 • 사용자의 지속적인 움직임으로 성능 유실없이 손상된 문제를 견뎌낼 수 있어 미래 플렉서블 기기와 웨어러블 디바이스의 발전을 촉진할 것으로 기대 • 연구결과는 Advanced Materials에 게재

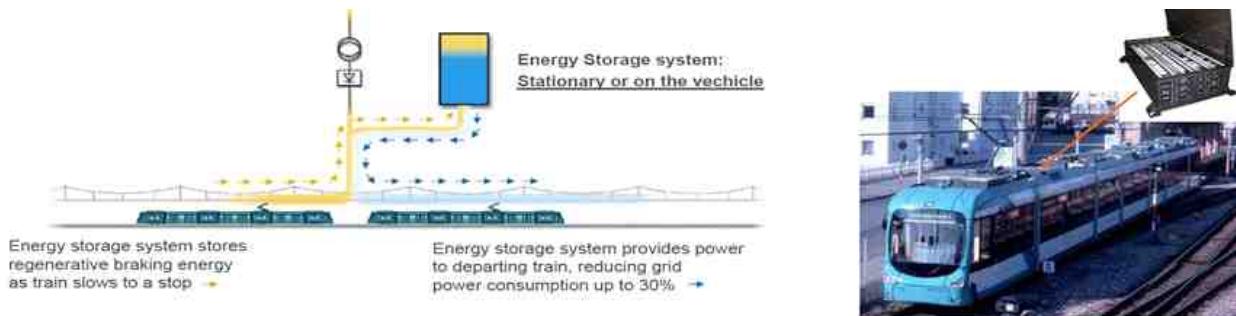
*자료: ETRI 경제분석연구실 2014.8

(2) 국내업체동향

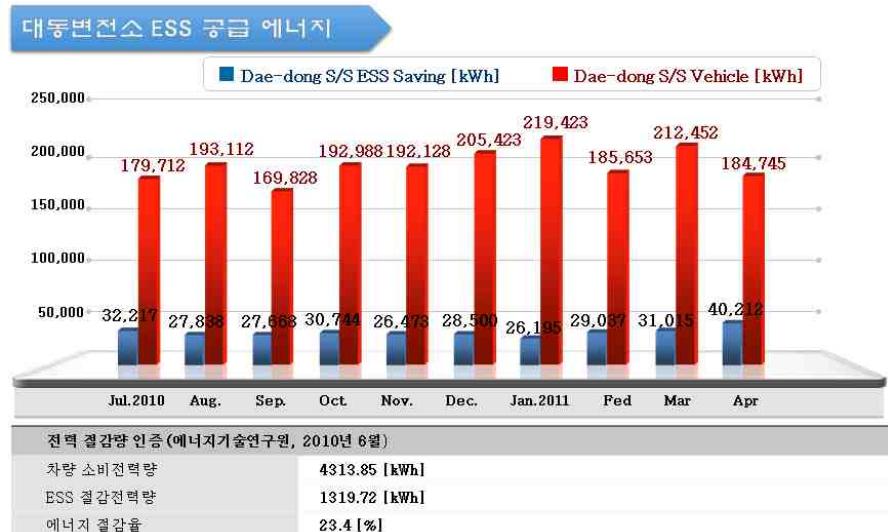
- 국내 중대형 초고용량 커패시터 제조업체는 주로 2.7V급 전기이중층 커패시터를 생산하고 있으며 일부 하이브리드 커패시터를 제조하고 있음
 - 주로 중형급의 전기 이중층 커패시터를 중심으로 국내사에서 풍력날개 제어용으로 판매하고 있으며 꾸준히 시장이 증가할 것으로 전망
- LS 엠트로사가 출시하는 2.7, 2.8, 2.85V-3000F급 EDLC는 ACN 전해액을 사용하여 제조하고 있으며 이들 제품의 DC저항과 RC time은 각각 0.23~0.25mΩ과 0.69~0.75s를 나타냄
- 네스캡, 비나텍, 삼화전기 및 퓨리켐은 2.7V-3000F급을 유사한 공정으로 제조하고 있으며 이들 제품들의 DC저항과 RC time은 각각 0.26~0.28mΩ과 0.78~0.84s를 나타냄. 고용량 커패시터는 1F 이하 소형의 메모리 백업용, 100F이하 중형에 대한 기술개발이 중점적으로 이뤄졌으며, 100F이상 대형 제품의 최근 기술개발이 본격적으로 이뤄지고 있음
- 국내 승용차, 버스 및 건설차량에 회생에너지를 목적으로 고용량 커패시터를 개발을 한 사례는 아직 없고 일부 HEV 및 승강기 (엘리베이터)용에 대한 연구개발이 진행되었거나 진행하고 있음

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 국내 경전철의 경우 2010년에 한국철기연, 우진산전이 대동변전소에 초고용량 커파시터 뱅크를 설치하여 차량의 회생에너지를 저장하고 출발 시 power-assist하는 기능으로 약 24%의 연비 향상을 실현하고 지하철 및 역사에 설치의 사례가 증가하고 있음
- 건설차량의 경우 2012년에 연구 과제를 통해 두산인프라 코어가 22톤 굴삭기에 고용량 커파시터를 탑재하여 약 35%의 연비 향상을 실현하는 것으로 보고함



[경전철 차량의 회생에너지용 적용사례]



[회생에너지용 초고용량 커파시터를 적용한 경전철 차량의 에너지 절감율]

[국내 초고용량 커패시터 제조사 제품 특성]

Company	Products (Cell types, Electrochemical Properties)	Characteristics
LS MTRON	✓ 2.8V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 3.0V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Cylindrical (Threaded), ✓ 2.85V-Cylindrical (Threaded), ✓ 2.8V - Prismatic (Screw Terminal), 100 to 450F, -40 ~ 65°C 380 to 480F, -40 ~ 65°C 650 to 3000F, -40 ~ 65°C 350 to 3400F, -40 ~ 65°C 3000F, -40 ~ 65°C	✓ AcN electrolyte ✓ High voltage - 2.85V for Cylindrical - 3.0V for Radial
NESSCAP	✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Cylindrical (Weldable & Threaded), 3 to 360F, -40 ~ 65°C 100 to 480F, -40 ~ 65°C 650 to 3000F, -40 ~ 65°C	✓ AcN electrolyte
VINATECH	✓ 2.5V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.5V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Cylindrical (Threaded), ✓ 3.0V - Radial (Lead Terminal), ✓ 3.0V - Radial (Lug Snap-in), 1 to 60F, -25 ~ 70°C 120 to 500F, -25 ~ 70°C 1 to 60F, -40 ~ 65°C 100 to 500F, -40 ~ 65°C 650 to 3000F, -40 ~ 65°C 1 to 100F, -40 ~ 65°C 360 to 500F, -40 ~ 65°C	✓ AcN, PC electrolyte ✓ High voltage - 3.0V for radial
VITZRO CELL	✓ 2.5V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.5V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Radial (Lug Snap-in), 3 to 60F, -25 ~ 70°C 3 to 50F, -40 ~ 65°C 120, 350F, -25 ~ 70°C 100, 350F, -40 ~ 65°C	✓ AcN, PC electrolyte
SAMWHA ELECTRIC	✓ 2.5V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.5V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Cylindrical (Weldable & Threaded), 3 to 60F, -25 ~ 70°C 3 to 50F, -40 ~ 65°C 100 to 400F, -25 ~ 70°C 100 to 400F, -40 ~ 65°C 1200 to 3000F, -40 ~ 65°C	✓ AcN, PC electrolyte
PUREECHEM	✓ 2.5V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.5V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Radial (Lug Snap-in), ✓ 2.7V - Cylindrical (Weldable & Threaded), 3 to 60F, -25 ~ 70°C 3 to 50F, -40 ~ 65°C 100 to 400F, -25 ~ 70°C 100 to 400F, -40 ~ 65°C 1200 to 3000F, -40 ~ 65°C	✓ AcN, PC electrolyte
KORCHIP	✓ 3.3~6.3V - Coin ✓ 4.5, 5.5V - Mold ✓ 2.3V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.5V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.5V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 3.0V - Radial (Lead Terminal), 0.02 to 1.5F, -25 ~ 85°C 0.07 to 0.1F, -25 ~ 70°C 10 to 120F, -25 ~ 65°C 1 to 70F, -25 ~ 70°C 1 to 25F, -40 ~ 85°C 1 to 70F, -40 ~ 65°C 1 to 15F, -40 ~ 65°C	✓ 3.3V : Reflow soldering ✓ AcN, PC electrolyte ✓ High voltage - 3.0V for Radial
CAPSOLUTION	✓ 3.6, 5.5V - Coin ✓ 3.3V - Coin (Φ3.8) 0.1 to 1.5F, -25 ~ 85°C 0.07F, -25 ~ 60°C	✓ 3.3V Reflow soldering
OR2	✓ 2.7V - Radial (Lead Terminal), ✓ 2.7V - Radial (Lug Snap-in), 3.3 to 50F, -40 ~ 65°C 100 to 360F, -40 ~ 65°C	✓ AcN electrolyte

[국내 기업들의 고용량 커패시터 개발 동향]

구분	내용
네스캡(Nesscap)	<ul style="list-style-type: none"> Maxwell Technologies에 이어 슈퍼 커패시터 부문에서 세계시장 점유 2위 업체로 2009년 미국 업체에 M&A됨 슈퍼커패시터의 적용분야는 자동차, 버스, 트럭, 전차, 중장비, 풍력발전기, 산업용 로봇, 스마트그리드 등 국내 최초로 연료전지 자동차 및 버스 등 국내 시험사업에 적용됐고, 유럽에서는 세계 최초로 무가선형 노면전차(tram)의 에너지원으로 사용됨
삼화콘덴서	<ul style="list-style-type: none"> 2013년 10월 자체 개발한 '하이브리드 커패시터'를 공개했는데, 기존 슈퍼커패시터의 높은 출력 밀도와 리튬이온전지의 높은 에너지 밀도를兼有 차세대 에너지 저장장치로 이차전지 음극 소재를 자체 개발해 하이브리드 커패시터에 적용하고 있으며, 기본 슈퍼 커패시터 대비 2.5배의 용량 구현 2013년 9월 5000F 용량의 슈퍼 커패시터를 개발했는데, 세라믹을 이용해 전하 보유량을 40% 늘렸고, 7000F 용량의 슈퍼 커패시터 개발도 완료
비나텍	<ul style="list-style-type: none"> 칠타입 슈퍼커패시터는 기존 코인타입보다 더 슬림해지고 생산방식도 간소화되어 휴대폰 등 소형제품 메모리백업용 전원으로 각광을 받고 있음 스마트폰에 사용되는 칩 형태 슈퍼커패시터도 개발해 신뢰성 테스트를 진행하고 있는데, 기존 피처폰에 비해 열이 많이 나오고 급격하게 전력을 소모하는 스마트폰 배터리분야 수요가 늘어날 것으로 기대 슈퍼커패시터 및 연료전지용 전극과 이온교환막, 과학실습기자재 등과 에너지 저장장치용 소재로 리튬 2차 전지 및 슈퍼 커패시터에 적용할 수 있는 소재인 금속 산화물 및 복합 금속 산화물을 개발 스마트 TV와 블랙박스 등에 들어가는 '슈퍼커패시터'를 출시했고 기존 제품보다 용량이 세 배 크고 100만회 재충전할 수 있어 에너지 효율이 높음
코칩	<ul style="list-style-type: none"> 2010년 대기전력 저감 부품 슈퍼커패시터를 개발했는데, 전자제품이 대기 상태에서 전원을 늘 켜져 있는 것과 달리 전자제품 컨트롤러에만 배터리처럼 전력을 공급하여 소모 전력을 20% 낮춤 기존 전자제품 내에 파워컨트롤러·스타트회로·충전회로와 함께 설치만 하면 대기 전력을 최대 0.03W로 줄일 수 있고, 추가되는 비용은 3000원 정도
SK케미칼	<ul style="list-style-type: none"> 슈퍼커패시터의 충방전 반응에 필요한 이온을 이동시키는 용액 전해액 생산 ESS, 전기자동차, 신재생에너지 등에 사용 핵심 기술인 전해염의 자체 합성/설계기술 보유 2014년 슈퍼커패시터 전해액의 중국사업 진출을 타진

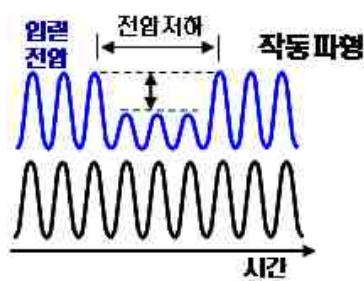
*자료: ETRI 경제분석연구실, 2014.8

4. 기술개발 현황

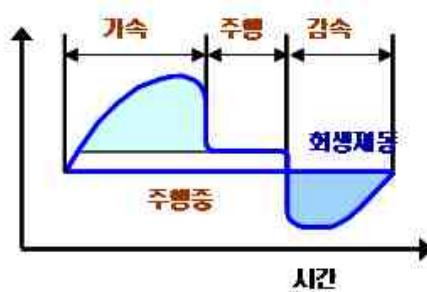
가. 기술개발 이슈

- 향후 배기가스 배출점감을 위한 스마트그리드 산업이 본격화할 경우 고전압 셀의 수요가 증가할 것으로 예상되며 관련 초고용량 커패시터 업체에서의 개발이 본격화될 것으로 전망됨
 - 국내에서 생산하는 초고용량 커패시터는 대부분이 3.3V 미만의 EDLC 및 Hybrid Capacitor가 주류를 이루고 있으며, 적용용도로서는 가전 · 휴대통신기기용 backup 및 수송 · 기계분야의 Power assist용 전원으로 판매하고 있음
 - 수백 voltage 전압 이상의 고전압 환경을 요구하는 스마트 그리드 전송, 스마트 그리드 분산전원 및 스마트 그리드 운송 분야에서는 고전압 특성을 위해 단위 셀의 직렬을 통한 고전압화를 구현 필요
 - 향후 스마트 그리드의 시대에서는 이런 단점을 보완하기 위한 고용량 커패시터의 고전압화가 진행될 것으로 전망되며, LiC 등 다양한 하이브리드 형의 고용량 커패시터가 용도별로 특화되면서 시장을 확대할 것으로 예상됨

Voltage sag 보상



회생제동/가속에 의한 부하평준화

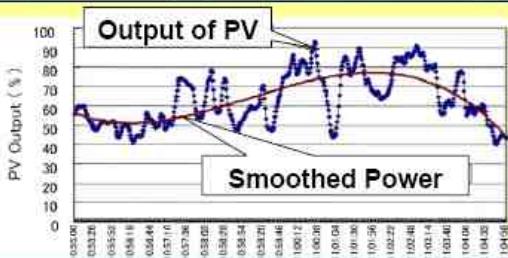


[스마트 전력전송 및 운송에서의 고용량 커패시터 활용 방안]

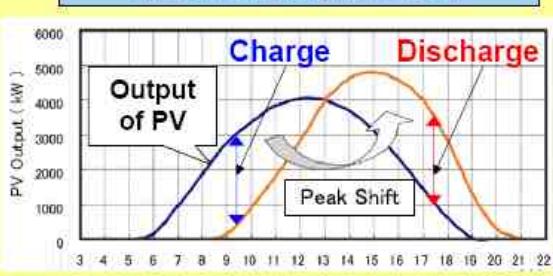
- 국제적인 저탄소 배출정책과 스마트 그리드의 본격적인 도입 및 운영에 따른 신재생에너지의 전력공급 신뢰성 향상과 관련 초고용량 커패시터의 개발 필요
 - 국내의 전력저장 수요시장은 크게 전력수용가, 전력회사 및 분산전원(신재생) 분야로 구분되며, 지금까지의 국내 전력저장 시장은 공급측면에서 양수발전소가 주류를 이루고, 수용가 측면에서는 주로 UPS를 중심으로 형성되어 왔음
 - 그러나 국제적인 저탄소 배출정책과 스마트 그리드의 본격적인 도입/운영으로 인하여 신재생에너지의 전력공급 신뢰성 향상, 출력 불안정 해소, 마이크로그리드와 직류배전 적용에 따른 신규 전력저장 필요성 등에 의해 향후 초고용량 커패시터의 수요는 급증할 것으로 예상됨

● Method

[Smoothing by Capacitor or NAS]



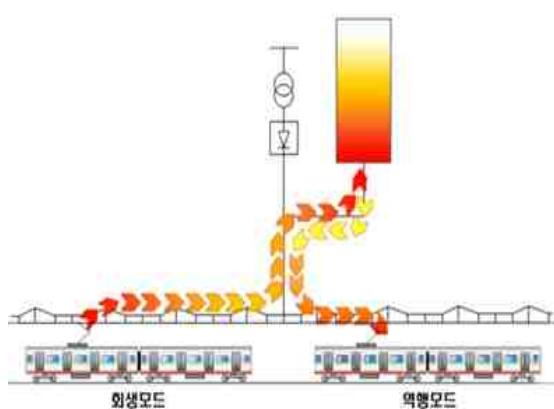
[Peak Shifting by NAS]



Peak PV generation shifted to peak demand period.

[재생에너지원 전력발전의 불안정 출력 평준화]

- 회생에너지용 고용량 커패시터는 대부분 ACN 전해액을 사용하는 전기이중층 커패시터를 중심으로 제품을 출시하고 있으며, 3.0V는 제품의 신뢰성 문제로 소형, 중형(~400F)을 중심으로 제조하고 있으며 대형(1000F~)은 2.7~2.85V 제품을 출시하고 있음



날짜	소비전력 (kWh/일)	회생전력 (kWh/일)	소비전력 (원/일)	회생전력 (원/일)	회생 (비율,%)
2007.1.30	65,914.3	-13,699.4	5,392,289	1,232,942	20.8
2007.1.31	69414.9,	-12,727.7	6,247,794	1,145,494	18.3
2007.2.01	70,511.3	-12,997.2	6,345,304	1,169,747	18.4
2009.2.02	68,887.5	-13,586.6	6,199,879	1,222,794	19.7
2009.2.03	63,638.1	-11,675.0	5,706,640	1,044,257	18.3
2009.2.04	50,801.7	-12,770.2	4,565,229	1,147,891	25.1
평균 값	64,862.1	-12,909.4	5,832,974	1,160,511	20.1

[스마트 전철에서의 고용량 커패시터 시스템 운용 및 회생에너지 측정결과]

나. 특허동향 분석

◎ 초고용량 커패시터 특허 주요 기술

주요 기술

- 초고용량 커패시터 기술은 전극재료 기술, 제조 기술로 구분됨. 그 중 전극재료 기술은 EDLC 기술, Pseudocapacitor 기술, Hybrid capacitor 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
전극재료	EDLC	활성탄소분말, 활성탄소섬유, 카본에어로젤을 사용하는 초고용량 커패시터
	Pseudocapacitor	금속산화물, 전도성 고분자를 전극재료로 사용하는 초고용량 커패시터
	Hybrid capacitor	탄소, 금속산화물, 전도성 고분자 유전체를 전극재료로 사용하는 초고용량 커패시터
제조	패키징	초고용량 커패시터 박막, 전극 제조 및 제품 패키징 기술
	양산화	초고용량 커패시터 양산화를 위한 제조장치, 제조방법 및 응용분야

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 초고용량 커패시터 기술의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
전극재료	EDLC	10	15	6	3	34
	Pseudocapacitor	6	31	5	2	44
	Hybrid capacitor	5	28	3	1	37
제조	패키징	14	32	10	11	67
	양산화	21	52	18	9	100
합계		56	158	42	26	282

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 미국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 한국, 일본, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 전극재료 기술은 모든 요소기술에서 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음
- 마찬가지로 제조 기술은 모든 요소기술에서 모두 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으나, 패키징 기술은 일본이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있으며, 양산화 기술은 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음

주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
전극재료	EDLC	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ APPLE ▪ OSTERHOUT GROUP INC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 경희대학교, 중앙대학교, 한국전자통신연구원 등
	Pseudocapacitor	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIFE TECHNOLOGIES CORP ▪ MAXWELL TECHNOLOGIES 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국과학기술연구원, 한양대학교 등
	Hybrid capacitor	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LIFE TECHNOLOGIES CORP ▪ MAXWELL TECHNOLOGIES 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국과학기술연구원, 한양대학교 등
제조	패키징	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ APPLE ▪ SAMSUNG ▪ SEMICONDUCTOR ENERGY LANORATORY 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ SAMSUNG, LG DISPLAY 등
	양산화	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ APPLE ▪ SAMSUNG 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ SAMSUNG, LG DISPLAY 등

전극재료 기술 분야 주요 출원인 동향

- EDLC 기술 분야는 APPLE이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 OSTERHOUT GROUP INC 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- Pseudocapacitor 기술 분야와 Hybrid capacitor 기술 분야는 LIFE TECHNOLOGIES CORP이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, MAXWELL TECHNOLOGIES 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

제조 기술 분야 주요 출원인 동향

- 패키징 기술 분야는 APPLE이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 SAMSUNG, SEMICONDUCTOR ENERGY LANORATORY 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 양산화 기술은 APPLE이 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 SAMSUNG 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

◎ 초고용량 커패시터 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 초고용량 커패시터 기술 분야의 주요 경쟁기술은 제조 기술 분야 중 양산화 기술이고, 공백기술은 전극재료 기술 중 EDLC 기술인 것으로 나타남
 - 초고용량 커패시터 기술 분야에서 양산화 기술은 가장 경쟁이 치열할 분야이고, EDLC 기술은 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
전극재료	EDLC	○
	Pseudocapacitor	◐
	Hybrid capacitor	◑
제조	패키징	●
	양산화	●

※ ●: 50건 이상, ◐: 30~49건, ◑: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
전극재료	EDLC	
	Pseudocapacitor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 적층형 커패시터 제조 기술 ▪ 커패시터용 복합 소재 기술 ▪ 슈퍼 커패시터용 전극물질 기술
	Hybrid capacitor	
제조	패키징	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 복합체를 포함하는 초고용량 커패시터 제조 기술 ▪ 그래핀 합성 커패시터 제조 기술
	양산화	

- 국내 특허동향을 살펴보면 대기업은 제조 기술 분야를, 공공연구기관은 전극재료 기술 분야를 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남
 - 전극재료 기술 분야에서는 적층형 커패시터 제조 기술, 커패시터용 복합 소재 기술, 슈퍼 커패시터용 전극물질 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
 - 제조 기술 분야에서는 복합체를 포함하는 초고용량 커패시터 제조 기술, 그래핀 합성 커패시터 제조 기술 등 커패시터의 재료에 따른 다양한 제조 기술이 연구 개발되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 초고용량 커패시터 기술 분야의 공백기술 분야는 EDLC 기술 분야이고, 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 EDLC 기술 분야를 포함한 Pseudocapacitor 기술 분야 및 Hybrid capacitor 기술 분야인 것으로 나타남
 - 초고용량 커패시터 기술 분야는 전극재료 기술 분야에 있어서는 공공연구기관, 제조 기술 분야에 있어서는 대기업의 참여가 높은 분야임
 - 향후 초고용량 커패시터 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 EDLC 기술 분야에 집중하여 연구개발하고 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
 - 특히 EDLC 기술 분야는 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야 중 하나로서, 경희대학교, 중앙대학교, 한국전자통신연구원 등과 같은 공공연구기관과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

[해외 주요 연구그룹]

그룹명	국가/기관	연구내용
쿠이(Cui) 그룹	미국/스탠퍼드대	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 플렉서블 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 나노카본 기반 활물질 개발
고고치(Gogotsi) 그룹	미국/드렉셀대	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 의사커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전이금속카바이드(MXene)기반 전극활물질 개발
브라운(Braun) 그룹	미국/일리노이대	<ul style="list-style-type: none"> • 의사커패시터 및 마이크로 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 3D 구조 전극활물질 및 마이크로 소자 기술 개발
리(Lee) 그룹	미국/메릴랜드대	<ul style="list-style-type: none"> • 의사커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 망간산화물 및 전도성 고분자 계열 활물질 개발
루오프(Rouff) 그룹	미국/텍사스대	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀 기반 전극활물질 개발
던(Dunn) 그룹	미국/UCLA	<ul style="list-style-type: none"> • 의사커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 메조포러스 전이금속 산화물 기반 전극활물질 개발
시몬(Simon) 그룹	프랑스/툴루즈대	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 플렉서블 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 탄소아니언 전극활물질/셀 개발
티에리(Thierry) 그룹	프랑스/CNRS	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 의사커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
베귄(Béguin) 그룹	폴란드/포즈난공대	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 레독스 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
나이오(Naio) 그룹	일본/도쿄농공대학	<ul style="list-style-type: none"> • 리튬이온커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
쳉(Cheng) 그룹	중국/중국과학원	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀 기반 전극활물질 개발
베랑에프(Bélanger) 그룹	캐나다/魁백대	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 하이브리드 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 나노카본 기반 전극활물질 개발

[국내 주요 연구그룹]

그룹명	국가/기관	연구내용
에너지저장팀	한국과학기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 리튬이온커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
김익준 박사팀	한국전기연구원	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 리튬이온커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
노광철 박사팀	한국세라믹기술원	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 비대칭 슈퍼커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 활성탄 활물질/셀 개발
김종희, 신경희 박사팀	한국에너지기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> • EDLC 및 리튬이온커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발

그룹명	국가/기관	연구내용
에너지저장팀	전자부품연구원	<ul style="list-style-type: none"> 리튬이온커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
에너지저장팀	포항산업과학연구원	<ul style="list-style-type: none"> EDLC 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 고비표면적 활성탄 개발
박규순 박사팀	한국탄소융합기술원	<ul style="list-style-type: none"> EDLC 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 레진기반 활성탄 개발
박호석 교수팀	성균관대	<ul style="list-style-type: none"> EDLC 및 하이브리드 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀 및 2차원 나노소재 기반 전극활물질 개발 - 젤 전해액 개발
김광범 교수팀	연세대	<ul style="list-style-type: none"> EDLC 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀 기반 전극활물질 개발
최장욱 교수팀	KAIST	<ul style="list-style-type: none"> EDLC 및 하이브리드 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀 기반 전극활물질 개발
김점수 교수팀	동아대	<ul style="list-style-type: none"> 리튬이온커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/셀 개발
김웅 교수팀	고려대	<ul style="list-style-type: none"> EDLC 및 하이브리드 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 탄소나노튜브 기반 전극활물질 개발
박수길 교수팀	충북대	<ul style="list-style-type: none"> 하이브리드 커패시터 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 전극활물질/이온성액체 전해질 개발

(2) 연구개발 지원

정책목표 및 전략

- 세계 시장 점유율은 한국이 1위이지만, 핵심소재는 일본이 독점하고 있어 초고용량 커패시터 연구개발 전략의 핵심은 핵심부품과 소재의 성능 고도화 및 국산화에 있음
- 또한 안정적으로 예비전력을 확보하기 위한 ESS는 핵심 기술 개발 및 상용화를 위해 대용량화에 필요한 가격, 수명 등의 한계를 극복하고자 전극소재, 전해질, 전지설계 기술, 폭발 방지용 ESS 관리시스템 등을 개발하고 있음
- 중장기 목표로는 ‘청정에너지기술로드맵’에서 제시된 것처럼 ESS보급을 통해 신재생에너지 보급 확대를 추진하고자 한다. 국내에 10.1GWh 규모(약 5조 원 투자규모, 누적) 의 ESS를 확보하고 신재생에너지와 연계되는 배전망, 발전기, 대규모 수용가 등 다 양한 용도로 ESS 활용범위를 확대하려고 하고 있음 (관계부처합동, ‘16)

정책담당기관 및 부서

- 산업통상자원부는 가장 큰 규모로 이차전지 개발연구에 집중 투자하고 있으며 산업 활성화와 실증연구에 중점을 두고 있음
- 미래창조과학부는 기초연구와 원천연구 중심으로 투자하며 원천기술과 창의적 소재 개발에 중심을 두고 있음
- 교육부는 기초연구 중심으로 투자하며 중소벤처기업부는 다른 부처에 비해 규모는 작으나 중소기업 개발연구에 지원에 집중하고 있으며 녹색성장위원회는 위의 부서들과 함께 이차전지 경쟁력 강화방안을 마련해 추진하고 있음

주요정책, 관련 법·제도 및 프로그램

- 2010년에 마련된 이차전지 경쟁력 강화방안(관계부처합동, 2010)에서는 중대형 전지 경쟁력 강화, 소재산업육성, 선순환적 산업 생태계 구축 3가지 대책으로 나누어 소형전지 제조산업은 시장에 맡기고 정부는 중대형 전지제조 및 소재산업에 집중해 지원하는 것을 전략으로 삼고 있음. 2020년까지 소재 국산화율을 75%까지 높이는 것을 목표로 하고 있으며, 중대형 전지경쟁력 강화, 이차전지 핵심소재산업 육성, 선순환적 산업생태계 구축을 추진하고 있음(미래창조과학부, '15, 산업통상자원부, '14)
- 2011년부터 진행된 녹색산업선도형 이차전지기술 개발사업은 기술혁신지원제도의 일환으로 중대형이차전지 시장 선점을 위한 이차전지 기술 확보와 산업기반 조성을 지원하고 있음. 지원 대상은 기업, 대학, 연구기관 등 '산업기술혁신촉진법'에 의한 산업기술개발사업의 실시기관이며 구체적인 지원 분야는 기술개발과제 와 정책연구과제로 나뉨
- 국가중점과학기술 전략로드맵은 '제3차 과학기술기본계획'에 따라 국가중점 과학기술의 효과적 확보를 위해 설정된 로드맵으로 '미래 신산업 기반 확충 분야'에 '차세대 에너지 저장장치 기술'로 '고성능 이차전지 소재 기술', '대용량 이차전지 제조 및 운용 기술', '초저가 장수명 전력저장 시스템 기술', '전력저장 실증 및 운용 기술', '차세대 기계적 에너지저장 기술', '차세대 전지 원천소재 및 시스템 기술'까지 6가지 기술을 핵심요소기술로 설정
- 또 소재-부품-시스템기업의 상호지원 및 연계 강화, 저장시스템 신뢰성 및 안전성평가 인프라 구축, 에너지저장장치 보급 촉진을 세부 목표로 설정함 (국가과학기술심의회, '14)
- 2015년 기후변화에 대응하기 위한 「에너지 신산업 및 핵심 기술개발 전략」 이행계획(관계부처합동, '15)을 통해서는 기후변화대응 30대 기술혁신과제를 선정해 이차전지 분야 기술 개발 계획을 마련했으며, 리튬이온전지 성능 고도화, 초고용량 커패시터 에너지밀도 향상, 차세대 이차전지 에너지밀도 향상, ESS 저가화·장수명화·고효율화, 차세대 ESS개발 등을 목표로 R&D를 추진
- 2016년에는 청정에너지기술 발전전략(국가과학기술심의회, 2016)을 통해 신기후체제에 대비하기 위한 13대 중점투자대상기술을 선정했으며, 중점투자대상기술 중 하나인 ESS의 개발 추진방향을 가성비 확보, 경제적 가치평가, 맞춤형 해외수출로 나누어 전략과제를 수행함

나. 연구개발 인력

- 초고용량 커패시터와 관련하여 전극활물질 등 소재에 대한 연구와 EDLC 및 하이브리드 커패시터 등의 초고용량 커패시터가 다양한 연구소와 학교를 중심으로 연구가 진행되고 있음

[초고용량 커패시터 분야 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
한국전기연구원	김익준	책임연구원
한국세라믹기술원	노광철	책임연구원
한국에너지기술연구원	신경희	책임연구원
한국탄소융합기술원	박규순	책임연구원
성균관대학교	박호석	교수
연세대학교	김광범	교수
KAIST	최장욱	교수
동아대학교	김점수	교수
고려대학교	김웅	교수
충북대학교	박수길	교수

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

기술이전은 전극활물질 등 소재 합성 기술에 대해 이전이 가능할 것으로 판단됨

[기술이전가능 기관]

그룹명	국가/기관	연구내용
전극소재	고에너지밀도 활성탄 합성 기술	한국세라믹기술원, 한국전기연구원, 한국에너지기술연구원, 한국탄소융합기술원
	나노구조탄소재 합성기술	성균관대학교, 연세대학교, KAIST, 고려대

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[초고용량 커패시터 기술이전가능 기술]

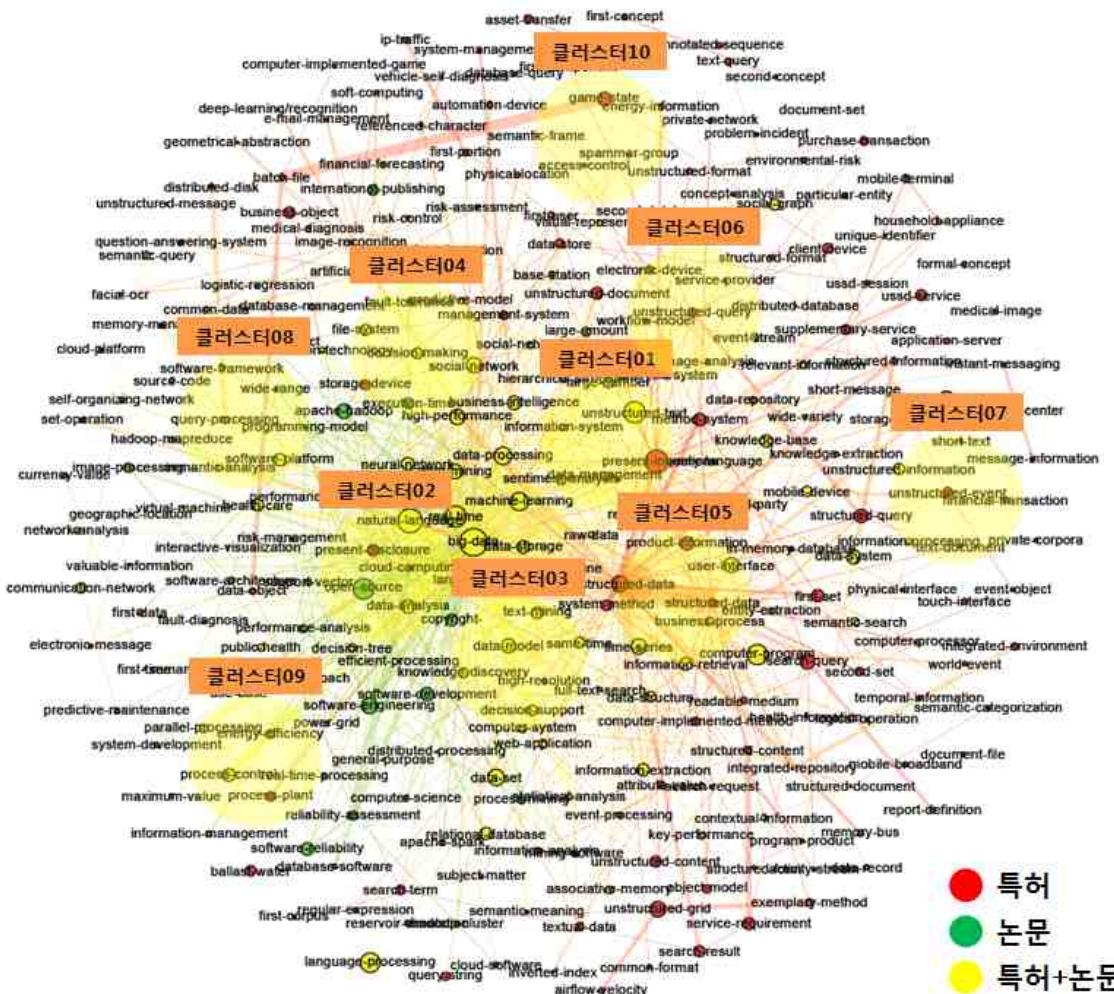
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 슈퍼커패시터용 광환원 그래핀 산화물 전극 기술
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> 우수한 전기전도 특성 및 비표면적 특성으로 슈퍼커패시터 전극 물질의 신소재로 각광 받고 있는 그래핀 소재를 활용하여 차세대 ICT 기기에 적용할 수 있는 고품위 에너지 저장장치에 관한 것이다. 이에 개발되어 이전 예정인 기술은 다음의 세 가지 세부 기술로 구성 - 입자 크기 nm~um로 균일한 그래핀 산화물 (GO) 슬러리 - GO/용매 조성비 최대~50g/L인 그래핀 산화물 슬러리 - 광에너지 20J/cm² 이하 광조사로 환원된 비저항 < 20Ω.cm 인 고전도성 그래핀 산화물 코팅막
기술이전 목적 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 저장에 있어서 새로운 전극물질을 연구하거나 전기 이중층을 이용하는 것을 넘어 이차전지와 같이 전극의 산화환원 반응을 이용한 복합소재에 대한 연구가 진행 특히 슈퍼커패시터의 전극으로 가능한 소재로 탄소계, 전도성 고분자계, 그리고 금속산화물계의 연구 증가 이 중 탄소계 전극물질은 주로 전기 이중층에 에너지를 저장함으로 비교적 높은 출력 특성을 나타내지만 에너지 저장량이 낮은 단점 고전도성의 고비표면적을 갖는 그래핀 전도체를 개발하기 위해서 기존의 활성탄이 갖고 있는 가격적 장점을 극복할 수 있는 신공정기술의 개발 필요
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> 산화그래핀을 광소결을 통해 환원하는 방법 및 이를 이용한 슈퍼캐퍼시터(supercapacitor)용 전극제조를 하는 것이 특징 산화그래핀을 Xenon lamp를 이용한 광소결을 통해 환원시키고 이를 슈퍼캐퍼시터의 전극으로 제작 이러한 광급속 열처리공정은 산화그래핀의 산소를 떼어내는 환원 효과를 가지며 기타 유기성휘발물질(Volatile organic compound)을 휘발시키는 효과를 병행하여 산화그래핀의 환원도를 더욱 높임
기술성숙도(TRL)	<ul style="list-style-type: none"> 단계 - 5
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 본 기술의 가장 중요한 적용분야는 대표적인 미래의 에너지 저장장치(Energy storage

분류	세부내용																												
및 기대성과	<p>system)인 슈퍼커패시터의 전극이며, 전자파 차폐, 오염물질의 배리어 등으로 활용될 수 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> • 급속 방충전이 가능하고 높은 충방전 효율 및 반영구적인 사이클 수명 특성으로 보조배터리나 배터리 대체용으로 사용 • 신속·연속 공정 가능하고, 전도체자체로서의 상품제조 및 전극소재로서의 활용면에서 제조단가를 획기적으로 낮출 수 있을 																												
관련지적재산권	<ul style="list-style-type: none"> • 특히 1건 <p>-그래핀 광소결 및 그 방법 (출원번호 : 2016-0073988)</p> <p>-전류 컬렉터 패턴형성장치를 포함하는 전극 일괄 제조장치 등 기술문서 9건</p>																												
기술 이전 조건	<table border="1"> <tr> <td>실시권 허용범위</td><td colspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> • 비독점적 통상실시권 </td></tr> <tr> <td>계약기간</td><td colspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> • 계약체결일로부터 5 년간 </td></tr> <tr> <td>기술료조건 (부가세별도)</td><td colspan="4"> <p>※경상기술료</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>중소기업</th><th>중견기업</th><th>대기업</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>착수기본료(천원)</td><td>30,000</td><td>60,000</td><td>60,000</td></tr> <tr> <td>매출정률사용료(%)</td><td>1.25</td><td>3.75</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </table>				실시권 허용범위	<ul style="list-style-type: none"> • 비독점적 통상실시권 			계약기간	<ul style="list-style-type: none"> • 계약체결일로부터 5 년간 			기술료조건 (부가세별도)	<p>※경상기술료</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>중소기업</th><th>중견기업</th><th>대기업</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>착수기본료(천원)</td><td>30,000</td><td>60,000</td><td>60,000</td></tr> <tr> <td>매출정률사용료(%)</td><td>1.25</td><td>3.75</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>				구분	중소기업	중견기업	대기업	착수기본료(천원)	30,000	60,000	60,000	매출정률사용료(%)	1.25	3.75	5
실시권 허용범위	<ul style="list-style-type: none"> • 비독점적 통상실시권 																												
계약기간	<ul style="list-style-type: none"> • 계약체결일로부터 5 년간 																												
기술료조건 (부가세별도)	<p>※경상기술료</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>중소기업</th><th>중견기업</th><th>대기업</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>착수기본료(천원)</td><td>30,000</td><td>60,000</td><td>60,000</td></tr> <tr> <td>매출정률사용료(%)</td><td>1.25</td><td>3.75</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>				구분	중소기업	중견기업	대기업	착수기본료(천원)	30,000	60,000	60,000	매출정률사용료(%)	1.25	3.75	5													
구분	중소기업	중견기업	대기업																										
착수기본료(천원)	30,000	60,000	60,000																										
매출정률사용료(%)	1.25	3.75	5																										
세부 문의	기술전수교육	3 개월 / 1,000 천원정(부가세별도)																											
	기술관련	• 기술개발 발표당시	<ul style="list-style-type: none"> • 3D신소자연구실 유인규 																										
		• 현재	<ul style="list-style-type: none"> • ICT소재부품연구소 유인규 																										
	계약관련	• 기술개발 발표당시	<ul style="list-style-type: none"> • 기술이전실 서규현 																										
		• 현재	<ul style="list-style-type: none"> • 기술이전실 서규현 																										

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[초고용량 커패시터 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	super, high, capacitor, sensor	3-6	17.NANOSTRUCTURE BASED SUPER-CAPACITOR FOR PRESSURE AND FINGERPRINT SENSOR 18.A copper based metal-organic framework as single source for the synthesis of electrode materials for high-performance super capacitors

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 02	super, high, capacitor, battery	2-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. ELECTRODE SHEET AND ITS PREPARATION METHOD AND SUPER CAPACITOR AND LITHIUM ION BATTERY 2. Super-capacitor and thin film battery hybrid energy storage for energy harvesting applications
클러스터 03	super, high, capacitor, applicaiton	5-8	<ul style="list-style-type: none"> 1. Dc/Dc converter design for super capacitor and battery power management in renewable energy source application 2. Design for Hybrid Super-Capacitor / Battery Systems in Pulsed Power Applications
클러스터 04	super, high, capacitor, management	6-7	<ul style="list-style-type: none"> 1. METHOD OF ENERGY AND POWER MANAGEMENT IN DYNAMIC POWER SYSTEMS WITH ULTRA-CAPACITORS (SUPER CAPACITORS) 2. Power management of an isolated hybrid energy production unit with super-capacitor
클러스터 05	super, high, capacitor, storage	4-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. Control and data acquisition of super capacitor energy storage elevator system 2. Battery supplementing super capacitor energy storage charge and discharge converter
클러스터 06	super, high, capacitor, structure	3-4	<ul style="list-style-type: none"> 1. Super capacitor structure and the manufacture thereof 2. Homogeneous sulphur-doped composites: Porous carbon materials with unique hierarchical porous nanostructure for super-capacitor application
클러스터 07	super, high, capacitor, integrate	4	<ul style="list-style-type: none"> 1. Integrated Super-Capacitor 2. Performance prediction of light electric vehicles powered by body-integrated super-capacitors
클러스터 08	super, high, capacitor, vehicle	2-5	<ul style="list-style-type: none"> 1. High efficiency bidirectional 5kW DC-DC converter with super-junction MOSFETs for electric vehicle super-capacitor systems 2. Apparatus and method for compensating power of power supply device in vehicle using high-capacitance capacitor
클러스터 09	super, high, capacitor, hybrid	3-4	<ul style="list-style-type: none"> 1. SUPER HYBRID CAPACITOR 2. A novel fuzzy-logic based control strategy for a semi-active battery/super-capacitor hybrid energy storage system in vehicular applications

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 10	super, high, capacitor, microgrid system	2-3	<ul style="list-style-type: none"> 1. Control strategy for hybrid energy storage of photovoltaic generation microgrid system with super capacitor 2. Method of manufacturing a high density capacitor or other microscopic layered mechanical device

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[초고용량 커패시터 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
초고용량 커패시터	그래핀 전극활물질을 적용한 고에너지밀도 대칭형 전기이중층 커패시터	기술수요, 전문가 추천, 기술/시장 분석
	マイ크로 하이브리드용 초고용량 커패시터 개발	기술수요, 전문가 추천
전해액	고용량 특성의 슬러리 전극 개발을 위한 나노스케일 다원계 전극소재 구조설계	기술수요, 전문가 추천, 기술/시장 분석
	슈퍼커패시터용 고전압 전해액 개발	기술수요, 전문가 추천, 기술/시장 분석
	슈퍼커패시터용 고전압 전해액 첨가제 개발	기술수요, 전문가 추천
절연지,집전체,외장재	고강도, 고연신, 고접착성 박막 알루미늄 집전체	기술수요, 전문가 추천
전극재료	EDLC	특허/논문 분석
	Pseudocapacitor	특허/논문 분석
	Hybrid capacitor	기술수요, 전문가 추천
제조	패키징	기술수요, 전문가 추천
	양산화	기술수요, 전문가 추천

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[초고용량 커패시터 분야 핵심요소기술 선정]

분류	요소기술	키워드
초고용량 커패시터	그래핀 전극활물질을 적용한 고에너지밀도 대칭형 전기이중층 커패시터	고효율 에너지 밀도 커패시터 개발 기술
	マイ크로 하이브리드용 초고용량 커패시터 개발	マイ크로 하이브리드용 고출력 초고용량 커패시터
전해액	고용량 특성의 슬러리 전극 개발을 위한 나노스케일 다원계 전극소재 구조설계	고용량 특성의 슬러리 전극 개발을 위한 나노 스케일 다원계 전극소재 구조 설계
	슈퍼커패시터용 고전압 전해액 개발	슈퍼 커패시터용 고전압 전해액
절연지,집전체,외장재	슈퍼커패시터용 고전압 전해액 첨가제 개발	슈퍼 커패시터용 전해액 첨가제
	고강도, 고연신, 고접착성 박막 알루미늄 집전체	고강도, 고연신, 고접착성 박막 알루미늄 집전체 개발 및 박막 가공성, 경량 재질 및 내부식성 집전체

나. 초고용량 커패시터 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

초고용량 커패시터의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
핵심요소기술	연도별 목표	축전용량 140F/g, 비축 전용량 75F/g, 저항50Ω/g, Swelling 20%이하	축전용량 170F/g, 비축 전용량 80F/g, 저항45Ω/g, Swelling 15%이하	축전용량 200F/g, 비축 전용량 85F/g, 저항40Ω/g, Swelling 10% 이하 집전체 누설전류 50mA이하
	초고용량 커패시터	그래핀 전극활물질을 적용한 고에너지밀도 대칭형 전기이중층 커패시터 마이크로 하이브리드용 초고용량 커패시터 개발		축전용량 200F/g 비축전용량 85F/g 저가, 고전압, 고출력
	전해액	고용량 특성의 슬러리 전극개발을 위한 나노스케일 다원계 전극소재 구조설계 슈퍼커패시터용 고전압 전해액 개발 슈퍼커패시터용 고전압 전해액 첨가제 개발		축전용량 35F/g 저항 40Ω/g Swelling 10%이하 고전압, 고안정성 전해액
기술/시장 니즈	절연지, 집전체, 외장재	고강도, 고연신, 고접착성 박막 알루미늄 집전체		누설전류 50mA 이하 집전체 최적 설계
		에너지저장장치에 대한 중요성 인식, 지원확대	고출력 고에너지 밀도 에너지저장장치 수요 증가	신재생에너지 보급 확대에 따른 저장장치 필요성 증대

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[초고용량 커파시터 분야 핵심 기술 연구 목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
초고용량 커파시터	그래핀 전극활물질을 적용한 고에너지밀도 대칭형 전기이중층 커파시터	고에너지 밀도, 고용량 커파시터 축전용량(F/g)@ half Cell	140	170	200	축전용량 200F/g 이상
	マイ크로 하이브리드용 초고용량 커파시터 개발	초고용량 커파시터 활성탄 복합소재 비축전용량 (F/g)	75	80	85	비축전용량 85F/g 이상
전해액	고용량 특성의 슬러리 전극개발을 위한 나노스케일 다원계 전극소재 구조설계	고용량 활성탄 축전용량 (F/g)	30	32	35	축전용량 35F/g 이상
	슈퍼커파시터용 고전압 전해액 개발	저온특성 향상 저항 (Ω/g)	50	45	40	저항 40 Ω/g 이하
	슈퍼커파시터용 고전압 전해액 첨가제 개발	가스발생 억제 Swelling 정도 (%)	20	15	10	Swelling을 10% 이하
절연지, 집전체, 외장재	고강도, 고연신, 고접착성 박막 알루미늄 집전체	고전압 고순도 금속 소재 누설전류(mA)	60	55	50	누설전류 50mA 이하

기술개발 테마 현황분석

제조업 부생가스 재활용

제조업 부생가스 재활용

정의 및 범위

- 화력발전소 또는 일반 산업체에서 배출되는 CO₂를 고농도로 포집한 후 산업적인 용도로 이용하거나, 지중이나 해저에 주입하여 대기로부터 격리하는 기술
- 분리방법을 통한 CO₂ 포집, 포집된 CO₂의 산업 목적으로의 이용, 포집 CO₂의 압축, 수송 및 저장 기술을 포함

정부지원 정책

- 정부 “탄소자원화 국가전략프로젝트 실증 로드맵” 발표
- 탄소자원화 기술의 초기 실증을 통한 온실가스 감축 및 新기후산업 창출을 위해 ① 탄소전환 실증, ② 탄소광물 실증, ③ 전략 플랫폼 구축 등 세부 추진 로드맵 제시
- 2030년 온실가스 감축 2,500만 톤, 경제적 가치 창출 16.3조 원 기대

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">(환경) 온실가스 저감에 직접적으로 기여 가능(기술) 온실가스를 활용하여 고부가가치 생산 가능(정책) 기후변화에 대처하기 위한 글로벌 규제 동향	<ul style="list-style-type: none">(환경) 대규모 CCU 기술의 상용화는 미국이 선도 중(기술) 화학적 및 생물학적 핵심 기술 미흡(정책) 산업 안정화에는 다소 시간이 필요
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">(환경) 초기 시장진입 단계로, 일부 대기업을 중심으로 기술개발 투자 확대 중(기술) 포집, 화학적 및 생물학적 전환 핵심요소기술력 성장(정책) 국내외 정부와 업계의 높은 니즈	<ul style="list-style-type: none">(환경) 글로벌 기업과의 특허침해 분쟁 우려(기술) 글로벌 업체와의 기술격차(정책) 핵심요소기술력 확보를 위한 산학연 협력 국가 R&D 프로그램 확대 필요



중소기업의 시장대응전략

- 전통적인 기획, 생산, 유통 단계에서 최근에는 기획, 유통, 생산 방식으로 변화하고, 급변하는 시장 환경에 대응을 위해서는 국내외 협력 네트워크 구축 및 활용이 필요
- 부생가스 재활용 기술은 포집, 압축·저장·수송, 화학적 및 생물학적 전환 등의 원천 기술 기반으로 국내 및 글로벌 기업과 경쟁해야하기 때문에 지적재산권 확보를 위한 R&D 개발 및 산학연 협력이 필요함

핵심요소기술 로드맵

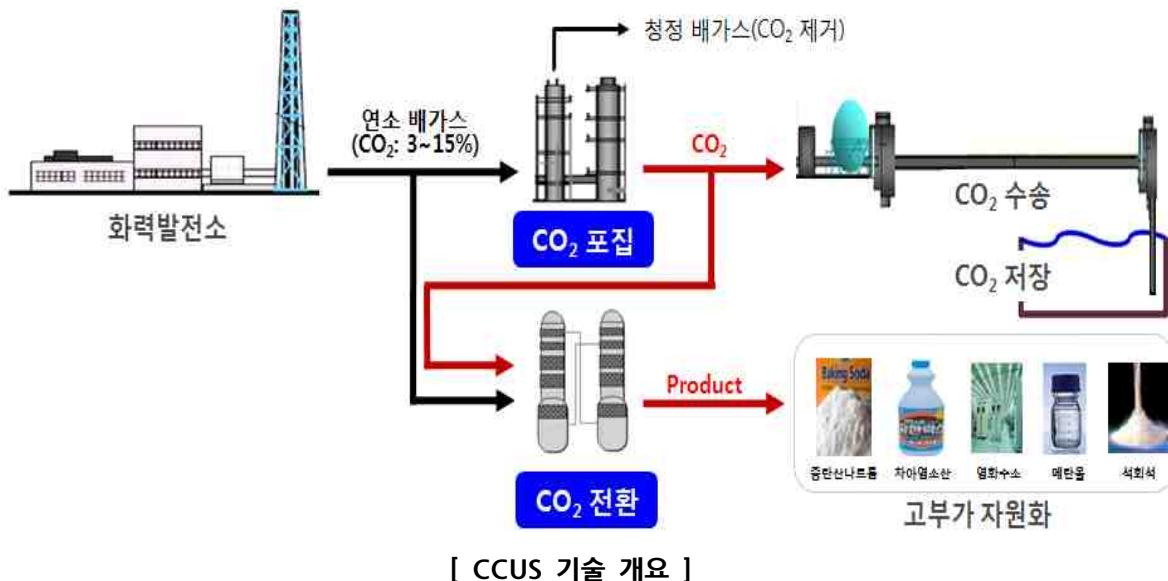
제조업 부생가스 재활용의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	CO2 포집 및 전환 기술 실증 준비	CO2 포집 및 전환 기술 실증 준비	CO2 포집 및 전환 기술 본격 실증	CO2 포집 및 전환기술 실증
핵심요소기술	저비용 CO2 포집	습식 및 건식 흡수 기술 실증 연소전 고체 CO2 흡수 및 분리막 기술 실증		\$30/t CO2 포집비용 달성
	압축 경제 수송	압축 및 경제 기술 파이프 라인 설계 기술 수송선 건조 기술		핵심기술 확보 및 자립화
	CO2 이용 및 전환	화학적 전환 및 이용 기술 생물학적 전환 기술 전환기술 실증		감축 검증 및 평가기술 확보
기술/시장 니즈	핵심기술의 안정성 확보를 위한 실증 강화	실증을 통한 재활용 분야 확대 및 시범보급	포집 발전설비 플랜트 핵심기술의 자립화 및 수출 산업화	

1. 개요

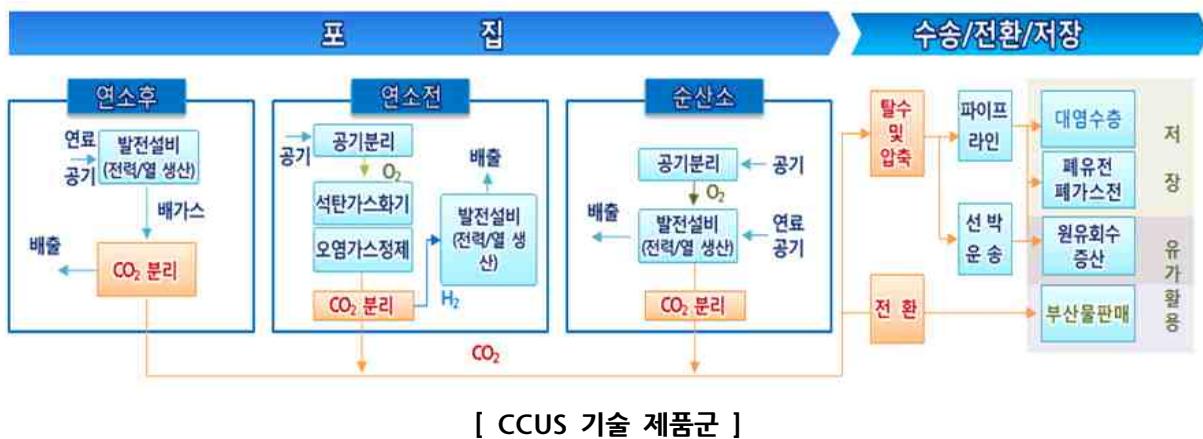
가. 정의 및 필요성

- 화력발전, 철강, 청유, 시멘트와 같은 대규모 배출원에서 발생하는 다량의 CO₂ 흡수법 등 다양한 CO₂ 분리기술을 이용하여 고농도로 CO₂를 포집하고, 포집된 CO₂를 산업적으로 직접 또는 전환 활용하거나, 대기로부터 장기간 안정적으로 격리하는 일련의 기술
 - CO₂ 포집기술로는 CO₂ 포집 규모와 기술이 성숙도 등을 고려한 흡수법에 의한 CO₂ 포집기술과 저장기술을 중심으로 기술
 - CO₂ 포집 및 저장(CCS): 화력발전소에서 배출되는 다량의 온실가스(CO₂)를 포집·저장하여 격리하는 기술로 감축효과가 매우 큰 기술
 - CO₂ 활용(CCU): CO₂를 고부가화합물로 전환·활용하여 온실가스를 저감하는 기술
 - CO₂ 포집 및 저장, 활용(CCUS) : 포집, 전환, 활용 또는 저장, 격리하는 기술을 포함
- 新기후체제의 출범으로 한국은 미국, 일본 등에 이어 세계 6위의 온실가스 배출국으로 적극적인 국가적 전략 수립이 시급한 실정으로, 온실가스를 대량으로 발생시키는 국내 발전, 철강 등 산업에 적용이 가능한 기술 확보가 미흡한 상황임. '30년까지 신재생에너지의 획기적 보급 및 확대가 어려운 상황에서 온실가스 추가 감축은 발전 원가 및 전기요금 인상 초래 우려됨
 - 2015-2017년의 탄소과징금 추정액은 석유화학 약 7,800억 원, 철강 약 6,300억 원
 - 산업계는 에너지소비 효율을 이미 세계 수준으로 향상시킨 상황으로, 추가 감축여력이 제한적인 실정임. 과도한 온실가스 감축 시 산업 활동 위축 및 해외 업체와의 경쟁 어려움을 호소



- CCUS 기술은 화석연료 활용시 온실가스 감축이 가능한 유일한 기술
 - 원자력, 재생에너지와 함께 에너지 분야 3대 온실가스 저감기술임
 - 경쟁기술인 주력 신재생(풍력, 태양광 등)에 비해 경제적으로 CO₂ 감축이 가능한 기술임

- CCUS 기술은 크게 포집기술, 압축·정제 및 수송기술, 이용기술 및 저장기술로 구분
 - 포집기술은 흡착, 흡수, 막분리법 등 다양하게 구분할 수 있으며 연소기술의 방법에 따라 연소전, 연소중 및 연소후로 세분
 - 압축·정제 및 수송 기술은 포집된 CO₂를 이용 또는 저장 목적에 맞게 압축 정제한 후 수송하는 기술로 수송방법은 파이프라인 또는 선박을 이용하는 기술이 있음
 - 이용기술은 압축 정제된 CO₂를 직접 이용하는 기술과 화학적, 생물학적 전환과정을 거쳐 활용하는 기술로 구분
 - 저장기술은 지중 또는 해저에 저장하는 기술



- CCUS기술은 전환, 비전환 기술로 분류할 수 있으며, 전환 기술은 포집한 탄소원을 화학적 전환, 생물학적으로 전환하는 기술이며, 비전환은 포집한 CO₂를 그대로 활용하는 기술로 구분
 - 화학적 전환은, 주로 공정촉매 및 광전기화학촉매 방식 등을 통해 CO₂를 자원화하는 기술로 CO₂를 저감하는 동시에 다양한 고부가 화합물로 전환하여 제품화가 가능함
 - 생물학적 전환의 경우, 효소 또는 광전기 공정에 식물모방 (인공) 광합성 등을 이용하여 CO₂를 바이오 자원화하는 기술임
 - 비전환의 경우, 포집한 CO₂를 별도의 전환없이 그대로 활용하는 기술로, CO₂ 가스 판매, 용접가스 활용, 농작물 주입 등으로 이용이 가능함

나. 범위 및 분류

(1) 제품분류 관점

- 발전소 및 산업체에서 발생하는 CO₂를 이용하여 다양한 촉매반응을 통해 메탄올, 알킬렌 카보네이트, 플라스틱 원료, 고순도 광물탄산 등 기초화학 원료를 생산하는 기술은 기술난이도는 높으나, 기술개발 성공시, 파급효과는 매우 클 것으로 기대됨
 - CO₂ 분리 경제, CO₂를 활용한 플라스틱 원료/화학 용제 합성, 산업/발전 폐기물을 활용한 그린시멘트, 폐광산 탄산염 채움재, 친환경 고급용지 등을 생산하는 CO₂ 광물화 상용화 기술 등이 대표적임

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
CCUS	포집기술	<ul style="list-style-type: none"> • 연소후 습식/건식 포집 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 소재, 공정, 설계기술, 운영기술 등
		<ul style="list-style-type: none"> • 연소전, 연소중 (순산소 및 매체순환연소) 포집기술 <ul style="list-style-type: none"> - 소재, 공정, 설계기술, 운영기술 등
		<ul style="list-style-type: none"> • 분리막 (금속, 공중사막, 고분자, 나노소재 코팅 등) <ul style="list-style-type: none"> - 분리막 소재 및 모듈, 시스템, 운영기술 등
		<ul style="list-style-type: none"> • 혁신 비용 저감 기술 (이온 액체 흡수법, MOF 기반 흡착법 등) <ul style="list-style-type: none"> - 원천 소재 및 공정 개발
	압축·경제·수송	<ul style="list-style-type: none"> • 압축 및 경제 기술, 파이프라인 설계기술, 수송선 건조 기술 등
	이용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 화학적 전환: 주로 공정촉매 및 광전기화학촉매 방식 등을 통해 CO₂를 자원화하는 기술로 CO₂를 저감하는 동시에 다양한 고부가 화합물로 전환하여 제품화가 가능함
		<ul style="list-style-type: none"> • 생물학적 전환: 효소 또는 광전기 공정에 식물모방 (인공) 광합성 등을 이용하여 CO₂를 바이오 자원화하는 기술임
	저장기술	<ul style="list-style-type: none"> • 저장소 탐사기술, 저장소 주입기술, 저장소 운영기술, 지구물리 모니터링, 수리지화학 모니터링, CO₂ 저장소 통합 관리 (모니터링, 측정, 입증 등)

(2) 공급망 관점

- 최근 주목받고 있는 CO₂ 전환 기술은 광물화, 기초화학 원료, 플라스틱 원료 생산기술임

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
광물화	칼슘과 마그네슘 광물화	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂가 광물 또는 산업폐기물과 반응하여 얻어진 생성물은 소비재로써 건축재료로 사용
	중소다 또는 베이킹 소다	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂가 나트륨과 반응하여 얻어진 중소다 (NaHCO₃) 또는 베이킹 소다(Na₂CO₃)
	콘크리트 양생	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물 CO₂ 배가스 기류를 기성(Precast) 콘크리트 양생에 사용, 이때 CO₂는 콘크리트 내부에 미반응성 석회석 (CaCO₃)으로 저장됨
화학적 전환	폴리머-화학원료	<ul style="list-style-type: none"> • 아민계 등의 촉매를 사용하여 CO₂를 직접 폴리카보네이트 (poly-carbonate)로 전환하거나, 폴리카보네이트의 원료물질인 알킬렌 카보네이트 (alkylene carbonate)로 전환
	메탄올	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂와 수소가 촉매반응으로 메탄올로 전환
	개미산	<ul style="list-style-type: none"> • 전기화학적으로 CO₂를 개미산으로 전환
생물학적 전환	미세조류 배양	<ul style="list-style-type: none"> • 미세조류는 CO₂를 흡수하여 단백질, 비료, 바이오디젤용 바이오매쓰로 전환됨
비전환	원유회수 증진 (CO ₂ -EOR)	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂를 폐유전이나 기존 유전에 주입하여 원유의 압력을 증가시키고, 절도를 낮춰서 추가로 원유 회수가 가능함
	석탄층 메탄회수 증진 (ECBM)	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂를 석탄박층에 주입하면 석탄이 이를 흡수하여 메탄을 방출하게 됨. 메탄을 포집 및 회수하여 연료 등으로 활용이 가능함

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- CCUS 기술은 국가 온실가스 감축 목표 설정과 연계될 것이며 주요 산업은 발전, 철강, 석유화학, 시멘트, 정유사 등임
 - 2014년 국가 온실가스 감축목표는 1,550만톤 규모(예상 배출량: 583.2백만톤, 배출허용량 : 567.7 백만 톤)
 - 2014년 산업부문 배출량을 산업과 발전부문으로 구분할 경우 예상 배출량은 산업부문과 발전부문이 각각 309 백만톤 CO₂와 275 백만톤 CO₂이며 배출 허용량은 305백만톤 CO₂, 262 백만톤 CO₂로 감축량은 3.2백만톤과 12.3백만톤 규모로 발전산업 부문이 가중치가 높음
 - 우리나라 산업부문 17개 업종 중 온실가스 배출 허용량 100만톤 CO₂를 초과하는 산업은 발전과 철강이 1, 2위를 차지하며 석유화학, 시멘트, 정유가 다음 순위임
- 주요 산업부문 감축 규모의 의미
 - 2014년 발전부문 감축량 12.3 백만톤 CO₂는 500 MW급 표준 석탄화력 4기에서 배출되는 CO₂를 포집, 감축하는 것과 같음
 - 산업부문 온실가스 감축량 3.2 백만톤 CO₂는 전기차 187만대를 도입하는 효과와 같음
- 최근에는 포집·분리 기술개발과 포집설비의 구축, 전환 기술 연구 등에 힘입어 핵심요소기술 개발 및 실증에 성공할 경우, 화학·화공, 의료, 농업, 연료원, 식품 등 다양한 분야에 활용될 수 있을 것으로 기대됨
 - 특히, 화공 기반산업에 활용도가 높은데, CO₂를 이용하여 고분자 원료 및 화학원료를 생산할 경우, 다양한 분야에 적용이 가능하여 파급효과가 클 것으로 예상됨
- 현재 CO₂ 포집 및 전환기술은 다양한 측면 개발, 생물학적 전환 핵심요소기술 개발, 공정의 실증 등 단점 극복 및 장기 안정성 문제를 해결하기 위한 단계에 있으며, 포집·저장·전환 등의 복잡성과 기술 초기 단계로 상용화 및 안정화에는 다소 시간이 필요
 - 전환 공정의 에너지원 소모 및 전환공정 과정에서의 CO₂ 발생이 과다하거나 경제성이 떨어질 경우에는 CO₂ 전환의 의미가 없으므로 사전 기술성·환경성·경제성 평가가 우선되어야 함
 - 주로, 포집제, 화학적 및 생물학적 전환의 상용화 단계를 가속시키기 위한 기술개발이 진행되고 있으며, 이러한 핵심요소기술들이 개발완료될 때 CO₂ 재활용 산업이 성장할 것으로 전망됨
- 국내·외적으로 초기 투자비 및 운전비 등 경제성 향상을 위한 기술개발과 초기 실증을 통한 시장 선점 경쟁 치열

(2) 산업의 구조

- CCUS 산업은 현재 정책 주도형 산업구조로 인식되며 본격적인 시장 형성 이전 단계임
- CCUS 산업은 포집-압축·정제-수송-이용 또는 저장과 연계해야 실질적인 효과를 나타남
- 전방 및 후방 모두에 산업파급효과가 큰 수준이며, 국내 CO₂ 포집 및 전환기술은 아직 초기 시장진입 단계로, 일부 대기업을 중심으로 화공 산업분야에서 점차 상용화 시장이 기대되고 있는 실정임
- 전방산업은 소비재, 플라스틱, 화학, 화공 등의 고분자 산업 분야, 음료, 농업, 임업 등의 비전환 응용 산업 분야, 시멘트, 건축자재 등의 광물화 분야 등이 있음
- 후방산업은 철강, 석유화학, 발전, 시멘트 등의 CO₂ 주요 발생 산업 분야와 소재, 화공, 기기 등 CO₂ 포집·저장을 위한 준비 단계로 구성

[CCUS 산업연관구조]

포집	압축·정제·수송	이용/저장
화공산업, 기계설계 엔지니어링, 소재산업	화공산업, 경밀산업, 기계산업, 선박산업	화공산업, 지구탐사, 시추산업

[CO₂ 산업적 응용의 예]

응용 부문	세부 응용	사용 및 대체 대상 물질
식품산업	식품가공 및 보존	고순도 CO ₂ 사용
	탄산 음료	고순도 CO ₂ 사용
	카페인 추출	헥산 대체
농업	사일로의 훈증제	비독성 살충제로 사용
	관개용수의 첨가제	토양 pH 조절로 원소 유동성 향상
	온실에 사용	600ppm CO ₂ 농도에서 바이오매스 수율 20% 이상 증가
수처리	알칼리 산업폐수 및 공정용수의 중화	무기산(황산 등), 유기산 대체
화학, 화공, 의료산업	고무, 플라스틱 발포제	고도의 복잡 구조 화합물 대체
	방향제 추출	헥산 대체
	반응 용매	다양한 유기화합물 대체
	고분자 중합 용매	유기용매 대체
	나노물질 제조	유기용매 대체
금속 산업	용접, 물딩, 제조 공정	고활성 방진제 및 냉각 가스로 사용

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 각국이 온실가스 감축목표를 충실히 이행할 경우, '30년 온실가스의 배출량 규모는 전 세계 56,700 Mt, 한국 851 Mt이 될 것으로 추정됨³⁶⁾
 - CCU 기술을 이용한 세계 온실가스 감축 효과는 연간 3,700 Mt으로 추정되며, 이는 전 세계 온실가스 배출량의 10%에 이릅니다.
- CCUS 기술시장은 전 세계적으로 시장이 형성되는 단계로써, CO2 배출권 시장의 확대와 더불어 CCUS 기술시장도 성장이 지속될 것으로 전망됨
 - CO2 배출권시장은 교토의정서 발효 이후 급격하게 성장하여 '14년 65억 달러로 추정되며, '22년에는 230억달러 규모의 거대한 세계시장을 형성할 것으로 예상됨³⁷⁾
 - IEA/OECD 및 EU, 미국 등은 '20년 CCUS 시장이 본격 확대될 것으로 전망하고 있음
- 유럽연합으로 시작된 배출권 거래제가 현재 총 39국으로 확대되었으며, 한국은 '15년 1월 배출권거래제를 정식으로 시작하였음
- CCS 기술 관련 세계시장 규모는 '16년 약 6,117억 달러에서 '21년 약 18,968억 달러 규모로 증가할 것으로 예측

[CCS 관련 누적 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

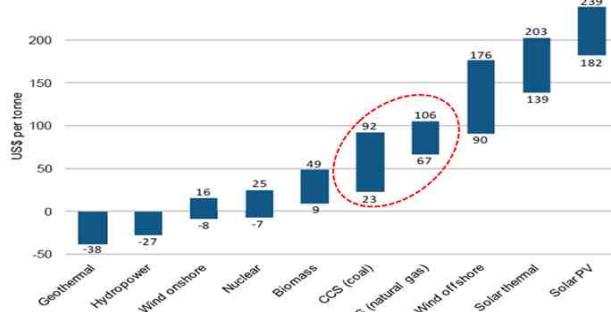
구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	6,117	7,671	9,619	12,062	15,126	18,968	25.4

