

4차 산업혁명과 해운산업 정책방향

A Study on the Policy Direction of Shipping Industry in the 4th Industrial Revolution

2017. 12.

황진희·안영균·김주현

보고서 집필 내역

<연구책임자>

황진희 : 연구총괄, 제1장, 제2장(일부), 제4장 2절, 제5장

<연구진>

안영균 : 제3장, 4장 1절

김주현 : 제2장

산·학·연·정 연구자문위원

강석환 : SK해운 전문

안종길 : 성결대학교 교수

오용식 : 한국해양대학교 교수

이인자 : 해양수산부 사무관

* 연구자문위원은 산·학·연·정 순임

연구감리자

김범중 : 한국해양수산개발원 해운해사연구본부 연구위원

목차

요약 · i

Executive Summary · v

제1장

서론 · 1

제1절 연구의 배경 및 필요성	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 필요성	3
제2절 연구의 목적	4
제3절 연구의 범위 및 방법	5
1. 연구범위	5
2. 연구방법	5
3. 선행연구 현황 및 선행연구와의 차별성	7

제2장

4차 산업혁명 특성과 주요 트렌드 · 9

제1절 4차 산업혁명의 개념 및 특성	9
1. 4차 산업혁명의 개념	9
2. 4차 산업혁명의 특성	13

제2절 4차 산업혁명의 주요 트렌드	16
1. 지능정보기술의 비약적 발전에 따른 경제·사회 트렌드	16
2. 생산과 소비의 상호작용 확대에 따른 시장 트렌드	19
3. 제조업과 서비스업의 융복합화에 따른 산업 트렌드	21
4. 4차 산업혁명 기술의 적용을 통한 고효율·친환경 트렌드 심화	22
제3절 4차 산업혁명에 대한 주요국의 정책사례	25
1. 미국	25
2. 독일	27
3. 일본	29
4. 중국	31

제3장

해운산업 분야 4차 산업혁명 대응 정책동향 · 35

제1절 일본	35
1. 자동운항선박	35
2. 자율형 크레인 개발	37
3. 차세대 선박관리 시스템 개발	38
4. IoT 등 신규 고급기술 보유 선원 육성	39
5. LNG 추진선박 관련 종합 대응	41
6. 4차 산업혁명 관련 기술에 대한 국제 규범(International Rule) 주도	43
제2절 중국/대만	45
1. 온라인 해운물류 플랫폼 구축	45
2. 자동화 컨테이너 터미널	47

3. 선박금융 기술의 고도화	48
4. 4차 산업혁명에 대응하는 고급해운인력 양성	49
5. LNG 추진선박 관련 종합 대응	50
제3절 EU/구미	52
1. 블록체인 등을 활용한 종합 운송 플랫폼 개발	52
2. 전기자율주행 컨테이너 선박	53
3. 원거리 원격 조정 기술 개발	55
4. LNG 추진선박 관련 종합 대응	56
5. 대형 LNG 액화플랜트 건설 사례	57
제4절 한국	58
1. 자동운항선박	58
2. 원거리 원격 조정 기술 개발	59
3. 블록체인 시스템 개발	60
4. 4차 산업혁명 기술 확보 인력 양성	62
5. LNG 추진선 인프라 개발	62
제5절 종합비교	64

제4장

4차 산업혁명에 따른 해운산업 변화 전망과 정책방향 · 66

제1절 4차 산업혁명에 따른 해운산업 변화 전망방법	66
제2절 주요 선행연구의 전망결과	68
1. 생산성의 근본적 개선	70
2. 환경부하 저감	72

3. 시장점유율 확대	74
4. 사고·고장의 사전예방	75
5. 노동 시장의 유연성 제고	76
제3절 4차 산업혁명에 따른 해운산업의 기회와 정책방향	78
1. 4차 산업혁명에 따른 해운산업의 기회	78
2. 4차 산업혁명에 따른 해운산업 정책 방향	82

제5장

결론 및 정책 제언 · 85

제1절 결론	85
제2절 정책제언	88



참고문헌 · 90

표목차 “

〈표 1-1〉 4차 산업혁명 영향도 국가별 평가.....	2
〈표 1-2〉 해운산업 분야 4차 산업혁명 관련 주요 행사 개최/참가 실적.....	6
〈표 1-3〉 연구전략 및 연구방법	7
〈표 1-4〉 선행연구와의 차별성.....	7
〈표 3-1〉 일본의 4차 산업혁명 주요 추진상황	44
〈표 3-2〉 중국의 4차 산업혁명 주요 추진상황	51
〈표 3-3〉 EU/구미의 4차 산업혁명 주요 추진상황	57
〈표 3-4〉 한국의 4차 산업혁명 주요 추진상황	63
〈표 3-5〉 해운산업분야 4차 산업혁명 기술 개발 동향.....	64
〈표 4-1〉 분석 선행연구 개요.....	68
〈표 4-2〉 자동화에 따른 고위험 직업군과 저위험 직업군	80

” 그림목차

〈그림 2-1〉 4차 산업혁명 논의의 배경이 된 주요 보고서와 저서.....	10
〈그림 2-2〉 산업혁명의 발전단계와 특징.....	13
〈그림 2-3〉 4차 산업혁명의 주요기술.....	14
〈그림 3-1〉 자동운항 선박 건조 중 모습(이마바리 조선소, 2017.).....	37
〈그림 3-2〉 사물인터넷 설치 겐트리 크레인 사례(싱가포르, 2016.).....	38
〈그림 3-3〉 요코하마 LNG 탱크로리 모습(2017.).....	42
〈그림 3-4〉 전기자율주행 컨테이너 선박 조감도	54
〈그림 3-5〉 세계 최초 원격조종 상선 ‘스비처 허모드’호 및 원격조정 조감도	55
〈그림 3-6〉 삼성SDS 주도 블록체인 컨소시엄	61
〈그림 4-1〉 퓨처스 휠 작성도.....	67
〈그림 4-2〉 4차 산업혁명 기술개발과 해운산업 변화 전망.....	70
〈그림 4-3〉 스마트쉽 개념과 효용성	72
〈그림 4-4〉 그린쉽 개념과 기술.....	73
〈그림 4-5〉 해운과 IT의 결합.....	84

요약

4차 산업혁명과 해운산업 정책방향

1. 연구의 목적

- 이 연구는 4차 산업혁명의 기술 도입과 적용이 해운산업에 미치는 영향과 과 과 변화전망, 현재 해운산업 및 연관분야에서 추진되고 있는 4차 산업혁명 관련 사례검토, 주요 해운국의 4차 산업혁명 관련 정책조사를 바탕으로 국 내 해운산업의 4차 산업혁명에 대응하는 정책방향을 도출하고자 함

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

〈표〉 본 연구 방법의 특징

특징	주요 내용	자료수집	방법론 선택 이유
문헌 분석	- 4차 산업혁명의 특성과 주요 트렌드 - 4차 산업혁명에 대한 주요국 정책사례 - 해운산업 분야 4차 산업혁명 대응 해외사례	- 관련 문헌조사 - 국내외 사례 조사	- 4차 산업혁명 관련 주요 개념과 트렌드 분석 - 주요 해운국의 4차 산업혁명 관련 총체적 정책과 해운산업 관련 대응전략 파악
전문가 회의	- SCM에서 최근 기술혁신 사례와 시사점(광운대 홍의 교수) - 4차 산업혁명 시대의 디지털이 세션 연구: 해운시장을 중심으로(계명대 이태희 교수)	- 학계 및 업계 관련 전문가 초청 강연 및 토론	- 해운·물류 관련 학계와 업계에서 바라보는 4차 산업혁명의 특징과 최신 사례파악 - 4차 산업혁명과 관련하여 도출된 해운업의 정책방향에 관한 검토 및 논의
관련업·단체 면담	- 국내 해운업계의 4차 산업 혁명 관련 대응 및 정책수요 파악	- 국내외 관련 기관 및 단체의 담당자 면담	- 해운업계의 4차 산업혁명 관련 기술 도입 및 적용 실태 파악 - 해운업계의 4차 산업혁명 대응 관련 애로사항 파악 및 정책수요 조사
국제세미나 개최	- 4차 산업혁명이 해운물류에 미치는 영향에 대한 해외 전문가들과 국제 세미나 개최를 통해 사례발굴 및 관련정책조사	- 해외사례 및 정책수집	- 4차 산업혁명은 최신의 트렌드로 문헌조사와 국내 전문가 자문으로는 파악이 어려운 해운업 분야의 해외 정책과 사례조사를 국제세미나를 통해 관련자료 취득 및 보완

2) 연구의 특징

- 본 연구는 파괴적인 기술혁명을 바탕으로 산업 및 경제구조의 변화를 이끌고 있는 4차 산업혁명의 등장에 따라 해운산업에 발생하는 영향과 변화를 파악하고 향후 해운산업의 정책방향을 제시하고자 하였음
 - 국내외 문헌조사, 전문가 회의, 국제 세미나 등을 통해 4차 산업혁명의 정의와 특징을 파악하고 주요 해운국의 관련 정책과 사례를 파악하였음
 - 특히 본 연구에서는 국내 해운업계의 4차 산업혁명 대응 동향과 사례분석 뿐만 아니라 미국, 유럽, 중국, 일본 등 주요 해운국의 해외사례를 광범위하게 파악하고 일목요연하게 정리하였음
 - 또한 4차 산업혁명에 따른 해운산업의 변화를 퓨처스휠(Futures Wheel)기법을 통해 전망함으로써 향후 해운업계에 발생할 변화와 기회를 파악하였음
 - 뿐만 아니라 4차 산업혁명에 대응하여 해운업계에 필요한 정책방향과 과제를 제시함으로써 향후 해운장기발전계획 수립과 관련 정책입안에 활용할 수 있을 것임

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 정보통신기술의 급격한 발전으로 산업과 사회 전반에 영향을 미치는 4차 산업혁명은 기술의 융복합화, 제조공정의 디지털화와 제품의 서비스화 및 플랫폼 비즈니스 확산을 주요 특징으로 하며 이에 따라 산업과 사회 전반적으로 기존과는 다른 트렌드가 형성될 것으로 전망됨
 - 4차 산업혁명은 지능정보기술의 비약적 발전에 따라 제조기반의 입지변화 리쇼어링 확대, 플랫폼 기반 생태계를 중심으로 한 경쟁구도 형성, 단기적이고 탄력적인 고용 확대, 개인맞춤형 서비스 확대가 발생
 - IoT, 센서 등의 기술로 생산과 소비의 상호작용이 가능해짐에 따라 생산과 소비측면에서는 소비자 맞춤형 제작 확대, 생산과 소비의 주기단축이 발생

- 제조업과 서비스업의 융복합화로 제조업의 서비스화와 서비스의 고도화가 발생하며 4차 산업혁명 기술의 적용으로 고효율·친환경 트렌드가 심화될 것으로 전망됨
- 한편, 해운산업 부문에서는 일본, 중국, 미국, 유럽 등 주요 해운국이 4차 산업혁명의 주요기술 접목과 활용을 확대해 나가며 향후 경쟁이 격화될 것으로 분석됨
 - 일본은 해운·조선업체 간의 협력을 통해 자율운항선박을 개발하고 있으며, EU는 원거리 원격조정 기술을 바탕으로 운항의 안정성을 제고시키고 블록체인 도입을 통해 종합운송 플랫폼을 구축해 나가고 있음
 - 중국은 온라인 해운물류 플랫폼 구축과 온라인 연계서비스 확대를 추진하고 있으며 미국은 대형 LNG 액화 플랜트 개발에 박차를 가하고 있음
 - 한국은 상기 주요 해운국의 정책사례 대비, 블록체인 기술개발을 제외하고 나머지 부문에서 기술개발 및 적용이 뒤처지는 것으로 나타나 향후 관련 기술개발에 대한 투자와 기술 활용이 시급함
- 미래 전망기법인 퓨처스휠(Futures Wheel) 기법을 통해 4차 산업혁명에 따른 해운의 변화를 전망한 결과 생산성의 근본적 개선과 환경부하 저감, 시장점유율 확대, 사고·고장의 사전예방, 노동 시장의 유연성 제고의 5가지 부문에서 변화가 발생할 것으로 전망됨
- 이러한 변화가 전망됨에 따라, 해운산업에는 성장을 위한 다양한 기회가 발생할 것으로 예상되며 이에 대응하여 미래변화예측, 플랫폼 비즈니스 강화, 빅데이터 확보 및 활용, 4차 산업혁명 기술 선점을 위한 전략개발 등이 필요로 하다고 판단됨
 - 4차 산업혁명에 따라 소품종 단거리 수송 증대, 고급 해기사 수요증가, 대체 에너지 수송 확대, 선박관리 비즈니스의 중요성이 강조되면서 해운 산업은 이 4가지 분야에서 발생하는 기회를 활용해야함
 - 이를 위해 정부는 해운산업의 중장기 비전과 전략수립시 4차 산업혁명을 고려한 해운산업의 미래 변화 예측을 염두에 두고 추진해 나가야 함
 - 뿐만 아니라, 해외사례에서 살펴보았듯이 해운산업 부문의 플랫폼 비즈니스를 강화하고 빅데이터 활용의 극대화과 활용을 위한 정책개발이 필요함

- 마지막으로 해운산업에서 4차 산업혁명을 주도할 기술을 선점하기 위한 전략의 개발이 시급함
- 4차 산업혁명에 대응한 해운산업의 정책과제로는 다음의 4가지를 제안함
 - 해운물류산업의 4차 산업혁명 기술도입 및 대응을 위한 R&D 확대, 4차 산업혁명 기술전담 산·학·연·정 네트워크 구축, 4차 산업혁명 기술 활용을 위한 전문인력 양성, 4차 산업혁명을 활용한 해운물류 혁신위원회 구성

2) 기대효과

- 해운업계에 발생할 변화와 기회를 파악하고, 4차 산업혁명에 대응하여 해운업계에 필요한 정책방향과 과제를 제시함으로써 미래 해운산업 성장동력 확보와 경쟁력강화에 기여
- 본 연구를 통해 정부의 4차 산업혁명에 대응한 해운산업정책 입안과정에 참고자료로 활용 가능할 것으로 기대
- 향후 국내 해운산업의 장기발전계획 수립과 정책 입안을 위한 자료로 활용

Executive Summary

A Study on the Policy Direction of Shipping Industry in the 4th Industrial Revolution

1. Purpose

- This study aims to produce policy direction of Korea's shipping industry in response to the 4th industrial revolution. To serve this purpose, it analyses the impact that the introduction and application of the 4th industrial revolution technologies have had on the shipping industry and forecasts ensuing changes. In addition, it reviews cases related to the 4th Industrial Revolution currently implemented in the shipping industry as well as all other relevant industries. Furthermore, policies concerning the 4th industrial revolution adopted by major shipping countries are analyzed.

2. Methodologies and features

1) Methodologies

Characteristics	Major contents	Data collection	Reasons for selection
Literature review	<ul style="list-style-type: none"> - Characteristics and major trends of the 4th IR - Major countries' policy cases concerning the 4th IR - Foreign cases of the shipping industry's response to the 4th IR 	<ul style="list-style-type: none"> - Literature study - Study on domestic and foreign cases 	<ul style="list-style-type: none"> - Key concepts and trend analysis related to the 4th IR - Understanding major shipping countries' overall policies of the 4th IR and their countermeasures

Characteristics	Major contents	Data collection	Reasons for selection
Expert meetings	<ul style="list-style-type: none"> - Recent cases of technological innovation in SCM and its implications (Professor Hong Eui of Kwangwoon University) - Digitization in the era of the 4th IR: centering on the shipping market (Professor Lee Tae-hee of Keimyung University) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lectures and discussions of invited experts in relevant industries and universities 	<ul style="list-style-type: none"> - Understanding the characteristics and recent cases from the perspectives of industries and academia of shipping and logistics - Review and discussion on the shipping industry's policy direction concerning the 4th IR
Interviews with those working in relevant industries and organizations	<ul style="list-style-type: none"> - Korean shipping industry's response to the 4th IR and identifying policy needs 	<ul style="list-style-type: none"> - Interviews with those in charge of relevant industries and organizations both in Korea and abroad 	<ul style="list-style-type: none"> - Understanding the shipping industry's introduction of technologies regarding the 4th IR and its application status - Understanding the challenges of the shipping industry's response to the 4th IR and investigating policy needs
Holding international seminars	<ul style="list-style-type: none"> - Discovering cases and studying relevant policies with foreign experts by holding international seminars on the impact of the 4th IR on shipping and logistics 	<ul style="list-style-type: none"> - Collecting foreign cases and policies 	<ul style="list-style-type: none"> - Since the 4th IR is a recent trend, literature reviews and consultation with domestic experts result in some limitations. These limitations are complemented by foreign policies and cases studies in the shipping industry after holding international seminars

2) Features

- Upon its introduction, the 4th industrial revolution has driven changes of both industrial and economic structures based on groundbreaking technological innovation. Bearing this in mind, this study seeks to understand the impacts and changes of the shipping industry, suggesting policy direction for the shipping industry of the future.
 - Based on a domestic and foreign literature study, meetings with experts and international seminars, the study identifies the definition and characteristics of the 4th industrial revolution. In addition, relevant policies and cases taken from major countries in shipping are studied.
 - This study in particular includes the status of Korean shipping industry's response to the 4th industrial revolution along with cases analysis. In addition, foreign cases of major shipping powers including the US, EU, China and Japan etc. are comprehensively covered and summarized clearly.
 - Changes to the shipping industry following the 4th industrial revolution are forecasted through the Futures Wheel method. Therefore, such forecasting provides the potential changes and opportunities that will occur in the shipping industry.
 - Having suggested policy direction and tasks necessary for the shipping industry to respond to the 4th industrial revolution, the study can be utilized for the establishment of long-term development plan for the shipping industry and relevant policy-making processes.

3. Result

1) Summary

- The 4th Industrial Revolution has had an impact on overall industry and society as a whole thanks to the rapid development of ICT. Major features of the 4th IR include the integration and convergence of technologies, digitization of manufacturing processes, product servitization and expansion of platform businesses. These changes will result in different types of trends being evident in overall industry and society.
 - Due to the rapid development of ICT, the 4th industrial revolution has resulted in the expansion of re-shoring manufacturing bases and competition structure centering on platform-based ecosystems. It has also brought about the expansion of short-term and flexible employment and the rise of customized services.
 - Technologies, such as IoT and AI etc. have allowed the interaction between production and consumption. As a result, customized manufacturing has expanded and the cycle of production and consumption has shortened.
 - Integration and convergence of manufacturing and service industries has resulted in product servitization and the advancement of services. With the 4th industrial revolution technologies applied, the trends of high-efficiency and eco-friendliness will intensify.
- Meanwhile, the shipping industry will witness major shipping countries such as Japan, China, the US and EU etc. engaging in fierce competition. This is because shipping countries are expanding the application and utilization of major technologies of the 4th Industrial Revolution.
 - More specifically, Japan is developing autonomous ships through the cooperation between shipping and shipbuilding companies. Furthermore, EU countries are enhancing the safety of shipping operations based on remote control technologies, while establishing a comprehensive transportation platform with the introduction of blockchain.

- China is pushing ahead the establishment of online shipping and logistics platforms, expanding relevant online services. The US is also stepping up the development of large-scale LNG liquefaction plants.
- Compared to the policy cases of major shipping countries mentioned above, South Korea is lagging behind in the development and application of all these technologies, excluding Blockchain. Therefore, it is of immediate importance that Korea should develop, invest in and apply these relevant technologies.
- This study conducts the forecast of changes in the shipping industry following the 4th industrial revolution based on the Futures Wheel method, a tool of analysis to research and predict potential future outcome. According to the result, five changes will take place: fundamental improvement of production, reduction of environmental load, prevention of accidents and malfunctions and the increasing flexibility of the labor market.
- As these changes are being predicted, the shipping industry is expected to witness various opportunities for its growth. In response, it is necessary to develop strategies for these predicted future changes, strengthening platform businesses, securing and applying big data and acquiring the 4th industrial revolution technologies in advance.
- Following the emergence of the 4th industrial revolution, the shipping industry should fully take advantage of opportunities in the following four areas: increasing low volume short distance transportation, expanding alternative energy transportation, rising demand of advanced marine officers, and highlighting the importance of ship management businesses.
- The Korean government should establish and implement mid-to-long term visions and strategies for the shipping industry, bearing in mind the forecast of predicted future changes of the industry and the 4th industrial revolution.

- As seen in cases of foreign countries, the government should develop policy to strengthen platform businesses in the shipping industry and to take a full advantage of big data.
- Lastly, there is an urgent need to develop strategies to take a leading position in securing technologies of the 4th industrial revolution.
- The study suggests the following four policy tasks are required for the shipping industry to respond to the 4th industrial revolution.
- Expanding R&D for introducing and responding to the 4th industrial revolution of the shipping and logistics industry; establishing a network of academia, industry, research and governments specialized in the 4th industrial revolution technologies; nurturing a specialized workforce for utilizing the 4th industrial revolution; and setting up a shipping and logistics innovation commission utilizing 4th industrial revolution.

2) Expected benefits

- Having identified opportunities and changes that will take place in the shipping industry, the study suggests policy direction and tasks necessary for the shipping industry in response to the 4th industrial revolution. In doing so, it contributes to increasing competitiveness while securing the growth momentum for the shipping industry of the future.
- This study can be utilized as reference material in the government's process of legislation for shipping related policies in response to the 4th industrial revolution.
- It will be utilized as a base material for the establishment of a long-term development plan for Korea's shipping industry and the legislation of relevant policies.

제1장

서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

1. 연구의 배경

2016년 세계경제포럼에서 '제4차 산업혁명의 이해'를 다룬 이후 다양한 산업 분야에서 4차 산업혁명의 기술 도입과 적용에 대한 영향 분석과 연구가 진행되고 있다. 초연결성과 초지능성 및 예측가능성을 기반으로 가전산업, IT 및 통신 기기, 장비 등 제조업을 중심으로 4차 산업혁명의 기술도입과 적용에 대한 연구와 사례 분석이 활발히 진행되고 있다.

4차 산업혁명에 의한 기술발달은 경제 및 산업구조, 노동시장 등 다양한 분야에서 많은 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다. 4차 산업혁명으로 대표되는 기술 환경 변화에 대한 사회적 논의가 본격화되면서, 모바일 기반의 플랫폼 경제, 센서, 사물인터넷, 인공지능 등 관련 영역에서 등장하는 신기술이 비약적으로 발전할 것으로 보인다. 창조적인 파괴로 지칭되고 있는 이러한 기술혁명은 향후 소비자의 요구를 다양화하고 시장을 선도하며, 관련 산업을 진화시키는 과정을 통해서 산업 및 경제 구조 변화를 가속화할 것이다.

또한, 4차 산업혁명에 대한 대응 체계 마련을 위한 정책적 접근이 필요하다. 스위스의 유니언뱅크(UBS)가 발표한 '국가별 4차 산업혁명 적응 준비 순위'에서 한국은 조사대상 139개국 중 25위를 기록했다. 1위는 스위스, 2위 싱가포르, 3위 네덜란드 순으로 나타났으며, 아시아 국가 중에서 싱가포르(2위), 일본(12위), 대만(16위), 말레이시아(22위)보다 순위가 낮게 나타났다.

세부 항목별로는 기술수준 23위, 교육시스템은 19위인 반면, 노동유연성은 83위로 경제시스템 전환을 위한 유연성이 결여된 것으로 평가된다.

〈표 1-1〉 4차 산업혁명 영향도 국가별 평가

구분		노동 유연성	기술수준	교육 시스템	SOC	법적보호	영향도
국가	순위	노동시장 효율성	고등교육 훈련	혁신	국가기반 시설 기술수용성	재산권, 저작권 사법독립성	순위의 가중평균
스위스	1	1	4	1	4.0	6.75	3.4
싱가포르	2	2	1	9	3.5	9.00	4.9
네덜란드	3	17	3	8	6.5	12.50	9.4
핀란드	4	26	2	2	19.0	1.25	10.1
미국	5	4	6	4	14.0	23.00	10.2
영국	6	5	18	12	6.0	10.00	10.2
홍콩	7	3	13	27	4.5	10.0	11.5
일본	12	21	21	5	12.0	18.00	15.4
대만	16	22	14	11	20.0	31.25	19.7
프랑스	20	51	25	18	12.0	31.00	27.4
말레이시아	22	19	36	20	35.5	34.50	29.0
한국	25	83	23	19	20.0	62.25	41.5
중국	28	37	68	31	56.5	64.25	51.4

자료 : UBS(2016). Extreme automation and connectivity: The global, regional, and Investment implications of the Fourth Industrial Revolution.

해운산업은 현재 민간을 중심으로 4차 산업혁명 기술의 도입과 적용에 대비한 대책을 마련하고 있으며, 이에 따라 고용구조 및 기업운영에 지대한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 2011년 현대중공업에서 개발한 스마트쉽 1.0은 200여 척이 운항 중이고, IoT 기술과 빅데이터 기술을 적용한 스마트쉽 2.0은 개발 중에 있다.

스마트쉽 1.0은 엔진과 제어기, 각종 기관 등의 운항정보를 위성을 통해 육상에서 실시간으로 점검·분석하고 선박 내 통합시스템을 원격에서 진단·제어 할 수 있는 차세대 선박이다. 스마트쉽 2.0은 해당 선박 자체의 정보뿐만 아니라 주변 선박의 운항정보와 항해계획, 항로 주변의 기상상황까지 지상에서 종합분석이 가능하다. 스마트쉽의 도입은 해기인력의 양성과 고용에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

2016년 10월에는 KT에서 IoT 기술을 기반으로 해상의 컨테이너 위치와 상태를 알려주는 컨테이너 관제 서비스가 출시되었다. 뿐만 아니라 머스크 블록체인 연내 도입에 따라 현대상선, 남성해운, BPA 등 국내 선사와 관련 기관의

블록체인 연구 및 대응팀 조직도 가동 중이다. 블록체인 도입으로 컨테이너 및 선박의 효율적 관리와 거래상의 위·변조 방지가 가능해지면서 관련 비용과 인력 절감에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

2. 연구의 필요성

해운은 타 산업에 비해 4차 산업혁명에 대한 정부대책이 부족하여 향후 예상되는 영향과 대응방안 모색이 필요하다. 해운산업과 연관성이 큰 교통·물류 및 조선산업에서도 IoT, 빅데이터 등의 기술을 적용하는 연구가 진행되고 있다. 조선업계는 대형 조선사를 중심으로 ICBM(IoT, Cloud, Bigdata, Mobile) 기반의 지능형 조선소와 선박을 구축하고 해양플랜트와 해운·항만 서비스 영역의 정보통신 융합 확산을 위해 노력하고 있다.

이에 따라 4차 산업혁명의 기술 도입과 적용이 해운산업에 미치는 영향에 관한 분석과 민간영역에서 필요로 하는 정책지원 및 수요에 대한 연구가 시급하다. 범정부 차원에서 4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책과 더불어 K-ICT 조선해양 융합 활성화 계획 등을 발표하였으나 해운분야에 특화된 정책이 부재한 실정이다. K-ICT 조선해양 융합 활성화 계획은 「조선산업 경쟁력 강화방안의 후속조치」로 수립되었으며 “2023 조선해양-ICT융합 선도국가로 도약”이라는 비전을 바탕으로 조선해양-ICT융합 기반조성, 지능형 선박·조선소·서비스 기술개발, 상생협력 생태계 활성화 등 3대 전략과 7대 과제를 제시하고 있다.

4차 산업혁명의 주요 기술 중에서 해운분야에 적용 가능한 기술과 민간에서 필요로 하는 기술에 관한 파악이 미흡한 실정이다. 한국해양대의 ‘바다에서의 제4차 산업혁명 세미나’, KRISO의 ‘한국형 이내비게이션(e-Navigation) 추진 현황 및 발전 방향 간담회’, KMI의 ‘4차 산업혁명과 글로벌 혁신 트렌트’ 콜로키움 등을 통해 선원, 선박, 해운산업에 대한 영향 분석이 부분적으로 이루어지고 있다.

신산업 구조의 관점에서 해운산업 정책 방향의 설정 필요성이 대두되고 있다. 해운산업은 새로운 경제 환경과 소비문화 변화에 유연하게 대응하면서, 새로운 경제모델과 시장을 창출하는 핵심 요소로 부상하고 있다. 4차 산업혁명의 핵심적인 기술환경의 변화 속에서 패러다임 변화에 유연하게 대응하기 위해서는 해운

산업 분야에 예견되는 변화를 전망하고 이를 토대로 해운산업 발전을 위한 정책 방향을 모색할 필요가 있다.

