

자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구

A Study on the Policy Directions related to the Introduction
of Maritime Autonomous Surface Ship (MASS)

2018. 8.

박혜리 | 박한선 | 김보람



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진

박혜리 해운해사연구본부 해사안전연구실 전문연구원
박한선 해운해사연구본부 해사안전연구실 부연구위원
김보람 해운해사연구본부 해사안전연구실 연구원

보고서 집필 내역

연구책임자

박혜리 연구총괄, 제1장, 제3장, 제5장

연구진

박한선 제4장
김보람 제2장

산·학·연·정 연구자문위원

도덕희 한국해양대학교
서용석 산업기술평가원

※ 순서는 산·학·연·정 순임

목차

❖ 요약 · i

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구 배경 및 필요성	1
제2절 연구 목적	4
제3절 연구 내용 및 방법	5
1. 연구 범위 및 주요 내용	5
2. 연구 방법	6
제4절 선행연구 검토	8

제 2 장 국내·외 자율운항선박 주요 동향 분석 · 11

제1절 자율운항선박의 개념	11
1. 자율운항선박의 정의	11
2. 자율화 등급(Level of Autonomy)의 정의	14
3. 유사 용어와의 비교·분석	20
제2절 국내·외 주요 동향 분석	28
1. 국내 주요 동향 조사·분석	28
2. 해외 주요 동향 조사·분석	35
제3절 시사점	42

제 3 장 자율운항선박 도입에 따른 주요 쟁점사항 분석 · 45

제1절 자율운항선박 도입의 의의	45
제2절 주요 쟁점사항 조사·분석	48
1. 선박 설계 및 운항 기술	48
2. 선박 안전 및 관리체계	52
3. 고용 및 교육	57
4. 사고 책임 및 보상	60
5. 해운·항만·물류 체계	64
제3절 자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위 분석	69
1. 조사 개요	69
2. 정책 우선순위 조사 방법 및 내용	70
3. 정책 우선순위 조사·분석 결과	74

제 4 장 자율운항선박 도입을 위한 대응정책 방향 및 전망 · 81

제1절 해양안전·환경, 사회·문화, 경제·산업 측면의 파급효과 및 전망	81
1. 해양안전·환경 측면	81
2. 사회·문화 측면	84
3. 경제·산업 측면	86
제2절 자율운항선박 도입 정책 방향 및 전략	89
1. 자율운항선박 도입 정책 우선순위 기반 정책 방향	89
2. 산업별 대응정책 전략 수립 및 준비사항	93

제 5 장 결론 및 정책제언 · 99

제1절 요약 및 결론	99
-------------------	----

제2절 정책제언	103
1. 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상교통·물류 거버넌스 구축	103
2. 자율운항선박 연계산업 정책 활성화 및 지원 확대 ..	105
3. 인적 경쟁력 강화 및 국제 공조체계 구축	107
4. 스마트 해상물류 체계의 변화 및 미래전략 분석에 관한 연구개발	108

❖ **참고문헌 · 111**

❖ **부록 · 117**

표 목차

◆	
〈표 1-1〉	본 연구와 선행연구 간의 차별성 분석 9
〈표 2-1〉	자율운항선박에 대한 개념 비교 13
〈표 2-2〉	IMO의 자율화 등급 정의 14
〈표 2-3〉	BV의 자율화 등급 정의 15
〈표 2-4〉	LR의 자율화 등급 정의 16
〈표 2-5〉	NFAS의 자율화 등급 정의 18
〈표 2-6〉	Ramboll-Core의 자율화 등급 정의 19
〈표 2-7〉	자율운항선박 자율화 등급 정의 비교 19
〈표 2-8〉	선박 범주 및 자율화 등급 22
〈표 2-9〉	자율운항선박과 유사 용어의 비교 27
〈표 2-10〉	AAWA의 스마트선박 개발 주체 및 역할 39
〈표 2-11〉	주체별 자율운항선박 동향 비교 43
〈표 3-1〉	분야별 정책 요소 구분 및 내용 47
〈표 3-2〉	선박 구조 및 설계 기술의 변화 49
〈표 3-3〉	자율운항 및 제어 기술의 변화 50
〈표 3-4〉	선박 유지·보수 기술의 변화 51
〈표 3-5〉	선박용 설비 및 장비의 변화 52
〈표 3-6〉	해양 기기·장비 분야의 신규 비즈니스 예시 53
〈표 3-7〉	화물 관리 기술의 변화 54
〈표 3-8〉	선박 보안체계의 변화 55
〈표 3-9〉	IMO의 사이버보안 가이드라인 주요 내용 56
〈표 3-10〉	자율운항선박 관련 주요 산업의 규모 57
〈표 3-11〉	고용형태의 변화 58

〈표 3-12〉 자율운항선박 시대에 요구되는 선원의 역량	59
〈표 3-13〉 전문인력 양성 교육 및 시스템 변화	59
〈표 3-14〉 해양사고 유형의 변화	60
〈표 3-15〉 책임 및 보험제도의 변화	63
〈표 3-16〉 해운·항만·물류 시스템의 변화	65
〈표 3-17〉 자율운항선박과 연관된 주요 산업 분야	66
〈표 3-18〉 조사 대상의 표본 현황	70
〈표 3-19〉 다속성 의사결정 기법의 비교	71
〈표 3-20〉 계층분석법(AHP) 분석 단계	72
〈표 3-21〉 분야별 정책 요소 구분 및 내용	73
〈표 3-22〉 정책 우선순위 분석 결과 (전체)	75
〈표 4-1〉 분야별 기회요소 및 위험요소 사항	90
〈표 5-1〉 분야별 대응정책 전략 및 준비사항	102

그림 목차

❖	
〈그림 1-1〉 조선·해운산업의 위기	3
〈그림 1-2〉 연구추진 프로세스	7
〈그림 2-1〉 디지털 선박의 통합 및 작동 개념	23
〈그림 2-2〉 디지털 선박의 시스템 구성	24
〈그림 2-3〉 상업용 무인선박의 종류	25
〈그림 2-4〉 현대중공업 통합 스마트선박 솔루션 개념도	31
〈그림 2-5〉 NDDS 개념도	33
〈그림 2-6〉 아라곤 II 모습	34
〈그림 3-1〉 자율운항선박 도입의 효과	46
〈그림 3-2〉 자율운항선박 개념 설계도	48
〈그림 3-3〉 선박 유지·보수를 위한 센서 및 점검 시스템 발전 구성도	52
〈그림 3-4〉 주요 사고원인의 발생 가능성 변화	61
〈그림 3-5〉 원인별 해양사고 발생 비율	61
〈그림 3-6〉 선박 건조 및 기기·장비제조 산업 중심의 생태계 도식도	67
〈그림 3-7〉 해운·항만물류 산업 중심의 생태계 도식도	68
〈그림 3-8〉 전문가 설문조사 양식	74
〈그림 3-9〉 전체 항목별 가중치 산정 결과	76
〈그림 3-10〉 선박설계 및 운항기술 분야 가중치 산정 결과	77
〈그림 3-11〉 선박 안전·관리 분야 가중치 산정 결과	78
〈그림 3-12〉 고용 및 교육 분야 가중치 산정 결과	78
〈그림 3-13〉 사고 책임 및 보험 분야 가중치 산정 결과	79
〈그림 3-14〉 해운·항만·물류 체계 분야 가중치 산정 결과	80
〈그림 4-1〉 자율운항선박 도입 대응체계 및 정책 방향	92

요약

요약

자율운항선박으로 스마트 디지털 해상물류체계 실현

제4차 산업혁명에 따라 시작된 패러다임의 변화는 해운(Shipping 4.0), 항만(Port 4.0), 조선(Smart ship 4.0) 및 해양(Marine 4.0) 등 전 산업분야에 걸쳐 진행되고 있으며, 이와 함께 자율운항선박은 혁신성장 기술에 대한 새로운 도전과제로 주목받고 있다. 자율운항선박에 대한 국제적 차원의 논의는 지난해 6월에 개최된 제98차 국제해사기구(IMO) 해사안전위원회(MSC)에서 자율운항선박을 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)로 규정함으로써 본격화되었으며, 우리나라도 ‘해양수산부 2018년 업무계획’에 따라 국가물류체계 혁신을 위하여 자율운항선박, 해상통신망, 스마트항만 등 스마트 해상물류체계 구축 전략을 수립하였다.

자율운항선박에 의한 해사산업 및 관련 분야의 경제적 시장규모는 2025년 약 1,550억 달러(한화 약 170조)까지 확대될 것으로 예상되며, 전후방 모든 산업의 현 성장률을 고려했을 때 2035년에 약 8,000조 시장규모가 될 것으로 전망된다. 자율운항선박을 통한 스마트 디지털 해상물류체계 실현을 위해 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상교통·물류 거버넌스를 구축하고, 자율운항선박 연계산업 정책

활성화 및 지원 확대, 기술 및 인적 교류를 통한 국제공조체계 구축 등 경쟁력 강화를 위한 정책방안 마련이 시급하다. 이에 본 연구에서는 자율운항선박 도입과 관련한 정책 우선순위를 파악하여 산업별 대응 전략을 마련하고, 해운·항만·조선 분야를 포괄하는 스마트 해산물류체계 구축을 위한 정책방안을 제시하였다.

먼저 자율운항선박은 조선 및 해운·항만·물류 등 모든 분야가 직·간접적으로 연계되어 있다는 점에서 다음과 같은 기본 전략 하에 추진할 필요가 있다. 첫째, 융·복합형 R&D 프로젝트 추진을 통한 정책 및 기술개발이 이루어져야 할 것이며, 기초 및 고도화 연구, 응용 및 실증연구, 정책반영 및 제도화, 기술사업화 등 연구개발(R&D) 기술 및 노하우의 활용을 극대화하기 위한 방안을 마련해야한다. 둘째, 혁신적인 산업·기술적 변화와 함께 사회·문화적 측면에서 자동화 및 자율화에 따른 윤리적 책임 등에 대해 다양한 이해관계자들의 충분한 합의가 이루어질 수 있도록 인간중심의 사회적 합의 도출 시스템이 구축되어야 할 것이다. 셋째, 글로벌 인재양성 투자 확대를 통해 국제표준화에 탄력적으로 대응할 수 있는 인적 경쟁력을 강화하고, 국제 연구협력을 통해 선진국과의 기술력 격차를 줄여 나가기 위해 노력해야 할 것이다.

자율운항선박 기술과 함께 선박 및 해상안전체계에 대한 정책 개발 등 우선적으로 추진할 필요가 있는 주요 정책에 대한 산·관·학·연 전문가 조사 결과, ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술’(17.8%), ‘해적 행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계’(13.0%), ‘해양사고 유형 변화’(10.7%), ‘책임 및 보험제도’(10%)의 순으로 조사되었다.

이러한 정책 우선순위를 기반으로 (1) 선박구조 및 설계, 자율운항 및 제어, 선박 유지·보수 등 선박설계 및 운항 기술의 확보, (2) 선박의 안전 운항을 위한 감항성 확보, (3) 산업 변화를 고려한 맞춤형 인력양성 및 교육시스템 개발, (4) 해양사고의 유형 및 책임소재 변화에 따른 새로운 보험 및 보상제도 개발, (5) 해운, 조선, 기자재 및 항만물류산업의 새로운 비즈니스 모델 창출 등 주요 분야별 전략을 제시하였다.

자율운항선박 도입을 위한 국제사회의 준비 착수

■ 유럽을 중심으로 자율운항선박에 대한 선도적인 기술 개발 진행

- 유럽을 중심으로 자율운항선박에 대해 선도적인 개발이 진행되고 있으며, 일본과 중국이 자율운항선박에 대해 집중하고 있음
- 유럽의 경우 중·소형 선박을 중심으로 자율운항선박을 개발하고 있으며, 특히 노르웨이 및 핀란드 외에 호르텐(Horten) 및 트롬쇠(Tromsø) 등 다양한 지역의 테스트베드를 구축하여 지속적으로 데이터를 축적하고 있음
- 또한, 정부·공공기관은 생태계 조성자로서의 역할에 집중하고 있고, 기술 개발은 민간 기업이 주도함에 따라 실제 예상수요자가 기술 개발에 비중 있게 참여하고 있다고 할 수 있음

■ 부처 간 협업을 통해 자율운항선박 관련 신규 산업분야 발굴 및 기술 개발 추진

- 우리나라는 해양수산부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등 유관 정부부처 간 협업을 통해 자율운항선박에 대한 신규 산업분야 발굴 및 기술 개발에 노력하고 있음
- 산업계 측에서도 조선소와 기업에서 자율운항선박 관련 고유 기술 개발 및 특히 출원에 투자하는 움직임을 보이고 있음
- 그러나 정부와 민간의 협업 움직임은 다소 미흡하며, 실질적으로 선박운항과 연관된 해운회사, 조선소, 기자재 업체와의 상호 협력체계가 부족한 실정임
- 또한 자율운항선박이라는 차세대 패러다임에 적응하기 위해 유럽 중심의 선도적인 핵심기술 개발을 고려하여 국제 표준화에 대응하고, 우리나라 주도의 다자간 프로젝트 및 아시아 테스트베드 구축방안 등을 검토할 필요가 있음

■ 자율운항선박 운용을 위해 범국가적 차원의 통일된 개념 정립이 필요

- 자율운항선박 및 자율화 등급의 정의는 주요 해운국가와 해사분야 산업체 등이 다양하게 제안하고 있으며, 최근 IMO MSC 99 차에서 초안을 마련함
- 그러나 IMO 회원국 간의 합의는 자율운항선박 운용에 따른 관련 규정 검토를 위해 정의한 것으로 향후 범국가적 차원의 통일된 개념 정립이 필요함

선박 운항 여건뿐만 아니라 해운, 해사, 항만·물류, 조선 및 기자재 산업 전반에 걸친 산업 인프라 변화 예상

■ 자율운항선박 도입과 함께 다양한 정책 이슈 예상

- 자율운항선박은 해운(Shipping 4.0), 항만(Port 4.0), 조선(Smart ship 4.0) 및 해양(Marine 4.0)과 함께 관련 산업별 트렌드의 중심으로 주목받고 있음
- 자율운항선박 및 관련 기술은 해상 물동량 증가 및 수송수단 고속화·대형화 등에 따른 해양사고의 위험성 확대를 고려하여, 해상 교통 환경의 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 인명안전 및 해양환경 보호를 위한 친환경 스마트 해상운항 서비스를 제공하려는 목적으로 추진하고 있음
- 이에 자율운항선박 도입에 따라 선박 운항 여건뿐만 아니라 해운, 해사, 항만·물류, 조선 및 기자재 산업 등 해사산업 생태계 전반에 걸쳐 급격한 변화가 발생하고 있음

■ 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류체계 분야의 패러다임 변화 예상

- 자율운항. 경제운항, 안전운항, 원격제어 기능을 갖춘 개방형 구조의 선박이 도입됨에 따라 선박설계 및 운항기술이 발전할 것으로 예상됨
- 선박 안전 및 관리 분야에서는 자동화, 지능화, 통합화된 선박용 설비가 확대될 것으로 예상되며, 원격·자가 화물 관리 기술 및 선박 보안체계가 강화될 것임
- 고용 및 교육 분야의 경우 자동화 기술 및 첨단기술에 대한 지식을 요구할 것으로 예상되며, 이에 대한 기술 및 운용 능력을 활용한 비즈니스가 등장함에 따라 신규 일자리 창출이 전망됨
- 자율운항선박 도입에 따라 인적 과실에 의한 사고 또는 선박운항 사고의 발생 가능성은 감소할 것으로 예상되나, 선박의 안전과 선원의 안전이 분리될 우려가 있어 도덕적·윤리적 문제 발생 등으로 해양사고 책임 및 보험제도의 변화가 예상됨
- 해운·항만·물류 체계 분야에서는 자동화 항만과의 연계를 위해 항만·물류 작업 처리 과정 전반에 대해 자동화 및 최적화될 것으로 전망됨

자율운항선박 도입과 함께 선박 및 해상안전 강화를 위한 정책개발 우선 추진 필요

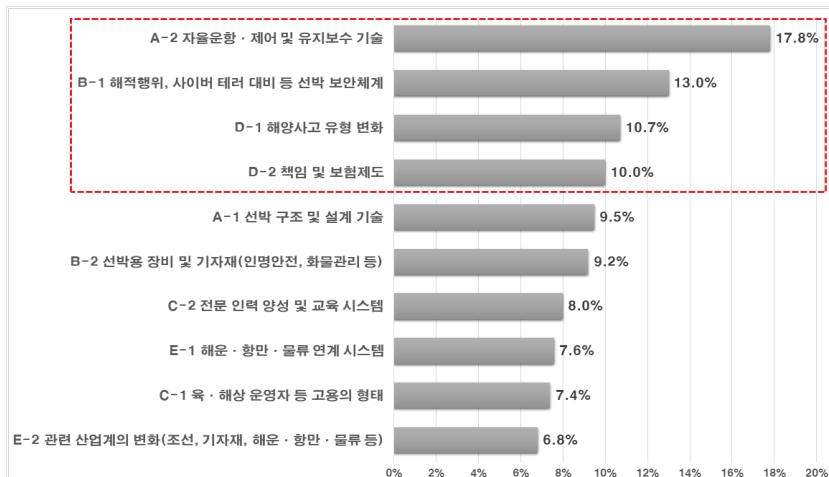
■ ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술(17.8%)’ 및 ‘선박 보안체계(13.0%)’ 등 선박 및 해상안전 강화를 위한 정책 우선 추진 필요

- 자율운항선박 도입에 따른 분야별 주요 쟁점 사항을 5개 분야에 대해 도출하고, 계층화 분석법(AHP)을 활용한 정책 요소별 우선 순위를 설정함
- 해운, 항만·물류, 조선, 해상안전 등 산업별 대응정책 방향 및

준비사항 등을 종합적으로 분석하고, 연구의 목표, 세부적인 개선방안 등을 구체적으로 제시할 수 있는 산·관·학·연 전문가 15명을 조사 대상으로 선정함

- 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계의 5개 분야에 대하여 10개의 정책 요소로 구분하고, 10개 정책 요소 간 쌍대 비교를 통해 상대적 중요도를 측정함
- 산·관·학·연 전문가들은 주요 5개 분야의 쟁점 사항에 대해 선박설계 및 운항 기술(27.3%), 선박 안전·관리(22.2%), 사고 책임 및 보험(20.7%) 순으로 우선 추진돼야 한다고 판단함
- 세부 정책요소별 분석 결과, '자율운항·제어 및 유지보수 기술'이 17.8%로 가장 높았으며, 선박 보안체계(13%), 해양사고 유형 변화(10.7%), 책임 및 보험제도(10%) 순으로 국내 전문가들은 자율운항선박 도입과 함께 선박 및 해상안전체계에 대한 정책 검토를 우선하여 추진할 필요가 있는 것으로 판단함

그림 1. 전체 항목별 가중치 산정 결과



자료: 저자 작성.

자율운항선박 도입 및 이행 전략을 바탕으로 분야별 체계적 준비 필요

■ 자율운항선박을 통한 스마트 디지털 해상물류 체계 실현

- 자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위를 기반으로 정책, 산업, 시장, 기술 측면에서 분야별 기회요소 및 위험요소를 분석하고, 자율운항선박 및 스마트 디지털 해상물류 체계 실현을 위해 핵심 목표 및 전략을 수립함
- 우선 ① 자율운항선박 기술개발 표준화 선도, ② 인간 중심의 사회적 합의 도출 기반 조성, ③ 글로벌 인적 경쟁력 강화를 3대 핵심목표로 하고, 자율운항선박의 대응정책 이행 및 실천방안으로 3개의 추진전략을 마련함
- 이를 바탕으로 선박설계 및 운항기술, 선박 안전·관리체계, 고용 및 교육, 사고책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계의 분야별 대응 전략을 수립하고, 단계적으로 준비해야 할 것임

■ 전략 1. 융·복합형 R&D 프로젝트 추진을 통한 정책 및 기술개발 필요

- 조선 및 해운·항만·물류 등이 직·간접적으로 연계된 스마트 해상물류 체계 실현을 위하여 기초 및 고도화 연구, 응용 및 실증 연구, 정책반영 및 제도화, 기술사업화 등을 포함한 융·복합형 프로젝트를 추진해야 함
- 기술 분야별로 산재되어 있는 요소기술 및 다양한 전문가들을 통합하여 범정부적 정책과 연계하기 위한 기반을 조성해야 함
- 또한 정부는 연구개발(R&D) 기술 및 노하우 활용을 극대화하기 위한 전략을 마련하여 지속가능한 선순환 산업 구조를 구축할 필요가 있음

■ 전략 2. 인간 중심의 사회적 합의 도출 시스템을 통해 충분한 사회적 합의 도출

- 자동화, 디지털화 등 4차 산업혁명 기술 도입과 함께 급격한 기술적·사회적 변화가 발생하게 되며, 이로 인해 고용문제, 일자리 문제, 도덕·윤리적 문제 등이 나타날 우려가 있음
- 혁신적인 기술·사회적 변화와 함께 충분한 사회적 합의가 이루어질 수 있도록 인간 중심의 사회적 합의 도출 시스템이 구축되어야 할 것임
- 이러한 과정을 통해 사회·경제 변화에 대해 모든 이해관계자가 직접 참여하여 적극적으로 논의함으로써 정부 정책의 합리적인 이행을 도울 뿐만 아니라 정책 추진의 정당성을 충분히 확보할 수 있을 것으로 기대됨

■ 전략 3. 글로벌 인재양성 투자 확대를 통한 인적 경쟁력 강화 및 국제 공조체계 구축

- 국제 규정 및 정책 변화에 대해 능동적이고 탄력적으로 대응할 수 있는 글로벌 인재를 양성하고, 인적 경쟁력을 강화하기 위한 투자를 확대해야 함
- 정책, 기술, 국제협력 등에 관한 글로벌 전문가를 양성하고 국제 표준화 및 해외 전문기업 및 기관과 협력을 통해 선진국과의 기술력 격차를 줄여나갈 수 있는 전략을 마련해야 함

표 1. 분야별 대응 전략 및 준비사항

구분	전략	준비사항
선박설계 및 운항기술	선박구조 및 설계기술, 자율운항 및 제어기술, 선박 유지·보수 기술 확보	- 경제운항 및 안전운항 기능을 위한 상황인지 및 판단, 최적 항로 결정, 비상상황 대응 등 자율운항 제어기술 개발 - 실시간 감시, 자가진단 및 검사 기술을 활용한 원격 및 자가진단 등 유지·보수 기술 개발 - 자율운항선박 도입을 위한 빅데이터 기술 최우선 준비
선박 안전·관리체계	선박의 안전 운항을 위한 감항성 확보	- 무인화에 따른 육상지원시스템 및 선박 보안체계 구축 - 새로운 형태의 선박용 안전 장비 및 기자재 개발과 함께 엄격한 품질 수준에 대한 검증시스템 마련 필요 - 기기 및 장비에 대한 인증·심사·컨설팅 등 안전관리 서비스 산업 준비
고용 및 교육	산업 변화를 고려한 맞춤형 인력양성 및 교육시스템 개발	- 선박 자율도를 고려한 운항 전문인력 양성 - 육상기반 선박 원격 조정 인력 양성 - 선원 인력에 대한 직업전환 교육정책 및 양성 프로그램 개발
사고 책임 및 보험	해양사고의 유형 및 책임소재 변화에 따른 신(新) 보험 및 보상제도 개발	- 도덕적 및 윤리적 책임 문제 확대에 따른 정책방안 개발 - 새로운 책임 주체의 등장에 대비한 신보험제도 개발
해운·항만·물류 체계	해운, 조선, 기자재 및 항만물류산업의 새로운 비즈니스 모델 창출	- 스마트 해상물류 시스템 실현을 위한 통합 협력 생태계 조성 - 선박 통제 및 관리를 위한 자동화 연계 시스템 구축 - 산업구조 변화에 따른 사회적 합의 도출 및 일자리 안정

자료: 저자 작성.

스마트 해상물류 체계 실현을 위한 정책 활성화 및 경쟁력 강화

■ 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상교통·물류 거버넌스 구축

- 스마트 해상물류 체계의 변화와 함께 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상환경을 조성하기 위한 정부 정책을 우선적으로 추진할 필요가 있으며, 자율운항선박의 안전을 확보하기 위한 통합 안전·보안 시스템을 구축해야 함

- 또한 스마트 해상운항 시스템 등의 기술 인프라를 통해 수집, 가공, 산출된 정보가 품질검증체계를 거쳐 수요자에게 사용목적에 따라 적절하게 활용 및 공유될 수 있도록 시스템화하는 방안을 강구해야 할 것임
- 이를 기반으로 자율운항선박-해상통신망-스마트 항만이 연계된 국가물류 체계의 혁신적인 변화에 맞추어 해운·항만·물류 등을 포함한 통합 해상교통·물류 거버넌스를 강화해야 할 것임

■ 자율운항선박 연계산업 정책 활성화 및 지원 확대

- 자율운항선박 핵심 기술 간 연계·융합과정을 통해 혁신적인 활용 기술로 발전하는 동시에, 기술적·법제도적·환경적 측면에서 고도화될 것으로 기대됨
- 해상교통·물류 거버넌스의 하위 기능으로서 스마트 해상운항 서비스 연계·융합 지원 플랫폼 개발을 위한 정책을 추진하고, 연계·융합 알고리즘 및 지원기술 등 체계적인 운영환경을 조성하기 위해 노력해야 함
- 또한 해운, 해사, 항만·물류, 조선기자재 등 다분야 산업 및 기술 전반을 고려하여 통합 정책을 추진하고, 분야별 전문가들의 자발적 참여를 통해 지속가능한 선순환 산업 구조를 구축해야 함
- 우선 정책, 기술, 법률, 응용, 사회, 산업 등 연계산업에 대한 통합적인 비전을 수립하고, 관련 시장 활성화를 위한 공격적 예산 투입을 통해 민간기업과 공공기관의 협업 프로젝트 추진을 검토해야 함
- 이와 더불어 핵심기술 개발뿐만 아니라 기술 상용화를 위한 개발기술 검증 및 실증 연구 등에 대한 산·관·학·연 협의체의 주기적인 논의가 필요함

■ 인적 경쟁력 강화 및 국제 공조체계 구축

- 자율운항선박에 대한 범위 정립, 기술 개발, 법·제도 검토 등이 동시에 국제적으로 진행됨에 따라, 국제 정책 변화에 능동적으로 대응하기 위하여 자율운항선박을 포함한 스마트 해상물류 분야의 인적 경쟁력을 강화해야 함
- 정책 총괄, 기술개발, 국제협력, 상용화 등에 대한 분야별 전문가로 전문지식뿐만 아니라 국제 표준화 선도를 위한 국제 전담 인력 양성 방안을 마련해야 함
- 또한 핵심 기술에 대한 기술연동 및 공유, 기술이전 및 교류를 위하여 해외 전문 업체와 국제 협력체계를 구축하고, 우리나라의 중장기적 미래전략을 실현하기 위한 국제 공조체계 구축방안을 모색해야 할 것임

제1장

서론

제1절 연구 배경 및 필요성

제4차 산업혁명으로 사회·경제·산업 등 전 분야에 걸쳐 패러다임의 변화가 가속화되고 있으며, 자율운항선박은 제4차 산업혁명 시대에 해사산업(Maritime Industry)에서 중요한 기술 중 하나로 해운·해사·항만·물류, 조선 및 기자재 산업을 급속히 변화시키는 새로운 게임체인저(Game Changer)로서 등장하게 되었다. 지난해 6월에 개최된 IMO 해사안전위원회(MSC)에 등장한 이후 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)에 대한 논의가 본격화되었으며, IMO 제105차 법률위원회(LEG), 제99차 해사안전위원회(MSC) 등에서 주요 의제로 논의되기 시작함에 따라 세계 주요국 및 국제기구에서 관련 정책 및 법제도, 기술 등에 대한 검토에 착수하였다.

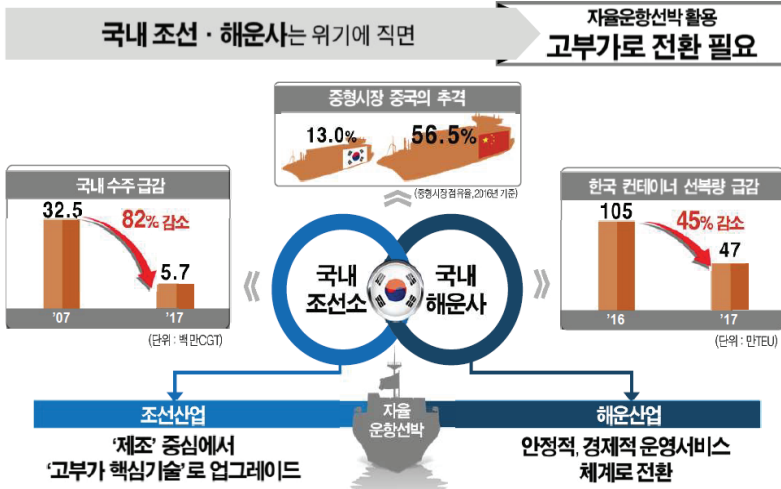
국내에서도 각 산업별 트렌드의 중심에 자율운항선박이 등장함에 따라 해운(Shipping 4.0), 항만(Port 4.0), 스마트 선박건조(Smart

ship 4.0) 및 해양(Marine 4.0)과 함께 혁신적 발전 및 새로운 도전과제로 주목받고 있다. 또한 국제 교역 확대에 따른 해상 물동량의 증가 및 수송수단의 고속화·대형화에 따른 해양사고 위험성의 지속적인 증가로, 인명과 해양환경보호를 위한 선박의 안전성에 대한 ICT 기술의 적용 요구가 많아지고 있다.

반면 국내 조선 산업은 조선·해운 불황으로 조선사뿐만 아니라 해운사 모두 기술 개발 및 투자 감소로 국제적 기술 경쟁력이 점차 약화되고 있으며, 인건비 등의 이유로 인해 국내 선박 수주가 2007년 대비 2017년 82%로 급감하는 등 중소형 선박 건조에 대한 시장점유율도 급감하고 있는 실정이다(〈그림 1-1〉 참조). 이러한 조선 분야는 각종 대형 선박과 중소형 선박의 건조 및 관련 기자재의 연구개발, 설계, 생산을 위한 지식 기반형 복합 엔지니어링 산업으로 해운, 항만과 관련한 전방산업뿐만 아니라 철강, 기계, 전기, 전자, 화학 등 후방산업에 대한 파급 효과가 매우 큰 종합 조립 산업¹⁾이며, 관련 산업 생태계에서 매우 중요한 역할을 하고 있다고 할 수 있다. 그러므로 침체된 국내 조선 및 해운 산업의 경쟁력을 확보하고, 성장가능성이 높은 고부가가치 선박 설계 및 건조 등을 통한 중장기적 전략 수립이 시급한 상황이다.

1) 중소벤처기업부(2018), 「중소기업 기술로드맵 2018-2020-조선-」, p. 1.

〈그림 1-1〉 조선·해운산업의 위기



자료: 산업통상자원부·해양수산부(2017), 「자율운항선박 혁신성장동력 및 기획과제 공청회 자료집」, p. 14.

문재인 정부는 출범 당시 100대 국정과제 중 '34. 고부가가치 창출 미래형 신산업 발굴 육성' 및 '80. 해운조선 상생을 통한 해운강국 건설' 등을 포함하고, 적극적인 해운·항만·조선 등 해사산업의 회복을 위한 정책을 추진하고 있다. 정부의 성장 동력 정책은 G7 프로젝트(1992~2002)를 시작으로 차세대 성장동력(2003), 신성장동력(2009), 미래성장동력(2014)으로 변화되어 정부마다 새로운 성장 동력 분야를 선정해 왔으며 분야별 특성을 고려하여 맞춤형 육성정책을 수립하여 추진해왔다. 이에 문재인 정부는 혁신성장 선도 사업으로 '스마트 해상물류'를 선정하고, 혁신 성장 동력 사업(2018~) 중 하나로 자율운항선박 기술을 포함하여 선박운영비용 22% 이상 감축, 최적안전 항로 제공을 통한 해양 인적사고 30% 감축, 항만장비 자동화 기반 스마트 항만 실현을 통한 초대형 컨테이너선박 처리시간 40% 이상

단축, 로봇 기반 화물처리 자동화에 따른 화물처리속도 33% 이상 향상 등을 목표로 다부처 사업에 대해 논의하고 있다.