* 출처 : BCC Research, Carbon Capture&Storage Technologies(2011.1)인용 재구성

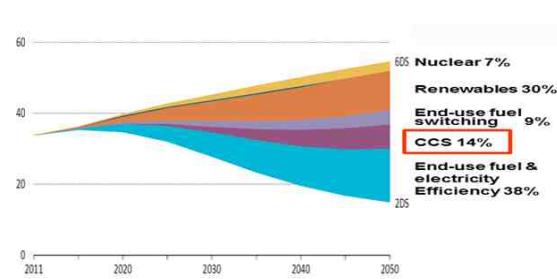
36) 출처 : UNFCCC 종합보고서 2015

37) 출처 : Global Carbon Capture, Utilization & Market Outlook 2014-2022

▣▣ 기술개발 테마 현황분석 ▣▣

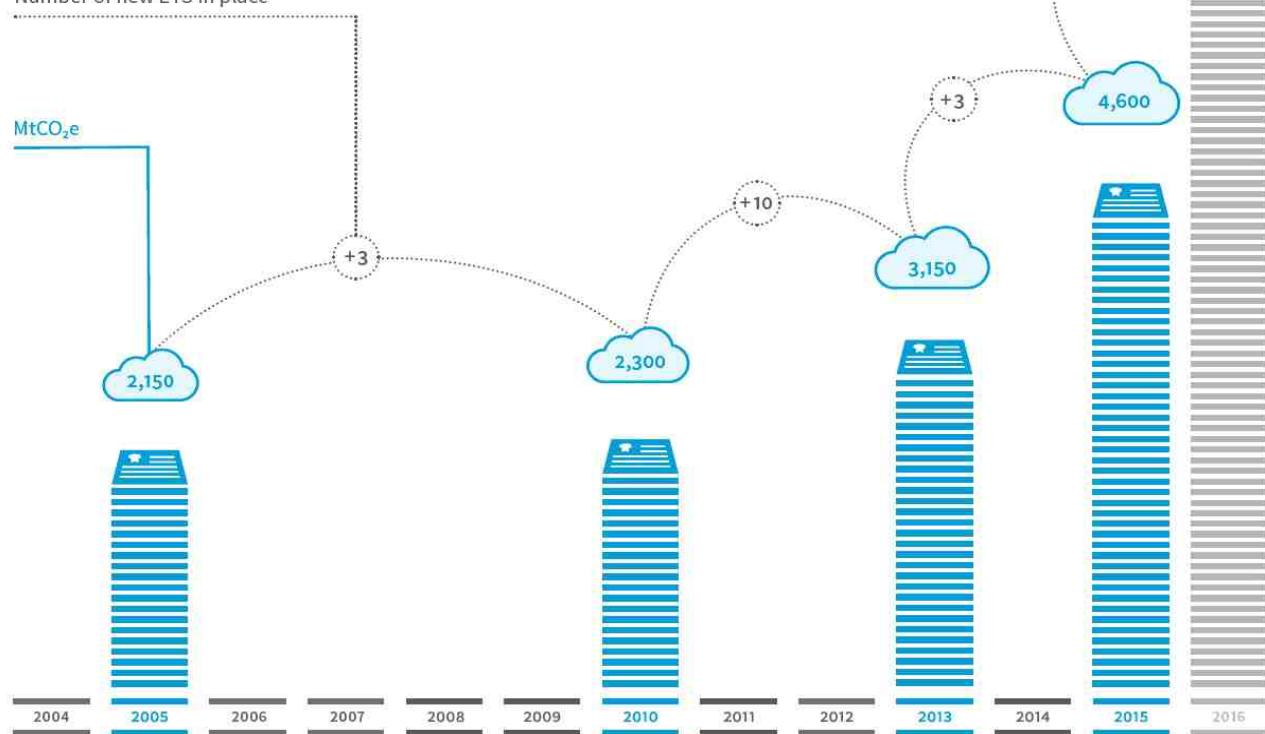


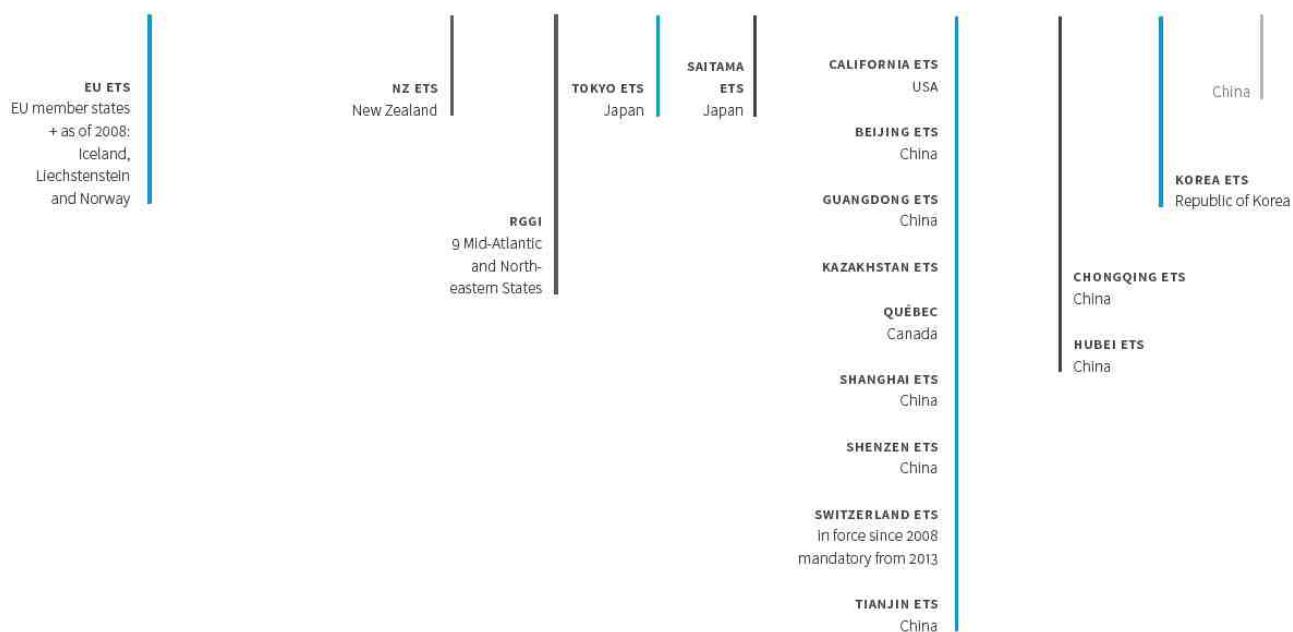
* 저탄소 기술의 CO2 저감비용(ETP, 2012)



* 기술별 CO2 감축률(IEA , 2014)

Number of new ETS in place





[배출권 거래 제도 시행 국가]

(2) 국내시장

- CCS 기술 국내시장 규모는 '16년에 8.24조 원에서 연평균 14.7% 성장하여 '21년에는 16.35조 원이 될 것으로 전망됨
 - 국내

[CCS 관련 누적 국내 시장 규모 전망]

(단위 : 조 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
국내시장	8.24	9.45	10.83	12.43	14.25	16.35	14.7

* 출처 : 독일 IWR(2009)에 따른 2008년 한국의 배출량 비중 2.1%(한국 6.64억 톤/전 세계 315억 톤)를 2009년 시장 점유율에 적용함. 또 IEA(2009)에 따른 2001~2007년 CO2배출량 연평균 증가율에 있어 한국/전 세계 상대비율 0.58(한국1.8/전 세계 3.1)을 2009~2014년에 적용하면 국내시장 연평균 성장률은 14.7%(25.4X0.58)가 됨. 환율 1,200원 달러 적용함

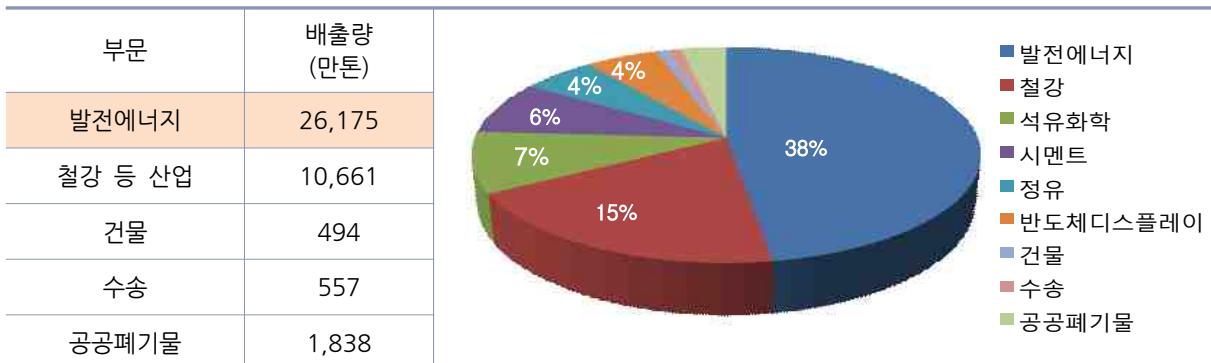
- 국내 CO2 배출량은 연평균 1.33% 증가하여 '20년 782백만톤, '30년 851만톤에 이를 것으로 예상되며, 부문별로는 발전에너지분야에서 CO2 배출량이 가장 높은 실정임
 - 파리 COP21 협약 2030 국내 온실가스 감축 목표 : 총 감축목표 37% (예상량 8.51억톤, 목표량 5.35억 톤, 감축량 3.16억톤)

총 배출량

2030년 배출전망은 851백만톤으로 연평균 1.33% 증가



[국내 CO2 배출량 전망]



[국내 부문별 CO2 배출량 현황, '12년 기준]

(3) 무역현황

- 제조업 부생가스 재활용 기술이 적용되는 에너지신산업 관련 품목의 무역현황을 살펴보았으며, 최근 5년간 수출금액은 미미하게 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 수입량은 감소
 - 제조업 부생가스 재활용 기술의 수출현황은 '11년 3,5067만 달러에서 '15년 4,0069만 달러 수준으로 미미하게 증가하였으며, 수입현황은 '11년 9,048만 달러에서 '15년 6,125만 달러 수준으로 감소하여 무역수지 흑자폭이 소량 증가
 - 최근 5년('11~'15년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 3.4%로 증가하였으며, 수입금액은 9.3%로 감소하여 전체 무역수지는 흑자폭이 매년 증가하고 있는 것으로 나타남
- 무역특화지수는 '11년(0.59)부터 '15년(0.73)까지 증가한 것으로 나타나 점차 비교우위 중간정도까지 증가한 것으로 나타났으며, 국내의 제조업 부생가스 재활용 제품의 해외시장진출이 시작되고 있는 것으로 분석

[제조업 부생가스 재활용 관련 무역현황]

(단위 : 천\$)

구분	'11	'12	'13	'14	'15	CAGR ('11~'15)
수출금액	35,067	35,767	30,789	21,326	40,069	3.4%
수입금액	9,048	10,971	7,643	5,140	6,125	-9.3%
무역수지	26,019	24,796	23,146	16,186	33,944	6.9%
무역특화지수*	0.59	0.53	0.60	0.61	0.73	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

 해외 연구 개발 동향

- (포집) 현재 운영중인 CO2 포집·저장 대형 통합 프로젝트는 미국, 캐나다, 브라질, 유럽 등에서 총 13개 실증단계 진행 중으로 주로 원유 회수 목적 및 지중 CO2 저장 방식임

[세계 CO2 포집 기술 프로젝트 현황]

Project name	Country	State / district	CO2 capture capacity (Mtpa)	Operation date	Industry	Storage type
Air Products Steam Methane Reformer EOR Project	UNITED STATES	Texas	1.0	2013	Hydrogen production	Enhanced oil recovery
Boundary Dam Integrated Carbon Capture and Sequestration Demonstration Project	CANADA	Saskatchewan	1.0	2014	Power generation	Enhanced oil recovery
Century Plant	UNITED STATES	Texas	8.4	2010	Natural gas processing	Enhanced oil recovery
Coffeyville Gasification Plant	UNITED STATES	Kansas	1.0	2013	Fertiliser production	Enhanced oil recovery

Enid Fertilizer CO2-EOR Project	UNITED STATES	Oklahoma	0.7	1982	Fertiliser production	Enhanced oil recovery
Great Plains Synfuel Plant and Weyburn-Midle Project	CANADA	Saskatchewan	3.0	2000	Synthetic natural gas	Enhanced oil recovery
In Salah CO2 Storage	ALGERIA	Wilaya de Ouargla	0	2004	Natural gas processing	Dedicated geological storage - onshore deep saline formations
Lost Cabin Gas Plant	UNITED STATES	Wyoming	0.9	2013	Natural gas processing	Enhanced oil recovery
Petrobras Lula Oil Field CCS Project	BRAZIL	Santos Basin (off the coast of Rio de Janeiro)	0.7	2013	Natural gas processing	Enhanced oil recovery
Shute Creek Gas Processing Facility	UNITED STATES	Wyoming	7.0	1986	Natural gas processing	Enhanced oil recovery
Sleipner CO2 Storage Project	NORWAY	North Sea	0.9	1996	Natural gas processing	Dedicated geological storage - offshore deep saline formations
Snøhvit CO2 Storage Project	NORWAY	Barents Sea	0.7	2008	Natural gas processing	Dedicated geological storage - offshore deep saline formations
Val Verde Natural Gas Plants	UNITED STATES	Texas	1.3	1972	Natural gas processing	Enhanced oil recovery

- (전환) 미국, 독일, 호주 등은 이미 CO2 전환 기술의 연구개발에 많은 투자를 해오고 있음. 특히, 독일은 이 분야에서 상당히 앞서나가고 있으며, 현재 연방자금이 CO2 저장 (Carbon Capture and Storage, CCS)에서 CO2 전환 (Carbon Capture and Utilization, CCU)로 이동하고 있는 추세임

[세계 CO2 전환 기술 연구 및 개발 동향]

국가	주관기관	연구내용
독일	Bayer	독일 정부의 지원(1,780억원)으로 RWE Power(석탄화력발전소), Siemens와 공동으로 "Dream production" 프로젝트를 추진 중이며, 2011년 2월 RWE의 CO2를 포집해 바이엘의 촉매를 사용해 직접 폴리우레탄(단열재)을 제조하는 파일럿 플랜트 건설, 2015년 상용화를 목표, 연간 5천톤의 폴리우레탄 폼 생산 플랜트 가동 시작(16.6.17)
	Cyno Biofuels	CO2와 햇빛을 공급하여 직접바이오 에тан올을 생성할 수 있는 cyanobacteria(blue-green algae)를 개발하고, 미국 Algenol과 협력하여 10만 m2 규모의 조류 바이오 연료생산 시설을 텍사스에 건설할 예정
	BASF	독일 연방교육연구부(BMBF)로부터 2연간 100만 유로를 지원을 받아 EnBW(전력기업), 하이델베르그 대학, 칼스루에 공대(KIT)와 공동으로 광촉매 공정을 통해 태양에너지로 이산화탄소와 물을 반응시켜 메탄올을 생산하는 'Solar2Fuel' 프로젝트를 추진 중
미국	Sandia National Lab.	1조 500억원을 들여 태양광과 이산화탄소를 이용해 석유대체의 합성 디젤연료를 제조하는 S2P(Sunshine to Petrol) 프로젝트를 진행 중
	Lawrence Berkeley National Lab.	DOE의 지원을 받아 2011년 Caltech과 함께 인공광합성공동연구센터를 설립하고 물, 이산화탄소, 햇빛으로부터 가솔린 대체 연료를 제조하는 기술을 연구 중. 2015년까지 프로토타입 개발 완료, 2020년 상용화를 목표
	Albemarle & Novomer	DOE의 지원을 받아 2013년 Albemarle Corp.(신소재제공)와 Novomer(신축 매제공)는 공동으로 이산화탄소와 에폭시드의 공중합반응으로 폴리프로필렌카보네이트(PPC)의 대규모 생산에 성공. 생산된 폴리머 중량 중 40% 이상이 CO2임
영국	Novacem	Rio Tinto(석탄기업), Laing O'ourke(건설사)와 공동으로 이산화탄소를 활용한 시멘트 생산 기술을 개발하고 상용화 추진 중
	Newcastle University	2009년 마이클 노스 교수팀은 60°C, 대기압에서 이산화탄소(발전소배가스)와 옥시렌을 반응시켜 에틸렌카보네이트로 전환시키는 촉매 개발에 성공
네덜란드	DSM	화학회사인 DSM은 이산화탄소 기반 폴리카보네이트 제품 생산기술을 보유한 노보머(Novomer)와 공동으로 친환경 코팅소재를 개발 중임.
호주	Global CCS Institute	CCS 연구와 함께 CO2 활용 연구. 호주 정부는 Calera mineralisation project에 4천만 호주 달러를 투자하여 Yallourn 발전소에서 포집된 CO2를 사용해 시멘트와 골재를 제조할 예정
일본	미쓰이 케미컬	자체 석유화학플랜트에서 배출되는 이산화탄소를 포집하여 수소와 반응시켜 메탄올을 생산하는 기술을 개발. 현재 대량의 수소를 확보하기 위해 인공광합성 기술을 개발 중
	아사히 케미컬	독성물질인 포스겐을 대체하여 이산화탄소를 주석 착체 촉매하에서 알콜과 반응시켜 탄산에스테르를 합성하고 디아민과의 반응으로 폴리우레탄 원료인 이소시아네이트를 합성. 방향족 PC 의 원료인 디페닐카보네이트(DPC) 제조도 성공. HDI 개발 진행 중
중국	CAS 창춘 응용 화학연구소	1999년 이산화탄소 중합체 합성 촉매(희토류3차원촉매) 개발. 2004년 2월 Mengxi 그룹과 제휴하여 3천톤급 이산화탄소 중합체 생산 라인 구축
	CAS 상하이 유기화학연구소	2013년 이산화탄소로부터 금속 유기 루테늄 촉매를 사용하여 메탄올과 에틸렌 글리콜을 합성하는 새로운 프로세스를 개발

[CCS 기술단계별 상용화 수준]

구분	상용화 수준	관련기업
CO2 포집 기술	연소 전·후 포집 기술은 기술실증 완료, 2020년 상용화 예상	MHI(일), Linde(미), Praxair(미), Carbozyme(미), UOP(미), Alstom(미), Powerspan(미), APC(미), HTC(캐), Cansolv(캐), E.ON(영), Siemens(독), 두산중공업(한국)
CO2 수송 기술	파이프라인 수송은 시장 보급기, 수송선 수송은 시장 진입기	Kinder Morgan(미), Anthony Veder(네)
CO2 저장 기술	유전(EOR), 가스전 (EGR), 대염수층 저장은 기술실증 완료, 시장진입기	StatoilHydro(노르웨이), EnCana(캐), MHI(일), ENI(이탈리아)

* 출처 : 이산화탄소 포집·저장 '대규모 통합실증기술과 경제성 확보가 상용화의 관건' KISTI MARKET REPORT, 2011

□ 국내 연구 개발 동향

- (포집) 한국전력공사 등은 화력발전소의 CO2 포집에 필요한 연소후 습식 및 건식 실증 추진 중

[국내 CO2 포집 기술 연구 및 개발 동향]

기술	시기/방법	주요 결과	비고
연소후 습식 CO2 포집기술	기술도입('00~'06)	0.1 MW CO2 포집 Test Bed 설치(기술도입: ABB)	서울화력(가스)
	Reverse Engineering('08~'11)	0.1 MW CO2 포집 Test Bed 설치 및 운용	
	Open Innovation('10~'14)	10 MW 연소후 습식 CO2 포집기술 개발	보령8호기(석탄)
	상용패키지개발('14~'17)	10 MW 연소후 습식 CO2 포집기술 상용패키지 개발	
연소후 건식 CO2 포집기술	독자기술 개발('02~'11)	0.5 MW Test Bed 설치	하동3호기(석탄)
	Open Innovation('10~'14)	10 MW 연소후 건식 CO2 포집기술 개발	
	상용패키지개발('14~'17)	10 MW 연소후 건식 CO2 포집기술 상용패키지 개발	하동8호기(석탄)

- 포항산업과학기술원 등은 암모니아수를 이용한 제철산업 등의 CO2 포집을 목적으로 1,000 Nm³/h (화력발전 기준 0.5 MW) 기술 개발 완료(2014)
- 한국에너지 연구원 등은 탄산칼륨용액 기반의 연구실 규모(100 Nm³/h) 연소후 CO2 포집기술 개발을 완료하고 성신양회 등과 협력하여 2018년까지 1,000 Nm³/h (화력발전 기준 0.5 MW) 활용 연계 포집 기술 개발을 목표로 2015년 말 착수 수행 중
- 한국전력공사 등은 기존 연소 후 포집기술 대비 포집비용 저감 잠재력이 크다고 알려진 연소전 CO2 포집 기술 개발을 통해 1 MW급 고온정제 및 0.1 MW급 고온 CO2 분리 기술개발 완료(2015. 09)
- 한국에너지기술연구원 등은 연소전 CO2 포집 등에 활용 가능한 막분리 소재 및 공정 개발
- (전환) CO2 활용기술은 저장기술에서 요구되는 대규모 저장소가 필요하지 않고 활용을 통해 경제적 편익이 발생하므로 국내에서 다양한 규모의 사업화 노력이 진행 중
- (전환) 국내 이산화탄소 전환분야는 전기화학, 광물화, 고분자, 생물전환 등 미래부 추진 기초 원천연구가 중점적으로 진행 중이며, 산업부 및 기업을 중심으로 고분자 및 연료 생산관련 실증 연구 추진 중

[국내 CO2 전환 기술 주요 프로젝트 현황]

기술	기간	연구비(억원)	연구목표/추진 현황
NCCU 기술개발 [동서발전]	'13.06- '16.03	19	<ul style="list-style-type: none"> • CO2 포집 및 가성소다 연계 고부가 화합물(중탄산나트륨, 수소 및 염소 등) 제조 • 고효율 CO2 탄산화 공정 및 염수전기분해공정 개발 • 0.5~1.0 MWth급 CO2 고부가화 Pilot plant 추진 ('16~, 동서발전)
CO2 광물화 [한전 자체과제]	'13.05- '15.04	3.1	<ul style="list-style-type: none"> • 전기분해와 생체효소 이용 CO2광물화(석회석) • 탄산무수화 효소 CO2 흡수공정 개발
합성가스 제조 [경부과제/서부발전]	'14.06- '17.05	14.6	<ul style="list-style-type: none"> • CO2와 스팀을 전기분해하여 합성가스(CO+H₂)로 전환 • 일체형(금속지지체식) 전해설 개발
플라스틱 [SK Innovation]	'08~	NA	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂, PO를 원료로 한 고분자화합물 생산 (CO₂ 함량: 44 wt%) • 현재 대량생산을 위한 활용처 등이 확보되지 않아 양산시점 미정
개미산제조 [남부발전]	'14.12- '18.09	108	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ 전기분해를 통한 개미산(HCOOH) 제조 • 하루 500 kg 규모 개미산 생산 목표('18.9)

[국내 CO2 전환 기술 연구 및 개발 동향]

주관기관	연구 내용
한국과학기술연구원	CAMERE(Carbon dioxide hydrogenation to form methanol via a reverse water-gas shift reaction) 공정개발을 통하여 CO2 직접수소화 전환을 통하여 메탄올을 파일럿 규모로 생산함. 이를 통하여 DME 제조공정을 개발함
한국화학연구원	이산화탄소의 개질 반응을 통해 생산한 CO를 이용하여 고부가 화학물인 초산을 제조하는 프로젝트로 연간 5000톤 규모의 상용플랜트 기본설계를 목표로 수행 중
	현대오일뱅크와 함께 CO2를 천연가스와 함께 복합 개질 하여 제조된 합성가스와 미반응 CO2를 반응시켜 메탄올을 합성하는 축매 및 공정 개발. 10톤/일 규모의 데모플랜트 운전 중
한국남부발전	2011년부터 엔엘피, KAIST, 생명공학연구원, 에너지기술연구원, 부산대학교 등과 함께 발전소에서 배출되는 온배수와 CO2를 이용해 미세조류 바이오매스의 양산 및 바이오디젤 생산 통합시스템 실증연구 진행 중. 1단계로 하동화력에 1만2000m ³ 규모의 미세조류 실증연구 단지와 바이오오일 파일럿 플랜트 건설
한국해양연구원	2011년 롯데건설, 애경유화, 호남석유화학과 공동연구 계약을 체결하고, 미세조류 배양액으로부터 바이오디젤 등 유용물질개발을 추진. 2013년까지 10ha 규모의 바이오 연료 생산단지 조성 예정
아주대	2008년 분자과학기술학과 이분열 교수팀은 이산화탄소와 프로필렌옥사이드의 반응으로 친환경 플라스틱 개발. 아주대와 SK에너지의 축매기술 특허이전 및 연구협력 계약으로 상용화 추진
경희대	화학과 김훈식 교수팀은 맹독성 물질인 포스젠을 이산화탄소로 대체하여 환경 친화성 헥사메틸렌 디이소시아네이트(HDI) 합성에 성공. 이소시아네이트(isocyanate)는 폴리우레탄의 원료로 사용
KAIST	양지원 교수팀은 이산화탄소를 이용하여 클로렐라 같은 미세조류로 바이오디젤을 생산하는 연구를 진행 중
고려대	2011년 심상준 교수팀이 미세조류를 활용해 이산화탄소 저감과 고부가가치의 이차대사산물을 생산하는 미세조류 반응기 및 배양 공정 기술의 개발에 성공. 고려대와 한국지역난방공사는 '미세조류 활용 CO2 저감 및 바이오연료 생산기술' 협력 협정 체결
연세대	2013년 환경공학과 전병훈 교수팀이 초음파를 이용해 폐수 중의 미세조류에서 당분을 추출하는데 성공. 추출된 탄수화물은 협기발효에 의해 수소나 바이오 에탄올의 생산에 사용됨
포항공대	2012년 화학공학과 차형준 교수팀은 '나이세리아 고노레아'라는 미생물의 효소를 이용해 탄산무수화효소(carbon anhydrase)의 대량 생산방법을 개발함. 이로부터 이산화탄소를 다양한 탄산화합물로 전환하는 것이 가능해짐

기술별 분석 및 평가

- CCU에는 다양한 기술개발 역량이 요구되는데 특히, 촉매화학, 광화학, 바이오 등 원천기술을 보유한 글로벌 화학기업들이 기존의 역량을 바탕으로 혁신적 CCU 기술 개발에 적극적으로 나서고 있음
- 다양한 CCU 분야 중 특히, CO₂를 원료로 한 플라스틱 원료, 화학용제 전환기술에 집중하고 있으며, CO₂ 포집분야에도 실증을 위한 연구개발 투자를 확대하고 있는 상황임

[CO₂ 활용 기술 분석 및 평가]

구분	기술	기술개요	CO ₂ 수요	상용화 기간	장점	단점
광물화	칼슘과 마그네슘 광물화	• CaCO ₃ , MgCO ₃ 등	>300 Mt CO ₂ /yr	1-5년	풍부한 자원	고에너지 소요
	중소다 또는 베이킹 소다	• NaHCO ₃ , Na ₂ CO ₃ 등	<5 Mt CO ₂ /yr	1-5년	상용화단계 근접	분리 경제 기술개발 요구됨
	콘크리트 양생	• 콘크리트 내부에 석회석 (CaCO ₃)으로 저장	30-300M t CO ₂ /yr	상용기술	- 저비용 - 배가스 직접 이용 가능	생산품 품질기준 향상요구됨
화학적 전환	폴리머-화학 원료	• 폴리카보네이트 (poly-carbonate), 알킬렌 카보네이트 (alkylene carbonate) 등	5-30Mt CO ₂ /yr	1-5년	CO ₂ 대량 사용 가능	저비용 CO ₂ 경제기술 요구됨
	메탄올	• 화학 촉매반응	>300Mt CO ₂ /yr	1-5년	CO ₂ 대량 사용 및 에너지원으로 활용 가능	고에너지 소요 및 고가 수소 필요
	개미산	• 전기화학 반응	>300Mt CO ₂ /yr	5-10년	에너지 캐리어 사용 및 기존 시장 진입 가능	고에너지 소요 및 고가 수소 필요
생물학적 전환	미세조류 배양	• 바이오디젤, 의약 원료 등	>300Mt CO ₂ /yr	1-5년	배가스 직접 이용 및 에너지원으로 사용 가능	성장속도 느리고, CO ₂ 저감효과도 상대적으로 낮은 편임
비전환	원유회수 증진 (CO ₂ -EOR)	• 유전에 주입 원유 회수	30-300M t CO ₂ /yr	상용기술	대량 CO ₂ 사용 및 영구저장 가능	CO ₂ 수송비용 및 국내 유전없음
	석탄층 메탄회수 증진 (ECBM)	• CO ₂ 를 석탄번출에 주입 하여 메탄 회수	30-300M t CO ₂ /yr	1-5년	CO ₂ 저감 및 메탄연료 회수 가능	CO ₂ 수송비용

* 출처 : GCCSI 보고서, 2011, NETL 보고서, 2013)

3. 기업 분석

가. 주요 기업 비교

- 제조업 부생가스 재활용 분야의 중소기업 경쟁력은 기술분류별로 차이가 있으나 제조업 부생가스 재활용 기술은 아직 대기업의 참여가 활발하여 중소기업이 소수 참여하여 시장에서의 역할이 작은 것으로 분석됨

[제조업 부생가스 재활용 분야 중소기업 현황]

주요 기술	대기업	중견기업	중소기업
CO2 포집 및 전환	SK이노베이션 대우건설 LG화학 S-OIL(주)	태경화학 대성산업가스 케이씨코트렐(주)	한국특수가스 (주)부흥산업사 (주)해링엔지니어링 (주)경동엔지니어링

- 전 세계적으로 16개의 대규모 CCS 사업이 진행중이며 CO2 매장량은 연간 3000만t 규모로 예측됨. 국내에서는 탄소 포집 단계뿐만 아니라 저장이나 자원화에 대한 연구를 진행하고 있으나 아직은 초보 수준
- 천연가스 경제 과정에서 불순물로 나오는 CO2를 EOR에 활용하거나 발전소나 비료 공장에서 나오는 CO2를 저장함.
 - 노르웨이 슬라이프너(Sleipner) CO2저장 목적으로만 CCS사업을 진행중이며 20년 동안 매년 총 100만t 규모로 묻고 있음. 내년 말까지 미국·캐나다·호주 등지에서 5~6개 사업, 매년 총 1000만t 이상 매장하는 규모의 CCS 가 추가될 전망
- 상용화 가능한 경제적 CCS 기술은 개발 단계에 있으므로, 우리나라 기술의 실증 여부에 따라 초기 시장 진입이 가능
- 국내 중공업 및 건설업체의 경험과 수준이 높아 단기간에 CCS 기술의 상용화 구현이 가능할 것으로 전망되며, 정부의 선제적 투자로 발전사업자, 중공업체, 건설업체 등 산업계의 참여 유인 제공 필요
- 국내 중소기업 사례
- (주)해링엔지니어링은 환경오염방지 시설 및 산업기계설비 제조, 선택적촉매환원법(SCR), 축열식 연소설비(RTO) 신제품 및 우수제품 인정서 획득
 - (주)경동엔지니어링은 플랜트설계 전문기업으로 고등기술연구원, (주)제일엔지니어링, 한국해양과학기술원과 함께 해양수산부가 향후 3년간 약 120억 원을 투입해 진행하는 발전소 부생가스(철강 등 제품 생산 과정에서 부산물로 발생하는 가스)와 해양 미생물을 이용한 친환경 바이오수소(물·유기물 등을 원료로 미생물을 이용해 생산한 수소) 생산기술 상용화 연구에 착수

- (주)에이원엔지니어링은 건조 및 연소 설비 개발, 메탄가스 환원법을 이용한 4n급 고순도 주석 회수 및 수소 제조 융합기술 개발
- (주)부흥산업사는 온실가스 자원화 전문 기업, CO₂ Reforming, 나노재료, 복합소재 분야 기술연구를 진행하고 있으며, 최근 한국화학연구원 온실가스자원화연구센터의 폴리카보네이트 합성수지 원료인 디메틸카보네이트 생산 원천 기술을 이전받아 대형 배출원에서 포집한 이산화탄소를 CO로 전환한 뒤 사용하는 기술의 상용화 진행 중
- 극동이씨티는 환경설비 전문 기업으로 이산화탄소를 포집해 저장한 뒤 아스팔트, 보도블록 등 건설소재로 재활용하는 온실가스 감축 및 탄소자원화설비 개발을 진행하고 있음. 대우건설, 한국남동발전과 컨소시엄 구성, 온실가스 재활용기술 개발을 계기로 해외시장에도 본격 진출 예정
- 인투코어테크놀로지는 상압 무전극 유도결합 플라즈마를 이용한 PFC 가스 분해장치 연구
- 아스트로마는 세계최초 분리막을 이용해 이산화탄소를 포집하는 기술 개발, '17년 10월 필리핀 케손주 마우반시와 MOA를 체결하고 동남아, 아시아 등 글로벌 시장 진출 교두보 마련, 한전과 기술의 실증 및 사업화를 위한 180억원 규모로 공동 프로젝트를 수행, 100% 원천 기술을 보유하고 있으며 기존의 다른 기술보다 친환경적임
- 제이플에너지(주)는 굴뚝을 통하여 대기 중으로 최종 배출되는 배기가스에 포함되어 있는 미세먼지제거(74%), SO₂제거(85%), 수분(백연)제거, 그리고 폐열을 회수하여 이를 재활용하므로 에너지 효율화에 기여함. 또한, 이산화탄소 포집·저장기술(CCS : Carbon Capture & Storage)개발에도 성공하여 실증 파일럿 설비 설치를 추진

[주요 중소기업 비교]

(단위: 백만원, %)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)해림엔지니어링 ³⁸⁾	8,072	4,809	18	2	8	4
(주)경동엔지니어링	23,046	59,459	24.8	2.8	2.7	3.1
(주)에이원엔지니어링	2,194	3,504	28.1	2.0	1.6	16.7
(주)부흥산업사	35,369	14,016	-21.1	-20.3	-36.2	0.8
(주)극동이씨티	9,808	6,689	14.2	10.4	8.8	4.4
인투코어테크놀로지 ³⁹⁾	800	350	0	-111	-71	126
아스트로마	2,608	7,709	0.0	-5.2	-5.4	93.9

38) (주)해림엔지니어링의 재무구조는 2015년 기준으로 작성하였음

39) 인투코어테크놀로지 재무구조는 2015년 기준으로 작성하였음

나. 주요 기업 기술개발 동향

- (해외 포집) CO₂ 포집분야는 Pilot 규모의 개발연구에서 상용급 실증으로 진행 중

- 미국 W.A. Parish CO₂ capture plant(250 MW, 2016년 완공예정)
- 캐나다 Boundary Dam CO₂ capture plant(139 MW gross, 2014년 운전시작)



WA Parish plant(2016년 완공예정)



Boundary dam plant(2014년 운전시작)

- (국내 포집) 국내 CO₂ 포집기술은 주요 배출원인 발전과 철강 분야를 중심으로 단계적 연구과정을 거쳐 10 MW급 Pilot Plant 연구까지 수행중이며, 연소후 습식/건식 기술은 세계적 경쟁력 확보를 위한 Track-record 확보 차원의 기술 최적화 및 장기 운전 연구 수행 중



연소후 습식 CO₂ 포집플랜트(보령화력)



연소후 건식 CO₂ 포집플랜트(하동화력)

- (전환 : 탄산광물화) 미국, 일본, 유럽 등 선진국의 경우, 초기에는 천연광물을 이용한 많은 연구를 진행하였으나, 최근에는 산업폐기물을 이용한 연구가 증가하고 있음

- (미국 Calera社) 캘리포니아에서 석탄재를 알칼리 원으로 활용, 골재와 건축 재료를 이용하여 시멘트계 재료를 성공적으로 생산 중임. 현재 1Mt CO₂를 활용하여 2.8Mt의 건축재료 생산 추진 중임
- (미국 Skyonic社) 산업용 폐기물을 이용하여 시멘트공장 배기가스로부터 연간 75,000톤의 CO₂를 포집하고 143,000톤의 중조(탄산수소나트륨) 생산을 추진 중이며, 생산된 중조는 미세조류 배양

공급원으로 활용될 예정임

- (극동화학/대우건설) 국내에서는 극동화학에서 수산화칼륨 계열의 K1 반응약제 개발에 성공하였으며, 대우건설은 이 약제를 이용하여 하루 10톤의 CO₂를 처리하는 DECO₂ 통합공정을 설계, 인천 서구 청라소각장 배출가스를 대상으로 실증 중임. 현재는 하루 400톤으로 scale-up 추진단계임



[대우건설 탄산 광물화 공장]

- (전환 : 폴리머 생산) CO₂를 이용한 폴리머 및 플라스틱 원료물질 합성기술을 상업화 수준으로 성공시킨 업체는 미국 Novomer社로, CO₂를 화학반응이 진행하도록 화학결합을 깨는 핵심 촉매개발에 성공하였기 때문임.
- (미국 Novomer社) CO₂를 활용한 폴리머 합성기술을 독점적으로 보유하고 있으며, CO₂와 에폭시 반응을 통해 합성하고 있으며, 현재 pilot 규모 실증 중에 있음.
- 국내 DMC 기반 이소시아네이트 연구는 kist-경희대-코오롱 유화 연구팀에서 소규모 pilot 연구 수행한바 있으며, Korea CCS 2020 사업에서 아주대학교 이분열 교수 연구팀을 중심으로 연구를 수행 중에 있음
- (전환 : 메탄올 생산) CO₂는 수소와 혼합 압축 및 촉매 반응을 통해 메탄올과 물을 생산하게 됨
 - (미국 Brookhaven社) 포집된 CO₂를 천연가스 분해에서 포집된 수소와 반응시켜 메탄올, 물, 고체 탄소를 생산하는 Carnol 공정 개발에 성공함
 - (아이슬란드 Carbon Recycling International社) 지열발전소로부터 공급된 전력을 이용하여 연간 약 5천톤의 CO₂로 연간 5백만 리터의 메탄올을 생산 중임
- (전환 : 개미산 생산) 물과 CO₂를 전기화학적으로 환원시켜 개미산(HCOOH)과 산소 생산이 가능하며, 현재는 저효율과 높은 투자비로 인해 아직은 국내외에서 원천 연구 단계에 머물러 있음
 - (캐나다 Mantra社) 물에서 CO₂의 전기화학적 환원을 통해 개미산 합성 연구 중임

- Korea CCS 2020 사업에서 KIST 장종현 박사 연구팀을 중심으로 전기화학적 합성가스 생산 연구, KAIST 오지훈 교수 연구팀을 중심으로 광촉매 이산화탄소 전환 연구 수행 중이며, 국민대 윤성호교수 연구팀 등에서 이산화탄소수소화, 전기화학적 또는 광전기 화학적 방법에 의해 포메이트를 합성하는 기술 개발 중임
- (주)테크원은 전기화학적으로 이산화탄소로부터 직접 개미산을 생산하는 전기분해 반응 실증 중임
- 산업부는 파일럿 규모로 CO₂ 메탄개질반응에 의한 합성가스 제조 및 이를 활용한 초산 제조 기술 및 전기화학적 방법에 의해 포메이트 합성 공정 개발 중임

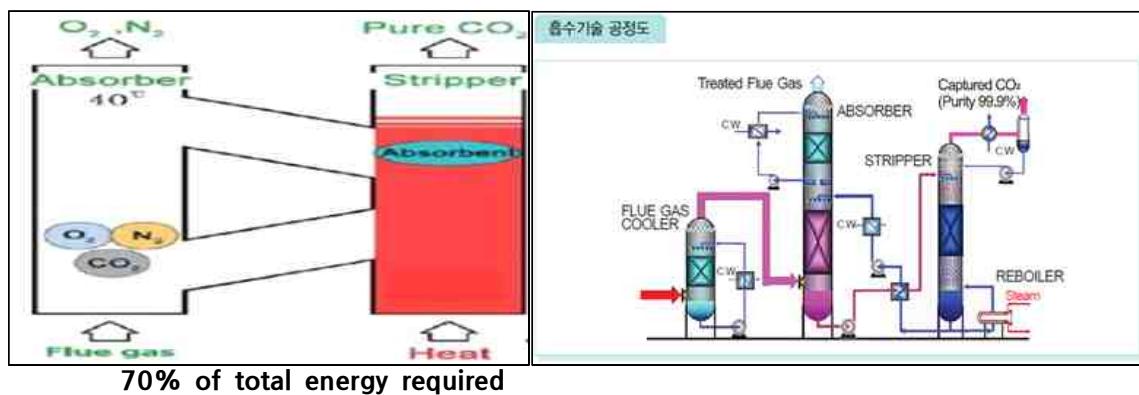
- (전환 : 미세조류 배양) 고부가가치의 의약품 원료용 미세조류 기술은 최종 제품의 경제성이 높아 성공가능성이 높은 반면, 바이오연료 등은 화석연료에 비해 경제성에서 뒤져있는 실정임
 - (미국 Algenol) Sonora 사막에 거대한 미세조류 공장을 건설하여 인근 공장에서 배출되는 연 6Mt CO₂를 이용하여 바이오에탄올을 생산 추진 중임
 - (호주 MBD Energy) 산업용 배기가스 및 미세조류를 이용하여 플라스틱, 연료, 가축 사료를 생산하는 자체 원천기술을 보유하고 있음. 호주의 석탄화력 발전소 3개소에 pilot 규모로 시범 설치하여 연간 7백톤을 처리하고 성공 여부에 따라 확대할 예정임
 - Korea CCS 2020 사업에서 고려대 심상준교수 연구팀을 중심으로 마이크로 웅복합 시스템을 이용하여 미세조류 균주의 개량 및 선별을 실시하고 이를 통해 선별된 균주를 공정에 도입하여 이산화탄소 전환 단일 공정을 고성능화하는 방향의 연구를 진행 중임
- (비전환 : 원유 회수 증진법) CO₂를 유전에 주입함으로 오일의 점도를 감소시켜 오일 회수에 매우 유리하고, CO₂와 원유의 혼합물이 표면에 나오게 되는데, 오일과 분리되어 재주입됨. 대량으로 주입된 CO₂는 폐유전에 영구히 저장이 가능함
 - 미국 및 캐나다 등 주로 북미에서 활용되고 있는 방법으로 총 22개 회사에서 99개 사업이 운영 중이며, 북미 외 지역에서는 이용되고 있지 못하고 있음
- (비전환 : 석탄층 메탄회수 증진) CO₂를 석탄층에 주입되어 우선적으로 석탄에 흡착한 뒤 석탄층에 존재하는 메탄을 탈착시켜 가스전 지상에서 회수가 가능함. 아직 미국, 유럽, 캐나다, 호주 등에서 기술개발 중인 분야임

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

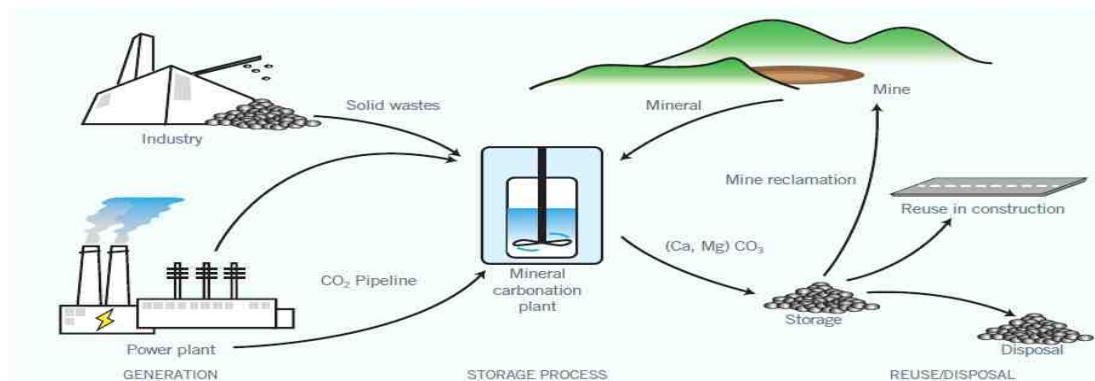
- (포집) 발전소, 철강산업 등에서 배출되는 CO₂ 포집기술은 일본과 미국, 유럽 등 선진국에서 많은 연구개발 투자를 진행해왔으나, 현재까지 경제성을 확보한 포집제 개발 및 포집 공정의 상용화에는 성공하지 못하고 있는 실정임

- CO₂ 포집은 CO₂를 포집(Absorbing) 및 탈착 회수(Striping) 공정으로 구성되어 있으며, 경제성은 흡수제의 종류 및 성능에 좌우됨. 흡수제의 성능은 크게 3가지에 영향을 받으며, ① 흡수제 질량당 이산화탄소 흡수량, ② 흡수속도, ③ 흡수제 재생 용이성으로, 이 중에서 전체 포집 공정에 사용되는 에너지의 약 70% 이상은 ③ 흡수제 재생과정에 소비되고 있어 가장 중요한 부분이라 할 수 있음. 흡수제 재생 에너지를 저감하는 연구가 진행 중임.



- (전환 : 탄산광물화) 탄산광물화 기술은 CO₂를 광물과의 반응을 통해 안정한 탄산염 광물로 변화시켜 CO₂를 제거하는 기술임. 산업규모의 경쟁력있는 광물화 공정을 위해서는 산업폐기물을 원료로 이용하여, 상온과 상압에서 높은 수율 및 고순도 광물을 얻기 위한 연구가 필요함

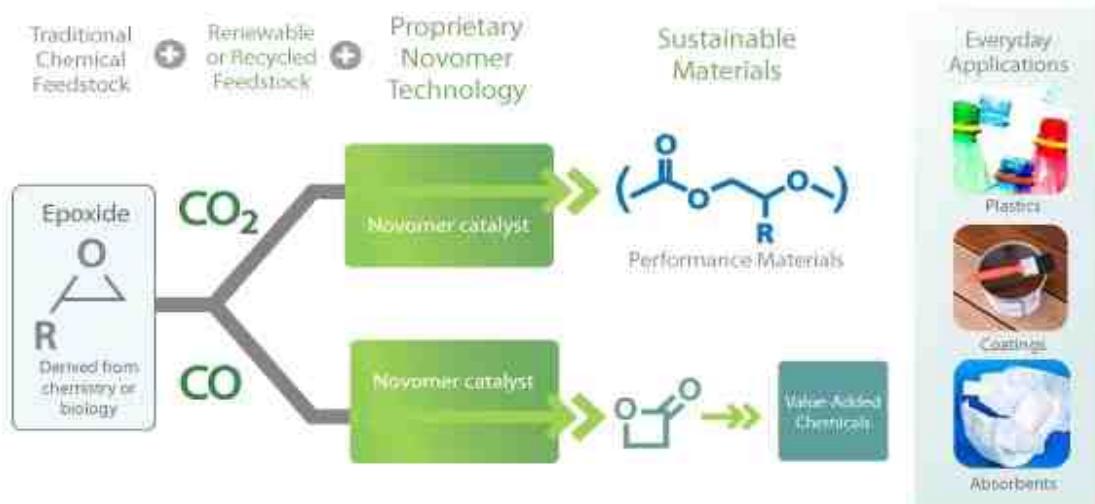
- 폐 콘크리트, 석탄회, 제철슬래그 등의 산업폐기물에는 칼슘, 마그네슘 등이 다량 포함되어있기 때문에 이러한 폐기물을 활용하여 고순도 광물 제품을 얻으면 연간 100Mt 이상의 산업폐기물을 재활용하면서 동시에 CO₂를 저감할 수 있는 장점이 있음



[탄산 광물화 기술 개요]

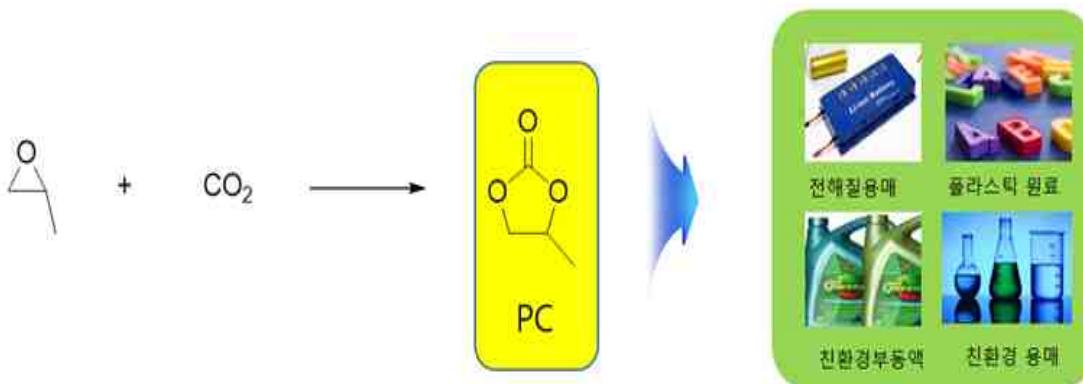
□ (전환 : 폴리머 생산) 폴리머 합성 연구는 아직은 기술 초기단계에 머무르고 있으며, 기존의 폴리머와의 가격 및 품질경쟁력을 향상시켜야 하는 실정임

- CO₂와 에폭시 분자의 반응을 통해 합성되는 폴리머는 반응물인 에폭시 분자에 따라 그 특성이 달라지며, 그 특성은 경도, 투명도 등 여러 가지를 포함함



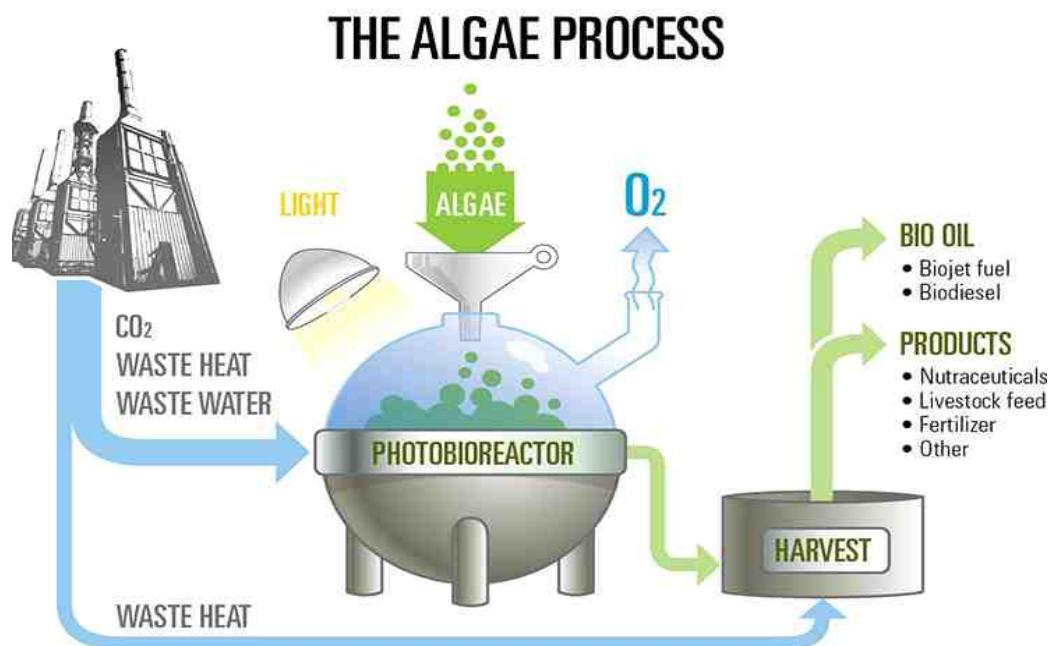
[CO₂를 이용한 폴리머 합성, Novomer]

- (전환 : 알킬렌 카보네이트) 현재 글로벌 기업의 프로필렌 카보네이트 생산조건은 고압 고온, 고가의 촉매, 장시간 반응시간으로 이보다 온화한 조건 및 저가의 고효율 촉매 및 공정개발이 필요함 (국내 전량 수입되고 있는 실정)
 - 이산화탄소를 활용하여 현재 전량 수입되고 있는 기초화학원료 소재 중 하나인 프로필렌 카보네이트 생산을 통해 이산화탄소 저감 및 수입대체, 부가가치 창출 동시 달성이 가능함



[CO₂를 이용한 알킬렌 카보네이트 합성, Asahi (일본)]

- (전환 : 메탄을 생산) 메탄을 생산 원료인 CO₂외에 수소가 필요한데, 고가의 수소로 인해 낮은 경제성을 보이고 있어, 저렴한 수소 생산 기술 또는 CO₂와 수소 반응에서 고온이 아닌 온화한 반응조건에서 반응이 진행될 수 있도록 핵심 촉매개발이 필요함
- (전환 : 미세조류 생산) CO₂ 배기가스를 이용한 미세조류 기술은 성장 및 가공변수를 조절하기가 어렵기 때문에 체계적인 생산을 목적으로 하는 대량생산 상업화에 관한 성공사례가 아직 없음. 실용적인 대규모 미세조류 배양을 위해서는 비용 및 소요 에너지 절감 등을 위한 추가 R&D가 필요한 실정임



[미세조류를 이용한 CO₂ 활용기술]

- (기술개발 이슈 결론) 국내 CCU R&D는 현재 투자 확대로 논문 및 특허에 대한 양적 연구성과는 증가하고 있으나, 현 시점에서 낮은 탄소가격과 기존 기술과의 경제적 경쟁력을 갖추기에는 시기상조인 상황임.
 - 과기정통부와 산업부 중심으로 CCU 과제가 추진되고 있으나, 국가의 공동의 목표설정이 부족하고, 부처간의 협력도 미흡한 실정
 - 온실가스 감축을 위한 단기적 및 장기적인 전략에 따른 R&D 계획 수립이 필요함
 - 장기적으로 자원이 부족한 국내 실정을 감안하면, CO₂를 자원화할 수 있는 산업을 집중 선택하여 지원할 필요가 있음. 한 예로, 탄소자원화를 통해 수입에 의존하고 있는 화학원료에 대해 국내 연구역량을 고려하여 집중 육성 추진함

나. 특허동향 분석

◎ 제조업 부생가스 재활용 특허 주요 기술

주요 기술

- 제조업 부생가스 재활용 기술은 크게 공정/전환 기술 분야와 발전 및 이용 기술 분야로 구분되며, 공정/전환 기술은 정제기술과 저장기술로 구분됨. 발전 및 이용 기술은 가스 발전 설비 및 이용 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
공정/전환	정제기술	제조업 부생가스 전처리 및 정제 기술
	저장	전처리 및 정제 부생가스 저장, 운송 및 관리 기술
발전 및 이용	가스 발전 설비	제조업 부생가스 발전 설비 및 시스템
	이용	제조업 부생가스 이용 발전 가정 및 산업 이용

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 제조업 부생가스 재활용 기술의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
공정/전환	정제기술	18	21	19	27	85
	저장	14	19	11	23	67
발전 및 이용	가스 발전 설비	4	7	5	3	19
	이용	7	11	5	6	29
합계		43	58	40	59	200

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 유럽이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 미국, 한국, 일본 순으로 나타남
- 세부적으로 공정/전환 기술 분야는 유럽이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 일본이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 발전 및 이용 기술 분야는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
공정/전환	경제기술	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Air Products ▪ Praxair ▪ Shell 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 포스코, 현대 제철 등
	저장	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Praxair ▪ 포스코 ▪ the BOC Group 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 포스코, 현대 제철 등
발전 및 이용	가스 발전 설비	○	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 포스코 ▪ Air Products 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 포스코, 현대 제철 등
	이용	○	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BASF ▪ Linde ▪ Haldor Topsoe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 포항산업과학 연구원, 한국 화학연구원 등

※ ●: 50건 이상, ○: 30~49건, ◉: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

□ 공정/전환 기술 분야 주요 출원인 동향

- 정제 기술 분야는 Air Products 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Praxair 社, Shell 社 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 저장 기술 분야는 Praxair 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 포스코 社, The BOC Group 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 공정/전환 기술 분야는 주로 대기업 중심으로 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 조사됨

발전 및 이용 기술 분야 주요 출원인 동향

- 가스 발전 설비 기술 분야에서는 포스코 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Air Products社 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 이용 기술 분야에서는 BASF 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Linde 社, Haldor Topsoe 社 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 국내에서 발전 및 이용 기술 분야는 주로 포항산업과학연구원, 한국화학연구원 등의 공공연구기관 중심으로 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 조사됨

◎ 제조업 부생가스 재활용 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 제조업 부생가스 재활용 기술 분야의 주요 경쟁기술은 공정/전환 기술의 정제 기술이고, 공백기술은 발전 및 이용 기술 중 가스 발전 설비 기술인 것으로 나타남
- 제조업 부생가스 재활용 기술 분야에서 공정/전환 기술 중 정제 기술은 가장 경쟁이 치열한 분야이고, 발전 및 이용 기술 중 가스 발전 설비 기술은 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
공정/전환	경제기술	●
	저장	●
발전 및 이용	가스 발전 설비	○
	이용	○

※ ●: 50건 이상, ●: 30~49건, ○: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
공정/전환	정제기술	<ul style="list-style-type: none"> ■ 칼로리미터 도입 부생가스의 정제방법 기술 ■ 멜라민 제조 공정으로부터 발생하는 부생가스 정제 기술 ■ 부생가스 전처리 쿨러
	저장	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제철 부생가스로부터 이산화탄소 포집, 수소 회수 방법 기술
발전 및 이용	가스 발전 설비	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전로부생가스 및 유기성 자원을 이용한 발열량 및 가연성 가스 증량방법 기술 ■ 부산물 과열 증기의 가스화와 생산을 위한 공정 기술
	이용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제철 부생가스를 이용한 메탄올의 합성 방법

□ 국내 특허 동향을 살펴보면 대기업은 정제, 저장 및 이를 발전하는 기술 분야를, 공공연구기관은 이를 이용하여 다른 기술에 적용할 수 있는 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 공정/전환 기술 분야 중 정제 기술에서는 부생가스를 전처리 하거나 정제하는 기술에 연구개발이 집중되어 있고, 저장 기술에서는 부생가스로부터 이산화탄소를 포집, 저장하는 기술에 연구개발이 집중되고 있음
- 발전 및 이용 기술 분야 중 가스 발전 설비 분야에서는 자원으로서 이용하기 위한 생산 공정 기술에 연구개발이 집중되어 있고, 이용 기술 분야에서는 부생가스를 이용하여 다른 생성물을 제조하는 기술에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

□ 제조업 부생가스 재활용 기술 분야의 공백기술 분야는 발전 및 이용 기술 중 가스 발전 설비 기술임. 그러나, 이 기술 분야는 대기업이 다수의 특허를 출원하고 있으나 그 건수가 적어 상대적으로 진입이 쉬울 것으로 판단됨. 다만, 중소기업은 연구개발을 자체적으로 수행하기 어려운 문제가 있으므로 공공연구기관의 기술을 이전받거나 공동 연구개발을 진행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

- 제조업 부생가스 재활용 기술 분야는 상대적으로 특허출원 건수가 적은 발전 및 이용 기술 분야의 가스 발전 설비 기술 분야가 특허확보 전략의 방향으로 판단됨
- 향후 폐제조업 부생가스 재활용 기술 분야는 가스 발전 설비 기술을 보유하고 있는 공공연구기관의 기술을 이전받거나, 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

CCUS 기술 분야 주요 연구개발 기관 및 인력

- 한국이산화탄소 포집 및 처리 연구개발 센터(KCRC·센터장 박상도)
 - 기존의 혼합 아민 흡수제(MAB)에 새로운 물질을 추가·합성하여 이산화탄소 흡수 능력을 대폭 증진시키는 기술을 확보. 기존 단일 성분 흡수제 대비 흡수량이 2.5배 이상 많으며 속도는 1.5배 이상 빠름
- 한국화학연구원 (장태선, 김범식, 전기원, 백진욱 박사)
 - 메탄활용 CO₂ 건식 개질, 광촉매 활용 광전기 화학적 전환, 수소 활용 메탄을 제조, 광촉매 및 효소 활용 기술 등
- 한국에너지기술연구원 (백일현, 윤여일, 박영철, 정순관 박사)
 - 습식, 건식 CO₂ 포집, CO₂ 무기자원화 기술 등
- 한국전력공사 (이중범 박사)
 - 건식 CO₂ 포집 기술 등
- KAIST (최민기 교수)
 - 건식 CO₂ 포집 기술 등
- 한국과학기술연구원 (정광덕, 민병권, 장종현 박사)
 - 해수기반 CO₂ 활용 무기탄산염, 광전기화학 등
- SK 이노베이션 / 아주대학교 (이분열 교수)
 - 아주대 촉매기술을 이전하여 CO₂와 프로필렌 옥사이드를 이용, 친환경 플라스틱 개발 및 상용화 추진
- 울산테크노파크 (우항수 박사)
 - 부생 CO₂ 및 수소 활용기술
- 부산대학교 (김일, 박대원 교수)
 - CO₂ 활용한 폴리머 제조 등
- 경희대학교 (김훈식 교수)
 - 습식 CO₂ 포집 및 CO₂ 활용 폴리머 제조 등
- UNIST (이재성 교수)
 - 촉매 화학적 전환 및 광화학적 전환 등
- 포항공대 (최원용 교수)
 - 광촉매 및 시스템 개발
- 서강대학교 (신운섭 교수)

■ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ■

- 전기화학적 전환, 인공광합성 기술 등
- RIST
- CO2와 요소를 이용하여 DMC 제조를 위한 pilot 규모 기술 개발 등

[국내 CO2 활용 R&D 참여 현황]

기술		R&D 기업 (기관)	제품
전환	광물화	칼슘과 마그네슘 광물화	<ul style="list-style-type: none"> • 산업부 지원 : 대우건설(총괄), 극동환경, 아이스텍, JYE&G, 네트, 화학융합시험연 • 미래부 지원 : KIST
		중소다 또는 베이킹 소다	<ul style="list-style-type: none"> • 기타 : 동서발전 (전력연(총괄))
	화학적 전환	메탄올	<ul style="list-style-type: none"> • 화학연
		개미산	<ul style="list-style-type: none"> • 산업부 지원 : 데크원(총괄), 남부발전, KC 코트렐, 부흥산업사(화학연) • 미래부 지원 : 광운대/국민대
	화학적 전환	폴리머	<ul style="list-style-type: none"> • 미래부 지원 : 아주대/광주과기원
		기타 화학원료	<ul style="list-style-type: none"> • 산업부 지원 : 부흥산업 (화학연 총괄), 성균관대, 충남대 • 미래부 지원 : 예기연
	생물학적 전환	미세조류 배양	<ul style="list-style-type: none"> • 산업부 지원 : 지역난방공사(총괄), 휴온스, 지엔지인텍, 고려대, 예기연
	비전환	원유회수 증진	<ul style="list-style-type: none"> • 산업부 지원 : GS건설, 지티씨테크놀러지코리아, 드 릴 링 서 비 스 인 터 내 셔 널, 과신기계공업, 지질자원연, 현양대, 세종대, 흥익대, 건국대
		담수화	<ul style="list-style-type: none"> • 미래부 지원 : 고려대

나. 연구개발 인력

[제조업 부생가스 재활용의 연구인력]

기관	부서 또는 인력
한국이산화탄소 포집 및 처리 연구개발 센터	박상도 센터장
한국화학연구원	장태선, 김범식, 전기원, 백진욱 박사
한국에너지기술연구원	백일현, 윤여일, 박영철, 정순관 박사
한국과학기술연구원	정광덕, 민병권, 장종현 박사
아주대학교	이분열 교수
울산테크노파크	우항수 박사
부산대학교	김일, 박대원 교수
경희대학교	김훈식 교수
UNIST	이재성 교수
포항공대	최원용 교수
서강대학교	신운섭 교수

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

[제조업 부생가스 재활용 요소기술 연구기관]

분류	요소기술	기관
CO2 포집 및 처리	석탄 가스화 FT(Fischer-Tropsch) 반응기 및 공정 기술	한국에너지기술연구원
	고성능 탈진장치를 구비한 여과집진장치 기술	
	분리시스템을 이용한 이산화탄소 포집 기술	
	암모니아수 흡수용액을 사용하는 개선된 이산화탄소 포집 방법 및 이를 구현하는 장치	
	재생에너지를 최소화하는 연속 이산화탄소 포집 방법	

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[제조업 부생가스 재활용 기술이전가능 기술]

분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 재생에너지를 최소화하는 연속 이산화탄소 포집 방법
기술개발배경	<ul style="list-style-type: none"> 종래 기술의 문제점 : 액상 흡수법(알카노아민법) - 재생 과정에서 4.0~4.2 GJ/ton CO2(MEA의 경우)의 과도한 에너지를 소비하는 문제점이 있음 - 연소 배기가스 내에 존재하는 오염물질(O2, SO2, NOx)에 의해 산화반응이 일어나서, 탄소강으로 이루어진 시설물을 부식시키는 문제점도 있음 • 해결 : 알칼리염계 이산화탄소 흡수제 - 낮은 재생에너지와 높은 이산화탄소 흡수속도 → 이산화탄소 포집비용을 절감 - 염 생성, 층 분리 현상 발생하지 않아 흡수제 보충 필요 없음 → 공정효율 정상상태로 유지할 수 있음
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> CCS 기술(Carbon dioxide Capture & Storage, CCS) 중 이산화탄소 포집기술 - 전체 비용의 70~80%를 차지하는 핵심 기술 - CO2를 직접적으로 감축할 수 있는 종합기술 - 화력발전소, 철강 등 화석연료의 전환과정에서 발생되는 CO2를 대기로 배출되기 전에 분리(Capture)하고, 이를 압축 액화 수송(Transport)하여 안정한 지구 심부지층 내에 반영구적으로 저장(Storage) 격리하는 기술

- CO₂ 흡수제
- 알카노아민 공정 개량 CO₂ 선택적 분리 가능
- CO₂ 포집 및 회수 연속 작동 가능
- CO₂ 포집 장치 장시간 운전 가능
- CO₂ 포집 장치 소형화 가능
- 공정비용 절감 효과



기술의 특징 및 장점

- KIERSOL은 탄산칼륨이 주 반응물
- 기존 상용기술(MEA 대비 28%, KS-1 대비 18%) 보다 재생에너지가 낮음
- 상압, 20~60°C의 낮은 온도에서 작동공정비용 절감 효과
- 포집 비용을 30\$/ton CO₂ 이하로 맞출 수 있음(이론적으로는 25\$/ton CO₂ 이하)

활용방안

- CO₂ 대량 배출원 관련 기업 - 발전, 시멘트, 경유, 철강 등
- CO₂ 포집 장치를 생산하는 기업 - 산업 기반 시설, 플랜트 제조 시설 등
- CO₂ 재활용 산업 기업 - 바이오연료, 탄소 이용 플라스틱 제조 시설 등

• 종래기술 중 최우수 기술과 본 발명기술의 주성분, 조성물, 염생성 여부, 재생에너지 효율, 흡수제 손실을 비교

기술 성능 증명 (실험 및 실증 데이터)

비교항목	종래기술 중 최우수 기술		발명기술(KIERSOL)
	알카놀아민계(KS-1)	벤필드법(Benfield)	
주성분	아민류 혼합 + (물)	알칼리탄산염 + (물) + 무기산	일칼리탄산염 + (물) + 입체장애 시클릭아민
조성(wt%)	20 - 30	30/5	16 이하/10 이하
염생성 여부	△	○	X
재생에너지(GJ/tCO ₂)	3.2 - 3.5	3.8	2.2 - 2.5
흡수제 손실(kg/tCO ₂)	0.35 - 0.40	2.4	0.01 이하

기술 성숙도

- 기술 등록권자인 한국에너지기술연구원은 본 소재 기술을 CO₂ 포집 공정에 구현하기 위하여, 10Nm³/h급 연속 공정을 연구원 내 2MW급 화력발전소 연소배가스에 연결하여 성능을 3년간 평가하였음

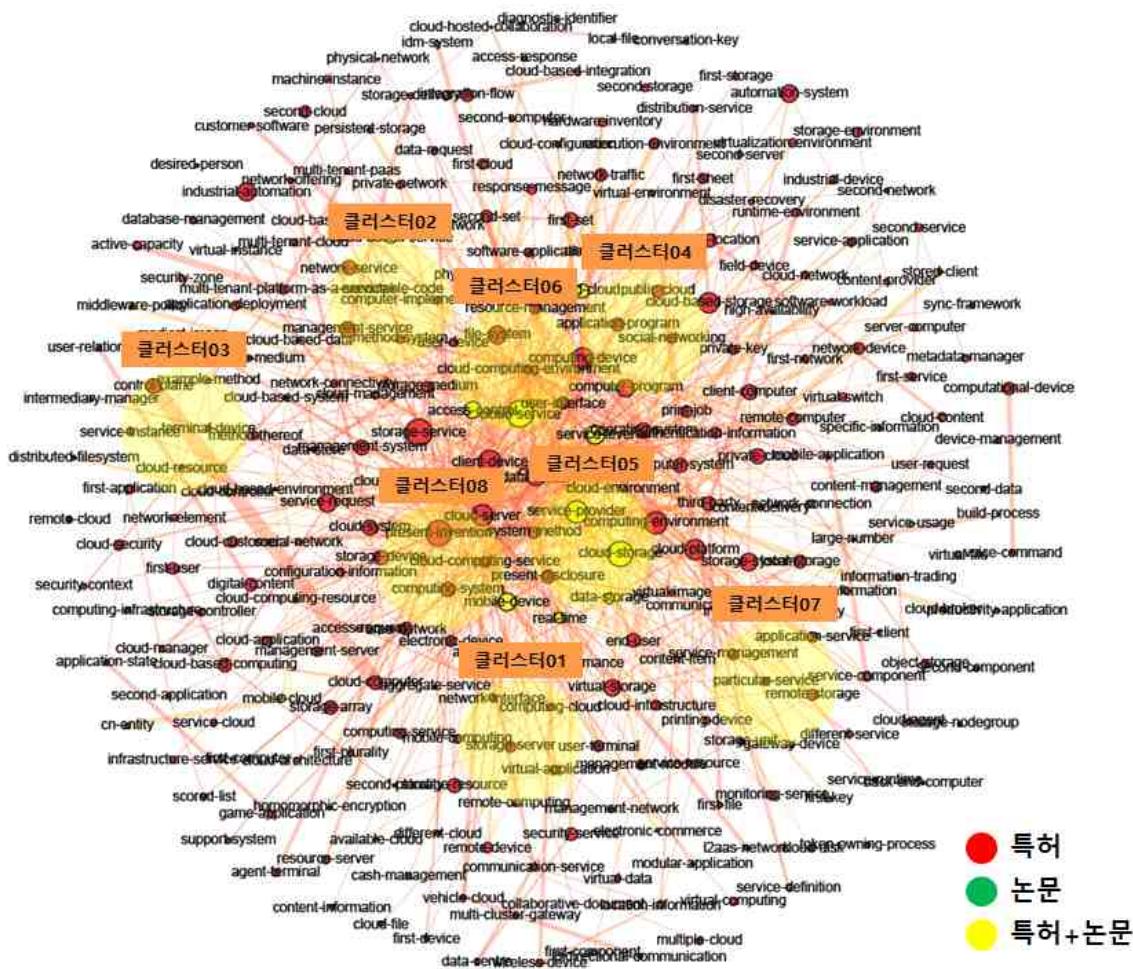
세부문의

- 한국에너지기술연구원

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[제조업 부생가스 재활용 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	by-product replace	6~7	<ol style="list-style-type: none"> Properties of hardener-free epoxy-modified mortars utilizing pyrolysis tar replacement Recovery of energy and plant nutrients from a pharmaceutical organic waste derived from a fermentative biomass: Integration of anaerobic digestion and composting
클러스터 02	biofuel treat	5~6	<ol style="list-style-type: none"> Pyrolysis using microwave absorbents as reaction bed: An improved approach to transform used frying oil into biofuel product with desirable properties

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
			2. Does the recycling of waste streams from drinking water treatment plants worsen the quality of finished water? A case assessment in China
클러스터 03	waste modify	7~8	1. Industrial research on the high-temperature modification of Basic Oxygen Furnace slag with solid waste compound 2. Quantitative evaluation of free CaO in electric furnace slag using the ethylene glycol method
클러스터 04	recycle by-product	5~6	1. The shadow of dichloroacetonitrile (DCAN), a typical nitrogenous disinfection by-product (N-DBP), in the waterworks and its backwash water reuse 2. Recycled wastewater from anaerobic digestion of lipid extracted algae as a source of nutrients
클러스터 05	energy recycle	5~6	1. Synthesis of nanoporous materials via recycling coal fly ash and other solid wastes: A mini review 2. Mineralizing urban net-zero water treatment: Field experience for energy-positive water management
클러스터 06	reduct effect recycle	6~7	1. Effect of hydrothermal liquefaction aqueous phase recycling on bio-crude yields and composition 2. Reductive Heating Experiments on BOF-Slag: Simultaneous Phosphorus Re-Distribution and Volume Stabilization for Recycling
클러스터 07	by-product efficient	7~8	1. A Review on the Manufacturing of Lightweight Aggregates Using Industrial By-Product 2. High efficient recycling of titanium from waste residue of ilmenite by acid hydrolysis through DTB device
클러스터 08	recovery efficient	6~7	1. Synthesis of zeolite/hydrous metal oxide composites from coal fly ash as efficient adsorbents for removal of methylene blue from water 2. Recovery of value added products from rice husk ash to explore an economic way for recycle and reuse of agricultural waste

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[제조업 부생가스 재활용 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
저비용 CO2 포집	습식 및 건식 흡수 기술 실증	기술수요, 기술/시장 분석, 전문가추천
	연소전 고체 CO2 흡수 및 분리막 기술 실증	기술수요, 전문가 추천
압축, 경제, 수송	압축 및 경제 기술	기술수요, 기술/시장 분석, 전문가추천, 특허/논문 클러스터링
	파이프 라인 설계 기술	기술수요, 전문가 추천
	수송선 건조 기술	기술수요, 전문가 추천
CO2 이용 및 전환	화학적 전환 및 이용기술	기술수요, 전문가 추천
	생물학적 전환 기술	기술수요, 전문가 추천
	전환기술 실증	기술수요, 전문가 추천
발전 및 이용	가스 발전 설비	기술/시장 분석, 전문가추천, 특허/논문 클러스터링
	이용	전문가추천, 특허/논문 클러스터링