해운 불황에 직면하여 국내 해운업의 경쟁력 확보와 장기적인 성장 동력원 마련을 위해 4차 산업혁명에 대응하는 해운산업 정책방향 마련이 필요하다. 최근 국적선사 한진해운의 파산과 해운업 불황으로 위기에 직면한 국내 해운산업의 경쟁력 확보 및 장기적 성장 동력원 마련을 위해 개별기업 차원의 혁신이 아니라 해운산업 차원의 4차 산업혁명에 대한 대응정책의 마련이 필요하다.

제2절 연구의 목적

본 연구는 4차 산업혁명 도래에 따른 우리나라 해운산업 정책방향을 모색하는데 있다. 이를 구체적으로 열거하면 다음과 같다.

첫째, 4차 산업혁명시대 해운산업분야 변화를 전망한다. 본 연구 수행을 통해서 4차 산업혁명 시대에 예견되는 기술환경 변화를 중심으로 현재 진행되고 있는 해운서비스 생산과 소비, 시장의 변화에 주안점을 두고 해운산업구조의 변화 양상을 진단하고자 한다.

4차 산업혁명 시대로 부합한 해운산업의 변화를 예측하고 해운시장 트렌드 변화를 전망하는 데 연구목적이 있다. 4차 산업혁명 시대에 예견되는 핵심적인 기술환경 변화 요인을 중심으로 해운서비스 생산과 소비, 유통구조를 진단하고, 이에 따른 트렌드 변화를 전망한다. 현재 해운산업 및 연관분야에서 추진되고 있는 4차 산업혁명 기술의 도입 및 적용의 사례분석과 현황파악을 통해 해운분야에 미치는 영향을 해운인력, 해운기업(수익과 비용), 연관 산업 측면에서 파악한다.

둘째, 4차 산업혁명 패러다임 변화에 따른 해운산업 정책방향을 제시한다. 해운업계의 4차 산업혁명에 대한 인식, 향후 도입 및 개발하고자 기술에 관한 수요와 도입에서의 애로사항, 필요한 정책지원에 관해 파악함으로써 국내 해운산업의 장기발전 계획과 정책을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

4차 산업혁명 시대 해운산업 변화 전망과 산업정책 패러다임 변화 단계에 대한 분석을 통해서 통합적인 관점에서 해운산업 정책 방향에 대한 새로운 비전을 제시한다. 새로운 정책적 시각에서 해운산업 정책 방향의 지향 가치, 정책 방향, 목표, 추진체계에 관한 방향을 제시한다.

궁극적으로 본 연구를 바탕으로 설정된 해운정책방향을 통해 국내 해운산업의 장기적 발전과 성장동력원 마련에 기여하고자 한다.

제3절 연구의 범위 및 방법

1. 연구범위

「4차 산업혁명과 해운산업」에서 다루는 주요 내용은 다음과 같다. 제1장에 이어 제2장은 4차 산업혁명 특성과 주요 트렌드 분석을 한다. 여기에서는 4차 산업혁명의 개념과 주요 특성, 그리고 주요 트렌드와 전망을 정리했다.

제3장은 해운산업 부문 4차 산업혁명 사례를 일본, 중국, EU/구미 등으로 대별하여 분석했다. 각 국별로 4차 산업혁명에 대비하여 정책과 기술 개발을 어떻게 하는가를 살펴보았다.

제4장은 4차 산업혁명에 따른 해운산업의 변화 전망을 살펴보고, 정책방향과 대응과제를 제시했다.

2. 연구방법

4차 산업혁명이 해운에 미치는 영향과 향후 전망, 그리고 대응방향을 도출하기 위해 본 연구에서는 다음과 같은 연구방법을 사용하였다.

첫째, 문헌연구 분석이다. 국내외 보고서, 논문 등 문헌 조사, 산업 간 협력 및 융·복합 사례, 미래 신기술을 활용한 전략 등에 대한 문헌 분석을 통해 개념 정립 및 연구 방향 설정의 기초자료로 활용한다.

둘째, 사례연구이다. 본 연구에서는 4차 산업혁명의 특성과 주요 트렌드를 살펴보고, 주요국의 정책사례를 분석했다. 그리고 해운산업 분야의 4차 산업혁명 사례를 일본, 중국, EU/구미 등으로 대별하여 살펴보았다.

셋째, 해운 및 4차 산업혁명 관련 전문가(교수, 관료, 연구자 등) 미팅 및 자문(회의)을 실시했다. 4차 산업혁명이 해운분야에 미치는 영향분석, 4차 산업혁명 기술도입 가능분야에 관한 전문가 토론(콜로키움) 등을 통해 영향과 변화를 예측하고 대응을 모색하는 토의를 가졌다.

넷째, 해외 전문가를 초빙하여 4차 산업혁명이 해운 물류산업에 미치는 영향과 대응방향을 모색하는 국제세미나를 가졌다. 이를 통해 해외동향을 파악하고, 대안을 모색하는 기회로 활용했다. 4차 산업혁명이 해운물류에 미치는 영향에 대한 국제 세미나 자료는 향후 정책개발, 기업경영전략에도 활용될 것으로 기대된다.

〈표 1-2〉 해운산업 분야 4차 산업혁명 관련 주요 행사 개최/참가 실적

구분 (행사명/역할)	일시/장소	주요 주제
한국해운물류학회 춘계정기학술대회 / 발표	2017.5.19. 인천대	· 4차 산업혁명에 따른 해운산업 영향과 기회
한·독 물류 컨퍼런스 / 행사 공동 주관	2017.6.7. 프레스센터	· Industry 4.0과 해운
4차 산업혁명 관련 전문가 회의 / KMI 주관	2017.6.17. KMI	· SCM에서 최근 기술혁신 사례와 시사점 · 4차 산업혁명과 정기선 해운의 과제
울산항만공사 창립기념 세미나 / 토론자 참가	2017.7.13. 울산항만공사	· 4차 산업혁명과 울산항의 발전방향

4차 산업혁명이 해운에 미치는 영향과 전망, 그리고 대응방향을 도출하기 위해 본 연구에서 사용한 연구방법을 주요 연구내용과 결부시켜 정리하면 다음 〈표 1-3〉과 같다.

〈표 1-3〉 연구전략 및 연구방법

주요 연구내용	추진전략	세부 연구방법
4차 산업혁명과 주요 트렌드 및 전망	- 국내외 기사 및 보고서, 논문 등을 통한 현황과 트렌드 파악	- 문헌연구
해운산업 부문 4차 산업혁명 사례 분석	- 해외 해운물류 분야 4차 산업혁명 기술 및 정책사례	- 문헌분석 - 인터넷 자료 - 국제세미나
4차 산업혁명이 해운산업에 미치는 영향과 정책적 대응사례 파악 및 분석	- 전문가 콜로키움 - 전문가 학술회의	- 해외사례연구 - 전문가 초청 세미나 및 토론회 개최
4차 산업혁명에 대응하는 해운산업 정책방향 제시	- 전문가 토론 - 연구진 브레인 스토밍	- 국제세미나 개최 - 연구진 워크숍

3. 선행연구 현황 및 선행연구와의 차별성

〈표 1-4〉 선행연구와의 차별성

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	- 과제명: 4차 산업혁명과 산업구조의 변화 - 연구자(년도): 이은민(2016) - 연구목적: 4차 산업혁명으로 야기되는 산업구조 및 고용구조의 변화에 대해 분석하고 정책적 시사점 제시	- 문헌 연구 - 각 국가별 사례 제시	- 4차 산업혁명의 혁신기술 - 4차 산업혁명이 야기하는 변화 - 우리나라의 산업구조 특징 - 4차 산업혁명과 제조업의 미래 - 온디맨드 경제의 등장과 고용구조의 변화
연구	- 과제명: 일본의 4차 산업혁명 대응 실태와 정책 방향 - 제조업을 중심으로	- 국내외 문헌조사 - 일본 현지 출장조사 - 외부 전문가와 공동연구	- 일본의 4차 산업혁명에 대한 인식과 논의과정 - 일본 제조업의 4차 산업혁명 실태 및 비즈니스 모델

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	- 연구자(년도): 사공목·주대영(2016) - 연구목적: 한국과 산업구조 등이 유사한 일본의 4차 산업혁명 관련 정책 및 비즈니스 모델 구축사례를 연구를 통해 우리나라 정부와 기업에 시사점을 제시하고 참고자료 제공		- 일본의 4차 산업혁명 대응 추진체제 및 정책방향 - 일본의 4차 산업 대응 정책에 대한 평가 및 시사점
차별성	- 과제명: · 해운산업에서 제4차 산업혁명(비디의 제4차 산업혁명 세미나 발표자료) - 연구자(년도): 장세은(2017) - 연구목적: 4차 산업혁명의 핵심기술인 Big Data 및 인공지능 등을 해운 이론과 실무에 적용하고 인문학과와의 융합을 통해 해운산업에서 어떻게 4차 산업혁명이 어떻게 작용가능하고 발전가능한지 제시	- 문헌 연구 - 사례분석 - 전문가 인터뷰 자료	- 제4차 산업혁명에 따른 해양산업의 변화 - 인공지능 - 빅데이터와 해운산업 - 세계해양발전연구소에서 수행한 해양 빅데이터 활용 연구 - 인문학융합 해양산업 빅데이터 분석 절차와 사례 소개
	- 본 연구는 해운분야에 국한하여 국내외 4차 산업혁명 기술의 적용사례 및 현황을 조사하고 민간영역에서 발생하는 애로사항과 필요한 정책지원을 파악함으로써 해운산업에 4차 산업혁명이 미치는 실질적인 영향 분석과 해운산업 차원의 정책방향을 설정하는데 차이가 있음	- 문헌 연구 - 국내외 사례분석 - 국내 해운기업 설문 - 전문가 미팅과 워크숍	- 국내외 4차 산업혁명 기술의 해운분야 적용사례 및 현황 조사 - 4차 산업혁명이 해운업에 미치는 영향분석 - 4차 산업혁명 기술의 도입에 대한 수요, 애로사항, 필요한 정책지원 파악 - 해운산업의 4차 산업혁명 대응 정책방향 도출

제2장

4차 산업혁명 특성과 주요 트렌드 <<

제1절 4차 산업혁명의 개념 및 특성

1. 4차 산업혁명의 개념

1) 4차 산업혁명의 논의 배경

지난 2016년 세계경제포럼에서 '제4차 산업혁명의 이해'를 총회의 주제로 선정하여 집중적으로 다룬 이후 4차 산업혁명은 전 세계에서 매우 중요한 화두가 되었다. 우리나라 역시 2016년 12월에 4차 산업혁명의 주도권을 선점하고 지능정보사회 실현을 앞당기기 위한 목적에서 범부처 협동으로 「지능정보사회 중장기 종합대책」을 수립하고 발표하였다. 뿐만 아니라, 새 정부 출범 이후 4차 산업혁명에 대한 대응이 강화되면서 2017년 8월에 대통령 직속의 '4차 산업혁명위원회'가 조직되었고, 지능정보기술 수준을 선진국 대비 75%에서 90%까지 제고하겠다고 발표하였다.

한편 연구기관과 학계를 비롯한 각 가전, IT 및 통신 기기, 장비제조 등의 제조업과 초지능성과 초연결성의 결합 가능성이 큰 서비스업 등 업계 차원에서도 4차 산업혁명의 기술 도입에 관한 연구를 진행하고 영향을 파악하기 위해 노력하고 있다. 그러나 아직 4차 산업혁명에 대한 정확한 개념 파악과 영향분석은 부족한 상황이다. 향후 4차 산업혁명이 생산구조, 노동구조를 포함하여 사회 전반에 미치는 파급력의 정도와 영향의 방향성이 불확실하다는 점에서 4차 산업혁명에 대한 논의는 전(全) 산업과 영역에 걸쳐 활발히 진행되고 있다. 4차 산업혁명이 우리사회 전반에 끼치는 영향력을 심도 있게 분석하고 대응방안을 마련하기 위해서는 먼저 4차 산업혁명의 개념과 주요 특징에 대해 이해하고 나아가 4차 산업혁명이 우리 사회에 몰고 올 변화와 발전방향에 대해 전망하는 것이 현시점에서 매우 필요하다.

〈그림 2-1〉 4차 산업혁명 논의의 배경이 된 주요 보고서와 저서



자료 : WEF 홈페이지 및 Yes 24 홈페이지(www.yes24.com)

2) 4차 산업혁명의 개념과 발전연혁

가. 4차 산업혁명의 개념

4차 산업혁명을 논의하기에 앞서 우선 4차 산업혁명과 혼동을 일으키고 있는 몇 가지 용어의 정의와 개념을 살펴본 후 4차 산업혁명에 관해 본격적으로 논의하고자 한다. 최근 4차 산업혁명이 주요 화두로 떠오르면서 4차 산업, 인더스트리 4.0(Industry 4.0) 등과 같이 겉으로 보기에 비슷한 용어가 4차 산업혁명과 혼재되어 사용되고 있다.

그러나 4차 산업은 농수산업인 1차 산업, 제조업인 2차 산업, 서비스업인 3차 산업에서 연장된 개념이다. 서비스업 중에서도 3차 산업을 상업, 금융, 보험, 수송 등에 국한시키고 정보, 의료, 교육, 서비스 산업 등 지식 집약적 산업은 4차 산업

으로 정의하며, 패션, 오락 및 레저산업은 5차 산업으로 정의한다. 반면 인터스트리 4.0은 2010년부터 독일정부가 제조업의 경쟁력 강화를 위해 추진하고 있는 제조업 성장전략을 이르는 것으로 사물인터넷을 기반으로 생산기기와 생산품 간의 정보교환이 가능하도록 자동생산체계를 구축하고 생산과정을 최적화하는 산업정책¹⁾이다. 따라서 4차 산업혁명을 논의함에 있어서는 4차 산업, 인터스트리 4.0과 구분하여 4차 산업혁명 자체에 대한 개념을 정의하고 이해할 필요가 있다.

4차 산업혁명에 대한 개념은 각 연구기관과 전문가마다 조금씩 상이하게 정의하고 있다. 먼저, 4차 산업혁명이 화두로 떠오르는 계기가 된 세계경제포럼(2016)에서는 4차 산업혁명을 인공지능(AI)과 기계학습(ML), 로봇공학, 나노기술, 3D 프린팅, 유전학, 생명공학기술 등의 분야와 기술이 경계를 넘어 분야 간 융·복합을 통해 발전해나가는 기술혁신의 패러다임으로 정의하고 있다.

한국정보통신기술협회의 정보통신용어사전에서는 4차 산업혁명을 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신기술이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명으로 정의하고 있다.²⁾ 이 정의에 따르면 지능정보기술이 기존산업과 서비스에 융합되거나 3D 프린팅, 로봇공학, 생명공학, 나노기술 등 여러 신기술과 결합되어 실세계 모든 제품·서비스를 네트워크로 연결하고 사물을 지능화한다.

한편, 관계부처 합동으로 발표한 '제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책'에서는 4차 산업혁명을 기계의 지능화를 통해 생산성이 고도로 향상되어 산업구조 근본이 변하는 현상으로, 지능정보기술이 변화의 핵심동인으로 작용한다고 정의하고 있다. 지능정보기술은 수확체증이 가능할 정도의 높은 생산성을 제공하여 인류가 기존에 의존해왔던 주요 생산요소인 노동과 자본을 압도하며 산업구조의 재편과 변화를 촉발한다고 설명하고 있다.³⁾ 이에 따라 지능정보기술을 활용한 ICT 기반 플랫폼 기업들은 전 산업으로 영역을 확장하고 산업의 경계를 무너뜨려 기존의 제조업과 서비스업체의 지위와 생존을 위협하게 된다.

1) 매일경제(<http://www.mk.co.kr>)에서 제공하는 용어해설을 바탕으로 필자 재정의.

2) 정보통신용어사전에서는 4차 산업혁명에 대해 본문에 언급된 개념에 부가하여 컴퓨터, 인터넷으로 대표되는 제3차 산업혁명(정보혁명)에서 한단계 더 진화한 혁명으로 일컬어진다고 정의하고 있다.(한국정보통신기술협회 용어사전, <http://terms.tta.or.kr/main.do>)

3) 관계부처합동, 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책, 2017.01.16., p.2

경제인문사회연구회에서 진행 중인 협동연구에서는 4차 산업혁명을 1970년대부터 시작된 디지털 전환(Digital Transformation)이 최근 인공지능, 사물인터넷 등 정보통신기술의 급속한 발전을 계기로 한층 가속화되면서 산업과 사회의 모든 부문에 큰 변화를 일으키는 현상으로 이해하고 있다.

각 연구기관과 전문가마다 4차 산업혁명의 개념을 정의하고 이해하는 바는 조금씩의 차이가 존재하지만 기본적으로는 “급속하게 발전한 정보통신기술이 제조업과 서비스업을 비롯한 모든 산업과 사회에 결합되고 연계됨으로써 생산구조와 사회구조를 변화시키고 영향을 미치는 혁명”으로 이해할 수 있으며 본문에서 논의되는 4차 산업혁명 역시 상기의 정의를 따르도록 할 것이다.

나. 4차 산업혁명의 발발과 산업혁명의 연혁

급격한 정보통신기술의 발전으로 4차 산업혁명이 발발되기 이전까지 인류사회는 총 3차의 산업혁명을 겪어왔다. 1차 산업혁명은 18세기(1760~1840년) 동안 증기기관의 발명이 동인이 되어 발생한 ‘기계화 혁명’이다. 증기기관의 도입과 활용을 통해 사람의 육체노동에만 의존했던 수공업 시대에서 육체노동의 일부를 기계로 대체하고 보완하는 기계화 시대로 사회가 전환되었다. 이 시기에 영국은 기계를 통해 섬유공업을 발전시켰으며 대표적인 산업국가로 성장하였다.

기계화 혁명이 중심이 된 18세기 이후, 19~20세기 초반의 시기는 전기에너지와 생산조립 라인을 바탕으로 대량생산 혁명이 발생하였으며 이를 2차 산업혁명이라고 한다. 전기와 생산조립 라인의 활용으로 대량생산체계가 구축되고 효율성이 증가하면서 더 많은 생산이 가능하게 되었다.

육체노동의 대체와 보완을 특징으로 하는 1, 2차 산업혁명과 달리 3차 산업혁명은 컴퓨터와 인터넷 기반의 디지털 혁명을 통해 두뇌노동이 보완되기 시작했다. 20세기 후반에 정보기술의 도입과 발전으로 정보의 생성, 가공, 공유가 가능해졌다. 이 시기는 인터넷과 스마트 혁명을 통해 미국 주도의 글로벌 IT 기업이 부상하기 시작했다. 이후 21세기에 들어서는 기존의 정보기술과 통신기술에서 한발 더 나아가 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터 등의 지능형 정보통신기술이 비약적으로 발전하면서 초지능성과 초연결성이 강조되기 시작했다. 별개로

존재했던 사람, 사물, 공간이 지능형 정보통신기술을 통해 연결되기 시작하고 산업구조 및 사회시스템에 변화가 발생하면서 4차 산업혁명이 촉발되었다. 4차 산업의 핵심동인이라고 할 수 있는 지능형 정보통신기술은 디지털, 물리학, 생물학 등 분야 간의 경계 또한 무너뜨려 전 영역에서의 기술융합을 촉진하고 있다.

〈그림 2-2〉 산업혁명의 발전단계와 특징

	제1차 산업혁명	제2차 산업혁명	제3차 산업혁명	제4차 산업혁명
시기	18세기 (1760~1840)	19~20세기 초	20세기 후반	21세기~
특징	증기기관 기반의 '기계화 혁명'	전기에너지 기반의 '대량 생산 혁명'	컴퓨터와 인터넷 기반의 '디지털 혁명'	사물 인터넷, 인공지능, 빅데이터 기반의 '만물 초지능 혁명'
영향	<ul style="list-style-type: none"> 수공업 시대에서 증기기관을 활용한 기계화 시대로 전환 영국의 섬유공업 거대 산업화 	<ul style="list-style-type: none"> 전기와 생산조립 라인의 출현으로 대량생산 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 정보의 생성, 가공, 공유를 가능하게 하는 정보기술의 시대 개막 인터넷과 스마트 혁명으로 미국 주도의 글로벌 IT기업 부상 	<ul style="list-style-type: none"> 사람, 사물, 공간을 연결하고 자동화, 지능화 되어 산업구조 및 사회 시스템 혁신 디지털, 물리학, 생물학 영역 경계가 사라지고 기술이 융합되는 시대
	육체 노동 보완		두뇌 노동 보완	

자료 : 최근 발표자료와 뉴스, 구글 검색결과를 토대로 재구성.

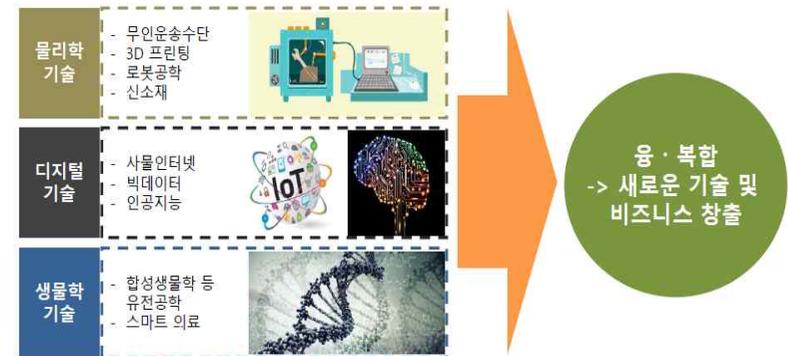
2. 4차 산업혁명의 특성

4차 산업혁명은 획기적인 기술 진보와 파괴적 기술을 바탕으로 산업의 재편과 전반적인 시스템의 변화를 야기함으로써 이전의 1, 2, 3차 산업혁명과는 속도, 범위, 영향력 측면에서 다른 양상을 보이고 있다. 4차 산업혁명은 기술의 융복합화, 제조공정의 디지털화와 제품의 서비스화를 포함하는 제조업의 산업구조혁신, 공유경제와 플랫폼 인 등의 플랫폼 비즈니스 확산을 주요 특징으로 한다.

가. 상이한 기술과 분야의 융복합화

4차 산업혁명은 3D 프린팅, 로봇공학, 신소재 등을 포함하는 물리학 기술과 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능의 디지털 기술 및 유전공학, 합성생물학 생물학 기술과 같이 이전에는 서로 단절되어 있던 분야의 기술들이 경계를 넘어 융복합된다는 특징을 지닌다.⁴⁾ 이러한 상이한 기술과 분야의 융복합화로 4차 산업혁명 시대에는 새로운 기술과 비즈니스가 계속해서 출현하게 될 것이다. 혁신적인 기술의 융복합화를 통해 스마트 홈, 공장, 시티 등에 이르는 스마트 시스템 구축으로 공급사슬 전 영역의 합리화와 예측이 가능해지고 사회의 다양한 문제를 해결하는 데 크게 기여할 것이다.

〈그림 2-3〉 4차 산업혁명의 주요기술



자료 : 정구민, '4차 산업 혁명과 글로벌 혁신 트렌드(2017.03.29.)' 발표자료 중 일부 발췌.

나. 제조공정의 디지털화와 제품의 서비스화를 포함하는 제조업의 산업구조혁신

4차 산업혁명의 또 다른 주요한 특징은 기술적 측면의 강조와 함께 제조업의 구조혁신이 강조된다는 점이다. 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 3D 프린터, 빅데

⁴⁾ 이은민, 4차 산업혁명과 산업구조의 변화, 정보통신방송정책, 정보통신정책연구원, 제28권 15호, 2016.8.16., p.1

이더 등의 지능정보기술은 생산공정과 제품 간의 상호 피드백을 강화하고 소통 시스템을 구축함으로써 제조공정의 효율성을 제고할 수 있다. 4차 산업혁명은 제조공정에 사이버물리시스템(Cyber-Physics System)의 도입으로 자동화와 지능화를 가능하게 하여 제조공정의 디지털화와 제품의 서비스화를 유발한다. 뿐만 아니라 공정 전반에서 제품의 유지관리, 지속적인 사후관리 지원까지 제조업의 수익 모델이 제품 판매에서 제품을 기반으로 각종 서비스를 판매하는 것으로까지 확대된다. 4차 산업혁명은 기존의 생산에만 집중된 제조업에서 탈피해 제조업의 구조와 공정 전반에 혁신이 발생한다는 특징을 보인다.

다. 공유경제와 블록체인 등의 플랫폼 비즈니스 확산

기술혁신과 제조업 혁신에 이어 4차 산업혁명은 플랫폼을 활용한 비즈니스가 확산되면 신규 서비스시장이 발전한다는 특징을 지닌다. 플랫폼 비즈니스를 대표하는 대표적 사례는 공유경제와 온디맨드(on-demand) 서비스 시장으로 에어비앤비(Airbnb)⁵⁾와 우버(Uber)⁶⁾의 급성장세와 인기는 4차 산업혁명 시대의 새로운 비즈니스 모델이 어떻게 탄생하고 성장하는지를 단적으로 보여준다. 향후 대부분의 산업들은 지능형 플랫폼을 기반으로 유휴 자원에 대한 수요와 공급을 즉각적으로 매칭시켜 상품과 서비스를 제공하는 형태로 발전해나갈 것이다.⁷⁾

5) 에어비앤비는 자기의 집을 상품으로 내놓는 숙박 공유 플랫폼이다. 에어비앤비는 2008년 8월에 창립된 숙박 공유 플랫폼 스타트업이다. 본사는 캘리포니아주 샌프란시스코에 있으며, 191개 이상의 국가, 3만 4천 개 이상의 도시에 진출해 있다. 아직 10년이 채 안 된 기업이지만, 현재까지 에어비앤비를 이용한 사람만 6천만 명이 넘는다. 에어비앤비의 기업가치는 무려 300억 달러 이상으로, 우버와 더불어 가장 주목받는 스타트업으로 꼽힌다. 자료: 네이버 지식백과.

6) 스마트폰 애플리케이션(앱)으로 승객과 차량을 이어주는 서비스. 승객을 일반 택시와 연결해주는 '우버 택시', 일반인이 자신의 차량으로 운송 서비스를 할 수 있도록 도와주는 '우버 엑스' 등이 있다. 택시업계가 우버에 대해 불법영업이라며 반발하면서 세계적으로 논란을 일으키기도 했다. 트래비스 캘러나이 2009년 창업했으며 2010년 6월 미국 샌프란시스코에서 처음 서비스를 시작했다. 이후 급성장을 거듭해 2014년 7월경에는 세계 41개국 150개 도시에 2015년 12월말에는 세계 30여 개 도시에 진출하기에 이르렀다. 이에 따라 기업가치도 급등했다. 2013년 3조~4조 원대에 머물렀던 기업 가치는 2014년 6월 18조 원으로 상승했으며 이 금액은 2015년 말경에는 625억 달러(74조 원)까지 치솟았다. 세계 각국에서는 우버를 본딴 서비스가 확산됐다. 한국의 카카오 택시, 중국의 디디콰이디, 싱가포르의 그립택시, 인도의 올라 등이 우버와 유사한 형태의 서비스를 제공하고 있다. 우버는 공유경제의 대명사로 떠오르며 다른 산업분야에까지 확산되고 있다. 2015년 11월 월스트리트저널(WSJ) 등 외신들은 전 산업영역에서 일처리 방식이 점점 우버화될 것이라며 증가가능성이 강한 금융분야 등에서도 우버화가 진행되고 있다고 보도하기도 했다. (자료: 한경 경제용어사전, 한국경제신문/한경닷컴.)

7) 이은민(2016), 전계서, p.3

현재 비트코인으로 대표되는 블록체인 기술은 별도의 청산이나 인증을 위한 중개기관을 두지 않고 블록체인에 참여하는 주체들이 프로그래밍을 통해 규칙을 설정하고 시스템을 만들어 간다. 블록체인 기술이 적용된 플랫폼에서 실시되는 거래는 높은 안전성과 투명성을 확보할 수 있어 기존의 거래 형식을 대체하는 새로운 거래 형식으로 떠오르고 있다.

제2절 4차 산업혁명의 주요 트렌드

4차 산업혁명으로 대표되는 기술환경 변화에 대한 사회적 논의가 본격화되면서 모바일 기반의 플랫폼 경제, 센서, 사물인터넷, 인공지능 등 관련 영역에서 등장하는 신기술이 비약적으로 발전할 것으로 예상된다. 파괴적인 기술혁명으로 지칭되고 있는 이러한 변화는 향후 소비자의 요구를 다양화하고 시장을 선도하며, 관련 산업을 진화시키는 과정을 통해서 산업 및 경제 구조 변화를 가속화할 것이다. 4차 산업혁명 시대에는 크게 지능정보기술의 비약적 발전에 따른 사회 전반의 트렌드의 변화와 생산과 소비의 상호작용 확대에 따른 생산 및 소비영역 트렌드의 변화가 두드러지게 나타날 것이다.

