



# **특허 빅데이터 분석을 통한 수소 자동차 관련 유망기술 도출 보고서**

**: 그린수소에 관한 국내외 비교를 중심으로**

**접수 번호: 1816**

초록	4
	5
I. 개요	6
1. 분석 개요	6
1-1. 분석 배경	6
1-2. 분석 목적	7
1-3. 분석 범위	7
1-4. 분석 방법	8
	10
II. 정량분석	11
1. 전체 기술 동향	11
1-1. 연도별 전체 동향	11
1-2. 국가별 전체 동향	12
2. 전체 특허 동향	13
2-1. 연도별 중분류 동향	13
2-2. 국가별 주요 출원인	14
2-3. 국가별 중분류 동향	15
3. 기술별 동향	16
3-1. 세부 기술별 역점 기술 및 공백 기술	16
3-2. 출원연도에 따른 세부 기술 동향	17
3-3. 세부 기술 성장 단계 동향	18
4. 특허 건수 상위 출원인 동향	19
4-1. 상위 10 개 출원인의 연도별 출원 동향	19
4-2. 상위 10 개 출원인의 국가별 출원 동향	20
4-3. 상위 3 개 출원인의 세부 기술별 출원 동향	21
5. 정량분석 결과 정리	21
	22
III. 키워드 분석을 활용한 정성분석	23
1. 분석 개요	23
1-1. 분석 배경 및 목표	23
1-2. 분석 방법	24
2. 연도별, 기술별 그린수소 기술 특허 출원 현황	25
3. 국가별 그린수소 기술 특허 출원 현황	26
4. 소분류별 주요 출원인 포트폴리오 분석	28
4-1. 키워드 중요도 측정 지표 TF-IDF	28
4-2. 그린수소 기술 관련 키워드 추출	29
4-3. 국내외 그린수소 기술 발전 동향 비교	29
IV. 시계열 데이터 분석을 통한 미래 기술가치 예측	32
1. 분석 개요	32
1-1. 분석 목표	32
2. 시계열 데이터 기반 분석	32
2-1. 분석 과정	32

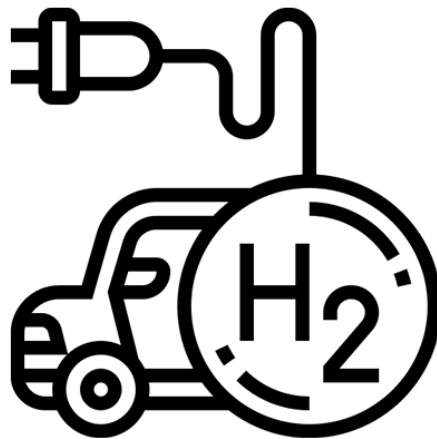
2-2. 시계열 예측 분석 과정	33
2-3. 시계열 예측 분석 예측 결과	35
3. 시계열 분석 결과 요약 및 시사점	35
	36
V. 응용성 및 융합성 탐색을 통한 유망 기술 도출	37
1. 분석 개요	37
1-1. 분석 목표 및 방법	37
2. 분석 과정	38
2-1. 분석 방법	38
2-2. 분석 알고리즘 설명	38
3. 연관규칙 분석	40
3-1. IPC 비율 확인	40
3-2. 트랜잭션 생성 결과 및 파라미터 조정	40
3-3. 연관규칙 분석 결과	41
4. 유망기술 도출	42
4-1. 유의미한 연관규칙 도출	42
4-2. 기술 융합 사례 탐색	43
	46
VI. 분석 결론 및 시사점	47
1. 해결과제에 대한 답안	47
1-1. 수소차 관련 기술 동향 분석·진단	47
1-2. 그린수소 기술 전망	47
1-3. 미래 유망기술 도출	47
1-4. 분석의 의의	48
	49
VII. 참고문헌	50

## 초록

본 보고서는 특허청에 출원·공개된 특허 데이터를 토대로 저탄소 모빌리티 중 수소차 관련 기술 동향을 분석·진단하고, 빅데이터 분석을 이용해 미래 유망 기술을 도출하고자 작성된 보고서이다.

2000년 1월부터 2021년 6월까지 한국, 미국, 중국, 일본, 유럽 특허청에서 출원·공개된 54,861건을 모두 활용하여 정량분석을 실시했다.

회귀분석, 연관규칙분석을 활용하여 수소차 관련 기술 특허 트렌드를 살펴보고, 분석 결과를 토대로 유망기술에 대한 시사점을 제시하고자 한다.



## I. 개요

# I. 개요

## 1. 분석 개요

### 1-1. 분석 배경

전 세계적인 탄소중립 추세에 힘입어 저탄소 모빌리티가 주목할 만한 기술로 자리잡게 되었다. 저탄소 모빌리티 중 수소 연료전지 자동차(이하 수소차)는 일반 자동차와 달리 석유연료 대신 수소를 연료를 사용하기 때문에 공해물질이 거의 배출되지 않는다. 이에 더해, 다른 저탄소 모빌리티에 비해 짧은 충전시간에 비해 긴 주행거리를 확보할 수 있기에 유력한 상용 친환경 자동차 후보로 떠오르고 있다.

수소에너지는 생산 과정에서 배출되는 물질에 따라 ‘그린 수소’, ‘블루 수소’, ‘그레이 수소’로 분류된다. 그레이 수소는 석유화학 공정을 통해 생산되는 에너지로 공정 과정에서 탄소가 배출되므로 결론적으로 온실 가스 배출을 막을 수 없다. 블루 수소는 생산과정에서 온실 가스가 배출되기는 하나, 배출된 온실가스를 저장해두기 때문에 그레이 수소에 비해 온실가스 배출량이 적다. 마지막으로 그린 수소는 물의 전기분해를 통해 얻어지는 수소로, 태양광 또는 풍력과 같은 신재생 에너지를 통해 전기 에너지를 얻으므로 온실 가스를 배출하지 않는다. 친환경 에너지가 대두됨에 따라 그린 수소에 대한 관심이 높아진 현시점에서 미래를 주도할 수소 기술은 과연 무엇인지 수소 생산 방식과 기술 연구 동향을 연관 지어 특히 분석을 진행하고자 한다.

수소차는 연료전지와 전기배터리, 수소탱크통 등을 갖춰야하기 때문에 전기차에 비해 공간 활용 능력이 떨어지며, 핵심부품인 연료전지 스택 등의 가격이 비싸다는 단점이 존재한다. 국내에서는 해외 의존도가 높은 수소차 핵심 소재의 국산화율을 높여 기술 자립화를 꾀하기 위한 정부 주도의 연구·개발 지원 사업도 진행 중이며, 여러 국내 기업에서 수소차 기술 연구와 특히 출원 역시 활발히 진행 중이다. 따라서 수소차 기술 발전을 위한 선결과제는 부품 성능 향상과 더불어 가격 경쟁력을 확보하기 위한 기술 연구 및 개발의 활성화임을 가정하고, 수소차의 문제점을 개선할 수 있는 유망기술을 도출하고자 분석을 진행하게 되었다.

## 1-2. 분석 목적

### 1) 수소차 관련 기술 동향 분석 및 진단을 위한 정량/정성 분석

국내외 수소차 기술 발전 현황을 비교하기 위해 수소차 관련 기술 분야 특허데이터를 대상으로 정량/정성 분석을 진행한다.

### 2) 빅데이터 분석 기법을 이용한 수소차 관련 미래 유망기술 도출

수소차 관련 기술 특허 시장 트렌드를 살펴보고, 분석 결과를 토대로 유망기술을 도출하기 위해 회귀분석, 연관규칙분석을 적용한다.

## 1-3. 분석 범위

[표 1] 특허 데이터 범위

분석 기간	2000년 1월 ~ 2021년 6월 (특허 미공개 구간: 2020년 1월 ~ 2021년 6월)				
출원국가코드	한국	일본	중국	미국	유럽
특허 구분	공개특허		등록특허		실용특허

[표 2] 탄소중립 분야 중 수소차 기술 분류 및 정의

중분류	소분류	기술 정의
HFC (Hydrogen fuel cell)	PEMFC	• 50°C~100°C에서 작동하며, 주 촉매는 백금을 사용하고 수송용·가정용·휴대용 전원으로 적용 가능한 고분자 전해질막 연료전지 기술
	DMFC	• 촉매로 백금을 사용하며 50~100°C에서 작동하며 휴대용 전원에 적용 가능한 직접메탄올 연료전지 기술
	AEMFC	• 백금 대신 니켈, 망간 등 저가의 금속을 촉매로 사용하는 음이온(OH-)교환 전해질막을 이용한 연료전지 기술
	MCFC	• 550°C~700°C에서 작동하며, 주 촉매는 페로브스카이트(Perovskites)를 사용하고 대규모 발전에 적용가능한 용융탄산염 전해질막을 이용한 연료전지
	PAFC	• 150°C~250°C에서 작동하며, 주 촉매로 백금을 사용하고 중소형 발전에 적용 가능한 인산염 전해질막을 이용한 연료전지 기술
	SOFC	• 600°C~1000°C에서 작동하며, 주 촉매로 니켈을 사용하고 대규모 발전에 적용 가능한 고체산화물 전해질막을 이용한 연료전지 기술
충전인프라 (station)	압축기	• 수소 충전소용 대용량 수소 압축 기술
	저장	• 수소 충전소 저장탱크 및 저장시스템 기술

중분류	소분류	기술 정의
	디스펜서	• 수소 충전소 분배기 노즐, 충전 호스, 디스플레이 및 제어 기술
충전 (mobility)	기체	• 수소 기체를 고압으로 압축하여 압력용기 내에 저장하는 기술
	액체	• -253℃ 극저온 냉각으로 수소를 액화하여 상압 또는 고압으로 저장하는 기술
	액상 (LOHC)	• 유기 수소화합물 또는 수소를 포함하는 액상의 화합물 형태로 저장하는 기술
	고체	• 수소를 수소저장합금 또는 무기물과의 화학반응에 의해 무기수소화물로 전환하여 저장하고, 필요시 기체형태로 전환하는 기술
스택진단제 어 및 BOP	Air공급	• 외부 공기를 여러 단계에 걸쳐 정화하고 압력과 양을 조절해 수소와 반응시킬 산소를 연료전지 스택에 공급하는 기술
	순수공급	• 수분 속의 불순물을 제거하는 수처리를 통해 순수한 물을 공급하는 기술
	TMS	• 연료전지의 높은 효율을 유지하기 위해 운전 온도를 일정하게 유지 및 감시하는 기술
	수소공급 및 재순환	• 연료전지 시스템 효율성 향상을 위한 수소공급, 과잉공급·제어 및 재순환 기술
	스택 진단	• 연료전지 운전(BOP), 전류/전압값 측정, 고장 진단 등 연료전지 스택의 상태를 진단하는 기술

[출처] 산업혁신전략 저탄소 모빌리티 소송효율, 한국특허전략개발원(2021)

## 1-4. 분석 방법

### 1) 정량분석

- 연도별로 기술 동향과 국가별 동향을 비교하여 해당 기술에 대한 발전도를 파악한다.
- 국가별 출원인을 분석하여 각 국가마다 관련 기술의 특허를 많이 가지고 있는 출원인과 해당 출원인의 특허 수를 분석하고, 주요 출원인들의 특허 출원 동향과 연구 개발 방향을 조사한다.
- 기술 분야별로 각 나라와 주요 출원인을 특허 출원 현황을 분석하여 세부 기술분야에 대한 각 국가의 관심도를 판단한다.
- 국가별 세부기술 구성 비율과 동향을 분석하여 각 국가의 세부기술 관심도와 기술 개발 흐름을 판단한다.
- 위 분석한 사항들로 향후 연구 개발 동향을 예측한다.

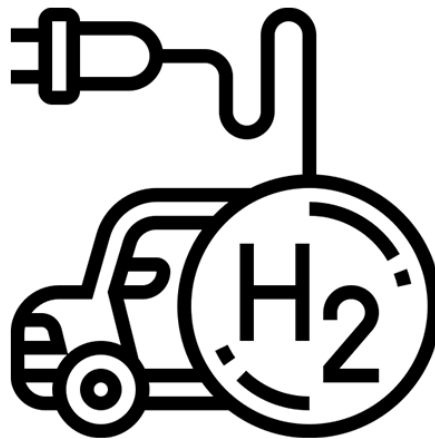


## 2) 정성분석

- 기술 발전 단계에 따라 국내외 기술 발전 동향을 분석, 비교한다.
- 키워드 분석을 통해 확장된 기술 키워드 목록을 확보한다.

## 3) 빅데이터 분석기법

- 시계열 특허 데이터를 대상으로 예측 분석을 진행해 미래 기술 가치가 높은 기술 분야를 예측한다.
- 특허 데이터의 IPC 분류를 기반으로 연관규칙 분석을 통해 기술의 응용성 및 융합성을 탐색하고, 유망기술을 도출한다.



