

해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구

A Survey and Analysis of Demand in the Arctic for the
Fourth Industrial Revolution Technologies

2018. 12.

김민수 | 김지혜 | 이슬기



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진	I	김민수 한국해양수산개발원 정책동향연구본부 부연구위원 김지혜 한국해양수산개발원 정책동향연구본부 연구원 이슬기 한국해양수산개발원 정책동향연구본부 연구원
------------	----------	---

보고서 집필 내역	I	
연구책임자	I	김민수 연구총괄, 제1장, 제2장 제3절, 제4장 제1절 일부, 제2절, 제5장
연구진	I	김지혜 제2장 제2절, 제5절, 제3장 제4절, 제6~8절, 제4장 1절 일부 이슬기 제2장 제1절, 제4절, 제3장 제1~3절, 제5절, 제4장 1절 일부

산·학·연·정 연구자문위원	I	백상규 해양기술연구소 대표 윤성필 한국산업기술진흥원 기술전략팀장 이경환 해양수산부 해양개발과 사무관
-----------------------	----------	--

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

현재 북극은 기후변화의 최전선으로 도전과 기회가 공존하는 지역이다. 그리고 북극이 마주하고 있는 이러한 이중적 상황을 조화롭게 해결해 줄 실현가능한 방안으로 4차 산업혁명 기술 도입 및 적용이 본격적으로 논의되고 있다. 이미 해양수산 분야에서는 ‘혁신’의 바람이 일고 있다. 2017년 세계경제포럼(WEF) 보고서는 4차 산업혁명 기술로 대표되는 혁신이 지속가능한 어업, 해양오염, 해양생태계 보호 등에 널리 사용되고 있으며, 스쿠버 드로이드, 해저클라우드 컴퓨팅 등 주목받는 12개 혁신기술을 제시한 바 있다. 맥킨지에 따르면 4차 산업혁명 12개의 주요 기술 관련해 2025년까지 최소 16.7조 달러, 최대 40.4조 달러의 경제적 파급효과가 예상된다. 2017년 전 세계 GDP가 약 75조 달러인 것에 비하면 4차 산업혁명 기술로 막대한 경제적 가치가 창출될 것으로 기대된다. 또한 구겐하임 파트너스에 따르면 향후 2030년까지의 북극권 인프라 및 자원 투자에 약 1조 달러가 투자될 것으로 예상된다. 따라서 북극에서의 4차 산업혁명 기술의 도입과 적용 문제는 세간의 최대 관심사인 ‘북극’과 ‘4차 산업혁명’이 함께 고려되는 중요한 현안으로 볼 수 있다.

이러한 시점에서 비(非)북극권 국가인 우리나라가 북극에서의 4차 산업혁명 기술 적용을 위해 북극권 현지수요를 조사하고 분석하는 것은



책임 있는 북극협력 파트너로서 북극의 지속가능한 발전에 기여하고, 북극권에서 우리나라의 미래 비즈니스 기회를 창출하기 위해 필요하다. 특히 우리나라가 추진하는 북극정책과 신북방정책 및 4차 산업혁명 정책과의 정책 연계성을 확보할 수 있는 수단이 될 수 있다는 점과 우리나라가 강점을 지니고 있는 첨단 ICT기술에 기반한 ‘4차 산업혁명 기술’을 통해 북극권에 진출하는 방안을 모색할 수 있다는 점은 상당한 의의를 지닌다. 세계경제포럼(WEF)의 자료에 따르면 전 세계 200여 개국을 대상으로 실시한 세계 혁신국가 평가에서 우리나라가 세계에서 가장 혁신적인 국가로 선정되었다. 북극권 8개국의 경우, 스웨덴 2위, 핀란드 7위, 덴마크 8위 등 모두 25위 내의 세계 혁신국가로 선정된 바 있다. 이것은 우리나라와 북극국가가 모두 경쟁력을 가지고 있는 ‘혁신’성이 반영된 4차 산업혁명 기술이 또한 우리나라와 북극권 국가의 주요 협력의제가 될 수 있음을 보여 준다.

이러한 점에 근거해 본 연구는 북극권에 적용 가능한 ‘4차 산업혁명’ 기술에 대한 수요를 파악하고, 이를 통해 우리나라가 4차 산업혁명을 통한 북극권의 지속가능한 발전에 기여할 수 있는 방안을 마련하는 데 목적을 두었다. 특히 해양수산 분야에서 북극권에서의 4차 산업혁명 기술이 필요한 세부 분야와 세부 기술에 대한 수요를 파악함으로써 이에 기반한 수요 맞춤형 북극권 진출 정책 수립에 초점을 두었다. 궁극적으로는 연구를 통해 4차 산업혁명 기술에 기반 한 북극진출 로드맵 수립 기반을 조성하고, 이를 통해 새로운 북극권 기반 성장 동력을 확보함과 동시에 新북극정책 추진 기반을 마련하고자 하였다. 특히 국내

전문가와 북극권 전문가의 설문을 통해 북극권에서의 4차 산업혁명 기술의 필요성과 현재 수준을 파악하고, 미래 수준을 전망하였다.

특히 이번 연구는 우리나라와 북극권의 해양수산 4차 산업기술 수준과 북극권 해양수산 분야 4차 산업기술 수요조사 등의 설문조사 결과를 활용하여 북극 신산업 진출 비즈니스 모델 수립·지원, 북극권과 공동연구 및 기술협력 추진, 북극동향 지속 파악 점진적 R&D 추진, 중장기 연구개발 계획 수립·추진 등과 같이 중장기 전략을 제시하였다. 이를 통해 향후 우리나라가 4차 산업혁명 기술 기반해 북극에 진출하기 위한 정책 수립에 기여할 수 있기를 기대한다.

끝으로 이 연구의 책임을 맡은 정책동향연구본부의 김민수 부연구위원과 연구진의 노고에 깊은 감사를 표한다. 아울러 이 연구에 자문과 조언을 아끼지 않은 이경환 해양수산부 사무관, 백상규 해량기술연구소 대표, 윤성필 한국산업기술진흥원 기술전략팀장께 깊은 감사를 드린다. 끝으로 이 보고서의 심사과 감리를 맡아 적절한 지적과 조언으로 완성도를 높여 준 우리 원의 김종덕 본부장과 이 보고서가 출판되기까지 도움을 주신 모든 분들께 이 자리를 빌려 감사를 드린다.

2018년 12월
한국해양수산개발원
원장 양 창 호

목차

❖ 요약 · i

❖ Executive Summary · xi

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구 배경 및 필요성	1
제2절 연구 목적	5
제3절 연구 내용 및 방법	6
1. 연구 범위 및 주요 내용	6
2. 연구 방법	7
제4절 선행연구 검토	8

제 2 장 북극과 4차 산업혁명 · 13

제1절 4차 산업혁명의 주요 기술과 시장 현황	13
1. 4차 산업혁명의 주요 기술과 경제적 효과	13
2. 주요 4차 산업혁명 기술 시장 현황	16
제2절 해양수산과 4차 산업혁명	18
제3절 북극의 특수성과 4차 산업혁명	26
1. 북극 환경변화와 4차 산업혁명	26
2. 북극 해양수산 분야와 4차 산업혁명	30
제4절 북극의 자원 및 인프라 개발과 4차 산업혁명	33

1. 북극권 자원 및 인프라 개발 현황	33
2. 4차 산업혁명 기술 수요와의 연관성	41
제5절 북극이사회 추진 사업과 4차 산업혁명	45
1. 북극이사회 워킹그룹 추진 사업 현황	46
2. 4차 산업혁명 기술 수요와의 연관성	52

제 3 장 북극권 국가의 4차 산업혁명 정책 · 55	
제1절 미국	55
제2절 러시아	60
제3절 캐나다	64
제4절 노르웨이	69
제5절 덴마크	70
제6절 스웨덴	73
제7절 아이슬란드	75
제8절 핀란드	79

제 4 장 북극 4차 산업혁명 기술 설문 및 분석 · 83	
제1절 설문 개요	83
1. 설문 목적	83
2. 설문 설계	84
3. 주요 조사 내용	84
4. 응답자 특성	86
제2절 설문 분석 및 결과	87
1. 국내 전문가 설문 분석	87
2. 해외 전문가 설문 분석	96
3. 종합 분석	102

제 5 장 정책 제언 · 109

제1절 4차 산업혁명 기술 기반 북극진출 중장기 전략 수립 ...	111
제2절 중장기 전략 추진을 위한 세부 추진 정책	113
1. 북극 신시장 진출을 위한 유망 비즈니스 모델 발굴·지원	113
2. 북극권 진출 위한 4차 산업혁명 기술 중장기 R&D 추진	119
3. 북극권 국가 및 북극경제이사회와의 R&D 연구협력사업 추진	120
4. 지속적인 북극 4차 산업혁명 기술 동향 파악	122

❖ 참고문헌 · 125

❖ 부록 · 133

1. 북극 해양수산 분야 4차 산업혁명 기술 인식 설문조사지	134
2. 해양수산 분야별 중요도 인식조사 결과	165
3. 4차 산업 세부 기술별 쌍대비교 결과	167

표 목차



〈표 1-1〉 선행연구 현황 및 선행연구와 본 연구의 차별성	10
〈표 2-1〉 기관별 4차 산업혁명의 기술 정의	13
〈표 2-2〉 해양 관련 이슈 대응에 적용가능한 4차 산업혁명 기술의 발전 수준	19
〈표 2-3〉 선택 적용기술의 이행 잠재력	20
〈표 2-4〉 4차 산업혁명 관련 주목받는 12개 해양기술	24
〈표 2-5〉 북극권 국가별 총투자 전망	35
〈표 2-6〉 북극권 분야별 총투자 전망	35
〈표 2-7〉 미국 분야별 주요 투자 전망	39
〈표 2-8〉 북극이사회 워킹그룹 추진 사업 현황	46
〈표 3-1〉 미국의 집중 육성 4차 산업	56
〈표 3-2〉 미국정부 주도의 4차 산업혁명 대응 정책	58
〈표 3-3〉 NTI의 9개 전략(신시장) 분야	61
〈표 3-4〉 러시아의 집중 육성 4차 산업	62
〈표 3-5〉 MariNet의 중점 추진 분야	64
〈표 3-6〉 2017~2018 연방예산안의 4차 산업혁명 관련 내용	65
〈표 3-7〉 캐나다의 4차 산업혁명 대응전략 핵심내용	67
〈표 3-8〉 캐나다의 4차 산업기술이 도입된 산업 분야	68
〈표 3-9〉 아이슬란드 과학기술정책(2014~2016)	77
〈표 3-10〉 핀란드 인공지능 시대 행동전략	82
〈표 4-1〉 조사 설계 요약	84
〈표 4-2〉 설문 조사 항목	85
〈표 4-3〉 해양과학기술분류체계도	86
〈표 4-4〉 설문 대상	87
〈표 4-5〉 북극에서 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유(국내)	89

〈표 4-6〉 북극권 해양수산 세부기술별 중요도 우선순위(국내)	95
〈표 4-7〉 북극에서 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유(해외)	98
〈표 4-8〉 북극권 해양수산 세부기술별 중요도 우선순위(해외)	102
〈표 5-1〉 2018년 세계 혁신국가 순위	121

그림 목차



〈그림 1-1〉 설문조사 연구방법 체계도	8
〈그림 2-1〉 12개 주요 산업 및 기술의 경제적 파급효과(2025년)	15
〈그림 2-2〉 세계 산업용 로봇 시장 전망	17
〈그림 2-3〉 자율주행차 시장 규모	17
〈그림 2-4〉 IoT 및 인공지능 시장 규모	18
〈그림 2-5〉 북극의 위기와 기회	29
〈그림 2-6〉 4차 산업혁명 개념도	30
〈그림 2-7〉 소프트뱅크의 드론 무선중계시스템	31
〈그림 2-8〉 북극권 주요국 자원 매장량	34
〈그림 2-9〉 북극권 경제개발 및 투자 현황	36
〈그림 2-10〉 러시아의 북극 자원 개발 현황	38
〈그림 2-11〉 북극지역의 다양한 산업활동 현황	41
〈그림 2-12〉 전기자율주행 컨테이너 선박 조감도	45
〈그림 3-1〉 4차 산업혁명과 관련된 MADE Digital의 9개 연구기술 분야	71
〈그림 3-2〉 전 세계 로봇 노동자 밀집도 현황(2016)	72
〈그림 3-3〉 2011~2016년 유럽특허청 4IR 출원기업 상위 25위	80
〈그림 4-1〉 4차 산업혁명 인지도(국내)	88
〈그림 4-2〉 북극에서 4차 산업혁명 기술의 필요성(국내)	89
〈그림 4-3〉 북극의 전반적인 4차 산업혁명 기술 수준(국내)	90
〈그림 4-4〉 우리나라 4차 산업혁명 기술 수준	91
〈그림 4-5〉 북극권 국가 4차 산업혁명 기술 수준(국내)	92
〈그림 4-6〉 우리나라 및 북극권 국가 4차 산업혁명 기술 수준 비교	93
〈그림 4-7〉 북극에서 4차 산업혁명 기술 발전에 필요한 요인 5가지(국내)	94
〈그림 4-8〉 4차 산업혁명 인지도(해외)	96

〈그림 4-9〉 북극에서 4차 산업혁명 기술의 필요성(해외)	97
〈그림 4-10〉 북극의 전반적인 4차 산업혁명 기술 수준(해외)	99
〈그림 4-11〉 북극권 국가의 4차 산업혁명 기술 수준	99
〈그림 4-12〉 북극권 국가 출신 전문가가 바라본 북극의 4차 산업혁명 기술 수준 ...	100
〈그림 5-1〉 4차 산업기술 기반 북극진출 정책 추진 방안	112
〈그림 5-2〉 PPF의 기능 및 개념	115
〈그림 5-3〉 러시아 내륙물류 연계 북동항로 활용	117
〈그림 5-4〉 북극항로 연계 통합 물류망 구축을 위한 4차 산업혁명 기술 적용 사례	117

해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구

1. 연구의 목적

- ▶ 본 연구는 북극권에 적용 가능한 ‘4차 산업혁명’ 기술에 대한 수요를 파악하고 이를 통해 우리나라가 4차 산업혁명을 통한 북극권의 지속가능한 발전에 기여할 수 있는 방안을 마련하는 데 목적이 있음. 특히 해양수산 분야에서 북극권에서의 4차 산업혁명 기술이 필요한 세부 분야와 세부 기술에 대한 수요를 파악함으로써 이에 기반한 수요 맞춤형 북극권 진출 정책 수립에 초점을 두었음. 궁극적으로는 연구를 통해 4차 산업혁명 기술에 기반한 북극진출 로드맵 수립 기반을 조성하고, 이를 통해 새로운 북극권 기반 성장 동력을 확보함과 동시에 新북극정책 추진 기반을 마련하고자 함

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 북극해 항로의 경제적 타당성에 관한 연구 • 연구자(연도): 한철환(2011) • 연구목적: 북극항로 활성화에 따라 수에즈 운하를 이용할 경우와 비교하여 북극항로 경제적 타당성을 파악하기 위함	• 문헌연구 • 경제적 분석	• 북극해 항로의 여건분석 • 기존 연구 검토 • 북극해 항로의 경제성 분석
	2 • 과제명: 수산업 북극해 진출 방안 수립 연구 • 연구자(연도): 홍현표 외 (2014) • 연구목적: 우리나라 원양업계의 북극해 진출 가능성을 분석하여 액션플랜을 수립함	• 문헌조사 • 통계분석 • 심층 전문가 면접 및 조사	• 북극해 수산개발 논의 동향 • 북극해 진출 가능성 분석 • 수산 분야 북극해 진출을 위한 국내법 제도 정비 방안 • 북극해 경제적 진출을 위한 단계적 액션플랜
	3 • 과제명: 2030 북극연구 중장기 로드맵 수립 연구 • 연구자(연도): 신형철 외 (2017) • 연구목적: 2030 북극 미래전망을 기반으로 북극연구 중장기 로드맵 수립	• 문헌연구 • 설문조사 • 전문가 면담	• 북극 국내외 동향 • 2030 중장기 로드맵 • 기술수준 평가 및 분석 • 북극정책 우선순위 도출
	4 • 과제명: 북극해의 현황과 이용가능성 그리고 한국의 대응 • 연구자(연도): 윤승환(2018) • 연구목적: 북극해의 상업적 이용가능성과 개발가능성을 검토하여 한국의 대응방안 마련 위한 시사점 도출	• 문헌조사	• 북극해 이용가능성: 북극 항로 및 자원 현황 • 북극 항로 및 자원개발 관련 북극해 주변 연안국들의 대응 • 한국의 대응 및 시사점

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
본 연구	• 과제명: 해운·조선·에너지, 자원개발과 연계한 북극항로 진출 확대 방안 • 연구자(연도): 최영석 외 (2018) • 연구목적: 포괄적 교류 협력을 바탕으로 러시아 등과 비즈니스 네트워크 구축을 통한 한-러 북극항로 시범사업 발굴과 해운, 조선, 물류, 에너지 등의 분야에서 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 지속가능한 비즈니스 모델 마련	• 문헌조사 • 전문가 면담	• 러시아의 해운 및 조선 산업 현황 • 북극항로 운항 현황 • 러시아의 자원개발 및 운송 계획 • 러시아 자원개발 및 운송 사업 참여 방안
	• 기존 연구는 주로 북극항로의 경제적 타당성 분석에만 초점이 맞추어져 있으며, 2030 북극연구 중장기 로드맵 수립 연구를 통해 북극과 4차 산업을 연계한 융복합과제를 제안하고 있지만, 북극권의 4차 산업 현황과 해양수산 분야 수요조사에 기반한 분석은 미비 • 그러나 본 연구는 각 북극권 국가의 4차 산업 정책 동향을 분석하였고, 특히 직접 북극권 전문가 설문을 통한 4차 산업혁명과 기술에 대한 인식조사를 수행함으로써 선행연구와 차별성을 가짐	• 문헌연구 • 설문조사 • 전문가 자문	• 북극과 4차 산업혁명 • 북극권 국가의 4차 산업혁명 정책 • 북극 4차 산업혁명 기술 설문 및 분석 • 정책 제언

2) 연구의 특징

- ▶ 본 연구는 북극항로(해운) 및 조선·에너지 등과 달리 4차 산업혁명의 북극권 적용이라는 주제를 다룸으로써 선행연구와 구분됨. 특히

최초로 북극권 국가 전문가들을 대상으로 한 설문을 실시하고 분석함으로써 북극권의 4차 산업혁명 인식과 기술 수요에 대해 파악하고, 이를 통해 우리나라의 북극진출 가능성 및 방안을 모색하고 있다는 점에서 선행연구와 차별성을 가짐

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 최근 4차 산업혁명 기술이 해양에 접목됨으로써 해양의 여러 문제들을 해결하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있으며, 해양에 가장 많은 영향을 미칠 수 있는 주요 ‘변혁적 요인(transformative force)’으로 주목받고 있음
 - 세계경제포럼은 해양에 큰 변화를 일으킬 잠재력이 있는 4차 산업혁명 관련 해양기술로 자율운행선박, 스쿠버 드로이드, 수중증강현실안경, 해양혁명, 해저 클라우드 컴퓨팅, 파력·조력에너지, 해양온도차발전, 해저자원개발, 해양 빅데이터, 바다원료약제, 해안센서, 생체모방로봇 등 12개 기술에 주목
- ▶ 기후변화와 해빙가속화는 북극 환경과 생태계, 원주민 생활환경, 사회 인프라, 자원개발 등 모든 분야에 영향을 미치고 있음
 - 기후변화로 인한 북극 원주민들의 생활환경 변화로 거주 인구는 감소하고 있는 반면 해빙 가속화로 인한 자원 접근성 강화와 인프라 개발 활성화로 경제개발 기회가 커지고 있음
 - 투자회사인 구겐하임 파트너스(Guggenheim Partners)의 자료에

따르면 북극권 8개국의 북극개발을 위한 현재 및 향후 예상 투자액은 총 1조 달러로 추정

- 이러한 거주인구 감소와 더불어 상대적으로 커지는 산업적 기회에 의한 북극 지역 내 인구 유입과 산업 활성화 전망은 경제 발전에 있어 무인화 및 자동화에 기반을 둔 4차 산업혁명 기술 수요가 더 큰 지역이라는 북극의 특수성을 대변
- ▶ 북극이 가지는 환경적, 사회적, 경제적 특수성을 감안하면 최첨단 ICT 기술을 기반으로 하는 4차 산업혁명 기술이 적용될 가능성이 일반지역보다 높음
 - 북극에서 4차 산업혁명 기술이 접목될 수 있는 가장 유망한 분야는 북극항로, 그리고 북극항로와 연계된 항만 및 물류로 볼 수 있음
 - 자율운항선박, 무인하역장비와 트럭, 인공지능을 통한 항만관리와 운영, 사물인터넷을 통한 화물과 배후단지 관리 등 무인화와 자동화에 기반한 4차 산업혁명 기술을 접목하고자 하는 노력이 커지고 있음
- ▶ 국내 및 해외 전문가 설문조사 결과 북극에서의 4차 산업혁명 필요성이 높다고 인식하고 있는 반면, 현재 4차 산업혁명 기술은 낮은 것으로 인식
 - 4차 산업혁명 기술 필요성 부분에서 국내 전문가는 100점 환산 점수 기준 81.93점, 북극권 국가 전문가는 72.78점으로 국내외 전문가 모두 4차 산업혁명 기술이 필요하다고 판단
 - 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유는 과학·기술 발전이 전체의 40.6%로 가장 많은 비중을 차지함. 이러한 결과는 과학·기술 발전이 상

대적으로 취약한 북극 지역 간 연결성을 확보하고 극한 조건에서의 정보 수집 및 분석에 필요한 전제조건이기 때문인 것으로 해석

- ▶ 해양수산 8개 분야에 대한 4차 산업혁명 기술 수준에 대한 인식 조사 결과 국내외 전문가 모두 ‘해양관측 및 예보’, ‘해양공학’, ‘해운 및 해상안전’ 분야에서 4차 산업 기술이 현재와 미래 모두 높은 수준을 보이고 있거나 보일 것으로 예측

- 반면 ‘항만 및 물류’, ‘해양생명공학’, ‘수산’은 국내 전문가와 해외 전문가 모두 현재의 4차 산업혁명 기술 수준도 낮고, 미래에도 높지 않을 것으로 판단

- 이러한 설문 결과를 토대로 현재 및 미래의 기술 수준에 대한 인식과 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 분야에 대한 실제 우선순위와의 비교를 통해 북극권 내 국가의 4차 산업혁명 기술 도입을 위한 정책적 시사점 도출이 가능할 것으로 기대

- ▶ 북극권 해양수산 8개 분야별 30개 기술 가운데 4차 산업혁명 기술의 도입 또는 융합이 필요한 분야 및 기술의 우선순위 조사 실시

- 국내외 전문가 모두 해양생명공학, 수산 분야는 4차 산업혁명 기술 수준이 현재와 미래 모두 낮고, 4차 산업혁명 기술 도입 필요성도 낮은 것으로 인식. 이러한 결과로 보아 향후 4차 산업혁명 기술 관련 R&D 투자나 국제협력에 있어 이 분야는 타 분야와 비교해 정책적 집중도가 낮을 것으로 예상

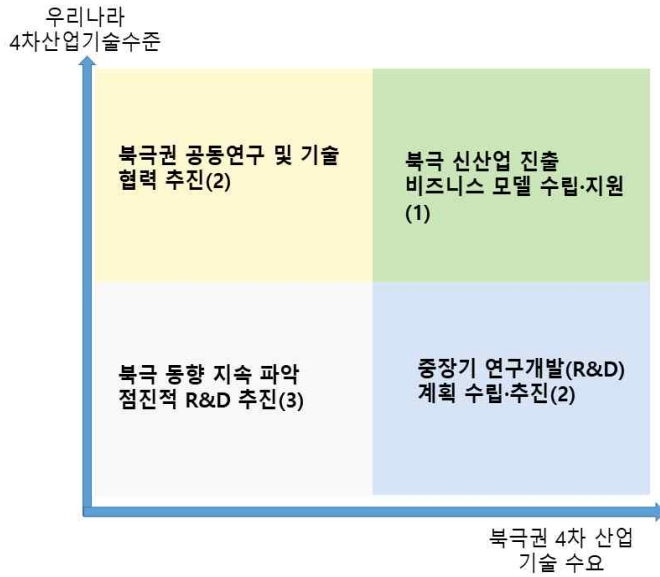
2) 정책대안 제시 내용 및 정책화 활동

- ▶ 본 설문 결과를 통해 나타난 우리나라 해양수산 4차 산업기술 수준

에 대한 결과와 북극권 전문가들이 바라본 북극권 해양수산 분야 4차 산업기술 수요에 대한 결과를 활용하여 1) 북극 신산업 진출 비즈니스 모델 수립·지원, 2) 북극권과 공동연구 및 기술협력 추진, 3) 북극동향 지속 파악 점진적 R&D 추진, 4) 중장기 연구개발 계획 수립·추진 등과 같이 중장기 전략을 제시할 수 있으며, 아래와 같이 각 전략별 세부 추진 정책을 제안함

- 현재 우리가 가진 4차 산업혁명 기술 가운데 북극권에 적용할 수 있는 유망 아이템을 발굴·선정하여 북극권에 활용될 수 있도록 체계적인 지원방안 마련이 필요함. 실용화가 가능한 사업으로는 ① 4차 산업기술 활용 북극 해상재난 예방 및 대응 ② 즉시항만시설(PPF)의 북극권 인프라 활용 ③ 북극항로와 북극 국가 내륙물류 연계 4차 산업 기술 활용 ④ 제2쇄빙선 건조를 통한 북극 해양관측 및 탐사 사업 추진 등이 있음
- 북극권 4차 산업혁명 기술 수요 대응을 위한 전략적 R&D 투자와 관련 산업 육성을 위해 정부 차원의 R&D 방안 수립 마련이 필요함
- ‘혁신’과 ‘첨단기술’ 측면에서 경쟁력을 가지고 있는 북극권 국가와 R&D 협력과제 발굴을 확대해야 함. 또한 북극경제이사회와의 협력을 통해 책임 있는 북극옵서버 국가로서의 위상을 높일 필요가 있음
- 북극권 내 4차 산업혁명 기술 수요 및 발전에 대한 동향을 지속적으로 파악하고, 이에 대해 대외 협력과 내부 역량 강화를 통한 맞춤형 대응방안 마련이 필요함

그림 1. 4차 산업기술 기반 북극진출 정책 추진 방안



	우리나라 4차산업 기술 수준	북극권 4차산업 기술 수요	정책 우선순위	관련 해양 수산 분야	추진 정책
1사분면	높음	높음	1	항만물류, 해운 및 해상안전 해양관측 및 예보	북극신산업 진출 비즈니스 모델 수립
2사분면	높음	낮음	2	해양공학	북극권 공동연구 협력
3사분면	낮음	낮음	3	해양자원, 수산 해양생명공학	북극 동향 파악 및 점진적 R&D 추진
4사분면	낮음	높음	2	해양환경	중장기 연구개발 수립 추진

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 우리나라는 세계 제1의 혁신국가로서의 ‘혁신성’과 타 분야에 비해 강점을 가지고 있는 첨단 ICT 기술에 기반한 ‘4차 산업혁명 기술’을 통해 북극권 국가와의 협력 가능성이 높다고 볼 수 있음. 이를 통해 북극권 신산업 시장으로 부상하는 석유·가스·광물 등 자원개발, 극지 조선·해양플랜트·항행 기술, 수산업 및 환경 관리 등에서 타 국가와의 협력과 경쟁을 통한 북극진출 가능성은 더욱 커질 수 있음
- ▶ 이러한 시각에서 북극권에 적용 가능한 ‘4차 산업혁명’ 기술에 대한 수요를 파악하기 위해 국내외 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 도출된 결과를 통해 해양수산 분야 및 기술 맞춤형 북극권 진출 정책 수립 방안을 마련하였음
- ▶ 4차 산업혁명 기술의 적용을 통한 북극진출은 최근 정부가 추진하고 있는 북극정책, 신북방정책, 그리고 4차 산업혁명 정책이 서로 연계성을 가지고 유기적이고 상호보완적으로 추진될 수 있는 좋은 정책적 아이템이 될 것으로 기대됨

EXECUTIVE SUMMARY

Demand Survey and Analysis of the Fourth Industrial Revolution Technology for the Arctic Circle

1. Purpose

- The present study aims to assess the demand of ‘the 4th Industrial Revolution (4IR)’ technology applicable to the Arctic Circle. Based on this assessment, the study intends to come up with measures that can contribute to the sustainable development of the Arctic Circle through the 4IR. In particular, this study identified the demand for specific sectors and specific technologies of the maritime and fisheries industry in which 4IR technology is required for the Arctic Circle. Thereby, the focus is to establish a policy customized to the demand for advancing into the Arctic Circle. The present study ultimately lays the foundation for establishing a roadmap for the advancement to the Arctic based on 4IR technology. Through this effort, it aims

to secure an Arctic-based new growth engine, while laying the groundwork for implementing the New Arctic Policy.

2. Methodologies and features

1) Methodologies

Classification		Differentiation from preceding studies		
		Purpose	Method	Major contents
Major preceding studies	1	• Study name: Economic Feasibility on the Northern Sea Route: The Case of Container Shipping • Northern Sea Routes (NSR) • Researcher (year): Han Chul-hwan (2011) • Objective: Following the vitalization of the NSR, the study aims to investigate the economic feasibility of container shipping service using the NSR compared to the Suez Canal	• Literature survey • Economic analysis	• Analysis on the conditions of the NSR • Reviewing existing studies • Analysis on the economic feasibility of the NSR
	2	• Study Name: A study on the establishment of measures for Korea's fisheries industry to advance into the Arctic Ocean • Researcher (year): MOF (2014) • Objective: The study analyzes the possibility of Korea's deep sea industry to advance into the Arctic Sea, establishing action plans	• Literature survey • Statistics analysis • In-depth interview with experts and survey	• Trends of the discussion on the fisheries development in the Arctic Ocean • Analysis on the possibility of advancing into the Arctic Ocean • Measures to revise domestic law system for allowing Korea's fisheries industry to advance into the Arctic Ocean • Stepwise action plans

Classification		Differentiation from preceding studies		
		Purpose	Method	Major contents
				for the economic advancement into the Arctic Ocean
	3	• Study Name: Establishing a Mid-to-long term Roadmap for 2030 Arctic Research • Researcher (year): Korea Polar Research Institute (2017) • Objective: It aims to set up a mid-to-long term roadmap for Arctic research based on 2030 future forecasts of the Arctic	• Literature survey • Survey • Consultation with experts	• Internal and external trends of the Arctic • 2030 Mid-to-long term roadmap • Assessment and analysis on the levels of technologies • Drawing the priority of Arctic policies
	4	• Study Name: The Current Status of the Arctic Sea, its Availability and Korea's Strategy • Researcher (year): Yoon Seung-hwan (2018) • Objective: The study reviews commercial availability and possibility of the development in the Arctic Ocean, drawing implications for Korea's countermeasures.	• Literature survey	• Availability of the Arctic Sea: the current status of NSR and its resources • Response of Arctic coastal states with regard to the NSR and resource development • Korea's countermeasures and implications
	5	• Study Name: Measures for expanding the advancement into the NSR in connection with shipping, shipbuilding, energy and resource development • Researcher (year): The Presidential Committee on Northern Economic Cooperation (2018) • Objective: The study seeks	• Literature survey • Consultation with experts	• Current status of the shipping and shipbuilding industry in Russia • Current status of ship operation in the NSR • Russia's plan for resource development and transportation • Measures to participate in Russia's resource development

Classification		Differentiation from preceding studies		
		Purpose	Method	Major contents
This study		to find pilot projects for Korea–Russia NSR by building business networks with Russia based on comprehensive exchange and cooperation. It aims to build a sustainable business model for generating new added-values in sectors including shipping, shipbuilding, logistics and energy.		and transportation projects
		- Existing studies have primarily focused on economic feasibility of the NSR. Although a ‘Study on Establishing a Mid-to-long term Roadmap for 2030 Arctic Research’ suggests converged and integrated tasks connecting the Arctic with the 4IR, the study is short of the current status of the 4IR in the Arctic as well as the analysis based on demand survey in the maritime and fisheries sector. - However, the present study analyzed the trends of the 4IR policies in Arctic states. In particular, this study differentiates from preceding studies that it conducted a survey on experts in the Arctic firsthand as well as an awareness survey on technologies.	- Literature survey - Survey - Consultation with experts	- The Arctic and the 4th Industrial Revolution - Arctic states’ policies on 4IR - Survey and analysis of 4IR technology in the Arctic - Policy suggestions

2) Features

- ▶ This study differentiates itself from preceding studies as it deals with the 4th Industrial Revolution and its application to the Arctic, rather than usual subjects such as the NSR (sea routes), shipbuilding and energy. In particular, a survey was conducted and analyzed for the first time targeting experts in Arctic states. Such analysis help identify how the Arctic Circle is aware of the 4IR and its demand of technology. Through this effort, this study seeks to find the possibility of South Korea in advancing into the Arctic which presents a distinctive feature of the study.

3. Results

1) Summary

- ▶ As technologies of the 4th Industrial Revolution (4IR) have applied to the oceans, these technologies are expected to contribute to the solution of various issues at seas. Now, these technologies have come under the spotlight as a major transformative force, having the most significant impact to the oceans.
 - The World Economic Forum has paid attention to the following 12 emerging ocean technologies, which have a large potential to change our oceans: autonomous ships, Scuba droids, underwater augmented reality glasses, blue revolution, undersea cloud computing, new waves of ocean energy, ocean thermal

energy, deep sea mining, ocean big data, medicines from the seas, coastal sensors, and biomimetic robots

- ▶ Climate change and the acceleration of thawing are having impact on all areas, including the Arctic environment and ecosystem, living environment of indigenous peoples, social infrastructure and resource development.
 - Changing living conditions of indigenous peoples of the Arctic resulting from climate change has reduced the population in the region. However, acceleration of thawing has increased the accessibility of resources and vitalized the development of regional infrastructure, raising the opportunity for the economic development.
 - Guggenheim Partners, a global investment firm, estimates that eight countries in the Arctic Circle will invest a total of 1 trillion dollars, some of which is already on the way, for developing the Arctic.
 - Along with declining the resident population, the Arctic is witnessing a relatively increasing commercial opportunity, bringing more people within the Arctic region and showing prospects for vitalizing its industry. Such forecasts represent a distinctive characteristic of the Arctic region where the demand of unmanned and automation based 4IR technology is high for the development of its economy.
- ▶ Given the environmental, social and economic distinctive- ness,

the Arctic has a higher chance than other regions of applying advanced ICT based 4IR technology.

- The most promising sector to which the 4IR technology is applied in the Arctic is the NSR as well as logistics and ports connected with the NSR.
- ▶ There is an increasing effort for applying unmanned and automation based 4IR technology, such as autonomous ships, unmanned unloading equipment and trucks, port management and operation through Artificial Intelligence and management of cargoes and hinterlands via IoT.
- ▶ According to the survey targeting domestic and foreign experts, the needs for 4IR technology are high in the Arctic. However, the level of 4IR technology is currently low.
 - In terms of the necessity of 4IR technology, Korean experts gave 81.93 points, when the score converts to a 100 point scale, while experts from Arctic states gave 72.78. Therefore, domestic and foreign experts alike believe 4IR technology is necessary to the Arctic.
 - When asked the reasons for the need of 4IR, experts gave the highest weight on 'scientific and technological development', accounting for 40.6%. Such a result represents that scientific and technological development is an essential prerequisite for relatively vulnerable Arctic regions to secure regional connectivity and collect and analyze information at extreme environmental conditions.

-
- ▶ This study carried out a survey on the level of 4IR technology for eight sectors in the maritime and fisheries industry. According to the result, domestic and foreign experts all forecast the 4IR technology is showing and will show high level of advancement in 'oceanographic observation and forecasting', 'ocean engineering', and 'shipping and maritime safety'.
 - On the other hand, domestic and foreign experts all responded that the level of 4IR technology in the sectors of 'ports and logistics', 'marine biotechnology' and 'fisheries' is and will be low in the future.
 - Based on these results, it is necessary to compare the awareness of present and future levels of technologies with an actual priority of sectors in need of introducing 4IR technology. Such comparison is expected to produce policy implications for introducing 4IR technology to countries within the Arctic.
 - ▶ Among 30 technologies from eight maritime and fisheries sectors in the Arctic, the present study conducted a priority survey on sectors and technologies where 4IR technology should be introduced or integrated.
 - Domestic and foreign experts all acknowledge that maritime biotechnology and fisheries sectors have and will have low level of 4IR technology as well as the needs for adopting 4IR technology. Based on such result, these sectors will witness low concentration ratio in terms of policy, such as R&D investment and international cooperation relevant to 4IR technology.

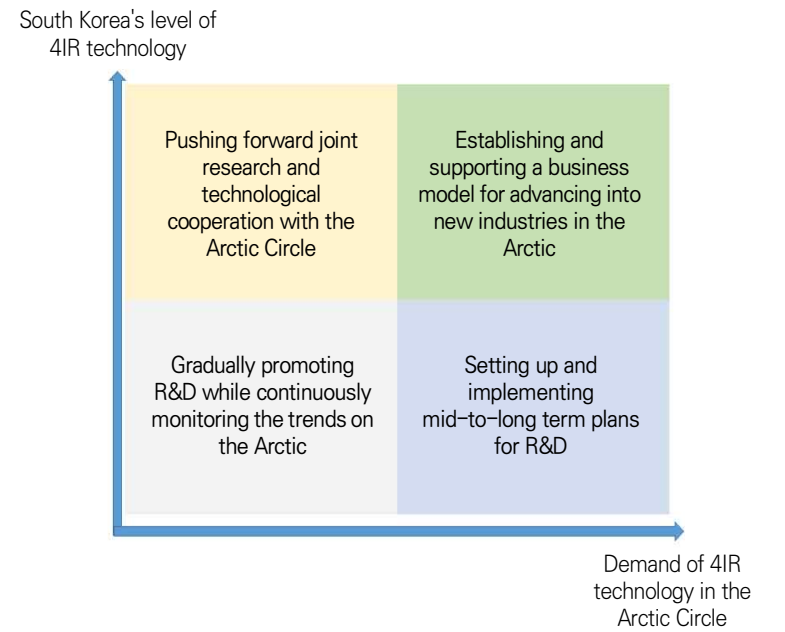
2) Policy suggestions and relevant activities

► The present study utilized the survey result on the level of 4IR technology in Korea's maritime and fisheries industry. It also used the result of Arctic experts' perspective on the demand of 4IR technology in the maritime and fisheries sector for the Arctic. Thereby, mid-to-long term strategies are suggested as follows: 1) establishing and supporting a business model for advancing into new industries in the Arctic, 2) pushing forward joint research and technological cooperation with the Arctic Circle, 3) gradually promoting R&D while continuously monitoring the trends on the Arctic, and 4) setting up and implementing mid-to-long term plans for research development. For these strategies, specific implementation policies are suggested as follows;

- From the 4IR technologies that Korea owns, it is necessary to discover and select promising items applicable to the Arctic Circle. And then, systematic support measures should be established to fully apply to the Arctic region. Potential projects that can be commercialized are as follows: a) prevention of and response to maritime disasters in the Arctic utilizing the 4IR technology, b) applying PPF to infrastructure of the Arctic, (c) tapping into 4IR technology to connect the NSR with inland logistics of Arctic states, and (d) pushing forward a project for oceanographic observation and exploration through the construction of the 2nd icebreaker.

-
- It is imperative to establish R&D measures at the government level for strategic R&D investment to respond the demand of 4IR technology in the Arctic as well as for promoting relevant industries.
 - South Korea should strengthen its effort to find R&D cooperation projects with competitive countries in the Arctic Circle in terms of 'innovation' and 'advanced technology'. In addition, Korea should boost our national status as a responsible nation with observer status through cooperation with the Arctic Economic Council (AEC).
 - While continuously monitoring the trends of the demand and development of 4IR technology within the Arctic Circle, Korea should come up with customized countermeasures based on international cooperation and strengthened internal capacity.

Pic 1. Measures to implement policy for advancing into the Arctic based on 4IR technology



	South Korea's level of 4IR technology	Demand of 4IR technology in the Arctic Circle	Policy priority	Relevant sectors in the maritime and fisheries industry	Policy for implementation
Quadrant 1	High	High	1	Port logistics, Shipping and maritime, Oceanographic observation and forecasting	Establishing a business model for advancing into new industries in the Arctic
Quadrant 2	High	Low	2	Ocean engineering	Joint research and cooperation with the Arctic Circle

	South Korea's level of 4IR technology	Demand of 4IR technology in the Arctic Circle	Policy priority	Relevant sectors in the maritime and fisheries industry	Policy for implementation
Quadrant 3	Low	Low	3	Marine resource, Fisheries, Marine biotechnology'	Gradually promoting R&D while continuously monitoring the trends on the Arctic
Quadrant 4	Low	High	2	Marine environment	Setting up and implementing mid-to-long term plans for R&D

3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ As the most innovative country in the world, South Korea has high potential to cooperation with the Arctic states through 'innovation' and advanced ICT based '4IR technology' on which the country possesses as strength. Chances are even higher for Korea to advance into the Arctic, especially in emerging markets such as resource development in oil, gas and minerals, shipbuilding, offshore plant and navigation technology in Polar Regions, the fisheries industry and environmental management.
- ▶ From this perspective, a survey was conducted targeting domestic and foreign experts to assess the demand of 4IR technology applicable to the Arctic Circle. Based on the survey results, the

study presented policy measures to advance into the Arctic which are customized to the maritime and fisheries industry as well as to relevant technologies.

- Advancing into the Arctic through the application of 4IR technology is expected to become a useful policy item. It will allow the government-driven the Arctic policy, the New Northern policy and the 4IR policy to work together, further implementing them systematically and complementing each other.

제 1 장

서 론

제1절 연구 배경 및 필요성

미래를 얘기할 때 빠지지 않는 현재의 화두는 ‘북극’과 ‘4차 산업혁명’이다. 그리고 북극이 마주하고 있는 도전과 기회의 이중적 상황을 해결해 줄 수 있는 가능한 방안으로 4차 산업혁명 기술의 활용이 본격적으로 논의되고 있다. 이는 세간의 최대 관심사인 ‘북극’과 ‘4차 산업혁명’이 접목되는 상황으로, 앞으로 우리가 북극에서의 4차 산업혁명 기술의 활용에 보다 많은 관심을 기울일 필요가 있다는 점을 시사하고 있다. 이러한 시점에서 북극에서의 4차 산업혁명 기술 적용 수요조사 및 분석 연구가 필요한 이유를 크게 네 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 북극이 가지고 있는 자연 환경적 제약요인이다. 북극권은 극한의 극지 기후조건, 해양사고와 해양환경 및 안전에 대한 위협요인 산재, 통신 및 인프라 건설이 어려운 고립된 환경 등으로 자연 환경

적 제약이 매우 큰 지역이다. 또한 북극권은 지구온난화로 인한 결빙 해역 축소에 따라 접근성이 개선되면서 북극항로 및 자원개발이 본격화되는 지역으로 산업, 경제, 사회, 문화 등 다방면에서 큰 변화가 일어나고 있다. 따라서 북극 지역은 이러한 환경적 기술의 융·복합을 키워드로 하는 4차 산업혁명의 적용을 가장 필요로 하는 곳 중의 하나로 부상할 것으로 예상된다. '4차 산업혁명'은 특정산업과 공간에 국한되지 않고 지구촌 전체에 큰 영향을 끼칠 전망이다, 특히 환경적 제약과 인적 역량이 제한된 북극권에 새로운 성장 기반을 제공해 줄 것으로 기대된다. 따라서 4차 산업혁명 기술은 북극권에서 혁신적 변화를 통해 미래 생존과 경제적 가치 창출 등에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

둘째, 북극이 가지는 新비즈니스 시장으로서의 잠재력이다. 북극은 기후변화로 인해 새로운 기회를 제공하는 공간으로 인식되고 있다. 2030년에 북동항로(Northern Sea Route)가 아시아-유럽 간 컨테이너 운송의 25%까지 확대될 가능성이 있으며, 향후 북극지역의 인프라 개발 수요는 1조 달러에 달할 것으로 추산되고 있다.¹⁾ 또한 북극에 매장된 석유와 가스는 각각 전 세계의 13%, 30%로 추정되고 있다. 그리고 제4차 산업혁명 시장은 2023년까지 2,140억 달러에 이를 것으로 전망되고 있다.²⁾ 이에 전 세계적으로 북극의 글로벌화에 따른 비즈니스 기회를 적극적으로 모색해야 할 필요성이 커지고 있다. 특히 최근 북극권은 북극경제이사회(Arctic Economic Council)를 중심으로 경제 발전을 위해 북극권과 비북극권 국가 간의 연결성 및 인프라 개발을 강조하고 있다. 현재 북극경제이사회는 해운, 통신, IT,

1) Bloomberg Business(검색일: 2018. 7. 10.)

2) <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/industry-4-0-market-will-reach-214b-by-2023-1013114966>, HRSC, 2017.12 발행(검색일: 2018.7.10.)

항공 등 분야 인프라 구축, 석유, 가스, 재생에너지 등 에너지 자원 개발, 광물자원 개발, 관광, 수산 등을 주요 비즈니스 영역으로 선정하고 작업반을 운영 중에 있다. 한편, 우리나라 역시 북극의 新비즈니스 기회에 주목하고 있다. 특히 북극항로는 정부의 신북방정책 비전을 추진하기 위한 9개의 전략 중 하나로 제시되고 있다. 따라서 우리의 4차 산업혁명 핵심 ICT기술을 북극 지역을 대상으로 적용·활용함으로써 ‘북극 新비즈니스 창출’을 통한 북극권 진출 확대를 모색할 필요가 있다.