1. 지능정보기술의 비약적 발전에 따른 경제·사회 트렌드

4차 산업혁명이 사회에 끼치는 영향과 향후 사회변화 양상을 이해하는 데 있어 가장 핵심적인 부분은 4차 산업혁명을 촉발시키고 동력원으로 작용하고 있는 지능정보기술이 앞으로 우리 사회에 어떠한 영향을 미칠 것인가를 살펴보는 것이다. 미래창조과학부는 지능정보기술을 인간의 고차원적 정보처리력을 ICT를 통해 구현하는 기술로 인공지능으로 구현되는 “지능”과 데이터·네트워크 기술(ICBM)⁸⁾에 기반한 “정보”가 결합된 형태로 정의하고 있다.⁹⁾

8) 데이터·네트워크 기술을 대표하는 ICBM은 IoT, Cloud, Big Data, Mobile을 의미함.

9) 관계부처합동(2017), 전계서, p.6

지능정보기술은 1차 산업혁명의 증기기관과 2차 산업혁명의 전기와 같이 여러 분야에 적용 및 활용될 수 있는 범용기술의 특성을 지니고 있어 사회 전반에 걸쳐 혁신을 유발하고 광범위한 파급력을 미칠 수 있다. 지능정보기술은 인간의 지적 노동을 대체할 수 있으며 예측과 판단이 필요한 산업과 모든 영역에서 다양한 해결책을 제시할 수 있어 그 역할이 광범위하다.

1) 산업 구조의 변화

가. 제조기반의 입지 변화와 리쇼어링(reshoring)¹⁰⁾ 확대

데이터와 지식은 산업의 새로운 경쟁원천으로 부각되어 이 분야에 대한 활발한 투자와 함께 빠른 적용과 연계가 이루어질 것이다. 이에 따라 가까운 미래에는 자체적으로 데이터를 확보할 수 있는 생태계와 시스템을 구축하고 이를 적절히 활용할 수 있는 기업이 시장을 주도하고 많은 이윤을 창출하게 될 것이다. 2016년 8월 기준으로 전 세계 시가총액 10대 기업 중 7개¹¹⁾가 플랫폼 기반의 정보통신기술 기업으로 적극적으로 지능정보기술에 투자하고 있다. 이로 인해 대규모 시설과 인력의 중요성은 상대적으로 감소하고 소비자 맞춤형 제품과 서비스를 제공하고 소비자의 요구에 즉각적으로 대응할 수 있는 능력이 중요해 질 것이다. 제조 기반은 더 이상 노동과 부지의 경쟁력에 따라 입지를 결정하지 않게 되고 선진국 시장으로 다시 이동하는 리쇼어링 현상이 발생할 가능성도 있다.

나. 플랫폼 기반 생태계를 중심으로 한 경쟁구도 형성

경쟁방식 측면에서는 플랫폼과 생태계 경쟁 중심으로 산업의 경쟁방식이 변화할 것이다. 이에 따라 데이터의 생성과 활용에 보다 많은 참여자를 끌어들이는 플랫폼 기반 생태계를 형성하는 것이 기업의 경쟁력을 높이는 방안이 될 것이다. 실제로 구글은 검색엔진과 맵 등 기존에 형성된 자사의 우수한 플랫폼을

¹⁰⁾ 리쇼어링은 해외에 나가 있는 자국 기업들이 각종 세제 혜택과 규제 완화 등을 통해 자국으로 다시 들어오는 현상을 말한다. 이는 싼 인건비나 판매시장을 찾아 해외로 생산기지를 옮기는 "오프쇼어링(Offshoring)"의 반대 개념이다. 리쇼어링은 요즘 세계 각국 정부의 화두가 되고 있다. 특히 미국은 국가전략 차원에서 리쇼어링을 통해 세계의 패권을 되찾는다는 '일자리 자석(employment magnet)' 정책을 추진 중이어서 주목된다. 자료 : 한경 경제용어사전, 한국경제신문/한경닷컴.

¹¹⁾ 애플, 구글, 마이크로소프트, 아마존, 페이스북, GE, 차이나 모바일

활용해 자동차 산업으로까지 진출하고 다양한 제품과 서비스분야로 사업영역을 확장하고 있다. GE 역시 산업용 기계를 대상으로 운영 및 정비 부문의 솔루션을 제공하는 산업용 클라우드 솔루션 '프레딕스 클라우드'를 출시하여 사업영역의 확장과 타 산업으로의 침투를 진행하고 있다.

지능정보기술을 바탕으로 한 경쟁구도는 시장에 먼저 진출하여 플랫폼과 단단한 생태계를 구축한 기업에 더 유리하게 재편될 것이다. 지능정보기술의 활용과 투자를 통한 플랫폼 구축이 빠르면 빠를수록 더 많은 데이터의 수집과 축적이 가능해지고 사용자의 참여 확대로 생산성 향상과 규모의 경제효과가 발생하게 되므로 선제적 대응이 절실하다.

2) 고용 구조의 변화

일자리의 양과 질 측면으로 나누어 고용 구조의 변화를 전망하자면, 양적 측면에서는 자동화로 대체되는 업무가 확대되는 동시에 신산업 분야의 일자리가 새로이 발생하게 될 것이다. 반면 질적인 측면에서는 고부가가치와 창의성이 필요한 직무를 중심으로 업무가 재편성될 것이다. 단순 반복 업무를 포함하여 중급 사무업무와 일부 지적노동 및 세밀한 기술을 요하는 고급 육체노동 또한 자동화를 통해 대체되면서 고용구조의 양극화가 발생할 것으로 예상된다. 반면 지능정보기술 분야의 인력수요는 증가하고 이 분야에서 새로운 직업이 창출될 것이다. 이와 더불어 자동화와 기계로 대체되기 어려운 창의성이 필요한 업무분야와 고부가가치 업무분야로 근로자의 역할이 강조되고 업무가 재편성될 것이다.

이러한 노동구조의 변화로 고용형태 또한 특정한 직종이나 산업에 국한된 형태의 장기고용보다는 프로젝트와 업무에 기반한 단기고용 형태가 증가하고 탄력적 고용으로 형태가 변화해 나갈 것이다.

3) 일상생활과 환경의 변화

지능정보기술의 활용을 통해 각종 서비스의 비용감소와 품질향상으로 생활의 편의성이 증대되고 기존 시스템의 보완을 통해 안전한 생활환경이 조성될 것이다. 무인시스템과 센서, 빅데이터를 활용하여 사전에 위험성 예측과 24시간 감시 및 경계가 가능해짐으로써 국방과 치안 부문은 더욱 강화될 것이며, 교통정

보 또한 실시간 교통흐름 분석과 제어를 통해 교통사고가 줄어들고 예방이 가능해져 일상생활의 편의성과 안전이 크게 향상될 것이다.

아울러 생활전반에 걸쳐 개인 맞춤형 서비스가 확대되고 복지가 향상될 것이다. 교육 부문에서는 학생 개인의 수준에 맞는 맞춤형 교육과 학습이 제공되고 노인, 장애인 등 취약계층에 대한 복지 제공과 보호도 효율적으로 실시될 수 있다.

그러나 새로운 기술의 급속한 도입과 적용 과정에서 기존의 법과 제도로는 수용하지 못해 충돌하는 부분이 증가하고 개인이 수집하고 활용 가능한 정보의 양과 질에서 차이가 발생함에 따라 정보에 따른 사회 양극화 현상은 더욱 커질 수 있다. 뿐만 아니라 정보가 중요해짐에 따라 과도한 정보 수집으로 개인정보 유출과 사생활 침해에 대한 우려와 위험이 동시에 증가할 것으로 예상된다.

2. 생산과 소비의 상호작용 확대에 따른 시장 트렌드

앞서 4차 산업혁명의 특성에서 살펴보았다시피 4차 산업혁명은 초연결성과 초지능성을 통해 생산자와 소비자를 실시간으로 연결하고 상호 피드백이 가능하도록 한다. 이에 따라 생산과 소비의 상호작용에 따른 소비자 맞춤형 제작이 확대되고 생산과 소비의 주기가 단축되는 현상이 향후 생산과 소비영역에서 주요 트렌드로 자리매김하게 될 것이다.

1) 소비자 맞춤형 제작 확대

네트워크의 발달로 연결성이 높아지면서 생산자와 소비자는 더욱 많은 소통과 상호 피드백이 가능해지고 생산자는 소비자의 요구사항에 대해 즉각적으로 반응할 수 있게 될 것이다. 생산자는 소비자의 구매이력을 통한 간접적 정보 분석과 소비자가 직접적으로 제공한 정보를 분석하여 소비자에게 가장 적합하고 필요한 상품을 추천할 수 있다. 이와 더불어 3D 프린팅 기술과 사물인터넷의 발달을 통해 생산의 유연성이 제고되고 생산과 소비가 더욱 긴밀히 연결됨으로써 소비자 맞춤형 생산이 확대되는 방향으로 생산과 소비 트렌드가 변화할 것이다.

일례로 독일 아디다스의 스피드 팩토리(speed factory)는 공장의 지능화와 후방 기업과의 디지털 네트워크화로 소비자 맞춤형 생산을 구현해내고 있다.

이 스피드 팩토리는 연간 50만 켈레의 운동화 생산이 가능한 공장으로 100% 로봇 자동화 공정을 갖추고 있다. 뿐만 아니라 운동화를 생산하는 데 필요한 각종 소재와 부품을 제공해주는 후방기업과 전 작업과정이 디지털 네트워크로 연결되어 있다. 공급사슬의 디지털 네트워크화를 통해 스피드 팩토리는 신발 끈부터 신발 굽, 운동화 색까지 여러 선택사항 중에서 소비자가 원하는 대로 맞춤제작할 수 있으며 소비자가 주문한지 5시간 만에 생산이 가능하다. 기존의 방식으로 소비자 맞춤형의 운동화를 제작하여 배송하는 데 6주가 소요되는 것과 비교하면 아디다스의 사례는 4차 산업혁명의 기술 도입과 활용이 어떻게 생산과 소비의 형태를 바꾸나갈 수 있는지 단적으로 잘 보여주는 사례라고 할 수 있다.¹²⁾

2) 생산과 소비의 주기 단축

뿐만 아니라, 기술 혁신이 급속도로 이루어지면서 제품과 서비스의 수명주기가 단축되고 생산과 소비의 주기 또한 짧아지게 될 것이다. 제품과 서비스는 이제 기능의 소진과 고장에 의해 교체되는 것이 아니라 새로운 기술과 기능이 접목된 상품과 서비스가 출시되면 언제든지 소비자의 기호와 선호에 의해 교체될 수 있다. 스마트폰은 대표적인 사례로 같은 제조사의 같은 모델이라도 새로운 기술이 추가된 시리즈가 출시되면 소비자들은 충분히 스마트폰의 기능이 다하지 않았는데도 교체하는 경우를 주변에서 발견할 수 있다.

4차 산업혁명의 기술은 새로운 트렌드와 유행의 변화에도 유연하고 신속하게 대처가 가능하기 때문에 생산과 소비의 주기를 단축하는 동인으로 작용할 수 있다. 앞서 소개한 아디다스 스피드 팩토리의 경우 디자이너가 새로운 운동화의 디자인을 만들고 실제로 생산하여 매장에 진열하기까지 통상 1년 6개월이 소요되었던 스피드 팩토리의 경우 이 기간이 10일 이내로 단축되어 생산기간이 훨씬 짧아졌다.

¹²⁾ 4차 산업혁명의 글로벌 동향과 한국산업의 대응전략, 산업연구원, 2017.09, pp.23-24

3. 제조업과 서비스업의 융복합화에 따른 산업 트렌드

4차 산업혁명은 기술과 산업 간의 경계가 허물어진 융복합화를 통해 과거에 불가능했던 새롭고 효율적인 형태의 산업생태계와 생산, 소비 및 신산업의 창출을 가능하게 한다. 구체적으로 기반기술의 발전을 바탕으로 산업플랫폼이 구축되면 기존산업의 혁신이 이루어지고 이와 더불어 신산업이 출현하면서 새로운 산업생태계가 발전하는 방향으로 나아간다.¹³⁾

한국에서도 많은 논란이 있었던 차량공유 서비스를 제공하는 기업 우버(Uber)는 공유경제 플랫폼을 통해 자동차와 승객을 중계하는 새로운 비즈니스 모델을 창출하였으며 차량을 한 대도 소유하지 않고도 세계 유수의 자동차 기업의 시가총액을 상회하는 우수한 성적을 보여주고 있다. 향후 이러한 기술과 산업 간의 벽을 허문 융복합화를 통해 새로운 산업과 비즈니스 모델이 계속해서 창출될 것이다.

1) 제조업의 서비스화 및 서비스의 고도화

기존의 비즈니스 모델에서는 제품과 서비스를 따로 구분하여 생산, 판매 등이 이루어졌다면, 4차 산업혁명을 통해서는 제품과 서비스가 결합된 형태로 비즈니스가 이루어지고 있다. 기업 간의 기술격차가 축소되면서 가격과 성능을 중심으로 한 제품 차별화는 점점 어려워지고 있다. 이에 따라 기업은 제품과 서비스의 결합을 통해 차별화된 경쟁력을 확보하기 위해 노력하고 있으며 4차 산업혁명의 주요 기술은 제품과 서비스의 결합을 도와 제조의 서비스화를 이루어내고 있다.

GE는 엔진, 터빈 등의 제조업과 유지관리, 컨설팅 등의 서비스업을 결합하는 전략을 통해 자사의 서비스 부문 매출을 확대하였다. 1997년 97억 달러, 20.1%에 불과했던 서비스 부문의 매출액과 비중은 2014년에 464억 달러, 42.2%로 크게 증가하였다.

제품에 지능형 정보통신 기술의 접목이 증가하면서 파생되는 연관서비스 또한 확대되고 있다. 기존의 자동차 산업은 자동차 부품공급과 완성차 조립 등 제품

생산에만 치우쳐 있었으나 현재는 전기차 보급 등 새로운 연료와 기술의 접목으로 관련 서비스 비중이 확대되고 있으며, 자동차의 단순 리스와 렌탈에서 차량 공유 서비스 및 유지·보수 서비스 등으로 파생영역이 확장되고 있다.

2) 서비스업의 고도화

제조업 분야에서 제품과 서비스업의 결합을 통해 서비스화가 진전된다면, 서비스업은 4차 산업혁명 기술의 접목으로 새로운 융합형 서비스가 출현하고 서비스업이 고도화되고 있다. 4차 산업혁명의 주요기술인 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 로봇기술 등이 금융, 의학, 에너지, 교육, 공공 행정서비스 등에 폭넓게 적용됨으로써 기존 서비스업의 고도화와 새로운 융합형 서비스 출현이 가능해진다.

IBM은 인공지능 기술을 통해 임상데이터를 분석하고 활용함으로써 진단보조 서비스를 제공하는 Watson Health를 2015년에 출범하고 상용화하였다. 최근 중국의 헬스케어 기업인 닥터 엘레펀트는 Watson 솔루션을 도입하여 원격으로 인공지능을 통해 진료하는 원격 인공지능 진료서비스를 개발하고 중국 전역의 진료소에 제공하는 것을 계획하고 있다.

뿐만 아니라, 농기계 제조업체인 존 디어(John Deere)는 빅데이터 기술을 응용하여 빅데이터 기반의 농업 컨설팅 기업으로 탈바꿈하였다. 존 디어는 전국 농지의 기후, 토질, 농작물 발육 등에 대한 빅데이터를 구축하고 해당 조건에 맞는 맞춤형 컨설팅 서비스를 제공하고 있다.

4. 4차 산업혁명 기술의 적용을 통한 고효율·친환경 트렌드 심화

전 세계가 직면한 기후변화와 육상자원 고갈로 인해 우리 사회는 지속가능한 개발과 고효율·친환경을 강조하고 있으며, 지난 2015년에 체결된 파리기후변화 협약을 통해 온실가스 감축과 환경부담 저하를 위한 노력을 지속해오고 있다. 현재 전 세계의 메가트렌드로 작용하고 있는 4차 산업혁명과 기후변화 대응의 결합은 향후 고효율·친환경 트렌드의 심화를 가져와 효율성 향상과 환경부담 저하에 크게 기여할 것으로 예상된다.

¹³⁾ 박문수·이동희, 「4차 산업혁명 시대 주요국 제조업과 서비스업 연계성 현황과 시사점」, 산업연구원, 2017.08, pp.7-8

빅데이터, 사이버-물리시스템(Cyber-Physical System), IoT 등의 주요 4차 산업혁명 기술은 생산과 소비를 비롯한 전 영역의 최적화와 예측 가능성을 높임으로써 불필요한 자원, 시간 및 비용을 감소시키고 저탄소 사회로의 이행을 촉진시킬 것으로 전망된다.

1) 에너지 자원 사용의 최적화를 통한 사회 전반의 고효율·친환경 달성

4차 산업혁명의 기술 적용으로 제조업을 비롯한 각 산업은 생산공정의 간소화와 디지털화를 통해 불필요한 자원과 시간, 비용의 소모를 감소시켜 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 전망된다. 뿐만 아니라 4차 산업혁명 기술은 에너지 산업부터 스마트도시 형성까지 전(全) 산업과 사회에 광범위하게 적용됨으로써 예측가능성, 연결성, 가시성을 바탕으로 전 세계적인 자원수급 불안정과 기후변화 문제 해결에 도움을 주고 사회의 환경부담 경감에 크게 기여할 수 있다.

먼저 교통부문에서는 IoT 기술을 바탕으로 차량과 기반시설 및 주변환경이 연결되어 실시간 분석이 가능해지면서 교통혼잡의 감소와 에너지 소비의 최적화를 달성할 수 있다. 뿐만 아니라, 도로와 차량의 마찰 및 진동을 활용한 에너지 생산을 통해 고효율·친환경의 교통체계 구축을 실현할 수 있다.

농업분야에서는 농작물의 생산과정과 환경을 최적화된 상태로 조절하여 비료, 물, 토양의 활용과정에서 자원소모를 줄이고 온실가스의 배출을 감소시킴으로써 고효율·친환경의 농업이 가능해질 것이다.¹⁴⁾

물류 측면에서는 디지털 기술을 활용한 인공지능 알고리즘을 통해 선박, 트럭의 터미널 도착시간의 예측 가능성을 높여 트럭의 대기시간과 터미널 장비 유휴 시간 및 컨테이너 재배치에 소요되는 작업량과 시간을 감소할 수 있다. 4차 산업혁명의 기술을 통해 터미널과 야드에서의 효율성이 제고되고 리드타임과 불필요한 자원의 감소를 통해 효율성 증대와 에너지 소비량 감소를 도모할 수 있다.¹⁵⁾

14) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST, 「10년 후 대한민국 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비」, 지식공간, 2017.04.14., pp.81~86

15) 한국해사문제연구소, '4차 산업혁명 기술 기반 고효율·친환경 물류혁신 도래', 해양한국, 2017.03, pp.156~157

2) 생산과 소비 영역에서의 고효율·친환경 달성

미래창조과학부 미래준비위원회와 KISTEP 및 KAIST(2017)의 설문조사 결과에 따르면, 미래의 생산과 소비를 변화시키는 주요한 글로벌 트렌드는 인구구조의 변화, 기후변화 및 자원부족, 경제 저성장, 세계화의 가속화인 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 이 중에서도 기후변화와 자원부족 현상은 4차 산업혁명의 주요기술과 긍정적인 방향으로 결합하여 제조업과 친환경 생산 및 소비의 증대를 불러일으킬 것이다.

특히, 에너지 분야에서는 소비자가 태양광, 풍력 등의 신재생에너지를 이용해 직접 전력을 생산하고, 사용 후 남은 전력은 플랫폼을 통해 판매함으로써 소비와 생산을 동시에 영위하는 에너지 프로슈머(prosumer)가 증가할 것이다. 이는 기존의 중앙공급으로 이뤄지던 에너지 공급과 거래가 개인 소비자에 의한 분산거래의 형태로 바뀌면서 송배전 과정에서 발생하는 에너지 손실이 줄어들고 친환경 에너지의 이용을 촉진시킴으로써 고효율·친환경 달성에 크게 기여할 것이다.

뿐만 아니라, 앞서 설명하였다시피 생산환경에 4차 산업혁명의 기술을 접목하여 제조공정의 스마트화를 실현할 경우 에너지 사용의 최적화를 통해 에너지 소비량 감소와 저탄소 생산을 실현할 수 있다. 이의 대표적인 사례가 독일정부가 추진 중인 인터스트리 4.0(Industry 4.0)의 핵심인 스마트공장 구축이다. 스마트공장은 사이버-물리시스템을 기반으로 제조공정에서 지능적인 제품생산과 에너지 사용이 가능한 최적화된 운영시스템을 갖춘 공장¹⁷⁾으로 고효율·친환경 생산을 달성할 수 있다.

16) 미래창조과학부 미래준비위원회·KISTEP·KAIST(2017), 전제서, pp.53-61

17) 이우수, '4차 산업혁명과 에너지 패러다임의 전환', Future Horizon, 과학기술정책연구원, 2017, 33권 10호, pp.21-22

제3절 4차 산업혁명에 대한 주요국의 정책사례

1. 미국

1) 미국 혁신전략과 첨단제조 파트너십

미국은 4차 산업혁명과 관련하여 새로운 미국 혁신전략(New Strategy for American Innovation)과 첨단제조 파트너십(Advanced Manufacturing Partnership) 전략으로 대응하고 있다.

새로운 미국 혁신전략은 제1차 미국 혁신전략(2009)과 제2차 미국 혁신전략(2011)에 이어 2015년부터 시작된 혁신정책이다. 새로운 혁신정책에서는 4차 산업혁명과 관련된 기술을 중심으로 9대 전략기회 분야를 선정하고 향후 민간이 주도할 혁신환경을 조성하는 것을 목표로 삼고 있다. 9대 전략기회 분야는 첨단제조, 정밀의료, 드뇌, 첨단자동차, 스마트 시티, 청정에너지, 교육기술, 우주, 고성능 컴퓨팅으로 2016년 세계경제포럼에서 4차 산업혁명을 이끄는 주요 기술¹⁸⁾과 밀접한 상관이 있다. 민간 주도의 산업발전을 추구하는 미국의 정책은 산업발전을 위한 인프라를 구축하고 환경을 조성하는 방향으로 추진되고 있다. 이에 따라 상기 9개 전략분야에서 새로운 기업과 스타트업이 탄생하고 새로운 제품과 서비스가 제공될 것이다.

첨단제조 파트너십은 미국 제조기반의 본국 귀환(reshoring)을 핵심으로 하는 정책이다. 저렴한 노동력과 생산부지를 중심으로 입지가 결정되었던 제조기반을 노동력과 지가에서 비교열위에 놓여있는 본국으로 다시 옮겨오기 위해서는 높은 수준의 자동화와 고급인력 중심의 생산기반 재편을 필요로 한다. 이에 따라 미국은 첨단제조 파트너십(advanced manufacturing partnership)을 추진함으로써 R&D 투자와 인프라 확충을 추진하고 산업 내 기술문제 해결을 지원 하는 제조업혁신센터(manufacturing innovation center)를 미국 전역에 개소

하기 위해 국가제조업혁신네트워크(National Network for Manufacturing Innovation)도 발족하였다. 2014년부터 기존의 첨단제조 파트너십을 보완하여 유망 제조인력에 대한 내용과 구체적 전략을 담은 첨단제조 파트너십 2.0을 추진하고 있다.

2) 4차 산업혁명 기술과 관련된 정부 차원의 대규모 정책

미국은 미국혁신전략(Strategy for American Innovation)과 첨단제조 파트너십 프로그램을 통해 거시적인 혁신 기반과 생태계를 조성할 뿐만 아니라 세부적인 4차 산업혁명 기술의 개발과 선점을 위한 정부 차원의 대규모 정책과 지원도 병행하고 있다. 특히, 인공지능 부문에서는 2013년 3월부터 인간두뇌 중심의 체계적인 인공지능 연구개발을 위한 브레인 이니셔티브(Brain Initiative) 정책을 수립하여 원천기술 확보에 노력해 왔다. 미국의 국립보건원, 방위고등연구계획국, 국립과학재단 등이 참여하고 있으며 10년 동안 산학연 협력을 통해 30억 달러 규모의 인공지능 개발을 추진하겠다고 밝혔다.

이와 더불어 2016년 10월에는 인공지능의 중요성과 미국정부가 담당해야 할 업무를 중심으로 ‘국가 AI R&D 전략계획’을 발표하여 정책적 권고를 제시하였다. 동 계획에서는 인공지능에 대한 국가 R&D 투자의 중요성을 확인하고 전략적 투자가 수반되어야 함을 제시하고 있다.

빅데이터 부문에서는 대통령 과학기술자문위원회(PGAST)가 2010년 12월에 빅데이터 관련 기술투자의 필요성을 핵심으로 하는 ‘Designing a Digital Future’를 발표하였다. 뒤이어 2011년에는 Big Data Senior Steering Group을 구성하여 연방정부 차원에서 수행해야 할 빅데이터 연구개발 활동을 규정하였으며 2012년 3월에는 백악관 빅데이터 R&D 이니셔티브가 시작되었다. 2016년 5월에는 ‘연방정부 빅데이터 R&D 전략계획(The Federal Big Data Research and Development Strategic Plan)’을 통해 빅데이터 연구개발과 관련된 7가지 전략을 제시하였다.

마지막으로 사물인터넷 및 사이버-물리시스템(CPS)과 관련해서는 Smart America Challenge(SAG) 프로그램이 운영되고 있으며, 동 프로그램은 새로운 가치와 일자리 창출 등 생활 밀착형 융합 CPS 프로그램으로 미국의 디지털 혁신전략의 하나로 평가받고 있다. SAC 프로그램은 스마트 제조, 헬스케어, 스마트

¹⁸⁾ 세계경제포럼의 연구결과를 바탕으로 선정한 주요기술은 물리학기술(무인운송수단, 3D 프린팅, 첨단 로봇공학, 신소재), 디지털 기술(사물인터넷, 온디맨드 경제), 생물학 기술(유전학, 합성생물학, 개인맞춤형 헬스케어, 바이오 프린팅)로 각 분야는 상호작용을 주고 받으며 발전할 것이다.

에너지, 지능형 교통, 재난 대응 등 CPS 적용으로 응용될 수 있는 분야를 구체적으로 제시하고 있다.

SAC 프로그램은 개별적이고 독자적으로 구축되어 운영되어 온 기존의 CPS가 상호연동을 통해 국가와 사회의 각 영역에 가져올 다양한 혜택을 제시하였다. 이에 따라 기존의 이론적 단계에서만 논의되던 CPS 관련 전략이 실질적으로 국가의 경제적 이익 창출을 위한 개방형 CPS 전략으로 전환되었다.

2. 독일

1) 인더스트리 4.0과 플랫폼 인더스트리 4.0

독일은 인더스트리 4.0(Industry 4.0)과 플랫폼 인더스트리 4.0(Platform Industry 4.0)을 중심으로 4차 산업혁명에 대응해 나가고 있다. 인더스트리 4.0은 독일이 4년마다 수정 및 보완하고 있는 하이테크전략 2020의 10대 프로젝트에 포함된 전략으로 2012년부터 3년간 시행되었다. 정보통신기술을 바탕으로 스마트 공장을 구현하는 것을 주요 목표로 삼아 추진되었으며 4차 산업혁명과 관련된 주요 연구개발이 이루어졌다. 뿐만 아니라, 인더스트리 4.0은 총 2억 유로의 예산을 바탕으로 지능로봇, 스마트그리드, 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷 표준, 통신 인프라, 위성통신 등의 주요 R&D와 관련분야 전문인력 양성에 투자를 실시했다.

인더스트리 4.0에 이어 2015년부터 시행된 플랫폼 인더스트리 4.0은 기존의 인더스트리 4.0을 보완하고 개선하는 방향으로 추진되었다. 인더스트리 4.0을 통한 기술의 연구개발은 활발히 이루어졌으나 표준화와 상용화의 실질적인 단계로 나아가는 데에는 미흡한 점이 많았다. 이에 따라 플랫폼 인더스트리 4.0은 표준화, 중소기업의 참여, 보안 강화, 인력양성 강화 등을 중점적으로 추진하고 있다. 아울러 제조업의 가치사슬에서 중소기업의 역할과 중요성을 강조하고 비즈니스 모델의 적용과 실용화를 촉진하기 위해 노력함으로써 4차 산업혁명 시대에 따른 변화에 적극적으로 대응하고 있다.

특히, 인더스트리 4.0은 정부에서 발표하였으나 민간영역이 주도가 되어 이루어지고 있다. 정부는 구체적인 비전을 제시하고 시범사업 및 우수사례 등을 통해

민간에 발전방향을 보여주는 방식으로 전략을 추진하고 있다. 이에 따라 정책과 과제도 하향식이 아닌 현장에서 만들어진 사례를 바탕으로 지속적으로 개선 및 수정하고 있다.