그러나 자율운항선박은 무인선박, 스마트 선박, 원격조종 선박, 디지털 선박 등 다양한 명칭이 혼재되어 사용되고 있으며, 현재까지 국제적으로 자율운항선박 구현을 위한 방안 및 기준 없이 2018년 이후 주요국 간의 주도권 경쟁 및 사업 추진이 본격화될 전망이다. 국내에서도 자율운항선박 등장에 따른 해운·항만산업의 패러다임 변화를 인식하고, 자율운항선박 실현을 위한 정책을 검토하고 있으나, 세부 정책방향 및 이행계획은 미흡한 실정이다.

그러므로 자율운항선박의 도입과 함께 미래 성장산업 시장 선도 및 신규 일자리 창출 등 우리나라의 해운·항만·조선 분야 신(新) 성장 동력 발굴을 위한 정책연구 추진이 시급한 시점이다.

제2절 연구 목적

본 연구는 해운·해사·항만·물류, 조선 및 기자재 산업 트렌드의 중심에 있는 자율운항선박 도입에 따른 산업별 대응정책 방향을 제안하고, 해운·항만·조선 분야를 포괄하는 통합정책 추진 등의 정책 방향을 제시하고자 한다.

우선 자율운항선박 도입에 따른 분야별 주요 쟁점사항을 분석하고, 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계 등 분야별 대응정책 방향을 연구하였다. 또한 자율운항선박 등장에 따른 해운, 항만·물류, 조선, 해사안

전 등 관련 산업계의 패러다임 변화와 국가적 차원의 명시적 정책과 제의 필요성을 강조하고, 자율운항선박 도입에 따른 경제·산업, 사회·문화, 해양환경 측면의 파급효과를 분석하였다. 이를 바탕으로 자율운항선박 도입 및 상용화 정책 추진을 위한 범부처 사업을 개발하고, 자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위를 고려하여 해운, 항만·물류, 조선, 해사안전 등 분야별 대응전략 및 기술 표준화 정책을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

제3절 연구 내용 및 방법

1. 연구 범위 및 주요 내용

본 연구는 전체 5개의 장으로 구성되며, 제1장 서론에 이어 제2장에서는 국내·외 자율운항선박 주요 동향을 조사·분석하였다. 자동화 선박, 무인선박, 스마트 선박 등 유사 용어에 대한 정의를 비교·분석하여 자율운항선박의 개념을 정리하고, 국내·외 자율운항선박 관련 주요 연구 및 기술개발 동향을 조사하였다.

제3장에서는 자율운항선박 도입에 따른 주요 쟁점사항을 분석하였다. 자율운항선박 도입의 경제적, 산업적 의의를 분석하고, 그에 따른 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계 등 분야별 쟁점사항을 분류하였다. 또한 관련 분야별 전문가 면담조사 및 설문조사를 통해 자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위를 도출하였다.

제4장에서는 자율운항선박 도입을 위한 대응정책 방향 및 전망을 제시하였다. 제3장에서 도출된 정책 우선순위를 기반으로 국내 자율운항선박 도입을 위한 정책 방향 및 전략을 수립하고, 해운, 항만·물류, 조선, 해사안전 등 산업별 대응정책 방향 및 준비사항을 제시하였다. 이를 통해 예상되는 경제·산업, 사회·문화, 해양환경 측면의 파급효과도 검토하였다.

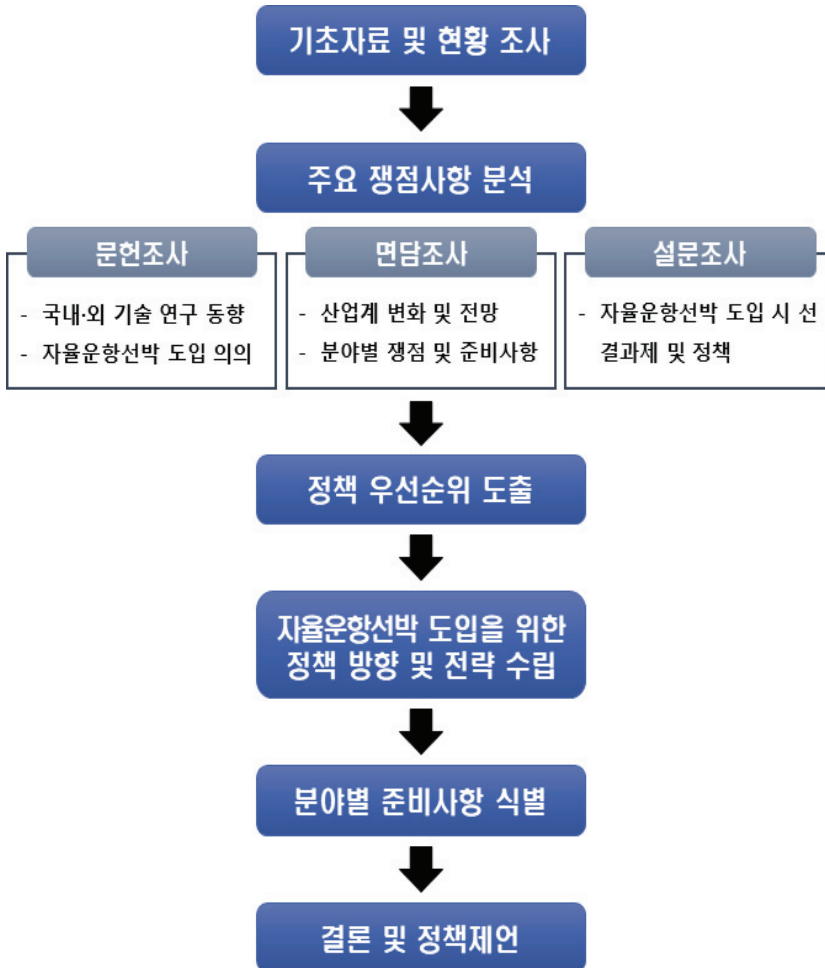
제5장 결론 및 정책제언에서는 본 연구의 결과를 요약하고, 국내 자율운항선박 도입을 위한 정책제언과 향후 연구과제 등을 제시하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 국내 자율운항선박 관련 전문가 회의, 공청회, 기술 워크숍 등에 참석하여 국내 기술 현황을 조사·분석하고, 국외 자율운항선박 전문가 면담조사 및 국제회의 참석을 통해 노르웨이, 덴마크 등 주요 국가별 개발 현황 및 향후 추진계획을 조사·분석하였다. 또한 IMO 법률위원회(LEG, 4월), 해사안전위원회(MSC, 5월) 등 국제회의 참석을 통해 IMO 작업계획 및 전략 방향을 파악하였다.

이를 바탕으로 자율운항선박 도입 시 영향을 받을 산업에 대해 선박안전, 책임·보상, 화물관리, 선원, 선박기자재, 해운, 항만·물류 분야로 구분하고, 분야별 주요 쟁점사항을 도출하였다. 우선 관련 분야별 전문가 의견을 바탕으로 자율운항선박 도입에 따른 산업계 변화 및 전망을 살펴보고, 분야별 정책 우선순위를 도출하기 위해 AHP 분석을 활용한 심층 설문조사를 실시하였다.

〈그림 1-2〉 연구추진 프로세스



자료: 저자 작성.

제4절 선행연구 검토

자율운항선박 관련 선행연구를 살펴보면 우선 유사 용어인 디지털 선박의 개념, 개발 현황, 세부 시스템별 구성 및 개발 현황을 소개한 『IT(Information Technology) 기반의 ‘디지털 선박’에 대하여(2002)』 연구가 있다. 이 연구는 문헌조사 및 현황 조사·분석을 통해 디지털 선박의 개념을 정의하고, 디지털 선박 과제 개발 현황, 자율운항 제어 시스템 및 선박자동식별 시스템 개발 현황 등을 조사·분석하였다. 그러나 디지털 선박 및 관련 시스템의 개발 현황만을 소개하였다는 한계를 가진다.

또한 무인선박으로 예상되는 해운환경의 변화 및 법제도 대책에 대한 『무인선박 개발 동향 및 예상되는 해운환경의 변화에 대한 고찰(2015)』 연구가 있으며, 이는 문헌조사를 통해 무인선박의 개발 동향, 무인선박 개발에 따른 해운환경의 변화, 무인선박 운용을 위한 대책을 제시한다. 이 연구는 무인선박 개발에 따라 해운환경 측면에서 발생할 수 있는 변화에 초점을 맞춰 그 운용을 위한 대책을 제시하였다.

『디지털 선박의 통합관리 플랫폼 개발(2012)』 연구에서는 국제규격을 기반으로 하는 선박의 통합 플랫폼 표준 모델을 수립하고, 디지털 선박을 위한 실증시험 환경 구축을 목표로 연구하였다. 문헌연구, 공동연구(집단작업), 시스템 설계 및 개발, 실증시험 등 다양한 방법을 통해 국제규격 기반의 선박 통합 플랫폼 표준모델을 설계하고, 통합 플랫폼 연동 시스템 및 운영관리 시스템을 구현하고자 디지털 선박 실증시험 환경을 구축하여 검증하였다. 이 연구는 디지털 선박 운항을 위한 통합 플랫폼 표준모델 설계 및 구현을 목적으로 한 기술개발 연구라고 할 수 있다.

이와 같이 기존의 연구들은 자율운항(무인) 및 세부 시스템 등 주

요 기술개발 목적의 연구였으나, 본 연구에서는 자율운항선박 도입에 따른 패러다임 변화와 국가적 차원의 명시적 정책과제의 필요성을 강조하고자 하였다. 문헌연구, 국내·외 전문가 면담조사, 국제회의 참석, AHP 분석을 통한 전문가 의견 수렴 등 다양한 방법을 통해 자율운항선박 도입에 따른 주요 쟁점사항 및 정책 우선순위를 분석하고, 경제·산업, 사회·문화, 해양환경 측면의 파급효과에 대한 전략적 도입 정책방향을 제시하였다.

〈표 1-1〉 본 연구와 선행연구 간의 차별성 분석

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	• 과제명: IT(Information Technology) 기반의 '디지털 선박'에 대하여 • 연구자(년도): 임용곤(2002) • 연구목적: 디지털 선박의 개념, 개발 현황, 세부시스템별 구성 및 개발 현황 소개	• 문헌조사 • 디지털 선박의 세부 시스템별 국내외 개발 현황 조사분석	• 디지털 선박의 개념 • 디지털 선박 과제 개발 현황 • 자율운항 제어 시스템 개발 현황 • 선박자동식별 시스템 개발 현황
2	• 과제명: 무인선박 개발 동향 및 예상되는 해운환경의 변화에 대한 고찰 • 연구자(년도): 이리나 외(2015) • 연구목적: 무인선박으로 예상되는 해운환경의 변화 및 법제도 대책조사	• 문헌조사	• 무인선박 개발 동향 • 무인선박 개발에 따른 해운환경의 변화 • 무인선박의 운용
3	• 과제명: 디지털 선박의 통합 관리 플랫폼 개발 • 연구자(년도): 박종원 외(2012) • 연구목적: 국제규격을 기반으로 하는 선박의 통합 플랫폼 표준 모델 수립, 디지털 선박의 실증시험 환경 구축	• 문헌연구, 공동(집단작업) 연구 • 시스템 설계 및 개발 • 실증시험	• 국제규격 기반의 선박 통합 플랫폼 표준모델 • 통합 플랫폼 연동 시스템 설계 및 구현 • 통합 플랫폼 운영관리 시스템 • 디지털 선박의 실증시험 환경 구축

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	• 과제명: 자율운항선박 도입 정책기반 연구 • 연구목적: 기존의 연구들은 자율운항(무인) 및 세부 시스템 등 주요 기술개발 목적의 연구였으나, 본 연구는 자율운항선박 도입에 따른 패러다임 변화와 국가적 차원의 명시적 정책과제의 필요성을 강조하고, 자율운항선박 도입에 따른 주요 쟁점사항 및 파급효과를 분석하여 주요 대응정책방향을 제시하고자 함	• 문헌연구 • 국내·외 전문가 면담조사 • 국제회의 참석 • AHP 분석	• 국내·외 자율운항선박 동향 조사 및 분석 • 자율운항선박 도입에 따른 분야별 주요 쟁점사항 및 정책 우선순위 분석 • 자율운항선박 도입을 위한 대응정책 방향 및 전망

제 2 장

국내·외 자율운항선박 주요 동향 분석

제1절 자율운항선박의 개념

1. 자율운항선박의 정의

자율운항선박에 대한 정의는 현재까지 세계적으로 명확하게 통일된 정의가 부재하지만, 자율운항선박 개발 및 진보를 인식한 국제기구와 선급, 산업체 등에서 자율운항선박에 대한 정의를 제안하고 있는 상황이다.

IMO는 98차 해사안전위원회(MSC: Maritime Safety Committee)에서 자율운항선박에 대해 ‘Maritime Autonomous Surface Ships(MASS)’로 통일된 명칭 사용에 합의하였다. 회원국들은 규제 범위를 논하면서 자율운항선박의 정의와 관련하여 다른 견해가 있다는 점을 인지하였으며, 반자동 및 무인선박을 포함한 자율 수준의 필요성에 동의하였다. 또한, 자율운항선박으로 수면 아래 선박(잠수함, 해저탐사선

등)을 포함할 것인지 여부에 대해 논의하였으나, 해당 선박들이 기구의 권한 밖이라는 점에 유의하였다. 99차 MSC에서는 자율운항선박 운용과 관련하여 규정을 검토하는 작업을 진행하였다. 그 결과 MSC는 작업반회의를 통해 자율운항선박을 ‘다양한 수준으로 사람의 간섭 없이 독립적으로 운용될 수 있는 선박’으로 정의하였다.

유럽연합 집행기관(European Commission)이 해사 분야 산업체들의 기술적 제안과 의견수렴을 위해 설립한 유럽 해상기술 연구단(Waterborne Technology Platform)은 자율운항선박을 ‘육상 선박운항관리자의 감독 및 지시를 받지 않고, 온전히 독립적으로 운항하는 하이브리드형 스마트 선박’²⁾으로 정의하고 있다. 해당 기관에 따르면 자율운항선박의 모든 의사는 인공지능 기능을 갖춘 컴퓨터에 의해 결정되며, 선박이 운항하는 중에 발생하는 문제점 및 오류에 대해서 기본적으로 스스로 해결할 수 있도록 설계된다. 또한, 자율운항에서 인적요소는 배제되는 방향으로 개발될 것이며, 고도의 지능시스템을 통해 무인화를 이룰 수 있는 기술이 요구된다.³⁾

한편 미국선급(ABS: American Bureau of Shipping)은 자동화를 ‘외부적 조종 또는 영향으로부터 자치적이고 자유로운 독립성을 가지는 품질’⁴⁾의 개념으로 받아들였다. 따라서 ABS는 자율운항선박을 ‘인적인 중재 없이 업무계획 실행, 해양환경 감지, 환경을 위한 업무 조정 및 운항을 결정하는 논리를 가지고 센서, 자동화된 항법장치, 추진 및 보조 시스템을 가지고 있는 해양 선박’으로 정의⁵⁾하고 있다.

2) 윤익로, 「2017년도 해양수산 기술영향평가 자율운항선박」, 해양수산과학기술진흥원, 2017. 10. 27.

3) 김성현 외(2017. 12), 『국제해사기구 환경/안전규제 동향 파악 및 대응방안 정책연구보고서』, 한국조선해양플랜트협회, p. 162.

4) ABS는 자동화에 대해 Merriam-Webster 사전에서 정의한 ‘Autonomy’ 개념을 인용함.

5) John Jorgensen(2016), *Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective*, ABS, p. 3.

프랑스 선급(BUREAU VERITAS, BV)은 자율운항선박을 ‘스마트 선박과 동일한 기능을 가지며, 인적 여부에 관계없이 의사결정 및 행동을 수행할 수 있는 자율 시스템을 포함하는 선박’으로 정의하고 있다.

덴마크 설계 자문회사인 람볼(Ramboll)과 덴마크 법률회사인 코어(CORE)는 자율운항선박이 많은 잠재력이 있다는 것을 인식하고, ‘선상 또는 그 밖의 어디에서도 결정을 지원하거나 일부 또는 완전히 인적 제어와 선박 항해를 대체하여 자동적인 과정 또는 시스템을 가능하게 하는 선박’으로 정의할 것을 제안하고 있다.⁷⁾

이와 같은 자율운항선박에 대한 정의를 비교하여 공통적 정의를 도출해보면 자율운항선박은 인적 여부에 관계없이 자율적 결정시스템을 가지고 운항하는 선박으로 볼 수 있다.

〈표 2-1〉 자율운항선박에 대한 개념 비교

정의 기관	자율운항선박 정의	공통적 정의
IMO	• 다양한 수준으로 <u>사람의 간섭 없이 독립적으로 운용될 수 있는 선박</u>	• 인적 여부에 관계없이 자율적 결정시스템을 가지고 운항하는 선박
EU	• 육상 선박운항관리자의 감독 및 지시를 받지 않고, 온전히 독립적으로 운항하는 하이브리드형 스마트 선박	
ABS	• <u>인적인 중재 없이</u> 업무계획 실행, 해양환경 감지, 환경을 위한 업무 조정 및 운항을 결정하는 논리를 가지고 센서, 자동화된 항법 장치, 추진 및 보조 시스템을 가지고 있는 해양 선박	
BV	• 스마트 선박과 동일한 기능을 가지며, <u>인적 여부에 관계없이 의사결정 및 행동을 수행할 수 있는 자율 시스템을 포함하는 선박</u>	
Ramboll -Core	• 선상 또는 그 밖의 어디에서도 결정을 지원하거나 일부 또는 <u>완전히 인적 제어와 선박 항해를 대체하여 자동적인 과정 또는 시스템을 가능하게 하는 선박</u>	

6) BUREAU VERITAS(2017. 12), *Guidelines for Autonomous Shipping*, p. 5.

7) RAMBOLL·CORE(2017. 11), “AUTONOMOUS SHIPS HOW TO CLEAR THE REGULATORY BARRIERS.”

2. 자율화 등급(Level of Autonomy)의 정의

IMO는 자율운항선박 운용 관련 규정 검토에서 자율화 등급을 4단계로 분류하였다. 자율화 등급 분류의 기준은 인적 요소의 유무와 운항을 위한 자립적 결정력이다.

〈표 2-2〉 IMO의 자율화 등급 정의

자율화 등급		정 의
1	자동화된 프로세스 및 결정지원 시스템을 갖춘 선박	• 일부 기능에 대해 자동화 운용이 가능하지만, 대부분은 • 선원이 승선하여 운용 및 시스템과 기능을 제어함
2	원격제어가 가능하며 선상의 선원이 승선하는 선박	• 선박이 다른 장소로부터 제어 및 운영되고 있지만 선원은 승선하고 있음
3	원격제어가 가능하며 선상에 선원이 승선하지 않는 선박	• 선박이 다른 장소로부터 제어 및 운영되며 선원이 승선 • 하지 않음
4	완전자율운항이 가능한 선박	• 선내 운용시스템으로 자체적 결정 및 조치가 가능한 선박

자료: IMO, "FRAMEWORK FOR THE REGULATORY SCOPING EXERCISE, MSC 99/WP.9", 2018. 5. 23.

BV는 시스템의 다양한 기능에서 사람과 시스템의 역할 사이 구분을 위해서 자율화 등급을 정의하였다. 자율운항선박의 기능들은 사람의 정보 처리절차의 4단계 모델을 기반으로 하며 동등한 시스템 기능으로 전달될 수 있다. 그에 해당하는 4단계 모델로는 a) 정보 수집, b) 정보 분석, c) 결정과 조치 선택, d) 조치 이행이며, 자동화가 사람을 지원할 수 있는 업무 유형에 따라 초기 분류를 제공할 수 있다. 자동화의 저(低)등급과 마찬가지로 자동화의 고(高)등급 또한 시스템 오류의 영향이 지배적일 것이다.⁸⁾

8) BUREAU VERITAS(2017. 12), *Guidelines for Autonomous Shipping*, p. 14.

〈표 2-3〉에서 볼 수 있듯이 저등급의 자동화 상태에서 시스템은 정보 수집 등급의 역할뿐이며, 수집된 정보를 분석 및 결정하여 조치를 수행하는 것은 사람의 몫이다. 반면에 자율화 등급이 높아질수록 사람의 역할이 줄어들고, 시스템이 비상사태를 제외한 대부분의 기능을 모두 수행해낸다.

〈표 2-3〉 BV의 자율화 등급 정의

자율화 등급		정 의	정보 수집	분석	결정	조치
0	사람이 운항함	• 사람이 모든 결정과 기능을 조절함	시스템 사람	사람	사람	사람
1	사람이 지시함	• 시스템이 조치를 지원하고, 사람이 결정과 조치를 결정함	시스템	시스템 사람	사람	사람
2	사람이 위임함	• 시스템이 기능을 작동하고, 사람이 특정 시간에 결정을 거절할 수 있음	시스템	시스템	시스템 사람	사람
3	사람이 감독함	• 시스템은 사람의 반응을 대기하지 않고 기능을 작동함	시스템	시스템	시스템	시스템 사람
4	완전한 자율	• 시스템은 비상사태를 제외하고 사람의 정보 없이 기능을 작동함	시스템	시스템	시스템	시스템

자료: BUREAU VERITAS(2017. 12), *Guidelines for Autonomous Shipping*, p. 14.

영국선급(LR: Lloyd's Register)은 자율화 등급을 수동 레벨(AL 0)을 포함하여 7단계에 거쳐 정의하였으며, 설계상 스마트 기능을 사용할 수 있는 범위에 따라 연결된다. 자율화 등급은 기술적 유연성, 수동 시스템 대비 제안된 시스템으로 인한 위험(경제성, 안전성, 보안적 위험 여부) 수준, 법적 제약과 같은 요소를 인식하여 복잡하게 결정된다.⁹⁾ 또한, 영국선급은 자율화 등급과 내용에 따라 운항자 역할을 제시하고 있다.

9) Lloyd's Register(2016. 7), "Cyber-enabled ships: ShipRight procedure - autonomous ships," p. 2.

〈표 2-4〉 LR의 자율화 등급 정의

자율화 등급		내 용	운항자의 역할
AL 0	수동 제어	• 항해 조종 또는 경로의 목적지를 수동적으로 다룸	• 운항자는 승선 또는 원격으로 • 선박을 조종함
AL 1	선내 의사결정 지원	• 일정과 설정해놓은 자료에 따른 자동적 항해와 선내 센서에 따른 경로 및 선속을 측정함	• 운항자는 침로 설정 및 속도를 결정하며, 필요시 침로 및 속도 모니터링을 통한 변경작업 가능
AL 2	선내 또는 육상의 의사결정 지원	• 목적지 순서를 통한 경로 항해와 경로는 계획된 일정에 따라 계산되며, 외부적 시스템은 새로운 일정을 등록할 수 있음	• 운항자는 운항 상황과 주변 환경을 모니터링하고 침로와 속도 변경 등을 위한 제안을 알고리즘에 의해 제공
AL 3	감독 및 조치 승인 운항자에 의한 실행	• 시스템은 선박, 주변 상황에 대한 센서 정보를 기반으로 항해 조치 사항을 추천함	• 운항자는 시스템 기능 및 동작을 모니터링하며, 수행될 조치를 사전에 승인
AL 4	감독 및 개입할 수 있는 운항자에 의한 실행	• 항해 결정과 운항 조치는 운항자가 승인한 시스템 계산을 기반으로 시스템이 실행함	• 운항자는 시스템 동작을 모니터링하며 수정조치를 취함
AL 5	감독받는 자율	• 시스템이 항해 및 운항과 절차와 위험성 평가와 관련하여 전체적으로 결정하고 센서는 주변 관련 정보를 감지하고 시스템은 현재 상황을 해석하며 조치와 실행을 진행함. 운항자는 불확실한 상황인 경우 결정을 변경함	• 시스템은 계산된 작업을 수행하며, 조치에 대한 해석이 확실하지 않은 경우 운항자에게 경고함 • 일반적으로 운항자에 의해 결정되고 육상에서 모니터링 됨
AL 6	완전한 자율	• 시스템은 항해 및 운항과 절차와 위험성 평가와 관련하여 전체적으로 결정하고, 조치와 주변적 상황에 대한 분석을 기반으로 실행함. 과거와 전형적 상황에 대한 주변 지식은 기계 학습을 통해 인수 분해됨	• 시스템은 통신상황을 예측하여 결정하며, 시스템이 조치하지 못하는 경우 운항자에게 경고함 • 육상에서는 모니터링을 수행함

자료: DMA(2017. 12), "ANALYSIS OF REGULATORY BARRIERS TO THE USE OF AUTONOMOUS SHIPS."

KMI, 「자율운항선박, 침체된 해운산업 및 조선 산업의 새로운 성장 동력」, 동향분석 제72호, 2018. 2. 14.

노르웨이 자율운항선박 포럼(NFAS: The Norwegian Forum for Autonomous Ships)은 선박 자율의 종류를 두 개의 축으로 정의하기를 제안하고 있다. 한 가지는 선교의 조종 수준이고, 다른 한 가지는 선박이나 육상 어디에서든 자동 기능이 이행되도록 독립적인 운항상의 자율화 등급이다. 선교의 조종 수준은 유인 선교, 선내 선원이 있는 무인 선교, 선내 선원이 없는 무인 선교로 분류된다. 운항 상의 자율화 등급은 결정 지원, 자동화, 지시된 자율, 완전한 자율의 네 가지로 분류된다.

NFAS는 이러한 선교의 조종 수준과 운항상의 자율화 등급을 결합하여 선박 자율의 유형을 정의하고 있다. 유인 선교의 경우, 직접 제어(Direct control)와 자동적 선교(Automatic bridge) 두 가지 자율 유형이 있다. 직접 제어는 자동 도선 또는 진보된 결정 지원 기능이 사용되는 것과 같이 간단한 자동화가 있을지라도 선교의 선원, 즉 항해사가 지속적으로 운항 제어를 하는 경우를 말한다. 자동적 선교는 선교 시스템이 선박을 제어하지만, 항해사가 지속적으로 상황을 감시하고 경우에 따라서는 개입할 수 있는 것을 말한다.

주기적 또는 완전한 무인 시스템은 선교에 사람이 없어도 선박이 안정적으로 운항하는 원격 제어(Remote control), 자동 선박(Automatic ship), 지시된 자율(Constrained autonomous), 완전한 자율(Fully autonomous) 네 가지의 자율 유형이 있다. 원격 제어는 직접 제어와 같은 방식이지만 한 가지 다른 점은 육상제어센터가 통제한다는 점이다. 이것은 자율 유형은 아니라는 논쟁이 다소 있을 수 있지만, 통신이 100% 안정적이지 않아 통신연결이 되지 않을 때 선박이 자동적으로 작동하는 경우를 대비할 수 있다. 자동 선박은 자동적 선교가 같은 방식이지만, 육상제어센터로부터 재차 확인을 받는다. 지시된

자율은 육상제어센터로부터 감독을 받는다. 완전한 자율은 육상제어센터가 감독하지 않는 복잡한 방식이며, 선주가 운항에 대해 통제를 적게 하는 수단이다. 일반적으로 이러한 유형에 대한 승인은 주로 선내 선장 및 다른 항해사에게 기존과 동일한 업무를 요구하지 않기 때문에 규정상 주요한 변화를 요구할 것이다.

〈표 2-5〉 NFAS의 자율화 등급 정의

선교의 조종 수준 자율화 등급	유인 선교	선내 선원이 있는 무인 선교	선내 선원이 없는 무인 선교
결정 지원	직접적 제어, 무자율	원격 제어	원격 제어
자동화	자동적 선교	자동 선박	자동 선박
지시된 자율	-	지시된 자율	지시된 자율
완전한 자율	-	-	완전한 자율

자료: NFAS(2017. 10), "Definition for Autonomous Merchant Ships."

노르웨이 자율운항선박 포럼(NFAS: The Norwegian Forum for Autonomous Ships)은 선박 자율의 종류를 두 개의 축으로 정의하기를 제안하고 있다. 한 가지는 선교의 조종 수준이고, 다른 한 가지는 선박이나 육상 어디에서든 자동 기능이 이행되도록 독립적인 운항상의 자율화 등급이다. 선교의 조종 수준은 유인 선교, 선내 선원이 있는 무인 선교, 선내 선원이 없는 무인 선교로 분류된다. 운항상의 자율화 등급은 결정 지원, 자동화, 지시된 자율, 완전한 자율의 네 가지로 분류된다.

람볼-코어 두 회사는 자율운항선박 권고사항 식별 및 체계화를 위한 목적으로 자율운항선박 개발에 규정상 장애요소를 분석하였다. 또한, 법률적인 맥락에서 규정상 장애요소는 몇 가지 기술적 자율화 등급에 대해 수렴되고 있다고 판단하였다. 따라서 규정상 장애요소에 대한

접근 방식을 네 가지 자율화 등급에 기초하여 체계화하였다.

〈표 2-6〉 Ramboll-Core의 자율화 등급 정의

자율화 등급	운항자의 역할
M(수동)	• 운항자(선장)는 현재 조종 표준에 따라 선상에서 선박을 조절함. • 충분한 기술적 지원 옵션과 경고 시스템에 대한 대안인 선교는 제어를 준비하고 항해당직을 맡은 항해사와 함께 때때로 무인화될 수 있음
R(원격)	• 선박은 육상 또는 다른 선박에서 제어되고 운항될 수 있으며, 항해당직 및 선박 조종을 훈련받은 사람은 M 수준의 경우에 선상에서 제어를 받을 준비를 하고 항해당직을 맡음
RU(무인원격)	• 선박은 육상 또는 다른 선박에서 제어되며, 선상에는 다른 선원이 없음
A(자율)	• 선박의 운항시스템은 절차와 위험도를 계산하며, 스스로 결정하고 조치사항을 확정함. 육상의 운항자는 선원 여부에 따라 시스템 오류 또는 자율수준을 R 또는 RU로 이동하는 경우의 인적 개입 시도에 관여함

자료: RAMBOLL·CORE Advokatfirma(2017. 12), "ANALYSIS OF REGULATORY BARRIERS TO THE USE OF AUTONOMOUS SHIPS."

IMO를 비롯해 선급, 산업체 등에서 정의한 자율운항선박 자율화 등급은 대부분 선박의 자동화와 무인화에 따라 분류되고 있었다.

〈표 2-7〉 자율운항선박 자율화 등급 정의 비교

자율화 등급	IMO	BV	LR	NFAS	Ramboll-Core
0	-	사람이 운항함	수동 제어	-	-
1	일부 자동화 및 의사결정 지원 선박	사람이 지시함	선내 의사결정 지원	결정 지원	M(수동)
2	선원 승선 원격제어 선박	사람이 위임함	선내 또는 육상의 의사결정 지원	자동화 선교	R(원격)
3	선원 미승선 원격제어 선박	사람이 감독함	감독 및 조치 승인 운항자에 의한 실행	원격 제어	RU(원격, 무인)

자율화 등급	IMO	BV	LR	NFAS	Ramboll-Core
4	완전 자율주행 선박	완전한 자율	감독 및 개입할 수 있는 운항자에 의한 실행	자동 선박	A(자율운항)
5	-	-	감독받는 자율	제한적인 자율운항	-
6	-	-	완전한 자율	완전 자율운항	-
비고	시스템 권한에 따라 분류	시스템 권한에 따라 분류	사이버 접근 등급 및 선상의 조치 여부에 따라 분류	선박의 자동화와 무인화 등급에 따라 분류	제어 위치 및 사람의 개입등급에 따라 분류

3. 유사 용어와의 비교·분석

4차 산업혁명이 진행되면서 자동화, 인공지능(AI) 등의 기술이 급진적으로 개발되어 선박 또한 자율운항선박과 유사한 개념이 발생하고 있다. 유사한 개념으로는 스마트 선박(Smart ship), 디지털 선박(Digital ship), 무인 선박(Unmanned ship), 원격조종 선박(Remote ship), 자동화 선박(Automated ship) 등 다양한 용어가 사용되고 있으며 현재까지도 혼재되어 있다. 자율운항선박의 명확한 개념이 부재한 상황에서 유사한 용어들의 의미를 분석해 볼 필요가 있다.

1) 스마트 선박(Smart ship)

우리나라 산업통상자원부(이하 산자부)와 산업기술평가관리원은 스마트 선박을 '이해당사자와 연결되어 정보 및 서비스를 제공하고, 자율적 또는 원격에 의한 조종으로 진단하고 관리함으로써 최적의

에너지 효율로 안전하게 운항하는 선박과 이를 위한 ICT 인프라¹⁰⁾로 정의하였다.

