



광양항의 스마트항만 도입방안 연구

광양항의 스마트항만 테스트베드를 중심으로

김승철, 최용석
순천대학교 물류학과

목 차

광양항의 스마트항만 도입방안 연구

- 서론
- **광양항과 스마트 항만에 대한 일반적 고찰**
 - 광양항의 현황 및 선행연구
 - 스마트항만의 개념 및 선행연구
 - "2030 항만정책 방향 및 추진전략"
- **연구모형 및 연구방법**
 - 연구가설 설정 및 연구모형
 - 설문조사와 IPA
- 결론
- 참고문헌

서론

연구목적 및 연구방법

물동량 기준 국내 2위 항만이던 광양항은 대중 물동량이 급증한 인천항에 밀려 그 순위가 하락하였으나 여전히 세계 11위의 항만으로 그 중요도가 높음

새롭게 발표된 "2030 항만정책 방향 및 추진전략"에 따라 각 항만들의 기능을 특화하는 방향으로 정책이 변화하였으며 광양항의 경우 "배후산업과 연계된 아시아 최고의 종합물류항만으로 발전"이 제시되었으며 이와 함께 국내기술을 중심으로 개발되는 스마트항만 테스트베드로 선정되었음

광양항에 추진되는 스마트항만 테스트베드는 5,940억을 투자하여 2026년 까지 3-2부두를 원격 크레인과 자율주행트럭이 적용될 예정임

관계자 및 전문가들을 대상으로 한 IPA(Importance-Performance Analysis) 중요도-만족도 분석을 통해 스마트기술과 정부 및 이해관계자의 노력항목을 분석하고자 함

광양항의 활성화와 스마트항만 도입에 대해 다양한 선행연구가 진행되었으나 스마트항만 테스트베드를 전제로 한 연구는 아직 없기에 본 연구를 통해 테스트베드 사업과 이후 광양항의 스마트항만화에 도움이 되고자 함

일반적 고찰

광양항 현황



1986년 개항

철강, 석유화학, 컨테이너 등 복합화물

접안능력 : 101선석

하역능력 : 3,840,000TEU/년

정박능력 : 13개소 및 항계 밖 8개소

물동량 : 238만 TEU(2019), 216만 TEU(2020)

국내 최대 산업 클러스터 항만으로 육성 ->

배후산업과 연계된 아시아 최고의

종합물류항만으로 발전

일반적 고찰

스마트항만의 개념



로보틱 항만 (Robotic Port)

안벽크레인, 야드크레인, 이송차량
운영시스템의 무인화, 자동화 항만

지능형 항만 (Intelligent Port)

항만내 자원의 초연결, 정보의 수집,
분석, 전달 실행을 수행

일반적 고찰

스마트항만의 개념



- 스마트 광양항 개발 및 운영 방안 연구
 - 박귀분 외 2인 (2020) 광양항이 앞으로 스마트 항만으로 발전하는데 적용할 수 있는 과제를 제시, 자동화 항만 개발 영역이 가장 중요도가 높게 분석
- 컨테이너터미널의 4차 산업혁명 기술 적용방안에 관한 연구
 - 김아영 외 2인 (2020) 광양항 컨테이너터미널의 물류시스템에 적용 가능한 4차 산업 관련 기술의 적합도를 탐색적으로 확인 컨테이너터미널의 물류시스템 중 정보시스템 분야에 대한 4차 산업 기술 적합도가 가장 높게 분석

