
북극연구 분야별 기술수준 분석 컨설팅

2017. 12

(주)해랑기술정책연구소

제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 「북극연구 분야별 기술수준 분석 컨설팅 용역」의 최종보고서로 제출합니다.

2017년 12월

위탁연구기관 : (주)해랑기술정책연구소
백상규, 어승섭, 금지돈, 금기용,
정동원, 김현성, 정다희

요 약

1 연구 목적 및 범위

● 연구 목적

- 우리나라는 북극이사회 제8차 각료회의('13.5.)에서 정식옵서버 지위를 획득함으로써 북극에 대한 체계적인 연구 및 국제협력 참여 확대 필요성 부각
- 정부는 관계부처와 합동으로 북극분야에 대한 정책기조를 담은 기본계획인 북극정책 기본계획을 수립('13.12.) 함으로써 체계적인 북극정책을 제시
- 북극에서의 과학조사 활동 및 원주민 공동체 지원 등 옵서버 국가로서 책무를 수행하면서 북극권 자원개발 시대에 대비하고 기술개발 및 협력 토대를 구축하기 위해, 북극연구의 중장기 방향 및 북극활동 정책방향 설정을 위한 정량적인 기초자료를 마련하는 것이 중요
- 따라서 이번 용역을 통해 현재의 우리나라의 북극관련 기술수준을 정량·정성적으로 분석하고 주요국과의 격차와 역량수준을 평가함으로써 향후 제2차 북극정책 기본계획 수립을 지원하는 기본 자료를 확보

● 연구 범위

- 우리나라 북극연구의 과학·산업·정책 분야별 정량·정성적 기술수준 분석
 - 관련 전문가 자문위원회 구성을 통한 델파이분석(정성적 측면) 및 북극이사회 등 20개국을 대상으로 북극 연구분야 특허 및 논문 동향 분석(정량적 측면)
- 북극정책 및 연구와 관련된 대내외 환경 요인 분석
- 현황 및 기술수준 분석에 따른 북극연구 중장기 이슈 및 중점분야 도출
- 북극 연구분야의 중장기 비전(5년 단위) 및 연차별 추진 목표 연계안 도출

2 북극연구 관련 국내외 동향

북극 기본계획 수립 현황

- 2013년 관계부처 합동으로 북극항로 개척과 에너지 자원개발 등 북극정책 전반에 대한 범정부 차원의 종합적인 전략인 ‘북극 종합정책 추진계획’ 수립
 - 정책의 기본 방향으로 북극이사회, 국제기구 및 옅서버 국가들과의 국제협력 확대 및 인류의 공동과제 해결에 기여하는 과학연구 강화, 연안국들과의 협력을 통한 신산업 창출 기반 확보를 제시
- 최근 해양수산부는 제2차 북극정책기본계획(2018~2022)을 수립 중으로, 제1차 기본계획 시행상의 개선방안 도출 및 성과를 확대·발전시키고 북극 정책의 비전, 향후 5년간 목표, 추진 전략, 추진 과제 등을 마련 예정

[표 1] 제2차 북극정책기본계획(안) 세부수행내용

수행내용	세부 내용
제1차 북극정책 기본계획의 추진성과와 시사점 도출	•제1차 북극정책 기본계획의 추진성과와 정책효과를 분석하여 시사점을 도출하고 개선방안 제시
‘북극’이 지닌 미래 잠재력 등 파급효과 등 분석, 제시	•북극 관련 국내외 통계, 관련 자료 등을 분석하여 ‘북극’이 지닌 정치, 경제, 사회, 문화적 파급효과와 우리나라에 미치는 영향 등 제시
북극이사회 옅서버 가입 이후, 해외 주요 국제동향 및 여건 변화 등 분석	•우리나라의 북극이사회 옅서버 가입(13.5) 이후, 북극 연안국, 옅서버 국가 등의 국제동향과 여건변화, 북극 정책으로 발표된 기본계획 등을 분석, 시사점 제시
해양수산 정책과 북극 정책의 연계방안 마련	•해양수산 각 분야별 주요 정책과 북극 정책의 연계성을 분석하고, 조직·관련 정책의 발전방향 제시
2018~2022년(5개년) 북극정책 추진목표 및 세부 추진계획 수립	•책임있는 북극 이해관계자로서 다각적인 북극권 거버넌스 협력 추진 •북극 도전과제 대응과 국내 역량증진을 위한 북극연구협력 확대 •북극권 환경보전 및 기후변화 대응을 위한 협력 강화 •북극 원주민그룹 및 지역사회와의 신뢰구축을 위한 협력기반 확대 •지속가능한 북극 비즈니스 발굴 및 지원체계 구축 •국내 북극정책 추진역량강화를 위한 종합적인 대응방안 마련

❶ 북극 관련 최신 정책 동향

- 정부는 국정비전 및 국정목표 달성을 위한 실천전략으로 20대 국정전략을 설정하고 국정전략별 핵심정책을 100대 국정과제로 제시
 - 100대 국정과제 중 주변 4국과의 당당한 협력외교 추진에서 한·러시아 경제협력강화를 통한 전략적 협력동반자 관계의 실질적 발전을 제시, 이를 위해 정상교류를 포함한 고위급 교류 활성화, 극동지역 개발 협력 확대, 북극에너지 FTA 등 미래 성장동력 확충 등 추진
- 제3차 동방경제포럼을 계기로 한·러 정상회담을 개최하고 양국 관계의 실질적 발전을 위해 양국의 부총리급 경제공동위원회를 포함한 다양한 분야에서의 정부 간 협의체를 적극 활용하여 협력방안 모색
- 제16차 한러시아 경제과학기술공동위원회('17.09)에서는 범정부 차원의 고위급 경제협력 논의를 통해 교역투자, 에너지, 산업에서부터 과학기술, 혁신, 보건·의료 등에 이르기까지 폭넓은 협력방안 모색
 - 미래성장동력 견인 및 신북방정책구현을 위해 조선, 인프라 등 극동지역 개발 수요가 큰 우리기업의 강점분야 중심으로 양국간 협력확대, 북극해 공동연구 등 양국간 정보·인력 교류 및 북극협의회 개최 등 협력 지속 제시
- 또한 정부의 신(新)북방정책의 일환으로 추진 중인 9브릿지(9-Bridges) 전략 중 가스, 북극항로 등 북극 관련 주요 분야의 실행 협력 방안을 논의하고 양국 간 북방협력의 질적 발전 방안 마련

❷ 해양수산과학기술 관련 정책 동향

- [제2차 해양수산발전기본계획('10.12)]에서는 지속가능한 해양환경의 관리 및 보전, 신해양산업의 육성 및 전통적 해양산업의 고도화, 신해양질서의 능동적 수용을 통한 해양 영역 확대 등 3대 목표를 설정
 - 극지와 관련하여 전지구 환경 변화에 대응하기 위한 극지정책 추진을 제시하고 기후변화에 대응하기 위한 극지 연구사업 추진, 해외 극지활동을 위한 연구기반 확충 지속 추진, 북극해 시대에 대비한 인접국 및 동북아 국가와의 협력강화 필요성 제시

- [해양수산 R&D 중장기계획('14.04)] 부처통합에 따른 해양수산 R&D의 중장기 정책방향 및 투자전략수립, 해양수산과학기술의 경쟁력 확보 및 해양수산 신산업 창출을 위한 국가차원의 체계적 전략 수립
- 3대 전략, 12대 실행전략으로 구성되어 있으며 3대 전략 중 북극관련은 극해양 영토주권강화 및 해양경제영토 확대부분이며 극한 공간 활용 및 국제협력확대를 언급
- 극지 및 심해저 활용 촉진 기반 구축을 위하여 극한환경 플랜트 기술개발 및 북극연구지역 확대에 따른 제2쇄빙선 건조 추진 제시
- 남북극 과학 인프라 활용연구 확대 및 국제협력 다변화를 위해 남·북극 기지 및 쇄빙선을 활용한 극지환경·자원조사 확대 및 북극해 수산업 진출 지원을 위한 기술개발을 추진 제시

● 정부 R&D 사업 투자 동향

- 해양수산부 해양수산 R&D사업을 통해 ‘대양 및 극지연구사업’, ‘해양안전 및 해양교통시설기술개발사업’ 등을 통해 북극을 포함한 극지관련 기술개발 추진
- 대양 및 극지연구사업에서는 극지 빙하 및 환경 변화, 미개발된 양극해의 해양 자원 등 남극과 북극해에서의 특성화된 연구를 통한 극지과학기술 발전, 대양 연구를 통한 우리나라 해양기후변화 예측, 대양자원 발굴 및 활용기반 구축을 목적으로 추진
- 해양안전 및 해양교통시설기술개발에서는 국제기구의 정부 간 협약에 따른 해상안전, 해양오염방지, 해양교통 분야의 국제표준 제·개정에 적극적으로 대응하기 위하여 해양안전사고 예방 시스템 및 해운·조선기자재 원천기술 개발을 목적으로 추진
- 한편 과학기술정보통신부 해양극지기초원천기술개발사업에서는 해양바이오 및 해양환경분야 기초원천기술개발을 통한 국제적 역량확보를 목적으로 추진

● 북극 연구컨소시엄 추진 현황

- 북극연구컨소시엄은 융복합 북극연구과제를 발굴하고 실행을 지원함으로써 지속가능한 북극이용을 실현하고 새로운 기회를 창출하며 북극 연구자간의 협력

증대와 우리나라 북극진출에 기여하고자 관련 사업을 수행

- 3대 주요 분야(과학, 산업, 정책)별 주요 이슈를 분석하여 중점 과제 및 중장기 연구 방향을 도출하고 우수과제에 대한 기획연구 지원 및 북극 관련 정보 협력 등을 지원

[표 2] 북극연구컨소시엄 분과위원회 주요역할

분과위원회	주요 역할
과학분과	<ul style="list-style-type: none"> •북극기후, 환경변화, 생물 다양성 연구 •북극해양 연구 •북극동토층 연구 •북극IoT 기반 융복합 연구 등
산업분과	<ul style="list-style-type: none"> •극지 조선, 플랜트 및 운항 기술 •북극 시설 건설 및 유지 •북극 광물, 수산 자원 확보 •북극 공간정보 구축 등
정책분과	<ul style="list-style-type: none"> •북극 거버넌스 및 관련 정책 연구 •북극 항로, 해운물류 등 정책 연구 •북극 원주민등 민간 협력 •북극원 문화, 전통 및 대국민 홍보 등

❶ 북극관련 기술 및 산업 동향

- 환북극 동토층 지역 관측거점(5개소) 운영 및 환북극 동토층 환경변화 관측시스템 원천기술 개발(1단계: '11~'16)은 북극권의 온난화, 해빙면적 감소, 동토층의 용해 현상의 진행 등 급격한 환경변화에 따라 정밀 모니터링, 공동연구 자료수집 및 해석 등의 상호연계성 파악을 위해 추진
- 북극권 환경변화과정 이해 및 예측을 위해 미국 알래스카 카운실에 제1거점('11년), 캐나다 누나부트 준주의 캠브리지베이에 제2거점('12년)을 구축하고 관측 시스템을 설치, 스발바르의 북극다산과학기지 주변에 생태환경 관측지 추가 설정(제3거점) 및 그린란드 자켄버그와 노르드 (북위 81도) 지역에 제4거점을 2015년, 2016년 러시아 텍시 지역에 관측지를 확보하여 환북극권 거점 완성 및 정밀 무인환경측정시스템과 USN 기반 시스템 등을 완성
- 스발바르(노르웨이)-그린란드(덴마크) 국제공동연구에 참여('16)하고, 아라온호를 이용하여 북극해 가스하이드레이트를 탐사('15~) 추진

- 해양수산부의 북극해 해저자원환경 탐사 및 해저메탄방출현상 연구(2016~2020)의 일환으로 이루어진 아라온호 북극해 2항차 탐사('16.8)로, 동시베리아해 대륙붕 지역을 중심으로 탐사 실시
- 북극 해저자원 및 북극항로 개발에 필요한 북극 대륙붕/대륙사면 지역의 해저 자원환경을 조사하고 지구온난화를 가속시키는 해저 영구 동토층의 가스하이드레이트 해리현상 및 해저 메탄방출 현상을 조사
- 해양수산부의 '북극항로 항해안전지원시스템 개발'사업의 일환으로 진행되었으며, 북극항로 1월 해빙 예측 시스템 개발을 완료('17.9)
 - 인공위성으로 관측한 해빙 집적도 정보를 종합하여 24시간 동안 5~6회 제공하며 파랑·해류·기상·해빙 등의 1주일간의 예측자료를 융합하여 해빙 공간 분포의 1개월 예측자료를 자동으로 제공
 - 항로별 그림파일(PNG 형식)로 제공되기 때문에, 선박을 운전하는 항해사에게 신속하고 정확한 판단을 지원하고 육지에 있는 선사와 화주에게도 선박 운항 경로의 상태를 공유
- 러시아 최대 민영 가스기업인 노바텍은 서부 시베리아 야말 반도에 세운 야말 LNG 기지 (터미널)에서 북극산 LNG 생산('17.12)
 - 우리나라 대우조선해양이 건조한 쇠빙 LNG 운반선(크리스토프 드 마르주리호)을 투입할 예정
 - 북극 LNG프로젝트는 기존 야말 LNG프로젝트의 인프라 이용에 따른 비용 절감, 지출 비용 최적화를 위한 자국산 장비 사용, 낮은 원료가스 생산 원가 등의 이점을 가지고 있어 투자비가 야말 LNG 프로젝트보다 대폭 낮아진 약 100억 달러로 추정됨

북극관련 국제기구 동향

- 북극이사회는 북극 주변의 8개국(미국, 캐나다, 러시아, 노르웨이, 덴마크, 핀란드, 스웨덴, 아이슬란드)이 서명 발효된 조약(1996년 9월)으로, 북극 주변 거주민들의 복지향상, 원주민과 지역커뮤니티의 전통문화보호, 북극지역의 환경, 생태계보호, 생물다양성 유지 및 북극 자연자원의 지속가능한 이용 등을 목적으로 설립

[표 3] 북극이사회 워킹그룹 및 TF 구성

구분	내용
워킹그룹	<ul style="list-style-type: none"> • 북극오염대응 프로그램 (ACAP) • 북극 감시평가 프로그램 (AMAP) • 북극동식물보존 (CAFF) • 긴급방지대응 (EPPR) • 북극 해양환경 보호(PAME) • 지속가능개발 워킹그룹(SDWG) <p>• 옵서버의 참여는 허용되고 일부 토론참여가 가능하나 의사결정권한은 없음. 대부분 세부사업에 대한 전문적 논의가 이루어져 사업참여자가 아닌 경우 논의참여 어려움</p>
TF	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해양협력 TF, Task Force for Arctic Marine Cooperation • 북극통신망개선 TF, Task Force on Improved Connectivity in the Arctic <p>* 단기대응이 필요한 긴급의제를 논의하고 결의문, 협정, 합의서를 작성하여 각료 회의 제출</p>

- 북극이사회가 다루고 있는 4개 주요 현안(기후와 환경, 생물다양성, 해양, 북극 원주민) 중 특히 기후변화에 따른 북극해 환경 변화는 북극과학연구에 있어 국가 간 협력이 필요
- 제10차 북극이사회 각료 회의('17년5월, 미국 알래스카)에서는 북극해양의 안보 및 안전, 경제 및 생활조건 향상, 기후변화 충격대응 등 논의
 - 북극 해양의 안보 및 안전 : Polar Code 준수 및 관련 정보교류 협력, 해양유류오염 대응 관련 활동 장려 생물다양성 보존 노력 지속, 해양산성화 및 미세플라스틱(해양오염물) 문제 등을 이슈화
 - 경제 및 생활조건 향상 : 북극경제이사회(AEC) 활동기반 마련, 북극통신 인프라개선 TF구성, 북극 신재생에너지 도입 노력, 북극대학 기반 북극권 교육기회 제공, 원주민 문화·언어 전통 유지 등
 - 기후변화 충격 대응 : 블랙카본 및 메탄 대응 지속, 기후변화 적응 및 생태계 회복 노력, 외래종 침투 대응, 기후 관련 데이터 관리 및 공유 노력확대, 생태계기반관리(EBM) 적용 실질적 가이드라인 개발 노력 장려 등

[표 4] Arctic Resilience Action Framework

성과
<p>긍정적인 사회 경제적 발전과 건강하고 기능이 좋은 생태계 및 생태계 서비스를 지원하는 방식으로 위험과 변화를 이해하고 대응할 수있는 북극 주 및 북극 공동체의 역량의 측정 가능한 증가.</p>

목표			
우선지역 및 실행아이템			
우선 지역 1	우선지역 2	우선 지역 3	우선지역 4
북극의 위험과 회복탄력성 분석 및 이해	회복탄력성과 적응력 구축	정책, 기획 및 협력을 통한 회복탄력 구현	위험감소 및 회복탄력 구축을 위한 투자유도
<p>기존 모니터링 시스템의 효과를 높이고 사회학적 지표와 그 상호 작용을 포함</p> <p>생태학적으로 취약한 지역과 북극 적응 생물 다양성이 변화하는 기후 하에서 지속될 수 있는 분야에 대한 이해를 실질적으로 향상</p> <p>자연 및 사회 과학 및 원주민/전통 지식 및 지역 지식을 사용하여 미래의 다양한 배출 및 개발 시나리오에서 북극에 대한 장단기 계획을 개선</p> <p>북극의 변화하는 위협에 대한 적응 반응 문서를 확대</p>	<p>과학, 원주민 / 전통 지식 및 지역 지식을 사용하여 지식의 공동생산 증가</p> <p>변화를 모니터링하고 지구 관측과 통합하기 위한 중요한 데이터를 수집하기 위해 지역 사회 기반의 관측 네트워크의 능력 확장</p> <p>변화하는 북극 생태계의 관리 전략을 평가하기 위한 도구 개선</p> <p>모든 수준의 지역 사회, 의사 결정권자 및 정책 입안자가 데이터 및 도구를 공평하게 배포하고 쉽게 접근 할 수 있도록 보장</p> <p>다양한 지식 접근법을 사용하여 북극의 변화를 이해하는 지역 사회, 청소년 및 리더 증가</p> <p>회복탄력 지식을 의사 결정에 적용하는 지원을 포함하여 모든 수준의 커뮤니티, 정부 및 의사 결정권자에 대한 관리 및 계획 지원 향상</p>	<p>지역 의사 결정에 지역 관점의 포함을 확대.</p> <p>회복탄력 인프라, 통신 및 기술의 개발 및 배치를 개선하여 새로운 문제 (예 : 폐기물, 수자원 보안, 에너지, 식량 안보, 건강 등)에 대처</p> <p>북극에서 생태계 기반 관리의 사용 확대.</p> <p>변화를 이해하고 회복탄력을 강화하기 위한 전략을 구현하기 위해 초학계 접근법의 사용확대</p> <p>환경 영향 평가 및 기타 의사 결정 프로세스에 대한 대중 참여 보장 장려</p>	<p>북극에 대한 회복탄력 또는 "기후 증거" 투자를 위한 우수 사례에 대한 이해 향상</p> <p>회복탄력 지역사회를 지원하는 민간 부문의 투자로 증가</p> <p>회복탄력 향상을 위한 혁신적인 금융 메커니즘의 사용 확대</p> <p>잠재적 기부자에게 지침을 제공하고 새로운 투자를 촉진시키는 방법으로 특정 기금 격차 및 회복탄력 우선순위를 확인</p>

출처 : Arctic Resilience Action Framework; cooperating for a More Resilient and Prosperous Arctic Region

❶ 북극권 국가 및 주요 읍저버 국가 정책동향

- [미국] 북극 지역에 대한 국가전략(National Strategy for the Arctic Region, '13)을 통해 북극을 경제적 기회로 활용, 건전하고 지속가능한 북극 생태계 보호, 정보에 기반한 의사결정으로 책임 있는 북극 관리, 수색구조(SAR)와 오염 예방 및 대응을 위한 국제 협력과 평화 안정 자유의 추구 등을 주요 목표로 함
 - 북극지역에 대한 국가전략 실행계획('14)은 “북극 지역 국가전략”(‘13)에서 제시한 3대 전략인 미국의 안보이익 증진, 책임 있는 북극관리 추구, 국제협력 강화에 대한 각 세부계획과 이를 실행할 주관 부처를 제시함으로써 미국의 북극전략을 구체화
 - 북극연구정책위원회(Interagency Arctic Research Policy Committee : IARPC)에서 발표한 본 연구계획서에 따르면 북극 원주민 뿐 아니라 지역사회까지 포괄하는 전지구적 시스템에서의 북극의 역할 및 다양한 측면에서의 정책 근거 마련을 위하여 북극 연구계획을 지원하고자 함
 - 9개의 연구목표(건강과 웰빙, 대기, 해빙, 해양 생태, 빙하 및 해수면, 영구 동토층, 육상 생태, 해안지역 복원력, 환경 정보)를 설정하여 목표를 수행, 북극 연구의 발전을 위한 정보공유가 가능
 - 국가과학기술위원회(NSTC)의 북극연구정책위원회(IARPC)는 향후 5년간 북극연구 지원을 위한 북극연구계획(2017-2021)을 발표 ('16.12.)
- [캐나다] 북극 전략 (Canada's northern Strategy our north, Our Heritage, Our Future')보고서('09.07)를 통해 북극지역 개발 전략의 구체화를 위한 영역인 통치권 행사(Exercising Sovereignty), 경제 및 사회 개발, 환경유산 보호, 북극 거버넌스 증대 등 4대 정책을 제시
 - 주권 행사(Exercising Our Arctic Sovereignty), 경제 사회의 발전 촉진, 환경 보호, 북방 지역 관리제도 개선, 국제적 차원에서 북극지역 전략 수립
 - 캐나다의 북극전략 증진과 통치권 실행 (Statement on Canadas Arctic Foreign Policy: Exercising Sovereignty and Promoting Canada s Northern Strategy Aboard) 라는 제하의 북극정책을 발표

- [러시아] 2020년 및 그 이후 러시아 연방의 북극 지역에서의 국가정책 원칙('09)을 통해 북극 지역을 국가의 사회 및 경제 발전 문제의 해결책을 제공하는 러시아의 전략적 자원 기지로 이용하며, 북극 지역 내 평화와 협력 유지, 북극 고유의 생태계 보존, 러시아 단일의 교통 통신 수단으로 북극 항로를 사용
 - 사회경제발전, 군사안보 국경수비, 환경안보, 정보통신, 과학기술, 국제협력의 6가지 분야의 기본 목적을 도출
 - 러시아 연방 북극지대 발전 및 국가 안보전략('13)을 통해 러시아 북극지대의 복합적인 사회 경제적 발전, 과학과 기술의 발전, 현대화된 정보통신 인프라의 구축, 환경 안보, 북극에서의 국제협력, 북극에서의 군사안보와 국경수비 계획을 수립
 - 북극지역 특별 경제발전 프로그램('15)에서는 '2020년까지 러시아연방 북극지대 사회 경제발전'을 위해 북극의 풍부한 자원 개발과 경제 발전, 북극해 항로의 국제무역루트로의 개발 및 병참선 활용, 평화와 협력 확대에 기여하는 수단으로의 이용, 북극에 대한 러시아의 군사안보 확립
- [덴마크] 덴마크 왕국 북극전략(Kingdom of Denmark: Strategy for the Arctic '11~'20)을 통해 덴마크 본토, 페로제도, 그린란드 간 대등한 파트너십을 기반으로 아래의 4대 목표를 제시
 - ①평화롭고 안전한 북극 ②자립적이고 지속가능한 성장과 개발 ③북극의 민감한 기후, 환경, 자연에 대한 고려 ④국제적인 파트너와의 긴밀한 협력 등을 목표로 하고, 북극주민들의 실질적인 이익에 우선순위를 둠
- [노르웨이] 'Norwegian Polar Research 2014-2023'정책 수립을 통해 사회적으로 유익한 지식기반 지원, 지속가능한 환경 및 자원관리, 산업 및 사회 개발, 정책 개발을 목적으로 함
 - 환경과 기후변화, 자연자원과 산업활동, 국제협력 및 연구인프라 등 주제로 국가 극지연구전략 수립
 - 10년 단위 과업제안요청 형식으로 구체화한 'The Polar Research programme(POLARPROG 2015)'라는 극지장기연구프로그램전략을 제시하여 극지지역의 새로운 연구기반지식창출에 기여하고자 함

- [스웨덴] 새로운 환경정책보고서를 발표(New Sweden Environmental Policy for the Arctic, '16)
 - 북극의 지속가능한 개발과 보존을 위하여 ①기후변화로 인한 환경변화 대응 강화, ②생물다양성 생태계 보존강화, ③자원의 지속가능한 사용을 위한 전략을 제시
- [중국] 1997년 국제북극과학위원회(IASC: International Arctic Science Committee) 가입을 시작으로 북극에 대한 연구를 지속해오고 있으며, 국가해양국(SOA: The State Oceanic Administration)을 설치하여 북극 및 남극 관련 사항에 대해 통합관리
 - 국가해양국은 시진핑 주석 취임 이후 중국의 북극개발과 관련 전략 수립, 북극 지역의 과학연구, 북극해 탐사 및 개발활동에 관련된 행정 전반을 담당하고, 외교부는 북극이사회를 중심으로 하는 다자간 협력과 북극해 연안국들과의 양자 협력을 담당
 - 중국의 북극개발 관련 실행기관으로는 국가해양국 산하의 '극지고찰사무실'(CAA: The Office of Chinese Arctic and Antarctic Administration), '중국해감'(CMS: China Maritime Surveillance), '국가해양위원회'(CACPR: Chinese Advisory Committee for Polar Research)를 두고 극지문제 조정 역할을 함
 - 중국 국가발전개혁위원회(National Development and Reform Commission)와 국가해양국(State Oceanic Administration), '일대일로 해상 협력 건설 비전' 발표('17.06)
 - 동 계획에는 3개의 해양경제통로가 제시되었는데, 북극항로를 활용한 북극해-유럽 해양 경제통로를 처음으로 언급
 - 6가지 북극 현지조사활동 관련 신청 의무화 추진('17.05)하고 개인 또는 법인, 기타 조직 등이 6가지 유형의 북극 탐사활동을 전개하는 경우 반드시 국무원 해양관리부서에 신청해야하며 ① 국가조직의 북극 탐사활동 참가 ② '스피츠베르겐 군도 조약' 적용 지역에 (임시 또는 장기적) 고정 탐사기지 및 탐사장비 설치 또는 중대한 북극 탐사활동 진행 ③ 북극 공해 및 상공에서의 북극 탐사활동 ④ 타국 관할지역 이원의 북극 심해저에서 진행되는 환경보호 및 과학기술 연구, 자원조사 관련 활동 등 탐사활동 ⑤ 북극 관측의 필요에 따른 북극

내 부지선정 등 관련 활동 ⑥ 상기 다섯 가지 항목 외에 중국의 북극 탐사기지 내 진입 또는 탐사장치에의 접근 등 중국의 국가적 북극 탐사활동에 직접적인 영향을 미치는 활동을 제시

- [일본] 북극정책('15)은 해양정책 기본계획('13)에서 제시된 ①지구적 관점에서 북극 관측 및 연구, ②북극 국제협력, ③북극항로 가능성 조사의 내용을 구체화
 - 북극활동을 통해 국제사회에 공헌하는 중요 주체로서 북극의 잠재적 개발가능성과 환경변화의 취약성을 인식하고 지속가능한 개발을 위해 일본의 과학기술을 바탕으로 선제적 정책 마련
 - 지구적 관점에서 일본의 과학기술분야의 강점을 최대 활용, 북극 특유의 환경과 생태계를 고려, 국제법 보장 및 국제협력 도모, 원주민 권리 존중, 북극 안보상황에 대한 예의주시, 기후환경변화 및 경제사회적 양립, 북극항로 이용과 자원 개발에 대한 잠재적 경제 기회 추구
 - 북극연구소는 북극의 기후변화연구, 지구기후변화에 영향을 미치는 북극의 대기 및 빙하 연구, 북극생태시스템 및 기후변화인지, 중위권 대기관측을 통한 기후변화 메커니즘 탐색, 지속가능한 지구환경을 위한 북극과학의 국제협력 등 연구 활동을 하고 있음
- [핀란드] 총리 주재 각료회의를 통해 핀란드 북극정책 추진의 근간이 되는 '신북극전략(New Arctic Strategy)'을 의결하였는데, 동 전략은 북극이 야기하는 환경상의 제약과 비즈니스 기회를 지속가능한 방식(Sustainable Manner)을 통한 국제적 협력 강조
 - 또한 북극환경의 지속가능한 기회를 제공하고자 하며 EU 및 핀란드의 북극 정책을 기조로 지속가능한 북극 관광, 북극의 연결성 및 기타 인프라 구축 사업을 적극 추진
 - 세부 전략으로 북극 관련 신규 비즈니스 발굴, 북극지역 환경 보호 강화, 북극지역 안전성 추구, 북극 국제협력 강화 등을 제시
 - [영국] 외무성 극지방관련 부처에서는 북극의 지속가능한 미래를 보장하기 위하여 국제법을 준수하며 환경변화를 고려한 과학에 기초하여 개발하는 등 북극국가 및 국제사회 협력방안 마련을 위한 정책 수립

- 북극 공동체의 존중(Respect), 주도적인 역할의 수행(Leadership), 긴밀한 협력관계유지(Cooperation)의 세 가지 비전을 제시
- 영국 북극기후변화 관련 연구 프로젝트는 에어로졸 구름 결합과 북극과 기후 상호 작용, 북극 계절 예측과 연평균 시간 예측, 탄소 순환 관련, 북극 난류 스펙트럼 측정 등이 포함
- 북극정책 가이드라인('13)
 - [독일] 북극정책 가이드라인('13)을 통해 북극의 환경 보호의 중요성 및 생물다양성유지 및 보존하기 위한 보호지역의 설립마련, 연구, 기술 및 환경 분야의 전문가들과의 협력 및 과학적 연구결과의 자유 보장, 북극항해의 자유보장 및 북극 원주민들의 권리를 보장하기 위한 다양한 활동 등을 제안
 - UN 해양법 협약, MARPOL 협약, 해양환경 보호 및 생물다양성 협약 및 지역 협약, 국제 해사기구의 극지(Polar Code) 개발 등은 독일 북극정책마련에 중요한 영향을 미침

● 주요 북극관련 연구프로그램 현황

- 국제북극부이프로그램(IABP, International Arctic Buoy Programme)는 해양 및 기상데이터 수집을 목적으로 태평양 북극지역에서 부이의 배치 및 유지하기 위한 국제기구 간의 협업프로그램임
 - IABP는 미국 ARP(Arctic Program, NOAA)의 지원을 통해 이루어지고 있으며, 수집된 자료는 기상예측, 위성예측의 검증 등에 활용
 - IABP 참여기관은 프랑스, 노르웨이, 중국, 캐나다, 일본, 한국, 인도, 러시아 및 미국의 해안경비대(USCG), 에너지국(DOE), 미항공우주국(NASA), 해군 등 다양한 기관으로 구성
- 미국 ARP의 지원으로 이루어지는 북극 해양해양생물 샘플링프로그램(DBO, Distributed Biological Observatory)으로 태평양의 북극지역을 대상으로 매년 이루어지는 과학탐사 프로그램임
 - DBO는 생물다양성이 높은 8개의 정점(hotspot)을 지정하여 생태계생산성, 생물다양성, 북극해의 물리적변화에 따른 생물학적 반응 등을 조사

- 북극연구추진프로젝트(ARCS, Arctoc Challenge for Sustainability)는 일본문부과학성의 보조사업으로 일본국립극지연구소(NIPR, National Institute of Polar Research), 해양연구개발기구 북극환경변화연구센터(JAMSTEC IACE, Institute of Arctic Climate and Environment Research), 북해도대학 북극연구센터(ARC-HU)가 공동으로 추진하는 종합 북극연구 프로그램임
 - 기후, 기상, 해양환경변화, 물질순환 및 생태계와 생물다양성 관련 연구와 인문·사회과학적 연구 등을 포함하는 종합북극연구 프로젝트
 - 북극의 기후변화 원인 규명 및 사회에 미치는 영향 규명, 국내외 이해관계자의 지속가능한 북극이용 등 다양한 문제에 대한 정책적 판단 근거의 제공을 목적으로 국제공동연구, 국제협력 거점의 정비, 신진연구자의 해외파견, 북극 관련 회의 전문가 파견 등을 추진
- 노르웨이 연구위원회(Research council of Norway)는 바렌츠해(Barents sea)의 이화학적인 특성규명 및 매핑 및 인간에게 미치는 영향파악을 위한 Nansen legacy project('18년~'23년, 6개년)을 승인
 - Nansen Legacy 프로젝트는 물리적 드라이버(RF1, Physical drivers), 인체영향(RF2, Human impacts), 살아있는 Barents 해(RF3, The living Barents Sea), 미래의 Barents해(RF4, The future Barents Sea) 등 4가지 주제로 구성
 - 4가지 주제는 물리 및 물리적환경과 인간을 포함한 생물학적 시스템과의 관계, 기후변화 및 인간활동에 의한 오염이 인간에게 미치는 영향, 기후 및 해양생태계의 과거, 현재, 미래 상태 전환의 이해를 통한 미래예측 등이며 세부과제로 북극물류, 수산자원발굴, 석유 등의 에너지 자원탐사, 해류매핑 등을 포함
- 독일의 극지연구기관인 AWI(Alfred-Wegener-Institut)의 주도로 추진되고 있는 해안 및 극지 시스템(PACES II, Polar regions Coast in the changing Earth System)은 극지방, 북극해, 북해연안의 지리적, 생물학적, 기후학적 연구를 포함하여 수행('14~'18년, 5개년)
 - 관측, 분석, 모델링 등을 통해 지구시스템에 인위적 또는 자연적 영향의 예측을 위한 연구프로젝트로 AWI와 HZG(Helmholtz-Zentrum Geesthacht)가 주도

3 북극연구분야 기술분류

● 기술수준분석을 위한 북극연구분야 기술분류 체계 수립

- 기술수준 평가를 위한 북극연구분야 기술은 2030 북극연구 중장기 로드맵 등의 추진기준에 따라 북극과학, 북극산업, 북극정책 3개 분야로 구성

[표 5] 북극과학분야 기술분류

중분류	소분류	내용
(A) 환경기술	(A-1) 기후변화대응	기후변화 감지와 분야별 영향정도 파악, 대응 관련 기술
	(A-2) 생태계관리	환경과 생물체간 상호관계 이해를 통한 관리 기술
	(A-3) 환경유해성평가	북극환경에 대한 유해 및 위협 요인 평가 및 환경현황에 대한 객관적 평가 기술
	(A-4) 대기환경모니터링	대기의 구성 및 오염물질의 함량 등에 대한 지속적 변화 추적과 정량·정성적 분석 기술
	(A-5) 빙하특성규명	빙하의 물리화학적 특성, 빙하의 내부구조 등에 대한 특성을 파악 기술
	(A-6) 지구물리규명	지구적인 규모의 물리화학적 현상들을 규명하기 위한 기술
	(A-7) 지질특성규명	지각 및 해저지형의 구조, 형태, 변화 등의 규명을 위한 기술
(B) 조사관측 기술	(B-1) 무인관측	무인·원격으로 관측체를 관찰하여 형태 및 움직임을 측정·기록하는 기술
	(B-2) 원격탐사(위성)	위성을 이용한 관측기술로 센서 등 관측장치를 운영하고 확보 자료를 해석하는 기술
	(B-3) 조사·관측 장비개발	북극에 대한 과학적 조사 및 관측을 위한 장비(센서 등 포함)의 개발에 관한 기술
	(B-4) 통신기반	북극에서의 효율적인 통신수단, 통신방법에 관한 기술
(C) 생물자원	(C-1) 신소재발굴·확보	해양생물 등 활용가능한 생물소재로부터 새로운 기능을 탐색하는 기술
	(C-2) 종다양성보존	북극 생물종의 다양성을 보존하기 위한 기술

[표 6] 북극산업분야 기술분류

중분류	소분류	내용
(D) 물류체계	(D-1) 물류수요분석	북극해를 활용한 물류 수요량의 분석 및 예측 기술
	(D-2) 운송체계개발	북극해 환경 및 운항선박에 적합한 운송체계 개발 기술
	(D-3) 물류체계 변화예측	북극해 환경 및 시장 동향 등을 물류체계 변화의 예측·전망 관련 기술
	(D-4) 물류인프라 구축	북극해 물류 활성화를 위한 관련 인프라의 구성 및 구축과 관련된 기술
	(D-5) 비즈니스모델 수립	북극해 물류운송의 비즈니스모델 수립을 위한 관련 기술
(E) 에너지·광물자원	(E-1) 자원탐사평가	북극(해) 에너지·광물자원의 탐사 및 경제성 평가 기술
	(E-2) 자원생산	북극 에너지·광물자원의 생산과 관련된 기술
	(E-3) 자원수송	북극 에너지·광물자원의 저장 및 운반에 관련된 기술
	(E-4) 자원개발타당성분석	자원개발을 위한 정책·기술·경제적 타당성 분석 기술
(F) 화물수송 선박	(F-1) 운항선박(기자재)개발	북극해 운항선박(기자재)의 설계 및 제작관련 기술
	(F-2) 빙성능평가인프라개선	빙성능 평가 및 관련 인프라 구축·운용 등에 관련된 기술
	(F-3) 방한성능평가	방한성능 평가 및 관련 인프라 구축·운용에 관련된 기술
(G) 해양 플랜트	(G-1) (기자재)설계·생산	북극해 해양플랜트(기자재)의 설계 및 생산과 관련된 기술
	(G-2) (기자재)시험·평가	북극해 해양플랜트(기자재)의 시험 및 평가와 관련된 기술
	(G-3) 해양플랜트운용	북극해 해양플랜트의 운송·설치 및 운용에 관련된 기술
(H) 안전· 방제	(H-1) 운항고도화	북극해 운항선박의 안전 및 운항효율성 확보와 관련된 기술
	(H-2) 유빙탐지·해빙모니터링	선박의 안전운항을 위한 유빙 탐지 및 해빙모니터링 관련 기술
	(H-3) 오염물질방제	북극해 선박운항 및 자원개발 등에 따른 오염방제 관련 기술
	(H-4) 해상구난구조	북극해의 특수성을 고려한 해상구난 및 구조 관련 기술

[표 7] 북극정책분야 기술분류

중분류	소분류	내용
(I) 경제 정책	(I-1) 경제협력정책 (북극권/비북극권)	북극권과 비북극권 지역의 경제협력에 관한 정책
	(I-2) 경제개발정책 (국가간/지방정부)	북극권 국가 및 지방정부 경제 개발에 관련된 정책
(J) 북극 뉴비즈니스	(J-1) 에너지자원정책	북극(해) 부존 에너지 및 광물 자원의 보전과 개발 등에 관련된 정책
	(J-2) 수산자원정책	북극해 수산자원의 지속가능한 이용 확보 등에 관련된 정책
	(J-3) 관광정책	북극(해)의 관광산업 관련 정책
	(J-4) 통신·바이오·항만물류 등 산업정책	북극항로 개통에 따라 우선적으로 확대될 분야(항만물류 등)와 관련된 산업정책
(K) 인프라	(K-1) PPF 등 동향분석	북극(해)에서 우선적으로 요구되는 관련 인프라 전망 및 관련 기술·산업 동향 관련 정책
	(K-2) 관련 인력양성	북극(해)의 정책·기술·산업 전반에 걸쳐 요구되는 인력의 현황 및 양성과 관련된 정책
	(K-3) 홍보	북극(해) 인식제고 및 네트워크 확대를 위한 홍보 관련 정책
(L) 인문 사회	(L-1) 사회문화정책	북극권의 활용 및 연구를 위한 사회문화적 이해 관련 정책
(M) 북극 거버넌스	(M-1) 거버넌스	북극권에서의 당사자 및 이해관계자를 포괄하는 거버넌스 구축 관련 정책
	(M-2) 국제협력	북극권과 관련된 국제협력 정책
	(M-3) 국제규제	북극권의 보전 및 활용 등과 관련된 국제규제 관련 정책

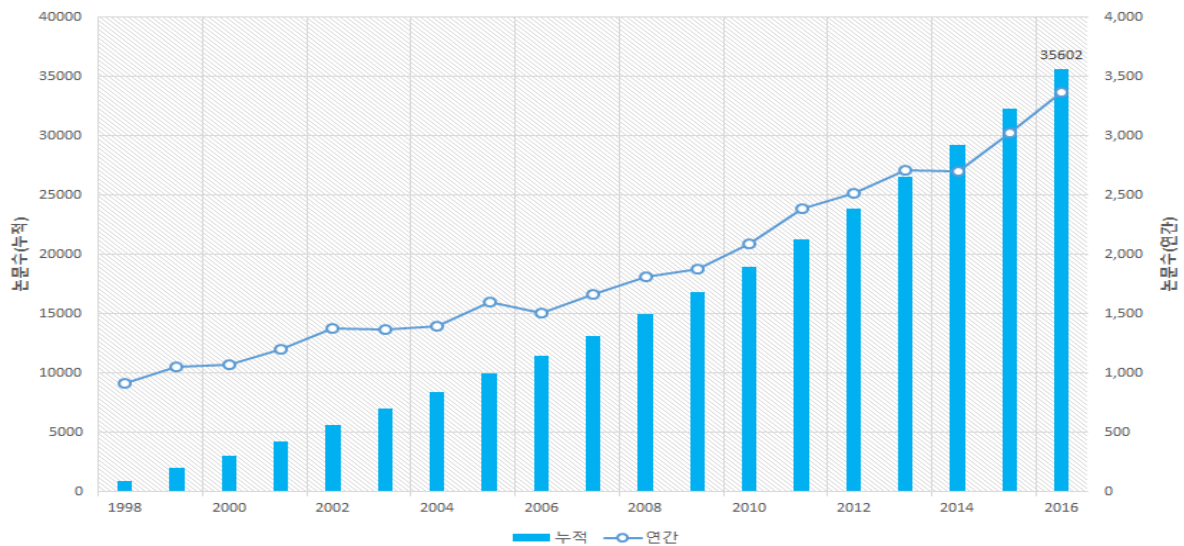
● 논문 및 특허분석 방법

- 논문분석은 Web of Science를 활용하여 1998년~2016년까지 총 35,602건의 논문을 대상으로 분석하였으며, 특허분석은 미국, 일본, 중국, 미국, EP, 독일, 영국, 프랑스, 러시아의 공개 및 등록 특허를 대상으로 검색 및 선별(총 597건)

4 기술수준 평가 및 분석

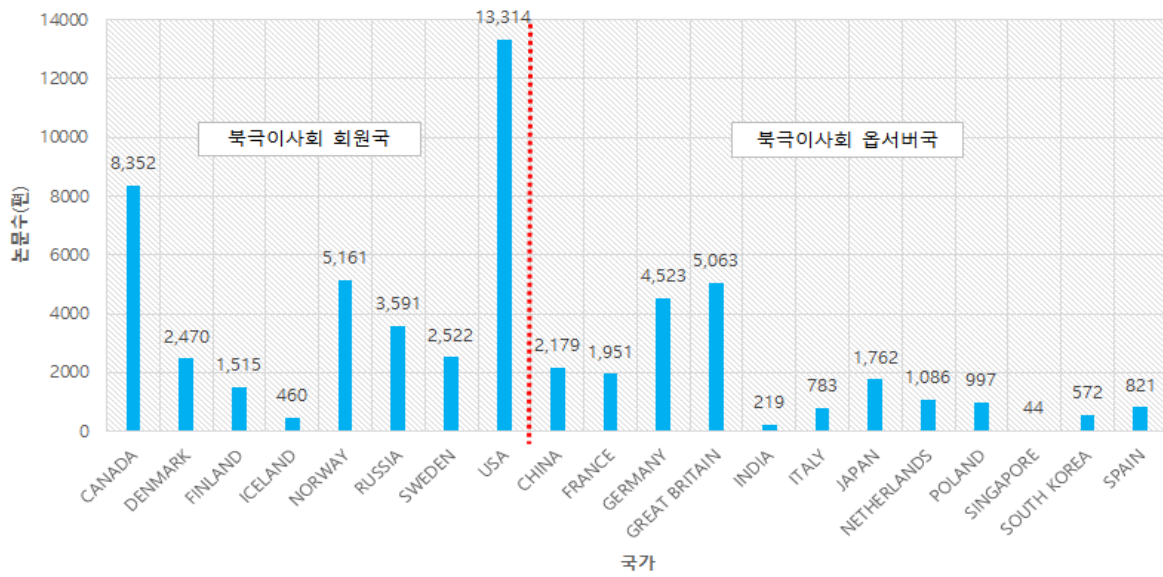
● 논문 분석 결과

- 북극관련 투고 논문수는 1998년 914편에서 2016년에는 약 3.6배인 3,364건으로 증가 2010년 이전 연간 2,000건 이하의 논문이 출간되었으나 2010년 이후 연간 2,000건 이상이 출간되고 있으며 2012년 이후 2,500건, 2015년에는 연간 3,000건 이상의 논문 출간



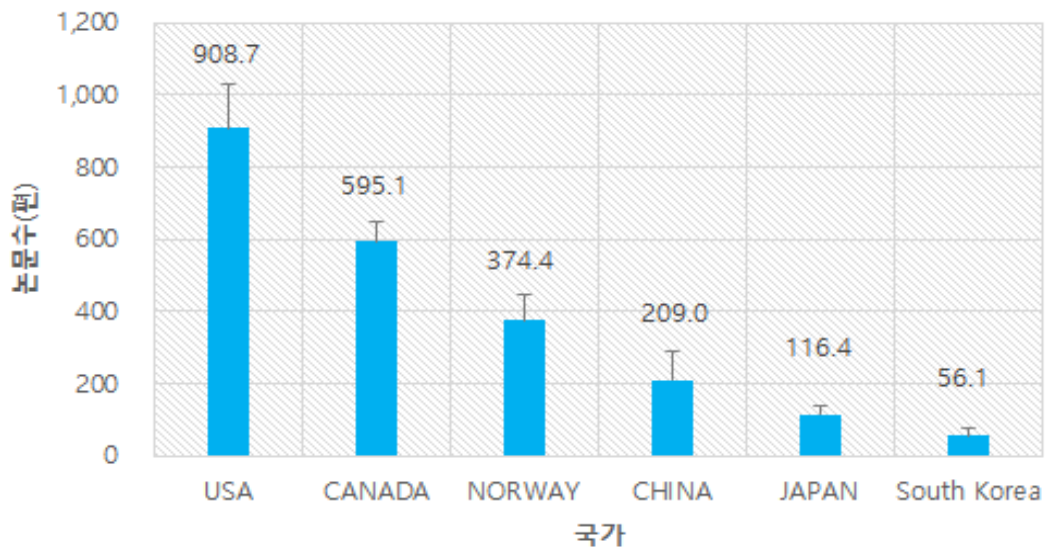
[그림 1] 북극관련 논문의 연도별 출간수

- 대상기간동안 국가별 논문발간수는 미국이 13,314건으로 가장 많았으며, 다음이 캐나다(8,352건), 노르웨이(5,161건) 등이었으며, 우리나라는 동기간 논문편수가 572편으로 논문수에서 전체 비교대상국* 중 17번째임
- 비교대상국은 북극이사회 회원국 8개국(캐나다, 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 러시아, 스웨덴, 미국), 영국옵서버국가 12개국(중국, 프랑스, 독일, 영국, 인도, 이탈리아, 일본, 네덜란드, 폴란드, 싱가포르, 대한민국, 스페인)



[그림 2] 우리나라 및 비교대상국의 북극관련 논문 편수

- 주요국의 최근 10년(2005~2016)간의 평균 논문 발간 편수 분석결과 미국 908.7건, 캐나다 596.1건, 노르웨이 374.4건, 중국 209.0, 일본 116.4건, 우리나라 56.1건으로 분석되었으며, 우리나라는 미국의 6% 수준이며, 캐나다 대비 9%, 중국 대비 26%, 일본 대비 48% 수준



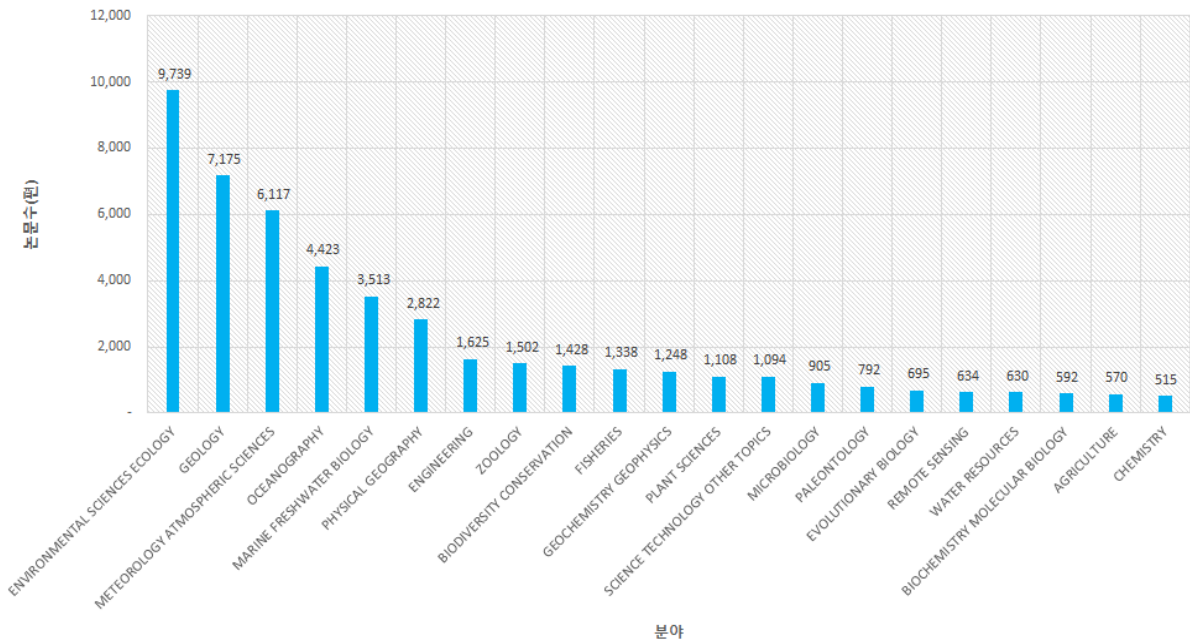
[그림 3] 주요국의 최근 연간 평균 논문편수(2005-2016)

- 한편 한중일 3국의 비교에서는 우리나라는 2010년 높은 증가세를 보인 후 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있으나 동 기간동안 중국에서 발간된 논문편수와 4배 이상 차이
 - 중국의 경우 2010년과 2012년 높은 증가세를 보인 이후 연평균 10% 이상씩 지속적으로 증가하고 있으며, 2011년도부터는 일본을 앞서기 시작
 - 일본의 경우 동 기간동안 큰 변화 없이 일정수준을 유지해 오고 있으며, 2016년 19.5%의 증가세를 보이며 급증

[표 8] 한국, 일본, 중국의 논문편수 및 연평균 증가율 비교

년도	논문수			CAGR(연도별)		
	우리나라	중국	일본	우리나라	중국	일본
2005	13	51	92	0.0%	32.6%	4.7%
2006	3	54	90	-52.0%	2.9%	-1.1%
2007	16	58	99	130.9%	3.6%	4.9%
2008	21	72	82	14.6%	11.4%	-9.0%
2009	17	80	83	-10.0%	5.4%	0.6%
2010	34	102	103	41.4%	12.9%	11.4%
2011	36	122	89	2.9%	9.4%	-7.0%
2012	43	177	104	9.3%	20.4%	8.1%
2013	51	213	119	8.9%	9.7%	7.0%
2014	67	252	116	14.6%	8.8%	-1.3%
2015	82	261	117	10.6%	1.8%	0.4%
2016	80	336	167	-1.2%	13.5%	19.5%
합계	463	1,778	1,261	21.4%	23.6%	9.7%

- 한편 대상기간동안 비교대상국 전체 연구분야(83개분야)별 논문수는 환경과학·생태학 분야가 9,739건으로 가장 많았으며 다음이 지질학(7,175건), 기후·대기과학(6,117건)의 순이었음
- 논문출판수가 높은 상위 5개 분야 중 환경과학·생태학 분야는 1998년 254편에서 2016년 915편으로 초기에 비해 3.6배 증가하였으며 연평균 발간되는 논문은 513편이었음
- 상위 5개분야의 논문수의 평균증가율은 3.3배였으나 해양학분야와 해양·담수생물학 분야의 평균 증가율은 2.53배, 1.80배로 평균보다 낮고, 지질학과 기후·대기분야의 증가율은 각각 4.15, 4.16배로 환경과학·생태학 분야와 함께 평균 이상임

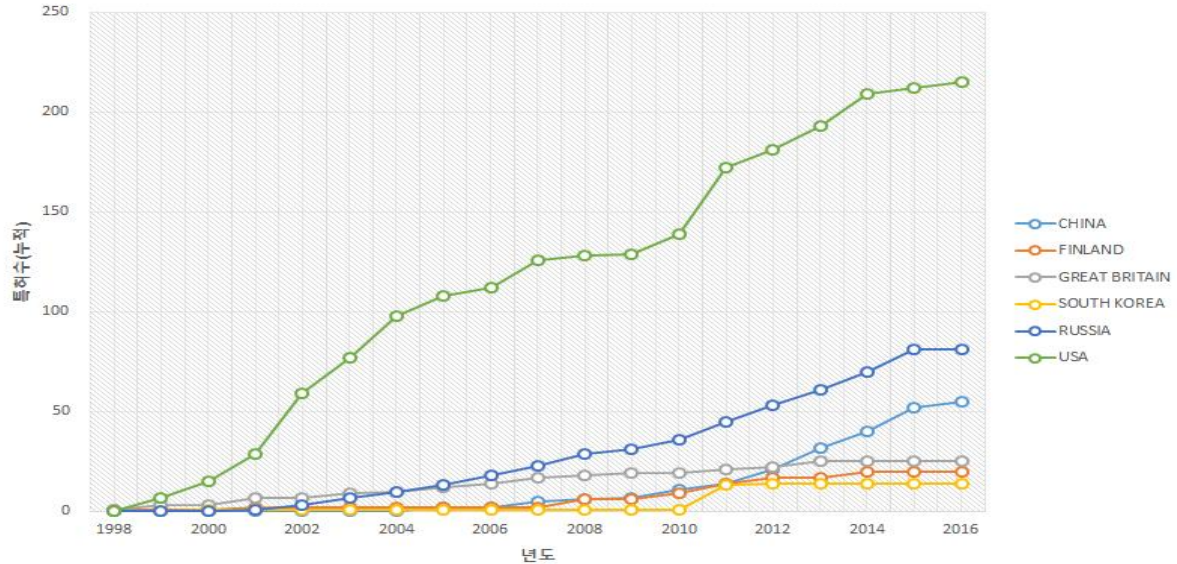


[그림 4] 주요 연구분야별 논문수 (1998~2016, 분석논문 35,602편 대상)

특허 분석 결과

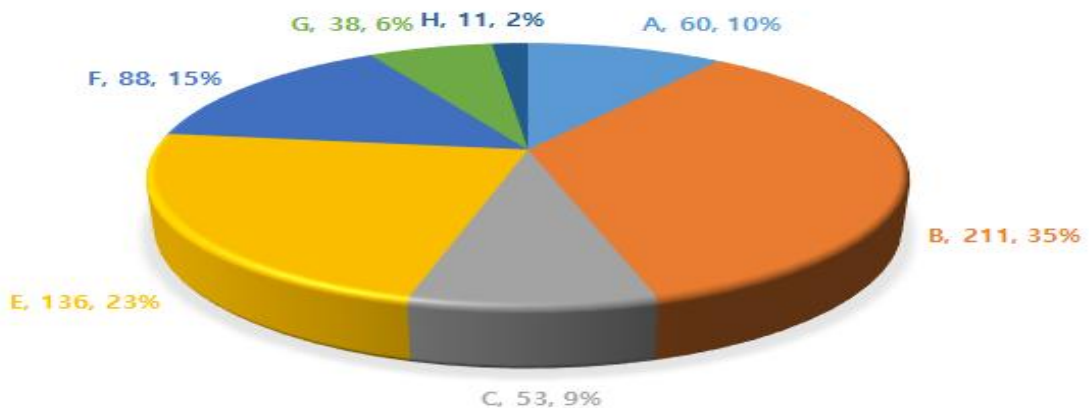
- 1998~2016년까지 미국, 일본, EU, 중국 등에 등록된 북극 관련 특허는 총 597건으로 분석 대상 특허 중 미국이 총 219건(39%)으로 가장 많았으며 러시아 81건(15%), 중국 55건(9.8%), 우리나라 16건(2.8%)을 보유

- 미국 및 러시아 등의 북극관련 특허는 지속적으로 증가하고 있는 반면 우리나라는 2011년 이후 등록건수의 변화가 거의 없는 상황



[그림 5] 주요국의 북극관련 특허 보유현황

- 전체 597건 중 국제특허분류 상 B섹션에 속하는 특허(선박 등 운송수단 관련)가 211건(35%)로 가장 많았으며 E섹션(해양플랜트 등 고정구조물 관련) 136건(23%), F섹션(발전 및 선박 기자재 관련) 88건(15%), A섹션(농림수산업 관련) 60건(10%)으로 분석



[그림 6] 북극관련 특허의 국제특허분류 분포

❶ 북극연구 기술수준 평가

□ 과학, 산업, 정책 분야의 기술수준 평가 결과는 아래와 같음

[표 9] 북극연구 과학분과 기술수준

관련 기술		최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차 (년)	기술 실현시기 (년)
		보유국	기술수준(%)			
환경기술	기후변화대응	미국	80.6	55.3	11	2033
	생태계관리	미국	77.8	42.8	16	2043
	환경유해성평가	미국	82.8	49.7	15	2037
	대기환경모니터링	미국	84.3	55.3	11	2033
	빙하특성규명	미국	82.8	48.6	12	2036
	지구물리규명	미국	82.9	59.7	11	2034
	지질특성규명	미국	82.0	52.7	14	2037
조사관측	무인관측	미국	79.3	52.0	11	2035
	원격탐사(위성)	미국	84.0	52.4	13	2036
	조사·관측 장비개발	미국	81.8	52.3	14	2038
	통신기반	미국	83.8	64.8	9	2032
생물자원	신소재발굴·확보	미국	81.8	59.8	11	2037
	종다양성보존	미국	78.1	51.9	14	2040

[표 10] 북극연구 산업분과 기술수준

관련 기술		최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차 (년)	기술 실현시기 (년)
		보유국	기술수준(%)			
물류체계	물류수요분석	미국	81.5	58.8	8	2029
	운송체계개발	미국	79.7	57.9	8	2030
	물류체계 변화예측	미국	81.8	56.5	7	2028
	물류인프라 구축	미국	76.3	48.2	9	2033
	비즈니스모델 수립	미국	78.3	54.4	8	2029
에너지 광물	자원탐사·평가	미국	83.3	53.1	11	2034
	자원생산	미국	80.3	45.8	12	2035

