현안연구 2017-41

4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구

A Study on the Improvement of Port Logistics Industry in the Era of the 4th Industrial Revolution

2017. 12.

이언경·강무홍·이수영·강한석·전하림

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

보고서 집필 내역

〈연구책임자〉

이 언 경 : 연구총괄, 1장, 2장 일부, 3장, 4장, 5장1절 · 2절, 6장1절 · 2절 · 4절 일부, 7장

〈연구진〉

강 무 홍 : 2장3절, 5장3절, 6장1절 일부, 7장2절 일부
이 수 영 : 2장, 6장2절 · 3절 · 4절 일부, 7장2절 일부
강 **한 석 : 2장2절 일부, 3장1절 · 2절 일부**
전 **하 림 : 2장1절 일부**

목 차

❖

요 약 · i

제1장

서 론 · 1

제1절 연구의 배경 및 목적 ····· 1

1. 연구 배경 및 필요성 ····· 1
2. 선행연구 분석 ····· 5
3. 연구목적 ····· 8

제2절 연구의 범위 및 추진 방법 ····· 10

1. 연구범위 및 연구내용 ····· 10
2. 연구 추진 방법 ····· 10

제2장

4차 산업혁명시대 항만물류 환경 변화 · 13

제1절 미래 사회의 환경 변화 ····· 13

1. 7가지 미래 사회 변화 ····· 13
2. 노동시장의 변화 ····· 19

제2절 미래 물류산업의 환경 변화 ····· 21

1. 경제 패턴 변화에 따른 물류 변화 ····· 21
2. 공유 경제 및 플랫폼 활성화 ····· 22
3. 디지털 기술 고도화 ····· 23
4. 규제 완화 및 제도 개선 가속화 ····· 25
5. 경쟁 구도 변화 및 불확실성 증가 ····· 25

6. 라스트마일 물류 대두 ····· 26
7. 라스트마일 물류 대두 ····· 27

제3절 경쟁항만의 환경 변화 ····· 28
1. 완전무인자동화 항만 ····· 28
2. 디지털 항만 ····· 35

제3장

4차 산업혁명 기술로 인한 항만의 발전 • 39

제1절 문헌조사 기반 미래 항만의 모습 ····· 39
1. 항만기능의 발전 단계 ····· 39
2. 문헌자료를 통한 스마트항만의 모습 ····· 41

제2절 현재 항만의 기술 수준 ····· 54
1. 우리나라 항만의 기술 수준 ····· 54
2. 세계 최고수준 항만의 기술 수준 ····· 58

제3절 4차 산업혁명시대 스마트항만의 모습 ····· 65
1. 미래 항만의 모습 정의 ····· 65
2. 2030년 항만의 모습 ····· 68
3. 2060년 항만의 모습 ····· 72

제4장

스마트항만 대비 우리나라 항만 수준 분석 • 83

제1절 분석 개요 ····· 83
1. 조사방법 설계 ····· 83

2. 설문조사지 설계 및 조사대상자 ····· 84

제2절 세계 최고수준 대비 우리나라 항만의 수준 분석 ····· 85

1. 우리나라와 세계 최고수준 항만 개념도 ····· 85
2. 현재 영역별 항만수준 비교 ····· 87

제3절 2030년 스마트항만 대비 우리나라 항만의 수준 분석 ····· 91

1. 2030년 컨테이너터미널 개념도 ····· 91
2. 2030년 영역별 항만수준 비교 ····· 92

제4절 소결 ····· 98

제5장

4차 산업혁명시대 국내 항만물류 문제점 분석 · 99

제1절 분석 개요 ····· 99

1. 조사방법 설계 ····· 99
2. 문제점 및 개선방안 도출을 위한 조사항목 설계 ····· 101

제2절 스마트항만 구축 위한 우리나라 항만물류 문제점 ····· 108

1. 한국형 스마트항만 구축 필요성 ····· 108
2. 4차 산업혁명시대 우리나라 항만의 준비 수준 ····· 109
3. 선진항만 대비 4차 산업혁명 기술 도입 늦은 이유 ····· 113

제3절 스마트항만 구축 위한 주요 당면과제 분석 ····· 116

1. 선정기준 및 방법 ····· 116
2. 과제별 우선순위 도출 결과 ····· 119

제6장

4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 · 121

제1절 스마트항만에 적합한 비즈니스 모델 구축 방안 ····· 121

1. 디지털 기반 프로세스 혁신 ····· 121
2. 플랫폼 연계 및 설계 방안 ····· 124

제2절 스마트항만 혁신 기술 창출 역량 제고 방안 ····· 128
1. 지능정보기술 분야 관련 기업 협력 방안 ····· 128
2. 차세대 디지털 문해력(Digital Literacy) 향상을 위한 교육 개선 방안 ····· 133
3. 스마트항만 신기술 개발 및 사업화 성공 방안 ····· 135

제3절 스마트항만 관련 제도 및 인프라 개선 ····· 143
1. 신사업 규제 개선을 위한 법·제도 개선 방안 ····· 143
2. 공공 빅데이터 확보 방안 ····· 146

제4절 스마트항만 구축을 위한 새로운 문화와 윤리 확립 방안 ····· 149
1. 데이터수집/활용을 위한 신뢰와 상호 협력 방안 ····· 149
2. 디지털 기반 친환경 순환경제 및 자원관리 방안 ····· 150
3. 일자리 대체 및 노동시장 유연성 확보 방안 ····· 153

제7장

결론 및 정책제언 · 157

제1절 결론 ····· 157

제2절 정책제언 ····· 159
1. 스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위한 단계적 접근 방안 ····· 159
2. 공공 빅데이터 수집을 위한 국가전략 수립 방안 ····· 161
3. 한국형 스마트항만 구축을 위한 프로세스 혁신 체계 마련 ····· 163
4. 다부처 및 기술숙련도 기업과의 기술 협력체계 마련 ····· 165
5. 한국형 PortXL 구축 방안(아이디어의 기술개발 및 사업화 독려 방안) ····· 166

❖

참고문헌 · 169

❖

부 록 · 179

1. 설문조사지 ····· 179

2. 4차 산업혁명 기술 과제 문헌조사 결과 ····· 195

표목차

〈표 1-1〉 선행연구 종합 ····· 6
〈표 1-2〉 선행연구와 본 연구의 차별성 ····· 8
〈표 1-3〉 연구방법론 ····· 11

〈표 2-1〉 완전무인자동화 컨테이너터미널별 장비 및 소프트웨어 ····· 34

〈표 4-1〉 항만 수준 분석 조사 부문 ····· 83

〈표 5-1〉 항만물류 문제점 분석 조사 부문 ····· 99
〈표 5-2〉 4차 산업혁명 관련 개선방안 키워드 ····· 103
〈표 5-3〉 4차 산업혁명 관련 키워드 빈도 수 ····· 104
〈표 5-4〉 문제점 및 개선방안 도출을 위한 4가지(대분류) 조사항목 ····· 105
〈표 5-5〉 문제점 및 개선방안 도출을 위한 4대 10가지 조사항목 ····· 107
〈표 5-6〉 해운~항만~도시물류 연계가 부족한 이유의 순위 ····· 111
〈표 5-7〉 4차 산업혁명시대 관련 기술 사업성공에 주요한 요소 ····· 112
〈표 5-8〉 설문 대상자 ····· 117
〈표 5-9〉 쌍대비교 예시 ····· 118
〈표 5-10〉 일관성 검토 결과 ····· 119
〈표 5-11〉 주요 당면과제별 가중치 추정결과 ····· 120

〈표 6-1〉 스마트항만을 위한 디지털 기반 프로세스 혁신 변화 ····· 123
〈표 6-2〉 한국의 지능정보기술 세계 경쟁력 ····· 131
〈표 6-3〉 한국의 지능정보기술 경쟁력 확보 방안 ····· 132
〈표 6-4〉 캐나다 디지털 문해력(Digital literacy) 교육과정 상세(학년별) ····· 135
〈표 6-5〉 포지티브 규제와 네거티브 규제의 비교 ····· 143
〈표 6-6〉 분야별 주요 규제·제도 개선 내용 ····· 145
〈표 6-7〉 해운항만물류통합정보망 연계 정보 ····· 147
〈표 6-8〉 부산항 컨테이너 부두 및 터미널 운영사 현황 ····· 148

〈표 7-1〉 문제점 및 개선방안 도출을 위한 조사항목 ····· 158
〈표 7-2〉 스마트항만 디지털 플랫폼 단계별 추진 방안 ····· 160
〈표 7-3〉 민관 협치의 유형 ····· 162
〈표 7-4〉 한국형 스마트항만을 위한 디지털 기반 프로세스 혁신 ····· 164

그림목차

〈그림 2-1〉 2030년 미래사회 7대 메가트렌드 ····· 13
〈그림 2-2〉 직무구조 변화 ····· 19
〈그림 2-3〉 LBCT의 AGV 및 배터리스테이션 ····· 29
〈그림 2-4〉 LBCT의 게이트 자동화 시스템 ····· 29
〈그림 2-5〉 TraPac 자동화 장비(STS, SC, ASC) ····· 30
〈그림 2-6〉 TraPac 레이아웃(왼쪽: 수평, 오른쪽: 수직) ····· 31
〈그림 2-7〉 RWG 전경 ····· 32
〈그림 2-8〉 RWG에서 사용하고 있는 Lift AGV ····· 32
〈그림 2-9〉 중국 QQCTN 이송영역 모습 ····· 33
〈그림 2-10〉 SMARTPORT LOGISTICS 개념도 ····· 35
〈그림 2-11〉 TUAS항 개발 개념도 ····· 37
〈그림 2-12〉 싱가포르의 미래 항만 ····· 37

〈그림 3-1〉 항만기능의 발전단계 ····· 41
〈그림 3-2〉 함부르크 SmartPort Logistics ····· 42
〈그림 3-3〉 함부르크 SmartPort Logistics 구성 ····· 42
〈그림 3-4〉 함부르크 SmartEverything Platform ····· 43
〈그림 3-5〉 HPA chainPort Platfrom ····· 44
〈그림 3-6〉 로테르담 Portbase PCS 시스템 화면 ····· 44
〈그림 3-7〉 싱가포르 NGP 2030 개념도 ····· 45
〈그림 3-8〉 NGP 2030 : MSW ····· 46
〈그림 3-9〉 Connected Community ····· 47
〈그림 3-10〉 Smart Machines & Systems ····· 48
〈그림 3-11〉 Pre-emptive Health, Safety, Security Management ····· 49
〈그림 3-12〉 Environmental Sustainability ····· 50
〈그림 3-13〉 Integrated & Optimised Port Operations ····· 50
〈그림 3-14〉 Autonomy and Robotics ····· 51
〈그림 3-15〉 Accenture의 ESPCA ····· 52
〈그림 3-16〉 Accenture사의 4차 산업혁명 기술이 접목된 항만의 변화 ····· 53
〈그림 3-17〉 항계안전 해양정보 제공 시스템 ····· 54
〈그림 3-18〉 안벽크레인 ····· 55
〈그림 3-19〉 스트래들 캐리어 ····· 56
〈그림 3-20〉 야드 크레인 ····· 56

〈그림 3-21〉 게이트 ····· 57
〈그림 3-22〉 배후지 연계 ····· 58
〈그림 3-23〉 현 최고수준 항만 ····· 59
〈그림 3-24〉 싱가포르항 SAFER ····· 60
〈그림 3-25〉 APM Terminal 안벽 크레인 및 자동제어 시스템 ····· 61
〈그림 3-26〉 Lift AGV 및 Straddle Carrier ····· 62
〈그림 3-27〉 ASC 및 FATS ····· 62
〈그림 3-28〉 자동화 게이트 및 위험화물 검색대 ····· 63
〈그림 3-29〉 Singapore 트럭 플래투닝 및 Hamburg SmartPort ····· 64
〈그림 3-30〉 스마트항만의 핵심 키워드 ····· 65
〈그림 3-31〉 2030년 항만 ····· 68
〈그림 3-32〉 자율운행 선박 및 스마트항만 관제 센터 ····· 69
〈그림 3-33〉 OSS, Floating Shipping Terminal 및 새로운 형태의 QC ····· 69
〈그림 3-34〉 OSS, LMCS 및 Super Dock ····· 70
〈그림 3-35〉 OSS 및 Container Stacking Drone ····· 70
〈그림 3-26〉 Lift AGV 및 Straddle Carrier ····· 70
〈그림 3-37〉 컨테이너 위험물 검사 게이트 및 외부트럭 HUD 시스템 ····· 71
〈그림 3-38〉 Kalmar Port 2060 Future Container Terminal ····· 71
〈그림 3-39〉 Kalmar Port 2060 Future Port and City ····· 71
〈그림 3-40〉 Cargo Cap, 자기부상열차 및 Capsule Concept Hyperloof Vehicles ··· 71
〈그림 3-41〉 Kalmar Port 2060 Future Container Terminal ····· 72
〈그림 3-42〉 Kalmar Port 2060 Future Port and City ····· 73
〈그림 3-43〉 Kalmar Port 2060 미래의 주문형태 ····· 74
〈그림 3-44〉 Kalmar Port 2060 미래 생산지의 주문 접수 형태 ····· 74
〈그림 3-45〉 Kalmar Port 2060 Future Port Hyperloop ····· 75
〈그림 3-46〉 Kalmar Port 2060 Future Port 이송영역 ····· 75
〈그림 3-47〉 Kalmar Port 2060 Smart Container의 목적지별 분류작업 ····· 76
〈그림 3-48〉 Kalmar Port 2060 Future Port Loading System ····· 77
〈그림 3-49〉 Kalmar Port 2060 Future Smart Floating Vessel ····· 77
〈그림 3-50〉 Kalmar Port 2060 Future Port Unloading ····· 78
〈그림 3-51〉 Kalmar Port 2060 Future Container Distribution ····· 78
〈그림 3-52〉 Kalmar Port 2060 Future Port Hyperloop ····· 79

〈그림 3-53〉 Cargotec's Port 2060 Container Terminal ····· 79
〈그림 3-54〉 Cargotec's Port 2060 AI 이송영역 ····· 80
〈그림 3-55〉 Kalmar Port 2060 Future Last-mile Delivery System ····· 80
〈그림 3-56〉 Kalmar Port 2060 Future Terminal Operations Centre ····· 81

〈그림 4-1〉 항만 수준 비교 조사대상자 특징 ····· 84
〈그림 4-2〉 우리나라 컨테이너터미널 수준 ····· 85
〈그림 4-3〉 세계 최고수준의 컨테이너터미널 개념도 ····· 86
〈그림 4-4〉 해운연계 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 87
〈그림 4-5〉 안벽 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 88
〈그림 4-6〉 이송 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 88
〈그림 4-7〉 야드 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 89
〈그림 4-8〉 게이트 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 89
〈그림 4-9〉 배후지 연계 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 90
〈그림 4-10〉 2030년 컨테이너터미널 개념도 ····· 91
〈그림 4-11〉 해운연계 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 92
〈그림 4-12〉 안벽 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 93
〈그림 4-13〉 이송 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 93
〈그림 4-14〉 야드 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 94
〈그림 4-15〉 게이트 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 95
〈그림 4-16〉 배후지 연계 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준 ····· 96
〈그림 4-17〉 현재 세계 최고수준 항만 대비 우리나라 항만 수준 종합 ····· 97
〈그림 4-18〉 2030년 세계 최고수준 항만 대비 우리나라 항만 수준 종합 ····· 98
〈그림 4-19〉 현재 수준 대비 2030년 우리나라 항만의 경쟁력 수준 변화 예상 ····· 98

〈그림 5-1〉 문제점 분석 조사대상자 특징 ····· 100
〈그림 5-2〉 4차 산업혁명 기술 인지여부 ····· 100
〈그림 5-3〉 스마트항만 구축 필요성 ····· 108
〈그림 5-4〉 스마트항만 구축 이유 ····· 108
〈그림 5-5〉 우리나라 스마트항만 준비 수준 ····· 109
〈그림 5-6〉 항만~해운 간 정보 연계 수준 ····· 110
〈그림 5-7〉 항만~항만도시 간 정보 연계 수준 ····· 110
〈그림 5-8〉 신기술 및 아이디어의 사업화 및 현장 적용 성공 수준 ····· 112

〈그림 5-9〉 선진항만 대비 스마트항만 도입이 늦은 이유(대분류) 113
〈그림 5-10〉 선진항만 대비 스마트항만 도입이 늦은 이유(소분류) 114
〈그림 5-11〉 한국의 항목별 4차 산업혁명 준비 정도 115
〈그림 5-12〉 주요 당면과제별 계층구조 116
〈그림 5-13〉 AHP 일관성 개념 118

〈그림 6-1〉 기업 간 연결을 통한 스마트 물류: 물류 4.0 비전 124
〈그림 6-2〉 해운항만 산업을 혁신하는 스타트업 125
〈그림 6-3〉 항만물류 분야 통합 플랫폼 구축 방안 127
〈그림 6-4〉 우리나라 산업구조의 집중도 수준 128
〈그림 6-5〉 국가별 1인당 국민총소득(GNI)과 ICT 발전지수(IDI) 관계 130
〈그림 6-6〉 디지털 문해력(Digital Literacy) 상호 요소 134
〈그림 6-7〉 캐나다 디지털 문해력(Digital literacy) 교육과정 필수 요소 134
〈그림 6-8〉 RANMARINE, Waste Shark Drone 137
〈그림 6-9〉 UCLS의 자동 콘 제거 장치 137
〈그림 6-10〉 AquaSmartXL 138
〈그림 6-11〉 FEO Augmented Reality(AR) 138
〈그림 6-12〉 Parable사의 VR 139
〈그림 6-13〉 PortXL의 역할 구간 140
〈그림 6-14〉 PortXL 스타트업 프로그램 프로세스 141
〈그림 6-15〉 아이디어를 사업화하는 과정 142
〈그림 6-16〉 해운항만물류통합정보망 서비스 구축 개념도 146
〈그림 6-17〉 디지털 신뢰 구축을 위한 4가지 핵심 요인 150
〈그림 6-18〉 항만의 친환경 순환경제 및 자원관리 개념도 151
〈그림 6-19〉 디지털 기반 친환경 순환경제 및 자원관리 프로세스 152
〈그림 6-20〉 스마트항만 전문 인력 육성 및 재교육 방안 개념도 155

〈그림 7-1〉 공공 빅데이터 수집을 위한 국가 전략 161
〈그림 7-2〉 협업행정의 구성요소 162
〈그림 7-3〉 한국형 스마트항만 개념도 및 추진 목표 163
〈그림 7-4〉 다부처 및 기술숙련도 기업과의 기술 협력 체계 165
〈그림 7-5〉 한국형 PortXL 구상도 167

요 약

4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구

롤랜드버거 협회는 세계 인구 고령화, 세계화에 따른 무역 증대, 자원 부족에 따른 글로벌 수급, 기후변화에 따른 친환경 물류의 중요성 대두, 기술발전에 따른 디지털 기반의 경제 혁신, 지식의 중요성 두각, 지속가능 성장의 중요성 두각 등 2030년 7가지 메가트렌드를 제시했다. 이러한 메가트렌드가 가시화되면서 항만의 범위가 넓어지고, 처리해야 하는 화물량이 증가하고 복잡해짐에 따라 최적의 의사결정을 위한 항만물류의 디지털화, 초연결화, 스마트 네트워크화가 필요하게 되었다.

이러한 4차 산업혁명의 시대적 흐름에 따라 경쟁항만들은 완전무인자동화뿐만 아니라 디지털화·스마트화를 추진 중에 있다. 이에 반해 우리나라 항만은 세계 최고수준 대비 자동화 및 정보 연계가 미흡하여, 지금부터라도 4차 산업혁명 기술을 항만에 적용하지 못한다면 2030년경에는 선진항만과의 자동화·디지털화 수준 격차가 더욱 심해질 것이라 전문가들은 전망했다.

한편 전문가 설문조사 결과 우리나라 항만이 네덜란드, 독일, 싱가포르 항만에 비해 4차 산업혁명 기술 도입을 통한 스마트항만으로의 변화 준비가 부족한 이유는 사회적 공감대 형성, 데이터 수집 등의 기반 인프라 마련이 미흡하기 때문인 것으로 드러났다. 우리나라는 직업전환에 대한 노동시장 유연성이 특히 떨어지고, 데이터 연계를 위한 상호 신뢰 및 협력, 데이터 수집을 위한 국가전략 마련, 관련 법·제도 정비, 플랫폼 설계 능력도 다른 항목에 비해 수준이 낮은 것으로 조사되었다.

스마트항만 도입 격차 해소를 위해 우리나라 항만에 필요한 10대 당면과제를 조사하고 우선순위를 분석한 결과, 무엇보다 플랫폼 설계 능력, 데이터 수집을 위한 국가전략 마련이 중요한 것으로 나타났다. 그 다음으로 데이터 기반 프로세스

혁신, 관련기업과의 기술 협력, 기술개발 및 사업화 노력, 신뢰와 상호 협력 문화 조성, 노동시장 유연성 확보, 신산업 도입을 위한 법·제도 개선, 친환경 순환경제 구축, 디지털 문해력 확보 노력의 순으로 나타났다.

이러한 10대 당면과제를 해결하기 위해서는 4대 추진 전략하에 체계적인 연구가 수행되어야 한다. 첫째, 데이터를 기반으로 신속·정확하게 고객 니즈를 파악하고 차별화된 서비스를 제공하기 위해 플랫폼 기반 비즈니스 모델을 구축·설계하는 '데이터 기반 비즈니스 모델 구축'이 필요하다. 둘째, 스마트항만에 필요한 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등)을 확보하기 위한 기술개발 및 사업화, 기술협력 관련 '지능정보화 부분 혁신 창출 역량'을 제고해야 한다. 셋째, 드론과 같은 4차 산업혁명 기술 도입 및 운영에 저해가 되는 관련 법·제도를 개선하고, 막힘없는 정보 연계 및 분석을 위한 공공 물류데이터 확보 전략 수립을 위해 '스마트항만 운영 위한 제도 및 인프라'를 구축해야 한다. 마지막으로 국가차원의 가치 창출 및 경쟁력 확보, 사람 중심의 경영을 위한 상호 신뢰, 협력 문화 조성 차원에서 '디지털 시대의 새로운 문화와 윤리를 확립'해야 한다.

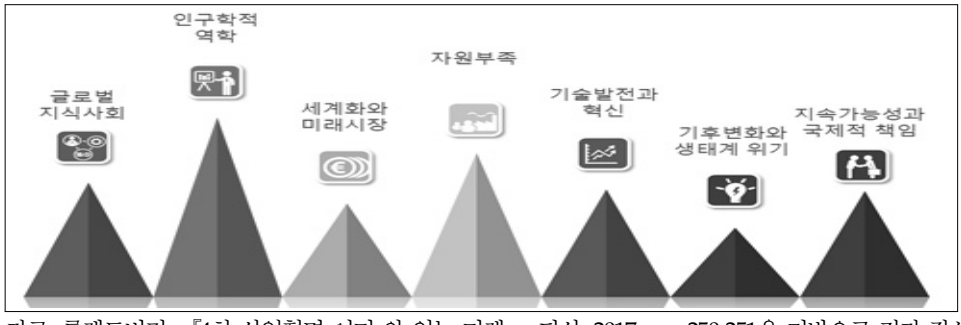
또한 본 연구에서는 4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화를 위해 5가지 정책을 제안했다. 첫째, 스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위해 1단계 디지털 항만 구축, 2단계 초연결 항만 구축, 3단계 스마트 네트워크 항만 구축 등 단계적인 접근 방법이 필요하다. 둘째, 공공 빅데이터 수집을 위한 국가 전략을 마련하기 위해 공공뿐만 아니라 민간으로부터의 데이터 제공이 활성화되도록 해야 하고, 아이디어 공유 등 민관협력을 강화하고, 정부 부처 간 협업 행정 전략을 세워야 한다. 셋째, 한국형 스마트항만 구축을 위한 디지털 기반 프로세스 혁신이 필요하다. 이를 위해서는 스마트항만의 목표를 설정하고 대상 고객 및 서비스 가치를 정의한 후 기획 및 계획수립, 연구개발 및 생산, 항만물류 업무 수행, 유치 마케팅 등 일련의 과정을 고객중심 데이터 기반으로 혁신해야 한다. 넷째, 기술개발 및 사업화 등이 원활하게 이루어질 수 있도록 다부처 및 기술숙련 기업과의 기술협력체계를 마련해야 한다. 마지막으로 항만물류 스타트업이 다양하고 기발한 아이디어를 기술개발 및 사업화로 이어갈 수 있도록 지원하는 한국형 PortXL을 구축하는 것이 필요하다.

4차 산업혁명시대 도래로 인한 미래 항만의 모습 변화

■ 2030년 7가지 메가트렌드로 미래 물류는 디지털화, 지능화, 친환경 등이 중요

- (인구학적 역학) 세계 인구 고령화의 가속화로 노동인력이 부족하게 되고 도시로의 인구집중으로 쓰레기 처리, 에너지 공급뿐만 아니라 교통 문제에 직면하게 됨
- (세계화와 미래시장) 브릭스(BRICs)를 비롯한 신흥시장의 성장, 세계화로 2030년까지 무역량이 지속적으로 증가할 것으로 예상됨
- (자원부족) 신흥시장 성장에 따른 에너지, 물, 음식 등 자원의 부족으로 자국의 자원 절감 노력이 요구되며 원활한 공급을 위한 무역흐름이 발생함
- (기후변화와 생태계 위기) 이산화탄소 배출량 증가, 지구온난화, 생태계 위기 봉착으로 친환경 생산 및 물류의 중요성이 대두됨
- (기술발전과 혁신) 기술혁신에 따른 경제 번영, 생명과학 발달에 따른 고령화 및 생태계 문제 해결, 자동화, 디지털 데이터, 연결성, 디지털 고객 접근 등 디지털 변환(Digital Transformation)으로 경제가 활성화될 전망임
- (글로벌 지식사회) 지식 및 노하우 중요성 증가로 세계 문맹률이 하락하고, 과학자, 엔지니어, IT 전문가 등의 인재 확보 전쟁이 심화될 것이며 원활한 인재 확보를 위해 성별 소득 격차 해소 등의 불평등 해소 노력이 필요함
- (지속가능성과 국제적 책임) 지속가능한 발전을 위한 국제협력 강조, NGO 기관과 시민 참여 확대, 기업의 사회적 책임이 강조되고 있음

〈그림 1〉 2030년 7가지 메가트렌드



자료: 롤랜드버거, 『4차 산업혁명 이미 와 있는 미래』, 다산, 2017, pp. 250-251을 기반으로 저자 작성

■ 미래 노동시장의 변화

- (자동화에 따른 직무 대체) 2030년에 현존하고 있는 직업군의 약 60%가 진보된 기술에 의해 자동화될 것으로 예상됨
- (새로운 직무와 직군 창출) 건강관리, 에너지, 환경과 같은 새로운 분야에 대한 개도국들의 소비증가가 기존 직업들의 소멸과 축소를 상쇄해 줄 수 있을 것으로 전망됨
- (직무구조 대전환) 2030년에는 세계 근로자의 3~14%에 해당하는 7,500만에서 3억 7,500만의 근로자들이 직무전환에 직면할 것으로 전망됨
- (소득양극화 심화) 고소득을 받을 수 있는 직종들이 증가하는 반면 중간소득을 얻을 수 있는 직종들은 대폭적으로 감소할 것으로 예상되고 있음
- (근로자 직무연수 중요도 증가) 기존 직무에서 퇴출되거나 직무 전환이 필요한 근로자들에게 진로·직업 관련 연수는 필수적이며 노동시장의 활력과 근로자들의 재취업률을 함께 제고시킬 수 있을 것으로 기대되고 있음

■ 미래 항만은 초연결화, 디지털화, 스마트화될 전망

- 시대의 흐름에 따라 항만의 범위가 넓어지고 처리해야 하는 화물량이 증가하고 복잡해짐에 따라 최적의 의사결정을 위해서는 스마트화가 필수적임
  - (1단계: 데이터 기반 디지털 항만) 해운-항만-내륙물류 등의 다양한 정보가 IoT 기반으로 실시간 연계되어 데이터 분석을 통한 최적 의사결정이 가능한 디지털 항만이 등장함
  - (2단계: 디지털 플랫폼 기반 초연결 항만) 전 세계에 물리적으로 떨어져 있는 항만, 선사, 물류서비스기업, 제조업, 화주 등을 가상공간에 디지털화하고 연결하여 글로벌 공급사슬의 최적화를 추구함
  - (3단계: AI 기반 스마트 네트워크 항만) 항만의 초연결화, 디지털화로 수집된 빅데이터를 분석하고 AI 기반으로 실시간 공급사슬 전체의 물류, 자원, 에너지, 금융 흐름 등을 고려하여 고객의 변화되는 니즈에 능동적이고 자율적으로 대응하고 참여자의 이익을 극대화시킴
- 스마트항만은 사물(항만 자원)이 효율성 향상 등의 목적의식을 가지고 사람과 같이 스스로 행동하고 생각하는 똑똑한 항만을 지칭함

경쟁항만은 완전무인자동화뿐만 아니라 디지털화·스마트화 진행 중

■ 네덜란드뿐만 아니라 미국, 중국까지 완전무인자동화 터미널 개발에 가세

- 네덜란드는 세계 최초 완전무인자동화 컨테이너터미널인 ECT(Europe Container Terminal)를 개장한 이후 Euromax(2008년), APMT Maasvlakte II(2015년), RWG(2015년)를 추가로 오픈함
- 이뿐만 아니라 강력한 항운노조가 있는 미국(LBCT, TraPac)을 비롯하여 저렴한 인건비로 자동화를 고려하지 않을 것으로 예상되었던 중국(QQCTN, 양산항 등)까지 완전무인자동화 터미널 개발을 서두르고 있음

■ 로테르담항, 함부르크항, 싱가포르항은 디지털 항만 구축 노력 중

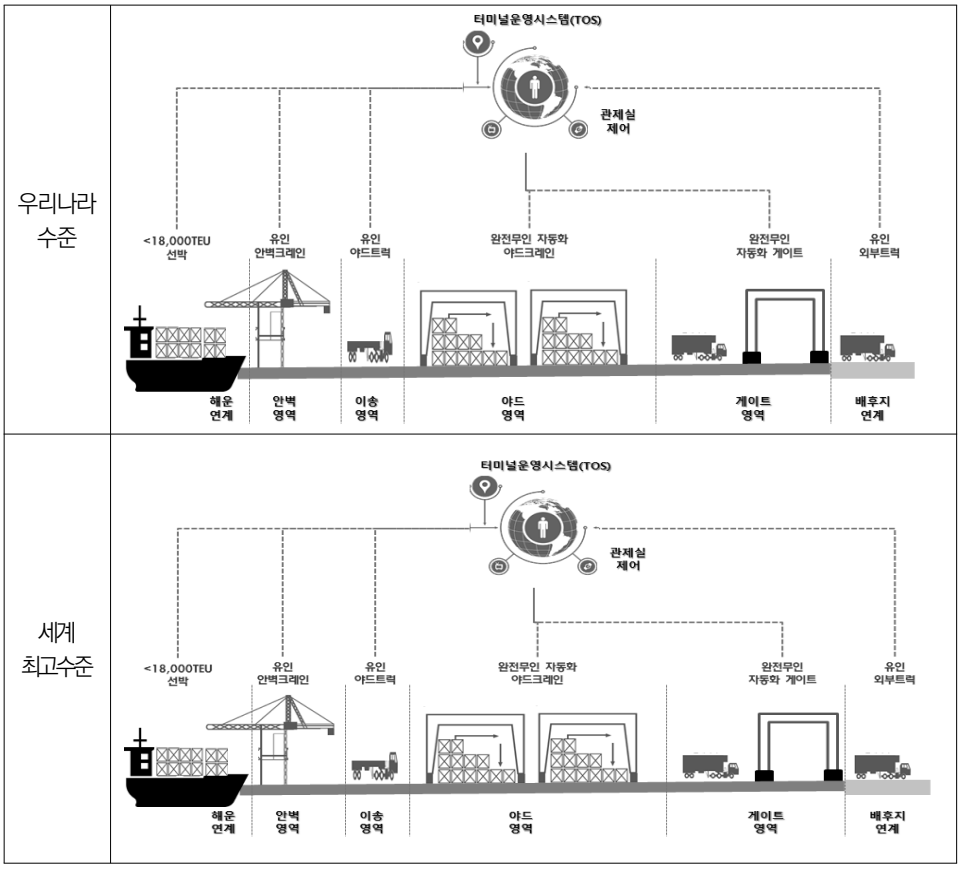
- 네덜란드 로테르담항은 Portbase PCS(Port Community System)라는 데이터 플랫폼을 도입하여 네덜란드 모든 항만의 운영 데이터를 실시간 공유 및 관리하고 있음
- 독일 함부르크항은 IoT 기반으로 해운-항만-내륙물류 정보를 연계한 스마트포트 물류(Smart Port Logistics) 시스템 도입으로 항만운영비 75%, 항만 교통 정체 15%를 감소시킴
- 더 나아가 함부르크항은 글로벌 컨테이너 항만들이 서로 연계하여 실시간으로 정보를 공유하는 디지털 플랫폼인 체인포트(chainPort)도 추진 중임
- 싱가포르항은 AI 기반 해운연계 항만운영 개선 시스템인 SAFER(Sense-making Analytics For Recognition)뿐만 아니라 항만-내륙 간 트럭 군집주행을 시범운영 중임
- 또한 싱가포르는 TUAS항에 부유식 플랫폼(Floating Platform), 드론(Drone), 자동화 기술(Automated Technology), 친환경 기술(Green Technology), IoT·AI 등의 스마트 기술을 도입한 첨단 디지털항만 개발 예정임

우리나라 항만은 선진항만과의 자동화·디지털화 수준 격차 심화 전망

■ 현재 우리나라 항만, 세계 최고수준 항만 대비 자동화 및 정보 연계 미흡

- 우리나라 항만의 안벽영역, 이송영역은 유인으로 운영되는데 반해, 세계 최고수준의 항만은 안벽과 이송영역도 무인자동화 되어 있음
- 선진항만들은 IoT 기반으로 해운-항만-내륙물류 정보를 실시간 연계하여 데이터 기반의 의사결정을 진행하고 있는 반면에 우리나라는 해운뿐만 아니라 내륙과의 정보 연계도 미흡함

〈그림 2〉 우리나라 대비 세계 최고수준 컨테이너 터미널의 수준 비교

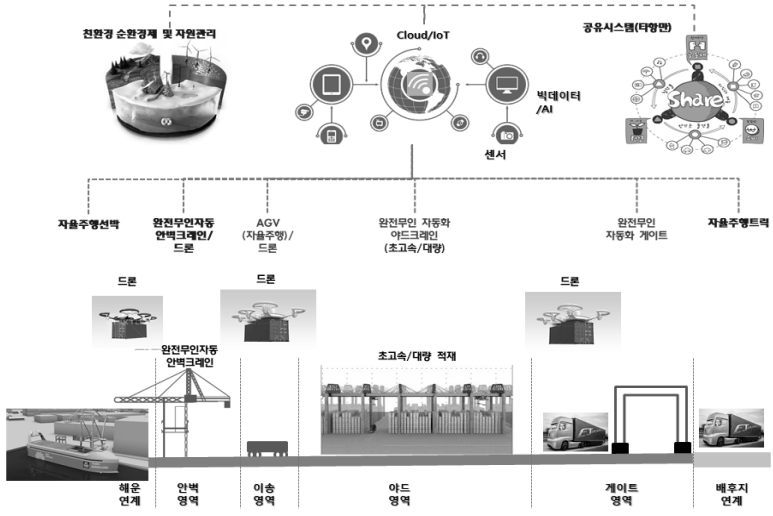
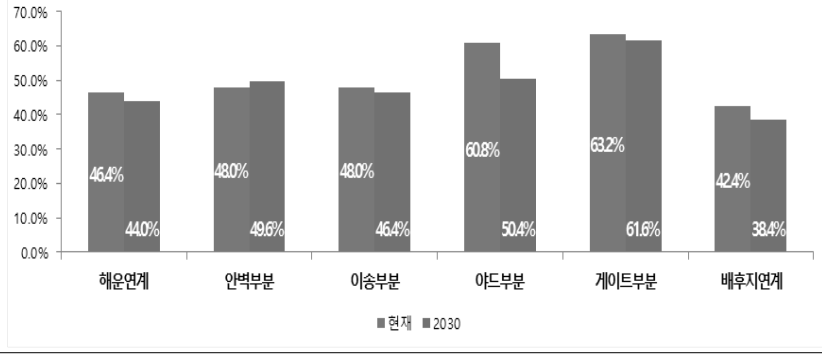


자료: 저자 작성

■ 2030년경에는 우리나라 항만과 세계 최고수준 항만의 격차가 더욱 심해질 전망

- 2030년의 컨테이너터미널은 무인자동화, 친환경 순환경제, 공유경제, 고생산성 실현, 전 SCM 영역(자율운항선박, 자율운항트럭)의 정보 연계가 예상됨
- 전문가 설문조사 결과 현재의 연구개발 수준과 환경이 유지될 경우 2030년경 우리나라 항만은 게이트 부분을 제외하고는 세계 선진항만의 50% 수준도 되지 않을 것으로 전망됨
- 특히 배후지 연계와 야드 부분의 경쟁력은 현재보다 2030년경에는 급격하게 하락할 것으로 예상됨

〈그림 3〉 우리나라 항만 수준의 변화(현재 vs 2030년)

2030년 세계 최고수준 항만	
우리나라 항만 수준 변화 (현재 vs 2030년)	

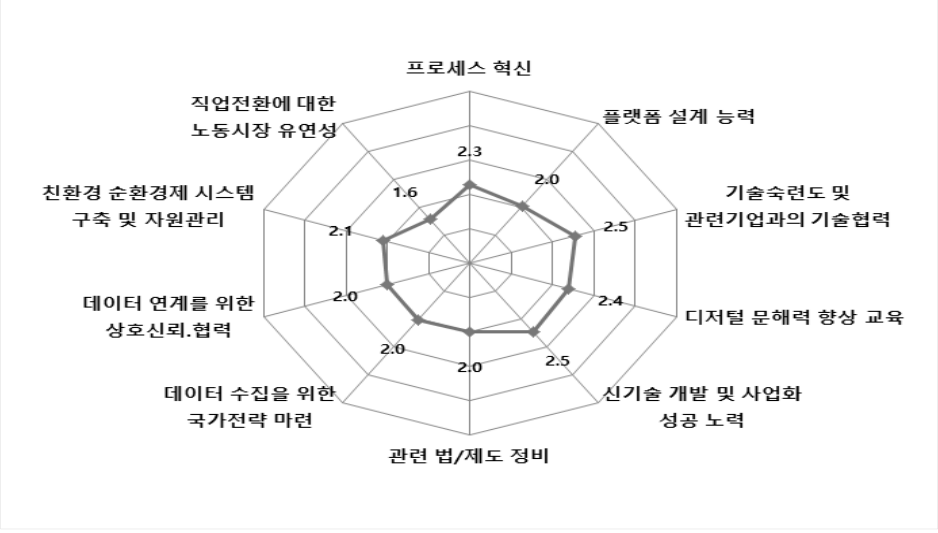
자료: 저자 작성

선진항만 대비 우리나라의 스마트항만 준비수준 2점대로 매우 낮은 편

■ 4차 산업혁명시대 우리나라 항만의 준비가 늦은 이유는 사회적 공감대 및 인프라 마련이 미흡하기 때문

- 우리나라 항만은 10가지 평가항목 중 직업전환에 대한 노동시장 유연성이 1.6점으로 매우 낮게 나타남
  · 10가지 평가항목은 ① 프로세스 혁신, ② 플랫폼 설계 능력, ③ 기술 숙련도 및 관련기업과의 기술 협력, ④ 디지털 문해력 향상 교육, ⑤ 신기술 개발 및 사업화 성공 노력, ⑥ 관련 법·제도 정비, ⑦ 데이터 수집을 위한 국가 전략 마련, ⑧ 데이터 연계를 위한 상호 신뢰 및 협력, ⑨ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 자원관리, ⑩ 직업전환에 대한 노동시장 유연성 등임
- 그 다음으로 데이터 연계를 위한 상호 신뢰 및 협력, 데이터 수집을 위한 국가전략 마련, 관련 법·제도 정비, 플랫폼 설계 능력도 다른 항목에 비해 수준이 낮은 것으로 조사됨

〈그림 4〉 선진항만 대비 스마트항만 도입이 늦은 이유(소분류)



자료: 저자 작성

4차 산업혁명시대 우리나라 항만과 선진항만의 격차 해소 필요

■ 스마트항만 도입 격차 해소를 위해서는 무엇보다 플랫폼 설계 능력과 데이터 수집을 위한 국가전략 마련이 중요

- 4차 산업혁명 관련 연구의 키워드 조사를 통해 10대 당면과제를 추출하고, 전문가 AHP를 통해 스마트항만 구축 측면에서 10대 당면과제 우선순위를 도출함
- 우선순위 분석 결과, 플랫폼 설계 능력, 데이터 수집을 위한 국가전략 마련, 데이터 기반 프로세스 혁신, 관련 기업과의 기술 협력, 기술개발 및 사업화 노력 등의 순으로 나타남

〈표 1〉 스마트항만이 되기 위한 4대 전략 및 10대 당면과제 우선순위

10대 당면과제	추진 순위
관련 주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 **플랫폼 설계 능력**	1
공공/민간/IoT 기반 **데이터 수집**, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 **국가 전략 마련**	2
데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 **프로세스 혁신**	3
지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등) 분야 기술 숙련도, 관련 기업과의 **기술협력**을 추진	4
전 국가 및 관련 기업의 아이디어가 성공적인 기술 사업화로 이어질 수 있도록 하는 **기술개발/사업화 노력**	5
데이터 연계, 활용, 가치창출에 대한 **신뢰와 상호 협력 문화** 형성	6
무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 **노동시장 유연성 확보**	7
신산업 규제(드론 도입, IoT 기반 데이터 수집 등) 개선을 위한 관련 **법·제도**(개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량의 사고 책임 등) 정비	8
친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 효율적인 자원관리 문화 확립	9
차세대 핵심인력 양성을 위한 **디지털 문해력**(디지털 환경을 이해하고 생활에 활용하는 능력) 향상 교육	10

우리나라의 성공적인 스마트항만 정착을 위해서는 4대 전략이 필요

■ 스마트항만에 적합한 데이터 기반 비즈니스 모델 구축 필요

- 데이터를 기반으로 신속, 정확하게 고객 니즈를 파악하고 차별화된 서비스를 제공하기 위해 플랫폼 기반 비즈니스 모델을 구축·설계하는 '데이터 기반 비즈니스 모델 구축'이 필요함
- 이를 위해서는 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등을 수행할 수 있는 프로세스 혁신이 수반되어야 함
- 그리고 관련 주체 간 의사소통, 정보공유 및 교환, 시장 주도 등을 위한 플랫폼 참여 및 설계 능력이 중요함

■ 스마트항만 관련 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고

- 스마트항만에 필요한 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등)을 확보하기 위한 기술개발 및 사업화, 기술협력 관련 '지능정보화 부분 혁신 창출 역량'을 제고하는 것이 필요함
- 이를 위해서는 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등) 분야 기술 숙련도, 관련 기업과의 기술협력을 추진해야 함
- 또한 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력(디지털 환경을 이해하고 생활에 활용하는 능력) 향상 교육을 실시하는 것이 필요함
- 그리고 전 국가 및 관련 기업의 아이디어가 성공적인 기술 사업화로 이어질 수 있도록 하는 기술개발 및 사업화를 위한 정부기관의 지원도 요구됨

■ 스마트항만 운영 위한 제도 및 인프라 마련 필요

- 드론 등 4차 산업혁명 기술 도입, 운영 시 저해가 되는 관련 법·제도를 개선하고, 막힘없는 정보 연계 및 분석을 위한 공공 물류데이터 확보 전략 수립을 위해 '스마트항만 운영 위한 제도 및 인프라 마련'이 필요함
- 신산업 규제(드론 도입, IoT 기반 데이터 수집 등) 개선을 위한 관련 법·제도(개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량의 사고 책임 등)를 정비해야 함

- 또한 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 중장기 국가 전략을 마련하는 것이 필요함

■ 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리를 확립하는 것이 필요

- 국가차원의 가치 창출 및 경쟁력 확보, 사람 중심의 경영을 위한 상호 신뢰, 협력 문화 조성 차원에서 '디지털 시대의 새로운 문화와 윤리를 확립'해야 함
- 우선 데이터 연계, 활용, 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력 문화를 형성하는 것이 필요함
- 또한 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT, 빅데이터, AI 기반 효율적인 자원관리 문화를 확립해야 함
- 무엇보다도 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성을 확보하는 것이 중요함

한국형 PortXL 구축 등 스마트항만 구축을 위한 추진과제

■ 스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위한 단계적 접근 방안 마련

- 스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위해서는 글로벌 해상운송 및 항만산업의 디지털 기술을 기반으로 한국 실정에 맞는 디지털, 초연결, 스마트 네트워크 항만의 개념 정립과 발전 로드맵 수립이 필요함

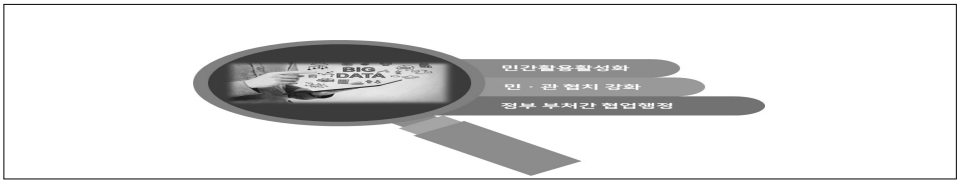
〈표 2〉 스마트항만 디지털 플랫폼 단계별 추진 방안

단계	추진내용	세부추진내용
1단계	디지털 항만	◦ 사물인터넷 디바이스, 통신망 등 항만 설치 ◦ 데이터 실시간으로 수집
2단계	초연결 항만 (플랫폼화)	◦ 국제물류 프로세스 구성 단계별 주요 플랫폼 구축
3단계	스마트 네트워크 항만 (메타플랫폼)	◦ 항만 간 연결 및 플랫폼 간 연결을 위한 메타플랫폼 구축

■ 공공 빅데이터 수집을 위한 국가 전략 수립

- 공공 빅데이터는 공공기관이 수집하거나 획득하는 데이터로 원활한 확보와 활용도 제고를 위해서는 민간활용 활성화와 민관협력 강화, 정부부처 간 협업행정 전략이 필요함
- 또한 민간으로부터의 자발적인 데이터와 정보의 제공을 유도하기 위해서는 우선 기존 공공 빅데이터의 투명성과 신뢰성을 제고할 수 있는 전략 마련이 필요함

〈그림 5〉 공공 빅데이터 수집을 위한 국가 전략 수립 방안

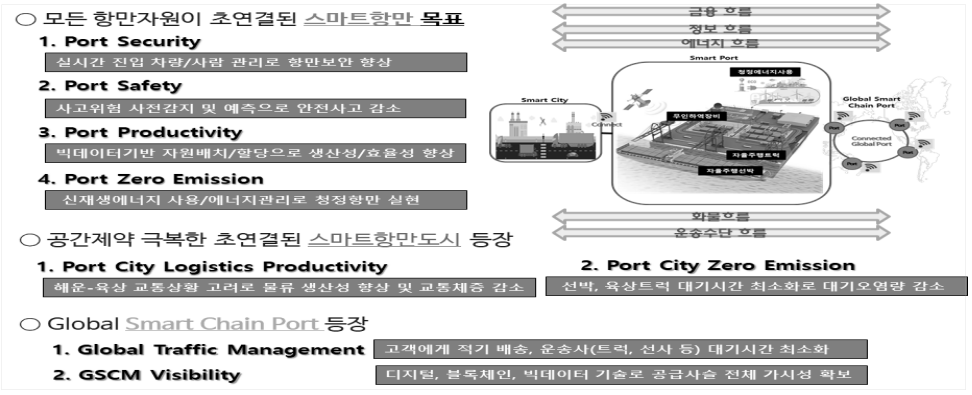


자료: 저자 작성

■ 한국형 스마트항만 구축을 위한 프로세스 혁신 체계 마련

- 한국형 스마트항만은 항만물류자원(트럭, 장비, 선박 등)의 초지능화, 초연결화, 그린화된 항만이 국내 스마트시티와 연결되어 궁극적으로는 글로벌 스마트항만과 체인(chain) 형태로 연계되는 것임

〈그림 6〉 한국형 스마트항만 개념도 및 추진 목표



자료: 저자 작성

- 한국형 스마트항만을 구축하기 위해서는 글로벌 공급사슬의 처음부터 끝까지를 고려한 디지털 기반 프로세스 혁신을 해야 함
- 한국형 스마트항만의 목표 설정이 완료되면 비즈니스 모델상의 고객을 정의하고 고객이 원하는 서비스(가치)를 명확하게 하는 작업부터 시작해야 함
- 디지털 기반 프로세스 혁신을 위해서는 기획 및 계획 수립, 연구개발 및 생산, 항만물류 업무 수행, 유치 마케팅 등 일련의 과정을 혁신하는 것이 필요함

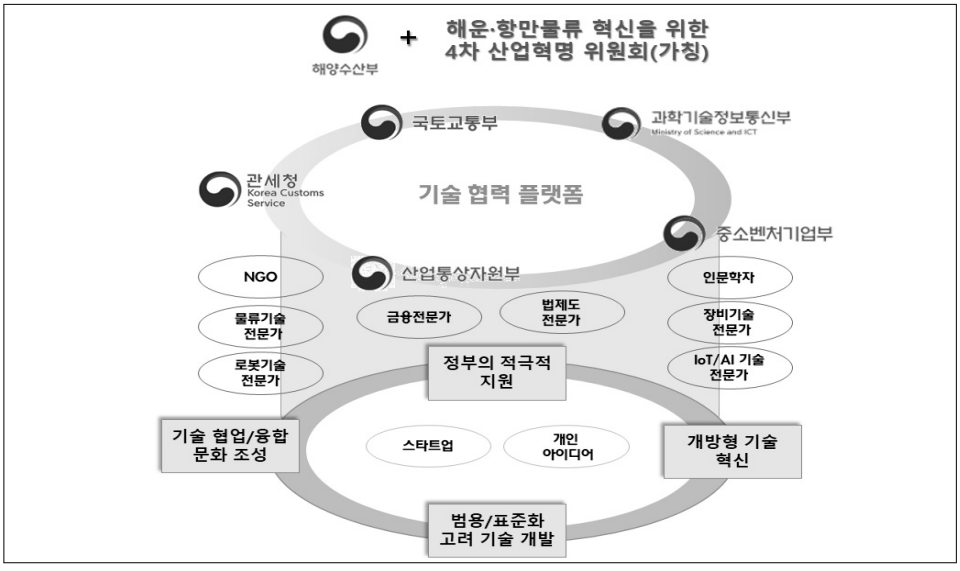
〈표 3〉 한국형 스마트항만을 위한 디지털 기반 프로세스 혁신

프로세스		혁신 내용
준비	목표 설정	◦ 스마트항만, 스마트도시, 글로벌 체인 포트의 목표를 설정
	고객 및 가치 설정	◦ 한국형 스마트항만의 프로세스 범위를 설정 ◦ 목표 고객을 설정 ◦ 목표 고객이 원하는 서비스를 정의 ◦ 서비스 가치를 생성하기 위한 방법을 논의
프로세스 혁신	기획 및 계획 수립	◦ 데이터에 기반을 둔 고객 및 수요자의 특성을 분석 ◦ 고객 및 수요자(선사, 화주 등)에 맞춰 이루어지는 기획 ◦ 실시간으로 이루어지는 동적 기획 ◦ 디지털 기반 신속한 의사결정
	연구개발 및 생산	◦ 고객이 원하는 서비스를 제공하기 위해 필요한 장비, 소프트웨어 등을 정의 ◦ 기술개발 목록을 설정하고, 전문가 및 전문기업을 탐색 ◦ 관련 기술을 가지고 있는 경쟁 기업 및 개인이 참여할 수 있는 개방성 ◦ 기술력을 가진 기업 및 개인의 역량을 기술 협업을 통해 육성 ◦ 표준, 확장성, 범용성을 고려한 유연한 맞춤형 연구개발 및 생산 추진
	항만물류	◦ 고객이 원하는 서비스 제공 중심의 항만운영 정책 수립 ◦ 대량 초고속 화물 처리뿐만 아니라 다품종 소량 제품도 처리 ◦ 정보 실시간 연계로 소량의 물량만 야적장에 보관·적재 ◦ 고객이 원하는 제품을 적기에 보내기 위해 운송수단 및 포장단위를 데이터 기반으로 설정하고 실행
	유치 마케팅	◦ 고객 수요를 이해하고 필요한 가치를 제안하여 고객이 찾아오도록 유도 ◦ 다양해지는 온오프라인 미디어(유튜브 등)를 경제적으로 이용 ◦ 선진 경쟁항만의 벤치마킹을 통해 차별화된 서비스 지속적 발굴 추진

■ 다부처 및 기술숙련도 기업과의 기술 협력체계 마련

- 스마트항만 관련 기술 개발 및 협력이 원활하게 이루어질 수 있도록 개방형 기술 혁신 체계를 마련하고, 개발 시작단계부터 범용 및 표준화를 고려한 기술 개발이 되도록 해야 함
- 또한 목표 달성을 위해 기술 협업 및 융합하는 문화를 조성하며, 관련 정부 부처 간의 협업 등을 통한 적극적인 지원을 진행해야 함

〈그림 7〉 다부처 및 기술숙련도 기업과의 기술 협력 체계



자료: 저자 작성

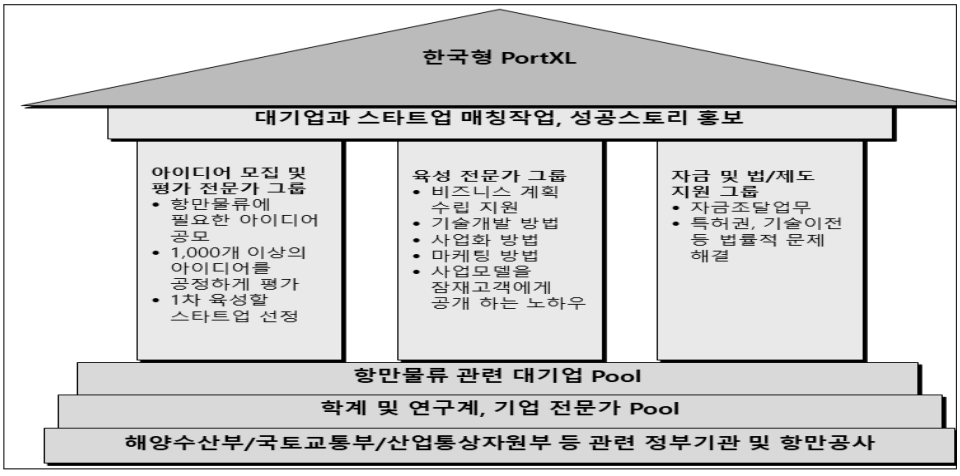
■ 한국형 PortXL 구축방안(아이디어의 기술개발 및 사업화 독려 방안)

- 4차 산업혁명시대의 혁신은 아이디어 기반의 새로운 비즈니스 모델을 제시한 기존 대기업이 아니라 새로운 시장 참여자인 카카오뱅크, 우버 등의 업체들이 주도하고 있음
- 항만물류 스타트업 기업들은 아이디어를 기술개발 및 사업화까지 연결하기 위한 자금, 사업 노하우 및 마케팅 능력 등이 부족하여 사업 초기에 포기

하는 경우가 다수 발생함

- 이에 다양하고 기발한 아이디어가 기술개발 및 사업화로 이어질 수 있도록 아이디어 모집 및 평가, 육성 및 대기업과 매칭 작업, 자금 및 법·제도 지원 등을 도와주는 한국형 PortXL 체계 마련이 필요함

〈그림 8〉 한국형 PortXL 구상도



자료: 저자 작성

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

2016년 1월 다보스 포럼(World Economic Forum)에서 4차 산업혁명(Forth Industrial Revolution)이라는 용어가 언급된 이후 각종 분야에서 우버, 카카오, 테슬라 등 혁신기업을 중심으로 다양한 사례가 쏟아지는 등 관심이 고조되고 있다. 4차 산업혁명은 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, AI(인공지능), 로봇 등의 5가지 핵심 디지털 신기술을 기반으로 혁신적인 산업 발전이 이루어지는 것을 의미한다. 세계 각국은 자국의 강점을 극대화하는 방향으로 제4차 산업혁명 전략을 전개하고 있다.[1] 예를 들어 미국은 인공지능, 플랫폼 역량, 독일은 제조시스템 역량, 일본은 로봇, 센서 등의 역량을 중심으로 디지털 신기술 분야의 헤게모니를 선점하기 위해 노력 중이다.

우리나라도 대통령 직속 '4차 산업혁명위원회'를 설치하여 스마트 코리아 추진 및 글로벌 경쟁 우위 선점을 위해 노력 중이나, 경쟁국가에 비해 관련 순위가 25위로 낮은 편이다.[2] 우리나라는 정보통신기술(Information and Communication Technology, ICT) 분야에서 세계 최고수준의 경쟁력을 갖추고 있으나, 4차 산업혁명의 실행에 있어 가장 중요한 노동구조의 유연성과 법적 규제 해결 능력 등이 떨어지기 때문이다.

정부는 지난 11월 30일 해양수산부를 포함하여 21개 부처 합동으로 상정·의결된 "혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획"을 발표했다. 해당

---

1) 최병삼·양희태·이제영, 「제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 주요 의제」, 『STEPI Insight』, vol 215, 2017.6.30.

2) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p92-93; 아시아에서 우리나라는 일본, 대만, 말레이시아 다음 순이다.

계획은 산업의 지능화를 기반으로 생산성과 글로벌 경쟁력을 제고하고, 고질적인 사회문제 해결을 통해 삶의 질을 높여 이를 성장 동력으로 연결하는 것을 목표로 하고 있다.[3] 이번 발표에는 화물처리 속도를 33% 개선하기 위한 자동화 스마트 물류센터, 스마트항만을 구축할 것이며 지능화 기술 R&D에 총 2조 2천억 원을 투자하고, AI 기술 등 지능화 핵심인재 4만 6천 명을 양성하겠다는 내용이 담겨 있다.[4] 또한 사람 중심의 4차 산업혁명 구현을 비전으로 한 지능화 혁신 프로젝트 추진, 성장 동력 기술 확보, 산업 인프라·생태계 조성, 미래사회 변화 대응 등 4개 분야 전략과제를 발표했다.[5]

글로벌 경제 저성장 기조에 따라 해운·항만 기업들이 경영난을 겪고 있는 지금 새로운 가치를 창출할 수 있는 4차 산업혁명 기술은 새로운 돌파구가 될 수 있다. 선박의 초대형화, 대형 얼라이언스 재편 등으로 선사들은 항만이 기존보다 많은 화물을 신속하게 처리하기를 원하고 있다. 이를 위해서는 더 많은 인력과 장비의 투입, 화물 처리를 위한 신속한 의사결정이 필요하다. 그러나 세계 인구의 고령화, 저출생 등으로 인하여 투입할 노동 인력과 장비가 충분하지 않으며, 화물이 복잡하고 다양해짐에 따라 인간이 계산하여 대응하기에는 지나치게 많은 변수가 발생하고 있다. 따라서 완전무인자동화 항만, 자율주행차량, 자율주행선박 등의 필요성이 등장하였으며 이를 효율적으로 운영하고 빠른 의사결정을 내리기 위한 데이터 및 AI 기반의 알고리즘이 필요하게 되었다.