또한, ABS는 스마트 선박을 ‘시스템, 시스템 모니터링 및 관리, 데이터 통신에 대한 상당한 자동화 수준을 갖춘 해양 자산’으로 정의¹¹⁾하고 있다. 해당 자동화는 인구 증가와 오류 확인과 같은 노동력을 절감하는 방법, 합리적이고 신속한 의사결정을 가능하게 하는 데이터 보고와 같은 다중 동시 시스템 제어 및 관리 체계를 제공한다. 따라서 스마트 선박은 인적 개입 없이 운항 절차를 완전히 또는 일부 자동화할 수 있다.

BV는 스마트 선박을 ‘의사결정 과정에서 감지 장치로부터 수집된 데이터를 수용하고 선원을 지원하기 위한 많은 데이터를 처리하는 능력을 가지는 상호연결 선박’으로 정의하고 있다. 스마트 선박은 보편적인 선박과 비교하여 원격조종으로 감소된 선원 인력으로 운항하거나 완전히 무인으로 운항될 수 있다. BV는 이러한 스마트 선박과 자율운항선박을 자율화 등급에 따라 비교하였다. <표 2-1>에서 정의한 자율화 등급에 따르면 등급 0은 기존 선박, 등급 1은 스마트 선박에 해당하며 2~4는 자율운항선박에 해당한다.

10) 산업통상자원부, 보도참고자료, 「친환경·스마트 선박, 위기의 한국 조선산업에 새로운 기회」, 2017. 2. 1.

11) John Jorgensen(2016), *Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective*, ABS, p.3

〈표 2-8〉 선박 범주 및 자율화 등급

선박 범주	자율화 등급		인적 요소	제어 방법	결정 권한	초기 수행자
보편적 선박	0	사람이 운항함	유	• 사람의 통제하에 자동 및 수동 운항	사람	사람
스마트 선박	1	사람이 지시함	유/무	• 사람이 결정과 조치를 결정함	사람	사람
자율운 항선박	2	사람이 위임함	유/무	• 사람이 결정을 확인해야 함	사람	시스템
	3	사람이 감독함	유/무	• 사람은 항상 결정과 조치사항에 • 대한 정보를 제공하며, 시스템은 • 별도의 확인 없이 수행함	소프트 웨어	시스템
	4	완전 자동화	무	• 사람은 비상사태에 대해서만 정보를 제공하며, 시스템은 별도의 확인 없이 수행함	소프트 웨어	시스템

자료: BUREAU VERITAS(2017. 12), *Guidelines for Autonomous Shipping*, p. 6.

2) 디지털 선박(Digital ship)

우리나라 산자부와 한국해양과학기술원은 디지털 선박의 개념 및 구성과 시스템 구현에 관해 연구한 바 있다. 해당 연구에서는 디지털 선박에 대해 ‘디지털-IT 기반의 통합제어 시스템을 통해 센서에서 계측된 정보를 처리하고, 전문가 시스템(Expert System)의 정보 이용 및 결과를 판단하여 효율적 선박운항이 가능하도록 하는 차세대 선박¹²⁾’으로 개념을 정의하였다.

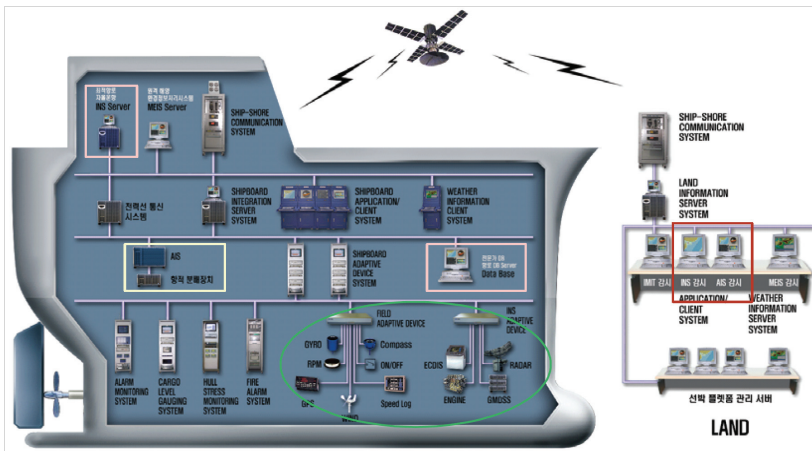
디지털 선박은 선박의 통합정보를 육상 관제센터 위성통신망을 통해 제공받으며, 육상에서는 선박의 상태에 대해 파악하고 관리할 수 있다

12) 임용곤·박종원(2008. 10), 『지능형 디지털 선박의 구현방안』, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소.

록 원격지원체계를 갖춘 선박이다. 디지털 선박은 통합 플랫폼이 구축되며 선박 내 장비 및 시스템에 정보 교환을 보장하는 정합장치를 이용해 모든 시스템의 정보가 관리되고 육상으로 전송된다. 또한, 자선 정보를 초단파(VHF) 주파수 대역을 이용하여 보고하기 때문에 다른 선박의 위치와 정보를 파악하여 충돌방지가 가능해야 한다.

〈그림 2-1〉은 디지털 선박의 세부 시스템과 위성통신망을 이용한 선박 및 육상 간의 원격제어체계를 나타내고 있는데, 통합 인터페이스, 통합된 정보의 구축 및 관리 등의 기능을 포함하고 있다.

〈그림 2-1〉 디지털 선박의 통합 및 작동 개념

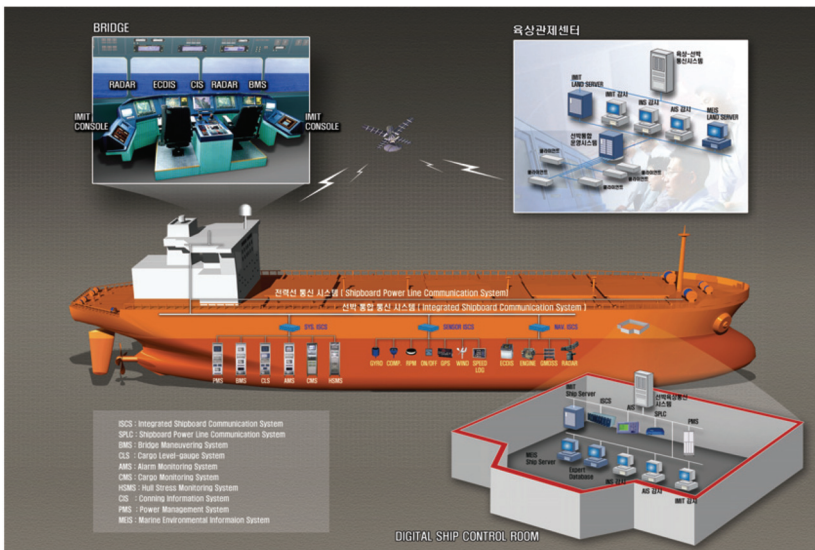


자료: 임용곤·박종원(2008. 10), 『지능형 디지털 선박의 구현방안』, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소.

또한, 〈그림 2-2〉는 디지털 선박에 탑재된 세부 시스템이 운용되는 개념도이며, 선교에는 위성통신망 원격제어기술(IMIT), 레이더, 전자해도표시정보시스템(ECDIS), 공동현상 초생속도(CIS), 선박추진제어시스템(BMS), 자율운항제어시스템(INS), 선박자동식별장치(AIS) 등이 배치된다. 디지털선박 제어실(Control Room)에는 선박육상통신시스

템을 갖추고 있으며, 해당 시스템에는 원격 기상·해양정보 실시간 처리 시스템(MEIS), INS 감시서버, AIS 감시서버, IMIT 감시서버 등이 설치된다. 육상관제센터는 위성통신망을 통해 선박으로 기상정보와 제어명령 등을 전송한다. 관제센터는 선박 내 서버 시스템의 통합 정보를 다시 위성통신망을 통해 수신하여 실시간 선박 상태를 감시하게 된다.

〈그림 2-2〉 디지털 선박의 시스템 구성



자료: 임용곤·박종원(2008. 10), 『지능형 디지털 선박의 구현방안』 한국해양연구원 해양시스템안전연구소.

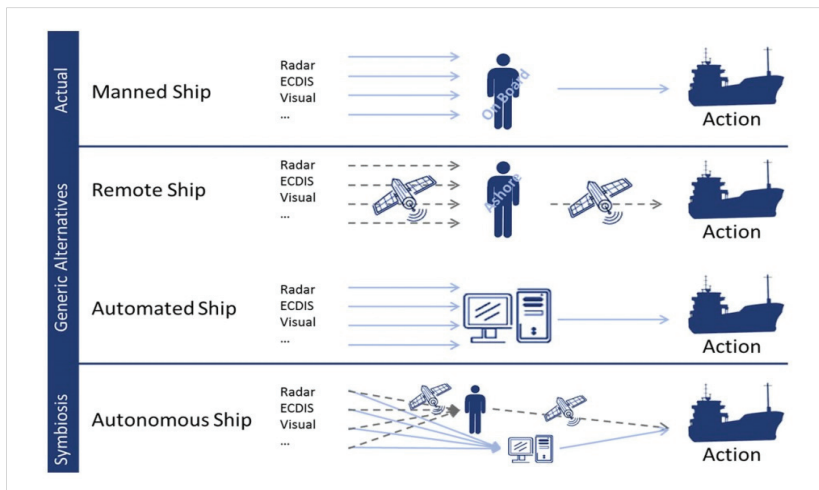
3) 무인 선박(Unmanned ship)

유럽 해상기술 연구단은 무인선박에 대해 ‘선박과 육상에 설치된 무선장비와 통합제어시스템에 의해 선박운항자의 별도 조종 없이 선박조종 제어시스템에 의해 운항하는 선박’¹³⁾으로 정의하고 있다. 해당 기

관은 무인선박은 기술도에 따라 원격조종 선박, 자동화 선박, 자율운항선박으로 분류할 수 있다고 보고 있다.

BV는 무인 선박에 대해 ‘물리적으로 사람을 포함하지 않고 움직임이 조종될 수 있는 선박’으로 판단하고 있다. 무인 선박은 원격으로 조종, 감독되며 완전히 자율적으로 운항할 수 있다.

〈그림 2-3〉 상업용 무인선박의 종류



자료: MUNIN 홈페이지(<http://www.unmanned-ship.org/munin/about/the-autonomus-ship/>).

4) 원격조종 선박(Remote ship)

유럽 해상기술 연구단은 〈그림 2-3〉에 나타난 것과 같이 원격조종 선박에 대해 ‘육상의 선박 운항관리자의 직접적 통제를 지시받아 운항하는 선박¹⁴⁾’으로 정의하고 있다. 원격조종 선박은 선박 운항관리

13) 김성현 외(2017. 12), 『국제해사기구 환경/안전규제 동향 파악 및 대응방안 정책연구보고서』, 한국조선해양플랜트협회, p. 161.

14) 김성현 외(2017. 12), 『국제해사기구 환경/안전규제 동향 파악 및 대응방안 정책연구보고서』, 한국조선해양플랜트협회, p. 161.

자가 원격조종 제어시스템을 이용하여 선박을 조종하고 직접적인 운항통제권을 가지면서, 운항을 위한 결정은 모두 선박 운항관리자의 관리·감독에 따라 이루어진다.

5) 자동화 선박(Automated ship)

유럽 해상기술 연구단은 <그림 2-3>에 나타낸 것과 같이 자동화 선박에 대해 ‘육상의 선박운항관리자 또는 컴퓨터가 입력한 동작신호를 받아 운항하는 선박’이라고 정의하고 있다. 자동화 선박은 선박운항관리자의 직접적인 통제하에 운항될 수 있으며, 선박운항관리자의 적절한 지시나 도움 없이 선내 설치된 제어통제실을 이용해 운항될 수도 있다. 제어통제실을 이용하는 경우, 선박운항관리자가 사전에 입력해 놓은 항해계획 기반 선박 운항정보에 따라 인공지능 기능을 갖춘 컴퓨터가 선박의 감지 장치에 동작신호를 보내면 그에 따라 선내 주기관을 비롯한 장비들을 작동시켜 운항하게 된다. 인공지능형 컴퓨터에는 선박 충돌을 자동적으로 감지하여 피하게 하는 프로그램이 설치되어 있어, 지속적인 관리 및 감독이 불필요하다. 자동화 선박이 원격조종선박과 다른 점은 관리자의 직접적 지시 없이도 인공지능형 컴퓨터의 논리대로 충돌을 피해 운항할 수 있다는 점이다.

따라서 자율운항선박과 유사 용어들의 정의를 비교해보면 <표 2-9>와 같다. 자율적인 판단 여부를 기준으로 보면 자율운항선박, 스마트 선박, 디지털 선박은 무인선박, 자동화 선박, 원격조종 선박에 비해 선박 자체적인 결정 시스템을 가지는 형태를 보인다. 무인 선박, 자동화 선박, 원격조종선박은 육상의 선박운항관리자 또는 컴퓨터가 설정한 제어 시스템에 의해 조종되어 여전히 기존의 재래선박

과 비슷한 수동적인 운항 시스템을 갖추고 있다. 반면, 스마트 선박과 디지털 선박은 계측된 정보에 의해 효율적인 운항을 판단하는 측면에서 자율운항선박과 유사하지만, 인적 유무에 대한 여지를 남기고 있어 자율운항선박의 범위보다는 다소 국한되는 경향이 있다.

〈표 2-9〉 자율운항선박과 유사 용어의 비교

구분		영문명	정의
자율운항선박		Maritime Autonomous Surface Ship	• 인적 여부에 관계없이 자율적 결정 시스템을 가지고 운항하는 선박
유사 용어	스마트 선박	Smart ship	• 이해당사자와 연결되어 정보 및 서비스를 제공하고, 자율적 또는 원격에 의한 조종으로 진단하고 관리함으로써 최적의 에너지 효율로 안전하게 운항하는 선박과 이를 위한 ICT 인프라
	디지털 선박	Digital ship	• 디지털-IT 기반의 정보 처리를 토대로 안전하고 효율적 선박운항이 가능한 선박
	무인 선박	Unmanned ship	• 선박과 육상에 설치된 무선장비와 통합 제어 시스템에 의해 선박운항자의 별도 조종 없이 선박조종 제어 시스템에 의해 운항하는 선박
	자동화 선박	Automated ship	• 육상의 선박운항관리자 또는 컴퓨터가 입력한 동작신호를 받아 운항하는 선박
	원격조종 선박	Remote ship	• 육상의 선박운항관리자의 직접적 통제를 지시받아 운항하는 선박

자료: 저자 정리.

제2절 국내·외 주요 동향 분석

1. 국내 주요 동향 조사·분석

1) 정부

(1) 해양수산부

해양수산부는 2018년 1월 ‘해양수산부 2018년 업무계획’을 발표하였으며, 사람과 자본이 모이는 혁신형 해양수산업을 목표 중 하나로 설정하였다. 국가물류 체계 혁신을 위해 자율운항선박과 해상통신망, 스마트 항만 등의 스마트 해상물류 체계를 구축하는 전략 마련을 구상하였다. 이를 위해 자율운항선박 개발을 위한 무인선 제작 및 R&D 추진, 해상 초고속무선통신망(LTE-M) 구축, 화물정보공유 시스템 시범 운영을 통한 신규 터미널 하역 자동화 추진을 세부 사업으로 진행하고 있다.¹⁵⁾

또한, 해양수산부는 올해 2월 세계 최대 해운사 머스크 라인((Maersk Line) 사를 국적선사로 보유하고 있는 덴마크와 해운 분야에 대한 양해각서를 체결하였다. 향후 양국은 자율운항선박 기술 개발과 선박 및 선원을 위한 전자인증서 발급 등 해상 디지털화를 공동 추진하고 이를 위한 협력체계를 강화할 계획이며, 해사분야 학생, 훈련생 및 전문가 등 인적 자원을 교류하고 관련 연구개발을 적극 지원할 계획이다.¹⁶⁾ 긴밀한 협력관계 유지를 통해 덴마크의 선진적인 해사 분야 국제기술 공유 및 우리나라 자율운항선박 발전을 도모하고 있다.

그 밖에도 해양수산부는 자율운항선박 운용서비스와 관련하여 빅

15) 해양수산부, 「2018년도 주요업무 계획」, 2018. 1. 25.

16) 해양수산부, 「한-덴마크, 해운·해사분야 협력 강화키로」, 보도자료, 2018. 2. 22.

데이터 활용 해양예측 및 관측기술 개발, 원거리 선박 식별 관리 시스템 개발, 해양장비개발 및 인프라 구축 등에 주력하고 있다.¹⁷⁾

(2) 산업통상자원부

산업통상자원부는 2018년 4월 ‘제15차 산업경쟁력 강화 관계 장관 회의’에서 「조선 산업 발전전략」을 확정 및 발표하였다. 해당 전략에 따르면 조선 산업 6대 발전전략은 혁신과 상생으로 재도약하는 조선 산업, 친환경·4차 산업혁명 시대의 조선 산업, 소득 4만 불 시대를 향한 질적으로 고도화된 조선 산업을 비전으로 삼았다. 특히, 발전전략 추진방안에는 자율운항·친환경 미래시장 선점 투자 확대가 선정되었다. 자율운항과 관련 기자재 및 시스템 개발을 통해 2022년까지 중형 자율운항 컨테이너선 개발과 제작을 완료하고 2023년에는 시운전 관제센터, 운항조정상황실 구축 등을 통한 항만 간 왕복운항 추진을 목표로 하고 있다.¹⁸⁾ 산업통상자원부는 발전전략 추진 상황을 토대로 정기적 점검 및 조선 산업 상황변화에 따른 보완대책을 마련해 나갈 계획이다.

(3) 과학기술정보통신부

과학기술정보통신부와 해양수산부, 산업통상자원부, 국토교통부, 기획재정부 등의 관계부처들은 2017년 12월 ‘혁신 성장 동력 추진계획’을 심의·확정했다. 향후 육성이 필요한 분야를 발굴하여 육성전략, 혁신 성장 동력 전주기(발굴, 지원, 평가) 관리체계 정착, 정책과제 도출을 논의하였다. 특히, 혁신 성장 동력 전주기 관리체계 정착

17) 한국산업기술평가관리원(2017), 『Smartship 기술로드맵 기획 보고서』.

18) 산업통상자원부, 「조선산업 발전전략」마련, 보도자료, 2018. 4. 5.

에서 4차 산업혁명을 고려한 후보과제로 자율운항선박을 발굴하였으며, 2018년 3월까지 상세기획을 실시하기로 하였다.¹⁹⁾ 그러나 올해 ‘혁신 성장 동력 시행계획’을 심의·확정하는 과정에서 자율운항선박, 스마트공장, 스마트팜, 블록체인과 같은 2018년도 4개 신규 후보분야에 대한 전문가 평가 결과 향후 기획 보완의 과정을 거쳐 2019년도 신규 분야 선정 시에 포함하도록 하였다.²⁰⁾ 향후에도 과학기술정보통신부를 비롯한 관계부처들은 기술 및 산업 발전과 대·내외 환경변화를 고려하여 신규 분야를 정기적으로 발굴할 계획이다.

2) 조선소

(1) 현대중공업

국내 현대중공업은 2011년 3월부터 세계 최초 무인선박의 전 단계 스마트 선박을 개발하여 현재까지 약 200여 척의 스마트 선박을 수주하여 인도하고 있다. 또한, 고해상도의 선박용 디지털 레이더, 선박자동식별장치(AIS), 전자해도시스템(ECS) 등 선박항해시스템과 연동하여 위험물, 파고, 해류, 바람 등의 환경적 변수를 고려하는 충돌회피지원시스템(HiCASS)을 개발하여 국내 무인선박 기술 선도를 목표로 노력하고 있다.²¹⁾

19) 과학기술정보통신부, 「혁신성장을 견인하고, 4차 산업혁명 대응을 선도할 구체적인 범부처 성장 동력 분야 확정」, 보도자료, 2017. 12. 22.

20) 과학기술정보통신부, 「혁신성장을 견인할 범부처 혁신성장동력분야의 구체적인 실천을 위한 종합계획 마련」, 보도자료, 2018. 5. 29.

21) KB 금융지주 경영연구소, 「자율운항선박의 현재와 미래」, KB 지식 비타민, 2018. 1. 17, p. 6.

〈그림 2-4〉 현대중공업 통합 스마트선박 솔루션 개념도



자료: 현대중공업.

(2) 삼성중공업

삼성중공업은 2011년 육상에서 선박의 운항 상태를 감시하고 제어할 수 있는 시스템인 VPS(Vessel Portal Service, 선박 포털 서비스)를 개발하였다. VPS는 위성으로 수신되는 데이터를 이용해 육상에서 선박 내에 있는 자동화 장비를 실시간 모니터링할 수 있는 시스템으로, 선박의 고장 여부를 진단하고 필요한 조치를 가능하게 해준다. 또한 삼성중공업은 2017년 7월 영국의 위성통신 회사이자, 세계 3대 위성통신업체인 inmarsat과 양해각서를 체결하였다.²²⁾ 삼성중공업은 스마트 선박 솔루션에 inmarsat의 해상용 초고속 광대역 위성 통신서

22) <http://m.chosun.com/svc/article.html?sname=biz&contid=2017092101165#Redyho> (2018. 6. 24 검색).

비스 'Fleet Xpress'를 적용하는 공동연구를 추진하여 대용량 위성통신을 활용해 선박 주기관 등의 기능을 실시간 점검하는 것이 가능할 전망이다.

(3) 대우조선해양

대우조선해양은 선박모니터링장치(LiNGC: Locally iNtegrated & Globally Connected)와 선박설비관리시스템(CMMS: Computerized Maintenance Management System) 기술을 보유하고 있다.²³⁾ 자율운항선박 분야에서 대우조선해양은 항로교환정보표준, 선박 원격 모니터링, VHF 데이터 교환 시스템(VDES: VHF Data Exchange System), 선내통신기술, 충돌회피 시스템, 다중센서 기반 장애물 탐지 및 상황 인지 기술 등 9개의 한국특허를 보유한 출원인이다.²⁴⁾ 향후 대우조선해양은 보유 기술을 바탕으로 자율운항선박을 개발 및 응용할 것으로 예상된다.

3) 기업 및 연구소

(1) LG CNS

LG CNS는 롤스로이스, 콩스버그, ABB 등과 같이 자율운항선박 체계를 준비하는 기업들과 함께 산학협력을 통해 자율운항선박 체계를 만들어 선대의 완전한 원격 관제 서비스를 확대해나가는 것을 목표로 삼고 있다.

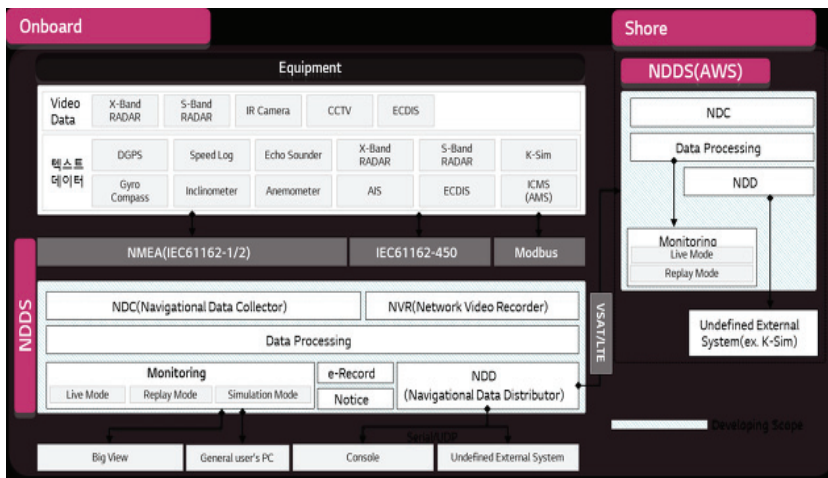
한국해양대학교와 협력하여 사용자 관점의 미래지향적 자율운항선박 시스템을 설계 및 구현하기 위해 NDDS(Navigation Data Distribution

23) KB 금융지주 경영연구소, 「자율운항선박의 현재와 미래」, KB 지식 비타민, 2018. 1. 17, p. 7.

24) 한국정보통신기술협회, 『ICT 표준화전략맵 종합보고서1』, 2017. 11. 28, p. 426.

System)을 개발하고 검증 완료하였다. NDDS는 선박 내 설치된 GPS, 선속 기록, 소음 측정기 등의 장비로부터 데이터를 수집 및 처리하고, 선박의 데이터 관제와 동시에 육상 전송을 진행하여 육상에서 선박의 운항 상태를 파악할 수 있도록 하는 솔루션이다.²⁵⁾

〈그림 2-5〉 NDDS 개념도



자료: LG CNS 블로그 홈페이지(<http://blog.lgcns.com/>).

(2) 한화시스템

한화시스템은 2011년부터 다목적 지능형 무인선 국산화 개발에 참여하였으며, 무인선 레이더 감시시스템 기술과 무인선 고장진단 시스템을 개발하였다. 또한, 육상통합시험장치(HILS) 제작, 시뮬레이션 기능 개발, 다중 센서에 의한 장애물 탐지/추적, 국제해상충돌예방규칙(COLREG) 기반 충돌회피 기능을 적용한 복합임무 무인 수상정을 개발 중이다.²⁶⁾

25) LG CNS 블로그(<http://blog.lgcns.com/1679>), 「선장도 선원도 없는 무인 선박시대 '자율운항선박'」, 2018. 4. 2(2018. 5. 20 검색).

26) 한국정보통신기술협회, 『ICT 표준화전략맵 종합보고서1』, 2017. 11. 28, p. 420.

(3) 선박해양플랜트연구소

선박해양플랜트연구소는 2011년부터 해양수산부의 '다목적 지능형 무인선 국산화 개발 사업'(270억 원 규모)을 통해 민간기업 11곳과 함께 무인선 개발을 추진하고 있다. 2014년 말 개발된 아라곤 I 호에 이어 2017년에 두 번째로 개발된 아라곤 II호를 제작하였다.

아라곤호는 자체적인 경로 인식을 통한 '자율운항 기능'과 선박의 결함 등으로 인한 긴급 상황에서 육상에 의해 선박을 조정하는 '원격 조정 기능'을 갖추었다. 아라곤 II호는 아라곤 I 호에 비해 무게와 속도 성능이 향상(약 0.4톤 감량, 약 10노트 속도 증가)되었다.

향후 아라곤 II호는 해양조사와 감시 업무를 수행할 수 있기 때문에 오염방제, 수색구조 등의 분야에 이용될 계획이며, 사람이 접근하기 어려운 지역에 투입되어 활동할 예정이다. 정부는 해당 무인선 활용을 통해 선박 운항 및 관리를 담당하는 인력을 감소할 수 있어, 운영에 필요한 비용 절감을 기대하고 있다.²⁷⁾ 선박해양플랜트연구소는 2018년 상반기까지 3단계 무인선 개발 및 무인선의 실해역 성능 검증을 최종 완료할 예정이다.

〈그림 2-6〉 아라곤 II 모습



아라곤 II

아라곤 II 항주 모습(43 knot)

자료: 해양수산부, 「국산 기술로 개발한 무인선, 해양강국을 향한 닻 올려」, 보도자료, 2017. 11. 22.

27) 해양수산부, 「국산 기술로 개발한 무인선, 해양강국을 향한 닻 올려」, 보도자료, 2017. 11. 22.

2. 국외 주요 동향 조사·분석

1) 국제기구

(1) IMO

IMO 해사안전위원회는 제98차에서 논의된 내용의 후속 조치로 제99차에서 자율운항선박에 대한 정의와 자율화 등급을 정의하고 자율운항선박 운항으로 인해 기존의 규정들에 영향을 미치는 수준을 평가하기 위해 작업반 회의를 진행하였다. 위원회의 작업반은 자율운항선박의 자율 단계를 구분하는 대신 폭넓은 범위로 정의하는 것에 합의하였다. 그에 따라 자율운항선박(MASS)을 ‘다양한 수준으로 사람의 간섭 없이 독립적으로 운용될 수 있는 선박’으로 정의하였지만, 자율운항선박 운용과 관련하여 규정을 검토하는 작업의 일환으로 규정한 임시적인 성격이 강해 변동될 여지가 남아 있다.

자율화 등급은 자동화된 절차 및 의사결정 지원을 보유한 선박, 선원이 승선하고 있고 원격으로 제어되는 선박, 선원이 승선하고 있지 않고 원격으로 제어되는 선박, 완전 자율주행선박의 4단계로 정하였다. 또한, 자율운항선박이 한 항차 동안 한 개 이상의 자율화 등급으로 운항할 수 있음을 명시하였다.

위원회는 목적을 수행하기 위한 첫 번째 단계로 IMO의 협약(해상 안전과 관련된 IMO의 협약 - SOLAS, STCW, COLREG, LL, TONNAGE, STP, CSC 등)에 대해 자율운항선박의 운항을 배제하는 규정, 자율운항선박의 운항을 배제하지 않으며 특정 조치가 불필요한 규정 또는 명확화 또는 개정이 필요한 규정, 자율운항선박 운항에 적용되지 않는 규정을 분류하기로 하였다. 이후 자율운항선박 운항에 따른 인적, 기술적, 운항적 요소에 대해 기존 협약 개정, 새로운 협약 제정 등의

분석을 수행할 예정이다.

IMO는 향후에도 제103차 MSC까지 자율운항선박 운항을 위한 표준화 가이드라인 및 환경 조성을 위해 회원국 간 논의를 진행할 계획이다.

(2) EU

유럽연합(EU)은 2012년부터 380만 유로 규모의 프로젝트 MUMIN²⁸⁾을 추진하였으며 380만 유로 중 290만 유로를 지원하고 있다. 해당 프로젝트는 Fraunhofer CML(독일), MARINTEK(노르웨이), Chalmers University(스웨덴), Hochschule Wismar(독일), Aptomar(노르웨이), MarineSoft(독일), MARORKA(아이슬란드), University College Cork(아일랜드)와 함께 무인 화물선 운영을 위한 기술을 개발하고 기술적, 경제적, 법적 타당성을 평가하였다.

MUMIN 프로젝트의 핵심기술로는 첨단 센서 모듈, 자율 원양 항해 시스템, 원격 조종 지원 시스템, 주기관 모니터링 및 제어 시스템, 에너지 효율 시스템, 유지 보수 상호 작용 시스템, 해안 제어 센터가 있다.²⁹⁾

첨단 센서 모듈은 무인 선박에서 당직 선원을 대신하여 센서를 통한 데이터를 처리하는 것으로 자율운항 실현에 중요한 요소이다. 자율 원양 항해 시스템은 계획된 항로에서 선박을 제어하는 시스템으로 선박의 위치, 기술적 조건, 날씨, 교통 상황 등을 고려하는데 선원이 없는 무인 선박의 항해를 위해 MUMIN 프로젝트는 해당 시스템을 도입하였다. 원격 조종 지원 시스템은 수로 및 항구와 같이 공간상의 제한으로 충돌 위험이 큰 지역에서 선박의 이동을 계산하고 모션 예

28) Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks

29) 산업통상자원부·한국산업기술진흥원, 「유럽의 스마트 선박 기술 및 정책 동향」, 2017. 10. 12.

측을 제공한다. 주기판 모니터링 및 제어 시스템은 주기판의 구성품인 피스톤 링의 파손, 손상, 마모, 실린더 라이너의 과부하 등을 감지하여 항해 중 오작동 및 고장을 방지하기 위해 모니터링을 진행하는 시스템이다.

2) 주요국

(1) 영국

상선 분야 내 자율운항선박 기술은 유럽이 선도하고 있는데 영국 선박 및 항공에 사용되는 엔진 제조업체 롤스로이스(Rolls-Royce)는 2017년 10월 구글(Google)과 선박 자동운항을 위한 기술협력 양해각서를 체결하였다. 무인선박 개발 사업에 뛰어든 롤스로이스는 위성 통신업체 인마샷(Inmarsat) 등을 비롯한 다양한 자율운항 관련 기업들과 협력을 지속하고 있다. 특히 롤스로이스는 구글이 보유하고 있는 클라우드 머신러닝 엔진(Cloud Machine Learning Engine)을 이용하여 선박이 운항 중 접촉할 수 있는 물체를 탐지하고 식별할 수 있도록 인공지능(AI) 기반의 물체 분류 시스템을 개발할 계획이다. 또한, 2020년 말까지 원격조종 기술을 상용화할 방침을 내세우고 있으며, 2025년에는 내항·근해선 무인화, 2030년에는 원양선박의 완전한 무인화를 목표로 기술개발을 서두르고 있다.³⁰⁾

(2) 노르웨이

노르웨이의 농화학업체 야라인터내셔널(Yara international) 사는 선박자동화시스템 개발업체인 콩스버그(Kongsberg)와 공동으로 근

30) KB 금융지주 경영연구소, 「자율운항선박의 현재와 미래」, KB 지식 비타민, 2018. 1. 17, p. 3.