2) 미텔슈탄트(Mittelstand) 4.0과 노동 4.0(Arbeiten 4.0)

독일정부는 인더스트리 4.0을 추진함에 있어 중소기업의 참여와 일자리 문제에 대한 대안을 제시하는 것이 핵심이라고 보고 Mittelstand 4.0과 Arbeiten 4.0도 함께 추진하고 있다.¹⁹⁾ 독일 연방경제에너지부(BMWi)는 2016년 8월에 중소기업 지원정책인 Mittelstand 4.0을 수립하여 인더스트리 4.0에 대응하는 중소기업의 제조 경쟁력 향상을 도모하기 위해 노력해 왔다. 이를 위해 4개의 전담기관(Agency)과 11개의 경쟁력센터(Competence Center)를 설립하여 지식과 기술을 축적 및 공유하며 중소기업의 인더스트리 4.0과 관련된 응용분야의 추진을 지원하고 있다.

4개의 전담기관은 중소기업의 디지털화와 관련된 핵심기술인 클라우드, 거래, 공정, 커뮤니케이션에 각각 특화되어 관련 지식을 제공하는 역할을 한다. 한편 독일 각 지역에 설립된 11개의 경쟁력센터는 지역과 학계를 뛰어넘는 융합네트워크를 통해 새로운 가치를 창출하고 중소기업의 네트워크 및 플랫폼 지원을 위한 솔루션 개발을 담당한다.

Arbeiten 4.0은 독일 연방노동사회부(BMAS)가 2017년 1월에 발표한 4차 산업혁명 시대의 일자리 변화와 관련된 기본계획을 담은 보고서에 등장하는 개념으로 인더스트리 4.0에 부합하는 노동자 상을 제시하고 있다. Arbeiten 4.0이 적용되는 사회는 노동의 네트워크화, 디지털화, 유연화를 특징으로 하며 생산시스템의 변화로부터 다양한 사회적 변화와 노동환경의 변화가 발생한다. Arbeiten 4.0에서는 지속적인 기술발전에 따라 고숙련 노동자의 실업률은 2.5% 수준인 반면, 저숙련 노동자의 실업률은 19%에 육박하자 저숙련 노동자를 대상으로 한 추가적인 교육과 일자리창출을 위한 정책도입을 주요 이슈로 다룬다.

¹⁹⁾ 미텔슈탄트는 독일 경제의 핵심인 중소기업을 가리키는 말로, 인력이 500명을 넘지 않고 매출이 5000만 유로(약 720억 원) 미만인 기업들이다. 특히 첨단 제조업 중심의 중간 기업을 뜻한다. 미텔슈탄트는 독일 전체 기업 가운데 99.6%(367만 개)를 차지하고 있는데, 이들 기업들은 제2차 세계대전 이후 초도화된 독일 경제를 부흥시키는 데 주도적인 역할을 해 왔다. 한편, 미텔슈탄트는 중소기업뿐만 아니라 독일의 중간층 또는 중산층을 의미하기도 한다. [네이버 지식백과 (사상상식사전, 박문각) 참조]

디지털사회에서 재교육과 재취업 수요가 크게 증가하여 기본적인 디지털 소양 교육의 필요성이 증가하고 노동자와 관리자의 다양한 활동과 관련된 교육을 통해 창의력과 사회적 소양을 향상시키기 위한 교육의 보완이 필요함을 역설하고 있다. 아울러 인터스트리 4.0의 추진으로 근로시간과 장소의 유연성이 더욱 커지고 근로조건 변화가 나타날 것으로 예상됨에 따라 이에 대응하는 자원과 솔루션을 어떻게 제공할 것인지에 관해 논의가 활발히 이루어지고 있다. 변화하는 산업환경에 부합하는 새로운 고용형태의 도입 또한 중요한 주제로 다뤄지고 있다.²⁰⁾

3. 일본

아베노믹스 2단계가 추진 중인 일본은 새로운 유망 성장시장의 창출과 새로운 산업구조를 지탱할 인력양성을 위한 개혁을 실시하고 있으며, 4차 산업혁명을 일본의 신성장 전략 중의 하나로 삼고 있다. 일본정부는 일본재흥전략(日本再興戦略, JAPAN is BACK)²¹⁾과 로봇전략, 과학기술혁신 종합전략 등을 바탕으로 사회 전반에 걸쳐 4차 산업혁명에 대비하고 경쟁력이 있는 부문에 집중하고 있다.

1) 일본재흥전략

일본의 경제개발계획인 일본재흥전략은 사물 인터넷, 빅데이터, 로봇 기술 등을 바탕으로 2020년까지 30조 엔의 부가가치를 창출하는 것을 목표로 삼고 있다. 로봇신전략²²⁾(ロボット新戦略)은 로봇강국인 일본의 지위와 경쟁력을 계속해서 유지하고, 로봇에 사물인터넷 기술을 결합하여 고령화 등의 현대 사회가 직면한 여러 문제를 해결하고자 한다.

20) 산업연구원, 전개서, pp.133~136.

21) 일본 아베정권 출범(자민당) 이후, 일본 경제 재건을 목적으로 수립된 전략으로 2013년 6월 14일 발표됐다. 아베노믹스 로 불리는 경제정책 중 세 번째 성장전략의 구체적인 정책으로서 GDP와 소득 증가 등 경제성장 실현을 기본 목표로 제시하고, 대담한 금융정책, 기업과 국민의 자신감 회복을 위한 새로운 성장전략, 경제 활성화를 위한 신속한 자금운용 등을 정책기조로 설정하고 있다. 세부적으로 일본산업재흥계획, 전략시장창조계획, 국제활동전개전략 등을 실천계획으로 수립하고 13대 전략분야를 제시하고 있다. 자료 : 한경 경제용어사전, 한국경제신문/한경닷컴.

22) 로봇신전략 은 "제4차 산업혁명" 논의가 나타나기 전인 2015년 1월에 발간되었으나, 제4차 산업혁명과 관련하여 일본의 강점을 잘 보여주는 사례로 소개되고 있음.

일본재흥전략의 2016년도 계획은 특히 4차 산업혁명에 대해 중점적으로 다루고 있으며 4차 산업혁명과 관련된 구체적인 시책이 담겨 있다. 일본정부는 2016년 회계연도 내에 산·학·정이 공동으로 참여하는 인공지능전략회의를 설치하고 연구 개발 목표와 산업화를 위한 로드맵을 수립할 것을 제시하고 있다.²³⁾ 이와 더불어 사물인터넷 추진 컨소시엄과 로봇혁명 이니셔티브 협의회 등을 활용하여 데이터를 협조 및 경쟁으로 구분하고 협조부문의 데이터에 대해서는 활용을 촉진하기 위한 비즈니스 환경과 제도 등을 마련할 계획이다.

4차 산업혁명을 지원하는 측면에서 데이터의 이용과 활용을 촉진하기 위한 환경을 조성하고 '4차 산업혁명을 향한 인재 육성 종합 이니셔티브'²⁴⁾를 바탕으로 인력양성을 위한 교육 시스템을 구축할 계획이다. 이외에도 중소기업과 중견기업으로까지 4차 산업혁명의 기술 적용과 생태계 형성이 가능하도록 관련 기반 구축을 추진할 계획이다.

2) 신산업 구조비전

2016년 4월, 일본 경제산업성에서 발표한 「신산업구조비전」²⁵⁾ 내용은 일본 정부의 4차 산업혁명에 관한 대응전략을 전반적으로 제시하고 있다. 신산업구조 비전에 따른 일본정부의 4차 산업혁명에 대한 대응은 크게 다음의 7가지로 정리할 수 있다.

신산업구조비전에 따른 일본정부의 4차 산업혁명에 대한 대응은 ① 데이터 활용 촉진을 위한 환경정비 ② 전문인력 육성과 획득, 고용시스템의 유연성 향상, ③ 혁신과 기술개발의 가속화, ④ 재무기능 강화, ⑤ 산업구조와 취업구조 전환의 원활화, ⑥ 중소기업 및 지방에 4차 산업혁명의 파급, ⑦ 4차 산업혁명에 대응한 경제사회시스템 구축이다.

위의 내용에서 주목할만한 점은 일본정부 역시 독일정부와 마찬가지로 단순히 주요 기술의 적용과 제조업 부문에만 치우치지 않고 4차 산업혁명으로 발생

23) 사공목·주대영, 일본의 4차 산업혁명 대응 실태와 정책 방향, 산업연구원, 2016.12, p.59

24) 일본 문부과학성, 제4차 산업혁명을 향한 인재육성 종합이니셔티브(文科科学省, 第4次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ) (2016.6).

25) 일본 경제산업성, 「신산업구조비전-제4차 산업혁명을 리드하는 일본의 전략」, (經濟産業省, 「新産業構造ビジョン」第4次産業革命をリードする日本の戦略), 2016.4.

하는 취업구조의 변화와 중소기업 및 지방의 4차 산업혁명 기술 도입 등 전반적인 사회변화를 고려하고 있다는 점이다.

3) 로봇 신전략과 과학기술혁신 종합전략

일본정부는 로봇을 중심으로 한 4차 산업혁명에 대응하는 전략을 추진하고 있으며, 2015년 1월에 로봇 신전략을 발표하여 일본이 IoT시대에 로봇을 바탕으로 세계를 리드하고 로봇혁명을 실현하겠다는 의지를 밝혔다. 동 전략의 일환으로 2015년 5월에는 「로봇혁명이니셔티브협의회」(ロボット革命イニシアチブ協議会)를 창설하여 로봇혁명을 실현시킬 모체를 마련하고 로봇산업 재도약과 제조 비즈니스 혁신을 추진하고 있다.

일본정부는 로봇에 관한 전략뿐만 아니라 '과학기술혁신 종합전략'을 발표함으로써 제조시스템의 혁신을 꾀하고 있다. 과학기술혁신 종합전략은 제조부문의 모든 데이터를 네트워크 플랫폼을 통해 구축하고 관리하는 시스템을 완성하는 것을 주요 내용으로 하고 있다.

4. 중국

중국은 4차 산업혁명과 관련하여 2015년 5월에 '중국제조 2025' 정책을 발표한 이후 현재까지 계속해서 관련 정책을 꾸준히 발표하고 있다. 거시적으로 4차 산업혁명을 다루고 있는 중국의 주요 정책으로는 중국제조 2025('15.05)와 인터넷 플러스('15.07) 정책, 제조업과 인터넷 융합발전 심화에 관한 지도의견('16.05)이 있다. 세부적인 기술별 계획과 정책으로는 인터넷+ 인공지능 3년 행동실시방안('16.05), 사물인터넷산업 13차 5개년 발전계획('16.02) 및 빅데이터 산업 13차 5개년 발전계획('17.01)이 발표되어 추진되고 있다.

1) 중국제조 2025와 인터넷 플러스 정책

중국의 대표적인 4차 산업혁명 관련 정책은 독일의 Industry 4.0에 대응하는 중국제조 2025와 인터넷 플러스 정책이다. 중국 제조업 2025는 중국의 제조업

수준을 독일과 일본의 수준으로까지 향상시키는 것을 목표로 하고 있으며 여러 분야에서 유수의 스타트업 기업들이 등장하면서 더욱 가시화되고 있다.

동 정책에서 제시하고 있는 5대 프로젝트 중에서 프로젝트 1은 차세대 IT기술, 신소재, 바이오 의약품, 지능형 생산시스템 등의 기술 수요에 대응하여 제조업 혁신센터를 설립하고 핵심 기반기술의 상용화와 인재육성을 추진하는 것을 주요 내용으로 한다. 뿐만 아니라 프로젝트 2는 제조업 분야의 핵심 단계에서 차세대 IT기술과 제조설비를 융합하여 지능형 생산시스템을 구축하는 사업을 제안하고 있다.

인터넷 플러스 정책은 기존의 제조업과 정보통신기술을 결합하고 활용함으로써 제조업 분야의 새로운 도약과 신산업 창출의 기회를 모색하고 있다. 중국제조 2025가 하드웨어 중심의 정책이라면 인터넷 플러스는 소프트웨어와 관련 인프라의 구축을 통해 4차 산업혁명을 하드웨어, 소프트웨어 측면에서 균형있게 다루고 있다.

중국정부는 창업·혁신, 제조업, 농업, 에너지, 금융, 민생, 물류, 전자상거래, 교통, 생태환경, 인공지능 등 11개 분야를 인터넷 플러스가 적용되는 중점분야로 제시하고 있다. 중국정부는 기존산업의 단순한 인터넷화가 아니라 인터넷 플랫폼 기반의 정보통신기술을 통해 산업과 업종 간의 융복합화를 실현함으로써 산업구조를 업그레이드하고 새로운 상품과 서비스, 비즈니스 모델의 창출을 꾀하고 있다.

2) 4차 산업혁명 주요 기술별 정부계획

가. 인터넷+인공지능 3년 행동실시 방안

중국발전개혁위원회와 과학기술부를 비롯한 중국의 4개 정부기관은 2016년 5월에 인터넷+ 인공지능 3년 행동 실시방안(이하 실시방안)을 발표하여 인공지능과 관련된 정책을 제시하였다. 크게 동 실시방안은 인공지능 신흥산업의 육성과 주요영역의 인공지능 제품 혁신, 인공지능 기기와 제품발전의 3가지 내용으로 구성되어 있으며 2018년까지 주요영역에서 세계적인 수준의 인공지능 중견 기업을 육성하고 1,000억 위안 이상의 인공지능 시장을 창출하겠다고 목표를 수립하고 있다.

먼저 인공지능 신흥산업 육성은 문헌, 음성, 영상 등의 다양한 데이터와 기초 자원을 제공하는 공공 플랫폼을 수립하는 것을 가속화하고 인터넷 보안서비스 연구 및 클라우드, 이동통신, 지능형단말기의 일체화와 종합보안서비스의 제공에 관한 내용을 담고 있다. 주요 영역의 인공지능 제품혁신과 관련해서는 인터넷과 전통산업의 융합과 혁신을 추진하고 인공지능 기술을 가진, 자동차, 보안 등에 응용하여 주요 영역의 인터넷 보안능력을 향상시키는 것을 주요 골자로 하고 있다. 마지막으로 인공지능 기기와 관련해서는 모바일 인공지능 단말기, 웨어러블 기기, 가상현실 관련 상품의 서비스를 개발하고 인공지능과 관련된 하드웨어 산업의 발전과 혁신을 위한 행동방안을 마련하여 발전을 촉진할 것을 제안하고 있다.

나. 사물인터넷 산업 13차 5개년 발전계획

중국정부는 2020년까지 국제적으로 경쟁력을 지닌 사물인터넷 산업의 체계 구축을 목표로 스마트 제조, 스마트 정보서비스를 포함한 사물인터넷 산업 규모를 1.5조 위안 이상으로 확대하며 산업발전에 적합한 표준체계를 구축하겠다는 취지의 사물인터넷 산업 13차 5개년 발전계획을 발표하였다.

동 계획에서는 사물인터넷의 응용과 관련하여 6개의 주요 시범사업을 제시하고 있으며 구체적으로 스마트 제조, 스마트 농업, 스마트 홈, 지능형 교통 및 텔레메틱스, 스마트 의료 및 건강양로, 스마트 에너지 절약과 환경 보호로 앞서 소개한 인터넷 플러스 정책의 중점분야와 대부분 중첩된다.

다. 빅데이터 산업 13차 5개년 발전계획

중국정부는 빅데이터 산업 13차 5개년 발전계획에서 2020년까지 우수한 기술과 광범위하게 응용이 가능한 능력을 갖춘 빅데이터 산업체계를 구축하고 빅데이터 관련 제품과 서비스를 통한 수입이 1조 위안을 넘어서는 것을 목표로 수립하고 있다. 아울러 선진국 수준의 빅데이터 핵심기업 10개와 빅데이터 응용 및 서비스 기업 500개를 육성하고 10~15개의 빅데이터 종합시험구를 건설할 계획이다.

이 과정에서 정부는 데이터의 개방과 공유를 위해 관련 제도를 보완함으로써 데이터의 공유와 유통을 촉진시키고 개방식 빅데이터 산업의 발전을 추진할 예정

이며 생태계의 발전을 위해 혁신성이 강한 빅데이터 핵심기업과 전문화된 데이터 서비스를 제공하는 중소형 기업이 빅데이터의 산업사슬을 구축하고 시스템을 만들어나가도록 장려할 계획이다. 뿐만 아니라 빅데이터 기업과 연구기관 간의 협력을 지원하며 데이터를 중심으로 한 과학연구 혁신모델을 수립할 계획이다.

제3장 해운산업 분야 4차 산업혁명 대응 정책동향

다양한 산업분야에서 4차 산업혁명이 진행되고 있으며 해운산업도 4차 산업혁명이라는 새로운 시대에 진입하였다. 단순히 화물을 운반하는 보수적이지자 자본·노동집약적인 산업에서 한 단계 진일보하여 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 블록체인, 인공지능(AI) 등을 활용하는 등 첨단 신기술을 활용하는 해운 주요국 간의 경쟁도 한층 더 심화되고 있다.

일본의 해운·조선업체 간 협력을 통한 자율운항 선박 개발, EU의 원거리 원격 조정 기술, 중국의 온라인 해운물류 플랫폼, 미국의 대형 LNG 액화플랜트 개발 등 각국은 해운산업 4차 산업혁명의 주도권을 잡기 위한 경쟁을 확대하고 있다. 4차 산업혁명 시대의 도래에도 불구하고 그간 상대적으로 해운산업은 뚜렷한 변화의 모습이 경미하였지만 전술한 첨단 신기술에 대한 집중·활용이 확대되면서 국가들 간의 경쟁은 앞으로도 한층 확대될 전망이다. 이 절에서는 해운 산업 부문 4차 산업혁명에 대응하는 주요국들의 정책사례를 소개한다.

제1절 일본

1. 자동운항선박

2017년 6월 8일 NYK는 조선업체, 국토교통성 등과의 협력을 통한 무인선박 개발 프로젝트를 발표하였다. NYK 등 해운회사와 조선업체의 협력을 통해 4차 산업혁명에 선제 대응하기 위한 목적으로 자동운항선을 공동 개발하는 프로젝트이다. 인공지능(AI)이 안전한 최단항로 등을 알려주는 자동운항 시스템을 구축하고, 2025년까지 신조하는 약 250척에 동 시스템을 탑재한다는 계획이다. 예산은 최소 수백억 엔(원화 약 수천억 원)의 개발 비용이 예상되는 데, 해운과

조선회사가 지식을 공유하고 상호 협력하는 프로세스를 통해 개발이 이루어지며 자동운항선 개발은 해운·조선업계 모두의 비용 절감으로 이어질 수 있을 것으로 전망된다.

자동운항선은 모든 사물이 인터넷에 연결되는 “IoT” 등을 사용하여 해상 기상과 운항 정보, 장애물 등의 데이터를 단시간 내에 수집·해석한다. 이러한 데이터 해석을 바탕으로 AI가 저연비의 안전한 최단 항로를 자동으로 찾아내게 된다. 또한 선박사고나 기기의 이상을 예측하고 해난 사고 회피 가능성을 제고할 수 있다. 장애에는 완전 무인 운항을 실현하여 연간 약 2,000건 발생했던 해난 사고를 절반 정도 줄이는 것을 목표로 한다.

재팬 마린 유나이티드(JMU, 본사 도쿄·미나토구) 등 일본 조선업체가 건조하는 신조 선박에 동 시스템을 탑재하는 등 앞으로 자동운항 시스템이 탑재된 250척을 건조할 계획이다. 해운과 조선회사가 제휴함으로써 세계적으로 수요가 확대되고 있는 자동운항선박 보급에서 주도권을 잡겠다는 것이다. 세계 선박 건조량 점유율이 계속적으로 줄어들고 있는 일본의 조선업은 자동운항선박으로 업황 개선을 도모하고자 한다. 자동운항선박 개발을 통해 세계 시장 건조량 점유율은 현재의 20%에서 30%로 상승할 것으로 전망하고 있다.

NYK는 이미 배의 충돌 위험 판단을 데이터로 가시화(可視化)하는 연구를 진행 중에 있으며, JMU는 엔진과 연료의 상태를 파악하고 고장의 전조를 진단하는 시스템 개발을 시작한 바 있다.

자동운전기술은 자동차 산업에서 최초로 기술 개발이 시작되었지만, 최근 들어 선박에서도 개발 경쟁이 시작되었다. 노르웨이는 자동운항선박의 실험을 위한 실증실험 해역을 지정·신설하였으며, 선박 엔진 제조업체인 영국 톨스로이스사는 무인 선박의 개발 계획을 발표한바 있다.

동 시스템 개발에는 선사뿐만 아니라 미쓰비시 중공업과 이마바리 조선 등 10개가 넘는 조선업체가 참여한다. 자동운항선박의 해운-조선 공동 개발과 관련된 세부계획은 국토교통성이 2017년 6월 발표한 아베 정권의 “일본 재흥(再興) 전략”에 포함되기도 하였다. 국토교통성은 자동운항 기술 개발을 위한 DB 제공 등에 대해 지속적인 지원을 제공할 예정으로 민·관이 제휴하여 개발 속도를 높이고 장기적으로는 일본 독자 기술이 국제 기준으로 표준화되는 것을 목표로 한다.

〈그림 3-1〉 자동운항 선박 건조 중 모습(이마바리 조선소, 2017.)



자료 : 마리나비 일본 해사신문, 2017. 7.

2. 자율형 크레인 개발

오시마 조선소의 자회사인 아이우라 기계(相浦機械)는 2017년 동사의 중장기 사업계획으로 무인운영이 가능한 자율크레인의 개발 계획을 발표하였다. 자율크레인은 사물인터넷(IoT)을 활용하는 원격 예방 진단 시스템 RCMS(Remote Condition Monitoring & Management System)를 선박에 탑재하고 이를 사물인터넷이 탑재된 크레인과 연계하여 인력의 필요 없이도 선박의 컨테이너를 원활하게 하역할 수 있도록 하는 항만 하역기이다.

크레인이 설치된 항만은 빠르게 늘어나고 있는데 현재 항만에는 크레인을 조작하는 인력이 필수적인 상황으로 자율크레인 도입 시 인력 감축을 통한 항만 사용료의 대폭적인 절감이 가능하다. 자율크레인의 유무가 해당 항만으로의 기항 여부를 결정하는 주요 요인이 되는 시대가 도래할 것이다.

아이우라 기계(相浦機械)는 현재 NYK와 협력하여 자율크레인의 운용 시험을 실시하고 있으며 2020년까지 상용화하는 것을 목표로 하고 있다.

〈그림 3-2〉 사물인터넷 설치 겐트리 크레인 사례(싱가포르, 2016.)



자료 : 마리나비 일본 해사신문, 2017. 7.

3. 차세대 선박관리 시스템 개발

MOL과 미즈이조선은 2017년 6월 23일 차세대형 선박관리 시스템을 공동 개발하기로 합의했다고 발표했다. MOL이 운항하는 선박에 미즈이조선의 데이터 수집 장치를 탑재하고 실제 해역에서의 실시간 운항 상황이나 기기 운항 상태 데이터를 축적, 인공지능(AI)을 활용한 다각적인 분석으로 해난사고나 기기고장의 방지를 도모하며 최적 운항을 실현하는 것이 목표이다.

또한 선박 자동 자율 운항 기술을 구축하여 안전하고 효율적인 해상 수송 시스템 구축을 목표로 한다. 4차 산업혁명 시대에 대응한 자율형 선박 관리 시스템 개발로 인력감축과 비용절감을 도모하고 이를 통해 일본 상선대의 경쟁력 강화를 추진한다는 계획이다.

최근 세계 선박 기술 연구에서는 “자동 자율 시스템”의 개발 분위기가 고조되고 있다. 기존에는 항행이 선원을 주축으로 이루어졌다면, 앞으로는 선원의 오감(五感)을 보완함으로써 선박 항행에 대해 적절한 판단을 내리기 위한 시스템

측면에서의 분석이 병행되면서 선박 운행의 안전 향상이 기대되고 있다.

양사의 이번 공동 개발 계획은 정보통신기술(ICT)을 최대한 활용할 계획이다. MOL 선박의 운항 관리 경험과 기술, 미츠이조선의 다양한 선박 건조 기술이나 정보 통신 시스템 구축에 관한 지식을 집결하게 된다.

향후 양사의 연구개발 프로세스는 “오픈 이노베이션”을 채용하여「해운-조선 상생」이라는 목적에 동참하고자 하는 주기관 및 발전기 제조업체 등도 참여하게 되며, 주 연구기관인 양사(MOL, 미츠이조선)는 해사 클러스터를 구축하여 관련 기술들을 적극적으로 개발할 계획에 있다. 즉, MOL과 미츠이조선을 축으로 해운·조선산업의 다양한 업체들의 참여가 이루어진다.

MOL은 2016년 11월 차세대 선박 관리 기술 개발 계획인 “선박 유신²⁶⁾(船舶維新) NEXT-MOL SMART SHIP PROJECT”를 발족하고, 무인 선박 관리를 통한 “고도 안전 운항”의 달성을 목표로 한 바 있다.

MOL과 미츠이조선은 2017년 중에 해운·항만·항공기술연구소 등과 연구 컨소시엄을 조성할 계획이다. 이를 통해 본격적으로 “무인 자율형 선박 관리 시스템의 기술 개발”을 추진하게 된다. 동 연구 컨소시엄을 통한 개발 프로젝트는 국토교통성의 2017년 “교통 운수 기술 개발 추진제도(交通運輸技術開發推進制度)” 연구과제 중 하나로 채택되어 고도로 자율화된 선박관리 시스템을 위한 기술을 개발하게 된다. 또한 자동 선박관리 기술의 중장기적 개발 로드맵을 제시할 예정이다.

4. IoT 등 신규 고급기술 보유 선원 육성

해운산업은 CSR(Corporate Social Responsibility, 기업의 사회적 책임)의 성향이 강하다. 해운산업은 “국가경제의 동맥 역할”을 수행한다고 볼 수 있는데 선원은 본인이 종사하는 해운산업이 사회 발전에 크나큰 기여를 하고 있다는 자긍심과 보람을 느껴야 할 것이다.

그러나 최근 들어 해운산업에 대한 젊은 세대의 관심과 직업 선택은 감소하고 있다. 아울러 해상인력, 즉 선원의 인력 부족 문제가 가시화되고 있다. 구체적으로 선원 구인난은 젊은 세대의 인구 감소와 기존 선원들의 고령화가 진행되고 있는 가운데 젊은 세대의 선원 직업 기피 경향이 높아지면서 심화되고 있다.

구인난 해소 방법으로는 과거 육체적 노동이 중시되었던 선원 업무의 내용을 IoT 등 고도의 기술력을 요구하는 전문적 노동으로 탈바꿈하여 선원 업무가 3D 직종이라는 인식을 해소하는 것이다. 선박 대형화에 따른 운항 측면에서의 안전성에 대한 요구가 증대하면서 높은 기술력과 안전 의식을 가진 선원들의 수요가 증가하고 있다.

외항해운업계에서는 아직까지 외국인 선원의 비율이 높지만, LNG(액화천연가스) 운반선이나 자동차 운반선 등 높은 기술력과 전문성을 요구하는 국적 선원 중심의 스페셜리스트 수요도 적지 않다. 이외 최근 선박에 도입된 사물 인터넷(IoT) 정보의 분석·활용 등 신기술을 다룰 수 있는 고급 기술을 보유한 선원의 수요도 확대되고 있다.

외항, 내항 모두 미래를 짊어질 인재의 육성은 매우 중요하다. 특히 외항 해운은 수출입 화물의 99% 이상의 수송을 담당하는 등 국가경제와 국민생활에 큰 역할을 해 왔는데 외항해운의 안정적 수송은 바로 선원에 달려 있다. 국가 안보 확립의 관점에서도 상당수의 베테랑 국적 선원을 확보하는 것이 중요하다고 판단된다.

특히 외항 해운 사업자들은 최근 들어 LNG 선박 등 고도의 기술력을 필요로 하는 인재 확보를 위해 LNG를 전문적으로 취급할 수 있는 선상 근무 직종의 채용을 시작했다. 앞으로 이처럼 고급 기술을 보유한 스페셜리스트 선원을 양성하는 선진적 활동을 확대할 필요가 있다.

또한 이후 장래의 선원 지망자 저변을 확대하는 것도 필요하다. 이를 위해서는 무엇보다 유소년 등의 젊은이들이 일찍이 해운업에 대해 긍정적인 인식을 가져야 하는데, 바다 축제 개최, 연습선의 일반 공개 및 체형 승선의 실시 등 바다의 매력 PR에 힘쓰고, “바다의 날” 행사 등을 활용하여 초·중학생을 비롯한 젊은 층을 타겟으로 바다에 대한 관심을 불러일으키기 위한 대치를 종합적으로 강구하고 더불어 외항 선원의 확보·육성에 계속적으로 노력해야 한다.