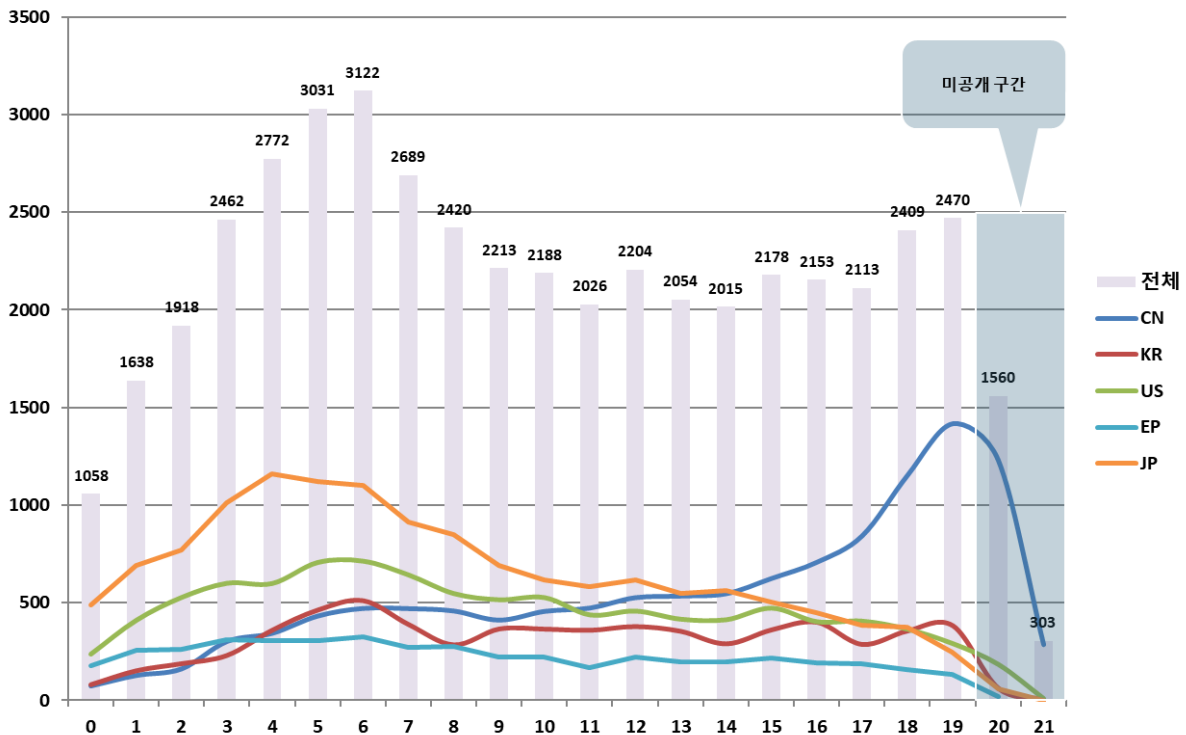
## II. 정량분석

## II. 정량분석

### 1. 전체 기술 동향

#### 1-1. 연도별 전체 동향

[그림 1] 수소전기차 기술 연도별 전체 동향



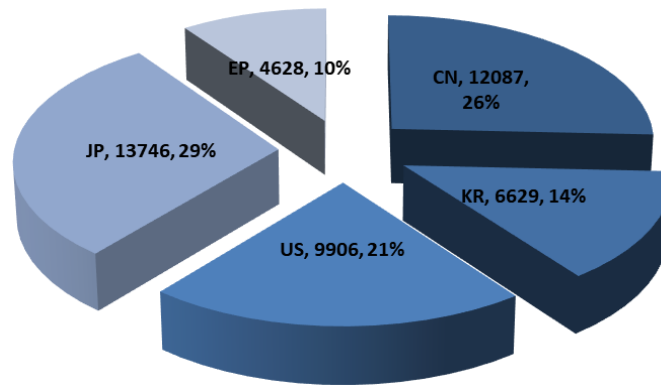
그래프 분석 결과 2000 년 이후로 지속적인 성장세를 보이던 수소자동차 관련 특허는 2007 년에 3122 건으로 정점을 기록한 후부터는 하락세를 보였다. 이는 수소자동차 관련특허의 선두 그룹이었던 일본과 미국의 특허수가 전체적인 감소세를 보인 것에 기인한 것으로 보인다.

하지만 상대적 후발주자인 중국이 이후 약진을 보이는 것과 맞물려 2009 년부터 유효구간인 2019 년까지 2000 건대의 특허출원 수를 유지하고 있다.

배터리 전기차에 더 관심이 많던 유럽은 비교적 적은 수의 특허출원 수를 유지하고 있었고 한국은 수소전기차에 대한 꾸준한 관심으로 2019 년에 와서는 미국과 일본의 출원 수를 앞지르게 되었다.

## 1-2. 국가별 전체 동향

[그림 2] 국가별 누적 특허건수



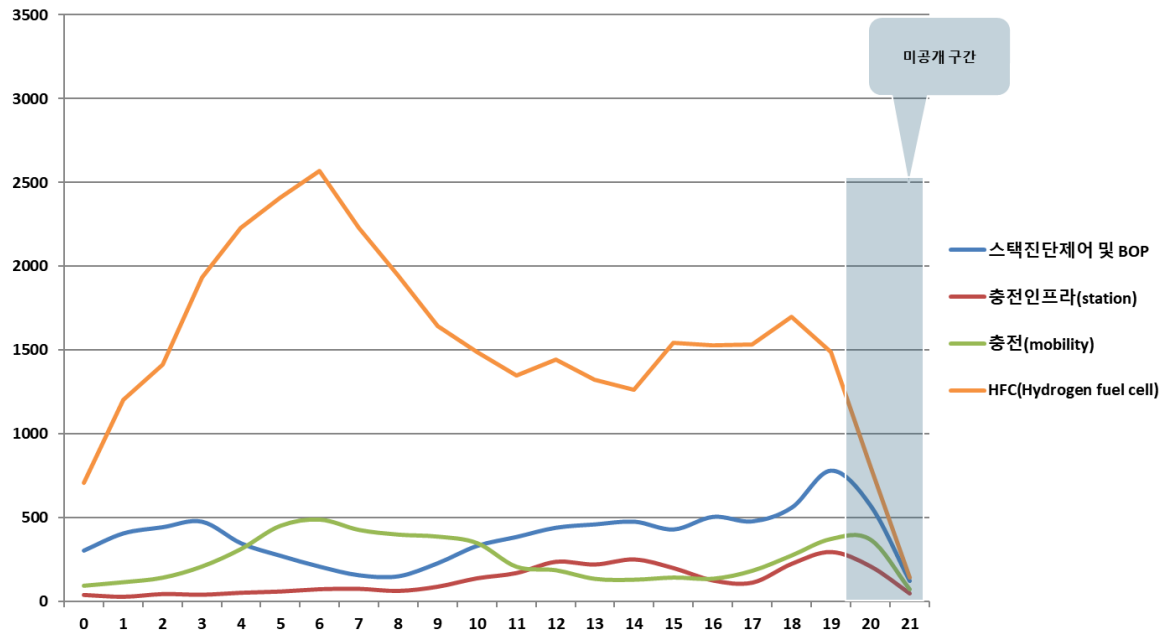
출원국가는 총 5 개 분류(CN/EP/JP/KR/US)로 그룹화했다. 2000 년부터 2021 년까지 공개된 각 국가의 특허 건수를 살펴보았을 때, 일본(JP) 13,746 건(29%)이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 중국(CN) 12,086 건(26%), 미국(US) 9,906 건(21%), 한국(KR) 6,629 건(14%), 유럽(EP) 4,602 건(10%)로 뒤따르고 있다.

중국은 상대적인 후발주자임에도 불구하고 폭발적인 성장세로 누적 출원건수로 2 위까지 기록했다. 현재까지의 성장세가 지속된다면 전체 출원 특허건수 1 위도 머지않았으며 앞으로 수소전기차 시장에서 가장 주요한 국가가 될 것이 자명하다.

## 2. 전체 특허 동향

### 2-1. 연도별 중분류 동향

[그림 3] 연도별 중분류 동향



수소전기차 기술에서 연료전지(HFC) 기술은 전통적으로 강세를 보여왔다. 다른 분야의 특허들은 총 건수에 큰 변화없이 지속적으로 출원되어왔기 때문에, HFC 기술의 동향이 전체 특허출원 수 추이와 흡사한 모습을 보이는 것으로 보아 중분류 중 가장 영향력이 큰 지표임이 드러난다.

## 2-2. 국가별 주요 출원인

[표 3] 국가별 주요 출원인

출원인 대표명화	내외국인		출원인 대표명화	내외국인		출원인 대표명화	내외국인	
현대자동차	외국인	352	PANASONIC	외국인	154	TOYOTA MOTOR	내국인	1,059
TOYOTA MOTOR	외국인	337	NISSAN MOTOR	외국인	151	HONDA MOTOR	내국인	815
HONDA MOTOR	외국인	336	COMMISSARIAT A LENERGY ATOMIQUE	내국인	132	NISSAN MOTOR	내국인	715
GM	내국인	316	TOYOTA MOTOR	외국인	120	PANASONIC	내국인	680
삼성에스디아이	외국인	286	삼성에스디아이	외국인	96	TOTO	내국인	320
PANASONIC	외국인	232	HONDA MOTOR	외국인	88	DAI NIPPON PRINTING	내국인	289
NISSAN MOTOR	외국인	176	BASF	내국인	87	TOSHIBA	내국인	276
GE	내국인	169	PANASONIC IP MANAGEMENT	외국인	85	삼성에스디아이	외국인	230
BLOOM ENERGY	내국인	123	SIEMENS	내국인	81	TOPPAN PRINTING	내국인	226
COMMISSARIAT A LENERGY ATOMIQUE	외국인	115	엘지화학	외국인	72	HITACHI	내국인	224

### 미국

출원인 대표명화	내외국인	
DALIAN INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS CHINES..	내국인	482
TOYOTA MOTOR	외국인	284
GM	외국인	279
현대자동차	외국인	204
PANASONIC	외국인	193
삼성에스디아이	외국인	187
UNIVERSITY OF TSINGHUA	내국인	167
UNIVERSITY OF WUHAN TECHNOLOGY	내국인	141
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	내국인	129
UNIVERSITY OF SHANGHAI JIAOTONG	내국인	129

### 중국

### 유럽

출원인 대표명화	내외국인	
삼성에스디아이	내국인	706
현대자동차	내국인	440
엘지화학	내국인	296
한국에너지기술연구원	내국인	234
기아자동차	내국인	208
한국과학기술연구원	내국인	171
포스코	내국인	130
한국과학기술원	내국인	104
PANASONIC	외국인	93
TOYOTA MOTOR	외국인	90

### 한국

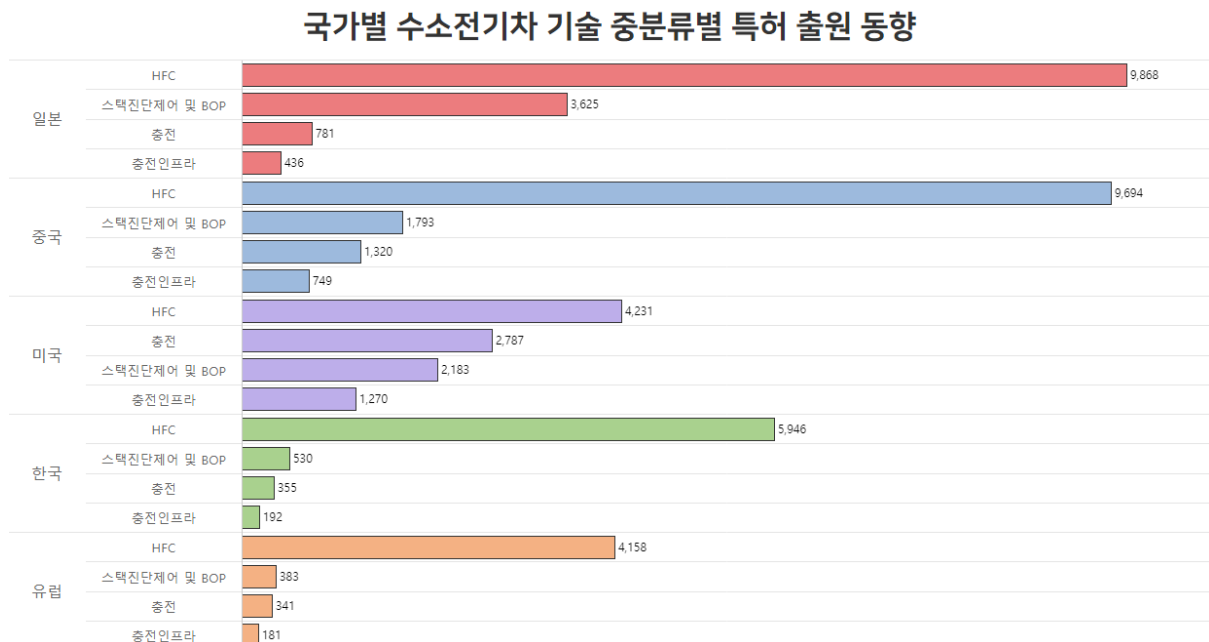
각 국가별 양적 영향력 분석을 위해 수행된 각 국가별 출원인 경향을 분석했다.

미국은 누적 수소 자동차 관련 특허 건수가 한국의 150%를 기록했지만, 자국 출원인 중 내국인 출원인 비율은 32%에 불과했다. 누적 특허 건수가 한국의 70% 정도인 유럽 또한 내국인 비율은 33%에 그쳤다. 반면, 누적 특허 건수가 한국의 2 배 가량인 일본과 중국은 내국인 비율이 각각 79%와 66%로 높은 자립도를 보여주었고, 한국 또한 자국 출원인 중 내국인 출원인 비율이 69%로 높은 비율을 유지하고 있었다.

한국은 외국인 출원인으로서 최소 4%(일본)에서 최대 14%(미국)를 차지하고 있어 수소 자동차 관련 특허 분야에서 한정된 영향력만을 발휘하는 것을 보여주었다.

## 2-3. 국가별 중분류 동향

[그림 4] 국가별/중분류별 특허 출원 동향



각 국가별 중분류 특허 출원 동향에서 또한, 전체 중분류 동향과 마찬가지로 HFC - 스택진단제어 및 BOP - 충전 - 충전인프라 순서로 특허 건수가 분포되어 있다. 그 중에도 미국을 제외한 모든 국가에서는 HFC 분야가 과반수를 넘는 건수를 보였다. 이를 미루어 보았을 때 수소전기차 기술에서 국가를 막론하고 HFC 기술이 가장 중요하다고 인식하고 있다 볼 수 있다.

### 3. 기술별 동향

#### 3-1. 세부 기술별 역점 기술 및 공백 기술

[그림 5] 역점기술 및 공백기술

수소전기차 분야 역점기술 및 공백기술

	일본	중국	미국	한국	유럽
PEMFC	7,723	3,852	2,061	3,740	3,407
SOFC	1,396	3,531	1,095	1,832	442
DMFC	426	1,169	545	144	127
AEMFC	140	689	217	98	64
PAFC	94	498	103	44	53
MCFC	90	435	210	88	65
TMS	2,240	882	649	223	208
순수공급	487	294	559	121	59
Air공급	189	264	889	128	59
스택 진단	427	225	41	35	35
수소공급 및 재순환	282	118	45	23	22
고체	186	446	1,093	125	121
기체	362	518	1,071	117	130
액체	168	222	425	87	49
역상(LOHC)	65	134	198	26	41
저장	304	485	820	119	114
압축기	72	163	238	36	36
디스펜서	60	101	212	37	31

각 국가가 모두 공통적으로 보이고 있는 역점기술은 PEMFC 이다. PEMFC 는 비교적 낮은 온도인 50℃~100℃에서 작동하기 때문에 대중화에 가장 적합한 수소연료전지 기술이다. HFC 중에 가장 전망 있는 핵심 기술이기에 최다 건수를 기록하고 있다.