거리 연안을 자율적으로 운항할 수 있는 선박을 개발하는 중이다. 현재 자율운항선박 기술은 원양선박과 같이 원거리 항해를 위해서는 아직 보완되어야 할 부분이 다수이지만, 연안 항로와 같은 근거리 선박의 항해는 가능할 등급으로 발달한 상황이다. 해당 자율운항선박 이름은 야라 버클랜드(Yara Birkeland)로 120TEU 규모로 설계되었으며, 2018년 하반기에 개발을 끝내고 2020년 상용화를 목표로 삼고 있다.

야라인터내셔널은 야라 버클랜드가 동 크기의 기존 컨테이너선에 비해 3배 정도 늘어난 가격을 형성하고 있지만, 연간 소요되는 운용비의 90%가량을 절감할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 해당 기업은 자율항해 선박을 통해 해상운송의 게임체인저가 되겠다고 자신하고 있다.³¹⁾

2019년 노르웨이 호르텐(Horten)의 테스트베드에서 진행되는 시범운항에는 소수의 선원과 선장이 승선할 예정이며 육지에서 원격조정을 테스트하게 된다. 2020년에는 사람이 개입하지 않고 스스로 움직이는 완전한 자율운항시스템으로 운항한다는 계획을 가지고 있다.³²⁾

(3) 핀란드

핀란드 기술혁신청은 롤스로이스, 인마셋, 노르웨이·독일선급(DNV·GL), 기술 솔루션을 개발하는 북유럽 연구소인 핀란드 테크니컬 리서치 센터(VTT), 핀란드 탐페레(Tampere) 기술대학 등 약 10개 기관이

31) KB 금융지주 경영연구소, 「자율운항선박의 현재와 미래」, KB 지식 비타민, 2018. 1. 17, p. 4.

32) 윤익로, 「자율운항선박 개발에 박차 가해야」, 현대해양 칼럼, 2018. 3. 8

(<http://www.hdhy.co.kr/news/articleView.html?idxno=6613>, 검색일: 2018. 6. 24).

주도하여 함께 진행하는 다국적 프로젝트 AAWA(The Advanced Autonomous Waterborne Applications)에 대해 660만 유로의 자금을 지원하고 있다. 해당 프로젝트는 차세대 자율운항선박의 설계 및 사양 도출을 목표로 2020년 상업용 원격조종 선박을 개발, 2035년 완전 무인 자동화선박 개발을 목표로 수행하고 있다. 2016년에는 기술, 경제, 안전, 법적인 측면을 검토하여 타당성에 대한 백서를 발표하였다. 또한, 2017년 말까지 프로젝트를 구체화하기 위한 사양을 개발하는 데 주력하였다.

〈표 2-10〉 AAWA의 스마트선박 개발 주체 및 역할

주도 기관	개발부문	참여 기관/대학	역할
롤스로이스(영국)	시스템 통합 및 자동화 제어	Aalto/VTT(핀란드)	안전 및 보안
델타마린(핀란드)	선박 설계	Tampere Univ. of Tech.(핀란드) University of Turku(핀란드)	기술 연구
인마셋(영국)	위성통신기술	University of Turku(핀란드)	사업 연구
DNV·GL (노르웨이·독일)	선급, 규정 검토	Abo Akademi University(핀란드) University of Turku(핀란드)	법적 연구
NAPA (일본-핀란드)	S/W 솔루션	-	

자료: 한국산업기술평가관리원(2017), 『스마트SHIP 기술로드맵』, p. 36.

(4) 덴마크

덴마크의 머스크라인은 지난해 세계 최초로 원격운항 예인선을 선보이면서 자율운항 무인선의 상업적 잠재력에 대해 심도 있게 검토하고 있다. 머스크는 롤스로이스와의 협력으로 2017년 11월 코펜하겐항만에서 예인선 ‘Svitzer Hermod’ 호를 육상에서 원격 운항하는 테스트를 실시했다. 머스크는 예인선을 시작으로 현재 각 물류운송 사업부에서 자율운항기술에 대한 로드맵을 구축하고 무인선 도입 가

능성을 집중적으로 검토한다는 계획이다. 머스크는 라이다, HD 카메라, 적외선 카메라, 브릿지 스크린 같은 기술을 합친 무인선으로 선박 환경을 둘러싼 데이터를 수집하고 해석할 수 있으며, 상황인식 시스템과 충돌방지 시스템으로 선원의 가시성을 높이고 사고를 예방할 수 있음을 전망하고 있다. 머스크 사는 앞으로 자율운항선박에 대한 다양한 시나리오를 검토하기로 했으며, 관련 법률과 제도가 무인선 기술 속도에 부합하는 것이 필요함을 강조하고 있다.³³⁾

(5) 일본

일본 최대 해운업체 NYK는 산하 연구기관인 모노하코비 기술연구소의 주도하에 자율운항 컨테이너 선박을 개발 중으로 2019년 북미 노선에서 원격조종 선박 시험 운행에 나설 계획이다. 이를 위하여 NYK는 레이더 생산업체 후루노(FURUNO)를 비롯하여 재팬라디오 등과 같은 통신설비 생산업체와 기술적 제휴를 통해 자율운항선박에 대한 기술 연구를 가속화하고 있다.

더불어 NYK를 비롯한 MOL 등의 해운사와 미쓰비시 등 10개 이상의 조선소들이 오는 2025년까지 인공지능 자율운항 화물선 250척을 건조하겠다는 목표로 공동 개발을 진행 중이다. 250척의 자율운항선박을 건조하여 초기에는 소수의 선원을 탑승시켜 관리감독을 맡게 하며 최종적으로는 완전 무인선으로 서비스한다는 목표이며, 2019년에 태평양 해역에서 무인 컨테이너선의 첫 시범운항에 들어갈 계획이다. 일본 정부 측에서도 자율운항선박의 활성화를 위한 데이터 전송 관련 기술 연구를 지원하고 있으며, 국내 기준뿐만 아니라 국제

33) 「해양한국, 막 오른 세계 ‘무인선박’ 경쟁」(<http://www.monthlymaritimekorea.com/news/articlePrint.html?idxno=21338>, 검색일: 2018. 6. 24).

기준을 만들어 국제표준 선도에 노력하고 있다.

(6) 중국

중국은 오는 2021년 첫 무인 화물선 건조를 목표로 관련 얼라이언스를 출범시키며 세계 무인선 경쟁에 본격적으로 뛰어들었다. 중국은 2017년 6월 말 중국선급CCS와 HNA기술물류그룹을 중심으로 무인 화물선 개발 얼라이언스 UCSDA(Unmanned Cargo Ship Development Alliance)를 만들고 향후 세계 무인화물선 건조의 중심지가 된다는 야심찬 계획을 밝혔다.

HNA 그룹은 포춘지 선정 500대 기업으로서 최근 조선, 해양 엔지니어링, 벌크 트레이딩 사업에 관심을 보이고 있으며 싱가포르 기반 물류회사 CWT 인수를 앞두고 있다. 동 얼라이언스는 2021년 10월 첫 무인화물선을 건조한다는 계획하에 무인선의 상업화 기술뿐만 아니라 규제 기준의 개발, 환경평가, 증명 및 검사 서비스 등을 제공한다는 계획이다. 얼라이언스에는 ABS, DNV GL, 선박 연구 개발기관 및 마린엔지니어링 연구단체, 상해마린디젤엔진, 후동중화조선 등이 참여하고 있으며 선박의 통합자율결정, 자율운항, 상황인식, 원격조종 등을 연구하게 된다.

특히 중국 조선소들은 빠르게 변화하는 선박 트렌드에 대응하여 무인선 기술을 개발, 선점하고 여기에 조선 인력과 가격 경쟁력 등의 이점을 더해 각국 선주들이 발주한 무인선을 대거 수주한다는 계획이다. 동 얼라이언스에는 자국 조선소로 후동중화조선이 참여하고 있다.³⁴⁾

34) 「해양한국, 막 오른 세계 ‘무인선박’ 경쟁」(<http://www.monthlymaritimekorea.com/news/articlePrint.html?idxno=21338>, 검색일: 2018. 6. 24).

제3절 시사점

자율운항선박과 자율화 등급에 대한 정의는 주요 해운국가와 해상 분야 산업체 등에서 제안하고 있지만, 최근 IMO 99차 MSC에서 정의를 내려 국제적으로 공식 합의에 이르렀다. 하지만 IMO 회원국 간의 합의는 자율운항선박 운용을 위해 기존 규정을 검토하는 과정에서 설정한 것으로 추후 범국가적 차원의 통일된 개념 정립이 필요하다.

한국은 해양수산부, 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 등 유관 정부부처 간 협업을 통해 자율운항선박에 대한 신규 분야 발굴과 개발에 노력하고 있다. 산업계 측에서도 조선소와 기업에서 자율운항선박 관련 고유 기술 개발 및 특허 출원에 투자하는 움직임을 보이고 있다. 그러나 정부와 민간의 협업 움직임은 다소 미흡한 것이 현실이다. 현재 해양수산부가 270억 원 규모의 ‘다목적 지능형 무인선 국산화 개발 사업’을 선박해양플랜트연구소와 함께 추진하고 있다. 하지만 실질적으로 선박 운항과 연관된 선주회사, 조선소, 기자재업체와 태스크포스(TF)를 구성하여 상호 협력하는 기반체계가 필요하다.

한국과 달리 유럽은 중·소형 선박을 중심으로 자율운항선박을 개발하고 있으며, 국내에 알려진 테스트베드(트론하임 테스트베드(노르웨이), 야콘메리 테스트베드(핀란드)) 외에 호르텐(Horten), 트롬쇠(Tromsø) 등 다양한 지역에 테스트베드를 구축하여 운영하고 있다. 또한, 정부·공공기관은 생태계 조성자로서의 역할에 집중, 기술개발은 민간기업이 주도하며 실제 수요자가 비중 있게 참여하는 중이다.³⁵⁾

35) 한국해양과학기술진흥원, 「자율운항선박 선진국 벤치마킹 추진결과 및 향후 계획」, 2018. 2. 19.

유럽을 중심으로 자율운항선박에 대해 선도적인 개발이 진행되고 있으며, 아시아에서도 일본과 중국이 자율운항선박에 대해 집중하고 있다. 우리나라 또한 자율운항선박이라는 차세대 패러다임에 적응하기 위해 우리나라 주체의 다자간 프로젝트와 아시아의 테스트베드 구축을 고려하고 주변국과 협의가 필요할 것이다.

〈표 2-11〉 주체별 자율운항선박 동향 비교

	주요 프로젝트	자율운항선박 개념	자율화 등급	규정 검토방법 (RSE)	특징
IMO	-	MASS	1-4단계	-	자율운항선박 실질적 운용 협약 검토
EU	MUNIN	독립 운항 스마트 선박	-	-	기술, 경제, 안전, 법규 다각적 검토
노르웨이	Yara Birkeland, ReVolt, Hrönn, Fjord1	-	1-6단계 6단계(완전 자율운항)	-	정부 및 민간 협력 활발, NFAS 구성, 세계 최초 테스트베드
덴마크	-	-	-	-	인적요소, RSE 2020년 완료 TOR 제시
미국	Roboat	독립적 운항 결정 선박	1-4단계	전문위원회, 사무국, 스프린터그룹	2020년 완료, WG & CG 구성 제안
영국	-	-	0-6단계 6단계(완전 자율)	-	롤스로이스 등 민간기업 혁신 주도
일본	SSAP	부분 자동화, 부분 자율운항	선박-육상, 원격제어, 부분 자동화/자율	이해관계자 의견수렴, 안전운항에 초점	무인화선박 개발의 시간소요, 작업반 구성

	주요 프로젝트	자율운항선박 개념	자율화 등급	규정 검토방법 (RSE)	특징
중국	UCSDA	유인 자율운항선박, 무인자율운항 선박	정의 및 AL의 필요성 강조, / O-M(비자율) O-R(자율) 3단계	목표부여방식 (GBS), FSA	인적요소, 빅데이터, 통합 중심, 무인화물선 동맹 결성
한국	다목적 지능형 무인선 국산화 개발 사업	4단계 4인 탑승 5단계 무인화	1-5단계(5) 5단계 (완전자율)	-	RSE 2020년 (2023년 산업 및 연구계)
핀란드	AAWA, One Sea	원격제어, 제한적 자율운항, 완전자율운항	-	-	정부 및 민간 협력 활발, 테스트베드 구축, 해상 운송법 개정
프랑스	-	원격조정, 반자율, 완전자율 모니터링센터	0-4단계(5) 3,4(시스템 운용)	상향식 및 하향식, FSA	UNCLOS, 인적요소 책임과 보상,
국제 해운 협회 (ICS)	-	-	AL 3 이상의 자율시스템	전체론적 접근, 장애제거 방식, FSA	인적요소, 절차적 요소, UMDS 시기상조, 투명성

자료: IMO 99차 MSC 회원국 제출 의제문서 참조.

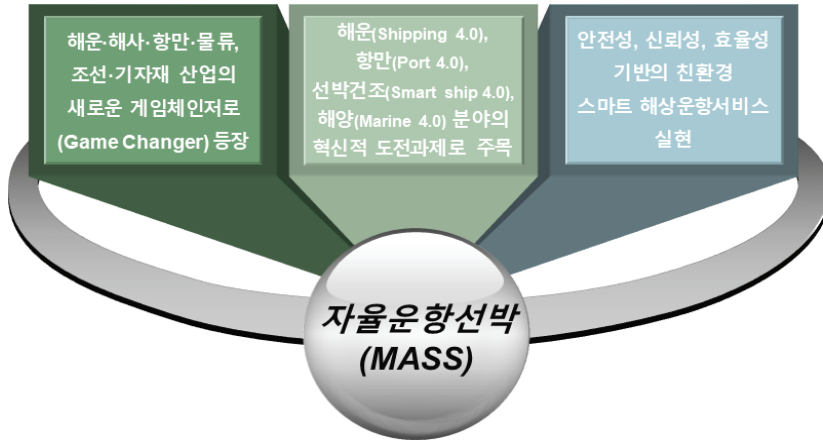
제3장

자율운항선박 도입에 따른 주요 쟁점사항 분석

제1절 자율운항선박 도입의 의의

자율운항선박은 제4차 산업혁명과 함께 해운·해사·항만·물류, 조선 및 기자재 산업을 급속히 변화시키는 새로운 게임체인저(Game Changer)로서 등장함에 따라 해사산업(Maritime Industry)에서 중요한 기술 중 하나로 주목받고 있다. 해운(Shipping 4.0), 항만(Port 4.0), 스마트 선박건조(Smart ship 4.0), 해양(Marine 4.0)과 함께 해사산업 트렌드의 중심에 있으며, 자율운항선박 시대를 준비하기 위해 자율운항선박과 직·간접적으로 연계된 분야에서 분야별 특성 및 쟁점사항 등을 고려한 실질적이고 주도적인 준비가 필요한 시점이다.

〈그림 3-1〉 자율운항선박 도입의 효과



자료: 저자 작성.

해상 물동량 증가 및 수송수단의 고속화·대형화 등 다양한 요인에 의해 해양사고의 위험성이 확대되고 있으며, 이에 보다 혁신적인 해상 교통환경을 구축하기 위하여 안전성, 신뢰성, 효율성 강화를 목적으로 친환경 스마트 해상운항 서비스를 제공할 수 있도록 자율운항선박 및 관련 기술을 적용할 필요가 있다.

그러나 자율운항선박 도입에 따라 직·간접적으로 연계된 해사산업 생태계 전반에 걸쳐 급격한 변화가 발생하고 있으며, 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리체계, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계 등에서 다양한 이슈가 도출되고 있다. 특히 선박 정보, 외부환경 정보, 해상교통정보, 육상 정보 등 다양한 데이터의 중요성이 더욱 확대되고 있으며, 수집·분석된 정보를 바탕으로 해운·해사·항만·물류, 조선 및 기자재 산업에서 두루 활용할 수 있는 산업 인프라 구축 및 선박 운항 여건 마련을 위한 정책 추진의 필요성이 강조되고 있다.

이에 본 절에서는 자율운항선박 도입에 따른 분야별 주요 쟁점 사항을 <표 3-1>과 같이 구분하고, 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계 등 5개 분야에 대하여 문헌연구, 국내·외 전문가 면담 및 설문조사, 국제회의 참석 등을 통해 조사·분석하였다.

<표 3-1> 분야별 정책 요소 구분 및 내용

구분	내 용
선박설계 및 운항기술	•선박 구조 및 설계 기술 •자율운항 및 제어 기술 •선박 유지·보수 기술
선박 안전·관리	•선박용 설비 및 장비 •화물 관리 •선박 보안체계
고용 및 교육	•고용의 형태 •전문 인력 양성 및 교육 시스템
사고 책임 및 보험	•해양사고 유형 변화 •책임 및 보험제도
해운·항만·물류 체계	•해운·항만·물류 연계 시스템 •관련 산업계의 변화(선박건조 및 기기·장비제조 중심, 해운·항만물류 중심)

자료: 저자 작성.

제2절 주요 쟁점사항 조사·분석

1. 선박 설계 및 운항 기술

1) 선박 구조 및 설계 기술

자율운항선박 도입 시 가장 큰 변화는 <표 3-2>와 같이 선박 구조 및 설계 기술이라고 할 수 있다. 선박 운항 원리 및 기술 변화에 따라 선박 내 새로운 기기 및 장비가 도입될 것이며, 이를 고려하여 효율적인 선박 내 공간 활용을 위한 선박 구조의 재배치가 필수적일 것이다.

기존 선박은 선원의 거주 및 화물 적재 등을 고려한 개방형 구조라고 할 수 있으나, 자율운항선박은 선원이 최소화된 환경으로 선박의 보안 및 화물 안전을 위한 폐쇄형 구조로 변화할 것이며 선박 유지·보수 및 화물관리를 위한 최소한의 구역만을 유지하게 될 것으로 전망된다. <그림 3-2>와 같이 롤스로이스에서 발표한 자율운항선박 개념 설계도에 따르면 선원이 없는 자율운항선박은 선교(Bridge) 및 거주구역이 없거나 최소화된 형태로 화물의 특성을 고려하여 선종별로 구조적 변화가 이루어질 것으로 예상된다.

<그림 3-2> 자율운항선박 개념 설계도



자료: Rolls-Royce(<http://www.information-age.com>, 검색일: 2017. 6. 28).

또한 자율운항 시스템 도입은 자동·지능화의 변화와 함께 에너지 효율성 증가, 오염물질 배출 감소 등 친환경 요소가 강화될 것으로 전망되며, LNG, 전기 등 선박 추진 시스템 변화로 이어져 기관실을 포함한 선박 구조·설계상의 변화가 예상된다. 기존 엔진, 프로펠러, 타(rudder) 등 디젤 기반 추진 시스템에서 LNG 또는 전기 추진 시스템으로 변화됨에 따라 선박 충전 또는 추진을 위한 설비가 도입되고, 소음 및 진동이 크게 감소함에 따라 선박 설계 및 배치 등의 변화가 예상된다.

〈표 3-2〉 선박 구조 및 설계 기술의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	선박 운항 원리의 변화 및 새로운 기술 도입에 따른 공간 배치 효율성을 고려한 선박 구조 발전	
내용	• 개방형 구조 • 선교(Bridge), 거주구역 등 관련 시설 보유 • 디젤 기반 추진시스템 • 고소음, 고진동 선박을 고려한 구조 설계	• 폐쇄형 구조 • 선교(Bridge), 거주구역 등 최소화 • LNG 또는 전기 추진 시스템 • 저소음, 저진동 선박을 고려한 구조 설계

자료: 저자 작성.

2) 자율운항 및 제어 기술

자율운항선박의 경우 자율운항, 경제운항, 안전운항, 원격제어 등의 기능을 포함하여 〈표 3-3〉과 같이 선박의 운항·제어 기술이 크게 변화할 것으로 전망된다.

기존 선박 시스템의 경우 선원의 의사결정 지원을 위한 보조적 수단으로서 활용되고 있으나, 자율운항선박은 선원의 간섭이 최소화된 상태에서 해양 환경 정보, 선박 및 기자재의 상태 정보, 화물 정보 등을 자동으로 수집, 가공, 분석, 공유하는 처리과정이 필수적이라고 할 수 있다. 이에 선박의 자율운항, 안전운항, 경제운항을 위하여 인공지능

(AI), 빅데이터 등의 정보통신기술(ICT)을 활용하고, 상황 인지 및 판단, 비상상황 대응, 최적 항로 결정 등이 가능하도록 할 것이다. 그러나 자율운항 시스템 활용에 선박 및 시스템에 대한 통합 관리 및 최적화 기술 발전이 필수적임에도 불구하고, 현재 수집해야 할 정보 식별 단계부터 수집, 가공, 분석, 판단 및 결정을 위한 기술 개발과 투자는 전무한 실정이다.

또한 자율운항선박의 정상적인 운영을 위해 운항조정상황실 등 육상에서 선박 모니터링 시스템이 요구되며, 이에 원격 조종을 위한 자율운항 기술, 상황 판단 및 관리를 위한 자율 제어 기술이 도입될 것으로 예상된다.

〈표 3-3〉 자율운항 및 제어 기술의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	자율운항기능, 경제운항기능, 안전운항기능, 원격제어기능을 포함한 선박 운항·제어 기술의 발전	
내용	• 항해사의 의사결정 지원을 위한 보조적 수단으로서 장비 및 기술 활용 • 기상, 해양 환경여건 등의 정보를 기반으로 항해사가 항로를 결정하고 상황에 따라 변경함 • 선박의 위치, 상태, 정보 등에 대한 원격 모니터링 가능	• 상황인지, 상황판단, 인공지능 등 선박 자율운항 및 안전운항 가능 • 기상, 항로 여건, 연료소비량 등 빅데이터 기반의 경제운항 가능 • 운항조정상황실 등 육상에서 모니터링이 가능하고, 비상시 원격제어 및 조종 가능

자료: 저자 작성.

3) 선박 유지·보수 기술

선박의 자율운항 및 제어 기술의 발전과 함께 선박의 원격·자가진단을 통한 유지·보수 기술은 자율운항선박의 성능 평가 및 검증을 위한 중요 기술 중 하나라고 할 수 있으며, 향후 〈표 3-4〉와 같이 발전할 것으로 전망된다. 특히, 빅데이터를 통한 예측정보 및 선박상태

정보 등을 통해 원격 진단하기 위하여 정보 및 센서에 대한 중요성이 더욱 확대될 것이며, 무인 환경에서 원격 유지·보수를 위한 로봇 및 드론 등의 기술이 더욱 발전할 것으로 예상된다.

〈표 3-4〉 선박 유지·보수 기술의 변화

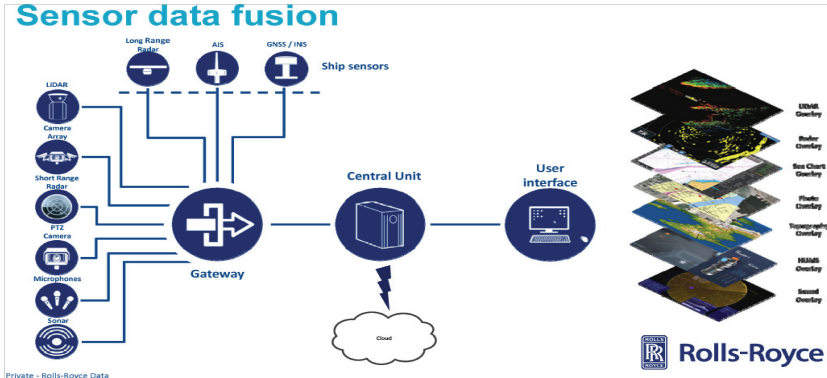
구분	기존 선박	자율운항선박
방향	예측기반, 원격·자가진단 유지·보수 기술의 발전	
내용	• 정해진 주기에 따라 시간 기반 유지·보수 점검 수행 • 사람에 의한 검사 및 관리를 통해 점검 및 진단 수행 • 인력 투입을 통한 직접적 유지·보수 수행	• 빅데이터를 활용한 상태 기반 및 예측 기반 유지·보수 점검수행 • 자가진단 및 검사 기술을 활용한 원격·자가진단 수행 • 로봇 및 드론 등 기계를 활용하여 무인 환경에서 원격 유지·보수 수행

자료: 저자 작성.

기존 선박의 경우 정해진 주기에 따른 시간 기반의 유지·보수체계라고 할 수 있으나, 자율운항선박의 경우 선박 정보에 따른 상태 기반 및 예측 기반의 유지·보수 체계라고 할 수 있다. 예를 들어 자율운항선박의 경우 육상에서 선체 및 기자재 상태에 대해 실시간으로 감시하고, 문제 발생 시 자가진단 및 원격검사 기술을 활용하여 원격·자가진단이 가능하도록 할 것이다. 이를 위하여 조선 산업에서는 〈그림 3-3〉과 같이 미래 선박 운항을 위한 통합 스마트 선박 솔루션 체계 개발을 추진하고 있으며, 해운회사의 선단 관리, 선박의 안전운항 및 경제운항, 추진·전력 모니터링 시스템, 정비 시스템, 성능 분석 시스템 등의 핵심 기술을 포함한 통합 체계를 구축하고자 추진하고 있다.

즉 선박 유지·보수를 위한 데이터 수집·분석 시스템, 상태 및 예측 기반 센서, 점검 및 성능 분석 시스템의 발전뿐만 아니라 로봇 및 드론 등 무인 환경에서 원격 정비 및 보수를 위한 통합 솔루션 체계가 구축되어야 할 것이다.

〈그림 3-3〉 선박 유지·보수를 위한 센서 및 점검 시스템 발전 구성도



자료: 한국해양수산개발원(2018), 「Maritime Industry 4.0 : Technology, Education and Business Model」, 3rd KMI-WMU Seminar, p. 122.

2. 선박 안전 및 관리체계

1) 선박용 설비 및 장비

자동화, 지능화, 통합화된 선박용 설비 및 장비가 확대됨에 따라 이러한 자율운항선박용 설비·장비에 대하여 높은 신뢰성 및 안정성을 요구하는 동시에 설비·장비를 위한 표준화 및 모듈화가 가속될 전망이며, 〈표 3-5〉와 같은 변화 및 쟁점사항이 있을 것으로 예상된다.

〈표 3-5〉 선박용 설비 및 장비의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	자동화, 지능화, 통합화된 선박용 설비 및 장비의 확대	
내용	• 사람의 의사결정 지원을 위한 정보제공 목적의 기기 및 장비 보유 • 구명설비 및 조난신호장비, 소방설비 및 응급의료설비, 항해설비 및 통신설비, 거주설비 및 위생설비 등 인적 안전설비 및 장비 탑재	• 인적 안전설비의 축소 • 자동화기기 및 시스템 확대 • 자동 화재 감지 및 진화 시스템의 진화 • 선박 상태 감시 및 데이터 수집 시스템 확대 • 선박 보안 시스템 확대

자료: 저자 작성.

기존 선박의 경우 항해 중 선원에 의해 설비 및 장비를 직접 관리하는 체계였으나, 자율운항선박은 항해 중 관리·감독할 선원이 없는 무인 환경으로 장비의 고장 가능성을 최소화하는 것이 필수적일 것이며, 이를 위해 설비 및 장비에 대한 신뢰성 및 안정성 등 엄격한 품질 수준이 요구될 것이다. 이와 더불어 기기 및 장비에 대한 인증·심사·컨설팅 등 서비스 산업의 수요가 확대될 것으로 예상되며, 관련 기술 및 서비스의 고도화까지 연계될 것으로 기대된다. 그 외 원격유지·보수, 예·도선 등 항만 서비스, 해상 보안·통신 등 다양한 분야에서 <표 3-6>과 같이 자율운항선박 관련 기기·장비를 위한 신규 시장이 창출될 것으로 전망된다.

반면, 선원이 최소화됨에 따라 기존의 구명설비 및 조난신호 장비, 소방 및 응급의료설비, 항해 및 통신설비, 거주설비, 위생설비 등 인적 안전을 위한 설비 및 장비가 최소화될 것으로 예상된다. 동시에 무인 환경에서 선박 안전성을 고려하여 자동 화재 감지 및 진화 시스템 등이 고도화되고, 선박 보안을 위한 설비·장비가 강화될 것으로 전망된다.

<표 3-6> 해양 기기·장비 분야의 신규 비즈니스 예시

- 무인 환경에서 자동(또는 원격) 유지보수 기기·장비 제조 및 서비스
- 자동(또는 원격) 예·도선 및 접·이안 기기·장비 제조 및 서비스
- 무인 환경에서 화물 보안 장비·솔루션 제조 및 서비스
- 무인 환경에서 최적 화물관리 장비·솔루션 제조 및 서비스
 - (예) 컨테이너 자동 온도조절, 빅데이터 및 예측 기반 최적 상태유지 등
- 선박-선박 간(ship-to-ship) 전기충전용 기기·장비
- 자율운항선박용 기기·장비 실증 및 인증 컨설팅

자료: 해양수산과학기술진흥원(2018), 『자율운항선박 기술영향평가 자료』, pp. 21~22.

2) 화물 관리체계

자율운항선박이 도입됨에 따라 사물인터넷(IoT), 빅데이터를 활용한 화물 위치 및 상태 감시, 원격·자가 관리 및 조절기술 등이 <표 3-7>과 같이 발전할 것이다.

기존 선박은 컨테이너선, 유조선, 벌크선 등 선종별 화물의 특성을 고려하여 운항 중 선원이 화물을 감시 및 감독하고 있으며, 이는 인적요소가 포함된 반자동화 화물 관리체계라고 할 수 있다.

그러나 자율운항선박의 경우 무인 환경에서 원격·자가 관리 장비를 활용하여 화물을 관리 및 감시하고, 온도, 압력 등 화물의 최적 상태 유지를 위해 빅데이터 기반의 자가 조절 기술이 필수적일 것이다. 또한 비상 상황 시 화물 및 선박의 상태를 고려하여 육상에서 원격으로 조절하거나 선박에서 자동 처리할 수 있도록 해야 할 것이다. 향후 화물의 최적 상태 유지·관리 기술 발전을 위해 화물 관리 및 보안 강화를 위한 기자재 및 솔루션 서비스 산업 등까지 확대될 것으로 기대된다.

<표 3-7> 화물 관리 기술의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	원격·자가 화물관리 및 조절 기술의 발전	
내용	• 선박 운항 중 화물 상태 검사 및 모니터링 등 사람에 의한 화물관리 • 화물 선적 및 하역 시 사람에 의한 선박 평형수 관리 및 선적·하역 계획 수립	• 사물인터넷 기반 실시간 화물 모니터링 및 통신 시스템 운영 • 빅데이터 기반의 온도, 압력 등 화물 최적 상태 유지 • 육상에서 원격 화물 감시·상태 조절

자료: 저자 작성.

3) 선박 보안체계

국내·외 전문가 및 전문기관들은 자율운항선박 도입을 위하여 우선 사이버 위협 및 해적 등 범죄행위에 대한 선박 보안체계를 강화해야 한다고 강조하고 있다. 자동화 및 디지털화된 해상교통 환경 변화에 따라 현재까지 중대한 위험요소로 인식되지 않았거나 존재하지 않았던 위험요소가 새롭게 등장할 수 있으며, <표 3-8>과 같이 해킹을 통한 선박 및 화물 탈취 시도 확대, 화물 및 고객 관련 주요 정보 유출 등의 사이버 위협과 선박 무기화를 통한 항만 보안 위협 등에 대비한 선박 및 항만 보안체계의 혁신적인 변화가 필요할 것이다.

<표 3-8> 선박 보안체계의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	사이버 위협 및 해적 등 범죄행위에 대한 선박 보안체계 강화	
내용	• 사이버 해킹을 통해 시스템 붕괴 및 선박 추적 데이터의 손실 피해 유발 • 선박 자체의 탈취보다는 주로 선사의 보안 취약점을 노린 재정적 피해 유발 • GPS 재밍 등을 통해 위치정보 왜곡 • 선원 납치 등 인질 목적의 해적 행위 발생	• 해킹 등 사이버 위협 및 정보 오류·왜곡 문제 확대 • 동일/유사한 사량의 선박에 대해 대규모 사이버 위협 증가 • 고가 화물 및 장비 등 선박 자체를 목적으로 한 해적 및 범죄행위 증가(인적 피해 감소) • 납치선박을 활용한 무기, 마약 등의 불법운송과 미등록선박 운항 증가로 인한 2차 범죄 피해 확대 • 자율운항선박 무기화를 통한 항만 위협

자료: 저자 작성.