셋째, 우리나라가 추진하고 있는 관련 정책과의 연계성 및 실효성 강화이다. 2013년 우리나라가 북극이사회 정식옵서버 지위를 획득한 후 ‘북극정책 기본계획’을 내놓으면서 본격적인 북극정책이 추진되었다. 그러나 지난 5년 동안의 對북극정책은 ‘책임 있는 북극파트너’의 위상제고를 위해 주로 북극해 국가와의 협력과 네트워크 구축에 초점이 맞춰졌다. 그리고 2018년 7월 수립된 ‘북극활동 진흥 기본계획’에서는 지난 5년간의 성과와 협력을 기반으로 새로운 비즈니스 기회를 창출하기 위한 북극경제권 진출이 최우선 정책으로 제시되었다. 특히 4차 산업 기술의 북극권 적용가능성에 대한 조사 사업이 세부 추진과제로 포함되었다. 또한 100대 국정과제 중 ‘해양영토 수호와 해양안전 강화’와 관련해 ‘남북극 등 대양진출 확대와 국제해양 네트워크 확충’을 R&D 관련 주요한 정책기조로 삼고 있어 우리나라가 경쟁력을 가지고 있는 ‘ICT’기술에 기반한 북극진출 환경을 조성하고 있다. 또한 신북방정책 수행을 위한 ‘나인브릿지’ 사업에서 북극항로 상업이용 활성화와 북극해 시장 선도를 위해 북극항로를 새로운 물류루트로 개척한다는 비전을 제시하고 있다. 이는 타 전략인 항만, 조선, 철도 등과 함께 4차 산업혁명 기술 적용 가능성이 높은

분야로서 러시아와의 협력을 기반으로 북극진출과 4차 산업혁명 기술이 연계되어 추진될 가능성이 높다. 한편 현 정부는 ‘과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명’을 국정전략으로 포함시켰으며, 대통령 직속 4차 산업혁명위원회를 설치하여 종합대책을 수립하고 있다. 특히 해양수산부는 ‘해양수산 4차 산업혁명’ 종합대책(안)을 마련하여 해양수산 분야에서의 4차 산업혁명의 역할을 강조하고 있다. 따라서 4차 산업혁명 기술의 적용을 통한 북극진출은 정부가 추진하고 있는 북극정책, 신북방정책, 그리고 4차 산업혁명 정책이 서로 연계성을 가지고 유기적이고 상호보완적으로 추진될 수 있는 좋은 정책적 아이템이 될 것으로 생각된다.³⁾ 이에 따라 북극권에 적용가능하고 필요한 ‘4차 산업혁명’ 기술이 무엇인지에 대한 수요를 우선 파악하고 이들 수요를 충족시킬 수 있는 기술개발이 필요하다. 이를 통해 우리나라가 주도할 수 있는 새로운 북극 성장 동력을 확보하고 이를 활용한 북극정책 추진 기반을 만들어 나갈 필요가 있다.

넷째, 북극진출을 모색하는 비북극권 국가와의 협력과 경쟁을 고려해, 우리나라가 경쟁력을 가지고 진출할 수 있는 방안 마련이 필요하다. 현재 북극은 ‘지구 최후의 프런티어’라는 명성에 걸맞게 북극항로의 상업적 이용가능성이 커지고 있으며, 북극 자원개발 붐과 맞물려 비북극권 국가의 적극적 진출이 가속화되고 있는 일명 ‘콜드 러시’ 붐이 일고 있다. 최근 중국은 2018년 ‘빙상 실크로드’를 중심으로 한 일대일로 전략의 북극확장판인 ‘북극정책백서’를 발표하면서 북극항로 진출, 북극 인프라 투자 등을 통해 본격적으로 북극진출을 모색하고 있다. 2005년에서 2017년까지 북극국가 투자액은 총 1조 4,000억 달러로 추정되고 있는데, 중국의 경우, 2012~2017년간 북극

3) 이와 관련해 이헌재 여시재 이사장은 ‘북극항로 개척과 4차 산업혁명이 동북아가 세계의 중심으로 설 수 있는 기회가 될 것’으로 보았다. 머니투데이(검색일: 2018. 7.10) 참조

연안 5개국에 대한 투자액은 약 2,474억 달러로 분석되고 있다.⁴⁾ 일본은 1991년 아시아 최초로 북극과학기지를 건설하는 등 전통적으로 강점을 가지고 있는 ‘과학연구’를 기반으로 북극진출을 보다 강화하고 있다. 최근에는 북극 전담 채빙연구선을 건조 중이다. 한편 우리나라는 조선 사업을 제외하면 아직까지 북극이 주는 기회를 활용하지 못하고 있는 실정이다. 특히 우리나라의 북극이사회 7개국(미국 제외) 투자는 총 해외투자액의 2.8%인 약 53억 달러(‘12~’17) 수준에 그치고 있다.⁵⁾ 따라서 우리나라는 세계 제1의 혁신국가로서의 ‘혁신성’과 타 분야에 비해 강점을 가지고 있는 첨단 ICT기술에 기반한 ‘4차 산업혁명 기술’을 통해 북극권에 진출하는 방안을 모색할 필요가 있다. 이를 통해 북극권 신산업 시장으로 부상하는 석유·가스·광물 등 자원개발, 극지 조선·해양플랜트·항행 기술, 수산업 및 환경 관리 등에서 타 국가와의 협력과 경쟁을 통한 북극진출을 모색할 필요가 있다.

제2절 연구 목적

본 연구는 북극권에 적용 가능한 ‘4차 산업혁명’ 기술에 대한 수요를 파악하고 이를 통해 우리나라가 4차 산업혁명을 통한 북극권의 지속가능한 발전에 기여할 수 있는 방안을 마련하는 데 목적이 있다. 특히 해양수산 분야에서 북극권에서의 4차 산업혁명 기술이 필요한 세부 분야와 세부 기술에 대한 수요를 파악함으로써 이에 기반한 수

4) CNA, ‘Unconstrained Foreign Direct Investment An Emerging Challenge to Arctic Security’, 2017.11, p.54

5) 한국수출입은행 해외투자 통계사이트(검색일: 2018. 2. 5.)

요 맞춤형 북극권 진출 정책 수립에 초점을 두었다. 궁극적으로는 연구를 통해 4차 산업혁명 기술에 기반한 북극진출 로드맵 수립 기반을 조성하고, 이를 통해 새로운 북극권 기반 성장 동력을 확보함과 동시에 新북극정책 추진 기반을 마련하고자 하였다.

제3절 연구 내용 및 방법

1. 연구 범위 및 주요 내용

본 연구의 주요 목적은 4차 산업혁명 기술의 북극권 수요조사 및 분석을 통해 우리나라 북극진출 전략을 수립하기 위한 기초자료로 활용하는 데 있다. 따라서 북극권 국가의 전문가와 국내 극지 관련 전문가의 설문을 진행하였고 이를 통해 실제로 북극권 국가에서 4차 산업혁명 기술과의 접목이 필요한 해양수산 분야와 기술에 대해 조사하였다.

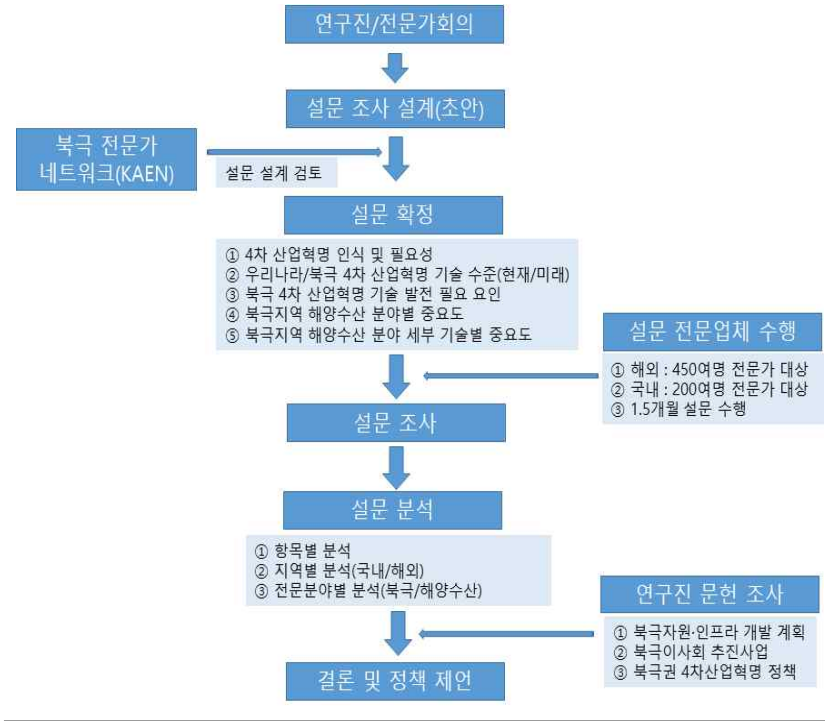
주요 연구 내용을 살펴보면 우선 2장에서는 북극지역에서 4차 산업혁명이 필요한 이유와 현황에 대해 살펴보았다. 특히 북극이 가지는 특수성, 북극에서 활발히 진행되고 있는 북극항로 이용 및 인프라 자원개발, 북극이사회 추진 사업 등을 분석하여 4차 산업혁명과의 연계성을 분석하였다. 제3장에서는 북극권 국가가 추진하고 있는 4차 산업혁명 정책에 대해 살펴보았다. 현재 북극권 8개 국가는 모두 세계 혁신국가 25위 내에 드는 세계 혁신을 주도하는 국가들로서 각 국가들이 추진하고 있는 4차 산업혁명 정책에 대해 살펴봄으로써 이후 정책제언 도출을 위한 함의를 찾고자 하였다. 제4장에서는 북극

의 4차 산업혁명 기술 인식에 대한 설문조사 결과를 바탕으로 북극권에서의 4차 산업혁명 인식 조사, 해양수산 분야 및 기술별 인식에 대해 분석하고 시사점을 도출하였다. 마지막 5장에서는 앞선 수요조사 및 문헌조사 분석 결과를 바탕으로 4차 산업혁명 기술에 기반한 북극진출 전략 수립 필요성을 제시하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 국내외 문헌 조사, 전문가 자문 및 설문조사(AHP)를 주요 연구 방법으로 활용하였다. 북극 내 4차 산업혁명 현황 및 북극권 국가의 관련 정책에 대해서는 연구진이 문헌조사를 통한 분석을 실시하였다. 4차 산업혁명 인식 및 필요성, 북극권에서의 4차 산업혁명 기술 수준 및 기술 발전을 위한 필요 요인, 북극 지역 해양·수산 분야별 4차 산업혁명 기술 적용 우선순위, 북극 지역 해양·수산 분야별 세부기술별 4차 산업혁명 기술의 적용 또는 융합 우선순위 등은 국내 전문가와 북극권 국가를 포함한 해외 전문가 설문조사를 통해 결과를 도출하였다. 설문 설계와 정책 제언 분야에서는 국내 북극전문가 자문을 활용했다.

〈그림 1-1〉 설문조사 연구방법 체계도



제4절 선행연구 검토

한철환(2011)은 북극해 항로의 이용가능성에 대한 경제성을 실증적으로 분석함으로써 국내 해운항만산업에 대한 시사점을 도출하는데 목적을 두고 연구를 수행했다. 이를 위해 특수쇄빙선을 투입해 북극해 항로를 운항할 경우와 일반 컨테이너선을 투입하여 기존 수에즈운하를 통과하는 유럽항로에 있어서 TEU당 운송비용을 비교했다. 향후 북극해 항로의 통행세가 현실화되고, 기술 발전에 따라 쇄빙선

의 지원 없이 독자적으로 북극해 항로를 운항할 수 있는 대형 컨테이너선을 투입하여 운송비용을 낮출 수 있다면 북극해 항로는 수에즈 운하를 이용하는 기존 항로의 유효한 대체운송루트로서 충분한 가능성이 있는 것으로 판단했다.

홍현표 외(2014)는 미국의 중소기업 대상 수출지원 제도를 파악하여 우리나라 정책 대응 방향 모색과 더불어 수출 지원 제도 확대·강화 방안 시사점을 도출하였다. 미국의 중소기업 현황 및 특성 파악, 미국의 수출 지원 제도 및 수출지원 성공 사례 분석을 바탕으로 우리나라 기업에 특화된 수출 지원정책 필요성을 제기하였다.

신형철 외(2017)는 2030년 북극 각 과학, 산업, 정책 관련 세부분야별 미래전망을 2030 해양수산미래비전 등의 국가계획과 국가생존기술, 유엔미래보고서 2050 등을 기반으로 정리하여 2030 중장기 북극 연구 로드맵을 수립하였다. 특히 3개 융복합 과제를 발굴하여 우리나라 국가정책과 연계하여 R&D 과제로 발전시킬 것을 제안하였다.

윤승환(2018)은 한국의 해빙 면적 감소에 따라 북극 항로의 상업적 이용가능성과 북극 지역의 자원 개발 현황을 점검하여 한국의 대응과 이에 대한 시사점을 도출하고자 했다. 북극 항로의 상업화가 본격화되기까지는 여러 경제적 기술적, 정치적 요인 때문에 시간이 좀 걸리나, 북극항로 이용 가능성에 대한 지속적인 관심과 연구를 통해 경제성을 확보한다면 북극 항로 이용에 따른 파급효과를 고려했을 때 향후 한국 신 성장 동력의 한 축으로 기능할 것으로 보았다.

최영석 외(2018)는 북극항로를 활용한 해외자원 개발 사업은 에너지 안보 차원에서 안정적인 공급체계 구축이 중요하다고 보았다. 러시아 정부의 적극적 정책 지원과 긴밀한 협력체계 구축을 통해 해운조선, 인프라, 기술개발, R&D 등 연계한 자원물류를 중심으로 하는

새로운 북극항로 해운 비즈니스 창출을 모색할 필요가 있다고 보았다. 종합적인 국익 차원의 실효성 제고와 투자 포트폴리오 다변화에 기여하여 미래상황 변화에 대비한 동북아 안보 및 에너지, 정치 등 환경 변화에 선제적 대응이 필요하다고 분석했다.

본 연구는 북극항로(해운) 및 조선·에너지 등과 달리 4차 산업혁명의 북극권 적용이라는 주제를 다룸으로써 선행연구와 구분된다. 특히 최초로 북극권 국가 전문가들을 대상으로 한 설문을 실시하고 분석함으로써 북극권의 4차 산업혁명 인식과 기술 수요에 대해 파악하고, 이를 통해 우리나라의 북극진출 가능성 및 방안을 모색하고 있다는 점에서 선행연구와 차별성을 가진다.

〈표 1-1〉 선행연구 현황 및 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 북극해 항로의 경제적 타당성에 관한 연구 • 연구자(연도): 한철환(2011) • 연구목적: 북극항로 활성화에 따라 수에즈 운하를 이용할 경우와 비교하여 북극항로 경제적 타당성을 파악하기 위함	• 문헌연구 • 경제적 분석	• 북극해 항로의 여건분석 • 기존 연구 검토 • 북극해 항로의 경제성 분석
	2 • 과제명: 수산업 북극해 진출방안 수립 연구 • 연구자(연도): 홍현표 외(2014) • 연구목적: 우리나라 원양업계의 북극해 진출 가능성을 분석하여 액션플랜을 수립함	• 문헌조사 • 통계분석 • 심층 전문가 면접 및 조사	• 북극해 수산개발 논의 동향 • 북극해 진출 가능성 분석 • 수산 분야 북극해 진출을 위한 국내법 제도 정비 방안 • 북극해 경제적 진출을 위한 단계적 액션플랜
	3 • 과제명: 2030 북극연구 중장기 로드맵 수립 연구 • 연구자(연도): 신형철 외(2017)	• 문헌연구 • 설문조사 • 전문가 면담	• 북극 국내외 동향 • 2030 중장기 로드맵 • 기술수준 평가 및 분석

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구		연구목적: 2030 북극 미래전망을 기반으로 북극연구 중장기 로드맵 수립		북극정책 우선순위 도출
	4	- 과제명: 북극해의 현황과 이용 가능성 그리고 한국의 대응 - 연구자(연도): 윤승환(2018) - 연구목적: 북극해의 상업적 이용가능성과 개발가능성을 검토하여 한국의 대응방안 마련 위한 시사점 도출	문헌조사	- 북극해 이용가능성: 북극 항로 및 자원 현황 - 북극 항로 및 자원개발 관련 북극해 주변 연안국들의 대응 - 한국의 대응 및 시사점
		- 과제명: 해운·조선·에너지, 자원 개발과 연계한 북극항로 진출 확대 방안 - 연구자(연도): 최영석 외(2018) - 연구목적: 포괄적 교류 협력을 바탕으로 러시아 등과 비즈니스 네트워크 구축을 통해 한-러 북극항로 시범사업 발굴과 해운, 조선, 물류, 에너지 등의 분야에서 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 지속가능한 비즈니스 모델 마련	- 문헌조사 - 전문가 면담	- 러시아의 해운 및 조선 산업 현황 - 북극항로 운항 현황 - 러시아의 자원개발 및 운송 계획 - 러시아 자원개발 및 운송 사업 참여 방안
본 연구		- 기존 연구는 주로 북극항로의 경제적 타당성 분석에만 초점이 맞추어져 있으며, 2030 북극연구 중장기 로드맵 수립 연구를 통해 북극과 4차 산업을 연계한 융복합과제를 제안하고 있지만, 북극권의 4차 산업 현황과 해양수산 분야 수요조사에 기반한 분석은 미비 - 그러나 본 연구는 각 북극권 국가의 4차 산업 정책 동향을 분석하였고, 특히 직접 북극권 전문가 설문을 통한 4차 산업혁명과 기술에 대한 인식조사를 수행함으로써 선행연구와 차별성을 가짐	- 문헌연구 - 설문조사 - 전문가 자문	- 북극과 4차 산업혁명 - 북극권 국가의 4차 산업혁명 정책 - 북극 4차 산업혁명 기술 설문 및 분석 - 정책 제언

제 2 장

북극과 4차 산업혁명

제1절 4차 산업혁명의 주요 기술과 시장 현황

1. 4차 산업혁명의 주요 기술과 경제적 효과

2016년 1월 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 ‘4차 산업혁명’이라는 용어가 사용된 이후 이에 대한 논의는 정책적, 산업적으로 활발히 진행되고 있다. 4차 산업혁명에 대한 개념과 특징은 기관마다 다양한 방식으로 해석된다. 주로 인공지능을 비롯한 ICT 기술들이 중심이 되고, 여기에 국가별 관심 및 상황에 따라 에너지, 바이오 등 다른 분야의 기술이 추가되기도 한다.

〈표 2-1〉 기관별 4차 산업혁명의 기술 정의

출처	4차 산업혁명 추동 기술		특징
Klaus Schwab (2015)	• 인공지능 • 로봇틱스 • 사물인터넷 • 자율주행차 • 3D 프린팅	• 나노기술 • 바이오기술 • 재료과학 • 에너지저장 • 양자컴퓨팅	최신 ICT 기술들과 함께 바이오, 소재, 에너지 관련 기술을 총망라

출처	4차 산업혁명 추동 기술	특징
Boston Consulting Group (2017)	•로봇틱스 •산업인터넷 •시뮬레이션 •클라우드/사이버 보안 •적층 제조 •증강현실 •빅데이터 분석 •수평/수직통합	제조혁신 관점의 미래 기술에 초점
한국은행 (2016)	•인공지능 •빅데이터 •로봇공학 •사물인터넷 •3D 프린팅	최신 ICT 기술 중심
정보통신기술진흥센터 (2016)	•인공지능 •빅데이터 •CPS •사물인터넷	최신 ICT 기술 중심이며 CPS를 별도 기술로 구분
관계부처 합동 (2016)	•인공지능 •사물인터넷 •모바일 •클라우드 •빅데이터	기존 ICBM에 인공지능을 추가

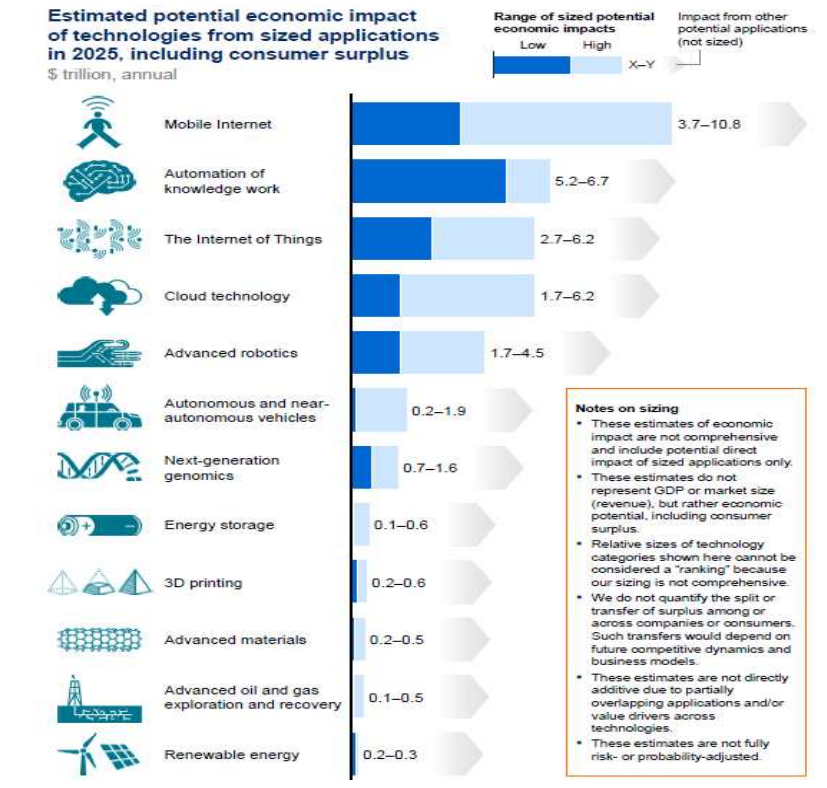
자료: 경제인문사회연구회, 「제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응 방안」, 2017, p.84

4차 산업혁명은 범위의 통일화 및 정량화가 어렵기 때문에 경제적 파급효과를 추정하기는 쉽지 않다. 따라서 로봇, 드론, 인공지능 등 단일 기술의 시장전망 자료들에 비해 종합적인 경제분석 자료는 부족한 상황이다.⁶⁾

컨설팅 회사 맥킨지는 4차 산업혁명의 주요 기술로 모바일 인터넷, 지식기반 자동화, 사물인터넷, 클라우드 기술, 첨단 로봇, 자율주행차 등 12개 산업 기술을 선정하여 2025년의 경제적 파급효과를 분석했다.

6) 김희중(2017), p.104

〈그림 2-1〉 12개 주요 산업 및 기술의 경제적 파급효과(2025년)



자료: McKinsey Global Institute, "Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy," 2013, p.12

12개의 유망기술과 산업은 상대적으로 많은 차이를 보였다. 모바일 인터넷 3.7~10.8조 달러, 지식기반 자동화 5.2~6.7조 달러, 사물 인터넷 2.7~6.2조 달러, 클라우드 기술 1.7~6.2조 달러, 첨단 로봇산업 1.7~4.5조 달러의 경제적 효과를 나타냈다. 12개 항목은 최소 16.7조 달러, 최대 40.4조 달러의 경제적 파급효과가 예상되었다. 2017년 전 세계 GDP가 약 75조 달러인 것에 비하면 4차 산업기술로 막대한 경제적 가치가 창출될 것은 분명하다.

2. 주요 4차 산업혁명 기술 시장 현황

4차 산업혁명 기술은 국가의 사회·경제적 구조에 따라 추진전략 및 주력 산업에 차이를 보인다. 예컨대 독일은 제조업, 일본은 로봇 산업, 미국과 영국은 ICT, 이스라엘은 항공우주산업에 주력하고 있다. 하지만 최근 기술적 변화들이 지닌 공통점은 ICT기술이 모든 산업 분야에 침투해서 각 분야의 기술과 융합하는 것이다. 이러한 기술 변화의 핵심기술은 인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 로봇 등이다. 이들은 서로 연계되어 다양한 산업 분야와 환경에서 활용되는 범용기술의 성격을 띤다⁷⁾.

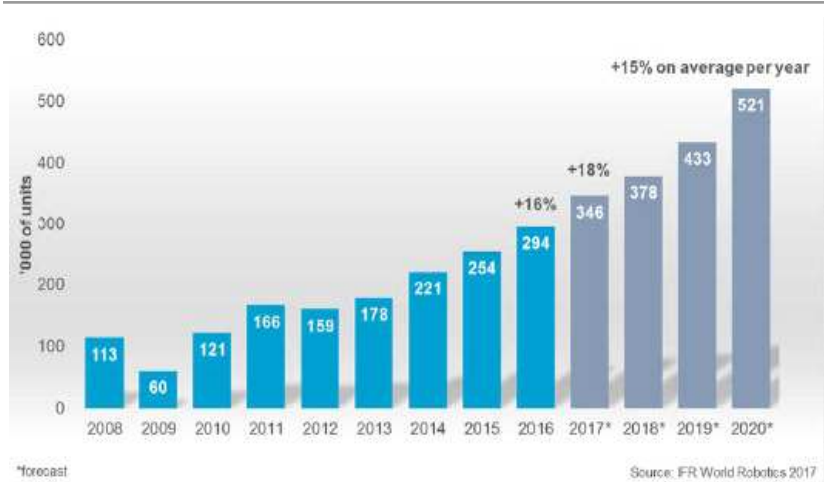
이 중 대표적인 4차 산업혁명 기술의 시장규모를 살펴본다. 세계 산업용 로봇시장은 2010년 이후 성장세로 전환되는 중이며, 중국과 선진국 자동차 산업의 자동화가 주요 성장 모멘텀 역할을 하고 있다.⁸⁾ 전 세계 로봇 수요량은 2016년 29.4만 대에서 2017년 34.6만 대로 18% 증가한 것으로 보이며, 2020년 52.1만 대까지 연 15%의 고성장이 예상된다.

최근 자동차산업은 전기, 수소차와 같은 친환경적인 차량의 보급 확대, 인공지능이 탑재된 무인자율주행차의 본격 개발로 4차 산업혁명 시대의 전략적 신산업으로 꼽힌다. 보스턴컨설팅그룹(BCG)은 자율주행차 시장 규모가 2025년에 약 420억 달러(약 50조 원)에 이를 것이며, 2035년에는 770억 달러(약 90조 원) 규모로 성장할 것으로 예상했다.

7) 김석관 외(2017), p.22

8) 최동용(2017), p.182

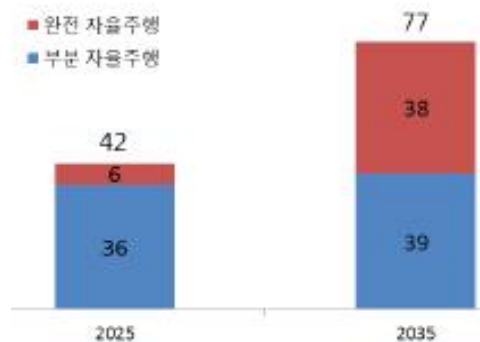
〈그림 2-2〉 세계 산업용 로봇 시장 전망



자료: IFR World Robotics 2017, Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robot, 2017. p.23

〈그림 2-3〉 자율주행차 시장 규모

단위: 10억 달러

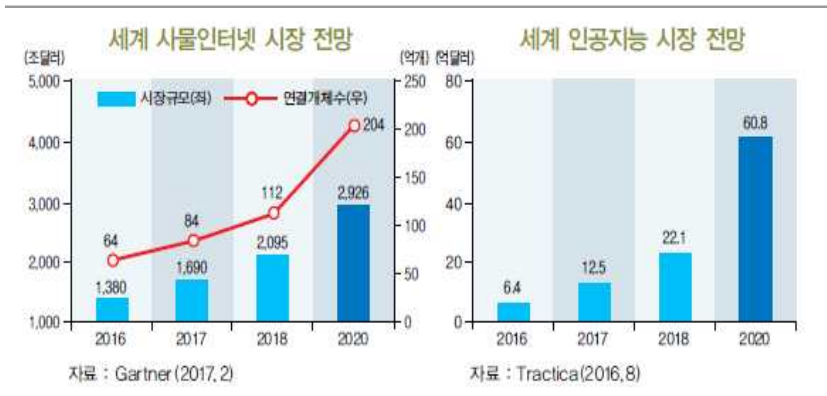


자료: 박현수, 「글로벌 자율주행차 시장 동향 및 시사점」, 『디지테크보고서』, 2018, p.3

IoT는 ICT 부문에서 가장 급성장할 것으로 평가되는 분야다. 글로벌 IT 조사기관 가트너(Gartner)는 ‘초연결성 시대’ 도래로 인터넷과

연결된 사물의 수는 2016년 약 64억 개에서 2020년 204억 개, 관련 시장 규모는 1천4백조 달러에서 3천조 달러로 확대될 것으로 전망했다. 인공지능 기술도 적용 분야가 광범위하기 때문에 관련 시장 규모는 더욱 확대될 것으로 전망된다. 미국의 트랙티카(Tractica)는 ‘초지능성 시대’ 개막으로 인공지능 시장규모는 2016년에서 2020년까지 10배가량 늘어날 것으로 예상하는 등 4차 산업혁명 기술은 급속하게 인간의 생활에 영향을 미칠 것으로 내다보고 있다.⁹⁾

〈그림 2-4〉 IoT 및 인공지능 시장 규모



자료: 백충기, 「4차 산업혁명과 동남권 일자리」, 『BNK 경제인사이트』, 2017, p.2

제2절 해양수산과 4차 산업혁명

지구 표면의 72%를 차지하는 세계의 해양은 인류의 삶을 지탱해주는 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 환경·기후적으로는 지구 산소의 50%를 생성하고, 인류의 활동으로 배출된 이산화탄소의 약

9) 백충기(2017), p.2

30%를 흡수하며, 인류가 의존하는 지구 생물자원의 약 80%가 해양으로부터 나온다. 또한, 해양은 세계 경제에 연간 약 3조 달러를 기여한다.

하지만 해양은 대표적인 공공재로 무분별하게 개발되고 사용되어 왔으며, 특히, 인류의 활동으로 심화되고 있는 기후변화, 남획, 오염 등의 다양한 문제로 몸살을 앓고 있다. 그런데 최근 4차 산업혁명 기술이 해양에 접목됨으로써 해양의 여러 문제들을 해결하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있으며, 해양에 가장 많은 영향을 미칠 수 있는 주요 ‘변혁적 요인(transformative force)’으로 주목받고 있다¹⁰⁾. 예를 들어, 지구온난화로 인해 해양의 생태계 환경이 빠르게 변화하고 있는데, 바이오기술 연구를 활용하여 ‘진화 보조’방법을 통해 해양변화에 적응력이 강한 해양생물종을 파악하는 데 도움을 줄 수 있다. 또한, 무분별한 개발로 전 세계 맹그로브와 잘피밭의 3분의 1가량을 포함한 연안 서식지가 파괴됐는데, 훼손된 생태계를 경제적 및 효율적으로 복구하는 데 드론이 활용될 수 있다. 이와 같이 불법 어업, 해양 서식지 및 생물종 보호, 오염 방지 등 현재 해양이 직면하고 있는 여러 문제들을 해결하는 데 4차 산업혁명 기술이 다양한 방식으로 적용되어 도움이 될 수 있다(표 2-2와 표 2-3 참조).

〈표 2-2〉 해양 관련 이슈 대응에 적용가능한 4차 산업혁명 기술의 발전 수준

4차 산업혁명 기술	해양 이슈				
	지속가능한 어업	오염 방지	서식지 보호	생물종 보호	해양산성화·기후변화에 대한 복원력 증진
3D 프린팅					

10) World Economic Forum, 2017.6.(검색일: 2018. 8. 29.)

4차 산업혁명 기술	해양 이슈				
신소재					
첨단센서플랫폼					
인공지능					
바이오기술					
블록체인					
드론 및 자율운행차					
사물인터넷					
로봇공학					
새로운 컴퓨팅 기술					
가상·증강·혼합 현실					

주: 초록색 - 해당 해양이슈에 대응하기 위해 4차 산업혁명 기술의 적용이 검토되고 있거나 이행 초기 단계
 임. 파랑색 - 해당 이슈 대응에 4차 산업혁명 기술이 여러 방식으로 적용되고 있음

자료: World Economic Forum, 2017.11, p.10

〈표 2-3〉 선택 적용기술의 이행 잠재력

환경 분야의 응용	사용된 4차 산업기술										이행 잠재력				
	3D프린팅	신소재	첨단센서 플랫폼	인공지능	바이오기술	블록체인	드론 / 자율주행차	사물인터넷	새로운컴퓨팅기술	로봇공학	가상·증강·혼합현실	기술성숙도	기술의환경리스크	환경조성수준	확산잠재력

지속가능한 어업

수산자원 및 어획량 모니터링			X	X	X		X	X	X	X					
어선 추적 및 어법 집행			X	X			X	X	X	X					
어류를 위한 이미지 인식 기술				X											
공급사슬 이력제 및			X	X	X	X	X	X	X	X					

환경 분야의 응용	사용된 4차 산업기술										이행 잠재력				
	3D프린팅	신소재	첨단센서플랫폼	인공지능	바이오기술	블록체인	드론 / 자율주행차	사물인터넷	새로운컴퓨팅기술	로봇공학	가상·증강·혼합현실	기술성숙도	기술의환경리스크	환경조성수준	확산잠재력
스마트 추적															
유전자 변형 양식 어류					X										
연구실에서 자란 수산물 대체식품					X										
오염 방제															
정밀농업			X	X	X		X	X	X	X					
유전자 변형 작물					X										
순환경제 및 생분해성소재		X			X					X					
플라스틱 및 유류 제거작업		X	X		X	X	X			X					
생물적 복원		X			X										
서식지 보호															
자원이용의 실시간 모니터링			X	X	X	X	X	X	X	X					
생태계 복원을 위한 드론				X	X				X	X					
복원력 있는 종(種) 식별 및 육종				X	X				X	X					
심해 자원개발 로봇			X							X					
보호구역 모니터링 및 관리			X	X		X	X	X	X	X					
종(種) 보호															
종(種) 및 포획량 추적 및 관리			X	X	X	X	X	X	X	X					
종(種) DNA 염기서열				X	X				X	X					

환경 분야의 응용	사용된 4차 산업기술										이행 잠재력				
	3D프린팅	신소재	첨단센서플랫폼	인공지능	바이오기술	블록체인	드론/자율주행차	사물인터넷	새로운컴퓨팅기술	로봇공학	가상·증강·혼합현실	기술성숙도	기술의환경리스크	환경조성수준	확산잠재력
결정															
환경 DNA 염기서열 결정				X	X				X	X					
유전자교정 외래종				X	X				X	X					
암흑 데이터 검색도구				X											
기후변화 및 산성화에 대한 복원력 구축															
실시간 해양 모니터링			X	X			X	X	X	X					
리스크 평가·관리를 위한 모델링·데이터분석			X	X			X	X	X						
복원력 있는 종(種) 식별 및 육종				X	X				X	X					
메타유전체학을 통한 해양생태계 이해				X	X				X	X					

자료: World Economic Forum, 2017.11, p.18

특히, 세계경제포럼은 해양에 큰 변화를 일으킬 잠재력이 있는 4차 산업혁명 관련 해양기술로 자율운행선박, 스쿠버 드로이드, 수중 증강현실안경, 해양혁명, 해저 클라우드 컴퓨팅, 파력·조력에너지, 해양온도차발전, 해저자원개발, 해양 빅데이터, 바다원료약제, 해안 센서, 생체모방로봇 등 12개 기술에 주목했다¹¹⁾.

구체적으로 살펴보자면, 첫째, 육상에서는 운전자가 필요 없는 자율주행차에 대한 개발이 추진되고 있다면, 해양에서는 선원이 필요

11) Ibid.

없는 자율운행선박의 개발이 주목받고 있다. 자율운행선박은 선원을 필요로 하지 않음으로써 기존 선박보다 효율적이고, 청정하고, 비용 효과적일 것으로 생각된다. 다만, 향상된 의사결정 알고리즘이 탑재된 기존 센서기술의 적용이 요구된다.

둘째, 스쿠버 드로이드는 기존 스쿠버다이버들의 한계를 극복해 줄 수 있는 휴머노이드 로봇이다. 스탠포드대학 연구진들이 Ocean One이라는 로봇을 개발했으며, 고성능 휴마노이드 로봇은 향후 인간 다이버 대신 매우 깊거나 위험한 해양 연구 및 엔지니어링 작업을 해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

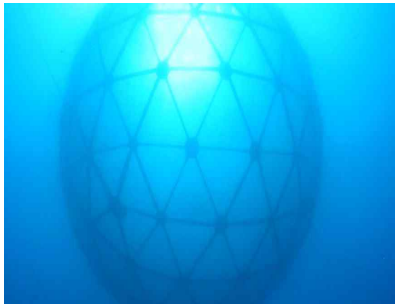
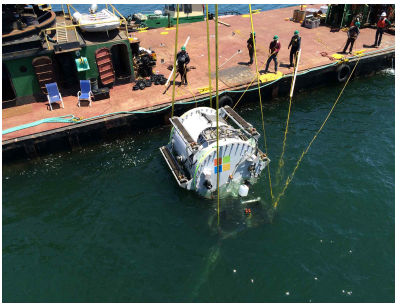
셋째, 수중증강현실안경은 상업적 다이버들이나 수색 및 구조 팀이 수면상 지원팀으로부터 소나센터나 인텔을 통해 데이터를 받아 활용하고 시야가 확보되지 않는 환경에서 복잡한 업무를 수행할 수 있도록 해줄 수 있다.

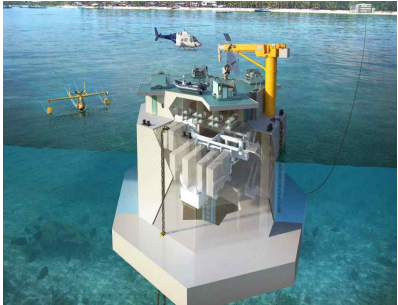
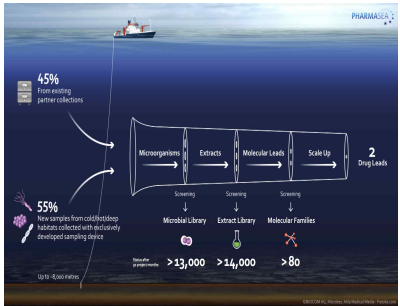
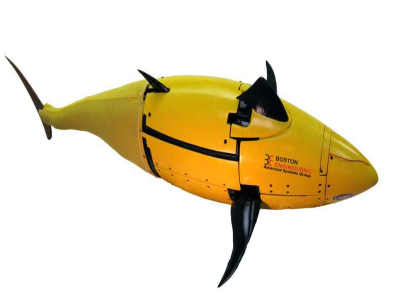
넷째, 2014년에 처음으로 전 세계의 양식어류의 소비가 자연산 소비보다 앞섰으며, 새로운 양식기술 발전의 도움으로 해저 양식이 확대되고 있다.

다섯째, 전 세계 인터넷 데이터의 95%가 해저 케이블을 통해 수송되는데, 미래에는 에너지 비용이 많이 드는 데이터 센터가 해수면 아래로 이동하여 데이터를 저장하는 등 해저 클라우드 컴퓨팅이 확대될 수 있다.

여섯째, 파력 및 조력 에너지를 활용한 청정에너지 생산이다. 이미 호주에서는 상업적 사업이 실행됐으며, 파력 및 조력 에너지 생산을 비용효과적으로 확대하는 과제가 남아있다.

〈표 2-4〉 4차 산업혁명 관련 주목받는 12개 해양기술

자율운행선박 (Autonomous ships) 	스쿠버 드로이드 SCUBA Droids 
수중증강현실안경 Underwater augmented reality glasses 	해양 혁명 (Blue Revolution) 
해저 클라우드 컴퓨팅 (Undersea cloud computing) 	파력·조력에너지 (New waves of ocean energy) 

해양온도차발전 Ocean thermal energy	해저자원개발 (Deep sea mining)
	
해양 빅데이터 (Ocean big data)	바다 원료 약제 (Medicines from the seas)
	
해안 센서 (Coastal Sensors)	생체모방로봇 (Biomimetic robots)
	

자료: <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/12-cutting-edge-technologies-that-could-save-our-oceans/>(검색일: 2018.8.1.)

앞에서 살펴본 것과 같이 4차 산업혁명이 해양분야에 적용됨으로써 창출될 수 있는 기회와 가능성은 무궁무진하다. 다만 4차 산업혁명의 가능성을 실현하는 데 앞서 해결해야 할 여러 제도적, 기술적, 인프라 관련 난제와 리스크 또한 존재한다. 우선 해양자원 및 이용과 관련된 정보 생산과 기술을 만드는 기업들은 영리를 목적으로 하는 주체들이기 때문에 각각의 사유 데이터를 통합하는 것이 어려울 수 있다. 또한, 4차 산업혁명 기술로 인해 더욱 유연한 관리가 가능해지지만, 이를 허용할 수 있도록 기존 정부 규제와 관리 시스템에 대한 재정비가 요구된다. 이외에도 스마트폰과 광대역 인프라와 같이 4차 산업혁명을 구현하기 위해서는 관련 인프라가 요구되며, 4차 산업혁명 기술을 제대로 활용하기 위한 어민, 정부관리자 등의 사용자들을 대상으로 교육도 필요하다는 점이 있다.

이외에도 과거 기술적 진보로 인해 해양자원의 난개발과 고갈 등의 문제가 생겼듯이 4차 산업혁명으로 인한 새로운 리스크도 존재한다. 예를 들어, 해양 환경, 어족자원 등의 정보는 오히려 더 심화된 어획으로 이어질 수 있고, 불법 어업자들이 보호어종의 위치와 서식지를 찾고 단속을 피하는 것을 도울 수도 있다. 따라서, 4차 산업혁명으로 인해 발생할 수 있는 예기치 않은 리스크를 줄이기 위한 노력과 준비도 동반되어야 할 것이다.

제3절 북극의 특수성과 4차 산업혁명

1. 북극 환경변화와 4차 산업혁명

북극은 북위 66.5° 이북지역 또는 영구동토층의 한계선을 지칭하

며, 면적은 약 2,100만㎢로 지구 지표면의 약 6%를 차지한다. 현재 북극이 가장 주목을 받는 이유는 기후변화로 인한 해빙(解氷)의 가속화 때문이다. 특히 위성관측이 시작된 1979년 이래 일정하게 유지되던 북극 해빙이 2000년대 들어 급격히 감소하고 있는 추세이다. 2050년 이전에 북극 하계 시즌 해빙이 사라지는 상황이 오고, 겨울철을 제외하고 북극항로의 항해가 가능한 조건이 형성될 것으로 전망된다.¹²⁾ 2018년 미국 국립빙설자료센터에 따르면 위성을 통해 관측한 지난 39년 이래 두 번째로 낮은 44만 8,000 평방마일까지 북극 얼음이 줄어들었다고 밝혔다.¹³⁾

이러한 기후변화와 해빙가속화는 북극지역 거의 모든 분야에 영향을 미치고 있다. 우선 북극 환경과 생태계에 직접적인 영향을 미치고 있다. 빙하가 녹으면서 미래에 어류 자원의 30%, 포유류 21%, 식물의 70%가 멸종위기에 놓이는 등 북극 먹이사슬에 영향을 주고 있다.¹⁴⁾ 또한 북극해 해빙으로 미세플라스틱 오염이 더욱 심각해질 것으로 예상되고 있다. 최근 독일 알프레트 베게너 연구소(Alfred Wegener Institute)는 표본조사를 통해 북극 얼음 1리터당 미세플라스틱이 최대 1만 2천 개가 포함되어 있음을 확인하였다. 향후 북극해 얼음 속에 갇힌 엄청난 양의 미세플라스틱이 해빙에 따라 북극해를 비롯해 전 세계 해양으로 유입되면서 미세플라스틱으로 인한 해양오염문제를 더욱 악화시킬 가능성에 대해 우려하고 있다.¹⁵⁾

또한 기후변화로 인해 북극 원주민들의 생활환경이 변화하고, 사냥 등 전통적인 1차 산업에 기반한 생활터전이 붕괴되면서 이민, 일

12) Arctic Council(2009), p.27

13) 디스커버지(검색일: 2018. 5. 7.)

14) 극지연구소(2017), p.6

15) 가디언지(검색일: 2018. 4. 25.)

자리, 인권, 전통문화 보전, 식량 확보 등의 문제가 커질 것으로 예상된다. 특히 북극의 지속가능한 개발을 유지하기 위해선 북극의 경제 규모를 받쳐줄 적절한 노동인구와 사회 인프라 확보가 필요하다. 특히 북극지역 인구는 2010년 405만 명에서 2020년 413만 명, 2030년에는 420만 명을 기록할 것으로 예상된다. 이 수치는 2010년을 기준으로 향후 20년 동안 단지 15만 명(약 4%) 증가에 해당한다. 이는 같은 기간 세계 인구가 29% 증가할 것이라는 예측에 비해 상대적으로 낮은 수치이다.¹⁶⁾ 그러나 이에 비해 북극 관광 활성화, 북극 산업 기회 확대 등의 여건 변화에 따라 관광객, 기업인 등 외부로부터 유입되는 인구는 커질 것으로 전망된다. 따라서 이러한 거주 인구 감소와 더불어 상대적으로 커지는 산업적 기회에 의한 북극 지역 내 인구 유입과 산업 활성화 전망은 경제 발전에 있어서 무인화 및 자동화에 기반을 둔 4차 산업혁명 기술 수요가 더 큰 지역이라는 북극의 특수성을 대변해 주고 있다.

반면 북극에서 기후변화로 인해 산업과 경제개발 기회도 커지고 있다. 미국 지질조사소의 보고서에 따르면 북극에 대략 900억 배럴의 석유와 1,669조 큐빅피트의 천연가스와 440억 배럴의 액화천연가스가 매장되어 있다.¹⁷⁾ 한편 해빙 가속화로 인해 자원에 대한 접근성이 높아지고, 자원개발을 위한 여건이 개선되면서 북극권 자원개발 경쟁이 가속화되고 있다. 특히 러시아는 북동항로 활용과 연계한 자원과 인프라 개발에 적극 나서고 있다. KMI 조사에 의하면 북극 국가의 개발투자액이 총 3,242억 달러에 달하고 있는데, 러시아가 약 1,360억 달러로 총투자액의 약 42.2%를 차지하고 있다.¹⁸⁾ 러시아는

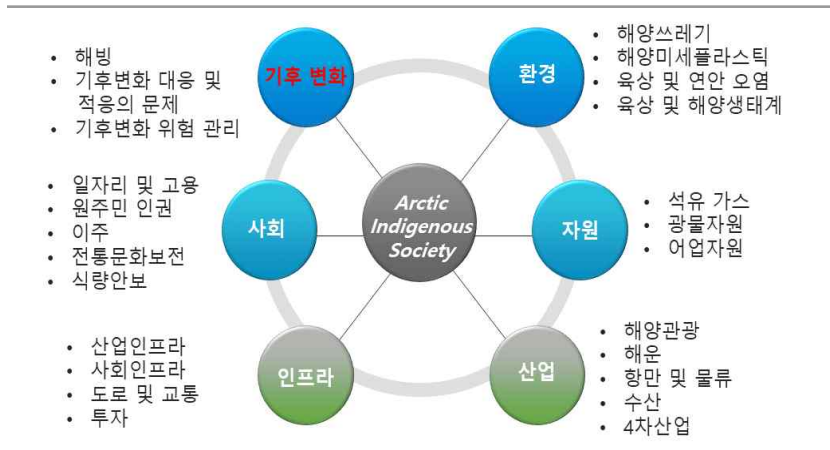
16) Nordic Council(2014), p.100

17) USGS(2008), p.1

18) 해양수산부, '2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구', 최종보고회 자료, 2017.12.