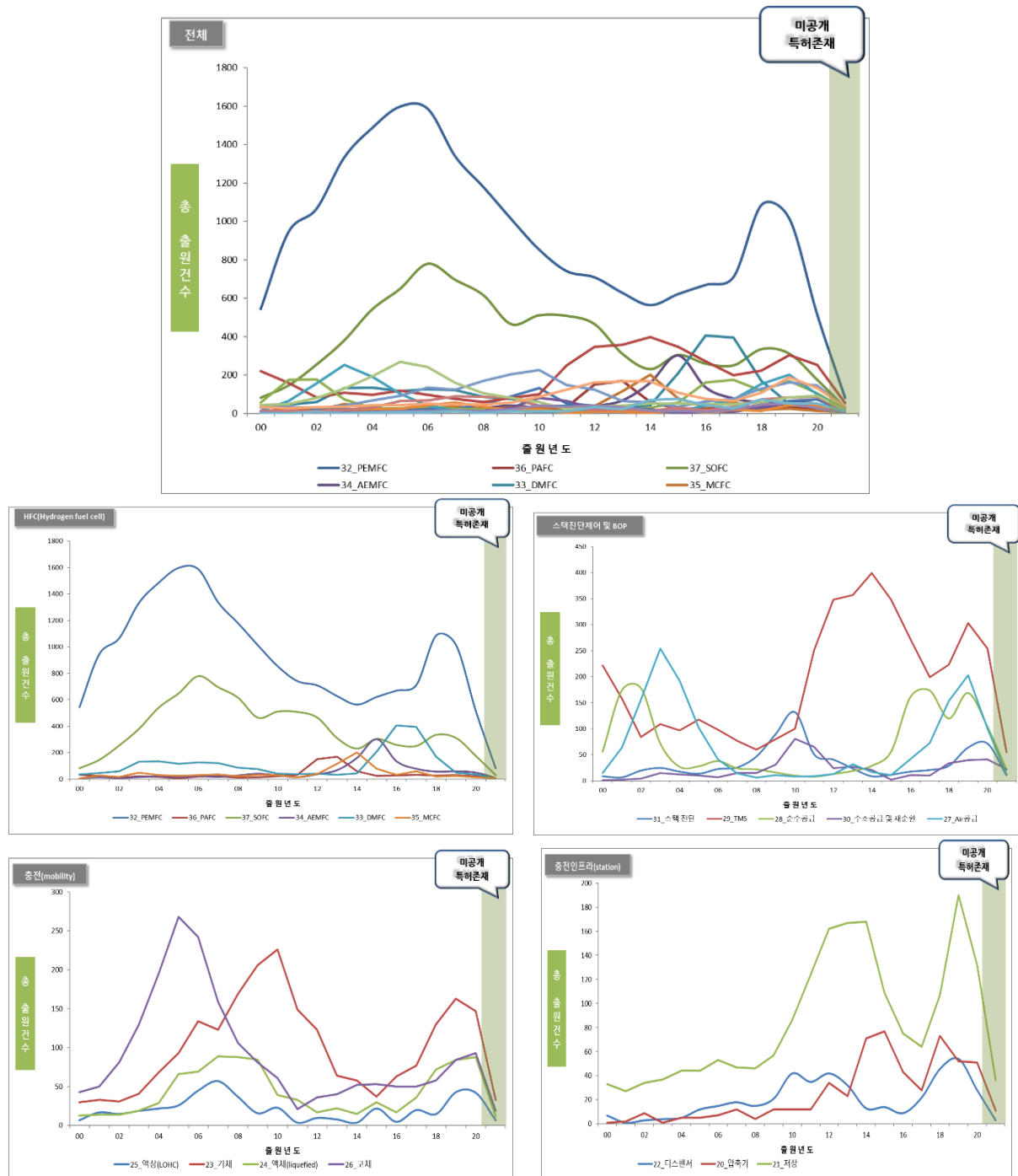
이 중 중국은 PEMFC 에 비견될 정도로 SOFC 의 특허 건수가 많이 출원되었다. 전해질막을 이루는 촉매의 단가가 상대적으로 낮지만 PEMFC 와는 달리 600℃~1000℃에서 작동하기에 주로 대규모 발전에 사용되는 기술이다. 연료전지로서 가치는 높은 기술이라 개발 우선도는 높아 다른 기술들에 비해 비교적 많은 건수를 보이나 상용화를 위한 기술인 PEMFC 에 비해 관심도가 떨어지는 모습을 보인다. 그러나 중국의 경우는 연구 개발의 주체 특성상 SOFC 에도 높은 관심을 보이고 있다.

수소전기차 분야에서 공백기술로 분류할 만큼 소외된 분야는 없었다. 하지만 HFC 분야, 특히 PEMFC 가 유별나게 높은 관심을 받고 있어 다른 세부 기술들은 적은 수의 특허가 출원되어 발전 단계에 머물러 있는 것으로 보인다.



### 3-2. 출원연도에 따른 세부 기술 동향

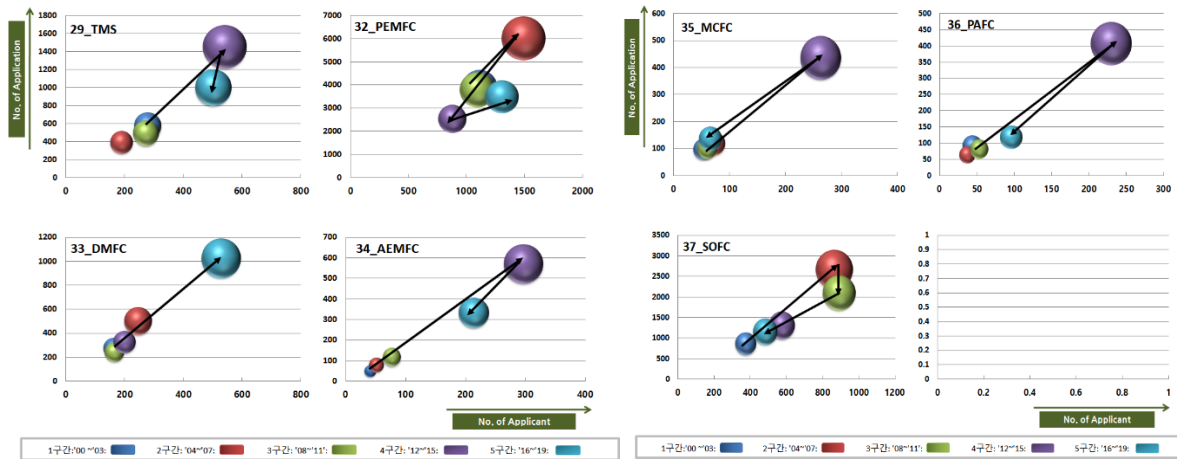
[그림 6, 7, 8, 9, 10] 소분류별 특허 동향



세부 기술로 보았을 때에도 기술이 편중되어 있는 것을 볼 수 있다. 전체 특허의 과반수가 넘게 출원된 PEMFC는 단 한 번도 다른 세부 기술에게 앞질러진 적이 없으며, 2006년에 정점을 찍고 하락세를 보이다 2014년부터 다시 상승세를 보이는 것으로 보아 가장 많은 특허가 출원되었지만, 기술의 중요도와 개발 난이도로 인해 지속적인 출원인들의 관심을 받고 있는 것으로 보인다. 이외로는 2006년에 잠시 두각을 드러냈던 SOFC가 있지만, PEMFC의 출원 수를 앞지르지 못했다.

### 3-3. 세부 기술 성장 단계 동향

[그림 11] HFC 소분류별 성장 그래프



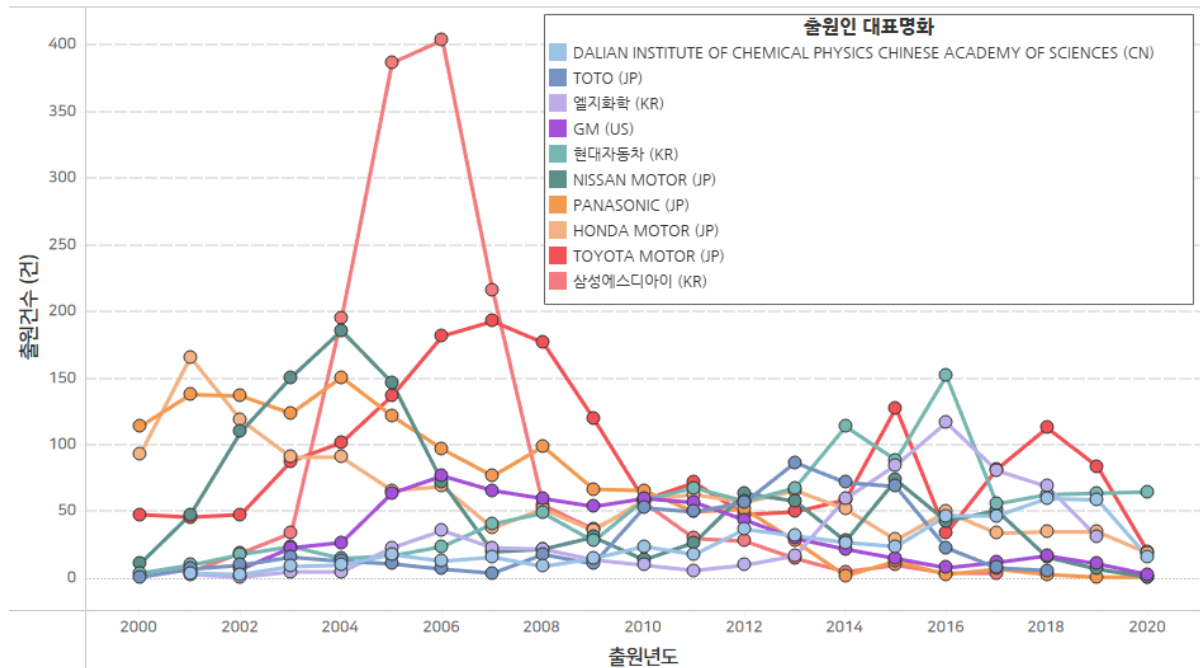
가로축은 출원인, 세로축은 출원특허로 구성된 그래프이다. 가장 많은 특허건수를 보유한 HFC 중분류에 속한 세부기술들로 구성했다.

수소전기차 기술에 핵심이 되는 연료전지 기술(HFC)이기에 시기별 추이가 가장 뚜렷하게 보였다. 다만 그 중, PEMFC와 DMFC는 뚜렷한 성장세를 다시 보였다. DMFC는 이제서야 성장기에 들어간 것으로 보이고, PEMFC는 쇠퇴기에 접어들다 재성장기로 들어선 것으로 보인다.

## 4. 특허 건수 상위 출원인 동향

### 4-1. 상위 10 개 출원인의 연도별 출원 동향

[그림 12] 출원인 동향

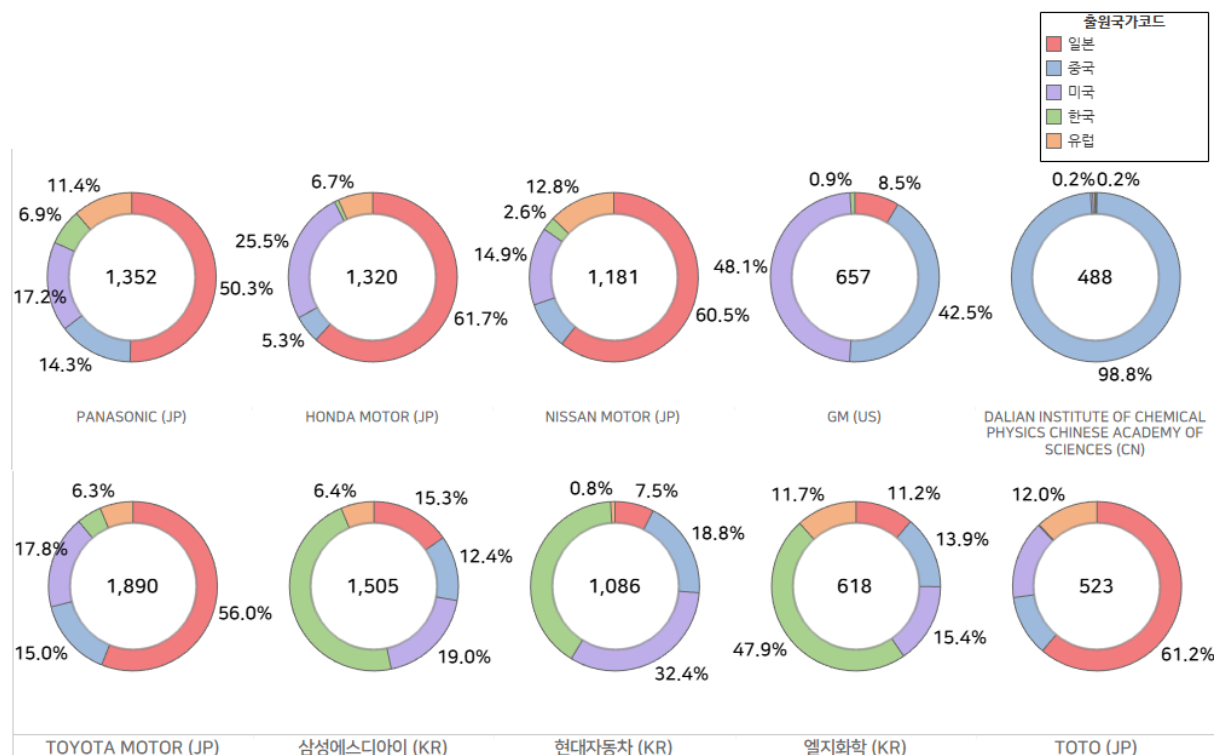


누적 특허 출원수가 가장 많은 기업은 TOYOTA MOTOR(JP) 1,890 건(4%)이었다. 그 뒤로 2005 년과 2006 년에 가장 많은 특허를 출원한 삼성에스디아이(KR) 1,505(3%)가 바짝 쫓고 있다. 상위 10 개 출원인들의 누적 출원 건수는 각각 전체의 1~4%에 불과한 점유율을 보이고 있어 수소자동차 관련 특허에서 대형 출원인의 독식하는 경향은 크지 않아 보였다.