2017년 6월 말 머스크는 ‘랜섬웨어’로 인해 시스템이 마비되어 약 3억 달러(3,400억 원)의 피해가 발생하였으며, 이로 인해 선박에 대한 사이버 위협 우려가 확산되었다. 세계적인 보험회사인 알리안츠(Allianz)와 특수보험 전문 자회사인 AGCS는 선박에 대한 사이버 공

격 위협이 지속적으로 증가하고 있어 이에 대해 우려하고 있다.³⁶⁾ IMO 역시 2021년까지 사이버 리스크 관리 항목을 선박안전관리시스템(ISM Code)에 포함하도록 하고 사이버 보안을 위한 가이드라인을 <표 3-9>와 같이 권고함에 따라, 사이버 위협이 자율운항선박 실현을 위한 필수 선결과제로 부상하였다.

〈표 3-9〉 IMO의 사이버보안 가이드라인 주요 내용

단계	주요 내용
1단계 (Identify)	• 사이버 위협 관리를 위한 개인의 역할 및 책임을 규정 • 유사시 시스템, 자산 및 데이터 식별
2단계 (Protect)	• 위험 통제 프로세스와 사이버 위협에 대응하는 비상계획을 실행하여 유사시에도 선박운항의 연속성을 확보
3단계 (Detect)	• 적시에 사이버 위협을 감지하는데 필요한 조치 개발 및 실행
4단계 (Respond)	• 사이버 위협으로 손상된 운용·서비스 회복을 위해 필요한 조치·계획의 개발 및 실행
5단계 (Recover)	• 사이버 위협의 영향을 받은 시스템 회복 및 백업 방법을 식별

자료: AGCS(2017), "Draft IMO Guidelines Cyber Risk Management- Safety and Shipping Review 2017," KMI 재구성.

또한 선박 내 선원이 최소화됨에 따라 해적·무장단체 등에 의한 인질 및 납치 등 인적 피해는 줄어들 것으로 예상되나, 현재 인질·납치를 통한 금전적 보상 목적을 감안했을 때 해적행위 자체의 감소보다는 선박 탈취를 통한 위협이 증가할 것으로 예상된다. 더욱이 무기·마약을 비롯한 불법적 화물의 운송 등 각종 범죄행위에 선박이 활용될 수 있으며, 무장 개조한 자율운항선박을 활용하는 새로운 형태의 테러범죄 발생까지 우려된다.

36) Allianz, AGCS(2017), "Safety and Shipping Review 2017," pp. 34~35.

3. 고용 및 교육

1) 고용의 형태

자율운항선박은 선박 운항 및 관련 분야에서 다양한 일자리를 창출할 것으로 전망되며, 질적 측면에서 선원 등 보다 개선된 양질의 일자리가 제공될 것으로 기대되고 있다. 반면, 장기적인 관점에서 선박에 승선하는 선원 및 관련 산업의 일자리가 점진적으로 축소되어 완전한 자율운항선박 상용화까지 과도기적인 고용문제가 제기될 것으로 우려되고 있다.

자율운항선박과 직·간접적으로 연관성이 높은 산업은 <표 3-10>과 같이 조선, 해운·항만물류, 선박 기자재 등 주요 3개 분야라고 할 수 있으며, 현재 고용 규모 약 26만 명 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 조선 분야(선박건조)가 가장 많이 확대될 것으로 전망된다.

〈표 3-10〉 자율운항선박 관련 주요 산업의 규모

구분	산출액(억 원)	취업자수(명)
선박건조(조선)	555,329	166,530
해양수산기기·장비제조(기자재)	109,947	33,814
해운·항만물류	340,363	59,652

자료: 해양수산과학기술진흥원(2017), 『해양수산업 경제적 파급효과 및 영향요인 분석』.

반면, 해운·항만물류 분야는 고용·일자리 관점에서 대규모 전환이 필요할 것으로 예상되며, 산업구조 및 생태계 변화가 보다 클 것으로 전망된다. 이는 현재 사람이 수행하는 직무·기능 중 자율운항선박이 직접 대체할 것으로 예상되는 직업군이 선원 및 도선사 등 선박 운항 분야이기 때문이다. 한편 선박에 승선하지 않고 육상에서 선박을 원격 조종할 수 있는 육상선박운항관리자 형태의 새로운 선박운항 관

련 일자리가 창출될 것으로 예상되며, 숙련된 해상 경험 및 첨단기술 지식·운용능력을 겸비한 고급인력 수요가 확대될 것으로 기대된다.

〈표 3-11〉 고용형태의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	선원 관련 산업 축소, 자율운항선박 관련 신규 일자리 창출 및 신규 비즈니스 등장	
내용	• 자율운항선박 관련 주요 산업의 고용 규모는 약 26만 명 수준으로, 선원 및 도선사 등 해운·항만물류 분야에 약 6만 명 근무 • 세계적으로 향후 약 10년간 해기사 공급 부족 심화가 예상되나, 우리나라의 경우 2026년까지 수급균형 예상 • 해상에서의 열악한 근무 여건으로 사고 위험 부담 및 애로사항 발생 • 일자리 개선에 따른 격차 확대 및 양극화 우려	• 선박에 승선하는 선원 및 관련 산업 축소 • 선원을 위한 선용품 및 안전설비 등의 생산 및 개발 산업 축소 • 조선 산업(선박 건조 등), 육상기반 선박 원격조종 등 신규 일자리 창출 및 신규 비즈니스 등장 • 숙련된 해상경험 및 첨단기술 지식·운용능력을 겸비한 고급인력 수요 확대 • 임금, 복지 등 일자리의 질적 측면 개선

자료: 저자 작성.

2) 전문인력 양성 교육 및 시스템

현재 선박 운항을 위한 전문인력은 약 1.1만 명으로 1987년부터 2016년까지 우리나라는 총 3.3만 명가량의 해기인력을 양성하였다. 세계적으로 약 10년간 해기사 공급 부족이 심화될 것이며, 2025년까지 약 14.7만 명 수준의 해기사가 부족할 것으로 예상되고 있다.

이에 자율운항선박 개발 및 상용화가 예상되는 2030년까지 직접적인 영향을 받을 것으로 예상되는 인력에 대해 교육 및 시스템 변화가 필요할 것이다. 현재 교육 수요자들은 자율운항선박으로 인한 영향이 상당할 것임에도 불구하고, 현재의 교육이 미래를 대비하기에 불충분하다고 인식하고 있었으며, 〈표 3-12〉와 같이 사람 중심의 선박운항

지식·기능에서 자동화 기술 활용·관리 등 기술과 공존할 수 있도록 교육방향의 변화가 필요한 것으로 판단하고 있었다.

〈표 3-12〉 자율운항선박 시대에 요구되는 선원의 역량

- Man/Machine 인터페이스로부터 대량의 정보처리·분석 역량
- Critical issue에 집중하는 역량
- 원격지에 있는 팀과 함께 업무를 수행하는 역량
- 상황을 통제하는 역량
- 자동화의 한계와 자동화에 의존하게 되는 문제점에 대한 이해 역량
- 변화를 관리하는 역량
- 지속적으로 학습하는 역량
- 상승한 스트레스를 극복하는 역량
- 효과적으로 의사소통하는 역량
- 다양한 리더 역량

자료: 전영우(2017), 「제1회 선원수급과 고용문제 세미나 - 우리나라 선원실업과 고용제도개선 연구」.

또한 자율운항선박으로 인해 변화하는 환경에 적응할 수 있도록 기존 선원에 대한 직무 전환 및 재교육 수요가 증가할 것이며, 선박 원격조종을 위한 1단계 시뮬레이션 교육 및 2단계 실제 해상환경에서 실습 등 단계별 선박운항 교육이 필요할 것으로 전망된다.

〈표 3-13〉 전문인력 양성 교육 및 시스템 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	자동화 기술 및 첨단기술에 대한 지식 및 운용 능력 강화 교육 확대 육상에서 선박운항관리자 등 리더십 교육 전환 및 강화	
내용	• 사람 중심의 선박운항 지식 및 기 능·기술 교육	• 자동화 기술 활용 및 관리 교육 • 정보처리 및 분석 역량 강화 • 첨단기술에 대한 지식 및 운용능력 강화 • 선박운항 시뮬레이션 등 교육 및 실습 확대 • 육상에서 선박운항관리자 등 리더십 교육 강화

자료: 저자 작성.

4. 사고 책임 및 보상

1) 해양사고 유형 변화

자율운항선박 도입으로 해양사고 유형 및 규모 등의 변화가 <표 3-14>와 같이 예상된다. 무인 환경의 특성상 기기 및 장비 등이 증가하고, 사고가 발생할 경우 즉각적인 사고 인지 및 대응이 어려워 화재(fire), 폭발(grounding), 침수(flooding) 등 비항해성의 사고 발생 가능성이 증가할 수 있으며, 그 피해 규모 또한 확대될 것으로 우려된다.

<표 3-14> 해양사고 유형의 변화

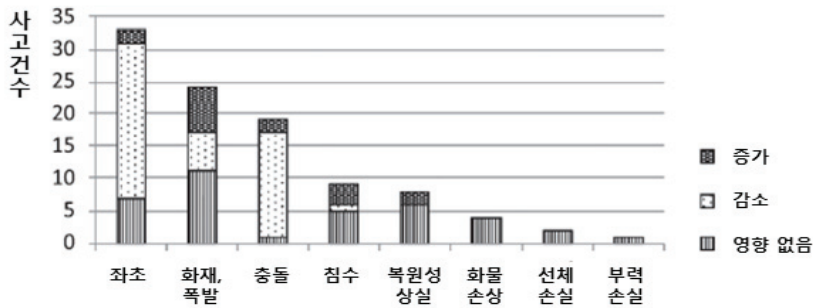
구분	기존 선박	자율운항선박
방향	인적 과실 또는 항해성 사고의 발생 가능성 감소 / 즉각적인 사고 인지·대응 어려움으로 피해 위험 확대	
내용	• 인적 과실이 해양사고의 주된 원인으로, 전체 해양사고 발생이 지속적으로 증가함	• 인적 과실에 의한 해양사고 및 인명피해 감소 • 화재, 폭발, 침수 등의 비항해성 사고 발생 가능성 증가 • 즉각적인 사고 인지 및 대응의 어려움으로 피해위험이 확대될 수 있음

자료: 저자 작성.

반면, 현재 전체 해양사고 중 75~96%를 차지하고 있는 인적 과실에 의한 해양사고의 경우 감소될 것으로 전망된다. 해양사고의 매우 중대한 원인은 인적 과실에 의한 사고이며, 실제 기상 등 불가항력에 의한 사고는 매우 미미한 수준이라고 할 수 있다. 알리안츠(Allianz)는 2011~2016년 동안 보험 청구된 해양사고 약 1만 5,000건을 분석한 결과, <그림 3-5>와 같이 인적 과실(human error)에 의한 해양사고로 약 16억 달러 이상의 피해가 유발된 것으로 평가하였으며, 이러한 인적 과실에 의한 사고는 자율운항선박 도입을 통해 전체 해양사

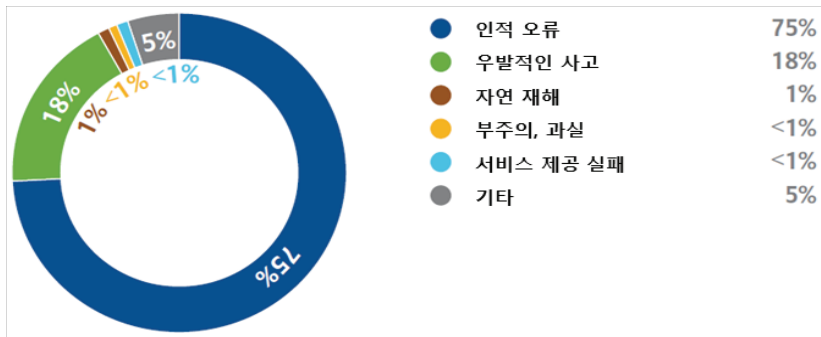
고 중 4~25% 수준³⁷⁾까지 감소할 것으로 기대되고 있다. 유사사례인 자율주행자동차의 경우 현재 교통사고의 90%인 운전자 과실에 의한 사고(2015년 기준 약 250만 건 발생)도 높은 수준의 자율주행차가 상용화됨에 따라 2040년에는 70만 건까지 감소할 것으로 예상³⁸⁾되고 있다.

〈그림 3-4〉 주요 사고원인의 발생 가능성 변화



자료: Wrobel, K. et al.(2017), *Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety*, KMI 재인용.

〈그림 3-5〉 원인별 해양사고 발생 비율



자료: Allianz Global Corporate & Specialty(2017), *Global Claims Review: Liability In Focus*, KMI 재인용.

37) IEEE(2017), *Transactions on maritime science*, pp. 76~78.

38) <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/11/02/0200000000AKR20171102177800003.HTML?input=1195m>(검색일: 2017. 11. 3).

2) 책임 및 보험제도

기존 선박의 경우 선원의 숙련도 및 경험에 의존하여 인간의 경험적 판단을 통해 다양한 상황에 부합하는 적절한 대응방안을 결정하도록 하고 있다. 즉, 선박의 안전이 선원의 안전과 직결되어 사람이 인명안전에 대한 윤리적·도덕적 판단을 통해 주체적인 역할을 수행하고 있다.

그러나 <표 3-15>와 같이 자율운항선박이 도입됨에 따라 빅데이터 및 인공지능 기술 등을 기반으로 객관적인 의사 결정이 이루어지는 동시에, 자동화 기술에 대한 과도한 의존으로 해상에서의 고유 위험 요소에 대해 경각심이 희박해지게 되고, 기계학습(machine learning)을 통한 의사결정의 합리성을 판단하는 데 논란이 발생할 우려가 있다.

또한 선원이 직접 승선하지 않는 무인 환경으로 변화함에 따라 선박의 안전과 선원의 안전이 분리되는 등 도덕적·윤리적 문제가 발생할 가능성이 높고, 선박이 스스로 판단하고 항해하는 역량이 고도화될수록 사고 발생 시 법적·윤리적 책임을 져야 할 주체도 점진적으로 변화할 것으로 예상된다. 기존의 사고에 대한 책임은 대부분 선박 소유자 및 선원 등에게 집중되었으나, 자율운항선박의 경우 선박 및 시스템 제조자의 책임 문제까지 확대될 것이며, 선박 운항관리자와 원격조종자 등 새로운 책임 주체가 등장할 것으로 예상된다. 이와 같이 새로운 책임 주체의 등장 및 책임소재의 변화로 선박 소유자, 제조자, 운항 관리자 등 이해관계자 사이의 합리적인 책임부과를 위해 상당한 논쟁이 있을 것이다.

사고 책임 문제에 대한 변화는 해상보험제도의 가입 주체 및 보험 상품 등의 변화까지 야기할 것으로 전망된다. 현재 해상보험은 선박

보험(H&M), 선주상호보험(P&I), 책임보험(Liability) 및 화물보험(Cargo) 등이 있으며, 자율운항선박 도입에 따라 하락요인과 인상요인이 공존하게 되어 보험제도의 다양화가 예상된다. 예를 들어 선가 등 선박의 가치 상승으로 선박보험(H&M)에 대한 비용은 증가하게 될 것이며, 선주상호보험(P&I)의 경우 당분간 선원 비용 감소에 따른 하락요인과 화물손상, 유류오염 및 해상시설물 손상 위험 등 불확실성 증가에 따른 인상요인이 공존할 것으로 예상된다.³⁹⁾

〈표 3-15〉 책임 및 보험제도의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	• 선박의 안전과 선원의 안전이 분리되어 도덕적·윤리적 문제 발생 • 선박보험 증가, 선주상호보험 감소, 새로운 책임 주체의 등장으로 신 보험제도 등장	
내용	• 선박 운항 및 위험상황 발생 시 선원의 숙련도 및 경험에 의존 • 선박의 안전이 선원의 안전과 직결되어, 인명안전에 대한 윤리적·도덕적 판단 고려 • 사고 발생 시 선박 소유자, 선원 등 대다수 책임 문제 발생 • 선박보험, 선주상호보험, 책임보험, 화물보험 등이 존재	• 빅데이터 및 인공지능 기술을 기반으로 객관적인 의사결정 및 판단 • 선박의 안전과 선원의 안전이 분리되어 도덕적·윤리적 문제 발생 가능 • 선박 및 시스템 제조자의 책임문제 확대 • 선박 운항관리자, 원격조종자 등 신 책임 주체 등장 • 선가 상승으로 선박보험 증가, 선주상호보험 감소 • 자율운항선박 책임주체의 확대로 신 보험제도 등장

자료: 저자 작성.

39) 해양수산과학기술진흥원(2018), 『자율운항선박 기술영향평가 자료』, pp. 66~69.

5. 해운·항만·물류 체계

1) 해운·항만·물류 시스템

접·이안 자동화, 전기추진을 위한 항만 인프라 확대 등 항만 시스템 변화와 함께 자율운항선박 수용을 위한 스마트 항만을 구축해야 할 것이다. 스마트 항만이란 4차 산업혁명 기술을 통해 자동·자율적으로 물류 흐름을 최적화하는 항만을 의미하는 것으로, 자동화, 물류 최적화, 에너지 효율화, 친환경화, 배후도시와의 연계성 강화 등 광범위한 범위를 포함하기도 한다.⁴⁰⁾ 즉 자율운항선박-해상통신망-스마트 항만의 연계를 통한 국가물류 체계의 혁신적인 변화와 함께 물류 시스템 전반의 과정이 자동화, 최적화, 효율화, 친환경화될 것으로 전망된다.

기존 물류 시스템은 <표 3-16>과 같이 접·이안, 예도선, 상·하역 등 해운·항만·물류 과정의 경우 일부 사람이 개입하여 수행하는 부분 자동화 시스템의 형태로 운용되고 있으며, 자율운항선박 도입과 함께 항만자동화가 급속도로 진행됨에 따라 화물처리 전반에 대한 완전 자동화 기술이 실현될 것으로 기대된다. 이에 기존 선박 중심의 급유, 도선·예선, 고박, 급수 등 각종 서비스 산업이 축소될 것으로 예상되나, 자동화 연계 시스템 도입과 함께 선박의 안전 관리 및 제어를 위한 새로운 서비스 산업이 등장할 것으로 예상된다.

또한 자율운항선박을 수용하는 동시에 물류 처리과정을 최적화하기 위하여 항만의 경쟁요소 및 지원체계가 강화될 것으로 전망된다. 스마트 항만 로드맵 수립 시 항만산업의 구조, 선박의 발전 수준, 기후변화, 배후도시의 변화 등 해운-항만-내륙운송 산업 생태계 전반

40) <http://www.klnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=117884>(검색일: 2018. 7. 31).

에 대한 증장기적 변화 및 효과를 충분히 고려하려 수립⁴¹⁾해야 하며, 4차 산업혁명 시대 미래 항만의 경쟁력을 강화하기 위해 노력해야 할 것이다.

〈표 3-16〉 해운·항만·물류 시스템의 변화

구분	기존 선박	자율운항선박
방향	스마트 항만과 연계로 물류 시스템 전반에 대한 자동화, 최적화, 효율화, 친환경화	
내용	• 접·이안, 예도선 과정 중 도선사 등 사람의 개입을 통해 수행 • 안벽 크레인, 이송장비 등 부분 자동화 기술 적용 • 상·하역 전후방 과정 연계 시스템 부족	• 선박의 안전 관리 및 제어를 위한 육상 운항조정상황실 등의 등장 • 예도선, 접·이안 자동화 시스템 활용 • 자동화 항만과 연계로 화물처리 전반 자동화 • 전기추진을 위한 항만 충전 인프라 확대

자료: 저자 작성.

2) 연계산업 생태계의 자동화 및 디지털화

앞서 고용형태에 대한 쟁점사항 분석에서 살펴보았듯이, 자율운항선박과 직·간접적으로 연관성이 높은 산업은 〈표 3-17〉과 같이 조선, 선박 기자재, 해운·항만물류 등 주요 3개 분야로 설명할 수 있다. 이를 포함한 연계산업 생태계 전반에 걸쳐 자동화 및 디지털화 기반의 신(新) 비즈니스 모델이 등장할 것으로 전망되며, 급변하는 패러다임에 따라 산업별로 적극적으로 대응할 필요가 있다.

41) <http://www.klnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=117887>(검색일: 2018. 7. 31).

〈표 3-17〉 자율운항선박과 연관된 주요 산업 분야

구분	내 용
선박건조(조선)	• (정의) 각종 재료로…(중략)…화물선…(중략)… 등 각종 항해용 선박과…(중략)… 비행해용 선박을 건조하는 산업 활동 • 해양산업통계조사의 '선박 및 해양플랜트 건조·수리업'과 연계
해양수산기기·장비제조(기자재)	• (정의) 해양산업에 필요한 기계, 설비, 부품, 장치 등 유형의 재화를 제조하는 산업 활동 • 해양산업통계조사의 '해양기기·장비제조업'과 연계
해운·항만물류	• (정의) 화물 및 여객의 운송·보관·하역·처리 등과…(중략)…터미널 운영…(중략)… 등 부가서비스를 제공하는 산업 활동 • 해양산업통계조사의 '해운항만업'과 연계

자료: 해양수산과학기술진흥원(2017), 『해양수산업 경제적 파급효과 및 영향요인 분석』,
해양수산부·한국해양수산개발원(2015), 『해양수산업 분류체계 수립 및 통계기반 구축에 관한 연구』.

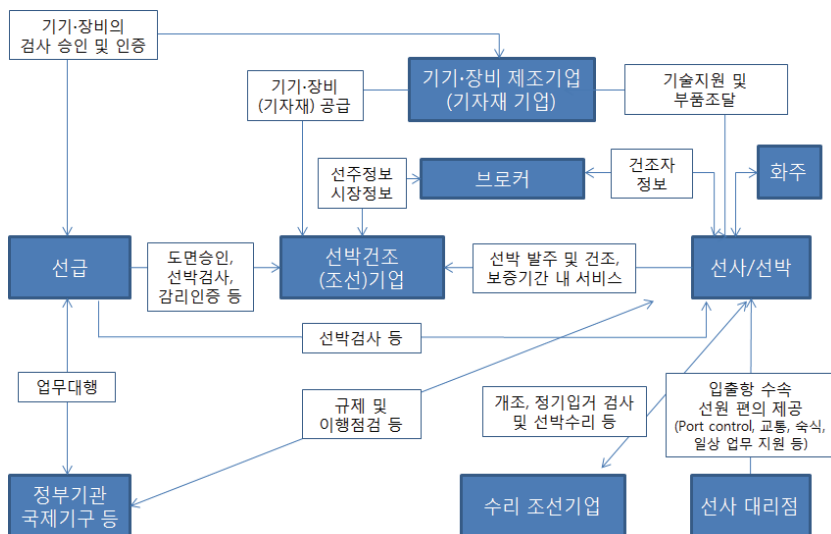
(1) 조선 및 기기·장비제조 중심 산업계

조선 산업은 해운, 항만뿐만 아니라 철강, 기계, 전기, 전자, 화학 등 후방산업에 대한 파급효과가 매우 큰 종합 산업이라고 할 수 있다. 〈그림 3-6〉과 같이 장비·기기 제조기업으로부터 선박 건조에 필요한 각종 제품을 공급받아 선박 건조 후 선사에 인도하고, 선박 인도 후 선박 기자재 산업을 중심으로 선박에 대한 유지보수 및 기술지원 등 관련 서비스를 제공하게 된다. 자율운항선박 도입에 따라 선박 건조 및 조선 분야는 선박 설계 및 조립공정에 필요한 핵심기술·부품에 대해 ICT 기반의 지능정보기술을 적용할 것이다. 즉 현재 고기능·고속 연 인력의 경험적 노하우에 의존하는 선박 설계·조립공정에서, 항후 데이터 및 자동화기술 기반의 스마트 생산체제로 전환될 전망이다.

또한 선박 기자재 산업에서는 선원의 생활 및 안전 등을 위한 기존

의 각종 기기·장비 수요는 감소하는 반면, 선박 운항, 추진(기관), 유지 보수 및 항만과 연계 등 모든 분야에서 데이터 축적, 통합제어, 자동화, 최적화가 중요한 경쟁요소로 대두될 전망이다. 자동화 기기 및 장비의 인증·심사·컨설팅 등 서비스 산업의 수요가 증가하고 고도화될 것으로 예상된다.

〈그림 3-6〉 선박 건조 및 기기·장비제조 산업 중심의 생태계 도식도



자료: 해양수산과학기술진흥원(2018), 『자율운항선박 기술영향평가 자료』, p. 18.

(2) 해운·항만물류 중심 산업계

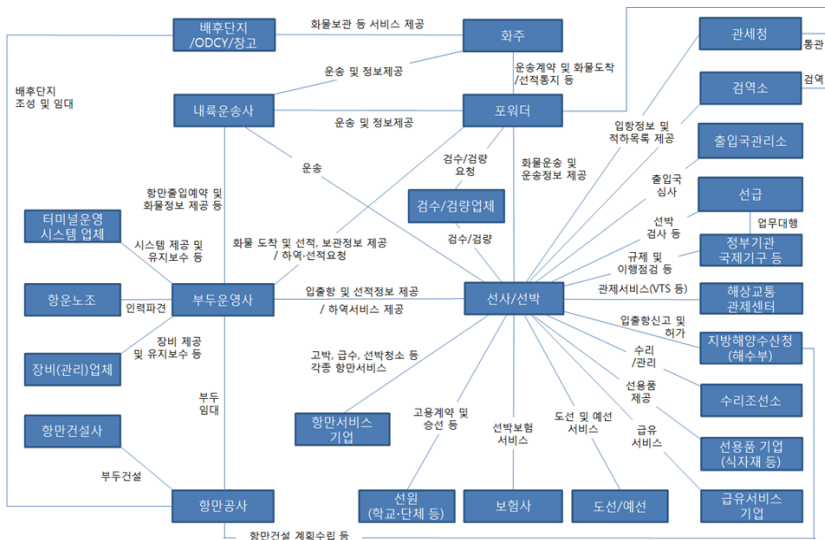
현재 해운·항만물류 중심의 산업계는 〈그림 3-7〉과 같이 화주·포워더의 요청에 따라 선사에서 화물을 운송하고 항만 부두에 화물을 하역하는 과정에서 항만의 터미널 서비스를 활용하는 등 선박 운항, 항만 입·출항 및 화물의 물류처리 과정 중 매우 다양한 서비스 제공자가 존재하고 있다.

이러한 과정에서 자율운항선박 도입으로 해운선사, 항만·터미널

운영, 항만 서비스, 배후산업 등 관련된 산업 전반에 걸쳐 급격한 변화가 예상된다. 특히 해운산업의 경우 자동화 및 디지털화(Digitalization)에 따라 자율운항선박 운용을 위한 새로운 비즈니스 모델을 구축할 필요가 있으며, 단기적으로는 선가 상승 등으로 인해 고정비가 증가하는 부담이 있으나 장기적으로 시스템 최적화 및 비용 절감이 가능할 것으로 기대된다.

또한 항만·터미널 운영 및 서비스 분야의 경우 자율운항선박을 수용하는 동시에 물류처리 효율성을 극대화할 수 있는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 물류처리과정 전반에서 자율운항선박의 효율성을 극대화하고 지원하기 위하여 고속·자동하역 시스템 등 대규모 인프라를 구축하고 항만별 경쟁요소를 강화해야 할 것이다.

〈그림 3-7〉 해운·항만물류 산업 중심의 생태계 도식도



새로운 비즈니스 및 신규 시장진입자
(해양전문 사이버보안, 통신서비스, 데이터 전문, 통합 플랫폼, AMP, 무인 유지보수 전문 서비스, 무인항정 화물관리 솔루션 등)

자료: 해양수산과학기술진흥원(2018), 『자율운항선박 기술영향평가 자료』, p. 19.

제3절 자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위 분석

1. 조사 개요

앞서 조사·분석한 결과와 같이 자율운항선박 도입과 함께 선박 설계 및 운항기술, 선박 안전·관리, 고용 및 교육, 사고 책임·보험, 해운·항만·물류 체계 등의 분야에서 발생하는 패러다임 변화에 따라 다양한 쟁점요소가 나타나게 되며, 이에 분야별 도입 전략에 따라 적극적으로 대응할 필요가 있다.

그러므로 본 절에서는 자율운항선박 도입에 따른 분야별 주요 쟁점 사항에 대하여 계층화 분석법(AHP)을 활용한 정책 요소별 우선순위 설정을 위해 영역별 세부 항목 간 상대적 중요도를 산정하고, 가중치를 측정하여 분석하고자 하였다.

분야별로 식별된 주요 쟁점 사항을 바탕으로 5개 분야의 정책 요소 10개에 대한 현재 관련 기관 및 전문가를 대상 ‘자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위 설정’ 전문가 회의 및 설문조사를 시행하였다. 조사 대상은 해운, 항만·물류, 조선, 해상안전 등 산업별 대응정책 방향 및 준비사항 등을 종합적으로 분석하고 판단하여 연구의 목표, 세부적인 개선방안 등을 구체적으로 제시할 수 있는 산·관·학·연 전문가 15명으로 <표 3-18>과 같이 선정하였다.

이때 설문응답에 대한 신뢰도 평가를 위해 CI⁴²⁾를 산정하였으며 일반적으로 CI가 0.1 이상이면 응답자의 답변을 신뢰할 수 없다고 판

42) Consistency Index(CI)란 비교수행자가 얼마만큼의 일관성을 가지고 결과를 적었는가를 보여주는 지표로 응답에서 논리적인 모순을 평가하기 위한 지표임. 응답자가 논리적으로 모순을 유발하게 되면 지표 값이 상승하게 되며, 일반적으로 CI가 0.1 이상이면 응답자의 답변을 신뢰할 수 없다고 판단하여 평가의 논리적 일관성을 검증함.

단하므로, 응답지 중 응답자가 논리적으로 모순을 포함한 경우 분석 대상에서 제외하였다.

〈표 3-18〉 조사 대상의 표본 현황

구 분		조사대상(명)	비율(%)*
선박 설계 및 운항 기술		3	20
선박 안전·관리	선박 안전·관리 정책	3	20
	선박 안전·관리 기술	2	13
고용 및 교육		2	13
사고 책임 및 보험		2	13
해운·항만·물류 체계		3	20
합 계		15	-

주: *는 비율로 소수점 첫째 자리에서 반올림함.

2. 정책 우선순위 조사 방법 및 내용

1) 조사 방법

자율운항선박 도입에 따른 정책 우선순위를 설정하기 위하여 계층 분석법(AHP) 설문을 수행하였다. 계층분석법(AHP)은 의사결정의 목표, 평가 기준이 다수이며 복합적인 경우 상호 대안 간 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원기법의 하나로서 정성적 요소를 포함하는 다 기준 의사결정 시 많이 사용되고 있다.

대부분 공공부문의 의사결정문제는 의사결정에 영향을 미치는 주체가 다양하고, 그 가치가 다원화되어 다기준의사결정(MCDM: Multi-Criteria Decision Making) 상황에서 대안을 결정해야 하는 것이 일반적이라고 할 수 있다. 이때, 다기준분석(Multi-Criteria Decision Analysis)이란 다수의 대안을 바탕으로 의사결정 시 다수의 속성 또는 목적함수에 대한 의사결정을 최적화하는 방법을 말한다. 이는 하나의 속성이거나 하나의 목적함수에 의한 의사결정과정에 비교하여 좀 더 체계적

인 접근방법이 필요하며, <표 3-19>와 같이 평점모형, 목표달성평가법, 다속성효용함수법, 순서우위접근방법(Outranking method), 계층분석법(AHP) 등의 의사결정 기법을 적용하여 분석한다.

〈표 3-19〉 다속성 의사결정 기법의 비교

평가기법	개요	장점	단점
• 평점모형	• 평가항목별 순위를 부여하여 가중치를 산정하고 가중치에 따라 부여된 점수를 합산 후 대안을 평가	• 간단	• 가중치 부여 방법이 정립되지 않음 • 순위부여의 일관성 검증이 어려움 • 점수부여 방식이 주관적
• 목표달성 • 평가법	• 평가항목별 목표의 충족도를 계층별로 평가하고, 이를 종합하여 대안을 평가	• 개념적으로 쉽게 이해 • 대안이 집단에 미치는 영향을 고려	• 평가항목 간 집단 간 가중치 부여 방법이 주관적 • 통합과정상의 척도 불일치
• 다속성효용 함수법	• 반복질문을 통하여 도출한 의사결정의 효용함수에 근거하여 대안을 평가	• 정성적 평가항목의 계량화	• 효용함수 도출이 복잡(평가항목이 많아질 경우 더욱 복잡) • 응답의 일관성 검증이 어려움
• 순서우위접 근방법	• 평가항목별 가중치를 부여하고 대안 간 평가항목별 순위를 결정한 후 평가항목별 기준을 충족하지 못하는 대안을 제거해나가 대안의 우선순위를 판정	• 정성적 요인 계량화 • 척도의 통일	• 가중치 부여방법이 주관적 • 대안제거 기준설정의 자의성 • 집단 의사결정 방법이 없음
• AHP	• 평가항목별 계층구조를 형성하고 쌍대비교를 통하여 대안을 평가	• 개념적으로 쉽게 이해 • 계층적 평가 구조 • 가중치 산정방법의 이론적 기초 • 집단 의사결정방법 제공 • 2차 가공자료 제공	• 계층구조 형성에 대한 이론적 기초 부족

자료: 한국개발연구원(2000), 『예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구』, p. 32, KMI 재구성.