그 일환으로 싱가포르항, 함부르크항, LA항 등의 선진항만은 무인자동화 항만을 추진하고 있을 뿐만 아니라 IoT 및 빅데이터 기술을 기반으로 해상-항만-내륙물류 흐름을 통합관리하기 위해 노력 중이다. 싱가포르항은 AI 기반 해운·항만 개선 시스템인 SAFER(Sense-making Analytics For Recognition, 해상 이벤트 인식을 위한 센스 기반 분석)의 시험운영을 실시했으며, 2018년 1월까지 시범운영 완료 후 TUAS항에 적용 예정이다. SAFER는 자동선박운항 감시, 위반행위분석, 도선사 탑승 감시, 항내 교통밀도에 대한 고급정보, 불법 벙커링,

3) 4차 산업혁명 위원회 보도자료, “모두가 참여하고 모두가 누리는 사람 중심의 4차 산업혁명 구현으로 사회문제 해결·경제성장 동시에 잡는다!”, 2017.11.30.
4) 4차 산업혁명 위원회 보도자료(2017.11.30.)
5) 4차 산업혁명 위원회 보도자료(2017.11.30.)

미허가 선박 출입 감시, 선박 도착시간 예측 등 7가지 모듈을 포함하고 있다.[6)]

함부르크항은 IoT를 기반으로 하여 해운-항만-내륙물류 정보를 연계한 스마트항만 물류(smartPORT Logistics) 시스템을 구축했다. 항만의 효율적인 운영을 위하여 트럭·철도 교통정보 및 선박 입출항 정보를 공유하고, 모바일 기반으로 트럭 주차공간 예약 기능을 제공하고, 철로 등 장비의 유지보수 시점을 예측하며, 선박 접근 시 자동으로 교각이 올라가는 등의 기능을 도입하였다. 이 시스템을 통해 선박, 트럭, 사람, 크레인, 교각, 교통흐름 등 항만관련 모든 자원들이 실시간 통신하고 연계될 수 있었으며 그 결과 함부르크항은 항만운영비 75%, 항만 교통 정체 15%를 감소시켰다.[7)]

LA항은 2017년부터 GE Transportation사의 항만정보포탈(Port Information Portal)을 이용한 관련 기관 간 화물정보 공유를 시범운영 중이다. 그동안은 LA항에 있는 8개 터미널 운영자들이 각기 다른 운영체제를 사용하여 화물정보의 가시성을 확보하기가 어려웠다. 이에 해운회사, 터미널 운영사, 트럭 운전자, 화물열차, 샤시 공급업체, 공급망 관리자 등 다양한 관계자들이 GE사의 시각화 소프트웨어를 통해 화물정보를 공유했다. 선박 입항 2주 전에 화물 등 관련 데이터 입수가 가능해짐에 따라 항만 업무 효율성 향상이 기대되고 있으며, 시범 운영결과를 바탕으로 전체 터미널로 확산할 예정이다.[8)]

남아공 더반항은 항만정체 최소화, 트럭 대기시간 감소를 위한 드론 기반 모니터링 시스템을 도입했다. 항만구역을 감시 및 모니터링하고, 선박이 항만에 안전하게 접안하도록 지원한다. 또한 공중 및 수중 드론을 이용하여 예인선 등 항만 자산을 추적하고, 항만작업자의 위치정보를 파악한다. 그리고 해상 교통혼잡도를 모니터링 하여 도로 및 철도 운영자에게 전송한다.[9)]

싱가포르는 싱가포르 교통부(MOT)와 항만공사(PSA)의 합작으로 트럭 군집주행

---

6) 이언경, 「싱가포르항-IBM사, AI 기반 해운·항만운영 개선 시스템 시험운영」, 『KMI 국제물류위클리』, 제422호, 2017.9.6.

7) EBS, http://www.ebs.co.kr/tv/show?prodId=124333&lectId=10726667(검색 2017.7.30.)

8) BUSINESS INSIDE, http://www.businessinsider.com/ge-transportation-and-port-of-la-2016-11(검색 2017.9.30.); SmartCitiesWorld, https://smartcitiesworld.net/news/news/port-of-los-angeles-goes-digital-1700(검색 2017.9.30.)

9) Berea Mail, http://bereamail.co.za/95546/port-of-durban-gets-smart/(검색2017.9.30.)

(Platooning)[10]을 추진했다. 1명의 운전사가 4대의 트럭을 한 번에 운행함으로써 인력수요는 경감되고 생산성은 극대화되었다.[11]

또한 최근 디지털 신기술의 등장으로 인한 IoT, 로봇 등의 기술 진전으로 완전무인자동화 컨테이너터미널이 증가 추세를 보이고 있다. 1993년 네덜란드는 세계 최초의 완전무인자동화 컨테이너 터미널인 ECT(Europe Container Terminal)를 개장했다. 이후로도 Euromax(2008년), APMT Maasvlakte II(2015년), RWG(2015년)와 같은 완전무인자동화 터미널을 추가 개장하는 등 유럽이 이 분야의 주도권을 잡고 있다. 한편 강력한 항운노조를 가지고 있어 무인자동화가 어려울 것 같았던 미국도 2016년 완전무인자동화터미널인 TraPac과 LBCT(Long Beach Container Terminal)를 개장했다. 올해에는 중국도 아시아 최초의 완전무인자동화터미널인 QQCTN(Qingdao New Qianwan Container Terminal)을 개장했다. 해당 터미널은 완전무인이송차량인 AGV(Automated Guided Vehicle), ASC(Automated Stacking Crane)는 물론 자동 콘 체결분리시스템 등과 같은 최신 자동화 기술을 적용했다.

이에 비해 우리나라는 안벽 및 이송구간이 사람에 의해 조작되거나 운송되고 있고, 야드만이 자동화 수준(반자동화)에 그치고 있다. 과거에는 현대, 두산, 삼성, 대우 등 국내 대형 중공업 기업들이 모두 항만장비산업에 참여하였으나 지금은 대부분 조선·플랜트산업으로 전향했다. 중국 ZPMC의 저가 공세로 인해 국내 항만장비기업들의 시장 경쟁력이 저하되었기 때문이다. 국내 개발업체들의 항만물류 장비 개발 사업 포기[12]로 선진국과의 기술력 격차는 더 벌어질 것으로 예상된다. 또한 우리나라는 함부르크항과 달리 부처 간 이해관계와 데이터 수집의 한계로 인하여 해운-항만-내륙물류 정보 연계가 미흡한 편이다.

현재 우리나라의 항만물류산업은 노동시장 유연성이 떨어지고 부처 간의 협

10) 트럭 군집주행은 선두 트럭 1명의 기사가 본인 트럭과 3개 트럭을 무선통신을 통하여 차량 간 간격을 유지, 제어하며 함께 운행하는 것이다

11) ETRICO, “Industry Views: Trends and Prospects in the Port Sector”, 2017. 3.

12) 안벽크레인 자료: World Cargo News, July 2003~2016, KMI 저자 재작성; RMG/RTG 자료: World Cargo News, October and November 2003~2015, KMI 저자 재작성; World Cargo News에 따르면, 최근 5년간 국내 기업의 안벽크레인, 야드크레인 등 장비 수주가 거의 없는 것으로 조사되었다. 2013년부터 안벽크레인 5대, 야드크레인 0대(RMG의 경우 2007년부터 0대)이다

력이 원활하지 못하며 IoT 기반 데이터 수집 및 공공 빅데이터 구성에 관한 제도가 미흡한 등 어려움이 많다. 이러한 한계를 극복하는 데 있어 4차 산업혁명이 하나의 기폭제가 될 수 있을 것이라 판단된다. 우리나라는 세계 최고의 ICT 기술력을 보유하고 있어 4차 산업혁명에 강점을 가지고 있다고 볼 수 있으며, 이는 우리나라 항만물류산업의 기회요소로 작용할 수 있다. 4차 산업혁명시대 선진항만 대비 우리나라 항만의 수준 및 문제점에 대한 체계적인 연구를 통하여 기술개발, 정책 개발을 병행한다면 미래에는 세계 시장을 선점할 수 있을 것이다.

2. 선행연구 분석

김성우 외(2014)[13]의 연구는 빅데이터의 개념 및 특성을 분석하고, 미군의 빅데이터 활용사례를 기반으로 우리나라 군에서의 빅데이터 활용 가치를 높일 수 있는 방안을 모색하였다. 최상희 외(2017)[14]의 연구는 세계 완전자동화항만 구축 동향과 우리나라 현황을 파악한 후 로보틱·스마트항만의 필요성을 제기했다. 산업통상자원부·KIAT(2017)[15]의 연구는 일본의 신산업구조 비전에서 제시한 2030년 일본의 미래 사회의 모습과 중장기 과제 및 일본 전략 등을 분석한 후 우리나라에 필요한 과제를 도출하였다. 최병삼 외(2017)[16]의 연구는 한국형 4차 산업혁명 전략을 찾기 위해 국내외 문헌조사 및 경제·사회적 영향 분석과 강약점 분석을 통한 산업 포지셔닝을 실시했다. 장윤종 외(2017)[17]의 연구는 경제인문사회연구회 소속 15개 연구기관의 특색에 맞게 주제를 나누어 4차 산

13) 김성우·김각규·윤봉규, 「국방분야 빅데이터 분석의 활용 가능성에 대한 고찰」, 한국경영과학회지, 제39권 제2호, 2014년 6월.

14) 최상희·이언경·강무홍, 「4차산업혁명의 첨병!, 로보틱·스마트 항만이 현실로-한국, 완전무인자동화 항만 세계 흐름을 따라가야」, KMI 동향분석, Vol. 31, 2017 June.

15) 산업통상자원부·KIAT, 『2030 미래사회 실현을 위한 일본의 신산업구조비전』, 2017.6.

16) 최병삼·양희태·이제영, 「제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 주요 의제」, STEPI Insight, Vol 215, 2017.6.30

17) 장윤종 외, 『제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제』, 경제·인문사회연구회, 2017.

업혁명의 경제 및 사회적 충격을 예측하고 이에 대한 대응과제를 도출했다. 마지막으로 Accenture & SIPG(2016)[18] 연구는 디지털 기술이 접목된 항만 3E(항만운영의 가속화, 새로운 탐구, 생태계 확장)의 전략적 방향을 제시하였다.

최근 빅데이터 등 4차 산업혁명과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있으나, 지금까지 4차 산업혁명시대에 선진항만과의 경쟁에서 살아남기 위해서 우리나라 항만이 수행해야 하는 대응과제에 대한 체계적인 연구를 수행한 것은 없었다. 또한 해외 논문 및 보고서에서는 스마트항만의 모습에 대한 이미지가 설정되고 있는데, 우리나라 입장에서 스마트항만을 정의하고 우리나라 항만 수준을 분석한 연구는 진행되지 않았다.

〈표 1-1〉 선행연구 종합

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	- 과제명: 국방분야 빅데이터 분석의 활용 가능성에 대한 고찰 - 연구자(연도): 김성우 외(2014) - 연구목적: 빅데이터 이해도를 높이고 국내외 사례 현황에 대한 분석을 통해 국방분야에서 빅데이터 분석의 적용 가능성 탐색	- 기초자료 조사, 설문조사 - 현장방문 조사 - 국외사례 조사	- 빅데이터 개념과 등장배경 - 빅데이터 분석 기술 및 활용 사례 - 공공분야/민간분야 빅데이터 활용사례 - 국방분야 데이터 활용실태
2	- 과제명: 4차 산업혁명의 첨병, 로보틱·스마트 항만이 현실로 - 연구자(연도): 최상희 외(2017) - 연구목적: 우리나라 항만이 세계 흐름에 맞추어 완전무인 자동화항만으로 변모할 필요성 제시	- 국내외 문헌조사 - 관련 전문가 면담조사	- 완전무인자동화 항만 동향 - 완전무인자동화터미널의 효과 - 우리나라의 현 위치 - 개선과제
3	- 과제명: 2030 미래사회 실현을 위한 일본의 신산업 구조비전 - 연구자(연도): 산업통상자원부, KIAT(2017) - 연구목적: 일본의 신산업 구조비전을 기반으로 우리나라에 필요한 과제 정리	- 국외 문헌조사 및 분석	- 2030 미래사회의 도래 - 일본의 전략분야 - 4대 전략분야별 육성계획 - 산업·고용구조 변화에 따른 횡단적 과제 - 시사점

18) Accenture & SIPG, *Connected Ports Driving Future Trade*, 2016.

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
4	-과제명: 제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 주요 의제 -연구자(연도): 최병삼 외(2017) -연구목적: 4차 산업혁명을 이론보다는 전략으로 이해하고, 우리의 현안을 해결하는 한국형 4차 산업혁명 전략을 찾는 것을 목표로 설정	-국내외 문헌조사 -경제·사회적 영향 분석 및 강약점 평가 -산업 포지셔닝 분석	-제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 방향성 -국가전략 수립을 위한 주요 의제 -국가전략 수립을 위한 제언
5	- 과제명: 제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제 - 연구자(연도): 장윤종 외(2017) - 연구목적: 4차 산업혁명의 경제 사회적 충격을 전망하고 국가 차원의 대응 방안을 제시	- 국내외 문헌조사 - 경제사회적 영향 분석 - 경제인문사회 연구회 소속 15개 연구기관의 협동 연구	- 4차 산업혁명의 기술 동인과 경제사회적 충격 - 4차 산업혁명에 대응한 기술과 사회의 동반 발전 전략 - 4차 산업혁명을 선도하는 기술혁신 전략과 추진과제 - 4차 산업혁명에 대응한 산업발전 전략과 추진과제 - 4차 산업혁명에 대응한 노동 및 인적자원 전략과 추진과제 - 4차 산업혁명을 선도하는 스마트인프라 구현 방안 - 4차 산업혁명 선도를 위한 법·제도 개선방안
6	- 과제명: Connected Ports Driving Future Trade - 연구자(연도): Accenture & SIPG(2016) - 연구목적: 디지털 기술이 접목된 항만 3E (항만운영의 가속화, 새로운 탐구, 생태계 확장)의 전략적 방향을 제시	- 국내외 문헌조사 - 현장조사	- 항만역할 변화 - 미래 커넥티드 항만 - 개념을 현실화 - 생태계를 위한 정책제언

2) 기존 연구와 본 연구의 차별성

본 연구와 기존 선행연구의 차별성은 첫째, 4차 산업혁명시대의 항만물류 분야를 다루었다는 것이다. 둘째, 항만발전단계 및 문헌조사 등을 기반으로 스마트항만을 정의했다는 것이다. 셋째, 4차 산업혁명시대 선진항만 대비 우리나라 항만의 수준을 분석했다는 것이다. 넷째, 전문가 설문조사를 통하여 4차 산업혁명시대 우리나라 항만의 문제점 및 개선방안 우선순위를 도출했다는 것이다. 마지막으로 4차 산업혁명에 맞추어 우리나라 항만물류산업을 고도화하기 위해 필요한 정책, 해결방안 등을 모색했다는 것이다.

〈표 1-2〉 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	-과제명: 4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구 -연구자(연도): 이언경 외(2017) -연구목적: 4차 산업혁명시대에 적합한 한국형 스마트포트를 정의하고, 선진항만 대비 우리나라의 항만물류 수준 분석 및 문제점 파악하여 이를 해결하기 위해 우선적으로 추진해야 하는 대응과제를 제시	- 국내외 문헌조사 - 관련 전문가 설문조사 - 전문가 브레인스토밍 - AHP 분석	- 4차 산업혁명시대 항만물류 환경 변화 - 4차 산업혁명 기술로 인한 항만의 발전 - 스마트항만 대비 우리나라 항만 수준 분석 - 4차 산업혁명시대 국내 항만물류 문제점 분석 - 4차 산업혁명시대 항만물류 고도화 방안 - 결론 및 정책제언

3. 연구목적

선박이 대형화되면서 한꺼번에 처리해야 하는 화물량이 증가하고 고객의 요구는 복잡·다양해졌다. 또한 환경친화적인 항만운영이 강조됨에 따라 디지털 기반의 데이터 분석을 통한 똑똑한 항만운영의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 선진항만들은 앞다투어 완전무인자동화 항만을 구축하고, IoT 등 4차 산업혁명 기술 기반의 정보 연계를 통한 항만 생산성 향상에 열을 올리고 있는데, 우리나

라는 선진항만에 비해 움직임이 미미한 편이다. 우리나라는 2017년 기준 선진국 대비 ICT 인프라 수준이 세계 2위를 차지하고 있음에도 불구하고 디지털 시대의 항만물류 혁신사례가 나오지 않고 있다.

이에 본 연구에서는 4차 산업혁명시대에 적합한 한국형 스마트항만을 정의하고, 선진항만 대비 우리나라 항만물류 수준을 분석하여 현재 당면한 문제점을 파악한다. 그 다음 우리가 이 문제를 해결하기 위해 우선적으로 추진해야 하는 당면과제를 도출하고 그에 대한 개선방안을 제시하는 것을 목표로 한다.

즉 본 연구의 궁극적인 목표는 4차 산업혁명 기술의 도입에 따른 항만물류의 변화 방향을 제시하여 정체되어 있는 우리나라 항만물류 산업을 다시 새롭게 도약시키는 계기가 되도록 하는 데 있다.

제2절 연구의 범위 및 추진 방법

1. 연구범위 및 연구내용

본 연구가 중점적으로 다루는 항만은 4차 산업혁명기술인 사물인터넷(IoT), 빅데이터, AI 등이 접목된 지능화된 항만이다. 항만이 인간처럼 똑똑하게 자율적·지능적 의사결정을 내리기 위해서는 기본적으로 자동화, 표준화, 규격화를 통하여 IoT 기반 센서 부착 후 상호 통신이 용이하도록 해야 한다. 이에 본 연구에서는 다양한 항만 형태 중 컨테이너 항만에 국한하여 연구·분석을 진행했다. 시간적 범위는 2017년을 기준으로 미래 스마트항만의 방향성을 제시하기 위해 2030년과 2060년으로 설정하였다.

본 연구의 내용은 총 7장으로 구성되며 제1장은 연구의 배경 및 목적, 연구의 범위 및 추진 방법을 다루는 서론이다. 제2장에서는 4차 산업혁명시대 항만물류에 영향을 미치는 환경 변화 내용을 다룬다. 제3장에서는 항만기능의 발전단계와 문헌조사를 기반으로 4차 산업혁명 기술로 인한 항만의 발전 방향 및 스마트항만을 정의한다. 제4장에서는 앞장에서 정의한 현재 및 2030년의 최고수준 스마트항만 대비 우리나라 항만 수준을 비교·분석한다. 제5장에서는 4차 산업혁명시대 국내 항만물류의 문제점을 파악하고 스마트항만 구축을 위해 필요한 주요 당면과제를 도출한다. 제6장에서는 4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안을 제시하고, 마지막 장에서는 연구결과를 요약하고 4차 산업혁명시대 한국형 스마트항만을 구축하기 위해 필요한 법·제도 개선방안을 제시한다.

2. 연구 추진 방법

국내외 완전무인자동화 항만과 스마트항만 등에 대한 문헌자료를 기반으로 항만의 발전 방향을 파악하여 스마트항만을 정의했다. 국내외 문헌자료와 전문가 자문회의를 거쳐 도출된 설문조사 자료를 기반으로 선진 스마트항만 대비 우리나라 항만 수준을 분석하고, 문제점을 도출했다. 또한 전문가를 대상으로 한

AHP 분석을 통하여 4차 산업혁명시대 한국형 스마트항만을 구축하기 위해 필요한 당면과제 및 우선순위를 도출했다. 마지막으로 국내외 문헌자료 분석, 해외 PortXL 전문가 초청 자문, 국내 전문가 서면 자문 등을 통하여 고도화 방안과 정책을 제언했다.

〈표 1-3〉 연구방법론

구분	연구방법
4차 산업혁명시대 항만물류 환경 변화	◦ 국내외 문헌조사
4차 산업혁명 기술로 인한 항만의 발전	◦ 국내외 문헌조사 ◦ 국내 전문가 자문 및 브레인스토밍
스마트항만 대비 우리나라 항만 수준 분석	◦ 국내 전문가 자문회의 ◦ 설문조사
4차 산업혁명시대 국내 항만물류 문제점 분석	◦ 국내외 문헌조사 ◦ 4차 산업혁명 기술 키워드 빈도 분석 ◦ 국내 전문가 자문회의 ◦ 설문조사 ◦ AHP 분석
4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안	◦ 국내외 문헌조사 ◦ 국내외 전문가 자문회의 ◦ 서면자문
결론 및 정책제언	◦ 국내외 문헌조사 ◦ 연구진 브레인스토밍 ◦ 국내외 전문가 자문회의 ◦ 서면자문

제2장

4차 산업혁명시대 항만물류 환경 변화

제1절 미래 사회의 환경 변화

1. 7가지 미래 사회 변화

롤랜드버거(Roland Berger)의 싱크 탱크인 롤랜드버거협회(RBI, Roland Berger Institute)는 전 세계의 모든 트렌드와 시나리오, 미래 연구를 검토한 후 7가지 미래사회 변화인 “2030년 7대 메가트렌드”를 발표했다.[19]

〈그림 2-1〉 2030년 미래사회 7대 메가트렌드

자료: 롤랜드버거, 『4차 산업혁명 이미 와 있는 미래』, 다산, 2017, pp. 250-251을 기반으로 저자 작성

19) 롤랜드버거, 『4차 산업혁명 이미 와 있는 미래』, 다산, 2017, p.250.

1) 인구변화(인구학적 역학)[20]

(1) 세계 인구 증가

가장 먼저 나타날 변화는 인구변화로 세계 인구는 2015년 74억에서 2030년 86억까지 증가할 것으로 전망되고 있다. 선진국과 개발도상국에 거주하는 인구 비율도 2015년 기준 17:83에서 2030년 15: 85로 개발도상국에 거주하는 인구의 비율이 높아질 것으로 예상된다. 인구성장의 97%가 개발도상국에서 이루어질 것이며, 특히 그 중 30% 가까이는 인도, 나이아가라, 파키스탄에서 집중적으로 일어날 것으로 예상되고 있다. 이와 반대로 일본, 러시아, 이탈리아 등의 국가들은 인구 감소에 따른 기술 인력 부족으로 추후 국가 문제화될 전망이다.

(2) 고령화

2030년까지 세계 중위 연령이 3.4세 증가한 33살로 증가하여 세계 인구의 절반이 33세 이상이 될 것이다. 세계의 65세 이상 인구는 2015년 8%에서 2030년 12%로 증가하는 반면에 14세 이하 인구는 26%에서 24%로 감소할 것으로 예상되고 있다. 선진국에서는 인구 고령화가 더 두드러질 것으로 예상되어 향후 큰 사회 문제가 될 전망이다.[21] 개발도상국은 여전히 어린 세대의 수가 많아서 교육과 일자리 창출이 큰 과제가 될 것이다.

(3) 이주/이민 유지

국제 이주의 기류는 여전히 유지되지만 2030년으로 가면서 둔화될 것이다. 선진국에서 선진국으로 이주하는 사람의 수는 2000년에서 2015년 사이에는 4천 3백만 명인데 반해 2015년에서 2030년 사이에는 3천 5백만 명으로 감소할

---

20) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 1 Demographic dynamics”, 2017. 10. 기반 요약 정리.

21) 선진국의 2030년 기준 65세 이상 인구는 23%, 개도국은 10% 수준이 될 전망이다.

것으로 예상된다. 대륙별로는 북미, 유럽, 오세아니아로의 이주가 증가하고, 아시아, 남미, 아프리카로는 감소할 것으로 예상된다.

(4) 도시화

세계 도시인구가 2015년 54%에서 2030년 60%에 이르는 등 도시화가 가속화될 전망이다. 인구의 도시집중은 선진국보다는 개발도상국에서 더 크게 나타날 것으로 예상된다.[22] 도시인구 증가의 94%가 개발도상국에서 일어나 아시아 지역의 메가시티 출현이 증가할 것이다.[23] 글로벌 메가시티 등장으로 적절한 삶의 질을 보장하기 위해 보안과 안전, 교통과 이동성, 쓰레기 처리, 에너지 공급 문제, 자원 부족 문제 등 해결해야 할 과제가 많다.

2) 세계화와 미래시장[24]

현재 트럼프 정부하에서 미국의 보호무역주의가 거세지고 있지만 지속적인 세계화와 경제통합은 향후에도 추진될 전망이다. 2030년에는 경제시장에서 브릭스(BRICs, 브라질, 러시아, 인도, 중국)의 영향과 비중이 높아져 선진국(2.2%) 또는 신흥국 및 개발도상국(5.1%)보다 더 높은 경제성장률(5.8%)을 기록할 것으로 예측되고 있다. 그리고 Beyond BRICs인 MINT, MIST, Next11[25]은 브릭스보다 빠른 GDP 증가율, 중산층 확대, 급격한 인구 성장이 예상되고 있다. 특히 Next11은 세계 수출의 10.5%를 차지하게 될 것이다.

---

22) 선진국은 78.3%(2015년) → 81.5%(2030년); 개도국은 49%(2015년) → 56%(2030년)

23) 2030년에는 15개의 가장 큰 거대도시 중 절반 이상이 아시아에 위치할 것이며 도쿄가 그 중 가장 큰 규모일 것이다.

24) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Trend 2 Globalization & future markets”, 2014.5. 기반 요약 정리.

25) MINT(멕시코, 인도네시아, 나이지리아, 터키), MIST(멕시코, 인도네시아, 한국, 터키), Next11(방글라데시, 이집트, 인도네시아, 이란, 멕시코, 나이지리아, 파키스탄, 필리핀, 터키, 한국, 베트남)

3) 자원부족[26)]

(1) 에너지부족

신흥시장인 비OECD 국가의 급격한 에너지 수요 증가에 따라 2030년의 세계 1차 에너지의 필요량은 2015년 대비 17% 정도 상승할 전망이다. 이런 추가 수요는 대부분 중국과 인도 등의 아시아 국가로부터 발생할 것으로 예상되고 있다. 에너지 부족의 주요 원인은 인구 증가, GDP 성장, 도시화, 중산층 증가, 산업용 에너지 수요 증가이다.

(2) 물, 음식 등의 자원부족

세계 물 수요는 2050년까지 32%나 증가하여 2050년에는 인구 52%가 극심한 물 부족 지역에서 살게 될 것이다. 이로 인하여 건강한 도시를 세우는 데에 깨끗한 물과 위생시설을 갖추는 것이 주요 요소가 될 전망이다. 또한 인구 증가와 1인당 소비의 증가에 따라 세계적으로 음식에 대한 수요가 늘어 음식 부족 현상도 예상되고 있다. 그리고 원자재의 지역 불균형이 심해 무역 갈등이 예상되고 있다.

4) 기후변화와 생태계 위기[27)]

지구온난화의 주요 원인은 이산화탄소 배출이므로 전 세계적 협력이 요구된다. 특히 2030년 전 세계 이산화탄소 배출량의 50%를 차지할 것으로 전망되고 있는 중국, 인도, 미국 등의 노력이 필요하다. 또한 기후변화 등으로 인하여 세계 생물다양성이 2010년 68%에서 2030년 63%로 줄어들 전망이다.

---

26) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 3 Scarcity of resources”, 2017.10. 기반 요약 정리.

27) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 4 Climate change & ecosystem at risk”, 2017.10. 기반 요약 정리.

5) 기술발전과 혁신[28)]

미래에는 기술발전과 혁신이 새로운 경제성장의 원동력으로 작용할 것이라는 전망이 우세하다. 대부분의 혁신은 기술을 기반으로 하고 있다. 애플, 구글 등의 새로운 웹 기반 비즈니스 모델 등과 같이 제품 혁신에 새로운 비즈니스 모델이 더해져 부가가치를 창출한다. 재료 과학은 소재 분야에 혁신을 가져올 것이고, 환경 과학은 해양의 쓰레기를 제거하고 대기 오염을 줄이는 솔루션 개발 중이다. 생명과학은 인구증가, 고령화, 생태계 위협, 질병 등의 문제를 해결하고 있다. 기술은 빠르게 확산되며 비단 선진국에만 국한되지 않고 개도국을 포함하여 세계적인 경제 성장을 부추기고 있다.

모든 영역(end-to-end)은 디지털 데이터 확보, 자동화, 연결성, 디지털 고객 접근 등을 통해 디지털 트랜스포메이션(digital transformation)되고 있다. 전문가들은 사물인터넷이 디지털 트랜스포메이션의 주요 동력으로 향후 10년간 세계 경제를 활성화시킬 것으로 보고 있다. 블록체인, 가상 및 증강현실(VR 및 AR), 인공지능 등의 신기술이 생활에 변화를 일으킬 것이다. 특히 인공지능은 자동차와 드론, 가상 및 증강 현실, 챗봇 등 다양한 산업과 기술에 영향을 미쳐 산업 효율성이 향상될 것이다. 가까운 미래에 인공지능에 대한 기업 투자가 연평균 62.9%씩 성장하여 9억 달러(2016년)에서 161억 달러(2022년)로 증가할 것으로 예상된다.

혁신 경쟁력은 R&D의 수준이 결정하기 때문에 GDP 대비 공공 및 민간부문의 R&D 투자비용의 점유율은 미래 경쟁력을 보여주는 지표가 될 수 있다. GDP 대비 R&D에 많은 투자를 하고 있는 나라는 2015년 기준 한국(4.3%), 이스라엘(4.1%), 일본(3.6%), 스웨덴(3.2%), 호주(3.0%), 독일(2.9%) 등의 순으로 나타났다.

---

28) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 5 Dynamic technology & innovation”, 2017.10. 기반 요약 정리.

6) 글로벌 지식사회[29)]

글로벌 지식 사회에서는 지식의 교차와 연결이 가속화되고 인재 확보 전쟁은 심화되며 성별 격차는 줄어들 전망이다.[30)] 1인당 GDP가 높은 국가일수록 국민이 교육을 받는 기간이 길뿐만 아니라 교육의 수준이 높다. 선진국의 경우 고등교육 및 대학교육을 이수한 젊은이들이 증가 추세에 있지만 베이비붐 세대의 은퇴로 노련한 기술자가 줄어들고 있다.

미래에는 선진국들뿐 아니라 한국이나 러시아 같은 과도기 국가들 또한 노동력 감소에 직면하게 되는데, 특히 선진 경제권에서 엔지니어, IT 전문가, 과학자 등 고도의 기술업무를 수행할 수 있는 전문 인력의 부족 현상이 심화될 전망이다. 이에 따라 전문 기술을 가진 사람에 대한 수요가 공급을 상회하여 전 세계의 인재확보 전쟁도 심화될 것이다. 이러한 인재 부족을 극복하기 위해서 각국은 여성의 교육 및 노동 참여 기회 확대, 성별 임금격차 해소를 위해 노력 중이다.

7) 지속가능성과 국제적 책임[31)]

지속가능성은 미래 세대의 요구를 충족할 수 있는 능력을 유지하며 현재의 요구를 충족하는 책임 있는 방안이다. 자연환경, 경제 활력, 건강한 사회를 위해 정부는 협력하고 노력해야 한다. 지속가능한 발전에 대한 정부의 한계를 극복하기 위해 시민과 NGO의 참여가 중요해질 전망이다. 또한 유럽연합(EC)은 각종 쓰레기의 재활용률을 70~80%까지 끌어올리는 순환경제의 해법을 찾는 등 기업의 사회적 책임이 중요해지고 있다.

---

29) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 6 Global knowledge society”, 2017.10. 기반 요약 정리.

30) 롤랜드버거, 『4차 산업혁명 이미 와 있는 미래』, 다산, 2017, p.352.

31) Roland Berger, “Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 7 Sustainability & global responsibility”, 2017.12. 기반 요약 정리.

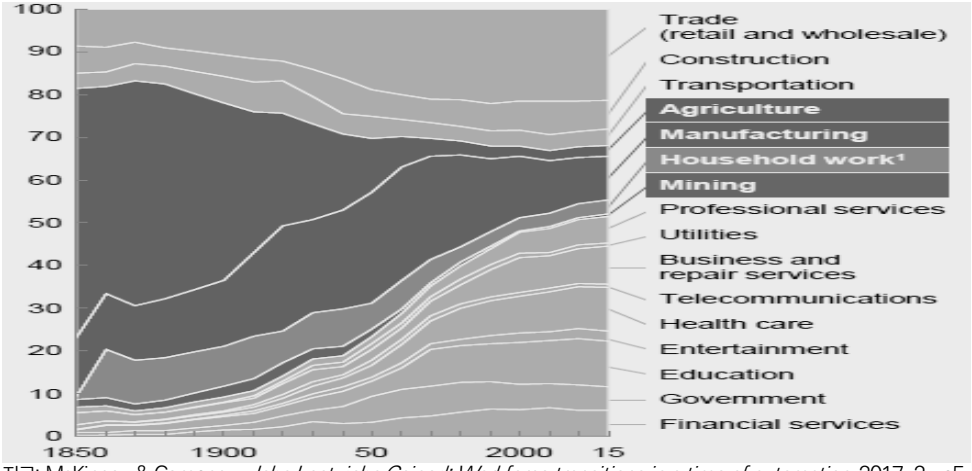
2. 노동시장의 변화[32)]

AI와 로봇기술이 포함된 자동화 기술은 향후 사용자뿐 아니라 기업 및 국가 경제 등 다양한 분야에 변화를 가져올 전망이다. 고도화된 기술들에 의해 근로자들의 업무는 상당 부분 대체될 것이며, 2030년에는 현존하고 있는 직업군의 약 60%가 자동화될 것으로 예상된다. 하지만 이러한 신기술들이 지금까지 존재하지 않았던 새로운 직업을 창출할 수 있기 때문에 이에 대한 대비 또한 필요하다.

자동화 확대에 따른 개도국들의 경제적 수익 증가가 건강 관리, 에너지, 환경과 같은 새로운 분야의 소비증가로 이어질 것으로 전망되고 있으며, 이런 수요가 기존 직업들의 소멸과 축소를 상쇄할 것이다.

2030년에 직업의 소멸이나 큰 축소가 발생하지 않더라도, 과거에 농업에서 제조업으로 직무구조가 전환되었던 것 이상의 직무유형에서의 큰 변화가 예상되고 있다. 맥킨지사의 연구결과에 따르면 2030년에는 세계 근로자의 3~14%에 해당하는 7,500만에서 3억 7,500만의 근로자들이 직무전환에 직면할 전망이다.

〈그림 2-2〉 직무구조 변화



자료: McKinsey & Compnay, *Jobs Lost, jobs Gained: Workforce transitions in a time of automation*, 2017. 2., p5.

32) McKinsey & Company, *Jobs Lost, jobs Gained: Workforce transitions in a time of automation*, 2017. 2. 기반으로 저자 정리

또한 맥킨지사는 자동화시대가 본격적으로 도래하면 고임금을 받을 수 있는 고급직종들은 증가하고 중간소득을 얻을 수 있는 직종들은 대폭 감소할 것으로 내다보았다. 이에 따라 미국을 비롯한 선진국에서는 소득의 양극화가 심화될 수 있다. 수행하고 있던 직무의 자동화로 인해 직장을 잃은 근로자들이 빠르고 쉽게 재취업 할 수 있는 환경이 조성되어야만 자동화로 개선된 생산성과 투자확대가 근로자의 채용으로 이어지는 선순환을 가져올 수 있다.

정책 결정자와 사업가들은 자동화에 따른 이점을 활용하는 방법을 모색하는 만큼 기술의 진보가 기존 근로자들의 업무와 직업에 큰 변화를 유발시킬 수 있다는 점도 자각하고 있어야 한다. 역사적으로 기술의 진보에 따른 경제성장이 항상 근로자들의 일자리 확대로 이어지지는 않았기 때문이다. 따라서 4차 산업혁명시대에는 기존 직무에서 퇴출되거나 직무 전환이 필요한 근로자들을 위한 진로·직업 관련 연수가 필수적이며, 이런 근로자 직무교육들이 노동시장의 활력과 근로자들의 재취업률을 함께 제고시킬 수 있을 것으로 예상된다.

제2절 미래 물류산업의 환경 변화

1. 경제 패턴 변화에 따른 물류 변화

미래에는 메가시티와 신흥 시장 및 새로운 경로를 중심으로 주요 무역 및 운송 경로에 변화가 생길 것으로 예상되고 있다. 현재 세계 경제의 중심은 유럽-북미 간 대서양에서 아시아로 옮겨오고 있으며 후에는 아시아 지역의 신흥 국가들이 더욱 성장하여 글로벌 물류의 흐름을 변화시키고 새로운 항만 및 물류거점들이 글로벌 공급사슬 네트워크의 중심으로 급부상할 것으로 예측되고 있다.[33]

이에 따라 2009년에서 2029년까지 20년간 아시아 역내 물동량은 4.6배 증가하고, 중국 내 물동량은 5.8배 증가하는 등 세계 경제의 중심이 아시아로 옮겨오는 현상이 가속화될 전망이다.[34]

또한 이러한 경제도시를 중심으로 경제, 사회, 문화가 형성됨에 따라 1백만 명 이상이 거주하며 1천억 달러 이상의 GDP를 생산하는 거대 메가시티가 더욱 증가할 것으로 전망되고 있다. 2010년 아시아, 아프리카, 남미 지역의 메가시티는 총 16개였으나 2025년 109개로 급성장할 전망이며, 아시아 지역에서만 83개의 메가시티의 등장이 예상된다.[35]

4차 산업혁명시대의 물류환경은 디지털 기술 혁신으로 글로벌 무역 의존도가 상당 부분 완화되고, 고객 맞춤형 서비스 제공을 위한 속도 중심의 유연한 공급사슬 및 근거리 로컬 물류 네트워크로 변화할 것이다.[36]

이동식 스마트 기기 및 인터넷의 발전으로 세계 시장에 접근할 수 있는 새로운 소비자가 증가했다. 글로벌 중산층이 확대되고 인터넷 네트워크가 확대되면서 전자상거래에 대한 수요가 증가함에 따라 물류의 범위는 신흥 경제 지역, 특히 물류 네트워크에 연결되어 있지 않은 아시아 지역까지 확대되기 시작했다.

소비자들은 점점 더 많은 상품을 온라인을 통해 구매하고 있으며, 이러한 소

33) 송상화, 「4차 산업혁명과 미래 항만-항만도시 플랫폼 구축방안」, KMI 내부 자문 리포트, 2017.
34) 송상화, 상게서
35) 송상화, 상게서
36) 송상화, 상게서

비 형태는 물류산업의 라스트마일 서비스에 영향을 미쳤다. 전자상거래 비율은 2013년에 예상했던 29%에서 2018년 36%까지 성장할 것으로 보인다.[37] 소비자들이 전자 상거래나 에어비앤비(AirBnb), 우버(Uber)와 같은 앱을 포함한 디지털 서비스에 점점 더 익숙해지면서, 다른 분야의 서비스에서도 이처럼 뛰어난 질적 및 유연한 서비스를 기대하고 있다.[38]

이제 더 이상 기업들은 제 시간에 물품을 배달하는 것으로는 충분하지 않다. 그들은 개인 고객과 기업 고객 모두에게 다중 플랫폼 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 환경오염과 교통 체증이 심한 대도시에서 신속하게 화물을 인도하는 업무, 온도에 민감한 제품을 위한 '콜드 서플라이 체인'과 같은 특정한 서비스에 투자하거나, 소비자들이 좀 더 편리하게 이용할 수 있는 개인화된 '맞춤형 물류 가치'를 제공하여야 한다.

2. 공유 경제 및 플랫폼 활성화

공유 경제의 시작은 한 신생기업에서 만든 P2P(peer-to-peer) 공유 플랫폼이었다. 이후 Airbnb, Uber와 같은 새로운 형태의 공유 비즈니스 모델이 개발되었고, 최근 몇 년 사이에는 기존의 보수적인 회사들도 이러한 비즈니스 방식을 도입하기 시작했다. 예를 들어 BMW사는 자체 차량 공유 서비스인 DriveNow를 개발하였으며 이미 유럽권 이용자 수가 100만 명을 넘어가고 있다.[39] 또 다른 예로 단기 창고 공간이 필요한 미국 회사는 FLEXE를 통해 다른 회사와 연결하여 예비 또는 선반 공간을 확보할 수 있다.[40] 화물운송 수요가 있는 화주들은 트럭판 우버(트럭적재공간-화주 연결)로 불리는 콘보이(Convoy) 플랫폼을 사용하여 트럭에 물건을 넣을 공간을 쉽게 확보하고 있다.[41]

이와 같이 고정비에 대한 투자 부담을 완화하고 자산 활용 효율성을 높이기

37) WEF, *Digital Transformation of Industries: Logistics Industry*, 2016, p6.
38) WEF, 상게서, p21.
39) DHL, *Logistics Trend Radar*, 2016, p29.
40) DHL, 상게서, p27.
41) Logistics Bureau, https://www.logisticsbureau.com/6-key-supply-chain-and-logistics-trends-to-watch-in-2017, (검색2017.12.19.)

위한 공유 경제형 서비스는 물류 산업에도 영향을 미칠 것이며, 효과적인 서비스 운영을 위해 공유경제 디지털 플랫폼 기술 개발이 필요할 것으로 전망된다.[42]

높아지는 불확실성과 수요 변동성은 물류 자산에 대한 고정적 투자에 대한 리스크를 높이고 있어 이를 완화하기 위한 전략 또한 필수적이다.[43] 스스로 모든 물류 설비, 자산을 확보하는 것은 불확실한 경제 환경에서 효율적 전략이 될 수 없으며, 필요에 따라 아웃소싱을 적극 활용하는 공유 경제형 비즈니스 모델이 대거 등장할 것으로 예상된다.[44]

공유경제형 교통 플랫폼을 통해 택시 비즈니스를 혁신하고 있는 우버처럼, 동일한 모델을 화물운송 시장에 접목하여 우버 화물(Uber Freight) 플랫폼 개발 및 화물운송 중개 서비스가 출현할 수 있다.[45] 이러한 B2B 마켓 플레이스는 향후 물류 서비스에 대한 전통적인 입찰 및 계약 프로세스를 잠재적으로 인수할 정도로 크게 발전할 수 있으며, 물류 제공 업체는 이러한 플랫폼을 적극적으로 운영하거나 참여함으로써 제품의 가격 경쟁력을 유지하고 시장변화에 유연하게 대응할 수 있다.[46]

위와 같은 공유경제의 확대는 필연적으로 디지털 기반 플랫폼 기술 개발을 필요로 하게 되며, 이에 따라 사물인터넷, 블록체인, 빅데이터 등의 디지털 기술을 플랫폼에 접목하려는 연구가 활발해질 것으로 예상된다.[47]

3. 디지털 기술 고도화

사물인터넷, 플랫폼, 블록체인, 인공지능, 빅데이터 분석, 클라우드 컴퓨팅 등 새로운 디지털 기술들은 현재 물류 산업의 근본적 문제들을 해결하기 위한 원동력이 될 것이다.[48]

---

42) 송상화, 전게서
43) 송상화, 전게서
44) 송상화, 전게서
45) 송상화, 전게서
46) DHL, 전게서, p25.
47) 송상화, 전게서

여러 정보기술이 산업과 융합되어, 향후 수년 동안 물류를 포함한 전반적인 분야에서 4차 산업혁명을 이끌어갈 정보 기술 기반이 만들어지고 있다.[49]

예를 들어 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전과 모바일 스마트 기기의 성능 향상으로 물류 프로세스에서 발생하는 정보를 효율적으로 수집, 저장 및 분석할 수 있다. 또한 이를 통해 물류 제공자와 고객이 공급망 데이터를 실시간으로 분석할 수 있다.

물류 산업의 효율성과 신뢰성을 향상시킬 잠재력을 지니고 있는 사물인터넷은 현재 물류산업에서 온도 조절 장치, 원격제어 등 약 10억 개의 기기에 적용되고 있으며, 향후 2020년까지 약 500억 개로 늘어날 것으로 예상된다.[50]

사물인터넷 IoT(Internet of Things) 기술을 통해 물류 프로세스를 구성하는 설비들의 상태 정보를 저비용으로 실시간 파악하는 것도 가능한데 이는 플랫폼 및 블록체인 기술을 통해 서로 다른 기업 간 데이터 공유에 필요한 비용을 최소화 시킬 것이다.[51] 또한 물류 운영의 투명성, 추적성 및 신뢰성을 향상시킬 것이다. 예측하기 힘든 다양한 환경에서의 의사 결정 자동화로 인한 운영 효율성 향상, 불필요한 운영을 제거함으로써 비용 절감을 달성할 수 있다. 그 외에도 운영 프로세스의 실시간 모니터링을 통한 서비스 품질 향상, 자산 활용도 최적화 등 다양한 효과를 거둘 수 있다.[52]

클라우드 컴퓨팅 기술을 통해 필요할 때 필요한 만큼 디지털 기술을 사용하는 것이 가능해졌으며 디지털 기술을 활용하여 실시간으로 확보된 전체 네트워크 상태 정보를 인공지능 및 빅데이터 분석을 통해 지능적 의사결정에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.[53]

48) 송상화, 전게서
49) 송상화, 전게서
50) DHL, 전게서, p2.
51) 송상화, 전게서
52) DHL, 전게서, p40.
53) 송상화, 전게서

4. 규제 완화 및 제도 개선 가속화

미래 물류사회에서는 기존의 물류 산업을 규제하던 과거의 제도와 정책들이 새로운 비즈니스 모델의 출현과 맞물려 자유화되는 방향으로 이동할 것이다. 우편 서비스를 민간 물류 기업에 개방하고, 항공자유화, 철도 산업 민영화 등과 같이 운송 산업을 독과점에서 경쟁 체제로 바꾸려는 노력이 가속화될 것으로 전망된다.[54]

국내의 기존 제도들이 개선되고 철폐되는 반면, 4차 산업혁명시대에는 각 나라 간의 무역 조화 및 환경을 위한 규제가 중요한 화두로 떠오를 것이다. 미래 물류시대에는 자유무역, 공정무역과 관련되어 증가하는 규제[55]들을 준수하기 위한 비용 절감 및 기술 개발에 대비해야 한다. 범국가적으로 퍼져있는 세계 환경 문제에 대한 관심과 그에 관한 각종 제도 및 규제는 미래 물류산업에 큰 영향을 미칠 것이다. 변화하는 미래 물류산업에 효율적으로 대응하기 위해서는 보다 친환경적인 운송 수단 선택, CO_2 배출량 저감 및 포장 폐기물 감소 등 지속가능한 스마트 그린 물류 운영방안을 모색해 나가야 한다.

5. 경쟁 구도 변화 및 불확실성 증가

물류 산업의 가장 기본적 경쟁력인 원가 경쟁력을 확보하기 위해 대기업을 중심으로 인수합병 및 전략적 제휴가 활발해지고 있으며, 보다 거대해진 기업들과 경쟁하는 소규모 기업들은 플랫폼 기업을 통해 거대 물류 기업과 경쟁하고 있다.[56]

이러한 경쟁의 핵심은 전반적인 물류 프로세스에서 발생하는 디지털 정보의 수집과 분석이다. 수집한 정보 분석을 통해 AI, 로봇, 자동화, IoT, 드론 등 핵심 기술을 물리적 환경 및 디지털 환경에 적용하여 물류 공급망 혁신을 통해 경쟁 구도에서 앞서나가기 위한 상당한 노력이 필요하다.

---

54) 송상화, 전게서

55) 화학 물질의 제조, 운송 및 사용과 관련된 EU REACH 규정 등

56) 송상화, 전게서

DHL, Fedex, UPS사 등의 글로벌 물류기업들은 지역별로 분산된 다양한 분야의 물류기업들을 인수하거나 제휴함으로써 네트워크 규모와 범위의 확대를 통해 경쟁력 제고에 힘쓰고 있다. 이러한 경쟁의 핵심은 물류 프로세스 전반에서 발생하는 디지털 정보의 수집과 분석이다. 수집한 정보를 분석하고 AI, 로봇, 자동화, IoT, 드론 등의 핵심 기술을 물리적 환경 및 디지털 환경에 적용하여 물류 공급망을 혁신해야 경쟁에서 앞서 나갈 수 있다. 거대 기업에 비하여 원가 경쟁력이 떨어지는 중소규모의 물류기업들은 플랫폼을 중심으로 통합 및 경쟁하는 전략이 필요하다.[57] 기술 및 공급망 전문 지식이 물류 소프트웨어 내에서 지속적으로 통합될 수 있도록 유도하고, 기존의 지식에 IT 기술을 더하여 소비자들에게 적절한 비용에 질 높은 서비스를 제공할 수 있는 경쟁력을 키워야 한다.

또한 미래 물류사회는 대규모 투자와 기술 혁신이 필요한 상황에서 수요의 변동성과 불확실성이 더욱 증대하고 있고, 지역별·산업별 공급 측면의 불확실성도 증가하여 빠르고 유연한 서비스 경쟁력 확보가 필수적인 상황이 될 것이다.

6. 라스트마일 물류 대두

라스트마일 물류(last mile logistics)란 생산된 제품을 유통 센터에서 소매점 또는 소비자의 문 앞까지 물품을 최종 배달하는 것을 말한다.[58] 공급사슬 네트워크 기술의 급격한 성장으로 인해 소비자의 라스트마일 물류에 대한 요구가 점점 더 복잡해지고 있다. 오늘날 소비자는 자신의 라이프 스타일에 맞는 빠르고 유연한 배송을 기대한다.[59]

이에 따라 원하는 때에 주문 물품을 수령할 수 있도록 “스마트 보관함”을 지역마다 배치하는 것과 같은 솔루션이 등장하였고, 2017년에는 전문화된 라스트마일 서비스 제공 업체가 출현하였다. 이러한 업체들은 유연한 주문형 배달 그

57) 송상화, 전게서
58) DBR, http://dbr.donga.com/article/view/1202/article_no/7940(검색 2017.9.30.)
59) Logistics Bureau, 전게서

리드를 구축하여 즉석 예약, 실시간 추적, 당일 배송, 원하는 시간대 배달 서비스 등을 제공한다.[60] 이와 같은 서비스는 위치 추적, 데이터 분석, 모바일 연결 등을 기반으로 한 물류 솔루션이 새로운 비즈니스 기회가 되고 있다.

온라인 쇼핑을 선호하는 소비자들을 위해 온라인으로 주문하고 오프라인에서 바로 물품을 가져올 수 있는 클릭 앤드 컬렉트(Click and Collect)와 같은 서비스 또한 계속하여 확대되고 있다. 즉 제조, 물류, 유통의 경계가 사라지고, 비용 중심의 원가 경쟁력 확보 경쟁에서 고객중심의 서비스 경쟁으로 산업의 핵심 경쟁 요소가 변화하며 물류 역시 라스트마일에 대한 대응 역량을 강화해야 할 것으로 보인다.

미래에는 분산된 지역에서 발생하는 소규모·불규칙 주문에 대응하기 위한 서비스 네트워크 경쟁이 치열해질 것이며, 수요지와 공급지를 직접적으로 연결하는 Mesh 형태의 네트워크가 앞으로의 고객중심 서비스 경쟁에서 유리할 것으로 예상된다.

60) DHL, 전게서, p.28.

제3절 경쟁항만의 환경 변화

본 절에서는 신기술 등장에 따라 변화되고 있는 항만의 환경 변화를 분석하기 위해 최근 개장한 완전무인자동화 터미널(RWG, LBCT, TraPac, QQCTN 등)과 IoT, AI 등의 첨단기술이 접목된 디지털 항만(함부르크, 싱가포르 등)에 대해 조사하였다.

1. 완전무인자동화 항만

세계 최초의 완전무인자동화 항만을 개장한 네덜란드를 비롯하여 항운노조가 강해 자동화가 어려울 것 같았던 미국, 그리고 저렴한 인건비로 인해 자동화를 고민하지 않을 것 같았던 중국 등 전 세계 항만들은 최근 완전무인자동화 터미널 개발을 서두르고 있다. 이는 신기술의 등장으로 인해 개발비용이 저렴해졌을 뿐만 아니라 고령화 사회, 3D 업종 기피 등으로 인한 인력 감소, 전기화로 인한 환경 규제 대비 등을 위해서는 완전무인자동화 항만 개발이 필수불가결하기 때문이다.

본 항에서는 가장 최근에 등장한 미국, 유럽, 중국의 완전무인자동화 컨테이너터미널에 대해 조사하여 어떻게 기술이 변하고 있는지를 분석하였다.

1) 미국 LB항 LBCT[61)]

LBCT(Long Beach Container Terminal)는 2016년 4월 완전무인자동화 컨테이너터미널을 개장했다. 1단계 1개 선석 개장을 시작으로 2019년까지 총 3단계에 걸쳐 안벽 1,295m, 면적 123만㎡ 규모의 3개 선석을 개장하는 것을 목표로 공사가 진행되고 있다.

61) 한국해양수산개발원, 『미국 LBCT 국외출장보고서』, 2017.04.

〈그림 2-3〉 LBCT의 AGV 및 배터리스테이션

자료: 저자 출장 중 사진 촬영

LBCT는 총 14기의 STS(Ship To Shore) 크레인과 70기의 ASC(Automated Stacking Crane), 72기의 AGV(Automated Guided Vehicle)를 도입할 예정이며, Navis N4를 터미널운영시스템으로 사용하고 있다. 또한 외부트럭의 진출입 효율을 높이기 위해 Ready AGS[62]라는 게이트 예약 시스템을 사용하고 있다. Ready AGS를 통해 트럭 기사는 도착 30분 전에 트럭, 기사, 화물 정보를 LBCT 게이트 담당자에게 전송할 수 있고, 담당자는 간단한 확인 절차 후 빠르게 통과시킬 수 있어 평균 게이트 통과시간이 15초에 불과하다.

〈그림 2-4〉 LBCT의 게이트 자동화 시스템

자료: 저자 출장 중 사진 촬영

LBCT 관계자에 따르면, 기존 방식의 컨테이너터미널의 경우 STS 크레인 1

62) Nascent사가 개발한 물류 정보 통합 시스템으로 화주, 운송사(육상, 해상), 항만운영사 간 화물, 트럭, 기사 등의 정보를 실시간 공유하는 시스템으로 트럭기사의 경우에는 스마트폰 앱을 통해 시스템을 구현함

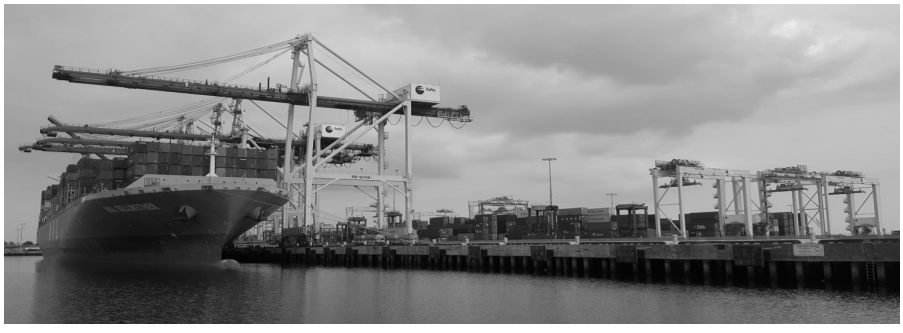
기당 26.8box/hr의 생산성을 보였으나 자동화 이후 더 높은 성능을 보이고 있다. 이는 자동화 장비뿐만 아니라 Navis N4, Ready AGS 등의 인공지능, ICT 기술을 통해서 가능해졌다.

LBCT는 인건비 절감, 생산성 향상을 위해서만이 아니라 최근 강화되고 있는 환경 규제에 대응하기 위해서도 항운노조와 협의하여 자동화를 추진하였다. 기본적으로 자동화 장비들은 동력으로 전기를 사용하기 때문에 기존 장비들에 비해 환경오염 저감 효과가 높으며, LBCT는 기존 대비 80% 이상의 환경오염 저감 효과를 얻었다.

2) 미국 LA항 TraPac[63]

TraPac은 LBCT보다 빠른 2015년 완전무인자동화 컨테이너터미널을 개장했으나 LBCT와는 다른 자동화 장비를 적용하고 있다. STS 크레인의 경우 LBCT는 트롤리가 2개인 크레인을 사용하는 반면 TraPac은 트롤리가 1개인 것을 사용하고 있다. 또한 LBCT는 이송장비로 AGV를 사용하는 데 반해 TraPac은 SC(Shuttle Carrier)를 사용함으로써 이송장비의 대기시간을 줄였다. 야드장비는 LBCT와 마찬가지로 ATC를 사용하고 있다.

〈그림 2-5〉 TraPac 자동화 장비(STS, SC, ASC)



자료: 저자 출장 중 사진 촬영

TraPac은 일반적인 완전무인자동화 컨테이너터미널이 수직형 레이아웃을 사

63) 한국해양수산개발원, 『미국 LBCT 국외출장보고서』, 2017.04. / CH2MHILL, “Automated Container Terminals - Automation of TraPac Terminal, Port Executive Management Seminar”, 2014

용하는 데 반해 수직·수평형 레이아웃을 모두 적용하여 사용하고 있다. 이는 공간적인 한계로 인한 어쩔 수 없는 선택이었으며, 이로 인해 생산성이 수직형 터미널보다는 떨어진다.

〈그림 2-6〉 TraPac 레이아웃(왼쪽: 수평, 오른쪽: 수직)

자료: CH2MHILL, "Automated Container Terminals - Automation of TraPac Terminal", Port Executive Management Seminar, 2014

3) 네덜란드 로테르담항 RWG

네덜란드는 세계 최초의 완전무인자동화 컨테이너터미널인 ECT(Europe Container Terminal)를 1993년 개장하였고 이후에도 Euromax, APMT Maasvlakte II, RWG(Rotterdam World Gate) 등 첨단 무인자동화 터미널을 지속적으로 개장하고 있다. 이 중 RWG는 2015년 개장한 최신 터미널로, 1.7km의 안벽에서 11기의 STS 크레인, 50기의 ATC와 59기의 AGV로 운영되고 있다[64].

64) RWG, https://www.rwg.nl/en/our-terminal/process, (검색: 2017.10.24.)

〈그림 2-7〉 RWG 전경

자료: RWG, https://www.rwg.nl/en/home, (검색: 2018.4.30.)

특히 STS 크레인은 해측(선박측) 작업이 운영빌딩에서 원격으로 이루어지는 형태로 되어 있어 상당히 진보된 자동화 컨테이너터미널이라 할 수 있다. 또한 AGV 역시 자가하역이 가능한 Lift AGV로 기존 AGV에 비해 대기시간이 줄어들어 더 높은 생산성을 보여주고 있다.

〈그림 2-8〉 RWG에서 사용하고 있는 Lift AGV

자료: Mechatronica & Machinebouw, "Geen havenarbeider meer te zien bij containeroverslag Tweede Maasvlakte", 2013.10.18.

4) 중국 칭다오항 QQCTN[65]

2017년 5월 중국은 아시아 최초의 완전무인자동화 컨테이너터미널인 QQCTN(Qingdao Qianwan Container Terminal)을 개장하였다. 중국은 낮은 인건비로 인해 자동화가 늦게 추진될 것이라는 예상을 깨고 빠르게 컨테이너터미널의 자동화를 추진하고 있다.

한국해양수산개발원의 KMI 중국연구센터 주간동향[66]에 따르면, 칭다오는 해측작업 원격조종형 STS 크레인과 ATC, AGV를 사용하고 있으며 특히 세계에서 가장 가볍고 무한주행이 가능한 AGV를 도입하였다. 이는 순환충전이 가능하기 때문에 별도의 충전소 운영이 필요 없어 약 1억 위안의 비용을 절감할 수 있다. 또한 STS 크레인 당 컨테이너 처리량이 35box/hr로 기존 터미널에 비해서도 월등히 높은 생산성을 달성하였다.

〈그림 2-9〉 중국 QQCTN 이송영역 모습

자료: 최상희 외, 「4차산업혁명의 첨병!, 로보틱·스마트 항만이 현실로」, KMI 동향분석, 2017.6. / http://www.sasac.gov.cn/n86114/n326638/c2564683/content.html(검색 2017.05.25.)

중국은 현재 QQCTN 외에 상해 양산항에서도 완전무인자동화 컨테이너터미널 개장을 준비 중에 있다.

