정책연구사업	PK24030

극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구 (PK24030)

Research on Monitoring Polar Policy and Establishing Collaborative Channels

KOPRI 극지연구소

2025. 03. 31.

한국해양과학기술원
부설 극지연구소

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 **“극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구”** 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2025. 03. 31.

KOPRI 극지연구소

연구책임자	최선웅	정책개발실 책임기술원
참여연구원 (가나다 順)	김선빈	글로벌협력실 선임행정원
	김성중	부소장실 책임연구원
	서현교	정책개발실 책임기술원
	신형철	소장실 책임연구원
	이다혜	정책개발실 행정원
	정지훈	글로벌협력실 선임행정원
	정채린	정책개발실 선임행정원
	조하나	글로벌협력실 선임행정원
	진경	정책협력부 책임연구원
	황유나	정책개발실 선임연구원

연구기간	2024.05.01. ~ 2025.03.31. (11개월)

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

보고서 초록

<table>
<tr><td>과제관리번호</td><td>PK24030</td><td>해당단계
연구기간</td><td>2024. 05. 01~
2025. 03. 31.</td><td>단계구분</td><td>1 / 1</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">극지연구소 연구정책 · 지원사업</td></tr>
<tr><td>연구과제명</td><td colspan="5">극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구</td></tr>
<tr><td rowspan="6">연구책임자</td><td rowspan="6">최선웅</td><td rowspan="3">해당기간
참여연구원수</td><td>총: 11명</td><td rowspan="3">예비단계
연구비</td><td></td></tr>
<tr><td>내부: 11명</td><td></td></tr>
<tr><td>외부: --명</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">총연구기간
참여연구원수</td><td>총: 11명</td><td rowspan="3">총연구비</td><td>정부: 98백만원</td></tr>
<tr><td>내부: 11명</td><td>기업: -백만원</td></tr>
<tr><td>외부: --명</td><td>총: 98백만원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속부서명</td><td colspan="2">한국해양과학기술원 부설
극지연구소 정책개발실</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">해당사항 없음</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">해당사항 없음</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="5">해당사항 없음</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서 면수</td><td>371</td></tr>
</table>

본 사업은 극지 정책 업무 수행 기반 조성을 목표로 1) 극지정책전문가 현안 토론, 2) 극지정책정보 확산 체계 운영, 3) 극지정책 추세 수집 및 분석, 4) 연구소 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략 수립, 5) 극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응의 5개 분야를 중심으로 진행함.

극지정책전문가 현안 토론 분야에서는 전문가 풀을 재정비하고 남극포럼 및 북극협력주간 등 국내외 전문가들이 참여하는 행사를 개최했으며, 극지정책자문기능의 유연성 강화를 위해 극지정책자문단을 구성함.

극지정책정보 확산 체계 운영 분야에서는 극지정책 아카이브를 극지e야기 웹서비스와 통합하여 접근성을 높이고, 정책 고객 맞춤형 정보 제공 기반을 마련했습니다. 또한 '극지와 세계' 정책정보지를 4차례 발간하여 극지 관련 정보를 공유함으로써, 정책고객들에게 극지과학연구에 대한 이해도를 제고함.

극지정책 동향 수집 및 분석 분야에서는 과학기술계 주요 이슈 심층 분석 자료를 배포하고, 연구소 주요 보직자 대상 현안 대응 집담회를 4회 개최했으며, 국내외 전문가 자문을 통해 대내외 환경 변화에 대응하기 위한 미래 방향을 모색하는 데 활용함.

연구소 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략 수립 분야에서는 '극한의 공간에서 미래로 나아갈 길을 찾다'라는 시그니처 미션을 수립하고, 국내외 환경 변화 및 관계기관 비교 분석을 통해 R&R 보완 필요성을 확인함.

극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응 분야에서는 ATCM, SCAR, Arctic Frontiers, GEEF 등 국제회의 및 포럼에 참여하여 한국의 입장을 개진하고, 일본 고베대학교와 공동으로 남극 거버넌스 워크숍을 2회 개최 등 남극 관련 국제법 차원의 거버넌스에 대한 논의 통해 남극환경보호의정서 제6부속서 비준 준비의 필요성을 확인함

본 연구 사업은 극지 정책 기반 강화, 협력 네트워크 구축, 연구소 대응 역량 강화에 이바지했으며. 향후 사업에서는 2027년 한국 ATCM 개최 준비, R&R 보완, 집담회 운영 방식 개선 등을 고려해야 함.

색인어	한글	극지, 정책, 거버넌스, 과학기술, 남극포럼, 북극협력주간
	영어	POLAR, POLICY, GOVERNANCE, ANTARCTIC FORUM

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

요 약 문

Ⅰ. 사업명: 극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

극지를 둘러싼 다양한 국내·외 환경 변화는 극지연구소와 극지과학에 다양한 변화를 요구하고 있다. 이러한 변화의 흐름을 읽고, 변화의 흐름에 맞춰 연구소와 극지과학 연구활동의 미래 방향 설정을 위해, 극지와 관련한 다양한 전문가들의 의견을 청취 등을 통해 국내외 과학기술정책과 외부 환경의 방향을 읽고, 이를 활용한 대응방향과 극지연구소의 성장전략을 수립하는데 주안으로 두고 사업을 진행하였다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구 사업에는 크게 1)극지정책전문가 현안 토론, 2)극지정책정보 확산 체계 운영, 3)극지정책 동향 수집 및 분석, 4)연구소의 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략 수립, 5)극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응 등 5개 분야를 중심으로 사업이 진행되었다.

KOPRI 극지연구소

Ⅳ. 연구개발결과

극지정책전문가 현안 토론은 극지연구소에서 보유하고 있는 전문가풀에 대한 검토와 재정비를 시작으로, 남극포럼, 북극협력주간 등의 국내외 전문가들이 참여하는 행사를 개최하였다. 또한 기존 대면 회의 중심의 극지정책자문위원회를 전면 개편하여, 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 탄력적 형태의 극지정책자문단을 구성하였다.

극지정책정보 확산 체계 운영에 있어서는 기존 극지 관련 정책정보 접근 플랫폼(극지정책 아카이브)에 대한 운영체계 검토와 더불어, 다양한 극지 관련 정보 플랫폼 통합의 하나로 극지e야기 웹서비스에 극지정책 아카이브를 통합하는 작업을 완료하였다. 또한 극지정책 정보의 수요자들에 대해서는 정책고객 재분류와 그 활용방안 검토를 통해 향후 정책고객 그룹별로 맞춤형 정보를 제공하여, 정보의 효용성을 제고할 수 있는 기반을 마련하였다.

극지정책 동향 수집 및 분석에서는 과학기술계 주요 이슈를 선정하여, 심층 분석한 자료를 생산·배포하였다. 극지연구소 주요 보직자들을 대상으로, 특정 주제나 이슈를 쉽게 설명하고 그 시사점과 연구소 차원의 활용방안을 제시하는 집담회를 기획하여

운영하였다. 이 외에도 새로 구성한 국내·외 전문가 풀을 바탕으로 대내외 환경 변화와 연구소 주요 현안 등에 대한 자문을 청취하였다.

극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응에서는 남극조약협의당사국회의(ATCM), 남극연구과학위원회(SCAR), 북극프론티어(Arctic Frontiers) 등을 통해 국제사회에서 우리나라의 발언권과 영향력의 성장을 확인할 수 있었다. 또한 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 등을 통해 국제사회가 당면한 현안들에 관해 극지과학 연구와 정책의 연계 가능성을 탐색할 수 있었다. 이번 사업을 통한 국제 거버넌스 논의에서는 남극조약협의당사국회의와 남극 거버넌스 세미나를 통해, 남극환경보호의정서 제6부속서(책임배상)의 국내 비준을 위한 세부 절차의 시급성을 확인할 수 있었다.

KOPRI
극지연구소

목 차

1장 사업 개요 12
1절 배경 및 사업 개요 12
2절 사업 추진 체계 13
3절 사업 추진 경과 15

2장 극지정책전문가 현안 토론 18
1절 2024년 남극포럼 18
2절 2024년 북극협력주간(북극과학협력세미나) 20
3절 극지정책자문위원회 개선 23

3장 극지정책정보 확산 체계 운영 26
1절 극지정책정보지(극지와세계) 발간 26
2절 극지정책아카이브 운영 및 통합 28
3절 극지정책고객 재분류 및 활용방안 검토 30

4장 극지정책 동향 수집 및 분석 34
1절 과학기술계 주요 이슈 심층 분석 자료 생산 34
2절 연구소 주요 현안에 대한 세미나(집담회) 기획 및 운영 36
3절 국내·외 과학기술계 관계자 대상 전문가 자문 41

5장 연구소 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략 44
1절 극지연구소 시그니처 미션 수립 44
2절 극지연구소 R&R 중점 추진 전략 수립 방향 검토 46

6장 극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응 52
1절 제46차 남극조약협의당사국회의(ATCM) 52
2절 제11차 남극연구과학위원회(SCAR) 학술대회와 대표자 회의 55
3절 극지연구소-일본 극지연구협력센터(PCRC) 공동 남극 거버넌스 워크숍 59
4절 2025년 북극 프런티어(Arctic Frontiers) 62
5절 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 64

7장 결론 및 정책제언 67
1절 주요성과 67
2절 후속 사업 시 고려 사항 69

KOPRI 극지연구소

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

붙 임 자 료

1 극지정책전문가 현안 토론 페이지

붙임01. 제1차 남극포럼 포스터 및 웹초청장 붙임-1
붙임02. 제1차 남극포럼 본행사 프로그램 붙임-2
붙임03. 제1차 남극포럼 결과 보고 및 향후 고려 사항 붙임-4
붙임04. 2024 북극협력주간 포스터 및 북극과학협력세미나 개최 사진 붙임-9
붙임05. 특별세션 및 북극과학협력세미나 세부 프로그램 붙임-10
붙임06. 극지연구소 정책자문위원단 위원 명단 붙임-11
붙임07. 극지연구소 정책자문위원단 운영 지침 붙임-12

2 극지정책정보 확산 체계 운영

붙임08. 2024년 극지와 세계 발간본(4건) 붙임-12
붙임09. 극지정책 모니터링을 위한 정책DB 및 포털 운영 개선방안 붙임-64
붙임10. 극지e야기 내 극지정책 분야 메뉴 붙임-67
붙임11. 2024년 극지정책 정보 게시 현황 붙임-69
붙임12. 극지연구소 정책고객 관리체계 개선제안 붙임-71

3 극지정책 트렌드 수집 및 분석

붙임13. 국가전략기술 확인제도의 극지연구소 확보기술 연계가능성 검토 붙임-77
붙임14. (AI-1편) 인공지능 기술과 관련 국내·외 정책 현황 붙임-98
붙임15. (AI-2편) 인공지능 기술 연구 현황 및 극지연구 활용 분야 제안 붙임-105
붙임16. 국가과학기술 혁신생태계 고도화 대토론회 주요 내용과 시사점 붙임-117
붙임17. R&D 예비타당성조사 제도 폐지 및 대체 심사 제도 안내 붙임-126
붙임18. 1차 집담회 발표자료 붙임-136
붙임19. 2차 집담회 발표자료 붙임-146
붙임20. 3차 집담회 발표자료(1편) 붙임-153
붙임21. 3차 집담회 발표자료(2편) 붙임-157
붙임22. 극지연구소 시그니쳐 미션 수립 결과 보고 붙임-162
붙임23. 극지연구소 시그니쳐 미션 인포그래픽(최종본) 붙임-165

KOPRI 극지연구소

4 연구소 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략

붙임24. 해양수산부 고시 제2023-43호 극지활동 진흥법 위탁 업무 수탁기관 붙임-166

붙임25. 해양수산부 고시 제2023-58호 극지활동 안전관리지침 제정 붙임-167

붙임26. KOPRI·KIOST·KRISO R&R 검토결과 보고 붙임-173

5 극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응

붙임27. 국외출장보고서(2024년 제46차 ATCM) 붙임-181

붙임28. 2024년 제46차 ATCM 주요 논의결과(요약) 붙임-229

붙임29. 2024년 제46차 ATCM 디브리핑(보고) 붙임-236

붙임30. 국외출장보고서(2024년 남극연구과학위원회 등) 붙임-241

붙임31. 2030년 남북극 통합 극지학술대회 국내 유치 위한 발표제안서 붙임-253

붙임32. 제1차 남극거버넌스 세미나 프로그램 및 사진 붙임-265

붙임33. 제2차 남극거버넌스 세미나 결과 및 사진 붙임-268

붙임34. 국외출장보고서(2025년 북극 프론티어) 붙임-274

붙임35. 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 포스터 붙임-302

붙임36. 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 북극세션 행사 사진 붙임-303

KOPRI 극지연구소

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

1장 사업개요

제1절 배경 및 사업 개요

극지는 다양한 변화에 직면해 있다. 과거 탐험과 모험의 대상이었던 극지는, 이제는 전 지구적 기후변화 현상이 가장 빠르게 잘 나타나는 지역으로서의 과학적 접근의 출발지이자, 새로운 성장잠재력을 가진 곳으로 조망 받고 있다. 특히 최근에는 러시아-우크라이나 전쟁과 이를 둘러싼 지정학적 변화가 극지에 미치는 영향이 곳곳에서 관찰되고 있다.

'극지'라는 단어는 이제 우리의 일상과 직·간접적으로 연결되어 있고, 그 연결성이 점차 커지고 있다. 북극해 지역(이하 '북극')의 경우 해운·에너지 등 산업·경제적으로 활용 및 진출할 수 있는 분야가 많고, 북극권 국가들 이외에도 비북극권 국가를 비롯하여 많은 이해관계자의 관심과 참여가 확대되고 있다. 또한 최근 러시아-우크라이나 전쟁으로 인해 협력 논의가 중단되기는 하였지만, 북극 거버넌스 내에서 북극 써클 및 북극 프런티어 등 다양한 국제 행사 등을 통해 산업·경제적 이슈 등이 논의되고 있다.

남극의 경우 기존 남극 환경보호와 과학적 접근이라는 주요 기치(旗幟) 아래 남극조약협의당사국회의(ATCM)에서 다양한 현안과 주제에 대한 논의가 이뤄져 왔다. 최근에는 남극 관광의 규모 확대와 더불어 이로 인한 남극환경에 대한 영향을 평가하고, 이에 대한 규제 논의가 이뤄지고 있다.

극지과학에서도 생성형 인공지능(Gen A.I.) 기술의 출현과 비약적인 발전은 과학기술을 포함하여 사회 전 분야에 걸쳐, 우리의 일상뿐만 아니라 극지에도 영향을 미치고 있다. 우리나라의 경우 미래성장동력의 주축으로 인공지능기술을 설정하고, 이에 대한 정책적 지원을 확대하고 있다.

이렇듯 국내외 극지를 둘러싼 다양한 환경 변화는 극지연구소와 극지과학에 다양한 변화를 요구하고 있다. 이러한 변화의 흐름을 읽고, 변화의 흐름에 맞춰 연구소와 극지과학 연구활동의 미래 방향 설정을 위해, 극지와 관련한 다양한 전문가들의 의견을 청취 등을 통해 국내외 과학기술정책과 외부 환경의 방향을 읽고, 이를 활용한 대응방향과 중장기적 차원의 극지연구소의 성장전략을 수립하는데 주안으로 두고 사업을 시행하였다.

이번 사업명은 '극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축'으로 1) 극지정책전문가 현안 토론, 2) 극지정책정보 확산 체계 운영, 3) 극지정책 동향 수집 및 분석, 4) 극지연구소 역할과 임무(R&R) 중점 추진 전략 수립, 5)극지 국제 거버넌스 의제 분석과 대응 등 5가지 축으로 사업을 구성하여 시행하였다.

제2절 사업 추진체계

극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 사업은 크게 5가지 축을 중심으로 구성되어 있다. 첫째, ‘극지 정책 전문가 중심의 현안 토론’이다. 제4차 남극활동 진흥 기본계획과 제1차 극지 활동 진흥 기본계획 등 범부처 법정 기본계획에 반영된 남극포럼, 북극협력주간 등의 행사를 통해, 남·북극을 둘러싼 다양한 현재와 미래 이슈에 대한 탐사와 발굴, 그리고 이러한 현안과 이슈 등에 대해 기존 전문가 중심에서 일반 국민도 인지하고 이에 대한 논의에 참여토록 하며, 중장기적으로 정부정책과 연계 방안을 높이는 데 초점을 맞추었다.

둘째, ‘극지 정책 정보 확산 체계 운영’이다. 극지연구소에서 구축하여 운영 중인 극지 정책 정보 플랫폼인 극지 정책 아카이브를 통해, 극지연구소에서 생산 및 입수한 다양한 정책 정보 등을 게시하여, 다양한 정책 고객들이 이를 활용하도록 유지 및 운영하는 것을 목표하였다. 이와 더불어 현재 해양수산부와 극지연구소에서 구축 중인 극지 통합정보시스템 플랫폼(극지 e 야기)과 극지 정책 아카이브 간의 통합 과정도 병행하여 진행하였다.

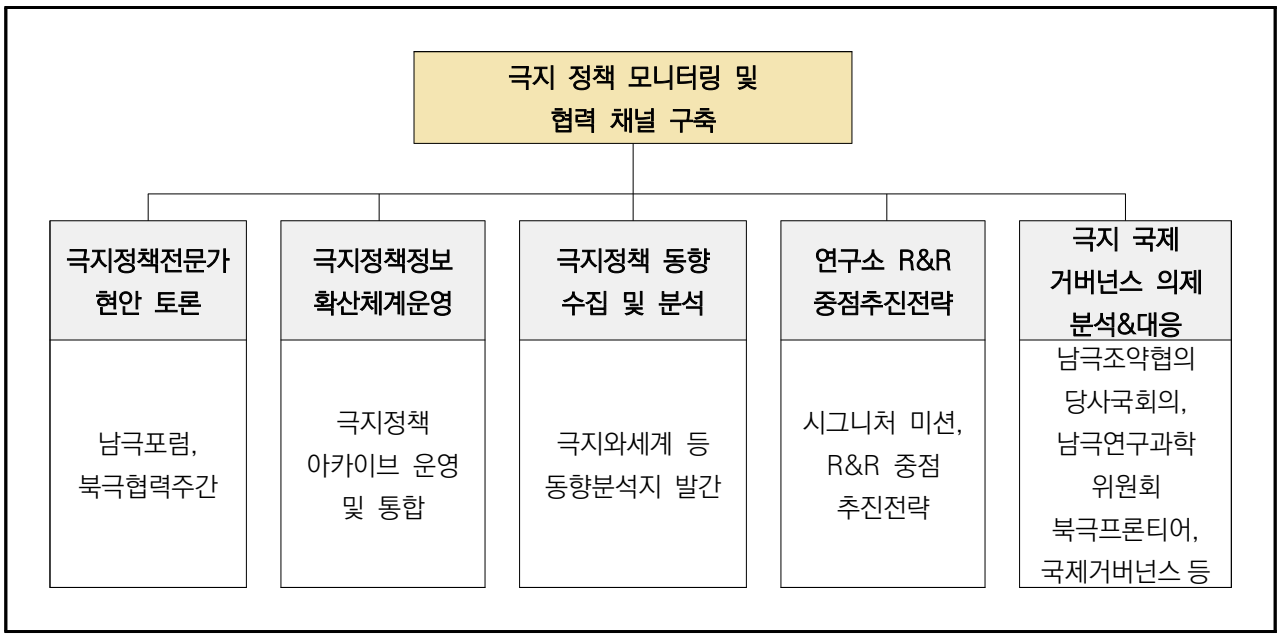
셋째, ‘극지 정책 동향 수집 및 분석’이다. 연구소에서 분기별로 발행하는 극지와 세계 등 정책정보지 발행과 더불어 주요 구독 대상층인 국내 전문가, 정책 관계자들에게 극지라는 공간이 우리의 일상과 어떻게 연계되어 있는지를 설명하고 이해를 높이는 데 초점을 맞추었다.

KOPRI 극지연구소

넷째, ‘연구소의 역할과 임무(이하 R&R) 중점 추진 전략’이다. 지난 2019년에 수립한 극지연구소의 R&R과 현재 대내외 변화로 인한 차이(gap)에 대한 파악과 더불어, 해양수산부 직할 출연연구기관(한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소 등)과의 R&R 비교 분석, 연구소의 정관상의 기능, 연구소의 역할과 연계하여 국내 법령에 따라 신규 부여된 임무 등을 고려하여, 보완해야 할 분야를 발굴하는 데 초점을 맞추었다.

다섯째, ‘극지 국제 거버넌스 의제 분석과 대응’이다. 극지 관련 이슈는 국내 환경보다 국외 환경에 더 큰 영향을 받는다. 극지 관련한 많은 이슈가 남극조약협의당사국회의나 북극이사회 등 극지 거버넌스 하에 이뤄진다. 여기서는 남극조약협의당사국회의(ATCM), 남극연구과학위원회(SCAR), 북극 프런티어(Arctic Frontiers) 등 극지 관련 거버넌스에 대한 논의 동향과 더불어 국제연합(United Nations) 체제하에 논의 중인 극지 관련 이슈들을 발굴하고 이를 기관 운영 방향에 반영하는 데 중점을 두었다.

[표-01] 연구개발 추진체계



KOPRI
극지연구소

제3절 사업 추진 경과

극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 사업은 2024년 5월부터 2025년 3월까지 11개월 동안 진행되었다. 사업 착수 시에는 2024년 12월까지 8개월의 사업 기간이었으나, 사업 추진 과정 중에 신규 업무 분야 추가 및 조정 과정을 거치하며, 사업 기간이 3개월 늘어나게 되었다.

극지정책전문가 현안 토론에서는 극지활동진흥기본계획에 따라 9월에 남극포럼 행사의 하나로 전문가 중심의 남극 환경정책 컨퍼런스와 일반대중 대상인 남극지식대화를 개최하였다. 북극협력주간의 경우 지난 12월 해양수산부, 한국해양수산개발원(KMI)과 공동으로 개최하였으며, 북극협력주간 행사의 하나로 북극권 동향과 과학 연구 방향 등을 주제로 극지 정책 발전 방안 도출을 위한 ‘북극과학협력세미나’를 개최하였다.

극지정책 정보 확산 체계 운영에서는 2021년부터 운영해 온 극지정책 아카이브 웹서비스를 통해 정책개발실에서 입수한 정보 또는 분석 가공한 정보 등을 게시하고, 안정적 웹서비스가 이뤄지도록 조치하였다. 이번 사업 기간에는 총 60건가량의 자료가 게시되었다. 이와 함께 연초부터 해양수산부에서 운영 중인 극지e야기 플랫폼과 극지정책 아카이브 웹서비스를 통합하기 위한 작업을 진행하였으며, 11월부로 그 작업을 완료하였다. 이 외에도 극지정책 고객에 대한 분류체계 재정비와 활용방안 등을 검토와 극지와 세계 정책정보지를 발간하였으며, 분기별 발간 주제 선정, 편집위원회 개최(4회) 등을 통해 각 분야의 다양한 전문가들이 극지라는 관점에서 세상을 어떻게 바라보는지, 그리고 과학 연구와 어떤 접점이 있는지를 살펴보았다.

극지정책 동향 수집 및 분석에서는 국내 과학기술 및 관련 정책 관련 주요 이슈 분석 및 분석자료 배포, 국내·외 극지과학·정책 분야 논의를 분석한 결과 배포, 인공지능(AI) 등 특정 주제 현황 파악과 극지과학 전 분야에 대한 적용 가능성 분석 등을 진행하였다. 국내외 정보 채널을 수집하는 정보에 대해 심층 분석 등을 통해, 연구소 지휘부 관계자들을 대상으로 하는 주요 현안 세미나를 4회에 걸쳐 개최하였다. 이 외에도 인공지능 등 과학기술계 주요 이슈에 대한 심층 분석 자료를 생산하여 5회에 걸쳐 지휘부를 대상으로 배포하였다.

연구소 역할과 책임(R & R)에 대한 중점추진전략에서는 급변하는 연구환경과 사회현안을 반영하고 극지연구소의 고유역할을 담은 시그니처 미션 수립과 현행 극지연구소 역할과 책임에 대한 분석이 이뤄졌다. 극지연구소 역할과 책임 분석에 있어서는 해양수산부 산하 직할 출연연구기관(한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소)들과 극지연구소 간의 비교를 통해 R & R에 대한 보완 필요 분야 등을 확인하였다.

극지 국제 거버넌스 의제 분석과 대응에서는 남극조약협의당사국회의(ATCM), 북극

프론티어(Arctic Frontiers), 일본 고베대학교 극지연구협력센터(PCRC)와의 남극 거버넌스 국제학술 행사, 연세대학교・한국해양수산개발원 등과 공동으로 글로벌지속가능포럼(GEEF) 행사 공동 개최 등을 통해 극지 관련한 다양한 분야의 이슈 탐색과 발굴이 이뤄졌다. 각 세부 사업별로 사업 기간 중 진행 일정은 아래 [표-02]와 같다.

[표-02] 각 세부 항목별 추진 일정

구분	2024년								2025년		
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월
극지정책전문가 현안 토론											
극지정책 정보 확산 체계 운영											
극지정책 동향 수집 및 분석											
연구소 R & R에 대한 중점추진전략											
극지 국제 거버넌스 의제 분석과 대응											

KOPRI 극지연구소

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

2장 극지정책전문가 현안 토론

제1절 제1차 남극포럼

1. 개요

극지연구소는 남극 지역과 남극에서의 과학연구 활동에 대한 대중의 인지도를 높이고, 정책 입안자들의 이해를 제고하기 위해, 제1차 남극포럼 행사를 개최하였다. 이 행사는 「제4차 남극 연구 활동 진흥 기본계획(2022~26)」 과제3-2 '인재양성과 국민 인식 증진'과 「제1차 극지활동 진흥 기본계획(2023~27)」 과제4-3 '민관 국제협력 다변화'에 의거, 남극연구 분야 학술 및 정책 동향을 논의하고 남극조약 체제 내에서 협력 강화를 목표로 하는 종합 플랫폼으로 역할을 하였다.

동 행사는 해양수산부가 주최하고 극지연구소가 주관하는 행사로 개최되었다. 국내외 극지 연구자, 정부 관계자, 일반 대중 등을 대상으로 "남극과 대한민국, 더 나은 미래의 시작"이라는 주제로 2024년 9월 30일부터 10월 2일까지 인천 송도의 극지연구소와 서울 중구 더플라자호텔에서 개최하였다.

이번 행사는 기존 극지연구소에서 진행하는 '국제 극지과학 심포지엄'과 연계하여 개최함으로써 국내외 극지 연구자가 참여하는 국제공동연구 협력의 장을 마련하였다. 또한 남극환경 보호를 위한 정책 방향을 논의하는 '남극 환경정책 콘퍼런스'와 일반 대중을 대상으로 남극 주요 이슈와 대한민국의 기여도를 소개하는 '남극 지식대화' 새로 추가하여 개최하였다.

2. 추진경과

남극포럼은 총 3개의 세션으로 마련되었으며, '국제 극지과학 심포지엄' 행사를 제외하고, '남극 환경정책 콘퍼런스'와 '남극 지식 대화' 등 2개의 세션에 중·고등학생부터 언론·연구원·대학 교수·정부부처 관계자 등 다양한 배경의 150여 명이 현장에서 참석하였다.

남극 환경정책 콘퍼런스는 전문가 세션으로, '남극 환경보호 성과와 거버넌스: 우리나라의 역할과 기여'라는 주제로 남극 과학, 환경 분야 연구기관, NGO 등이 참여하여 남극 환경보호를 위한 국내·외 동향 공유 및 정책 방향을 토의하였으며, 해양수산부, 외교부, 극지연구소 외에도 국내 관련 전문가들이 참여하여 남극 거버넌스의 방향에 대한 종합적인 논의가 이루어졌다.

남극 지식 대화는 대중 강연으로, '국민 체감 남극 연구와 대한민국'을 주제로 일

반인 대상 남극 관련 주요 이슈와 대한민국의 기여도를 소개하는 토크쇼로 마련되었다. 정부부처 관계자, 학술 관계자 외에도 일반 대중의 참여를 통해 남극에 대한 친숙도와 이해를 높이는 자리가 되었다.

3. 주요 논의 사항

남극 환경정책 콘퍼런스에서는 다음과 같이 3가지 주제 발표가 진행되었다. 1) 남극 환경 보전을 위한 남극환경보호위원회의 노력(김지희 극지연구소 책임연구원), 2) 남극해 해양보호구역 지정을 위한 국제사회 노력(김은희 시민환경연구소 부소장), 3) 남극 환경 보전을 위한 과학 연구 동향이라는 주제로, 3-1) 남극환경 보전을 위한 남극 미세플라스틱 연구 동향(김승규 인천대학교 해양학과 교수) 과 3-2) 남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR)의 보존 조치에 따른 로스해 해양보호구역에서의 연구 및 모니터링(김정훈 극지연구소 책임연구원) 그리고 4) 남극 환경보호 정책과 한국이 나아갈 방향(김예동 前 남극연구과학위원회(SCAR) 의장) 등 4가지 분야에 대해 5명의 국내 전문가가 주제 발표를 하였다.

남극 지식 대화에서는 1) 남극 환경보호와 우리나라의 과학 연구(최재천 이화여대 석좌교수), 2) 영원한 모험과 탐사의 공간, 남극(김영미 노스페이스 애슬리트팀 대장), 3) 국제사회에서의 남극 거버넌스와 우리나라(김현정 연세대학교 교수) 등 3개 분야에 대한 주제 발표가 이뤄졌다. 상기 발표를 통해 ▲남극 환경보호를 위한 전문가의 정책 방향 토의, ▲일반인을 대상으로 극지 주요 이슈와 경험담 소개, ▲과학 연구 성과 공유 및 협력 연구 논의가 이루어졌다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

제1차 남극포럼 개최를 통해 기존에 학술 행사 위주로 이루어지던 남극 관련 논의의 주제와 참석 대상을 확대했으며, 남극 관련한 다양한 주제 논의를 통해 이에 대한 종합적인 논의의 장과 국내외 협력 채널을 마련할 수 있었다.

아울러 향후 극지 관련 정책과 대내외 과학기술 동향 변화에 부합하는 새로운 전문가풀 확충과 국제 극지 거버넌스 논의 의제 등을 반영한 새로운 토론 주제를 모색함으로써 2027년 남극조약협의당사국회의(ATCM)의 한국 개최에 앞서 남극 관련 협력 플랫폼으로 기능할 수 있기를 기대한다.

5. 참고 자료

붙임01. 제1차 남극포럼 포스터 및 웹초청장
붙임02. 제1차 남극포럼 본행사 프로그램
붙임03. 제1차 남극포럼 결과 보고 및 향후 고려사항(행사 사진자료 포함)

제2절 제9차 북극협력주간(북극과학협력세미나)

1. 개요

해양수산부와 외교부는 2016년부터 부처 공동으로 북극 과학, 정책, 경제 등 분야별 현안 및 국제적 협력 강화를 위한 논의의 장으로서 ‘북극협력주간’을 개최하고 있다. 북극협력주간은 우리나라 북극 관련 최대 행사로서, 북극과학 선도 국가로 도약하려는 방안을 마련하기 위해 극지연구소는 한국해양수산개발원과 공동 주관으로 행사를 개최하였다.

‘2024 북극협력주간’은 행사개최 9회차를 맞이하여 공동 주관기관인 극지연구소와 한국해양수산개발원이 함께 특별세션을 개최했다. 정책개발실은 특별세션 중 북극과학협력세미나를 기획하여 개최하였다. 북극과학협력세미나는 ‘사람을 고려한 북극과학: 지식 공동 창출과 활용 가능성’이라는 주제를 바탕으로 그린란드와 북극해에서의 공동 연구와 그 의미에 대해서 논의하는 자리가 되었다.

2. 추진경과

우리나라의 남·북극 법정 기본계획인 ‘제1차 극지활동 진흥 기본계획’에 따라 세계 3대 북극권 국제 행사로 위상을 높이기 위해 제9회 북극협력주간에서 공동 주관기관이 함께하는 특별세션을 기획하여 개최했다. 2024 북극협력주간은 ‘북극과 사람: 상호 교감, 협업 그리고 공동의 번영’을 주제로 개최되었으며, 특별세션은 사람과 과학, 정책이 협업할 방안을 논의하는 장으로 기획하였다. 행사 기획을 위한 주요 추진 일정은 아래의 [표-03]과 같다.

[표-03] 북극협력주간 준비 회의 추진경과

구분	회의명	일시
1	추진 전략 마련을 위한 공동 주관기관 회의(1차)	2024.02.08.
2	북극협력주간 공동 주관기관 실무협의회(2차)	2024.04.08.
3	북극협력주간 관계기관 실무협의회(1차)	2024.06.03.
4	북극협력주간 공동 주관기관 실무협의회(3차)	2024.08.14.
5	북극협력주간 공동 주관기관 실무협의회(4차)	2024.09.12.
6	북극협력주간 공동 주관기관 실무협의회(5차)	2024.10.31.
7	북극협력주간 공동 주관기관 실무협의회(6차)	2024.11.07.
8	북극협력주간 공동 주관기관 부처 중간보고 회의	2024.11.12.
9	북극협력주간 관계기관 2차 실무협의회 및 행사장 현장답사	2024.11.19.
10	북극과학협력세미나 개최	2024.12.10.

3. 주요 논의사항

북극과학협력세미나는 노르웨이 극지연구원의 Tore Hatterman 연구원과 덴마크 공과대학교 국립우주연구원의 Michael Linden-Vornle 수석자문관이 주제발표를 하여 북극권 공동 연구 현황에 대한 지식을 공유하였다. 주요 논의 내용으로는 다음과 같다.

노르웨이 극지연구소의 Tore Hatterman 박사는 노르웨이의 북극 해양 연구와 모니터링 연구에 대해 논의하였다. 노르웨이 극지연구소(Norwegian Polar Institute, NPI)는 노르웨이 주변의 북극해 자료를 수집하고, 중앙 북극해에서 해양 생물학적 변화 파악, 해빙의 변화, 해류의 수온 변화 등의 연구를 진행하고 있으며, 이러한 관측을 기반으로 다양한 국가와 공동 연구를 수행하고 있다. 북극 연구를 수행하는 각 국가는 북극해 곳곳에서 관측자료를 수집하고 있으나, 수집하는 관측자료의 일원화가 원활히 되고 있지 않아 이를 위한 노력의 필요성을 강조하였다.

다음으로 덴마크 공과대학교 국립우주연구원의 Michael Linden-Vornle 박사는 그린란드의 북극 공동 연구를 주제로 발표를 진행하였다. 그린란드는 북극 빙권, 기후 변화, 우주 등 다양한 연구 분야가 가능한 지역이며, 국제 공동연구팀은 그린란드 거주민과 소통하며 연구를 함께 수행하고 있다. 각 연구의 목적과 그 결과의 활용성에 대해 북극권 거주민과 소통하는 과정은 매우 필수적이며, 그린란드는 주민의 연구 참여를 확대하기 위해 극지연구소를 포함한 다른 연구기관과 북극 연구 범위를 확대하려고 노력하고 있다. 이번 주제발표를 통해 지역 주민과의 연구 협력을 확대하여 과학적 성과를 제고하는 노력을 확대하는 방안에 대한 필요성을 공유하였다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

극지연구소의 신형철 극지연구소장, 정진영 책임연구원, 정용식 선임연구원과 주한덴마크대사관의 Jacob Isbosethsen 그린란드 대표, 캐나다 국가연구위원회의 Jungyong Wang 선임연구관이 함께 북극 지역의 공동 연구 활성화 방안을 북극과학협력세미나에서 논의하였다. 주요 논의 내용은 다음과 같다.

북극 연구는 대규모 연구비 투자가 필요하지만, 국제협력을 통해 이를 효율적으로 수행할 수 있다. 국가 간 인력교류, 장비 공유 등을 통해 비용을 절감할 수 있으며, 협력을 통해 연구 방법론을 표준화하게 된다면 광범위하고 지속적인 모니터링이 가능하다. 또한 그린란드 지역의 빙하 발달 양상과 생태계에 미치는 영향, 환경변화 주요 인자 규명연구 등을 수행함으로써 대한민국과 그린란드의 국제협력 연구 활성화와 그린란드 지역 주민들의 참여가 확대될 수 있을 것이다.

캐나다의 주요 연구 분야인 북극해 얼음공학연구는 다른 나라와의 협업을 장려하고

있으며, 우리나라와도 협업이 가능한 분야라는 사실을 공유하였다. 북극권 지역의 어업을 수행하는 주민들과 협업하여 해양 산성화 연구를 수행하거나, 북극 원주민이 연구 계획 단계에서 참여하여 원주민의 환경·생태계 관찰 결과에 대한 지식을 공유받을 수 있도록 하는 등 북극권 주민들과 상생하는 과학연구도 기획할 수 있을 것이다.

이러한 논의 결과를 바탕으로, 장기적으로는 우리나라 북극연구가 단순히 자료를 수집하는 것이 아니라 지역사회에서 지속적으로 기후 변화에 적응하고 발전하는 방안을 제시할 수 있게 될 것으로 예상한다. 그리고 이러한 과학적 기여를 통해 국제사회 영향력을 확대하여 국가 위상을 높이는 데에도 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

5. 참고자료

붙임04. 2024 북극협력주간 포스터 사진 및 북극과학협력세미나 개최 사진
붙임05. 특별세션 및 북극과학협력세미나 세부 프로그램

KOPRI
극지연구소

제3절 극지정책자문위원회 운영 개선

1. 배경 및 필요성

정책개발실은 극지 정책 및 연구소 전략과 계획 등에 대한 자문을 얻기 위해 2019년 극지정책협의회를 최초로 구성하였으며, 당시 협의회 위원 구성은 학계 5인, 연구계 3인, 관계기관 2인 등 총 10인으로 구성되었다. 협의회 안건으로 극지연구소 주요 현황 및 정책 이슈, 해수면 상승 관련 R&D 연구 추진 현황 등이 논의되었으나, 2020~2021년 코로나19 감염병 팬데믹으로 대면 회의가 제한되며 위원회 회의 개최가 잠정 중단되었다. 이후 2022년 협의회가 재개되었으며, 기존 안건 외에도 극지연구소 정책개발 활동 보고를 추가로 다루었다.

극지정책자문위원회는 극지정책, 극지과학, 극지경제·산업, 홍보 및 국제거버넌스 등 총 네 개의 분야로 세분화하여 위원을 구성하였고 이에 따라 기존 10인에서 12인으로 위원회를 확대 개편하였다. 그러나 이후에 기관 내·외의 환경변화 등으로 인해 애초 계획 대비 위원회 활동 실적을 달성하지 못하게 되었다. 따라서 자문활동 활성화를 위한 위원회 운영 방안을 검토하고 개선 방안을 도출하였다.

2. 추진경과

극지연구소 정책자문위원회 활성화를 위해 타 기관의 정책전문가 네트워크 사례 조사를 통해 정책자문위원회 운영 방식 개선을 위한 방안을 도출하였다. 또한 변화된 정책 환경 분석을 위해 외부 전문가의 자문을 받아 개선 방안을 추가 보완하였다. 기존 정책자문위원회는 정례협의회 중심의 위원회 형태를 지양하고, 탄력성과 유연성을 중심적으로 하는 자문위원단 형태의 전문가 네트워크를 구축하고자 하였다.

극지연구소에서 활용한 외부 전문가의 전문 분야를 분석한 결과를 바탕으로 자문위원단의 세부 분야를 나누어 구성 체계를 확립하였다. 또한 극지연구소 정책자문위원회에서 연구소 전략 검토 등의 활동에 참여한 기존 위원에게 자문위원단 활동 의사를 확인하여 기존 위원회의 위상을 이어가고자 하였다. 이후 신규 위원을 영입하여 자문위원단의 위원 구성을 확정하고, 극지연구소 지침을 개정하여 효율적 운영이 가능한 ‘극지연구소 정책자문위원단’을 신설하였다.

연구소 현안 발생 시 타 실무 부서에서 활용할 수 있도록 운영 지침을 제정하여 이슈에 유연하게 대응할 수 있도록 하고 부서별 칸막이를 제거하고자 하여 연구소의 정책 환경변화 대응능력을 향상하고자 했다.

3. 검토 및 개선사항

극지연구소 정책자문위원회 활성화를 위해 외부 전문가 자문과 기관 내부적으로 문제점을 분석하는 등 이원화(two track) 방식으로 개선 방안을 도출하였다. 먼저, 극지연구소 정책자문위원회 박OO 위원장의 자문을 통해 정책자문위원회 운영의 문제점을 파악하고자 하였다.

박OO 위원장은 코로나19 이후 전 세계적으로 사회 양상이 변화하여, 기존의 위원회 형태보다 필요한 현안에 따라 전문가를 선별하여 활용하는 인재풀(POOL) 형태의 운영 방식을 제안한다. 특히 다각적인 시야 확보를 위해 분야의 다양성 확대와 다양한 나이의 전문가를 영입하는 것을 고려할 필요가 있다.

기관 내부적으로 운영 방식의 문제점에 대해 분석한 결과는 다음과 같다. 극지연구소 정책자문위원회 운영 규칙에 따르면 연구소 운영 및 발전 방향 등에 대한 자문을 위원에게 받을 수 있다. 이는 극지과학기술자문위원회 등 소내 타 위원회와 형태와 기능이 일부 유사하여 중복 문제가 발생할 수 있다. 또한 제한적인 규모의 위원 구성과 정례협의회 형태는 최근 증가한 신규 현안과 이슈 대응에 한계가 있다는 의견을 도출했다. 또한 정례 회의에 참석하는 극지 연구에 대한 위원들의 이해도에 개인별 편차가 있어 연구소 차원에서 활용할 수 있는 자문 의견을 얻기에 다소 어려움이 있다는 사실이 논의되었다.

[표-04] 극지연구소 정책자문위원회 문제점과 개선 방향

구분	현행 문제점	개선 방향
기능 유사·중복	• 극지과학기술자문위원회와 같은 소내 타 위원회와 기능·형태 유사-중복	• 극지와 관련된 다양한 분야의 전문가를 위원단 위원으로 섭외하여 소내 공동활용 가능한 전문가풀 제공
전문성 제고	• 다변화하는 정책 환경과 현안에 대한 대응에 한계점 상존	• 기존 4개 분야 이외에도 소내 실무부서 필요에 따라 전문가 영입
운영방식	• 연례 정기회의 통해 운영함에 따라, 주요 현안 등에 대한 대응에 한계점 상존	• 비상임 자문위원으로 위촉, 임기는 2년으로 하되, 필요시 연임 • 특정 분야나 현안에 대해 각 위원에게 개별 자문 의뢰

4. 성과 및 향후 활용계획

이러한 문제점을 해결하기 위해 유연성과 탄력적 운영이 가능하도록 자문위원회 활동 종료와 더불어 ‘극지연구소 정책자문위원단’을 신설하는 개선 방안을 도출했다. 먼저, 소내 타 위원회와의 기능 유사·중복 문제를 해결하고자 극지와 관련된 다양한 분야의 전문가를 위원단 위원으로 섭외하고, 소내에서 공동 활용이 가능하도록 구성

위원을 제공하여 개방성을 확보하고자 하였다.

자문단 구성 및 규모는 정책·과학·경제·홍보 등 4개 분야를 중심으로 전문가 집단으로 구성하되, 필요에 따라 분야별 전문가를 영입하여 전문가 네트워크의 유연성을 확보하고자 했다. 또한 정례협의회를 개최하지 않고 특정 분야나 현안에 대해 수시로 자문을 의뢰하여 운영 탄력성을 증진하고자 하였다. 기존의 위원회 운영 방식의 문제점을 해결하기 위해 연구소 전체 현안에 대해 자문받을 수 있도록 위원의 전문 분야에 대한 정보를 타 부서에 제공하여 부서 간 협업을 증진하고자 하였다. 신규 위원 영입으로 확대 개편된 정책 전문가 네트워크를 통해 유기적으로 연결된 사회 문제를 해결할 수 있는 극지과학과 정책 기반을 마련에 이바지할 것으로 기대된다.

5. 참고자료

붙임06. 극지연구소 정책자문위원단 위원 명단
붙임07. 극지연구소 정책자문위원단 운영 지침

KOPRI
극지연구소

3장 극지정책정보 확산 체계 운영

제1절 극지정책정보지(극지와세계) 발간

1. 개요

극지연구소는 극지연구/정책의 공유 및 확산체계의 주도적 운영의 하나로 지난 2020년 극지정책정보지 발간 지침(지침 1801)을 제정하고, 국내 정책고객 및 극지분야 전문가, 일반대중을 대상으로 매년 극지와 세계를 분기별로 발간하고 있다. 이를 통해 극지과학연구의 정책적 성과와 시사점, 극지정책 국내외 동향 분석 등의 정보를 해당 전문가의 시각을 통해 제공하고 있다. 이 업무는 현재 정책개발실이 맡고 있으며, 부소장과 정책개발실장을 포함한 6인의 편집위원회가 구성되어 원고 검토 및 주제 안건 선정 등의 업무를 수행하고 있다. 또한 정책개발실 소속 1인(현재 서현교)이 편집위원회 간사부터 온오프라인 책자 발간 등의 실무를 담당하고 있다.

2. 추진경과

2024년에도 정책개발실은 4차례에 걸쳐 극지 정책정보지(일명 극지와 세계)의 온오프라인 책자 발간을 주도하였다. 이를 위해 총 5차례에 걸쳐 편집위원회를 개최하였다. 아래 [표-05]와 같이 편집위원회를 거쳐 정책개발실은 분기별(3월 말, 6월 말, 9월 말, 12월 말)로 극지와 세계 24-1호부터 24-4호까지 온오프라인 책자를 발간하였으며 매호는 과학 주제 2건과 정책 주제 1건 등 총 3건의 주제를 다루는 형식으로 구성되었다. 그래서 2024년 1년간 극지와 세계는 총 12건의 주제를 다루었다.

[표-05] 2024년 편집위원회 개최 현황

개최일	참석자	안건
1차 편집위원회 (2024.02.02.)	위원 6인 및 간사 1인	(1) 24-1호 원고 확정 (2) 24-2호 원고주제 및 집필자 선정 (3) 외부 원고 집필자 전문가활용비 지급(안)
2차 편집위원회 (2024.04.22.)	위원 6인 및 간사 1인	(1) 24-2호 원고확정 (2) 24-3호 원고주제 및 집필자 선정 (3) 외부 원고 집필자 전문가활용비 지급(안)
3차 편집위원회 (2024.07.29.)	위원 6인 및 간사 2인(간사변경에 따른 기존 및 신규 간사 2인 모두 참석)	(1) 24-3호 원고확정 (2) 24-4호 원고주제 및 집필자 선정 (3) 외부 원고 집필자 전문가활용비 지급(안)
4차 편집위원회 (2024.10.16.)	위원 6인 및 간사 1인	(1) 24-4호 원고확정 - 2025년 신규 원고 주제는 발간방향 확정 후 후속 편집위 개최

개최일	참석자	안건
5차 편집위원회 (2024.12.02.)	위원 6인 및 간사 1인	(2) 25-1호 원고주제 및 집필자 선정

극지와 세계 원고가 너무 전문적이라 해당 전공자가 아닌 정책고객이나 일반인이 읽고 이해하기에는 어려워 가독성 확보가 쟁점이 되었다. 이에 2025년부터는 기존보다 원고의 난이도를 낮추어 독자(讀者)들이 더욱 쉽게 읽을 수 있도록 작성하되, 기존의 극지와 세계 원고 중 쉽게 작성된 원고샘플을 집필자에게 공유하여 원고 작성 시 참고가 될 수 있도록 조치하는 방안을 마련하였다. 이와 함께 책자 발간도 현재의 전반적인 동향을 고려하여 중장기적으로는 오프라인 중심에서 온라인 중심으로 방향을 전환하도록 하는 방안을 검토하도록 제안되었다.

[표-06] 2024 극지와 세계'발간 회차별 주제 및 저자

발간회차	주제	저자 및 소속기관
24-1호	미래 북극 해빙과 탄소중립정책의 관계	민승기(포항공과대학교)
	남극의 해빙감소가 황제펭귄의 멸종위기를 재촉한다	김정훈(극지연구소)
	「기후변화감시예측법」 등의 제정·개정과 시사점	현대호(한국법제연구원)
24-2호	남극해 '짠물' 생성 정밀 관측을 통한 전 지구 해양 변화 예측 능력 향상	윤승태(경북대학교)
	극한환경 생존의 대명사, 완보동물을 통한 극지연구	김지훈(극지연구소)
	아라온호, 성과와 미래	김춘식(극지연구소)
24-3호	빙하 속 과거와 미래를 읽는 열쇠, 빙하투과레이더 기술	이주한(극지연구소)
	인공지능(AI) 기반 기후변화 연구	함유근(서울대학교)
	한국이 북극 민관·포럼에 참석하는 이유	정지훈(극지연구소)
24-4호	지구온난화가 북극 툰드라 지역 탄소저장소에 미칠 영향	정지영(극지연구소)
	극지고층대기와 오로라, 우주날씨예보의 핵심!	지건화(극지연구소)
	인공지능(AI) 시대, 극지연구에서의 활용방안	황유나(극지연구소)

3. 참고자료

붙임08. 2024년 극지와 세계 발간본

제2절 극지정책아카이브 운영 및 통합

1. 개요

정책개발실은 지난 2021년부터 국내 정책입안자, 분야별 전문가, 일반 대중에게 일원화된 극지정책 정보를 제공하기 위해 극지정책아카이브 웹사이트(www.polararchieve.kr)를 구축하여 관련 정책정보 제공 서비스를 해왔다. 정책개발실은 극지정책아카이브를 통해 더 짜임새 있고, 다양한 정보를 제공하기 위해 2024년부터 12월부로 해양수산부에 운영 중인 극지e야기(www.koreapolarportal.kr)와 통합 운영하기로 하고, 해당 극지e야기 웹사이트 통합 작업을 완료하였다.

2. 추진경과

정책개발실은 2024년 1월부터 12월까지 극지정책아카이브 웹사이트에 국내외 극지정책 관련 자료 60건을 게시하였다. 이와 더불어 11월에 극지정책아카이브 데이터의 극지e야기 웹사이트에 통합을 완료하였다. 2025년 1월부터는 극지e야기 웹사이트에 극지 관련 국내외 정책자료를 업로드하고 있다.

상기 건과 별도로 극지정책 정보의 효율적 제공을 위해, 극지정책아카이브 현황 검토와 극지e야기와 통합하는 방안을 검토하였다. 이 결과에 따라 극지정책아카이브 웹사이트의 주요 카테고리에 대해 극지e야기 웹사이트 내에서 재배열 문제와 관련하여, 극지e야기 운영을 맡고 있는 데이터연구지원실과 협의를 통해 카테고리를 재설정하였다. 그리고 극지정책아카이브 웹사이트를 연구소 관리로 변경하여 현재 이전 안내글이 게시된 웹사이트가 기존 외주업체에서 연구소 관리로 변경될 수 있도록 조치하였다. 또한 데이터연구지원실이 올리는 정보 외에 정책개발실은 각 기관의 정기발간 자료와 국내외 발간물을 자체 올리기로 함으로써, 극지e야기와의 통합에 따른 정책개발실의 정책정보 자료 관리와 제공 업무를 명확하게 하였다.

3. 주요 성과 및 성과 활용

첫째, 정책개발실은 2024년 기준 극지정책아카이브에 총 60건의 자료를 올려 국내 정책입안자, 분야별 전문가, 일반 대중에게 관련 정보를 제공할 수 있었다. 둘째, 극지e야기 내 ‘극지소식’ 디렉터리에 정책개발실이 발간하는 분기별 발간물인 ‘극지와세계’, 글로벌협력실이 연 1회 발간하는 극지이슈리포트(Polar Issue Report), 그리고 배재대학교 한국-시베리아센터의 ‘북극연구’, 한국해양수산개발원(KMI)의 극지해소식과 북극해운정보, 영산대학교 북극물류동향 등의 세부 디렉토리를 배치하고 관련 발간물 파일을 이전하여 국내 정책입안자, 분야별 전문가, 일반 대중이 지속적으로 서비스를 제공받도록 하였다.

외국 정부 및 외국 기관의 극지분야 관련 정책발간물에 대해서는 ‘극지정책’ 디렉터리 아래 ‘해외동향’의 세부 디렉터리에 정보를 통합하여 올렸다. 그래서 실시간 해외 기사와 함께, 해외기관 발간물들이 국가별 선택을 할 경우 구분하여 자료를 찾을 수 있도록 검색 기능을 강화하였다.

앞으로 이러한 국내 및 국외의 선별적 디렉터리 구성과 함께 기존 극지e야기 정보와의 통합적 정보 제공을 통해 국내 정책입안자, 분야별 전문가, 일반 대중에게 차별적이고 시의성 있는 정책정보가 제공되도록 지속적 유지관리가 필요하다.

4. 참고자료

붙임09. 극지정책 아카이브 개선계획
붙임10. 극지e야기 내 극지정책 분야 메뉴
붙임11. 2024년 극지정책 정보 게시 현황

KOPRI
극지연구소

제3절 극지정책고객 재분류 및 활용방안 검토

1. 개요

극지연구소는 다양한 정책고객의 수요(needs)를 반영하기 위해 부서별로 정책고객 명단을 작성하여 서비스를 제공했다. 즉, 정책개발실, 글로벌협력실, 홍보실, 경영기획실 등 개별부서별로 정책고객 리스트를 구성하고 발간자료 송부, 자문회의 개최 등 정보 공유부터 분야별 자문 등 소통과 의견 수렴의 기회를 가져왔다.

그러나 이러한 소내 부서별로 정책 고객을 관리하다 보니, 정책고객풀의 파편화가 심화하고 활용도가 저하, 연구소 전체 측면에서 볼 때에는 정책고객 범주의 체계성 및 통일성 부족 등의 문제가 발생하고 있다. 이에, 부서를 초월하는 연구소 차원의 정책고객 범주의 통일성에 기반한 체계적 관리가 요구되었다.

부서별로 생산 및 제공하는 콘텐츠 및 정보가 지향점이 불명확하다는 문제가 지속적으로 제기되었다. 즉, 해당 정책고객에 대한 고려가 부족한 상태에서 콘텐츠를 생산하고 있으며, 개별 부서별 산발적인 콘텐츠 제작 및 배포로 정책고객을 대상으로 하는 정보 제공 시너지 효과를 거두지 못하고 있다. 이런 문제들에 대한 해결 방안을 도출하고자 정책개발실은 이 정책연구를 통해 개선 방안을 연구하였다.

KOPRI 극지연구소

2. 추진경과

정책개발실은 2024년 하반기부터 극지정책고객 관리 체계 개선 방안을 연구하여 3단계 개선 방향을 도출하였다. 첫 단계는 체계화된 정책고객 분류체계 재구성, 두 번째 단계는 정책고객 풀 공유 체계 구축, 세 번째 단계는 정책고객 대상으로 소내 해당 부서별로 맞춤형 정보 제공 및 지원활동 강화 등의 개선 조치를 시행하는 것이다.

첫 단계에서는 정책고객 풀 재구성을 통한 대상 명확화를 위해, 소내 정책고객 분류체계 일원화를 통한 부서 간 통합적 고객 풀 관리 체계 구축을 통해 고객관리의 체계성 및 효율성을 확보하는 것이다. 또한 미분류 정책고객을 신규 발굴하여 정책고객 대상을 확대하는 것이다.

두 번째 단계에는 첫 단계에서 도출된 통일형 정책고객 분류체계를 기반으로 기존 정책고객 풀 DB를 재정리하고 주기적 업데이트를 통한 소내 시의적 업무 대응에 이바지하도록 하는 것이다. 그리고 부서별 정책고객 풀을 공유할 수 있는 수단 구축(예: 폴라넷 내 기능 구현 등)을 통한 정책고객풀의 활용성을 제고하도록 하는 방안을 설정하는 것이다.

세 번째 단계는 첫 단계 및 두 번째 단계를 거쳐 구축된 정책고객 풀을 대상으로 기존 콘텐츠 개선 및 신규 콘텐츠 개발과 사업 발굴을 하는 것이다. 즉, 고객별 극지분야 이해도 제고를 위한 제공 수단(예, 정책 소식지)을 발간하는 것이다. 또한 중복성을 고려하여 기존 콘텐츠 및 사업을 통합하고 고객 지향형 콘텐츠를 제작하여 정책고객의 가독성 및 이해도 제고에 이바지하는 것이다. 이와 함께 기존 오프라인 매체에서 온라인 매체로 전환 및 그 비중을 늘려, 콘텐츠에 대한 접근성과 활용성을 제고하는 것이다.

3. 주요 논의사항

이 같은 정책고객 관리 체계 개선 방안에 대해 소내 관계부서에서는 개인정보보호가 강화되어 폴라넷에 해당 정책고객 정보를 공유하는 것은 문제가 있고, 이에 대한 법이나 규정 검토가 같이 이뤄져야 한다는 의견이 제시되었다. 그리고 뉴스레터를 발송시 정책고객으로부터 사전 동의를 받는 절차가 선행되어야 한다는 의견이 도출되었다.

정책고객 관리 체계 개선 업무는 소내 특정 부서 주도가 아닌 다양한 부서가 함께 추진해야 할 작업이며, 다만 이처럼 다양한 부서가 참여하면 해당 부서는 동 개선 업무가 부서의 업무 우선순위에서 떨어지게 되어 관리 체계 개선의 추진 동력이 떨어질 수 있다는 우려가 제기되었다. 그래서 차선책으로라도 특정 담당 부서 지정이 우선되어야 한다고 제안되었다. 그리고 같은 그룹 내 전문가 중에서도 자문요청이나 회의 초청 등 집중 관리가 필요한 그룹인지 구분을 하는 작업도 병행되어야 할 것이라는 추가 의견이 제시되었다. 결국 2025년부터 소내 다수 부서가 협력하여 정책고객 관리 체계에 대해 장기 과제로 추진하기로 의견이 수렴되었다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

본 정책연구를 통한 주요 성과로는 ‘정책고객 관리 매트릭스(matrix)’를 도출하였다. 즉, 이 매트릭스의 세로축에는 정책고객 구분 리스트가 배치되었는데, 이는 △정부부처(해수부, 과기부, 외교부, 환경부, 국방부), 청와대, 국회, 우주항공청, 기상청 등 정관계 주요 기관과 △지방자치단체(부산, 인천), △정내 외국공관 및 해외 협력 기관, △PAP 수행대학, 극지기술연구회 등 학회, 한국북극연구컨소시엄(KoARC) 회원(대학 등), △기타 대학/학회, △국립연구원(수과원, 조사원, 기상연), 출연연구기관(한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소), 한국해양수산개발원(KMI) 등 국책연구기관, 각 연구회, △극지연구소와 연구협력기관(항우연, 천문연, 건기연 등), △기타 일반 출연(연), △기업/단체(KoARC 회원, PIP 수행업체), 기타 일발 기업/단체 등 세부적 및 체계적으로 구분하였다. 그리고 매트릭스 가로축에는 주 활용 분야로, △기관경영/예산(R&D), △법/제도/정책, △국내 협력, △국제협력, △교육, △홍보/성과확산 등 6개 범주로 나눴다. 그리고 해당 고객 구분 리스트 중 이 6개 범주에 해당 사항이 있는 셀에 표시하여 앞

으로 6개 범주 중 극지연구소 관련 이슈가 도출될 때 해당 정책 고객군을 대상으로 자문, 또는 콘텐츠 생산 및 정보 공유 등의 구체적인 대응이 가능하게 하였다. 물론 이 성과는 최종성과라기보다 2025년부터 시작될 정책고객 관리 체계 개선 협력 작업의 기초자료로 활용될 것이다. 두 번째로 6개의 주 활용 분야의 범주별로 소내 산발적인 정보 제공 수단을 재정리하였다. 이는 향후 고객 지향형 콘텐츠 제작을 위한 콘텐츠 간 통합 및 개선, 신규 콘텐츠 발굴을 위한 기초자료로 활용될 것이다.

끝으로 앞서 정책고객 구분 리스트별로 극지정책의 영향력(Y)과 극지 이해도(X) 간 정책고객 분포도를 작성하였다. 이는 원래 각 정책고객 그룹별로 설문조사를 통해 실제 이해도와 영향력을 측정하여 더욱 세밀한 분포도 작성이 필요하나, 이번 정책연구에서는 분포도 작성 방향을 제시한다는 의미에서 대략적인 위치를 선정했다. 그리고, 향후 콘텐츠 및 정보 제공 등의 서비스를 통해 모든 정책고객 그룹이 정책에 대한 영향력과 극지에 대한 이해도가 우상향하도록 노력해야 함을 보여주었다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있다. 여기서 실제 콘텐츠 제공을 통해 분포도 상의 그룹별 위치가 우상향하였는지는 후속 연구에서 정책고객 설문조사를 통해 밝혀내야 한다.

5. 참고자료

KOPRI
극지연구소

붙임12. 극지연구소 정책고객 관리 체계 개선제안

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

4장 극지정책 트렌드 수집 및 분석

제1절 과학기술계 주요 이슈 심층 분석 자료 생산

1. 개요

거대과학으로서의 극지과학과 범부처 협업이 필요한 극지정책의 특성을 고려할 때, 과학기술계의 주요 이슈에 대한 분석자료 안내의 필요성이 제기되었다. 이에 따라 인공지능(AI) 현황 및 향후 활용 방안, 예비 타당성 제도 개편, 12대 전략기술 등 과학기술 이슈와 사회의 현안을 중심으로 이슈를 수집하고 관련 내용을 심층 분석하여 총 5건의 자료를 작성 및 배포하였다.

2. 추진경과

첫 번째 분석자료는 24년 3월 발표된 국가전략기술 확인제도와 극지연구소 확보 기술 연계 가능성에 대한 검토 분석자료이다. 국가전략기술 확인제도는 연구기관, 대학, 기관, 기업 등 기술 육성 주체가 보유·관리·개발 중인 기술이 국가전략기술에 해당하는지에 대해 국가가 직접 확인하는 제도이다. 이에 분석자료에서는 해당 제도의 현황, 국가 전략기술 보유 기관으로 확인 시 받을 수 있는 우대 조치 등 제도 활용을 위한 안내와 함께 국가전략기술과 중점 기술의 세부 사항을 검토하여 4개의 핵심요소기술과 극지연구소에서 진행 중인 연구들과 연계할 수 있음을 안내하였다.

두 번째 분석자료는 총 두 번에 걸쳐 소내 안내된 인공지능(A.I) 관련 분석자료 시리즈의 첫 번째 자료로 24년 8월에 소내 배포되었다. 해당 자료에는 A.I. 기술에 대한 간략한 소개, 기술 발전 내용 등 A.I 기술에 대한 개요와 함께 해외 정책 동향과 국내 정책 동향, 그리고 최근 정부 투자 현황과 전담 기관 설립 준비에 관한 내용이 포함되었다.

세 번째 분석자료는 앞서 안내된 A.I. 관련 시리즈의 두 번째 자료로 9월에 소내 배포되었다. 국내 출연(연)에서의 A.I. 기술 활용 현황, 국내외 극지연구 분야에서의 A.I. 연구 현황과 함께 A.I. 기술 활용 시 고려할 사항들에 관한 내용이 포함되었다. 또한 극지연구소에서 진행하고 있는 A.I. 기술 활용 현황과 함께 향후 기관에서 시도 가능한 A.I. 기술 활용 방안에 대해서 제안하였다.

네 번째 분석자료는 11월에 배포되었으며 국가과학기술 혁신생태계 고도화 대토론회의 주요 내용과 시사점을 정리하여 안내하였다. 해당 자료에는 우리나라 과학기술 혁신생태계가 추격형(fast-follower)에서 선도형(first-mover)으로 나아가기 위해 생태계의 고도화가 필요한 상황이며 이를 위해 정부에서 추진하고자 하는 5대 중점 추진 과제에 대해 안내하였다. 해당 분석을 통해 극지연구소는 NST의 추진 방향과 직접적 연계성은 낮

지만, 출연(연)에 대한 정부 정책의 기조 변화를 파악하고 향후 고려 사항을 제안하고자 하였다.

다섯 번째 분석자료는 12월에 배포된 자료로 R&D 예비타당성조사 제도 폐지 및 대체 심사 제도에 대한 논의 동향을 다루고 있다. R&D 예비 타당성 자료는 자원의 효율적 배분을 위해 국가 재정 투입 전 연구개발(R&D) 사업의 사전타당성을 검증하는 제도로 2008년부터 시행 중이지만 ’24년 5월 제도 폐지 방침이 발표되었고 현재 해당 제도를 대체할 수 있는 새로운 심사 제도(안)에 대한 논의가 진행되고 있다. 극지연구소의 경우 제3기지 건설 사업을 추진 시 새로 수립될 제도에 영향을 받기에 논의되고 있는 내용에 대한 안내와 향후 심사 대응 방향 수립의 필요성에 대해 안내하였다.