출원 동향 또한 매년 다른 양상을 보이며 출원인들이 상대적으로 일정한 양의 특허를 꾸준히 출원해 온 것을 알 수 있다.

## 4-2. 상위 10 개 출원인의 국가별 출원 동향

[그림 13] 출원인별 출원 국가 비율

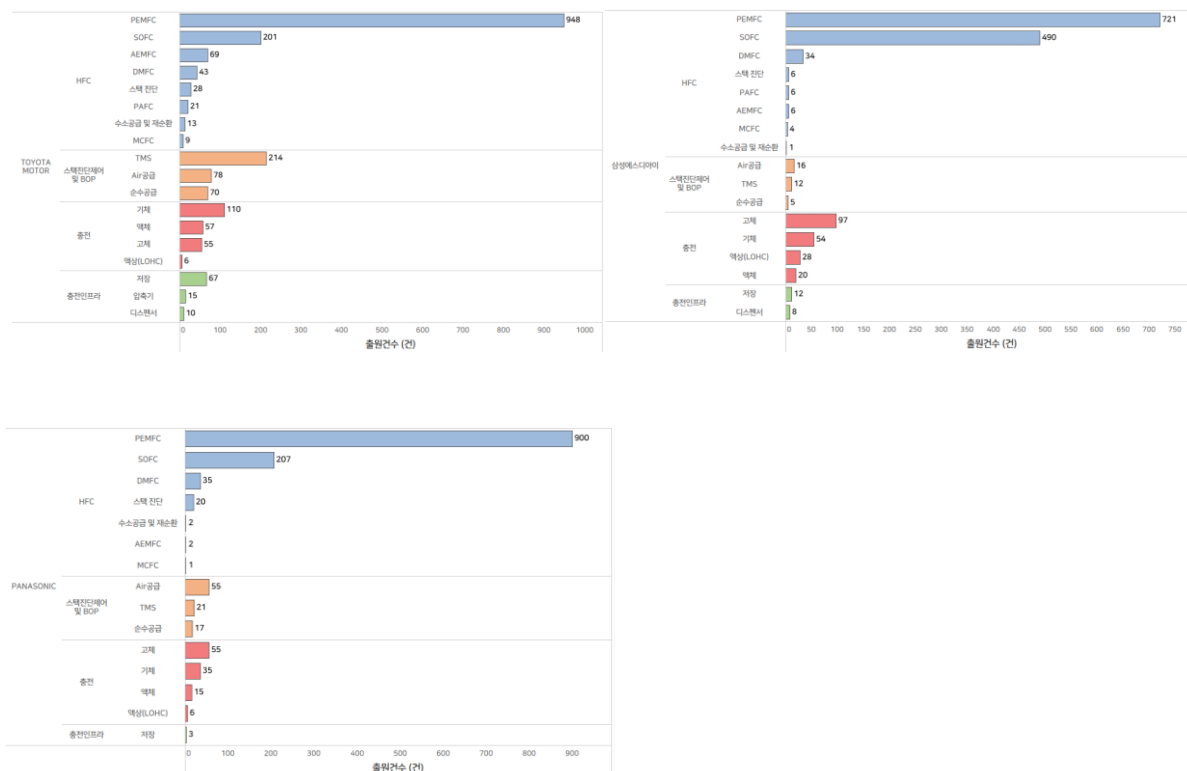


일본의 출원인인 HONDA MOTOR, NISSAN MOTOR, PANASONIC, TOTO, TOYOTA MOTOR 는 모두 자국 출원이 반수를 살짝 넘기는 모습을 보였다. 일본의 출원인들은 모두 자국인 일본 다음으로 미국, 중국, 유럽 순서로 많은 출원 건수를 보였으며, 한국은 가장 적은 출원을 하거나 아예 한국에는 특허 출원을 하지 않은 출원인도 존재했다.

반면, 국내의 출원인인 엘지 화학과 현대 자동차는 내국인 출원으로 분류되는 한국 출원이 전체 특허의 과반을 넘지 못했으며 미국과 중국 출원에 다음으로 힘을 썼다. 삼성에스디아이는 일본 출원인들과 비슷한 경향성을 보였다. 자국인 한국에 과반이 넘는 출원을 하고 미국, 일본, 중국, 유럽 순서로 많은 특허를 출원했다. 공공연인 DALIAN INSTITUTE OF CHEMICAL PHYSICS CHINESE ACADEMY OF SCIENCES 는 자국인 중국에 98.8%의 특허를 출원했다.

## 4-3. 상위 3개 출원인의 세부 기술별 출원 동향

[그림 14] 출원인별 세부기술 비중



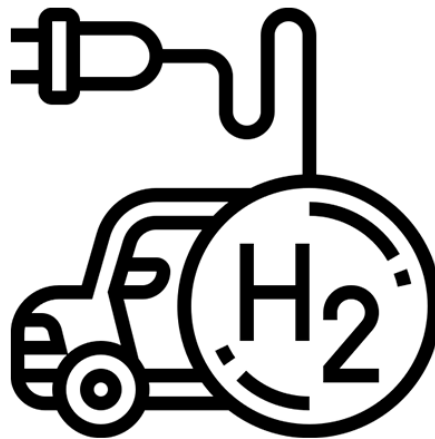
수소자동차 관련 특허에서 가장 많은 특허 수를 보유한 세 출원인 모두 동일하게 연료전지인 HFC, 그 중에도 PEMFC에 가장 많은 관심을 쏟고 있는 것으로 나타났다.

## 5. 정량분석 결과 정리

제 II 장 정량분석에서 본고는 주어진 데이터셋을 세부기술과 국가, 연도, 출원인을 중심으로 분석했다. 도식화된 그래프와 표를 통해 수소자동차 관련 특허의 발전과 출원인이나 국가의 관심도 양상을 중심으로 비교했다.

정량분석 결과, 가장 영향력 있는 출원인을 많이 보유한 국가는 일본이었지만, 연도별 특허수가 우하향을 그리는 다른 국가들과는 달리, 홀로 가파른 우상향을 그리며 성장세를 보이는 중국은 수소자동차 특허에 있어 가장 중요한 지표가 될 것으로 보인다.

다만, 위의 이러한 분석과는 별개로 국가, 출원인, 출원연도 등을 모두 초월하여 항상 가장 높은 값을 보이는 기술은 PEMFC였다. 과거부터 현재까지 대량의 개발이 이루어져 일반적인 특허 분야라면 쇠퇴기로 분류되어야 하지만, 20년 가까이 동일한 경향이 이어진 수소자동차 분야의 기술 집중도로 보아 PEMFC의 관심과 중요성은 이후에도 꾸준히 이어질 것으로 보인다.



### Ⅲ. 키워드 분석을 활용한 정성분석

# III. 키워드 분석을 활용한 정성분석

## 1. 분석 개요

### 1-1. 분석 배경 및 목표

수소차 연료전지 특허 시장에서 그린 수소 기술 R&D 동향을 파악하기 위해 키워드 분석을 활용한 정성분석을 진행했다.

그린수소 생산 기술 범위가 매우 한정적이고, 그린수소 기술을 통한 수익 창출 방안이 탐색되고 있는 단계인만큼, 해당 기술에 대한 국내외 출원인들의 관심과 함께 활발한 연구가 진행되고 있다는 사실을 뒷받침할 수 있는 동향 파악이 필수적이다.

앞선 정량분석에서 보았듯, HFC 연료전지 분류에서 두각을 보이는 PEMFC 기술에 집중하여 출원인 국적별 동향 분석을 진행했고, 기술 흐름 및 발전도를 이용해 국내외 기술 발전 동향을 비교했다. 또한, 비교 대상이 된 특허 기술을 대상으로 키워드 분석을 진행해 그린수소 기술 관련 키워드를 확장시키고자 했다.

그 간 대부분의 수소차에 장착된 연료전지는 개질기를 통한 수소 생산 방식(그레이 수소 혹은 블루 수소에 해당)을 취해왔으며, 수소차에 그린수소를 생산하는 기술을 접목시키는 연구는 이제 막 검토가 이뤄지는 과도기적 단계에 들어섰다. 이 점을 고려하면 피인용 문헌 수 혹은 패밀리 국가 수와 같은 기존의 획일화된 지표를 기준으로 특허 출원 성과를 비교, 평가하는 데에는 한계가 있다.

따라서, 본 연구에서는 기존의 성능 측정 지표가 지닌 한계점을 극복할 수 있는 키워드 분석 기법을 이용해 각 출원인의 특허 출원 트렌드를 살펴본다.

## 1-2. 분석 방법

### 1) 텍스트마이닝 사용 라이브러리

➤ 분석 언어로는 R 을 사용했으며, 한국어 형태소 분석을 지원하는 KoNLP 라이브러리를 이용해 키워드별 품사 분류를 진행했다.

### 2) 사용변수

➤ 텍스트가 포함된 ‘발명의 명칭’, ‘요약’, ‘대표 청구항’ 변수를 이용했다.

### 3) 데이터 정제 과정

➤ 연료전지 기술인 HFC 에 한해서, 그린수소 기술 관련 특허 목록을 확보하고자 수전해 기술 관련 키워드가 포함된 특허만 추출했다.

[표 4] 추출 키워드 목록

추출 키워드 목록	수전해, 액상화합물, 그린수소, 부생수소 Liquid Organic Hydrogen, Water Electrolysis, Electrolyte, Electrolyser, Solar, Water Splitting, Green hydrogen, without the carbon exhaustion
-----------------	---

➤ 주요 키워드를 추출하고자 하는 분석의 목적을 달성하기 위해 영어와 한글의 명사만 추출해 키워드 분석을 진행하였고, 정확도를 높이기 위해 영어와 한글 키워드별로 특수문자 등을 제거하는 정제과정을 거쳤다.

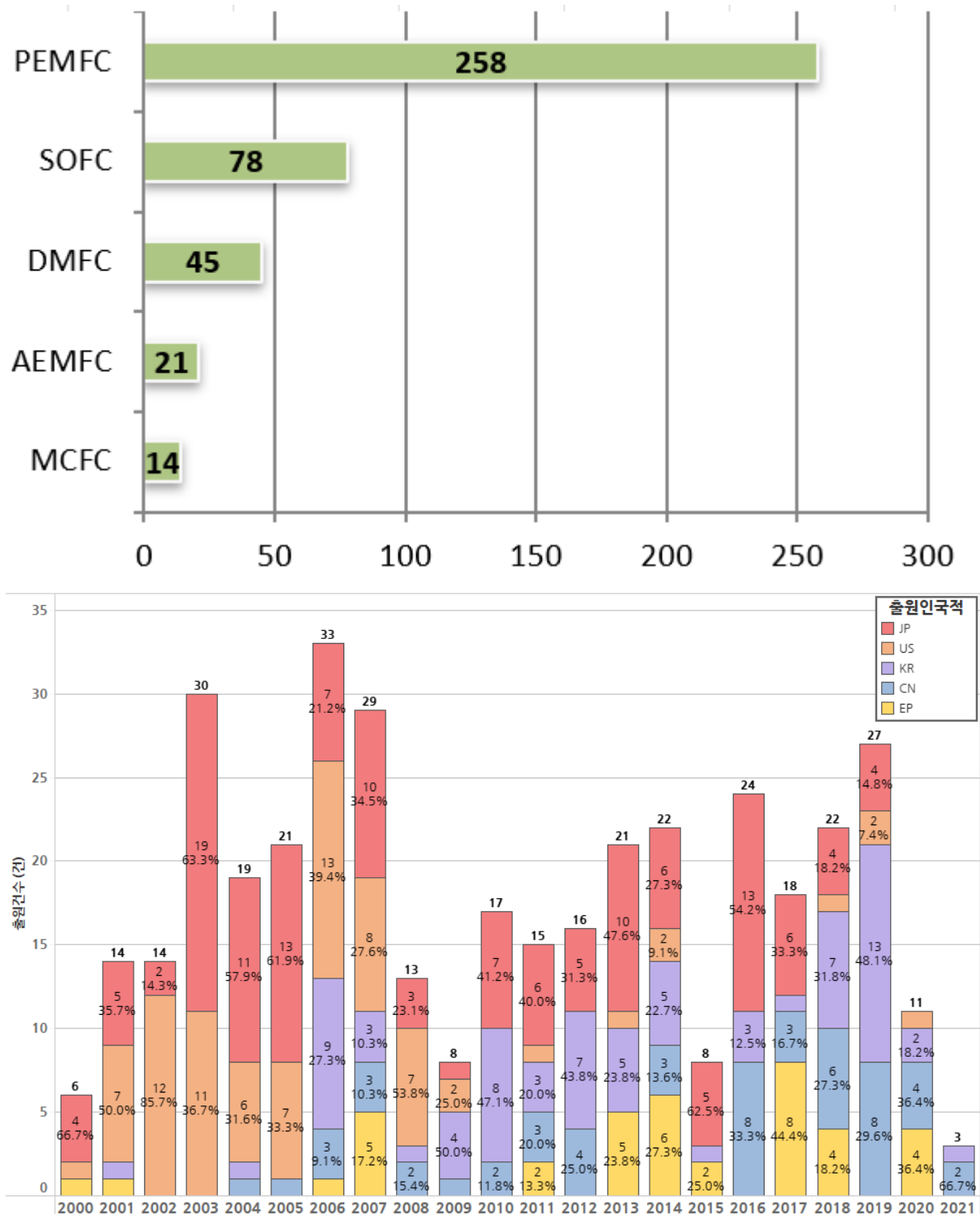
### 4) 출원동향 시각화

➤ 테블로 (Tableau) 시각화 툴을 이용해 워드클라우드 시각화를 진행했다.