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[제조업 부생가스 재활용 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	정의
저비용 CO ₂ 포집	습식 및 건식 흡수 기술 실증	습식법은 아민계열 액체 흡수제를 이용하여 CO ₂ 를 포집하는 방법, 건식법은 제올라이트 등 고체 흡수제를 이용하여 CO ₂ 를 포집하는 방법
	연소전 고체 CO ₂ 흡수 및 분리막 기술 실증	연소전 고체 CO ₂ 흡수기술은 화석연료를 개질하여 발생되는 수소와 CO ₂ 로 구성된 가스 중 CO ₂ 를 포집하는 기술이며, 분리막 기술은 주로 고분자 분리막 소재 및 모듈 개발을 통해 연소배가스 등 CO ₂ 포함가스 중 CO ₂ 의 선택적 분리 및 회수를 목적으로 함
압축, 경제, 수송	압축 및 경제 기술	CO ₂ 포집이후 정제 및 압축을 통해 수송이나 저장에 용이하도록 부피를 저감하는 기술
	파이프 라인 설계 기술	압축된 CO ₂ 를 저장 및 활용하기 위한 곳까지 파이프라인으로 수송하는 기술로, 수송거리가 약 1,000km 이내에 단거리 수송에 주로 사용됨
CO ₂ 이용 및 전환	수송선 건조 기술	압축된 CO ₂ 를 저장 및 활용하기 위한 곳까지 선박으로 수송하는 기술로, 수송거리가 1,000km 이상 장거리 수송에 주로 사용됨
	화학적 전환 및 이용기술	화학적 전환은 주로 공정촉매 및 (광)전기화학촉매, 광물화학반응 등을 통해 CO ₂ 를 자원화하는 기술
	생물학적 전환 기술	생물학적 전환은 효소 또는 식물의 (인공)광합성을 이용하여 CO ₂ 를 미세조류 등 바이오 자원화하는 기술
	전환기술 실증	pilot-scale 이상 대규모 화학적 또는 생물학적 전환 공정 연구

나. 제조업 부생가스 재활용 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

제조업 부생가스 재활용의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	CO2 포집 및 전환 기술 실증 준비	CO2 포집 및 전환 기술 실증 준비	CO2 포집 및 전환 기술 본격 실증	CO2 포집 및 전환기술 실증
핵심 요소 기술	저비용 CO2 포집	습식 및 건식 흡수 기술 실증 연소전 고체 CO2 흡수 및 분리막 기술 실증		\$30/t CO2 포집비용 달성
	압축 정제 수송	압축 및 정제 기술 파이프 라인 설계 기술 수송선 건조 기술		핵심기술 확보 및 자립화
	CO2 이용 및 전환	화학적 전환 및 이용 기술 생물학적 전환 기술 전환기술 실증		감축 검증 및 평가기술 확보
기술/시장 니즈	핵심기술의 안정성 확보를 위한 실증 강화	실증을 통한 재활용 분야 확대 및 시범보급	포집 발전설비 플랜트 핵심기술의 자립화 및 수출 산업화	

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[제조업 부생가스 재활용 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
저비용 CO2 포집	습식 및 건식 흡수 기술 실증	흡수제 및 흡수공정	포집비용 \$30/tCO2 이하	포집비용 \$30/tCO2 이하	포집비용 \$20/tCO2 이하	포집비용 \$20/tCO2 이하
	연소전 고체 CO2 흡수 및 분리막 기술 실증	흡수제 및 흡수공정 / 분리막 소재 및 모듈	CO2 제거율 80% 이상, 연속운전 1,000시간 이상	CO2 제거율 80% 이상, 연속운전 2,000시간 이상	CO2 제거율 90% 이상, 연속운전 3,000시간 이상	CO2 제거율 90% 이상, 연속운전 3,000시간 이상
압축, 경제, 수송	압축 및 정제 기술	설비 및 장비기술	포집기술과 연계	포집기술과 연계	포집기술과 연계	포집기술과 연계
	파이프 라인 설계 기술	실증	수송 및 연안시설 경제성 분석	파이프라인 액화기술	수송 및 연안시설 실증	수송 및 연안시설 실증
	수송선 건조 기술	실증	수송 및 연안시설 경제성 분석	파이프라인 액화기술	수송 및 연안시설 실증	수송 및 연안시설 실증
CO2 이용 및 전환	화학적 전환 및 이용기술	화학 촉매 및 전기화학 촉매 및 공정 설계	실험실 규모	mini-pilot	pilot 규모 실증	발전소 또는 철강, 시멘트 등 산업체 실증
	생물학적 전환 기술	생물촉매 및 생물공정 설계	실험실 규모	mini-pilot	pilot 규모 실증	발전소 또는 철강, 시멘트 등 산업체 실증
	전환기술 실증	화학적 / 생물학적	실험실 규모	mini-pilot	pilot 규모 실증	발전소 또는 철강, 시멘트 등 산업체 실증

기술개발 테마 현황분석

폐열에너지 활용 시스템

폐열에너지 활용 시스템

정의 및 범위

- 정의: 생활 업무 생산 활동을 위해 투입된 에너지 중 유효하게 회수, 활용되지 않고 환경 중으로 배출되는 열을 수집, 저장 및 활용을 가능케 하는 기술로 정의
- 범위: 열교환기(히트펌프), 열전소자, 리코퍼레이터, 터빈 등을 이용한 폐열 회수 기술, 축열시스템, 온배수 배관, 온수저장탱크, 방열기 등을 이용한 폐열 저장 설비, 수산업, 농업, 난방, 레저 등의 폐열 활용처 기술들로 분류하여 범위를 설정함

정부지원 정책

- 2015년 4월에 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령이 개정(대통령령 제26169호)되어 발전소 온배수를 신재생에너지에 포함
- 이에 따라 폐열에너지 기술에 대한 관심도 커질 것으로 예상

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• 우리나라 열교환기 수출이 활발히 이루어지고 있어 이를 활용한 폐열 회수용 열교환기 수출도 확대할 수 있을 것이라 기대	<ul style="list-style-type: none">• 우리나라 에너지수입 의존도가 95%에 육박해 신재생에너지 시장의 성장이 전망되지만 성장폭이 크지 않을 것으로 전망• 신재생에너지의 가격경쟁력을 확보하기 위해선 정부의 지원이 확대돼야 함
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• 신재생에너지 수요가 꾸준히 성장하고 있음• 2015년 정부가 온배수를 재생에너지로 분류함에 따라 온배수와 관련된 폐열에너지 활용 기술에 대한 지원이 증가할 것으로 예상	<ul style="list-style-type: none">• 온배수의 신재생에너지 분류에 대한 논란 지속• 원천 기술 확보를 위한 인프라 부족



중소기업의 시장 대응 전략

- ➔ 4차 산업 대응을 위한 스마트 전력 그리드 및 분산화 발전을 위한 소형 폐열 회수 설비 기술 개발이 유망할 것으로 전망됨
- ➔ 열전소자와 같은 신소재를 이용한 폐열 회수 기술을 개발해 원천기술 확보가 중요할 것으로 보임

핵심요소기술 로드맵

폐열에너지 활용 시스템의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	소대 개발 및 설비 디자인	소재 및 공정 대형화	폐열 회수 효율 분석 및 최적화	고효율 폐열 회수 설비 또는 공정 개발
핵심요소기술	소형화 기술	자동차용 소형 폐열 회수 장치 소형화 폐열 회수 장치용 열전 소재 분산화 발전용 폐열 회수 설비		폐열 회수 설비의 소형화
	회수 효율 향상 기술	폐열 활용 고효율 터빈 발전기 폐열 에너지 회수용 고효율 열 교환기		폐열을 이용한 발전률 향상
	폐열 활용 기술	폐열 활용 온실 난방 설비 온배수 활용 공정 폐열 저장 소재 및 설비		폐열 사용을 통한 비용 절감 저장 및 운송 가능성 향상
기술/시장 니즈	4차 산업 대비 스마트 에너지 발전	에너지 효율 기준 엄격화와 재생 에너지 수요의 증가		활용처 확대를 통한 비용 절감 및 경제 활성화

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 폐열 수집 및 활용 기술은 생활 업무 생산 활동을 위해 투입된 에너지 중 유효하게 회수, 활용되지 않고 환경 중으로 배출되는 열을 수집, 저장 및 활용을 가능케 하는 기술임
- 폐열이란 열발생 및 사용설비에서 이용되지 못하고 버려지는 에너지를 폐열이라고 쉽게 정의할 수 있으며 각종 산업공정에서의 폐열의 종류와 형태는 매우 다양한 양상을 나타내고 있음
 - 폐열은 발전소 온배수, 지하철 배열에너지, 건물 폐열, 하수열에너지, 산업폐열 등으로 구분
- 폐열은 산업 전반에서 발생하지만 발전에 수반되는 엔진과 장비의 과열을 식히기 위해 많은 양의 냉각수를 필요로 하는 발전소에서 주로 발생함
 - 특히 화력발전, 원자력발전 등은 전력을 생산하는 과정에서 고온의 폐열 발생하며 화력발전소의 열효율은 약 40% 수준으로, 총 발생 열의 40%만이 전력생산에 활용되고, 나머지 60% 중 40%는 설비의 폐열, 20%는 배출가스 폐열로 발생
 - 이때 폐열을 식히기 위해 사용한 물(냉각수)은 폐열의 열을 흡수하여 취수 시보다 수온이 높아진 상태로 배출되는데 이를 온배수라 하며 온배수는 자연수보다 연평균 7°C 높아 온배수의 직접 배출은 해수의 수온을 상승시켜 생태계를 변화시키고 이산화탄소의 해수 용해도를 낮추어 지구온난화를 가중시킬 수 있지만 효율적으로 사용하면 우수한 에너지원이 될 수 있음
- 우리나라 발전소 온배수의 발생량은 하루에도 1억 3,000만 톤(1000MW급 발전소 기준 온배수 발생량은 50-60톤/초)에 이르므로, 자연환경에 그대로 배출될 경우에는 환경에 지대한 영향을 미칠 수 있음
 - 온배수는 1차적으로 동식물플랑크톤, 해조류 등 먹이생물의 환경을 변화 시키고 이는 연안 생태계 전반의 변화를 초래할 수 있음
 - 적정수온 범위 내의 수온상승은 해양생물의 성장을 촉진시키지만, 임계 수온 이상은 생산성 저하, 서식범위 축소, 폐사 등을 유발
 - 온배수에 의한 해수온의 상승은 CO₂의 용해도를 낮추고, 장기적으로는 기후변화를 초래할 가능성성이 있음
- 유엔해양법협약(UNCLOS)은 온배수를 해양오염의 원인으로 규정
 - 해양환경오염이란 “인간에 의해 직간접적으로 해양환경에 유입되는 물질 또는 에너지로 해양생물에 해롭거나 해양의 쾌적한 이용을 저해시키는 것”으로 규정

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 우리나라에는 발전소 온배수 배출에 관한 별도의 법률은 없으나 「수질 및 수생태 보존에 관한 법률 시행규칙」을 준용하고 있음
 - 「수질 및 수생태 보존에 관한 법률 시행규칙」 제34조에서는 수질오염물 질의 배출허용 온도를 40°C로 규정하고, 동 규칙 제6조에서는 폐수배출 시설로 화력발전소를 포함하고 있음
 - 「해양환경관리법」은 “해양에 유입되거나 해양에서 발생되는 물질 또는 에너지로 인하여 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 상태를 해양오염으로 규정하고 있어, 온배수는 오염물질로 간주되고 있음
- 온배수 배출로 인해 지역 어민들과 발전사 간의 마찰이 끊이지 않고 있음
 - 화력발전소, 원자력발전소 온배수로 인해 수산업 활동 제한구역은 2,300㏊에 이르고, 어업피해 보상금은 3,500억 원으로 추정됨
- 따라서 온배수의 미사용에너지 폐열을 회수하고 활용하는 기술의 개발로 환경오염과 국내 에너지수입 의존도를 낮추고 신재생에너지 산업을 활성화할 필요가 있음

나. 범위 및 분류

- 폐열 회수 및 활용 기술은 열을 다른 형태의 에너지로 전환하는 기술, 전환된 에너지를 저장 및 운송하는 기술 그리고 에너지를 활용하는 기술로 나눌 수 있음
 - 폐열을 회수하는 기술은 열교환기 (히트펌프), 열전소자 리코퍼레이터, 터빈, 소수력, 회수 공정 및 설비 최적화 등이 있음
 - 폐열을 활용 기술은 저장 및 활용처 개발로 세분화되며 저장 기술로는 축열시스템, 온배수 배관, 온수저장탱크, 방열기 등이 있으며 활용처 개발은 수산업, 농업, 난방, 레저 등 이 있음

[폐열에너지 활용 시스템 분야 기술범위]

기술개발 테마	관점	세부기술
폐열 회수 기술	열을 다른 에너지 형태로 전환	열교환기(히트펌프), 열전소자, 리코퍼레이터, 터빈, 소수력, 회수 공정 및 설비 최적화 등
폐열 활용 기술	폐열 또는 전환된 에너지를 저장	축열시스템, 온배수 배관, 온수저장탱크, 방열기 등
	폐열 활용처 개발	수산업, 농업, 난방, 레저 등

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 폐열 회수 및 활용 기술과 관련된 에너지 산업은 에너지원 또는 자원이 한정돼 있으며 동시에 여러 국가 공유하거나 한 국가가 독점하고 있기 때문에 소비의 결과가 현, 후세대의 경제뿐만 아니라 정치, 국제관계, 환경에까지 영향을 주는 복잡하며 민감한 산업적 특징을 가지고 있음
 - 기술, 산업, 국가 간 가격 및 비가격 경쟁이 치열한 시장: stake가 큰 만큼 기술, 산업경쟁력이 중요하고 국가 간의 이해가 첨예함
 - 미래와 현재의 경쟁, 세대간 경쟁이 문제가 되는 시장: 한정된 resource를 현세대가 쓰고, 사후비용이 후대로 전이되는 산업
 - 글로벌 수급이 중요한 시장: 매장, 공급, 생산국가와 소비국가의 불균형이 가격을 결정하는 시장
 - 독과점, 공공재, 환경관련 규제 산업: 글로벌 또는 국가 차원에서 규제가 발생할 수밖에 없는 산업
 - 전,후방산업에 영향력 지대한 산업: 경제성장, 경제발전을 위해 필수적인 영향을 미치는 산업

(2) 산업의 구조

- 폐열 회수 및 활용 기술은 에너지산업으로 분류되며 에너지산업은 다음과 같이 다양하고 광범위한 구조를 가지고 있음

[표준산업분류에 의한 에너지산업 분류]

대분류	중분류	소분류	세분류	세세분류	
광업	석탄, 원유 및 천연가스 광업	석탄 광업	석탄 광업	석탄 광업	
		원유 및 천연가스 채굴업	원유 및 천연가스 채굴업	원유 및 천연가스 채굴업	
	광업 지원 서비스업	광업 지원 서비스업	원유 및 천연가스 채굴관련 서비스업	원유 및 천연가스 채굴관련 서비스업	
	기타 광업 지원 서비스업		기타 광업 지원 서비스업		
제조업	코크스, 연탄 및 석유 경제품 제조업	코크스 및 연탄 제조업	코크스 및 연탄 제조업	코크스 및 관련제품 제조업 및 기타 석탄 가공품 제조업	
			원유 정제처리업	원유 정제처리업	
		석유 경제품 제조업	석유정제물 재처리업	윤활유 및 그리스 제조업 기타 석유정제물 재처리업	
	전기장비 제조업	전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업	전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업	전동기 및 발전기 제조업 변압기 제조업 방전램프용 안정기 제조업 기타 발전기 및 전기변환장치 제조업	
			전기공급 및 전기제어 장치 제조업	전기회로 개폐, 보호 및 접속 장치 제조업 배전반 및 전기자동제어반 제조업	
		일차전지 및 축전지 제조업	일차전지 및 축전지 제조업	일차전지 제조업 축전지 제조업	
	기타 기계 및 장비제조업	일반 목적용 기계제조업	내연기관 및 터빈제조업 : 항공기용 및 차량용 제외	내연기관 제조업 기타 기관 및 터빈 제조업	
	가스, 증기 및 수도 사업	가스, 증기 및 공기조절 공급업		원자력 발전업	
				수력 발전업	
				화력 발전업	
도매 및 소매업	도매업	기타 전문도매업	발전업	기타 발전업	
				송전 및 배전업	
	소매업	연료 및 관련제품 도매업	가스 제조 및 배관공급업	송전 및 배전업	
			증기, 냉온수 및 공기조절 공급업	가스 제조 및 배관공급업	
			고체연료 및 관련제품 도매업	증기, 냉온수 및 공기조절 공급업	
		연료 소매업	액체연료 및 관련제품 도매업	고체연료 및 관련제품 도매업	
			기체연료 및 관련제품 도매업	액체연료 및 관련제품 도매업	
			차량용 연료 소매업	기체연료 및 관련제품 도매업	
			가정용 연료 소매업	차량용 주유소 운영업	
			가정용 액체연료 소매업	차량용 가스 충전업	
			가정용 고체연료 소매업	가정용 액체연료 소매업	
			가정용 가스연료 소매업	가정용 고체연료 소매업	

*자료: 한국표준산업분류 9차 개정에 의한 분류, 통계청(www.kostat.go.kr)(2010)

- 에너지산업은 에너지 공급 관련 산업활동과 에너지 생산 관련 산업 활동으로 구분될 수 있으며 지자체의 경우 과거에는 주로 공급에 초점을 맞추었고 최근에서야 에너지 생산과 관련된 활동이 이루어짐
- 에너지는 원별로 석탄, 석유, 가스, 전력(원자력), 신재생에너지로 구분되며 구체적으로는 다음과 같이 분류되고 폐열에너지는 신재생에너지에 포함됨
 - 석탄 : 무연탄, 유연탄
 - 석유 : 휘발유, 등유, 경유, 기타(경질등유, 중유, BC유, 항공유 등)
 - 가스 : LPG, LNG
 - 전력 : 화력, 원자력, 수력
 - 신재생에너지 : 재생에너지 8개 분야(태양광, 태양열, 바이오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열, 폐열), 신에너지 3개 분야(연료전지, 석탄액화가스화 및 중질잔사유가스화, 수소에너지)
- 에너지 생산활동은 가치사슬(value-chain)에 따라 구분 (소재 공급→부품제조→시스템 설치→전력 공급→사후 서비스)할 수 있으며 우리나라는 화석연료가 희박해 지역적 차원에서 에너지 생산은 신재생에너지산업에 한정됨

(3) 산업 환경

- 우리나라 에너지산업에서 에너지원별 핵심주체는 다음과 같음

[에너지 산업의 원별 핵심 주체]

에너지원별 산업	핵심주체
석유산업	정유 사 현대오일뱅크 인천정유 5 (SK, GS-Caltex, S-oil, , SK)
가스산업	가스공사와 도시가스 회사
석탄산업	석탄공사와 석탄산업합리화사업단
전력산업	한국전력과 자회사 민자발전사
열 공급	한국지역난방공사 서울시 파워 등
에너지 절약	ESCO() 에너지 절약 전문 기업

*자료: 한국 에너지 산업의 구조 분석, 한국산업기술재단 기술전략연구센터 (2007)

- 산업의 허리인 수·위탁기업은 전체 에너지 기업의 23.5%를 차지하며, 하도급 관계가 없는 단독기업은 전체의 44.3%를 차지, 하도급 관계가 있는 기업은 50.3%를 차지함
- 기업 생태계상 상위에 있는 발주를 주는 입장의 위탁기업(12.1%), 중간허리 역할을 하는 수·위탁기업 기업(23.5%), 기업 생태계의 하위에 있는 수주를 받는 입장의 수탁기업(14.7%)으로 조사됨
- 하도급 성격은 종합 시스템 산업의 성격을 보이며 경쟁체제 도입이 일반화된 것을 의미함
- 에너지 산업의 하도급 형태는 여러 기업과 하도급을 하거나 시장경쟁에 맡겨 부품을 수급하는 경우가 75.3%에 달함
 - 또한 주력제품을 생산·판매하기 위해 5개사 이상의 업체와 관련을 맺는 경우도 52.1%에 달해 주 거래관계가 상당히 경쟁적인 특징을 보인다고 할 수 있음
- 하도급 입찰 방식은 가격경쟁 입찰이 주류임
- 재래기술제품과 신제품에서 모두 가격경쟁 입찰을 통해 경쟁하는 방식의 비중이 가장 높으며 조립업체의 설계를 기초로 가격경쟁 하는 경우를 포함하면 가격경쟁의 비중이 상당수를 차지함
 - 종업원 수가 적은 기업일수록 조립업체에 의존하여 기술경쟁을 하는 경우가 많고, 종업원 수가 늘어남에 따라 조립업체 의존에서 탈피하면서 가격경쟁이 심화되고 있음

- 산업자원부의 「국가에너지 자원기술개발기본계획('06~'15)에 의하면 에너지 산업의 구성을 전방산업, 공기업, 후방산업으로 다음과 같이 구분함

[우리나라 에너지 산업구조]

후방산업	공기업	전방산업
도시가스회사 구역전기사업자 신재생에너지사업자 에너지절약전문기업 등	한전 석유공사 가스공사 에너지관리공단 등	엔지니어링회사 중전기기 정유업계 발전사 등

- 한국 에너지 기업들의 주력제품을 국가 에너지 자원 기술개발 로드맵 상의기술로 분류하면 신재생에너지와 관련성이 높음

[기업규모 매출액에 따른 주력제품 분야]

매출액	태양광	지열	태양열	열교환기	전력변환	전동기	고효율전열	고효율공조	자동차부품
10억원 미만	16.4	4.9	6.6	3.3	1.6	0	3.3	3.3	4.9
10~30 억 미만	13.9	13.9	9.7	2.8	2.8	1.4	5.6	2.8	0
30~500 억미만	11.4	5.3	1.8	4.4	3.5	4.4	1.8	0.9	2.6
500~5,000억 원 미만	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	0	0	0
5,000억 원 이상	7.1	0	0	0	3.6	3.6	0	3.6	0

* 출처 : 한국 에너지 산업의 구조 분석, 한국산업기술재단 기술정책연구센터 (2007)

나. 시장환경분석

(1) 세계시장

- 폐열 회수 세계 시장 규모는 '16년 45.7억 달러 규모에서 '21년 66.5억 달러 규모로 7.7% 성장률을 보일 것으로 전망
- 폐열 회수 시스템의 혼입은 특히 시멘트, 유리, 철, 강철뿐만 아니라 석유 정제 등의 에너지를 많이 사용하는 산업에서 상당한 에너지 절감이 가능
- 전체 에너지의 약 1/3이 산업계에서 소비되며 에너지 손실이 50%로 높음. 따라서 폐열회수는 업계에서 에너지 효율을 증가시키는데 큰 역할

[폐열회수 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	45.7	49.3	53.1	57.3	61.7	66.5	7.7

* 자료 : Frost & Sullivan, Top Technologies in Sustainable Energy in 2015

- 세계 총에너지는 글로벌 경제성장과 함께 꾸준히 증가하여(연평균 2.5%) '15년 기준 131억 toe(ton of oil equivalent)를 공급했음
 - 에너지원별 소비 구성을 보면 석유가 32.9%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 석탄(29.2%), 천연가스(23.8%) 순으로 공급함
 - 석탄소비는 중국의 경제성장과 더불어 가파르게 증가하였으나 최근 신기후체제의 영향으로 감소로 전환됨
 - 최근 유가하락으로 석유와 천연가스 소비 증가
- 예측된 석유자원의 고갈과 이산화탄소 배출로 인한 기후변화로 2000년대에 들어서 열에너지 활용을 포함한 신·재생에너지 발전용량 및 소비량이 증가하고 있음

[세계 총 에너지 소비(2000-2015)]

단위 : 백만 톤

구분	2000	2014	2015	증가율 (`00~`14)	증가율 (`14~`15)
석유	3,662	4,251	4,331 (32.9%)	1.3%	1.8%
석탄	2,340	3,911	3,839 (29.2%)	4.1%	-1.8%
천연가스	2,067	3,081	2,135 (23.8%)	2.5%	1.7%
원자력	676	575	583 (4.4%)	-0.1%	1.3%
신·재생 등	1,312	1,200	1,257 (9.5%)	2.5%	4.7%
합계	10,057	13,020	13,147	2.5%	0.9%

*자료: BP Statistics 2016, ()는 비중(%)

- 현재의 에너지자원 채굴기술 수준을 감안 시 원유는 52년, 석탄 110년, 천연가스는 54년 이후에 고갈이 될 것으로 전망 - 탐사기술 혁신과 시추기술 발달로 이에 대한 전망은 시간에 의존하여 증가함
 - 다만, 화석연료의 고갈 시기는 세일가스, 오일샌드 등 비 전통에너지의 개발 및 이용확산정도에 따라 늦추어 질 수 있음
 - 비전통 화석연료인 세일가스(Shale Gas)도 국가(32개국 → 41개국), 대상 세일총(69곳 → 137곳), 대상 유역 (48곳 → 95곳)이 확대됨에 따라 가채잠재량이 6,622Tcf에서 7,299Tcf으로 늘어났으며, 세일오일도 자원량(3,450억 배럴 barrels)으로 집계 발표 - 미국 세일석유회사들 시추효율성 증가(배럴당 코스트 `15년 50\$/bbl-> `16년 40\$/bbl) - 사우디의 증산 계획은 미국보다는 캐나다 등 다른 산유국에 더 큰 타격
- 세계 신재생에너지 산업은 2004년 본격적으로 성장을 시작해 2020년까지 연평균 24%, 4,000억~8,000억 달러의 시장규모로 가파르게 성장하고 있음
- 탄소 배출 감량, 일자리 창출, 사회적 웰빙에 기여, 경제 회복의 핵심 수단, 특히 일본 후쿠시마 원전 사고 후의 원전에 대한 거부감은 산업 성장의 드라이브를 촉진시키고 있음
 - 특히, 대표 선진국인 미국, 일본, 독일 및 유럽연합(EU)은 발전량 기준을 2011년 각 12.6%, 10%, 20.3%, 6.8%에서 2025년 25%, 20%, 35% 및 20%로 보급 확대를 목표함
 - 신·재생에너지 성장 도모를 위한 각국 정부의 지원 또한 증가 추세에 있는바, 2011년 880억 달러에서 2035년 2,400억 달러로의 증가가 예상됨
- 세계 재생에너지 보급과 투자를 주도하는 나라는 중국이며 중국은 2015년 세계 재생에너지 투자의 1/3을 차지하며 수력, 태양광발전, 풍력, 태양열난방 등 여러 분야에서 중국이 보급과 투자를 주도하고 있음
- 미국은 바이오디젤과 바이오에탄올 등 바이오연료 생산을 브라질과 함께 주도하면서 동시에 풍력과 태양광 확대도 활발함

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 일본은 태양광이, 전반적인 재생에너지 투자를 주도했던 독일은 지금은 풍력 분야 투자가 활발한 편
- 새로운 재생에너지 시장으로 인도가 부상하고 있으며 영국도 태양광과 해상 풍력의 보급이 활발한 편이며 GDP 대비 재생에너지 투자가 활발한 국가는 주로 개도국들로 모리타니아, 온두라스, 우루과이, 모로코, 자메이카 순임

[2015년 세계 재생에너지 투자(상위 5개국)]

투자분야	1위	2위	3위	4위	5위
재생에너지 발전과 연료 투자(대수력) 50MW 제외	중국	미국	일본	영국	인도
GDP 당 재생에너지 발전과 연료 투자	모리타니아	온두라스	우루과이	모로코	자메이카
지열 발전용량	터키	미국	멕시코	케냐	독일/일본
수력 발전용량	중국	브라질	터키	인도	베트남
태양광용량	중국	일본	미국	영국	인도
태양열(CSP) 발전용량	모로코	남아공	미국	-	-
풍력용량	중국	미국	독일	브라질	인도
태양열 온수용량	중국	터키	브라질	인도	미국
바이오디젤생산	미국	브라질	독일	아르헨티나	프랑스
연료에탄올생산	미국	브라질	중국	캐나다	태국

*자료: REN21, Renewables 2016 Global Status Report, 2016년

- 재생에너지 발전설비 총 용량은 중국, 미국, 브라질, 독일, 캐나다 순이며 수력을 제외하면 브라질과 캐나다가 빠지고 대신 일본, 인도가 세계 5위권에 들어감
- 인구 당 재생에너지 발전용량은 덴마크, 독일, 스웨덴, 스페인, 포르투갈 순으로 재생에너지 확대에 적극적인 서유럽지역이 강세임

- 설비용량 기준으로 중국은 수력, 태양광, 풍력, 태양열, 지열난방 분야에서 모두 세계 1위를 차지하였으며 바이오에너지 발전과 지열발전은 미국, 태양열발전(CSP)은 스페인이 가장 많은 용량을 보유하고 있음

[2015년 세계 재생에너지 누적 설비용량(상위 5개국)]

구분	1위	2위	3위	4위	5위
전력	재생에너지 발전 (수력 포함)	중국	미국	브라질	독일
	재생에너지 발전 (수력 제외)	중국	미국	독일	일본
	1인당 재생에너지 발전용량 (수력 제외)	덴마크	독일	스웨덴	스페인
	바이오발전	미국	중국	독일	브라질
	지열발전	미국	필리핀	인도네시아	멕시코
	수력용량	중국	브라질	미국	캐나다
	수력 발전량	중국	브라질	캐나다	미국
	집광형 태양열발전	스페인	미국	인도	모로코
	태양광발전(PV) 용량	중국	독일	일본	미국
	1인당 태양광용량	독일	이탈리아	벨기에	일본
열	풍력용량	중국	미국	독일	인도
	1인당 풍력용량	덴마크	스웨덴	독일	아일랜드
	태양열 온수기용량	중국	미국	독일	브라질
	1인당 태양열 온수기용량	오스트리아	키프로스	이스라엘	바베이도스
지열용량	지열용량	중국	터키	일본	아이슬랜드
	1인당 지열용량	아이슬랜드	뉴질랜드	헝가리	터키
					일본

*자료: REN21, Renewables 2016 Global Status Report, 2016년

(2) 국내시장

- '13년 기준 우리나라의 에너지 소비량은 기준열량 단위로 변화했을 때 264백만 toe로 세계 8위 수준. 석유소비 108백만 toe로 9위, 전력소비량 524TWh로 8위 규모. 세계 15위인 경제규모에 비해 높은 수준임

[국가별 에너지 순위('13)]

구분	1위	2위	3위	4위	5위	6위	7위	8위	9위	10위
에너지소비 (백만toe)	중국	미국	인도	러시아	일본	독일	브라질	한국	프랑스	캐나다
	3,023	2,188	775	731	455	318	294	264	253	253
석유소비 (백만톤)	미국	중국	일본	인도	러시아	브라질	사우디	독일	한국	캐나다
	832	504	208	175	147	135	132	113	108	104
전력소비 (TWh)	중국	미국	일본	인도	러시아	독일	캐나다	한국	브라질	프랑스
	5,165	4,110	998	979	938	576	546	524	517	486

* 자료 : Energy Balances of OECD/ Non-OECD Countries 2015(IEA), Statistical Review of World Energy 2015(BP), 대한민국 에너지 편람(2016, 한국에너지공단) 재인용

- 우리나라에서 사용되는 에너지의 95.2% (약 1,741.4억)가 수입된 것이며 국내에서 생산되는 에너지는 4.8% 수준에 머물러 우리나라는 에너지 수입의존도가 상당히 높아 에너지 국산화가 시급함
 - 공급에너지의 37.1%를 차지하는 석유의 경우, 중동 수입비중이 82.3%를 차지하고 있어 에너지안보에 매우 취약한 수급 구조를 갖고 있음
 - 총 수입액 대비 에너지 수입액은 최근 감소하고 있는 추세지만 '15년 기준 1,027억\$로 국가 전체 수입액의 23.5%를 차지해 전체 수입의 상당부분을 차지하고 있음
 - 공급되는 에너지의 종류 별로 보면 석유와 연탄이 64.9%로 대부분의 차지하며 수력 및 신재생에너지는 4.5% 밖에 되지 않아 이산화탄소 배출 면에서도 부정적임



*자료: 에너지경제연구원 에너지정보통계센터

[국내 에너지 수급 흐름('13)]

[국내 에너지 수입액 추이]

(단위: 백만\$)

구분	2005	2012	2013	2014	2015	증가율('14 대비)
국내 총수입액(A)	261,238	519,584	515,586	525,515	436,499	-16.9%
총에너지수입액(B)	66,697	184,800	178,698	174,137	102,715	-41%
원유	42,606	108,298	99,333	94,907	55,120	-41.9%
석유제품	7,783	26,797	34,628	34,983	17,986	-48.6%
LNG	8,646	27,364	30,645	31,403	18,779	-40.2%
LPG	1,933	5,576	-	-	-	-
석유	5,443	16,069	13,074	12,114	9,961	-17.8%
원자력(핵연료)	286	695	1,018	731	869	-18.9%
총수입액 대비 비중(B/A)	25.5%	35.6%	34.7%	33.1%	23.5%	-

*자료: 국가에너지통계시스템, 에너지통계월보('16.3), 한국무역협회, 대한민국 에너지 편람(2016, 한국에너지공단) 재인용

- 국내 발전량 현황: 우리나라에서 사용되는 에너지의 95.2% (약 1,741.4억)가 수입된 것이며 국내에서 생산되는 에너지는 4.8% 수준에 머물러 우리나라는 에너지 수입의존도가 상당히 높아 에너지 국산화가 시급함
- '15년 5,220억 kWh 전력수요를 보이고 있으며, 발전량은 연평균 4.6% 수준으로 지속 증가하고 있으며 원자력이 31.6%로 가장 비중이 크고, 신재생은 빠르게 성장하고 있어 앞으로 폐열 회수 및 활용 기술이 주목받을 수 있을 것으로 전망됨

[에너지원별 국내 발전량 현황]

(단위: 10억kWh, %)

연도	수력	기력	복합	내연력	원자력	신재생	합계
'90	6.4	47	-	1	52.9	-	107.7
'00	5.6	124.7	26.9	0.3	109	-	266.4
'05	5.2	154.2	57.5	0.6	146.8	0.4	364.6
'12	7.7 (1.5)	231.3 (45.3)	110.9 (21.8)	0.8 (0.2)	150.3 (29.5)	8.6 (1.7)	509.6 (100)
'13	8.4 (1.7)	233 (45.3)	124.4 (24.0)	0.7 (0.1)	138.8 (27.0)	11.8 (1.9)	517.1 (100)
'14	7.8 (1.5)	227.9 (43.7)	114.1 (21.9)	0.7 (0.1)	156.4 (30)	15.1 (2.9)	522 (100)
'15	5.9 (1.1)	232.7 (44.6)	102.1 (19.5)	0.6 (0.1)	164.8 (31.6)	16.2 (3.1)	522.3 (100)
증감률('00~'15)	0.3%	4.2%	9.3%	4.7%	2.8%	28%	4.6%

* 자료: 국가에너지통계시스템; 에너지통계월보(16년 3월) 재인용

- 신재생에너지의 경우 적지 않은 혜택이 많음에도 불구하고 아직 개발 속도 및 공공 보급량 측면에서 기대를 충족시키지 못하고 있음
 - 국내의 신·재생에너지 보급량은 2007년 이후 연평균 6.7%의 증가세를 보이고 있지만 2011년 국내 전체 발전량 등 신·재생에너지 비중은 1.4% 정도로 매우 낮은 수준임
 - 2001년 발전차액지원제도(Feed-in-Tariff·FIT)를 도입, 2012년에 이를 폐지한 후 일정 규모(현재 50만kW) 이상의 발전사업자에게 총 발전량의 일정 비율 이상을 신·재생에너지로 공급하도록 의무화하는 신·재생에너지공급의무화제도(Renewable Portfolio Standard·RPS)를 운영하고 있으나, 도입 첫해인 2012년의 RPS 추진 실적에 의하면 총 의무공급량의 약 65%만을 이행한 것으로 집계되고 있음
 - 우리나라는 2015년 4월에 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령이 개정(대통령령 제26169호)되어 발전소 온배수를 신재생에너지에 포함했음
 - 또한 환경부는 2013년 정책적으로 온배수 활용을 장려하기 위한 「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」에 온배수 활용에 관한 내용을 추가하여 시행중에 있음
- 특히 우리나라는 에너지 공급은 화력발전과 원자력발전에 크게 의존하며 신·재생에너지를 이용한 발전은 아직 미흡한 상황임에 따라 화력, 원자력발전소에서 발생하는 온배수에서 폐열을 회수해 신·재생에너지로의 활용 가능성이 큼
- 화력발전소와 원자력발전소의 온배수를 에너지로 환산하면 388,000GWh로 우리나라 전체 시설농업 난방면적 13,000ha에 사용되는 에너지 13,217GWh의 29.4배에 해당

- 온배수는 '14년 12월 기준으로 연간 약 564억톤(발전5사 및 한수원 자료)이 배출되어 대부분은 바다로 버려지고 일부(약 1.9억톤)만이 온수성 어류 양식, 온실작물 재배에 활용되고 있는 실정임

[온배수 배출량 및 재활용량 ('14.12 기준)]

발전사	배출량 (억톤/년)	활용량 (억톤/년)	열량 (천toe/년)	활용열량 (천toe/년)	비 고
한수원	277.36	0.0049 (0.002%)	21,340.23	0.41 (0.002%)	지역사업
동서발전	52.87	0	3,901.33	0	-
서부발전	44.52	0.91 (2.04%)	4,091.27	56.13 (1.37%)	LNG 기화 가스공사
중부발전	59.99	0	4,018.49	0	-
남동발전	76.76	0.85 (1.11%)	4,891.34	59.63 (1.22%)	어류양식
남부발전	52.04	0.18 (0.34%)	4,579.34	14.47 (0.32%)	시설원예
총 계	563.54	1.9449 (0.35%)	42,822	130.64 (0.31%)	

* 출처 : 발전소 온배수열 활용 관계부처 합동 설명회 자료 ('15.7.28)

- 농식품부에서는 농촌에서 활용되지 않는 소각장에서 발생하는 폐열 및 발전소 온배수를 활용하여 농업용 냉난방비 절감 및 농가 소득을 증대하고자 '폐열 재이용 시설 지원사업'을 추진하고 있음
- 지원항목은 발전소 온배수 및 산업체·소각장 폐열로 발전소 온배수는 앞서 말한 바와 같이 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 개정에 의해 올해 신재생에너지에 포함되어 있으며, 소각장 폐열은 이전부터 신재생에너지에 포함이 되고 이에 덧붙여 산업체 폐열 또한 지원항목에 넣음으로써 폐열의 활용 확대를 도모하고 있음
 - 사업규모는 총 110억원으로 국고에서 77억원(국고 보조 60% + 융자 10%), 나머지는 지방비(20%)와 자부담(10%)임; (지원단가 : 11억원/ha) - 지원기준 : 보조 80%(국고60%, 지방비20), 융자 10%, 자부담 10%
- 산업통상자원부는 온배수 외 폐열이 발생되는 열공급처 주변지역의 다양한 조건을 고려한 6차 산업형의 사업을 개발할 예정이며 에너지신산업정책단에서는 "한국형 열지도 작성 추진전략 연구" 용역을 마무리하였으며 열 공급처와 열 수요처의 맵핑을 통한 효율적인 미활용 에너지 이용을 촉진하는 정책을 추진하고 있음
- 동 연구용역은 에너지신산업 발굴기반 조성을 위한 한국형 국가 열지도 작성추진전략과 선행연구 및 해외사례 조사 등을 통해 국내 미이용 에너지 활용에 적합한 한국형 국가 열지도 작성 및 운영방안을 마련코자 하였으며 일정지역을 대상으로 "미이용 에너지" 및 "열수요"를 반영한 열지도를 작성한 후 시범 사업지를 선정할 계획임

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 지역별 입지한 산업시설(발전소, 합금철 공장, 시멘트 공장 등)이 다르기 때문에 정부의 시책에 부응하며 지역발전을 꾀하기 위한 폐열 및 온배수를 이용한 전략적 온실가스 감축 사업을 발굴할 필요가 있음

(3) 무역현황

- 폐열 회수 및 활용 기술의 무역현황 분석에는 2012~2016년 사이 열교환기의 무역 기록이 사용 되었음
 - 열교환기의 수출현황은 '12년 8억 8천만 달러에서 '16년 8억 3천만 달러 수준으로 소폭 감소하였으며, 수입현황은 '12년 1억 6천만 달러에서 '13년 3억 4천만 달러로 급격히 증가하였다가, '16년 1억 4천만 달러로 다시 비슷한 수준으로 감소하였음
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 -1.6%를 나타냈으며, 수입금액은 -4.4% 수치를 보임
- 무역특화지수는 '12년 0.70에서 '16년 0.73으로 소폭 변동하였음

[폐열 회수 및 활용 기술 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('11~'15)
수출금액	879,742	638,701	820,200	877,147	826,329	-1.6%
수입금액	155,434	335,641	250,519	182,762	129,638	-4.4%
무역수지	724,308	303,060	569,681	694,385	696,691	-1.0%
무역특화지수*	0.70	0.31	0.53	0.66	0.73	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code: 841950 (열교환기) 활용

다. 기술환경분석

(1) 기술개발 트렌드

- 기존에는 대규모 에너지 변환과정을 포함하는 발전소나 산업체에서는 대량으로 발생하는 고온 폐열의 회수 효율을 또는 에너지 변환 효율을 높이는 데 기술 개발이 집중됨
- 최근 스마트 그리드 및 분산화 소형 발전 시스템의 부상에 따라 폐열 회수 기술도 소형화되고 있는 추세임
- 또한 자동차처럼 비교적 작은 시스템에는 기존 폐열 회수 기술을 적용하기 어려워 좀 더 간단한 구조를 가지며 단위 모듈화를 통해 크기를 바꾸기 쉬운 폐열회수 시스템 개발이 이뤄지고 있음
- 폐열 회수 장치의 소형화를 위해 열전소재의 개발이 주목받고 있음
 - 열전소재는 재료의 양쪽에 발생하는 온도차를 전력으로 전환해주며 대표적인 소자가 ‘펠티어 소자’임
 - 열전은 단일 재료 내에서 일어나는 에너지 변환을 기반으로 하고 있어 시스템 구조가 단순하며 신뢰성이 높고 에너지 변환 과정에서 부산물을 발생시키지 않아 친환경 기술로 가치가 있음
 - 또한, n형과 p형의 반도체 재료로 이루어진 단위 모듈로 만들 수 있어 회수 대상이 되는 폐열에 적합한 크기로 조절하기 쉽워 폐열 회수뿐만 아니라 자연열을 이용한 발전, 인체열을 이용한 에너지 확보에 적용할 수 있는 에너지 변환기술로서 잠재성을 가지고 있음
 - 하지만 기술적 진입 장벽으로 중소기업 수준에서 기술개발이 더딘
- 이에 추가로 온실, 도시농장 등의 활성화로 소형 농업 시스템의 난방에 폐열 및 온배수의 활용이 주목 받고 있음
- 우리나라 에너지산업에서 에너지원별 핵심주체는 다음과 같음

[에너지 산업의 원별 핵심 주체]

에너지원별 산업	핵심주체
석유산업	정유 사 현대오일뱅크 인천정유 5 (SK, GS-Caltex, S-oil, , SK)
가스산업	가스공사와 도시가스 회사
석탄산업	석탄공사와 석탄산업합리화사업단
전력산업	한국전력과 자회사 민자발전사
열 공급	한국지역난방공사 서울시 파워 등
에너지 절약	ESCO 에너지 절약 전문 기업

*자료: 한국 에너지 산업의 구조 분석, 한국산업기술재단 기술정책연구센터 (2007)

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 산업의 허리인 수·위탁기업은 전체 에너지 기업의 23.5%를 차지하며, 하도급 관계가 없는 단독기업은 전체의 44.3%를 차지, 하도급 관계가 있는 기업은 50.3%를 차지함
 - 기업 생태계상 상위에 있는 발주를 주는 입장의 위탁기업(12.1%), 중간허리 역할을 하는 수·위탁기업 기업(23.5%), 기업 생태계의 하위에 있는 수주를 받는 입장의 수탁기업(14.7%)으로 조사됨
- 하도급 성격은 종합 시스템 산업의 성격을 보이며 경쟁체제 도입이 일반화된 것을 의미함
 - 에너지 산업의 하도급 형태는 여러 기업과 하도급을 하거나 시장경쟁에 맡겨 부품을 수급하는 경우가 75.3%에 달함
 - 또한 주력제품을 생산·판매하기 위해 5개사 이상의 업체와 관련을 맺는 경우도 52.1%에 달해 주 거래관계가 상당히 경쟁적인 특징을 보인다고 할 수 있음
- 하도급 입찰 방식은 가격경쟁 입찰이 주류임
 - 재래기술제품과 신제품에서 모두 가격경쟁 입찰을 통해 경쟁하는 방식의 비중이 가장 높으며 조립업체의 설계를 기초로 가격경쟁 하는 경우를 포함하면 가격경쟁의 비중이 상당수를 차지함
 - 종업원 수가 적은 기업일수록 조립업체에 의존하여 기술경쟁을 하는 경우가 많고, 종업원 수가 늘어남에 따라 조립업체 의존에서 탈피하면서 가격경쟁이 심화되고 있음

3. 기업 분석

가. 주요 기업 비교

- 한국 에너지 산업은 대기업과 공기업을 중심으로 독과점 기장을 형성하며 상위의 기업들은 독과점 시장을 누리지만, 하위의 중소기업은 치열한 경쟁을 하고 있음
 - 후방산업에서 시장이 경쟁적이며 신재생에너지 보급 활성화 민간기업의 전력산업 진입 촉진 등의 정책에 따라 새롭게 시장에 진입하는 기업의 수가 증가하는 것을 볼 때 향후 경쟁강도는 더욱 심화될 것임
- 에너지산업이 규모의 경제를 누리기 위해서는 기업의 대형화가 필요
- 국내 중소기업 사례
 - (주)월드이엔씨는 흡수식 히트펌프 개발로 저온의 폐열을 활용하여 사용 가능한 고온의 열로 전환, 최소열량으로 연속적인 공급 가능
 - (주)디에스티는 자원개발 및 알루미늄 냉각판 제조를 위한 자동 성형장비 개발
 - (주)삼원이엔지는 이젝터, 막서, 열교환기 제조를 통한 에너지 효율 증대 방안 연구
 - 케이엔피솔루션(주)는 전자기회로, 난방제어기 제조 등 전자집적 회로 제조
 - (주)가온테크는 열교환기/공기조화용설비 제조 등 에너지 효율 강화에 기여하고 있으며, 종이소재 전열막 및 부직포 전열막 연구를 진행
 - (주)에이치엔엘은 열교환기, 히트펌프 제조, 농업용 신재생에너지 개발
 - (주)이엔이는 수질환경분야와 에너지사업분야 사업 진행, 독립전원전기방식 시스템 제조, 부하수에 함유되는 오염물질을 제거, 소비전력 감소 및 소음 발생 최소화하는 수처리장치용 BLDC 응집시스템 개발, 열병합발전기의 폐열을 이용한 슬러지 건조시스템 개발
 - 신한열기(주)는 폐열회수장치 개발 및 공급하는 회사로 수관식 폐열보일러, 연관식 폐열보일러 등을 생산하고 있음. 현대 오일뱅크 대산 SUPER HEATER 제작 및 납품, 서울에너지공사 첨두부하 수관식 온수보일러 등을 준공하였으며 가스터빈용 폐열회수장치 특허를 시작으로 5건의 에너지절감 특허기술 보유
 - 한국스파이렉스사코(주)는 스팀 시스템 솔루션의 공급업체로 에너지전달솔루션, 열전달솔루션 등의 사업을 진행하며 에너지 절감을 위한 제품을 개발하고 있음. 한국에너지공단 인천본부와 저탄소 녹색에너지절약 실천을 위한 업무협약을 체결하여 인천시내 중소기업을 대상으로 무료 에너지 진단 사업을 추진
 - (주)코리프냉동공조는 히트파이프 열교환기, 공기조화기, 수냉각장치 등 산업용 온도조절 장치를 제조 및 공급하는 업체로 고효율 녹색제품 생산 공급을 주력으로 하고 있음. 세계 각국에 디젤오일 냉각기를 수출하고 있으며 에너지절감형 항온항습기, 제습용 파이프 열교환기를 이용한 공조장치 등의 특허를 보유하고 있음

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)월드이엔씨	12,121	14,691	-10.6	-3.0	-4.8	1.8
(주)디에스티	18,987	12,964	35.6	3.3	1.4	2.1
(주)삼원이엔지	4,114	3,625	40.1	10.4	7.3	3.0
케이엔피솔루션(주)	2,462	2,972	104.1	2.3	4.4	8.2
(주)가온테크	1,304	2,645	17.8	6.1	5.6	7.6
(주)에이치엔엘	2,640	1,985	-34.6	4.6	2.3	50.0
(주)이엔이	1,908	1,696	20.1	2.1	0.7	4.4
신한열기(주)	16,168	12,758	4.7	4.9	5.8	0.0
한국스파이렉스사코(주)	77,075	100,838	5.4	19.8	15.6	0.0
(주)코리프냉동공조	3,186	1,998	72.3	11.4	10.3	1.9

나. 주요 업체별 기술개발 동향

(1) 해외업체동향

Durr (독일)

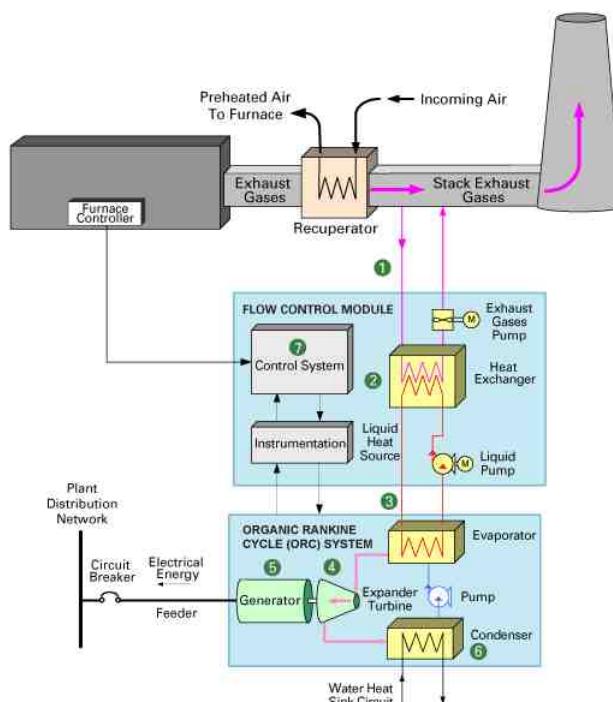
- ORC (ORGANIC RANKINE CYCLE)은 연소엔진에서 나오는 배출가스의 열을 이용해 터빈을 돌려 전기를 생산하는 기술로 90 ~ 600°C의 고열의 가스에까지 적용 할 수 있음

TransHeat-Cold (미국)

- 폐열 저장, 운속 컨테이너를 개발해 폐기물 처리장(Miami-Dade Resources Recovery Facility)에서 발생하는 폐열을 트랜스 히트 컨테이너에 축열한 후 오프라인으로 수송, 선박용 프로펠러를 청소를 위한 온수의 열원으로 이용함

TMEIC (미국)

- Waste Heat Recovery (WHR) 시스템은 대규모 산업 연소 공정의 고온 배기 가스로 작동되는 ORC (Organic Rankine Cycle) 기반의 발전기임

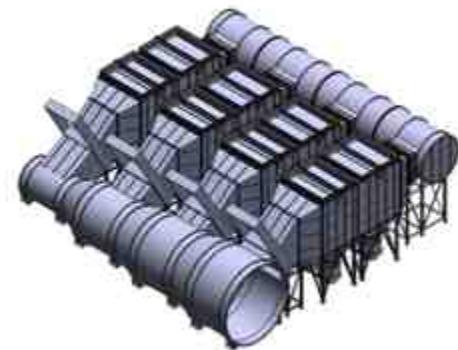


*자료: TMEIC

[WHR system]

HRS (영국)

- HRS는 전통적인 직사각형 배기가스 열교환기 유닛인 WHRU (Waste Heat Recovery Unit Design)와 소음기와 바이 패스 및 열 교환기가 결합된 소형화 원형 WHRU 개발
- 또한 유리 또는 금속 산업에서 발생하는 입자가 혼합된 고온 가스 열 회수 용 recuperator도 상용화 함



* 자료: HRS

[Circular Waste Heat Recovery Unit (좌), recuperator (우)]

Dresser-Rand (미국)

- Echogen® 폐열 회수 시스템은 폐열을 전력으로 변환하는 작동 유체로 증기가 아닌 초임계 이산화탄소 (sCO₂)를 사용해 공정이 간소화돼 소형화가 가능

GE Power (미국)

- 열교환 과정 중 발생하는 다이옥신을 줄이며 입자 제거 기술로 배관 적체 현상을 방지함

Siemens (독일)

- 폐열회수 토탈 솔루션 SICEMENT를 제공하며 자사가 보유한 터빈을 활용해 고온의 폐열에서 전기를 생산함

Sanki (일본)

- 트랜스 히트 컨테이너를 개발하였으며 이는 온도 저하가 적고 열 출력이 큰 열매체 오일과 PCM(Phase Change Material-상변화물질)의 직접 접촉식 열교환 방식을 채택하고 있으며 또한 차량을 이용한 오프라인 방식으로 폐열을 공급하는 ‘열 택배’ 방식임

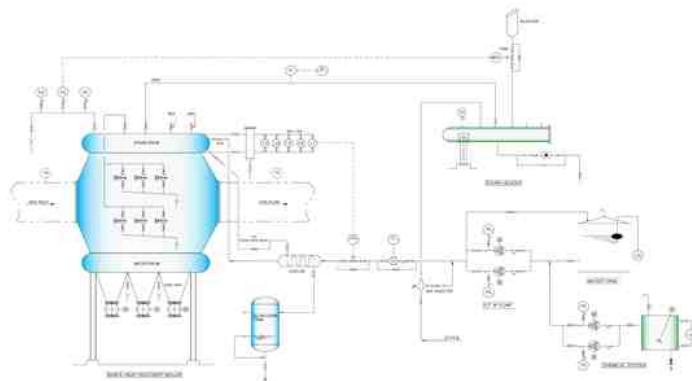
(2) 국내업체동향

한전전력연구원

- ORC(Organic Rankine Cycle, 유기랭킨사이클) 발전시스템 개발
- 내연기관 및 산업공정에서 버려지는 폐열로 물보다 낮은 온도에서 증발하는 냉매를 가열해 전기를 생산하는 방식으로, 에너지효율을 높이는 동시에 연료절감에 따른 온실가스 감축효과의 장점이 있음

신한열기(주)

- 수관식 폐열보일러 개발
- 분리막 구조로 가스 누출이 없고 방열손실을 최소화했으며 특수 비수방지판으로 완전건증기를 생산하고 특수 세정 시스템을 도입해 설비의 효율과 수명 향상



* 자료: 신한열기주식회사

[수관식 폐열보일러]

TLV

- 대기개방형 증기 응축 열교환기를 개발, back pressure가 매우 낮으며 대기압에서 운전되 안전함

한국스파이렉스사코(주)

- 보일러 블로우다운 폐열회수 시스템: 후레쉬 베셀 시스템 (FVS)을 적용해 블로우다운수의 캐리오버를 방지하며 재증발 증기의 발생속도를 낮춰 폐열 회수 효율을 향상 시킴

(주)코리프냉동공조

- 히트파이프: 공기 대 공기 열교환기로써 일반 공기조화시스템이나 산업용 프로세스에서 폐열을 회수하는데 적용하며 배기가스에 따라 작동유체, 열교환기 재질을 유동적으로 교체할 수 있음

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

□ 융·복합 기술 제시

- 제주 안덕면 화순리 주변 화력발전소에서 버려진 폐열에너지인 온배수와 히트펌프형 냉·난방 제습기를 이용해 재배한 망고 수확 시작하여 적절한 냉난방으로 재배환경 조성하고, 난방비 80%이상 절감해 연간 460톤 CO₂ 절감 효과를 보임
- 경기도농업기술원은 버섯재배사에서 나오는 폐 열에너지를 활용해 딸기를 연중 생산하는 기술을 개발

□ 국내외 기업의 폐열 활용 증가

- 미국 칼네틱스 테크놀로지스의 자회사 액세스에너지는 연료전지 가동 시 발생하는 폐열을 이용해 기당 최대 125kW의 전기를 생산하는 발전시스템 '써마파워(Thermapower)'를 통해 한국시장 진출
- 케이디파워텍은 공장에서 발생하는 저온 공정 폐열로 전기를 생산하는 '증류탑 폐열 발전소'를 국내 최초로 가동. 연간 발전량은 146GWh로, 이는 8천여 가구가 사용 가능
- 현대중공업은 한국전력과 함께 2016년 세계 최초로 폐열을 이용한 차세대 발전 설비 원천 기술을 개발하며 관련사업을 추진
- 경동도시가스가 800억 원을 투자해 S-OIL 울산 Complex내에 건립한 폐열발전소가 본격 상업운전에 돌입

□ 충청남도 청정에너지타운 조성사업에 아산시 소각장을 선정. 소각장 폐열발전은 쓰레기 소각시설에 500kW급 증기터빈 발전기를 설치해 연간 최대 3960㎿(4억3560만원 상당)의 전기를 생산. 발전 후 남는 하루 8t 규모의 저압 증기는 주민들이 마을기업으로 운영할 세탁공장으로 보내 연간 6000만원의 운영비 절감이 가능

나. 특허동향 분석

◎ 폐열에너지 활용 시스템 특허 주요 기술

주요 기술

- 폐열에너지 활용 시스템 기술은 크게 소재와 평가 및 관리 기술분야로 구분되며, 소재 기술은 냉난방 소재와 발전 소재로 구분됨. 평가 및 관리 분야는 계측 시스템 및 데이터 분석 시스템으로 구분됨

분류	요소기술	설명
소재	냉난방	폐열에너지를 활용한 냉난방 장치 및 시스템
	발전	폐열에너지를 활용한 발전 장치 및 시스템
평가 및 관리	계측 시스템	폐열에너지 활용 모니터링 및 계측 시스템
	데이터 분석 시스템	폐열에너지 활용 평가 및 데이터 분석 시스템

◎ 세부 분야별 특허동향

주요 기술별 국가별 특허동향

- 폐열에너지 활용 시스템 기술의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
소재	냉난방	11	15	12	10	48
	발전	18	27	19	21	85
평가 및 관리	계측 시스템	8	9	6	6	29
	데이터 분석 시스템	4	5	3	4	16
합계		41	56	40	41	178

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 미국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 한국, 유럽, 일본 순으로 나타남

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ▣ ■

- 세부적으로 소재 기술 분야는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 평가 및 관리 기술 분야 또한 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 일본이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
소재	냉난방	●	<ul style="list-style-type: none"> JX NIPPON OIL & ENERGY 현대자동차 	<ul style="list-style-type: none"> 중소기업 중심 한온시스템, 이지이엔씨 등
	발전	●	<ul style="list-style-type: none"> IHI YANMAR 	<ul style="list-style-type: none"> 대기업 중심 대우조선해양, 삼성중공업 등
평가 및 관리	계측 시스템	●	<ul style="list-style-type: none"> 대우조선해양 현대중공업 한국에너지기술연구원 	<ul style="list-style-type: none"> 공공연구기관 중심 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원 등
	데이터 분석 시스템	○	<ul style="list-style-type: none"> 대우조선해양 현대중공업 한국에너지기술연구원 	<ul style="list-style-type: none"> 공공연구기관 중심 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원 등

* ●: 50건 이상, ○: 30~49건, ◉: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

□ 소재 기술 분야 주요 출원인 동향

- 냉난방 소재 기술 분야는 JX NIPPON OIL & ENERGY 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 현대자동차 社 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 발전 소재 기술 분야는 IHI 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 YANMAR 社 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 냉난방 소재 기술 분야는 주로 중소기업 중심으로 특허출원이 이루어지고 있고, 발전 소재 기술 분야는 주로 대기업 중심으로 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 조사됨

평가 및 관리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 계측 시스템 및 데이터 분석 시스템 기술 분야에서는 대우조선해양 社가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 현대중공업 社, 한국에너지기술연구원 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 국내에서 평가 및 관리 기술 분야는 주로 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원 등의 공공 연구기관 중심으로 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 조사됨

◎ 폐열에너지 활용 시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 폐열에너지 활용 시스템 기술 분야의 주요 경쟁기술은 소재 기술의 발전 소재 기술이고, 공백기술은 평가 및 관리 기술 중 데이터 분석 시스템 기술인 것으로 나타남
- 폐열에너지 활용 시스템 기술 분야에서 소재 기술 중 발전 소재 기술은 가장 경쟁이 치열한 분야이고, 평가 및 관리 기술 중 데이터 분석 시스템 기술은 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
소재	냉난방	●
	발전	●
평가 및 관리	계측 시스템	●
	데이터 분석 시스템	○

※ ●: 50건 이상, ○: 30~49건, ◉: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
소재	냉난방	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선박의 폐열 회수를 통한 보일러 급수 가열 기술 ▪ 엔진 폐열을 이용 가능한 열전발전 모듈 기술 ▪ 폐열을 이용한 열전발전 장치 기술
	발전	
평가 및 관리	계측 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 폐열을 이용한 여객선 수영장의 온도 유지 시스템 및 방법 기술
	데이터 분석 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 선박의 폐열을 이용한 에너지 절감 시스템 기술

- 국내 특허동향을 살펴보면 대기업은 소재 기술 분야를, 공공연구기관은 이를 평가 및 관리하는 시스템 관련 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 소재 기술 분야에서는 냉난방 소재보다는 발전 소재의 제조 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 평가 및 관리 기술 분야 중 계측 시스템 분야에서는 온도 등의 수체를 측정하여 유지하기 위한 시스템 관리 기술에 연구개발이 집중되어 있고, 데이터 분석 시스템 분야에서는 에너지 절감, 연비 향상 등을 위한 데이터 분석 시스템 기술에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 폐열에너지 활용 시스템 기술 분야의 공백기술 분야는 평가 및 관리 기술 중 데이터 분석 시스템 기술임. 이와 같은 데이터 분석 시스템 기술 분야는 주로 공공연구기관이 연구개발을 진행중인 것으로 조사됨. 따라서, 공공연구기관의 기술을 이전받거나 공동 연구개발을 진행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

- 냉난방 및 발전 소재 기술 분야는 주로 기업의 참여가 높은 분야임
- 폐열에너지 활용 시스템 기술 분야는 상대적으로 특허 출원 건수가 적은 평가 및 관리 분야의 데이터 분석 시스템 기술 분야가 특허확보 전략의 방향으로 판단됨
- 향후 폐열에너지 활용 시스템 기술 분야는 데이터 분석 시스템 기술을 보유하고 있는 공공 연구 기관의 기술을 이전받거나, 공동 연구 개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

포스텍

- 철강산업과 열병합발전, 열화학공정에서 버려지는 폐열을 회수하여 전기를 만들어내는 'ICT융합 미이용 에너지 열전발전 시스템 개발'에 착수

울산대학교 에너지 하베스트-스토리지연구센터

- 버려지는 에너지를 효율적으로 사용하는 기술이 교육부의 '17년 100대 국가연구개발 우수성과로 선정. 해당 기술은 폐열과 태양열 등을 전기에너지로 바꾸는 열전발전 효과를 극대화한 열전 반도체 신물질을 개발

인하대학교 기계공학과 강태준 교수

- 폐열을 전기에너지로 재생산하는 세계 최고 효율의 폐열에너지 수확 기술을 개발

한국기계연구원 에너지플랜트안전연구실 박창대 박사

- 섬이나 오지, 저개발 국가 등 상수도 인프라가 없는 곳에서 태양열과 폐열을 이용해 손쉽게 담수를 생산할 수 있는 적정기술을 개발
- 태양열 집열기와 축열조가 필요 없는 상압 운전 방식의 태양열 복합열원 다중효용 해수담수기를 개발

미래창조과학부는 "스마트 산업에너지 ICT융합 컨소시엄"을 2017년 신규 ICT융합 컨소시엄 사업으로 선정

- 국비 37억원을 포함한 총액 89억원이 투입, 미이용 에너지 회수 및 활용을 목표로 하는 ICT융복합 신에너지발전시스템 상용화 사업에 착수
- 포스텍 창의IT융합공학과 백창기 교수, 김기현 연구교수, 김민성 연구교수, RIST의 강덕홍 박사가 연구 개발에 참여

나. 연구개발 인력

[폐열 에너지 활용시스템 분야 연구개발 인력]

기관	연구개발 인력
포스텍	창의IT융합공학과 백창기 교수
포스텍	창의IT융합공학과 김기현 연구교수
포스텍	창의IT융합공학과 김민성 연구교수
포항산업과학연구원	강덕홍 박사
한국에너지기술연구원	미활용에너지팀
한국에너지기술연구원	열에너지시스템연구
현대제철 기술연구소	에너지기술개발팀
세종대학교	기계공학과 정재동 교수
인하대학교	기계공학과 강태준 교수
한국산업기술진흥원	-
한국기계연구원	에너џ플랜트안전연구실 박창대 박사

다. 기술이전 가능 기술

기술명 : 배기가스 폐열 회수용 열교환기

기술개요

- 자동차에서 발생하여 외부로 버려지는 에너지를 회수하여 재생하기 위한 방법으로 증기 터빈 방식의 랭킨 사이클 기술이 개발되고 있음
- 본 기술은 배기가스에서 나오는 폐열을 회수하여 작동유체를 가열하기 위한 배기가스 폐열 회수용 열교환기 및 그 제조방법에 관한 것임

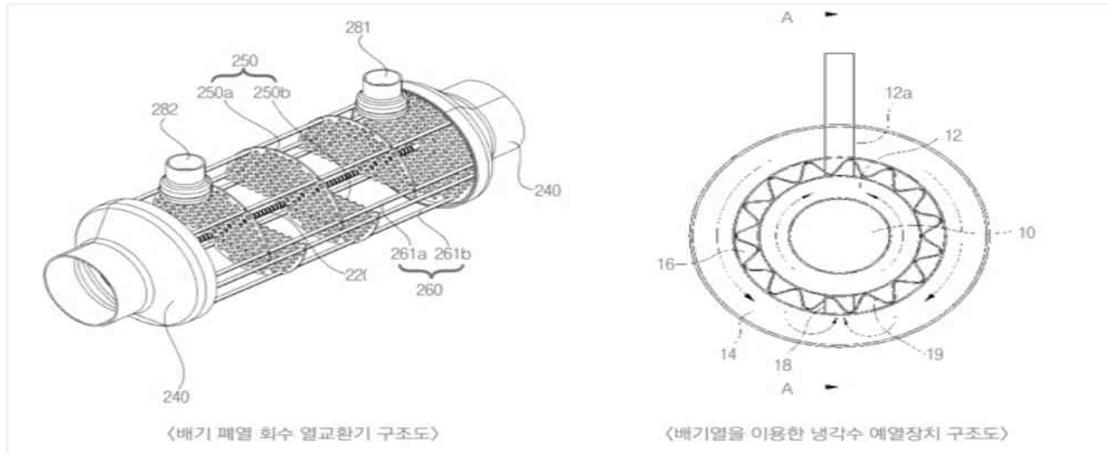
키워드 : Shell And Tube, Rankine Cycle, Superheater, Heat Recovery, Spiral Tube

기술특성

- 기존기술한계
 - 작동유체로 엔탈피가 높은 물 등을 사용하면 유량이 작으므로 작동유체가 전체에 분포되지 못하여 열전달 성능이 감소됨
 - 비체적 증가에 의해 작동유체 유속이 급격하게 증가하여 압력 손실 증가
- 보유기술 차별성
 - 상부에 배치되는 배플과 하부에 배치되는 배플이 겹치는 폭을 제한

- 작동유체의 흐름을 원활하게 하면서 열교환 성능도 향상
- 배플 조립바에 간격 유지홀을 형성하여 복수의 배플을 손쉽게 조립 가능

□ 주요 도면 및 사진



□ 기술활용분야

- 자동차의 연비 향상을 위한 배기가스 폐열회수 시스템뿐만 아니라 타 시스템 및 다양한 부품으로 적용 가능
- 승용차뿐만 아니라 대형 상용차 및 건설기계등에도 적용 가능

□ 시장동향

- 폐열회수 기술은 Seebeck 효과를 이용한 열전발전 기술과 폐열회수를 하면서 고압의 작동유체가 팽창기에서 동력을 얻어내는 Rankine Cycle 기술로 대별됨
- 연비 향상 효과가 크고 많은 에너지를 재생할 수 있는 Rankine Cycle 기술은 중심으로 Honda, BMW, GM, Ford, VW 등에서 가솔린 승용차를 대상으로 한 연구를 수행
- 전 세계적으로 양산 중인 폐열 회수 시스템 및 핵심부품은 연구 개발 진행중

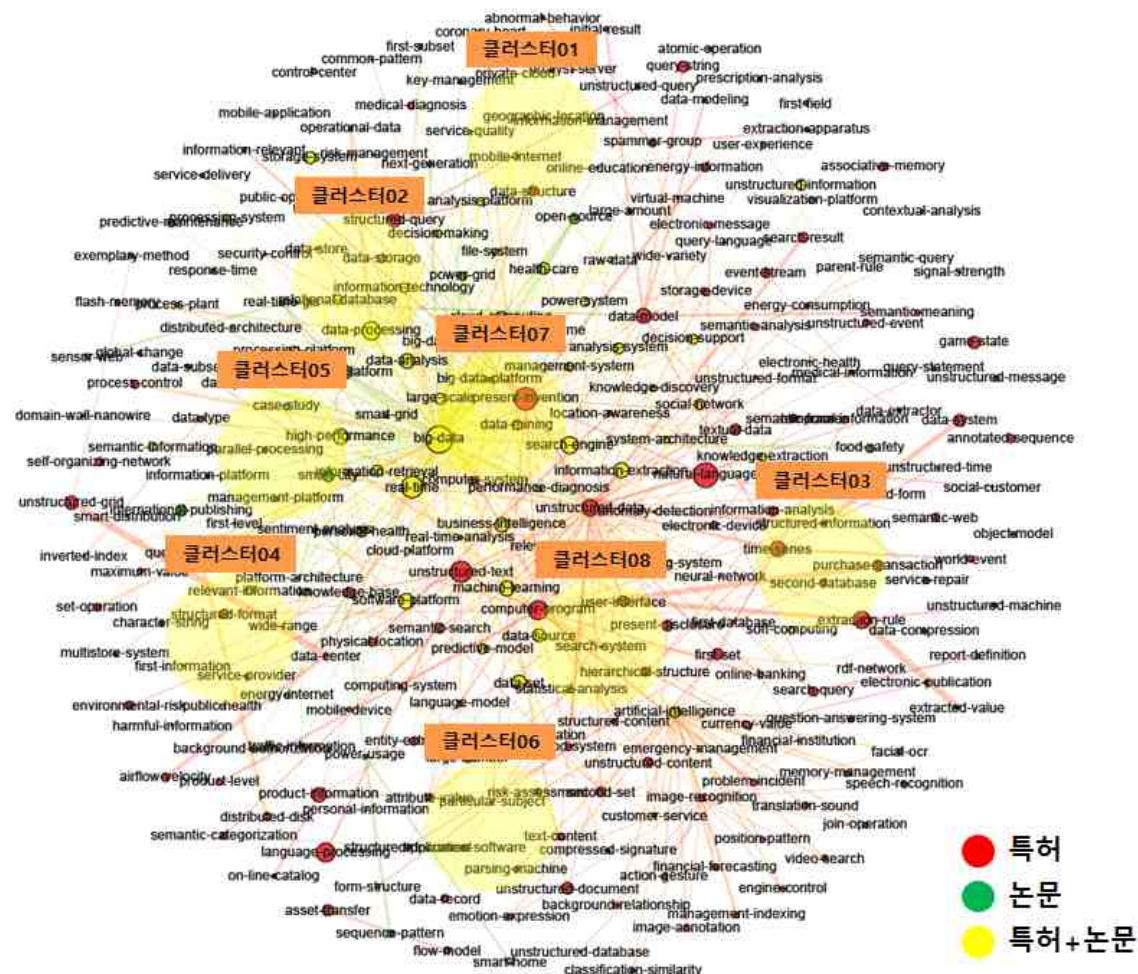
□ 기술이전 문의

- 한국자동차부품연구원 안경진 선임연구원
- 한국자동차부품연구원 유성민 선임연구원

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[폐열에너지 활용 시스템 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	waste heat	6~8	1. Kalina cycle based conversion of gas processing plant waste heat into power 2. Compact wastewater concentrator using waste heat
클러스터 02	cycle high efficiency	5~6	1. High efficiency multicycle internal combustion engine with waste heat recovery 2. KALINA CYCLE BASED CONVERSION OF GAS PROCESSING PLANT WASTE HEAT INTO POWER
클러스터 03	energy hybrid	7~8	1. Investigation of a hybrid ORC driven by waste heat and solar energy 2. First law energy analysis of thermochemical waste-heat recuperation by steam methane reforming
클러스터 04	recovery economic	5~6	1. Synthesis of energy efficient chilled and cooling water network by integrating waste heat recovery refrigeration system 2. Corrigendum to “Operational profile based thermal-economic analysis on an Organic Rankine Cycle using for harvest marine engine's exhaust waste heat”
클러스터 05	power reduction	5~6	1. Thermoacoustic Stirling power generation from LNG cold energy and low-temperature waste heat 2. Feasibility study for recovering waste heat in reduction system of Kroll process: Energy analysis and economic valuation
클러스터 06	absorption regenerate	6~7	1. Thermal energy recovery system for upgrading waste heat by an absorption heat pump 2. Performance Evaluation of Solid Desiccant Wheel Regenerated by Waste Heat or Renewable Energy
클러스터 07	waste heat energy	7~8	1. A novel pyroelectric generator utilising naturally driven temperature fluctuations from oscillating heat pipes for waste heat recovery and thermal energy harvesting 2. Modeling of waste heat powered energy system for container ships
클러스터 08	energy storage	6~7	1. A combined system utilizing LNG and low-temperature waste heat energy 2. Waste heat recovery for fuel cell electric vehicle with thermochemical energy storage