[표-07] 과학기술계 주요 이슈 및 심층분석 자료 배포 현황

배포시기	내용	비고
2024.03.	국가전략기술 확인제도의 극지연구소 확보 기술 연계 가능성 검토	이슈 분석
2024.08.	(AI 시리즈 1편) 인공지능 기술과 관련 국내·외 정책 현황_	이슈 분석
2024.09.	(AI 시리즈 2편) 인공지능 기술 연구 현황 및 극지연구 활용 분야 제안	이슈 분석
2024.11.	국가과학기술 혁신생태계 고도화 대토론회 주요 내용과 시사점	토론회/간담회
2024.12.	R&D 예비타당성조사 제도 폐지 및 대체 심사 제도 논의 동향	이슈 분석

KOPRI 극지연구소

3. 주요 성과 및 성과 활용

심층 분석 자료 작성을 통해 세 가지 주요 성과를 도출하였다. 첫째, 극지 및 과학기술 관련 이슈와 정책에 대한 안내 및 활용 방안에 대한 분석을 진행함으로써 향후 극지 관련 정책 제안 시 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 둘째, 출연(연)의 AI 연구 활용 사례, 전략기술에 관해 소개와 극지 연구에서 활용에 대한 제안을 통해 관련 연구자들에게 새로운 연구 방향을 제시할 수 있었다. 셋째, 국가과학기술 혁신생태계 고도화와 예비타당성조사 제도 현황에 관한 내용 검토를 통해 출연(연) 관련 정책에 대한 정부의 기조 변화를 더욱 빠르게 파악함으로써 향후 이슈 발생 가능성 예측 및 대응 방안 모색에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 참고자료

붙임 13. 국가전략기술 확인제도의 극지연구소 확보기술 연계가능성 검토
붙임 14. (AI 시리즈 1편) 인공지능 기술과 관련 국내・외 정책 현황
붙임 15. (AI 시리즈 2편) 인공지능 기술 연구 현황 및 극지연구 활용 분야 제안
붙임 16. 국가과학기술 혁신생태계 고도화 대토론회 주요 내용과 시사점
붙임 17. R&D 예비타당성조사 제도 폐지 및 대체 심사 제도 안내

제2절 연구소 주요 현안에 대한 세미나(집담회) 기획 및 운영

1. 개요

최근 남·북극 지역별 거버넌스 변화와 국내 과학기술 정책의 불확실성과 복잡성이 증대함에 따라, 극지연구소는 기존 연구에서 벗어나 미래 새로운 이슈 탐사와 현안 대응능력을 강화해야 한다는 요구가 증대되고 있다. 이 같은 외부 환경변화를 인식하여, 극지연구소 정책개발실은 연구소 차원의 대응이 필요한 이슈와 현안을 소내 보직자들과 공유하는 장을 마련하였다. 이러한 공유의 장을 '소내 보직자 현안 대응 집담회(集談會)'로 명명하고 정책개발실이 이 집담회를 주관하고 있다.

2. 추진경과

집담회는 부서장 회의 시간을 활용하여 부서장(본부장급 이상) 대상 세미나로 개최하며 정책개발실에서 현안 이슈를 15분간 발표한 후 전체 부서장이 15분간 질의 및 토론하는 형식으로 개최되고 있다. 2024년 9월 제1차 집담회를 시작으로 매월 개최되었다. 월별 집담회 주제는 아래 [표-08]과 같다.

[표-08] 소내 보직자 현안대응 집담회

개최일	주제	발표자
2024.09.24.	우주항공청 개소 의미와 극지위성/우주분야 관련 추진방향	서현교
2024.10.23.	북극항로 전망과 상업적 활용 대응 연구방안	서현교
2024.11.18.	극지연구소 정책고객 관리체계 개선방안	서현교
2024.12.16.	인공지능(A.I.) 시대, 극지연구 활용방안	황유나, 서현교

3. 주요 논의사항

(1) 우주항공청 개소 의미와 극지위성/우주분야 관련 추진 방향

참가자들은 우주항공청 개청 후에 처음 발주한 기획과제 주제들을 살펴보면 주로 우주항공 분야 하드웨어 구축 과제가 대부분이라 극지분야가 관계가 크게 없는 분야라는 점에 공감하였다. 또한 내년 우주항공청 예산도 거의 하드웨어 구축 과제라는 점을 지목하면서 앞으로 우주항공청 관계자와 협의를 향후 극지분야 포함을 위한 노력이 필요하다고 제언하였다. 그리고 극지연구소의 위성정보 활용협의체 가입 추진과 함께 이를 위해 해양수산부(해양영토과) 설득이 필요하다고 하였다. 극지위성, 우주 생물, 남·북극 과학기지의 실증시험장 등 극지 관련 연구 주제를 하나로 묶은 큰 그림을 갖고 우주청과 협의하는 전략이 필요하다고 제안하였다. 그 밖에도 극지연구 계획을 천문(연)이나 항우(연) 정책 부서, STEPI 우주분야 전문가들과 공유하고 조직적이고 체계적 대

응을 요청하였다.

과기부 산하 우주항공청은 우주항공청 설치 및 운영에 관한 특별법이 2024년 1월에 제정되면서 이 법에 따라 같은 해 5월에 출범하였다. 출범 첫해 규모는 2024년 기준 293명의 인력과 7,600억 원의 예산으로 운영되었고, 2025년에는 27% 증액된 9,649억 원이 될 것이다. 현재 우주청 내 관련 사업이나 예산을 보면 극지와 관련된 분야는 없는 상황이다.

2024년 5월 발표된 우주항공청 정책 방향을 살펴보면 크게 '민간'이라는 단어와 '산업', '안보' 단어가 주목되는 요소이다. 정부는 우주개발을 민간 주도로 하겠다는 의지와 함께 산업화를 통한 국부 창출, 그리고 영토 안보뿐만 아니라 우주 안보까지도 포함하는 포괄적 안보를 지향한다는 점에서 우주청 운영 철학을 엿볼 수 있다. 이러한 철학이 근간으로, 연구재단을 통해 2024년 8월 발주된 우주항공청 주관 첫 기획과제 주요 내용을 살펴보면, 80억 원 규모로 우주탐사, 인공위성, 우주 수송, 항공 혁신, 정책연구 등 5개 분야의 25개 과제로 구성되었으며, 대부분 연구기관이 1년 이내, 총예산 10억 원 이내로 구성되었다.

2025년부터는 기획과제부터 실제 연구 사업 발주까지 우주항공청이 주관하게 되므로, 극지연구소는 우주청을 찾아가 설득하고 과제 수주를 할 수 있도록 노력해야 할 것이다. 그리고 극지 우주분야에서 개별 건보다는 대형화 사업을 추진하도록 연구소 차원의 대응이 요구된다. 끝으로 위성정보 활용협의체 가입 등을 통해 극지연구소가 위성 관련 협력을 확대할 수 있는 기반을 마련해야 한다.

(2) 북극항로 전망과 상업적 활용 대응 연구 방안

북극해운정보센터는 최적의 북극항로 예측부터 해운 관련 데이터 및 정보 수집과 업계 제공 등 많은 기술과 경험이 필요한 분야로, 그러한 기술과 경험을 보유한 그룹이 센터 운영해야 실질적으로 해운업계를 도울 수 있을 것이라는 의견이 지배적이었다. 또한 극지연구소와 이해관계가 있는 친환경쇄빙컨테이너선 사업 관련 정보 파악이 어느 정도 필요하다는 점이 제기되었다.

러시아는 북동항로 지원을 위해 원자력 쇄빙선 건조를 통해 쇄빙선단 규모를 확대하고 있으며, 로사톰사에 따르면 북극항로 해운 물동량은 2024년 7,000여만 톤에서 2035년 2억 7,000만 톤까지 증가할 것으로 전망된다. 특히 중국과 러시아 간 북극항로 컨테이너 화물 협력 독점을 추진하고 있다. 대표적으로 '러-중 철도-북동항로 복합 Arctic Express No.1. 서비스'이다. 로사톰 사와 중국 해운선사 뉴뉴시핑은 2024년 7월 NSR 경유 새로운 복합운송 루트인 이 서비스 라인 활용을 위한 조인트벤처를 설립했다. 이는 철도를 활용하여 모스크바부터 아르한겔스크까지 운송하고, 이어 아르한겔스크에서

중국 상해로 연결하는 컨테이너 노선과 아르한겔스크-발틱해 Ust Luga-상트페테르부르크로 이어지는 컨테이너 노선을 합하여 부르는 말이다. 이 노선은 2027년부터 4계절 상설화를 선언하였으며, 이를 위해 중국에 쇄빙 컨테이너선 건조 발주를 한 상태이다. 따라서 이대로 간다면 2027년부터 북극항로의 컨테이너 물류는 중국의 독점이 예상되므로, 우리나라 조선 및 해운업계의 대응이 필요하다. 그리고 이를 위해 극지연구소는 북극항해빙 예측 등의 과학연구 성과 기반의 실질적 서비스가 업계에 제공될 수 있도록 조치가 강구되어야 한다.

(3) 극지연구소 정책고객 관리 체계 개선 방안

보직자들은 정책고객 관리 체계 개선 방안에 대해 소내 관계부서에서는 개인정보보호가 강화되어 폴라넷에 해당 정책고객 정보를 공유하는 것은 문제가 있고, 이에 대한 법이나 규정 검토가 같이 이뤄져야 한다는 의견을 제시했다. 또한 뉴스레터를 발송시 정책고객으로부터 사전 동의를 받는 절차가 선행돼야 한다고 덧붙였다.

정책고객 관리 체계 개선 업무는 소내 특정 부서 주도가 아닌 다양한 부서가 함께 추진해야 할 작업이며, 다만 이처럼 다양한 부서가 참여하면 해당 부서는 동 개선 업무가 부서의 업무 우선순위에서 떨어지게 되어 관리 체계 개선의 추진 동력이 떨어질 수 있다는 우려가 제기되었다. 그래서 차선책으로라도 특정 담당 부서 지정이 우선되어야 한다고 제안되었다. 그리고 같은 그룹 내 전문가 중에서도 자문요청이나 회의 초청 등 집중 관리가 필요한 그룹인지 구분을 하는 작업도 병행되어야 할 것이라는 추가 의견이 제시되었다. 결국 2025년부터 소내 다수 부서가 협력하여 정책고객 관리 체계에 대해 장기 과제로 추진하기로 의견이 수렴되었다.

이 개선 방안 자료에서 확인할 수 있듯이, ‘정책고객 관리 매트릭스(matrix)가 개발되었다. 즉, 이 매트릭스의 세로축에는 정책고객 구분 리스트가 배치되었는데, 이는 △정부(해수부, 과기부, 외교부, 환경부, 국방부), 청와대, 국회, 우주항공청, 기상청 등 정관계 주요 기관과 △지자체(부산, 인천), △정내 외국공관 및 해외 협력 기관, △PAP 수행대학, 극지기술연구회 등 학회, 한국북극연구컨소시엄(KoARC) 회원(대학 등), △기타 대학/학회, △국립연구원(수과원, 조사원, 기상연), 출연연구기관(한국해양과학기술원, 선박해양플랜트연구소), 한국해양수산개발원 등 국책연구기관, 각 연구회, △극지연구소와 연구협력기관(항우연, 천문연, 건기연 등), △기타 일반 출연(연), △기업/단체(KoARC 회원, PIP 수행업체), 기타 일발 기업/단체 등 세부적 및 체계적으로 구분하였다. 그리고 매트릭스 가로축에는 주 활용 분야로, △기관경영/예산(R&D), △법/제도/정책, △국내 협력, △국제협력, △교육, △홍보/성과확산 등 6개 범주로 구분하였다. 또한, 해당 고객 구분 리스트 중 이 6개 범주에 해당 사항이 있는 셀에 표시하여 앞으로 6개 범주 중 극지연구소 관련 이슈가 도출될 때 해당 정책 고객군을 대상으로 자문, 또는 콘텐츠 생산 및 정보 공유 등의 구체적인 대응이 가능하도록 설계하였다. 물론 이 성과는

최종 결과물이라기보다 2025년부터 시작될 정책고객 관리 체계 개선 작업의 기초자료로 활용될 것이다.

두 번째로 6개의 주 활용 분야의 범주별로 소내의 산발적 정보 제공 수단을 재정리하였다. 이는 향후 고객 지향형 콘텐츠 제작을 위한 콘텐츠 간 통합 및 개선, 신규 콘텐츠 발굴을 위한 기초자료로 활용될 것이다. 끝으로 앞서 정책고객 구분 리스트별로 극지정책의 영향력(Y)과 극지 이해도(X) 간 정책고객 분포도를 작성하였다. 이는 원래 각 정책고객 그룹별로 설문조사를 통해 실제 이해도와 영향력을 측정하여 더 세밀한 분포도 작성이 필요하나, 이번 발표에서는 분포도 작성 방향과 활용방안을 제시한다는 의미에서 대략적인 위치를 선정했다. 그리고 향후 콘텐츠 및 정보 제공 등의 서비스를 통해 모든 그룹이 정책 영향력과 극지 이해도가 우상향하도록 노력해야 함을 보여주었다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있다. 여기서 실제 콘텐츠 제공을 통해 분포도 상의 그룹별 위치가 우상향 여부는 후속 연구에서 정책고객 설문조사를 통해 밝혀내야 한다.

(4) 인공지능(A.I.) 시대, 극지연구 활용방안

보직자들은 발표 후 토론에서 소내 KPDC를 발전시켜 A.I. 활용 강화 및 데이터 인식에 대한 개선이 필요하고, ChatGPT 등의 실질적 활용 측면에서 관련 소내 교육 강화를 요청했다. 또한 그리고 각 소내 연구사업에서 A.I.를 활용할 수 있도록 연구소에서 지원이 필요하고, 다만 아직 A.I.관련 부서를 조직하기에는 소내 인력 상황이 여의찮은 만큼 조직구성보다 활용 강화에 초점을 두기로 하였다. 그리고 이 같은 A.I. 관련 주제를 2025년 극지연구소 연구사업 재편에서 반영 여부를 검토하기로 하였다.

그리고 보직자들은 2025년 극지연구소 신규 인력 확보 시 A.I.전문가 채용도 검토할 것을 제안하였으며, NIA, NIPA 등에서 A.I. 관련해 많은 활동을 하고 있으므로, 타 기관 사례나 실적을 계속 파악하여 소내 공유가 필요하다는 점을 제시하였다.

공공기관이 생산하는 데이터는 연구자료, 행정 데이터, 공공데이터 등으로 나뉘는데 이중 일반 대국민 서비스하는 데이터인 공공데이터에 대한 A.I. 활용이 상대적으로 활발하며 이는 대통령 직속 디지털플랫폼 정부위원회가 주도하고 있다. 연구자료 활용에서는 예전에는 A.I.가 어떤 방식으로 결과를 처리했는지 인과관계 설명이 안 되었는데, 이제는 어느 정도 알 수 있다. (Explainable A.I.)

구체적 사례로 기상청은 태풍 관련 데이터를 확보할 때 배가 태풍이 갈 자리에 미리 가서 자료수집 부표를 설치하여 실시간 태풍 정보 및 자료를 수집하여 이 값을 수치예측 모델에 반영하는 데 2023년부터 예보 분석에 A.I.를 활용하고 있다. 그래서 데이터를 넣으면 4분 만에 결과를 생성하여 태풍의 눈의 위치를 예측하는 데 활용된다. 현

재 해양수산부 산하에 기관 간 A.I.활용성 증대를 위해 Sea A.I.포럼이 2024년 10월 창립되었고, 한국해양수산개발원(KMI)이 사무국을 맡고 있다. 극지연구소는 이 포럼에 가입하여 활동할 것을 제안한다. 그리고 해양수산부(KIMST)가 발주하고 한국해양과학기술원(KIOST) 해양 빅데이터 AI 센터와 한국해양수산개발원(KMI)이 공동 수행하는 '생성형 A.I.기반 해양수산 산업 기술 개발 및 기반 구축 로드맵 연구'가 2025년 4월까지 수행된다. 이 사업을 통해 해양수산부는 생성형 A.I.기술을 해양수산분야에 활용을 모색하고 과제도 발굴할 예정이다.

해양수산부는 이 과제를 통해 극지연구소를 포함한 산하 출연연구기관의 연구성과 분석 등에도 A.I.를 활용할 계획이므로, 극지연구소는 앞으로 이러한 정부의 정책 방향에 대한 대응이 필요하다. 덧붙여 원자력연구원에는 생성형 A.I.기반으로 인트라넷에서 행정문서 작성이나 출장 신청 등을 지원하는 서비스를 준비 중이다. 그리고 ChatGPT 등을 소내에 적극 활용하고 있다. 극지연구소도 앞으로 이러한 변화에 대응해야 한다.

4. 참고자료

붙임 18. 1차 집담회 발표자료
붙임 19. 2차 집담회 발표자료
붙임 20. 3차 집담회 발표자료(1편)
붙임 21. 4차 집담회 발표자료(2편)

KOPRI 극지연구소

제3절 국내·외 과학기술계 관계자 대상 전문가 자문

1. 개요

극지연구소는 지난 극지연구의 주요 성과를 점검하고 정부정책과의 연계성을 강화하기 위한 전문가 자문을 진행하였다. 자문을 통해 연구소의 장기 발전 방향을 수립하는데 필요한 정책적 시사점을 도출하고, 극지 연구의 지속적인 발전을 위한 전략을 모색하는 것을 목표로 하였다.

이를 위해 외부 정책 전문가들과의 업무 협의를 통해 극지 분야 주요 성과와 정부정책 간 연계성 강화 방안을 논의하였으며, 연구소 주요 현안에 대한 전문가 면담과 자문을 청취하였다. 특히, 차세대 쇄빙연구선 건조 추진을 지원하기 위해 사업 진행 현황을 점검하고, 정부정책과의 연계 방안을 집중적으로 검토하였다. 주요 자문 내용으로는 ▲극지정책자문위원회 운영 개선방안, ▲차세대 쇄빙연구선 건조비 확보 방안, ▲지역 R&D 클러스터 추진 방안, ▲미국 트럼프 행정부 2기 집권에 따른 영향력 분석과 대응방안 등이 포함된다.

2. 추진경과

서면 자문은 미답지연구 및 미래 연구 분야 개척, 연구비 예산 확보 전략, 신규 사업 발굴을 위한 연구 참여부처 확대 방안 등 연구소의 장기적 발전 방향을 모색하는 데 중점을 두었다. 또한, 연구개발계획서 작성 및 연구팀 구성 전략, 부처별 연구개발사업 대응과 R&D 예산 확보 방안, 극지 연구를 위한 과학기지 구축 및 연구 인프라 공동운영 방안 등을 논의하며 연구소의 연구 역량 강화를 위한 실질적 방안을 도출하였다. 박영일 전문가와는 극지정책자문위원회 운영 개선 및 지역 R&D 클러스터 추진 방안 등에 대한 심층적인 자문이 이루어졌다. 이 외에도 미국 트럼프 행정부의 2기 집권에 따라, 그로 인해 미국 내외적으로 발생할 수 있는 파급효과와 영향 분석을 위해 국내외 전문가들을 통해 대응방향을 모색하였다.

대면 자문에서는 극지 분야 주요 성과와 정부 정책 간 연계성 강화 방안을 검토하였다. 특히 최근 연구소 차원에서 현안 사항인 차세대 쇄빙연구선 건조 추진과 관련하여 사업 진행 현황을 점검하고 정부정책과의 연계 강화할 수 있는 전략을 논의하였다.

3. 전문가별 자문 내용

정책개발실에서는 사업 수행 기간 8명의 국내외 전문가를 통해 18건의 의견을 청취하였다. 특히 현 정부의 과학기술계 혁신 방향과 이에 대한 대응 방안 마련, 기관 운영 차원에서 대내외 환경에 유연하게 대응하기 위한 극지정책자문위원단 구성, 미국 트럼프 행정부 출범에 따른 북극연구와 협력 전망과 이에 대한 대응방향 등에 분야별 전문

가들의 의견을 청취하였다. 전문가별 자문 주제 현황은 아래 [표-09]와 같다.

[표-09] 전문가별 자문 주제

구분	전문가	자문 주제	활용기간
서면 자문	홍OO	• 미답지 연구와 미래 연구분야 개척(국제협력 포함)	2024.03.
		• 사전 기획과 연구비 예산 확보 전략	2024.04.
		• 신규 사업 발굴을 위한 연구 참여부처 확대 전략	2024.05.
		• 기존의 부처 수탁사업 현장 점검과 다부처 사업 확대 전략	2024.06.
		• 극지연구 전문 인력 양성과 유관기관 협력 방안	2024.07.
		• 연구개발계획서 작성과 연구팀 구성 전략	2024.08.
		• 부처별 연구개발사업 대응과 R&D예산 확보전략(1)	2024.09.
		• 부처별 연구개발사업 대응과 R&D예산 확보 전략(2)	2024.10.
		• 극지 연구를 위한 과학기지 구축과 연구인프라 공동운영 방안	2024.11.
		• 극지연구소 개소 20주년과 미래 전망	2024.12.
	박OO	• 극지정책자문위원회 운영 개선 방안 • 지역 R&D 클러스터 추진 방안	2024.12.
	배OO	• 미국 트럼프 2.0 출범에 따른 북극협력 전망과 대응	2025.02
	라OO	• 트럼프 2기 행정부 북극정책의 변화 예상	2025.01
	Evan B.	• Expectaitons for Arcticc policy in the second Trump Administration	2025.01
	Mads F.	• The Impact of President Trump on the Arctic: Insights from the Arctic Economic Council	2025.01
	Heather C.	• Prospects for Arctic Policy Developments and International Cooperation in a Potential Second Trump Administration	2025.01
대면 자문	송OO	• 극지 분야 주요 성과와 정부정책 간 연계성 강화 방안	2024.04.
		• 차세대 쇄빙연구선 건조와 정부정책 간 연계성 강화 방안	2024.06.

4. 주요 성과 및 성과 활용

전문가별 자문 내용은 사안별 특성과 민감성을 고려하여, 자문 내용은 보고서에 반영하지 않았다. 관련 자문 내용들은 연구소 현안에 대한 대응방안 수립과 향후 기관 운영 방향 설정 시 활용하였다.

연구소 차원에서 주요 현안 사항 중 하나였던 차세대 쇄빙연구선 건조 추진과 관련하여 사업 진행 현황을 점검하고, 정부정책과 연계 강화 방안과 더불어 주무 부처와 협업을 통해 사업비 문제 등 현안을 해결하는 방안을 모색하였다.

기관 차원에서 가변적이고 다원적인 대내외 환경변화에 맞춰, 기민한 대응하기 위해 기존 협의체 방식의 극지정책자문위원회를 극지정책자문단으로 개편하여, 유연하고 탄력적으로 활용할 수 있게 하였다. 또한 정부정책 간의 연계성 강화의 하나로 연구소 역할과 책임(R&R)의 재개정과 연구소 소재 지역거점 내 협력 확대 방안 마련을 위한 방향성을 도출할 수 있었다.

대내외적으로 미국 트럼프 행정부의 2기 집권에 따라, 그로 인해 미국 내외적으로 발생할 수 있는 파급효과와 영향 분석을 위해 국내외 전문가들을 통해 대응방향을 모색하였다. 이러한 자문 과정을 통해서 연구소의 주요 연구 과제가 정부정책과 조화를 이루며 효과적으로 추진될 수 있도록 정책적 지원방안을 모색하는 데 주력하였다.

5. 참고자료

국내외 전문가들의 자문내용은 내용의 특성과 민감성을 고려, 보고서에 첨부치 않음

KOPRI 극지연구소

5장 연구소 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략

제1절 극지연구소 시그니처 미션 수립

1. 개요

최근 출연(연)의 성과에 대해 국민 체감도와 인지도가 낮다는 문제점이 제기되었다. 이에 급변하는 연구환경과 사회 현안을 반영하고 극지연구소의 고유역할을 담고 있으며 국민에게 더 가까이 다가갈 수 있는 시그니처 미션의 수립 필요성이 제기되었다.

2. 추진경과

먼저 극지연구소에 대한 국민의 인식과 역할을 파악하기 위해 대국민 설문조사를 실시하였으며 약 일주일(2024.02.26.~03.04)에 걸쳐 설문이 진행되었다. 설문조사 결과 총 1,768건의 응답 자료가 취합됨에 따라 해당 자료를 바탕으로 분석을 진행하여 연구소에 대한 대국민들 인식을 분류하였다. 그 결과 국민의 인식은 ① 기후 변화, 위기를 해결하고 미래를 대비하는 개척자 ②극지에 관한 연구, 도전, 탐구를 계속하는 모험가 ③자연과 공존, 생태계 보호, 영토 보호 ④지속 가능한 미래 준비, 미래 전략(자원, 가치 창출)으로 분류할 수 있었다.

KOPRI 극지연구소

인식 조사를 통해 도출한 4가지 주제와 R&R, 사명 등 기관의 정체성을 반영하여 극지연구소 시그니처 미션 문구(안) 후보 3건을 도출하였으며(1안:극지연구소, 극한의 환경을 미래의 기회로 만드는 게임 체인저/ 2안:지구의 끝에서 대한민국의 위기를 해결하고 미래를 준비하는 개척자/ 3안: 우리의 소중한 일상을 지키고, 변화시키는 극지연구소) 이후 소내 공청회를 통해 3건의 문구에 대한 의견을 취합하였다. 공청회에서는 기존 후보안의 문구를 문장 형태로 바꾸는 점을 제안받아 해당 문구들을 문장 형태로 수정하였으며 이후 소내 검토를 통해 3건의 문구 중 2건을 선별, 문구 수정 작업을 추가 진행하였다.

내부 검토를 통해 1건의 문구(극한의 공간에서 미래로 나아갈 길을 찾다)가 시그니처 미션 대표 문구로 선별되었다. 이후 문구 수정 작업과 함께 인포그래픽 작업을 진행하였다. R&R, 극지연구소의 6개년 연구사업 등을 비교 분석하여 시그니처 미션 문구와 연계 할 수 있는 연구사업을 선별하였고 R&R과 연구 내용을 함께 시각화할 수 있는 인포그래픽 디자인을 구성하였다. 마지막으로 외부 전문가 활용을 통해 인포그래픽에 포함된 내용과 윤문에 대한 자문을 진행했으며 자문 내용을 바탕으로 최종 수정 작업을 진행하였으며 최종 내부 검토를 통해 시그니처 미션과 인포그래픽을 도출할 수 있었다.

대국민 설문조사를 통한 초기자료 취합 이후 총 6차례에 걸친 극지연 내·외부 검토

를 통해 시그니처 미션(안) 및 인포그래픽 도출하였다. 시그니처 미션에는 연구환경과 사회 현안, 그리고 연구기관의 고유역할을 담아야 했기에 기관 R&R 과 연계할 수 있는 연구사업을 선별하였고 해당 내용을 인포그래픽에 포함하고자 하였다. 이 과정에서 연구소에서 진행하고 있는 과제 중 기관의 역할을 대표할 수 있는 내용을 선별하는 과정과 시그니쳐 미션 문구를 표현하는 과정에서 이견이 있어 업무 진행해 어려움이 있었다. 이에 대국민 설문조사에서 나타난 ‘국민이 생각하는 기관의 이미지/역할’과 기관의 R&R을 업무의 가장 중요한 기준으로 삼아 내용 구성의 방향성을 정립하였다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

극지연구소의 고유역할과 임무 특성을 반영하여 ’극지에서 미래로 나아갈 길을 찾다’라는 목표하에 R&R과 연계한 총 4개의 시그니처 미션을 도출하였다. 또한 이를 시각적으로 전달하기 위한 인포그래픽 제작하였다. 사회 현안에 대응하는 극지연구소의 모습을 보여줌으로써 기관에 대한 대국민 인지도를 제고하고 극지연구소가 추구하는 가치와 역할, 정체성을 제시하였으며 도출된 자료(시그니처 미션, 인포그래픽 자료)는 향후 연구사업 수립 및 관련 정책 수립 시 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 참고자료

붙임 22. 극지연구소 시그니쳐 미션 수립 결과 보고
붙임 23. 극지연구소 시그니쳐 미션 인포그래픽

KOPRI 극지연구소

제2절 극지연구소 R&R 중점 추진 전략 수립

1. 배경 및 필요성

극지연구소는 2019년 정부 R&D 개선방안의 일환으로 극지연구소의 본연 역할과 임무(Role & Responsibility)를 정립하고, 이에 따라 연구소 기본 연구사업을 구성하여 운영하고 있다. 극지연구소의 R&R은 국가의 핵심 연구기관으로서, 수행 중인 R&R을 바탕으로 국민이 공감하는 R&R로 확장하고, 자율적으로 ‘해야 하는’ 연구를 정립하는 기준이 되었다.

R&R은 크게 역할과 책임으로 구성되며, 역할은 미래를 개척하고 국민과 사회에 이바지하기 위한 과학기술 출연연구기관의 중장기적 역할을 정립하는 것으로서, 기관의 존재 이유와 목적을 사명 선언문으로 제시하게 되어 있다. 책임의 경우 국가 과학기술 분야 전체 관점에서 기관이 수행해야 하는 명확한 역할을 자율적으로 설정하고 이에 대한 책임성을 부여하는 것이다.

R&R은 각 연구기관의 특성과 그를 둘러싼 대내외 환경에 따라 5년 주기별로 내용을 재정립하고 보완할 수 있게 되어 있다. 극지연구소 R&R의 경우 2019년에 수립하여, 2020년 3월부터 운영했으며, 국제적으로 코로나19 감염병의 팬데믹으로 인한 영향, 러시아-우크라이나 전쟁으로 인한 국제사회의 블록화, 인공지능기술의 출현과 비약적 발전, 그리고 기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률의 제정, 국내 과학기술계의 재편 등이 이뤄지면서, 극지연구소 R&R 또한 대내외적인 환경에 맞춰 변경이 필요한 시점이다.

이러한 배경 아래에, 이번 정책연구사업에서는 극지연구소 R&R 중점추진전략 수립을 위한 첫 단계로, 1)국내외 환경변화, 2)연구소 정관과 현재 R&R간의 연계성에 대한 검토, 3)해양수산부 직할 출연연구기관들(한국해양과학기술원(KIOST), 선박해양플랜트연구소(KRISO))과 비교를 통해, R&R 보완 시 고려해야 할 사항 등을 중점적으로 검토하였다.

2. 주요 검토사항

1) 대내외 환경 변화

극지연구소 R&R 수립 이후 대내외적으로 많은 환경변화가 있었다. 코로나19 감염병의 확산과 유행으로, 극지 과학연구는 연구사업 축소·취소·연기 등으로 기존에 계획했던 사업의 추진과 성과 달성에 어려움이 있었다. 또한 코로나19 팬데믹 상황을 거치면서, 극지과학연구에 있어서의 인공위성 등을 활용한 원격 관측, 무인 및 자동관측, 스페이스 엑스의 지구 저궤도 위성 통신, 인공지능 등 새로운 기술이 극지과학연구에 확산하는 계기가 되었다.

국내적으로는 극지활동진흥법의 제정과 관련 법령의 시행에 따라, 우리나라의 남북극 활동을 아우르고, 과학연구를 비롯한 다양한 활동을 촉진하는 법적 기반으로 마련하게 되었다. 또한 극지활동진흥법에 따라, 극지연구소는 남·북극 현지의 극지현장기반시설(인프라)의 설치·운영 업무 위탁기관으로 지정되었다. 2024년에는 기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률이 시행됨에 따라, 극지연구소로서는 극지 기후변화 감시 및 예측 역량을 더 확대할 수 있는 기반이 조성되었다.

2) 극지연구소 정관과 현재 R&R간의 연계성 검토

한국해양과학기술원의 정관 제50조에 부설 극지연구소의 기능은 모두 7가지로 구성되어 있으며, 1)극지와 관련 지역에서의 기초 및 첨단응용과학 연구, 2)극지인프라(남·북극과학기지, 쇄빙선 등) 및 해외지원사무소의 운영과 연구 활동 지원, 3)극지과학기술 정책 및 제도 연구, 4)국내·외 관련기관과의 대외협력 및 우수 전문인력 양성, 5)국내 학·연·산 극지연구 프로그램의 개발 및 시행, 6)극지활동에 관한 대국민 홍보, 7)전 각호의 부대업무 및 연구소 설치 목적에 부합되는 업무 등으로 기술되어 있다. 한국해양과학기술원 정관은 아래 [표-10]과 같다.

[표-10] 한국해양과학기술원 정관 상의 부설 극지연구소의 기능

제50조(부설 연구소의 설치) ① 남.북극관련 과학기술에 대한 국가전략의 수립과 극지연구 전문기관으로서의 역할 수행을 위하여 부설기관 으로 극지연구소를 두며, 기능은 다음 각 호와 같다.

1. 극지와 관련지역에서의 기초 및 첨단응용과학 연구
2. 극지인프라(남·북극과학기지, 쇄빙선 등) 및 해외지원사무소의 운영과 연구 활동 지원
3. 극지과학기술 정책 및 제도 연구
4. 국내·외 관련기관과의 대외협력 및 우수 전문인력 양성
5. 국내 학·연·산 극지연구 프로그램의 개발 및 시행
6. 극지활동에 관한 대국민 홍보
7. 전 각 호의 부대업무 및 연구소 설치 목적에 부합되는 업무

[표-11]과 같이 현재 한국해양과학기술원의 정관 상의 기능과 극지연구소의 R&R 내 상위역할(4개 분야) 간에 연계성을 살펴보면, 상위역할 1과는 정관 제50조 1호와 연계된다. 상위역할 2의 경우 정관 제50조 1호와 4호와 연계된다. 상위역할 3의 경우 정관 제50조 1호와 5호 등이 연계된다. 상위역할 4의 경우 정관 제50조 2호와 6호 등이 연계된다. 하지만 정관 제50조의 기능 중, 3호인 극지과학기술 정책 및 제도 연구 부분은 현재 극지연구소 R&R에서는 직접적인 연계성이 확인되지 않음을 알 수 있다.

[표-11] 극지연구소 R&R 상위역할과 정관상의 관련 기능간 연계성

상위역할	정관상 관련 임무
상위역할 1. 기후변화에 의한 극지환경 변화 감시와 원인 규명 극지의 생태계, 자원, 공간 등에 대한 관측 및 감시를 통해 기후변화에 의한 환경변화 관련 자료 축적 및 원인 규명	1. 극지 기초 및 첨단응용과학 연구
상위역할 2. 극지역 온난화가 초래하는 국가 사회문제 해결 극지역 환경 관측을 활용하여 기후변화에 따른 기상재해·해수면 변동 등을 예측하며, 한반도 영향에 대한 해결책 마련	1. 극지 기초 및 첨단응용과학 연구 4. 국내외 관련기관의 대외협력 및 우수 전문인력 양성
상위역할 3. 극지연구 신성장 동력 및 실용화 성과 창출 극저온 환경을 활용한 극지 바이오 및 환경 신소재 개발과 극한 환경 장비기술 고도화를 통한 극지신성장 동력 확보	1. 극지 기초 및 첨단응용과학 연구 5, 국내 학·연·산 극지연구 프로그램 개발 및 시행
상위역할 4. .극지 미답지(과학영토) 개척 및 탐사기술 개발 극지의 미발굴 연구분야 및 미답지 개척을 통해 국가 위상을 제고 및 필요한 기술 연구 수행	2. 극지 인프라 운영 및 연구활동 지원 6. 극지활동에 관한 대국민 홍보

KOPRI 극지연구소

3) 해양수산부 직할 출연연구기관들과 R&R 비교 분석

해양수산부 기할 출연연구기관은 한국해양과학기술원(이하 KIOST), 극지연구소(이하 KOPRI), 선박해양플랜트연구소(이하 KRISO) 등 3개 기관임에 따라, KOPRI-KIOST-KRISO 기관의 R&R(기관의 사명, 역할, 목표와 가치 등)에 대한 비교 분석과 더불어, 한정된 자원을 활용한 혁신적인 연구 결과 도출을 위해 기관별 자원과 전문성을 최대한 활용할 수 있는 협력연구 분야에 대한 검토 또한 추가로 시행하였다.

KOPRI-KIOST-KRISO의 R&R과 연구사업 임무 유형에 대한 비교 분석을 통해 기관별 특성 및 보완 필요 분야를 식별하였다. 기관별 특성으로는 KOPRI는 극지 지식 창출과 활용을 통한 국가 및 글로벌 현안 해결, 국익을 확보하여 극지에 대한 국내외 영향력을 확대하는 것을 기관의 역할로 삼고, 극지 연구를 통해 기후 변화의 영향을 분석하고 사회 현안 해결하고자 하고 있다. KRISO는 선박해양공학 기술혁신을 선도하여 국가와 사회의 현안을 해결하고 글로벌 해양강국 실현에 이바지하는 것을 기관의 역할로 하며 기술혁신과 안정성 개선을 중심으로 선박 및 해양 플랜트 기술 개발 및 국가 해양 산업 경쟁력 강화에 중점을 두는 구조를 갖추고 있다. KIOST는 해양과학 탐구와 원천 융합기술 개발로 국민의 행복 증진과 미래 해양 가치 창출하는 것을 기관의 역할로 삼고 있으며 연구 분야는 해양자원과 생태계 관리를 중심으로, 해양 연구 전반에 걸쳐 있고 해양 환경 및 생태계 위기에 대한 솔루션 제공을 목표하고 있다.

[표-12] 연구사업 임무 유형별 비교

연구사업 임무 유형*	KOPRI R&R				KIOST R&R					KRISO R&R			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
기초·미래선도	■	■			■	■							
산업화			■			■	■			■	■		
공공·인프라				■			■	■			■	■	■
정책연구·지원									■				

각 기관의 역할과 연구사업 분석과 시행을 통해, 각 기관 간 연구 중첩 분야를 발견하고 협력 연구 분야를 제안할 수 있었다. KOPRI-KIOST 간 관계에서는 세 개의 연구 중첩 분야를 알 수 있었다. 첫 번째는 기후변화 진단 및 예측 분야로 극지의 기후 변화가 한반도에 미치는 영향을 예측하는 연구와 연계하여 극지-한반도 연계 예측 시스템 구축 연구를 제안하였다. 두 번째는 극한지 해양생물 자원 분야로 KIOST의 북서태평양 생물 자원 확보 및 활용 기반 연구와 연계하여 해양 바이오 개발 연구 및 해양생물 표본 지도 확보 가능한 부분을 제안하였다. 세 번째로 해양 탐사 장비와 위성 활용 분야에서는 KIOST의 사물인터넷 Internet of Extreme Things (이하 IO ET) 통신 기술 개발과 해양 무인 시스템 실증 시험·평가기술 구축을 극한지 탐사와 연계할 수 있었으며 이 밖에도 해양 위성 개발과 연계하여 극지를 대상으로 한 위성 탐사 연계 연구를 제안할 수 있었다. KOPRI-KRISO 간의 연구 중첩 분야에서는 해양 통신·탐사 장비 개발이 포함되며 KRISO의 극지 빙저환경 항법 기술 개발 및 인공지능 기반 객체 탐지 기술이 KOPRI의 남극 빙저환경 및 내륙 탐사 관련 연구와 연계할 수 있음을 알 수 있었다. 마지막으로 KOPRI-KIOST-KRISO 간의 협력 과제 후보로는 KRISO의 신기술을 기반으로 KIOST와 KOPRI의 연구 연계 분야 중심으로 협력 과제를 도출하는 방향을 제안할 수 있다. 기후변화 대응을 위해 해양 통신·탐사 신기술을 활용한 극지 해양환경 생태계 변화 진단과 한반도 해양 기후 상세 전망 제시, 스마트 해양 장비와 로봇 기술을 활용한 남극 극한지 탐사, KRISO의 쇄빙선박 성능 향상 기술과 KOPRI의 차세대 쇄빙선 개발 연계를 통한 KIOST의 해양 위성 산출물 연구 활용 등을 제안할 수 있다.

KRISO는 기관의 특성에 맞춰 연구 및 역할(R&R)과 연구사업을 산업화 및 공공 인프라 분야에 집중하여 구성되었다. 반면, KIOST는 모든 분야를 포괄할 수 있도록 연구사업의 임무와 R&R을 구성하고 있고 해양공간 통합 관리와 해양 분야의 법·정책 대응력 강화를 목표로 정책 및 연구 지원의 임무 유형을 R&R과 연구사업에 반영하고 있는 것으로 나타났다. 이에 반해 KOPRI의 경우 남북극 현장에서 과학기지와 쇄빙연구선 등의 기반 시설을 운영하고 있지만, 현재의 R&R은 연구사업 임무 위주로 구성되어 있어 공공 인프라 내용이 부족함을 확인할 수 있다. 현행 극지연구소 R&R에는 미답지 탐사와 극지 현장 인프라의 안정적 유지와 관리를 위한 아이템 등이 제한적으로 반영되어 있다. 하지만 극지연구소가 극지 첨단과학기반시설(인프라)의 운영기관으로서 임무를 수행하는 만

큼, 현행 R&R에 이에 대한 추가적인 보완이 필요함을 확인하였다. 또한 KOPRI는 극지 관련 법률, 법정 기본계획(남극연구활동진흥기본계획, 극지활동진흥기본계획, 기후변화감시예측법에 따른 기본계획 등) 및 국제 협의체 대응 등의 정책연구 지원 업무를 수행하고 있음에도 불구하고 이러한 내용이 R&R과 연구사업에 반영되지 않고 있어 이 부분에 대해 향후 논의가 필요한 것으로 나타났다.

3. 향후 조치 사항

지금까지 살펴보았듯이, 극지연구소의 R&R 수립 이후 국내외적으로 극지연구 환경의 많은 변화가 나타났음을 확인할 수 있었다. 또한 유사 업무 분야의 출연연구기관들과의 R&R 비교 분석을 통해, 일부 보완 및 수정 수요 또한 확인할 수 있었다. 이번 사업을 통해 확인한 사항들을 바탕으로, 다음 정책연구사업에서는 현행 R&R에 대한 보완과 수정 등을 진행해야 한다.

4. 참고자료

붙임 24. (해양수산부 고시) 제2023-43호 극지활동 진흥법 위탁 업무에 대한 수탁기관 지정 고시
붙임 25. (해양수산부 고시) 제2023-58호 극지활동 기반시설 안전관리지침 제정
붙임 26. KOPRI · KIOST · KRISO R&R 검토결과 보고

KOPRI 극지연구소

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

6장 극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응

제1절 제46차 남극조약협의당사국회의(ATCM)

1. 개요

남극조약협의당사국회의(이하 ATCM)는 남극조약에 따라 남극 내 과학연구 등을 포함한 극지활동의 현황과 관리 방안을 논의하는 정부 간 연례 회의다. 제46차 ATCM은 2024년 5월 20일부터 30일까지 인도 코치에서 개최되었다.

[표-10] 남극조약 체제(Antarctic Treaty System) 개요

ㅇ 남극조약(Antarctic Treaty)
- 남극지역의 평화적 이용, 과학적 조사에 대한 국제협력 및 조화 도모, 영유권 주장 동결 등을 목적으로 관리체제 마련을 목적으로 하는 국제조약
- 환경보호, 해양생물보존, 광물탐사 금지 등 각 분야별로 체결한 총 5개의 조약이 하나의 국제레짐을 형성

ㅇ 관련 조약(우리나라 가입 순)
- 남극해양생물자원보존협약('85.4. 가입)
- 남극조약('86.11. 가입) 및 남극조약협의당사국 지위 획득('89.10.)
- 남극조약환경보호의정서('98.1. 가입)
- 물개보존협약('72.2. 채택, 미가입)
- 남극광물자원활동 규제 협력('88.6. 채택, 미발효)

KOPRI 극지연구소

한국은 '환경보호에 관한 남극조약의정서'의 이행, 남극조약 지역에서의 관광 및 비정부단체 활동의 규제, 남극조약에 따른 남극 환경 감시, 과학연구활동, 정보교환뿐만 아니라 남극조약 체제의 관리와 운영과 관련된 제반 사항에 대한 각국의 견해 및 국제 동향을 파악하고, 주요 의제에 대해 우리나라의 입장이 반영될 수 있도록 문서와 발언의 형태로 논의에 참여하였다.

2. 추진경과

극지연구소는 다음의 총 13개 문건(4개 단독, 9개 공동)을 준비하여 회의 개최에 앞서 사전 제출하였다.

ㅇ (CEP 6건) ASPA171 관리계획(WP030), ASPA150 관리계획(IP022), 외래종 각다귀(IP125), HPAI 모니터링(IP126), POLEMP 사업(IP078), 포식동물 모니터링 사업(IP014)
ㅇ (WG1 1건) 교육홍보 회기간 그룹 활동(WP029)

ㅇ (WG2 6건) HPAI 방지조치(IP127), 남극반도 인프라 최적화(IP051), Antarctica InSync 사업(IP091), AFoPS 20주년 활동 소개(IP128), 한국 프로그램 협력활동(IP129), 코로나19가 연구자들에게 미친 영향(IP012)

분야별로 효율적 논의를 위해, 주제별로 총 3개의 작업반(working group)을 구성하여 회의를 진행하고 있다. 작업반1(이하 WG1)에서는 정책・법・제도 분야, 작업반2(이하 WG2)에서는 인프라운영・과학연구・남극관광 분야, 작업반3(이하 WG3)에서는 남극관광 프레임워크 개발에 대한 논의가 주를 이뤘다. 아울러 ATCM 기간에는 남극환경 관리를 위한 회의인 환경보호위원회(CEP)를 별도로 운영한다. 극지연구소는 상기 회의에 정부대표단으로 참석하였다.

3. 주요 논의사항

현재 미발효 상태의 3개 조치에 대한 논의가 이뤄지며, 환경보호의정서 6부속서 비준 여부와 국내 절차를 진행 중인 국가들의 경과(국내법 정비, 국회 동의 여부, 보험 및 기타 재정적 보증 도입 방안 등)에 관한 정보의 공유가 이루어졌으며 신속한 발효를 위한 각국의 비준이 독려 되었다. 미발효 상태의 조치 내용은 아래와 같다.

ㅇ 조치4 (2004): 관광 및 비정부활동 관련 비상조치 마련
ㅇ 조치1 (2005): 제6부속서(배상책임)
ㅇ 조치15 (2009): 크루즈선 승객의 남극 하선

KOPRI 극지연구소

아울러 남극 관광도 새로운 주제로 떠올랐으며, 국가관할권 이원 지역 해양생물다양성 보전 및 지속 가능 이용(이하 BBNJ) 협정이 서명되는 시점에 맞춰 BBNJ 협정을 인정하고 남극조약 체제와 권한을 공고히 하려는 논의도 시작되었다. 그 외 캐나다와 벨라루스의 협의당사국 지위 부여에 대한 합의가 이뤄지지 않았으며, 황제펭귄 남극특별보호종 지정 무산 등의 주제가 논의되었다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

우리나라는 제46차 남극조약협의당사국회의(ATCM46) 및 환경보호위원회(CEP26)에서 총 13개 문건(단독 4건, 공동 9건)을 제출하고, 이에 대한 발언 기회를 적극적으로 활용하여 소정의 성과를 거두었다. 그러나 제출된 의제들이 당사국들의 높은 지지를 끌어내기에는 우선순위가 낮거나 파급력이 강한 주제가 아니라는 점은 아쉬움으로 남았다. 앞으로는 소내 관계부서를 식별하고, MYSWP에 부합하는 활동을 독려하며, 회의 문건화를 위한 사전 협의를 통해 개선할 필요가 있다.

이번 회의에서는 BBNJ 협정과 남극조약 체제의 권한 재확인 논의도 진행되었다. 애

초 목적은 BBNJ 협정을 인정하고 남극조약 체제의 권한을 공고히 하려는 것이었으나, 협정 서명을 독려하는 국가들과 BBNJ가 기존 조약과 충돌한다고 주장하는 러시아 간 의견 대립으로 인해 다음 회의에서 재논의될 예정이다. 이에 따라, 우리나라의 입장을 정리하고, 외교부가 차기 회의에서 명확한 의견을 개진할 수 있도록 준비가 필요하다.

캐나다와 벨라루스의 협의당사국 지위 부여와 관련해서는 국제 정세로 인해 합의가 이루어지지 않았다. 공식적으로는 남극 프로그램 부족이 이유로 제시되었으나, 벨라루스의 경우 러시아-우크라이나 전쟁 관여 문제로 가입이 반대되었다. 캐나다는 2023년 남극 인프라 공동 활용 가능성을 비공식적으로 타진한 바 있어, 향후 극지연구소와 캐나다 극지 프로그램 간의 인프라 협력과 문건 공동 제출을 통해 협력 가능성을 확대할 필요가 있다.

한편, ATCM은 배상책임에 관한 환경보호의정서 제6부속서를 비롯해 관광 관련 미승인 조치들에 대한 점검을 진행하였으며, 한국은 아직 이를 승인하지 않은 상태이다. 이에 따라, 외교부는 법령 개정 필요성을 인지하고 관계 부처 회의를 소집할 예정이며, 연구소 역시 이에 대한 입장 정리 및 대응 방안을 마련할 필요가 있다.

2025년 ATCM47은 이탈리아 밀라노에서, 2026년 ATCM48은 일본 히로시마에서 개최될 예정이다. 차차기 개최국으로서 한국의 역할과 발언 소요를 검토해야 하며, 회기 간 신임 사무국장 및 워킹그룹 의장 후보 선임, 관광 규제 및 CEP/SC-CAMLR 공동 워크숍 참석 여부도 고려할 필요가 있다.

이 외에도 황제펭귄의 남극특별보호종 지정이 중국과 러시아의 반대로 무산되었으며, 2025년 CEP에서 재논의될 예정이다. 또한, ATCM은 추가 예산 확보를 위해 일부 국가의 분담금 카테고리 변경을 고려하고 있으며, 한국의 남극활동 확대에 따라 분담금 인상 가능성이 있으나 연구소 예산에는 직접적인 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다.

향후 남극 거버넌스 체계에서 우리나라의 위상을 강화하기 위해서는 의제 설정과 발언 확대를 통해 적극적으로 의견을 개진하고, 국제협력 전문가 양성 등 국제협력 지원 대응 체계를 마련하는 것이 필요하다. 이를 위해 연구소는 과학 연구 및 인프라 운영 성과를 바탕으로 이슈를 발굴하고, 이를 의제 문서화하여 실질적인 영향력을 확보할 수 있도록 지속적인 노력이 요구된다.

5. 참고자료

붙임 27. 국외출장귀국보고서(2024년 제46차 ATCM)
붙임 28. 2024년 제46차 ATCM 주요 논의결과(요약)
붙임 29. 2024년 제46차 ATCM 디브리핑(보고)

제2절 남극연구과학위원회(SCAR) 주요 논의동향

1. 개요

남극연구과학위원회(SCAR) 주요 논의 동향은 글로벌협력실의 국외출장보고서의 내용을 재구성하였다. 2024년에는 남극연구과학위원회(SCAR)에서 주최하는 제11차 남극연구과학위원회(SCAR) 전체 총회(open science conference)가 개최되었다. 이 행사는 2024년 8월 19일부터 8월 23까지 총 5일간에 걸쳐 개최되었으며, 미국・영국・독일・칠레・호주 등 주요 남극연구국가를 비롯하여 55개국에서 1,000여 명 이상의 참가하였다. 전체 총회 이후 남극연구과학위원회 대표단 회의가 8월 25일부터 28일까지 4일에 걸쳐 개최되었다.

2. 추진경과

2024년 남극연구과학위원회 행사는 크게 제11차 SCAR 학술대회(Open Science Conference)와 남극연구과학위원회 대표자 회의(SCAR Delegates Meeting)로 개최되었다. 예년과 달리 제11차 SCAR 학술대회(Open Science Conference)는 칠레 푸콘에서 개최되었으며, 학술대회 이후 남극연구과학위원회 대표자 회의(SCAR Delegates Meeting)는 칠레 푼타 아레나스에서 개최되었다.

제11차 SCAR 학술대회(Open Science Conference)에는 SCAR 분과별로 참여 활동 현황 확인과 SCAR 비즈니스 회의 참석, 남극연구 관련 회의 참석과 양・다자 협의 등을 시행함으로써, 남극연구 국제협력 현안 파악에 주력하였다. 특히 이번 회의에서는 극지연구소장이 제5차 국제 극지의 해 (International Polar Year) 부대행사 패널로 발표를 진행하였다.

학술대회 이후에 칠레 푼타 아레나스에서 개최된 남극연구과학위원회 대표자 회의(SCAR Delegates Meeting)에 참석하여, 남극연구 관련 주요 현안과 향후 협력 가능성에 대한 탐색이 이뤄졌다. 또한 2030년 남극연구과학위원회와 국제북극과학위원회가 공동으로 개최하는 극지 콘퍼런스(이하 POLAR 2030) 행사에 대한 대한민국 개최 의향을 표명하고 행사 유치를 위한 관련 활동이 이뤄졌다.

3. 주요 관찰 및 활동 내용

1) 개회식 및 기조 강연

행사 개회식에서는 칠레 대통령의 환영사를 시작으로, 칠레 외교부장관, 과학기술지식혁신부 차관, 칠레 현지 시장, 칠레 남극연구원(INACH) 원장 등이 참여하였으며, 칠

레의 남극연구국가로서의 그간의 활동을 조망하고, 앞으로 전 지구적 기후 변화 현상에 있어 남극의 중요성과 칠레 정부 차원의 기여와 정책방향 등을 소개하였다.

개회식에 이어 기조 강연이 진행되었으며, 프랑스 측 연구자(Dr Mathieu Casado)는 Casado 박사는 남극에서의 기후 변화 연구에 관한 도전과 발견에 대해 주제발표를 하였다. 이 주제발표를 통해 2021년의 폭염과 같이 이례적인 전 지구 기후변화 이벤트를 설명하는 데 있어 남극의 관측데이터의 부족 문제가 현안 중 하나임을 강조하였다. 또한 남극 고해상도 데이터와 장기 기록 확보가 필요하며 이는 향후 아이스 코어 분석을 통한 온도 기록 재구성 연구, 기후모델의 개선, 남극 내 더 많은 관측소 설치, 해수면 상승 예측 개선 노력 등이 지속적으로 이뤄져야 함을 강조하였다.

2) 제5차 국제 극지의 해(International Polar Year, IPY) 미니 심포지엄 발표

8월 21일에는 제5차 국제 극지의 해(IPY) 행사의 하나로 개최된 미니 심포지엄에 극지연구소 측 관계자를 포함하여 각 국제 극지연구소 프로그램 관계자 8명이 패널로 참여하였다. 발표자와 패널로는 김예동 남극연구과학위원회(SCAR) 의장, 신형철 극지연구소장 (아시아극지과학포럼 AFoPS 대표), Daniela Liggett(Ant-ICON CO), Jose Queiros(APECS 의장), Jose Xavier (포르투갈), Renuka Badhe (EPB), Narelle van der Wel (WMO), Eduardo Secchi(브라질, RAPAL 대표) 등이 참여하였다. 심포지엄에서는 전 지구적 기후 변화로 인해 인류와 지구에 중대한 영향을 가하고 있으며, 제5차 국제 극지의 해(IPY)는 환경보호와 지속 가능한 발전을 위해 모두에게 중요한 기회를 제공할 것이라는 것을 재확인하였다.

3) “녹고 있는 경계와 전 지구적 영향” 미니 심포지엄 참석(8.22.)

8월 22일에는 극지연구소 이원상 책임연구원과 진경 책임연구원이 참여하는 미니 심포지엄이 개최되었다. 좌장과 패널로는 이원상 책임연구원(좌장), Kenichi Matsuoka (노르웨이 NPI), Laura Herraiz-Borreguero (호주 CSIRO), Clare Eayrs 연수연구원, 진경 책임연구원 등이 참여하였다. 이 심포지엄은 “녹고 있는 경계와 전 지구적 영향: 전 지구 기후변화를 주도하는 남극 빙해-해양-대기 경계와 주요 접점 연구(The Melting Frontier and Its Global Implications: exploring the Antarctic ice-ocean-atmosphere boundaries and critical interfaces that drive global climate change)” 의 일환으로 극지연구소 연구진을 주축으로 기획되었다.

심포지엄에서는 남극 빙하의 급속한 질량 손실, 해양으로의 융빙수 유출, 빙하-대기-해양 간 관계, 해빙 변동, 전 지구적 대기 순환 및 해양 성층화에 미치는 영향 등을 논의함. 우리연구소 연구진이 참여한 한・미국・영국 공동 스웨이츠 빙하 연구뿐만 아니라 RINGS 등 환남극 연구 협력 가능성 등이 소개되었다.

4) 2024년도 남극연구과학위원회 대표자 회의(SCAR Delegates Meeting)

대표단 회의는 8월 26일부터 28일까지 43일간 개최되었으며, 남극연구과학위원회(SCAR) 정회원국, 준회원국, 기관 회원, 파트너기관 소속 인원 총 151명 등이 온라인과 대면 회의로 참여하였다. 한국 측 대표로는 신형철 극지연구소장(SCAR Alternative Delegate), 정지훈 글로벌협력실장, 조하나 선임행정원 등이 참석하였으며, 이외에도 김예동 남극연구과학위원회(SCAR) 의장, 이세빈 행정원 등 SCAR 사무국 인원이 참석하였다.

회의 안건은 신임 의장, 부의장 선출, 2030년 남북극 통합 학술대회(POLAR 2030) 개최의향서 발표 및 투표, 과학그룹별(SG) 보고서 발표(지질, 생명, 물리), 과학 연구 프로그램(SRP)별 활동 발표, 신규 SRP AGATA 승인, 기타 과학 프로그램 활동 및 계획 발표, 상임위원회별 주요 활동 발표(SC-ATS, SC-ADM, SC-AGI, SC-HASS)), 역량 강화 사업, EDI 그룹 활동 발표, 旣 개최 회의 결과 및 향후 회의 개최 준비 동향 발표 등이 이뤄졌다.

주요 논의사항은 현 김예동 남극연구과학위원회 위원장 임기 종료에 따라, 뉴질랜드 측 대표 Dr. Gary Wilson이 신임 의장으로 선출되었다. 부의장으로는 스페인 대표 Carlota Escutia와 일본 대표 Takuji Nakamura가 선출되었다. 상설 연구프로그램인 AGATA(Antarctic Geospace and Atmosphere Research) 승인되었으며, Antarctica’s Geological Evolution(AGE), C-CAGE 등 신규 프로그램 기획그룹(PPG)이 승인되었다. 이 외에도 SCAR-IASC Polar Conference 2030(이하 POLAR 2030) 개최 제안 발표가 진행되었으며, 2032-2033 국제 극지의 해(IPY)와 연계하여 Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030 행사를 한국-스웨덴-스위스 순으로 개최 의향국 발표를 진행하였다.

4. 주요 시사점 및 향후 조치

1) SCAR 활동(과학 활동, 역량 강화 프로그램 등)에 연구소의 적극적인 참여 필요

극지연구소 남극연구 프로그램의 학술 영향력 강화를 위해 SCAR 프로그램 참여와 과제별 연구 주제와의 연계가 필요함을 확인하였다. 대표 과제(Flagship) 과학 연구프로그램인 SRP, 연구과제 기획 단계 그룹 PPG, 역량 강화 프로그램 Fellowship과 Visiting Scholar 등 참여할 수 있는 분야와 그룹을 재식별할 수 있었다. 특히 SCAR 기존 SRP(현재 4개) 및 신규 Programme Planning Group 등에 초기 단계부터 연구소의 적극적인 참여가 효과적일 것으로 보이나, 연구소의 한정된 인적, 물적 자원을 고려하면서 학술기구 참여를 촉진할 수 있는 지원방안을 마련해야 할 것으로 보인다. 하나의 예로 기관 고유사업에 학술 기구 분과별 전문가 활동을 연계하는 방안 등도 고려해 볼 수 있

다.

2) 아시아 최초 SCAR 의장 임기 종료에 따른 후속 조치 필요

김예동 前 의장은 아시아 최초 SCAR 의장 선출(’ 21.3.) 이후 이번 회의를 마지막으로 3년의 임기를 마치고 직전 의장(Immediate Past President)으로 활동하게 되었다. 이를 바탕으로 향후 2년간 SCAR 집행위원회 위원으로 SCAR 활동에 참여하며 사무국 업무에 자문을 제공하는 등의 역할을 수행할 예정이다. 이 기간 해당 활동에 수반되는 국외 출장, 행정 소요 등에 대해 극지연구소 차원에서 어떤 수준에서 지원할지에 대한 방안 강구가 필요하다.

3) 2030년 Joint SCAR-IASC Polar Conference 개최지 결정 관련 후속 조치

극지연구소는 남극연구과학위원회(SCAR)에서 POLAR 2030 행사의 개최 의향을 표명하였으며, 국제북극과학위원회(IASC) 측 온라인 발표와 투표로 최종 개최지 선정 투표는 완료되었다. 출장 이후 2024년 12월에 SCAR와 IASC 최종 투표를 거쳐, 우리나라가 ‘2030년 남북극 통합 극지 학술대회(Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030)’ 개최국으로 선정되었다.

‘2030년 남북극 통합 극지학술대회’는 남극과 북극 연구자들의 국제기구인 남극연구과학위원회(SCAR)와 국제북극과학위원회(IASC)가 남극과 북극을 아우르는 공동 연구와 국제협력을 촉진하기 위해 마련한 학술대회이다. 2032-2033 특히 국제 극지의 해(IPY)를 앞두고 열리는 학술대회인 만큼, 철저한 준비와 더불어 이 행사를 계기로 국내 극지 과학계의 저변을 확대하고, 우리나라 주도의 의제를 발굴하여 제안할 수 있도록 준비해야 한다.

5. 참고자료

붙임 30. 국외출장귀국보고서(2024년 남극연구과학위원회 등)
붙임 31. 2030년 남북극 통합 극지학술대회 국내 유치 위한 발표 제안서

KOPRI 극지연구소

제3절 남극거버넌스 공동워크샵

1. 개요

극지연구소는 남극조약협의당사국회의(ATCM)의 2027년도 한국 개최를 앞두고, 남극 국제 규범에 관한 이해도 제고와 현안 논의를 위해 일본 고베대학교 극지협력연구센터와 공동으로 ‘극지연구소-일본 고베대학교 극지연구협력센터 공동 남극 거버넌스 워크숍(KOPRI-Kobe PCRC Antarctic Governance Workshop)을 2회에 걸쳐 개최하였다.

2. 추진경과

공동 워크숍은 남극조약 시스템 내 다양한 이슈의 발굴과 논의동향 파악을 위해 개최되었으며, 첫 워크숍은 제46차 ATCM과 연계하여 개최지인 인도 코치에서 “변화하는 남극과 앞으로의 과제(Changing Antarctic and Challenges Ahead)”를 주제로, 극지연구소와 일본 고베대학교 극지협력연구센터, 인도 국립해양극지연구소(NCPOR)의 3개 기관 공동 개최로 추진되었다. 행사장 특성으로 인해 ATCM/CEP 등록한 각 정부 및 비정부기구 대표단만 참석이 가능한바, 남극조약 시스템 현업과 관계된 전문가와 정부 대표단의 시각을 공유할 수 있는 자리가 마련되었다.

두 번째 워크숍은 공동 개최기관인 일본 고베대학교 극지협력연구센터의 캠퍼스 내에서 개최되었으며, “평화와 과학에 헌신하는 자연보호구역으로서의 남극(Re-confirming the Antarctica as Natural Reserve devoted to Peace and Science)”을 주제로 논의를 진행하였다. 동 세션은 남극조약 환경보호의정서 제6부속서의 발전과 각 국가 간 비준을 독려하기 위한 노력이 언급되었다.

3. 주요 논의사항

첫 번째 워크숍은 11명의 전문가가 두 개의 패널에 참여하여 심도 있는 논의를 펼쳤다. 첫 번째 패널(좌장: PCRC Akiho 교수)에서는 “남극거버넌스의 도전: 기후변화, 과학 외교 그리고 관점의 다양화”를 주제로 논의가 이루어졌다. 해당 패널에서는 남극 거버넌스 내에서 과학과 외교 간의 상호작용, 남극연구과학위원회(SCAR), 남극조약협의당사국회의(ATCM), 환경보호위원회(CEP), 남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR) 간의 기관 차원의 효과적 협력 방안 등이 논의되었다. 두 번째 패널(좌장: 신형철 소장)에서는 “미래의 남극을 위한 우리의 의무와 기여: 지구에서의 남극, 환경적 책임과 관광 그리고 안전”을 주제로 진행되었다. 이 패널에서는 남극 거버넌스 강화를 위한 남극조약협의당사국들의 제6부속서 및 관광 규제에 대한 효과적 대응 방안, 남극 관광과 안전 이슈 간의 상호작용, 차세대 연구자와 청소년들의 역할 등에 대한 논의가 이루어졌다.