65) 최상희 외, 「4차산업혁명의 첨병!, 로보틱·스마트 항만이 현실로」, KMI 동향분석, 2017.6.

66) 한국해양수산개발원, 「칭다오항 자동화터미널 효율성 전통터미널의 2배 달성」, 중국연구센터 주간동향, 2017.12.8.

5) 종합

이상의 완전무인자동화 컨테이너터미널 장비 및 소프트웨어를 종합하면 다음의 표와 같다.

먼저 STS 크레인 장비를 분석해 보면, 대부분 해측 원격 기능이 가능한 첨단 기술이 도입되고 있는 것을 알 수 있다. 최근 IoT 및 인공지능 기술의 발전으로 인해 해측 작업도 원격이 아닌 완전자동화 가능한 기술을 연구하고 있으며, 수년 내 완전무인 STS 크레인이 등장할 것으로 예상된다. 이송장비로는 배터리 교체가 가능한 AGV가 많이 사용되고 있으며, 자가하역이 불가능하여 대기시간이 길어지는 기존 AGV를 개선한 Lift AGV가 향후 많은 터미널에 적용될 것으로 예상된다. 야드장비로는 ATC가 사용되고 있으며, 소프트웨어는 Navis N4가 대부분 사용되고 있어 전 세계적으로 아직도 Navis가 대부분의 시장을 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

〈표 2-1〉 완전무인자동화 컨테이너터미널별 장비 및 소프트웨어

터미널명	STS 당 생산성	장비			소프트웨어
		안벽	이송	야드	
미국 LBCT	26.8box/hr 이상[1]	· STS 크레인 - 해측 원격 - 듀얼 트롤리	· AGV - 배터리 교체형	· ATC	· Navis N4 · Ready AGS
미국 TraPac	-	· STS 크레인 - 싱글 트롤리	· SC - 자가하역 기능	· ATC	· Tideworks Technology
네덜란드 RWG	-	· STS 크레인 - 해측 원격 - 듀얼 트롤리	· Lift AGV - 자가하역 기능 - 배터리 교체형	· ATC	· Navis N4
중국 QQCTN	35box/hr[2]	· STS 크레인 - 해측 원격 - 듀얼 트롤리	· AGV - 배터리 교체형	· ATC	· Navis N4

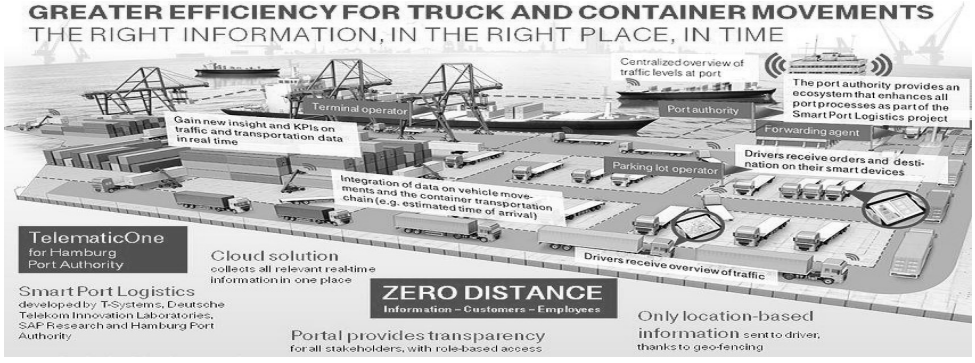
자료: 1) 한국해양수산개발원, 『미국 LBCT 국외출장보고서』, 2017.04.
2) 한국해양수산개발원, 「칭다오항 자동화터미널 효율성 전통터미널의 2배 달성」, 중국연구센터 주간동향, 2017.12.8.

2. 디지털 항만

1) 함부르크항

함부르크항만공사(HPA, Hamburg Port Authority)는 지능적인 항만인 스마트포트(smartPORT) 프로젝트를 추진하고 있으며, 본 프로젝트에는 항만 및 교통과 관련된 스마트포트 물류(smartPORT logistics, 이하 SPL)와 재생 에너지, 에너지 효율화 등을 포함하고 있는 스마트포트 에너지(smartPort energy)를 포함하고 있다.[67]

〈그림 2-10〉 SMARTPORT LOGISTICS 개념도



자료: Deutsche Telekom, Company Information, https://www.telekom.com/en/company(검색 2017.12.2.)

이 중 SPL은 IoT 기술을 활용하여 내륙 및 해상 교통흐름을 실시간으로 제어하여 항만운영비 75% 절감, 교통 정체 15% 축소를 달성했다. SPL은 이를 위해 철도 교통정보 공유, 선박 입출항 모니터링, 모바일 기반 트럭 주차공간 예약, 장비 유지보수 시점 예측 등의 기능을 구현하고 있으며, 특히 이를 위해 선박, 트럭, 사람, 크레인, 교각, 교통흐름 등 항만 관련 모든 자원들이 실시간으로 통신할 수 있는 시스템을 구축하고 있다.[68]

---

67) Port of Hamburg, SMARTPORT – THE INTELLIGENT PORT, https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/(검색: 2017.12.2.)

68) 장윤종 외, 「제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응 방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책과제」, 경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서 17-19-01, 2017, p.808.

SPL은 함부르크항만공사와 함께 독일의 T-Systems와 Deutsche Telekom, SAP 등이 참여하여 개발하고 있다.

2) 싱가포르항

싱가포르는 차세대 항만으로 65개 선석 규모의 스마트항만인 TUAS 항만을 건설하고 있다. 2020년부터 2040년까지 약 20년간 부유식 플랫폼(Floating Platform), 드론(Drone), 자동화 기술(Automated Technology), 그린화 기술(Green Technology), IoT/AI 등의 스마트 기술을 도입함으로써 첨단 디지털 항만을 개발하고자 한다.[69]

주요 기술을 살펴보면, 먼저 부유식 플랫폼은 선석이 부족하여 대기하고 있는 선박이 부유식 플랫폼에 접안하여 통관, 급유, 선용품 공급 등을 미리 수행할 수 있도록 하는 기술로 공간부족 문제를 해결할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 드론은 선박과 육지 간 물건 수송뿐만 아니라 선박의 데미지 검사 등에 활용된다. 다음으로 자동화 기술과 그린화 기술은 터미널 내 안벽 크레인, 이송장비 등을 자동화하고 전기를 동력으로 사용함으로써 인건비 절감 및 환경 규제에 대응하고자 한다. 마지막으로 선박교통관리시스템(Vessel Traffic Management System)에 클라우드 기술, IoT, 인공지능 등의 첨단 기술을 접목하여 더 정확하고 안전한 선박교통관리가 가능하도록 하는 것을 목표로 하고 있다.

또한 현재 싱가포르항은 'IoT 기반 해난사고 피해예측 정보시스템[70]'을 가동 중에 있으며, 이를 통해 아시아 해역에서 발생한 해양사고에 대한 위치정보를 운항 중인 선박과 실시간 공유할 수 있게 되었다. 이는 싱가포르 인근 연안의 해협이 좁고 조류속도가 높아 발생할 수 있는 해난사고를 줄이기 위해 개발되었다.

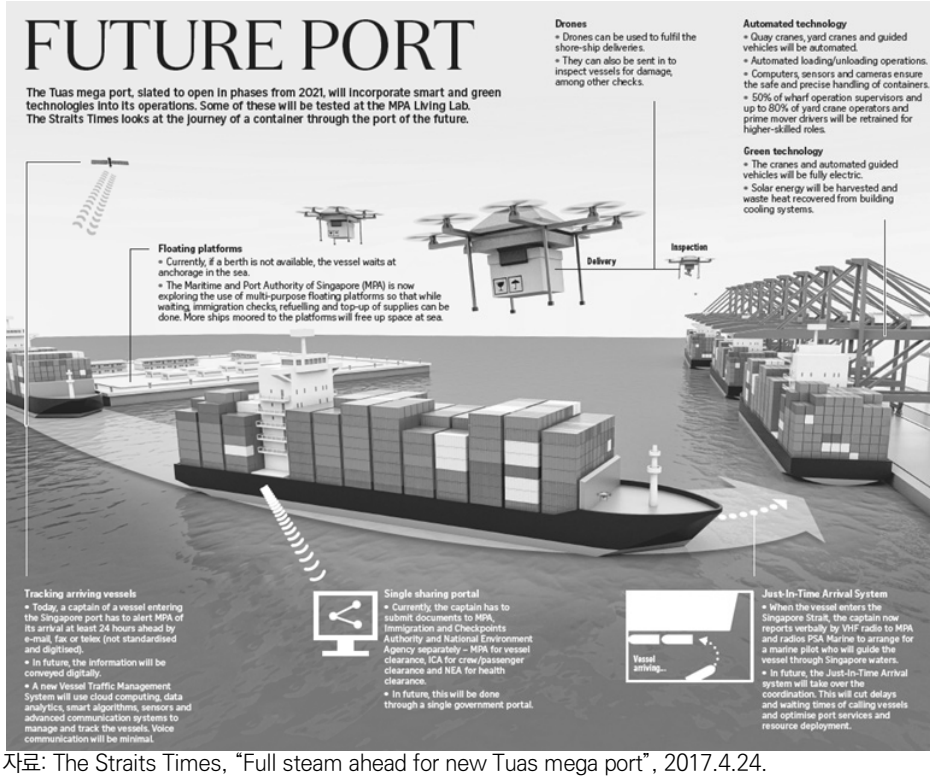
69) The Straits Times, "Full steam ahead for new Tuas mega port", 2017.4.24.

70) 양창호, 「4차 산업혁명시대 해운·항만의 대응방안」, 2017 제3회 서산 대산항 국제포럼, 2017.11.2.

〈그림 2-11〉 TUAS항 개발 개념도

자료: The Straits Times, “Tuas mega port may have lively area for leisure”, 2017.4.2.

〈그림 2-12〉 싱가포르의 미래 항만



자료: The Straits Times, “Full steam ahead for new Tuas mega port”, 2017.4.24.

제3장 4차 산업혁명 기술로 인한 항만의 발전

항만 및 항만도시의 발전단계, 해외 전문가가 제시한 미래 항만에 대한 문헌자료 및 영상자료를 기반으로 현재 최고수준의 항만 모습, 2030년 및 2060년의 미래 항만 개념을 1차 정의했다. 1차 정의한 현재 최고수준의 항만, 2030년 및 2060년의 미래 항만의 이미지를 기반으로 산학연 전문가 6인과 심층토론을 통하여 현재 최고수준, 2030년 및 2060년의 미래 항만 핵심키워드에 대한 공감대를 형성했다. 그 다음 전문가의 서면 자문자료와 연구진 내부 심층토론을 거쳐 현재 최고수준의 항만, 2030년 및 2060년의 스마트항만의 모습을 최종 정의했다.

제1절 문헌조사 기반 미래 항만의 모습

1. 항만기능의 발전 단계

항만법 제2조1호에서는 "항만"이란 선박의 출입, 사람의 승선하선, 화물의 하역 보관 및 처리, 해양친수활동 등을 위한 시설과 화물의 조립·가공·포장·제조 등 부가가치 창출을 위한 시설이 갖추어진 곳을 말한다고 정의하고 있다.

항만의 기능은 화물의 단순 양적하 업무를 수행하는 기능에서 글로벌 무역의 중추 역할을 수행하는 물류 허브 역할을 거쳐 부가가치를 창출하는 국가 기간산업으로까지 그 기능이 확대되고 복잡해져 왔다. 이러한 항만의 발전추세에 IoT, 빅데이터, AI 등의 4차 산업혁명 기술이 접목됨으로써 새로운 개념의 항만이 등장하고 있다.

이에 Fraunhofer CML & HPA(2017)[71] 보고서에서는 항만기능의 발전단계를 기존의 4단계에 4차 산업혁명 기술이 접목된 5단계를 더하여 새로이 정의하고 있다. 1세대 항만(~1940년대)은 인력 중심에서 기계력 중심으로 전환됨으로써 단순 하역과 보관 업무에서 기계력을 활용하고, 수작업 및 문서를 통해 해상과 육상운송 업무를 처리하는 화물 중심의 항만(cargo port)이다. 2세대 항만(1960년~1980년)은 공장에서 전기에너지 기반의 대량생산이 가능해지고 컨테이너선의 출현으로 대량 운송이 가능해짐으로써 항만의 활동범위와 서비스 범위가 확대되어 제조업을 지원하는 수출입 물류 중심 항만(logistics port)이 되었다. 3세대 항만(1980년~2000년)은 글로벌 무역이 활성화되고 복합운송의 발달로 항만을 생산 및 물류의 연결점(node)으로 인식하기 시작하였다.

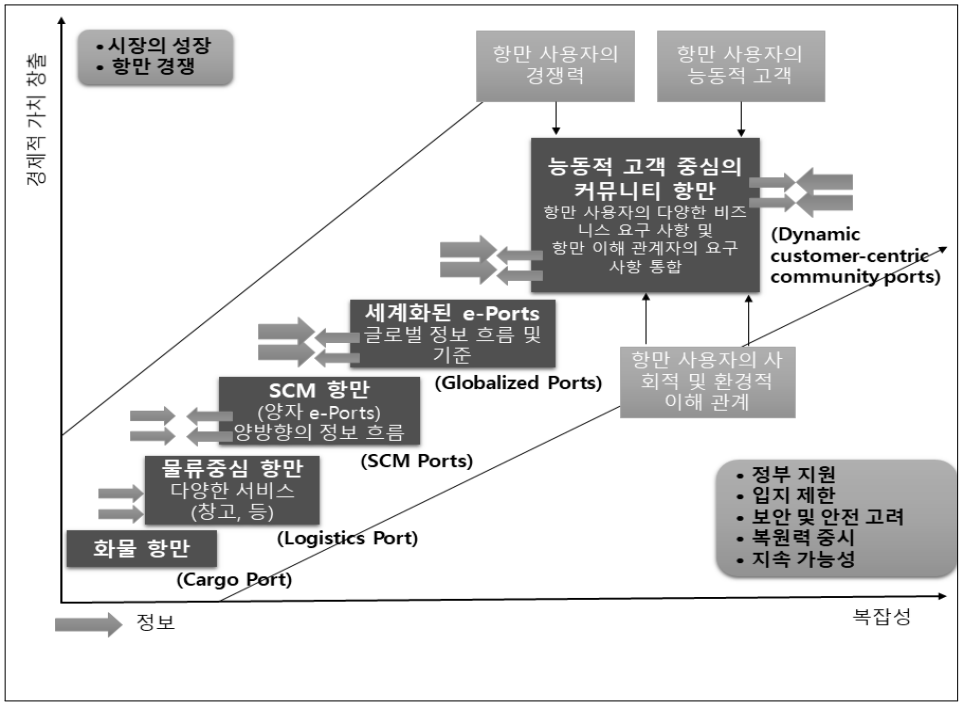
또한 EDI의 발달로 양방향의 정보흐름이 가능하게 되어 항만 운영 프로세스 전체를 관리할 수 있는 SCM항만(SCM port)으로 발전하였다. 4세대 항만(2000년대)은 세계 주요항만이 상업주의적 물류중심항만(Hub Port)으로서 위치를 차지하기 위하여 물동량 유치뿐만 아니라 부가가치 창출에 적극적이며, 인터넷 기술 등 급속한 정보시스템 발달로 글로벌 항만과 정보를 교환하는 세계화된 항만(globalized port)이 구축되었다.

5세대 항만(2020년)은 4차 산업혁명 기술 발달로 항만뿐만 아니라 항만도시, 다른 항만과의 정보 연계가 원활하게 이루어진다. 이로 인하여 항만 사용자의 다양한 비즈니스 요구 사항을 파악하고 이에 부합하기 위해 항만 이해 관계자 간의 정보통합, 항만 영역별 프로세스 능동적 운영 등 고객에게 보다 나은 서비스를 제공하기 위한 노력을 수행하게 될 것이다. 이에 5세대 항만은 능동적으로 고객의 니즈에 대응하는 커뮤니티 항만(dynamic customer-centric community port)이 될 것으로 예상된다.

---

71) Fraunhofer CML & HPA, *Digitalization of Seaports-Visions of the Future*, 2017.; Andrzej Montwill, "The role of seaports as logistics centers in the modelling of the sustainable system for distribution of goods in urban areas", Procedia-Social and Behavioral Sciences 151, 2014. p.259. 기반 1~3세대 항만 정리.

〈그림 3-1〉 항만기능의 발전단계



자료: Fraunhofer CML & HPA, *Digitalization of Seaports-Visions of the Future,* 2017. p70.

2. 문헌자료를 통한 스마트항만의 모습

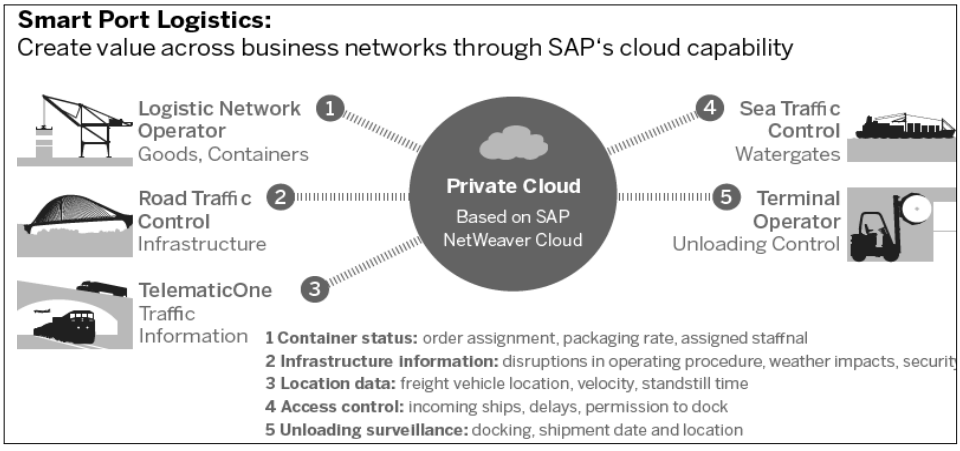
1) 함부르크항의 스마트항만

(1) 함부르크항의 SmartPort Logistics[72)]

함부르크의 스마트항만은 IoT 및 클라우드 기반 디지털 플랫폼을 바탕으로 선박도착시간 및 육상교통상황을 고려하여 항만 내 작업 일정 계획을 수립함으로써 항만 내 정체 상황을 해소하고, 운영 효율성을 극대화했다.

72) HPA, "Port of Hamburg-digital Gateway to the World", IAPH, 2015. 기반으로 저자 작성

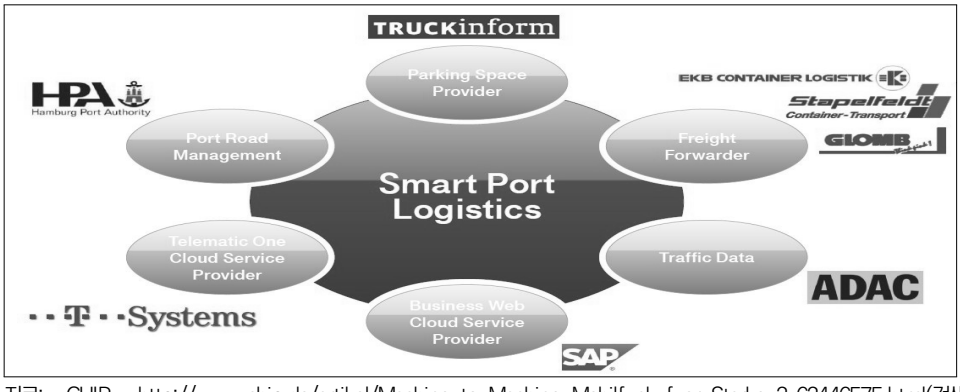
〈그림 3-2〉 함부르크 SmartPort Logistics



자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 미래 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p31.

IoT 기반의 센서를 통하여 항만 터미널 운영자, 물류 네트워크 운영자, 도로 인프라 관리자, 텔레매틱스 및 차량 내 센서, 항만 관리자 등이 상호 데이터를 실시간 공유하고 협력하게 되었다. 이를 통해 함부르크 항만은 항만 내외부의 교통 정체 상황 해소 및 대기 시간 감축, 갑작스런 교통문제에 대한 적극적 대응이 가능해졌고, 통신 오류 최소화 및 항만 운영 관련 오류 감소, 항만 이용 기업들의 운영 효율성을 높이는 등의 효과가 발생하고 있다.

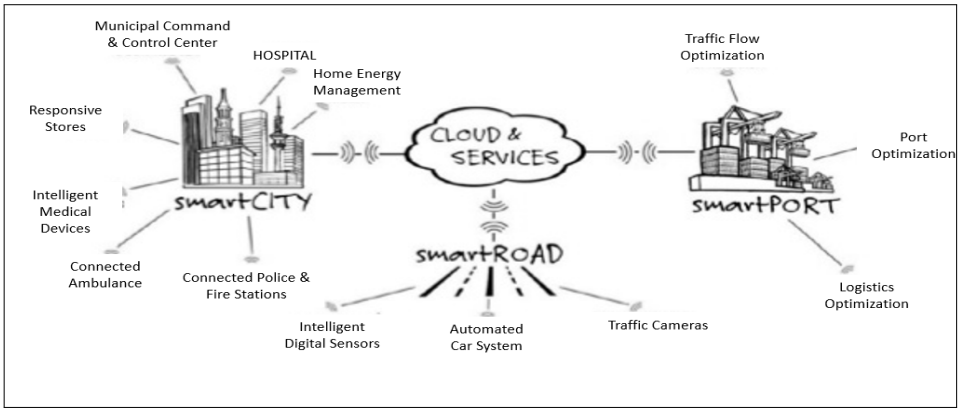
〈그림 3-3〉 함부르크 SmartPort Logistics 구성



자료: CHIP, http://www.chip.de/artikel/Machine-to-Machine-Mobilfunk-fuer-Starke-2_62446575.html(검색: 2017.9.30.)

또한 함부르크항은 함부르크시와 연계 하여 Smart City, Smart Road 등 항만과 항만도시가 연계된 Smart Everything Platfrom을 발전시켰다. 이를 통해 도시와 함께 발전하는 미래형 항만 개념 정립 및 항만과 항만 배후 도시 간의 연계를 통한 효율성 향상을 도모하고 있다.

〈그림 3-4〉 함부르크 SmartEverything Platform



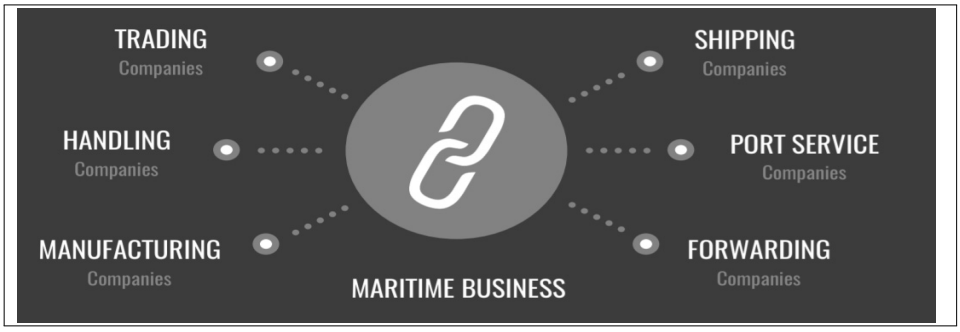
자료: SlideShare, https://www.slideshare.net/TristanWiggill/optimisation-vs-automation-in-south-african-ports(검색: 2017.9.30.)

(2) 함부르크항의 Chain Port[73]

함부르크 항만공사(HPA)를 중심으로 글로벌 컨테이너 항만들이 서로 연계하여 데이터를 실시간으로 공유하는 디지털 플랫폼 chainPort 구축을 추진하고 있다. HPA는 글로벌 디지털 항만 플랫폼을 통해 관련 참여자들이 하나의 시스템에 참여하는 프로세스 구축을 추진하고 있으며 현재 부산, 싱가포르, 심천, LA, Felixstowe, Antwerp항과 파트너쉽을 체결하고 컨테이너 관련 정보를 공유하고 있다. 체인 포트는 스마트항만들을 연결하는 플랫폼의 플랫폼 개념이며, 항만뿐 아니라 항만과 연계된 선사, 물류서비스기업, 제조업/화주 등이 플랫폼에서 서비스를 손쉽게 이용할 수 있도록 개방형 서비스로 개발되고 있다.

73) PORTSTRATEGY, http://www.portstrategy.com/news101/world/europe/joined-up-thinking(검색: 2017.9.30.)을 기반으로 작성

〈그림 3-5〉 HPA chainPort Platfrom



자료: 송상화, 「4차 산업혁명과 미래 항만-항만도시 플랫폼 구축방안」, KMI 내부 자문 리포트, 2017.

2) 로테르담항의 스마트항만 [74]

로테르담항의 경우 Portbase PCS(Port Community System)라는 데이터 플랫폼을 도입하여 로테르담 항만을 중심으로 네덜란드 내 항만별 운영 데이터를 전국적으로 실시간 공유하는 시스템을 구축하였다. 이를 통해 항만과 관련된 선박, 항만, 수출화물, 배후단지 등에서 발생하는 운영 데이터들을 실시간 공유 및 관리할 수 있는 스마트항만 시스템을 구축하였다.

〈그림 3-6〉 로테르담 Portbase PCS 시스템 화면

자료: Portbase, https://www.portbase.com/en/ (검색:2017.9.30.)

74) Portbase, https://www.portbase.com/en/ (검색:2017.9.30.) 기반으로 저자 작성

3) 싱가포르항의 스마트항만

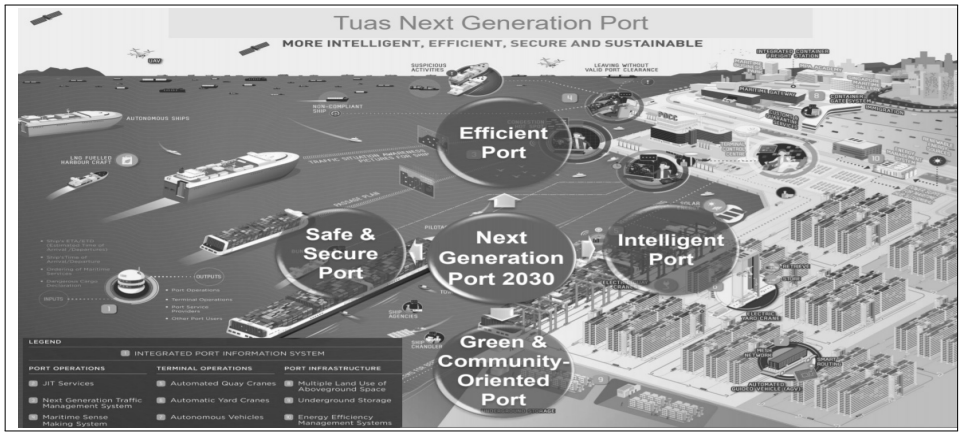
(1) 싱가포르항의 차세대항만(Next Generation Port 2030)[75]

싱가포르항은 현재의 항만을 미래형 스마트항만으로 바꾸기 위한 프로젝트를 추진 중이며, 디지털 기술을 활용하여 효율성과 지속가능성을 복합적으로 고려한 신개념 항만 개발을 추진 중이다.

전체 프로젝트는 항만 효율화, 안전성 제고, 지능화, 그린 및 커뮤니티 중심 항만 구축 프로젝트로 구성되며, 항만 내부 설비의 자동화를 적극 추진하고, 원격 제어가 가능한 자동화 항만 개념을 도입하였다.

MSW(Maritime Single Window) 플랫폼을 통해 다양한 정부기관에 규제 관련 데이터를 통합 전송하고, 항만 내 데이터를 실시간으로 공유하고, 이 플랫폼을 항만 내 주요 의사결정을 최적화하는데 활용할 예정이다. 또한 MSW 플랫폼과 JIT(Just-In-Time) 계획을 활용하여 필요할 때 적절한 물류 흐름이 가능하도록 운영 효율화에 초점을 두고 있다.

〈그림 3-7〉 싱가포르 NGP 2030 개념도



자료: Tan Cheng Peng, "Maritime Singapore Government", 2017.2.13., p20.

75) MPA, https://www.mpa.gov.sg/assets/rnd/e-bulletins/issue1/html/index3.html(검색: 2017.9.30.) 기반으로 저자 작성

MSW(Maritime Single Window) 플랫폼을 통해 다양한 정부기관에 규제 관련 데이터를 통합 전송하고, 항만 내 데이터를 실시간으로 공유하고, 이 플랫폼을 항만 내 주요 의사결정을 최적화 하는데 활용할 예정이다. 또한 MSW 플랫폼과 JIT(Just-In-Time) 계획을 활용하여 필요할 때 필요한 물류 흐름이 가능하도록 운영 효율화에 초점을 두고 있다.

〈그림 3-8〉 NGP 2030 : MSW

자료: Tan Cheng Peng, 「Maritime Singapore Government」, 2017.2.13., p23.

(2) 싱가포르항의 Container Port 4.0[76]

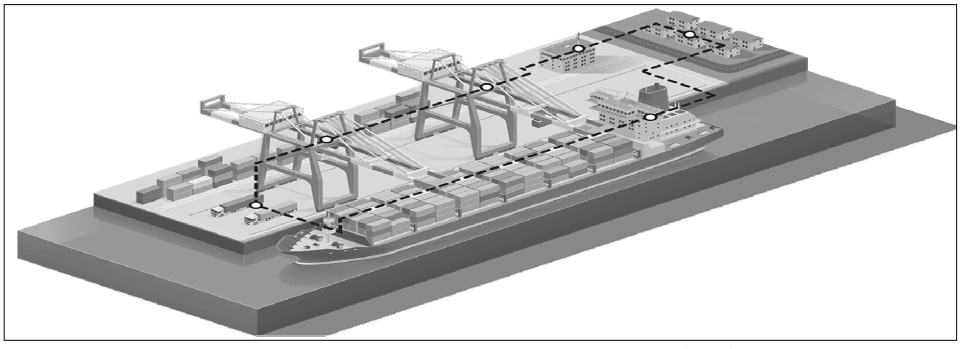
싱가포르항만공사의 벤처 투자 사업부인 unboXed는 사이버 물리 시스템과 사람 간의 실시간 통신 및 협력에 관한 Container Port 4.0 사업을 제안하였다. CP4.0 프로젝트는 전 세계의 컨테이너 터미널에 적용 가능한 6가지 핵심 주제로 구성된 기술 주도 비전이다.

76) 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 미래 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, pp. 235~241. 기반으로 저자 정리

가. Connected Community[77)]

해운 및 항만산업이 공동체 형태의 생태계로 원활하게 협력함으로써, 관련 공급사슬 내에서 높은 운영 효율성과 서비스 수준을 달성한다는 개념이다. 모든 공급사슬 주체에 대한 동시적인 접근 제어가 가능하고, 정보와 문서는 사이버 보안으로 보호되며 실시간 사용이 가능해진다. 또한 화물 배치와 선박 적재 계획과 같은 핵심 프로세스를 중심으로 반복적인 프로세스를 줄이기 위한 협업적인 작업 흐름이 가능해진다. 크라우드 소싱과 자산 공유 비즈니스 솔루션으로 자산 활용도와 서비스 확장성도 향상될 수 있다. 빅데이터, 분석 기술, 인공지능을 사용함으로써 공급사슬의 이벤트 예측 가능성과 계획 기능이 개선되고, 공급사슬 서비스의 조달 옵션 확대를 위한 마켓플레이스가 구성된다. 항만 커뮤니티 내에서 항만공사, 도선사, 예인선, 해운 대리점, 기타 서비스 공급자 간의 다양한 활동과 거래가 보다 잘 조율되도록 거래가 통합된다.

〈그림 3-9〉 Connected Community



자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p236

나. Smart Machines & Systems[78)]

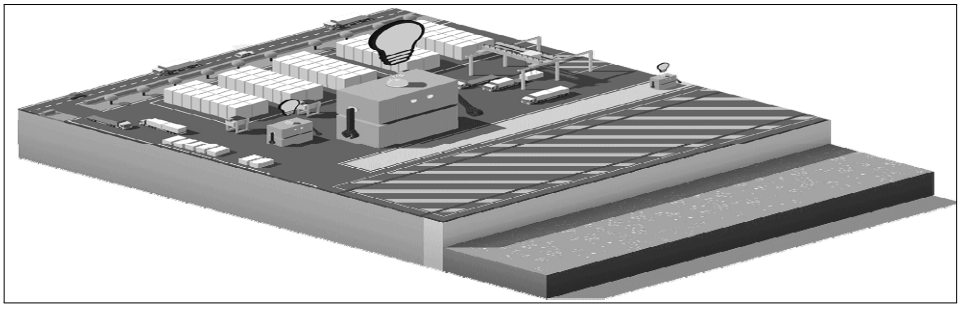
항만 내의 장비가 서로 연결됨으로써, 감지(sensing) 능력이 향상되고 사전 대응을 위한 상황 데이터가 흐르게 된다는 개념이다. 이는 새로운 기능의 실행을

77) 한국물류과학기술학회, 전게서.. 기반 저자 정리
78) 한국물류과학기술학회, 전게서.. 기반 저자 정리

감지·대응하게 하는 기계, 장비, 시스템으로 구성된다.

새로운 센서 기능으로 인해 새로운 사물인터넷 응용 프로그램의 사용이 가능해진다. 사람이 비교적 접근하기 어려운 항만 및 해양 장비, 하부 구조를 조사할 수 있는 센서 장착 자율 기계가 사용된다. 센서, 예측 분석, 작업 스케줄링, 부품 공급으로 인해 항만 장비에 대한 포괄적인 유지보수 솔루션을 사용할 수 있다. 이와 함께 예비 부품과 일반 부품을 위한 스마트 재고관리 솔루션을 사용할 수 있는데 여기에는 혁신적인 보관, 공급 솔루션, 3D 프린팅이 포함된다. 교육, 감독자 유지보수 지원, 운영관리와 같은 분야의 원격 지원, 가상현실, 증강현실, 인터넷을 통한 영상회의 등이 가능해진다.

〈그림 3-10〉 Smart Machines & Systems



자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p237

다. Pre-emptive Health, Safety, Security Management[79)]

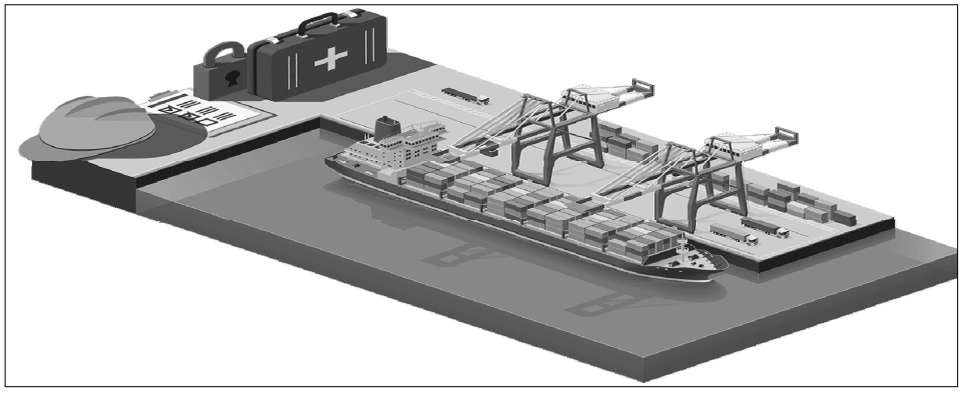
통합적인 분석을 사용함으로써 항만에서의 건강·안전·보안 위험에 대한 사전 완화가 가능해진다는 개념이다. 위험요소들은 동영상 및 데이터 분석, 기계 트리거(triggered) 반응을 포함하는 감시 시스템을 통해 사전에 또는 실시간으로 처리된다.

전 범위 센서와 사전 분석 기능을 갖춘 감시 시스템으로 인적 및 물적 자산과 관련된 각종 위험한 상황을 감지, 대응한다. 예를 들어, 배리어 프리

79) 한국물류과학기술학회, 전게서.. 기반 저자 정리

(barrier-free) 접근 통제 시스템은 이동 자산을 비접촉으로 확인하고 장애물이 없는 구역에서 침입자를 탐지한다. 이는 항만에 있는 인력과 장비의 위치를 추적 가능하게 한다.

〈그림 3-11〉 Pre-emptive Health, Safety, Security Management



자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p238

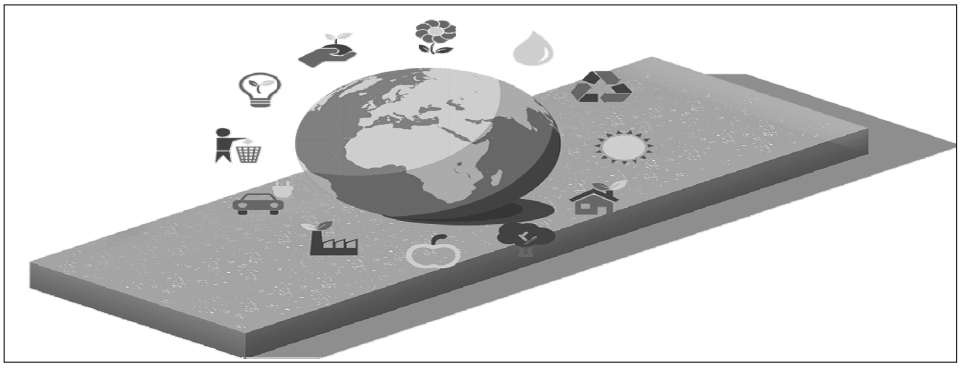
라. Environmental Substantiality[80)]

항만 전역의 스마트 시스템을 통해 에너지 소비를 적극적으로 관리하고, 에너지를 생산 및 재생하며, 자재 및 소모품을 재활용하고, 쓰레기 배출량을 줄이는 항만 내의 에너지관리 솔루션이다.

스마트 그리드 시스템은 에너지 소비량의 최고치와 최저치를 추적하고 관리하여 피크(peak) 운영 수준을 위한 최저 비용의 에너지 소스 조합을 만들어낸다. 또한 다목적 센서와 사물인터넷을 사용하여 누수를 추적하고 탐지한다. 자재와 소모품은 복구하여 재활용하고, 소셜 상호 작용과 게임앱을 통해 재활용을 촉진하고 낭비를 줄인다.

80) 한국물류과학기술학회, 전게서.. 기반 저자 정리

〈그림 3-12〉 Environmental Sustainability

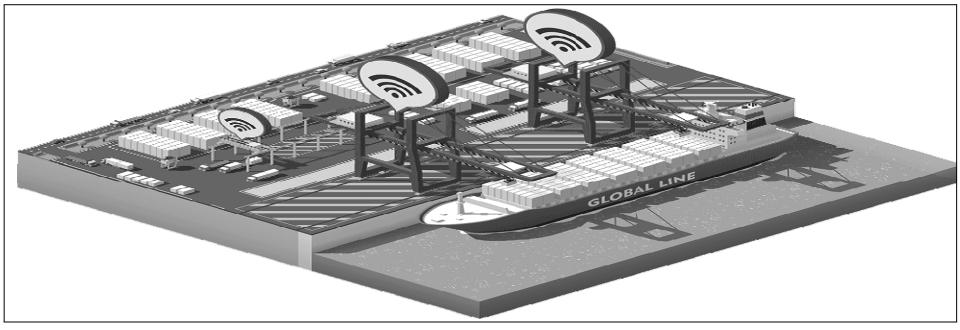


자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p239

마. Integrated & Optimised Port Operations[81)]

데이터 기반 운영을 통하여 높은 생산성, 자산 활용, 일관된 고객 서비스 수준을 지속적으로 구현하는 개념이다. 크레인 및 트럭과 같은 항만 운영 장비, 계획 시스템 및 공공 소스(source)로부터 매일 생성되는 엄청난 양의 데이터를 분석하고, 기계 학습, AI, 시뮬레이션을 활용하여 데이터 기반 의사결정을 내린다.

〈그림 3-13〉 Integrated & Optimised Port Operations



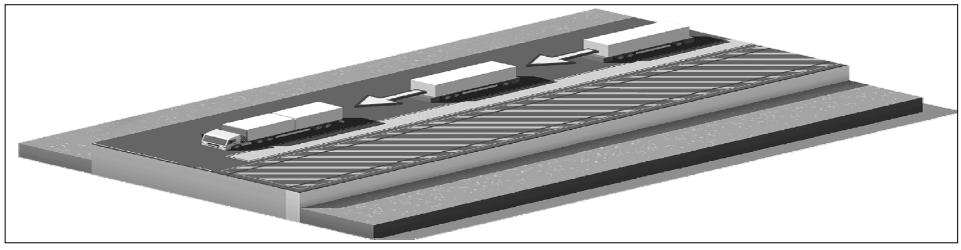
자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p240

81) 한국물류과학기술학회, 전게서.. 기반 저자 정리

바. Autonomy and Robotics[82)]

컨테이너 취급 및 운송 장비의 동기화 및 통합을 가능하게 하는 개념이다. 항만 운영에서 인간과 항만장비와의 상호작용을 통해 항만 노동자의 안전, 생산성 및 복지 향상을 도모하는 것은 중요하기 때문에 기계 보조 솔루션을 미래로 보고 있다. 모든 인간-기계 인터페이스의 안전성과 사용자 경험을 향상시키는 솔루션이 필요하다. 하역 작업자의 안전성과 생산성을 향상시키기 위해 기계 보조 콘 탈착 및 래싱(lashing) 작업을 위한 솔루션이 필요하다. 악천후에서도 작동할 수 있고, 장비 간에 신속하고 자동적이며 정확한 전달을 수행할 수 있는 자율형 화물 취급 기계가 사용되어야 한다.

〈그림 3-14〉 Autonomy and Robotics



자료: 한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017, p241

4) Accenture사의 스마트항만

(1) ESPCA(European Port Community Systems Association)[83)]

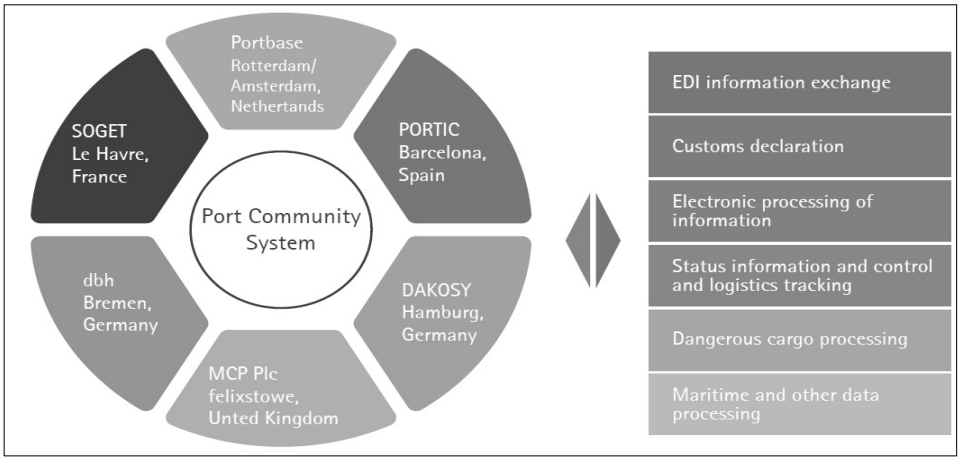
독일, 영국, 네덜란드, 스페인, 이탈리아, 라트비아, 벨기에, 우크라이나, 이스라엘은 항만 운영 시스템 PCS (Port Community System)을 국가 간에 통합 연계하는 범유럽 통합 플랫폼인 ESPCA(European Port Community Systems Association)을 출범하였다. 이러한 플랫폼을 통해 EDI 거래 정보 교환, 관세 부과 및 통관, 물류 정보 추적, 위험화물 정보 공유 등 하나의 통합 플

82) 한국물류과학기술학회, 전게서.. 기반 저자 정리

83) Accenture & SIPG, 「Connected Ports Driving Future Trade」, 2016. 내용을 기반으로 저자 정리

랫폼에서 항만별 주요 데이터를 효율적으로 공유하는 시스템 개발을 추진하고 있다.

〈그림 3-15〉 Accenture의 ESPCA



자료: Accenture & SIPG, *Connected Ports Driving Future Trade,* 2016., p28.

(2) Accenture의 Connected Port[84)]

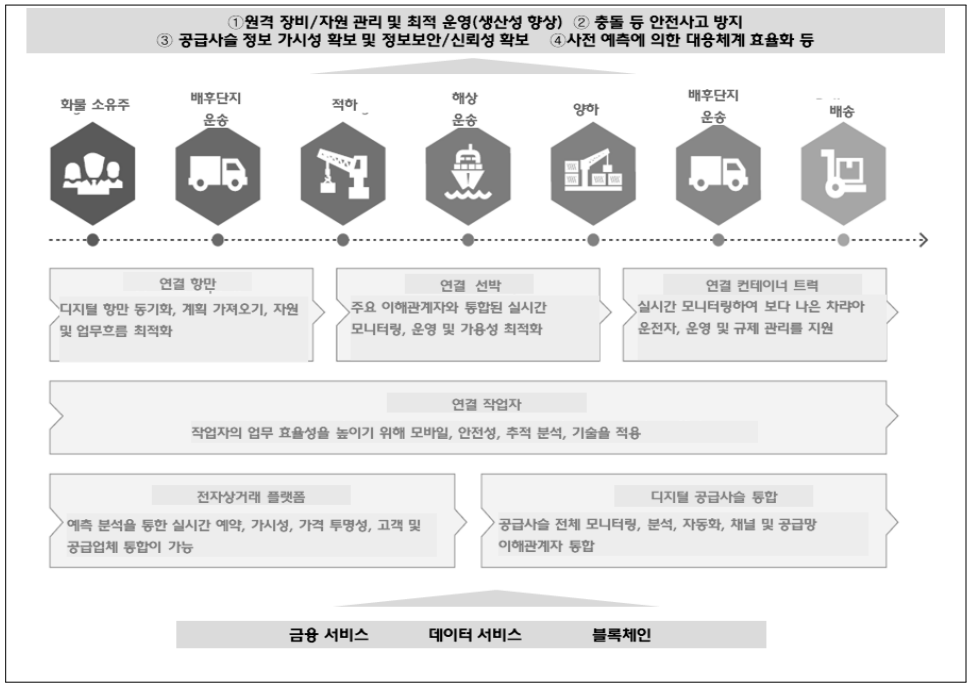
Accenture는 4차 산업혁명 기술을 통하여 해운·항만물류 자원인 선박, 트럭, 작업자, 정보시스템이 연계됨으로써 공급사슬의 생산성이 향상되고, 안전사고가 감소하며, 정보 가시성이 높아지고, 사전예측이 가능해질 것이라 언급했다.

항만과 연계된 네트워크 참여자들이 모두 연결되는 커넥티드 항만은 데이터의 실시간 공유를 통해 항만 운영 프로세스 최적화를 가능하게 한다. 커넥티드 항만의 기대효과는 6가지이다. 첫째, Connected Port는 항만과 항만의 디지털 연결로 항만 간 데이터 동기화, 수출입 계획 최적화, 항만 운영계획 효율화가 가능해지게 된다. 둘째, Connected Ship은 선박과 항만이 실시간으로 연결됨으로써 실시간 선박 운항 현황 모니터링, 선박 입출항 계획 최적화, 대기시간 최소화 등을 가능케 한다. 셋째, Connected Truck은 항만과 트럭의 연결로 대기시간 없이 필요한 시간에 필요한 장소로 트럭이 즉각 이동할 수 있도록 하여 항만 내 정체를 최소화한다. 넷째, Connected Worker는 작업자들이 모바일 기

84) Accenture & SIPG, *Connected Ports Driving Future Trade*, 2016. 내용을 기반으로 저자 정리

기를 통해 항만 정보시스템에 직접 접속할 수 있게 하고, 이를 통해 중앙 통제센터는 항만 내 작업자들의 현황을 모니터링하며 최적의 작업계획 공유 및 모니터링을 수행할 수 있다. 다섯째, Connected Supply Chain은 물류 배후단지에서 화주에 이르는 항만과 연결된 공급사슬 네트워크가 항만과 연결되는 것으로 전체 최적화 관점에서의 운영 효율화가 가능해진다. 마지막으로 Connected Shipping Platform은 포워딩 플랫폼, 해상운송 분석 플랫폼 등 해상운송 산업의 다양한 디지털 플랫폼들이 항만 플랫폼과 연결되는 것으로 스마트항만 플랫폼으로 발전하여 운영 효율화를 이룬다.

〈그림 3-16〉 Accenture사의 4차 산업혁명 기술이 접목된 항만의 변화



자료: Accenture & SIPG, *Connected Ports Driving Future Trade*, 2016., p12 기반 저자 정리

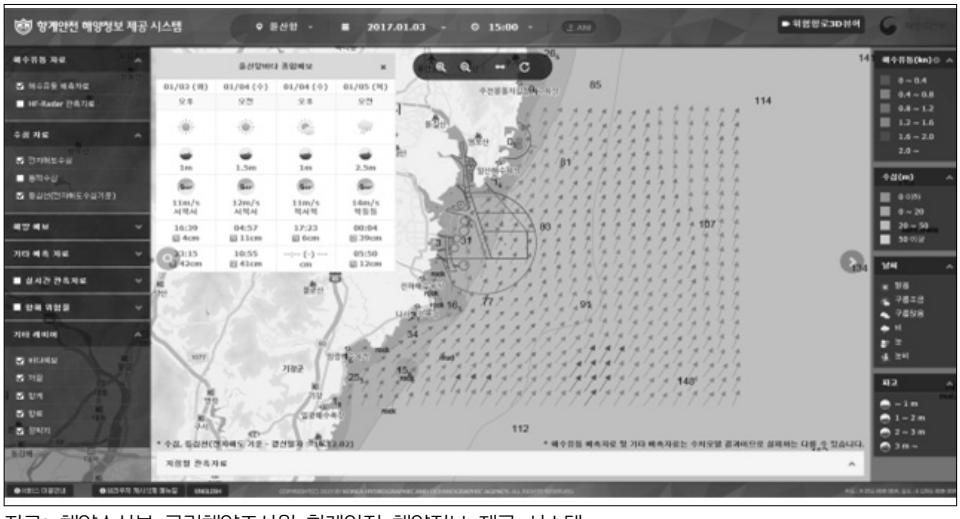
제2절 현재 항만의 기술 수준

1. 우리나라 항만의 기술 수준[85)]

1) 해운연계 영역

현재 우리나라는 중·소규모의 자율주행선박들이 연구·개발되고 있으며, 항계안전 해양정보 시스템을 통해 국내의 주요 항만을 대상으로 선박의 안전운항과 항만관리 자원을 위해 종합 해양정보 서비스를 제공하고 있다. 항만관제탑의 경우 해상교통정보를 모니터링하여 선박 도착시간, 재항시간 등 각종 정보를 예측하기 위해 노력하고 있다.

〈그림 3-17〉 항계안전 해양정보 제공 시스템



자료: 해양수산부 국립해양조사원 항계안전 해양정보 제공 시스템
http://www.khoa.go.kr/kcom/cnt/selectContentsPage.do?cntId=25403000(검색 2017.11.13.)

85) 저자가 사전 조사한 내용을 기반으로 대전에서 개최된(2017.11.22.) '4차 산업혁명 항만고도화 전문가자문회의'를 기반으로 내용을 정제

2) 안벽 영역

현재 국내 안벽 영역은 싱글트롤리 안벽크레인을 운전기사가 수동으로 조작하고 있어 국외 최고인 사무실에서 크레인을 원격 제어하는 수준에 비해 상대적으로 낮은 수준이라 할 수 있다. 그러나 기술 수준에 있어서는 수동과 반자동이 크게 기술적으로 차이가 있다고 볼 수 없으며, 다만 미래 항만은 완전자동화와 고생산성을 요구할 가능성이 높을 것으로 보이기 때문에 순차적인 자동화 기술 확보가 필요하다.

〈그림 3-18〉 안벽크레인

자료: BNCT 안벽 크레인 사진; 그린포스트코리아,
http://www.greenpostkorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=69805(검색 2017.11.13.)

3) 이송 영역

현재 국내에서는 운전자가 탑승한 야드트럭 혹은 스트래드캐리어가 사용되고 있다. 세계 최고수준의 선진 항만은 자동화된 이송장비(AGV)가 도입되어 있으나, 유인 야드트럭에 비해 효율성은 크게 높은 수준이 아니며, 국내에서도 이러한 자동화 기술력은 이미 확보되어 있다.

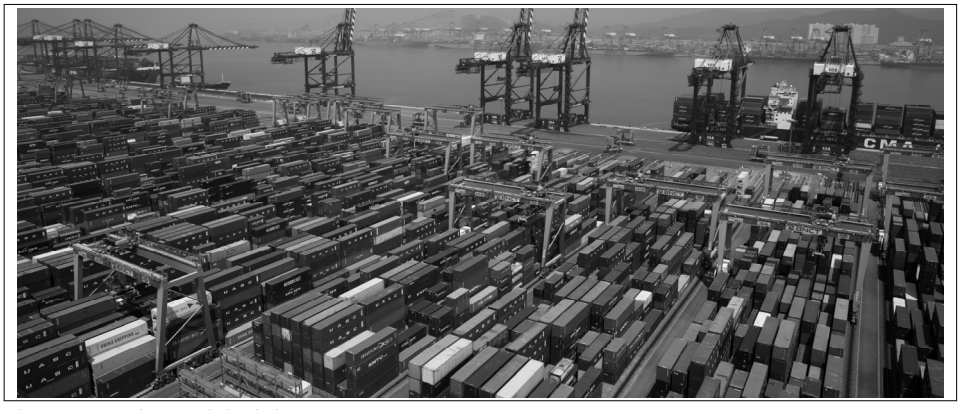
〈그림 3-19〉 스트래들 캐리어

자료: BNCT의 스트래들 캐리어사진; KBS 다큐멘터리 3일,
http://smart.kbs.co.kr/tv/sisa/3days/view/preview/2435956_114108.html(검색 2017.11.20.)

4) 야드 영역

현재 국내 항만 야드에서는 국내 자체 기술로 자동화 크레인(ATC)을 제작하여 부산신항 터미널에 공급, 운영하고 있어 현재 기술 수준은 다른 국외의 선진 항만과 비슷한 수준이라고 볼 수 있다. 또한 장치장 레이아웃 설계의 경우에도 수평배치, 수직배치형 모두 자동화 운영사례가 있다는 점에서 타 항만에 비해 뒤지지 않는 수준임을 알 수 있다.

〈그림 3-20〉 야드 크레인



자료: BNCT 야드 크레인 사진; PORTSTRATEGY,
http://www.portstrategy.com/__data/assets/image/0034/807775/varieties/1200.jpg(검색 2017.11.20.)

5) 게이트 영역

이미 대부분의 주요 항만에서는 자동화 기술이 도입되어 단순한 출입구 기능 외에 RFID를 기반으로 각종 정보 입수, 위험물 인지, 중량 체크 등의 업무를 수행할 수 있도록 되어있다. 이를 보았을 때 국내의 게이트 기술 수준은 크게 높아진 상태로 국가 간-항만 간 큰 기술력 차이는 없다고 판단되어진다. 다만, 게이트가 단순한 출입구 기능 외에 각종 정보를 입수한다는 점에서 보안상의 기술 수준에 차이는 있을 것으로 판단된다.

〈그림 3-21〉 게이트

자료: 부산신항 게이트 사진; 전자신문, http://www.etnews.com/200601180031(검색 2017.11.20.)

6) 배후지 연계 영역

다른 해외 선진항만들과 비교해 보았을 때 내륙 기종점과 항만 사이를 연결하는 장거리 운송에 철도운송시스템이 접목되어 있으며, 트럭을 이용한 육상 연계 시스템 또한 비슷한 수준을 보여주고 있다. 다만 우리나라는 함부르크항 등에 비하여 외부트럭과의 정보 공유는 미흡한 편이다.

〈그림 3-22〉 배후지 연계

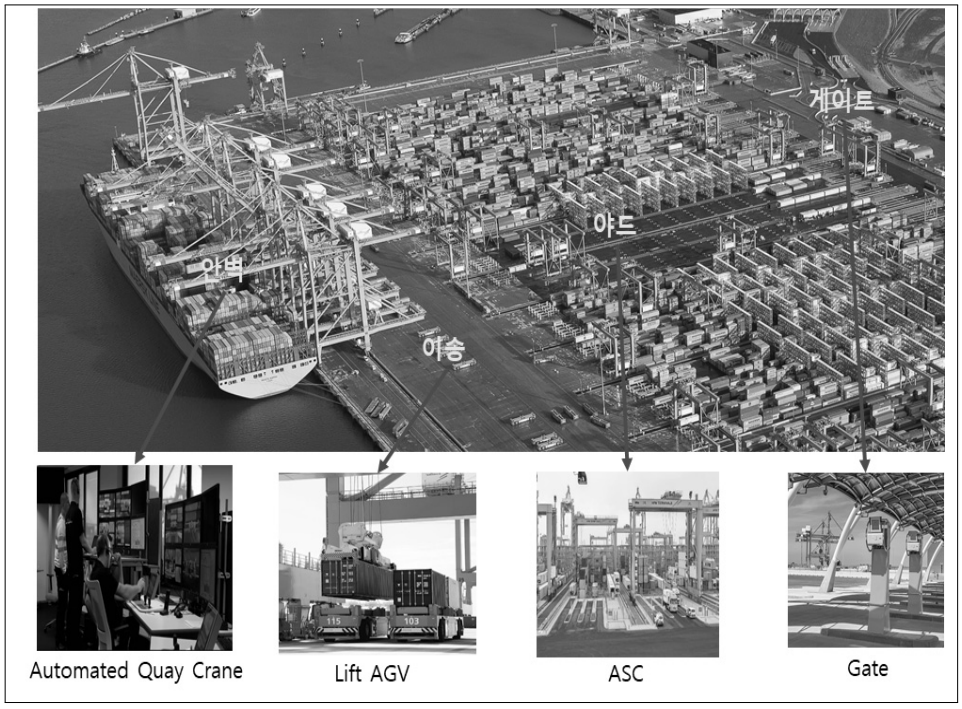
자료: BNCT, FATS(Fully Automated Truck Loading System 사진, 제이비의 철인이야기, http://jbpark.egloos.com/10842304 (검색 2017.11.20.)

2. 세계 최고수준 항만의 기술 수준

1) 항만

현 최고수준의 항만은 선박기술 발달로 인한 극초대형선 처리 생산성 향상 및 완전무인자동화를 구축하는 데 목표를 두고 있다. 안벽영역에는 현재 22,000TEU급 선박 처리가 가능한 원격제어 슈퍼 안벽크레인을 운영하고 있다. 이송영역에서는 Lift AGV, AGV 등 완전무인자동화를 구축하였으며, 야드영역 또한 5단 9열의 ASC를 통해 완전무인자동화 구축 및 생산성 향상을 실현하였다. 게이트 영역에서는 화물 및 트럭을 자동 인식하는 외부트럭 완전자동 적재 시스템 등 배후지 연계 영역까지 고려하여 높은 자동화 수준의 기술을 구축했다.