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[폐열에너지 활용 시스템 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
소형화 기술	가정용 소형 폐열 회수 설비	기술수요
	자동차용 소형 폐열 회수 설비	기술/시장 분석, 기술수요, 전문가추천
	소형화 폐열 회수 장치용 열전소재	기술/시장 분석, 전문가추천
	분산형 발전용 폐열 회수 설비	기술/시장 분석, 전문가추천
회수 효율 향상 기술	폐열 활용 고효율 터빈 발전기	기술수요, 기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	폐열에너지 회수용 고효율 열교환기	기술수요, 기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
폐열 활용 기술	폐열 활용 온실 난방 설비	기술수요, 특허/논문 클러스터링, 기술/시장 분석
	온배수 활용 공정	기술/시장 분석, 전문가추천
	폐열 저장 소재 및 설비	기술/시장 분석, 전문가추천

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[폐열에너지 활용 시스템 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	개요
소형화 기술	자동차용 소형 폐열 회수 장치	자동차 엔진, 배기가스, 타이어에서 발생하는 폐열 회수 장치
	소형화 폐열 회수 장치용 열전소재	소형화 폐열 회수 장치를 위한 고효율 열전소재
	분산화 발전용 폐열 회수 설비	스마트 에너지 그리드 및 분산화 발전을 위한 소형 폐열 회수 설비
회수 효율 향상 기술	폐열 활용 고효율 터빈 발전기	고효율 터빈 발전기
	폐열에너지 회수용 고효율 열교환기	고효율 열교환기
폐열 활용 기술	폐열 활용 온실 난방 설비	폐열을 이용한 도시농장 또는 온실 난방 설비
	온배수 활용 공정	발전소 온배수 활용 공정
	폐열 저장 소재 및 설비	폐열 또는 전환된 에너지 저장 소재 또는 설비

나. 폐열에너지 활용 시스템 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

폐열에너지 활용 시스템의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	소대 개발 및 설비 디자인	소재 및 공정 대형화	폐열 회수 효율 분석 및 최적화	고효율 폐열 회수 설비 또는 공정 개발
핵심요소기술	소형화 기술	자동차용 소형 폐열 회수 장치 소형화 폐열 회수 장치용 열전 소재 분산화 발전용 폐열 회수·설비		폐열 회수 설비의 소형화
	회수 효율 향상 기술	폐열 활용 고효율 터빈 발전기 폐열 에너지 회수용 고효율 열 교환기		폐열을 이용한 발전률 향상
	폐열 활용 기술	폐열 활용 온실 난방 설비 온배수 활용 공정 폐열 저장 소재 및 설비		폐열 사용을 통한 비용 절감 저장 및 운송 가능성 향상
기술/시장 니즈	4차 산업 대비 스마트 에너지 발전	에너지 효율 기준 엄격화와 재생 에너지 수요의 증가		활용처 확대를 통한 비용 절감 및 경제 활성화

나. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[폐열에너지 활용 시스템 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
소형화 기술	자동차용 소형 폐열 회수 장치	기존대비규모(%) /회수율(%)	85/60	75/65	70/70	기존설비대비 규모 70%로 감소, 폐열 회수율 70% 달성
	소형화 폐열 회수 장치용 열전소재	회수율(%)	70	75	80	폐열-전기에너지 전환율 80%이상 달성
	분산화 발전용 폐열 회수 설비	기존대비규모(%) /회수율(%)	90/60	85/70	80/80	기존설비대비 규모 80%로 감소, 폐열 회수율 80% 달성
회수 효율 향상 기술	폐열 활용 고효율 터빈 발전기	효율향상(%)	5	10	15	기존 공정대비 폐열-전기에너지 전환율 15%향상
	폐열에너지 회수용 고효율 열교환기	효율향상(%)	5	10	15	기존 공정대비 폐열 회수율 15%향상
폐열 활용 기술	폐열 활용 온실 난방 설비	비용절감(%)	10	15	20	폐열 비활용 시대비 비용절감율 20% 달성
	온배수 활용 공정	비용절감(%)	10	15	20	온배수 비활용 시대비 비용절감율 20% 달성
	폐열 저장 소재 및 설비	저장용량(MWh)/ 운송거리(km)	2.0/10km	3.0/15km	4.0/ 20 km	운송거리 20 km 달성 및 운송 중 저장용량 4.0 kWh 유지

기술개발 테마 현황분석

재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비

재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비

정의 및 범위

- 재활용은 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 적정하게 분류 또는 처리하여 그대로 재사용 또는 고쳐서 다시 생산 활동에 이용하는 재생이용, 연료 또는 에너지로 회수하여 환경 친화적으로 이용하는 활동을 의미
- 폐기물중 이물질 제거, 유사한 종류별로 분류·선별하는 설비, 조쇄·파쇄 및 건조 등 전처리 설비와 재생이용이 가능하게 가공하는 설비, 가연성폐기물의 연료화 또는 원료화 설비, 연소 및 가스화 등에 의해 에너지로 생산하여 이용하는 설비 포함

정부지원 정책

- 정부「폐자원 및 바이오매스 에너지 대책」은 폐자원의 고형연료화, 바이오가스화 등 각종 에너지화시설 확충하여 가연성폐기물 에너지화를 '07년 22만톤/년에서 '20년 1,169만 톤/년 달성을 계획. 폐기물에너지에는 '15년 국내 신재생에너지 공급량의 63.5%, 바이오에너지 포함시 84.3%로 중요 비중
- 환경부의 「18년 자원순환기본법」시행으로 폐자원에너지화 활성화 전망. 재활용 가능 폐기물의 직매립 금지로 매립지 고갈에 선제적 대처하고 재활용시장 활성화시키면 재활용량이 연간 1,000만톤 증가하고 재활용시장은 1조 7천억 원으로 확대 예상
- 산업통상자원부「제4차 신재생에너지기술개발 및 이용·보급 기본계획」은 신재생에너지 공급량을 '35년도 1차 에너지의 11%, 전체 전력량의 13.4% 공급목표에서 최근 수립중인「제8차 전략수급계획」은 '30년까지 전체 발전량의 20%(현재 6.6%)로 확대 계획

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 우수한 폐기물 분류체계• (기술) 기술의 다양성으로 상황에 적합한 기술 적용• (정책) 신재생에너지 목표 달성을 가장 경제적 방안	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 영세한 중소기업 중심의 산업구조• (기술) 단순 이용기술 위주로 고효율 원천기술 미흡• (정책) 환경기준 강화, 경쟁 과열로 사업 수익성 악화
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• (환경) 아시아, 중남미 시장 급성장으로 수출산업 확대• (기술) 폐기물에너지 청정연료화 기술로 신시장 진출• (정책) 국제 협력으로 온실가스 감축사업 추진	<ul style="list-style-type: none">• (환경) 2차 오염물질 배출 가능성으로 부정적 인식• (기술) 중국 등 신흥 기술 개발국 출현, 경쟁 심화• (정책) 폐기물에너지에 대한 인센티브 및 우대 정책 축소



중소기업의 시장대응전략

- 국내 개발 및 국산화 기술 기반의 폐기물 재활용 및 처리 설비의 고효율화, 고기능성 부여된 설비로 업그레이드하여 개도국의 분산형 폐자원에너지 공급 설비로 수출 산업화
- 가연성 폐기물의 청정연료 전환용 기술개발로 신규시장 진출 및 사업의 고부가가치화

핵심요소기술 로드맵

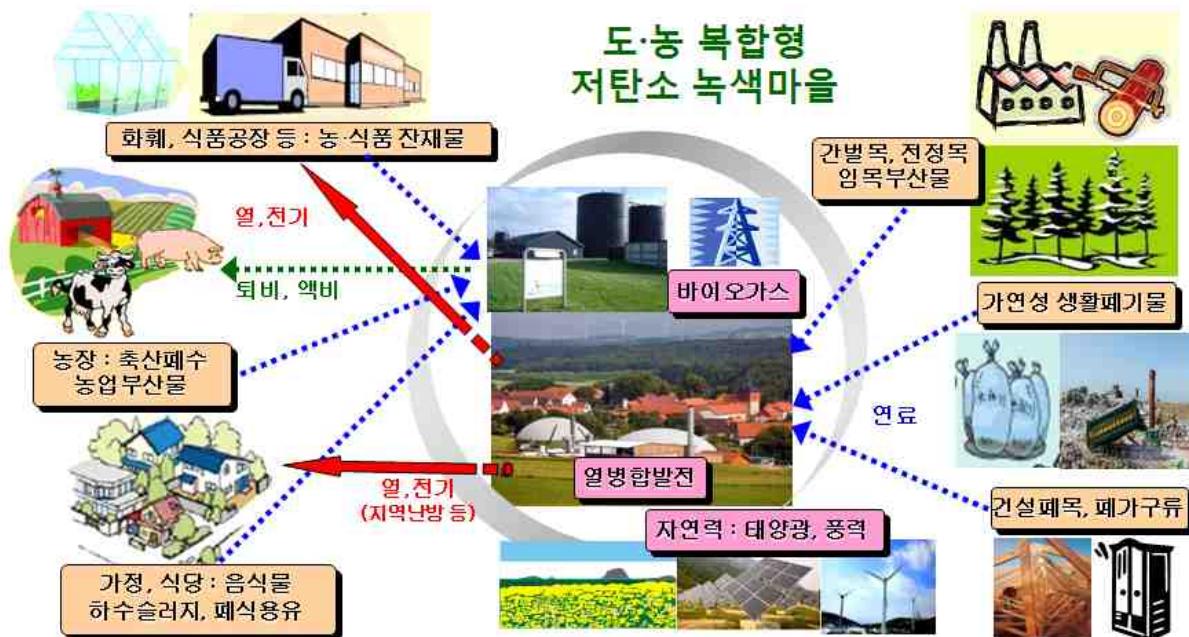
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	고효율 달성을 위한 핵심요소기술 개발	개발 기술 및 설비의 고도화	고효율 개발 설비의 경제성 및 신뢰성 실증	재활용 폐기물의 고효율 에너지화 설비 수출산업화
핵심요소기술	고함수 폐기물의 연료화 기술 유기성 폐기물의 발전용 고품위 고형연료화 기술 폐바이오매스의 열분해 기술	미활용 폐기물 연료화기술 유기성 폐기물의 발전용, 산업용 연료화 기술 개발		
기술/시장 니즈	수냉각 화학자 적용에 의한 폐기물 소각보일러 고효율화 기술 가연성 폐기물을 이용한 분산형 열병합 발전기술 폐기물 고형연료 혼소에 의한 발전기술	고효율 소각보일러 개발 분산형 폐기물 발전기술 개발 및 신뢰성 구축		
	폐기물의 안전한 처리 및 에너지 자원화 수요 증대	고효율화로 경제성 우수 및 신뢰성 확보된 기술 선호	폐기물 에너지 자원화 설비 수요 증대	

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 폐기물은 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질임. 유한 자원의 절약과 국토의 효율적 이용을 위한 자원순환의 환경정책 목적을 효율적으로 달성하기 위해서는 폐기물 발생량을 억제하고 발생된 폐기물을 환경친화적으로 이용·관리할 필요성이 큼
- 폐기물 재활용은 폐기물을 재사용, 재생이용하거나 또는 그러한 상태로 만드는 활동, 폐기물로부터 에너지를 회수하거나 또는 폐기물을 연료화하는 폐자원에너지화 활동으로 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」제2조에 명시되어 있음
 - 재사용은 재활용가능자원을 그대로 또는 고쳐서 다시 쓰거나 생산활동에 다시 사용하는 것
 - 재생이용은 재활용가능자원의 전부 또는 일부를 원료물질로 다시 사용하거나 다시 사용 할 수 있도록 하는 것
 - 에너지회수는 재활용가능자원으로부터 에너지를 회수하거나 회수할 수 있는 물질로 전환하는 것
 - 폐자원에너지는 고형연료제품, 폐기물합성가스 등 폐기물로부터 회수된 에너지 또는 에너지를 회수할 수 있도록 전환된 물질



* 자료: 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책, 2009

[폐기물 에너지 자원화에 의한 재활용 개념]

- 정부는 '18년부터 「자원순환기본법」시행하여 매립지 고갈에 선제적 대처 및 재활용시장을 활성화하고자 함. 자원소비국인 경제사회구조를 지속가능한 자원순환사회로 조기 전환하는 정책으로 재활용 폐기물 시장 활성화 및 규모 확대 전망
 - 우리나라는 자원과 에너지 수입비용이 '13년 기준 하루에 약 1조원 연간 약 371조원을 지출하는 자원 다소비 국가로 특히 광물자원의 90%, 에너지의 97%를 수입에 의존
 - 국내 발생 폐기물중 매립되거나 단순 소각으로 처리되는 폐기물 중에서 에너지 회수가 가능한 폐기물이 56%나 포함되어 있어 자원낭비 문제 심각
 - 현재와 같은 대량생산소비 및 폐기형 경제사회 구조로는 한계를 인식하고, 「자원순환기본법」 공포('16년 5월 29일), '18년부터 시행함으로서 재활용 극대화 및 매립 제로화 실현기반 마련
- 재활용 가능한 폐기물의 에너지화는 기술의 신뢰성 및 경제적 타당성이 높아 폐기물 재활용의 가장 주요한 수단이 되고 있음
 - 가연성 폐기물의 연소 또는 소각처리는 폐기물 관리체계 중 중간 처리과정의 하나로, 폐기물을 땅에 매립하는 것보다 부피는 95~99%, 무게는 80~85% 줄일 수 있어, 매립공간을 절약할 수 있는 효과적이고 지속적인 폐기물 처분법
 - 폐기물의 연소 또는 소각과정에서 발생하는 열을 에너지로 회수하기 위해서 안정적 연소기술, 고온 고압의 스팀제조를 위한 보일러 설비, 고효율 열교환 설비, 대기오염 물질을 완벽하게 제거할 수 있는 환경방지 설비 필요
 - 소각열 회수이용시스템의 안정적 운전에 장애가 되고 있는 고온부식 및 파울링 해결을 위한 요소기술 개발, 고효율 폐열회수 및 폐열발전 등 신발전시스템에 대한 원천기술을 확보하고 사업화 경쟁력을 높여서 국내 보급 확대, 동남아 및 남미 등으로 수출산업화 가능
- 폐기물 고형연료는 산업용 보일러, 화력발전, 지역 냉난방 등 산업설비 화석연료 대체용 연료 또는 건물 냉난방 및 급탕, 농축산시설 난방의 생활용 연료로 다양하게 이용
 - 국내는 '03년 폐플라스틱 고형연료(RPF: Refuse Plastic Fuel) 형태로 처음 도입되었으며, '06년 원주시 80 톤/일 규모 생활폐기물 고형연료 생산시설을 시작으로 다양한 형태의 고형연료가 개발되어 보급. 부산 생곡매립장의 생활폐기물 900톤으로부터 500톤/일의 SRF 생산, 포항시 270톤/일, 대구 380톤/일 등 대형 SRF 생산 및 이용 설비 다수 가동 또는 건설중
 - '16년 기준 국내 392개 제조업체에서 192만 톤 생산, 수입물량 합하여 295만 톤을 소비하였는데, 화력발전소 소비량이 약 78%, 산업용 보일러 소비량이 21%로 대부분을 차지
- 가연성 폐기물의 가스화 또는 열분해로 합성가스 또는 연료유를 생산하여 기존 화석연료에서 생산되던 화학원료 및 연료를 대체하는 폐기물 재활용 기술이 개발되어 보급되고 있음
 - 가스화는 가연성 폐기물을 고온에서 분해반응시켜 수소와 일산화탄소로 구성된 합성가스로 생산하는 설비. 합성가스 중 일산화탄소는 초산 제조공정 등 화학산업의 원료로 사용이 가능하므로 현재 화석연료를 분해하여 생산하는 화학원료 대체. 또한 수소는 정유공장의 수소 첨가공정 원료, 연료전지의 원료로 사용하여 전기 생산이 가능하므로 미래 수소경제에 대응 가능
 - 열분해는 가연성 폐기물을 중·고온에서 분해하여 액체 상태의 연료유로 생산하는 설비. 생산된 연료유는 산업용 보일러 연료로 사용이 가능하며, 최근 폐바이오매스를 원료로 사용하여 급속 분해하여 바이오중유 생산하는 기술개발 중

나. 범위

(1) 제품분류 관점

- 폐기물 에너지화에 사용되는 원료는 생활폐기물, 사업장폐기물, 건축폐기물 중에서 가연성 폐기물만을 대상으로 고형연료 제조, 소각 및 고형연료 연소에 의한 전력과 열에너지 생산, 합성가스 생산 또는 제철소 환원제로 이용
 - 가연성 재활용 폐기물은 폐플라스틱 및 폐고무류, 폐바이오매스, 농업·임업 폐기물, 하폐수 슬러지 등 종류가 매우 다양
 - 비가연성 폐기물은 대부분 원래 성분의 물질 형태로 재활용되는 반면, 가연성 폐기물은 연료, 열 및 전력 등 전환 과정을 거친 제품의 형태로 이용
 - 규격화된 고형연료 제품의 원료로 유해성이 높은 음식물류 폐기물, 자동차 잔재물, 철도용으로 사용된 받침목과 전신주로 사용된 폐목재는 사용 불가
- 재활용 폐기물 제품은 에너지 생산용 고형연료, 소각 또는 연소에 의한 열 및 전력의 형태로 이용이 대부분이며 최근에는 고온에서 열분해하여 화학원료로 재활용도 증가
 - 가연성 폐기물을 가공하여 화석연료를 대체하는 고형연료 제품, 소각 또는 연소에 의해 발생한 열을 회수하여 온수 및 증기 등의 산업용 에너지, 지역 냉난방용 에너지 또는 전력등 유ти리티 제품으로 이용
 - 하·폐수 슬러지, 가축 분뇨, 음식물 폐기물 등 유기성 폐기물도 건조, 성형 등의 방법을 통해 고형 연료로 제조하며 하수슬러지 고형연료는 화력발전소에 사용이 가능함
 - 폐바이오매스를 탄화시켜 석탄과 특성이 유사한 고형연료 제품은 발전용으로 재활용
 - 합성가스로 생산하여 가스발전 또는 화학공장의 원료로 사용하며, 폐플라스틱을 제철산업의 철광석 환원제 형태의 제품으로 재활용한 사례도 있음

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점		세부기술
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	연료 제조	원료	<ul style="list-style-type: none"> • 폐플라스틱, 폐비닐, 폐섬유, 폐고무, 폐목재, 폐종이, 음식물 및 채소류 등 가연성 고체 폐기물, 임산 폐기물, 농업 폐기물 등 바이오매스, 건설폐기물, 하수슬러지 등
		연료	<ul style="list-style-type: none"> • 고형연료, 바이오 고형연료 (Bio-SRF) • 슬러지 고형연료, 탄화 연료 • 바이오 중유, 재생유
	발전 및 이용	전기	<ul style="list-style-type: none"> • 전력
		열	<ul style="list-style-type: none"> • 냉난방, 온수, 냉수, 증기, 온풍
		화학원료	<ul style="list-style-type: none"> • 합성가스, 환원제

폐기물 고형연료는 가연성 폐기물을 건조, 파쇄·분쇄, 성형 등의 가공 설비를 이용하여 연료로 사용할 수 있도록 고체 상태로 제품화한 것

- 폐기물 원료의 기원 및 제품의 형태에 따라 고형연료(SRF: Solid Refuse Fuel) 또는 바이오 고형연료 (Bio-SRF)로 분류하는 것이 일반적이며, 최종 제품이 일정한 형태로 가공되었는가 여부에 따라 성형 및 비성형 제품으로 상세 분류
- 고형연료는 생활폐기물, 폐합성 수지 및 섬유류, 폐고무류, 폐타이어, 폐목재, 폐지류, 농축산 폐기물, 식물성 잔재물, 초본류 폐기물 등의 가연성 고체 폐기물을 원료로 재활용. 특히 고형연료 성분 중 바이오매스가 95% 이상인 경우 바이오 고형연료로 분류

[폐기물 고형연료의 제품 분류]

구분	단위	SRF (Solid Refuse Fuel)				Bio-SRF (Biomass-Solid Refuse Fuel)							
		성형		비성형		성형		비성형					
모양 및 크기	mm	직경	50 이하	직경	50 이하	직경	50 이하	직경	120 이하				
		길이	100 이하	길이	50 이하	길이	100 이하	길이	120 이하				
수 분	wt. %	10 이하		25 이하		10 이하		25 이하					
저위발열량	kcal/kg	수입 3,650 이상				수입 3,150 이상							
		제조 3,500 이상				제조 3,000 이상							
회 분	wt. %	20 이하				15 이하							
염 소	wt. %	2.0 이하				0.5 이하							
황 분	wt. %	0.6 이하 (타이어 2.0 이하)				0.6 이하							
금속 성분	mg/kg	수 은				1.0 이하							
		카드뮴				5.0 이하							
		납				150 이하							
		비 소				13.0 이하							
		크 롬				-							
						70.0 이하							

(2) 공급망 관점

- 재활용 폐기물을 분리 및 선별하는 설비, 가연성 폐기물을 파쇄 및 분쇄, 건조하는 전처리 설비, 최종 제품의 용도에 맞게 가공하는 다양한 기술과 설비를 포함
 - 분리는 폐기물에 포함된 흙, 모래 등 각종 이물질을 제거하는 설비
 - 폐기물 재활용 제품의 이용 가치를 높이기 위해 금속, 비철금속, 각종 플라스틱 폐기물을 유사한 성분별로 분리·선별하는 설비 포함
 - 염소 성분을 다양 포함한 PVC 등은 별도로 분리해야 고형연료 품질의 유지, 소각 또는 고온에서 운전하는 재활용 설비의 부식을 방지할 수 있음
- 폐기물 고형연료의 가치를 높이기 위해 물리적 또는 기계적 조작에 의해 폐기물 원료에 포함된 금속류와 이물질의 제거 설비, 건조 설비 및 성형 설비 포함
 - 수분 및 유해성분의 함량을 고형연료 규격에 제시된 기준 이하로 낮추는 분리·선별 설비, 적절한 발열량 유지를 위한 건조기, 일정 형태로 가공하는 설비 포함
 - 또한 공정에서 발생하는 악취 및 분진 등의 발생을 억제하는 설비, 화재 및 안전 설비 포함

[폐기물 고형연료 제조 관련 설비]

					
파쇄기	Trommel 분리장치	Belt Dryer	Rotary Drum 건조기	Screw-dies 성형기	Ring-dies 성형기

- 하·폐수 처리장, 축산 분뇨처리장, 음식물 폐기물, 농수산물 폐기물 등에서 발생하는 유기성 슬러지는 수분 함량이 높아 탈수 및 건조 설비가 중요
 - 유기성폐기물의 물리적 또는 기계적 조작에 의해 함수율 80% 수준으로 제거하는 탈수기와 수분을 증발시켜 함수율을 10~20% 이하로 낮추는 건조설비로 구분
 - 탈수 및 건조 에너지가 크기 때문에 고효율 설비가 요구됨
- 폐기물 소각 열회수·이용설비는 폐기물의 파쇄 및 이송설비, 소각로 및 대기방지설비, 열교환기 및 발전기 등 핵심장치와 이를 설비가 유기적으로 결합된 소각로, 폐열회수 및 이용 시스템 포함
 - 도심 생활수준 향상으로 고발열량 생활폐기물 발생량의 증가 추세로 고온에서 내구성 높은 소각로 및 보일러 설비 요구됨

- 고형연료는 열 또는 전기를 생산하는 유틸리티 공급설비에서 기존 화석연료를 대체하여 사용되며 합성가스 생산을 위한 가스화공정의 원료로 사용되기도 함. 연소로와 고효율 보일러, 발전기, 대기방지설비 포함
- 유틸리티 공급 산업은 규모가 클수록 고효율 설비가 용이하기 때문에 주로 중견·대기업이 운영하는 화력발전소, 열병합발전소, 산업용 보일러가 주요 소비처
 - 고형연료는 발열량이 높아 함수율이 높은 하수슬러지 등 유기성 폐기물이나 화석연료와 혼소용으로 사용하는 추세 증가

[공급망 관점 기술범위]

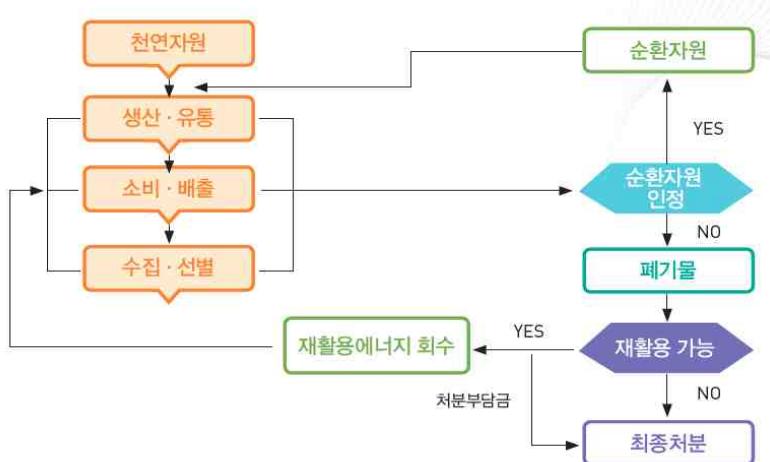
기술개발 테마	공급망 관점		세부기술
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	연료제조 및 이용	가연성 폐기물	<ul style="list-style-type: none"> • 하수처리장, 폐수처리장, 음식물폐기물, 축산 분뇨, 수산물 가공업
		전처리 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 탈수기 : 컨베이어, 벨트 프레스, 스큐류 프레스, 원심분리기, 전기침투 탈수기, 유동판식 농축탈수기, 초음파 탈수기, 탈수 보조재, 열가수분해 • 파쇄기: 압축 파쇄기, 충격 파쇄기, 충격절단식 파쇄기 • 분리기: 트롬벨 분리기 • 건조기: 열풍 건조기, 회전 건조기, 디스크 건조기, 패들 건조기, 유동층 건조기, 보일러, 마이크웨이브 건조기, 태양열 건조기
		성형기	<ul style="list-style-type: none"> • Screw-dies 성형기, Ring-dies 성형기 • 반화 및 반탄화 설비
		대기방지 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오플터, 스크러버, 전기집진기, 백필터, 싸이클론
	발전 및 이용	연소 보일러	<ul style="list-style-type: none"> • 스토카 보일러, 유동층 보일러, 순환유동층 보일러
		발전설비	<ul style="list-style-type: none"> • 증기터빈, 가스터빈, 열병합발전, 열전발전
		대기방지설비	<ul style="list-style-type: none"> • 탈황설비, 탈질설비, 전기집진기, 백필터, 싸이클론, 회재 처리설비
		이용	<ul style="list-style-type: none"> • 화력발전소, 산업용 보일러, 열병합발전소 • 시멘트 킬른, 가스화, 열분해

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

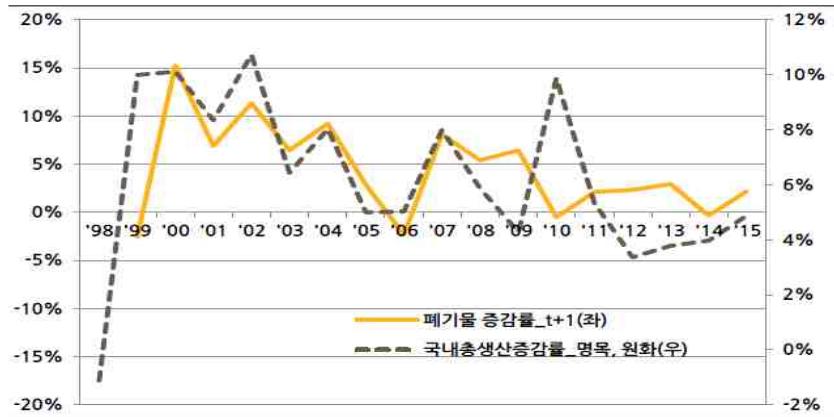
- 2018년 1월부터 「자원순환기본법」이 본격 시행됨으로서 매립이나 단순 소각처분과 같은 폐기물처리산업 대신 폐기물의 재사용과 재활용산업이 크게 활성화될 것으로 전망
 - 폐기물을 다량으로 배출하는 주요 사업장등에 대해 자원순환 목표를 부여한 후 이행실적을 평가·관리하여 우수한 업체에 재정적·기술적 인센티브 제공
 - 폐기물을 재활용하지 않고 단순 소각 또는 매립하는 경우, 재활용 비용에 버금가는 폐기물처분 부담금을 부과하여 유용한 자원의 매립이나 소각을 방지하고 재활용 극대화.
 - 환경에 미치는 영향이 적고 경제성이 있는 폐기물은 '순환자원물질'로 인정하여 폐기물 규제에서 제외함으로서 수거·운반 및 재활용, 유통과정의 폐기물 규제비용을 저감하여 순환자원 사용이 확대될 수 있도록 지원



[자원순환기본법의 폐기물 재활용에 의한 자원순환사회 체계도]

- 재활용 폐기물산업에서 원료 수급은 폐기물 발생량과 직접 관련이 있으며 주요 제품인 고형연료 및 에너지는 산업계 수요량에 의존하므로, 경제 및 산업규모가 커질수록 시장 규모는 확대되며 정부 정책에 크게 영향을 받음
 - 폐기물 에너지화 산업은 가정 및 사업장에서 발생하는 폐기물을 근간으로 사업이 이루어지므로 폐기물 발생량에 따라 전체 산업규모 결정됨
 - 발생된 폐기물의 처리방법(소각, 재활용, 매립 등) 및 국가 폐기물 정책의 변화에 따라 활용 가능한 폐기물량의 변화가 발생하며 에너지 가격 및 정부의 인센티브 정책에 따라 폐기물 에너지의 경제성이 달라짐.

- 에너지화 대상 재활용 폐기물은 기존 시장체제에서 이미 활용되고 있는 경우가 많기 때문에 과열 경쟁에 따른 고형연료 원료 확보 문제로 제조 원가 상승 요인이 있음. 또한 폐기물 발생량은 경기와도 밀접한 관계가 있어 경제가 침체되면 폐기물 발생량 자체가 감소하는 경향이 있음



* 자료 : 폐기물산업 현황 및 주요 업체 점검, KB 금융지주 중앙연구소, 2017

[국내 총생산과 폐기물 발생량 증감율의 상관관계]

- 폐기물 에너지자원화 산업은 전력, 열 또는 연료와 같은 에너지 생산을 목적으로 하기 때문에 경쟁대상은 석탄, 석유와 같은 화석연료이며 이들의 가격이 하락하게 되면 경쟁력이 낮아져 비활성화되는 산업특성이 있음
 - 폐기물은 불순물 및 오염물질을 함유하고 있어 이들의 제거에 많은 비용이 소요되어 건설비 및 운영비 증가를 유발시키므로 폐기물에너지의 사업성은 화석연료의 가격변동에 의존
 - 고형연료의 경쟁 상품인 화석연료 가격에 따라 고형연료 소비량이 크게 영향을 받음. 화석연료 가격이 낮아지면 사용이 간편하고 대기오염 물질 배출이 적은 기체 또는 액체 연료를 사용하는 경향으로 고형연료 사용량이 감소하므로 고형연료 제조산업의 경쟁력 약화
- 유기성 폐기물을 에너지자원으로 재활용하면 악취 발생에 의한 대기오염을 방지하고 온실가스 배출량 억제가 가능하므로 기후변화대책 산업으로 유망
 - 유기성 폐기물은 혐기성 분해시 악취 발생, 지구온난화 지수가 21인 메탄이 발생하지만 에너지 자원화 또는 메탄을 회수하여 연료로 사용하면 온난화지수 1인 이산화탄소로 배출
 - 정부는 매립장 폐기물 분해에 의한 LFG 포집·회수 및 이용, 축산 분뇨등 유기성 폐수의 혐기성 분해에 의한 메탄 회수 및 이용 기술개발과 지자체 단위의 설비 확대 보급을 적극 지원

- 폐기물의 단순한 소각처리 및 일반적인 폐열 회수 기술은 보편화되어 국내 중대형 규모의 폐기물 에너지화 사업이 활발하며 중공업 및 플랜트 전문업체 다수 참여
 - 고형연료 제조산업은 악취 및 분진 발생이 많아 작업환경이 열악하고 다양한 곳에서 발생하는 폐기물 원료 확보가 용이한 중소·중견기업의 사업경쟁력이 우수
 - 고형연료를 연소하여 열 또는 전기를 생산하는 고형연료 이용은 설비의 규모가 클수록 고효율 설비 도입이 용이하기 때문에 대규모 설비를 보유한 대기업 중심으로 운영
- 폐기물 고형연료 관련 전체 산업은 중소기업과 대기업이 협력 및 공생할 수 있는 산업적 특성을 보유하고 있음
 - 고형연료 제조기술은 물리적 처리·조작이 많은 중소기업 중심의 산업특성이 강한 반면, 고형연료 이용기술은 유ти리티 공급 목적의 대형 연소보일러를 보유하고 있거나 또는 관련 분야의 엔지니어링산업에 기반을 두고 있는 대기업 중심의 플랜트 산업의 특성
 - 고형연료의 생산량 증가와 더불어 고형연료를 사용하는 내구성이 크고 효율이 높은 보일러산업이 확대 발전할 것으로 예상됨
 - 반면에 기존의 석탄을 사용하는 대형 에너지생산 시설에서 고형연료를 혼소하는 기술도 확대 보급될 것으로 분석됨. 특히, 화력발전소, 열병합발전소, 제지회사, 산업용보일러 등에서 고형연료 전소 및 혼소기술의 요구가 많아질 것으로 예상

(2) 산업의 구조

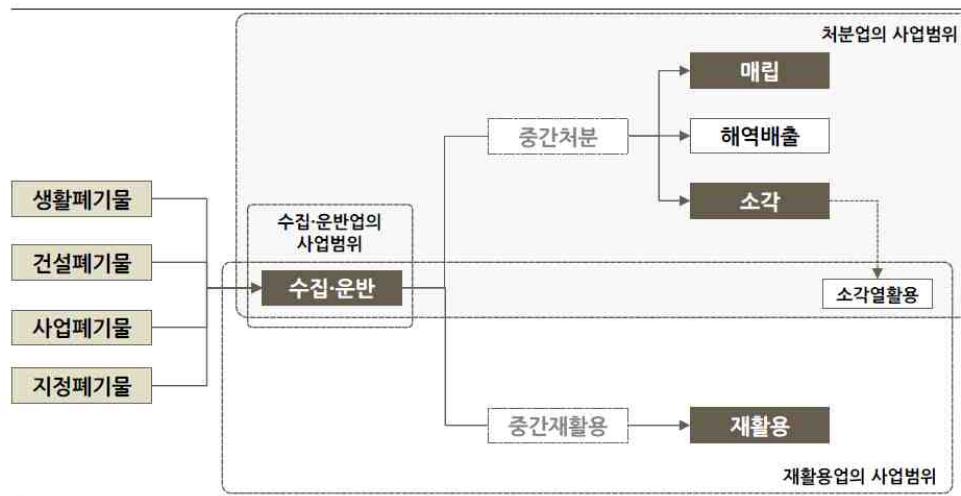
- 후방산업은 가연성 폐기물이 대량 발생하는 생활폐기물 및 사업장폐기물 처리산업, 하·폐수 처리장, 공업용수 많이 사용하는 석유화학산업, 플라스틱 제품을 다루는 산업, 건설폐기물 배출산업, 바이오매스가 발생하는 농업 및 임업, 유기성폐기물이 대량 배출되는 축산업 및 축산물 가공업, 수산업, 바이오산업, 요식업 등을 포함
 - 폐기물 에너지화는 더 이상 물질로 재사용 또는 재활용이 곤란한 폐기물을 주요 대상으로 하므로 매립 대상의 가연성 폐기물 또는 폐기물 선별처리장에서 발생하는 잔류물이 주요 대상
 - 최근 원자재 가격의 하락으로 폐플라스틱, 폐지 등 재사용 및 재생이용 가능한 폐기물이 고형연료 원료로 활용되는 추세
- 전방산업은 생산된 폐기물 고형연료를 안전하게 운반하는 수송 및 보관업, 이를 사용하여 에너지를 생산하는 열병합발전, 산업용 보일러, 화력발전소 등 유ти리티 생산업, 보조연료로 사용하는 시멘트산업, 철강산업 등을 포함
 - 현재 화석연료 가격의 낮은 상황으로 폐기물 고형연료를 이용한 열 및 전력 등 유ти리티 공급사업의 경제성이 낮아지고 있으나 에너지 안보 및 온실가스 저감 대책으로 정부의 인센티브 정책에 의해 수요는 증가 추세
 - 동남아, 중남미 등 도심 인구 증가에 따른 대량 폐기물의 안전한 처리 및 부족한 전력 공급을 위해 공해물질 발생량이 적은 고형연료 플랜트의 수출산업화 확대 예상
 - 최근 미세먼지 이슈 파급효과로 지역 주민의 고형연료 사용에 대한 거부 반응, 정부 인센티브 축소 내지 약화 방침 등으로 전방산업에 부정적인 요인 발생
 - 최근 전방산업은 대기오염 물질인 황산화물과 온실가스 배출규제 강화로 폐바이오매스 고형연료 재활용 제품 수요가 크게 증가하였으나 미세먼지 이슈로 고체연료에서 청정연료인 천연가스로 연료 자체를 전환하는 수요 증가로 긍정적 요인과 부정적 요인이 동시 존재

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 산업연관구조]

후방산업	재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야	전방산업
폐기물처리산업, 하·폐수처리장, 석유화학산업, 축산업, 축산물 가공업, 수산업, 바이오산업, 기계 부품 제작업, 환경설비산업	이송설비, 탈수기, 여과설비, 소각로, 송풍기, 펌프, 저장설비, 분쇄기, 건조기, 열교환기, 보일러, 응축기, 악취처리설비	화력발전소, 열병합발전소, 지역냉난방, 유ти리티 생산업체, 시멘트산업, 제철·제련산업

□ 폐기물 재활용 업체는 다수가 전방산업을 겸용하는 사례 많음

- 폐기물 처분업체 및 재활용업체는 자가 처리를 위한 폐기물을 별도 허가 없이 수집·운반할 수 있으나 수집·운반업만을 허가받은 업체는 처분이나 재활용업 진출을 위해서 추가 허가 필요
- 한 업체가 폐기물을 수집·운반하여 소각하고 소각 열을 활용하여 스팀을 제조, 지역에 판매하고 소각 후 남은 재를 재활용하여 보도 블럭을 만들거나 자가 소유 매립장에 매립하는 폐기물 산업 내 다양한 분야를 겸하는 경우도 다수 존재



* 자료 : 폐기물산업 현황 및 주요업체 점검, KB금융지주 경영연구소, 2017

[재활용 산업의 범위 및 관련 사업 구조]

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 폐기물에너지를 중심으로 하는 재활용 폐기물의 전 세계 시장 규모는 '16년 277억 달러에서 연평균 7.5% 성장하여 2021년 400억 달러 전망

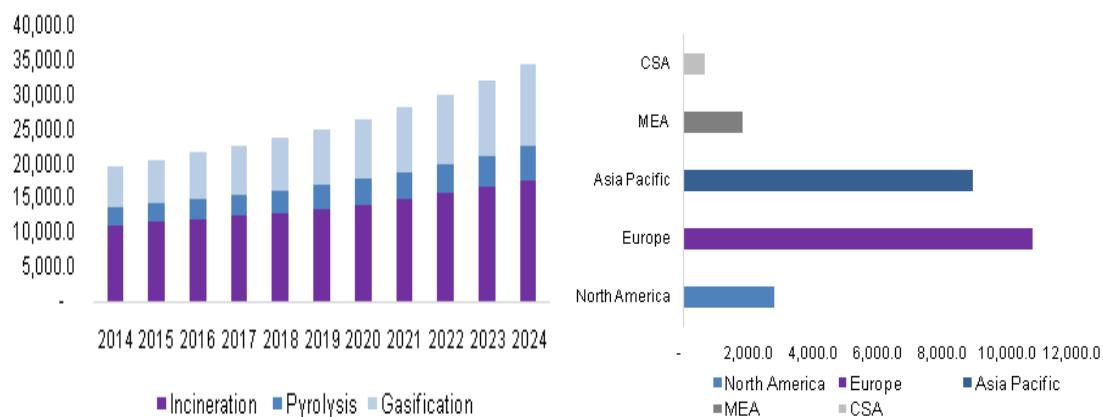
[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('16~'21)
세계시장	27,700	29,700	32,000	34,400	37,000	40,000	7.5%

* 출처 : Zion Research의 Waste to Energy (2016) 데이터 이용 재구성

- World Bank는 세계 생활폐기물 발생량이 2012년 13억 톤에서 2025년 22억 톤으로 증가하고, 폐기물 관리비용이 인도, 브라질 등 중위 소득국가는 4배, 케냐, 가나 등 저소득 국가는 5배 이상 증가할 것으로 전망되어 재활용 시장도 크게 성장할 것임
- 폐기물 에너지시장은 소각 폐열, 열분해 및 가스화 부문이 80% 이상, 바이오가스 분야는 현재 규모는 작지만 연평균 9.4% 이상 빠르게 성장 추세
 - 소각 폐열을 회수하여 전력 및 열에너지 생산, 열분해 및 가스화에 의한 연료유 및 합성가스 생산 및 이용 분야 시장이 주도적
 - 유럽은 세계 폐기물에너지 시장의 50%를 차지하며 연평균 6.2% 성장, 아시아 시장의 비중은 35%



[폐기물 에너지 기술별 및 지역별 시장규모 및 전망]

(2) 국내시장

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 시장은 2016년 20조 5천억 원에서 2021년 26조 9천억 원 규모로 성장 전망

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 국내 시장 규모 및 전망]

구 分		'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	폐자원 에너지화 기기 제조	9,918	10,384	10,872	11,383	11,918	12,478	-4.2
	폐자원 에너지화 관련시설 건설	10,980	11,496	12,036	12,602	13,194	13,815	85.5
	폐자원 에너지화 관련 서비스	34,826	36,463	38,177	39,971	41,850	43,816	10.9
	재생용 가공원료, 재활용 제품제조	139,727	146,294	153,170	160,369	167,906	175,798	2.8
	합 계	195,451	204,637	214,255	224,325	234,868	245,907	9.4%

* 출처 : 환경산업통계조사보고서, 환경부(2015,2016) 기준 '13~'15 성장을 일부 고려한 4.7% 가정하여 시장전망 예측

- 재생용 가공원료 및 재활용 제품 제조 분야의 시장은 폐금속, 폐지, 폐플라스틱 등의 폐기물을 자체를 재사용 또는 재이용하는 산업이 많아 전체 시장의 70% 이상인 약 14조 원 규모
- 재활용 폐기물의 에너지자원화 부문의 시장규모는 약 5조 6천억 원으로 폐기물 에너지 공급 등 서비스 관련 시장이 3조 5천억 원으로 60% 이상을 차지하여 에너지화 기기 제조 및 건설시장 보다 큼

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 국내 시장규모 및 전망]

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('16~'21)
국내시장	204,637	214,255	224,325	234,868	245,907	269,022	9.4

* 출처 : 환경산업통계조사보고서, 환경부(2015,2016) 기준 '13~'15 성장을 일부 고려한 4.7% 가정하여 시장전망 예측

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용설비 관련업체는 총 7,661개로 재생용 가공원료 및 재활용 제품제조 업체가 43%를 차지. 폐자원 에너지화 관련 업체는 4,357개로 이중에서 서비스 관련 업체가 약 60%이며 전체적인 사업 규모는 중견·중소기업 수준

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 산업 현황 (2015년)]

(단위 : 백만 원)

구분	사업체수	총매출액	환경부분 매출액	환경매출액 비율	업체당 환경매출액
재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비	폐자원 에너지화 기기 제조	1,040	4,068,539	991,828	24.4%
	폐자원 에너지화 관련시설 건설	766	15,019,821	1,097,978	7.3%
	폐자원 에너지화 관련 서비스	2,551	19,736,832	3,482,611	17.6%
	재생용 가공원료, 재활용 제품제조	3,304	71,475,276	13,972,71 1	19.5%
	합 계	7,661	110,300,468	19,545,12 8	17.7%

자료: 환경산업통계조사보고서, 환경부 (2016) 인용 재작성

- 폐기물 재활용 부문의 환경산업 매출액은 업체당 약 25.5억 원 수준으로 중소·중견기업 규모이며 회사 총매출액의 17.7% 정도로 재활용 사업이 회사의 주도적 사업으로 자리 잡지는 못하고 있음
 - 폐기물 에너지자원화 부문 기업의 환경부문 매출액은 10~15억 원으로 대부분 중소기업 규모의 업체가 시장에 참여
- 재활용의 원료가 되는 폐기물 발생량은 경제발전에 크게 영향을 받으며, 폐기물의 성질과 상태가 종류별 및 배출처 별로 상이하여 재활용 산업 안에는 작고 다양한 시장들이 존재
- 경기가 호황일 경우 소비가 확대되고 산업 활동이 활발해져 공장 가동률이 상승, 폐기물 발생량이 증가하므로 재활용 산업도 활발
 - 고철, 골재 등 대량으로 발생하는 재료를 재활용하는 업체는 상대적으로 큰 규모를 이룰 수 있으나, 다수 업체들은 작은 시장 내에서 영세한 운영
 - 원자재 가격은 재활용 업체의 제품 가격에 영향을 주고 있어, 최근 원자재 가격 약세는 기업들의 수익성을 악화시키는 요인으로 작용. Kis Line에 등재된 259개 업체의 평균 영업이익률이 2.5%에 불과
 - 금속원료 재생업 : 평균매출액 139억원, 영업 이익률 2.1%
 - 비금속원료 재생업 : 평균매출액 43억원, 영업 이익률 3.6%
 - 전기·전자제품과 폐촉매 등에서 귀금속, 희귀금속을 추출해내는 도시광산 분야 주요 업체들은 성장성면에서 상대적으로 양호한 모습

(3) 무역현황

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비의 무역 현황을 분석하는데 한계가 있어 수출품목 중 폐기물 관련 기술의 무역현황을 중심으로 살펴보았음
 - 폐기물처리설비 수출현황은 '12년 5만 3천 달러에서 '16년 119만 4,000달러 수준으로 증가하였으며, 수입현황은 '12년 5,786만 5,000달러에서 '16년 5,733만 9,000달러 수준으로 증가함
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 117.9% 증가하였으며, 수입금액은 -1.6% 감소하여 전체 무역수지는 -2.1%를 나타냄

[폐기물처리 설비 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR
수출금액	53	25	150	641	1,194	117.9
수입금액	57,865	55,965	54,405	52,926	54,339	-1.6
무역수지	-57,812	-55,940	-54,255	-52,285	-53,145	-
무역특화지수*	-1.00	-1.00	-0.99	-0.98	-0.96	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

연구 개발 동향

- 국내 폐자원 에너지화 기술은 78.9로 자체 경쟁력 확보가 가능한 수준에 접근하고 있으며, 유용 폐자원의 재활용 기술은 85.3으로 ‘기술 완숙기’ 수준에 접어든 것으로 분석

[재활용 폐기물 분리 및 재활용 설비 기술 수준]

국 가	폐자원 에너지화		유용 폐자원 재활용	
	2014	2016	2014	2016
한국	76.5	78.9	81.8	85.3
중국	59.8	65.9	66.6	74.7
일본	93.9	96.9	100.0	100.0
EU	100.0	100.0	98.4	99.1
미국	92.8	95.5	92.7	92.7

* 자료 : 2016년 기술수준평가, 미래창조과학부, 2017

- 가연성 폐기물 소각에 의한 에너지 자원화 기술은 국내 다수의 설치 및 운전 경험으로 기술 수준이 높은 편이나 가스화 및 열분해기술은 기술개발 단계임. 고형연료화를 위한 전처리 및 성형기술은 사업화 수준이지만 핵심설비 기술의 신뢰성 및 시장 경쟁력 제고 필요
- 폐금속 및 폐플라스틱 등 유용 폐기물의 재활용기술은 ‘기술 완숙기’ 수준으로, 해외에서 선진기업과 경쟁하였을 때 기술적 측면에서 경쟁력을 갖추고 있는 것을 의미하므로 기술적으로 완성단계에 접근하였다고 판단됨

일반 폐기물 에너지화 설비는 국내 제작 및 공급 가능하지만 에너지 소비량이 적은 고효율 설비는 국산화 개발 및 보급 확대 필요

- 폐기물 건조기술의 국외 설계가 약 33%, 국외 제작이 37%로서 해외 의존도가 비교적 높으며 고급기술의 경우 해외 의존도가 더욱 높음. 또한 국내 건조기 전문업체가 빈약하여 설계 및 제작기술이 미흡하고 건조기 성능이 낮아 전반적으로 에너지 이용효율이 선진국에 비해 10~20% 낮은 실정
- 최근 슬러지처리는 단순 소각보다는 건조화 경향으로 다양한 건조기술이 제시되고 있는데, 보조연료 이용 시 건조용 열량 소비량이 커서 경제성 악화의 원인이 되고, 증기를 사용하는 간접 건조는 슬러지 첨착 현상 등에 의해 효율적 건조가 어려운 문제점이 있어 산업 활성화를 위해서는 저에너지 투입공정의 핵심요소기술 확보가 가장 중요
- 열, 스팀, 공기 유동, 전자기파 등의 가열매체를 이용하여 수분을 효과적으로 분리하는 건조기술 또는 화학반응 등 비가열 방식을 이용한 기술과 같은 고효율 공정 및 설비 개발 필요
- 다양한 폐기물의 성상변화 및 부식성에 대처하여 열회수 효율을 높이고 회수된 열을 이용한 전력생산 및 냉난방 시스템에 활용, 중소형 시스템에서도 경제성을 실현시킬 수 있는 선진기술의 개발 필요

- 해양환경보전 및 수산물 안전을 위해 하수슬러지 및 가축분뇨 등의 해양배출이 금지됨에 따라 육상 처리 전환대책 필요, RPS 제도시행에 따라 바이오매스로부터 폐기물 에너지 생산에 의한 신재생에너지 의무공급 비율 충족을 위한 신규수요 발생

□ 선진국의 기술개발 동향

- 폐기물 소각 폐열 이용 설비는 유럽, 미국, 일본 기술이 우수하며, 최근 중국에 대규모 시장이 형성되면서 해외기술 국산화에 의한 중국의 기술업체 다수 등장
- 유럽 : 폐기물 소각 및 에너지 회수 기술이 최초로 개발되어 적용되기 시작한 지역으로 최고의 기술 수준을 보유하고 있음.
 - 유럽은 폐기물 소각분야 선진국가로 덴마크는 100년 전부터 폐기물 소각 에너지를 회수하는 정책을 추진하였으며 Babcock & Wilcox, Volund, Martin 등 원천기술 보유 회사 다수 존재
 - 유럽의 많은 국가가 유기성 폐기물의 매립을 금지하고 있어 저급 폐기물도 에너지 자원화하는 MBT 기술이 크게 발달. 소각 가능한 물질의 매립을 금지하고 폐기물 에너지자원화 설비는 비영리 원칙에 입각하여 운영
 - 스웨덴, 노르웨이 및 덴마크 등 북유럽 국가들은 열병합발전으로 열과 전력을 공급하며 남부 유럽 국가들은 소각열을 이용한 발전에 주력
- 일본 : 유럽의 원천기술을 도입, 중공업 제작기술과 연계시켜 시장 경쟁력을 크게 높여서 대규모로 상용화하였으며 기술의 성숙 단계에 진입
 - Mitsubishi, Hitachi, Kawasaki 중공업 등 대형설비 제작사가 기술 주도
 - 국가 정책상 하수처리장 인접에 폐기물 소각로 설치하고 소각 설비에서 생산하는 열과 전력을 하수처리장, 주변 주민 급탕 및 복지시설의 난방에 이용 또는 지역난방 플랜트에 공급
 - 최근에는 소각설비의 개량, 기술 신뢰성의 향상, 폐기물 발열량의 증대에 따라 복수식 터빈을 이용한 전력 생산 및 열이용 효율 증대를 위해 노력
- 미국 : 매립처분을 위한 토지비용이 저렴하기 때문에 폐기물 소각사업의 경쟁력이 낮아 소각 여열 회수/이용시 정책자금 및 온실가스 저감 크레딧 등 정책적인 인센티브 부여
 - 국가 전체적으로 87개의 대규모 폐기물소각 및 에너지회수설비가 가동되고 있으며 2,700MW의 발전 용량 보유로 전체 폐기물 발생량의 12%인 2,900만 톤이 에너지 회수용 소각시설에서 처리
 - Foster Wheeler등 대규모 에너지회사가 폐기물자원화 사업에 참여
- 중국 : 운전 또는 건설 중인 대형 소각로가 170개 이상이고 향후 건설예정인 대규모 소각발전설비가 400개 이상인 대규모 시장
 - 미국 Waste Management Inc., 프랑스 Veolia, 싱가포르 C&G 등 다국적 기업들이 지사 또는 자본참여를 통해 중국 시장 진출
 - 주요 기술인 화학자 및 유동층 소각로에 대해서는 원천기술 도입 후 중국내 국산화가 상당히 진전되어 있음

(2) 기술환경분석

- 산업통상자원부 「제4차 신재생에너지기술개발 및 이용보급 기본계획」은 '35년 1차 에너지중 신재생에너지 공급량을 11%, 전체 전력량의 13.4% 이상 공급하는 목표에서 최근 수립중인「제8차 전략수급계획」은 '30년까지 총발전량의 20%(현재 6.6%)로 확대 계획
 - 1차 에너지 기준 폐기물에너지 비중은 감소 정책이지만 절대량에서는 중요한 비중을 차지하고 있음. '15년 국내 신재생에너지 공급량의 63.5%, 바이오에너지 포함시 84.3%로 매우 높은 비중
- 환경부는 '09년 저탄소 에너지생산·보급을 위한 「폐자원 및 바이어매스 에너지 대책」을 수립, 「폐자원 및 바이오매스 에너지대책 실행계획」에서 폐자원의 고형연료화, 바이오가스화 등 각종 에너지화 시설 적극적 확충 계획
 - 가연성폐기물 에너지화를 '07년 22만톤/년에서 '20년 1,169만톤/년 달성을 위해 지자체 생활폐기물 소각시설과 민간시설의 소각여열 회수 사업 지원
 - 소각여열을 회수하고 있는 기존설비는 여열 회수율을 높이고 내구성 높은 설비의 신증설 수요, 에너지 비용저감을 위하여 소각 여열 미회수시설에 대한 신규 여열회수설비의 수요 증가
- 환경부의 「18년 「자원순환기본법」시행으로 재활용 가능 폐기물의 직매립 금지 및 재활용시장을 활성화시키면 재활용량이 연간 1,000만톤 증가하고 재활용시장은 1조 7천억 원으로 확대 전망
 - 향후 재활용량 증가 및 재활용시장 활성화로 일자리도 약 1만개가 창출되는 경제적 효과가 있을 것으로 전망
 - 재활용 가능한 폐기물의 직매립을 없애 매립지 수명을 20년 이상 연장하고, 매립 대상 물질을 최소화함으로써 환경오염을 예방하고 지역 간 형평성을 높이는 효과도 발생할 것으로 기대



*자료: 보도자료, 자원부국으로 가는 길...자원순환기본법 제정·공포, 환경부, 2016

[자원순환기본법 시행에 의한 폐기물 재활용의 경제적 파급효과 분석]

- 정부에서는 폐기물 발생 억제와 재활용 증대를 지속적으로 추진하고 있으며, 재활용 비중이 97.9%에 달하는 건설폐기물 발생 규모가 당분간지속될 것으로 전망되어 재활용 비중은 최소한 현재의 높은 비중을 유지할 것으로 예상⁴⁰⁾
- 환경부는 폐기물관리법 시행령과 시행규칙 변경(2016.7)을 통해 폐기물 재활용 허용을 기존의 '원칙적 금지, 예외적 허용'에서 '원칙적 허용, 예외적 금지'로 전환, 재활용 산업은 더욱 활성화되고 참여자도 증가할 것으로 예상

40) 폐기물산업 현황 및 주요 업체 점검, KB연구보고서, 2017.1.31

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 일반 가연성 폐기물의 고형연료 제조기술은 성숙단계에 도달하여 수출 산업화 가능한 수준이나, 미활용 폐기물의 고품질화 고형연료화는 해외 선도기업의 기술 수준에 비해 부족한 상태
 - 국내 기업의 경우 폐기물 고형연료 제조 및 설계와 시공 기술력은 대부분 일반 가연성 폐기물을 대상으로 하고 있어 해외 선도기업의 수준에 상당히 근접한 상태. 그러나 저급 폐기물 또는 경제성이 낮은 미활용 폐기물의 고형연료 기술은 미흡
- 고형연료의 고부가 물질로의 전환을 위한 열분해 및 가스화분야의 경우 해외 선도기업과의 기술 제휴를 통하여 포스코건설, 효성 등이 기술경쟁력을 갖추고 있음
 - 폐기물 가스화는 국내 일부 기업이 해외 기술제휴를 통하여 기본설계 및 시공을 진행하고 있으며 국내 독자 기술력을 보유한 기업은 매우 미비한 상태
- 국내의 경우 지난 20여간 다수의 고형연료 제조 및 이용에 대한 연구개발이 수행되었으며 또한 실제 사업수행을 통하여 기본적인 인프라는 구축되어 있음
 - 한국기계연구원, 한국에너지기술연구원 및 산업기술시험원은 생산된 고형연료의 품질시험 및 성능을 인증하는 기관으로 폐기물 및 바이오매스 원료의 성상, 고형연료의 시험분석이 가능한 다양한 설비를 보유하고 있음
 - 한국기계연구원은 고형연료 제조설비, 한국에너지기술연구원은 소형 열병합발전 규모의 순환유동층 연소보일러 및 배가스 성능시험센타에서 고형연료의 연소 특성 및 배가스 제어설비의 성능이 가능함. 고등기술연구원은 2톤/일 규모의 폐기물 가스화 설비에서 고형연료의 가스화 또는 액화공정에 의한 고부가 활용기술의 연구지원 가능
- 폐기물 고형연료화 설비 기술은 유럽에서 최초로 개발되어 완성단계이며, 폐기물 가스화 및 열분해 기술도 개발되어 유럽과 일본에서 시장에 보급되고 있음
 - 폐기물 고형연료화 설비는 스웨덴 SITA Svergie AB, 독일 Hasse, 일본 Kawasaki, Hitachi Zosen 등 유럽, 일본 기업들이 세계적인 기술력 보유. 삼립자원이 풍부한 북유럽은 바이오매스를 탄화하여 화력발전 연료로 사용하는 설비도 개발하여 사업화
 - 폐기물을 가스화 및 열분해하여 청정연료로 전환하는 설비는 유럽, 일본의 스위스 Thermoselect 및 독일 Lurgi, 일본 JFE Engineering, Ebara, Nippon Steel, Mitsui 등이 선도기업으로 사업화 도입 추세

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야별 주요기업]

구분	해외업체	국내업체	응용분야	비고
공정	소각 폐열	Austrian Energy & Environment, Babcock & Wilcox Volund, Martin, Takuma, Mitsui, Hitachi, Mitsubishi	현대중공업, 삼성중공업 대우중공업, STX 중공업 포스코건설, 한솔이엠이, 한화건설, 태영건설,	생활폐기물 사업장폐기물 농산폐기물 폐바이오매스 해외 원천기술 도입 국산화로 해외 수출 가능 수준. 고효율 및 고성능 발전기술 확보 필요
	가스화	AE&E, Babcock & Wilcox Volund, Lurgi, Thermoselect, JFE Engineering, Ebara, Nippon Steel	코오롱건설, 삼호환경, 유성, 피이알이엔티, 유니크, 동성에코이, 케이피씨, 포스코, 에탄시스템	생활폐기물 사업장폐기물 폐바이오매스 개발기술의 안정적 운전 및 신뢰성 미흡하여 대형 실증사업 지연
	열분해	Agile Process Chemicals, Kingtiger Group, Splainex, Biogreen, Huayin Energy, Pheonix	에스에스유화, 그린비	폐플라스틱 폐바이오매스 폐플라스틱 이용기술 신뢰성 미흡하며, 폐바이오매스 이용 기술은 개발중
	고형 연료	Kawasaki, Hitachi, GRL, Horstmann, Herhof, Rumen, B&M Waste Services, WSA, MANN, Andritz, Greenrock, ZKG	한화건설, 태영건설, 대우건설, 포스코건설, 한솔이엠이, 알이엠, 고려자동화, 포스밸, 고려이엔알, 성창보드	생활폐기물 사업장폐기물 폐바이오매스 SRF, 바이오 SRF 생산중
	탄화 반탄화	Torr-Coal Technology, ETIA, Torftech, Topell Energy	삼양에코너지, 씨이에스, 지엔티엔에스, 건민산업, 한국하이테크, 경동에너지, 한국우드펠릿	농산폐기물 폐바이오매스 하수슬러지 하수슬러지, 폐바이오매스 적용 Pilot 기술 개발

국내 중소기업 사례

- 수퍼빈(주)는 인공지능 '뉴로지니'가 장착된 자판기 형태의 재활용 로봇 '네프론' 설치 및 운영하고 있으며 2017 대한민국 우수특허대상 수상
- (주)에스에이씨는 철강플랜트 중심으로 응용기술 개발하여 다양한 산업에 적용하고 있으며 AI 리사이클링 플랜트 분야 연구 개발을 통한 폐기물 재활용화 기술 개발, 합금철 제조 설비 기술 응용으로 정수장과 폐수처리장에서 버린 슬러지를 도자기 재료와 화력발전소 연료로 전환하는 기술을 보유
- (주)아이케이는 건설폐기물의 친환경 처리 시스템 적용을 통한 순환골재 생산하고 있으며 자원 재활용 기술을 중국에 수출함. 건축폐기물 처리 시설을 옥내화한 공장 개선으로 비산먼지 등 공해 제거에 기여해 인천 가장 아름다운 공장으로 선정
- 동부이엔티(주)는 건설폐기물 중간처리 및 수집운반을 통한 친환경 순환골재로 생산 재활용 가능
- (주)제이에스티는 가연성 폐기물의 고형 연료화 가능, 폐기물 특성에 따른 설비의 국산화, 2016 우수환경산업체 지정
- 대형환경(주)는 건설현장에서 발생하는 건설폐기물을 수집, 운반 및 재활용 처리하여 건설현장에 필요한 천연자원의 대체자원인 재활용 골재를 공급하는 기업으로 환경 신기술, 순환골재 인증 및 다수의 지적 재산권을 보유하고 있음
- 한솔이엠이(주)는 제지 플랜트 사업을 시작으로 환경 에너지, 수처리 플랜트의 사업제안과 조달, 시공, 감리 등을 제공하는 플랜트 전문 기업으로 2015년 평택 에코센터 조성사업 민간투자사업 우선협상대상자에 선정. 한솔이엠이가는 생활폐기물에서 고형연료를 생산하고, 하수슬러지 및 음식물류 폐기물을 자원화하는 핵심요소기술을 구축하고 있음

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
수퍼빈주식회사	653	0	-100.0	0.0	0.0	0.0
(주)에스에이씨	51,573	21,508	-32.5	-0.6	-6.6	2.9
(주)아이케이	106,423	48,903	24.5	11.2	7.4	1.1
동부이엔티(주)	8,901	7,443	23.1	10.5	8.5	2.2
(주)제이에스티	13,498	7,291	-38.7	4.5	2.4	8.8
대형환경(주)	7,687	7,955	-6.1	10.6	10.5	0.7
한솔이엠이(주)	95,647	162,685	56.9	-3.9	-13.6	0.2

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

폐기물 고형연료화 제조 및 이용 설비

- SITA Svergie AB : 고형연료 제조설비 설계 및 시공, 고형연료 제조공정 단위장치 개발, 폐기물 선별분리 설비 개발, 밸리스틱 방식 선별기 및 건조, 성형기술 보유
- Hasse : 트롬벨 유기성 폐기물 분리 및 퇴비화기술, 대형 MBT(Mechanical Biological Treatment) 설비 설계 및 시공 능력 보유하고 있으며 한국 수도권매립지관리공사 MT 설비 설계
- Kawasaki : 일본 최대 펠릿고형연료 제조플랜트 시공하였으며, 펠릿형 고형연료 제조플랜트 설계 및 시공, 열풍 건조기술, 플랫다이 방식 성형기술 및 밀폐 순환 풍력선별기술 보유
- 일본 신일본제철은 동경 하수도국과 하수슬러지를 함수율 10% 이하로 건조, 3,500~4,000 kcal/kg의 고형연료로 생산하여 야하다 발전소에서 석탄과 혼소하여 발전하는 기술 개발. 또한 저온 증기의 2차 가열에 의한 고온증기 발생기술, 증기터빈과 가스터빈을 연계한 발전기술 등이 개발이 중점적 추진

폐기물을 가스화 및 열분해 설비

- Thermoselect는 열분해 + 가스화 + 용융의 가스화 용융 시스템 기술을 보유하고 있으며 전 세계적으로 10개의 가스화 용융플랜트를 건설
- Lurgi는 SVZ Schwarze Pumpe에 50 MW 가스화 플랜트 설비를 건설하여 운영중
- JFE Engineering은 2009년 9개 도시에서 생산된 RDF 314톤/일을 Fukuyama 발전소에 모아 가스화 용해로(Vertical shaft furnace) 기술을 이용하여 450oC, 60bar 고압 증기를 생산함. 20MW 증기 발전설비에서 27%의 고효율 발전을 달성하고 환경오염물질 배출농도는 규제치 대비 SOx 1/20, 분진 및 CO 1/10, NOx 75% 이하 수준 유지
- Ebara는 유동층 Gasification + 2nd Combustion + Melting의 가스화 용융 시스템 기술 보유하고 있으며, 전 세계적으로 12기의 가스화 용융시설 운영 중
- Nippon Steel은 Gasification/Melting + 2nd Combustion의 가스화 용융 시스템 기술 보유하고 있으며, 전 세계적으로 21개의 가스화 용융시설 운영 중.
- Mitsui는 Pyrolysis + 2nd Combustion + Melting의 가스화 용융 시스템 기술 보유하고 있으며, 전 세계적으로 7개의 가스화 용융시설 건설

동남아 지역에서 해외에 수출되는 고형연료들은 바이오매스를 단순 가공한 성형 또는 비성형 제품들임. 인도네시아 및 말레이시아는 세계적으로 팜유 생산량이 많은데, 팜유 생산공정에서 발생하는 EFB등의 폐기물을 이용하여 반탄화 가능성을 해외 연구소와 연구한 사례는 있음

(2) 국내업체동향

- 폐기물 소각에 의한 에너지화 설비의 초기 설치는 유럽, 일본으로부터 원천기술이 도입되어 시공되었으나, 국내 업체는 다수의 시공참여 및 운전경험 확보, 지속적인 기술개발의 성과로 국산화 수준이 높은 수준
 - 대형 규모의 소각 폐열을 이용한 에너지자원화 사업은 대우건설, GS건설, SK건설, 동부건설, 삼성중공업 등 대기업에서 시공
 - 일반 사업장용 중소 규모의 소각 폐열에너지 사업은 중소기업이 주로 시공
- 가연성 폐기물의 일반 고형연료 제조기술은 기술개발, 설비의 설치 및 운전경험을 통하여 다산기술, 태영건설, 대우건설 등이 우수한 기술력 보유
 - 다산기술은 생활폐기물 고형연료(RDF) 제조 플랜트 설계 및 시공사로 국내 최고 RDF 플랜트 운영기술, 토사 분리기술 및 건조기, 풍력선별기, 성형기 기술 보유
 - 태영건설은 유럽식 MT 플랜트 설계 및 시공 기술 보유하여 수도권매립지 RDF 제조설비 시공,
 - 대우건설은 생활폐기물 고형연료(RDF) 제조설비 설계 및 시공 기술 보유하여 부천 RDF 플랜트 시공 실적 보유
- 폐기물의 가스화 또는 열분해 설비 기술은 국내에서 수년간 연구개발이 지속되었으나 국내 개발기술은 신뢰성이 확보되지 않음
 - 폐기물 가스화 합성가스 생산플랜트의 Pilot 연구는 다수 수행되었으나 실증플랜트 및 상용규모의 기술개발은 투자 Risk로 인해 기술개발 실적 미흡. 일부 기업은 해외 선도기업과 기술제휴를 통하여 기본설계 및 시공 수행
 - 가연성 생활폐기물의 비성형 고형연료화 기술 및 이와 연계된 가스화 엔진 발전기술 등의 실증단계 수준에서 기술개발 추진 중

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 관련 기술개발 동향]

부처	사업명	과제명	과제기간	총연구비
산업통상자원부	신재생에너지핵심요 소기술개발	연료전지-폐기물 기반 신재생 하이브리드 시스템 엔지니어링 기술개발	2016~2023	45억원
환경부	환경정책기반 공공기술개발사업	폐기물 이용 고효율 고온스팀 생산 및 활용 기술 개발	2016~2023	50억원
산업통상자원부	신재생에너지핵심요 소기술개발	도서지역 현장 이동형 1톤/일급 해안 폐기물 고형연료 생산시스템 개발 실증	2016~2019	10억원
중소벤처기업부	산학연협력기술개발 사업	산업폐기물을 활용한 고효율 고형연료 및 제조장치개발	2016~2017	2억 5천만원
산업통상자원부	신재생에너지핵심요 소기술개발	수출연계형 혼합폐기물 열병합발전 공정개선 기술 개발	2015~2018	38억 7천만원
산업통상자원부	신재생에너지핵심요 소기술개발	저품위 혼합 폐기물의 연료화를 통한 열에너지 생산기술	2015~2018	50억원
산업통상자원부	연구개발고급인력지원	폐기물연료 혼소를 활용한 열병합발전 핵심요소기술 고급트랙	2015~2018	30억원
미래창조과학부	연구개발특구육성	유기성 폐기물 및 하폐수의 빌딩용 현장처리 및 자원화 사업	2015~2017	11억원
농업진흥청	친환경안전농축산물 생산기술	미생물을 이용한 부화장 폐기물 비료화 연구	2014~2016	1억 5천만원
중소벤처기업부	도약기술개발사업	폐기물매립지에서 발생하는 열에너지 회수 및 추출가스 처리 기술 개발	2014~2015	2억원
산업통상자원부	국제공동기술개발	태양전지 폐기물로부터 실리콘 재활용	2014~2011	12억원
교육부	BK21플러스	폐기물기반 에너지환경 융합기술 사업	2013~2020	5억원
국토교통부	건설기술연구	건설폐기물 및 산업부산물에 액상 촉진 탄산화기술 적용한 pH 저감형 건설자재 개발	2013~2016	31억 4천만원
환경부	차세대핵심환경기술 개발	실리콘 슬러지로부터 고효율 실리콘 분리회수공정 및 자원화기술 개발	2011~2016	17억원
중소벤처기업부	제조현장녹색화기술 개발	금속박과 결합된 폐플라스틱 포장재의 고효율 재활용 기술 개발	2011~2013	7억원
환경부	차세대핵심환경기술 개발	보급형 중소규모 생활폐기물 가스화 발전시스템 개발	2010~2014	63억 9천만원
중소벤처기업부	중소기업기술혁신개발	산업공정 슬러지 및 폐기물의 고형연료 자동 제조기 개발	2010~2012	4억원
중소벤처기업부	중소기업기술혁신개발	석유계 폐기물을 에너지원으로 이용하는 유기성 폐기물 건조 및 탄화시스템 개발	2010~2012	5억원
지식경제부	신재생에너지기술개발	폐기물 에너지화를 위한 신속고열 동력보일러 개발 및 실증화	2010~2012	24억 8천만원
중소벤처기업부	기업협동형기술개발	폐기물 자원화 및 에너지화 시스템	2009~2011	3억 9천만원
중소벤처기업부	중소기업기술혁신개발	폐기물 및 슬러지 복합 고형연료 생산기술 개발	2009~2011	6억 4천만원
환경부	차세대핵심환경기술 개발	유기성폐기물의 고효율 협기성 공정 적용을 통한 바이오가스 활용시스템 개발	2008~2014	38억 6천만원