두 번째 워크숍은 일본의 2026년 제48차 남극조약협의당사국회의(ATCM) 개최 준비 내용과 핵심 주제로 설정한 “남극조약의 기본 정신(Back to the Basics)으로 돌아가기”에 대한 발표가 이루어졌다. 일본은 이를 위해 △남극의 평화적 이용 원칙 재확인 △과학 기반 국제협력 강화 △과학연구 결과에 기반한 기후변화 대응을 3대 중점 전략으로 추진할 계획이다. 또한, 일본은 남극환경보호의정서 제6부속서(배상책임) 비준을 2026년 1월 의회에 상정하고 9월 확정할 예정이며, 이를 위해 환경성 주도로 법령 개정을 검토 중이다.

한편, 제6부속서는 2005년 승인 이후 9개국이 미비준 상태로 남아 있으며, 전문가 그룹은 비준 촉진을 위해 각국의 해석 데이터베이스 구축 및 정부 대표단 대상 의견 전달 등의 방안을 논의하였다.

또한, 남극조약 체제에서 과학의 역할과 관광 규제 방안에 대한 논의가 이루어졌다. 특히, 국가 간 과학적 접근 방식 차이로 인해 황제펭귄 특별보호종 지정 등에서 합의가 이루어지지 않았으며, 이를 해결하기 위해 SCAR-CEP-과학공동체 간 협력 강화 등이 제안되었다. 남극관광 증가에 따른 규제 필요성이 대두되면서, 2024년부터 특별 워킹그룹이 운영되고 있으며, 누적 환경영향 모니터링 및 정보 공유 시스템 구축 등이 검토되고 있다. 관광 규제는 제6부속서를 포함한 미승인 조치들과 밀접하게 관련되어 있으며, 향후 새로운 조치 또는 부속서 형태로 발전할 가능성이 있는 만큼, 관련 국가들의 동향을 자세히 살펴볼 필요성이 강조되었다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

한국이 2027년 제49차 남극조약협의당사국회의(ATCM) 개최를 준비하기 위해 범부처 차원의 논의를 시작할 필요가 확인되었다. 해양수산부, 외교부, 환경부 간 협의를 통해 중점 안건을 선정하고, 개최지 및 예산 마련 등의 실무적 준비를 추진해야 한다. 주요 안건으로는 제6부속서 비준, 남극 관광 프레임워크 수립, 탄소 절감을 위한 과학 및 인프라 협력, 황제펭귄 보호종 지정, 조류인플루엔자 및 외래종 유입 방지 대책 등이 포함될 수 있다. 또한, 2026년 일본에서 열리는 ATCM 48에서 한국이 부의장직을 수행하며 ATS 사무국 및 이전 개최국과의 협력을 강화할 필요가 있다.

환경보호의정서 제6부속서를 포함한 미승인 조치들에 대한 승인 또한 중요한 과제이다. 제6부속서의 발효를 위해 협의당사국 간 논의가 지속되고 있으며, 2027년 개최국으로서 한국도 비준을 적극적으로 추진해야 할 필요성이 커지고 있다. 이를 위해 국내 관련 법률(남극활동 및 환경보호에 관한 법률)의 개정이 요구되며, 관광 관련 두 개의 미승인 조치 또한 함께 검토되어야 한다. 현재 해양수산부에서 진행 중인 연구사업 보고 결과를 토대로 관련 부처 간 협의를 이어 나가야 한다.

한편, 차기 남극 거버넌스 워크숍 개최도 검토되었다. 2025년 ATCM 개최국인 이탈리아와 협력하여 협의당사국 관계자가 참석하는 비공식 남극 거버넌스 세미나를 추진하는 방안을 모색 중이다. 또한, 해외 전문가들의 의견을 청취하는 라운드테이블 형식의 제3차 남극 거버넌스 워크숍을 2025년 하반기 개최로 고려하였다.

5. 참고자료

붙임32. 제1차 남극거버넌스 세미나 프로그램 및 사진
붙임33. 제2차 남극거버넌스 세미나 결과 및 사진

KOPRI
극지연구소

제4절 2025년 북극 프런티어

1. 개요

약 50개국 1천여 명이 참가하는 2025 북극 프런티어의 참여를 통해 북극 주요 국가들의 동향을 파악하고 북극이사회 의장국과 옵서버 국가 간 회의에 참석하여 북극 협력 및 정책 동향을 공유 및 향후 협력 방향을 모색하였다. 더불어 한-노르웨이 극지협력센터(NPI)를 방문하고 협의하여 센터 운영 방향을 논의하며, 프론티어 사무국장과의 면담을 통해 실질적인 협력 방안을 찾기 위해 논의를 하였다.

2. 추진경과

2025년 북극 프런티어는 국경을 넘어서(Beyond Borders) 라는 제목으로, 세션별로 북극 과학, 정책, 산업에 대해 최신 동향과 연구 결과가 논의되었다. 이에 행사 참여를 통해 최근 동향을 파악하고, 부대행사 세션에 참여하여 한국의 북극 연구 정책 및 활동을 소개하고자 하였으며 양자 면담을 통해 북극이사회 의장국인 노르웨이, 북극이사회 사무국, 북극 프런티어 사무국장 등과 만나 향후 협력 방향을 모색하였다. 또한 극지연구소(KOPRI)와 노르웨이의 극지연구원(NPI) 간의 극지연구협력센터를 방문, 기관 연구자들과의 면담을 통해 실질적인 협력 방안(양국 공동 연구 분야 등)에 대해 논의하였다. 이 외에도 북극 프런티어 행사의 하나로 KOPRI 정책협력부 진경 부장과 글로벌협력실 정지훈 실장이 참여한 '한국의 북극협력 여정'에서 우리나라 북극연구 중장기 방향 소개하였으며 우리나라 북극연구 및 국제협력 활동을 홍보함으로써 북극 거버넌스에서 신뢰받는 파트너로서 위상을 제고하였다.

3. 주요 논의 사항

2025 북극 프런티어의 과학 세션에서는 북극 지역의 기후 변화와 그 연구의 현황이 중점적으로 다루어졌으며 특히 International Polar Year (IPY) 관련 세션에서 북극 관측 시스템 및 데이터 공유의 중요성이 강조되며 북극 지역에서의 데이터 통합과 공유를 통해 연구의 품질을 높이고, 그 결과를 효율적으로 활용할 수 있는 방안에 대한 논의를 진행했다. 또한 원주민들의 고유한 지식이 과학 연구에 통합되어야 하며 이는 기후 변화 대응에도 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 의견이 많았다. 또한, 현재의 지정학적 긴장 속에서도 국가 간 과학 협력이 지속되어야 함을 강조하며 특히 러시아와의 관계에서도 협력의 가능성을 찾아야 한다는 점이 지적되었다.

전체 세션(Big picture)에서 논의되었던 내용은 크게 기후 변화 대응에서의 재정적 의사결정의 중요성과 기후 개입 기술에 대한 다양한 관점, 마지막으로 북극 지역의 안보 협력과 국제사회의 역할은 더욱 강조하였다. 특히 북극 해빙이 감소하며 새로운 기회

와 안보 문제가 중요한 이슈로 떠오르며 국제협력이 중요한 역할을 할 것이라는 공감대가 도출되었다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

북극권 주요국인 노르웨이 등과 북극 협의체 고위급 인사들과의 면담을 통해 향후 협력 가능 분야를 모색하였다. 북극권 및 비북극권 국가들의 최신 북극 정책 동향과 국제 이슈를 분석하여 도출된 주요 시사점 등을 한국의 극지 정책(제2차 극지활동진흥 기본계획 등)에 반영하고자 한다. 이를 통해 북극 주요 국가들의 정책 방향을 파악하고, 정책 대응력을 강화할 수 있으리라 기대한다.

매년 한국에서 개최되는 '북극협력주간'의 성공적인 운영을 위해, 북극 프런티어의 주요 행사 및 운영체계를 벤치마킹하고 북극 프런티어 사무국과의 양자 면담을 통해 '북극협력주간'의 방향성을 설정하고 운영에 반영하고자 하였다. 이를 위해 별도 세션 및 양자 면담을 통해 '북극협력주간' 행사에 대한 구체적인 내용을 설명하고, 주요 국가들의 적극적인 참여를 독려하였다.

마지막으로, 한-노르웨이 극지연구협력센터를 방문하여 센터 운영 방향을 논의하였으며 향후 공동 연구 가능 분야를 모색하였다. 이를 통해 북극 과학 연구 협력을 강화하고, 양국 간 극지 연구 교류를 활성화할 것으로 기대된다.

KOPRI 극지연구소

5. 참고자료

붙임34. 국외출장귀국보고서(2025년 북극 프론티어)

제5절 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF)

1. 개요

북극은 기후 위기에 취약한 지역 중 하나로, 우리나라를 비롯한 중위도 국가들도 북극과의 물리적 거리와 상관없이 북극발 한파와 같은 이상 기후 현상의 영향을 받고 있다. 지구온난화로 인한 북극의 환경변화는 북극권 국가뿐만 아니라 전 세계에 영향을 미치며, 이에 따라 북극 환경 연구와 정책 논의의 중요성이 더욱 커지고 있다.

이러한 문제의식을 바탕으로, ‘2025 글로벌 지속가능 발전 포럼(GEEF)에서 북극 환경 문제를 조망하고 지속 가능한 발전 방안을 모색하는 전문가 토론의 장을 마련하였다. 실질적인 해결책을 모색하는 전문가 논의의 장을 마련했을 뿐만 아니라 일반 대중의 북극 기후 변화에 대한 이해를 높이고 관심을 고취했다.

2. 추진경과

이번 세션은 연세대학교 글로벌사회공헌원·극지연구소·한국해양수산개발원이 공동 주최하여 북극의 변화하는 기후와 그 광범위한 영향을 주제로 학제 간 대화를 촉진하고자 하였다. 2025 GEEF의 핵심 주제인 ‘즉각적인 행동’에 부합하는 실질적인 해결책을 모색하는 것을 목표로 ‘Arctic Climate Action: Turning Climate Challenges into Opportunities(북극 기후 행동: 도전을 기회로)’라는 세션 명으로 개최되었다.

3. 주요 논의사항

극지 과학·산업·정책 등의 발전과 UN 개발 정상회의에서 제시한 지속가능발전목표를 달성하는 방안과 미래 방향 도출을 위해서, 과학·경제·국제협력 등 다양한 우리나라의 연구 활동을 소개하고 향후 나아가야 할 방안에 대해서 논의하였다.

포항공과대학교 민승기 교수가 북극 기후 변화가 전 세계 생태계와 사회에 미치는 상호 연관된 영향을 소개하였다. 한국해양수산개발원의 김엄지 북방극지전략실장은 북극 블루 이코노미(Blue Economy)의 중요성을 논의하고, 지속 가능한 경제 성장 가능성과 한국과 북극권 국가 간 협력 기회를 제시하였다. 송지선 국립외교원 교수는 다자 협력 기구(예: 북극이사회 지속가능발전 실무그룹, SDWG)의 역할을 평가하고, 이에 대한 한국의 기여 방안을 모색하였다. 마지막으로 국립생태원 강성룡 팀장은 기후 위기로 인해 생물다양성이 약화 되고 있고, 이를 해결하기 위해 우리나라가 활동하고 있는 북극 생물다양성 보전 활동을 소개하였다.

4. 주요 성과 및 성과 활용

이번 세션에서는 각 분야 전문가가 극지 분야 정부 정책이 지향해야 할 방향에 대해서 중점적으로 논의하였다. 이를 통해 도출한 전문가 논의 결과는 다음과 같다. 과학연구 결과에 기반한 정책을 수립하고 과학과 정책 간 연계성을 강화해야 한다. 기업이 북극 청색 경제에 적극적으로 참여하기 위해서는 경제 주체가 직접적인 이익을 체감할 수 있는 정책을 마련하는 것이 필요하다. 또한 지속적인 북극 정책 마련을 위해 북극에 관심 있는 미래세대를 육성하여 대중의 꾸준한 관심 고취와 이해 제고가 필요하다는 사실을 논의하였다.

이뿐만 아니라 북극이사회 옵서버 국가로서 회원국과의 소통을 바탕으로 한국의 기여 방안을 고민하여 국제협력 활동을 강화하는 것이 필요하다. 또한 현장의 목소리를 반영한 미래 전략 수립을 위해 국제 정세 변화를 반영하고 북극 원주민과의 소통 확대가 필요하다는 사실을 공감할 수 있었다. 이러한 논의 결과를 바탕으로 향후 우리나라 극지 정책 수립에 활용할 수 있기를 기대한다.

5. 참고자료

붙임35. 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 포스터
붙임36. 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 북극세션 행사 사진

KOPRI 극지연구소

KOPRI
극지연구소

이 페이지는 의도적으로 비워졌습니다.

6장 결론 및 정책제언

제1절 주요성과

극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구 사업에는 크게 1)극지정책전문가 현안 토론, 2)극지정책정보 확산체계운영, 3)극지정책 트렌드 수집 및 분석, 4)연구소의 역할과 책임(R&R) 중점 추진전략 수립, 5)극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응 등 5개 분야로 중심으로 사업이 진행되었다.

극지정책전문가 현안토론에 있어서는 극지연구소에서 보유하고 있는 전문가풀에 대한 검토와 재정비를 시작으로, 이를 바탕으로 남극포럼, 북극협력주간 등의 국내·외 전문가들이 참여하는 행사를 개최하였다. 또한 기존 대면 회의 중심의 극지정책자문위원회를 전면 개편하여, 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 탄력적 형태의 극지정책자문단을 구성할 수 있었다.

극지정책정보 확산 체계 운영에 있어서는 기존 극지 관련 정책정보 접근 플랫폼(극지정책 아카이브)에 대한 개선 체계 검토와 더불어, 다양한 극지 관련 정보 플랫폼 통합의 하나로 극지e야기 웹서비스에 극지정책 아카이브를 통합하는 작업을 완료함으로써, 극지정책 고객들이 일원화된 창구를 통해 정책정보에 접근할 수 있도록 하였다. 극지정책 정보의 수요자들에 대해서는 정책고객 재분류와 그 활용방안 검토를 통해 향후 정책고객 그룹별로 맞춤형 정보를 제공하여, 정보의 효용성을 제고할 수 있는 기반을 마련하였다.

극지정책 트렌드 수집 및 분석에서는 과학기술계 주요 이슈를 선정하여, 심층 분석한 자료를 생산·배포하였다. 또한 극지연구소 주요 보직자들을 대상으로, 특정 주제나 이슈를 쉽게 설명하고 그 시사점과 연구소 차원의 활용방안을 제시하는 집담회를 기획하여 운영하였다. 이 외에도 새로 구성한 국내·외 전문가풀을 바탕으로 대내외 환경변화와 연구소 주요 현안 등에 대한 자문을 청취하고, 그 내용을 기관운영과 주요 현안 대응에 활용할 수 있었다.

극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응에 있어서는 남극조약협의당사국회의(ATCM), 남극연구과학위원회(SCAR), 북극프론티어(Arctic Frontiers) 등을 통해 국제사회에서 우리나라의 발언권과 영향력의 성장을 확인할 수 있었다. 또한 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 등을 통해 U.N. 등 국제사회에서 바라보는 여러 현안에 대해 극지 과학연구와 정책의 연계 가능성을 탐색할 수 있었다.

이 사업 수행을 통해 우리연구소가 얻은 성과와 미래 방향은 크게, 네 가지로 정리

할 수 있다. 첫 번째, 기존 우리연구소 정책 업무 수행을 위한 밑그림과 기반을 재정비할 수 있었다. 기존 대면 회의 중심의 극지정책자문위원회를 유연하고 탄력적 운영이 가능한 극지정책자문단으로 개편함으로써, 주요 연구소 당면 문제에 대해 국내·외 전문가들을 통해 다양하고 심층적인 자문을 청취할 수 있는 채널을 마련할 수 있었다.

둘째, 극지활동진흥기본계획·남극활동진흥기본계획 등 범부처 법정 기본계획에 따라 남극포럼을 개최함으로써, 북극협력주간과 같이 기존 전문가 중심의 포럼에서, 국내 일반대중들도 참여할 수 있는 남극 관련 행사를 개최함으로써, '남극'이라는 새로운 가능성에 대해 일반 대중들이 더욱더 쉽게 접근할 수 있는 채널을 마련할 수 있었다. 또한 남극포럼 행사를 통해, 정부 정책 관계자 이외에 다양한 전문가들이 남극과 관련한 주요 이슈와 주제를 더 심층적으로 들여다볼 수 있게 함으로써, 추후 정부의 극지정책과 연계할 수 있는 주제와 현안을 식별할 기회를 제공하였다.

셋째, 남극조약협의당사국회의와 남극 거버넌스 워크숍을 통해, 남극환경보호의정서 제6부속서(책임배상) 비준에 대한 시급성을 확인할 수 있었다. 이러한 배경하에, 연구소 차원에서 PAP 과제를 통해 제6부속서 비준을 위한 내용 분석과 절차, 이해관계기관, 향후 일정 등을 식별할 수 있었다. 이 PAP 과제를 통해 추후 해양수산부를 비롯하여 관계 부처 간에 제6부속서 비준을 위한 기초자료를 제공할 수 있었다.

넷째, 극지연구소의 역할과 책임(R&R)에 있어 보완이 필요한 분야를 식별할 수 있었다. 최근 기술 패권 시대의 도래와 인공지능 기술의 비약적 발전과 우리 일상과의 융합이 진행됨에 따라, 과학기술 전 분야에 걸쳐 이러한 변화를 포용하고, 이를 활용하기 위한 기관 차원의 전사적 노력의 필요성을 확인할 수 있었다. 특히 정부 정책에 대한 지원기능과 인프라 운영 업무 수탁기관의 임무 등을 고려하여, 추후 극지연구소 R&R에 정책과 인프라 운영 분야에 대한 추가적인 보완이 필요함을 확인하였다.

제2절 후속사업시 고려사항

이번 사업의 경우 연구소 정책기능의 강화를 위한 기반 조성과 대내외 협력 네트워크 구성에 맞춰 사업을 수행하였다. 이번 사업의 성과를 바탕으로, 다음 후속 사업을 기획할 때는 아래와 다섯 가지 사항에 대한 고려가 필요하다.

첫째, 2027년 남극조약협의당사국회의(ATCM)의 한국 개최에 맞춰, 2025년부터 순차적으로 국내에 남극과학연구에 대한 인식 제고를 위한 전문가와 일반대중을 대상으로 하는 남극포럼 행사의 기획이 고려되어야 한다. 특히 남극포럼 행사는 극지활동진흥기본계획 등 범정부 기본계획에 담겨 있는 사안으로, 다음 후속 사업에서는 2026년 남극포럼 행사의 전 단계로, 전문가 중심의 특정 주제 형태로 행사 기획이 필요하다.

둘째, 2027년 남극조약협의당사국회의의 한국 개최에 따라, 외교부에서 검토 중인 제6부속서에 대한 사전 검토가 필요하다. 제6부속서 비준은 외교부・해양수산부 등 범부처 차원의 협의와 준비가 필요한 사항이지만, 제6부속서 비준에 있어 그 내용과 이해관계자, 사전 준비 사항과 준비 일정 등을 식별하는 과정이 필요하다. 이에 대해서는 극지연구소 차원에서 사전 기획연구 등의 방법을 통해 정부 활동을 지원하는 방안 등을 고려해 볼 수 있다.

셋째, 주요 보직자를 위한 주요 현안 세미나(집담회)의 운영방식의 변경이 필요하다. 현행 사업에서는 매월 1회를 목표로 개최하였으며, 주제 선정과 사전 인터뷰, 자료 검토 등의 일정을 고려하여 격월 개최 형태로 개최 주기 변경에 대한 고려가 필요하다. 또한 주제 등을 고려하여 연구소 보직자 이외에도 연구소 임직원들을 대상으로 극지연구소 수요세미나 등과 연계 개최 또한 고려해야 한다.

넷째, 극지연구소 역할과 책임(R&R)에 대한 보완이 이뤄져야 한다. 국내외적 환경변화와 법령 제정 등에 따라 이러한 환경변화를 고려한 R&R의 개편이 필요하다. 또한 앞서 검토하였듯이 극지연구소의 주요 기능 중 정책 지원, 인프라 등의 분야에 대한 보완 또한 필요하다.

다섯째, 극지과학이 국제연합(United Nations) 등 국제사회의 주요 현안과 연계되도록 극지연구 이외 영역에 대한 지속적인 미래 이슈 탐사와 연계 노력이 고려되어야 한다.

/끝/

붙임01 **제1차 남극포럼 포스터 및 웹초청장**

붙임02 **제1차 남극포럼 본행사 프로그램**

□ 남극환경정책컨퍼런스

○ (목적) 남극 과학, 환경 분야 연구기관, NGO 등이 모여 남극 환경 보호를 위한 국내외 동향 공유와 향후 우리나라 정책방향 토의

○ (일시/장소) 10.02(수), 13:30~15:50 / 더플라자 호텔(서울 중구)

○ (참석) 해양수산부, 외교부, 극지연구소, 남극 관련 전문가 등

○ (주제) 남극 환경보호의 성과와 거버넌스: 우리나라의 역할과 기여

○ 세부 프로그램(안)

시간	순서	주요내용
13:00~13:30	등록	
13:30~14:00	내빈 소개	
	개회사**	강도형 해양수산부 장관
	환영사***	신형철 극지연구소장
	사진 촬영	
14:00~14:10 ('10)	전문가 소개****	장내 정리 및 전문가 소개 - 사회: 신형철 극지연구소장
14:10~14:35 ('25)	발제1(환경정책)	**남극환경 보전을 위한 남극환경보호위원회의 노력** - 발표자: 김지희 극지연구소 책임연구원
14:35~15:00 ('25)	발제2(NGO)	**남극해 해양보호구역 지정을 위한 국제사회 노력** - 발표자: 김은희 시민환경연구소 부소장
15:00~15:25 ('25)	발제3(과학)	**남극환경 보전을 위한 과학연구 동향** - 발표자: 김승규 인천대학교 해양학과 교수 김정훈 극지연구소 책임연구원
15:25~15:40 ('15)	발표내용 종합	**남극 환경보호 정책과 한국이 나아갈 방향** - 발표자: 김예동 남극연구과학위원회(SCAR) 前의장
15:40~15:50 ('10)	마무리	

KOPRI 극지연구소

□ 남극지식대화

○ (개요) 일반대중 대상 남극 주요 이슈와 우리나라의 기여도를 소개하는 강연

○ (일시/장소) 10.02(수), 16:10~18:00 / 더플라자 호텔(서울 중구)

○ (주제) 국민 체감 남극연구와 대한민국

○ 세부 프로그램(안)

시간	순서	발표자 및 발표주제
16:10~16:20 ('10)	강연자 소개	장내 정리 및 전문가 소개 - 사회: 김금희 작가
16:20~16:50 ('30)	발표1(과학)	**남극 환경보호와 우리나라의 과학연구** - 발표자: 최재천 이화여대 석좌교수
16:50~17:20 ('30)	발표2(탐사)	**영원한 모험과 탐사의 공간, 남극** - 발표자: 김영미 노스페이스 애슬리트팀 대장
17:20~17:50 ('30)	발표3(거버넌스)	**국제사회에서의 남극 거버넌스와 우리나라** - 발표자: 김현정 연세대학교 교수
17:50~18:00 ('10)	질의 응답	

KOPRI 극지연구소

붙임03 **제1차 남극포럼 결과 보고 및 향후 고려사항**

2024년도 제1차 남극포럼 결과 보고 및 향후 고려사항

< '24. 10. 15. (화). 극지연구소 정책개발실 >

□ 행사 개요

○ (주제) "남극과 대한민국, 더 나은 미래의 시작"

○ (기간 / 장소) 2024.09.30(월)~10.02(수) / 더 플라자호텔(서울 중구) 및 극지(연)

○ (주최 / 주관) 해양수산부 / 극지연구소

○ **(목적) 기존 학술행사 위주**로 이루어지던 남극 관련 논의의 **주제, 참석대상**을 **확대**시켜 **종합 논의의 장**과 **국내외 협력 채널** 마련

* 제49차 남극조약당사국회의(ATCM)의 한국 개최('27)에 앞서, 남극 관련 협력플랫폼 구축

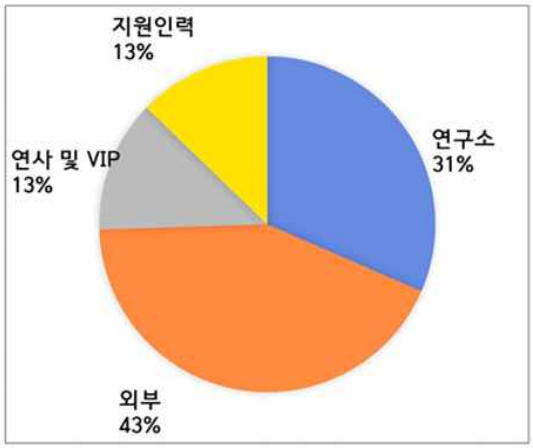
□ 일자별 프로그램

기간/장소	행사명	주요내용
9.30.(월) ~10.01.(화) / 극지연구소 (인천 송도) **(1·2일차)**	**국제 극지과학 심포지엄** * 기존 극지연 학술 심포지엄 연계	○ **(개요)** 국내외 남극 연구 동향 공유, 국제사회 기여 방안 모색을 위한 학술발표 및 토론 ○ **(주제)** 남극장보고과학기지 준공 10주년 기념 주요 분야별 연구성과와 미래 전망 ○ **(참가자)** 극지(연) 및 국내·외 극지 연구자
10.02.(수) / 더플라자 호텔 4층 메이플홀 (서울 중구) **(1·3일차)**	**남극환경정책 컨퍼런스** (전문가 세션)	○ **(개요)** 남극 과학, 환경 분야 연구기관, NGO 등이 참여하여 남극 환경보호를 위한 국내·외 동향 공유 및 정책방향 토의 ○ **(주제)** 남극 환경보호 성과와 거버넌스: 우리나라의 역할과 기여 ○ **(참가자)** 해양수산부, 외교부, 극지(연), 국내 관련 전문가 등
	남극지식대화 (대중강연)	○ **(개요)** 일반인 대상 남극 관련 주요 이슈와 대한민국의 기여도를 소개하는 토크쇼 ○ **(주제)** 국민 체감 남극연구와 대한민국 ○ **(참가자)** 정부부처, 극지(연), 학계, 일반대중 등

□ 행사(3일차) 참석자 현황

○ 참석인원은 총 149명으로, 예상 대비 150% 초과

- (외부) 64명 (43%)
- (극지연) 47명 (31%)
- (연사・VIP) 19명 (13%)
- (지원인력) 19명 (13%)



□ 행사(3일차) 소요예산 현황

○ **약 26백만원 소요** (연초 집행계획 대비 6백만원 초과 지출)

* 해양수산부 요구사항 등으로 인해, 소요경비가 다소 증가

* 정책개발실 정책지원과제(PK) 및 일부 경상비(정책네트워크 수립) 비목에서 지출

구분	소요 내역	금액(천원)
행사장 조성	○ 행사장 대관료(더플라자 호텔, 서울 중구)	13,300
행사 진행	○ 인쇄물 제작(포스터, 현수막 등), 기념품 제작, 사진촬영, 화물운송, 사무용품, 저녁만찬 등	9,900
전문가 활용 (발표·토론)	○ 전문가 활용비(7명 지급, 3명 미지급)	3,300
총 지출액 (천원)		**26,500**

□ 분석 및 제언

○ 행사 **개최일자 선정시** 고려사항

- 행사 개최일자 선정시 국정감사, 공휴일 등을 고려하였으나, 임시 공휴일 지정과 징검다리 연휴 등으로 인해, 행사 모객에 한계
- 추후 행사 개최일자 선정시 참석대상자 특징・행사・연휴 등을 고려하여 선정 필요

○ **행사포맷과 참여자(청중)의 다양성을 고려한 행사 기획**

- 남극환경정책컨퍼런스(전문가세션)와 남극지식대화(대중강연) 등 2개

세션을 연이어 개최, 전체 청중은 중·고등학생부터 언론·연구원·대학 교수·정부부처 관계자 등이 참여

- **청중의 다양성**과, **첫 번째 행사**임을 고려하여, 심도있는 논의보다는 **대중적인 전달력**에 **방점**을 두어 행사를 **기획**

- 일반대중에게는 새로운 정보를 접하는 기회를 제공하였으나, 심도있는 논의를 진행하기에 행사 포맷의 한계점 존재

○ **세션 목적·특징 등을** 고려하여 **행사 포맷 변경 필요**

- 향후 여러 세션*을 포괄하는 행사를 개최할 경우, 각 세션의 특징·주제·청중을 고려하여 **분리 운영**** 필요(일자를 분리 개최)

* 극지활동기본계획 상, 남극포럼 행사 범위에 5개의 행사(국제 극지과학 심포지엄, 남극환경정책컨퍼런스, 남극지식대화, 모의 ATCM, 국제법 학술행사 등)이 포함

** 국제 극지과학 심포지엄은, 남극포럼 행사에 연계하여 격년 개최 또는 非대면 방식(온라인)의 행사로 개최. 일자를 분리하여, 1일차(비대면), 2일차(대면/전문가 세션), 3일차(비대면/대중강연) 개최 등

○ **지속가능성**을 가진 행사로 유지하기 위한 **적정 예산** 확보 필요

- 지속가능성을 가진 행사 포맷과 분리 개최 등에 따라, 이를 위한 적정한 예산 확보와 업무계획 수립 등이 이뤄져야 함

- 주무부처(해양수산부)와 협의 통해, 행사 예산 확보 필요

* 2027년 남극조약협의당사국회의, POLAR 2030 등 행사와 연계 고려

□ 기타 사항

○ 행사 개최 주기·형태·규모 등의 개괄적인 사항에 대해 4분기 중에 결정 필요(2026년 예산작업 등)

* 해양수산부 극지정책팀과 협의하여 2024년에 미개최한 행사(모의 ATCM, 국제법 행사)의 2025년 개최는 의무사항은 아님을 확인함

□ 참고자료(행사사진): 붙임 참조

붙임1 **행사 사진 자료**

제1차
남극포럼
남극과 대한민국,
더 나은 미래의 시작

제1차
남극포럼
남극과 대한민국,
더 나은 미래의 시작
남극포럼

남극포럼

제1차
남극포럼

제1차
남극포럼

제1차
남극포럼

남극포럼

붙임-8

붙임04 | **2024 북극협력주간 포스터 및 북극과학협력세미나 개최사진**

2024 북극협력주간 포스터

북극과학협력세미나 개최 사진

붙임05 **특별세션 및 북극과학협력세미나 세부 프로그램**

1부: 북극과 사람 (총 40분)			
15:00-15:05	`5	▪ **행사 및 좌장 소개**	- 사회: 아누 프레데릭슨(Anu Frederikson), 북극프론티어 사무국장
15:05-15:40	`35	▪ **대담**	- 좌장: 정병하, 외교부 극지협력대표 - 모르텐 호글룬트(Morten Høglund), SAO 의장(온라인) - 김종덕, 한국해양수산개발원장 - **신형철, 극지연구소장** - 롤프 뤼드벤, AMAP 사무국장
15:40-15:45	`5	▪ **휴식 및 자리 정리**	
2부 북극과학협력세미나 주제: 사람을 고려한 북극과학-지식공동창출과 활용가능성 (총 65분)			
15:45-15:50	`5	▪ **참석자 소개**	- 사회: 아누 프레데릭슨(Anu Frederikson), 북극프론티어 사무국장
15:50-16:10	`20	▪ **발표 각 10분씩 2명**	- Tore Hatterman, 노르웨이극지연구소 연구원 - Michael Linden-Vornle, - 덴마크 공과대학교 국립우주연구소 (DTU Space) 천체물리학자 겸 수석자문관(온라인)
16:10-16:45	`35	▪ **라운드테이블**	- **좌장: 신형철, 극지연구소장** - 정진영, 극지연구소 해양대기연구본부 책임연구원 - 정용식, 극지연구소 원격탐사빙권정보센터 선임연구원 - 야콥 이스보세센(Jacob Isbosethsen), 주한덴마크대사관 그린란드 대표 - 왕정용(Jungyong Wang), - 캐나다 국가연구위원회(NRC) 선임연구관(온라인)
16:45-16:55	`5	▪ **휴식 및 자리 정리**	
3부 북극해정책포럼 주제: 정책과 사람이 만나다. (총 60분)			
16:55-17:00	`5	▪ **참석자 소개**	- 사회: 아누 프레데릭슨(Anu Frederikson), 북극프론티어 사무국장
17:00-17:50	`50	▪ **라운드테이블**	- 좌장: 김종덕, 한국해양수산개발원장 - 안네 카리 한센 오빈(Anne Kari Hansen Ovind), 주한노르웨이대사 - 야콥 이스보세센, 주한 덴마크왕국대사관 그린란드 대표 - 루슬란 카츠, 주한 캐나다대사관 참사관 - 오스카리 람삐, 주한핀란드대사관 제2등서기관 - 주한스웨덴대사관
17:50 -	`5	▪ **마무리**	- 사회: 아누 프레데릭슨(Anu Frederikson), 북극프론티어 사무국장

붙임06 **극지연구소 정책자문위원단 위원 명단(2025.02.01.부)**

연번	분야	성명	소속	직위	비고
1	극지전략/정책	이O희	한국해양대학교 해사법학부	교수	
2	극지전략/정책	유O훈	한국국방연구원 안보전략연구센터 국제전략연구실	연구위원	
3	극지전략/정책	박O일	이화여자대학교 융합콘텐츠학과	교수	
4	극지과학	박O직	해양수산과학기술진흥원 연구개발본부	본부장	
5	극지경제·산업	정O춘	대외경제정책연구원 일본동아시아팀 (前) 부원장	선임 연구위원	
6	극지경제·산업	오O찬	서울대학교 약학대학 제약학과	교수	
7	홍보 및 국제거버넌스	고O아	동아사이언스 콘텐츠커뮤니티본부	본부장	
8	홍보 및 국제거버넌스	박O영	연세대학교 법학전문대학원	교수	
9	극지과학	Axe T.	기초과학연구원 기후물리 연구단	단장	
10	극지과학	최O천	이화여자대학교	석좌교수	
11	극지과학	안O준	STEPI 국가우주정책연구센터	연구위원	
12	홍보	이O완	조선비즈	기자	
13	국제법	Akiho S.	일본 고베대학교	교수	
14	국제법/ 국제거버넌스	Evan B.	前 미국 국무부 / 前 미국 윌슨센터	연구원	
15	극지경제·산업	Mads F.	북극경제이사회(AEC)	사무총장	
16	극지과학	Steve C.	前 남극연구과학위원회	의장	

붙임07 **극지연구소 정책자문위원단 운영 지침(2025.01.06.)**

극지연구소 정책자문위원단 운영 지침<분류기호 : 지침0410>

제정 2023. 5.18.
전면개정 2025. 1. 6.

제1조(목적) 이 지침은 한국해양과학기술원 부설 연구소 운영 규정 제3조(사업) 및 제10조(위원회 등)에 의거하여 극지연구소(이하 "연구소"라 한다.)의 극지연구소 정책자문위원단(이하 "위원단"이라 한다.) 세부 운영에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(기능) 위원단은 다음 각 호의 기능을 수행한다.

1. 우리나라 극지정책의 비전·목표·추진 전략의 수립·지원과 이와 관련된 연구소 전략 등에 대한 자문
2. 국내·외 극지 관련 이슈 및 대응 계획 등에 대한 자문
3. 기타 연구소 운영과 주요 핵심 연구사업 추진 방향 설정에 대한 자문
4. 기타 연구소 정책과 연구수행 전반에 대해 소장이 필요하다고 인정하는 사항에 대한 의견제시 및 자문 등

제3조(구성) ① 위원단은 전문가의 경력 및 전문성 등을 고려하여 소장이 임명한 자문위원으로 구성한다.

② 위원은 국내·외의 연구기관, 정부부처, 경제계, 학계, 언론계 등을 포함하여 극지법·정책·과학연구·경제·산업·홍보 관련 분야 전문가로 구성한다.

제4조(임기) ① 위원은 비상임으로 위촉한다.

② 위원의 임기는 2년으로 하며 연임할 수 있다.

제5조(운영) ① 소장은 특정 전문 분야에 관하여 특정 위원에게 개별적으로 자문을 요청하거나 특정 과제에 대하여 연구 또는 조사를 의뢰할 수 있다.

② 제1항의 규정에 의한 자문이나 연구, 조사를 의뢰받은 위원이 이에 동의한 때에는 소정 기일 내에 소장에게 자문을 행하거나 연구조사결과를 제출하여야 한다.

③ 위원단의 자문을 받고자 하는 부서는 간사부서와 협의하여 위원단의 전문가를 활용할 수 있다.

제6조(간사) ① 위원단 운영을 위해 간사 1인을 두며, 간사는 정책부서장이 된다.

② 간사부서는 위원단의 운영 및 관리를 위한 업무를 지원할 수 있다.

제7조(수당 등) ① 위원에 대하여는 예산의 범위 내에서 자문수당 및 업무수행에 소요되는 실비를 지급할 수 있다.

② 제1항의 자문수당 및 업무수행에 소요되는 실비는 연구소 관련 지침에 따라 지급할 수 있다.

제8조(운영세칙) 이 지침에서 규정한 것 외에 위원단의 운영에 관하여 필요한 사항은 소장이 정한다.

제9조(기밀누설금지) 위원단의 구성원이었던 자는 직무상 알게 된 기밀을 누설하여서는 아니된다.

부칙

제1조(시행 일자) 이 지침은 2023년 5월 18일부로 시행한다.
제2조(경과조치) 이 지침의 시행에 따라 「극지정책협의회 운영 지침」은 폐지한다.

부칙

제1조(시행 일자) 이 지침은 2025년 1월 6일부로 시행한다.

붙임08 **2024년 극지와 세계 발간본**

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

POLES&GLOBE
극지와 세계

미래 북극 해빙과 탄소중립정책의 관계
민승기
포항공과대학교

남극의 해빙 감소가 황제펭귄의 멸종위기를 재촉한다
김정훈
극지연구소
생명과학연구본부

「기후변화감시예측법」 등의 제정·개정과 시사점
현대호
한국법제연구원

KOPRI

POLES&GLOBE
극지와 세계

VOL. 01
2024
MARCH

SNAPSHOT

03p 민승기 포항공과대학교
미래 북극 해빙과 탄소중립정책의 관계

북극 해빙은 전 지구 기후 시스템의 상태를 나타내는 중요한 지시자 중 하나로, 미래에 다가올 변화를 정확히 예측하는 것은 기후변화의 영향 및 적응에 있어 매우 중요하다. 북극 해빙은 면적이 연중 최소인 9월을 기준으로 할 때 지난 수십 년 동안 절반으로 줄어들었다. 최근 연구에 따르면 대부분의 기후모델들이 관측보다 북극 해빙 감소를 작게 모의하고 있으며, 이러한 모델의 과소 모의를 고려할 경우에 미래 북극 해빙은 향후 온실가스 저배출 시나리오에서도 2050년대에 사라질 수 있다고 보고되었다. 또한 고배출 시나리오에서는 2030년대에 북극 해빙이 소멸할 수 있고, 2060년대에는 9월뿐만 아니라 여름철 수개월에 걸쳐 해빙이 없는 상태가 될 수 있음을 경고하였다. 아울러 북극 해빙이 더 빠르게 줄어들면 북극 온난화가 증폭되고 한반도가 속한 중위도 지역에 이상기후가 더 빈번해질 수 있다. 따라서 이러한 피해를 막기 위해서는 더욱 강력한 탄소저감 정책이 필요하다.

06p 김정훈 극지연구소 생명과학연구본부
남극의 해빙 감소가 황제펭귄의 멸종위기를 재촉한다

황제펭귄은 번식을 위해 1년 중 9개월가량을 해빙 위에서 생활하는 종이다. 최근 들어 급격한 지구온난화로 남극에서 해빙이 감소하는 추세에 있으며 황제펭귄이 서식하는 일부 지역에서는 해빙의 유실로 번식에 실패하는 상황이 현실로 다가왔다. 온실가스 배출을 통제하지 못해 지구온난화가 가속된다면 2100년에는 황제펭귄의 약 81%가 사라지게 될 것이다. 파리기후변화협약(Paris Agreement)에 따라 온실가스 배출을 줄이고, 황제펭귄을 남극특별보호종으로 지정하려는 남극조약협의당사국회의 환경보호위원회(ATCM-CEP)의 노력에도 불구하고 일부 회원국들의 이해관계 충돌로 실질적인 환경보존에 대한 조치는 제자리걸음이다. 대한민국은 장보고과학기지를 거점으로 빅토리아랜드의 북부 연안에 있는 황제펭귄 번식지 세 곳에서 장기 모니터링을 수행 중이다. 우리나라의 황제펭귄 연구에 대한 역사는 짧지만 유의미한 결과가 도출되면 ATCM-CEP 및 CCAMLR 등의 국제기구에서 남극의 환경보전 이슈에 선도적으로 대응하고 꾸준한 과학 연구로 남극 환경보호에 실질적으로 기여할 수 있을 것이다.

10p 현대호 한국법제연구원
「기후변화감시예측법」 등의 제정·개정과 시사점

지구상에서 사람들은 기상현상과 기후변화에 따른 자연생태계에 적응할 수밖에 없으며, 이를 위한 법제도로 「기상법」과 「기후변화감시예측법」이 있다. 「기상법」은 한반도에 거주하는 사람들에게 기상현상에 적응할 수 있도록 하는 동시에 「기후변화감시예측법」의 기후변화 감시·예측의 바탕이 된다. 「기후변화감시예측법」은 기후변화의 감시 및 예측을 통한 기후변화 적응을 넘어 「탄소중립기본법」에 따른 기후위기 대응도 지원하는 역할을 하는데, 여기서 기후위기 대응은 사람의 경제활동으로 인해 발생한 탄소의 감축을 의미한다. 「기후변화감시예측법」은 해양과 극지의 기후변화 감시 및 예측도 규정하고 있는데 「기상법」·「해양조사정보법」 및 「극지활동 진흥법」 등과의 관계에서 해석상 어려움이 예상되나, 올해 시행 예정인 「기후변화감시예측법」의 시행령(안)과 시행규칙(안)을 통하여 해소될 것으로 사료된다. 「기후변화감시예측법」과 같은 법 시행령 및 시행규칙의 제정은 기후변화 감시 및 예측에 관한 업무(해양과 극지 포함)를 안정적으로 수행할 수 있는 법제도 기반을 마련한 것으로 볼 수 있으며, 한반도 및 전 지구상에서 나타나는 기후위기 대응 지원도 기대된다. 또한 산림, 농업 등 분야별로 기후변화 감시 및 예측, 적응 등에 관한 법률의 제정 및 개정도 추진되고 있으며, 해양과 극지 분야도 분법될 가능성이 높다.

제1호 2024년 3월 발행
극지연구소 정책개발실

미래 북극 해빙과 탄소중립정책의 관계

민승기 포항공과대학교

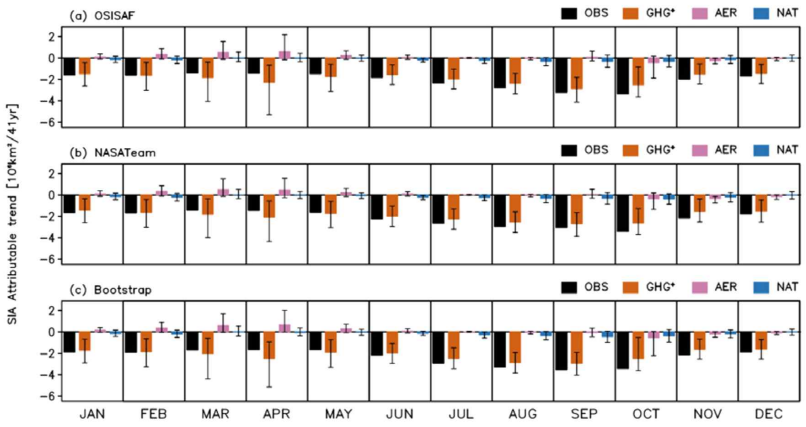
북극 해빙은 전 지구 기후 시스템의 상태를 나타내는 중요한 지시자 중 하나로, 미래에 다가올 변화를 정확히 예측하는 것은 기후변화의 영향 및 적응에 있어 매우 중요하다. 북극 해빙은 면적이 연중 최소인 9월을 기준으로 할 때 지난 수십 년 동안 절반으로 줄어들었다. 최근 연구에 따르면 대부분의 기후모델들이 관측보다 북극 해빙 감소를 작게 모의하고 있으며, 이러한 모델의 과소 모의를 고려할 경우에 미래 북극 해빙은 향후 온실가스 저배출 시나리오에서도 2050년대에 사라질 수 있다고 보고되었다. 또한 고배출 시나리오에서는 2030년대에 북극 해빙이 소멸할 수 있고, 2060년대에는 9월뿐만 아니라 여름철 수개월에 걸쳐 해빙이 없는 상태가 될 수 있음을 경고하였다. 아울러 북극 해빙이 더 빠르게 줄어들면 북극 온난화가 증폭되고 한반도가 속한 중위도 지역에 이상기후가 더 빈번해질 수 있다. 따라서 이러한 피해를 막기 위해서는 더욱 강력한 탄소저감정책이 필요하다.

북극 해빙의 전 지구적 중요성

북극 해빙은 지표로 들어오는 태양복사에너지를 반사하고 해양에서 대기로 나가는 장파복사에너지를 차단하여 북극 지역을 차갑게 유지시킨다. 이러한 과정을 통해 북극 해빙은 전 지구 온도의 상승을 막아주는 '절연체' 역할을 하고 있다. 이러한 북극 해빙이 급격히 감소하게 되면 태양복사에너지가 더 많이 유입되면서 '북극 증폭'[1]으로 알려진 북극 지역의 온난화 현상이 크게 증가할 것이며 이에 따라 북극권 지역뿐만 아니라 전 지구에 걸쳐 막대한 영향을 줄 수 있다. 위성 관측이 가능한 1979년부터 현재까지 북극 해빙 면적의 변화를 살펴보면, 전 계절에 걸쳐 그 면적이 감소하고 있다. 특히 여름철에 해당하는 8~10월에 매우 큰 폭으로 감소하고 있으며, 10년간 평균 약 12%씩 줄어들어 지난 40여 년간 50% 가까이 줄어든 것으로 나타났다. 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 6차 평가보고서에 따르면, 북극 해빙은 과거 10년 기간(1979~1988) 대비 최근 10년 기간(2010~2019)에 해빙의 가장자리를 따라 크게 감소하였으며, 온실가스 배출을 급격히 줄이지 않으면 21세기 중반 이전에 연중 해빙이 가장 작은 9월을 기준으로 북극 해빙이 거의 소멸될 것으로 전망하였다.

북극 해빙 감소에 미치는 인위적 온실가스 증가의 영향

미래의 탄소 배출 경로에 따라 북극 해빙이 얼마나 빨리 감소할 것인지를 예측하기 위해서는 과거 관측에 나타난 북극 해빙 감소에 미치는 온실가스 증가의 기여를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 기후에 미치는 인간 활동은 온실가스 증가뿐만 아니라 에어로졸 증가도 해당되기 때문에 에어로졸의 영향을 분리

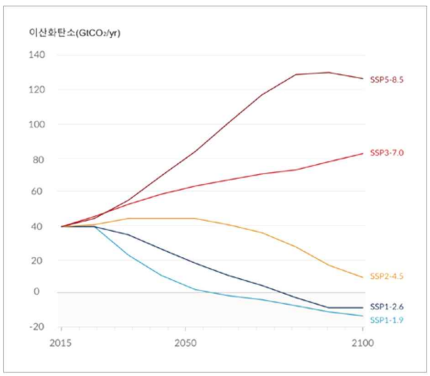


[그림 1] 세 위성 관측(OSISAF, NASATeam, Bootstrap)에 나타난 월별 북극 해빙 감소 추세(1979~2019)와 기후모델에서 예측한 외부강제력별 기여, 검정: 위성 관측 추세. 주황: 온실가스 강제력의 기여, 분홍: 에어로졸 강제력의 기여, 파랑: 자연 강제력(화산 및 태양활동)의 기여. 오차 막대는 강제력별 기여의 90% 신뢰구간을 나타냄. 가로축은 1월부터 12월까지 매월을 나타내며 세로축은 해당 월의 최근 41년간 북극 해빙 면적의 변화 크기(단위: 백만 km^2)를 보여줌. (Kim et al. 2023)

하여 평가해야 하며, 자연적 요인에 해당하는 태양 및 화산 활동의 영향도 함께 고려해야 한다. 그림 1은 지난 41년간(1979~2019) 월별 해빙 면적의 장기 추세 관측값과 기후모델 시뮬레이션 결과를 비교하여 나타낸 것이다. 여기서 기후모델 결과들은 각각 온실가스, 에어로졸, 태양 및 화산활동의 관측 변화값을 입력하여 시뮬레이션한 결과이며, 이를 관측과 비교함으로써 북극 해빙 감소에 미치는 개별 요인들의 기여를 파악할 수 있다. 연중 모든 시기에 걸쳐 북극 해빙이 감소하고 있으며, 이러한 관측된 해빙 감소(검은색)의 대부분은 온실가스 증가(주황색)에 의한 것임을 확인할 수 있다. 온실가스의 영향력에 비해 에어로졸(분홍색)과 태양 및 화산활동(파란색)의 영향력은 매우 작게 나타났다. 또한 여름철을 중심으로 대부분 시기에 기후모델에서 예측한 북극 해빙 감소 추세가 실제 관측보다 작은 것을 볼 수 있는데 이는 기후모델이 실제 기후변화의 속도를 재현하지 못하고 있음을 뜻한다. 이러한 기후모델의 문제는 같은 기후모델을 이용한 미래 탄소 배출 시나리오에 따른 시뮬레이션 결과에서도 마찬가지로 나타날 수 있어 이러한 오차를 해결할 수 있는 연구가 필요하다.

탄소 배출 시나리오에 따른 북극 해빙의 변화

온실가스는 한 번 배출되면 평균적으로 100년 이상 대기 중에 머물면서 온실효과를 일으키는데, 장기간 체류하는 특성으로 인해 전 지구의 온난화 규모는 인류가 산업혁명 이후로 배출한 온실가스의 누적량에 비례하게 된다. 또한 전 지구 온도와 누적 배출량이 밀접한 관련성이 있다는 의미는 탄소중립인 '넷제로' 시점까지 지구온난화가 지속된다는 것이다. 현재 전 지구 탄소 배출량은 40 $GtCO_2/yr$ 정도이며, 향후 인류의 기후변화 대응에 따른 온실가스 배출 시나리오를 살펴보면, 고배출 시나리오(SSP5-8.5), 중배출 시나리오(SSP3-7.0, SSP2-4.5)와 저배출 시나리오(SSP1-2.6, SSP1-1.9)가 있다(그림 2). 여기서 SSP 시나리오는 IPCC 6차 평가보고서를 위해 개발된 공통사회경제경로(Shared Socioeconomic Pathway)로서 2100년을 기준으로 복사강제력 강도와 함께 사회 경제적 구조 및 기후변화 완화 및 적응 노력에 따라 5개의 시나리오로 구분된다(표 1). 이 중 21세기 이내에 탄소중립 달성을 가정한 시나리오는 두 가지가 있다. 그중 SSP1-1.9는 2050년대 후반에, SSP1-2.6은 2070년경에 넷제로에 도달하고 그 이후에는 음의 배출을 가정한다. 또한 SSP1-1.9와 SSP1-2.6 시나리오는 21세기 후반에 파리협정의 목표 온도인 산업혁명 이전 대비 지구 온도 1.5도와 2도 증가에 각각 해당한다.

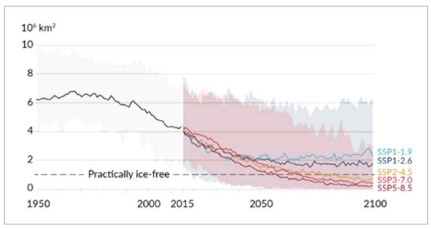


[그림 2] SSP 시나리오별 CO_2 배출 시계열(IPCC 6차 보고서)

IPCC 6차 보고서에서 제시한 다섯 가지 탄소 배출 시나리오별 북극 해빙의 미래 전망을 살펴보면(그림 3), 연중 해빙 면적이 가장 작아지는 9월을 기준으로 중배출(SSP2-4.5, SSP3-7.0), 고배출(SSP5-8.5) 시나리오에서 2050~2070년대에 북극 해빙이 소멸할 것으로 보고되었다. 여기서 해빙 소멸의 기준은 100만 km^2를 이용한다. 한편 저배출 시나리오인 SSP1-1.9와 SSP1-2.6에서는 북극 해빙이 남아 있을 것으로 예측되었고, 파리협정 목표인 1.5도와 2도까지만 증가하는 온난화를 달성한다면 북극 해빙 소멸을 막을 수 있음을 뜻한다(표 1). 하지만 이러한 전망은 위 그림 1에서 설명한 대로 기후모델들이 전반적으로 북극 해빙 감소를 실제보다 작게 예측하는 특성을 고려하지 않은 것으로 실제 북극 해빙은 더욱 빠르게 감소할 수 있다.

종류	설명	산업혁명 이전 대비 전 지구 온도 증가 (2081~2100)
SSP1-1.9	화석연료 사용을 줄이고, 재생 가능 에너지와 효율적인 에너지 사용을 추진하는 경우로 파리협정 1.5도 목표에 상응함	1.4°C
SSP1-2.6	재생에너지 기술 발달로 화석연료 사용이 최소화되고 친환경적으로 지속가능한 경제성장을 이룰 것으로 가정하는 경우	1.8°C
SSP2-4.5	기후변화 완화 및 사회경제 발전 정도가 중간 단계를 가정하는 경우	2.7°C
SSP3-7.0	기후변화 완화 정책에 소극적이며 기술개발이 늦어 기후변화에 취약한 사회구조를 가정하는 경우	3.6°C
SSP5-8.5	산업기술의 빠른 발전에 중심을 두어 화석연료 사용이 많고 도시 위주의 무분별한 개발이 확대될 것으로 가정하는 경우	4.4°C

[표 1] SSP 시나리오 구분(출처 : 기상청 기후정보포털, IPCC 6차 보고서)



[그림 3] 탄소 배출 시나리오별 9월 북극 해빙 면적 미래 전망 (IPCC 6차 보고서). 가로 점선은 해빙 소멸의 기준인 100만 ㎢를 나타냄.

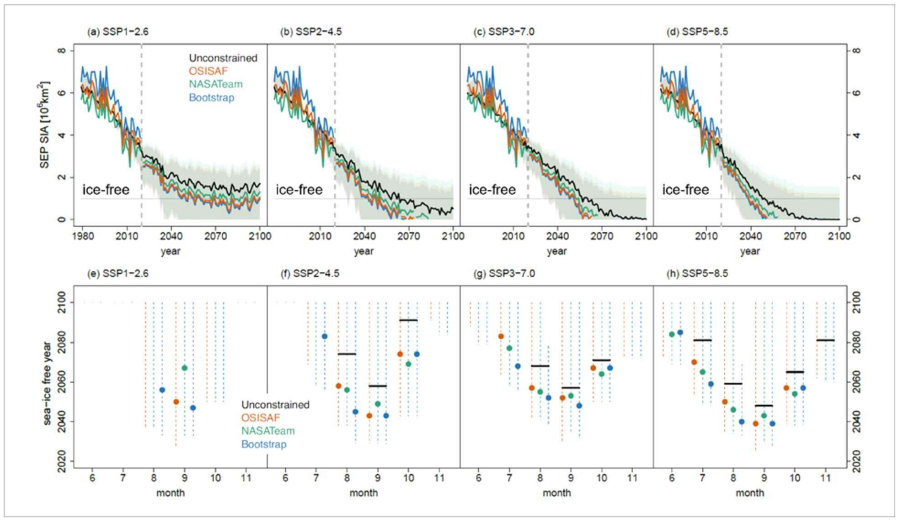
10년 빨라진 북극 해빙 소멸과 그 영향

위에서 살펴본 바와 같이 대부분의 기후모델들이 온실가스 증가에 따른 북극 해빙 감소를 관측에 비해 작게 예측하고 있으며 이러한 모델의 특성을 고려하여 미래의 북극 해빙 전망을 새롭게 예측한 결과를 그림 4에 나타내었다. 기후모델의 북극 해빙 감소 속도를 관측에 맞춰 조정한 결과, 온실가스 저배출 시나리오인 SSP1-2.6에서도 2050년대에 북극 해빙 감소가 나타남을 확인하였다. 또한 중배출(SSP2-4.5, SSP3-7.0), 고배출(SSP5-8.5) 시나리오에서도 기존의 전망보다 10년 정도 빠른 속도로 해빙이 감소하여 고배출 시나리오에서는 2030년대에 북극 해빙이 소멸할 수 있으며, 2060년대에는 여름철 전반(7~10월)에 걸쳐 해빙이 없는 상태가 지속될 것으로 나타났다.

이렇게 북극 해빙이 더 빠르게 줄어들면 검은 바다가 드러나면서 더 많은 에너지를 흡수하게 되어 북극 온난화가 증폭될 것이다. 북극 온난화 증폭이 강해지면 고위도와 저위도 간의 온도 차이가 줄면서 중위도의 대기순환이 요동치게 되며 이에 따라 폭염, 산불, 홍수 등 이상기후 현상이 더 강하고 빈번하게 나타날 수 있다. 또한 해빙이 없는 북극은 해운의 증가로 이어져 더 많은 온실가스 배출과 지역 환경 및 생태계를 파괴할 뿐만 아니라 그린란드 빙상과 영구동토층을 더욱 빠르게 녹여 해수면 상승과 지구온난화를 가속화할 것이다.

이러한 북극 해빙의 급격한 감소로 인한 전 지구적인 피해를 막기 위해서는 더욱 강력한 탄소저감정책이 요구된다. 1.5도 온난화 목표에 해당하는 SSP1-1.9 시나리오에서는 북극 해빙이 남아 있을 것으로 예상되며, 이는 늦어도 2050년대에는 탄소중립을 달성해야 함을 의미한다. 앞으로 보다 정확한 북극 해빙의 미래 전망과 그에 따른 분야별 영향을 평가하고 대응책을 마련하기 위해서는 빙권 지역에 대한 지속적이고 체계적인 관측, 대기-해양-지면-빙권 상호작용에 대한 포괄적인 이해, 그리고 이를 구현할 수 있는 기후모델링 연구가 필수적으로 요구된다. 이와 더불어 우리나라를 포함한 국가별 최신 탄소중립 경로를 실시간으로 반영한 탄소 배출 시나리오를 개발하고, 이를 활용한 북극 지역 기후변화 예측력 확보가 매우 중요한 시점이다.

1) 극 지역에서 온도 변화가 전 지구 평균보다 훨씬 크게 나타나는 현상을 의미한다. 북극 지역에서는 극 증폭의 결과로 온실가스 증가에 따른 온난화 현상이 지구 평균에 비해 두 배 이상 강하게 나타나고 있다.



[그림 4] 북극 해빙 면적의 미래 전망 시계열(위)과 북극 해빙 소멸 시점 전망(아래).
검정: 원래 기후모델 결과, 컬러: 세 가지 위성 관측자료를 이용하여 기후모델의 미래 전망을 보정한 결과. (Kim et al. 2023)

남극의 해빙 감소가 황제펭귄의 멸종위기를 재촉한다

김정훈 극지연구소 생명과학연구본부

황제펭귄은 번식을 위해 1년 중 9개월가량을 해빙 위에서 생활하는 종이다. 최근 들어 급격한 지구온난화로 남극에서 해빙이 감소하는 추세에 있으며 황제펭귄이 서식하는 일부 지역에서는 해빙의 유실로 번식에 실패하는 상황이 현실로 다가왔다. 온실가스 배출을 통제하지 못해 지구온난화가 가속된다면 2100년에는 황제펭귄의 약 81%가 사라지게 될 것이다. 파리기후변화협약(Paris Agreement)에 따라 온실가스 배출을 줄이고, 황제펭귄을 남극특별보호종으로 지정하려는 남극조약협의당사국회의 환경보호위원회(ATCM-CEP)의 노력에도 불구하고 일부 회원국들의 이해관계 충돌로 실질적인 환경보존에 대한 조치는 제자리걸음이다. 대한민국은 장보고과학기지를 거점으로 빅토리아랜드의 북부 연안에 있는 황제펭귄 번식지 세 곳에서 장기 모니터링을 수행 중이다. 우리나라의 황제펭귄 연구에 대한 역사는 짧지만 유의미한 결과가 도출되면 ATCM-CEP 및 CCAMLR 등의 국제기구에서 남극의 환경보존 이슈에 선도적으로 대응하고 꾸준한 과학 연구로 남극 환경보호에 실질적으로 기여할 수 있을 것이다.

해빙에서 번식하는 황제펭귄

우리가 알고 있는 대부분의 펭귄들은 땅속에 굴을 파거나 땅 위에 돌을 쌓아 둥지를 짓고 번식한다. 그러나 임금펭귄(King Penguin)과 황제펭귄(Emperor Penguin)은 독특하게도 둥지를 짓지 않고 발등 위에 알을 낳아 품는 종이다. 특히 황제펭귄은 남극대륙의 해빙 위에서 번식하는 독특한 생활사를 보여준다(그림 2).

황제펭귄은 남극의 겨울이 시작되는 4월경에 번식을 위해 해빙 위로 이동한다. 5월경에는 구애 행동 및 교미를 하고, 암컷은 6~7월경에 수컷의 발등 위에 알 하나를 낳아 전달한 후 먹이 사냥을 위해 바다로 떠난다. 수컷들은 알이 부화할 때까지 약 70일 동안 알을 품는다. 알이 부화하는 8월경에 어미가 돌아와 새끼에게 먹이를 주고, 수컷이 육아를 교대한 후 먹이 사냥을 떠난다. 9월에서 10월경에는 부모들이 해빙 위에서 새끼를 키워내며, 새끼들이 어느 정도 성장하여 먹이 요구량이 많아지는 10~11월경에는 부모 모두 먹이 사냥을 위해 바다로 나가 있는 시간이 많아지고 새끼들은 무리를 지어 해빙 위에 보육원을 형성하게 된다. 여름이 찾아오며 해빙이 소실되는 12월 즈음이면 어미뿐만 아니라 물속에서 헤엄칠 수 있을 정도로 성장한 새끼들이 번식지를 떠나기 시작한다. 이처럼 황제펭귄의 번식 여정은 해빙 위에서 시작하여 마무리된다.

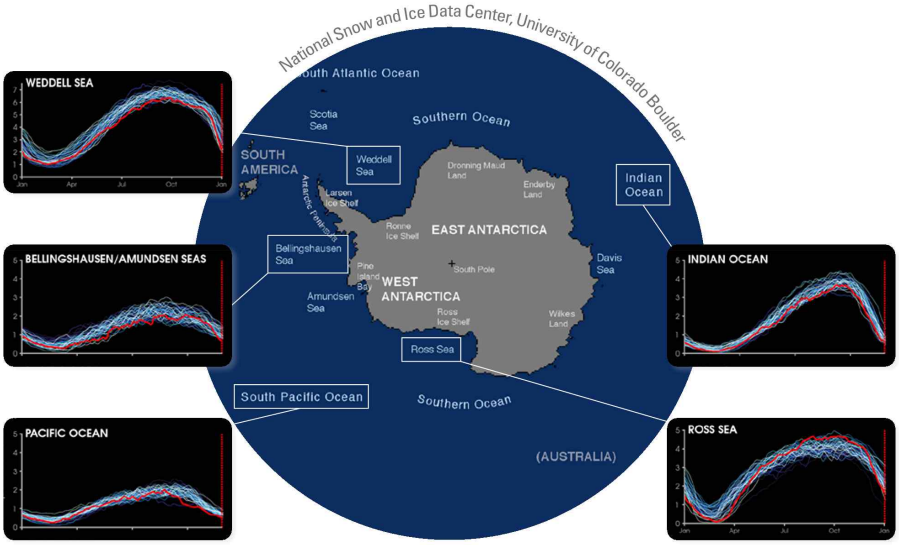
[그림 1] 해빙 위에서 새끼를 키워내고 있는 황제펭귄

남극에서 해빙의 감소 추세

남극에서 해빙은 보통 겨울철인 9~10월에 면적이 약 1,800만~1,900만 ㎢(한반도 면적의 약 82~86배)로 가장 넓게 분포하고, 하계기간인 2월경에는 최소 면적인 약 300만 ㎢로 감소하는 주기를 보인다.