일반적 고찰

해외 스마트항만 사례



네덜란드 로테르담 항만

AI 스마트포트 지향

항만 전 구역 IOT 센서설치

클라우드 기반 빅데이터 플랫폼

선석접안시간 등 항만효율화

세계최초 무인 자동화 하역시스템

일반적 고찰

해외 스마트항만 사례



미국 롱비치 항만

GE사의 항만정보포탈 적용
도로정보, 철도정보와 연계
를 통한 정보활용 극대화
무인자동화 컨테이너 터미널

일반적 고찰

해외 스마트항만 사례



중국 칭다오 항만

아시아 최초의 완전무인자동화
컨테이너 터미널 개장

통관간소화를 위한 통합물류정
보 서비스 플랫폼 개발

일반적 고찰

2020 항만정책 추진방향 개요

비전	글로벌 경쟁력을 갖춘 고부가가치 스마트 항만 실현
2030 목표	<div> <div>물동량 19.6억톤</div> <div>생산 유발 83조 원</div> <div>부가가치 유발 28조 원</div> <div>일자리 55만개</div> </div>
	<p>1. 항만의 자동화·디지털화를 통한 스마트 해상물류 기반 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 국내기술 중심의 <u>자동화 항만</u> 도입 ② 항만물류 정보화·지능화를 통한 <u>스마트 물류 연계망</u> 구축 ③ 4차 산업기술을 활용한 <u>디지털 항만인프라 관리체계</u> 마련

추진 전략	2. 지속적으로 항만시설을 확충하여 글로벌 경쟁력 강화
	<ul style="list-style-type: none"> ① 부산항 진해신항 적기 개발을 통해 <u>동북아 물류 중심 위상 공고화</u> ② 평양항을 배후산업과 연계된 <u>아시아 최고의 종합물류 항만</u>으로 발전 ③ 인천항 등 서해권 항만을 <u>대중국 교역거점</u>으로 특화개발 ④ 울산항 등 동해권 항만을 <u>신북방 에너지-물류 전진기지</u>로 육성
	<p>3. 항만과 지역 간 상생으로 지속가능성 증대</p> <ul style="list-style-type: none"> ① <u>항만 기능 다양화</u>를 통한 투자 확대 및 지역 일자리 창출 ② <u>노후-유향항만의 재개발</u>을 통한 지역발전 도모 ③ 항만을 <u>깨끗하고 안전한 공간</u>으로 전환

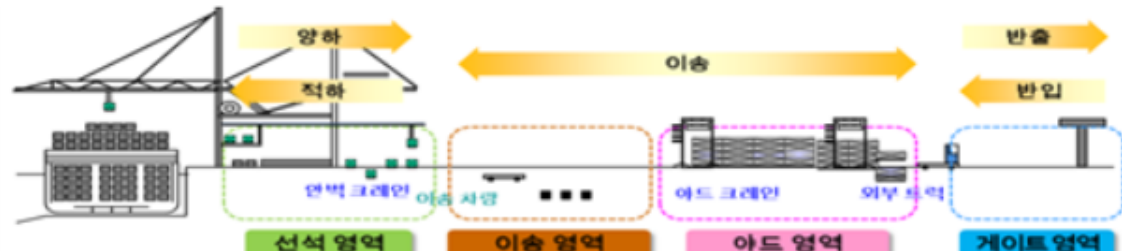
1. 2030년까지 항만 자동화·디지털화를 본격 추진한다.
2. 권역별로 특화된 항만개발 전략을 마련하여 추진한다.

일반적 고찰

2020 항만정책 추진방향 개요

① 국내 기술 중심의 자동화 항만 도입

- (항만 자동화) 기술용역·R&D를 통해 항만자동화 기술을 국산화하고, 실제 운영 가능한 컨테이너 부두(광양항 4선석)를 구축하여 기술 검증('26~)
 - 컨테이너 자동하역, 안벽↔장치장, 화물이송을 위한 자율주행기술 등 세계 수준*의 완전자동화 도입을 위한 기술 개발
 - * 항만 내 무인차량 이송(Auto Guided Vehicle) 기술과 '선박 ↔ 장치장 ↔ 게이트' 까지 화물 전체의 흐름을 완전히 연결할 수 있는 수준으로 발전 필요
 - 자동화 크레인 등 요소기술을 단계적으로 도입하고, 실적·경험이 확보된 기술로 부산항 제2신항(진해신항) 등에 스마트항만 구축('30)