	자원수송	미국	80.9	57.9	9	2031
화물수송	운항선박(기자재)개발	미국	82.4	69.1	6	2029
	빙성능평가 인프라개선	미국	83.9	66.9	6	2029
	방한성능평가	미국	83.7	64.0	7	2028
해양플랜트	(기자재)설계·생산	미국	81.3	59.1	8	2030
	(기자재)시험·평가	미국	81.7	57.5	8	2030
	해양플랜트운용	미국	80.6	52.8	10	2031
안전방제	운항고도화	미국	78.0	56.7	8	2030
	유빙탐지·해빙모니터링	미국	80.7	52.7	10	2031
	오염물질방제	미국	76.3	47.7	9	2031
	해상구난·구조	미국	77.0	47.4	10	2033

[표 11] 북극연구 정책분과 기술수준

관련 정책	최고정책		우리나라 정책수준(%)	정책격차 (년)	정책 실현시기 (년)	
	정책수준(%)	기술수준(%)				
경제정책	경제협력정책 (북극권/비북극권)	미국	80.9	56.9	10	2030
	경제개발정책 (국가간/지방정부)	미국	78.1	48.8	11	2031
북극뉴 비즈니스	에너지자원정책	미국	80.8	51.3	11	2032
	수산자원정책	미국	79.4	49.8	11	2032
	관광정책	미국	78.9	43.7	11	2032
	통신·바이오·항만물류 등 산업정책	미국	81.1	53.6	9	2030
인프라	PPF 등 동향분석	미국	79.1	49.8	9	2030
	관련 인력양성	미국	77.3	45.2	10	2031
	홍보	미국	76.1	50.7	9	2029
인문사회	사회문화정책	미국	72.4	45.0	11	2032
북극 거버너스	거버너스	미국	76.4	49.8	9	2030
	국제협력	미국	76.7	55.4	8	2029
	국제규제	미국	76.0	52.4	9	2031

❶ 북극연구 분야별 추진 여건

- 과학분과의 기술추진 여건은 기술발전추세, 과학기술적 중요도, 경제적 중요도, 기술개발시급성 및 기술파급효과는 조사관측기술이 가장 높은 것으로 분석되고 정책적 중요도는 환경기술이 가장 높은 것으로 분석
 - 기술별 이슈에 따른 기술개발 추진여건이 다양하게 존재하나 과학기술적 중요도가 대부분 높은 것으로 분석, 반면 경제적 중요도는 공통적으로 높지 않음
- 산업분과의 기술추진 여건은 기술발전추세, 기술적중요도, 기술파급효과에서는 해양플랜트가 가장 높으며, 경제적중요도에서는 에너지광물자원, 정책적중요도에서는 물류체계, 기술개발시급성에서는 화물수송선박이 가장 높게 분석
 - 환경기술·조사관측·물류체계 기술 분야에 비해 물류체계 분야는 기술추진 여건 중 경제적 중요도와 정책적 중요도를 공통적으로 높게 평가
- 정책분과의 기술추진 여건은 정책발전추세, 기술적중요도에서는 경제정책이 가장 높으며, 경제적중요도에서는 북극뉴비즈니스, 정책적중요도, 정책개발시급성 및 파급효과에서는 북극거버넌스가 가장 높게 분석



[그림 7] 과학분과의 분야별 추진 여건



[그림 8] 산업분과의 분야별 추진 여건

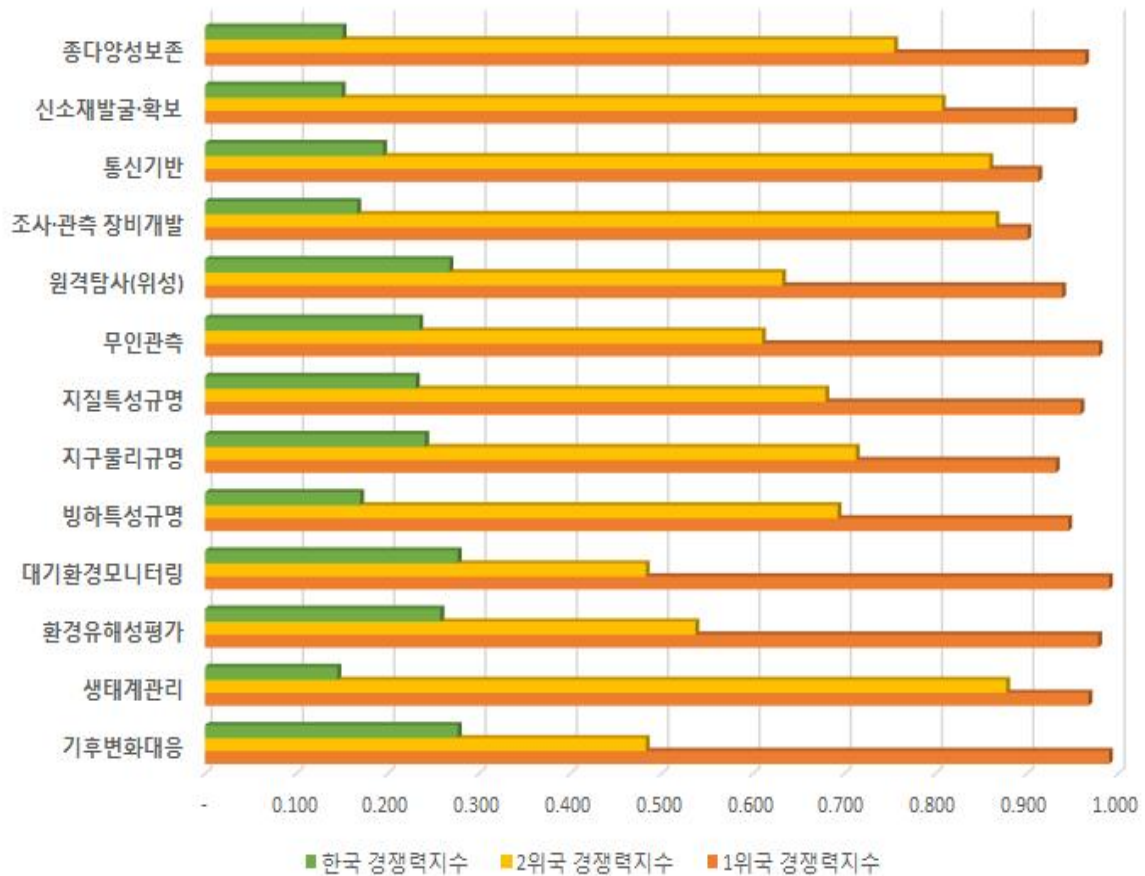


[그림 9] 정책분과의 분야별 추진 여건

5 정책 우선순위 분석

● 논문 경쟁력 비교

- 북극 분석대상 논문의 영향력지수, 기술력지수, 인용도지수를 표준화한 뒤 각 표준 값의 평균을 활용하여 북극연구 분야별 경쟁력지수를 산출
- 북극과학 분야 13개 세부기술 중 기후변화대응기술, 대기환경모니터링기술, 원격탐사(위성)기술 등이 상대적 경쟁력이 높은 분야로 평가

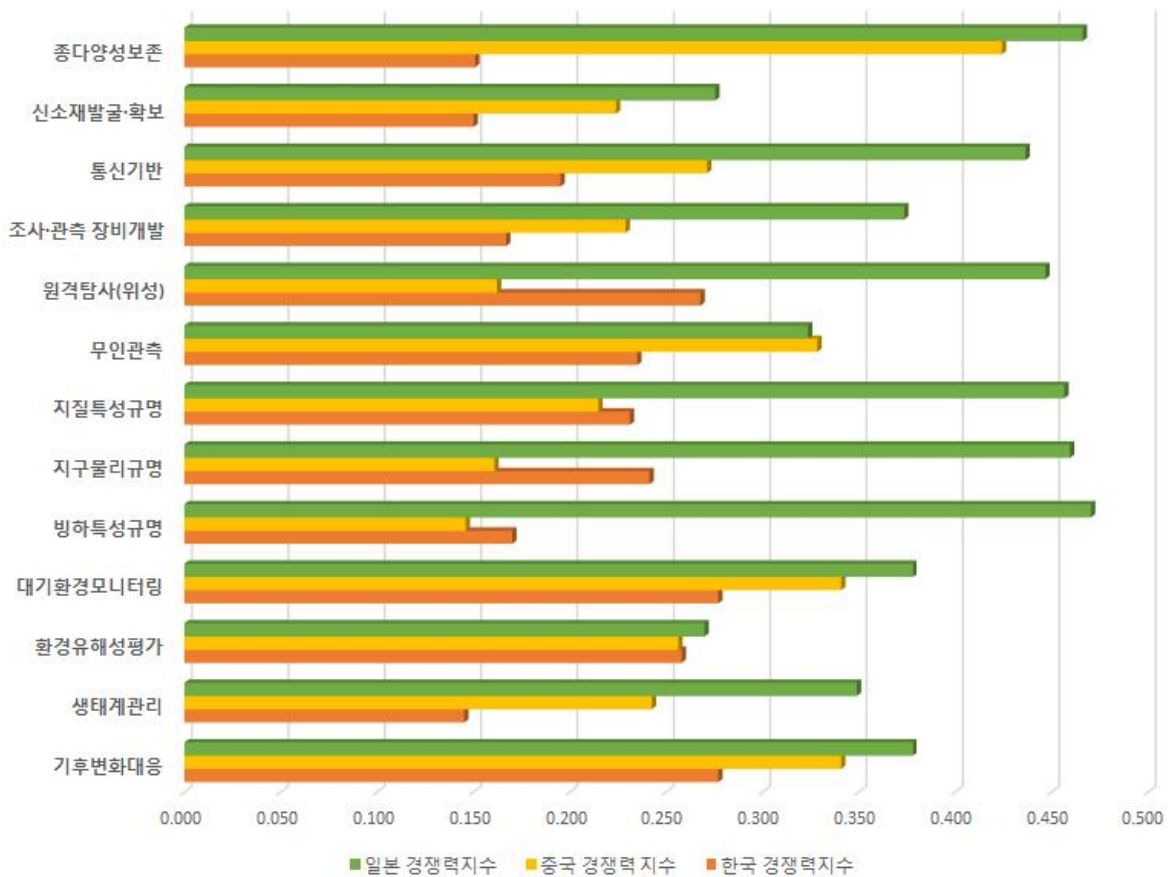


[그림 10] 과학분과 논문 경쟁력 비교

● 기술 경쟁력 비교

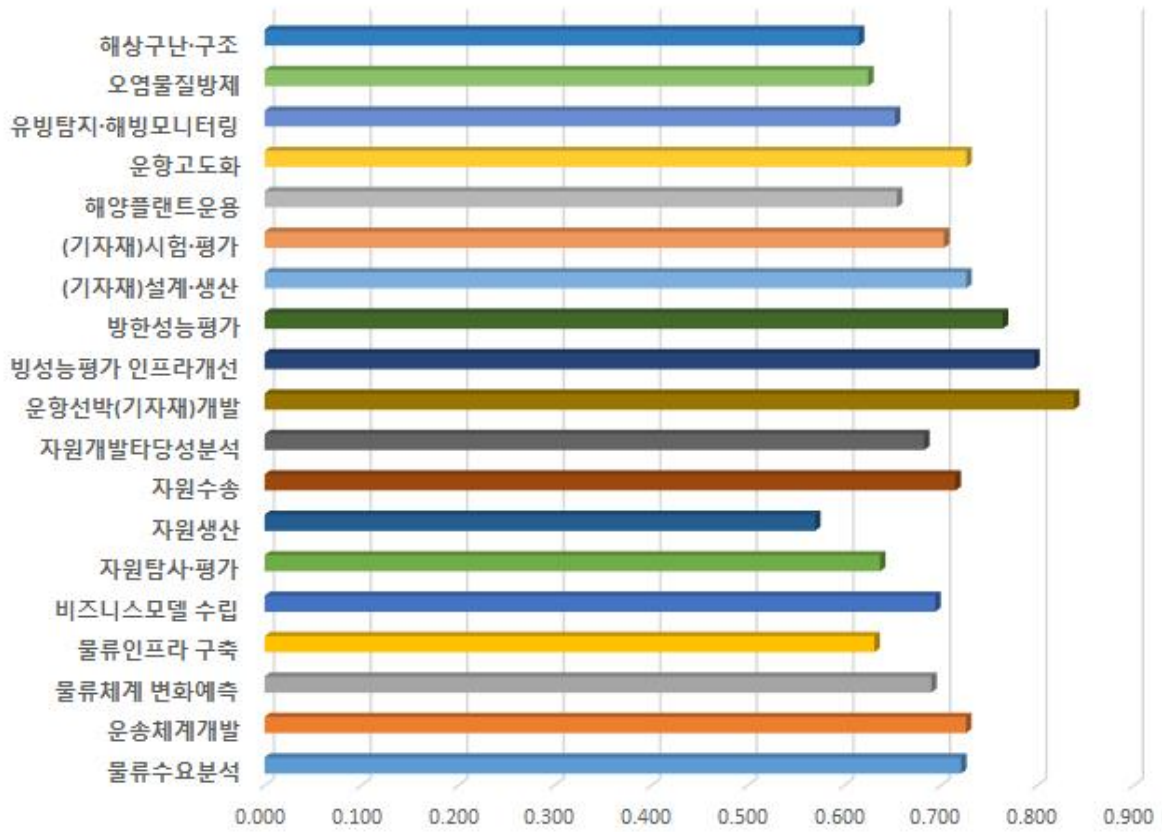
- 델파이 조사기반 기술수준평가 결과를 기초로 최고기술보유국 대비 우리나라의 비교대상 기술간 경쟁력을 판단

- (과학분야) 관련 전문가 평가에 근거하여 통신기반기술, 신소재발굴확보기술, 지구물리규명기술, 기후변화대응기술 등이 상대적 경쟁력이 높은 분야로 분석
- 한편, 생태계관리기술, 빙하특성규명기술, 환경유해성평가기술 등은 상대적 경쟁력이 낮은 분야로 분석

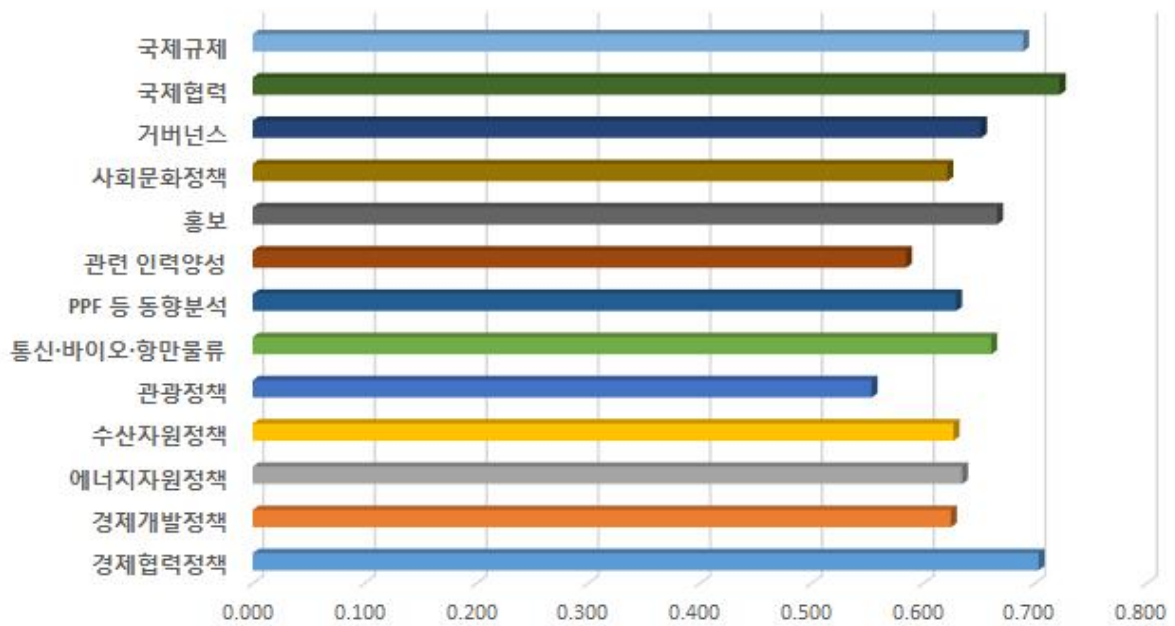


[그림 11] 과학분과 기술수준 평가 비교

- (산업분야) 관련 전문가 평가에 근거하여 운항선박기술, 빙성능평가인프라기술, 방한성능평가기술, 운항고도화기술 등 선박관련 기술과 운송체계개발기술 및 물류수요분석기술 등 물류관련 기술의 경쟁력이 높은 것으로 평가
- (정책분야) 관련 전문가 평가에 근거하여 우리나라의 상대적 경쟁력 우위가 높은 분야는 국제협력정책, 경제협력정책, 국제규제정책 등으로 분석
- 반면 관광정책, 인력양성정책, 사회문화정책은 상대적 경쟁력이 낮은 분야로 분석



[그림 12] 산업분과 기술수준 평가 비교



[그림 13] 정책분과 기술수준 평가 비교

❶ 북극연구 여건 분석 개요

- 델파이 조사 기반 추출한 북극 연구의 추진 여건(정책발전 추세, 파급효과, 정책개발시급성, 정책중요도, 경제적 중요도, 과학기술적 중요도)을 종합하여 연구의 시급성 및 연구의 중요성 관점으로 평가
 - 해당 평가를 통해 중요도와 시급성이 가장 높은 우선 추진분야를 도출

[표 12] 북극연구의 여건분석 항목 분류

구분	연구의 시급성	연구의 중요도
기술수준평가 추진여건항목	정책개발시급성, 파급효과, 정책발전 추세	정책중요도, 경제적 중요도, 과학기술적 중요도

- (과학분과) 연구 중요도 및 시급성 측면에서 통신기반기술, 원격탐사기술, 신소재발굴확보기술, 조사관측장비개발기술, 무인관측기술 등이 최우선 추진 고려 대상으로 분석
 - 최우선추진 분야 이외의 추진고려 대상 분야는 기후변화대응기술 및 대기환경 모니터링기술로 분석
- (산업분과) 연구 중요도 및 시급성 측면에서 운항선박개발기술, 자원수송기술, 해양플랜트설계생산기술, 운송체계개발기술, 운항고도화기술 등 조선해양플랜트 및 물류 분야가 최우선 추진 고려 대상으로 분석
 - 산업관련 기술의 특성을 고려할 때 연구시급성을 우선적으로 검토하여 자원탐사평가기술, 자원생산기술, 자원개발타당성분석기술, 오염물질방제기술로 분석
- (정책분과) 연구 중요도 및 시급성 측면에서 통신·바이오·항만물류 및 에너지자원비즈니스정책, 즉시부두시설 등 동향분석, 국제협력 및 인력양성정책이 등 최우선 추진 고려 대상으로 분석
 - 정책분야 특성을 고려할 때 연구중요성을 우선적으로 검토하여 홍보정책 및 국제규제정책으로 분석



[그림 14] 과학분과 기술 여건 분석



[그림 15] 산업분과 기술 여건 분석



[그림 16] 정책분과 기술 여건 분석

● 기술수준 평가에 따른 시사점

- (논문 분석) 북극연구 분야 논문분석 결과 미국, 캐나다, 노르웨이, 러시아 등 북극권에 직접적인 영토주권을 행사하는 국가의 점유율이 타국가들에 비해 월등히 높은 상황
 - 따라서 북극연구 관련한 후발주자인 우리나라의 경우 단순히 논문 편수 측면에서의 비교를 통해서만 변별력 있는 특성을 도출하는데 한계 존재
 - 다만 북극관련 연구가 산업적인 활용 측면보다는 장기적 관점에서의 기초·원천 기술에 집중되어 추진되고 상기 언급한 주요 국가들을 제외하면 양적 차이만 존재할 뿐 기술력 및 영향력 지수 측면에서는 유사한 상황
 - 따라서 논문을 비롯한 특허 및 전문가 기술수준평가 등을 종합하여 도출된 전략적 강점 분야의 투자 확대를 통해 논문관련 격차를 줄이는 한편 기술선점도 가능할 것으로 판단
 - 특히 중국의 경우 2010년 이후의 일본을 추월한 후 지속적인 확대를 통해 선

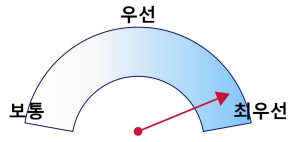
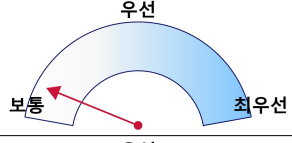
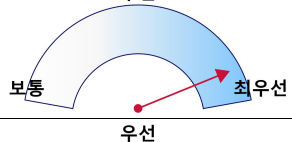


도국가들과의 격차를 줄여나가고 있고, 일본은 국제공동해양시추사업(IODP) 주관을 통해 북극 지질학 분야의 세계 최고 수준의 역량 보유

- (특허 분석) 앞서 언급한 바와 같이 기초원천기술에 집중되고 있는 북극연구의 특성 등을 감안할 때 분야별 혹은 국가별 특허 보유 수준을 통해 전략적인 추진분야를 도출하는데 한계가 존재
 - 다만 2000년 이후 조선해양플랜트 및 해양생물자원 관련 특허의 등록건수가 현저하게 높게 나타나고 있는 만큼 해당 분야에 대한 전략적인 검토가 필요한 것으로 판단
 - 특히 해양수산자원과 관련한 중국의 특허보유가 지속적으로 증가하고 있는 부분은 2010년 이후 중국의 북극관련 논문 편수 증가와 연계하여 고려할 필요가 있음
- (기술수준 평가) 각 세부 기술분야별 연구 중요도 및 시급성 측면에서 분석된 최우선 추진고려 기술·정책분야는 논문 및 특허에서 분석된 최근의 경향을 잘 반영하고 있는 만큼 향후 우리나라의 중장기 북극연구 전략방향 설정에 있어서 참고할 필요가 있음

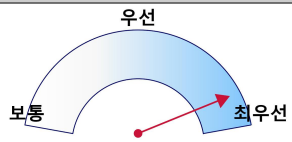
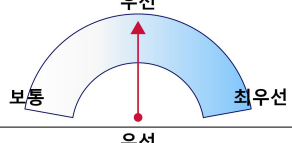
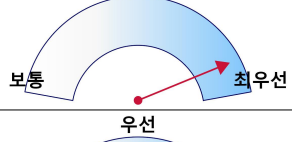
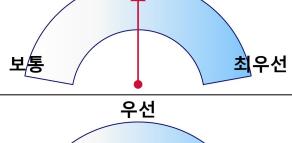

● 『2030 북극연구 중장기 로드맵』상 15개 핵심분야 기술수준 연계

- 2030 북극연구 중장기 로드맵에서 수요조사를 통해 도출된 15개 핵심분야와 기술수준분석을 통해 도출된 우선 고려 기술을 연계하여 각 과제별 추진 우선 순위(안)를 제안
- (북극과학) 해당분야에서 도출된 5개 핵심과제에 우선고려 기술을 연계하여 도출된 최우선추진 과제는「융복합 및 첨단기술」과 「북극생태계 및 생물다양성」등 2개 과제
- (북극산업) 해당분야에서 도출된 5개 핵심과제에 우선고려 기술을 연계하여 도출된 최우선추진 과제는「미래 북극 물류체계」와 「북극 항로 화물수송 선박」등 2개 과제
- (북극정책) 해당분야에서 도출된 5개 핵심과제에 우선고려 정책을 연계하여 도출된 최우선추진 과제는「북극뉴비즈니스」와 「북극 거버넌스」등 2개 과제

[표 13] 북극과학 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석에 근거한 우선순위(안)

연번	15개 핵심분야	기술수준평가에 따른 최우선(●) 및 고려(○) 분야	우선순위(안)
1	융복합 및 첨단기술	●원격탐사기술 ●통신기반기술 ●조사관측장비개발기술 ●무인관측기술	
2	해양/대기/육상 환경변화	○대기환경모니터링	
3	북극생태계 및 생물다양성	●원격탐사기술 ●신소재발굴확보기술	
4	고기후 및 미래예측	○기후변화대응기술	
5	북극미래자원	●신소재발굴확보기술	

[표 14] 북극산업 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석에 근거한 우선순위(안)

연번	15개 핵심분야	기술수준평가에 따른 최우선(●) 및 고려(○) 분야	우선순위(안)
1	미래 북극 물류체계	●운송체계개발기술 ●자원수송기술	
2	북극 에너지·광물 자원	○자원탐사평가기술 ○자원생산기술 ○자원개발타당성기술	
3	북극항로 화물수송 선박	●운송선박개발기술 ●운항고도화기술	
4	북극해 해양플랜트	●해양플랜트 생산·설계기술	
5	북극 안전·방제	○오염물질방제기술	

[표 15] 북극정책 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석에 근거한 우선순위(안)

연번	15개 핵심분야	기술수준평가에 따른 최우선(●) 및 고려(○) 분야	우선순위(안)
1	북극권 경제정책	-	
2	북극 뉴비즈니스	●통신·바이오·항만물류정책 ●에너지자원정책	
3	북극 인프라	●인력양성정책	
4	북극 인문사회	-	
5	북극 거버넌스	●국제협력 및 규제관련 정책 ●거버넌스정책 ●홍보	

목 차

I. 서론	1
1. 연구 목적 및 범위	1
2. 연구 방향	3
3. 기대효과	5
II. 북극 연구 국내외 동향	9
1. 북극연구 관련 국내 동향분석	9
2. 북극연구 관련 국제 동향분석	31
III. 기술수준분석 방법론	55
1. 북극 연구분야 기술 분류	55
2. 기술수준 평가 방법론 도출	58
IV. 기술수준 평가 및 분석	65
1. 논문분야 기술수준 분석	65
2. 특허분야 기술수준 분석	89
3. 북극연구 기술수준 평가	95
4. 기술추진 여건분석	124
V. 정책 우선순위 분석	145
1. 주요 기술의 경쟁력 평가	145

2. 정책적 우선순위	152
VI. 북극 연구 정책 제언	160
1. 북극 연구의 현주소 및 미래 방향	160
2. 북극 연구 정책 제언	162
VII. 참고문헌	165

표 목 차

[표 2-1] 북극정책 추진전략 및 세부추진 과제	11
[표 2-2] 제 2차 북극정책기본계획(안) 세부수행내용	12
[표 2-3] 20대 Quick-Win 기술	15
[표 2-4] 국가물류기본계획 세부추진전략	17
[표 2-5] 5대 권역 진출방향	18
[표 2-6] 대양 및 극지연구사업 세부과제	19
[표 2-7] 해양안전 및 해양교통시설기술개발사업	21
[표 2-8] 해양극지기초원천기술개발사업	23
[표 2-9] 북극연구컨소시엄 분과위원회 주요역할	24
[표 2-10] 북극 융·복합 협력연구 주요내용	25
[표 2-11] 북극 융·복합 협력연구 참여기관	25
[표 2-12] 쇄빙 LNG 운반선 개요	30
[표 2-13] 북극이사회 워킹그룹 및 TF 구성	31
[표 2-14] Arctic Resilience Action Framework	33
[표 2-15] The Framework for the Circumpolar	34
[표 2-16] 미국 북극 지역에 대한 국가전략의 3대 전략 및 4대 실행원칙	36
[표 2-17] 미국 북극연구계획관련 9개 전략	37
[표 2-18] 캐나다 북극정책 4대영역 13대 우선순위	38
[표 2-19] 러시아 북극 기술동향	39
[표 2-20] 덴마크 북극정책	40
[표 2-21] 노르웨이 북극정책	41

[표 2-22] 스웨덴 북극정책	42
[표 2-23] 중국의 북극관련 기구	42
[표 2-24] 중국 일대일로 이니셔티브 중 해양협력을 위한 비전	44
[표 2-25] 핀란드 북극정책	46
[표 2-26] 영국 북극정책 비전 및 세부내용	47
[표 2-27] 영국 북극기후변화관련 연구프로젝트	47
[표 2-28] ARCS 프로젝트의 8대 국제공동연구 주제	50
[표 3-1] 북극과학분야 기술분류	55
[표 3-2] 북극산업분야 기술분류	56
[표 3-3] 북극정책분야 기술분류	57
[표 3-4] 논문·특허분석 내용	59
[표 3-5] 평가설문 설계내용	61
[표 4-1] 한국, 일본, 중국의 논문편수 및 연평균 증가율 비교	69
[표 4-2] 주요국의 주요 연구비 지원기관 및 연구비 지원기관 수	88
[표 4-3] 환경기술분야 기술수준	96
[표 4-4] 조사관측 기술분야 기술수준	99
[표 4-5] 생물자원 기술분야 기술수준	101
[표 4-6] 물류체계 기술분야 기술수준	103
[표 4-7] 에너지·광물자원 기술분야 기술수준	106
[표 4-8] 화물수송 선박 기술분야 기술수준	108
[표 4-9] 해양플랜트 기술분야 기술수준	110
[표 4-10] 안전·방재 기술분야 기술수준	112
[표 4-11] 경제정책 분야 정책수준	114

[표 4-12] 북극 뉴비즈니스 분야 정책수준	116
[표 4-13] 인프라 분야 정책수준	118
[표 4-14] 인문·사회 분야 정책수준	120
[표 4-15] 북극 거버넌스 분야 정책수준	122
[표 5-1] 북극연구의 여건분석 항목 분류	148
[표 5-2] 북극과학 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석 우선순위(안)	154
[표 5-3] 북극산업 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석 우선순위(안)	154
[표 5-4] 북극정책 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석 우선순위(안)	155
[표 6-1] 해양수산 R&D 사업 중 북극관련 사업 추진 현황	163

||| 그림 목 차 |||

[그림 1-1] 기술수준 평가의 프로세스	4
[그림 1-2] 북극연구 기술수준분석 연구방향	4
[그림 2-1] 북극종합정책의 비전, 정책목표, 전략과제 및 세부추진과제	10
[그림 2-2] 환북극 동토층 관측 거점 설치 계획도	26
[그림 2-3] 북극해 가스하이드레이트 탐사지역	27
[그림 2-4] 개발 완료된 북극항로 1개월 해빙 예측 시스템	28
[그림 2-5] 시스템 제공 북극해 해빙 집적도	28
[그림 4-1] 북극관련 논문의 연도별 출간수	65
[그림 4-2] 우리나라 및 비교대상국의 북극관련 논문 편수	66
[그림 4-3] 북극이사회 회원국과 영구옵서버 국가의 논문수	66
[그림 4-4] 영구옵서버국가와 우리나라의 연가 논문수 비교	67
[그림 4-5] 주요국과 우리나라의 논문수(누적) 비교	68
[그림 4-6] 주요국의 최근 연간 평균 논문편수	68
[그림 4-7] 주요 연구분야별 논문수	70
[그림 4-8] 상위 5개 연구분야의 연도별 논문수	71
[그림 4-9] 1998년 대비 논문수 급증 분야의 연도별 논문수	72
[그림 4-10] 북극관련 사회과학 분야의 연도별 논문발간 현황	72
[그림 4-11] 주요국의 환경과학·생태학 분야 논문 발간 현황	73
[그림 4-12] 환경과학·생태학 분야 영향력지수와 기술력지수	74
[그림 4-13] 환경과학·생태학 분야의 인용도지수	74
[그림 4-14] 주요국의 기후·대기과학 분야 논문 발간 현황	75

[그림 4-15] 기후·환경과학 분야 영향력지수와 기술력지수	76
[그림 4-16] 기후·환경과학 분야의 인용도지수	76
[그림 4-17] 주요국의 지질학 분야 논문 발간 현황	77
[그림 4-18] 지질학 분야 영향력지수와 기술력지수	77
[그림 4-19] 지질학 분야의 인용도지수	78
[그림 4-20] 주요국의 해양학 분야 논문 발간 현황	79
[그림 4-21] 해양학 분야 영향력지수와 기술력지수	79
[그림 4-22] 해양학 분야의 인용도지수	80
[그림 4-23] 주요국의 자연지리학 분야 논문 발간 현황	81
[그림 4-24] 자연지리학 분야 영향력지수와 기술력지수	81
[그림 4-25] 자연지리학 분야의 인용도지수	82
[그림 4-26] 주요국의 공학 분야 논문 발간 현황	83
[그림 4-27] 공학 분야 영향력지수와 기술력지수	83
[그림 4-28] 공학 분야의 인용도지수	84
[그림 4-29] 주요국의 수산학 분야 논문 발간 현황	85
[그림 4-30] 수산학 분야 영향력지수와 기술력지수	85
[그림 4-31] 수산학 분야의 인용도지수	86
[그림 4-32] 주요국의 동물학 분야 영향력지수와 기술력지수	87
[그림 4-33] 동물학 분야 영향력지수와 기술력지수	87
[그림 4-34] 동물학 분야 인용도 지수	88
[그림 4-35] 주요국의 북극관련 특허보유현황	89
[그림 4-36] 북극관련 특허의 국제특허분류 분포	90
[그림 4-37] 운송수단 관련 특허의 연도별 국가별 보유 현황 추이	91

[그림 4-38] 고정구조물 관련 특허의 연도별 국가별 보유 현황 추이	92
[그림 4-39] 발전 및 선박 기자재 관련 특허 연도별 국가별 보유 현황 추이	93
[그림 4-40] 농림수산업 고정구조물 관련 특허 연도별 국가별 보유 현황 추이	93
[그림 4-41] 환경 기술분야 최고기술 보유국	96
[그림 4-42] 환경 기술분야 중요도, 시급성 및 파급효과	98
[그림 4-43] 조서관측 기술분야 최고기술 보유국	99
[그림 4-44] 조서관측 기술분야 중요도, 시급성 및 파급효과	100
[그림 4-45] 생물자원 기술분야 최고기술 보유국	101
[그림 4-46] 생물자원 기술분야 중요도, 시급성 및 파급효과	102
[그림 4-47] 물류체계 기술분야 최고기술 보유국	104
[그림 4-48] 물류체계 기술분야 중요도, 시급성 및 파급효과	105
[그림 4-49] 에너지·광물자원 기술분야 최고기술 보유국	106
[그림 4-50] 에너지·광물자원 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	107
[그림 4-51] 화물수송 선박 기술분야 최고기술 보유국	108
[그림 4-52] 화물수송 선박 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	109
[그림 4-53] 해양플랜트 기술분야 최고 기술 보유국	110
[그림 4-54] 해양플랜트 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	111
[그림 4-55] 안전·방제 기술분야 최고기술 보유국	112
[그림 4-56] 안전·방제 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	113
[그림 4-57] 경제정책 분야 최고정책 보유국	114
[그림 4-58] 경제정책 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	115
[그림 4-59] 북극 뉴비즈니스 분야 최고정책 보유국	116
[그림 4-60] 북극 뉴비즈니스 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	117

[그림 4-61] 인프라 분야 최고정책 보유국	118
[그림 4-62] 인프라 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	119
[그림 4-63] 인문·사회 분야 최고정책 보유국	120
[그림 4-64] 인문·사회 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	121
[그림 4-65] 북극거버넌스 분야 최고정책 보유국	122
[그림 4-66] 북극 거버넌스 분야 중요도, 시급성 및 파급효과	123
[그림 4-67] 과학분과 분야의 기술추진 여건	125
[그림 4-68] 산업분과 분야의 기술추진 여건	126
[그림 4-69] 정책분과 분야의 기술추진 여건	127
[그림 4-70] 환경기술 분야의 기술추진 여건	128
[그림 4-71] 조서관측 기술 분야의 기술추진 여건	129
[그림 4-72] 생물자원 기술 분야의 기술추진 여건	130
[그림 4-73] 물류체계 기술 분야의 기술추진 여건	132
[그림 4-74] 에너지·광물자원 기술 분야의 기술추진 여건	133
[그림 4-75] 화물수송선박 기술 분야의 기술추진 여건	134
[그림 4-76] 해양플랜트 기술 분야의 기술추진 여건	135
[그림 4-77] 안전·방재 기술 분야의 기술추진 여건	136
[그림 4-78] 경제정책 분야의 기술추진 여건	137
[그림 4-79] 북극 뉴비즈니스 분야의 기술추진 여건	138
[그림 4-80] 인프라분야 분야의 기술추진 여건	139
[그림 4-81] 인문사회 분야의 기술추진 여건	140
[그림 4-82] 북극거버넌스 정책 분야의 기술추진 여건	141
[그림 5-1] 과학분과 논문경쟁력 비교	145

[그림 5-2] 과학분과 기술수준 평가 비교	146
[그림 5-3] 산업분과 기술수준 평가 비교	147
[그림 5-4] 정책분과 기술수준 평가 비교	148
[그림 5-5] 과학분과 기술 여건 분석	149
[그림 5-6] 산업분과 기술 여건 분석	150
[그림 5-7] 정책분과 기술 여건 분석	151
[그림 6-1] As-Is 분석 및 To-Be 모델	161

1. 서론



1 연구 목적 및 범위

❶ 북극환경의 변화

- 북극선(Arctic circle)은 북위 66.5° 이북지역 또는 영구동토층의 한계선을 지칭하며, 약 2,100만km²의 면적으로 지구 지표면의 약 6%에 해당
- IPCC 5차 평가보고서(2013)에 따르면, 온실가스의 감축 없이 현재와 같은 추세로 이산화탄소(CO₂) 농도가 2100년 936ppm에 도달할 경우, 21세기 말 지구의 평균기온은 1986~2005년에 비해 3.7°C, 해수면은 63cm 상승할 것으로 전망
 - 특히 지구의 평균 해수면은 110년간(1901~2010년) 19cm(17~21cm) 상승했으며, 지구의 빙상과 빙하의 양은 줄고 있는 상황으로 분석하면서 북극 해빙은 연평균 면적이 10년에 3.5~4.1%의 비율로 줄어들었을 가능성이 높다고 진단
- 이에 따라 지속적으로 해빙현상(thinning)이 발생되어 2050년 이전에는 북극 하계 시즌 해빙이 사라지는 상황이 오고, 겨울철을 제외하고 북극항로의 항해가 가능한 조건이 형성될 것으로 전망¹⁾
- 기후변화에 따른 급속한 북극의 해빙은 북극 환경변화에 따른 적응 이슈가 다양한 분야에서 더욱 부각되는 상황
 - 생물 다양성 감소, 멸종 위기 생물 증가, 해양 오염, 해양 생태계 변화, 연안 재해 등의 환경 이슈가 전세계적으로 부각
 - 북극 환경 변화로 인한 북극 거주민의 생활복지, 안보 등의 글로벌 정책적 이슈도 함께 부각
 - 한편, 북극권으로 접근성 확대, 시베리아 동토층의 변화에 따른 유용 토지 확대 등과 함께 자원 개발(광물자원, 에너지자원, 수산자원) 등 새로운 경제활동의 기회가 제공될 수 있다는 경제적 이슈도 함께 부각
 - 북극해 가스자원 매장지와 연계하는 해운, 물류 관련 북극기반 서비스산업이 확대될 것으로 전망되며 이를 뒷받침할 해양 인프라도 주목해야 하는 상황

1) 북극이사회(2009), 『Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report』

● 연구 목적

- 우리나라는 북극이사회 제8차 각료회의('13.5.)에서 정식옵서버 지위를 획득함으로써 북극에 대한 체계적인 연구 및 국제협력 참여 확대 필요성 부각
 - 또한 북극다산과학기지 개설('02.4, 노르웨이) 이래, 쇄빙연구선 아라온호 건조('09년) 등 대형 연구인프라를 구축함으로써 보다 다양한 연구 활동 추진
- 정부는 관계부처와 합동으로 북극분야에 대한 정책기조를 담은 기본계획인 「북극 정책 기본계획」을 수립('13.12.)함으로써 체계적인 북극정책을 제시
 - 동계획은 관련 정책을 국제협력 분야, 과학조사 및 연구 분야, 북극권 비즈니스 분야, 제도분야로 구분하여 2017년까지 시행
- 북극에서의 과학조사 활동 및 원주민 공동체 지원 등 옵서버 국가로서 책무를 수행하면서 북극권 자원개발 시대에 대비하고 기술개발 및 협력 토대를 구축하기 위해, 북극연구의 중장기 방향 및 북극활동 정책방향 설정을 위한 정량적인 기초 자료를 마련하는 것이 중요
 - 따라서 이번 용역을 통해 현재의 우리나라의 북극관련 기술수준을 정량·정성적으로 분석하고 주요국과의 격차와 역량수준을 평가함으로써 향후 제2차 북극정책 기본 계획 수립을 지원하는 기본 자료를 확보

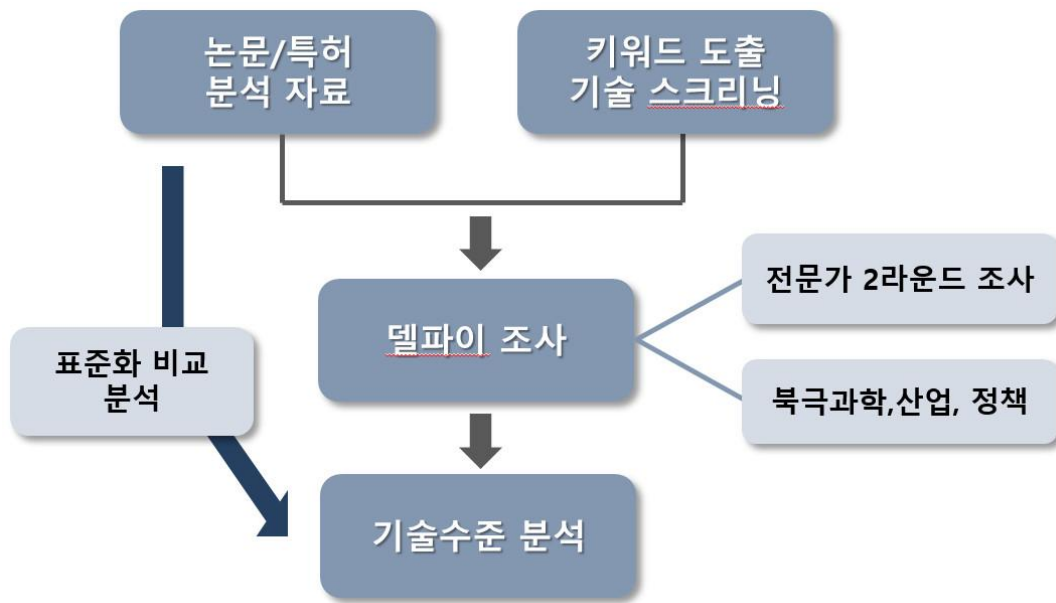
● 연구 범위

- 우리나라 북극연구의 과학·산업·정책 분야별 정량·정성적 기술수준 분석
 - 관련 전문가 자문위원회 구성을 통한 델파이분석(정성적 측면) 및 북극이사회 등 20개국을 대상으로 북극 연구분야 특허 및 논문 동향 분석(정량적 측면)
- 북극정책 및 연구와 관련된 대내외 환경 요인 분석
- 현황 및 기술수준 분석에 따른 북극연구 중장기 이슈 및 중점분야 도출
- 북극 연구분야의 중장기 비전(5년 단위) 및 연차별 추진 목표 연계안 도출

2 연구 방향

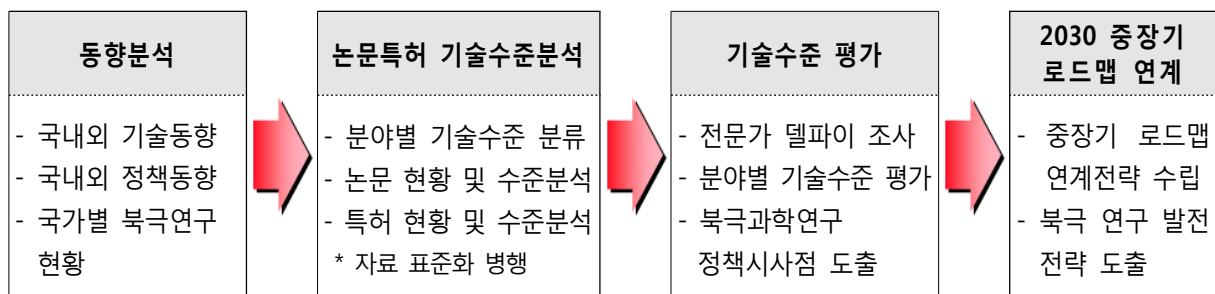
● 연구 방향

- 북극연구 관련 정책·기술·산업 동향 분석
 - 과학기술분야 국가상위계획(국정과제, 제3차 과학기술기본계획, 북극정책 기본계획 등), 해양수산과학기술계획(해양수산발전기본계획, 해양수산R&D 중장기계획 등) 주요 내용 검토
 - 북극이사회, 미국 기관간 북극연구정책위원회(IARPC), 지속가능한 북극 네트워크(SAON), 북극 관련 외교장관회의(GLACIER) 등의 주요 아젠다 검토
 - 북극연구컨소시엄(KoARC)의 분과별 혹은 참여기관의 주요 활동 현황 검토
 - IMO의 극지안전 운항, 북극해항로, 북극자원 개발, 북극해 해양생태계 보전 및 기후변화 등과 관련된 주요 이슈 검토
 - 동향분석을 통한 최신 이슈 등 시사점 도출
- 북극 연구분야의 기술수준 분석(정성·정량적 조사)
 - 전문가 위원회 구성(3개 중점 분야)을 통한 델파이 조사 실시
 - * 기술수준조사의 기준이 되는 북극기술분류체계(안)과 KoARC 참여 전문가 및 북극관련 R&D사업 책임자 등을 대상
 - 북극이사회(8개국) 및 옵저버 국가(12개국)를 대상으로 최근 5~10년 동안의 논문 투고 현황 분석(Web of Science, Scopus 등 논문검색 DB 활용)
 - * 북극정책 기본계획 및 KoARC 분과와 해양수산과학기술분류체계를 바탕으로 키워드 풀을 구성하고 전문가 위원회 및 발주처 협의를 통해 확정
 - 논문 검색 대상국 및 키워드를 바탕으로 국내외 등록특허 현황 분석
 - 정량·정성적으로 분석된 기술수준에 대한 종합적 평가를 통해 주요 정책별 우선 순위 분석 수행



[그림 1-1] 기술수준 평가의 프로세스

- 동향분석 및 기술수준 현황에 따른 북극과학연구 발전 전략 도출
 - 국내외 기술·정책 동향 및 국가별 기술수준 현황에 따른 북극 연구 향후 방향 및 발전 전략 도출
- 제2차 북극정책 기본계획 중점분야와 연계된 로드맵 및 연차별 목표 연계안 도출
 - 융합과제 및 15개 핵심 추진 과제로 구성된 2030 북극 연구 중장기 로드맵의 연계 방안 도출
 - 우리나라 북극 정책 방향성에 부합한 북극 연구 발전 전략 도출 및 정책적 방향 제안



[그림 1-2] 북극연구 기술수준분석 연구 방향

3 기대효과

❶ 북극 연구분야 최신 동향을 반영한 관련 정책 방향 설정 지원

- 문재인 정부 출범 등 주요 국내정책 환경 변화 및 북극이사회 등의 주요 정책 아젠다와 연계된 최신 이슈 파악
- 북극해 기후변화 대응 및 생태계 보전, 북극해항로 및 자원개발 관련 이슈에 대한 관련 기술 및 산업계 동향 파악

❷ 북극 연구분야 지원 타당성 및 우선 지원분야에 대한 근거 마련

- 기존 극지 연구분야로 통합되어 세부적인 기술수준 및 주요국과의 격차를 확인할 수 없었던 북극 연구분야에 대한 계량화된 수준 확인 가능
- 도출될 기술수준 및 격차를 바탕으로 북극 연구분야에 대한 지속성 있는 지원 타당성 확보 및 우선 지원분야에 대한 전략 수립 근거 마련

❸ 북극 연구분야 수행주체별 역할분담 및 성과확대 방안 검토

- 현행 북극 연구분야에 참여하고 있는 다양한 수행주체별 추진과제 및 연구 성과 등을 분석하여 성과현황 및 개선방향 도출
- 북극 연구분야별 소요예산, 파급효과, 최종기술 수요자 등을 종합적으로 고려한 수행주체별 역할을 재정립하는 등 효율적 거버넌스 체계(안) 제시 가능

❹ 중장기 로드맵 및 제2차 북극정책 기본계획 수립을 위한 기초자료 제공

- 도출될 기술수준 결과와 제1차 북극정책 기본계획의 성과분석의 연계를 통해 동계획의 추진성과 및 개선방향 제시 가능
- 북극 연구분야별 제시된 미래시점의 기술수준 및 기술격차를 바탕으로 제2차 북극정책 기본계획의 추진방향 및 중점추진분야 제시 가능

II. 북극 연구 국내외 동향



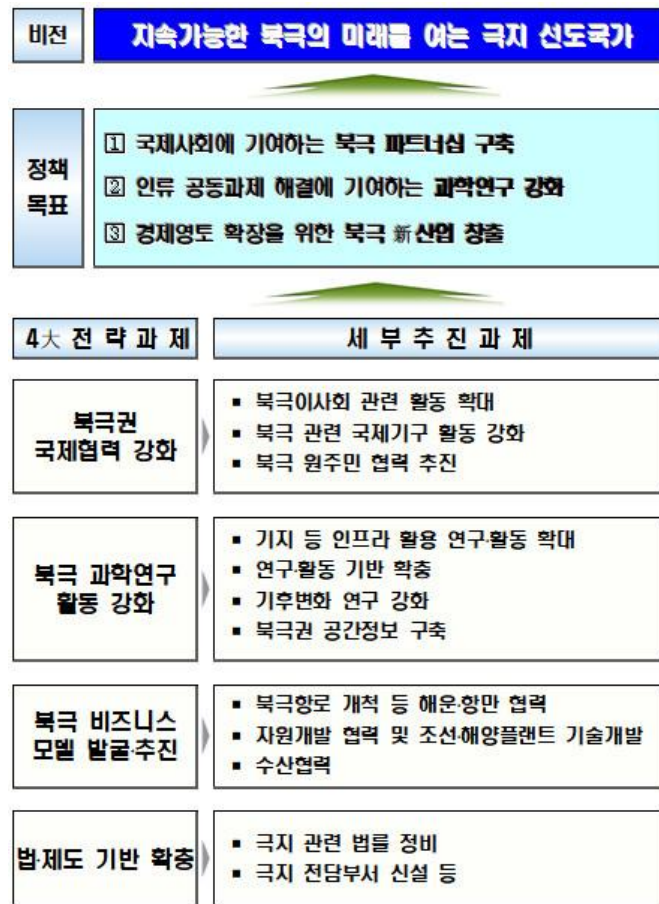
1 북극연구 관련 국내 동향분석

1. 북극 기본 계획 수립 현황

❶ 북극 종합정책 추진계획(13.7.25)

- 관계부처²⁾ 합동으로 북극항로 개척과 에너지 자원개발 등 북극정책 전반에 대한 범정부 차원의 종합적인 전략 수립
- 우리나라의 북극이사회 정식옵서버 국가 진출을 계기로 다변화하고 있는 정책변화 환경에 신속대응하고, 가속화되는 북극 해빙으로 세계각국의 관심이 고조된 상황에서 북극 비즈니스 모델을 발굴하기 위한 전략 마련 필요
 - 또한 북극연안국 및 관련 국제기구의 동향과 변화하는 정책 환경에 신속히 대응하는 체계 마련 필요
 - 환경 보호 및 기후변화 연구 활동을 강화하고 북극진출을 위한 범정부적 전략 요구
 - 정책의 기본 방향으로 북극이사회, 국제기구 및 옵서버 국가들과의 국제협력확대 및 인류의 공동과제 해결에 기여하는 과학연구 강화, 연안국들과의 협력을 통한 신산업 창출 기반 확보를 제시
- “지속가능한 북극의 미래를 여는 극지 선도국가”를 비전으로 제시하고 3대 정책목표, 4대 전략과제, 12개 세부추진과제를 수립
 - * 3대 정책 목표로서 ①국제사회에 기여하는 북극 파트너십 구축, ②인류공동과제 해결에 기여하는 과학연구 강화, ③경제영토 확장을 위한 북극 신산업 창출을 제시

2) 미래창조과학부, 외교부, 산업통상자원부, 환경부, 국토교통부, 기상청, 해양수산부



[그림 2-1] 북극종합정책의 비전, 정책목표, 전략과제 및 세부추진과제

● 제1차 기본계획 현황('13.12.10)

- 해양수산부는 관계부처 합동으로 북극 종합정책 추진계획(13.7)을 구체화하기 위한 세부계획으로 7개 부처 및 청³⁾의 사업을 종합하여 1차 북극 기본계획 수립('13년~17년, 5개년)
 - ‘지속가능한 북극의 미래를 여는 극지선도국가’를 비전으로 제시하고 국제사회에 기여하는 북극 파트너십 구축, 인류공동과제 해결에 기여하는 과학연구 강화, 경제영역의 참여를 통한 북극 신산업창출 등을 정책목표로 설정
- 북극정책 기본계획은 ① 국제협력 분야 8개 과제, ② 과학조사 및 연구 분야 11개 과제, ③ 북극권 비즈니스 분야 10개 과제 및 ④ 제도분야 2개 과제 등 총 31개 정책으로 2017년 말까지 시행할 예정

3) 미래창조과학부, 외교부, 산업통상자원부, 환경부, 국토교통부, 해양수산부, 기상청

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

[표 2-1] 북극정책 추진전략 및 세부추진 과제

추진전략	세부추진과제	추진방안	추진부처	
국제협력 강화	•북극이사회 관련 활동 확대	북극이사회 참여확대	(주관) 외교부, 해수부 (협조) 미래부, 환경부	
		북극이사회 20주년 기념행사 개최(2016신규)	(주관) 외교부	
		북극이사회 워킹그룹 참여	(주관) 외교부, 해수부 (협조) 미래부, 환경부	
		옵서버 진출 국가와의 협력1-1-3	(주관) 외교부, 해수부 (협조) 미래부, 환경부	
	•북극 관련 국제기구 활동 강화	과학연구분야	(주관) 해수부 (협조) 미래부, 외교부	
		기타 협의체 분야	(주관) 외교부, 해수부	
		선박안전 및 해양환경 보호분야	(주관) 해수부	
	•민간부문 협력 활성화	원주민 단체 협력	(주관) 해수부 (협조) 외교부	
학계중심 연구 네트워크 구축		(주관) 해수부 (협조) 외교부, 미래부		
과학조사 및 연구 활동 강화	•기지 등 인프라 활용 연구·활동 확대	다산과학기지를 기반으로 하는 연구 확대	(주관) 해수부 (협조) 외교부, 미래부	
		아라온호를 활용한 북극해 종합연구	(주관) 해수부	
		한북극 동토층 환경변화 관측시스템 구축	(주관) 미래부 (협조) 해수부	
		한북극 동토층 환경변화 분석을 통한 미래예측(2016신규)	(주관) 미래부	
	•연구·활동 기반 확충	다산과학기지 규모 확충	(주관) 해수부 (협조) 미래부	
		북극연구 컨소시엄 구축	(주관) 해수부 (협조) 미래부	
		극지연구 국제협력센터 개설	(주관) 해수부	
		제2 쇄빙연구선 건조 타당성 조사 및 추진계획 수립	(주관) 해수부	
	•기후변화 연구 강화	북극 과학인프라 활용 기후변화 예측 연구	(주관) 해수부 (협조) 기상청	
		극지 글로벌 기후변화 원인규명 및 미래 예측	(주관) 해수부 (협조) 기상청	
	•북극 및 북극해 공간정보 구축	북극권 공간정보 구축	(주관) 국토부	
		북극해 수로분야 협력	(주관) 해수부	
	북극 비즈니스 발굴·추진	•북극항로 개척 등 해운·항만 협력	북극항로 운항경험축적	(주관) 해수부 (협조) 외교부
			항만시설 사용료 감면 및 불륨 인센티브 시행	(주관) 해수부 (협조) 외교부

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

추진전략	세부추진과제	추진방안	추진부처
		북극항로 활성화 국제공동연구 및 세미나 개최	(주관) 해수부 (협조) 외교부
		북극해 운항인력양성	(주관) 해수부 (협조) 외교부
		북극해 연안항만 개발 협력	(주관) 해수부 (협조) 외교부
		북극항로상 국내 연계항만 재정비	(주관) 해수부
	•자원개발 협력 및 조선·해양플랜트 기술개발	북극권 자원탐사 협력 기반 마련	(주관) 산업부
		극지 운항선박 건조 안전 기술개발	(주관) 산업부 (협조) 해수부
		극지 심해자원 생산용 해양플랜트 기술개발	(주관) 산업부 (협조) 해수부
•수산자원 협력	북극해 연안국과 수산업 협력 강화	(주관) 해수부 (협조) 외교부	
제도기반 확충	•극지정책 근거법령 제정	극지 정책 근거 법령 제정	(주관) 해수부 (협조) 외교부, 환경부
	•극지정보센터 구축	극지 정보 센터 구축	(주관) 해수부

2차 기본계획 방향

- 현재 해양수산부는 제2차 북극정책기본계획(2018~2022)을 수립 중으로, 제1차 기본계획 시행상의 개선방안 도출 및 성과를 확대·발전시키고 북극 정책의 비전, 향후 5년간 목표, 추진 전략, 추진 과제 등을 마련할 계획

[표 2-2] 제 2차 북극정책기본계획(안) 세부수행내용

수행내용	세부 내용
제1차 북극정책 기본계획의 추진성과와 시사점 도출	•제1차 북극정책 기본계획의 추진성과와 정책효과를 분석하여 시사점을 도출하고 개선방안 제시
'북극'이 지닌 미래 잠재력 등 파급효과 등 분석, 제시	•북극 관련 국내외 통계, 관련 자료 등을 분석하여 '북극'이 지닌 정치, 경제, 사회, 문화적 파급효과와 우리나라에 미치는 영향 등 제시
북극이사회 옵서버 가입 이후, 해외 주요 국제동향 및 여건 변화 등 분석	•우리나라의 북극이사회 옵서버 가입(13.5) 이후, 북극 연안국, 옵서버 국가 등의 국제동향과 여건변화, 북극 정책으로 발표된 기본계획 등을 분석, 시사점 제시

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

수행내용	세부 내용
해양수산 정책과 북극 정책의 연계방안 마련	•해양수산 각 분야별 주요 정책과 북극 정책의 연계성을 분석하고, 조직·관련 정책의 발전방향 제시
2018~2022년(5개년) 북극정책 추진목표 및 세부 추진계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> •책임있는 북극 이해관계자로서 다각적인 북극권 거버넌스 협력 추진 •북극 도전과제 대응과 국내 역량증진을 위한 북극연구협력 확대 •북극권 환경보전 및 기후변화 대응을 위한 협력 강화 •북극 원주민그룹 및 지역사회와의 신뢰구축을 위한 협력기반 확대 •지속가능한 북극 비즈니스 발굴 및 지원체계 구축 •국내 북극정책 추진역량강화를 위한 종합적인 대응방안 마련

2. 북극연구 관련 정책동향

☉ 문재인정부 국정과제('17.7) 등

- 정부는 국정비전 및 국정목표 달성을 위한 실천전략으로 20대 국정전략을 설정하고 국정전략별 핵심정책을 100대 국정과제로 제시
- 100대 국정과제 중 주변 4국과의 당당한 협력외교 추진에서 한·러시아 경제협력 강화를 통한 전략적 협력동반자 관계의 실질적 발전을 제시, 이를 위해 정상교류를 포함한 고위급 교류 활성화, 극동지역 개발 협력 확대, 북극에너지 FTA 등 미래 성장동력 확충 등 추진

☉ 한·러시아 정상회담('17.9)

- 제3차 동방경제포럼⁴⁾을 계기로 한·러 정상회담을 개최하고 양국 관계의 실질적 발전을 위해 양국의 부총리급 경제공동위원회를 포함한 다양한 분야에서의 정부 간 협의체를 적극 활용하여 협력방안 모색