〈그림 3-23〉 현 최고수준 항만



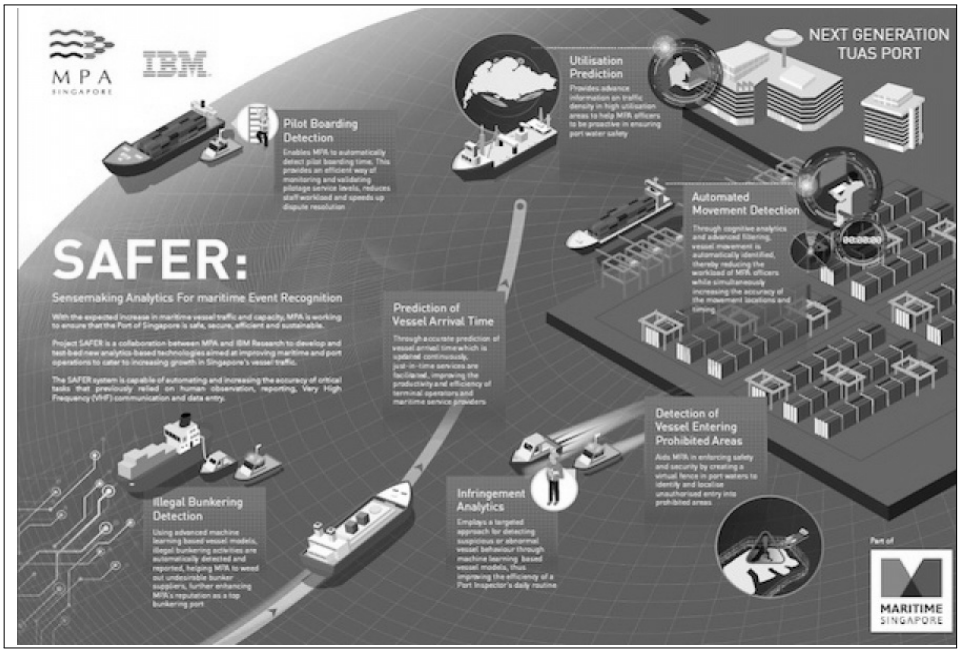
자료: APM TERMINALS, http://www.apmterminals.com/en/operations/europe/maasvlakte/services; YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=oq-H2yLBFCs(검색 2017.11.1.) 기반 저자 작성

2) 해운연계 영역

싱가포르항의 AI 기반 해운항만운영 시스템인 SAFER는 선박운항감시, 위반 행위분석, 도선사 탑승 감시, 싱가포르항 내 교통밀도에 대한 정보, 불법적인 벙커링 감시, 허가되지 않은 선박 출입 감시, 선박 도착시간 예측 등 항만관제 최적화를 달성하기 위해 노력하고 있다[86].

86) 이언경, 「싱가포르항-IBM사, AI기반 해운·항만운영 개선 시스템 시험운영」, KMI 국제물류위클리, 제422호, 2017.9.6. 기반 요약 정리

〈그림 3-24〉 싱가포르항 SAFER



자료: MARINELINK, https://www.marinelink.com/news/complete-project-pilot428609(검색 2017.11.20.)

3) 안벽 영역

최근 개장한 네덜란드의 APM Terminal에서 도입한 Super Quay Crane의 경우 세계에서 가장 큰 컨테이너 선박인 2만 2천 TEU급 이상의 선박 처리가 가능하다. 국내 안벽 크레인이 도입한 싱글 트롤리 방식과는 달리 듀얼 트롤리 방식을 도입하고 있다. 또한 Automated Crane 시스템을 도입하여 안벽 크레인 트롤리에 사람이 탑승하여 크레인을 조정하는 형태가 아니라 관제탑에서 원격으로 크레인을 조정하고 있다. 이를 통해 기존 선박 하역작업 시 소요되는 시간을 감소시킬 뿐만 아니라 비용 절감 및 효율성 향상, 안전성 확보 등을 동시에 달성하는 효과를 거두고 있다. 선박 안벽 접안 시 선박이 흔들리지 않도록 고정하는 장치인 자동 무어링 시스템(Automated Mooring)이 개발하여 상용화를 앞두고 있다. 또한 선박에서 발생하는 미세먼지를 저감시키기 위해 접안

시 선박엔진을 끄고 육상전원을 사용하는 장치인 자동 육상전원공급장치(automated AMP)와 같은 친환경 설비를 개발하여 크루즈선 무인 자동 육상전원공급에 사용하고 있다.

〈그림 3-25〉 APM Terminal 안벽 크레인 및 자동제어 시스템

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=oq-H2yLBFCs; YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=epOAE8pudsg; PORTTECHNOLY, https://www.porttechnology.org/directory/cavotec_sa/products/7714/MoorMaster----Automated-Mooring-Systems; PORTTECHNOLOY, https://www.porttechnology.org/news/maersk_mc_kinney_moller_arrives_at_europes_largest_port (검색 2017.11.20.)

4) 이송 영역

현재 네덜란드 RWG 컨테이너 터미널에서 사용하고 있는 Lift AGV의 경우 완전무인자동화뿐만 아니라 컨테이너를 들어 올릴 수 있는 기능을 탑재하고 있다. 별도로 설치되어 있는 버퍼플랫폼에 컨테이너를 두고 오거나 반대로 실어 올 수 있다. 또한 스트래들캐리어의 경우 호주 패트릭 터미널 등에서 사용되고 있으며, 별도의 야드 장비 없이 컨테이너 터미널을 운영할 수 있도록 해준다. 단, 쌓을 수 있는 컨테이너 수가 한정되어 있어 야드가 좁고 물동량이 많은 터미널의 경우에는 적용이 불가능하다는 단점이 있다.

〈그림 3-26〉 Lift AGV 및 Straddle Carrier

자료: 네덜란드 RWG, 호주 Patrick, Lift AGV, Straddle Carrier 사진; PORTSTRATEGY, http://www.portstrategy.com/news101/port-operations/cargo-handling/agvs (검색 2017.11.1.); TRAZEK, http://www.trazek.com/sydneys-patrick-terminal-goes-automated-with-fewer-staff-but-dancing-robots/ (검색 2017.11.1.)

5) 야드 영역

무인원격으로 컨테이너를 픽업/릴리즈 하는 ASC(Automated Stacking Crane)가 네덜란드의 RWG, APMT 등에서 도입되어, 야드 내 컨테이너 적재 및 하역 작업에 사용되고 있으며 5단 9열~12열 형태가 대부분이다.

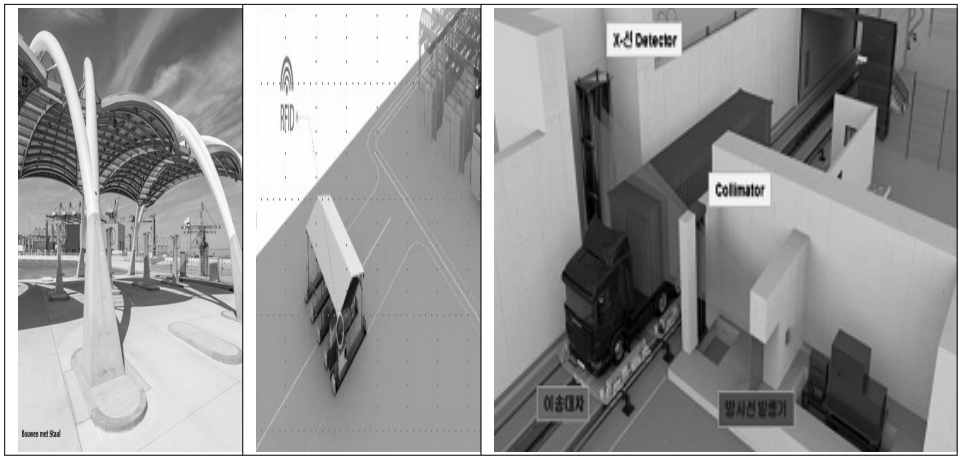
〈그림 3-27〉 ASC 및 FATS

자료: Dredging Today.com, https://www.dredgingtoday.com/2011/11/14/apm-terminals-cfo-speaks-at-port-finance-international-conference-in-london-uk/;PICSSR, http://picssr.com/photos/rotterdamworldgateway/page2?nsid=111268596@N08 (검색 2017.11.1.)

6) 게이트 영역

국내 수준과 마찬가지로 자동화기술이 도입되어 RFID를 기반으로 각종 정보를 입수, 위험물 인지, 컨테이너 중량 체크 등 주요 업무들이 자동으로 이루어지고 있다. 자동화 게이트의 경우 컨테이너를 반입·반출할 때 컨테이너에 RFID 태그를 부착하여 자동 통과하는 시스템이며, 현재 테스트 운영 중인 컨테이너 위험화물 검색 설비는 X선을 이용한 컨테이너 내부 투과영상 획득을 통해 마약, 폭발물 등 위험화물에 대한 정확한 판독이 가능하도록 하는 시스템이다.

〈그림 3-28〉 자동화 게이트 및 위험화물 검색대



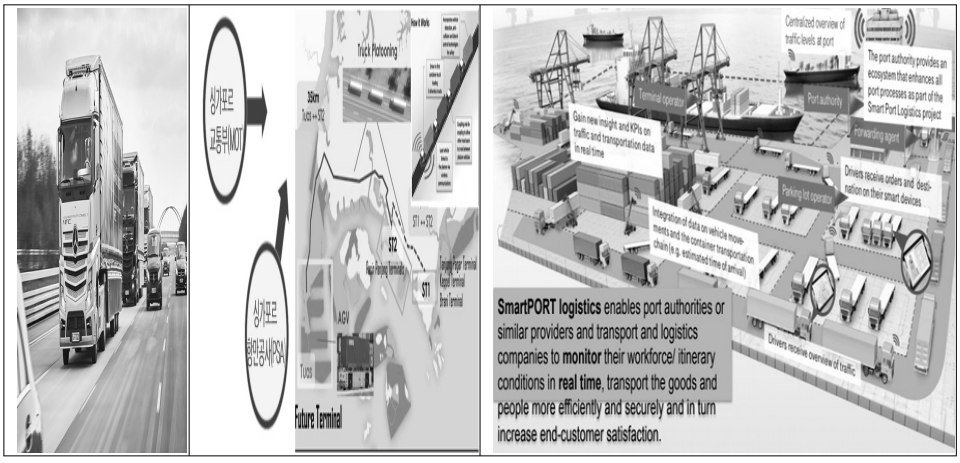
자료: SWINN, http://swinn.nl/projecten/gate-canopy-apm-terminal-maasvlakte-ii (검색 2017.11.1.)

7) 배후지 연계 영역

현재 무인 자율주행트럭의 군집주행을 추진하고 있으며, IoT 기반으로 수집된 트럭의 교통흐름 정보를 고려한 항만운영계획을 수립하여 실행하고 있다. 트럭 군집주행이란 컨테이너를 실은 3대 이상의 트럭이 소대를 이루어 고속도로 위에서 자율주행을 하는 기술로, 싱가포르에서 교통부 및 항만공사가 합작하여 이를 추진 중에 있다. 함부르크항의 SmartPORT의 경우 IoT를 기반으로 선박 도착시간, 외부트럭의 교통흐름, 다리 상황 등을 고려하여 항만 운영 최적화 및

물류 흐름 제어를 수행하고 있다.

〈그림 3-29〉 Singapore 트럭 플래투닝 및 Hamburg SmartPort



자료: Peter Filbey - Consultant T-Systems, "SMART PORT LOGISTICS", 2015; ETRICO, "Industry Views: Trends and Prospects in the Port Sector", 2017. 3.; DIGITAL TRENDS, https://www.digitaltrends.com/cars/mercedes-benz-truck-platoon-news-specs-details/ (검색 2017.11.1.)

제3절 4차 산업혁명시대 스마트항만의 모습

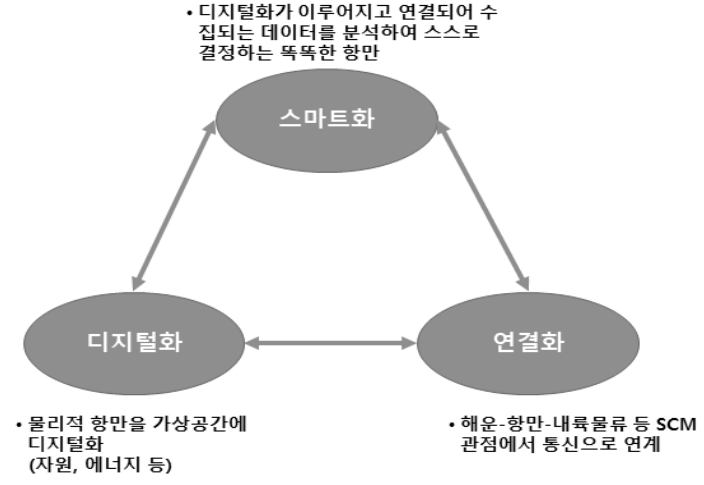
1. 미래 항만의 모습 정의

1) 미래 스마트항만의 정의

시대의 흐름에 따라 항만은 많은 변화를 거쳐왔다. 공간의 범위는 국내에서 글로벌 지역으로 확대되었고, 기능적으로는 화물의 단순 양적하에서 화물의 부가가치 창출까지 포함하게 되었다. 취급하는 정보 또한 단순한 문서 교환 수준에서 실시간 데이터의 수집·분석으로 변하여 그 복잡성이 커졌다. 항만에서의 사람의 역할 또한 명령에 따라 움직이는 수동적 역할에서 데이터 분석 등의 능동적 역할로 전환되었다.

이러한 환경에서 복잡한 물류를 처리할 수 있는 최적의 의사결정을 내리기 위해서는 항만의 스마트화가 필수적이다.

〈그림 3-30〉 스마트항만의 핵심 키워드



자료: 저자 작성

4차 산업혁명시대에 접어들며 IoT, 빅데이터, AI, 로봇 기술 등의 발달로 항만은 똑똑해졌고, 문제 발생 시 자율적으로 판단을 내리는 고객중심의 능동적 항만 즉 스마트항만으로 전환되고 있다. 스마트항만은 사물(항만 자원)이 효율성 향상 등의 목적의식을 가지고 사람과 같이 스스로 행동하고 생각하는 항만이다. 구체적으로는 자동화·무인화 되어 있는 항만 자원이 디지털화를 통하여 항만에 초연결된(hyperconnected) 상태를 말한다. 사람, 장비, 시설을 통합적으로 연결하는 스마트항만은 실시간으로 수집·저장된 방대한 데이터를 분석하여 자율적으로 상황과 목적에 맞는 판단을 내릴 수 있다.

즉 스마트항만이란 해상 및 육상물류의 연결거점과 환적허브를 구축하고, 물류비용 절감을 위해 IoT · 빅데이터, AI를 기반으로 항만 인프라, 설비&장비, 해상&내륙을 연계하며 항만의 각 분야별 운영프로세스들을 디지털 및 스마트화한 항만을 말한다. 연계된 관련 주체(Connected Port, Connected Ship, Connected Truck)들은 전체 SCM 관점에서 지속적인 발전 및 운영 효율성을 확보한다.

스마트항만은 1단계 데이터 기반 디지털 항만에서 2단계 디지털 플랫폼 기반 초연결 항만, 3단계 AI 기반 스마트 네트워크 항만으로 발전한다.

1) 데이터 기반 디지털 항만

복잡하게 연결되어 있던 선사와 화주 간 해상운송 서비스 중개 프로세스를 디지털 기술을 바탕으로 플랫폼화 함으로써 프로세스 처리 시간을 단축하고 비용을 낮추는 데 기여할 수 있으며, 축적된 데이터는 스마트항만 구현을 위한 프로세스 분석 및 JIT(Just-In-Time) 기반 항만 운영에 활용 가능하다.

디지털 기술의 발전은 기존 포워딩 비즈니스를 플랫폼 기반 비즈니스로 빠르게 변화시킬 것으로 예상되고 있으며, 플랫폼을 통한 서비스 운영은 데이터 축적을 가능케 한다. 확보된 데이터는 선사, 항만/터미널, 물류기업, 화주 등의 국제물류 프로세스를 최적화하는 데 기여할 수 있다.

2) 디지털 플랫폼 기반 초연결 항만

커넥티드 항만으로의 변화는 데이터를 실시간으로 파악하여 최적의 의사결정을 지원하게 되고, 이는 곧 스마트항만으로의 발전으로 연결된다. 첫째, Product Innovators는 실시간으로 파악한 데이터를 활용하여 항만 서비스 품질 향상을 도모한다. 둘째, Systems Innovators는 데이터를 활용하여 분산된 서비스들을 하나의 서비스로 통합하고 서비스 품질 향상에 기여한다. 셋째, Data Providers는 데이터를 재가공하는 데 큰 노력을 들이지 않더라도 데이터 자체를 공유하는 과정에서 부가가치 창출이 가능하게 한다. 넷째, Data Brokers는 여러 경로 및 시스템에서 수집된 원 데이터를 재가공하여 새로운 형태의 정보로 제공하는 중개인 역할을 수행한다. 다섯째, Value Chain Integrators는 해상운송 산업 내 다양한 플랫폼들을 하나의 플랫폼으로 묶어 가치사슬을 통합하는 역할을 한다.

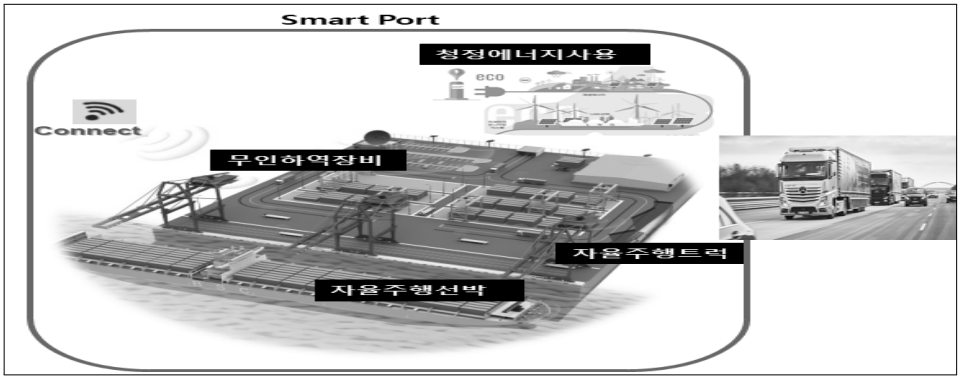
3) AI 기반 스마트 네트워크 항만

미래 항만의 핵심 어젠다로 네트워크화를 설정하고 항만 간의 글로벌 협력 플랫폼 구축을 추진하는 항만이다. 항만의 초연결화·디지털화로 수집된 빅데이터를 분석하고 AI 기반으로 실시간 공급사슬 전체의 물류, 자원, 에너지, 금융 흐름 등을 고려하여 고객의 변화되는 니즈에 능동적이고 자율적으로 대응하고 참여자의 이익을 극대화시킨다.

2. 2030년 항만의 모습[87)]

2030년의 항만은 완전무인자동화를 구축함과 동시에 친환경의 지속가능한 항만을 구축하는 데 목표를 두고 있다. 또한 규격화 및 표준화, 고생산성, 정보 연계를 통해 거대 자동창고형의 Mega Hub Smart Pot 형태로 발전할 것이다. 안벽 영역에서부터 배후지 연계 영역까지 자율주행선박, AGV, ASC, 자율주행 트럭 등 항만의 모든 자원 요소가 자동으로 연계되고 통제되는 형태의 모습으로 변화할 것이다.

〈그림 3-31〉 2030년 항만



자료: Smart Port는 저자작성; 군집주행트럭 사진 자료, DIGITAL TRENDS, https://www.digitaltrends.com/cars/mercedes-benz-truck-platoon-news-specs-details/ (검색 2017.11.1.)

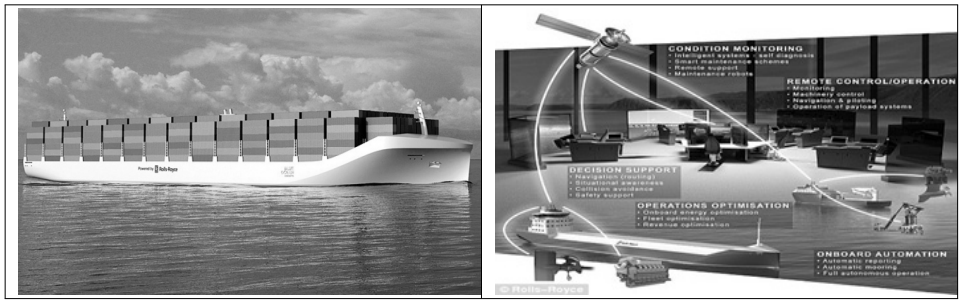
1) 해운연계 영역

2030년 해운 영역에서는 중소규모의 자율운행선박이 보편화되고, 항만이 스마트하게 유무인 선박을 관제할 것으로 예상된다. 자율주행선박의 경우 출발지 정보, 해상환경에 따른 도착 예정시간을 계산하여 연결된 항만에 실시간으로 전송하는 수준까지 이를 것으로 예상된다. 스마트항만 관제센터는 자율주행선박의 상태를 파악하여 급유, 유비보수 등을 사전에 준비하며, 선박 도착시간에 대비하여 항만 장비의

87) 저자가 사전 조사한 내용을 기반으로 대전에서 개최된(2017.11.22.) '4차 산업혁명 항만고도화 전문가자문회의'를 기반으로 내용을 정제

작업지시까지 할 수 있는 수준에 이를 것으로 예상된다.

〈그림 3-32〉 자율운행 선박 및 스마트항만 관제 센터

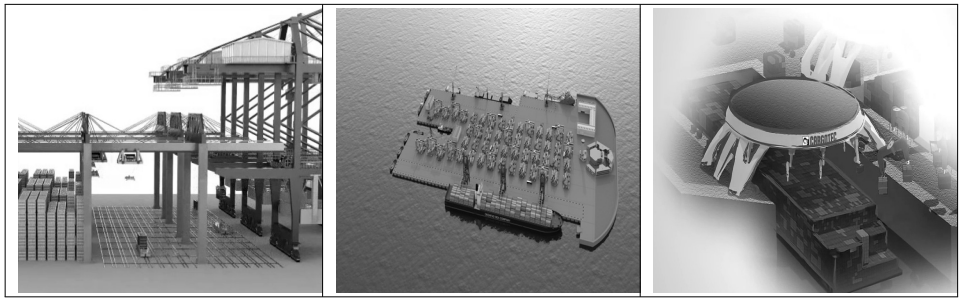


자료: Seatrade Maritime News, http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/inmarsat-spawns-new gx-hybrid-service-for-rolls-royce-autonomous-ships.html(검색: 2017.11.1.), POPULAR SCIENCE, https://www.popsci.com/satellite-company-joins-robot-ship-project (검색: 2017.11.1.)

2) 안벽 영역

2030년 안벽 영역에서는 일시에 대량 하역을 위한 시스템이 도입될 것이고, 컨테이너 선박들이 항해 중 바다 한가운데에서 선박의 형상으로 건조된 플로이팅 터미널에서 상·하역 및 환적 작업을 하는 새로운 형태의 터미널이 등장할 것이다. 또한 원형 형태의 새로운 안벽 크레인이 등장하여 생산성 향상을 도모할 것이다.

〈그림 3-33〉 OSS, Floating Shipping Terminal 및 새로운 형태의 QC

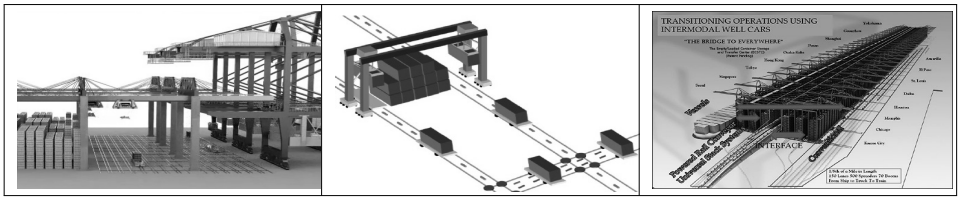


자료: 한국해양수산개발원, "OSS(Overhead Shuttle System)" R&D 개발 개념도, Marine Investment for the Blue Economy, https://maribe.eu/blue-economy-growth-science-research-floating -shipping-terminal-aquaculture-2(검색: 2017.11.1.)/; Cargotec의 Port2060 동영상, YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=QFOCAPuCie0(검색: 2017.11.1.)

3) 이송 영역

2030년 이송 영역은 완전무인화와 친환경 이송, 대량·고속 이송이 핵심사항이 될 것으로 예상된다. OSS처럼 수평이송을 위한 플랫카, 수직이송을 위한 오버헤드 셔틀을 이용하여 컨테이너를 안벽에서 야드까지 대량으로 신속하게 이동 할 수 있는 시스템이 구축될 것이다. 또한 리니어모터를 사용하여 컨테이너를 수직/수평으로 이동 및 정확한 포지셔닝이 가능한 시스템이 구축될 것이다. 이외에도 컨테이너를 선박에서 열차로 직접 하역하여 대량으로 배후지까지 운송하는 형태의 Super Dock 시스템도 등장할 것이다.

〈그림 3-34〉 OSS, LMCS 및 Super Dock

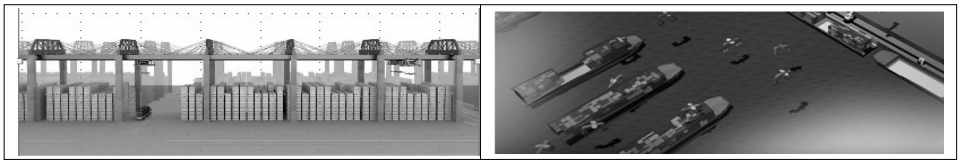


자료: 한국해양수산개발원, "OSS(Overhead Shuttle System)" R&D 개발 개념도; Kap Hwan Kim, Mai Ha Thi Phan, Youn Ju Woo, "New Conceptual Handling Systems in Container Terminals", *Industrial Engineering & Management Systems*, Vol. 11, No. 4, December 2012, pp. 299-309.; GRID, http://www.thetransitcoalition.us/grid/(검색: 2017.11.20.)

4) 야드 영역

2030년 항만야드는 자동창고형 항만 형태로 컨테이너를 대량적재하기 위해 지하부터 지상까지 보관하는 시스템이 등장할 수 있다. 또한 신속하고 빠르게 컨테이너를 적재 및 하역하기 위해 신개념 야드 하역장비인 드론이 등장할 수 있다.

〈그림 3-35〉 OSS 및 Container Stacking Drone

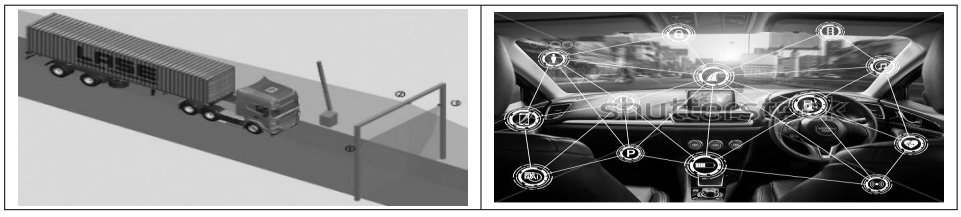


자료: 한국해양수산개발원, "OSS(Overhead Shuttle System)" R&D 개발 개념도; Cargotec의 Port2060 동영상, YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=QFOCAPuCie0(검색: 2017.11.1.)

5) 게이트 영역

2030년의 게이트는 단순한 출입구의 역할에서 벗어나 원격지에서 출도착 정보를 사전에 파악하여 항만운영에 반영할 수 있도록 해준다. 그리고 컨테이너 내부 자동인식 장치가 있어 위험화물 등을 사전에 감지하는 등의 보안 기능이 강화되고, 국제기준에 부합하는 중량 체크도 실시한다. 게이트 통과시 HUD(Head Up Display) 시스템으로 이동경로를 알려준다.

〈그림 3-37〉 컨테이너 위험물 검사 게이트 및 외부트럭 HUD 시스템



자료: PORTTECHNOLOGY, https://www.porttechnology.org/directory/lase_industrielle_lasertechnik_gmbh/products/22192/LaseCDI-GATE---Container-Damage-Inspection-----Gate(검색: 2017.11.1.); shutterstock, https://www.shutterstock.com/image-photo/vehicle-cockpit-screen-car-electronicssmart-hud-658344718(검색: 2017.11.1.)

6) 배후지 연계 영역

2030년에는 캡슐형태의 운송장비로 항만에 적재된 컨테이너 혹은 CFS의 박스를 캡슐형태의 운송장비로 항만배후단지 및 항만도시에 직접 연계하는 시스템이 등장할 것으로 예상된다.

〈그림 3-40〉 Cargo Cap, 자기부상열차 및 Capsule Concept Hyperloof Vehicles

자료: sedislogistic, https://sedislogistic.wordpress.com/2011/05/01/cargo-cap-innovative-way-of-transportation/ (검색: 2017.11.20.), THE VERGE, https://www.theverge.com/2016/1/15/10776416/hyperloop-tech-space-elon-musk-design-competition (검색: 2017.11.20.), Blikopnieuws, http://www.blikopnieuws.nl/wetenschap/250420/ns-investeert-3-ton-in-startup-succesvol-hyperloop-team.html(검색: 2017.11.20.)

3. 2060년 항만의 모습

2060년의 항만은 로봇형, 모바일 항만의 형태를 지니면서 SCM관점의 네트워크 연계가 이루어진 형태가 될 것이다. 특히 예측하기 어려운 시장상황과 다양한 고객 수요에 부합하기 위해 모듈화 된 항만과 도시물류(하이퍼루퍼 시스템)가 연계된 고객 맞춤형의 Smart Chain Port가 나타날 것이다. 모듈항만은 수요에 따라 자유자재로 형태 및 크기를 조절하고 하이퍼루퍼 시스템을 통해 모듈단위로 화물을 배송하여 다품종 소량 시장에서 보다 효율적인 대응이 가능하게 할 것으로 예상된다.

〈그림 3-41〉 Kalmar Port 2060 Future Container Terminal

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

Kalmar(2060)의 미래 전망[88]에 따르면, 터미널은 온디맨드 사회의 글로벌 상호 교환 지점 역할을 하는 완벽한 물류 생태계가 될 것이다. 모든 항만은 자동화되고 탄소 배출이 없는 재생 가능 에너지로 운영될 것이다. 지속적인 예측

88) YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.) 동영상을 기반으로 저자 정리

유지보수로 모든 것이 항상 원활하게 실행될 것이다. 빅데이터는 우리 사회의 편익을 위해 사용될 것이다. 사람의 경험과 지식을 인공지능과 결합하면 매우 복잡한 문제를 해결하는 데 도움이 될 것이다. 사람들은 전례 없이 많은 사람들과 연결되어 있으며, 새로운 디지털 기술은 다양한 형태의 공동 작업, 공동 창작, 혁신을 가능하게 하여 전 세계 수백만 명의 삶에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

〈그림 3-42〉 Kalmar Port 2060 Future Port and City

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

1) 주문 단계

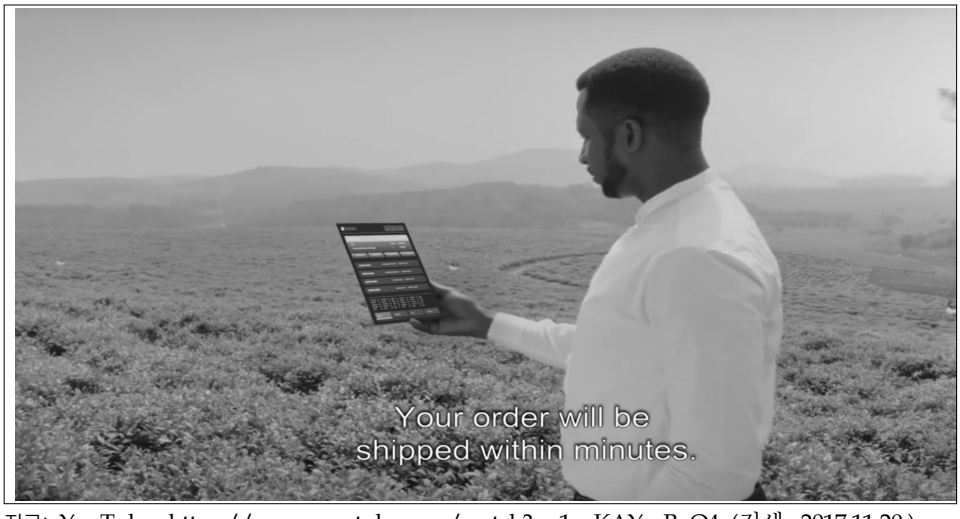
사람들은 고객의 수요가 물류 및 화물 취급 산업을 주도하는 글로벌 생태계의 일부인 스마트 시티에서 살게 된다. 2060년에는 서비스가 보다 개인화되고 효율적으로 이루어질 것이다. 예를 들면 좋아하는 커피와 같은 특수 품목을 소비자가 집에서 스마트기기를 이용하여 현지 생산자에게 직접 주문할 수 있을 것이

다. 또한 이러한 주문은 현지의 생산자에게 즉시 도달하여 실시간으로 소비자의 물품을 준비할 수 있도록 한다.

〈그림 3-43〉 Kalmar Port 2060 미래의 주문형태

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-44〉 Kalmar Port 2060 미래 생산지의 주문 접수 형태



자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

2) 수출지 제품 포장 및 내륙운송 단계

물품이 준비되면 생산자는 내용물을 스마트 컨테이너에 포장하여 하이퍼루프 시스템을 이용해 미래형 컨테이너터미널로 빠르게 물품을 운송할 것이다.

〈그림 3-45〉 Kalmar Port 2060 Future Port Hyperloop

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-46〉 Kalmar Port 2060 Future Port 이송영역

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

3) 수출지 항만하역 및 무인자율주행 선박 운송 단계

스마트 컨테이너에 포장된 상품은 하이퍼루프를 통해 스마트항만 도시 터미널로 도착할 것이다. 이러한 형태로 여러 곳에서 모인 스마트 컨테이너를 목적지별로 분류하여 새로운 형태의 튜브형 이송장비에 실어 터미널 근처에서 항해 중인 선박에 하역할 것이다.

〈그림 3-47〉 Kalmar Port 2060 Smart Container의 목적지별 분류작업

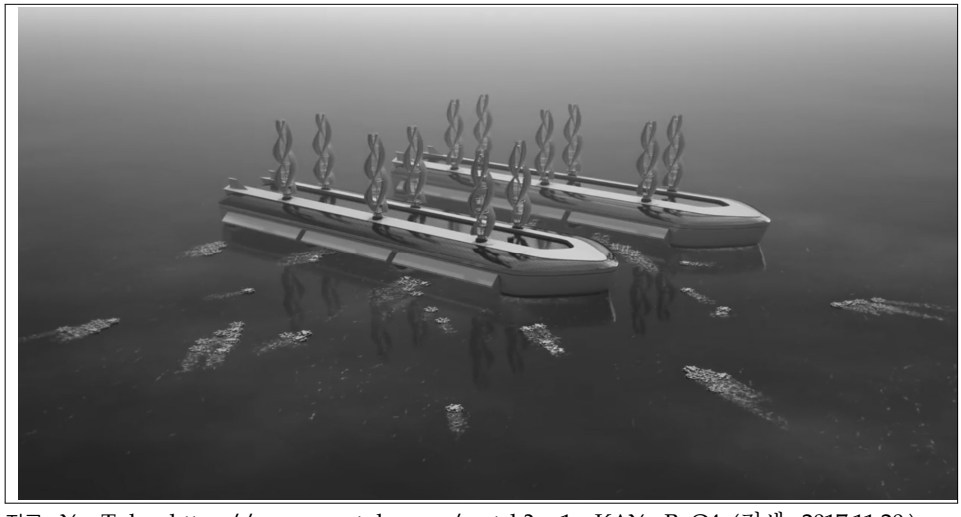
자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

미래형 항만의 작업과정은 항만의 모든 곳에 작업자가 전혀 존재하지 않는 완전 무인 자동화로 운영될 것이다. 터미널은 완전한 물류 생태계가 되어 고객 맞춤형 사회를 위한 세계적 교류 거점의 역할을 할 것이다. 관련된 모든 것이 연결되어 있고 소비자는 자신이 주문한 상품이 언제 도착할지 저오학히 예측할 수 있을 것이다.

〈그림 3-48〉 Kalmar Port 2060 Future Port Loading System

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-49〉 Kalmar Port 2060 Future Smart Floating Vessel



자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

4) 수입지/환적지 항만하역

생산지 컨테이너터미널에서는 스마트 컨테이너가 수입지/환적지에 도착하는 즉시 드론 및 무인 하역장비를 이용하여 선박 대 선박(Ship to Ship) 하역 작업을 진행할 것이다. 하역한 스마트 컨테이너를 목적지별로 분류하여 최종 소비자까지 하이퍼루프를 통해 배송할 것이다.

〈그림 3-50〉 Kalmar Port 2060 Future Port Unloading

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-51〉 Kalmar Port 2060 Future Container Distribution

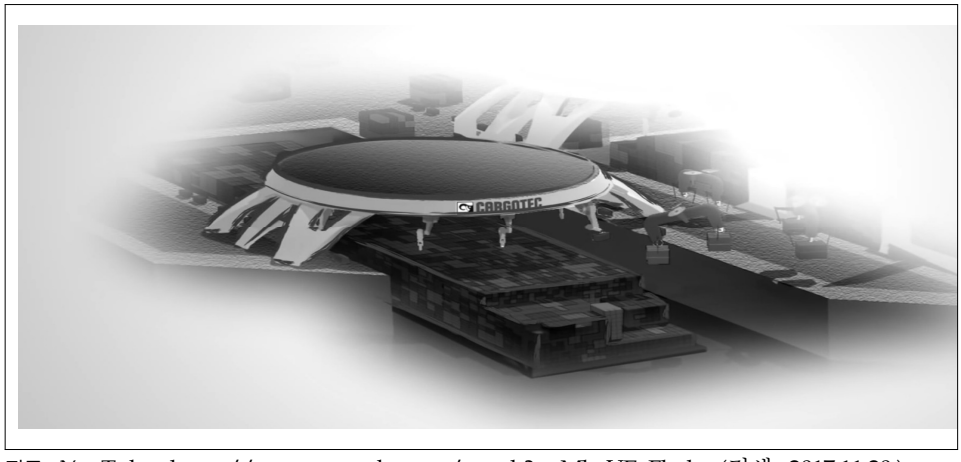
자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-52〉 Kalmar Port 2060 Future Port Hyperloop

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

Cargotec(Port2060)의 미래 전망[89]에 따르면, 현재의 2만 2천TEU 선박보다 더 거대한 메가 선박이 출현할 것이고, 컨테이너는 더욱더 모듈화 된 형태를 띌 것이다. 이송영역에서는 AGV뿐만 아니라 무인항공(UAV)기술의 발전으로 드론과 같은 형태의 컨테이너 이송장비가 등장할 것이다.

〈그림 3-53〉 Cargotec's Port 2060 Container Terminal

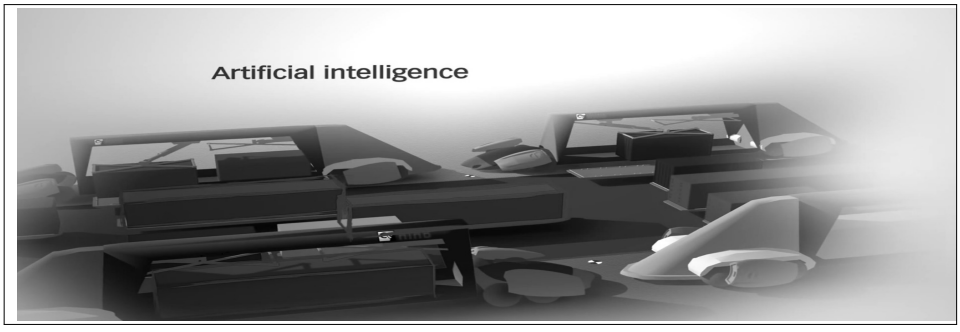


자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=MhzVE_Fhghw(검색: 2017.11.20.)

89) YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=MhzVE_Fhghw(검색: 2017.11.20.) 동영상 기반으로 저자 작성

또한 안벽 영역에서부터 배후지 연계 영역까지 철도레일 이외에 컨베이어 벨트형태의 레일이 설치될 것이며, 무인자동화트럭과 결합하여 컨테이너를 운송할 것이다. 모든 항만은 자동화되고 모듈화 되어 모든 것이 항상 효율적으로 실행될 것이다.

〈그림 3-54〉 Cargotec's Port 2060 AI 이송영역

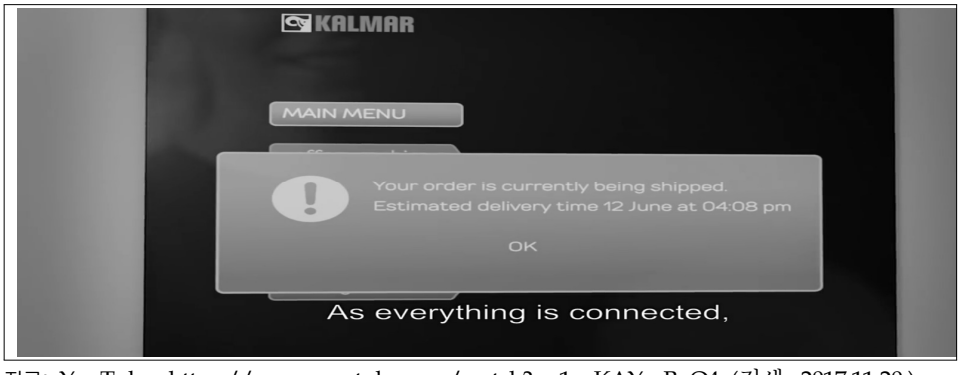


자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=MhzVE_Fhghw(검색: 2017.11.20.)

5) 소비자 주문물품 수령

물류에 미래기술이 접목됨으로써 소비자는 오전에 주문한 커피를 오후에 받아서 마실 수 있을 것이다. 즉 미래에는 One-Day Delivery 형태의 물류시스템이 정형화될 것이다. 2060년에 세계는 그 어느 때보다도 더 많이 연결될 것이다. 우리는 우리를 더욱 가깝게 해 줄 똑똑하고 세계적인 생태계에서 살 것이다.

〈그림 3-55〉 Kalmar Port 2060 Future Last-mile Delivery System



자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

6) 컨테이너터미널 관제탑의 역할 변경

미래의 스마트 터미널 관제탑은 스마트 시티와 가장 인접하게 위치해있을 것이다. 터미널 직원들은 관제탑에서 AI 기반의 머신 러닝을 통해 스마트항만에서 발생하는 작업과정 및 문제 사항, 장비의 고장 등을 실시간으로 파악하여 업무를 진행할 것이다.

〈그림 3-56〉 Kalmar Port 2060 Future Terminal Operations Centre

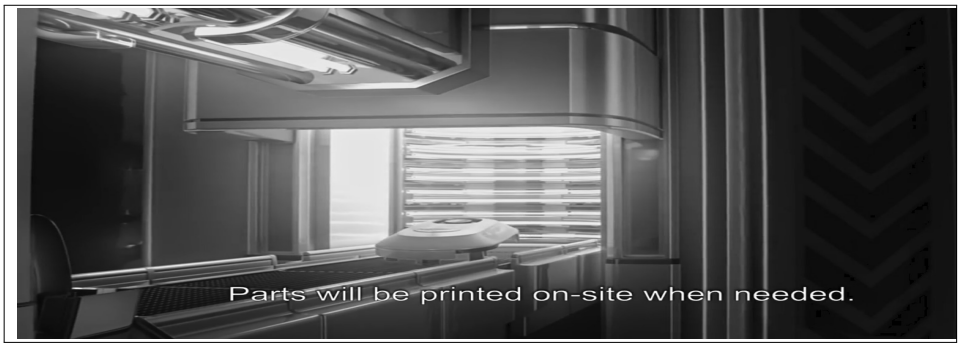
자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

또한 인공 지능은 더 복잡한 문제들을 해결하기 위해 인간의 경험·지식과 결합된다. 터미널의 모든 예측 유지 보수를 지속적으로 수행하여 하역, 이송 등 장비에 노후화 또는 고장으로 인해 문제가 생길 시 터미널에 위치한 3D프린팅 시스템을 이용해 부품을 생산할 수 있을 것이다. 생산된 부품을 드론을 이용해 실시간으로 교체하여 시간적인 지연이 발생하지 않는다. 이러한 시스템은 효율적이고 원활한 항만운영에 있어 매우 중요한 역할을 수행할 것이다.

〈그림 3-57〉 Kalmar Port 2060 TOS Antificial Intelligence

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-58〉 Kalmar Port 2060 TOS 3D Printing



자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

〈그림 3-59〉 Kalmar Port 2060 TOS Maintenance System

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017.11.20.)

제4장 스마트항만 대비 우리나라 항만 수준 분석

제1절 분석 개요

1. 조사방법 설계

4차 산업혁명시대 한국형 스마트항만을 구축하기 위해서는 우리나라 항만의 현재 수준 파악이 선행되어야 한다. 그리고 현재 수준의 기술개발 속도 등을 감안할 때 스마트항만이 본격적으로 운영되는 2030년경 예상되는 우리나라 항만의 수준을 비교하는 것도 필요할 것으로 판단된다. 현재 우리나라 항만의 강약점을 파악하고, 2030년경에 예상되는 변화를 살펴 향후 한국형 스마트항만 구축 방향의 기초자료로 활용할 예정이다.

〈표 4-1〉 항만 수준 분석 조사 부문

구분	조사 부문	비고
비교 영역	◦ 해운연계 영역 ◦ 안벽 영역 ◦ 이송 영역 ◦ 야드 영역 ◦ 게이트 영역 ◦ 배후지 연계 영역	◦ 문헌조사 및 전문가 자문 결과로 분류
비교 시점	◦ 현재 우리나라 항만 수준 vs 현재 최고수준 항만 ◦ 2030년 우리나라 예상 항만 수준 vs 2030년 예상 최고의 항만 수준	◦ 5점 척도
미흡 이유 및 대응방안	◦ 우리나라 항만이 4차 산업혁명시대 준비가 미흡한 이유 ◦ 우리나라가 스마트항만이 되기 위해 필요한 대응방안	◦서술형

설문지 배포 및 회수는 1주 동안(2017.11.27~12.4.) 시행했다. 회수된 설문지를 비교영역별, 비교시점별로 나누어 집계하여 분석을 실시했다. 우리나라 항

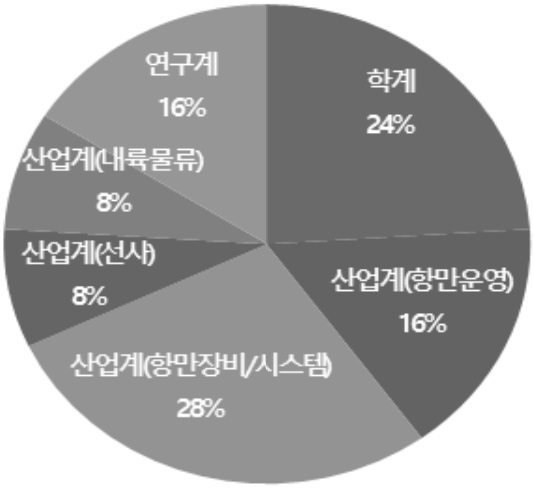
만의 수준을 비교평가하기 위해 세계 최고수준의 항만을 최고점수 5점으로 설정하고 비교하였다.

2. 설문조사지 설계 및 조사대상자

설문조사지 설계는 2주 동안(2017.11.13.~11.26.) 실시했으며 사전 자료 조사를 통한 설문조사지 1차 설계, 전문가와의 브레인스토밍과 서면자문, 설문조사지 2차 설계 과정을 거쳤다. 현재 최고수준의 항만은 인터넷 및 문헌자료를 기반으로 1차 조사한 후 전문가 검증을 받았다. 2030년의 항만수준에 대한 정의는 문헌자료 및 영상자료를 기반으로 1차 조사한 후 전문가 자문 및 서면자문을 통해 정의했다.

본 연구의 설문조사는 항만물류를 알고 있는 항만운영사, 선사, 장비 및 IT시스템, 내륙물류의 산업계(60%)와 학계 및 연구계(40%) 전문가 25명을 대상으로 실시했다. 40명의 설문대상자에게 설문지를 배포한 결과 30명이 회신했으며, 회신자 중 25명이 항만물류 전문가로 분류되어 이들을 대상으로 심층 설문조사를 실시했다.

〈그림 4-1〉 항만 수준 비교 조사대상자 특징

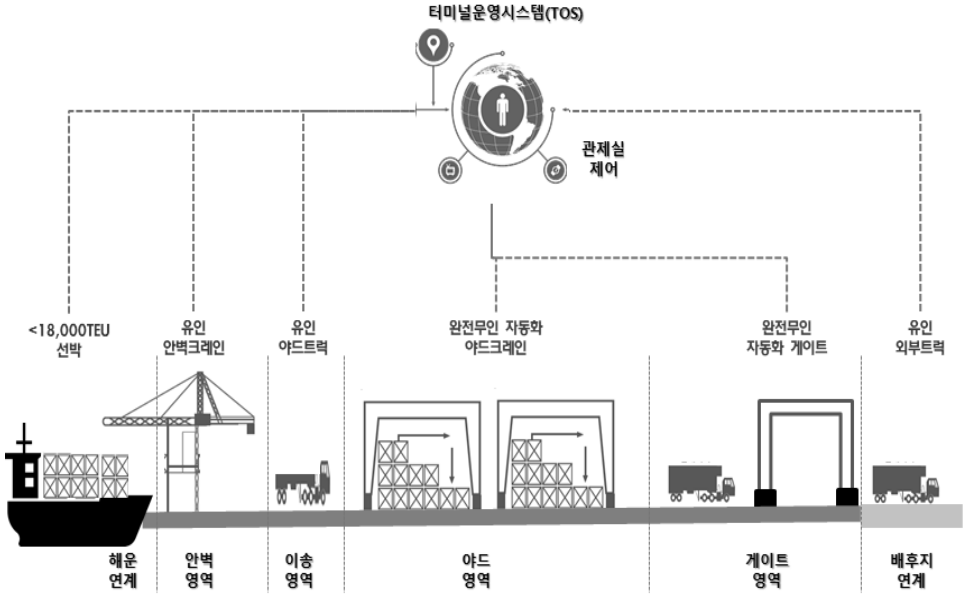


제2절 세계 최고수준 대비 우리나라 항만의 수준 분석

1. 우리나라와 세계 최고수준 항만 개념도

우리나라 컨테이너터미널의 야드 부분과 게이트 부분은 완전무인자동화되어 있으나, 안벽크레인은 사람이 탑승하여 조작하고 있고, 이송 영역은 유인 야드트럭이 운행 중에 있다. 안벽 부분의 크레인은 22,000TEU급 이상 선박을 처리하기에는 대부분 부적합 수준이다. 현재 해운~항만~내륙물류의 정보 연계가 이뤄져 있지 않은 상황이고, 터미널운영시스템(TOS)에 입력되는 선사의 적재계획과 외부트럭의 반출입 계획정보를 기반으로 계획을 수립하는데, 하루 전 변경이 다수 일어나고 있다. 이로 인하여 선박과 트럭의 대기시간이 발생하고 있는 실정이다.

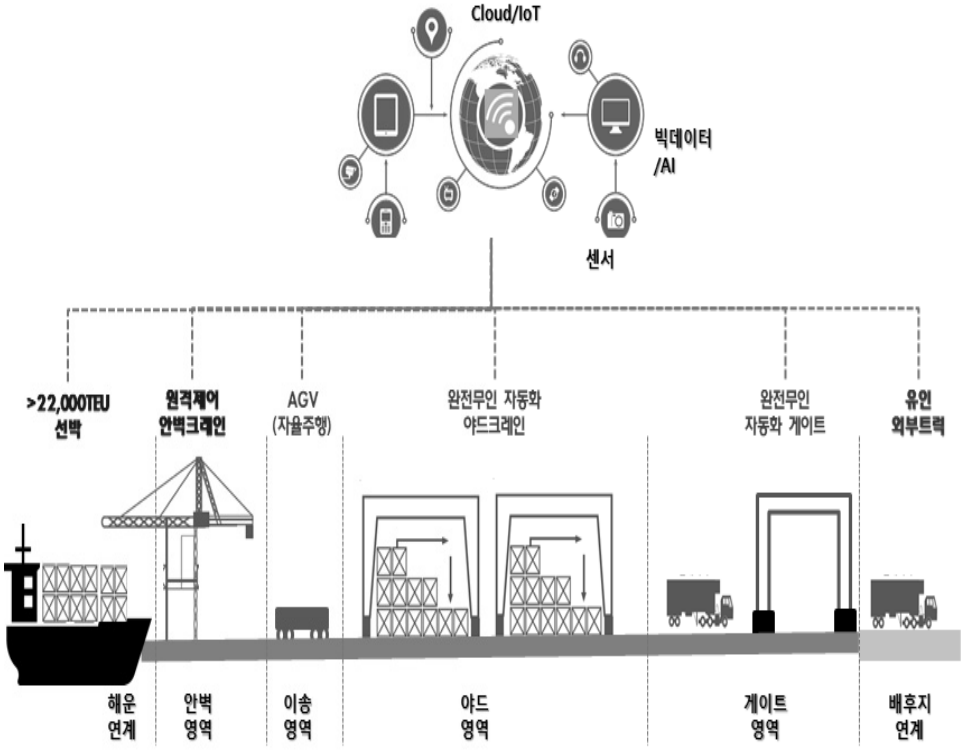
〈그림 4-2〉 우리나라 컨테이너터미널 수준



자료: 저자작성

세계 최고수준의 항만은 네덜란드 RWG 터미널과 APMT Maasvlakte II 터미널, 해운~항만~내륙을 연계한 싱가포르항 SAFER 시스템과 외부트럭의 군집주행 시범운영 사례, 함부르크항의 Smart Port를 접목한 항만으로 정의했다. 현재 기준 세계 최고수준의 항만은 해운~항만~내륙물류가 IoT로 연계되어 실시간 정보 공유가 가능하고, 수집된 데이터 기반 빅데이터 분석을 통해 선박, 트럭뿐만 아니라 항만장비의 대기시간을 최소화한 터미널이다. 안벽, 이송, 야드, 게이트 영역은 완전무인의 자동화 항만으로 모든 자원이 연계되어 자율적으로 작업을 이행한다. 세계 최고수준의 항만의 경우에도 무인자율주행 트럭의 군집주행 등의 시범사업은 진행하고 있으나 항만 게이트를 통과하는 것은 유인 외부트럭이다.

〈그림 4-3〉 세계 최고수준의 컨테이너터미널 개념도



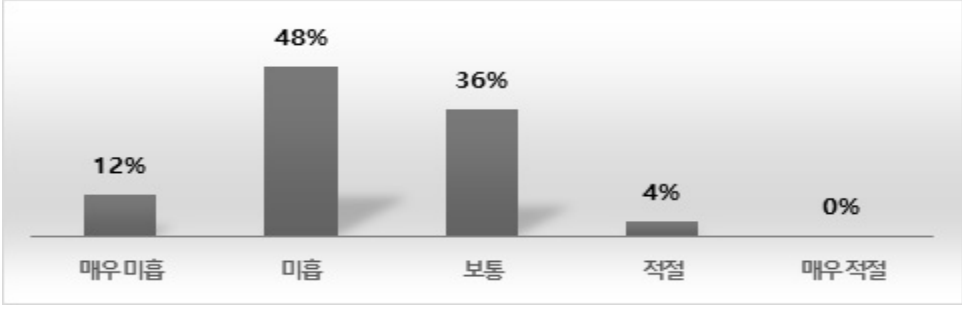
자료: 저자작성

2. 현재 영역별 항만수준 비교

1) 해운연계 부분

설문대상자의 60%가 우리나라 항만의 해운연계 수준이 미흡한 편이라고 판단하고 있다. 세계 최고수준의 항만에 비교해볼 때, 싱가포르항이 데이터 기반 AI 분석을 통한 해운항만운영시스템인 SAFER를 시험운영 하는 등 항계 내 선박혼잡도 해소, 선박 도착시간 예측 등의 노력을 하고 있는 데 반해 우리나라는 선박과 항만의 연계가 미흡하다. 특히 자율운항선박이 연구되고 있는 시점에 우리나라는 아직 자율운항선박과 항만관제 문제를 어떤 방식으로 진행할 것인지에 대한 구체적인 안을 제시하지 못하고 있는 실정이다.

〈그림 4-4〉 해운연계 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준

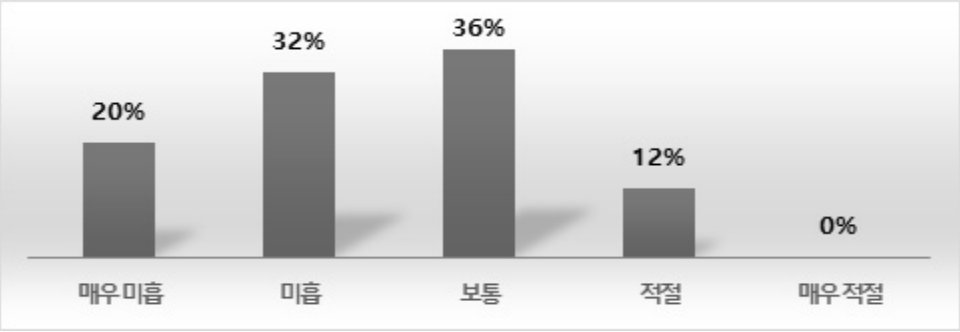


2) 안벽 부분

설문대상자의 52%가 우리나라의 안벽 부분 수준이 세계 최고수준보다 미흡한 편으로 답변했다. 현재 우리나라의 안벽은 싱글트롤리 안벽크레인을 운전기사가 직접 조작하는 수준이다. 반면에 해외 최고수준인 APMT Maasvlakte Ⅱ 터미널의 경우에는 듀얼트롤리 크레인을 항만관제탑에서 원격으로 제어하는 반자동 방식이다. 그리고 22,000TEU급 이상을 처리할 수 있도록 25열의 슈퍼안벽크레인도 설치했다. 수동과 반자동은 기술적으로는 크게 차이가 있다고 판단

하기 어렵다.

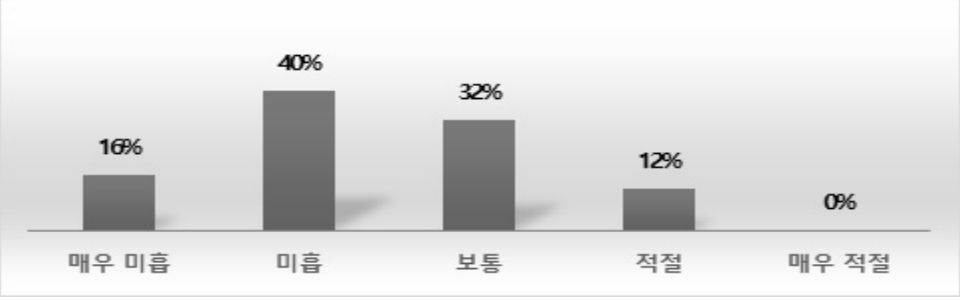
〈그림 4-5〉 안벽 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



3) 이송 부분

설문대상자의 56%가 우리나라의 이송 부분 수준이 세계 최고수준보다 미흡하다고 응답했다. 현재 세계 주요 항만인 네덜란드항 RWG 터미널, APMT Maasvlakte Ⅱ, 청도항 QQCTN 터미널 등은 자동화된 이송장비인 AGV 혹은 스트래들캐리어(straddle carrier)를 도입하고 있다. 이에 반해 우리나라는 자동화 기술력은 가지고 있으나 AGV 등의 운영경험이 없고 현재 대부분의 항만이 유인 야드트럭 혹은 스트래들캐리어로 이송하고 있다.

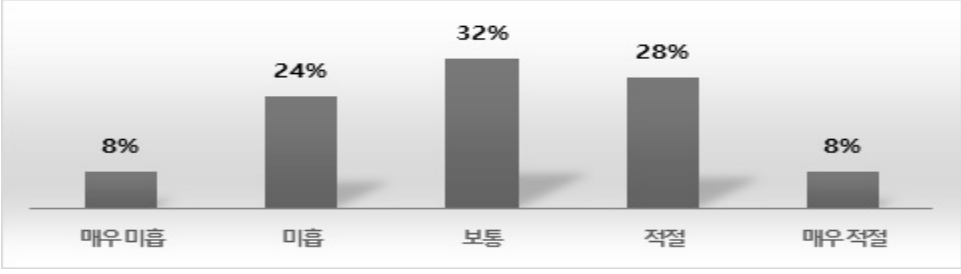
〈그림 4-6〉 이송 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



4) 야드 부분

설문대상자의 32%가 우리나라의 야드 부분 수준이 세계 최고수준보다 미흡하다고 응답했다. 우리나라의 경우 수평터미널인 신선대터미널에서는 자동화크레인인 ATC를 제작하여 운영하고 있다. 수직배치형인 BNCT 터미널은 해외 최고수준의 터미널과 유사한 형태로 자동화되어 있고, 수평배치형인 터미널은 관제실에서 조이스틱으로 야드크레인을 조작하고 있다. 이에 현재 야드 부분은 해외 최고수준 터미널에 비해 크게 뒤지지 않는 것으로 보인다.