최근 ‘야말 LNG’ 사업을 본격 추진하여 LNG를 생산·수출하기 시작했으며, 기단반도에서 ‘북극 LNG-2’ 프로젝트를 추진 중이다. 수산자원의 경우도 해빙과 더불어 어업이 활발히 이뤄질 것으로 예상되면서 본격적으로 북극해 수산자원 관리에 들어갔다. 특히 2017년 11월 북극중앙해 공해상 비규제 어업 방지 협정 체결로 북극해 공해 생물자원 모니터링 및 관리가 본격화될 전망이다. 그리고 기후변화로 북극해가 열리면서 크루즈 극지 관광이 활성화될 것으로 전망된다. 특히 중국이 극지 크루즈 관광에 적극적으로 나서면서 자국 조선소에서 극지항행용 크루즈 제작과 함께 자체 기술 보유에 나섰다. 중국 머천트 인더스트리 홀딩스(China Merchants Industry Holding Ltd. CMIH) 조선소는 처음으로 극지항행용 크루즈 제작에 돌입하고, 장쑤성에 위치한 하이먼 조선소에서 두 번째 선박의 건조 계약을 체결했다.¹⁹⁾

〈그림 2-5〉 북극의 위기와 기회



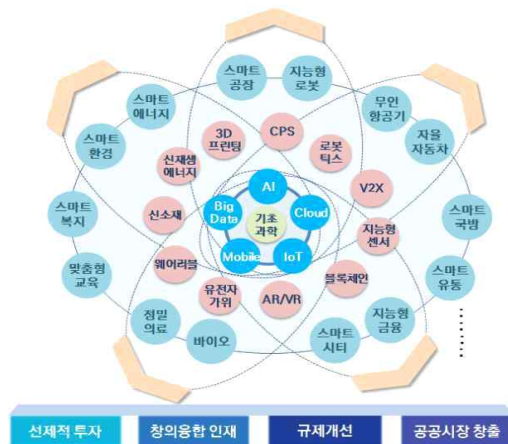
자료: KMI 작성

19) 해양수산해와산업정보포털(검색일: 2018.4.20.)

2. 북극 해양수산 분야와 4차 산업혁명

4차 산업혁명위원회에 따르면 4차 산업혁명은 인공지능, 빅데이터 등 디지털 기술로 촉발되는 초연결 기반의 지능화 혁명으로 정의되며, 산업구조를 바꾸고, 일자리, 삶의 모습 등 사회에 파급되어 삶 전반에 영향을 미치는 총체적인 변화를 의미한다.²⁰⁾ 그리고 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 로봇, 가상/증강현실, 드론, 블록체인, 3D 프린팅, 나노/신소재 등을 4차 산업혁명 10대 기술로 보고 있다.²¹⁾

〈그림 2-6〉 4차 산업혁명 개념도



자료: 4차 산업혁명위원회, 「4차 산업혁명 대응을 위한 기본 정책방향」, 2017, p.1

북극에서의 4차 산업혁명 기술의 적용은 일반 지역에서와 마찬가지로 북극 원주민의 삶의 질 개선을 위한 스마트 시티, 스마트 복지,

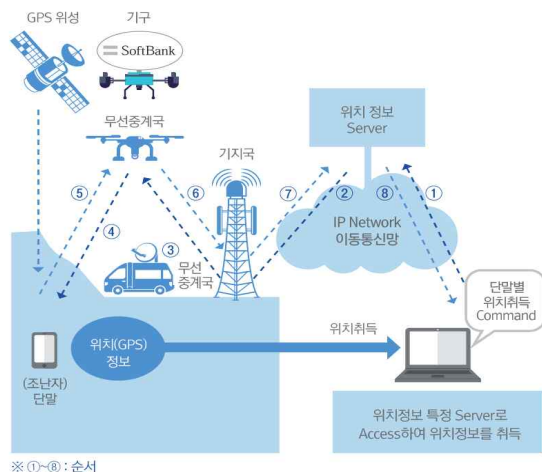
20) 4차 산업혁명위원회(2017), p.1

21) 경제인문사회연구회(2017), p.56

스마트 의료 등에 있어서도 4차 산업혁명 기술 적용이 가능하다. 그러나 본 연구에서는 기후변화와 해빙의 영향이 직접적으로 미치는 북극해를 중심으로 4차 산업혁명 기술이 해양·수산 분야에 미치는 영향에 주목하고자 한다.

우선 북극이 가지는 극한기후, 해양오염과 해양사고에 상대적으로 높은 취약성, 다양한 북극생물자원의 보고 등의 특수성을 감안하면 최첨단 ICT 기술을 기반으로 하는 4차 산업혁명 기술이 적용될 가능성이 일반지역보다 높다. 환경 및 생태계 분야에서는 기후변화를 예측하고 효율적으로 대응하기 위해 빅데이터를 활용한 모니터링 기술, 무인수중드론을 활용한 해양환경 조사, 북극해 해양쓰레기 저감 기술, 드론과 빅데이터를 활용한 북극 생물다양성 및 생태계 관리, 북극해 플라스틱 오염과 유류 오염 예측과 방재 기술 등의 융복합 기술 수요가 커질 것으로 전망된다.

〈그림 2-7〉 소프트뱅크의 드론 무선중계시스템



자료: 삼성 KPMG, '인프라산업, 4차 산업혁명과 만나다', 삼성 Insight, 2018 통권 제57호, p.32

〈그림 2-7〉과 같이 최근 소프트뱅크는 드론 무선중계시스템을 개발해 험난한 산악지대 조난사고 시 구조 활동이 가능하도록 시험²²⁾하고 있는데, 북극의 얼음, 극한기후 등으로 인해 선박으로 구조가 힘든 경우에 드론과 최첨단 통신 등 4차 산업혁명 기술이 적극 활용될 수 있다.

한편 북극에서 4차 산업혁명 기술이 접목될 수 있는 가장 유망한 분야는 북극항로, 그리고 북극항로와 연계된 항만 및 물류로 볼 수 있다. 특히 최근 무인화와 자동화에 기반한 4차 산업혁명 기술을 러시아 내륙지역과 북극해 연안의 북동항로와 연계해 적용하고자 하는 연구가 진행 중에 있다. 또한 북극항로를 이용하는 데 무인 선박을 투입하고자 기술 개발과 실용화에 노력을 기울이고 있다. 이는 최첨단 기술을 활용해 북극에서의 해양사고 예방과 안전, 가장 효율적인 항행 방안을 찾기 위한 노력으로 풀이된다. 또한 북극항로 연안의 항만은 자율운항선박, 무인하역장비와 트럭, 인공지능을 통한 항만관리와 운영, 사물인터넷(IoT)을 통한 화물과 배후단지의 관리 등이 가능한 4차 산업기술을 결집시킨 공간으로서의 스마트 항만으로의 개발이 필요하다. 이처럼 북극항로 상용화에 4차 산업혁명 기술을 접목하고자 하는 노력이 커지고 있다.²³⁾ 2030년이 되면 무인선박이 상용화될 것이라는 전망과 함께 유럽선사를 중심으로 O2O 온라인 플랫폼 서비스와 빅데이터 및 사물인터넷을 활용한 트래킹 솔루션이 선제적으로 도입되고 있다.²⁴⁾

22) 위의 책, p.32

23) 이성우(2018), pp.2-3

24) 삼정 KPMG(2018), p.26

제4절 북극의 자원 및 인프라 개발과 4차 산업혁명

1. 북극권 자원 및 인프라 개발 현황

미국 지질조사소(USGS)의 북극권 자원 평가에 의하면, 북극에는 전 세계 미발견된 석유·가스 탐사자원량의 약 25% 정도가 매장되어 있다고 추정한다.²⁵⁾ 북극권 전체 탐사자원량 중 천연가스가 30%로 가장 많이 부존되어 있으며, 액화천연가스 20%, 원유 13% 순이다. 뿐만 아니라 금, 은, 석탄, 몰리브덴, 아연, 다이아몬드, 우라늄, 철, 망간, 희토류 등 경제적 잠재성이 높은 광물이 매장되어 있어 북극을 미래 에너지원의 창고라고 부른다.

북극지역은 풍부한 석유·가스 자원량을 가지고 있지만, 일부 지역에 집중되어 있다. 현재까지 북극지역에서 발견된 석유와 가스전의 개수는 61개이며, 이 가운데 3분의 2가 러시아에 위치해 있다.²⁶⁾ 특히 미개발 천연가스 70%가 러시아 시베리아 및 북서부 바렌츠해와 알래스카에 집중 분포되어 있는 것으로 추정되며, 미개발 원유 대부분도 알래스카, 그린란드, 캐나다 등에 분포되어 있는 것으로 알려져 있다.

2000년대 지구온난화로 인한 북극항로 개발이 가시화되고 고유가 상황이 맞물리면서 북극권 국가 및 메이저 기업들은 북극지역에 대한 석유·가스 탐사활동을 활발히 실시했다. 특히 북극해의 경우 전체 면적의 60% 이상이 대륙붕 해역으로 북극해를 직접적으로 접하고 있는²⁷⁾ 러시아, 미국, 캐나다, 노르웨이, 덴마크 등 북극해 연안 5개국

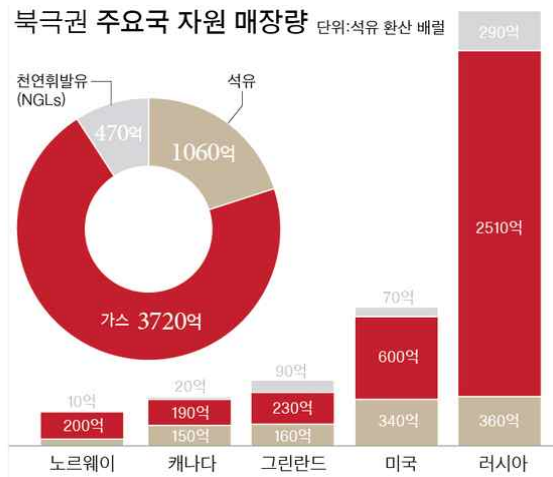
25) USGS(2008),

26) 한국해양수산개발원·극지연구소(2012), p.79

27) 최영석 외, 「해운·조선·에너지, 자원개발과 연계한 북극항로 진출 확대 방안」, 북방경제협력위원회, 2018. 5. p.35

가운데 가장 활발한 자원개발 사업을 추진하고 있는 국가는 러시아이다.

〈그림 2-8〉 북극권 주요국 자원 매장량



자료: <https://news.join.com/article/22184683>(검색일: 2018. 8. 10.)

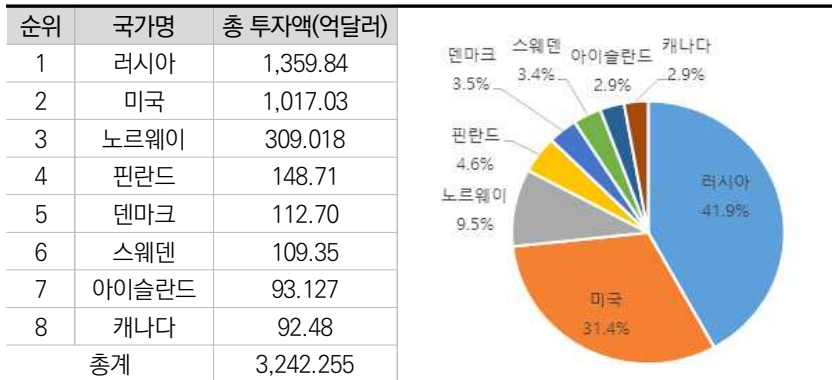
투자회사인 구겐하임 파트너스(Guggenheim Partners)의 자료에 따르면 북극권 8개국의 북극 개발을 위한 현재 및 향후 예상되는 투자액은 총 1조 달러로 추정되며, 이 중 러시아의 투자액이 1,800억 달러로 가장 높을 것으로 예상했다.²⁸⁾

뿐만 아니라 한국해양수산개발원이 발표한 북극권 국가별 총투자 전망을 살펴보면 2017년 12월 기준으로 총 3,242억 달러의 투자가 이뤄졌거나 계획 중이며, 러시아가 1,359억 달러로 1위를 차지했다. 2위는 미국이 차지했으며 노르웨이, 핀란드, 덴마크, 스웨덴, 아이슬란드, 캐나다 순이었다. 항목별로는 에너지 개발이 약 940억 달러로

28) Guggenheim Partners(2018),

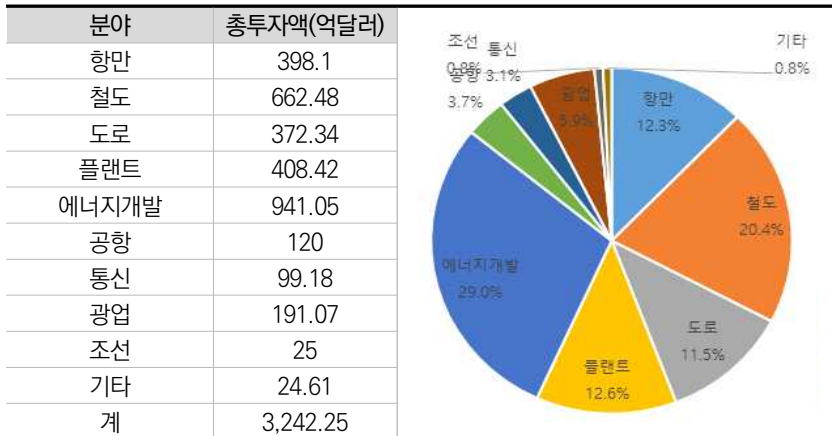
가장 높았으며, 철도 분야 662억 달러, 플랜트 분야 408억 달러, 항만분야 398억 달러로 그 뒤를 이었다.²⁹⁾

〈표 2-5〉 북극권 국가별 총투자 전망



자료: 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018, 자료를 재가공

〈표 2-6〉 북극권 분야별 총투자 전망



자료: 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018, 자료를 재가공

29) 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018, p.123

〈그림 2-9〉 북극권 경제개발 및 투자 현황



자료: 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018, p.166

북극의 자원개발 정책은 북극권 국가의 국내외 상황 변화에 따라 환경규제를 좀 더 강화하는 방향으로 또는 자원개발을 촉진하는 방향으로 변화해 왔다.³⁰⁾

특히 북극지방 영토의 약 40%를 점유하고 있는 러시아는 북극 자원 개발을 러시아 국가발전의 중요한 축으로 바라보고 있다. 푸틴 러시아 대통령은 ‘2020 러시아 극지방 사회경제 개발 정책³¹⁾’을 채택한 후(2014년 4월) 두 차례의 개정(1차: 2016년 8월, 2차: 2017년 3월)을 통해 정책을 구체화하였다. 1차 개정에서 동 정책의 2025년까지 연장과 목표 및 세부 지표 등의 재검토가 이루어졌으며, 2차 개정

30) 에너지경제연구원(2017), p.3

31) Socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation for the period until 2020

에서는 경기침체 지속에 따른 예산액 조정이 이루어졌다. 최근 제3차 개정안(2018년 3월)을 통해 극동의 북극지대 범위를 명시하고, 해당 북극지대 발전방향으로 선도개발 구역 조성을 통한 산업발전 기반 강화를 제시했다.³²⁾

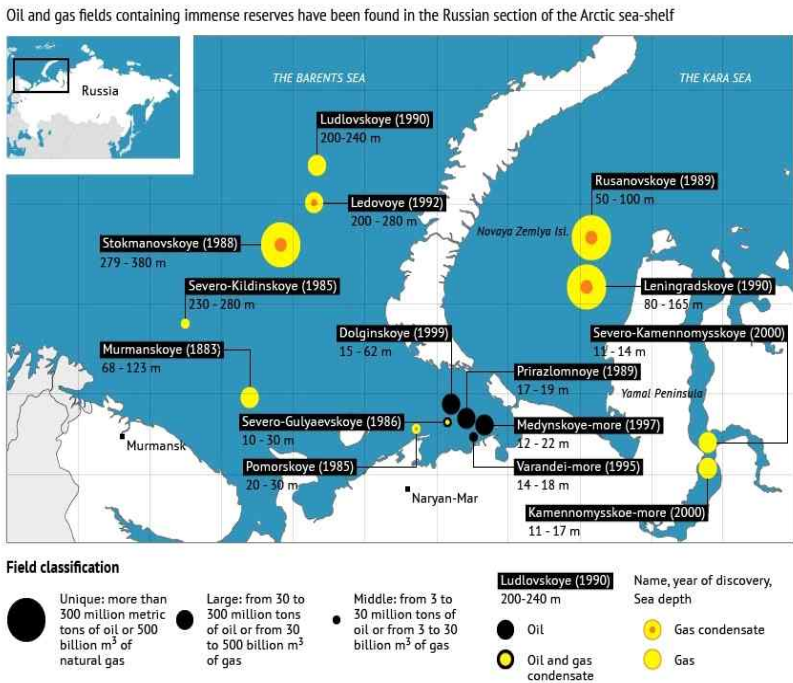
러시아의 북극지역 개발은 크게 오일, 가스 등 지하자원 개발과 물류 인프라의 신규 구축 및 현대화, 그리고 조선, 항공 등의 주요 산업 기반 구축으로 분류된다. 이 중 러시아 정부가 중점적으로 추진하는 북극 개발 프로젝트 중 약 절반은 광물 개발 및 가공과 관련된 것으로 대부분 야말-네네츠 자치구역(Yamal-Nenets Autonomous District)에서 실시되고 있다. 이 지역에는 총 147조m³의 천연가스와 160억 톤 이상의 오일이 하층토에 매장 혹은 응축돼 있다고 알려져 있다.³³⁾ 러시아의 ‘북극개발을 위한 국가위원회(State Commission for the Development of the Arctic)’에 따르면 2020년까지 북극 지역 광물 개발과 가공을 위한 전략 프로젝트 56개 중 36개가 야말 지역에서 추진되며, 이들 36개 프로젝트의 총 규모는 1,230억 달러에 이를 것으로 전망한다. 뿐만 아니라 러시아는 심해, 북극해 대륙붕, 세일자원 매장지 개발과 관련된 기술 및 장비의 독자적인 확보를 위해 2015년부터 2030년까지 약 2,080만 달러 규모의 R&D 사업을 추진할 계획이다.³⁴⁾

32) 대외경제정책연구원(2018), p.1

33) KOTRA 2017년 6월 2일자 자료(검색일: 2018. 8. 6.)

34) 에너지경제연구원(2017), p.8

〈그림 2-10〉 러시아의 북극 자원 개발 현황



자료: <https://sputniknews.com/infographics/20111007167371478-Russian-oil-and-gas-fields-in-the-Arctic/>(검색일: 2018. 8. 6.)

미국 트럼프 행정부는 오바마 행정부와는 달리 북극지역의 자원 개발을 촉진하는 정책을 추진하고 있다. 오바마 정부는 북극지역 환경보호를 위한 조치의 일환으로 2016년 북극해에서의 새로운 매장지 임대 및 시추를 금지시켰다.³⁵⁾ 그러나 2017년 미국의 외교평의회(Council on Foreign Relations, CFR)가 발표한 보고서(Arctic Imperatives: Reinforcing U.S. Strategy on America's Fourth Coast)에 따르면 북극정책의 주요 목표 중 두 번째로 셰빙선 함대와 북극 인프라 투자

35) 위의 책, p.4

확대를 제시하고 있다. 이는 북극 경쟁에서 미국이 러시아는 물론 타 국가들에 비해 뒤처지고 있다는 문제의식이 반영된 것으로 보인다.

미국의 북극권 자원개발은 1977년 알래스카 지역의 육상유전 개발로 시작되었다. 이후 해상유전 개발 확대와 대륙붕 시추 허용구역에 대한 법적 제한이 완화되자 활발한 투자가 진행되고 있다. 내무부 산하 해양에너지관리국(Bureau of Ocean Energy Management, BOEM)은 뷰포트(Beaufort)해와 चु치(Chukchi)해 해상에 260억 배럴의 원유 및 액화천연가스와 131Tcf의 천연가스가 매장되어 있는 것으로 추정한다.³⁶⁾ <표 2-7>을 보면 미국의 분야별 투자액은 에너지개발에 대한 투자가 약 700억 달러로 가장 많은 부분을 차지한다. 미국은 메이저 기업의 에너지 탐사 및 개발 사업 이외에도 마을 이주와 도로 건설, 군상기지 프로젝트 등 다양한 인프라 사업을 추진하고 있다.

〈표 2-7〉 미국 분야별 주요 투자 전망

번호	분야	총투자액(억\$)
1	항만	305.56
2	철도	3.09
3	도로	7.22
4	플랜트	
5	에너지개발	699.7
6	공항	
7	통신	
8	광업	
9	조선	
10	기타	1.46
계		1,017.03

자료: 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018, p.128

36) 에너지경제연구원(2017), p.9

러시아에 이어 북극해 자원 의존도가 높은 노르웨이는 북극권에서 지속적인 자원탐사를 시도해온 국가이다. 노르웨이 정부 발표에 따르면 노르웨이 미발견 석유·가스 자원량의 약 180억boe 가운데 50% 정도가 바렌츠해에 매장되어 있는 것으로 추정하고 있다.³⁷⁾ 노르웨이 정부는 석유 생산량 감소 및 저유가에 따른 석유산업에 대한 투자 감소에 대응하기 위해 북극해 신규 매장지 임대사업을 지속적으로 추진하고 있다. 뿐만 아니라 북극권 국가를 연결하는 도로 건설, 석유 가스 개발과 LNG 플랜트 및 북극해 터미널과 같은 해상기술 및 육상 연안 시설에 주력하고 있다.³⁸⁾

위에서 언급한 러시아, 미국, 노르웨이와는 반대로 국민들의 환경보호 의식과 환경단체들의 압력 수위가 상대적으로 높은 캐나다, 덴마크, 핀란드 등의 북극자원개발 활동은 주춤한 상황이다. 특히 캐나다 정부는 북극지역에서 자원개발 활동에 대해 엄격한 환경규제와 신규 매장지 입찰 중단 등의 제재를 가하고 있어 해저 케이블 설치 및 금광 개발 사업을 중심으로 확대하고 있다. 특히 금광개발 사업은 지역거주민들의 고용률을 높이는 대규모 사업으로 캐나다의 가장 중요한 경제 분야 중 하나이다.

핀란드 정부도 2030 에너지 정책 목표를 바탕으로 친환경적인 바이오 플랜트 건설에 투자하고 있으며, LNG 터미널 구축 사업은 장기적인 인프라 투자 프로젝트로 북유럽 지역 최대 LNG 수입 터미널의 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 한편 스웨덴은 지속가능한 에너지 개발 및 인프라 사업, 그린란드는 광산개발 사업과 공항 인프라 재건 사업, 아이슬란드는 지열 에너지 사업에 주력하고 있다.

37) 에너지경제연구원(2017), p.8

38) 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018, p.136

〈그림 2-11〉 북극지역의 다양한 산업활동 현황



자료: <https://www.grida.no/resources/7746>(검색일: 2018. 8. 20.)

2. 4차 산업혁명 기술 수요와의 연관성

북극권 국가의 자원개발 사업은 개발된 자원을 수요지까지 얼마나 저렴하고 안정적으로 운송할 수 있느냐의 문제와 긴밀하게 연관되어 있다. 이 때문에 북극에서의 원활한 자원개발을 위해 교통 인프라의 확충 및 운송로 확보는 필수적이다. 앞에서 살펴본 바와 같이 북극권 8개국의 자원개발 및 인프라 개발을 위한 투자액은 2017년 기준 총 3,242억 달러이다. 특히 에너지 개발 분야가 941억 달러로 가장 높았으며, 나머지는 철도, 항만, 도로의 건설 산업이 대부분이었다. 이와

같은 결과는 북극권 8개국이 통신, 교통, 에너지, 물류 등을 포괄하는 인프라 사업에 주력하고 있으며, 이는 4차 산업혁명 기술과의 융합을 통해 더 높은 생산성 증가 효과가 있음을 시사한다. 4차 산업혁명의 주요 기반 기술과의 적용 가능성이 높은 분야로는 통신인프라, 에너지 인프라, 물류 인프라 등을 들 수 있다.

4차 산업혁명 시대의 핵심 중 하나는 ‘연결성’이다. 통신 인프라는 인간의 접근이 어려운 북극의 환경을 극복하고 다양한 사물들을 네트워크로 연결함으로써 북극 환경 정보 수집 및 모니터링 등을 가능하게 할 수 있다. 북극권 국가의 통신 분야 총투자액은 99억 달러로 거주민들에게 고속 광대역 서비스를 제공하기 위한 케이블 설치 사업이 주를 이루고 있다. 북극이사회 및 북극경제이사회에서도 각각 통신인프라 관련 태스크포스를 설립하는 등 향후 통신망 구축 관련 사업은 증가할 것으로 전망된다.

북극권 국가의 통신 인프라 사업에 5G 통신 기술이 적용된다면 북극해 환경·기후·생태계 모니터링 및 데이터 수집 등에 도움이 될 것으로 예상된다. 통신 분야와 관련해서 가장 주목받는 곳이 아이슬란드이다. 2017년 아이슬란드는 세계 ICT 발전지수 1위를 기록했다. 효율적인 기업환경과 수준 높은 인프라를 바탕으로 세계 IT기업 유치에 주력하고 있다. 최근에는 해외 기업을 대상으로 아이슬란드에 데이터 센터 설치 사업을 적극적으로 홍보하고 있다.

북극권 8개국의 투자액이 가장 높은 분야가 에너지 개발 분야이다. 941억 달러로 전체투자액의 약 30%에 해당된다. 에너지 산업은 ICT와 융합되어 수급의 지능화, 효율화를 도모하는 스마트 에너지 혁명 시대로 나아가는 반면, 이 과정에서 전력화 현상이 심화될 것으로 예상된다.³⁹⁾ 특히 기후변화 대응에 대한 국제적인 압박이 높아짐

에 따라 첨단기술을 활용한 ‘에너지 신산업’ 분야에 대한 관심이 증가하고 있다. ‘에너지 신산업’ 분야는 기후변화 대응, 에너지 안보, 수요관리 등 에너지 분야의 주요 현안을 효과적으로 해결하기 위한 ‘문제 해결형 산업’으로서, 시장흐름에 맞추어 사용 가능한 신기술, ICT 등을 신속하게 활용하여 산업화하는 새로운 형태의 비즈니스이다.⁴⁰⁾ 북극권 국가의 에너지 개발 분야와 관련해서 러시아와 미국은 LNG 프로젝트, 노르웨이는 유전 개발에 집중하는 반면, 핀란드, 스웨덴, 아이슬란드는 지속가능한 에너지 개발 정책을 기반으로 풍력, 수력, 지력 발전소 등 신재생 에너지 개발에 투자하고 있다.

한편 에너지 산업은 ICT 기술을 활용한 디지털 전환과 4차 산업혁명 핵심기술과의 융합을 통해 새로운 산업이 창출될 것으로 보인다. ‘에너지 빅데이터’가 대표적인 예이다. 에너지 빅데이터를 활용하면 에너지망 최적 관리, 마이크로그리드⁴¹⁾ 및 신재생에너지 발전원의 효율적 관리, 에너지 수요관리 강화가 가능할 것으로 기대된다.⁴²⁾ 이는 열악한 기후조건과 인력지원에 한계가 있는 북극의 에너지 탐사, 개발, 관리 시스템에 중요한 영향을 미칠 것이다.

마지막으로 북극권 내 4차 산업기술과 연계가능성이 높은 분야는 항만·물류 인프라이다. 실제 북극권 국가의 항만·물류 인프라 투자액은 타 분야에 비해 높지 않은 편이다. 하지만 북극항로 이용에 대한 러시아, 중국 등 세계 강대국들의 적극적인 진출과 관심이 표출되면서 북극항로의 리스크 요인을 최소화하고 경제적 요인을 최대화하기 위한 방안에 전 세계가 주목하고 있다. 이미 네덜란드, 독일, 미국,

39) 경제인문사회연구회(2017), p.448

40) KIAT(2017), p.26

41) 소규모 독립형 전력망으로 태양광·풍력 등 신재생 에너지원과 에너지저장장치(ESS)가 융·복합된 차세대 전력 체계

42) 경제인문사회연구회, 앞의 책, p.452

중국 등의 해외 항만들은 IoT, 빅데이터, 인공지능 등 4차 산업혁명 기술을 접목시켜 완전 무인자동화 항만, 자율주행무인선박, 물류 자동화를 실현하고 있다.

북극항로는 지역의 척박한 기후조건으로 항행에 있어서 경제적, 환경적 장애와 위험요인을 가지고 있다. 아울러 항로이용을 위한 인프라가 아직 취약하다. 선원들의 탑승에 한계가 있고 사고 발생 시 수색구조에 어려움이 있어 무인선박을 통한 운행은 필수불가피한 사항이다. 무인선박 개발 프로젝트를 주도하는 영국 선박·항공엔진 제조업체인 롤스로이스(Rolls-Royce)는 2020년 말까지 선박 원격조정 기술을 상용화할 계획이라고 밝혔다. 이어 2025년 내항·근해선의 무인화, 2030년 원양 선박의 완전 무인화를 목표로 두고 있다. 선박 무인화가 실현되면 해상사고 감소 및 인건비 절감 등으로 선사들의 운항 효율성을 높일 수 있을 것으로 보인다.⁴³⁾

4차 산업혁명 기술 도입 후 항만물류는 관련 주체 간 실시간 연계가 가능하고 빅데이터 분석·예측을 통한 선박, 컨테이너, 화물, 작업자, 차량 장비 등을 효율적으로 원격 매칭·제어하여 공급사슬의 생산성, 가시성, 안전성, 신뢰성 등이 높아질 것으로 전망된다.⁴⁴⁾ 특히 즉시부두시설인 PPF(Prompt Port Facility)⁴⁵⁾는 기존 유휴 선박을 개조해 항만관련 시설로 이용할 수 있어 북극과 같이 열악한 지역에 적합한 설비이다. PPF 설비에 드는 비용이 매우 저렴하고 PPF 설비 자체가 친환경적이기 때문에 북극의 항만·물류 인프라 산업에 적용가능한 기술로 주목받고 있다.

43) 삼정 KPMG(2018), p.27

44) 경제인문사회연구회(2017), p.487

45) 반영구적 오프쇼어 플랜트로서 항만, 소규모 발전소, 수색구조 기지 등의 역할을 수행하는 선박으로 항만 인프라가 제한적인 북극지역에서 활용 가능성이 높음

앞에서 말한 통신, 에너지, 항만·물류 인프라 산업 이외에도 무인 드론, 로봇, 인공위성 등은 북극 원주민 사회의 개발 불균형을 개선하고 삶의 질을 향상시키는 데에도 활용될 것으로 기대된다.

〈그림 2-12〉 전기자율주행 컨테이너 선박 조감도



자료: <http://www.mediakn.com/mobile/article.html?no=3913>(검색일: 2018. 8. 20.)

제5절 북극이사회 추진 사업과 4차 산업혁명

북극이사회는 북극권 국가 간 최상의 협의체로 1996년 창설됐으며, 현재 8개의 북극 회원국⁴⁶⁾, 6개의 상시참여단체(Permanent Participants)⁴⁷⁾, 그리고 33개의 옵서버로 구성되어 있다. 우리나라는 2013년 중

46) 북극이사회 회원국은 캐나다, 미국, 핀란드, 아이슬란드, 러시아, 노르웨이, 덴마크, 스웨덴으로 구성되어 있으며, 2년마다 순서대로 의장국을 맡는다.

47) 북극이사회 상시참여단체는 북극권의 대표적인 6개 원주민단체로 구성되어 있으며, 1996년 북극이사회 설립 당시 존재한 3개 원주민 단체와 북극이사회에서 해당 원주민사회를 대표하기 위한 목적으로 설립된 3개 원주민 단체로 구성되어 있다. 상시참여단체는 북극이사회 내에서 8개 북극권 회원국과는 달리 투표권만은 없지만, 기타 발언권 등의 권리는 동등하게 가지고 있으며 주요한 영향력을 행사한다. 6개 상시참여단체는 AIA(Aleut International Association), AAC(Arctic Athabaskan Council), GCI(Gwich'in Council International), ICC(Inuit Circumpolar Council), RAIPON(Russian Association of Indigenous Peoples of the North), 그리고 SC(Saami Council)이다.

국, 일본, 인도, 싱가포르, 이탈리아와 함께 옵서버로 가입했다. 북극 이사회에서는 워킹그룹과 태스크포스를 위주로 북극권 국가 간 협력 사업이 활성화되어 있는데, 제5절에서는 북극이사회 워킹그룹에서 추진 중인 사업 중 4차 산업혁명 기술의 접목 가능성이 있는 부분에 대해 파악하고자 한다.

1. 북극이사회 워킹그룹 추진 사업 현황

현재 북극이사회에는 6개의 워킹그룹⁴⁸⁾과 2개의 태스크포스로⁴⁹⁾ 구성되어 있으며, 핀란드 의장국 임기 기간인 2017~2019년 중 워킹 그룹 차원에서 추진되는 사업이 총 75개이다(ACAP 14건, AMAP 4건, CAFF 10건, EPPR 12건, PAME 22건, SDWG 13건).

〈표 2-8〉 북극이사회 워킹그룹 추진 사업 현황⁵⁰⁾

작업반	사업명	분야
ACAP	1. 블랙카본 사례연구	환경(SLCP ⁵¹⁾)
	2. 러시아 북극권에서의 블랙카본 및 메탄 배출 - 지도화 및 완화 (APG 무단소각으로부터 발생하는 블랙카본 및 메탄 배출 완화 포함)	환경(SLCP)
	3. 메탄-배출 경감 - 러시아, Syktyvkar Dyrnos 매립 프로젝트	환경(SLCP)
	4. 오존층 파괴 및 불소화 온실가스의 단계적 폐지: 러시아 무르만스크주 수산 및 수산물 가공 공장	환경(SLCP)

48) 북극이사의회의6개 워킹그룹은 북극 오염물질 조치 워킹그룹(ACAP), 북극 모니터링 평가 워킹그룹 (AMAP), 북극 동식물 보존 워킹그룹(CAFF), 비상사태 예방·준비·대응 워킹그룹(EPPR), 북극 해양환경보호 워킹그룹(PAME), 지속가능개발 워킹그룹(SDWG)이다.

49) 북극이사회 태스크포스는 워킹그룹과는 달리 특정 목적을 위해 임시로 설립된 것으로 북극이사회 의장국이 교체될 때마다 태스크포스가 연장 또는 종료되고, 신설되기도 한다.

50) 2017년 3월 기준 2017~2019년 사업으로 승인되었거나 검토 중인 사업

51) Short Lived Climate Pollutants (SLCP, 단기수명가스)

작업반	사업명	분야
	5. 러시아 북극권 강에서의 CO ₂ 와 SLCP (블랙카본, HFC 포함) 감축을 위한 시범 사업	환경(SLCP)
	6. 환경적으로 안전한 구식 제초제 파괴 시범, 3단계	환경(독성 폐기물)
	7. 변압기 PCB 250톤 관리 및 폐기 시연, 3단계	환경(독성 폐기물)
	8. 신속한 환경 평가	환경(독성 폐기물)
	9. 영구 동토층 지대에 위치한 도시 고형 폐기물 매립지 위험 평가 및 완화	환경(독성 폐기물)
	10. 최적의 기술 도입으로 바렌츠 지역 오염 감소 도모	환경 (POPs 및 수은)
	11. 다이옥신 및 푸란 감축 관련 프로젝트	환경 (POPs 및 수은)
	12. 수은 감축 관련 프로젝트	환경 (POPs 및 수은)
	13. 전통 및 지역 지식 활용을 위한 환북극 현지 환경 관측자 네트워크(CLEO)	환경 (POPs 및 수은)
	14. 지역 사회 기반의 블랙카본 및 공중보건 평가 프로젝트	환경 (POPs 및 수은)
AMAP	1. 기후 문제 대응	기후변화
	2. 오염물질 및 인간보건 문제 대응	환경, 보건
	3. 기후변화 적응 행동 지원	기후변화
	4. AMAP 전략수립 및 이행	AMAP 운영
CAFF	1. 북극 생물다양성을 위한 조치 2013-21: ABA 권고 이행	생물다양성
	2. 환북극 생물다양성 모니터링 지속 이행	생물다양성 (생물자원)
	3. 북극 철새 이니셔티브(AMBI) 이행	생물다양성(철새)
	4. 2017-21 북극 외래침입종에 대한 전략 및 행동계획 (ARIAS) 이행	생물다양성 (외래종)
	5. 제2차 북극 생물다양성 의회 개최	생물다양성
	6. 적응 및 안보를 위한 지역 사회 관찰 네트워크(CONAS): 중간 보고	환경(모니터링)
	7. 북극 생물다양성의 주류화	생물다양성
	8. 북극 식물상과 바닷새 전문가 그룹	생물다양성 (식물군 및 조류)
	9. 북극이사회 교차이슈 이니셔티브에 관한 후속 조치	생물다양성

작업반	사업명	분야
	10. 북극 공간 데이터 인프라 협력을 포함한 북극 생물다양성 데이터 서비스(ABDS) 개발	생물다양성(데이터)
EPPR	1. EPPR MOSPA ⁵²⁾ 훈련 계획	안전(기름유출)
	2. 과거 모범 사례 기반 EPPR 훈련 및 워크숍 권장사항 개발	안전(기름유출)
	3. EPPR 훈련 중점분야 도출 및 훈련기회 제공 위한 권장사항 개발	안전(기름유출)
	4. 대응 사례 분석에 따른 후속조치	안전(기름유출)
	5. 범북극 데이터베이스 활용에 관한 이행 및 후속 조치	안전(기름유출)
	6. 활동 보고서 평가 및 교훈 파악, 완화방안 권고 개발 및 해당 기관에 통보	안전(수색구조)
	7. SAR 훈련과 같이 현재 운영 중인 보완적 협의체의 행동 위주 활동에 대한 지원	안전(수색구조)
	8. 유관기관 및 협의체, 학계 등과의 협력강화	안전(수색구조)
	9. 기름유출방지 프레임워크	안전(기름유출)
	10. ARCSAFE	안전(방사성물질)
	11. 경제, 인프라 사업을 위한 안전시스템	안전(산업안전)
	12. Arctic Rescue	안전(간접위험평가)
PAME	1. HFO 4a 단계 - 북극에서 중유(HFO) 사용에 관한 정보 수집 및 보고	환경(HFO)
	2. HFO 4b 단계 - 육상에서 원주민과 지역 사회의 중유 이용에 대한 정보 수집, 보고 및/또는 검토	환경(HFO)
	3. HFO 4c 단계 - PAME의 HFO 활동 관련 정보지 준비	환경(HFO)
	4. HFO 4d 단계 - 북극에서 대체 연료 이용 선박의 환경, 경제, 기술 및 실용적 측면 검토	환경(HFO)
	5. 폴라 코드의 조화로운 이행 지원	환경(Polar Code)
	6. 북극 국가에 안전하고 적은 영향을 주는 해로 이니셔티브 관련 정보 수집 및 요약	안전(해로정보)
	7. 북극 해상 사고 기록서	안전(사고)
	8. 옵서버 국가와의 협력	거버넌스
	9. PAME의 최신 해운 관련 우선순위 및 권장사항	해운
	10. 북극 해상 교통 데이터베이스 시스템 운영화 (ASTD)	해운(교통)
	11. 북극 해운 모범 사례 정보 포럼 개최	해운
	12. ARIAS 전략 및 행동계획을 위한 실행 계획 수립	해운

작업반	사업명	분야
	13. 미세 플라스틱을 포함한 북극 해양 쓰레기에 대한 탁상 연구 (1단계)	환경(해양쓰레기)
	14. 2017-19 AMSP 이행 현황 보고서	환경(생태계)
	15. 북극 EA/EBM 이행을 위한 지침 수립	환경(생태계)
	16. 북극해 중앙해 통합 생태계 평가	환경(생태계)
	17. PAME MPA-네트워크 톨박스의 확장 및 개선	환경(생태계)
	18. 해양 활동 프로젝트 관련 원주민과 지역사회의 참여 강화를 위한 보고서 Part II	해운(원주민)
	19. 자원 탐사 및 개발 전문가 그룹(REDEG) 정보 수집	환경(산업)
	20. 유류 오염 방지 기본 계획(FPOPP)에 대한 후속 조치	환경(기름유출)
	21. 북극 환경 영향 평가, EIA 및 북극에서 대중의 EIA 참여에 관한 우수 사례 제시	환경(영향평가)
	22. 역량 구축, 정보 전달 및 협력	해운(아웃리치)
SDWG	1. 식량생산지로서의 북극	개발(식량)
	2. 북극의 원주민 청소년, 기후변화와 식량 문화	사회(원주민)
	3. 북극 원격 에너지 네트워크 아카데미 (ARENA)	개발(재생에너지)
	4. 북극 신재생 에너지 지도	개발(재생에너지)
	5. 북극의 양성 평등 II	사회(양성평등)
	6. 통합보건 (One Health) - 북극에서 통합보건 접근방식의 적용 사업 Part 2	사회(보건)
	7. 2017 북극 에너지 회담 개최	개발(에너지)
	8. 북극에서의 환경영향평가(EIA)와 대중의 환경 영향 평가 참여에 대한 우수 사례 권고	환경(영향평가)
	9. 북극에서의 평등과 다양성을 위한 교사 교육 사업	사회(교육)
	10. 북극 2030 세대	사회(지속가능성)
	11. 북극 지속가능한 에너지 미래를 위한 톨킷	사회(에너지)
	12. 유목민 학교	사회(원주민)
	13. 북극 지역사회의 고형 쓰레기 관리	환경(원주민)
TFAMC	1. 북극권 해양협력을 위한 신규 부속기구 관련 권한사항 (TOR)	해양협력
TFICA	1. 북극권 통신 인프라 관련 평가보고서	개발(통신)

1) 북극 환경오염물질 실행계획 워킹그룹(ACAP)

ACAP에서 2017-19년 사업기간 중 추진 중인 사업은 총 14건이다. 북극에서 블랙카본, 메탄, 중유, 살충제, 다이옥신, 푸란, 수은 등의 오염원의 이용·배출·감축 조치 관련 사업을 하는 워킹그룹이다. ACAP에는 러시아의 특정 지역 내에서 추진되는 사업이 많다.

2) 북극 모니터링 평가계획 워킹그룹(AMAP)

AMAP에서 2017-19년 사업기간 중 추진 중인 사업은 총 4건이다. AMAP의 명칭에서 드러나듯이 동 워킹그룹의 주요 설립 목적은 모니터링과 평가 활동을 통해 8개 북극국가들에게 정보를 제공함으로써 북극관련 정책을 지원하고 타 국가들에게는 현 북극의 현황을 알리는 것이다. AMAP에서 추진 중인 4개 사업 중 AMAP의 전략 및 이행 관련 사업 1개를 제외한 나머지 3개 사업은 기후변화와의 관련성이 높다. 기후변화 이슈대응 사업은 IPCC 특별 보고서에 기여하고, SWIPA 2017 보고서를 업데이트 하는 것이다. 또 하나의 주요 사업은 북극의 오염물질과 인간보건 이슈 대응 차원에서 유네프(UNEP)과 함께 수은 관련 미나마타협약 이행과 세계 수은 평가 2018 보고서에 기여하는 것이다.

3) 북극 동식물보존 워킹그룹(CAFF)

CAFF에서 2017-19년 사업기간 중 추진 중인 사업은 총 10건이며, CAFF의 주요 업무는 북극의 생물다양성 관련 이슈 대응이다. 주요 사업으로는 CAFF의 대표 보고서인 ‘북극생물다양성행동계획 2012-

2021년'의 이행, 북극 철새 이니셔티브(AMBI) 사업 이행, 북극 침투 외래종 관련 전략 및 행동계획 이행, 북극 생물다양성 주류화, 북극 생물다양성 데이터 서비스(ABDS) 개발(북극 공간 데이터 인프라와의 협력 포함), 생물다양성 관련 국제행사 개최 등이 있다. CAFF는 북극의 건강한 생태계뿐만 아니라 북극 원주민의 식량안보와도 직결된 북극의 동식물을 보존하기 위해 북극이사회 회원국, 우리나라와 같은 옵서버국가, 그리고 호주 등의 비 북극이사회 참여국가와도 협력을 추구하고 있다.

4) 긴급상황 방지·준비·대응 워킹그룹(EPPR)

EPPR에서 2017-19년 사업기간 중 추진 중인 사업은 총 12건이다. 북극이사회 북극해양 유류 오염 방지 및 대응협력 협정(MOSPA)과 수색 및 구조협력에 관한 협정(SAR)의 이행을 담당하는 워킹그룹이며, 북극해에서 일어날 수 있는 긴급상황에 대한 대응을 준비한다. EPPR 워킹그룹 내에는 MOSPA 이행을 지원하기 위한 해양환경대응 전문가 그룹(MER EG)과 SAR 이행을 지원하기 위한 수색 및 구조 전문가 그룹(SAR EG)이 설립되어 있다. 워킹그룹 사업에는 MOSPA와 SAR 훈련사업 등 실제 상황에 대비한 시나리오 훈련, 대응 지침서 등을 개발한다. 이외에도 PAME와 협력하여 유류 오염 방지 계획 프레임워크(FP-OPP)의 이행 현황에 대해 검토 및 보고하고, 국가 간 협력 체계를 구축하는 사업 등이 있다.

5) 북극 해양환경보호 워킹그룹(PAME)

PAME에서 2017-19년 사업기간 중 추진 중인 사업은 북극이사회

중 가장 많은 총 22건이다. 해양환경보호 및 해운 관련 업무를 담당하는 워킹그룹으로, 2017~2019년 기간 동안 추진될 중점 사업에는 북극에서 HFO 이용 실태 조사와 관련된 사업 4개, 해양쓰레기 사업, 북극해에서 안전운항을 위한 사업, 생태계 평가, 옵서버 및 원주민과의 협력 도모 방안 연구 사업 등이 있다.