☉ 제16차 한·러시아 경제과학기술공동위원회('17.9)

- 범정부 차원의 고위급 경제협력 논의를 통해 교역·투자, 에너지, 산업에서부터

4) 푸틴 대통령의 주관 하에 2015년 이래 블라디보스톡에서 매년 개최되는 극동지역 최대 경제행사로서, 극동 개발 정책 홍보 및 주요국과의 협력 증진 모색

과학기술, 혁신, 보건·의료 등에 이르기까지 폭넓은 협력방안 모색

- 경제협력기반확충의 일환으로 극동지역 진출 기업지원을 위해 ‘한국 투자자의 날’ 행사 활성화 추진
- 미래성장동력 견인 및 신북방정책구현을 위해 조선, 인프라 등 극동지역 개발수요가 큰 우리기업의 강점분야 중심으로 양국간 협력확대, 북극해 공동연구 등 양국간 정보·인력 교류 및 북극협의회 개최 등 협력 지속

● 제1차 한·러시아 북극협의회 개최(17.11)

- 정부의 신(新)북방정책의 일환으로 추진 중인 9브릿지(9-Bridges) 전략⁵⁾ 중 가스, 북극항로 등 북극 관련 주요 분야의 실행 협력 방안을 논의하고 양국 간 북방협력의 질적 발전 방안 마련
- 북극정책, 과학협력, 북극항로개발, 조선협력, 야말프로젝트 참여방안, 제2쇄빙연구선 협력, 북극이사회를 포함한 북극 관련 글로벌 포럼에서의 협력방안 등 논의

● 해양수산과학기술 관련 정책

- [제2차 해양수산발전기본계획(10.12)] 해양수산발전기본법에 따른 해양수산과학기술분야 최상위 계획으로 매 10년마다 수립
 - 지속가능한 해양환경의 관리 및 보전, 신해양산업의 육성 및 전통적 해양산업의 고도화, 신해양질서의 능동적 수용을 통한 해양 영역 확대 등 3대 목표를 설정
 - 5대 추진전략 중 해양 관할권 강화 및 글로벌 해양영토 확보를 통해 북극해 해양영토의 확보 및 효율적 대응체제 구축을 제시
 - 극지와 관련하여 전지구 환경 변화에 대응하기 위한 극지정책 추진을 제시하고 기후변화에 대응하기 위한 극지 연구사업 추진, 해외 극지활동을 위한 연구기반 확충 지속 추진, 북극해 시대에 대비한 인접국 및 동북아 국가와의 협력강화 필요성 제시
- [해양수산 R&D 중장기계획(14.04)] 부처통합에 따른 해양수산 R&D의 중장기 정책방향 및 투자전략수립, 해양수산과학기술의 경쟁력 확보 및 해양수산 신산업 창출을 위한 국가차원의 체계적 전략 수립

5) 9-Bridges 협력 분야: 가스, 철도, 항만, 전력, 북극항로, 조선, 농업, 수산, 일자리

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

- 3대 전략, 12대 실행전략으로 구성되어 있으며 3대 전략 중 북극관련은 극해양 영토 주권강화 및 해양경제영토 확대부분이며 극한 공간 활용 및 국제협력확대를 언급
 - 극지 및 심해저 활용 촉진 기반 구축을 위하여 극한환경 플랜트 기술개발 및 북극연구지역 확대에 따른 제2쇄빙선 건조를 추진
 - 남북극 과학 인프라 활용연구 확대 및 국제협력 다변화를 위해 남·북극 기지 및 쇄빙선을 활용한 극지환경·자원조사 확대 및 북극해 수산업 진출 지원 을 위한 기술개발을 추진
 - 70개 중점기술 중에서 타 기술에 대한 파급효과가 크고 조기 성과창출 가능성이 높은 20대 Quick-Win기술 선정 및 우선 추진을 통해 조기 성과 창출을 지원
- * 북극관련 Quick-Win기술은 극한환경 융복합 플랜트·장비 기술 및 북극해 수산자원 발굴 및 개발기술 등임

[표 2-3] 20대 Quick-Win 기술

전략	Quick-Win
해양영토주권 강화 및해양경제영토 확대	<ul style="list-style-type: none"> •해양 예측예보 시스템 구축 기술 •국가해양영토 광역감시망 구축활용 •극한환경 융복합 플랜트장비 기술
창조형 해양수산 산업육성	<ul style="list-style-type: none"> •해저자원 탐사 및 개발 기술 •수중로봇 개발 및 시스템 기술 •마리나 등 해양레저산업 관련 기술 •초대형 해양 구조물 구축^활용 •U기반 해운물류 시스템 구축기술 •해양 바이오에너지 생산 기술 •수산물 안전 및 유통 선진화 기술 •친환경 고부가 양식기술 •해양플랜트 기자재 기술 •선박평형수 관리기술
국민행복 해양공간 창조	<ul style="list-style-type: none"> •유류HNS 해양유출사고 대응기술 •적조해파리 등 유해해양생물 관리 •CO 2 해양지중저장 기술 •연안재해 관리기술 •e-Navigation 기술 •유/무인 도서관리 및 활용기술 •해양 헬스케어 기반구축 기술

● 해운·항만·물류관련 정책

- [제4차 해운산업장기발전계획(16.7)] 해운법 제37조에 근거하여 해운여건의 변화에 따른 새로운 비전과 전략 수립 및 해운산업의 효율성 확대를 통한 고부가가치 국가산업 육성을 위한 ‘4차 해운산업장기발전계획’을 수립(16년~20년, 5개년)
 - 4차 해운산업장기발전계획은 ‘글로벌 해운강국 실현’을 비전으로 하여 20대 전략을 제시하였는데, 이 중 ‘해운신시장 개척 및 시장 점유율 제고’ 전략의 세부과제로 북극 진출기반 강화 및 활용확대가 포함
 - * 북극진출기반강화 및 활용확대를 위해 북극해 운항 인력 양성, 북극항로 상용화 기반 구축, 북극해 항로 운항정보센터 신설·운영, 극지용 선용품 및 선박기자재 시장 진출 확대, 북극권 국가와 협력확대 등을 추진방안으로 제시
- [국가물류기본계획(15.12)] 물류정책기본법 제11조에 따라 국가물류기본계획 수립(16년~25년, 10개년)
 - 미래물류지도 변화에 대응한 국제물류시장 진출확대 전략 중 유라시아, 북극해 등 물류 경쟁력 확보 및 해외진출 지원의 일환으로 북극해 활용 복합물류시장 진출이 포함
 - 세부 전략으로 유라시아 물류시장 진출 및 해운 네트워크 확대, 북극항로의 지속적 활용을 위한 극지운항인력 양성, 항만인센티브 제공, 시장조사 지원, 북극해 전문가와 국내외 협력 네트워크 구축, 국적선사의 북극해 항로 상업 운항 지속 실시 및 북극해 연안국과 협력 네트워크 강화 등 북극해 항로 이용 활성화 등을 제시

[표 2-4] 국가물류기본계획 세부추진전략

추진전략	세부내용
유라시아 물류시장 진출 및 해운 네트워크 확대	<ul style="list-style-type: none"> •물류거점에 물류기업 진출 및 비즈니스 확대방안 지원 •국제물류전략 수립 •북극해 연안국 해운 네트워크 확대 •북극해항로와 시베리아-중앙아시아 물류시장 연계추진 •유라시아 중점국가와의 해운물류 협력 강화 및 실질적 협력 사업 발굴 •복합 운송을 활용한 단계별 북극항로 활용 기반 조성
북극항로의 지속적 활용을 위한 극지운항인력 양성, 항만인센티브 제공, 시장조사 지원, 북극해 전문가와 국내외 협력 네트워크 구축	<ul style="list-style-type: none"> •해운협력회의, 투자설명회 개최하여 해운합작회사 설립, 물류시설 투자, 해기사양성 등 자원의 해상수송 추진
국적선사의 북극해 항로 상업 운항 지속 실시 및 북극해 연안국과 협력 네트워크 강화 등 북극해 항로 이용 활성화	<ul style="list-style-type: none"> •기업의 러시아 야말반도 자원(LNG 원유)수송시장 진출 지원 •북극해 연안국과 양자회의 개최 및 협력지속 •극지 운항인력 양성화물 볼룸 인센티브항만시설 사용료 감면 •국제·세미나심포지움 개최

- [제3차 항만기본계획(11.7)] 항만법 제5조에 규정에 근거하여 항만의 체계적이고 효율적인 개발 및 운영을 위한 제3차 항만기본계획 수립(11년~20년, 10개년)
 - 2020년까지 항만의 부가가치를 2배로 증대시키기 위하여 물류, 제조, 상업, 친수, 재해방지 등 항만 기능을 다양화하여 국가 기반 인프라로서의 항만공간을 재창조
 - 세부추진과제로는 ①우리나라 항만의 고부가가치 물류허브화, ②권역별 거점 항만의 국가경제성장 동력화, ㉠항만공간의 해양관광산업 발전 거점화, ㉡항만 관리·운영체계 선진화를 통한 경쟁력 강화, ㉢그린포트 구축 및 재해대응 시스템 마련, ㉣낙후 지역 생활 개선 및 해양영토수호 지원기능 강화, ㉤우리나라 항만산업의 해외진출 다각화를 제시

● 수산관련 정책

- [제2차 원양산업발전종합계획(14.12)] 원양산업발전법에 따라 제 2차 원양산업발전 종합계획을 수립(14년~18년, 5개년)
 - 전 세계 수산물 수요의 증가에 따른 대응방안과 연안국의 자원 및 조업 규제 강화, FAO, EU, 미국 등 국제사회의 IUU어업⁶⁾에 대한 통제 강화 추세 등 대내외 환경에 대응할 필요성이 제기됨
 - 이에 원양산업의 재정립을 위하여 원양산업의 체질개선을 통한 5대 권역의 진출 방향 제시 등 글로벌 경쟁력 확보를 위한 비전과 4대 전략 10개 추진과제를 제시
 - 지속가능한 해외수산자원생산 기반 마련, 성장동력 창출 및 R&D 기반구축, 원양 산업 미래를 선도할 전문인력 육성, 국제수준에 부합하는 원양산업 체질개선을 세부전략으로 제시
 - 이와 함께 성장동력 창출 및 R&D 기반구축전략 일환으로, IUU 어업 통제 강화를 위한 원양어업 관리체계 선진화와 국제기준에 부합하는 관련 법 재개정 및 조업·감시 감독 통제 기능 강화 제안

6) IUU(Illegal, Unreported, Unregulated) 어업 : 불법·비보고·비규제 어업

[표 2-5] 5대 권역 진출방향

권역	업종 및 어종		민간	정부	관련국	척수 및 생산량 (12년 → 20년)
	어업	양식				
유럽 아프리카	어업	조기, 민어, 갈치,참치	수리조선소, 냉동창고, 어분공장, 참치캔공장	항만건설 양식기술전수 수산자원관리 선원학교 IUU 대응 검색선 파견	기니 모리타니아 세네갈 앙골라 알제리 오만 스페인	(국적선) 61척 → 10 (합작선) 60척 → 121 (양식장) 0 → 8만톤
	양식	민어, 전복, 해조류, 새우, 틸라피아				
동남아	양식	능성어, 새우	가공공장, 냉동창고	수산자원관리 양식기술전수	인도네시아 말레이시아 스리랑카 미얀마	(양식) 1만 톤 → 10
태평양	어업	참치	참치캔 공장	검색선 파견 항만건설 선원학교	솔로몬 키리바시 뉴질랜드	(국적선) 156척 → 100 (합작선) 4척 → 60
러시아	어업	명태 공치	조선소	항만개발, IUU 통제	러시아	(국적선) 21척 → 21 (합작선) 25척 → 25
아메리카	어업	오징어, 전갱이, 메로,크릴	냉동공장 어분공장	공해상 TAC 양식기술전수	페루,칠레 아르헨티나	(국적선) 36척 → 20 (합작선) 4척 → 20 (양식장) 3천톤 → 2만
	양식	넙치, 틸라피아				

🌐 정부 R&D 주요 투자 현황

□ 해양수산부 해양수산연구개발사업

- 대양 및 극지연구사업

* 극지 빙하 및 환경 변화, 미개발된 양극해의 해양자원 등 남극과 북극해에서의 특성화된 연구를 통한 극지과학기술 발전, 대양 연구를 통한 우리나라 해양 기후변화 예측, 대양자원 발굴 및 활용기반 구축을 목적으로 함

[표 2-6] 대양 및 극지연구사업 세부과제

과제명	유형	주요내용
북극해 환경변화 통합관측 및 활용연구	R&D	(사업명) 양극해 활용연구 (기 간) 2016. ~ 2020 (예 산) 총 25,000원(백만원) (목 적) 해양-해빙 물리특성 과정 이해 및 기후변화 예측 민감도 파악 해양생태계 및 생지화학 순환에 미치는 영향파악 및 예측 해빙 면적변화 재현 및 예측 (색인어) 북극해,환경변화,결빙해역,통합관측 (내 용) - 북극해 결빙해역 해양-해빙 물리특성 변화 연구 - 북극해 결빙해역 주변 해양생지화학적 특성 변화 연구 - 북극해 통합관측 공간정보 시스템을 활용한 해양-해빙 환경변화 재현 연구
북극해 해저자원환경 탐사 및 활용기술 개발	R&D	(사업명) 양극해 활용연구 (기 간) 2016.05 ~ 2021.04 (예 산) 총 20,000원(백만원) (목 적) 북극 해저자원환경에 대한 기초자료/정보를 확보 북극 해저메탄방출현상을 규명하여 국제사회에 기여함 (색인어) 북극,해저자원,메탄방출,아라온,가스하이드레이트 (내 용) - 서북극해 해저지질환경 특성 조사 - 서북극해 해저자원 부존특성 연구 - 서북극해 해저지층 변동성 연구 - 서북극해 메탄방출현상 연구
남극해 탄소저감 최적기능 환경특성 연구	R&D	(사업명) 양극해 활용연구 (기 간) 2016.05 ~ 2020.12 (예 산) 총 20,000원(백만원) (목 적) 이산화탄소 저감 기작 규명 및 이에 따른 환경 변화 진단 (색인어) 이산화탄소 저감,이산화탄소 해양 저장,철 비옥화,환경 변화,남극해 (내 용) - 원천 기초 자료 확보 및 이산화탄소 해양 저장 기술 개발에 최적화된 핵심 자료 구축 - 파일럿 스터디 활용 - 탄소배출권 수익의 일정 지분 요구로 인한 경제적 효과 창출
(신규) 남극해 해양보호구역의 생태계 구조 및 기능 연구	R&D	(사업명) 양극해 활용연구 (기 간) 2017. ~ 2021. (예 산) 총 17,100원(백만원)

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

과제명	유형	주요내용
장보고기지 주변 빙권변화 진단, 원인규명 및 예측	R&D	(사업명) 남극 장보고기지 활용 기반기술 (기 간) 2014.09 ~ 2018.06 (예 산) 총 15,000원(백만원) (목 적) 향후 해수면 변화 예측 정확성 향상 장기 관측자료 생산/자료 DB화와 빙권-지권-해양 상호작용 정량화 기후변화 적응 방안 및 재해 경감 대책 수립 기반을 제공 (색인어) 장보고기지,빙권변화,해수면상승,종합관측망,빙하동역학 (내 용) - 남극 테라노바 만 장보고기지 주변 지구물리, 대기, 해양 등 다학제 관측망 운영 - 장보고 기지 주변 빙하의 변화 진단, 원인 규명 - 극지관측 기술 및 대용량 자료처리기술 개발 - 빙하거동 수치모델 개발 및 예측 - 장보고 학술 프로그램
남극 빅토리아랜드 지역 지각 진화 및 행성형성과정 연구	R&D	(사업명) 남극 장보고기지 활용 기반기술 (기 간) 2014. ~ 2018. (예 산) 총 14,000원(백만원)
(신규) 북서태평양 해양-대기 상호작용 및 태풍 급강화현상 연구	R&D	(사업명) 남극 장보고기지 활용 기반기술 (기 간) 2017. ~ 2021. (예 산) 총 22,000원(백만원)
(신규) 인도양 중양 해령대 심해열수공 생명시스템 이해	R&D	(사업명) 남극 장보고기지 활용 기반기술 (기 간) 2017. ~ 2021. (예 산) 총 17,000원(백만원)

- 해양안전 및 해양교통시설기술개발

- * 국제기구의 정부 간 협약에 따른 해상안전, 해양오염방지, 해양교통 분야의 국제표준 제·개정에 적극적으로 대응하기 위하여 해양안전사고 예방 시스템 및 해운·조선기자재 원천기술 개발을 목적으로 함

[표 2-7] 해양안전 및 해양교통시설기술개발사업

과제명	유형	주요내용
IMO 선박안전 및 환경규제 대응연구	R&D	(사업명) 해양안전기술개발 (기 간) 2011. ~ 2020 (예 산) 총 1,000원(백만원)
해양안전사고 예방시스템 기반연구	R&D	(사업명) 해양안전기술개발 (기 간) 2015.06 ~ 2019.05 (예 산) 총 7,500원(백만원) (목 적) '종합적 인적안전관리 시스템'과 '국제기준 부합한 선원훈련, 교육 프로그램' 개발 (색인어) 인적오류, 선원 피로, 승무정원, 위기제어선택, 인간중심설계 (내 용) - 선원 피로도 저감기술 개발 - 인적요인 관리기술 - 차세대 해양안전종합관리체계 운용기술
북극항로 운항선박용 항행안전지원 시스템 개발	R&D	(사업명) 해양안전기술개발 (기 간) 2014. ~ 2018 (예 산) 총 5,000원(백만원)
선박 및 인명대피 지원기술개발	R&D	(사업명) 선박 및 인명대피 기술개발 (기 간) 2016.05 ~ 2019.12 (예 산) 총 12,800원(백만원) (목 적) ICT융합기술기반의 육상연계 긴급대피안내 통합운용시스템을 개발 (색인어) 선박대피지원, 승객대피지원, 대피 레벨, 긴급대피안내 통합운용시스템 (내 용) - 대피레벨에 따른 선장의 운항 의사결정 지원시스템 개발 - 상황인지형 자동 대피안내시스템 - 사고 선박 주변 현황 정보수집시스템 개발 - 국제 표준화 및 가이드라인 세부 기술 기준 개발
선박배출 대기오염원(BC) 기후변화 영향평가 및 저감기술개발	R&D	(사업명) 친환경선박기술개발 (기 간) 2012. ~ 2017 (예 산) 총 7,500원(백만원)
USCG Phase II 기준부합 선박 평형수 처리설비 개발 및 시험, 인증 인프라 구축	R&D	(사업명) 선박평형수관리기술개발 (기 간) 2013. ~ 2017. (예 산) 총 12,000원(백만원)

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

과제명	유형	주요내용
다목적 위성항법 보정시스템 기준국 기술개발	R&D	(사업명) 해상교통시설기반기술개발 (기 간) 2015.09 ~ 2019.12 (예 산) 총 6,800원(백만원) (목 적) 다목적 위성항법보정시스템 기준국 기술개발 (색인어) 기준국, 위성항법, 해양 보강시스템, 지상 보강시스템, 위성 보강시스템 (내 용) - 기준국 사이트 환경조사 및 선정 기술개발 · 사이트 선정을 위한 기준국 환경 조사 절차 개발 - APV-I급 기준국 설계·제작·설치·검증 기술개발 · APV-I급 SBAS 기준국 설계 기술 개발 - 기준국 운영·유지보수 기술개발 · APV-I급 SBAS 기준국 운영 기술 · APV-I급 SBAS 기준국 유지보수 기술
첨단 지상파항법시스 템(eLoran) 개발	R&D	(사업명) 해상교통시설기반기술개발 (기 간) 2016.05 ~ 2019.12 (예 산) 총 12,000원(백만원) (목 적) 첨단 지상파항법시스템(eLoran) 핵심기술 개발과 테스트베드 구축 (색인어) 이로란, 보정기준국, ASF, 로란데이터채널, 측위 항법 시각 및 데이터 (내 용) - eLoran 송신기 개발 - 보정기준국(dLoran) 기술개발 - 통합운영 및 제어기술 개발
IMO 차세대 해양안전종합관 리체계(e-naviga tion) 기술개발	R&D	(사업명) IMO 해양안전종합관리체계기술개발 (기 간) 2016.03 ~ 2020.12 (예 산) 총 111,800원(백만원) (목 적) 해양안전 확보 및 관련 기술에 대한 국제 표준을 선도함 (색인어) 이내비게이션, 해양안전, 시스템통합, 국제표준, 기술관리 (내 용) - 한국형 e-Navigation 서비스를 위한 핵심기술 연구개발 - e-Navigation 운영시스템 및 해사 디지털인프라 확충 - 국제표준 선도기술 연구개발
그린십 금속 의장부품 대체 난연, 내압 및 고강도 복합소재	R&D	(사업명) 해양용복합소재 기술개발 (기 간) 2016.06 ~ 2020.12 (예 산) 총 11,200원(백만원) (목 적) 고기능성 융복합 소재·부품 제조 및 신뢰성 평가 기술 확보 기능성 경량 복합소재 응용제품 개발 (색인어) 그린십, 난연, 고강도, 고내압, 복합소재 (내 용) - IMO FTP Code 만족 난연 복합소재 기반 PFP(Passive Fire Protection) 제품화 기술 개발 - 고강도, 고탄성 복합소재 적용 선박용 추진시스템(SHAFT) 제조 기술 개발 - 난연 고내압 복합소재 파이프 및 금속·복합소재 이중 가스켓 제품화 기술

- 과학기술정보통신부 해양극지기초원천기술개발사업
 - 해양·극지기초원천기술개발사업은 과학기술정책통신부 연구개발사업의 일환으로 '16년부터 원천기술개발사업에서 우주·무인이동체 기술개발사업으로 분류가 변경됨

[표 2-8] 해양극지기초원천기술개발사업

사업명	유형	주요내용
해양·극지기초 원천기술개발사업	R&D	(사업명) 해양극지기초원천기술개발 (기 간) 2010. ~ 계속 (예 산) 총 7,053원(백만원), 2016년 기준 2015년(5,920원) 대비 19.1% 증가 (색인어) (목 적) 해양 바이오 및 극지 기초원천기술개발 지원 (내 용) <ul style="list-style-type: none"> - 해양생태계에서 신기능 생명체 발굴 및 기작 분석을 통한 활용과 해양 환경등 해양분야 원천기술 확보 - 극지 관측거점을 활용한 기초원천기술개발 촉진 - 극지환경진단 및 자원연구 분야에서 국제적 선도대열에 합류

3. 북극 협력활동 관련 동향 분석

❶ 북극연구컨소시엄(Korea Arctic Research Consortium: KoARC)

- 북극연구컨소시엄은 융복합 북극연구과제를 발굴하고 실행을 지원함으로써 지속 가능한 북극이용을 실현하고 새로운 기회를 창출하며 북극 연구자간의 협력증대와 우리나라 북극진출에 기여하고자 관련 사업을 수행
 - 새로운 융복합 북극연구과제 발굴과 제안, 융복합 북극연구과제 협력연구 수행, 북극연구기관, 북극연구자간 연구 정보 공유 및 일반 대중 프로그램 확산, 홍보
 - 상기 연구활동과 관련한 국제 북극활동 참여 및 지원
 - 기타 북극연구 협력과 활성화를 위한 활동 및 대정부 정책 제언 등
- 3대 주요 분야(과학, 산업, 정책)별 주요 이슈를 분석하여 중점 과제 및 중장기 연구 방향을 도출하고 우수과제에 대한 기획연구 지원 및 북극 관련 정보 협력 등을 지원
 - 과학, 산업, 정책분과의 3개의 분과위원회로 구분하여 운영하며 융복합 협력연구 수요 및 분야별 연구방향 마련

[표 2-9] 북극연구컨소시엄 분과위원회 주요역할

분과위원회	주요 역할
과학분과	<ul style="list-style-type: none"> •북극기후, 환경변화, 생물 다양성 연구 •북극해양 연구 •북극동토층 연구 •북극IT 기반 융복합 연구 등
산업분과	<ul style="list-style-type: none"> •극지 조선, 플랜트 및 운항 기술 •북극 시설 건설 및 유지 •북극 광물, 수산 자원 확보 •북극 공간정보 구축 등
정책분과	<ul style="list-style-type: none"> •북극 거버넌스 및 관련 정책 연구 •북극 항로, 해운물류 등 정책 연구 •북극 원주민등 민간 협력 •북극원 문화, 전통 및 대국민 홍보 등

- 한국북극연구컨소시엄 참여기관현황
 - 북극권에서의 지속가능한 협력을 위한 융·복합 연구를 위하여 과학분과, 산업분과,

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

정책분과로 나누어 수행

- 과학분과는 북극권 생태계 모니터링 용·복합 연구를 주제로 북극해 데이터 분석을 통한 환경변화 탐지 지표 개발, 북극항로 운항증가가 북극해 환경변화에 미치는 영향 등을 연구
- 산업분과는 북극권 물류모델과 유류확산 방지기술개발을 위하여 북극해 해빙모니터링을 통한 극지 환경변화의 중단기 예측 등을 연구
- 정책분과는 북극권 미래 전망과 협력방안마련을 목적으로 북극의 미래 예측자료 종합 정리 및 분석, 분야별 예측방법론 발굴과 시나리오 작성 및 미래상 전망 등을 연구

[표 2-10] 북극 용·복합 협력연구 주요내용

분과	세부제목	기관
정책분과	북극권 미래 전망과 협력방안	<ul style="list-style-type: none"> •북극의 미래 예측자료 종합정리 및 분석 •분야별 예측 방법론 발굴과 시나리오 작성 및 미래상 전망 •예측 시나리오에 따른 효율 적인 정책 수립방안 제시 •국내외 전문가 예측 패널 운영, 세미나 개최 •북극관련 지표개발 등 전망치 상시 관리 체계 및 홍보방안 구축
과학분과	북극권 생태계 모니터링 용복합 연구	<ul style="list-style-type: none"> •북극해 데이터 분석을 통한 환경변화 탐지 지표 개발 •북극항로 운항 증가가 북극해 환경변화에 미치는 영향과 생태계 지속가능성 파악을 위한 생태계 모니터링 •북극권 지질과 기후변화 영향 모니터링 •북극권 원주민 생활환경 조사
산업분과	북극권 물류모델과 유류확산 방지기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> •북극해 해빙 모니터링을 통한 극지 환경변화의 중단기 예측 •북극해 주변국을 대상으로 하는 물류운송 모델 개발 •북극해 운수장비 설계 및해저자원 탐사기술 개발 •빙해역 유류 오염 방제 및처리 기술 개발

- 참여기관은 정책분과 15개 기관, 과학분과 8개 기관, 산업분과 11개 기관으로 구성

[표 2-11] 북극 용·복합 협력연구 참여기관

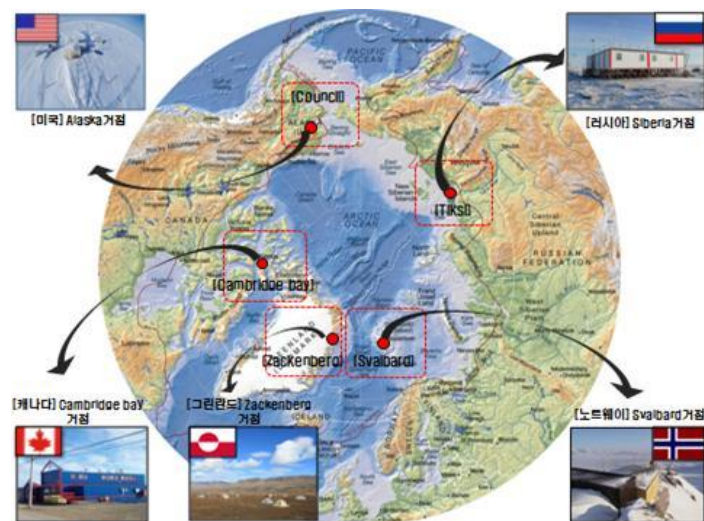
분과	기관
정책분과(15개기관)	KMI배재대, 영산대, 한국외대 극지(연), 지자(연), KRISO, 수과원 극지기술연구회 부발연, 인발연, 강발연 사무국, 진흥회, 해양재단
과학분과(8개기관)	극지(연), 국립생태원, 광주과기원 (주)환경과학기술, 지오룩스 기초과학지원(연), 지질자원(연), 강발연
산업분과(11개기관)	극지기술연구회, KMI, KRISO, 지질자원(연) 해양환경관리공단 영산대, 한국해양대, 경남대, 부산대, 조선대 강발연

*출처: 극지연구소(2016), 북극연구 컨소시엄 사무국 설치와 운영 지원

4. 북극 기술·산업 동향 분석

❶ 환북극 동토층 환경변화 관측시스템 구축

- 북극권의 온난화, 해빙면적 감소, 동토층의 융해 현상의 진행 등 급격한 환경변화에 따라 정밀 모니터링, 공동연구 자료수집 및 해석 등의 상호연계성 파악 및 미래예측이 필요
 - 이에 우리나라도 북극권 국가에 동토층 환경변화를 관측하기 위한 거점 확보 및 기초원천기술을 개발하기 위한 연구수행
 - 환북극 동토층 지역 관측거점(5개소) 운영 및 환북극 동토층 환경변화 관측시스템 원천기술 개발(1단계: '11~'16)
 - 향후 기초·원천기술 개발연구를 확대하고 국제 공동연구 과제를 발굴하기 위한 국내외 대학 및 외국기관과의 협동연구를 추진할 예정
 - 북극권 환경변화과정 이해 및 예측을 위해 미국 알래스카 카운실에 제1거점('11년), 캐나다 누나부트 준주의 캠브리지베이에 제2거점('12년)을 구축하고 관측 시스템을 설치, 스발바르의 북극다산과학기지 주변에 생태환경 관측지 추가 설정(제3거점) 및 그린란드 자켄버그와 노르드 (북위 81도) 지역에 제4거점을 2015년 중에 추가 확보
 - 2016년 러시아 텍시 지역에 관측지를 확보하여 환북극권 거점 완성 및 정밀 무인 환경측정시스템과 USN 기반 시스템 등을 완성



[그림 2-2] 환북극 동토층 관측 거점 설치 계획도

❶ 북극해 가스하이드레이트 탐사

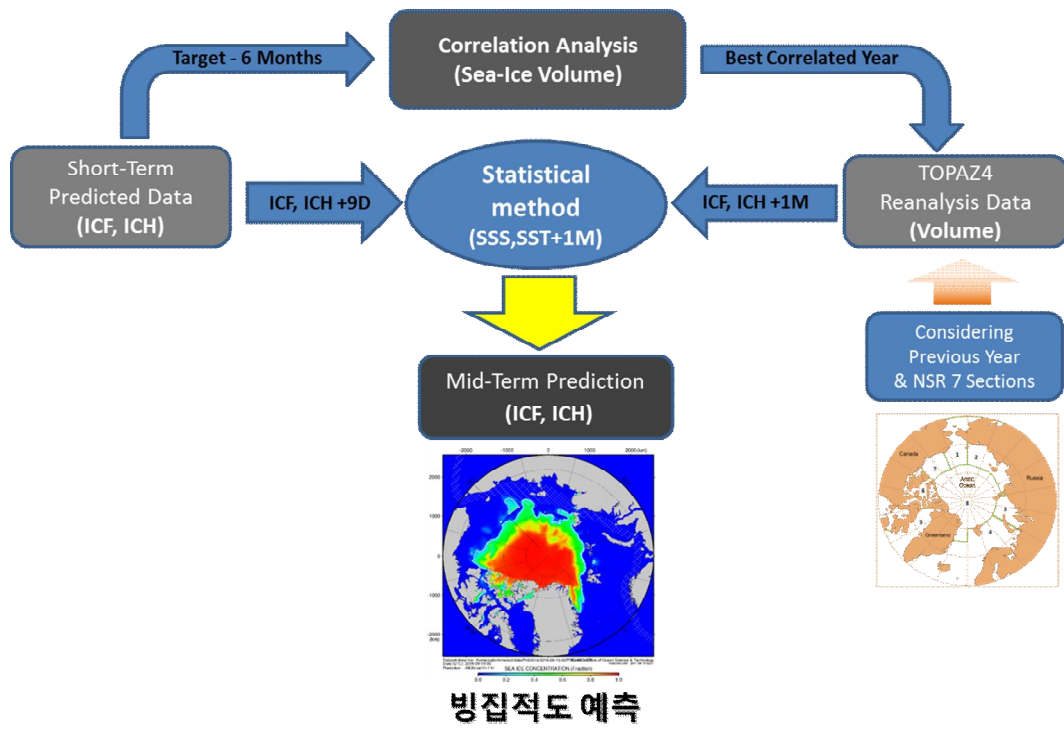
- 스발바르(노르웨이)-그린란드(덴마크) 국제공동연구에 참여('16)하고, 아라온호를 이용하여 북극해 가스하이드레이트를 탐사('15~)
 - 해양수산부의 북극해 해저자원환경 탐사 및 해저메탄방출현상 연구(2016~2020)의 일환으로 이루어진 아라온호 북극해 2항차 탐사('16.8)로, 동시베리아해 대륙붕 지역을 중심으로 탐사 실시
 - 북극 해저자원 및 북극항로 개발에 필요한 북극 대륙붕/대륙사면 지역의 해저 자원환경을 조사하고 지구온난화를 가속시키는 해저 영구 동토층의 가스하이드레이트 해리현상 및 해저 메탄방출 현상을 조사



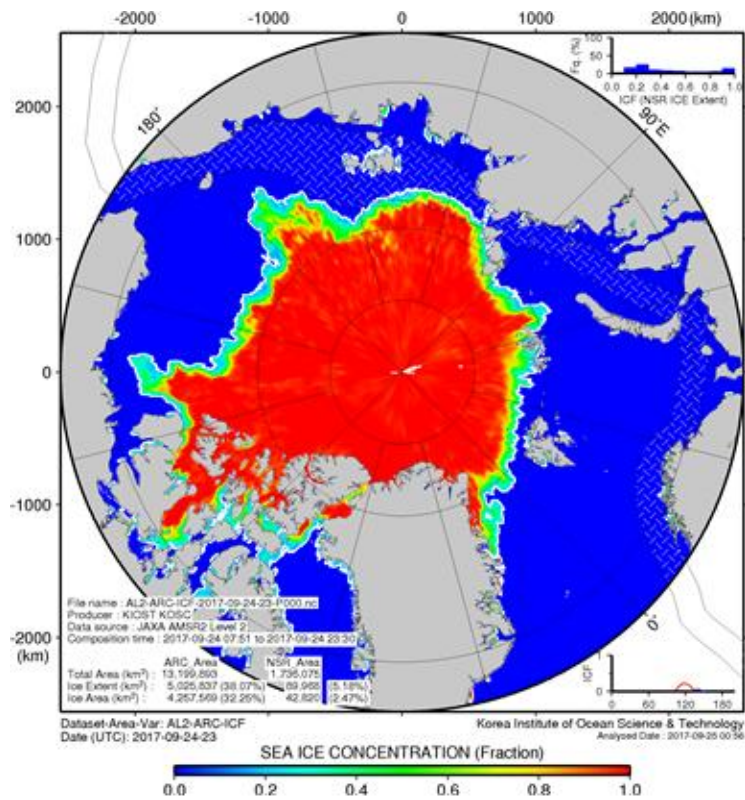
[그림 2-3] 북극해 가스하이드레이트 탐사지역

❷ 북극항로 해빙 예측 시스템

- 해양수산부의 ‘북극항로 항해안전지원시스템 개발’ 사업의 일환으로 진행되었으며, 북극항로 1월 해빙 예측 시스템 개발을 완료('17.9)
 - 인공위성으로 관측한 해빙 집적도 정보를 종합하여 24시간 동안 5~6회 제공하며 파랑·해류·기상·해빙 등의 1주일간의 예측자료를 융합하여 해빙 공간 분포의 1개월 예측자료를 자동으로 제공
 - 항로별 그림파일(PNG 형식)로 제공되기 때문에, 선박을 운전하는 항해사에게 신속하고 정확한 판단을 지원하고 육지에 있는 선사와 화주에게도 선박 운항 경로의 상태를 공유



[그림 2-4] 개발 완료된 북극항로 1개월 해빙 예측 시스템



[그림 2-5] 시스템 제공 북극해 해빙 집적도(2017년 9월 24일)

● 한·노르웨이 조선 및 그린쉽 개발협력 MOU('16.4)

- 노르웨이와 조선해양플랜트, 탄소포집저장 등 친환경 에너지기술에 대하여 협력을 강화
 - 2012년 체결된 ‘조선 및 그린쉽 개발 협력 MOU’⁷⁾를 기반으로 친환경 선박, 해양플랜트 등 조선해양분야에 대한 협력강화를 모색
 - 조선·플랜트 관련한 북극 협력 강화 및 선박, 해양플랜트의 對 노르웨이 수출 확대 기대
 - 산학기관 공동연구, 민관협의체 구성 등을 통해 탄소포집저장(CCS) 등 친환경 에너지기술 분야에 대하여 협력 추진

● 북극 LNG 프로젝트('17.12)

- 러시아 정부는 가스부분 발전을 위하여 신규 가스전 개발, PNG 수출용 가스관 건설, LNG 생산 및 수출 증대 전략을 추진
 - 가스 생산량 확대를 위해 야말반도, 동시베리아, 극동, 해상대륙붕에서 신규 가스전을 개발하고 있음
 - 연간 가스 생산량은 2015년 6,330억㎥에서 2035년에 7,570억㎥로 연평균 1% 확대가 예상되며 가스의 생산 증가로 수출도 2015년 2,000억㎥에서 2035년에 2,480억㎥로 연평균 1.1% 증가할 전망
- 러시아 최대 민영 가스기업인 노바텍은 서부 시베리아 야말 반도에 세운 야말 LNG 기지(터미널)에서 북극산 LNG 생산('17.12)
 - 우리나라 대우조선해양이 건조한 쇠빙 LNG 운반선(크리스토프 드 마르주리 호)을 투입할 예정

7) 해양플랜트 안전설계관련 연구개발, 친환경 선박 기술교류 협력 진행

[표 2-12] 쇠빙 LNG 운반선 개요

구분	주요내용
선박	크리스토프 드 마르주리(CDM)호
LNG선적량	17만 2600m ³
건조비	1척당 3억 1600만달러(약 3453억원)
특징	1.2m 두께 얼음 항해가능

- 북극 LNG프로젝트는 기존 야말 LNG프로젝트의 인프라 이용에 따른 비용 절감, 지출 비용 최적화를 위한 자국산 장비 사용, 낮은 원료가스 생산 원가 등의 이점을 가지고 있어 투자비가 야말 LNG 프로젝트보다 대폭 낮아진 약 100억 달러로 추정됨
- 또한 북극항로를 이용할 경우 러시아 천연가스 수송선의 경우 일반 LNG항로에 비해 북극항로 1만키로 이상 줄어들며 항해시간이 약 30% 단축되는 효과가 있음

2 북극연구 관련 국제 동향분석

1. 북극 이사회 현황

❶ 북극이사회 현황

- 북극이사회는 북극 주변의 8개국이 서명 발효된 조약(1996년 9월)으로, 북극 주변 거주민들의 복지향상, 원주민과 지역커뮤니티의 전통문화보호, 북극지역의 환경, 생태계보호, 생물다양성 유지 및 북극 자연자원의 지속가능한 이용 등을 목적으로 설립

[표 2-13] 북극이사회 워킹그룹 및 TF 구성

구분	내용
워킹그룹	<ul style="list-style-type: none"> • 북극오염대응 프로그램 (ACAP) • 북극 감시평가 프로그램 (AMAP) • 북극동식물보존 (CAFF) • 긴급방지대응 (EPPR) • 북극 해양환경 보호(PAME) • 지속가능개발 워킹그룹(SDWG) • 옵서버의 참여는 허용되고 일부 토론참여가 가능하나 의사결정권한은 없음. 대부분 세부사업에 대한 전문적 논의가 이루어져 사업참여자가 아닌 경우 논의참여 어려움
TF	<ul style="list-style-type: none"> • 북극해양협력 TF, Task Force for Arctic Marine Cooperation • 북극통신망개선 TF, Task Force on Improved Connectivity in the Arctic * 단기대응이 필요한 긴급의제를 논의하고 결의문, 협정, 합의를 작성하여 각료 회의 제출

- 북극이사회가 다루고 있는 4개 주요 현안(기후와 환경, 생물다양성, 해양, 북극 원주민) 중 특히 기후변화에 따른 북극해 환경 변화는 북극과학연구에 있어 국가 간 협력이 필요
- 제10차 북극이사회 각료 회의('17년5월, 미국 알래스카)에서는 북극해양의 안보 및 안전, 경제 및 생활조건 향상, 기후변화 충격대응 등 논의
 - 북극 해양의 안보 및 안전 : Polar Code 준수 및 관련 정보교류 협력, 해양유류오염 대응 관련 활동 장려 생물다양성 보존 노력 지속, 해양산성화 및 미세 플라스틱

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

(해양오염물) 문제 등을 이슈화

- 경제 및 생활조건 향상 : 북극경제이사회(AEC) 활동기반 마련, 북극통신 인프라개선 TF구성, 북극 신재생에너지 도입 노력, 북극대학 기반 북극권 교육기회 제공, 원주민 문화·언어 전통 유지 등
- 기후변화 충격 대응 : 블랙카본 및 메탄 대응 지속, 기후변화 적응 및 생태계 회복 노력, 외래종 침투 대응, 기후 관련 데이터 관리 및 공유 노력확대, 생태계기반관리(EBM) 적용 실질적 가이드라인 개발 노력 장려 등
- 북극이사회는 10차 각료회의에서 ‘북극과학협력 강화협정’ (Agreement on Enhancing International Arctic Scientific Cooperation)을 채택
 - 국가간 과학협력을 통해 과학자의 연구활동 지원, 과학 장비 및 인프라 접근성 향상, 연구 데이터 공유를 강조
 - 북극이사회 회원국뿐만 아니라 옵서버국, 비회원국 모두의 협력을 요청
- 10차 각료회의에서 기본계획(Framework) 채택
 - Framework for cooperative Action on Arctic ship Traffic Data Sharing(북극 항행 안전과 북극 환경/주민 보호를 위한 ‘북극 선박통행 데이터 공유 협력조치 기본계획’)
 - The Arctic Resilience Action Framework(북극의 빠른 환경변화에 대응한 북극 환경 회복을 협력하기 위한 기본계획)

[표 2-14] Arctic Resilience Action Framework

성과			
긍정적인 사회 경제적 발전과 건강하고 기능이 좋은 생태계 및 생태계 서비스를 지원하는 방식으로 위험과 변화를 이해하고 대응할 수 있는 북극 주 및 북극 공동체의 역량의 측정 가능한 증가.			
목표			
북극 내 즉각적이고 미래의 회복탄력성과 적응 요구를 해결하는 데 필요한 정보, 도구, 분석 및 역량을 제공하기 위해 모든 북극이사회 회원국, 영구 참여국, 실무 그룹 및 옵서버와 다른 북극 이해 관계자의 광범위한 역량 및 전문성을 동원하고 활용하는 것			
우선지역 및 실행아이템			
우선 지역 1 북극의 위험과 회복탄력성 분석 및 이해	우선지역 2 회복탄력성과 적응력 구축	우선 지역 3 정책, 기획 및 협력을 통한 회복탄력 구현	우선지역 4 위험감소 및 회복탄력 구축을 위한 투자유도
<p>기존 모니터링 시스템의 효과를 높이고 사회학적 지표와 그 상호 작용을 포함</p> <p>생태학적으로 취약한 지역과 북극 적응 생물 다양성이 변화하는 기후 하에서 지속될 수 있는 분야에 대한 이해를 실질적으로 향상</p> <p>자연 및 사회 과학 및 원주민/전통 지식 및 지역 지식을 사용하여 미래의 다양한 배출 및 개발 시나리오에서 북극에 대한 장단기 계획을 개선</p> <p>북극의 변화하는 위협에 대한 적응 반응 문서를 확대</p>	<p>과학, 원주민 / 전통 지식 및 지역 지식을 사용하여 지식의 공동생산 증가</p> <p>변화를 모니터링하고 지구 관측과 통합하기 위한 중요한 데이터를 수집하기 위해 지역 사회 기반의 관측 네트워크의 능력 확장</p> <p>변화하는 북극 생태계의 관리 전략을 평가하기 위한 도구 개선</p> <p>모든 수준의 지역 사회, 의사 결정권자 및 정책 입안자가 데이터 및 도구를 공평하게 배포하고 쉽게 접근 할 수 있도록 보장</p> <p>다양한 지식 접근법을 사용하여 북극의 변화를 이해하는 지역 사회, 청소년 및 리더 증가</p> <p>회복탄력 지식을 의사 결정에 적용하는 지원을 포함하여 모든 수준의 커뮤니티, 정부 및 의사 결정권자에 대한 관리 및 계획 지원 향상</p>	<p>지역 의사 결정에 지역 관점의 포함을 확대.</p> <p>회복탄력 인프라, 통신 및 기술의 개발 및 배치를 개선하여 새로운 문제 (예 : 폐기물, 수자원 보안, 에너지, 식량 안보, 건강 등)에 대처</p> <p>북극에서 생태계 기반 관리의 사용 확대.</p> <p>변화를 이해하고 회복탄력을 강화하기 위한 전략을 구현하기 위해 초학계 접근법의 사용확대</p> <p>환경 영향 평가 및 기타 의사 결정 프로세스에 대한 대중 참여 보장 장려</p>	<p>북극에 대한 회복탄력 또는 "기후 증거" 투자를 위한 우수 사례에 대한 이해 향상</p> <p>회복탄력 지역사회를 지원하는 민간 부문의 투자로 증가</p> <p>회복탄력 향상을 위한 혁신적인 금융 메커니즘의 사용 확대</p> <p>잠재적 기부자에게 지침을 제공하고 새로운 투자를 촉진시키는 방법으로 특정 기금 격차 및 회복탄력 우선순위를 확인</p>

출처 : Arctic Resilience Action Framework; cooperating for a More Resilient and Prosperous Arctic Region

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

- The Framework for the Circumpolar Expansion of the Local Environmental Observer Network(기후변화 관측 강화를 위한 지역환경 관측 네트워크 환북극 확대 기본계획)

[표 2-15] The Framework for the Circumpolar

구분	내용
1단계	<ul style="list-style-type: none"> • 미국과 캐나다 북극에서 LEO 북미 지부 설립 (2017 년 5 월 완료) • 북극의 LEO 네트워크 확장을위한 프레임 워크를 개발 (이 문서는 ACAP(Arctic Contaminants Action Program)에서 승인 한 후 완료 됨)
2단계	<ul style="list-style-type: none"> • 추가 국가, 지역 허브 / 활동 수립 (핀란드, 노르웨이, 스웨덴 및 사미 커뮤니티가 있는 다른 북극 지역에서 진행)
3단계	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 LEO 지부를 북극 LEO Network와 연결 - CLEO (TBD)
<ul style="list-style-type: none"> • LEO 네트워크에 대한 인식 제고 • LEO의 잠재적 이익에 대한 지역 사회 참여 • 각 커뮤니티에서 LEO 사용을 위한 모범 사례 개발 • 새로운 LEO Observers, Hubs를 위한 자료 번역 • LEO 네트워크 및 허브를 위한 안전하고 장기적인 자금 확보 • LEO와 다른 커뮤니티 기반 모니터링 네트워크, 특히 북극 지역에서 활동하는 네트워크와의 상호 운용성 탐구 • 북극 과학 공동체 내에서 LEO의 위상 제고 	



목표
지역환경 옵서버 네트워크(Global Environmental Observer Network)의 환북극 확장 (Circumpolar Expansion)을 위한 프레임워크의 창안을 환영하고 그러한 네트워크의 확장장려

출처 : Framework for the circumpolar expansion of the Local Environmental Observer network

2. 국제 북극과학위원회 현황

① 국제 북극과학위원회(International Arctic Science Committee)

- 북극과학위원회는 북극해 및 주변지역을 대상으로 연구 활동을 고무·장려할 목적으로 설립된 비정부간 국제조직으로, 1990년 북극이사회 회원국 8개 국가의 과학자들이 조직하여 1991년부터 활동을 시작
 - 북극 전역을 연구대상으로 하는 과학연구에 참여하는 모든 국가들을 대상으로, 국제 협력을 권장하고 촉진하는 기능을 수행
- 현재진행중인 연구프로그램 중 대표적인 것은 SWIPA, 북극의 기후변화와 저서 및 빙권, 눈, 물, 얼음 및 영구 동토 SAON, 북극 유지 관찰(Sustaining arctic Observing Networks), ISAC, 북극 변화에 관한 국제연구 등이 있음
- 회원국은 한국, 캐나다, 중국, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 아이슬란드, 이탈리아, 일본, 네덜란드, 노르웨이, 폴란드, 러시아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 영국, 미국, 인도 등임
- IASC는 최근 ICSU의 준회원(Associate) 조직이 되었으며 북극이사회의 옵서버로서 북극과학의 발전을 위해 노력
- 과학 활동은 5개의 워킹그룹(Working Group : Terrestrial, Cryosphere, Marine(AOSB), Atmosphere, Social and Human Working Group)이 중심이 되어 활동
 - 워킹그룹에서는 연구 계획을 만들고, IASC에 과학적 자문역할 및 과학 프로그램을 지원하고 필요시 학술회의, 워크숍을 계획하고 주관하며, 젊은 과학자들을 지원
 - * IASC가 내린 전략적 결정에 따라 정책과 지침 개발
 - * 전략적 이슈 제안;
 - * Task팀의 활동을 수립하고 감독
 - * 참조 그룹 설정 및 모니터링 및 인도주의적 활동에 직접적으로 관련된 정책 사안 파악 및 정교화

3. 북극권 국가 및 주요 옵저버 국가 동향

● 미국

- 북극 지역에 대한 국가전략(National Strategy for the Arctic Region, ‘13)
 - 북극을 경제적 기회로 활용, 건전하고 지속가능한 북극 생태계 보호, 정보에 기반한 의사결정을 통한 책임 있는 북극 관리, 수색구조(SAR)와 오염 예방 및 대응을 위한 국제 협력과 평화 안정 자유의 추구 등을 주요 목표로 함

[표 2-16] 미국 북극 지역에 대한 국가전략(2013)의 3대 전략 및 4대 실행 원칙

3대 전략	4대 실행원칙
안보 이익 증진	• 평화와 안정성 수호
책임 있는 북극관리 추진	• 최선의 이용 가능한 정보에 기반한 의사 결정 • 혁신적인 자세 추진
국제협력 강화	• 알래스카 원주민과의 협의 및 조율

- 북극지역에 대한 국가전략 실행계획(‘14)
 - 본 계획은 “북극 지역 국가전략” (‘13)에서 제시한 3대 전략인 미국의 안보이익 증진, 책임 있는 북극관리 추구, 국제협력 강화에 대한 각 세부계획과 이를 실행할 주관 부처를 제시함으로써 미국의 북극전략을 구체화
- 북극 연구계획발표(‘17~ ‘21)
 - 북극연구정책위원회(Interagency Arctic Research Policy Committee : IARPC)에서 발표한 본 연구계획서에 따르면 북극 원주민 뿐 아니라 지역사회까지 포괄하는 전지구적 시스템에서의 북극의 역할 및 다양한 측면에서의 정책 근거마련을 위하여 북극 연구계획을 지원하고자 함
 - 9개의 연구목표(건강과 웰빙, 대기, 해빙, 해양 생태, 빙하 및 해수면, 영구 동토층, 육상 생태, 해안지역 복원력, 환경 정보)를 설정하여 목표를 수행, 북극 연구의 발전을 위한 정보공유가 가능

[표 2-17] 미국 북극연구계획관련 9개 전략

9개 전략	세부 목표
건강과 웰빙	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 연구 개발, 지역사회의 탄력성등을 통해 건강불균형 해소 • 소외지역에 식량, 식수제공 및 에너지 안보 장려 • 상업적 어업, 수자원, 항공운송산업 뿐 아니라 기후변화기인요인에 노출된 근로자의 안전 지원
대기	<ul style="list-style-type: none"> • 북극대기프로세스의 이해 • 구름에 대한 연구
해빙	<ul style="list-style-type: none"> • 해양얼음의 관측 및 연구 수행 • 해빙과정의 이해 및 예측향상을 위한 모델 개선
해양 생태	<ul style="list-style-type: none"> • 생물학적 중요지역의 형성 및 유지에 대한 이해 • 해양생물에 대한 이해 • 북극해양자원과 인간 공동체의 연관성
빙하 및 해수면	<ul style="list-style-type: none"> • 빙하의 손실예측 및 해수면에 미치는 영향 연구 • 관측사항에 대한 조정 및 통합
영구 동토층	<ul style="list-style-type: none"> • 기후, 생리학, 지형조건등이 미치는 영향 • 토양의 탄소 취약성에 대한 연구
육상 생태, 해안지역 복원력	<ul style="list-style-type: none"> • 육지 및 담수 생태계의 대규모 프로세스간의 프로세스 이해 • 생태계변화에 따른 동식물의 개체군 및 서식지등 연구
환경 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 프로세스를 갖춘 글로벌 및 지역 모델활용 • 북극시스템의 기후예측능력 향상

- 국가과학기술위원회(NSTC)의 북극연구정책위원회(IARPC)는 향후 5년간 북극연구 지원을 위한 북극연구계획 (2017-2021)을 발표 ('16.12.)
- 최근 기후적·환경적·사회경제적 변화로 인해, 알래스카 등 미국 북극 지역의 생태계와 주민 거주지의 기후변화 대응 및 지속가능 개발역량이 필요
- 동계획은 알래스카, 북극, 지구에 대한 정부 정책 방안 개발을 위해 향후 5년간 수행될 연구의 목적 등을 제시

🌐 캐나다

- 캐나다 북극 전략 (Canada's northern Strategy our north, Our Heritage, Our Future) 보고서('09.07)
- 북극지역 개발 전략의 구체화를 위한 영역인 통치권 행사(Exercising Sovereignty), 경제 및 사회 개발, 환경유산 보호, 북극 거버넌스 증대 등 4대 정책을 제시

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

- ‘Canada’s Northern Strategy’ 발표
 - 주권 행사(Exercising Our Arctic Sovereignty), 경제 사회의 발전 촉진, 환경 보호, 북방 지역 관리제도 개선, 국제적 차원에서 북극지역 전략 수립
- 캐나다의 북극 외교정책 선언
 - 캐나다의 북극전략 증진과 통치권 실행 (Statement on Canadas Arctic Foreign Policy: Exercising Sovereignty and Promoting Canada s Northern Strategy Aboard) 라는 제하의 북극정책을 발표

[표 2-18] 캐나다 북극정책 4대영역 13대 우선순위

4대영역	13대 우선순위
통치권 행사 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권 경계 분쟁 해결을 위해 이웃 국가와 협력 • 대륙붕경계(EEZ) 확장을 위한 국제사회 인식제고 노력 • 북극 거버넌스(공공안전 포함) 및 관련 현안 해결
경제사회개발 증진 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능발전을 위한 국제적 여건 조성 • 북극 거주민과 모든 캐나다 국민에 이익이 되는 무역과 투자 기회 확보 • 북극 거주민의 삶의 질 증진
환경유산 보호 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 이웃들과 협력하여 생태계기반관리(EBM) 추진 노력 • 북극 기후변화 해결을 위한 국제사회 노력에 기여 • 국제표준 추구 및 강화를 포함한 북극 관련 국제 이슈 해결에 기여 • 북극과학 연구 강화 및 국제 극지의 해(IPY) 유산 계승 노력
북극 거버넌스 증대-북극 원주민 권한 강화	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 외교정책에서 북극 원주민의 참여 • 북극이사회 영구 참여자(원주민 그룹) 관련 기관에 대한 지원 • 캐나다 청년들에게 환북극 대화에 참여할 수 있는 기회 확대

● 러시아

- 2020년 및 그 이후 러시아 연방의 북극 지역에서의 국가정책 원칙(‘09)
 - 북극 지역을 국가의 사회 및 경제 발전 문제의 해결책을 제공하는 러시아의 전략적 자원 기지로 이용하며, 북극 지역 내 평화와 협력 유지, 북극 고유의 생태계 보존, 러시아 단일의 교통 통신 수단으로 북극 항로를 사용
 - 사회경제발전, 군사안보 국경수비, 환경안보, 정보통신, 과학기술, 국제협력의 6가지 분야의 기본 목적을 도출

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

- 러시아 연방 북극지대 발전 및 국가 안보전략('13)
 - '20년 및 그 이후 러시아 연방의 북극 지역 내 국가정책 원칙" 을 실행하기 위한 전략수립
 - 러시아 북극지대의 복합적인 사회 경제적 발전, 과학과 기술의 발전, 현대화된 정보통신 인프라의 구축, 환경 안보, 북극에서의 국제협력, 북극에서의 군사안보와 국경수비 계획을 수립
- 북극지역 특별 경제발전 프로그램('15) : '2020년까지 러시아연방 북극지대 사회 경제발전'
 - 2020년까지 국익을 창출하기 위한 최대 전략적 자원기지로 만들고자 하며 이전에 발표된 여러 북극개발 전략 문서들의 내용을 포괄
 - 북극의 풍부한 자원 개발과 경제 발전, 북극해 항로의 국제무역루트로의 개발 및 병참선 활용, 평화와 협력 확대에 기여하는 수단으로의 이용, 북극에 대한 러시아의 군사안보 확립

[표 2-19] 러시아 북극 기술동향

구분	내용
러시아, 핀란드와 북극 연구프로젝트 지속 예정	<ul style="list-style-type: none"> • 해당 공동연구프로젝트는 러시아 기초과학연구재단 및 핀란드 아카데미 공동주관 2018 기초과학 연구프로젝트의 일환으로 추진되며, 기초과학 연구프로젝트의 주요 목표는 북극 지역 기초과학연구 및 과학연구프로젝트 공동 재정지원 분야 상호협력 발전으로 전함 • 2018 기초과학 연구프로젝트의 주요 연구과제로 "기후변화와 질병", "빠르게 변하는 기후에 북극 에코시스템 적용", "북쪽 지방 도시 내 신진 연구자의 생활고충 해결 전략" 등이 있음 • 한편, 2018 기초과학 연구프로젝트는 2017년 5월 2일 체결된 러시아 기초과학 연구재단 및 핀란드 아카데미 간 체결된 양해각서에 의거하여 추진되고 있음
러시아 과학아카데미, 수심 300미터에서 작동하는 원격 로봇 실험에 성공	<ul style="list-style-type: none"> • 과학아카데미 해저 비디오기술 연구소장은 북극지역 카라 해에 많은 양의 방사선 폐기물 컨테이너가 침수되어 있어 지속적인 감시가 필요함을 밝힘. 로봇은 해저 시설 탐사 및 감시, 과학연구 및 환경, 인명구조, 해저 사고 최소화 기능을 할 것으로 전함. • 과학아카데미는 해당 로봇에 드릴을 부착하여 해저 표면을 탐사할 계획이며 카메라, 센서, 내비게이션 등의 기능을 추가하여 1년 내에 다수의 로봇을 투입시킬 것을 밝힘
북극 개척을 위해 수척의 핵 쇄빙선 건조 예정	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 상트 페테르부르크 발틱 공장에서 1척의 쇄빙선이 건조되고 있으며 2019년 5월경 시운전이 예정되어 있음을 설명. • 로사톰은 북극해 노선을 따라 액화천연가스의 안정적인 공급을 실현하기 위해서는 시급히 핵 쇄빙선 건조 프로젝트를 추진해야 함을 강조하며, 최소 2~3척의 쇄빙선을 추가로 건조함으로써 액화천연가스 시장에 역동적으로 대응할 수 있게 될 뿐만 아니라 북극해 노선 개척 및 탐사를 수행할 수 있을 것이라 설명