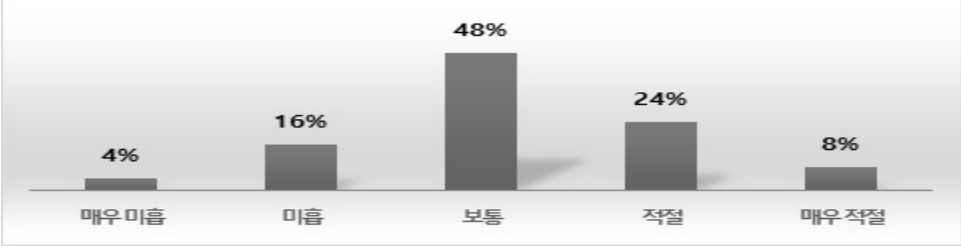
〈그림 4-7〉 야드 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



5) 게이트 부분

우리나라 게이트 부분이 미흡하다고 판단한 전문가는 20% 정도에 불과하다. 현재 세계 최고수준인 로테르담항 APMT Maasvlakte Ⅱ 터미널의 게이트 방식은 자동으로 트럭을 인식하여 반출입하는 시스템인데, 이는 우리나라 수직형터미널인 BNCT 방식과 동일하다. 이에 현재 게이트 부분은 위험물 인지, 중량 체크 등의 확장기능의 차이가 있을 뿐 게이트 고유 기능에는 차이가 없는 편이다.

〈그림 4-8〉 게이트 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



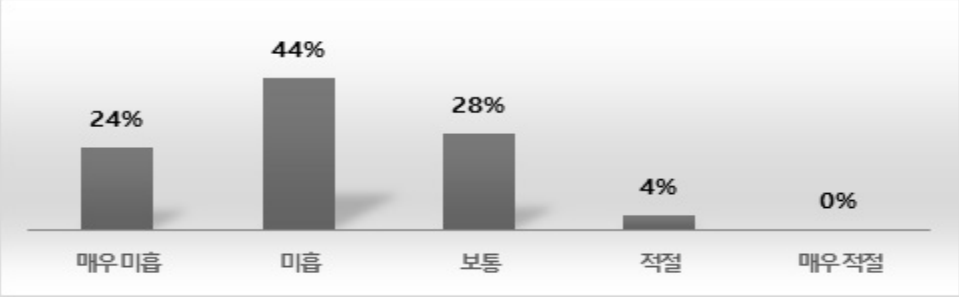
6) 배후지 연계 부분

설문조사 결과 우리나라의 배후지 연계 부분은 해외 최고수준의 항만에 비해 미흡한 편이라고 응답한 비율이 전체의 68%로 매우 높은 편이다.

과거 독일 함부르크항은 일일 물동량 처리를 위해 매일 약 4만 대의 트럭이 유입되어 혼잡한 상황이었다. 게다가 10년 내에 물동량이 2배 정도 증가할 것으로 예상되고 있었는데 주변 도시로 항만을 확장하기가 어려운 상태였다. 이에 함부르크 항만관리청은 해운~항만~내륙물류의 정보 연계를 위해서 270km 상당의 광섬유를 설치하고, 항만의 주요 사물인 도로, 부두, 다리, 창고, 크레인, 기차, 트럭, 바지선 등에 센서를 붙여 사물인터넷을 실현시켰다. 이로 인하여 트럭 정체 및 대기시간이 줄어들고, 항만에서 배출되는 미세먼지 및 연료낭비가 대폭 감소했다.[90] 또한 소프트웨어 기반 컨설팅 사업을 하는 SAP사는 독일 함부르크항의 트럭 대기시간을 대폭 감소시키기 위해 항만에 정박한 컨테이너선의 작업 상황을 실시간으로 전달하는 물류 자동화 프로그램을 개발·제공했다. 이 정보에 근거해 화물트럭은 선박의 정확한 선적시간에 맞추어 이동하게 되어 대기시간이 줄었고 항만은 협소한 주정차 공간의 문제를 해결했다.[91]

이에 반해 우리나라는 항만 인근에 있는 철송장과의 정보 연계가 미흡하여 항만~철송장 간의 물량 운송 과정 중 트럭은 항만 내에서 적게는 30분, 많게는 2시간 정도의 대기시간이 발생하고 있는 실정이다.

〈그림 4-9〉 배후지 연계 부분: 현재 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



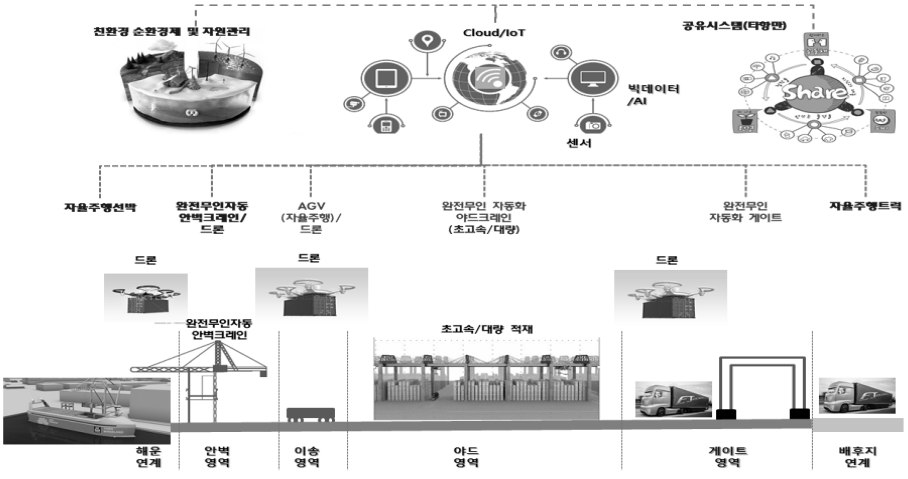
90) 한선희 외, 『4차 산업 혁명 어떻게 시작할 것인가』, 페이퍼로드, 2016, p.118.
91) 김인석·남유선, 『4차 산업 혁명 새로운 미래의 물결』, 호이테북스, 2016, p.151.

제3절 2030년 스마트항만 대비 우리나라 항만의 수준 분석

1. 2030년 컨테이너터미널 개념도

2030년의 컨테이너터미널은 무인자동화, 친환경, 표준화, 고생산성, 전 SCM 영역 정보 연계를 이룬 거대 자동창고형 메가허브스마트항만(Mega Hub Smart Port)이 될 것으로 예상된다. 선사 및 선박의 초대형화가 지속적으로 진행되어 항만에 대량 적재를 위한 자동창고형 야드 공간이 나타날 것으로 예상된다. 또한 자율주행선박과 자율주행트럭 기술이 안정적으로 발전하여 항만과 자동으로 연계되고, 컨테이너를 이송하는 새로운 수단인 드론이 활성화 될 것이다. 현실 항만과 디지털 항만이 트윈으로 존재하여 디지털 항만에서 데이터, AI 기반의 최적 의사결정을 내릴 수 있기 되고, 이로 인해 항만생산성이 극대화될 것이다. 친환경 순환경제 관점에서 에너지 및 자원관리를 수행하고, 자원 낭비를 최소화하기 위한 타 항만과의 공유시스템이 활성화될 것으로 보인다.

〈그림 4-10〉 2030년 컨테이너터미널 개념도



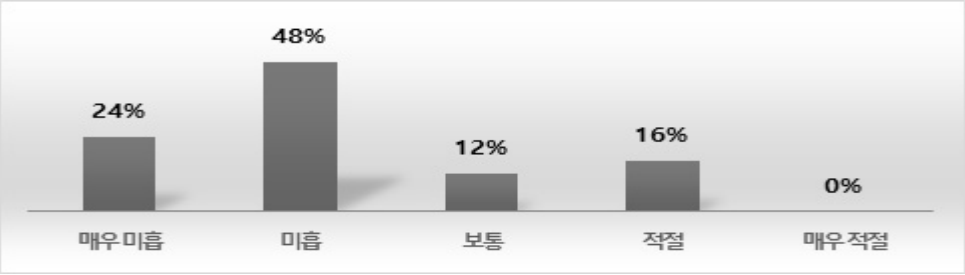
자료: 저자작성

2. 2030년 영역별 항만수준 비교

1) 해운연계 부분

설문응답자의 72%가 2030년 우리나라 항만의 해운연계 수준은 미흡할 것이라고 예상했다. 우리나라 항만의 해운연계 수준과 세계 선진항만 사이의 격차가 향후 더 커질 것이라고 판단한 것이다. 이는 우리나라에서 자율운항선박 개발을 서두르지 않고 해외 선진기술을 따라가고만 있기 때문이다. 또한 선박개발을 주도하는 산업통상자원부와 국제 표준 관련 업무를 수행하는 해양수산부 및 IMO 간의 협업이 미흡하여 자율운항선박을 어떤 방식으로 개발하고 어떤 표준으로 항만과 연계할 것인지에 대한 연구가 진행되지 않고 있다. 하지만 한편으로 다행스러운 점은 최근 조선-해양 상생을 통한 자율운항선박 조기 도입 기반을 마련하여 '2022년 한국형 자율운항 선박 운항'을 목표로 하고 있고, 항만접안 등을 위해 관련 항만 플랫폼 고도화 사업도 추진계획 중이라는 것이다.

〈그림 4-11〉 해운연계 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준

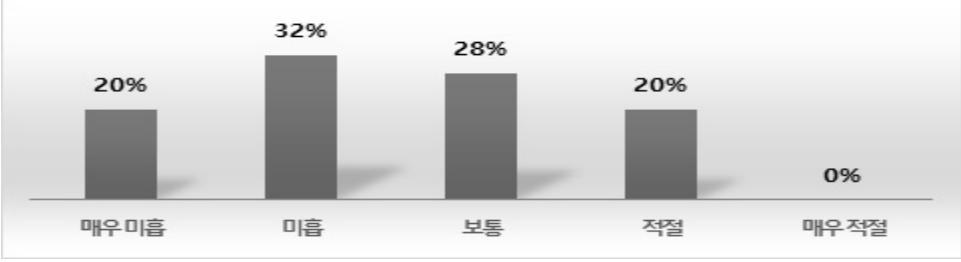


2) 안벽 부분

현재 수준과 동일하게 2030년에도 설문대상자의 52%가 우리나라의 안벽 부분 수준이 미흡할 것으로 답변했다. 전문가들은 2030년에 우리나라 안벽 영역의 개선이 크지 않을 것으로 판단하고 있다. 안벽 부분이 개선 없이 현재 수준에 머문다면 선박이 대형화됨으로써 대량의 작업물량이 한꺼번에 집중될 경우

생산성 하락으로 이어져 선박재항시간이 증대될 수 있다. 이러한 서비스 질 하락은 메가 허브 전쟁을 하고 있는 중국 항만 등에 물동량을 빼앗길 가능성을 높인다. 이에 대량의 컨테이너를 일시 하역하는 시스템을 개발하고 선박 양쪽에서 하역하는 양현 하역이 가능하도록 항만을 변형하는 안을 고려하고, 드론을 활용하여 개별 컨테이너를 상호 독립적으로 이송하는 기술도 발전시켜야 될 것으로 판단된다.

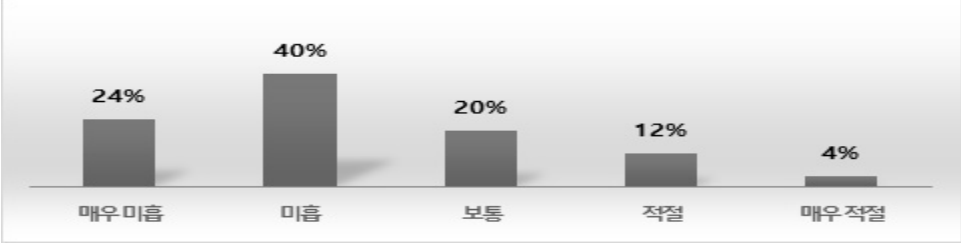
〈그림 4-12〉 안벽 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



3) 이송 부분

설문대상자의 64%가 우리나라의 이송 부분 수준이 2030년에는 미흡한 수준이 될 것이라 판단하고 있다. 이송 영역에 무인자율주행차량이 투입되는 것은 보편적인 사실이 될 것으로 보인다. 이에 우리나라 주도의 이송용 무인자율주행차량을 개발하고 상용화하여 완전무인화, 친환경 물류 구현에 이바지할 수 있도록 노력해야 할 것이다.

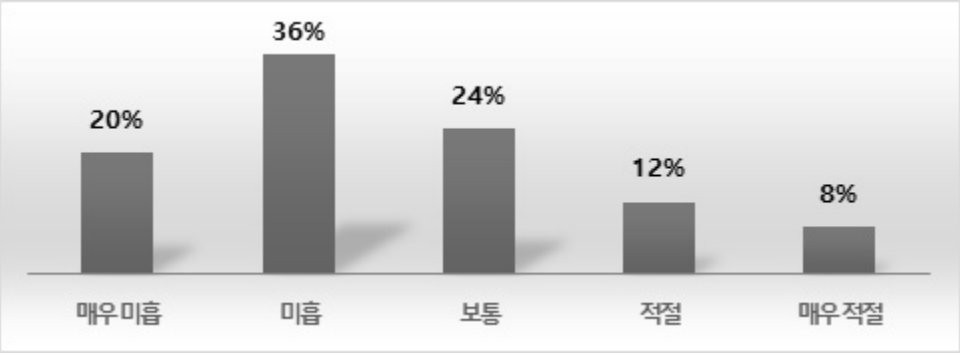
〈그림 4-13〉 이송 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



4) 야드 부분

설문대상자의 56%가 2030년 우리나라의 야드 부분 수준이 미흡할 것이라고 응답했다. 우리나라가 1단계 사업으로 연구·개발을 수행하여 개발한 초고속 대량 적재가 가능한 OSS(Overhead Shuttle System)는 목업(mock-up) 수준의 축소모형을 만들어 시현까지 완벽하게 끝냈다. 하지만 실제 크기 모형의 시범사업을 수행할 장소, 예산 등의 확보가 어려워 사업화를 추진하는 2단계 사업이 지연되고 있다. 이와 같이 새로운 개념의 컨테이너터미널 도입이 지연될수록 우리나라의 야드 경쟁력은 지속적으로 하락할 것으로 예상된다.

〈그림 4-14〉 야드 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준

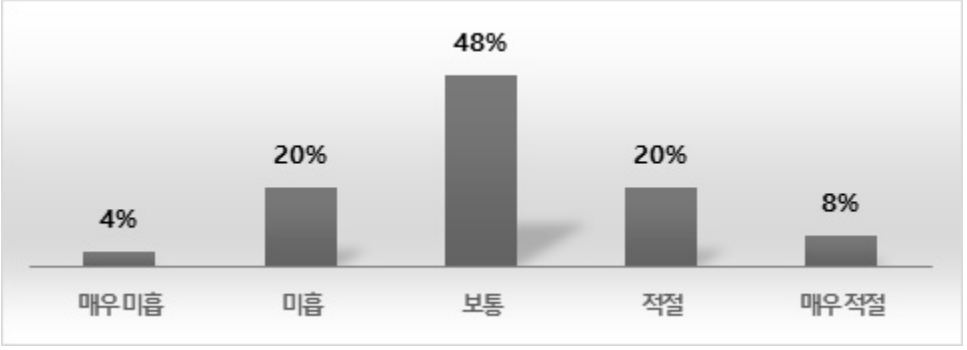


5) 게이트 부분

우리나라 게이트 부분이 미흡하다고 판단한 전문가는 24% 정도에 불과하지만 대부분 현재 세계 최고수준인 항만과 비교했을 때보다 선진항만과의 경쟁력 차이가 벌어질 것으로 예상하고 있다. 게이트의 핵심기능은 외부 컨테이너의 다양한 정보를 최초로 입수하는 것이다. 이 기능과 더불어 2030년에는 중량체크, 위험화물 인식 등의 컨테이너 자동인식 기능이 강화될 것으로 예상된다. 그리고 유인 외부트럭이 항만에 진입할 경우 전방표시장치(Head Up Display, HUD)

시스템을 통해 작업할 장소를 안내해주게 될 것이다. 무인자율주행트럭이 상용화되면 원격지에서 출발 시점에 정보를 항만 정보시스템에 전송하는 기능도 보강하게 될 것이다. 이에 선진항만에 뒤처지지 않는 게이트 시스템을 확보하기 위해서는 환경변화를 주시하고 위험물 탐색기 등의 관련 연구를 지속적으로 진행하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

〈그림 4-15〉 게이트 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



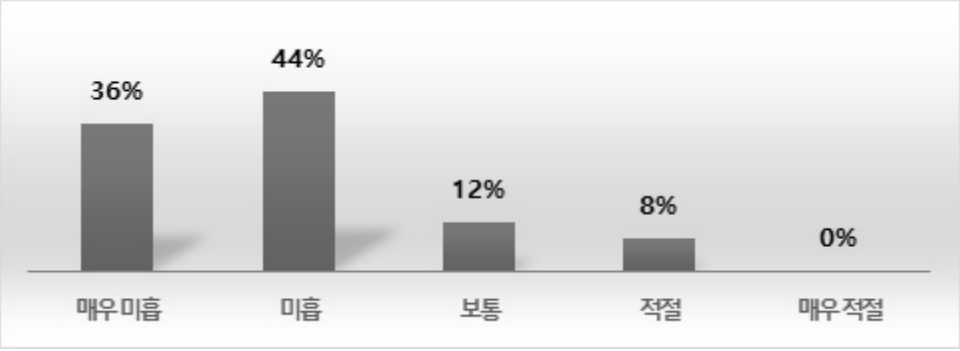
6) 배후지 연계 부분

설문조사 결과 80%의 전문가들은 우리나라의 배후지 연계 부분의 수준이 2030년에는 더 악화되어 매우 미흡할 것으로 예상하고 있다. 2030년에 배후지 연계 부분은 자율주행트럭과의 연계뿐만 아니라 카고캡(CarcoCap)사 혹은 TU Delft사의 캡슐 형태의 화물 운송 차량 등과 같은 새로운 형태의 운송수단과는 연계될 수 있다. 이러한 시스템이 원활하게 운행되기 위해서는 항만과 배후지 간의 원활한 정보연계가 이루어져야 하고, 화물별 목적지를 인식하는 시스템이 항만에 갖추어져야 한다. 즉 새로운 시스템에 맞는 새로운 비즈니스 모델을 구축하고 그와 관련된 정보 통합 시스템을 구축해야 한다.

우리나라는 정보통신기술(ICT)이 타 경쟁국보다 높다고 평가되고 있음에도 불구하고 배후지 연계가 미흡할 것으로 판단되고 있다. 관련 부처(국토교통부,

해양수산부)뿐만 아니라 이해관계자들이 관련 데이터를 제공하고 통합, 연계하는 데 소극적인 문화 때문이다. 이에 항만과 배후지 연계를 원활하게 하기 위해서는 협업하고 공유하는 문화부터 먼저 조성하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

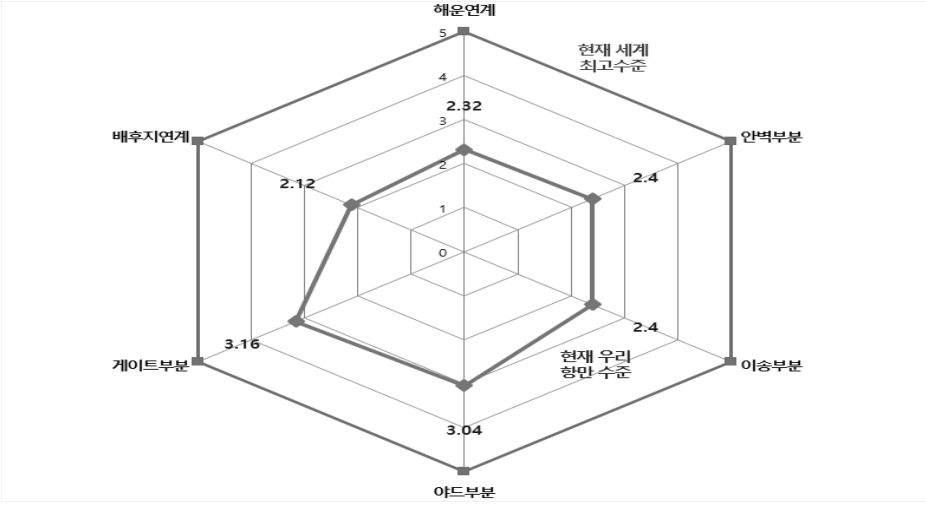
〈그림 4-16〉 배후지 연계 부분: 2030년 기준 최고수준 대비 우리나라 항만 수준



제4절 소결

전문가들은 완전무인자동화와 IoT 기반의 해운~항만~내륙물류 정보 연계 등을 도입하고 있는 세계 최고수준의 컨테이너항만 대비 우리나라 컨테이너항만의 자동화 및 정보연계 수준이 야드와 게이트를 제외하고는 미흡하다고 평가했다. 특히 우리나라 항만은 해운연계와 배후지 연계가 다른 영역에 비해 많이 미흡한 것으로 나타났다. 그리고 안벽 부분과 이송 부분도 선진항만에 비해 다소 미흡한 편이다.

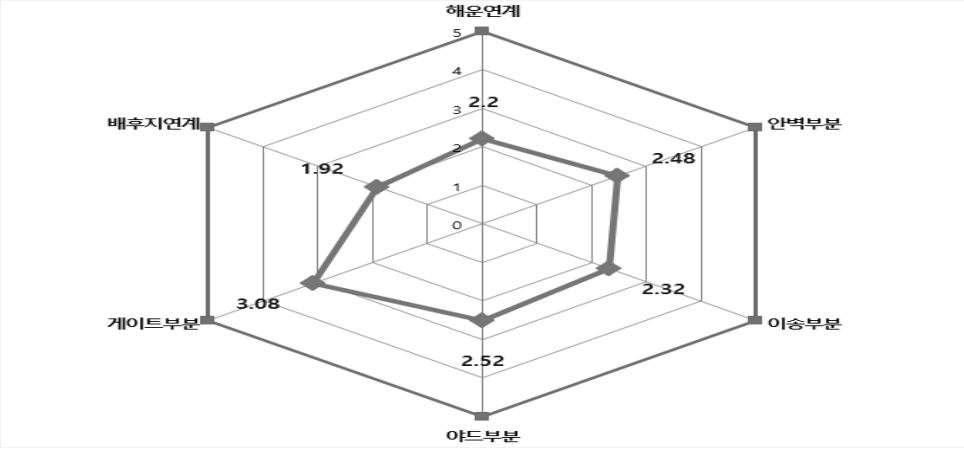
〈그림 4-17〉 현재 세계 최고수준 항만 대비 우리나라 항만 수준 종합



현재의 연구·개발 수준과 환경을 유지할 경우 2030년이 되었을 때 세계 최고수준의 선진항만 대비 우리나라 항만의 수준을 비교·평가한 결과, 안벽을 제외하고는 모든 점수가 하락했다. 특히 배후지 연계와 야드 부분의 경쟁력이 급격하게 하락하는 것으로 나타났다. 다른 부처와의 협력이 기본이 되어야 하는 배후지 연계의 경우 현재 협력 수준으로는 연계가 더욱 어려울 것으로 전문가들은 평가하고 있다. 현재 확보된 야드 경쟁력은 선박이 대형화되면 한계를 나타낼 것으로 예상된다. 그러므로 대량으로 한꺼번에 양적하되는 물량을 처리하기 위

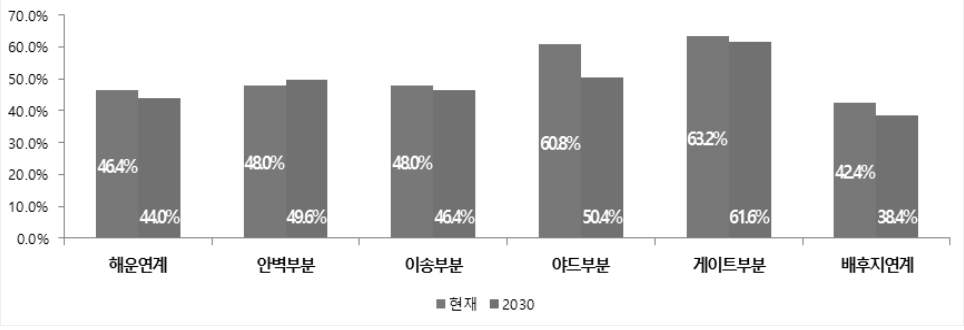
해 컨테이너 야드가 초고속 대량 적재가 가능한 자동창고형 형태로 변경되어야 할 것으로 판단된다.

〈그림 4-18〉 2030년 세계 최고수준 항만 대비 우리나라 항만 수준 종합



4차 산업혁명 영향이 본격화되어 항만물류의 모든 자원이 초연결되는 2030년경에 선진항만 대비 우리나라 항만의 경쟁력이 전반적으로 하락하는 것으로 나타났다. 선진 최고항만 대비 수준이 현재는 평균 51.5% 수준에서 2030년경에는 48.4% 수준으로 하락할 것으로 예상되고 있다. 특히 야드 부분은 10.4% 포인트 하락이 예상되고, 배후지 연계는 4.0% 포인트 하락이 예상되고 있다.

〈그림 4-19〉 현재 수준 대비 2030년 우리나라 항만의 경쟁력 수준 변화 예상



제5장 4차 산업혁명시대 국내 항만물류 문제점 분석

제1절 분석 개요

1. 조사방법 설계

1) 조사 부문 및 조사방법

4차 산업혁명시대 우리나라 항만의 준비사항을 체크하기 위해 한국형 스마트항만 구축 필요성, 4차 산업혁명시대 준비 수준, 우리나라가 선진항만에 비해 4차 산업혁명 기술 도입이 미흡한 이유, 스마트항만 성공의 주요 요소 등 총 4가지 항목에 대해 조사했다.

〈표 5-1〉 항만물류 문제점 분석 조사 부문

구분	조사 부문	조사방법
한국형 스마트항만 구축 필요성	◦ 구축 이유	◦ 서술형
4차 산업혁명시대 준비 수준	◦ 스마트항만 준비 수준 ◦ 관련 기술 연구개발 및 사업 성공률	◦ 5점 척도
우리나라 항만이 선진항만 대비 4차 산업혁명 기술 도입 늦은 이유	◦ 4가지 요소 중 미흡한 부분 ◦ 10가지 세부 요소 중 미흡한 부분	◦ 5점 척도
스마트항만 성공의 주요 요소	◦ 4가지 요소의 중요도 평가 ◦ 10가지 세부요소의 중요도 평가	◦ AHP

설문조사지 설계를 위해 1주 동안(2017.11.20.~11.26.) 전문가자문 및 서면자문 등을 실시했다. 그 다음 설문지 배포 및 회수는 1주 동안(2017.11.27.~12.4.) 시행했다. 회수된 설문지를 조사부문 준비 수준, 미흡 이유, 성공요소 3가지로 나누어 집계하여 분석을 실시했다.

4차 산업혁명시대 준비 수준, 우리나라가 선진항만 대비 미흡한 이유에 대해

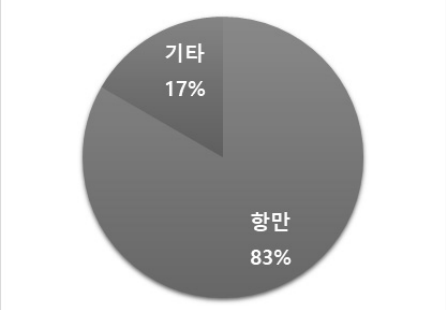
서는 5점 척도와 우선순위 기입 방법으로 분석했다. 그리고 스마트항만 성공을 위해 중요 항목을 추출하기 위해 계층적으로 구성된 평가항목의 상대적 중요도를 평가할 수 있는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 평가기법을 활용했다.

2) 조사 대상자

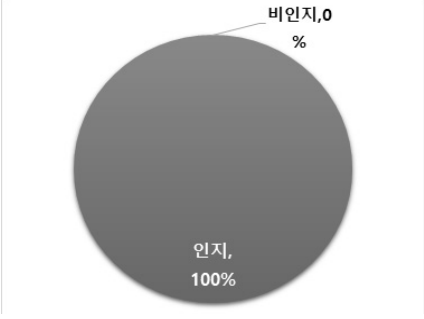
본 연구의 설문조사는 4차 산업혁명 기술, 물류, 항만운영, IT 등의 10년 이상 경력을 보유한 40명을 대상으로 실시했다. 설문결과 응답자 수는 40명의 75%인 30명이었다. 설문자의 설문지를 회수한 후 이를 집계하여 분석을 실시했다. 항만관련 업무에 종사하거나 항만물류에 대해 알고 있는 사람이 전체 응답자의 83%인 25명을 차지했다. 그 중 14명(47%)은 항만운영, 항만장비검사, 터미널운영시스템(TOS, Terminal Operation System) 개발, 항만물류 교육을 담당하고 있었다. 선사가 전체의 10%인 3명이었고, 항만을 포함하여 물류업무를 수행하고 있는 전문가가 전체의 27%인 8명을 차지하고 있었다. 나머지 17%(5명)는 직접적인 항만업무는 아니지만 항만도시, 4차 산업혁명 관련 정책개발 및 통신 업무를 담당하고 있었다.

조사대상 전원이 IoT, 빅데이터, AI, 로봇 등 4차 산업혁명에 대한 정의 및 관련 기술에 대한 인지도가 매우 높았다.

〈그림 5-1〉 문제점 분석 조사대상자 특징



〈그림 5-2〉 4차산업혁명기술인지여부



2. 문제점 및 개선방안 도출을 위한 조사항목 설계

우리나라가 선진항만에 비해 IT, 통신기술, 항만자동화 및 운영 수준이 발달했음에도 불구하고 함부르크항, 싱가포르항 등에 비해 4차 산업혁명 기술 도입이 늦은 이유를 파악하고, 개선방안을 도출하기 위해 조사항목을 설계했다.

1) 문헌조사

논문, 연구보고서, 책, 컨설팅보고서 등 12개의 문헌조사를 기반으로 4차 산업혁명 관련 개선방안 키워드를 조사했다. 그 결과 데이터 수립 전략, 신산업 관련 법·제도, 노동시장 유연성, 상호협력 문화, 기술협력, 기술개발 및 사업화, 프로세스 혁신, 플랫폼 설계 능력, 친환경 순환경제, 디지털 문해력, 연결 혁명, 정부지원, 안전·위험관리, 예지적 분석, 프론트 로딩, 디지털 주권 등 15개의 키워드가 도출되었다(부록 2 참조).

〈표 5-2〉 4차 산업혁명 관련 개선방안 키워드

구분	참고문헌
데이터 수집 전략	◦ 한석희 외(2016) ◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김인숙·남유순(2016) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ WEF(2016)
신산업 관련 법·제도	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김인숙·남유순(2016) ◦ 장윤종·김석관 외(2017)
노동시장 유연성	◦ 한석희 외(2016) ◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 이광택(2017) ◦ 이용규·윤구홍(2016) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ Mckinsey(2017) ◦ WEF(2016)

구분	참고문헌
상호협력 문화	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 성옥준·황성수(2017) ◦ 김재생(2015) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ WEF(2016)
기술협력	◦ 한석희 외(2016) ◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김재생(2015) ◦ Mckinsey(2017)
기술개발·사업화	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김재생(2015) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ WEF(2016)
프로세스 혁신	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김인숙·남유순(2016) ◦ Mckinsey(2017) ◦ WEF(2016)
플랫폼 설계 능력	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김인숙·남유순(2016) ◦ 한국경제TV 산업팀(2016) ◦ 김재생(2015) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ Mckinsey(2017) ◦ WEF(2016)
친환경 순환경제	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 김인숙·남유순(2016) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ Mckinsey(2017)
디지털 문해력	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 공만식 외(2016) ◦ 장윤종·김석관 외(2017)
연결 혁명	◦ 한석희 외(2016) ◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017)

구분	참고문헌
	◦ 한국경제TV 산업팀(2016)
정부 지원	◦ 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017) ◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ 이용규·윤구홍(2016)
안전·위험 관리	◦ 장윤종·김석관 외(2017) ◦ 한국경제TV 산업팀(2016)
예지적 분석	◦ 한석희 외(2016)
프론트 로딩	◦ 한석희 외(2016)
디지털 주권	◦ 김인숙·남유순(2016)

주1. 연결혁명은 지구상에 있는 사물 통신(스마트기기, 인터넷 등)이 모두 연결 되는 것을 의미
2. 정부지원은 연구 또는 기술개발을 위한 국가의 제도적, 금융적, 안정적 지원 장치를 의미
3. 안전·위험 관리는 지능정보기술에 의한 생명과 신체 등 역기능에 대한 안전/위험 관리 체계를 의미
4. 예지적 분석은 어떤 일이 일어날 것을 미리 알아차려 문제가 생기기 전 사전에 하는 예방 조치를 의미
5. 프론트 로딩은 상위 프로세스의 개념보다 하위 프로세스에 집중하여 사전에 문제점 파악 및 해결, 이러한 개념을 미래의 일자리에 적용하는 것을 의미
6. 디지털 주권은 4차 산업혁명이 진행되고 새로운 국제적인 분업구조 경쟁에서 국가적 이익을 위한 자기 결정권을 가지는 것을 의미

자료1. 한석희 외, 『4차 산업혁명 어떻게 시작할 것인가』, 페이퍼로드, 2016.
2. 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14.
3. 김인숙·남유선, 『4차 산업혁명, 새로운 미래의 물결』, 호이테북스, 2016.
4. 한국경제TV 산업팀, 『4차 산업혁명, 세상을 바꾸는 14가지 미래 기술』, 지식노마드, 2016.
5. 이광택, 「제4차 산업혁명이 노동시장과 노동사회법에 미치는 영향」, 『사회법연구』, 제32호, 2017, pp.281~300.
6. 성욱준·황성수, 「지능정보시대의 전망과 정책대응 방향 모색」, 『정보화정책저널』, 제24권 제2호, 2017, pp.3~19.
7. 김재생, 「사물인터넷의 기술소개 및 정책 방안」, 『한국콘텐츠학회지』, Vol. 13, No. 1, 2015, pp.18~24.
8. 공만식·채홍준·유보현, 「사물인터넷 기술동향과 전망」, 『기계저널』, Vol. 56, No. 2, 2016, pp.32~36.
9. 이용규·윤구홍, 「사물인터넷 산업 진흥을 위한 정부의 역할에 관한 연구-AHP를 활용한 정책 중요도 분석을 중심으로」, 『한국디지털정책학회』, Vol. 14, No. 5, 2016, pp.47~55.
10. 장윤종 외, 『제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제』, 경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서, 17-19-01, 2017.
11. Mckinesy&Company, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, December 2017.
12. World Economic Forum(WEF), *Digital Transformation of Industries Logistics Industry*, January 2016.

2) 키워드 빈도 분석 및 선정

12개 문헌에서 언급한 15개의 키워드의 빈도를 분석하여 상대적으로 빈도 수와 문헌 수가 적거나 타 키워드의 지원 성격인 키워드는 제외했다. 빈도 수 및 문헌 수가 2개 이하로 적은 예지적 분석, 프론트 로딩, 디지털 주권, 안전·위험관리는 처음부터 대상에서 제외했다. 정부지원은 기술개발 및 사업화의 지원 기능으로 묶을 수 있어 제외했다. 연결혁명은 추진과제로서의 성격보다는 4차 산업혁명 기술 도입을 위한 필수적인 기초 인프라 지원 성격이 강하여 제외했다. 그 결과 선정된 키워드는 상위 10개로 데이터 수집 전략, 법·제도 개선, 노동시장 유연성, 상호협력 문화, 기술협력, 기술개발 및 사업화, 프로세스 혁신, 플랫폼 설계 능력, 친환경 순환경제, 디지털 문해력이다.

〈표 5-3〉 4차 산업혁명 관련 키워드 빈도 수

순위	구분	문헌조사 수	문헌조사 키워드 빈도
1	데이터 수집 전략	5	22
2	법·제도 개선	5	21
3	노동시장 유연성	6	16
4	상호협력 문화	6	15
5	기술협력	5	14
6	기술개발/사업화	5	13
7	프로세스 혁신	4	12
8	플랫폼 설계 능력	7	11
9	친환경 순환경제	4	9
10	디지털 문해력	3	7
11	연결 혁명	3	6
12	정부 지원	3	4
13	안전/위험 관리	2	2
14	예지적 분석	1	1
14	프론트 로딩	1	1
14	디지털 주권	1	1

3) 10대 키워드의 그룹화

연구진 브레인스토밍을 통해 선정된 10대 키워드를 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017)의 생산과 소비의 혁명을 주도하는 미래전략 분류를 참고하여 4가지로 그룹화 했다. 그 다음 4가지 대분류에 대한 10가지 세부항목 매칭 결과를 산학연 전문가와의 브레인스토밍과 서면자문 등을 통하여 검토하고 문제점 및 개선 방안을 도출하기 위한 조사항목을 확정지었다.

우리나라 항만에 4차 산업혁명 기술을 성공적으로 안착시키기 위해서는 데이터 기반 비즈니스 모델 구축, 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고, 스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련, 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립 등 4가지 항목이 필요하다.

〈표 5-4〉 문제점 및 개선방안 도출을 위한 4가지(대분류) 조사항목

조사항목	정의
Ⅰ. 데이터 기반 비즈니스 모델 구축	◦ 데이터 기반으로 신속, 정확하게 고객 니즈를 파악하고 차별화된 서비스를 제공하기 위해 플랫폼 기반 비즈니스 모델을 구축·설계하는 능력
Ⅱ. 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고	◦ 스마트항만에 필요한 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등)을 확보하기 위한 기술개발 및 사업화, 기술협력, 교육 및 육성하는 능력
Ⅲ. 스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련	◦ 드론 등 4차 산업혁명 기술 도입·운영 시 저해가 되는 관련 법·제도를 개선하고, 막힘없는 정보 연계 및 분석을 위한 공공 물류데이터 확보 전략 수립 능력
Ⅳ. 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립	◦ 국가차원의 가치 창출 및 경쟁력 확보, 사람 중심의 경영을 위한 새로운 상호 신뢰, 협력 문화를 조성하는 능력

자료: 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14. p132. 10대 키워드 분석 결과를 기반으로 저자 작성

'데이터 기반 비즈니스 모델 구축'은 프로세스 혁신, 플랫폼 설계 능력 2가지의 세부항목으로 구성된다. '지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고'에는 기술협력, 디지털 문해력 향상 교육, 신기술 사업화 성공 노력 등 3가지 세부항목이

있다. ‘스마트 운영을 위한 제도 및 인프라 마련’에는 관련 규제 완화를 위한 법·제도 정비, 데이터 확보를 위한 국가 전략 마련 등 2가지의 세부항목이 있다. ‘디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립’에는 상호신뢰와 협력, 친환경 순환경제 구축, 노동시장 유연성 확보 등 3가지 세부항목이 있다.

‘데이터 기반 비즈니스 모델 구축’을 위해서는 첫째, 데이터 기반으로 목표 고객, 핵심 경쟁력, 수익 모델 등을 고려하여 신속한 의사결정을 내리고 고객이 원하는 서비스를 제공하기 위해 프로세스를 혁신해야 한다. 둘째, 초연결 시대에 관련 주체 간 데이터 교환 및 협력을 위한 플랫폼을 구성·설계하고 정보 연계하는 능력을 키워야 한다.

‘지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고’를 위해서는 첫째, IoT, 빅데이터, AI 등 지능정보기술에 대한 사내 교육을 통해 기술 숙련도를 높이고, 관련 우수기업과의 기술협력을 추진해야한다. 둘째, 스마트항만에서 근무할 디지털 문해력이 뛰어난 차세대 핵심인력 양성을 위해 전문교육기관에서 지능정보기술 교육을 수행해야 한다. 셋째, 제안되거나 연구·개발된 지능정보기술이 사장되지 않도록 아이디어부터 기술 사업화에 이르는 일련의 과정을 관리해야 한다.

‘스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련’을 위해서는 첫째, 항만현장에서의 드론 운용, IoT 기반 자동 데이터 수집 등을 위해 필요한 법·제도를 정비해야 한다. 둘째, 해운~항만~항만도시 간 정보 연계 및 관련 데이터 분석을 통한 효율적인 의사결정을 위해서 공공, 민간, IoT 기반 데이터를 수집하고, 처리가공 및 분석, 활용을 원활하게 하기 위한 국가 전략을 마련해야 한다.

‘디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립’을 위해서는 첫째, 정확한 정보의 등록, 연계·활용을 통한 가치 창출을 위해 플랫폼에 연계된 기업들이 상호 신뢰와 협력 문화를 확립해야 한다. 둘째, IoT, 빅데이터, AI 기반으로 항만 도시민의 건강을 고려하여 지속적이고 효율적인 미세먼지 감축, 에너지 및 자원관리 등 친환경 순환경제 시스템을 구축해야 한다. 셋째, 스마트항만 도입이 항만근로자의 일자리를 없애는 것이 아니라 힘든 작업을 도와주고 고급 업무로의 전환을 유도하는 것이라는 인식을 심어주고, 이러한 직업 전환에 능동적으로 대처할 수 있도록 항만근로자의 노동 유연성을 확보해야 한다.

〈표 5-5〉 문제점 및 개선방안 도출을 위한 4대 10가지 조사항목

4가지 조사항목 (대분류)	10가지 세부 조사항목 (소분류)
Ⅰ. 데이터 기반 비즈니스모델 구축	① 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 프로세스 혁신 ② 관련 주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 플랫폼 설계 능력
Ⅱ. 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고	③ 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등) 분야 기술 숙련도, 관련기업과의 기술협력을 추진 ④ 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력(디지털 환경을 이해하고 생활에 활용하는 능력) 향상 교육 ⑤ 전 국가 및 관련기업의 아이디어가 성공적인 기술 사업화로 이어질 수 있도록 하는 기술개발/사업화 노력
Ⅲ. 실제 운영 위한 제도 및 인프라 마련	⑥ 신산업 규제(드론 도입, IoT 기반 데이터 수집 등) 개선을 위한 관련 법·제도(개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량의 사고 책임 등) 정비 ⑦ 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 국가 전략 마련
Ⅳ. 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립	⑧ 데이터 연계, 활용, 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력 문화 형성 ⑨ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 효율적인 자원 관리 문화 확립 ⑩ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성 확보

자료: 12개의 문헌조사, 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP· KAIST(2017) p.132, 전문가 브레인 스토밍 기반으로 작성

제2절 스마트항만 구축 위한 우리나라 항만물류 문제점

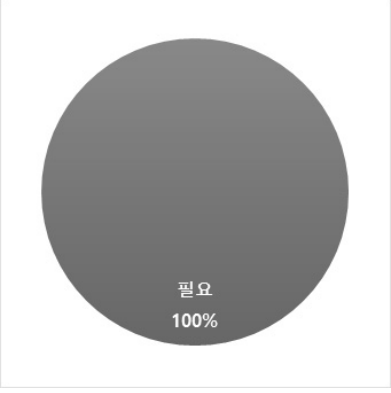
1. 한국형 스마트항만 구축 필요성

설문 응답자 30명 전원이 4차 산업혁명시대 한국형 스마트항만 구축, 디지털 기술 개발 및 정책 연구가 필요하다고 언급했다. 한국형 스마트항만을 구축해야 하는 이유에 대해서는 스마트화가 변화 트렌드이기 때문이라는 응답이 14명으로 전체의 46.7%를 차지했다. 이들은 항만물류의 환경 변화가 시대적 흐름이기 때문에 따라야 한다고 말했다.

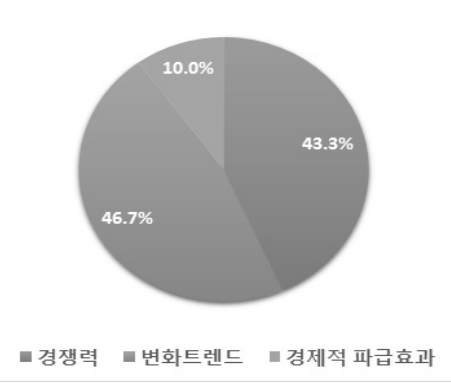
선진항만 대비 경쟁력 확보라고 응답한 전문가는 13명으로 전체의 43.3%였다. 이들은 스마트항만이 구축되면 운영비용 감축, 생산성 향상, 처리속도 향상 등으로 경쟁력을 확보할 수 있으므로 한국형 모델의 구축이 필요하다고 언급했다.

나머지 3명(10.0%)은 경제적 파급효과 때문이라고 응답했다. 이들은 해운·항만 물류가 국가 기간산업이고, 스마트항만 구축은 항만도시와 연계되는 경제적·사회적 파급효과가 큰 산업이기 때문에 4차 산업혁명 기술 도입이 필요하다고 언급했다.

〈그림 5-3〉 스마트항만 구축 필요성



〈그림 5-4〉 스마트항만 구축 이유

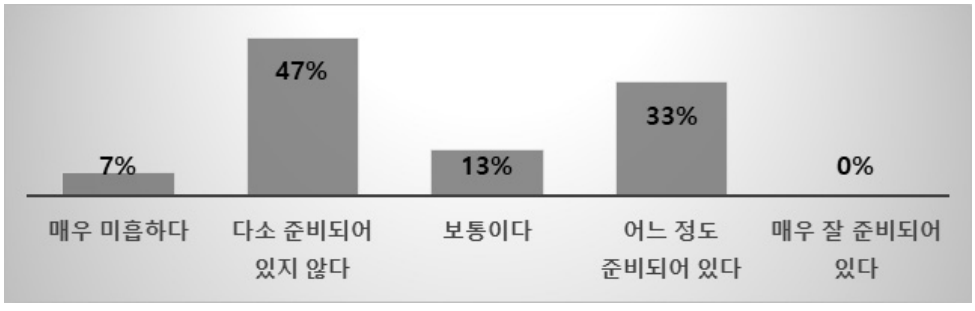


2. 4차 산업혁명시대 우리나라 항만의 준비 수준

1) 우리나라 스마트항만 준비 수준

4차 산업혁명시대에 우리나라 항만물류의 IoT 등을 통한 정보연계와 빅데이터, AI 기반의 분석 등 스마트항만이 되기 위한 준비 수준에 대해 설문에 응답한 전문가 30인 중 절반 이상인 16명(53%)이 준비가 다소 되어 있지 않거나 매우 미흡하다고 응답하였다.

〈그림 5-5〉 우리나라 스마트항만 준비 수준



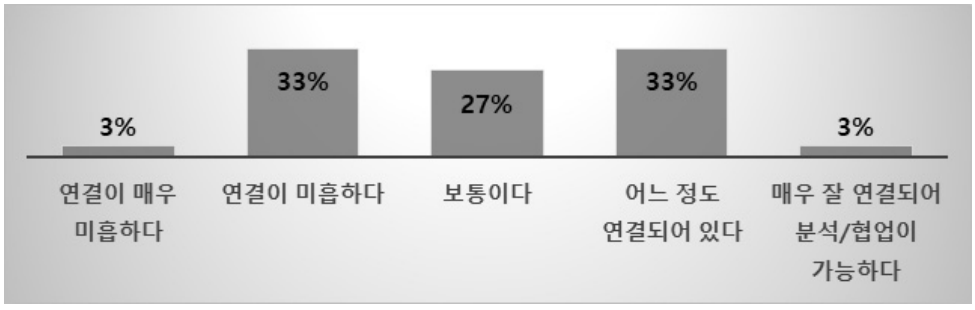
이러한 결과는 스위스글로벌금융그룹(Union Bank Switzerland, UBS)가 2016년 다보스포럼(Davos Forum)을 준비하면서 내놓은 보고서인 「자동화와 연결성의 극단: 4차 산업혁명의 국제적, 지역적, 투자의 함의」에서 우리나라 4차 산업혁명 준비 수준을 25위로 평가한 것과 유사하다. 상대적으로 스마트항만 도입을 서두르고 있는 싱가포르(2위), 미국(5위), 독일(13위) 등과 대조되는 결과다. 한편 동아시아의 경쟁항만의 수준은 일본(12위), 중국(28위) 순으로 나타났다.[92]

해운 부분과의 정보 연결을 통한 정보수집, 분석, 협업을 통한 의사결정 수준에 대해서는 응답자 중 36%(11명)만이 항만과 해운과의 정보연결이 미흡하거나

92) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., pp.92~93.

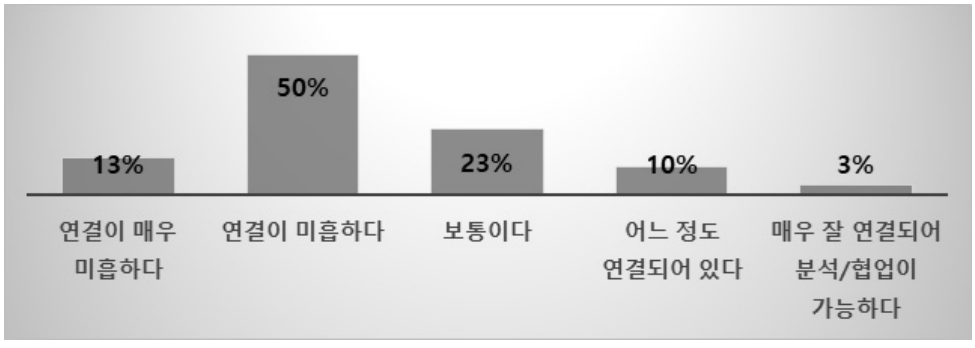
매우미흡하다고 답했다. 선사가 항만의 주요 고객이기 때문에 IoT 기반의 연계는 아니지만 터미널운영시스템(TOS)과의 정보 연결을 통한 의사결정을 진행하고 있기 때문이라고 판단된다.

〈그림 5-6〉 항만~해운 간 정보 연계 수준



해운~항만 간 정보연계와 달리 전문가들은 항만도시와 항만 간의 정보연계가 상대적으로 많이 미흡한 것으로 판단했다. 전체 응답자 중 63%가 항만과 항만도시 간 정보 연계가 미흡하거나 매우 미흡하다고 응답했다. 이러한 결과는 현재 게이트 반출입 예약 시스템이 원활하게 사용되지 않고 있고, 외부트럭의 대기시간이 길게는 약 2시간 정도 발생하는 것과 연관이 있다. 이는 항만의 중심 업무가 선박의 양하역 업무인데 가변적인 도로 상황 때문에 외부트럭의 도착시간을 실시간으로 파악할 수 없어 이를 고려한 항만계획 수립이 어렵기 때문이다.

〈그림 5-7〉 항만~항만도시 간 정보 연계 수준



설문조사를 통하여 우리나라의 해운~항만~도시물류 연계가 상대적으로 미흡한 이유로 전문가들은 4차 산업혁명시대를 고려한 데이터 기반 비즈니스 모델 구축 역량이 가장 부족하다고 언급했다. 그 다음으로는 관련 기술 개발 등의 혁신창출 역량 부족, 상호 정보 교환과 활용 등을 위한 새로운 문화와 윤리 확립 미흡, 실제 운영을 위한 제도 및 인프라 부족이 언급되었다.

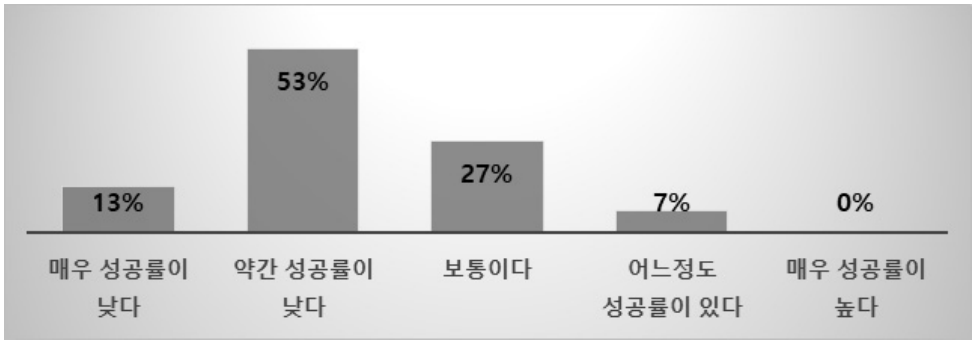
〈표 5-6〉 해운~항만~도시물류 연계가 부족한 이유의 순위

순위	해운~항만~도시물류 연계 부족 이유
1	◦ 4차 산업혁명시대 **"데이터 기반 비즈니스모델 구축"** 역량이 부족하다.
2	◦ 지능정보사회에 적합한 인력육성, 기술개발, 기술사업화 등 **"지능정보화 부분 혁신 창출 역량"**이 부족하다.
3	◦ 지능정보사회에 필요한 상호신뢰, 상호 발전하는 친환경 순환경제 구축, 노동시장 유연성 확보 등 **"디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립"**이 미흡하다.
4	◦ 드론 등 신산업 활성화, 데이트 인프라 구축 등을 위한 국가차원의 **"스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련"**이 미흡하다.

2) 관련 기술 연구개발 및 사업 성공률

4차 산업혁명 기술을 우리나라 항만에 맞게 적용하려면 신기술 및 아이디어를 사업화에 성공할 때까지 개발·지원하는 혁신을 중요시하는 체계가 마련되어 있어야 한다. 응답 전문가들의 66%(20명)가 우리나라의 신기술 및 아이디어의 사업화와 현장 적용 성공률이 낮은 편이라고 판단하고 있다.

〈그림 5-8〉 신기술 및 아이디어의 사업화 및 현장 적용 성공 수준



이러한 설문결과는 한국산업기술진흥원(KITA)의 「2014년 기술이전·사업화 조사분석 자료집」에서 우리나라의 특허출원 기준 기술이전율이 17.6%(2013년)으로 EU 76%(2011년), 미국 44.7%(2013년), 일본 35.3%(2012년)에 비해 매우 낮은 편으로 드러난 것과 일맥상통하고 있다.[93]

우리나라의 4차 산업혁명 기술 관련 아이디어를 항만물류산업에 성공적으로 안착하기 위해 중요한 요소가 무엇인지를 파악한 결과, 데이터 기반 비즈니스 모델 구축, 지능정보화 부분 혁신창출 역량, 스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련, 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립 순으로 나타났다.

〈표 5-7〉 4차 산업혁명시대 관련 기술 사업성공에 주요한 요소

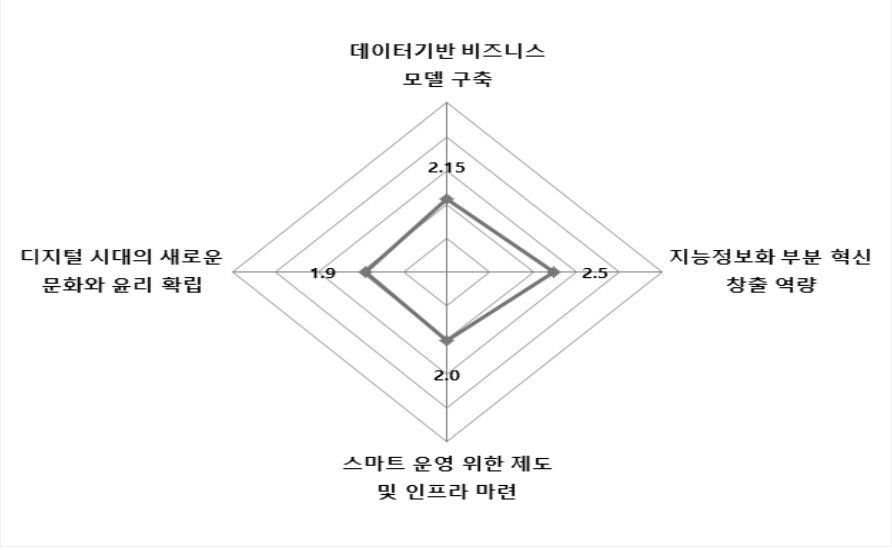
순위	항만물류산업에 필요한 아이디어의 사업화에 주요한 요소
1	◦ 4차 산업혁명시대 아이디어, 기술개발, 기술검증 및 실증, 사업화 등 일련의 과정에 대한 **"데이터 기반 비즈니스모델 구축"** 역량이 중요하다.
2	◦ 4차 산업혁명시대에 항만물류 분야에 필요한 기술을 개발할 인력을 육성하고, 관련 기술 개발 및 사업화 등을 추진하는 **"지능정보화 부분 혁신 창출 역량"**이 중요하다
3	◦ 항만물류 산업에 드론을 활용하고, IoT 기반 데이터 수집 등이 용이하게 하기 위한 국가차원의 **"스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련"**이 이루어져야 한다.
4	◦ 4차 산업혁명 기술의 항만물류 도입이 해고로만 이어지지 않고 새로운 고용을 창출할 수 있다는 것을 보여주는 노동시장 유연성 확보 등 **"디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립"**이 필요하다.

93) ChosunBiz, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/10/12/2017101202103.html(검색 2017.12.6.)

3. 선진항만 대비 4차 산업혁명 기술 도입 늦은 이유

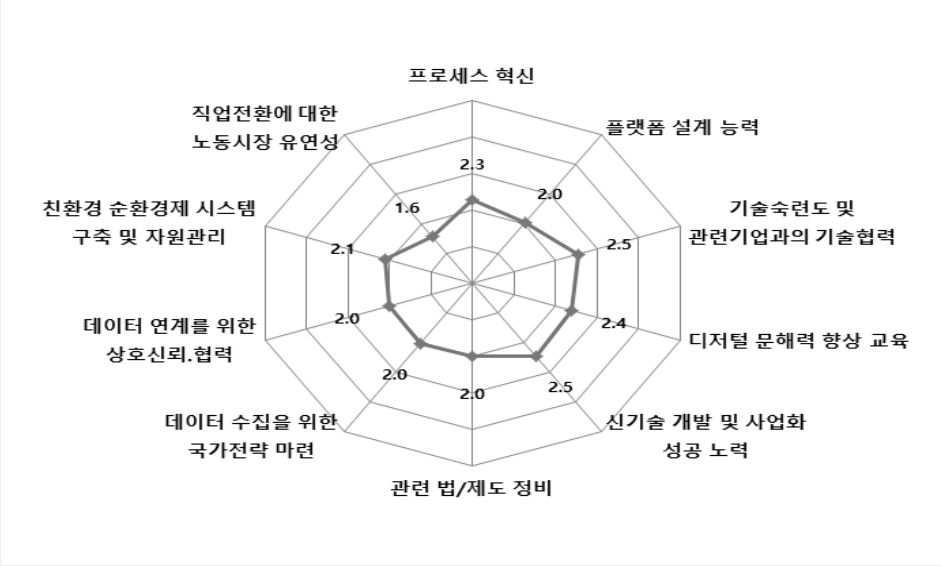
우리나라 항만이 함부르크항, 싱가포르항 등에 비해 4차 산업혁명 기술 도입이 늦은 이유를 5점 척도(1점 매우미흡, 3점 보통, 5점 매우적절)로 분석했다. 그 결과 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립, 스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련, 데이터 기반 비즈니스 모델 구축, 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 4가지 모두 약간 미흡 수준인 2점대를 기록하고 있었다. 특히 우리나라는 노동유연성 등 새로운 문화와 윤리 확립 수준이 매우 낮고 그 다음으로 새로운 기술 도입을 위한 제도 및 인프라 준비가 매우 미흡한 것으로 나타났다.