6) 지속가능개발 워킹그룹(SDWG)

SDWG에서 2017-19년 사업기간 중 추진 중인 사업은 총 13건이다. 사회 이슈와 가장 밀접한 사업을 주로 추진하고 있는 워킹그룹으로 신재생 등 에너지, 식량생산지, 미래 세대, 보건, 교육, 지역사회 고형쓰레기 이슈 등의 사업을 추진 중이다.

2. 4차 산업혁명 기술 수요와의 연관성

북극이사회는 지속가능한 북극을 목적으로 사회, 경제, 환경 등 다양한 분야의 이슈에 대응하기 위해 워킹그룹과 태스크포스를 통해 국가, 국제기구, 비영리단체, 원주민 단체 등 여러 이해관계자와 실질적인 협력을 도모하고 있다. 북극이사회 6개 워킹그룹에서 2017~ 2019년 기간 중 추진 중인 사업을 분야별로 분석했을 경우 환경 분야 관련 사업이 가장 많았다. 이는 북극이사회 전신인 북극환경보호전략(AEPS)의 환경 사업들이 이어져왔다는 점도 있지만, 북극이사회 설립 당시 안보문제 등의 민감한 이슈는 북극이사회의 업무범위에서 의도적으로 제외되었으며, 북극지역은 극한 기후와 접근성이 낮은 이유로 환경과 과학 협력 위주의 사업이 추진되어 왔기 때문인 것으로 사료된다.

북극이사회는 북극권 국가들과 대표적 원주민단체들이 참여하는 정책적 의사결정을 위한 협의체이지만 연구협력을 위한 협의체이기도 하다. 특히 북극이사회 6개 워킹그룹에서 추진되는 대부분의 사업들이 북극 관련 특정 이슈에 대한 현황과 실태 조사, 그리고 결과 보고서 발간으로 이루어진다. 이 중 AMAP, CAFF, PAME 등에서 실행하는 환경 및 생태계 모니터링 활동이 중요한 부분을 차지하며, 지구의 중요한 기후 조정 역할을 맡고 있는 북극의 환경 변화에 대한 지속적인 모니터링의 중요성은 점차 커져가고 있다. 해양 생태계, 북극 해빙 현상, 북극해 산성화, 북극해 기온 등은 북극만이 아닌 전 지구적 기후변화 현상을 이해하는 데 필요한 중요한 정보로 관련 데이터의 축적의 중요성 또한 중요해지고 있다. 여러 워킹그룹에서는 데이터 공유를 위한 사업과 웹사이트를 구축하고 있다. 예를 들어, 북극에서 유류 유출 사고 대응에 대비하여 북극권에 필요한 인프라, 시설, 인력 등의 정보가 공유되는 북극 유류 유출 데이터베이스를 EPPR에서 구축했으며, SDWG에서는 재생에너지원 데이터를 지도화하는 하는 사업(AREA)을 추진 중이다. 최근 북극의 얼음이 빠르게 녹으면서 북극항로를 이용하는 선박의 수가 증가함에 따라, PAME에서는 북극해상교통데이터베이스 시스템 구축을 추진하고 있다.

다시 말해, 북극이사회 워킹그룹 사업의 상당수가 특정 이슈와 관련하여 현황을 알아보기 위한 조사·모니터링·평가와 데이터 구축하는 것과 관련되어 있으며, 최신의 기술을 요구하는 사업들이 많다. 북극의 특수한 환경을 고려했을 때 여러 현안 문제 해결에 4차 산업혁명 기술이 도움이 될 수 있는 잠재력은 무궁무진하다. 가령, 자율운항선박은 북극해 환경오염 리스크와 인력부족 문제 해소에 도움이 될 수 있으며, 빅데이터 및 클라우드 컴퓨팅관련 기술이 북극이사회

사업 중 생물다양성, 선박 데이터 관련 사업에 많은 도움이 될 수 있다. 따라서 종합적으로 첨단센서플랫폼, 인공지능, 바이오기술, 블록체인, 드론 및 자율주행선박, 사물인터넷, 새로운 컴퓨팅기술 등의 4차 산업혁명 기술에 대한 수요가 북극이사회 내에서 가장 높을 것으로 예상된다.

제 3 장

북극권 국가의 4차 산업혁명 정책

제1절 미국

미국은 4차 산업혁명의 글로벌 선도 국가로 다양한 분야에서 혁신을 주도하고 있다. 제너럴일렉트릭(GE)의 사물인터넷, 구글의 인공지능 기반 서비스, 테슬라의 무인자동차 등 미국의 글로벌 기업들은 신 기술을 개발하고 세계의 변화를 선도하고 있다.

미국은 오바마 정부의 출범 이후 첨단 제조업의 중요성이 다시 부각되기 시작했다. 미국 정부는 4차 산업혁명의 중요성을 인식하고, 제조혁신 기반을 마련하기 위해 2013년 1월 ‘국가 제조업 혁신 네트워크(National Network for Manufacturing Innovation: NNMI)’를 구축했다.⁵³⁾ 이는 민간기업, 주요대학, 정부기관 등이 새로운 유망 기술의 연구 및 투자가 이뤄지도록 정책적 지원 기반을 마련한 것으

53) 대외경제정책연구원(2017a), p.18

로 평가된다. 제조기술 혁신을 위한 미국 정부의 노력으로 2017년 미국의 제조업 R&D 투자 예산은 2011년에 비해 40% 증가한 것으로 나타났다으며, NNMI 프로그램을 통해 지금까지 약 1,000개의 기업, 대학, 비영리 연구재단 등이 산학연 협력체제의 구성원으로 참여했다.⁵⁴⁾

2015년에 발표한 신미국혁신전략(New Strategy for American Innovation)은 제조업 경쟁력 강화 전략을 비롯하여 정밀의학 전략, 두뇌이니셔티브 전략, 스마트시티 전략, 첨단 자동차 전략, 고성능컴퓨팅 지원전략 등을 포괄적으로 담고 있다.⁵⁵⁾ 신미국혁신전략은 R&D 투자 및 장기적 경제 성장의 토대 마련, 9대 전략 분야 집중 투자를 통한 국가적 우선과제 해결 및 공동 번영 창출, 정부성과 개선 및 민간 주도 혁신 환경 조성을 위한 정부 혁신 역량 제고를 주요 전략으로 삼고 있다.⁵⁶⁾

〈표 3-1〉 미국의 집중 육성 4차 산업

타겟 산업	비전	정책
첨단 제조업	기업과 국민들에게 보다 많은 경제적 편익을 가져다 줄 수 있는 첨단 제조업 육성	- 혁신제조 기술개발을 위한 민관 협력 기관인 NNMI를 15개로 확대(현 9개) - 중소기업을 중심으로 한 공급망 구축, 창업 기업에 대한 지원 확대
정밀 의학	환자의 상태를 보다 잘 이해하고 효과적인 치료법을 판단할 수 있도록 기술적으로 지원	정밀의학계획(PMI)에 2016년 2억 1,500만달러를 투자하여 NIH, NCI, FDA 등의 신약 및 의료 데이터 공유 기술을 연구
두뇌 이니셔티브	뇌세포 작동 원리, 신경회로 상호작용 규명 등 인간의 뇌를 이해하기 위한 기술의 촉진	2016년 3억 달러를 투자하여 NIH, NSF, DARPA 등의 연구 지원

54) The White House(2017)

55) 정보통신정책연구원(2017), p.77

56) KOTRA(2017b), p.7

타겟 산업	비전	정책
점단 자동차	무인자동차 개발을 통해 교통 사고 90% 절감	운행 및 안전기준 관련 연구에 투자 확대, 기술적용을 위한 규제 개선 등
스마트시티	교통, 범죄 등 도시정보를 수집, 활용하여 삶의 질 개선	스마트시티 계획에 따라 안전, 에너지, 교통 등의 연구 진행, 20개 이상 도시가 참여하는 기술 활용 연구 진행
청정에너지 및 에너지 효율 기술	재생에너지, 청정에너지 개발 및 고 효율화를 통해 탄소배출 절감 및 에너지 안보 강화	2016년에 76억 달러를 청정에너지, 지속가능 교통기술 등에 투자
교육용 기술	브로드밴드, 클라우드 등을 활용한 혁신적 교육법 개발로 교육의 질과 성과를 향상	2018년까지 99%의 학생을 고속 인터넷에 연결하는 Connect ED사업 추진, 고등교육연구계획국(ARPA-ED) 설치
우주	- 민간과의 협력을 통해 우주 비행 - 비용의 획기적 감소, 민간항공 산업 성장 촉진	NASA 상업 유인 우주운송에 2017년까지 60억 달러 투자계획
고성능 컴퓨팅	슈퍼컴퓨터(HPC) 개발로 공공 서비스의 질 향상, 경제성장, 건강 및 안전 등 확보	국가전략컴퓨팅계획('15)에 따라 HPC 개발을 국가적으로 지원

자료: https://spri.kr/posts/view/13156?code=policy_trend(검색: 2018.8.20.)

이후에도 미국정부는 각 산업부문별 제도를 보완하기 위해 구체적인 전략 계획을 계속 발표했다. 특히 미국은 인공지능 분야에서 두각을 나타내며 인공지능의 개발 및 선점을 위한 백악관 중심의 범정부적 차원의 대규모 정책을 진행 중이다. 국가과학기술위원회(NSTC)는 ‘인공지능 국가연구개발 전략 계획’(2016년 10월)을 통해 연구개발 우선순위를 정하고, 장기적으로 인공지능이 사회에 미치는 영향에 대해 검토했다. 향후 10년 동안 산·학·연 협력을 통해 30억 달러 규모의 인공지능 개발이 추진될 것으로 예상된다. 빅데이터 부문에서는 빅데이터 기술개발 및 활용, 차세대 데이터 과학자 양성을 위해

6개의 연방 정부기관이 참여하고 2억 달러 투자규모의 빅데이터 R&D 이니셔티브를 발표했다. 이후 연방 빅데이터 R&D 전략계획을 통해 7가지 전략과 18가지 세부 과제를 제시하였다. 또한 국가정보 위원회(NIC: National Intelligence Council)는 2025년까지 국가경쟁력에 영향을 미칠 ‘혁신적인 파괴적 기술’ 중 하나로 사물인터넷을 선정하고 기술로드맵을 수립하여 연구개발을 추진하고 있다.

〈표 3-2〉 미국정부 주도의 4차 산업혁명 대응 정책

정책	주요 내용	시기
국가 제조업 혁신 네트워크(NNMI)	• 하이테크 중심의 산학연관 협력을 통해 지역협력 거점을 마련함과 동시에 장기적 혁신 추구 • 2017년 3월까지 14개의 ‘제조업 혁신 연구소(IMIs)’ 설립	2012.
클라우드 컴퓨팅 기술 로드맵	• 클라우드 서비스 도입을 촉진시키기 위해 최우선적으로 요구되는 기술과 이를 실현하기 위한 실행계획 제시	2014.10.
IoT (정보 보호·보안)	• 기업들이 소비자의 개인정보를 보호하고 보안을 강화할 수 있도록 구체적인 조치들을 권고	2015.1.
빅데이터 지역허브 구축 계획	• 4개 권역별 빅데이터 지역혁신 허브 설립 • 데이터에 대한 접근 개선, 데이터 라이프 사이클 자동화 등	2015.4.3.
연방정부 빅데이터 R&D 전략계획	• 연방 빅데이터 연구개발을 확대하기 위한 지침 • 7대 전략과 18가지 세부 과제 제시	2016.5.24.
자율주행차 15대 성능지침 발표	• 관련 정책과 입법의 방향 제시 및 15가지 항목의 자율주행차 성능 가이드라인 발표	2016.9.20.
인공지능 국가 연구개발전략계획	• 인공지능 기술의 필요성을 확인하고 인공지능 연구개발을 위한 투자의 효과를 극대화하는 것이 목적 • 기술 발전에 대비하기 위한 7대 분야와 23개 권고사항 제시	2016.10.

자료: 대외경제정책연구원, 「주요국의 4차 산업혁명과 한국의 성장전략」, 2017, p.81

미국 4차 산업혁명의 추진 핵심은 민간에 의해 주도되고 있는 산업인터넷협의체(Industrial Internet Consortium, IIC)로 평가된다.⁵⁷⁾ IIC는 제너럴일렉트릭(GE)을 중심으로 미국의 대표적 글로벌 IT업체인 AT&T, Cisco, Intel, IBM 등 5개사에 의해 구축되어 현재 160개 이상의 기업이 참여하고 있다. 특히 IIC를 이끄는 GE가 발표한 산업인터넷(Industrial Internet) 전략은 미국판 Industrie 4.0으로 평가되고 있다.⁵⁸⁾ 이외에도 다양한 형태의 기업 연합조직이 존재하며 정부의 적극적인 지원 정책과 함께 미국의 4차 산업혁명과 제조혁신을 주도한다.

미국 글로벌 기업의 대표적인 4차 산업 기술로는 GE가 개발한 세계 최초의 산업인터넷 운영 플랫폼인 프레딕스(Predix)와 스마트 시티 IoT 플랫폼에 활용되는 CityIQ 센서, 마이크로 소프트의 바닷속에 데이터 센터를 구축하는 나틱(Natick)프로젝트와 가상현실(VR)과 증강현실(AR)을 결합한 융합현실(Mixed Reality, MR) 기술, 아마존의 로봇 등을 활용한 최첨단 물류센터 구축 및 드론을 활용한 배송시스템, 구글의 인공지능과 가상현실 서비스, 페이스북의 빅데이터 분석 기술이 꼽힌다.

미국은 미래 혁신기술에 대한 집중적인 R&D 투자를 수행함과 동시에 기술의 사회·경제적 파급효과와 영향력을 고려하여 산업 분야에서 일생생활까지 다양한 분야에 대한 적용 가능성을 연구한다. 이러한 정부의 R&D 성과의 신속한 상업화 환경조성과 민간기업의 자율적이며 지속적인 혁신이 미국 4차 산업혁명의 추진 동력으로 작용하고 있다.

57) 경제인문사회연구회(2016), p.53

58) 위의 책, p.70

제2절 러시아

러시아는 2014년 푸틴 대통령의 지시로 4차 산업혁명에 대비하기 위해 러시아의 기술개발 로드맵 ‘2035 국가기술이니셔티브(National Technological Initiative, NTI)’를 2015년 7월에 발표했으며, 2016년 4월에 이를 승인했다. NTI 추진 기구로 대통령 직속 ‘경제현대화 및 혁신개발위원회’ 내 실무위원회를 구성하였으며, 정책 총괄은 러시아 전략이니셔티브청(ASI: Agency for Strategic Initiatives)이 담당하고, 실질적 실행 및 관리는 러시아 벤처 컴퍼니(RVC: Russian Venture Company)가 수행했다. 여기에 각 정부부처와 공사, 저명한 기업인, 기술자, 학자로 구성된 실무그룹이 중심이 되어 러시아 경제 혁신을 위한 장기 로드맵을 담았다.

NTI는 러시아가 에너지 수출 의존 경제에서 탈피하여 향후 15~20년 내 신기술·신시장 분야에서 세계 리더십을 확보하기 위한 해결책을 마련하는 데 중점을 두었다. 그래서 세계 선진국들이 중점적으로 추진하고 있는 분야 중 러시아가 경쟁력 확보가 가능한 전략분야 9개를 선정하고 이를 뒷받침할 10개의 핵심기술을 제시했다. 9개 시장은 EnergyNet, FoodNet, SafeNet, HealthNet, AeroNet, MariNet, AutoNet, FinNet, NeuroNet으로 명시하고 각 시장별 부속 로드맵을 작성했다. 각 부속 로드맵은 예상되는 시장 수요 원인, 핵심 틈새시장 등을 모두 고려해 새 유망 산업에 대한 가이드라인을 제시했으며, 새 유망 산업의 핵심이 되는 주요기술에 대한 정보의 제공과 재정적, 연구적, 제도적 강화 방안을 마련했다.

NTI가 제시한 10개의 핵심기술 분야로는 ①빅데이터 ②인공지능 ③AR/VR 기술 ④디지털 시뮬레이션 기술 ⑤블록체인 ⑥암호화폐 및

양자커뮤니케이션 ⑦신경기술 및 HCI(Human-Computer Interface)
⑧휴대용 에너지저장장치 ⑨합성 유전체학 ⑩신소재기술이 있다.

〈표 3-3〉 NTI의 9개 전략(신시장) 분야

영역	9개 분야	중점분야
안전 및 자원	EnergyNet	스마트 그리드, 스마트 도시, 개인생산전력
	FoodNet	개인 맞춤형 음식 생산, 공급체계
	SafeNet	개인 맞춤형 안전시스템
수송체계	AutoNet	무인이동장치
	AeroNet	무인비행기
	MariNet	무인해상운송장치
삶의 질	HealthNet	개인맞춤형의약, 디지털의료
	NeuroNet	인간정신·의식 인공요소
	FinNet	분산형금융시스템

자료: http://www.mofa.go.kr/www/brd/m_4049/view.do?seq=363021&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=32(검색일: 2018. 8. 6.)

NTI의 가장 큰 특징은 기존 러시아가 추진하던 국가주도 체제와 달리 로드맵 수립, 제품·서비스 개발 등을 민간중심 워킹그룹이 주도하고, 정부는 민간혁신 및 신시장 창출 활동을 지원하는 역할에 한정했다는 것이다. 그간 러시아의 기술 산업에는 구조적인 문제가 많다는 평가가 있었다. 대부분 첨단 기술의 개발이나 도입이 정부나 상부기관의 top-down 방식으로 이루어져 기업들이 기술개발에 수동적이 되며, 개발된 기술이 시장의 실제 수요를 신속하게 반영하지 못하는 측면이 있었다.⁵⁹⁾ 하지만 이번 NTI는 bottom-up 방식을 적용해 민간기업의 참여를 적극 독려하고 정부와 공동추진 주체로 참여하도록 했다.

59) KOTRA 2017년 6월 7일자 자료(검색일: 2018. 8. 6.)

또한 NTI는 각 산업별 구체적인 성과 목표를 제시하고 매년 추진 상황을 점검하여 전략을 보완하는 방식을 취하고 있다. 여기에 중국, 인도 등 BRICs국가, 신진 기술강국과 협력 강화를 통해 개방된 R&D 정책을 추진하여 러시아의 경쟁력 제고에 역점을 두었다.

러시아의 집중 육성산업은 <표 3-4>와 같이 분류된다. 이 중 러시아의 무인항공기 산업과 스마트 해양기술 산업에 대해 알아보자.

<표 3-4> 러시아의 집중 육성 4차 산업

산업명	로드맵	목표
무인 항공기 및 시스템	AeroNet (현황: 승인 및 공식 발표)	• 소형 무인(원격조종) 항공기 및 시스템의 개발과 발전 • 2035년까지 관련 산업에서의 러시아의 리딩 포지션 확보
인간-기계 통신	NeuroNet (현황: 승인 및 공식 발표)	• 2035년까지 경쟁력 있는 국내기업 육성 • 2035년까지 2.5%의 글로벌시장 지분 획득
스마트 에너지 시스템	EnergyNet (현황: 승인 및 공식 발표)	• 2035년까지 세계시장에서의 관련 분야 러시아 회사들의 총 연수익 400억 달러 목표 • 세계시장의 러시아 지분 확대
무인 수송 시스템	AutoNet (현황: 승인 및 공식 발표)	• 스마트 시스템이 장착된 자동차 개발 • 화물과 승객운송을 위한 로봇화 장비의 국내 생산 프로모션 • 2020년까지 스마트 자동차 시장 지분 0.05%
스마트 해양기술	MariNet (현황: 승인 및 공식 발표)	• 세계 해양산업의 유망한 분야에서 러시아 비즈니스의 리딩포지션 확보 • E-Navigation, 해양자원탐사와 혁신적 조선업 • 세계 E-Navigation시장에서의 러시아 지분 12%
개인의학 솔루션	HealthNet (현황: 정교화 단계, 공식 발표 이전)	• 다양한 분야 발전: 헬스케어에 위한 IT기기와 플랫폼, 스포츠헬스, 예방약품, 신 의약품, 인공장기, 개인 맞춤 의약품, 노화방지제품 등

산업명	로드맵	목표
개인 보안 시스템	SafeNet (현황: 정교화 단계, 공식 발표 이전)	• 보안된 소통채널과 같은 다양한 보안 분야 발전, 고급 보안 기술과 애플리케이션 개발, 생체 인증시스템 • 3~5%의 세계시장에서의 러시아 관련 회사 지분
식품 분야 스마트 솔루션	FoodNet (현황: 정교화 단계, 공식 발표 이전)	• 개인 맞춤형 영양공급, 계능공학, 대체 원료 등 • 5~15%의 관련 분야 러시아 회사의 세계시장 지분 확보
금융시스템 및 개인 네트워크 금융 서비스	FinNet (현황: 정교화 단계, 공식 발표 이전)	• 분산원장(공유원장) 시스템, '스마트' 계약서, 'Crowd' 기술 발전 등

자료: <http://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/2/globalBbsDataAllView.do?dataldx=160791&column=title&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=101093&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryldxs=&searchIndustryCateldx=&page=15&row=10>(검색일: 2018. 8. 6.)

러시아에는 무인항공기 제조·운영과 관련된 약 200개의 회사가 있으며, 이 중 29%가 시스템 제조 및 판매 기업이고, 41%가 수입드론 및 부속품 판매, 30%가 서비스 제공 기업이다. 러시아 정부는 AeroNet이라는 명칭의 로드맵을 중심으로 무인항공기 기술개발이 이뤄지고 있으며 주로 세계 시장 점유율을 대폭 확대하는 데 정책 초점이 맞춰져 있다. 로드맵 상 무인항공기 개발의 핵심기술인 빅데이터와 인공지능 분야의 기술개발이 주력 분야이다.

Marinet 로드맵의 핵심은 전자항법시스템(e-Navigation)이다. e-Navigation은 차세대 해상항법체계로서 선박과 육상에서 해상관련 정보를 수집, 통합, 교환, 표현 및 분석하는 전자 시스템이다.⁶⁰⁾ 러시아는 e-Navigation 분야에 대한 기초 인프라를 보유하고 있다. 총 21가지의 선박 항해 컨트롤 시스템이 존재하며 대부분의 러시아

60) 선박해양플랜트연구소 홈페이지 참고(검색일: 2018. 8. 5.)

선박에 현대식 항해와 통신 시스템이 장비되어 있다. 러시아는 MariNet 로드맵을 통해 세계 e-Navigation 시장에서의 지분율 12%를 목표로 하고 있으며, e-Navigation의 세계적인 기업인 Tranzas사가 이 프로젝트에서 가장 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있다. MrineNet 로드맵은 e-Navigation 외에도 수중 파일럿 로봇 설계 및 조력 발전소 시범 프로젝트를 실시하는 해양자원 탐사 분야, 대형 선박 항해를 위한 쇄빙 기술 개발 및 빙하에서 승무원 구조 장비 설계 등을 주요 내용으로 하는 조선혁신 분야도 포함하고 있다.

〈표 3-5〉 MariNet의 중점 추진 분야

분야	로드맵 주요 내용
전자항법시스템	• 기술 표준 및 상용 솔루션 도입 • 수로, 기상 및 항법 정보에 대한 접근성 확보 • 통신연계(선박 대 선박, 선박 대 해안, 다른 사용자) • 선박 모니터링 및 관리, 생태 모니터링 • 항만 인프라 스마트 관리 시스템 • 무인 선박 인프라 구축
해양자원탐사	• 수중 파일럿 로봇 설계 • 수중 통신 및 위치 확인 시스템 통합 설계 • 조력 발전소 시범 프로젝트 실시
조선혁신	• 쇄빙선박을 위한 드릴 설계 • 빙하에서의 승무원 구조 장비 설계 • 대형 선박 항해를 위한 빙하 채널 제공 기술 및 쇄빙 기술 개발

자료: KOTRA, 「4차 산업혁명시대, 첨단제품 개발 트렌드와 시사점」, 2017, p.148

제3절 캐나다

캐나다는 4차 산업혁명 분야에서 경쟁력과 최고의 연구 중심지로 주목 받고 있다. 캐나다 정부는 4차 산업혁명에 대비하기 위해 혁신

기술 연구개발과 스타트업 육성 등에 전폭적인 지원 정책을 펼치고 있다. 특히 전담기관(Innovation Canada)을 설립하고 혁신기술 생태계 강화를 위한 연구개발 보조금 확대와 인공지능, 자율주행차, 로봇 등 특정 프로젝트를 중심으로 정부 투자를 확대하고 있다.

캐나다의 경우 4차 산업혁명에 특정된 정책은 없다. 다만 매년 발표하는 연방예산안의 예산기조 및 재정정책을 통해 4차 산업혁명과 관련된 동향을 파악할 수 있다.

캐나다의 2017년 예산안은 중산층의 혁신적이고 포괄적이며 지속 가능한 성장을 위해 다방면에 대한 투자를 시행할 것을 목표로 삼고 있다.⁶¹⁾ 예산안에 따르면 캐나다 정부는 모든 캐나다인들을 위해 사람에게 초점을 두고 경제의 변화하는 특성을 다루는 혁신 및 기술 계획(Innovation and Skills Plan)을 수립한다고 명시되어 있다. 이 계획은 4차 산업혁명에 대응하기 위한 전담기관(Innovation Canada)의 설립, 클러스터 형성, 기금조성, 금융지원 등 혁신 기술 개발에 대한 정부의 투자확대가 주요 내용이다.

〈표 3-6〉 2017~2018 연방예산안의 4차 산업혁명 관련 내용

구분	내용	비고
전담기관	Innovation Canada 설립	스타트업 등 혁신기업 지원
클러스터	워털루(Waterloo) ICT 생태계 성장촉진	C\$ 9.5억 투자('17~'21)
기금조성	Impact Canada Fund (C\$ 810만)	스마트 시티 투자지원
금융지원	보조금 및 융자금 집행	수출개발공사(EDC)

자료: KOTRA, 캐나다 4차 산업혁명 기술도입 및 개발 동향, 2017, p.1

2017년에 설립된 Innovation Canada는 각 부처별로 분산되어 있는 이노베이션 프로그램을 통합하고, 행정절차 등을 간소화하기 위해 만든 새로운 플랫폼이다. 과학기술위원회(Natural Sciences and

61) 한국조세재정연구원(2018), p.2

Engineering Research Council of Canada)가 4차 산업혁명 분야와 관련된 연구개발 프로젝트를 선정하면 연방 과학·혁신부(Innovation, Science and Economic Development)가 C\$5천만에 달하는 보조금을 지원하게 된다.

2017년도 예산안에서 주목해야 할 것은 캐나다 정부의 범국가적 인공지능 전략(Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy)이다. 캐나다 정부는 인공지능에 특히 관심을 가지고 전폭적인 지원을 하고 있다. 5년 동안 C\$1억 2,500만 투자계획을 발표하며 캐나다가 인공지능 분야에서 세계적인 리더가 될 것을 목표로 하고 있다.

캐나다의 이러한 4차 산업혁명 분야에 대한 투자는 2018년도 예산안에서도 나타난다. 캐나다 정부는 차세대 연구자 지원, 빅데이터 분석, 연구장비 지원에 향후 5년간 C\$17억을 지원할 계획인데, 이는 기초연구분야 투자로는 캐나다 역사상 최고 투자 규모이다. 또한 빅데이터 구축 지원 전략으로 디지털 연구 인프라 전략(Digital Research Infrastructure Strategy)을 수립하여 연구자들의 고성능 컴퓨팅 자원과 빅데이터 접근성을 높이기 위해 투자할 것을 밝혔다.

캐나다의 4차 산업혁명 정책의 특징은 다음 <표 3-7>과 같이 정리된다. 캐나다 정부는 글로벌 기업의 유치와 스타트업 육성을 위한 연구 인프라 조성 및 연구개발 투자에 집중하여 혁신기술 개발을 위한 생태계 조성에 주력하고 있다. 또한 온타리오주의 자율주행 분야 집중 육성, 퀘벡주의 항공우주 혁신 지원, 앨버타주의 에너지 효율화 등 각 지역별 주력사업을 선정하여 4차 산업혁명의 핵심 산업으로 부상시키기 위한 지원을 대폭 확대할 계획이다. 특히 인공지능 분야는 그동안 캐나다 현지 대학 등 연구기관을 중심으로 꾸준히 연구되어 온 결과를 바탕으로 상용화를 위한 노력에 집중하고 있다.

〈표 3-7〉 캐나다의 4차 산업혁명 대응전략 핵심내용

구 분	내 용
방향	• 민간이 주도하고 정부는 재정지원과 규정 정비 역할 분담 • 정부·기업·학계 네트워크 구축 및 협업 활성화 도모
비전	• 국가 산업 정책의 일환으로 디지털혁신(Digital Innovation) 도모 • 2017년 'Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy' 정책 추진
특징	• ICT와 제조업이 밀집된 온타리오 주와 퀘벡 주가 성장 견인 • 연구개발(R&D)과 스타트업·벤처기업 육성위주 진행 • 자동차, 항공우주, 자원·에너지 등이 주요 적용대상 산업
제약	• 일원화된 4차 산업 관련 육성 정책 부재 • 내수시장과 경제규모가 작아서 자체 기술·제품 개발에 한계 • 미국과 비교해서 전문 인력의 공급과 기업 활동 부족

자료: KOTRA, 캐나다 4차 산업혁명 기술도입 및 개발 동향, 2017, p.3

캐나다의 이러한 노력은 4차 산업혁명의 다양한 분야에서 연구개발과 성과를 만들어 내고 있다. 구글은 2016년 캐나다 몬트리올에 AI 연구소를 설립하고 이 지역 기계학습 알고리즘 연구그룹에 39억 원을 지원하기로 했다. 2017년 페이스북도 캐나다 몬트리올에 AI 연구소를 설립하고 64억 원 이상을 투자할 계획이다. 또한 GM은 2016년 토론토에 연구센터를 설립하고 자율주행차와 전기자동차 연구개발에 주력하는 등 글로벌 기업들이 캐나다를 4차 산업혁명의 연구 중심지로 주목하고 있다. 이러한 성과는 파격적이고 지속적인 연구 인프라 투자로 연구 생태계를 비옥하게 만드는 캐나다 정부의 철학이 있었기에 가능했다.

앞에서 말한 것과 같이 캐나다는 인공지능, 빅데이터 등 첨단기술 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 보유하고 있으며 정부의 전폭적인 지원에 힘입어 스타트업 생태계가 빠르게 성장하고 있다. 캐나다의 이러한 첨단 기술 분야는 1차, 2차, 3차 산업에 도입되어 산업 간 융·복합 사례가 늘고 있다. 캐나다의 4차 산업 기술의 융복합 동

향을 보면 인공지능, 소프트웨어 등 강점을 보유한 기술을 응용하여 제조업을 지능화하고 빅데이터를 산업 전반에 확산함과 동시에 정보 보안 체계를 강화하는 방향으로 진행되고 있다. 뿐만 아니라 의료 분야와 가정용 생활기기 등과 관련된 사물인터넷 제품 개발도 활발하게 진행되고 있다.

〈표 3-8〉 캐나다의 4차 산업기술이 도입된 산업 분야

산업 분야	4차 산업 기술 도입 동향
농·축산·수산업	• 사물인터넷 등 정보통신 기반 농장 및 축산물 관리 • 빅데이터 기술 도입으로 소비자 구매 패턴 예측 및 생산량 조절 • 드론 등을 활용한 농약·사료 살포, 농축산물 생육환경 모니터링, 불법조업 단속 • 무인원격조정잠수정을 활용한 어류 이동경로 파악 및 수온·수질 검사
광업·에너지·환경	• 센서기술을 사용하여 제품 결함 및 오작동 감지, 기계의 에너지 효율성 최적화 • 전력생산과 관련하여 정보통신 기술을 융합한 효율화 솔루션 도입(스마트 그리드 도입, 에너지저장장치 설치 등) • 드론을 활용한 북극지역 고래 생태조사 실시
제조업	• 제조업 전반에 걸쳐 무인화·자동화 추구 • 자율주행차의 상용화 • 인공지능, 빅데이터 등을 도입하여 항공우주 산업 전반의 효율성 제고 • 생명과학 분야에서는 원격진료와 응급처치 위주의 혁신기술 도입(원주민 보호구역에 '닥터로봇'을 배치하여 원격 의료 서비스 제공) • 식품가공 부문에서는 로봇 등 자동화 설비 도입
서비스 분야	• 서비스업과 소프트웨어 기술의 융합으로 신개념 비즈니스 모델 도입(에어비앤비, 우버 등) • 제조업과 서비스업 간 융·복합 현상 심화 • 금융 부문에서는 인터넷 전문은행의 도입과 온라인·무인 서비스 확산 • 엔터테인먼트 분야에서는 인공지능과 가상현실을 응용한 시범 프로젝트 활성화

자료: KOTRA, 캐나다 4차 산업혁명 기술도입 및 개발 동향, 2017, p.5

제4절 노르웨이

노르웨이 정부는 4차 산업혁명에 대한 정책을 따로 수립하고 있지 않다. 하지만, 혁신과 디지털화 관련 정책을 통해 향후 4차 산업혁명 시대 도래에 대한 노르웨이의 정책적 준비 방향에 대해 살펴볼 수 있다.

2016년 4월 노르웨이 지방정부·혁신부에서 ‘노르웨이의 디지털 의제’이라는 제목의 백서⁶²⁾를 발표했으며, 이를 통해 ICT를 최대한 활용하여 노르웨이에게 부가가치를 창출해 줄 수 있는 방향을 제시하고 있다. 특히, 현재 ICT분야의 발전 트렌드와 과제부분에서 IoT, 자동화, 빅데이터, 클라우드 서비스, 블록체인 등 4차 산업혁명 관련 기술들을 언급하며 기후변화와 같은 세계의 주요 문제에 대응하는 데 있어서 기여할 수 있는 잠재력에 대해 언급하고 있다. 또한, 노르웨이의 주요 기반산업인 석유산업이 앞으로도 중요한 산업이 되겠지만, 지식기반 산업으로 경제구조를 개선해야 할 필요가 있다고 밝히고 있다.

백서에서는 노르웨이가 중점적으로 추진해야 할 3개 주요 정책으로 1) 사용자 중심 및 효율적인 공공행정 ICT 정책과 2) 가치 창출 및 통합을 위한 ICT 정책, 그리고 3) 전자소통을 위한 국가계획을 언급하고 있고, 각각 30개, 45개, 72개 구체적인 추진과제를 제시하고 있다. 특히 4차 산업혁명 정책과 관련하여 제시된 주목할 만한 추진과제로는 정부가 클라우드 서비스 이용에 관한 국가전략을 제시하도록 한 것과 자동화 및 디지털화 관련 산업에 대한 제도적 환경을 논의하는 백서를 준비하도록 지식 한 것 등이 있다.

62) Norwegian Ministry of Local Government and Modernization(2016)

노르웨이에서 인공지능과 빅데이터 분야의 역량을 구축하기 위한 노력은 산학연을 중심으로 추진되고 있다. 기존 ‘Telenor-NTNU AI-실험실’이 ‘노르웨이 열린 AI 실험실(Norwegian Open AI Lab)’로 확장되면서, 참여 기관도 Telenor, 노르웨이과학기술대학(NTNU) 이외에 SINTEF, DNB, DNV GL, Equinor, Kongsberg Group 등으로 넓어졌다. ‘노르웨이 열린 AI 실험실’은 산학연 협력을 기반으로 세계적인 AI 관련 연구 및 개발의 중심지를 추구하고, 현재 총 10개 연구사업이 NFR, Horizon 2020, NTNU 등의 지원을 통해 진행되고 있다.

제5절 덴마크

덴마크는 4차 산업혁명과 관련한 범정부 정책 및 기관은 없다. 덴마크의 정부 투자기관인 Innovation Fund와 49개의 기업, 5개의 대학, 3개의 연구기관 및 덴마크 산업연합이 공동으로 투자하고 출범한 ‘MADE⁶³⁾ Digital’이 덴마크의 4차 산업혁명 기술 연구를 주도한다. 대부분 국가의 4차 산업혁명 대응 정책이 대형산업 및 대기업에 초점이 맞춰져 있지만, 덴마크의 MADE Digital은 다른 국가들과는 달리 틈새시장에 최적화된 중소기업 맞춤형으로 기술을 개발하고 이를 공유한다.⁶⁴⁾

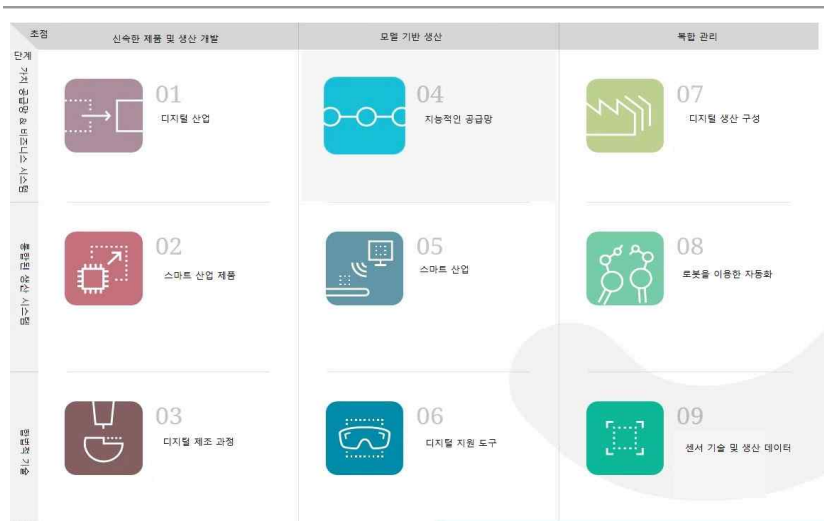
2017년부터 시작된 MADE Digital은 4차 산업혁명 기술을 9개로 분류하고 총 30개의 연구 프로젝트를 지원하고 있다. 프로젝트 기간은 2017년부터 2019년까지 3년이며, 약 345억 원의 자금이 투입된

63) MADE: Manufacturing Academy of Denmark, 민간기업과 연구기관 주도로 만들어진 MADE는 2013년에 설립한 기업-연구기관-대학 간 파트너십 기관이다.

64) MADE Digital(검색일: 2018. 8. 10.)

다. MADE Digital의 연구결과는 멤버 기업과 공유하도록 되어 있다. 이때 연구로 생성된 지적재산권은 프로젝트에 따라 협업 합의서를 작성하여 소유권을 규정하는데, 보통 연구비용을 지불한 주체가 지재권을 갖는다. 그러나 공통 관심사가 있을 경우 기업 규모와 업종에 제한을 두지 않고 프로젝트를 진행하는 경우도 있다.

〈그림 3-1〉 4차 산업혁명과 관련된 MADE Digital의 9개 연구기술 분야

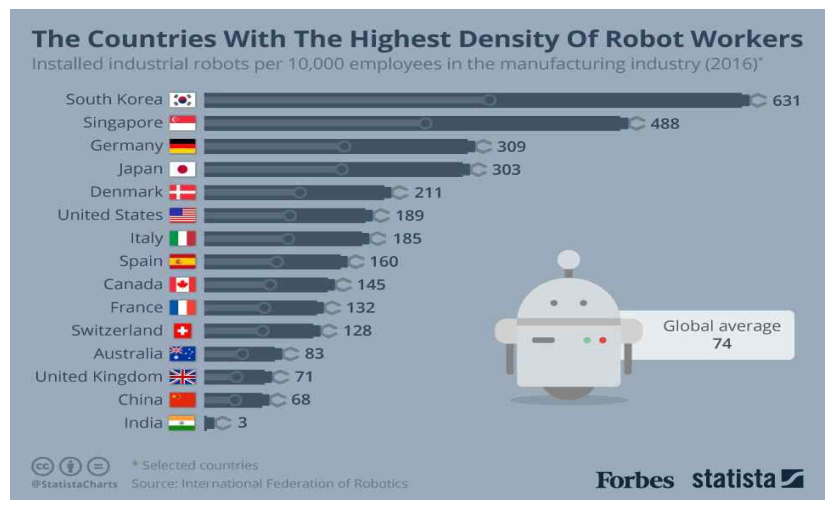


자료: <http://en.made.dk/digital/>(검색일: 2018. 8. 10.)

MADE Digital의 프로젝트 중 덴마크가 중점을 두고 있는 4차 산업 분야는 스마트 로봇, e-Navigation, 3D 프린팅 산업이다. 덴마크는 오래전부터 뛰어난 바이킹 조선술의 영향으로 로봇 형태의 기계가 많이 사용되는 선박 건조의 발달과 함께 자연스럽게 로봇 산업이 발달되었다. 여기에 덴마크의 높은 인건비 때문에 비용절감을 위한 로봇개발의 필요성이 더욱 커졌다. 그리하여 덴마크에서는 오펜세를 중심으로 월드클래스 로봇 제조업체들의 로봇 생태계가 성공적으로

조성되었다. 그 결과 2016년 로봇 밀집도 부문에서 덴마크가 전 세계 5위를 기록했으며, 이는 자동차 제조국 제외 시 1위에 해당하는 결과이다.

〈그림 3-2〉 전 세계 로봇 노동자 밀집도 현황(2016)



자료: <https://www.statista.com/chart/13645/the-countries-with-the-highest-density-of-robot-workers/>(검색일: 2018.8.27.)

덴마크 로봇 산업의 대표적인 성공사례로는 유니버설 로봇(Universal Robot)이 꼽힌다. 오덴세에 위치한 South Denmark University(SDU) 소속 박사 3명이 식품산업 내 로봇사용 여건을 분석하던 중 가볍고 설치가 편리한 경량 협업 로봇을 개발하기 시작했다. 그 결과 덴마크 정부의 지원과 함께 기업이 급속 성장했고 연평균 75%의 성장률로 2017년 기준 전 세계 50개국에 로봇을 판매하고 있다.

한편 전 세계 e-Navigation 시장은 덴마크 해사청이 주도해 왔다. 덴마크는 다양한 프로젝트와 국제 컨퍼런스 개최를 통해 e-Navigation

의 기술표준과 정책을 선도하고 있다. 덴마크 해사청은 2015년부터 2018년까지 1,330만 달러 규모의 E프로젝트 EfficienSea2를 수행하며 발틱해와 북해지역에서 사용가능한 e-Navigation 기술 구현을 추진하고 있다. 로봇만큼 앞서 있지는 않으나 3D 프린팅 기술 개발에 대한 움직임도 활발하다. 특히 생산원가 절감 및 신제품 발표 주기를 단축하기 위해 기계 및 기계부품 제조업체 등에서 메탈 3D 프린팅 기술개발에 투자를 강화하는 추세이다.

제6절 스웨덴

스웨덴은 USB의 4차 산업혁명 준비도에서 11위, IMD의 세계 디지털 경쟁력 지수에서 2위, 세계경제포럼이 발표한 네트워크준비지수(NRI) 3위를 차지하는 등 4차 산업혁명 시대 도래에 앞서 이를 수용하기 위한 기반이 이미 높은 수준으로 구성되어 있는 것으로 평가되고 있다.

스웨덴 정부는 2015년 7월 4차 산업혁명에 대응하고 산업구조의 재편을 위해 위원회를 설립하여 산업계의 의견과 요구를 적극 반영하기 위한 창구로 활용하고 있다. 이 위원회 구성원으로는 스웨덴을 대표하는 기업 인사 중 4명⁶⁵⁾이 선정되었으며, 정부가 시행하는 전략과 정책들이 산업계에 도움이 되는 방향으로 추진되고 있는지 검토하기 위한 보고서가 정기적으로 제출된다.

스웨덴을 대표하는 4차 산업혁명 정책은 2016년 4월 스웨덴 기업

65) 이들은 각각 스웨덴의 대표적인 기업(Volco, Doberman, ABB, Prevas)과 연구기관(RISE)의 CEO을 지낸 경력을 갖추고 있다.

혁신부(Ministry for Enterprise and Innovation)가 새로운 산업화에 대응하기 위해 발표한 전략인 ‘스마트산업 -스웨덴의 새로운 산업화를 위한 전략’⁶⁶⁾이라고 할 수 있으며, 본 전략을 통해 스웨덴은 글로벌화, 디지털화, 녹색 및 자원효율적인 경제로의 전환 등으로 인해 초래되고 있는 새로운 산업화에 대비하고자 한다.

동 전략에서 선정한 4대 중점 분야로는 1) 4차 산업(Industry 4.0), 2) 지속가능한 생산, 3) 산업인력 양성, 4) 테스트베드 구축이다. 특히 4차 산업 분야에서는 스웨덴 산업 분야의 기업들은 디지털화의 잠재력을 모색하면서 디지털화의 선두주자가 되는 것을 목표로 하는 것을 제시하고 있으며, 이를 이행하기 위한 과제로 다음을 언급하고 있다: 1) 산업 분야의 변화를 선도할 잠재력이 가장 높은 디지털 기술의 개발, 보급 및 사용을 촉진, 2) 산업, 회사 규모 및 지리적 위치에 관계없이 디지털화의 잠재력을 광범위하게 활용, 3) 새로운 기술의 잠재력을 활용하기 위해 새로운 비즈니스 및 조직적 모델을 장려, 4) 디지털 개발로 인해 발생하는 새로운 지식적 요구 사항을 충족, 5) 체계적 조건 및 인프라를 디지털 시대에 맞게 적용.

이외에도 스웨덴 정부는 국가의 디지털 전환과 관련 인프라 구축을 촉진하기 위해 2017년 3월 브로드밴드 전략(Broadband Strategy - A Completely Connected Sweden)을 발표하고, 이어 5월에 디지털 전략(Digital Strategy for a Sustainable Digital Transformation)을 발표했다.

스웨덴의 기술혁신청(VINNOVA)은 현재 4개의 전략혁신 프로그램(①제조업 전략 2030, ②사물인터넷 스웨덴, ③스마트한 전자부품과 시스템 기술개발, ④산업 IT 및 자동화)을 운영 중이며, 향후 10년간

66) Government Offices of Sweden Ministry of Enterprise and Innovation(2016)

산학연이 협력하여 디지털 기기와 정보통신기술을 활용한 제조업의 체질 개선을 도모하고, 변화하는 산업 환경 속에서 지속가능한 기술 개발을 하는 것을 목적으로 하고 있다.