미국 국립설빙데이터센터(National Snow and Ice Data Center)의 자료에 의하면 해빙의 면적과 양이 급속도로 감소하는 북극해와는 달리 남극해에서는 지구온난화에도 불구하고 지난 40년 동안 안정적이었으며, 12월 관측자료에서는 오히려 10년마다 0.4%씩 면적이 증가하는 추세를 보였다. 그러나 2015년 이후로 이러한 증가 양상에 변화를 보이기 시작했다. 특히 2022년에는 해빙 면적이 급격히 감소하였는데 이 현상은 아문센해와 벨링스하우젠해에서 두드러지게 나타났다(그림 3). 해빙 면적의 감소는 황제펭귄의 번식지의 안정성을 위협하는 요인으로 작용하고 있다.

[그림 2] 해빙 위에서 번식하는 황제펭귄의 생활사
(출처 : https://en.wikipedia.org/wiki/Emperor_penguin)



[그림 3] 2022년 남극해의 계절별·해역별 해빙 면적 변화. 붉은 선은 2022년 관측 자료(출처 : National Snow and Ice Data Center 자료 재구성)

현실로 다가온 황제펭귄의 번식지 훼손

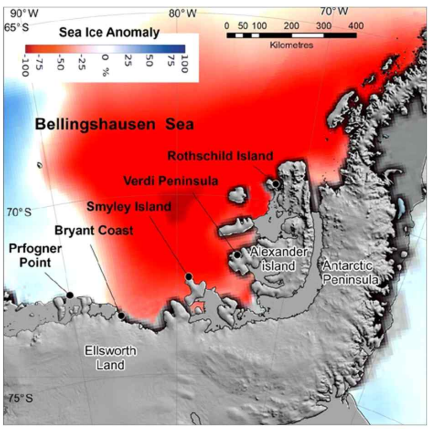
해빙의 유실로 인한 황제펭귄 번식지의 감소는 현실로 나타나기 시작했다. 2016년에 웨들해의 핼리만(Halley Bay)에 위치한 세계에서 두 번째로 큰 황제펭귄 번식지(14,000~25,000쌍)가 통째로 사라지는 일이 발생했다. 2015년까지는 번식지로 사용되던 해빙이 안정적으로 유지되었으나 2016년 11월 17일에 촬영된 인공위성 영상에서는 해빙이 사라지고 바닷물로 채워진 모습을 볼 수 있다. 2016년에는 폭풍우가 몰아치는 이상기후가 이어지면서 황제펭귄 새끼가 털갈이를 하기 훨씬 전인 10월에 해빙이 유실되기 시작했다. 즉, 새끼들은 방수 기능이 없는 솜털로 덮여 있을 시기에 해빙이 깨져 나갔으니 수천 마리의 새끼들이 바다에 익사했을 것으로 추측하고 있다. 이 지역은 2016년 이래로 조사를 수행했던 3년 동안 번식지로서의 기능을 잃었으며, 남쪽으로 55km 떨어진 인근 도슨-램튼(Dawson-Lambton) 서식지에서는 펭귄 개체수가 약 10배 이상 증가하였는데 이는 핼리만에서 번식하던 개체들이 이주해 왔기 때문인 것으로 보인다(Fretwell & Trathan 2019). 기후변화가 펭귄 서식지를 점점 남쪽으로 밀어낼 수 있다는 것을 시사한다.

해빙 면적과 농도가 급격히 감소했던 2022년에 벨링스하우젠해에 소재하는 황제펭귄 번식지에서도 이상 징후가 나타났다(그림 4). 해당 수역의 황제펭귄 서식지 5곳 중 4곳에서 새끼가 다 자라기 전에 해빙이 유실되었기 때문에 번식에 실패하고 말았다(Fretwell 외 2023). 이는 해빙의 대규모 감소가 황제펭귄 번식지에만 나타나는 국소적인 현상이 아닌 남극 전반에 광범위하게 영향을 미치기 시작했음을 보여주는 최초의 사례라 할 수 있다.

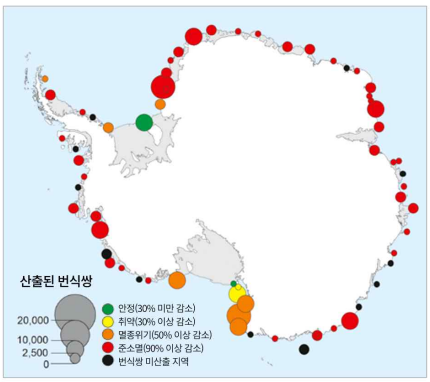
황제펭귄의 미래 예측

현재까지 황제펭귄 번식지로 61개소가 알려져 있지만, 서식지 대부분이 환경변화에 취약한 것으로 평가되고 있다(Fretwell & Trathan 2020). 금세기 말까지 약 80%의 서식지에서 황제펭귄이 거의 사라지는 준소멸(Quasi - Extinct) 상황이 나타날 것으로 예상된다(그림 5).

2015년에 제정된 파리기후변화협약(Paris Agreement)의 주요 목표 중 하나는 지구온난화를 막기 위해 전 지구 기온 상승을 산업화 이전 평균 대비 2°C 이하로 유지하고 이상적으로는 1.5°C로 제한하는 것이다(UNFCCC 2015). Jenouvrier 등

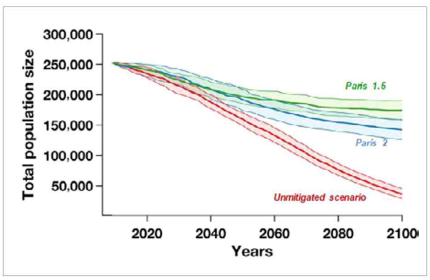


[그림 4] 벨링스하우젠해에 위치하는 황제펭귄 서식지와 2022년 11월의 해빙감소 현상-붉은색 지역(출처 : Fretwell et al. 2019)



[그림 5] Jenouvrier et al. (2019)의 모델 시나리오를 토대로 작성된 황제펭귄 번식지 위치, 규모 및 서식지 취약성 등급
(출처 : Fretwell & Trathan 2020)

(2019) 연구의 모델 시나리오에 의하면 온실가스 배출량을 줄이지 못해 지구온난화가 통제되지 않고 지속된다면 2100년경에는 황제펭귄 서식지의 80%가 준소멸 위기에 처하게 되고 개체수의 81%가 감소할 것으로 예상된다(그림 6). 파리기후협약의 목표가 달성되어 기온 상승을 1.5°C로 유지한다면 서식지의 19%에서 준소멸 위기에 처하고 개체수의 31%가 감소하며, 2°C로 유지할 경우에는 서식지의 31%에서 준소멸 위기에 처하고 개체수의 44%가 감소할 것으로 예측된다(그림 6). 이는 현재 진행 중인 지구온난화로부터 황제펭귄의 감소 자체를 막을 수는 없지만 우리가 기후위기를 어떻게 관리하고 통제하느냐에 따라 이들을 멸종위기에서 구할 수 있다는 가능성을 시사한다.



[그림 6] 다양한 기후 시나리오에서 예측한 2009년부터 2100년까지 전 세계 황제펭귄의 번식 쌍수 변동(출처 : Jenouvrier et al. 2019)

남극특별보호종 지정을 위한 국제기구의 노력과 한계

2021년 남극조약협의당사국회의 환경보호위원회(제43차 ATCM-제23차 CEP)에서는 남극과학연구위원회(SCAR)의 제안으로 기후변화에 취약한 황제펭귄의 개체군 감소 전망을 주목하여 해당 종을 남극특별보호종으로 지정하려는 논의가 시작되었다. 다음 해에 개최된 제44차 ATCM-제24차 CEP에서는 중국을 제외한 대다수의 당사국들이 본 안건에 대해 찬성하였다. 세계자연보전연맹(IUCN)이 발표하는 멸종위기 보고서인 적색목록(Red list) 범주에는 평가대상 분류군을 설정한 이후 특정 번식 개체군과 방문자 개체군에 대한 평가, 적색목록 기준을 적용하여 분류군의 지역 개체군을 대상으로 IUCN 예비범주 설정, 절멸 위험에 영향을 미칠 수 있는 지역 외부의 동종 개체군의 존재 여부 및 상태 조사 등의 단계를 거쳐 결정된다. 대다수 당사국들은 남극특별보호종 지정에 있어 IUCN 적색목록상의 취약종 또는 그 이상의 범주 조건 충족이 전제되는 것이 아님을 강조하고, SCAR가 제시한 황제펭귄의 감소 경향 예측을 토대로 남극조약과 환경보호의정서의 사전 예방적 조치 원칙에 따라 해당 종의 남극특별보호종 지정에 적기임을 강조하였다. 그러나 중국은 지정 절차의 문제와 검증되지 않거나 특수한 사례를 제시하며 반대 입장을 표명하였다. 황제펭귄이 남극특별보호종으로 지정되면 이들의 번식지 및 광범위한 취식 지역까지 보호해야 하는 후속 조치 마련에 힘이 실리게 된다. 우리 정부대표단은 이러한 조치가 신규 해양보호구역(MPA) 설정의 당위성을 뒷받침하는 근거가 될 수 있기에 남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR)에서 MPA의 확장 및 추가 설정에 부정적인 견해를 보이는 중국이 이를 사전에 차단하려는 의도가 있는 것으로 보고 있다. 이들 국제기구에서는 모든 사안이 만장일치로 결정되기 때문에 국제 정세 및 각국의 이해관계가 첨예하게 대립하는 상황에서는 건설적인 안건 조차도 합의 도출이 어려운 실정이다.

대한민국의 황제펭귄 연구와 국제기구에 과학적 기여 현황

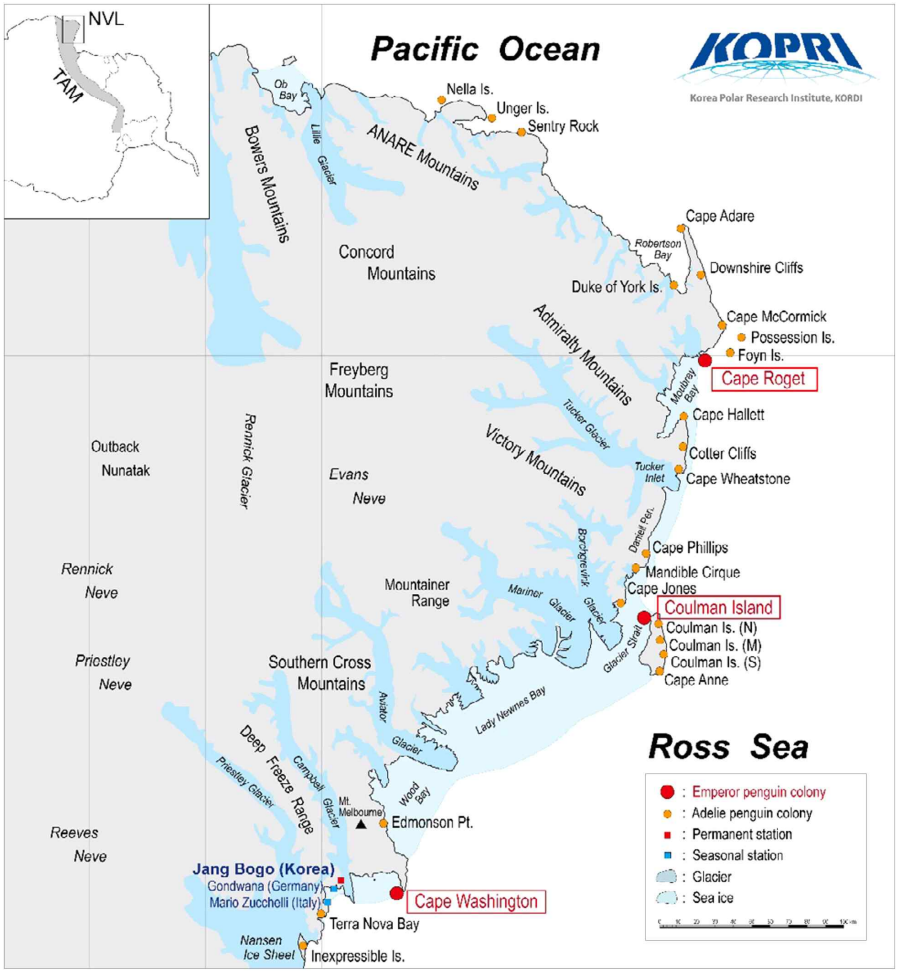
현장 조사 결과와 다양한 모델의 시나리오는 황제펭귄이 머지않아 지구온난화로 준소멸위기에 처할 것이라 경고하고 있다. 그러나 안타깝게도 남극의 환경과 생태계 보존을 이끌어야 할 ATCM-CEP나 CCAMLR 등의 국제기구에서 회원국들 간의 견해차로 합의가 도출되지 않아 실질적인 보존 조치나 지침 등 대응조치를 취하지 못하고 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라를 포함한 대다수 국가의 과학자들은 지구온난화가 생태계에 미칠 영향을 예측하고 있으며 이를 해결하기 위한 연구와 모니터링을 묵묵히 수행하고 있다.

대한민국은 남극대륙에 장보고과학기지를 운영하고 있으며, 기지 인근 북빅토리아랜드 연안에는 케이프 워싱턴(Cape Washington), 쿨먼섬(Coulman Island) 및 케이프 로제(Cape Roget) 등 3개 지역의 황제펭귄 번식지가 소재하고 있다(그림 7). Jenouvrier 등(2019)의 예측에 의하면 이 번식지들은 금세기 말까지 개체수의 50% 이상이 감소할 것으로 예측되는 멸종위기(Endangered)에 처한 지역으로 분류되고 있다. 장보고 과학기지가 건설된 이후 시작된 우리나라의 황제펭귄 모니터링 역사는 매우 짧지만, 극지연구소의 연구자들은 2014년 이래로 이들 서식지에서 개체수 변동과 번식지가 형성되는 해빙의 동태를 모니터링하고 있다. 아직까지 우리 조사지역에서는 황제펭귄 번식지의 훼손이나 급격한 개체수

감소는 나타나지 않고 있지만 최근 들어 로스해 연안의 해빙이 불안정하여 그 영향을 예의 주시하고 있다.

대한민국 정부대표단은 황제펭귄의 남극특별보호종 지정이 논의되는 제24차 CEP(제44차 ATCM)에 우리나라의 모니터링 자료를 정리한 문건을 제출한 바 있다. 만장일치의 합의가 도출되지 않아 그 의미가 퇴색되기는 했지만 우리나라는 황제펭귄의 멸종위기종 지정 찬성의견 피력과 더불어 모니터링 자료 공유와 우리나라의 견해를 개진하는 방법으로 남극 생태계 보존에 기여하고 있다.

CCAMLR에서 채택을 추진 중인 '로스해 해양보호구역의 연구 및 모니터링 계획' 초안에는 생태계의 주요 구성원으로서 황제펭귄 개체수 변동, 주요 먹이 종 및 취식 행동 조사가 명시되어 있다. 현재 극지연구소는 해양수산부가 지원하는 국가연구개발사업인 '로스해 해양보호구역의 보존 조치 이행에 따른 생태계 변화 연구(2022~2026)'의 하나로 이러한 연구들을 수행하고 있다. 정부대표단의 일원으로 참석하는 극지연구소의 연구진은 황제펭귄 모니터링에서 유의미한 결과가 도출되면 CCAMLR의 생태계모니터링관리작업반 및 과학위원회 등에 보고하고 관련 의제에 적극적으로 대응할 예정이다. 또한 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)에서도 지구온난화 이슈 논의의 장에서 활약할 수 있는 기반을 마련할 계획이다. 대한민국이 국제기구에서 남극의 환경보전 이슈에 선도적으로 대응하고 과학적 기여로 국가 이미지를 제고하기 위해서는 정부 차원에서 장기 모니터링과 연구사업의 안정적인 지원이 필요하다. 국제사회에서 우리가 창출한 과학적 근거나 조사 자료 없이는 환경변화 이슈에 대응하고 국익과 관련된 대한민국의 목소리를 낼 수 없기 때문이다.



[그림 7] 대한민국 과학자들이 모니터링을 수행하고 있는 황제펭귄 번식지 케이프 워싱턴, 쿨먼섬 및 케이프 로제

「기후변화감시예측법」 등의 제정·개정과 시사점

현대호 한국법제연구원

지구상에서 사람들은 기상현상과 기후변화에 따른 자연생태계에 적응할 수밖에 없으며, 이를 위한 법제도로 「기상법」과 「기후변화감시예측법」이 있다. 「기상법」은 한반도에 거주하는 사람들에게 기상현상에 적응할 수 있도록 하는 동시에 「기후변화감시예측법」의 기후변화 감시·예측의 바탕이 된다. 「기후변화감시예측법」은 기후변화의 감시 및 예측을 통한 기후변화 적응을 넘어 「탄소중립기본법」에 따른 기후위기 대응도 지원하는 역할을 하는데, 여기서 기후위기 대응은 사람의 경제활동으로 인해 발생한 탄소의 감축을 의미한다.

「기후변화감시예측법」은 해양과 극지의 기후변화 감시 및 예측도 규정하고 있는데 「기상법」·「해양조사정보법」 및 「극지활동 진흥법」 등과의 관계에서 해석상 어려움이 예상되나, 올해 시행 예정인 「기후변화감시예측법」의 시행령(안)과 시행규칙(안)을 통하여 해소될 것으로 사료된다. 「기후변화감시예측법」과 같은 법 시행령 및 시행규칙의 제정은 기후변화 감시 및 예측에 관한 업무(해양과 극지 포함)를 안정적으로 수행할 수 있는 법제도 기반을 마련한 것으로 볼 수 있으며, 한반도 및 전 지구상에서 나타나는 기후위기 대응 지원도 기대된다. 또한 산림, 농업 등 분야별로 기후변화 감시 및 예측, 적응 등에 관한 법률의 제정 및 개정도 추진되고 있으며, 해양과 극지 분야도 분법될 가능성이 높다.

기후변화 위험과 관련 법제도

지구상에 존재하는 유기생명체는 기후변화에 따른 생태환경에 적응하여야 하며, 이를 위해 기상현상과 기후변화에 대한 과학적 관찰과 예견이 요구된다. 또한 고도화된 과학기술과 산업화로 쾌적한 생태환경이 조성되어 인류는 역사상 최고의 번영과 안락한 삶을 누리고 있다. 그렇지만 온실가스로 인한 기후변화 위험은 매우 짧은 시간에 큰 폭으로 발생하거나 그 영향이 광범위하여 재난으로 이어질 수 있으며, 기상현상과 기후변화에 관한 과학적인 관찰과 예견을 통하여 인류가 적응하지 못한다면 언제든지 멸종될 수 있다.

우리나라에서 도입한 법제도를 '기상현상 관측 및 예보', '기후변화 감시 및 예측', 그리고 '기후위기 적응 및 대응'의 순서로 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 기상현상의 관측 및 예보는 「기상법」에 따라 이루어지며, 「기상법」의 기상현상 관측은 기후변화를 감시 및 예측하는 바탕이 된다[1]. 다음으로, 기후변화의 감시 및 예측은 「기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률」(이하 '기후변화감시예측법'이라 함)에 따라 이루어지며[2], 「기후변화감시예측법」은 기후변화 감시 및 예측 정보를 알리고 제공하여 기후변화에 적응할 수 있도록 하는 동시에 「탄소중립기본법」에 따른 기후위기 적응도 지원하는 역할을 한다. 마지막으로, 기후위기의 적응 및 대응은 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(이하 '탄소중립기본법'이라 함)과 「기후변화대응 기술개발 촉진법」(이하 '기후기술법'이라 함)[3]에 따라 이루어지며, 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률」, 「개발도상국 산림을 통한 온실가스 배출 감축 및 탄소축적 증진 지원에 관한 법률」 등을 비롯하여 산림, 농업 등 분야별로 새로운 법률의 제정·개정도 추진되고 있다.

최근 각국은 기상현상과 기후변화의 과학적인 관측과 예측에 따른 적응에만 머물지 아니하고 적극적으로 기후변화의 원인을 찾아 대응하고자 하는데, 그 대표적인 사례가 사람의 경제활동으로 발생하는 탄소를 감축하는 것이다.

「기상법」의 변천과 기상현상의 관측 및 예보

「기상법」은 기상현상[4]의 관측 및 예보를 통하여 사람이 자연변화에 적응할 수 있도록 하며, 기후변화의 감시 및 예측, 기후위기의 적응 및 대응에 관한 모법(母法)으로의 지위를 차지한다. 「기상법」은 1961년에 제정된 「기상업무법」에서 출발하여 2005년 전부개정에서 명칭을 「기상법」으로 변경하였으며, 기후 분야의 업무에 관한 법적 근거를 마련하고 기상관측의 표준화를 위하여 「기상관측표준화법」을 제정하는 등 개정이 이루어졌다. 또한 2009년에는 「기상법」에서 분리되어 「기상산업진흥법」이 기상산업의 발전 기반을 조성하고 경쟁력 강화를 도모하기 위하여 제정되었으며, 2023년에는 「기후변화감시예측법」도 제정되었다. 향후에는 항공기상도 「기상법」에서 분리되어 「(가칭)항공기상법」[5]으로 제정될 가능성이 크다.

한편 「기상법」은 해양기상의 관측 및 예보를 기상청의 업무로 규정하고 있는데, 여기서 '해양기상'은 해양 위의 대기와 해양의 상호작용으로 나타나는 기상현상을 의미하며(같은 법 제2조 제4호의2), 「기후변화감시예측법」의 해양 분야에서 기후변화 감시 및 예측과는 구분하여야 한다. 또한 「기상법」에서는 '기후'를 일정 기간 특정 지역에서의 기상현상의 평균상태로 정의하고 있으며(같은 법 제2조 제6호), 개정 전의 「기상법」에서는 기후변화 개념을 '인간 활동이나 자연적인 요인으로 기상현상이 평균상태를 벗어나 상당기간 지속되는 것을 말한다'고 가치중립적으로 정의하였는데(같은 법 제2조 제7호), 개정된 「기상법」[6]에서는 기후변화 개념을 삭제하였다. 그럼에도 불구하고 「기상법」의 '기후변화'는 「탄소중립기본법」 제2조

제2호에 따른 기후변화 개념이 아니라 종전과 같은 개념으로 해석할 가능성이 크다.

「탄소중립기본법」의 제정과 기후위기 적응·대응

2021년에 제정된 「탄소중립기본법」은 「파리협정」에 따라 온실가스 감축 목표를 수립하고 이를 이행하기 위하여 탄소중립 사회로의 이행과 녹색성장의 추진을 위한 제도 및 기반을 마련하고자 하였다(같은 법 제1조 참조). 따라서 「탄소중립기본법」에서 '기후변화[7]', '기후위기' 및 '기후위기 적응[8]' 등의 개념은 온실가스를 대상으로 정의하였으며, 이 법에서 '기후위기'는 기후변화가 극단적인 날씨뿐만 아니라 물 부족, 식량 부족, 해양산성화, 해수면 상승, 생태계 붕괴 등 인류 문명에 회복할 수 없는 위험을 초래하여 획기적인 온실가스 감축이 필요한 상태를 의미한다(같은 법 제2조 제2호). 이 법에서 기후위기 적응전략과 대응체계는 다음 [도표 1]과 같다.

「기후변화감시예측법」의 제정 경과

「기후변화감시예측법」은 2023. 10. 24.에 제정되어 2024. 10. 25.부터 시행할 예정이다. 이 법은 기후변화에 대한 과학적인 감시 및 예측에 필요한 사항을 정하여 기후변화로부터 생태계 및 기후체계를 보호하고 공공복리를 증진하는 것을 목적으로 한다(같은 법 제1조 참조). 이 법은 기후변화의 감시와 예측에 관한 기본적인 사항(「기상법」에서 기후 개념을 제외한 기후변화에 관한 모든 입법사항)을 「기상법」에서 분리하여 세부적으로 규정하고 추가적인 입법사항(기본계획, 기후변화교육사 등)을 포함해 제정하였다. 그런데 「기후변화감시예측법」은 국회의 심사 과정에서 두 가지의 다소 상이한 입법사항이 추가되었는데, 「탄소중립기본법」 제2조 제1호의 기후변화 개념을 차용한 것과 해양·극지 분야의 기후변화 감시 및 예측에 관한 입법사항을 규정한 것이 여기에 해당된다. 즉, 「기후변화감시예측법」은 개정 전의 「기상법」에 따른 기후변화 개념을 그대로 도입하지 아니하고 「탄소중립기본법」의 기후변화 개념을 차용하였는데, 이것은 「탄소중립기본법」을 과도하게 따른 결과이다(「기후변화감시예측법」 제2조 제2호의 기후변화 개념은 개정이 요구된다). 또한 「기후변화감시예측법」은 해양·극지 분야의 기후변화에 관한 사항을 규정하고 있는데, 제21대 국회에 계류 중인 「해양기후·해양기후변화 감시·예측 및 대응 등에 관한 법률안」[9](안병길 의원 대표발의, 이하 '해양기후변화법안'이라 함)의 일부를 반영한 결과이다.

「기후변화감시예측법」의 해양·극지 분야에서 기후변화 감시 및 예측

해양·극지 분야의 기후변화 감시 및 예측은 「기후변화감시예측법」에 따라 이루어지며, 「해양기후변화법안」은 제21대 국회 임기의 만료로 자동 폐기될 예정이다. 「기후변화감시예측법」에서 해양·극지 분야의 기후변화 감시 및 예측은 내용상으로 「기후변화감시예측법」과 긴밀한 관련성이 있으나, 법체계상으로는 2020년에 제정된 「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률」(이하 '해양조사정보법'이라 함)과 2021년에 제정된 「극지활동 진흥법」 및 2020년에 제정된 「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」(이하 '남극활동법'이라 함)이 보다 긴밀한 연관성을 가진다. 다시 말해서 「기후변화감시예측법」에 따른 해양과 극지 분야의 기후변화 감시 및 예측은 법체계상으로 다소 혼란스럽다. 왜냐하면 「해양조사정보법」에서는 해양관측 및 관측망의 구축·운영, 예측정보의 생산, 해양의 중장기 현상변화 연구를 실시하도록 규정하고 있고 해양예측정보를 해양정보에 포함시키고 있기 때문이다. 마찬가지로 극지 분야의 기후변화 감시 및 예측도 「극지활동 진흥법」 또는 「남극활동법」에서 규정할 수 있기 때문이다. 「극지활동 진흥법」은 기후변화로 극지 환경 및 자원의 관리·보전·개발·이용의 필요성이 점차 커지는 추세에 맞추어 극지활동을 체계적으로 육성·지원하고 국제사회에서 인류 공통의 문제 해결에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있으며(같은 법 제1조 참조), 「남극활동법」도 남극활동으로부터 남극 환경을 보호하고 남극관련 과학기술 연구 등 남극활동을 촉진하려는 것을 목적으로 한다(같은 법 제1조 참조). 결과적으로 해양 분야는 「해양조사정보법」 등을 개정하여 반영하거나 「해양기후변화법안」처럼 별도 법률을 제정하는 방안도 고려할 수 있다. 극지 분야는 「극지활동 진흥법」 등을 개정하여 「기후변화감시예측법」의 기후변화 감시예측전문기관에서 수행하는 업무와 「극지활동 진흥법」 등에 따른 극지 연구를 함께 수행하는 전문연구기관 설립도 고려할 수 있다.

한편 「기후변화감시예측법」의 제정은 해양 및 극지의 기후변화 감시 및 예측에 관한 업무를 수행할 수 있는 법적 기반을

[도표 1] 기후위기 적응전략 및 대응체계

마련하여 한반도와 전 지구적인 기후변화 및 기후위기에 적응하고 대응을 지원할 수 있게 하였다. 즉, 해양 및 극지 분야의 기후변화 업무(기후관측과 지구대기감시)는 아래 [도표 2]에서 알 수 있듯이 ①기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 관측망 구축·운영, ②기후예측 정보의 생산 및 알림, ③기후변화 시나리오의 생산, ④기후·기후변화 감시 및 예측 정보의 대국민 제공 등, ⑤기후·기후변화의 감시 및 예측 등에 관한 통계 및 간행물의 발간, ⑥기후·기후변화의 감시 및 예측 기술의 연구·개발 등으로 구체화되어 해양수산부 장관이 수행한다. 이들 업무 중 일부는 해양수산부 장관이 지정하는 기후변화감시예측 연구를 수행하는 기관에 위탁 수행하도록 할 예정으로 이로써 인류는 이상기후 등으로 발생하는 생활환경의 악화 또는 생물 다양성의 저하 등에 적응할 수 있을 것으로 기대된다.

최상위 법정계획	기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 기본계획(5개년)
	▲
	「기후변화감시예측법」(2023.10. 제정)
	기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 시행계획(매년)
세부 업무 (해양수산부)	① 기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 관측망 구축·운영
	② 기후예측 정보의 생산 및 알림
	③ 기후변화 시나리오의 생산 및 제공
	④ 기후·기후변화 감시 및 예측 정보의 대국민 제공 등
	⑤ 기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 통계 및 간행물 발간·보급
	⑥ 기후·기후변화 감시 및 예측 기술의 연구·개발사업

※ 기상청은 한반도와 전 지구 분야에서, 해양수산부는 해양과 극지에서 위의 세부 업무를 수행한다는 점에서 차이가 있으며, 기상청은 기후위기 감시 및 예측하는 총괄기관으로 「기후변화감시예측법」에 따라 ①지구대기 감시에 관한 품질관리, ②국가기후변화 표준 시나리오의 생산, ③기후위기 대응 관련 대책 지원을 위한 조사·연구, ④기후위기 대응 관련 대책 지원 등도 수행함

[도표 2] 기후변화 감시·예측 기본계획 등과 세부 업무

1) 일정 기간 및 특정 지역의 기상현상 관측(기상관측)에 관한 누적 결과는 기후와 기후변화를 예측하는 자료가 되며, 기후변화 예측은 기후변화가 사람의 건강, 생활환경의 악화 또는 생물 다양성의 저하 등에 미치는 영향으로부터 사람에게 적응할 수 있게 하거나 또는 정부 등이 대응책을 마련하여 시행하는 데에 활용된다.

2) 사람의 경제활동으로 인한 대기오염물질의 관측은 「대기환경보전법」에 따라 이루어진다.

3) 2021년에 제정된 「기후기술법」은 온실가스 감축과 기후변화 적응에 관한 기술의 연구기반을 조성하여 체계적으로 기후변화 대응 기술개발의 육성·발전을 목적으로 하는 법률이며, 온실가스 감축을 통한 기후변화의 적응 및 대응을 목적으로 한다.

4) 「기상법」에서 '기상현상'은 기상(氣象), 지상(地象), 수상(水象) 및 대기권 밖의 여러 현상이 기상, 지상 및 수상에 미치는 현상으로 정의하고 있으며(같은 법 제2조 제4호), 넓은 의미의 기상현상으로는 지진·해일·화산 등의 기상현상도 포함한다(「지진·지진해일·화산의 관측 및 경보에 관한 법률」 제2조 참조).

5) 국회의 비준을 받은 「국제민간항공협약」과 달리 국제민간항공협약 부속서는 조약의 일부가 아니다. 따라서 국제민간항공협약 부속서에서 규정하고 있는 항공기상에 관하여 채택된 표준과 권고되는 방식은 국내법에 반영되어야 하며, 새로운 항공기(도심형 항공기 등) 운항과 저고도 비행 등에 관한 입법사항도 그러하다. 그렇지만 이들 입법사항을 모두 「기상법」에서 규정하기에는 법체계상 한계가 있다.

6) 「기후변화감시예측법」 제정으로 개정된 「기상법」(2023. 2. 14., 일부개정)을 의미한다.

7) 「탄소중립기본법」에서 '기후변화'란 사람의 활동으로 인하여 온실가스의 농도가 변함으로써 상당 기간 관찰되어 온 자연적인 기후변동에 추가적으로 일어나는 기후체계의 변화를 말한다(같은 법 제2조 제1호).

8) 「탄소중립기본법」에서 '기후위기 적응'이란 기후위기에 대한 취약성을 줄이고 기후위기로 인한 건강피해와 자연재해에 대한 적응역량과 회복력을 높이는 등 현재 나타나고 있거나 미래에 나타날 것으로 예상되는 기후위기의 파급효과와 영향을 최소화하거나 유익한 기회로 촉진하는 모든 활동을 말한다(같은 법 제2조 제11호).

9) 「해양기후변화법안」은 우리나라가 대륙과 대양을 접한 반도국이라는 지정학적 위치에 있는 해양을 중심으로 이루어지는 기후변화를 감시하고 예측하여 해양산업에 미치는 영향과 연안 지역 주민의 피해를 저감하고 안전한 삶을 향유할 수 있도록 해양기후변화에 적극적으로 대응하는 것을 목적으로 한다.

9 772733 753003 07
ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

KOPRI 극지연구소
Korea Polar Research Institute

발행일 : 2024년 3월
발행처 : 극지연구소 정책개발실 Tel. 032-770-8453
주소 : 인천광역시 연수구 송도미래로 26, 극지연구소 (www.kopri.re.kr)

Copyright© 2014 KOPRI, All rights reserved.
Cover pages photo credit© KOPRI

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

POLES&GLOBE
극지와 세계

2024 JUNE
VOL. 02

남극해 '짠물' 생성 정밀 관측을 통한 전 지구 해양 변화 예측 능력 향상

윤승태
경북대학교

극한환경 생존의 대명사, 완보동물을 통한 극지연구

김지훈
극지연구소 빙하지각연구본부

아라온호, 성과와 미래

김춘식
극지연구소 쇄빙선운영실

POLES&GLOBE
극지와 세계

VOL. 02
2024
JUNE

SNAPSHOT

03p 윤승태 경북대학교
남극해 '짠물' 생성 정밀 관측을 통한 전 지구 해양 변화 예측 능력 향상

남극해에서는 지구상에서 가장 무거운 '짠물'인 고염대륙붕수가 생성된다. 이 해수는 전 지구 해양 순환의 핵심 중 하나인 남극저층수의 특성을 결정하는 '마중물' 같은 존재이다. 최근 급격해진 기후변화의 영향으로 표층에서 만들어지는 '짠물' 고염대륙붕수와 '짠물'의 영향을 받는 남극저층수의 특성 변화가 꾸준히 관측되고 활발하게 보고되고 있다. 지구상에서 가장 무거운 해수인 남극저층수의 특성 변화로 인해 무게(밀도)가 변하게 된다면 전 지구 해양 순환 변화 및 해수면 변동까지 초래할 수 있다. 따라서 전 지구 해양 순환 및 해수면 변동 예측 능력을 향상하기 위해서는 남극해 고염대륙붕수의 생성 기작과 과정을 면밀히 파악하는 것이 매우 중요하다. 하지만 남극의 극한 환경 조건으로 인해 현장 관측이 매우 제한적이었기 때문에 지금까지는 하계 선박 관측 자료에서 확인된 고염대륙붕수 특성 변화를 통해 간접적으로 해수의 생성 정도와 분포 특성 등을 규명해왔다. 그러나 최근 경북대학교, 극지연구소, 미국 컬럼비아대학교, 뉴질랜드 국립수문대기연구소 등으로 구성된 국제 공동연구팀은 도전적 관측 시도로 약 1년 동안 연속 모니터링에 성공하여 고염대륙붕수의 생성 과정을 상세히 규명하고, 정량적인 수치를 기반으로 고염대륙붕수 생성에 영향을 미치는 주요 요소들을 밝혀냈다. 겨울철 고염대륙붕수 생성 과정을 직접 관측하여 해수 생성량과 그 영향 요소를 정량적으로 제시한 것은 이번이 처음이며, 본 연구는 향후 전 지구 해양 순환 변화와 해수면 변동 예측 연구에 크게 기여할 것으로 기대한다.

07p 김지훈 극지연구소 빙하지각연구본부
극한환경 생존의 대명사, 완보동물을 통한 극지연구

완보동물은 극한의 환경조건에서 살아남는 능력을 가졌지만 눈에 보이지 않을 정도로 크기가 작은 동물로 알려져 있다. 이러한 적응 능력을 토대로 전 세계 어디에서든 다양한 종이 발견되며, 특히 남극과 북극의 육상 생태계에서 주요 구성원으로 자리 잡고 있다. 극한의 조건에서 살아남는 생물의 대표 종으로 인식되는 완보동물은 동물계에서 종 수로 가장 큰 분류군인 탈피동물군에 속하는데, 이 분류군의 진화사를 밝히는 데 중요한 역할을 한다. 또한 잘 알려진 모델 종들을 이용해 실험한 결과, 상당수의 육상 완보동물이 열에 취약한 것으로 밝혀져 기후변화로 인한 극지 생태계의 충격과 변화를 알려주는 지표 역할도 할 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 생리학적, 생태학적, 진화생물학적 중요성에도 불구하고 국내에서는 한동안 연구 활동이 없었지만, 극지연구소가 그린란드의 완보동물 연구를 시작한 이래로 점차 세계적 수준의 연구 역량을 갖추어 가고 있다. 지속적인 연구를 통해 극지에서의 생물의 적응과 지구온난화에 따른 생태계의 변화, 그리고 동물 진화에 있어서 완보동물이 중요한 과학적 기여를 할 수 있으리라 기대한다.

10p 김춘식 극지연구소 쇄빙선운영실
아라온호, 성과와 미래

아라온호는 우리나라 극지연구의 활동 범위 확장과 독자적인 연구 진행을 위해 건조된 아라온 쇄빙연구선으로 2009년 11월 2일 첫 항해를 시작해 지금까지 15년간 전 세계 바다를 누비고 있다. 총톤수는 7,507t으로 길이가 111m에 달한다. 항해 속력은 12노트(22.2㎞)로 결빙 지역에서 1m의 해빙을 시속 3노트(약 5.6㎞)의 속력으로 깨뜨리며 항해할 수 있는 국내 최초의 쇄빙연구선이다. 아라온호는 음향음심장치(Mui-beam echo sounder), 탄성파장비(Seismic system), 해수분석장비(CTD) 및 해저퇴적물채취장비를 비롯한 60여 종의 연구 장비를 장착하고 있다. 또한 15년 동안 남극과 북극 간 총 69만 마일을 오가며 "아라오나의 발견" 및 2023년 "남극 빙하 녹이는 바닷물 계절 변동성 최초 규명" 등 총 204건의 연구 활동을 지원하였다. 그뿐만 아니라 남극해에서는 조난 어선과 인명을 구조하여 "남극산타"라는 별명을 얻기도 했다. 아라온호는 남극과 북극에서 연구 활동을 지원하여 우리나라 극지연구의 위상 제고를 견인하는 핵심 인프라일 뿐만 아니라 차세대 쇄빙선이 인도되기 전까지 국내외 연구자들의 다양한 연구 수요를 수용하여 우수한 연구 성과가 도출될 수 있도록 지속적인 지원을 하고 있다. 지구온난화 현상으로 갈수록 어려워지는 극지에서의 남극과학기지 보급 업무를 성공적으로 지원하여 극지연구의 미래를 함께하고자 한다.

제2호 2024년 6월 발행
극지연구소 정책개발실

남극해 '짠물' 생성 정밀 관측을 통한 전 지구 해양 변화 예측 능력 향상

윤승태 경북대학교

남극해에서는 지구상에서 가장 무거운 '짠물'인 고염대륙붕수가 생성된다. 이 해수는 전 지구 해양 순환의 핵심 중 하나인 남극저층수의 특성을 결정하는 '마중물' 같은 존재이다. 최근 급격해진 기후변화의 영향으로 표층에서 만들어지는 '짠물' 고염대륙붕수와 '짠물'의 영향을 받는 남극저층수의 특성 변화가 꾸준히 관측되고 활발하게 보고되고 있다. 지구상에서 가장 무거운 해수인 남극저층수의 특성 변화로 인해 무게(밀도)가 변하게 된다면 전 지구 해양 순환 변화 및 해수면 변동까지 초래할 수 있다. 따라서 전 지구 해양 순환 및 해수면 변동 예측 능력을 향상하기 위해서는 남극해 고염대륙붕수의 생성 기작과 과정을 면밀히 파악하는 것이 매우 중요하다. 하지만 남극의 극한 환경 조건으로 인해 현장 관측이 매우 제한적이었기 때문에 지금까지는 하계 선박 관측 자료에서 확인된 고염대륙붕수 특성 변화를 통해 간접적으로 해수의 생성 정도와 분포 특성 등을 규명해왔다. 그러나 최근 경북대학교, 극지연구소, 미국 컬럼비아대학교, 뉴질랜드 국립수문대기연구소 등으로 구성된 국제 공동연구팀은 도전적 관측 시도로 약 1년 동안 연속 모니터링에 성공하여 고염대륙붕수의 생성 과정을 상세히 규명하고, 정량적인 수치를 기반으로 고염대륙붕수 생성에 영향을 미치는 주요 요소들을 밝혀냈다. 겨울철 고염대륙붕수 생성 과정을 직접 관측하여 해수 생성량과 그 영향 요소를 정량적으로 제시한 것은 이번이 처음이며, 본 연구는 향후 전 지구 해양 순환 변화와 해수면 변동 예측 연구에 크게 기여할 것으로 기대한다.

남극해 남극저층수[1]와 고염대륙붕수[2]

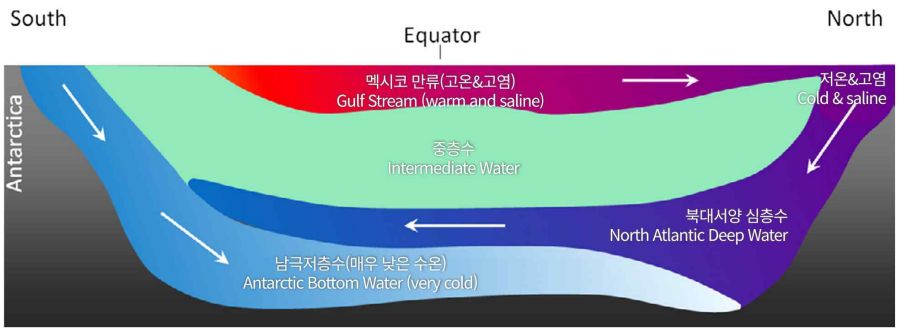
최근 급격해진 기후변화 영향으로 표층에서부터 수심이 깊은 해양까지 전달되는 저온, 고염의 해수[그림 1] 특성이 큰 변화를 보이고 있으며, 이를 이해하기 위하여 남극해 연구가 활발히 진행되고 있다.

남극해의 해양 순환은 전 지구 기후와 해양 및 생지화학적 순환, 그리고 남극 용융 변화에 중대한 영향을 미치고, 특히 남극해에서 생성되는 남극저층수는 전 지구 해양 순환에서 가장 무거운 해수로 전 지구 해양 순환의 세기 결정에 주요한 역할을 한다. 또한 남극저층수의 물성 및 생성률 변화는 전 지구 해수면과 해수의 열량 변화에도 큰 영향을 미친다.

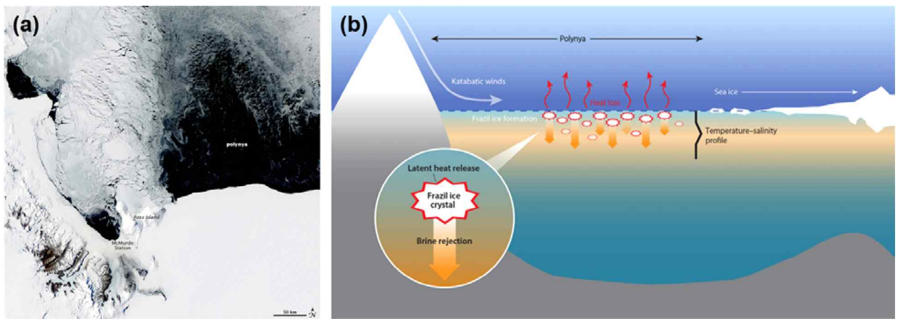
남극의 로스해는 웨델해와 더불어 남극저층수를 생성하는 대표적인 해양 중 하나로 남극저층수의 약 25%를 생성하는 곳이며, 로스해 연안 폴리냐(Polynya; 해빙이 없는 해양)에서 생성되는 고염대륙붕수가 남극저층수의 기원으로 알려져 있다. 기존 연구들에 따르면 고염대륙붕수는 남반구 겨울철 남극대륙에서 발생하는 활강바람(Katabatic wind)에 의해 생성되며, 활강바람의 세기 및 지속 시간에 따라 해양-대기 간 열속 및 해빙(sea-ice) 생성량이 변화하고 그에 따라 고염대륙붕수의 특성도 결정된다. 그러나 관측 자료의 한계로 활강바람 세기, 폴리냐 발달 정도, 해빙 생성량, 고염대륙붕수 생성량 간의 정량적(Quantitative) 관계에 대해서는 밝혀진 바 없었다.

기후변화 영향에 따른 고염대륙붕수 특성 변화

최근 급격해진 기후변화에 따른 전 지구 해양 순환의 변동을 이해하기 위하여 로스해 고염대륙붕수 특성의 변화는 장기간 관측되어 왔다. 하계 기간 획득된 선박 관측 자료에 따르면 1950년대부터 2010년대까지는 기후변화 영향에 따른 서남극



[그림 1] 전지구 해양 순환 중 대서양 순환 모식도. 수심이 가장 깊은 곳에 남극저층수가 존재
(출처: Physical Geology book by Karla Panchuk and Steven Earle (2015))



[그림 2] (a) 남극해 로스해 연안에서 발달하는 폴리냐 위성 사진(출처: NASA) (b) 활강바람에 의한 고염대륙붕수 형성 모식도 (출처: Thompson 등(2020)의 figure 1)와 남극해 내 로스해의 위치 지도(출처: 윤(2022)의 figure 1)

아문센해 빙붕 용융 증가로 인해 얼음 녹은 물이 로스해로 흘러들어오면서 고염대륙붕수 염분이 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 연계하여 남극저층수 염분 역시 감소하는 추세였고 미래 전 지구 열염 순환 세기의 약화 가능성도 함께 제기되었다. 그러나 2010년대 중반부터 고염대륙붕수 및 남극저층수 염분이 2000년대 초반과 유사한 수준으로 회복되었음이 새롭게 관측됨으로써 일명 '염분 재증가(Salinity rebound)' 현상이 보고되었다. 이는 2015~2018년에 유지되었던 전례 없는 대기 환경조건에 의한 것(서풍 강화 현상)으로, 아문센해에서 로스해로의 해빙 이동이 억제되면서 평년보다 로스해 연안 폴리냐 활동이 활발해졌기 때문이다.

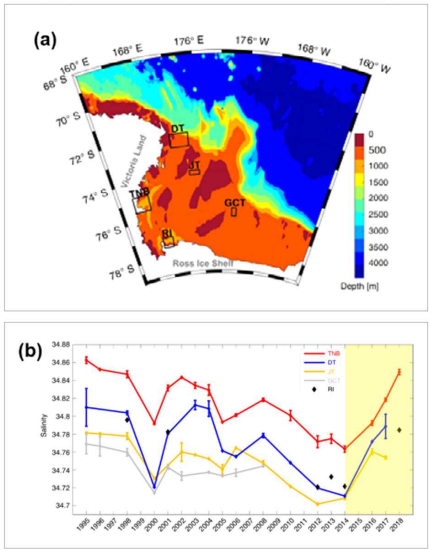
이처럼 로스해 고염대륙붕수와 남극저층수의 특성은 최근 급격해진 기후변화에 매우 민감하게 반응하고 있다. 따라서 향후 기후변화에 따른 전 지구 해양 순환[그림 1] 변화 예측 능력을 향상하기 위해서는 고염대륙붕수의 염분 특성 변화뿐 아니라 고염대륙붕수 생성 기작 및 생성량에 대한 명확한 이해가 요구된다.

고염대륙붕수 생성 과정 및 기작 발견

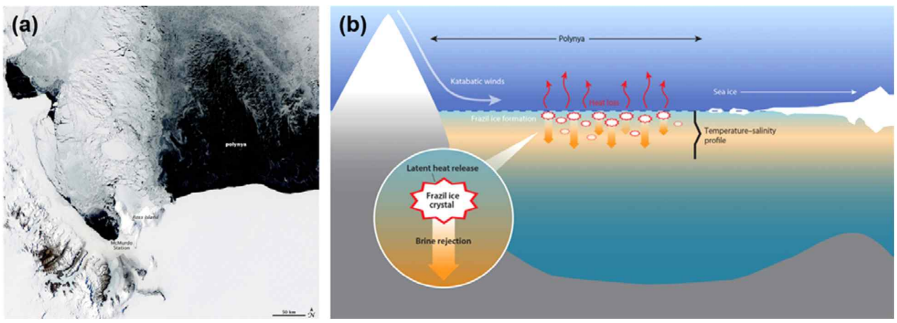
로스해 서부의 테라노바만(Terra Nova Bay)은 연안 폴리냐가 발달하는 해역으로, 로스해 고염대륙붕수 중 약 33%가 테라노바만 폴리냐 활동으로 생성되는 것으로 알려져 있다. 따라서 고염대륙붕수 특성 및 생성량 변화를 명확히 파악하기 위해서는 겨울철 테라노바만 관측이 필수적이다. 하지만 겨울철 극한 환경조건에 따른 현장 관측의 한계로 그동안은 여름철 선박 기반 관측 자료나 해양 모델링 결과에 의존하여 고염대륙붕수의 생성과 특성 변화를 추정하였다. 이에 2017년 경북대학교, 극지연구소, 미국 컬럼비아대학교, 뉴질랜드 국립수문대기연구소 등으로 구성된 국제 공동연구팀은 겨울철 고염대륙붕수 생성 과정과 생성량을 직접 확인하기 위해 매우 도전적인 관측을 시도하였다.

일반적으로 남극에서는 빙산을 피해 수심 400m 아래에 장비들을 설치하지만, 본 연구팀은 난센빙붕으로부터 불어오는 활강바람이 가장 집중적으로 영향을 미치는 위치를 파악하고 해당 위치의 수심 47~360m 구간에 정밀 관측망을 구성하였고, 1년 연속 관측에 성공해 고염대륙붕수 생성 과정을 직접 확인하였다.

또한 정밀 관측망을 통해 겨울철 난센빙붕에서 테라노바만으로 불어오는 활강바람에 의해 표층에 해빙이 생성되고 해빙 생성 과정에서 방출된 염(brine rejection)이 47m 수심의 염분부터 360m 수심의 염분까지 서서히 증가시키는 것을 직접 관측하였다. 또한 기존에는 겨울철 활강바람 이벤트가 발생하는 시기에 항상 표층 해빙 생성으로 염이 방출되어 고염대륙붕수가 생성되는 것으로 여겨졌으나 본 정밀 관측에서 활강바람 이벤트보다 폴리냐 면적의 확장이 고염대륙붕수 생성량 결정에 더 중요한 요소임을 확인하였다. 다시 말해,



[그림 3] (a) 로스해 대륙붕 해양 내 관측 자료 위치
(b) 로스해 대륙붕 해양 내 고염대륙붕수 염분의 최근 20년간 변화
(출처: Castagno 등(2019)의 figure 1, 2)



[그림 2] (a) 남극해 로스해 연안에서 발달하는 폴리냐 위성 사진(출처: NASA) (b) 활강바람에 의한 고염대륙붕수 형성 모식도
(출처: Thompson 등(2020)의 figure 1)와 남극해 내 로스해의 위치 지도(출처: 윤(2022)의 figure 1)

아문센해 빙붕 용융 증가로 인해 얼음 녹은 물이 로스해로 흘러들어오면서 고염대륙붕수 염분이 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 연계하여 남극저층수 염분 역시 감소하는 추세였고 미래 전 지구 열염 순환 세기의 약화 가능성도 함께 제기되었다. 그러나 2010년대 중반부터 고염대륙붕수 및 남극저층수 염분이 2000년대 초반과 유사한 수준으로 회복되었음이 새롭게 관측됨으로써 일명 '염분 재증가(Salinity rebound)' 현상이 보고되었다. 이는 2015~2018년에 유지되었던 전례 없는 대기 환경조건에 의한 것(서풍 강화 현상)으로, 아문센해에서 로스해로의 해빙 이동이 억제되면서 평년보다 로스해 연안 폴리냐 활동이 활발해졌기 때문이다.

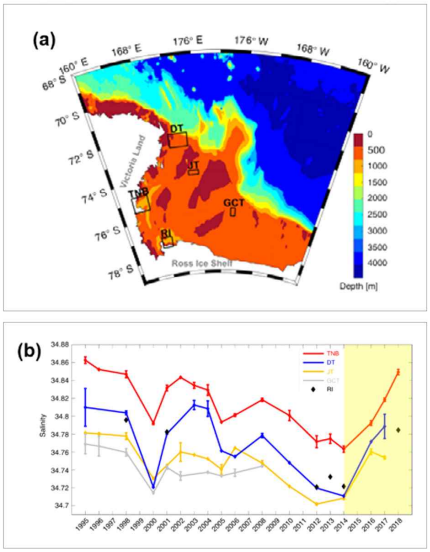
이처럼 로스해 고염대륙붕수와 남극저층수의 특성은 최근 급격해진 기후변화에 매우 민감하게 반응하고 있다. 따라서 향후 기후변화에 따른 전 지구 해양 순환[그림 1] 변화 예측 능력을 향상하기 위해서는 고염대륙붕수의 염분 특성 변화뿐 아니라 고염대륙붕수 생성 기작 및 생성량에 대한 명확한 이해가 요구된다.

고염대륙붕수 생성 과정 및 기작 발견

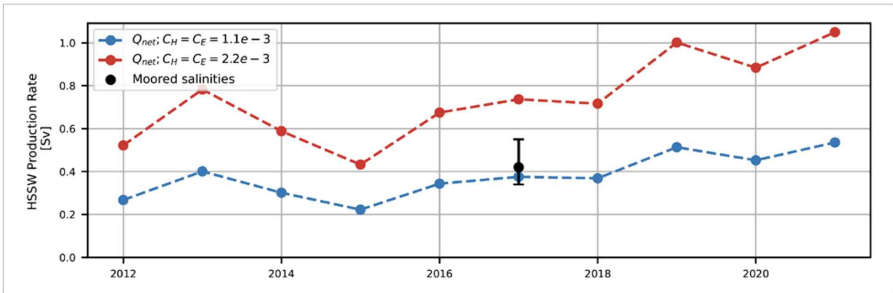
로스해 서부의 테라노바만(Terra Nova Bay)은 연안 폴리냐가 발달하는 해역으로, 로스해 고염대륙붕수 중 약 33%가 테라노바만 폴리냐 활동으로 생성되는 것으로 알려져 있다. 따라서 고염대륙붕수 특성 및 생성량 변화를 명확히 파악하기 위해서는 겨울철 테라노바만 관측이 필수적이다. 하지만 겨울철 극한 환경조건에 따른 현장 관측의 한계로 그동안은 여름철 선박 기반 관측 자료나 해양 모델링 결과에 의존하여 고염대륙붕수의 생성과 특성 변화를 추정하였다. 이에 2017년 경북대학교, 극지연구소, 미국 컬럼비아대학교, 뉴질랜드 국립수문대기연구소 등으로 구성된 국제 공동연구팀은 겨울철 고염대륙붕수 생성 과정과 생성량을 직접 확인하기 위해 매우 도전적인 관측을 시도하였다.

일반적으로 남극에서는 빙산을 피해 수심 400m 아래에 장비들을 설치하지만, 본 연구팀은 난센빙붕으로부터 불어오는 활강바람이 가장 집중적으로 영향을 미치는 위치를 파악하고 해당 위치의 수심 47~360m 구간에 정밀 관측망을 구성하였고, 1년 연속 관측에 성공해 고염대륙붕수 생성 과정을 직접 확인하였다.

또한 정밀 관측망을 통해 겨울철 난센빙붕에서 테라노바만으로 불어오는 활강바람에 의해 표층에 해빙이 생성되고 해빙 생성 과정에서 방출된 염(brine rejection)이 47m 수심의 염분부터 360m 수심의 염분까지 서서히 증가시키는 것을 직접 관측하였다. 또한 기존에는 겨울철 활강바람 이벤트가 발생하는 시기에 항상 표층 해빙 생성으로 염이 방출되어 고염대륙붕수가 생성되는 것으로 여겨졌으나 본 정밀 관측에서 활강바람 이벤트보다 폴리냐 면적의 확장이 고염대륙붕수 생성량 결정에 더 중요한 요소임을 확인하였다. 다시 말해,



[그림 3] (a) 로스해 대륙붕 해양 내 관측 자료 위치
(b) 로스해 대륙붕 해양 내 고염대륙붕수 염분의 최근 20년간 변화
(출처: Castagno 등(2019)의 figure 1, 2)



[그림 6] 2012년부터 2021년까지(10년) 표층 순열속 자료로 추정한 고염대륙붕수 생성량 연간 변동(빨강: 최대 추정치; 파랑: 최소 추정치) 및 정밀 관측을 통해 추정한 2017년 고염대륙붕수 생성량 수치(검은색 점; 검은색 선은 오차 구간) 비교(출처: Miller 등(2024)의 figure 5)

환경조건과도 관련이 없을 것으로 예상된다. 따라서 향후 테라노바만 고염대륙붕수가 남극저층수 특성 변동에 미치는 영향을 파악하고, 전 지구 해양 순환 및 해수면 상승 예측 능력을 향상하기 위해 테라노바만 폴리냐 해역 및 로스해 대륙붕 해역에서의 도전적인 관측이 꾸준히 시도되어야 할 것이다. 해당 목표를 달성하기 위해 국내에서는 지속적인 국제 협력형 연구과제의 기획 및 개발이 추진되어 안정적인 연구 지원 환경이 구축될 수 있기를 기대한다.

※ 일러두기

본고의 내용에는 해양수산부 '급격한 남극 빙상 용융에 따른 근미래 전 지구 해수면 상승 예측기술 개발'의 연구비 지원을 받아 수행된 연구 결과가 포함되어 있으며, 해당 연구 결과는 국제저명학술지 네이쳐커뮤니케이션즈紙에 2024년 1월 16일 게재됐다 (https://doi.org/10.1038/s41467-023-43880-1).

1) 남극저층수는 일반적으로 AABW(Antarctic Bottom Water)로 정의되며, 전 지구 해수 중 가장 무거운 해수이다.
2) 고염대륙붕수는 일반적으로 HSSW(High Salinity Shelf Water)로 정의되며, 남극 연안에서 생성되고 AABW의 마중물에 해당한다.
3) 순열속(Net heat flux)은 해양 표면에서 발생하는 해양-대기 간 열교환 양을 수치로 표현한 값(단위: Watt/m^2)을 의미한다.

극한환경 생존의 대명사, 완보동물을 통한 극지연구

김지훈 극지연구소 빙하지각연구본부

완보동물은 극한의 환경조건에서 살아남는 능력을 가졌지만 눈에 보이지 않을 정도로 크기가 작은 동물로 알려져 있다. 이러한 적응 능력을 토대로 전 세계 어디에서든 다양한 종이 발견되며, 특히 남극과 북극의 육상 생태계에서 주요 구성원으로 자리 잡고 있다. 극한의 조건에서 살아남는 생물의 대표 종으로 인식되는 완보동물은 동물계에서 종 수로 가장 큰 분류군인 탈피동물군에 속하는데, 이 분류군의 진화사를 밝히는 데 중요한 역할을 한다. 또한 잘 알려진 모델 종들을 이용해 실험한 결과, 상당수의 육상 완보동물이 열에 취약한 것으로 밝혀져 기후변화로 인한 극지 생태계의 충격과 변화를 알려주는 지표 역할도 할 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 생리학적, 생태학적, 진화생물학적 중요성에도 불구하고 국내에서는 한동안 연구 활동이 없었지만, 극지연구소가 그린란드의 완보동물 연구를 시작한 이래로 점차 세계적 수준의 연구 역량을 갖추어 가고 있다. 지속적인 연구를 통해 극지에서의 생물의 적응과 지구온난화에 따른 생태계의 변화, 그리고 동물 진화에 있어서 완보동물이 중요한 과학적 기여를 할 수 있으리라 기대한다.

"우리들은 (달에) 완보동물이 생존했을 가능성이 있으며, 매우 높다고 믿는다." -노바 스피박(Nova Spivack)

2019년 2월 21일 지구에서 출발한 이스라엘의 민간 달 착륙선 베레시트(Beresheet)는 두 달간의 긴 여행 끝에 마침내 달 궤도에 무사히 진입하였으며, 4월 12일 '고요의 바다' 지역에 착륙을 시도하였다. 하지만 불운하게도 착륙 과정 중 엔진에 문제가 발생하며 베레시트는 달 표면에 추락하며 파괴되었다. 이 탐사는 실패로 끝나면서 아쉬움만 남기고 세간의 관심에서 점차 멀어지는 듯했다. 그런데 같은 해 8월 5일 아치미션 재단(Arch Mission Foundation) 의장 노바 스피박의 인터뷰가 세계 유수의 여러 언론을 통해 소개되며 베레시트가 다시 한번 화제의 중심에 서게 되었다. 베레시트 임무에 참가하였던 아치미션 재단은 지구를 포함한 태양계 곳곳에 인간의 기록이 담긴 도서관을 세우는 것을 목표로 설립된 비영리 단체로, 베레시트 내부에 지구를 대표하는 동물로 선정된 완보동물 수천 마리를 넣었다고 전해진다. 이 단체의 대표인 노박 스피박이 베레시트 안에 실린 완보동물이 추락 과정에서 죽지 않고 살아남았을 가능성을 제기한 것이었고, 이 이야기는 '인간 활동에 의한 달 표면 오염이 옳은가?'에 대한 주제로까지 확장되기도 하였다. 이후 영국의 한 연구팀이 탄환 속에 완보동물을 넣고 쏘아보는 실험을 통해 아마도 완보동물이 베레시트의 추락 과정에서 모두 죽었을 것으로 추정된다는 실험 결과를 발표하면서 이 논란은 일단락되었다. 완보동물이 대체 어떤 동물이길래 달에서의 생존 가능성에 관한 이야기까지 나오는 것일까.

작고 느리지만 강한 동물, 완보동물

완보동물은 완보동물문(Phylum Tardigrada)에 속하는 동물로 4쌍의 다리를 가지고 있으며 다리 끝에 발톱이 있는 것이 특징이다. 길이가 0.1~1.2mm 정도이기 때문에 현미경으로 보아야 관찰이 가능하며, 현재까지 약 1,500여 종이 공식적으로 보고되었다. 몸길이가 1mm에 달하는 대형 육식완보동물인 *Milnesium tardigradum*을 이용한 실험에 따르면 이 동물은 한 시간에 평균 25mm 정도를 이동하였으며 최대 속도는 1166.4mm/h에 달했다고 한다. 이처럼 매우 천천히 걸어 다니기에 연구자들은 완보동물(緩步動物)이라는 이름을 붙였으며, 곰 같은 느낌 때문에 물곰(water bear)이라고도 부른다. 필름 형태의 아주 적은 양의 물만 있어도 살 수 있어 심해, 고산지대, 극지에 이르기까지 지구상 거의 모든 환경에서 발견된다. 머리 안쪽에 한 쌍의 문침(stylet)을 가지고 있으며 먹이를 먹을 때 주로 이 침을 이용하여 먹이에 구멍을 뚫고 새어 나오는 세포액이나 체액을 먹는다. 완보동물은 일생에 걸쳐 여러 번의 탈피 과정을 겪기 때문에 탈피를 하는 무척추동물들의 모임인 탈피동물군(Ecdysozoa)[1]에 속한다. 특히 그중에서도 거미나

[그림 1] 남극 완보동물 *Acutuncus antarcticus*의 활성상태와 가사상태에서의 형태 변화

곤충 같은 절지동물, 유조동물과 가까워 이들과 함께 범절지동물군(Panarthropoda)을 형성한다.

이렇게 작고 단순해 보이는 완보동물이 부각된 것은 이 동물이 가지고 있는 특별한 생존능력 때문이다. 완보동물은 주변 환경이 나빠지면 몸 안의 모든 신진대사를 멈추고 가사상태(cryptobiosis)에 들어간다. 이후 주변 환경이 개선되면 다시 활성상태로 돌아가 생명활동을 재개한다. 가사상태에 들어가는 능력은 바닷속에 사는 해양 완보동물에는 없고, 조간대나 육상에 서식하는 완보동물에만 있는 것으로 알려져 있다.