〈그림 5-9〉 선진항만 대비 스마트항만 도입이 늦은 이유(대분류)



우리나라 항만의 스마트항만 도입이 선진항만에 비해 미흡한 이유를 구체적으로 살펴본 결과, 10가지 항목 모두 2점대로 약간 미흡한 수준을 나타내고 있다. 특히 직업전환에 대한 노동시장 유연성은 매우 미흡한 수준으로 나타났다. 데이터 연계를 위한 상호 신뢰 및 협력, 데이터 수집을 위한 국가전략 마련, 관련 법·제도 정비, 플랫폼 설계 능력도 다른 항목에 비해 수준이 낮은 것으로 나타났다.

〈그림 5-10〉 선진항만 대비 스마트항만 도입이 늦은 이유(소분류)

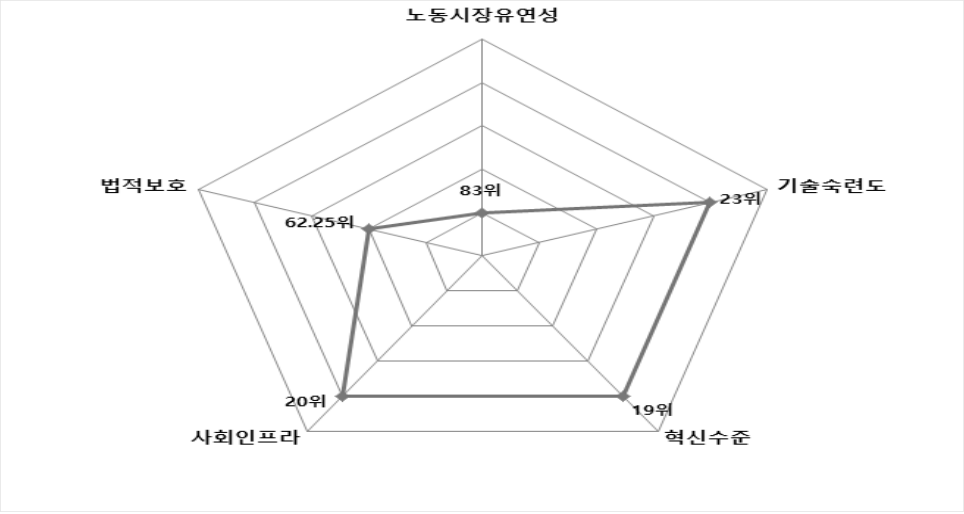


데이터 기반 비즈니스 모델 구축 점수는 2.15인데, 그 세부항목 중 플랫폼 설계 능력은 2.0이고, 프로세스 혁신 역량은 2.3 수준이다. 전문가들은 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 점수는 2.5로 타 항목에 비해 높은 편이며, 기술숙련도 및 관련기업과의 기술협력(2.5), 디지털 문해력 향상 교육(2.4), 신기술 개발 및 사업화 성공노력(2.5)도 다른 항목에 비해 상대적으로는 좋은 수준으로 평가했다. 스마트 운영을 위한 제도 및 인프라 마련 점수는 2.0이고 그 세부 항목인 관련 법·제도 정비 및 데이터 수집을 위한 국가전략 수립 모두 2.0을 차지하는 등 낮은 수준을 나타내고 있다. 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립 수준은 1.9로 매우 낮은데, 그 이유는 데이터 연계를 위한 상호 신뢰 및 협력 수준(2.0), 친환경 순환경제 시스템 구축 및 자원관리(2.1), 직업전환에 대한 노동시장 유연성(1.6) 등이 모두 매우 낮기 때문이다.

우리나라가 선진항만 대비 4차 산업혁명에 대한 준비가 늦은 이유는 스위스글로벌금융그룹(USB)의 한국의 5가지 항목별 4차 산업혁명 준비정도 연구결과와 유사하다. USB 연구결과에 따르면 우리나라는 기술숙련도(technical proficiency)는 23위, 혁신수준(skill level high)은 19위, 사회인프라(soical

infrastructure)는 20위로 상대적으로 양호한 평가를 획득했다. 그러나 노동시장 유연성(labour structures flexibility)은 83위, 법적 보호(legal protections)는 62.25위로 매우 취약한 것으로 나타났다.[94] 항만물류 산업에 있어서도 직업전환에 대한 노동시장 유연성, 드론 등 신기술 도입 등에 대한 관련 법제도 정비 및 데이터 수집을 위한 국가 전략 등 법적보호 등이 부족한 것과 유사하다.

〈그림 5-11〉 한국의 항목별 4차 산업혁명 준비 정도



자료: 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.94. 재인용(원문: B.Baweja et al. , *Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution*, UBS White Paper for the World Economic Forum, Annual Meeting 2016, p. 25.)

94) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.94 재인용(원문: B.Baweja et al., *Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution*, UBS White Paper for the World Economic Forum, Annual Meeting 2016, p. 25.)

제3절 스마트항만 구축 위한 주요 당면과제 분석

1. 선정기준 및 방법

본 절에서는 4차 산업혁명시대에 우리나라 항만이 스마트항만으로 거듭나고 성공하기 위해 당면한 과제들의 우선순위를 도출하기 위해 AHP[95] 분석을 실시하였다. 각 과제들은 '비즈니스 모델 구축', '혁신 창출 역량', '제도 및 인프라 마련', '새로운 문화와 윤리 확립' 등 4가지 요소별로 각각 2~3개의 당면과제를 포함하고 있어 이에 대해 상호 쌍대비교를 수행하여 우선순위를 도출하였다.

〈그림 5-12〉 주요 당면과제별 계층구조

본 설문은 총 40명에게 배포하여 30명(75%)으로부터 수령하였으며, 여기에는

95) AHP: Analytic Hierarchy Process, 계층분석방법

산업계, 학계, 연구계 등 다양한 분야의 전문가들의 설문이 포함되어 있다.

〈표 5-8〉 설문 대상자

구분	소속	성명	직급/직위
산업계	BNCT	전**	팀장
	CJ대한통운	정**	팀장
	CJ미래경영연구원	박**	수석연구원
	CLO	김**	편집국장
	DPCT	안**	부장
	KL-Net	홍**	IT
	KT	육**	팀장
	부관훼리주식회사	김**	본부장
	싸이버로지텍	이**	팀장
	엔지엘	권**	대표이사
	케이에스엠기술	전**	부사장
	코리아테크인스펙션	김**	상무이사
	테크위드	이**	팀장
	토탈소프트뱅크	이*	팀장
	한국선급엔지니어링	홍**	부장
	한진신항만주식회사	김**	부장
	허치슨포트부산	조**	상무이사
	흥아해운	김**	지점장
연구계	과학기술정책연구원	김**	본부장
	과학기술정책연구원	양**	부연구위원
	국토연구원	정**	책임연구원
	인하대학교	민**	교수
	한국철도기술연구원	이*	철도
	한국해양수산개발원	하**	센터장
학계	고려대학교	이**	교수
	고려대학교	정**	교수
	군산대학교	원**	교수
	동명대학교	박**	교수
	인천대학교	송**	교수
	인천대학교	여**	교수

상호 쌍대비교는 과제 간 상대적 중요도를 1~5점으로 분류하였다. A와 B를 상호 비교할 경우 B가 A보다 중요할 경우 A에 3점, 반대로 A가 B보다 매우 중요할 경우 A에 4점을 부여하는 방식이다.

〈표 5-9〉 쌍대비교 예시

평가요소	상대적 중요도									평가요소
필요성	5	4	3	2	1	2	3	4	5	시급성
	필요성 중요			⇐		⇒			시급성 중요	

쌍대비교 시 항목이 3개 이상일 경우 논리적 일관성 검증이 필요하며, 이는 일관성 지수(Consistency Index, CI)를 활용한 일관성비율(Consistency Ratio, CR)을 통해 추정이 가능하다. 예를 들어 A, B, C를 비교할 때 A가 B보다 크고, B가 C보다 크다면 A는 반드시 C보다 커야하지만 그렇지 않을 경우 일관성이 떨어지기 때문에 다시 평가하거나 대상 설문을 제외시켜야 한다.

〈그림 5-13〉 AHP 일관성 개념

일반적으로 0.15 또는 0.2 이상이면 일관성에 문제가 있는 것으로 재검토가 필요하나 본 연구에서는 좀 더 높은 일관성을 유지하기 위해 0.1 이상인 설문은 다시 수령하여 평가하였다.

2. 과제별 우선순위 도출 결과

먼저 30개의 설문에 대해 1차로 일관성을 검토한 결과 총 17개의 설문이 일관성이 낮은 것으로 분석되어 재요청 후 모두 일관성 0.1 이하인 설문을 받았다.

〈표 5-10〉 일관성 검토 결과

차수	총 응답 수	CR 〈= 0.10	CR 〉 0.10
1차	30	13	17
2차	17	17	-

‘비즈니스 모델 구축’, ‘혁신 창출 역량’, ‘제도 및 인프라 마련’, ‘새로운 문화와 윤리 확립’ 등 4가지 요소별로 가중치를 분석해 본 결과 순서대로 1위(31.05%), 2위(24.28%), 3위(22.92%), 4위(21.75%)로 나타났다. 이후 각 요소별 과제별로 가중치를 분석해 본 결과 ‘② 관련 주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 플랫폼 설계 능력(16.44%)’, ‘⑦ 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 국가 전략 마련(16.23%)’, ‘① 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 프로세스 혁신(14.61%)’ 등의 순서로 가중치가 높은 것으로 분석되었다. 특히 4위 이후의 과제들은 10% 이하로 조사되어 1, 2, 3위 과제가 다른 과제들과 차이가 많이 나는 것으로 분석되었다.

〈표 5-11〉 주요 당면과제별 가중치 추정결과

요소	가중치	당면과제	가중치
Ⅰ. 데이터 기반 비즈니스모델 구축	31.05%	① 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 프로세스 혁신	14.61%
		② 관련 주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 플랫폼 설계 능력	16.44%
Ⅱ. 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고	24.28%	③ 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등) 분야 기술 숙련도, 관련기업과의 기술협력을 추진	10.72%
		④ 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력(디지털 환경을 이해하고 생활에 활용하는 능력) 향상 교육	4.64%
		⑤ 전 국가 및 관련기업이 아이디어가 성공적인 기술 사업화로 이어질 수 있도록 하는 기술개발/사업화 노력	8.92%
Ⅲ. 실제 운영 위한 제도 및 인프라 마련	22.92%	⑥ 신산업 규제 개선을 위한 관련 법·제도 정비	6.69%
		⑦ 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 국가 전략 마련	16.23%
Ⅳ. 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립	21.75%	⑧ 데이터 연계, 활용, 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력 문화 형성	8.52%
		⑨ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 효율적인 자원관리 문화 확립	6.01%
		⑩ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성 확보	7.22%
계			100%

제6장 4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안

제1절 스마트항만에 적합한 비즈니스 모델 구축 방안

1. 디지털 기반 프로세스 혁신

4차 산업혁명시대는 전통 산업의 오프라인 활동이 강세가 아닌 디지털 기반의 온라인 활동이 중요하다. 이에 기존 방식의 성공적인 비즈니스 모델상에서 사업을 답습하는 것이 아니라 새로운 각도로 재구성한 비즈니스 모델 혁신이 필요하다. 예를 들면 애플, 테슬라, 카카오 등이 일으킨 파괴적 혁신도 단순히 제품, 서비스 혁신이 아니라 비즈니스 모델의 혁신이었다.[96]

항만자동화뿐만 아니라 산업자동화를 주도하고 있는 ABB사는 기존의 기술을 연결하고 통합하여 새로운 비즈니스 모델을 만들어냄으로써 4차 산업혁명이 이루어진다고 언급했다.[97] 디지털 기반의 프로세스에서는 디지털 전환 작업을 통해 가상세계와 현실세계로 연결하고 클라우딩 시스템을 통해 데이터를 저장한다. 데이터는 AI 기반의 알고리즘을 거쳐 전 SCM 프로세스를 최적화하고, 이에 상호호환성을 고려한 표준화·규격화를 더하여 생산성을 극대화할 수 있다. 이는 혁신적인 협업 네트워크 모델을 이끌어낸다.[98]

성공적인 스마트항만을 구축하기 위해서는 실제 항만 공간과 가상 항만 공간을 통합하는 디지털 트윈(digital twin)[99]을 만들어 전체 항만물류 프로세스를

---

96) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.134.

97) 김인숙·남유선, 『4차 산업혁명 새로운 미래의 물결』, 호이테북스, 2016, p.153.

98) 김인숙·남유선, 전게서, pp.153~154.

99) 디지털 트윈은 미국 플로리다기술연구소(Florida Institute of Technology) 생애주기·혁신경영센터(Center for Lifecycle and Innovation Management, CLIM) 공동대표인 마이클 그리브즈(Michael Grieves)가 2014년 펴낸 '디지털 트윈 백서'에서 제시한 콘셉트 모델이다. 그 구성요소는 실제 공간에 존재하는 물리적 제품

혁신해야 한다. 이를 위해서는 디지털 기술이 가치를 창출하도록 프로세스를 최적으로 설계하는 디지털 아키텍처(digital architecture) 역량 강화가 필요하다.

디지털 기반의 프로세스 혁신을 위해서는 기획, 연구개발, 생산, 마케팅의 순으로 진행되던 기존의 선형 프로세스에서 벗어나 외부 환경에 맞게 신속하고 유기적으로 변형·연계될 수 있도록 해야 한다.[100]

항만에서의 기획 및 계획 단계에서는 기존의 경험에 의한 직관적이고 공급자 중심의 의사결정이 아닌 데이터를 기반으로 한 고객중심의 기획을 추진해야 한다. 레고(Lego)사의 마이드스톰(Mindstorms) 제품은 충성고객이 제품기획과 개발에 직접 참여하도록 만들었다.[101] 이와 같이 항만 수요자가 필요한 서비스를 정의하도록 기획 및 계획 수립 단계부터 참여시키는 것도 좋은 방법이다.

연구개발 및 생산 단계에는 기술개발자 중심의 가격 경쟁력 확보 위주의 연구개발 및 생산이 아닌 소비자 가치를 지향하고 기존에 검증된 기술을 결합하여 새로운 결과물을 창조해내는 다양하고 유연한 방법론이 도입되어야 한다. 예를 들면 미국 테슬라는 저렴하고 구하기 쉬운 노트북용 배터리를 대량으로 연결하여 최첨단 전기자동차의 배터리로 활용했다.[102]

항만운영 단계에서는 기존의 가격위주, 대량 물량 처리 위주의 시스템에서 다품종 소량 취급 등 고객이 원하는 가치를 제공하는 시스템으로 변화해야 한다. 또한 실시간 정보 연계로 소량의 물량만 적재할 수 있도록 하여 유연성을 극대화해야 한다.

(physical products in Real Space), 가상 공간에 존재하는 가상의 제품(virtual products in Virtual Space), 가상·실제 제품 간 데이터와 정보의 연결성(connections of data and information that ties the virtual and real products together) 등 세 가지로 규정했다. 디지털 트윈 체계를 적용하면 사소한 부분에서부터 큰 부분에 이르기까지 모든 문제가 발생 단계에서부터 실시간으로 감지되어 집단지성을 기반으로 최적의 솔루션이 도출, 현장에 곧장 전달되고 가장 적절한 조치가 취해져 생산성을 극대화할 것으로 예상된다(삼성전자 뉴스룸, https://news.samsung.com/kr/%EB%94%94%EC%A7%80%ED%84%B8-%ED%8A%B8%EC%9C%88-%EC%A0%9C4%EC%B0%A8-%EC%82%B0%EC%97%85%ED%98%81%EB%AA%85%EC%9D%98-%EB%B0%A9%EC%95%84%EC%87%A0-%EB%8B%B9%EA%B8%B8-%EC%88%98-%EC%9E%88(검색 2017.12.6.)

100) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.136.

101) 전게서, p.136.

102) 전게서, p.136.

유치 마케팅 단계에서는 경직되어 있는 마케팅 방법을 벗어나 다양한 매체를 활용하여 소비자와 지속적으로 관계를 개선하고, 양방향 소통 및 의견 교환이 가능한 마케팅을 실시해야한다.

〈표 6-1〉 스마트항만을 위한 디지털 기반 프로세스 혁신 변화

프로세스	AS-IS	TO-BE
기획 및 계획수립	◦ 전문가, 실무자, 경영자의 직관과 경험이 중요하게 작용하는 의사결정 ◦ 주기적인 기획 및 계획 수립 ◦ 공급자 중심의 기획	◦ 데이터에 기반을 둔 의사결정 ◦ 실시간으로 이루어지는 동적 기획 ◦ 고객 및 수요자(선사, 화주 등)에 맞춰 이루어지는 기획
연구개발 및 생산	◦ 기술 개발자 중심의 R&D ◦ 독자적이고 목표지향적 R&D 수행 ◦ 폐쇄적이고 가격 경쟁 위주의 생산	◦ 고객 수요를 파악하여 충족하는 고객중심 R&D ◦ 기술력을 가진 기업 및 개인이 조합·적응하는 혁신 ◦ 관련 기술을 가지고 있는 경쟁 기업 및 개인이 참여할 수 있는 개방성 ◦ 유연한 맞춤형 생산
항만물류	◦ 가격위주의 항만운영 ◦ 대량의 물량을 신속하게 처리 목표 ◦ 대량의 물량을 유치·적재	◦ 고객이 원하는 서비스 제공 중심의 항만운영 ◦ 다품종 소량 제품도 처리 ◦ 정보 실시간 연계로 소량의 물량만 적재
유치 마케팅	◦ 항만 완성 후 고객에게 생산성, 가격 마케팅 ◦ 단기간에 많은 고객에게 알리기 위해 매스미디어 사용 ◦ 직접 방문 마케팅	◦ 고객 수요를 이해하고 필요한 가치를 제안하여 고객이 찾아오도록 유도 ◦ 다양해지는 온오프라인 미디어(유튜브 등)를 경제적으로 이용

자료: 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14. 기반 저자 작성

2. 플랫폼 연계 및 설계 방안

1) 플랫폼 관련 환경 변화[103)]

미래 물류산업은 내부 프로세스를 넘어 고객과 연결된 서비스를 새롭게 혁신하는 비즈니스 모델 혁신이 중점이될 것으로 예상된다. 최근 가격 정책에서 거래 방식에 이르기까지 기존의 전통적 물류 모델을 혁신하고 있는 스타트업의 등장이 이러한 미래 변화를 대변하고 있는 것으로 볼 수 있다. 비즈니스모델의 혁신을 위해서는 기존의 획일화된 서비스를 지양하고 고객 특성에 맞는 맞춤형 서비스의 개발이 필요하다. 고정 자산에 대한 부담 완화를 위해 수요·공급 변동에 따라 유기적으로 물류 자산을 최적 배치하는 유연한 서비스 역량의 제고가 필요하다.

스타트업들은 이러한 물류산업 환경 변화에 잘 맞는 기업 형태이지만 규모가 작기 때문에 다른 대기업들과의 경쟁에서 개별적으로는 살아남기가 어려운 구조이다. 따라서 이들은 개방형 플랫폼을 개발하여 다른 스타트업들과 연계함으로써 경쟁력을 확보하고 있으며, 특히 클라우드 기술을 통해 수평적 연결 네트워크를 구축하여 정보를 쉽게 공유하고 있다. 클라우드 기술은 물류 프로세스가 분산된 다수의 기업이 하나의 프로세스에 참여하는 물류 분야에서 최근 주목되고 있는 기술이다.

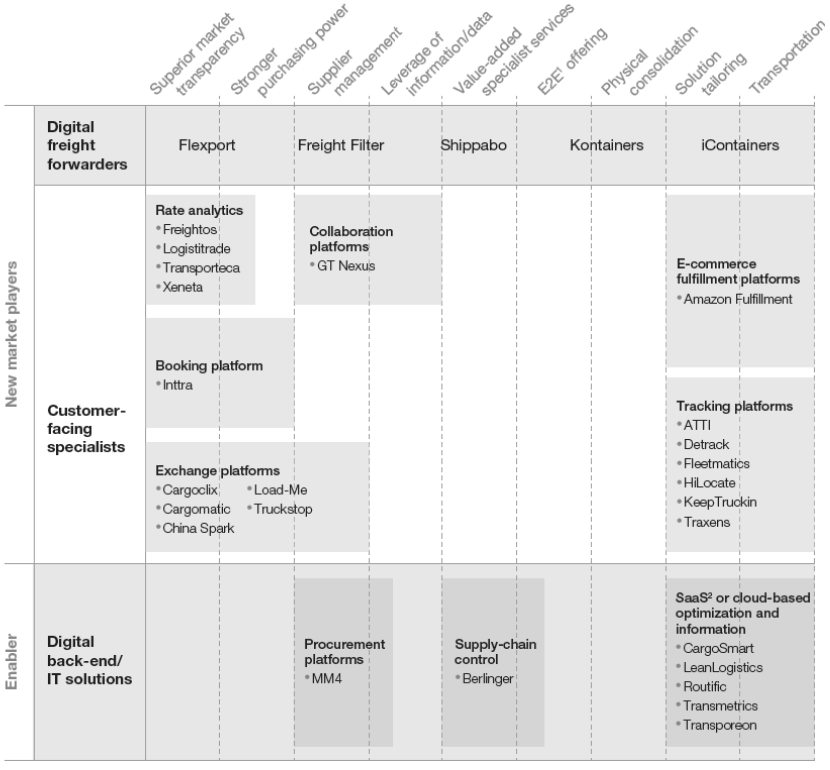
〈그림 6-1〉 기업 간 연결을 통한 스마트 물류: 물류 4.0 비전

자료: Fraunhofer, “Logistics 4.0 and the Internet of Things”, 2015.10.5., p.4

103) 송상화, 「4차 산업혁명과 미래 항만-항만도시 플랫폼 구축방안」, KMI 내부 자문 리포트, 2017.를 기반으로 저자 정리

항만물류 산업에서도 유사한 변화를 볼 수 있다. 선사들은 세계 경제 공황에서 살아남기 위해 채산성을 높이고자 선사 연합 및 대형화를 추진하고 있으며, 이는 협상력을 높여 항만 및 포워딩 산업 입장에서 협상의 어려움을 가중시키고 있다. 이를 극복하기 위해 3PL 기업과 항만들은 전체 프로세스를 단순화하고 참여기업들 간의 시너지를 창출할 수 있도록 비즈니스 모델 혁신을 추진하고 있다. 물류산업과 마찬가지로 해운·항만물류 분야에서도 다양한 플랫폼들로 무장한 스타트업들이 속속 등장하고 있으며, 선사의 대형화에 맞서 새로운 형태의 경쟁 구조를 창출하고 있다.

〈그림 6-2〉 해운항만 산업을 혁신하는 스타트업



자료: McKinsey, *Container shipping: The next 50 years*, 2017.10., p.20.

2) 플랫폼 추진 방안

앞서 본 것처럼 지금은 플랫폼의 시대라고 해도 과언이 아닐 것이다. 모든 글로벌 기업들은 플랫폼 선점이 기업의 미래를 결정하는 데 가장 중요한 요소로 작용한다는 것을 알고 자신의 플랫폼으로 사람들을 끌어 모으기 위해 자금을 쏟아 붓고 있다. 하지만 최근 플랫폼이 난립함에 따라 오히려 어려움이 발생하고 있다는 사람들도 많이 있다. 물류 프로세스상의 다양한 업무와 기능별로 상이한 플랫폼들이 존재하고 있어 이를 모두 연계하여 사용하기가 오히려 복잡해지고 있다고 한다. 또한 플랫폼들 간 연계 문제도 발생하고 있으며, 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 플랫폼들의 플랫폼(The Platform of Platforms)의 개발이 필요하다고 한다.[104)]

우리나라의 물류 관련 플랫폼들을 대략 살펴보면, KT, SKT, LGT 등 다양한 기업이 통신관련 IoT 플랫폼을 개발하여 보급하고 있으며, 무역과 관련된 신고 업무는 KL-Net, KT-Net 등이 담당하고 있다. 이 밖에도 터미널운영시스템, 배차시스템 등 수많은 플랫폼이 존재하고 있다. 화주 또는 이를 이용하고자 하는 기업이 이러한 서비스를 모두 연결해서 쓰고자 한다면 막대한 시간과 비용의 투자가 필요할 것이다.

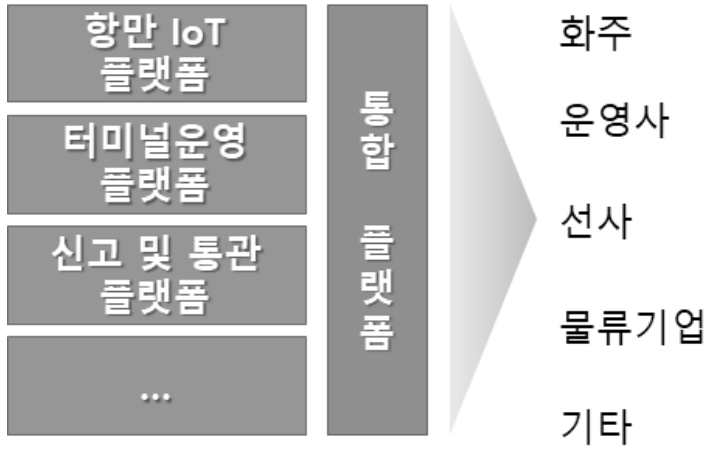
이에 최근 삼성SDS가 Cello Square를 개발하여 물류 플랫폼 서비스를 제공하고 있다. Cello Square는 운송 및 운임 조회, 예약, 화물 추적 등 물류와 관련된 모든 서비스를 한 곳에서 제공하기 위해 기존의 다양한 플랫폼들과 연계하였다. 즉 물류 서비스 측면에서 물류 분야에서의 '플랫폼들의 플랫폼'이라 할 수 있으며, 항만물류산업에서도 이러한 플랫폼의 개발이 필요할 것으로 보인다.

이를 위해서는 현재 분리되어 있는 다양한 항만물류 관련 서비스들을 하나로 모을 수 있는 싱글윈도우 개념의 통합 플랫폼 개발이 필요할 것으로 보인다. 이의 추진에는 다부처/다기관/다기업 간 협력이 필수적이며 협력체계 구성이 중요할 것으로 보인다.

---

104) 송상화, 「클라우드 기반 스마트 물류 지원을 위한 수평적 IoT 메타플랫폼 기술」발표자료, 2017.

〈그림 6-3〉 항만물류 분야 통합 플랫폼 구축 방안



자료: 저자작성

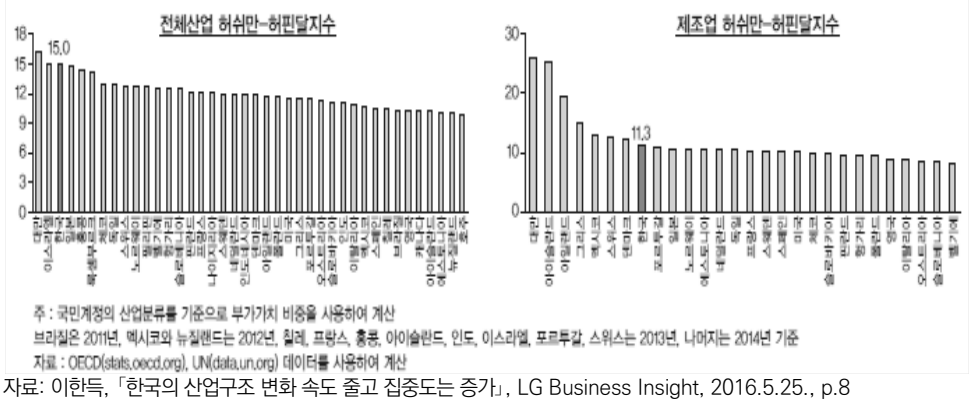
제2절 스마트항만 혁신 기술 창출 역량 제고 방안

1. 지능정보기술 분야 관련 기업 협력 방안

1) 우리나라 디지털 혁신 환경

이한득 연구에 따르면 14개 산업의 부가가치 비중으로 계산한 2014년 우리나라의 허쉬만-허핀달 지수(Hirschman-Herfindahl Index)[105]는 15.0으로 분석대상 40개국 중 3번째로 높았다.[106]

〈그림 6-4〉 우리나라 산업구조의 집중도 수준



자료: 이한득, 「한국의 산업구조 변화 속도 줄고 집중도는 증가」, LG Business Insight, 2016.5.25., p.8

이는 우리나라 산업구조에서 특정 산업에 집중되어 있는 정도가 다른 나라에 비해 상대적으로 높다는 것을 나타낸다. 우리나라가 정보통신기술(Information

105) 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST, 「10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비」, 지식공감, p96, 2017.4.14.; 허쉬만-허핀달 지수는 시장 내에서 특정 주체가 갖는 집중도를 파악하여 시장의 경쟁도를 평가하기 위한 지수이다.

106) 이한득,「한국의 산업구조 변화 속도 줄고 집중도는 증가」, LG Business Insight, 2016.5.25.(14개 산업은 농림수산어업, 광업, 제조업, 전기가스수도, 건설, 유통, 운송, 숙박, 정보통신, 금융, 부동산, 사업서비스, 공공서비스, 개인서비스 등이고, 국제비교에서 산업이나 업종 분류는 OECD와 UNI에서 제공하는 데이터를 기준으로 사용했다. 40개국은 경제규모(GDP기준) 및 시가총액 30위 이상인 국가 또는 OECD 회원국 중에서 부가가치 기준으로 산업구조 파악이 가능한 국가이다.)

and communication technology, ICT), 자동차, 화학 등 기존 주력 산업에 의존할 수밖에 없는 가장 큰 이유는 혁신을 독자적으로 창출할 수 있는 능력이 부족하여, 대기업 혹은 해외기업의 성공 사례를 답습하는 추격형 전략을 추진했기 때문이다.[107] 즉 다양한 산업 간 융합, 타 기업과의 협력보다는 주로 주력산업을 이끄는 대기업을 따라가는 산업구조였다는 것을 반증하는 것이다. 이렇다 보니 융합과 혁신을 강조하는 4차 산업혁명시대에 우리나라는 한계를 드러내고 있는 실정이다.

하지만 우리나라는 4차 산업혁명의 핵심이라고 할 수 있는 ICT 분야에서는 우수한 성적을 거두고 있어 발전 가능성은 높은 편이다. 국제전기통신연합(International Telecomunication Union, ITU)이 발표하는 ICT 발전지수인 IDI(ICT development index)에서는 2017년 접근(access)부분 7위, 사용(use)부분 4위, 역량(skill)부분 2위를 차지하여 아이슬란드에 이어 전 세계에서 2위를 기록했다.[108] 특히 접근성, 사용보다 ICT 역량 부분이 우수한 것으로 나타나 향후 발전가능성이 높을 것으로 판단된다.

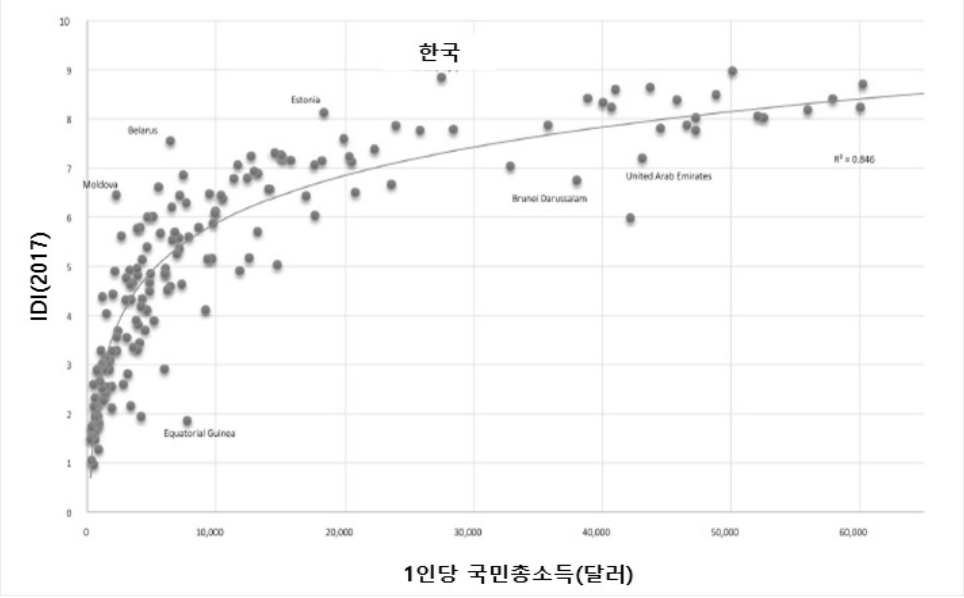
또한 우리나라는 국민총소득 대비 ICT 발전지수가 다른 국가보다 높은 편이다. 이는 우리나라의 ICT 기반의 디지털 인프라가 경제성장에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 증명하는 것이다.

이에 4차 산업혁명시대 스마트항만 관련 혁신기술 개발 및 사업화의 성공을 위해서는 현재 확보되어 있는 우리나라의 우수한 ICT 관련 디지털 인프라를 기반으로 대기업뿐만 아니라 역량이 우수한 기업, 연구소, 인재들이 협력하는 문화를 조성하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

107) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.97.

108) ITU, *Measuring the Information Society Report 2017*, Volume 1, 2017, pp.31~34.

〈그림 6-5〉 국가별 1인당 국민총소득(GNI)과 ICT 발전지수(IDI) 관계



자료: ITU, *Measuring the Information Society Report 2017*, Volume 1, 2017, p.50

2) 지능정보기술 분야 관련 기업 협력 방안

세계 경제에서 부가가치 창출의 핵심은 노동, 자본 등의 요수 투입력에서 혁신역량으로 옮겨가고 있다. 가치 있는 아이디어를 제품과 서비스로 실현하기 위해서는 조직이나 인력의 기술적 역량이 확보되어야 한다.[109] 내부에 전문 인력과 해당 기술이 부족하다면 외부 전문기업 및 전문가와 개방적으로 협업할 수 있는 체계를 마련해야 한다.

IMD가 발표하는 2017년 디지털 경쟁력 순위(IMD World Digital Competitiveness Ranking)에서 우리나라는 평가대상국 63개국 중 19위를 차지했다.[110] 세부적으로는

109) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.151.

110) IMD, *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2017*, 2017; IMD 디지털 경쟁력 상위 10위 국가는 싱가포르, 스웨덴, 미국, 핀란드, 덴마크, 네덜란드, 홍콩, 스위스, 캐나다, 노르웨이 등이다.

지식(knowledge) 14위, 기술(technology) 17위로 중상위권을 차지하고 있는 반면에 미래준비도(future readiness)가 24위로 상대적으로 낮은 평가를 받았다. 지식 부분은 디지털/기술 역량(22위) 등의 능력, 근로자 훈련(46위) 등의 교육 및 훈련, R&D 생산성(25위), 고급기술 특허인정(5위) 등의 과학적 집중도가 해당된다. 기술 부분은 규제 프레임워크, 자금, 기술 프레임워크가 해당된다. 미래준비도는 적응태도, 비즈니스 신속성, IT 통합이 해당된다. 우리나라는 높은 교육수준(2위), R&D 지출비중(2위), 계약분쟁해결(1위), 인터넷 연결 속도(1위), 전자정부(3위) 등에는 강점을 가지고 있다고 평가받고 있다. 반면에 국제경험(51위), 이민법(57위), 은행 및 금융 서비스(54위), 벤처 캐피털(53위), 빅데이터 이용 및 분석(56위) 등의 경쟁력이 낮은 것으로 나타났다.[111]

〈표 6-2〉 한국의 지능정보기술 세계 경쟁력

구분	한국의 강점(5위내)	한국의 약점(50위초과)
지식 (14위/63개국)	◦ 높은 교육 수준 ◦ R&D 지출 비중 ◦ 하이테크 특허 허가	◦ 국제경험
기술 (17위/63개국)	◦ 계약 분쟁 해결 ◦ 인터넷 연결 속도	◦ 이민법 ◦ 은행 및 금융 서비스 ◦ 벤처 캐피털
미래 준비도 (24위/63개국)	◦ 전자정부 ◦ 전자참여 ◦ 인터넷 소매	◦ 빅데이터 이용 및 분석

자료: IMD, *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2017*, 2017, pp.106~107 기반 KMI 재작성

한편 우리나라는 혁신을 창출하기 위한 협력이 원활하지 않다. 61개국을 대상으로 한 국제경영개발대학원(IMD)의 2016년 세계경쟁력연감에서 산학 지식 전달 정도 34위, 기업 간 기술협력 정도가 42위로 매우 낮게 나타났다.[112] 특히 우리나라는 미래준비 수준 중 비즈니스 협력 및 대응 민첩성의 등수가 2013

111) IMD, *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2017*, 2017, pp.106~107.

112) 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., p.152.

년에는 31위 수준이었으나 2017년에는 48위로 떨어졌다. 그 이유는 디지털 시대의 경쟁력 확보에 중요한 역량인 기회와 위협 요인의 파악 능력이 46위, 혁신을 주도하는 회사가 32위, 기업의 민첩한 대응이 34위, 빅데이터 이용 및 분석 정도가 56위, 지식의 전파정도가 32위로 모두 낮은 편이기 때문이다.

〈표 6-3〉 한국의 지능정보기술 경쟁력 확보 방안

구분	방법
기술 협업 및 융합 연구 문화 조성	◦ 다양한 지능정보기술(IoT, 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 로봇공학, 3D 프린팅 등) 분야의 융합 연구 ◦ 실패 리스크를 분산하는 도전적 연구 환경 조성
범용 및 표준화 연계를 고려한 기술 개발	◦ 기술 개발 단계부터 장기적으로 적용되는 항만물류 분야의 비즈니스 모델 고려 ◦ 다양한 시스템 간 호환을 고려한 범용 기술 개발 ◦ 국제 표준을 고려한 연구 개발
개방형 기술개발 혁신 추진	◦ 혁신 주체들이 R&D 단계부터 사업화 단계까지 일련의 과정을 개방하여 외부의 자원을 최대한 활용 ◦ 리빙랩, 오픈사이언스와 같은 개방형 기술개발 모델을 확대 ◦ 개방형 기술개발로 인한 피해를 최소화하기 위한 제도를 마련
정부의 적극적인 지원	◦ 협력을 통한 기술개발 성공 기업에 대한 인센티브 제공 ◦ 실패 리스크에 대한 부담감을 축소시키는 재원 및 제도 마련 ◦ 해외 시장 진출 시 시장 정보 제공 및 시장 형성 노력

주: 리빙랩(living lab)은 사용자 주도형 혁신 모델의 하나이며, 연구소의 폐쇄적 환경으로부터 벗어나 특정 공간에서 사용자들이 참여하는 가운데 문제 해결 방안을 도출하는 방식이다. 오픈사이언스(open science)는 지식공유와 열린 논의를 통해 과학적 연구를 발전시키고자 과학적 성과물을 개방하는 곳이다.

자료: 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14., pp.153~159 기반 KMI 재작성

IMD 보고서에 따르면 우리나라는 기술과 지식수준에 비해 미래에 대한 준비가 더디고 기술 협력 및 전파 의지가 낮은 편으로 나타났다.

이에 4차 산업혁명시대 경쟁력의 핵심인 지능정보기술을 확보하기 위해서는 4가지의 경쟁력 확보 방안이 필요하다. 첫째, 기술 협업 및 융합 연구 문화를

조성한다.

둘째, 범용 및 표준화 연계를 고려한 기술 개발을 추진한다. 우수한 기술을 개발하였을지라도 세계 표준화로 채택되지 않을 경우에는 경쟁 시장에서 사장될 수 있다. 이에 기업이 디지털 기반의 지능정보기술을 개발하고 활용하기 위해서는 다양한 시스템 간 호환성을 고려한 표준을 개발하고 주도하려고 노력해야 한다.

셋째, 우수한 기업 및 전문가들이 참여할 수 있도록 개방형 기술개발 혁신을 추진한다. 기술개발 단계부터 고객 가치 측면의 차별화된 비즈니스 모델을 고려해야 한다. 그리고 우수한 역량을 확보한 기업, 연구기관들과 공동연구를 수행할 수 있는 개방형 기술 개발 혁신을 추진하는 것이 필요하다.

마지막으로 지능정보기술 경쟁력 확보에 기여하는 기업에 대해서 정부의 적극적인 지원이 필요하다. 기술 표준화 노력, 기술 협력을 통한 경쟁력 있는 제품 개발 등의 노력으로 세계 수출이 가능한 항만장비, 소프트웨어 등을 개발한 기술협력 업체들에 대해서는 정부가 세제 혜택을 부여하고, 진출 시장에 대한 기술 정보 등을 제공하며, 해외 판매 시 초기 시장 형성을 도와주는 역할을 하는 것이 필요하다.

2. 차세대 디지털 문해력(Digital Literacy) 향상을 위한 교육 개선 방안

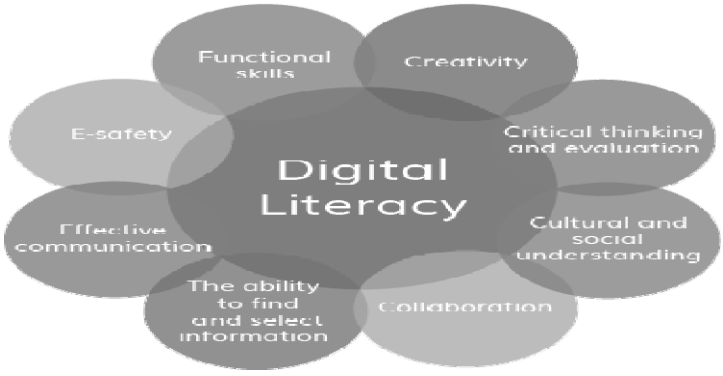
인공지능, 가상현실, 사물인터넷 등 기술이 인간의 삶을 총체적으로 변화시키는 기술 주도사회가 도래하면서 디지털 문해력(Digital Literacy)은 미래 인재의 필수 역량으로 강조될 것이다.[113]

디지털 문해력은 단순한 컴퓨터 활용 능력 및 디지털 기술과 달리 지식사회에 디지털 시민으로 참여하기 위한 필요 역량의 집합으로, 커뮤니케이션 능력, 창의력, 비판적 사고 등 디지털 정보를 사용(Use)하고 이해(Understand)하며 컨텐츠를 제작(Create)할 수 있는 능력을 의미한다.[114]

113) 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, p. 162
114) Media Smarts, http://mediasmarts.ca/teacher-resources/digital-literacy-framework/digital-literacy

디지털 문해력을 향상시키기 위해서는 우선 초·중등학교에서 시행되고 있는 디지털 문해력 관련 교육과정을 효율적으로 설계하고 개인 창업이나 고등교육과 연계시키는 방안이 마련되어야 한다.[115)]

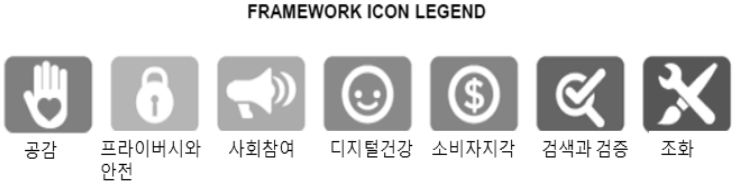
〈그림 6-6〉 디지털 문해력(Digital Literacy) 상호 요소



자료:ResourcedEd,https://resourced.prometheanworld.com/digital-literacy-classroom-important/(검색: 2017.11.1.

캐나다의 디지털 문해력 교육과정은 크게는 세 가지 중요한 원칙(Use, Understand, Creat)에 의거하여 학년별로 구분되어 있으며 공감, 프라이버시, 사회참여, 디지털 건강 등 다양한 필수 요소들을 학생들에게 교육할 수 있도록 설계되어 있다.

〈그림 6-7〉 캐나다 디지털 문해력(Digital literacy) 교육과정 필수 요소



자료: Media Smarts, http://mediasmarts.ca/teacher-resources/digital-literacy-framework/digital-literacy-framework-grades-k-3 (검색: 2017.11.1.) 저자수정

115) 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST, 「10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비」, 지식공감, 2017, p.163.

〈표 6-4〉 캐나다 디지털 문해력(Digital literacy) 교육과정 상세(학년별)

교육과정 범주	교육명	학년	세부내용
디지털건강 소비자지각 조화	광고: 온라인 음식광고 소개	K-1	온라인 광고와 아이들의 관심을 끌기 위해 마케터들이 시행하는 광고기법 소개
소비자지각 검색과 검증	광고비교	K-3	상표 부착 광고와 미부착 광고의 차이 비교
공감 디지털건강 조화	온라인에서 윤리적으로 행동하기	4-6	분노와 흥분과 같은 감정들을 스스로 제어할 수 없을 때 대응할 수 있는 방법 소개
공감 사회참여	Hate 2.0	8-10	온라인상에 느끼는 증오와 혐오를 극복하는 방법과 전략

자료: Media Smarts, , http://mediasmarts.ca/teacher-resources/digital-literacy-framework/digital-literacy-framework- grades-k-3 (검색: 2017.11.1.) 저자수정

위와 같은 디지털 문해력 증진 교육과정의 효과를 극대화하기 위해서는 진단 및 학습도구 개발이 필요하다. 현재의 디지털 문해력 진단 및 학습은 단순히 디지털 미디어를 찾고 읽는 수준에 그치고 있지만 향후에는 지능형 교구와 교재가 개발되어 교육 현장에 활용되어야 한다.[116]

마지막으로 기존에 공급자 중심으로 설계되어 있던 디지털 문해력 교육과정 설계를 수요자, 교육 이수자 중심으로 전환할 필요성이 높아지고 있다. 하지만 학습자가 주도할 수 있는 새로운 교육과정이라고 하더라도 교사, 즉 교육 공급자의 치밀한 수업설계는 필수적이다. 그렇지 않을 경우 교육 수요자가 많은 디지털 정보 속에서 부유하거나 심각한 정보 격차가 발생할 수 있기 때문이다.[117]

116) 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST, 「10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비」, 지식공감, 2017., p. 164.
117) 전게서, p.164. 기반으로 저자 정리

3. 스마트항만 신기술 개발 및 사업화 성공 방안

1) 4차 산업혁명시대 스타트업 기업의 중요성

스타트업은 혁신을 위한 중요한 도구이다. 스타트업은 혁신 아이디어를 찾는 것에서부터 시작된다. DHL(2016) 보고서는 물류 스타트업들이 우버(Uber)처럼 디지털 기술을 기반으로 한 창조적 파괴를 통해 물류시장을 뒤흔들고 있다고 언급했다.[118] 물류산업은 글로벌 무역의 중추 역할을 수행하고 있지만, 여러 플레이어들에 의해 분열되어 있어 정보 연계 및 가시성 확보가 어렵다. 또한 거대 자산과 인프라, 레거시 시스템을 보유하고 있는 기존 물류기업은 새로운 기술을 현장에 접목하기가 쉽지 않아 시대에 뒤처지고 있다.[119] 그래서 스타트업의 혁신 아이디어 기반의 사업 진출은 기존의 인프라 기반의 물류기업을 혼란에 빠뜨릴 수도 있고 새로운 활력소가 될 수도 있다. 즉 스타트업 기업의 아이디어가 기존 전통 물류시장을 재편하여 4차 산업혁명시대에 맞게 기업이 변화하도록 유도하고 있다.

2) PortXL 스타트업 성공 사례[120]

PortXL은 2년간 액셀러레이팅 프로그램을 진행하면서 작년에는 12개, 올해는 현재(2017년 4월 기준)까지 11개의 스타트업과 함께 아이디어를 사업화하는 작업을 하고 있다. 작년 3개월 동안 인큐베이팅을 한 12개 중 5개 스타트업이 클라이언트와 실제 계약을 성사했다.

(1) 란마린(RANMARINE Technology)[121]

남아공 스타트업인 란마린의 Waste Shark 드론은 수상드론으로 연안지역에 있는 바다 쓰레기를 인식하여 수거하는 제품이다. 이 드론은 해상을 돌아다니면

118) DHL Trend Research, *Logistics Trend Radar*, 2016, p.8(How startups are redefining logistics-A 500 startups perspectives).
119) DHL Trend Research, 전게서
120) PortXL사의 Mare Straetmans 상무이사와 한국해양수산개발원 회의실에서의 면담조사(2017.11.15.)한 결과를 기반으로 저자 작성
121) Mare Straetmans 상무이사 면담조사 결과, 전게서

서 수질, 날씨, 수심 등 환경에 관련된 데이터를 수집하고, 동시에 플라스틱 등 해상쓰레기를 수거한다. 이 시스템의 장점은 운항 중 물체와 충돌하여 뒤집힐 경우 자력으로 복원한다는 것이다.

〈그림 6-8〉 RANMARINE, Waste Shark Drone

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=iBCzwvEnGhg(검색 2017.11.19.)

(2) UCLS(Universal Container Locking System)[122]

UCLS는 선적 컨테이너를 위한 자동화된 콘 제거 및 체결(Twist Lock) 시스템이다. 일상적인 콘 처리 프로세스를 자동화함으로써 안전성을 높였다.

〈그림 6-9〉 UCLS의 자동 콘 제거 장치

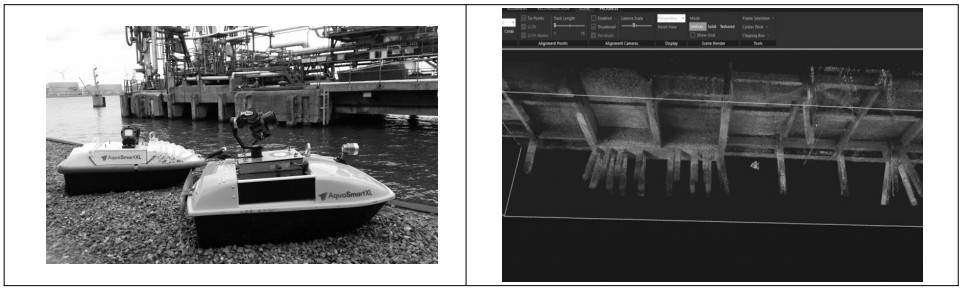
자료: PORTXL, https://portxl.org/portxl-startups/(검색 2017.11.19.)

122) Mare Straetmans 상무이사 면담조사 결과, 전게서

(3) AquaSmartXL[123)]

아쿠아스마트XL은 수중 사용이 가능한 아쿠아 드론으로 일반적인 기술을 적용할 수 없는 장소 및 환경을 관찰하는데 도움을 준다. 아쿠아 드론은 보팍(Vopak) 터미널의 부두 검사를 위해 사용되고 있다.

〈그림 6-10〉 AquaSmartXL



자료: AquaSmartXL, http:/aquasmartxl.com/(검색 2017.11.19.)

(4) FEO Augmented Reality[124)]

AR 플랫폼은 증강현실 안경으로 선박 운영 상황을 원격으로 감시할 뿐만 아니라 문제 발생 시 전문가가 관제탑에서 현장 작업자에게 원격으로 유지보수를 지시한다.

〈그림 6-11〉 FEO Augmented Reality(AR)

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=9q-6ZK6SQRY(검색 2017.11.19.)

123) Mare Straetmans 상무이사 면담조사 결과, 전게서
124) Mare Straetmans 상무이사 면담조사 결과, 전게서

(5) Parable사의 VR 기반 교육훈련프로그램[125)]

Parable사가 개발한 VR 기반 교육훈련 프로그램이다. 이를 통해 선박에서 발생할 수 있는 화재 등을 사전에 훈련할 수 있다.

〈그림 6-12〉 Parable사의 VR

자료: YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=StvJD0GGHb0(검색 2017.11.19.)

3) 스타트업 아이디어를 사업화하는 방법[126)]

로테르담항만청의 파트너인 PortXL사는 세계 유일의 해운·항만 특화 액셀러레이터다. PortXL의 역할은 전 세계에 흩어져있는 항만 스타트업을 발굴하여 새로운 기술을 필요로 하는 대기업을 매칭 시키고, 교육·훈련을 통해 개발 기술을 사업화하여 글로벌 시장에 진출할 수 있도록 도와주는 것이다.

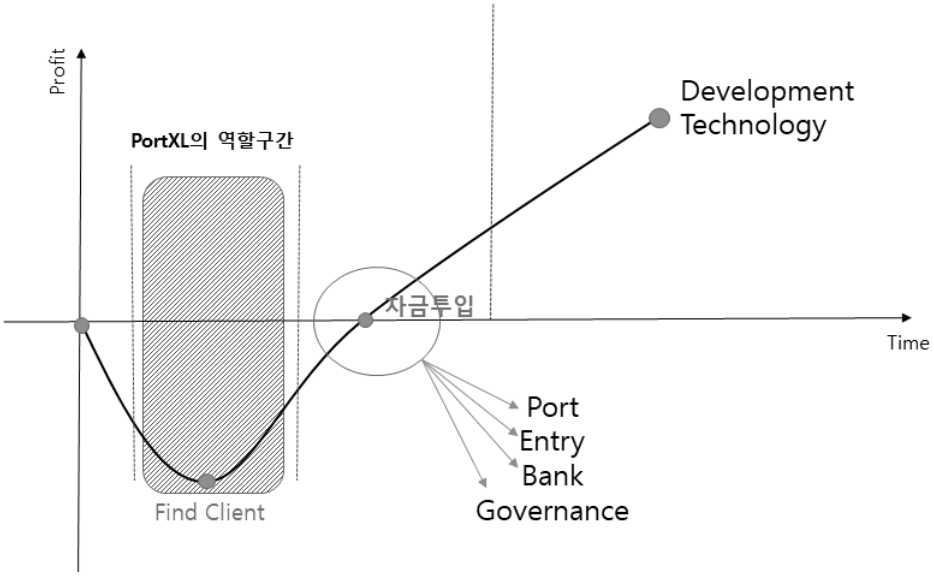
PortXL은 운송과 물류(Transport &Logistics), 에너지(Energy), 화학과 정제(Chemicals &Refinery), 해사(Maritime) 등 4가지 사업 분야를 고려하여 스타트업을 선별한다.

초기 스타트업 아이디어를 제안한 후 PortXL과 같은 기관을 만나지 못하면 대부분의 기업들은 개발을 진행해보지도 못하고 파산한다. 그러므로 PortXL 같은 기관이 초기 아이디어의 사업화를 이끄는 데 중추적인 역할을 수행하게 된다.

이렇게 PortXL이 스타트업을 발굴하면 로테르담항만청은 조금 더 물질적인(Physical) 자금을 지원하여 기술의 사업화에 도움을 준다.

125) Mare Straetmans 상무이사 면담조사 결과, 전게서
126) Mare Straetmans 상무이사 면담조사 결과, 전게서

〈그림 6-13〉 PortXL의 역할 구간

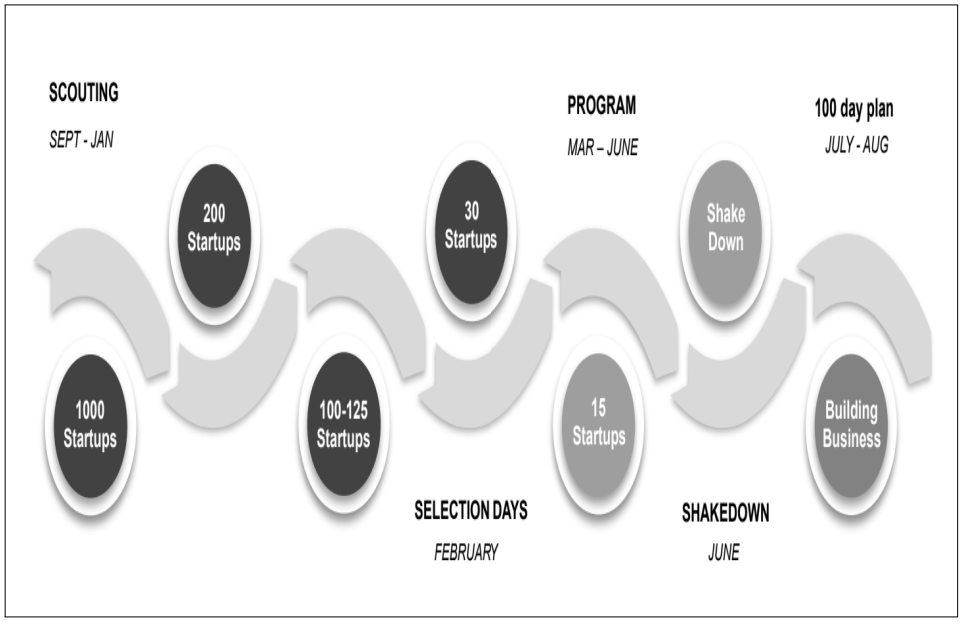


자료: PortXL사의 Mare Straetmans 상무이사와 한국해양수산개발원 회의실에서의 면담조사(2017.11.15.)한 결과를 기반으로 저자 작성

PortXL은 매년 3개월짜리 액셀러레이팅 프로그램을 진행한다. PortXL은 먼저 1,000개 이상의 스타트업을 모은 뒤 그 중 200개 기업을 선별한다. 그 다음 스카이프콜로 인터뷰를 진행한 후, 그 가운데 30개 기업을 뽑아 로테르담으로 부른다. 30개 기업은 150~200명의 PortXL 전문가그룹(멘토)과 만나 비즈니스를 점검 받는다. 이들은 4시간 동안의 열띤 경쟁을 통해 15개 기업을 최종 선정한다. 선정된 15개 기업은 3개월 간 매주 1개 기업씩 비즈니스 플래닝, 자금조달, 마케팅, 사업모델 공개(Pitching) 노하우 등 PortXL의 전문가 집중 교육을 받고, 아이디어를 현장에 사용할 수 있는 기술로 발전시킨다.

PortXL은 최종 선정된 15개 기업(신청 기업 중 1.5%)들을 싱가포르, LA, 뉴욕, 리버풀 등 글로벌 네트워크에 소개한다. 이 과정에서 스타트업은 총 500명 이상의 해운업 관련 클라이언트와 만날 수 있으며, 이를 통해 향후 비즈니스를 하는 데 필요한 잠재 고객을 확보할 수 있다.

〈그림 6-14〉 PortXL 스타트업 프로그램 프로세스



자료: PortXL, "Introduction Presentation", 2017.09.

현재(2017년 4월 기준) PortXL은 총 11개 파트너사(대기업)[127]와 함께 일하고 있다. 실제 이들은 스타트업과 많은 협업 사례를 만들어내고 있으며, 이러한 협업을 통해 새로운 기술을 발견하기도 한다.

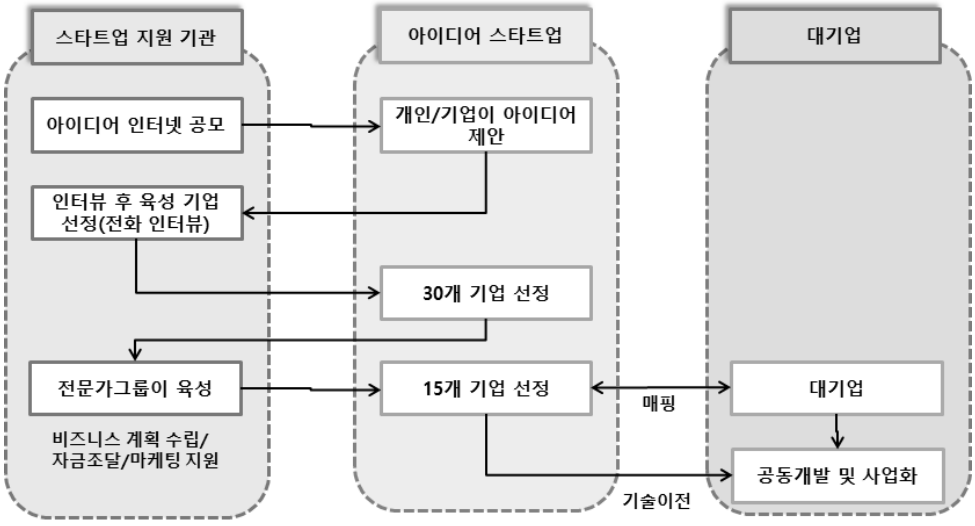
PortXL 상무이사인 마래 스트레트먼스(Mare Straetmans)[128]에 따르면, 해운항만 분야 스타트업의 수가 늘어나 약 3천 개가 되면 스타트업과 대기업을 매칭 시키는 지금의 액셀러레이팅 방식의 형태가 아닌 처음부터 항만이나 기업에서 필요한 기술을 정해두고 펀딩을 받아 기술 개발에 착수하는 방식으로 전환될 수 있다라고 언급했다.