## 2. 연도별, 기술별 그린수소 기술 특허 출원 현황

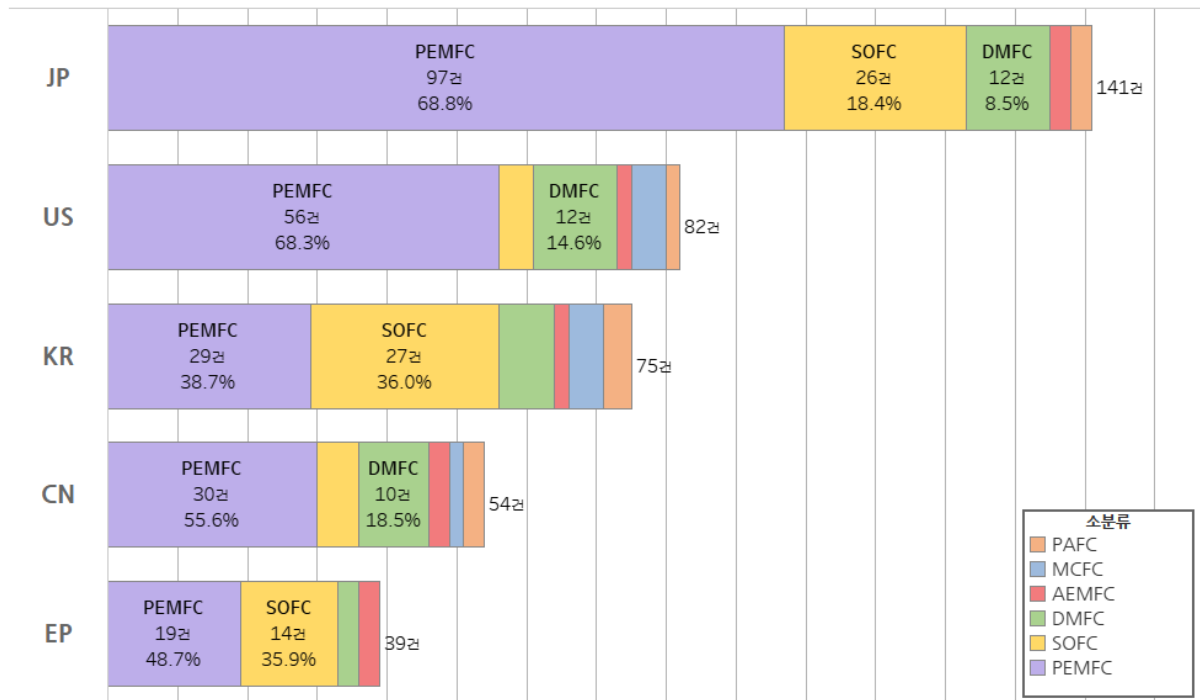
[그림 15, 16] 소분류별 그린수소 기술 관련 특허 출원동향



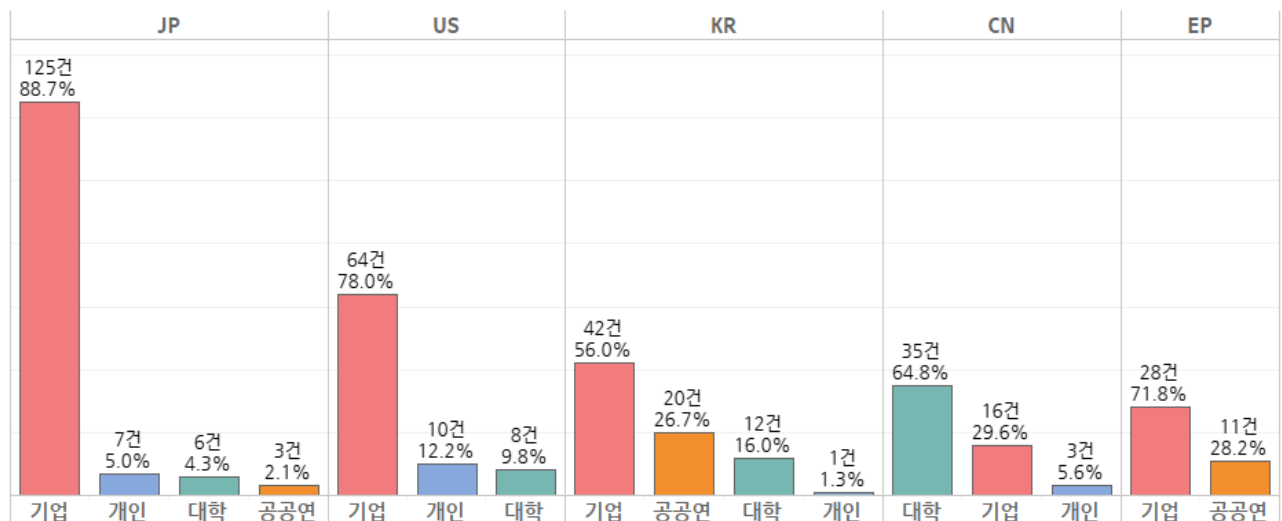
과거의 그린수소 기술 특허 출원 시장에는 일본, 미국의 출원 비율이 대부분을 차지하고 있었다. 그러나 비교적 최근인 2017 년~2019 년 3 년간 한국의 출원건수는 꾸준히 증가, 전체 출원건수에서 차지하는 비율도 늘어나고 있다.

### 3. 국가별 그린수소 기술 특허 출원 현황

[그림 17] 출원인 국적별 기술 출원 비율

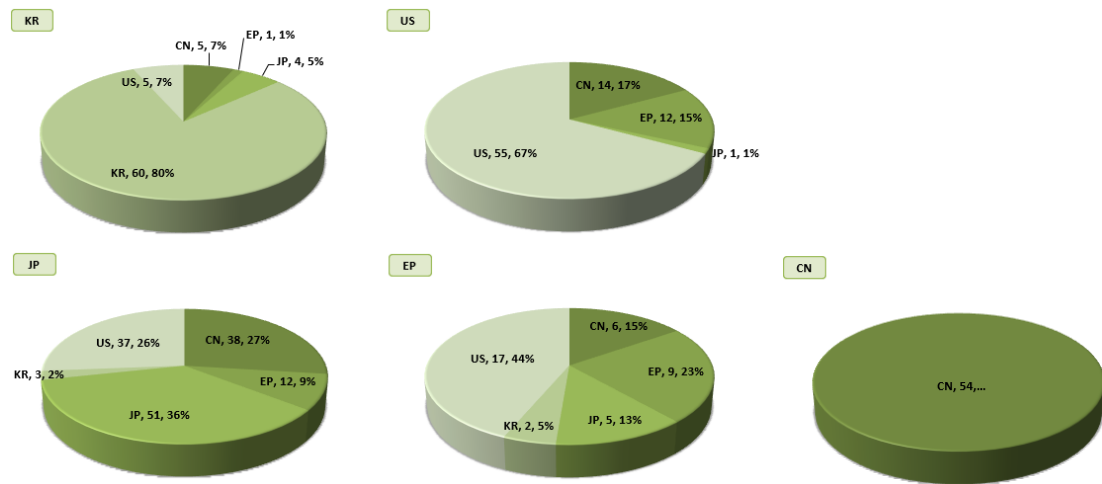


[그림 18] 출원인 국적별 출원인 성격 비율



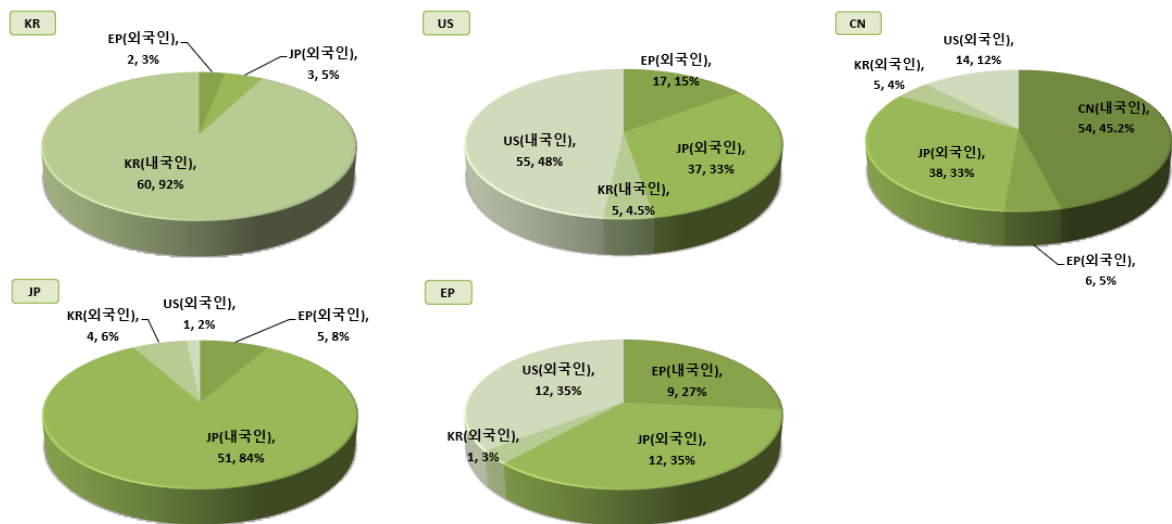
다른 국가에 비해 한국에서는 공공연, 대학 성격 출원인의 특허 출원 비중이 높다. 이를 통해 정부 주도의 연구가 활발히 이뤄지고 있음을 확인할 수 있다.

[그림 19] 출원인 국적별 출원국가 비율



[그림 19]를 통해 각 국가별로 어떤 국가를 대상으로 기술 출원이 이뤄지고 있는지 확인할 수 있다. 중국, 한국, 일본, 미국 등 대부분의 국가에서 자국을 대상으로 기술 출원이 이뤄지고 있는 것을 확인할 수 있다. 전반적으로 아직까지는 그린수소 기술에 대한 적극적인 해외 출원이 이뤄지지 않는 것으로 보인다.

[그림 20] 국가별 출원인 국적 점유율



[그림 20]에서는 각 국가마다 어떤 국적의 출원인들이 그린수소 기술 특허 시장에서 높은 점유율을 차지하고 있는지 확인할 수 있다. 일본, 미국에 비해 한국의 해외 특허 시장 점유율은 낮은 편이다. 그러나, 한국은 다른 국가에 비해 자국 내에서의 특허 시장 점유율이 92%로, 매우 높은 비율을 차지하고 있기 때문에, 그린수소 기술의 해외 의존도가 낮음을 알 수 있다. 따라서 한국의 그린수소 기술 자립화 가능성을 긍정적으로 평가할 수 있다는 점에서 의미가 있다.

## 4. 소분류별 주요 출원인 포트폴리오 분석

### 4-1. 키워드 중요도 측정 지표 TF-IDF

본 키워드 분석에서는 단순한 키워드의 빈도수가 아닌 TF-IDF 지표를 통해 키워드의 중요도를 측정했다.

➤  $TF(d, k)$  특정 문서  $d$ 에서 특정 단어  $k$ 가 등장하는 횟수

➤  $IDF(d, k) = \log \left( \frac{n}{1+df(t)} \right)$

특정 단어  $k$ 가 등장한 문서의 수인  $DF(k)$ 에 역수를 취한 값

$\log$ 를 사용해 역수 값을 도출하여 자주 등장하지 않는 희귀 단어들에 큰 가중치가 부여되는 것을 방지한다.

➤ TF-IDF(Term Frequency-Inverse Document Frequency)

TF-IDF는 모든 문서에서 자주 등장하는 단어는 중요도가 낮다고 판단하며, 특정 문서에서만 자주 등장하는 단어는 중요도가 높다고 판단한다. TF-IDF 값이 낮으면 단어의 중요도가 낮은 것이며, TF-IDF 값이 높으면 단어의 중요도가 큰 것이다. 따라서 TF-IDF 지표는 별도의 불용어 처리를 거치지 않아도 너무 자주 사용되는 단어들을 필터링할 수 있다는 점에서 장점을 지닌다.

출원인별 포트폴리오 분석 결과에 따라, 그린 수소 기술 분야에서 집중적으로 연구 중인 세부기술은 무엇인지 파악하고, 그린수소 기술 관련 키워드를 확장하기 위해 TF-IDF가 높은 상위 200개의 키워드를 대상으로 워드 클라우드 시각화를 진행했다.

## 4-2. 그린수소 기술 관련 키워드 추출

[표 6] 그린수소 기술 관련 키워드 목록



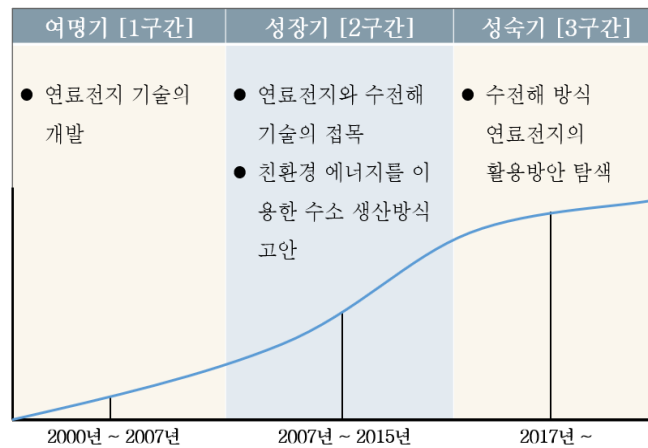
1	mpa	3.995	1	수전해조용	0.3512
2	ptir	3.300	2	이온성액체	0.3369
3	bet	2.547	3	촉매층	0.3200
4	ptfe	2.547	4	폐수소	0.3157
5	pka	1.019	5	전해질막	0.3113
6	electrolyzer	0.865	6	무기산	0.3097
7	sea	0.695	7	폴리머	0.2914
8	balance	0.660	8	발전장치	0.2834
9	mea	0.614	9	해수전해설비	0.2689
10	poly	0.587	10	촉매	0.2537
11	mcfc	0.559	11	영역	0.2440
12	repellent	0.533	12	저장탱크	0.2440
13	same	0.530	13	헤테로	0.2316
14	hetero	0.485	14	리저버	0.2182
15	system	0.469	15	확산체	0.2116
16	watercar	0.463	16	퍼플루오로	0.2106
17	power	0.460	17	미립자	0.2038
18	electrocatalyst	0.453	18	압력	0.2002
19	hydrogen	0.387	19	가역	0.1869
20	compound	0.386	20	전극층	0.1869

키워드 분석을 통해 얻은 그린수소 관련 키워드를 통해 PEMFC 분야에서 집중적으로 연구 중인 기술을 파악하고, 해당 키워드가 포함된 특허들을 바탕으로 국내외 기술 발전 동향을 비교했다.