가사상태의 종류에는 현재까지 건조(anhydrobiosis), 삼투압 변화(osmobiosis), 동결(cryobiosis), 질식(anoxybiosis), 화학물질(chemobiosis) 등 다섯 가지가 알려져 있다. 자극의 종류에 따라 가사상태로 들어가는 완보동물의 형태가 달라지는데, 예를 들어 산소 농도가 낮아져 질식 가사상태(anoxybiosis)로 들어가는 완보동물은 몸이 부풀며 완전히 팽팽하게 펴지는 데 반해 건조로 인한 가사상태(anhydrobiosis)는 눌린 아코디언처럼 몸이 완전히 쪼그라들게 된다. 이는 각각의 자극마다 각기 다른 유전자들이 발현하기 때문으로 생각된다. 다섯 가지의 가사상태 중 가장 유명하고 연구가 많이 된 것은 건조 가사상태이다. 주변의 물이 말라 없어지면 완보동물은 체내 수분의 95% 이상을 몸 밖으로 배출하여 몸을 수축시켜 부피가 활성상태의 10% 이하로 줄어들게 된다. 이 형태가 마치 술통(tun)과 유사하다고 하여 '통 상태(tun state)'라고 부른다. 통 상태로 들어간 완보동물은 일반적으로 동물이 살 수 없다고 생각되는 환경조건에서도 생존할 수 있게 된다. 건조 상태로 20년 이상, 151°C의 고온에서 15분, 영하 272°C에서 8시간, 진공에 가까운 저압, 대기압의 74,000배에 해당하는 고압, X선, 감마선, 자외선 등의 방사선, 유독한 유기용매 등 극악의 조건에서도 버텨내다가 물을 넣어주면 활성상태로 돌아가 다시 생명활동을 시작한다. 물이 계속 들어왔다 나갔다 하는 조간대에 서식하는 특정 종의 경우에는 수 초 안에 통 상태에 들어갈 정도로 가사상태 반응이 빠르게 일어나기도 한다.

이렇게 완벽해 보이는 건조 가사상태에도 약점이 존재한다. 자외선과 열이 바로 그 약점인데, 이것은 가사상태의 특징과 연관되어 있다. 가사상태에 들어가면 체내의 모든 반응이 멈추기 때문에 DNA 손상이나 단백질 변형에 대응하는 세포 내 수리기구도 모두 멈추게 된다. 가사상태 동안 자외선이나 열이 가해져 생기는 손상이 바로 회복되지 못하기 때문에 계속 누적되어 어느 수준을 넘어서면 더는 깨어나지 못하게 되는 것이다. 이 때문에 짧은 시간의 열이나 자외선 충격은 견뎌내지만 가해지는 시간이 길어지면 죽음에 이르게 된다.

또 다른 유명한 가사상태로는 동결 가사상태(cryobiosis)가 있다. 주변에 물이 얼면 완보동물이 동결 가사상태에 들어가는데, 이 경우에는 동물의 형태가 활성상태와 거의 유사하거나 약간 찌그러지는 정도로 통 상태보다 덜 극적으로 변한다. 동결 가사상태와 관련된 가장 유명한 연구는 일본 극지연구소(NIPR)에서 2015년 발표한 실험이다. 일본 연구자들은 1983년 남극 Dronning Maud Land에서 채집한 이끼 표본을 영하 20°C에서 30년간 냉동고에서 얼렸다가 2014년 꺼내 확인하였다. 이들은 해동 이끼 표본에서 *Acutuncus antarcticus*라는 완보동물의 성체 두 마리와 알 한 개를 무사히 깨우는 데 성공하였다. 아쉽게도 성체 한 마리는 사망할 때까지 알을 낳지 않았지만, 나머지 성체와 알은 번식에도 성공하여 현재까지 그 혈통이 세계 여러 실험실에 분양되어 살아가고 있다.

극지 완보동물 연구의 중요성

극지 육상 완보동물 중 많은 종이 매우 뛰어난 건조 가사상태와 동결 가사상태 능력을 갖추고 있는 것으로 생각된다. 이 능력을 이용하여 가혹하고 긴 극지의 겨울 동안 다른 동물들이 얼어 죽을 때 살아남아 버티다가 여름이 오면 다시 활성상태로 전환하여 모두 죽어 텅 빈 공간을 빠르게 점유하는 식의 전략을 사용한다. 육상 완보동물 중 상당히 많은 종류가 짝짓기 없이 자신과 똑같은 알을 낳는 처녀생식이라는 번식 방식을 택했기에(때문에 종 전체가 모두 암컷이다), 극지의 짧은 여름 동안에도 순식간에 종이 번성할 수 있다. 그 덕분에 육상 완보동물은 극지 육상 생태계에서 다양한 생태적 지위를 차지하며 매우 중요한 구성원이 되었다.

하지만 완보동물은 추위에 강한 것과 달리 상대적으로 열에 취약한 동물인 것으로 보인다. 코펜하겐대 연구팀은 덴마크에 서식하는 완보동물 *Ramazzottius varieornatus*을 이용하여 이 동물이 온도에 얼마나 강한지에 대한 생존도 실험을 하였다. 이 종은 여러 종류의 가사상태 능력이 매우 뛰어난 종임에도 불구하고, 활성상태의 완보동물 *Ramazzottius varieornatus*은 37.1°C에서 절반이 죽는 것으로 나타났다. 2022년 코펜하겐 최고온도는 35.6°C였는데 코펜하겐이 온난화로 조금만 더 따뜻해진다면 많은 완보동물이 죽게 될 것으로 예상된다. 극지 완보동물은 이보다 더 취약할 것이다. 앞서 언급한 남극종 *Acutuncus antarcticus*는 남극대륙 전역에 걸쳐 대부분의 해안가에 널리 서식하는 것으로 알려진 종으로, 실험실 내 배양 결과로는 25°C에서 전부 죽었다고 알려져 있다. 현재 남극대륙의 최고온도 기록은 2020년 아르헨티나의 남극기지인 Esperanza Station에서 관측된 18.3°C로, 치사 온도까지 얼마 남지 않은 것으로 보인다. 아직 실험 결과는 안 나왔지만 그린란드 서식 완보동물도 마찬가지일 것으로 생각된다. 따라서 극지 육상 완보동물 연구는 지구 온난화가 극지 생태계 파괴에 얼마나 영향을 주는지에 대한 지표로 활용될 수 있다.

또한 진화에 대한 연구를 통해 완보동물의 여러 특징에 대한 의문점을 해결할 수 있다. 앞서 이야기하였듯 완보동물은 절지동물, 유조동물과 함께 범절지동물군을 형성하고 있으며 이들은 5억 년 전 캄브리아기에 살던 엽족동물(Lobopodia)로부터 갈라져 나왔을 것으로 생각된다. 엽족동물은 여러

곤충 같은 절지동물, 유조동물과 가까워 이들과 함께 범절지동물군(Panarthropoda)을 형성한다.

이렇게 작고 단순해 보이는 완보동물이 부각된 것은 이 동물이 가지고 있는 특별한 생존능력 때문이다. 완보동물은 주변 환경이 나빠지면 몸 안의 모든 신진대사를 멈추고 가사상태(cryptobiosis)에 들어간다. 이후 주변 환경이 개선되면 다시 활성상태로 돌아가 생명활동을 재개한다. 가사상태에 들어가는 능력은 바닷속에 사는 해양 완보동물에는 없고, 조간대나 육상에 서식하는 완보동물에만 있는 것으로 알려져 있다.

가사상태의 종류에는 현재까지 건조(anhydrobiosis), 삼투압 변화(osmobiosis), 동결(cryobiosis), 질식(anoxybiosis), 화학물질(chemobiosis) 등 다섯 가지가 알려져 있다. 자극의 종류에 따라 가사상태로 들어가는 완보동물의 형태가 달라지는데, 예를 들어 산소 농도가 낮아져 질식 가사상태(anoxybiosis)로 들어가는 완보동물은 몸이 부풀며 완전히 팽팽하게 펴지는 데 반해 건조로 인한 가사상태(anhydrobiosis)는 눌린 아코디언처럼 몸이 완전히 쪼그라들게 된다. 이는 각각의 자극마다 각기 다른 유전자들이 발현하기 때문으로 생각된다. 다섯 가지의 가사상태 중 가장 유명하고 연구가 많이 된 것은 건조 가사상태이다. 주변의 물이 말라 없어지면 완보동물은 체내 수분의 95% 이상을 몸 밖으로 배출하여 몸을 수축시켜 부피가 활성상태의 10% 이하로 줄어들게 된다. 이 형태가 마치 술통(tun)과 유사하다고 하여 '통 상태(tun state)'라고 부른다. 통 상태로 들어간 완보동물은 일반적으로 동물이 살 수 없다고 생각되는 환경조건에서도 생존할 수 있게 된다. 건조 상태로 20년 이상, 151°C의 고온에서 15분, 영하 272°C에서 8시간, 진공에 가까운 저압, 대기압의 74,000배에 해당하는 고압, X선, 감마선, 자외선 등의 방사선, 유독한 유기용매 등 극악의 조건에서도 버텨내다가 물을 넣어주면 활성상태로 돌아가 다시 생명활동을 시작한다. 물이 계속 들어왔다 나갔다 하는 조간대에 서식하는 특정 종의 경우에는 수 초 안에 통 상태에 들어갈 정도로 가사상태 반응이 빠르게 일어나기도 한다.

이렇게 완벽해 보이는 건조 가사상태에도 약점이 존재한다. 자외선과 열이 바로 그 약점인데, 이것은 가사상태의 특징과 연관되어 있다. 가사상태에 들어가면 체내의 모든 반응이 멈추기 때문에 DNA 손상이나 단백질 변형에 대응하는 세포 내 수리기구도 모두 멈추게 된다. 가사상태 동안 자외선이나 열이 가해져 생기는 손상이 바로 회복되지 못하기 때문에 계속 누적되어 어느 수준을 넘어서면 더는 깨어나지 못하게 되는 것이다. 이 때문에 짧은 시간의 열이나 자외선 충격은 견뎌내지만 가해지는 시간이 길어지면 죽음에 이르게 된다.

또 다른 유명한 가사상태로는 동결 가사상태(cryobiosis)가 있다. 주변에 물이 얼면 완보동물이 동결 가사상태에 들어가는데, 이 경우에는 동물의 형태가 활성상태와 거의 유사하거나 약간 찌그러지는 정도로 통 상태보다 덜 극적으로 변한다. 동결 가사상태와 관련된 가장 유명한 연구는 일본 극지연구소(NIPR)에서 2015년 발표한 실험이다. 일본 연구자들은 1983년 남극 Dronning Maud Land에서 채집한 이끼 표본을 영하 20°C에서 30년간 냉동고에서 얼렸다가 2014년 꺼내 확인하였다. 이들은 해동 이끼 표본에서 *Acutuncus antarcticus*라는 완보동물의 성체 두 마리와 알 한 개를 무사히 깨우는 데 성공하였다. 아쉽게도 성체 한 마리는 사망할 때까지 알을 낳지 않았지만, 나머지 성체와 알은 번식에도 성공하여 현재까지 그 혈통이 세계 여러 실험실에 분양되어 살아가고 있다.

극지 완보동물 연구의 중요성

극지 육상 완보동물 중 많은 종이 매우 뛰어난 건조 가사상태와 동결 가사상태 능력을 갖추고 있는 것으로 생각된다. 이 능력을 이용하여 가혹하고 긴 극지의 겨울 동안 다른 동물들이 얼어 죽을 때 살아남아 버티다가 여름이 오면 다시 활성상태로 전환하여 모두 죽어 텅 빈 공간을 빠르게 점유하는 식의 전략을 사용한다. 육상 완보동물 중 상당히 많은 종류가 짝짓기 없이 자신과 똑같은 알을 낳는 처녀생식이라는 번식 방식을 택했기에(때문에 종 전체가 모두 암컷이다), 극지의 짧은 여름 동안에도 순식간에 종이 번성할 수 있다. 그 덕분에 육상 완보동물은 극지 육상 생태계에서 다양한 생태적 지위를 차지하며 매우 중요한 구성원이 되었다.

하지만 완보동물은 추위에 강한 것과 달리 상대적으로 열에 취약한 동물인 것으로 보인다. 코펜하겐대 연구팀은 덴마크에 서식하는 완보동물 *Ramazzottius varieornatus*을 이용하여 이 동물이 온도에 얼마나 강한지에 대한 생존도 실험을 하였다. 이 종은 여러 종류의 가사상태 능력이 매우 뛰어난 종임에도 불구하고, 활성상태의 완보동물 *Ramazzottius varieornatus*은 37.1°C에서 절반이 죽는 것으로 나타났다. 2022년 코펜하겐 최고온도는 35.6°C였는데 코펜하겐이 온난화로 조금만 더 따뜻해진다면 많은 완보동물이 죽게 될 것으로 예상된다. 극지 완보동물은 이보다 더 취약할 것이다. 앞서 언급한 남극종 *Acutuncus antarcticus*는 남극대륙 전역에 걸쳐 대부분의 해안가에 널리 서식하는 것으로 알려진 종으로, 실험실 내 배양 결과로는 25°C에서 전부 죽었다고 알려져 있다. 현재 남극대륙의 최고온도 기록은 2020년 아르헨티나의 남극기지인 Esperanza Station에서 관측된 18.3°C로, 치사 온도까지 얼마 남지 않은 것으로 보인다. 아직 실험 결과는 안 나왔지만 그린란드 서식 완보동물도 마찬가지일 것으로 생각된다. 따라서 극지 육상 완보동물 연구는 지구 온난화가 극지 생태계 파괴에 얼마나 영향을 주는지에 대한 지표로 활용될 수 있다.

또한 진화에 대한 연구를 통해 완보동물의 여러 특징에 대한 의문점을 해결할 수 있다. 앞서 이야기하였듯 완보동물은 절지동물, 유조동물과 함께 범절지동물군을 형성하고 있으며 이들은 5억 년 전 캄브리아기에 살던 엽족동물(Lobopodia)로부터 갈라져 나왔을 것으로 생각된다. 엽족동물은 여러

아라온호, 성과와 미래

김춘식 극지연구소 쇄빙선운영실

아라온호는 우리나라 극지연구의 활동 범위 확장과 독자적인 연구 진행을 위해 건조된 아라온 쇄빙연구선으로 2009년 11월 2일 첫 항해를 시작해 지금까지 15년간 전 세계 바다를 누비고 있다. 총톤수는 7,507t으로 길이가 111m에 달한다. 항해 속력은 12노트(22.2㎞)로 결빙 지역에서 1m의 해빙을 시속 3노트(약 5.6㎞)의 속력으로 깨뜨리며 항해할 수 있는 국내 최초의 쇄빙연구선이다. 아라온호는 음향음심장치(Mui-beam echo sounder), 탄성파장비(Seismic system), 해수분석장비(CTD) 및 해저퇴적물채취장비를 비롯한 60여 종의 연구 장비를 장착하고 있다. 또한 15년 동안 남극과 북극 간 총 69만 마일을 오가며 "아라오나의 발견" 및 2023년 "남극 빙하 녹이는 바닷물 계절 변동성 최초 규명" 등 총 204건의 연구 활동을 지원하였다. 그뿐만 아니라 남극해에서는 조난 어선과 인명을 구조하여 "남극산타"라는 별명을 얻기도 했다. 아라온호는 남극과 북극에서 연구 활동을 지원하여 우리나라 극지연구의 위상 제고를 견인하는 핵심 인프라일 뿐만 아니라 차세대 쇄빙선이 인도되기 전까지 국내외 연구자들의 다양한 연구 수요를 수용하여 우수한 연구 성과가 도출될 수 있도록 지속적인 지원을 하고 있다. 지구온난화 현상으로 갈수록 어려워지는 극지에서의 남극과학기지 보급 업무를 성공적으로 지원하여 극지연구의 미래를 함께하고자 한다.

극지에서 쇄빙연구선의 역할과 필요성

얼음을 깨고 항해하는 쇄빙연구선은 남극과 북극의 극지를 기반으로 연구 활동을 수행하는 과학자들에게 결빙 해역에서 연구 활동을 가능하게 하고, 남극과학기지에 연구 장비 운송 및 보급품을 전달하는 역할을 한다.

우리나라에 쇄빙연구선이 없었을 때의 극지 활동은 쇄빙연구선을 보유한 외국의 연구기관에 비싼 사용료를 지급하거나 그 기관의 연구 일정에 맞추어 승선해야 했으므로 해빙이 없는 곳이나 연구자가 원하는 연구 활동을 수행할 수 없었다. 우수한 연구 성과를 기대하기 위해서는 독자적 연구 활동은 물론 남극장보고과학기지 건설과 건설 후 기지 운영에 필요한 보급품을 전달하기 위해 쇄빙연구선이 필요하게 되었다.

쇄빙연구선의 건조

쇄빙연구선은 2003년 건조가 착수된 이후 2004년 한국해양연구원에서 개념 및 기본 설계를 추진하였으며, STX조선의 실시 설계 시행으로 2008년 1월 부산 한진중공업에서 건조 착공 후 국내 최초로 진수되었다. 마침내 2009년 11월 2일 취항식에서 선명을 "아라온호"라 명명함으로써 대한민국 최초이자 유일의 쇄빙연구선이 탄생하여 우리의 힘으로 운항할 준비를 완료하였다.

· 제원

총톤수는 7,507t으로 길이 111m, 폭 19m, 항해 속력은 12노트(22.2㎞)로 최고 16노트까지 달릴 수 있으며, 결빙 지역에서 1m의 해빙을 시속 3노트(약 5.6㎞)의 속력으로 깨뜨리며 항해할 수 있는 쇄빙 능력을 갖추고 있다. 한 번의 보급으로 70일간 약 2만 해리(약 3,700㎞)를 항해할 수 있고 승무원 25명과 연구원 60명이 탑승하여 총 85명이 정원이다.

· 탑재 연구 장비 및 연구 지원 능력

아라온호에는 음향측심장치(Mui-beam echo sounder), 탄성파장비(Seismic system), 해수분석장비(CTD) 및 해저퇴적물채취장비를 비롯한 60여 종의 연구 장비가 장착되어 남북극의 결빙 지역에서 전천후로 연구 활동 지원 업무를 수행한다.

· 특징

아라온호의 선수는 40mm의 저온 고장력 특수강으로 제작되어 있고, 특수강 외부에는 저온과 쇄빙 때 얼음 충격으로부터 선체를 일차적으로 보호하기 위하여 단단한 내빙 도료가 시공되어 있다. 앞부분 아래쪽에는 얼음을 자를 수 있는 아이스나이프가 장착되어 있으며, 선미에 360도 회전이 가능한 프로펠러 2개가 장착되어 있다. 또한 선수에는 보조 프로펠러 2개가 장착되어 있으므로 결빙 지역에서 배의 조종을 쉽게

할 수 있도록 하여 쇄빙 중 얼음 속에 갇히면 빠르게 탈출할 수 있는 기능도 갖추고 있다. 아라온호의 쇄빙 원리는 강력한 추진기의 추진력을 이용하여 선체와 선수의 아이스 나이프가 얼음을 충돌하여 깨는 것과 충돌로 깨기 어려운 두꺼운 얼음은 아라온호가 얼음 위를 올라타 그 무게로 얼음을 깨는 것이다.

운항 일정

남극 항해는 10월 말에 출항하여 남극장보고과학기지의 보급 활동 및 남극에서의 연구 활동 지원을 수행하고 이듬해 4~5월에 다시 모항인 인천항에 귀항한다. 인천항에 돌아오면 시험항해로 아라온호 및 연구 장비를 최적의 환경으로 만든 후 북극 항해는 7월에 출항하여 9월 말에 인천항에 돌아온다.

· 남북극 운항 항적도

1월	2월	3월	4월	5월	6월
남극					유지·보수

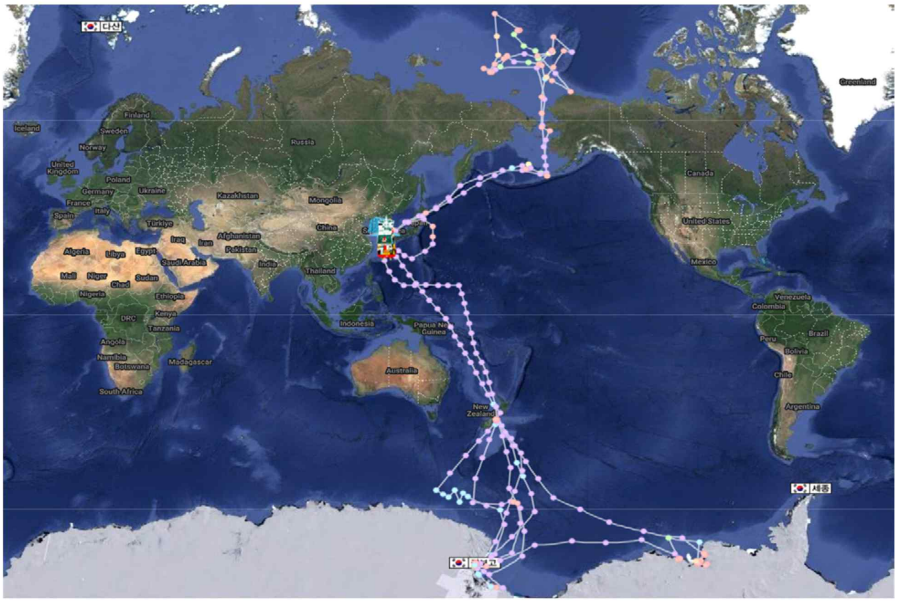
7월	8월	9월	10월	11월	12월
수리	북극		대기	남극	

실적 및 성과

2009년 11월 첫 항해를 시작한 아라온호는 2009년 항해 4,600마일을 시작으로 쉼 없이 남극 15번과 북극 14번을 오가며 연평균 약 48,000마일, 15년 동안 약 69만 마일(약 127만 km)의 대장정 항해를 하였다.

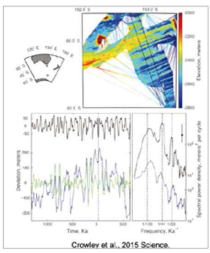
· 연구 성과

69만 마일을 항해하며 연평균 약 13건의 연구 과제를 수행하는 등 15년 동안 총 204건의 연구 과제를 수행하였다. 204건의 연구 과제 중 대표적으로 2015년 남극 해저에서 신종 생명체 “아라오나의 발견” 및 2023년 “남극 빙하 녹이는 바닷물 계절 변동성 최초 규명” 등 우수한 성과를 도출함으로써 극지 연구에 커다란 양적, 질적 성장에 이바지하였다.



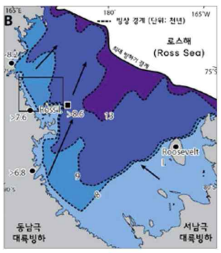
[그림 1] 아라온호의 운항 항적도

2013 세계 최초 북극 동시베리아
거대 빙상의 흔적 발견

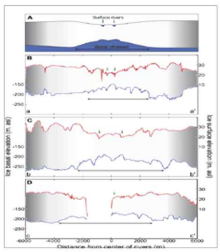


2015 세계 최초 남극 중앙해령
지각의 빙하기-간빙기
순환 증거 발견

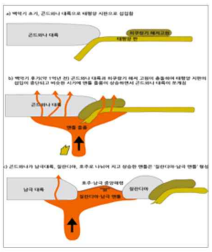
2016 세계 최초 동시베리아해
가스하이드레이트 채취 성공



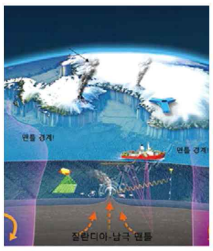
2017 남극 로스해(Ross sea)
빙하 흔적 발견



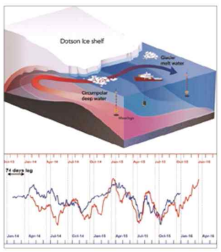
2018 빙붕 하부 채널로 인한
빙붕 상부 하천망 생성 및
빙붕 붕괴 촉진



2019 동위원소적으로 뚜렷이
다른 Zealandia - 남극해 내의
남극 맨틀 영역



2020 신규 맨틀 남극 바다서
세계 최초 발견



2023 남극 빙하 녹이는 바닷물
계절 변동성 최초 규명

[표 1] 아라온호의 주요 연구 성과

· 남극장보고과학기지 운영 및 남극 연구 활동 지원

2014년에 대한민국 최초의 남극 대륙기지인 남극장보고과학기지 건설 사업을 지원하였으며, 이후 매년 장보고과학기지에 남극 항공유 약 600㎥, 컨테이너 27TEU에 각종 연구 장비, 식자재, 생활용품이나 기지 유지 부속품을 보급해왔다. 또한 특수 중장비를 운송하여 대륙을 기반으로 하는 연구 활동을 지원하였다.

· 연간 승선 인원

극지연구소 연구원, 국내 산학연 연구원 및 해외 연구기관의 연구원을 포함하여 연평균 약 260명, 15년 누계 약 3,756명(국내 3,411명, 해외 345명)이 승선하여 남북극에서 연구 활동을 수행하였다.

· 조난 선박과 인명의 구조 활동

아라온호의 주요 임무는 결빙 지역에서의 연구·보급 활동을 지원하는 것과 남극에서 조업하는 어선이 남극 결빙 지역에서 선체 파공, 화재 및 긴급환자의 발생 등 위험에 빠졌을 때 신속하게 출동해 구조에 성공하여 "남극의 산타"로 불리며 남극에서의 대한민국의 입지와 영향력을 강화해 나가고 있다. 최근 2024년 1월에는 남극에서 조업 중인 우루과이 어선에서 응급환자가 발생하여 아라온호 선장, 아라온호에 승선 중인 선의와 극지의학회 소속 의사와의 협진으로 의료 및 의약품을 지원함으로써 환자가 모항에 무사히 도착할 수 있도록 하여 그간 남극에서 시행해 온 의료 협력 체계를 한 단계 격상시켰음을 확인하였다.

아라온호의 도전

극한 환경인 극지에서의 쇄빙연구선 운항은 해빙에의 갇힘, 화재 발생, 선체 파공 등 위험성과 고립성, 취약한 접근성에 노출되어 있다. 따라서 아라온호와 연구원의 안전을 지켜 내는 것은 매우 중요하다. 따라서 운영 연수의 증가로 노후화가 진행되는 연구 장비와 항해 장비의 성능을 유지하고, 위험성에 노출 빈도가 잦은 저온지역에서의 안전사고 예방을 위한 노력과 관심이 중요한 과제가 되고 있다.

코로나19로 쇄빙연구선인 아라온호는 새로운 난관에 직면했다. 바닷길과 하늘길이 중단된 남극과학기지는 유일한 남극 접근 수단이었던 아라온호를 활용하여 연구 활동 지원, 월동연구대 교대 및 보급품 운송을 수행하여 초유의 무정박, 무보급 140일 항해를 성공적으로 수행하였다. 남극에 코로나19 전파를 차단하기 위한 절차와 경험은 앞으로 유사한 전염병이 창궐하였을 경우 이를 극복할 수 있다는 자신감과 함께 새로운 경험과 과제를 체득하기도 했다.

앞으로 쇄빙연구선에 대한 기대

대한민국의 유일한 쇄빙연구선인 아라온호는 2009년 취항 후 15년 동안 우수한 연구 성과를 거두는 데 큰 역할을 하였으며, 최근 신규 연구과제의 지속적인 증가와 외부 기관에서의 극지연구에 대한 관심이 높아짐에 따라 공동 활용의 기회를 제공함으로써 아라온호의 적정 운항 일수인 280일을 넘어 포화 단계에 이르게 되었다.

지구온난화 현상으로 발생하는 기후변화 원인 규명 등을 비롯한 다양한 극지연구에 대한 수요는 한 척의 쇄빙연구선으로 감당하기가 어렵게 되었다. 또한 제한된 운항 일정으로 연구과제의 지원, 보급 활동 등 남극의 산타로 역할을 수행하기에는 운항 안전 확보가 위협을 받게 됨에 따라 보다 쇄빙 능력이 강화된 대형 차세대 쇄빙선 건조가 필요하게 되었다. 친환경 선박으로 건조 추진 중인 차세대 쇄빙연구선은 강력한 쇄빙 능력으로 폭넓은 연구지역 항해와 극지 운항기간 연장 또한 가능하다. 아울러 아라온호와 역할 분담으로 보다 쉽게 연구 활동을 지원하고 안정적인 남극과학기지 보급 업무를 수행할 수 있어 극지 연구의 발전에 매진할 것이다.

2024년 5월, 아라온호는 15번째의 남극 항해를 완료하고 다시 모항으로 돌아왔다. 15번째의 성공적인 항해를 완료한 아라온호는 잠시 휴식한 후 개방과 협력으로 극지에서의 대한민국 영향력을 확장하고, 급변으로 예측 불가한 지구 환경 변화에 대응하기 위한 최일선 지원체계로 16번째의 역사적인 항해를 준비하고 있다.

일시	사고 선명 / 소속	구조 내용	비고
2011.12.15.	스파르타호 / 러시아 어선	해빙과의 충돌로 파손된 어선과 선원 구조	
2012.01.11.	정우 2호 / 국내 어선	화재로부터 위험에 빠진 어선원 구조	
2015.12.17.	썬스타호 / 국내 어선	해빙에 갇힌 선박을 얼음이 없는 안전지대로 인도	
2020.01.10.	홍진호 / 국내 어선	조타기 고장으로 해빙에 항해가 불가한 선박을 안전지대까지 인도	
2020.04.20.	○성기업	코로나로 파푸아뉴기니에 고립된 어선원 수송	
2024.01.25.	우루과이 어선 환자	우루과이 어선에서 뇌졸중 응급환자 의료 및 의약품 지원	

[표 2] 아라온호의 주요 구조 활동(출처: 극지연구소, 연합뉴스)

07
9 772733 753003
ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

KOPRI 극지연구소
Korea Polar Research Institute

발행일 : 2024년 6월
발행처 : 극지연구소 정책개발실 Tel. 032-770-8453
주소 : 인천광역시 연수구 송도미래로 26, 극지연구소 (www.kopri.re.kr)

Copyright© 2014 KOPRI, All rights reserved.
Cover pages photo credit© KOPRI

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

POLES&GLOBE
극지와 세계

2024 SEPTEMBER
VOL. 03

사진 : 김연태(극지연구소)

빙하 속 과거와 미래를 읽는 열쇠, 빙하투과레이더 기술

이주한
극지연구소 미래기술센터

인공지능(AI) 기반 기후변화 연구

함유근
서울대학교 환경대학원

한국이 북극 민·관 포럼에 참석하는 이유

정지훈
극지연구소 글로벌협력실

KOPRI

POLES&GLOBE
극지와 세계

VOL. 03
2024
SEPTEMBER

SNAPSHOT

03p 이주한 극지연구소 미래기술센터
빙하 속 과거와 미래를 읽는 열쇠, 빙하투과레이더 기술

남극의 빙하 내부에는 지구의 기후변화를 이해하는 데 필수적인 과거의 기후 기록이 보존되어 있다. 빙하를 연구하는 방법 중 하나인 빙하투과레이더(Ice Penetrating Radar, IPR) 기술은 빙하의 두께와 하부 지형을 탐사하여 빙하 이동 및 변화, 이상적인 심부 빙하 시추 후보지와 빙저호 등의 위치 선정과 관련된 중요한 데이터를 제공한다. 우리나라도 최근 개발한 IPR을 이용하여 심부 빙하 시추 후보지 선정을 위한 연구를 진행하고 있으며, 연구 결과물인 데이터를 BEDMAP 국제 협력 프로젝트를 통해 공유하고 있다. IPR 기술은 또한 유로파와 엔셀라두스 등 태양계의 얼음 위성 탐사에도 적용될 예정이다. IPR 기술은 모든 빙하 연구의 기본이 되므로 지속적인 관심과 고찰이 필요하다. 이는 기후변화에 대한 보다 효과적인 대응 전략을 마련하고, 지구와 우주 환경에 대한 이해를 높이는 데 기여할 것이다.

06p 함유근 서울대학교 환경대학원
인공지능(AI) 기반 기후변화 연구

최근 AI 기법을 활용한 날씨예측 모형이 글로벌 IT기업들에 의해 개발되면서 전 지구 기상 및 기후 예측 성능은 최근 크게 향상되고 있다. 다수의 AI 기반 예측 모형들은 관측된 범위 내의 날씨 및 기후 변동에 대해서 매우 성공적인 추론을 한다는 사실이 증명되었다. 아직까지 완벽하지는 않지만 AI 기법이 단·중기 기상 및 기후 예측을 넘어 지금껏 관측되지 않은 새로운 기후 상태 하에서의 지구 시스템 특성 변화까지 예측하도록 진화하고 있다. AI를 기반으로 한 기후변화 연구는 기존 역학 모델에 기반한 기후변화 연구를 보완 및 대체할 수 있는 신기술이 될 것으로 기대된다. 아울러 AI 기반 연구는 과학기술을 토대로 제공받은 극한 기후 현상의 변화 패턴의 정량적 예측치를 통해 국가 정책 결정자가 기후변화 정책 수립의 우선순위를 결정하는 데 핵심적인 역할을 할 수 있는 기법으로 장기적인 관점에서 지속적인 지원이 필요하다.

09p 정지훈 극지연구소 글로벌협력실
한국이 북극 민·관 포럼에 참석하는 이유

북극써클(Arctic Circle), 북극 프론티어(Arctic Frontiers) 등 북극 민·관 포럼은 폭넓은 북극권·비북극권 당사자에 언로(言路)를 제공하고, 북극의 오늘과 내일에 대한 담론을 생산하는 역할을 해왔다. 극지연구소 등 전문기관은 정부를 지원하여 비교적 초창기부터 이들 포럼에 참여하여 우리의 활동을 알리고 북극 담론 형성에 참여하고자 노력해왔다. 이 글에서는 북극써클과 북극 프론티어를 중심으로 북극 민·관 포럼 성격과 의의를 알아보고, 극지연구소가 이들 민·관 포럼에 참여하여 달성코자 하는 목표, 그리고 지금까지 이들 북극 민·관 포럼에서 이루어낸 성과를 소개한다.

제3호 2024년 9월 발행
극지연구소 정책개발실

빙하 속 과거와 미래를 읽는 열쇠, 빙하투과레이더 기술

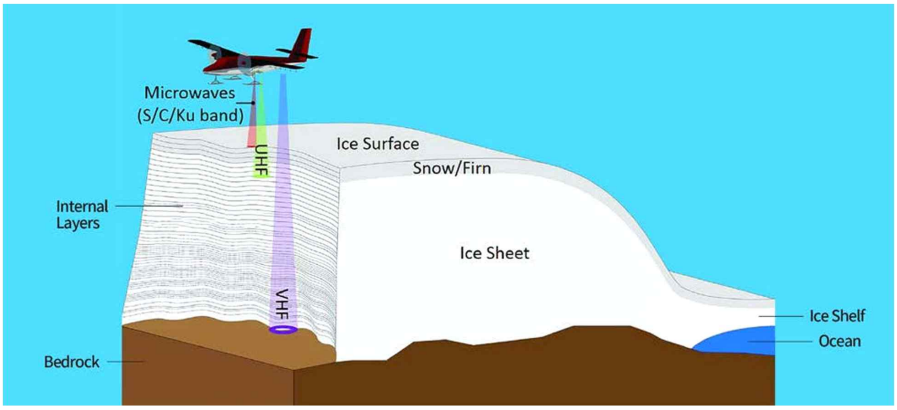
이주한 극지연구소 미래기술센터

남극의 빙하 내부에는 지구의 기후변화를 이해하는 데 필수적인 과거의 기후 기록이 보존되어 있다. 빙하를 연구하는 방법 중 하나인 빙하투과레이더(Ice Penetrating Radar, IPR) 기술은 빙하의 두께와 하부 지형을 탐사하여 빙하 이동 및 변화, 이상적인 심부 빙하 시추 후보지와 빙저호 등의 위치 선정과 관련된 중요한 데이터를 제공한다. 우리나라도 최근 개발한 IPR을 이용하여 심부 빙하 시추 후보지 선정을 위한 연구를 진행하고 있으며, 연구 결과물인 데이터를 BEDMAP 국제 협력 프로젝트를 통해 공유하고 있다. IPR 기술은 또한 유로파와 엔셀라두스 등 태양계의 얼음 위성 탐사에도 적용될 예정이다. IPR 기술은 모든 빙하 연구의 기본이 되므로 지속적인 관심과 고찰이 필요하다. 이는 기후변화에 대한 보다 효과적인 대응 전략을 마련하고, 지구와 우주 환경에 대한 이해를 높이는 데 기여할 것이다.

남극은 지구상의 마지막 미개척지 중 하나로, 극한의 환경에서도 지구 기후 시스템의 중요한 정보를 품고 있다. 남극의 거대한 빙하층에는 백만 년 이상의 기후 데이터가 보존되어 있어, 과거의 환경 변화를 연구하고 미래를 예측할 수 있다. 이러한 연구를 가능하게 하는 주요 기술 중 하나가 빙하투과레이더(Ice Penetrating Radar, IPR)이다. 이 글에서는 IPR 기술이 어떻게 발전되어 왔고, 빙하를 통해 지구의 과거를 조명하고 미래를 예측하는 데 어떤 역할을 하는지 살펴보고자 한다.

IPR 기술의 원리와 중요성

IPR은 고주파 레이더 신호를 이용해 빙하의 두께와 그 아래 지형을 탐사하는 기술이다. 방사된 레이더 신호는 빙하를 관통하면서 물리적 특성이 다른 지점에서 반사되어 돌아오며, 이 신호의 시간을 측정해 빙하의 특성을 연구할 수 있다. IPR은 주로 빙하의 두께를 측정하는 데 사용되며, 빙하가 얼마나 두껍고 그 두께가 시간에 따라 어떻게 변하는지를 관찰할 수 있다. 또한 IPR은 빙하 내부의 층 구조를 분석하여 과거의 기후 조건을 연구할 수 있는 정보를 제공한다. 예를 들면, 깊이가 3,259m이며, 80만 년 이상의 기후 기록을 담고 있는 남극 돔 C 지역의 빙하코어 위치는 1993년과 1995년에 수행된 IPR 조사 결과를 토대로 선정되었다. 마지막으로, IPR은 빙하 아래의 지형을 매핑해 빙하가 어떻게 이동하고 있는지, 빙하 아래에 물이 흐르고 있는지, 빙저호가 존재하는지 등을 파악할 수 있어 빙하로 인한 해수면 변동이나 기후변화를 이해하는 데 중요한 정보를 제공한다.



[그림 1] IPR 탐사 모식도. 투과 깊이와 대상의 해상도에 따라 항공기에 장착된 다양한 주파수[S(2-4 GHz)/C(4-8 GHz)/Ku band(12-18 GHz), UHF(300-3,000 MHz), VHF(30-300 MHz)]가 사용되어 눈의 특성, 빙하의 두께, 하부 지형 등에 대한 정보를 연구한다. [그림: Rodríguez-Morales 등]

빙하 속 과거와 미래를 읽는 열쇠, 빙하투과레이더 기술

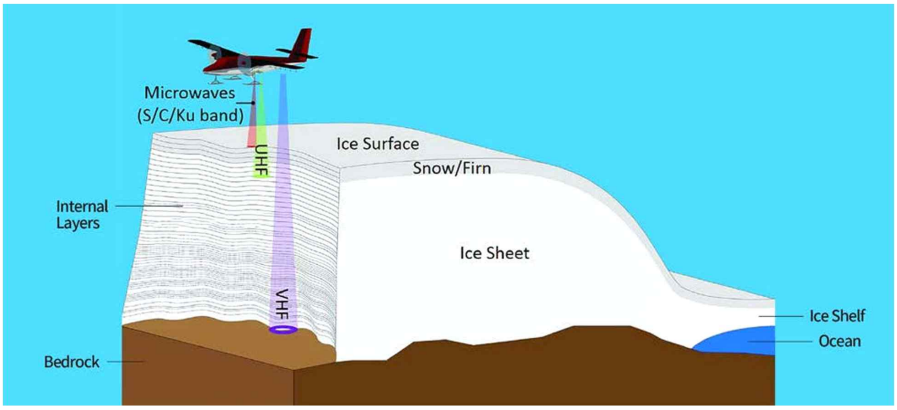
이주한 극지연구소 미래기술센터

남극의 빙하 내부에는 지구의 기후변화를 이해하는 데 필수적인 과거의 기후 기록이 보존되어 있다. 빙하를 연구하는 방법 중 하나인 빙하투과레이더(Ice Penetrating Radar, IPR) 기술은 빙하의 두께와 하부 지형을 탐사하여 빙하 이동 및 변화, 이상적인 심부 빙하 시추 후보지와 빙저호 등의 위치 선정과 관련된 중요한 데이터를 제공한다. 우리나라도 최근 개발한 IPR을 이용하여 심부 빙하 시추 후보지 선정을 위한 연구를 진행하고 있으며, 연구 결과물인 데이터를 BEDMAP 국제 협력 프로젝트를 통해 공유하고 있다. IPR 기술은 또한 유로파와 엔셀라두스 등 태양계의 얼음 위성 탐사에도 적용될 예정이다. IPR 기술은 모든 빙하 연구의 기본이 되므로 지속적인 관심과 고찰이 필요하다. 이는 기후변화에 대한 보다 효과적인 대응 전략을 마련하고, 지구와 우주 환경에 대한 이해를 높이는 데 기여할 것이다.

남극은 지구상의 마지막 미개척지 중 하나로, 극한의 환경에서도 지구 기후 시스템의 중요한 정보를 품고 있다. 남극의 거대한 빙하층에는 백만 년 이상의 기후 데이터가 보존되어 있어, 과거의 환경 변화를 연구하고 미래를 예측할 수 있다. 이러한 연구를 가능하게 하는 주요 기술 중 하나가 빙하투과레이더(Ice Penetrating Radar, IPR)이다. 이 글에서는 IPR 기술이 어떻게 발전되어 왔고, 빙하를 통해 지구의 과거를 조명하고 미래를 예측하는 데 어떤 역할을 하는지 살펴보고자 한다.

IPR 기술의 원리와 중요성

IPR은 고주파 레이더 신호를 이용해 빙하의 두께와 그 아래 지형을 탐사하는 기술이다. 방사된 레이더 신호는 빙하를 관통하면서 물리적 특성이 다른 지점에서 반사되어 돌아오며, 이 신호의 시간을 측정해 빙하의 특성을 연구할 수 있다. IPR은 주로 빙하의 두께를 측정하는 데 사용되며, 빙하가 얼마나 두껍고 그 두께가 시간에 따라 어떻게 변하는지를 관찰할 수 있다. 또한 IPR은 빙하 내부의 층 구조를 분석하여 과거의 기후 조건을 연구할 수 있는 정보를 제공한다. 예를 들면, 깊이가 3,259m이며, 80만 년 이상의 기후 기록을 담고 있는 남극 돔 C 지역의 빙하코어 위치는 1993년과 1995년에 수행된 IPR 조사 결과를 토대로 선정되었다. 마지막으로, IPR은 빙하 아래의 지형을 매핑해 빙하가 어떻게 이동하고 있는지, 빙하 아래에 물이 흐르고 있는지, 빙저호가 존재하는지 등을 파악할 수 있어 빙하로 인한 해수면 변동이나 기후변화를 이해하는 데 중요한 정보를 제공한다.

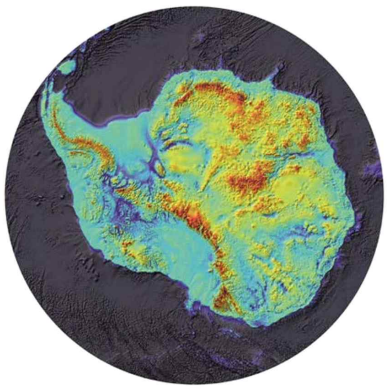


[그림 1] IPR 탐사 모식도. 투과 깊이와 대상의 해상도에 따라 항공기에 장착된 다양한 주파수[S(2-4 GHz)/C(4-8 GHz)/Ku band(12-18 GHz), UHF(300-3,000 MHz), VHF(30-300 MHz)]가 사용되어 눈의 특성, 빙하의 두께, 하부 지형 등에 대한 정보를 연구한다. [그림: Rodríguez-Morales 등]

프로젝트인 BEDMAP1(2001)과 BEDMAP2(2013)는 남극연구과학위원회(SCAR)의 지원을 받았으며, 얼음 두께와 지형의 지도를 제공하는 데 중요한 역할을 했다. BEDMAP2는 18개국 36개 기관의 과학자들이 참여했으며, 지난 10년간 가장 많이 인용된 남극 연구 논문 중 하나가 되었다. BEDMAP3(2023) 프로젝트는 지난 60년간 축적된 데이터를 바탕으로 빙하 아래의 지형과 빙하 두께를 더욱 정밀하게 매핑하는 것을 목표로 하고 있다. 극지연구소도 이 프로젝트에 적극 참여하여 고해상도 레이더 데이터를 제공하고, 이를 통해 남극 빙하의 동태와 변화 패턴을 이해하는 데 큰 기여를 하고 있다.

BedMachine 프로젝트는 NASA의 MEaSUREs 프로그램의 하나로 남극의 지형과 수심 측량 데이터를 제공한다. 이 프로젝트는 질량 보존, 스트림라인 확산 등의 방법으로 남극의 지형 및 수심 지도를 작성한다. 데이터 세트에는 얼음 두께, 표면 고도, 얼음/바다/육지 경계, 얼음 두께 추정 오류, 각 방법이 사용된 위치를 나타내는 지도가 포함된다. 1970년 1월 1일부터 2019년 10월 1일까지의 데이터를 포함하며, 공간 해상도는 500m x 500m이다.

RINGS는 남극 빙상이 해안과 만나는 지역을 연구하는 프로젝트로, 이 지역은 남극과 글로벌 기후 시스템 간의 연관성을 이해하는 데 매우 중요하다. RINGS 프로젝트는 남극 빙상 가장자리의 지형과 수심을 정확히 측정해 현재 빙하의 소멸을 추정하고, 미래 변화를 예측하는 데 필요한 데이터를 제공한다. 특히 남극 빙상과 해양, 육상이 만나는 접지선의 지형은 빙상의 안정성을 파악하는 중요한 요소로, 빙상이 바다로 흘러가는 양을 정확하게 추정하는 데 필수적이다. IPCC의 최근 보고서에 따르면, 빙상 가장자리에서의 빙하 두께 데이터 부족이 남극 빙상 방출 추정의 주요 불확실성 중 하나로 지적되었다. 남극 전역의 빙상 가장자리의 보다 정확하고 완전한 지형 데이터는 빙상 모델의 정확성을 크게 향상시킬 것이다.



[그림 5] BEDMAP3 이미지, 남극의 빙하를 걷어낸 남극 지형

IPR 연구의 도전과 전망

IPR 연구는 고도의 기술적 요구와 높은 비용이 수반되는 어려운 과제이다. 남극과 같은 극한 환경에서의 연구는 물리적, 기술적 도전이 많다. 특히 남극의 낮은 온도와 강한 바람은 장비의 작동에 영향을 미치며, 데이터 수집과 분석에 추가적인 어려움을 초래할 수 있다. 또한 남극의 광활한 면적과 접근성 문제로 인해 연구팀은 장기간의 준비와 많은 자원이 필요하다. IPR은 오랜 기간 형성된 빙하의 내부 구조를 보여주는 중요한 정보를 제공하지만, 이를 정확하게 해석하는 것은 쉽지 않다. 빙하 내부의 다양한 층과 복잡한 지질 구조는 데이터 분석을 어렵게 만들 뿐만 아니라 정확한 결론을 도출하는 데 많은 시간과 노력도 필요하다. 현재의 IPR 기술은 높은 해상도와 충분한 탐사 깊이를 제공하지만 여전히 기술적 한계가 존재한다. 예를 들어, 매우 좁은 협곡과 같은 복잡한 지질 구조에서는 신호가 약해지거나 왜곡될 수 있다. 이러한 기술적 한계를 극복하기 위해 지속적인 새로운 장비와 기술 개발이 필요한 이유이다.

IPR 기술의 발전과 함께 데이터 처리와 분석의 자동화가 더욱 중요해질 것이다. 빙하 탐사에서 수집된 방대한 데이터를 효과적으로 처리하고 분석하기 위해 최근 발전하고 있는 인공지능(AI) 알고리즘이 활용될 것이다. 이러한 기술은 데이터 해석의 정확성을 높이고, 연구의 효율성을 향상시켜 연구자들이 보다 빠르게 중요한 정보를 도출할 수 있게 할 것이다. IPR 기술은 다른 유형의 센서와 결합하여 더욱 풍부한 데이터를 제공할 수 있을 것이다. 예를 들어, 위성을 기반으로 한 레이더 데이터, 중력과 자력 같은 항공 지구물리 탐사 자료, 지상을 토대로 한 지질 조사 데이터, 항공 사진 등의 데이터를 융합하여 빙하와 그 아래 지형에 대한 종합적인 이해가 더욱 가능해질 것이다.

IPR 기술은 남극 연구에만 국한되지 않는다. 앞으로 IPR 기술은 태양계의 다른 천체, 특히 얼음으로 덮인 위성들에 대한 탐사에서도 중요한 역할을 할 것이다. 예를 들면, 목성의 위성 유로파(Europa)와 토성의 위성 엔셀라두스(Enceladus)의 표면 아래에 거대한 액체 바다가 존재할 가능성이 있어 외계 생명체의 존재 여부를 탐구하는 데 중요한 연구 대상이 될 수 있다. 유로파와 엔셀라두스의 표면 아래에 숨겨진 바다를 탐사하는 데 IPR 기술이 활용될 수 있을 것이다. NASA의 유로파 클리퍼(Europa Clipper) 미션은 유로파의 얼음 표면과 그 아래 바다를 탐사하기 위해 IPR 기술을 포함한 다양한 과학 장비를 탑재할 예정이다. 또한 카시니(Cassini) 탐사선이 이미 엔셀라두스의 남극 지역에서 물기둥을 발견한 바 있다. 엔셀라두스의 얼음 표면 아래에 있는 바다를 탐사하기 위한 후속 미션에서도 IPR 기술이 활용될 수 있다. 이러한 탐사는 외계 생명체 탐구뿐만 아니라 태양계 내의 물과 얼음의 분포 및 기원을 이해하는 데 큰 기여를 할 것이다.

결론적으로 IPR은 빙하 연구를 통해 기후변화와 같은 인류의 미래에 직접적인 영향을 미치는 영역에서 중요한 단서를 제공할 뿐 아니라 우주 탐사의 미래를 여는 열쇠가 될 것이다.

인공지능(AI) 기반 기후변화 연구

함유근 서울대학교 환경대학원

최근 AI 기법을 활용한 날씨예측 모형이 글로벌 IT기업들에 의해 개발되면서 전 지구 기상 및 기후 예측 성능은 최근 크게 향상되고 있다. 다수의 AI 기반 예측 모형들은 관측된 범위 내의 날씨 및 기후 변동에 대해서 매우 성공적인 추론을 한다는 사실이 증명되었다. 아직까지 완벽하지는 않지만 AI 기법이 단·중기 기상 및 기후 예측을 넘어 지금껏 관측되지 않은 새로운 기후 상태 하에서의 지구 시스템 특성 변화까지 예측하도록 진화하고 있다. AI를 기반으로 한 기후변화 연구는 기존 역학 모델에 기반한 기후변화 연구를 보완 및 대체할 수 있는 신기술이 될 것으로 기대된다. 아울러 AI 기반 연구는 과학기술을 토대로 제공받은 극한 기후 현상의 변화 패턴의 정량적 예측치를 통해 국가 정책 결정자가 기후변화 정책 수립의 우선순위를 결정하는 데 핵심적인 역할을 할 수 있는 기법으로 장기적인 관점에서 지속적인 지원이 필요하다.

최근 AI(인공지능) 기술 개발이 활발해지면서 그 활용 범위가 확대되고 있다. AI(Artificial Intelligence)란 인간의 지능을 모방하거나 능가할 수 있는 기계를 만들기 위한 과학 및 기술의 분야를 총칭한다. 또한 기계가 학습하고 추론하며 문제를 해결하고, 의사 결정을 내리고, 자연어를 이해하며, 시각적 인식을 수행하는 등의 작업을 할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 이러한 AI 기술은 최근 기상/날씨 예측 분야에까지 활용되면서 향후 기후변화 예측 정확도가 향상될 것으로 기대된다. GraphCast, Pangu-Weather, FourCastNet과 같은 인공지능 기반 전 지구 날씨 예측 모형의 개발은 기상 예측 성능을 한 단계 끌어올리는 데 있어 획기적인 성과를 이루고 있다. Google Deepmind사에서 개발한 GraphCast는 그래프 신경망을 활용해 지역적 기상 패턴의 복잡한 상호작용을 정밀하게 모델링하며, Huawei사의 Pangu-Weather와 상하이 AI Lab에서 개발된 'FengWu'는 Vision Transformer(ViT) 기법에 기반하여 기존 역학 모델들보다 높은 예측 정확도를 달성하고 있다. NVIDIA의 FourCastNet은 최근 업데이트된 두 번째 버전을 공개하여, 푸리에 변환(Fourier Transform) 기반의 뉴럴넷 시스템이 전통적인 수치 예보 모델보다 더 신속하고 정확한 예보를 제공할 수 있음을 보였다. 이러한 AI 기반 모델들은 기상 예측의 공간적 해상도를 크게 향상시키면서 극한 기상 현상의 조기 경보 능력을 강화하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 가장 성능이 뛰어나다고 알려진 역학 모델 기반 예측 시스템을 보유하고 있는 유럽 중기 기상예보센터(ECMWF)조차도 이러한 흐름에 발맞추어 최근 '그래프 신경망'(Graph Neural Net)에 기반한 자체 AI 기반 기상 예측 모델인 Artificial Intelligence/Integrated Forecasting System(AIFS)을 발표하였다.

기상/기후 예측 연구에의 AI 기법 도입

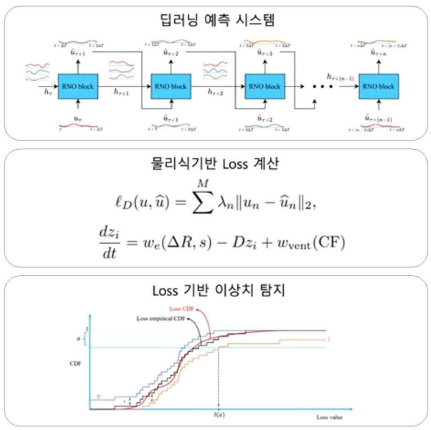
기상 예측에 있어 성공적인 도입과 함께 기후 연구에도 AI 기법이 활발히 도입되고 있다. 합성곱 신경망 기법과 Vision Transformer 기반 예측 시스템은 엘니뇨 지수 예측 성능을 기존 1년 내외에서 18개월로 확장되었으며, multi-task 방식의 딥러닝 모형은 인도양 해수면 온도 예측 성능을 기존 3~4개월에서 7개월까지 확장됐다. 열대 해수면 온도 변동뿐 아니라 북극 해빙 예측 성능도 딥러닝 기반 통계 모형이 기존 역학 모형 기반 예측에 비해 유의하게 높은 성능을 보인다. 영국 Natural Environment Research Council(NERC)에서 개발한 U-Net 기반의 IceNet 예측 시스템은 25km 해상도의 해빙 면적 비율(Sea ice concentration) 데이터를 Open-water, Marginal ice, Full ice의 세 가지 카테고리로 나눈 카테고리 예측과 관련해 6개월 예측에서도 유의한 예측 성능을 보여 기존 역학 모형 예측이 2개월 예측에 대해서만 유의한 예측을 보이는 것에 비해 높은 성능을 보인다. 예측 성능의 향상은 선형 트렌드를 제거한 경우 해빙이 성장하는 시기인 10월~2월에 두드러지게 나타나지만 선형 트렌드를 포함한 경우에는 여름철에도 두드러지게 나타난다.

이처럼 기상 및 기후 예측에 AI 기반 예측 시스템이 큰 성공을 거두었지만 기후변화 연구에의 AI 기법 적용은 아직 걸음마 단계이다. 가장 큰 이유는 AI 기법들은 모두 기본적으로 통계 기법으로 학습 샘플이 존재하지 않아 학습하지 못한 상황에서는 일반화시키는 능력이 부족하기 때문이다. 즉, 기후변화 이후(약 2030~2050년 이후)의 기간에 대한 학습 샘플이 존재하지 않기 때문에 AI 기법들이 제대로 이를 학습할 수 없다는 것이다.

기후변화 연구에서 AI 기법 활용의 두 가지 개발 방향

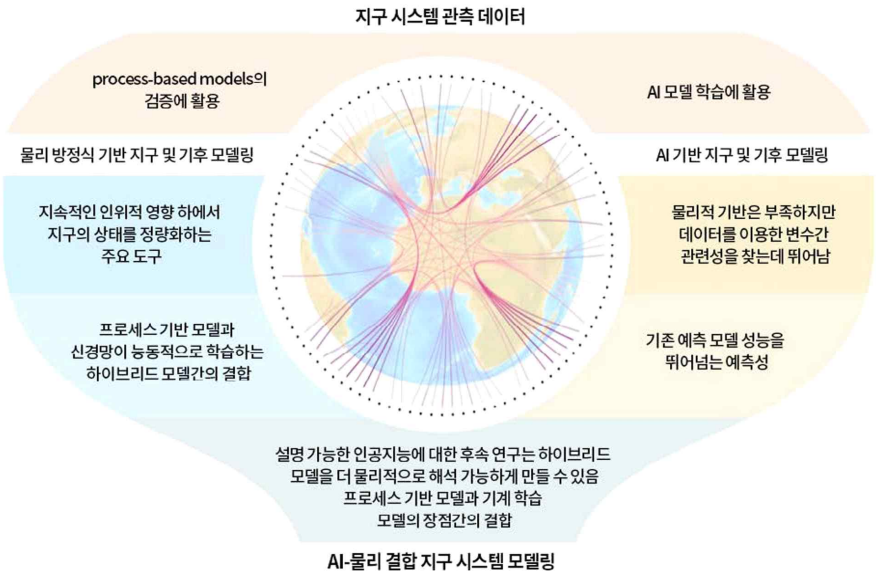
현재까지는 제한적이지만 두 가지 방향으로 연구가 이루어지고 있다. 첫째는 물리식에 기반하여 이상치를 탐지하는 것이다. AI 기반 모형들의 예측치가 기후변화 이전의 물리식에 만족하는 정도를 정량화하여 일정 수준 이하이면 기후변화로 인해 유의하게 영향을 받았다고 판단하는 식이다[1]. 이러한 방식으로 AI 기반 모형들이 비정상적이고 혼란스러운 동적 시스템의 진화에서 갑작스럽고 극적이며, 돌아올 수 없는 변화를 의미하는 기후 변화 변곡점(Tipping points) 예측에

활용되고 있다. 시스템의 변화를 함수 공간 간의 매핑을 학습하는 '순환 신경 연산자'(Recurrent Neural Operator: RNO)를 사용하여 학습한다. RNO를 변곡점 이전의 동적 과정만으로 훈련한 후 불확실성 기반 접근법을 사용하여 미래의 변곡점을 감지한다. 특히 보존된 양이나 편미분 방정식과 같은 물리적 제약에서 벗어나는 것을 모니터링하여 변곡점을 예측하는 대칭 예측(Conformal prediction) 프레임워크를 제안하여 이러한 급격한 변화를 예측할 때 엄격한 불확실성 측정을 가능하게 한다[그림1]. 이때 특정 물리식으로부터의 오차는 기후변화 변곡점으로 인해 시스템의 특성 자체가 바뀐 경우에도 발생할 수 있지만, 기후변화 이전의 데이터에 대해서도 AI 기반 모형의 단순 예측 오차로 발생할 수 있기 때문에 물리식의 충족 정도에 대한 불확실성을 정량화하여 이를 넘어서는 경우에만 기후변화 변곡점에 다다랐다고 판단한다. 두 번째는 기후변화 시나리오에 기반한 역학 모형 데이터를 학습 샘플로 활용하는 방법이다. 가장 대표적인 연구 결과로는 지구 온난화로 인한 일 강수량의 특성 변화를 탐지하기 위해 합성곱 신경망 기반의 AI 기법을 활용한 것이다. AI 모델 학습을 위한 입력장으로 역학 모형의 과거 기간과 미래 기간, 총 1850년부터 2100년까지의 일 강수량의 전 지구 패턴을 사용하고, 출력값으로 연평균 전 지구 평균 지표 온도를 사용하였다. 이는 일 강수량과 지구 온난화 지표 간의 관련성을 갖는 딥러닝 모델을 구축한 것으로 이해할 수 있다. 딥러닝 모형 결과를



[그림 1] 기후변화 변곡점 예측 시스템의 예시. 딥러닝 예측 시스템의 예측값을 물리식 기반의 loss 함수에 적용하여 loss 값이 비이상적으로 커지는 경우 이상치를 탐지하는 방식으로, 본래의 시스템이라면 물리식 기반의 loss가 어느 정도의 범위 내 값을 가질 것으로 가정함

통해 전 지구 온도의 내부 변동성 상한을 초과하는 날은 1980년 이후 지속적으로 증가해 왔으며, 이는 지구 온난화가 일 강수량을 유의미하게 변화시켰음을 의미한다. 또한 설명 가능 인공지능 기법(eXplainable AI)을 통해 열대 동태평양과



[그림 2] ESM과 머신러닝을 결합하여 신경망 지구 시스템 모델링으로 나아가는 단계의 삽화. 왼쪽은 물리식이 결합된 하이브리드 AI 모델 개발을 의미하며, 오른쪽은 데이터 기반의 모델 개발 방향을 의미한다. Adapted from Irrgang et al.(2021)

미국 동부, 캐나다, 동아시아 지역에서 기상 시간 규모(10일 미만의 기간)의 강수 변동성 증가가 지구 온난화로 인해 가장 뚜렷하게 변화하는 강수장의 특징임을 규명하였다. 강수 변동성의 증가는 과거에 비해 비가 아예 오지 않는 날과 극한 강수가 발생하는 날 모두가 늘어나고 있음을 의미한다. 강수 변동성 증가는 입력장인 '강수'와 출력장인 '전 지구 평균 온도' 간의 비선형 관련성이 있음을 의미하기 때문에 기존의 선형적인 기법으로는 탐지가 되지 않는다.

AI 기법으로 극한 강수 현상이 지구 온난화 때문임을 규명

최근 들어 극한 강수(혹은 폭우)의 발생 빈도는 전 세계적으로 늘어나고 그 강도 역시 증가하였으나 이러한 기상 재해의 증가가 기후변화로 인한 것인지는 명백히 밝혀진 바 없었다. 특히 지역적인 규모의 큰 자연적인 강수 변동으로 인해 상대적으로 짧은 기간의 강수 관측 데이터를 이용하여 기후변화가 극한 강수 발생 빈도 및 강도에 미치는 영향을 규명하는 것은 불가능하다고 여겨져 왔다. 그러나 이 연구를 통해 최근 증가하고 있는 극한 강수 현상이 지구 온난화로 인한 것임을 최초로 규명한 것이다. 본 연구에 제시된 결과와 방법론을 통해 전 세계적으로 기후변화 연구에도 AI 기법이 활발히 도입될 것으로 기대된다. AI 기법은 기존 기후변화 연구에 활용되던 기법으로 규명할 수 없었던 현상들을 새로이 규명할 수 있는 혁신적인 방법론이 될 것으로 기대하며, 이는 기후변화로 발생하는 복합적인 현상들의 변화를 이해하는 데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

앞에서 설명한 기후변화 연구에의 AI 기법 적용을 위한 두 가지 개발 방향은 물리식을 제약 조건으로 추가하여 물리적 방정식에 기반한 AI 기반 모형과 데이터를 가능한 한 많이 확보하여 순수 데이터 기반 AI 모형을 개발하는 AI 기반 모델링 개발의 두 가지 주요 방향과 일맥상통하는 바가 있다[그림 2].

AI 기법은 단·중기 기상 및 기후 예측을 넘어 지금껏 경험해 보지 못한 수십 년 이후의 지구 시스템 특성 변화까지 예측하도록 진화해가고 있다. AI 기법을 이용한 기후변화 연구는 기존의 기법들이 하지 못했던 기후변화로 유발되는 비선형 지구 시스템 특성 변화를 성공적으로 탐지하여 과학기술에 근거한 각종 극한 기후 현상의 변화 패턴의 정량적 예측치를 제공할 수 있다. 예를 들어 폭염과 폭우, 태풍과 해일 등의 다양한 복합이상현상의 발생 빈도 변화가 기후변화로 인한 것인지를 탐지할 수 있을 것으로 기대되며, 이를 통한 국가 차원의 사회, 경제적 피해 규모 예측으로 정책 결정자가 기후변화 정책 수립의 우선순위를 결정하는 데 핵심적인 역할을 할 것으로 기대된다. 따라서 AI 기반 기후변화 연구에 대해 장기적인 관점의 지속적인 투자와 지원이 필요하다.