특히 4개의 전략 혁신 프로그램 중 Produktion 2030 프로그램에 주목할 만한 가치가 있다. 스웨덴 제조업이 경쟁력을 제고해야 할 중점분야로 자원효율형 생산, 유연생산, 가상(Virtual) 생산, 인적역량 강화, 자원순화형 생산, 통합(Integrated) 생산을 언급하고 있으며, 총 1억 9,000만 크로나(약 250억 원) 규모의 63개 프로젝트가 진행되고 있다(2017년 6월 기준).

제7절 아이슬란드

아이슬란드 정부는 4차 산업혁명 정책을 수립하고 있지 않지만, 아이슬란드의 연구·교육 및 기술의 발전에 대한 정책적인 지원을 목적으로 하는 과학기술정책(Science and Technology Policy)을 통해 4차 산업혁명 관련 정책의 수립 방향을 엿볼 수 있다. 특히, 3년마다 개정되는 동 정책의 가장 최근에 발표된 정책 내용에서는 4차 산업혁명이 본문에 등장한 것으로 알려진바⁶⁷⁾, 정부 내에서 4차 산업혁명과 산업에 미칠 수 있는 잠재 파급력에 관해해서는 인지하고 논의되고 있음을 알 수 있다.

아이슬란드 총리실 산하 과학기술정책위원회(Science and Technology Policy Council, STPC)⁶⁸⁾이 3개년 과학 및 기술정책을 수립을 담당

67) Forskningspolitikk(검색일: 2018.8.30.)

68) Government of Iceland(검색일: 2018.8.29.)

하고 있으며, STPC를 중심으로 정책 협력이 이뤄진다. STPC는 총리, 재정경제부장관, 교육과학문화부장관, 관광산업혁신부장관, 그리고 16명의 임명받은 대표들로 구성되며, 위원회의 업무를 지원하기 위해 산하에 과학작업반(Science Board)와 기술작업반(Technology Board)이 설립되어있다.

2013년 아이슬란드의 과학기술정책위원회(Science and Technology Policy Council in Iceland, STPC)가 발표한 ‘과학기술정책 및 행동계획(2014~2016년)’에는 향후 3년간 아이슬란드의 연구 및 혁신 방향성이 제시되어 있다. 4대 중점 분야로는 1) 성장 촉진 및 경제가치 형성, 2) 인적자원, 3) 협력 및 효율화, 그리고 4) 성과 및 후속조치가 선정됐다.

우선 성장촉진 및 경제가치 형성을 이루기 위한 방안으로 과학 및 혁신 예산 효과를 제고하고, 혁신기업에 대한 투자를 확대하며, 효과적인 국제 프로그램에 참여할 것을 제시하고 있다. 특히 유럽연합의 연구 및 혁신 사업인 Horizon 2020이 정책에 직접적으로 언급되어 있으며, 아이슬란드는 노르웨이와 함께 첫 비EU 회원국으로 Horizon 2020에 참여하고 있다. 과학·기술·혁신 관련 우수한 인적자원을 확보하기 위한 방안으로 목표지향적이고 다양한 교육 시스템을 구축하고, 다양한 인센티브와 경쟁력 제고를 통해 아이슬란드로 우수한 인력을 적극적으로 유치하도록 하고 있다. 다음으로는 과학 및 기술 관련 산학연 협력을 활성화하기 위해 여러 제도적 개선, 인센티브 제공, 예산 지원방식 개선 방안 등이 제시되고 있다. 마지막으로, 성과 및 후속조치를 관리 및 극대화하기 위해 연구 및 혁신 수준과 창출된 경제적 가치에 대한 평가를 개선하도록 지시하고 있다.

〈표 3-9〉 아이슬란드 과학기술정책(2014~2016)

1	성장 촉진 및 경제가치 형성	과학 및 혁신 예산 효과 제고
		(1.1) GDP 대비 과학 및 혁신 예산 비율 확대(2016년까지 GDP의 3% 도달)
		(1.2) 아이슬란드 고등교육 시스템에 대한 재정적 지원 강화(2016년까지 OECD 회원국 평균지원 수준으로 강화, 2020년까지 노르딕 국가 평균 수준으로 강화)
		(1.3) 2016년까지 고등교육 및 연구기관의 총 예산 중 경쟁예산 비율을 33%로 제고
		(1.4) 출연금을 성과와 질적 지표와 연계하는 등 고등교육 및 연구기관을 위한 투명한 재정환경 조성
		(1.5) 간접비와 자체예산에 대한 아이슬란드 경쟁 중심 재정지원 규칙은 Horizon 2020 등의 국제 규칙 방향과 부합하도록 확보
		(1.6) 민간기업과 개인이 과학 연구 및 혁신에 투자하는 것을 촉진하기 위한 방안으로 세금제도를 전략적으로 활용
		혁신 기업에 대한 투자 확대
		(1.7) 혁신 기업에 대한 투자를 늘리기 위한 세제혜택 도입
		(1.8) 활발한 혁신기업 주식 거래를 위한 환경조성
		효과적인 국제 프로그램 참여
		(1.9) 국제 경쟁 프로그램 및 세계 시장 참여 확대
		(1.10) 세계 시장 진입을 하려는 혁신 기업에 대한 지원 및 자문 제공 확대
		(1.11) 아이슬란드의 국제연구프로그램 참여를 위한 행동계획 수립, 특히 아이슬란드 참여가 공적자금으로 지원될 경우
2	인적자원	목표지향적이고 다양한 교육 시스템 구축
		(2.1) 고등교육기관과 산업 간 협력을 강화하여 교육시스템·지역사회·기업 연계를 최대화
		(2.2) 과학 또는 기술 교육 프로그램 또는 직업학교에서 졸업하는 학생 수를 확대
		(2.3) 졸업생의 평균 연령과 중퇴율을 낮추기 위한 의무교육 및 고등학교 교육 구조 검토
		아이슬란드로의 과학연구 및 혁신 인력 강력 유치
		(2.4) 연구기반 대학원교육, 특히 박사과정 교육에 대한 고등교육기관·연구기관·기업 간 협력 촉진
		(2.5) 박사과정교육에 대한 지원 확대하고 2016년까지 아이슬란드 경쟁 지원금을 통해 200명의 박사과정생에 대한 전액 장학금 제공. 연구사업의 수준, 학생의 학업 실적, 사업참여 파트너들의 역량 등을 토대로 선정된 1등급 박사 연구사업을 중점 지원

		(2.6) 과학 연구 및 혁신 부문 관련 아이슬란드 노동시장 국제경쟁력 확보 (2.7) 특별 캠페인을 통해 인력 유치 확대
3	협력 및 효율화	산학연 협력 활성화 (3.1) 아이슬란드 과학 및 혁신 제도적 틀과 구성 재편, 관련 법안 간소화, 그리고 통합화. 적절할 경우, 고등교육 기관, 연구기관, 연구센터 간 통합 추진 (3.2) 산학연 협력을 유도하기 위한 예산지원 기회, 인센티브 등 확대 (3.3) 장기 예산지원이 요구되는 사업 규정, 사업의 예산 및 연구·혁신 부 문에 대한 응용 확보
4	성과 및 후속조치	연구 및 혁신 수준과 창출된 경제적 가치에 대한 평가 개선 (4.1) 산학연 협력을 통해 연구 및 혁신 결과에 대한 포괄적인 정보 시스템 구축 (4.2) 국제 기준에 부합하는 방식으로 연구 및 혁신 활동 결과 및 수준 평가 (4.3) 연구 및 혁신을 위한 공공예산 활용에 대해 정기적으로 평가하고, 공 략적인 정보제공과 적절한 동기부여를 통해 차이나는 각각의 기관 의 참여에 대해 대응 (4.4) 연구·경제적가치 창출·수출·혁신 등 아이슬란드 경제와 관련된 통 계를 개선하고, 교육·과학·혁신 활동을 지속적으로 향상시키는 데 통계 활용

자료: Government Office of Iceland, "Science and Technology Policy and Action Plan 2014-2016." 2013.

아이슬란드는 타 노르딕 국가처럼, 추운 기후조건, 값싼 전력비용, 그리고 고속 인터넷 연결망 등의 요인으로 인해 암호화폐 채굴 허브로 부상하고 있다. 현재 아이슬란드 정부는 이와 관련된 기업들에게 세금을 부과하는 방안을 고려하고 있는 것으로 알려져 있다⁶⁹⁾. 지난 2014년에는 블록체인 기반 국가 가상통화인 오로라코인(Auroracoin)이 발행되었지만, 발행에 앞서 아이슬란드 중앙은행은 성명서⁷⁰⁾를 통해 가상통화 사용에 다른 상당한 위험이 따르며, 오로라코인은 법적으로 인정되고 보호받지 못하고, 구매할 경우 아이슬란드 외환법

69) Rosie Perper(World Economic Forum)(검색일: 2018.8.29.)

70) Central Bank of Iceland(검색일: 2018.8.29.)

에 위반될 수 있다고 경고했다. 현재 아이슬란드에서 암호화폐 채굴은 합법적이지만, 비트코인 등의 가상통화의 거래는 엄격히 규제되고 있다. 최근에는 암호화폐 채굴에 따른 전력 사용이 급증하면서 논란⁷¹⁾이 되고 있다.

아이슬란드 온라인 시장기업인 아하(Aha)는 드론의 상업적 이용에 대한 허가를 받기 위해 2017년 한 개의 노선에 대해 아이슬란드 교통당국의 엄격한 승인 절차를 거쳐 허가를 받은 것으로 알려져 있다⁷²⁾. 이후 드론 배달서비스를 제공해왔으며, 최근에는 13개 추가 노선을 발표했다.

제8절 핀란드

국내 총생산 대비 국민 1인당 기술개발 투자 세계 1위⁷³⁾인 핀란드는 4차 산업혁명 준비 수준을 평가하는 여러 지표에서 매우 높은 평가를 받고 있는 노르딕 국가 중 하나다. 예를 들어, UBS의 4차 산업혁명 준비도 평가에서 핀란드는 4위를 기록했으며, 2018년도 유럽연합의 디지털 경제 및 사회 지수(Digital Economy and Society Index, DESI)에서는 평가된 28개 유럽 국가 중 3위를 기록했다.

핀란드에 대한 평가 중 핀란드의 우수한 디지털 인력은 공통적으로 언급되는 핀란드의 강점이다. 핀란드는 세계적으로 인정받는 우수한 교육 시스템을 가지고 있을 뿐만 아니라, 한때 세계 모바일 시

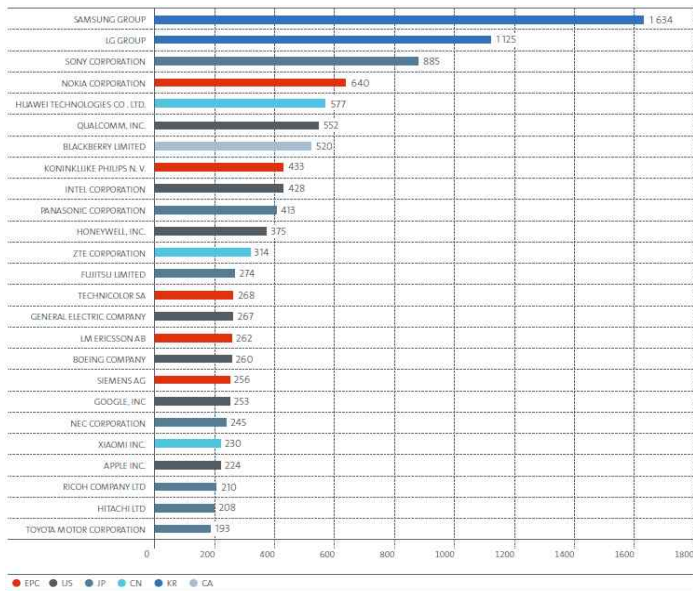
71) Rosie Perper(World Economic Forum)(검색일: 2018.8.29.)

72) Greg Nichols(ZDNet)(검색일: 2018.8.29.)

73) KOSES(2017), p.6

장을 제패했던 노키아의 나라로 ICT와 모바일 경험을 축적하고 있는 많은 우수한 인력이 핀란드의 4차 산업혁명 관련 정책을 추진하는데 있어서 큰 강점으로 활용될 것이다. 특히, 핀란드의 노동 인력 중 약 6.7%가 ICT 전문가로 분류⁷⁴⁾되며, 한때 핀란드 GDP의 20%를 차지할 정도로 핵심 기업이었던 노키아는 과거만큼 큰 위상을 가지고 있지는 않지만, 핀란드의 4차 산업혁명 기술개발에 중요한 역할을 하고 있는 것으로 보인다. <그림 3-3>에서 보듯이, 2011~2016년 기간 중 유럽특허청에 4차 산업혁명 기술 특허를 출원한 기업 순위에서 노키아는 총 640개 특허 출원을 기록으로 4위를 기록했다⁷⁵⁾.

〈그림 3-3〉 2011~2016년 유럽특허청 4IR 출원기업 상위 25위



자료: 유럽특허청, *Patents and the Fourth Industrial Revolution*, 2017, p.12

74) Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland(2018), p.2

75) European Patent Office(2017), p.12

핀란드 정부는 2018년 발표한 ‘디지털 핀란드 프레임워크(Digital Finland Framework)’를 통해 4차 산업혁명의 기반이 되는 디지털화 노력에 앞장서고 있으며, 비즈니스 핀란드(Business Finland)⁷⁶⁾를 중심으로 ICT 및 과학 기술 혁신을 지원하고 있다. 2017년의 경우 Business Finland가 R&D 및 혁신 부문에 지원한 규모는 총 4.93억 유로에 달한다. ‘디지털 핀란드 프레임워크’에서 핀란드는 1) 플랫폼 경제 구축, 2) 지속가능한 디지털 변화를 위한 지속적인 지원, 3) 글로벌 메가트렌드를 통한 글로벌 비즈니스 기회 4) 여행을 위한 전략적 접근 등 4개 전략을 통해 핀란드의 디지털화를 촉진하고 있다. 특히, 핀란드는 플랫폼 경제 기반 구축이 디지털 전환의 주요 성공 요인으로 인식하고 있으며, 핀란드의 플랫폼 경제 로드맵을 수립하였다. 주요 플랫폼 산업 분야로는 스마트 교통, 스마트 보건, 스마트 에너지, 스마트 공장, 스마트 학교, 스마트 선박, 스마트 금융, 스마트 소매 등을 지정하고 비즈니스 핀란드를 통해 관련 디지털 전환 지원 프로그램을 추진하고 있다.

또한, 핀란드는 인공지능 프로그램을 통해 디지털화 전환을 추진하고 있는데, 핀란드 경제부 장관이 2017년 5월 운영위원회(steering group)를 구성하여 핀란드의 인공지능 프로그램을 제안할 것을 주문한바 있으며, 핀란드의 인공지능 시대 보고서⁷⁷⁾를 통해 8개 주요 행동전략을 제시했다.

76) 비즈니스 핀란드는 2018년 1월 정부가 기술혁신청(Tekes)과 핀란드 수출진흥기관(Finpro)를 통합 설립한 조직으로, 부문 간 협력을 도모하고 4차 혁명산업 관련 혁신과 기반 및 기업의 육성을 촉진시키고 있다.

77) Ministry of Economic Affairs and Employment(2017)

〈표 3-10〉 핀란드 인공지능 시대 행동전략

전략	내용
1	인공지능 활용을 통한 기업 경쟁력 제고
2	모든 산업에 데이터 활용
3	인공지능 도입 가속화 및 간소화
4	최고 전문성 확보 및 최고 전문가 유치
5	과감한 결정 및 투자 추진
6	세계 최고 공공서비스 구축
7	새로운 협력 모델 구축
8	인공지능시대에 핀란드를 트렌드세터로

자료: 핀란드 경제고용부, "Finland's Age of Artificial Intelligence", 2017,

기업의 경쟁력을 높이기 위한 다른 방안으로 핀란드 정부는 ABB, GE Healthcare, Nokia, Ponsse와 함께 Reboot Finland IoT Factory (또는 Reboot IoT) 사업을 지원을 하여 공장들의 지능화를 촉진하고 있다.

제 4 장

북극 4차 산업혁명 기술 설문 및 분석

제1절 설문 개요

1. 설문 목적

본 설문은 국내외 전문가들을 대상으로 북극의 4차 산업 현황에 대한 인식조사와 더불어 북극권 4차 산업혁명 기술이 적용될 필요성이 높은 해양수산 분야와 각 분야별 세부 기술에 대한 인식에 대해 조사함을 목적으로 한다. 그리고 이러한 설문 조사 결과를 기반으로 우리나라가 경쟁력을 가지고 있는 ICT기반 기술을 통해 북극권 비즈니스 시장 진출 전략 수립 및 북극권 국가와의 R&D 협력 추진을 위한 기초자료를 제공하는 것을 최종 목적으로 한다. 이를 위해 북극에서의 4차 산업혁명에 대한 인식, 4차 산업혁명이 북극권 해양수산 분야에 미치는 영향력, 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 해양수산 분야를 파악하고, 세부 분야별 필요한 기술의 우선순위를 도출하고자 한다.

2. 설문 설계

본 설문은 국내외 산·관·학·연 분야의 북극 및 해양수산 전문가(해외 약 450명, 국내 약 200명)를 대상으로 실시하였다. 해외의 경우 북극권 8개국과 중·일·영국·프랑스 등 북극권 옵서버 국가의 북극전문가들이 설문대상자로 참여하였으며, 국내는 북극전문가네트워크(KAEN) 및 한국북극연구컨소시엄(KoARC) 소속 기관의 전문가가 설문에 참여하였다. 설문은 구조화된 질문으로 구성된 온라인 설문과 오프라인 면접 설문을 함께 진행하였다. 총 97명(국내 57명, 해외 40명)이 설문에 참여하였다.

〈표 4-1〉 조사 설계 요약

구분	조사 설계 요약
조사 대상	• 북극 및 해양수산 분야 국내외 전문가 (정부 및 공공기관, 학계, 민간기업 전문가)
조사 지역	• 국내 및 유럽, 북미, 아시아 등 해외 지역
조사 방법	• 구조화된 설문지(Structure Questionnaire)를 통한 온라인 조사 및 일부 면접 설문 • 설문지는 영문/국문 등 2개의 언어로 구성
표본추출방법	• 구축된 리스트 내 무작위 추출(Random Sampling)
유효 표본	• 총 97명
표본 오차	• 95% 신뢰구간에서 최대허용오차 $\pm 9.95\%$
조사 기간	• 2018년 7월 11일 ~ 8월 24일(약 1.5개월간)

3. 주요 조사 내용

본 조사는 국내 전문가와 해외 전문가를 대상으로 하였으며, 해외 전문가의 경우 아래 조사 내용에 대한 영문 설문을 진행하였다. 설문

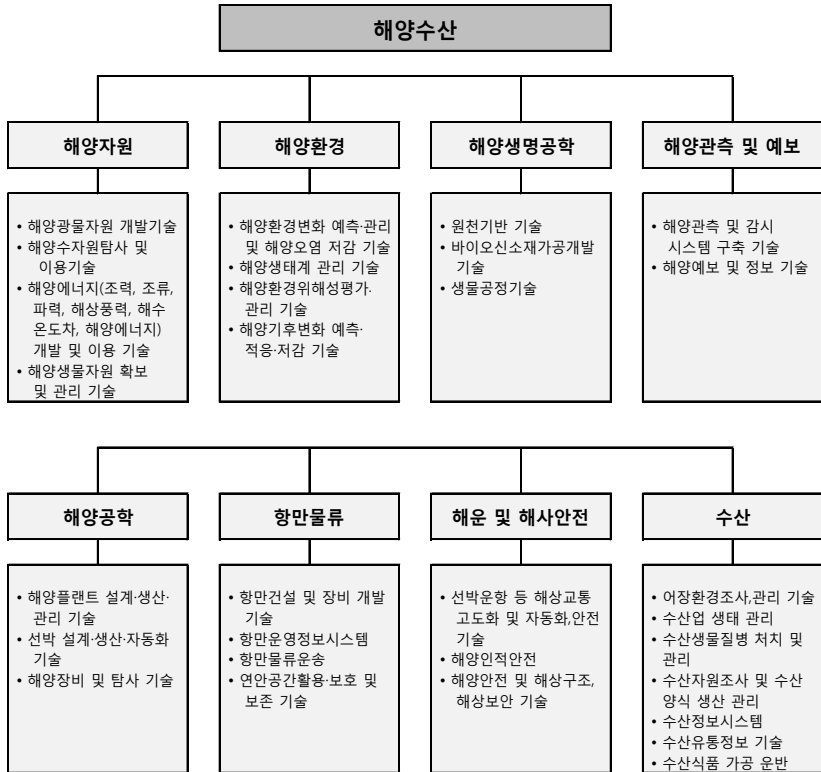
조사는 북극권 4차 산업혁명 필요성과 기술 수준 등 일반적인 인식 조사와 북극권 4차 산업혁명 기술 수요에 대한 중요도 인식 조사 등 2개의 파트로 나눠 실시되었다.

〈표 4-2〉 설문 조사 항목

구분	세부 조사 항목
북극권 4차 산업혁명에 대한 인식	• 4차 산업혁명에 대한 인지도 • 우리나라(대한민국) 해양·수산 분야 각 부문별 4차 산업혁명 기술 수준과 미래 전망 • 북극의 지속가능 발전을 위한 4차 산업혁명 기술의 필요성 • 북극에서의 4차 산업혁명 기술 수준 인식 • 북극(북극권 국가)의 해양·수산 부문별 4차 산업혁명 기술의 수준과 미래 전망 • 북극 4차 산업혁명 기술 발전에 필요한 요인
북극권 4차 산업혁명 기술 수요에 대한 인식	• 북극 지역 해양·수산 8개 세부 분야별 중요도 인식 (해양자원, 해양환경, 해양생명공학, 해양관측 및 예보, 해양공학, 항만 물류, 해운 및 해사안전, 수산 등) • 북극 지역 해양·수산 기술별 중요도 인식 - 해양자원 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 해양환경 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 해양생명공학 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 해양관측 및 예보 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 해양공학 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 항만물류 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 해운 및 해사안전 분야 세부 기술별 중요도 인식 - 수산 분야 세부 기술별 중요도 인식

특히 제2파트에서는 북극권에서 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 해양수산 분야별 중요도 인식조사와 각 분야의 세부 기술별 중요도 인식조사를 실시하였다. 각 분야 및 기술별 우선순위를 도출하기 위해 AHP 분석을 실시하였으며, 기술분류체계는 해양수산기술분류체계(2015)⁷⁸⁾를 따랐다.

78) 해양수산과학기술진흥원, 2015



소 33명(34%), 대학 27명(27.8%), 공공기관 20명(20.6%), 민간기업 9명(9.3%) 순이었다. 응답자 가운데 북극 관련 업무에 종사하는 69명(71.1%)이었으며, 해양수산 관련 업무 종사자는 65명(67%)이었다.

〈표 4-4〉 설문 대상

구분		사례수	비율(%)
전체		(97)	100.0
전문가 구분	국내 전문가	(57)	58.8
	해외 전문가	(40)	41.2
소속 기관	정부	(3)	3.1
	공공기관	(20)	20.6
	연구소	(33)	34.0
	민간기업	(9)	9.3
	대학	(27)	27.8
	기타	(5)	5.2
(전문분야)	있음	(69)	71.1
북극(극지) 관련성	없음	(28)	28.9
(전문분야)	있음	(65)	67.0
해양·수산 분야 관련성	없음	(32)	33.0

제2절 설문 분석 및 결과

1. 국내 전문가 설문 분석

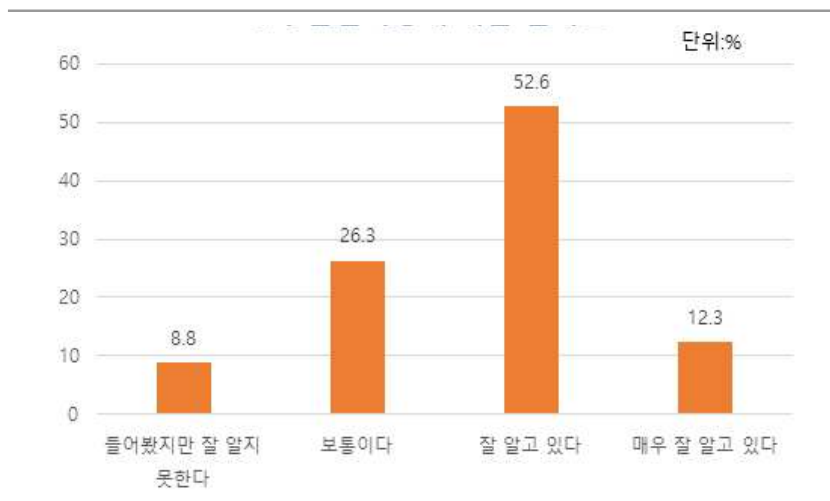
1) 북극권 4차 산업혁명 인식조사 결과

(1) 4차 산업혁명 인지도

설문 대상자의 64.9%가 4차 산업혁명에 대한 잘 알고 있다고 답했

다. 이 가운데 극지분야 종사자의 응답은 71.4%, 비 종사자는 54.5%로 극지관련 전문가군의 4차 산업혁명 대한 인지도가 상대적으로 더 높았다. 이는 국내에서 학계·산업계의 논의가 활발히 이뤄지고, 정부가 4차 산업혁명위원회를 구성해 국가정책으로 추진하고 각 부처에서 분야별 정책으로 추진하는 등 언론, 정책자료 등을 통해 국민들이 4차 산업혁명에 대해 상당히 인지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

〈그림 4-1〉 4차 산업혁명 인지도(국내)

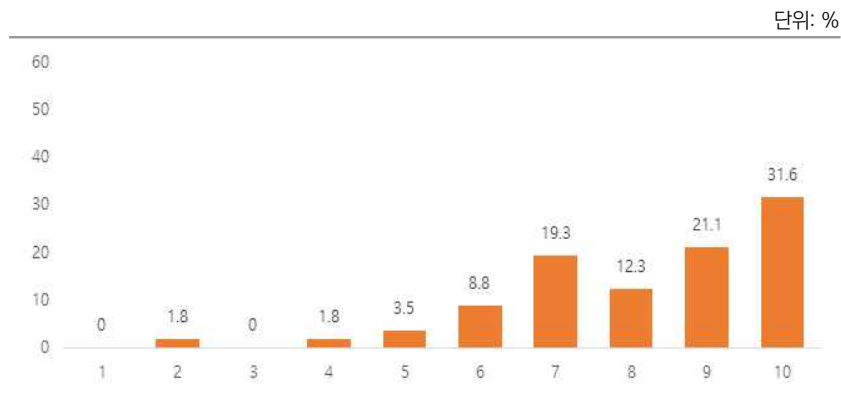


(2) 4차 산업혁명 기술 필요성

북극에서 4차 산업혁명 기술이 필요하다고 본 응답자는 100점 만점으로 환산할 경우 평균 81.93점에 달해 기술 필요성에 대해 높은 점수를 줬다. 필요한 이유와 관련한 응답자의 주관식 답변을 관련 키워드 빈도수로 분석한 결과, 과학·기술 분야와 관련된 키워드가 가장 많았으며, 산업, 환경, 정책, 자원, 사회 분야 순이었다. 특히 과학기

술 분야에서는 빅데이터를 활용한 북극 정보 수집 및 분석 등 기초연구와 관련된 키워드가 가장 많이 도출되었다. 이는 북극의 객관적 정보와 자료가 북극 자원 및 인프라개발과 북극정책의 방향을 설정하는 데 중요한 역할을 한다는 점에서 의미가 있다. 산업 분야는 북극항로와 관련된 키워드가 가장 많았으며, 정책분야에는 북극의 특수성을 고려한 융복합 R&D 확대를 위해 4차 산업혁명 기술이 필요하다는 의견이 있었다.

〈그림 4-2〉 북극에서 4차 산업혁명 기술의 필요성(국내)



〈표 4-5〉 북극에서 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유 (국내)

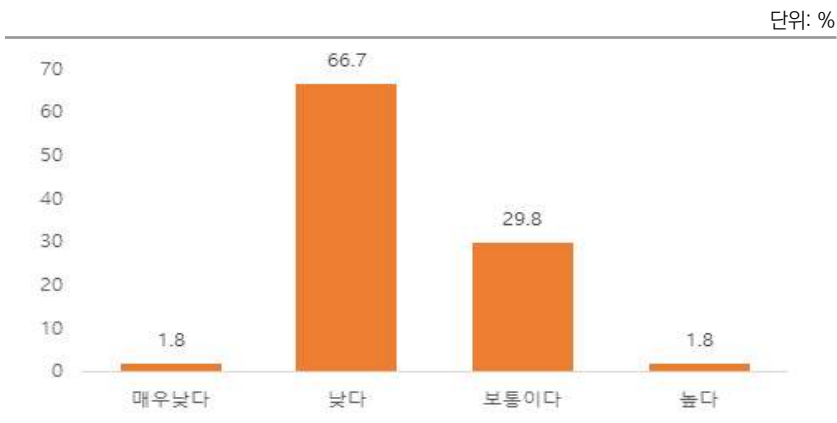
순위	구분	키워드 내용	키워드 빈도
1	과학·기술	기후변화 예측, 접근성 강화, 재해대응, 정보수집 및 분석, 심해탐사, 새로운 생물종 발견, 변동예측 및 대응, 빅데이터, 기초연구 강화, 극한의 특수성 극복, 첨단 관측 시설, 연구/경제 활동의 안전성 강화, 정보의 신뢰도 향상, 연구 효율성 증대	25
2	산업	자율운항선박, 최적운송경로, 북극항로, 산업 활성화, 운항 서비스 고도화, 경제적 항로 개척, 선박운항 증가	10
3	환경	환경보전, 생태계 보호, 지속가능한 보존, 환경영향평가, 환경피해 최소화	9

순위	구분	키워드 내용	키워드 빈도
4	정책	다양한 분야의 융복합적 연구개발, 창조적 시너지 창출, 우리나라 경쟁력 강화	5
5	자원	자원개발, 자원활용, 북극개발	3
6	사회	분석을 통한 최적의사결정, 북극경제사회 기반 구축, 원주민 생활 환경 개선	3
7	기타	선진국과 경험 및 기술격차 극복, 한계극복	2

(3) 북극의 4차 산업혁명 기술 수준

북극의 전반적인 4차 산업혁명 기술 수준에 대해 설문조사한 결과 응답자의 66.7%가 수준이 낮다고 응답했으며, 100점으로 환산했을 때 평균 32.89점으로, 응답자 대부분이 북극의 현재 4차 산업혁명 기술은 매우 낮다고 보았다. 이는 설문 응답자가 북극에서의 4차 산업혁명 기술의 필요성은 높다고 본 반면, 현재 북극에서의 4차 산업혁명 기술 수준은 높지 않다고 보고 있어, 현재보다 미래에 4차 산업혁명 기술 발전가능성이 더욱 클 것으로 예상할 수 있다.

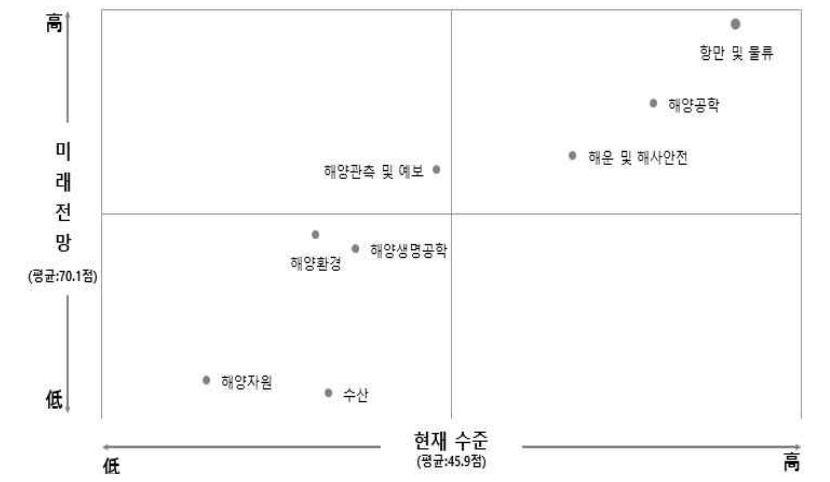
〈그림 4-3〉 북극의 전반적인 4차 산업혁명 기술 수준(국내)



(4) 우리나라 해양수산 분야별 4차 산업혁명 기술의 현재와 미래 수준

우리나라의 해양수산 분야를 해양자원, 해양환경, 해양생명공학, 해양관측 및 예보, 해양공학, 항만 및 물류, 해운 및 해사안전, 수산 분야 등 8개 분야로 분류하고, 각 4차 산업혁명 기술의 현재와 미래 수준을 조사하였다. 그 결과 100점으로 환산했을 때 ‘항만 및 물류’ 분야가 58.14점으로 가장 높았으며, ‘해양자원’이 35.47점으로 가장 낮은 수준이었다. 미래에도 ‘항만 및 물류’ 분야가 78.49점으로 기술 수준이 여전히 높을 것으로 예상되었으며, 가장 낮은 분야는 ‘수산’이었다. 각 분야별 4차 산업혁명 기술 수준의 현재와 미래를 매트릭스로 분석해보면, 우리나라의 ‘항만 및 물류’, ‘해양공학’, ‘해운 및 해사안전’ 분야는 현재의 기술 수준과 미래 전망이 긍정적이었으며, ‘해양관측 및 예보’ 분야는 현재의 4차 산업기술 수준은 낮으나 미래 전망은 긍정적일 것으로 분석됐다.

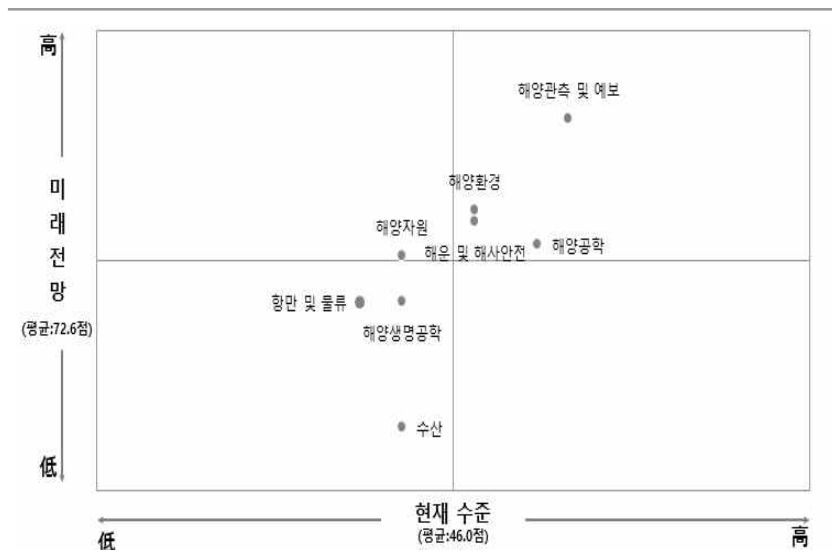
〈그림 4-4〉 우리나라 4차 산업혁명 기술 수준



(5) 북극권 해양수산 분야별 4차 산업혁명 기술의 현재와 미래 수준

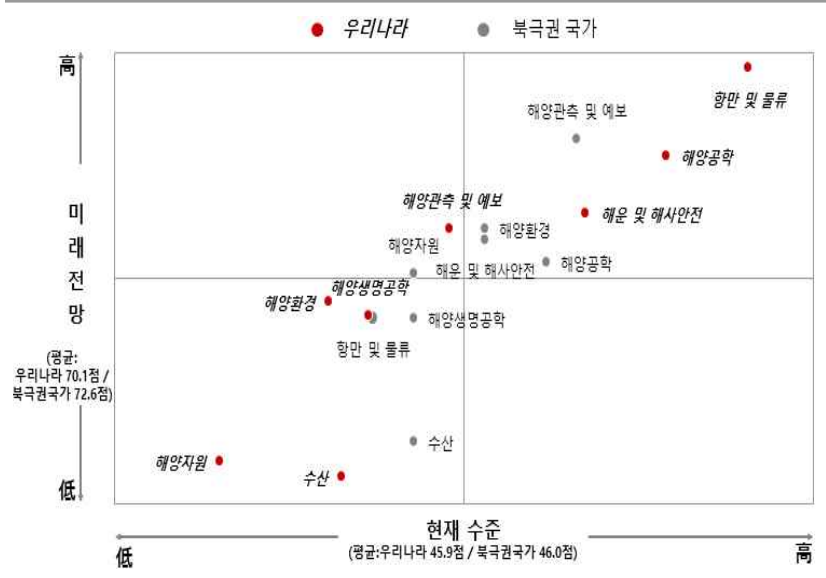
북극권의 분야별 4차 산업혁명 기술 수준은 우리나라 조사 결과와 반대로 ‘항만 및 물류’ 분야가 현재 가장 낮은 것으로 나타났으며, ‘해양관측 및 예보’ 분야가 가장 높았다. 미래의 4차 산업혁명 기술 수준은 ‘해양관측 및 예보’ 분야가 78.14점으로 미래에도 여전히 높은 수준일 것으로 예상되었으며, 수산 분야가 66.07점으로 우리나라 결과와 동일하게 미래 기술 수준이 낮을 것으로 전망되었다. 북극권의 각 분야별 4차 산업 기술 수준의 현재와 미래를 매트릭스로 분석해보면, ‘해양관측 및 예보’, ‘해양환경’, ‘해양공학’, ‘해운 및 해상안전’ 분야의 4차 산업혁명 기술이 현재 수준과 미래 전망 모두 높은 것으로 나타났으며, ‘해양자원’ 분야는 현재의 기술 수준은 낮으나 미래에는 기술 수준은 높아질 것으로 보았다.

〈그림 4-5〉 북극권 국가 4차 산업혁명 기술 수준



한편 우리나라와 북극권 국가의 해양수산 분야별 4차 산업혁명 기술의 현재 수준과 미래의 전망을 종합해 보면 <그림 4-6>과 같은 4사 분면으로 표시할 수 있다. 이를 토대로 살펴보면 ‘해양공학’과 ‘해운 및 해사안전’ 분야가 우리나라와 북극권 모두 현재 4차 산업혁명 기술 현재와 미래 수준이 모두 높을 것으로 분석됐다. 반면 ‘해양생명공학’과 ‘수산’ 분야는 우리나라와 북극권 모두 타 분야 대비 현재와 미래 기술 수준이 모두 평균보다 낮을 것으로 평가됐다. 특이한 점은 우리나라의 경우 항만·물류 분야에서 4차 산업 기술 수준이 현재와 미래 모두 높을 것이라고 보았지만, 북극권에서는 현재와 미래 모두 높지 않을 것으로 보았다. 한편 설문 응답자 중 극지 및 해양수산 분야 전문가의 응답만 추출하여 분석한 결과 역시 동일하였다.

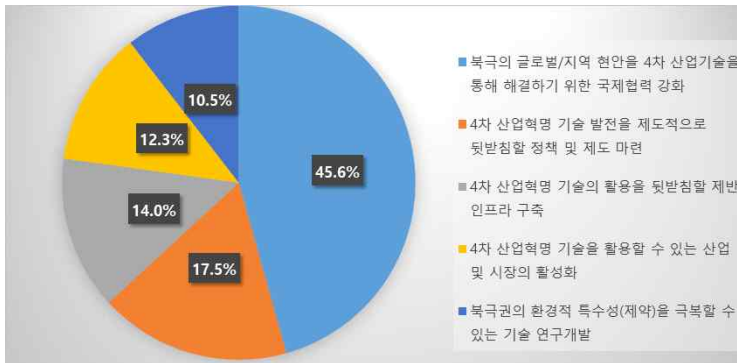
<그림 4-6> 우리나라 및 북극권 국가 4차 산업혁명 기술 수준 비교



(6) 북극에서 4차 산업혁명 기술 발전에 필요한 요인

앞선 설문에서 북극에서의 4차 산업혁명 기술 도입 필요성에 비해 실제 기술 수준은 낮다고 전문가들은 보았다. 그렇다면 향후 수요에 맞는 기술 발전에 필요한 요인이 뭔지에 대해 설문조사를 실시했다. 그 결과 국제협력의 강화가 45.6%로 1위를 차지했다. 이는 현재의 북극권 4차 산업혁명 기술 수요는 글로벌/지역 간 기술 선진국과의 4차 산업혁명 기술 협력을 가장 중요하게 인식하고 있음을 보여 준다. 뒤를 이어 4차 산업기술 발전을 뒷받침 할 정책 및 제도 마련 2위, 인프라 구축 3위, 산업 및 시장 활성화 4위, 북극권의 환경적 제약을 극복할 수 있는 기술 연구개발이 5위를 차지했다.

〈그림 4-7〉 북극에서 4차 산업혁명 기술 발전에 필요한 요인 5가지(국내)



2) 북극권 4차 산업혁명 기술 수요 인식조사 결과⁷⁹⁾

(1) 북극권 해양수산 분야별 중요도 인식조사

이 설문은 8개의 해양수산 분야를 대상으로 전문가 AHP 설문방식으

79) 설문 결과의 상세한 내용은 부록으로 정리하였음

로 실시되었다. 설문은 상호 쌍대비교를 위해 총 28개의 비교 문항으로 구성되었다. 총 28개 문항을 비교한 결과 해양수산 분야 가운데 4차 산업혁명 기술이 적용되어야 할 중요한 분야로 ‘해양관측 및 예보’가 다른 모든 영역에 비해 높게 나타났다. 반면 ‘수산’ 분야는 타 분야에 비해 중요도가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 각 분야별 중요도를 종합하면 ‘해양관측 및 예보’, ‘해운 및 해사안전’, ‘해양공학’, ‘해양환경’, ‘항만물류’, ‘해양자원’, ‘해양생명공학’, ‘수산’ 분야 순으로 조사되었다.

(2) 북극권 해양수산 기술별 중요도 인식조사

8개 분야별 30개의 해양수산 세부기술 가운데 4차 산업혁명 기술의 도입·적용 또는 융합이 필요하다고 생각하는 기술에 대한 우선순위를 조사하였다. 총 49개의 상호 쌍대비교 세부 문항이 도출되었으며 이를 9점 척도로 분석하였다. 설문조사 결과에 근거한 세부 분야별 기술 우선순위를 정리하면 다음과 같다.

〈표 4-6〉 북극권 해양수산 세부기술별 중요도 우선순위(국내)

분야	세부기술별 우선순위 중요도 평균값
해양자원	1. 해양에너지 개발 및 이용 기술 > 2. 해양생물자원 확보 및 관리기술 > 3. 해양광물자원개발기술 > 4. 해양수자원 탐사 및 이용기술
해양환경	1. 해양환경변화 예측관리 및 해양오염저감 기술 > 2. 해양생태계 관리기술 > 3. 해양환경위해성 평가 관리 기술 > 4. 해양기후변화 예측적응저감 기술
해양생명공학	1. 원천기반 기술 > 2. 바이오 신소재 가공개발 기술 > 3. 생물공정 기술
해양관측 및 예보	1. 해양관측 및 감시 시스템 구축 기술 > 2. 해양예보 및 정보기술
해양공학	1. 해양장비 및 탐사 기술 > 2. 해양플랜트 설계생산자동화 기술 > 3. 선박 설계생산자동화 기술
항만물류	1. 항만운영정보시스템 > 2. 항만물류운송 > 3. 연안공간활용 보호 및 보존 기술 > 4. 항만건설 및 장비 개발 기술
해운 및 해사	1. 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전기술 > 2. 해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술 > 3. 해양인적안전 기술

분야	세부기술별 우선순위 중요도 평균값
수산	1. 수산자원조사 및 수산양식 생산관리 기술 > 2. 수산업생태관리 기술 > 3. 어장환경조사 관리 기술 > 4. 수산정보시스템 기술 > 5. 수산생물질병 처치 및 관리 기술 > 6. 수산정보유통정보기술 > 7. 수산식품 가공 운반 기술

2. 해외 전문가 설문 분석

1) 북극권 4차 산업혁명 인식조사 결과

(1) 4차 산업혁명 인지도

해외 전문가들의 4차 산업혁명에 대한 인식은 국내 전문가들에 비해 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다. 해외 전문가의 응답자 중 65%가 4차 산업혁명에 대한 인지도가 보통이라고 답한 반면, ‘잘 알고 있다’ 이상을 답한 응답자가 국내 전문가의 응답률인 64.9%에 비해 상대적으로 낮은 17.5%에 불과했다.

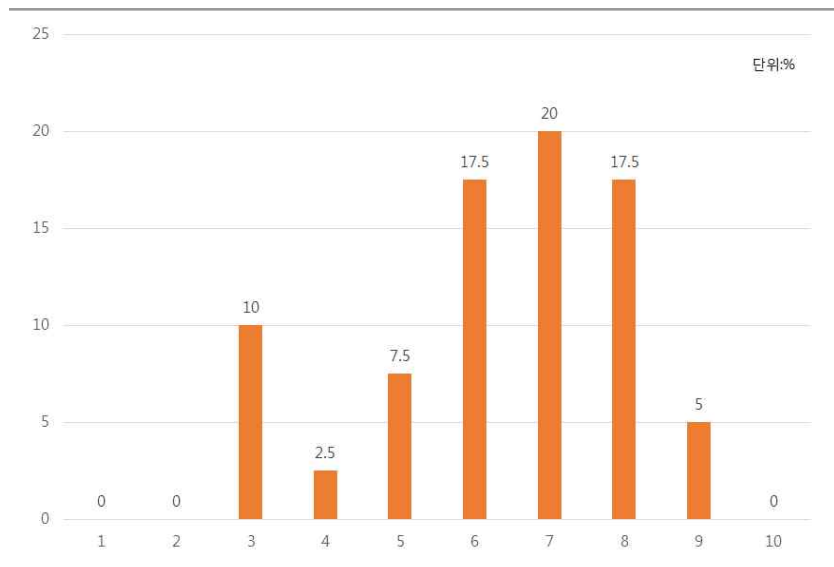
〈그림 4-8〉 4차 산업혁명 인지도(해외)



(2) 4차 산업혁명 필요성

북극에서의 4차 산업혁명 필요성에 대해서 설문조사한 결과, 100점 환산 평균이 70.75점으로 4차 산업혁명이 필요하다고 보았다. 북극에서 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유에 대한 응답을 과학·기술, 산업, 환경, 정책, 자원, 사회적 측면으로 분류하고 관련 키워드 빈도수로 분석하면 <표 4-7>과 같다. 그 결과 과학·기술 분야와 관련된 키워드가 가장 많았으며, 산업, 사회, 자원, 환경, 정책분야 순이었다. 특히 각 분야에서 가장 많이 도출된 키워드는 과학기술 분야 ‘외판지역’, 산업 분야 ‘기회 활용’, 사회 분야 ‘인터넷 통신망’, 자원 ‘지속가능한 발전’, 환경 ‘취약한 생태계’ 등으로 조사되었다. 이는 상대적으로 외지고 접근이 어려운 북극의 지역적 특성을 고려하여 북극의 지속가능한 발전을 도모해야 한다는 인식이 반영된 것으로 보인다.