²⁶⁾ 유신(維新) : 일본의 관습적인 표현으로 정치상의 혁신이나 차세대적 도약을 의미함

국토교통성은 인문계 일반 고교 졸업자 중 선원 교육 기관을 졸업하지 않은 자를 대상으로 하는 기초 교육 훈련과 상선의 실전 훈련을 접목시킨 새로운 양성 제도를 개발하고 있어 향후 IoT 등 첨단기술에 능숙한 선원 공급을 지속적으로 추진하겠다는 계획이다.

과거 일본 전국 주요 공업계 고등학교(공고)에는 해운·조선 관련 학과가 약 20개 가까이 있었지만 현재 3곳으로 감소한 상태이다. 다행인 점은 최근 들어 해운·조선 관련 교육의 중요성이 재인식되며 2016년도에 에히메현 이마바리 공고, 2017년에는 카가와현의 다도쓰 고등학교에서 각각 해운·조선 관련 학과가 만들어졌다. 해상진흥연맹도 다른 지역에서도 이러한 해운·조선 관련 학과 개설이 진행될 수 있도록 학과 개설의 필요성을 적극적으로 전파하고 있다. 대학교에서는 해운·조선 관련 교원 부족 문제가 있는데, 해운·조선 전문가의 초빙을 통한 해운·조선 교육 체제의 유지·강화를 추진할 계획이다.

국토교통성은 IoT 기술 등 첨단 기술을 습득한 스페셜리스트의 양성을 추진하고 있으며, 이를 통해 다가 올 4차 산업혁명 시대에 대응하는 고급 해운 인력을 지속적으로 공급한다는 계획이다.

5. LNG 추진선박 관련 종합 대응

한·중·일 3개국 간 LNG 병커링 기지 구축 사업에 가장 앞서 있다고 평가받는 국가가 일본으로, 2015년 기준 일본에는 총 33개의 LNG 터미널이 존재하고 있으며 이들의 연간 LNG 생산능력은 2억 톤이다.

이러한 상황에서 일본 국토교통성은 2016년 하반기 이후 요코하마항을 LNG 병커링 거점으로 육성하기 위한 로드맵을 마련하고 사업을 추진하고 있다. 경제산업성(자원에너지청), 요코하마시 항만국, 국토교통성(항만국, 해사국, 해상보안청), 요코하마 가와사키국제항만(주), 도쿄가스주식회사, NYK 등 정부, 지자체, 항만공사, 민간사업자 등 다양한 주체가 2016년 6월부터 2017년 1분기까지 총 7차례의 검토회의를 거쳐 로드맵을 수립하는 등 일본의 요코하마항 LNG 병커링 거점 육성 사업은 상당히 구체적이고 체계적으로 진행되고 있다.

요코하마항 LNG 병커링 거점 육성 로드맵은 총 3단계로 구성되어 있으며, 각 단계별로 LNG 병커링 운영방안을 구체적으로 제시하고 있다. 1단계는 2020년까지의 계획으로, 현재 수행 중인 탱크로리부터 LNG 추진 선박에 보다 효율적으로 병커링을 실시하기 위한 Truck to Ship 방식의 병커링 운영 효율화를 목표로 하고 있다. 2단계는 2020년 이후 LNG 병커링 인프라가 구축된 기지들을 거점으로 LNG 병커링 선박을 도입, 컨테이너선 및 크루즈선 등 대형선박에 병커링을 위한 Ship to Ship 병커링 운영 방식의 도입을 목표로 하고 있다. 현재 약 60억 엔(원화 약 660억 원)의 사업비 투자가 예정되어 있는 상태이다.

3단계 로드맵에서는 LNG 병커링 수요 확대 시 요코하마항 내의 LNG 기지로서의 병커링 체제 강화를 목표로 하고 있으며, 총사업비는 약 100억 엔(원화 약 1,100억 원)으로 예상되고 있다. 요코하마항 인근에는 다수의 LNG 인수기지가 입지, 기존 시설 활용이 가능하여 추가적인 병커링 인프라의 구축이 불필요하다는 이점을 보유하고 있다.

〈그림 3-3〉 요코하마 LNG 탱크로리 모습(2017.)



자료 : 요코하마시 항만국

6. 4차 산업혁명 관련 기술에 대한 국제 규범(International Rule) 주도

IMO가 자동운항선박의 안전성에 관한 검토를 개시한 상태이다. 일본 등 세계 각국에서 정보 통신 기술(ICT)을 활용한 자동운항선의 실용화를 위한 움직임이 활발해지고 있는 가운데 일본은 IMO로의 선제 대응을 통해 안전 기준 제정에 주도적인 역할을 수행한다는 계획이다.

이를 위해 국제 규범을 수립하고 자동 운항 선박의 보급을 위한 안전에 관련된 룰(rule) 만들기를 진행할 예정이다. 국토교통부 해사국과 해상 보안청은 2017년 6월 20일, 6월 6일부터 6월 16일 영국 런던의 IMO 본부에서 열린 제98회 해상 안전 위원회의 심의 결과를 발표하면서 자동운항선박의 안전에 관한 검토 개시를 결정했다고 밝혔다.

현재 안전에 관한 IMO의 국제 규범은 자동운항선을 염두에 두지 않고 있다. 그렇지만 안전과 관련된 룰이 없이 자동운항선들이 운항하는 것은 불가능하므로, 금번 제98회 해상안전위원회에서는 일본, 영국, 노르웨이 등 9개국이 현행 규범의 개정 필요성 및 자동운항선을 위해 새로 추가가 필요한 조항 등을 제시하였다. 금번 제시된 제안들은 2018년 5월 제99회 위원회에서 구체적인 검토를 시작할 예정이다.

국토교통성은 선박의 개발·제작부터 운항에 이르기까지 모든 국면(phase)에 사물인터넷(IoT)과 빅데이터 등의 ICT를 도입하고 조선·해운 경쟁력 향상을 위한 해사 생산성 혁명 “i-Shipping”을 추진, 자동운항선을 에너지 절약 등에 있어 새로운 경쟁력의 원천으로 규정하고 있다.

국토교통성이 2017년 6월 9일에 발표한 “미래 투자 전략 2017”에서도 일본 해사 클러스터(해운업체, 조선업체 등)에 축적된 지식과 노하우를 바탕으로 국제 규범의 제정을 주도할 입장임을 공지하였다.

〈표 3-1〉 일본의 4차 산업혁명 주요 추진상황

주요항목	추진내용	비고
자동운항선박	- IoT, AI 등을 활용하고 해운-조선산업이 협력하여 자동운항선박 개발	- 선박운항 비용 절감 - 해난 사고 회피 - 선박 고장의 전조를 진단 - 세계 선박건조시장 점유율 확대 - 일본 독자기술의 국제표준화
자율형 크레인	- IoT 활용한 무인 항만 하역기 개발	- 인력 감축을 통한 항만사용료의 대폭 절감
차세대 선박관리 시스템	- ICT, AI 등을 활용한 무인형 선박 관리 기술 개발	- 인력 감축을 통한 비용절감 - 상시 선박관리 시스템 구축을 통한 선박 운항 효율성 제고
IoT 등 고급기술 보유 선원 육성	- IoT 등 4차 산업혁명에 대한 최신 기술을 확보한 스페셜리스트 선원 양성	- 해운·조선업 교육 체제의 유지·강화 - 선원 생산성 제고 - 4차 산업혁명 관련 기술의 지속가능한 발전 추진
LNG 추진선 인프라 개발	- LNG 추진선 및 LNG 벙커링 인프라 개발을 통한 해운산업의 고효율 친환경 환경 구축	- IMO 등 국제해사기구의 국제규범 준수 - 친환경 비즈니스 환경 구축을 통한 사회적 책임(CSR) 완수
4차 산업혁명 관련 국제규범 제정 참여	- 현재 미수립 상태인 자동운항 선박 관련 국제규범 제정 시 적극적 참여	- 자동운항 선박 등 해운산업 4차 산업혁명과 관련된 국제를 만들기에 주도적으로 참여하여 자국 해운산업의 지속적 성장을 추진

자료 : KMI 정리, 2017.

제2절 중국/대만

1. 온라인 해운물류 플랫폼 구축

1) 온라인 선복예약 서비스

2017년 들어 세계 3대 선사인 CMA-CGM은 중국의 물류서비스 플랫폼 YunQuNa와 정식으로 협약을 체결하여 화주가 직접 온라인으로 선복을 예약할 수 있는 서비스를 제공하기로 결정하였다. 세계 1위 선사인 머스크는 지난 2017년 2월부터 YunQuNa를 통해 온라인 선복예약 서비스를 제공하고 있다.

CMA-CGM과 YunQuNa가 체결한 이번 협약내용에 따라 서비스가 적용되는 항로는 유럽항로 6개와 지중해 항로 4개로 스페인, 이탈리아, 영국, 프랑스, 독일 등 유럽과 지중해 지역의 주요 항만을 포함한다. 향후 화주의 수요에 따라 서비스가 적용되는 항로는 확대될 가능성이 있다.

YunQuNa와 선사가 공동으로 제공하는 온라인 선복예약 서비스는 항공권예약 서비스와 유사한 특성을 지니고 있다. 화주는 온라인 플랫폼을 통해 온라인으로 선사가 제공하는 합리적인 가격과 일정에 따라 화물 수송을 진행할 수 있으며 윈스톱 국제물류 서비스를 향유할 수 있다. 선사는 플랫폼을 통해 수집된 정보를 바탕으로 화주의 수요를 직접적이고 빠르게 파악할 수 있으며 선복 조정과 비용 절감에 활용할 수 있다.

화주의 온라인 선복예약은 곧바로 선사의 시스템에 연결되기 때문에 화주가 온라인으로 주문서를 작성한 후 30분 정도가 지나면 선복예약이 완료된다. 뿐만 아니라 화주는 YunQuNa를 통해 트레일러 사용, 세관신고, 창고 내 포장 등의 서비스 또한 추가로 이용할 수 있다.

YunQuNa의 CEO인 저우스하오(周诗豪)는 현재 YunQuNa가 여러 선사와 온라인 선복예약 서비스를 위한 논의를 진행 중에 있으며 연말에 더 많은 선사가 YunQuNa와 협력하여 화주에게 온라인 선복예약 서비스를 제공하게 될 것이라고 전했다.

올해 초부터 해운산업과 인터넷의 결합 추세는 더욱 활발해지고 있다. 머스크는 블록체인기술 도입을 통해 문서작업을 개선하고 있으며 Flexport, Xenta 등의 새로운 해운 전자플랫폼들도 자금유치에 성공하며 중요한 스타트업 기업으로 성장하고 있다.

2) 온라인 연계 비즈니스 모델 확대

중국의 교통운수부 과학연구원과 상해자유무역구 관리위원회 투자주이 관리국은 공동으로 '2017 중국 항운인터넷산업 발전보고(2017中国航运互联网产业发展报告, 이하 발전보고)'를 발표하여 중국의 해운업과 인터넷이 결합된 산업의 발전 현황을 분석하고 향후 발전 전망에 관해 소개하였다.

2017 중국 항운인터넷산업 발전보고에서는 중국의 해운 온라인플랫폼은 이미 200개 이상임을 명시하고 있다. 발전보고서에 따르면 중국 전역에서 해운 관련분야와 인터넷이 결합된 사업을 영위하는 기업은 이미 200곳을 초과하였으며 주요 유형으로는 ① 윈취나(运去哪), 알리바바이다통(阿里巴巴一达通)으로 대표되는 해운서비스 온라인 플랫폼 유형, ② OlymTech(奥林匹克大掌柜)와 같이 물류관리 소프트웨어를 제공하는 정보시스템 유형, ③ 선박의 항해위치, 화물 추적 등 화물과 관련된 해운데이터 플랫폼 유형 등이 있다.

현재 해운산업과 온라인의 연계는 컨테이너 해운산업 부문에서 활발히 추진되고 있으나 해운과 관련된 통관, 하역 등 세분화된 영역과 내항운송, 벌크운송 등의 방면에서도 관련 플랫폼과 기업이 출현하고 있다.

현재 해운선사는 전자상거래 플랫폼과의 협력을 확대하고 있으며 기존의 여러 과정을 거치는 유통구조와 대리점 중심의 비즈니스 모델은 변화하고 있다. 2016년 말 머스크는 Alibaba와 온라인 선복예약 시스템인 창웨이바오(舱位宝)를 출시하였으며 이 시스템을 통해 화주는 직접 선복예약을 진행할 수 있다.

해운분야의 전자상거래 플랫폼은 중립의 위치에 있는 제3자로 수출입 기업의 발전을 촉진하고 화주와 포워드, 포워드와 포워드 간의 신속하고 투명한 거래가 가능하도록 할 수 있다. 또한 전자상거래의 근본적인 목적은 거래가격과 행위를 더욱 투명하게 하는 것이므로 매매 쌍방은 이에 상응하는 신용계약과 보장의 메커니즘이 필요하다. 현재 일부 해운 온라인 플랫폼은 일반 전자상거래에 적용되는 신용평가기능을 도입하고 있다.

3) 대만 에버그린 전자상거래 플랫폼

대만 에버그린이 중국 알리바바와 제휴 협정을 체결했는데, 대만-중국 기업간의 MOU 체결은 매우 이례적인 사건으로 평가된다.

대만선사 에버그린은 2017년 6월 21일, 중국을 거점으로 전 세계에서 전자상거래(EC) 사업을 전개하는 알리바바와 제휴하고, 알리바바가 판매하는 상품을 대상으로 해상 운송 온라인 예약 서비스를 제공한다고 밝혔다.

알리바바 닷컴 사이트에서 물건을 구입한 구매고객은 일반적으로 운송방법(트럭킹, 항공운송, 해상운송 등)을 자유롭게 선택할 수 있는데, 이때 해상운송을 선택한 고객의 경우 에버그린이 해당 물품의 운송을 담당하게 된다. 우선은 중국의 구매고객을 대상으로 서비스를 제공하고 이후 전 세계로 배송지를 확대할 계획이다.

구매 고객이 일단 부킹을 완료하면 이후 운임 시세가 변동하더라도 부킹 완료 시점에서의 운임으로 요율이 고정된다. 이로써 알리바바측은 운임 지출액을 고정함으로써 물류비 관리가 한층 더 쉬워지고 에버그린이라는 세계적 선사와의 제휴를 통해 보다 안정적인 운송 체계를 구축할 수 있게 되었다.

또한 알리바바측은 그간 수송수배, 통관절차 등 무역 업무에 상대적으로 경험이 적다 보니 운송 부문에서 취약점이 발생하곤 했는데, 금번 MOU 체결을 통해 선진 운송 시스템 노하우를 체득할 수 있는 기회를 가지게 됐다는 평가가 지배적이다.

대만과의 교류를 강력하게 통제해 왔던 중국 정부이지만, 금번 알리바바의 에버그린과의 MOU 체결은 사실상 중국 정부가 눈을 감아 주었기에 가능했다는 것이 중론이다. 중국 최대이자 전 세계적으로도 No.1 수준의 전자상거래 매출 규모를 기록하는 알리바바의 운송시스템 강화로 자국 기업의 물류 경쟁력을 한층 강화하고자 하는 시진핑 정권의 의중이 반영되었다는 것이다.

2. 자동화 컨테이너 터미널

상해국제해운중심 양산 심수항의 4기 터미널은 설비 설치와 성능시험 단계에 들어섰으며 2017년 12월 10일에 개장할 예정이며, 전 세계 최대 규모의 자동

화 컨테이너 터미널이 될 것이다. 초기 연간 화물처리능력은 400만 TEU로 설계되었으며 추후 630만 TEU로 확대될 계획으로 여러 척의 대형 컨테이너 선박이 동시에 접안할 수 있다.

홍콩경제일보의 2017년 8월 14일 분석에 따르면, 기존의 터미널과 달리 양산 심수항의 4기 터미널은 중국 최초로 자동화 설비와 제어시스템을 도입하여 컨테이너의 무인자동화 하역과 운송을 실시할 계획이다. 이러한 자동화시스템을 통해 양산심수항은 시간당 25개의 컨테이너를 처리할 수 있을 것으로 기대된다.

양산심수항 4기 터미널은 총 면적 223만 km^2 , 안벽길이 2,350m로 건설되고 7만 톤 급의 선석 2개와 5만 톤 급의 선석 5개로 구성된다. 양산심수항 4기 터미널 공사의 핵심기술은 중국의 자주적인 연구개발을 통해 확보한 것으로 중국의 컨테이너 터미널 건설은 향후 선진적인 수준으로 발전할 것으로 기대된다.

자동화 컨테이너 터미널은 4차 산업혁명의 핵심 기술인 IoT 사물인터넷 기술을 활용하여 추진되며, 구체적으로 광대역 인터넷을 활용한 무인 시스템 또는 준무인 시스템 구축을 통한 인력 절감과 체선시간 절감을 추진하고 있다.

3. 선박금융 기술의 고도화

중국의 정책금융기관인 중국수출입은행은 조선업과 해운업에 대한 금융지원을 확대하고 있으며 2017년 6월 초까지 직접대출과 신용공여를 포함해 총 7,300억 위안(120.9조 원) 이상의 금융지원을 실시했다. 구체적으로 살펴보면, 2017년 6월까지 중국수출입은행이 대출을 통해 금융지원을 실시한 선박과 해양플랜트는 총 8,399척으로 누적 대출액은 5,000억 위안(82.8조 원)에 달한다. 중국수출입은행의 적극적인 금융지원은 중국 조선소가 선박 및 해양플랜트를 건조하고 수출하는 데 많은 도움을 주고 있으며 해운기업의 선박 확보에도 크게 기여하고 있다.

뿐만 아니라 2017년 3월말까지 중국 전역에 개설된 금융리스회사는 총 60곳으로 이 중 23곳이 선박금융 업무를 취급하고 있다. 중국 금융리스업체가 보유한 선박은 총 989척이며 상환액을 제외한 선박리스자산의 잔액은 1,139억 위안(18.9조 원)으로 중국 해운업과 조선업의 혁신과 업그레이드를 뒷받침하고 있다.

중국 공상은행의 자회사인 ICBC Leasing은 중국 조선소에서 건조된 선박 70척의 수출에 150억 위안(2.5조 원)의 자금공여를 실시했다.

텐진(天津) 자유무역지구 내의 동장(东疆)보세지구는 국가에서 지정한 리스사업 시범지역으로 여러 가지 제도 개선을 통해 선박리스업의 확대와 발전을 촉진하고 있으며, 중국 조선소에서 제작된 선박과 해양플랜트의 해외수출을 지원하고 있다.

최근에는 중국 신탁회사가 선박금융에 참여하기 시작했으며, 2016년 6월에 중국민생신탁유한회사(中国民生信托有限公司)가 정식으로 선박펀드부서를 신설하여 중국의 68개 신탁회사 중 최초로 해운분야의 업무를 개시하였다. 중국민생신탁유한회사는 2017년 6월까지 초대형 벌크선 9척의 리스사업을 완료하였으며 현재 건조 중인 100만 DWT의 선박 12척에 대해 투자와 리스사업을 진행하고 있다.

이처럼 중국은 해사금융의 다양한 주체와 규모의 확대를 통해 중국의 해운업과 조선업은 혁신과 업그레이드를 추진하고 있다. 특히 빅데이터와 IoT 사물인터넷 기술들을 개발하는 해운업계에 대한 심사기준을 대폭 완화시키고 4차 산업혁명에 참여하는 해운기업들에 30년 이상의 초장기 공여자금을 저리로 제공하고 있다.

4. 4차 산업혁명에 대응하는 고급해운인력 양성

지난 몇 년간 중국 해운업은 괄목한 성장을 이뤄냈으며 2016년 기준 전 세계 10대 항만 중 3위, 9위, 10위를 제외한 7개 항만이 모두 중국에 입지해 있다. 중국의 대표적인 해운기업인 중국원양해운그룹(CCSC)과 중국초상국그룹(China Merchant Group)은 해운 및 연관 산업에서 선도적인 위치에 있으며 전 세계 해운시장 측면에서도 중국은 발전 가능성이 큰 지역이다.

2013년 상해자유무역시험구 설립과 네거티브 제도 도입을 바탕으로 국제해운기업이 중국시장으로 진입하기 시작했다. 국제해운업의 발전에 유리한 제도와 인프라를 점진적으로 갖춰 가면서 중국의 국제해운업은 그동안 많은 발전을 이룩했으나 여전히 전문성과 국제성을 갖춘 고급 해운인력의 양성은 부족한 실정이다.

해운업의 발전과 함께 선박대리업, 선박중개업, 선박관리업 등의 분야 역시 업무가 증가하고 있으며 이 분야의 발전을 위해 전문 인력의 양성이 시급하다.

중국 상하이시는 상하이 해운 및 금융산업기지(MFEC)와 푸둥지역에 위치한 해운서비스 사무실 등을 통해 해외 고급인재 유치와 국내 해운인력 양성을 위한 움직임을 확대하고 있다. 해운과 금융업이 발달한 상해의 이점을 살려 상해는 싱가포르 해양항만청(MPA)과 홍콩 항운발전국(MIC)이 고급 해운인재를 지원하기 위해 실시하고 있는 정책을 벤치마킹하고 있다. 먼저 고급해운인재를 위한 재정적 지원을 강화하고 인재가 부족한 해운산업의 세부부문에 대한 인재유치를 증점적으로 강화하며 중국 본토 인력의 국제화 수준을 향상시키기 위해 노력하고 있다. 뿐만 아니라 고급인력 양성부문에서 국제해운기구와의 협력을 통한 시범사업을 발굴하고 있다.

상하이에 위치한 푸둥신구항운반(浦东新区航运办)은 영국의 선박중개인 관련 교육기관인 ICS(Institute of Chartered Shipbrokers)와 2010년부터 국제 해운인재 간담회와 해운비즈니스 훈련활동을 수차례 실시해 왔다. 뿐만 아니라 쌍방의 전략협약에 따라 푸둥신구해운반은 ICS의 공인된 교육모델에 따라 고급해운비즈니스 관리 계열의 훈련 사업을 추진하고 고급 해운인재의 해운서비스 수준을 향상시키기 위해 노력하고 있다.

2016년 초에는 교통운수부 직업자격센터와 ICS 및 푸둥신구해운반 3개 기관이 공동으로 '중국-영국 고급 해운인재 양성협력' 협약을 체결하고 ICS와 푸둥신구해운반의 복수인증제 시범사업을 상해자유무역시험구에서 시작했다. ICS는 교통운수부와 해운인재 평가체계에 관한 협력도 추진하고 있다.

5. LNG 추진선박 관련 종합 대응

2016년 기준 중국에 6개소의 LNG 병커링 인프라가 개발되었으며 이 중 5개소는 이미 운영 중에 있다. LNG 병커링 인프라는 대부분 장강, 시강 등 내륙수운용이며 닝보(저우산)항에는 외항선을 대상으로 하는 LNG 병커링 인프라가 개발 진행 중에 있으며 2018년부터 LNG 병커링 사업이 추진될 예정이다.

중국의 선박 배출가스 기준관련 연구를 수행하는 기관인 WTI(China Waterborne Transport Research Institute)는 2015년 기준 중국 양쯔강에 40여 척의 LNG 추진선이 운항하고 있는 것으로 추정하고 있으며, 30척의 개조 선박과 14척의 신조 선박으로 구성되어 있는 것으로 파악하고 있다. 중국 교통운수부에서는 2015년 9월 말 기준 중국에서 710척의 LNG 추진선을 승인했으며, 이 중 530척이 순수(이원연료주입이 아닌) LNG 추진선이다. 또한 60척 이상의 LNG 추진선이 추가 건조 중에 있으며, 따라서 가까운 시일 내에 1,000여 척의 LNG 추진선이 개조 또는 신조를 통해 운항될 것으로 예상된다.

〈표 3-2〉 중국의 4차 산업혁명 주요 추진상황

주요항목	추진내용	비고
온라인 선박 예약 서비스	- 브로커를 거치지 않고 화주가 구축된 온라인 웹사이트에 직접 선박예약(항공권 예약서비스와 유사)	- 브로커 수수료 미지급을 통한 비용절감 - 증빙 관리의 효율화(문서직업 개선) - 선박 수배에 소요되는 시간의 대폭적인 절감
온라인 연계 비즈니스 모델 확대	- 해운서비스 온라인플랫폼, 물류관리플랫폼, 선박 및 화물 위치추적 온라인 시스템 등 온라인 연계 비즈니스 모델 확대	- 거래가격과 거래행위의 투명성 제고를 통한 공정거래 촉진 - 실물거래의 전자상거래 대체를 통한 비용 절감
자동화 컨테이너 터미널	- ICT, AI 등을 활용한 자동화 컨테이너 터미널	- 인력 감축을 통한 비용절감 - 체선시간 감소를 통한 항만 적시성 제고
선박금융 기술의 고도화	- 국책은행 중심의 금융지원 확대 및 고도의 신규 금융 파생상품 개발	- 자금 조달소 발주 비중 확대 및 자국 해운기업의 선박확보 기여 - 풍부한 유동성 자금 확보를 통한 해운·조선업의 4차 산업혁명 관련 기술 개발 활성화
4차 산업혁명 대응 고급해운인력 양성	- 중국 공인 교육모델에 따라 4차 산업혁명 기술에 숙련된 고급 해운인력 양성	- 해운·조선업 교육 체제의 유지·강화 - 해운·조선업 관련 고급해운인력 양성 및 전문인재들의 생산성 제고 - 4차 산업혁명 관련 기술의 지속가능한 발전 추진
LNG 추진선 인프라 개발	- LNG 추진선 및 LNG 벙커링 인프라 개발을 통한 해운산업의 고효율 친환경 환경 구축	- IMO 등 국제해사기구의 국제규범 준수 - 친환경 비즈니스 환경 구축을 통한 사회적 책임(CSR) 완수

자료 : KMI 정리, 2017.

제3절 EU/구미

1. 블록체인 등을 활용한 종합 운송 플랫폼 개발

드론(소형무인기)이나 자동운전트럭 배송에 이어 바다에서도 디지털화·자동화의 4차 산업 물결이 확대되고 있다. 항공에서는 이미 미국 아마존 닷컴과 도이치 포스트 등이 드론을 통한 소형 화물 배송을 개시하였다. 육지에서는 독일 다임러 등 유럽 상용차 제조업체들이 자동 운전 트럭 개발을 진행 중에 있다.

동 자동운항선박 분야에서 가장 적극적인 움직임을 보이는 업체는 바로 컨테이너 해운업 선두인 머스크 그룹으로 4차 산업혁명에 대비하기 위해 IT산업 등 이미 타업종과의 제휴를 시작하였다.

머스크는 2017년 3월 미국 IBM과의 “블록체인” 기술 제휴 계획을 발표하였다. 블록체인은 가상 화폐 비트 코인을 지탱하는 대장 기술로서 알려진 데이터 센터에서 집중 관리가 이루어지는 시스템으로, 선박 운용비용을 줄이면서 동시에 화물 이동경로의 실시간 파악 등을 통해 보안성도 제고할 수 있는 기술이다.

머스크가 주시하는 것이 바로 컨테이너를 중심으로 하는 사물인터넷(IoT)이다. 세계 각지의 컨테이너의 데이터를 블록체인을 사용하여 운용하게 된다. 블록체인 사용으로 혼잡 대형 항만이나 세관 당국에서의 절차를 간소하게 할 수 있을 뿐 아니라 운송 시 오류의 감소 및 공급체인 전체 차원에서의 효율성 제고도 가능하다. 머스크는 우선 전기·전자 제조 대기업인 슈나이더 일렉트릭사의 제품을 실은 컨테이너를 대상으로 블록체인 기술을 실증할 계획이다.

컨테이너를 축으로 데이터를 연결하고자 하는 머스크의 다음 동업 상대는 “땅과 하늘”, 즉 미국 페덱스, 미국 UPS 등의 국제 물류 기업이다. 머스크는 디지털화로 바다와 육지, 하늘이 연결되는 시대가 곧 도래할 것이라고 전망하고 선박을 축으로 항공운송과 트럭운송 등을 연결하는 “플랫폼” 운영 강화를 추진 중에 있다.

이의 머스크는 종합 운송 플랫폼 개발을 위해 IT 기업과의 협력체계 강화도 추진 중에 있다. 유럽 최대 소프트웨어 제작개발사인 독일 SAP사와의 협력 강화를 통해 2017년 1분기부터 머스크는 정례적으로 물류 분야에 있어 IT 관련 조언을 받고 있다.