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ▣ ■

환경부	차세대핵심환경기술 개발	지역형 폐기물 전처리 시스템 적용 및 가스화를 통한 에너지화 기술개발	2008~2012	26억원 9천만원
환경부	차세대핵심환경기술 개발	건설폐기물을 이용한 에너지 연료화 기술개발	2008~2010	26억원
중소벤처기업부	중소기업기술혁신개 발	플라스틱 폐기물 재활용 파쇄기	2006~2007	2억원
환경부	차세대핵심환경기술 개발	생활폐기물 열분해 용융시스템 개발	2004~2005	9억원

* 출처: NTIS(국가 R&D 사업관리), 환경디지털 도서관 검색 자료 결과

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- 기존 기술의 고효율 및 고성능화, 설비의 안정적 운전 및 신뢰성 확보 연구 추진
 - 폐기물 소각열을 이용하여 30% 이상의 고효율 발전을 달성하기 위해서 내부식성이 높은 소각로 구조 및 내부식성 재질의 제품기술
 - 생활 수준 향상으로 발열량 증가하는 생활폐기물의 효과적 에너지 활용을 위해 화격자, 연소로, 보일러로 이루어진 고효율 소각일체형 보일러 시스템 개발
 - 화상 부하율 증가 및 고온에서 마모 방지, 화격자 냉각수에 의한 폐열 회수등 유지관리가 용이한 수냉식 화격자 시스템 개발
 - 염소 화합물과 황합물에 의한 고온부식, 파울링 및 스케일 방지하기 위한 2차 연소공기 공급방식과 최적 연소 모델링, 화학약품 주입 또는 스프레이 급냉으로 고온 부식물질 제거 기술
- 하이브리드 기술 및 융합에 의한 고효율, 고성능 설비 및 청정연료로의 전환 기술 개발
 - 연료전지, 태양에너지 등 이종의 신재생에너지와 연계한 하이브리드 기술로 설비의 고효율화
 - 폐기물의 고형연료화, 소각 또는 연소과정에서 발생하는 열에너지로 부터 온수, 증기 또는 전력 생산 등 전통적인 이용기술에서 가스화 또는 열분해에 의한 가스나 액체 형태의 청정연료, 화학공장의 원료물질을 회수하는 고부가가치 기술개발
- 국산 설비와 기술을 up-grade 하여 개도국 대상으로 해외 수출 산업화
 - 해외 동남아 팜유산업에서 배출되는 대량의 농산 폐기물을 이용하여 열과 전기를 동시에 공급하는 분산형 열병합발전설비의 수출사업화를 위한 현지 적응형 기술개발
 - 개도국의 도심 인구 증가로 폐기물 발생량이 크게 증가하고 전력 등 에너지는 부족하므로 가연성 도시 생활폐기물을 소각·연소 처리하여 에너지를 생산하는 설비 수요 증가
 - 해외 폐바이오매스를 이용한 신재생에너지사업의 경우, 온실가스 감축사업으로 인정되어 기후변화 대응기술의 국제적 협력에 의한 배출권 확보하여 국내 온실가스 감축 목표에 이용 가능

나. 특허동향 분석

◎ 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 특허 주요 기술

주요 기술

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술은 연료제조를 위한 고형연료 제조, 공정 및 전화 기술로 구분됨. 그리고 발전 및 이용을 위한 발전 설비 및 이용 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
연료제조	고형연료 제조	재활용 폐기물 고형연료 제조, 건조, 성형 및 전처리
	공정/전환	재활용 폐기물 이용 고형연료 가스화, 열분해 및 경제
발전 및 이용	발전 설비	재활용 폐기물 이용 고형연료 발전 설비 및 시스템
	이용	재활용 폐기물 이용 고형연료 발전 가정 및 산업 이용

◎ 세부 분야별 특허동향

주요 기술별 국가별 특허동향

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
연료제조	고형연료 제조	101	46	28	18	193
	공정/전환	468	94	893	41	1,496
발전 및 이용	발전 설비	82	20	51	14	167
	이용	176	70	245	34	525
합계		827	230	1,217	107	2,381

- 국가별 특허동향에서 일본이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 한국, 미국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 연료제조 기술 분야는 일본이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 한국이 그 다음으로 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 발전 및 이용 기술 분야 또한 일본이 가장 많은 비중을 차지하고 있으나, 한국 및 유럽과 차이는 크지 않은 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
연료제조	고형연료 제조	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 효성에코팩토리 ▪ 구축 ▪ 그린니스 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중소기업 중심 ▪ 효성에코팩토리, 구축, 그린니스
	공정/전환	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 한국에너지기술연구원 ▪ 한국건설기술연구원 ▪ 한라산업개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공 연구기관 중심 ▪ 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원
발전 및 이용	발전 설비	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 도시바 ▪ 포스코 ▪ 지에스에너지 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ 포스코, 도시바, 지에스에너지
	이용	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ JFEI ▪ 한국건설기술연구원 ▪ DOWA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공 연구기관 중심 ▪ 한국건설기술연구원, 한국에너지기술연구원

□ 연료제조 기술 분야 주요 출원인 동향

- 고형연료 제조 기술 분야는 효성에코팩토리가 한국에서 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 구축, 그린니스 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 공정 및 전환 기술 분야는 한국에너지기술연구원이 한국에서 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 한국건설기술연구원 및 한라산업개발 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 발전 및 이용 기술 분야 주요 출원인 동향

- 발전설비 기술 분야는 도시바가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 포스코 및 지에스에너지 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 이용 기술 분야는 JFEI가 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨

◎ 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야의 주요 경쟁기술은 연료제조 기술 중 공정/전환기술이고, 공백기술은 발전 및 이용 기술 중 발전설비 기술인 것으로 나타남
- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야에서 연료제조 기술 중 공정/전환 기술은 가장 경쟁이 치열한 분야이고, 발전 및 이용 기술 중 발전설비 기술은 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
연료제조	고형연료 제조	◐
	공정/전환	●
발전 및 이용	발전 설비	◑
	이용	●

※ ●: 50건 이상, ◑: 30~49건, ◐: 20~29건, ○: 10~19건, ○○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
연료제조	고형연료 제조	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 다수의 단위고착화물 성형처분 구조체 제조 기술 ▪ 유기성폐기물의 메탄 처리 기술
	공정/전환	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중금속 함유 폐기물의 처리 공정 기술 ▪ 유기성 폐기물 자원화 공정
발전 및 이용	발전 설비	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연소장치 내에서의 슬러지의 동시연소 방법 기술 ▪ PCB등의 난연성고점도폐기물의 연소 시스템 기술
	이용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 바이오매스의 메탄 발효 장치 기술 ▪ 메탄가스와 퇴비의 제조 기술

□ 국내 특허동향을 살펴보면 대기업은 발전설비 기술 분야를, 공공연구기관은 연료제조를 위한 공정/전환 기술 및 이용 기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남

- 고형연료 제조 기술 분야에서는 다수의 단위고착화물 성형처분 구조체 제조 기술, 유기성폐기물의 메탄 처리 기술 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 공정/전환 기술 분야에서는 중금속 함유 폐기물의 처리 공정 기술, 유기성 폐기물 자원화 공정 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
- 발전설비 기술에서는 연소장치 내에서의 슬러지의 동시연소 방법 기술, PCB등의 난연성 고점도 폐기물의 연소 시스템 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

□ 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야의 공백기술 분야는 발전 및 이용 기술 중 발전 설비 기술이고, 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 연료제조 기술에서는 고형연료 제조 기술이고 발전 및 이용 기술에서는 발전 설비 기술로 나타남

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야는 공공연구기관의 참여가 높은 분야임
- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야는 PCB등의 난연성고점도폐기물의 연소 시스템 기술 등 난연성 또는 중금속 함유 재활용 폐기물의 활용 기술이 특허확보 전략의 방향으로 판단됨
- 향후 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 기술 분야는 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 발전설비 기술을 개발하거나, 국내 대기업이 아직 연구개발을 활발하게 하지 않는 고형연료 제조 및 이용 기술을 보유하고 있는 공공연구기관의 기술을 이전받거나, 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
- 특히 이용 기술의 경우 한국건설기술연구원, 한국에너지기술연구원 등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비

- 한국기계연구원 청정연료발전연구실 (실장 이상민 박사)
 - 바이오매스의 급속열분해를 통한 바이오원유 제조기술
 - 폐기물고형연료(RDF) 제조 기술 (폐기물 에너지화 기술)
 - 친환경 고효율 연소기 및 버너 기술
 - 바이오화 고효율 연소기술
 - 폐차 잔재 에너지화 시스템
- 한국에너지기술연구원 바이오자원순환연구실 (실장 황경란 박사)
 - 목질계 바이오오일 생산 및 발전/수송용 연료 생산 기술
 - 저급 유지 이용 바이오중유/디젤 생산 기술
 - 저급 바이오원료로부터 화학원료 생산 기술
 - 고분자 폐기물 열분해 유화 기술
 - 바이오매스로부터 수소/합성가스/바이오연료/화학원료 생산 기술
- 한국생산기술연구원 고온에너지시스템그룹 (그룹장 이창엽 박사)
 - 화력발전 신재생 연료인 바이오 매스 혼소 적용 기술
 - 열분해 : 반탄화, 탄화 기술
 - 합성가스 및 바이오 오일 활용 기술
- 고등기술연구원 환경에너지팀 (팀장 구재희 박사)
 - 전처리 잔재물과 회수타르를 이용한 고발열량 고형연료 제조 기술
 - 생활폐기물 고정층 공기 가스화 및 합성가스 습식 정제 기술
 - 혼합바이오매스 건조 및 고형연료 제조 기술
 - 순산소 이용 고정층 폐기물 가스화 기술
 - 폐기물 순산소 가스화 합성가스 WGS 전환 및 메탄올 합성 기술
 - 로타리킬른 이용 바이오매스 반탄화 기술

(2) 연구개발 지원

정부 지원 프로그램

■ 글로벌 기술개발사업 (환경부)

- 환경산업의 신성장 동력화 및 수출산업화를 주도할 수 있는 세계 최고 수준의 기술 확보를 위해 해외 수요 및 성장성이 큰 유망 환경기술에 대하여 기술개발부터 사업화·수출까지 맞춤형 패키지 기술개발 지원

분야명	주요내용
에코스마트 상수도 시스템	• 수도 사업 전반의 운영 및 관리 관련 토탈 솔루션 기술 확보, 해외 물 시장 진출
폐금속·유용자원 재활용	• 미활용 폐자원에 대한 최신 재활용 기술 개발, 자원 순환율을 제고하는 자원순환 기술의 실용화
하·폐수 고도처리	• 오염수의 처리 시스템 및 효율적인 수자원 확보·이용기술 개발, 미래형 하·폐수 처리시스템 개발
친환경 자동차	• 자동차 배출허용 기준 및 온실가스 감축에 대한 수요에 부합하는 그린카 기술개발 및 보급
Non-CO2 온실가스 저감	• 국가 온실가스 저감목표 달성을 위한 Non-CO2 온실가스 저감 핵심 기술 및 시스템 개발
그린팩트롤	• 수질오염, 대기오염, 유해화학물질 측정분야의 센서, 계측기기, 측정 장비의 핵심요소기술 개발

■ 환경정책기반 공공기술개발사업 (환경부)

- 국민의 삶의 질을 저해하는 오염물질 제어, 안전하고 깨끗한 물 관리 등 정부 주도의 환경문제 해결 및 환경정책을 뒷받침하는 공익형 기술개발 지원
- 지원분야 : 대기환경정책, 물환경정책, 상하수도정책, 자연보전정책, 자원순환경정책 대응기술
- 지원내용 및 규모
 - 공공활용 : 정부, 지자체 등의 정책수요 기술의 공공활용, 제도개선을 목표로 대학·출연연, 기업 등이 참여하여 추진하는 기술개발과제
 - 공공활용(Test-bed) : 개발 기술의 초기 상용화를 위해 공공정책 수요 기반의 대규모 R&D 실증 플랜트(Test-bed)를 구축함으로써 실규모에서 운영 실적을 확보하기 위해 추진하는 과제
 - 목적원천 : 기술적 사상(연구개발 아이디어)을 기초연구를 통하여 기술적 타당성과 실용화 가능성 연구 과제

추진단계 (지원비율)	추진방식	공모구분	지원기간	지원한도
공공활용 (100%)	연구단	지정	4년 이내	연 7억원 이내 (총 52억원 이내)
공공활용 (Test-bed) (50-75%)	통합형 개별	지정	3년 이내	연 14억원 이내 (총 100억원 이내)
		지정	4년 이내	연 4억원 이내 (총 18억원 이내)
		자유	4년 이내	연 4억원 이내 (총 18억원 이내)
목적원천 (100%)	ERL	자유	4년 이내	연 3.53억원 이내 (총 16억원 이내)

* 자료 : 2017년 정부지원 환경사업 종합안내서, 환경부, 2017

■ 폐자원 에너지화 기술개발사업 (환경부)

- 폐기물의 매립·해양 배출을 최소화하고 환경오염 없이 에너지원으로 이용하기 위한 한국형 폐자원에너지화 통합시스템 기술개발 지원
- 실증사업화 : 개발된 기술의 실증설비 적용을 위하여 최적화·규모 확장 및 주변기술 확보 등을 목적으로 추진되는 과제

분야명	주요내용
가연성 폐자원 에너지화 기술개발	• 기존 매립·소각 처리를 대체하는 목적으로 가연성폐기물의 고형연료 제조 및 폐기물 가스화 등 기술개발
유기성 폐자원 에너지화 기술개발	• 해양배출 폐기물 등 미활용 유기성 폐자원의 바이오가스화, 바이오액상연료화, 고형연료화 등 기술개발

■ 기후변화대응 기술개발사업 (과학기술정보통신부)

- 기후변화 위기에 대응하여 온실가스 저감·자원화 및 기후변화 적응 분야에서 세계 선도적 원천기술 확보 및 미래 성장 동력 창출관련 기술개발 지원
- 탄소저감 및 이산화탄소 이용, 신재생에너지 등 기후변화에 대응하는 다양한 분야의 기술개발을 지원하여, 대기관리분야에서는 생활밀착형 VOCs 피해 저감을 위한 선진형 핵심요소기술 개발 지원

■ 에너지자원순환기술개발사업 (산업통상자원부)

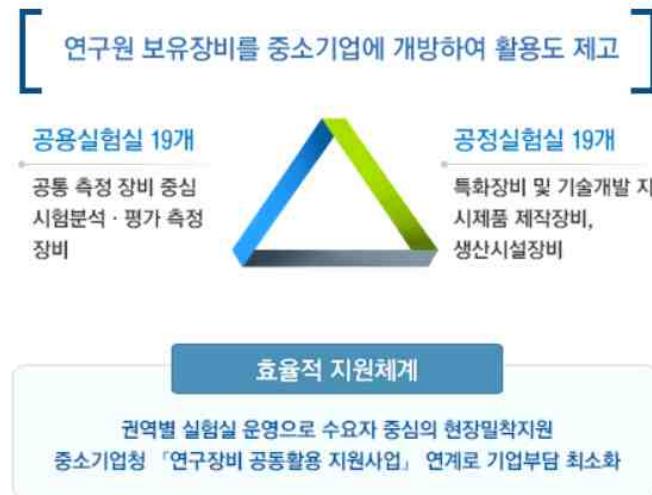
- 산업생산 과정에서 에너지 및 자원의 순환이용을 촉진하기 위한 기술을 개발하여 에너지·자원 사용량을 원천감축하고 순환형 산업경제구조(Circular Industrial Structure) 실현하는 기술개발사업 지원
- 중점 지원분야는 에너지 및 자원순환 효율제고를 위한 도시광산 개발, 고가금속 대체 기술개발, 에너지 및 자원 이용효율 개선을 위한 재제조 기술개발

- 신재생에너지핵심요소기술개발사업 (산업통상자원부)
 - 신재생에너지 기술경쟁력 확보 및 신성장동력산업으로 육성, 기후변화협약 및 고유가 시대에 대비하고 에너지 저소비형 사회구조로의 전환 촉진하는 기술개발사업 지원
 - 중점 지원분야는 태양광, 풍력, 연료전지, 수소, 석탄이용, 수력, 해양, 바이오, 폐기물, 태양열, 지열, 수열, 신재생에너지융합 분야 기술개발
 - 지원조건 : Matching-Fund (연구수행 형태에 따라 해당수행기관 사업비의 33~100% 정부지원)
- 에너지수요관리 핵심요소기술개발사업 (산업통상자원부)
 - 신기후체제(Post-2020) 및 유가변동 등 급변하는 에너지환경 변화에 적극 대응하고, 에너지신산업 활성화 등 정부 핵심과제 추진을 위한 기술개발 지원
 - 중점지원 분야는 에너지 효율향상, 온실가스 처리, 에너지 신산업 창출, 에너지 수요관리 융합 기술개발 등

중소기업 대상 시설 및 장비 지원

■ 한국생산기술연구원 개방형실험실

- 중소기업전용연구시설(Rental Lab)은 공동연구 수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소·중견기업에게 연구공간을 제공하고, 연구원 인프라(인력, 장비 등)를 활용한 근접 지원을 통해 기업의 생산성 및 경쟁력을 높임



- 890여 종의 장비를 42개 개방형 실험실을 통해 공개하고 중소·중견기업이 시험, 검사, 시제품 제작 등 목적으로 맞게 기업이 활용할 수 있도록 24시간 개방·운영
- 지원내용
 - 시설 지원 : 입주 공간, 회의실, 기본 Utility(전기, 수도)
 - 장비 지원 : 시험분석 및 측정장비, 시제품 제작지원 장비 등
 - 기술 및 공동연구 지원 : 기술의 공동연구·개발, 기술 지도·자문

■ 한국기계연구원 기업기술지원

- 연구장비공동활용 : 장비의 공동활용이라 함은 연구원이 보유하고 있는 고가장비를 관련 기업이 이용할 수 있도록 하기 위한 것이다. 한국기계연구원은 약 500건의 장비를 공동활용장비로 지정하여 운영
- 공용실험실 운영 : 4개의 공용실험실을 지정하여 연구원이 보유하고 있는 2,000여종의 장비 중 첨단 고가의 장비 100여종을 개방하여 운영

■ 한국에너지기술연구원 기업기술지원

- 강소기업육성지원사업 : 중소기업 현장의 당면 애로기술 해결, 생산성 및 품질 향상, 에너지절감 등을 위한 기술개발 지원사업. 애로기술 해결, 공정효율 향상, 품질개선, 실험데이터 분석 등을 지원
- 공용실험실 운영 : 4개의 공용실험실을 지정하여 연구원이 보유하고 있는 2,000여종의 장비 중 첨단 고가의 장비 100여종을 개방하여 운영

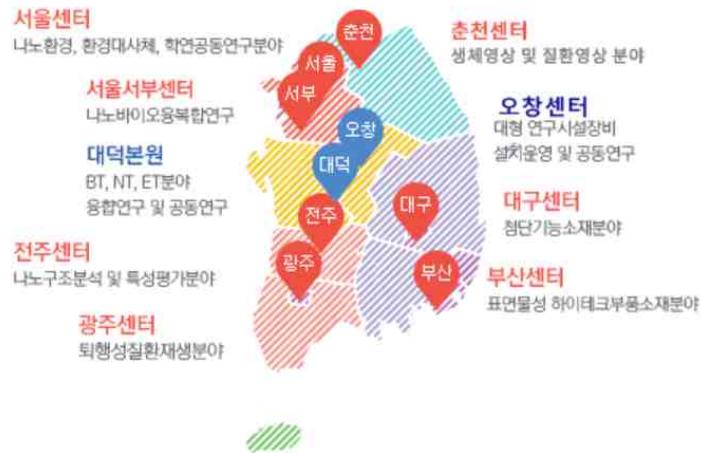
▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ▣ ■

■ 중소벤처기업부 연구장비 공동활용지원사업

- 대학 · 연구기관이 보유한 연구장비의 중소기업 공동활용을 지원하여 국가장비 활용도 제고 및 중소기업 기술경쟁력 향상
- R&D 장비 이용료에 대해 60~70% 범위내 최대 5천만원까지 온라인 바우처(쿠폰) 방식으로 지원

■ 한국기초과학연구원 연구장비 공동활용 지원사업

- 기초(연)이 보유한 장비를 중소기업이 R&D를 목적으로 활용할 경우 장비 이용료를 정부에서 지원해 주는 사업
- 기술상담센타 : 20년간 축적된 첨단연구장비 분석지원 운용 및 수리에 관한 노하우를 토대로 중소기업에 대한 적극적인 상담서비스를 수행함으로써 중소기업 기술혁신에 기여



[한국기초과학연구원의 분야 및 지역별 센터 장비 현황]

나. 연구개발 인력

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야의 연구는 한국에너지기술연구원, 한국기계연구원, 생산기술연구원, 고등기술연구원 등에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야의 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
한국에너지기술연구원	황경란	실장
한국에너지기술연구원	김광호	책임연구원
한국에너지기술연구원	김미선	책임연구원
한국에너지기술연구원	김성수	책임연구원
한국에너지기술연구원	노남선	책임연구원
한국에너지기술연구원	이경환	책임연구원
한국에너지기술연구원	이인구	책임연구원
한국에너지기술연구원	김상국	책임연구원
한국기계연구원	이상민	실장
한국기계연구원	김석준	책임연구원
한국기계연구원	최상규	책임연구원
한국기계연구원	최연석	선임연구원
한국기계연구원	한소영	연구원
한국생산기술연구원	이창엽	그룹장
한국생산기술연구원	방병열	수석연구원
한국생산기술연구원	이은도	수석연구원
한국생산기술연구원	양원	수석연구원
한국생산기술연구원	정수화	연구원
한국생산기술연구원	김영두	연구원
고등기술연구원	구재회	수석연구원
고등기술연구원	임용택	수석연구원
고등기술연구원	이성규	수석연구원
고등기술연구원	성호진	수석연구원
고등기술연구원	김나랑	선임연구원

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

- 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 대표적인 기술은 고형연료설비, 소각 폐열 이용, 가스화 기술, 열분해 기술, 바이오 가스화, 기타 재활용 제품생산 기술로 구분됨

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야의 이전 가능한 요소기술 및 기관]

분류	요소기술	기관
고형 연료	고형 폐기물을 이용한 발전 시스템	한국기계연구원
	폐기물을 이용한 고체연료 성형장치	한국기계연구원
	생활 폐기물을 이용한 고체 연료 제조 장치	한국기계연구원
	고함수 바이오매스 반탄화 장치	한국생산기술연구원
	マイ크로파 흡수개시제를 이용한 유기물질의 탄화방법 및 그 장치	한국에너지기술연구원
소각 폐열	유기성 건조폐기물의 재활용 시스템	한국기계연구원
	폐기물 고형연료 연소장치	한국기계연구원
	음식물쓰레기로부터 생성된 분체연료 연소 장치	한국에너지기술연구원
	유동층을 이용한 슬러지 소각 방법 및 장치	한국에너지기술연구원
	바이오매스 재연소 시스템 및 이를 구비한 재연소 설비	한국생산기술연구원
	고체 연료의 연소 특성 분석 장치	한국생산기술연구원
고온 가스화	가스화장치를 이용한 바이오디젤 정제 잔여물 가스화 방법	한국에너지기술연구원
	바이오매스(왕겨) 가스화 장치	한국에너지기술연구원
	가연성 폐기물의 부분산화에 의한 가스 자원화 기술	한국에너지기술연구원
	전자파를 이용한 석탄 및 유기성폐기물의 가스화 시스템 및 그 방법	한국에너지기술연구원
	폐기물의 용융배가스를 이용한 열분해장치 및 열분해공정	한국기계연구원
	바이오매스 열분해 및 가스화 공정의 고점도 오일 제거장치	한국생산기술연구원
	환경친화적 폐기물 처리 및 청정 합성가스 생산 방법	한국생산기술연구원
	연소기 독립형 유동층 간접 가스화 시스템	한국생산기술연구원
열분해	고분자 폐기물의 연속식 열분해 유화기술 개발	한국에너지기술연구원
	농임산 폐기물의 환경친화적 이용기술 개발	한국에너지기술연구원
	열분해반응로와 연소로가 일체로 형성된 열분해연소시스템	한국에너지기술연구원
	바이오 원유(biocrude-oil) 제조시스템	한국기계연구원
바이오 가스화	바이오가스를 이용한 자동차 액체 연료 생산 기술	한국에너지기술연구원
	음식물쓰레기 이용 유산/메탄 생산 기술	한국에너지기술연구원
	고온형 연료전지 발전용 바이오가스 전처리 융합 자원화 공정 시스템	한국생산기술연구원
기타	바이오매스와 촉매를 이용한 바이오 케미컬 제조장치 및 제조방법	한국생산기술연구원
	테레프탈산 제조 공정 폐기물로부터의 벤조산 회수 방법	한국생산기술연구원
	하수슬러지 용융소각 슬레이드로부터 황산염불법에 의한 고순도 알루미나 회수 방법	한국에너지기술연구원
	페타이어와 폐유의 열분해 잔류물이 첨가되는 아스팔트 콘크리트 제조방법	한국에너지기술연구원

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 기술이전가능 기술]

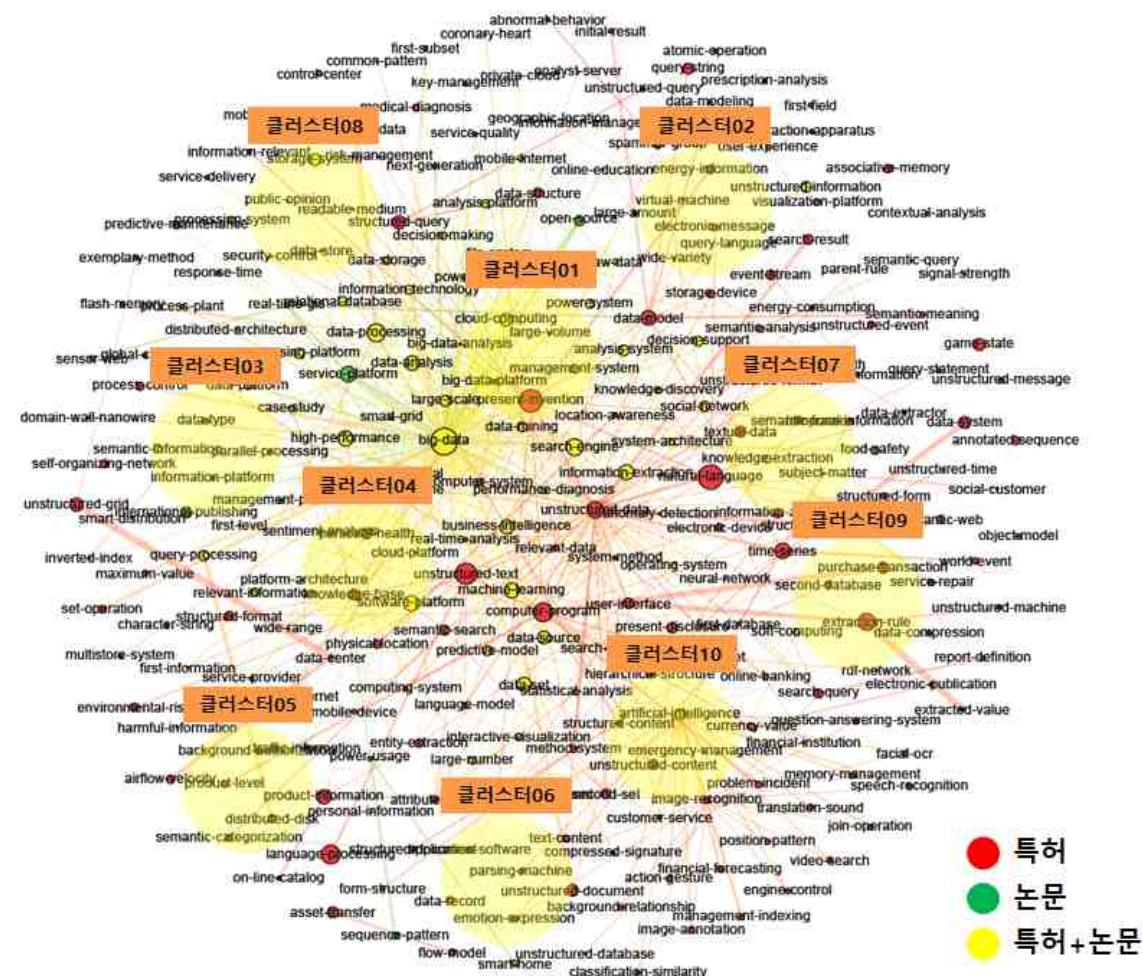
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오 원유(biocrude-oil) 제조시스템
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> • 급속 열분해 방법을 이용하여 폐기물 바이오매스로부터 바이오 원유를 효과적으로 생산할 수 있는 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법 • 본 기술은 해외저널에 10여건이 게재되었고, 해외 4개국에 특허등록 하였음
기술이전 목적 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 기포유동층 방식 바이오원유 제조설비는 모래유동을 위한 유동화가스를 공급해야 하므로 반응기 및 배관 등이 커지고 시설비도 비싼 단점이 있으며, 촉(char)를 증기와 함께 유동시킨 후 분리하므로 바이오원유 속에 촉가 많이 잔류하게 됨 • 본 기술로 바이오매스를 급속열분해(fast pyrolysis)할 경우 유동화가스를 공급할 필요가 없으므로 설비가 소형화되고 설치비가 저렴해짐 • 본 기술로 바이오매스를 급속열분해(fast pyrolysis)할 경우 열 및 물질 전달의 최적 제어로 volatile의 수율을 높일 수 있으며, 촉가 적게 함유된 바이오원유 생산이 가능함
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> • 본 바이오원유 제조 장치는 설비 구조가 기존 기포유동층, 순환유동층 반응기에 비해 단순한 구조를 가지고 있어 2/3 수준으로 플랜트 건설 비용 및 크기를 줄일 수 있음 • 원유 생산 공정 자체에서 바이오 증기와 촉(char)를 분리하기 때문에 고품질의 바이오원유 생산이 가능함 • 반응기 운전조건 값에 영향을 미치는 운반기체를 이용하지 않으므로 플랜트 운전이 용이 • 국내에서 가장 큰 규모인 25kg/hr 플랜트를 개발하여 성능실험을 한 결과, 선진국 동등 수준의 바이오원유 수율 65%를 달성하였음 • 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법에 관한 국내 특허 및 해외 각국(미국, 캐나다, 중국, 일본)에서 특허 등록을 하였음
기술성숙도(TRL)	<ul style="list-style-type: none"> • 단계: 4
활용방안 및 기대성과	<ul style="list-style-type: none"> • 생산된 바이오원유는 Bio-refinery 산업과의 연계가 가능하고 이산화탄소 충립적 위치로 향후 국제적 탄소배출권에 능동적 대처가 가능함 • 필리핀, 캄보디아 등에서 본 플랜트를 방문하였고, 기술활용에 관한 관심이 높음

분류	세부내용
관련지적재산권	<ul style="list-style-type: none"> • 바이오 원유 제조 장치, 바이오 원유 제조 시스템 및 바이오 원유 제조 방법((KR0946714, US9005313, CA2762961, JP5633828,CN102449117, EP10780769.5) • 급속 열분해 반응기 및 그 장치를 이용하는 바이오 원유 제조시스템(KR1068748) • 유동층 급속열분해를 통해 바이오원유연료를 얻는 장치(KR1285879) • 응축액을 분사하여 바이오증기를 포집하는 장치 및 그것을 구비한 바이오원유 생산 장치(KR2012-0113240) • 응축 장치(KR1175094) • 유동화 촉진 및 폐열 회수형 바이오 원유 제조시스템(KR2014-0026713) • 다단 응축이 가능한 바이오 원유 제조시스템(KR2014-0026716)
세부 문의	<p>기술관련</p> <p>연구자 최연석 청정연료발전연구실</p>

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 키워드 클러스터링]

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	recycle process. optical sorter	2~7	<ol style="list-style-type: none"> Mechanized separation of mixed solid waste and recovery of recyclable products using optical sorter Analysis on 3RWB model (Reduce, reuse, recycle, and waste bank) in comprehensive waste management toward community-based zero waste
클러스터 02	recycle process. separation	5~8	<ol style="list-style-type: none"> Creation of advanced recycle process to waste container and packaging plastic - polypropylene sorted recycle plastic case Mechanized separation of mixed solid waste and recovery of recyclable products

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 03	recycle process. waste coating	3	1. Recycling of waste coating color 2. GROUP IV COMPLEXES AS CVD AND ALD PRECURSORS FOR FORMING METAL-CONTAINING THIN FILMS
클러스터 04	recycle process. waste Film	4~8	1. Precursors For GST Films In ALD/CVD Processes 2. Becoming part of the solution: Manufacturing industry, processors and the fishing sector are coming together to recycle plastic waste from the sea
클러스터 05	recycle process. waste disposer system	5~7	1. Water recycling food waste disposer system 2. Recycle food wastes into high quality fish feeds for safe and quality fish productio
클러스터 06	recycle process. Reduce	4~7	1. Methods and compositions related to recycling polymer waste 2. Reduce, relegalize, and recycle food waste
클러스터 07	recycle process. Consumer insights	5	1. Modular recycling/waste system 2. Consumer insights:How can consumers recycle plastic bag waste
클러스터 08	recycle process. construction waste	6	1. METHOD FOR RECYCLING PLATE-MAKING PROCESSING WASTE SOLUTION 2. Recycle your construction waste to save money and reduce your environmental impact
클러스터 09	recycle process. hanford tank	5~8	1. Apparatus and method for stripping solder metals during the recycling of waste electrical and electronic equipment 2. Caustic recycle from hanford tank waste using NaSICON ceramic membranes
클러스터 10	recycle process. industrial wastes	3~6	1. Different alternatives to recycle the industrial wastes 2. Controlled recycle: An alternative to the burial of low-level radioactive waste

(2) 요소기술

- 산업·시장 분석, 기술(특히)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
연료 및 제조	고함수 폐기물의 연료화 기술	기술수요, 기술/시장 분석, 전문가추천
	유기성 폐기물의 발전용 고품위 고형연료화 기술	기술수요, 전문가 추천
	폐바이오매스 열분해 기술개발	기술수요, 기술/시장 분석, 전문가추천, 특허/논문 클러스터링
발전 및 이용	수냉각 화격자 적용에 의한 폐기물 소각 보일러 고효율화 기술	기술수요, 전문가 추천
	가연성 폐기물을 이용한 분산형 열병합 발전기술	기술수요, 전문가 추천
	폐기물 고형연료 혼소에 의한 발전기술 개발	기술수요, 전문가 추천
	폐기물 고형연료 혼소에 의한 발전기술	기술수요, 전문가 추천

(3) 핵심요소기술

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 핵심요소기술 선정]

분류	요소기술
연료 및 제조	고함수 폐기물의 연료화 기술
	유기성 폐기물의 발전용 고품위 고형연료화 기술
	폐바이오매스 열분해 기술개발
발전 및 이용	수냉각 화격자 적용에 의한 폐기물 소각 보일러 고효율화 기술
	가연성 폐기물을 이용한 분산형 열병합 발전기술
	폐기물 고형연료 혼소에 의한 발전기술 개발
	폐기물 고형연료 혼소에 의한 발전기술

나. 재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	고효율 달성을 위한 핵심요소기술 개발	개발 기술 및 설비의 고도화	고효율 개발 설비의 경제성 및 신뢰성 실증	재활용 폐기물의 고효율 에너지화 설비 수출산업화
핵심요소기술	연료 제조	고함수 폐기물의 연료화 기술		미활용 폐기물 연료화기술
		유기성 폐기물의 발전용 고품위 고형연료화 기술		유기성 폐기물의 발전용, 산업용 연료화 기술 개발
기술/시장 니즈	발전 및 이용	폐바이오매스의 열분해 기술		
		수냉각 화력자 적용에 의한 폐기물 소각보일러 고효율화 기술		고효율 소각보일러 개발
		가연성 폐기물을 이용한 분산형 열병합 발전기술		분산형 폐기물 발전기술 개발 및 신뢰성 구축
	폐기물의 안전한 처리 및 에너지 자원화 수요 증대	고효율화로 경제성 우수 및 신뢰성 확보된 기술 선호		폐기물 에너지 자원화 설비 수요 증대

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[재활용 폐기물 분리 및 재사용 설비 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
연료 제조	고함수 폐기물의 연료화 기술	저위발열량 kcal/kg	3,000 이상	3,500 이상	-	미활용 폐기물 연료화기술개발
	유기성 폐기물의 발전용 고품위 고형연료화 기술	저위발열량 kcal/kg	3,500	4,000	4,500	발전용 고형연료 제조기술개발
	폐바이오매스의 열분해 기술	열분해유 회수율, %	50% 이상	60% 이상	65% 이상	고형폐기물의 산업용 연료화 기술개발
발전 및 이용	수냉각 화격자 적용에 의한 폐기물 소각보일러 고효율화 기술	화상부하율 kcal/m ² ·hr	800,000 이상	900,000 이상	1,000,000 이상	고효율 소각 보일러 개발
	가연성 폐기물을 이용한 분산형 열병합 발전기술	증기조건 °C/bar	-	300/25 이상	380/35 이상	분산형 발전 기술개발
	폐기물 고형연료 혼소에 의한 발전기술	혼소율 %	3% 이상	5% 이상	8% 이상	석탄, 고형연료 혼소에 의한 발전기술개발

기술개발 테마 현황분석

수처리 공정 전처리 설비

수처리 공정 전처리 설비

정의 및 범위

- 정의: 수처리 공정의 유입수에 공정의 효율을 감소시키거나 오염을 유발하는 물질을 제거하거나 감소시키는 기술 및 시설로 정의
- 범위: 스크린, 분쇄기, 여과, 응집 침전 등 재래식 처리시설, 분리막 또는 고도처리 기술을 이용한 처리시설 및 상기 시설과 동등하거나 그 이상의 방지효율을 가진 시설을 기타로 분류하여 범위를 설정함

정부지원 정책

- 국가 물산업 클러스터를 조성중에 있어, 상하수도, 하폐수 재이용, 저탄소 수처리 부품 및 장치기술 고도화 사업 등 물과 관련된 모든 기술을 테스트하고 실증화하도록 하여, 중소기업 지원 및 해외진출 등을 위한 물산업 지원체계를 강화해 물관련 중소기업 육성에 박차를 가하고 있음

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">두산중공업을 중심으로 국내 대기업의 높은 해외 담수화 시장 점유율수처리 시장의 중요성을 인지하고, 정부 및 기업 협력관계를 기반으로 해외진출을 적극 추진국가 물산업 클러스터를 중심으로 전국적인 R&D인프라 환경을 구축	<ul style="list-style-type: none">설계 및 소재 분야 등 주요 분야에 선진국 보다 낙후된 국내 기술 수준선진국 및 국내 시장의 포화도 상승으로 중동, 아프리카, 동남아시아, 남미 등 수처리 시설에 관한 니즈가 큰 지역으로의 진출이 필요하나, 선진 기업과의 기술 및 가격경쟁력에 한계가 있음
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">수처리 시장은 지속적으로 성장하고 있으며 '20년까지 534억 달러 규모로 성장 전망특히 철저한 전처리가 요구되는 RO공정이 활용되는 담수화 및 물 재이용 시장도 연평균 성장률이 7.5% 18.24%에 달할 것으로 예상	<ul style="list-style-type: none">글로벌 기업의 국내 진출로 인한 국내 기업의 경제적 손실선진국보다 낙후된 연구 인프라 및 인력으로 파급력있는 소재분야에서 경쟁력 확보가 어려움프랑스, 미국, 일본 등 선진기업이 이미 시장을 점유하고 있으며 담수화 시장도 국내기업의 점유율이 낮아지고 있음



중소기업의 시장대응전략

- 기존 대기업 중심의 시공 및 시설물 설계 기반과 융합될 수 있는 전처리설비 또는 전처리설비가 포함된 종합 수처리 솔루션을 제작할 수 있는 중소기업에 대한 지원이 필요
- 이를 위하여, 개발된 전처리소재 및 설비설계가 기존 수처리 공정과 연계될 수 있도록 표준화, 모듈화 및 최적화가 되어야 함

핵심요소기술 로드맵

수처리 공정 전처리 설비의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	소재 개발 및 설비 디자인	소재 및 공정 대형화	전처리 효율 분석 및 최적화	고효율 수처리용 전처리 설비 개발
핵심요소기술	여과 기술	고효율 여과제 또는 스크린 소재 고효율 흡착제를 이용한 탈염소 기술		기존 공정 대비 에너지 소모 또는 효율 개선
	분리막 기술	MF/UF 분리막을 이용한 전처리 기술 NF 분리막을 이용한 전처리 기술		신 공정 또는 소재 개발
	살균·고도 처리 기술	고효율 산화장치 고효율 살균소재 및 설비 MBR을 이용한 전처리 공정 anti-scaling 설비 및 공정 최적화		다양한 기술을 융합한 고효율 수처리 기술 달성
기술/시장 니즈	인체 위해성이 높은 화학 물질 사용 최소화	일반 수처리 설비로도 활용해 시장성 증대		물 재이용 및 해수담수화 효율을 높여 추가적인 수자원 확보 및 RO 수출 증가

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 수처리용 전처리설비는 수처리 공정의 유입수에 공정의 효율을 감소시키거나 오염을 유발하는 물질을 제거하거나 감소시키는 기술 및 시설로 정의될 수 있음
 - 전처리 기술은 하·폐수뿐만 아니라, 상수(정수)처리를 포함하는 전반적인 수처리 공정의 유입수 처리로 범위가 설정
- 유입수의 오염 물질은 수처리 공정의 효율 저감 및 설비 수명 감소 등을 일으켜 에너지 효용 및 보건/환경에 악영향을 끼침
 - 유입수의 성상이 다양해 수처리 공정별 맞춤 전처리설비 설계가 필요함
 - 따라서 기간에 따른 정확한 유입수 성분 분석이 선행돼야 하며 수처리 공정의 안정적인 운전에 큰 영향을 끼치기 때문에 신중한 전처리 설비 설계가 매우 중요
- 물 재이용 및 해수 담수화가 활성화 되면서 RO공정이 주목받음에 따라 전처리기술의 정의가 확장됨
 - 기존 하·폐수처리에 사용되던 재래식 전처리설비에 추가로 유기물, 미생물, 미세입자와 같은 오염물질을 제거하거나 감소시키는 전처리 설비도 고려돼야 함
 - 추가로 고려되는 전처리기술 및 설비는 기존 수처리 공정에서 활용되어 왔지만 이들을 RO공정의 전처리로 사용할 시 담수화 시스템의 효율이 어떻게 달라지는지 분석이 필요하며 연계공정의 최적화도 요구됨
 - 반대로 RO의 전처리 설비는 일반 하폐수뿐만 아니라, 상수(정수)처리에 활용될 수 있어 파급효과도 클 것으로 전망

나. 범위 및 분류

오염에 따른 제품 분류

- 생물학적 오염 : 염소, 산화처리 적용
- 입자성 오염 : 여과 및 스크리닝 공정
- 콜로이드 오염 : 응집, 침전과 여과
- 유기물 오염 : 응집, 여과, 흡착 또는 응집과 한외여과 적용
- 미네랄 오염 : 스케일방지 및 산성화 또는 나노여과 공정 적용
- 산화제 오염 : 산화제 제거 또는 활성탄 흡착 공정 적용

발생원에 따른 제품 분류

- 머리카락, 낙엽 등의 흡착물
 - 유입수의 흡착물은 플랜트의 배관 및 펌프와 같은 설비의 오작동 또는 고장을 유발해 스크린, 분쇄기, 침전조 등으로 최대한 제거해야 함
- 세균, 미생물, 바이러스, 원생생물 등
 - 생물학적 입자들은 미량이 유입돼도 폐수의 유기물, 미네랄을 섭취해 개채수가 급격히 늘어나 수처리설비의 오작동을 유발하며 보건 및 환경에 악영향을 끼쳐 고도산화 또는 분리막 여과와 같은 고도처리설비가 효과적임
- 미세입자 및 혼탁입자
 - 작은 크기로 침전 및 스크린으로 제거될 수 없어 처리에는 응집과 여과설비가 요구되며 일부 입자는 응집, 응결과 침전으로도 제거될 수 있음
- 용존유기물 (NOM)
 - 응집과 일반 다층여과로는 제거되기 어려우며 활성탄을 이용한 흡착 또는 한외여과가 효과적임
- 미네랄 또는 이온
 - RO공정에서 많이 발생하는 스케일링의 원인으로 경수연화, 스케일억제제, 또는 나노여과가 효과적임
- 산화제
 - Polyamide 재질의 RO분리막은 살균에 쓰이는 chlorine, 오존과 같은 산화제에 쉽게 손상되기 때문에 Sodium (meta)bilsulfite 또는 활성탄 흡착으로 반드시 제거해 주어야 함

[수처리 공정 전처리 설비 분야 기술범위]

기술개발 테마	관점	세부기술
수처리 공정 전처리 설비	생물학적 오염	염소처리시설, 산화시설(산화조 또는 산화지), 분리막 시설
	입자성 오염	분쇄기, 여과시설, 스크리닝 시설, 침사지시설, 흡착시설, 부상시설, 소각시설, 응집시설, 침전시설, 침전물 개량시설
	콜로이드 오염	유수분리시설, 부상시설, 화학적 침강시설, 응집시설, 침전시설, 여과시설, 분리막 시설
	유기물 오염	화학적 침강시설, 응집시설, 침전시설, 여과시설, 분리막 시설, 고도산화시설
	미네랄 오염	스케일링방지제, 산성화시설, 연수화시설, 나노여과시설
	산화제 오염	산화제제거제, 활성탄흡착시설

2. 외부환경 분석

가. 산업환경분석

(1) 산업의 특징

- 수처리용 전처리설비는 주요 공정 앞단에 위치하지만 전처리 설비만으로도 수중 오염물 제거에 사용할 수 있으며 일반적으로 수처리 공정에 포함되기 때문에 넓은 범위에서 수처리 설비로 볼 수 있으나, 산업 분류상 세분화되지 못해, 물 산업 등으로 분류되고 있음



* 자료: 물산업 해외시장 진출 활성화 방안 연구(국토해양부, 2011)

[물 산업의 분류]

- 따라서, 산업특징을 감안할 때는 수처리용 전처리 설비를 포함하고 있는 수처리 설비 산업 더 크게는 물산업의 특징이 반영되는 경우가 많으며, 동 산업은 오랫동안 공공의 영역이었으나 점차 민영화 및 광역화하는 추세임
 - 하지만 수처리용 전처리설비는 아직까지 민간 주도가 아닌, 정부의 규제에 기반하여 성장하는 산업으로, 공공적 성격이 강하다는 측면에서 일반 산업과 차별화된 특징을 가짐

- 수처리 공정의 전처리 설비 산업은 제거하고자 하는 목표 물질이 다양하기에 물리, 화학, 생물학적 분리 기술이 복합된 융·복합 산업으로, 단일 기술보다는 종합 기술적 산업으로의 특징을 가짐
 - 따라서, 단일 기술적 전문성도 중요하지만, 여러 종류의 타 기술을 융합할 수 있는 노하우적 전문성도 중요한 산업경쟁력 항목으로 고려되고 있음
 - 또한, 머리카락, 나뭇잎 등과 같은 협착물 분리에 비교적 간단한 기계적 기술이 요구되는 분야와 이온, 미생물, 용존 유기물 등 근본적인 과학지식이 요구되는 분야도 있어 혁신을 위해선 창의성과 전문성이 요구되는 산업임
- 본 공정에 오염을 발생시키는 물질의 물리화학적 특징, 농도, 그리고 본 공정의 조건에 따라 전처리 설계가 조절되는 특성을 갖고 있어 맞춤형 생산이 주로 이루어지고 있음
- 물 재이용 및 해수담수화의 성장
 - 최근 물 재이용 및 해수담수화의 성장으로 역삼투(Reverse Osmosis, RO) 시장이 커지고 이에 따라 RO 전처리 공정이 주목받고 있음
 - 기존의 하폐수처리 플랜트의 전처리 설비인 스크린, 침사지 등은 아직 개선의 여지가 남아있고 기계적 원리에 기반을 두고 있는 설비가 대부분이라 기술적 진입 장벽이 낮아 중소기업도 비교적 쉽게 도전할 수 있는 분야임
 - 하지만 오랜 기간 동안 개발돼 온 분야이며 분야의 성장 기대치가 낮아 수익성이 낮을 것으로 전망

(2) 산업의 구조

- 수처리용 전처리설비산업은 장치 및 용역제공 부문으로 구성될 수 있음

[물산업 분류 및 구조]

대분류	소분류	설명	예시
협의의 물산업	물을 최종적인 재화(목적)로 제공하는 산업	사용하기 위한 물	생활용수, 농업용수 및 공업용수를 생산하여 공급하는 산업
		사용하고 난 물	물 사용에 따라 발생하는 하수 및 폐수를 처리장으로 수송하고 처리하는 산업
	물을 최종적인 재화로 만들기 위한 중간재화 혹은 용역을 제공하는 산업	장치 및 소모품 제공	물을 최종적인 재화로 만들거나 수송하는데 필요한 장치나 소모품을 만드는 산업
		시설제공	기간시설을 건설하기 위한 산업
		용역제공	상수도 및 하폐수시설 등의 기간시설 건설, 토목, 전기 등
		수자원의 개발 및 보호	상수도 생산 및 공급에 관련한 용역을 제공하는 산업
		수자원의 개발 및 보호	물을 직접적으로 이용하기 위한 개발 및 보호에 관련한 산업
	물이 최종적인 재화가 되는 협의의 물산업을 포함하여, 주된 중간재 혹은 수단으로 사용되는 경우까지 포함	물을 주된 중간재로 사용하는 산업	음료수, 술 등을 제조하는 식품공업
		물을 주된 수단으로 사용하는 산업	수영장, 해수욕장, 유원지 등 레저산업, 수력 발전, 수상운송

* 자료: 환경부(2008). [물산업 통계 특수 분류 체계 마련 연구]

- 수처리용 전처리설비의 후방산업은 유입수 분석과 토목 사업으로 분류할 수 있으며 전방사업으로는 물 재이용, 해수담수화 같은 수자원 확보 또는 전처리에서 회수한 폐자원 활용으로 구분할 수 있음

- 후방산업은 유입수의 성상 변화를 정확히 분석할 수 있는 수질, 수량 센서 및 모니터링 기술과 취수시설, 배관 설치 정비 등 토목 사업을 포함
- 전방산업은 물 재이용 및 해수담수화와 같은 수자원 확보사업이며 최근 정부의 처리수의 재이용 활성화 정책과 우수한 국내 해수담수화 기술과 연계돼 국내외 시장에서 두각을 보일 수 있을 것으로 전망
- 또한, 전처리 과정에서 회수된 폐자원의 활용 산업도 활성화 될 것으로 기대

[수처리 공정 전처리 설비 분야 산업구조]

후방산업	수처리 공정 전처리 설비 분야	전방산업
<ul style="list-style-type: none"> - 유입수와 처리수의 수질 분석 및 모니터링을 위한 센서 개발 산업 - 각종 수원 개발, 취수장 건설 및 배관설치/정비의 상수 처리 시설 시공 산업 - 하수관거 설치/정비, 하·폐수 처리시설 설치, 슬러지 처리설비 건설/설치 등의 하폐수 처리시설 시공산업 	<ul style="list-style-type: none"> - 수처리 공정 중 설비의 오염 또는 공정의 효율 감소를 유발하는 물질 분리 및 제거 	<ul style="list-style-type: none"> - 물 재이용 및 재이용처에 따른 수처리 공정 개발 및 관리 - 해수담수화를 통한 수자원 확보 - 전처리 공정에서 회수한 자원(중금속, 슬러지, 유기물 등) 활용

다. 전후방산업 환경

- 과거 수처리용 전처리설비 산업은 큰 고형물 제거용 스크린, 침사지 등이 대부분을 차지했지만 최근 처리수 재이용 및 해수담수화 시장의 확대로 역삼투 공정이 주목을 받게 되어 이에 필요한 전처리 공정 개발이 부상함
- 「하수도법」에서 하수처리장에서 처리한 방류수를 수세식화장실용수, 공업용수, 조경용수, 하천유지용수, 기타 도로용수 등으로 활용하도록 규정하여 우리나라의 물 재이용률은 2000년대 들어 꾸준히 증가하고 있는 추세임
 - 하수처리수의 장내용수로의 사용은 세척수, 냉각수, 청소수, 식수대, 희석용수, 장내중수도 및 장내 기타용수 등의 용도로, 장내 기타용수와 세척수로의 사용량이 가장 두드러짐
 - 장외용수는 장외 중수도, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 및 장외 기타용수의 용도로 재사용하고 있으며, 하천유지용수로의 사용이 가장 많은 비중을 차지하지만 선진국에서 시행하고 있는 지하수충전 등에도 사용이 증가할 것으로 전망 됨

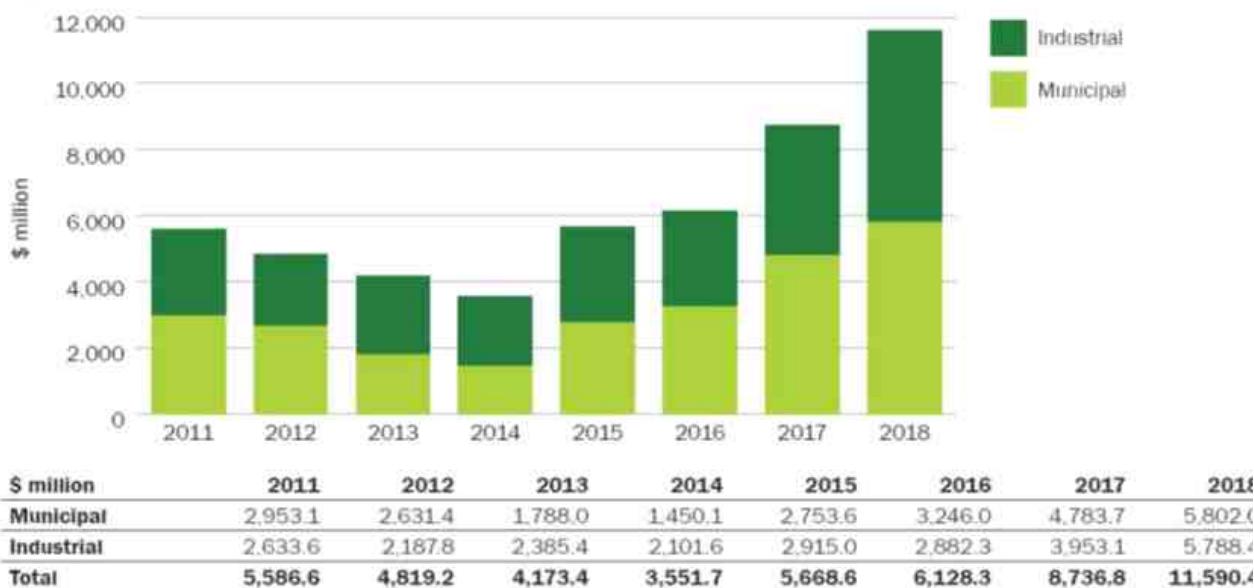
[연도별 하수처리수 재이용]

연도	개소	시설용량 (천톤/일)	연평균 하수처리량 (천톤/년)	하수처리수 재이용현황(천톤/년)			처리수 재이용률 (%)
				총계	장내용수	장외용수	
2008	392	24,279.8	6,607,298.7	712,019	401,541	310,478	10.8
2009	433	24,748.9	6,703,171.4	729,833	386,962	340,871	10.9
2010	465	25,095.3	6,845,663.2	743,479	396,841	346,628	10.9
2011	505	25,142.8	7,068,846.0	781,104	403,929	377,175	11.0
2012	546	30,261.8	7,174,320.4	872,319	437,107	435,212	12.2
2013	569	25,141.5	7,186,770.4	907,443	454,964	452,479	12.6
2014	579	24,841.2	6,997,533.9	942,880	498,867	444,013	13.5
2015	625	25,143.6	7,005,179.1	1,027,456	531,385	496,071	14.7

*자료: 환경부, 2015 하수도통계 (2016.12)

- 영국의 Global Water Intelligence의 보고에 따르면 세계 담수화 시장은 계속 성장할 것으로 전망
 - 물 재이용에 RO와 같은 담수화 공정의 사용이 늘어나고 있는 추세임
 - 담수화 공정은 일반 하폐수처리 공정보다 양질의 유입수를 요구하기에 다단계의 전처리 과정을 필요로 함

Figure I.15 Global seawater and brackish water desalination market, 2011–2018



* 자료: Global Water Intelligence (2015), [Global Water Market]

[세계 담수화시장 규모 및 전망]

- 물 재이용과 해수담수화는 물산업 분야 중 연평균 증가율이 높아 이에 따른 전처리 설비산업 시장도 증가할 것으로 예상
 - 따라서 스크린, 침사지 등 기존 전처리설비에 투자하는 것 보다 물 재이용 및 담수화 공정을 위한 전처리설비 연구개발에 투자하는 것이 효과적일 것으로 전망함

- 전처리설비의 디자인 및 운영에 중요한 요소로 작용하는 유입수 성상 분석, 모니터링 센서와 최근 전처리 공정으로 사용 중인 분리막 소재의 개발도 후방산업에서 중요한 요소임

나. 시장환경분석

(1) 세계시장

- 정삼투용 분리막 세계 시장 규모는 '16년 8,023억 원 규모에서 '21년 9,856억 원 규모로 성장할 것으로 전망

[정삼투용 분리막 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	8,023	8,360	8,712	9,077	9,459	9,856	4.2

* 출처 : GWI 2007, Lux Reserch 2009/ Toray IR Report 2006, WPM 3세부 보고서 2015 참조, 그리고 국내시장이 세계시장의 8%를 점유하는 것으로 추정

- 기후변화에 따라 대체수자원 시장의 성장이 두드러지고 있으며 이와 관련된 수처리 공정의 전처리설비 수요가 증가할 것으로 예측됨
- 기후변화, 물 부족 등 전 지구적인 문제로 인해 세계 물 시장은 연 평균 4.9%씩 증가하여 2025년에는 8,650억\$2)까지 확대될 전망
 - 도시화의 진전, 인구 밀집형 메가시티(Mega City)의 부상으로 대체수자원 시장은 빠르게 성장할 전망이며, 활용 또한 향후 예상되는 물 수요량을 안정적으로 확보하고 효율적으로 관리하기 위해 꾸준히 증가할 것으로 예상
 - 해수담수화 중심의 대체수자원 시장은 2007년 대비 3배 이상으로 시장규모가 확대되고, 물 시장에서 비중도 2배 이상 증대될 전망이며 연평균 시장 증가율 18.4%로 전체 물 시장 평균을 크게 상회할 것으로 예상
 - 하수 재이용 분야는 2007년 0.1백억\$에서 2025년 2.1백억\$로 21배 성장할 전망이며 연평균 증가율은 18.4%로 예상되어 물 시장에서 가장 급성장할 분야로 부각되고 있음

[세계 물시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	2007년	2025년	연평균 증가율
세계 물시장	3,620	8,650	4.9
상수	1,720	3,880	4.6
하수	1,530	3,550	4.8
해수담수화	120	440	7.5
공업용수,공업하수	240	570	4.9
재이용수	10	210	18.4

*자료 : Global Water Intelligence(2008), 한국무역협회(2010) 재인용

□ 대체수자원으로써 해수담수화 시장

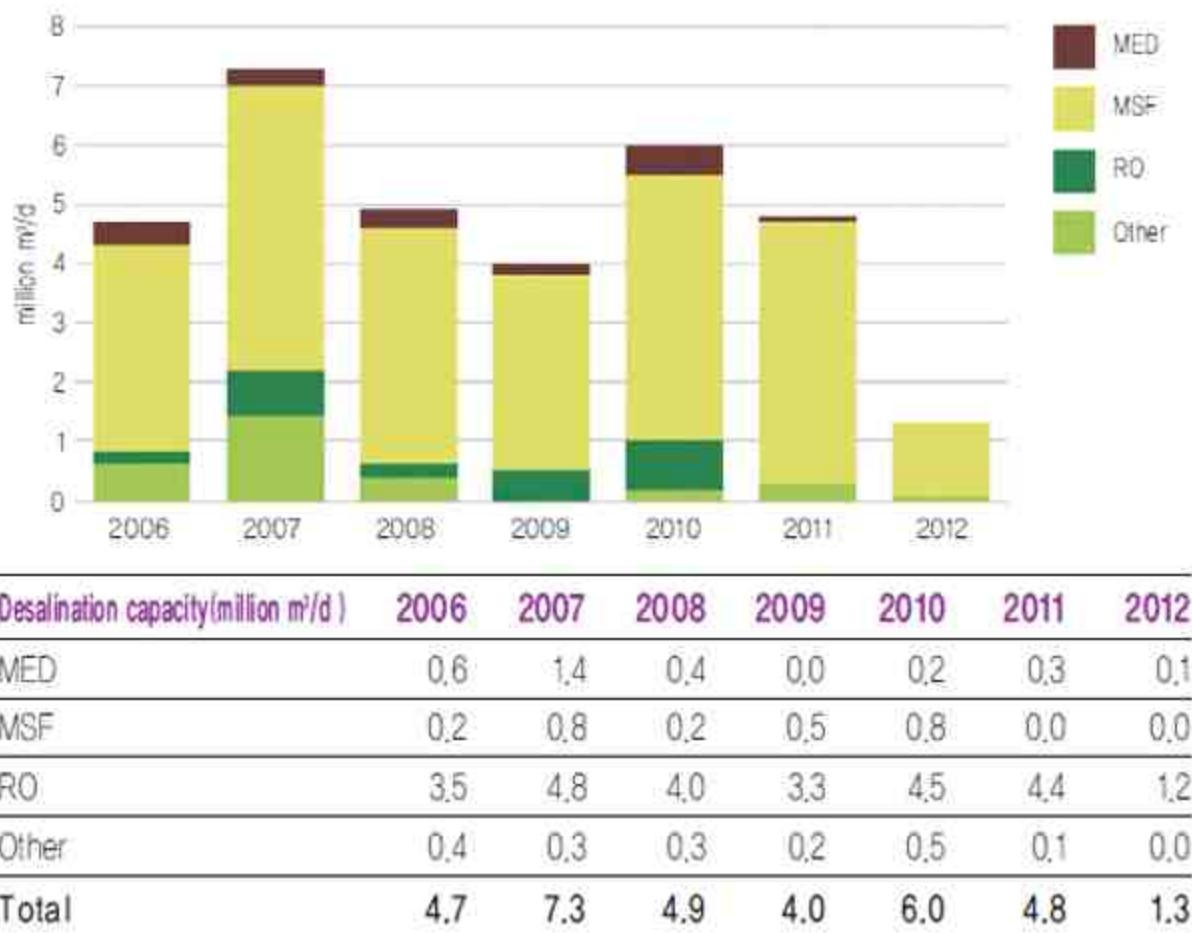
- 담수화 시장은 물 공급 문제를 해결하기 위한 가장 효과적인 수단으로 떠오르고 있으며, 부품·소재 분야와 함께 가장 빠르게 성장하는 분야임
- 2013년 기준으로 세계 담수화 시장 규모는 62억 달러 수준으로, 2018년 152억 달러 시장으로 성장할 전망임. 2013년 62억 달러 중 상수용 32억 달러, 산업용 30억 달러 규모의 시장을 형성하고 있으며, 향후 상수용 시장 비중이 2018년 65%에 달할 것으로 예상되며 지역별로는 미국이 8억9천300만 달러로 최대 시장이며, 사우디아라비아가 8억8천600만 달러, UAE 6억7천100만 달러 규모의 시장을 형성하고 있음

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 1965년 이후 지속적으로 성장하고 있고, 2012년까지 누적기준 설치량은 7천460만m³/일 수준이며 2000년 이후 지구온난화로 인한 기후변화 등으로 물 부족 문제가 심각한 이슈로 떠오르고 있어 담수화시장의 성장이 가속화되고 있음
- 전 세계 담수화 처리량은 7천500만m³/일이며, 담수화를 위해 사용되는 물은 바닷물 59%, 기수(brackish water) 21%, 강물 9%, 하수 6%, 순수 물 5%로 구성됨
- 담수화 방식으로는 역삼투압 방식(RO, Reverse Osmosis), 다단플래쉬 증류법(MSF, Multi Stage Flash), 다중 효용 증류법(MED, Multiple effect distillation) 등의 3가지 방식이 대표적으로, 열을 이용한 증류 방식과 분리막을 이용한 역삼투압 방식으로 구분할 수 있음

□ 역삼투(RO)공정의 선전

- 2006년부터 2012년까지 계약된 담수화 기술 중 RO 방식이 가장 높은 비중을 차지하며, 담수화 방식의 표준으로 자리매김하고 있음
- 하루 처리용량 기준으로 2011년 계약된 담수화 방식 중 역삼투압 방식이 440만m³/일로 전체 480만m³/일 중 92%를 차지했으며 2012년의 경우, 전체 130m³/일 중 120m³/일을 차지, 담수화시장에서 절대적인 비중을 차지하는 것으로 나타남

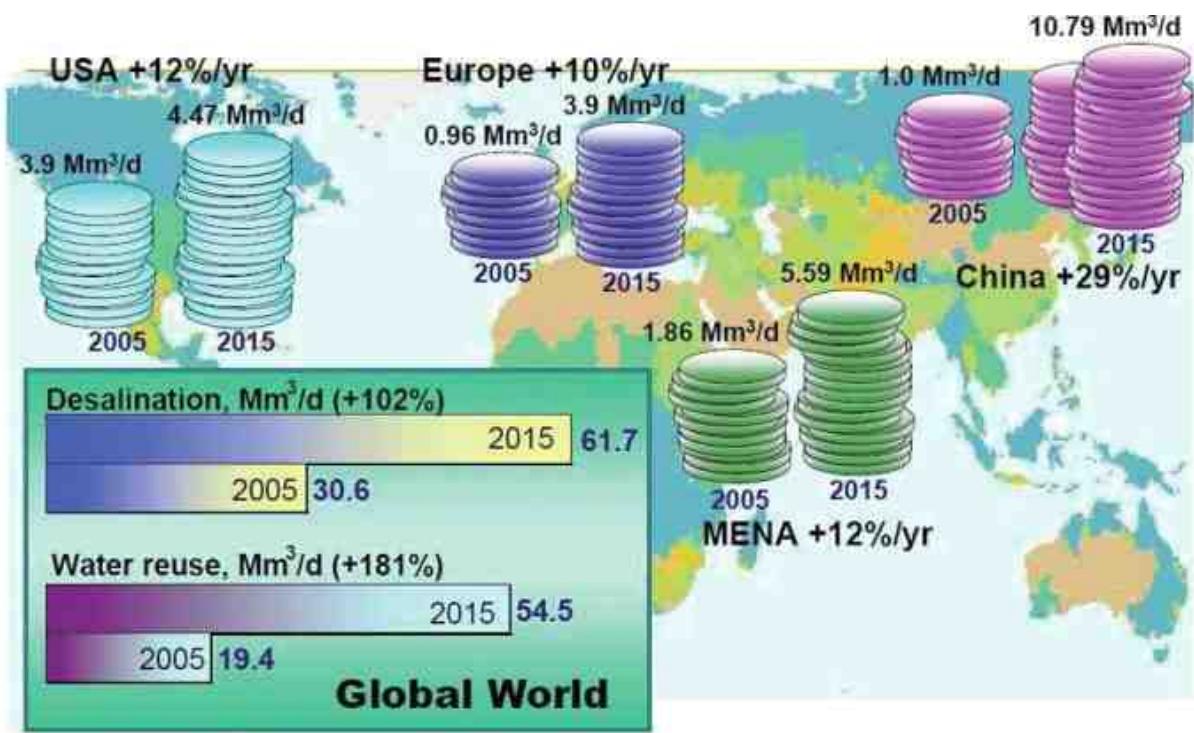


* 자료: Global Water Intelligence

[2006 ~ 2012년 계약된 기술별 담수화 처리량]

□ 물 재이용은 사용처에 따라 여러 가지 공정이 사용되며 청소용수 등 잡용수로 재이용되는 경우에는 모래여과가 많이 사용되고, 인체 접촉 또는 생산 공정의 원수공급에는 MF(Microfiltration, 정밀여과), NF(Nanofiltration, 나노여과), RO(Reverse Osmosis, 역삼투) 등과 같은 막여과를 주로 이용함

- 이에 따라 담수화 공정과 유사한 전처리설비 도입이 요구됨
- 전 세계 재이용수 이용량은 연간 하수처리수의 약 5% 정도인 71억톤(세계 물 수요량의 0.18%) 정도이며, 이용률은 지속적으로 증가하고 있음
- 2010년 GWI의 보고서에 따르면 하수재처리수 시장의 성장률은 급격한 산업화가 진행 중인 중국이 연간 29%로 가장 높고 그 뒤를 이어 미국과 중동/아프리카의 순서임
- 또한 2009년부터 2016년까지 하수재처리수 최대 시장은 미국, 중국, 사우디아라비아, 호주, 스페인 등이 될 것이며, 미국의 하수재처리수 시장 규모는 약 100억\$에 달할 것으로 예측



* 자료: Global Water Intelligence 2010

[세계 재이용수 시장 성장 전망]

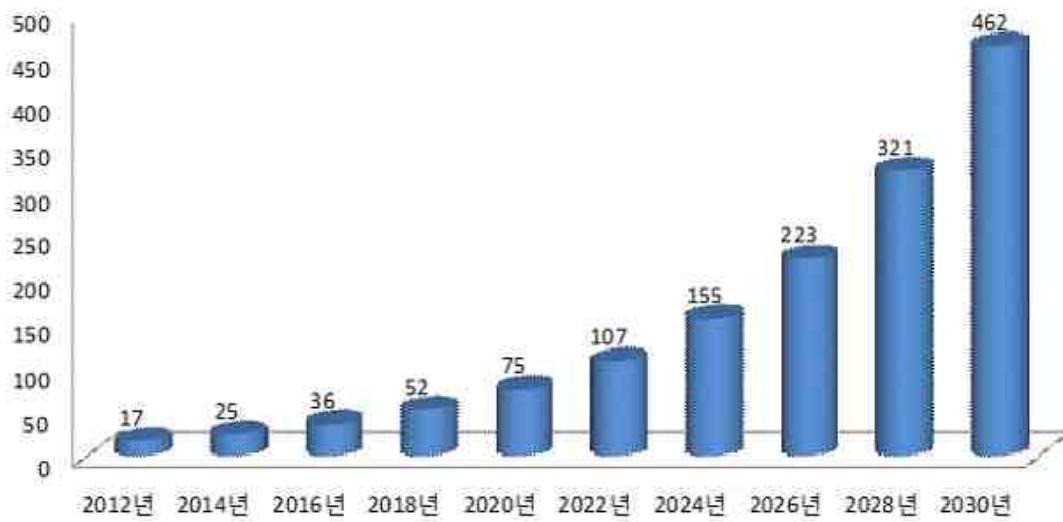
□ 기존에는 전처리 공정은 스크린, 염소처리, 침전, 카트리지 여과 등과 같은 재래식 방법이 사용되었지만 최근에는 처리시설의 소형화와 공정의 간편화로 분리막을 이용한 전처리 공정이 주목받고 있음