즉, 스타트업의 아이디어를 사업화하기 위해서는 스타트업 지원기관이 대상 스타트업을 선정하고, 육성하고, 대기업과 매칭 시키는 작업을 해주는 것이 필요하다.

127) EY, 반오드(Van Oord), ECE(Erasmus Centre for Entrepreneurship), RPF(Rotterdam Port Fund), 라보뱅크(Rabobank), 보팍(Vopak), 유니퍼(Uniper), 이노베이션 쿼터(Innovation Quarter) 등이 대표적이다.

128) PortXL사의 Mare Straetmans 상무이사와 한국해양수산개발원 회의실에서의 면담조사(2017.11.15.)한 결과를 기반으로 저자 작성

〈그림 6-15〉 아이디어를 사업화하는 과정



자료: PortXL사의 Mare Straetmans 상무이사와 한국해양수산개발원 회의실에서의 면담조사(2017.11.15.)한 결과를 기반으로 저자 작성

제3절 스마트항만 관련 제도 및 인프라 개선

1. 신사업 규제 개선을 위한 법·제도 개선 방안

우리나라가 4차 산업혁명시대로의 전환에 적극 대응하여 스마트항만시대로 순조롭게 진입하기 위해서는 혁신적인 규제 도입 및 운영이 필요하다.

특히 4차 산업혁명시대에 새롭게 시작되고 있는 융복합 신산업 등은 기존 규제체계 안에서 모두 수용하기 어려운 만큼 전통적 규제체계의 프레임이라고 할 수 있는 포지티브 규제방식에서 포괄주의에 입각한 사후규제 중심인 네거티브 규제방식으로 전환되어야 한다.[129]

〈표 6-5〉 포지티브 규제와 네거티브 규제의 비교

포지티브 규제방식	네거티브 규제방식
- 열거된 것만 제한적 허용 - 국가의 감독·규제 위주 법체계 - 기본권의 최소 보장 - 융합 등 기술환경 변화에 대응 곤란 - 유해행위 · 영업의 사전규제에 초점	- 금지한 것 외에 모두 허용 - 민간의 자율 · 창의 중심 법체계 - 기본권의 최대 보장 - 융합 등 기술 변화에 기민한 대응 가능 - 유해행위 영업방지 등은 사후관리 감독으로 해소
문제가 생기지 않도록 최대한 규제	꼭 필요한 만큼만 규제

자료: 법제처, 「일자리창출과 공생발전을 위한 국민중심 원칙허용 인허가제도 도입」, 원칙허용 인허가제도 도입 관련 설명자료집, 2012. 2. p.1

1) 개인정보보호제도 개정 [130]

스마트항만 시대에 항만별·지역별로 집계되는 해운항만물류 관련 데이터들은 지금보다 더 중요한 자원으로서 활용가치가 높아질 것이다. 실제로 해양수산부에

129) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, p.167.

130) 전게서, p.168. 기반으로 저자 정리

서는 공공데이터 개방 시스템 구축을 위해 기존 해운항만물류정보 관련 시스템들을 통합하고자 「해운항만물류 통합정보망 시스템 구축사업」을 시행 중에 있다.

하지만 여전히 개인정보 보호 부분에서는 제도적 공백이 존재하고 있어 시스템 구축(2018년)이후에도 다양한 소스에서 집계되는 해운항만물류 데이터들의 활용에 제약이 발생할 수밖에 없는 실정이다.

현재 우리나라에서 개인 정보를 수집, 활용하기 위해서는 엄격한 사전 동의 절차가 필요하다. 이러한 한계점을 극복하기 위해서는 개인정보의 범위와 비식별 조치의 기준에 대한 사회적 합의를 이루어야 한다. 일정한 목적 내에서는 별도의 과정을 거치지 않고 개인정보를 수집하고 이용할 수 있는 포괄적 사전 동의나 사후거부제도 도입의 검토가 필요하다.

미국과 일본에서는 비식별 정보의 경우 개인정보로 간주하지 않고 활용할 수 있다. 일본의 경우 2015년 8월 빅데이터 활용을 활성화 하기 위해 「개인정보보호법」을 개정하였으며, 개인정보 정의 명확화규정, 비식별정보의 이용 및 활용규정, 개인데이터의 3자 제공 시 확인기록 작성 의무화 규정 등이 신설되었다. 미국 또한 2012년 2월에 소비자 프라이버시 권리헌장 초안을 공표하였다.

정보통신기술(ICT)의 발달로 파생된 예상치 못했던 다양한 형태의 개인정보 생성과 유통을 효율적으로 관리하고 활용하기 위해 이러한 변화는 반드시 필요한 것으로 보인다.

2) 안전성 제고를 위한 규제개혁[131)]

자율주행자동차, 자율주행선박, 드론 등 스마트항만 신사업 분야의 안전성을 제고할 수 있는 규제 개혁이 마련되어야 한다.

2014년도에 '규제개혁 장관회의 및 민관합동 규제개혁 점검회의'를 통해 드론의 비행 승인 절차 간소화를 이끌어 내었지만 드론 비행 허용범위나 운용 방식에 대한 추가적인 사회적 합의가 아직 미비한 상황이다.

또한 자율주행자동차, 자율주행선박 관련 안전규정이 마련되어 있지 않은 상

131) 전게서, pp. 168-169.

황으로 부품의 성능기준, 사고 시 책임소재 규정 등 안전성 확보와 관련된 규제 및 제도 개선이 필요하다.

실제로 정부는 자율자동차 및 자율운항선박과 관련된 법령들을 각각 2020년과 2022년까지 정비할 예정으로 이는 스마트항만 생태계 조성에 기여할 것으로 예상되고 있다. 하지만 교통, 제조 분야 대비 완료 시점이 먼 해운항만 분야의 규제 개선작업의 시기를 앞당길 필요가 있다고 판단된다.

〈표 6-6〉 분야별 주요 규제·제도 개선 내용

분야	주요내용	기간
자율자동차	- 운전자를 전제로 하고 있는 도로교통법령 정비추진	2020년 까지
자율선박	- 선박직원법(승무정원), 선박입출항 관련 법령(입출항 신고 등) 개선	2022년 까지
공정경쟁	- 신산업분야 경쟁제한 규제개선 및 불공정행위 감시 강화	2017~18년 까지
교통	- 최적신호제어기 설치 의무화 관련 제도개선	2019년 까지
제조	- 스마트 공장 확산 촉진을 위한 수준별 인증제도 및 인센티브 도입 - 지능형 제조로봇의 신뢰성 제고를 위한 안전성 평가기준 마련	2018년 까지 2019년 까지

자료: 4차 산업혁명 위원회 보도자료, "모두가 참여하고 모두가 누리는 사람 중심의 4차 산업혁명 구현으로 사회문제 해결·경제성장 동시에 잡는다!", 2017.11.3

3) 지적재산권 보호 제도 강화[132)]

지금까지 사람에 의해서만 창작되었던 항만 관련 지적 재산들(특허, 기술, 디자인)이 스마트항만 시대에는 인공지능에 의해 창작될 수 있기 때문에 향후에는 지적 재산권 범위가 지금보다 확대되고 관련된 새로운 이슈들이 등장할 것으로 전망된다.

지식재산 창작의 주체가 변화되는 것에 걸맞는 지적재산 보호의 새로운 기준 마련과 함께 지적 재산권을 보호하기 위한 국제적인 공동 노력이 필요하다. 스마트항만의 핵심 기술들은 국경을 초월하여 불법 복제되거나 유통될 수 있기 때문에 국내 조치 이외에 국가 간 공조와 협의가 반드시 병행되어야한다.

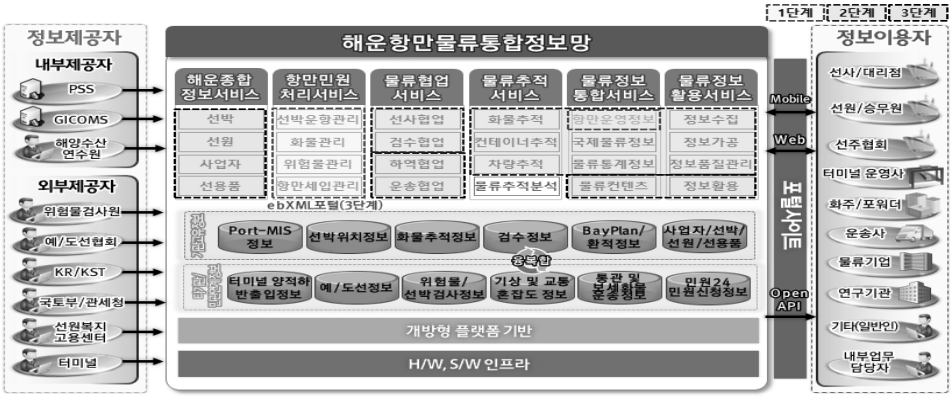
132) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, pp. 171-173 기반으로 저자 정리.

2. 공공 빅데이터 확보 방안

공공데이터란 국가기관, 지방자치 단체와 같은 공공기관이 법령 등에서 정하는 목적을 위하여 생성 또는 취득하여 관리하고 있는 데이터베이스, 전자화된 파일[133]로, 최근 국가안전·위험관리·교육·환경 등 공공 부문에서 빅데이터 수요가 크게 증가하고 있다. 빅데이터의 정의 및 특징은 다양하지만 기본적으로는 거대한 데이터 집합으로 대규모 데이터뿐 아니라 관련된 기술 및 도구까지 포함된다.[134]

해양수산부에서도 해운항만물류정보 서비스 고도화를 위해 해운항만물류 통합정보망 구축 시스템 통합 사업(2018년 완료예정)을 수행하고 있다. 이는 공급자 중심의 서비스 제공으로 초래된 사용자 애로사항들을 개선하고 공공데이터 개방 체계구축을 위해 2015년부터 3단계로 진행되고 있다.

〈그림 6-16〉 해운항만물류통합정보망 서비스 구축 개념도



자료: 해운항만물류정보시스템, https://www.spidc.go.kr, (검색: 2017.11.1.)

133) 법제처, 「 공공데이터의 제공 및 이용활성화에 관한 법률(법률 제14839호)」 제2조(정의).

134) 송태민, 「보건복지 빅데이터 효율적 활용방안」,보건복지포럼, 2011,11. pp. 69-70; (원문) 삼성경제연구소, 「 정보홍수 속에서 금맥 찾기: '빅데이터(Big Data)' 분석과 활용 」, 2011.2.10., SERI 경영노트, 제91호, p.1.

해운항만물류 통합정보망 통합 사업은 기존의 해운항만물류정보 서비스를 제공하던 SP-IDC, POSS, CROSS, GCTS, u-SCM, NEAL-Net 등 관련시스템들을 통합할 예정이다. 주로 공공기관에서 집계되어오던 데이터들이 통합되지만 민간 또는 외부로부터도 정보 데이터를 받아 저장·처리·분석할 수 있도록 설계되었다.

통합되는 해운항만물류정보망에서 전국의 컨테이너터미널 물류정보는 터미널 EDI 문서 8종을 활용하여 확보되고 그 밖의 정보들은 2018년도 이후에 4개 PA(항만공사)를 통해 연계하며 추가로 수집할 계획이다.

〈표 6-7〉 해운항만물류통합정보망 연계 정보

시스템	연계대상	연계정보내용
해운항만 물류통합 정보망	터미널 정보	- COPINO(컨테이너반출입예정정보) - CODECO(컨테이너반출입결과정보) - COARRI(컨테이너양적하결과정보) - GENRES(사전반출입 정상응답) - APERAK(사전반출입 오류응답) - IFTSAL(선박스케줄보고서) - KLQMSG(선석스케줄) - COLDLT(컨테이너선적예정목록)

자료:해운항만물류정보시스템, https://www.spidc.go.kr, (검색: 2017.11.1.)의 내용을 기반으로 저자정리

우리나라는 2015년 기준 민간의 빅데이터 활용률이 10%로 글로벌 기업 평균인 30%보다 매우 낮은 수준이므로 이를 타개할 수 있는 방안 마련이 필요하다.[135] 우리나라 컨테이너터미널의 경우 아래 〈표 6-8〉과 같이 민간에 의해 운영되고 있어 항만에서 가장 자세하고 정확한 정보와 데이터가 축적되고 있음에도 개별회사들의 영업 비밀 또는 개인정보침해 가능성 때문에 정보 접근 및 활용에 많은 제약이 뒤따랐다.

135) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, p.175.

민간 기업들이 관리하는 공공 빅데이터를 효율적으로 확보하기 위해서는 빅데이터를 처리할 수 있는 플랫폼이 우선적으로 구축되어야한다. 이때 원활한 수요자 맞춤형 서비스 제공을 위해 플랫폼 구축 전에 수요자 조사를 선행할 필요가 있다.

한편 양질의 정보와 데이터를 지속적으로 확보하기 위해서는 민관 또는 타 공공기관과의 연계성을 강화해야 한다. 이 때 기존의 개인정보보호법과 충돌이 발생하지 않도록 설계단계에서 충분한 법률적, 행정적 검토가 수반되어야 한다.

〈표 6-8〉 부산항 컨테이너 부두 및 터미널 운영사 현황

항만	부두명	운영회사	비고
부산항	자성대	한국허치슨(주)	BPA 연계
	신선대	씨제이대한통운컨테이너터미널(주)	
	감만부두	부산인터내셔널터미널(주)	
	신감만부두	동부부산컨테이너터미널(주)(DPCT)	
	북항7부두	인터지스(주)	
	신항1-1단계	부산신항국제터미널(주)(PNIT)	
	신항1-2단계	부산신항만(주)(PNC)	
	신항2-1단계	한진부산컨테이너터미널(주)	
	신항2-2단계	현대부산신항만(주)(HPNT)	
	신항2-3단계	(주)비엔씨티(BNCT)	
인천항	ICT	인천국제터미널(주)	IPA 연계
	SNCT	(주)선광	
	E1CT	(주)E1컨테이너터미널	
광양항	2-1단계	SM상선광양터미널(주)	YGPA 연계
	2-2단계	한국국제터미널(주)	
	3-1단계	씨제이대한통운(주)	
울산항	울산신항	동방컨테이너터미널(주)	UPA 연계
	정일울산컨테이너부두	정일울산컨테이너터미널(주)	
경인항	인천터미널	SM상선경인터미널(주)	
평택 당진항	동부두(PCTC)	평택컨테이너터미널(주)	
	동부두(PNCT)	평택동방아이포트(주)	
군산항	GCT	군산컨테이너터미널(주)	
포항항	영일만항	영일신항만(주)(PICT)	

자료: 각 항만공사 및 지방해양수산청 홈페이지 내용을 기반으로 저자정리

제4절 스마트항만 구축을 위한 새로운 문화와 윤리 확립 방안

1. 데이터수집/활용을 위한 신뢰와 상호 협력 방안[136)]

지능정보기술을 통한 4차 산업혁명이 진전되는 환경에서 가치의 창출을 극대화하고 생산·소비 주체의 편익을 증대하려면 신뢰와 상호 협력을 기반으로 하는 사회 문화의 조성이 필요하다.[137)]

스마트항만 시대에는 개인이 자신과 관련된 데이터를 일정부분 제공해야만 맞춤 서비스를 제공받을 수 있다.

해운항만물류 데이터를 원활하게 수집하고 효율적으로 활용하기 위해서는 데이터 제공자와 생산자 간 신뢰 형성이 선행되어야 한다. 신뢰를 통해 조성된 디지털 네트워크는 과도한 감시나 통제 없이 운영될 수 있어 참여자들이 데이터를 제공하고 이용하는 과정에서 복잡한 절차를 생략할 수 있다는 이점이 있다.

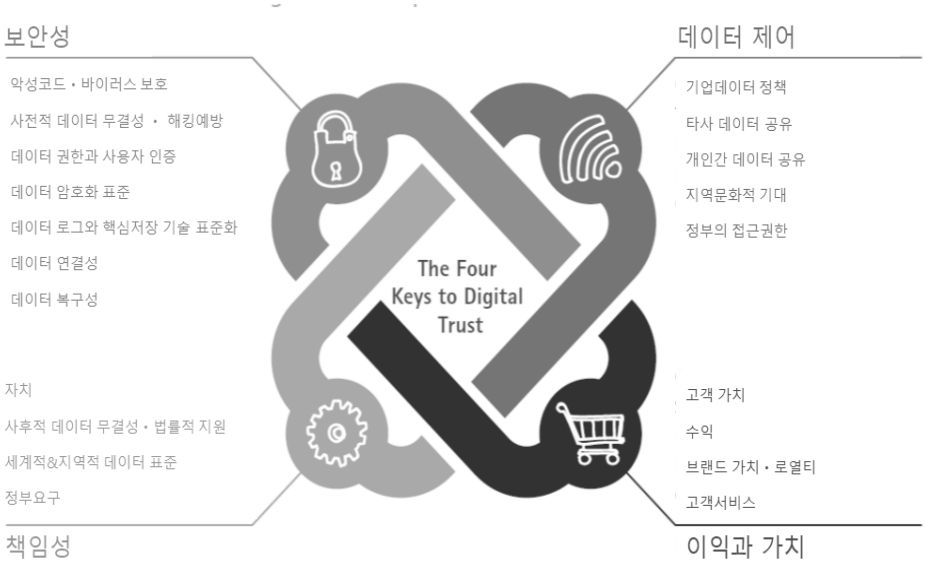
신뢰성 향상을 위하여 데이터를 수집·저장·관리하는 관계자들은 다음 4가지 핵심 요인들에 유의할 필요가 있다.

우선 제공받은 정보를 고객이 승인하지 않는 곳에 이용하지 않는 등 보안성을 강화할 필요가 있다. 또한 제공한 정보에 승인하지 않은 타인이 접근하는 것을 통제할 수 있어야 하며, 제공받은 데이터를 데이터 제공자-데이터 관리자 모두의 이익을 위해 활용한다는 확신을 지속적으로 보여주어야 한다. 마지막으로 데이터 이용을 통해 발생되는 법률적, 정책적 책임소재가 선명하게 구분되어 있어 데이터 제공자들의 신뢰감을 높여야만 한다.

136) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, p.183.

137) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, pp.183-184.

〈그림 6-17〉 디지털 신뢰 구축을 위한 4가지 핵심 요인



자료:Accenture,https://www.Accenture.com/ae-en/insight-four-keys-digital-trust-infographic(검색: 2017.11.20.)

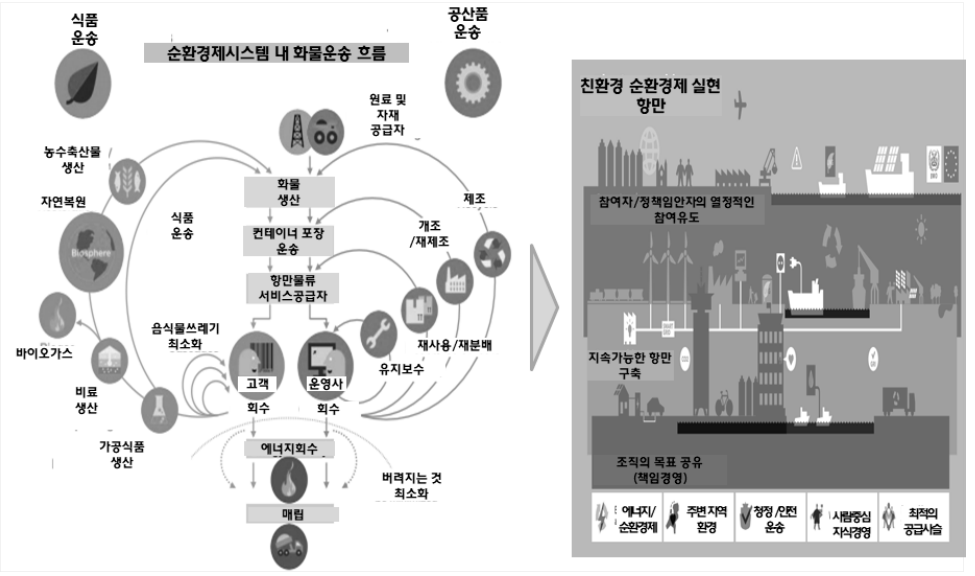
2. 디지털 기반 친환경 순환경제 및 자원관리 방안

자연에서 자원을 구해 제품을 만들고, 사용한 후에 그것을 폐기하는 일방향 선형경제(linear economy)로부터 자원과 제품이 지속적으로 순환하며 경제시스템 내에서 오랫동안 머무르게 하는 순환경제(circular economy)로의 전환이 이뤄지고 있다.[138]

항만물류에서 순환경제를 실현하기 위해서는 친환경 비즈니스 모델을 수립해야 한다. 공급사슬 전반의 식품, 공산품 등 화물의 운송흐름을 고려하여 친환경 순환경제시스템 흐름을 이해하고, 친환경 순환경제 항만을 실현하기 위해 필요한 책임 조직의 목표 설정 및 공감대 형성이 필요하다.

138) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017, pp.188~189.

〈그림 6-18〉 항만의 친환경 순환경제 및 자원관리 개념도



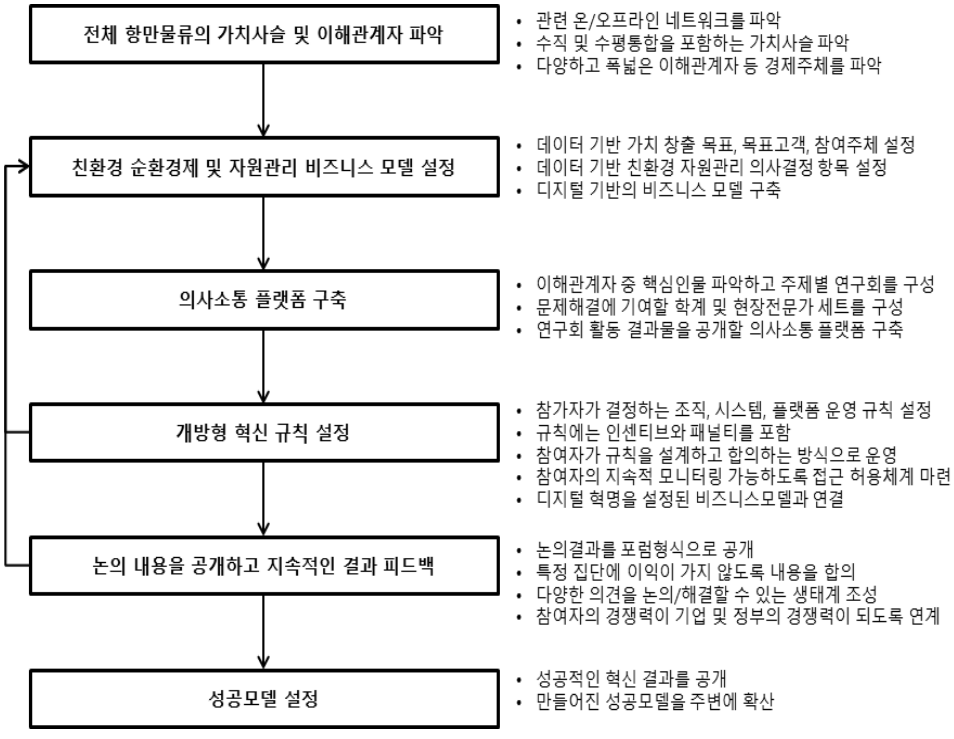
자료: Port of Amsterdam, "The Sustainable Port", February 2017, p.26; World Economic Forum, *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*, January 2014, p.15를 기반으로 저자 작성

예를 들어 여러 터미널 주체가 유휴 장비, 시설, 안벽 등을 공유하는 모델을 만들어 선박의 항계 내 대기시간을 축소함으로써 온실가스 등 환경오염 배출을 최소화하는 모델을 만들어 활용할 수 있다. 항만운영사가 항만 내 장비 및 시설을 오래 사용할 수 있도록 지속적으로 유지보수 및 관리를 해주는 모델을 통해 자원 낭비를 최소화할 수 있고, 외부트럭의 공간, 공컨테이너 정보를 공유함으로써 필요 없는 물류 및 운송 흐름을 최소화시키는 모델을 만들어 자원과 에너지를 저감할 수도 있다.

항만물류에서 순환경제 및 효율적인 자원관리를 실현하기 위해서는 시스템 관점에서 정보 통합 및 공유, 기술 적용뿐만 아니라 이해관계자들의 정책적 합의를 이끌어내야 한다. 이를 위해서는 항만물류의 주요 물질 흐름 등의 데이터를 수집하여 기존 모델과 새로운 사업 모델을 면밀히 분석하고, 참여자들의 이해관계 및 문제점을 파악하여 이를 극복하기 위한 기술적, 정책적 대책을 마련하여 순환경제 비즈니스 모델에 반영해야 한다.

또한 친환경 순환경제 비즈니스 모델을 구축하는 데 다양하고 폭넓은 이해관계자가 참여하는 개방형 혁신을 도입해야 한다. 이를 위해서는 항만물류 생애주기에 걸쳐 항만물류시장의 수요자와 공급자, 정부부처와 공공기관, 관련 협회 및 연구기관, 장비 및 시스템 개발자, 지역주민 등 각계각층의 이해관계자가 누구인지를 우선 파악하는 것이 필요하다. 이들이 친환경 순환경제 비즈니스 모델을 구축하고 활용하는 데 지속적인 모니터링과 의사결정 과정에 적극적으로 참여하도록 유도하고, 경제성, 환경성, 사회성, 기술성 등 정책적 목표를 충분히 설명시키고 이해시키는 것이 필요하다. 실제 운영에 있어 발생하는 이해관계자별 이득과 손해, 보상방법 등을 파악하여 상호작용을 통해 이를 상쇄할 수 있는 방안도 설계하고 정책에 반영할 수 있도록 노력해야 한다.

〈그림 6-19〉 디지털 기반 친환경 순환경제 및 자원관리 프로세스



자료: 김인숙·남유선, 『4차 산업혁명, 새로운 미래의 물결』, 호이테북스, 2016, pp.244~246 기반 저자 작성

3. 일자리 대체 및 노동시장 유연성 확보 방안[139)]

1) 노동시장 환경 변화에 대응하기 위한 유연성 확보 방안

본격적인 4차 산업혁명시대에 진입할 경우 진보된 기술이 일자리에 미칠 수 있는 영향에 대해서는 의견이 분분하다. 새롭게 생겨날 일자리보다 없어질 일자리가 더 많을 것이라는 우려와 기술진보의 영향으로 과거에는 없던 새로운 직업들이 만들어질 것이라는 기대감이 공존하고 있다.

4차 산업혁명시대의 고도화된 기술들이 일자리에 미치는 영향에 대한 예측은 크게 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 숙련수준 고하를 막론하고 정형화된 업무로만 이루어진 기술과 업무들은 자동화로 대체되어 일자리가 줄어들 것이라는 예측이다.

둘째, 일부 업무만이 정형화되어 있는 경우에는 그 업무를 완성하기 위해 추가적인 기술과 보완적인 업무를 수행해야하기 때문에 관련 일자리가 줄어들지 않을 것이라는 의견이다. 기술적으로는 대체가 가능하더라도 경제성이 낮아서 또는 사용자의 기술 수용성이 낮거나 안전에 대한 우려가 있을 경우 로봇이나 인공지능에 의한 일자리 대체는 어려울 것이다.

마지막으로 기술진보는 일차적으로 현존하는 일자리의 양적인 측면에도 많은 영향을 미치겠지만 질적인 측면과 업무에 대한 보상정도에도 큰 영향을 미칠 것이라는 전망이다. 기술의 발전 속도에 따라가지 못하는 중간이하 계층에서는 소득과 일자리가 정체되는 등 소득과 양질의 일자리 양극화 현상이 심화될 수 있다.

위와 같은 노동시장 환경의 변화에 효율적으로 대응하기 위해서는 새로운 근로형태와 고용형태에 적합한 노동규범 신설이 필요하다. 향후 유연한 접근이 바람직한 산업분야에 대해서는 노사의 합의에 의한 절차적 규제완화가 가능한 방향으로 신규 법령들이 제정되어야 한다.

---

139) 장윤종 외, 『제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제』, 경제·인문사회연구회, 2017, p.585, 603, 599, 611. 내용을 기반으로 저자 작성

또한 융합적 사고를 촉진하는 교육과 4차 산업혁명시대의 적응성을 제고하는 평생교육 실시로 근로자의 직무전환 교육을 공공과 민간 영역에서 제공해야 한다.

또한 도태되고 적응하지 못한 근로자들을 위한 사회안전망을 보강해야한다. 현재 기술발달 속도는 기존 생산방식에 익숙한 근로자들이 따라가기 힘들 만큼 빠르기 때문에 새로운 시대의 요구에 적응하는 데 어려움을 겪는 노동자들이 속출할 수 있다. 비자발적으로 다른 직장으로 이직해야하거나 실업상태로 전환되어버린 근로자들을 위한 보험, 정책 등을 보완해야 한다.

2) 스마트항만 전문 인력 육성 및 기존인력 재교육 방안

4차 산업혁명시대 도래로 그동안 인간이 할 수 있었던 일의 많은 부분이 인공지능에게 맡겨질 수 있다. 세계경제포럼(2017)에서는 2020년에는 500만 개의 일자리가 로봇으로 대체될 것이라고 예측했다.[140]

항만 분야에서도 기존에 근로자들이 수행하던 업무와 업종 범위의 변화로 많은 사회적 갈등과 문제가 야기될 수 있다. 기존 근로자 중 일부를 자동화 등이 진행되지 않은 재래식 타 항만에 배치하거나, 스마트항만 장비, 시설의 유지보수 업무 관련 교육을 실시하여 재배치하는 것이 하나의 해결방안이 될 수 있다.

기존 인력을 스마트항만 시대에 적합한 해운항만물류 전문 인력으로 육성하는 과정에는 교육프로그램과 시뮬레이터를 활용할 수 있다.

VR(가상현실) 또는 AR(증강현실)기술은 실물을 이용하여 교육할 경우 비용이 많이 드는 분야의 교육 훈련에 활용할 수 있다. 가상현실 환경에서 위기상황 대처 훈련 및 직무 전환교육을 실시하면 훈련기간뿐 아니라 스마트항만 전문 인력 양성 시간과 비용을 단축시킬 수 있다.

또한 VR과 AR 기술을 사용하여 조성되는 3D 몰입형 환경에서 교육받는 근로자들은 고가의 실제 사용하지 않아도 학습효과를 높일 수 있다. 3D 몰입형 교육은 VR 기기를 사용할 경우 화면은 시점에 따라 바뀌지만 소리는 여전히 공간감이 없는 스테레오로 제공되는 단점을 보완할 수 있을 것으로 예상된다.

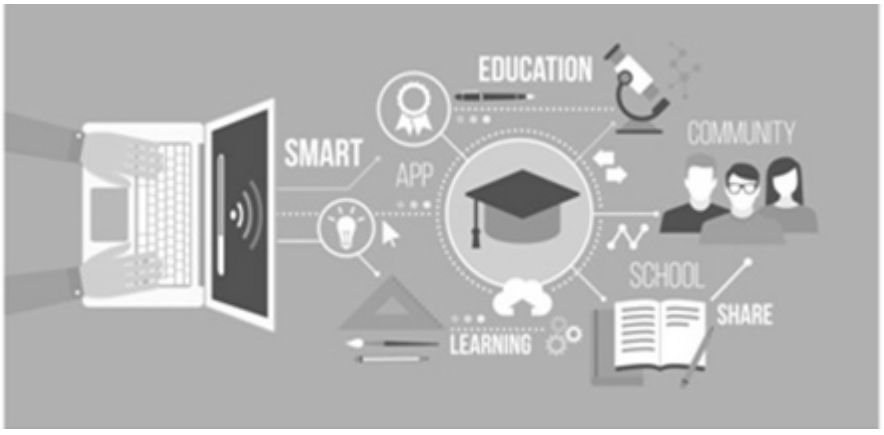
---

140) World Economic Forum, *The Future of Jobs*, 2016.1., p. 39.

4차 산업혁명으로 인한 스마트항만 시대에는 그 어느 때보다 사이버 보안 업무의 중요도가 높아질 전망이다. 이에 따라 관련된 인력을 육성할 수 있는 전문 교육기관 및 교육 프로그램 개발이 필요하다.

사이버 보안 업무는 IT 직종 중 고급 기술을 요하는 전문적인 분야로 2021년까지 전 세계적으로 약 350만 개가 부족할 것이라고 전망되고 있다.[141] 그만큼 사이버 보안 업무는 기회의 블루오션 분야이자 도태될 경우 다른 나라에 많은 사용료를 제공하며 이용해야 하는 분야이므로 적극적이고 단계적인 육성이 필요하다.

〈그림 6-20〉 스마트항만 전문 인력 육성 및 재교육 방안 개념도



자료: Shutterstocks, https://www.shutterstock.com/image-vector/education-technology-online-training-concept-student-567310360, (검색: 2017.11.20.)

141) CYBERSECURITY VENTURES, https://cybersecurityventures.com/jobs/, (검색: 2017.11.20.)

제7장

결론 및 정책제언

제1절 결론

4차 산업혁명시대가 본격화됨에 따라 선진항만에서는 다양한 항만물류자원에 센서 기술과 IoT 기술을 접목하여 실시간·능동적인 의사결정을 내림으로써 항만 운영비용, 환경오염물질 배출량, 트럭 및 선박 대기시간 등을 감소시키고 있다. 우리나라는 ICT 기술이 우수함에도 불구하고 4차 산업혁명 기술 도입을 통한 항만물류 혁신 사례를 제시하지 못하고 있다. 또한 IoT를 기반으로 항만물류 자원 정보를 실시간으로 파악하고 능동적으로 끊임없이 통신하여 최적으로 운영되기 위해서는 항만의 자동화가 필요한데, 우리나라의 항만 자동화 수준은 유럽, 미국 등의 선진항만뿐만 아니라 중국과 같은 경쟁항만에 비해서도 떨어지고 있다.

이에 본 연구에서는 4차 산업혁명시대 스마트항만의 모습을 정의하고, 현재뿐만 아니라 미래(2030년) 최고수준의 항만에 비견하여 우리나라의 항만 수준을 분석했다. 그 결과 우리나라 항만이 선진항만 대비 경쟁력은 야드와 게이트 부분을 제외하고는 50% 미만인 것으로 나타났다. 해운연계와 배후지 연계 수준은 타 영역보다 특히 떨어졌다. 이는 우리나라의 해운-항만-내륙물류 정보 연계가 부족함을 반증하는 것이다.

전문가들은 우리나라의 스마트항만에 대한 준비가 미흡하다고 언급했다. 그 이유를 분석한 결과 직업전환에 대한 노동시장 유연성, 데이터 연계를 위한 상호 신뢰 및 협력, 데이터 수집을 위한 국가전략 마련, 관련 법·제도 정비, 플랫폼 설계 능력이 상당히 떨어지기 때문인 것으로 드러났다. 이는 스위스글로벌금융그룹(USB)이 조사한 한국의 4차 산업혁명 준비정도 수준 분석 결과와도 일맥상통하고 있다. 해당 연구에서도 한국은 노동시장 유연성과 법적 보호 부문에서 미흡하다는 평가를 받았다.

한국형 스마트항만을 구축하기 위해 필요한 4가지 요소의 우선순위 조사결과

데이터 기반 비즈니스 모델 구축, 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고, 스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련, 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립 순으로 나타났다. 당면과제 우선순위 분석 결과는 플랫폼 설계 능력, 공공 데이터 확보를 위한 국가 전략 마련, 디지털 기반 프로세스 혁신, 기술협력, 기술개발 및 사업화 노력, 상호 협력 문화 순으로 나타났다.

위의 분석 결과를 토대로 4대 전략과제와 10개의 당면과제를 제안했다. 그 중 우선적으로 추진해야 하는 5대 과제는 플랫폼 설계 능력 확보, 데이터수집 및 활용을 위한 국가전략 마련, 디지털 기반 프로세스 혁신, 우수기업과의 기술협력 추진, 기술개발 및 사업화 노력이다.

〈표 7-1〉 문제점 및 개선방안 도출을 위한 조사항목

4대 전략과제	10대 당면과제	추진 순위
Ⅰ. 데이터 기반 비즈니스 모델 구축	① 관련 주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 **플랫폼 설계 능력**	1
	③ 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 **프로세스 혁신**	3
Ⅱ. 지능정보화 부분 혁신 창출 역량 제고	④ 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등) 분야 기술 숙련도, 관련기업과의 **기술협력**을 추진	4
	⑤ 전 국가 및 관련기업의 아이디어가 성공적인 기술 사업화로 이어질 수 있도록 하는 **기술개발/사업화 노력**	5
	⑩ 차세대 핵심인력 양성을 위한 **디지털 문해력**(디지털 환경을 이해하고 생활에 활용하는 능력) 향상 교육	10
Ⅲ. 스마트 운영 위한 제도 및 인프라 마련	② 공공/민간/IoT 기반 **데이터 수집**, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 **국가 전략 마련**	2
	⑧ 신산업 규제(드론 도입, IoT 기반 데이터 수집 등) 개선을 위한 관련 **법·제도**(개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량의 사고 책임 등) 정비	8
Ⅳ. 디지털 시대의 새로운 문화와 윤리 확립	⑥ 데이터 연계, 활용, 가치창출에 대한 **신뢰와 상호 협력 문화** 형성	6
	⑦ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 **노동시장 유연성 확보**	7
	⑨ **친환경 순환경제** 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 효율적인 자원관리 문화 확립	9

제2절 정책제언

1. 스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위한 단계적 접근 방안[142)]

스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위해서는 글로벌 해상운송 및 항만 산업의 디지털 기술을 기반으로 한 한국 실정에 맞는 스마트항만의 개념 정립과 발전 로드맵 정립이 선행되어야 한다. 기존 항만 관련 연구개발은 안벽, 야드 등 하드웨어 기술 개발에 많은 투자가 이루어진 반면 디지털 기술 기반 소프트웨어 및 서비스 기반 기술 개발에 대한 투자는 상대적으로 취약한 상황이었다. 국내 해운 및 항만, 포워딩 업계 역시 데이터 공유가 부족하였고, 디지털 기술과 연계된 실시간 통합 정보 관리 체계 또한 각각의 내부 시스템 구축에 초점을 맞추어 오고 있었다. 국제 물류 프로세스를 구성하는 각각의 구성요소 및 단계별 글로벌 플랫폼 기업들이 대거 등장하고 있는 현실을 고려할 때 플랫폼 기반 비즈니스 모델 혁신 초기 단계에 국내 기업 및 기관의 적극적인 참여가 필요할 것으로 보인다.

가장 먼저 항만을 구성하는 기본 요소들에 대한 디지털화가 진행되어야 한다. 이는 데이터 확보 차원에서 플랫폼화의 기본 단계이며, 사물인터넷 디바이스, 통신망 등을 항만 현장에 설치하고 데이터를 실시간으로 파악하는 프로젝트 추진이 필요할 것이다. 해양수산부, 항만공사, TOC, 선사 등이 참여하는 이 프로젝트를 통해 항만 플랫폼 연계 기업 및 현장에서 필요로 하는 데이터를 확보할 수 있게 될 것이다.

다음으로 국제물류 프로세스를 구성하는 단계별 주요 플랫폼을 적극 육성함으로써 디지털 기술로 연결된 초연결 항만 플랫폼을 구성해야 한다. 항만과 다른 항만, 배후단지, 물류기업, 포워딩/선사 등을 연결하는 커넥티드 시스템의 구축을 위해서는 각각의 기업들을 플랫폼으로 연결하는 작업이 선행되어져야 한다. 따라서 국제물류 프로세스 전 분야에 있어 적극적인 플랫폼 기업 육성 지원

142) 송상화,「4차 산업혁명과 미래 항만-항만도시 플랫폼 구축방안」, KMI 내부 자문 리포트, 2017.를 기반으로 저자 정리

이 필요할 것이다.

마지막으로 각각의 항만을 스마트 네트워크 항만으로 연결하기 위한 항만 간의 플랫폼, 메타플랫폼[143]을 도입해야 할 것이다. 주요 국가 항만들과 데이터를 실시간으로 공유하고 연계하는 '스마트 네트워크 항만' 프로젝트를 추진하고, 동시에 무역량이 많은 주요 아시아 지역 국가와의 커넥티드 항만 프로젝트를 추진해야 할 것이다. 특히 부산, 상해, 홍콩 등 대규모 항만 간의 연계 뿐 아니라 중소규모 항만 간의 연계를 지원하여 미래 네트워크 항만 시대를 준비해야한다.

〈표 7-2〉 스마트항만 디지털 플랫폼 단계별 추진 방안

단계	추진내용	세부추진내용
1단계	디지털 항만	◦ 사물인터넷 디바이스, 통신망 등 항만 설치 ◦ 데이터 실시간으로 수집
2단계	초연결 항만 (플랫폼화)	◦ 국제물류 프로세스 구성 단계별 주요 플랫폼 구축
3단계	스마트 네트워크 항만 (메타플랫폼)	◦ 항만 간 연결 및 플랫폼 간 연결을 위한 메타플랫폼 구축

자료: 송상화,「4차 산업혁명과 미래 항만-항만도시 플랫폼 구축방안」, KMI 내부 자문 리포트, 2017.를 기반으로 저자 정리

143) 플랫폼들을 연결하는 플랫폼을 메타플랫폼이라고 정의한다.(송상화,「클라우드 기반 스마트 물류 지원을 위한 수평적 IoT 메타플랫폼 기술」발표자료, 2017.)

2. 공공 빅데이터 수집을 위한 국가전략 수립 방안

공공 빅데이터는 공공기간이 수집하거나 획득하는 데이터로 원활한 확보와 활용도 제고를 위해서 민간 활용 활성화와 민관 협치 강화, 정부 부처 간 협업행정 전략이 필요할 것으로 판단된다.

우선 빅데이터는 비정형화된 대규모 데이터로 정의될 수 있는데[144] 이와 같은 빅데이터의 특성때문에 공공 빅데이터의 효과적인 수집은 민간으로부터의 데이터 제공이 병행되어야 가능하다. 민간으로부터 자발적인 데이터와 정보 제공을 유도하기 위해서는 우선 민간이 효율적으로 활용할 수 있도록 기존의 공공 빅데이터의 투명성과 신뢰성을 제고할 수 있는 전략 마련이 필요하다.

〈그림 7-1〉 공공 빅데이터 수집을 위한 국가 전략

자료: 저자 작성

또한 정부 및 전문가뿐만 아니라 다양한 이해관계자, 일반 시민 등이 빅데이터 수집 및 활용 정책의 수립·집행·평가 전 과정에 참여하여 정책 현안을 해결하고 공익을 만들어 갈 수 있는 민관 협치 강화가 필요하다. 마지막으로 정부 내 칸막이를 제거할 수 있는 협업행정이 성공적인 공공 빅데이터 확보와 활용성 제고에 필수적인 요인이라 할 수 있다.[145]

144) 조영임,「빅데이터의 이해와 주요이슈들」, 한국지역정보화학회지, 제 16권 제 3호.2013, P.43-65
145) 한국 ITS학회 컨소시엄,「교통안전공단 빅데이터 활용방안 연구용역」, 2015.11.30., pp. 33-36.)

〈표 7-3〉 민관 협치의 유형

유형	내용	예시
아이디어 제안형	국민의 창의적 아이디어를 정책에 반영하기 위한 유형	창의적인 아이디어 수집
의견제시형	국민의 찬반의견, 주장, 관점 등을 정책에 반영하기 위한 유형	찬반투표, 정책토론, 공청회, 정책 갈등 조정
지식제공형	전문지식, 경륜을 행정에 반영하기 위한 유형	각종위원회, 자문회의, 평가회의, 시민감시단, 시민평가단
참여활동형	국민의 직접 참여를 통해 행정서비스를 공동생산 하는 유형	자율방범대, 학부모 교통경찰, 민원모니터단, 시민단체 활동 등

자료: 한국 ITS학회 컨소시엄, 「교통안전공단 빅데이터 활용방안 연구용역」, 2015.11.30., p 33

미래학자 앨빈 토플러가 미래 경제의 돌파구는 하나의 비즈니스 분야나 단일한 기술이 아닌 융합(컨버전스)을 통해 찾아야 한다고 말한 만큼 4차 산업혁명의 핵심 본질은 융합이다. 다양하고 비정형화된 빅데이터를 효율적으로 관리하고 확보하기 위해서는 부처 간 협업행정을 통해 공급자 관점의 편의주의적 행정을 지양하고 더 빠른 속도, 더 좋은 공공서비스를 제공하는 시너지 효과를 창출해야한다.

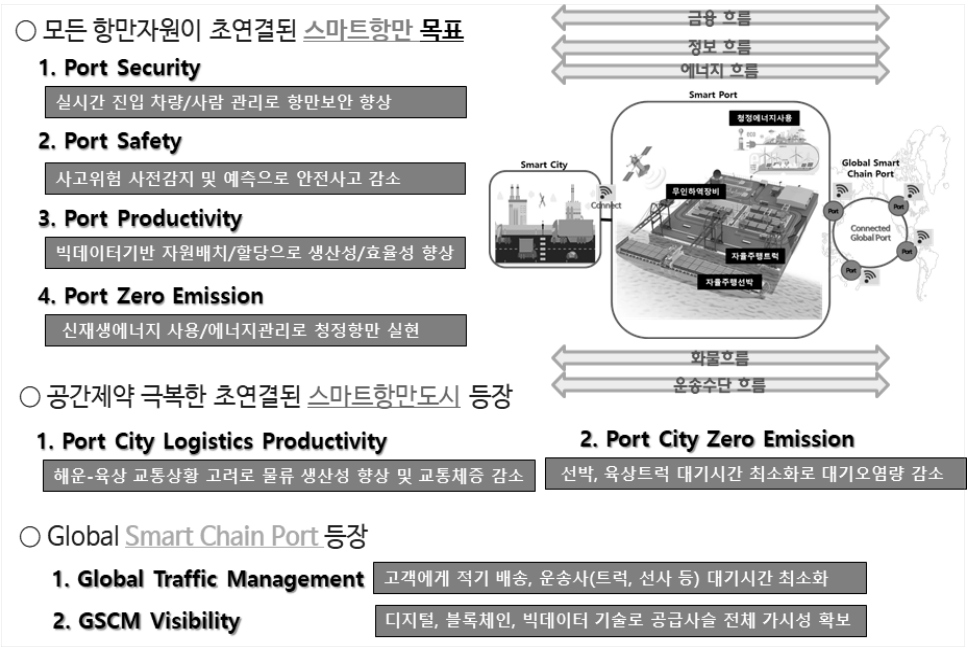
〈그림 7-2〉 협업행정의 구성요소

자료: 한국 ITS학회 컨소시엄, 「교통안전공단 빅데이터 활용방안 연구용역」, 2015.11.30., p.35

3. 한국형 스마트항만 구축을 위한 프로세스 혁신 체계 마련

초지능화된 항만물류자원(트럭, 장비, 선박 등)과 초연결화·그린화된 스마트항만이 국내 스마트시티와 연계되고 궁극적으로는 글로벌 스마트항만과 체인(chain) 형태로 연계된다. 이에 한국형 스마트항만을 구축하기 위해서는 글로벌 공급사슬의 처음부터 끝까지를 고려한 디지털 기반 프로세스 혁신을 해야 한다. 한국형 스마트항만에는 화물흐름, 에너지흐름, 금융흐름, 정보흐름, 운송수단 흐름 등 다양한 흐름이 존재한다. 이에 각 흐름의 최적 목표를 설정하고 새로운 형태의 비즈니스 모델을 설정해야한다.

〈그림 7-4〉 한국형 스마트항만 개념도 및 추진 목표



자료: 저자 작성

스마트항만의 목표는 보안과 안전성을 확보하고, 항만생산성을 향상시키면서 항만에서 배출되는 대기오염물질을 제로화시키는 것이다. 스마트항만도시는 해

운~항만~내륙물류 간 정보 공유를 통해 공급사슬 전체의 물류 생산성을 개선시키고, 항만도시의 미세먼지 정도를 낮춘다. 글로벌 체인 포트는 블록체인 기술을 활용하여 글로벌 공급사슬에서 교통 흐름을 제어하고 가시성을 높여 고객이 원하는 제품을 적기에 배송하도록 한다.

스마트항만의 목표 설정이 완료된 후에는 비즈니스 모델상의 고객을 정의하고 고객이 원하는 서비스(가치)를 명확하게 하는 작업부터 시작한다. 그 다음에는 기획 및 계획 수립, 연구개발 및 생산, 항만물류 업무 수행, 유치 마케팅의 일련의 과정을 혁신한다.

〈표 7-4〉 한국형 스마트항만을 위한 디지털 기반 프로세스 혁신

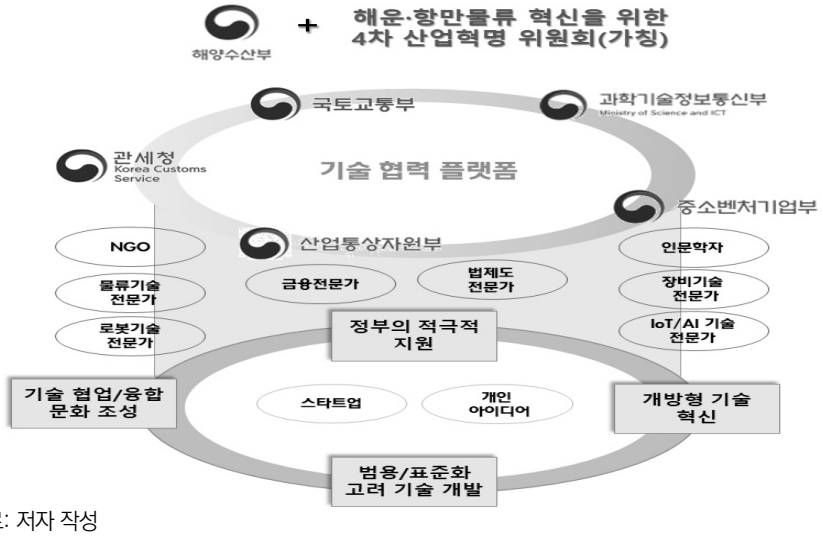
프로세스		혁신 내용
준비	목표 설정	◦ 스마트항만, 스마트도시, 글로벌 체인 포트의 목표를 설정
	고객 및 가치 설정	◦ 한국형 스마트항만의 프로세스 범위를 설정 ◦ 목표 고객을 설정 ◦ 목표 고객이 원하는 서비스를 정의 ◦ 서비스 가치를 생성하기 위한 방법을 논의
프로세스 혁신	기획 및 계획수립	◦ 데이터에 기반을 둔 고객 및 수요자의 특성을 분석 ◦ 고객 및 수요자(선사, 화주 등)에 맞춰 이루어지는 기획 ◦ 실시간으로 이루어지는 동적 기획 ◦ 디지털 기반 신속한 의사결정
	연구개발 및 생산	◦ 고객이 원하는 서비스를 제공하기 위해 필요한 장비, 소프트웨어 등을 정의 ◦ 기술개발 목록을 설정하고, 전문가 및 전문기업을 탐색 ◦ 관련 기술을 가지고 있는 경쟁 기업 및 개인이 참여할 수 있는 개방성 ◦ 기술력을 가진 기업 및 개인의 역량을 기술 협업을 통해 육성 ◦ 표준, 확장성, 범용성을 고려한 유연한 맞춤형 연구개발 및 생산 추진
	항만물류	◦ 고객이 원하는 서비스 제공 중심의 항만운영 정책 수립 ◦ 대량 초고속 화물 처리뿐만 아니라 다품종 소량 제품도 처리 ◦ 정보 실시간 연계로 소량의 물량만 야적장에 보관·적재 ◦ 고객이 원하는 제품을 적기에 보내기 위해 운송수단 및 포장단위를 데이터 기반으로 설정하고 실행
	유치 마케팅	◦ 고객 수요를 이해하고 필요한 가치를 제안하여 고객이 찾아오도록 유도 ◦ 다양해지는 온오프라인 미디어(유튜브 등)를 경제적으로 이용 ◦ 선진 경쟁항만의 벤치마킹을 통해 차별화된 서비스 지속적 발굴 추진

4. 다부처 및 기술숙련도 기업과의 기술 협력체계 마련

스마트항만 디지털 플랫폼 구축을 위해서는 메타플랫폼이라고 하는 플랫폼들의 플랫폼이 개발되어야 한다. 이는 해운·항만물류, 그리고 내륙물류가 모두 연계되어야 하는 문제로 이를 위해서는 해양수산부뿐만 아니라 내륙물류를 관장하고 있는 국토교통부의 참여도 필요하다. 통관 연계를 위해서는 관세청의 협력도 필수적이며, 이외에도 물류와 관련된 모든 부처의 참여가 필요할 것으로 보인다.

또한 메타플랫폼 구축과 관련해서는 기술적인 지원이 필요하며, 이를 위한 R&D 추진을 위해 과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등의 관련 부처의 참여도 필수적이라고 생각된다.

〈그림 7-4〉 다부처 및 기술숙련도 기업과의 기술 협력 체계



자료: 저자 작성

이러한 다부처 협력을 위해서는 해양수산부를 중심으로 하는 '해운·항만물류 혁신을 위한 4차 산업혁명 위원회(가칭)[146]'를 개설하여 범부처의 참여뿐만 아니라

관련 기술 전문가, 인문학자, NGO 단체들이 적극 참여하여 의견을 개진하고 성공적인 연계 시스템 개발이 추진될 수 있도록 해야 할 것이다.

또한 항만물류 전문가들뿐만이 아니라 스타트업, 개인 아이디어 소유자, 타 산업 전문가 등이 융합되어 기술 개발이 이루어질 수 있도록 기술협력 플랫폼 기반 협력체계를 구성해야한다.

기술 협력이 원활하게 이루어질 수 있도록 개방형 기술 혁신을 마련하고, 개발 시작 단계부터 범용 및 표준화를 고려한 기술 개발이 되도록 하고, 목표 달성을 위해 기술 협업 및 융합하는 문화를 조성하며, 관련 정부 간의 협업 등을 통한 적극적인 지원을 진행해야 한다.

5. 한국형 PortXL 구축 방안(아이디어의 기술개발 및 사업화 독려 방안)

4차 산업혁명시대의 혁신은 새로운 비즈니스 모델을 기반으로 하는 업체가 주도하고 있다. 예를 들면 카카오뱅크는 공인인증서, 확인 버튼을 없앰으로써 기존 인터넷뱅크 업체를 위협하고 있다. 하지만 기발한 아이디어가 기술개발 및 사업화까지 연결되기에는 자금 문제, 사업 노하우 및 마케팅 능력 부족 등의 문제가 남아있고 이러한 역량이 부족한 스타트업 기업은 조기에 사업을 접게 된다.

이러한 문제를 해결하여 항만물류 분야의 다양한 아이디어를 끌어들이고 현장에 활용하기 위해 네덜란드 로테르담 항만청의 파트너 PortXL이 설립되었다. 이에 우리나라도 한국형 PortXL 구축이 필요할 것으로 판단된다.

한국형 PortXL은 공공성을 가지고 대기업과 가능성이 있는 스타트업 기업을 매칭해주고 성공 스토리를 만들어 국내외에 홍보할 수 있는 역량을 갖추어야 하며, 스타트업을 체계적으로 육성하고 가이드 할 수 있는 능력을 보유하고 있어야 한다. 그리고 정부로부터 자금을 조달하고 특허권, 기술이전 관련 법적 분쟁이 발생했을 경우 합리적으로 해결할 수 있는 능력도 보유해야 한다. 또한 정부기관, 산학연 전문가, 대기업 등의 구심점이 되어야 한다.

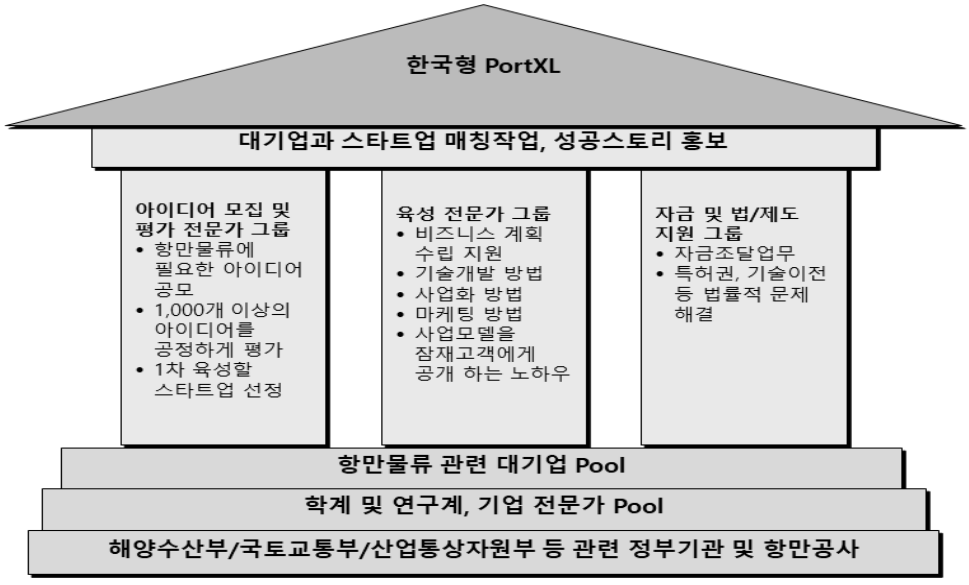
146) 양창호, 「4차 산업혁명시대 해운·항만의 대응방안」, 2017 제3회 서산 대산항 국제포럼, 2017.11.2.

PortXL 조직은 크게 3가지로 구성된다. 아이디어 모집 및 평가 전문가 그룹, 육성 전문가 그룹, 자금 및 법·제도 지원 그룹으로 나뉜다.

아이디어 모집 및 평가 전문가 그룹은 아이디어가 사업화할 가치가 있는 것인지를 판단할 수 있는 전문성을 가지고 있어야 한다. 육성 전문가 그룹은 신생기업의 아이디어를 다듬어서 제품화시키고 상품화할 수 있도록 교육, 훈련을 전담해야 한다. 그리고 비즈니스 모델 관점에서 개발된 제품이 어떤 대기업의 어떤 제품으로 활용되면 가장 좋을지에 대한 가이드도 할 수 있어야 한다. 자금 및 법·제도 지원 그룹은 정부, 공사, 기업들로부터 펀딩을 받아 스타트업 기업이 기술을 개발하고 제품화하는 데 도움을 주어야 한다. 그리고 특허 관련 법적 문제가 발생했을 경우 분쟁을 해결할 수 있는 방안도 마련해줘야 한다.

한국형 PortXL이 활성화된 후에는 아시아권의 PortXL로 거듭나고 더 나아가 네덜란드의 PortXL과 협력하여 개발된 제품을 전 세계에 판매할 수 있는 계기를 마련하는 것이 필요하다.

〈그림 7-5〉 한국형 PortXL 구상도



자료: 저자 작성

참고문헌

〈국내 문헌〉

공만식·채홍준·유보현, 「사물인터넷 기술동향과 전망」, 『기계저널』, Vol. 56, No. 2, 2016,

김인숙·남유선, 『4차 산업혁명, 새로운 미래의 물결』, 호이테북스, 2016.

미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14.

이한득, 「한국의 산업구조 변화 속도 줄고 집중도는 증가」, LG Business Insight, 2016.5.25.

한국해양수산개발원, "OSS(Overhead Shuttle System)" R&D 개발 개념도

4차 산업혁명 위원회 보도자료, 「모두가 참여하고 모두가 누리는 사람 중심의 4차 산업혁명 구현으로 사회문제 해결·경제성장 동시에 잡는다!」, 2017.11.30.