특히 계층분석법(AHP: Analytic Hierarchy Process)은 복잡한 문제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 분해하고, 이러한 요인들에 대한 쌍대 비교를 통해 중요도를 도출하는 것이 가장 큰 특징이

다. 이는 적용방법이 용이하여 의사결정과정을 쉽게 표현할 수 있으면서도 이론적인 근거가 확실하여 공공과 민간 부문의 집단 의사결정 지원 시스템으로 널리 사용되고 있는 방법론이다. 일반적으로 계층 분석법(AHP)은 <표 3-20>과 같은 단계로 구성되며, 이러한 분석 단계에 따라 관련 전문가를 대상으로 정책 요소 간 중요도·선호도를 산정하여 우선순위를 도출하였다.

〈표 3-20〉 계층분석법(AHP) 분석 단계

구분		내 용
브레인스토밍 (Brainstorming)	단계 1	• 문제를 정확히 정의하여 문제의 요구사항을 명확히 함
계층구조 설정 (Structuring)	단계 2	• 문제와 관련된 모든 요소 파악 • 최종목표와 관련 속성을 계층적으로 세분화하여 계층 구성
가중치 산정 (Weighting)	단계 3	• 평가항목 간 상대적 중요도·선호도를 나타내는 쌍대비교 형태의 설문 실시 • 상위 수준에 있는 평가항목에 대한 종속 평가항목들의 상대적 중요도를 비교행렬로 작성 • 상대적 중요도 측정 시 '상수합 측정 척도'와 '9점 척도' 두 가지 형태가 가장 대표적이며, '9점 척도'를 기본형으로 함
	단계 4	• 평가항목 간 상대적 추정 가중치를 구한 후, 응답의 일관성 검토 • 비일관성 비율(C.R.: Consistency Ratio)을 사용하여, 일반적으로 비일관성 비율이 10% 이하인 경우 합리적인 일관성을 갖는 것으로 판단하고, 20% 이상이면 일관성 문제를 재검토함 • 만약 일관성이 없는 경우, 쌍대 비교 결과를 재검토하여 일관성을 갖도록 반복하여 재검토함
	단계 5	• 계층구조에 속한 모든 수준의 평가항목들에 대하여 단계 3~4 과정 반복
측정 (Measurement)	단계 6	• 평가 기준의 상대적 가중치를 하위수준에 있는 종속 평가 기준의 상대적 가중치와 곱하는 과정을 최상위 수준부터 순차적으로 최하위 수준까지 실시한 후 평가 기준별로 구한 대안들의 상대적 가중치를 각각의 대안별로 합산 • 모든 평가 기준에 대한 상대적 가중치 산정
	단계 7	• 단계 6에서 구한 각 대안의 평가점수를 비교하여 가장 많은 점수를 얻은 대안 선택
검토 (Feedback)	단계 8	• AHP에서 반복과정은 AHP의 유용성을 높이기 위한 과정 • 응답의 일관성이 낮은 응답자에게 의사결정을 다시 수행하도록 하여 의사결정의 비일관성을 줄여나감

자료: 한국개발연구원(2000), 『예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구』, pp. 38~56, KMI 재구성.

2) 조사 내용

자율운항선박 도입에 따른 분야별 주요 쟁점사항에 대하여 <표 3-21>과 같이 선박설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리체계, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계 등 5개 분야에 대하여 10개의 정책 요소로 구분하였다. 10개 정책 요소 간 쌍대 비교를 통해 상대적 중요도를 측정하고 정책 우선순위를 도출하기 위하여 <그림 3-8>과 같이 ‘자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위 설정 전문가 설문조사’를 실시하였다.

<표 3-21> 분야별 정책 요소 구분 및 내용

구분		내 용
A	선박설계 및 운항기술	• 1 선박 구조 및 설계 기술
		• 2 자율운항·제어 및 유지보수 기술
B	선박 안전·관리 체계	• 1 해적행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계
		• 2 선박용 장비 및 기자재(인명안전, 화물관리 등)
C	고용 및 교육	• 1 육·해상 운영자 등 고용형태
		• 2 전문인력 양성 및 교육 시스템
D	사고 책임 및 보험	• 1 해양사고 유형 변화
		• 2 책임 및 보험제도
E	해운·항만·물류 체계	• 1 해운·항만·물류 연계 시스템
		• 2 관련 산업계의 변화(조선, 기자재, 해운·항만·물류 등)

자료: 저자 작성.

〈그림 3-8〉 전문가 설문조사 양식

자율융합선박 도입을 위한 정책 우선순위 설정 전문가 설문조사

안녕하십니까?

본 설문은 한국해양수산개발원에서 수행 중인 「자율융합선박 도입 관련 대응정책 방향 연구(원안)」의 일환으로 자율융합선박 도입을 위한 정책 우선순위 설정 조사입니다.

설문지는 제충화 분석(차트)을 활용하여 영역별 세부 항목 간 상대적 중요도를 산정하고, 가중치를 측정할 수 있도록 구성하였습니다.

본 설문조사 결과는 연구목적 이외에 사용되지 않으며 통계자료로만 사용되오니 바쁘시더라도 우편이나 자율융합선박 도입 정책 방향 연구를 위해 성심 성의껏 답변해 주시면 감사하겠습니다.

2018년 6월

한국해양수산개발원
해사안전연구실
박 한 선 부연구위원 (061-797-4827)
박 예 리 연구연구원 (061-797-4828)

설문지 작성안내

※ AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)
의사결정의 평가기준이 다수이며 복잡한 경우, 일련의 의견을 바탕으로 평가할 때, 상대 비교함으로써 상대적 중요도를 측정하는 의사결정 기법

- 본 설문에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도는 다음과 같음

척도	1	3	5	7	9
표어	'동등'	'약간 중요'	'중요'	'약두 중요'	'훨씬 중요'
의미	동등하게 중요 (equal)	약간 더 중요 (weak)	더욱 더 중요 (strong)	대단히 더 중요 (very strong)	절대적으로 중요 (absolute)

※ 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두개의 척도를 사이의 중간점도의 중요도를 나타냄

- 변수요소 간 상대적 중요도를 비교하는 상대비교표에 중요하다고 생각하
는 항목 **꼭**으로 중요도만큼의 숫자에 표시

예시) 항적평가 항목C보다 "대우중요"하다고 생각할 경우 아래와 같이 7번에 표시

항목B 1 2 3 4 5 6 7 8 9 항목C

정책 요소 구분 및 내용

- [붙임] 정책 요소별 계층 구조 참조

구분	내 용	비고
A 선박설계 및 운항기술	~ 1 선박 구조 및 설계 기술	
	~ 2 자율운항·제어 및 유지보수 기술	
B 선박 안전·관리	~ 1 제작·형제, 시제비 제작 대비 등 선박 보관체계	
	~ 2 선박종 장비 및 기자재(인원안전, 화물관리 등)	
C 고용 및 교육	~ 1 육 해상 운영자 등 교육의 형태	
	~ 2 전문 인력 양성 및 교육 시스템	
D 사고 책임 및 보험	~ 1 해양사고 유형별 변화	
	~ 2 책임 및 보험제도	
E 해운·항만·물류체계	~ 1 해운·항만·물류 연계 시스템	
	~ 2 관련 산업계의 변화(조선, 기자재, 해운·항만·물류 등)	

자료: 저자 작성.

3. 정책 우선순위 조사·분석 결과

산·관·학·연 전문가가 대상 면담조사 및 설문조사를 통해 항목 간 상대적 중요도 측정 결과, 〈표 3-22〉와 같이 선박 설계 및 운항 기술(27.3%), 선박 안전·관리(22.2%), 사고 책임 및 보험(20.7%), 고용 및 교육(15.4%), 해운·항만·물류 체계(14.4%) 순으로 분석되었다. 응답 결과는 CI가 0.095로 응답한 전문가들이 비교적 일관성 있는 의견을 바탕으로 답안을 작성한 것으로 판단되었다.

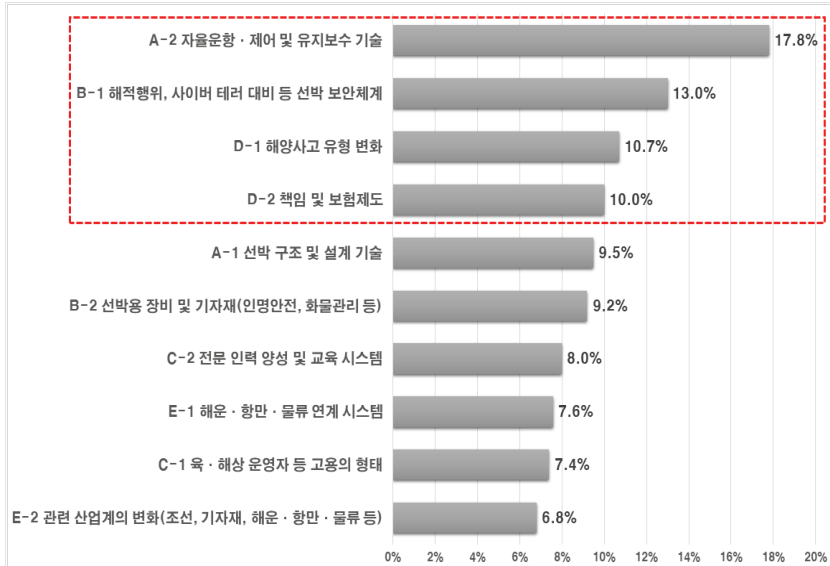
〈표 3-22〉 정책 우선순위 분석 결과 (전체)

정 책 요 소		가중치	
선박설계 및 운항기술	• A-1 선박 구조 및 설계 기술	9.5%	27.3%
	• A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술	17.8%	
선박 안전·관리	• B-1 해적행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계	13.0%	22.2%
	• B-2 선박용 장비 및 기자재(인명안전, 화물관리 등)	9.2%	
고용 및 교육	• C-1 육·해상 운전자 등 고용의 형태	7.4%	15.4%
	• C-2 전문 인력 양성 및 교육 시스템	8.0%	
사고 책임 및 보험	• D-1 해양사고 유형 변화	10.7%	20.7%
	• D-2 책임 및 보험제도	10.0%	
해운·항만 ·물류 체계	• E-1 해운·항만·물류 연계 시스템	7.6%	14.4%
	• E-2 관련 산업계의 변화(조선, 기자재, 해운·항만·물류 등)	6.8%	
합 계		100%	100%

자료: 저자 작성.

세부 정책요소별로 분석해보면, 〈그림 3-9〉와 같이 ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술’이 17.8%로 가장 높았으며, ‘해적행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계’ 13.0%, ‘해양사고 유형 변화’ 10.7%, ‘책임 및 보험제도’ 10.0% 순으로 가중치가 산정되었다. 이와 같이 국내 전문가들은 자율운항선박 도입과 함께 선박 및 해상안전체계에 대한 정책 검토를 우선하여 추진할 필요가 있는 것으로 판단하였다.

〈그림 3-9〉 전체 항목별 가중치 산정 결과

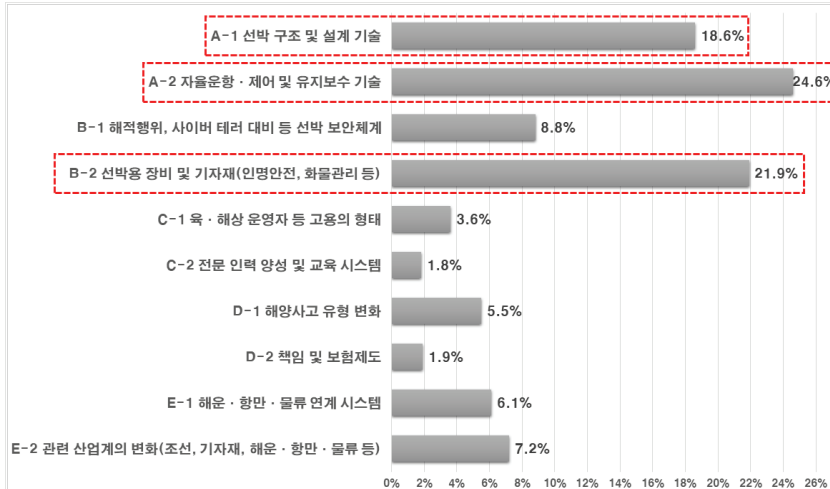


자료: 저자 작성.

또한, 각 분야별 전문가들의 가중치 산정 결과를 분석해보면 분야별 특성 및 전공, 종사 분야 등에 따라 우선 추진해야 할 정책에 차이가 있는 것으로 분석되었다.

우선 ‘선박 설계 및 운항 기술 분야’ 전문가들의 경우 〈그림 3-10〉과 같이 선박 설계 및 운항 기술 정책을 43.2%로 가장 중요하게 판단하고 있었으며, 특히 ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술’이 24.6%, ‘선박용 장비 및 기자재(인명안전, 화물관리 등)’가 21.9%, ‘선박 구조 및 설계 기술’이 18.6%로 전체 10개 정책 요소 중 상위 3개 요소가 65% 이상의 가중치를 차지하는 것으로 분석되었다. 이를 통해 자율운항선박 건조를 위한 주요 기술 및 기자재 개발 측면에 관한 정책이 우선시되어야 한다고 강조하였다.

〈그림 3-10〉 선박설계 및 운항기술 분야 가중치 산정 결과



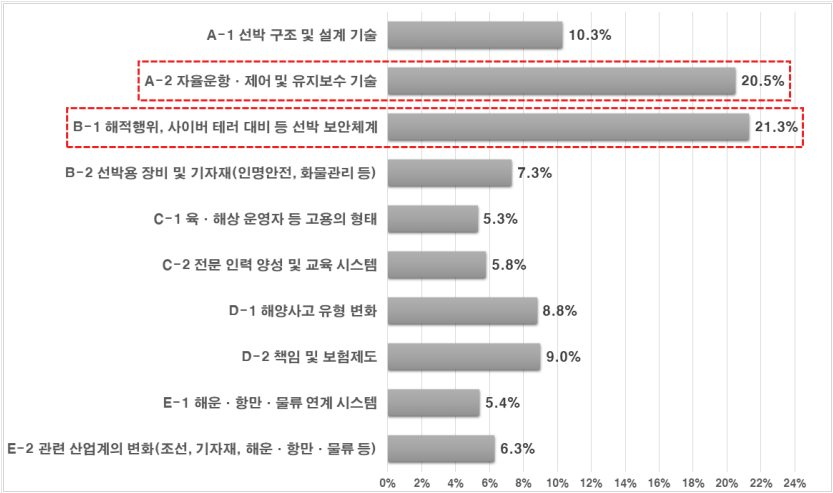
자료: 저자 작성.

‘선박 안전·관리 분야’ 전문가들의 경우 〈그림 3-11〉과 같이 선박 설계 및 운항 기술 정책(30.8%) 및 선박 안전·관리 정책(28.6%)을 가장 중요하게 판단하고 있었다. 특히 ‘해적 행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계’ 21.3%, ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술’ 20.5%로, 다른 요소에 비해 선박 운항 안전 및 보안체계 구축을 위한 정책 개발이 매우 중요하며 이에 대한 선제적 검토를 통해 추진해야 한다고 강조하였다.

‘고용 및 교육 분야’ 전문가들의 경우 〈그림 3-12〉와 같이 고용 및 교육 정책(38.4%) 및 선박 설계 및 운항 기술 정책(29.5%)을 가장 중요하게 판단하고 있었다. 특히 ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술’ 24.5%, ‘전문인력 양성 및 교육 시스템’ 22.7%, ‘육·해상 운전자 등 고용의 형태’ 15.7%로, 자율운항선박 도입에 따라 선박 운항 및 제어, 유지보수 기술에 대한 중요도가 더욱 확대되고, 이에 대한 고용형태

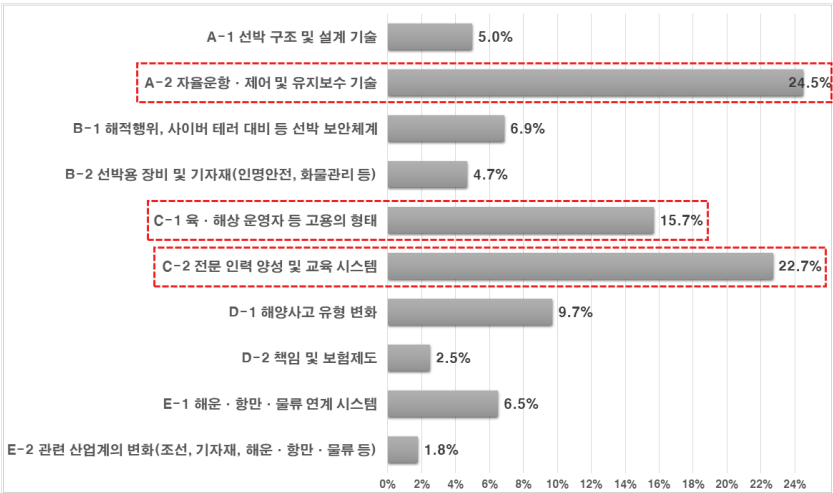
가 변화될 것이며, 전문인력 수요를 충족하기 위한 전문교육 시스템이 전환되어야 한다고 설명했다.

〈그림 3-11〉 선박 안전·관리 분야 가중치 산정 결과



자료: 저자 작성.

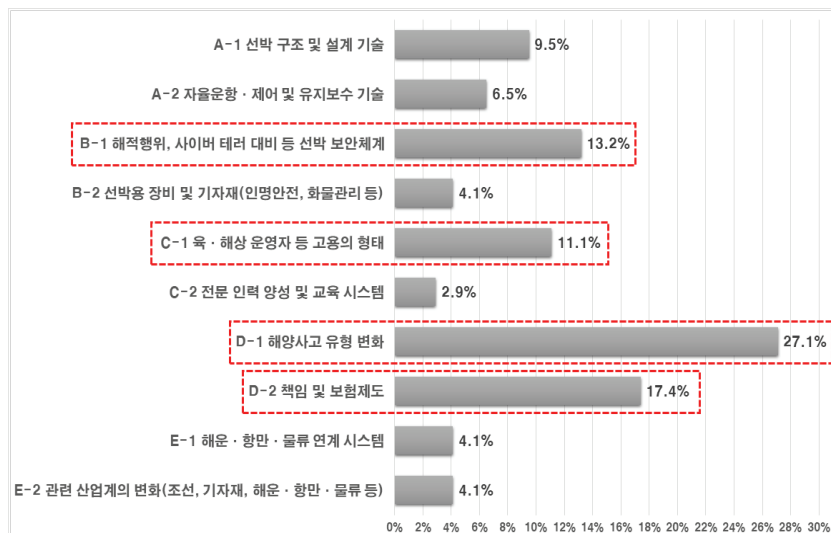
〈그림 3-12〉 고용 및 교육 분야 가중치 산정 결과



자료: 저자 작성.

또한 ‘사고 책임 및 보험 분야’ 전문가들의 경우 <그림 3-13>과 같이 사고 책임 및 보험 정책에 대해 44.5%로 가장 중요하게 판단하였으며, 다른 분야에 비해 사고 책임·보험 산업 분야의 변화가 가장 클 것으로 예상하였다. 특히 ‘해양사고 유형 변화’에 대한 정책 가중치가 27.1%로 ‘선박 보안체계(13.2%)’ 및 ‘고용의 형태(11.1%)’ 변화와 함께 선박 및 시스템 제조자의 책임 문제 확대, 선박 운항관리자, 원격조종자 등 새로운 책임 주체의 등장, 자율운항선박 책임 주체의 확대로 새로운 보험제도 등장 등에 대한 대책 마련이 필요하다고 설명하였다.

<그림 3-13> 사고 책임 및 보험 분야 가중치 산정 결과

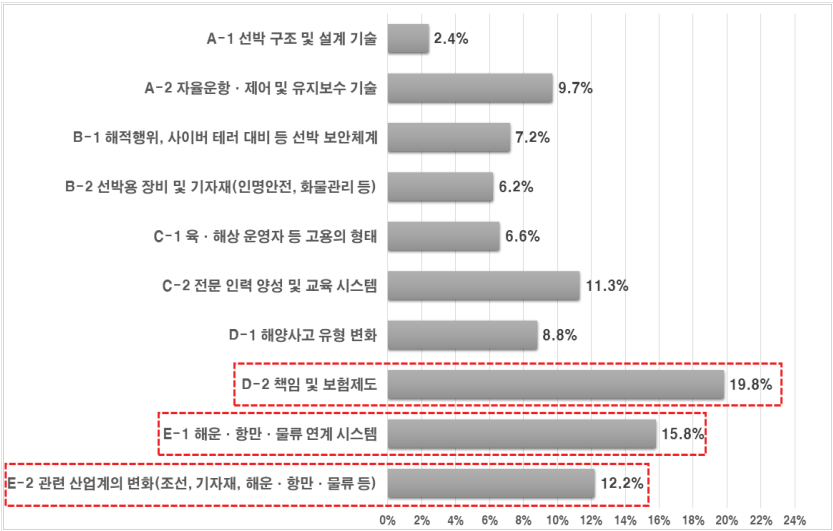


자료: 저자 작성.

마지막으로 ‘해운·항만·물류 분야’ 전문가들의 경우 <그림 3-14>와 같이 ‘사고 책임 및 보험 정책(28.6%)’과 ‘해운·항만·물류 정책(28.0%)’에 대해 가장 중요하게 판단하고 있었다. 자율운항선박이 도입됨에 따라 이차적인 영향을 받을 책임·보험 산업 및 해운·항만·조

선 산업을 위한 연계 정책 마련이 매우 중요하다고 강조하였다. 특히 ‘책임 및 보험제도(19.8%)’에 대한 정책 검토를 바탕으로, ‘해운·항만·물류 연계 시스템(15.8%)’ 및 ‘조선, 기자재, 해운·항만·물류 등 관련 산업계의 변화(12.2%)’에 대한 정책 개발을 통해 자율운항선박 관련 산업 생태계 전환에 적극적으로 대응할 필요가 있다고 설명했다.

〈그림 3-14〉 해운·항만·물류 체계 분야 가중치 산정 결과



자료: 저자 작성.

제 4 장

자율운항선박 도입을 위한 대응정책 방향 및 전망

제1절 해양안전·환경, 사회·문화, 경제·산업 측면의 파급효과 및 전망

1. 해양안전·환경 측면

자율운항선박 도입은 해양안전과 환경 분야에서 기존 선박과는 다른 유형의 안전관리를 요구하고 있기 때문에 해양안전을 관리하는 조직이나 해양사고를 조사하는 기관에서는 안전 및 환경관리 패러다임을 혁신적으로 전환할 필요가 있다. 자율적인 선박운항에 따른 새로운 유형의 해양사고 원인이 등장하고 사고원인과 위협요소는 다양한 패턴이므로 인간이 간섭할 수 없는 부분까지 고려하여야 한다. 따라서 인공지능 기반의 첨단기술을 활용한 해양안전과 해양환경보호의 사고 예방조치는 관련된 행정기관, 산업, 고용 및 교육에 엄청난 변화를 요구하고 있으므로 상당한 파급효과를 가져올 것으로 예측되

고 있다.

자율운항선박 도입에 따른 변화는 선박의 자율적인 운항과 육상에 의사 결정을 지원할 수 있는 시스템을 구축하여 인적 해양사고를 줄이고 사고 예방효과를 가져올 것이며 환경 측면에서는 친환경선박 관련 모든 최첨단 기술이 적용된 선박이 출현할 것이므로 안전과 환경 분야에 많은 발전을 가져올 것으로 기대되고 있다.

해사산업과 선박 환경 관련 산업에 대한 파급효과 측면에서도 지금까지의 패턴을 혁신적으로 바꾸는 결과를 가져올 것으로 예측되며 새로운 비즈니스를 창출하고 사이버 보안 강화, 해적 및 범죄행위 대응의 첨단화를 뒷받침하는 새로운 정책 마련과 제도 도입정책이 등장할 것으로 국내외 많은 전문가들이 예측하고 있다. 또한, IMO가 추구하는 해양안전과 환경 측면에서 파급효과가 상당할 것으로 보인다. IMO의 자율운항선박에 관한 논의에서 제일 먼저 검토한 것이 자율운항선박의 개념과 자율화 등급(Degree of Autonomy)에 관한 구분이었다. 이것은 인간의 개입 없이 진행될 수 있는 선박의 운용 서비스에 대하여 어떻게 선박의 감항성을 확보하느냐가 가장 우선적으로 고려해야 할 사항이라고 판단한 것이다.

자율운항선박의 자율화 등급은 선박이 비상시에 육상에서 결정을 지원하는 시스템을 가장 낮은 단계로 보았으며, 두 번째로 자율운항선박에 대한 원격제어가 가능하며, 선원이 최소로 승선하고 비상시에 직접 선원의 조치가 필요한 상황단계, 세 번째는 선원이 탑승하지 않고 원격으로 제어하는 시스템 단계, 네 번째는 완전자율운항선박 단계로 구분하고 있다.

단계별로 선박의 안전을 확보하기 위한 수단이 달라져야 한다는 것이며 선박의 수명 약 30년을 고려할 때, 2단계와 3단계는 언제든

시스템을 변환하여 선박을 운영할 수 있는 안전 시스템이 마련되어야 한다는 것을 의미한다. 안전 및 환경 측면에서 인적 과실에 대한 다양한 조치와 함께 기존의 사고 이후에 원인분석에 초점을 맞추었던 안전대책(Safety I)보다는 사전에 위험요소를 분석하고 투자하여 사고를 예방하는 안전대책(Safety II)으로 패러다임이 전환될 것으로 전망된다.

해양사고 감소를 위해서 안전도를 향상시키는 방향으로 전환하고 안전지수를 개발하여 성과 평가에 활용하는 체계가 구축될 필요가 있다고 판단된다. 또한, 사이버 보안 및 테러와 같은 새로운 사고 원인 및 위협요소에 대한 대책과 사고원인 규명에 있어서도 책임규명에서 벗어나 과학적이고 객관적인 사고조사 분석에 대한 접근과 시스템이 정비되어야 할 것이다.

자율운항선박의 개념은 지금까지 개발된 친환경 최고기술이 적용된 스마트 친환경 디지털 기술이 적용된 선박이다. 안전과 환경의 새로운 생태계 조성과 투자가 필요하며 그 중심에 안전과 환경적인 측면을 최우선적으로 고려하여 진행될 때 자율운항선박은 현실화될 것으로 예측된다.

따라서 상기에서 언급한 파급효과와 전망 및 예측을 기반으로 해양안전 및 환경 측면에서 시대적 상황을 고려하여 기술개발, 산업, 정책 및 제도가 융합된 패키지 형태의 디지털 플랫폼 구축을 기반으로 투자 및 이행전략 로드맵이 마련되어야 할 것이다.

2. 사회·문화 측면

자율운항선박 도입은 사회·문화적인 측면에서 예상되는 일자리 고용의 문제, 교육의 문제, 윤리의 문제, 사회적 책임의 문제 등 폭넓은 영향을 미칠 것으로 예상되고 있으며 사회 전반에 걸쳐 많은 변화를 요구하고 있으므로 파급효과는 상당할 것이다. 특히, 인격을 가진 인간의 활동과는 달리 로봇이나 감정이 없는 상태임에도 불구하고 인간과 유사한 판단능력을 가진 물건이 등장하는 것은 윤리적인 측면에서 트롤리 딜레마⁴³⁾에 빠질 우려가 있다. 자율운항선박 도입이 인간의 윤리적인 문제에 미치는 파급효과가 충격적인 결과를 가져올 수 있다는 가능성을 고려하여야 한다. 또한, 선원의 일자리 문제, 선원교육기관의 교육 프로그램에 대한 혁신적인 변화, 새롭게 등장할 수 있는 육상제어센터, 첨단장비를 다루는 고급 일자리 분야는 자율운항선박 도입으로 더욱 활성화될 것으로 보이며, 이와 관련된 신규 직업창출과 노동시장환경에 미치는 파급효과가 상당히 클 것으로 예측되고 있다.

자동화 및 인공지능으로 인간의 개입 없이 스스로 진단하고 운항하는 기능을 가진 자율운항선박 도입은 국민경제에 미치는 영향도 매우 크지만 사회적으로 고용 및 노동시장에 미치는 영향이 막대하다고 볼 수 있다. 인간 중심의 사회에서 자동화 및 자율화에 일자리를 점점 더 잃게 되는 현상이 가속화될 수 있다는 우려로 인해 국제

43) 트롤리 딜레마는 윤리학 분야 사고실험의 일종으로 1967년에 영국의 윤리철학자인 필리파 풋(Philippa Foot)이 제안한 것으로 5명의 생명을 위협하는 트롤리를 1명의 희생으로 5명의 생명을 구할 경우 1명에 해당하는 사람의 권리가 침해될 수 있다는 윤리적 논쟁이다. 최근 자율주행자동차 등 무인이동체 분야에서 대표적인 윤리문제로 제기되고 있는 실정이다(자료 : 사이언스 타임지(2018), 「누구를 죽여야 하는 위급상황에서 인공지능을 어떻게 할 것인가에 대한 논쟁」, 위키백과).

운송근로자연맹(ITF: International Transport Worker Federation)은 무인 자율운항선박 개발에 반대하는 입장을 피력하고 있다.

한국선원의 취업이 최근 5년간 약 3만 8천 명에서 2016년 약 3만 5천 명으로 지속적으로 감소하고⁴⁴⁾ 있는 실정에서 선원 고용과 일자리 축소로 인한 사회적 충격은 우려할 만한 수준이라고 할 수 있다. 예를 들면 선박에 승선하지 않고 육상에서 선박을 원격 조정하는 것과 같이 현재와는 다른 형태의 선박운항과 관련된 일자리가 창출될 것으로 전망되며 선원경험을 기반으로 한 고급 일자리로 질적 전환이 될 것으로 예측된다. 이를 뒷받침하기 위한 교육 및 인력양성에 대한 방향과 프로그램도 혁신적으로 개선하여 사람 중심의 선박운항 및 지식관리 기능에서 자동화 기술을 활용하고 통제하며 자율화와 인간이 공존할 수 있는 교육방향과 인력양성이 필요하다.

문화적인 측면에서 우선 자동화 및 자율화는 인간의 개입 없이 스스로 알아서 하는 인공지능 기반을 고려할 때 윤리적인 문제와 책임에 관한 문제 해결을 위한 대책이 제시되어야 할 것이다. 다양한 이해관계자들과의 사회적 합의를 기반으로 모든 정책과 학습이 추진되어야 하고 무엇보다도 인격을 가진 인간 중심의 윤리적, 도덕적 판단기준이 마련되어야 할 것이다.

따라서 트롤리 딜레마와 같이 윤리적 논쟁이 확대될 수 있는 가능성과 이를 방지하기 위한 윤리적 가이드라인을 개발하여야 하고 다양한 이해관계자들의 니즈를 충족시키기 위하여 전략적 대책 마련이 필요하다. 예를 들면 독일의 '자율주행자동차 윤리 가이드라인'⁴⁵⁾과 같이 도

44) 한국선원통계연보(2017).

45) Ethics Commission: Automated and Connected Driving(Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure(2017), 「자율주행자동차 관련 국내외 입법 정책 동향과 과제」, 국회 입법조사처(2017)).

로 위에서 발생될 수 있는 딜레마 상황에서 사고 회피와 인간생명의 보호가 최우선적인 가치가 되어야 하며 생명간의 경중을 따지는 행위를 금지하는 원칙을 정하는 것이 무엇보다도 필요하다.

3. 경제·산업 측면

경제·산업 측면에서 자율운항선박의 등장은 새로운 산업 창출과 혁신적인 비즈니스 환경의 변화를 가져올 것이다. 제4차 산업혁명 이후에 게임체인저에 효과적으로 대응한 기업이 새로운 비즈니스 강자로 등장할 것으로 예측되므로 향후 산업구조의 혁신적 변화에 따른 파급효과는 제4차 산업 이전과는 완전히 다른 경향을 나타낼 것이다.