- 정밀여과 (MF)와 한외여과 (UF) 설비를 이용한 전처리 공정은 재래식 방법보다 부유물질과 생물 입자를 효과적으로 제거해 RO공정의 분리막 오염을 저감해 막의 투수과도와 수명을 향상하는데 도움을 줌
- NF는 RO보다 수투과도가 높으며 염분도 제거할 수 있어 다른 분리막 공정보다 고압에서 운전되지만 RO설비에서 발생하는 오염을 효과적으로 방지할 수 있음

- 또한 UF분리막을 사용하는 분리막 생물반응기(MBR)도 유기물과 생물입자를 효과적으로 제거해 전처리공정으로 주목받고 있음

- 전 세계 분리막 시장은 매년 20억 달러 이상으로 추산되며, 전체 분리막 시스템의 40% 정도만 분리막 모듈 비용으로 계산되기 때문에 분리막 관련 산업은 50억 달러 이상으로 예측
- 매년 분리막 시장의 성장속도는 12~15%에 달하며, 기체 분리막은 향후 10여 년간 더 높은 성장세를 나타낼 수 있을 것으로 예측
- GWI보고서에 따르면, 세계 분리막 기반 수처리 시장은 2014년 25조 원에서 2022년 107조 원 규모로 성장할 것으로 예상
- 주요 성장 요인으로는 음용수에 대한 수요 증대, 하수의 재이용률 및 분리막 기반의 담수화 시설의 증가, 환경 기준의 강화 등을 들 수 있으며 특히, 향후 급속한 산업화, 인구의 증가, 첨단 기술에 대한 요구에 기반하여 아시아-태평양 지역의 시장이 크게 증가할 것으로 예상
- 세계 분리막 모듈 시장은 미국과 일본 그리고 일부 유럽국가들이 대부분을 차지하고 있으며 중국의 큰 내수시장과 싱가폴 정부 지원을 기반으로 기타 아시아 국가들도 활발히 연구개발에 참여하고 있는 추세임

단위 : 조 원



* 자료 : GWI 보고서, A Market Report Worth Its Salt: Desalination Markets(2010)
[분리막 수처리 세계 시장 규모]

(2) 국내시장

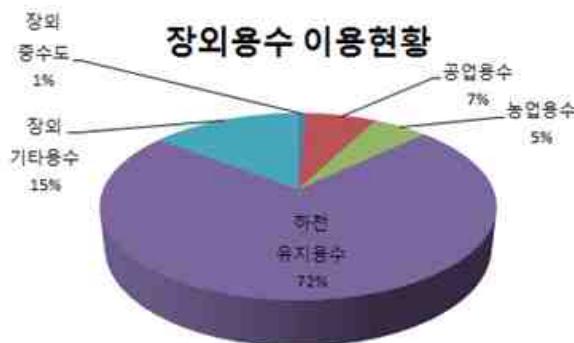
- 국내 물시장은 가격경쟁 위주의 저수익 구조가 고착화되어 있으며, 수자원, 상하수도 인프라 완비 등 시설투자 위축에 따른 물기업 매출액 및 일자리가 감소하는 추세임
 - '13년 34.8조원에서 '15년 31.4조원, 일자리 12.8만명에서 12.4만명으로 감소(물산업통계). 그러나 세계는 인프라 확충 및 개·보수, 대체수자원 등을 겨냥해 스마트 물관리, 재이용 등 기술투자를 본격화하고 있음
 - 물시장은 수자원, 용수(생활, 공업, 농업) 생산·공급, 하·폐수 처리 및 재이용 등 물순환 전과정을 포괄하는 전후방 연관 산업이 광범위해서 고용 유발 및 경제적 파급효과가 큼

[2015년 물산업 통계조사 결과]

구분	주요 분야	일자리('15, 12.4만명)
설계·건설	물산업 인프라 설계·시공, 컨설팅	4.2만명
운영	상하수도 등 시설 운영 및 서비스	3.5만명
제조업	파이프, 펌프, 밸브 등 기자재 생산	4.2만명
기타	정수기, 먹는 샘풀 등	0.5만명

* 출처 : 환경부 (통계진흥원 위탁 수행, 2015)

- 국내 해수담수화 시설은 1980년 후반 공업용수 공급을 위해 중·소규모의 담수화시설 도입 이후 연안·도서지역 생활용수 공급을 목적으로 소규모 시설이 운영되고 있음
 - 석유화학단지 등의 산업 시설에서 공업용수로서 해수담수화 시설을 사용하는 규모는 총 137,420m³/일 규모이며, 대표적 담수화 시설로는 포스코 광양제철소(30,000m³/일), 부산시 기장군(45,000m³/일) 등이 있음
 - 우리나라 해수담수화 플랜트 수출은 지난 30년간 9배 이상 증가하였고, 두산, 웅진, 효성 등이 이미 해외에 진출해 있으며, 신규 사업진출을 위한 인수합병도 활발히 진행 중임
- 국내 하수재이용에 대한 활성화는 2001년 하수도법 개정으로 공공 하수처리 시설에 방류되는 처리수의 재이용계획 및 재이용시설의 설치에 관한 사항이 포함되면서 시작됨
 - 2014년 말 전국 597개 공공하수처리시설(500m³/일 이상) 중 564개 공공하수처리시설에서 처리수를 재이용하고 있으며, 연평균 하수처리량 6,998백만m³/년 중 13.5%인 942백만 톤/년을 재이용하고 있음
 - 전체 하수처리수 재이용수 중 처리장 장외용수의 용도 변화를 살펴보면 하천유지용수가 가장 많이 사용되고 있으며 기타 용수, 농업용수, 공업 용수의 순서



* 자료: 하수도 종합 정보 관리 시스템

[국내 하수처리수의 이용 현황]

- 환경부는 '물 재이용 기본계획(2011~2020)'에서 향후 하수처리수 재이용사업 확대 추진 및 수요처 확보를 통해 하수처리수 사용량 (장외) 연간 1,576백만m³까지 증대할 것을 목표로 제시하고 있으며 물 재이용 산업육성을 위한 정부 지원을 통해 10조 2,700억 원 규모의 국내시장 창출 및 해외진출 기반 확립 계획을 수립하였음
- 정삼투용 분리막 국내 시장 규모는 '16년 642억 원 규모에서 '21년 789억 원 규모로 성장할 것으로 전망

[정삼투용 분리막 국내 시장 규모 및 전망]

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	(단위 : 억 원, %)
							CAGR
국내시장	642	669	697	726	757	789	4.2

* 출처 : GWI 2007, Lux Reserch 2009/ Toray IR Report 2006, WPM 3세부 보고서 2015 참조, 그리고 국내시장이 세계시장의 8%를 점유하는 것으로 추정

(3) 무역현황

- 수처리용 전처리설비는 따로 세분화되지 않고 넓게 수처리 설비로 분리돼 있음
 - 수처리 설비의 수출현황은 '12년 1억 5,745만 달러에서 '16년 2억 8,222만 달러 수준으로 증가하였으며, 수입현황은 '12년 8,423만 달러에서 '16년 1억 달러 수준으로 감소하였음
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 15.7%로 증가하였고, 수입금액은 4.4%로 증가하였으며, 무역수지는 '12년 73,219에서 '16년 182,208으로 상승하였음
 - 무역특화지수는 '12년 0.3에서 '16년 0.48로 상승하였음

[물의 여과용, 청정용 설비 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러)

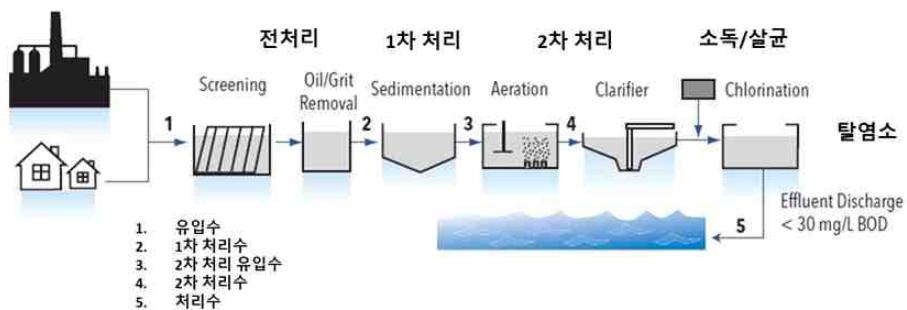
구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR
수출금액	157,455	230,828	264,089	299,613	282,223	15.7
수입금액	84,236	103,577	99,776	134,069	100,015	4.4
무역수지	73,219	127,251	164,313	165,544	182,208	25.6
무역특화지수*	0.30	0.38	0.45	0.38	0.48	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code:842121 (물의 여과용이나 청정용 설비) 활용

다. 기술환경분석

- 기존의 연구개발된 수처리용 전처리기술은 하수로 유입되는 머리카락, 낙엽 등 큰 이물질 제거를 중심으로 이루어져왔음
 - 재래식 전처리 기술은 아래 그림과 같이 하폐수처리 공정 앞단에 위치해 유입수에 존재하는 부유물질 및 콜로이드 물질을 물리적으로 제거하는 방법임
 - 하·폐수처리장에 유입되는 폐수의 경우, 사업장의 방지시설에서 폐수종말처리시설의 기능에 영향을 주는 물질을 제거한 후 종말처리시설로 유입되는 것을 원칙으로 함
 - 그러나 원폐수자체에 생물학적 난분해성물질이 다량 포함되었거나, 사업장 방지시설의 운전불량 및 사고 등에 유해물질이 유출되거는 경우에는 유량조 정조를 통한 수질의 균등화를 도모하거나, 후속공정에 저해를 주는 중금속 등의 유해물질과 강산 및 강알칼리성 유입수를 예비처리하기 위해 화학적 응집 침전조와 중화조를 전처리공정으로 적용하기도 함
 - 약 80%의 BOD가 제거되며 50~60%의 부유물질(suspended solid)가 제거됨
 - 일반적으로 사용되는 방법으로는 스크린, 침전법, 부상법, 여과법, 폭기법, 마이크로 스트레이너 등이 있으며 화학적인 방법으로는 pH조정, 화학응집침전 등이 있음



* 자료: azom.com

[일반적인 하·폐수처리 공정]

- 최근 물 재이용과 해수담수화로 역삼투(RO) 공정이 주목받으며 이와 관련된 전처리 기술개발이 활발히 이루어지고 있는 추세임
 - 일반적인 하폐수처리에 비해 깨끗한 수질의 유입수가 요구되기에 기존의 응집, 침전과 같은 1차 처리 기술도 사용됨
 - 하·폐수처리 플랜트의 전처리 공정과 1차 처리 기술이 RO 공정에서는 재래식(conventional) 전처리 기술로 분류되며 이는 오래전부터 연구개발이 된 탓에 기술개발이 한계점에 도달한 상태임
 - 이에 반해 한외여과는 (UF) 신공정으로 부상하며 일부 RO플랜트에서 최근에 전처리로 사용되고 있으며 분리막 소재 개발 및 공정 최적화 연구가 활발히 진행되고 있음

[역삼투 설비 오염별 전처리 방법]

오염	원인	전처리 방법
생물학적 오염	세균, 미생물, 바이러스, 원생동물	염소처리
입자 오염	모래, 진흙	여과
콜로이드 오염	유기물과 무기물 complex, 콜로이드 입자, 조류	응집+침전
유기물 오염	천연유기물질(NOM): 부식산(humic acid), 풀부산 (fulvic acid), 생체고분자 등	응집+침전+활성탄 응집+한외여과
미네랄 오염	칼슘, 마그네슘, 바륨, 황산염, 탄산염 등	antiscalant 산처리
산화제 오염	Chlorine, ozone, KMnO4	산화제 스캐빈저 투입 Na2S2O5, GAC

* 자료 : Lenntech

- 물 산업 관련 기업은 대형건설사 및 전문기업을 제외하면 주로 10인 미만 소기업으로 구성되어 있어 R&D 수행 역량 및 주체별 네트워크가 부족
- 물 산업에 종사하고 있는 기업체 수는 2015년 기준으로 11,035개로 그 중 건설 및 시공업 분야가 41.8%, 종사자 수는 제조업이 53,329명으로 41.3% 차지

[국가 물산업 R&D 수행 기업]

(단위: 백만원)

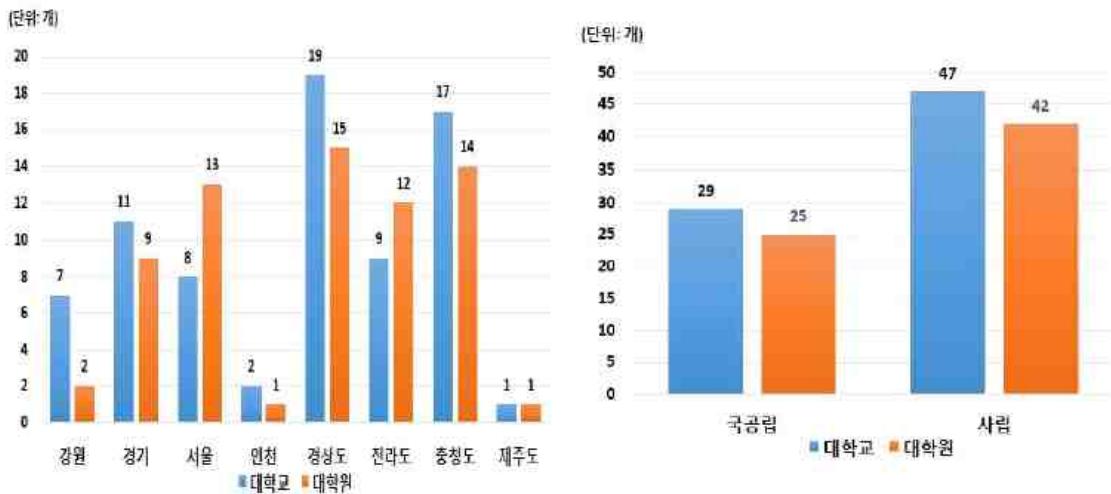
No.	기업명	참여 사업	과제 매출액
1	(주)대우건설	하폐수처리 고도화	324,090
2	삼성엔지니어링(주)	수처리사업단	270,545
3	GS건설(주)	에코스마트 상수도 시스템 개발 사업단	207,269
4	(주)한화건설	하폐수 고도처리 기술개발 사업단	90,371
5	(주)포스코건설	하폐수 고도처리 기술개발 사업단	78,453
6	(주)케이엠에스	하폐수처리 고도화	48,180
7	(주)티에스케이워터	하폐수 고도처리 기술개발 사업단	44.154
8	코오롱워터앤에너지(주)	하폐수 고도처리 기술개발 사업단	33.197
9	코오롱글로벌(주)	하폐수 고도처리 기술개발 사업단	32.667
10	(주)환경비전이십일, (주)케이엔티, (주)부강테크	하폐수처리 고도화	18.915

*출처: NTIS

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 국내 대학교·대학원들을 대상으로 환경공학과 보유 현황을 조사한 결과 총 76개 대학과 67개의 대학원이 있음. 그리고 한밭대 등 일부 대학을 제외하고는 물관련 전문학위 과정이 없으며 주로 환경, 토목 관련 학과에서 물산업 관련 인력을 배출
 - 2015년 수자원공사는 한밭대와 통합물관리학과를 개설하기 위한 협약을 체결, 2016년부터 30여명을 선발하여 업무와 학업을 병행하는 커리큘럼을 제공

[환경공학 대학 및 대학원 설치현황]



*출처: 교육부, 대학정보공시센터

3. 기업 분석

가. 주요 기업 비교

- 재래식 전처리설비는 비교적 낮은 기술적 진입장벽을 가지고 있어 중소기업도 쉽게 접근할 수 있다는 장점이 있지만 이미 기술적으로 포화상태이며 지역 기업에 대한 의존도가 높아 수출의 여지가 낮을 것으로 전망
 - 따라서 높은 성장 가능성을 보이는 물 재이용과 해수담수화 RO공정 전처리를 위한 기존 재래식 전처리설비의 최적화 연구가 적절할 것으로 보임
- 기존의 흡착, 다층여과, 소독기술 등을 RO공정과 연계해 운전 조건 최적화를 달성하는 것이 효과적일 것으로 예상
 - 흡착 또는 여과제의 소재 개발이나 오존, 플라즈마와 같은 고도산화기술의 적용도 가능 할 것으로 전망
- 대기업의 RO 분리막 및 공정에 대한 투자와 수출이 활발히 이루어지고 있기 때문에 이와 연계할 수 있는 RO 전처리설비 개발이 수출과 파급력을 높이는 데 도움이 될 것으로 예측
 - 하지만 전처리설비를 도입함에 있어 가장 우려스러운 점은 RO 시스템을 제공하는 대기업 업체에서 전처리설비도 통합해 제공하는 경우가 많아 중소기업이 참여할 여지가 적다는 것임
 - 따라서 공정의 유입수 기준 및 전처리설비의 표준화를 수행하고 중소기업 간의 경쟁 환경을 형성해 대기업의 RO공정 유입수의 전처리에 적용할 수 있을 만한 경제성과 효율을 끌어올릴 수 있는 여건을 만드는 전략이 필요
- 최근에는 분리막을 이용한 전처리기술이 각광받고 있으며 처리된 유입수의 수질도 재래식보다 높으며 일반 수처리에도 적용할 수 있어 파급력이 높을 것으로 예상
 - RO 또는 NF보다 상대적으로 낮은 기술력을 요구하는 MF/UF 분리막은 대기업보다 중소기업에서 제조하고 있기 때문에 앞으로도 중소기업의 참여가 활발히 이루어 질 수 있을 것으로 전망
 - 전처리용 MF/UF 분리막 시스템 개발은 소재 개발과 공정 최적화로 나뉠 수 있음
- NF 또는 MBR과 같은 분리막 사용 공정도 RO 전처리로 고려되고 있기 때문에 연구개발 가치가 있음
 - NF 분리막은 작은 기공 크기로 인해 유기물에 의한 흡착 오염이 UF분리막 보다 더 발생하지만 기공의 견고함과, 선택적 이온 및 TD제거로 UF보다 나은 전처리 방법으로써의 가능성이 고려되고 있음

[수처리용 전처리설비 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역
흡착	흡착제(소재), 소형 모듈, 흡착탑, 공정 및 시스템	삼성엔지니어링, 포스코건설, GS건설, LS산전	한일그린텍, (주)유림, 해영케미컬 산업, (주)백석화학, 그린엔텍, 원텍글로비스, 태성종합기술	폐수처리, 정수처리에 사용되는 활성탄 소재 제조, 재생장치 또는 설비
산화	고도산화처리, 공정 및 시스템	삼성엔지니어링, 포스코건설, GS건설, LS산전 두산엔퓨어	에코셋, (주)베크, (주)덕영엔지니어링, (주)시온텍	오페수 처리 설비, 폐수처리 AOP 공법의 산화제, 탈색 표백제, 자외선 소독 · 산화를 통한 정수 장치 및 설비
여과	스크린, 다층여과 공정 및 시스템	코오롱	수엔비텍(주), 엑시마 코리아, 하나 E&C,(주)에싸, (주)대승엔지니어링	드럼 스크린, 계단식 스크린
분리막	MF/UF/NF (소재), 공정 및 시스템	두산중공업, 코오롱인더스트리, 도레이케미컬, LS산전, 효성, LG화학, 롯데케미칼	(주)부강테크, 에스알앤디, 하이엔텍, (주)일신종합환경, 그린엔텍, 코레드, 에치투엘	소재(분리막) 제조 또는 하폐수, 염색폐수 처리, 침출수 처리 등 폐수처리 설비

□ 국내 중소기업 사례

- (주)화인은 고무관련 신소재 사업분야의 벤처기업으로 고속 원심분리기를 개발하여 환경 폐수처리, 정밀화학식품, 제약 분야의 탈수 및 슬러리 처리 공정등에 사용하고 있으며 선진 수처리 공법 도입하고 하수(고도)처리 시설의 설계-시공-시운전-운영에 대한 전반적인 시스템 자체 설계하고 있으며, 주로 폐수·하수·순수 처리 및 음용수 설비, MBP공법 ,R/O공정 등의 사업을 진행. 2015년에는 World Class 300 기업 선정됨
- (주)에싸는 환경기초 조사에서 설계-시공-관리-안전진단전문기관 등 종합적인 서비스를 제공하며, 2011 미생물을 이용한 생물학적 고도처리기술 공법 개발로 국내 수처리 업계 최초로 녹색기술인증을 받음. 경상북도 물산업 선도기업으로 지정되었으며 하수 및 오·폐수 처리장에 적용되는 협잡물 제거용 무빙스크린 제진기인 3-WAY SCREEN 개발로 국제특허 50개국 출원 및 기술 혁신상 수상
- 수엔비텍(주)는 30여 년 간 전국 관공서 상수도 및 하수, 폐수처리장에 수처리 기계 납품, 복합 악취 및 VOCs 성분 제거가 가능한 탈취기를 개발. 또한, 협잡물 처리기 개발, 2014 기업부설연구소 인증 및 환경부장관상 최우수상 수상

- 엔텍스(주)는 수질 및 대기분야 등 환경오염방지시설 전문업체로 현재는 폐기물의 감량화 및 에너지화 플랜트 분야까지 사업영역을 확장하고 있음. 또한, SK케미칼과 공동으로 개발한 유기성폐기물의 감량화 및 에너지화 기술은 환경신기술 인증(제465호)을 획득하는 등 관련분야 최고 수준의 기술력을 보유하고 있음. 특히 하수처리장에서 발생하는 슬러지의 경우 엔텍스(주)의 기술 적용으로 기존 공정대비 최대 50% 감량화가 가능⁴¹⁾
- 삼건세기(주)는 국내 최초 은 이온 살균기 국산화 성공하였으며 청수 공급 모듈 유닛을 개발함. 2016 세계일류상품 선정되고 2017 글로벌 IP 스타기업 지정 확인를 획득함
- (주)한미엔텍은 하폐수, 슬러지 건조, 상하수도 기술 진단업 등 분야의 연구 개발을 진행하고 있으며, 수질 HBR 기술 및 슬러지 안정화 처리방법 보유로 하수, 폐수의 악취제거를 통한 안정적 수처리 가능
- 정우이엔티(주)는 수질TMS전문기업으로 물의 재이용, 수처리 공정, 수질계측장치 등의 사업 분야에 참여하고 있으며, 최근 독일 Microdyn-Nadir사와 제휴하여 최신 MBR 수처리 기술, MBR 물의 재이용기술, Esco형 MBR 공정기술에 적합한 녹색성장형 UF 하이브리드 역세평막 MBR을 독점 공급하고 있음. 중수도시설 재이용 설계 및 시공, 고도처리 공법 등의 연구 개발을 진행하고 있으며, 2016년 경기도 유망환경기업 지정됨

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

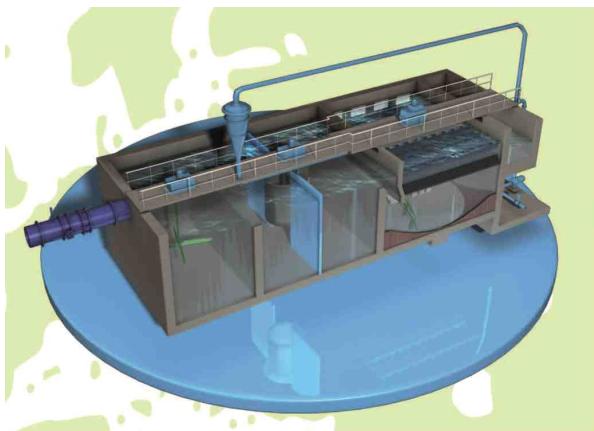
국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
(주)화인	46,660	36,035	-14.8	-3.8	-4.4	2.3
(주)에싸	3,856	13,089	-10.3	1.7	1.6	2.8
수엔비텍(주)	3,386	4,324	82.4	8.0	8.6	5.0
엔텍스(주)	3,345	3,642	0.1	6.3	5.3	0.9
삼건세기(주)	57,021	30,393	-19.8	5.6	1.0	2.1
(주)한미엔텍	10,527	24,800	3.5	5.0	4.3	1.8
정우이엔티(주)	4,006	1,575	-72.8	-16.9	-20.2	51.1
(주)테크원	64,014	83,975	31.6	6.1	4.8	2.6

41) 출처 : AVING GLOBAL NETWORK, <엔텍스주식회사, 열적가용화전처리기술 적용된 유기성폐기물 자원화 및 에너지화 플랜트 선보일 예정>(2016.8.25.)

나. 주요 기업 기술개발 동향

(1) 해외업체동향

- 해외업체는 오랜 기간동안 쌓아온 기술역량과 적극적인 M&A를 통해 성장하였으며, 관련 분야의 토탈솔루션 제공 및 현지 밀착경영 추진함
 - Siemens(독일)는 제조, 건설시공, 운영 및 관리를 포함한 전 사업 단계의 가치사슬(Value-chain)에서 토탈 솔루션을 제공을 추구하고 있으며, 북미 및 유럽의 제조 및 운영기업들을 인수하여 현지 시장 진출
- 베올리아 워터(veolia water)
 - 스크린, UF분리막, 여과제 등 유입수 및 수처리 공정에 따른 맞춤 전처리 설비 및 서비스를 제공하며 유럽 뿐만아니라 중동, 아프리카, 아시아 지역에서도 활발히 사업을 전개하고 있으며, 특히 담수화 설비 및 폐수처리 영역에서 강세를 보이고 있음
 - Actiflo와 Hydrotech discfilter, UFLEXTM, FILTRAFLOTM 등 응집, 미세 스크린, 분리막 여과 등 다양한 전처리설비를 생산하고 있음



* 자료: Veolia

[Veolia의 전처리 설비: Actiflo (좌) FILTRAFLOTM (우)]

- Xylem
 - ITT Corporation에서 분사 한 Xylem은 운송, 처리, 탈수 및 분석 분야의 성장에 중점을 둔 국제 수처리 회사이며 농업, 식음료 및 주거와 같은 산업에 100 년 넘게 종사하고 있음
 - Leopold Clari-DAF system은 급속 침전 및 여과공정 유입수의 전처리에 사용되며 강 또는 저수지에서 발견되는 저밀도 입자 제거에 효과적임
- SUEZ Water
 - 2017년 GE Water를 인수해 하폐수처리 및 해수담수화 시장에 활발히 사업을 확장하고 있음

- 단일 공정이 아닌 전처리와 본 공정을 포함하는 패키지 식의 설비를 제공함: UF 분리막 전처리공정과 해수담수화 RO 공정을 종합한 패키지 설비 SeaPAK, GE의 ZeeWeed UF 분리막을 이용한 전처리용 분리막 모듈 등
- 이에 추가로 다층여과, HyperSperse 스캐일방지제 등 유입수 성상과 수처리 공정에 따른 다양한 제품군을 생산

□ CalgonCarbon

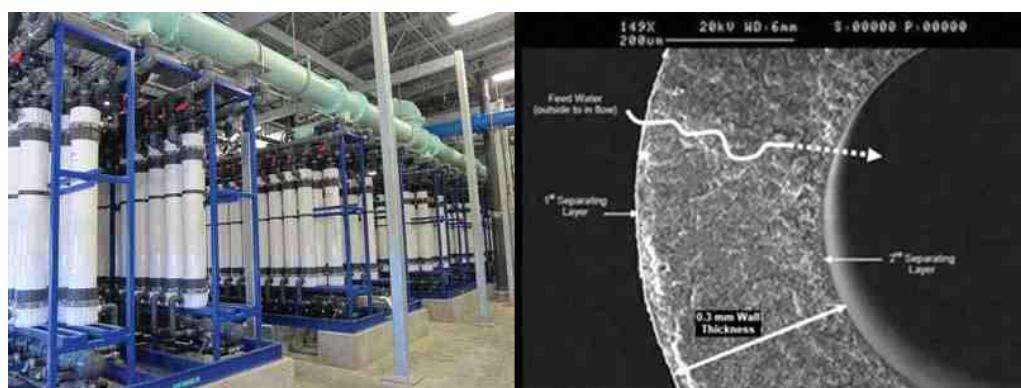
- 액상 및 기상 응용 분야에서 활성탄 및 재 활성화 관련해 약 75 년의 경력을 보유하고 있으며 자외선 소독 및 산화, 이온 교환 기술 및 밸러스트 수 처리 서비스와 음용수 및 폐수 정화 시스템을 제공함
- 입상 및 분말 활성탄을 식수, 식음료 및 의약품을 포함한 여러 산업 분야에서 흡착제로 사용하며 전처리를 위한 여과제설비 제작에도 사용

□ Aquatech

- 담수화, 물 재사용 / 재사용 및 전세계 산업의 구색에 대한 zero liquid discharge에 중점을 둔 정수 처리 기술이 특징이며 관련분야에서 35년의 경력을 가지고 있음. 예비 부품 공급, 기술 감사 및 수처리 설비 임대 사업이 활발함
- 다층여과, 응집 및 침전과 같은 재래식 전처리 설비와 UF분리막 전처리 설비가 결합된 LoWattTM 해수담수화 공정 등을 제공함

□ Dow Water& Process Solutions

- Dow는 오랜 기간 수행해온 R&D로 화학, 생화학, 플라스틱 등 다양한 분야에서 이론연구 및 소재개발을 수행해오고 있으며 수처리 그룹은 수질 정화를 위한 이온 교환 및 멤브레인 분야의 세계적인 선두 업체임
- FILMTEC 분리막 라인 또는 이온교환 수지를 이용한 RO 전처리 설비를 제공함, SiO₂, SDI, 철, 유기물 등의 처리에 효과적임



* 자료: DOW

[Dow의 역삼투 전처리 설비: FILMTEC UF 분리막 모듈 (좌) 분리막 단면 SEM 이미지 (우)]

Toray

- Toray는 물 및 폐수 처리 기술, 멤브레인 및 보완 수처리 제품에 대한 통합 된 기술과 전문 지식을 제공하며 주 제품으로는 역삼투 (RO) 멤브레인, 나노여과 (NF) 멤브레인, 한외여과 (UF) 멤브레인, 정밀여과 (MF) 멤브레인으로 분리막을 포함한 고성능 수처리 멤브레인의 전체 스펙트럼에 걸쳐 전문 기술을 보유한 회사임
- PVDF 소재의 TORAYFIL UF/MF 분리막을 이용한 RO 전처리 설비를 제공함

Kubota

- Kubota는 수처리 설비 부품, 플랜트 시공, 운영까지 소재부터 토목까지 넓은 수처리 사업 영역을 보유하고 있음
- 특히 MBR시장에서 강세를 보이며 FILCERA 세라믹 분리막을 이용한 RO 전처리설비도 제공함

(2) 국내업체동향

□ LG

- 2014년 미국 필터업체인 NanoH2O를 인수해 본격적으로 분리막 개발에 착수 했으며 청주 공장 가동 직후 이집트, 이스라엘, 스페인, 몰타, 멕시코 등 5개국 8개 해수담수화 플랜트에 RO 분리막을 공급하는 수출계약을 따내며 성장해 나가고 있음
- 자사의 공업용수 생산에 사용하는 RO 공정의 유입수 처리에 PVDF소재 중공사 UF분리막을 사용하는 등 분리막을 이용한 전처리 공정 개발에도 투자하고 있음

□ 두산중공업

- 두산중공업은 수처리 솔루션 부문을 선도하는 대표적인 기업으로, 다단증발법(MSF, Multi-Stage Flash), 다중효용증발법(MED, Multi-Effect Distillation) 및 역삼투압법(RO, Reverse Osmosis)과 같은 검증된 해수담수화 기술로 2014년 해수담수화 분야 세계 점유율 1위를 달성함
- 특히 RO용 전처리 기술 개발에도 투자를 꾸준히 해 전처리 기술 및 공정 최적화 연구가 활발히 진행 중임

□ 휴비스워터

- IN-OUT 방식의 중공사막을 개발해 막 제조 설비를 구축하고, 수처리 설비에 최적인 중공사막과 대형 모듈을 생산해 국내외 해수담수화 설비, 폐수재이용 설비, 순수생산 설비에 공급하고 있음
- 개발된 중공사막은 RO유입수 내의 입자, 세균 등을 제거해 모든 순수처리 시스템의 전처리로 사용되며, 해수담수용 전처리, 재이용수 전처리, 정수장 후처리용으로 적용되고 있음
- 이밖에, 정삼투(FO), DAF(Dissolved Air Flotation), 고도산화처리 등 일반적인 기술과는 차별성을 가지는 전처리 기술개발에 투자하고 있음

□ 효성

- 자회사인 효성굿스프링스를 통해 수처리에 필요한 펌프와 담수화 엔지니어링 기술을 활용한 사업을 벌이고 있음
- 특히 아시아 최대 규모의 125,400m³/일 담수화 플랜트를 운용하고 있으며 MF/UF를 이용한 담수화 플랜트 유입수의 전처리설비를 제공하고 있음

□ 코리아 인바이텍

- 자동 세척방식의 스크린, strainer를 제작하며 유입수의 입자 크기 및 유량에 따른 다양한 제품을 제공함

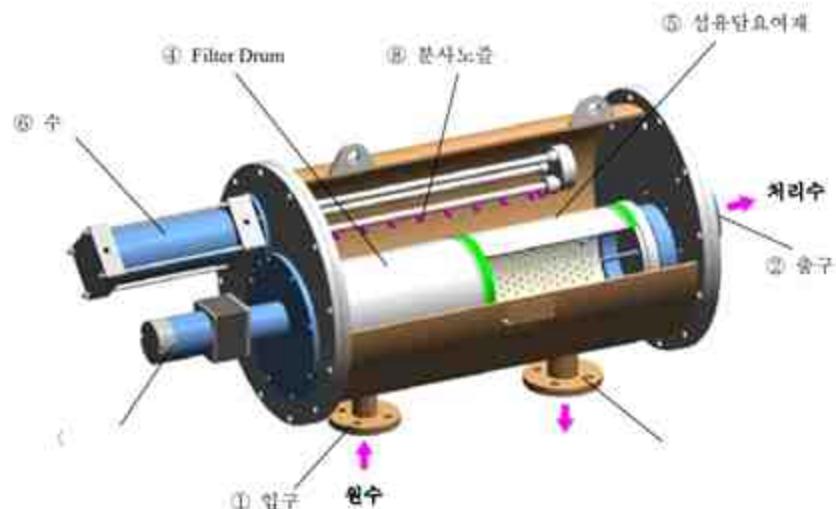


* 자료: 코리아 인바이텍

[전처리 설비: auto strainer (좌) multi screen (우)]

앤티 필터

- 정밀여과(Micro Filtration) 전문 업체로서 액체용 Filtomat 자동 세정식 Filter, 카트리지 필터, Filter Management System 을 공급하며 산업분야의 정수, 공정용액, 냉각용수에 사용되는 Filter부터 양어장, 수영장, Green House 등에 사용하는 다양한 종류의 정밀여과용 Filter 를 제조
- 드럼 스크린을 이용한 Natec Filter를 정수 및 막분리 전처리로 사용



* 자료: 앤티 필터

[앤티 필터의 Natec Filter 장치]

□ 프라인텍 인터내쇼날

- 냉각수계나 보일러수계 또는 각종 공정에 필요로 하는 수처리 설비, 순수설비, 재활용 설비 그리고 약품주입 설비 등의 시스템 제조
- 경수 연화장치, 활성탄 여과장치, MF/UF 분리막 등 물 재이용 또는 담수화용 RO 공정 전처리설비를 제작함

□ CJK얼라이언스

- UF공정 또는 RO를 이용한 해수담수화, 연수 시스템의 전처리용 필터 AZUD HELIX DISC FILTER SYSTEM을 제작
- 스크린, 다층여과 기능이 있으며 필터 공극 크기에 따라 다양한 모델 존재

□ 우리나라의 해수담수화 기술은 다른 물산업 분야에 비해 경쟁력을 보유하고 있으며 이에 수반되는 전처리 기술도 충분한 성장 가능성이 있을 것으로 예측

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- 해수淡化와 관련 전처리설비의 경쟁 구도는 글로벌 복합기업인 Suez 및 Siemens와 일본 기업들이 시장을 양분하고 있는 형태임

[해수淡化와 전처리 설비 관련 주요 기업의 부문별 순위]

분야	제품	순위			
		1위	2위	3위	4위
엔지니어링	해수淡化 플랜트·장치	Sidem	Besesa	Hyflux	두산
고도산화처리	오존발생장치	Ozonia	Xylem/ Wedeco	Metawater	Mitsubishi Denki
분리막	MF막/UF막	General Electric (現 Suez)	Siemens	Asahi Kasei/Pall	Mitsubishi Rayon
	RO막/NF막	Dow Chemical	Nitto Denko/ Hydranautics	Toray	웅진케미컬 (現 Toray)

*자료: 일본종합연구소(2014) 자료 발췌

- 글로벌 기업인 Suez의 경우 2017년 GE를 인수하며 기존 GE의 수처리 사업을 흡수해 세계 경쟁력을 강화하였음
- GE는 다른 기업들 보다 상대적으로 후발주자였음에도 불구하고 2000년 이후 적극적인 M&A를 통해 물산업 제조부문에서 경쟁력을 구축하였음
 - 1999년 캐나다 공업용수 업체인 Glegg의 인수를 시작으로 2002년 수처리 약품업체인 BetzDearborn, 2003년 NF/RO막 제조업체인 Osmonics를 인수하여 Water & Process Technologies를 설립
 - 2005년 해수淡化 장치기업인 Ionics에 이어 2006년 UF막 및 MBR 사업체인 Zenon 등을 차례로 매입하며 물 관련 사업에 필요한 기술역량을 단기간에 확보
- 독일 업체인 Siemens도 2004년 Veolia로부터 분리막 제조업체인 US Filter사를 매입하여 MF막 및 UF막, MBR 등 물산업 제조부문의 수직계열화를 구축
- 2008년 수처리 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 및 O&M(Operation & Management) 업체인 싱가포르의 Chemitreat를 인수
- 일본의 경우는 Asahi Kasei 및 Nitto Denko를 비롯하여 Toray, Mitsubishi Rayon, Metawater 등의 자국 기업이 물산업 분야로의 다각화와 고유의 기술개발을 통해 수처리막 분야 및 특수산업 용도의 초순수제조, 펌프 등의 분야에 있어 경쟁력을 유지

- 글로벌 복합기업들과 일본 기업들은 제조부문의 경쟁력을 바탕으로 보다 규모가 크고 수익성이 높은 부문인 O&M(Operation & Management)부문으로 사업영역을 넓히려는 노력을 기울이면서 물산업의 경쟁구도가 변화
- 글로벌 복합기업들은 엔지니어링 회사의 매수를 통해 플랜트건설 부문까지 진출할 뿐 아니라 동시에 시설의 O&M 부문까지 사업 확대
 - Siemens는 2008년 수처리 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 및 O&M 업체인 싱가포르의 Chemitreat을 인수
 - 과거 GE의 경우 2010년 ConocoPhillips와 공동으로 인도네시아 카타르에 Global Water Sustainability Center를 설립하여 수처리기술 및 솔루션 개발을 진행
- 일본 기업들은 지자체 및 상사와의 협력을 통한 해외진출 모색
 - 과거 부품, 소재, 기기제조분야 및 설계, 설치, 시공분야에 경쟁력 있는 다수의 민간기업이 참여하였으나 O&M 분야는 지자체 및 상사가 담당하는 이분적 구조로 인해 물산업의 통합형 패키지 수출에 어려움을 겪음
 - 일본계 상사가 해외 수도사업 운영에 참여하려는 시도가 활발해지고 있으며 지자체도 국제협력을 통해 자국의 엔지니어링 기업을 사업운영에 참여시키려는 노력을 기울임
- 국내 민간 기업들도 자회사의 활용과 국내외 기업과의 컨소시엄 및 M&A를 통해 물산업 밸류체인 전반에 걸친 사업 확대를 위한 노력을 기울이고 있음
 - SK케미칼은 2010년 하폐수 위탁운영 업체인 태영엔텍의 지분 25%를 확보해 물산업에 진출
 - GS건설은 해외시장 공략을 위해 2012년 스페인의 해수淡化 업체인 Inima를 인수
 - 삼성엔지니어링 및 LG전자, 코오롱, 웅진그룹 등은 자회사의 활용을 통한 사업확대 및 통합솔루션 구축에 적극적으로 나서고 있음
- 국내 상하수도 사업은 지자체와 공기업 중심으로 운영되어 있으며, 해외 상하수도 인프라 운영 경험이 있는 기업 인수합병을 통하여 해외 시장을 공략하는 추세

나. 특허동향 분석

(1) 특허동향 분석

◎ 수처리 공정 전처리 설비 분야

주요 기술

- 수처리 공정 전처리 설비 기술은 물리적 전처리에서 침전, 여과 및 흡착 기술로 구분됨. 또한 화학적 전처리에서 응집 기술, 생물학적 요소 제거 기술로 구분됨

분류	요소기술	설명
물리적 전처리	침전	수처리 공정 전처리 설비에 있어서 침전을 통한 오염물질 전처리
	여과 및 흡착	수처리 공정 전처리 설비에 있어서 여과 및 흡착을 통한 오염물질 전처리
화학적 전처리	응집	광경화성 3D 프린팅용 금속 및 세라믹 소재
	생물학적 요소 제거	수처리 공정 전처리 설비에 있어서 UF, MF막을 이용한 생물학적 오염 물질 전처리

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 수처리 공정 전처리 설비 기술의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
물리적 전처리	침전	14	23	10	2	49
	여과 및 흡착	11	27	13	6	57
화학적 전처리	응집	15	12	15	5	47
	생물학적 요소 제거	3	8	7	3	21
합계		43	70	45	16	174

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 미국이 가장 활발한 연구개발을 하고 있으며, 그 다음으로는 일본, 한국, 유럽 순으로 나타남
- 세부적으로 물리적 전처리 기술 분야는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨
- 화학적 전처리 기술 분야는 일본이 가장 많은 비중을 차지하고 있었으며, 유럽이 적은 출원량을 보유하고 있는 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

분류	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
물리적 전처리	침전	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kurita Water ▪ Toray ▪ 한국화학연구원 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중소기업 중심 ▪ 한일월드, 에코데이, 주식회사 화인프로텍 등
	여과 및 흡착	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toray ▪ Kurita Water ▪ Japan Organo ▪ 코웨이엔텍 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국건설기술연구원, 성균관대학교
화학적 전처리	응집	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kurita Water ▪ 한일월드 ▪ TOSHIBA ▪ 대우건설 ▪ 서울특별시 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 구분 다양함 ▪ 한일월드, 대우건설, 서울특별시, 한국수자원공사
	생물학적 요소 제거	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Japan Organo ▪ Kurita Water 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국과학기술연구원, 한국건설기술연구원

□ 물리적 전처리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 침전 기술 분야는 Kurita Water가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Toray, 한국화학연구원 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 여과 및 흡착 기술 분야는 Toray가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 Kurita Water, Japan Organo 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨

□ 화학적 전처리 기술 분야 주요 출원인 동향

- 응집 기술 분야는 Kurita Water가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 그 다음으로는 한일월드(주) 등이 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 조사됨
- 생물학적 요소 제거 기술 분야는 Japan Organo가 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨

◎ 수처리 공정 전처리 설비 기술 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 수처리 공정 전처리 설비 기술 분의 주요 경쟁기술은 여과 및 흡착 기술이고, 공백기술은 생물학적 요소 제거 기술인 것으로 나타남
 - 수처리 공정 전처리 설비 기술 분야에서 물리적 전처리 기술 중 여과 및 흡착 기술은 가장 경쟁이 치열할 분야이고, 화학적 전처리 중 생물학적 요소 제거 기술은 아직까지 출원이 활발하지 않은 공백기술 분야로 나타남

분류	요소기술	기술 집중도
물리적 전처리	침전	●
	여과 및 흡착	●
화학적 전처리	응집	●
	생물학적 요소 제거	○

※ ●: 50건 이상, ◉: 30~49건, ○: 20~29건, ◇: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
물리적 전처리	침전	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유용미생물 발효 및 증폭 기술 ▪ 수두차 이용 막여과 기술
	여과 및 흡착	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가압식 막여과 정수처리 기술 ▪ 유수통공 형성 여과 카트리지 기술
화학적 전처리	응집	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공기 부상형 전처리 기술 ▪ 가압부상조와 분리막 일체화 기술
	생물학적 요소 제거	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 양식 어장용 기술 ▪ 분리막 기술

- 국내 특허동향을 살펴보면 대기업은 응집 기술 분야를, 중소기업은 침전 기술을, 공공연구기관은 여과 및 흡착, 생물학적 요소 제거 기술기술을 집중적으로 연구개발하고 있는 것으로 나타남
 - 물리적 전처리 기술 분야에서는 유용미생물 발효 및 증폭 기술, 수두차 이용 막여과 기술, 가압식 막여과 정수처리 기술, 유수통공 형성 여과 카트리지 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음
 - 화학적 전처리 기술 분야에서는 공기 부상형 전처리 기술, 가압부상조와 분리막 일체화 기술, 양식 어장에 이용되는 기술, 분리막 기술 등에 연구개발이 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 수처리 공정 전처리 설비 기술 분야의 공백기술 분야는 생물학적 요소 제거 기술이고, 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 분야는 물리적 전처리 기술에서 침전 기술, 화학적 전처리 기술에서 응집 기술로 나타남
 - 침전 기술 분야는 중소기업 중심의 특허 출원이 집중되고 있는 분야임
 - 응집 기술 분야는 대기업, 중소기업, 공공연구기관 등 다양한 특성의 출원인이 특허 출원을 보이고 있는 분야임
 - 생물학적 요소 제거 기술 분야에서 양식 어장용 기술, 분리막 기술은 공공연구기관의 참여가 높은 분야이며, 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 공백기술 분야로 공공연구기관의 기술을 이전받거나, 공동 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
 - 특히 생물학적 요소 제거 기술은 한국화학연구원, 성균관대학교 등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

- 한국과학기술연구원, 한국건설기술연구원, 화학연구원 등 다양한 국공립 연구소 및 정부출연연구원에서 물산업 R&D 수행

[물 관련 연구기관 현황]

기관명	조직	주요 연구분야
한국과학기술연구원	물자원순환연구단	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 저소비회수가 가능한 환경기술 개발 • 수자원 관리 • 지속 가능한 물순환을 위한 환경 공정기술 개발 • 나노물질을 활용한 환경 기술 개발 및 환경위해성 평가
한국건설기술연구원	환경·플랜트 연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 물공급시설 건설기술개발 • 다목적 소규모 정수처리 패키지 개발 • 하수관거 악취 저감기술 개발 및 정책수립 • 플랜트 표준모듈 프레임 및 기능모듈 집적 기술
한국화학연구원	분리막 연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 상·하폐수 처리용(MF/UF) 고분자 및 세라믹 분리막 기술 개발 • 해수담수화용(RO, MD, FO, PRO, RED) 분리막 기술 개발
한국생산기술연구원	-	<ul style="list-style-type: none"> • 난분해성 수처리 및 재이용
고등기술연구원	플랜트 엔지니어링 본부	<ul style="list-style-type: none"> • 폐수의 재이용 및 유용자원 회수
한국계면공학연구소	물환경연구소	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 워터 그리드

- 2018년 준공 예정인 국가 물산업 클러스터를 중심으로 인천의 환경산업실증화단지, 강진의 환경산업종합기술지원센터 등 전국적인 R&D인프라 환경을 구축할 계획
- 국가 물산업 클러스터 조성사업은 물산업을 대한민국의 신성장 동력으로 육성하기 위해 정부 합동으로 발표한 '스마트 물산업 육성전략('16.11.14.)'을 시행할 핵심 인프라 사업으로 '물산업 진흥시설'(물융합연구동, 워터캠퍼스, 글로벌 BIZ센터)과 '실증화 시설'(Test Bed) 등 다양한 연구개발 및 지원시설 등이 도입 예정
 - 환경부는 '국가 물산업 허브조성 및 수출국가로 도약'을 목표로 대구에 물산업 클러스터를 조성하기 위해 총 사업비 2,315억원을 투자('16년도 986억). 대구 물산업 클러스터는 싱가포르 Water Hub 모델을 적용한 테스트베드와 물산업 집적클러스터형으로 조성될 계획이며 2018년 2월 1차 준공 예정
 - 이곳에서 물 기업을 대상으로 '기술개발 - 성능확인 - 사업화 - 해외진출' 등의 전 과정을 체계적으로 지원하여, 궁극적으로 대한민국의 물 기업들을 세계적인 물산업 선도기업으로 육성하는 해외진출의 전초기지 역할을 수행

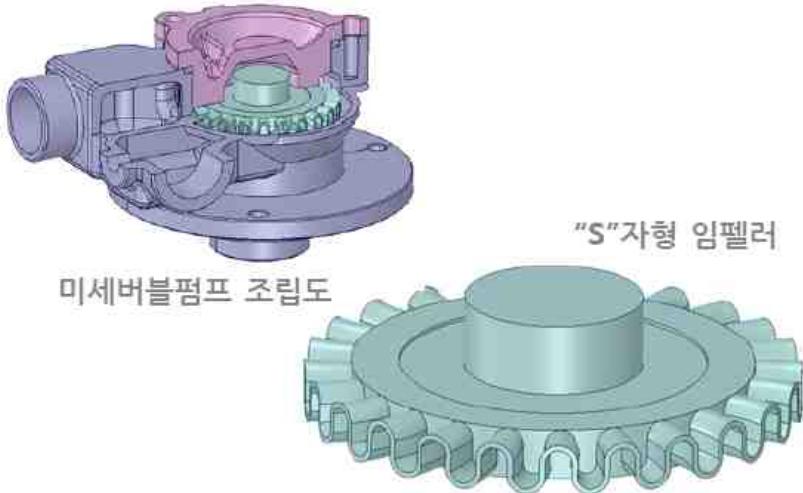


* 출처: 환경부 2016.11

[국가 물산업 클러스터 조성사업 조감도]

나. 기술이전가능 기술

[수처리 공정 전처리 설비 분야 기술이전가능 기술]

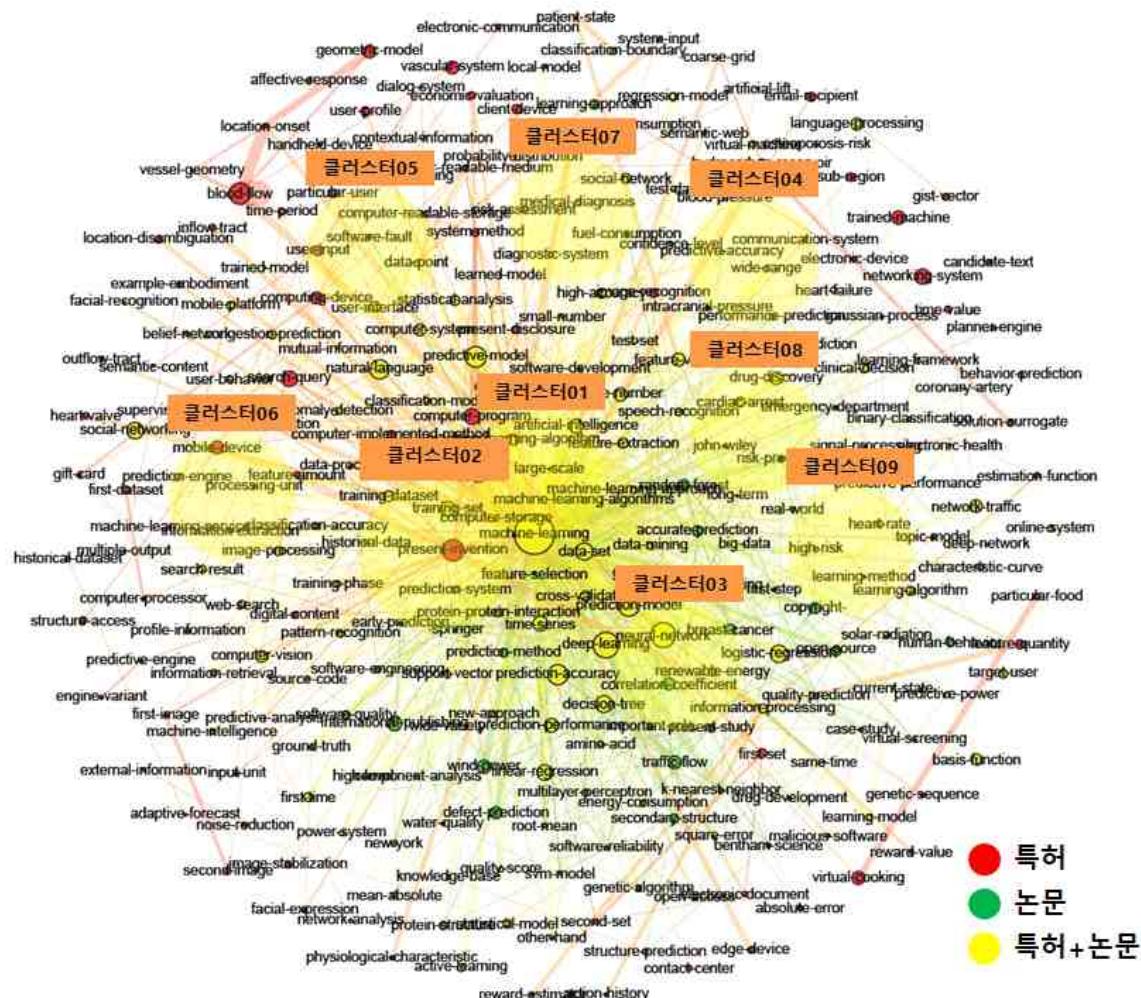
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 수처리용 미세버블펌프 및 장치 설계 기술 개발
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> 미세기포를 이용하여 유해가스의 산소용존을 촉진시키거나 산소공급 촉진에 의한 미생물의 반응을 활성화시키기 위한 것으로, 단일 연결 날개를 갖는 임펠러 구조의 수처리용 미세버블 펌프 장치 및 이를 이용한 바이오가스 분리경제 시스템 기술  <p>[개발된 미세버블펌프 임펠러]</p>
기존 기술의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> 수용성 가스 처리의 복합 공정 <ul style="list-style-type: none"> 복잡한 처리과정을 통한 수용성 가스 처리로 설치 공간 및 처리비용 과다 소요 사용환경에 따른 균일한 미세버블 생성에 제약 <ul style="list-style-type: none"> 시스템 사용부하에 따른 적정 모터 회전수, 압력, 공기주입량, 유량 등 운전조건 설정 미흡으로 균일한 미세버블 생산 제한 펌프 임펠러 내구성 미흡 <ul style="list-style-type: none"> 고압의 운전상태에서 펌프 임펠러의 가동수명 제한
효과	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 미세버블펌프 개발 <ul style="list-style-type: none"> 수치최적설계를 이용한 임펠러 및 케이싱 형상 최적화를 통한 고효율 설계 공기주입구 위치 최적화 및 미세버블 균일화를 위한 압력, 유량 및 공기주입량

	<p>Database 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미세버블펌프 성능시험장치 개발을 통한 안정적 미세버블 발생 방안 도출 • 고강도 미세버블펌프 임펠러 개발 - 기존의 외팔보 형태의 임펠러 날개를 하나로 연속 연결하는 S형 날개로 개선함으로써, 구조적 안정성 확보 및 내구성 향상
기술수요처	<ul style="list-style-type: none"> • 가스 분리 정제 : 바이오가스 플랜트, 화학플랜트 • 생활폐수 처리 : 하수종말처리장, 축산, 녹조 등 • 산업폐수 처리 : 반도체공장 등 산업폐수 처리, 폐인트 공장
기술이전 문의	<ul style="list-style-type: none"> • 개발자 : 한국플랜트연구소 장춘만 연구위원 • 중소기업사업화지원실

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[수처리 공정 전처리 설비 분야 키워드 클러스터링]

[수처리 공정 전처리 설비 기술 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	Water treatment, filter	7~8	19.COUNTERFLOW ADSORPTION FILTER COLUMN FOR WATER TREATMENT 20.Dataset on the spent filter backwash water treatment by sedimentation, coagulation and ultra filtration
클러스터 02	Water treatment, distribution	5~6	1. Water distribution system with dual use water treatment unit 2. Effect of hydrogen sulfide on phosphorus lability in lake sediments amended with drinking water treatment residuals
클러스터 03	Water treatment, membrane	5~7	1. WATER TREATMENT IN AT LEAST ONE MEMBRANE FILTRATION UNIT FOR ENHANCED HYDROCARBON RECOVERY 2. The effects of coagulation with MF/UF membrane filtration in drinking water treatment
클러스터 04	Water treatment, ballast	3~4	1. Ballast water treatment systems including related apparatus and methods 2. Dynamic modeling of bentazon removal by pseudo-moving-bed granular activated carbon filtration applied to full-scale water treatment
클러스터 05	Water treatment, system	7	1. Water distribution system with dual use water treatment unit 2. Orthophosphate adsorption equilibrium and breakthrough on filtration media for storm-water runoff treatment
클러스터 06	Water treatment, process	7~8	1. WATER TREATMENT IN AT LEAST ONE MEMBRANE FILTRATION UNIT FOR ENHANCED HYDROCARBON RECOVERY 2. Comparison of initial filtration resistance by pretreatment processes in the nanofiltration for drinking water treatment
클러스터 07	Water treatment, chemical	5	1. METHOD FOR ANAEROBIC WASTE WATER TREATMENT 2. Association between the concentration of protozoa and surrogates in effluents of the slow sand filtration for water treatment
클러스터 08	Water treatment, plant	4~5	1. Ozone generation module 2. Twelve-year performance of a constructed wetland for municipal wastewater treatment: Water quality improvement, metal distribution in wastewater, sediments, and vegetation
클러스터 09	Water treatment, UV	3~4	1. VALVE WITH A ROTATING CLOSURE MEMBER AND WATER TREATMENT INSTALLATION HAVING SUCH A VALVE 2. Removal of diclofenac by conventional drinking water treatment processes and granular activated carbon filtration
클러스터 10	Water treatment, carbon	2~3	1. Ultraviolet radiation water treatment system 2. Study on surface water treatment by hybrid sand filtration and nanofiltration

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[수처리 공정 전처리 설비 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
여과 기술	고효율 여과제 또는 스크린 소재	기술/시장 분석, 전문가추천
	응집/침전과 여과 hybrid 공정	기술수요, 전문가추천
	고효율 흡착제를 이용한 탈염소 기술	전문가추천
	다층여과 공정 최적화 기술	기술수요
분리막 기술	고효율 스크리닝 및 스트레이너 설비	기술수요
	MF/UF 분리막을 이용한 전처리 기술	기술수요, 기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	NF 분리막을 이용한 전처리 기술	전문가추천
살균, 고도처리 기술 등	응집/침전과 분리막 hybrid 공정	기술수요, 기술/시장 분석, 특허/논문 클러스터링
	고효율 산화장치	기술수요, 특허/논문 클러스터링, 기술/시장 분석
	전처리용 고도산화장치의 최적화 기술	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	고효율 살균소재 및 설비	기술수요, 특허/논문 클러스터링, 기술/시장 분석
	MBR을 이용한 전처리 공정	특허/논문 클러스터링, 전문가추천
	anti-scaling 설비 및 공정 최적화	기술수요, 전문가추천

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[수처리 공정 전처리 설비 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
여과 기술	고효율 여과제 또는 스크린 소재	고효율 협잡물 분리/제거 설비
	고효율 흡착제를 이용한 탈염소 기술	RO분리막에 손상을 주는 염소를 효과적으로 제거하기 위한 흡착제 여과 기술
분리막 기술	MF/UF 분리막을 이용한 전처리 기술	고효율 분리막 소재 개발 및 MF/UF분리막을 이용한 전처리공정 최적화 기술
	NF 분리막을 이용한 전처리 기술	고효율 분리막 소재 개발 및 스케일링 유발 물질 제거 RO용 전처리 기술
살균·고도 처리 기술	고효율 산화장치	플라즈마, UV, 오존 또는 초음파의 고강도의 산화력을 이용한 난분해성 유기물 또는 중금속 제거 기술
	고효율 살균소재 및 설비	화학적 산화제 없이 단시간에 물을 살균하여, 전력소모를 최소화할 수 있는 정수처리 기술
	MBR을 이용한 전처리 공정	MBR을 활용해 본 공정의 생물막 오염, 유기물 오염을 저감하는 공정
	anti-scaling 설비 및 공정 최적화	분리막으로도 제거하기가 쉽지 않은 스케일링 유발 물질 제거 기술

나. 수처리 공정 전처리 설비 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

수처리 공정 전처리 설비의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	소재 개발 및 설비 디자인	소재 및 공정 대형화	전처리 효율 분석 및 최적화	고효율 수처리용 전처리 설비 개발
핵심요소기술	여과 기술	고효율 여과제 또는 스크린 소재 고효율 흡착제를 이용한 탈염소 기술		기존 공정 대비 에너지 소모 또는 효율 개선
	분리막 기술	MF/UF 분리막을 이용한 전처리 기술 NF 분리막을 이용한 전처리 기술		신 공정 또는 소재 개발
	살균·고도 처리 기술	고효율 산화장치 고효율 살균소재 및 설비 MBR을 이용한 전처리 공정 anti-scaling 설비 및 공정 최적화		다양한 기술을 융합한 고효율 수처리 기술 달성
기술/시장 니즈		인체 위해성이 높은 화학 물질 사용 최소화	일반 수처리 설비로도 활용해 시장성 증대	물 재이용 및 해수담수화 효율을 높여 추가적인 수자원 확보 및 RO 수출 증가

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[수처리 공정 전처리 설비 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
여과기술	고효율 여과제 또는 스크린 소재	BOD제거율(%)/ SS제거율(%)	80%/60 %	85%/650 %	90%/70%	유입수에서 BOD 90%, SS 70% 제거
	고효율 흡착제를 이용한 탈염소 기술	염소농도 (ppm)	< 0.1	< 0.05	< 0.01	RO유입수 염소농도 0.01ppm 이하 달성
분리막 기술	MF/UF 분리막을 이용한 전처리 기술	막오염지수 (SDI 15)	< 3.0	< 2.5	< 2.0	막오염지수 (15분 기준) 2.0 이하 달성
	NF 분리막을 이용한 전처리 기술	란겔리의 포화 지수(LSI)/막오염 지수 (SDI 15)	< 2.5/ < 3.0	< 2.2/ < 2.0	< 1.8/ < 1.5	란겔리의 포화 지수(LSI) 1.8 이하 달성, 막오염지수 (15분 기준) 1.5 이하 달성
살균, 고도처리 기술	고효율 산화장치	유기물(난분해성) 제거율 (%)	90%	95%	98%	UV-C LED 기반의 살균율 98% 달성
	고효율 살균소재 및 설비	세균 제거율(%)	95%	99%	99.9%	세균제거율 99.9% 달성
	MBR을 이용한 전처리 공정	막오염지수 (SDI 15)	< 3.0	< 2.5	< 2.0	막오염지수 (15분 기준) 2.0 이하 달성
	anti-scaling 설비 및 공정 최적화	란겔리의 포화 지수(LSI)	< 1.8	< 1.5	< 1.3	란겔리의 포화 지수(LSI) 1.3 이하 달성

기술개발 테마 현황분석

레독스 플로우 배터리

레독스 플로우 배터리

정의 및 범위

- 정의: 산화수가 다른 액상의 양극전해액 및 음극전해액으로 구성된 전지로서 양극 및 음극 전해액을 구성하고 있는 레독스 쌍(redox couple)의 전위차에 의해 기전력이 발생하고 충•방전이 가능한 이차전지 시스템
- 범위: 레독스 플로우 배터리의 주요 구성은 카본 및 금속계 전극소재, 유기 및 무기 전해액, 분리막, 분리판 등으로 구성되며 관련 기술로서 전지의 적층(Stacking)기술을 포함하며 2만 싸이클 및 20년 이상의 안정된 수명 특성을 갖고 있고 출력과 에너지 밀도를 독립적으로 각각 설계할 수 있어서 4시간 이상의 출력 지속 시간이 가능한 장주기형 대용량 전력저장용 이차전지

정부지원 정책

- 정부의 그린에너지 기술로드맵의 장주기 신재생에너지 및 전력저장대응의 전략 품목
- 친환경, 중대형 전력저장용 안전성 및 장수명 이차전지 개발 필요
- 법정부적으로 2011년부터 대형에너지저장 시스템 핵심요소기술(원천소재) 개발

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">• 정부의 신재생에너지 보급정책과 기후변화 협약에 따른 CO2 저감 요구에 대응하기 위한 대용량 에너지저장 기술 및 시장 성장 예상• 이차전지용 소재 및 스택제조 기술과 분석, 성능 평가 보유• 전력시장 다변화와 신재생에너지 연계운전기술 확보	<ul style="list-style-type: none">• 국내시장 미성숙과 소재 및 핵심부품 등을 수입에 의존• 선진국보다 낮은 소재원천 기술 및 실용화 기술과 짧은 R&D 기간• 국내 기술 및 시장 미성숙과 설치 운용기술 경험 부족• 국내의 관련 특허 미비
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">• 대용량 전력저장용 전지시장 확대 예상• 부하 평준화 및 관리, 고부가가치 공장의 UPS용 등으로 고효율 전력시장 확대 예상• 고에너지 및 고효율의 전지기술 개발 미비• 대용량 전력저장용 전지 분야의 국제표준화 작업 미비	<ul style="list-style-type: none">• 선진국에 의한 기술위주의 시장 독점 우려• 기술선진국과 차별화 되는 기술개발전략 부족• 일본의 경우 일부 전지에 대한 전력저장용 전지의 표준화 완료• 후발 주자의 기술추격 및 시장 선점화 우려• 생산지원 인프라 부족



중소기업의 시장대응전략

- 레독스 플로우 배터리용 전극, 분리판, 전해질, 분리막 등의 소재 다변화와 스택 기술 등의 기술을 접목하여 고성능, 저가형 제품 개발로 시장 대응
- 소재 원천기술 및 실용화 기술을 극복하기 위한 장기적 안목으로 시장 접근 필요

핵심요소기술 로드맵

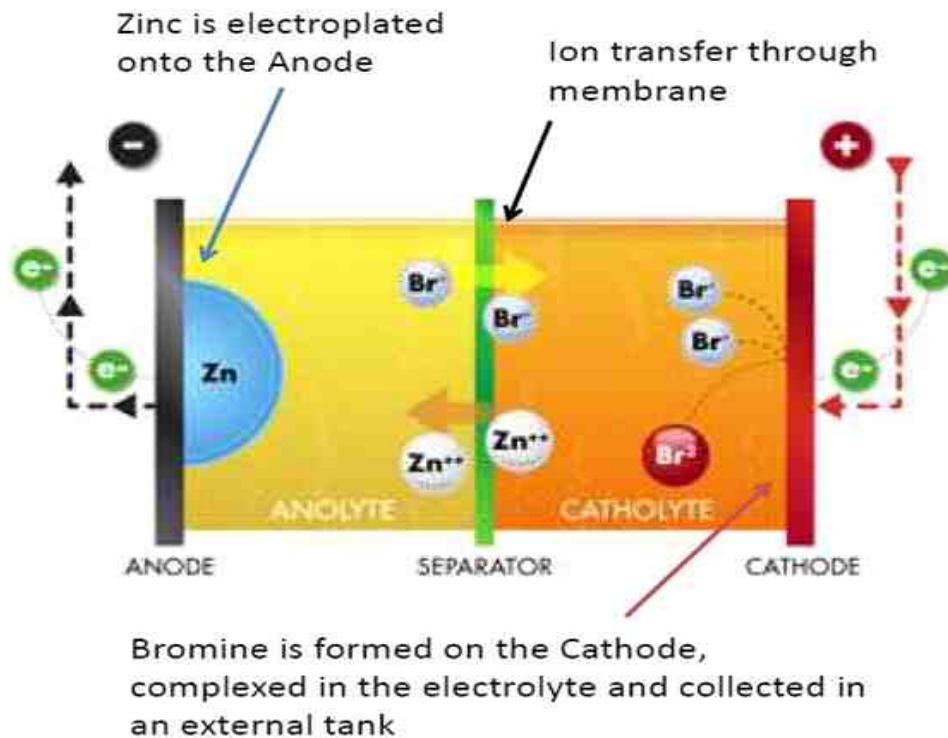
레독스 플로우 배터리의 중소기업 기술로드맵

Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	부품의 내식성 및 내마모성 향상	열처리 공정의 에너지 효율화	레독스 플로우 배터리 시스템 안정성 확보	고에너지 효율 및 저가화 구현을 위한 기술 개발
핵심요소기술	전극	고활성 레독스 플로우 배터리용 전극의 표면처리 기술 개발 대용량 전력저장용 전바나듐계 레독스 플로우 배터리용 복합전극 개발		VRFB용 카본벨트 국산화 기술 개발
	전해질	V:O ₂ 를 이용한 전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질 개발 고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발		고용량 및 사이클 안정성이 확보된 전해질 개발
	이온 교환막	저저항 초박형 레독스플로우배터리 이온교환막개발 이온교환막 물리화학적 및 전기화학적 열화평가 기술 및 가속수명 평가 기술 개발		수명, 재현성 확보를 위한 성능 보완 및 업그레이드
	분리판	고전기전도도 분리판 제조기술 개발 고인장강도 분리판 제조기술 개발		고내구성 분리판 제조
기술/시장 니즈	이차전지용 소재 및 스택 제조, 성능 평가 보유	전력시장 다변화 신재생에너지 연계운전기술 확보		고에너지 및 고효율 전지기술 필요

1. 개요

가. 정의 및 필요성

- 레독스 플로우 배터리(Redox Flow Battery)는 전극의 활물질의 산화수(Oxidation Number)가 서로 다른 액체 상태의 양극전해질(Catholyte)과 음극전해질(Anolyte)로 구성되며 에너지 밀도와 출력 밀도를 각각 독립적으로 설계가 가능한 이차전지
 - 전지의 기전력은 양극액과 음극액을 구성하고 있는 레독스 쌍(Redox Couple)의 표준전극전위(Standard Electrode Potential)차이에 의해 결정되며 충전 시에는 양극에는 산화반응이, 음극에서는 환원반응이 발생하고 방전 시에는 이와 반대 반응이 발생
 - 레독스 쌍의 활물질이 용해된 전해질이 펌프에 의해 공급되고 양극과 음극의 전극 표면에서 산화환원 반응속도가 빠르게 발생하며 산화환원 전위차에 의해 전지의 에너지 밀도가 결정되고 전극, 분리판, 분리막 등의 전지구성에 따라 출력 밀도가 결정됨.
 - 레독스 쌍은 여러 가지 산화환원 활물질의 쌍이 있으며 대표적으로 실용화 단계에 있는 레독스 쌍은 바나듐(V)계, Zn/Br계 등이 있음



[Zn/Br계 레독스 플로우 배터리]

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 기존 이차전지가 산화/환원(Redox) 반응 혹은 인터칼레이션(Intercalation) 반응을 통해 전기에너지를 전극의 활물질에 저장하는 것과 달리 레독스 플로우 배터리는 전극에서 발생되는 전해질의 산화/환원 반응을 통해 전해질에 전기에너지를 장기간 저장할 수 있는 대용량 전력저장 이차전지
- 레독스 플로우 배터리는 태양광전지, 풍력 등의 신재생에너지와 연계하여 장주기 ESS(Energy Storage System)용으로 연구 개발되고 있으며 시장 및 수요처를 확대 및 다변화하기 위해서는 MW급 대용량 시스템 구축 시 전지의 스택 및 소재 부품의 대면적화, 박형화, 저가화가 필요



* 출처 : 한국생산기술연구원

[전력저장전지의 주요 적용범위]

- 나트륨/설판(Na/S) 전지는 기술적으로 완성도가 한계에 이르렀고 특히 창출의 기회가 적으며 고온에서 작동하는 관계로 화재 등의 안전성 문제와 기술적인 장벽이 높고 관련 부품산업의 파급효과가 적음
- 레독스 플로우 배터리는 출력 밀도 및 에너지 밀도를 향상 시킬 수 있는 혁신적인 기회와 관련 소재 및 부품 개발을 통하여 기술적, 경제적 파급효과 기대 됨.
- 에너지 밀도와 출력 밀도 향상으로 가격 절감 및 대형 전력저장 전지시장 선점 기회 창출 가능

나. 범위

(1) 제품분류 관점

- 레독스 플로우 배터리를 구성하는 전극, 분리판, 흐름 전해질, 이온 분리막으로 분류할 수 있음
 - 전극은 고내식성 기본 복합재 전극 개발 기술, 고활성 촉매전극 개발기술 등을 포함
 - 분리판은 고내식성 흑연 복합재, 플라스틱 복합재, 금속재 개발기술 등을 포함
 - 흐름 전해질은 고농도 바나듐계 레독스 커플, 고전압 레독스 커플, Zn/Ce계 레독스 커플, Zn/Br계레독스 커플, V/Br계 레독스 커플 등을 포함
 - 이온 분리막은 고강도, 고내식성 고분자계 이온 교환막을 포함.