구 분	선석영역	이송영역	야드영역	항만자동화 수준
해외선진항만	○ (원격크레인)	○ (AGV, Auto Guided Vehicle)	○ (원격크레인)	완전자동화
국내현황	△ (부산 2·5단계 예정)	X	○ (원격크레인)	부분자동화
스마트항만 테스트베드	○ (원격크레인)	○ (AGV·자율운행트럭)	○ (원격크레인)	완전자동화

② 항만물류 정보화·지능화를 통한 스마트 물류 연계망 구축

- (정보·지능화) 이용 주체* 간 항만의 실시간 상황(선박입출항 등) 및 화물정보(검역·통관 등)를 공유하여 항만 내 생산성·효율성 제고
 - * 화물흐름 : 선사 ↔ 터미널 운영사 ↔ 세관·검역기관 ↔ 운송업체 ↔ 화주
 - 화물정보와 함께 IoT, 센서 등을 통해 획득한 정보를 5G·블록체인으로 실시간 연계할 수 있는 통합 정보 플랫폼 도입 검토('20~)
 - 항만 내 물류흐름에 대한 정보수집·분석 체계를 구축하여 AI를 활용한 최적의 항만 운영계획 수립 지원('22~)
 - * 터미널 간 환적 수요 및 작업 정보 실시간 공유, 환적을 위한 트럭의 배차예약 등



- (물류연계) 정보화·지능화된 항만시스템을 각 주체별 운송수단(자율운항선박, 자율주행트럭 등)과 연계·확대하여 스마트 해상물류체계 마련
 - 완전무인 스마트 자율운항선박 기술개발('20~'25) 및 자율운항선박 상용화에 대비한 인프라(입·출항 관리, 이·집안 시스템 등) 조성('21~'25)

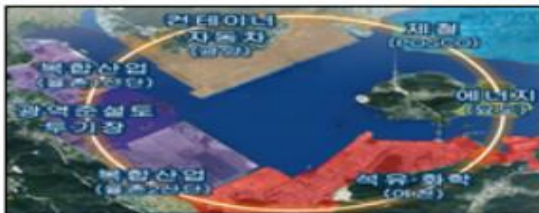
일반적 고찰

2020 항만정책 추진방향 개요

② 광양항을 배후산업과 연계된 아시아 최고의 종합물류 항만으로 발전

- (항만-산업 동반발전) 지역산업을 지원할 수 있는 배후부지를 확충하여 '배후부지 확충→산업 활성화→물동량 창출→항만개발' 선순환 체계 구축
 - 북측 배후단지(30→25, 11만㎡), 3단계투기장(30→27, 433만㎡)을 조기 공급, 공급공백(21~25)을 고려하여 **세풍산단 일부(33만㎡)**도 매입 추진
 - 3단계투기장 전면항로 증심(10→16m) 및 여천항로 확장(185→300m)을 통한 **순환형 항로시스템** 구축으로 광양항 내 원활한 물류흐름 확보
- (컨테이너 부두 경쟁력) 국내외 최첨단기술을 적극 적용하여 세계 수준의 항만 자동화를 도입하고, 운영사 통합 등을 통한 운영효율성 제고
 - 컨테이너 부두(3-2단계, 4선석)에 실규모의 테스트베드를 구축(22~25)하여 하역생산성 제고(크레인 당 24~31 → 42개/hr)
 - 컨테이너 부두 운영사의 과당경쟁을 방지하고 적정수익을 확보하기 **2개 터미널 체제(기존 3개)로 개편**하여 운영정상화 지원

* 추후 민간참여 등 여건 조성 시 추가 통합 추진



< 광양항 발전 전략 >



< 컨테이너 부두 개편(안) >

1. 국내기술 중심 스마트항만 테스트베드
2. 로봇틱 항만 + 지능형 항만
3. 육상-해상 물류 연계 플랫폼
4. 자율주행 차량, 자율주행 선박 연계
5. 광양항 배후부지 확충
6. 순환형 항로시스템 구축
7. 컨테이너 부두 2개 터미널 체제 개편