〈그림 4-9〉 북극에서 4차 산업혁명 기술의 필요성(해외)



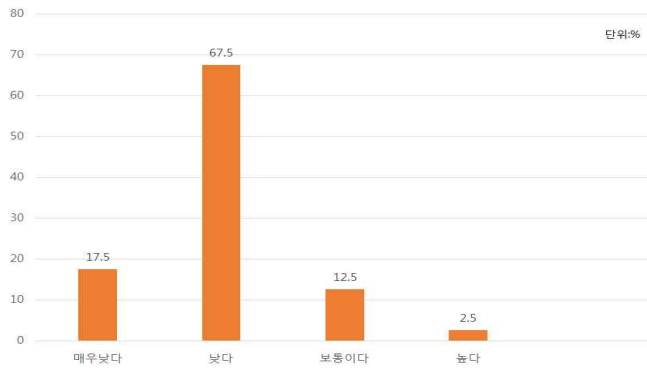
〈표 4-7〉 북극에서 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유(해외)

순위	구분	키워드 내용	키워드 빈도
1	과학·기술	환경 모니터링, 외딴지역, 추위와 인구밀도가 낮은 지역에 맞출, 장거리 운항, 기후변화, 취약성, 혹독한 환경, 첨단기술 부재, 통신, 리스크 최소화	22
2	산업	기회 활용, 경제적 기회, 안전운항, 현대항만 및 운송 서비스, 북극해운, 기본 인프라 부족, 경제적 효율성	12
3	사회	향상된 지역 연결통신망, 사회 발전, 교육, 인터넷 연결, 혁신, 지식 부족, 북극시스템 관리, 주민들의 삶	7
4	자원	지속가능한 발전, 천연자원, 자원 접근성, 자원 개발	5
5	환경	탄소발자국 감소, 환경재해 방지, 환경보호, 환경악화 완화, 취약한 생태계	3
6	정책	없음	0
7	기타	없음	0

(3) 북극의 4차 산업혁명 기술 수준

북극의 전반적인 4차 산업혁명 기술 수준에 대해 설문한 결과 응답자의 67.5%가 낮다고 응답했으며, 100점 환산 시 평균 25.00점으로 응답자 대부분이 북극에서 현재 4차 산업혁명 기술 수준은 매우 낮다고 인식했다. 즉 북극에서 4차 산업혁명 기술의 필요성은 매우 높지만, 현재 기술 수준은 낮아 향후 이러한 필요성에 대응하기 위한 기술 수준 향상이 필요한 것으로 분석된다.

〈그림 4-10〉 북극의 전반적인 4차 산업혁명 기술 수준(해외)



(4) 북극권 해양수산 분야별 4차 산업혁명 기술의 현재와 미래 수준

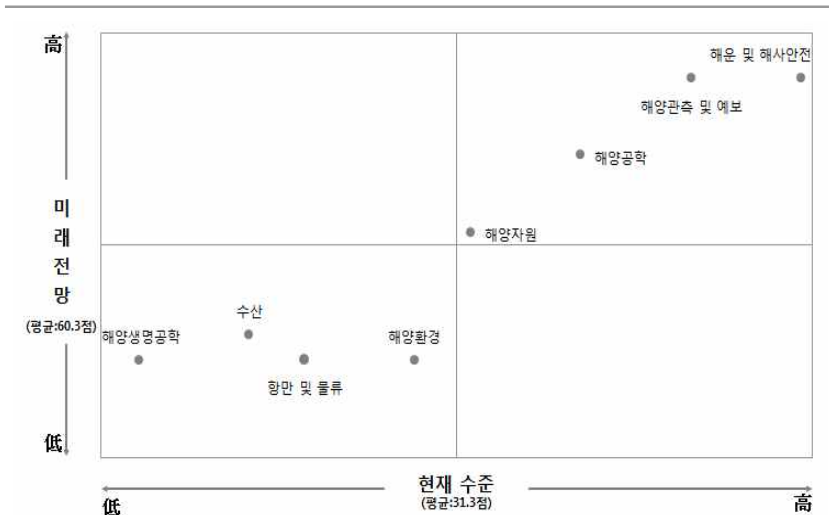
설문 결과 북극권 해양수산 분야별 4차 산업혁명기술 현재 수준은 〈그림 4-11〉과 같이 ‘해운 및 해사안전’ 분야가 가장 높은 것으로 나타났으며, ‘항만 및 물류’ 분야가 가장 낮은 수준인 것으로 조사되었다. 미래의 4차 산업혁명 기술 수준은 ‘해운 및 해사안전’ 분야가 여전히 가장 높은 수준일 것으로 조사된 반면, ‘수산’분야의 기술 수준이 타 분야에 비해 가장 낮을 것으로 전망되었다.

〈그림 4-11〉 북극권 국가의 4차 산업혁명 기술 수준



한편 해외 전문가 중 북극권 전문가의 설문 조사결과를 살펴보았을 때, <그림 4-12>와 같이 현재 북극권의 4차 산업혁명기술 수준은 여전히 ‘해운 및 해사 안전’ 분야가 가장 높았으며, ‘해양생명공학’을 가장 낮은 수준으로 보았다. 또한 미래의 북극권 4차 산업혁명 기술 수준에 대해서는 ‘해운 및 해사안전 뿐만 아니라 ‘해양관측 및 예보’도 동일하게 가장 높을 것으로 예상하였다. 반면 ‘해양환경’과 ‘해양생명공학’분야에서 기술 수준이 낮을 것으로 보았다.

<그림 4-12> 북극권 국가 출신 전문가가 바라본 북극의 4차 산업혁명 기술 수준



(5) 북극에서 4차 산업혁명 기술 발전에 필요한 요인

북극에서 현재의 4차 산업혁명 기술 수준과 미래 전망과 관련해 향후 4차 산업기술 발전에 가장 필요한 요인이 무엇인지에 대해 ‘4차 산업혁명 기술을 활용할 수 있는 산업 및 시장 활성화’와 ‘4차 산업 기술 발전을 뒷받침 할 정책 및 제도 마련’이 가장 필요하다고 보았

다. 이 밖에 북극의 글로벌/지역 현안을 4차 산업기술을 통해 해결하기 위한 국제협력의 강화가 3위, 인프라 구축 4위, 북극권의 환경적 제약을 극복할 수 있는 기술 연구개발이 5위를 차지했다.

2) 북극권 4차 산업혁명 기술 수요 인식조사 결과

(1) 북극권 해양수산 분야별 중요도 인식조사

해외전문가에 대한 설문 역시 8개의 해양수산 분야를 대상으로 전문가 AHP 설문방식으로 실시되었다. 설문은 상호 쌍대비교를 위해 총 28개의 비교 문항으로 구성되었다. 총 28개 문항을 비교한 결과 해양수산 분야 가운데 4차 산업혁명 기술이 적용되어야 할 중요한 분야로 ‘해양관측 및 예보’가 다른 모든 분야에 비해 높게 나타났다. 반면 ‘수산’ 분야는 타 분야에 비해 중요도가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 각 분야별 중요도를 종합하면 ‘해양환경’, ‘해운 및 해상안전’, ‘항만물류’, ‘해양관측 및 예보’, ‘해양공학’, ‘해양자원’, ‘수산’, ‘해양생명공학’ 분야 순으로 조사되었다.

(2) 북극권 해양수산 기술별 중요도 인식조사

8개 분야별 30개의 해양수산 세부기술 가운데 4차 산업혁명 기술의 도입·적용 또는 융합이 필요하다고 생각하는 기술에 대한 우선순위를 조사하였다. 총 49개의 상호 쌍대비교 세부 문항이 도출되었으며 이를 9점 척도로 분석하였다. 설문조사 결과에 근거한 세부 분야별 기술 우선순위를 정리하면 다음과 같다.

〈표 4-8〉 북극권 해양수산 세부기술별 중요도 우선순위(해외)

분야	세부기술별 우선순위 중요도 평균값
해양자원	1. 해양생물자원 확보 및 관리기술 > 2. 해양수자원 탐사 및 이용기술 = 2. 해양광물자원개발기술 = 2. 해양에너지 개발 및 이용
해양환경	1. 해양환경 위해성 평가관리 기술 > 2. 해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감기술 > 3. 해양생태계 관리 기술 > 4. 해양기후변화 예측적응저감 기술
해양생명공학	1. 생물공정 기술 > 2. 원천기반 기술 > 3. 바이오 신소재 가공개발 기술 순서
해양관측 및 예보	1. 해양관측 및 감시 시스템 구축 기술 > 2. 해양예보 및 정보기술
해양공학	1. 해양플랜트 설계생산자동화 기술 > 2. 선박 설계생산자동화 기술 > 3. 해양장비 및 탐사 기술
항만물류	1. 항만건설 및 장비 개발 기술 = 1. 항만물류운송 = 1. 연안공간활용 보호 및 보존 기술 > 2. 항만운영정보시스템
해운 및 해사	1. 해양인적안전 기술 > 2. 해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술 > 3. 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전 기술
수산	1. 수산업생태관리 기술 > 2. 수산생물질병 처치 및 관리 기술 > 3. 어장 환경조사 관리 기술 > 4. 수산자원조사 및 수산양식 생산관리 기술 > 5. 수산정보시스템 기술 > 6. 수산정보유통정보기술 > 7. 수산식품 가공 운반 기술

3. 종합 분석

1) 북극권 4차 산업혁명 인식조사 결과

(1) 4차 산업혁명 인지도

설문에 참여한 전문가 가운데 북극 전문가를 포함한 해외 전문가의 4차 산업혁명에 대한 인지도가 국내 전문가에 비해 상대적으로 낮았다. 우리나라의 경우, 정책·산업적으로 4차 산업혁명을 글로벌 트렌드로 인식하고 조직 및 제도를 통한 국가성장 발전의 동력으로 삼고자 하는 정책적 수요가 크다는 점, 4차 산업혁명에 대한 개념과

내용이 아직 북극권 국가에 크게 확산되지 않았다는 점 등이 이러한 인지도의 차이를 가져온 것으로 해석된다. 이러한 설문 결과는 4차 산업혁명이 세계적인 트렌드로 자리 잡아가고 있음에도 불구하고, 인식 측면에 있어서는 지역적으로 편차가 있음을 보여주고 있다.

(2) 4차 산업혁명 기술 필요성

설문 결과에 따르면 4차 산업혁명 기술이 필요성하다고 응답한 국내 전문가는 100점 환산 점수로 81.93점을 기록했으며, 북극권 국가 전문가는 72.78점, 비 북극권 해외 국가 전문가는 69.09점을 기록해 상대적으로 국내외 전문가 모두 4차 산업혁명 기술이 필요하다고 보고 있다. 특히 4차 산업혁명에 대해 인지도가 높은 그룹(국내 전문가)에서 상대적으로 4차 산업혁명 기술이 더욱 필요하다고 보아 4차 산업혁명 인지도와 4차 산업혁명 기술 필요성 간에는 양의 상관관계를 가지는 것으로 분석되었다. 한편 4차 산업혁명 기술이 필요한 이유에 대해서 국내외 전문가 전체 설문 결과를 종합해 본 결과 과학·기술 발전이 전체의 40.6%로 가장 많은 비중을 차지했고, 산업 19.0%, 환경 10.3%, 사회 8.7% 등의 순을 기록했다. 특히 과학기술 발전이 높은 비중을 차지한 이유를 빈출 키워드로 유추해 본 결과 과학기술 발전이 상대적으로 외진 북극 지역 간 연결성을 확보하고, 극한 조건에서의 정보 수집 및 분석에 필요한 전제조건이기 때문인 것으로 해석된다. 그리고 이러한 결과를 통해 향후 북극권에서 4차 산업혁명 기술 기반의 북극정책에서 북극 지역 간 연결성 확보와 북극 정보 수집 및 분석 등을 위한 과학 기술발전이 주목받을 것으로 예상된다.

(3) 북극의 4차 산업혁명 기술 수준

앞선 설문조사 결과에 따르면 국내 전문가 및 해외전문가 모두 북극에서의 4차 산업혁명 필요성이 높다고 인식하고 있는 반면, 4차 산업혁명 기술 수준은 낮다고 인식하고 있다. 이는 북극에서의 기술 수요에 비해 실제 기술 수준은 낮게 보고 있음으로써 목표와 현실 사이에 상당한 괴리가 존재하고 있음을 보여 주고 있다. 이는 이러한 격차를 줄이기 위해서는 앞으로 지속적으로 북극에서 4차 산업혁명 기술 수준을 향상시키기 위한 정책 추진이 필요하다는 점을 보여 준다.

(4) 북극권 해양수산 분야별 4차 산업혁명 기술의 현재와 미래 수준

해양 수산 8개 분야에 대한 4차 산업혁명 기술 수준에 대한 인식 조사결과, 국내전문가와 북극권 전문가 모두 ‘해양관측 및 예보’, ‘해양공학’, ‘해운 및 해상안전’ 분야에서 4차 산업 기술이 현재와 미래에서 모두 높은 수준을 보이고 있거나 보일 것으로 예측하였다. 반면 ‘항만 및 물류’, ‘해양생명공학’, ‘수산’은 국내전문가와 해외전문가 모두 현재의 4차 산업혁명 기술 수준도 낮고, 미래에도 높지 않을 것으로 보았다. 이러한 설문 결과는 국내외 전문가 모두 상당 부분 공통된 인식을 가지고 있다는 점을 보여준다.

특히 북극권 전문가들은 ‘해양환경’, ‘항만 및 물류’ 분야가 미래의 4차 산업혁명 기술 수준이 낮을 것으로 보고 있는 반면, 북극권에서 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 분야 각각 1, 3순위로 인식하고 있어 기술 수준과 수요에 대한 인식의 차이가 크다는 점을 보여주고 있다. 이러한 설문 결과를 토대로 현재 및 미래의 기술 수준에 대한 인식과 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 분야에 대한 실제 우선수위와의 비교를 통해 북극권 내 국가의 4차 산업혁명 기술 도입을 위한

정책적 시사점을 도출할 수 있다. 따라서 향후 북극권에서의 관련 제도 마련 및 R&D와 같은 정책 추진을 통해 수요에 맞게 미래 기술 수준을 향상시키기 위한 정책 도입이 필요하다.

(5) 북극에서 4차 산업혁명 기술 발전에 필요한 요인

이 항목에서는 국내 전문가들은 국제협력 강화를 45.6%로 가장 높게 보았으며, 해외 전문가들은 4차 산업혁명 기술 활용을 위한 산업, 시장 활성화 및 정책, 제도 마련이 각각 30%로 높게 나타났다. 국내 전문가의 경우 북극권 국가가 우리나라와 같이 4차 산업혁명 기술 수준이 상대적으로 높은 국가와의 국제협력을 추진하는 것이 가장 실효적인 점으로 인식하고 있는 반면, 북극권 전문가들을 포함한 해외 전문가들은 실제로 북극권에서 4차 산업혁명 기술 발전을 위한 정책적·산업적 제도 기반 마련이 필요하다고 인식하고 있다는 점을 보여준다. 이러한 설문 결과는 각 전문가 그룹의 해당 북극정책 목표와 연계되어 있다. 즉 우리나라는 비북극권국가로서 북극권 국가와의 국제협력을 정책 우선순위로 두고 있는 반면, 북극권 국가는 북극 정책이 바로 국내정책의 일환으로서 실제 정책화, 산업화할 수 있는 제도를 수립하는 것이 가장 시급하기 때문이다.

2) 북극권 4차 산업혁명 기술 수요 인식조사 결과

(1) 북극권 해양수산 분야별 기술 수요 인식조사

국내 전문가의 설문 분석결과 4차 산업혁명 기술이 적용되어야 할 필요성이 높은 분야를 ‘해양관측 및 예보’ > ‘해운 및 해상안전’ > ‘해양공학’ > ‘해양환경’ > ‘항만물류’ > ‘해양자원’ > ‘해양생명공학’ > ‘수

산' 분야 순으로 꼽았다. 반면 해외 전문가의 설문 분석결과 해양환경 > 해운 및 해사안전 > 항만물류 > 해양관측 및 예보 > 해양공학 > 해양자원 > 수산 > 해양생명공학 순으로 조사되었다. 특히 국내전문가와 해외전문가 모두 해양생명공학, 수산 분야는 4차 산업혁명 기술 수준이 현재와 미래 모두 낮고, 4차 산업혁명 기술 도입 필요성도 또한 낮게 보았다. 결과를 토대로 볼 때 향후 4차 산업혁명 기술 관련 R&D 투자가나 국제협력에 있어 이 분야는 타 분야와 비교해 정책적 집중도는 낮을 것으로 예상된다.

한편 북극권을 포함한 해외전문가의 설문 결과는 북극 현지의 전문가들의 견해로 북극권에서의 4차 산업 기술에 대한 수요를 간접적으로 살펴볼 수 있으며, 우리나라 4차 산업혁명 기술 수준과 접목하여 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 예를 들어 우리나라 4차 산업혁명 기술 수준이 높은 분야이며, 북극권에서의 4차 산업 기술 수요가 높은 분야를 같이 살펴보면 '해운 및 해사안전'과 '항만물류'가 해당된다. 그러므로 '해운 및 해사안전'과 '항만물류'는 우리나라가 가진 기술력을 가지고 북극권에 진출할 수 있는 비즈니스 모델을 수립하고, 이를 통해 북극권에 진출할 수 있는 정책이 필요한 분야로 볼 수 있다.

(2) 북극권 해양수산 기술별 중요도 인식조사

북극권 해양수산 8개 분야별 30개 기술 가운데 4차 산업혁명 기술의 도입 또는 융합이 필요한 기술의 우선순위 조사를 실시하였고, 그 결과 국내외 전문가 총 97명의 설문 결과를 바탕으로 8개 해양수산 분야 30개 세부 기술에 대한 중요도 인식을 수치화하여 제시하였다. 이는 북극 해양수산에서 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 분야에

대한 정책 추진 시, R&D 정책을 우선 추진해야 할 해양수산 분야 세부 기술이 무엇인지를 파악하기 위한 목적에서 진행되었다.

이 부분에서는 국내 전문가, 해외 전문가(북극권 및 비북극권) 모두 타 설문에 비해 다양한 인식을 보여 주었다. 8개 분야 기술 가운데 해양관측 및 예보 분야에서만 공통적으로 ‘해양관측 및 감시시스템 구축’기술을 우선 적용되어야 할 분야로 선정했을 뿐 다른 분야에서는 모두 다른 결과를 보여줬다. 이러한 다양한 인식은 설문이 국내 해양수산 기술 표준분류체계를 따랐음에도 불구하고 기술이 세분화됨에 따라 이러한 세부기술 각각에 대해 응답자들이 정확하게 인식하고 설문에 답하기 어려웠을 것이라는 점, 전문가들이 잘 알고 있는 전문 분야의 기술을 일반적으로 선택함으로써 응답이 다양하게 제시되었기 때문일 것이라는 점 등을 통해 설명할 수 있다. 따라서 이번 설문 결과를 바탕으로 세부기술에 대한 정책적 시사점을 도출하는데는 부족한 점이 있었으며, 향후 좀 더 보완이 이뤄진 추후 연구가 수행될 필요가 있을 것으로 판단된다.

그러나 이처럼 기술 수요에 대한 명확한 결과를 토대로 한 정책적 시사점을 도출해 내기 어려운 부분이었음에도 불구하고 국내외 전문가 총 97명의 설문 결과를 바탕으로 8개 해양수산 분야 30개 세부 기술에 대한 중요도 인식을 수치화하여 제시하였다는 점에서 향후 추가적인 연구 수행을 위해 기본적인 자료로서 충분한 가치를 가질 수 있을 것으로 생각된다.

제5장

정책 제언

현재 북극은 도전과 기회의 지역으로 세계의 관심이 집중되고 있다. 해빙과 함께 북극항로 이용가능성이 커지고 있고, 북극해 자원 접근성이 높아지면서 북극권 국가의 전략적 최우선지역이 되고 있다. 비북극권 국가 또한 북극에서 경제적 기회를 찾기 위한 발 빠른 행보를 이어가고 있다. 이러한 시점에서 2018년은 동북아 국가의 북극정책 추진에 있어 매우 상징적인 해이다. 올해 1월, 중국은 일대일로 전략을 북극으로 확대시킨 ‘빙상 실크로드(Polar Silkroad)’ 전략을 내놓으면서 북극에서 국익을 확보하고, 이를 일대일로라는 글로벌 전략과 연계하기 위한 제도적 기반을 구축했다. 한편, 일본은 제3차 해양기본계획에 향후 5개년의 북극정책을 담았다. 우리나라는 7월, ‘북극활동 진흥 기본계획’을 수립하고, 2022년까지의 북극정책에 대한 마스터플랜을 세웠다. 특히 우리나라는 2013년에 수립한 ‘북극정책 기본계획’과의 연관성을 유지하되, 북극에서 산업적·경제적 기회를 확보하기 위한 경제협력을 최우선 순위에 두었다. 이를 통해 북극 경제권 진출을 위한 제도적 기반을 수립한다는 계획이다.

이러한 배경 하에 본 연구는 향후 우리나라의 북극 경제협력 추진과 비즈니스 시장 진출을 위한 중요한 정책 아이템으로 ‘4차 산업혁명 기술’에 주목했다. 4차 산업혁명 기술은 ‘북극활동 진흥 기본계획’에서도 포함되어 있는 정책 아이템으로 우리나라가 충분히 경쟁력을 가지고 북극과 협력할 수 있는 주요한 수단이 될 수 있다. 실제로 우리나라는 세계 1위의 혁신국가이며, 세계 4위의 첨단기술 집중도를 보이고 있는 국가이다. 북극권 8개국 또한 모두 세계 25위 이내의 혁신국가이다. 현재 우리나라는 주요 정부 부처를 통해 4차 산업혁명 기술에 기반한 정책을 수립·추진하고 있다. 그리고 대통령직속으로 설립된 4차 산업혁명 위원회가 분야별 4차 산업혁명 정책을 조정하는 기능을 하고 있다.

‘북극’은 하나의 공간이다. 북극의 극한적 기후환경이 주는 특수성이 고려된다면 현재 논의되고 실용화를 추진하고 있는 정책·산업·사회·과학기술 등 모든 분야에서의 4차 산업혁명 기술이 적용될 수 있다. 따라서 4차 산업혁명 기술 발전을 정책 우선과제로 추진하고 있는 우리나라 입장에서 4차 산업혁명 기술 기반 북극진출은 경제·산업적 측면에서 북극에서의 비즈니스 기회를 확보할 수 있을 뿐만 아니라, ‘책임 있는 북극협력파트너’로서 북극협력을 확대하는 중요한 기회가 될 수 있다.

이러한 배경 하에 5장에서는 설문 결과를 바탕으로 ‘4차 산업혁명 기술 기반 북극진출 중장기 전략’ 방향을 제시하고, 이를 토대로 ‘북극 신시장 진출을 위한 유망 비즈니스 모델 발굴’, ‘중장기 연구개발(R&D) 추진’, ‘북극권과의 R&D 연구협력 추진’, ‘지속적인 북극 4차 산업혁명 동향 파악’ 등과 관련한 네 가지 실천 과제를 제시하도록 한다.

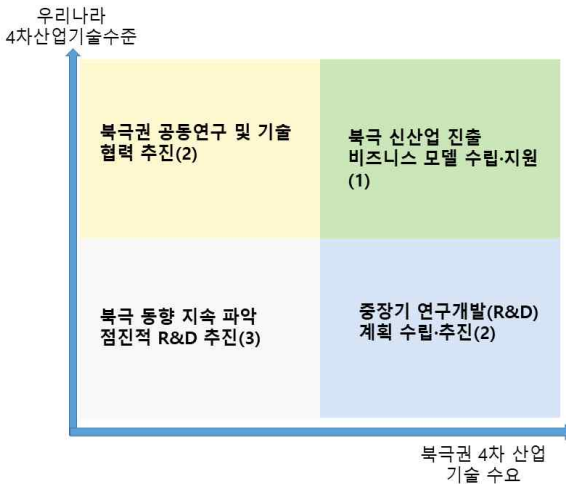
제1절 4차 산업혁명 기술 기반 북극진출 중장기 전략 수립

2018년 7월 정부는 북극활동 진흥 기본계획을 공식적으로 내놓았다. 2013년 북극정책 기본계획과 비교해 눈에 띄는 점은 ‘북극권과의 국제협력’에서 ‘북극권으로의 경제진출’로 정책 최우선순위가 바뀌었다는 점이다. 이는 지난 5년간 ‘책임 있는 북극협력 파트너’로서 추진해온 협력성과를 토대로 이제는 보다 능동적으로 북극권에 진출하겠다는 정책적 의지를 담은 것으로 해석된다. 특히 4차 산업 기술 기반 북극권 신산업 발굴 지원도 세부 정책 추진 과제에 포함되어 있다. 2019년에는 북극권 산업에서 4차 산업혁명 기술 적용 가능성·분야, 시장규모 추정, 이를 통한 우리나라 기업 진출 가능성 등을 주요 내용으로 하는 4차 산업혁명 기술 적용가능성 조사사업이 추진될 예정이다.⁸⁰⁾ 우리나라가 이처럼 4차 산업 기술 기반 북극권 진출을 위해서는 보다 중장기적으로 4차 산업기술 기반 북극진출 정책을 수립할 필요가 있다. 따라서 이번 설문 결과를 통해 나타난 우리나라 해양수산 4차 산업기술 수준에 대한 결과와 북극권 전문가들이 바라본 북극권 해양수산 분야 4차 산업기술 수요에 대한 결과를 활용하여 1) 북극 신산업 진출 비즈니스 모델 수립·지원, 2) 북극권과 공동연구 및 기술협력 추진, 3) 북극동향 지속 파악 점진적 R&D 추진, 4) 중장기 연구개발 계획 수립·추진 등과 같이 중장기 전략을 제시할 수 있다. 예를 들어 우리나라 4차 산업 기술 수준이 높고, 북극권 4차 산업 기술 수요가 높은 해운해사, 항만물류, 해양관측 및 예보 분야(1사분면)는 가장 최우선 순위를 두고 북극 신산업 진출 비즈니스 모델을

80) 「북극진흥활동기본계획 1-2-3사업」, (2018. 7.)

발굴해 북극권에 진출할 수 있도록 정책을 추진할 필요가 있다. 반면 우리나라의 기술 수준과 북극권 수요가 모두 낮다고 볼 수 있는 해양 자원, 수산, 해양공학 분야는 보다 중장기적인 관점에서 우리나라 기술 수준을 높이고, 북극권 수요변화를 지속적으로 파악하기 위해 점진적 R&D 정책 추진과 지속적인 북극동향 파악 정책을 추진할 필요가 있다.

〈그림 5-1〉 4차 산업기술 기반 북극진출 정책 추진 방안



	우리나라 4차산업 기술 수준	북극권 4차산업 기술 수요	정책 우선순위	관련 해양 수산 분야	추진 정책
1사분면	높음	높음	1	항만물류, 해운해사, 해양관측 및 예보	북극신산업 진출 비즈니스 모델 수립
2사분면	높음	낮음	2	해양공학	북극권 공동연구 협력

	우리나라 4차산업 기술 수준	북극권 4차산업 기술 수요	정책 우선순위	관련 해양 수산 분야	추진 정책
3사분면	낮음	낮음	3	해양자원, 수산 해양생명공학	북극 동향 파악 및 점진적 R&D 추진
4사분면	낮음	높음	2	해양환경	중장기 연구개발 수립 추진

주: 우리나라 4차 산업 기술 수준(국내전문가 설문 결과), 북극권 4차 산업 기술 수요(북극권 및 해외전문가 설문 결과)

제2절 중장기 전략 추진을 위한 세부 추진 정책

1. 북극 신시장 진출을 위한 유망 비즈니스 모델 발굴·지원

설문 결과 해운해사 및 항만물류, 해양관측 및 예보가 우리나라 기술 수준이 높은 반면, 북극에서의 4차 산업 기술 적용 가능성이 높은 분야로 선정되었다. 즉 현재 우리가 경쟁력을 가지고 있는 분야이자 북극에서 향후 수요가 높은 분야로서 가장 시급하게 북극에 진출하기 위한 전략 마련이 필요한 부분이다. 북극 4차 산업 시장에 진출 정책, R&D 분야에서의 협력은 보다 중장기적으로 이뤄질 필요가 있는 반면, 현재 우리나라에서 실용화되고 있거나 또는 개발 중인 4차 산업혁명 기술 적용 비즈니스 모델은 바로 북극권에 적용·진출 가능성이 높다. 따라서 현재 우리가 가진 관련 분야 4차 산업혁명 기술 가운데 북극권에 적용할 수 있는 유망 아이템을 발굴·선정해 북극권

에 진출·활용될 수 있도록 체계적인 지원방안을 마련할 필요가 있다. 이러한 배경 하에 여기서는 북극권 진출을 위한 4차 산업 유망 비즈니스 모델로 현재 개발 또는 실용화 가능한 몇 가지 사업을 소개 또는 제안한다.

1) 4차 산업 기술 활용 북극 해상재난 예방 및 대응

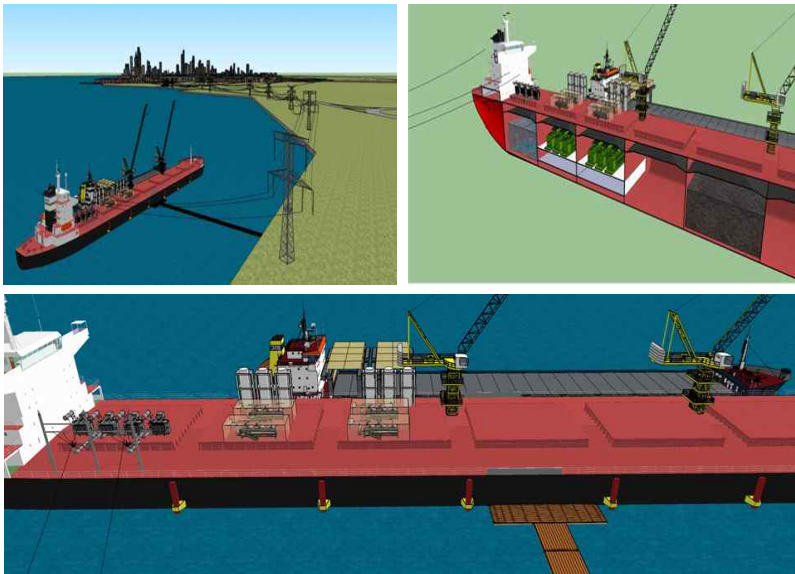
우리나라가 강점을 지니고 있는 첨단통신 IT와 드론, 원격로봇, 무인 비행선, 이동형 원격 관제센터 등 4차 산업 기술들을 접목시켜 운영함으로써 북극 해상재난 및 조난 시 구조시스템에 활용할 수 있는 비즈니스 모델 개발이 필요하다. 이는 얼음과 기후로 인해 사람이 쉽게 접근하지 못하는 북극해의 특수한 상황에서 발생한 조난과 화재 등의 사고에 신속히 대응·활용될 수 있는 가능성이 높다. 이러한 비즈니스 모델로 살펴볼 수 있는 사례가 최근 KT가 개발한 첨단통신과 무인드론을 활용한 재난안전 플랫폼을 활용한 국가재난 대응시스템이다.⁸¹⁾ 우리나라가 자체 개발한 이러한 운영시스템을 보다 정밀화 해서 북극해를 포함한 북극 극한지역 재난 대응 표준으로 추진할 수 있다면 북극권 재난대응 시스템 구축에 있어 우리나라가 주도권을 가질 수 있고, 관련 기업들도 북극권에 진출할 수 있는 계기가 될 수 있다. 이를 위해 우선 북극권국가와의 양자협의회, 북극이사회 워킹그룹, 북극경제이사회 및 북극서클 또는 북극프런티어 등 협의체를 통해 관련 기업이 운영원리를 공유하고, 시스템을 홍보할 필요가 있다.

81) 최근 KT는 첨단통신과 무인비행 드론을 활용해 조난자를 신속하게 구조하는 재난안전 플랫폼을 국가재난 대응에 활용하겠다는 사업 구상을 밝혔다. 조난자 구조는 스카이스캔과 드론을 중심으로 이뤄진다. 해상에서 사고 시 우선 조난자 탐색 솔루션 '스카이스캔'이 초소형 LTE 장비를 이용해 반경 50m 이내의 조난자를 파악한다. 이후 스카이스캔에 탑재된 무인드론이 조난자의 상세 위치를 파악하고, 스카이스캔 로봇이 구조대원이 도착하기 전 조난자에게 필요한 물품을 공급하고 카메라와 통신 기능을 통해 현장을 실시간으로 중계하는 시스템이다. (파이낸셜 신문. 2018.6.20. 참고)

2) 즉시항만시설(PPF)의 북극권 인프라 활용

PPF는 전 세계적인 선박 초과 공급으로 발생하는 잉여선박을 수요자의 지역별 특성과 요구에 맞게 개조하여 산업 및 사회 인프라 시설로 활용하기 위한 시설이다. 2016년 5월 한국해양수산개발원과 해양대학교가 공동으로 PPF 개념에 대한 특허 출원을 완료하였다. PPF는 특히 오지/특수 지역의 자원 및 산업개발에 있어 지역적 특수성, 인구 부족 등으로 인프라 개발이 어려운 특수한 여건에 맞춰 부두, 발전, 담수, 주요 자원 저장, 항만 관제, 의료설비, 거주, 관광 등 다양한 기능을 갖출 수 있는 ‘All-in-One Solution’을 제공할 수 있다.⁸²⁾

〈그림 5-2〉 PPF의 기능 및 개념



자료: 이강기, 「Multi-Prompt Port Facility (Multi-PPF) Paradigm Shift in Maritime Logistics」, 2017. 4. 3.

82) 이강기(2017. 4. 3.)

이처럼 물류 분야에서는 단기간 내에 북극 인프라 수요를 충족할 수 있는 최첨단 기술설비인 즉시항만시설(Prompt Port Facility: PPF)의 실제 북극 적용이 가시권에 들어오고 있다. PPF는 북극의 인프라 수요가 증가함에도 불구하고, 극한 기후로 인해 인프라 개발이 쉽지 않은 북극의 특수성을 고려한 설비이며, 내륙 항만의 기능을 겸비함으로써 아래에서 언급할 북동항로와 내륙물류 활성화를 함께 도모할 수 있는 방안으로도 주목받고 있다. 최근 덴마크는 PPF를 포함한 4차 산업 기술과 혁신 분야에서 우리나라와의 협력을 모색하기 위해 한국해양수산개발원과 한국해양대학교 연구진과 협의회를 가진 바 있다.⁸³⁾

3) 북극항로와 북극 국가 내륙물류 연계 4차 산업 기술 활용

북동항로에 인접한 국가들은 북동항로를 수출입항로로 전략적으로 활용할 계획을 가지고 있다. 북동항로 이용이 활성화되면 러시아는 내륙 철도, 수로와 연계하여 내륙 목재, 금속, 석탄, 석유·천연가스 등을 북동항로를 활용해 미국, 유럽 및 아시아로 수출을 확대할 계획이며, 핀란드도 키르키네스의 북극철도를 활용하여 북동항로와의 연계성을 높일 계획이다.

따라서 내륙물류 연계 북동항로 활용 가능성이 커지면서 북극해의 특수한 환경과 내륙물류기지, 북극항만, 운항선박 등을 아우르는 통합 물류운영체계 구축에 4차 산업 기술이 활용될 수 있다. 무인드론, 무인트럭, 무인물류창고 등 무인화 기술과 스마트 선박, 스마트 항만 등에 적용되는 자동화기술, 블록체인까지 4차 산업 기술을 적용한 통합 물류운영체계 구축과 실용화를 주도할 수 있는 정책적 지원과 사업 추진이 필요하다.

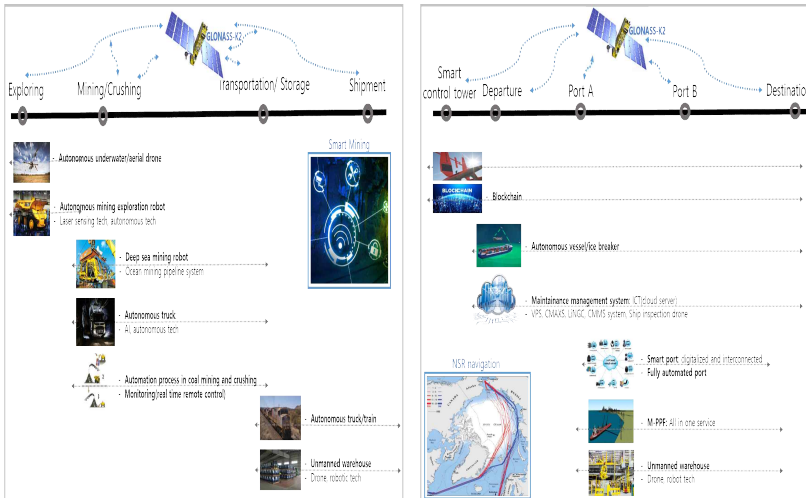
83) 한-덴마크 해양협의회(2018. 5. 30.)

〈그림 5-3〉 러시아 내륙물류 연계 북동항로 활용



자료: WWF, *Prospects and Opportunities for Using LNG for Bunkering in the Arctic Regions of Russia*, 2016, p.22

〈그림 5-4〉 북극항로 연계 통합 물류망 구축을 위한 4차 산업혁명 기술 적용 사례



자료: Lee Sung Woo, Jo Jisung, "Commercialization of Northern Sea Route (NSR) with state-of-the-art technology," 2018, p.13

4) 제2쇄빙선 건조를 통한 북극 해양관측 및 탐사 사업 추진

설문 결과에서 주목할 만한 점은 ‘해양관측 및 예보’ 분야를 우리나라 전문가와 해외 전문가 모두 미래의 북극권 해양수산 분야에서 4차 산업혁명 기술 수준이 높을 것으로 전망한 것이다. 또한 국내전문가와 북극권 전문가들 모두 북극에서 4차 산업혁명 기술 도입이 가장 필요한 해양·수산 분야 역시 ‘해양관측 및 예보’를 꼽았다. 이는 ‘해양관측 및 예보’ 분야에 향후 4차 산업혁명 기술에 기반한 첨단기술 개발과 투자가 이뤄질 가능성이 높을 것이라는 점을 시사한다.

‘해양관측 및 예보’는 정보의 공공성이란 측면에서 기본적으로 북극권과 비북극권 국가의 협력이 필요한 분야이다. 또한 북극은 저위도 지역에 비해 2배 빠른 속도의 지구온난화를 경험하고 있는 지역이다. 북극연구를 위해서는 얼음 바다인 북극해를 중심으로 한 해양관측 및 과학조사가 필요하다. 최근 해빙(解氷)으로 인해 북극해 공해지역에서의 수산활동 가능성이 커지면서 수산자원 조사도 활발히 이뤄질 전망이다. 그러나 현재 운영 중인 쇄빙선인 아라온호는 연구수요의 50~60%만 충족하고 있으며, 실제 북극에 머물면서 탐사 연구를 수행하고 있는 시간은 한 달 정도밖에 되지 않고 있다. 따라서 이러한 북극해 관측분야에서 북극권과의 협력을 강화하고, 북극관측과 과학조사를 전담으로 추진하기 위해 우선적으로 추진해야 할 일이 바로 제2쇄빙선을 건조하는 일이다. 그리고 아라온호는 무인잠수정 해미래를 포함해 해양연구 장비, 음파탐지 장비, 지구물리탐지 장비, 관측 및 장기 모니터링 장비 등 최첨단의 기술을 활용한 장비를 갖추고 있다. 제2쇄빙선은 자동화, 무인화 기반 시설 및 로봇 등의 4차 산업 기술을 접목한 최첨단 쇄빙선으로 설계·건조될 필요가 있다.

2. 북극권 진출 위한 4차 산업혁명 기술 중장기 R&D 추진

우선 북극권이라는 특수한 지역에 적용될 수 있는 기술은 범부처적인 다양한 기술로 존재하고 있기 때문에 해양수산부를 중심으로 각 부처별로 추진 중인 기초기술개발 가운데 북극 지역 수요에 맞는 기술을 선별·발굴하여 중장기 R&D를 추진할 수 있도록 부처 간 협업체계를 구축하는 것이 필요하다. 그리고 이러한 협업체계를 통해 ‘북극권 4차 산업혁명 기술 수요 대응을 위한 전략적 R&D 투자와 관련 산업 육성을 위해 정부 차원의 R&D 방안 수립 마련이 필요하다.’⁸⁴⁾ 이를 위한 첫 단계로서 북극권 적용 가능한 4차 산업혁명 관련 주요 기초 기술 및 융합 분야를 선정한다. 두 번째 단계로 북극권 적용 가능한 4차 산업혁명 관련 기술·산업별 우선순위 및 정부의 R&D 투자 우선순위 평가를 위한 체크리스트를 개발한다. 마지막 단계로 평가기준을 종합 고려하여 북극권 4차 산업혁명 기술 수요에 기반한 투자 우선순위 가이드라인을 제시한다.

그러나 무엇보다도 북극권 4차 산업혁명 기술의 연구개발을 위한 R&D 투자규모를 늘이는 것이 중요하다. 현재 4차 산업혁명 대응이 정부 R&D 투자의 주요 과제로 대두됨에 따라 관련 R&D 예산이 확대되고 있다. 2018년 4차 산업혁명 대응을 위한 R&D 예산은 1조 5,200억 원이었는데, 이는 2017년 1조 2,100억 원에 비해 25.7% 증가한 수치이다.⁸⁵⁾ 특히 4차 산업혁명의 핵심 및 기반기술인 AI, IoT, 빅데이터 등과 관련된 사업의 예산이 증가하였다. 이러한 4차 산업혁명 예산 규모의 확대는 바람직하다. 그리고 이러한 예산확대를 통한 4차 산업혁명 기술 개발 투자가 보다 성과를 내기 위해선 R&D를 통한 기술

84) 조재혁·나영식(2017), p.22의 3단계 접근방식을 참고

85) 한웅용·김주일(2018), p.27

개발 성과를 해외수출 등으로 확산시킬 필요가 있으며, 북극이 유망한 지역 중 하나가 될 수 있다. 이를 위해 북극권 4차 산업혁명 기술 적용을 위한 R&D 예산을 보다 장기적인 관점에서 확대할 필요가 있다. 북극에서 북극해를 중심으로 한 북극권 4차 산업혁명 기술이 필요함을 고려해 볼 때 현재 국가 총 R&D 예산의 3.1%(6,145억 원)에 불과한 해양수산부의 R&D 예산이 보다 확대될 필요가 있으며, 극지 및 대양 과학연구 예산도 현재의 161억 원에서 늘어날 필요가 있다.⁸⁶⁾

3. 북극권 국가 및 북극경제이사회와의 R&D 연구협력사업 추진

1) 북극권 국가와의 양자 R&D 협력 추진

세계경제포럼(WEF)의 자료에 따르면 전 세계 200여 개국을 대상으로 실시한 세계 혁신국가 평가에서 우리나라가 총점 89.28로 세계에서 가장 혁신적인 국가로 선정되었고 스웨덴이 84.70으로 뒤를 이었다. 우리나라는 부분별로는 특허활동에서 1위, R&D 및 부가가치 제조업 측면에서 2위를 차지하였다. 북극권 8개국의 경우, 스웨덴 2위, 핀란드 7위, 덴마크 8위 등 모두 25위 내의 세계 혁신국가로 선정되었다. 또한 미국이 1위를 차지하는 등, 아이슬란드를 제외한 7개국은 첨단기술 집중도 측면에서도 모두 25위 내에 선정되었다.⁸⁷⁾ 또한 동북아 읍서버 국가인 일본은 총점 81.91로 6위, 중국은 73.36점으로 19위를 기록하였다.

86) 해양수산부(2017)

87) Bloomberg 2018 Innovation Index(검색일: 2018. 8. 27.)

〈표 5-1〉 2018년 세계 혁신국가 순위

순위	국가	총점	R&D 투자	제조업 부가가치	생산성	첨단기술 집중도	고등 교육 효율성	연구자 집중도	특허 활동
1	한국	89.28	2	2	21	4	3	4	1
2	스웨덴	84.70	4	11	5	7	18	5	8
6	일본	81.91	3	6	24	8	34	10	3
7	핀란드	81.46	8	16	10	13	19	6	4
8	덴마크	81.28	6	15	11	15	26	2	10
11	미국	80.42	10	23	6	1	42	20	2
15	노르웨이	76.76	19	37	19	11	23	8	14
19	중국	73.36	16	19	40	12	4	42	6
22	캐나다	67.98	21	32	26	23	45	16	22
24	아이슬란드	67.11	13	28	2	-	27	9	26
25	러시아	66.61	32	33	44	22	5	28	16

자료: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/south-korea-tops-global-innovation-ranking-again-as-u-s-falls>(검색일: 2018. 8. 27.)

이러한 순위를 고려해볼 때 북극권 국가들은 ‘혁신(innovation)’과 ‘첨단기술’ 측면에서 경쟁력을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 이는 우리나라와 북극권 국가간 4차 산업 기술을 활용한 R&D 부분 협력 가능성이 다른 국가보다 높다는 점을 보여준다. 따라서 향후 우리나라는 이들 북극권 국가와의 R&D 협력과제를 발굴해 추진할 필요가 있다. 현재 덴마크, 핀란드, 노르웨이, 캐나다, 러시아 등과 매년 북극 양자협의회를 개최해 오고 있는데, 향후 4차 산업기술을 기반으로 한 혁신을 의제로 삼아 양자협력을 추진할 수 있다. 최근 주한 덴마크 대사관 이노베이션 센터와 코펜하겐 대학교, 덴마크 공대를 주축으로 한 덴마크와 한국해양수산개발원, 극지연구소, 연세대학교를 주축으로 한 우리나라가 컨소시엄을 이뤄 북극 4차 산업 연구개발을 위해 북극대학 펀드를 활용해 공동연구협력을 추진하기로 한 것은 좋은 사례가 될 수 있다.