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
레독스 플로우 배터리	전극	<ul style="list-style-type: none"> • 고내식성 기본 복합재 전극 개발 기술 • 고활성 촉매 전극 개발 기술
	흐름전해질	<ul style="list-style-type: none"> • 고농도 바나듐계 레독스 커플 • 2V 이상 고전압 레독스 커플 • Zn/Ce 계 레독스 커플, Zn/Br 계 레독스 커플, V/Br 계 레독스 커플
	이온교환막	<ul style="list-style-type: none"> • 고강도, 고내식성 폴리머 이온교환막 • 이온전도성이 향상된 이온교환막

(2) 공급망 관점

- 레독스 플로우 배터리는 레독스 플로우 배터리용 고전압 신규 레독스 쌍 및 전해질, 고내구성 분리막, 고내구성 전극 및 분리판으로 분류할 수 있음
 - 레독스 플로우 배터리용 고전압 신규 레독스 쌍 및 전해질 관련 기술은 전이 금속계, 란탄나이드계 금속-리간드계 레독스 쌍 개발, 고농도의 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발 기술 등이 포함됨
 - 레독스 플로우 배터리용 고내구성 분리막 개발 기술은 이온전도도가 큰 작용기를 도입하는 기술, 기계적 강도가 및 전도성을 향상시키는 기술, 높은 수소이온전도성을 갖게 하는 기술 등을 포함함
 - 레독스 플로우 배터리용 고내구성 전극 및 분리판 개발기술은 높은 전기전도도 및 가공성, 고내구성 및 고활성 전극 및 분리판 기술 등을 포함함

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
레독스 플로우 배터리	레독스 플로우 배터리용 고전압 신규 레독스 쌍 및 전해액	<ul style="list-style-type: none"> • 전이 금속계, 란탄나이드계, 금속-리간드계 레독스 쌍 개발을 위해 저가격이면서 전위차가 큰 전이금속을 중심 금속으로 도입(Zn, Ni, Mn 등) 기술 • 금속-리간드계 레독스 쌍 개발을 위하여 고전압 레독스 쌍과 전압상승을 위한 electron withdrawing function기의 도입 • 고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발기술로써 강산(strong acid)을 이용하는 수용성 시스템과 유기 용매를 이용하는 비수용성 시스템 기술
	레독스 플로우 배터리용 고내구성 분리막	<ul style="list-style-type: none"> • 나피온(Nafion)을 비롯한 불소계 분리막을 대체하는 저가격의 탄화수소(Hydrocarbon)계 분리막 개발 • PE(polyethylene), PP(polypropylene) 등의 저가격 폴리올레핀(Polyolefin)계 매트릭스에 이온전도도가 큰 작용기를 도입하는 기술 • 유/무기 분리막 개발 • 기계적 강도 및 전도성을 향상시키는 기술 • 가교형 형태의 저가격, 내강산성 분리막 개발, 높은 수소이온전도성을 갖게 하는 기술
	래독스 플로우 전지용 고내구성 전극 및 분리판	<ul style="list-style-type: none"> • 고전기전도도 및 고내구성 전기화학적 측면전극 및 분리판 개발 • 고활성 측면전극 개발 • 저가격, 유연성, 경량 특성을 갖는 분리판 개발을 위해 금속기판에 전기도금방식에 의한 개발

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

(1) 산업의 특징

- 대용량 전력저장산업으로써 전력 인프라 사업은 국가를 지탱하는 최상위 산업 중의 하나이며 기간 산업으로서 공공성이 중시되고 있음. 수요자, 공급자 및 관리자 등 다양한 이해 관계자들이 에너지저장시스템 적용 필요성에 대한 공감대 형성이 시장 확대를 위한 선결조건
 - 대용량 전력저장산업은 현재 개척해 나가야 하는 미래형 산업으로써 적용될 수 있는 분야로는 가정용 전력저장시스템, 산업용/상업용 중형 전력저장시스템, 발전소 및 변전소에 설치되는 초대용량의 전력저장시스템이 있으며 향후에는 풍력 발전, 태양광 발전 등과 같은 신재생에너지 분야와 연계하여 확대 예상
 - 특히, 신재생에너지의 주파수 변동에 따른 전력 품질의 저하로 인하여 현재의 풍력 발전과 태양광 발전에서 발생하는 전력을 계통 전력에 직접 연계할 경우 고품위의 전력을 요구하는 산업시설이나 대규모 단지에서는 엄청난 피해가 예상되기 때문에 이를 보상해주기 위한 레독스 플로우 배터리와 같은 대형 전력저장시스템의 필요성이 부각
- 원천기술과 차별화 가능한 레독스 플로우 배터리의 개발은 소재부터 시작하여 시스템 까지 하나의 패키지 산업으로써 소재의 개발이 성공하면 건설 또는 중공업 관련 업체의 참여를 통한 시설설비 산업으로 영역 확장 가능
 - 전력운용에 필연적으로 발생하는 잉여전력의 저장으로 load leveling 효과와 전력 소요의 피크타임(peak time)에 대응함으로써 에너지의 효율적 사용 및 에너지 예비율의 부담경감
 - 전력저장시스템에 의한 전력수요의 공급조절이 가능하고 전력사용료의 절감 및 CO₂ 배출 절감효과가 기대되며 간헐적인 에너지원 신재생에너지(풍력, 태양광) 발전의 안정적인 운전이 기대

(2) 산업의 구조

- 에너지저장시스템(ESS)은 전력 인프라를 구성하는 요소이며 차세대 전력망을 구현하기 위한 핵심요소 중의 하나로 전력망과 연계해야만 효율성이 있는 전력 인프라에 종속되어 있는 영역
 - 에너지저장시스템(ESS)의 경우 리튬이차전지, 레독스 플로우 배터리 등의 에너지를 저장하는 이차전지, PCS(Power Conditioning System), PMS(Power Management System), BMS(Battery Management System), EMS(Energy Management System) 등 다양한 시스템과 부품 등으로 구성되어 있어 각각의 사업 참여자들 사이에 유기적인 협조가 필요한 제품
 - 납축전지(Pb-acid), 니켈-수소전지(Ni-MH), 리튬이차전지, 레독스 플로우 배터리 등 다양한 이차전지 방식에 기반을 둔 에너지저장시스템(ESS)의 비중이 수용가용 시장에서 90%에 이를 정도로 빠르게 증가

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 레독스 플로우 배터리 산업은 일반적인 이차전지산업과 같이 전지제조 부분과 후방산업인 부품소재 산업과 더불어 건설업, 중공업 등이 참여할 수 있고 전방산업인 대용량 전력저장장치 산업 등으로 구성

[레독스 플로우 배터리 분야 산업구조]

후방산업	전지시스템	전방산업
전극소재 전해질 분리막 분리판 적층기술 기타 부품 및 소재	전지제조공정 전지제조설비 전지성능평가 제조공정자동화	대용량 전력저장시스템, 신재생에너지 저장시스템, 분산형 발전 시스템 전기자동차, 조선 방위, 교육

- 레독스 플로우 배터리는 후방산업인 부품 및 소재 산업, 그리고 전방산업인 대용량 전력저장장치 및 전기자동차 등으로 구성
 - 전방 및 후방 산업 모두에 산업 파급효과가 큰 수준이며 국내 레독스 플로우 배터리 기술은 아직 시장 초입단계로 일부 대기업을 중심으로 전지분야에서 점차 확대되고 있음
 - 후방산업인 부품 및 소재 부분의 경우 전극 및 분리판 소재, 전해질 및 분리막 등이 레독스 플로우 배터리의 에너지, 출력, 수명, 가격 등을 결정하는 핵심인자로 작용하며 이들을 조합하여 전지를 제조함으로써 부품과 소재의 기술력 확보가 중요
 - 부품과 소재를 생산하고 있는 기업들은 벤처 및 중소기업들이 주를 이루고 있으나 최근 고에너지 밀도 레독스 플로우 배터리를 중심으로 대기업의 참여 및 자본 투자 활발한 상황으로 에너지 밀도 향상과 전체적인 효율 상승이라는 측면에서 대형 전력저장전지에서 기회 선점 가능
- 출력을 담당하는 스택에 전해액이 흐르면서 전기화학 반응을 일으켜 충·방전을 반복하는 원리로 작동하여 전해액으로는 바나듐과 징크브롬(Zn-Br) 등이 쓰이지만 바나듐 계열이 시장 주류를 이루고 있으며, 저장 용량에 따라 전해액의 양이 결정되기 때문에 용량이 높아질수록 킬로와트(kW)당 단가가 저렴해 지는 구조임

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 대형 에너지저장시스템(ESS)의 세계시장 규모는 향후 전력수요 증가와 신재생에너지 확산 등으로 크게 성장할 것으로 예상하며 2018년 346억 달러 시장을 형성할 전망
- 특히 전력시스템을 위한 에너지저장시스템(ESS)으로 보조 서비스용, 신재생에너지용 등의 에너지저장시스템은 높은 성장률을 기록할 것으로 예상
- 주요 선진국들은 시장 확대를 위해 에너지저장시스템과 관련된 연구개발과 실증을 활발히 추진 중이며 일부 상용화에 성공하는 등 사업화 진입단계
- 레독스 플로우 배터리용 레독스 쌍의 소재 개발에 따른 시장 규모 및 매출액은 미국의 EIA 세계에너지 전망을 근거로 다음과 같이 전망

[레독스 플로우 배터리 분야 산업구조]

구분	항목	단위	2020년	2030년
세계시장	전세계 발전량	TWh/년	16,000	33,300
	신재생에너지 전력생산비중		5%	15%
	신재생에너지 전력생산량	TWh/년	800	4,995
	신재생에너지 중 태양/풍력발전 생산량	TWh/년	(15% 假定)120	999
	태양/풍력발전 → 배터리 저장비율	%	5.0%	15.0%
	배터리 에너지 저장량	TWh/년	6	150
	하루 8시간 충방전 시 필요 전력량	kWh	5,479,452	136,986,300
	배터리 저장량을 365로 나누어 주어야함			
	레독스 쌍의 시장규모	억 원	5,424	135,600

계산식: $(5,479,452 \times 990\$/\text{MWh} \times 1,500\text{원}/\$) \div 15\text{kWh}$

- 신규 레독스쌍 소재 세계 시장 규모는 2016년 379백만 달러 규모에서 2021년 692백만 달러 규모로 5.0% 규모로 성장할 것으로 전망

[신규 레독스쌍 소재 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	379	398	418	438	461	692	5.0

* 출처 : PEFC 시장규모, 후지경제

- 고분자전해질의 연료전지(PFEC)와 레독스 플로우 배터리 분리막의 기능과 특성이 유사하여 동시에 사용할 수 있다고 가정하여 다음과 같이 전망

[신규 분리막 소재 세계 시장규모 추정근거]

구분	전세계 PEFC 시장	분리막 비중	2020년	2021년	2022년
	20,000원	20%	4,000억 원	4,400억 원	4,800억 원
				10% 성장	10% 성장
	전세계 발전량(2020)	16,000 TWh/년			
	신재생에너지 전력생산비중 : 5%				
	신재생에너지 전력생산량 : 800 TWh/년				
	신재생중 태양/풍력발전 생산량 : 120 TWh/년 (신재생의 15% 예상됨)				
	태양/풍력발전중 battery저장 비율(5%로 예상) : 6.0 TWh/년				
세계시장	배터리 에너지 저장량 : 60억 kWh				
	60억 kWh/(8h/일 x 365일/년)= 2,050,000kW				
	2,050,000kW x 500\$/kW(Nafion 117 membrane가격) = 10.3억\$				
	RFB가 전체 전력저장전지의 20%를 차지한다고 가정				
	10.3억\$ x 0.2 x 1,500원/\$ = 3,090억원				
		3,090억 원	3,245억 원	3,407억 원	
			5%성장	5%성장	
	PEFC + RFB용 membrane total	7,090억 원	7,645원	8,207억 원	

* 자료: PEFC 시장규모, 후지경제

[분리막 소재 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('13~'15)
세계시장	472	496	521	574	603	484	5.0

* 자료: PEFC 시장규모, 후지경제 근거 산출

- 매출추정 산출근거 : 세계시장의 20% share 가정
 - 전 세계 PEFC 세계시장 : 20,000억원 X 분리막 비중(20%) = 4,000억원(2020년 기준)
- 레독스 플로우 배터리용 전극 및 분리판은 연료전지의 기능과 특성이 유사하여 동시에 사용할 수 있다고 가정하여 다음과 같이 전망

[신규 분리판/전극 소재 세계 시장규모 추정근거]

구분	전세계 PEFC 시장	분리막 비중	2020년	2021년	2022년
	20,000원	20%	4,000억원	4,400억원	4,800억원
				10% 성장	10% 성장
	전세계 발전량(2020)	16,000 TWh/년			
	신재생에너지 전력생산비중 : 5%				
	신재생에너지 전력생산량 : 800 TWh/년				
	신재생중 태양/풍력발전 생산량 : 120 TWh/년 (신재생의 15% 예상됨)				
	태양/풍력발전중 battery저장 비율(5%로 예상) : 6.0 TWh/년				
세계시장	배터리 에너지 저장량 : 60억 kWh				
	60억 kWh/(8h/일 x 365일/년)= 2,050,000kW				
	2,050,000kW x 480\$/kW(분리판/전극 가격) = 9.84억\$				
	RFB가 전체 전력저장전지의 20%를 차지한다고 가정				
	9.84억\$ x 0.2 x 1,500원/\$ = 2,952억 원				
		2,952억 원	3,100억 원	3,255억 원	
			5%성장	5%성장	
	PEFC + RFB용 분리판/전극	6952억 원	7,500원	8,055억 원	

* 자료: PEFC 시장규모, 후지경제 근거 산출

[신규분리판/전극 소재 세계시장 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	486	511	536	563	591	886	5.0

* 자료: PEFC 시장규모, 후지경제 근거 산출

(2) 국내시장

- 현재는 시장 형성 전 실증 단계이나, 향후 전력 소비량 증가 및 신재생에너지 확대에 따라 중장기적으로 수요가 급팽창할 전망
- 에너지저장시스템(ESS) 시장 규모는 '15년 리튬이차전지가 2,209억 원으로 대부분을 차지하고 있으나 향후 레독스 플로우 배터리 시장이 급속히 확대될 것으로 전망
- 더불어 레독스 플로우 배터리와 관련된 부품소재 시장이 확대될 전망이고 특히 분리판, 전극 및 분리막의 수요가 기존의 이차전지나 연료전지 시장과 맞물려 크게 확대될 것으로 전망
- 신규 레독스 쌍의 개발을 통하여 대량의 전이금속화합물 또는 metal-ligand 화합물의 수요 창출이 기대되고 기존 화학기반 기업들의 사업 아이템 확장을 통해 새로운 비즈니스 모델 창출 기대
- 레독스 플로우 배터리는 스마트 그리드로 대변되는 21세기 에너지 혁명의 핵심 역할인 대용량 에너지저장장치로써 중추적인 역할을 할 전망이며 21세기 전력망 구현을 위해서는 전력의 생산과 공급의 불균형 문제를 해결할 수 있는 완충적 역할을 할 수 있는 대안으로 부상하는 기술 분야
- 대용량 에너지저장시스템은 향후 전기자동차용 보다 수요가 더욱 더 빠르게 성장할 것으로 예상되며 신재생에너지 관련 부문 시장은 2020년 약 10조원으로 성장할 것으로 전망
- 전력계통 안정화를 위한 대규모 에너지저장 부문은 2020년 약 10조원으로 신재생에너지 부문과 유사하며 가정용 및 산업용 UPS 시장은 9.4조원으로 빠르게 성장할 것으로 전망
- 최근에 발생한 블랙아웃 사태와 관련하여 안정적인 에너지저장 및 공급 장치에 대한 수요가 증가하고 있으나 수백 kW ~ MW급 용량의 에너지저장 장치에 대한 충/방전 특성, 성능평가 등 평가 장비가 부족한 상태
 - 따라서 선진사 제품을 벤치마킹하여 다양한 기술개발을 통해 신제품을 개발하고 기술 극대화로 시장에서 요구하는 신뢰성이 우수한 성능평가 장비를 개발하여 에너지저장시스템의 효율을 극대화 필요성 존재

- 현재 레독스 플로우 배터리 성능 평가는 일부 장비를 제외하고 외국제품에 대한 월노도가 크며 시장 확대를 위해 저가격, 고신뢰성 및 국산화에 대한수요가 지속적으로 요구

[레독스 플로우 배터리 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
국내시장	5,719	6,005	6,306	6,621	6,952	7,244	4.2

* 자료: PEFC 시장규모, 후지경제 근거 산출

(3) 무역현황

- 레독스 플로우 배터리 기술 관련하여 무역현황을 분석하였으며, 수입금액과 수출금액 모두 증가하는 추세
 - 레독스 플로우 배터리의 '12년 수출 금액은 4억 4688만 달러에서 '16년 5억 2845만 달러 수준으로 증가하였으며, '12년 수입 금액은 66
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 4.3%, 수입금액은 14.4%로 증가한 것으로 나타남
- 무역특화지수는 '12년(0.74)부터 '16년(0.64)로 하락한 것으로 나타남

[레독스 플로우 배터리 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('11~'15)
수출금액	446,885	304,732	279,512	392,128	528,459	4.3
수입금액	66,601	69,145	62,260	132,097	114,175	14.4
무역수지	380,284	235,587	217,252	260,031	414,284	-
무역특화지수*	0.74	0.63	0.64	0.50	0.64	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액+총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

- 레독스 플로우 배터리는 활물질이 기존의 전지처럼 고체상태의 전극이 아니고 액체 상태의 전해질이며 산화수가 다른 양극과 음극 전해질이 충/방전 시에 발생하는 양극과 음극에서의 기전력의 차이를 이용
 - 국내의 기술 수준은 현재 제품이나 발표된 연구결과 등이 간혹 나오고 있으나 구체적인 기술수준을 연급하기에는 미흡
 - 레독스 플로우 배터리 시스템을 구성하는 레독스 쌍, 분리막, 스너크 및 분리판, BOP, PCS 등 기존의 이차전지와 연료전지 개발에 축적된 기술 활용 가능

- $\text{Ce}^{+4}/\text{Zn}^0$ 는 new system이나, 에너지밀도가 낮음.
 □ $\text{Pb}^{+4}/\text{Pb}^0$ 는 soluble lead acid로서 membrane free이지만, 안정성이 해결돼야 함.
 □ Organic redox species는 high efficiency 달성이 과제임

Couple species	연구기관	OCP (V)	Energy Density (Wh/L)	Electrolyte	Benefits	Issues
Uranium tetraketone	Tohoku Univ.	1.2	na	H ₂ O-dioxane	High energy density	▪ 안정한 작체의 분자 설계 기술 ▪ New electrolyte
Tris(2,2'-bipyridine)iron(II)(ClO ₄) ₂	Univ. of Manche-ster	2.41	na	acetonitrile	High cell potential	▪ Some loss of efficiency by ion crossover ▪ High efficiency 달성
Tris(2,2'-bipyridine)ruthenium(II)(BF ₄) ₂		2.62	na	acetonitrile	High cell potential	
Pb ⁺⁴ /Pb ⁰	Plurion Energy	2.0	~ 50	CH ₃ SO ₃ H NH ₂ SO ₃ H Etc..	High OCP High power density Single tank system	▪ Stability of lead oxide plate unknown
Ce ⁺⁴ /Zn ⁰		2.4	12~20	CH ₃ SO ₃ H NH ₂ SO ₃ H Etc...	High OCP High power density Common electrolyte	▪ ~ 9hr maximum discharge.

* 출처 : 한국과학기술연구원

[레독스 플로우 배터리 연구 진행상황]

- 에너지 효율이 높은 레독스 플로우 배터리용 분리판은 전지 주요 성분 하나인 전극을 지지하며 동시에 전류를 원활하게 흐르게 하는 집전체(current collector)의 역할을 하는 기판
 - 레독스 플로우 배터리용 분리판에 대한 연구는 주로 상용화 가능성이 큰 vanadium계 및 Zn/Br계 레독스 플로우 배터리용 전극과 분리판에 대한 개발기술이 집중적으로 연구
 - 얇은 전도성 접착막과 저가의 유연성이 큰 흑연기판을 개발하여 전극과의 접촉면 및 전지전도도를 향상시켜 전지의 내부저항(internal ohmic resistance) 및 접촉저항(resistance) 감소시키는 기술개발
 - 전극과 분리판 소재는 기본적으로 흑연계(graphite) 소재로써 graphite felt, impemeable graphite, carbon-plastic composite 등이며 전지의 쿠롱(coulombic) 효율과 전압(voltage)효율을 향상시키기 위해 전지의 내부저항을 감소시키는 연구가 진행

- 레독스 플로우 배터리용 고내구성 분리막은 양극액 및 음극액 활물질의 이온 혼합 방지 및 수소 이온(H^+) 또는 하이드록사이드 이온(OH^-) 이동만 가능하거나 전류 플럭스의 이동만 가능하게 하는 레독스 플로우 배터리의 핵심소재 중의 하나
 - 국내의 경우, 분리막을 연구하는 기업, 연구소, 대학 등에 걸쳐 있으며 대부분 이차전지와 연료전지용 분리막을 연구 개발하고 있으며 몇몇 기업은 파일럿 플랜트 수준의 기술개발
 - 또한 불소계 분리막 연구와 함께 비불소계인 탄화수소계 연구를 하고 있으며 높은 이온 전도도와 내구성을 가진 분리막 개발에 집중
 - 가교 결합된 PVA/SiO₂ 하이브리드, PVA/PAA/SiO₂ 하이브리드 형태의 분리막을 개발하여 10⁻³S/cm의 높은 이온전도도를 달성한 바 있고 유/무기 하이브리드 형태의 분리막 개발
 - 국외의 경우 대표적인 분리막 기술은 Dupon에서 불소화 고분자인 Nafion 분리막을 개발하여 이미 양이온 교환막으로 상용화
 - 호주에서는 양이온 교환막으로 Nafion 125, CMV를 음이온 교환막으로 AMV, DMV를 이용하여 막 저항 및 바나듐 4가 및 5가 이온(VO^{2+} , VO_2^+)의 막 투과성에 관한 적용 연구
 - 일본은 polyethylene(PE) 대칭막과 비대칭막을 기막으로 양이온 교환막을 제조한 연구 및 이를 바나듐 레독스 플로우 배터리에 적용한 연구와 PE 대칭막과 비대칭막, 시편의 음이온 교환막(seelenium, Asahi Kassei)에 전자선을 조사하여 물리적으로 가교화사켜 막의 내산화성 향상과 이를 이용한 바나듐 레독스 플로우 배터리의 특성 연구

- 최근 기후변화에 따른 중요성의 인식으로 온실가스 및 유해가스의 배출을 최소화 할 수 있는 에너지효율 기기로써 이차전지에 대한 관심이 고조되고 있으며 정부의 에너지 효율 향상 기기 보급 정책 및 시장의 필요성 등으로 산업이 급격히 팽창할 것으로 예측
 - 아울러 주요 선진국은 자동차 및 전력저장 등의 에너지 보고 정책을 수립하고 특히 대형 에너지 전력저장장치의 경우 신재생에너지 대규모 발전소 변전소 일반산업 및 가정 등 다양한 수요가 존재하여 정책의 수립이 용이
 - 선진국을 중심으로 고효율이며 온실가스의 배출량이 획기적으로 절감되는 대용량 에너지 저장장치에 대한 관심 증대 및 시장 확대 등으로 단기간에 급속히 시장이 확대될 전망

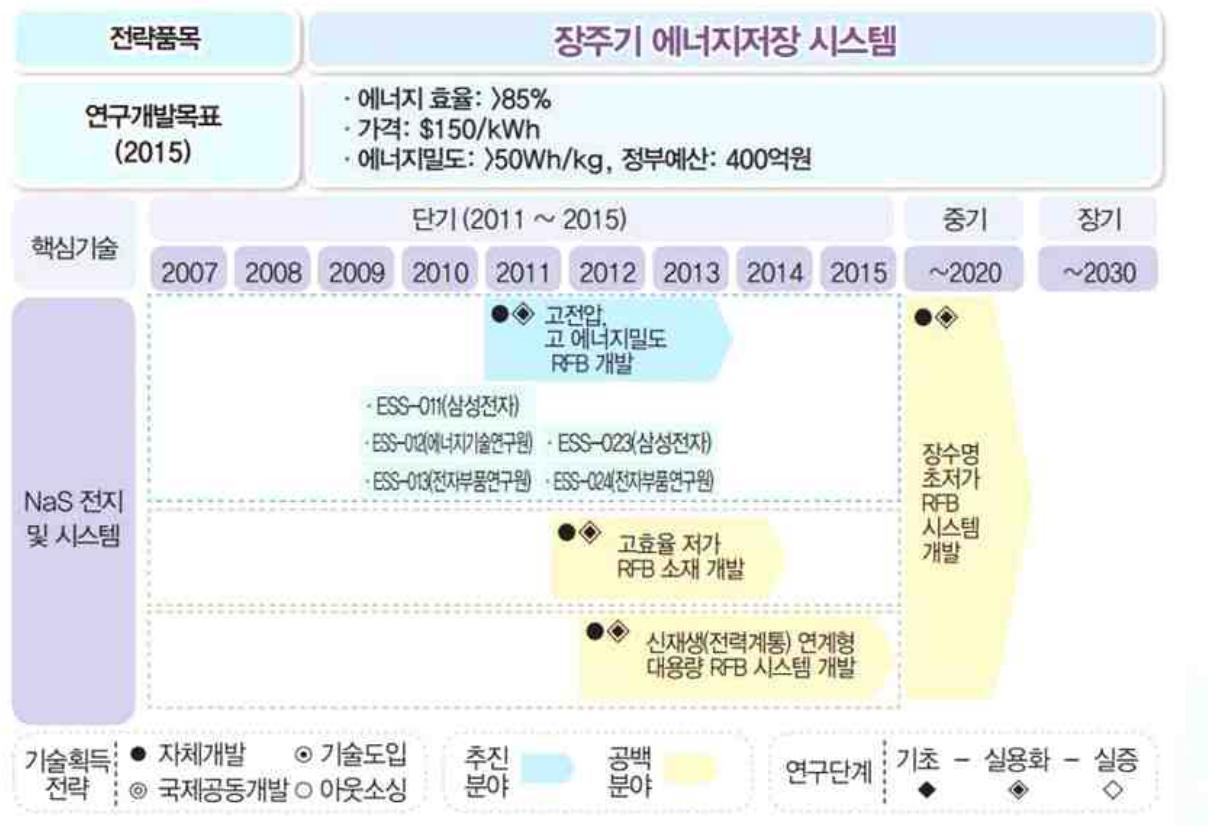
- 전력저장용 대형 이차전지 관련 기술 중 리튬이차전지를 제외한 기술력은 주요 선진국과 대비하여 열악한 상태이며 특히 부품 및 소재 관련 기술은 매우 취약

- 이차전지 산업은 기술집약적인 산업이고 전후방 산업에 막대한 영향을 미치며 전방산업에 위치한 전기자동차, 전력저장장치, 로봇, 모바일 기기 등 핵심부품으로 사용되어 이차전지의 개발여부가 전방산업의 존폐 좌우

- 에너지저장시스템은 공공성이 중시되는 전력 인프라에 종속되어 있고 투자 회수기간이 긴 산업 특성상 새로운 변화에 매우 소극적이며 다양한 이해 관계자가 존재함으로 에너지저장시스템 산업 활성화를 위해서 이해 관계자의 합의점 도출이 필요

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

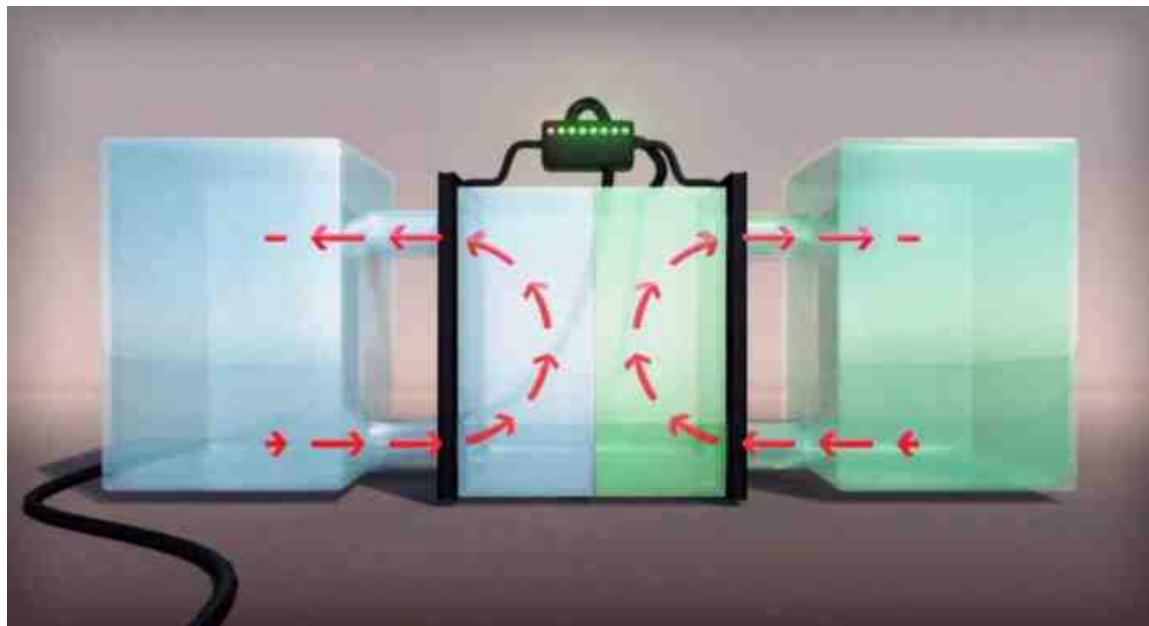
- 에너지저장시스템을 활용한 새로운 비즈니스 모델이 창출되고 있으며 전지사업법, 소방법 등 전기안전관리에 필요한 법과 제도 개선을 포함하여 총괄적인 산업 활성화 시스템구축이 필요
- 미국, 유럽, 일본, 중국 등에서 실증에 성공하여 상용화에 낙관적이나 리튬이차전지 및 NaS 전지에 비해 실증 및 상용화 단계가 다소 뒤처진 상태



3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- 미국 비오닉스, 프리머스파워, ViZn 에너지, UET, 일본 스미토모, 독일 길드마이스터, 호주 레드플로우, 중국 롱커파워 등 주요 선진국에서 레독스 플로우 배터리를 개발
 - 미국 비오닉스는 매사추세츠주 한 고등학교에 3MWh 용량의 플로우 배터리 기반 ESS를 설치하였으며, 영국 레드티도는 호주 모나쉬대학교에 플로우 배터리와 리튬이온 배터리를 결합한 1MWh급 하이브리드 ESS를 구축
- 국내 레독스 플로우 배터리 제조의 경우 롯데 케미칼, LS 산전, 두산 중공업 등의 대기업과 최근에 코리드에너지, 에이치투 등의 중소벤처기업이 중심이 되어 고에너지 및 고출력 밀도 특성을 갖는 배터리를 제조하고 있으며 부품 소재분야에 주로 참여하고 있는 중소기업들은 전지업체에서 요구하는 부품과 소재를 공급하고 있음
- 레독스 플로우 배터리 분야의 중소기업 경쟁력은 기술분류별로 차이가 있으나 레독스 플로우 배터리 기술은 중소기업이 다수 참여하여 시장에서의 역할이 큰 분야로 나타났으나 적용분야별로 전극, 전해질, 이온교환막(분리막) 분야는 대체로 중소기업의 경쟁력이 높은 것으로 분석됨



* 출처 : 비오닉스

[비오닉스의 바나듐 레독스 플로우 배터리 작동 원리]



* 출처 : 레드티

[레드티의 레독스 플로우 배터리 시스템]

[레독스 플로우 배터리 분야 중소기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역
전극	고내식성 카본 복합재 전극 개발 기술, 고활성 촉매 전극 개발 기술	삼성전자, 현대자동차, OCI, 포스코ICT, GS칼텍스,	에이치투, 누리플랜, 스텠다드에너지, 에너지와 공조, 레드초이스, 모간, 오버넷, 아이비티	촉매, 탄소담지 복합체, 표면적 처리, 대면적 전극 제작을 위한 카본펠트 열처리 기술
전해질	고농도 바나듐계 레독스 커플, 2V 이상 고전압 레독스 커플, Zn/Ce 계 레독스 커플, Zn/Br 계 레독스 커플, V/Br 계 레독스 커플	삼성전자, 롯데케미칼, 엘지화학, SK이노베이션, 삼성정밀화학,	에이치투, 누리플랜, 스텠다드에너지, 에너지와 공조, 레드초이스, 모간, 오버넷, 아이비티	고이온전도성 고분자 전해질, 전해액 첨가제, V2O5를 이용한 전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질
이온교환막	고강도, 고내식성 폴리머 이온교환막, 이온전도성이 향상된 이온교환막	삼성전자, 롯데케미칼, 엘지화학, SK이노베이션, 삼성SDI, OCI	에이치투, 누리플랜, 스텠다드에너지, 에너지와 공조, 레드초이스, 모간, 오버넷, 아이비티	유기, 무기계 음극 보호막,

□ 국내 중소기업 사례

- 스텠다드에너지는 레독스 흐름전지 기술 기반으로 한 대용량 배터리 개발, 기존 전해액 펌프와 차별화된 전해액 순환 기술 및 고출력화 기술 개발로 에너지 효율화 기여, 기존 제품 대비 원가 절감이 가능하고 배터리 크기와 무게도 크게 줄일 수 있는 기술 개발
- (주)에이치투는 국내 최초 플로 배터리 ESS 상용화 성공, 레독스 플로 배터리 신제품인 정격용량 100kWh급 '에너플로(EnerFLOW)410' 1호기 개발, 국내 유일 완제품 공급
- (주)프로파워는 이차전지 응용 제품 생산, 인도시장에 DMFC 기반의 2kW급 연료전지시스템 1만대(약 5,000억원) 수출 계약 체결
- 누리플랜은 월 생산량 500톤 규모의 CNT펠렛 양산 설비를 구축하고 자동차 부품용 복합소재, 레독스플로우 에너지저장장치용 소재 등 CNT소재 응용 사업 진행
- (주)에너지와공조는 대용량 에너지 저장 가능한 흐름전지 기술 개발, 태양광발전 및 양극소재 개발의 융복합 사업 진행
- 한창산업은 아연말 전문 생산기업으로 최근 리튬이온 대체가 가능한 차세대 2차 전지 전해액 개발

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업이익률	당기순이익률	R&D집중도
스탠다드에너지 ⁴²⁾	956,995	104,607	162	-315	-136	103
(주)에이치투	6,780,106	170,706	72.2	-513.4	-510.5	533.5
(주)프로파워	5,569,986	907,278	-72.2	-436.9	-383.0	143.0
(주)씨엔티솔루션	8,464,285	1,001,295	57.8	-15.0	2.0	51.4
누리플랜	35,390,013	34,411,741	7.1	2.1	6.9	0.1
(주)에너지와공조	21,803,814	9,477,637	-16.4	-5.2	1.9	12.2
한창산업	55,662,798	47,474,017	-0.7	7.3	4.3	2.0

42) 스탠다드에너지 재무구조는 2015년 기준으로 작성하였음

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 미국의 PNNL(Pacific Northwest National Laboratory)은 KW급 개발을 완료했고, 1MW급 레독스 플로우 배터리를 개발 중
- 미국의 EPRI(Electric Power Research Institute)는 바나듐 레독스 플로우 배터리, Na/S, Zn/Br 레독스 플로우 배터리 등 대형 에너지 저장장치 실험 진행 중
- 일본 훗카이도 전력은 스미토모와 함께 공동으로 미나미 하야기타 변전소에 6만kWh 대형 레독스 플로우 배터리 방식의 전력저장 실증
 - 일본의 스미토모는 훗카이도 전력과 같은 유틸리티 기업을 통해 수익을 창출하는 규제형 비즈니스 모델을 추진하고 레독스 플로우 배터리 분야에서 연간 1000억엔 규모의 사업을 목표로 하고 있음. 특히, 신흥국 세력에 대응할 수 있도록 생산비용을 삭감하는 기술을 개발
- 일본의 Ryhkyu는 VANASAVER 전해질 개발 및 판매 중
- 독일의 Fraunhofer ICT는 전지자동차용 레독스 플로우 배터리 프로트를 개발하며 유기계 활물질을 개발 중
- 오스트리아의 Cellstrom은 레독스 플로우 배터리 10/100 상품을 태양광 발전과 연계

(2) 국내업체동향

- 삼성SDI와 LG화학, SK이노베이션 등은 리튬이차전지 기술을 바탕으로 에너지저장시스템 까지 사업영역 확대
 - 삼성SDI는 '14년 인도 ACME사와 2년간 총 110MWh 규모의 에너지저장시스템 공급 MOU 체결, 통신기지국, 태양광 & 너지 연계용에 에너지저장시스템 독점 공급
 - LG화학은 전기차 배터리 개발 경험을 살려 에너지저장장치 개발에도 적극 참여, '13년 7월부터 독일 SMA사에 2kWh급 가정용 에너지저장시스템 배터리 공급
- 한국에너지기술평가원은 최근 '수출용 다중 연계 ESS 실증사업' 수행사업자로 피앤이솔루션 컨소시엄을 선정하고 2018년까지 몰디브에 '바나듐 레독스 플로우 배터리(VRFB)+리튬이온 배터리' 융합형 하이브리드 ESS 실증 사업을 진행할 계획
 - BMS와 충/방전기 전문업체인 피앤이 솔루션은 전기차 충전기와 에너지저장시스템 융합모델을 '13년 12월 일본 수출, 에너지저장시스템 기반 급속 충전기를 일본 중공업 분야 대기업에 16기 공급

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 포스코 ICT는 일본 에디슨 파워에 '13년 12월 에너지저장장치를 공급하였고, 효성은 기존 500kW PCS를 보강해 '14년 1MW급 PCS 개발 완료하는 등 시스템 사업에 적극 참여
- LS산전은 1MW급 PCS 개발 중이며 소형에서 중대형까지 자체 개발 추진 중이고 LG유플러스는 '13년 250kW PCS 개발 완료, 국내 업체 처음으로 LG화학 익산 사업장에 3MW(1MW x 3)급 PCS 구축
- 한국전력은 '13년 11월 에너지저장시스템을 활용한 지능형 사옥 에너지관리 시범 사업을 착수, 구리 남양주 지사에 에너지저장시스템 50kWh급 활용 스마트 그리드 스테이션 개발
- 에이치투(H2)는 한국전자통신연구원(ETRI)에 100kWh급 '에너플로(EnerFLOW)410' 1호기 레독스 플로 배터리 첫 설치
 - 에너플로410은 바나듐 레독스 플로 배터리와 전용 배터리관리시스템(BMS), 전해질, 전용 전력변환장치(PCS)가 10피트(ft) 컨테이너에 일체형으로 이뤄진 에너지저장장치(ESS)로 연구소와 대학 등에서 연구나 실증 목적으로 활용하거나 ESS 전용요금제 혜택을 보려는 소규모 사업장에 설치하기 유리



* 출처 : H2

[H2의 바나듐 레독스 플로우 배터리]

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- 레독스 플로우 배터리의 흐름은 2000년 이전에는 전이금속계 레독스 쌍 이었지만, 2000년대 이후부터는 고출력과 고에너지밀도를 추구하기 위한 V/Br, Cr/Br, all soluble Pb/PbO₂, Zn/Ce system 등이 연구

[Major Players들과 각 시스템 별 특성]

Major player	VRB Power	V- Fuel Pty	ZBB Energy	Plurion System
Redox couple	V/V	V/Br	Zn/Br	Zn/Ce
수준	Pre-marketing	Proto	Pre-marketing	Field test
Cycle Life (year)	12,000 ~ 15,000 (~ 20)	Not available	2,500 ~ 10,000 (5 ~ 10)	not available
에너지 밀도(Wh/kg)	25 ~ 35	35 ~ 55	65 ~ 80	12 ~ 20
차별화 방향	- low cost ion exchange membrane §Carbon coated with Nb and Ru catalyst	- V/V의 제2세대 전지 - energy density 개선	- Carbon-plastic composite 도입 - PE/PP 등 low cost membrane 적용	- Methane sulfonic acid를 도입 - High voltage, high power density
기술의 한계	- 낮은 에너지밀도 - 구성재료의 내부식성	- performance not clear - 브롬의 부식성	- Zn uneven deposition - High Zn electrodes cost	- low energy density - Expensive Zn electrode

- 미국

- 1970년대 NASA에서 Fe/Cr계 레독스 플로우 배터리에 대한 연구를 시작
- DOE의 Energy Storage Program에서 300~2,000\$/kW의 목표로 레독스 플로우 배터리에 대한 연구가 진행
- Self Generation Incentive Program (SGIP)과 California Solar Initiative의 프로그램으로 수 kW급 태양광 발전에 5kW급 바나듐 레독스 플로우 배터리를 연계하여 운전하고 있으며, SGIP에서의 개발목표는 2.5\$/kW임
- SGIP의 전력저장 성능목표
 - 200사이클 이상의 방전/년 (신재생에너지와 연계)
 - 6~7시간동안의 방전
 - IEEE 표준에 적합하여야 함
 - 수용가 근처 설치 및 친환경적이어야 함

□ 유럽

- 영국 : Department of Trade and Industry(DTI)의 New and Renewable Programme의 R&D Programme으로 2005년 114백만£을 투자하였으며, 이중 에너지저장 분야에 4백만£을 투자하고 있고, 레독스 플로우 배터리에 대한 연구가 진행
- 덴마크 : Risø에 15~200kW급 바나듐 레독스 플로우 배터리를 설치 운용
- 독일 : ZSW, 바나듐 레독스 플로우 배터리 연구개발

□ 호주

- New South Wales대학의 Skyllas-Kazacos교수를 중심으로 1993년부터 바나듐 레독스 전지에 대한 연구가 활발히 진행
- Castle Valley Utah에 2MWh급 바나듐 레독스 플로우 배터리 Pacific Corp에 의해 설치되어 운전 중에 있음
- 호주의 WA에서 태양전지, 풍력발전 연계 레독스 플로우 배터리의 시범사업에 투자하고 있으며, NSW도 레독스 플로우 배터리 개발에 많은 예산을 투자하고 있음

□ 캐나다

- Technology and Innovation(T&I) Program의 Distributed Energy Production (DEP) 계획이 세워져 연구가 진행되고 있으며, 이 프로그램의 electricity storage systems분야에서 바나듐 레독스 플로우 배터리에 대한 연구가 진행
- T&I Distributed Energy Production Action Plan에서 2004년부터 5년간 계획으로 총 20M\$(4.3M\$-2004, 6.7M\$-2005, 9.3M\$-2006)을 투자하여 재생에너지, 화석연료, 전력네트워크에 대한 연구를 진행하고 있으며, 이중 에너지저장에 대한 연구(G9)에 바나듐 레독스 플로우 배터리를 포함

□ 일본

- 1980년대 통산성의 moonlight계획에 의해 지속적으로 연구가 진행
- NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization)의 “풍력발전안정화 프로젝트”의 일환으로 2003년에 북해도의 “Tomamae Wind Villa Wind Farm”에 바나듐 레독스 플로우 배터리를 풍력 발전 설비와 연계하여 운전
- NEDO의 “풍력발전 전력계통 안정화 등 기술개발” 프로젝트로 6MW급 바나듐 레독스 플로우 배터리를 풍력발전과 연계하기 위한 연구가 2004년부터 진행

나. 특허동향 분석

◎ 레독스 플로우 배터리 특허 상 주요 기술

주요 기술

- 레독스 플로우 배터리 기술은 구조 분야에서 전극 활물질, 이온 교환막, 외부 탱크 및 배터리 시스템 기술이 있으며, 활용 분야에서는 부하 변동 평준화, 출력 균등화 기술이 있음

분류	요소기술	설명
구조	전극 활물질	레독스 플로우 배터리 전극 활물질 소재, 산화수
	이온 교환막	레독스 플로우 배터리 이온 교환막 소재, 구조
	외부 탱크 및 배터리 시스템	활물질 순환 펌프, 저장 탱크 등 레독스 플로우 배터리 전체 시스템
활용	부하 변동 평준화	레독스 플로우 배터리를 활용한 전력 저장용 시스템 주야간 부하 변동의 평준화, 순간저전압 보상
	출력 균등화	레독스 플로우 배터리를 활용한 풍력 발전의 출력 균등화

◎ 세부 분야별 특허동향

□ 주요 기술별 국가별 특허동향

- 레독스 플로우 배터리의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
구조	전극 활물질	23	25	12	2	64
	이온 교환막	17	32	16	3	71
	외부 탱크 및 배터리 시스템	5	15	3	1	24
활용	부하 변동 평준화	5	12	7	3	27
	출력 균등화	7	20	10	1	38
합계		57	104	48	10	224

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 구조 분야에서는 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 유럽이 상대적으로 적은 출원량을 보유하고 있음,
- 활용 분야 또한 미국에서 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 그 다음 일본, 한국 순서로 출원이 이루어지고 있음

주요 기술별 출원인 동향

세부 분야	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
구조	전극 활물질	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sumitomo ▪ 한국에너지기술연구원 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국에너지기술연구원 등
	이온 교환막	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sumitomo ▪ LG ▪ 삼성 ▪ 한국에너지기술연구원 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ LG, 삼성
	외부 탱크 및 배터리 시스템	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sumitomo ▪ OCI ▪ 롯데케미칼 ▪ 한국에너지기술연구원 ▪ 전자부품연구원 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국에너지기술연구원, 전자부품연구원 등
활용	부하 변동 평준화	◐	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sun catalytix ▪ Sumitomo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 한국에너지기술연구원, 한국기계연구원
	출력 균등화	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sumitomo ▪ 비오닉스 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공연구기관 중심 ▪ 전자부품연구원, 한국에너지기술연구원 등

구조 분야 주요 출원인 동향

- 구조기술 분야는 Sumitomo가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며 다음으로 한국에너지기술연구원, LG 등 한국의 공공기관 및 대기업이 주류를 이루고 있음

활용 분야 주요 출원인 동향

- 활용 기술 분야는 Sun Catalytix가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며 그 다음으로는 Sumitomo가 많은 특허를 출원하고 있음

◎ 레독스 플로우 배터리 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 레독스 플로우 배터리 분야의 주요 경쟁기술은 구조 분야의 전극활물질, 이온 교환막 기술이고, 공백기술은 구조 분야의 외부 탱크 및 배터리 시스템, 활용 분야의 부하 변동 평준화 기술로 나타남
 - 레독스 플로우 배터리 분야에서 구조 분야는 대체적으로 기술 집중도가 높았으며, 상대적으로 활용 분야는 구조 분야에 비해 공백기술 분야로 나타남

세부 분야	요소기술	기술 집중도
구조	전극 활물질	●
	이온 교환막	●
	외부 탱크 및 배터리 시스템	◐
활용	부하 변동 평준화	◐
	출력 균등화	●

※ ●: 50건 이상, ◐: 30~49건, ◑: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
구조	전극 활물질	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 크라운 에테르 첨가제 포함 기술 ▪ 전 유기계활물질 포함 기술
	이온 교환막	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 이오노머 멤브레인 포함 기술 ▪ 바나듐 이용 기술
	외부 탱크 및 배터리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 전해액 기술 ▪ 바나듐 이용 기술
활용	부하 변동 평준화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 금속 리간드 배위화합물 포함 기술 ▪ 다중 재생에너지 발전 대용량 에너지 저장 기술
	출력 균등화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 모노 폴라 타입 기술 ▪ 배터리 관리 시스템 기술

- 국내 특허동향을 살펴보면 공공연구기관이 레독스 플로우 배터리 기술에 대하여 주도적으로 연구개발을 하고 있는 것으로 나타남
 - 구조 분야에서 전극 활물질 기술은 크라운 에테르 첨가제나 전 유기계 활물질 등을 포함하는 레독스 플로우 배터리 기술이 나타나고 있음. 이온 교환막 기술은 바나듐을 이용하는 기술이 다수 출원되고 있고 이오노머 멤브레인을 포함하는 기술이 나타나고 있음. 외부 탱크 및 배터리 시스템 기술에서는 전해액 기술이 나타나고 있음
 - 활용 분야에서 부하 변동 평준화 기술은 금속 리간드 배위화합물을 포함시키는 기술 또는 대용량 에너지 저장 기술이 연구되고 있으며, 출력 균등화 기술에서는 모노폴라 타입 기술, 배터리 관리 시스템 기술이 출원되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 레독스 플로우 배터리 기술의 공백기술 분야는 외부 탱크 및 배터리 시스템, 부하 변동 평준화 기술이며 중소기업의 시장진입이 상대적으로 수월한 것으로 나타남
 - 전 세계적으로 레독스 플로우 배터리 기술은 일본의 기업이 주도하고 있는 것으로 나타남
 - 국내에서는 레독스 플로우 배터리 기술은 공공연구기관에서의 지속적인 연구개발이 꾸준하게 이뤄지고 있는 분야임
 - 레독스 플로우 배터리 기술을 개량 및 개선하기 위해서 기술 분류에 따라 관리 시스템을 발전시키거나 성능 개선용 첨가 화학 소재를 개발하는 형태로 기술이 연구개발되고 있음
 - 향후 중소기업은 상대적으로 경쟁이 치열하지 않은 외부 탱크 및 배터리 시스템 또는 부하 변동 평준화 기술을 공공연구기관의 기술을 이전받거나 공동으로 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
 - 특히 한국에너지기술연구원, 전자부품연구원, 한국기연구원 등과 공동으로 연구개발을 추진하는 것을 우선적으로 고려해 볼 수 있을 것으로 판단됨

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

- 우리나라에 바나듐 레독스 플로우 배터리를 연구하게 된 계기는 1991년 당시 명지대학교 강안수교수가 일본 요코하마 국립 대학교 물질공학과 오타 교수 연구실의에 근무하면서, 당시 일본의 Moonlight project로서 한창 연구 개발 중에 있던 Fe/Cr계 레독스 플로우 배터리의 연구를 접하게 된 것이 계기가 되어 시작하게 되었으며 그 후 2000년까지 이 분야의 연구를 수행
- 일본의 Moonlight project는 all vanadium battery보다는 NASA에서 개발이 시작된 Fe/Cr계 레독스 플로우 배터리 연구를 시작하였으며 당시 Fe/Cr계 레독스 플로우 배터리의 가장 단점이었던 이온 크로스 오버(ion cross-over) 문제를 해결하기 위한 연구가 중심
- all vanadium계 레독스 플로우 배터리 연구에서는 V(+5) 이온의 이온 교환막에 대한 산화성이 커서 Nafion 막을 대체할 수 있는 고내구성 및 저가격의 격리막 개발을 중심으로 연구가 진행되었으나, 연구 지원의 부족으로 연구가 중단
- 롯데 케미칼은 고에너지밀도 레독스 플로우 배터리 상용화를 위해 Zn/Br계 배터리를 미국의 ZBB사와 공동으로 협작하여 개발 진행 중
- 한국과학기술연구원은 고출력밀도 바나듐계 레독스 플로우 배터리용 분리판 및 전극 개발과 스택기술을 활용한 배터리 개발 진행
- 한국에너지기술연구원에서는 풍력발전, 태양광발전에서 나온 전력을 저장하여 peak time시에 사용하는 전력저장시스템의 일환으로 레독스 플로우 배터리 연구를 시작하게 되었으며, 주요 연구사업의 일환으로 진행
- 한양대학교는 향후 대형전력저장전지의 비(非)리튬계 전지 개발을 목표로 바나듐계 레독스 플로우 배터리 개발을 시작하고 있으며, 현재 새로운 레독스 쌍 개발을 위한 연구를 진행
- 최근에 코리드에너지(누리플랜), 에이치투 등의 중소벤처 기업이 바나듐계 레독스 플로우 배터리가 산업용 및 가정용 전력저장장치로서 가능성이 있다고 보고, 이 분야의 기술개발을 진행

(2) 연구개발 지원

정부 지원 프로그램

- 레독스 플로우 배터리 전문기술 개발(산업부)
 - 산업기술 경쟁력 강화를 위해 산·학·연이 공동 활용할 수 있는 핵심 산업기술 분야의 장비·시설 조성을 지원
 - 부품무역 및 소재제조 창업 기반구축
- 제조업 혁신 3.0 전략 실행대책(관계부처 합동)
 - 부품 및 소재 산업의 획기적인 생산성·경쟁력 제고
 - 저단가 및 고안정성 레독스 플로우 배터리 제조기술 개발 추진
 - 출연연 장비활용·공동연구 확대
- 대용량 에너지저장시스템 분야에서 경제성 있는 레독스 플로우 배터리 육성방안(산업부)
 - 제조업 혁신 3.0전략 실행대책의 후속조치
 - 성장성·경쟁력 등을 고려해 정부 지원의 기술개발 및 이를 적용한 대규모 시스템 개발
 - 대규모 에너지저장시스템 수요가 적은 국내시장에서 민간 주도의 저가화 기술 개발은 기술적 한계와 위험부담 존재

중소기업 대상 시설 및 장비 지원

- 시제품 제작을 위한 시설 및 제작 장비 공동 활용
 - 지역 인프라와 시설 현황을 공유하고 연계 활용 추진
- 레독스 플로우 배터리 관련 시스템 및 소재산업 구축
 - 중소·중견기업 중 레독스 플로우 배터리 관련 기업 및 업종 다각화 희망기업 대상
 - 레독스 플로우 배터리 관련 제품개발 및 조기 상품화를 위한 시제품 설계 지원
 - 스택설계, 실증시험 및 신재생에너지 연계 시험지원
 - 수혜기업 기업부담금 없음
- 중소기업전용연구시설(Rental Lab) 제공(관련 출연 연구소 및 공공연구기관)
 - 공동연구수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소기업에게 연구공간을 제공
 - 연구원 인프라(인력, 장비 등)를 활용한 근접 지원
 - 지원내용은 크게 시설 지원, 장비 지원, 기술 및 공동연구 지원으로 구성
- 공통서비스 인프라 구축·운영 사업(관련 출연 연구소 및 공공연구기관)
 - 관련 중소기업이 R&D 및 상용화 제품 개발에 필요한 애로기술 지원, 시험 측정 장비 지원 및 시험시설을 활용한 시험지원 등에 대한 통합기술을 지원
 - 시험지원은 신뢰성 시험지원 및 민간 시험시설 공동 활용을 통한 민간시험시설을 지원
 - 장비지원은 고가의 시험·측정 장비를 관련 중소기업에게 임대
- 연구 장비 공동이용 클러스터 사업(중소벤처기업부)
 - 중소기업이 첨단 고가 연구 장비를 쉽게 이용할 수 있도록 지원

나. 연구개발 인력

- 레독스 플로우 배터리 분야는 롯데 케미칼, 두산 중공업, 삼성종합기술원 등의 대기업과 모간, 코리드에너지, 에이치투 등의 중소벤처기업, 한국과학기술연구원, 한국에너지기술연구원; 전자부품연구원 등의 연구기관과 호서대학교, 상명대학교 등의 교육기관에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[레독스 플로우 배터리 분야 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
롯데 케미칼	강태혁	팀장
롯데 케미칼	박상선	책임연구원
두산 중공업	윤주영	과장
삼성종합기술원	이두연	책임연구원
삼성종합기술원	두석광	상무
모간	윤재돈	연구소장
모간	이문희	과장
한국과학기술연구원	김형선	책임연구원
한국과학기술연구원	히홍용	책임연구원
한국과학기술연구원	조병원	책임연구원
한국에너지기술연구원	진창수	책임연구원
한국에너지기술연구원	전재덕	책임연구원
한국에너지기술연구원	신경희	책임연구원
한국에너지기술평가원	최윤석	책임연구원
호서대학교	황갑진	교수
호서대학교	윤철휘	교수
상명대학교	김기태	교수

- 정부는 레독스 플로우 배터리 전문기업이 수요(세부분야, 기술수준 등)를 제시하면 이를 바탕으로 국내 대학이 이에 맞는 인재를 양성하는 '기업 맞춤형 고급 전문인력 양성 추진 예정'

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

- 레독스 플로우 배터리 요소기술은 크게 전지스택기술 고농도 전해질 제조기술, 분리막 제조기술, 전극 및 분리판 제조기술 등 총 네 개의 분류로 구분됨
- 기술이전이 가능한 기관은 한국과학기술연구원, 한국에너지기술연구원, 전자부품연구원, 한국기계연구원이 있음

[레독스 플로우 배터리 요소기술 연구기관]

분류	요소기술	기관
전지스택기술	고출력 밀도 전지스택기술	한국과학기술연구원
	고에너지밀도 전지스택기술	한국 에너지기술연구원
	저지스택 부품 및 프레임 가공 기술	한국기계연구원
고농도 전해질 기술	V2O5를 이용한 전해질 및 고에너지밀도 전해질 기술	전자부품연구원
	고에너지 및 고안정성 전해질 기술	한국 에너지기술연구원
	고안정성 지지전해질 기술	한국과학기술연구원
분리막 제조기술	RFB BOS 기술 및 시스템화 기술	한국기계연구원
	저저항 초박형 레독스 배터리 이온교환막 기술	한국 에너지기술연구원
전극/분리판 기술	이온교환막 물리화학적 및 전기화학적 평가 기술	전자부품연구원
	고전기전도도 일체형 전극/분리판 기술	한국과학기술연구원
	대용량 전력저장용 전 바나듐계 전지 복합전극 기술	전자부품연구원
	고내구성 및 고에너지 효율 전지용 전극 표면처리 기술	한국에너지기술연구원

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

[레독스 플로우 배터리 분야 기술이전가능 기술]

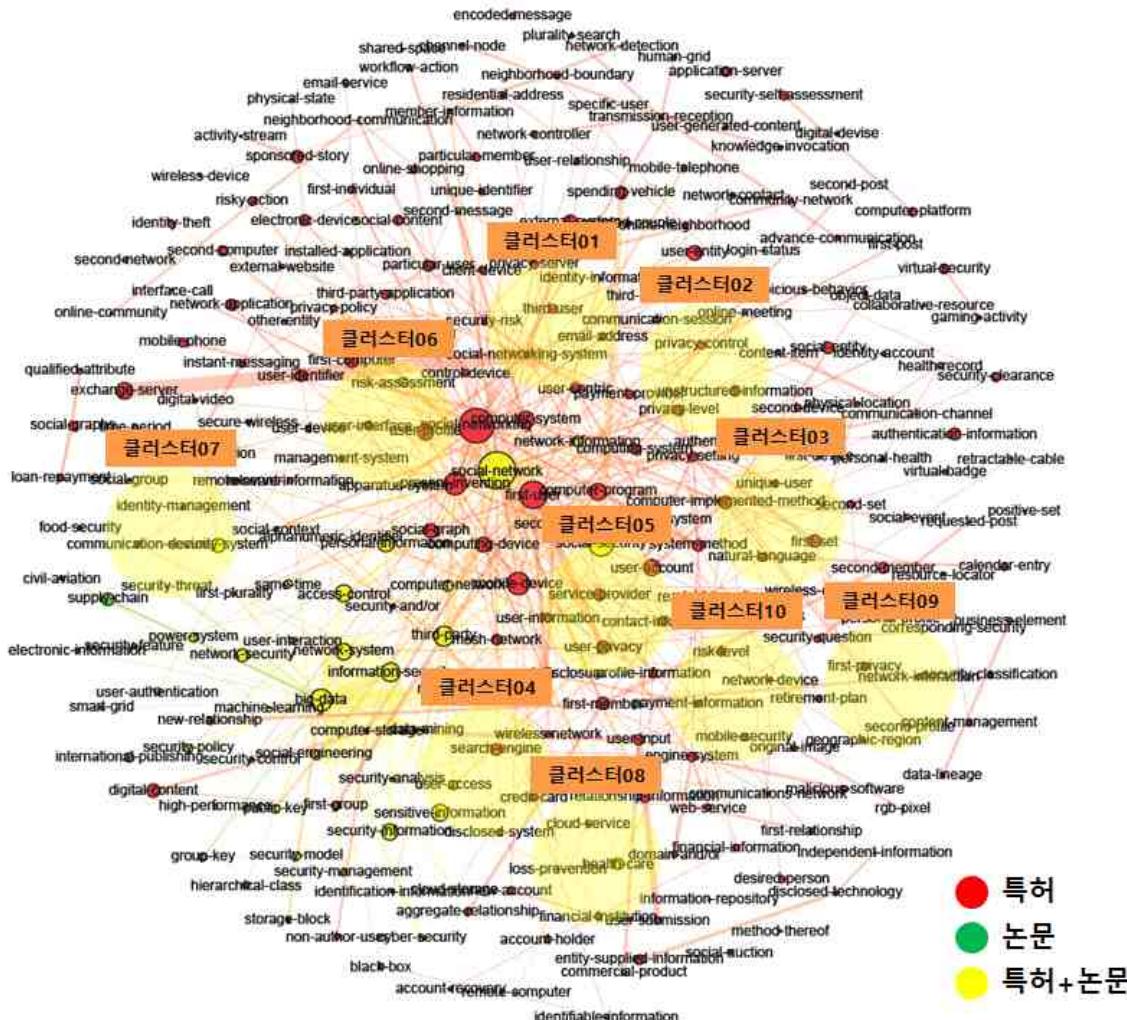
분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 내부 밀봉구조를 갖는 일체형 복합전극셀 및 이를 포함하는 레독스 흐름전지
기술개발 배경	<ul style="list-style-type: none"> 종래기술의 문제점 <ul style="list-style-type: none"> - 대용량의 전력저장을 위한 이차전지로서 레독스 흐름전지(RFB, redox flow battery)는 유기 보수 비용이 적고 상온에서 작동가능하며 용량과 출력을 각기 독립적으로 설계할 수 있는 특징이 있기 때문에 최근 대용량 2차전지로 많은 연구가 진행되고 있음 - 하지만 종래 레독스 흐름전지는 적층 시 바이폴라 플레이트를 지지해 줄 수 있는 바이폴라 플레이트 프레임을 사용함에 따라 더 많은 재료를 사용하게 되어 부피 증가, 가격 상승 및 적층시간 증가라는 문제점을 가지고 있음 기술의 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 대용량, 장주기에 적합한 고안전성 이차전지 구현 - 세계 최고 수준의 스택 부피 저감 기술 확보로 경제성 향상
기술개요	<p>• 기존 이차전지가 산화/환원 반응을 통해 전기에너지를 전극의 활물질에 저장하는 것과 달리 전극에서 발생되는 산화/환원(redox) 반응을 통해 전해질에 전기에너지를 장기간 저장할 수 있는 대용량 전력저장 이차전지</p> <p>• 섬유와 IT기술을 융합하기 위해서는 유연하되 전자회로의 내구성과 전도성이 우수한 직물 회로 보드 기술이 필요함</p> <p style="text-align: center;"> 레독스 흐름전지 원리 및 장점 $V^{3+} + VO^{2+} + H_2O \xrightleftharpoons{\text{charge}} V^{2+} + VO^{2+} + 2H^+$ </p>
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> 스택부와 전해질부로 분리되어 출력/용량 독립적 설계 가능 상온 작동형 및 수계형이라 안전성 뛰어남 대용량화 및 장주기화 용이 바나듐 RFB는 활물질 투과로 성능 저하 시 혼액으로 성능 회복 가능 바나듐 회수로 재사용 가능 세계 최고 수준의 스택 부피 저감 기술 확보로 경제성 향상

<p>기술 성능의 증명 (실험 및 실증 데이터)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2012년 slim화 기술 적용으로 최소부피형 5kW VRB 스택 개발(부피 : 120L) • 1~5kW 스택 제조기술 확보 및 수~수십 kW 스택 제조 가능한 설계기술 확보 <table border="1"> <thead> <tr> <th>기관</th><th>스택 사진</th><th>사양</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KIER(2012년)</td><td></td><td> <ul style="list-style-type: none"> Type : 바나듐 RFB 정격 전압 / 전류 : 55V / 91A 정격 출력 : 5kW 크기 : 55cm x 46cm x 47cm 부피 : 120L 출력밀도 : 42W/L </td></tr> <tr> <td>GEFC(중국)</td><td></td><td> <ul style="list-style-type: none"> Type : 바나듐 RFB 정격 전압 / 전류 : 50V / 100A 정격 출력 : 5kW 크기 : 68cm x 52cm x 48cm 부피 : 170L 출력밀도 : 30W/L <p>26% 저감</p> </td></tr> </tbody> </table> <p>[세계 최고 수준의 스택 부피 저감 기술 확보]</p>	기관	스택 사진	사양	KIER(2012년)		<ul style="list-style-type: none"> Type : 바나듐 RFB 정격 전압 / 전류 : 55V / 91A 정격 출력 : 5kW 크기 : 55cm x 46cm x 47cm 부피 : 120L 출력밀도 : 42W/L 	GEFC(중국)		<ul style="list-style-type: none"> Type : 바나듐 RFB 정격 전압 / 전류 : 50V / 100A 정격 출력 : 5kW 크기 : 68cm x 52cm x 48cm 부피 : 170L 출력밀도 : 30W/L <p>26% 저감</p>
기관	스택 사진	사양								
KIER(2012년)		<ul style="list-style-type: none"> Type : 바나듐 RFB 정격 전압 / 전류 : 55V / 91A 정격 출력 : 5kW 크기 : 55cm x 46cm x 47cm 부피 : 120L 출력밀도 : 42W/L 								
GEFC(중국)		<ul style="list-style-type: none"> Type : 바나듐 RFB 정격 전압 / 전류 : 50V / 100A 정격 출력 : 5kW 크기 : 68cm x 52cm x 48cm 부피 : 170L 출력밀도 : 30W/L <p>26% 저감</p>								
<p>관련지적재산권</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 관련특허 : 국내 10건, 해외 2건 									
<p>세부문의</p>	<p>한국에너지기술연구원 기술사업화실</p>									

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[레독스 플로우 배터리 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	Redox flow battery, storage	4~5	21.Use of porous membrane and composite membrane thereof in redox flow energy storage battery 22.A fuzzy adaptive Kalman filter based power control strategy of energy storage system for wind farm

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 02	Redox flow battery, Fuel system	3~5	1. Fuel system using redox flow battery 2. Indirect fuel cell based on a redox-flow battery with a new design to avoid crossover
클러스터 03	Redox flow battery, MATERIAL	6~7	1. LAYERED COMPOSITE MATERIAL FOR USE IN A REDOX FLOW BATTERY 2. Graphene oxide nanoplatelets as excellent electrochemical active materials for VO ₂₊ /VO ₂₊ and V ₂₊ /V ₃₊ redox couples for a vanadium redox flow battery
클러스터 04	Redox flow battery, Semiconductor	4	1. Semiconductor device 2. Novel composite membrane coated with a poly(diallyldimethylammonium chloride)/urushi semi-interpenetrating polymer network for non-
클러스터 05	Redox flow battery, electrolyte	8	1. REDOX FLOW BATTERY INCLUDING AN ELECTROLYTE AND THE USE OF AN ELECTROLYTE IN A REDOX FLOW BATTERY 2. Discharged maximum current density of vanadium redox flow battery with increased electrolyte flow rate
클러스터 06	Redox flow battery, cell stack	5~6	1. Cell stack for redox flow battery, and redox flow battery 2. Techno-economic assessment of novel vanadium redox flow batteries with large-area cells
클러스터 07	Redox flow battery, hydrogen	5~6	1. HYDROGEN-REDOX FLOW BATTERY ASSEMBLY 2. A hydrogen-ferric ion rebalance cell operating at low hydrogen concentrations for capacity restoration of iron-chromium redox flow batteries
클러스터 08	Redox flow battery, membrane	4~5	1. REDOX FLOW SECONDARY BATTERY AND ELECTROLYTE MEMBRANE FOR REDOX FLOW SECONDARY BATTERIES 2. Hydrophobic membrane with nanopores developed for efficient energy storage
클러스터 09	Redox flow battery, Organic	4~7	1. Organic electrolyte solution and redox flow battery including the same 2. The oxidation of organic additives in the positive vanadium electrolyte and its effect on the performance of vanadium redox flow battery

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 10	Redox flow battery, energy	3~4	1. Energy storage battery 2. Enabling electrolyte compositions for columnar silicon anodes in high energy secondary batteries

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[레독스 플로우 배터리 분야 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
전극	고활성 레독스 플로우 배터리 전극 활물질 표면처리 기술	전문가 추천, 특허/논문 분석
	대용량 전력저장용 전바나듐계 레독스 플로우 배터리용 복합전극 기술	기술수요, 기술/시장 분석, 특허/논문 분석
전해질	V ₂ O ₅ 를 이용한 전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질	기술수요, 기술/시장 분석
	고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발	기술수요, 기술/시장 분석
이온교환막	저저항 초박형 레독스 플로우 배터리 이온교환막 개발	기술수요, 기술/시장 분석
	이온교환막 물리화학적 및 전기화학적 열화 평가 기술 및 가속 수명 평가 기술 개발	특허/논문 분석
구조	외부 탱크 및 배터리 시스템	특허/논문 분석
분리판	고전기전도도 분리판 제조기술 개발	특허/논문 분석
	고인장강도 분리판 제조기술 개발	기술수요, 기술/시장 분석

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[레독스 플로우 배터리 분야 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
전극	고활성 레독스 플로우 배터리용 전극의 표면처리 기술개발	가격 경쟁력을 위한 대량생산 및 집적화를 위한 전극 제조 전해질의 반응성을 높이기 위한 전극 확성화
	대용량 전력저장용 전바나듐계 레독스 플로우 배터리용 복합전극 개발	활성물질이 강산에 용해되어 있으므로 화학적, 전기 화학적으로 안정해야 하며 전지에 적용했을 때 높은 효율이 나오는 기술
전해질	V ₂ O ₃ 를 이용한 전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질	전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질 생산기술
	고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발	고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발
이온 교환막	저저항 초박형 레독스 플로우 배터리 이온교환막 개발	레독스 플로우 배터리 이온 교환막 소재, 구조
	이온교환막 물리화학적 및 전기화학적 열화 평가 기술 및 가속 수명 평가 기술 개발	이온교환막 열화 평가 및 가속 수명 평가를 위한 기술
분리판	고전기전도도 분리판 제조기술 개발	고전기전도도 분리판 제조를 위한 기술
	고인장강도 분리판 제조기술 개발	고인장강도 분리판 제조를 위한 기술

나. 레독스 플로우 배터리 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

레독스 플로우 배터리의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	부품의 내식성 및 내마모성 향상	열처리 공정의 에너지 효율화	레독스 플로우 배터리 시스템 안정성 확보	고에너지 효율 및 저가화 구현을 위한 기술 개발
핵심 기술	전극	고활성 레독스 플로우 배터리용 전극의 표면처리 기술 개발 대용량 전력저장용 전바나듐계 레독스 플로우 배터리용 복합전극 개발		VRFB용 카본벨트 국산화 기술 개발
	전해질	V:O ₂ 를 이용한 전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질 개발 고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발		고용량 및 사이클 안정성이 확보된 전해질 개발
	이온 교환막	저저항 초박형 레독스플로우배터리 이온교환막개발 이온교환막 물리화학적 및 전기화학적 열화평가 기술 및 가속수명 평가 기술 개발		수명, 재현성을 위한 성능 보완 및 업그레이드
	분리판	고전기전도도 분리판 제조기술 개발 고인장강도 분리판 제조기술 개발		고내구성 분리판 제조
기술/시장 니즈	이차전지용 소재 및 스택 제조, 성능 평가 보유	전력시장 다변화 신재생에너지 연계운전기술 확보		고에너지 및 고효율 전지기술 필요

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[레독스 플로우 배터리 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
전극	고활성 레독스 플로우 배터리용 전극의 표면처리 기술개발	고내구성 저가	수명 7000 시간 이상	수명 8000 시간 이상	수명 9000 시간 이상	수명 9000 시간 이상
	대용량 전력저장용 전바나듐계 레독스 플로우 배터리용 복합전극 개발	낮은 접촉저항	접촉저항 $10^{-5}m\Omega cm^2$	접촉저항 $10^{-6}m\Omega cm^2$	접촉저항 $10^{-6}m\Omega cm^2$	접촉저항 $10^{-6}m\Omega cm^2$ 이하
전해질	V ₂ O ₅ 를 이용한 전해질 대량생산 및 고에너지밀도를 가지는 전해질 개발	고에너지 밀도	에너지밀도 35Wh/Kg	에너지밀도 40Wh/Kg	에너지밀도 45Wh/Kg	에너지밀도 45Wh/Kg 이상
	고농도로 레독스 쌍을 용해시킬 수 있는 용매 및 첨가제 개발	고농도로 레독스 쌍을 용해	몰농도 2.0M	몰농도 2.3M	몰농도 2.5M	몰농도 2.5M 이상
이온 교환막	저저항 초박형 레독스 플로우 배터리 이온교환막 개발	고내구성 및 높은 이온전도도	이온교환용량 0.90 (meq./g)	이온교환용량 0.95 (meq./g)	이온교환용량 1.00 (meq./g)	이온교환용량 1.00 (meq./g) 이상
	이온교환막 물리화학적 및 전기화학적 열화 평가 기술 및 가속 수명 평가 기술 개발	고내구성	함수율 15%이하	함수율 10%이하	함수율 5%이하	함수율 5%이하
분리판	고전기전도도 분리판 제조기술 개발	고전기전도도	1200mΩcm	1100mΩcm	1000mΩcm	1000mΩcm 이하
	고인장강도 분리판 제조기술 개발	고내구성	300kgf/cm ²	330kgf/cm ²	350kgf/cm ²	350kgf/cm ² 이상

기술개발 테마 현황분석

이차전지 전해질

이차전지 전해질

정의 및 범위

- 정의: 이차전지의 양극 및 음극사이에서 해당 이온의 삽입/탈리 혹은 산화/환원 반응에 필요한 이온이 이동하는 매질의 역할을 하는 물질
- 범위: 성상에 따라 액체 전해질, 고체 혹은 젤 상태의 고분자 전해질, 이온성 액체 전해질, 기타 세라믹 형태의 무기 고체 전해질 등을 포함.