Reference

[1] Liu-Schiaffini, M., Singer, C. E., Kovachki, N., Schneider, T., Azizzadenesheli, K., & Anandkumar, A.(2023). Tipping point forecasting in non-stationary dynamics on function spaces. arXiv preprint arXiv:2308.08794.

[2] Irrgang, C., Boers, N., Sonnewald, M., Barnes, E. A., Kadow, C., Staneva, J., & Saynisch-Wagner, J.(2021). Towards neural Earth system modelling by integrating artificial intelligence in Earth system science. Nature Machine Intelligence, 3(8), 667-674.

한국이 북극 민·관 포럼에 참석하는 이유

정지훈 극지연구소 글로벌협력실

북극써클(Arctic Circle), 북극 프론티어(Arctic Frontiers) 등 북극 민·관 포럼은 폭넓은 북극권·비북극권 당사자에 언로(言路)를 제공하고, 북극의 오늘과 내일에 대한 담론을 생산하는 역할을 해왔다. 극지연구소 등 전문기관은 정부를 지원하여 비교적 초창기부터 이들 포럼에 참여하여 우리의 활동을 알리고 북극 담론 형성에 참여하고자 노력해왔다. 이 글에서는 북극써클과 북극 프론티어를 중심으로 북극 민·관 포럼 성격과 의의를 알아보고, 극지연구소가 이들 민·관 포럼에 참여하여 달성코자 하는 목표, 그리고 지금까지 이들 북극 민·관 포럼에서 이루어낸 성과를 소개한다.

북극써클(Arctic Circle), 북극 프론티어(Arctic Frontiers) 등은 정부 대표뿐만 아니라 연구자, 원주민, 기업인 등 북극권·비북극권 당사자들이 모여 양방향으로 의견을 제시하고 청취할 수 있도록 운영되는 민·관 포럼이다. 정부 간(track 1), 민간(track 2)을 모두 아우르는 소위 '1.5 트랙 외교'의 공간이라는 의미에서 이들을 1.5 트랙 포럼이라고도 한다. 아래를 통해 이들 북극 민·관 포럼의 연원과 의미를 북극써클과 북극 프론티어를 중심으로 알아본다. 극지연구소를 비롯한 한국 전문가들이 이들 민·관 포럼에 참여하여 무엇을 이루고자 하는지, 그리고 이들 북극 민·관 포럼 활동이 한국 북극활동에 어떤 유익을 주었는지를 살펴본다.

북극 프론티어와 북극써클

북극 프론티어는 노르웨이 컨설팅 회사인 아크바플란니바(Akvaplan-niva)의 비영리 자회사인 북극 프론티어가 2007년부터 연초 트롬쇠에서 개최하는 연례 포럼으로 1.5 트랙 형태를 갖춘 북극회의의 시조 격이라 할 수 있다. 오늘날 북극써클과 함께 북극권을 대표하는 양대 민·관 포럼이다. 북극권 및 비북극권 국가의 정부, 학계, 기업계, 언론계에서 매년 1,000명 이상이 등록하여 참여하는 것으로 알려져 있다. 2023년도 행사 참가자 중 유럽 국가 각료급 이상 5인이 포함되었다. 실제 청중의 다수를 이루는 그룹은 노르웨이를 중심으로 유럽 측 북극권에 거주하는 시민과 학생, 사미족을 포함한 원주민들이다. 최근 프로그램 구성을 살펴보면 주최 측의 담론은 노르웨이 국내 이해관계자와 유럽권(EU)을 주체로 하는 북극 논의가 주를 이루며, 이를 통해 결과적으로 지방정부 차원, 중앙정부 차원, 유럽 차원에서 노르웨이 및 주변 북극지역을 타깃으로 하는 정책 시너지 강화에 기여하는 것으로 보인다.

북극써클은 아이슬란드의 비영리 단체인 북극써클이 개최하는 연례 포럼으로 매년 10월 레이캬비크에서 개최된다. 북극 의제를 다루는 민·관 회의 중 의제와 참석자 측면에서 개방적인 입장을 취하고 있고, 때문에 참석 인원이 가장 많다. 2023년도 회의에는 아이슬란드 총리뿐만 아니라 덴마크, 캐나다, UAE, 벨기에에서 장관급 인원을 포함한 2,000여 명이 참석하였다. 북극써클이 북극권에서 가장 큰 민·관 포럼으로 자리 잡은 과정은 그림손(Olarfur Grimsson) 의장을 빼놓고 설명하기 힘들다. 2013년 북극써클 출범 당시 아이슬란드 대통령(1996~2016)으로 현재도 북극써클 의장을 맡고 있는 그는 2010년도 전후로 북극에 집중된 전 세계적 관심과 수요를 미리 포착하고(비북극권을 포함하여) 누구나 참여해 한마디 개진할 수 있는 소위 '오픈 텐트(open-tent)' 담론장을 산업화해냈다. 북극권-비북극권 국가를 아울러 북극을 다루는 고위급이 으레 모이는 연례 포럼의 지위를 획득하면서 아이슬란드는 인구와 경제규모상 북극권 안에서 상대적으로 낮은 지분을 극복하고 북극문제 소통의 장, 그리고 국제적 의제설정자(agenda setter)로서 스스로의 입지를 강화해냈다고 평가받는다.

북극 민·관 포럼의 의의와 접근 전략

이들 민·관 포럼은 북극 거버넌스에서 우리를 포함한 비북극권 파트너들이 북극 문제 대응에 참여할 공간을 만들었다는 점에서 흥미로운 특징을 갖고 있다. 북극권 국가들은 북극권 8개국과 원주민 상시참여단체로 구성되어 상대적으로 폐쇄적인 북극이사회를 통해 정부 차원의 북극권 주요 현안을 논의하는 구조를 유지해왔다. 북극이사회 옵서버의 발언권은 엄격히 제한되는 가운데 대안이 될 수 있는 북극권 국가와의 양자 협의 기회도 충분치 않아 북극 활동을 활발히 수행하는 비북극권 국가들의 의견 개진 수요를 충족시켜 주지 못하던 터였다. 이 가운데 이들 민·관 포럼은 북극권 현안 논의와 의사결정 간접 참여의 길을 비북극권 파트너들에게도 열어주었다. 참석자가 1,000명 이상이라는 의미는 해당 포럼에 참여함으로써 전 세계 정·관·학·연·원주민 북극 관계자 중 대부분과 대면할 수 있다. 또한 이렇게 낮은 의사소통 비용(communication cost)을 활용하여 우리 북극 활동을 소개하고 현안에 대한 의견을 제시하며, 우리 활동에 영향을 미치는 북극 전체 동향을 파악할 수 있다는 점에서 효과성과 효율성이 크다고 할 수 있다.

북극권의 상당 영역은 북극권 8개 국가의 영토와 영해, 배타적 경제수역(EEZ) 등을 포함한다. 이는 북극 거버넌스에서 북극권 국가의 주권의식과 더불어 비북극권 참여자에 대해 궁극적으로 의구심 또는 경계의식이 상존한다는 것을 의미한다.

따라서 비북극권 주체가 북극권 현안 논의에 참여하는 것을 보장하는 제도적 틀이 별도로 존재하지 않는 상태에서 어떻게 우리나라가 북극 내 활동 영역을 넓혀나가고 이 과정에서 북극권 국가의 인정과 양해를 얻어나가느냐가 관건이다. 한국은 모범적인 북극이사회 옵서버 활동은 물론 북극권 국가들과의 양자 협의회와 위 민·관 포럼에 적극적으로 참여해 왔다. 또한 한국은 '중앙 북극해 공해상 비규제 어업 방지 협정(CAOFA)'과 같이 북극에서 새로 만들어지는 규칙에 적극 참여하는 등 과학 활동을 중심으로 건설적 북극 파트너로서 인정받으며 그 역할을 확대해나가고 있다.

극지연구소 등 기관 전문가들은 북극 민·관 포럼에 참여함으로써 기관 차원의 활동에도 기여하고 있다. 첫째, 우리 과학연구 활동 기반 담론장 내 위상을 강화하고, 과학이 매개가 되는 북극 담론 형성에 주도적으로 참여한다. 둘째, 민·관 포럼 계기로 진행되는 과제/부서, 기관, 정부 차원 협의를 촉진한다. 셋째, 핵심 동향에 대한 국내 환류를 통해 전문가/기관 업무가 북극 내에서 더욱 활용될 수 있도록 한다. 북극 민·관 포럼 참석 결과는 다양한 형태로 한국 북극연구 전문가 그룹 내 공유되도록 하고 있다.

특히 극지연구소는 북극 프론티어와 북극써클의 특징을 고려하여 결을 달리한 접근 전략을 적용하고 있다. 노르웨이권을 핵심 청중으로 삼고 프로그램 구성이 주최 측 중심으로 이루어지는 북극 프론티어에서는 기 구성된 세션에 한국 연사/토론자를 진출시키는 것을 일차 목표로, 과학과 후속세대 양성 활동을 중심으로 우리나라의 북극활동을 핵심 청중에 적극적으로 알리는 데 역점을 두고 있다. 이에 반해 비북극권을 아우르는 핵심 청중과 오픈 콜(open call) 식의 세션 참여가 가능한 북극써클에서는 CAOFA 등 우리가 주도할 수 있는 담론을 세션 형태로 만들어가는 작업을 지속하여, 과학을 기반으로 북극 현안에 대해 적극적이고 선도적인 목소리를 낸다는 전략을 갖고 있다. 아래 표는 이들 전략을 정리한 것이다.

[그림 1] 2023년 북극써클 총회 전체 세션 공동주최

북극 민·관 포럼 참여 성과

한국은 북극 프론티어와 북극써클이 처음 개최되었을 때부터 참여하고 이들 민·관 포럼을 북극활동의 매개로 적극 활용해 왔다. 우리나라는 매년 외교부 극지협력대표를 수석대표로 정부대표단을 꾸려 회의에 참석하여 북극에 대한 한국의 정책적 입장을 소개하고 북극권 이해관계자와 양방향으로 소통하는 계기로 활용했다.

이를 통해 한국 과학연구 활동이 소개되고 패널과 청중에 의해 높이 평가받는 세션을 개최하여 우리 북극 과학의 위상을 강화하였다. 특히 지정학적 어려움으로 그 성과가 조망받지 못했던 CAOFA의 의의와 한국의 역할을 북극써클 병렬 세션('22), 북극써클 전체 세션('23), 북극 프론티어 학술세션 기조발표('24) 등을 통해 효과적으로 소개하였다([그림 1], [그림 2] 참조).

또한 민·관 포럼을 계기로 우리의 우수 전문가/과제가 더 큰 무대에서 주목받을 수 있는 기회를 마련하였다. 북극써클 한국북극연구컨소시엄(KoARC) 병렬세션을 통해 친환경 쇄빙컨테이너선 등 미래 융·복합 기획과제를 소개하였으며, 올해 북극 프론티어에서는 극지연구소-주한노르웨이대사관 공동으로 젊은 과학자를 민·관 포럼에 참관하게 하여 미래세대에 과학-정책 간 연계에 관한 영감을 줄 수 있었다. 2023년 극지연구소와 북극 프론티어 간 MOU가 체결됨에 따라 향후 우리 과학의 파급력을 높이는 새 협업 또한 기대된다.

북극써클(Arctic Circle), 북극 프론티어(Arctic Frontiers) 등 북극 민·관 포럼은 폭넓은 북극권·비북극권 당사자들에게

구분	북극 프론티어(노르웨이)	북극써클(아이슬란드)
주최 측 운영 목표	• 노르웨이 국내 및 유럽 민·정·관·학·원주민 논의 → 노르웨이(중앙, 지방정부, 유럽 차원) 북극지역 정책시너지강화·확산	• 북극권·비북극권 고위급 북극담론 여건 제공 → 북극 문제 소통의 장으로서 아이슬란드/ 북극써클입지 강화
핵심 청중(target audience)/참석 인원	• 노르웨이 중심 북유럽 거주 시민, 학생, 원주민 등 • 유럽 각료급 이상 5인 포함 1,000명 규모(23년)	• 북극권·비북극권 고위급 등 각계 전문가 • 국가수반급 4인 포함 2,000명 규모(22년)
극지연구소 대응/활용 중점	• 과학/ 후속세대 양성 활동 중심으로 노르웨이/유럽 청중을 대상으로 '과학협력가능한 모범 옵서버국' 위상 구축 • 세션 연사/토론자 형태로 1차 진출 필요	• 과학연구 기반 제 북극 현안 의제 제시와 논의 선도 • CAOFA 등 주목받는 정책 세션 공동 개최 계속
	* (공통) 정부 및 기관 차원 양자 협의 계기/통로로 활용 북극협력주간 준비 등과 연계	

[표 1] 북극 프론티어 및 북극써클의 특징을 고려한 접근 전략

논의의 장을 제공하고, 북극의 오늘과 내일에 대한 담론을 생산하는 역할을 해왔다. 극지연구소 등 전문기관들은 정부를 지원하여 비교적 초창기부터 이들 포럼에 참여하여 우리의 활동을 알리고 북극 관련 건설적인 의견을 개진하는 데 기여해 왔다. 또한 그간의 축적된 활동을 기반으로 괄목할 성과도 보고되고 있다. 앞으로도 한국이 지닌 미래지향적인 파트너십과 북극을 향한 비전이 실현되는 데 있어 이들 민·관 포럼의 참여가 유용한 매개가 될 것이다.

18 부산일보

미국 "북극 외교, 한국과 긴밀 협의"

노르웨이서 '북극프론티어' 회의
항로·자원 등 가치 높아진 '북극'
미·중·러 경쟁에 한국도 입지 키워

지난해 6월 미국은 노르웨이 북단의 소도시 트롬쇠에 외교공관을 만들고 영사를 파견했다. 1994년 냉전 종식과 함께 폐쇄했던 공관을 30년 만에 부활시킨 것이다.

수도 유술실에서 북쪽으로 1600km 떨어진 인구 8만의 작은 도시에 외교 공관을 만든 건, 북극이 신흥개척지로 떠올랐기 때문이다. 몇 년 새 기후 변화로 빙하가 녹으면서 새로운 항로를 이용할 수 있게 돼고 북극의 전략적 가치도 부상했다. 북극에 해당된 러시아 등 강대국은 소리 없는 전쟁을 치르고 있다. 지리적으로 동떨어진 중국까지 '근(近) 북극 국가'를 자처하며 지분을 챙기는 중이다.

지난달 29일 노르웨이 트롬쇠에서 열린 '북극 프론티어' 에서도 이런 분위기를 감지할 수 있었다. 북극 프론티어는 노르웨이·캐나다·미국 등 북극 연접국을 포함한 20여 개국의 총리·장관급 인사가 참석하는 연례 국제회의다. 한국에서는 박종석 외교부 극지협력대표, 해경수산부 산하 극지연구소의 신창환 소장 등이 참석했다.

올해 행사에서는 무크티아나탄 위공하고 북극이사회 탈퇴 가능성을 언급한 러시아를 견제하기 위해 자유주의 진영의 단합을 강조하는 분위기가 감지됐다. 북극이사회에는 노르웨이·핀란드·스웨덴 등 러시아와 인접 국가가 다수 포함돼 있다.

한국도 '북극 외교'의 장에서 입지를 키우고 있다. 한국은 2013년 북극이사회 정식 옵서버(한국과 함께 영국·프랑스·독일·네덜란드·일본·중국 등 13개국가 있다. 한국은 2021년 '북극해 어업 설정'(CAOFA)에 참여하며 윤신의 폭을 넓혔다. CAOFA는 중앙 북극해 공해상에서의 조업 활동을 최장 16년 동안 유예하는 내용의 국제 협정이다.

북극해 수산 자원을 보호하려는 목적으로 북극해 연안 5개국(미국·러시아·캐나다·덴마크·노르웨이)과 비연안 5개국(한국·중국·일본·아이슬란드·유럽연합)이 뜻을 모았다. 백악관 북극정책 고문을 맡은 데이비드 발탈은 이번 북극 프론티어에 참석해 "북극 이슈와 관련해 한국과 긴밀한 협의를 이어나가겠다"며 "한국의 해빙선 연구와 CAOFA 참여 등이 좋은 성과를 내고 있다"고 평했다.

지난달 28일 신형철 소장은 북극 프론티어에서 CAOFA 체결 과정과 대외에 대해 발표해 높은 관심을 받았다. 그는 "한국은 2022년 CAOFA 정회원국에 이어 지난해에는 당사자국 총회를 개최했다"며 "비 북극권 국가인 한국의 북극 외교에 대한 국제사회의 기대감이 높아진 결과"라고 설명했다.

트롬쇠=송지유 기자
hong.jiyu@busan.co.kr

[그림 2] 2024년 북극 프론티어 활동 관련 언론 보도

9 772733 753003 07
ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

극지연구소
Korea Polar Research Institute

발행일 : 2024년 9월
발행처 : 극지연구소 정책개발실 Tel. 032-770-8422
주소 : 인천광역시 연수구 송도미래로 26, 극지연구소 (www.kopri.re.kr)

Copyright© 2014 KOPRI, All rights reserved.
Cover pages photo credit© KOPRI

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

POLES&GLOBE
극지와 세계

2024 DECEMBER
VOL. 04

사진 : 서명호(제7회 극지사진콘테스트 수상작)

지구온난화가 북극 툰드라 지역 탄소저장소에 미칠 영향

정지영
극지연구소 생명과학연구본부

극지고층대기와 오로라, 우주날씨예보의 핵심!

지건화
극지연구소 해양대기연구본부

인공지능(Artificial Intelligence) 시대, 극지연구에서의 활용 방안

황유나
극지연구소 정책개발실

KOPRI

POLES&GLOBE
극지와 세계

VOL. 04
2024
DECEMBER

SNAPSHOT

03p 정지영 극지연구소 생명과학연구본부
지구온난화가 북극 툰드라 지역 탄소저장소에 미칠 영향

최근 북극 지역 온난화는 전 지구 평균의 4배 가까이 빠르게 진행되고 있다. 툰드라 지역의 영구동토층에는 전 세계 토양 탄소의 약 25%가 저장되어 있어서 빠른 북극 온난화에 의한 온실기체 방출은 매우 큰 우려를 낳고 있다. 따라서 북극 툰드라 지역에서 기온 상승에 의한 토양 탄소 순환 변화의 정확한 이해가 필요하다. 1990년부터 기후변화가 툰드라 생태계에 미치는 영향을 이해하기 위해 세계 각지의 연구자들은 International Tundra Experiment(ITEX)라는 연구 네트워크를 만들고 공통의 프로토콜을 이용하여 북극과 남극, 고산 지역을 포함하는 툰드라 지역에서 온도상승챔버(Open top chamber, OTC) 등을 설치한 후 육상생태계의 식생, 토양 환경인자 등을 모니터링하고 있다. 최근 이 연구팀은 온도 상승 모사실험으로 획득한 생태계 호흡량 변화 데이터를 공유하여 메타 분석을 수행하였다. 그 결과 대기 온도가 1.4도 상승하면 생태계 호흡량이 평균 30% 증가되지만, 온도 상승에 따른 생태계 호흡량은 각 지역의 여러 토양 환경 특성에 따라 22%에서 38%까지 생태계 호흡량이 달라지는 것을 보여주었다. 본 연구는 북극 토양 환경 조건에 따라 기후변화에 대한 민감도가 달라질 수 있음을 보여줌으로써 추후 어느 툰드라 지역의 온난화에 더 관심을 가져야 하고, 관리가 필요한 지역인지에 대한 가이드라인을 제시할 때 근거 자료로 활용이 가능할 것이다.

06p 지건화 극지연구소 해양대기연구본부
극지고층대기와 오로라, 우주날씨예보의 핵심!

과거에 "우주"는 SF 영화에서나 볼 수 있었던, 우리 삶과는 동떨어진 아주 먼 세계였다. 그러나 현대사회에서 우주는 이미 우리 실생활 깊숙이 침투해 있으며, 더 이상 우리 손에 닿지 않는 먼 세계의 공간이 아니다. 인공위성을 활용한 대표적인 우주기술인 위성항법 시스템은 우리 실생활 곳곳에서 활용되고 있으며, 나아가 우주여행, 우주탐사 등 우주는 인류에게 더욱 가까이 다가오고 있다. 따라서 우주환경의 "날씨", 즉 우주기상 예측의 필요성이 급격히 대두되고 있으며, 전 세계 우주과학계에서는 이를 위한 다양한 과학적 노력이 진행되고 있다. 이 가운데 극지에서의 우주환경 관측은 우주기상 예측 모델 개발에 필요한 정보 확보 차원에서 가장 핵심적인 요소가 되고 있다. 극지 우주환경의 상징적인 현상인 오로라는 태양 에너지가 태양풍과 자기권을 거쳐 지구로 전달되는 과정에서 나타나는 것으로, 맨 눈으로 관측이 가능한 유일한 우주기상 현상이다. 극지 고층대기의 오로라 현상에 대한 이해는 우주기상 예측을 향한 첫걸음이다. 극지연구소 우주과학팀에서는 남북극에서의 오로라 관측 및 관련 우주환경 관측을 더욱 확대해 나갈 예정이다.

09p 황유나 극지연구소 정책개발실
인공지능(Artificial Intelligence) 시대, 극지연구에서의 활용 방안

Artificial Intelligence(인공지능, 이하 'AI')는 인간의 지능적 행동을 모방하는 기술로 머신러닝, 딥러닝, 생성형 AI로 발전해 왔으며 2022년 ChatGPT의 출현으로 새로운 인공지능 시대를 맞이하게 된다. 많은 연구기관에서는 AI 기술을 연구에 활용하며 연구 효율성을 향상시키고 혁신적인 연구 성과를 얻을 수 있었다. 하지만 AI 기술은 허위 정보 생성, 데이터 보안, 시스템 관리 등의 위험성이 있는 만큼 국제사회는 위험성을 낮춘 안전한 기술 확보를 위해 국제표준화와 국제 협력을 추진하고 있다. 극지연구 분야에서도 AI 기술의 효용성은 매우 높으며 많은 해외 연구기관에서 AI 기술을 활용한 극지연구를 진행하고 있다. 이에 극지연구소에서도 향후 보다 적극적인 AI 기술 활용에 대한 필요성이 제기되고 있다. 본 연구에서는 기존 연구 사례를 참고하여 비정형 데이터를 활용한 생태계 분석, 인프라 주요시설 유지 보수 및 운영 자동화, 국내외 정책 자료 분석 및 요약, 인사 채용 시 AI 기술을 활용한 연구 성과 및 문서 검증 등의 방안을 제시하고자 한다.

제4호 2024년 12월 발행
극지연구소 정책개발실

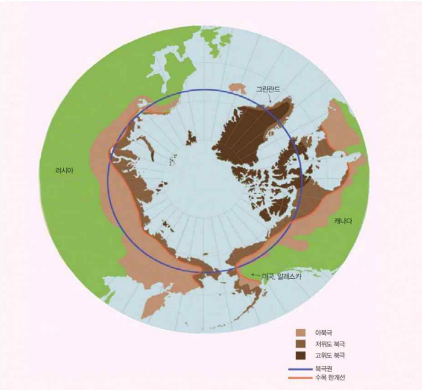
지구온난화가 북극 툰드라 지역 탄소저장소에 미칠 영향

정지영 극지연구소 생명과학연구본부

최근 북극 지역 온난화는 전 지구 평균의 4배 가까이 빠르게 진행되고 있다. 툰드라 지역의 영구동토층에는 전 세계 토양 탄소의 약 25%가 저장되어 있어서 빠른 북극 온난화에 의한 온실기체 방출은 매우 큰 우려를 낳고 있다. 따라서 북극 툰드라 지역에서 기온 상승에 의한 토양 탄소 순환 변화의 정확한 이해가 필요하다. 1990년부터 기후변화가 툰드라 생태계에 미치는 영향을 이해하기 위해 세계 각지의 연구자들은 International Tundra Experiment(ITEX)라는 연구 네트워크를 만들고 공통의 프로토콜을 이용하여 북극과 남극, 고산 지역을 포함하는 툰드라 지역에서 온도상승챔버(Open top chamber, OTC) 등을 설치한 후 육상생태계의 식생, 토양 환경인자 등을 모니터링하고 있다. 최근 이 연구팀은 온도 상승 모사실험으로 획득한 생태계 호흡량 변화 데이터를 공유하여 메타 분석을 수행하였다. 그 결과 대기 온도가 1.4도 상승하면 생태계 호흡량이 평균 30% 증가되지만, 온도 상승에 따른 생태계 호흡량은 각 지역의 여러 토양 환경 특성에 따라 22%에서 38%까지 생태계 호흡량이 달라지는 것을 보여주었다. 본 연구는 북극 토양 환경 조건에 따라 기후변화에 대한 민감도가 달라질 수 있음을 보여줌으로써 추후 어느 툰드라 지역의 온난화에 더 관심을 가져야 하고, 관리가 필요한 지역인지에 대한 가이드라인을 제시할 때 근거 자료로 활용이 가능할 것이다.

영구동토층, 지구온난화 가속 '이산화탄소' 배출 시한폭탄

툰드라 지역은 러시아, 캐나다 북부, 북유럽, 알래스카, 일부 고지대 등에 위치한 수목한계선 이북 지역으로 땅이 얼어 키가 큰 나무가 자랄 수 없고, 키 작은 관목, 초본, 이끼 등이 주로 생장하는 영구동토층 지역이다[그림 1]. 북반구 대륙(육상) 면적의 1/4을 차지하고 있는 영구동토층은 전 세계 토양 탄소의 약 25%가 매장되어 있어 이 탄소가 대기 중으로 방출된다면 지구온난화는 더욱 가속화될 것이다. 최근 북극 온난화가 전 세계 온난화보다 최대 4배 가까이 빠르게 진행되면서 영구동토층이 녹아 그 속에 저장되어 있던 유기물(탄소 함유)이 분해되어 탄소 배출이 급증하고 있다. 그래서 토양 탄소가 대기로 방출되는 것은 기후의 '시한폭탄'으로 불리고 있다. 영구동토층에 저장되어 있는 유기물은 그동안 낮은 온도와 때로는 산소가 부족한 조건 때문에 미생물의 분해 과정을 거치지 않아서 대부분의 유기물이 분해되기 쉬운 형태로 그대로 남아 있는데, 이는 영구동토층의 기후변화에 대한 민감성을 더 높이는 주요 요인이 되고 있다. 기온 상승이 탄소 방출량 증가를 야기하고, 늘어난 탄소가 다시 기온 상승을 부르는 '되먹임 효과'를 고려할 때 온도 변화에 민감한 영구동토층의 특성상 많은 양의 탄소를 저장하고 있는 북극에서 온난화로 인한 탄소 방출이 엄청나게 늘어날 수 있고, 이는 다시 온난화를 크게 가속화할 수 있는 악순환의 고리가 가능하다. 따라서 극지역에서 일어나는 온난화에 대한 결과와 전 지구적 영향을 명확히 규명하고 대응하기 위해 영구동토층에 얼마나 많은 탄소가 저장되어 있고, 얼마나 많은 탄소가 대기 중으로 방출될 것인가에 대한 정량화된 과학적 답변이 필요하다.



[그림 1] 북극과 툰드라의 영역. 북반구 툰드라(수목한계선 안쪽) 지역과 지구물리학적 북극(66도 33분 이북 지역)을 나타내는 지도
출처: 지구 백과사전(Encyclopedia of Earth) http://www.eoearth.org/files/145501_145600/145578/boundaries_of_the_arctic_large.jpg
이유경·정지영, "극지과학자가 들려주는 툰드라 이야기", 지식노마드, 2015. p.16.에서 재인용

툰드라 연구자 간 국제적 네트워크 구축

지구온난화로 인한 툰드라 지역의 탄소 방출을 연구하려면 툰드라 지역 현장 연구가 필수적이다. 그런데 앞에서 설명한 바와 같이 그 면적이 너무 광활하다. 따라서 국제사회는 수십 년 전부터 연구팀을 만들어 협력 연구를 하고 있다. International Tundra Experiment(ITEX: https://www.gvsu.edu/itex/; 국제 툰드라 실험 그룹)는 1990년대부터 기후변화에 따른 툰드라 지역의 육상생태계 변화, 특히 식물 군집 조성 및 생장 변화에 대한 관심에서 시작되어 자발적으로

[그림 2] 북극 지역의 기온 상승에 의한 토양생태계 변화를 모니터링하기 위해서 ITEX 프로토콜에 따라 캐나다 케임브리지 베이 지역에 본 연구팀이 제작·설치한 온도상승챔버

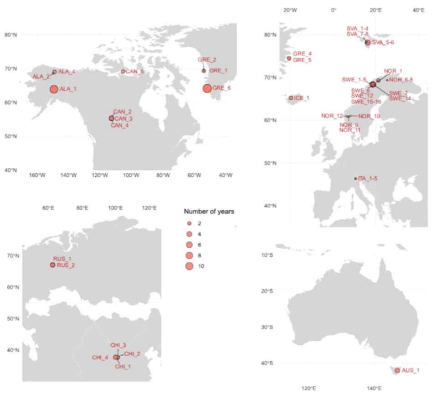
구성된 국제 공동 연구 그룹이다. 몇몇 나라 연구자들이 실행위원회(Steering committee)를 구성하고 있고, 관심이 있는 주제에 따라 실행위원회 산하에 연구그룹을 구성하여 데이터 공유, 분석, 논문 작성 등을 하고 있다. 온도 상승에 대한 연구는 과거부터 현재까지 시간에 따라 변하는 온도 모니터링과 관련 환경, 생물 인자의 변화를 측정하는 방법도 있지만 장기간이 소요되고, 초기 모니터링 하지 않은 인자들은 변화를 유추하기가 어려운 한계가 있다. 따라서, 인위적으로 온도를 올리는 모사실험이 더 활용되고 있다. 이러한 온도 조작 실험을 통해 미래 툰드라 지역의 대기온도가 상승할 때 일어날 수 있는 생태계 변화 및 탄소 방출량의 변화 예측이 가능하다.

우리나라는 2012년부터 캐나다 케임브리지 베이에 온도 상승챔버(Open top chamber, OTC)를 설치하여 ITEX에 참여하고 있다. 이 국제 공동 연구팀의 가장 큰 관심은 기온 상승에 의한 생태계의 영향이므로 전 세계 극지와 고산 지역에 OTC를 설치하고 대기 온도를 높이는 실험을 진행하고 있다[그림 2]. OTC는 전기 없이 자연적으로 온도를 높일 수 있는 비닐하우스 형태의 챔버이며, 전력 공급이 원활하지 않은 극지역에서 주로 활용되고 있다. ITEX에서는 OTC 실험에 대한 공통의 프로토콜(OTC 사양, 측정 인자 등)을 만들어 연구자들에게 제공하고 있다.

ITEX에 참여하고 있는 연구자들은 극지역에서는 다른 지역과 달리 반복 실험이 힘들고, 잦은 주기로 데이터를 획득하는 것도 어려우며, 제한적 시기에만 데이터를 획득할 수 있다는 등 극지에서 데이터 획득의 어려움을 서로 잘 이해하고 있다. 이에 서로 데이터를 공유하여 메타 분석(여러 데이터를 종합하여 분석하는 방법)을 시도하는 것이 이러한 현장 연구의 제한성을 극복할 수 있는 방법으로 인식하고 있다. 그동안 ITEX 연구자들은 OTC에 의한 온도 상승이 식물의 생장을 증가시키고 생장 기간을 늘린다는 결과를 보여주었고, 식물 그룹 중에서 특히 넓은 잎 관목의 밀도와 지표를 덮고 있는 정도의 증가 등을 밝혔다. 또한 온도 상승은 온도 의존적인 토양 미생물의 활성에 영향을 주어 토양 유기물의 분해를 촉진한다는 여러 결과들을 보고하였다. 즉, 온도 상승은 식생 구조 및 생장과 생지화학적 순환에 영향을 미쳐 생태계의 구조와 기능에 변화를 야기하고, 육상생태계에 기대어 사는 동물, 인간 사회에도 영향을 미칠 수 있다. 현재까지 ITEX 연구자들은 Nature, PNAS, Ecology 등 유수 저널에 연구 결과를 종합하여 460편 이상의 논문을 공동 게재하였다.

온도 상승에 따른 툰드라 생태계 호흡량 증가

2020년에는 ITEX 네트워크 중 스웨덴 연구그룹이 주도하여 OTC에 의한 온도 상승으로 토양에서 방출되는 호흡량이 얼마나 달라지는지에 관한 데이터를 수집하였다. 이번 프로젝트에서 전 세계 16개국 76명의 과학자가 참여하여 28곳의 툰드라 지역에서 토양 호흡 및 환경 자료들을 수집하였고, 우리나라는 2012년부터 캐나다 케임브리지 베이 지역에서 획득한 자료를 공유하고 자료 분석, 논문 작성에 기여하였다[그림 3]. 이 연구에서는 최소 1년부터 최장 25년 동안의 온도 상승에 의한 생태계 호흡량(식물 호흡량+토양미생물 호흡량) 변화를 관찰하였다. 그 결과 OTC를 설치한 곳은 기온이 평균 1.4도, 토양온도는 0.4도 상승하여 토양생태계에서 발생되는



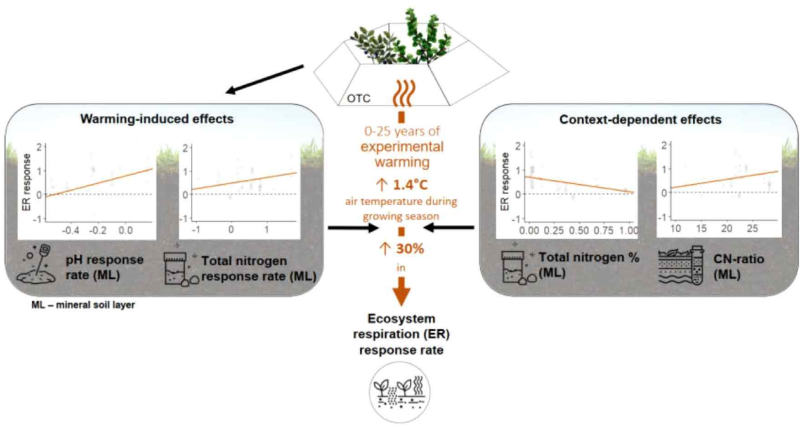
[그림 3] 극지역 온도 상승에 의한 생태계 호흡량 변화 측정 프로젝트에 참여한 연구 지역 지도(총 28곳)
Maes, S.L. et al., 2024. Environmental drivers of increased ecosystem respiration in a warming tundra. Nature 629, 105-113.

탄소량이 평균 30%에서 최대 38%까지 증가함을 밝혀냈다[그림 4]. 온도 상승에 따른 호흡량의 증가는 일반적으로 알려져 있지만 이 연구의 특이점은 온도 상승의 영향이 토양 환경 인자(질소 농도 및 토양 산성도)에 따라 달라질 수 있음을 보여준 것이다. 토양 내 영양상태가 좋지 않은 지역에서 온도 상승에 의해 생태계 호흡량의 증가가 더 늘어났다. 이를 모델에 적용하였을 때 시베리아 동부, 서부와 캐나다 북극 군도의 영구동토층에서 온도 상승에 대해 매우 민감하게 반응할 수 있음을 예측해냈다.

생태계 호흡량 정량화는 많이 시도되었으나 온도 이외에 호흡량에 영향을 미치는 중요한 환경인자와 함께 해석하는 경우는 드물었기에 본 연구에서 토양 환경인자, 특히 토양의 영양상태에 따라 온도 상승에 따른 생태계 호흡량의 변이가 달라질 수 있다는 사실을 보여준 매우 의미 있는 시도였다. 이 연구 결과는 과학기술정보통신부 지원 '기후변화에 의한 북극 동토 생태계 생지화학적 변화 이해' 연구과제 지원을 받아 수행되어 국제학술지인 『Nature』지에 2024년 5월 2일 게재되었다.

툰드라 생태계 변화 시·공간적 연구 확대 필요

이 연구는 북극의 토양 환경 조건에 따른 기후변화에 대한 민감도, 반응 정도가 달라질 수 있음을 보여주었다. 즉, 토양 내 질소 함량이 적은 지역이 온도 상승에 민감하게 반응하는 지역이라고 할 수 있다. 그러나 예측값의 불확실성을 해소하기 위해 더욱 다양한 환경 조건을 고려하여 여러 북극 툰드라 지역에서의 추가 연구가 필요하다. 또한 대부분의 극지연구에서는 주로 생육기 동안의 변화에 집중하고 있다. 그러나 북극에서 겨울철 온도 변화가 여름보다 훨씬 크다는 실측 데이터와 모델 예측 데이터를 고려할 때 1년(4계절) 내내 토양으로부터의 탄소 방출량에 대한 정량화 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것이다. 따라서 토양으로부터의 탄소 방출에 관한 연구는 향후 시공간적인 확장이라는 방향성을 가지고 진행되어야 정확한 자료를 기반으로 기후변화 대응이 가능할 것이다. 앞으로도 연구자들 간의 협력을 통해 다양한 연구 지역의 데이터를 취합하여 개개의 연구 결과를 보다 일반화할 수 있는 성과로 창출해낼 수 있기를 기대한다.



[그림 4] 온도상승챔버에 의한 온도 상승을 야기한 토양 환경 조건의 변화가 생태계 호흡 변화에 미치는 영향(좌)과 지역별 토양 질소 함량이나 탄소대 질소 비율의 차이에 따른 생태계 호흡 변화 반응의 결과(우)
Maes, S.L. et al., 2024. Environmental drivers of increased ecosystem respiration in a warming tundra. Graphical abstract. Nature 629, 105-113.

극지고층대기와 오로라, 우주날씨예보의 핵심!

지건화 극지연구소 해양대기연구본부

과거에 '우주'는 SF 영화에서나 볼 수 있었던, 우리 삶과는 동떨어진 아주 먼 세계였다. 그러나 현대사회에서 우주는 이미 우리 실생활 깊숙이 침투해 있으며, 더 이상 우리 손에 닿지 않는 먼 세계의 공간이 아니다. 인공위성을 활용한 대표적인 우주기술인 위성항법 시스템은 우리 실생활 곳곳에서 활용되고 있으며, 나아가 우주여행, 우주탐사 등 우주는 인류에게 더욱 가까이 다가오고 있다. 따라서 우주환경의 "날씨", 즉 우주기상 예측의 필요성이 급격히 대두되고 있으며, 전 세계 우주과학계에서는 이를 위한 다양한 과학적 노력이 진행되고 있다. 이 가운데 극지에서의 우주환경 관측은 우주기상 예측 모델 개발에 필요한 정보 확보 차원에서 가장 핵심적인 요소가 되고 있다. 극지 우주환경의 상징적인 현상인 오로라는 태양 에너지가 태양풍과 자기권을 거쳐 지구로 전달되는 과정에서 나타나는 것으로, 맨 눈으로 관측이 가능한 유일한 우주기상 현상이다. 극지 고층대기의 오로라 현상에 대한 이해는 우주기상 예측을 향한 첫걸음이다. 극지연구소 우주과학팀에서는 남북극에서의 오로라 관측 및 관련 우주환경 관측을 더욱 확대해 나갈 예정이다.

현대사회에서 '우주'란?

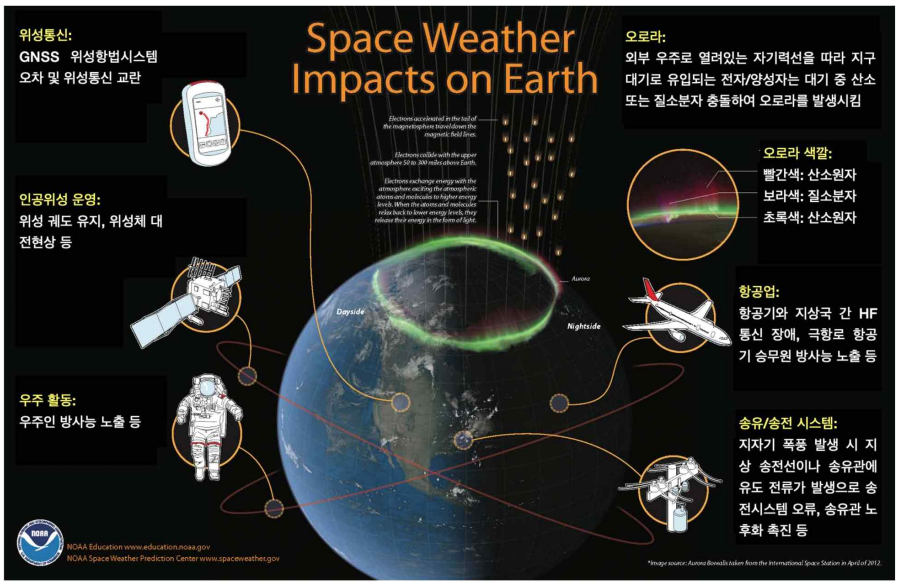
과거에 우주(Near-Earth Space Environment 또는 Geospace Environment)는 SF 영화 또는 소설에서나 경험할 수 있는, 우리 생활과는 무관한 아주 먼 세상의 이야기였다. 그러나 현대사회에서 우주는 이미 우리 실생활 깊숙이 침투해 들어와, 인공위성과 같은 우주기술이 없는 우리의 삶은 상상하기 어려워졌다. 우선 GPS와 같은 위성항법시스템(Global Navigation Satellite System: GNSS)은 자동차, 스마트폰, 컴퓨터(인터넷) 등에서 필수적인 요소이며, 우리 실생활에서 우주 활용의 대표적인 예이다. 또한 인공위성은 군사적 목적이나 기상예측 등 다양한 영역에서 광범위하게 활용되고 있으며, 위성통신은 방송, 항공, 비상 통신 등에서 없어서는 안 될 필수 통신 수단이 되었다. 최근에는 미국 기업인 스페이스엑스(SpaceX)의 스타링크(Starlink)와 같은 인터넷 서비스용 인공위성 사업이 시작되었다. 그러나 우주는 인공위성만을 위한 공간이 아니다. 우리나라를 포함한 세계 여러 나라에서 달, 화성, 금성 등에 대한 우주탐사 사업을 시작했으며, 스페이스엑스, 버진 갤럭틱, 블루 오리진, 보잉사 등 여러 민간기업에서 우주여행 상품을 계획 중이거나 이미 출시하고 있다. 나아가 우주는 생물, 바이오 및 의료 산업, 지질 등의 다양한 분야에서 인류에게 새로운 가치 창출의 기회를 제공하고 있다.

우주에도 날씨가 있다!

우리 일상에서 날씨예보의 중요성은 두말할 필요도 없다. 인류의 활동영역이 우주로 확장된 현대사회에서는 지구의 날씨뿐만 아니라 '우주날씨 또는 우주기상(Space weather)'의 예측이 필요하다. 예를 들면, 태양에서 흑점활동(Solar activity)이 활발해지면 태양 플레어(Flare)나 코로나 물질 대방출(Coronal Mass Ejection: CME)과 같은 태양폭발이 자주 발생하게 된다. 이때 태양에서는 엄청난 양의 에너지가 주로 태양풍(Solar wind)을 통해 태양계 전체로 분출되는데, 이 에너지가 지구에 도달하면 지구 주변의 우주환경이 크게 교란되어 다양한 형태의 변화가 일어난다. 예를 들면, 인공위성이 상주하는 고층대기(Upper atmosphere) 밀도가 변하면 위성의 궤도 유지에 문제가 생길 수 있고, 태양에서 방출된 고에너지 입자에 의해 위성체의 표면에 전하가 축적되면 위성체 내 전자기기에 문제가 발생할 수 있다. 고층대기 전리권(Ionosphere)의 갑작스러운 변화는 위성통신 장애를 일으켜 지상과의 통신을 두절시키고, 인공위성 추적 시스템에 문제를 일으켜 자칫 인공위성을 영원히 잃어버릴 수 있다. 또한 태양 고에너지 입자는 우주에서 활동하는 우주인이나 우주여행자의 신체에 치명적인 손상을 가할 수 있다. 태양폭발로 인한 우주환경 변화의 영향은 우주에만 국한되지 않는다. 우주환경 변화로 인한 급격한 전리권 변화는 지상 자기장 변화를 일으켜 지상에 설치되어 있는 송유관이나 송전시스템에 급격한 유도전류(Induced current)를 발생시킨다. 이와 같은 유도전류는 송유관의 노후화를 촉진시키고 송전시스템의 변압기에 치명적인 손상을 일으킬 수 있다. 따라서 이와 같은 우주기상으로 인한 피해를 최소화하기 위해서는 지상에서의 날씨예보와 같은 우주기상 예측이 필수적이다.

오로라 - 극지 하늘에 빛으로 수 놓인 태양의 흔적

우주날씨 또는 우주기상의 주요 요인인 태양폭발이 발생하면 지구 주변 우주환경에는 다양한 측면에서 급격한 변화가 발생한다. 이와 같은 우주환경 교란 정도를 직접 눈으로 확인할 수 있는 유일한 현상이 바로 '오로라'이다. 오로라는 특별한 관측기기 없이도 우리 맨눈으로 직접 확인할 수 있는 우주기상 현상이라는 측면에서 매우 특별하다. 그러면 오로라는 도대체 어떤 자연현상일까? 오로라는 극지 고층대기



[그림 1] 우주환경, 고층대기, 그리고 지상에서 발생될 수 있는 다양한 우주기상 현상
출처: 미국 우주기상예보센터(NOAA SWPC)

(약 90~1,000km)에서 발생하는 자연광이다. 지구는 자전축에 막대자석이 있을 때와 유사한 자기장을 갖고 있다. 이 지구 자기장의 자기력선은 극지에서만 자기권과 외부 우주로 열려 있고, 중위도와 적도지역에서의 대기는 지구자기장에 의해 둘러싸여 있는 모양새다. 한편 앞서 잠시 언급했던 것처럼, 태양에서는 태양풍이라고 하는 자기장과 플라스마 바람이 지구를 향해 끊임없이 불어오고 있다. 이 태양풍이 지구의 자기장과 만나면 자기권(Magnetosphere)이 형성되는데, 자기권은 지구 대기가 자기장에 의해 둘러싸여 있는 영역으로, 대부분의 영역에서 태양풍이 지구 대기로 직접 침투하는 것을 막아주는 역할을 하고 있다. 그러나 극지에서만은 지구 자기장의 자기력선이 외부 우주로 열려 있는 구조적 특성 때문에, 태양풍 플라스마의 일부가 직접 극지 고층 대기로 들어올 수 있다. 바로 이 태양풍 플라스마, 즉 전자와 양성자가 대기 중 산소원자나 질소분자와 충돌하는 과정에서 나오는 빛이 바로 오로라이다(자기권에 상주하고 있는 플라스마의 일부가 자기력선을 따라 들어오기도 한다.). 다시 말하면, 오로라는 태양폭발 에너지가 지구에 전달되는 과정에서 태양풍, 자기권, 그리고 극지 고층대기가 상호작용하는 과정에서 만들어지는 빛이다.

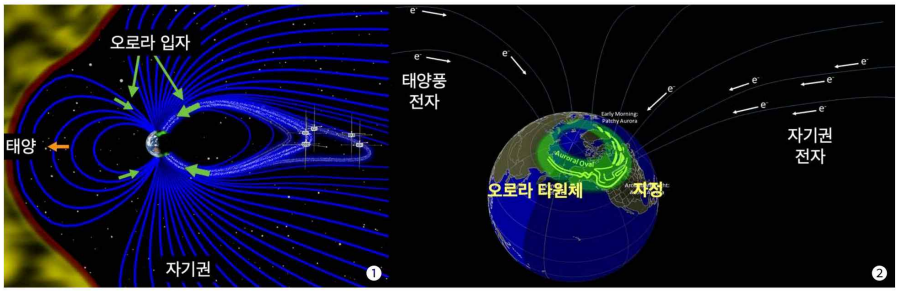
오로라와 우주기상, 그리고 극지

그러면 오로라(Aurora)는 앞서 언급한 우주기상과 어떤 관계가 있을까? 오로라는 맨눈으로 확인 가능한 유일한 우주기상 현상 이외에도 중요한 의미를 갖고 있다. 왜냐하면 오로라는 태양풍과 자기권, 그리고 지구 고층대기의 상호작용의 결과로 나타나는 매우 복잡한 우주기상 현상이기 때문이다. 더구나 이와 같은 상호작용의 결과는 단순히 오로라를 발생시키는 것만이 아니다. 오로라는 발생과 동시에 그 주변 전리권 및 열권 밀도와 온도, 바람 등 급격한 극지 고층대기 변화를 동반하며, 따라서 우주환경 변화를 가시적으로 보여주는 매우 중요한 우주환경 감시 수단을 제공한다. 또한 더욱 중요한 사실은 여러 가지 우주기상 현상을 일으키는 태양 에너지는 1차적으로 극지 고층대기를 통해서 지구로 전달된 후 열권 바람이나 전자기적 현상을 통해 중저위도까지 영향을 미치게 된다는 사실이다. 따라서 극지에서 오로라 관측과 더불어 수행되는 다양한 극지 고층대기 관측은 전 지구적 우주기상 예측 모델 개발을 위한 핵심적인 정보를 제공하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 이와 같은 극지에서의 우주기상 관련 연구는 극지연구소가 우주기상 주관 기관인 우주항공청 소속 한국천문연구원, 우주환경연구센터 등과 함께 긴밀한 협력 하에 진행되고 있다.

극지에서의 오로라 연구

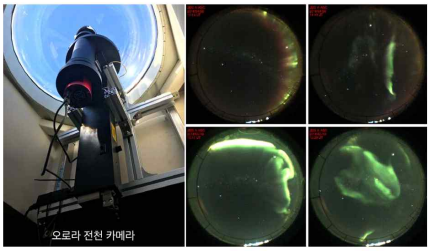
극지연구소에서의 오로라 연구는 2018년부터 남극 장보고 과학기지에서 오로라 관측용 전천 카메라(ASC: All Sky Camera)를 활용하여 처음 시작되었다. 이 관측을 통해 장보고 기지 상공 고층대기에서 발생하는 오로라에 대해 연구하고 있다. 그리고 2023년 초에는 녹색, 빨간색, 파란색의 필터가 장착된 전천 카메라가 추가로 설치되어 오로라의 파장대별

[그림 2] 태양 에너지가 지구로 전달되는 과정에서 핵심 요소인 지구자기장, 태양풍, 그리고 지구 자기권이 발생한다.
출처: ❶ https://www.phenomena.org/solarwind/ ❷ 유럽 우주국(ESA)

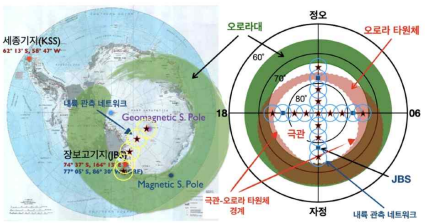


[그림 3] 극지 고층대기는 태양 에너지가 지구로 전달되는 핵심 관문
출처: ❶ 미국 NASA ❷ 미국 우주기상예보센터(NOAA SWPC)

특성 연구가 가능하게 되었다. 이와 같은 오로라 전천 카메라 관측은 장보고기지에서 운영 중인 전리권 레이더, 열권 바람/온도 관측용 간섭계, 자기권 관측용 자력계 등의 관측과 함께 오로라와 극지 우주환경의 상관관계 연구에 활용되고 있다. 또한 현재 극지연구에서 남극 내륙 진출을 위해 추진 중인 K-루트를 활용하여, 장보고기지에서 자남극 주변의 내륙까지 오로라 및 전리권, 자기권 등의 극지 우주환경 관측 네트워크를 구축할 계획이다. 이를 통해 장보고기지가 위치한 오로라대-극관 경계 지역에서 자남극점 주변 극관 지역까지 오로라 관측을 확대하여 좀 더 확장된 형태의 오로라-우주기상 연구를 수행할 예정이다. 남극 장보고기지-내륙 간 지상 관측 네트워크 구축을 통한 극지 우주환경 관측은 북반구에 비해 매우 부족한 남반구 우주환경 관측자료 확보를 가능하게 하고, 나아가 최근 국제 우주과학계에서 적극적으로 추진되고 있는 극지 우주환경 위성관측 프로그램과 연계하여 활동한다면 우주기상예측 연구발전에 크게 기여할 수 있을 것이다.

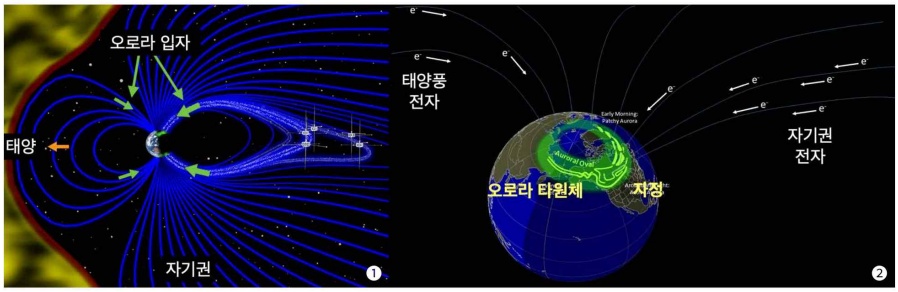


[그림 4] 남극 장보고과학기지에서 운영되고 있는 오로라 관측용 전천 카메라와 관측된 오로라 이미지
출처: 극지연구소 우주과학팀



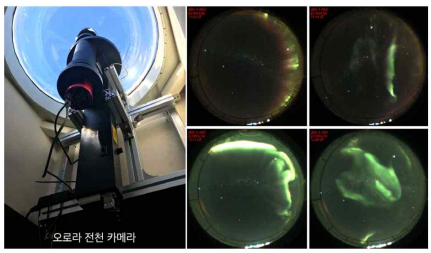
[그림 5] 남극 장보고기지에서 자남극 주변 내륙 간 우주환경 관측 네트워크는 극관-오로라 타원체 경계에서부터 극관 중심까지 장보고기지를 포함해서 5개의 관측사이트로 이루어져 있다. 우측 그림에서 '오로라 타원체' 안쪽 흰색 부분이 '극관' 지역이다. 자정, 정오, 06시, 18시에 5개의 관측사이트가 오로라 타원체와 극관을 기준으로 어떻게 분포하고 있는지를 보여준다.

[그림 2] 태양 에너지가 지구로 전달되는 과정에서 핵심 요소인 지구자기장, 태양풍, 그리고 지구 자기권이 발생한다.
출처: ❶ https://www.phenomena.org/solarwind/ ❷ 유럽 우주국(ESA)

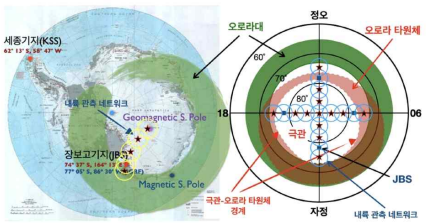


[그림 3] 극지 고층대기는 태양 에너지가 지구로 전달되는 핵심 관문
출처: ❶ 미국 NASA ❷ 미국 우주기상예보센터(NOAA SWPC)

특성 연구가 가능하게 되었다. 이와 같은 오로라 전천 카메라 관측은 장보고기지에서 운영 중인 전리권 레이더, 열권 바람/온도 관측용 간섭계, 자기권 관측용 자력계 등의 관측과 함께 오로라와 극지 우주환경의 상관관계 연구에 활용되고 있다. 또한 현재 극지연구에서 남극 내륙 진출을 위해 추진 중인 K-루트를 활용하여, 장보고기지에서 자남극 주변의 내륙까지 오로라 및 전리권, 자기권 등의 극지 우주환경 관측 네트워크를 구축할 계획이다. 이를 통해 장보고기지가 위치한 오로라대-극관 경계 지역에서 자남극점 주변 극관 지역까지 오로라 관측을 확대하여 좀 더 확장된 형태의 오로라-우주기상 연구를 수행할 예정이다. 남극 장보고기지-내륙 간 지상 관측 네트워크 구축을 통한 극지 우주환경 관측은 북반구에 비해 매우 부족한 남반구 우주환경 관측자료 확보를 가능하게 하고, 나아가 최근 국제 우주과학계에서 적극적으로 추진되고 있는 극지 우주환경 위성관측 프로그램과 연계하여 활동한다면 우주기상예측 연구발전에 크게 기여할 수 있을 것이다.



[그림 4] 남극 장보고과학기지에서 운영되고 있는 오로라 관측용 전천 카메라와 관측된 오로라 이미지
출처: 극지연구소 우주과학팀



[그림 5] 남극 장보고기지에서 자남극 주변 내륙 간 우주환경 관측 네트워크는 극관-오로라 타원체 경계에서부터 극관 중심까지 장보고기지를 포함해서 5개의 관측사이트로 이루어져 있다. 우측 그림에서 '오로라 타원체' 안쪽 흰색 부분이 '극관' 지역이다. 자정, 정오, 06시, 18시에 5개의 관측사이트가 오로라 타원체와 극관을 기준으로 어떻게 분포하고 있는지를 보여준다.

기술이다. 인간의 뇌 구조를 모방한 인공신경망을 통해 데이터를 학습하며 스스로 특징을 추출하고 분류하여 결과를 도출한다. 대량의 데이터를 통해 특징을 자동으로 추출하는 만큼 데이터의 품질과 양이 매우 중요하며 이미지, 텍스트, 음성과 같이 비구조화되고 복잡한 데이터 처리에 효과적이다. CNN(Convolutional Neural Network)을 활용한 이미지 분석, RNN(Recurrent Neural Network)을 활용한 텍스트 분석, 그리고 음성 인식 및 분석 등이 대표적 딥러닝 모델로 구글 번역, 아마존의 알렉사와 애플의 시리 등의 서비스로 구현되어 활용되고 있다. 딥러닝 기술 또한 R, 파이썬과 같은 프로그래밍 언어를 통해 활용될 수 있을 뿐만 아니라 Google, MS 등에서 운영하는 플랫폼을 통해 프로그래밍 없이도 이용할 수 있다.

생성형 AI는 딥러닝의 하위 개념으로 대규모 데이터를 학습하고 이를 기반으로 새로운 결과물을 '생성'한다. 기존 AI 기술이 데이터를 기반으로 예측하거나 분류하여 결과를 제공했다면 생성형 AI는 데이터를 찾아 학습하고 이를 토대로 능동적으로 결과물을 제시하는 것이다. 문서 작성부터 그림, 비디오 생성까지 가능한 생성형 AI 기술은 다양한 분야에서 활용되며 놀라운 성과를 보이고 있다. 생성형 AI 기술을 이용한 가장 대표적 사례로는 LLM(Large Language Models: 대규모 언어모델)을 통해 만들어진 ChatGPT가 있으며, 이외에도 GAN(Generative Adversarial Networks) 모델을 활용한 이미지 생성(딥페이크) 기술 등이 있다.

국내 출연(연), AI 기술 이미 도입

대다수 연구기관에서 AI 기술이 활용되고 있으며, 이 기술을 활용함으로써 기대되는 주요 장점은 연구의 혁신성과 효율성 향상이다. 대용량 데이터의 신속한 분석을 통해 예측 능력이 향상될 것으로 예상되며 기존에 시도하지 못한 혁신적인 분석 방법을 시도할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 연구의 자동화로 인간의 개입이 최소화된 일관성 있는 데이터의 대량 생산이 가능해지고 연구자가 단순 작업에서 벗어남으로써 창의적 업무 시간을 확보할 수 있다. 마지막으로 데이터 공유에 AI를 활용함으로써 연구 데이터의 접근성과 활용 방안의 확장이 기대된다. 이 같은 AI 활용의 이점으로 인해 이미 많은 국내 출연기관에서는 AI 기술을 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

하지만 AI 기술 활용에는 다음과 같은 위험성도 존재한다. 첫째, 허위 정보 생성의 위험성이다. 기존 데이터를 바탕으로 새로운 정보를 생성하는 과정에서 사실과 다른 허위 정보(Hallucination)가 발생할 수 있다. 둘째, 분석을 위해 대량의 데이터를 입력하는 과정에서 보안 정보의 유출 및 악용의 위험이 존재한다. 마지막으로, AI 기술은 블랙박스 모델과 같아서 결과는 알 수 있지만 도출 과정은 파악하기 어렵고, 대부분 범용 AI 기술을 이용하기 때문에 기관 차원에서 시스템을

기관	기술 분류			연구 내용
	머신러닝	딥러닝	생성형 AI	
한국생산기술연구원 (KITECH)		●		CNN, Transformer 기술 응용, 의료용 카테터 형상 결함 검사시간을 5초 이내로 단축(기존 5분)
한국재료연구원 (KIMS)	●			미세 플라스틱의 분광 신호를 AI에게 학습하여 현장에서 고감도로 신속하게 검출
한국전기연구원 (KERI)		●		산업현장의 설비 및 공정 특성을 분석하여 AI 기반 기술 현장 적용
한국철도기술연구원 (KRRI)		●		AI 분석기술 적용 지하터널 피난 로봇 개발
한국기계연구원 (KIMM)		●	●	사용자의 명령을 이해하고 제조 작업 공정에서 로봇이 해야하는 작업 명령을 자동으로 생성하여 로봇 운용
한국전자통신연구원 (ETRI)			●	코알라(KOALA: 이미지 생성모델)* 및 코라바(Ko-LLaVa)** 개발 * 이미지 생성 모델 : 오픈AI의 DALL·E 3보다 5배 빠르게 이미지 생성 * 대화형 시각 언어 모델 : 생성형 인공지능과 시각지능 기술을 결합하여 문장 입력 시 그에 맞는 이미지를 제공
한국과학기술정보 연구원(KISTI)			●	한국 과학기술데이터에 특화된 언어모델(KONI)*을 개발, 출연(연)·중소기업·공공기관에서 활용 * 생성형 AI 모델(Kisti Open Natural Intelligence)
한국에너지기술연구원 (KIER)	●	●		현장에 방문하지 않고 데이터를 통해 태양광 패널 오염, 성능 저하 등을 판단
			●	연구행정 업무에 AI 기술 접목(신규인력 채용 시 성과 검증 등)
한국과학기술연구원 (KIST)			●	실시간 음향시뮬레이션 기술개발로 집속초음파 시뮬레이션 기술개발(뇌질환 치료)

[표 2] 국내 출연(연)의 AI 기술 활용 사례

기술이다. 인간의 뇌 구조를 모방한 인공신경망을 통해 데이터를 학습하며 스스로 특징을 추출하고 분류하여 결과를 도출한다. 대량의 데이터를 통해 특징을 자동으로 추출하는 만큼 데이터의 품질과 양이 매우 중요하며 이미지, 텍스트, 음성과 같이 비구조화되고 복잡한 데이터 처리에 효과적이다. CNN(Convolutional Neural Network)을 활용한 이미지 분석, RNN(Recurrent Neural Network)을 활용한 텍스트 분석, 그리고 음성 인식 및 분석 등이 대표적 딥러닝 모델로 구글 번역, 아마존의 알렉사와 애플의 시리 등의 서비스로 구현되어 활용되고 있다. 딥러닝 기술 또한 R, 파이썬과 같은 프로그래밍 언어를 통해 활용될 수 있을 뿐만 아니라 Google, MS 등에서 운영하는 플랫폼을 통해 프로그래밍 없이도 이용할 수 있다.

생성형 AI는 딥러닝의 하위 개념으로 대규모 데이터를 학습하고 이를 기반으로 새로운 결과물을 '생성'한다. 기존 AI 기술이 데이터를 기반으로 예측하거나 분류하여 결과를 제공했다면 생성형 AI는 데이터를 찾아 학습하고 이를 토대로 능동적으로 결과물을 제시하는 것이다. 문서 작성부터 그림, 비디오 생성까지 가능한 생성형 AI 기술은 다양한 분야에서 활용되며 놀라운 성과를 보이고 있다. 생성형 AI 기술을 이용한 가장 대표적 사례로는 LLM(Large Language Models: 대규모 언어모델)을 통해 만들어진 ChatGPT가 있으며, 이외에도 GAN(Generative Adversarial Networks) 모델을 활용한 이미지 생성(딥페이크) 기술 등이 있다.