경제적 이익창출 측면에서 자율운항선박으로 인해 발생할 수 있는 해사산업 관련 분야의 경제적 시장규모가 2025년까지 약 1,550억 달러(한화 약 170조 원)⁴⁶⁾일 것으로 예측하고 있다. 또한 전후방 모든 산업의 현 성장률을 감안하면 2035년에 약 8,000조 원 시장 규모가 될 것이라고 분석하고 있다.

추가적으로 현재 자율운항선박 도입의 직간접적인 연관산업으로 조선 산업, 조선기자재 산업, 해운·항만·물류 산업을 들 수가 있으며, 제3장에서 언급한 바와 같이 조선 산업의 경제적 효과는 약 55조 원, 약 16만 5천 명의 고용, 조선기자재 산업은 약 10조 원, 약 3만 3천 명의 고용, 해운·항만·물류 산업은 약 34조 원, 약 6만 명의 고

46) Autonomous Ships Market By Type (Partially Autonomous Ships, Fully Autonomous Ships), By Application (Commercial, Military & Security) – Growth, Future Prospects, And Competitive Analysis, 2017 – 2025, Credence research, 2018. 4.

용효과가 있을 것으로 전망하고 있다.⁴⁷⁾ 이러한 시장을 점유하기 위해서는 현재 연관산업의 생태계가 혁신적으로 변화되어야 한다는 것을 조건으로 조선, 기자재, 해운·항만·물류 산업의 신 비즈니스 모델을 지속적으로 개발할 필요가 있다. 이러한 기업환경의 변화를 고려할 때 기업의 장점과 단점을 보완하기 위하여 필요한 합병과 전략적인 협력체계를 구축하는 비즈니스 모델인 공유경제와 디지털 플랫폼 경제가 새로운 경제 모델로 해운·조선·기자재 등과 관련된 해사산업에 등장할 것이다. 콩스버그, ABB 및 롤스로이스 같은 세계 유수의 기업들은 자율운항선박이 분명히 게임체인저가 될 것이며 전 세계 경제에 미치는 영향이 막대할 것으로 예측하고 있다.

해운·항만물류 및 조선 산업 생태계의 혁신적 변화와 함께 자율운항선박 도입과 새롭게 등장하는 비즈니스 모델은 피할 수 없는 트렌드이며 거부할 수 없는 흐름이라고 볼 수 있다.

디지털 시대에 적합한 새로운 경제 모델로 제시되고 있는 모델이 바로 생산된 제품을 여럿이 공유해 쓰는 협력 소비를 기본으로 한 경제방식인 협력적 공유경제(Sharing Economy)⁴⁸⁾다. 또한, 고가의 자율운항선박을 연결시켜주는 형태로 플랫폼을 제공하고 전 세계에 서비스를 가능하게 하는 디지털 플랫폼 경제(Platform Economy)⁴⁹⁾가 새로운 비즈니스 모델이 될 수 있다.

47) 한국해양수산과학기술진흥원(2017), 『해양수산업 경제적 파급효과 및 영향요인 분석』.

48) 공유경제(Sharing Economy)란 물품, 생산설비, 서비스 등을 개인이 소유할 필요 없이 필요한 만큼 빌려 쓰고 자신이 필요 없을 경우 다른 사람에게 빌려주는 공유의 소비를 창출하는 형태를 말한다(자료: KB 금융지주 경영연구소(2017. 8), 「공유경제(Sharing Economy)의 확산에 따른 기업의 대응과 최근 주요 논란」).

49) 디지털 플랫폼 경제(Platform Economy)란 인터넷과 같은 디지털 네트워크를 기반으로 상품 및 서비스의 공급자와 수요자가 거래하는 경제활동을 말하며 제조업 중심에서 플랫폼상에서 가치를 창출하고 경제활동을 영위하는 것을 말한다(자료: 정보통신기술진흥센터(2017. 7), 『EU 디지털 플랫폼 경제대응 현황과 주요 쟁점』).

자율운항선박 도입으로 모든 사물이 인터넷과 연결되는 시점, 한계비용의 제로화, 교통수단의 공유 측면에서 해운산업에 적용된다면 고가의 선박을 소유하지 않고 협력적 커뮤니티를 활용한 클라우드 플랫폼을 제공하고 연결시켜주는 거래방식으로 이익을 창출할 수 있는 비즈니스 모델이 등장할 수 있다. 자본금과 기술력이 앞서 있는 대형 해운회사의 경우 전략적 투자방향을 기존의 해상에서 육상으로 전환할 것으로 예상된다. 또한, 선박을 제어하는 첨단 시스템을 보유하고 있는 콩스버그나 롤스로이스 및 구글 등과 같은 기업들이 합병을 통하여 전 세계 선박을 모두 관리하고 통제하는 공격적 경영 기반의 초대형기업으로 성장할 수도 있다.

따라서 지금의 조선회사는 온디맨드 경제(On-demand Economy)⁵⁰⁾에서 언급하고 있는 수요자가 요구하는 선박을 건조하도록 모든 체계를 혁신적으로 변경하여야 한다. 또한 해운회사는 자율운항선박 도입을 추진하고 기술개발을 하고 있는 소프트웨어, 통신, 빅데이터, 인공지능에 강자인 기업과의 합병을 고려하여야 한다. 이러한 기업 생태계를 조성하기 위한 마지막 단계로 공유경제, 디지털 플랫폼 경제, 온디맨드 경제를 기반으로 한 새로운 비즈니스 모델 개발, 디지털화 전략 및 새로운 고용형태에 노사관계를 포함한 새로운 정책과 규제가 마련되어야 할 것이다.

50) 온디맨드 경제(On-Demand Economy)란 수요자 중심의 온오프라인 통합 비즈니스 모델로 배타적 소유권 구매뿐만 아니라 즉시적 접근성, 편리함, 가격경쟁력에 장점이 있는 경제모델이다, 기술력을 갖춘 회사가 수요자의 요구에 맞춰 서비스와 제품을 즉각적으로 제공하는 경제활동을 말한다(자료: 정보통신정책연구원(2016. 4)).

제2절 자율운항선박 도입 정책 방향 및 전략

1. 자율운항선박 도입 정책 우선순위 기반 정책 방향

자율운항선박의 도입 및 실현을 위하여 고려한 정책 우선순위를 기반으로 선박설계 및 운항기술, 선박 안전·관리, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계에 대한 분야별 정책 마련이 필요할 것이다. 이에 정책, 산업, 시장, 기술 측면의 변화를 고려하여 분야별 기회요소 및 위험요소를 식별하고, 이를 바탕으로 정책 방향 및 전략을 수립하고자 하였다. 본 절에서는 자율운항선박 도입을 위한 3개 추진 전략에 따라 분야별 기회요소 및 위험요소를 <표 4-1>과 같이 식별하였으며, 전문가들의 설문조사와 인터뷰를 통해 도출된 자율운항선박 도입 정책의 우선순위를 고려하여 자율운항선박 도입 대응체계 및 정책 방향을 마련하였다.

먼저, 정책 분야에서 기회요소와 위험요소를 분석하면 자율운항선박의 R&D나 정책수립을 관계부처 합동으로 수립하여 사회적 합의와 부처 간 업무경계의 모호성을 해결함으로써 신규 일자리 고용창출의 기회를 놓치지 않도록 정책적인 협력이 필요하다. 특히, 선박의 국제성을 고려하여 글로벌 협력체계를 선도적으로 구축하여 관련 국가와 협력할 수 있는 여건을 조성한다면 향후 우리나라 해운·조선 및 관련 해사산업의 획기적인 발전을 가져올 수 있을 것이다.

산업 분야에서는 현재 자율운항선박 기술개발이나 산업별 데이터 공유가 부족하여 공유체계 구축에 따른 시너지 효과를 가지고 있지 않지만 향후 기업 협력 생태계를 조성하기 위한 정부의 적극적인 투자와 법제도적 지원을 바탕으로 한다면 산업적인 측면에서도 많은 발전기회

가 창출될 것으로 기대된다.

또한 고용시장의 불안, 정보에 대한 보안문제로 인한 공유의 한계발생, 전문가 인력양성 체계의 부족으로 인하여 산업과 시장에 미치는 파급 효과를 고려하여야 한다. 우리나라가 선도적으로 대응한다면 새로운 비즈니스 출현이 가능한 것이 해사산업 분야에서 자율운항선박이다.

마지막으로 기술적인 측면에서 기존에 개발된 R&D를 적극적으로 활용하고 기술개발 단계에 그치는 것이 아니라 기술개발, 산업 및 제도를 패키지로 구성하여 종합적인 패키지 사업에 투자한다면 효율성 및 가능성을 증가시키는 결과를 가져올 것으로 판단된다.

〈표 4-1〉 분야별 기회요소 및 위험요소 사항

	기회	위험
정책	- 정부부처 협업체계 구축 - 해운·조선 및 관련 산업 발전기회 - 신규 일자리 고용창출 기회 - 글로벌 협력체계 구축	- 부처 간 관장업무의 경계가 모호함 - 일자리 전환(선원) - 책임부담에 따른 모멘텀 부족 우려 - 사회·문화적 이슈에 대한 사회적 합의 필요(육체노동자 감소 문제 등)
산업	- 관련 산업 빅데이터 확보 - 산업구조 개편 및 혁신의 기회 - 신규 비즈니스 창출 기회	- 적극 투자유도 부족(비관적 전망) - 산업별 데이터 공유 부족 - 전문인력 및 인력양성 체계 부족
시장	- 신규 비즈니스 강자 출현 - 플랫폼 공유경제 모델 등장 - 수요자 중심의 온디맨드 경제 활성화	- 고용불안 - 정보에 대한 보안 문제 - 양질의 전문가 확보의 어려움
기술	- 효율화 기반 핵심 요소기술 개발 및 확보 - 선진국과의 기술격차 해소 - 관련 산업 연계시스템 구축 발전 계기	- 핵심 설계기술 부족 - 특허권 보호 - 기술제휴 파트너 선정의 어려움

자료: 저자 작성.

자율운항선박 도입정책의 방향은 〈표 4-1〉에서 분석된 기회요인과 위험요인을 고려하여 전문가들의 설문조사와 인터뷰를 통해 도출된

자율운항선박 도입 정책의 우선순위에 따라 선박설계 및 운항기술, 선박안전 및 관리체계, 사고책임 및 보험, 고용 및 교육, 해운·항만·물류 체계 순으로 검토될 필요가 있다. ‘자율운항선박으로 스마트 디지털 해상물류 체계 실현’의 비전(Vision)을 바탕으로 ① 자율운항선박 기술개발 표준화 선도 ② 인간 중심의 사회적 합의 도출 기반 조성 ③ 글로벌 인적 경쟁력 강화 핵심 목표를 수립하고, 자율운항선박의 대응정책을 이행하기 위한 실천방안을 수립하였다. 즉, 정책방향과 전략적 투자확대에서 <그림 4-2>와 같이 자율운항선박 도입 대응체계 및 정책방향을 고려하여 자율운항선박 도입에 따른 스마트 디지털 해상물류 체계를 실현하는 비전과 목표를 수립하여야 할 것이다.

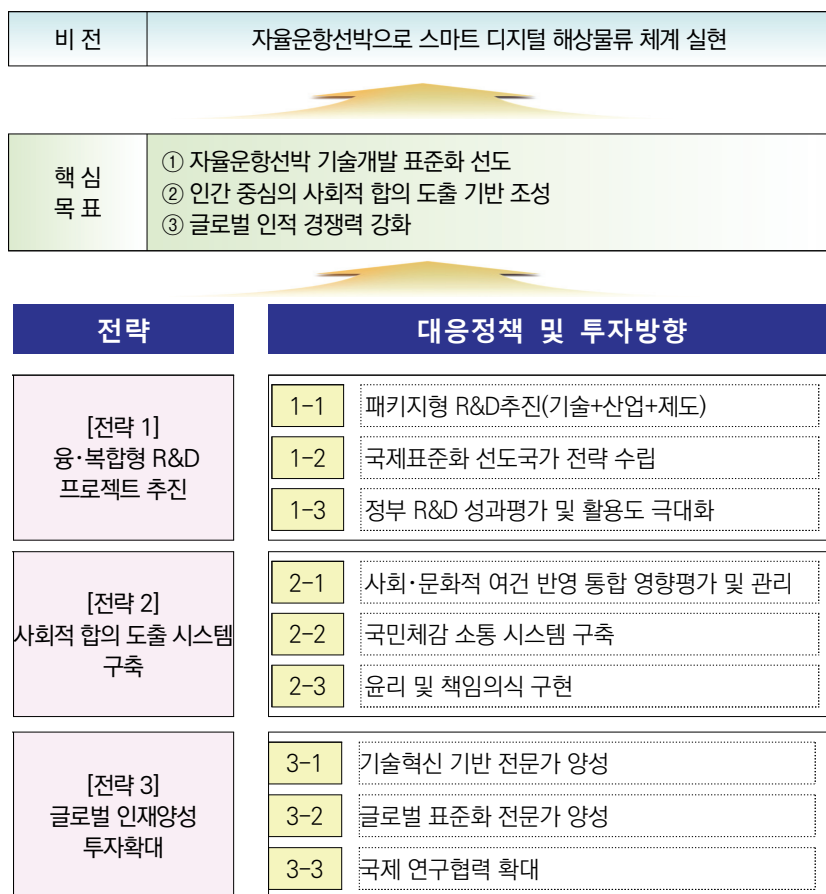
첫 번째, R&D 체계개선을 통한 정책 및 기술개발이 이루어져야 한다. R&D는 기술개발, 산업, 제도가 합쳐진 융·복합형 프로젝트가 추진되어야 하며 R&D 정책연계 및 활용도까지 포함된 R&D 성과관리체계가 수립될 필요가 있다. R&D 성과관리는 기초연구, 고도화 연구, 응용 및 개발연구, 정책반영·활용도까지 포함되어 설계 및 평가가 이루어질 필요가 있다. 기술 분야별 다양한 전문가 그룹이 산발적으로 요소기술을 개발하여 범정부적 정책과 연계하고 전략을 확보하기 어려운 구조의 한계를 극복하기 위하여 필요한 조치이다.

두 번째는 인간 중심의 사회적 합의 도출 시스템이 구축될 필요가 있다. 디지털화가 급속히 이루어짐에 따라 고용문제, 일자리 창출 문제, 인간과의 소통 문제 등 사회적 합의가 이루어져야 한다. IMO를 비롯한 국내외 자율운항선박에 대한 논의가 진행될 수 있도록 합의를 기반으로 한 논의가 되어야 한다. 특히, 다양한 이해관계자가 참여하고 쌍방향 소통할 수 있는 체계가 필요하고 관련 정보 서비스와 의견수렴 과정을 거치는 체계는 정부정책의 정당성과 합리적인 이행을 위한 과

정으로 이해될 수 있다.

세 번째는 우리나라의 해운·조선·기자재 산업 규모와 경제에 미치는 영향을 고려할 때 글로벌 인재양성이 시급한 실정으로 자율운항선박 도입정책에 맞추어 국제표준화에 탄력적으로 대응할 수 있는 전문가를 양성하도록 투자를 대폭 확대하여야 한다. 이를 바탕으로 기술개발에 관한 국제전문가 양성, 국제표준화 전담인력 및 국제 연구협력 공조체계를 구축하여 선진국과 기술력 격차를 줄여 나가야 한다.

〈그림 4-1〉 자율운항선박 도입 대응체계 및 정책 방향



2. 산업별 대응정책 전략 수립 및 준비사항

1) 선박설계 및 운항기술

자율운항선박은 선박구조 및 설계기술의 혁신적인 변화를 가져올 것으로 예측되고 있으며 공간 배치의 효율성을 고려한 신개념 선박 구조를 제시할 것이다. 이 연구에서 시행한 전문가 설문조사 결과 정책 우선순위에서 가장 높은 27.3%를 차지한 것이 선박의 설계 및 운항기술이다.

자율운항선박의 도입 및 실현을 위하여 필요한 선박설계와 운항기술은 선박구조 및 설계기술, 자율운항 및 제어기술, 선박 유지 및 보수 기술이 확보되어야 한다. 특히, 자율운항 제어기술은 경제운항과 안전운항기능을 고려하여 상황인지 및 판단, 최적 항로결정을 스스로 하고 비상상황 대응이 가능하도록 설계되고 운항되어야 할 것이다. 또한, 선박유지 및 보수 기술의 확보는 선박의 선체 및 운항에 필요한 기자재 상태를 고려하여 운항 서비스에 필요한 실시간 감시, 자가진단 및 검사 기술을 활용한 원격 및 자가진단이 가능하도록 설계되어야 한다. 추가로 빅데이터를 활용한 상태기반 및 예측기반 유지와 보수 점검이 수행되도록 설계되어야 할 것이다.

결과적으로 선박설계 및 운항기술의 핵심인 공간배치 효율성을 고려한 선박구조와 설계의 경쟁력을 갖추기 위한 설계기술력을 산업계는 확보하고 준비하여야 한다. 특히, 비상상황 인식이 가능하고 자가진단과 실시간 감시가 가능하도록 자율운항선박 도입에 필요한 빅데이터를 확보하는 것이 가장 우선적으로 준비단계에서 추진되어야 한다.

2) 선박안전 및 관리체계

자율운항선박 도입과 실현에서 두 번째 정책 우선순위로 조사된 결과가 선박의 안전과 관리에 관한 사항이다. 자율운항선박이든 기존 선박이든 선박의 안전운항을 위해 필요한 감항성(Seaworthiness) 확보는 최종 목표가 되어야 한다. 특히, 선원이 선상에 근무하지 않고 있을 때에도 비상시에 상황대응이 가능하도록 육상지원 시스템과 운항조정 관리가 선행되어야 한다. 자율운항선박 도입에 따라 해적 행위, 사이버 테러 대비를 위한 선박 보안체계 구축이 이루어져야 하고 새로운 형태 및 개념의 안전사고에 대비한 선박용 장비 및 기자재에 대한 개발과 활용이 이루어져야 한다.

자율운항선박의 선박안전 및 관리를 위해서 산업계에서는 선박용 물건과 설비 및 장비에 대한 엄격한 품질 수준을 만족시킬 수 있는 검증 시스템이 마련되어야 한다. 또한 무인 환경에서 자동 및 원격 유지보수가 가능하도록 기기 및 장비의 인증·심사·컨설팅 등 안전관리 서비스 차원에서 준비가 필요하다. 더불어 사물 인터넷 및 빅데이터 기반의 화물관리 및 상태를 감시하는 시스템이 구축되어 관련 산업의 솔루션을 제공하고 서비스 산업을 확대시키기 위한 준비가 필요하다.

3) 고용 및 교육

자율운항선박 도입에 따라 고용 측면에서 가장 위협을 느끼는 분야가 선원의 고용문제이다. 분석된 정책 우선순위에서도 선원 문제는 선박 탑승을 하는 단계의 선박이나 아니면 선원이 탑승하지 않는 선박 시스템의 운용서비스냐에 따라 인력양성과 교육 프로그램이 완

전히 달라져야 한다.

자율운항선박은 선원 관련 산업의 축소가 우려되지만 관련된 기자재 산업이나 육상에 운용자 같은 새로운 일자리가 창출될 것으로 기대하고 있다. 전반적으로 노동에 기반을 둔 고용과 일자리는 다소 축소될 가능성이 있다고 판단되지만 숙련된 해상경험을 기반으로 한 첨단기술 운용능력을 겸비한다면 고급 일자리로 수요가 확대될 것으로 분석된다.

따라서 자율운항선박 도입에 따라 사회적 합의를 거쳐 다양한 사회적·문화적 영향을 받을 것으로 예측되지만 임금, 복지 등 일자리의 질적 측면에서 개선효과와 미래 첨단기술을 활용한 고용은 지속적으로 창출될 것으로 판단된다. 또한 정부와 산업계는 자율운항선박의 자율화 등급을 고려하여 맞춤형 인력양성을 추진하기 위한 준비가 필요하다. 또한 조선 및 해운산업에서는 육상기반 선박 원격조정을 할 수 있는 인력양성을 위한 투자와 교육 프로그램을 개발하고 고용시장의 안정성 제고 측면에서 기존의 선원인력에 대한 직업전환 교육정책과 육상기반 운용자를 양성하기 위하여 준비해야 한다.

4) 사고 책임 및 보험

자율운항선박 도입에 따라 기존의 해양사고와는 달리 책임보상 문제와 관련하여 사고유형 자체도 많은 변화가 예상된다. 인적 과실에 따른 해양사고가 전체 사고의 약 75%에 해당된다는 연구결과도 있지만, 선원이 선박에 탑승하지 않을 때 인적 과실을 어떻게 정의할 것인가에 관한 문제, 육상지원센터의 인적 과실에 대한 책임은 선박소유자에게 있는지 아님 선박운용 서비스 관계자에게 있는지에 대한

분명한 법적 구분이 필요하다.

또한 사고책임에 따른 비용 및 보험 청구 문제 등과 같은 현안사항은 자율운항선박을 고려한 새로운 사업항목의 개발이 요구될 것이다. 자율운항선박은 기존의 인간 중심의 선박운용 서비스에서 자동화 인공지능기반의 서비스로 변화되고 객관적인 의사결정 시스템에 과도하게 의존할 경우 발생하는 도덕적, 윤리적 책임문제도 또 다른 이슈가 될 수 있다. 해양사고의 유형 변화에 따른 대처능력과 정책적인 방안도 마련할 필요가 있지만 우선적으로 책임과 보상에서 자유롭지 못한 로봇과의 소통과 도덕적, 윤리적 책임에 대한 정체성 확보를 위한 노력도 반드시 준비해야 하는 사항이다.

자율운항선박 도입에 따라 점점 더 선박의 가치 및 건조비용이 상승할 것으로 예측됨에 따라 고가의 선박보험에 대한 비용, 사고 시에 보상에 관한 책임보험 규모 및 화물손상, 유류오염 및 해상시설물의 손상 위험 등에 대한 대비가 필요하다. 또한 사고의 책임과 보험 관점에서 산업계에서는 새로운 책임주체의 등장에 대비한 정책을 수립하여야 한다. 결과적으로 자율운항선박 도입에 따른 선박, 선원, 화물의 안전 사고 및 관리와 연계하여 새로운 보험 및 보상 제도를 준비해야 한다.

5) 해운·항만·물류 체계

자율운항선박 도입에 따라 산업 구조 및 비즈니스 모델에 가장 큰 변화를 가져올 것으로 예상되는 것이 해운·항만물류 체계이다. 자동화 연계 시스템으로 구성되어 가칭 ‘육상조정상황실’에서 통제 및 관리가 예상되는 자율운항선박은 해운·항만·물류 시스템의 인프라 구축과 연계 시스템의 효율성에 기인한다고 볼 수 있다.

사회·문화적 측면에서 노동인력 감소가 예상되는 항만물류 분야의 충격을 완화하기 위한 사회적 합의와 자동화 시스템 도입에 따른 노동자의 일자리 안정화에도 많은 노력이 필요하다. 특히, 스마트 해상물류 시스템 실현을 위한 해운, 조선, 기자재 및 항만물류산업의 통합 협력 생태계 구성에 무엇보다도 중점을 두는 생산체계의로의 전환이 필요하다.

자율운항선박 도입에 따른 데이터 축적, 자동화 제어, 최적화를 기반으로 한 해운·항만물류 산업 중심의 생태계를 조성하여 새로운 비즈니스 모델 창출과 신규 시장에 진입하고자 하는 해운선사, 항만 터미널 운영, 항만물류 서비스 기업은 선박운항, 항만 입출항 및 화물 처리의 디지털화를 추진하여 효율화를 위한 시스템의 전환이 필요하다. 해운·항만물류 체계와 연계하여 배후 산업의 전반에 걸쳐 변화에 대비한 해운·항만물류 연계 시스템을 구축할 필요가 있다.

제 5 장

결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

해운(Shipping 4.0), 항만(Port 4.0), 스마트 선박건조(Smart ship 4.0) 및 해양(Marine 4.0)과 함께 자율운항선박은 혁신성장 기술로 주목받고 있다. 제4차 산업혁명과 함께 시작된 패러다임의 변화는 해운·해사·항만·물류, 조선 및 기자재 산업 등 전 분야에 걸쳐 진행되고 있으며, 자율운항선박을 중심으로 한 혁신성장 기술 실현을 위해 산업별 특성을 고려한 정책 및 기술 개발 추진에 더욱 적극적으로 대응해야 할 시점이다.

본 연구에서는 해운·해사·항만·물류, 조선 및 기자재 산업의 트렌드 중심에 있는 자율운항선박 도입과 관련하여 산업별 대응정책 방향을 제안하고, 해운·항만·조선 분야를 포괄하는 해상물류 체계 전환 및 통합정책 추진 등 정책방안을 제시하였다. 기존 연구의 경우 자율운항 또는 무인 선박의 세부 시스템 등 주요 자동화 또는 디지털

화 기술 개발에 집중하였으나, 이번 연구에서는 자율운항선박 도입에 따른 패러다임 변화를 살펴보고 이를 바탕으로 국가적 차원의 명시적 정책과제 필요성을 강조하고자 하였다.

자율운항선박에 대한 국제적 차원의 논의는 2017년 6월에 개최된 제98차 IMO 해사안전위원회 회의에서 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)의 등장으로 본격화되었으며, 2018년 5월 IMO MSC 작업반회의를 통해 합의된 임시적인 정의를 기반으로 자율화 단계, 규정 체계 등을 마련하기 위한 논의를 하고 있다. 우리나라 역시 '해양수산부 2018년 업무계획'에 따라 국가물류 체계 혁신을 위해 자율운항선박, 해상통신망, 스마트 항만 등을 통합·연계하는 스마트 해상물류 체계 구축 전략을 마련하고, 해상 디지털화를 목적으로 세계 최대 해운사 머스크 라인과 국제기술 공유 등 협력체계 강화 방안을 협의하였다. 즉, 국제 교역 확대에 따른 해상 물동량 증가와 수송수단의 고속화·대형화에 따른 해양사고의 위험성 확대를 고려하여 안전성, 신뢰성, 효율성 기반의 친환경 스마트 해상운항 서비스를 제공하기 위한 정책을 추진하고 있다고 할 수 있다.

이와 같이 자율운항선박 도입에 따라 해양산업 생태계 전반에 걸쳐 급격한 변화가 예상되며, 선박 설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리체계, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계 등 분야별 경제적, 사회적, 산업적 효과를 고려하여 도입 정책 및 전략 방안을 마련해야 할 것이다.

문헌연구, 국내·외 전문가 면담 및 설문조사, 국제회의 참석 등을 통해 관련 산·관·학·연 전문가들의 의견을 조사한 결과 자율운항선박 도입 시 발생할 수 있는 주요 쟁점 사항을 선박 설계 및 운항기술, 선박 안전 및 관리체계, 고용 및 교육, 사고 책임 및 보험, 해운·항

만·물류 체계 5개 분야에 대해 10개의 정책요소로 구분할 수 있었다. 그중 국내 전문가들은 선박설계 및 운항 기술(27.3%), 선박 안전·관리(22.2%), 사고 책임 및 보험(20.7%), 고용 및 교육(15.4%), 해운·항만·물류 체계(14.4%) 순으로 우선 추진되어야 한다고 판단하고 있었다. 특히 10개의 정책 요소 중 ‘자율운항·제어 및 유지보수 기술(17.8%)’, ‘해적 행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계(13.0%)’ 등 자율운항선박 도입과 함께 선박 및 해상안전체계에 대한 정책 개발을 우선해야 한다고 강조했다. 자율운항선박의 도입 및 실현을 위하여 정책 우선순위를 기반으로 정책, 산업, 시장, 기술 측면에서 분야별 기회요소 및 위험요소를 분석하고, 이를 바탕으로 자율운항선박 도입을 위한 핵심 목표 및 전략을 수립하였다.

자율운항선박으로 스마트 디지털 해상물류 체계 실현을 위하여 ① 자율운항선박 기술개발 표준화 선도 ② 인간 중심의 사회적 합의 도출 기반 조성 ③ 글로벌 인적 경쟁력 강화 핵심 목표를 수립하고, 자율운항선박의 대응정책을 이행하기 위한 실천방안으로 3개의 추진전략을 제시하였다. 우선, 융·복합형 R&D 프로젝트 추진을 통한 정책 및 기술개발이 이루어져야 할 것이다. 기초 및 고도화 연구, 응용 및 실증연구, 정책반영 및 제도화, 기술사업화까지 포함하여 기술 분야별 다양한 전문가 및 요소기술을 범정부적 정책과 연계할 수 있도록 하고, R&D 기술 및 노하우 활용을 극대화하기 위한 전략을 마련해야 할 것이다. 또한, 인간 중심의 사회적 합의 도출 시스템을 구축하여 급격한 사회 변화에 의한 고용 문제, 일자리 창출 문제, 인간과의 소통 문제 등에 대해 충분한 사회적 합의가 이루어져야 할 것이다. 사회·경제 변화에 대해 모든 이해관계자가 직접 참여하고, 서로 논의할 수 있는 합의 과정을 통해 정부 정책의 합리적인 이행을 도울 뿐만 아니라 정

책 추진 정당성을 충분히 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 마지막으로 글로벌 인재양성 투자 확대를 통해 국제표준화에 탄력적으로 대응할 수 있는 전문가를 양성하고, 국제 연구협력을 통해 선진국과의 기술력 격차를 줄여나가야 할 것이다.

이를 바탕으로 선박설계 및 운항기술, 선박 안전·관리체계, 고용 및 교육, 사고책임 및 보험, 해운·항만·물류 체계에 대한 분야별 정책 전략 및 준비사항을 <표 5-1>과 같이 수립하였다.

<표 5-1> 분야별 대응정책 전략 및 준비사항

구분	전략	준비사항
선박설계 및 운항 기술	선박구조 및 설계기술, 자율운항 및 제어기술, 선박 유지·보수 기술 확보	- 경제운항 및 안전운항 기능을 위한 상황인지 및 판단, 최적 항로 결정, 비상상황 대응 등 자율운항 제어기술 개발 - 실시간 감시, 자가진단 및 검사 기술을 활용한 원격 및 자가진단 등 유지·보수 기술 개발 - 자율운항선박 도입을 위한 빅데이터 기술 최우선 준비
선박 안전·관리 체계	선박의 안전 운항을 위한 감항성 확보	- 무인화에 따른 육상지원시스템 및 선박 보안체계 구축 - 새로운 형태의 선박용 안전 장비 및 기자재 개발과 함께 엄격한 품질 수준에 대한 검증시스템 마련 필요 - 기기 및 장비에 대한 인증·심사·컨설팅 등 안전관리 서비스 산업 준비
고용 및 교육	산업 변화를 고려한 맞춤형 인력양성 및 교육시스템 개발	- 선박 자율도를 고려한 운항 전문 인력양성 - 육상기반 선박 원격 조정 인력양성 - 선원 인력에 대한 직업전환 교육정책 및 양성프로그램 개발
사고 책임 및 보험	해양사고 유형 및 책임소재 변화에 따른 신(新) 보험 및 보상제도 개발	- 도덕적, 윤리적 책임 문제 확대에 따른 정책방안 개발 - 새로운 책임 주체의 등장에 대비한 신 보험제도 개발
해운·항만·물류 체계	해운, 조선, 기자재 및 항만물류산업의 새로운 비즈니스 모델 창출	- 스마트 해상물류 시스템 실현을 위한 통합 협력 생태계 조성 - 선박 통제 및 관리를 위한 자동화 연계시스템 구축 - 산업구조 변화에 따른 사회적 합의 도출 및 일자리 안정

자료: 저자 작성.