정부지원 정책

- 이차전지용 소재 개발에 따른 경쟁력 강화 전략 수립 및 국가적인 차원의 기술개발을 선도
- 이차전지산업 인프라 구축 및 운영과 이차전지 관련 인재양성
- 법정부적으로 중대형 이차전지제조 및 소재산업 지원추진(2011~2020년)

중소기업 시장대응전략

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none">이차전지 관련 염(salt)을 비롯한 관련 용매, 첨가제 국내 제조기술 확보산업계의 적극적인 투자 의지 및 우수 연구인력 증가국내 기업의 이차전지 제조 기술 및 높은 시장 점유율	<ul style="list-style-type: none">특정 용매 및 첨가제 소재의 해외 특허와 원천소재 수입 의존후발주자로써 기존시장 개척 어려움이차전지 전해질 소재 및 핵심요소기술 경쟁력 선진국 대비 미흡신규 소재개발 및 적용 평가기간에 따른 중소 소재 기업의 부담
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none">중소형 이차전지 분야에서의 지속적인 성장전후방 산업에 대한 정부의 강력한 지원 정책신재생에너지 분야의 성장으로 에너지저장 시스템용 이차전지 수요 증대전기자동차용 대형 이차전지에 대한 업계의 투자 확대	<ul style="list-style-type: none">일본의 견제 심화 및 중국 등 후발주자의 저가 공세리튬이차전지를 비롯한 이차전지의 점진적 가격 하락이차전지 관련 안전성 및 신뢰성 확보 저하중대형 전지 소재기술개발의 가속화



중소기업의 시장대응전략

- 중소기업이 제조하는 전해질과 용매, 첨가제의 품질 향상에 따라 가격 경쟁력을 통한 글로벌 시장 점유율 확보 가능
- 높은 해외 소재가격을 극복하기 위한 이차전지 전해질 소재 국산화 및 이차전지 원가 절감을 통해 시장 접근

핵심요소기술 로드맵

이차전지 전해질의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	고안정성 전해액 첨가제 개발	고안정성/장수명화 인자 최적화	양산기술확보	이온전도도 및 안정성이 향상된 전해질 제조기술 확보
핵심요소기술	액체 전해질	전해액 첨가제 기술 저온 이온 전도도가 우수한 전해액 조성 개발		발화성 낮추는 전해액 첨가제 설계기술 확보 및 저온 이온전도도 개발
	전고상 고분자 또는 세라믹 전해질	고체 고분자 전해질 소재 기술 분자구조 및 미세구조 조절		고용량, 고출력 달성
	전극/전해질 계면 안정화	계면저항 감소 기술 대면적화 기술		대전류로 충/방전 가능 대면적화 가능
	기술/시장 니즈	중대형 전지소재 기술개발 가속화	산업계의 적극적인 투자의지	국내기업의 리튬이차전지 시장의 높은 점유율

1. 개요

가. 정의 및 필요성

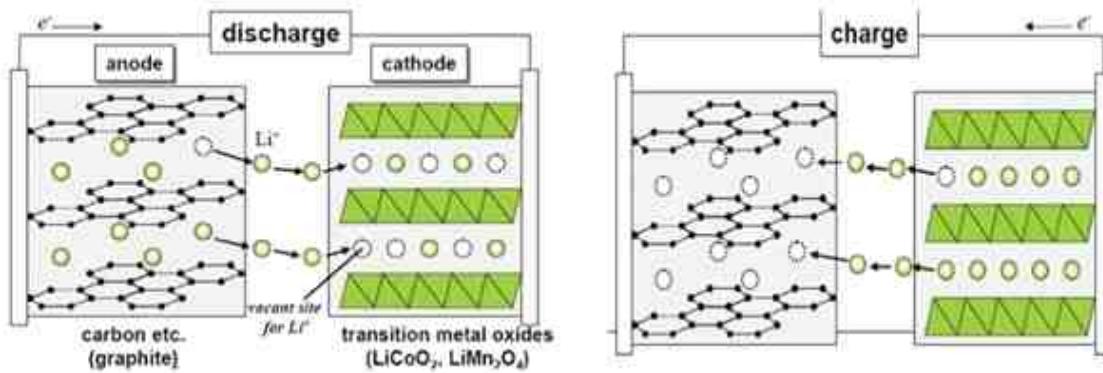
- 액체 전해질은 양극과 음극사이에 전달 매개체로 관련 이온을 유/무기 용매에 용해하여 사용하며 경우에 따라 첨가제를 사용
 - 리튬이차전지의 경우 LiBF₄, LiPF₆, LiClO₄ 등의 리튬염을 에틸렌 카보네이트 (ethylene carbonate), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate), 디메칠 카보네이트(dimethyl carbonate), 디에틸 카보네이트(diethyl carbonate) 등의 혼합된 에스테르(ester)계 유기용매에 용해하여 전해질로 사용
 - 다른 이차전지의 경우 관련된 해당 염을 적절한 용매와 첨가제가 있는 상황에서 용해하여 전해질로 사용
 - 전해질에 전지의 수명 향상과 안정성 확보를 위해 다양한 종류의 유무기 첨가제가 사용
 - 액체 전해질 중 용매를 사용하지 않고 특정 이온만으로 구성된 액체 상태의 염을 이온성 액체 (Ionic Liquid)라 하며 EMI계, TFSI계 등의 이온성 액체 전해질을 포함

- 고체 전해질은 음극과 양극사이를 전기적으로 분리하는 분리막의 역할과 해당 이온(리튬이차전지의 경우 리튬이온)의 이동 및 확산 통로인 전해질의 역할을 동시에 수행
 - 고체 전해질은 액체 전해질에 비해 누액이 없어서 안정성이 우수하고 구조 최적화 및 고에너지밀도, 고출력밀도 등에서 장점
 - 고분자 전해질은 해당이온의 탈리와 삽입 혹은 산화 환원 반응에 의한 안정성이 우수하지만 이온 전도도가 낮음
 - 젤 상태의 고분자 전해질은 액체 전해질을 고분자 매트릭스에 용해시켜 상온에서도 높은 이온 전도도를 나타내지만 분리막에 비해 기계적 강도가 낮고 전해액 용량의 한계로 인한 성능 저하 발생
 - 무기 고체 전해질에서는 황화물, 산화물, 인산염화물 등의 세라믹 계 전해질이 우수한 기계적 강도와 이온 전도도를 나타냄
 - 유기용매는 발화성이 높은 액체 상태이므로 누설 문제가 존재하며 전지의 대형화에 따라 안전성 문제로 고체 전해질로 점차 확대 예상

[이차전지 전해질 류]

	액체 전해질	고체 고분자 전해질	겔 고분자 전해질	이온성 액체 전해질	무기물계 고체 전해질
구성	유기용매+리튬염	고분자+리튬염	고분자+유기용매+리튬염	상온용융염+리튬염	리튬 세라믹
이온 전도도	높음 (10-2S/cm)	낮음 (10-5S/cm)	비교적 높음 (10-3S/cm)	비교적 높음 (10-3S/cm)	비교적 높음 (10-4~10-3S/cm)
저온특성	비교적 양호	열악함	비교적 양호	열악함 (구조에 의존)	비교적 양호
고온 안정성	열악함	우수함	비교적 양호	우수함	우수함
대표 예	LiPF6-EC/DEC	LiBF4+PEO	LiPF6-EC/DCMC + PVdF-HFP	LiTFSI-EMITFSI	Li2S-P2S5

* 출처 : NICE, 제28권 제2호, 2010



* 자료: 한국수출입은행 해외경제연구소

[리튬이온전지 작동 원리]

나. 범위

(1) 제품분류 관점

- 이차전지 전해질은 전해질 제조 기술에 따라 세부기술을 분류 할 수 있음
- 에너지 밀도, 출력 밀도, 수명, 안전성 등의 에너지 성능 향상을 위한 첨가제 합성 기술
 - 이온 전도도, 전기화학적 안정성 등의 최적의 전해질 생산을 위한 정제기술

[제품분류 관점 기술범위]

기술개발 테마	제품분류 관점	세부기술
이차전지 전해질	전해질 제조기술	<ul style="list-style-type: none"> • Succinonitrile, Adiponitrile, Acrylonitrile 등 첨가제 합성 기술 • 전극별 최적조건 전해질 생산 기술 • 난연성, 고출력성, 장기보관성 등의 특성에 맞는 주문자 생산 시스템 • 첨가제 중합 • 농축 및 정제 제조기술

(2) 공급망 관점

- 이차전지 전해질은 전해질의 성상에 따라 유무기계 액체 전해질, 유무기계 고체 전해질, 고분자 전해질 등으로 분류
 - 유기계 액체 전해질은 에스테르(ester)계, 에테르(eter)계 등의 유기용매에 해당 염을 용해시켜 사용되며 무기계 전해질은 주로 물을 용매로 하여 해당 염을 용해시켜 사용되며 고순도 제품 개발 기술이 요구됨
 - 전해질을 고분자에 함침시켜 구동하는 젤형 고분자 전해질은 기계적 강도 및 내구성이 향상된 제조 기술이 필요

[공급망 관점 기술범위]

기술개발 테마	공급망 관점	세부기술
이차전지 전해질	액체 전해질	<ul style="list-style-type: none"> • 전해액은 카보네이트 계열의 용매가 주로 쓰이고 있으며, 고순도 제품의 개발기술 • 리튬이온의 높은 이온전도도를 위해 음이온의 크기가 큰 제품의 개발 고용량화, 고안전성화, 고출력화를 위한 전해질 첨가제 기술
	고체 전해질	<ul style="list-style-type: none"> • 전해액을 고분자에 함침시켜 구동시키는 젤형 고분자 고체전해질 개발
	고분자 고체전해질	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 이온전도도를 갖는 무기계 고체전해질의 개발 • 전기화학적 안정성, 기계적 성질 등 다양한 측면을 고려한 연구
	무기계 고체전해질	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 이온전도도를 갖는 무기계 고체전해질의 개발 • 전기화학적 안정성, 기계적 성질 등 다양한 측면을 고려한 연구

- 일반적으로 이차전지에 사용되는 전해질 특성은 높은 이온전도도와 넓은 전위범위에서 전기화학적 안정성을 가져야 하며 전극과의 상용성(compatibility)도 우수해야한다. 특히 고전압 양극재가 개발됨에 따라 고전압에서도 안정성이 우수한 전해질 개발이 필요

2. 외부환경 분석

가. 산업환경 분석

- 이차전지는 양극재, 음극재, 전해질, 분리막 등을 소재들을 조립하여 제조되며 이들 소재가 전체 생산 원가의 50%를 차지
- 리튬이차전지의 경우, 소재부분의 원가구성은 양극재가 35%로 대부분 차지하며 음극재 10%, 분리막 20%, 전해질 15%, 기타 20% 순으로 차지
- 현재 생산 판매되고 있는 리튬이차전지는 음극에 흑연, 양극에 리튬전이금속산화물, 유기계 용매를 이용한 전해질을 사용하여 제조되며 전지의 성능향상을 위해 첨가제 사용
 - 첨가제 개발은 특히 중소기업이 적은 투자비용으로 개발할 수 있는 적합한 소재
- 이차전지 시장은 소형 이차전지에서 전기자동차 및 에너지저장시스템을 위한 중대형 이차전지로 시장이 재편되고 있으며 이에 따라 전지의 안전성을 좌우하는 전해질의 역할이 중요

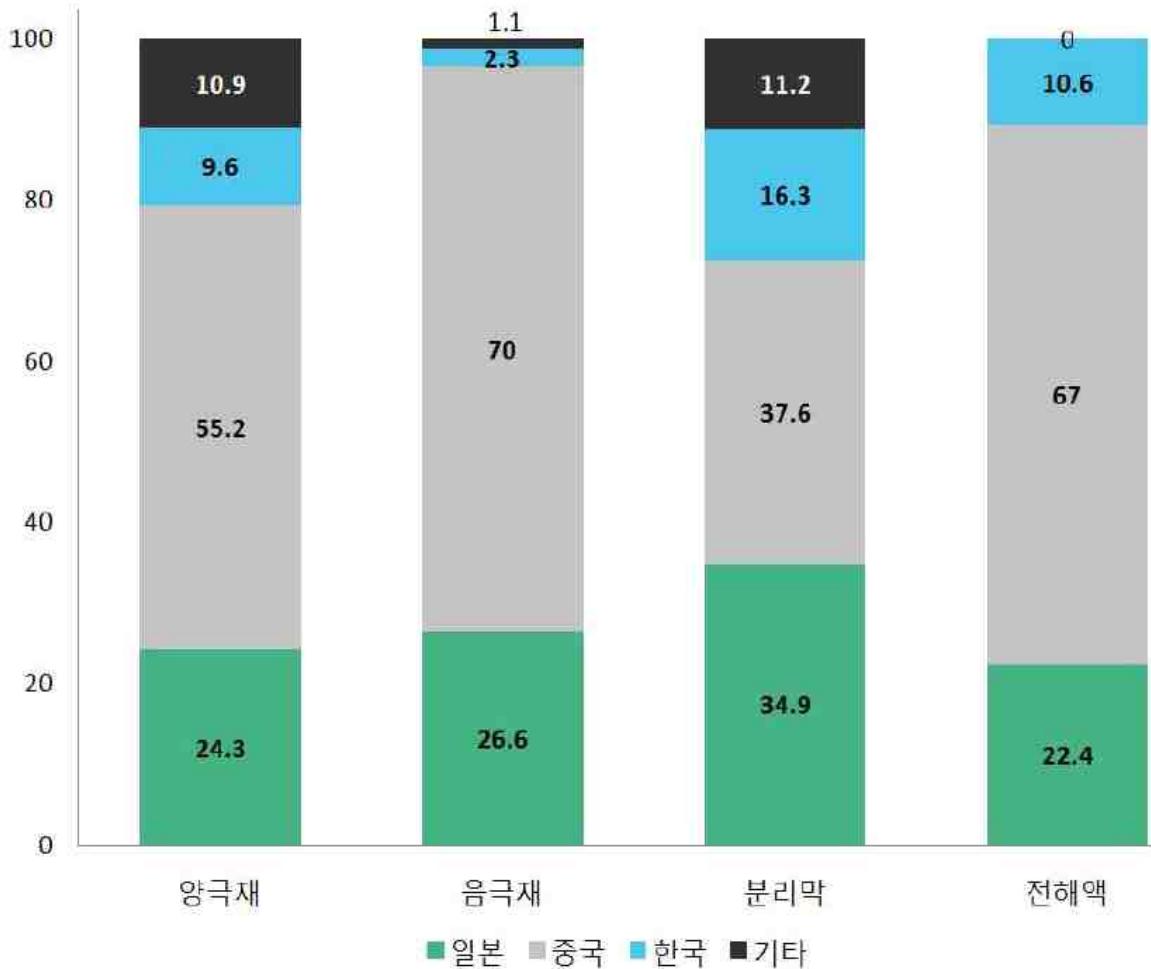
[이차전지 분야 산업구조]

후방산업	이차전지 전해질	전방산업
전해질 첨가제	액체 전해질, 젤고분자 전해질, 고체 고분자 전해질, 이온성 액체 전해질, 무기물계 고체 전해질	Mobile IT 전기전자제품 전기자동차 태양광전력저장, 풍력발전저장

- 최근 리튬이차전지 및 Na/S 전지를 비롯한 이차전지의 안정성 문제가 대두되면서 이차전지의 수명, 고율 충/방전 및 안정성에 대한 전해질의 성능개선을 요구하는 시장의 의견이 대두
- 국내외 전해질 제조업체들은 전해질의 안정적인 확보와 저가격화, 고순도화를 적극 추진하고 있으며 전해질 제조기술은 성숙단계에 있기 때문에 양산화화 하는 것 외에 저가격의 길은 없는 것으로 알려져 있고 전해질의 저가격화를 위한 고성능의 첨가제 확보가 중요
 - 저가화 생산을 통한 이차전지 제조기술 개발로 인해 장비/설비회사 및 소재/부품 분야의 창업 및 기존 기업의 증설이 예상되어 기술개발 파급효과에 따른 사업화 전망은 높음
 - 전지 관련 분야에서 로열티 및 수입품에 대한 원가 절감을 통한 국산 제품의 기술 및 가격 경쟁력을 강화를 통해 수출이 용이해지고 국내 기업 활성화에 크게 기여

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 시장 전문가인 Pike 리서치에 의하면 전기자동차 및 에너지저장시스템을 위한 배터리 시장 규모는 최근 유가 급등과 온실가스 문제, 친환경 자동차, 신재생에너지 육성 등 정부 및 관련 업체의 관심증가로 증가될 전망
 - 전 세계적으로 이산화탄소 배출량을 규제하는 움직임과 관련 기후 변화대응에 따른 대책으로 고성능 이차전지용 전해질 개발은 주요산업 중의 아이템으로 등장
- 이차전지 제조공정 시에 최적화된 전해질과 첨가제의 도입으로 안정성이 강화된 이차전지의 기술 확보로 기술 경쟁력이 강화됨
 - 신규 전해질의 적용으로 고전압 양극소재에 적용이 가능한 전해질이 개발되고 전반적으로 전지의 성능이 향상되어 전체 비용이 감소할 가능성이 높음
- 고안정성 전해질을 사용한 통신기기 및 에너지저장시스템, 전기 자동차 이용에 의한 국민들의 편의성 증대 및 안정성 확보를 통한 전지산업의 도약 가능성 기대



* 자료: 야노경제연구소

[2014년 기준 리튬이차전지 소재분야 국가별 시장점유율 현황]

- 2014년 기준 리튬이차전지 국가별 소재시장 점유율 살펴보면 원천기술은 일본, 가격 및 시장점유율은 중국이 강세를 보이고 있음⁴³⁾
 - 양극재 및 분리막 등 핵심소재 기술력은 일본이 여전히 강세를 보이고 있으며, 음극재 및 전해액을 중심으로 중국이 시장점유율을 높여가고 있음
 - 양극재 및 분리막 합성기술에서는 일본이 여전히 세계 최고로 평가받고 있으며, 파나소닉, AECS를 중심으로 자동차용 리튬이차전지 시장에서 일본 기업들이 강세를 나타내고 있음
 - 저렴한 가격장점으로 천연 흑연이 음극재 소재로 널리 사용됨에 따라 천연 흑연이 풍부한 중국이 최대 음극재 공급처로 부상하고 있음
 - 우리나라 소재분야 시장점유율을 살펴보면 양극재 9.6%, 음극재 2.3%, 분리막 16.3%, 전해액 10.6%에 불과
 - IT용 리튬이차전지 분야 우리 기업 시장점유율이 40%를 넘는 상황에서 관련 소재 부분의 점유율은 매우 낮은 상황
 - 신성장분야인 소재시장 분야에서 새로운 먹거리 발굴과 대외 기술 의존도를 낮추기 위해선 소재분야의 연구개발 및 기업육성이 필요

나. 시장환경 분석

(1) 세계시장

- 이차전지 전해질 분야의 세계 시장 규모는 2016년 877백만 달러 규모에서 2021년 3,022백만 달러 규모로 21.9% 성장률을 보일 것으로 전망
- 모바일 IT 기기용 소형 리튬이온전지용은 연평균 7% 성장하는데 비해 에너지저장장치 전기자동차용 중대형 리튬이온전지는 연평균 82% 성장하며 시장을 차지하는 비율을 늘려가고 있음
- 성장세가 큰 중대형 리튬이온전지는 단위용량 당 필요한 전해질량이 2배 이상이기 때문에 연평균 20%이상 전해질 시장을 크게 성장시킬 전망

[이차전지 전해질 분야의 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

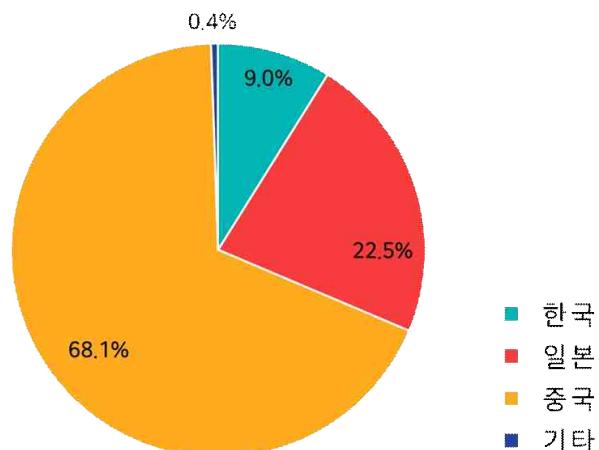
구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR
세계시장	877	1,055	1,379	1,790	2,479	3,022	21.9

* 자료: SNE Research(2015)

43) 한국수출입은행, 4차 산업혁명을 밝힐 리튬이차전지 산업동향, 2016

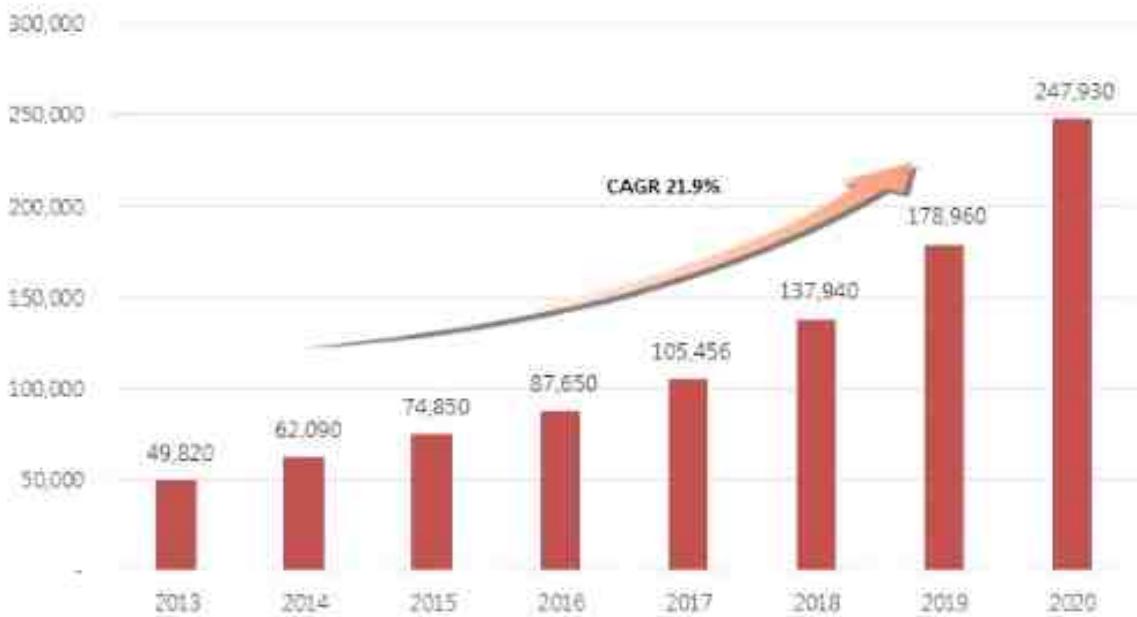
▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

- 리튬이온전지 산업은 대기업 위주로 재편되었으나 전해질 산업 분야는 인건비 부담, 고정비 부담이 적은 중소기업에 오히려 유리하며 현재 많은 중소기업이 전해질 제조업체로 역할을 하고 있음
- 전해질은 제품의 특성상 리튬이온전지 제조업체와 공동으로 개발을 진행하여 강력한 파트너십을 이루고 있으며 일본의 전해질 제조업체들과 한국의 전지업체들이 서로 협력 관계를 구축하여 상생을 위한 노력을 하고 있음
- 현재 전 세계 전해질 시장은 중국 제조업체가 점유율 1위를 유지하는 가운데 일본 업체는 안정성이 중요한 전기자동차용 시장에서 입지를 강화하고 있음
- 국가별 전해질 시장 점유율은 2015년 중국이 68.1%, 일본 22.5%, 한국 9.0%로 추산



* 자료: SNE Research(2015)

[세계 리튬이차전지 국가별 시장점유율]



* 자료: SNE Research(2015)

[이차전지 전해질 시장 전망]

- 중국의 경우 시장 점유율 1위를 차지하고 있지만 기존 제조업체의 생산능력 증강과 더불어 다수의 신규 제조업체가 시장에 참여함에 따라 공급과잉 상태에 있고 가격 경쟁 격화로 평균 단가의 급락을 초래하고 있음. 채산성 악화로 시장에서 철수하는 업체가 늘어나면서 향후 전해질 가격의 하락은 서서히 안정될 전망
- 2014년 출하수량 기준으로 모바일 IT기기용 리튬이온전지 전해질이 46,060톤으로 69.6%, 중대형 리튬이온전지용으로 20,130톤으로 30.4%를 차지하고 있음
 - 리튬이온전지의 경우 LiPF₆ 리튬 염이 주를 이루고 있으며 일본의 3개 업체가 약 80% 가량을 공급하고 있고 국내의 경우 후성이 유일하게 생산하고 있음
 - 최근에 주목 받는 LiPO₂F₂나 LiFSi 등의 첨가제가 있으며 LiPO₂F₂ 첨가제는 고출력이 요구되는 전기 자동차용 리튬이온전지에 적합하다는 평가를 받고 있어 국내의 제조업체가 중국에 생산자 주문 방식으로 수출을 하고 있고 LiFSi 첨가제는 고전압 전지에 효율적이고 불소계이지만 가스가 잘 발생하지 않아 셀의 팽창 문제가 우려되는 파우치형 리튬이온전지용으로 수요가 증가할 것으로 예측됨
 - 전기자동차, 에너지저장장치용 중대형 리튬이온전지 전해질 수요 확대로 수량기준으로 2016년 36,000톤, 구성비 39.3%에서 2020년에는 107,656톤, 구성비 59.9% 증가할 전망
 - 리튬이온전지 원가 전체 비중의 15% 정도를 차지하고 있고 따라서 전해질의 수입과 수출도 리튬이온전지 전체와 비슷한 추세일 것으로 예상

(2) 국내시장

- 국내시장의 경우, 전해질을 양산 공급하고 있는 파낙스이텍과 솔브레인 등이 리튬이온전지 세계 M/S 1위에 도달한 삼성SDI와 동반하여 전해질 공급업체로 성장하고 있음
- 현재 국내 전해질 수급은 저가의 중국산 원재료를 수입하여 경제 가공하거나 일부 첨가제 국내 합성을 통하여 이루어지고 있음
- 국내에서는 유일하게 후성이 제조하는 LiPF6 리튬염을 양산 공급하고 있으며 다른 리튬염의 경우 일본과 중국의 제조업체로부터 완제품을 수입하고 있음
- 용매의 경우, 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate)만이 중국에서 원재료를 받아 국내에서 고순도로 경제하여 수급하고 있으며 기타 다른 용매의 경우, 완제품을 수입하고 있음
- 첨가제의 경우, 일부 첨가제는 국내합성이 가능한 상태이고 VC(vinylene carbonate)만 중국의 제조업체로부터 가격과 품질이 우수한 완제품을 수입
- 이차전지 전해질 분야의 국내 시장 규모는 2016년 4,680억 원 규모에서 2021년 6,688억 원 규모로 연 평균 7.4% 규모로 성장할 것으로 전망

[이차전지 전해질 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억원, %)

구분	'16	'17	'18	'19	'20	'21	CAGR ('13~'15)
국내시장	4,680	5,027	5,398	5,798	6,227	6,688	7.4

* 자료: SNE Research 자료 인용 및 일부 추정

(3) 무역현황

- 이차전지 전해질 기술 관련하여 무역현황을 분석하였으며, 수입금액과 수출금액 모두 증가하는 추세
 - 이차전지 전해질의 '12년 수출 금액은 4억 4688만 달러에서 '16년 5억 2845만 달러 수준으로 증가하였으며, '12년 수입 금액은 66
 - 최근 5년('12~'16년)간 연평균 성장률을 살펴보면 수출금액은 4.3%, 수입금액은 14.4%로 증가한 것으로 나타남

- 무역특화지수는 '12년(0.74)부터 '16년(0.64)로 하락한 것으로 나타남

[이차전지 전해질 관련 무역현황]

(단위 : 천 달러, %)

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR ('11~'15)
수출금액	446,885	304,732	279,512	392,128	528,459	4.3
수입금액	66,601	69,145	62,260	132,097	114,175	14.4
무역수지	380,284	235,587	217,252	260,031	414,284	-
무역특화지수*	0.74	0.63	0.64	0.50	0.64	-

* 무역특화지수 = (상품의 총수출액-총수입액)/(총수출액+총수입액)으로 산출되며, 지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며, 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 지수가 -1이면 완전 수입특화 상태로 수출물량이 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻

* 자료 : 관세청 수출입무역통계 HS-Code(6자리 기준) 활용

다. 기술환경 분석

(1) 기술개발트렌드

- 리튬이온전지의 전해질은 카보네이트(carbonate) 계열의 유기 용매가 주로 사용되며 고순도 제품의 용매 개발이 필요
- 주로 쓰이는 용매로는 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate) 등의 리튬염을 해리하기 위해 유전율이 높은 용매와 에틸 메틸 카보네이트(ethyl methyl carbonate), 디메칠 카보네이트(dimethyl carbonate) 등의 이온의 mobility를 위한 점도가 낮은 용매를 일정 비율로 혼합하여 사용
- 리튬이온전지의 전해질은 용매에 리튬염을 적절한 비율로 혼합하여 제조하며 리튬염으로는 용매에서 높은 해리도를 가지며 높은 이온전도도를 위해 음이온의 크기가 큰 제품개발이 필요
- 리튬염으로는 LiBF₄, LiPF₆, LiClO₄ 등이 대표적으로 사용되며 이온전도도가 우수한 LiPF₆ 리튬염을 주로 사용
 - BASF(독일)은 고전압, 고온용 전해질 개발을 진행하고 있으며 향후 lithium super ionic conductor electrolyte에 대해 연구할 계획

▣ ■ 기술개발 테마 현황분석 ■ ▣

□ 소형 IT용 Application 시장에서 ESS, EV 시장으로 시장을 확대하는 추세⁴⁴⁾

- xEV/ESS 대용량 이차전지는 전해질 사용량이 IT용에 비해 단위셀 기준으로 200배~4000배까지 늘기 때문에 안정성 확보가 매우 중요하며, 현재 상용화 되어 있는 액체 전해질, 겔 고분자 전해질 이외에 고온 안정성이 우수한 고체 고분자 전해질 개발을 위한 연구가 진행
- 일본의 Mitsubishi Chemical은 IT 소형, xEV 중대형 전지를 생산하는 고객의 포트폴리오를 다양화 하면서 전세계 M/S 1위를 유지
- 중국의 신흥 업체인 ATL, BYD, LISHEN 등 정부의 지원과 넓은 내수 시장을 발판으로 시장을 확장

- 전해질은 이차전지 제조업체와 공동으로 개발을 진행하며, IT형 소형 제품 및 xEV용 제품의 전해질은 3개월에서 1년 사이에 재품 개발 및 평가 과정을 거침

- 이차전지용 전해질 세부품목에서 첨가제 합성, 최적조건 전해질 생산 기술 등이 이러한 기술은 LG화학, 삼성SDI 등 대기업 중심의 기술개발을 거쳐 현재 솔브레인, 후성, 파낙스이텍, 리켐, 캠트로스 등의 중소기업에서도 첨가제 개발, 전해질 생산 기술보유

[이차전지 전해질 분야 기업 현황]

기술 분류	주요 기술	대기업	중소기업	중소기업 참여영역
이차전지 전해질	Succinonitrile, Adiponitrile, Acrylonitrile 등 첨가제 합성 기술 전극별 최적조건 전해질 생산 기술 난연성, 고출력성, 장기보관성 등의 특성에 맞는 주문자 생산 시스템 첨가제 종합, 농축 및 경제 제조공정	LG화학 삼성SDI	솔브레인 후성 엔켐 리켐 에스티팜 파낙스이텍 씨트리 에너텍 육성화학 천보	신규 전해질 및 용매 개발. 신규 첨가제 개발. 합성기술 검토 및 최적화

44) 리튬 이온 2차 전지 전해질 기술동향 및 시장 전망, SNE RESEARCH, 2015

3. 기업 분석

가. 주요기업 비교

- LG화학, 삼성SDI 등 세계적인 수준의 완성업체와 경쟁력 있는 소재 및 부품을 공급하는 중소기업들이 포진하고 있어 리튬이차전지 산업은 세계 최상위권 경쟁력을 확보⁴⁵⁾
 - 2015년 기준 소형 IT기기용 리튬이차전지 시장점유율은 삼성SDI(27%)와 LG화학(15%)이 세계 1,2위를 차지하고 있으며, 전기자동차 및 에너지저장 분야에서도 경쟁력을 확보하고 있음
 - 대일 의존도가 높았던 소재분야도 양극재는 엘앤에프, 에코프로, 분리막은 SK이노베이션 등 국산화가 상당부분 이루어졌으며, 경쟁력도 높아지고 있음
- 국내에서는 파낙스이텍과 솔브레인이 주로 리튬이차전지용 용매와 전해질을 공급 중이고 후성은 전해질염(LiPF6)를 생산하고 있으며 리켐과 캠트로스는 첨가제를 생산
 - LG화학과 BYD는 전기자동차용 중대형전지용 전해질 자체 생산
 - 전해질은 기술적인 난이도는 다른 소재에 비해 낮으나 원가 경쟁력이 우수한 중국 업체의 성장세가 뚜렷함
- 리켐은 리튬이차전지의 전해질 첨가제를 주력으로 생산하는 업체이며 전방산업의 주요 지업체를 고객으로 확보하고 있고 캠트로스는 주문자 생산방식으로 중국 업체에 수출
 - 리켐은 2014년 기준 고객사별 매출 구성과 비중은 LG화학 30%, 파낙스이텍 23%, 솔브레인 16%, 기타 31%이며 LG화학에는 첨가제를 납품
- 후성은 국내에서 리튬이차전지용 전해질염(LiPF6)을 생산하는 유일한 기업이며 주로 일본의 소재 업체들과 중국 업체 등이 중대형 전지에 대한 전해질 생산
 - 전해질은 전지 원가의 15%를 차지하고 있으나 중국 업체의 진입으로 가격이 하락하는 추세이며 공급능력은 리튬염의 생산 능력에 영향을 받고 있음
- 파낙스이텍은 고부가가치 최종제품에 주력하기 위해 제품 라인업을 개편, 고수익을 추구하고 있으나 가격 경쟁력에서 중국에, 고부가가치 측면에서 일본에 출하를 빼앗기는 실태이고 현재는 IT 기기용 리튬이온전지 전해질 판매가 대부분이고 최종적으로 유럽의 전기자동차용 리튬이온전지 시장을 목표로 하고 있음
- 솔브레인은 경쟁 격화로 출하가 하회되고 있으며 출하의 대부분이 모바일 IT기기 전용 리튬이온전지용이며 삼성 SDI가 주요 고객이고 리튬이온전지의 용도, 형태, 전극재의 소재에 따라 다른 종류의 첨가제를 사용하고 있으며 4.5 ~ 5.0V 고전압용 리튬이온전지 전해질 개발을 주목표로 하고 있음

45) 한국수출입은행, 4차 산업혁명을 밝힐 리튬이차전지 산업동향, 2016

[제품분류별 경쟁자]

구분	경쟁환경	
기술분류	액체 전해질	전고상 고분자 또는 세라믹 전해질
주요 품목 및 기술	주로 쓰이는 용매로는 Ethylene carbonate, Propylene Carbonate, Ethyl methyl carbonate, Dimethyl carbonate, Dimethyl carbonate 등, 전해질 첨가제, 리튬염	전해액을 고분자에 함침시켜 구동시키는 겔형 고분자 고체전해질, 황화물계 고체전해질, 산화물계 고체전해질
해외기업	도요타자동차, 이데미츠 홍산, 오하라, 미쓰비시화학, Stella, Kantodenka, 센트럴초자, 다이킨공업	도요타자동차, 이데미츠 홍산, 오하라, 미쓰비시화학, Stella, Kantodenka, 센트럴초자, 다이킨공업
국내기업	LG화학, 삼성SDI, 에스케이이노베이션, 솔브레인 후성, 엔켐, 리켐, 에스티팜 파낙스이텍, 씨트리, 에너텍 육성화학, 천보	LG화학, 삼성SDI, 에스케이이노베이션, 솔브레인 후성, 엔켐, 리켐, 에스티팜 파낙스이텍, 씨트리, 에너텍 육성화학, 천보

□ 국내 중소기업 사례

- (주)루트제이드는 리튬 이온 폴리머 이차전지 개발, 양극판에 분리막을 일체화 시키는 Encapsulation 기술 개발로 에너지 미론 향상 및 높은 생산수율 확보
- (주)이엠티는 니켈·코발트·망간(NCM) 등 양극활물질용 전구체 생산, 월 150톤의 생산능력 보유로 2018년부터 300톤을 추가해 총 450톤의 월간 생산능력 가능

- (주)탑전지는 다양한 기기에 적용 가능한 리튬이온전지 모듈 개발, 온도 편차를 최소화시켜 수명 연화 방지 가능
- 신흥에스이씨주식회사는 초정밀 금형 기술을 기반으로 전기자동차, 전동공구 및 스마트폰 등에 사용되는 이차전지 배터리 부품을 생산, 이차전지 폭발 방지 기능을 하는 캡 어셈블리(Cap Assembly) 및 전류차단장치(CID Current Interrupt Device), 전해액 등을 담는 케이스 역할을 하는 캔(Can), 폴리머 배터리용 Strip Terminal과 팩·모듈 등 개발
- 파낙스이텍은 휴대폰, 노트북 등 휴대용 전자기기에 적용 가능한 전해액 개발, 전자파 차폐재료 기반으로 터치패널 전극소재, 고기능성 에폭시 등과 같은 신소재 개발
- (주)엔켐은 리튬 이차전지와 EDLC(Electric Double Layer Capacitor)용 전해액을 개발, 전기차의 중대형 리튬이차전지에 사용되는 고성능 전해액과 고용량 캐패시터인 EDLC에 사용되는 고전압 전해액을 필두로 고기능성 첨가제, 바인더 솔루션, 전자재료용 화학원료 등을 공급
- (주)씨엘에스는 벨기에 화학 기업에 전기자동차용 차세대 리튬전지 전해질인 리튬비스이미드(LiFSI) 제조 기술을 제공. 이후 LiFSI 가격을 LiPF6 수준으로 낮춰 일본 업체가 독점해 온 전기차용 리튬 이차전지 전해액 소재를 대체해 나갈 계획이며 이를 위해 전북테크노파크에 이차전지 개발센터를 건립
- 켐트로스는 유기합성기술을 바탕으로 한 디스플레이 소재, 2차전지 전해액 소재, 반도체 공정 소재, 의약 소재와 배합기술 기반의 산업용 특수접착 소재를 연구. 켐트로스는 전체 인력의 18%가 연구 인력으로 R&D 집중도가 높은 편이며 2차 전지 소재 2개 품목은 국내와 중국에서 독점 상황

[주요 중소기업 비교]

(단위: %, 백만원)

국내업체	자산총계	매출액	매출액 증가율	영업 이익율	당기순 이익율	R&D 집중도
(주)루트제이드	21,177	10,378	-24.6	-15.6	-16.9	16.1
(주) 이엠티	10,977	8,988	936.6	-23.3	-4.6	4.2
(주)탑전지	7,530	9,617	435.8	30.0	24.1	8.0
신흥에스이씨주식회사	95,098	90,111	35.1	7.2	6.2	1.7
파낙스이텍	61,666	35,465	91.1	-2.2	-15.0	8.2
(주)엔켐 ⁴⁶⁾	9,927	6,616	33	3	2	7
(주)씨엘에스 ⁴⁷⁾	4,828	183	-64	-118	-366	0
켐트로스	40,772	35,654	29.3	11.7	8.2	0.0

46) (주)엔켐의 재무구조는 2015년 기준으로 작성하였음

47) (주)씨엘에스 재무구조는 2015년 기준으로 작성하였음

나. 주요업체별 기술개발동향

(1) 해외업체동향

- 전해질은 이차전지의 핵심소재 중에서 기술적인 난이도도가 상대적으로 낮아서 원가 경쟁력이 뛰어난 중국의 제조업체 성장세가 뚜렷함
- 일본의 이차전지 산업은 소재, 기술, 장비 등에서 세계 최고의 기술력을 가지고 있으며 고부가가치 소재들을 중심으로 해외시장을 적극적으로 공략하고 해외에 생산거점을 마련하는 등의 노력을 하고 있음
- 일본의 미쓰비시 화학은 비닐렌 카보네이트(vinylene carbonate) 첨가제 특허를 보유하고 있고 니혼 화학공업은 난연 및 불연효과를 갖는 첨가제 제조기술을 확보하고 있음
- 중국의 경우, BYD를 필두로 자국 업체를 적극적으로 지원 육성하고 있어 많은 성과를 거두고 있으며 소재로 사용되는 자원이 풍부하여 기술 발전 능력이 우수

(2) 국내업체동향

- 우리나라는 일본에 비해 이차전지산업에 뒤늦게 뛰어 들었지만 LG화학, 삼성SDI, SK이노베이션 등 대기업 중심의 기술개발을 통해 생산 기술과 전해질 소재 기술에 있어서 어느 정도 성숙 단계에 접어 들었으며 전지의 고용량화, 고안정성화, 고출력화를 위한 새로운 첨가제 기술 개발 진행 중
- 이차전지 생산기술과 전해질 소재 기술의 성숙에 따라 새로운 첨가제 기술개발을 통한 고용량, 안전성, 고출력을 위한 연구가 진행
- 파낙스이텍은 에너지 밀도, 수명, 휘발성, 안전성이 개선된 첨가제를 개발하여 관련 제품을 전지제조업체 제공하고 있음
- 솔브레인은 용매의 정제처리를 통한 전해질을 전지업체에 제공하고 있으며 더불어 첨가제 개발을 진행 중
- 켐트로스는 전지의 고출력화를 위한 첨가제를 주문자 생산 방식으로 중국에 수출

4. 기술개발 현황

가. 기술개발 이슈

- 한국전기연구원의 창의원천본부 전지연구센터는 전기에너지의 저장, 변환 및 발전 기술분야에서 다음과 같은 내용으로 연구 개발
 - 핵심소재 개발 : 리튬이차전지, 슈퍼캐패시터, 하이브리드 금속공기 전지용 소재
 - 리튬전지시스템 개발 : 전고상(all solid state) 이차전지
 - 비리튬계 전지시스템 개발 : 하이브리드 금속공기전지, 강유전체 세라믹 캐패시터
 - 이차전지 활용기술 개발 : 평가기반, 국제표준
 - 전기에너지 변환 소재 및 시스템 개발 : 압전소재 및 소자, 에너지 하베스팅 소재/디바이스, 압전 액추레이터
- 한국과학기술연구원 에너지융합연구단은 전기화학 기술을 바탕으로 21세기 친환경 에너지 자립형 녹색도시 구현을 위한 에너지 저장 및 변환 등 에너지 융합기술 분야의 수요에 대처
 - 저탄소 고효율 건물용 에너지 분야 : 리튬이차전지 및 마그네슘이차전지, 나트륨이온전지 및 리튬-슬퍼 이차전지, 레독스 플로우 전지, 발전용 태양광 전지
 - Zero-emission 자동차용 및 휴대용 에너지 분야 : 고용량/고안전성/장수명 리튬이차전지, 초고용량 캐패시터, 자동차용 이차전지, 자원 재순환기술, 스너고체형 이차전지, 자동차용 연료전지, 휴대용 연료전지
 - 통합형 신개념 전지분야 : 금속/공기 전지소재, 광에너지 변환/저장 소재, 화학에너지 변환/저장 소재, 전기화학 촉매 및 탄소재료
 - 에너지 융복합화 및 활용분야 : 하이브리드 전지, 토탈 에너지 솔루션, 전기화학적 이산화탄소 전환기술

나. 특허동향 분석

◎ 이차전지 전해질 특허 상 주요 기술

주요 기술

- 이차전지 전해질은 형태 분야로 액체 전해질, 고체 전해질, 고분자 전해질로 구분됨

분류	요소기술	설명
형태	액체 전해질	유기용매, 리튬염, 첨가제(음극피막제, 양극피막제)
	고체 전해질	이차전지용 고체 전해질
	고분자 전해질	고분자 전해질, 가소화된 고분자 전해질, 단이온 전도체, 이온겔

◎ 세부 분야별 특허동향

주요 기술별 국가별 특허동향

- 이차전지 전해질의 요소기술별 주요 국가별 특허정보 데이터 입수하였으며, 최근 10년간의 특허데이터를 비교 분석함

분류	요소기술	한국	미국	일본	유럽	계
형태	액체 전해질	322	270	152	102	846
	고체 전해질	834	691	1743	245	3513
	고분자 전해질	482	334	315	171	1302
합계		1,638	1,295	2,210	518	5,661

- 국가별 요소기술별 특허동향에서 액체 전해질 기술은 미국이 가장 많은 출원을 보였으며, 그 다음 한국, 일본 순서로 출원량을 보유하고 있음
- 고체 전해질 기술은 미국이 가장 많은 출원을 보였으며, 일본, 한국, 유럽 순으로 출원량을 보이고 있음
- 고분자 전해질 기술은 미국과 일본이 같은 양의 출원을 보였으며, 한국이 그 다음으로 많은 출원을 보인 것으로 조사됨

□ 주요 기술별 출원인 동향

세부 분야	요소기술	기술 집중도	주요출원인	국내 특허동향
형태	액체 전해질	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LG ▪ Nissan ▪ 전자부품연구원 ▪ 삼성전자 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ LG ▪ 삼성
	고체 전해질	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LG ▪ Toyota ▪ Idemitsu kosan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업 중심 ▪ LG ▪ 삼성 ▪ 울산과학기술원
	고분자 전해질	●	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LG ▪ 삼성 ▪ 한국화학연구원 ▪ Nissan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대기업, 공공연구기관 중심 ▪ LG ▪ 삼성 ▪ 한국화학연구원 ▪ 서울대학교 산학협력단

□ 형태 분야 기술분야 주요 출원인 동향

- 액체 전해질 기술분야는 LG가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, Nissan, 전자부품연구원, 삼성전자가 등이 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 조사되었음
- 고체 전해질 기술분야는 LG가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, Toyota, Idemitsu kosan 등이 많은 특허를 보유하고 있음. 한국의 몇몇 기업을 제외하고 일본 업체들의 특허 출원이 다수 출원되었음
- 고분자 전해질 기술분야는 LG가 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 삼성, 한국화학연구원, Nissan 등이 많은 특허를 보유하고 있음

◎ 이차전지 전해질 분야의 주요 경쟁기술 및 공백기술

- 이차전지 전해질 분야의 주요 경쟁기술은 고체 전해질 기술이고, 공백기술은 액체 전해질 방식의 기술로 나타남
- 고체 전해질은 일본의 특허 출원이 강세를 보여 경쟁기술로 조사되었고, 그에 비해 액체 전해질은 공백기술인 것으로 조사되었음

세부 분야	요소기술	기술 집중도
형태	액체 전해질	○
	고체 전해질	●
	고분자 전해질	○

※ ●: 50건 이상, ○: 30~49건, ◉: 20~29건, ○: 10~19건, ○: 10건 미만

◎ 최신 국내 특허기술 동향

분류	요소기술	최근 핵심요소기술 동향
형태	액체 전해질	<ul style="list-style-type: none"> ■ 알칼리이온 무기 액체 전해질 기술 ■ 리튬-이산화황 전지용 기술
	고체 전해질	<ul style="list-style-type: none"> ■ 리튬 이차전지용 기술 ■ LLZO 고체전해질 포함 기술
	고분자 전해질	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표면 구조 제어 기술 ■ 사슬확장자 포함 기술

- 국내 특허동향을 살펴보면 대기업을 중심으로 이차전지 전해질에 관한 기술이 연구개발되고 있었으며, 특히 본 분야에서 LG의 기술개발이 가장 활발한 것으로 조사되었음. 공공연구기관에서는 고분자 전해질 분야에 연구개발이 주로 이뤄지고 있는 것으로 나타남
- 형태 분류에서 액체 전해질은 알칼리이온 무기 액체 전해질 기술, 리튬-이산화황 전지용 기술, 고체 전해질은 리튬 이차전지용 기술, LLZO 고체전해질 포함 기술, 고분자 전해질은 표면 구조를 제어하거나 사슬확장자를 포함하는 기술에 대한 연구가 집중되고 있음

◎ 중소기업 특허전략 수립 방향 및 시사점

- 이차전지 전해질 분야의 공백기술 분야는 액체 전해질 기술이고, 중소기업의 시장진입이 수월할 것으로 조사됨. 대기업은 모든 기술 분야에 대해 연구개발이 활발히 이뤄지고 있음
 - 이차전지 전해질 분야는 전 세계적으로 한국의 몇몇 대기업 및 일본의 대기업, 중소기업 들이 연구개발하고 있는 것으로 조사됨
 - 특히 모든 기술 분야에서 LG의 특허 출원이 가장 활발하게 이뤄지고 있는 것으로 조사됨
 - 향후 중소기업은 상대적으로 경쟁이 치열하지 않는 액체 전해질 기술에 집중 투자 및 연구 개발하는 것이 바람직하다고 판단되며, 고분자 전해질은 공공연구기관에서 활발히 연구개발하고 있는 분야로, 공공연구기관의 기술을 이전 받거나 연구개발하여 제품화하는 특허전략을 수립하는 것이 바람직함

5. 연구개발네트워크

가. 연구개발 기관/자원

(1) 연구개발 기관

이차전지 전해질 기술 분야 주요 연구개발 기관

- LG 화학 전지연구팀
 - 전기자동차용 리튬이온전지 젤 형태의 고분자 전해질
 - 난연성, 고출력성 액체 전해질 및 고분자 전해질 특성에 따른 사업 중심의 기술 개발
 - 분리막 표면에 난연성 세라믹 소재 코팅재료 기술 개발
- 삼성SDI 전지개발팀
 - 모바일 IT 기기용 리튬이온전지 전해질 개발
 - 대용량 에너지저장시스템 리튬이온전지용 전해질 개발
- SK 이노베이션 전지개발팀
 - 전기자동차용 리튬이온전지 신규 전해질 개발
 - 리튬이온전지용 난연성 전해질 개발
- 파낙스아이텍
 - 리튬이온전지용 신규 전해질 및 용매 정제기술 개발
 - 리튬이온전지용 신규 첨가제 개발
- 솔브레인
 - 리튬이온전지용 신규 전해질 및 용매 개발
 - 고출력 리튬이온전지용 신규 첨가제 개발 및 합성기술
- 엔켐
 - 리튬이온전지용 신규 전해질 및 용매 정제기술 개발
- 리켐
 - 리튬이온전지용 전해질 신규 첨가제 개발 및 합성기술
- 캠트로스
 - 리튬이온전지용 전해질 신규 첨가제 개발 및 합성 기술
 - 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate)용매 제조 기술개발
- 후성
 - 리튬이온전지용 LiPF₆ 리튬염 양산기술 개발

(2) 연구개발 지원

정부 지원 프로그램

- 이차전지 전해질 전문기술 개발(산업부)
 - 산업기술 경쟁력 강화를 위해 산·학·연이 공동 활용할 수 있는 핵심 산업기술 분야의 장비·시설 조성을 지원
 - 소재 제조 및 경제 산업 기반구축
- 제조업 혁신 3.0 전략 실행대책(관계부처 합동)
 - 소재 및 경제 산업의 획기적인 생산성·경쟁력 제고
 - 저단가 및 고안정성 이차전지 전해질 제조기술 개발 추진
 - 출연연 장비활용·공동연구 확대
- 대용량 에너지저장시스템 및 전기자동차 분야에서 경제성 있는 이차전지 전해질 기술 육성방안(산업부)
 - 제조업 혁신 3.0전략 실행대책의 후속조치
 - 성장성·경쟁력 등을 고려해 정부 지원의 기술개발 및 이를 적용한 대규모 전지 시스템 개발
 - 대규모 에너지저장시스템 수요가 적은 국내시장에서 민간 주도의 저가화 기술 개발은 기술적 한계와 위험부담 존재

중소기업 대상 시설 및 장비 지원

- 시제품 제작을 위한 시설 및 제작 장비 공동 활용
 - 지역 인프라와 시설 현황을 공유하고 연계 활용 추진
- 이차전지 전해질 관련 시스템 및 소재산업 구축
 - 중소·중견기업 중 이차전지 전해질 관련 기업 및 업종 다각화 희망기업 대상
 - 이차전지 전해질 관련 소재 개발 및 조기 상품화를 위한 시제품 설계 지원
- 중소기업전용연구시설(Rental Lab) 제공(관련 출연 연구소 및 공공연구기관)
 - 공동연구수행 및 장비를 효율적으로 이용하고자 하는 중소기업에게 연구공간을 제공
 - 연구원 인프라(인력, 장비 등)를 활용한 근접 지원
 - 지원내용은 크게 시설 지원, 장비 지원, 기술 및 공동연구 지원으로 구성
- 공통서비스 인프라 구축·운영 사업(관련 출연 연구소 및 공공연구기관)
 - 관련 중소기업이 R&D 및 상용화 제품 개발에 필요한 애로기술 지원, 시험 측정 장비 지원 및 시험시설을 활용한 시험지원 등에 대한 통합기술을 지원
 - 시험지원은 신뢰성 시험지원 및 민간 시험시설 공동 활용을 통한 민간시험시설을 지원
 - 장비지원은 고가의 시험·측정 장비를 관련 중소기업에게 임대
- 연구 장비 공동이용 클러스터 사업(중소벤처기업부)
 - 중소기업이 첨단 고가 연구 장비를 쉽게 이용할 수 있도록 지원

나. 연구개발 인력

- 이차전지 전해질 분야는 LG화학, 삼성SDI 등의 대기업과 솔브레인, 파낙스이텍, 엔켐 등의 중소기업, 한국과학기술연구원, 한국전기연구원, 한국전자통신연구원 등의 연구소, 울산과학기술원, 한국과학기술원, 한양대 등의 대학에서 주로 연구개발을 진행하고 있음

[이차전지 전해질 기술 분야 주요 연구인력 현황]

기관	성명	직급
파낙스이텍	유승일	부장
솔브레인	한지성	책임연구원
엔켐	오정강	대표
켐트로스	이동훈	대표
한국과학기술연구원	김형선	책임연구원
한국전기연구원	도칠훈	책임연구원
한국전자통신연구원	이영기	책임연구원
울산과학기술원	최남순	부교수
한양대	김동한	교수
한국과학기술원	우성일	교수
전자부품연구원	송준호	책임연구원
한밭대	이용민	교수

- 정부는 이차전지 전해질 전문기업이 수요(세부분야, 기술수준 등)를 제시하면 이를 바탕으로 국내 대학이 이에 맞는 인재를 양성하는 '기업 맞춤형 고급 전문 인력양성' 추진 예정

다. 기술이전가능 기술

(1) 기술이전가능 기관

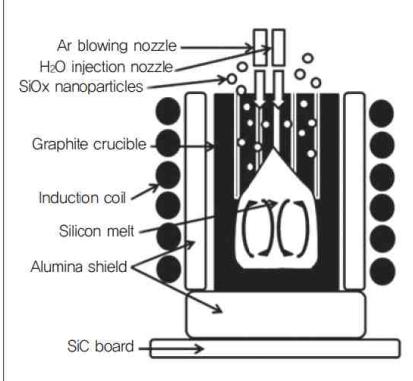
- 이차전지 전해질 요소기술은 크게 관련 액체 전해질 및 고분자 전해질용 유/무기 용매, 염, 첨가제 등 3개의 분류로 구분됨
- 기술이전이 가능한 기관은 한국과학기술연구원, 한국에너지기술연구원, 한국화학연구원, 한국전기연구원 등이 있음

[이차전지 전해질 요소기술 연구기관]

분류	요소기술	기관
유/무기 용매	이차전지 관련 유/무기 전해질	한국과학기술연구원
	이차전지 관련 유/무기 전해질	한국에너지기술연구원
	고이온전도도 고분자 전해질 유/무기 용매 기술	한국화학연구원
첨가제	액체전해질의 성능, 안정성을 향상시키는 첨가제	전자부품연구원
	전극/전해질 계면 안정화 및 제조기술	한국화학연구원
	안정성이 향상된 고체 고분자 전해질 첨가제	전자부품연구원
	전고상 고분자 및 세라믹 전해질 첨가제	한국전기연구원
염	고이온전도도 전해질염	한국화학연구원
	고안정성 이차전지용 염 제조기술	한국화학연구원

(2) 이전 기술에 대한 세부 내용

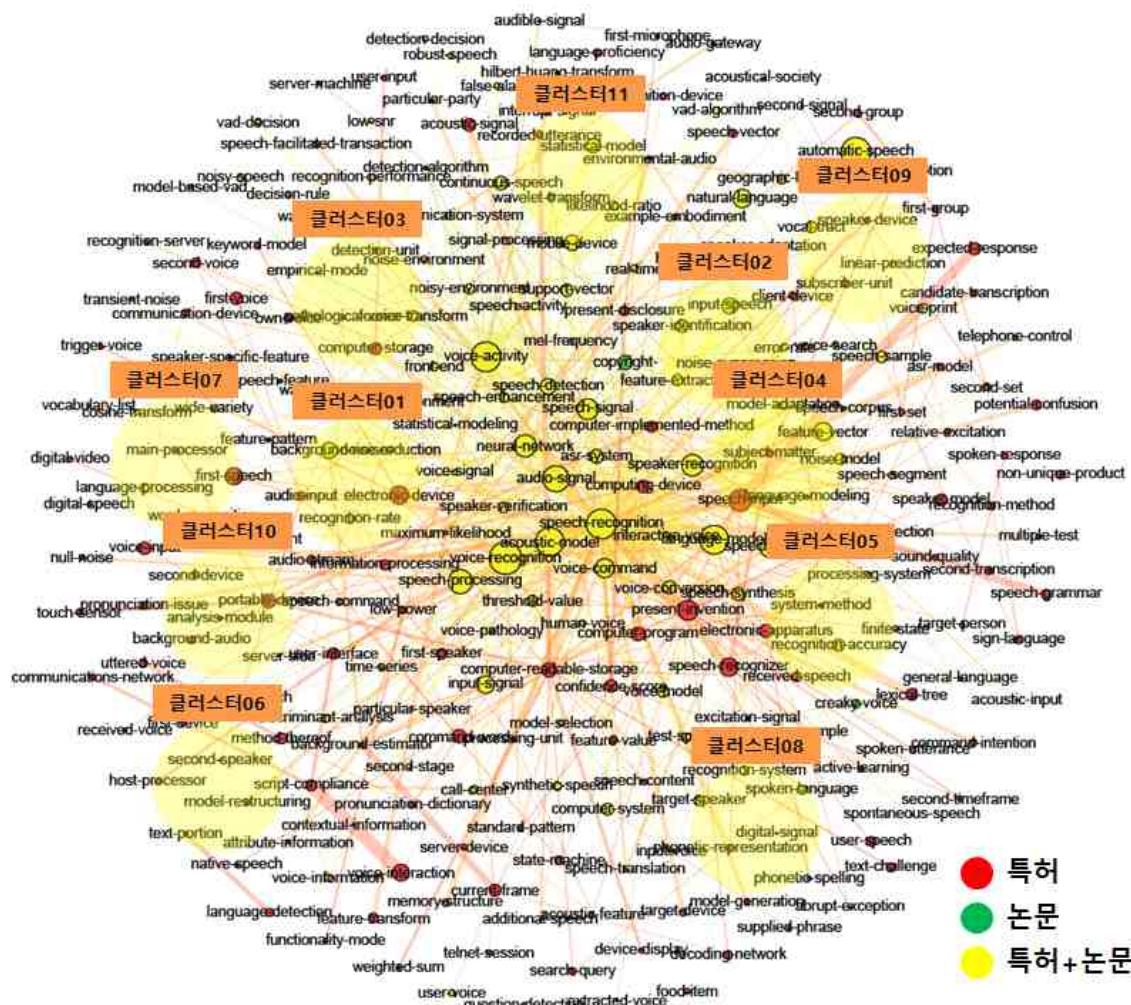
[이차전지 전해질 기술이전가능 기술]

분류	세부내용
기술명	<ul style="list-style-type: none"> 실리콘 전자기 유도 용융용 흑연 도가니 및 이를 이용한 실리콘 용융 정련 장치
기술적용처	<ul style="list-style-type: none"> 리튬이차전지 음극소재 : 스마트폰 등의 휴대용 소형 전자제품, 전기자동차(EV), 전력저장시스템(ESS)
기술개발 배경	<ul style="list-style-type: none"> 기술적 측면 <ul style="list-style-type: none"> 차세대 전력저장시스템을 위해서는 고용량, 저가 SiO_x 음극 활물질이 필요 비정질의 균질한 SiO_x의 x값을 균일하게 제어하는 기술이 핵심요소기술로 요구됨 경제산업적 측면 <ul style="list-style-type: none"> 일본의 고가 SiO_x 음극 활물질(30 USD/kg)에 대응하는 저가 제조기술이 필요 대형장비보다는 반응기 추가만으로 대량생산이 가능한 단위모듈 형태의 제조기술 필요
기술개요	<ul style="list-style-type: none"> 저가의 금속급 Si 원료를 사용하여 고품질의 SiO_x 나노분말을 저가/대량 생산 가능 저주파 유도전자기장을 이용하여, 특수제작된 슬릿도가니로 제조량 극대화 가능 고용량 리튬이차전지 음극소재에 적합한 품질의 x = 0.8~1.1의 값을 갖는 SiO_x 제조 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>〈SiO_x 나노분말 제조장치〉</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>〈SiO_x 나노분말 제조공정〉</p> </div> </div>
기술의 특징 및 장점	<ul style="list-style-type: none"> 특수 설계/제작된 도가니의 전자기장에 의한 용탕의 대류로 제조효율 극대화 미세 구조 제어를 통한 고품질의 다양한 특성을 갖는 SiO_x 나노분말 제조 가능 (초기용량 : 1,000~1,500 mAh/g, 용량유지율 : 80~90%) 저가의 금속급 원료사용 및 대기압공정으로 제조단가 절감(제조단가 : < USD 5/kg)
경쟁기술과 차별점	<ul style="list-style-type: none"> 전지업체의 요구에 따른 다양한 사양의 SiO_x 나노분말 제조 가능 : 산소함유량 제어를 통해 다양한 용량의 음극소재 구현 가능 기존 일본 업체의 제조방식에 비해 최소 30% 이상의 제조단가 절감 가능
관련지적재산권	<ul style="list-style-type: none"> 국내 17건, 해외 14건
세부문의	<ul style="list-style-type: none"> 한국에너지기술연구원 기술사업화실

6. 기술로드맵 기획

가. 중소기업 핵심요소기술

(1) 데이터 기반 요소기술 발굴



[이차전지 전해질 분야 주요 키워드 및 관련문헌]

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 01	Secondary Battery, Electrolyte, Lithium	6	23. Method of controlling short circuit resistance of a lithium secondary battery 24. Carbonate-based additive for improvement of cycle durability of electrodeposited Si-O-C composite anode in glyme-based ionic liquid electrolyte for use in lithium secondary batteries

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
클러스터 02	Secondary Battery, Electrolyte, Semiconductor	3~4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Semiconductor device, wireless sensor, and electronic device 2. Properties of sodium-based ionic liquid electrolytes for sodium secondary battery applications
클러스터 03	Secondary Battery, Electrolyte, CABLE-TYPE	3	<ol style="list-style-type: none"> 1. CABLE-TYPE SECONDARY BATTERY AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME 2. Bulk-type lithium metal secondary battery with indium thin layer at interface between Li electrode and Li₂S-P₂S₅ solid electrolyte
클러스터 04	Secondary Battery, Electrolyte, POLYMER	4~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Method for preparing cross-linked ceramic-coated separator containing ionic polymer, ceramic-coated separator prepared by the method, and lithium secondary battery using the same 2. Solid Polymer Blend Electrolyte Based on Poly(ethylene oxide) and Poly(vinyl pyrrolidone) for Lithium Secondary Batteries
클러스터 05	Secondary Battery, Electrolyte, solid	6~7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lithium ion conductive solid electrolyte and method for producing the same 2. Capacity fading mechanism in all solid-state lithium polymer secondary batteries using PEG-borate/aluminate ester as plasticizer for polymer electrolytes
클러스터 06	Secondary Battery, Electrolyte, Separator	3~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Method for preparing cross-linked ceramic-coated separator containing ionic polymer, ceramic-coated separator prepared by the method, and lithium secondary battery using the same 2. All-solid-state lithium secondary batteries using sulfide-based glass ceramic electrolytes
클러스터 07	Secondary Battery, Electrolyte, Pouch-type	2~3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pouch-type secondary battery having an non-sealing residue portion 2. Development of non-flammable lithium secondary battery with room-temperature ionic liquid electrolyte: Performance of electroplated Al film negative electrode
클러스터 08	Secondary Battery, Electrolyte, Material	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Material for solid electrolyte 2. Importance of specific capacity based on the mass of active material in the high energy density li-so₂ secondary batteries with an inorganic electrolyte
클러스터 09	Secondary Battery, Electrolyte, Non-aqueous	4~7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Non-aqueous electrolytic solutions and electrochemical cells comprising the same 2. LiPolymer electrolyte water stable lithium-conducting glass ceramics composite for lithium-air secondary batteries with an aqueous electrolyte
클러스터	Secondary	4~5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Functionalized ionic liquid electrolytes for lithium ion

No	주요 키워드	연관도 수치	관련특허/논문 제목
10	Battery, Electrolyte, IONIC		batteries 2. A Prussian Blue/Zinc Secondary Battery with a Bio-Ionic Liquid-Water Mixture as Electrolyte

(2) 요소기술 도출

- 산업·시장 분석, 기술(특허)분석, 전문가 의견, 중소기업 기술수요를 바탕으로 로드맵 기획을 위한 요소기술 도출

[이차전지 전해질 요소기술 도출]

분류	요소기술	출처
액체전해질	전해액 첨가제 기술	기술수요, 전문가 추천 기술/시장 분석
	저온 이온 전도도가 우수한 전해액 조성 개발	기술수요, 전문가 추천
	고이온 전도성 소재 개발	기술수요, 전문가 추천
전고상 고분자 또는 세라믹 전해질	고체 고분자 전해질 소재 기술	기술수요, 전문가 추천 기술/시장 분석
	분자구조 및 미세구조 조절	기술수요, 전문가 추천 기술/시장 분석
	전고상 고분자 전해질의 셀 적용 기술 및 전기화학특성 평가 기술	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
전극/전해질 계면 안정화	계면저항 감소 기술	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
	대면적화 기술	전문가추천, 특허/논문 클러스터링
	성형, 저온 소결 기술	전문가 추천

(3) 핵심요소기술 선정

- 확정된 요소기술을 대상으로 중소기업에 적합한 핵심요소기술 선정

[이차전지 전해질 핵심요소기술 선정]

분류	핵심요소기술	키워드
액체전해질	전해액 첨가제 기술	대용량 전지에 대한 안전성 향상 및 발화성을 낮추는 전해액 첨가제 개발
	저온 이온 전도도가 우수한 전해액 조성 개발	저온 이온 전도도가 우수한 전해액 조성 개발
전고상 고분자 또는 세라믹 전해질	고체 고분자 전해질 소재 기술	리튬 덴드라이트 성장 억제와 안정성이 향상된 고체 고분자 전해질 소재 기술
	분자구조 및 미세구조 조절	분자구조 및 미세구조 조절을 통한 전고상 고분자 전해질의 이온전도성 및 기계적 물성 향상 기술
전극/전해질 계면 안정화	계면저항 감소 기술	활물질 고체와 고체전해질이 접촉하는 계면저항 감소기술
	대면적화 기술	전극과 전해질을 일체화하는 전고상 셀 제조

나. 이차전지 전해질 기술로드맵

- 최종 중소기업 기술로드맵은 기술/시장 니즈, 연차별 개발계획, 최종목표 등을 제시함으로써 중소기업의 기술개발 방향성을 제시

이차전지 전해질의 중소기업 기술로드맵				
Time Span	2018	2019	2020	최종목표
연도별 목표	고안정성 전해액 첨가제 개발	고안정성/장수명화 인자 최적화	양산기술확보	이온전도도 및 안정성이 향상된 전해질 제조기술 확보
핵심요소 기술	액체 전해질	전해액 첨가제 기술 저온 이온 전도도가 우수한 전해액 조성 개발		발화성 낮추는 전해액 첨가제 설계기술 확보 및 저온 이온전도도 개발
	전고상 고분자 또는 세라믹 전해질	고체 고분자 전해질 소재 기술 분자구조 및 미세구조 조절		고용량, 고출력 달성
	전극/전해질 계면 안정화	계면저항 감소 기술 대면적화 기술		대전류로 충/방전 가능 대면적화 가능
기술/시장 니즈	중대형 전지소재 기술개발 가속화	산업계의 적극적인 투자의지		국내기업의 리튬이차전지 시장의 높은 점유율

다. 연구개발 목표 설정

- 로드맵 기획 절차는 산·학·연 전문가로 구성된 로드맵 기획위원회를 통해 선정된 핵심요소기술을 대상으로 기술요구사항, 연차별 개발목표, 최종 목표를 도출

[이차전지 전해질 분야 핵심요소기술 연구목표]

분류	핵심요소기술	기술 요구사항	연차별 개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
액체 전해질	전해액 첨가제 기술	수분PPM	40 PPM	30 PPM	20 PPM	발화성 낮추는 전해액 첨가제 설계 기술 확보
	저온 이온 전도도가 우수한 전해액 조성 개발	이온전도도 (mS/cm)	20 mS/cm	25 mS/cm	30 mS/cm	저온 이온전도도 우수
전고상 고분자 또는 세라믹 전해질	고체 고분자 전해질 소재 기술	이온전도도 (S/cm)	10^{-4} S/cm	10^{-4} S/cm	10^{-4} S/cm	고용량, 고출력을 달성
	분자구조 및 미세구조 조절	이온전도도 (S/cm)	10^{-4} S/cm	10^{-4} S/cm	10^{-4} S/cm	고용량, 고출력을 달성
전극/ 전해질 계면 안정화	계면저항 감소 기술	분해전압 (V vs Li/Li+)	5.5	5.5	6.0	대전류로 충/방전이 가능
	대면적화 기술	에너지밀도 (Wh/Kg)	35 Wh/Kg	40 Wh/Kg	45 Wh/Kg	대면적화 가능