머스크의 향후 계획은 해운업체 등 해운업 내 기존 동업자들 간의 기술 협력에 그치지 않고, IoT 산업, 조선업체 등과의 협력을 통해 해운업계의 테두리를 넘어 물류 데이터 산업이라는 새로운 산업을 창출하는 것이다.

2. 전기자율주행 컨테이너 선박

노르웨이의 야라(Yara)라는 비료 제조사는 현재 전기자율주행 컨테이너 선박을 건조 중에 있다. 2020년 개발을 목표로 건조 중에 있는 동 선박은 비르셀란(Birkeland)이라는 이름을 가진 전기자율주행 컨테이너 선박으로 계획대로 2020년 준공될 경우 세계 최초의 전기자율주행 컨테이너 선박이 된다.

동 선박은 완전히 전기로만 운행되며 개발 동기는 환경오염 물질 배출 저감이다. 야라는 생산된 화학제품 및 비료를 제조공장이 있는 포르스그룬(Porsgrunn)으로부터 항만이 있는 브레비크(Brevik)까지 운송하기 위해 트럭킹(trucking) 방법을 사용하고 있는데 이를 위해 연간 트럭 약 4만 대를 사용하고 있다. 야라는 브레비크 항만에서 전 세계의 고객에게 제품을 운송하는데 이 때 발생하는 문제점은 트럭 4만 대가 운항되면서 발생하는 대기오염과 소음이 주민들에게 피해를 준다는 것이다.

야라는 주민들에게 끼치는 이러한 피해를 줄이기 위해 선박전자공학 및 연안 전자공학 제공업체인 콩스베르그(Kongsberg)와 함께 전기 선박을 개발하고자 한다. 배터리로 운영되는 자율 주행 컨테이너 선박을 통해 도로 운송이 아닌 해상으로 운송될 수 있다면 소음, 질소화합물, 이산화탄소 등 다양한 환경오염물질 배출량이 감소될 수 있다.

〈그림 3-4〉 전기자율주행 컨테이너 선박 조감도



자료 : Bundesvereinigung Logistik(독일연방물류협회)

3. 원거리 원격 조정 기술 개발

2017년 7월 롤스로이스와 글로벌 예인선 업체인 스비치가 최근 덴마크 수도 코펜하겐에서 세계 최초 원격조종 상선인 '스비처 허모드'의 시범운항을 실시하였으며 동 선박은 원격조종을 통해 안정적으로 운항되었다.

동 시범운항에서는 28미터 길이의 예인선이 선장이 육지에서 조종하는 가운데 코펜하겐 항만에서 실험을 실시하였다. 육상 스비처 본부에서 원격조종으로 안벽을 따라 선박을 정박시키고 다시 이동시킨 다음 360도 돌아서 다시 안벽으로 돌아오는 동선의 실험이었다.

로버트 알란 선박 디자인에서 제작한 스비처 허모드호는 2016년 터키 산마르조선소에서 건조되었다. 성공적인 무인 조정 운항을 통해 향후 4차 산업혁명의 확산 시 해상직 선원의 감소와 이에 대한 육상직 선원의 대체 확대가 예상된다.

〈그림 3-5〉 세계 최초 원격조종 상선 '스비처 허모드' 호 및 원격조정 조감도



자료 : 롤스로이스

4. LNG 추진선박 관련 종합 대응

현재 전 세계 항로에서는 황 함유량 3.5% 이하 연료유를 사용하도록 규제하고 있다. IMO는 2020년부터 황 함유량 0.5% 이하 연료유를 사용하는 것으로 규제할 계획이며, 이외에도 질소산화물(NOx) 배출규제에 있어서도 기준이 점차적으로 강화되고 있고 배출통제구역을 2016년부터 이미 시행 중인 북미지역에서 발틱해와 북해까지 확대 적용(2021.1.1.)하기로 결정하는 등 규제 범위도 광역화되고 있다.

이러한 규제 범위 확대에 대응하기 위한 선사들의 시책 중의 하나가 바로 LNG 추진선 도입이다. Maersk 라인, CMA-CGM 등 EU/구미 권역 주요 선사들은 컨테이너 선종을 대상으로 LNG 추진선을 발주하고 있으며 또한 자동차 운반선, 크루즈선 등 컨테이너선 외의 선종에서도 LNG 추진선이 출현하고 있다.

기술적으로 LNG 추진 시스템은 현재 모든 규모의 모든 선종의 선박에 적용이 가능한, 즉 상용화 단계에 있다. 상용화 단계가 가장 발달된 국가들 역시 EU 소속 국가들로 덴마크, 노르웨이, 스웨덴 등 북유럽 국가에서는 연안 페리선과 같은 소형 선박에 LNG 추진 시스템이 적용되어 사용 중이며, 1만 TEU급 이상의 대형선박에도 적용 가능한 시스템 또한 개발되어 현재 상용화 단계에 있다.

독일 선급협회 DNV-GL의 보고에 따르면, 2015년 5월 기준 전 세계에 운항되는 LNG 추진선은 총 63척으로 그 중 81%를 노르웨이가 보유, 압도적인 비중을 차지하고 있으며 그 뒤를 EU(11%), 아시아태평양지역(5%) 등이 따르고 있다. 2015년 5월 기준 건조 중인 LNG 추진 선박은 컨테이너선(18척), 카페리(13척), 가스운반선(12척)을 포함 총 80척이며, 그 중 26척이 2015년에, 33척이 2016년에 인도되었으며 올해 2017년 17척, 내년 2018년 4척이 각각 인도될 예정이다.

로이드선급(2012)은 2012~2025년 누계 LNG 추진선 신조 척수를 653(기본)~1,962(긍정)척으로 전망했으며, 긍정적인 시나리오 1,962척에 따르면 벌크선 890척, 원유운반선 466척, 컨테이너선 277척이 신조될 것으로 예측되었다.

5. 대형 LNG 액화플랜트 건설 사례

미국의 LNG 생산업체인 Tellurian社は 2017년 6월 휴스턴 본사에서 진행된 중장기 경영계획 발표에서 건설 중인 액화플랜트의 2022년 말 출하 개시를 목표로 하고 있다고 밝혔다. 또한 동사가 추진 중인 “Driftwood²⁷⁾ LNG” 계획에서는 최대 50척의 LNG선박이 필요할 것으로 추정된다는 전망도 함께 발표하였다. Tellurian社は 주요 선사들로부터 선박을 수배하여 DES(착선 인도분) 조건으로 생산된 LNG를 수출할 예정에 있다. 용선기간은 단기 용선으로 시황 변동에 따른 리스크를 억제한다는 계획도 밝혔다.

Tellurian社の Driftwood LNG 계획은 연간 2,600만 톤의 생산이 가능한 LNG 액화 플랜트를 루이지애나주 레이크 찰스 근교에 건설 예정으로, 현재 기본 설계(FEED)를 완료하고 2022년 말 출하 개시를 목표로 한다. 2025년 Capa. 풀생산을 계획하고 있다. 또한 동사는 지표 연동이 주류인 LNG 시장에서 이례적으로 “고정 가격”으로 판매하려는 계획을 가지고 있다. DES(착선 인도분) 기준 장래 5년(23-28년)간의 고정 가격을 제시했으며, 이 회사는 아시아까지의 장거리 수송을 감안하더라도 비용 측면에서 우위성이 있는 것으로 판단했다.

동사 LNG는 현재 세계적으로 공급 과잉 경향이 있으나, 이로 인한 LNG 가스 가격 하락이 오히려 세계의 수요를 촉진하여 시장은 2021년까지 건전한 균형을 되찾을 것으로 기대하였다. 2022년 대형 LNG 액화플랜트 건설을 통한 Driftwood 가동은 아주 적절한 타이밍이라는 것이다.

〈표 3-3〉 EU/구미의 4차 산업혁명 주요 추진상황

주요항목	추진내용	비고
전기자율주행 컨테이너 선박	- 완전히 전기로만 운행되는 무인 자율주행 선박 개발	- 대기오염, 소음 등의 절감 - 인력 감축을 통한 비용절감
블록체인 기술 등을 활용한 종합운송플랫폼	- 블록체인 기술 등을 활용한 화물위치 추적 및 선박 운항	- 선박 운용비용 절감 - 화물 이동경로의 실시간 파악을 통한 보안성 제고 - 선박 체선시간 감소

²⁷⁾ Driftwood: 생산업체가 제품을 수요처에게 인도까지 하는 형태의 무역으로, 생산업체는 용선을 통해 물건을 운송한다.

주요항목	추진내용	비고
원거리 원격 조정 기술 개발	- 육상에서의 원격 조정을 통한 선박 운항 추진 및 관련 기술 개발	- 인력 감축을 통한 비용절감 - 육상직 선원의 대체 확대
LNG 추진선 인프라 개발	- LNG 추진선 및 LNG 버커링 인프라 개발을 통한 해운산업의 고효율 친환경 환경 구축	- IMO 등 국제해사기구의 국제규범 준수 - 친환경 비즈니스 환경 구축을 통한 사회적 책임(CSR) 완수
대형 LNG 액화플랜트 건설	- LNG 추진선 확대에 선제 대응하기 위한 대형 LNG 액화플랜트 건설	- 가격 우위성 확보를 통한 LNG 버커링 거점 구축 - 친환경 선박연료유 LNG의 글로벌 차원 보급 확대에 기여

자료 : KMI 정리, 2017.

제4절 한국

1. 자동운항선박²⁸⁾

무인시스템 기술이 발전하고 해상운항 안전에 대한 기준이 강화되면서 자동운항선박의 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 다만 현재 글로벌 해운산업에서 4차 산업혁명을 활용한 대표적인 사례가 자동운항기술을 통한 무인선박이라면 우리나라는 동 기술의 개발에 있어 아직 미흡한 수준이며, EU, 일본 등의 선도국가들에 비해 초보 단계에 불과하다.

또한 해외의 경우 해운 기계류 전문 제조업체인 ‘롤스로이스’, 선사인 ‘NYK’, ‘MOL’ 등 해운산업이 조선업과의 협력을 통해 자동운항선박 개발을 추진하고 있는 반면 우리나라는 현대중공업, 삼성중공업 등 조선업을 중심으로 자동운항 기술 개발이 수행되고 있다.

²⁸⁾ ① ‘무인선 기술 개발 동향 및 산업 현황’, 한국산업기술관리평가원, 2015. 3.;

② ‘바다에서 자율주행 무인선박 개발 경쟁 본격화, 국내 관련 업체들 협력 급진무’, 조선비즈, 2017. 10.

실례로 현대중공업은 2017년 5월 사우디아라비아 국영 선사인 바흐리와 차세대 자동운항선박을 공동으로 개발하는 내용의 MOU를 체결했다. 또한 삼성중공업은 올해 들어 영국 무선통신업체인 인말새트(Inmarsat)²⁹⁾와 협력체계를 구축하고 무인선박 개발을 위해 선결되어야 하는 광대역 네트워크의 공동 개발을 추진하고 있다.

해운 관계자들에 따르면 우리나라의 자동운항선박 기술 개발 추진은 단발성에 그치고 있으며, 구체적인 실천 로드맵이 수립되지 않아서 해외 주요국들에 비해 개발 단계가 답보 상태에 있다는 분석이 지배적이다.

2. 원거리 원격 조정 기술 개발³⁰⁾

우리나라의 원거리 원격 조정 기술은 초보 단계로 선박을 대상으로 원격 조정을 실시하는 단계까지는 발전하지 못하였다. 학계나 연구소를 중심으로 원격 조타제어시스템의 연구개발이 이루어지고 있으나 실용화·상용화 단계까지는 도달하지 못하여 소형 모형 선박을 대상으로 원격 조정 시스템의 시험 운항이 이루어지고 있는 실정이다.

선박의 원격제어에 있어 가장 중요한 부분이 원격관제를 담당하는 리모트 센서(Remote Sensor), 엔진 등인데 전자공학 제조가 역사적으로 발달한 EU, 일본에 비해 원격 조정

²⁹⁾ 정지궤도(GEO) 인공위성을 이용한 이동통신서비스를 위해 설립된 국제기구 또는 같은 사업을 이어받은 민간기업 이름이다. 1979년 7월 UN(국제연합)산하 IMO(International Maritime Organization:국제해사기구) 주도로 '국제해사 위성기구(INMARSAT:International Marine Satellite Organization)에 관한 조약에 의해 설립됐다. 1982년 2월 1일부터 업무를 시작한 국제해사위성기구는 주로 바다에서 사고가 일어났을 때 조난신호를 중계하는 등 해상 안전을 확보하기 위한 이동통신서비스를 제공했다. 육상과 항공기 서비스 확대하면서 1994년 12월 제10차 임시총회에서 IMSO(International Mobile Satellite Organization:국제이동통신위성기구)로 이름을 바꿨다. 1999년 4월 15일 인말새트 벤처(Inmarsat Ventures Ltd)로 민영화됐다. 민영화 뒤에도 해상조난이나 안전 통신 등 공익성 있는 서비스를 계속할 수 있도록 IMSO로 하여금 감독하도록 했다. IMSO는 공공업무 특히 GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System:전 세계 해상조난 및 안전제도) 서비스 업무에 대해 감독하고 매년 그 결과를 보고한다. 지주회사인 인말새트 벤처의 본사는 영국 런던에 있으며, Inmarsat Ltd(글로벌 위성이동통신 서비스), Invsat(인말새트 위성을 이용한 위성 이동 초소형지구국 서비스), Rydex(선박 대상 이메일 서비스) 등 세 개의 자회사가 있다. 아랍에미리트의 두바이, 미국의 워싱턴과 마이애미, 싱가포르에 지역사무소를 운영한다. 인말새트는 지구 적도상공 35,786Km에 위치한 통신위성을 이용해 태평양·대서양·인도양 지역에서 선박과 육상 간, 선박 상호 간, 육상의 이동지구국 간, 항공기와 지상 간 위성전화 및 팩킷(packet)통신 서비스를 제공하고 있다. 한국은 한국통신(KT)이 서명자로 1985년 9월 16일 44번째 당사국으로 가입했으며, 민영화와 함께 투자사로 전환했다. 자료: 두산백과.

³⁰⁾ ① '선박 통합 통신망 기반 원격 선박 유지보수 시스템 개발', 대한조선학회, 2010. 10.;

② '4차 산업혁명시대의 해운산업, 스마트함으로 경쟁력 강화', 해양한국, 2017. 10.

기술이 열위에 있다 보니 개발의 속도가 주요국 대비 늦어지고 있다는 평가이다.

한편 산업통상자원부는 2017년 3월 신산업 민관협의회에서 원거리 원격 관제시스템, 원격센서 등의 원거리 원격 조정 핵심기술 개발을 위해 2017년부터 2020년까지 매년 50억 원을 지원하는 계획을 발표하였다. 이를 통해 원거리 원격 조정에 필요한 기술인 항법지원과 운항모니터링 시스템 등의 개발을 촉진한다는 목표이다.

3. 블록체인 시스템 개발³¹⁾

현대상선은 2017년 9월 7일 다수의 컴퓨터로 빅데이터를 관리하면서 실시간 화물의 운송 실태를 파악하는 블록체인 기술을 활용한 컨테이너 시험 수송을 성공적으로 완료하였음을 발표하였다. 현대상선은 자사 해운물류 분야에 블록체인 기술을 적극적으로 도입하여 올해 남은 기간에도 동일한 시험을 몇 차례 더 수행할 예정이다.

현대상선은 8월 24일-9월 4일 부산-중국 청도 간 냉동 컨테이너를 대상으로 블록체인 기술을 적용하는 시험 수송을 실시하였다. 출하 예약 단계부터 물류 과정 전체를 블록체인 기술로 관리하면서 해운산업으로의 광범위한 도입 가능성을 검증했다. 또한 사물인터넷(IoT) 장치를 갖춘 냉동 컨테이너 정보를 블록체인 기술로 육상에 실시간 전달하는 등 IoT와 블록체인 2개 기술의 연계에 대해서도 실험했다.

현대상선은 블록체인 기술의 도입으로 해운물류 업무가 혁신적으로 간소화되고 보안도 대폭 강화될 수 있을 것으로 전망한다. 향후에는 냉장 컨테이너가 아닌 일반 컨테이너를 대상으로 2차 시험을 계획하고 있으며, 아시아 역내, 중동 등 대상지역도 확대할 예정이다.

삼성 SDS는 2017년 5월 31일 항만, 해운선사, 세관, 화주, 은행, 보험사, 내륙 운송사 등과 해운물류 블록체인 컨소시엄을 구성했다고 밝히고 블록체인 기술 개발을 시작했다. 당사는 8월 30일 1차 사업을 완료하고 2차 사업을 추진하고 있다. 블록체인 개발 컨소시엄에는 관세청, 한국해양수산개발원, 부산항만공사,

³¹⁾ ① 일본해사신문, 2017. 9.;

② '해운물류 블록체인 적용하는 삼성SDS', TECH M, 2017. 10.

현대상선, 고려해운, SM상선, 장금상선, 남성해운, 케이씨넷, 케이엘넷, KTNET, 싸이버로지텍, IBK기업은행, 현대유엔아이, 팬오션, 아마존웹서비스, 마이크로소프트 등 29개(2017년 8월 기준) 관계 기관들이 망라되고 있으며, 민관협력을 통해 기술개발이 추진되고 있다.

삼성SDS는 블록체인 기술을 바탕으로 수출입 프로세스를 효율화하고 더 빠르게 운송하며, 비용은 보다 적게 소요되는 해상운송의 실현을 추구한다. 이번 1차 시범 사업에서는 부산항, 인천항에서 출발하는 컨테이너선에 사물인터넷(IoT) 장치를 설치해 중국 대련, 청도, 상해 등에 도착할 때까지 위치, 온도, 습도, 충격 등을 검증했다. 2차 시범사업에서는 베트남, UAE, 네덜란드, 태국 인도 등 도착항만을 확대해 기술 검증에 나설 방침이다.

〈그림 3-6〉 삼성SDS 주도 블록체인 컨소시엄



자료 : TECH M

4. 4차 산업혁명 기술 확보 인력 양성³²⁾

선원을 포함한 해기인력 양성이 이루어지고 있으나, 4차 산업혁명을 선도할 해운산업 인력 양성을 위한 특화된 프로그램은 아직 개발되지 않은 상황이다. 대부분 일반적인 선원의 양성을 위한 교육 메커니즘으로 4차 산업혁명에 대한 전문 기술을 교육·트레이닝하는 인력 양성 기관은 없다.

고용노동부는 2017년 7월부터 「4차 산업혁명 선도인력 양성사업」을 수행하고 동 프로그램에 참여할 인력의 공모를 실시하고 있다. 4차 산업혁명에 대응하는 고급인력 양성을 위해 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등 고급 훈련과정을 제시하며, 구체적으로 교육 프로그램은 스마트제조(스마트 팩토리, 로봇 등 포함), 사물인터넷(Internet of things), 빅 데이터(Intelligence network with Big data, 인공지능 등 포함), 정보보안, 바이오(Bio-Chemical Innovations), 핀테크(Finance & Technology), 무인기동체(Unmanned aerial Vehicle, 드론), 실감형 콘텐츠(AR·VR) 등 총 8개 분야로 로봇이나 인공지능(AI) 등 최근 급부상하는 분야를 포함하고 있다.

다만, 고용노동부가 실시하는 동 교육은 해운산업을 대상으로 하는 교육이 아니고 우리나라 산업 전체를 대상으로 실시하는 교육이다 보니 해운산업에 특화된 인력 양성에는 한계가 있다고 판단된다.

5. LNG 추진선 인프라 개발³³⁾

부산항의 경우 동북아 허브를 지향하여「LNG 벙커링 거점」이라는 중장기 비전을 수립하기도 했지만 일본, 중국, EU 등 주요 항만의 구체적인 실천과는 달리 부산항은 인프라 투자 여부 결정 및 입지 선정 논의에만 3년 이상을 소요하고 있다.

실제로 벙커링 거점으로의 도약을 위해 2012년 5월 한국가스공사, 조선소, 선사, 한국선급 등 민관협력을 통한 14개 기관이 한국의 퍼스트 무버(First Mover)

³²⁾ '고용부, 4차 산업혁명 선도인력 양성사업 참가 민간 선도훈련기관 추가 공모', 산업뉴스, 2017. 8.

³³⁾ BVL MAGAZINE KOREA, 2017. 6.

역할을 목표로「LNG 벙커링 협의체」를 설립하였다. 동 협의체의 목표는 LNG 벙커링 관련 기술 개발 및 사업화 추진이다. 하지만 장기간 계속되는 해운·조선 양 산업의 불황으로 가시적인 성과 도출은 불가능하였다는 평가이다. 2015년 상반기 우리나라의 LNG 벙커링 인프라 구축 사업이 제기되기도 하였으나 통항 안전성 문제로 제안되었던 입지들이 연달아 취소되는 등 LNG 벙커링 개발 프로젝트는 아직 답보상태에 놓여 있다는 것이 중론이다.

〈표 3-4〉 한국의 4차 산업혁명 주요 추진상황

주요항목	추진내용	비고
자동운항선박	- 자동운항시스템 개발로 선원 근로자의 승선 없이 운항	- 항행 안전성 제고 - 인력 감축을 통한 비용절감
원거리 원격 조정 기술 개발	- 육상에서의 원격 조정을 통한 선박 운항 추진 및 관련 기술 개발	- 인력 감축을 통한 비용절감 - 육상직 선원의 대체 확대
블록체인 시스템 개발	- 블록체인 기술 등을 활용한 화물위치 추적 및 선박 운항	- 선박 운용비용 절감 - 화물 이동경로의 실시간 파악을 통한 보안성 제고 - 선박 체선시간 감소
4차 산업혁명 기술 확보 인력 양성	- 고용노동부 4차 산업혁명 선도인력 양성 프로그램 등	- 해운·조선업 관련 고급해운인력 양성 및 전문인재들의 생산성 제고 - 4차 산업혁명 관련 기술의 지속가능한 발전 추진
LNG 추진선 인프라 개발	- LNG 추진선 및 LNG 벙커링 인프라 개발을 통한 해운산업의 고효율 친환경 환경 구축	- IMO 등 국제해사기구의 국제규범 준수 - 친환경 비즈니스 환경 구축을 통한 사회적 책임(CSR) 완수

자료 : KMI 정리, 2017.

제5절 종합비교

4차 산업혁명 신기술이 해운산업에 다수 집중된 주요국들 대비 우리나라 해운산업의 4차 산업혁명 도입 수준은 미흡한 편이다. 다행히 올해 들어 우리나라는 4차 산업혁명을 원동력으로 혁신 성장을 본격적으로 추진할 계획을 표명하였다. 혁신 성장을 통해 경제 전체의 파이를 키우고 이를 위해 특히 4차 산업혁명을 최우선으로 활용한다는 것이다. 혁신 성장 전략이 추진되는 분야는 전 산업이므로 해운산업도 4차 산업혁명을 중심으로 성장이 추진될 계획이다.

2017년 10월 11일 대통령 직속 4차 산업혁명위원회의 1차 회의가 개최되었으며, 이에 대한 정부의 로드맵이 발표되었다. 로드맵의 핵심 내용은 우리나라 산업의 성장을 위해「혁신」을 주요 가치로 두고 지속가능한 각 산업의 발전을 추진한다는 것이다. 이를 위해 4차 산업혁명의 핵심을 구성하는 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터를 위한 투자를 확대하여 혁신생태계를 조성한다는 것이 기본적인 구상이다.

상대적으로 4차 산업혁명에 대응하는 폭과 속도가 미흡했던 우리나라가 4차 산업혁명을 중심으로 본격적인 혁신 성장을 도모하고자 하는 전략은 EU, 중국, 일본에 비해 열위에 놓인 우리나라의 4차 산업혁명 대응역량을 위해 바람직하다고 판단된다. 4차 산업혁명의 적극적인 활용을 통해 지속적인 혁신 성장의 실천을 도모할 필요가 있다.

〈표 3-5〉 해운산업분야 4차 산업혁명 기술 개발 동향

주요항목	한국	일본	중국	EU/구미
자동운항 선박	×	○	×	○
온라인 선박 예약 서비스	△	△	○	△
전자상거래 모델 개발 확대	△	○	○	○
원거리 원격 조정 기술	×	○	×	○

주요항목	한국	일본	중국	EU/구미
자율형 크레인	△	○	△	△
자동화 컨테이너 터미널	△	○	○	△
블록체인 기술개발	○	△	×	○
차세대 선박관리 시스템	△	○	△	○
4차 산업혁명 국제룰 제정	×	○	×	○
선박금융 기술의 고도화	×	○	○	×
LNG 추진선 인프라 개발	△	○	○	○
대형 LNG 액화플랜트	×	△	△	○
4차 산업혁명 기술 보유 선원 양성	×	○	○	△

주 : ×는 개발이 시작되지 않았거나 미흡한 단계, △는 개발 중이나 최선도국 수준에는 못 미치는 단계, ○는 강력한 추진력을 바탕으로 개발되고 있거나 개발 완료
 자료 : KMI 정리, 2017.

제4장 4차 산업혁명에 따른 해운산업 변화 전망과 정책방향

제1절 4차 산업혁명에 따른 해운산업 변화 전망방법

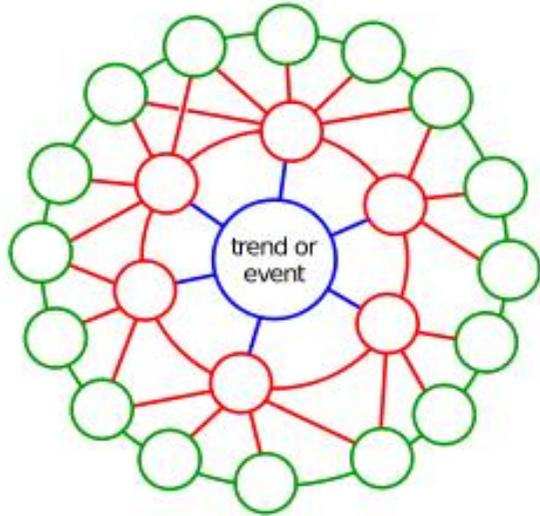
4차 산업혁명이 해운산업에 미치는 영향을 전망한 자료가 있으나 대부분의 자료가 통일성이 부족하고 과학적 분석이 이루어지지 못하였다. 원래 미래 전망은 정량화된 자료를 통해 시계열 흐름을 추정하는 방법을 통해 비교적 정확한 전망을 할 수 있는데 지금까지의 자료는 대부분 직관에 근거한 정성적인 전망을 제시하고 있을 뿐이다.

유엔미래포럼은 2017년 미래 전망기법을 모두 조사한 결과 3백여 가지의 방법들이 있다고 발표한 바 있다. 본 연구는 이처럼 다양한 전망 기법들 중에서 퓨처스 휠 기법(Futures Wheel)을 활용하여 4차 산업혁명이 해운산업에 미치는 변화를 전망하고자 한다.

퓨처스 휠 기법은 1971년 제롬 글렌(Jerome C. Glen)이 개발한 미래예측 방법론으로 1970년대에 매사추세츠 주에서 과거에 발생한 사건들로 인한 경험적 지식을 통해 미래예측을 수행하며 ‘과거 사례 근거법’으로도 불린다. 특히, 사회트렌드와 특정 사건을 통해 발생하는 2, 3차 영향과 결과를 분석하는 데 유용하게 활용된다. 명칭에서 추론할 수 있듯이, 퓨처스 휠은 미래에 일어날 가능성이 있는 사건과 사회 트렌드를 중앙에서 바퀴모양으로 정리해나가는 기법으로 1차적 영향과 결과로 첫 번째 휠(Wheel)을 만들고 2차 영향과 결과로 두 번째 휠을 구성하며 점점 확장해 나간다.³⁴⁾

³⁴⁾ <https://antofagastaforesight.wordpress.com/links/> (검색일 2017.10.20)

〈그림 4-1〉 퓨처스 휠 작성도



자료 : https://en.wikipedia.org/wiki/Futures_wheel(검색일 2017.10.25.)

퓨처스 휠 기법은 특히 미래를 전망할 때에 정량화된 자료 및 데이터가 없어 추정이 불가능한 상황에서 특별한 장비나 소프트웨어 없이도 과거 선행연구를 토대로 미래를 예측하는 방법으로 유엔미래포럼 등에 의해 과학적이고 객관적인 방법으로 인정받고 있다. 실제로 x라는 변수의 도입으로 인한 향후 산업의 변화를 예측할 때에, 다양한 사례를 토대로 과거의 경향이 향후에도 유사한 방향으로 진행될 것이라고 전망하는 기법이다.

즉, 본 연구는 4차 산업혁명이 해운산업에 미치는 영향을 전망하기 위해 전통적인 퓨처스 휠 기법을 활용하였다. 퓨처스 휠 기법은 본 연구의 연구 기간과 자원 등을 감안할 때 4차 산업혁명에 따른 해운산업 변화 전망 시 가장 효율적이고 적합한 기법으로 판단된다. 따라서 본 연구는 4차 산업혁명이 해운산업에 미치는 영향을 전망한 선행연구의 주요 결과를 종합 분석하고 이를 재정리하여 주요 보고서들이 제시하고 있는 향후 전망을 도출하고자 한다.