김성우·김각규·윤봉규, 「국방분야 빅데이터 분석의 활용 가능성에 대한 고찰」, 한국경영과학회지, 제39권 제2호, 2014년 6월.

김인숙·남유선, 『4차 산업혁명 새로운 미래의 물결』, 호이테북스, 2016

김재생, 「사물인터넷의 기술소개 및 정책 방안」, 『한국콘텐츠학회지』, Vol. 13, No. 1, 2015,

롤랜드버거, 『4차 산업혁명 이미 와 있는 미래』, 다산, 2017,

미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 『10년 후 대한민국 4차 산업혁명시대의 생산과 소비』, 지식공감, 2017.4.14.

법제처, 「공공데이터의 제공 및 이용활성화에 관한 법률(법률 제14839호)」 제2조(정의).

법제처, 「원칙허용 인허가제도 도입관련 설명자료집」, 2012.

산업통상자원부·KIAT, 『2030 미래사회 실현을 위한 일본의 신산업구조비전』, 2017.6.

삼성경제연구소, 「 정보홍수 속에서 금맥 찾기: '빅데이터(Big Data)' 분석과 활용」, 2011.2.10., SERI 경영노트, 제91호

성욱준·황성수, 「지능정보시대의 전망과 정책대응 방향 모색」, 『정보화정책저널』, 제24권 제2호, 2017

송상화, 「4차 산업혁명과 미래 항만-항만도시 플랫폼 구축방안」, KMI 내부 자문 리포트, 2017.

송태민, 「보건복지 빅데이터 효율적 활용방안」,보건복지포럼, 2011,11.

양창호, 「4차 산업혁명시대 해운·항만의 대응방안」, 2017 제3회 서산 대산항 국제 포럼, 2017.11.2.

이광택, 「제4차 산업혁명이 노동시장과 노동사회법에 미치는 영향」, 『사회법연구』, 제32호, 2017

이언경, 「싱가포르항-IBM사, AI 기반 해운·항만운영 개선 시스템 시험운영」, 『KMI 국제물류위클리』, 제422호, 2017.9.6.

이용규·윤구홍, 「사물인터넷 산업 진흥을 위한 정부의 역할에 관한 연구-AHP를 활용한 정책 중요도 분석을 중심으로」, 『한국디지털정책학회』, Vol. 14, No. 5, 2016

장윤종, 이준, 김경유, 조현승, 김종기, 이경숙, 홍성인, 박상수, 이재윤, 강민성, 윤자영, 이자연, 김양팽, 김승민, 김석관, 최병삼, 양희태, 이제영, 정효정, 김단비, 허재준, 최정윤, 허은정, 김안국, 신선미, 전기택, 오은진, 김종숙, 장희영, 이현주, 강희정, 조한나, 임은선, 정우성, 임시영, 이호, 이언경, 황진희, 강무홍, 안영균, 이수영, 김주현, 소진영, 신동현, 김지효, 심우현, 이재호, 이세정, 이준호, 이재훈, 김한균, 최계영, 김득원, 김갑수, 전윤종, 황종성, Samuel Peter Ryu, 김성태, 『제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제』, 경제·인문사회연구회 미래사회 협동연구총서, 2017.

조영임, 「빅데이터의 이해와 주요이슈들」, 『한국지역정보화학회지』, 제 16권 제

3호, 2013.
최병삼·양희태·이제영, 「제4차 산업혁명의 도전과 국가전략의 주요 의제」, 『STEPI Insight』, Vol 215, 2017.6.30.
최상희·이언경·강무홍, 「4차산업혁명의 첨병!, 로보틱·스마트 항만이 현실로-한국, 완전무인자동화 항만 세계 흐름을 따라가야」, 『KMI 동향분석』, Vol. 31, 2017 June.
한국 ITS학회 컨소시엄, 「교통안전공단 빅데이터 활용방안 연구용역」, 2015.11.30
한국경제TV 산업팀, 『4차 산업혁명, 세상을 바꾸는 14가지 미래 기술』, 지식노마드, 2016.
한국물류과학기술학회, 『신기술 등장에 따른 미래 물류기술 발굴 및 적용방안 연구(2017)』, 2017,
한국해양수산개발원, 「칭다오항 자동화터미널 효율성 전통터미널의 2배 달성」, 중국연구센터 주간동향, 2017.12.8.
한국해양수산개발원, 『미국 LBCT 국외출장보고서』, 2017.04.
한석희 , 송형권, 이순열, 조익영, 장원중, 변종대, 임채성, 『4차 산업혁명 어떻게 시작할 것인가』, 페이퍼로드, 2016.

〈국외 문헌〉

Accenture & SIPG, *Connected Ports Driving Future Trade*, 2016.
Andrzej Montwill, “The role of seaports as logistics centers in the modelling of the sustainable system for distribution of goods in urban areas”, Procedia-Social and Behavioral Sciences 151, 2014.
B.Baweja et al., *Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution*, UBS White Paper for the World Economic Forum, Annual Meeting 2016
CH2MHILL, “Automated Container Terminals – Automation of TraPac Terminal”, Port Executive Management Seminar, 2014

DHL Trend Research, *Logistics Trend Radar*, 2016

ETRICO, "Industry Views: Trends and Prospects in the Port Sector", 2017. 3.

Fraunhofer CML & HPA, *Digitalization of Seaports-Visions of the Future*, 2017.

Fraunhofer, "Logistics 4.0 and the Internet of Things", 2015.10.5.

HPA, "Port of Hamburg-digital Gateway to the World", IAPH, 2015.

IMD, *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2017*, 2017

ITU, *Measuring the Information Society Report 2017*, Volume 1, 2017

Kap Hwan Kim, Mai Ha Thi Phan, Youn Ju Woo, "New Conceptual Handling Systems in Container Terminals", Industrial Engineering & Management Systems, Vol. 11, No. 4, December 2012,

Mckinesy&Company, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, December 2017.

McKinsey, *Container shipping: The next 50 years*, 2017.10

Mechatronica & Machinebouw, "Geen havenarbeider meer te zien bij containeroverslag Tweede Maasvlakte", 2013.10.18.

Peter Filbey - Consultant T-Systems, "SMART PORT LOGISTICS", 2015

Port of Amsterdam, "The Sustainable Port", February 2017

PortXL, "Introduction Presentation", 2017.09.

Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 1 Demographic dynamics", 2017. 10.

Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 3 Scarcity of resources", 2017.10.

Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 4 Climate change & ecosystem at risk", 2017.10.

Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 5 Dynamic technology & innovation", 2017.10.

Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 6

Global knowledge society", 2017.10.
Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Megatrend 7 Sustainability & global responsibility", 2017.12.
Roland Berger, "Roland Berger Trend Compendium 2030: Trend 2 Globalization & future markets", 2014.5.
Tan Cheng Peng, "Maritime Singapore Government", 2017.2.13
The Straits Times, "Full steam ahead for new Tuas mega port", 2017.4.24.
The Straits Times, "Tuas mega port may have lively area for leisure", 2017.4.2.
World Cargo News, July 2003~2016
World Cargo News, October and November 2003~2015
World Economic Forum, *Digital Transformation of Industries: Logistics Industry*, January 2016.
World Economic Forum, *The Future of Jobs*, 2016.1
World Economic Forum, *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*, January 2014,

〈인터넷 자료〉

Accenture, https://www.Accenture.com/ae-en/insight-four-keys-digital-trust-infographic(검색: 2017.11.20.)
CYBERSECURITY VENTURES, https://cybersecurityventures.com/jobs/, (검색: 2017.11.20.) Deutsche Telekom, Company Information, https://www.telekom.com/en/company(검색 2017.12.2.)
Seatrade Maritime News, http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/inmarsat-spawns-newgx-hybrgid-service-for-rolls-royce-autonomous-ships.html(검색: 2017.11.1.)

THE VERGE, https://www.theverge.com/2016/1/15/10776416//verkehr/stadtlogistik/ (검색: 2017.11.20.)

APM TERMINALS, http://www.apmterminals.com/en/operations/europe/maasvlakte/services (검색 2017.11.1.)

AquaSmartXL, http:/aquasmartxl.com/(검색 2017.11.19.)

Berea Mail, http://bereamail.co.za/95546/port-of-durban-gets-smart/(검색2017.9.30.)

Blikopnieuws, http://www.blikopnieuws.nl/wetenschap/250420/ns-investeert-3-ton-in-startup-succesvol-hyperloop-team.html(검색: 2017.11.20.)

BUSINESS INSIDE, http://www.businessinsider.com/ge-transportation-and-port-of-la-2016-11 (검색 2017.9.30.)

Cargotec의 Port2060 동영상, YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=QFOCAPuCie0 (검색: 2017.11.1.)

CHIP, http://www.chip.de/artikel/Machine-to-Machine-Mobilfunk-fuer-Starke-2_62446575.html (검색: 2017.9.30.)

ChosunBiz, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2017/10/12/2017101202103.html (검색 2017.12.6.)

DBR, http://dbr.donga.com/article/view/1202/article_no/7940(검색 2017.9.30.)

DIGITAL TRENDS, https://www.digitaltrends.com/cars/mercedes-benz-truck-platoon-news-specs-details/ (검색 2017.11.1.)

Dredging Today.com, https://www.dredgingtoday.com/2011/11/14/apm-terminals-cfo-speaks-at-port -finance-international-conference-in-london-uk (검색 2017.11.1.)

EBS, http://www.ebs.co.kr/tv/show?prodId=124333&lectId=10726667(검색 2017.7.30.)

GRID, http://www.thetransitcoalition.us/grid/(검색: 2017.11.20.)

KBS 다큐멘터리 3일, http://smart.kbs.co.kr/tv/sisa/3days/view/preview/2435956_114108.html(검색 2017.11.20.)

Logistics Bureau, https://www.logisticsbureau.com/6-key-supply-chain-and

-logistics -trends-to-watch-in-2017, (검색2017.12.19.)

Marine Investment for the Blue Economy, https://maribe.eu/blue-economy-growth-science-research-floating-shipping-terminal-aquaculture-2(검색: 2017.11.1.)

MARINELINK, https://www.marinelink.com/news/complete-project-pilot428609(검색 2017.11.20.)

Media Smarts, http://mediasmarts.ca/teacher-resources/digital-literacy-framework/use-understand-create-digital-literacy-framework-canadian-schools-overview, (검색: 2017.11.1.)

MPA, https://www.mpa.gov.sg/assets/rnd/e-bulletins/issue1/html/index3.html(검색: 2017.9.30.)

PICSSR, http://picssr.com/photos/rotterdamworldgateway/page2?nsid=111268596@N08 (검색 2017.11.1.)

POPULAR SCIENCE, https://www.popsci.com/satellite-company-joins-robot-ship-project (검색: 2017.11.1.)

Port of Hamburg, SMARTPORT - THE INTELLIGENT PORT, https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/ (검색: 2017.12.2.)

Portbase, https://www.portbase.com/en/ (검색:2017.9.30.)

PORTSTRATEGY, http://www.portstrategy.com/__data/assets/image/0034/807775/varieties/1200.jpg(검색 2017.11.20.)

PORTSTRATEGY, http://www.portstrategy.com/news101/port-operations/cargo-handling/agvs (검색 2017.11.1.)

PORTSTRATEGY, http://www.portstrategy.com/news101/world/europe/joined-up-thinking(검색: 2017.9.30.)

PORTTECHNOLOGY, https://www.porttechnology.org/directory/lase_industrielle_lasertechnik_gmbh/products/22192/LaseCDI-GATE-Container-Damage-Inspection-Gate(검색: 2017.11.1.)

PORTTECHNOLOY, https://www.porttechnology.org/news/maersk_mc_kinney_molle

r_arrives _at_europes_largest_port(검색 2017. 11. 20.)
PORTTECHNOLY, https://www.porttechnology.org/directory/cavotec_sa/products/7714/MoorMaster----Automated-Mooring-Systems(검색 2017. 11. 20.)
PORTXL, https://portxl.org/portxl-startups/(검색 2017. 11. 19.)
ResourcedEd, https://resourced.prometheanworld.com/digital-literacy-classroom-important/(검색: 2017. 11. 1.
RWG, https://www.rwg.nl/en/home, (검색: 2018. 4. 30.)
RWG, https://www.rwg.nl/en/our-terminal/process, (검색: 2017. 10. 24.)
sedislogistic, https://sedislogistic.wordpress.com/2011/05/01/cargo-cap-innovative-way-of-transportation/ (검색: 2017. 11. 20.)
Shutterstock, https://www.shutterstock.com/image-photo/vehicle-cockpit-screen-car-electronicssmart-hud-658344718(검색: 2017. 11. 1.)
Shutterstocks, https://www.shutterstock.com/image-vector/education-technology-online-training-concept-student-567310360(검색: 2017. 11. 20.)
SlideShare, https://www.slideshare.net/TristanWiggill/optimisation-vs-automation- in-south-african-ports(검색: 2017. 9. 30.)
SmartCitiesWorld, https://smartcitiesworld.net/news/news/port-of-los-angeles-goes-digital-1700(검색 2017. 9. 30.)
SWINN, http://swinn.nl/projecten/gate-canopy-apm-terminal-maasvlakte-ii (검색 2017. 11. 1.)
TRAZEK, http://www.trazek.com/sydneys-patrick-terminal-goes-automated-with-fewer-staff- but-dancing-robots/ (검색 2017. 11. 1.)
YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=1xaKAYmBgQ4 (검색: 2017. 11. 20.)
YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=9q-6ZK6SQRY(검색 2017. 11. 19.)
YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=epOAE8pudsg(검색 2017. 11. 20.)
YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=iBCzwvEnGhg(검색 2017. 11. 19.)
YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=MhzVE_Fhghw(검색: 2017. 11. 20.)
YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=oq-H2yLBFCs(검색 2017. 11. 20.)

YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=StvJD0GGHb0(검색 2017.11.19.)

그린포스트코리아, http://www.greenpostkorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=69805(검색 2017.11.13.)

삼성전자 뉴스룸, https://news.samsung.com/kr/%EB%94%94%EC%A7%80%ED%84%B8-%ED%8A%B8%EC%9C%88-%EC%A0%9C4%EC%B0%A8-%EC%82%B0%EC%97%85%ED%98%81%EB%AA%85%EC%9D%98-%EB%B0%A9%EC%95%84%EC%87%A0-%EB%8B%B9%EA%B8%B8-%EC%88%98-%EC%9E%88(검색 2017.12.6.)

전자신문, http://www.etnews.com/200601180031(검색 2017.11.20.)

제이비의 철인이야기, http://jbpark.egloos.com/10842304 (검색 2017.11.20.)

항만공사 폼페이지(부산항, 인천항, 광양항, 울산항) 및 지방해양수산청(경인항, 평택·당진항, 군산항, 포항항)

해양수산부 국립해양조사원 항계안전 해양정보 제공 시스템, http://www.khoa.go.kr/kcom/cnt/selectContentsPage.do?cntId=25403000(검색 2017.11.13.)

해운항만물류정보시스템, https://www.spidc.go.kr, (검색: 2017.11.1.)

부 록

부록1. 설문조사지

본 수준비교의견서 내용은 스마트항만 개발 형태 검토 목적 외에 절대 사용되지 않음을 알려드립니다.

Confidential

미래 스마트항만과 현재 항만의 수준 비교

안녕하십니까?

본 설문지는 우리원의 현안과제인 '4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구'의 기초자료로 활용하기 위해 작성되었습니다.

이 연구는 4차 산업혁명시대에 적합한 한국형 스마트포트(Port 4.0)를 정의하고, 항만물류산업에 미치는 영향을 면밀히 분석하여 우선적으로 추진해야 정책과제 및 다부처·다기관과의 협업과제를 제시하는 것을 목표로 하고 있습니다.

귀하의 검토의견은 향후 국내 스마트항만의 모습을 설정하고 우리나라 항만이 부족한 점을 적시하여 해야 할 일을 정리하기 위한 기초자료로 활용될 계획입니다. 제시하신 답변은 동 연구의 중요한 자료로 활용될 예정이며, 과제 이외의 목적으로는 사용되지 않을 것이며, 통계법 제33조(비밀의 보호)에 따라 개인 신상 정보는 엄격히 보호되어질 것입니다.

바쁘신 중에도 소중한 시간을 내어 작성해주셔서 대단히 감사합니다. 본 조사에 관한 문의사항이 있으시면, 아래의 수요조사 담당자에게 연락부탁 드립니다.

<과제문의> 한국해양수산개발원 이언경 부연구위원(051-797-4682, eklee@kmi.re.kr)
강무홍 전문연구원(051-797-4684)
이수영 연구원(051-797-4698)
강한석 인턴(051-797-4676, lotis@kmi.re.kr)

2017. 12.

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

A 평가자 정보

1. 응답자 정보를 적어 주십시오.

성명		성별		연령	
소속기관		E-mail			
직위		휴대폰			

2. 귀하는 현재 항만과 항만물류(안벽, 이송, 야드, 게이트 등) 관련 업무에 대해 아시고 계십니까?

① 예(**A, B, C 시트지 작성**)　　② 아니오(**A, B 시트지 작성**)

3. 귀하는 4차 산업혁명 기술에 대해 아시고 계십니까?

① 예　　② 아니오

4. 귀하는 구체적으로 **어떤 업무**를 수행하고 계십니까?

5. 4차 산업혁명시대 한국형 항만 스마트화, 디지털화 기술개발 및 정책 연구가 중요하다고 생각하십니까?

① 예(이유 :　　)　② 아니오

B 4차 산업혁명시대 우리나라 항만의 준비사항

1. 4차 산업혁명시대에 우리나라 항만물류의 정보연계, IoT/빅데이터/AI 기반의 분석 등 **스마트 항만이 되기 위한 준비 상태**는 어느 정도라고 생각하십니까?

① 매우 미흡하다. ② 다소 준비되어 있지 않다. ③ 보통이다.

④ 어느 정도 준비되어 있다. ⑤ 매우 잘 준비되어 있다.

※ **스마트항만**은 사물(항만자원)이 사람과 같이 스스로 행동하고 생각하는 자율화된 항만이다. 스마트항만은 자동화·무인화되어 있는 **항만물류자원의 디지털화**가 이루어지고, **연결**되고, 수집되는 **데이터를 분석하여 스스로 자율적으로** 어떻게 어떤일을 할지 스스로 결정할 수 있는 **똑똑한** 항만이다.

2. 우리나라 항만은 선박 등 **해운부분과의 정보 연결, 정보수집, 분석, 협업 통한 의사결정**이 어느 정도로 잘 연계되어 있다고 라고 생각하십니까?

① 연결이 매우 미흡하다. ② 연결이 미흡하다 ③ 보통이다.

④ 어느 정도 연결되어 있다. ⑤ 매우 잘 연결되어 분석/협업이 가능하다.

3. 우리나라 항만은 육상트럭 정보 연계 등 **도시 물류 부분과의 정보 연결, 정보수집, 분석, 협업 통한 의사결정**이 어느 정도로 잘 연계되어 있다고 생각하십니까?

① 연결이 매우 미흡하다. ② 연결이 미흡하다. ③ 보통이다.

④ 어느 정도 연결되어 있다. ⑤ 매우 잘 연결되어 분석/협업이 가능하다.

4. 우리나라의 해운~항만~도시물류 **연계가 상대적으로 미흡하다면 이유**는 무엇인지 순위를 적어 주십시오.

① 데이터 기반 **"비즈니스 모델 구축"** 역량이 부족하다.	
② 지능정보사회에 적합한 인력육성, 기술개발, 기술사업화 등 **"혁신 창출 역량"**이 부족하다.	
③ 드론 등 신산업 활성화, 데이터 인프라 구축 등을 위한 국가차원의 **"제도 및 인프라 마련"**이 미흡하다.	
④ 지능정보사회에 필요한 상호신뢰, 상호 발전하는 친환경 순환경제 구축, 노동시장 유연성 확보 등의 **"새로운 문화와 윤리 확립"**이 부족하다.	

5. 4차산업혁명 기술을 우리나라 항만에 맞게 적용하려면 신기술(아이디어)를 성공할 때 까지 개발·지원·사업화하는 혁신을 중요시하는 체계가 마련되어 있어야 합니다. 우리나라는 신기술 아이디어의 **사업화 및 현장 적용 성공률**이 어느 정도라고 생각하십니까?

① 매우 성공률이 낮다. ② 약간 성공률이 낮다. ③ 보통이다.

④ 어느정도 성공률이 있다. ⑤ 매우 성공률이 높다.

6. 우리나라의 4차산업혁명기술 관련 **아이디어를 항만물류산업에 성공적으로 안착**하기 위하여 가장 **중요한 요소**는 무엇인지 순위를 적어 주십시오.

① 데이터 기반 **"비즈니스 모델 구축"** 역량이 부족하다.	
② 지능정보사회에 적합한 인력육성, 기술개발 및 협력, 기술사업화 지원 등 **"혁신 창출 역량"**이 부족하다.	
③ 드론 등 신산업 활성화, 데이터 인프라 구축 등을 위한 국가차원의 **"제도 및 인프라 마련"**이 미흡하다.	
④ 지능정보사회에 필요한 상호신뢰, 상호 발전하는 친환경 순환경제 구축, 노동시장 유연성 확보 등의 **"새로운 문화와 윤리 확립"**이 부족하다.	

7. 4차 산업혁명시대에 우리나라 항만이 **스마트항만으로 거듭나고 성공하기 위해서는** 아래 4가지 요소 중 가장 **중요한 요소**가 무엇인지 **상대 평가((7-1), (7-2))**를 해주십시오.

평가요소	의미
비즈니스 모델 구축	◦ 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 프로세스 혁신 ◦ 관련 주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 플랫폼 설계 능력
혁신 창출 역량	◦ 지능정보기술(IoT, 빅데이터, AI 등) 분야 기술 숙련도, 관련기업과의 기술협력을 추진 ◦ 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력(디지털 환경을 이해하고 생활에 활용하는 능력) 향상 교육 ◦ 전 국가 및 관련기업이 아이디어가 성공적인 기술 사업화로 이어질 수 있도록 하는 기술개발/사업화 노력
제도 및 인프라 마련	◦ 신산업 규제(드론 도입, IoT 기반 데이터 수집 등) 개선을 위한 관련 법·제도(개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량의 사고 책임 등) 정비 ◦ 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집, 처리가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 국가 전략 마련
새로운 문화와 윤리 확립	◦ 데이터 연계, 활용, 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력 문화 형성 ◦ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 효율적인 자원관리 문화 확립 ◦ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성 확보

※ 가중치 평가방법

1:1로 구성된 평가항목에 대한 상대적 중요도를 평가하여 아래 표를 참고하여 해당 숫자에 표시하여 주십시오.

쌍대비교점수	A가 B 보다
1	동등
2	약간 중요
3	중요
4	매우 중요
5	절대 중요

예시 1) 비즈니스모델 구축이 혁신창출역량보다 중요하다

평가요소	상대적 중요도	평가요소
비즈니스모델 구축	5 4 **3** 2 1 2 3 4 5	혁신창출역량

예시 2) 새로운 문화와 윤리확립이 비즈니스모델 구축보다 매우 중요하다

평가요소	상대적 중요도	평가요소
비즈니스모델 구축	5 4 **3** 2 1 2 3 **4** 5	새로운 문화와 윤리 확립

※ 작성 시 주의사항

설문 작성을 위한 비교는 각각 상호관계가 존재하므로 논리적 일관성을 유지하여 주시기 바랍니다. 아래 예시와 같이 **"비즈니스모델 구축"**이 **"혁신창출역량"**보다 **중요**하고, **"새로운 문화와 윤리 확립"**이 **"비즈니스모델 구축"**보다 **중요**하다고 평가했다면 **"새로운 문화와 윤리 확립"**은 **"혁신창출역량"**보다 **중요**해야합니다.

새로운 문화와 윤리 확립 > 비즈니스모델 구축 > 혁신창출역량
===> 새로운 문화와 윤리 확립 > 혁신 창출 역량 (O)

7-1) 평가요소 상대평가

상기 평가요소 및 쌍대비교점수 의미, 논리적 일관성에 주의하여 각 평가요소에 대한 상대평가를 수행하여 주십시오

평가요소	쌍대비교점수	평가요소
비즈니스 모델 구축	5 4 3 2 1 2 3 4 5	혁신창출 역량
비즈니스 모델 구축	5 4 3 2 1 2 3 4 5	제도/인프라 마련
비즈니스 모델 구축	5 4 3 2 1 2 3 4 5	새로운 문화와 윤리 확립
혁신역량 창출	5 4 3 2 1 2 3 4 5	제도/인프라 마련
혁신역량 창출	5 4 3 2 1 2 3 4 5	새로운 문화와 윤리 확립
제도/인프라 마련	5 4 3 2 1 2 3 4 5	새로운 문화와 윤리 확립

7-2) 세부 평가요소 상대평가

4차 산업혁명시대 우리나라 항만이 지속적으로 경쟁력을 확보하기 위해서는 시대 흐름에 맞게 **스마트항만**이 되어야 합니다. 이를 위해서는 10가지의 당면과제가 있습니다. **10가지 과제에 대한 상대적 중요도**를 평가하여 주십시오.

7-2-1) **비즈니스 모델 구축**에 대한 쌍대비교

평가요소	쌍대비교점수	평가요소
① 데이터 기반 의사결정 고객중심 연구개발 등 프로세스혁신	5 4 3 2 1 2 3 4 5	② 관련주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 플랫폼 설계 능력

※ **디지털문해력**은 정보에 기반하는 디지털 환경을 이해하고, 이를 생활에 활용하는 능력

※ **관련법/제도 정비**는 개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량 등의 사고 책임 관련 내용 등

7-2-2) **혁신 창출 역량 제고**에 대한 쌍대비교

평가요소	쌍대비교점수	평가요소
③ 지능정보기술 분야 기술숙련도 확보 및, 관련기업과의 기술협력	5 4 3 2 1 2 3 4 5	④ 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력 향상 교육
③ 지능정보기술 분야 기술숙련도 확보 및, 관련기업과의 기술협력	5 4 3 2 1 2 3 4 5	⑤ 관련기관(국가/기업 등)의 신기술 개발 /사업화 성공 노력
④ 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력 향상 교육	5 4 3 2 1 2 3 4 5	⑤ 관련기관 (국가/기업 등)의 신기술 개발 /사업화 성공 노력

※ **디지털문해력**은 정보에 기반하는 디지털 환경을 이해하고, 이를 생활에 활용하는 능력

7-2-3) **제도/인프라 마련**에 대한 쌍대비교

평가요소	쌍대비교점수	평가요소
⑥ 신산업 규제 개선을 위한 관련 법/제도 정비혁신역량 창출	5 4 3 2 1 2 3 4 5	⑦ 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집, 처리가공 및 분석 활용 인프라를 위한 국가 전략 마련

※ **관련법/제도 정비**는 개인정보보호법, 지적재산권제도, 공정거래, 자율운행차량 등의 사고 책임 관련 내용 등

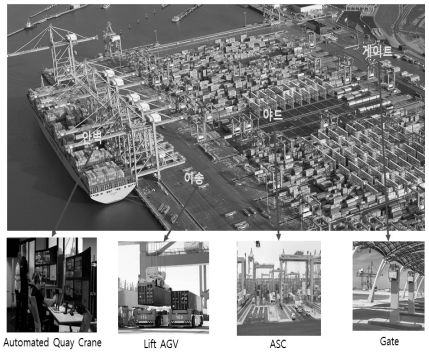
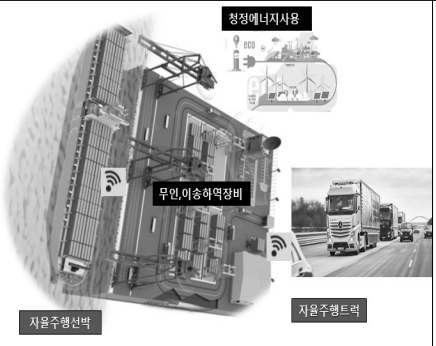
7-2-4) **새로운 문화와 윤리 확립**에 대한 쌍대비교

평가요소	쌍대비교점수									평가요소
⑧ 데이터 연계/활용/ 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력의 문화 형성	5	4	3	2	1	2	3	4	5	⑨ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 자원관리
⑧ 데이터 연계/활용/ 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력의 문화 형성	5	4	3	2	1	2	3	4	5	⑩ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성
⑨ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 자원관리	5	4	3	2	1	2	3	4	5	⑩ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성

8. 본인이 수행하고 있거나 가장 잘 아는 업태상황을 고려해 보았을 때 **4차 산업혁명시대** 우리나라 항만이 **스마트항만이 되는 데 있어** 필요한 10가지에 대한 **미흡한 정도(문제점)**를 표시하십시오.

항목	매우미흡	약간미흡	보통	적절	매우적절
① 데이터 기반 의사결정, 고객중심 연구개발 등 프로세스 혁신	□	□	□	□	□
② 관련주체 간 플랫폼을 통한 연계 및 플랫폼 설계 능력	□	□	□	□	□
③ 지능정보기술 분야 기술숙련도, 관련기업과의 기술협력 및 기술개발/사업화 노력	□	□	□	□	□
④ 차세대 핵심인력 양성을 위한 디지털 문해력 향상 교육	□	□	□	□	□
⑤ 관련기관(국가/기업 등)의 신기술 개발 및 사업화 성공 노력	□	□	□	□	□
⑥ 신산업 규제 개선을 위한 관련 법/제도 정비	□	□	□	□	□
⑦ 공공/민간/IoT 기반 데이터 수집 처리/가공 및 분석, 활용 인프라를 위한 국가 전략 마련	□	□	□	□	□
⑧ 데이터 연계/활용/ 가치창출에 대한 신뢰와 상호 협력의 문화 형성	□	□	□	□	□
⑨ 친환경 순환경제 시스템 구축 및 IoT/빅데이터/AI 기반 자원관리	□	□	□	□	□
⑩ 무인자동화, 로봇 대처 등 직업전환에 대한 노동시장 유연성	□	□	□	□	□

C 4차 산업혁명시대 우리나라 항만 수준 비교

구분	이미지	개요
현 최고수준 항만		• 목표: 극초대형선 처리 생산성 향상, 무인자동화 • 22,000TEU급 선박 처리가 가능한 원격제어 슈퍼 안벽크레인 • 완전무인자동 이송영역(AGV 등) • 5단 9열의 완전무인 야드크레인(ASC) • 자동인식 게이트, 외부트럭 완전자동 적재 시스템
2030년 항만		• 목표: 무인자동화, 친환경, 규격화/표준화, 고생산성, 정보연계, 거대 자동창고형의 Mega Hub Smart Port • 완전무인자동화 항만 • 자율주행선박, 자율주행트럭과 자동 연계 및 항만 통제
2060년 항만		• 목표: 로봇형, 모바일, SCM관점의 네트워크 연계, 모듈화, 고객맞춤형, 도시물류(하이루퍼시스템)와 연계된 Smart Chain Port • 모듈 항만이 필요에 따라 자유자재로 크기 조절 • 고객 주문제품을 하이퍼루퍼 시스템을 통해 모듈단위로 배송(다품종 소량 대응)

Ⅰ. 해운연계 영역

1-1. 중소규모의 자율주행선박이 연구개발 되고 있으며, 항만관제탑은 해상교통정보를 모니터링 하여 선박 도착시간 등을 예측하기 위한 노력을 하고 있다. **현 최고수준 대비 우리나라 항만의 해운연계부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오.

현재 최고수준 대비 우리나라 기술 수준(해운연계 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절	매우적절
□	□	□	□	□

설명(현재 최고수준)

[항계안전 해양정보 제공]

■ 항계안전 해양정보 제공
- 주요 항만을 대상으로 선박의 안전운항과 항만관리 자원을 위하여 종합 해양정보 서비스를 제공하는 시스템

[싱가포르항 AI기반 해운항만운영시스템]

■ AI기반 해상정보 고려한 항만관제 최적화
※ 싱가포르항 SAFER 선박운항감시, 위반행위분석, 도선사 탑승 감시, 싱가포르항 내 교통밀도에 대한 정보, 불법적인 벙커링 감시, 허가되지 않은 선박 출입 감시, 선박 도착시간 예측 등 시험운영 중

1-2. 2030년 해운영역에서는 중소규모의 자율운행선박이 보편화 되고, 항만이 스마트하게 유무인 선박을 관제할 것으로 예상된다. 2030년 예상수준 대비 **우리나라 항만의 해운연계부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오(현재대비 격차 강화/약화 고려).

2030년 예상수준 대비 우리나라 기술 수준(해운연계 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(2030년 예상 수준)

[자율운행선박(Autonomous Vessel)]

■ 무인 자율주행 화물선
- 중소규모의 자율주행선박이 보편화
- 대형 컨테이너를 운반할 수 있는 화물용 자율주행선박도 연구개발
- 출발지 정보, 해상환경에 따른 도착 예정시간을 계산하여 실시간으로 도착 항만에 전송

[스마트항만 관제 센터]

■ 스마트항만 관제 센터
-자율주행선박의 상태를 파악하여 급유, 유지보수 등을 사전에 준비
- 선박 도착시간에 대비하여 항만 장비의 작업 준비
- 극초대형 유인 컨테이너선박과 자율주행선박을 구별하여 적정한 접안 장소 지정

Ⅱ. 안벽영역

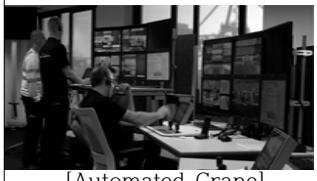
2-1. 항만 내 안벽영역에서는 현재 원격으로 조정되는 슈퍼 안벽크레인이 사용 중에 있으며, 항만도시의 미세먼지를 저감시키기 위해 AMP(육상전원공급장치)를 사용할 뿐만 아니라 접안 시 무인으로 자동 무어링하는 시스템도 사용 중이다. **현 최고수준 대비 우리나라 항만 안벽 부분의 기술 수준**을 평가하여 주십시오.

현재 최고수준 대비 우리나라 기술 수준(안벽 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(현재 최고수준)

[Super Quay Cranes]

■ 25열의 슈퍼 안벽 크레인
-최근 개장한 네덜란드의 APM Terminals Maasvlakte Ⅱ 터미널에 슈퍼 QC 설치
-세계에서 가장 큰 컨테이너선박(2만2천 TEU급 이상) 처리 가능
- 우리나라의 싱글트롤리 방식이 아닌 듀얼 트롤리 방식



[Automated Crane]

■ 무인 원격 조정 QC
- 안벽 크레인 트롤리에 사람이 탑승하여 크레인을 조정하는 형태가 아닌 관제탑에서 원격으로 크레인을 조정
- Automated Crane 시스템은 기존 선박 하역작업시 소요되는 시간을 감소시킬 뿐만 아니라 비용 절감 및 효율성 향상, 안전성 확보 등을 동시에 달성

[Automated Mooring 및 친환경 설비]

■ 자동 무어링 시스템
- 선박 안벽 접안 시 선박이 흔들리지 않도록 고정하는 장치
■ 자동 육상전원공급장치(AMP)
-선박에서 발생하는 미세먼지를 저감시키기 위해 접안 시 선박엔진을 끄고 육상전원을 사용하는 장치
-크루즈선 무인 자동 육상전원공급 중

2-2. 2030년 안벽영역에서는 일시에 대량 하역을 위한 시스템이 도입되고, 플로이팅 터미널 새로운 대량하역 QC 등장 등 2030년 예상수준 대비 **우리나라 항만의 안벽 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오(현재대비 격차 강화/약화 고려).

2030년 예상수준 대비 우리나라 기술 수준(안벽 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

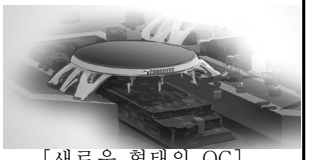
설명(2030년 예상 수준)

[OSS(Overhead Shuttle System]

■OSS
- 수평이송을 위한 플랫카와 수직이송을 위한 오버헤드셔틀을 이용하여 컨테이너를 안벽에서 야드까지 대량으로 신속하게 이동할 수 있는 시스템
- KMI는 1단계 사업에서 시스템 검증을 실시했고, 2단계에서 실제 크기의 시험운영을 계획 중임

[Floating Shipping Terminal]

■플로이팅 터미널
-물동량 확보 불확실성 및 계절적 변동성에 의한 대규모 항만투자 위험을 회피하기 위한 수단
-선박들이 항해 중 바다 한 가운데의 플로이팅 터미널(폐선 등의 활용)에 컨테이너 선박 하역 및 환적 작업을 하는 형태



[새로운 형태의 QC]

■대량 하역 위한 원형 QC
-기존 안벽크레인(QC)보다 더 많은 컨테이너를 하역하기 위해 원형으로 여러 대의 크레인이 하역하는 시스템
-더 나아가 드론 기반의 하역장비가 컨테이너를 선박에서 픽업해서 야드 공간까지 이송도 할 것으로 판단

Ⅲ. 이송영역

3-1. 우리나라 항만은 이송영역이 야드트럭 혹은 유인 스태들캐리어가 사용되는 반면에 최고수준의 세계항만은 이송영역이 완전무인자동화 되어 있으며, 현재 Lift AGV, Straddle Carrier 등의 무인장비가 사용되고 있다. **우리나라 항만의 이송 영역 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오

현재 최고수준 대비 우리나라 기술 수준(이송 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(현재 최고수준)

[Lift AGV]

■ Lift AGV(Automated Guided Vehicle)
- 컨테이너를 들어 올릴 수 있는 기능을 탑재하고 있어 별도로 설치되어 있는 버퍼플랫폼에 컨테이너를 두고 오거나 반대로 실어 올 수 있음
- 최근 개장한 자동화 터미널인 네덜란드 RWG 등에서 사용하고 있는 최신 기술임

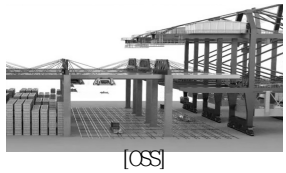
[Straddle Carrier]

■ Straddle Carrier
- 긴 다리를 가지고 있어 다리 사이에 있는 스프레더로 컨테이너를 들거나 내릴 수 있음
- 호주 패트릭 터미널 등에서 사용하고 있으며 별도의 야드 장비 없이 컨테이너터미널을 운영할 수 있다는 장점이 있음
- 다만 쌓을 수 있는 컨테이너수가 한정되어 있어 야드가 좁고 물동량이 많은 우리나라 실정에는 맞지 않음

3-2. 2030년의 이송 영역은 완전무인화와 친환경 이송, 대량·고속의 이송이 핵심사항이 될 것으로 예상된다. 기존의 안벽~야드의 범위를 넘어서 안벽에서 배후지까지 직접 연계도 시도될 것으로 예상된다. 2030년 예상수준 대비 **우리나라 항만의 이송 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오(현재대비 격차 강화/약화 고려).

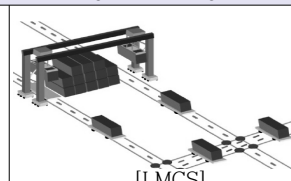
2030년 예상수준 대비 우리나라 기술 수준(이송 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(2030년 예상 수준)



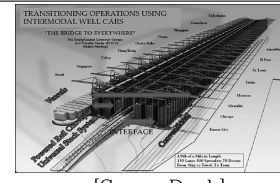
[OSS]

■ OSS
- 수평이송을 위한 플랫카와 수직이송을 위한 오버헤드셔틀을 이용하여 컨테이너를 안벽에서 야드까지 대량으로 신속하게 이동할 수 있는 시스템



[LMCS]

■ LMCS(Linear Motor Conveyance System)
-리니어모터를 사용하여 컨테이너를 수직/수평으로 이동하고 정확한 포지셔닝이 가능
-2030년에는 기술력 향상 및 가격 문제 해결 가능



[Super Dock]

■ Super Dock
-'The Bridge To Everywhere' 컨셉으로 컨테이너를 선박에서 열차로 직접 하역하여 대량으로 배후지까지 운송

Ⅳ. 야드 영역

4-1. 국내뿐만 아니라 해외 항만들의 야드장비는 무인원격으로 컨테이너를 픽업/릴리즈하는 Automated Stacking Crane(ASC)와 TP(Transfer Point)에서 외부트럭을 자동원격으로 제어하는 Fully Automated Truck System(FATS) 등이 있다. **우리나라 항만의 야드 영역 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오

현재 최고수준 대비 우리나라 기술 수준(야드 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(현재 최고수준)

[ASC]

■Automated Stacking Crane
- 야드 내에 컨테이너 적재 및 하역 작업에서 사용되며, 5단 9열~12열 형태가 대부분
- 최근 개장한 자동화 터미널인 네덜란드 RWG, APMT 등에서 사용하고 있는 기술임

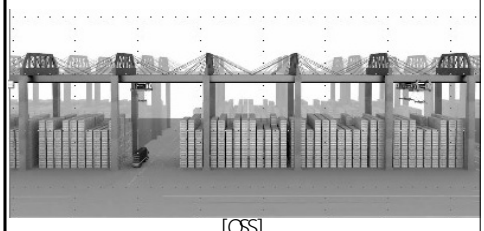
[FATS]

■Fully Automated Truck Loading System
- 야드(장치장구간)와 육측 외부트럭의 연계 시스템을 완전 무인 자동화한 시스템
- 최근 개장한 자동화 터미널인 네덜란드 RWG, APMT 등에서 도입한 시스템으로 국내 BNCT의 TP시스템과 유사

4-2. 야드는 컨테이너 보관 기능 및 빠른 반입.반출 기능이 핵심이다. 이에 2030년 항만야드는 자동창고형 항만 형태로 컨테이너를 대량적재하기 위해 지하부터 지상까지 보관하는 시스템이 등장할 수 있다. 또한 신속하고 빠르게 컨테이너를 적재/하역을 위해 신개념 야드 하역장비인 드론이 등장할 수 있다. 2030년 예상수준 대비 **우리나라 항만의 야드 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오(현재대비 격차 강화/약화 고려).

2030년 예상수준 대비 우리나라 기술 수준(야드 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(2030년 예상 수준)



[OSS]

■OSS(자동창고형 시스템)
- 수평이송을 위한 플랫카와 수직이송을 위한 오버헤드셔틀을 이용하여 컨테이너를 안벽에서 야드까지 대량으로 신속하게 이동할 수 있는 시스템

[Drone Container Stacking]

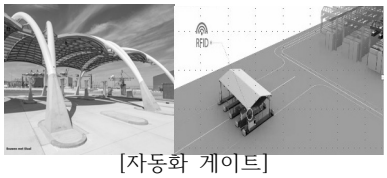
■Drone Container Stacking
- 드론이 선박에서 야적장까지 컨테이너를 적재 및 야적하는 시스템이다.
- 기존 야드 크레인이 작업하던 부분을 드론이 지정된 장소에 컨테이너를 적재하거나 하역하는 시스템

Ⅴ. 게이트 영역

5-1. 국내뿐만 아니라 해외 항만들의 게이트 영역은 자동화기술이 도입되어 단순한 출입구 기능 외에 RFID를 기반으로 각종 정보를 입수, 위험물인지, 중량 체크 등의 업무를 수행하고 있다. **우리나라 항만의 게이트 영역 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오

현재 최고수준 대비 우리나라 기술 수준(게이트 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(현재 최고수준)



[자동화 게이트]

■자동화게이트
- 컨테이너 터미널의 입구로서 컨테이너를 반입·반출할 때 트럭이 통과하는 곳
- 컨테이너에 RFID 태그를 부착하여 자동 통과하는 시스템

[컨테이너 위험화물 검색설비]

■위험화물 검색시스템
- X선을 이용한 컨테이너 내부 투과영상 획득방식
- 마약, 폭발물 등 위험화물에 대한 정확한 판독이 불가

5-2. 2030년의 게이트는 단순한 출입구가 아닌 원격지에서 출도착 정보를 사전에 파악하여 항만운영에 반영하도록 한다. 그리고 컨테이너 내부 자동인식 장치가 있어 위험화물 등을 사전에 감지하는 등의 보안 기능이 강화되고, 국제기준에 부합하는 중량 체크도 실시한다. 이동경로를 게이트 통과 시 HUD 시스템으로 알려준다. 2030년 예상수준 대비 **우리나라 항만의 게이트 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시요(현재대비 격차 강화/약화 고려).

2030년 예상수준 대비 우리나라 기술 수준(게이트 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(2030년 예상 수준)

[Container X-ray Gate]

■다양한 기능의 게이트
- 기존 컨테이너 터미널 게이트는 차량 반출입에 대한 자동화 였지만 2030년에는 게이트를 통과하는 차량의 컨테이너 내부를 스캔하는 형태로 발전할 것이다.
- Container X-ray Gate는 컨테이너 내부를 스캔함으로써 위험물 관리 등의 보안문제를 해결
- 컨테이너가 게이트를 통과하는 순간 컨테이너 중량을 체크한다.

[외부트럭 HUD 시스템]

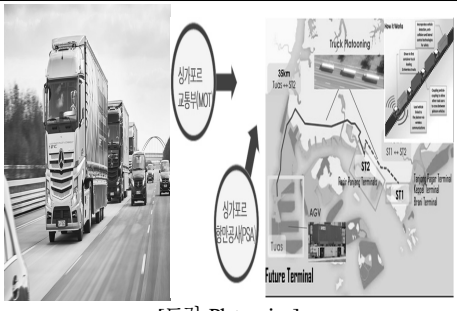
■HUD 시스템
- 게이트를 통과하면 반출입할 야드 공간을 알려주는 종이가 자동으로 발급되는데, 2030년에는 HUD 시스템으로 작업 장소 알림 제공
- 외부트럭의 이동 시 이동경로 네비게이션 뿐만 아니라 위험 사항을 사전에 알려준다.

Ⅵ. 배후지 연계 영역

6-1. 무인 자율주행트럭의 군집주행을 추진하고, IoT 기반으로 수집된 선박뿐만 아니라 트럭의 교통흐름 정보를 고려한 항만운영계획 수립 및 실행을 하고 있다. **우리나라 항만의 배후지 연계 영역 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시오

현재 최고수준 대비 우리나라 기술 수준(배후지 연계 영역)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

설명(현재 최고수준)



[트럭 Platooning]

■트럭 군집주행
- 항만 터미널에서부터 컨테이너를 실은 후 3대 이상의 트럭이 소대를 이루어 고속도로 위에서 자율주행
- 싱가포르 교통부, 항만공사 합작으로 IoT 기반 항만 연계화 물트럭 군집주행을 추진

[함부르크항 SmartPORT]

■SmartPORT
- 함부르크항에서 IoT 기반으로 선박도착시간, 외부트럭의 교통흐름, 다리 상황 등을 고려하여 항만운영 및 물류 흐름을 제어

6-2. 2030년에는 캡슐형태의 운송장비로 항만에 적재된 컨테이너 혹은 CFS의 박스를 항만배후단지 및 항만도시에 직접 연계하는 시스템이 등장할 것으로 예상된다. 2030년 예상수준 대비 **우리나라 항만의 배후지 연계 부분 기술 수준**을 평가하여 주십시요(현재대비 격차 강화/약화 고려).

기술 수준(2030년 예상수준)				
매우미흡	미흡	보통	적절(흡족)	매우적절(흡족)
□	□	□	□	□

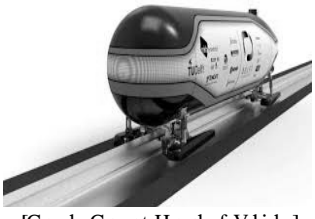
설명(2030년 예상 수준)

[CaroCap]

■CaroCap
-지하 파이프라인 관로를 통해 캡슐형태의 화물수송 장비
-독일의 교통혼잡 방지 목적 개발했으며, 24시간 무인자동수송시스템(도시물류와 연계)

[자기부상열차]

■자기부상열차
-항만 터미널 야드에 적재된 컨테이너를 열차형태의 운송장치에 실어 자기부상 시스템으로 항만배후지 혹은 항만도시에 운송하는 형태



[Capsule Concept Hyperloof Vehicles]

■캡슐형태의 하이퍼루퍼 차량
- TU DELFT와 MIT에서 선보인 하이퍼루프관에서 사용될 캡슐형태의 운송장비이다.
- 이미 TU DELFT와 MIT에서 시험테스트를 진행하고 있다.

Ⅶ. 기타

7-1. 우리나라 항만이 타 항만 부분에 비해 4차 산업혁명시대 준비가 미흡한 이유가 무엇이라고 생각하십니까? 그 이유를 간략하게 적어 주십시오.

7-2. 타 항만에 비해 부족한 점을 극복하고 우리나라 항만이 스마트항만으로 거듭나기 위해서 필요한 가장 주요한 대응방안은 무엇이라고 생각하십니까? 간략하게 서술해주십시오..

부록2. 4차 산업혁명 기술 과제 문헌조사 결과

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌 자료	빈도
데이터 수집 전략	• 빅데이터를 잘 활용하기 위해서는 먼저 좋은 데이터를 확보해야 함 (P.121)	• 사회 인프라(P.94)	• 디지털 인프라 (P.225)	-	-	-	-	-	-	• 빅데이터 발전전략 (2권 P.436) • 빅데이터에 대한 접근성, 개방성 제고 (P.882) • 국민주도형 데이터 기반 행정환경 조성 (P.891)	-	• City logistics (P.17) • Shared transport capacity (P.22)	5	22
		• 디지털 인프라(P.101)								• 공공데이터 통합 거버넌스 체계 수립 (P.892) • 규제 불확실성 해소를 위한 제도 마련 (P.895)				
		• 데이터 및 시스템 인프라 강화 (P.132)								• 공개 데이터 확대 및 데이터 품질 제고 (P.196) • 빅데이터 거래소를 통한 데이터 유통 활성화 (P.196)				
	• 빅데이터, 그 무한의 가능성 (P.244)	• 데이터 인프라 (P.174)								• 데이터 인프라 구축(1권 P.195) • 소프트웨어 생태계 활성화(2권 P.456)				
	• 인공지능 신경망 분석(P.247)	• 중장기적인 국가 데이터 전략 마련 (P.176)								• 스마트 인프라(3권 P.744) • CPS(Cyber-Physical System)(3권 P.757)				

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌자료	빈도
법/제도	-	• 법적 보호(P.94) • 생산과 소비 혁신에 부합하는 제도 정비 (P.132) • 제도와 인프라의 마련(P.165) • 사회적 합의에 기초한 신산업 규제 개선 (P.166) • 개인 정보 침해나 오남용을 방지하는 방안 (P.168) • 데이터 인프라에는 철저한 보안이 확보되어 있어야 함 (P.176) • 지식재산권 제도의 정비 (P.171)	• Hgihtech Strategie(P.200)	-	-	-	-	• 다양한 보안기술 강화 필요 (P.36)	-	• 제도의 고도화 (1권 P.125) • 개인정보 관련 규제의 개선 (P.197) • 제도적 기반혁신 (3권 P.791) • 규제 거버넌스 환경 변화(3권 P.875) • 기존 규제환경 개선 (P.884) • 다양한 규제기관 간 협업 플랫폼 조성 (P.884) • 네거티브 규제 (3권 P.910) • 규제 프리존(3권 P.914) • 규제 샌드박스 (3권 P.934) • 정보보호 우려 해소 및 프라이버시 합법적 이용 활성화 (P.882) • 국가 사이버보안 체계 구축 (P.970)	•infrastructure (P.17)	-	5	21

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌 자료	빈도
노동시장 유연성	• 각 분야별 전문가도 모두 필요하지만 전체를 엮어주는 이들의 역할이 가장 중요 (P.285)	• 노동시장 유연성(P.94)	-	-	-	• '플랫폼 경제'의 증가로 근로조건은 점차로 유연해지고 있다 (P.291)	-	-	• 정책개발에 참여 가능한 IoT 전문가 양성 필요 (P.8)	• 인적 자원 대응 (1권 P.123)	• create new occupations (P.8)	-	6	16
										• 노동시장 제도 개혁 시급성 인식 (P.609)				
	• 경험 전수와 자산화 (P.290)									• 고용형태와 근로형태 다양화에 대응하는 노동규범 확립 (P.609)	• New occupations and unsized labor demand (P.23)			
										• 인력양성 방법의 혁신 (P.612)				
						• 고용보험/ 일자리 훈련 등 사회 안전망 확충 필요 (P.296)				• 특수 분야 전문가를 교사로 활용 (P.643)				
										• 기술적 실업(3권 P.606)	• Require Different Skills(P.23)			
										• Arbit4.0(3권 P.609)				

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌자료	빈도
상호협력 문화	-	• 신뢰와 공유의 문화 형성 (P.132) • 지속가능한 생산과 소비를 뒷받침하는 윤리 확립 (P.182) • 환경친화적 윤리의식 확립 (P.182) • 신뢰의 문화 (P.183) • 디지털 네트워크 (P.186)	-	•지능정보 정책에서 사회문화적 인식과 수용의 중요성 (P.16)	•다학제적 융합 연구 필요 (P.17) • 정부/민간의 융합과 협치 확대 필요 (P.15) • 정보 공유/개방을 통한 협업 가능성, 업무 효율성 제고(P.15)	-	• 글로벌 기업과 서비스 공동개발, 파트너십을 이용한 동반성장 전략 필요 (P.23) • 대기업과 중소기업 서로 협력하여 플랫폼 경쟁력 확보해야 함 (P.23)	-	-	• 협업 지배구조 구축 (2권 P.452) • 발전에 대한 사회적 수용지체현상 내지 갈등과 저항 고려 필요 (P.946) • 사회적 보안의식 제고 필수적 (P.966)	-	• new market offerings for additional revenue streams (P.12)	6	15

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌 자료	빈도
기술협력	• 디지털 협업(P.182)	• 영역간 융합(P.73) • ICT 결합(P.109) • 표준화 연계 기술력 향상 및 개방형/ 참여형 혁신 확대 (P.132) • 조직이나 인력이 기술적 역량을 갖추고 개방적으로 협업할 수 있는 체계(P.151) • 영역 간 소통이 원활하게 일어날 수 있는 협업 체계 (P.155) • 융합 연구를 활성화 (P.155) • 오픈 사이언스(P.159) • 리빙랩 (P.159)	-	-	-	-	• 이종기업간 협력 지원 (P.23)	-	-	• ICT 융합(2권 P.361) • 사이버-물리 융합 기술 개발(2권 P.443) • 빅데이터를 다른 분야로 확산하여 사회적 비용 절감 및 다른 기업과의 협업 확대 (P.882)	• Technology spending(P.17)	-	5	14

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌 자료	빈도
기술개발/사업화	• 연결 표준화를 선점하라 (P.68)	• 범용 기술(P.153) • 지능정보 기술을 확보하기 위해서는 장기적 관점에서 기술을 개발 (P.154) • 시장 경쟁력을 확보하기 위해서는 표준화가 동반되어야 할 것 (P.155) • 국제 표준 확보를 적극적으로 추진해야 한다 (P.180)	-	-	-	-	• 빅데이터 분석 알고리즘, 스마트폰 해킹/보안기술 개발 지원 (P.23) • 다양한 모바일 응용 프로그램을 지원할 수 있는 기술 개발 지원 (P.23)	-	-	• 산업구조 고도화 및 전략 산업 육성(2권 P.442) • 4차 산업혁명 신산업 육성(2권 P.449) • 4차 산업혁명 분야 정부 R&D 동향 (1권P.137~141) • 분야별 민간대응 동향(1권 P.152~153) • 에너지 시스템 융복합 기술 상호 운용성 제고를 위한 표준화 (P.865)	-	• new methods of physical transportaion (P.12)	5	13
프로세스 혁신	-	• 초연결 플랫폼(P.30) • 사이버 물리 시스템(P.52) • 프로세스의 글로벌 융합과 리쇼어링(P.78) • 생산과 소비의 프로세스 혁신(P.132) • 디지털 아키텍쳐 (P.135) • 개방형 혁신(P.156)	• 생산과정 유연성 (P.38) • 가치사슬 통합(P.38) • 가치사슬 네트워크 확대(P.129)	-	-	-	-	-	-	-	• Marketization of unpaid work(P.23)	• Utilizing data to make informed decisions (P.12) • sharing of physical assets in logistics (P.12)	4	12

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌 자료	빈도
플랫폼 설계능력	-	• 플랫폼 경제(P.130) • 플랫폼을 통한 생산과 소비 융합(P.143) • 플랫폼의 참여자나 이용자에서 플랫폼의 설계자로 역할 전환 (P.147)	• 플랫폼 의사소통 (P.79) • 플랫폼 industrie 4.0(P.86)	• 플랫폼 전쟁 (P.207)	-	-	• 미들웨어 플랫폼 개발 필요 (P.23)	-	-	• 플랫폼과 개방적 혁신(2권 P.238) • 플랫폼 활성화 전략 (2권 P.445)	• Automation technologies including artificial intelligence (P.8)	• Digitally enhanced cross-border platforms(P.16)	7	11
친환경 순환경제	-	• 인권 친화적/ 생태친화적 소비(P.109) • 친환경/ 협력적 순환경제 (P.132) • 순환경제 (P.188) • 환경친화적 생산과 소비가 이루어지는 순환경제 시스템 도입 필요 (P.182) • 지역 차원의 순환경제를 구축함으로써 물류, 운송 등에 투입되는 자원 및 에너지 절감 (P.191) • 지능정보 기술을 활용한 자원관리 시스템 도입 (P.192)	• 지속가능한 경제발전 (P.201)	-	-	-	-	-	-	• 에너지 시스템 전환 (3권 P.840)	• Energy transitions and efficiency(P.17)	-	4	9

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌자료	빈도
디지털 문해력	-	• 디지털 문해력(P.162) • 창의적 디지털 역량(P.164)	-	-	-	-	-	• 데이터를 어플리케이션에 맞게 처리 및 분석하는 기법에 대한 연구 필요 (P.36)	-	• 디지털 문해력을 위한 교사양성과정 재구성 (P.641) • 데이터 관련 전문 인력의 양성 (P.882) • 데이터 활용과 로봇과의 협업 능력 길러야 함 (P.613) • 인공지능을 비롯한 SW 인력 양성 (P.192)	-	-	3	7
연결 혁명	• 가상 물리 시스템(P.20) • 소셜머신 (P.32) • 연결 표준화 (P.68) • 연결 혁명(P.156)	• 초연결 사회(P.22)	-	• 모든 세상의 연결 (P.122)	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6
정부 지원	-	• 도전적 연구가 가능한 환경을 마련 (P.155) • 세제 혜택 부여, 공공 구매를 통한 초기 시장 형성, 기술 정보 제공 지원(P.155)	-	-	-	-	-	-	• 연구활동 지원, 해외시장 개척지원 등의 정책 필요 (P.8)	• 인공지능 연구 지원 확대 (P.186)	-	-	3	4
안전/위험 관리	-	-	-	-	• 인공지능의 역기능 방지를 위한 알고리즘 통제가 과제 (P.15)	-	-	-		• 안전관리 체계구성 검토 필요 (P.946)	-		2	2
예지적 분석	• 예지적 분석(P.125)	-	-	-			-			-	-	-	1	1

구분	한석희 외 6명(2016)	미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST (2017)	김인숙 외 1명(2016)	한국경제TV 산업팀 (2016)	성옥준 (2017)	이광택 (2017)	김재생 (2015)	공만식 외 2명(2016)	이용규, 윤구홍 (2016)	장윤종, 김석관 외(2017)	Mckinsey (2017)	WEF (2016)	문헌 자료	빈도
프론트로딩	• 프론트로딩(P.276)	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	1	1
디지털주권	-	-	• 디지털주권(P.188)	-	-	-	-	-		-	-	-	1	1

4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구

• 인　　쇄	2017년 10월 23일 인쇄
• 발　　행	2017년 10월 25일 발행
• 발 행 인	양 창 호
• 발 행 처	한국해양수산개발원 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
• 연 락 처	051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
• 등　　록	1984년 8월 6일　　제313-1984-1호
• 조판·인쇄	영진 P&P 02-734-3713

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 394 - 0337

정가 6,000원