*출처 : 한라과학기술협력센터(KORUSTEC), <http://www.korustec.or.kr/>

● 덴마크

- 덴마크왕국 북극전략(Kingdom of Denmark: Strategy for the Arctic ‘11~ ‘20)
 - 북극전략에서 덴마크 왕국은 덴마크 본토, 페로제도, 그린란드 간 대등한 파트너십을 기반으로 아래의 4대 목표를 제시
 - ①평화롭고 안전한 북극 ②자립적이고 지속가능한 성장과 개발 ③북극의 민감한 기후, 환경, 자연에 대한 고려 ④국제적인 파트너와의 긴밀한 협력 등을 목표로 하고, 북극주민들의 실질적인 이익에 우선순위를 둠

[표 2-20] 덴마크 북극정책

주요전략	상세내용
평화롭고 안전한 북극	<ul style="list-style-type: none"> • UN 해양법 협약에 중점을 둔 평화 협력 기반 • 해양안전 고양 • 국가의 자주권 및 감시의 행사
자립적이고 지속가능한 성장과 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 광물자원개발의 높은 기준 • 재생에너지의 잠재력 개발 • 생활자원의 지속가능한 개발 • 국제무역의 강력한 통합 • 지식기반 성장 및 개발 • 건강 및 사회적 일관성관련 북극협력
환경유산 보호 영역	<ul style="list-style-type: none"> • 북극기후변화의 이해 • 환경 및 생물다양성 보호
국제파트너와의 긴밀한 협력	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌도전에 대한 해결책마련 • 지역협력강화 • 자국의 이익에 대한 양자간 보호

출처: Kingdom of Denmark Strategy for the Arctic 2011- 2020

● 노르웨이

- ‘Norwegian Polar Research 2014-2023’ 정책 수립⁸⁾
 - 사회적으로 유익한 지식기반 지원, 지속가능한 환경 및 자원관리, 산업 및 사회 개발, 정책 개발을 목적으로 함

8) 노르웨이의 국가 극지연구정책 및 과제 공모/평가도 관장하는 노르웨이연구회(Research Council of Norway)에서 수립

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

- 환경과 기후변화, 자연자원과 산업활동, 국제협력 및 연구인프라 등 주제로 국가 극지연구전략 수립

[표 2-21] 노르웨이 북극정책

구분	상세내용	
주요사항	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 및 환경변화 적응 • 천연 자원 및 산업적 활동 	
세부사항	국제협력연구	<ul style="list-style-type: none"> • EU Framework Programme Horizon 2020, Joint Programming Initiatives (JPIs), Nordic initiatives 등의 국제프로그램 참여
	지원모집	<ul style="list-style-type: none"> • 연구원의 연수 및 교육의 기회 제공 • 현장조사등의 사업을 위한 재정체계 확대
	연구 인프라	<ul style="list-style-type: none"> • 관측 및 시료채취를 위한 첨단장비 구축, 연구선활용 • SIOS프로젝트⁹⁾의 일환으로 스발바르(Svalbard)의 연구기발시설 조정 및 촉진하여 북극 관측 네트워크(SAON)에 기여 • 연구인프라 프로젝트의 "Dronning Maud Land Air Network" (DROMLAN) 10개국협력 • space-related infrastructure를 활용하여 극지방 비교분석이 가능한 유일한 장비 구축하여 어선단 및 산업관계자에 유용한 데이터 제공
	연구결과의 공개	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 대상에 정보 제공 • 과학 저널에 출판 장려 • 연구자모집하는 수단으로 활용가능

- 10년 단위 과업제안요청 형식으로 구체화한 ‘The Polar Research programme(POLARPROG 2015)’ 라는 극지장기연구프로그램전략을 제시하여 극지지역의 새로운 연구기반지식창출에 기여하고자 함¹⁰⁾

● 스웨덴

- 새로운 환경정책보고서를 발표(New Sweden Environmental Policy for the Arctic, ‘16)
- 북극의 지속가능한 개발과 보존을 위하여 ①기후변화로 인한 환경변화 대응 강화, ②생물다양성 생태계 보존강화, ③자원의 지속가능한 사용을 위한 전략을 제시¹¹⁾


9) 스발바르 통합 북극지구관측시스템(The Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System-SIOS)는 연구기반시설관련 유럽 전략 포럼(European Strategy Forum on Research Infrastructures-ESFRI)의 로드맵 관련한 국제 프로젝트

10) 여시재 이슈브리프(2017.07), 「유럽의 북극전략 논의와 정책 방향」

11) 주스웨덴대사관(2016), 「환경부 북극환경정책발표」 보도자료

[표 2-22] 스웨덴 북극정책

전략	세부사항
기후변화로 인한 환경변화 대응강화	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출량 감축을 위한 조치 블랙카본, 메탄등과 같은 물질의 배출량 감소 인간과 자연이 기후변화의 부정적 효과에 적응하고 대처할수 있는 회복력 강화
생물다양성 및 생태계 보존 강화	<ul style="list-style-type: none"> 북극생물다양성평가 권고안에 대한 지지 북동대서양 해양환경보호협약의 중요성 미국의 북극지역에 대한 국가실행계획 지지
자원의 지속가능한 사용	<ul style="list-style-type: none"> 기존 원유 및 가스채굴 시설에 대한 사고 방지 및 환경복구비용 마련 북극해의 상업적 어업행위 반대 북극항로이용에 대한 적절한 규제 필요 지속가능한 광물채굴과 지역 공동체의 공동발전을 위한 새로운 모델 개발

 중국

- 1997년 국제북극과학위원회(IASC: International Arctic Science Committee) 가입을 시작으로 북극에 대한 연구를 지속해오고 있으며, 국가해양국(SOA: The State Oceanic Administration)을 설치하여 북극 및 남극 관련 사항에 대해 통합관리
- 국가해양국은 시진핑 주석 취임 이후 중국의 북극개발과 관련 전략 수립, 북극 지역의 과학연구, 북극해 탐사 및 개발활동에 관련된 행정 전반을 담당하고, 외교부는 북극이사회를 중심으로 하는 다자간 협력과 북극해 연안국들과의 양자협력을 담당
- 중국의 북극개발 관련 실행기관으로는 국가해양국 산하의 ‘극지고찰사무실’ (CAA: The Office of Chinese Arctic and Antarctic Administration), ‘중국해감’ (CMS: China Maritime Surveillance), ‘국가해양위원회’ (CACPR: Chinese Advisory Committee for Polar Research)를 두고 극지문제 조정 역할을 함

[표 2-23] 중국의 북극관련 기구

구분	기관	
정부기구	상위기관	국가해양국, 외교부
	시행기관	극지고찰사무실, 중국해감, 국가해양위원회
	지원기관	국가발전개혁위원회, 재정부, 과학기술부, 국가자연과학기금
연구기관	중국극지연구소, 상하이국제문제연구소, 중국해양발전전략 연구소, 중국과학원 등	

*출처 : 한중일의 북극 전략과 신 북극 거버넌스 협력(2014)

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

- ARCTIML(Arctic Change and its Tele-Impact on Mid-Latitudes) 프로그램
 - 지구변화에 대한 북극의 반응과 북극의 급격한 변화가 중위도 지역에 미치는 영향을 파악하기 위하여 베링해를 통해 유입되는 태평양해수가 북극해에 미치는 영향에 대한 연구, 해빙으로 덮인 지역의 해빙-해양-대기 상호작용 연구, 담수가 해빙분포에 미치는 영향 연구, 북극해 고해양 연구를 수행
- 중국 국가발전개혁위원회(National Development and Reform Commission)와 국가해양국(State Oceanic Administration), ‘일대일로 해상 협력 건설 비전’ 발표¹²⁾(2017년 6월)
 - 기능적인 목표는 육상 및 해상 교통로의 네트워크에 기반하여 정책, 교통, 무역, 화폐, 민심 등의 교류를 확대함으로써 지역협력의 플랫폼 구축
 - 일대일로 해상 실크로드 계획 공식 발표에 북극항로를 포함
 - 동 계획에는 3개의 해양경제통로가 제시되었는데, 북극항로를 활용한 북극해-유럽 해양 경제통로를 처음으로 언급
 - * 3대 해양경제통로 : 중국-인도양-아프리카-지중해 / 중국-오세아니아-남태평양 / 북극해-유럽
 - 동 계획의 5대우선순위 중 ‘해양을 통한 번영’ 항목에 북극항로 관련 계획을 명시
 - * 북극항로에 대한 과학적 조사, 육상 모니터링 기지 설치
 - * 북극 기후·환경변화에 대한 과학연구 수행
 - * 북극항로 예보, 해운환경 개선을 위한 북극권 국가에 대한 지원·협력
 - * 북극항로 상업화에 대한 중국기업 참여 확대
 - * 북극권 국가와의 협력을 통한 북극 지역 자원 조사 및 청정에너지 사용강화
 - * 북극 관련 국제회의·기구에 대한 중국의 적극적 참여

12) The Vision for Maritime Cooperation under the Belt and Road Initiative

[표 2-24] 중국 일대일로 이니셔티브 중 해양협력을 위한 비전(북극관련)

구분	전략	세부내용
협력우선순위 (Cooperation Priorities)	녹색 개발 (Green development)	<ul style="list-style-type: none"> • 해양생태보전 및 서비스 제공 • 해양생태계보호를 위한 협력강화 • 지역해양환경보호 장려 • 블루카본 국제 협력 강화
	해양기반번영 (Ocean-based prosperity)	<ul style="list-style-type: none"> • 항해 경로에 대한 과학조사 수행 • 내륙기반 감시 기지 설치 • 북극해에서 기후와 환경 변화에 대한 연구 수행 • 항해예측 서비스 제공 분야에서 관련 당사자와 협력 • 기업의 북극해항로의 상업적 활용 • 북극지역의 관련국들과의 협력강화 • 기업의 해양자원활용 지원 • 해양산업협력 증진 • 해운서비스네트워크 마련 • 해상운송시장의 개선으로 시장환경 촉진
	해양 안보 (Maritime security)	<ul style="list-style-type: none"> • 해상공공서비스강화 • 해양 감시 및 네트워크 구축 • 해양안전 • 해상항법 운항
	혁신적 성장 (Innovative growth)	<ul style="list-style-type: none"> • 해양과학기술협력파트너십 • 해양기술협력 플랫폼 구축 • 해양 교육 및 문화 교류(해양장학금프로그램)
	합작 거버넌스 (Collaborative governance)	<ul style="list-style-type: none"> • 해양협력증진을 위한 블루파트너십 • 고차원의 dialogue mechanisms 개발 • 해양공간 계획 및 적용을 위한 협력 • 비정부기구가간의 협력강화

*출처: http://news.xinhuanet.com/english/2017-06/20/c_136380414.htm

□ 6가지 북극 현지조사활동 관련 신청 의무화 추진 ('17.5)

- 국가해양국에서는 ‘북극 탐사활동 행정허가관리규정’ 초안을 발표하고 의견수렴 절차에 착수
- 개인 또는 법인, 기타 조직 등이 6가지 유형의 북극 탐사활동을 전개하는 경우 반드시 국무원 해양관리부서에 신청해야하며 ① 국가조직의 북극 탐사활동 참가 ② ‘스피츠베르겐 군도 조약’ 적용 지역에 (임시 또는 장기적) 고정 탐사기지 및 탐사장비 설치 또는 중대한 북극 탐사활동 진행 ③ 북극 공해 및 상공에서의 북극 탐사 활동 ④ 타국 관할지역 이원의 북극 심해저에서 진행되는 환경보호 및 과학

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

기술 연구, 자원조사 관련 활동 등 탐사활동 ⑤ 북극 관측의 필요에 따른 북극 내 부지선정 등 관련 활동 ⑥ 상기 다섯 가지 항목 외에 중국의 북극 탐사기지 내 진입 또는 탐사장치에의 접근 등 중국의 국가적 북극 탐사활동에 직접적인 영향을 미치는 활동을 제시¹³⁾

- 보유 중인 쇄빙연구선 ‘설릉호’ 에 이어 북극 전용의 제2쇄빙연구선을 자체 기술로 건조 중
 - 제13차 계획에 극지 진출을 명문화하고 제2설릉호 건조로 북극항로 진출 및 상업적 이용에 필요한 관측연구, 데이터 수집 등을 지원할 계획을 구상
- 또한 일대일로 전략에 북극을 포함시키고 노르웨이 니알슨 기지촌에 북극과학연구기지를 두고 있으며, 캐나다 북극지역에 추가적인 기지 건설을 추진 중

● 일본

- 북극정책(‘15)
 - 해양정책 기본계획(‘13)에서 제시된 ①지구적 관점에서 북극 관측및 연구, ②북극 국제협력, ③북극항로 가능성 조사의 내용을 구체화
 - 북극활동을 통해 국제사회에 공헌하는 중요 주체로서 북극의 잠재적 개발가능성과 환경변화의 취약성을 인식하고 지속가능한 개발을 위해 일본의 과학기술을 바탕으로 선제적 정책마련
 - 지구적 관점에서 일본의 과학기술분야의 강점을 최대 활용, 북극 특유의 환경과 생태계를 고려, 국제법 보장 및 국제협력 도모, 원주민 권리 존중, 북극 안보상황에 대한 예의주시, 기후환경변화 및 경제사회적 양립, 북극항로 이용과 자원 개발에 대한 잠재적 경제 기회 추구¹⁴⁾
 - 북극연구소는 북극의 기후변화연구, 지구기후변화에 영향을 미치는 북극의 대기 및 빙하 연구, 북극생태시스템 및 기후변화인지, 중위권 대기관측을 통한 기후변화 메커니즘 탐색, 지속가능한 지구환경을 위한 북극과학의 국제협력 등 연구 활동을 하고 있음
- 북극 연구를 더 강화하기 위해 17년 초 북극 전용의 쇄빙연구선 건조 계획을

13) KMI(2017), 「극지해소식」

14) 극지연구소(2016), 「POLAR BRIEF」

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

확정 되었으며 20년에 건조를 완료하는 것을 목표

- 제2쇄빙연구선은 일본의 북극종합정책에 따른 것이며 과학기술을 통해 국제협력 관계 구축 및 북극 현안 관련 일본의 입지를 강화하는 것을 목적
- 제2쇄빙연구선은 1만 톤급 규모이며 기상관측 레이더 및 기타 관측장비, 무인 탐사기, 분석 장비 등을 탑재하여 북극 기후 및 생태계 변화 연구에 집중적으로 활용될 예정

핀란드

□ Finland' s Strategy for the Arctic Region 2013

- 총리 주재 각료회의를 통해 핀란드 북극정책 추진의 근간이 되는 ‘신북극전략(New Arctic Strategy)’ 을 의결하였는데, 동 전략은 북극이 야기하는 환경상의 제약과 비즈니스 기회를 지속가능한 방식(Sustainable Manner)을 통한 국제적 협력 강조
- 또한 북극환경의 지속가능한 기회를 제공하고자 하며 EU 및 핀란드의 북극 정책을 기조로 지속가능한 북극 관광, 북극의 연결성 및 기타 인프라 구축 사업을 적극 추진
- 세부 전략으로 북극 관련 신규 비즈니스 발굴, 북극지역 환경 보호 강화, 북극지역 안전성 추구, 북극 국제협력 강화 등을 제시

[표 2-25] 핀란드 북극정책

주요전략	상세내용
북극 인구	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 사회적 기능 및 근로조건 마련 • 북극 다른 원주민 및 핀란드 Saami족
교육 및 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 북극전문가양성
북극관련사업	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 사업의 기회마련 • 에너지 산업 • 북극 해양산업 및 선박 • 재생가능한 천연자원 활용 • 광물자원 • 청정기술 • 관광 • 교통 및 운송 시스템 • 데이터 커뮤니케이션 및 디지털 서비스
환경과 안정성	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 환경 • 북극지역의 안정성 • 내부보안
국제협력	<ul style="list-style-type: none"> • 북극권역에서의 자국의 지위 • 국제협력 • 양자간 북극 제휴 • EU의 역할

● 영국

- Adapting To Change UK policy towards the Arctic(13)
 - 외무성 극지방관련 부처¹⁵⁾에서는 북극의 지속가능한 미래를 보장하기 위하여 국제법을 준수하며 환경변화를 고려한 과학에 기초하여 개발하는 등 북극국가 및 국제사회 협력방안 마련을 위한 정책 수립
 - 북극 공동체의 존중(Respect), 주도적인 역할의 수행(Leadership), 긴밀한 협력관계 유지(Cooperation)의 세 가지 비전을 제시

[표 2-26] 영국 북극정책 비전 및 세부내용

비전	세부내용
북극 공동체의 존중	• 극권의 주권 존중 • 북극 거주민을 위한 이해 • 환경에 대한 고려
주도적인 역할 수행	• 지속가능한 미래 보장 • 기후변화 문제 해결 • 다양한 산업 및 공급망 제공
긴밀한 협력 관계 유지	• 북극원주민과의 대화와 협력

- 영국 북극기후변화 관련 연구 프로젝트는 에어로졸 구름 결합과 북극과 기후 상호 작용, 북극 계절 예측과 연평균 시간 예측, 탄소 순환 관련, 북극 난류 스펙트럼 측정 등이 포함

[표 2-27] 영국 북극기후변화관련 연구프로젝트

구분	세부내용
에어로졸 구름 결합과 북극의 기후 상호 작용	지구 기후 시스템의 최첨단 모델링과 미래의 기후 변화에 대한 예측뿐만 아니라 영국과 같은 중위도와 고위도 지역에 대한 즉각적인 일기 예보를 알려줌
북극 계절 예측과 연평균 시간 예측	정교한 모델 세트를 사용하여 북극 기후 및 관련 프로세스의 다양한 측면을 예측 가능성에 대해 조사
탄소 순환 및 온실 가스 예산에 대한 수 문학 통제 (HYDRA)	영구 동토층에서 온실 가스 및 대기로 온실 가스를 방출하는 생물학적, 화학적 및 물리적 통제 방법과 이것이 지구 온난화에 미치는 영향을 조사하고 북극 캐나다 주변의 여러 지역 연구하는 것을 목표
잠수함을 이용한 북극의 난류 스펙트럼 측정(SEATS)	변하는 북극해 유역에서 얼음 표지의 시간적 및 지역적 변동이 난기류와 순환에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 획기적인 연구

*출처 : NERC(National Environment Research Council, Arctic Research Programme)

15) the Polar Regions Foreign and Commonwealth Office

독일

- 북극정책 가이드라인(13)
 - 연방 외무부에서는 북극의 환경 보호의 중요성 및 생물다양성유지 및 보존하기 위한 보호지역의 설립마련, 연구, 기술 및 환경 분야의 전문가들과의 협력 및 과학적 연구결과의 자유 보장, 북극항해의 자유보장 및 북극 원주민들의 권리를 보장하기 위한 다양한 활동 등을 제안
 - UN 해양법 협약, MARPOL 협약, 해양환경 보호 및 생물다양성 협약 및 지역 협약, 국제 해사기구의 극지(Polar Code) 개발 등은 독일 북극정책마련에 중요한 영향을 미침

4. 주요 북극관련 연구프로그램

국제북극부이프로그램(IABP, International Arctic Buoy Programme)

- IABP는 해양 및 기상데이터 수집을 목적으로 태평양 북극지역에서 부이의 배치 및 유지하기 위한 국제기구 간의 협업프로그램임
- 북극해 및 빙하 위에 대기압, 온도, 압력 및 얼음의 이동 등을 측정할 수 있는 부이를 설치하여 모니터링
 - * 1979년부터 모니터링 시작
- IABP는 미국 ARP(Arctic Program, NOAA)의 지원을 통해 이루어지고 있으며, 수집된 자료는 기상예측, 위성예측의 검증 등에 활용
- IABP 참여기관은 프랑스, 노르웨이, 중국, 캐나다, 일본, 한국, 인도, 러시아 및 미국의 해안경비대(USCG), 에너지국(DOE), 미항공우주국(NASA), 해군 등 다양한 기관으로 구성

[미국] 생물분포관측(DBO, Distributed Biological Observatory)

- 미국 ARP의 지원으로 이루어지는 북극 해양해양생물 샘플링프로그램으로 태평양의 북극지역을 대상으로 매년 이루어지는 과학탐사 프로그램임
- DBO는 생물다양성이 높은 8개의 정점(hotspot)을 지정하여 생태계생산성, 생물다양성,

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

북극해의 물리적변화에 따른 생물학적 반응 등을 조사

- 미국해안경비대소속의 쇄빙선을 활용하여 접근이 어려운 원격지의 생물상, 이화학적 기본 특성을 측정

● [일본] 북극연구추진프로젝트 (ARCS)

- 북극연구추진프로젝트(ARCS, Arctoc Challenge for Sustainability)는 일본문부과학성의 보조사업으로 일본국립극지연구소(NIPR, National Institute of Polar Research), 해양연구개발기구 북극환경변화연구센터(JAMSTEC IACE, Institute of Arctic Climate and Environment Research), 북해도대학 북극연구센터(ARC-HU)가 공동으로 추진하는 종합 북극연구 프로그램임

* ARCS는 '15년~'20년 실시예정으로 연 67억원 규모의 예산 투입('15년 62억원, '16년 72억원)

- 기후, 기상, 해양환경변화, 물질순환 및 생태계와 생물다양성 관련 연구와 인문·사회과학적 연구 등을 포함하는 종합북극연구 프로젝트
- 북극의 기후변화 원인 규명 및 사회에 미치는 영향 규명, 국내외 이해관계자의 지속가능한 북극이용 등 다양한 문제에 대한 정책적 판단 근거의 제공을 목적으로 국제공동연구, 국제협력 거점의 정비, 신진연구자의 해외파견, 북극 관련 회의 전문가 파견 등을 추진

[표 2-28] ARCS 프로젝트의 8대 국제공동연구 주제

주제	세부내용
기상·해빙·파랑예측연구과 북극항로 지원정보통합	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 북극 관측망 구축 • 세계 기상데이터 활용 극단적 기상예측 연구 • 북극해 항로 해빙예측 및 최적항로 탐색 • 파랑 예측 기술 개발
그린랜드의 빙상·빙하·해양환경변동	<ul style="list-style-type: none"> • 그린랜드의 기후·빙상 변화 <ul style="list-style-type: none"> - 국제심층시추계획(EGRIIP) 참가, 국제 공동연구 • 그린랜드의 빙하얼음 해양상호작용 <ul style="list-style-type: none"> - 인공위성 데이터 분석, 적설, 해수 분석 • 북극의 환경변화가 주민에게 미치는 영향

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

북극기후와 대기물질	<ul style="list-style-type: none"> • 첨단 관측 및 수치모델 활용 북극기후에 관한 대기물질의 동태 및 영향 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 대기 및 강수중 BC(Black carbon)측정 • 북극에 수송되는 BC의 발생원 및 수송량 정량화
북극해양환경관측연구	<ul style="list-style-type: none"> • 해빙감소에 따른 북극해양환경 변화와 물 순환기후변화와의 관계 규명 • 북극해 담수의 계절, 격년 변동의 이해 • 알래스카 연안의 빙하 동태 변화 이해
북극기후변화예측연구	<ul style="list-style-type: none"> • 북극기후변화 예측 가능성의 과학적 기반 확립 • 중장기 기후 변화 예측 기술 확립
북극생태계의 생물다양성과 환경변화 영향연구	<ul style="list-style-type: none"> • 북극의 환경변화에 따른 북극 생태계의 변화 • 북극의 환경변화에 따른 생물다양성의 변화
북극의 인간사회 지속적인 발전 가능성	<ul style="list-style-type: none"> • 북극 경제개발의 현황파악 및 개발시나리오 제시 • 북극환경과 지역사회 원주민의 생활보호 방안 검토 • 북극 경제개발 진행시 국제기구 및 국가의 규범 제정 등 고려 • 인문·사회과학적 관점에서의 북극 미래예측 제시
북극데이터 아카이브 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 오픈사이언스 기반의 북극연구 빅데이터 유통체계 구축을 통한 가치창출

🌐 [노르웨이] Nansen Legacy 극지연구 프로젝트 (Nansen Legacy Polar research project)

- 노르웨이 연구위원회(Research council of Norway)는 바렌츠해(Barents sea)의 이화학적인 특성규명 및 매핑 및 인간에게 미치는 영향파악을 위한 Nansen legacy project('18년~'23년, 6개년)을 승인
 - * Nansen Project의 총 투입예산은 6년간 약 8억 크로네 (NOK 800,000,000, 약 1,000억 상당)
 - * 소요예산 중 노르웨이 정부와 연구위원회가 각각 연간 3,000만 크로네를 6년간 지원, 프로젝트에 참여하는 10개 기관에서 총 3.6억 크로네 부담예정
- Nansen Legacy 프로젝트는 물리적 드라이버(RF1, Physical drivers), 인체영향(RF2, Human impacts), 살아있는 Barents 해(RF3, The living Barents Sea), 미래의 Barents해 (RF4, The future Barents Sea) 등 4가지 주제로 이루어질 예정
 - * RF, Research Foci (연구초점)
 - * 4가지 주제는 물리 및 물리적환경과 인간을 포함한 생물학적 시스템과의 관계,

II. 북극 연구 국내외 동향 분석

기후변화 및 인간활동에 의한 오염이 인간에게 미치는 영향, 기후 및 해양 생태계의 과거, 현재, 미래 상태 전환의 이해를 통한 미래예측 등이며 세부 과제로 북극물류, 수산자원발굴, 석유 등의 에너지 자원탐사, 해류매핑 등을 포함

- Nansen Legacy 프로젝트는 노르웨이 사상 최대 프로젝트로, 노르웨이 극지연구소 등 10여개 기관*이 참여

* UiT the Arctic University of Norway, the Institute of Marine Research, the Meteorological Institute, the Norwegian Polar Institute, NTNU, the University of Bergen, the University of Oslo, the University Centre in Svalbard, Nansen Environmental and Remote Sensing Center, Akvaplan-Niva.

● [독일] 해양, 해안 및 극지 시스템(PACES II, Polar regions Coast in the changing Earth System)

- 독일의 극지연구기관인 AWI(Alfred-Wegener-Institut)의 주도로 극지방, 북극해, 북해연안의 지리적, 생물학적, 기후학적 연구 수행(14년~18년, 5개년)
- 관측, 분석, 모델링 등을 통해 지구시스템에 인위적 또는 자연적인 영향의 예측을 위한 연구프로젝트로 AWI와 HZG(Helmholtz-Zentrum Geesthacht)가 주도
- 세부연구과제는 6개*로 나누어져 있으며 각 과제별로 여러개의 work package로 구성됨

* 변화하는 기후의 극한 대기와 빙권, 극지변화로 인한 생태계와 생지화학적 변화, 부서지기 쉬운 연안, 지구시스템(극지의 관점에서), 가교연구 및 사회, 극지인프라의 구축 및 유지 등

III. 기술수준분석 방법론



1 북극 연구분야 기술 분류

● 기술수준 분류

- 기술수준 평가를 위한 북극 연구 분야 기술은 「2030 북극연구 중장기 로드맵」 등의 추진기준에 따라 「북극과학」, 「북극산업」, 「북극정책」 3개 분야로 구성
 - 수차례의 발주처 및 전문가 협의 후 확정

[표 3-1] 북극과학분야 기술분류

중분류	소분류	내용
(A) 환경기술	(A-1) 기후변화대응	기후변화 감지와 분야별 영향정도 파악, 대응 관련 기술
	(A-2) 생태계관리	환경과 생물체간 상호관계 이해를 통한 관리 기술
	(A-3) 환경유해성평가	북극환경에 대한 유해 및 위협 요인 평가 및 환경현황에 대한 객관적 평가 기술
	(A-4) 대기환경모니터링	대기의 구성 및 오염물질의 함량 등에 대한 지속적 변화 추적과 정량·정성적 분석 기술
	(A-5) 빙하특성규명	빙하의 물리화학적 특성, 빙하의 내부구조 등에 대한 특성을 파악 기술
	(A-6) 지구물리규명	지구적인 규모의 물리화학적 현상들을 규명하기 위한 기술
	(A-7) 지질특성규명	지각 및 해저지형의 구조, 형태, 변화 등의 규명을 위한 기술
(B) 조사관측 기술	(B-1) 무인관측	무인·원격으로 관측체를 관찰하여 형태 및 움직임을 측정·기록하는 기술
	(B-2) 원격탐사(위성)	위성을 이용한 관측기술로 센서 등 관측장치를 운영하고 확보 자료를 해석하는 기술
	(B-3) 조사·관측 장비개발	북극에 대한 과학적 조사 및 관측을 위한 장비(센서 등 포함)의 개발에 관한 기술
	(B-4) 통신기반	북극에서의 효율적인 통신수단, 통신방법에 관한 기술
(C) 생물자원	(C-1) 신소재발굴·확보	해양생물 등 활용가능한 생물소재로부터 새로운 기능성을 탐색하는 기술
	(C-2) 종다양성보존	북극 생물종의 다양성을 보존하기 위한 기술

[표 3-2] 북극산업분야 기술분류

중분류	소분류	내용
(D) 물류체계	(D-1) 물류수요분석	북극해를 활용한 물류 수요량의 분석 및 예측 기술
	(D-2) 운송체계개발	북극해 환경 및 운항선박에 적합한 운송체계 개발 기술
	(D-3) 물류체계 변화예측	북극해 환경 및 시장 동향 등을 물류체계 변화의 예측·전망 관련 기술
	(D-4) 물류인프라 구축	북극해 물류 활성화를 위한 관련 인프라의 구성 및 구축과 관련된 기술
	(D-5) 비즈니스모델 수립	북극해 물류운송의 비즈니스모델 수립을 위한 관련 기술
(E) 에너지·광물자원	(E-1) 자원탐사평가	북극(해) 에너지·광물자원의 탐사 및 경제성 평가 기술
	(E-2) 자원생산	북극 에너지·광물자원의 생산과 관련된 기술
	(E-3) 자원수송	북극 에너지·광물자원의 저장 및 운반에 관련된 기술
	(E-4) 자원개발타당성분석	자원개발을 위한 정책·기술·경제적 타당성 분석 기술
(F) 화물수송 선박	(F-1) 운항선박(기자재)개발	북극해 운항선박(기자재)의 설계 및 제작관련 기술
	(F-2) 빙성능평가인프라개선	빙성능 평가 및 관련 인프라 구축·운영 등에 관련된 기술
	(F-3) 방한성능평가	방한성능 평가 및 관련 인프라 구축·운영에 관련된 기술
(G) 해양 플랜트	(G-1) (기자재)설계·생산	북극해 해양플랜트(기자재)의 설계 및 생산과 관련된 기술
	(G-2) (기자재)시험·평가	북극해 해양플랜트(기자재)의 시험 및 평가와 관련된 기술
	(G-3) 해양플랜트운영	북극해 해양플랜트의 운송·설치 및 운영에 관련된 기술
(H) 안전· 방제	(H-1) 운항고도화	북극해 운항선박의 안전 및 운항효율성 확보와 관련된 기술
	(H-2) 유빙탐지·해빙모니터링	선박의 안전운항을 위한 유빙 탐지 및 해빙모니터링 관련 기술
	(H-3) 오염물질방제	북극해 선박운항 및 자원개발 등에 따른 오염방제 관련 기술
	(H-4) 해상구난구조	북극해의 특수성을 고려한 해상구난 및 구조 관련 기술

[표 3-3] 북극정책분야 기술분류

중분류	소분류	내용
(I) 경제 정책	(I-1) 경제협력정책 (북극권/비북극권)	북극권과 비북극권 지역의 경제협력에 관한 정책
	(I-2) 경제개발정책 (국가간/지방정부)	북극권 국가 및 지방정부 경제 개발에 관련된 정책
(J) 북극 뉴비즈니스	(J-1) 에너지자원정책	북극(해) 부존 에너지 및 광물 자원의 보전과 개발 등에 관련된 정책
	(J-2) 수산자원정책	북극해 수산자원의 지속가능한 이용 확보 등에 관련된 정책
	(J-3) 관광정책	북극(해)의 관광산업 관련 정책
	(J-4) 통신·바이오·항만물류 등 산업정책	북극항로 개통에 따라 우선적으로 확대될 분야(항만물류 등)와 관련된 산업정책
(K) 인프라	(K-1) PPF 등 동향분석	북극(해)에서 우선적으로 요구되는 관련 인프라 전망 및 관련 기술·산업 동향 관련 정책
	(K-2) 관련 인력양성	북극(해)의 정책·기술·산업 전반에 걸쳐 요구되는 인력의 현황 및 양성과 관련된 정책
	(K-3) 홍보	북극(해) 인식제고 및 네트워크 확대를 위한 홍보 관련 정책
(L) 인문· 사회	(L-1) 사회문화정책	북극권의 활용 및 연구를 위한 사회·문화적 이해 관련 정책
(M) 북극 거버넌스	(M-1) 거버넌스	북극권에서의 당사자 및 이해관계자를 포괄하는 거버넌스 구축 관련 정책
	(M-2) 국제협력	북극권과 관련된 국제협력 정책
	(M-3) 국제규제	북극권의 보전 및 활용 등과 관련된 국제규제 관련 정책

2 기술수준 평가 방법론 도출

1. 논문분석 및 특허분석 방법론

● 연구논문 및 특허분석의 목적

- 연구논문이나 특허의 숫자는 과학기술의 생산성을 정량화하는 기초적인 단위
- 연구논문은 전통적으로 학문의 발전을 이끌어온 중요한 매체로 최신 연구 동향 파악에 용이하며 기술 중심의 특허와 상호 보완적 관계를 가짐
- 전문가의 의견에 전적으로 의지하는 정성적인 방법에 대한 보완책으로 정량분석을 추가
- 정량적인 기술평가 방법은 과거 자료에 의존한다는 점에서 기술수준평가를 실시하고 있는 시점의 기술수준을 정확하게 반영하지 못할 수도 있으므로 델파이 등 정성적인 기술평가와 보완적으로 활용

● 논문 및 특허분석 방법 개요

- (사전 분석) 기존 기술 분류 및 전문가 자문을 통해 수집된 핵심기술에 대한 키워드 이용
 - 검색 결과에 불필요한 자료를 제거하기 위하여 DB에서 제공하는 여러가지 검색식을 사용
 - 논문분석에는 SCI(E) 등재 논문을 대상으로 Thomson and reuter사의 Web of Science DB를 이용
 - 기본적으로 북극위원회 소속 8개국, 옵서버 13개국의 최근 10년의 논문을 대상으로 조사
 - 각 분야의 국가별, 연도별 발행 논문편수를 통한 연구의 양적 수준 비교
 - Impact factor 등 과학문헌의 영향력 평가지수를 통하여 연구의 질적 수준 비교
- (최종 분석) 북극연구 트렌드 중심 분석후 분석대상 세트 중심 분석
 - 논문분석과 특허분석은 기술분류별 키워드를 도출하여 기술별 비교 실시 예정이었으나, 북극 관련 기술분류별로 검색할 경우 검색범위가 좁아 분석이 불가능하였으며,

검색범위를 넓힐 경우 기술간 검색 결과의 중복 발생

- 이러한 문제의 해결 및 북극연구의 국가별, 분야별 수준 파악, 북극관련연구의 트렌드를 분석하기 위해 북극관련 연구를 전체 검색한 후 그 결과를 분석대상 세트로 설정하여 논문·특허 분석을 실시

[표 3-4] 논문·특허분석 내용

구분	논문분석	특허분석
검색대상 DB	Web of Science (SCI(E), SSCI, A&HCI, ESCI)	주요국 공개특허 서버 (Wintelips 이용)
대상기간	1998~2016	1993-2016
검색대상	Article 주제검색	대표문헌 청구항 대상
양적지표	논문편수	특허건수
질적지표	기술력지수 영향력지수 인용도지수 H'-index	기술영향력 점유율 IP경쟁력
검색대상 문헌 수	35,602편	597건

● 논문 및 특허분석 절차

- 논문분석은 Web of Science를 활용하여 1998년~2016년까지의 SCI(E)(Science Citation Index Expanded), SSCI(Social Science Citation Index), A&HCI(Arts & Humanities Citation index), ESCI(Emerging Citation index)를 대상으로 검색을 실시하여 총 35,602건의 분석대상 셋트를 구성
- 특허분석은 미국, 일본, 중국, 미국, EP, 독일, 영국, 프랑스, 러시아의 공개 및 등록 특허를 대상으로 검색 및 선별과정을 거쳐 597건의 분석대상 셋트를 구성 하였으며, 분석은 Wintelips(Wips Co., Ltd.)를 이용하여 분석

2. 기술수준 조사 및 분석

🎯 조사 목적

- 기술수준 조사를 위한 델파이 조사는 통상적으로 의사소통의 구조화를 통해 이루어지며 ①절차의 반복과 통제된 피드백, ②통계적 집단 반응의 절차 등을 통해 의견을 체계적으로 수렴하는 조사 방법임
- 북극 연구의 정성적 기술수준 평가의 객관성을 제고하기 위하여 정책 의사결정을 위한 대표적인 전문가 조사 방법인 델파이 조사 방법을 활용

🎯 조사 방법

- 북극 과학, 북극 산업, 북극 정책 등 3개 분과 전문가 Pool 구성후, 조사 항목 선정 및 설문조사 설계 관련 협의 지속
- 지속적인 피드백 및 유기적 평가 작업을 통해 북극 연구의 기술수준을 면밀히 분석

🎯 평가 항목

- 비교대상 기술최고국 등과의 기술수준분석, 해당 기술의 수명, 기술발전 추세 등에 대한 전문가 의견 수렴
- 관련 기술의 확보와 추격 전략에 대한 심층 분석을 중심으로 연계 추가 분석
- 델파이 조사 결과는 분산분석 등 통계처리를 통해 데이터 신뢰성을 검증하는 한편 비교대상 국가 혹은 여건 등을 시각적으로 처리하여 시인성 확보
- 각 항목에 대한 델파이 조사 결과를 표준화하여 북극 연구 경쟁력 확보와 북극 연구의 개선점 및 보완점, 정책적 방향 등의 기초자료로 제시

[표 3-5] 평가설문 설계내용

평가 문항		평가 방법 및 예시										
1)	최고기술 보유국 및 수준	'17년 현재 시점에서 최고기술 보유국과 최고기술 보유국의 수준(%) 기입 * 해당기술의 최종적인 목표수준을 100%로 가정										
2)	국내 기술(정책)수준	'1년 현재 시점에서 우리나라의 기술수준(%) 기입 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">100% 이상</td> <td>독보적 세계 최고</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">81 ~ 99%</td> <td>기술 분야 선도</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">61 ~ 80%</td> <td>선진기술의 모방·개량이 가능</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">41 ~ 60%</td> <td>선진기술의 도입·적용이 가능</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 ~ 40%</td> <td>연구개발 능력 취약</td> </tr> </table>	100% 이상	독보적 세계 최고	81 ~ 99%	기술 분야 선도	61 ~ 80%	선진기술의 모방·개량이 가능	41 ~ 60%	선진기술의 도입·적용이 가능	1 ~ 40%	연구개발 능력 취약
100% 이상	독보적 세계 최고											
81 ~ 99%	기술 분야 선도											
61 ~ 80%	선진기술의 모방·개량이 가능											
41 ~ 60%	선진기술의 도입·적용이 가능											
1 ~ 40%	연구개발 능력 취약											
3)	기술(정책)격차	우리나라와 최고기술 보유국간의 격차를 소요시간(년)으로 제시 * 현행 투입 수준이 지속적으로 유지된다고 가정										
4)	기술(정책)발전추세	기술의 발전 추세를 아래 표를 참고하여 5점 척도로 기입 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">5점</td> <td>기술발전 '매우빠름'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4점</td> <td>기술발전 '빠름'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3점</td> <td>기술발전 '보통'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2점</td> <td>기술발전 '느림'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1점</td> <td>기술발전 '매우느림'</td> </tr> </table>	5점	기술발전 '매우빠름'	4점	기술발전 '빠름'	3점	기술발전 '보통'	2점	기술발전 '느림'	1점	기술발전 '매우느림'
5점	기술발전 '매우빠름'											
4점	기술발전 '빠름'											
3점	기술발전 '보통'											
2점	기술발전 '느림'											
1점	기술발전 '매우느림'											
5)	기술(정책)실현 시기	현재의 기술개발 추세에 따른 최고기술보유국의 기술실현 시기(연도) 기입 우리나라의 기술실현 시기(연도) 기입										
6)	기술(정책)중요도	해당기술이 북극연구분야에서 차지하는 중요도(기술/경제/정책)를 아래 표를 참고하여 5점 척도로 기입 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">5점</td> <td>'매우높음'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4점</td> <td>'높음'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3점</td> <td>'보통'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2점</td> <td>'낮음'</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1점</td> <td>'매우낮음'</td> </tr> </table>	5점	'매우높음'	4점	'높음'	3점	'보통'	2점	'낮음'	1점	'매우낮음'
5점	'매우높음'											
4점	'높음'											
3점	'보통'											
2점	'낮음'											
1점	'매우낮음'											
7)	기술(정책)개발 시급성	해당기술이 실질적으로 활용될 수 있는 적정시기를 고려하여 기술개발이 시급한 정도를 아래 표를 참고하여 5점 척도로 기입										

III. 기술수준 방법론

		<table border="1"> <tr> <td>5점</td> <td>구현시기 고려 '매우시급'</td> </tr> <tr> <td>4점</td> <td>구현시기 고려 '시급'</td> </tr> <tr> <td>3점</td> <td>구현시기 고려 '보통'</td> </tr> <tr> <td>2점</td> <td>구현시기 고려 '시급하지 않음'</td> </tr> <tr> <td>1점</td> <td>구현시기 고려 '전혀 시급하지 않음'</td> </tr> </table>	5점	구현시기 고려 '매우시급'	4점	구현시기 고려 '시급'	3점	구현시기 고려 '보통'	2점	구현시기 고려 '시급하지 않음'	1점	구현시기 고려 '전혀 시급하지 않음'
5점	구현시기 고려 '매우시급'											
4점	구현시기 고려 '시급'											
3점	구현시기 고려 '보통'											
2점	구현시기 고려 '시급하지 않음'											
1점	구현시기 고려 '전혀 시급하지 않음'											
8)	파급효과	<p>해당기술이 북극연구 및 국익 확대 차원에 미치는 파급효과를 아래 표를 참고하여 5점 척도로 기입</p> <table border="1"> <tr> <td>5점</td> <td>파급효과가 '매우높음'</td> </tr> <tr> <td>4점</td> <td>파급효과가 '높음'</td> </tr> <tr> <td>3점</td> <td>파급효과가 '보통'</td> </tr> <tr> <td>2점</td> <td>파급효과가 '낮음'</td> </tr> <tr> <td>1점</td> <td>파급효과가 '매우낮음'</td> </tr> </table>	5점	파급효과가 '매우높음'	4점	파급효과가 '높음'	3점	파급효과가 '보통'	2점	파급효과가 '낮음'	1점	파급효과가 '매우낮음'
5점	파급효과가 '매우높음'											
4점	파급효과가 '높음'											
3점	파급효과가 '보통'											
2점	파급효과가 '낮음'											
1점	파급효과가 '매우낮음'											

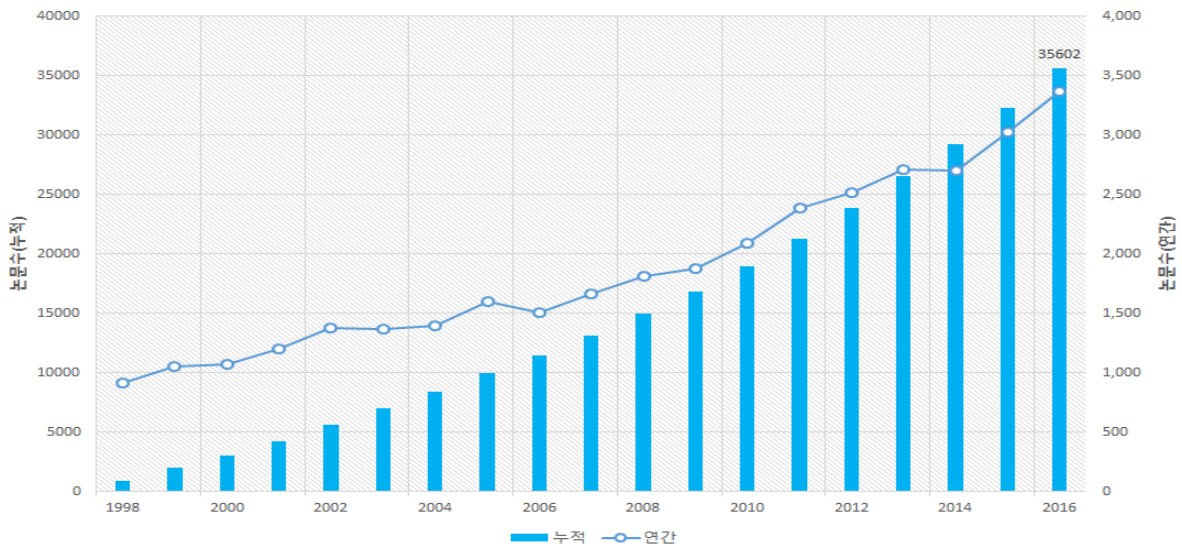
IV. 기술수준 평가 및 분석



1 논문분야 기술수준 분석

북극관련 출간 논문수 (연간)

- 1998년 914편의 논문이 출간되었으나 2016년에는 약 3.6배인 3,364건의 논문출간
- 2010년 이전 연간 2,000건 이하의 논문이 출간되었으나 2010년 이후 연간 2,000건 이상이 출간되고 있으며 2012년 이후 2,500건, 2015년에는 연간 3,000건 이상의 논문 출간



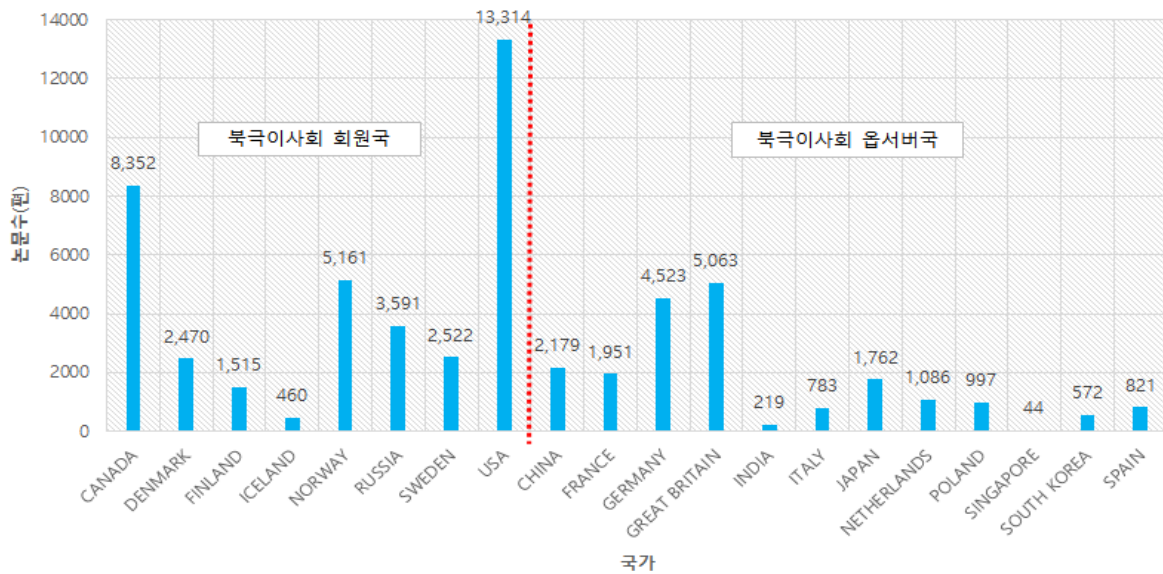
[그림 4-1] 북극관련 논문의 연도별 출간수

북극이사회 회원국 및 영구옵서버 국가의 출간 논문수

- 대상기간동안 국가별 논문발간수는 미국이 13,314건으로 가장 많았으며, 다음이 캐나다(8,352건), 노르웨이(5,161건) 등이었음
- 우리나라는 동기간 논문편수가 572편으로 논문수에서 전체 비교대상국* 중 17번째임

* 비교대상국은 북극이사회 회원국 8개국(캐나다, 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 러시아, 스웨덴, 미국), 영구옵서버국가 12개국(중국, 프랑스, 독일, 영국, 인도, 이탈리아, 일본, 네덜란드, 폴란드, 싱가포르, 대한민국, 스페인)

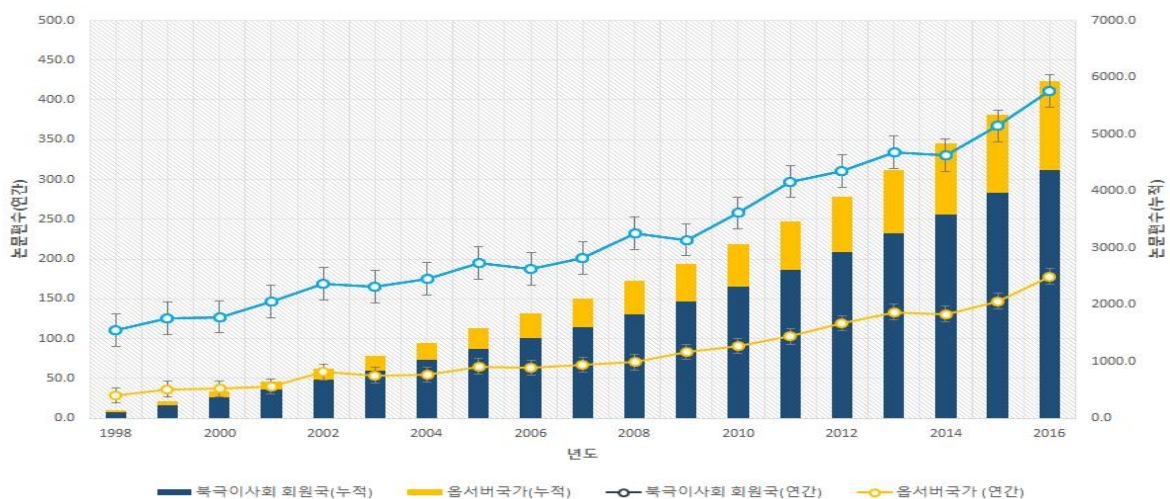
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-2] 우리나라 및 비교대상국의 북극관련 논문 편수

북극이사회 국가와 옵서버 국가의 논문수 비교(연도별)

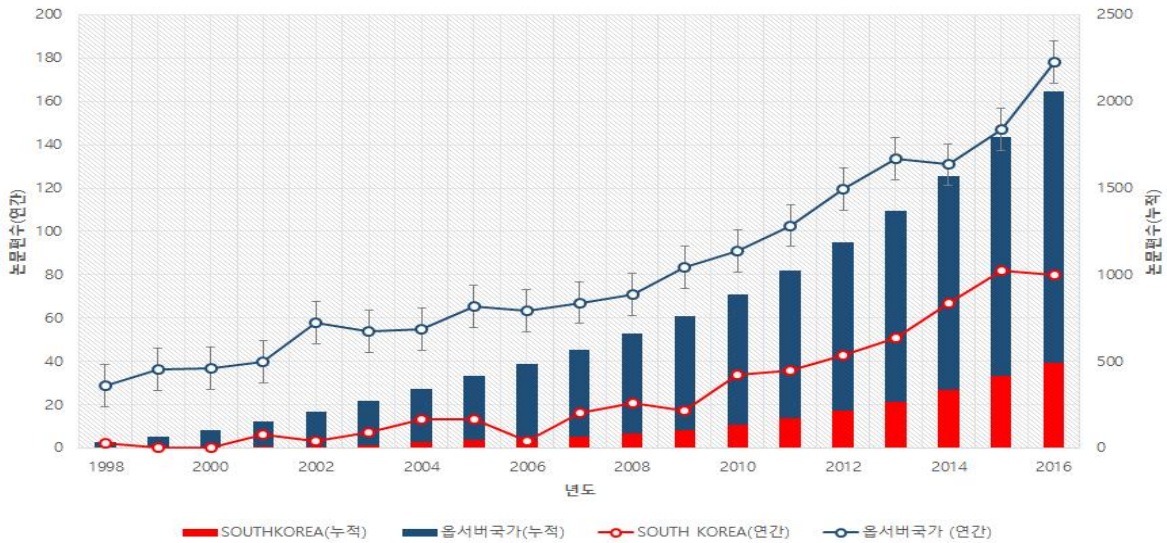
- 북극이사회 국가의 연도별 평균 논문수는 1998년 110.6편에서 2016년 411.0편으로 약 3.7배 증가
- 영구옵서버국가 12개국의 1998년 평균은 28.8편이었으나 2016년 178.3편으로 약 6.2배 증가
- 영구옵서버국가와 북극이사회와 논문편수의 차이는 1998년 3.8배에서 2016년 2.3배로 감소



[그림 4-3] 북극이사회 회원국과 영구옵서버 국가의 논문수

● 영구웹서버 국가와 우리나라의 논문수 비교

- 우리나라는 1998년 관련 논문의 수가 2편에 불과하였으나 2016년 연간 80편의 논문을 생산하고 있으며 2016년 현재 웹서버국가 평균은 178.3편이며, 우리나라는 80편으로 약 2.2배의 차이를 보임

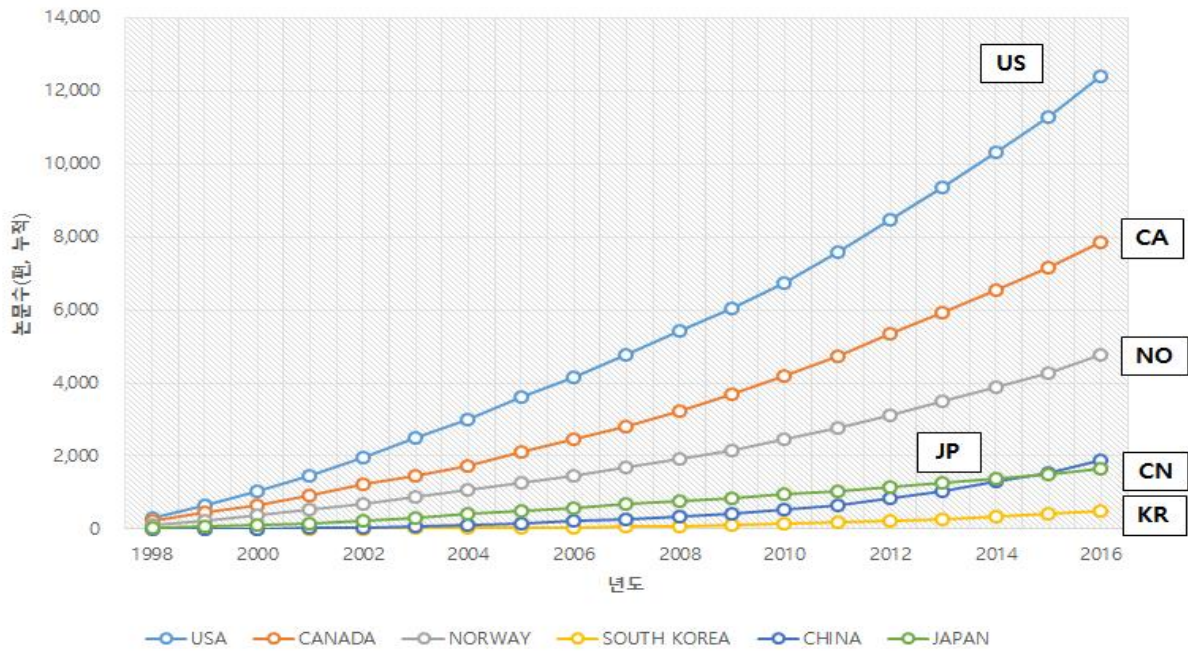


[그림 4-4] 영구웹서버국가와 우리나라의 연간 논문수 비교

● 주요국의 연도별 북극 관련 논문 출간 현황

- 미국은 1998에서 2001년에 500편/년 미만의 논문을 발간하였으나 지속적으로 증가하여 2016년에는 연 1,100여편, 전체 대상기간동안 약 12,000여편의 논문을 하여 발간하여 전체 비교대상국 중 가장 높은 비중을 차지
- 미국 등 논문 발간 편수 측면의 상위 3개국 간의 격차는 2000년 이후부터 벌어지기 시작하여 2016년 미국의 누적 논문수는 노르웨이의 2배 이상으로 나타나는 등 주요국간의 양적 연구 격차도 확대
- 한편 분석 기간 동안 일정부분 격차를 유지해 오던 일본과 중국의 논문 발간 편수는 2010년부터 격차가 좁혀지기 시작하여 2015년 이후 역전
- 동 기간동안 우리나라의 논문 발간 편수는 상대적으로 매우 낮은 상황이며 2014년 이후 다소 확대되는 추세로 분석

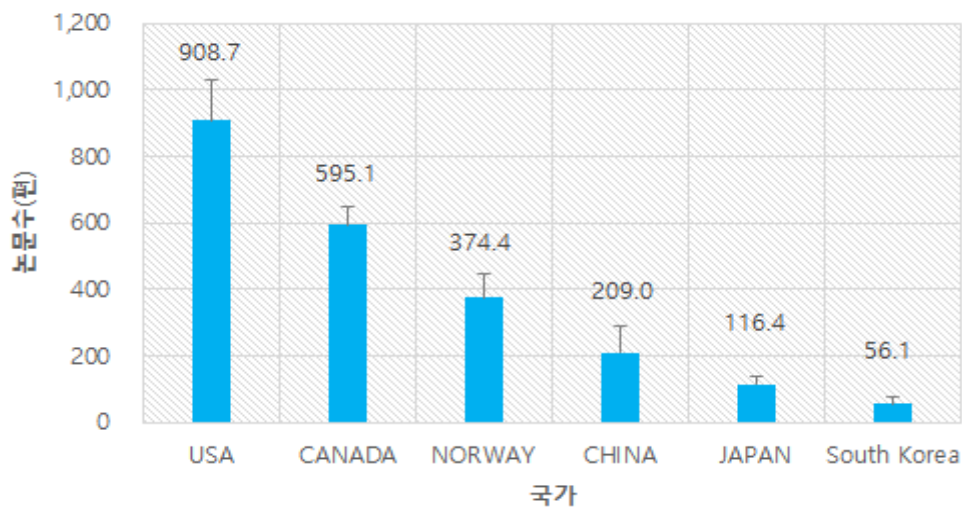
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-5] 주요국(미국, 캐나다, 노르웨이, 중국, 일본)과 우리나라의 논문수(누적) 비교

주요국의 최근 연간 평균 논문수

- 주요국의 최근 10년(2005~2016)간의 평균 논문 발간 편수 분석결과 미국 908.7건, 캐나다 596.1건, 노르웨이 374.4건, 중국 209.0, 일본 116.4건, 우리나라 56.1건으로 분석
- 동 분석에 따르면 우리나라는 미국의 6% 수준이며, 캐나다 대비 9%, 중국 대비 26%, 일본 대비 48% 수준