일반적 고찰

광양항 스마트항만 테스트베드

3-2단계(1,300m)	3-1단계(1,400m)	2-2(1,150m)	2-1(1,150m)
자동화 부두 (테스트베드)	컨테이너 부두 (GWCT)	컨테이너부두 (KIT)	자동차 부두 (현대 글로벌비스)

광양항 스마트항만 테스트베드 사업

사업위치 : 광양항 3-2 부두

사업예산 : 5,940억원

사업규모 : 4개 선석

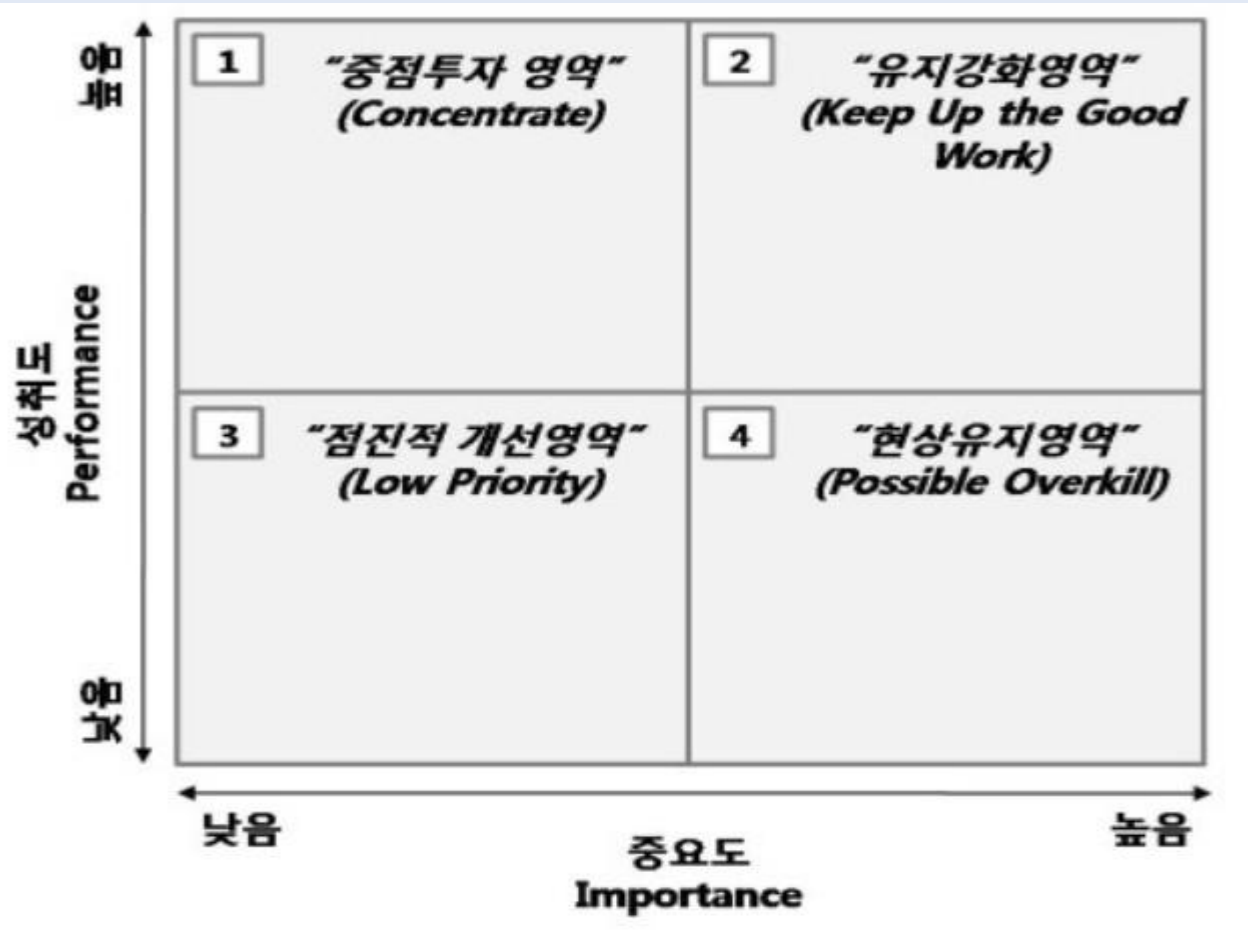
사업목표 : 하역생산성 제고 (크레인당 현행 24~32/hr => 42/hr)