제2절 주요 선행연구의 전망결과

본 연구에서 퓨처스 휠 기법을 활용하기 위해 분석한 선행연구는 다음과 같다.

〈표 4-1〉 분석 선행연구 개요

원문제목	한글제목	발간처
Energy Efficient Safe Ship Operation (2016.)	고효율 선대 운영	Transportation Research Procedia
海運におけるビッグデータの活用とIoT (2015)	해운산업의 빅데이터 활용과 IoT	NYK
船舶ビッグデータによる海事業業の変革に向けた取り組み (2015)	선박 빅데이터를 통한 해운산업 혁명의 사례 및 전망	국토교통성
The Effect of R&D Intensity on Innovation Performance: A Country Level Evaluation (2015)	혁신 퍼포먼스를 위한 R&D 강도의 영향 : 각 국가별 평가	Social and Behavioral Sciences
世界のトップクラスの海運業を支えるIoT+ビッグデータ (2016)	세계 톱클래스의 해운산업을 지원하는 IoT와 빅데이터	NYK
Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market (2017)	산업(화학산업 등)에서의 블록체인 기술	Applied Energy
Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution (2014)	4차 산업혁명의 실제 필드에서의 적용 사례 및 전망	Procedia CIRP

자료 : KMI 정리, 2017.

Papanikolaou et. al.(2016)은 ‘Energy Efficient Safe Ship Operation’에서 자동운항선박과 원거리 원격 조정 기술의 개발 사례를 소개하고 이를 통해 해운산업은 생산성의 근본적 제고를 도모할 수 있다고 분석하였다.

일본 선사인 NYK는 ‘海運におけるビッグデータの活用とIoT(2015)’ 보고서에서 4차 산업혁명에 대응하기 위한 자율형 크레인, 자동화 컨테이너 터미널 등

IoT 및 빅데이터 활용 사례들을 소개하고 LNG 추진선 등 환경부하 저감을 위한 대응방안을 제시하였다.

국토교통성 보고서인 ‘船舶ビッグデータによる海事産業の変革に向けた取り組み(2015)’에서는 4차 산업혁명에 대응하는 해운사례로 중국의 온라인 선복 예약 서비스, 전자상거래 모델 등을 소개하고 있다.

Savrul-Incekara(2015)는 ‘The Effect of R&D Intensity on Innovation Performance: A Country Level Evaluation’에서 EU의 4차 산업혁명에 대응하는 해운산업 주요 사례들을 제시하고 있으며, 원거리 원격 조정 기술, 블록체인 기술개발, LNG 인프라 개발 등을 소개하고 있다.

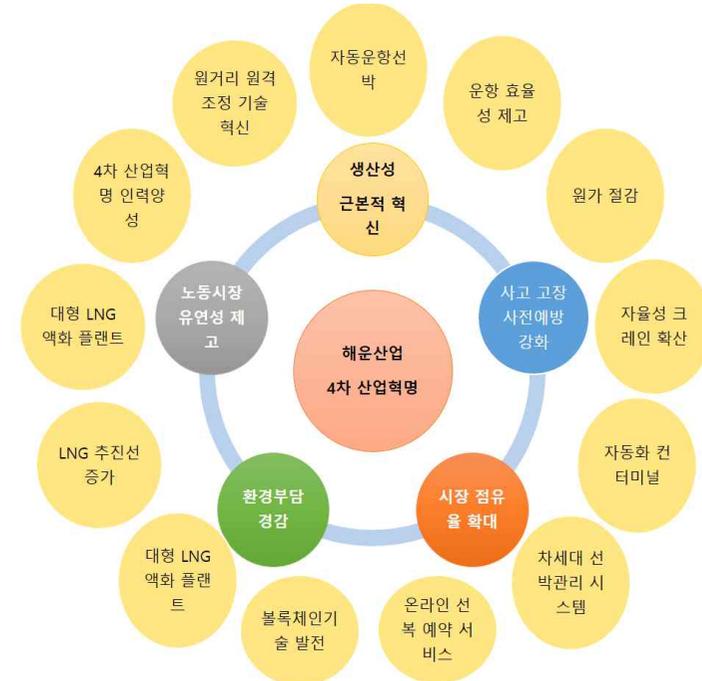
NYK는 ‘世界のトップクラスの海運業を支えるIoT+ビッグデータ(2016)’ 보고서에서 4차 산업혁명에 대응하는 일본 등 각국의 해운산업의 최신 동향을 소개하고 있는데 자사에서 개발 중인 자동운항 선박, 원거리 원격 조정 기술, 전자상거래 모델 개발 등을 검토하였다. 동 보고서는 특히 중국, 일본 등 아시아 주요국을 중심으로 4차 산업혁명 기술을 보유한 선원 양성이 수행되고 있음을 제시하였다.

Sikorski et al.(2017)은 ‘Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market’에서 화학산업, 해운산업 등 다양한 산업에서 블록체인 기술이 적용되고 있는 해외 사례들을 제시하고 4차 산업혁명의 주력 기술 중 하나가 블록체인 기술로 다양한 산업에서 활용되며, 4차 산업혁명을 선도하고 있음을 기술하였다.

Dombrowski·Wagner(2014)는 ‘Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution’에서 EU, 중국, 일본 등을 중심으로 4차 산업혁명의 진행 상황과 주요 사례들을 구체적으로 제시하고 있다.

본 연구에서 퓨처스 휠 기법을 활용하여 도출된 5가지 전망 결과는 「생산성의 근본적 개선」, 「사고·고장의 사전예방」, 「시장점유율 확대」, 「환경부하 저감」, 「노동시장의 유연성 제고」이며 주요 내용은 다음과 같다. 이는 퓨처스 휠 기법을 활용하고, 선행연구의 주요 결과를 종합 분석하고 이를 재정리하여 주요 보고서들이 제시하고 있는 향후 전망을 도출한 것이다. 주요 선행연구에서 제시하고 있는 각국의 4차 산업혁명이 해운산업에 미치는 변화 전망을 도식화하면 다음과 같다.

〈그림 4-2〉 4차 산업혁명 기술개발과 해운산업 변화 전망



자료 : KMI 정리, 2017.

1. 생산성의 근본적 개선

1) 운항효율성 제고

선사별 원가경쟁이 심화되고 있으며 비용절감은 결국 경쟁선사보다 화주에게 더 낮은 운송단가를 제시할 수 있어 원가 절감을 통한 가격경쟁력 확보가 시급하다. 해운산업 4차 산업혁명의 주요 화두 중 하나인 「스마트 쉽」을 통한 원가 절감으로 가격경쟁력이 확보될 수 있을 것으로 기대된다. 선사별 원가경쟁이 심화

되고 있으며 비용절감은 결국 경쟁 선사보다 화주에게 더 낮은 운송단가를 제시할 수 있어 원가 절감을 통한 가격경쟁력 확보가 필요하다.

머스크, CMA-CGM 등은 연료효율성이 높은 스마트 쉽 발주 확대에 박차를 가하고 있으며, 연료효율성이 높은 고효율 Eco-Ship을 투입하면서 규모의 경제를 통한 운임 인하가 발생하고 있다. 상대적으로 노후 선박 비중이 높고 연료 효율성이 떨어지는 선박을 주력선박으로 사용하는 상선업체들의 원가 경쟁력은 더욱 열위에 놓일 수밖에 없다. 친환경 고효율 선박 개발의 4차 산업혁명 실현을 통해 비용 경쟁력 제고가 가능하며 이를 통해 궁극적으로 운항효율성이 제고될 수 있다.

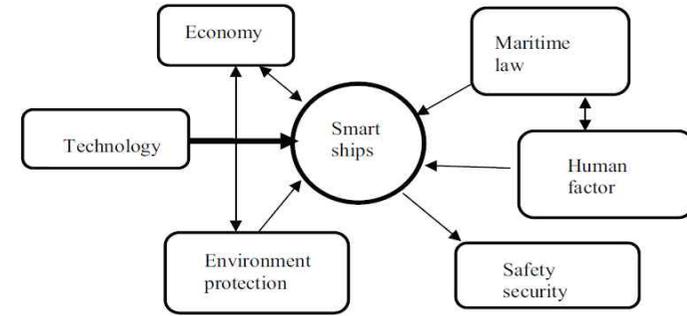
2) 원가 절감

해운선사들의 사업영위와 존속의 목적은 바로 이익창출에 있다. 지속적인 영업활동을 영위하는 계속 존속적 기업인 선사들이 이익을 창출하고 이익을 확대하기 위해서는 결국 비용의 절감이 필수불가결한데 4차 산업혁명은 기업 원가를 절감시켜 이익의 확보를 가능하게 한다. 고효율 Eco 선박은 연비의 향상을 통해 톤마일 당 단위 운송비용을 절감할 수 있다.

선사에 발생하는 비용 중 선원 임금을 제외하고 가장 비중이 높은 것은 바로 선박연료 구입비용이다. 영국 해운 브로커 업체인 크릭슨 자료에 의하면, 2016년 연말 기준 세계 선사의 총비용 중 유류비가 차지하는 비중은 15% 수준에 달한다. 4차 산업혁명은 AI 인공지능 기술을 활용하여 최적의 항로를 선사에게 제시하고 또한 고효율 운항으로 운항비의 절감을 가져온다.

선사들 간의 화물 유치 경쟁력은 근본적으로 선사가 제시하는 운임에 의해 주로 결정되는데 보다 저렴한 운임을 제시하기 위해서는 원가의 절감이 중요하다. 따라서 4차 산업혁명의 발전단계가 높은 국가 또는 해당 국가의 선사일수록 자국 해운업 시장의 외연을 넓히는데 유리한 위치에 있다고 할 수 있다.

〈그림 4-3〉 스마트쉽 개념과 효용성



자료 : Lech Kobylinski, MARINE TRANSPORT AND THE FOURTH, INDUSTRIAL REVOLUTION, PRACENAUKOWEPOLITECHNIKIWARSZAWSKIEJ, z. 111 Transport 2016

2. 환경부하 저감

세계 주요 해운업체들은 2010년 들어서 환경부하를 저감시키는 시스템 개발을 바탕으로 최적 운항 지원 시스템을 도입할 준비를 진행하고 있다. 해상 광대역 통신이 보급되어 선박-육지 간 데이터 교환이 수월해지면서 선박-육지 각각의 시스템을 일체적으로 통합 운용하면서 SOx, NOx, CO2, 온실가스 등을 최대한 절감하여 해운산업이 환경오염에 미치는 부담을 최소화하는 "Minimize Environment System"이 구현되는 조건이 갖춰진 것이다. 세계 주요 선사들과 조선소들은 공동으로 환경부하를 최소화하는 최적 운항의 달성을 위한 기술 연구 개발에 임하고 있다. 선박의 실제 해역에서의 환경오염물질 배출을 정확히 평가하는 방법은 아직 확립되지 않았다.

다만, 최근 EU 주요 선박 기술 연구소들을 중심으로 선체 배출 환경오염물질을 측정하는 데이터와 기상을 측정하는 데이터, 이외 배출되지 못하고 선내 누적되는 환경오염물질로 인한 선체 손상 가능성을 진단하는 기술도 개발되고 있으며, 특히 선체 진동을 분석하여 환경오염물질 배출을 최소화하는 메커니즘에 R&D 투자가 확대될 계획이다.

또한 환경부하 저감 기술 개발 프로젝트와 병행하여 “새로운 기술이 빛을 보기 위한 거대 담론의 판을 마련하는 법·제도의 개정에도 적극적으로 참여한다”는 것이 글로벌 주요 해운업계의 방침이다. 환경부하 저감에 관한 기술이 확립되었다고 해도 4차 산업혁명의 실용화에는 법·제도 등이 걸림돌이 되는 경우도 있기 때문이다.

(그림 4-4) 그린쉽 개념과 기술



자료 : Marine Insight(www.marineinsight.com)

특히 4차 산업혁명을 대표하는 환경부하 저감 기술은 바로 “LNG 추진선의 개발”이라고 할 수 있다. LNG 추진선은 뛰어난 환경 성능이 최대의 특징으로 독자적인 환경 규제를 도입하는 유럽 해역을 중심으로 운항이 활발히 이루어지고 있으며, 세계 주요 해운·조선업체에서는 SOx(유황산화물)과 NOx(질소산화물) 그리고 이외에도 CO₂ 배출 감소 효과까지 지니는 LNG 추진선의 개발을 확대하고 있다. LNG 추진선의 도입은 엄격한 환경 규제가 적용되고 있는 북유럽,

북미 해역을 중심으로 선행되고 있지만 컨테이너선, 벌크선 등 일반적인 국제상선분야까지는 보급이 확산되지 못하고 아직은 연안 피더선 정도에 그치고 있다. 하지만 장래 화주의 지지가 이처럼 확산된다면 LNG 추진선의 보급은 더욱 빠르게 확대될 수 있을 것으로 예상된다.

3. 시장점유율 확대

화주는 자신의 제품이 친환경 고효율 선박을 통해 운반될 경우 기업의 사회적 책임(Corporate Social Responsibility, CSR) 완수를 통해 기업 이미지가 제고될 수 있으며 한편 고효율 선박을 통한 운송으로 운송비용을 낮추는 것도 가능하다. 4차 산업혁명의 다양한 기술을 활용하여 건조되는 Eco-Ship은 배출되는 환경오염물질 배출을 줄이는 효과가 있으며, 화주들의 친환경 선박 선호 경향이 강화되고 있어 4차 산업혁명은 시장 점유율을 확대시키는 데 긍정적인 영향을 미친다.

실례로 2017년 8월 스웨덴 트럭·버스 생산업체인 스카니아는 자사 생산 자동차를 LNG 추진선을 통해 운반하는 계약을 NYK와 스웨덴 선사가 합작한 회사인 “유나이티드 유러피언 카 캐리어즈(UECC)”사와 체결하였다. UECC는 중유와 LNG 연료 모두 대응이 가능한 이원 연료 엔진을 탑재한 세계 최초의 자동차 운반선이자 4,000대 더미의 운송이 가능한 “오토에코”호와 “오토에너지”호를 건조하여 발트해 지역 수송 서비스에 투입해 왔다.

LNG 추진선은 뛰어난 환경 성능이 최대의 특징으로 독자적인 환경 규제를 도입하는 유럽 해역을 중심으로 운항이 활발히 이루어지고 있으며 UECC는 SOx(유황산화물)과 NOx(질소산화물) 그리고 이외에도 CO₂ 배출 감소 효과까지 지니는 LNG 추진선의 개발을 확대하고 있다.

2016년 3분기에는 화주인 독일 폭스바겐(VW)사가 4,500대 규모의 LNG 추진 자동차 운반선 2척의 건조 계획을 발표한 바 있다. 2019년부터 동 선박을 유럽·북미 항로에 투입할 계획을 표명했는데 화주가 직접 LNG 추진선을 건조할 계획을 발표한 것은 이례적인 일이다.

4. 사고·고장의 사전예방

ICT(정보통신) 활용을 통한 다양한 서비스 제공 추진이 이루어지며, IBM, 오라클 등 글로벌 정보처리 기업의 소프트웨어를 활용하는 선박 예지·예방 시스템 개발이 전 세계적으로 확대되고 있다. 해운산업을 둘러싼 과제와 미션이 더욱 복잡화 되는 가운데 세계 주요 선급과 선사들은 IMO 등 각 기관의 규제 대응 및 해운산업의 부가가치 향상을 도모하기 위해 ICT(정보통신기술)를 활용하는 다양한 서비스의 제공을 추진하고 있는 것이다.

실례로 최근 IBM과 오라클 등의 빅 데이터를 활용하여 개발된 CMAXS는 선내에 탑재되고 있는 기기의 상태 파악과 적절한 보수 관리를 목적으로, 선내 기기의 유지·보수와 선상업무의 효율화를 실현하는 시스템(PMS, SPICS, ABLOG)과 기기의 상태 진단 및 사고·고장의 예방을 실시하는 시스템(LC-A, e-GICSX)으로 구성된 소프트웨어이다. CMAXS LC-A 및 CMAXS e-GICSX는 기관실 내 기기에 설치된 온도나 압력 등을 계측하는 센서로 부터 얻은 대량의 데이터를 해석하고 보다 정확하게 기기의 상태 변화를 예지하는 것으로 선박 운항에 대한 예지·예방을 실현하는 시스템이다.

동 시스템의 빅 데이터 분석에는 IBM이 개발한 기계 학습에 기초하는 예지·예방 기술 “ANACONDA”를 사용하고 해운산업 업체들의 노하우를 조합해 고도의 실천적인 분석을 제공하고 있다. 해운해사 분야에서도 데이터의 활용을 촉진하는 한편 데이터 수집 및 분석 프로세스를 진행하여 최종적으로는 빅 데이터를 구축한다는 구상을 가지고 있다.

세계 유수의 선사들은 IBM, Oracle 등 유수의 글로벌 정보처리 기업이 제공하는 다양한 시스템을 바탕으로 예지·예방 분야의 튼튼한 기반 구축과 함께 해양수산 비즈니스 분야의 데이터 유통에 공헌하고, 정보 보안 매니지먼트 구축을 추진한다는 목표이다. 또한 세계기상협회로부터 제공 받은 기상·해상의 실황 정보를 활용하여 실제 해역에서 선박 운항 데이터와 기상·해상 정보의 통합적인 분석을 실시하고 있다. 또한 선박 IoT 데이터를 업계 전체가 유효하게 활용하기 위한 체계·시스템으로서 IoS(선박의 IoT) 오픈 플랫폼 구축을 목표로 하고 있다. IoS 오픈 플랫폼은 선박의 데이터 수집, 수집된 데이터의 보관, 보관된 데이터의 활용 등 데이터 유통의 상류에서 하류가

지의 각 단계에서 그 분야에 특화된 기업이 자유롭게 진입할 수 있는 구조로 되어 있어 향후 많은 기업이 참여함으로써 서비스의 확대와 데이터의 활용이 추진될 전망이다.

국가 차원에서도 사고·고장의 사전예방이 활성화되고 있다. IoT(Internet of Things) 기술을 통한 선박 내 진단·유지·보수 활동이 확대되고 있는 것이다. 특히 EU, 일본을 중심으로 자동적인 진단·유지·보수 기술의 개발 확대가 이루어지고 있는데, 구체적으로는 선박 내부에 부착된 센서를 통해 사전 연료유 공급, 선박 유지 및 보수를 위한 정보 획득과 대응, 충돌·좌초·전복 방지를 위한 기관·기기류의 고장 진단, 최적항로 제공 시스템 등의 개발이 추진되고 있다. 주요국들의 개발 목표는「선박 자동 전조 진단 시스템」개발로 선박 운항 안전성을 향상시킨다는 것이다.

일본은 국토교통성 주도로 2025년까지 「기관 고장의 예지·예방 시스템」의 구축을 추진 중에 있다. 2018년도 선박 사전 진단 시스템 구축에 1억 3천만 엔(원화 약 13억 원)의 예산 배정(2017년 9월)을 하였다. 미 해군은 2017년 8월 해군함정에 자동진단 센서 탑재로 충돌·좌초 리스크 감축 계획을 시사한 바 있다. 2017년 들어 미 해군의 최주력 함대인 이지스함이 일반 상선과의 충돌로 파손되는 사고가 2회 발생(6월 피츠제럴드호, 8월 메케인함)하였는데 사고의 원인은 전부 승선하고 있던 선원의 과실로 판단되어 사전 진단 시스템 구축이 시급하다고 결론을 내리고 예지·예방 시스템 개발 계획을 수립한다는 것이다.

5. 노동 시장의 유연성 제고

자율운항선박 등 해운산업에서의 4차 산업혁명은 생산성 향상 및 단위당 비용 감소를 통한 부가가치 창출력 강화를 통해 근로 방식의 개혁을 가져올 수 있으며, 동시에 해상직 노동자가 육상직 노동자로 전환되는 등 노동 시장의 유연성을 높일 수 있다.

또한 자율운항 기술 개발로 해운-조선 산업의 상생이 강화되고 무인선박은 장시간 노동의 시정을 통한 근로자 처우 개선에 긍정적인 영향을 미치면서, 자본 집약형 경제에서 지식 집약형 경제로 변화하는 가운데 사회 전체적으로는 연구력이 뛰어난 연구소나 벤처기업이 자발적·연속적으로 창출되는 유연한 이노

베이션 벤처 생태계가 구축될 수 있다.

선대 규모의 착실한 확대에 맞춰 안전 운항의 충실이 더욱 요구되는 가운데 해운산업은 일반적으로 선원 관리 업무를 선사 또는 선박관리 회사가 일원적으로 하고 있다. 안전 관리 시스템 구축과 해난 사고를 상정한 정기적인 긴급 대응 연습 등을 하고 있는데, 기본적인 모토는 “육상으로부터의 지원도 중요하지만 선박 운항의 기본은 무엇보다 승무원이 현장(선박)에서 올바르게 근무하는 것”이라는 것이다. 따라서 4차 산업혁명 시대에 들어서는 자율무인선박을 원활하게 운항할 수 있는 신뢰할 수 있는 우수 선원을 승선시킬 수 있는가가 관건이 될 것이다.

또한 주요 업계에서는 ICT(정보통신기술)를 활용한 선내 환경 가시화 시스템의 구축 프로젝트도 추진 중에 있다. 웨어러블 기기(센서 부착 기기)를 통해 선원의 심박수 등을 모니터링하고 건강·안전을 관리하는 시스템이다. MLC, STCW 등 선원 복지 향상을 강조하는 국제협약에 대응하고 선상에서 발생하는 산재 사고 경감을 추진하여 선원 복지 향상을 추진하고 이를 통해 노동 공급 시장의 유연성을 제고한다는 것이다. “사고로 희생되는 선원을 제로로 한다”라는 것이 궁극적인 미션이 된다. 4차 산업혁명은 선내 환경 가시화 시스템을 통해 선박이 침몰할지라도 선원에 부착된 센서를 통해 선원의 위치를 파악하면 신속한 수색과 구명이 가능하게 되어 노동 인력 자체의 안전성 제고에도 큰 도움이 될 것이다.

한편 글로벌 주요 선사 관계자들은 4차 산업혁명의 등장으로 인한 자동운항선에 대해서 “다들 무인선박의 최우선 목적은 안전이라고 이야기하지만 분명한 것은 선원비용 절감에 목적이 있으며 비용 절감이 달성되지 못한다면 결국 무인선박의 의미는 퇴색된다”라고 지적한다. 또한 자율 운항이 이루어지면 휴먼 에러를 완전히 배제할 수 있어 큰 이익이 될 수도 있다. 그렇게 되면 안전성은 자연스럽게 현격히 높아질 가능성이 있다.

반면, 장래 육상에서 선박 원격 조작과 해상에서 자동 운항선이 실현되게 된다면 하더라도 어디까지나 선원의 지식이 불필요하게 될 수는 없다. 자동화 무인선박이 등장하기 이전 과정을 다음 세대의 젊은이들에게 계승하는 것은 하나의 과제로 남을 수 있다. 무인선박이 등장하더라도 해운·해사 산업에 대한 해기는 반드시 전승되어야 하는 것이다.

이외 4차 산업혁명의 화두로 떠오르는 IoT 기술을 적극 활용하여 선박 가동 시간이나 승무원의 질병 및 안전사고 발생률 등 성과관리에 대한 항목을 KPI(KIP 성과 지표)로 수치화하는 등 노동시장 자체의 유연성을 제고하는 것이 가능하다. 또한 사고라고 부를 수준은 아니지만 경미한 에러로 간주되는 노동인력의 니어 미스(near miss) 등의 보고를 IoT 기술을 활용하여 철저히 함으로써 에러의 원인을 찾아내어 시정하거나 재발 방지책을 구축하면서 안전 운항의 가능성을 제고할 수 있다.

제3절 4차 산업혁명에 따른 해운산업의 기회와 정책방향

1. 4차 산업혁명에 따른 해운산업의 기회

4차 산업혁명이 우리 사회에 엄청난 영향을 줄 것으로 예상되는 가운데, 앞에서 살펴본 바와 같이 해운산업에도 많은 변화가 예상된다. 해운기업의 성장을 위해서는 새로운 기회 포착이 필요하다.

첫째, 4차 산업혁명은 세계 무역의 증가세 둔화에도 불구하고 소품종 단거리 수송은 늘어날 전망이다. 세계 무역의 역동성이 4차 산업혁명과 병행하여 변하고 있기 때문에 세계 해운업계는 이 폭풍에 시달리고 있다. 해상물동량 증가세가 정체되고 심지어 감소할 가능성도 있다. 현재의 해운 난류 상황은 2008년 위기에서 파생된 공급능력 초과보다 훨씬 더 근본적인 원인이 있을 수 있다.³⁵⁾

4차 산업혁명이 세계화로 확대된 전 세계 무역 증가를 바꿀 수도 있다는 것이다. 대부분의 제품은 자국 내에서도 얼마든지 저렴한 비용으로 제조 및 생산이 가능하므로 국제 분업이 줄어들고, 그 결과 무역량이 급속히 감소하게 된다는 예측이다.

³⁵⁾ Robert Grantham, The 4th Industrial Revolution And Maritime Transport, 2016. 6. 22.

<https://www.linkedin.com/pulse/4th-industrial-revolution-maritime-transport-robert-grantham>

이를 가능하게 하는 대표적인 원인은 소량 다품종 생산 및 교역확대, 리쇼어링(re-shoring) 영향에 따른 생산의 지역화이다. 최근 들어 저렴한 노동력이 더 이상 기업의 경쟁력에 도움이 되지 않자 전 세계 제조업이 선진국으로 회귀하는 리쇼어링(reshoring) 현상이 더욱 늘어나고 있다. 이에 따른 생산의 지역화는 더 작은 선박을 사용하여 더 짧은 경로를 새로 만들 것이다. 전통적인 동서노선은 상대적인 중요성을 잃을 수 있으며 남북노선과 남남노선이 중요성이 증대될 것이다. 물량이 적고 경로가 짧기 때문에 메가 배송체계의 구축이 바람직하지 않을 수 있다.

둘째, 해운분야 고급 해기사 수요는 증가할 전망이다. 4차 산업혁명은 해운을 비롯한 수송분야 고용에 직간접적으로 많은 영향을 줄 것이다. 과학기술 발달은 두 가지 상충되는 방향으로 영향이 예상된다.³⁶⁾ 우선 기술이 빚어낸 파괴 효과와 자동화로 인해 자본이 노동을 대체하는 현상이 발생하고, 이 때문에 노동자들은 일자리를 잃게 되거나 자신의 능력을 다른 곳에 재배치되는 부정적 영향이다. 이는 기술/로봇 공학의 강력한 사용으로 인해 값싸고 집중적인 노동력이 덜 고용될 수 있다는 것을 의미한다. 반대로 긍정적인 영향으로 파괴효과는 새로운 재화와 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 새로운 직종과 사업, 산업분야가 창출되는 자본화 효과를 창출한다는 것이다. “특히 4차 산업혁명은 대부분 공급과 관련된 노동과 생산 부분에서 발생할 것이다. 그 결과 산업혁명의 수혜자는 이노베이터(innovator), 즉 주주와 같은 지적·물적 자본을 제공하는 사람들이다. 이에 따라 노동자와 자본가 사이의 부의 격차는 갈수록 커질 것이다.”³⁷⁾

그럼에도 불구하고 “미래에는 자본보다 재능을 가진 인간이 더 중요한 생산요소가 될 것이라는 사실”에 주목할 필요가 있다. 이는 노동시장에서 저기술-저임금(low skill/low-pay) 직업과 고기술-고임금(high-skill/high-pay) 직업을 구분하는 장벽이 점점 더 높아진다는 의미이다.³⁸⁾

한편 해운산업에 직접 종사하는 해기사는 자동화에 따른 위험도가 비교적 낮게 나타나 저위험 직업군에 해당하는 것으로 나타났다. 옥스포드 마틴 스쿨(Oxford Martin School)에서는 자동화가 될 확률이 높은 702가지의 직업에 순위를 매겨

36) 클라이스 슈밥 저, 송경진 역, 「클루우스 슈밥의 제4차 산업혁명」, 새로운 현재, 2016. p. 44.

37) 전계서, p. 33.

38) 클루우스 슈밥 외, 「4차 산업혁명의 충격」, 흐름 출판, 2016. p. 20.