[그림 4-6] 주요국의 최근 연간 평균 논문편수(2005-2016)

● 우리나라, 중국, 일본 3개국 비교

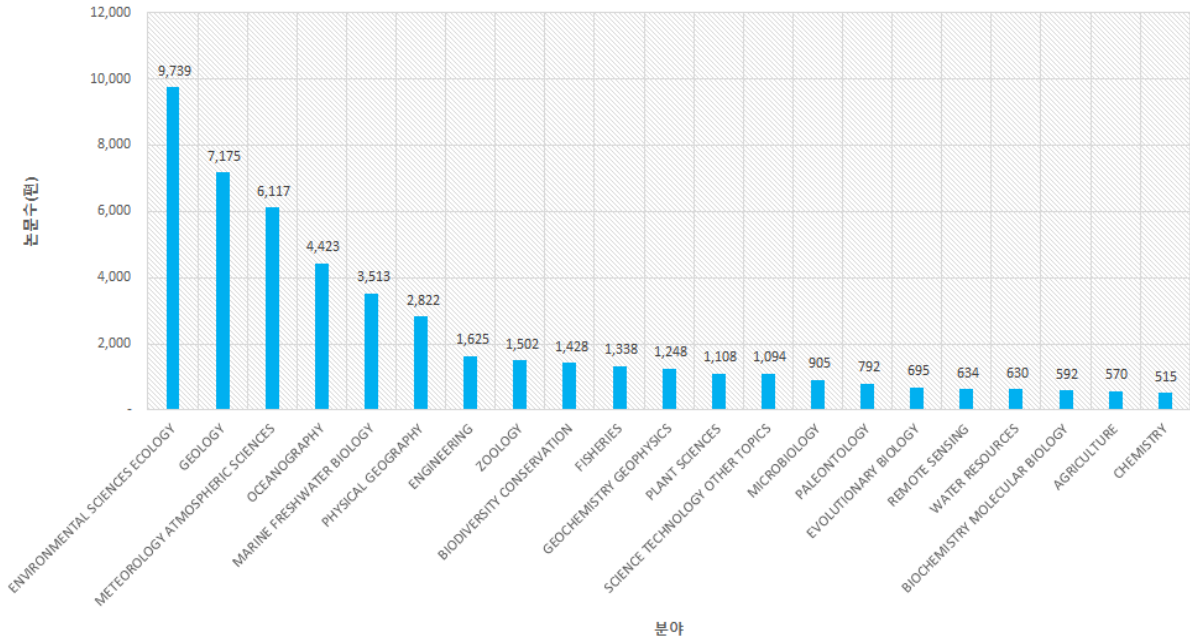
- 우리나라는 2010년 높은 증가세를 보인 후 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있으나 동 기간동안 중국에서 발간된 논문 편수와 4배 이상 차이
- 중국의 경우 2010년과 2012년 높은 증가세를 보인 이후 연평균 10% 이상씩 지속적으로 증가하고 있으며, 2011년도부터는 일본을 앞서기 시작
- 일본의 경우 동 기간동안 큰 변화 없이 일정수준을 유지해 오고 있으며, 2016년 19.5%의 증가세를 보이며 급증

[표 4-1] 한국, 일본, 중국의 논문편수 및 연평균 증가율 비교

년도	논문수			CAGR(연도별)		
	우리나라	중국	일본	우리나라	중국	일본
2005	13	51	92	0.0%	32.6%	4.7%
2006	3	54	90	-52.0%	2.9%	-1.1%
2007	16	58	99	130.9%	3.6%	4.9%
2008	21	72	82	14.6%	11.4%	-9.0%
2009	17	80	83	-10.0%	5.4%	0.6%
2010	34	102	103	41.4%	12.9%	11.4%
2011	36	122	89	2.9%	9.4%	-7.0%
2012	43	177	104	9.3%	20.4%	8.1%
2013	51	213	119	8.9%	9.7%	7.0%
2014	67	252	116	14.6%	8.8%	-1.3%
2015	82	261	117	10.6%	1.8%	0.4%
2016	80	336	167	-1.2%	13.5%	19.5%
합계	463	1,778	1,261	21.4%	23.6%	9.7%

📌 연구분야별 논문수 개요

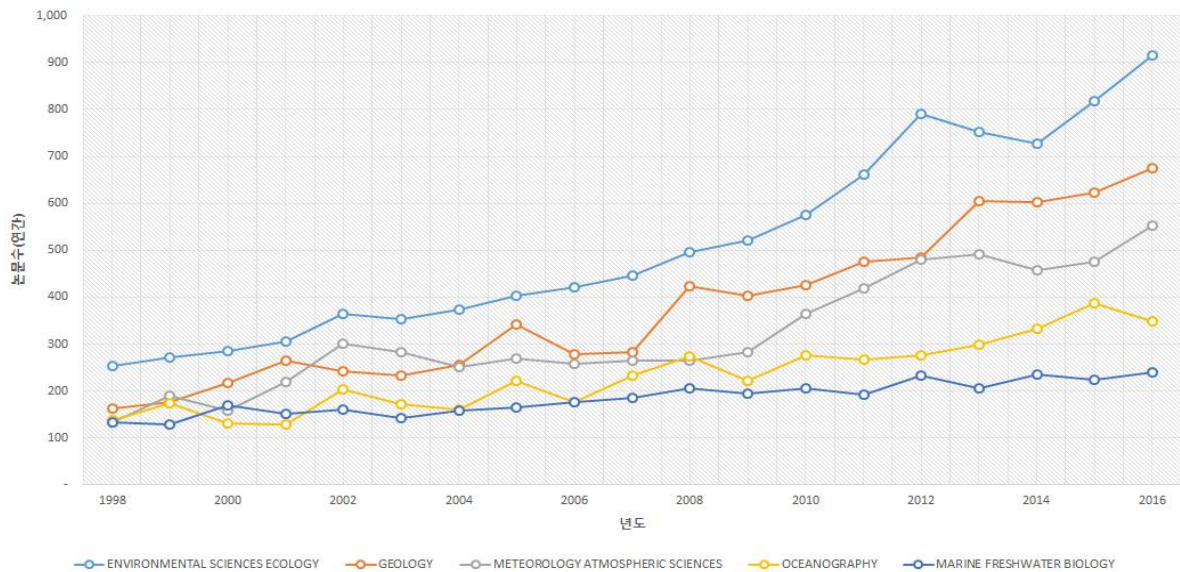
- 대상기간동안 비교대상국 전체 연구분야(83개분야)별 논문수는 환경과학·생태학 분야가 9,739건으로 가장 많았으며 다음이 지질학(7,175건), 기후·대기과학(6,117건)의 순이었음



[그림 4-7] 주요 연구분야별 논문수 (1998~2016, 분석논문 35,602편 대상)

- 논문출판수가 높은 상위 5개 분야 중 환경과학·생태학 분야는 1998년 254편에서 2016년 915편으로 초기에 비해 3.6배 증가하였으며 연평균 발간되는 논문은 513편이었음
- 상위 5개분야의 논문수의 평균증가율은 3.3배였으나 해양학분야와 해양·담수생물학 분야의 평균 증가율은 2.53배, 1.80배로 평균보다 낮고, 지질학과 기후·대기분야의 증가율은 각각 4.15, 4.16배로 환경과학·생태학 분야와 함께 평균 이상임

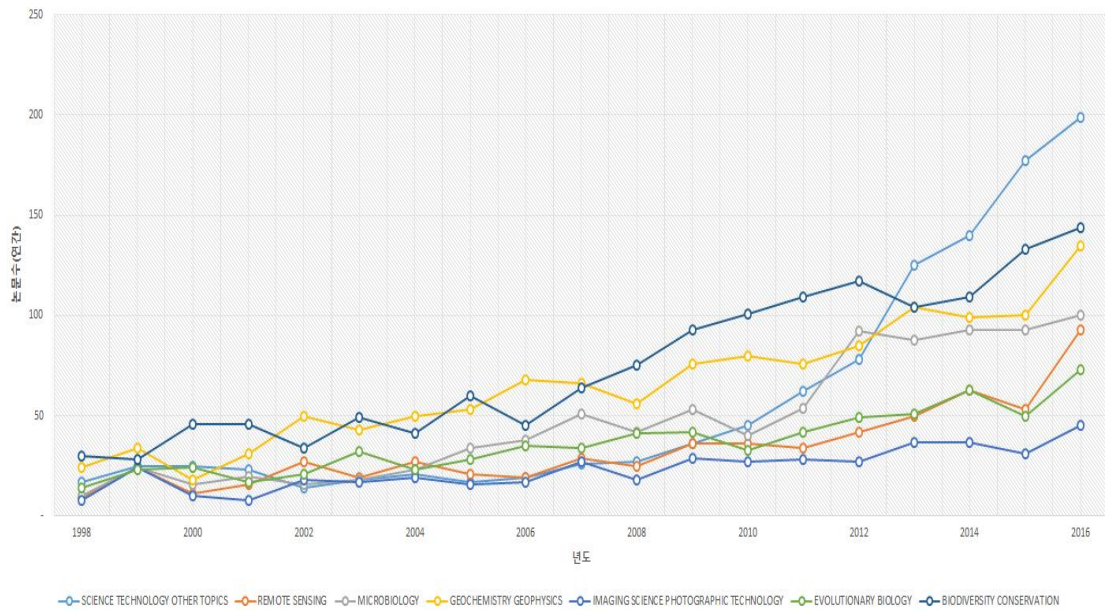
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-8] 상위 5개 연구분야의 연도별 논문수

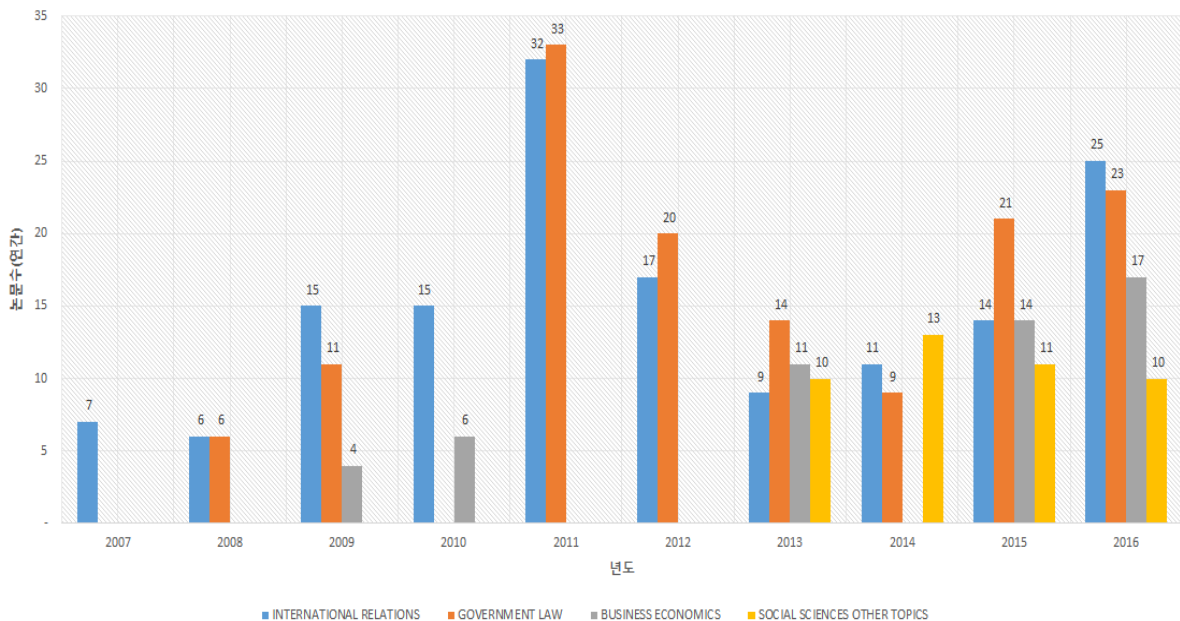
- 논문의 수가 1998년 대비 가장 많이 증가한 분야는 Science technology other topics 분야로 1998년 17편에서 2016년 199편(총 1,094편)으로 11.7배 증가하여 가장 높은 증가율을 나타냄
 - * Science technology other topics에 속하는 저널은 ‘Science’, ‘PNAS’, ‘Nature’, ‘PloS one’ 등 다양한 과학분야를 다루는 종합과학저널 등이 포함
- 그 외 논문수가 많으면서 높은 증가율을 보인 분야는 이 높은 분야는 원격탐사 (Remote sensing, 634편, 10.3배), 미생물학(Microbiology, 905편, 10.0배), 지구화학·지구물리학(Geochemistry Geophysics, 1,248편, 5.63배) 등으로 나타났음
 - * Scientific technology other topics 11.7배, Remote sensing 10.3배, Microbiology 10.0배, Geochemistry Geophysics 5.6배, Imaging science photographic technology 5.6배, Evolutionary biology 5.2배, Biodiversity conservation 4.8배

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-9] 1998년 대비 논문수 급증 분야의 연도별 논문수

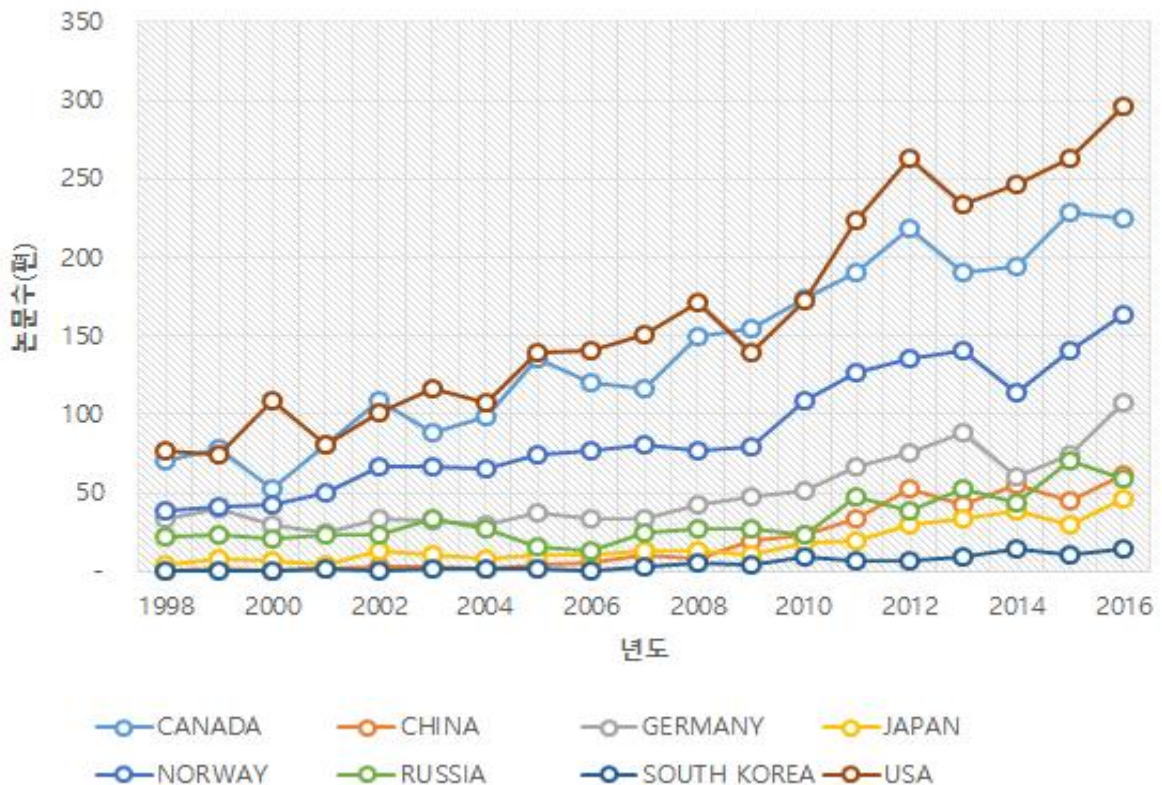
- 2007년 이후 국제관계(International relations), 정부법안(Government law), 경영경제학(Business economics), 사회과학일반(Social sciences other topics) 등 사회과학 분야의 논문은 자연과학분야와 같이 논문수가 많고, 꾸준하지는 않지만 북극과 관련되어 최근 증가추세를 나타냄



[그림 4-10] 북극관련 사회과학 분야의 연도별 논문발간 현황

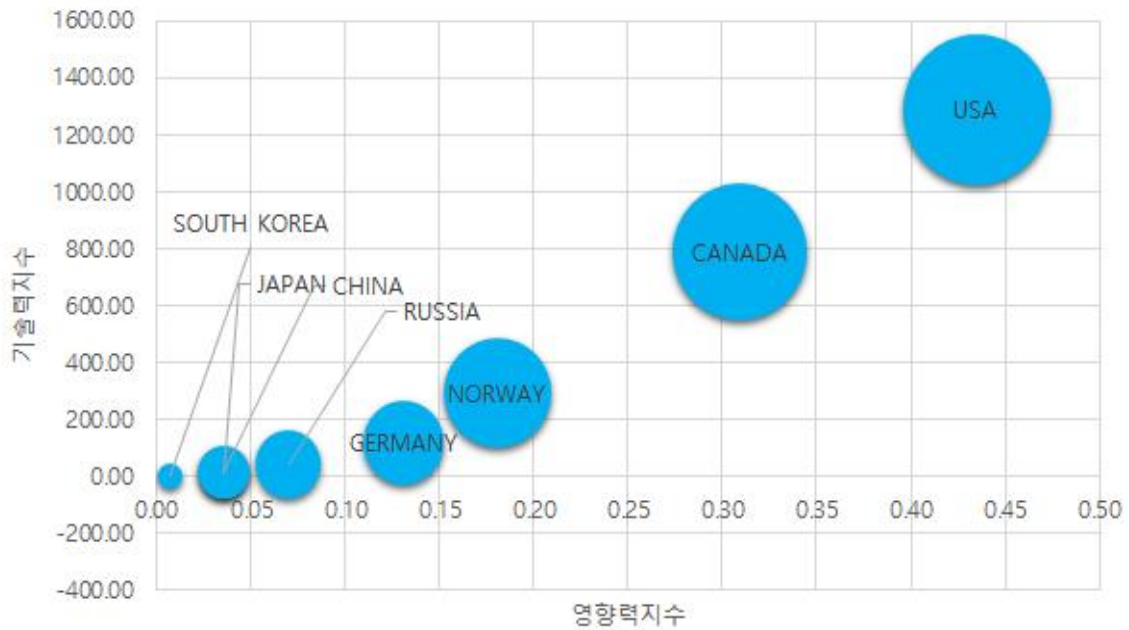
● 주요국의 환경생태학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적 지표

- 환경과학·생태학 분야는 미국과 캐나다가 주도하고 있으며 2009년 이후 미국이 캐나다보다 많은 양의 논문을 생산하고 있음
 - * 2009년 이후 중국은 일본을 앞질렀으며 러시아와도 양적으로는 유사한 수준에 도달, 비교분석의 용이성을 위해 상위 3개국과 영구오피서버 중 유럽대표국가로 독일을 포함하고, 한국과 주변3국을 포함하여 분석
- 중국은 동 분야에서 양적으로는 2009년에 앞섰으며 영향력지수, 기술력 지수에서도 거의 유사한 수준에 도달하였으며 인용도 지수는 일본보다는 다소 낮지만 우리나라 보다는 높은 수준
- 영향력과 기술력지수는 미국이 가장 높았으며, 다음이 캐나다, 노르웨이 독일 순이었으나 러시아, 중국, 일본, 우리나라의 기술력 지수는 유사한 수준

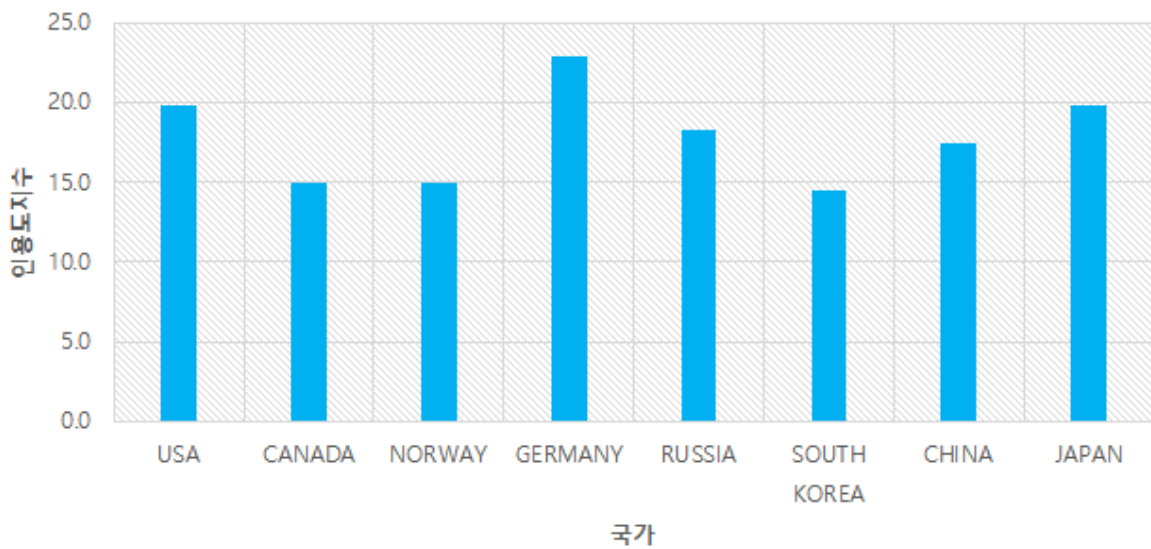


[그림 4-11] 주요국의 환경과학·생태학 분야의 논문 발간 현황(연도별)

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-12] 환경과학·생태학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)



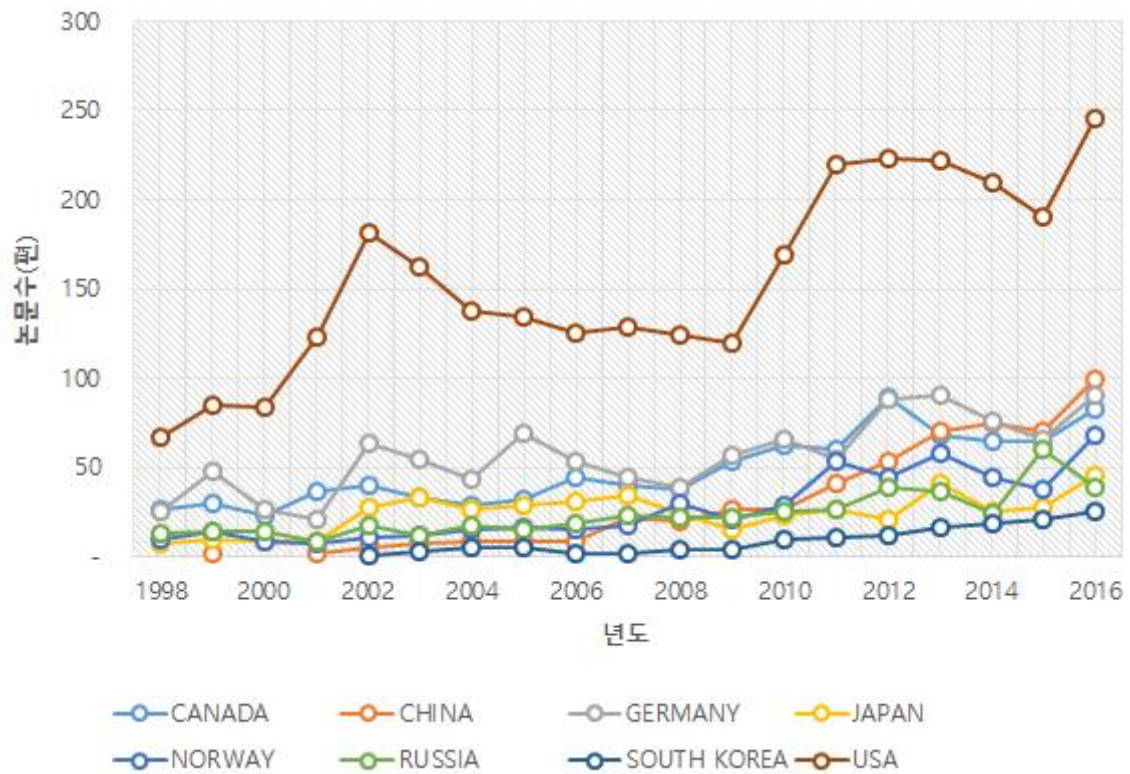
[그림 4-13] 주요국의 환경과학·생태학 분야의 인용도 지수

주요국의 기후·대기과학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적 지표

- 기후·대기과학 분야는 미국이 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있으며 캐나다와 독일이 비슷한 수준이며, 그 뒤를 일본과 러시아, 중국이 뒤따르고 있음

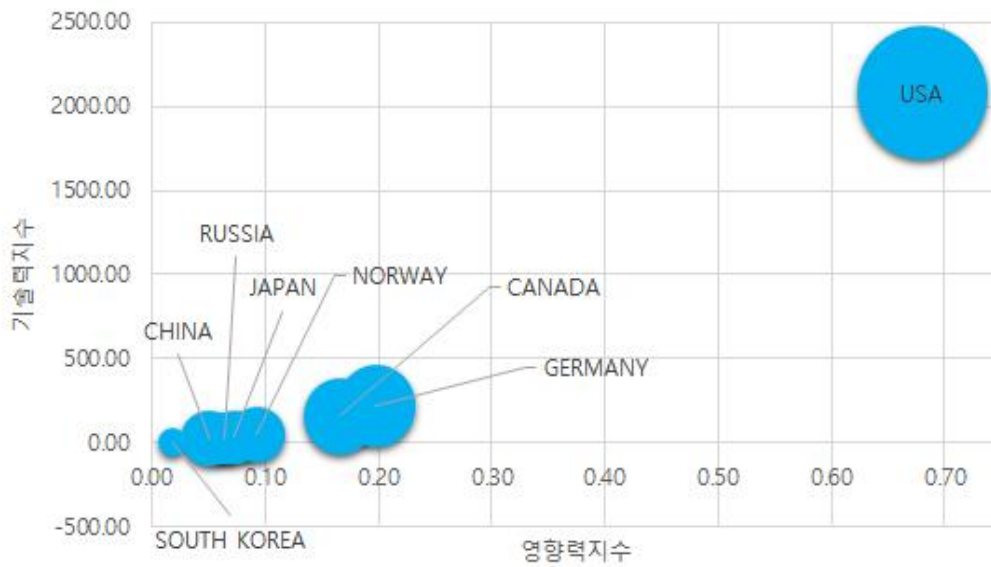
IV. 기술수준 평가 및 분석

- 논문의 양적 지표 면에서, 중국은 2015년 캐나다, 독일, 노르웨이보다 많은 양의 논문을 생산하고 있으나 질적인 측면에서는 다소 부족
- 우리나라의 경우 비교국들과 많은 차이를 보이고 있으나 최근 관련분야의 논문이 다소 증가하는 추세를 보이고 있으며 인용도 지수에서는 중국을 앞서고 있음

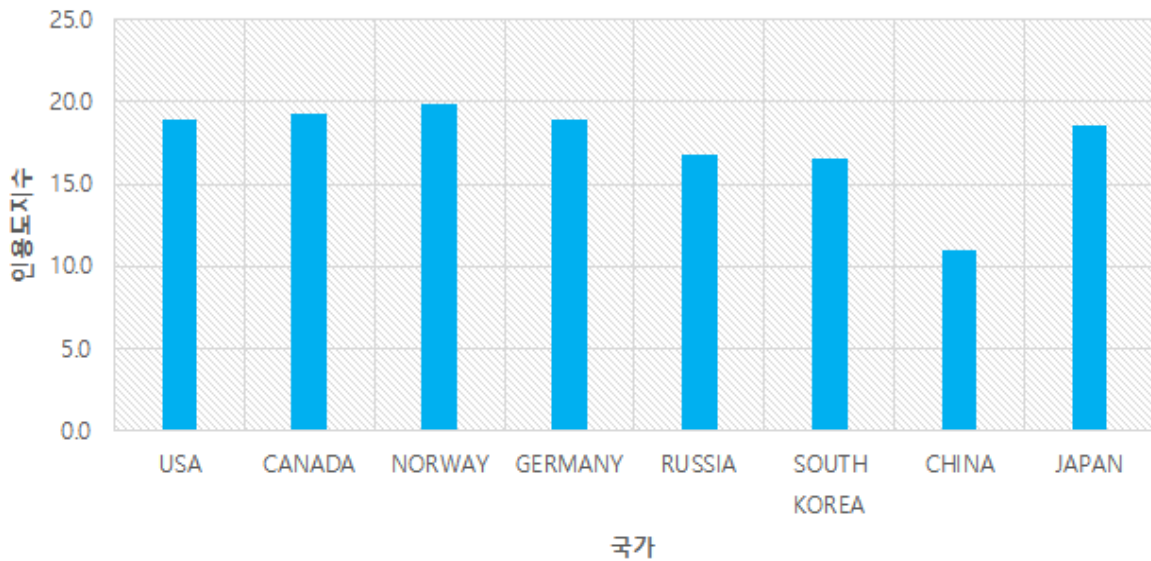


[그림 4-14] 주요국의 기후·대기과학 분야의 논문 발간 현황(연도별)

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-15] 기후 · 환경과학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)



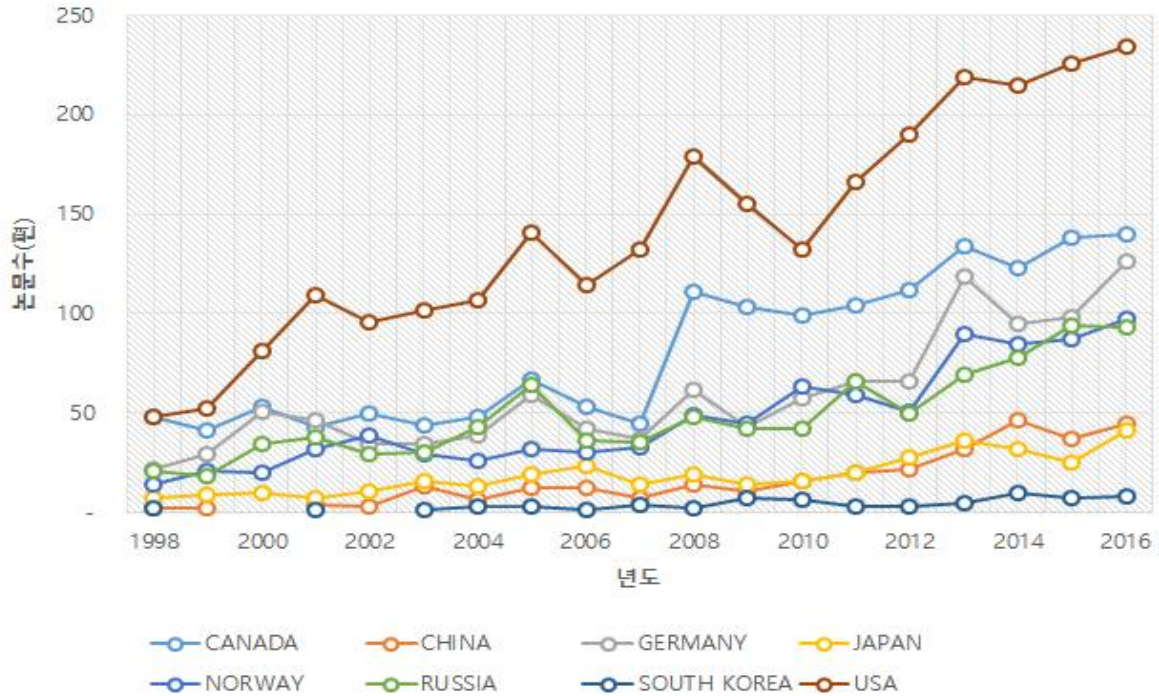
[그림 4-16] 주요국의 기후 · 환경과학 분야의 인용도 지수

주요국의 지질학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적 지표

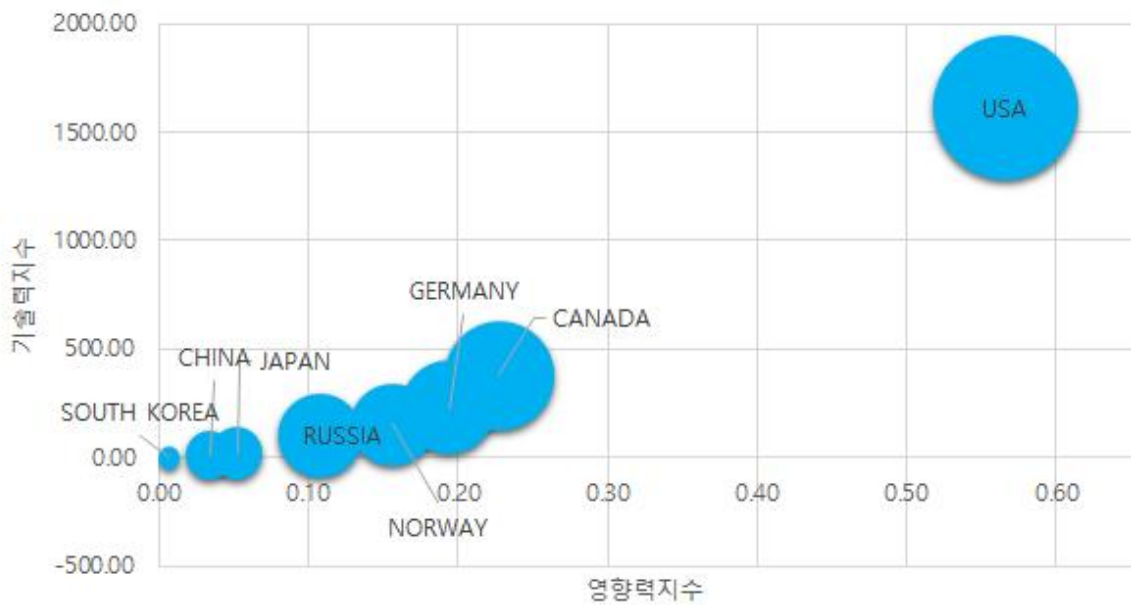
- 지질학 분야는 미국이 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있으며 캐나다와 독일이 비슷한 수준이며, 그 뒤를 노르웨이와 러시아가 뒤따르고 있음

IV. 기술수준 평가 및 분석

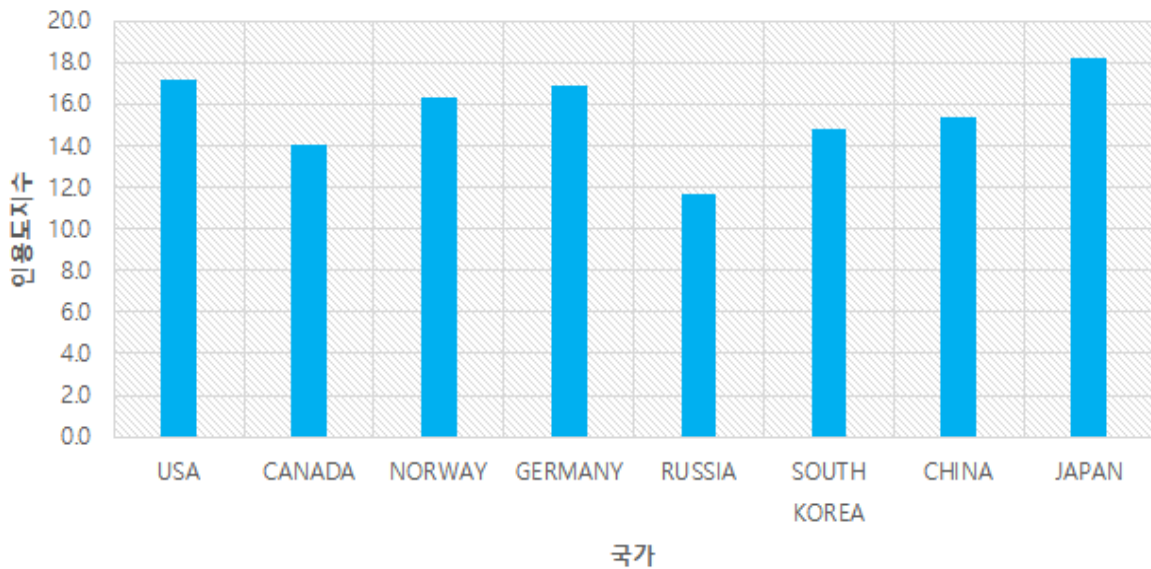
- 지질학 분야 논문의 질적 지표 중 일본 논문의 인용도 지수는 미국에 비해 높게 나타남



[그림 4-17] 주요국의지질학 분야의 논문 발간 현황(연도별)



[그림 4-18] 지질학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)

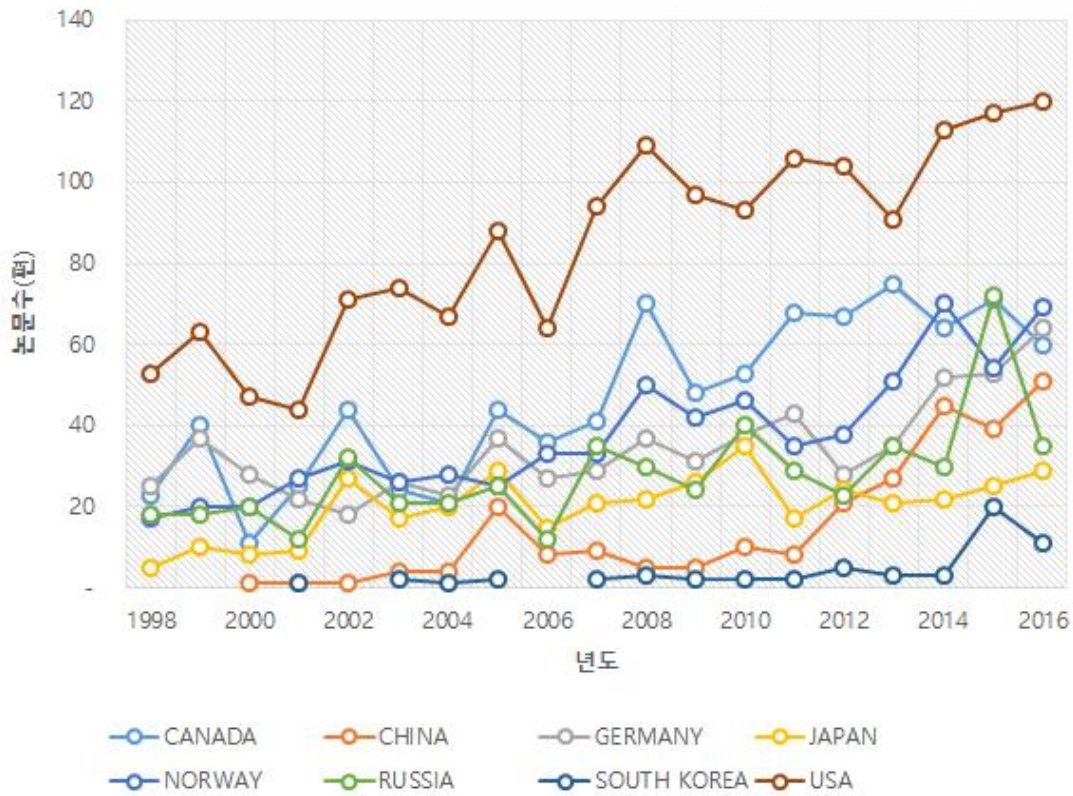


[그림 4-19] 주요국의 지질학 분야의 인용도 지수

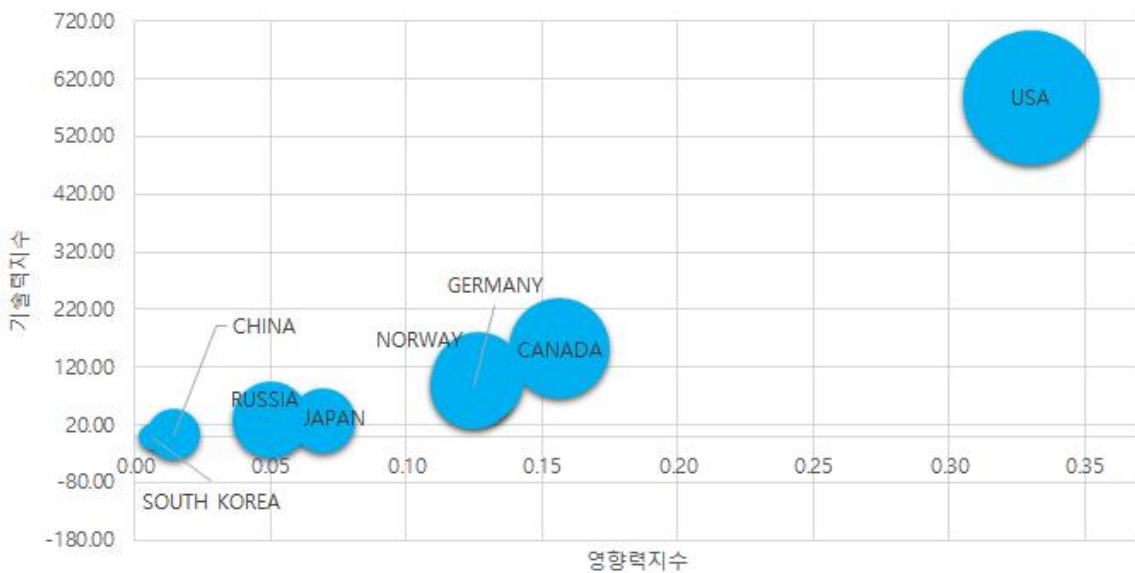
● 주요국의 해양학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적 지표

- 해양학 분야는 미국이 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있으며 캐나다, 독일, 노르웨이가 비슷한 수준이며, 그 뒤를 일본과 러시아 등이 뒤따르고 있음
- 논문의 양적 지표 면에서, 중국은 2016년 러시아, 일본, 한국보다 많은 양의 논문을 생산하고 있으나 질적인 측면에서는 아직 최하위인 상황
- 우리나라의 경우 비교국들과 많은 차이를 보이고 있으나 최근 관련분야의 논문이 다소 증가하는 추세를 보이고 있으며 인용도 지수에서는 중국을 앞서고 있음

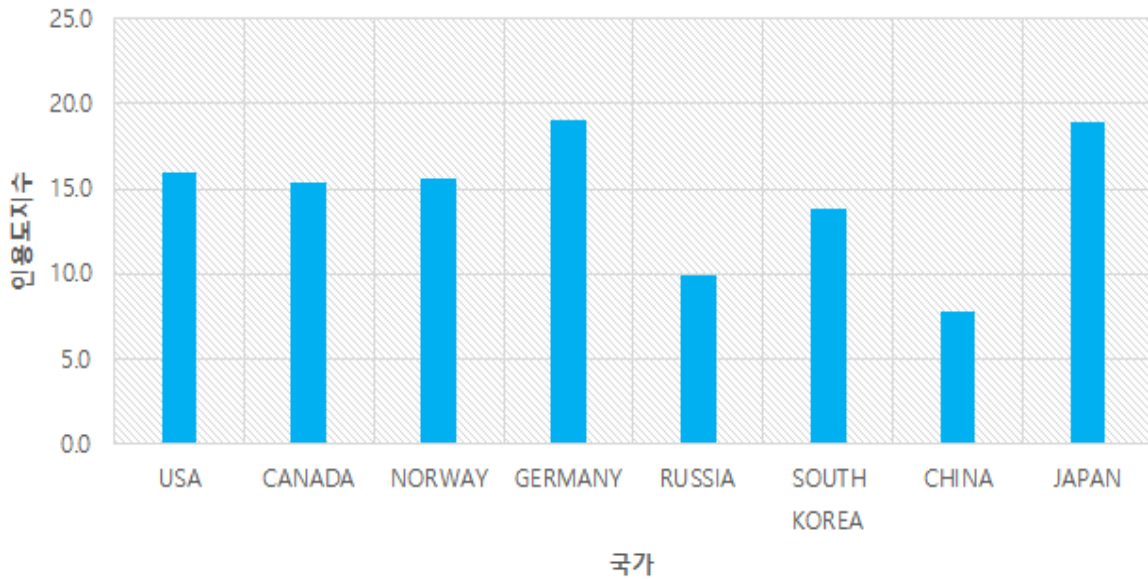
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-20] 주요국의해양학 분야의 논문 발간 현황(연도별)



[그림 4-21] 해양학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)

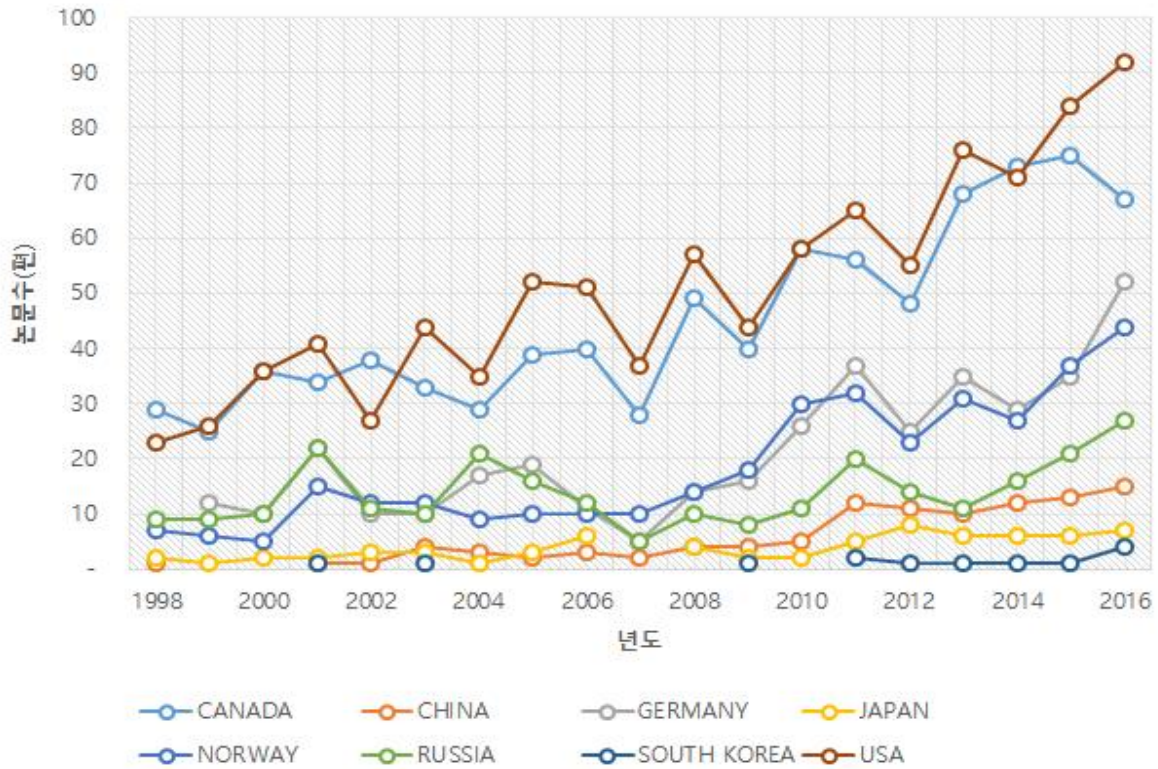


[그림 4-22] 주요국의 해양학 분야의 인용도 지수

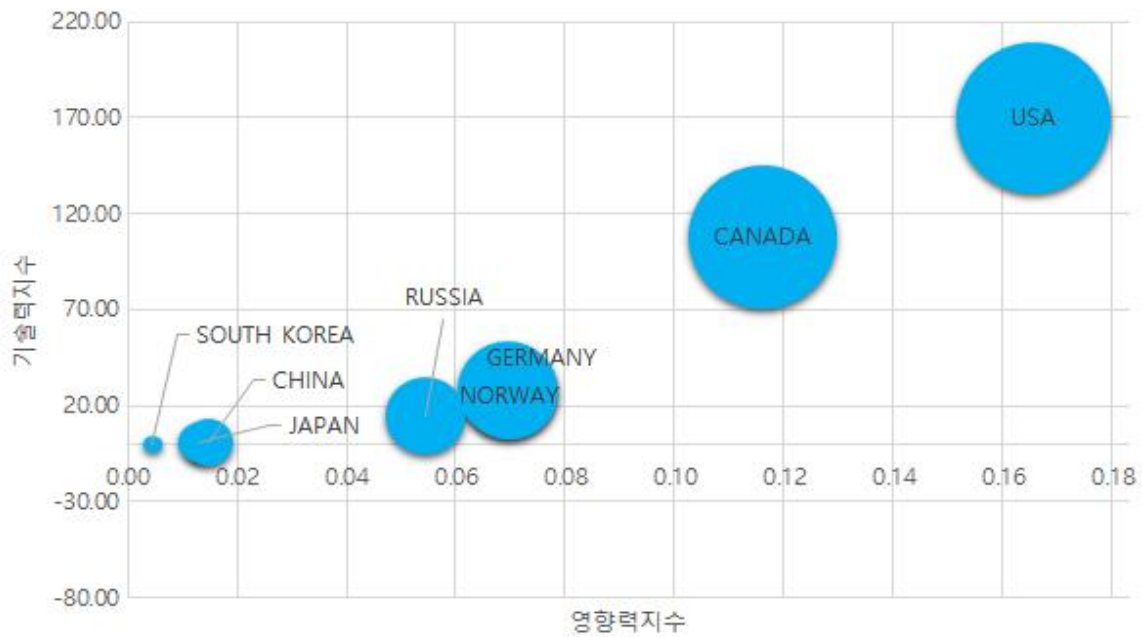
주요국의 자연지리학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적지표

- 자연지리학 분야는 미국이 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있으며 캐나다의 경우 상대적으로 높은 우위를 점유하고 있는 것으로 분석
- 이어 논문의 수, 영향력, 기술력 부문에서 독일, 노르웨이, 러시아 등이 뒤따르고 있음
- 논문의 양적 지표 면에서, 중국은 2016년 일본, 한국보다 많은 양의 논문을 생산하고 있으나 질적인 측면에서는 아직 다소 부족
- 우리나라의 경우 비교국들과 많은 차이를 보이고 있으나 최근 관련분야의 논문이 다소 증가하는 추세를 보이고 있으며 인용도 지수에서는 상대적으로 상위권을 점유하고 있는 것으로 나타남

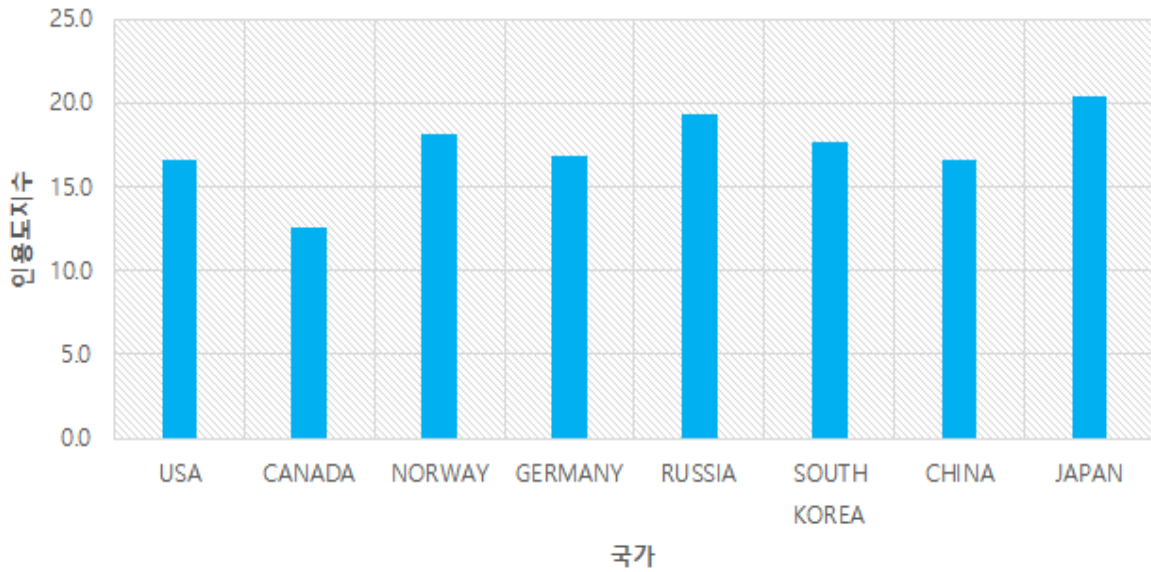
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-23] 주요국의 자연지리학 분야의 논문 발간 현황(연도별)



[그림 4-24] 자연지리학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)

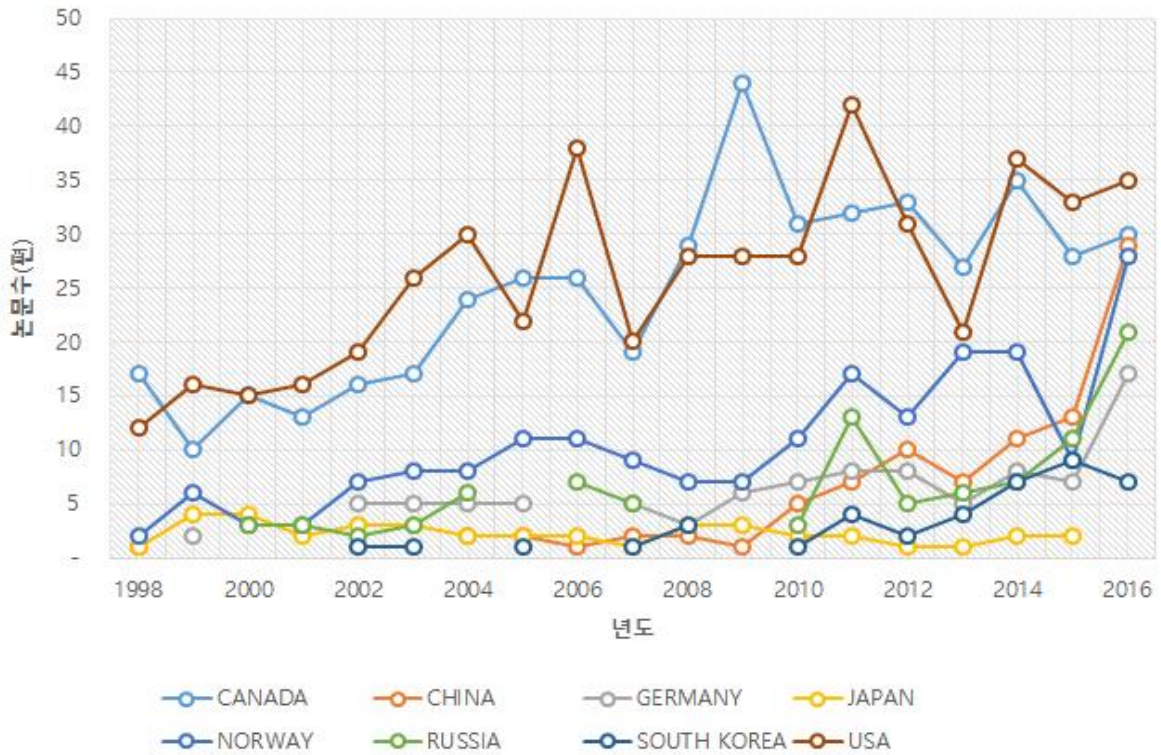


[그림 4-25] 주요국의 자연지리학 분야의 인용도 지수

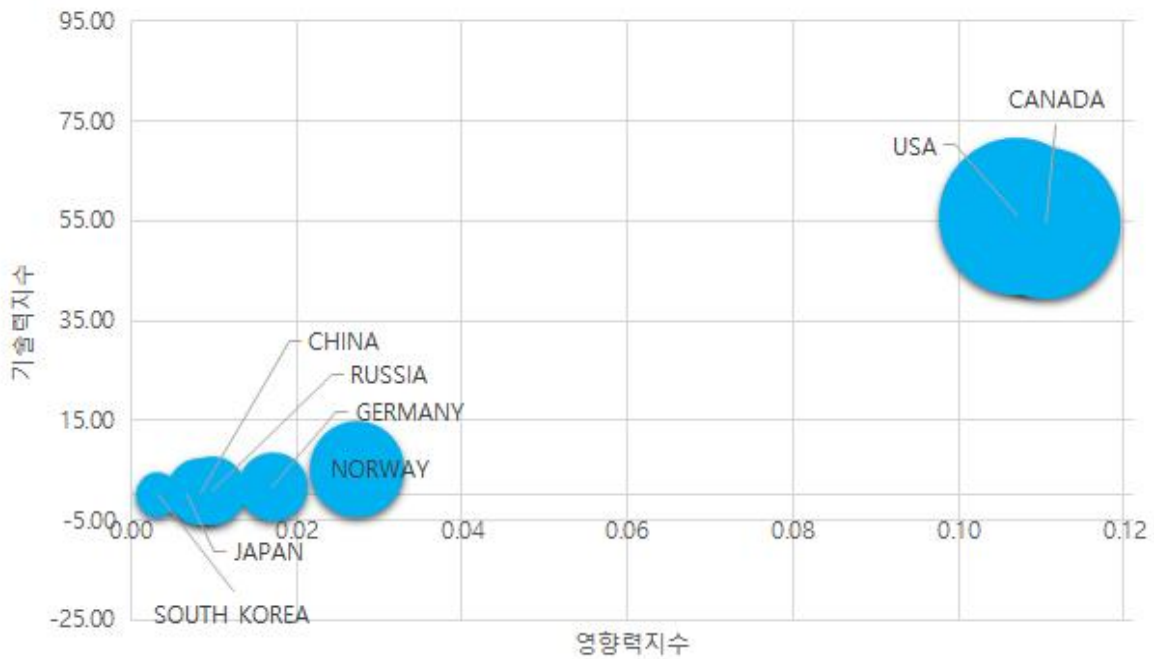
주요국의 공학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적지표

- 공학 분야는 캐나다와 미국이 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있는 것으로 분석
- 이어 논문의 수, 영향력, 기술력 부문에서 노르웨이, 독일 등이 뒤따르고 있음
- 논문의 양적 지표 면에서, 중국은 2016년 폭발적으로 증가하여 캐나다 수준에 근접한 것으로 나타나고 있으나 질적인 측면에서는 다소 부족한 것으로 분석
- 우리나라의 경우 비교국들과 많은 차이를 보이고 있으나 최근 관련분야의 논문이 다소 증가하는 추세를 보이고 있음에도 불구하고 인용도지수에서는 상대적으로 최하위를 점유하고 있는 상황