국내 출연(연), AI 기술 이미 도입

대다수 연구기관에서 AI 기술이 활용되고 있으며, 이 기술을 활용함으로써 기대되는 주요 장점은 연구의 혁신성과 효율성 향상이다. 대용량 데이터의 신속한 분석을 통해 예측 능력이 향상될 것으로 예상되며 기존에 시도하지 못한 혁신적인 분석 방법을 시도할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 연구의 자동화로 인간의 개입이 최소화된 일관성 있는 데이터의 대량 생산이 가능해지고 연구자가 단순 작업에서 벗어남으로써 창의적 업무 시간을 확보할 수 있다. 마지막으로 데이터 공유에 AI를 활용함으로써 연구 데이터의 접근성과 활용 방안의 확장이 기대된다. 이 같은 AI 활용의 이점으로 인해 이미 많은 국내 출연기관에서는 AI 기술을 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

하지만 AI 기술 활용에는 다음과 같은 위험성도 존재한다. 첫째, 허위 정보 생성의 위험성이다. 기존 데이터를 바탕으로 새로운 정보를 생성하는 과정에서 사실과 다른 허위 정보(Hallucination)가 발생할 수 있다. 둘째, 분석을 위해 대량의 데이터를 입력하는 과정에서 보안 정보의 유출 및 악용의 위험이 존재한다. 마지막으로, AI 기술은 블랙박스 모델과 같아서 결과는 알 수 있지만 도출 과정은 파악하기 어렵고, 대부분 범용 AI 기술을 이용하기 때문에 기관 차원에서 시스템을

기관	기술 분류			연구 내용
	머신러닝	딥러닝	생성형 AI	
한국생산기술연구원 (KITECH)		●		CNN, Transformer 기술 응용, 의료용 카테터 형상 결함 검사시간을 5초 이내로 단축(기존 5분)
한국재료연구원 (KIMS)	●			미세 플라스틱의 분광 신호를 AI에게 학습하여 현장에서 고감도로 신속하게 검출
한국전기연구원 (KERI)		●		산업현장의 설비 및 공정 특성을 분석하여 AI 기반 기술 현장 적용
한국철도기술연구원 (KRRI)		●		AI 분석기술 적용 지하터널 피난 로봇 개발
한국기계연구원 (KIMM)		●	●	사용자의 명령을 이해하고 제조 작업 공정에서 로봇이 해야하는 작업 명령을 자동으로 생성하여 로봇 운용
한국전자통신연구원 (ETRI)			●	코알라(KOALA: 이미지 생성모델)* 및 코라바(Ko-LLaVa)** 개발 * 이미지 생성 모델 : 오픈AI의 DALL·E 3보다 5배 빠르게 이미지 생성 * 대화형 시각 언어 모델 : 생성형 인공지능과 시각지능 기술을 결합하여 문장 입력 시 그에 맞는 이미지를 제공
한국과학기술정보 연구원(KISTI)			●	한국 과학기술데이터에 특화된 언어모델(KONI)*을 개발, 출연(연)·중소기업·공공기관에서 활용 * 생성형 AI 모델(Kisti Open Natural Intelligence)
한국에너지기술연구원 (KIER)	●	●		현장에 방문하지 않고 데이터를 통해 태양광 패널 오염, 성능 저하 등을 판단
			●	연구행정 업무에 AI 기술 접목(신규인력 채용 시 성과 검증 등)
한국과학기술연구원 (KIST)			●	실시간 음향시뮬레이션 기술개발로 집속초음파 시뮬레이션 기술개발(뇌질환 치료)

[표 2] 국내 출연(연)의 AI 기술 활용 사례

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

극지연구소
Korea Polar Research Institute

발행일 : 2024년 12월
발행처 : 극지연구소 정책개발실 Tel. 032-770-8422
주소 : 인천광역시 연수구 송도미래로 26, 극지연구소 (www.kopri.re.kr)

Copyright© 2014 KOPRI, All rights reserved.
Cover pages photo credit© KOPRI

극지정책 모니터링을 위한 정책 DB 및 포털 운영 개선방안

정책개발실(서현교 책임기술원) / 2024.05.09.

□ 배경 및 현황

○ 최근 정부의 과학기술계 R&D 개편과 생성형A.I. 등 인공지능 기술의 출현 등 극지연구의 대내외 환경 변화가 급격히 진행 중

○ 대내외 환경변화에 대응하고 활용하기 위해 극지정책 모니터링과 이를 위한 DB 구축과 정보 접근 위한 포털(portal)의 필요성 확대

○ 우리연구소는 정부 정책관계자·각 분야별 전문가·일반대중 대상으로 극지정책 정보를 제공하는 포털(극지정책 아카이브)* 운영 중

* (운영) 2021.03월~현재 / (누리집) www.polararchive.kr

* (컨텐츠) 국내·외 정책동향, 극지(연) 발간물, 국내 연구 동향 등 극지와 관련한 다양한 분야의 자료를 키워드 입력으로 검색할 수 있는 플랫폼

○ 우리연구소는 해양수산부·한국해양수산개발원과 협의를 거쳐, '극지e야기'* 정보 포털 운영 업무를 인계받음

* (컨텐츠) 북극·남극 등 극지 경제·사회·인문·자연·원주민·정책 등의 종합 정보

[극지정책 아카이브 누리집 접속화면]

□ **현행 극지정책DB 문제점**

ㅇ **현행 국내에서 운영 중인 극지정책DB는 기관별로 개별 운영에 따라 게재된 정보의 중복성과 맞춤형 정보제공에 한계점 상존**

- **(극지e야기)** 한국해양수산개발원(이하 KMI)이 2016년 구축·운영, 북극과 남극 등 극지권의 경제, 사회, 인문, 자연, 원주민, 정책 등의 종합 정보를 제공하는 포털사이트

- 우리연구소는 극지 관련 통합정보 운영을 위해 2024년부터 극지e야기를 KMI로부터 이관받아 재구축·운영 추진 중

→ '극지정책아카이브'와 '극지e야기' 간 정책자료 중복 게재 문제

ㅇ **정책정보 수요자에 대한 맞춤형 정보제공에 한계**

- 극지정책 아카이브는 국가정책·KOPRI 정책·국내정책 동향·국외정책동향 등으로 분류 카테고리가 제한적으로, 정책 관련 국내외 언론보도 동향이나 실시간 동향 제공 어려움

- 극지관련 정책입안자(관련부처 및 상위기관), 극지와 관련 국내 연구기관·연구자 그룹의 다양화로 정책정보 수요 대응에 한계

→ 정책정보 수요자 그룹을 재분류하여, 맞춤형 정보 제공 필요

□ **개선방안 및 향후 일정**

ㅇ **현재 재구축 중인 극지e야기에 극지정책 아카이브 서비스를 통합 (~2024년 12월말까지)**

- 정책개발실도 극지e야기에 직접 정책자료를 업로드할 수 있도록 로그인 권한 확보 및 극지정책아카이브 기존 자료 업로드

- 극지정책 아카이브 웹사이트에 '극지e야기'로 서비스 통합 알림 메시지 일정기간 게시 추진

* 포털 사용자가 해당 메시지 확인 후 극지e야기로 접속할 수 있도록 극지정책 아카이브 웹사이트 내에서 조치

o **정책정보 고객들에 대한 재분석 및 유형화(~2024년 하반기)**

- 소내 정책고객 관리 현황과 연계하여, 포털을 통해 체계적·실질적 정보를 제공을 위해 정책고객의 분류체계 재구성 및 범주화
- 유형화된 정책정보 고객을 대상으로 맞춤형 정책정보 제공
  · 극지e야기에 발간 정책자료와 함께 단편 정책정보 제공 추진
  · 정책정보 업로드 시 정책정보 고객 유형을 고려하여, 정책자료 발굴 및 업로드 추진

o **자료 보안성 강화 및 자료관리 업무의 체계성/수월성 확보**

- 웹서비스 운영을 우리연구소 내부 서버로 개편함에 따라, 웹서비스의 운영 안정성 제고
- 극지e야기 상에서 자료 업로드 및 관리방식 표준화
  * 북극권/비북극권 국가 세분화 등 자료 유형별 체계화 추진
- 정책자료 업로드 시 주요 발간자료는 극지e야기 홈페이지 노출하여 표지와 함께 자동 게시될 수 있도록 조치

o **정책정보 그룹별 정책 뉴스레터 도입(2025년~)**

- 연구소 제작 컨텐츠 등을 활용하여 정기 뉴스레터 제작 추진
  * 국내 저작권 법률 등을 고려하여 컨텐츠 선별 조치 필요
- 해당 뉴스레터에 대한 정책고객 그룹별 배포 추진

□ 향후 일정

구분	2024년			2025년				비고
	2분기	3분기	4분기	1분기	2분기	3분기	4분기	
극지e야기에 극지정책아카이브 통합		0	0					
정보정보 포털 통합알림 메시지 게시				0	0	0	0	
정책정보 고객 재분석 및 유형화			0	0				
자료 보완성 강화 및 자료관리 체계화			0	0				
정책정보 그룹별 정책 뉴스레터 도입				0	0	0	0	

붙임10 극지e야기 내 극지정책 분야 메뉴

극지e야기
Korea Polar Portal Service
소개
극지 정책
극지 협력
극지 소식
극지 소식
극지와 관련된 뉴스 & 이슈를 안내해 드립니다.
극지 도서관
극지 도서관
극지 앨범
사진
동영상
극지 소식지
극지와 세계
Polar Issue Report
인포그래픽
이 외 KOPRI 발간물
북극연구(배재대)
극지해 소식(KMI)
북극해운정보(KMI)
북극물류동향(영산대)
극지와 사람
기관부처 보도자료
기관부처 보도자료
공지사항
공지사항
극지 환경 및 생태계
북극
남극
극지 산업
수산
북극해항로
자원개발
극지 소식 > 극지 소식지
극지와 세계
Polar Issue Report
인포그래픽
이 외 KOPRI 발간물
북극연구(배재대)
극지해 소식(KMI)
북극해운정보(KMI)
북극물류동향(영산대)
극지와 사람
극지와 세계
기간전체
선택
검색어를 입력하세요.
검색
극지와 세계 25-1호(2025년 3월호)
작성일 2025-03-17 | 조회수 67
[25-1호] 끝없는 도전의 장(場), 극지와 우주를 잇다
작성일 2025-03-17 | 조회수 8
[25-1호] 지구온난화에도 불구하고 열대 동태평양의 수온은 왜 내려갈까?
작성일 2025-03-17 | 조회수 6
[25-1호] 극지에서 시작되는 원헬스: 신종 감염병의 근본적 예방
작성일 2025-03-17 | 조회수 3
[2024] '2024 극지와 세계' 통합본
작성일 2024-12-23 | 조회수 110
극지와 세계 제24-4호
작성일 2024-12-11 | 조회수 52
극지와세계 제24-3호
작성일 2024-09-11 | 조회수 69
극지와세계 제24-2호
작성일 2024-06-28 | 조회수 47
극지와세계 제24-1호
작성일 2024-04-04 | 조회수 83
극지와세계 제23-4호
작성일 2024-01-05 | 조회수 202
1
2
3
사이트맵
세종특별자치시 다솜2로 94 정부세종청사 5동 해양수산부
위탁관리기관 : 인천시 연수구 송도미래로 26 (한국해양과학기술원 부설 극지연구소)
Copyright ⓒ Korea Polar Portal Service. All rights reserved.

붙임11 2024년 극지정책 정보 게시 현황

구분	발간기관	제목	발간월	자료등록월
1	극지연구소	극지와 세계 2024. Vol.1.	2024.3.	2024.3.
2	극지연구소	극지와 세계 2024. Vol.2.	2024.6.	2024.6.
3	극지연구소	극지와 세계 2024. Vol.3.	2024.9	2024.9.
4	극지연구소	극지와 세계 2024. Vol.4.	2024.12.	2024.12.
5	극지연구소	극지와 세계 2024 통합본	2024.12.	2024.12.
6	극지연구소	2024. 극지이슈리포트	2024.12.	2024.12.
7	배재대 한국-시베리아센터	북극연구 35호	2024.2.	2024.3.
8	배재대 한국-시베리아센터	북극연구 36호	2024.5.	2024.6.
9	배재대 한국-시베리아센터	북극연구 37호	2024.8.	2024.9.
10	배재대 한국-시베리아센터	북극연구 38호	2024.11.	2024.12.
11	한국해양수산개발원	극지해소식 130호(12월호)	2023.12.	2024.1.
12	한국해양수산개발원	극지해소식 131호(1월호)	2024.1.	2024.2.
13	한국해양수산개발원	극지해소식 132호(2월호)	2024.2.	2024.3.
14	한국해양수산개발원	극지해소식 133호(3월호)	2024.3.	2024.4.
15	한국해양수산개발원	극지해소식 134호(4월호)	2024.4.	2024.5.
16	한국해양수산개발원	극지해소식 135호(5월호)	2024.5.	2024.6.
17	한국해양수산개발원	극지해소식 136호(6월호)	2024.6.	2024.7.
18	한국해양수산개발원	극지해소식 137호(7월호)	2024.7.	2024.8.
19	한국해양수산개발원	극지해소식 138호(8월호)	2024.8.	2024.9.
20	한국해양수산개발원	극지해소식 139호(9월호)	2024.9.	2024.10.
21	한국해양수산개발원	극지해소식 140호(10월호)	2024.10.	2024.11.
22	한국해양수산개발원	북극해운정보 Vol.1.	2024.5.	2024.11.
23	한국해양수산개발원	북극해운정보 Vol.2.	2024.6.	2024.11.
24	한국해양수산개발원	북극해운정보 Vol.3.	2024.7.	2024.11.
25	한국해양수산개발원	북극해운정보 Vol.4.	2024.8.	2024.11.
26	한국해양수산개발원	북극해운정보 Vol.5.	2024.9.	2024.11.
27	한국해양수산개발원	북극해운정보 Vol.6.	2024.10.	2024.11.
28	영산대학교	북극물류동향 99호(11-12월호)	2023.12.	2024.1.
29	영산대학교	북극물류동향 100호(1월호)	2024.1.	2024.2.
30	영산대학교	북극물류동향 101호(2월호)	2024.2.	2024.3.

구분	발간기관	제목	발간월	자료등록월
31	영산대학교	북극물류동향 102호(3월호)	2024.3.	2024.4.
32	영산대학교	북극물류동향 103호(4월호)	2024.4.	2024.5.
33	영산대학교	북극물류동향 104호(5월호)	2024.5.	2024.6.
34	영산대학교	북극물류동향 105호(6월호)	2024.6.	2024.7.
35	영산대학교	북극물류동향 106호(7월호)	2024.7.	2024.8.
36	영산대학교	북극물류동향 107호(8월~9월)	2024.10.	2024.10.
37	극지해양미래포럼	극지와사람 9호	2023.9.	2024.1.
38	미국	미국 남극정책에 대한 국가안보각서	2024.5.	2024.6.
39	미국	국방부 2024 북극전략	2024.6.	2024.7.
40	인도	인도 남극법	2022	2024.8.
41	인도	인도 남극환경보호시행령	2023.8.	2024.8.
42	브라질	2023-2032 남극과학전략	2023.8.	2024.8.
43	튀르키예	2023-2035 극지과학전략	2023	2024.8.
44	독일	북극정책지침	2024.9.	2024.11
45	유럽연합	국가 극지사업과 기타 대규모 사업 카탈로그	2022	2024.1.
46	영국	2019-2029 남극영토 전략	2021	2024.1.
47	페로제도	페로제도의 2024 북극정책	2024	2024.5.
48	일본	제4차 해양정책기본계획	2024.4.	2024.4.
49	남극연구과학위원회	남극해 온난화의 중요성	2024	2024.4.
50	남극연구과학위원회	남극 고래의 멸종과 회복	2024	2024.4.
51	남극연구과학위원회	남극 크릴새우와 어장: 현황과 과제	2024	2024.4.
52	남극연구과학위원회	남극해빙#1: 물리적 역할과 기능	2024	2024.4.
53	남극연구과학위원회	남극해빙#2: 생물학적 중요성	2024	2024.4.
54	남극연구과학위원회	남극해빙#3: 동향과 미래전망	2024	2024.4.
55	남극연구과학위원회	남극조약지역의 남방코끼리물범	2024	2024.4.
56	남극연구과학위원회	비자생종의 남극유입경로	2024	2024.4.
57	남극연구과학위원회	남극해의 미세플라스틱	2024	2024.4.
58	남극연구과학위원회	남극의 지열환경	2024	2024.4.
59	남극연구과학위원회	남극생물의 위험과 기회에 관한 10가지 과학적 메시지	2024	2024.4.
60	국제영구동토층협회	2022-2023 국제영구동토층협회(IPA) 참가국연보	2023	2024.6.

붙임12 **극지연구소 정책고객 관리체계 개선제안**

극지연구소 정책고객 관리체계 개선 제안

< '24.11. 정책개발실 / 서현교 >

□ 현황 및 문제점

○ **(관리체계/협력)** 정책고객 체계적 관리 부족 및 정보공유 어려움

- 정책고객 범주의 통일성 및 체계성 부족
- 현업부서별 관리에 따른 정책고객풀 파편화 심화 및 활용도 저하

○ **(컨텐츠)** 컨텐츠·정보의 생산/제공을 통한 지향점 불명확

- 해당 정책고객에 대한 고려가 부족한 상태에서 컨텐츠 생산/제공
- 개별적 컨텐츠 제작/배포로 정책고객 대상 정보제공 시너지 효과 부재

□ 개선방안 제안

○ **(개선방향)** ❶체계화된 정책고객 분류체계 재구성, ❷정책고객풀 공유 체계 구축, ❸정책고객 대상으로 소내 해당부서별 맞춤형 정보 제공 및 지원활동 강화 등 단계별 개선 조치 시행

○ **(1단계) 정책고객풀 재구성을 통한 타켓 명확화** <참고 2>

- 소내 정책고객 분류체계 일원화를 통한 부서간 통합적 고객풀 관리체계 구축을 통해 고객관리의 체계성 및 효율성 확보
- 미분류 정책고객 신규 발굴을 통한 정책고객 지원활동 확대

○ **(2단계)** 정책고객풀 업데이트 및 공유 체계 구축

- 정책고객 분류체계에 맞춰 기존 정책고객풀 DB 재정리 및 주기적 업데이트를 통한 시의적 업무 대응에 기여
- 부서별 정책고객풀을 공유할 수 있는 수단 구축(예: 폴라넷 내 기능 구현 등)을 통한 정책고객풀 활용성 제고

○ **(3단계) 컨텐츠화 제공**: 신규컨텐츠 개발·개선 및 사업발굴 기여

- 고객별 극지분야 이해도 제고 위한 제공수단 발굴(예: 정책소식지)
- 중복성 고려 컨텐츠·사업 통합 및 고객지향형 컨텐츠 제작·개선으로 가독성 및 이해도 제고에 기여
- 온라인 매체 비중을 늘려, 컨텐츠에 대한 접근성과 활용성 제고

* <참고 3>은 현재 소내 활용 컨텐츠화 사업을 목록화

□ 활용 예시

○ 현업부서 활용

- 현 폴라넷에 정책고객풀 관리 기능을 도입, 모든 부서가 공동활용

○ 사업 관리 및 기획 분야

- 매년 연구소 신규 외부공모 사업 일정 및 관련정보를 대상고객들에게 이메일 또는 온라인 매체 등을 소개

○ 인프라 분야

- 연간 인프라운영계획에 대한 맞춤형 정보 사전 제공 (홈페이지 / 극지로체널 등)
- 극지안전훈련 교육자료, 기지생활 안내 등의 맞춤정보 사전 제공

○ 홍보 분야

- 연구소 제작 컨텐츠 위주로 뉴스레터 재편, 정책고객별 또는 기획의도에 따른 차별화된 컨텐츠 제공

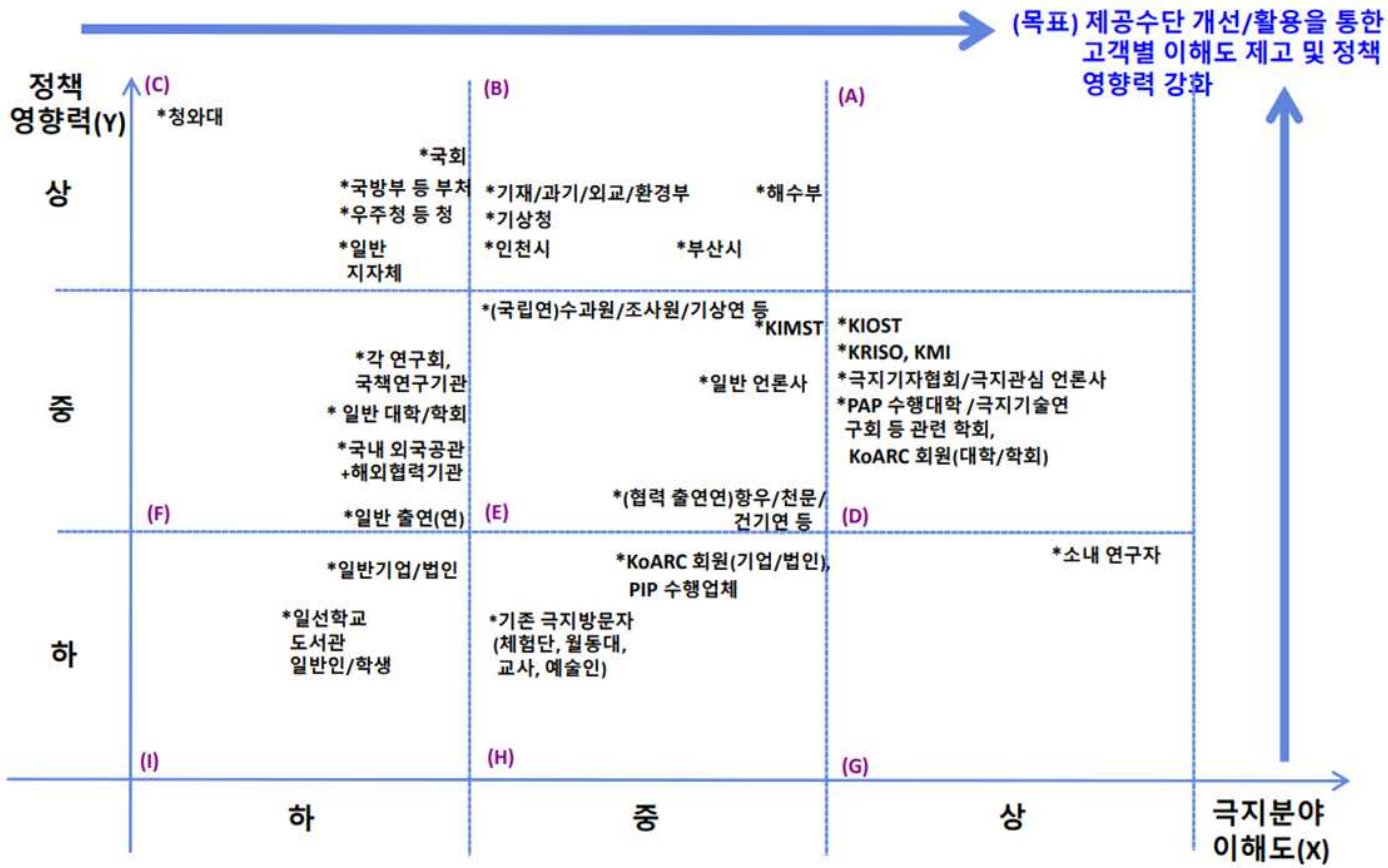
□ 참고자료

○ 참고 1: 정책 영향력(Y)-극지이해도(X) 간 정책고객 분포도

○ 참고 2: 정책고객 관리 Matrix

○ 참고 3: 現 주활용분야별 정보제공/지원수단

참고 1 정책영향력(Y)-극지이해도(X) 간 정책고객 분포도



참고 2 정책고객 관리 Matrix : 고객그룹별 활용분야 및 활용전략

주활용분야 / 고객구분	기관경영/예산(R&D)	법/제도/정책	국내협력	국제협력	교육	홍보 / 성과확산	활용전략('참고 1'의 현 고객분포도 위치)
정부 (해수/기재/과기/외교/환경/국방), 청와대, 국회 우주항공정/기술정 등	0	0	-	0	-	0	· 기관정보/성과제공/과제발굴 등을 통한 연구소 예산확보에 기여 (B.C)
KIMST	0	0	0	-	0	0	
지자체(부산/인천)	0	-	0	-	0	0	· 지자체 사업 참여/수행, 정보제공 등을 통한 협력강화 (C)
관심 지자체(강원, 울산, 포항 등)	-	-	0	-	0	0	
국내 외국공관/ 해외 협력기관	-	-	-	0	-	0	· 활동/성보 정보제공 및 협력교류에 기반한 과학외교 기여 (F)
PAP수행대학 / 극지기술연구회 등 학회, KoARC회원(대학 등)	0	0	0	0	0	0	· 기관정보/성과공유 및 인프라 지원을 통한 학연 협력 강화 (D) · 교육협력, 연구지원 등을 통한 지지그룹화
기타 대학/학회	-	-	0	-	0	0	
국립(연): 수과원, 조사원, 기상(연) 등	0	0	0	0	-	0	· 기관정보/성과 제공을 통한 예산학보 기여 · 연구소 관련 제도/정책 관련 협력 · 협력사업 발굴 · 기관경영/제도 벤치마킹 등 (D, E, F)
출연(연): KIOST, KHSO, KM 등 국책연구기관, 각 연구회	0	0	0	0		0	
출연(연) 연구협력: 항우/천문/건기연 등	-	0	0	-	-	0	
기타 일반 출연(연)	-	-	0	-	-	0	
기업/단체(KoARC회원, PIP수행업체)	-	0	0	-	0	0	· 산연협력사업, PIP사업 지원 (H, I) · KoARC사업 참여 및 관련 행사 초대 · 실용화센터 지원 등을 통한 지지그룹화
기타 일반 기업/단체	-	-	0	-	0	0	

주활용분야 / 고객구분	기관경영/예산(R&D)	법/제도/정책	국내협력	국제협력	교육	홍보 / 성과확산	활용전략('참고 1'의 현 고객분포도 위치)
극지기자협회, 극지관심 언론사	0	0	0	0	0	0	· 성과/인프라활용 취재지원 등 대국민 성과확산/홍보 창구역할 (D, E) · 행사정보 제공을 통한 취재 지원 등
기타 언론/미디어	-	-	0	-	0	0	
소내 연구자	0	0	0	0	0	0	· 연구수행 지원/성과창출을 통한 연구소 예산/R&D 확대 기여 (G) · 전문가 활동으로 연구소 이미지 제고 등
기존 극지방문자(체험단/월동대/학생/교사/예술인 등)	-	-	-	-	0	0	· 다양한 극지소식 및 체험활동 제공을 통한 연구소 지지그룹화 (H)
일선학교/도서관/일반인	-	-	-	-	-	0	· 정보 제공으로 극저저변 확대 (I)

참고 3 現 주활용분야별 정보제공/지원수단: 고객지향형 개선방안 및 제공수단 발굴용 참고자료

구분	기관경영/예산(R&D)	법/제도/정책	국내협력	국제협력	교육	홍보/성과확산
제공수단	-오프라인(연보, 극지와세계, 극지이슈리포트, 극지문고) -온라인(정책소식지, 빙소식지, 뉴스레터, 오프라인 발간물 온라인 버전) -행사(남극포럼, 북극협력주간, KoARC행사) -인프라 지원(정부조사단, 하계대 지원) -소내연구자(정보공유 및 과제발굴 지원)	-오프라인(연보, 극지와 세계, 극지문고, 극지이슈리포트) -온라인(정책소식지, 뉴스레터, 오프라인 발간물 온라인 버전) -행사(남극포럼, 북극협력주간KoARC행사) -소내연구자(정보공유 및 과제발굴 지원)	-오프라인(연보, 극지와세계, 극지문고, 극지이슈리포트) -온라인(연보, 뉴스레터, 정책소식지, 빙소식지, KoARC 뉴스레터, 극지로, 기타 오프라인 발간물 온라인 버전) -사업(PAP, PIP, 위탁 등) -인프라(실용화센터 입주/활동 지원, 극지인프라/장비 공동활용, 하계대 지원) -행사(북극협력주간, 남극포럼, KoARC 세션 및 세미나) -소내(KoARC전문가 지정, 수요세미나 등)	-오프라인(연보) -사업(펠로우십프로그램 등) -행사(남극포럼, 극지과학심포지엄, 북극협력주간, KoARC행사 등) -소내(해외센터 파견, 국제회의 전문가 지정, KoNAC전문가 지정 등)	-오프라인(극지문고, 극지이슈리포트, 극지와 세계 등) -온라인(뉴스레터, 오프라인 발간물 온라인 버전) -사업(북극연구체험단, 연구소 방문프로그램, 극지교육프로그램 운영, 홍보부스 설치/운영) -소내(외부 강연/강사 프로그램)	-오프라인(연보, 극지문고, 극지이슈리포트, 극지문고, 극지와 세계 등) -온라인(보도자료, 뉴스레터, 유투브) -인프라(인프라 방문 취재, 방송프로그램) -사업(남극포럼, 북극협력주간 등 관련 행사) -행사(연구소 홍보부스)

국가전략기술 확인제도의 극지(연) 확보기술 연계가능성 검토

< '24. 3. 22. (금). / 정책개발실 황유나 선임연구원>

□ 제도 개요

○ (제정) 과기부는 기술 발전과 국가 경쟁력 강화를 목적으로 **국가전략기술 육성에 관한 특별법** 제정(2023. 3. 21), 이를 기반으로 초격차 전략기술 확보 및 관리 지원을 목표로 하는 **국가전략기술 확인제도** 수립

> **※ 국가전략기술 확인제도**
> ○ 기술 확보 및 관리 지원을 목표로 기술육성주체(연구기관, 대학, 기업 등)가 **보유·관리 또는 연구개발 중인 기술**의 **국가전략기술 해당 여부**를 **정부가 직접 확인**하는 제도
> *「국가전략기술 육성에 관한 특별법」 제2조 제2호 및 시행령 제2조

○ (현황) '제1차 국가전략기술 확인 신청' 공고(03.15), 향후 분기별 시행

○ (신청분야) 국가전략기술(12대 분야 50개 중점기술)*중 보유·관리와 연구개발 중 분야 선택 후 신청이 가능하며 향후 기술보유 확인을 받은 기업은 **기술특례상장** 관련 우대 조치 적용

* '국가전략기술 지정 등에 관한 고시'(과기정통부 고시 제2024-6호) (붙임2.참고)

□ 국가전략기술 연계가능성 검토 결과

○ 출연(연)은 국가전략기술로 선정 시 받을 수 있는 우대조치(기술특례상장) 적용은 불가, **법인이 분리된 연구소 기업은 적용** 가능

* 「국가전략기술 육성에 관한 특별법」 시행령 제2조 및 제 9조 (KISTEP, 전략기술정책센터)

○ 국가전략기술에서 명시하고 있는 12대 분야* 50개 중점기술 중 극지(연) 확보 기술과 연계 가능 분야 검토

* 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단모빌리티, 차세대 원자력, 첨단바이오, 우주항공·해양, 수소, 사이버보안, 인공지능, 차세대통신, 첨단로봇·제조, 양자(붙임 3.참고)

○ 검토결과 4개 핵심요소기술과 연계 가능

국가전략기술 (12대)	중점기술 (50개)	핵심요소기술	상세기술 예시
(1) 반도체·디스플레이	(5) 차세대 고성능 센싱	극한환경용 저전력·자립형 센서 기술	고감도·고내구성·저전력 구동 소재, 소자설계·공정 기술, 고효율 단일 에너지 획득 기술, 고수명·고신뢰 센서 구동 기술

국가전략기술 (12대)	중점기술 (50개)	핵심요소기술	상세기술 예시
(5) 첨단 바이오	(19) 유전자·세포 치료	세포 유래물질 치료 (엑소좀, 미토콘드리아 등)	엑소좀의 특징을 이용한 약물·신호전달 기술 및 미토콘드리아 등 세포소기관의 기능을 타겟으로 한 대사질환, 암 등 치료 기술
(6) 우주항공·해양	(26) 해양자원 탐사	고해상도 심해물리탐사 및 자원량 평가 기술	고품위 자원선별을 위한 심해탐사기술 고도화 및 극한지 전략자원(희토류 등) 분포·규모 조사 및 선별을 위한 탐사기술
		친환경 심해채광 및 심해환경 관리 기술	해양자원 개발을 위한 환경 보호 선행조건 수행 및 친환경 자원 개발 기초 기술, 친환경·스마트 심해채광기술 고도화 및 환경충격평가를 위한 핵심 기술

○ 국가전략기술 보유에 대한 정부의 확인 제도는 기관 운영 차원과 향후 연구사업 추진에 긍정적인 영향이 있을 것으로 판단됨

□ 참고자료

○ 과학기술정보통신부 언론보도(2024.03.15.)

○ 국가전략기술 지정 등에 관한 고시(과기정통부 제2024-6호)

○ 국가전략기술 확인제도 기술개요서(2024년도 1차)

붙임 1 **과학기술정보통신부 언론보도(2024.03.15)**

과학기술정보통신부 보도자료 다시 대한민국! 새로운 국민의 나라

보도시점 2024. 3. 15.(금) 09:00 (2024. 3. 15.(금) 석간) 배포 2024. 3. 14.(목) 16:30

국가전략기술 해당 여부, 공식적으로 확인받는다.

- 처음으로 3월 15일부터 한 달간 접수(매 분기별 시행 예정)
- 국가전략기술 보유 확인 기업은 '초격차 기술 특례' 신청 가능

과학기술정보통신부(장관 이종호, 이하 과기정통부)는 **'24.3.15.(금) '제1차 국가전략기술 확인 신청' 공고**를 시작으로 **국가전략기술 확인 제도를 시행**한다고 밝혔다.

'국가전략기술 확인제도'(이하 확인제도)는 **「국가전략기술 육성에 관한 특별법」**(제9조, 이하 특별법)에 따라 연구기관, 대학, 기업 등 **기술육성주체***가 **보유·관리**하고 있거나 **연구개발** 중인 **기술**의 **국가전략기술 해당 여부를 확인**해 주는 제도이다. **과기정통부**는 **동 제도 운영**을 **위해 「국가전략기술 지정 등에 관한 고시」**(시행 '24.2월) 등을 **제정**한 바 있다.

* 「국가전략기술 육성에 관한 특별법」 제2조제2호 및 시행령 제2조

기술 확인을 받고자 하는 기술육성주체는 **보유·관리 또는 연구개발 중인 분야를 택**하여 **공고문에 첨부된 확인신청서, 기술 설명서 등 관련 서류를 첨부하여 '24.3.15.(금)부터 '24.4.15.(월)까지 온라인으로 신청**하면 된다.

이번 **신청기간**에 **접수된 건**에 대해서는 **검토**를 거쳐 **'24.5월 말경 확인 결과**를 **통보**할 **예정**이다. 다만, **신청서류(자료) 보완**과 **기술심사**에 **시간이 더 소요**되는 경우에는 **통보 일정**이 **변경**(특별법 시행령 제8조③, ④항)**될 수 있다.**

국가전략기술 **보유**를 **확인 받은 기업**은 금융위원회의 **「기술특례상장 제도 개선 방안」**('23.7월)과 한국거래소의 **「코스닥시장 상장규정 시행세칙」 개정** ('23.12월)에 따라 **충분한 시장 평가***가 있는 경우, 현재 복수(2개)의 기술평가(각각 A등급 & BBB등급 이상)에서 **1개 기술평가(A등급 이상)**만으로 **기술특례상장 신청**이 **가능**하다.

* ①시총 **1,000억원 이상** & ②**벤처금융**으로부터 **최근 5년 간 투자유치금액 100억원 이상**을 모두 충족하는 기업

확인제도의 **접수방법 등**에 대한 보다 자세한 사항은 **과기정통부 누리집(www.msit.go.kr), 정책지원기관(KISTEP) 누리집(www.kistep.re.kr)**에서 **확인**할 수 있다. 확인제도는 **분기별**로 **계속 시행**해 나갈 **예정**이다.

과기정통부 권석민 과학기술정책국장은 "**확인제도 등 특별법상 정책 추진**을 통해 **초격차 전략기술 확보 및 활용 확대**를 **지원**하고자 한다"며 "**확인제도**가 **잘 안착**되어 **국가전략기술 육성**에 **기여**할 수 있도록 노력하겠다"고 말했다.

담당 부서	과학기술정책국 성장동력기획과	책임자	과 장	박상민 (044-202-6750)
		담당자	사무관	정원윤 (044-202-6758)
관련 기관	한국과학기술기획평가원	전략기술정책센터장		김진용 (043-750-2365)
		전략기술정책센터		한민규 (043-750-2388)

붙임2 국가전략기술 지정 등에 관한 고시(과기정통부 제2024-6호)

국가전략기술 지정 등에 관한 고시

[시행 2024. 2. 1.] [과학기술정보통신부고시 제2024-6호, 2024. 2. 1., 제정.]

과학기술정보통신부(성장동력기획과), 044-202-6755

제1조(목적) 이 고시는 「국가전략기술 육성에 관한 특별법」(이하 "법"이라 한다) 및 같은 법 시행령에서 위임된 국가전략기술의 선정, 내용의 변경 및 선정 해제, 국가전략기술의 확인 신청 등에 필요한 내용 및 절차를 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "국가전략기술"이란 외교·안보 측면의 전략적 중요성이 인정되고 국민경제 및 연관 산업에 미치는 영향이 크며 신기술·신산업 창출 등 미래 혁신의 기반이 되는 기술로서 이 고시에 따라 지정된 것을 말한다.
2. "대상기관"이란 법 제2조제2호 및 시행령 제2조에 따른 기술육성주체를 말한다.

제3조(국가전략기술 목록) 법 제8조에 따른 국가전략기술은 별표와 같다.

제4조(국가전략기술 확인신청서) 시행령 제8조제1항에 따른 국가전략기술 확인신청서는 별지 제1호 또는 별지 제2호 서식에 따른다.

제5조(국가전략기술 해당여부 확인 신청 자료) 시행령 제8조제1항에 따른 그 밖에 과학기술정보통신부장관이 국가전략기술 확인에 필요하다고 인정하는 자료는 다음 각 호와 같다.

1. 대상기관의 신청공문
2. 기타 확인신청 사유와 관련된 자료

제6조(국가전략기술의 확인) ① 과학기술정보통신부장관은 시행령 제8조3항에 따른 검토를 위해 전략기술확인심의위원회(이하 "위원회"라 한다)를 둘 수 있다.

② 위원회는 위원장 1명을 포함한 20명 이내의 위원으로 구성하며, 위원장은 과학기술정보통신부 과학기술정책국장으로 한다. 이 경우 위원은 국가전략기술 분야에 대한 학식과 경험이 풍부한 사람으로 구성한다.

③ 과학기술정보통신부장관은 위원이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 위원을 해촉(解囑)할 수 있다.

1. 심신장애로 인하여 직무를 수행할 수 없게 된 경우
2. 직무와 관련된 비위 사실이 있는 경우
3. 직무태만, 품위손상이나 그 밖의 사유로 인하여 위원으로 적합하지 아니하다고 인정되는 경우
4. 위원 스스로 직무를 수행하는 것이 곤란하다고 의사를 밝히는 경우

④ 위원회는 심의 사안을 전문적으로 검토하기 위하여 분야별 소위원회를 둘 수 있다. 소위원회는 분야별 관련 중앙행정기관 및 산업계·학계·연구계 전문가로 구성한다.

⑤ 위원장은 필요하다고 판단하는 경우에 해당 분야의 전문가 및 이해관계자 등을 위원회 회의에 참석하게 하여 의견을 청취할 수 있다.

⑥ 위원회는 경미한 안건이거나 긴급하게 처리할 필요가 있는 등 부득이한 사정이 있는 경우에는 서면으로 개최할 수 있다.

⑦ 위원회는 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고, 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.

⑧ 과학기술정보통신부장관은 시행령 제8조4항에 따른 요청에 대해 기술육성주체가 정당한 사유 없이 자료를 보완하여 제출하지 않는 경우 해당 신청을 반려할 수 있다.

제7조(재검토기한) 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2024년 2월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 1월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부칙 <제2024-6호, 2024. 2. 1.>

제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

별표/서식

붙임3 **국가전략기술 확인제도 기술개요서(2024년도 1차)**

국가전략기술 분야(12대): <1>반도체·디스플레이

중점기술(50개): ①고집적·저항기반 메모리

○ **정의**: 고용량, 고속·고대역폭, 저전력 특성을 가지며 기존 대비 데이터 유지/읽기/쓰기 특성이 향상된 차세대 메모리반도체의 소재·소자·공정 기술

○ **범위**: DRAM, NAND 플래시, MRAM, FeRAM, RRAM, PRAM, ECRAM 등

핵심요소기술	상세기술 예시
DRAM 신물질·신공정 기술	☞ 대용량·고집적 한계 극복을 위한 차세대 EUV 기반 패터닝 기술, 고유전율 소재 기술, 고종횡비 집적 공정기술 및 3D적층형 셀 집적 기술
NAND 플래시 초고집적 공정·소자 기술	☞ 소자의 전기적 특성 열화 극복이 가능한 고성능 및 신뢰성을 가지는 1,000단 이상 적층을 위한 균일 홀 형성 및 채널 이동도 향상 채널 형성 기술
차세대 메모리 소재·소자·공정·회로 기술	☞ 상용 메모리의 물리적 한계 극복 및 보완을 위한 초고속·고신뢰성·고내구성·저전력 차세대 메모리(MRAM, PRAM, RRAM, FeRAM, ECRAM, IMC메모리 등) 소재·소자·공정·설계 기술

중점기술(50개): ②고성능·저전력 인공지능 반도체

○ **정의**: 학습·추론 등 인공지능 구현에 필요한 수십~수천 TFLOPS급 연산을 저전력·고효율로 실행하는 설계·소자 및 반도체 운영 SW 기술

○ **범위**: 학습과 추론 등 인공지능을 위한 기능을 가속하는 효율적인 반도체 구조 및 구동을 위한 소프트웨어 기술(프레임워크, 컴파일러 등)

핵심요소기술	상세기술 예시
AI반도체 소자 및 인공신경망 기술	☞ 다양한 AI 응용을 위한 저전력, 고정밀 온칩, 온디바이스용 경량 인공신경망 기술개발과 이를 위한 반도체 소자 기술
AI반도체 설계 기술	☞ 다양한 AI 알고리즘 연산이 가능한 저전력 고성능 AI 반도체 칩·인터페이스·모듈·플랫폼 설계 기술
AI반도체 최적화 클라우드·시스템 SW 기술	☞ 데이터 및 AI처리에 적합한 국산 AI반도체 기반 클라우드 SW 프레임워크 및 기반 SW 기술

중점기술(50개): ③반도체 첨단패키징

○ **정의**: 반도체 모듈의 고성능화·고집적화·고에너지효율을 경제적으로 구현하기 위한 하이퍼스케일·고밀도·다차원 이종집적 칩렛 패키지 기술

○ **범위**: 이종집적 칩렛 패키지의 설계, 해석, 공정, 테스트 및 소부장 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
반도체 패키지 전기적·기계적·열적 설계 및 해석 기술	☞ AI 및 HPC용 첨단 패키징의 전기적, 기계적, 열적 해석, 첨단패키징 반도체 설계 플랫폼 기술
반도체 패키지 초미세 공정 기술	☞ 저전력 신호 전달을 위한, 미세 마이크로범프 본딩 및 하이브리드 본딩 기술, 미세 인터포저 및 다층 임베디드 PCB 등 기판 기술
패키지 제조·테스트용 소재·부품·장비 기술	☞ 고성능 첨단 패키지용 핵심 소재, 초미세·초고속 이종집적 반도체 테스트 부품 및 차세대 제조·테스트 설비 기술

국가전략기술 분야(12대): <1>반도체·디스플레이

중점기술(50개): ④전력반도체

○ **정의**: 탄화규소, 질화갈륨, 산화갈륨 등 화합물 기반으로 고효율 전력 변환·안정·분배·제어에 사용되는 반도체 및 부품 기술

○ **범위**: 탄화규소(SiC), 질화갈륨(GaN), 산화갈륨(Ga_2O_3) 등 소재, 전력소자·모듈 설계·공정 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
화합물 전력반도체 소재 양산 기술	☞ 기존 Si 소재를 대체하는 화합물 전력반도체 소재(SiC, GaN, Ga_2O_3 등) 기반 에피웨이퍼 결함 제어·분석, 표면처리, 에피택시 기술 및 상용화·양산 기술
전력반도체 소자 설계·공정 기술	☞ 초고전압(UHV) 전력소자 설계·공정·양산 기술, 신뢰성·분석·평가 기술 및 집적화·상용화 검증 기술
전기차용 전력변환 모듈·파워 IC 기술	☞ E-mobility용 고용량·고방열 모듈 구조 설계·공정·실증 기술 및 절연형·고신뢰성 게이트 구동 IC 기술 상용화·제품화 기술

중점기술(50개): ⑤차세대 고성능 센싱

○ **정의**: 스마트기기, 첨단모빌리티, 극한환경 등에 특화되어 물리센서를 기반으로 지능형 인지·감지 기술을 융합, 물리·화학·바이오 정보를 감지·변환하는 장치·부품 기술

○ **범위**: 물리 센서(이미지, 모션, 광, 음파, 압력, 온도 및 전파 등)을 기반으로 지능형 인지 및 감지기술이 융합된 센서

핵심요소기술	상세기술 예시
초소형 MEMS 센서 기술	☞ 스마트기기 등에 적용되는 고정밀 센서(음향, 모션, 촉각, 터치, 홀센서 등) 핵심 소재·부품 설계·제조 기술, 고부가가치형 융복합 센서 모듈 기술
첨단 모빌리티용 인지센서 기술	☞ 모빌리티 분야에 적용 가능한 초지능형 센서용 시스템반도체 설계·제조·패키징 기술 및 소프트웨어기술을 포함한 모듈 상용화 기술
극한환경용 저전력·자립형 센서 기술	☞ 고감도·고내구성·저전력 구동 소재, 소자 설계·공정 기술, 고효율 단일 에너지 획득 기술, 고수명·고신뢰 센서 구동 기술

중점기술(50개): ⑥무기발광 디스플레이

○ **정의**: 고휘도·장수명이 가능한 무기소재 기반의 자발광 디스플레이 기술

○ **범위**: QD(퀀텀닷) 디스플레이, 마이크로LED 디스플레이, 나노LED 디스플레이 및 관련 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
초소형·고효율·고색재현 광원기술	☞ 마이크로LED 칩 소형화 및 고효율화 기술, 친환경 고색재현 QD 소재·소자 기술
고속·고효율 디스플레이 생산기술	☞ 고생산성 전사장비 및 공정 기술, 초미세 화소 검사기술
융복합 디스플레이 제품화 기술	☞ 무기발광 소자를 적용한 초실감·맞춤형 UI·UX 기술, 생체인식·환경인식 센서 등 응용 분야별(초실감 메타버스 글래스, 웨어러블·스마트카·광고용 디스플레이) 제품화 기술

국가전략기술 분야(12대): <1>반도체·디스플레이

중점기술(50개): ⑦프리폼 디스플레이

○ **정의**: 기존 경성(Rigid) 디스플레이 대비 휘거나, 접거나, 늘릴 수 있는 유연·신축 디스플레이 기술

○ **범위**: 폴더블(foldable), 롤러블(rollable), 슬라이더블(slidable), 스트레처블(stretchable) 등 다양한 변형 모드를 제공하는 디스플레이

핵심요소기술	상세기술 예시
극소곡률 롤러블·슬라이더블 디스플레이 기술	☞ 극소곡률 롤러블·슬라이더블 디스플레이의 장기 구동 신뢰성 확보를 위한 커버 윈도우, 기구부 및 양산 기술
다축·다중 접이식 디스플레이 기술	☞ 1축·다축 다중접이식 디스플레이를 위한 커버 윈도우 기술 및 다중접이 내구성 향상 기술, 접이부 이미지 왜곡 처리 및 신뢰성 확보 기술, 기구부 설계 최적화 기술
고해상도·고신축율 구현 기술	☞ 이축 곡률 자유곡면 고신축율·고해상도 디스플레이 구현 기술, 신축 시 이미지 왜곡을 최소화하기 위한 신축 픽셀 디자인 최적화 기술, 신축성 커버 윈도우 및 터치 인터페이스 기술
신축성 디스플레이 신공정 기술	☞ Tab 본딩, 백플레인·프론트플레인 제조 후공정 프로세스 기술, 후공정 간 정합성 확보, 이송을 위한 공정 기술

중점기술(50개): ⑧반도체·디스플레이 소재·부품·장비

○ **정의**: 초미세 반도체 소자·시스템 집적화(노광, 식각, 증착 공정)를 수행할 수 있는 첨단 소재·부품·장비 기술, 고효율·고신뢰성·친환경 OLED 소재·부품 및 대면적·초소형 OLED용 제조장비 기술

○ **범위**: 리소그래피(노광) 소부장, 원자급 박막 증착 소부장 기술, 원자급 초정밀 에칭 소부장 기술, 발광 소재 부품, 제조용 장비·부품 제조, 마이크로 OLED 제조 및 검사장비, 친환경 소재·부품 등

핵심요소기술	상세기술 예시
노광 공정용 핵심 소재·부품 기술	☞ 10나노 이하급 EUV를 포함한 차세대 리소그래피 전용 소재 및 광학부품 기술
초미세 식각(ALE) 공정 기술	☞ 300mm 웨이퍼급 ALE 전용 소재·장비 및 고유전율 ALE용 소재 박막 에칭 기술
초미세 증착(ALD) 공정 기술	☞ 고유전율 소재 전용 ALD 전구체 공정 기술 및 시공간분할 ALD 전용 전구체·장비 기술
Ex-OLED 소재·부품 기술	☞ OLED 성능 고도화를 위한 고효율·고신뢰성 발광 및 전하 전달 소재 기술, 고신뢰성·고투과도 특성을 가진 모듈 재료·부품 기술
대면적 OLED 장비 기술	☞ 고난이도 대면적 진공플라즈마 장비 설계 및 제조기술, 초미세패턴 형성이 가능한 디지털 노광장비, OLED 증착기, 이온주입기 제조 기술 및 핵심부품 관련 기술
온실리콘 OLED 장비 기술	☞ 초고해상도 OLEDoS 제조를 위한 온실리콘 증착 및 검사장비 기술
친환경 융복합 디스플레이 소재 기술	☞ 친환경 F-gas 대체 소재·공정 및 중금속 없는 무독성·친환경·고효율 QD 발광소재 기술

국가전략기술 분야(12대): <2>이차전지

중점기술(50개): ⑨리튬이온전지 및 핵심소재

○ **정의**: 現 리튬이온전지의 에너지밀도 극대화(350Wh/kg급) 및 가격경쟁력·공정 친환경화 확보를 위한 리튬이온전지 소재 및 공정 기술

○ **범위**: 핵심소재(양극재·음극재·분리막·전해질 등) 및 기타 부품 기술, 고성능·친환경 설계·공정 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
이차전지 고성능 핵심소재 기술	☞ 現 리튬이온전지의 성능·가격 경쟁력을 더욱 높이고, 친환경적으로 전지를 제조할 수 있는 소재·공정기술
저가형·자립화 양극재 및 전극소재 기술	☞ LFP 기반 양극재 기술, 리튬이온전지 전극소재(바인더, 탄소나노튜브 등) 기술
친환경 소재 생산 및 전극 공정 기술	☞ 친환경 소재 생산 및 전극 제조공정 기술

중점기술(50개): ⑩차세대 이차전지 소재·셀

○ **정의**: 반·전고체, 리튬금속, 리튬황(이상 400Wh/kg 목표) 및 나트륨이온전지(220Wh/kg 목표) 등 기존 리튬이온전지의 기술적·산업적 한계를 능가하여 고에너지밀도, 고안전성, 가격경쟁력 등 응용분야별 맞춤형 특성 확보가 가능한 차세대 소재·전지제조 기술

○ **범위**: 전고체전지, 리튬금속전지, 나트륨이온전지, 리튬황전지 등 주요 차세대 이차전지 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
리튬금속전지 기술	☞ 리튬 수지상 억제를 위한 음극재 기술, 리튬 박막의 3차원 구조체화 및 리튬금속 표면 안정화 전해질, 고체전지, 리튬-황전지 등 범용적으로 사용 가능한 리튬금속 음극 기술 및 전지 시스템 기술
리튬황전지 기술	☞ 고성능(고출력·장수명)이 확보된 리튬황배터리 핵심요소 기술, 고출력 및 장수명 특성이 확보된 도심항공모빌리티(UAM)용 리튬-황 배터리 제조 기술
반·전고체전지 기술	☞ 적층형 고에너지밀도 대면적 전고체 전해질 및 핵심소재기술, 전고체전지(400Wh/kg급) 모듈·팩 제조·공정 기술
나트륨이온전지 기술	☞ 경제성이 확보된 나트륨이온전지 핵심소재 기술, 나트륨이온전지(220Wh/kg급) 제조·공정 기술

중점기술(50개): ⑪이차전지 모듈·시스템

○ **정의**: 전기 모빌리티 및 에너지저장장치(ESS)의 성능·안전도·수명 향상 위한 모듈-팩-시스템 기술 및 지능형 관리 기술

○ **범위**: 에너지밀도, 안전성, 내구수명 향상을 위한 설계, 구성부품 및 시스템 관리 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
고에너지밀도 모듈-팩 설계 및 부품 경량화 기술	☞ 고효율·고밀도 모듈-팩-시스템 기술
열폭주(모빌리티) 및 화재 전이(ESS) 차단 기술	☞ 이차전지 모듈·시스템에서 열폭주를 원천 차단하거나 열폭주 발생 시 화재 전이를 억제할 수 있는 소재·부품, 배터리 안전상태 추정, 이상징후 사전진단(센싱) 및 자가 억제·치유 기술
배터리 지능형 통합관리 기술	☞ 능동 제어를 위한 복합수명* 예측 기술 및 통합관리·제어** 기술과 기능 모듈화 및 무선화를 통한 시스템 경량화 기술 * 운영조건에 따른 'cycle-calendar life' 예측 기술 ** 환경변화에 따른 실시간 공조·열관리 기술

중점기술(50개): ⑫이차전지 재사용·재활용

○ **정의**: 사용후 배터리의 고안전·고효율 재사용 및 고순도·친환경 자원회수·재활용 관련 기술

○ **범위**: 리튬이온전지 등에 대한 성능·안전성 진단기술, 재사용 기술, 친환경 재활용 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
사용후 배터리 고속·비파괴 진단 기술	☞ 사용후 배터리 잔존가치 및 안전성 고속·정밀 진단 기술, 이상열화 비파괴 진단기술
재사용 이차전지 제조·운용 기술	☞ 재사용 배터리에 특화된 상태진단 기술 및 사고방지 기술, 사용후 배터리 재사용 비용 저감 및 응용 분야별 수명 예측 기술
이차전지 재활용 고순도 회수 및 친환경 공정 기술	☞ 양극재 유가금속(Li, Co, Ni 등) 재활용 공정 효율화 기술, 환경오염물질 배출 저감을 위한 재활용 기술

국가전략기술 분야(12대): <3>첨단 모빌리티

중점기술(50개): ⑬자율주행 시스템

○ **정의**: 사람의 조작없이 차량을 운행하게 하는 소프트웨어 및 통신·서비스컴퓨팅 기술과 성능안전·인증 기술

○ **범위**: SW솔루션(AI, SDV), 센서모듈·부품, 통합 시스템, 통신·서비스 인프라

핵심요소기술	상세기술 예시
AI·SDV 융합 기반 자율주행 SW플랫폼 기술	☞ 레벨4+ 수준 기술신뢰성 확보를 위한 인공지능·V2X·서비스 관련 핵심 SW 기술
고성능 자율주행 차량용 컴퓨팅 시스템 기술	☞ 주행환경객체·도로상황 인지·판단 SW를 고속으로 처리하기 위한 HW 컴퓨팅 플랫폼 기술
자율주행시스템 평가·보안 표준 벤치마크 기술	☞ 시스템 주요기능(인공지능, 사이버보안 등)의 단계별 성능목표 인증을 위한 테스팅 표준 기술
자율주행시스템 성능 안전 기술	☞ 자율주행 시스템의 위험 조건을 식별하는 안전·표준 기술
MaaS연계 자율주행 교통융합 서비스 기반 기술	☞ MaaS 확산을 위한 레벨5 자율주행 도로교통 시설·실증 및 정밀지도 기술

중점기술(50개): ⑭도심항공교통(UAM)

○ **정의**: 저소음 · 친환경동력 기반의 수직이착륙 교통수단 및 도심운용을 지원하기 위한 교통체계(교통관리, 이·착륙 인프라, 성능안전·인증) 기술

○ **범위**: 기체·부품, 항행·교통관리, 버티포트 설계·구축·운용, 운항 서비스, 안전·인증체계 등

핵심요소기술	상세기술 예시
UAM 교통관리 및 통신·항법·감시·정보(CNSi) 기술	☞ 효율적이고 안전한 도심 항공 운항을 위한 통신·항법·감시·교통관리 시스템 기술
UAM 운항·교통·인프라 통합실증 기술	☞ UAM 운용절차 수립과 제도화 지원을 위한 통합 실증(성능·안전 기준 수립, 테스트베드 구축, 데이터 수집, 시뮬레이션·분석 등) 기술
차세대 UAM 기체·부품 및 시험평가 기술	☞ 비행체 설계·제작·시험평가·체계통합 기술과 핵심부품 개발·검증 기술(실증기 제작·개조 포함)
UAM 인증체계 및 검증 기술	☞ 국내외 UAM 비행체 및 핵심부품의 적합성을 인증·검증하기 위한 기술(법령·제도 구축·개선 등 포함)
버티포트 설계·구축·통합관리 기술	☞ 효율적이고 안전한 버티포트 구축기술과 운용을 위한 통합관리(운항관리, 충전, 보안 등) 기술
UAM 소재·부품 및 양산 기술	☞ UAM 항공기에 활용 가능한 복합소재(구조/비구조용), 성형공정 및 인증 기술

중점기술(50개): ⑮전기·수소차

○ **정의**: 고전압 배터리, 수소 연료전지 또는 탄소중립연료 에너지를 동력시스템으로 공급하여 구동되는 친환경 자동차 기술

○ **범위**: 구동(모터, 감속기 등), 전력변환, 연료전지시스템, 에너지·수소 저장, 충전·연료 인프라

핵심요소기술	상세기술 예시
고성능 전기구동시스템 기술	☞ 초고속·고출력 달성과 안전성 확보를 위한 부품 및 시스템 최적화 기술
고안전·고밀도 전기에너지시스템 기술	☞ 배터리시스템 구조, 냉각, 제어 등을 최적화하고, 열폭주 발생 등을 억제하기 위한 고에너지밀도 안전성 확보 기술
연료전지시스템 내구·효율 향상 기술	☞ 시스템 고온 작동 등 운전온도 확대 및 내구성 증가를 위한 핵심 소재·부품 기술
초고속·고효율 전기 충전시스템 기술	☞ 충전 시간 단축, 편의성 향상, 안전성 확보를 위한 초고속 충전 및 고밀도 전력변환 기술
수소저장시스템 저장밀도향상 기술	☞ 연료(수소)저장 밀도 증대 및 충전속도를 높이기 위한 저장시스템 소재, 부품 및 설계 기술
탄소중립연료 HEV시스템 기술	☞ 탄소배출 규제와 LCA 평가 대응을 위한 기술(차량시스템, 실증 등 포함)

국가전략기술 분야(12대): <4>차세대 원자력

중점기술(50개): ⑯소형 모듈형원자로(SMR)

- **정의**: 고안전(무한냉각, 사고저항핵연료), 소형 모듈화 제조(노심부품, 소재, 혁신 제조), 유연성 운전 등의 기술이 적용된 차세대 경수형 소형원자로 기술
- **범위**: SMR 세계시장에서 경쟁 가능한 SMR 설계·제조·건설 및 인허가 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
고유안전성 극대화 기술	☞ 사고시에도 운전원 개입 없이 안전성 유지 가능한 안전 극대화 기술
모듈화 제조·시공기술	☞ 모듈 제작기간·건설공기 단축을 위한 혁신제조기술 및 주요기기 모듈화 공법 기술
건설·운영 기술 종합시험	☞ SMR 건설과 효율적인 운영에 필요한 설계·제조·시공 및 종합시험 기술

중점기술(50개): ⑰선진원자력시스템 및 폐기물 관리

- **정의**: 액체금속, 기체, 용융염 등을 냉각재로 활용하고 장주기 노심·높은 출구온도 특성을 갖춘 다목적 비경수형 원자로 및 사용후핵연료의 고준위 방사성폐기물 관리(운반·저장·부지·처분) 기술
- **범위**: 고온 기반 수소생산 및 공정열 공급, 분산전원, 해양·극한지 등에 활용 가능한 원자력시스템 기술 및 선진 핵연료·재료 기술, 고준위 방사성폐기물의 안전한 관리를 위한 전주기(운반·저장, 부지평가, 처분) 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
다목적·산업용 원자력시스템 기술	☞ 탈탄소화 및 청정수소 생산 등을 위한 고온 열공급 상용화 기술 ※ 고온가스로, 소듐냉각고속로 선진원자력 시스템 기술
이동형 원자력 시스템 기술	☞ 해양·극한지 신시장 개척을 위한 이동형 원자력시스템 기술 ※ 용융염원자로 시스템 개발 및 해양 선박·플랜트 연계 기술
선진핵연료 생산 및 재료 조사시험 기술	☞ 안정적 핵연료 공급망 구축 및 선진 핵연료·재료 생산기술 ※ 선진핵연료 생산 기술 및 선진핵연료·재료 조사시험 기술
고준위 방폐물의 운반·저장 상용화 기술	☞ 고준위 방폐물 운반·저장 연계시스템 설계·제작 기술, 고준위 방폐물 운반시스템 안전조치·물리적방호 기술, 고준위 방폐물 운반·저장 용기 핵심 소재 제작 기술
부지평가기술 및 고안전·고효율 처분시스템 기술	☞ 한국형 부지 조사 및 평가 기술, 지질환경 장기 변화 예측 기술, 안전성·경제성 향상을 위한 고효율 처분 기술, 공학적 방벽 안전성능 강화 기술
심층처분 종합 안전성 입증 기술	☞ 처분 안전성 평가 및 검증 기술, 처분시스템 구성요소 장기 성능 실증기술, 사용후핵연료 특성(건전성) 평가기술

국가전략기술 분야(12대): <5>첨단 바이오

중점기술(50개): ⑱합성생물학

○ **정의**: 생명과학에 공학적 관점을 도입하여 인공적으로 생명체 구성요소·시스템을 설계·제작·합성하는 기술

○ **범위**: 바이오부품·회로 설계·제작, 핵산·단백질 소재 재설계, 인공세포·시스템, 바이오파운드리, 바이오제조공정 및 스케일업 등

핵심요소기술	상세기술 예시
빅데이터 기반 설계 기술	☞ 디지털기술 융합을 통하여 바이오 부품(유전자, 단백질, 대사회로, 유전자군집 등)의 구조와 기능을 신속·정확하게 예측하고 설계하는 기술
유전자합성·유전체 제작 기술	☞ 초고속·초저가·고집적·무오류 핵산 제작 및 제어(합성, 조립, 편집, 해독) 기술
초고속 스크리닝, 성능평가 기술	☞ 바이오부품 후보군에 대한 고감도·초고속 분석 및 자동화 스크리닝 기술
DBTL 단계별 핵심 장비·SW 기술	☞ 합성생물학 전과정을 DBTL(Design-Build-Test-Learning)로 체계화하고, 이를 집적된 첨단장비 및 데이터선순환 워크플로(workflow)로 구현하는 기술
바이오소재 생산 스케일업 및 디지털트윈 기술	☞ 바이오소재 대량생산을 위한 업스트림(배양·발효)·다운스트림(정제·완제) 공정의 최적화·표준화 기술 및 바이오제조 생산공정 기록 전산화와 실시간 모니터링이 가능한 디지털 트윈기술

중점기술(50개): ⑲유전자·세포 치료

○ **정의**: 유전자 결함보완·기능추가 관련 유전자치료제 또는 세포·조직 기능복원 관련 세포치료제의 개발·제조 관련 기술

○ **범위**: 유전자 치료, 세포 치료, 유전자 전달체, 생산·공정, 소재·부품·장비 등

핵심요소기술	상세기술 예시
차세대 유전자 편집	☞ 타겟 유전자 특이도 개선, 세포 내 작용시간 단축, 절단 효소의 활성 조절 등이 가능하고 효능 및 안전성이 개선된 신규 유전자 편집 원천기술
유전자 전달기술	☞ 바이러스 벡터 및 나노입자의 엔지니어링을 통해 안전성이 높고 조직 특이적 전달이 가능한 고성능 생체전달 및 대량 생산기술, 세포 내 단백질 활성 조절이 가능한 RNA 기반 모달리티 기술
CAR 기반 C&GT (Cell&Gene Therapy)	☞ 고형암을 대상으로, 효능·안전성 최적화를 위한 신규 CAR 디자인 및 직접 생체 내 주입이 가능한 전달기술
세포 유래물질 치료 (엑소좀, 미토콘드리아 등)	☞ 엑소좀의 특징을 이용한 약물·신호전달 기술 및 미토콘드리아 등 세포소기관의 기능을 타겟으로 한 대사질환, 암 등 치료 기술
오가노이드 기반 치료제	☞ 고품질의 오가노이드 재생치료제를 개발하고 제조하는데 적용되는 오가노이드 분화 및 배양 기술