과학기술 혁신이 실업에 미친 잠재력 영향력을 수치화했다. 자동화의 위험에 가장 민감한 직종('0'은 자동화에 위험한 직종)과 민감하지 않은 직종('1'은 자동화에 위험하지 않은 직종)을 수치로 표현했다. 이 연구에 따르면, 선박기관사와 항해사는 자동화에 따른 위험도가 0.01로 매우 낮은 편에 속하여 저위험 직업군에 해당한다.³⁹⁾

그러나 해운산업 종사자인 선상근로자 중 저기술-저임금 직종인 부원의 고용은 감소하고, 고기술-고임금 직종인 해기사는 고용이 늘어날 가능성이 있다. 특히 선박의 대형화·고가화가 지속되고, 전 세계적으로 이상기후 현상이 늘어남에 따라 선박의 완전 무인운항은 어려울 수 있다는 점에서 고급 해기사 수요는 계속 증가할 전망이다.

〈표 4-2〉 자동화에 따른 고위험 직업군과 저위험 직업군

구분	가능성	직업
고위험 직업군 ↑	0.99	텔레마케터
	0.99	세무대리인
	0.98	보험조정인
	0.98	스포츠 심판
	0.98	법률 비서
	0.97	레스토랑, 커피숍 종업원
	0.97	부동산업(부동산중개업자)
	0.97	외국인노동자 농장계약자
	0.96	비서직(법률, 의학, 경영 임원의 비서직 제외)
	0.64	배달직

39) 클라이스 슈밥(2016), 송경진 역, 전계서, p. 70.

구분	가능성	직업
↓ 저위험 직업군	0.015	전문 경영인
	0.013	세일즈 매니저
	0.01	선박기관사, 항해사, 조선인
	0.0077	인류학자, 고고학자
	0.0065	컴퓨터 시스템 분석가
	0.0055	HR 매니저
	0.0043	심리학자
	0.0042	내과, 외과의사
	0.004	안무가
	0.0031	정신 건강 및 약물남용치료 사회복지사

자료 : 옥스포드 마틴 스쿨(Oxford Martin School), 2013년 ; 클라이스 슈밥 저, 송경진 역, 「클루우스 슈밥의 제4차 산업혁명」, 새로운 현재, 2016, p.70.에서 재인용.

셋째, 4차 산업혁명에 따른 대체 에너지 수송 기회를 선점해야 한다. 4차 산업혁명은 현지에서 생산되는 대체 에너지의 사용량이 계속 증가하면서 탱커 수요를 감소시킬 전망이다.⁴⁰⁾ 대체 에너지 개발과 사용 확대를 위한 시도는 끊임 없이 진행되고 있는데 해운도 예외는 아니다. 유럽에서는 선박용 연료로 에탄올 사용을 테스트하는 몇 가지 실험이 있었다. 에탄올로 전환된 첫 번째 선박이 2005년에 취항한 페리인 Stena Germanica이다. 이와 같이 대체 에너지 원의 개발은 계속될 것이며, 낮은 수준으로 유지될 것으로 기대되는 석유 및 석유 제품 운송에 대한 수요가 감소할 가능성이 높다. 따라서 해운 비즈니스를 육상까지 확대하여 대체 에너지 수송 기회를 선점할 수 있어야 한다.

⁴⁰⁾ Robert Grantham, The 4th Industrial Revolution And Maritime Transport, 2016. 6. 22.
<https://www.linkedin.com/pulse/4th-industrial-revolution-maritime-transport-robert-grantham>

넷째, 4차 산업혁명에 따른 선박관리 비즈니스에 주목해야 한다. 4차 산업혁명으로 선박 소유 트렌드와 제도가 변화될 가능성이 있다.⁴¹⁾ 4차 산업혁명으로 디지털화(digitalization)가 해운 및 선박관리 분야로 확대되고 있다. 전자상거래 기업인 아마존, 알리바바 등이 직접 해운산업에 뛰어들었다면 이 현상이 가속될 것이라는 의견이 나왔다.⁴²⁾

특히 4차 산업혁명은 공유경제를 확산시켜 전통적인 소유관계를 변화시키고 있다. 에어비앤비는 부동산을 갖고 있지 않으면서 기업가치가 힐튼을 넘어섰고, 스스로 콘텐츠를 생산하지 않는 페이스북과 유튜브 등이 가장 많은 콘텐츠를 보유하고 있다. 이것이 물리적 영역과 디지털 영역을 연결하는 플랫폼 기반 경제이며, 이런 체제변화가 가속화되고 있다.

해운산업에도 공유경제는 이미 오래 전부터 나타난 현상이나 4차 산업혁명으로 더욱 가속화될 가능성이 있다. 선박을 직접 소유하지 않아도 용선과 리스를 통해 해운업을 할 수 있는데, 4차 산업혁명으로 플랫폼을 기반으로 하는 공유경제 모델이 더욱 확대 발전할 전망이다. 이에 따라 전통적인 선박소유보다 단순 용선이 더욱 확대되고, 선박등록 기준과 절차가 완화될 것이다.

2. 4차 산업혁명에 따른 해운산업 정책 방향

1) 4차 산업혁명을 고려한 해운산업의 미래 변화 예측

정부는 해운산업의 중장기 비전과 전략 수립 시 4차 산업혁명을 고려하여 미래 전략을 수립해야 한다. 기존의 중장기 계획에서 향후 전망을 예측하고 전략을 수립했지만, 4차 산업혁명의 영향은 기존의 변화와는 새로운 차원에서 이루어질 것으로 예측되고 있다. 따라서 그간 진행된 방식과 모델을 이용하여 중장기 전략을 수립하는 것은 한계가 따를 수밖에 없다.

4차 산업혁명의 본질을 이해하고 이로 인한 미래의 경제·산업·사회 환경 등의 변화에 대비해야 한다. 특히 4차 산업혁명으로 인한 격변기에 해운시장에서

⁴¹⁾ <https://www.lloydslist.com/II/sector/ship-operations/article551567.ece>

⁴²⁾ <https://www.lloydslist.com/II/sector/ship-operations/article551567.ece>

주요국과 글로벌 기업들에게 경쟁력이 뒤쳐지지 않기 위해 미래 변화에 대한 정확한 예측을 통해 선제적으로 산업구조를 고도화하고 기업 환경을 개선하는 등 대내외 환경 변화에 대응할 필요가 있다.

2) 4차 산업혁명 시대의 해운산업 부문 플랫폼 비즈니스 정책개발

4차 산업혁명의 특징인 공유경제, 온디맨드 경제 등의 기술 기반 플랫폼 사업에 대해 해운기업에서 포괄적 시각과 장기적인 관점에서의 전략을 마련해야 한다.

4차 산업혁명 시대에 전통적인 선주의 역할이 지속될 수 있는가, 그리고 선박 관리 비즈니스의 역할이 확대되고 화주의 공급망 통제가 확대되는 상황에서 운항사의 역할은 무엇인가, 더 나아가 항만을 공유하고 선박을 공유하는 비즈니스는 어떤 형태로 진행될 것인가에 대한 해답을 마련해야 한다.

세계 해운시장에서 4차 산업혁명 기술, 즉 IoT, 블록체인, 빅 데이터, 무인 자율운항선박, 자동화 터미널을 이용한 기술이 확산되면, 법률에 의해 규제되었던 기존의 거래방식은 완전히 변화될 전망이다.

전통적인 선주 개념도 희박해지고 기존의 용대선 관계도 변화될 것이다. 선박을 운항하는 선사 외에도 인터넷 거래업체, 무역업체도 선주와 용선계약을 할 수 있을 것으로 전망된다. 그리고 선박을 운항하는 선사의 역할도 변화될 것이다. 해운거래를 주도하고 부가가치를 창출하는 수익형 선사와 해운시장에서 화물을 운송하고 일정 수수료만 받는 회사로 양분될 것이다.

향후 해운시장은 선박, 터미널, 하역장비를 많이 보유하는 업체보다 해운거래 정보를 많이 가진 업체가 수익을 더 많이 올릴 수 있을 것이다.

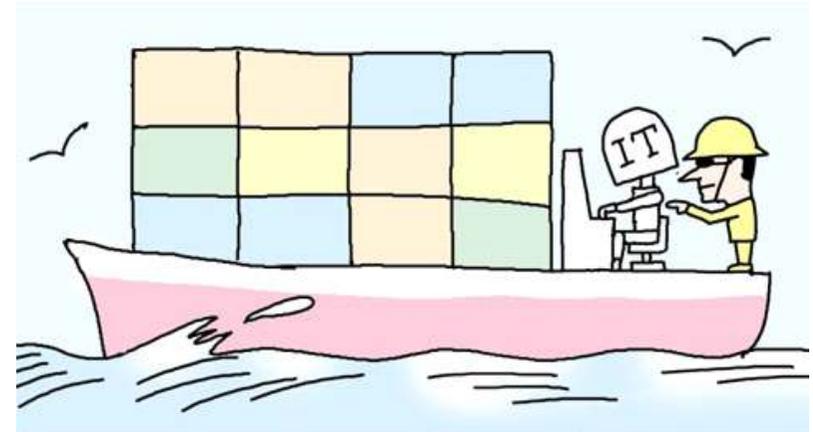
따라서 그간 추진한 자산과 하드웨어 확보 중심의 해운정책을 해운거래 정보의 축적과 소프트웨어 개발을 강화하는 정책으로 변경할 필요가 있다. 해운거래 정보의 축적과 소프트웨어 개발을 위한 해운거래 정보 플랫폼 개발 정책이 시급하다.

3) 4차 산업혁명 시대에 대비한 빅데이터 확보 및 활용정책 개발

4차 산업혁명에서 가장 중요한 데이터 활용을 극대화하는 역량을 확보해야 한다. 최근 세계 1위 해운사인 머스크는 독일 소프트웨어 기업인 SAP CEO(최고경영자) 출신을 이사회 의장으로 임명했다. 4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라

물건을 실어 나르는 해운업이 IT와 연계해야 한다는 상징적인 사례이다. 해운서비스 중에서 정기선 컨테이너 비즈니스는 소프트웨어 시스템을 특히 잘 구축해야 살아남을 수 있다.

〈그림 4-5〉 해운과 IT의 결합



자료 : 조선일보, 2017.02.20. 03:00

4) 4차 산업혁명을 주도할 기술 선점 전략 개발

사물인터넷, 인공지능 등 4차 산업혁명을 주도할 기술 시장 선점을 위한 선제적 대응역량이 필요하다. 미래 성장 가능성이 높은 새로운 성장동력 비즈니스 발굴도 필요하다. 대내외 여건 변화 및 경쟁기업의 진출과 투자 형태 등을 분석하여 미래 성장 동력 비즈니스 재선정 작업도 추진해야 한다. 특히 선택과 집중을 통해 투자 효율성을 높이고, 차별된 투자를 통해 미래 성장동력 비즈니스 육성의 효율성과 전략성을 강화해야 한다.

제5장

결론 및 정책 제언

제1절 결론

2016년 세계경제포럼에서 '제4차 산업혁명의 이해'를 다룬 이후, 4차 산업혁명은 세계에서 가장 중요한 화두가 되었다. 그러나 4차 산업혁명은 용어 정의부터 영향, 대응책까지 우리에게 익숙하지 않은 상황이다.

4차 산업혁명은 정보통신 및 연관된 과학 기술의 발전과 우리 사회 각 산업의 복합적인 연계를 바탕으로 생산구조와 사회구조를 획기적으로 변화시켜서 산업의 혁명적인 영향을 미치는 현상을 의미한다. 4차 산업혁명은 증기기관 발명(1차 산업혁명), 대량 생산과 자동화(2차 산업혁명), 정보기술(IT)과 산업의 결합(3차 산업혁명)에 이어 네 번째 산업혁명을 일으킬 것이라는 의미에서 붙여진 말이다.

4차 산업혁명은 경제 및 산업구조, 노동시장 등 다양한 분야에 많은 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다. 또한 속도, 범위, 영향력 등 측면에서 3차 산업혁명과 완전히 차별되고 인류가 한 번도 경험하지 못한 새로운 시대를 접하게 될 것으로 예상되고 있다. 그리고 4차 산업혁명은 사물인터넷(IoT)을 통해 생산기기와 생산품 간 상호 소통 체계를 구축하고, 전체 생산과정의 최적화를 구축한다는 점에서 3차 산업혁명인 디지털 혁명과는 차이가 있다. 그 동안의 공장자동화는 미리 입력된 프로그램에 따라 생산시설이 수동적으로 움직이는 수준이었으나, 4차 산업혁명에서 생산설비는 제품과 상황에 따라 능동적으로 작업 방식을 결정하게 된다.

4차 산업혁명은 모든 과학·기술을 융합 연결하는 새로운 산업발전 모델이다. ICT 등 4차 산업혁명 기술이 과학, 물리, 생물학 등과 결합하여 안전하고 효율적인 사회를 발전시키는 원동력으로 작용할 전망이다.

4차 산업혁명은 전 세계 모든 분야에 걸쳐 진행되고 파괴적인 창조활동이 확산되어 각 분야에 엄청난 변화가 예상된다. 그러나 여전히 2차, 3차 산업혁명의

혜택에서 벗어나지 못한 지역과 분야도 존재할 것이다. 해운 항만물류 분야도 2차, 3차, 4차 혁명의 공존 속에서 업계 리더와 추종자로 양분될 가능성이 높다. 그러나 분명한 것은 리더는 큰 파이를 지속적으로 획득하고 추종자는 한계상황에서 연명하는 상황에 직면한다는 것이다.

해운산업에서도 4차 산업혁명을 맞이하고 있다. 해운은 해상에서 화물을 운반하는 자본·노동집약적 산업에서 발전하여 빅데이터, IoT, 블록체인, 인공지능(AI) 등의 정보통신기술을 활용하고 있다. 해운산업에서 빅데이터는 다양하게 활용되고 있다. 선박에 각종 센스를 부착하여 정보를 취득하고 이를 분석하여 효율적이고 안정적인 항로와 운항 방법을 모색한다. 또한 엄청난 양의 무역거래 정보를 활용하여 선박과 장비를 효율적으로 세계 각지에 배치하여 비용을 줄이고 신속한 서비스를 제공하여 화주 만족도를 높이는 데 활용한다. IoT는 냉동/냉장 컨테이너에 센스를 부착하고 중앙에서 관리하여 선원들의 일감을 줄이고 효율성을 높이는 데 활용된다. 블록체인은 화주들의 신용장을 안전하게 처리하는 보안장치로 활용된다. 이는 머스크, GE 등에서 개발하여 상용화되고 있다. 인공지능은 무인선박의 핵심기술이다. 그간 운항했던 수많은 기록을 분석하고 알고리즘을 통해 최적 운항루트와 방법을 만드는 데 활용된다.

4차 산업혁명은 해운산업 부문에서 「생산성의 근본적 개선」, 「사고·고장의 사전예방」, 「시장점유율 확대」, 「환경부하 저감」, 「노동시장의 유연성 제고」 등을 가져올 것으로 전망된다. 우선 생산성의 근본적 개선은 고효율 Ecoship 개발을 통해 비용을 절감하고, 운항 효율성을 제고하는 형태로 이루어질 것이다.

환경부하 저감은 전 세계 해운기업이 환경부하를 저감시키는 시스템 개발을 바탕으로 최적 운항 지원 시스템을 도입할 준비를 진행하면서 이루어지고 있다. 특히 4차 산업혁명을 대표하는 환경부하 저감 기술은 바로 "LNG 추진선의 개발"이라고 할 수 있다. LNG 추진선은 뛰어난 환경 성능이 최대의 특징으로 독자적인 환경 규제를 도입하는 유럽 해역을 중심으로 운항이 활발히 이루어지고 있다. 세계 주요 해운조선 업체는 유황산화물(SOx)과 질소산화물(NOx) 그리고 이외에도 CO₂ 배출 감소 효과까지 지니는 LNG 추진선의 개발을 확대하고 있다.

이에 따라 4차 산업혁명은 해운분야에서 환경문제를 해결할 주요대안으로 기대되고 있다. 세계 주요 해운업체들은 2010년 들어서 환경 오염물질 배출을 저

감시하는 시스템 개발을 추진하고 있다. 해운에서 환경부하를 저감하는 핵심 기술은 LNG를 연료로 사용하는 선박(LNG 추진선) 개발이라고 할 수 있다. LNG 추진선은 친환경 기술이 최대의 특징으로 독자적인 환경 규제를 도입하는 유럽 해역을 중심으로 운항이 활발히 이루어지고 있다. 세계 주요 업체들은 유황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), CO₂ 배출 감소 효과까지 지니는 LNG 추진선의 개발을 확대하고 있다.

시장 점유율 확대는 4차 산업혁명의 다양한 기술을 활용한 기업의 성과가 시장에서 나타나는 것을 의미한다. 4차 산업혁명 기술로 건조되는 Eco-Ship은 친환경 선박 선호 경향을 반영하여 시장 점유율을 확대시키는데 긍정적인 영향을 미치는 결과이다.

최근에는 해운산업의 장기 정체를 타파하고 지속가능한 성장을 실현하는 방안으로 4차 산업혁명이 거론되고 있다. 4차 산업혁명을 해운산업에 받아들임으로써 긍정적인 영향이 해운산업에 미칠 것으로 기대된다. 실제 해운산업에 IoT 혁명이 밀려오고 있다. 일본과 유럽 해운산업은 자동 운항 프로젝트나 빅 데이터 활용을 급속도로 추진 중에 있으며, 이를 통해 안전 운항이나 운항 효율 향상 등 선진 기술의 폭넓은 효과가 예상되고 있다. 또한 고효율 Eco-Ship으로 연비의 향상과 단위 운송비용을 절감시킬 수 있다.

사고·고장의 사전 예방은 4차 산업혁명 기술을 안전에 접목하여 이루어지는 성과이다. 최근 IoT(Internet of Things) 기술을 통한 선박 내 진단·유지·보수 활동이 확대되고 있다. 특히 EU, 일본을 중심으로 자동적인 진단·유지·보수 기술의 개발 확대가 이루어지고 있는데, 구체적으로는 선박 내부에 부착된 센서를 통해 사전 연료유 공급, 선박 유지 및 보수를 위한 정보 획득과 대응, 충돌·좌초·전복 방지를 위한 기관·기기류의 고장 진단, 최적항로 제공 시스템 등의 개발이 추진되고 있다. 주요국들의 개발 목표는「선박 자동 전조 진단 시스템」개발로 선박 운항 안전성을 향상시킨다는 것이다.

노동시장 유연성 제고도 4차 산업혁명을 통해 기대할 수 있다. 자율운항선박 등 해운산업에서의 4차 산업혁명은 생산성 향상 및 단위당 비용 감소를 통한 부가 가치 창출력 강화를 통해 근로 방식의 개혁을 가져올 수 있으며, 동시에 해상직 노동자가 육상직 노동자로 전환되는 등 노동 시장의 유연성을 높일 수 있다.

따라서 해운물류 분야에서도 3D노동(직무)을 대체하는 데 4차 산업혁명 기술을 활용하고, 성과를 공유하는 마인드와 시스템의 선제적 구축이 필요하다.

한편 4차 산업혁명은 인간 행복 증진을 위한 방향으로 추진되어야 성공 가능성이 높다. 자동화, 무인화 등을 비용 절감 차원에서만 접근할 경우 항만노무자 등 이해당사자의 저항으로 혁신적 기술 도입이 지연되고 긍정적 효과도 반감될 것이다. 4차 산업혁명을 휴먼 에러에 의한 안전사고 감소, 근골격계 손상을 입히는 힘든 노동 업무의 로봇 대체로 인간 행복 증진을 위한 수단으로 활용해야 다수의 동의, 공감, 참여가 가능할 것이다.

현재 해운 주요국 간에는 첨단 신기술을 이용한 경쟁도 한층 더 심화되고 있다. 일본은 해운·조선업체 간 협력을 통해 자율운항 선박을 개발하고 있으며, EU는 원거리 원격 조정 기술, 중국은 온라인 해운물류 플랫폼, 미국은 대형 LNG 액화플랜트를 개발하는 등 각국은 해운산업 4차 산업혁명의 주도권을 잡기 위한 경쟁을 확대하고 있다. 4차 산업혁명이 가져올 기회를 선점하기 위한 전략이 필요한 시점이다. 4차 산업혁명이 해운항만 물류분야에 미치는 영향을 면밀히 분석하여, 새로운 비즈니스 기회를 선점하고 대응하는 정책과 전략이 요구된다.

제2절 정책제언

4차 산업혁명 신기술이 해운산업에 다수 접목된 주요국들 대비 우리나라 해운산업의 4차 산업혁명 도입 수준은 미흡한 편이다. 다행이 올해 들어 우리나라는 4차 산업혁명을 원동력으로 혁신 성장을 본격적으로 추진할 계획을 표명하였다. 혁신 성장을 통해 경제 전체의 파이를 키우고 이를 위해 특히 4차 산업혁명을 최우선으로 활용한다는 것이다. 혁신 성장 전략이 추진되는 분야는 전 산업이므로 해운산업도 4차 산업혁명을 중심으로 성장이 추진될 계획이다.

대통령 직속 4차 산업혁명 위원회는 상대적으로 4차 산업혁명에 대응하는 폭과 속도가 미흡했던 우리나라 현실을 직시하고, 4차 산업혁명의 핵심을 구성하는 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터를 위한 투자를 확대하여 혁신 생태계를 조성한다는 것이 기본적인 구상이다. 4차 산업혁명을 중심으로 본격적인 혁신 성장을

도모하고자 하는 전략은 EU, 중국, 일본에 비해 열위에 놓인 우리나라의 4차 산업혁명 대응 역량을 위해 바람직하다고 판단된다. 4차 산업혁명의 적극적인 활용을 통해 지속적으로 혁신 성장의 실적을 도모하는 것이 바람직하다고 생각된다.

4차 산업혁명은 우리의 일상생활과 사회구조, 그리고 기업 및 산업의 생산성을 변화시키면서 시장에서 성장과 퇴출을 결정하고 있다. 4차 산업혁명 진행에 대비하여 우리나라 해운산업의 성장과 발전을 위해 시급히 추진되어야 할 정책을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 해운물류산업의 4차 산업혁명 기술도입 및 대응을 위한 R&D 확대를 제안한다. 한국 해운물류산업이 4차 산업혁명 시대의 선도국으로 입지를 강화하기 위해서는 산업혁명의 '촉진자(enabler)'에 해당하는 '핵심 요소기술'을 조속히 확보하는 것이 관건이다. 핵심 요소기술은 근본적으로 R&D를 통해 확보할 수 있다. 현재 3.1% 수준의 R&D 예산을 5년 내 7% 수준으로 상향 조정해야 한다. 이를 통해 무인선박기술, 해양안전관리시스템, 디지털 Port 4.0 기술개발 등을 위한 R&D를 실시해야 한다.

둘째, 4차 산업혁명 기술전담 산학연정 네트워크 구축을 제안한다. 공공 데이터 활용을 위한 플랫폼 구축, 민간 데이터 활용을 위한 네트워크 구축, 민간의 수요에 부응하는 빅데이터 구축 및 제공 추진 등이 요구된다. 해운·조선 빅데이터를 활용한 해운경기 분석, 리스크 관리, 운항 신기술 개발 추진, 블록체인기반 Global Smart Chain Port 사업, 스마트 관제 항만 플랫폼 추진, 빅데이터 기반 해양-항만-육상 운송수단 간 물류흐름 관제시스템 구축 등이 산학연정 네트워크를 통해 이루어질 수 있다.

셋째, 4차 산업혁명 기술 활용을 위한 전문인력 양성을 제안한다. IoT 등 고급 기술인력 양성기관 선정(설립)도 필요하다. 스마트 해운·항만 물류 전문인력 육성 프로그램 개발도 미룰 수 없는 과제이다.

넷째, 4차 산업혁명을 활용한 해운물류 혁신위원회 구성을 제안한다. 위원회는 4차 산업으로 예상되는 여러 가지 변화를 예측하고 종합대책을 마련하고 다양한 대안을 결정하는 역할을 수행하도록 한다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 강진규, “해운물류 블록체인 적용하는 삼성SDS”, TECH M, 2017. 10.
- 관계부처합동, 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책, 2017.01.16.
- 권호정 외, 호모 컨버전스-제4차 산업혁명과 미래사회-, 아시아, 2016.
- 국제미래학회, 「전략적 미래예측 방법론:미래를 보는 힘 34가지 미래예측 방법론 완벽 해설서」, 2014. 두남.
- 김규형 외, 「선박금융론」, 박영사, 2009.
- 닛케이 BP, 「세상을 바꿀 테크놀로지 100」, 나무생각, 2017.
- 문대근 외, “선박 통합 통신망 기반 원격 선박 유지보수 시스템 개발”, 「대한조선학회 논문집 제47권 제5호」, 2010. 10. 대한조선학회.
- 사공목·주대영, 일본의 4차 산업혁명 대응 실태와 정책 방향. 산업연구원, 2016.12.
- 월간해양한국, 「4차 산업혁명시대의 해사산업계, 스마트쉽으로 경쟁력 강화」2017. 10.
- 옥스포드 마틴 스쿨(Oxford Martin School), 2013년.
- 윤민현, “지금부터는 디지털이다!”, 해양한국칼럼, 2017.
- 이순석, “디지털의 세 가지 얼굴”, 중도일보칼럼, 2017.
- 이유수, ‘4차 산업혁명과 에너지 패러다임의 전환’, Future Horizon, 과학기술정책연구원, 2017, 33권 10호.
- 이은민, 4차 산업혁명과 산업구조의 변화, 정보통신방송정책, 정보통신정책연구원, 제28권 15호, 2016.8.16
- 이태희, “4차 산업혁명 시대의 디지털이세이션 연구: 해운시장을 중심으로”, 「4차 산업혁명 관련 전문가 회의 자료집」, 2017. 6. 23. 한국해양수산개발원.
- 정민·조규림, “4차 산업혁명의 등장과 시사점”, 「경제주평」, 현대경제연구원, 2016.8.
- 정보통신정책연구원, 「4차 산업혁명 : ICT의 역할 및 정책방향」(4차 산업혁명 기획 시리즈), 2017.

- 정보통신정책연구원, 「4차 산업혁명 선도를 위한 ICT의 역할과 주요과제」(4차 산업혁명과 ICT 컨퍼런스 자료집), 2017.
- 정하나, “고용부, 4차 산업혁명 선도인력 양성사업 참가 민간 선도훈련기관 추가 공모”, 산업뉴스, 2017. 8.
- 조지원, “바다에서 자율주행 무인선박 개발 경쟁 본격화, 국내 관련 업체들 협력 급선무”, 조선비즈, 2017. 10.
- 클라이스 슈밥 저, 송경진 역, 「클루우스 슈밥의 제4차 산업혁명」, 새로운 현재, 2016.
- 한국산업기술평가관리원, “무인선 기술 개발 동향 및 산업 현황”, 「PD ISSUE REPORT」, 2015. 3월.
- 해운시장의 디지털이세이션 연구: Maersk의 플랫폼 사례 중심으로.
- 홍의, “SCM에서 최근 기술혁신 사례와 시사점”, 「4차 산업혁명 관련 전문가 회의 자료집」, 2017. 6. 23. 한국해양수산개발원.
- 황진희, “4차 산업혁명에 따른 해운산업 영향과 기회”, 한국해운물류학회 춘계정기 학술대회 자료집, 2017. 5.
- 현대경제연구원, “4차 산업혁명 기반산업의 R&D 현황 국제비교”, 「VIP 리포트」, 2017. 9월.

〈해외 문헌〉

- BVL MAGAZINE KOREA, 2017. 6월.
<https://www.linkedin.com/pulse/4th-industrial-revolution-maritime-transport-robert-grantham>
- <https://www.lloydslist.com/ll/sector/ship-operations/article551567.ece>
- Dombrowski 외 1인, “Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution”, Procedia CIRP, Volume 17, 2014.
- Papanikolaou 외 7인, “Energy Efficient Safe Ship Operation”, Transportation Research Procedia, Volume 14, 2016.
- Robert Grantham, The 4th Industrial Revolution And Maritime Transport, 2016. 6. 22.

- Savrul 외 1인, “The Effect of R&D Intensity on Innovation Performance: A Country Level Evaluation”, Social and Behavioral Sciences, Volume 210, 2015.
- Sikorski 외 1인, “Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market”, Applied Energy, Volume 195, 2017.
- NYK, “世界のトップクラスの海運業を支えるIoT+ビッグデータ”, 2016. 11월.
- 海上技術安全研究所, “海運におけるビッグデータの活用とIoT”, 2015. 11월.
- 国土交通省, “船舶ビッグデータによる海事産業の変革に向けた取り組み”, 2015. 8월.

〈인터넷 자료〉

- 매일경제 용어해설 <http://www.mk.co.kr>
- 한국정보통신기술협회 <http://terms.tta.or.kr/main.do>
- Marine Insight, www.marineinsight.com
- 일본해사신문, <https://secure.marinavi.com/>
- Bundesvereinigung Logistik (독일연방물류협회)