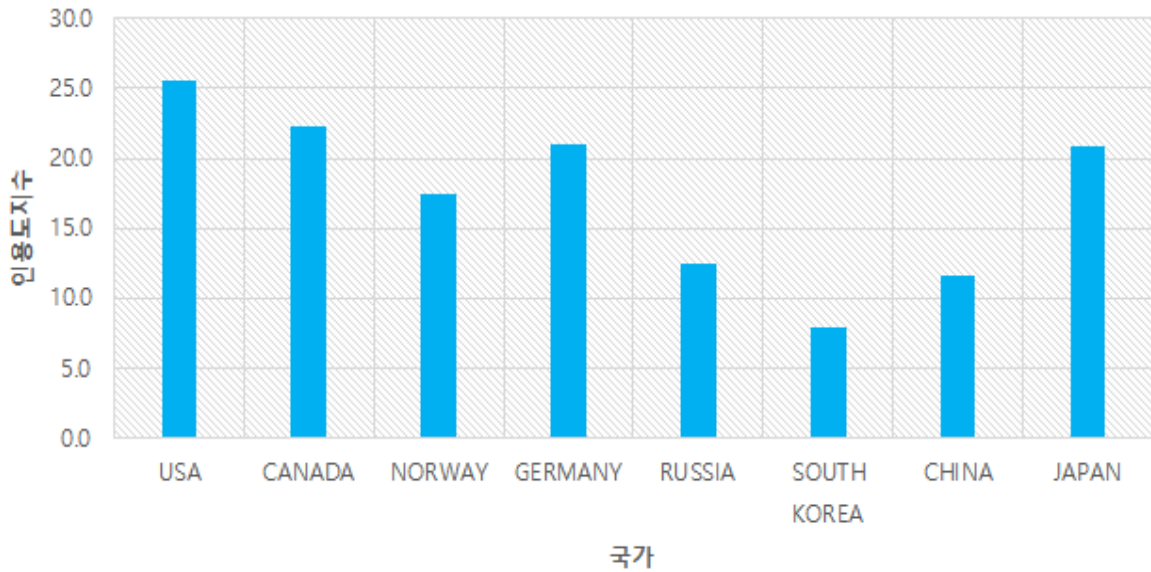
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-26] 주요국의 공학 분야 논문 발간 현황(연도별)



[그림 4-27] 공학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)

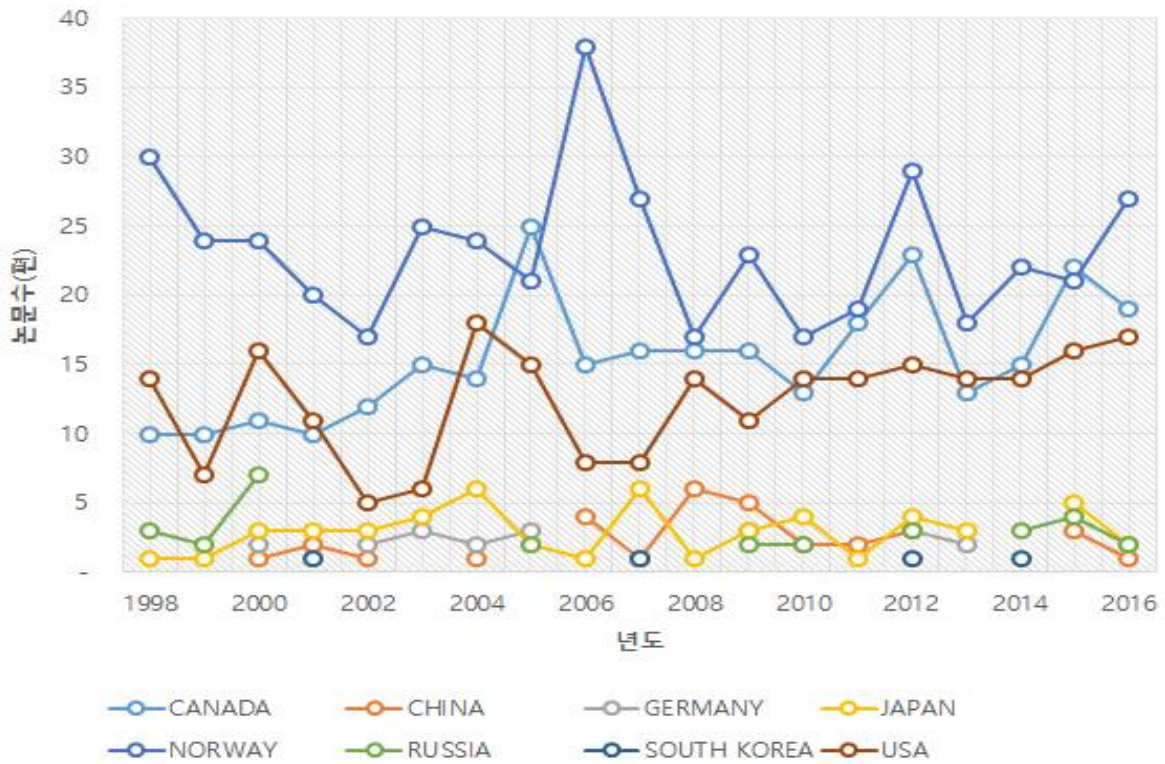


[그림 4-28] 공학 분야의 인용도 지수

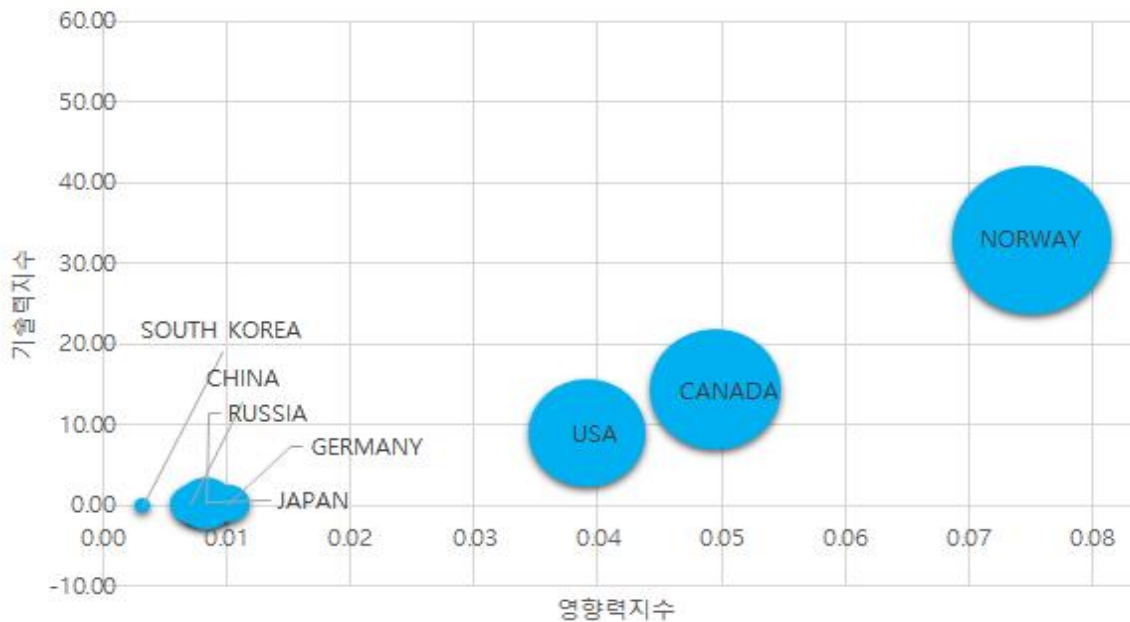
● 주요국의 수산학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적지표

- 수산학 분야는 다른 기술분야와는 다르게 노르웨이가 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있는 것으로 분석
- 이어 논문의 수, 영향력, 기술력 부문에서 캐나다, 미국 순으로 역량을 보이고 있는 것으로 분석
- 중국은 수산학 분야에서는 현재 진입 단계이며, 한국 역시 상대적으로 역량이 아주 부족한 단계로 분석
- 논문의 인용도 측면에서 보면, 독일의 인용도가 제일 높은 것으로 분석

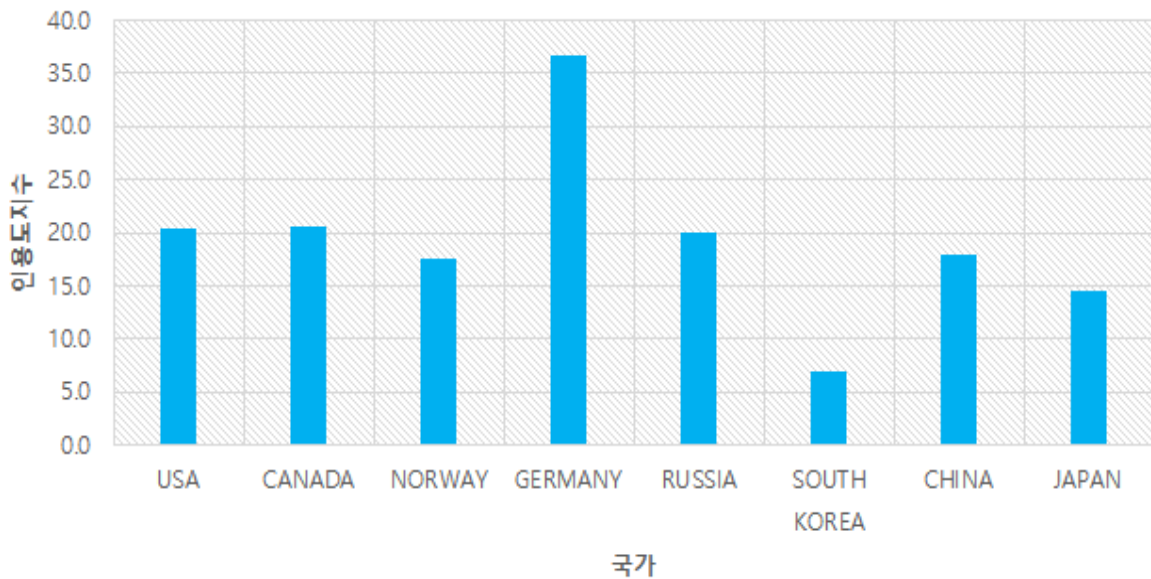
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-29] 주요국의 수산학 분야 논문 발간 현황(연도별)



[그림 4-30] 수산학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)

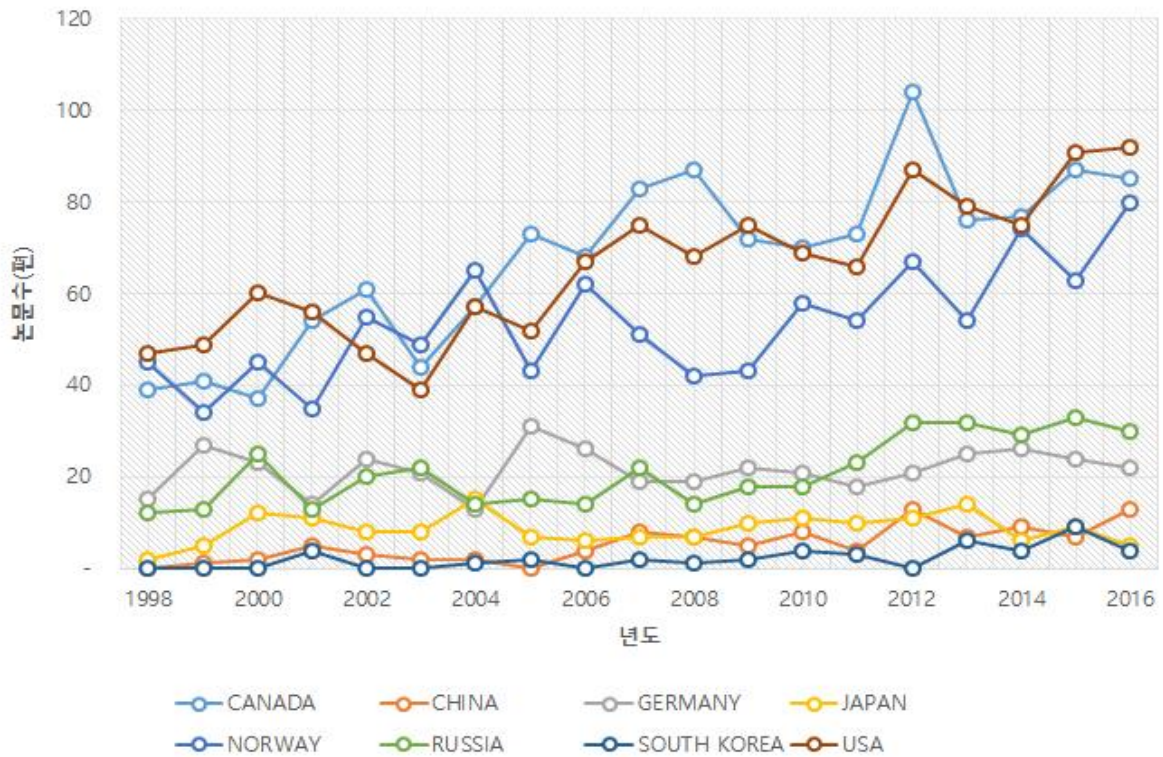


[그림 4-31] 수산학 분야의 인용도 지수

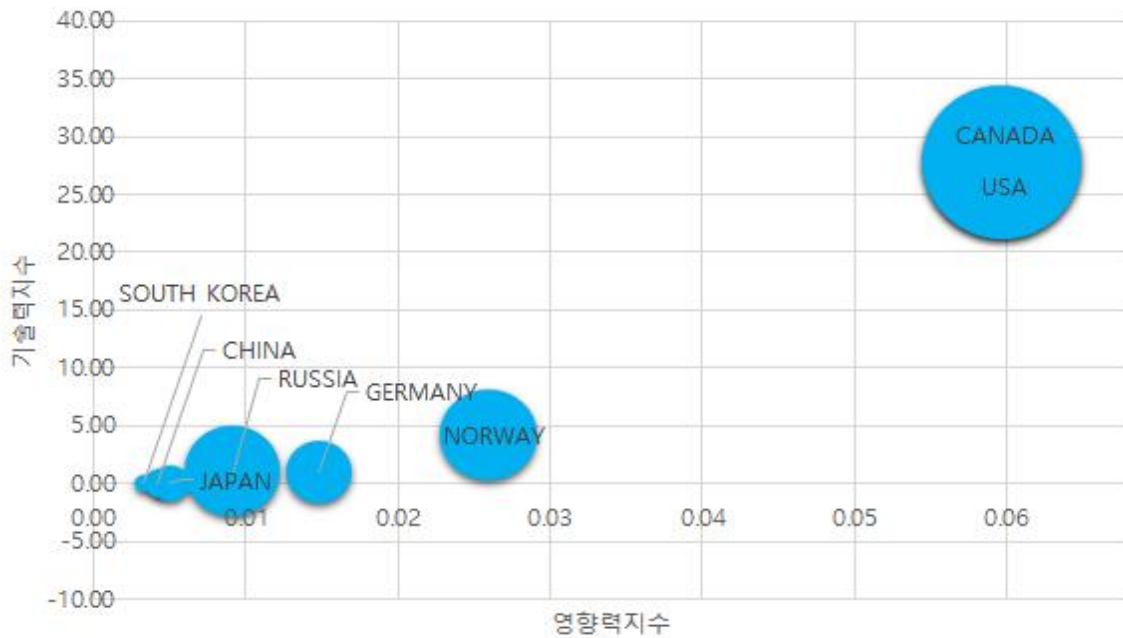
● 주요국의 동물학 분야 논문의 연도별 현황 및 질적지표

- 동물학 분야는 캐나다와 미국이 다른 국가에 비해 논문의 수 뿐만 아니라 영향력, 기술력 등에서도 월등히 앞서고 있는 것으로 분석
- 이어 논문의 수, 영향력, 기술력 부문에서 노르웨이, 독일 등이 뒤따르고 있음
- 논문의 양적 지표 면에서, 한국, 중국, 일본은 비슷한 수준의 역량을 보이는 것으로 분석되었으며, 다만 질적인 측면에서 중국의 논문 인용도 지수가 다소 앞서는 것으로 나타남

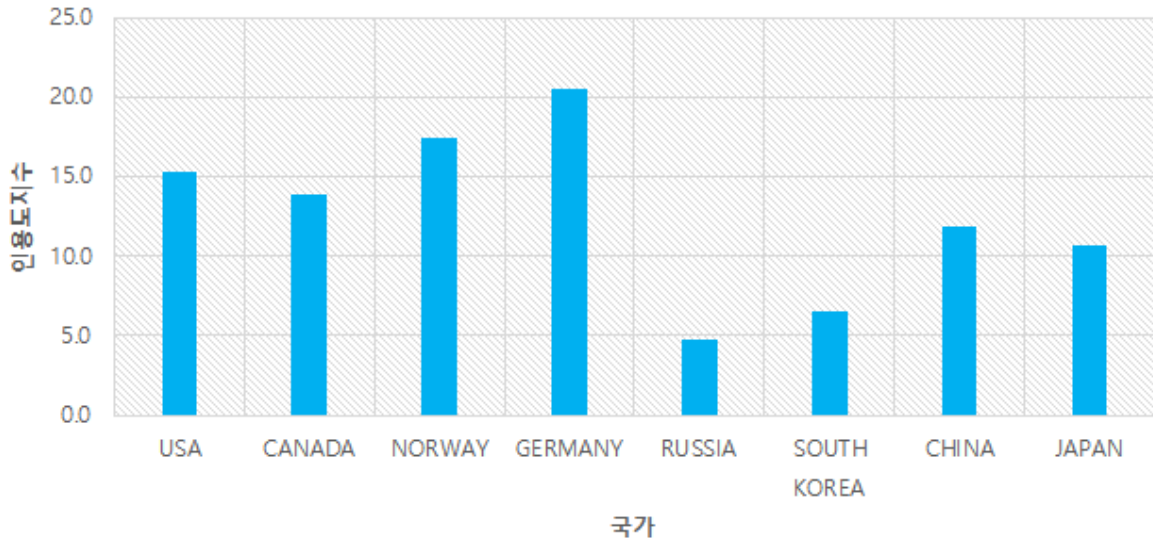
IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-32] 주요국의 동물학 분야 논문 발간 현황(연도별)



[그림 4-33] 동물학 분야 영향력지수와 기술력지수 (* 버블의 크기는 논문수)



[그림 4-34] 동물학 분야 인용도 지수

● 주요국의 주요연구비 지원기관 및 연구비 지원기관 수

- 미국, 캐나다, 노르웨이 등 북극 연구 관련 선진국 및 중국과 일본 등 대다수 나라의 북극연구는 대부분 각국 정부 지원금으로 연구가 이루어지고 있으며 연구의 목적에 따라 다양한 부처의 재정지원이 이루어지고 있음
- 우리나라는 재정지원의 형태가 다양하지 못 할 뿐만 아니라 관련부처 또는 관련 기관의 재정지원 역시 타국가에 비해 부족

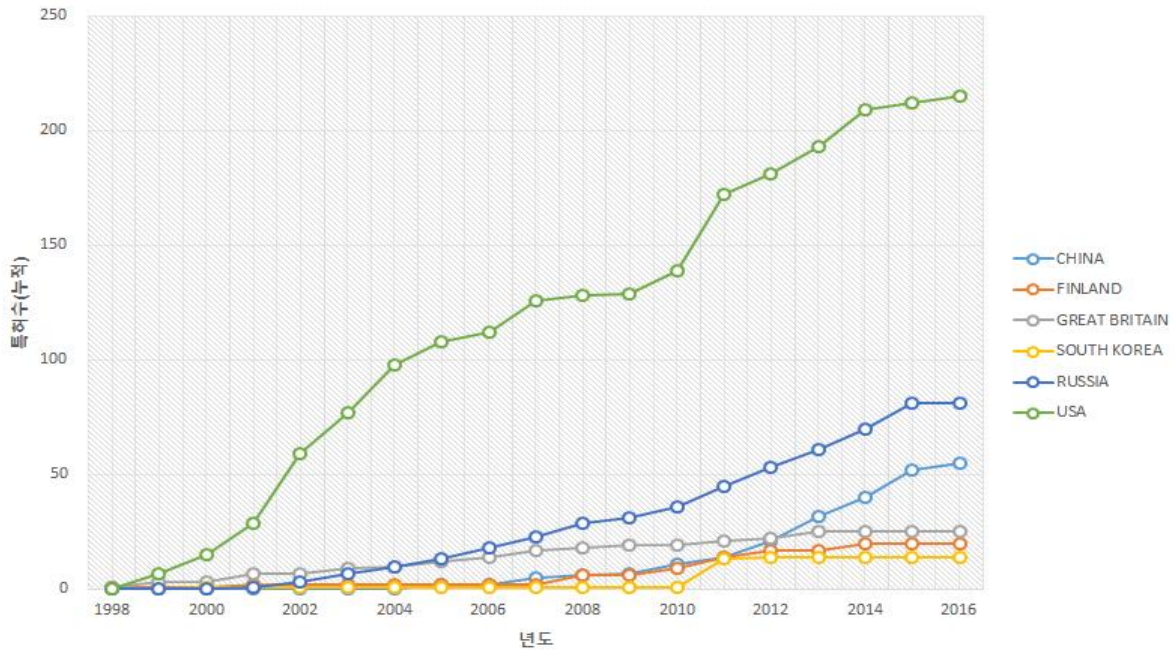
[표 4-2] 주요국의 주요 연구비 지원기관 및 연구비 지원기관 수(2016년 기준)

국가	주요 연구비 지원기관	연구비 지원기관 수
USA	NSF, NASA 등	37
CANADA	NSERC 등	33
NORWAY	Norwegian Research Council 등	45
CHINA	National Natural Science Foundation of CHINA	38
JAPAN	JAPAN Society for the promotion of Science Ministry of Education Culture Sports Science and Technology	43
SOUTH KOREA	KOPRI National Research Council	16

2 특허분야 기술수준 분석

북극관련 특허 현황

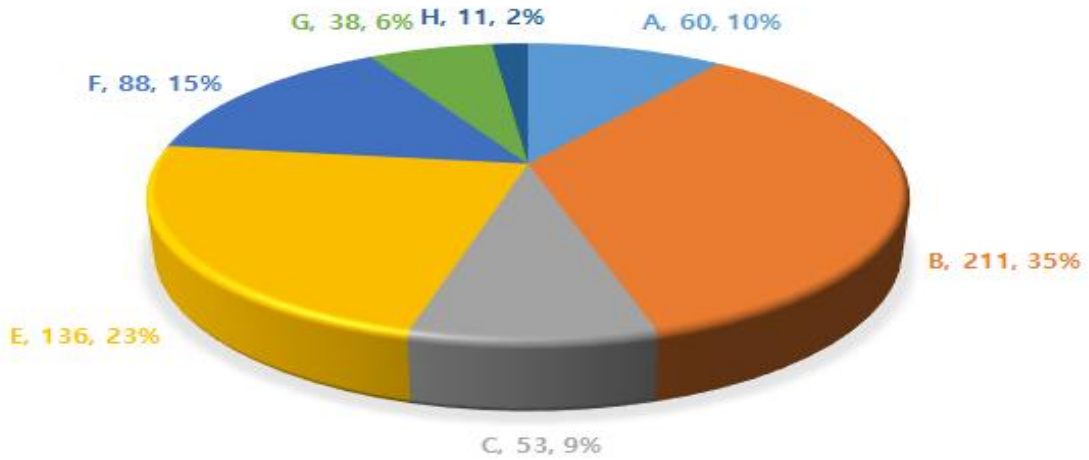
- 1998~2016년까지 미국, 일본, EU, 중국 등에 등록된 북극 관련 특허는 총 597건
- 분석 대상 특허 중 미국이 총 219건(39%)으로 가장 많았으며 러시아 81건(15%), 중국 55건(9.8%), 우리나라 16건(2.8%)을 보유
- 미국 및 러시아 등의 북극관련 특허는 지속적으로 증가하고 있는 반면 우리나라는 2011년 이후 등록건수의 변화가 거의 없는 상황



[그림 4-35] 주요국의 북극관련 특허 보유현황

북극관련 특허 분석 전체 결과

- 전체 597건 중 국제특허분류 상 B섹션에 속하는 특허(선박 등 운송수단 관련)가 211건(35%)로 가장 많았으며 E섹션(해양플랜트 등 고정구조물 관련) 136건(23%), F섹션(발전 및 선박 기자재 관련) 88건(15%), A섹션(농림수산업 관련) 60건(10%)으로 분석

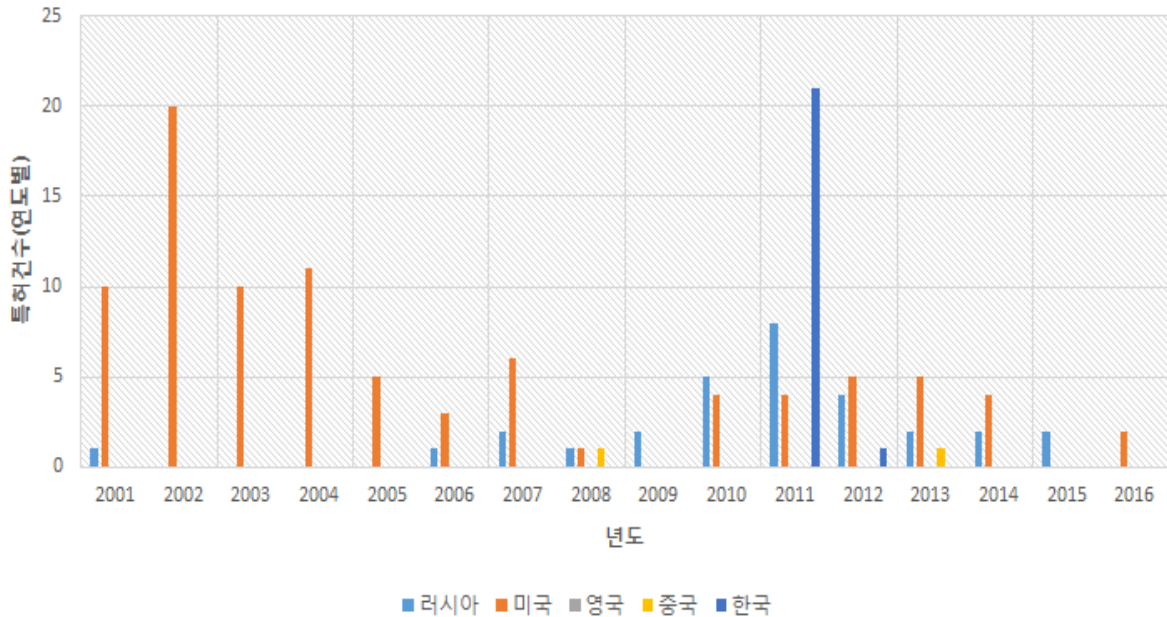


[그림 4-36] 북극관련 특허의 국제특허분류 분포

☉ 주요 특허분야별 현황

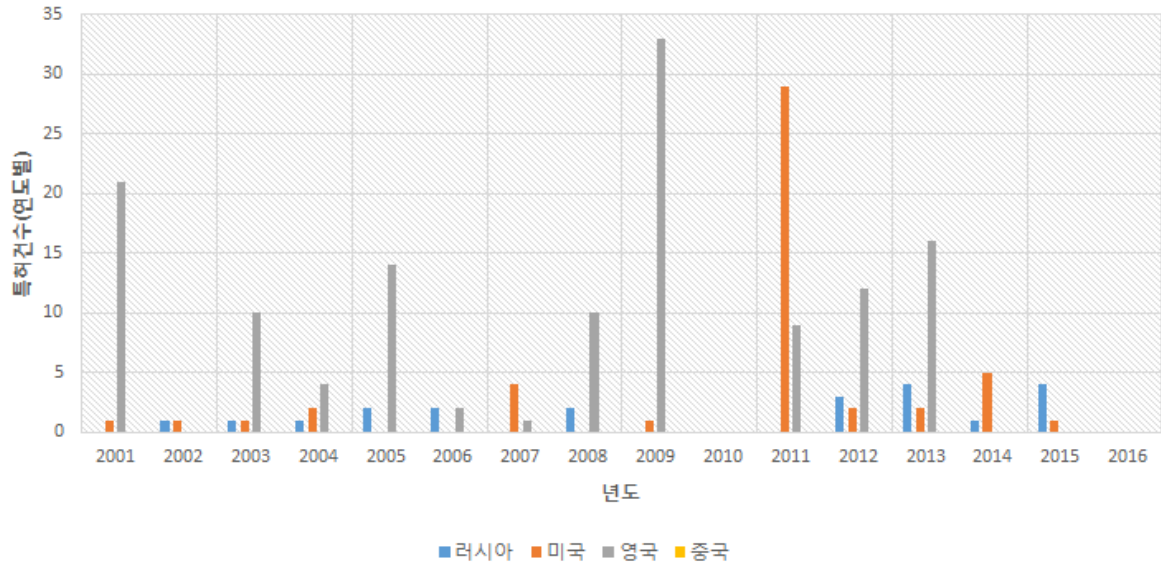
□ 운송수단 관련

- 운송수단 관련 특허는 선박, 차량·철도, 기타분야로 분류
- 관련 특허는 총 211건으로 선박관련 특허가 114건으로 가장 많았으며, 선박 및 기
자재의 결빙방지, 추진체계, 자원탐사 특허 등을 포함
- 차량·철도관련 특허는 88건으로 북극지역에서 운영 가능한 설상차 및 관련 장치의
비중이 높은 것으로 분석
- 한편 국가별 연도별 추이를 보면 미국은 2000년대 설상차 등 차량관련 특허가 많
았으나 최근에는 감소하고 있으며, 우리나라의 경우 2011년 북극항해용 선박 및
선박 내빙장치 관련 특허가 집중



[그림 4-37] 운송수단 관련 특허의 연도별 국가별 보유 현황 추이

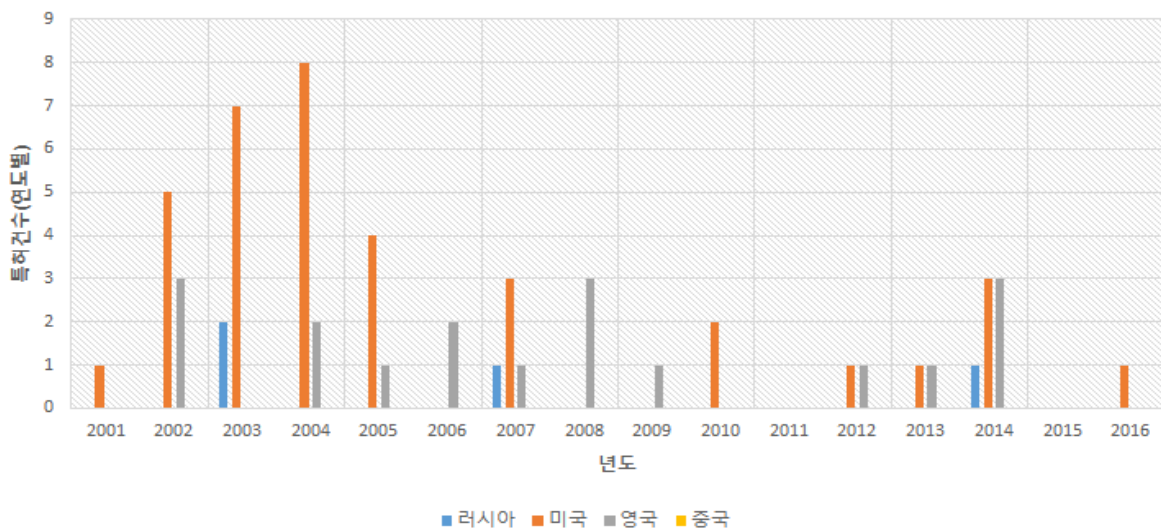
- 해양플랜트 등 고정구조물 관련
 - 해양플랜트 등 고정구조물 관련 특허는 선박리프트 및 수공구조물, 굴착 및 시추 관련, 기타분야로 분류
 - 관련 특허는 총 136건으로 선박리프트 및 수공구조물 관련 특허가 77건으로 가장 많았으며 주로 석유 등 자원시추 관련 특허로 분석
 - 국가별로는 석유 등 에너지관련 글로벌 회사를 보유한 미국과 영국의 보유 특허가 가장 많은 것으로 분석



[그림 4-38] 해양플랜트 등 고정구조물 관련 특허의 연도별 국가별 보유 현황 추이

□ 발전 및 선박 기자재 관련

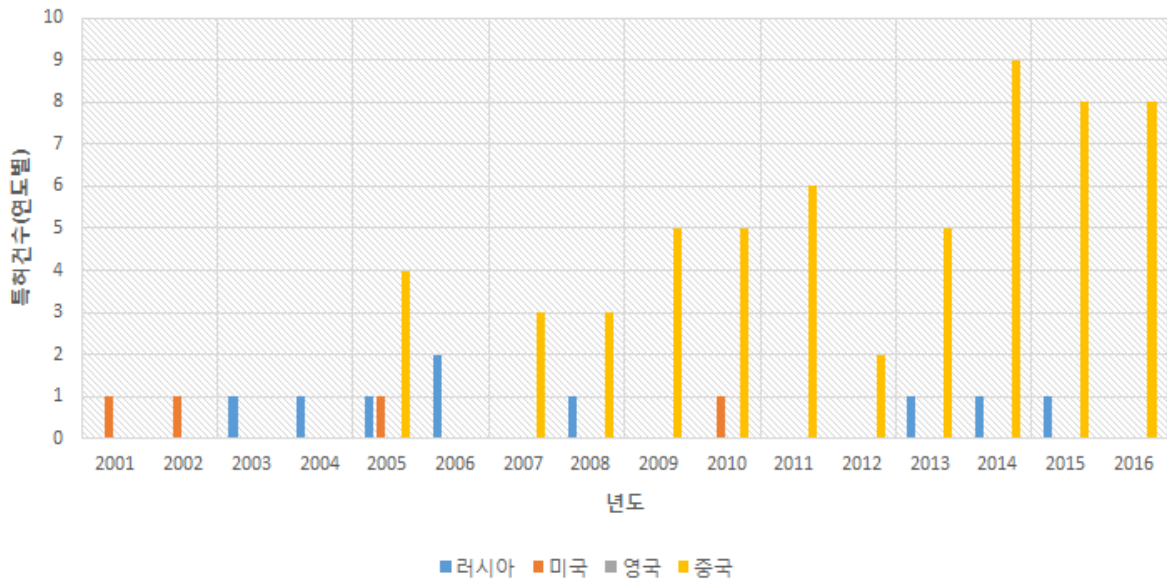
- 발전 및 선박 기자재 관련 특허는 총 88건으로 빙하를 이용한 온도차 발전, 북극 항해용 선박의 폐수재활용시스템 관련 특허가 포함
- 국가별로는 미국 및 영국의 특허가 대부분을 차지하고 2000년대 초 관련 특허가 증가하였다가 이후 감소



[그림 4-39] 발전 및 선박 기자재 관련 특허의 연도별 국가별 보유 현황 추이

□ 농림수산업 관련

- 농림수산업 관련 특허는 총 60건으로 북극생물의 증양식 및 추출물 활용 관련 특허를 포함
- 국가별로는 중국의 관련 특허 보유가 가장 많고, 2005년 이후 지속적으로 증가하는 추세



[그림 4-40] 농림수산업 관련 특허의 연도별 국가별 보유 현황 추이

□ 기타(화학 및 측정장비)

- 화학분야의 특허는 총 53건으로 북극 환경에서 사용가능한 오일, 시멘트, 북극 생물유래 생화학물질 등을 포함하고 중국의 보유특허가 가장 다수
- 측정장비분야의 특허는 총 38건으로 선박 항해와 관련된 장비, 연구용 측정장비 등을 포함하고 미국, 러시아, 중국 보유특허가 다수

3 북극연구 기술수준 평가

기술수준 평가 개요

- (조사목적) 북극연구 분야의 기술수준 조사의 정확도를 확보하기 위하여 정량적 논문 및 특허 조사와 더불어 관련 전문가 델파이 조사를 통한 세부 분야별 기술수준, 기술격차, 기술여건 등 현황 정보 확보
- (조사방법) 북극연구 분야를 과학, 산업, 정책 등 3개 분야로 구분하고 관련 전문가풀을 구성한 후 설문지를 통한 델파이 방식의 조사 수행
- (조사참여) 북극연구 전문가 50명(대상 150명 중 30%)의 최종 응답 자료 분석

1. 과학분과

1.1 환경기술

● 기술수준

- (환경기술 기후변화대응) 우리나라 기술수준은 55.3%로 최고기술보유국인 미국의 80.6%와 약 11년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (환경기술 생태계관리) 우리나라 기술수준은 42.8%로 최고기술보유국인 미국의 77.8%와 약 16년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (환경기술 환경유해성평가) 우리나라 기술수준은 49.7%로 최고기술보유국인 미국의 82.8%와 약 15년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (환경기술 대기환경모니터링) 우리나라 기술수준은 55.3%로 최고기술보유국인 미국의 84.3%와 약 11년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (환경기술 빙하특성규명) 우리나라 기술수준은 48.6%로 최고기술보유국인 미국의 82.8%와 약 12년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (환경기술 지구물리규명) 우리나라 기술수준은 59.7%로 최고기술보유국인 미국의 82.9%와 약 11년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

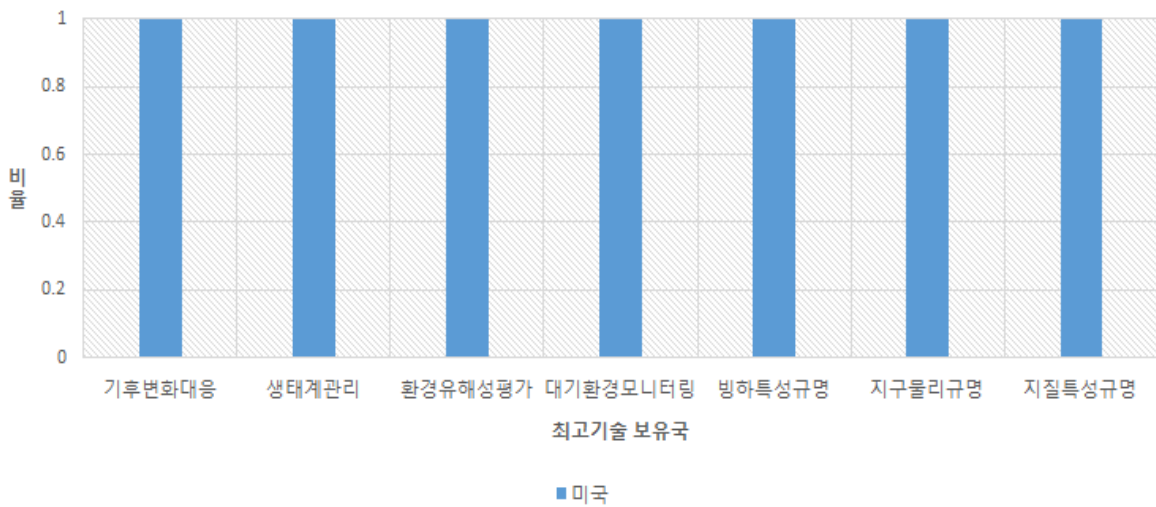
IV. 기술수준 평가 및 분석

- (환경기술 지질특성규명) 우리나라 기술수준은 52.7%로 최고기술보유국인 미국의 82.0%와 약 14년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- 한편 관련 전문가들은 북극관련 환경기술의 완전한 실현 시기는 대략 '33~'43년 경이 될 것으로 예상

[표 4-3] 환경기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차(년)	기술 실현시기(년)
	보유국	기술수준(%)			
기후변화대응	미국	80.6	55.3	11	2033
생태계관리	미국	77.8	42.8	16	2043
환경유해성평가	미국	82.8	49.7	15	2037
대기환경모니터링	미국	84.3	55.3	11	2033
빙하특성규명	미국	82.8	48.6	12	2036
지구물리규명	미국	82.9	59.7	11	2034
지질특성규명	미국	82.0	52.7	14	2037

- 환경기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 모든 전문가가 미국으로 응답

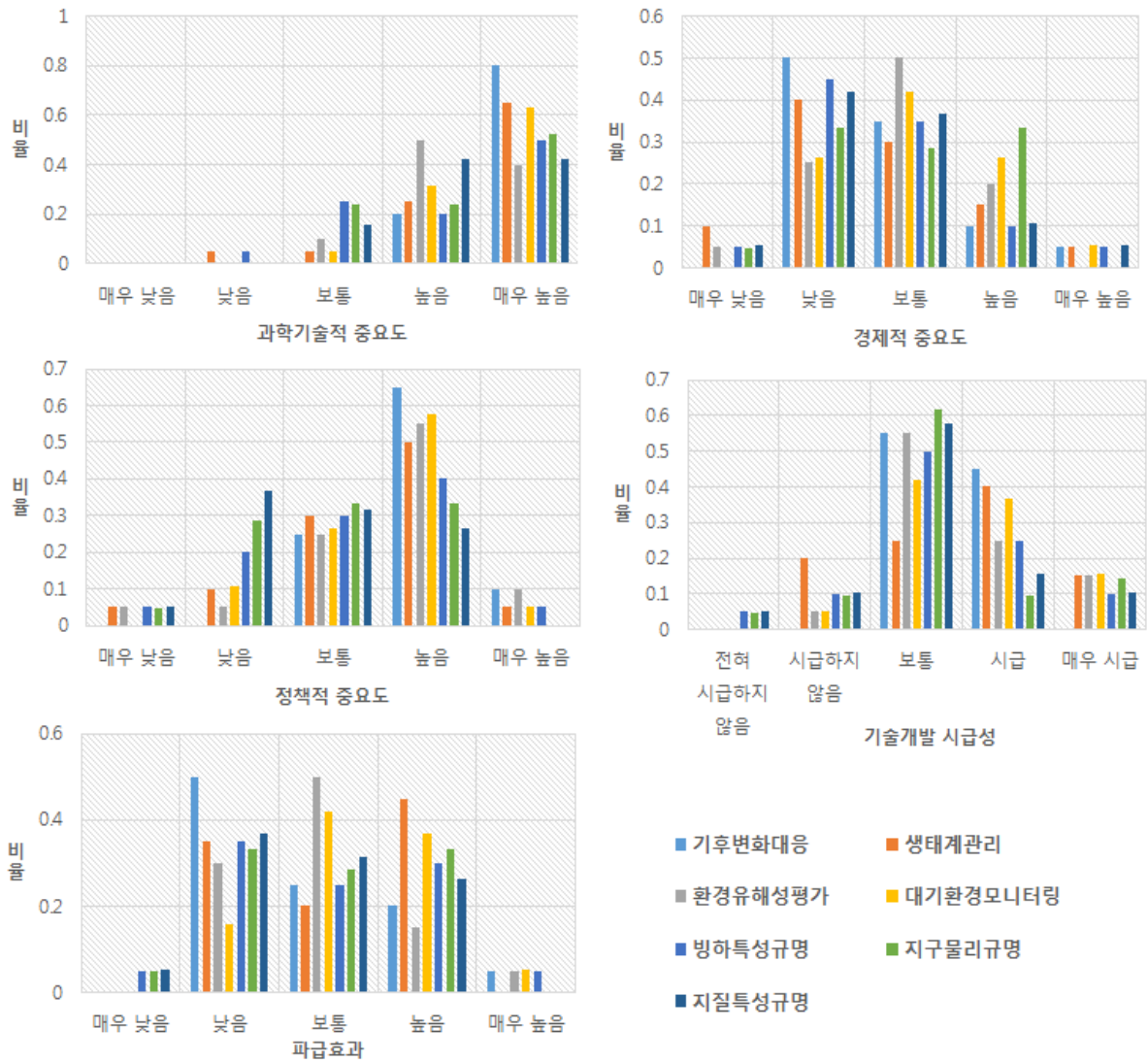


[그림 4-41] 환경기술분야 최고기술 보유국

● 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (환경기술 기후변화대응) 분석대상 5개 지표 중 경제적 중요도와 파급효과를 제외한 3개 지표에서 보통 이상의 중요도와 시급성을 가지고 있으며, 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (환경기술 생태계관리) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (환경기술 환경유해성평가) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4개 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (환경기술 대기환경모니터링) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4개 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (환경기술 빙하특성규명) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4개 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (환경기술 지구물리규명) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4개 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (환경기술 지질특성규명) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4개 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-42] 환경기술 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

1.2 조서관측 기술

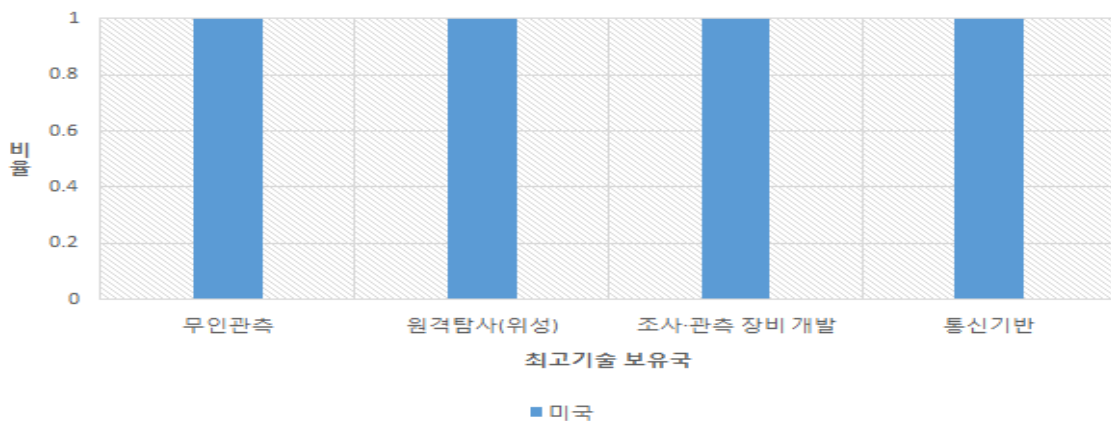
● 기술수준

- (조서관측 기술 무인관측) 우리나라 기술수준은 52.0%로 최고기술보유국인 미국의 79.3%와 약 11년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (조서관측 기술 원격탐사(위성)) 우리나라 기술수준은 52.4%로 최고기술보유국인 미국의 84.0%와 약 13년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (조서관측 기술 조사·관측 장비개발) 우리나라 기술수준은 52.3%로 최고기술보유국인 미국의 81.8%와 약 14년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (조서관측 기술 통신기반) 우리나라 기술수준은 64.8%로 최고기술보유국인 미국의 83.8%와 약 9년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-4] 조서관측 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차(년)	기술 실현시기(년)
	보유국	기술수준(%)			
무인관측	미국	79.3	52.0	11	2035
원격탐사(위성)	미국	84.0	52.4	13	2036
조사·관측 장비개발	미국	81.8	52.3	14	2038
통신기반	미국	83.8	64.8	9	2032

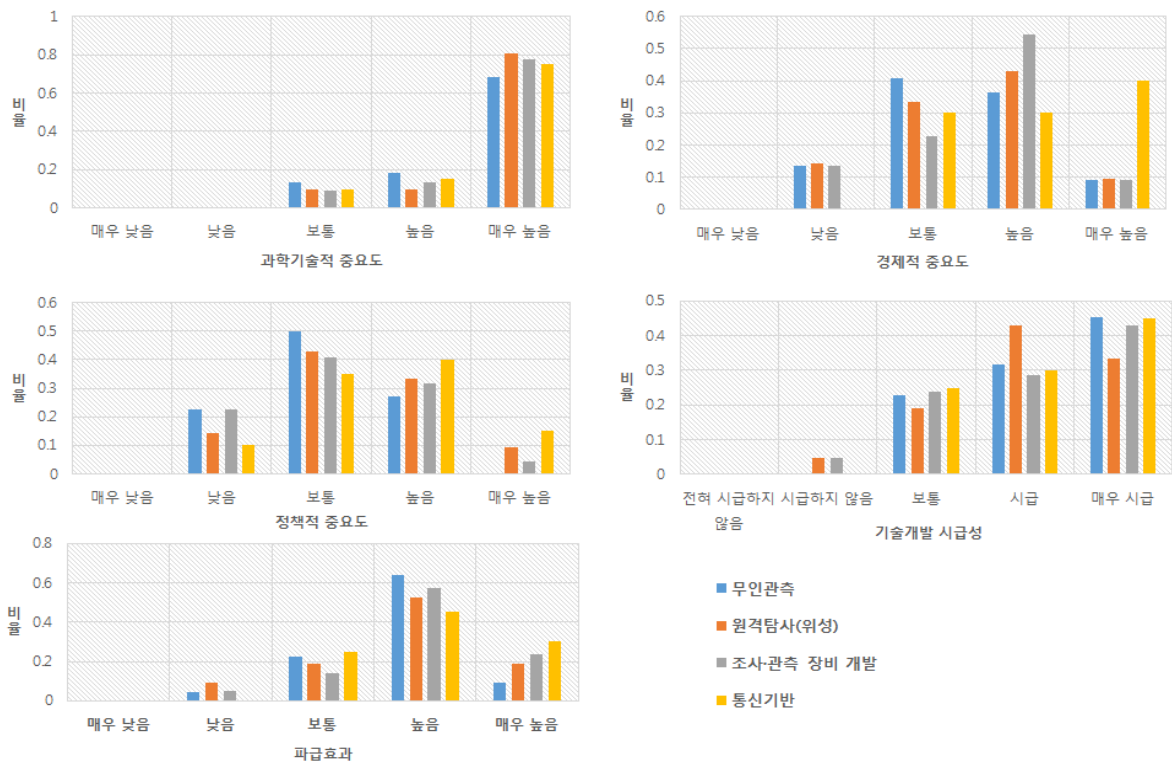
- 조서관측기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 모든 전문가가 미국으로 응답



[그림 4-43] 조서관측 기술분야 최고기술 보유국

☉ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (조사관측 기술 무인관측) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성을 제외한 3가지 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (조사관측 기술 원격탐사(위성)) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4가지 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (조사관측 기술 조사·관측 장비개발) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도를 제외한 4가지 지표에서 다양한 의견을 보였으며, 과학기술적 중요도와 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (조사관측 기술 통신기반) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도를 제외한 4가지 지표에서 보통 이상의 중요도와 시급성을 가지고 있으며, 경제적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-44] 조사관측 기술 분야의 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

1.3 생물자원

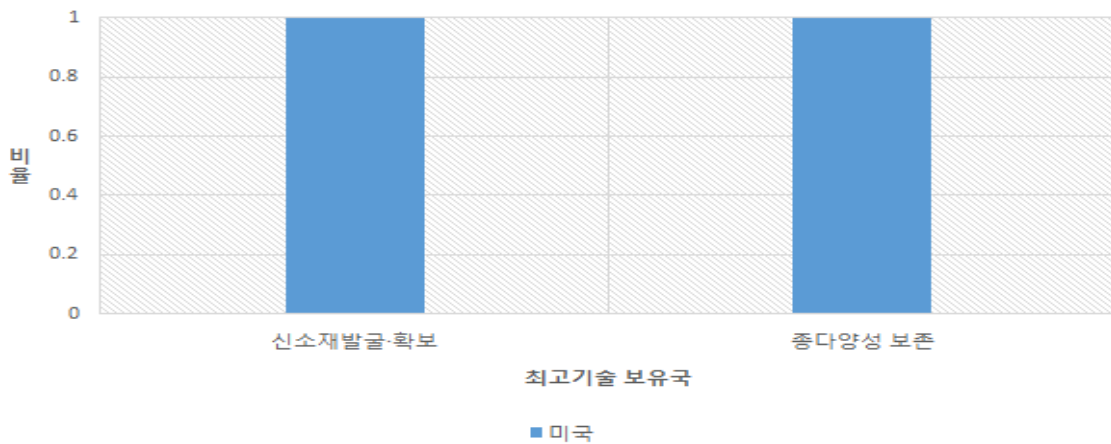
● 기술수준

- (생물자원 신소재발굴·확보) 우리나라 기술수준은 59.8%로 최고기술보유국인 미국의 81.8%와 약 11년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (생물자원 종다양성보존) 우리나라 기술수준은 51.9%로 최고기술보유국인 미국의 78.1%와 약 14년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-5] 생물자원 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차(년)	기술 실현시기(년)
	보유국	기술수준(%)			
신소재발굴·확보	미국	81.8	59.8	11	2037
종다양성보존	미국	78.1	51.9	14	2040

- 생물자원 기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 모든 전문가가 미국으로 응답



[그림 4-45] 생물자원 기술분야 최고기술 보유국

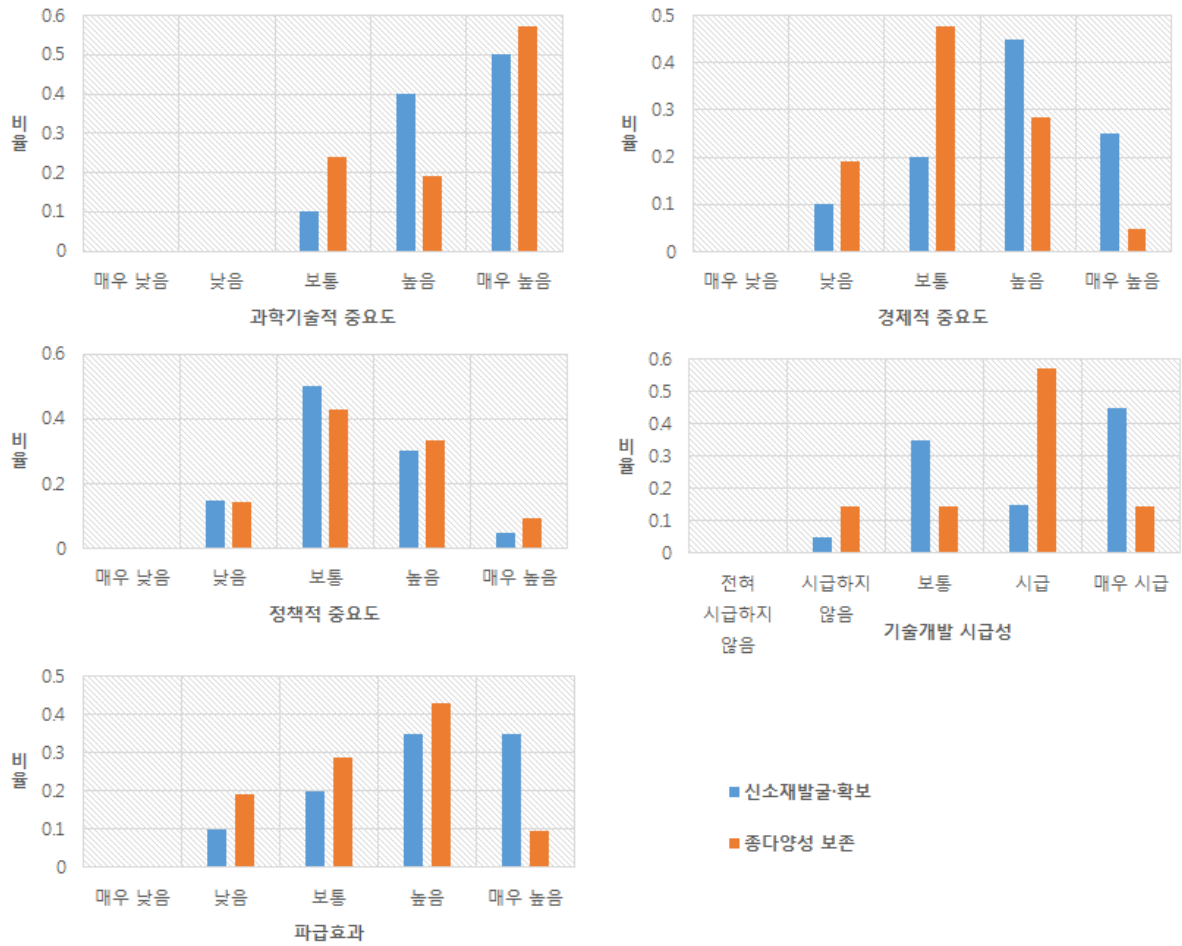
● 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (생물자원 신소재발굴·확보) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 정책적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에

IV. 기술수준 평가 및 분석

비해 상대적으로 높은 것으로 분석

- (생물자원 종다양성보존) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 과학기술적 중요도와 경제적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-46] 생물자원 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

2. 산업분과

2.1 물류체계

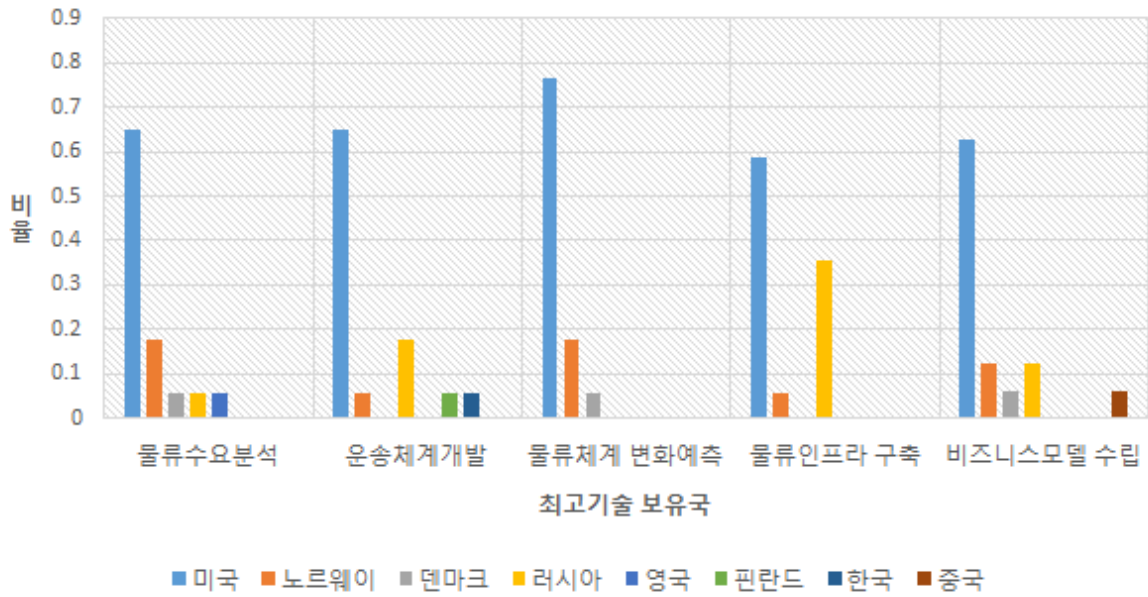
● 기술수준

- (물류체계 물류수요분석) 우리나라 기술수준은 58.8%로 최고기술보유국인 미국의 81.5%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (물류체계 운송체계개발) 우리나라 기술수준은 57.9%로 최고기술보유국인 미국의 79.7%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (물류체계 변화예측) 우리나라 기술수준은 56.5%로 최고기술보유국인 미국의 81.8%와 약 7년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (물류체계 물류인프라 구축) 우리나라 기술수준은 48.2%로 최고기술보유국인 미국의 76.3%와 약 9년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (물류체계 비즈니스모델 수립) 우리나라 기술수준은 54.4%로 최고기술보유국인 미국의 78.3%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-6] 물류체계 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차 (년)	기술 실현시기 (년)
	보유국	기술수준(%)			
물류수요분석	미국	81.5	58.8	8	2029
운송체계개발	미국	79.7	57.9	8	2030
물류체계 변화예측	미국	81.8	56.5	7	2028
물류인프라 구축	미국	76.3	48.2	9	2033
비즈니스모델 수립	미국	78.3	54.4	8	2029

- 물류체계 기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 많은 전문가가 미국으로 응답했으나 과학 분과와는 다르게 노르웨이와 러시아를 주요 최고기술 보유국으로 평가