2) 북극경제이사회 워킹그룹과 연구협력 사업 추진

2014년 1월 북극경제이사회(Artic Economic Council: AEC)가 설립되었다. 북극경제이사회는 북극 기업과 북극이사회 간 소통을 통해 지속가능한 북극 경제 활성화 견인을 목적으로 한다. 현재 북극경제이사회는 해운, 통신, 책임 있는 자원개발, 투자 및 인프라, 에너지 분야 워킹그룹을 운영하고 있다. 이들 워킹그룹은 북극에서의 비즈니스 환경을 분석하고, 5개의 주요 주제 간 연구와 검토를 통해 북극에서의 경제개발 수준을 향상시키기 위해 실천 가능한 방안들을 제시하는 데 목적을 두고 있다.⁸⁸⁾ 실제로 4차 산업기술은 북극경제이사회가 추진하는 5개의 주제를 관통하는 핵심 R&D 어젠다이다. 따라서 북극경제이사회 워킹그룹과 북극 4차 산업혁명 기술 수요에 기반한 연구를 함께 추진하고, 이들 연구결과를 북극이사회 및 관련 북극권 국가 및 북극 기업과 공유하는 방안을 추진할 필요가 있다. 북극경제이사회와의 협력을 통해 책임 있는 북극오피서버 국가로서의 위상을 높이고, 또한 북극기업과의 협력을 통해 우리나라가 북극에 진출할 수 있는 기반을 마련하는 방안이 될 수 있다.

4. 지속적인 북극 4차 산업혁명 기술 동향 파악

북극권은 전 세계가 주목하는 지역이다. 현재 국내외 전문가들은 북극권 4차 산업혁명 기술 필요성에 비해 기술 수준은 낮게 보고 있다. 이러한 수요와 실제 기술 간 차이를 극복하는 일은 생각보다 더디게 진행될 수 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라가 4차 산업혁명

88) 북극경제이사회 홈페이지 자료(검색일: 2018. 8. 27.)

기술 적용을 통해 북극권 진출 기회를 확대하기 위해서는 북극권 내 4차 산업혁명 기술 수요 및 발전에 대한 동향을 지속적으로 파악하고, 이에 대해 대외 협력과 내부 역량 강화를 통한 맞춤형 대응방안을 마련하는 것이 필요하다.

또한 독일, 중국, 일본 등 비 북극권 국가들이 자국 내 4차 산업혁명 기술 개발을 통해 향후 북극권 시장 진출을 가속화할 경우, 자원 개발과 함께 4차 산업혁명 기술 우위를 매개로 한 북극지역으로의 ‘콜드 러시’가 강화될 수 있다. 따라서 4차 산업혁명 기술을 매개로 북극권 진출을 노리는 국가들의 R&D 정책을 지속적으로 모니터링할 필요가 있다.⁸⁹⁾

89) 현재 일본은 국가혁신프로젝트를 통해 로봇, 인공지능 등 원천기술에 적극 투자하고 있으며, 독일은 인더스트리 4.0 정책을 통해 자국이 장점을 가지고 있는 제조업의 디지털화에 초점을 맞추고 있다. 대외경제정책연구원(2017b), pp.87~88 참조

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 경제인문사회연구회, 「주요 제조강국의 4차 산업혁명 추진동향 연구」, 2016.
- _____, 「제4차 산업혁명의 경제사회적 충격과 대응 방안」, 2017.
- 김석관 외, 「4차 산업혁명의 기술 동인과 산업 파급 전망」, 과학기술정책연구원, 2017.
- 김희중, 「4차 산업혁명과 자기학(1)」, 『한국자기학회지』, 제27권 제3호, 2017. 6.
- 대외경제정책연구원, 「제4차 산업혁명과 한·미 협력방안」, 2017a.
- _____, 「주요국의 4차 산업혁명과 한국의 성장전략」, 2017b.
- _____, 「러 ‘극동·바이탈 지역 사회경제 발전’ 프로그램 개정안 승인」, 『이슈트렌트』, 2018. 4.
- 박현수, 「글로벌 자율주행차 시장 동향 및 시사점」, 『디지에코보고서』, kt경제경영 연구소, 2018. 4. 3.
- 백충기, 「4차 산업혁명과 동남권 일자리」, 『BNK 경제인사이트』, 2017.
- 삼정 KPMG, 「인프라산업, 4차 산업혁명과 만나다」, 『삼정 Insight』, 통권 제57호, 2018.
- 신형철 외, 「2030 북극연구 중장기 로드맵 수립 연구」, 극지연구소, 2017. 12.
- 에너지경제연구원, 「북극해 연안국의 북극지역 자원개발 전략과 시사점」, 『세계 에너지시장 인사이트』, 제17-29호, 2017.
- 윤승환, 「북극해의 현황과 이용가능성 그리고 한국의 대응」, 『경상논총』, 제36권 제1호, 한독경상학회, 2018. 3.
- 이강기, 「Multi-Prompt Port Facility (Multi-PPF) Paradigm Shift in Maritime Logistics」, 시드니 발표자료, 2017. 4. 3.
- 이성우, 「북극 항로와 4차 산업기술의 역할」, 『물류와 경영』, 통권 349호, 코리아 쉬핑가제트, 2018. 7. 3.

- 정보통신정책연구원, 「제4차 산업혁명 선도를 위한 과학기술·ICT 기반 국가정책 방안 연구」, 2017.
- 조재혁·나영식, 「4차 산업혁명 대응을 위한 정부 R&D사업의 전략적 투자 포트폴리오 구축방안」, 한국과학기술평가원, 2017.
- 최동용, 「4차 산업혁명의 전개와 확산」, 『POSRI 이슈 리포트』, 포스코경영연구원, 2017.
- 한국조세재정연구원, 「캐나다 예산안 분석 및 평가」, 『조세재정 BRIEF』, 통권 제68호, 2018. 6. 7.
- 한국해양수산개발원, 「2017년 북극정책 추진을 위한 국제협력 및 국내기반 조성 연구」, 2018.
- 최영석 외, 「해운·조선·에너지, 자원개발과 연계한 북극항로 진출 확대 방안」, 2018.
- 한국해양수산개발원·극지연구소, 『북극해를 말하다』, 2012.
- 한용용·김주일, 「2018년 정부 R&D 예산의 주요 현황과 특징」, 『KISTEP InL』, 제24호 (2018년 봄호), 2018.
- 한철환, 「북극해 항로의 경제적 타당성에 관한 연구」, 『해운물류연구』, 제27권 제4호, 2011.
- 해양수산부, 「2018년도 해양수산과학기술 육성 시행계획」, 2017. 12.
- 홍현표 외, 「수산업 북극해 진출방안 수립 연구」, 해양수산부, 2014.
- 4차 산업혁명위원회, 「4차 산업혁명 대응을 위한 기본 정책방향」, 2017. 10.
- KIAT, 「신산업기술로드맵 총괄보고서」, 2017.
- KOSSES, 「핀란드 미래 산업 동향 및 스타트업 생태 환경 조사」, 2017.
- KOTRA, 「캐나다 4차 산업혁명 기술도입 및 개발 동향」, 2017a.
- _____, 「4차 산업혁명시대, 첨단제품 개발 트렌드와 시사점」, 2017b.

〈국외 문헌〉

Arctic Council, “Arctic Marine Shipping Assessment 2009”, 2009.

CNA, *Unconstrained Foreign Direct Investment*, 2017.

European Patent Office, *Patents and the Fourth Industrial Revolution: The inventions behind digital transformation*, 2017.

Government Offices of Sweden Ministry of Enterprise and Innovation, “Smart industry-a strategy for new industrialization for Sweden,” 2016.

Guggenheim Partners, “Promoting Sustainable Development in the Arctic,” 2018.

Lee Sung Woo, Jo Jisung, “Commercialization of Northern Sea Route (NSR) with state-of-the-art technology,” 2018. (NPAC 발표자료)

McKinsey Global Institute, “Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy,” 2013.

Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland, “Digital Finland Framework,” 2018.

Ministry of Economic Affairs and Employment, “Finland’s Age of Artificial Intelligence: Turning Finland into a leading country in the application of artificial intelligence Objective and recommendations for measures,” 2017.

Nordic Council, “Arctic Human Development Report: Regional Processes and Global Linkages,” 2014.

Norwegian Ministry of Local Government and Modernization, “Digital agenda for Norway in Brief,” Meld. St. 27 (2015-2016) Report to the Storting (white paper), 2016.

The White House, “Fact Sheet: President Obama Announces Winner of New Smart Manufacturing Innovation Institute and New Manufacturing Hub Competitions,” 2016.

USGS, "Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle," 2008.

World Economic Forum, *A New vision for the Ocean: Ocean systems Leadership and the Fourth Industrial Revolution*, 2017. 6.

World Economic Forum, *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Oceans*, 2017.11.

WWF, *Prospects and Opportunities for Using LNG for Bunkering in the Arctic Regions of Russia*, 2016.

〈인터넷 자료〉

Bloomberg 2018 Innovation Index, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/south-korea-tops-global-innovation-ranking-again-as-u-s-falls>(검색일: 2018. 8. 27.)

Bloomberg Business, https://www.guggenheimpartners.com/GP/media/pdf/Bloomberg_The-World-Has-Discovered-a-1-Trillion-Ocean.pdf(검색일: 2018. 7. 10.)

Industry 4.0 Technologies Market, <https://industry40marketresearch.com/reports/industry-4-0-technologies-market/>(검색일: 2018. 7. 10.)

WEF, <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/12-cutting-edge-technologies-that-could-save-our-oceans>(검색일: 2018. 8. 29.)

Discover Magazine, http://blogs.discovermagazine.com/imageo/2018/03/23/arctic-sea-ice-maximum-for-2018-second-lowest-on-record/#.W1hZ_OQnaUI(검색일: 2018. 5. 7.)

The Guardian, <https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/24/record-levels-of-plastic-discovered-in-arctic-sea-ice>(검색일: 2018. 4. 25.)

Sputniknews, <https://sputniknews.com/infographics/20111007167371478-Russian-oil-and-gas-fields-in-the-Arctic/>(검색일: 2018. 8. 6.)

Grida, <https://www.grida.no/resources/7746>(검색일: 2018. 8. 20.)

Bundesvereinigung Logistik(독일연방물류협회), URL(검색일: 0000.00.00.)

외교통상부, http://www.mofa.go.kr/www/brd/m_4049/view.do?seq=363021&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&multi_itm_seq=0&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&company_cd=&company_nm=&page=32(검색일: 2018. 8. 6.)

KOTRA 2017년 6월 2일자 자료, <https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/4/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=159017>(검색일: 2018. 8. 6.)

KOTRA 2017년 6월 7일자 자료, <http://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/4/globalBbsDataView.do?setIdx=243&dataIdx=159027>(검색일: 2018. 8. 6.)

KOTRA 2017년 9월 18일자 자료, <http://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/2/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=160791&column=title&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=101093&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryId=&searchIndustryCatIdx=&page=15&row=10>(검색일: 2018. 8. 6.)

Smartnav, http://www.smartnav.org/html/SMART-Navigation_New/about_smart_navigation.php

MADE Digital, <http://en.made.dk/digital/>(검색일: 2018. 8. 10.)

Forskningspolitik,, <http://fpol.no/iceland/>(검색일: 2018.7.19.)

Government of Iceland, <https://www.government.is/topics/science-research-and-innovation/science-and-technology-policy-council/>(검색일: 2018. 8.29.)

Rosie Perper, World Economic Forum, <https://www.weforum.org/agenda/2018/02/iceland-may-use-more-electricity-to-mine-bitcoins-than-it-does-to-power-all-of-its-houses-this-year>(검색일: 2018.8.29.)

Central Bank of Iceland, <https://www.cb.is/publications-news-and-speeches/news-and-speeches/news/2014/03/19/Significant-risk-attached-to-use-of-virtual-currency/>(검색일: 2018.8.29.)

- Greg Nichols, ZDNet, <https://www.zdnet.com/article/icelands-answer-to-amazon-adds-drone-routes-to-urban-deliveries/>(검색일: 2018.8.29.)
- Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/south-korea-tops-global-innovation-ranking-again-as-u-s-falls>(검색일: 2018. 7.10.)
- 북극경제이사회 홈페이지 자료, <https://arcticeconomiccouncil.com/our-work/>(검색일: 2018. 8. 27.)
- 머니투데이, '북극항로와 4차 산업혁명, 동북아 세계 중심이 될 기회', 2017.11.26. 일자 기사, <http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2017112609143722268>, (검색일: 2018.8.20.)
- 키뉴스, 'KT "5G 활용한 무인비행 드론 '스카이십', 2020년 국가재난망으로", 2018. 6.15. 기사 <http://www.kinews.net/news/articleView.html?idxno=200775>, (검색일: 2018.8.20.)
- 파이낸셜신문, '무인비행선과 드론으로 조난자 찾는다. KT 스카이십 플랫폼 공개', 2018.6.26. 기사, http://efnews.co.kr/serial_read.html?uid=76226§ion=sc34, (검색일: 2018.8.10.)
- 중앙일보, '북극산 LNG 첫 수출... 세계LNG 시장 판도 바뀐다', <https://news.joins.com/article/22184683>(검색일: 2018. 8. 10.)
- 한국수출입은행 해외투자 통계사이트, <http://211.171.208.92/odisas.html>(검색일: 2018. 2. 5.)
- 해양수산해외산업정보포털, 「중국, 메이드인차이나 극지항행용 크루즈 제작에 들어간다」, https://www.kmi.re.kr/globalnews/posts/view.do?rbsIdx=31&key=%EB%A1%9C%ED%85%8C%EB%A5%B4%EB%8B%B4&cs_regi_date1=2018-03-10&cs_regi_date2=2018-03-16&cs_title=1&idx=11942(검색일: 2018.04.20.)

부록

1. 북극 해양수산 분야 4차 산업혁명 기술 인식 설문조사지

1) 국문설문지

『북극 해양수산 분야 4차 산업혁명 기술 인식 조사』

안녕하십니까? 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.

현재 북극권은 북극해 해빙으로 야기되는 위협과 기회가 공존하는 지역으로 국제사회의 관심을 받고 있습니다. 한편 북극해를 중심으로 극한의 기후조건, 안전과 오염에 취약한 특수한 환경 조건, 통신·항만·교통·물류 등 산업·사회 인프라 취약 등으로 기술의 융·복합 키워드로 하는 최첨단 4차 산업혁명의 적용을 가장 필요로 하는 지역으로 부상할 것으로 예상되고 있습니다.

한국해양수산개발원은 북극이 가지는 환경적 특수성과 지구 온난화가 북극에 가져온 도전과 기회에 주목하고 이러한 북극 현안을 해결하는 솔루션으로 '4차 산업혁명' 기술이 가지는 잠재력에 주목하여 왔습니다.

이에 북극지역(약 2,100만 km²)의 약 67%를 차지하는 북극해(1,406km²) 환경변화에 대응하기 위한 방안으로서 4차 산업혁명 기술 활용을 목적으로 4차 산업혁명기술에 대한 인식과 기술 수요에 대해 국내·외 전문가를 대상으로 설문조사를 통해 향후 북극권 국가들과 우리나라의 4차 산업혁명 기술 기반 북극 정책 수립과 추진방향 연구를 위한 기본 자료로 활용하고자 합니다.

아울러 본 조사에 응답해 주신 모든 내용은 통계목적 이외에는 절대 사용하지 않을 것이며, 개인정보보호법과 통계법에 근거해 개인정보를 보호하고 있음을 알려드립니다. 또한 설문결과는 이후 보고서를 통해 공개하여 공유할 예정입니다.

본 설문조사에 대한 회신은 **7월 00일**까지 하단의 이메일로 회신하여 주시기 바라며, 조사와 관련하여 문의사항이 있는 경우, 아래의 연락처로 연락주시면 상세히 답변해 드리도록 하겠습니다.

2018년 7월 9일
한국해양수산개발원 극지연구센터

【설문기관】 : 한국해양수산개발원 극지연구센터

【연락처】 : 김민수 부연구위원 Tel. +82-51-797-4787, guan72@kmi.re.kr

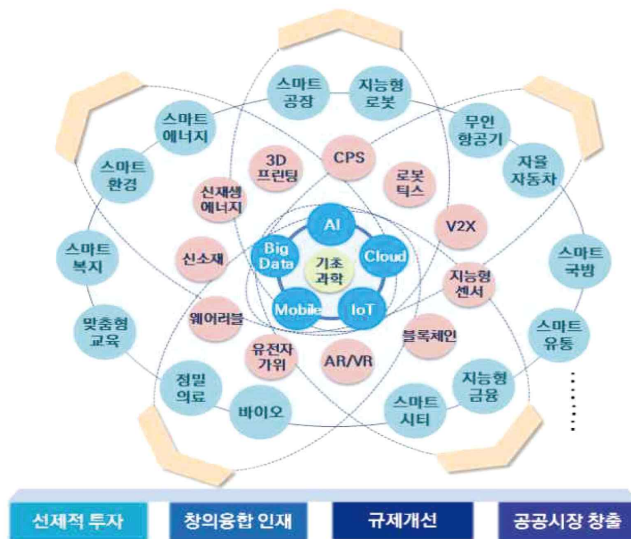
이슬기 연구원 Tel. +82-51-797- , sglee@kmi.re.kr

I. 북극권 4차 산업혁명 인식조사

□ 4차 산업혁명의 의미와 개념도

- 4차 산업혁명에는 '범용기술(*산업·사회 대부분에 범용으로 영향을 미치는 기술)에 의한 사회의 혁명적 변화를 의미함(4차산업혁명위원회, 2017)
- 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 로봇 등이 4차 산업혁명을 주도하는 핵심기술임(경제사회인문연구회, 2017)
- 4차 산업혁명은 산업구조를 바꾸고 일자리, 삶의 모습 등 사회 파급을 통해 사회와 삶 전반에 총체적인 변화를 야기할 것으로 예상됨

< 4차 산업혁명 개념도 >



출처: 4차산업혁명위원회, '4차 산업혁명 대응을 위한 기본 정책방향', p.1, 2017.10

☐ 4차 산업혁명 기술

- 본 설문에서의 4차 산업혁명 기술은 아래의 '4차산업혁명 10대 기술'을 의미함

4차 산업혁명 10대 기술	사물인터넷 가상/증강현실	클라우드 드론	컴퓨팅 블록체인	빅데이터 3D 프린팅	분석 인공지능	로봇 나노/신소재
-------------------	------------------	------------	-------------	----------------	------------	--------------

*경제사회인문사회연구회, ‘제4차 산업혁명이 경제사회적 충격과 대응 방안: 기술과 사회의 동반 발전을 위한 정책 과제’, p.56, 2017 참조

1. 귀하는 **4차 산업혁명에 대해** 알고 계십니까?

- ① 전혀 들어보지 못했다 ② 들어봤지만 잘 알지 못한다 ③ 보통이다 ④ 잘 알고 있다 ⑤ 매우 잘 알고 있다

2. 우리나라(대한민국)의 해양수산 각 부문별 4차산업혁명 기술의 **현재 수준과 미래 전망**은 어느 정도라고 생각하십니까?

대분류	수 준					현재	미래
해양자원	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양환경	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양생명공학	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양관측 및 예보	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양공학	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
항만 및 물류	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해운 및 해사안전	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
수산	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		

3. 북극에서 **4차 산업혁명이 필요**하다고 생각하십니까?

필요 없음	① --- ② --- ③ --- ④ --- ⑤ --- ⑥ --- ⑦ --- ⑧ --- ⑨ --- ⑩	꼭 필요함
-------	---	-------

4. 북극에서 **4차산업혁명이 필요하다면** 그 이유는 무엇입니까?(주관식)

5. 현재 북극에서의 4차산업혁명 기술 수준은 어느 정도라고 생각하십니까?

- ① 매우 낮다 ② 낮다 ③ 보통이다 ④ 높다 ⑤ 매우 높다

대분류	수 준					현재	미래
해양자원	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양환경	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양생명공학	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양관측 및 예보	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해양공학	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
항만 및 물류	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
해운 및 해상안전	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		
수산	① 매우 낮다	② 낮다	③ 보통이다	④ 높다	⑤ 매우 높다		

대분류	순위
4차 산업혁명 기술을 활용할 수 있는 산업 및 시장의 활성화	
북극권의 환경적 특수성(제약)을 극복할 수 있는 기술 연구개발(R&D)	
4차 산업혁명 기술의 활용을 뒷받침할 제반 인프라 구축	
4차 산업혁명 기술 발전을 제도적으로 뒷받침할 정책 및 제도 마련	
북극의 글로벌/지역 현안을 4차 산업기술을 통해 해결하기 위한 국제협력 강화	

II. 북극권 4차 산업혁명 기술 수요 인식조사

□ 본 설문조사에서의 해양수산 기술 분류는 해양수산기술분류체계(2015)에 따른 것임

[참조 1]

해양수산기술분류체계(2015)에 따르면 해양과학기술 기술분류체계는 다음과 같다.

기술명	기술 정의
해양자원	해양에 존재하는 광물자원, 수자원, 에너지자원 및 생물자원 등 다양한 해양자원을 확보·변환·가공하기 위한 기술
해양환경	해양을 보전하고 친환경적으로 이용하기 위해, 해양환경변화를 감시하고 예측하며 오염된 해양을 복원·정화하고, 해양환경재해를 최소화하기 위한 기술
해양생명공학	해양환경에 서식하는 생물자원의 생명현상과 유전자 기능을 이용하여 정보 분석 및 신물질개발 등에 활용되는 생명공학기술
해양관측 및 예보	관할해역의 해양관측·감시시스템 구축과 해양예보 능력 향상 등 해양영토의 효율적 관리체계 구축을 위한 기반기술
해양공학	해양을 효율적으로 이용하기 위해 필요한 플랜트와 선박 및 장비의 설계·해석·제작·운송·설치 및 안전성 확보와 관련한 엔지니어링 기술
항만물류	항만의 최적설계·건설과 항만을 이용한 화물의 하역·운송 및 정보시스템의 개발·운영과 관련한 기술
해운 및 해상안전	해양에서의 사고를 예방하고 사고 시 피해를 최소화하기 위한 제반 기술
수산	수산업 발전에 기반이 수산자원조사 및 수산정보시스템, 수산업 생태 관리, 수산유통정보 기술

자료 : 한국해양수산기술진흥원 (2015)

[참조 2]

해양과학기술 기술분류체계의 각 분야별 기술은 다음과 같다.



[참조 3]

해양과학기술 기술분류체계의 각 분야별 세부 기술 정의는 다음과 같다.

기술명	세부 기술명	기술 정의
해양자원	해양광물자원개발기술	해저, 해상 및 하층토에 부존하는 해사, 망간단괴, 망간각, 해저열수광상, 인회석 등 해양광물자원을 효율적으로 획득, 이용하기 위한 환경친화적 탐사 및 개발기술
	해양수자원탐사 및 이용기술	해수자원을 탐사·개발하고, 담수 및 용존물질 등을 분리·추출하여 활용하기 위한 제반기술
	해양에너지 개발 및 이용 기술	해양에 부존하는 물리적 에너지의 조사·분석과 이를 전기에너지 또는 활용이 용이한 에너지자원으로 변환하기 위한 제반기술
	해양생물자원 확보 및 관리기술	해양생물의 다양성을 규명하고 관리하여 해양생태계 보전 및 해양생명공학 등 활용분야에 이용하기 위한 기반기술
해양환경	해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감 기술	해양환경을 조절하고 결정짓는 다양한 환경요인들에 대한 연구를 통해 해양환경 변화를 감시·예측하고 오염된 해양을 복원·정화하여 해양환경을 보전·관리하기 위한 제반기술
	해양생태계 관리 기술	해양의 다양한 환경에 서식하는 생물들의 다양성 및 생태적 기능에 대한 정보 획득을 통해 생태계 진단, 보전 및 관리를 위한 제반기술
	해양환경위해성 평가관리 기술	해양생태계 및 인간을 위협하는 유해물질을 탐색하여 그 위해성을 평가하고 위해요소를 관리하기 위한 제반기술
	해양기후변화 예측적응저감 기술	기후변화에 대한 해양의 역할을 이해하고, 기후변화에 따른 해양환경과 생태계반응을 평가하고 예측함으로써 기후변화에 대응하기위한 제반기술
해양생명공학	원천기반 기술	해양생물을 대상으로 유전자 및 단백질 수준에서 생명기능과 현상을 해석하고, 유용한 유전자원 및 단백질을 발굴하기 위한 기반기술
	바이오 신소재 가공개발 기술	해양생물이 생산하는 대사물질이나 생체기능을 이용한 산업적 신소재 개발기술
	생물공정 기술	해양생물 유래의 고부가가치형 유용물질 산업화에 필요한 대량생산공정 개발기술
해양관측 및 예보	해양관측 및 감시시스템 구축 기술	인공위성 및 해양관측장비를 이용한 해양에 대한 지속적인 모니터링 및 관측 기술
	해양예보 및 정보 기술	해양변화의 시공간적 정보 분석 및 실시간 예보를 위한 제반 기술
해양공학	해양플랜트 설계생산자동화 기술	해양을 효율적으로 이용·개발하기 위해 필요한 해양플랜트 및 이의 탑재장비·시설에 관한 기술

기술명	세부 기술명	기술 정의
해양공학	선박 설계생산자동화 기술	선박의 설계, 개발, 생산과 선박 시스템 및 장비의 안전성 확보를 위한 제반기술
	해양장비 및 탐사 기술	해양의 조사·관측·탐사 및 레저스포츠 등에 이용되는 해양장비에 관한기술
항만물류	항만건설 및 장비 개발 기술	해안 항만시설물의 설계·시공 재료 및 이와 관련된 건설 장비 개발 및 재해 예방·보수·보강 개축에 관한 제반기술
	항만운영정보시스템	항만시설의 운영 및 물류관리를 위한 정보시스템 기술
	항만물류운송	항만화물의 하역 및 운송과 관련한 장비개발 기술
	연안공간활용 보호 및 보존 기술	연안 및 해안의 개발·이용 및 보호에 관한 제반 공학기술
해운 및 해상안전	선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화안전 기술	선박 운항시스템의 고도화 및 선박이 운항하는 해역의 안전성 평가·확보를 위한 제반 기술
	해양인적안전	해양시스템 관련 종사자(선원)의 실수(human error)를 방지하고, 유사시 피해를 최소화하기 위하여 선원의 능력을 향상시키기 위한 제반 기술
	해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술	해상보안 등 인위재해를 포함한 해양시스템의 안전성 확보를 위한 평가·관리 기술
수산	어장환경조사 관리 기술	어장 환경 및 정화·정비의 실시 등 어장의 보전·이용 및 관리에 관한 종합적이고 체계적인 조사 기술
	수산업 생태관리	수산 환경을 보전·개선하고 지속가능한 수산업 생태관리 기술
	수산생물질병 처치 및 관리	수산생물질병 진단, 예방 및 치료, 방역 및 관리 기술
	수산자원조사 및 수산양식 생산관리	수산자원 조사평가/관리 및 수산자원 예측 기술
	수산정보시스템	수산자원 생물, 변동, 생태 연구 및 수산생물유전자원, 유전공학,육종 기술
	수산정보유통정보기술	수산식품유통, 수산물 위생, 품질관리, 위해성, 기능성, 영양 활용기술
	수산식품 가공 운반	수산물 가공, 공정, 저장, 포장, 수산식품유통 기술

설문1) 북극 지역 해양수산 분야별 중요도 인식조사

북극 지역에서 4차 산업혁명 기술 도입이 필요한 해양수산 분야에 대한 인식을 조사하기 위한 설문입니다. 설문 응답은 쌍대비교(1:1 비교)를 통해 두 분야를 비교하여 상대적으로 4차 산업혁명 기술 도입이 더욱 필요하다고 생각하시는 분야에 높은 점수를 주시면 됩니다. 이때 비교대상의 중요도가 같을 경우에는 1점을 주시면 됩니다. (1: 동등, 3: 약간 중요, 5: 중요, 7: 매우 중요, 9: 절대 중요, 평가 척도의 사이 값은 각각의 중간 값으로 평가)

평가항목	절대필요	매우필요	필요	약간필요	동등	약간필요	필요	매우필요	절대필요	평가항목
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양환경
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양생명공학
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양관측 및 예보
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양공학
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해운 및 해사안전
해양자원	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산
해양환경	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양생명공학
해양환경	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양관측 및 예보
해양환경	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양공학
해양환경	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류
해양환경	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해운 및 해사안전
해양환경	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산
해양생명공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양관측 및 예보
해양생명공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양공학
해양생명공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류
해양생명공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해운 및 해사안전
해양생명공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산
해양관측 및 예보	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양공학
해양관측 및 예보	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류
해양관측 및 예보	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해운 및 해사안전
해양관측 및 예보	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산
해양공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류
해양공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해운 및 해사안전
해양공학	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산
항만물류	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해운 및 해사안전
항만물류	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산
해운 및 해사안전	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산

설문2) 북극 지역 해양수산 기술별 중요도 인식조사

북극 지역 해양수산 분야 기술 가운데 4차 산업혁명 기술 도입 또는 융합이 반드시 필요하다고 생각하는 기술이 무엇인지에 대해 알아보기 위한 설문입니다. 설문 응답은 쌍대비교(1:1 비교)를 통해 분야별 두 가지 기술 비교 중 상대적으로 4차 산업혁명 기술 도입 또는 융합이 필요하다고 인식되는 대상에 높은 점수를 주시면 됩니다. 이때 비교대상의 중요도가 같을 경우에는 1점을 주시면 됩니다. (1: 동등, 3: 약간 중요, 5: 중요, 7: 매우 중요, 9: 절대 중요, 평가 척도의 사이 값은 각각의 중간 값으로 평가)

2.1 해양자원 분야

평가항목	절대 중요	매우 중요	중 요	약간 중요	동 등	약간 중요	중 요	매우 중요	절대 중요	평가항목
해양광물자원개발기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양수자원탐사 및 이용기술
해양광물자원개발기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양에너지 개발 및 이용 기술
해양광물자원개발기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양생물자원 확보 및 관리기술
해양수자원탐사 및 이용기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양에너지 개발 및 이용 기술
해양수자원탐사 및 이용기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양생물자원 확보 및 관리기술
해양에너지 개발 및 이용 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양생물자원 확보 및 관리기술

2.2 해양환경 분야

평가항목	절대 중요	매우 중요	중 요	약간 중요	동 등	약간 중요	중 요	매우 중요	절대 중요	평가항목
해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양생태계 관리 기술
해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양환경위해성 평가관리 기술
해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양기후변화 예측정응저감 기술
해양생태계 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양환경위해성 평가관리 기술

평가항목	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가항목
해양생태계 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해양기후변화 예측기술
해양환경위해성 평가관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해양기후변화 예측기술

2.3 해양생명공학 분야

평가항목	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가항목
원천기반 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	바이오 신소재 가공개발 기술
원천기반 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	생물공정 기술
바이오 신소재 가공개발 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	생물공정 기술

2.4 해양관측 및 예보 분야

평가항목	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가항목
해양관측 및 감시시스템 구축 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해양예보 및 정보 기술

2.5 해양공학 분야

평가항목	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		매우중요		절대중요	평가항목
해양플랜트 설계생산자동화 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	선박 설계생산자동화 기술
해양플랜트 설계생산자동화 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해양장비 및 탐사 기술
선박 설계생산자동화 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해양장비 및 탐사 기술

2.6 항만물류 분야

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	동등	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목
항만건설 및 장비 개발 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만운영정보시스템
항만건설 및 장비 개발 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류운송
항만건설 및 장비 개발 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	연안공간활용보존 및 기술
항만운영정보시스템	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항만물류운송
항만운영정보시스템	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	연안공간활용보존 및 기술
항만물류운송	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	연안공간활용보존 및 기술

2.7 해운 및 해상안전 분야

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	동등	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목
선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화안전 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양인적안전
선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화안전 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술
해양인적안전	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술

2.8 수산 분야

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	동등	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목
어장환경조사 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산업 생태관리
어장환경조사 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	수산생물 질병 처치 및 관리

평가항목	절대중요		매우중요		중요		약간중요		동등	약간중요		중요		매우중요		절대중요		평가항목
어장환경조사 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산자원조사 및 수산양식 생산관리
어장환경조사 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보시스템
어장환경조사 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보유통정 보기술
어장환경조사 관리 기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산식품 가공 운반
수산업 생태관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산생물질병 처리 및 관리
수산업 생태관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산자원조사 및 수산양식 생산관리
수산업 생태관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보시스템
수산업 생태관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보유통정 보기술
수산업 생태관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산식품 가공 운반
수산생물질병 처리 및 관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산자원조사 및 수산양식 생산관리
수산생물질병 처리 및 관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보시스템
수산생물질병 처리 및 관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보유통정 보기술
수산생물질병 처리 및 관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산식품 가공 운반
수산자원조사 및 수산양식 생산관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보시스템
수산자원조사 및 수산양식 생산관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보유통정 보기술
수산자원조사 및 수산양식 생산관리	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산식품 가공 운반
수산정보시스템	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산정보유통정 보기술
수산정보시스템	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산식품 가공 운반
수산정보유통정 보기술	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	수산식품 가공 운반

향후 북극 지역에서 4차 산업혁명 기술을 활용하여 해양수산 분야에서의 발전을 이루기 위해서 무엇이 필요하지 자유롭게 기술해 주십시오

발전방향	

전문분야

1. 북극(극지) 관련성 ☐ 있음 ☐ 없음

2. 해양수산 관련성 ☐ 있음 ☐ 없음

기관유형

☐ 정부 ☐ 공공기관 ☐ 연구소 ☐ 민간기업 ☐ 대학

2) 영문설문지

『A Perception Survey on the Fourth Industrial Revolution Technology Applicable to the Oceans and Fisheries Sector in the Arctic』

Increasing international attention is being drawn to the Arctic region as the melting of the Arctic sea ice presents both challenges and opportunities. The Arctic region could potentially become the region in most need for the application of Fourth Industrial Revolution technologies due to the existence of challenges posed by extreme climatic conditions, a unique environment which makes it vulnerable to risks and pollution, and the lack of industrial and social infrastructure such as telecommunications, ports, transportation systems, and logistics.

Noting the unique environmental features of the Arctic and the opportunities and challenges presented by global warming to the region, the Korea Maritime Institute (KMI) is interested in the potential of the 'Fourth Industrial Revolution' technology as the key to effectively addressing many Arctic challenges.

Therefore, through this survey we attempt to study the perceptions on and of the demand for the Fourth Industrial Revolution technology in addressing various challenges in the Arctic from international and domestic experts.

This study also hopes to contribute to the knowledge-building of the Arctic, and the results obtained from this survey will be shared through the publication of a report.

Any information that you provide will be used for the sole purpose of this study. Should you have any inquiries about the survey, please do not hesitate to contact us.

June 13, 2018

Polar Policy Research Center, Korea Maritime Institute

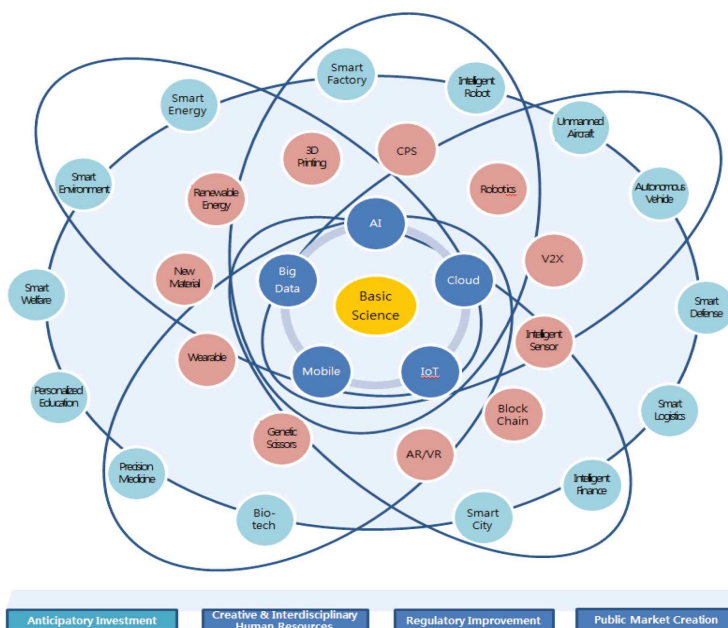
[Contact Information] : Dr. Minsu Kim, Director of Polar Policy Research Center,
Tel. +82-51-797-4787, guan72@kmi.re.kr
Seulgi Lee, Researcher, Tel. +82-51-797-4768,
sglee@kmi.re.kr

I A Perception Survey on the Fourth Industrial Revolution in the Arctic

□ Definition and concept of the Fourth Industrial Revolution

- The 'Fourth Industrial Revolution' refers to a revolutionary societal change caused by the General Purpose Technology (* GPT: technology with the potential to have widespread impact across pre-existing industry and society). (Fourth Industrial Revolution Committee, 2017)
- Artificial intelligence, big data, internet of things, cloud computing, and robotics, are core technologies leading the Fourth Industrial Revolution. (National Research Council for Economics, Humanities & Social Science, 2017)
- The Fourth Industrial Revolution is expected to bring about an overall change to people's lives and the society through changes in industrial structure, and societal effects such as in employment and lifestyle.

< The Fourth Industrial Revolution Concept >



Source : Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution, 'Basic Policy Direction on Responding to the Fourth Industrial Revolution', p.1, 2017.10

☐ **The Fourth Industrial Revolution Technology**

○ In this survey, the Fourth Industrial Revolution technology refers to the following '10 technologies of the Fourth Industrial Revolution':

10 Technologies of the Fourth Industrial Revolution	Internet of things	Cloud computing	Big data analysis	Artificial Intelligence	Robotics
	Virtual/Augmented Reality	Drones	Block chain	3D Printing	Nano/Advanced materials

*National Research Council for Economics, Humanities & Social Science , 'The Socioeconomic Impact of the Fourth Industrial Revolution and its Response Measures: Policy Chellneges for the Common Development of Technology and Society', p.56, 2017

1. Do you have knowledge of the terminology “the Fourth Industrial Revolution”?
- ① I have never heard of it.

② I have heard of it but do not have any knowledge about it.

③ I have some knowledge about it.

④ I have high knowledge about it.

⑤ I have very high knowledge of it.

2. Do you think the Fourth Industrial Revolution is needed in the Arctic?

Not necessary at all	① --- ② --- ③ --- ④ --- ⑤ --- ⑥ --- ⑦ --- ⑧ --- ⑨ --- ⑩	Absolutely necessary
----------------------	---	----------------------

3. If you believe the Fourth Industrial Revolution is needed in the Arctic, what are your reasons? (Please explain)
4. What do you think is the current level of the Fourth Industrial Revolution in the Arctic?

① Very low

② Low

③ Average

④ High

⑤ Very high

5. Please make an evaluation on the current level of the Fourth Industrial Revolution in the Arctic(Arctic states), and also the predicted level in the future for each category.

Category	Level					Current	Future
Marine resources	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Marine environment	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Marine biotechnology	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Oceanographic observation and forecast	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Ocean engineering	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Ports and logistics	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Shipping and maritime safety	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		
Fisheries	① Very low	② Low	③ Average	④ High	⑤ Very high		

6. Below is a list of factors important for encouraging the development of the Fourth Industrial Revolution technology in the Arctic. Please rank them by importance, with 1 being the most important, and 5 being the least important.

Category	Rank (1 to 5)
Promoting industries and markets that could be utilizing the fourth industrial revolution technology	
Promoting research and development (R&D) in technology that helps overcome environmental challenges specific to the Arctic.	
Building infrastructure that supports the utilization of the Fourth Industrial Revolution technology.	
Establishing policies and systems that facilitate the development of the Fourth Industrial Revolution technology.	
Strengthening international cooperation to address Arctic's global and local issues through the use of the Fourth Industrial Revolution technology.	

II. A Perception Survey on the Demand for Fourth Industrial Revolution Technology in the Arctic

☐ The classification system of the oceans and fisheries technology used in this survey is from *The Oceans and Fisheries Technology Taxonomy* (2015)

[Annex 1]

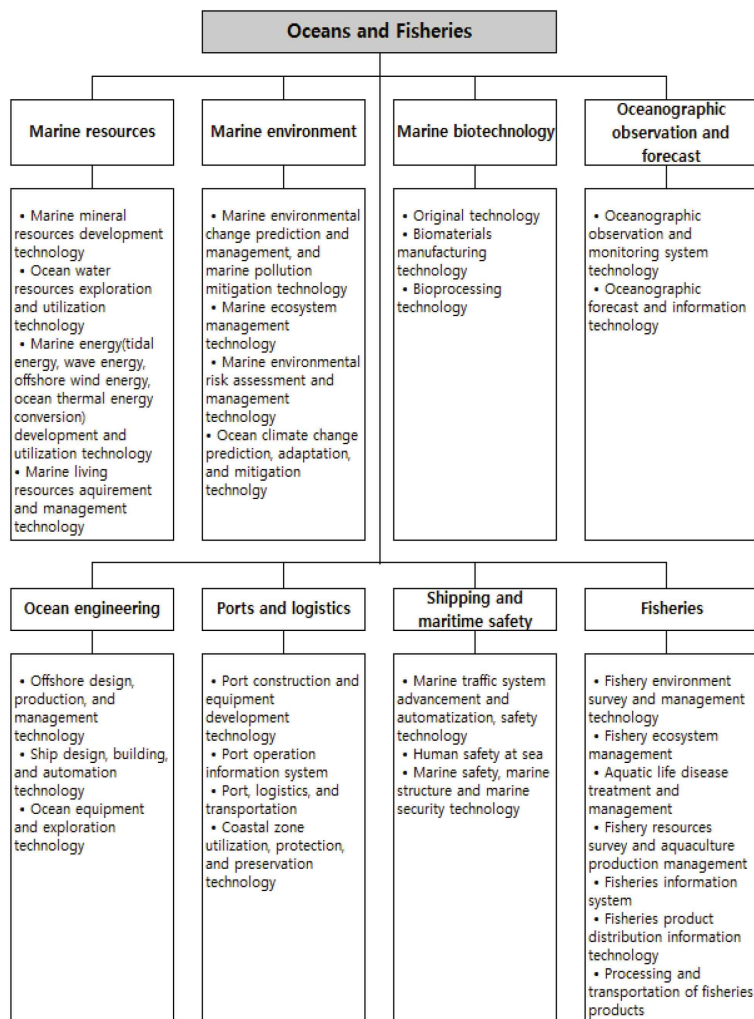
According to *The Oceans and Fisheries Technology Taxonomy* (2015), marine technology can be classified as follows:

Technology	Definition
Marine resources	Technology for securing, transforming, and processing various marine resources such as mineral, water, energy and bio resources
Marine environment	Technology for monitoring and predicting changes in the ocean environment, restoring and purifying polluted waters, and minimizing environmental disasters in the ocean in order to preserve and utilize the ocean in environmentally-friendly manner
Marine biotechnology	Bio-engineering technology utilized for analyzing information and developing new substances through the use of vital phenomenon and genetic functioning of marine living resources
Oceanographic observation and forecast	Technology used for establishing an effective management system of the territorial sea through means such as establishing a oceanographic observation and monitoring system within maritime jurisdiction, and improving oceanographic forecasting ability
Ocean engineering	Engineering technology related to securement of safety, and design, interpretation, manufacturing, delivery, and installation of plant, ship, and equipment needed to efficiently use the ocean
Ports and logistics	Technology related to cargo handling, transportation, and information system development and operation from the port, as well as the optimal design and construction of ports
Shipping and maritime safety	Technology for preventing and minimizing accidents at sea
Fisheries	Technology for fisheries distribution information, fisheries ecosystem management, fishery resources survey and fisheries information system which contribute to the advancement of fisheries

Source: Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion (2015)

[Annex 2]

Below is a representation of technology for each category of the *Marine Science & Technology Taxonomy*:



[Annex 3]

The definition for each specific technology as classified under the *Marine Science & Technology Taxonomy* is as follows:

Technology	Specific Technology	Definition
Marine resources	Marine mineral resources development technology	Environmentally-friendly exploration and development technology for efficiently extracting and utilizing marine mineral resources such as manganese nodules, manganese crusts, hydrothermal deposits, and apatite that are found in the seabed, ocean floor, and subsoil
	Ocean water resources exploration and utilization technology	Technology for exploring and developing the ocean water as a resource, and for utilizing dissolved substances through separation and extraction
	Marine energy development and utilization technology	Technology for evaluating and analyzing the existence of potential ocean energy, and for transforming that energy into electrical power or other useful energy resources
	Marine living resources acquirement and management technology	Technology for managing and explaining the diversity of marine organisms, and applying in sectors such as marine bioengineering and marine conservation ecology
Marine environment	Marine environmental change prediction and management, and marine pollution mitigation technology	Technology for preserving and managing the marine environment by studying various environmental factors that control and determine the marine environment, and thereby restoring and cleaning-up polluted oceans, and monitoring and predicting changes in the marine environment
	Marine ecosystem management technology	Technology for ecological evaluation, preservation, and management based on information acquired on the diversity and ecological functions of organisms living in diverse marine environment.
	Marine environmental risk assessment and management technology	Technology for detecting harmful substances that pose as threats to the marine ecosystem and humans, for evaluating the risk level, and for managing that harmful element.
	Ocean climate change prediction, adaptation, and mitigation technology	Technology for addressing climate change through predicting and assessing marine ecological and environmental responses to climate change, and understanding the role of oceans in the climate change
Marine bioengineering	Original technology	Technology for interpreting marine organism's biological functions and phenomenon at the genetics and proteinic level, and for discovering valuable genetic resources and proteins
	Biomaterial manufacturing technology	Technology for developing new industrial materials by using metabolite produced from marine organisms or their biometrics
	Bioprocessing technology	Technology used for developing a process of mass production, which is needed for industrializing high-value added substances derived from marine organisms
Oceanographic observation	Oceanographic observation and monitoring system	Continuous ocean monitoring and observation technology that

Technology	Specific Technology	Definition
and forecast	technology	uses artificial satellite and ocean observing equipment
	Oceanographic forecast and information technology	Technology for analyzing spatial and temporal information on the changes of the ocean and for real-time forecasting
Ocean engineering	Offshore design, production, and management technology	Offshore platform and equipment related technology, needed for the efficient use and development of the ocean
Ocean engineering	Ship design, building, and automation technology	Technology used for securing the safety of ship equipments and systems, and for the designing, developing, and constructing of vessels
	Ocean equipment and exploration technology	Technology used for making ocean equipments, such as water sport equipments and oceanographic survey, observation and exploration equipments.
Ports and logistics	Port construction and equipment development technology	Technology used for designing and constructing coastal and port facilities, and technology related to the development of construction equipments, disaster prevention, and reinforcement
	Port operation information system	Information systems technology for the operation of port facilities and the management of logistics
	Port, logistics, and transportation	Development technology for cargo handling and transportation equipment
	Coastal zone utilization, protection, and preservation technology	Various engineering technology for the development, utilization, and protection of the coastal area
Shipping and maritime safety	Marine traffic system advancement and automatization, safety technology	Various technology for assessing and ensuring the safety of the sea where ships travel, and for the advancement of the ship operation system
	Human safety and sea	Various technology used for improving the ability of crewmen in order to prevent human error and minimize damages in case of a disaster
	Marine safety, marine structure and marine security technology	Technology for assessing and managing the marine system including potential accidents caused by human error, in order to ensure maritime safety
Fisheries	Fishery environment survey and management technology	A comprehensive and systematic survey technology for the preservation, utilization and management of fishing grounds, such as the technology for cleaning and maintaining the fishing ground
	Fishery ecosystem management	Technology for conserving and improving the environment for fisheries, and for sustainably managing the fisheries ecology
	Aquatic life disease treatment and management	Technology for diagnosing, preventing, treating, and managing fish diseases
	Fisheries resource survey and aquaculture production management	Technology for fisheries resource survey assessment/management, and prediction

Technology	Specific Technology	Definition
	Fisheries information system	Technology for studying fishery resources, resource changes, and its ecology, as well as technology related to marine genetic resources, genetic engineering, and breeding
	Fisheries product distribution information technology	Technology utilized for seafood distribution, sanitary control, quality control, risk assessment, functional improvement, and nutrition enhancement
	Processing and transportation of fisheries products	Technology related to the processing, storage, packaging, and distribution of seafood

Survey 1) A Perception Survey on the Relative Importance of the Ocean and Fishery sectors in the Arctic

The purpose of this survey is to identify which oceans and fisheries sector is perceived as in most need of adopting the Fourth Industrial Revolution technology for the Arctic. Sectors are paired for comparison to determine their relative importance.