원격크레인, 자율주행트럭 등을 활용한 완전자동화 컨테이너 터미널

사업기간 : 2026년 ~ 2030년

연구방법 및 설계

IPA와 연구모형, 설문지 설계



IPA(Importance-Performance Analysis)

- IPA는 중요도-적합도(성취도) 분석으로 중점 투자영역, 유지강화영역, 점진적개선영역, 현상유지영역으로 각 항목을 분류하고 적합한 전략을 선택하는데 도움을 줄 수 있는 연구방법론

연구방법 및 설계

IPA와 연구모형, 설문지 설계

연구모형 설계

- 선행연구와 브레인스토밍을 통해 광양항의 스마트항만 도입에 필요한 요소를 2개 영역으로 분리하고 각 세부항목을 다음과 같이 설정함, 전문가들을 대상을 설문조사를 진행

스마트 기술 영역
IOT 기술 드론 기술 빅데이터 기술 AI 기술 5G 통신 기술 블록체인기술

정부지원 및 민간노력 영역
데이터, 프로그램 표준화 실시간 데이터 공유 스마트항만 인력 육성 법 및 제도 개선 기술개발 및 사업화 지원 스마트항만 전담조직 운영 노사간 협력 강화

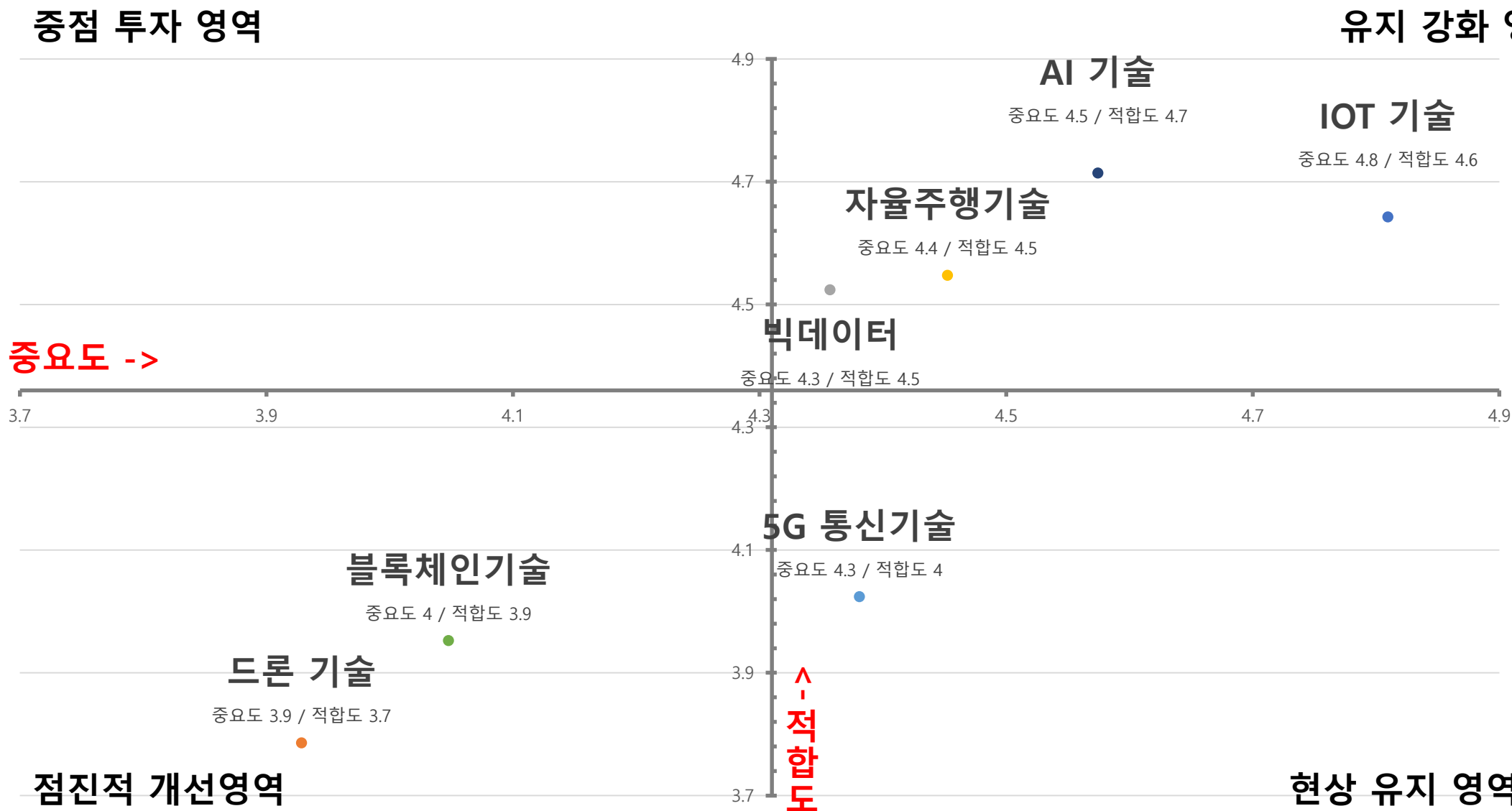
설문조사 결과

설문응답대상	배부수량	회수(율)
광양항 배후단지 관계자 여수광양항만공사 관계자 항만, 정보기술, 4차산업혁명기술 전문가 (프로그래머 등)	42부	42부(100%)

리커트 5점 척도를 이용, IPA에 적합한 중요도, 적합도 설문조사
네이버 폼을 이용한 온라인 설문조사 35부, 오프라인 설문조사 7부 진행

실증분석

자료수집 및 결과



스마트 기술에 대한 분석결과

	중요도	적합도
[IOT 사물인터넷]	4.8095	4.6428
[드론]	3.9285	3.7857