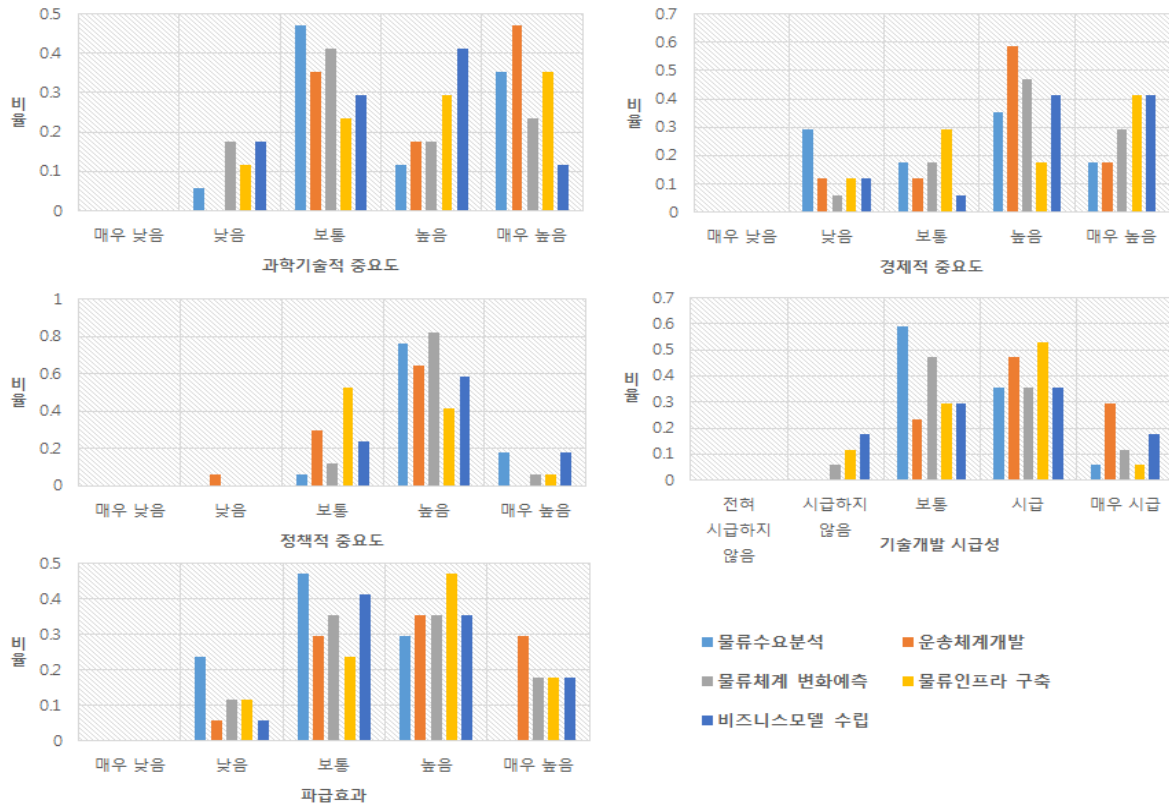


[그림 4-47] 물류체계 기술분야 최고기술 보유국

④ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (물류체계 물류수요분석) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (물류체계 운송체계개발) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도와 기술개발 시급성에서만 보통 이상의 중요도와 시급성을 가지고 있으며, 경제적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (물류체계 변화예측) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 경제적 중요도와 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (물류체계 물류인프라 구축) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 과학기술적 중요도와 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (물류체계 비즈니스모델 수립) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 경제적 중요도와 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-48] 물류체계 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

2.2 에너지·광물자원

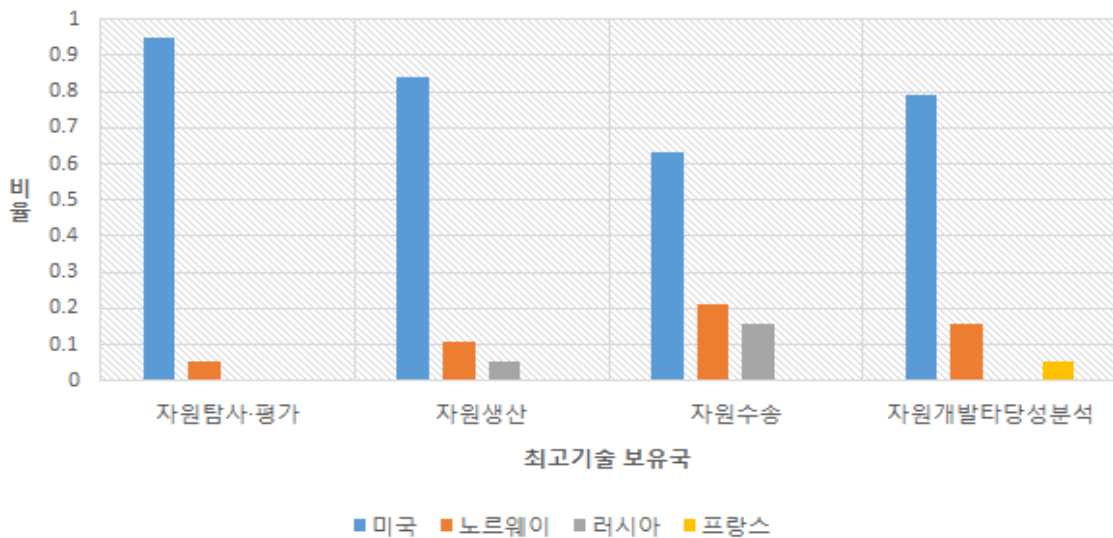
● 기술수준

- (에너지·광물자원 자원탐사·평가) 우리나라 기술수준은 53.1%로 최고기술보유국인 미국의 83.3%와 약 11년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (에너지·광물자원 자원생산) 우리나라 기술수준은 45.8%로 최고기술보유국인 미국의 80.3%와 약 12년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (에너지·광물자원 자원수송) 우리나라 기술수준은 57.9%로 최고기술보유국인 미국의 80.9%와 약 9년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (에너지·광물자원 자원개발타당성분석) 우리나라 기술수준은 56.3%로 최고기술보유국인 미국의 82.4%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-7] 에너지·광물자원 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차 (년)	기술 실현시기 (년)
	보유국	기술수준(%)			
자원탐사·평가	미국	83.3	53.1	11	2034
자원생산	미국	80.3	45.8	12	2035
자원수송	미국	80.9	57.9	9	2031
자원개발타당성분석	미국	82.4	56.3	8	2032

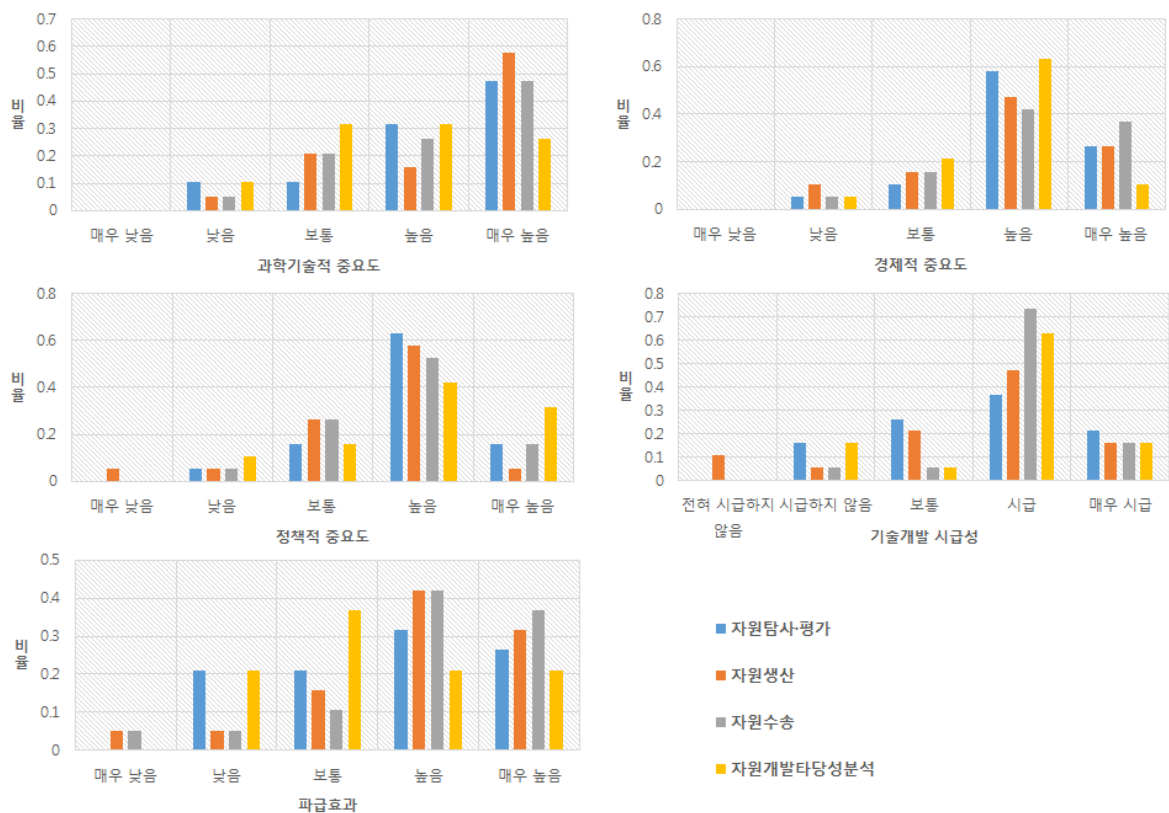
- 에너지·광물자원 기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 많은 전문가가 미국으로 응답했으나 과학 분과와는 다르게 노르웨이와 러시아를 주요 최고기술 보유국으로 평가



[그림 4-49] 에너지·광물자원 기술분야 최고기술 보유국

☉ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (에너지·광물자원 자원탐사·평가) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 경제적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (에너지·광물자원 자원생산) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도와 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (에너지·광물자원 자원수송) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 기술개발 시급성과 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (에너지·광물자원 자원개발타당성분석) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 경제적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-50] 에너지·광물자원 분야의 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

2.3 화물수송 선박

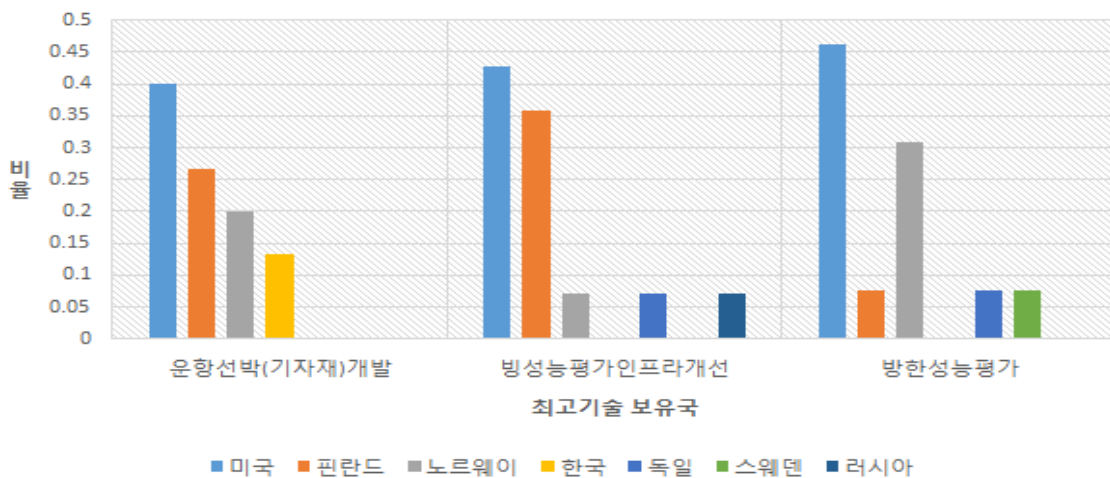
● 기술수준

- (화물수송 선박 운항선박(기자재)개발) 우리나라 기술수준은 69.1%로 최고기술보유국인 미국의 82.4%와 약 6년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (화물수송 선박 빙성능평가 인프라개선) 우리나라 기술수준은 66.9%로 최고기술보유국인 미국의 83.9%와 약 6년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (화물수송 선박 방한성능평가) 우리나라 기술수준은 64.0%로 최고기술보유국인 미국의 83.7%와 약 7년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-8] 화물수송 선박 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차(년)	기술 실현시기(년)
	보유국	기술수준(%)			
운항선박(기자재)개발	미국	82.4	69.1	6	2029
빙성능평가 인프라개선	미국	83.9	66.9	6	2029
방한성능평가	미국	83.7	64.0	7	2028

- 화물수송 선박 기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 많은 전문가가 미국으로 응답했으나 운항선박(기자재)개발 기술, 빙성능평가 인프라개선 기술 등에 있어서는 핀란드의 기술수준도 아주 높게 평가



[그림 4-51] 화물수송 선박 기술분야 최고기술 보유국

❶ 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (화물수송 선박 운항선박(기자재)개발) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도와 정책적 중요도를 제외한 지표에서 보통 이상의 중요도와 시급성을 가지고 있으며, 경제적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (화물수송 선박 빙성능평가 인프라개선) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (화물수송 선박 방한성능평가) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-52] 화물수송 선박 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

2.4 해양플랜트

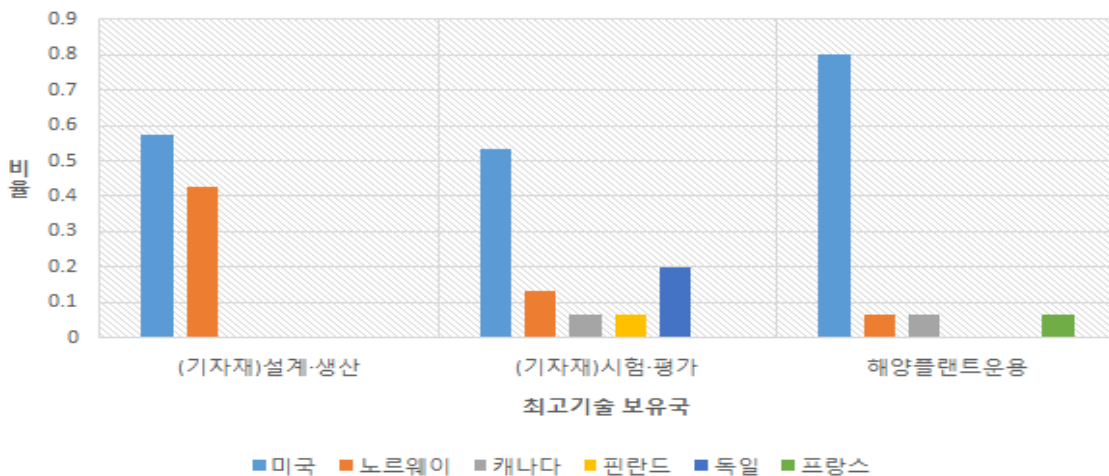
기술수준

- (해양플랜트 (기자재)설계·생산) 우리나라 기술수준은 59.1%로 최고기술보유국인 미국의 81.3%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (해양플랜트 (기자재)시험·평가) 우리나라 기술수준은 57.5%로 최고기술보유국인 미국의 81.7%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (해양플랜트 해양플랜트운용) 우리나라 기술수준은 52.8%로 최고기술보유국인 미국의 80.6%와 약 10년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-9] 해양플랜트 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차(년)	기술 실현시기(년)
	보유국	기술수준(%)			
(기자재)설계·생산	미국	81.3	59.1	8	2030
(기자재)시험·평가	미국	81.7	57.5	8	2030
해양플랜트운용	미국	80.6	52.8	10	2031

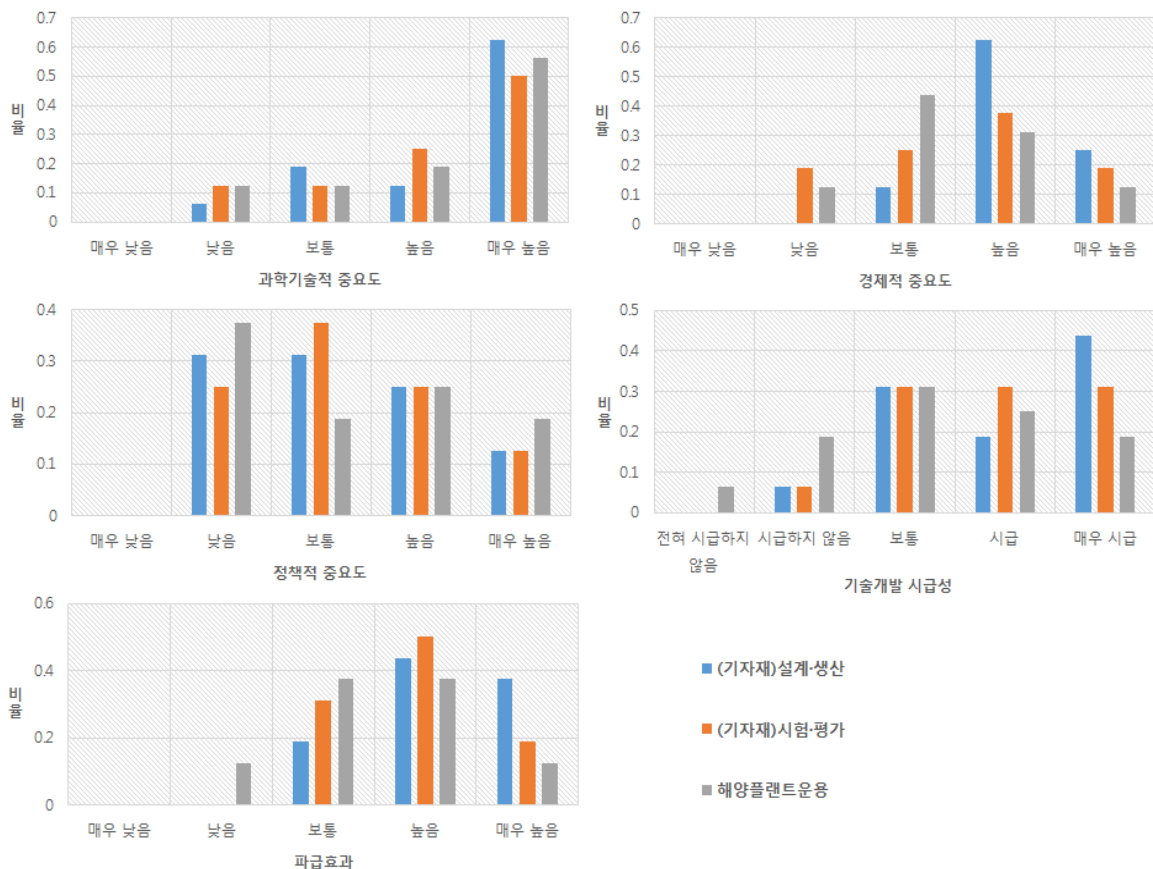
- 해양플랜트 기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 많은 전문가가 미국으로 응답했으나 (기자재) 설계·생산 기술의 경우에는 노르웨이의 기술수준도 아주 높게 평가



[그림 4-53] 해양플랜트 기술분야 최고 기술 보유국

❶ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (해양플랜트 (기자재)설계·생산) 분석대상 5개 지표 중 경제적 중요도와 파급효과 지표에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 경제적 중요도와 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (해양플랜트 (기자재)시험·평가) 분석대상 5개 지표 중 파급효과 지표에서만 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 과학기술적 중요도와 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (해양플랜트 해양플랜트운용) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도와 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-54] 해양플랜트 분야의 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

2.5 안전·방제

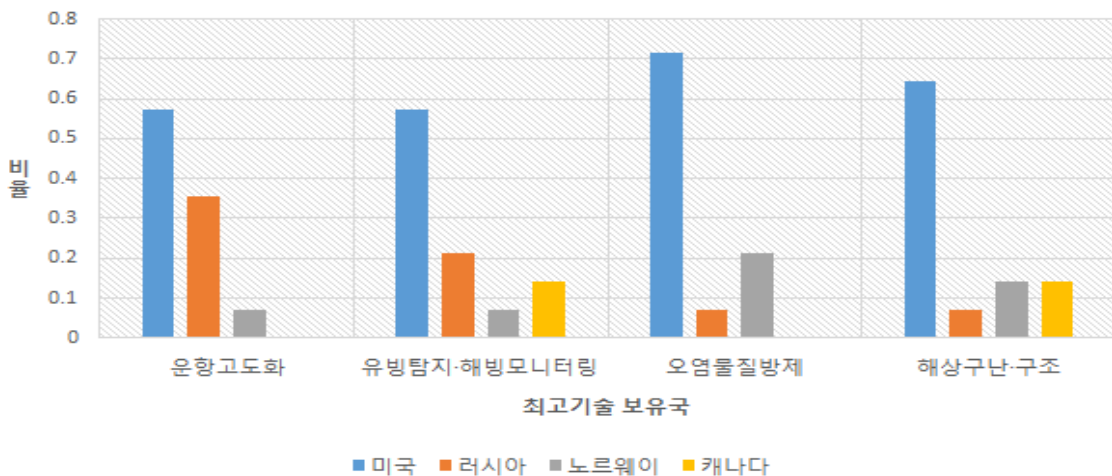
기술수준

- (안전·방제 운항고도화) 우리나라 기술수준은 56.7%로 최고기술보유국인 미국의 78.0%와 약 8년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (안전·방제 유빙탐지·해빙모니터링) 우리나라 기술수준은 52.7%로 최고기술보유국인 미국의 80.7%와 약 10년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (안전·방제 오염물질방제) 우리나라 기술수준은 47.7%로 최고기술보유국인 미국의 76.3%와 약 9년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석
- (안전·방제 해상구난·구조) 우리나라 기술수준은 47.4%로 최고기술보유국인 미국의 77.0%와 약 10년 정도의 기술격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-10] 안전·방제 기술분야 기술수준

관련 기술	최고기술		우리나라 기술수준(%)	기술격차(년)	기술 실현시기(년)
	보유국	기술수준(%)			
운항고도화	미국	78.0	56.7	8	2030
유빙탐지·해빙모니터링	미국	80.7	52.7	10	2031
오염물질방제	미국	76.3	47.7	9	2031
해상구난·구조	미국	77.0	47.4	10	2033

- 안전·방제 기술 분야 중 최고기술 응답 비율을 분석하면 많은 전문가가 미국으로 응답했으나 운항고도화의 경우 러시아의 경쟁력을 높게 평가함



[그림 4-55] 안전·방제 기술분야 최고기술 보유국

☉ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (안전·방제 운항고도화) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 기술개발 시급성과 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (안전·방제 유비탐지·해빙모니터링) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 과학기술적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (안전·방제 오염물질방제) 분석대상 5개 지표 중 기술개발 시급성만이 보통 이상의 시급성을 가지고 있으며, 그중 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성, 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (안전·방제 해상구난·구조) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-56] 안전·방제 분야의 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

3. 정책분과

3.1 경제정책

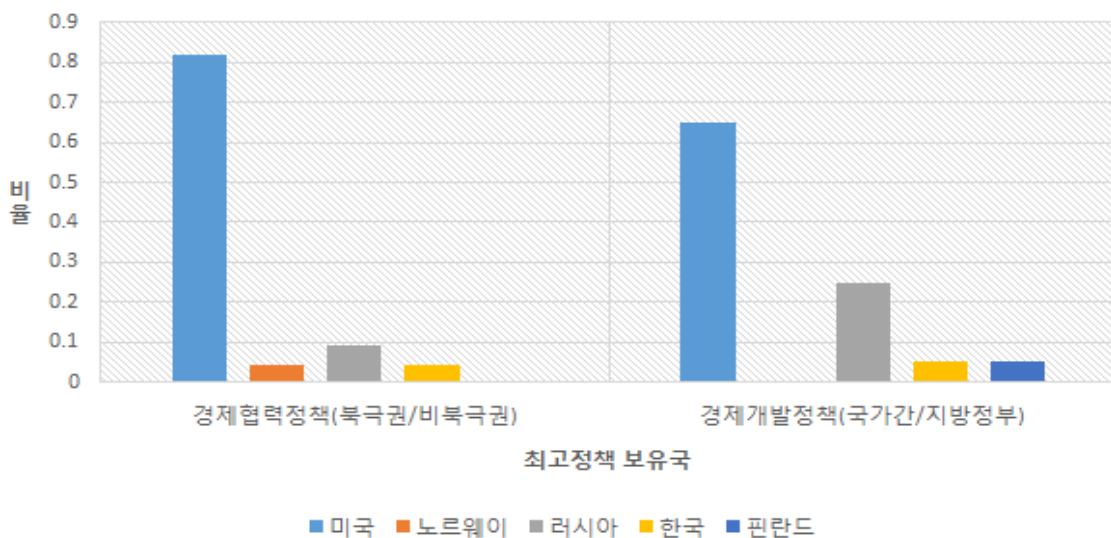
🌐 정책수준

- (경제정책 경제협력정책(북극권/비북극권)) 우리나라 정책수준은 56.9%로 최고정책 보유국인 미국의 80.9%와 약 10년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (경제정책 경제개발정책(국가간/지방정부)) 우리나라 정책수준은 48.8%로 최고정책 보유국인 미국의 78.1%와 약 11년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-11] 경제정책 분야 정책수준

관련 정책	최고정책		우리나라 정책수준(%)	정책격차 (년)	정책 실현시기 (년)
	보유국	정책수준(%)			
경제협력정책 (북극권/비북극권)	미국	80.9	56.9	10	2030
경제개발정책 (국가간/지방정부)	미국	78.1	48.8	11	2031

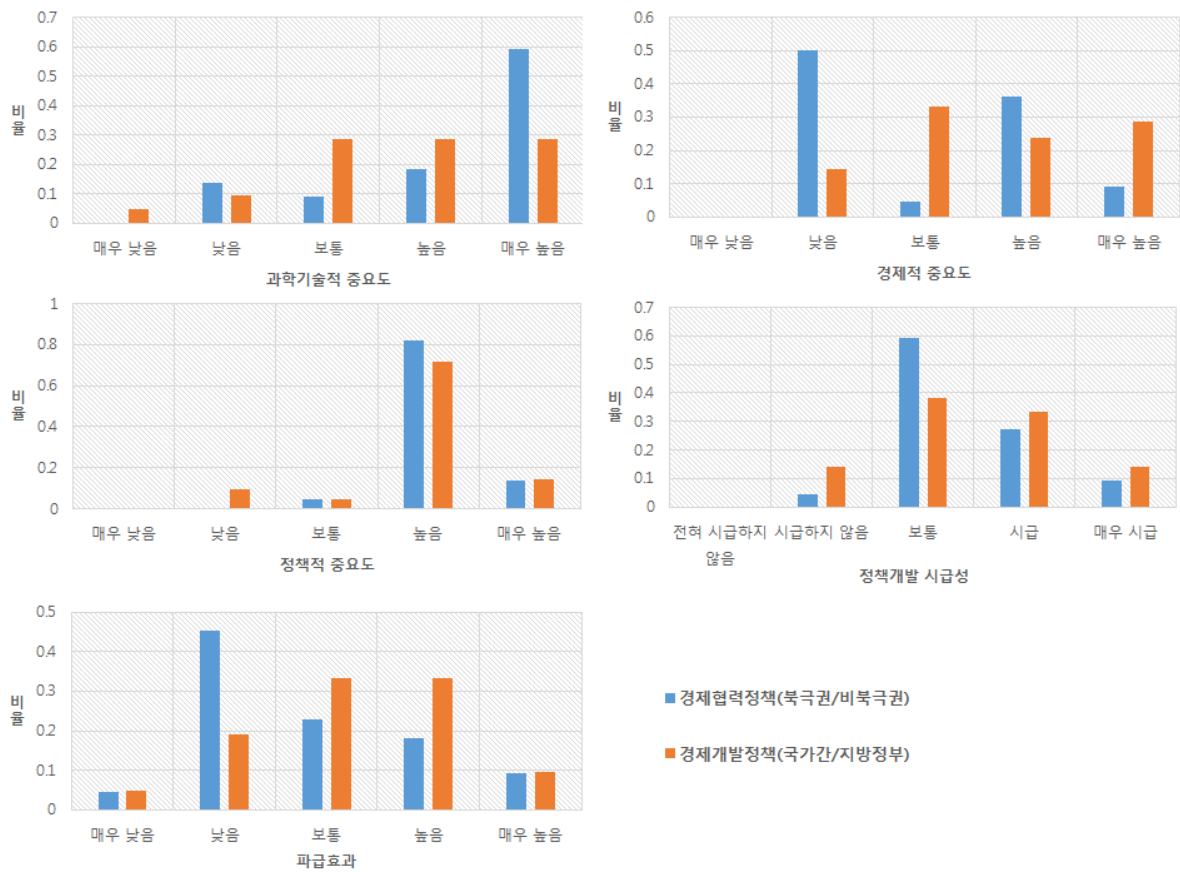
- 경제정책 부문 중 최고정책 응답 비율을 분석하면 대부분의 전문가가 미국으로 응답했으나 경제개발정책의 경우에는 러시아의 경쟁력을 높게 평가하기도 함



[그림 4-57] 경제정책 분야 최고정책 보유국

● 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (경제정책 경제협력정책(북극권/비북극권)) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도와 정책적 중요도가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (경제정책 경제개발정책(국가간/지방정부)) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 정책개발 시급성과 파급효과가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-58] 경제정책 분야의 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

3.2 북극 뉴비즈니스

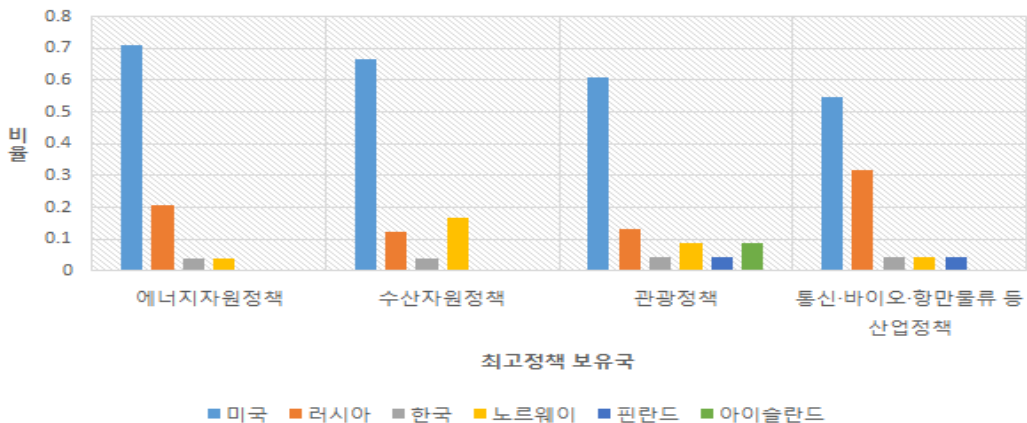
🌐 정책수준

- (북극 뉴비즈니스 에너지자원정책) 우리나라 정책수준은 51.3%로 최고정책보유국인 미국의 80.8%와 약 11년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (북극 뉴비즈니스 수산자원정책) 우리나라 정책수준은 49.8%로 최고정책보유국인 미국의 79.4%와 약 11년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (북극 뉴비즈니스 관광정책) 우리나라 정책수준은 43.7%로 최고정책보유국인 미국의 78.9%와 약 11년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (북극 뉴비즈니스 통신·바이오·항만물류 등 산업정책) 우리나라 정책수준은 53.6%로 최고정책보유국인 미국의 81.1%와 약 9년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-12] 북극 뉴비즈니스 분야 정책수준

관련 정책	최고정책		우리나라 정책수준(%)	정책격차 (년)	정책 실현시기 (년)
	보유국	정책수준(%)			
에너지자원정책	미국	80.8	51.3	11	2032
수산자원정책	미국	79.4	49.8	11	2032
관광정책	미국	78.9	43.7	11	2032
통신·바이오·항만물류 등 산업정책	미국	81.1	53.6	9	2030

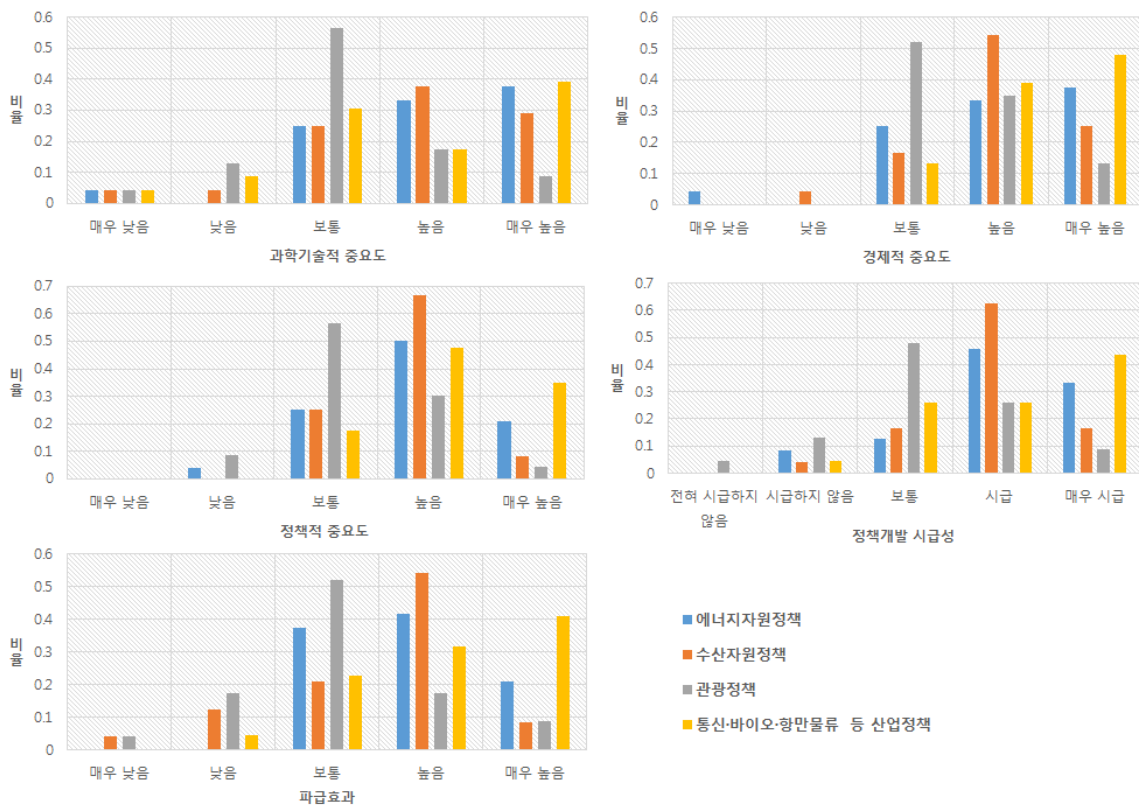
- 북극 뉴비즈니스 분야의 경우 대부분의 전문가들이 미국을 최고 정책 보유국가로 평가하였으나 러시아와 노르웨이의 정책 경쟁력도 높게 평가하기도 함



[그림 4-59] 북극 뉴비즈니스 분야 최고정책 보유국

❶ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (북극 뉴비즈니스 에너지자원정책) 분석대상 5개 지표 중 파급효과만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 과학기술적 중요도가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (북극 뉴비즈니스 수산자원정책) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 경제적 중요도와 정책적 중요도가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (북극 뉴비즈니스 관광정책) 분석대상 5개 지표 중 경제적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 경제적 중요도가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (북극 뉴비즈니스 통신·바이오·항만물류 등 산업정책) 분석대상 5개 지표 중 경제적 중요도와 정책적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 경제적 중요도와 파급효과가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-60] 북극 뉴비즈니스 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

3.3 인프라

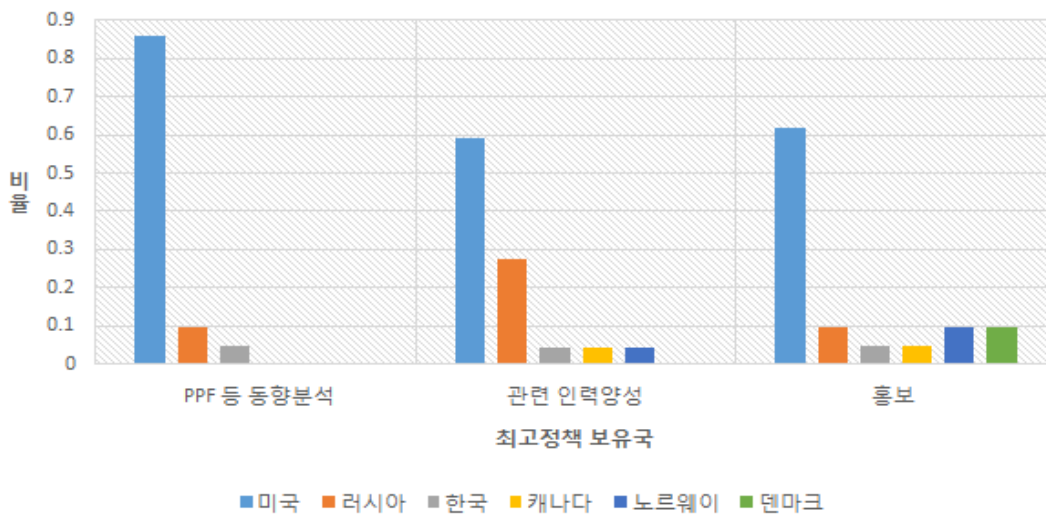
🌐 정책수준

- (인프라 PPF 등 동향분석) 우리나라 정책수준은 49.8%로 최고정책보유국인 미국의 79.1%와 약 9년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (인프라 관련 인력양성) 우리나라 정책수준은 45.2%로 최고정책보유국인 미국의 77.3%와 약 10년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (인프라 홍보) 우리나라 정책수준은 50.7%로 최고정책보유국인 미국의 76.1%와 약 9년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-13] 인프라 분야 정책수준

관련 정책	최고정책		우리나라 정책수준(%)	정책격차 (년)	정책 실현시기 (년)
	보유국	정책수준(%)			
PPF 등 동향분석	미국	79.1	49.8	9	2030
관련 인력양성	미국	77.3	45.2	10	2031
홍보	미국	76.1	50.7	9	2029

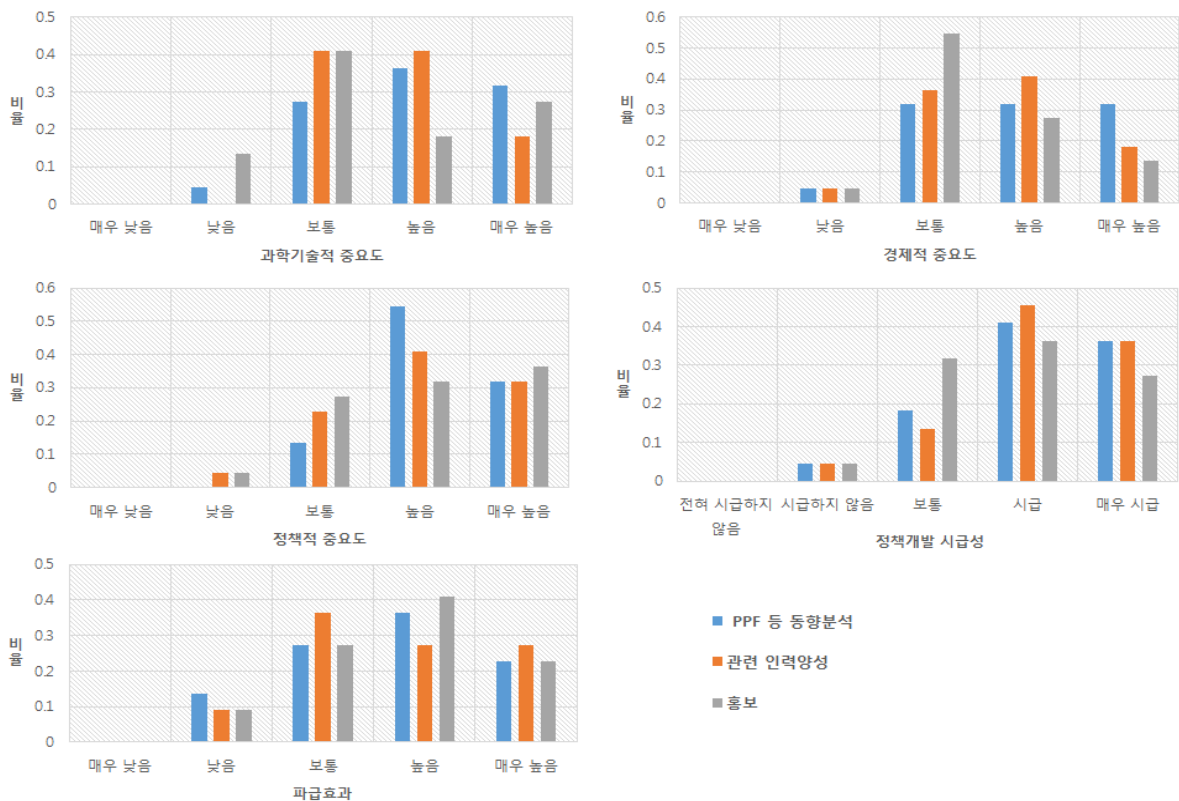
- 북극 인프라 분야의 전분야에 걸쳐 대부분의 전문가들이 미국을 최고 정책 보유 국가로 평가하였으나 관련 인력양성 부문에서는 러시아의 정책 경쟁력도 높게 평가



[그림 4-61] 인프라 분야 최고정책 보유국

☉ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (인프라 PPF 등 동향분석) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 과학기술적 중요도와 정책적 중요도가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (인프라 관련 인력양성) 분석대상 5개 지표 중 과학기술적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 정책적 중요도와 정책개발 시급성이 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (인프라 홍보) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 정책적 중요도와 파급효과가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석



[그림 4-62] 인프라 분야의 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

3.4 인문·사회

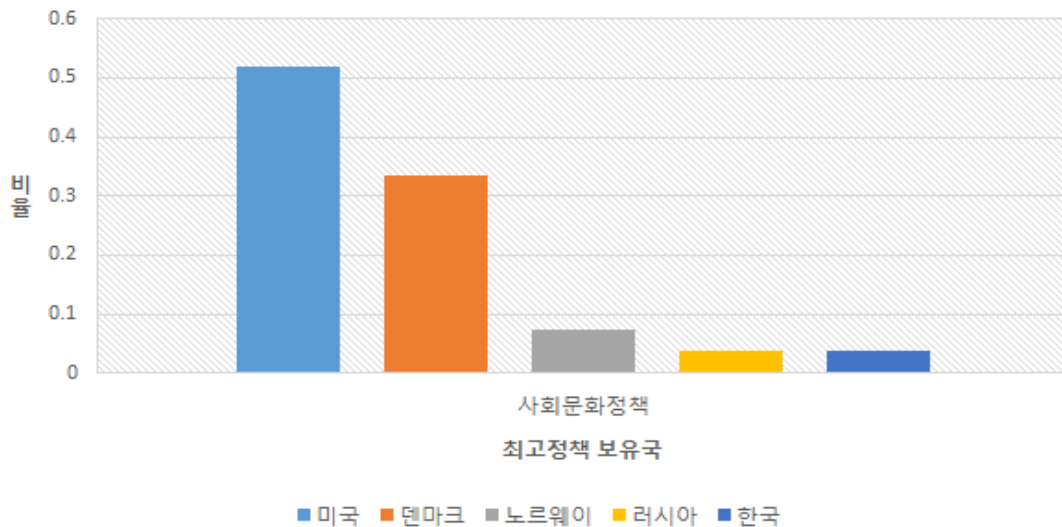
🌐 정책수준

- (인문·사회 사회문화정책) 우리나라 정책수준은 45.0%로 최고정책보유국인 미국의 72.4%와 약 11년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-14] 인문·사회 분야 정책수준

관련 정책	최고정책		우리나라 정책수준(%)	정책격차 (년)	정책 실현시기 (년)
	보유국	정책수준(%)			
사회문화정책	미국	72.4	45.0	11	2032

- 인문사회 분야의 경우 전문가들은 미국을 최고 정책 보유국으로 평가하였으나 덴마크의 정책 경쟁력도 상당히 높게 평가

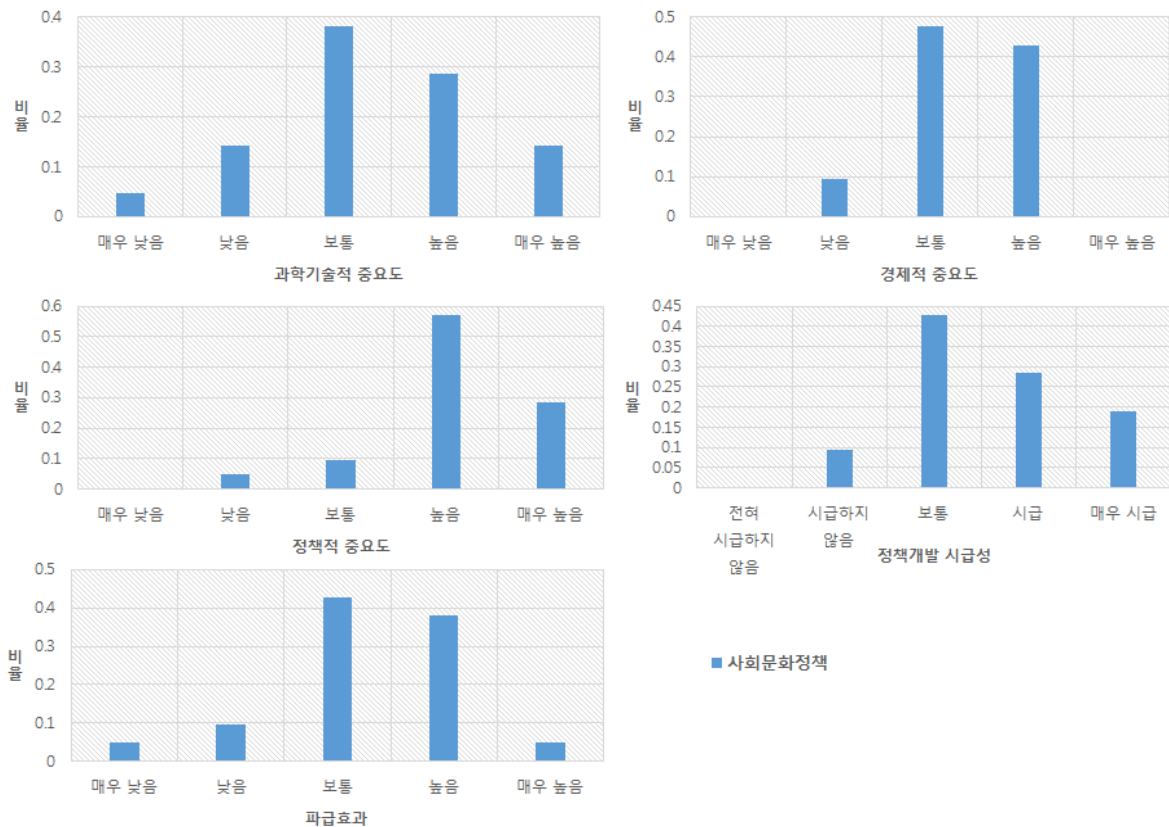


[그림 4-63] 인문·사회 분야 최고정책 보유국

🌐 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (인문·사회 사회문화정책) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 정책적 중요도가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-64] 인문·사회 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

3.5 북극 거버넌스

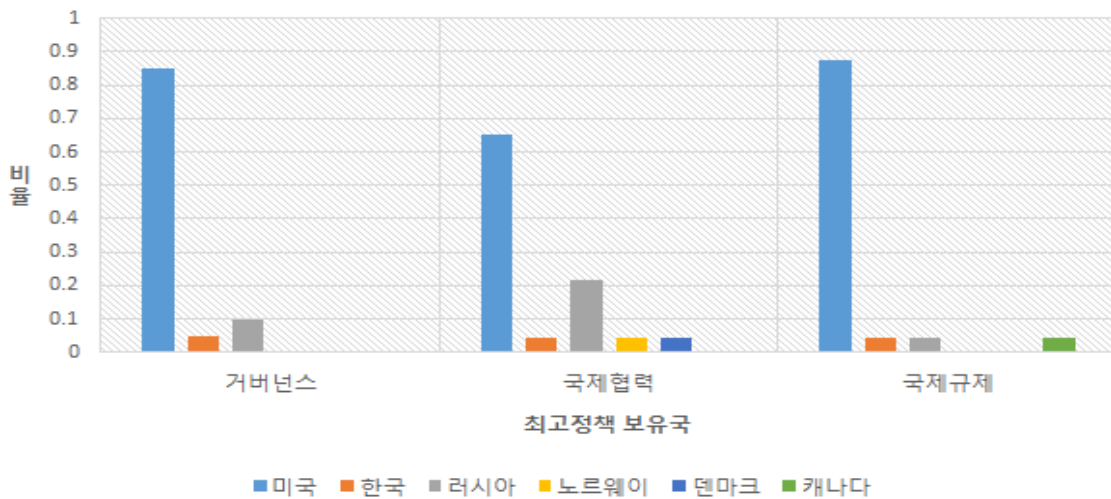
🌐 정책수준

- (북극 거버넌스 거버넌스) 우리나라 정책수준은 49.8%로 최고정책보유국인 미국의 76.4%와 약 9년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (북극 거버넌스 국제협력) 우리나라 정책수준은 55.4%로 최고정책보유국인 미국의 76.7%와 약 8년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석
- (북극 거버넌스 국제규제) 우리나라 정책수준은 52.4%로 최고정책보유국인 미국의 76.0%와 약 9년 정도의 정책격차가 발생하는 것으로 분석

[표 4-15] 북극 거버넌스 분야 정책수준

관련 정책	최고정책		우리나라 정책수준(%)	정책격차(년)	정책 실현시기(년)
	보유국	정책수준(%)			
거버넌스	미국	76.4	49.8	9	2030
국제협력	미국	76.7	55.4	8	2029
국제규제	미국	76.0	52.4	9	2031

- 북극 거버넌스 부문은, 대부분의 전문가들이 미국을 최고 정책 보유국으로 평가하고 있으나 국제 협력 부문의 경우에는 러시아의 경쟁력도 높게 평가

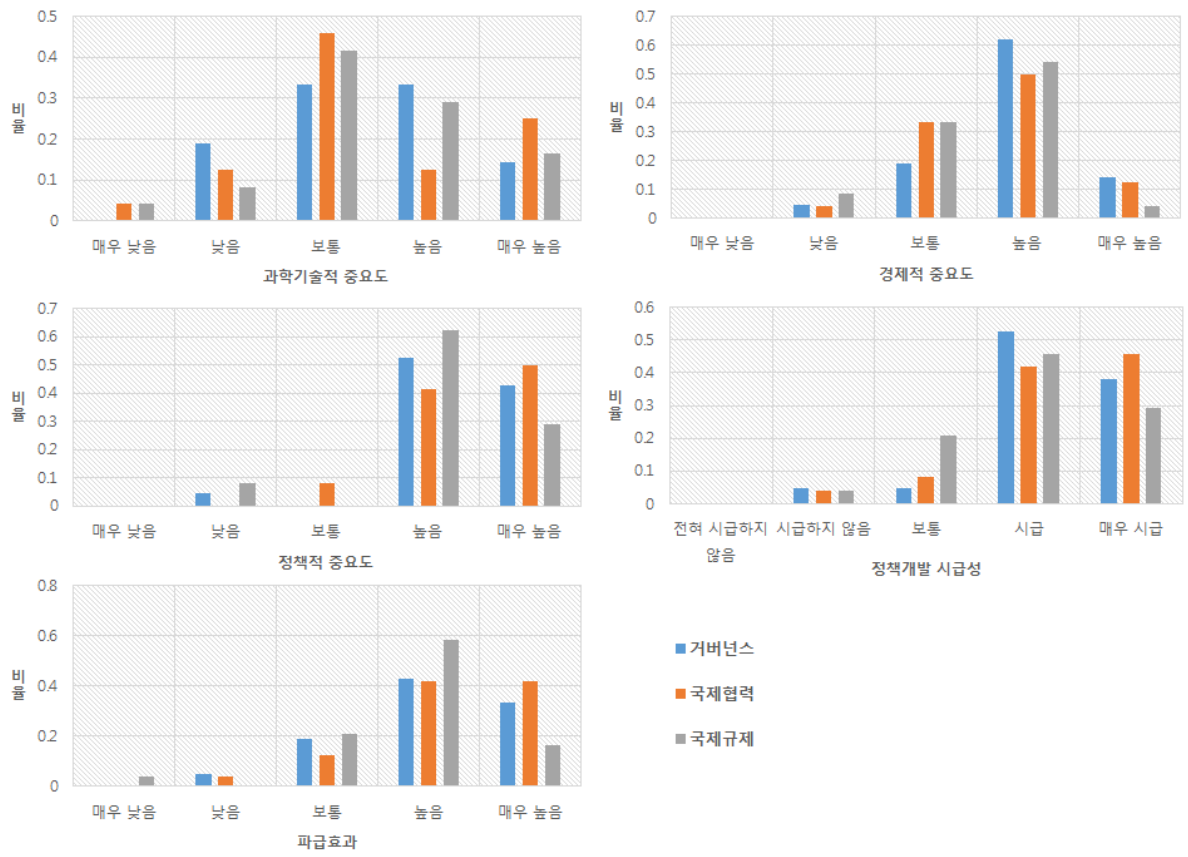


[그림 4-65] 북극거버넌스 분야 최고정책 보유국

❶ 과학기술·경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

- (북극 거버넌스 거버넌스) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 정책적 중요도와 정책개발 시급성이 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (북극 거버넌스 국제협력) 분석대상 5개 지표 중 정책적 중요도만이 보통 이상의 중요도를 가지고 있으며, 그중 정책적 중요도와 정책개발 시급성, 파급효과가 타 정책에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석
- (북극 거버넌스 국제규제) 전체적으로 분석대상 5개 지표 모두 고른 의견을 보였으며, 그중 과학기술적 중요도와 파급효과가 타 기술에 비해 상대적으로 높은 것으로 분석

IV. 기술수준 평가 및 분석



[그림 4-66] 북극 거버넌스 분야의 과학기술경제·정책적 중요도, 기술개발 시급성 및 파급효과

4 기술추진 여건분석

1. 기술추진 여건 종합 분석

● 기술추진 여건 종합평가

- 과학분과 분야의 기술추진 여건은 기술발전추세, 과학기술적 중요도, 경제적 중요도, 기술개발시급성 및 기술과급효과는 조사관측기술이 가장 높은 것으로 분석되고 정책적 중요도는 환경기술이 가장 높은 것으로 분석
 - (기술발전추세) 조사관측기술 > 생물자원 > 환경기술
 - (기술적중요도) 조사관측기술 > 환경기술 > 생물자원
 - (경제적중요도) 조사관측기술 > 생물자원 > 환경기술
 - (정책적중요도) 환경기술 > 생물자원 > 조사관측기술
 - (기술개발시급성) 조사관측기술 > 생물자원 > 환경기술
 - (기술과급효과) 조사관측기술 > 생물자원 > 환경기술
- 기술별 이슈에 따른 기술개발 추진여건이 다양하게 존재하나 과학기술적 중요도가 대부분 높은 것으로 분석, 반면 경제적 중요도는 공통적으로 높지 않은 것으로 평가



[그림 4-67] 과학분과 분야의 기술추진 여건

IV. 기술수준 평가 및 분석

- 산업분과 분야의 기술추진 여건은 기술발전추세, 기술적중요도, 기술과급효과에서는 해양플랜트가 가장 높으며, 경제적중요도에서는 에너지광물자원, 정책적중요도에서는 물류체계, 기술개발시급성에서는 화물수송선박이 가장 높게 분석
 - (기술발전추세) 해양플랜트 > 화물수송선박 > 에너지광물자원 > 안전방제 > 물류체계
 - (기술적중요도) 해양플랜트 > 화물수송선박 > 에너지광물자원 > 안전방제 > 물류체계
 - (경제적중요도) 에너지광물자원 > 물류체계 > 해양플랜트 > 화물수송선박 > 안전방제
 - (정책적중요도) 물류체계 > 에너지광물자원 > 안전방제 > 해양플랜트 > 화물수송선박
 - (기술개발시급성) 화물수송선박 > 안전방제 > 에너지광물자원 > 해양플랜트 > 물류체계
 - (기술과급효과) 해양플랜트 > 화물수송선박 > 에너지광물자원 > 안전방제 > 물류체계
- 환경기술·조사관측·물류체계 기술 분야에 비해 물류체계 분야는 기술추진 여건 중 경제적 중요도와 정책적 중요도를 공통적으로 높게 평가



[그림 4-68] 산업분과 분야의 기술추진 여건

IV. 기술수준 평가 및 분석

- 정책분과 분야의 기술추진 여건은 정책발전추세, 기술적중요도에서는 경제정책이 가장 높으며, 경제적중요도에서는 북극뉴비즈니스, 정책적중요도, 정책개발시급성 및 파급효과에서는 북극거버넌스가 가장 높게 분석
 - (정책발전추세) 경제정책 > 인프라 > 북극거버넌스 > 북극뉴비즈니스 > 인문사회
 - (기술적중요도) 경제정책 > 인프라 > 북극뉴비즈니스 > 북극거버넌스 > 인문사회
 - (경제적중요도) 북극뉴비즈니스 > 인프라 > 북극거버넌스 > 경제정책 > 인문사회
 - (정책적중요도) 북극거버넌스 > 인문사회 > 인프라 > 경제정책 > 북극뉴비즈니스
 - (정책개발시급성) 북극거버넌스 > 인프라 > 북극뉴비즈니스 > 인문사회 > 경제정책
 - (정책파급효과) 북극거버넌스 > 인프라 > 북극뉴비즈니스 > 인문사회 > 경제정책
- 본 분야는 타 분야에 비해 정책적 중요도를 보다 높게 고려해야 하는 것으로 평가