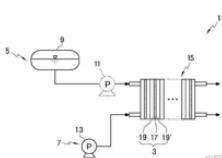
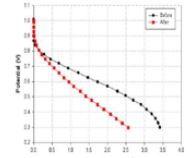
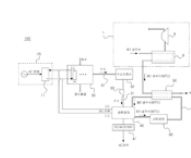
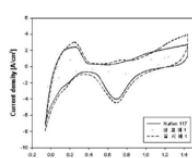
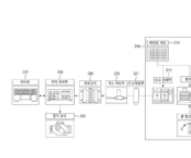
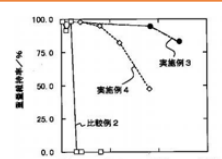
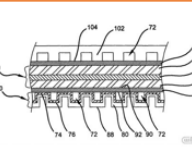
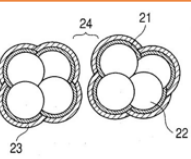
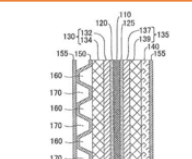
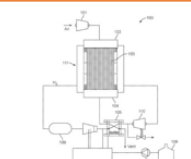
## 4-3. 국내외 그린수소 기술 발전 동향 비교

그린수소 기술 발전 단계를 크게 셋으로 나눠 국내외 그린수소 기술의 발전 단계가 전환되는 시점을 확인하여, 기술 고도화가 어느 정도로 진행되었는지 등을 비교했다.

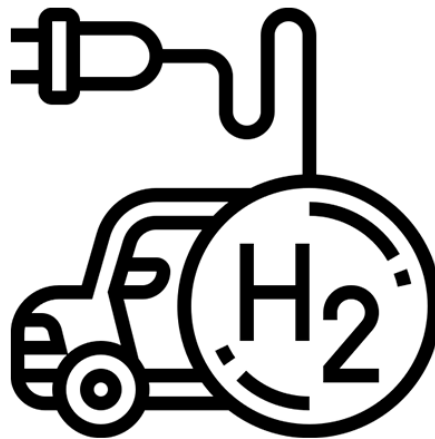
[표 6] 그린수소 기술의 기술발전 단계



[표 7] 국내외 그린수소 기술 흐름 & 발전도

2006	2010		2012	2019
KR 2006-0074158	KR 2010-0116235	KR2010-0103061	KR 2012-0013085	KR2019-0012644
 <p>삼성에스디아이 연료 전지용 전극, 이를 포함하는 막-전극 어셈블리 및 이를 포함하는 연료 전지용 시스템</p>	 <p>연세대학교 탄소부식 억제제를 위한 연료전지용 촉매층, 이를 포함하는 연료전지용 막-전극 집합체 및 그 제조방법</p>	 <p>엑스에프씨 해수전해설비에서 발생되는 폐수소를 활용한 연료전지 시스템</p>	 <p>엘캠텍 고분자 전해질 막, 수전해 장치, 연료 전지 및 이를 포함하는 연료 전지 시스템</p>	 <p>케이워터크레프트 에너지 자립형 수전해 연료전지 워터 자동차 시스템</p>
← 1구간 →	← 2구간 →		← 3구간 →	
JP 2000-352300	US 10/780025	US 12/373824	US 14-877477	US 16-740191
 <p>TOYOTA MOTOR (JP) 고체 고분자 전해질을 이용한 전극 전해질 집합체를 이용한 전기 화학 디바이스</p>	 <p>GM (US) Water management layer on flowfield in PEM fuel cell</p>	 <p>CANON (JP) WATER REPELLENT CATALYST LAYER FOR POLYMER ELECTROLYTE FUEL CELL</p>	 <p>TOYOTA (JP) Water-repellent layer and fuel cell</p>	 <p>HONEYWELL (US) PEM FUEL CELL POWERSYSTEMS WITH EFFICIENT HYDROGEN GENERATION</p>
2000	2007	2012	2014	2016

2000 년 초반부터 적극적으로 연료전지와 수전해 기술을 접목시키고자 노력했던 해외의 기술 동향에 비하면, 한국의 경우, 비교적 최근인 2010 년부터 PEMFC 그린수소 생산기술이 발달하기 시작했다. 그러나 2010 년 이후로 적극적인 연구가 이뤄지며, 다양한 분야에 수전해 방식이 적용된 연료전지를 활용하고 있다는 점을 보아, 한국의 그린수소 연료전지 기술은 빠르게 고도화되며 좋은 성과를 거두고 있는 것을 확인했다.



#### IV. 회귀분석을 통한 미래 기술가치 예측

# IV. 시계열 데이터 분석을 통한 미래 기술가치 예측

## 1. 분석 개요

### 1-1. 분석 목표

본 연구 문제는 유망기술을 예측하는 문제로 시간이라는 중요한 변수를 고려하지 않을 수 없기 때문에 일반적인 회귀분석 모델보다는 시계열 데이터 기반 분석이 훨씬 유용하다. 2000 년부터 2020 년 까지의 특허 데이터 중분류 중 연료전지(HFC)를 모델에 학습시켜 미래의 데이터를 예측해 향후 연료전지 기술의 기술 개발 방향을 제시했다.

## 2. 시계열 데이터 기반 분석

### 2-1. 분석 과정

#### 1) 지표 선정

➤ 특허 지표 중 기술의 개발단계를 가장 잘 나타내는 지표는 특허 출원 수와 피인용 문헌 수이다. 특허 출원 수는 특허와 관련 대부분의 지표와 연관되는 지표로 특허 출원일, 출원인 대표명화 등과 함께 사용된다. 특허 출원 수는 해당 기술 연구의 활동성을 가장 잘 나타내는 지표이지만 특허의 질을 고려하지 않은 채 산정된 지표로 특허 출원 수만으로 기술의 개발 단계를 판단하기에는 무리가 있다.

➤ 피인용 문헌 수는 해당 특허가 얼마나 인용되었는지를 나타내는 지표로 특허의 질을 판단하는데 가장 널리 사용되는 지표이며 기술 영향력과 직접적인 관련이 있다. 하지만 특허는 해당 특허의 노출 기간에 따라 피인용 수가 달라지므로 절대적인 지표라고 볼 수 없다. 예를 들어 피인용 문헌수가 같더라도 출원일자가 다르면 더 최근에 출원된 특허의 품질이 좋다고 할 수 있다. 따라서 이 지표는 노출 기간을 고려하여 보정할 필요가 있다.



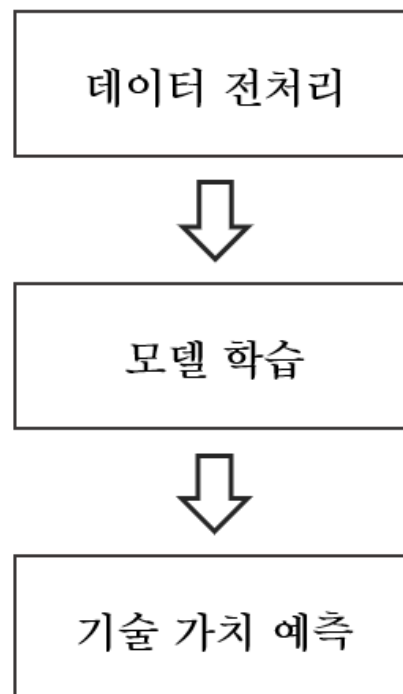
➤ 또한 앞서 진행한 정량분석에서 출원 건수를 바탕으로 분석을 진행했으므로 시계열 데이터 기반 분석에서는 피인용 문헌 수를 보정한 값을 단일 변수로 하여 종속변수로 선정했다.

## 2) 모델 선정

➤ 데이터 분석 모델은 ARIMA(Auto-regressive Integrated Moving Average)로 선정했다. ARIMA는 과거의 관측 값이 미래의 관측 값에 영향을 준다는 점을 반영한 AR 모델과 예측 오차를 이용하여 미래를 예측하는 MA 모델을 합친 것으로, 시계열 데이터 기반 분석 모델 중 가장 널리 사용된다. 주로 주가 전망, 수요 예측 등에 사용되는 신뢰성 높은 모델이다.

## 2-2. 시계열 예측 분석 과정

[그림 21] 회귀분석 알고리즘 순서도



### 1) 데이터 전처리

➤ 우선 피인용 문헌수가 0 인 특허는 특허의 품질이 낮아 기술 개발단계를 판단하기에 적합하지 않다고 판단하여 데이터셋에서 제외했다. 총 25841 건의 특허가 제외되었다. 다음으로 전체 데이터셋에서 중분류가 HFC 인 데이터들을 분리한다. 다음으로 특허의 노출기간을 고려하여 피인용 문헌 수를 보정했다. 보정된 피인용 문헌수의 계산식은 다음과 같다.

$$\text{보정된 피인용 문헌 수} = X * (T1 - T2) / (T2 - T3)$$

$X$  = 해당 특허의 피인용 문헌 수

$T1$  = 가장 마지막에 출원된 특허의 출원일

$T2$  = 가장 처음 출원된 특허의 출원일

$T3$  = 해당 특허의 출원일

### 2) 모델 학습 진행

➤ 모델은 파이썬의 statsmodels.tsa.arima\_model 라이브러리를 활용했으며, 전처리한 데이터셋을 모델에 대입하여 20 년간 연료전지 특허의 피인용 문헌수의 추세변동을 학습시켰다.

### 3) 미래 기술 가치 예측

➤과거 20 년의 데이터를 바탕으로 향후 5 년의 연료전지 기술 분야의 특허 피인용 문헌 수를 예측했다. 제공된 데이터가 2000 년 이후의 특허이기 때문에 시계열 데이터 기반 예측 분석 특성 상 더 먼 미래를 예측하지 못하는 한계가 존재한다.

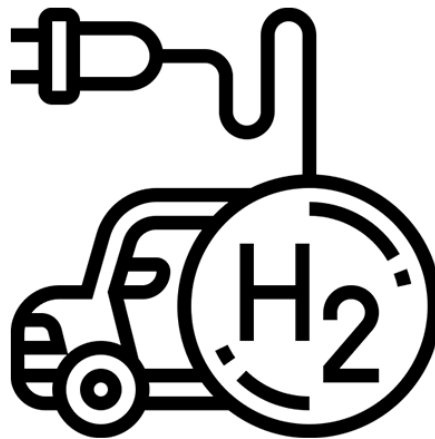
## 2-3. 시계열 예측 분석 예측 결과

[표 8] 소분류별 시계열 예측

분류	1 년 후	2 년 후	3 년 후	4 년 후	5 년 후
PEMFC	10.23	9.22	8.71	8.44	8.29
DMFC	7.59	7.60	7.53	7.51	7.50
AEMFC	7.15	7.24	7.33	7.42	7.49
MCFC	8.86	8.69	8.87	8.68	8.84
PAFC	8.41	8.37	8.38	8.36	8.38
SOFC	8.53	6.20	6.88	6.41	6.70

## 3. 시계열 분석 결과 요약 및 시사점

피인용 문헌 수를 통해 분석한 결과 향후 5년간 기술개발이 가장 활발할 것이라고 예측되는 기술은 역시 PEMFC였다. 출원 건수를 고려한다면 향후 몇 년간 PEMFC의 점유율이 가장 높을 것이라고 할 수 있다. 하지만 PEMFC의 기술 영향력의 감소 추세가 다른 기술보다 큰 편이며 유일하게 AEMFC만 증가하는 추세를 보이고 있는데, 이는 PEMFC의 촉매로 사용되는 값비싼 원료인 백금을 대체하기 위한 연구가 현재보다 더욱 활발히 이루어질 것임을 시사한다.



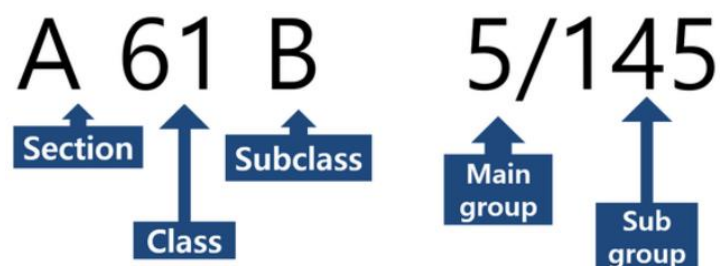
## V. 응용성 및 융합성 탐색을 통한 유망 기술 도출

# V. 응용성 및 융합성 탐색을 통한 유망 기술 도출

## 1. 분석 개요

### 1-1. 분석 목표 및 방법

[그림 22] IPC 코드 구조



▶국제특허분류(IPC, International Patent Classification)는 특허 출원 기술 분류코드의 일종으로, 검색을 용이하게 만들기 때문에 특허 분석에서 많이 이용되는 변수이다.

▶본 분석에서는 연관규칙분석을 통해 PEMFC 분야의 특허 기술을 대상으로, 연관규칙분석을 통해 유의미한 연관성을 지닌 IPC 연관 규칙을 도출한다. 또한, 실제 해당 IPC 연관규칙이 적용된 특허 사례를 탐색하며 해당 IPC 연관규칙이 어떤 방식으로 결합되어 사용되고 있는지 살펴본다.