[빅데이터]	4.3571	4.5238
[AI 인공지능]	4.5743	4.7142
[자율주행기술]	4.4523	4.5476
[5G 통신기술]	4.3809	4.0238
[블록체인 기술]	4.0476	3.9523
평균	4.3643	4.3128
최소값	3.9285	3.7857
최대값	4.8095	4.7142

유지 강화 영역 : IOT 기술, AI 기술, 자율주행기술, 빅데이터 기술

현상 유지 영역 : 5G 통신기술

점진적 개선 영역 : 블록체인 기술, 드론기술

정부지원 및 민간노력영역에 대한 분석결과

	중요도	적합도
[데이터, 프로그램 표준화]	4.8571	4.2857
[실시간 데이터 공유]	4.7381	4.2619
[스마트항만 인력육성]	4.5476	3.7142
[법 및 제도]	4.3095	3.7857
[기술개발 지원 및 사업화지원]	4.5476	3.9285
[스마트항만 전담조직 운영]	4.2357	3.7857
[노사간 협력]	4.2381	4.0476
평균	4.4962	3.9727
최소값	4.2357	3.7142
최대값	4.8571	4.2857

유지 강화 영역 : 데이터 프로그램 표준화, 실시간 데이터 공유, 기술개발 및 사업화 지원
현상 유지 영역 : 스마트항만 인력 양성
점진적 개선 영역 : 관련법과 제도 개선, 스마트항만 전담 조직 운영
중점 투자 영역 : 항만 노사간 협력

광양항의 스마트항만 테스트베드 도입 및 운영과 향후 본격적인 스마트항만 도입에 도움이 되고자 선행연구분석과 브레인스토밍을 통해 스마트기술과 정부지원 및 민간노력 2가지 항목과 각 세부항목을 설정하고 관계자 및 전문가들을 대상으로 중요도-적합도(성취도) 분석을 진행하였다.