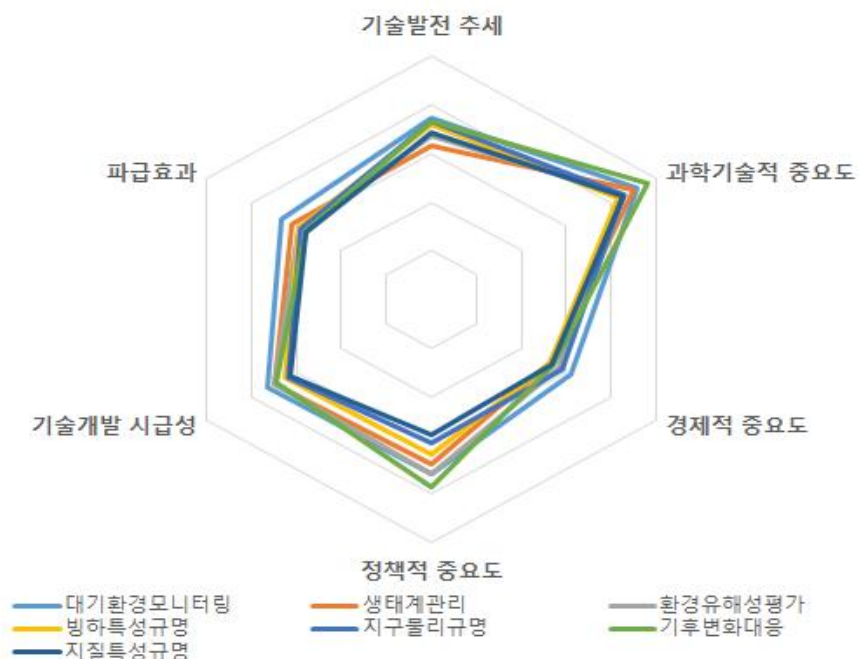


[그림 4-69] 정책분과 분야의 기술추진 여건

2. 과학분과

● 환경기술

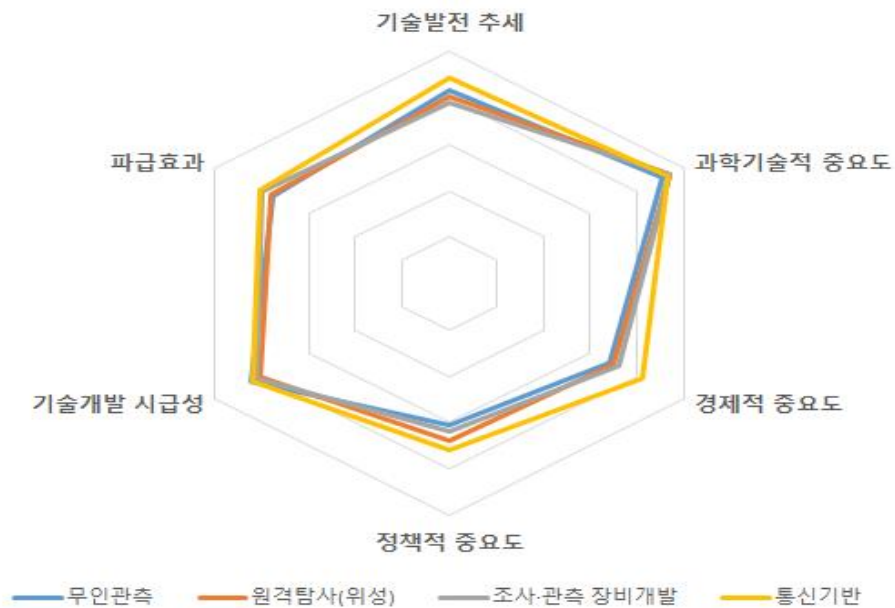
- 환경기술 분야의 기술추진 여건은 기술발전추세, 경제적 중요도, 기술개발시급성 및 기술과급효과는 대기환경모니터링이 가장 높은 것으로 분석되고 기술적중요도 및 정책적 중요도는 기후변화대응이 가장 높은 것으로 분석
 - (기술발전추세) 대기환경모니터링 > 지구물리규명 > 기후변화대응 > 빙하특성규명
 - (기술적중요도) 기후변화대응 > 대기환경모니터링 > 생태계관리 > 환경유해성평가
 - (경제적중요도) 대기환경모니터링 > 지구물리규명 > 환경유해성평가 > 기후변화대응
 - (정책적중요도) 기후변화대응 > 환경유해성평가 > 대기환경모니터링 > 생태계관리
 - (기술개발시급성) 대기환경모니터링 > 환경유해성평가 > 생태계관리 > 기후변화대응
 - (기술과급효과) 대기환경모니터링 > 생태계관리 > 환경유해성평가 > 빙하특성규명
- 기술별 이슈에 따른 기술개발 추진여건이 다양하게 존재하나 과학기술적 중요도가 대부분 높은 것으로 분석, 반면 경제적 중요도는 공통적으로 높지 않은 것으로 평가



[그림 4-70] 환경기술 분야의 기술추진 여건

● 조서관측기술

- 조서관측기술 분야의 기술추진 여건은 통신기반 기술이 기술적중요도 및 기술개발 시급성을 제외한 전체분야에서 가장 높게 분석되었고, 기술적중요도에서는 원격탐사가 높게 분석되었으며, 기술개발시급성에서는 무인관측이 가장 시급한 것으로 분석
- (기술발전추세) 통신기반 > 무인관측 > 원격탐사(위성) > 조사·관측 장비개발
- (기술적중요도) 원격탐사(위성) > 조사·관측 장비개발 > 통신기반 > 무인관측
- (경제적중요도) 통신기반 > 조사·관측 장비개발 > 원격탐사(위성) > 무인관측
- (정책적중요도) 통신기반 > 원격탐사(위성) > 조사·관측 장비개발 > 무인관측
- (기술개발시급성) 무인관측 > 통신기반 > 조사·관측 장비개발 > 원격탐사(위성)
- (기술파급효과) 통신기반 > 조사·관측 장비개발 > 원격탐사(위성) > 무인관측
- 기술별 이슈에 따른 조서관측 관련 기술개발 추진여건이 다양하게 요구되고 있으나 환경기술 분야와 마찬가지로 과학기술적 중요도가 중요한 것으로 평가, 다만 환경기술 분야에 비해 기술발전 추세의 평가가 상대적으로 높음



[그림 4-71] 조서관측 기술 분야의 기술추진 여건

● 생물자원

- 생물자원 기술 분야의 기술추진 여건은 정책적중요도를 제외한 전체분야에서 신소재발굴 및 확보 기술이 가장 중요하고 높은 것으로 분석되었으며, 정책적중요도에서는 종다양성보존이 더 중요한 것으로 분석됨
 - (기술발전추세) 신소재발굴·확보 > 종다양성보존
 - (기술적중요도) 신소재발굴·확보 > 종다양성보존
 - (경제적중요도) 신소재발굴·확보 > 종다양성보존
 - (정책적중요도) 종다양성보존 > 신소재발굴·확보
 - (기술개발시급성) 신소재발굴·확보 > 종다양성보존
 - (기술과급효과) 신소재발굴·확보 > 종다양성보존
- 기술추진 여건 중 신소재발굴·확보 기술은 과학기술적 중요도와 기술발전 추세가 보다 우선적으로 고려되어야 하며 종다양성보존 기술은 과학기술중요도와 기술개발 시급성이 보다 우선적으로 고려되어야 하는 것으로 분석



[그림 4-72] 생물자원 기술 분야의 기술추진 여건

3. 산업분과

④ 물류체계

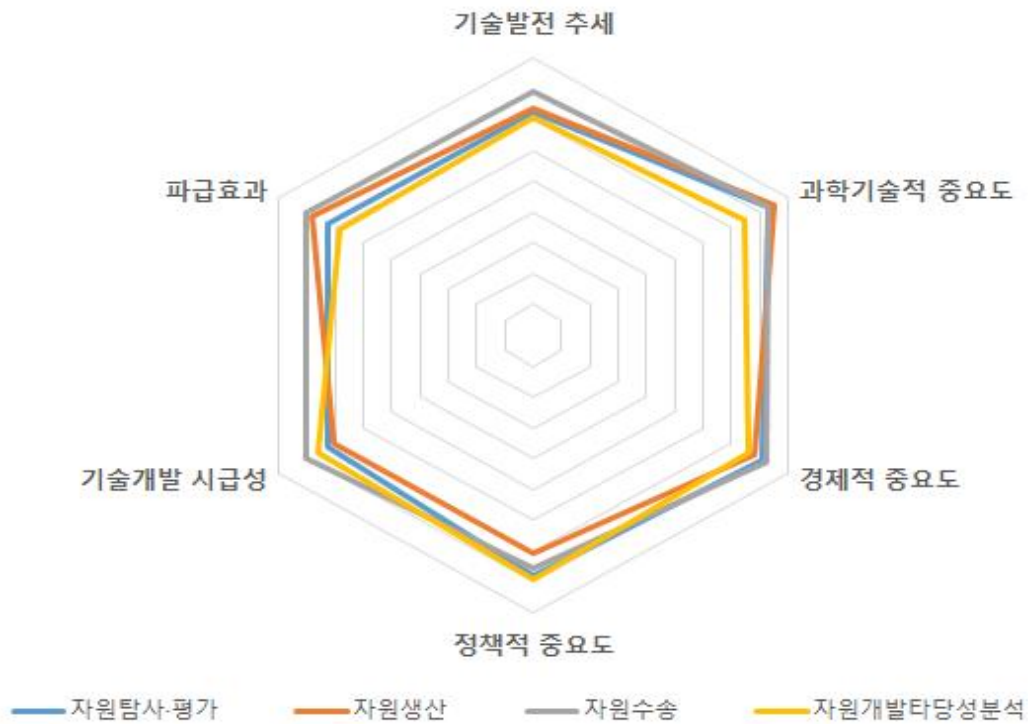
- 물류체계 분야의 기술추진 여건은 기술발전추세, 기술적중요도, 기술개발시급성 및 파급효과에서는 운송체계개발이 가장 높으며, 경제적중요도에서는 비즈니스모델 개발, 정책적중요도에서는 물류수요분석이 가장 높게 분석
 - (기술발전추세) 운송체계개발 > 물류수요분석 > 물류체계예측 > 비즈니스모델 > 물류인프라구축
 - (기술적중요도) 운송체계개발 > 물류인프라구축 > 물류수요분석 > 물류체계예측 = 비즈니스모델
 - (경제적중요도) 비즈니스모델 > 물류체계예측 > 물류인프라구축 > 운송체계개발 > 물류수요분석
 - (정책적중요도) 물류수요분석 > 물류체계예측 = 비즈니스모델 > 운송체계개발 > 물류인프라구축
 - (기술개발시급성) 운송체계개발 > 물류체계예측 = 물류인프라구축 = 비즈니스모델 > 물류수요분석
 - (기술파급효과) 운송체계개발 > 물류인프라구축 > 비즈니스모델 > 물류체계예측 > 물류수요분석
- 환경기술·조사관측·물류체계 기술 분야에 비해 물류체계 분야는 기술추진 여건 중 경제적 중요도와 정책적 중요도를 공통적으로 높게 평가



[그림 4-73] 물류체계 기술 분야의 기술추진 여건

● 에너지 · 광물자원

- 에너지 · 광물자원 분야의 기술추진 여건은 기술발전추세 등 5개의 항목에서 자원수송이 가장 높게 분석되었으며, 기술적으로는 자원수송이 가장 중요하다고 분석되었고, 정책적으로는 자원개발타당성분석이 가장 중요도가 높음
 - (기술발전추세) 자원수송 > 자원생산 > 자원탐사·평가 > 자원개발타당성분석
 - (기술적중요도) 자원생산 > 자원탐사·평가 = 자원수송 > 자원개발타당성분석
 - (경제적중요도) 자원수송 > 자원평가·탐사 > 자원생산 > 자원개발타당성분석
 - (정책적중요도) 자원개발타당성분석 > 자원평가·탐사 > 자원수송 > 자원생산
 - (기술개발시급성) 자원수송 > 자원개발타당성분석 > 자원탐사·평가 > 자원생산
 - (기술파급효과) 자원수송 > 자원생산 > 자원탐사·평가 > 자원개발타당성분석
- 기술별 이슈에 따른 기술개발 추진여건의 평가의 편차가 크지 않은 특성을 보임



[그림 4-74] 에너지·광물자원 기술 분야의 기술추진 여건

● 화물수송선박

- 화물수송선박 분야의 기술추진 여건은 운항선박(기자재)개발이 전체 항목에서 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 방한성능평가 순으로 분석
 - (기술발전추세) 운항선박(기자재)개발 > 빙성능평가인프라개선 = 방한성능평가
 - (기술적중요도) 운항선박(기자재)개발 > 빙성능평가인프라개선 = 방한성능평가
 - (경제적중요도) 운항선박(기자재)개발 > 방한성능평가 > 빙성능평가인프라개선
 - (정책적중요도) 운항선박(기자재)개발 > 방한성능평가 > 빙성능평가인프라개선
 - (기술개발시급성) 운항선박(기자재)개발 > 방한성능평가 > 빙성능평가인프라개선
 - (기술파급효과) 운항선박(기자재)개발 > 방한성능평가 > 빙성능평가인프라개선
- 기술추진 여건 중 기술개발 시급성을 최우선적으로 고려해야하는 것으로 분석



[그림 4-75] 화물수송선박 기술 분야의 기술추진 여건

● 해양플랜트

- 해양플랜트 분야의 기술추진 여건은 정책적중요도를 제외한 전 항목에서 (기자재) 설계·생산이 가장 높게 분석되었으며, 정책중요도에서는 해양플랜트운용과 (기자재) 시험·평가가 가장 높게 분석
 - (기술발전추세) (기자재)설계·생산 > (기자재)시험·평가 > 해양플랜트운용
 - (기술적중요도) (기자재)설계·생산 > 해양플랜트운용 > (기자재)시험·평가
 - (경제적중요도) (기자재)설계·생산 > (기자재)시험·평가 > 해양플랜트운용
 - (정책적중요도) 해양플랜트운용 = (기자재)시험·평가 > (기자재)설계·생산
 - (기술개발시급성) (기자재)설계·생산 > (기자재)시험·평가 > 해양플랜트운용
 - (기술파급효과) (기자재)설계·생산 > (기자재)시험·평가 > 해양플랜트운용
- 기술추진 여건 중 해양플랜트 기술분야는 과학기술적 중요도 및 파급효과 등이 우선적으로 고려되어야 하는 것으로 분석



[그림 4-76] 해양플랜트 기술 분야의 기술추진 여건

● 안전 · 방제

- 안전 · 방제 분야의 기술추진 여건은 유빙탐지 · 해빙모니터링 및 운항고도화가 해당분야에서 가장 높게 분석되었으며, 정책적중요도에서는 오염물지방제가 가장 중요하다고 분석
 - (기술발전추세) 유빙탐지 · 해빙모니터링 > 운항고도화 > 오염물질방제 > 해상구난 · 구조
 - (기술적중요도) 유빙탐지 · 해빙모니터링 > 운항고도화 = 오염물질방제 > 해상구난 · 구조
 - (경제적중요도) 운항고도화 > 유빙탐지 · 해빙모니터링 > 오염물질방제 > 해상구난 · 구조
 - (정책적중요도) 오염물질방제 > 해상구난 · 구조 > 운항고도화 > 유빙탐지 · 해빙모니터링
 - (기술개발시급성) 운항고도화 > 오염물질방제 > 유빙탐지 · 해빙모니터링 > 해상구난 · 구조
 - (기술파급효과) 운항고도화 > 오염물질방제 > 유빙탐지 · 해빙모니터링 > 해상구난 · 구조
- 안전 · 방제 분야는 과학기술적 중요도와 기술개발 시급성 등의 추진 여건을 중점적으로 평가



[그림 4-77] 안전·방제 기술 분야의 기술추진 여건

3. 정책분과

● 경제정책

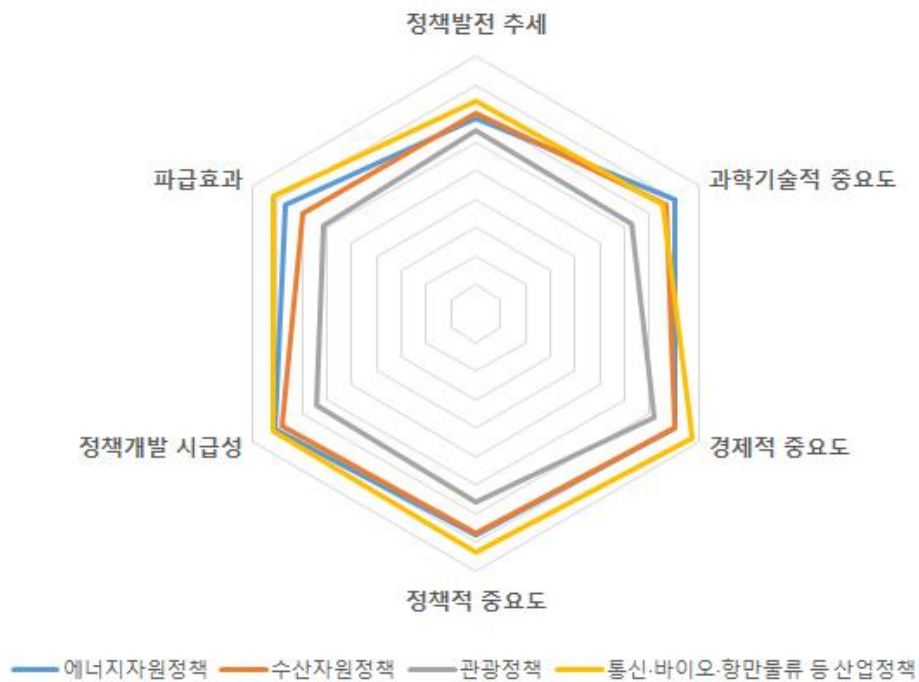
- 경제정책 분야에서는 경제개발 및 경제 협력이 해당분야에서 모두 높게 분석
 - (정책발전추세) 경제협력정책(북극권/비북극권) > 경제개발정책(국가간/지방정부)
 - (기술적중요도) 경제협력정책(북극권/비북극권) > 경제개발정책(국가간/지방정부)
 - (경제적중요도) 경제개발정책(국가간/지방정부) > 경제협력정책(북극권/비북극권)
 - (정책적중요도) 경제협력정책(북극권/비북극권) > 경제개발정책(국가간/지방정부)
 - (정책개발시급성) 경제개발정책(국가간/지방정부) > 경제협력정책(북극권/비북극권)
 - (정책파급효과) 경제개발정책(국가간/지방정부) > 경제협력정책(북극권/비북극권)
- 본 분야는 타 분야에 비해 정책적 중요도를 보다 높게 고려해야 하는 것으로 평가



[그림 4-78] 경제정책 분야의 기술추진 여건

북극 뉴비즈니스

- 북극 뉴비즈니스 분야의 정책추진 여건은 기술적, 경제적중요도를 제외한 나머지 항목에서 통신·바이오·항만물류 정책이 가장 높게 분석되었으며, 기술적,경제적 중요도에서는 에너지자원정책이 가장 높게 분석
 - (정책발전추세) 통신·바이오·항만물류 > 에너지자원 > 수산자원 > 관광
 - (기술적중요도) 에너지자원 > 수산자원 > 통신·바이오·항만물류 > 관광
 - (경제적중요도) 에너지자원 = 수산자원 > 관광 > 통신·바이오·항만물류
 - (정책적중요도) 통신·바이오·항만물류 > 에너지자원 > 수산자원 > 관광
 - (정책개발시급성) 통신·바이오·항만물류 > 에너지자원 > 수산자원 > 관광
 - (정책파급효과) 통신·바이오·항만물류 > 에너지자원 > 수산자원 > 관광
- 본 분야는 정책적 중요도 및 경제적 중요도 항목에 대한 우선 고려가 필요



[그림 4-79] 북극 뉴비즈니스 분야의 기술추진 여건

● 인프라

- 인프라 분야의 추진 여건은 동향분석이 기술적, 경제적, 정책적으로 가장 중요하다고 분석되었으며, 인력양성정책개발이 가장 시급하다고 분석. 그밖에 정책발전추세 및 파급효과에서는 홍보가 가장 높게 분석
 - (정책발전추세) 홍보 > 동향분석 > 인력양성
 - (기술적중요도) 동향분석 > 인력양성 > 홍보
 - (경제적중요도) 동향분석 > 인력양성 > 홍보
 - (정책적중요도) 동향분석 > 인력양성 = 홍보
 - (정책개발시급성) 인력양성 > 동향분석 > 홍보
 - (정책파급효과) 홍보 > 인력양성 > 동향분석
- 본 분야는 타 분야에 비해 정책개발 시급성과 정책적 중요도를 주요하게 평가



[그림 4-80] 인프라 분야의 기술추진 여건

인문·사회

- 인문·사회분야는 기술추진 여건 중 정책적 중요도를 가장 높게 고려해야한다고 평가하였으며 정책개발 시급성 항목도 상대적으로 주요하게 고려해야한다고 평가



[그림 4-81] 인문사회 분야의 기술추진 여건

북극거버넌스

- 북극거버넌스에 분야의 정책추진 여건은 기술적,정책적중요도를 제외한 전체 항목에서 국제협력이 가장 높게 분석되었으며, 거버넌스와 국제규제가 경제적 및 기술적중요도에서 가장 높게 분석
 - (정책발전추세) 국제협력 > 거버넌스 > 국제규제
 - (기술적중요도) 국제규제 > 거버넌스 > 국제협력
 - (경제적중요도) 거버넌스 > 국제협력 > 국제규제
 - (정책적중요도) 국제협력 > 거버넌스 > 국제규제
 - (정책개발시급성) 국제협력 > 거버넌스 > 국제규제
 - (정책과급효과) 국제협력 > 거버넌스 > 국제규제
- 북극 거버넌스 정책 분야는 기술 추진여건으로, 정책적 중요도와 정책개발 시급성 및 파급효과 부문을 아주 중요하게 고려해야 한다고 평가



[그림 4-82] 북극거버넌스 정책 분야의 기술추진 여건

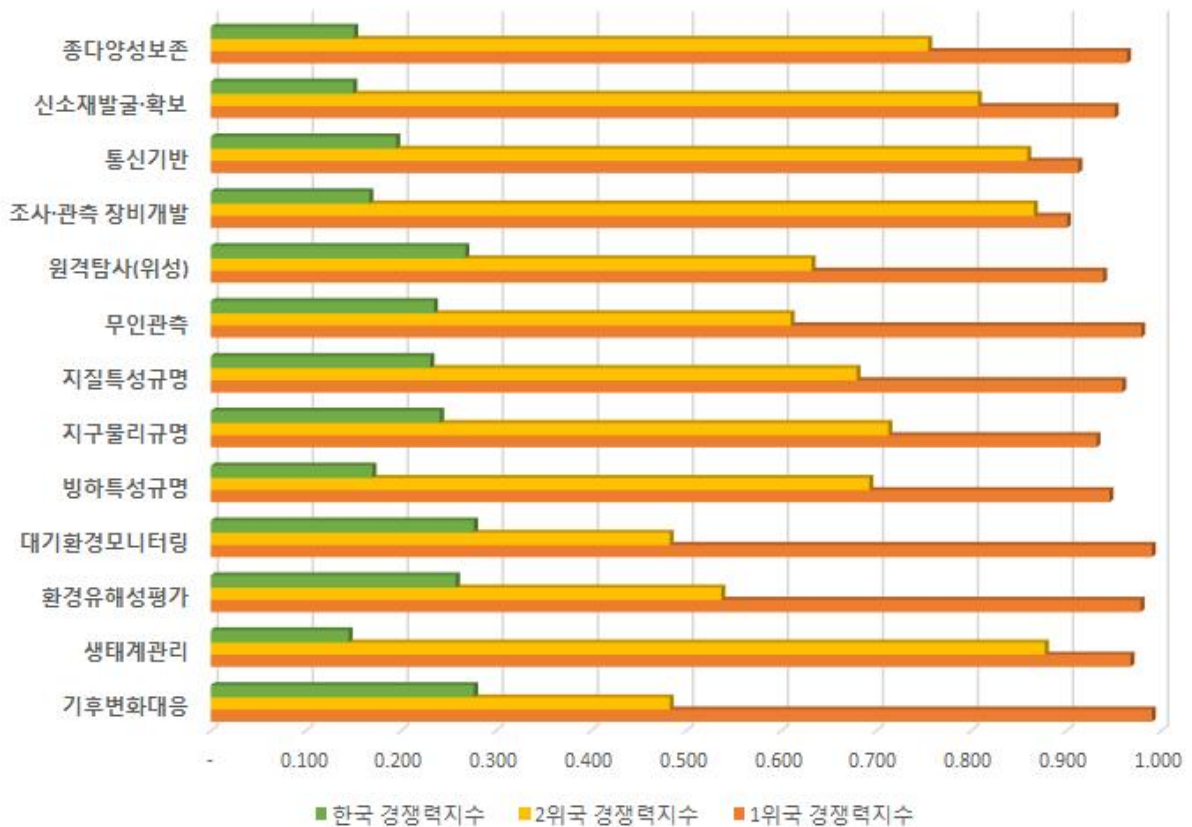
V. 정책 우선순위 분석



1 주요 기술의 경쟁력 평가

1. 논문 경쟁력 평가

- 논문 경쟁력 측면에서는 기후변화대응, 원격탐사 등 분야가 높게 평가
 - 북극 분석대상 논문의 영향력지수, 기술력지수, 인용도지수를 표준화한 뒤 각 표준값의 평균을 활용하여 북극연구 분야별 경쟁력지수를 산출
 - 북극과학 분야 13개 세부기술 중 기후변화대응기술, 대기환경모니터링기술, 원격탐사(위성)기술 등이 상대적 경쟁력이 높은 분야로 평가

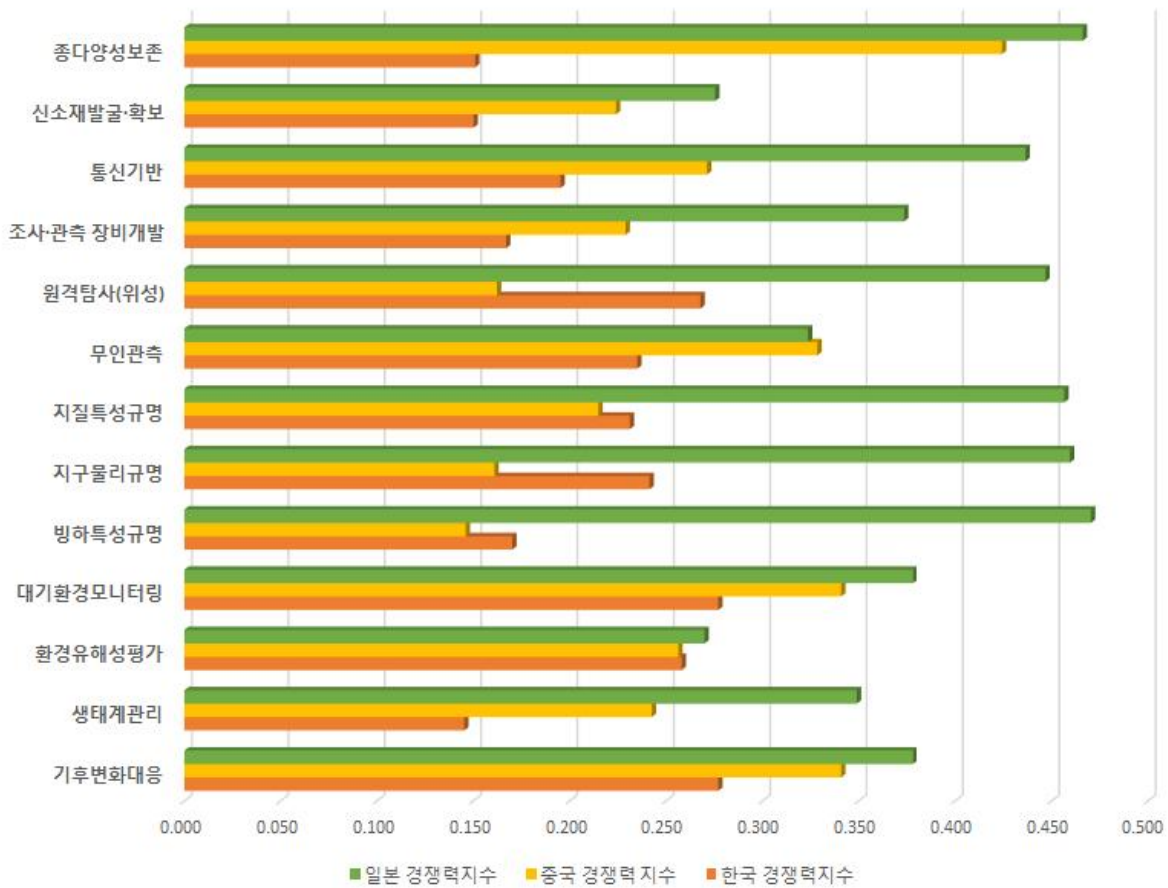


[그림 5-1] 과학분야 논문 경쟁력 비교

2. 최고기술보유국 대비 경쟁력 평가

북극과학 분야 기술경쟁력

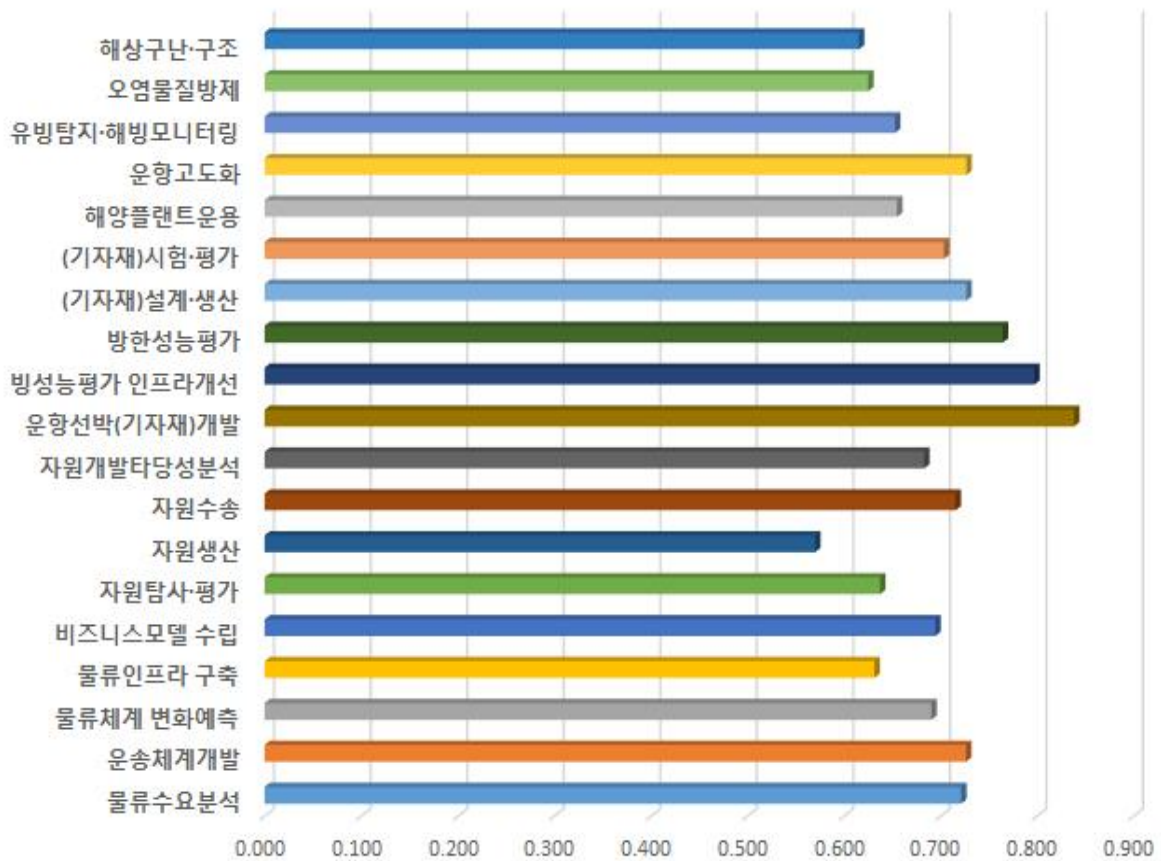
- 텔파이 조사기반 기술수준평가 결과를 기초로 최고기술보유국 대비 우리나라의 비교대상 기술간 경쟁력을 판단
- 관련 전문가 평가에 근거하여 통신기반기술, 신소재발굴확보기술, 지구물리규명기술, 기후변화대응기술 등이 상대적 경쟁력이 높은 분야로 분석
- 한편, 생태계관리기술, 빙하특성규명기술, 환경유해성평가기술 등은 상대적 경쟁력이 낮은 분야로 분석



[그림 5-2] 과학분과 기술수준 평가 비교

● 북극산업 분야 기술경쟁력

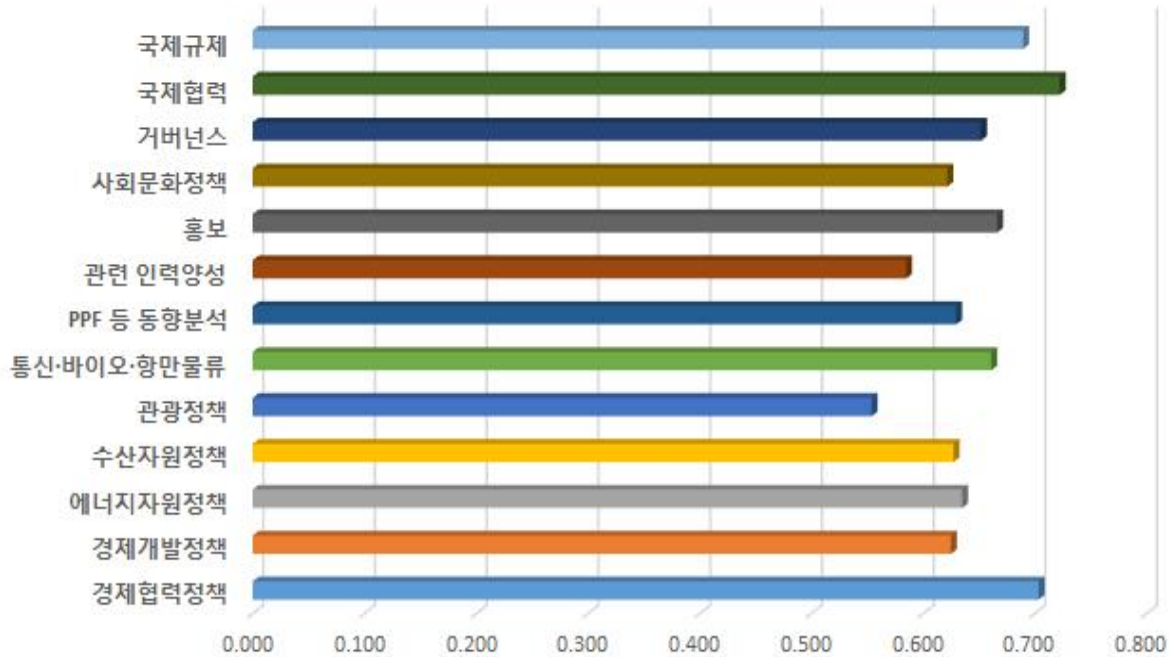
- 관련 전문가 평가에 근거하여 운항선박기술, 빙성능평가인프라기술, 방한성능평가 기술, 운항고도화기술 등 선박관련 기술과 운송체계개발기술 및 물류수요분석기술 등 물류관련 기술의 경쟁력이 높은 것으로 평가



[그림 5-3] 산업분과 기술수준 평가 비교

● 북극정책 분야 기술경쟁력

- 관련 전문가 평가에 근거하여 우리나라의 상대적 경쟁력 우위가 높은 분야는 국제협력정책, 경제협력정책, 국제규제정책 등으로 분석
- 반면 관광정책, 인력양성정책, 사회문화정책은 상대적 경쟁력이 낮은 분야로 분석



[그림 5-4] 정책분야 기술수준 평가 비교

3. 북극연구 여건 분석

북극연구 여건 분석 개요

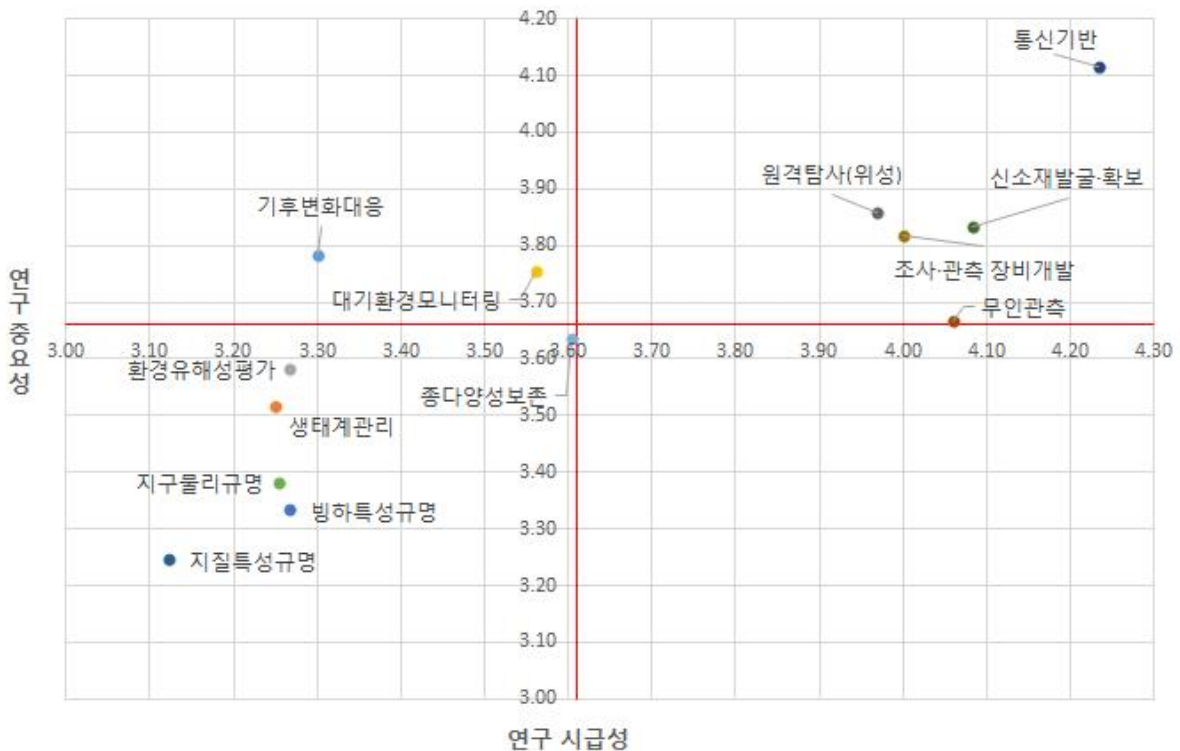
- 델파이 조사 기반 추출한 북극 연구의 추진 여건(정책발전 추세, 파급효과, 정책 개발시급성, 정책중요도, 경제적 중요도, 과학기술적 중요도)을 종합하여 연구의 시급성 및 연구의 중요성 관점으로 평가
- 해당 평가를 통해 중요도와 시급성이 가장 높은 우선 추진분야를 도출

[표 5-1] 북극연구의 여건분석 항목 분류

구분	연구의 시급성	연구의 중요도
기술수준평가 추진여건항목	정책개발시급성, 파급효과, 정책발전 추세	정책중요도, 경제적 중요도, 과학기술적 중요도

❶ 북극과학 연구분야 여건 분석

- (최우선추진) 연구 중요도 및 시급성 측면에서 통신기반기술, 원격탐사기술, 신소재발굴확보기술, 조사관측장비개발기술, 무인관측기술 등이 최우선 추진 고려 대상으로 분석
- (추진고려) 최우선추진 분야 이외의 추진고려 대상 분야는 기후변화대응기술 및 대기환경모니터링기술로 분석



[그림 5-5] 과학분과 기술 여건 분석

❷ 북극산업 연구분야 여건 분석

- (최우선추진) 연구 중요도 및 시급성 측면에서 운항선박개발기술, 자원수송기술, 해양플랜트설계생산기술, 운송체계개발기술, 운항고도화기술 등 조선해양플랜트 및 물류 분야가 최우선 추진 고려 대상으로 분석
- (추진고려) 산업관련 기술의 특성을 고려할 때 연구시급성을 우선적으로 검토하여 자원탐사평가기술, 자원생산기술, 자원개발타당성분석기술, 오염물질방제기술로 분석



[그림 5-6] 산업분과 기술 여건 분석

❶ 북극정책 연구분야 여건 분석

- (최우선추진) 연구 중요도 및 시급성 측면에서 통신·바이오·항만물류 및 에너지 자원비즈니스정책, 즉시부두시설 등 동향분석, 국제협력 및 인력양성정책이 등 최우선 추진 고려 대상으로 분석
- (추진고려) 정책분야 특성을 고려할 때 연구중요성을 우선적으로 검토하여 홍보정책 및 국제규제정책으로 분석



[그림 5-7] 정책분과 기술 여건 분석

2 정책적 우선순위

1. 기술수준 평가에 따른 시사점

● 논문 분석

- 북극연구 분야 논문분석 결과 미국, 캐나다, 노르웨이, 러시아 등 북극권에 직접적인 영토주권을 행사하는 국가의 점유율이 타국가들에 비해 월등히 높은 상황
- 따라서 북극연구 관련한 후발주자인 우리나라의 경우 단순히 논문 편수 측면에서의 비교를 통해서만 변별력 있는 특성을 도출하는데 한계 존재
- 다만 북극관련 연구가 산업적인 활용 측면보다는 장기적 관점에서의 기초·원천 기술에 집중되어 추진되고 상기 언급한 주요 국가들을 제외하면 양적 차이만 존재할 뿐 기술력 및 영향력 지수 측면에서는 유사한 상황
- 따라서 논문을 비롯한 특허 및 전문가 기술수준평가 등을 종합하여 도출된 전략적 강점 분야의 투자 확대를 통해 논문관련 격차를 줄이는 한편 기술선점도 가능할 것으로 판단
- 특히 중국의 경우 2010년 이후의 일본을 추월한 후 지속적인 확대를 통해 선도국가들과의 격차를 줄여나가고 있고, 일본은 국제공동해양시추사업(IODP) 주관을 통해 북극 지질학 분야의 세계 최고 수준의 역량 보유

● 특허 분석

- 앞서 언급한 바와 같이 기초원천기술에 집중되고 있는 북극연구의 특성 등을 감안할 때 분야별 혹은 국가별 특허 보유 수준을 통해 전략적인 추진분야를 도출하는데 한계가 존재
- 다만 2000년 이후 조선해양플랜트 및 해양생물자원 관련 특허의 등록건수가 현저하게 높게 나타나고 있는 만큼 해당 분야에 대한 전략적인 검토가 필요한 것으로 판단
- 특히 해양수산자원과 관련한 중국의 특허보유가 지속적으로 증가하고 있는 부분은 2010년 이후 중국의 북극관련 논문 편수 증가와 연계하여 고려할 필요가 있음

● 기술수준 평가 분석

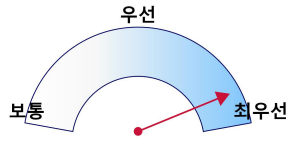
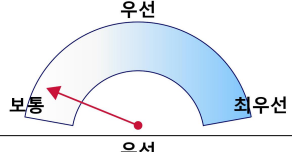
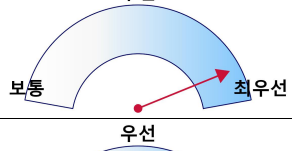
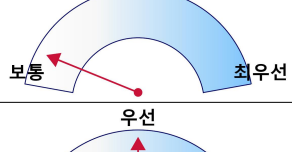

- 각 세부 기술분야별 연구 중요도 및 시급성 측면에서 분석된 최우선 추진고려 기술·정책분야는 논문 및 특허에서 분석된 최근의 경향을 잘 반영하고 있는 만큼 향후 우리나라의 중장기 북극연구 전략방향 설정에 있어서 참고할 필요가 있음

2. 15개 핵심분야와 기술 수준 연계

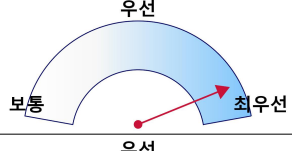
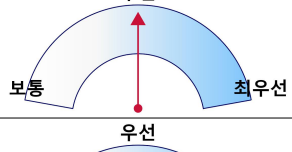
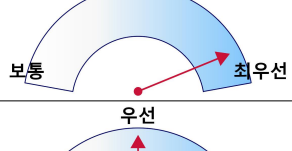
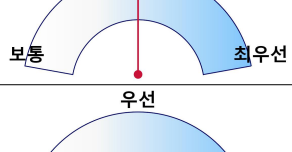
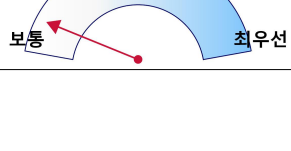
● 『2030 북극연구 중장기 로드맵』 상 15개 핵심분야 기술수준 연계

- 『2030 북극연구 중장기 로드맵』에서 수요조사를 통해 도출된 15개 핵심분야와 기술수준분석을 통해 도출된 우선 고려 기술을 연계하여 각 과제별 추진 우선순위(안)를 제안
- (북극과학) 해당분야에서 도출된 5개 핵심과제에 우선고려 기술을 연계하여 도출된 최우선추진 과제는 「융복합 및 첨단기술」과 「북극생태계 및 생물다양성」 등 2개 과제
- (북극산업) 해당분야에서 도출된 5개 핵심과제에 우선고려 기술을 연계하여 도출된 최우선추진 과제는 「미래 북극 물류체계」와 「북극 항로 화물수송 선박」 등 2개 과제
- (북극정책) 해당분야에서 도출된 5개 핵심과제에 우선고려 정책을 연계하여 도출된 최우선추진 과제는 「북극뉴비즈니스」와 「북극 거버넌스」 등 2개 과제

[표 5-2] 북극과학 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석에 근거한 우선순위(안)

연번	15개 핵심분야	기술수준평가에 따른 최우선(●) 및 고려(○) 분야	우선순위(안)
1	융복합 및 첨단기술	●원격탐사기술 ●통신기반기술 ●조사관측장비개발기술 ●무인관측기술	
2	해양/대기/육상 환경변화	○대기환경모니터링	
3	북극생태계 및 생물다양성	●원격탐사기술 ●신소재발굴확보기술	
4	고기후 및 미래예측	○기후변화대응기술	
5	북극미래자원	●신소재발굴확보기술	

[표 5-3] 북극산업 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석에 근거한 우선순위(안)

연번	15개 핵심분야	기술수준평가에 따른 최우선(●) 및 고려(○) 분야	우선순위(안)
1	미래 북극 물류체계	●운송체계개발기술 ●자원수송기술	
2	북극 에너지·광물 자원	○자원탐사평가기술 ○자원생산기술 ○자원개발타당성기술	
3	북극항로 화물수송 선박	●운송선박개발기술 ●운항고도화기술	
4	북극해 해양플랜트	●해양플랜트 생산·설계기술	
5	북극 안전·방제	○오염물질방제기술	

[표 5-4] 북극정책 분야 핵심추진과제 및 기술수준분석에 근거한 우선순위(안)

연번	15개 핵심분야	기술수준평가에 따른 최우선(●) 및 고려(○) 분야	우선순위(안)
1	북극권 경제정책	-	
2	북극 뉴비즈니스	●통신·바이오·항만물류정책 ●에너지자원정책	
3	북극 인프라	●인력양성정책	
4	북극 인문사회	-	
5	북극 거버넌스	●국제협력 및 규제관련 정책 ●거버넌스정책 ●홍보	

3. 「2030 북극연구 중장기 로드맵」 융복합 과제 연계성 검토

❶ 북극 환경변화 위기 대응 과제

- 기후변화 및 해양생물다양성 보전연구의 전세계적 증가 추세와 부합하는 과제로 적극적인 국제협력을 통해 북극협약체에 기여하면서 우리나라의 이니셔티브를 확보
- 기술수준평가 결과에 따른 최우선추진 과제 중 「융복합 및 첨단기술」 및 「북극 생태계 및 생물다양성」 과 연계가 가능한 분야로 향후 실행력 있는 과제 추진을 통해 성과 확보가 요구

❷ 북극 자원 최적 운송시스템 개발 과제

- 전통적인 기술 및 산업 강세 분야인 해운·조선분야와 연계된 분야로 기존 확보 기술과 통신 등 ICT 분야의 연계를 통해 향후 관련 기술시장의 선점이 가능한 분야
- 또한 최근 침체되고 있는 해운·조선분야에 새로운 활력을 제공할 수 있는 분야로 최우선추진 과제 중 「미래 북극 물류체계」 및 「북극 항로 화물수송 선박」의 시급성 있는 추진으로 추격형이 아닌 기술 선도형 모델을 목표로 추진

❸ 북극권 4차산업 혁명 적용과 기회 과제

- 4차 산업 혁명은 전세계적 메가트렌드로서 전산업 부문 변화의 주요 키워드로 등장, 이를 북극연구의 주요 매개로 적용하면서 각 분야 연구 역량을 발전시킬 필요가 있는 것으로 판단
- 핵심과제 중 「융복합 및 첨단기술」 및 「북극 안전·방제」 등과 현행 해양수산 R&D를 통해 추진되고 있는 e-Navitation, 수중로봇, 빅데이터-AI 기반 예측·예보 기술개발 등과 연계 요구

VI. 북극 연구 정책 제언



● As-Is 분석

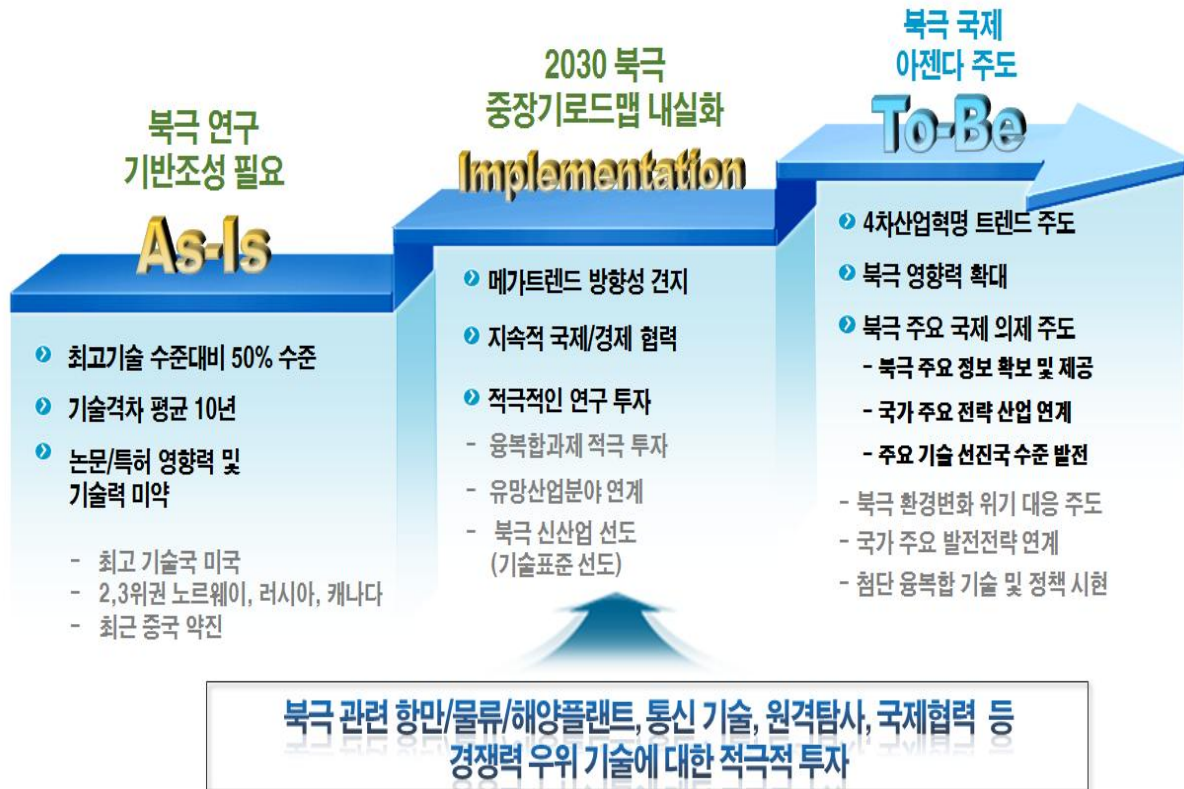
- 현재 우리나라 북극 연구 수준은 국가 영향력과 기술력이 미약한 상황
- 중국을 포함한 경쟁국들의 연구 역량 증가세는 확인되고 있는 상황
- 이에 현시점은 비교적 상대적 우위성이 있고 우선순위가 높은 기술 및 산업 부문에 대한 지원을 지속하면서 북극 연구의 기반조성의 외연을 확대할 필요가 있음

● 중장기 로드맵 내실화 전략

- 향후 북극 연구와 북극 정책 투자 방향은 북극 관련 물류, 조선해양플랜트, 통신 기술, 원격탐사 기술 등 경쟁력 우위 기술에 대한 적극적 투자를 선도적으로 수행해야 할 것으로 판단
- 북극 연구와 투자의 세계적 메가트렌드 방향성은 견지하면서 지속적인 국제·경제 협력 노력을 병행해야 할 것으로 보임
- 특히 『2030 북극연구 중장기 로드맵』이 제안하고 있는 융복합과제의 적극적인 투자와 15개 과제 중 우선순위 연계도가 높은 과제를 중심으로 한 투자가 필요
- 이는 새로운 북극 시대를 맞이하는 해양 유망산업과의 연계도를 높이면서 북극 관련 기술 표준도 선도하는 전략이 뒷받침 되어야 함

● To-Be 방향성

- 중장기 로드맵의 내실화 전략을 적극적으로 구사하면, 향후 중장기적으로는 북극 국제 아젠다를 주도하는 위치에 올라설 수 있을 것으로 기대
- 특히 4차산업혁명 트렌드를 주도하면서 북극 주요 국제 의제를 주도하고 북극 환경변화 위기도 선도적으로 대응할 수 있을 것으로 판단
- 또한 국가 경제적으로는 북극 관련 기술과 산업이 새로운 주요 전략 기술 및 산업으로 연계 발전되어 최고의 국가 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대



[그림 6-1] As-Is 분석 및 To-Be 모델

● 국가연구개발사업과 연계

- 중장기로드맵의 실행력을 확보하기 위해서는 무엇보다 실질적인 예산투자와의 연계가 필요하며 연구 혹은 개발기술의 특성을 명확히 구분하여 극지연구소 기관 고유사업 혹은 정부 R&D 사업으로 체계적 추진 필요
- 현행 북극관련 정부 R&D 사업은 해양수산부 극지·대양과학연구개발사업 및 과학기술정보통신부 해양극지원천기술개발을 중심으로 추진
- 극지 및 대양과학연구사업은 '17년도 기준으로 양극해 활용연구(8,950백만원), 남극 장보고기지 활용 기반기술(5,000백만원), 대양활용연구(4,000백만원) 등 3개 내역사업으로 추진 중이며, 북극관련 기술개발은 양극해 활용연구의 2개 과제가 포함
- 최근 정부 R&D 예산투자 방향이 계속사업의 일몰제 및 진행중 사업의 신규과제 배제 등을 제시하고 있는 만큼 2030 북극연구 중장기로드맵에서 제시된 핵심기술중

VI. 북극연구 정책 제언

- R&D 연계가 가능한 과제(북극과학 연구분야 등)에 대한 사업단위의 상세기획연구를 추진
- 기획연구를 바탕으로 현행 양극해 활용연구를 북극관련 연구에 집중된 내역사업으로 전환하고 남극관련 연구는 기존 장보고기지 활용기반 기술의 종료에 따른 후속사업으로 통합 추진
 - 한편 북극해 운항선박과 관련된 기술개발은 현행 해양안전 및 해양교통시설기술 개발사업에서 추진되고 있는 만큼 해당사업의 일몰에 따른 사업단위 기획시 북극연구관련 그룹의 참여를 통해 핵심기술에서 제시된 관련 과제를 중점과제로 포함될 수 있도록 조치
 - 과학기술정보통신부 해양극지원천기술개발의 경우 해양수산부 해양수산생명공학 기술개발사업과의 중복성이 지속적으로 제기되고 있는 만큼 자원의 확보와 관련 응용연구분야를 구분
 - 또한 기초연구를 통해 산업적 활용 가능성이 확보된 해양생물자원에 대해서는 관련 응용연구를 해양수산생명공학사업을 통해 추진함으로써 예산투자 포트폴리오의 분산이 가능

[표 6-1] 해양수산 R&D 사업 중 북극관련 사업 추진 현황

세부사업	내역사업/세부과제	사업기간 (총사업비)	16년 예산	17년 예산	18년 이후
극지 및 대양 과학연구	○ 양극해 활용연구		6,950	8,950	
	북극해 환경변화 통합관측 및 활용연구	'16~'20 (25,000)	3,600	3,600	17,800
	북극해 해저자원환경 탐사 및 활용기술 개발	'16~'20 (20,000)	1,350	1,350	17,300
	남극해 탄소저감 최적기능 환경특성 연구	'16~'20 (20,000)	2,000	2,000	16,000
	남극해 해양보호구역의 생태계 구조 및 기능 연구	'17~'21 (17,100)	-	2,000	15,100
	○ 남극 장보고기지 활용 기반기술		5,000	5,000	
	장보고기지 주변 빙권변화 진단, 원인규명 및 예측	'14~'18 (15,000)	2,000	2,000	7,000
남극 빅토리아랜드 지역 지각 진화 및 행성형성과정 연구	'14~'18 (14,000)	3,000	3,000	4,000	

VI. 북극연구 정책 제언

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대양활용연구 북서태평양 해양-대기 상호작용 및 태풍 급강화 현상 연구 	'17~'21 (22,000)	-	4,000	19,500
	인도양 중앙 해령대 심해열수공 생명시스템 이해	'17~'21 (17,000)	-	2,500	15,500
해양안전 및 해양교통시설 기술개발	○ 해양안전기술개발	'17년 일몰예정	2,500	2,500	3,700
	○ 선박 및 인명대피 기술개발		1,000	1,000	10,800
	○ 친환경선박기술개발		6,303	2,163	-
	○ 선박평형수관리기술개발		2,655	1,345	-
	○ 해상교통시설기반기술개발		2,400	5,475	9,800
	○ IMO 해양안전종합관리체계기술개발		8,500	21,398	81,902
	○ 해양 응복합소재 기술개발		1,500	1,500	8,200

● 해양수산 R&D 중장기 계획과 북극연구 중장기 로드맵 연계

- 해양수산 R&D 중장기계획('14년)은 해양수산발전기본법에 따른 해양수산과학기술 분야 최상위 법정계획으로 예산투자의 가이드라인으로 활용 중
- 중장기계획 상 북극관련 사항은 중점전략1「해양영토주권 강화 및 해양경제영토 확대」분야의 세부과제1-2「극한공간 활용 및 국제협력 확대」의 세부과제 수준에서 언급
- 따라서 앞서 언급한 북극에 특화된 별도사업의 추진과 더불어 중장기로드맵관련 사항을 동 계획에 최대한 반영시킬 필요가 있음

Ⅶ. 참고 문헌



- 김예동, 서원상, 극지연구소, ‘북극권 석유자원 현황 및 개발 전망’ (2013. 12)
- 김진석, 극지연구소, ‘북극연구 컨소시엄 사무국 설치와 운영 지원’ (2016. 6)
- 문진영, 김윤옥, 서현교, 대외경제정책연구원 ‘북극이사회의 정책동향과 시사점’ (2014)
- 박병권, 박상범, 극지연구소, ‘북극연구의 국제적인 동향과 우리나라 북극연구의 미래 전략에 관한 연구’ (2011)
- 박영민, 한국외국어대학교, ‘한중일의 북극 전략과 신 북극 거버넌스 협력’ (2014)
- 송주미, 박성준, 김은미, 한국해양수산개발원, ‘북극해 항로 이용가능 에너지자원 물동량 시나리오 분석’ (2015. 12)
- 이성규, 에너지경제연구원, ‘북극지역 자원개발 현황 및 전망’ (2010)
- 제성훈, 민지영, 대외경제정책연구원, ‘러시아의 북극개발 전략과 한·러 협력의 새로운 가능성’ (2013, 12)
- 홍성범, 과학기술정책연구원, ‘청색경제(Blue Economy)의 부상과 과학기술외교의 효율적 대응전략’ (2013)
- 극지연구소, ‘극지연구 활성화 추진전략 및 로드맵 마련 연구’ (2011. 6)
- 북극물류연구소, ‘북극물류동향’ (2017. 2)
- 여시재, ‘유라시아 협력과 한국의 전략. 일대일로 구상, 북극항로, 에너지 및 경제협력’ (2017. 5)
- 한국과학기술기획평가원, ‘2016년도 글로벌 R&D 투자동향 분석’ (2016)
- 한국북극연구컨소시엄, ‘2030 북극연구 중장기 로드맵 수립 연구’ (2017. 11)
- 한국해양과학기술진흥원, 한국과학기술기획평가원, ‘해양과학기술 기술수준 및 파급 효과 분석 연구’ (2010. 6)
- 해양기술정책연구소, ‘KRISO 주요사업 분야 동향조사 및 기술수준분석’ (2016. 12)
- ISSUE BRIEF, 여시재, ‘각국의 한반도 인식 - 유럽 유럽의 북극전략 논의와 정책방향’ (2017)