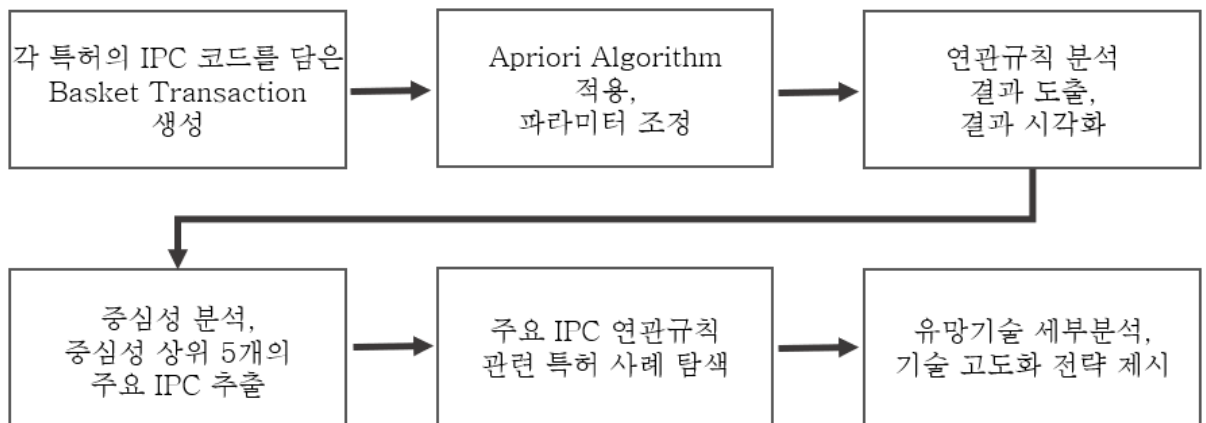
▶이를 통해 그린수소 기술의 응용성 및 융합성을 바탕으로 유망기술을 도출한다.

## 2. 분석 과정

### 2-1. 분석 방법

#### 1) 알고리즘 순서도

[그림 23] 알고리즘 순서도



#### 2) 사용 라이브러리

연관규칙 분석은 R의 `arules`, `aruleViz` 라이브러리를 이용했다.

### 2-2. 분석 알고리즘 설명

#### 1) Association Rule Analysis

- ▶ 연관규칙 분석이란 특정 항목들의 결합을 조건으로, 조건과 연관이 있을 것으로 예상되는 결과 값을 도출해 냄으로써, 항목 간에 존재하는 유용한 패턴을 찾아내는 데 이용되는 분석 방법이다.
- ▶ 본 분석에서는 특허 데이터에 이용되는 IPC 코드 간의 패턴을 발견해 그린수소 기술의 응용성 및 융합성을 탐색하기 위해 연관규칙 분석 기법을 이용했다.

## 2) 연관성 측정 지표

➤ 연관규칙 분석에는 지지도, 신뢰도, 향상도라는 세가지 지표를 통해 연관성을 측정한다.

$support(X) = count(X) / N$  ..... 지지도

$confidence(X \rightarrow Y) = support(X, Y) / support(X)$  ..... 신뢰도

$lift(X \rightarrow Y) = confidence(X \rightarrow Y) / support(Y)$  ..... 향상도.

먼저, 지지도는 특정 기술의 조합이 특허 데이터 상에서 출현하는 정도를 측정한다.

두 번째로 신뢰도는 특정 기술 조합이 다른 기술 조합 과 결합되었을 때 나타나는 상대적인 빈도수를 측정한다. 즉 신뢰도는 특정 특허에서 X 기술 집합이 출현했을 때 Y 기술 집합이 함께 출현하는 것에 대한 신뢰도로 해석할 수 있다.

마지막으로 향상도는 신뢰도 값을 기술 조합 Y가 나타나는 지지도 값으로 나누어 보정한 값으로, 기술 조합 X가 출현했을 때 Y가 출현할 확률이 얼마나 증가하는 지를 측정하는 지표이다.

## 3) 중심성 측정 지표

➤ 데이터 상에 존재하는 IPC 를 그래프의 노드(Node)라고 가정하고, IPC 의 동시 활용 여부를 간선(Edge)이라고 가정했을 때, 어떤 노드가 가장 중요한지 측정하는 지표인 중심성을 분석해 중요한 IPC 코드를 추출하고자 했다.

➤ 페이지랭크 (PageRank)

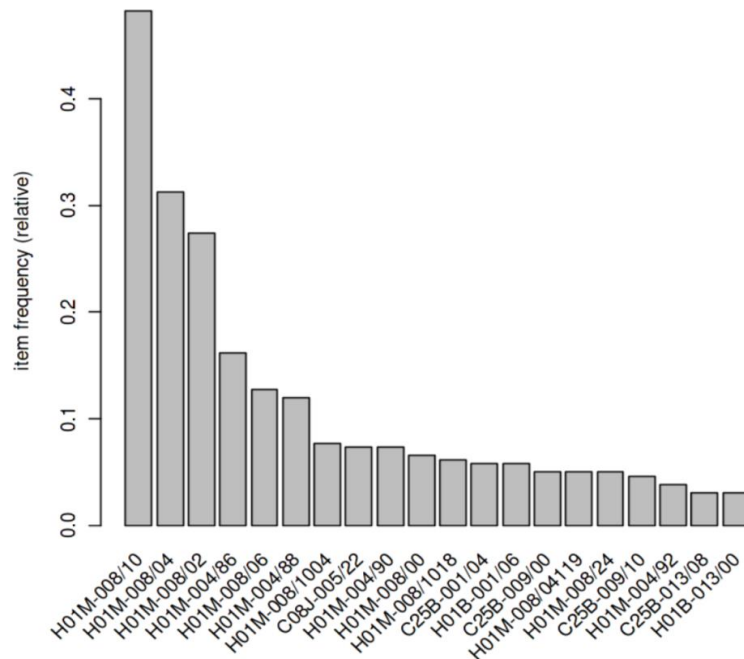
페이지랭크란, 특정 노드와 연결된 다른 노드의 중요도를 반영해 노드의 중심성을 측정하는 지표인 Kartz 중심성 지표를 변형 및 발전시킨 지표이다. Kartz 의 경우, 한 노드가 매우 중요하게 계산될 경우, 이와 연결된 다른 노드도 덩달아 중요도가 높아져버리는 문제가 발생한다.

따라서, 페이지랭크 중심성 지표에서는 각 노드의 영향력을 다른 노드로 전파할 때, 외부로 향하는 모든 간선의 수로 나누어서 과한 영향력 전파에 제약을 거는 지표이다.

### 3. 연관규칙 분석

#### 3-1. IPC 비율 확인

[그림 24] PEMFC 그린수소 기술 특허 데이터 내 존재하는 IPC 비율



#### 3-2. 트랜잭션 생성 결과 및 파라미터 조정

[표 9] PEMFC 트랜잭션 정보

PEMFC Transaction Info	
transaction (rows): 259	
items (columns): 254	
Apriori Algorithm parameters	
최소 길이 (minlen)	3
지지도 (support)	0.02
신뢰도 (confidence)	0.05
연관규칙 개수	72



➤주어진 데이터셋으로 트랜잭션을 생성한 결과, IPC 코드 254 개로 총 259 개의 연관규칙이 생성되었다.

➤적절한 연관규칙 개수를 얻기 위해 **파라미터 조정 진행했으며**, 알고리즘 적용 결과, 총 72 개의 IPC 연관규칙을 도출할 수 있었다.

### 3-3. 연관규칙 분석 결과

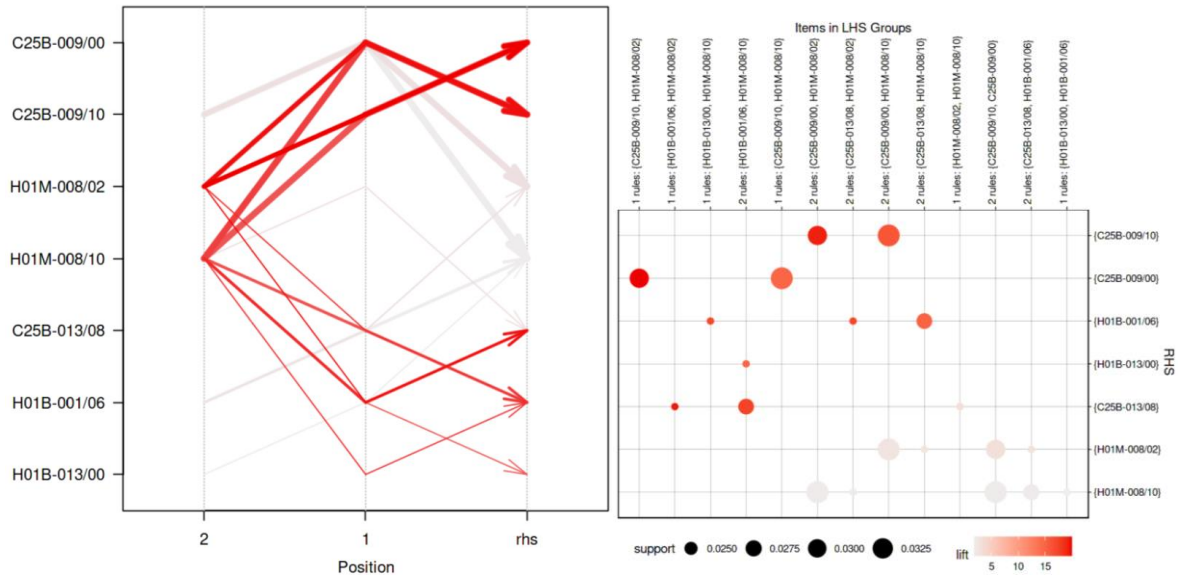
[표 10] 페이지랭크 중심성 상위 5 개 IPC

IPC Node	Page Rank Centrality
H01M-008/02	0.11363
H01M-008/10	0.11363
C25B-009/10	0.11363
C25B-009/00	0.11363
H01B-001/06	0.0921

[표 11] 연관규칙 분석 결과

PEMFC Apriori Analysis Result						
LHS	RHS	Support	Confidence	Coverage	Lift	Count
{C25B-009/10, H01M-008/02}	{C25B-009/00}	0.0309	1	0.0309	19.9230	8
{H01B-001/06, H01M-008/02}	{C25B-013/08}	0.0232	0.6	0.0386	19.4250	6
{H01B-001/06, H01M-008/10}	{C25B-013/08}	0.0270	0.5385	0.0502	17.4327	7
{H01B-013/00, H01M-008/10}	{H01B-001/06}	0.02317	1	0.0232	17.2667	6

[그림 25] 연관규칙 분석 결과 시각화



## 4. 유망기술 도출

### 4-1. 유의미한 연관규칙 도출

[표 12] 연관규칙에 속하는 IPC 코드별 기술 설명 1

IPC 코드	기술 설명
H01B-013/00	도체 또는 케이블을 제조하기 위하여 특히 사용하는 장치 또는 방법 Apparatus or processes specially adapted for manufacturing conductors or cables
H01M-008/10	고체 전해질이 있는 연료 전지 Fuel cells with solid electrolytes
H01B-001/06	주로 다른 비금속물질로 되는 것 mainly consisting of other non-metallic substances

[표 13] 연관규칙에 속하는 IPC 코드별 기술 설명 2

IPC 코드	기술 설명
H01B-001/06	주로 다른 비금속물질로 되는 것 mainly consisting of other non-metallic substances
H01M-008/02	간접연료전지 Indirect fuel cells
C25B-013/08	유기재료를 기초로 하는 것 based on organic materials

연관규칙 분석 결과, 유의미한 규칙 2 개를 도출할 수 있었다.

➤ [표 12]에 따르면, IPC 중 H01B-013/00 과 H01M-008/10 이 함께 사용되면 H01B-001/06 도 함께 사용될 가능성이 있다는 패턴이 발견되었으며, [표 13]에 따르면, IPC H01B-001/06 과 H01M-008/02 가 함께 쓰일 경우, C25B-013/08 과 함께 융합되어 사용될 수 있는 것으로 도출되었다.

➤H01B-001/06 은 비금속 물질에 관한 IPC 로, [표 2] 기술분류표에 따르면, PEMFC 는 백금을 이용한 연료전지임을 알 수 있다. 주요 연구 분야에 비금속 물질에 관한 연구가 포함되어 있는 것으로 보아 PEMFC 연료전지의 가장 중요한 해결과제는 가격경쟁력 확보인 것을 알 수 있다.

➤또한 [표 12]에서처럼, 비금속 물질의 간접 연료전지 관련 기술과 유기재료 관련 기술의 규칙이 발견된 것으로 보아 연료전지 시장에서 유기 전자 재료를 통한 새로운 기술의 개발이 집중적으로 연구되고 있음을 알 수 있다.

## 4-2. 기술 융합 사례 탐색

앞선 연관규칙 분석 결과로 도출된 IPC 조합이 적용되거나, 해당 IPC 가 포함된 특허 사례를 탐색하며 그린수소 관련 유망기술 선정 기준을 설정했다.

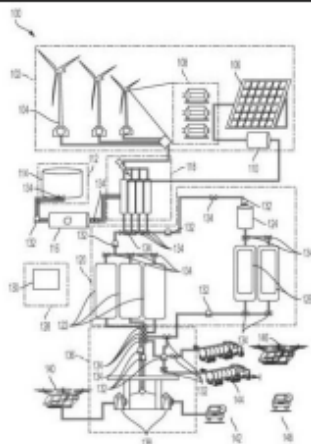
먼저 저가의 촉매를 대량생산해 연료전지 생산에 있어 가격 경쟁력을 확보할 수 있는 방안이 제시되어야 하며, 다음으로는 탄소 배출량을 최소화하는 친환경적 생산 과정을 거쳐 그린수소를 생산하고자 하는 과정과 함께, 이를 수소차에 적용시키려는 시도가 포함되어야 한다.

설정한 기준을 바탕으로 도출한 유망기술은 다음과 같다.