For each pair, please select a side and the number based on your perception of relative importance. The higher the number, the more important it is compared to the other sector. If you believe the two sectors are equally important, select ①.

(①: Equal; ③: Somewhat necessary; ⑤: Necessary; ⑦: Very Necessary; ⑨: Absolutely Necessary; the numbers in between are considered as their median value)

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary		Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary		Necessary		Very necessary		Absolutely necessary	Evaluation category
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine environment
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine bioengineering
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Oceanographic observation and forecast
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ocean engineering
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ports and logistics
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Shipping and maritime safety
Marine resources	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries
Marine environment	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine bioengineering
Marine environment	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Oceanographic observation and forecast
Marine environment	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ocean engineering
Marine environment	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ports and logistics
Marine environment	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Shipping and maritime safety
Marine environment	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary		Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary		Necessary		Very necessary		Absolutely necessary	Evaluation category
Marine bioengineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Oceanographic observation and forecast
Marine bioengineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ocean engineering
Marine bioengineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ports and logistics
Marine bioengineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Shipping and maritime safety
Marine bioengineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries
Oceanographic observation and forecast	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ocean engineering
Oceanographic observation and forecast	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ports and logistics
Oceanographic observation and forecast	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Shipping and maritime safety
Oceanographic observation and forecast	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries
Ocean engineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ports and logistics
Ocean engineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Shipping and maritime safety
Ocean engineering	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries
Ports and logistics	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Shipping and maritime safety
Ports and logistics	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries
Shipping and maritime safety	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Fisheries

Survey 2) A Perception Survey on the Relative Importance of Oceans and Fisheries Technologies for the Arctic

The purpose of this survey is to identify which among the oceans and fisheries technologies are perceived as in most need of adopting the Fourth Industrial Revolution technology for the Arctic. The survey is divided into 8 sections by each oceans and fisheries sector, and within each section, technologies are paired for comparison to determine their relative importance.

For each pair, please select a side and the number based on your perception of relative importance. The higher the number, the more important it is compared to the other technology. If you believe the two technologies are equally important, select ①.

(①: Equal; ③: Somewhat necessary; ⑤: Necessary; ⑦: Very Necessary; ⑨: Absolutely Necessary; the numbers in between are considered as their median value)

2.1 Marine Resources Sector

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary		Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary		Necessary		Very necessary		Absolutely necessary	Evaluation category
Marine mineral resources development technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Ocean water resources exploration and utilization technology
Marine mineral resources development technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine energy development and utilization technology
Marine mineral resources development technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine living resources acquirement and management technology
Ocean water resources exploration and utilization technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine energy development and utilization technology
Ocean water resources exploration and utilization technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine living resources acquirement and management technology
Marine energy development and utilization technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine living resources acquirement and management technology

2.2 Marine Environment Sector

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary	Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary	Necessary	Very necessary	Absolutely necessary	Evaluation category				
Marine environmental change prediction and management, and marine pollution mitigation technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine ecosystem management technology
Marine environmental change prediction and management, and marine pollution mitigation technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine environmental risk assessment and management technology
Marine environmental change prediction and management, and marine pollution mitigation technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Climate change prediction, adaptation, and mitigation technology for the ocean
Marine ecosystem management technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Marine environmental risk assessment and management technology
Marine ecosystem management technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Climate change prediction, adaptation, and mitigation technology for the ocean
Marine environmental risk assessment and management technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	Climate change prediction, adaptation, and mitigation technology for the ocean

2.3 Marine Bioengineering Sector

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary		Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary		Necessary		Very necessary		Absolutely necessary		Evaluation category
Original technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		Biomaterials manufacturing technology
Original technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		Bioprocessing technology
Biomaterials manufacturing technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨		Bioprocessing technology

2.4 Oceanographic Observation and Forecast Sector

Evaluation category	Absolutely necessary	Very necessary	Necessary	Somewhat necessary	Equally necessary	Somewhat necessary	Necessary	Very necessary	Absolutely necessary	Evaluation category
Oceanographic observation and monitoring systems technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Oceanographic forecast and information technology

2.5 Ocean Engineering Sector

Evaluation category	Absolutely necessary	Very necessary	Necessary	Somewhat necessary	Equally necessary	Somewhat necessary	Necessary	Very necessary	Absolutely necessary	Evaluation category
Offshore design, production, and management technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Ship design, building, and automation technology
Offshore design, production, and management technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Ocean equipment and exploration technology
Ship design, building, and automation technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Ocean equipment and exploration technology

2.6 Ports and Logistics Sector

Evaluation category	Absolutely necessary	Very necessary	Necessary	Somewhat necessary	Equally necessary	Somewhat necessary	Necessary	Very necessary	Absolutely necessary	Evaluation category
Port construction and equipment development technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Port operation information system
Port construction and equipment development technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Port, logistics, and transportation
Port construction and equipment development technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Coastal zone utilization, protection, and preservation technology
Port operation information system	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Port, logistics, and transportation
Port operation information system	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Coastal zone utilization, protection, and preservation technology
Port, logistics, and transportation	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Coastal zone utilization, protection, and preservation technology

2.7 Shipping and Maritime Safety Sector

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary		Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary		Necessary		Very necessary		Absolutely necessary	Evaluation category
Marine traffic system advancement and automatization, safety technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Human safety at sea
Marine traffic system advancement and automatization, safety technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Marine safety, marine structure and marine security technology
Human safety at sea	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Marine safety, marine structure and marine security technology

2.8 Fisheries Sector

Evaluation category	Absolutely necessary		Very necessary		Necessary		Somewhat necessary		Equally necessary		Somewhat necessary		Necessary		Very necessary		Absolutely necessary	Evaluation category
Fishery environment survey and management technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fishery ecosystem management
Fishery environment survey and management technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aquatic life disease treatment and management
Fishery environment survey and management technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fishery resources survey and aquaculture production management
Fishery environment survey and management technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fisheries information system
Fishery environment survey and management technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fisheries product distribution information technology
Fishery environment survey and management technology	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Processing and transportation of fisheries products
Fishery ecosystem management	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aquatic life disease treatment and management
Fishery ecosystem	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fishery resources

Evaluation category	Absolutely necessary	Very necessary	Necessary	Somewhat necessary	Equally necessary	Somewhat necessary	Necessary	Very necessary	Absolutely necessary	Evaluation category
management										survey and aquaculture production management
Fishery ecosystem management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries information system
Fishery ecosystem management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries product distribution information technology
Fishery ecosystem management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Processing and transportation of fisheries products
Aquatic life disease treatment and management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fishery resources survey and aquaculture production management
Aquatic life disease treatment and management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries information system
Aquatic life disease treatment and management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries product distribution information technology
Aquatic life disease treatment and management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Processing and transportation of fisheries products
Fishery resources survey and aquaculture production management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries information system
Fishery resources survey and aquaculture production management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries product distribution information technology
Fishery resources survey and aquaculture production management	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Processing and transportation of fisheries products
Fisheries information system	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Fisheries product distribution information technology
Fisheries information system	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Processing and transportation of fisheries products
Fisheries product distribution information technology	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	Processing and transportation of fisheries products

III. Others

Please provide your opinion on the idea of utilizing the Fourth Industrial Revolution technology for the advancement of the oceans and fisheries sector in the Arctic.

Opinion

Basic Information about Survey Respondents

Country of Origin	
Area of Specialty	1. Relevance to the Arctic(Polar) ☐ Relevant ☐ Not relevant 2. Relevance to the Oceans and Fisheries sector ☐ Relevant ☐ Not relevant
Organization affiliation	☐ Government ☐ Public Organization ☐ Research Institute ☐ Private Organization ☐ University

2) 북극권 해양수산 분야별 중요도 인식조사 결과(국외)

평가항목 (왼쪽)	중요도 평균값	평가항목 (오른쪽)
해양자원	2.05	해양환경
해양자원	-1.35	해양생명공학
해양자원	0.85	해양관측 및 예보
해양자원	0.38	해양공학
해양자원	0.23	항만물류
해양자원	1.80	해운 및 해사안전
해양자원	-1.40	수산
해양환경	-2.68	해양생명공학
해양환경	-1.23	해양관측 및 예보
해양환경	-1.83	해양공학
해양환경	-0.70	항만물류
해양환경	-1.23	해운 및 해사안전
해양환경	-1.70	수산
해양생명공학	0.90	해양관측 및 예보
해양생명공학	0.78	해양공학
해양생명공학	0.45	항만물류
해양생명공학	1.53	해운 및 해사안전
해양생명공학	1.63	수산
해양관측 및 예보	-0.55	해양공학
해양관측 및 예보	0.43	항만물류
해양관측 및 예보	0.80	해운 및 해사안전
해양관측 및 예보	-1.20	수산
해양공학	0.23	항만물류
해양공학	1.15	해운 및 해사안전
해양공학	-0.13	수산
항만물류	0.70	해운 및 해사안전
항만물류	-1.40	수산
해운 및 해사안전	-2.00	수산

3. 4차 산업 세부 기술별 쌍대비교 결과

1) 북극권 4차 산업혁명 기술별 중요도 인식조사 세부 결과(국내)

(1) 해양자원 분야

해양자원 분야의 세부기술은 해양광물자원 개발기술, 해양수자원 탐사 및 이용기술, 해양에너지 개발 및 이용기술, 해양생물자원 확보 및 관리기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 해양에너지 개발 및 이용기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났다, 반면 해양수자원 탐사 및 이용기술 분야는 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 해양에너지 개발 및 이용기술 > 2. 해양생물자원 확보 및 관리기술 > 3. 해양광물자원 개발기술 > 4. 해양수자원 탐사 및 이용기술 순서로 분석되었다.

〈해양자원 분야 4차 산업 기술별 중요도〉



(2) 해양환경 분야

해양환경 분야의 세부기술은 해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감 기술, 해양생태계 관리 기술, 해양환경위해성평가·관리 기술, 해양기후변화 예측·적응·저감 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과 해양환경변화 예측관리 및 해양오염 저감 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 해양기후변화 예측·적응·저감 기술 분야는 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 해양환경변화 예측관리 및 해양오염저감 기술 > 2. 해양생태계 관리기술 > 3. 해양환경위해성 평가 관리 기술 > 4. 해양기후변화 예측적응저감 기술 순서로 분석되었다.

〈해양환경 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

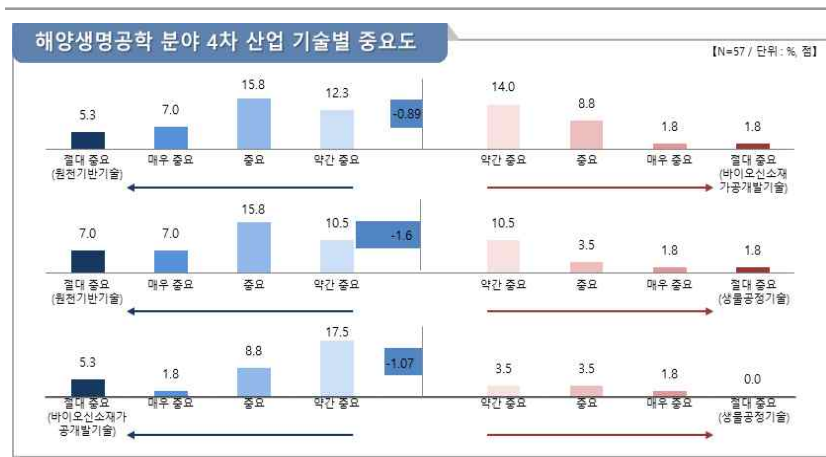


(3) 해양생명공학 분야

해양생명공학 분야의 세부기술은 원천기반 기술, 바이오 신소재가 공개발 기술, 생물공정 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 원천기반 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났다, 반면 생물공정 기술 분야는 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 원천기반 기술 > 2. 바이오 신소재 가공개발 기술 > 3. 생물공정 기술 순서로 분석되었다.

〈해양생명공학 분야 4차 산업 기술별 중요도〉



(4) 해양관측 및 예보 분야

해양관측 및 예보 분야의 세부기술은 해양관측 및 감시 시스템 구축 기술, 해양예보 및 정보기술로 분류된다. 기술별 AHP 분석 결과, 해양관측 및 감시 시스템 구축 기술이 해양예보 및 정보기술보다 중요도가 높은 것으로 나타났다.

〈해양관측 및 예보 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

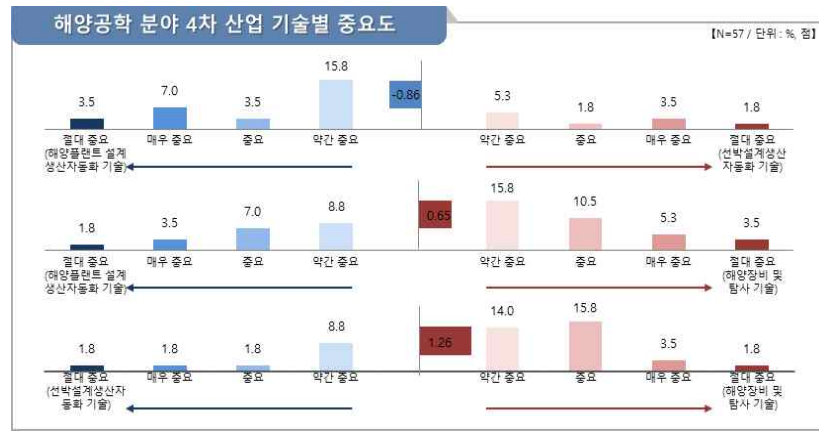


(5) 해양공학 분야

해양공학 분야의 세부기술은 해양플랜트 설계·생산·자동화 기술, 선박 설계·생산·자동화 기술, 해양장비 및 탐사 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 해양장비 및 탐사 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 선박 설계·생산·자동화 기술은 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 해양장비 및 탐사 기술 > 2. 해양 플랜트 설계생산자동화 기술 > 3. 선박 설계생산자동화 기술 순서로 분석되었다.

〈해양공학 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

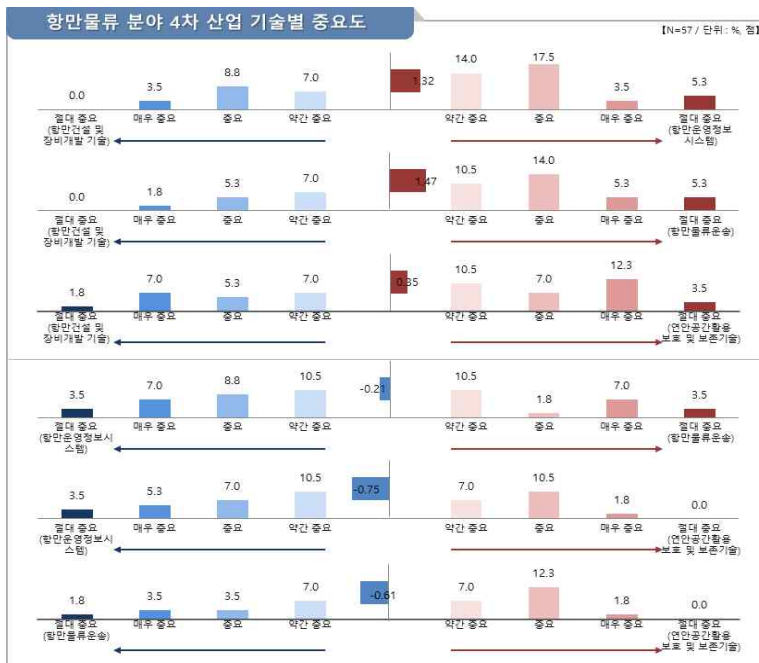


(6) 항만물류 분야

항만물류 분야의 세부기술은 항만건설 및 장비개발 기술, 항만운영정보시스템 기술, 항만물류운송 기술, 연안공간 활용·보호 및 보존 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 항만운영정보시스템 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 항만건설 및 장비 개발 기술은 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 항만운영정보시스템 > 2. 항만물류운송 > 3. 연안공간활용 보호 및 보존 기술 > 4. 항만건설 및 장비 개발 기술 순서로 분석되었다.

〈항만물류 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

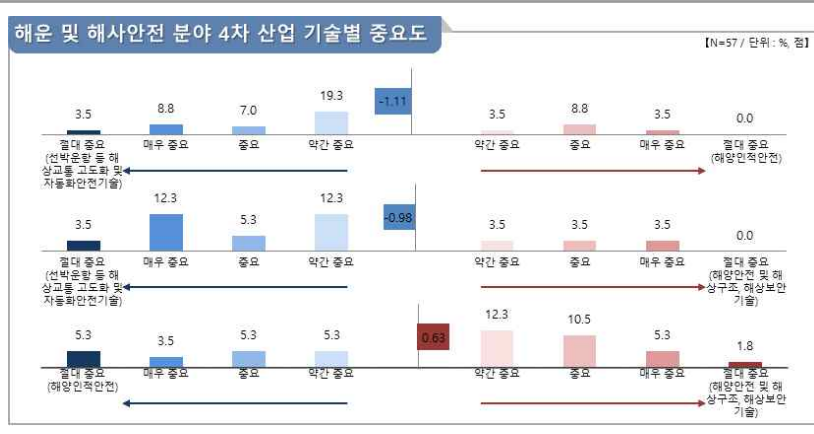


(7) 해운 및 해상안전 분야

해운 및 해상안전 분야의 세부기술은 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전 기술, 해양인적안전 기술, 해양안전 및 해상구조·해상보안 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 해양인적안전 기술은 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면, 1. 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전기술 > 2. 해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술 > 3. 해양인적안전 기술 순으로 분석되었다.

〈해운 및 해상안전 분야 4차 산업 기술별 중요도〉



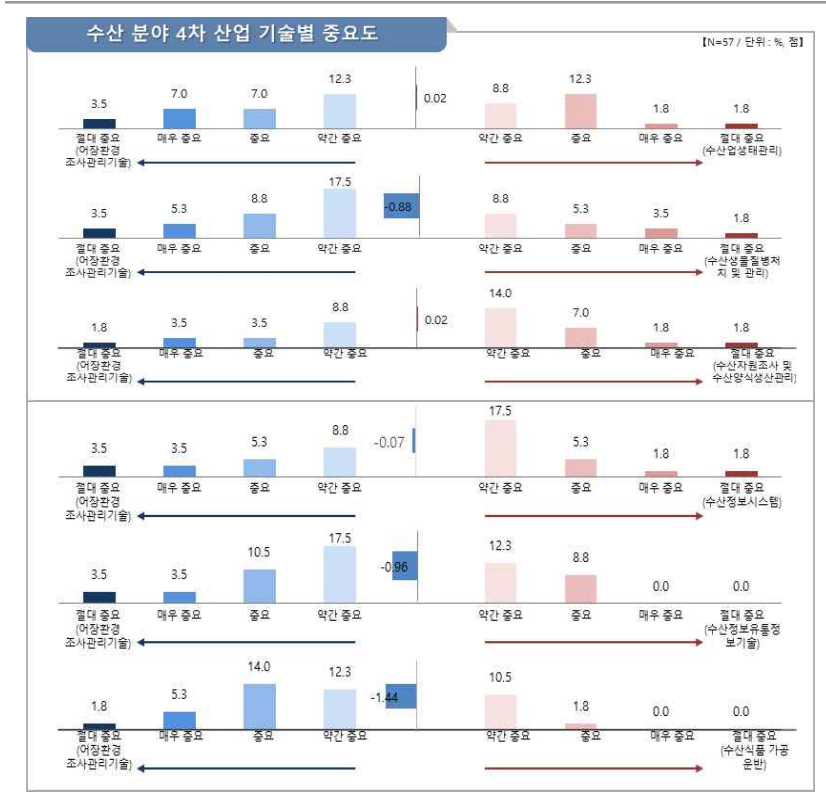
(8) 수산 분야

수산 분야의 세부기술은 어장환경조사 및 관리 기술, 수산업 생태 관리 기술, 수산생물질병 처치 및 관리 기술, 수산자원조사 및 수산 양식 생산 관리 기술, 수산정보시스템 기술, 수산유통정보 기술, 수

산식품 가공 운반 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 수산 자원 조사 및 수산양식 생산 관리 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 수산식품 가공 운반 기술이 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

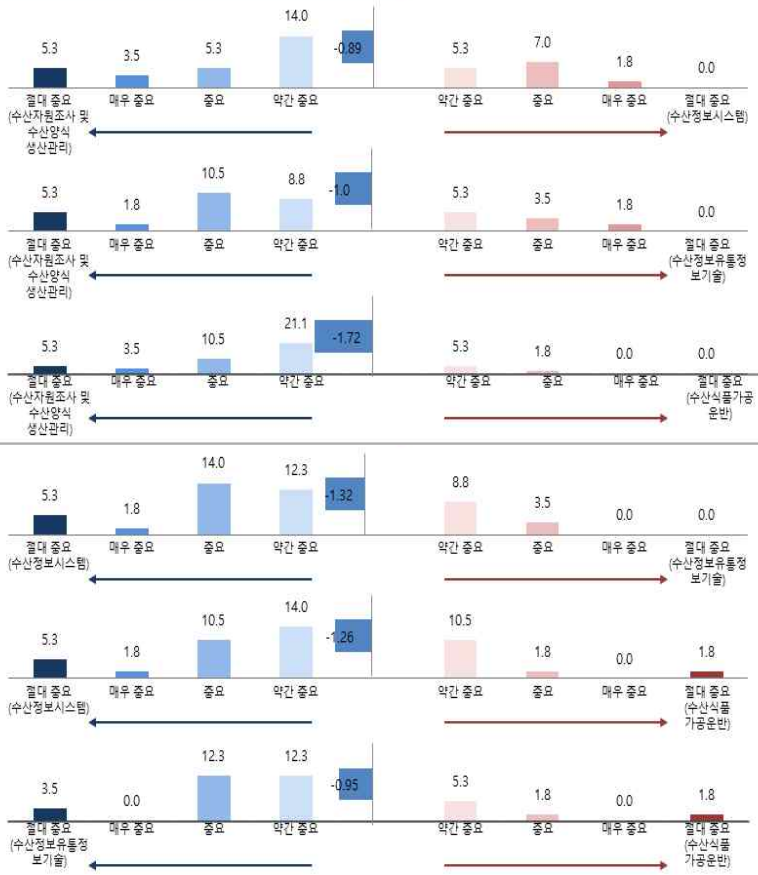
각 분야별 중요도를 종합하면, 1. 수산자원조사 및 수산양식 생산관리 기술 > 2. 수산업생태관리 기술 > 3. 어장환경조사 관리 기술 > 4. 수산정보시스템 기술 > 5. 수산생물질병 처리 및 관리 기술 > 6. 수산 정보유통정보기술 > 7. 수산식품 가공 운반 기술 순서로 분석되었다.

〈수산 분야 4차 산업 기술별 중요도〉



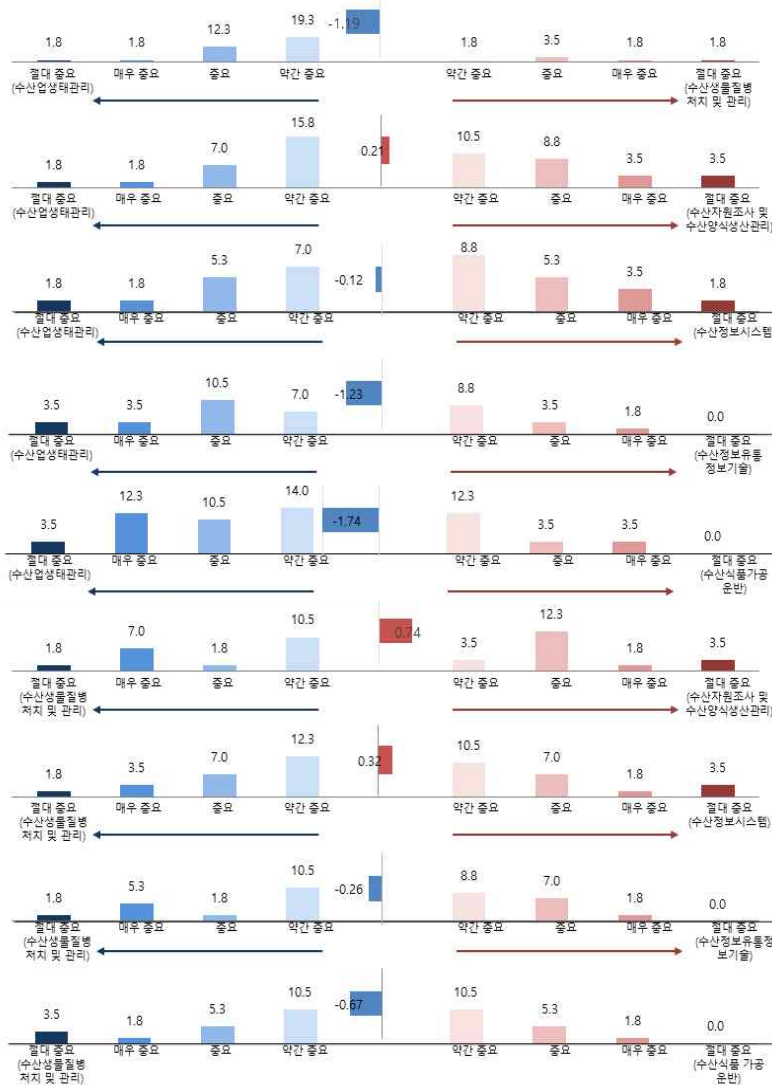
수산 분야 4차 산업 기술별 중요도

[N=57 / 단위: % 점]



수산 분야 4차 산업 기술별 중요도

[N=57 / 단위: %, 점]



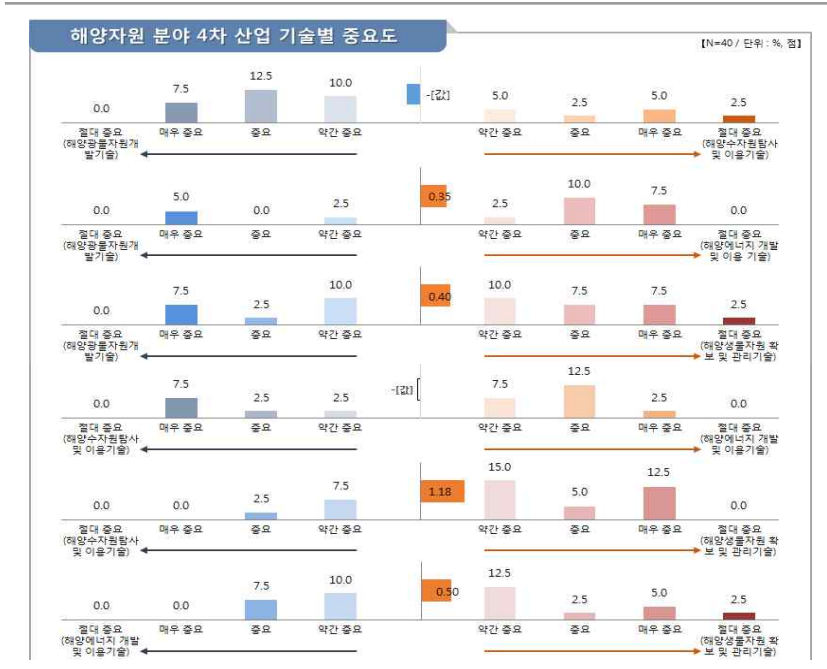
2) 북극권 4차 산업혁명 기술별 중요도 인식조사 세부 결과(해외)

(1) 해양자원 분야

해양자원 분야의 세부기술은 해양광물자원 개발기술, 해양수자원 탐사 및 이용기술, 해양에너지 개발 및 이용기술, 해양생물자원 확보 및 관리기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 해양생물자원 확보 및 관리기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났다으며, 반면 나머지 기술 분야는 중요도가 동등한 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 해양생물자원 확보 및 관리기술 > 2. 해양수자원 탐사 및 이용기술 = 2. 해양광물자원 개발기술 = 2. 해양에너지 개발 및 이용기술 순서로 분석되었다.

〈해양자원 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

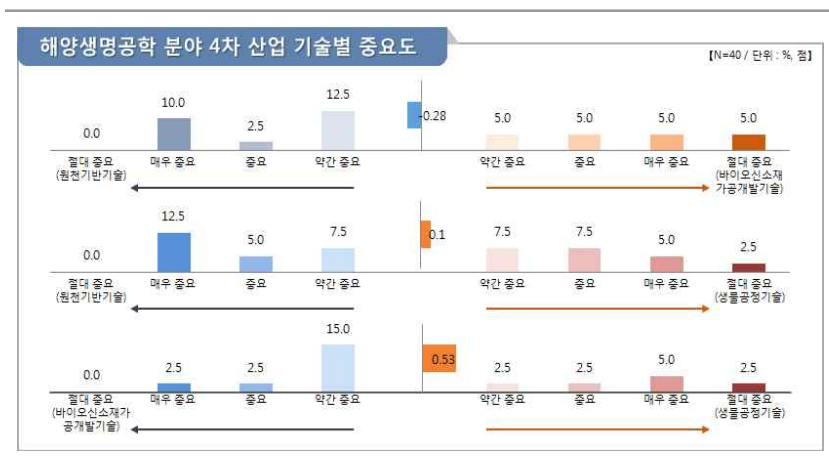


(3) 해양생명공학 분야

해양생명공학 분야의 세부기술은 원천기반 기술, 바이오 신소재가 공개발 기술, 생물공정기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 생물공정 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났다, 반면 바이오 신소재 가공개발 기술 분야는 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 생물공정 기술 > 2. 원천기반 기술 > 3. 바이오 신소재 가공개발 기술 순서로 분석되었다.

〈해양생명공학 분야 4차 산업 기술별 중요도〉



(4) 해양관측 및 예보 분야

해양관측 및 예보 분야의 세부기술은 해양관측 및 감시 시스템 구축 기술, 해양예보 및 정보기술로 분류된다. 기술별 AHP 분석 결과, 해양관측 및 감시 시스템 구축 기술이 해양예보 및 정보기술보다 중요도가 높은 것으로 나타났다.

〈해양관측 및 예보 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

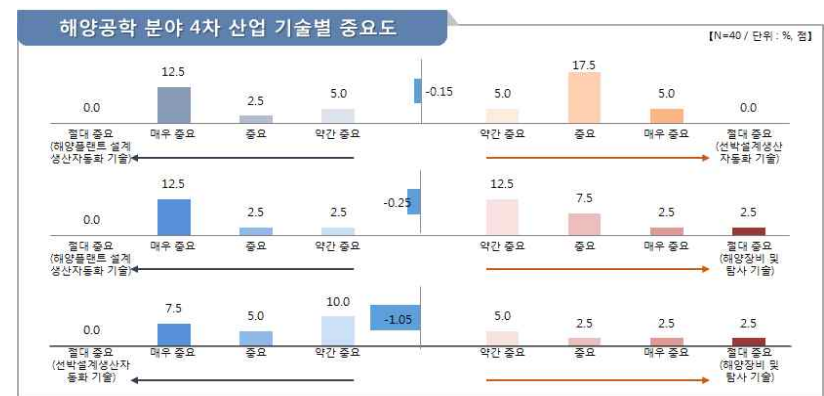


(5) 해양공학 분야

해양공학 분야의 세부기술은 해양플랜트 설계·생산·자동화 기술, 선박 설계·생산·자동화 기술, 해양장비 및 탐사 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 해양플랜트 설계생산자동화 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 해양장비 및 탐사 기술은 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 해양플랜트 설계생산자동화 기술 > 2. 선박 설계생산자동화 기술 > 3. 해양장비 및 탐사 기술 순서로 분석되었다.

〈해양공학 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

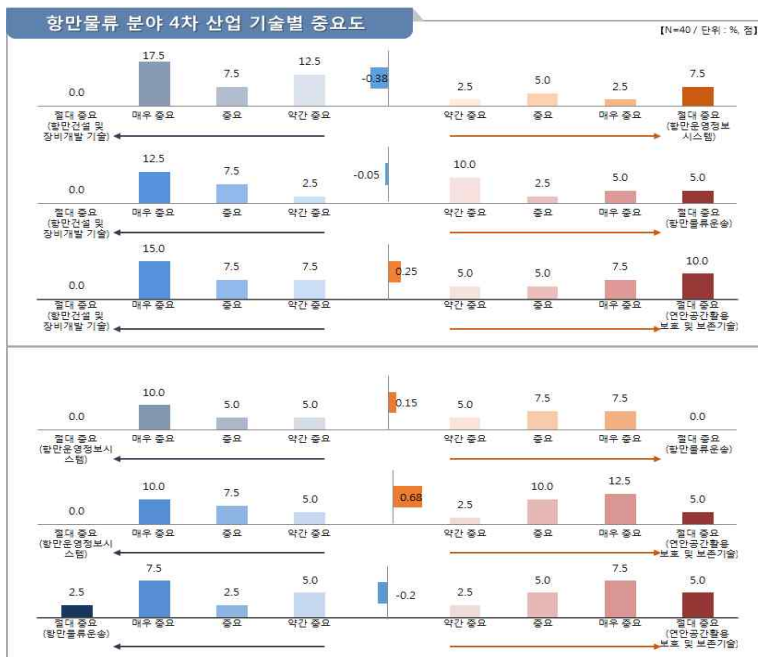


(6) 항만물류 분야

항만물류 분야의 세부기술은 항만건설 및 장비개발 기술, 항만운영정보시스템 기술, 항만물류운송 기술, 연안공간 활용·보호 및 보존 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 항만건설 및 장비 개발 기술, 항만물류 운송, 연안공간활용 보호 및 보존 기술이 중요도가 공동으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 반면 항만운영정보시스템 기술은 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면 1. 항만건설 및 장비 개발 기술 = 1. 항만물류운송 = 1. 연안공간활용 보호 및 보존 기술 > 2. 항만운영정보시스템 순서로 분석되었다.

〈항만물류 분야 4차 산업 기술별 중요도〉

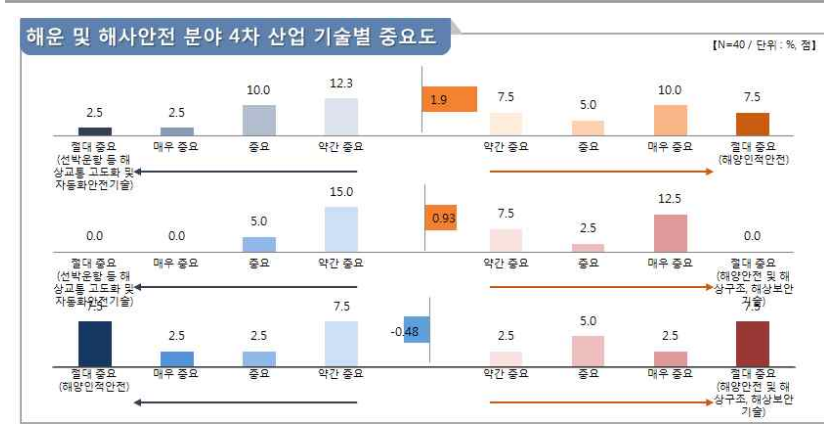


(7) 해운 및 해사안전 분야

해운 및 해사안전 분야의 세부기술은 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전 기술, 해양인적안전 기술, 해양안전 및 해상구조·해상보안 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 해양인적안전 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났으며, 반면 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전 기술은 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면, 1. 해양인적안전 기술 > 2. 해양안전 및 해상구조, 해상보안 기술 > 3. 선박운항 등 해상교통 고도화 및 자동화 안전 기술 순으로 분석되었다.

〈해운 및 해사안전 분야 4차 산업 기술별 중요도〉



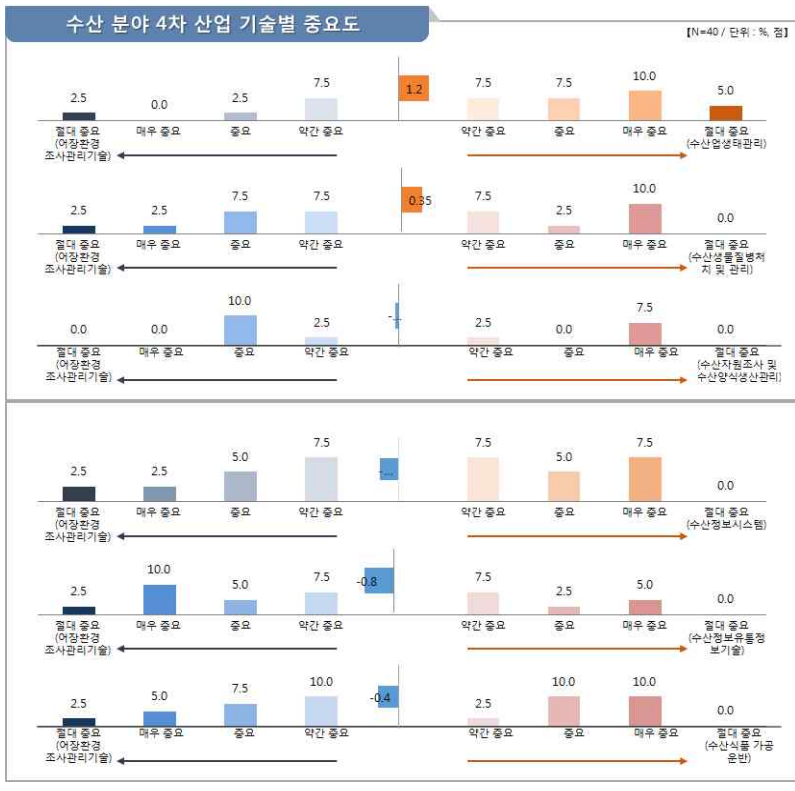
(8) 수산 분야

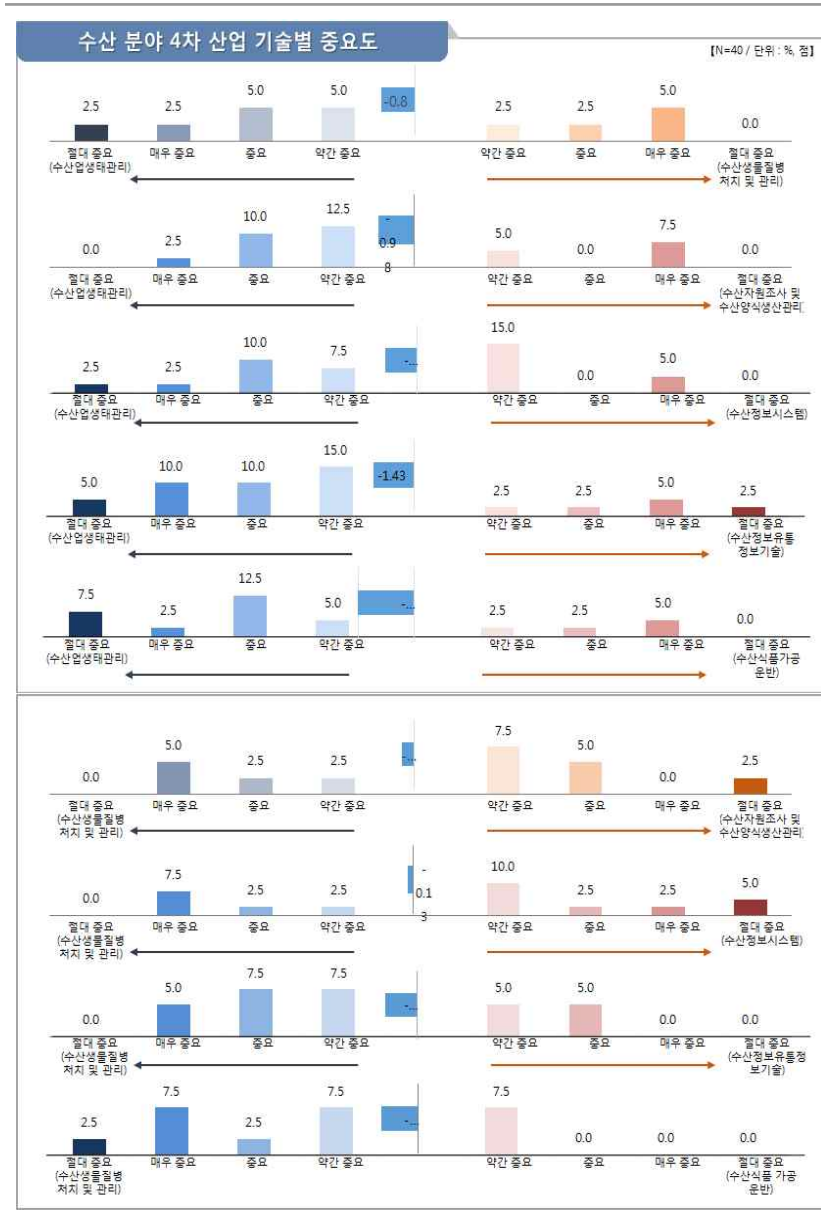
수산 분야의 세부기술은 어장환경조사 및 관리 기술, 수산업 생태 관리 기술, 수산생물질병 처치 및 관리 기술, 수산자원조사 및 수산 양식 생산 관리 기술, 수산정보시스템 기술, 수산유통정보 기술, 수

산식품 가공 운반 기술로 분류된다. 각 기술별 AHP 분석 결과, 수산업생태관리 기술이 다른 모든 영역에 비해 중요도가 높은 것으로 나타났다으며, 반면 수산식품 가공 운반 기술이 타 분야 대비 중요도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

각 분야별 중요도를 종합하면, 1. 수산업생태관리 기술 > 2. 수산생물질병 처치 및 관리 기술 > 3. 어장환경조사 관리 기술 > 4. 수산자원조사 및 수산양식 생산관리 기술 > 5. 수산정보시스템 기술 > 6. 수산정보유통정보기술 > 7. 수산식품 가공 운반 기술 순서로 분석되었다.

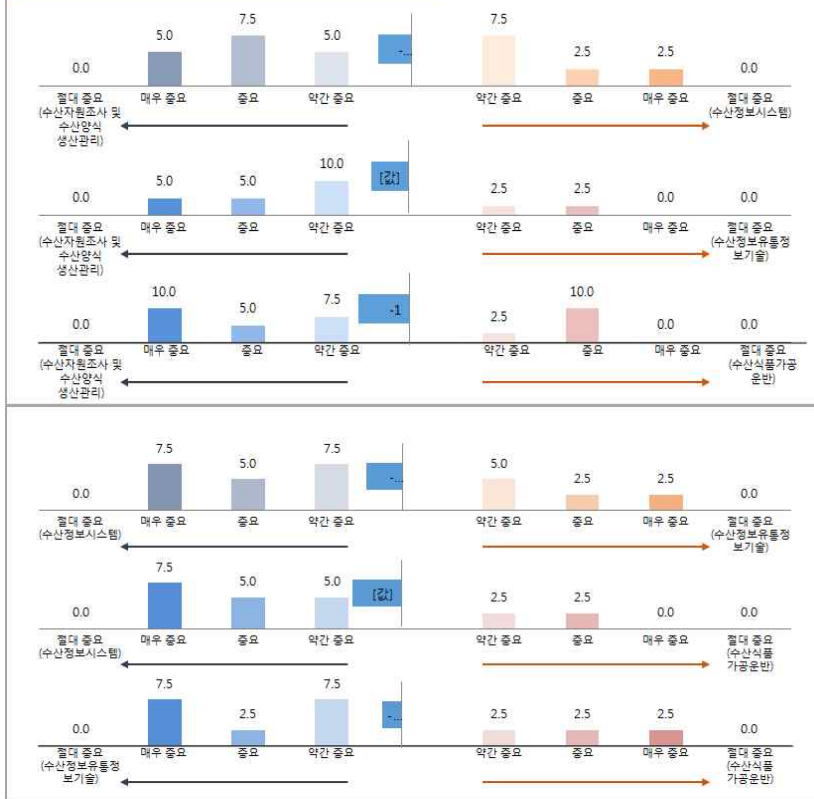
〈수산 분야 4차 산업 기술별 중요도〉





수산 분야 4차 산업 기술별 중요도

[N=40 / 단위 : % 점]



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	수산업 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	환동해권 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	최지연
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 행태 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	낙시관리 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 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 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

2018년

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 - ASC인증을 중심으로 -	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 - 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운행선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이연경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워드 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 - 한진중공업·자갈치시장 사례 중심 -	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	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 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 여항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 부담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순
21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진희
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진

28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철
30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진희
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이연경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경쟁을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 ARCTIC LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수

04	물류기술 R&D 추진동향 분석 연구	강무홍
05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주

해양수산 분야 북극권
4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구

인 쇄 | 2018년 12월 29일 인쇄

발 행 | 2018년 12월 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 | 크리커뮤니케이션 (02-2273-1775)

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