자율운항선박으로 인해 해사 산업 및 관련 분야의 경제적 시장규모는 2025년 약 1,550억 달러(한화 약 170조 원)까지 확대될 것으로 예상되며, 전후방 모든 산업의 현 성장률을 고려했을 때 2035년에 약 8,000조 원 시장 규모가 될 것으로 전망된다. 이처럼 조선 및 해운·항만·물류 등 직·간접적인 연관 산업 생태계 전반에서 혁신적인 변화가 나타날 것이며, 자율운항선박으로 인한 경제적 효과도 막대할 것으로 예측된다. 조선 및 해운·항만·물류 산업의 자동화 및 디지털화 변화와 함께 자율운항선박 도입으로 새롭게 등장하는 비즈니스 모델은 피할 수 없는 트렌드이며 거부할 수 없는 흐름이라고 볼 수 있다. 이러한 산업·기술적 변화에 따라 사회·문화적 측면에서는 다양한 이해관계자들과의 사회적 합의를 기반으로 자동화 및 자율화에 따른 윤리적 책임 등에 대한 충분한 논의가 선행되어야 할 것이다. 이번 연구가 향후 자율운항선박 도입을 위한 해운, 항만·물류, 조선, 해사안전 등 분야별 대응전략 및 기술 표준화 정책 수립을 위한 다양한 기술 개발 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

제2절 정책제언

1. 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상교통·물류 거버넌스 구축

1) 통합 해상안전·보안 시스템 구축

스마트 해상물류 체계의 변화와 함께 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상교통 환경을 조성하기 위한 정부 정책을 우선적으로 추진할

필요가 있다. 선박 운항 시 가장 중요한 요소는 감항성 확보라고 할 수 있으며, IMO에서는 자율운항선박의 개념과 함께 자율화 단계에 대한 구분을 가장 먼저 논의하였다. 이는 자율화 단계를 고려하여 선박의 안전을 확보하기 위한 수단이 달라져야 한다는 것을 의미하고, 자율운항선박에서도 가장 우선적으로 검토되어야 할 중요한 요소임을 나타낸다.

자율운항선박의 안전한 항해를 위하여 선박 고유의 특성 및 해양 환경의 특성 등 해상에서의 위험요소를 고려해야 할 것이며, 자동화, 효율화, 최적화된 해상물류 시스템 내에서 선박의 안전 및 보안 중심의 통합 시스템을 구축해야 할 것이다. 이를 기반으로 자율운항선박-해상통신망-스마트 항만이 연계된 국가물류 체계의 혁신적인 변화에 대비하여 해운·항만·물류 등을 포함한 통합 해상교통·물류 거버넌스를 강화해야 할 것이다.

2) 스마트 해상운항 서비스에 대한 품질관리체계 개발

자율운항선박 도입과 함께 조성된 스마트 해상물류 체계는 자동화, 최적화, 효율화, 친환경화를 목표로 국가 산업 인프라 기반을 마련할 것이며, 국가 산업 인프라인 스마트 해상운항 서비스에 대한 수요자 측면의 검증체계가 마련될 필요가 있다.

검증체계의 기본원리에 따라 목적의 적합성, 일반성 및 유연성, 비용대비 효율성 등에 대한 검증이 이루어져야 하며, 주요 검증대상(조직, 장비, 데이터, 서비스 등) 식별, 주기적인 평가 기준 및 지침 개발 등 스마트 해상운항 서비스에 대한 체계적인 품질관리체계가 마련되어야 할 것이다. 즉, 스마트 해상운항 시스템 등의 기술 인프라를 통

해 수집, 가공, 산출된 정보가 품질검증체계를 거쳐 수요자에게 사용 목적에 따라 적절하게 활용 및 공유될 수 있도록 시스템화하는 방안을 강구해야 할 것이다.

또한 통합 해상교통·물류 거버넌스의 총괄 및 관리·활용을 위하여 실질적인 중앙 컨트롤타워를 구성하고, 해상교통 및 해운·항만물류에 특화된 분야의 특성에 따라 타 부처, 외부기관, 민간기업 등이 참여한 외부지원센터가 함께 구성되어 스마트 해상운항 서비스에 대한 주기적인 피드백이 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다.

2. 자율운항선박 연계산업 정책 활성화 및 지원 확대

1) 핵심 기술 연계·융합 지원 정책 추진

기술 연계 및 융합과정의 특성상 고도의 기술력 및 투자가 요구되고 있으나, 그 활용가치는 매우 광범위하다고 할 수 있다. 선박설계 기술, 자율운항 및 제어기술, 선박 유지 및 보수 기술, 선박 및 항만 보안기술 등 핵심 기술 간 연계·융합과정을 통해 혁신적인 활용 기술로 발전할 수 있을 것이며 동시에 기술적·법제도적·환경적 측면에서 고도화될 것으로 기대된다. 이는 단순히 기존 데이터 및 기술의 디지털화 또는 표준화를 통해 통합·분석하는 것이 아니라 자율운항선박을 포함한 스마트 해상운항 서비스의 목적에 최적화된 기술로 새롭게 구현되는 것을 의미한다.

그러므로 안전성, 신뢰성, 효율성 중심의 해상교통·물류 거버넌스의 하위 기능으로서 스마트 해상운항 서비스 연계·융합 지원 플랫폼 개발을 위한 정책을 추진하고, 연계·융합 알고리즘 및 지원기술 등

체계적인 운영환경을 조성하기 위해 노력해야 할 것이다.

2) 자발적 산·관·학·연 협업 프로젝트 개발

자율운항선박을 포함한 스마트 해상물류 체계는 조선 산업뿐만 아니라 해운, 해사, 항만·물류, 조선기자재 산업 등을 포함한 종합 시스템으로, 다양한 산업 및 기술 전반을 고려하여 다분야 통합 정책을 추진해야 할 것이다. 정책·제도, 선박 운항기술, 조선·기자재, 정보·통신·보안, 고용·교육, 책임·보험 등 분야별 체계적 대응을 위하여 산·관·학·연 전문가들의 적극적인 참여가 필수적이라고 할 수 있다. 또한 유례없는 조선, 해운산업 불황을 극복하기 위해 세계적인 국내 ICT 기술 및 인프라를 기반으로 분야별 전문가들의 자발적 참여를 통한 지속가능한 선순환 산업 구조를 구축할 필요가 있다.

우선 정책, 기술, 법률, 응용, 사회, 산업 등 연계산업에 대한 통합적인 비전을 수립하고, 관련 시장 활성화를 위한 공격적 예산투입을 통해 민간기업과 공공기관의 협업 프로젝트를 추진할 필요가 있다. 자율운항선박과 직·간접적으로 연관된 조선, 해운·항만물류, 선박기자재 등 관련 산업계 전반에 걸쳐 산업 생태계 변화가 예상되며, 이와 연계된 이해당사자가 협력하여 변화에 적극적으로 대응할 수 있는 체계가 마련되어야 할 것이다. 즉, 정부는 자체적으로 운영되는 협의체를 구성하기 위하여 산·관·학·연 협업 프로젝트를 추진할 수 있도록 기반을 마련하되, 별도의 자발적인 독립 협의체로서 조직의 유연성 및 추진력을 확보해야 할 것이다.

또한 자율운항 및 제어, 유지보수 기술, 선박 및 항만 보안기술 등 자율운항선박의 주요 기술 연구개발 추진도 중요하겠으나, 핵심기술

개발뿐만 아니라 기술 상용화를 위한 개발기술 검증 및 실증 연구 방안까지 검토될 필요가 있다. 산·관·학·연 협의체를 통해 주기적으로 논의하고, 기술 사업화 및 연계산업 활용 등 공공부문의 현안과 민간 부문의 현안 사항에 대해 검토하여 중장기적으로 협업할 수 있는 구조가 마련되어야 할 것이다.

3. 인적 경쟁력 강화 및 국제 공조체계 구축

자율운항선박에 대한 범위 정립, 기술 개발, 법·제도 검토, 운항 지침 개발 등이 국제적으로 동시에 진행됨에 따라 국제 규정 및 정책 변화에 대한 능동적인 대응이 필요한 시점이다. 이를 위하여 정책 총괄, 기술개발, 국제협력, 상용화 등에 대한 분야별 전문가를 양성하고, 해외 전문업체 및 기관과 협력을 위해 기술에 대한 전문지식뿐만 아니라 글로벌 역량이 뛰어난 국제업무 전담 인력을 배치하는 등 자율운항선박을 포함한 스마트 해상물류 분야의 인적 경쟁력을 강화해야 할 것이다. 이를 통해 우리나라의 중장기적 미래전략에 따라 국제 사회에서 기술 도입 및 시행 방향을 검토하고, 주도적으로 대응할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 핵심 기술에 대한 기술연동 및 공유, 기술이전 및 교류를 위하여 해외 전문업체와 국제 협력체계를 구축하고, 주요 국가별 및 기관별 추진 전략에 대한 지속적인 검토가 필요하다. 현재 국제사회에서 자율운항선박 주도권 확보를 위한 미래전략 마련이 시급한 실정이며, 국제사회의 기술 도입 및 시행 방향을 고려하여 우리나라의 중장기적 미래전략을 수립하고, 이를 실현하기 위한 전략적 대응 및 국제 공조체계 구축방안을 모색해야 할 것이다.

4. 스마트 해상물류 체계의 변화 및 미래전략 분석에 관한 연구 개발

자율운항선박 시대는 기존 선박에 비해 해양·해운·항만·조선 등 폭넓은 산업이 연계되어 국제적으로 더 빠르게 변화될 전망이며, 현재 자율운항과 인공지능 등 혁신기술을 기반으로 한 자율운항선박 도입 연구 및 사업이 다양한 형태로 추진되고 있다.

이러한 변화는 단순히 자율운항선박의 기술 실현을 목적으로 추진 되는 것이 아니라, 자동화 및 디지털화 등 해상물류 체계 변화의 흐름에 따라 산업별 수요를 고려하여 추진되고 있으며, 시장의 원리에 따라 공급과 수요가 적절한 수준에서 거래될 것을 의미한다. 예를 들어 현재 선박 운항에 있어 인적오류는 선박 해양사고 감소를 위해 고려해야 할 가장 중요한 요소로, 전체 해양사고 중 75~96%가 인적 과실에 의한 해양사고이며, 이는 매우 중대한 원인 중 하나라고 할 수 있다. 이를 개선하기 위하여 해운 측면에서는 보다 안전하고 효율적인 해상운송수단 개발이 필수적이며, 이에 자율운항 및 인공지능(AI) 등 혁신기술을 기반으로 한 자율운항선박의 활용 가능성을 검토할 수 있다.

이와 같이 자율운항선박 및 4차 산업혁명에 대한 논의가 급증하고 있는 시점에서 해운, 해사, 항만·물류, 조선기자재 산업 등에 대한 과거-현재-미래 변화 분석을 통해 스마트 해상물류 체계에 대한 기술적, 경제적, 사회·문화적, 환경적 전략 개발연구를 추진할 필요가 있다. 또한 빠른 기술혁신과 미래사회 변화에 대응하여 선도적인 국가정책을 개발하고, 중장기적 관점에서 주목해야할 기술 트렌드를 예측할 필요가 있다. 새로운 과학기술이 경제·사회 발전의 원동력이

될 수 있도록 그 성과를 구체적으로 예측·전망하고, 다각도의 혁신적 성과를 창출할 수 있도록 산업 수요 기반의 기술 경쟁력 및 영향 평가에 대한 검토가 선제적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

과학기술정보통신부, 「혁신성장을 견인하고, 4차 산업혁명 대응을 선도할 구체적인 범부처 성장 동력 분야 확정」, 보도자료, 2017. 12. 22.

_____, 「혁신성장을 견인할 범부처 혁신 성장 동력 분야의 구체적인 실천을 위한 종합계획 마련」, 보도자료, 2018. 5. 29.

국회 입법조사처, 『자율주행자동차 관련 국내외 입법 정책 동향과 과제』, 2017.

김성현 외, 『국제해사기구 환경/안전규제 동향 파악 및 대응방안 정책연구보고서』, 한국조선해양플랜트협회, 2017. 12, pp. 161~162.

박종원 외, 『디지털 선박의 통합관리 플랫폼 개발』, 2012.

사이언스 타임지, 「누구를 죽여야 하는 위급상황에서 인공지능을 어떻게 할 것인가에 대한 논쟁」, 위키백과, 2018.

산업통상자원부, 「친환경·스마트 선박, 위기의 한국 조선 산업에 새로운 기회」, 보도참고자료, 2017. 2. 1.

_____, 「조선 산업 발전전략마련」, 보도자료, 2018. 4. 5.

산업통상자원부·한국산업기술진흥원, 『유럽의 스마트 선박 기술 및 정책 동향』, 2017. 10. 12.

산업통상자원부·해양수산부, 『자율운항선박 혁신 성장 동력 및 기획과제 공청회 자료집』, 2017, p. 14.

윤익로, 「2017년도 해양수산 기술영향평가 자율운항선박」, 해양수산과학기술진흥원, 2017. 10. 27.

이리나 외, 『무인선박 개발 동향 및 예상되는 해운환경의 변화에 대한 고찰』, 2015.

임용곤, 『IT(Information Technology) 기반의 ‘디지털 선박’에 대하여』, 2002.

임용곤·박종원, 『지능형 디지털 선박의 구현방안』, 대한조선학회, 2008. 10.

정보통신기술진흥센터, 『EU 디지털 플랫폼 경제대응 현황과 주요 쟁점』, 2017. 7.

중소벤처

- 처기업부, 「중소기업 기술로드맵 2018-2020-조선-」, 2018, p. 1.
- 전영우, 『제1회 선원수급과 고용문제 세미나 - 우리나라 선원실업과 고용제도개선 연구』, 2017.
- 한국개발연구원, 『예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구』, 2000, pp. 32~56.
- 한국산업기술평가관리원, 『Smart ship 기술로드맵 기획 보고서』, 2017, p. 36.
- 한국해양수산개발원, 「자율운항선박, 침체된 해운산업 및 조선 산업의 새로운 성장 동력」, 동향분석 제72호, 2018.
- _____, 「Maritime Industry 4.0 : Technology, Education and Business Model」, 3rd KMI-WMU Seminar, 2018, p. 122.
- 한국정보통신기술협회, 『ICT 표준화전략맵 종합보고서1』, 2017. 11. 28, p. 420, 426
- 해양수산과학기술진흥원, 『자율운항선박 기술영향평가 자료』, 2018, pp. 21~22.
- _____, 『해양수산업 경제적 파급효과 및 영향요인 분석』, 2017.
- 해양수산부, 「국산 기술로 개발한 무인선, 해양강국을 향한 닻 올려」, 보도자료, 2017. 11. 22.
- _____, 「한-덴마크, 해운·해사분야 협력 강화키로」, 보도자료, 2018. 2. 22.
- _____, 「2018년도 주요업무 계획」, 2018. 1. 25.
- 해양수산부·한국해양수산개발원, 『해양수산업 분류체계 수립 및 통계기반 구축에 관한 연구』, 2015.
- KB 금융지주 경영연구소, 「자율운항선박의 현재와 미래」, KB 지식 비타민, 2018. 1. 17, pp. 3~7.
- _____, 「공유경제(Sharing Economy)의 확산에 따른 기업의 대응과 최근 주요 논란」, 2017. 8.

〈국외 문헌〉

AGCS, “Draft IMO Guidelines Cyber Risk Management- Safety and Shipping Review 2017,” 2017.

Allianz, AGCS, *Safety and Shipping Review 2017*, 2017, pp. 34~35.

BUREAU VERITAS, *Guidelines for Autonomous Shipping*, 2017. 12, pp. 5~14.

DMA, “ANALYSIS OF REGULATORY BARRIERS TO THE USE OF AUTONOMOUS SHIPS,” 2017. 12.

IEEE, *Transactions on maritime science*, 2017, pp. 76~78.

IMO, “FRAMEWORK FOR THE REGULATORY SCOPING EXERCISE, MSC 99/WP. 9,” 2018. 5. 23.

John Jorgensen, *Autonomous Vessels: ABS' Classification Perspective*, ABS, 2016, p. 3.

Wrobel, K. et al., *Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety*, 2017.

Lloyd's Register, *Cyber-enabled ships: ShipRight procedure - autonomous ships*, 2016. 7, p. 2.

NFAS, *Definition for Autonomous Merchant Ships*, 2017. 10.

RAMBOLL·CORE, “AUTONOMOUS SHIPS HOW TO CLEAR THE REGULATORY BARRIERS,” 2017. 11.

RAMBOLL·CORE Advokatfirma, “ANALYSIS OF REGULATORY BARRIERS TO THE USE OF AUTONOMOUS SHIPS,” 2017. 12.

〈인터넷 자료〉

조선일보 홈페이지, <http://m.chosun.com/svc/article.html?sname=biz&contid=2017092101165#Redyho>, 검색일: 2018. 6. 24.

- 현대해양 칼럼, <http://www.hdhy.co.kr/news/articleView.html?idxno=6613>, 검색일: 2018. 6. 24.
- 「해양한국, 막 오른 세계 ‘무인선박’ 경쟁」, <http://www.monthlymaritimekorea.com/news/articlePrint.html?idxno=21338>, 검색일: 2018. 6. 24.
- LG CNS 블로그, <http://blog.lgcns.com/1679>, 「선장도 선원도 없는 무인 선박시대 ‘자율운항선박’」, 2018. 4. 2, 검색일: 2018. 5. 20.
- MUNIN 홈페이지, <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/the-autonomous-ship/>, 검색일 : 2018. 6. 30.
- Rolls-Royce, <http://www.information-age.com>, 검색일: 2017. 6. 28.

부록

자율운항선박 도입을 위한 정책 우선순위 설정 전문가 설문조사

안녕하십니까?

본 설문은 한국해양수산개발원에서 수행 중인 「자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구(현안)」의 일환으로 자율운항선박 도입을 위한 정책 요소별 우선순위 설정 조사입니다.

설문지는 계층화 분석법(AHP)을 활용하여 영역별 세부 항목 간 상대적 중요도를 산정하고, 가중치를 측정할 수 있도록 구성하였습니다.

본 설문조사 결과는 연구목적 이외에 사용되지 않으며 통계자료로만 사용되오니 바쁘시더라도 우리나라 자율운항선박 도입 정책 방향 연구를 위해 성심 성의껏 답변해 주시면 감사하겠습니다.

2018년 5월

한국해양수산개발원

해사안전연구실

박 한 선 부연구위원 (051-797-4627)

박 해 리 전문연구원 (051-797-4629)

■ 응답자 일반사항

1. 직 종

☐ 정부 ☐ 학계 ☐ 산업계 ☐ 연구계 ☐ 기타 _____

2. 근무경력

☐ 5년미만 ☐ 6~10년 ☐ 11~15년 ☐ 15~20년 ☐ 21년 이상

3. 전문분야

☐ 선박설계·운항기술 ☐ 선박 안전·관리 ☐ 고용 및 교육
☐ 사고 책임·보험 ☐ 해운·항만·물류 ☐ 기타 _____

설문지 작성안내

※ AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)

의사결정의 평가기준이 다수이며 복잡한 경우, 전문가 의견을 바탕으로 평가항목 간 쌍대 비교함으로써 상대적 중요도를 측정하는 의사결정 기법

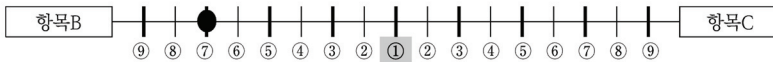
- 본 설문에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도는 다음과 같음

척도	1	3	5	7	9
용어	'동등'	'약간 중요'	'중요'	'매우 중요'	'절대 중요'
의미	동등하게 중요 (equal)	약간 더 중요 (weak)	더욱 더 중요 (strong)	대단히 더 중요 (very strong)	절대적으로 중요 (absolute)

※ 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두개의 척도들 사이의 중간정도의 중요도를 나타냄

- 변수요소 간 상대적 중요도를 비교하는 쌍대비교표에 중요하다고 생각하는 항목 쪽으로 중요도만큼의 숫자에 표시

예시> 항목B가 항목C보다 “매우중요” 하다고 생각할 경우 아래와 같이 ⑦번에 표시



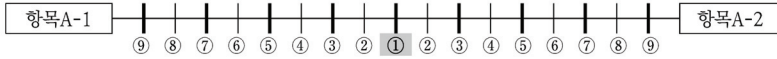
정책 요소 구분 및 내용

- [붙임] 정책 요소별 계층 구조 참조

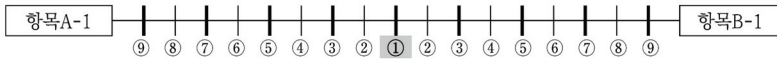
구 분		내 용	비 고
A	선박설계 및 운항기술	- 1 선박 구조 및 설계 기술	
		- 2 자율운항·제어 및 유지보수 기술	
B	선박 안전·관리	- 1 해적행위, 사이버 테러 대비 등 선박 보안체계	
		- 2 선박용 장비 및 기자재(인명안전, 화물관리 등)	
C	고용 및 교육	- 1 육·해상 운영자 등 고용의 형태	
		- 2 전문 인력 양성 및 교육 시스템	
D	사고 책임 및 보험	- 1 해양사고 유형 변화	
		- 2 책임 및 보험제도	
E	해운·항만·물류체계	- 1 해운·항만·물류 연계 시스템	
		- 2 관련 산업계의 변화(조선, 기자재, 해운·항만·물류 등)	

■ 정책 우선순위 설정

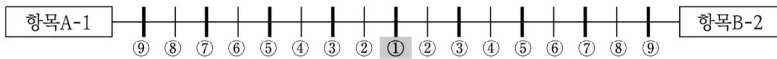
1. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」



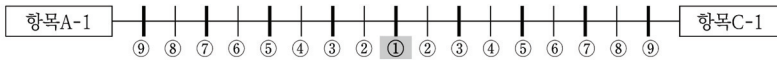
2. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「B-1 선박 보안체계」



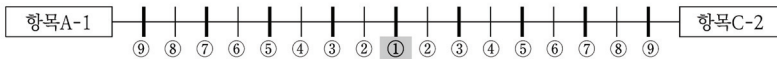
3. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「B-2 선박용 장비 및 기자재」



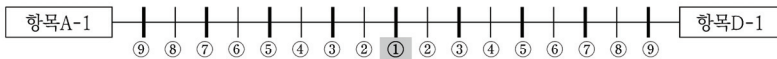
4. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「C-1 고용의 형태」



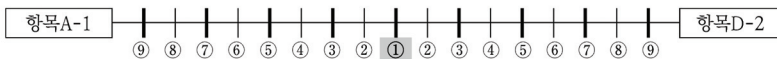
5. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」



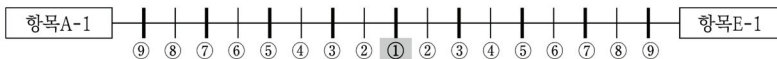
6. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「D-1 해양사고 유형 변화」



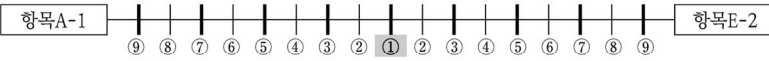
7. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



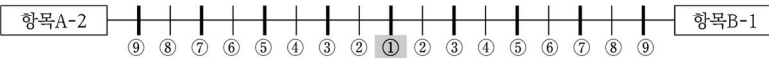
8. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



9. 「A-1 선박 구조 및 설계 기술」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



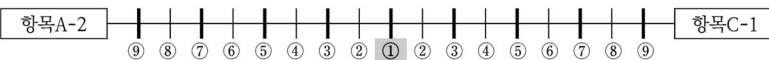
10. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「B-1 선박 보안체계」



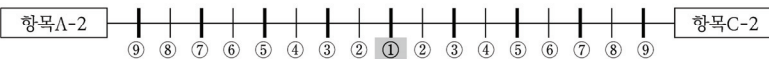
11. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「B-2 선박용 장비 및 기자재」



12. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「C-1 고용의 형태」



13. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」



14. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「D-1 해양사고 유형 변화」



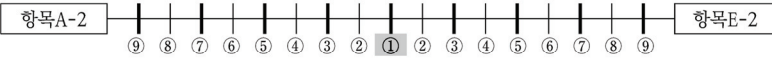
15. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



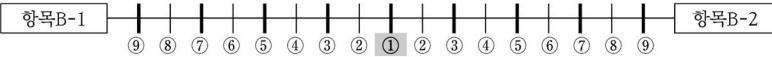
16. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



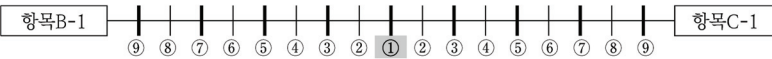
17. 「A-2 자율운항·제어 및 유지보수 기술」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



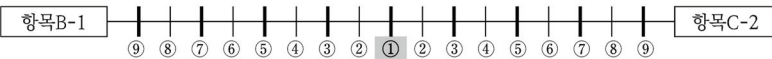
18. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「B-2 선박용 장비 및 기자재」



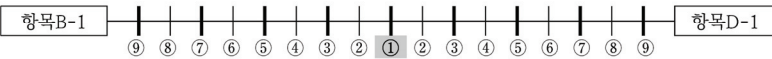
19. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「C-1 고용의 형태」



20. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」



21. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「D-1 해양사고 유형 변화」



22. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



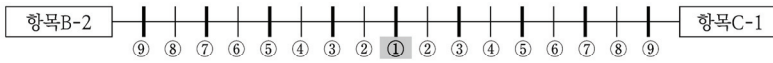
23. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



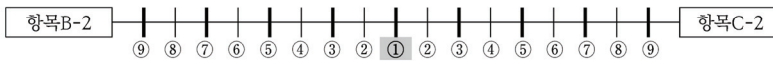
24. 「B-1 선박 보안체계」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



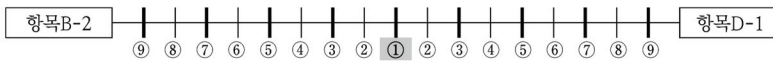
25. 「B-2 선박용 장비 및 기자재」 ↔ 「C-1 고용의 형태」



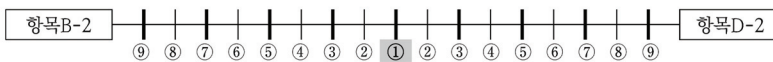
26. 「B-2 선박용 장비 및 기자재」 ↔ 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」



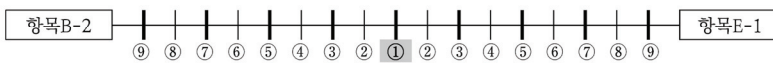
27. 「B-2 선박용 장비 및 기자재」 ↔ 「D-1 해양사고 유형 변화」



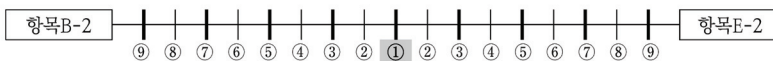
28. 「B-2 선박용 장비 및 기자재」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



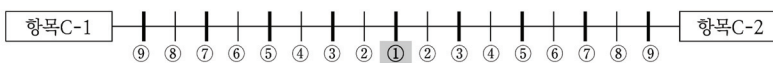
29. 「B-2 선박용 장비 및 기자재」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



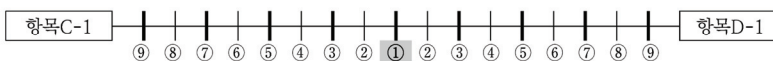
30. 「B-2 선박용 장비 및 기자재」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



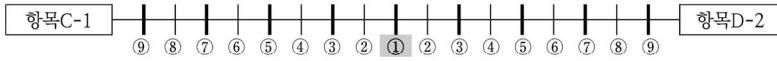
31. 「C-1 고용의 형태」 ↔ 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」



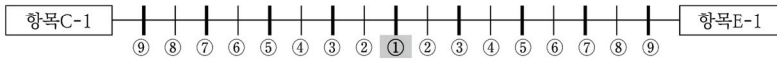
32. 「C-1 고용의 형태」 ↔ 「D-1 해양사고 유형 변화」



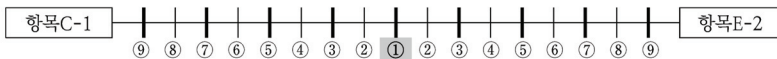
33. 「C-1 고용의 형태」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



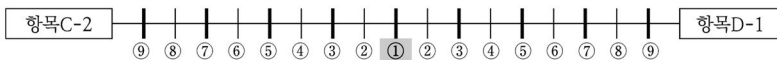
34. 「C-1 고용의 형태」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



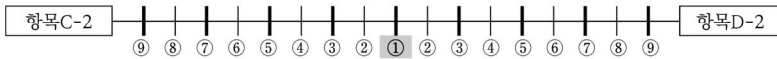
35. 「C-1 고용의 형태」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



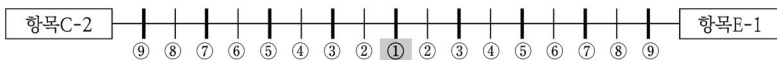
36. 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」 ↔ 「D-1 해양사고 유형 변화」



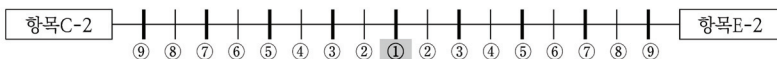
37. 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



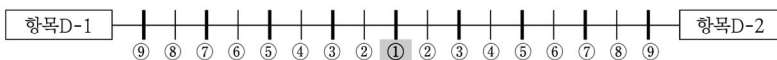
38. 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



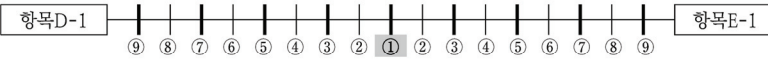
39. 「C-2 인력 양성 및 교육 시스템」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



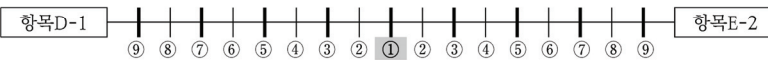
40. 「D-1 해양사고 유형 변화」 ↔ 「D-2 책임 및 보험제도」



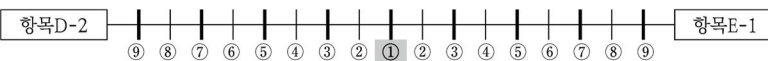
41. 「D-1 해양사고 유형 변화」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



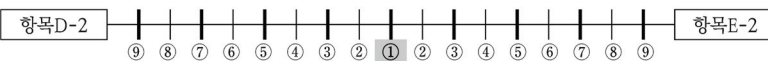
42. 「D-1 해양사고 유형 변화」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



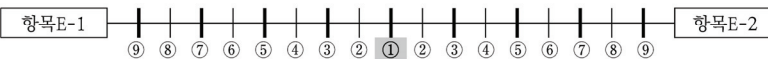
43. 「D-2 책임 및 보험제도」 ↔ 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」



44. 「D-2 책임 및 보험제도」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



45. 「E-1 해운·항만·물류 연계 시스템」 ↔ 「E-2 관련 산업계의 변화」



■ 기타 의견 (추가적인 정책요소 제안 등)

귀중한 시간을 내주셔서 대단히 감사합니다.

기본연구보고서 발간목록

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 - 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로 -	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 어장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로 -	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환경해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인

04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최치연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석
06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구(수산물 수출을 중심으로)	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 형태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낚시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지내 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류 환경변화와 정책대응 방안	박용안
----	---------------------------------	-----

02	해양문화 정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진희
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭
05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 -갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력증진을 위한 참다랑어 외해양식기술의 이전 타당성 연구	마창모
03	AMP 설치 기본수요조사 연구	이연경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요조사	신수용
05	VTS(선박교통관제) 운영체계 일원화 방안	박한선
06	부산 영도구, 중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업 자갈치시장 사례연구	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 회복을 위한 개선과제	이현동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본구상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요확대에 따른 복원표준모형 개발방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만내 여항구개발과 관리제도 개선방안	한광석
14	해운얼라이언스 개편과 부산신항 환적 운영 개선방향 연구	김은수

15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 분담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러일 간 북방영토 교섭의 최근동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	경비 및 재난분야 해양경찰 기능 강화 방향	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순
21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점(한진해운을 중심으로)	황진희
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성(우수과제)	김태일
23	여촌지역 고용지표 개발을 위한 기초연구	한광석
24	항만부문 고용지수 산정체계 방안 마련 연구	하태영
25	뉴질랜드, 노르웨이의 양식수산물 수출 전략	임경희
26	해운항만산업의 빅데이터 적용산업 분석 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미중 수산물 수출 비관세 장벽 동향 및 대응방안	임경희
29	바다국민주주(바다공간 쉼어링) 상생 모델 개발 연구	이상철
30	크루즈산업의 일자리 창출방안 연구	황진희
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 ECA(배출제한지역) 지정 필요성 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진 강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대 방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석 연구	박광서
35	선박 미세먼지 배출량 산정 개선방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심	최지현
39	물류기업 해외진출 지원사업 성과평가 및 실효성 제고 방안	신수용
40	2018 물류기술 수요조사연구	최상희
41	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
42	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이연경
43	원앙어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
44	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준

45	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
46	세계 경영을 위한 해외 터미널 및 국제 물류시설 투자 방안 연구	박주동
47	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리문제점 및 개선 방향	장원근
48	거대선사의 시장지배력 확대에 따른 국적선사 대응방안	전형진
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구

인 쇄 | 2018년 8월 29일 인쇄

발 행 | 2018년 8월 31일 발행

발 행 인 | 양 창 호

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | (주)디자인월드 051-916-1533

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 6,000원