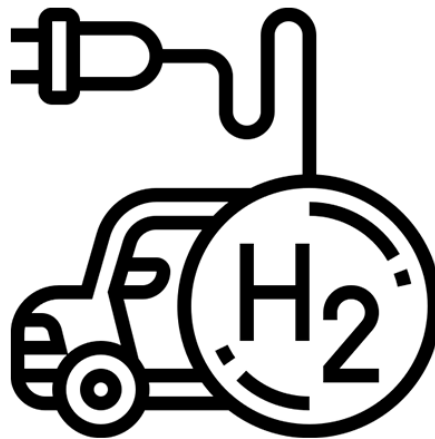
[표 14] 그린 수소 유망기술 1

PEMFC 분야의 그린수소 유망 기술			
발명의 명칭	고분자 전해질 조성물, 그것을 이용한 고분자 전해질막, 촉매층 부착 전해질막, 막 전극 복합체, 고체 고분자형 연료전지, 고체 고분자형 수전해식 수소 발생 장치 및 전기화학식 수소 압축 장치 및 고분자 전해질 조성물 제조 방법		
	출원번호	출원일자	출원인
JP 2017-237371	2017.12.12	TORAY INDUSTRIES (JP)	등록
기술분야			
본 발명은 고분자 전해질막, 막 전극 복합체, 고체 고분자형 연료전지, 고체 고분자형 수전해식 수소 발생 장치 및 전기화학식 수소 압축 장치 및 고분자 전해질 조성물 제조 방법에 관한 것이다.			
배경기술			
지금까지 고분자 전해질막에 넓게 이용된 퍼플루오로술폰산계 폴리머인 나피온은 고가라는 단점이 있다. 따라서 이를 대체할 수 있는 고분자 전해질막으로서 탄화수소계 전해질막의 개발도 최근 활발해져 오고 있다. 또한, 연료전지 사용 중의 화학 열과를 해결하기 위해 퍼플루오로계 전해질막이나, 탄화수소계 전해질막에 산화 방지제로서 황 화합물을 배합함으로써, 화학적 안정성을 향상시키고 내구성을 개선하는 검토가 이루어지고 있다.			
해결과제			
그렇지만 여전히 전해질막 제막 전의 여과에 의해 폴리페닐렌 설파이드 수지가 제거되어 버리거나, 폴리페닐렌 설파이드의 조대 입자가 전해질막에 잔존하는 경우가 있기 때문에, 충분한 산화 열화 방지 효과 및 기계 강도를 얻을 수 없었다. 본 발명은 이러한 종래 기술의 배경을 감안하고 장시간에 걸친 연료전지나 수전해 장치의 운전 중에서도 산화 열화 방지 효과의 저하가 적고, 화학적 안정성이 높은 고분자 전해질 조성물을 제공하고자 하는 것이다.			
해결수단			
고분자 전해질에 폴리아릴렌 설파이드를 균일하게 배합함으로써 우수한 화학적 안정성을 유지할 수 있는 것을 구명하고 본 발명을 완성하였다.			
발명효과			
본 발명에 의하면 강한 산화 분위기에 견딜 수 있는 우수한 화학적 안정성이 유지되는 고분자 전해질 조성물 및 그것을 이용한 고분자 전해질막 등을 제공할 수 있다.			
참조사항			
패밀리 특허 수	청구항 수	피인용 문헌 수	
1	14	2	
유망기술 선정 이유	• 기존의 수전해 방식 연료전지의 문제점을 파악하고, 이를 개선하기 위한 기술이라는 점에서 의미가 있다. • 본 특허에서는 고가의 전해질막을 대체할 수 있는 저가의 전해질막을 이용함과 동시에, 화학적 안정성을 확보하고자 했다. 이들은 현재 그린수소 연료전지 기술이 지닌 가장 중요한 선결 과제이므로 해당 기술을 유망기술로 선정하였다.		

[표 15] 그린수소 유망 기술 2

PEMFC 분야의 그린수소 유망 기술			
발명의 명칭	METHOD AND SYSTEM FOR AN OFF-GRID VARIABLE STATE HYDROGEN REFUELING INFRASTRUCTURE 오프 그리드 가변 상태 수소 주유 구조를 위한 방법과 시스템		
출원번호	출원일자	출원인	법정상태
US 17/568490	2022.01.04	Alakai Technologies Corporation (US)	심사중
배경기술 및 해결과제		대표도면	
<p>기반시설이 부족한 오지에서의 수소 공급은 난제 중 하나이다. 이동식 또는 모듈식 연료 공급 인프라가 구축되어 있지 않아 시스템의 유연성을 확보하기에 충분하지 않기 때문이다.</p> <p>현재 수소 연료 생산 기술은 다양한 외부 요소에 적응할 수 있는 능력이 부족하고, 기체와 액체를 처리하는 방식에 있어서 너무 비효율적이며, 구성 요소의 불필요한 낭비를 초래하는 한계를 가지고 있다. 따라서, 반응적이고 역동적인 방식으로, 가용 자원을 보다 효율적으로 사용하면서 연료를 공급하기 위해 연료 및 에너지를 출력하기 위한 가변 유체 변환이 필요하다. 두번째로, 그리드 전기 생산에 의존하지 않는 수소 생산을 위해 소형(compact), 모듈형(modular) 및 유연한(flexible) 시스템이 필요하다.</p>			
해결수단			
<p>수소 기반 연료를 가공하고, 맞춤형 관리를 제공할 수 있으며, 연료 및 에너지 출력에 대한 전력, 유체 전환을 관리하기 위한 시스템.</p> <p>본 특허 기술은 설정 또는 시스템 매개변수에 따라 친환경 연료 차량에 사용하거나, 가스 수소 및 액체 수소를 포함하는 연료 제품을 만들기 위해, 전기 분해 등의 변환을 위한 입력을 지시하는 자동 피드백 및 제어를 제공.</p> <p>해당 시스템을 실시간으로 조정하면서 다양한 제품에 대한 수요를 빠르고 효율적으로 충족시킬 수 있도록 한다.</p>			
발명효과			
<p>본 발명의 양태에 따라, 지역 에너지 자원은 하나 이상의 풍차 또는 풍력 터빈, 태양열, 수력 발전 장치 또는 터빈, 지열 시스템 바이오 매스 반응기 또는 소화기를 포함할 수 있다.</p> <p>상기 유체 공급 서브시스템의 수원은 천연 또는 인공수체, 도시 급수, 수도 시설, 수처리장, 수처리장, 빗물 배수 시스템, H2O 파이프라인, 침전 저장 저장소 또는 수조, 물 매립 시스템, 우물 또는 지하수 중 하나 이상을 포함할 수 있다.</p>			
참조사항			
패밀리 특허 수	청구항 수	피인용 문헌 수	
3	33		
유망기술 선정 이유	<ul style="list-style-type: none"><li>친환경 연료전지와 이동수단에 친환경 에너지로 연료를 공급할 수 있는 방안을 고안했기에 그린수소 기술의 가치를 지닌다.</li><li>친환경 에너지원으로부터 연료를 얻을 수 있는 에너지 전환 방안을 제시했다는 점에서 의미가 있다.</li><li>사용자 정의 시스템 기술로 수소차의 충전 인프라 구축에 있어 유연성을 확보할 수 있다는 점에서 유의미한 기술이라고 평가된다.</li></ul>		





## VI. 분석 결론 및 시사점

## VI. 분석 결론 및 시사점

### 1. 해결과제에 대한 답안

#### 1-1. 수소차 관련 기술 동향 분석·진단

연도, 소분류, 출원인, 국가코드를 활용하여 정량분석을 실시했다. 이를 통해 2006 년에 성장기와 성숙기를 끝내고 쇠퇴기에 접어들던 수소차 기술이 차츰 재성장기에 접어들었음을 알 수 있다. 연도별, 국가별, 출원인별 누적건수를 망라하여 분석했다. 이를 바탕으로 PEMFC 가 가장 집중도와 관심도가 높은 기술로 나타났다.

#### 1-2. 그린수소 기술 전망

수소차는 궁극적인 목표는 친환경적인 방식의 그린수소를 생산하는 것이라고 해도 과언이 아니다. 그렇지만 그 간 그린수소를 생산하는 수소차를 통해 수익을 창출할 수 있는 가능성이 뚜렷한 것은 아니었기 때문에 그린수소 생산 기술 발전 속도가 더디었던 것으로 분석된다.

연구 동향 분석 결과, 최근 들어 정부 주도의 친환경 수소차 연구 개발 지원 사업이 적극적으로 추진되면서 국내에서도 그린 수소 생산 연구 속도에 박차가 가해지기 시작했다는 것을 확인할 수 있었기에, 그린수소 기술의 전망을 긍정적으로 평가할 수 있을 것으로 보인다.

#### 1-3. 미래 유망기술 도출

##### 1) 연료전지 가격 경쟁력 확보

가장 중요한 원가 절감을 위한 유망기술로는 백금과 같은 금속 촉매 대신 비금속 촉매를 대량 생산하는 기술이나, 고분자 전해질막을 구성하는 나피온(Nafion)과 같은 고가의 고분자를 대체할 수 있는 탄화수소계 전해질막 개발 기술 등이 있다. 해당 유망기술에 대한 기술력을 지닌다면 연료전지 시장 내에서 가격 경쟁력을 확보할 수 있을 뿐 아니라, 기술에 대한 해외 의존도를 낮추고 국산화 기술 비율을 높여 기술 자립화를 꾀할 수 있다.

위와 같은 유망기술 고도화를 통해 국내의 독자적인 수소차 연료전지 기술을 확보한다면 해외 시장에서도 영향력을 행사할 수 있을 것이라 기대한다.

## 2) 친환경 수소 생산 방식 기술의 고도화

두번째로는 탄소를 배출하지 않는 친환경적인 수소 생산방식을 취하는 것과 동시에, 여러 외부 요소에도 전지의 성능을 유지할 수 있도록 내구성을 강화하는 유망기술이 있다. 이를 위해 탄화수소계 전해질막에 황 화합물을 배합해 산화를 방지하는 기술들이 활발히 연구되고 있다. 유망기술의 조건을 충족하기 위해서는 여기에서 그치지 않고, 열화 현상이나 플러딩(Flooding) 현상을 방지할 수 있도록 화학적인 안정성을 높이기 위해 여러 시도를 해보는 것이 중요할 것으로 보인다.

## 3) 그린수소 기술과 수소차를 접목한 다양한 아이디어

본 연구에서 집중적으로 분석했던 연료전지 분야(Hydrogen Fuel Cell) 뿐만 아니라, 수소차와 관련된 모든 기술 분야에 걸친 종합적인 기술 개발을 통해 그린수소차가 실현될 수 있다. 따라서 앞서 도출한 선행 유망기술인 비용 절감과 기술의 고도화를 통한 그린수소 생산 기술이 고안되었다면, 다음으로 올 수 있는 유망기술은 수소차에 그린수소 생산 기술을 접목시킬 수 있는 기술이다. [표 15]에서 제시된 융합 사례처럼 공간을 적게 차지하면서도 사용자 정의 시스템 기술로 모듈화될 수 있고, 상황에 따른 유연한 시스템이 구축된다면, 실질적인 수소차 기술의 발전이 이뤄질 수 있을 것으로 기대된다.

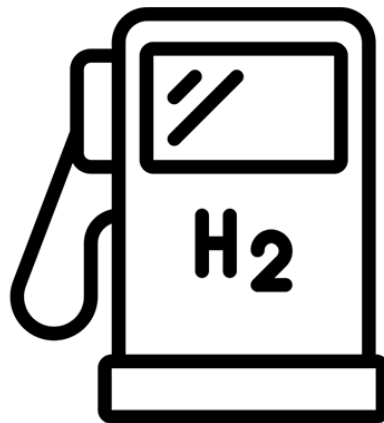
## 1-4. 분석의 의의

본 보고서의 분석과정은 무한하게 확장될 수 있으며, 관점에 따라 다양한 인사이트(insight)를 도출할 수 있다는 점에서 그 의의를 지닌다. 키워드 분석을 통해 특정 기술에 대한 확장된 키워드 목록을 확보하게 되면서, 분석 범위를 확장할 수 있다는 데에 장점이 있고, 회귀분석을 통해 유망기술의 중요도를 입증하여 분석의 타당성을 확보했다.

또한 IPC 를 이용한 연관규칙 분석을 통해 수많은 특허 데이터 내에서 유의미한 패턴을 발견해내고, 이를 바탕으로 유망 기술을 도출했던 분석 과정 역시, 변수나 분석 범위에 관계없이 폭넓게 적용할 수 있다.

마지막으로, 유망기술을 중요도에 따라 차례대로 해결할 수 있도록 제시하여 기술 고도화 전략을 시사했다는 데에서 의미를 지닌다.





## VII. 참고문헌

## VII. 참고문헌

- 김경외, 이준민, 이창준, 효율적인 기술 정책 제안을 위한 한국 인공지능 지식 구조와 진화 궤적의 탐색적 분석, 한국혁신학회지 Vol.16, No.3, p.139-172, 2021
- 노태우, 조길수, 이창준, 미국 ICT 기업의 국제특허분류 공동출현 네트워크 특성에 관한 연구 : 기술유사성과 기술응용성을 중심으로, 한국혁신학회지 Vol.16, No.2, p.237-263, 2021
- 우창화, ICT 유망기술 예측을 위한 특허분석 Matrix 개선 연구
- 이선명, 김선재, KISTEP 기술동향브리프 수소전기차, 한국과학기술기획평가원, 2018
- David A. Cullen, K. C. Neyerlin, Rajesh K. Ahluwalia, Rangachary Mukundan, Karren L. More, Rodney L. Borup, Adam Z. Weber , Deborah J. Myers and Ahmet Kusoglu, New roads and challenges for fuel cells in heavy-duty transportation, nature energy, Vol.6, p.462-474, 2021
- 이충석, 이석주, 최병구, R&D 기술 선정을 위한 시계열 특허 분석 기반 지능형 의사결정지원시스템, 지능정보연구, Vol.18, No.3, p.79-96, 2012
- 유망시장 Issue Report 수소차, INNOPOLIS 연구개발특구진흥재단, 2021
- 이용호, 김은진, 한선화, 중소기업을 위한 유망기술분석 방법론 연구: 개념과 절차를 중심으로, 한국콘텐츠학회 2011 춘계종합학술대회, p.125-126, 2011
- 송경태, 봉강호, 박재민, 특허 정보를 이용한 유망기술 발굴 프로세스 연구 -요인분석과 텍스트마이닝 기법의 결합 접근-, 지식재산연구, Vol.17, No.1, 2022
- 김종찬, 이준혁, 김갑조, 박상성, 장동식, 특허 키워드 시계열 분석을 통한 부상 기술 예측, KIPS Tr. Software and Data Eng, Vol.3, No.9, p.355-360, 2014
- 김영호, 김재경, 특허분석을 통한 세계 수소 연료전지 기술개발 동향과 시사점, ENERGY FOCUS, 에너지경제연구원, p.61-81, 2020