분석결과 향후 광양항의 스마트항만도입에 있어 가장 우선적으로 집중해야 할 부분은 유일한 중점 투자 영역인 항만 노사간 협력으로 나타났으며 이는 스마트항만의 특성상 무인화, 자동화가 필수적 이기에 인력감축 및 재배치를 위해 노사간 협력을 더욱 강화할 필요가 있다.

반면에 후순위인 항목은 블록체인기술, 드론기술과 관련법과 제도 개선, 스마트항만 전담부서 운영으로 나타났는데 블록체인기술의 경우는 탈중앙적 특성을 가진 블록체인기술보다 폐쇄형 인트라넷 망을 통한 보안이 항만에 더 적합한 점과 최근의 가상화폐 대란으로 인한 것으로 보이며 드론 기술의 경우 스마트 항만에 보조적으로 적용될 뿐만 아니라 항만이 비행금지구역이기 때문으로 보인다.

관련법과 제도의 경우 정부주도로 사업이 진행되기에 우선순위가 낮은 것으로 보이며 스마트항만 전담부서의 경우에도 유사한 이유로 보인다.

현상유지 영역의 경우 5G 통신기술과 스마트 항만 인력양성이 해당되었는데 이는 현재 대한민국의 5G통신 기술의 선도국가임과 기존 항만인력의 감축이 필요한 스마트항만화에 추가적인 인력양성보다 보수교육이 더 적합하기 때문으로 보인다.

유지강화영역의 경우 IOT, AI, 자율주행, 빅데이터 기술과 데이터, 프로그램 표준화, 실시간 데이터 공유, 기술개발 및 사업화 지원 이 해당하였는데 이는 선행 연구와 해외 스마트항만에서 핵심적인 항목으로 나타난 것과 일치한다.

- 박귀분, 최용석, 김선구(2020), [스마트 광양항 개발 및 운영방안 연구], 해운물류연구, Vol.36 No.1, PP.101-116
- 해양수산부 보도자료(2020.11.16), [2030년 까지 스마트항만 구축, 글로벌 경쟁력 강화], PP.1-14
- 김선구, 최용석, 윤동하(2013), [AHP/IPA를 이용한 컨테이너터미널 생산성 향상 방안 연구], 해운물류연구, Vol.29 No.2, P.289-305
- 김아영, 최용석, 김선구(2020), [컨테이너터미널의 4차 산업혁명 기술 적용방안에 관한 연구], 해운물류연구, Vol.36 No.4, PP.577-596
- 김우정(2020), [2030년 까지 스마트항만 구축, 글로벌 경쟁력 강화], 월간 해양한국, Vol.2020 No.12, PP.36-37
- 최성희(2020), [스마트항만 도입에 따른 항만 운영자와 이용자 간의 인식차이에 관한 실증연구 -광양항을 중심으로-], 한국항만경제학회지, Vol.36 No.3, PP.99-114
- 김근섭, 이기영, 김보경(2018), [스마트항만 전체 물류망을 고려한 로드맵 수립필요], KMI 동향분석, 2018 Vol.74, PP.1-14
- 이태휘(2020), [스마트항만의 해외사례 분석과 정책시사점], 한국항만경제학회지, Vol.36 No.1, PP.77-90



광양항의 스마트항만 도입방안 연구

광양항의 스마트항만 테스트베드를 중심으로

QnA