중점기술(50개): ⑳감염병 백신·치료

○ **정의**: 신·변종 및 미해결 감염병 발생시 관련 백신·치료제를 신속하게 개발·제조할 수 있는 전달물질 및 후보물질 발굴 등의 기반 기술

○ **범위**: 감염병 백신, 항원 라이브러리, 진단, 치료제, 품질·안전성·유효성 평가 등

핵심요소기술	상세기술 예시
첨단 백신 개발 플랫폼 기술(mRNA 등)	☞ mRNA 백신 플랫폼 성능 향상을 위한 mRNA 구조체 및 전달체 원천 기술
약리·독성 신속 평가 기술 (감염병 백신·치료제 관련)	☞ 감염병 백신·치료제 대상 고속 효능·안전성 검증 및 신속 전임상시험 기술·플랫폼 개발

중점기술(50개): ㉑디지털 헬스데이터 분석·활용

○ **정의**: 바이오·의료 데이터를 수집·생성·통합·분석하고, 개인맞춤형 진단·치료·예방·건강관리 및 데이터 기반 신약개발에 활용하는 기술

○ **범위**: 바이오·의료 데이터 구축, 바이오·의료 AI 개발 및 현장 적용, 신약개발, 정밀의료 등

핵심요소기술	상세기술 예시
바이오·의료 빅데이터 생산 및 분석 플랫폼 구축	☞ 기존 한국인 코호트 데이터와 유사한 오믹스 유형 등 바이오 빅데이터 생산 기술 ☞ AI와 클라우드 기반의 바이오 빅데이터 분석 도구 및 디지털 헬스 데이터 플랫폼 관련 기술
바이오·의료 데이터 기반 AI 개발 및 적용	☞ 멀티모달·생성형 AI 기반 진단·치료 지원 및 전임상 예측 등 AI 기술 ☞ 데이터 기반 단백질·생체반응, 질환발생 및 항체·신약설계 AI 관련 기술

국가전략기술 분야(12대): <6>우주항공·해양

중점기술(50개): ㉒대형 다단연소 사이클 엔진

○ **정의**: 우주발사체의 재점화 및 추력조절이 가능한 고추력·고효율 엔진 설계·제조·평가·인증 기술

○ **범위**: 다단연소 사이클, 터보펌프, 재점화, 추력제어, 극저온추진제 엔진 등

핵심요소기술	상세기술 예시
다단연소 사이클 (산화제 과잉) 기술	☞ 케로신-액체산소 추진제 기반 다단연소 사이클 엔진용 연소기 및 예연소기 설계·제작·시험·인증 기술
고압·고출력 터보펌프 기술	☞ 산화제 과농 다단연소 사이클 엔진용 고압·고출력 터보펌프 설계·제작·시험·인증 기술
재점화·가변추력 제어 기술	☞ 재사용발사체로 확장하기 위한 1단용 엔진의 재점화 및 추력제어 기술
극저온 추진제 엔진 기술 (메탄,수소 포함)	☞ 액체 수소·메탄 추진제를 적용한 고비추력 엔진 구성품 설계·제작 기술

중점기술(50개): ㉓우주 관측·센싱

○ **정의**: 우주 관측을 위한 인공위성 본체·인공위성 탑재체(관측·통신·항법) 고도화 기술 및 위성 획득정보와 우주자산 활용을 위한 운영·관리 체계 기술

○ **범위**: 관측·통신·항법 탑재체, 고효율 추력기, 위성 획득정보 처리 SW, 우주상황인식·우주교통관리 등

핵심요소기술	상세기술 예시
SAR 위상배열 핵심 안테나 기술	☞ 광역관측 구현을 위한 X-밴드 광대역 SAR 안테나의 주요 구성품* * 단위구성 전장품(IFET) 등 ※ SAR(Synthetic Aperture Radar): 지상·해양에 라이다를 순차적으로 발사한 후 굴곡면에 반사되어 돌아오는 시간차를 이용해 지상지형도를 만들거나 지표를 관측하는 시스템(합성개구레이더) ※ IFET(Integrated Front End Tile): SAR 신호 송수신기 여러 개를 묶어서 만든 단위 안테나 모듈로서 안테나의 빔 생성, 조종 등을 효율적으로 수행하는 데 활용되는 단위 모듈
전자광학 탑재체 기술	☞ 능동형 대구경광학계 시스템 설계·제작(조립정렬)·검증 기술
지상기반·우주기반 우주물체 감시 기술	☞ 독자적인 우주감시 능력 확보와 우주물체 궤도 결정 정밀도 향상을 위한 저궤도 레이다 관측 시스템과 중·고궤도 광학 관측 시스템 개발 기술

국가전략기술 분야(12대): <6>우주항공·해양

중점기술(50개): ㉒대형 다단연소 사이클 엔진

○ **정의**: 우주발사체의 재점화 및 추력조절이 가능한 고추력·고효율 엔진 설계·제조·평가·인증 기술

○ **범위**: 다단연소 사이클, 터보펌프, 재점화, 추력제어, 극저온추진제 엔진 등

핵심요소기술	상세기술 예시
다단연소 사이클 (산화제 과잉) 기술	☞ 케로신-액체산소 추진제 기반 다단연소 사이클 엔진용 연소기 및 예연소기 설계·제작·시험·인증 기술
고압·고출력 터보펌프 기술	☞ 산화제 과농 다단연소 사이클 엔진용 고압·고출력 터보펌프 설계·제작·시험·인증 기술
재점화·가변추력 제어 기술	☞ 재사용발사체로 확장하기 위한 1단용 엔진의 재점화 및 추력제어 기술
극저온 추진제 엔진 기술 (메탄,수소 포함)	☞ 액체 수소·메탄 추진제를 적용한 고비추력 엔진 구성품 설계·제작 기술

중점기술(50개): ㉓우주 관측·센싱

○ **정의**: 우주 관측을 위한 인공위성 본체·인공위성 탑재체(관측·통신·항법) 고도화 기술 및 위성 획득정보와 우주자산 활용을 위한 운영·관리 체계 기술

○ **범위**: 관측·통신·항법 탑재체, 고효율 추력기, 위성 획득정보 처리 SW, 우주상황인식·우주교통관리 등

핵심요소기술	상세기술 예시
SAR 위상배열 핵심 안테나 기술	☞ 광역관측 구현을 위한 X-밴드 광대역 SAR 안테나의 주요 구성품* * 단위구성 전장품(IFET) 등 ※ SAR(Synthetic Aperture Radar): 지상·해양에 라이다를 순차적으로 발사한 후 굴곡면에 반사되어 돌아오는 시간차를 이용해 지상지형도를 만들거나 지표를 관측하는 시스템(합성개구레이더) ※ IFET(Integrated Front End Tile): SAR 신호 송수신기 여러 개를 묶어서 만든 단위 안테나 모듈로서 안테나의 빔 생성, 조종 등을 효율적으로 수행하는 데 활용되는 단위 모듈
전자광학 탑재체 기술	☞ 능동형 대구경광학계 시스템 설계·제작(조립정렬)·검증 기술
지상기반·우주기반 우주물체 감시 기술	☞ 독자적인 우주감시 능력 확보와 우주물체 궤도 결정 정밀도 향상을 위한 저궤도 레이다 관측 시스템과 중·고궤도 광학 관측 시스템 개발 기술

국가전략기술 분야(12대): <7>수소

중점기술(50개): ㉗수전해 수소생산

○ **정의**: 전기를 이용해 물(H2O)을 분해하여 연료·전력생산에 활용할 수 있는 수소를 생산(환원 반응)하는 기술

○ **범위**: 알카라인(ALK)·고분자전해질(PEM)·고온(SOEC)·음이온교환막(AEM) 수전해 기술 및 주요 스택 구성품(전극, 분리막 등)

핵심요소기술	상세기술 예시
수전해 생산시스템 기술	☞ 스택(단전극, 전해질, 분리판, 셀 프레임 등)과 보조설비(BOP, 전력 공급장치, 전해질물 공급장치, 수소정제장치, 냉각시스템, 제어판넬 등)로 구성된 수소 생산 시스템 기술
고효율·고내구성 핵심 소재·부품 기술	☞ 전극, 전해질, 분리판, 셀 프레임 등 수전해 생산시스템의 주요 소재·부품 기술

중점기술(50개): ㉘수소 저장·운송

○ **정의**: 생산된 수소를 기체 상태로 저장·운송하거나, 극저온 액화(–253℃)하여 저장·공급하는 기술

○ **범위**: 수소 저장·운송 핵심 소재·부품 기술, 수소배관망 기술, 수소액화플랜트 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
수소 저장·운송 핵심 소재·부품 기술	☞ 대용량·고내구성 수소 저장·운송 핵심 소재·부품 기술 ※ 튜브트레일러, 압축기, 고압탱크, 냉동기, 충전기, 노즐, 호스, 열교환기(PCHE) 등
수소배관망 기술	☞ 수소 전용 배관망 핵심기술 및 수소 공급 허브시스템 기술
수소액화 플랜트 기술	☞ 수소액화 플랜트 구축 및 공정기술, 수소 액화 핵심 설비*, 액체수소 저장탱크 등 상용급 수소액화플랜트 구축·운영을 위한 기술 * 터보팽창기, 열교환기, Cold Box, 극저온 밸브

중점기술(50개): ㉙수소연료전지 및 발전

○ **정의**: 수소 기반 연료를 전기·열로 직접 전환하거나, 가스터빈에 연소시켜 전기를 생산하는 발전 기술

○ **범위**: 화석연료 대신 수소나 암모니아 같은 무탄소 연료를 사용하여 발전함으로써 이산화탄소를 배출하지 않는 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
암모니아 혼소	☞ 기존 석탄발전소(미분탄·순환유동층)에 암모니아를 혼소하여 탄소배출을 저감하는 기술 ※ 미분탄 보일러 암모니아 혼소 기술, 유동층 보일러 암모니아 혼소 기술 등
수소 혼소	☞ 기존 LNG 발전에서 연료로 LNG 대신 수소와 LNG 혼합연료를 사용하여 발전하는 가스터빈 기술 ※ 수소 혼소 연소기 및 성능평가 기술, 압축기, 터빈 튜닝 기술, 수소 공급 설비 안전관리 및 엔지니어링 기술 등
수소 전소	☞ 수소만을 연료로 사용하여 전기를 생산하는 가스터빈으로 탄소배출을 하지 않는 신 전원 기술 ※ 수소 전소 연소기, 압축가·터빈 최적화 기술, 고온 부품 수명평가 기술, 성능 최적화 기술 등
발전용 수소연료전지	☞ 수소와 산소의 전기화학반응으로 전기와 열을 생산하는 발전기술

국가전략기술 분야(12대): <8>사이버보안

중점기술(50개): ㉚데이터·AI 보안

○ **정의**: 개인·기업의 중요데이터(개인정보, 산업정보)의 보호 및 안전한 활용을 위한 AI 적용 지능형 보안 기술

○ **범위**: 데이터 라이프사이클(생성-저장-갱신-활용-폐기) 전 과정

핵심요소기술	상세기술 예시
양자내성 암호·전환 기술	☞ 양자컴퓨팅 고도화에 대응할 수 있는 양자내성 암호 및 기존 암호의 양자내성 암호체계로의 전환·최적화 관련 기술
프라이버시 강화 기술(PET)	☞ 데이터 라이프사이클 보호를 위한 기능성 암호 및 맞춤형 데이터 노출제어 기술
AI 특화 사이버보안 기술	☞ AI 대상 공격(회피, 모델복제, 백도어, 데이터오염, 학습데이터 추출 공격 등)에 대응할 수 있는 탐지·대응·방어 기술 ☞ 사이버보안 특화 거대언어모형(LLM) 등 AI 기술 및 AI 기반 공격 탐지·자동분석·방어보안 기술

중점기술(50개): ㉛디지털 취약점 분석·대응(공급망 보안)

○ **정의**: 디지털 공급망 전주기를 대상으로 한 보안무결성 검증 및 사이버침해행위 대응을 위한 원점탐지·추적·복구·예방기술

○ **범위**: 부품·장비 및 SW 유통-개발-시험-운영(업데이트) 등 전 주기

핵심요소기술	상세기술 예시
SW 공급망 무결성 검증 기술	☞ SBOM·FBOM 자동 생성과 추적관리, 위험탐지 기술 ☞ 실시간·지능형 취약점 수집·분석·대응 기술
랜섬웨어 감염 탐지·차단·감염 후 복구 기술	☞ 랜섬웨어 관련 주요 이상행위 탐지 및 능동형 대응 백신 기술 ☞ 랜섬웨어 암호기능 자동화 분석과 완전 복구 기술
사이버 침해사고 추적 기술	☞ 사이버 공격 및 원인, 유포지 및 근원지에 대한 초고속 추적 기술

중점기술(50개): ㉜네트워크·클라우드 보안

○ **정의**: 클라우드 환경의 제로트러스트 구현 및 보안관제 지능화·차세대 통신을 위한 신뢰성·안정성을 보장하는 보안 기술

○ **범위**: 차세대 통신 보안, 클라우드 기반의 서비스·응용 프로그램·데이터 등(네트워크, 시스템, 워크로드, 응용, 데이터)

핵심요소기술	상세기술 예시
강화된 인증 및 지속적 동적 접근제어 기술	☞ 사용자·기기·동적 접근제어 보안기술, 시스템 구획화 기술 및 핵심 요소 간 상호 운용을 위한 개방형 표준기술 개발 등 제로트러스트 아키텍쳐 내재화 기술
통신 네트워크 보안 기술	☞ 제로트러스트 기반 5G-advanced 대상 보안 및 6G 양자암호통신 전환·인증·접근 통제 기술 등 6G 지능형 보안 기술
지능형 보안관제 자동화 기술	☞ AI 기반 탐지 위협 분석 기술, 침해위협 자동 대응 및 오케스트레이션 기술

중점기술(50개): ㉝산업·가상융합 보안

○ **정의**: 정보보안·물리보안을 가상융합 환경 및 산업분야 특성에 따라 융합·적용하는 보안 기술

○ **범위**: 新디지털 플랫폼·가상융합환경(웹3.0)의 정보보안 및 영상 물리보안 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
지능형 영상보안 기술	☞ 자율 위험감지·보호 기능 및 이기종·다자간 실시간 협업·호환이 가능한 영상보안 기술
웹3.0 탈중앙화 보안 기술	☞ 분산컴퓨팅 기반 데이터보호 기술, 웹3.0 관련 이용자 보호 서비스 및 사이버보안 추적·대응 기술
물리-가상(CPS) 융합보안 기술	☞ 국가 주요 제어시설 대상 사이버 위협 및 제어시스템 보안 특화 기술 ☞ SDV 등 차세대 모빌리티 특화 사이버안전 관리·예측진단 기술

국가전략기술 분야(12대): <9>인공지능

중점기술(50개): ㉞효율적 학습 및 AI인프라(SW/HW) 고도화

○ **정의**: 인공지능 모델 생성·활용 과정에서 활용 데이터 규모, 소모전력 등 학습 효율성을 대폭 제고할 수 있는 최적화·경량화 관련 기술

○ **범위**: 데이터 및 AI 모델 최적화·경량화 기술, 대규모 분산 및 병렬 학습용 서버 인프라 기술, AI Cloud 최적운영 및 관리 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
데이터 및 AI 모델 최적화·경량화 기술	☞ 초거대 AI 모델 경량화, 학습 가속화 SW 알고리즘(파라미터 최적화) 기술, 비정제·저용량 학습 데이터 최적 학습, 온디바이스(On-Device) 학습
대규모 분산 및 병렬 학습용 서버 인프라 기술	☞ 대규모 데이터의 서버 분산·병렬 학습용 인프라 구축, 모델 병렬화 프레임워크 기술, 서버간 병렬 학습에 소요되는 통신 부하 최소화, 다종 AI 반도체(GPU, NPU, TPU 등) 연계, 고성능·저전력 AI 반도체 융합 학습용 메모리 최적화 및 통신 기술
AI Cloud 최적운영 및 관리 기술	☞ AI 알고리즘 최적화 실행 컴파일러 기술, AI 학습 컴퓨팅 자원 최적화를 위한 가상머신·컨테이너·가상 서버 클러스터 기술

중점기술(50개): ㉟첨단 AI 모델링·의사결정(인지·판단·추론)

○ **정의**: 인공지능이 사람의 사고체계를 모델링하여, 맥락의 종합적 이해를 통한 종합적 인지·성장, 상식 수준의 추론 및 상호간 소통·협력·창작이 가능하도록 하는 기술

○ **범위**: (AI) 에이전트 간 협업 기술, 자율성장 AI 기술, 상식추론 기술, 고성능 멀티모달 기술, 뇌모사 인지 AI 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
AI 에이전트 간 협업 기술	☞ 멀티 에이전트 학습 기술 및 시스템 개발 기술, 에이전트 협업을 통해 판단·의사결정이 가능한 개인 디지털 에이전트 사회 실현 기술
자율성장 AI 기술	☞ 타 도메인 적용학습이 가능한 메타학습 및 연속학습 기술, 비지도 학습 기반 추론·판단, 평생 자가 학습 기술
상식추론 기술	☞ 자연어처리(NLP) 기술 및 파운데이션 모델 기반 상식추론 기술 고도화, 상식추론 능력을 정량적으로 측정할 수 있는 벤치마크 데이터셋 구축, 기호 논리 기반 외부 상황 인지·추론 기술
고성능 멀티모달 기술	☞ 이종 모달 학습 임베딩 기술, 멀티모달 개념 추론, 멀티모달 표현 기술, 멀티모달 AI 응용·의사결정지원 시스템 기술
뇌모사 인지 AI 기술	☞ 대뇌 및 소뇌 기능 모사 지능 모듈 구현, 감각·신체지능 기반 AI 에이전트, 대규모 뇌 연구와 연계한 고도화된 인공신경 생성 기술, 뇌구조·기능 이해 기반 인공신경망 원천기술, Human compatible AI 기술, 인간 행위 의도 추론을 지향하는 타인지·모사 AI 기술

중점기술(50개): ㊱산업 활용·혁신 AI

○ **정의**: 기업의 손쉬운 AI 활용을 위해 코딩을 최소화한 AI 기술 및 AI 적용을 통해 산업생산성 향상을 지원하는 기술

○ **범위**: AI 내재화 플랫폼 기술, AI Transformation 기술, Industry AGI 실증 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
AI 내재화 플랫폼 기술	☞ 노코드·로우코드 기반 산업 특화 AIaaS(AI as a Service) 기술, Auto ML 플랫폼 기술, 산업별 코딩자동화 템플릿 기술, AI 설계 도구 고도화, 산업 도메인을 넘나드는 AI 어플리케이션 설계 지원 기술
AI Transformation 기술	☞ 기업 비즈니스 전반의 AI 적용 및 실증 기술
산업용 AGI 실증 기술	☞ 산업 전주기 혁신을 위한 AGI 개발·실증 기술

중점기술(50개): ㊲안전·신뢰 AI

○ **정의**: AI 모델이 보편적 규범·가치 및 개인정보, 저작권 보호 등 법적 요구사항을 준수하고, 외부로부터 강건성을 확보하도록 하는 기술 및 결론·도출과정 등에 대한 설명가능성을 제고하는 기술

○ **범위**: 데이터 편향성 탐지 및 공정성 검증 기술, 설명가능한 AI(XAI) 기술, 시스템 오용 및 오작동 방지 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
데이터 편향성 탐지 및 공정성 검증 기술	☞ 개인 식별 정보 노출 방지 기술, AI 생성물의 모방 정도, 출처, 개인정보 포함 등 확인으로 컨텐츠의 권리 침해 수준·여부 판단(사후적) 기술, AI 모델의 권리 침해 방지(사전적) 기술
설명가능한 AI(XAI) 기술	☞ AI 모델 구조적 측면의 시스템 작동 방식 보장 기술, AI 구조적 측면의 시스템 결과 수준 보장 기술
시스템 오용 및 오작동 방지 기술	☞ 데이터 측면의 AI 시스템 안전성 확보 기술, 변조 및 생성기술로 인한 AI 활동·결과물의 오용 방지 기술

국가전략기술 분야(12대): <9>인공지능

중점기술(50개): ㉞효율적 학습 및 AI인프라(SW/HW) 고도화

- **정의**: 인공지능 모델 생성·활용 과정에서 활용 데이터 규모, 소모전력 등 학습 효율성을 대폭 제고할 수 있는 최적화·경량화 관련 기술
- **범위**: 데이터 및 AI 모델 최적화·경량화 기술, 대규모 분산 및 병렬 학습용 서버 인프라 기술, AI Cloud 최적운영 및 관리 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
데이터 및 AI 모델 최적화·경량화 기술	☞ 초거대 AI 모델 경량화, 학습 가속화 SW 알고리즘(파라미터 최적화) 기술, 비정제·저용량 학습 데이터 최적 학습, 온디바이스(On-Device) 학습
대규모 분산 및 병렬 학습용 서버 인프라 기술	☞ 대규모 데이터의 서버 분산·병렬 학습용 인프라 구축, 모델 병렬화 프레임워크 기술, 서버간 병렬 학습에 소요되는 통신 부하 최소화, 다종 AI 반도체(GPU, NPU, TPU 등) 연계, 고성능·저전력 AI 반도체 융합 학습용 메모리 최적화 및 통신 기술
AI Cloud 최적운영 및 관리 기술	☞ AI 알고리즘 최적화 실행 컴파일러 기술, AI 학습 컴퓨팅 자원 최적화를 위한 가상머신·컨테이너·가상 서버 클러스터 기술

중점기술(50개): ㉟첨단 AI 모델링·의사결정(인지·판단·추론)

- **정의**: 인공지능이 사람의 사고체계를 모델링하여, 맥락의 종합적 이해를 통한 종합적 인지·성장, 상식 수준의 추론 및 상호간 소통·협력·창작이 가능하도록 하는 기술
- **범위**: (AI) 에이전트 간 협업 기술, 자율성장 AI 기술, 상식추론 기술, 고성능 멀티모달 기술, 뇌모사 인지 AI 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
AI 에이전트 간 협업 기술	☞ 멀티 에이전트 학습 기술 및 시스템 개발 기술, 에이전트 협업을 통해 판단·의사결정이 가능한 개인 디지털 에이전트 사회 실현 기술
자율성장 AI 기술	☞ 타 도메인 적용학습이 가능한 메타학습 및 연속학습 기술, 비지도 학습 기반 추론·판단, 평생 자가 학습 기술
상식추론 기술	☞ 자연어처리(NLP) 기술 및 파운데이션 모델 기반 상식추론 기술 고도화, 상식추론 능력을 정량적으로 측정할 수 있는 벤치마크 데이터셋 구축, 기호 논리 기반 외부 상황 인지·추론 기술
고성능 멀티모달 기술	☞ 이종 모달 학습 임베딩 기술, 멀티모달 개념 추론, 멀티모달 표현 기술, 멀티모달 AI 응용·의사결정지원 시스템 기술
뇌모사 인지 AI 기술	☞ 대뇌 및 소뇌 기능 모사 지능 모듈 구현, 감각·신체지능 기반 AI 에이전트, 대규모 뇌 연구와 연계한 고도화된 인공신경 생성 기술, 뇌구조·기능 이해 기반 인공신경망 원천기술, Human compatible AI 기술, 인간 행위 의도 추론을 지향하는 타인지·모사 AI 기술

중점기술(50개): ㊱산업 활용·혁신 AI

- **정의**: 기업의 손쉬운 AI 활용을 위해 코딩을 최소화한 AI 기술 및 AI 적용을 통해 산업생산성 향상을 지원하는 기술
- **범위**: AI 내재화 플랫폼 기술, AI Transformation 기술, Industry AGI 실증 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
AI 내재화 플랫폼 기술	☞ 노코드·로우코드 기반 산업 특화 AIaaS(AI as a Service) 기술, Auto ML 플랫폼 기술, 산업별 코딩자동화 템플릿 기술, AI 설계 도구 고도화, 산업 도메인을 넘나드는 AI 어플리케이션 설계 지원 기술
AI Transformation 기술	☞ 기업 비즈니스 전반의 AI 적용 및 실증 기술
산업용 AGI 실증 기술	☞ 산업 전주기 혁신을 위한 AGI 개발·실증 기술

중점기술(50개): ㊲안전·신뢰 AI

- **정의**: AI 모델이 보편적 규범·가치 및 개인정보, 저작권 보호 등 법적 요구사항을 준수하고, 외부로부터 강건성을 확보하도록 하는 기술 및 결론·도출과정 등에 대한 설명가능성을 제고하는 기술
- **범위**: 데이터 편향성 탐지 및 공정성 검증 기술, 설명가능한 AI(XAI) 기술, 시스템 오용 및 오작동 방지 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
데이터 편향성 탐지 및 공정성 검증 기술	☞ 개인 식별 정보 노출 방지 기술, AI 생성물의 모방 정도, 출처, 개인정보 포함 등 확인으로 컨텐츠의 권리 침해 수준·여부 판단(사후적) 기술, AI 모델의 권리 침해 방지(사전적) 기술
설명가능한 AI(XAI) 기술	☞ AI 모델 구조적 측면의 시스템 작동 방식 보장 기술, AI 구조적 측면의 시스템 결과 수준 보장 기술
시스템 오용 및 오작동 방지 기술	☞ 데이터 측면의 AI 시스템 안전성 확보 기술, 변조 및 생성기술로 인한 AI 활동·결과물의 오용 방지 기술

국가전략기술 분야(12대): <11>첨단로봇·제조

중점기술(50개): ㊸로봇 정밀제어·구동 부품·SW

○ **정의**: 로봇 주변환경 및 사용자의 인지적·신체적 의도를 인식하고 움직임을 제어·구동하는 로봇 제품의 성능과 신뢰성을 제고하는 코어 부품 기술

○ **범위**: 로봇의 주행, 조작, HRI용 센서, 구동기 및 제어기 HW와 SW 기술 등

핵심요소기술	상세기술 예시
주행 및 조작 환경 인식을 위한 시·촉각 센싱 기술	☞ 지능형 센싱 기술 고도화·SoC화를 통한 센서 한계 극복 기술
고부가 구동부품 기술 (모터, 감속기, 드라이버)	☞ 3대 요소 부품(감속기, 모터, 드라이버) 고효율성·경량성·신뢰성 기술
소프트웨어 정의형 AI융합 범용 제어기 기술	☞ 이종·다종 로봇용 첨단 로봇제어기 내재화 기술

중점기술(50개): ㊹로봇 자율이동

○ **정의**: 로봇이 비정형 실내/외 환경에서 인간의 구체적 지시 없이도 목표하는 위치로 자율적으로 이동하는 기술

○ **범위**: 이동 로봇 기구 및 센서 등의 HW, 자세 제어 및 자율 주행 SW 등

핵심요소기술	상세기술 예시
실내외 비정형 환경 주행 플랫폼 설계 및 제어 기술	☞ 장애물 극복 능력과 신속 이동 능력을 갖춘 이동플랫폼 기술
추상화된 공간인지 및 상황인지 기술	☞ 계절, 조도, 표면 마찰력 등 환경 변화 대상 공간·상황 인지 고도화 기술
LLM, VLM기반의 동시적 플래닝 및 제어기술	☞ 예외 상황을 극복하는 완전 자율 이동 능력 극대화 기술

중점기술(50개): ㊾고난도 자율조작

○ **정의**: 유연관절·초경량 팔과 손을 이용해 로봇의 자율적인 상황 인지·판단을 바탕으로 안전한 작업을 수행하는 기술

○ **범위**: 정교한 작업 수행용 로봇 핸드·팔 기술과 인식·판단·계획을 위한 지능기반 SW기술

핵심요소기술	상세기술 예시
맥락지능 기반 물체 인식 및 동작 계획 기술	☞ 비정형·미학습 물체 인식 및 동작 계획 지능 기술
조작 동작 자율 생성 기술	☞ 비정형·미학습 물체 파지 및 고자유도 로봇 머니퓰레이터 조작지능 기술
인간-로봇 협업 의도 인식 기술	☞ 현장 맞춤형 인식 및 맥락지능 기반 인간-로봇 고난도 공동 조작 작업 원천기술

국가전략기술 분야(12대): <11>첨단로봇·제조

중점기술(50개): ㊻인간·로봇 상호작용

○ **정의**: 로봇과 사람간 상호작용·의사소통을 위해 다양한 상황에 대한 복합적 이해를 기반으로 행동·표현·대화 등을 자율적으로 고속 생성하는 기술

○ **범위**: 소셜행동 자율생성, 인간-로봇 물리적 상호작용·협업, 자율상호작용 인공지능

핵심요소기술	상세기술 예시
상호작용 맥락에 적합한 소셜 상호작용 행동 자율생성 기술	☞ 단순 반복 상호작용 한계 극복 기술
고속제어 가능한 高안전 인간-로봇 물리적 상호작용 및 협업 기술	☞ 안전한 물리적 상호작용 행동 및 협업 고도화 기술
인간·환경과 지속적 상호작용을 통해 서비스가 확장되는 로봇 인공지능 모델 기술	☞ 인간과 지속적 상호작용을 통한 서비스 능력·범위 확장 기술

중점기술(50개): ㊼가상 제조

○ **정의**: 스마트팩토리를 가상 공간(디지털 트윈)에 이식하여 시·공간의 제약을 탈피한 제조·생산·공정 지능화·혁신 기술

○ **범위**: 모델링, 시뮬레이션, 최적화, 가상 공장 구현 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
디지털 자산 모델과 데이터 모델 연동 기술	☞ 가상 공장 플랫폼에 연동가능한 디지털 자산 구축 기술과 그에 따른 데이터 모델링·연동 기술
가상 공장 구축 시뮬레이션 기술	☞ 현실 공장 구축·운용을 위한 가상 공장 구축·운용 시뮬레이션 기술
가상 공장 연합을 위한 연합학습 기술	☞ 가상-현실 및 가상-가상 공장의 연합을 위한 연합학습 기술

국가전략기술 분야(12대): <12>양자

중점기술(50개): ㊽양자컴퓨팅

○ **정의**: 양자역학적 특성(양자얽힘 등)을 이용하여 기하급수적 성능향상이 가능한 병렬연산 관련 HW/SW 기술

○ **범위**: 다양한 큐비트 생성 방식(초전도, 이온포획, 반도체 스핀큐비트, 중성원자, 광자, 고체점결함 등)에 기반한 양자 하드웨어·시스템 기술, 양자 알고리즘·SW, 양자정보 및 컴퓨팅 이론 등

핵심요소기술	상세기술 예시
양자 HW	☞ 양자컴퓨팅 큐비트 구현·측정·제어·검증, 인터페이스 및 시스템화 기술
양자 알고리즘 및 소프트웨어	☞ 양자 컴퓨터 하드웨어 운용을 위한 시스템 소프트웨어 기술, 양자 오류 정정·완화기술, 실제 문제 해결에 적용하기 위한 양자 알고리즘 및 응용 소프트웨어 기술

중점기술(50개): ㊾양자통신

○ **정의**: 양자상태로 구현된 정보단위를 송수신하여 정보탈취가 불가능한 특징을 가지는 통신 기술

○ **범위**: 양자난수생성, 양자서명, 양자인증, 양자 키 분배기술, 양자정보의 전송, 양자 메모리, 양자 중계기, 양자통신프로토콜, 양자통신보안이론, SW 및 주요 구성품 등

핵심요소기술	상세기술 예시
양자암호 및 양자암호통신	☞ 양자 상태를 활용한 난수 및 암호생성, 본인 확인, 양자키 분배 등을 통해 네트워크의 보안을 강화하는 기술
양자 네트워크 (양자 메모리 및 양자 중계기)	☞ 여러 양자기기(노드)들 간 큐비트형태의 양자정보를 상호전송하는 기술
양자통신이론	☞ 기존 통신으로 불가능한 양자 정보를 효율적으로 안전하게 생성·전송토록 설계 및 분석하는 기술

중점기술(50개): ㊿양자센싱

○ **정의**: 고전 센싱대비 더 민감한 특정 물리량(전·자기장, 빛, 중력 등)의 초정밀 측정을 위해 필요한 양자시스템 또는 양자현상을 활용한 초고성능 센서 기술

○ **범위**: 단일광자, 간섭, 얽힘, 압축 등을 활용한 센싱 기술

핵심요소기술	상세기술 예시
양자 관성 센싱	☞ 양자 현상을 활용하여 중력, 가속도, 각가속도 등을 정밀 계측하는 기술
양자 시간·주파수 측정	☞ 양자 현상을 이용하여 시간 및 주파수를 정밀하게 계측 동기화하는 기술
양자 자기장·전기장 센싱	☞ 양자 현상을 이용한 고정밀 자기장·전기장 계측 및 이미징 기술
양자 광기반 센싱	☞ 얽힘 또는 압축 특성을 가진 양자광을 활용, 고전 광센서의 잡음, 분해능 한계를 극복하는 측정 및 이미징 기술

인공지능(이하 AI) 기술과 관련 국내 · 외 정책 현황

극지연구소 정책개발실(황유나) / 2024.08.14. (수)

정책개발실은 최근 전사회적으로 주목받는 인공지능(AI)에 대한 정책자료를 준비하였습니다. 이 자료는 인공지능 기술에 대한 개요와 관련 국내·외 동향, 국내 정부출연연구기관에서의 활용 사례, 그리고 현재 우리 연구소의 활용 사례와 도입 가능 분야 등을 다루고 있습니다. 이번 문건은 그 첫 번째 건으로 인공지능(AI) 기술 개요와 국내·외 동향을 다룹니다.

□ 인공지능(AI) 기술 개요

○ Artificial Intelligence (이하 AI)*는 기계(컴퓨터)가 인간의 지능적인 행동을 모방하거나 수행할 수 있도록 하는 기술

* 1956년, 다트머스 컨퍼런스에서 처음으로 '인공지능' 개념을 도입

○ 머신러닝(Machine Larning, ML)이 등장하며 그 동안 사람의 명령으로 작동하는 AI가 스스로 규칙을 찾아 학습하는 방식으로 발전*함

* AI 발전 과정: 1차(AI 태동, 1950~), 2차(전문가 시스템 발전, 1980~), 3차(머신러닝 등 등장, 1990~)

○ 머신러닝 이후 딥러닝(Deep Learning, DL), 그리고 생성형 AI(Generative AI, Gen AI) 기술로 발전하며 AI 기술이 폭발적으로 성장

AI 기술 종류	의의	대표적 사례/알고리즘
머신러닝 (Machine Larning)	• 프로그래밍 과정 없이도 활용 가능하며 구조화된 데이터를 활용해 패턴을 학습함	지도학습, 비지도학습, 강화학습
딥러닝 (Deep Learning)	• 머신러닝의 하위 분야로 AI 의 핵심기술 • 2006년 기초개념 정립 이후 2010년대 급속하게 성장 (배경: GPU등 컴퓨터 시스템 발전과 데이터의 증가) • 여러 층을 가진 신경망 구조를 사용하여 데이터에서 자동으로 특징을 추출하고 복잡한 패턴을 학습함,	알파고, 자율주행, Siri , AI 스피커 등
생성형 AI (Generative AI)	• 딥러닝 하위 분야로 새로운 데이터 생성에 중점을 둠 • 기존 데이터를 학습하여 이용자의 요구에 따라 새로운 콘텐츠를 자동으로 생성	ChaptGPT, DeepFake, DALL-E

○ ChaptGPT로 대표되는 생성형 AI(Gen AI)는 인간만이 가능하다고 여겨진 창작행위를 대체하며 텍스트·이미지·비디오·오디오 등 생성

대표 알고리즘	설명	대표적 사례
LLM(Large Language Models)	대량의 텍스트 데이터를 학습하고 이를 기반하여 새로운 텍스트를 생성 (자료 요약, 번역, 대화 등의 활용 가능)	ChaptGPT(GPT), Gemini(Google), LaMA(Meta)
GAN(Generative Adversarial Networks)	두 개의 신경망으로 새로운 이미지를 생성하고, 이 이미지가 진짜/가짜인지를 구별하여 보다 현실적인 이미지를 생성	Deepfake
VAE(Variational Autoencoder)	데이터의 잠재 변수를 학습하고 이를 사용하여 새로운 데이터를 생성, 이미지 및 음성 생성 응용 분야에서 널리 사용	DALL-E

□ AI 관련 국내·외 정책 현황

○ (해외동향) AI의 급속한 성장은 시장·사회·문화 변화와 함께 사회 문제*도 발생시켰으며 주요국은 정부정책 단계부터 AI 기술로 인한 영향에 대해 빠르게 대응**

* AI가 만든 정교한 허위 콘텐츠(가짜 문서, 영상, 이미지 딥페이크 기술 등)

**(EU) AI 전략 수립(18.04), AI 윤리 가이드라인 발표(19.04), 세계 최초로 EU 인공지능법안(AI Act) 승인(24.05), (미국) 연방•주정부의 법, 행정명령 등을 통해 양방향(AI 진흥과 규제)으로 대응('2020 국가 AI 이니셔티브법' 제정(21.01), 인공지능 개발 및 활용에 관한 행정명령 발표(24.04)), (중국) 생성형 AI 규제를 위해 '서비스 관리 잠정 방법' 발표(23.08) 등

○ (국내동향) 인공지능 기본법('인공지능 산업 육성 및 신뢰 기반 조성에 관한 법률안') 발의, '국가인공지능 위원회' 구성(대통령령, '24.07), 부처(과기정통부, 해수부 등) 단위에서는 AI융복합 사업*을 수행

* 과학기술정보통신부(초거대 AI 인프라 구축), 해양수산부(AI 기반 스마트 공동물류센터 구축), 행정안전부(AI 기반 차세대 119 시스템 개발), 국방부(AI 기반 최첨단 감시·정찰 핵심기술 확보), 보건복지부(AI 활용 영상 기반 병리 진단) 등

○ (정부투자) 국가 전략 기술 중 가장 높은 R&D 예산 증가율을 보이며 향후 AI 관련 연구가 활발하게 진행될 것으로 예상

* 0.8조(2024년)→1.1조(2025년 / 전년대비 약35% 상승), '25년 국가 R&D사업 예산 기준

○ (전담기관설립) AI로 인한 위험성 예방과 대응을 위해 한국전자통신연구원(ETRI)에 인공지능(AI) 안전연구소*」 설립 예정(2024년 중)

* AI 안정성 검증 및 연구 전담기관으로 AI안전검증, AI안전기술연구, AI안전정책 및 글로벌 협력 등의 기능 수행 예정

□ 참고자료

○ 인공지능(AI) 관련 국내외 법제 동향, 법제처 미래법제혁신기획단(24.07)

○ 2023 인공지능, KISTEP 기술동향 브리프, 채명식, & 조유리. (23.12)

붙임 1 **과학기술정보통신부 언론보도(2024.06.27)**

과학기술정보통신부 보도자료 당시 대한민국! 새로운 국민의 나라

보도시점 2024. 6. 27.(목) 12:00 (2024. 6. 28.(금) 조간) 배포 2024. 6. 26.(수) 13:00

'25년 주요R&D 예산은 24.8조원으로 역대 최대규모

- 3대 게임체인저(AI-반도체, 첨단바이오, 양자과학기술)에 집중투자
- 우주, 혁신도전형R&D 1조원 시대 개막, 기초연구 역대 최대 2.94조원 투자

과학기술정보통신부(장관 이종호, 이하 과기정통부)는 「2025년도 국가연구개발사업 예산 배분·조정(안)」을 마련하고 6월 27일(목)에 개최된 제9회 국가과학기술자문회의 심의회의에서 확정하였다고 밝혔다.

'25년도 주요R&D 예산은 전년 대비 대폭 증가한 **24.8조원 규모**로 6월 말까지 검토된 24.5조원과 정부안 편성 완료 시까지 개편하여 조정·반영될 규모*가 포함되었다.

* 6월 이후 예타통과 사업, 다부처 협업예산 등 0.3조원 규모 예상

< **주요R&D 연도별 예산 규모** >

	'23년	'24년	'25년(안)
주요R&D	24.7조원*	**21.9조원**	**24.8조원**

* 국회최종확정 기준, 일반R&D로 이관된 시설비 일부를 제외

정부는 지난해부터 **선도형R&D로의 체질 전환**이라는 큰 정책 방향 하에 R&D 예타 제도 폐지, 혁신·도전형 R&D 지원체계 구축, 출연연 공공기관 해제, 글로벌R&D 제도개선 등 **정부 R&D 투자시스템 개혁**을 추진해 왔다.

'25년도 R&D 투자는 이러한 **시스템 개혁**의 **바탕** 위에서 **선도형R&D로의 포트폴리오 재편**에 중점을 두었다. 최초·최고에 도전하는 **혁신도전형R&D**, 국가의 혁신을 견인할 **게임체인저 기술**, 글로벌 최고 수준의 공동연구 등 **선도형R&D에 대한 전략적 투자**를 적극 확대하여 내용과 질적인 측면에서

완전히 달라진 만큼 정부R&D의 혁신성과 효과성이 한층 강화될 것으로 기대된다. **'25년도 주요R&D 중점투자 분야**는 다음과 같다.

《 '25년도 주요R&D 중점투자 분야 》

① 인공지능(이하 'AI') 정부R&D 1조원 시대 개막,
3대 게임체인저 기술(AI-반도체, 첨단바이오, 양자) 투자 확대

3대 게임체인저 기술은 AI R&D 1.1조원을 포함, **3.4조원 규모**로, **우리가 보유한 경쟁력을 십분 활용할 수 있는 영역**에 집중투자 하여 **글로벌 가치사슬 內 대체불가능한 기술을 선점**할 수 있도록 전략적으로 투자한다.

AI-반도체 분야는 **차세대 범용인공지능, AI 안전 기술** 등 現빅테크 주도의 AI 생태계 한계를 극복하고 판도를 뒤바꿀 차세대 AI에 집중투자한다. 아울러 그간 정부R&D를 통해 가능성을 보여준 **AI 반도체**에 투자를 확대한다.

첨단바이오는 반도체를 이어갈 초거대 미래산업으로 육성하기 위해, **디지털 바이오 육성기반**과 **바이오 제조 핵심기술**에 투자를 강화하며 **필수·지역의료** 등 보건의료 현안 대응을 위한 기술개발도 지원한다.

양자기술 분야는 산업화 기반 마련을 위한 전략적 투자를 강화한다. **국내 연구생태계**의 **내실**을 **강화**하고 **글로벌 협력 기반**은 더욱 공고히 할 수 있도록 하는 한편, **양자 핵심기술 확보**에도 투자를 확대하여 선도국과의 기술격차 해소를 위해 지원을 강화한다.

② 혁신·도전형R&D 1조원, 국가R&D 전반에 선도·도전의 DNA 이식

정부는 실패 위험이 있더라도 파괴적 혁신을 창출할 수 있는 **고위험-고보상형 R&D**를 우리 연구개발 시스템 내 안착시키기 위해 지난 3월과 6월 두 차례에 걸쳐 '**혁신·도전형 R&D**'라는 기존과 차별화한 투자트랙을 구축하고, 대상 사업들을 발굴한 바 있다. '25년에는 이렇게 발굴된 **혁신·도전형R&D 분야에 약 1조원**이 투자될 예정으로, 10% 개선이 아닌 10배 퀀텀 점프를 목표로 하는 연구, 현존하지 않는 신개념 기술을 개척하는 연구에 지원될 예정이다.

③ 기초연구 전년 대비 11.6% 증액한 2.94조원 투자, 역대 최대

역대 최대규모인 **2.94조원**이 **투입**되는 **기초연구**는 연구의 수월성과 전략성, 안정성 확보 측면을 모두 고려하였다. 먼저 잘하는 연구자가 더 잘하도록 도약 연구를 신설하여 **우수 성과자의 후속 연구**를 **지원**하고, **개척연구**를 통해 태동하는 분야의 과감한 연구를 시작할 수 있도록 했다. 또한 전략성 강화를 위해 국가 아젠다와 지역 혁신에 기여하는 연구 트랙을 마련하였다. 아울러 기초연구가 지식 창출의 보고가 될 수 있도록 다양하고 새로운 이론 연구를 안정적으로 수행할 수 있는 **창의연구를 확대**하였다.

⑤ 초격차 첨단기술 2.4조원 투자로 국가의 차세대 성장엔진을 점화

우리가 선도하고 있는 **첨단기술** 분야의 **초격차 확보에 2.4조원**을 투자한다. **이차전지 분야**는 전고체, 리튬메탈 등 **차세대 기술경쟁력 확보**를 적극 지원하며, **디스플레이 분야**는 OLED 초격차, **iLED 신격차 확보**에 투자를 강화한다. **반도체** 분야는 **첨단패키징** 및 **화합물반도체** 등 유망분야의 생태계 강화를 지원하며, **차세대통신** 분야는 **6G 글로벌 주도권** 선점과 위성통신 개발 등 통신영역 확장에 본격 투자한다.

⑥ 우주 경제 실현과 미래 에너지 수요 대응에 3.2조원 투자

'25년 처음으로 1조원 시대를 열게 된 우주 분야는 지난 5월 개청한 우주항공청을 중심으로 우주 경제 실현을 위한 투자를 본격화한다. **"2032 달 착륙, 2045 화성 도달"을 위한 우주탐사, 차세대 발사체 핵심역량 확보**에 투자하고 민간 전용 발사장 등 인프라 구축, 우주기술·부품 국산화 등 **자생적 우주산업 생태계 조성**을 지원할 계획이다.

AI, 전기차로 촉발된 **전력수요 급증과 다양한 미래 에너지 수요에 대응**할 수 있는 기술개발에 투자를 강화한다. 민관 협력을 통해, 혁신형 소형원자로 등 **차세대원자로 원천기술**, 수소 등 **무탄소 에너지 생산·공급·활용** 기술, **주력산업의 공정혁신과 글로벌 탄소 규제 대응**에 중점 투자한다.

⑦ 혁신이 선순환하는 기업 성장 사다리 구축

우수 역량을 갖춘 **선도·유망기업**이 **도전적인 R&D를 통해 질적 성장**을 할 수 있도록 혁신성 중심으로 정부 지원을 재편하고, 정부R&D 수행 후에도 지속 성장해 갈 수 있도록 **투·융자 등 다양한 지원방식**을 전략적으로 활용·연계한다.

⑧ 안전 대한민국을 위한 과학기술에도 투자 확대

디지털 범죄 등 국민 생활과 직결된 신흥 위협에 신속 대응하고, 지진, 홍수, 화재, 산업안전 등 **중대재해 현장 대응력**을 강화하기 위한 핵심 분야 중심으로 **재난·안전R&D**에 대한 지원을 강화한다. 특히, 전기차 등 전기기반 **신종화재**, 물류 시설의 **대형화재** 등으로부터 국민을 보호하기 위한 **기술개발**도 지원한다.

국방 분야는 **K-9 자주포, 천궁** 등 방산 수출 무기체계 경쟁력 제고에 투자를 확대하고 민·군간, 부처간 협력을 강화한다.

류광준 과학기술혁신본부장은 "**선도형R&D로의 전환**은 우리나라가 기술패권경쟁에서 살아남기 위한 생존전략이자, 혁신과 정체의 기로에서 한단계 도약하기 위해 **반드시 필요한 과정**"이라고 강조하며

"정부는 **시스템 개혁**과 **역대 최대 규모**의 투자를 통해 **선도형R&D** 체제로의 **전환**을 가속화하고, **새로운 혁신의 길**을 여는데 최선을 다하겠다"고 밝혔다.

담당 부서	연구개발투자심의국 연구예산총괄과	책임자	과 장	조현숙 (044-202-6820)
		담당자	사무관	윤상훈 (044-202-6821)

대한민국 정책브리핑
더 아픈 환자에게 양보해 주셔서 감사합니다
가벼운 증상은 동네 병·의원으로
OPEN 공공누리 공공저작물 자유이용허락

붙임 2 예산배분조정 결과 인포그래픽

[2-2] 인공지능(이하 AI) 연구 현황 및 극지연구 활용 분야 제안

극지연구소 정책개발실(황유나) / 2024.09.11. (수)

정책개발실은 최근 전사회적으로 주목받는 인공지능(AI)에 대한 정책자료를 준비하였습니다. 이 자료는 인공지능 기술에 대한 개요와 관련 국내·외 동향, 국내 정부출연연구기관에서의 활용 사례, 그리고 현재 우리 연구소의 활용 사례와 도입 가능 분야 등을 다루고 있습니다. 이번 문건은 인공지능(AI) 기술을 활용한 출연(연)의 연구 현황부터 극지분야에서의 AI기술 활용 현황 및 극지(연)의 AI 기술 활용 분야를 제안합니다.

□ 출연(연)과 인공지능(AI)

○ 국가 R&D에서 데이터 수집, 분석, 예측 및 새로운 융합기술 창조에 AI의 역할이 점점 더 커질 것으로 예측*

* 과학기술 연구기관 AI 활용역량 키운다(파이낸셜 뉴스, 22.01)

○ 他출연(연)에서는 AI 관련 부서의 개편*, 외부 기관과의 업무 협약을 통해 AI기술 활용성 제고와 AI기술을 현업에 활용하여 혁신성과 효율성, 생산성을 향상시킴

* 한국기계연구원(AI로봇연구본부를 AI로봇연구소로 확대 개편), 한국과학기술정보연구원(초거대AI연구단 신설), 한국전기연구원(인공지능 연구센터 운영) 등

○ 이 외에 연구데이터의 공유와 확장, 연구행정 효율화 등 연구기관의 운영 전반에 AI 기술 활용

* 한국에너지기술연구원(연구행정 업무에 AI 기술 접목), 한국과학기술정보연구원(챗봇에 AI기술 접목하여 연구데이터 접근성 향상, 논문 요약,번역, 용어설명 기능 제공) 등

□ 출연(연)의 AI 활용 주요 사례

기관	기술 분류			연구 내용
	머신러닝 (ML)	딥러닝 (DL)	생성형 AI (Gen AI)	
한국생산기술연구원(KITECH)		●		CNN, Transformer 기술 응용, 의료용 카테터 형상 결함 검사시간을 5초 이내로 단축(기존 5분)
한국재료연구원(KIMS)	●			미세 플라스틱의 분광 신호를 AI 에게 학습하여 현장에서 고감도로 신속하게 검출
한국전기연구원(KERI)		●		산업현장의 설비 및 공정 특성을 분석하여 AI기반 기술 현장 적용
철도기술연구원(KRRI)		●		AI분석기술 적용 지하터널 피난 로봇 개발
한국기계연구원(KIMM)		●	●	사용자의 명령을 이해하고 제조 작업 공정에서 로봇이 해야 하는 작업 명령을 자동으로 생성하여 로봇 운용

기관	기술 분류			연구 내용
	머신러닝 (ML)	딥러닝 (DL)	생성형 AI (Gen AI)	
한국전자통신연구원 (ETRI)			●	코알라(KOALA: 이미지 생성모델)* 및 코라바(Ko-LLaVa)** 개발 * 이미지 생성 모델 오픈AI의 DALL-E 3 보다 5배 빠르게 이미지 생성 * 대화형 시각 언어 모델 생성형 인공지능과 시각지능 기술을 결합하여 문장 입력시 그에 맞는 이미지를 제공
한국과학기술정보연구원(KISTI)			●	한국 과학기술데이터에 특화된 언어모델(KONI)*을 개발, 출연(연)·중소기업·공공기관에서 활용 * 생성형 AI 모델 (Kisti Open Natural Intelligence)
한국에너지기술연구원(KIER)	●	●		현장에 방문하지 않고 데이터를 통해 태양광 패널 오염, 성능저하 등을 판단
			●	연구행정 업무에 AI 기술 접목(신규인력 채용시 성과 검증 등)
한국과학기술연구원(KIST)			●	실시간 음향시뮬레이션 기술개발을 통해 집속초음파 시뮬레이션 기술개발(뇌질환 치료)

□ 극지연구와 AI

○ 극지는 다학제 연구, 기초·원천·복합기술이 적용되는 분야로 AI 기술 효용성*이 매우 높음

* 기후변화로 인한 영향 예측 연구 등 대규모 데이터를 처리, 분석할 수 있는 AI 기술의 적용 가능성이 커짐(NASA-IBM 기후 및 날씨 AI 기초 모델 개발, 24.05)

○ (영국) 해양 작업의 최적화를 위해 AI 기술을 활용하여 항로, 연구일정, 위험 인자들을 모두 고려한 해양 작업 시나리오 자동 수립(BAS)

* (BAS) 제 46차 ATCM IP, (Using Artificial Intelligence (AI) to Support Decision Making in Marine Operations to Reduce Carbon Emissions, 2024)

○ (미국) 항공에서 촬영된 북극 해빙 이미지에서 얼음 물범, 북극곰 및 기타 해양 포유류를 탐지하는 AI 모델 개발(NOAA)

* (NOAA) 기관 내 AI 전담 센터 구축(NCAI), '2021-2025 인공지능 전략 계획' 수립(2021)

○ (호주) 남극해 해양동물의 음향 데이터 분석, 인공지능 카메라를 이용한 바닷새 개체수 조사(AAD, CRISO)

○ (노르웨이) 현미경 이미지에서 미세화석을 자동 탐지 및 분석하는 이미지 인식 모델 개발(UiT)

* (NTNU) 북극 지역에서 AI 기술을 활용한 지속가능 발전에 대한 내용을 담은 백서 발간 (White Paper on Transforming the Arctic Future with Artificial Intelligence, 2022)

○ (그 외) AI 기술을 활용한 북극 지역의 얼음 분포, 두께, 형태 등을 시각적으로 나타낸 지도 제작(덴마크), 북유럽 국가의 대기질 모니터링 및 미세먼지 예측(이탈리아) 등

□ AI 기술 활용 시 고려 사항

○ (연구 혁신성) 대량 데이터에 대한 신속한 분석이 가능하고 예측 능력 향상을 통해 기존에 시도해보지 못한 혁신적 분석 방법 시도

* (사례 1) 한국생산기술연구원(KITECH): 결함검사 플랫폼 기술 개발(DL기술을 통해 기존에 5분 이상 걸리던 검사 과정을 5초 이내로 단축)
(사례 2) 한국재료연구원(KIMST): 재료분석 시험법 개발 (미세플라스틱 분광 신호 학습하여 미세플라스틱을 신속하게 검출)

○ (연구 효율성) 사람의 개입을 최소화하며 일관성 있는 데이터의 대량 생산, 반복 작업의 자동화를 통해 연구자의 창의적 업무 시간 확보

* (사례) 한국과학기술연구원(KIST): 무인로봇 연구실(연구자가 원하는 물성 입력 시 자동으로 소재를 합성함으로써 일관성이 있는 양질의 데이터 대량 생산)

○ (데이터 공유) AI 기술을 활용하여 관련 연구자 및 대중의 연구 데이터 접근 및 활용 방안 확장

* (사례 1) 한국천문연구원(KASI): 'SPACE AI' (연구 데이터를 바탕으로 AI 기술을 활용한 연구를 관련 연구자 및 일반 시민에게 제안받는 프로그램)
* (사례 2) 한국과학기술정보연구원(KISTI): NTIS 의 챗봇에 AI기술 접목하여 연구데이터 정보의 접근성 향상, ScienceON에 논문 요약,번역,용어설명 기능 제공

○ (연구행정 효율화) 행정 시스템에 AI 기술을 접목하여 관련 예산, 소요 시간을 획기적으로 단축

* (사례 1) 에너지기술연구원(KIER): 신규인력 채용과정에 AI기술을 활용하여 논문실적 검증 절차를 자동화하여 수천만원의 비용과 소요시간을 획기적으로 단축
(사례 2)한국해양수산개발원(KMI): 생성형 AI 기반 해양수산 연구지원시스템 프로토타입 개발 추진

○ (허위정보 생성) 기존 데이터로부터 학습한 패턴과 정보를 바탕으로 새로운 데이터를 생성하기에 그 과정에서 사실과 다른 정보를 생성하는 위험성*이 있으며 분석 결과에 대한 충분한 검증 필요

* 데이터 편향적 결과, 환각(Hallucination), 조작(예: 딥페이크) 등

○ (데이터 보안) AI 기술 분석을 위한 대량의 데이터의 입력과정에서 보안 정보의 유출 및 악용 위험성이 발생

○ (시스템 관리) 데이터 도출과정에 대한 명확한 이해가 어렵고(블랙박스 모델*) 범용 AI 에이전트 이용으로 기관 차원에서 시스템에 대한 완벽한 관리와 통제가 어려움

* 동작원리가 밝혀지지 않아 중간과정은 명확히 알기 어려우며 입·출력 결과만 확인 가능

□ 극지(연)내 AI 기술 활용 현황

○ 극지(연)은 머신러닝과 딥러닝 기술을 활용하여 남북극 해빙, 해양 그리고 크레바스 분석과 대기(오로라) 데이터 분석 등의 연구* 진행

* CNN 알고리즘을 활용하여 위성 데이터에서 해양·해빙 구분, 해빙의 종류 분류, 해빙 두께 분석과 해양 수온자료를 기반으로 해양지역 광역 구분, 크레바스 자동 분석, 관측 이미지에서 오로라 데이터 자동 분류 등

○ AI 기술 활용 연구는 대부분 초기 단계로 이미지 분석 기술이 주를 이룸, 타 기관들의 경우 다양한 AI 기술을 활용하여 연구의 효과성과 능률성을 제고하는 만큼 적극적인 AI 도입과 활용 필요함

□ 극지(연)의 AI 기술 활용 가능 예시

○ (정책) ATCM 문건 분석과 같이 국내외 정책자료 초기 분석 시 AI 기술 활용하여 문건 분석·요약 시간 단축

○ (연구) 수행중인 연구와 타 연구기관의 사례를 참고하여 음향 데이터 분석기법을 적용한 해양 생태계 분석, 생성형 AI 모델을 활용한 해빙 예측 시스템 구축, 연구선박 해양 작업 시나리오 구성 등의 AI기술 활용 연구 제안

○ (인프라) 인프라 주요시설 유지보수 및 운영 자동화, 위험요소 진단시스템 구축, 에너지의 활용 효율성 제고 등

○ (행정지원) 채용 심사 시 성과 검증 과 채용 문서 검증, 연구기획 단계에서 생성형 AI기반 연구보고서 작성 가이드라인 구성, 극지 보고서 및 논문자료 기반 대화형 검색 서비스 구축 등

□ 참고자료

○ AI 신뢰성 정립을 위한 위험 요인 정의, ICT Standard Weekly, 한국정보통신 기술협회(TTA), 장진철. (24.07)

○ 인공지능 기술 활용 강국을 향한 과학기술정책 제고 전략. 정책연구, 한국과학기술정책연구원(STEPI) 오승환, et al. (20.02)

붙임 1 국가과학기술연구회(NST) 언론보도(2022.01.10.)

과학기술 연구기관 AI 활용역량 키운다

파이낸셜뉴스 입력 :2022.01.10 14:10 수정 : 2022.01.10 14:10

NST, 출연연구기관 AI 통합교육 운영

인공지능. 게티이미지 제공

[파이낸셜뉴스] 다양한 산업기술이 인공지능(AI)과 융합하는 디지털전환 시대에 발맞춰 과학기술분야 연구기관 재직자의 AI 기술 활용역량을 강화하기 위해 AI통합교육 과정이 마련됐다.

과학기술정보통신부와 국가과학기술연구회(NST)는 2022년부터 정부출연연구기관과 과기정통부 직할 연구기관 재직자를 대상으로 온·오프라인 '출연연구기관 AI 통합교육'을 운영한다고 10일 밝혔다.

NST는 AI 교육과정을 자체적으로 운영해 오던 한국전자통신연구원(ETRI), 한국과학기술정보연구원(KISTI), 국가과학기술인력개발원(KIRD) 3개 기관을 AI 통합교육 컨소시엄으로 구성했다. 각 기관의 교육과정을 분류·조정해 총 3단계 6개 과정, 38개 과목의 AI 통합교육 체계를 구축했다.

1단계 입문·기초과정 8개 과목은 과학기술인력교육 전문기관인 KIRD에서, 2단계 기본·활용과정 13개 과목은 슈퍼컴퓨팅 운용·활용 전문연구기관인 KISTI에서, 3단계 전문·심화과정 17개 과목은 ICT 분야 전문연구기관인 ETRI에서 주관한다.

올해 1월부터 온라인 교육과정은 연중 상시 운영되며, 오프라인 교육과정은 2월부터 주관기관의 교육과정 운영 일정에 따라 진행될 예정이다.

출연연구기관 AI 통합교육과정에 대한 자세한 내용은 각 주관기관 홈페이지를 통해 제공된다.

NST 김복철 이사장은 "디지털전환 시대에서 핵심기술은 단연 AI이며 국가 R&D에서도 데이터를 수집, 분석, 예측하고 새로운 융합기술을 창조해 내는데 AI의 역할은 점점 더 커질 것"이라며, "AI 통합교육이 출연연 구성원들의 AI 활용역량을 강화시켜 우수한 연구 성과를 창출하는데 도움이 될 것으로 기대한다"고 말했다.

monarch@fnnews.com 김만기 기자

※ 저작권자 ⓒ 파이낸셜뉴스. 무단전재-재배포 금지

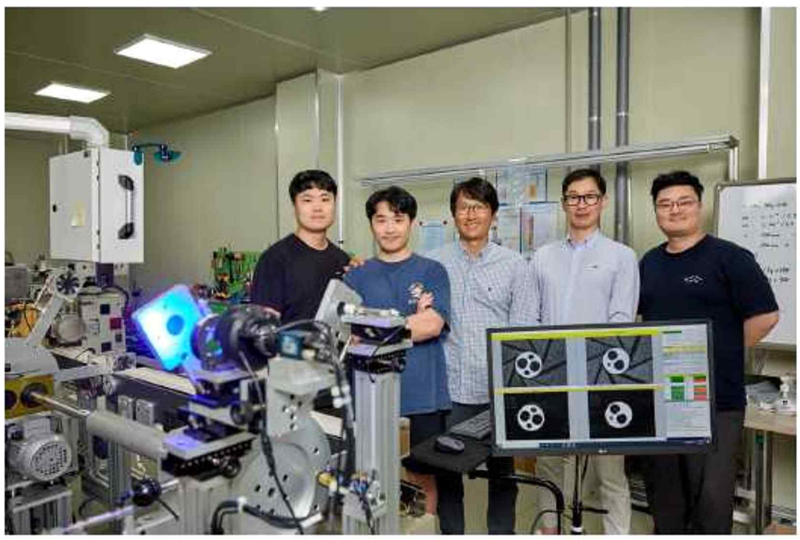
붙임 2 [연구혁신성 향상] 한국생산기술연구원 언론보도(2023.08.31.)

연합뉴스

생기원 "5분 걸리던 결함검사 3~5초로 단축…AI 기반 기술"

송고시간 | 2023-08-31 10:46

| 의료용 카테터에 적용…'고정밀 형상 결함검사 시스템' 개발



연구팀

[한국생산기술연구원 제공. 재판매 및 DB 금지]

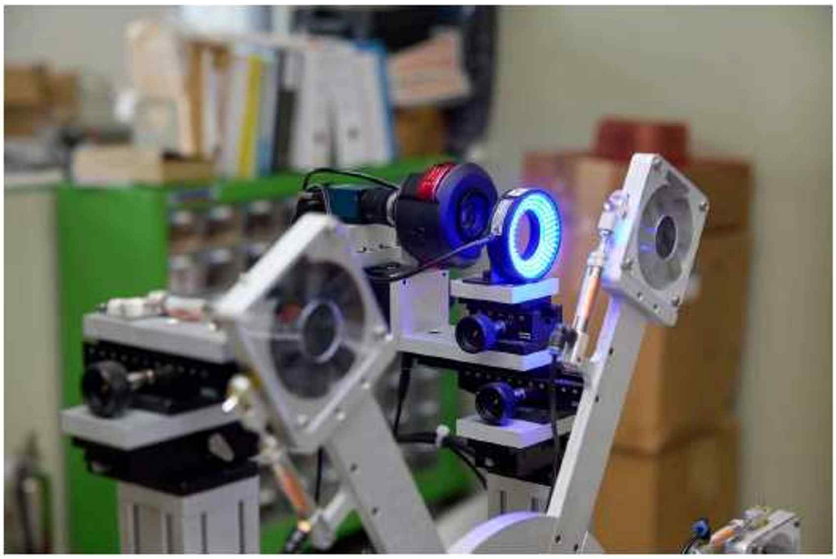
(대전=연합뉴스) 김준호 기자 = 5분 걸리던 결함검사를 3~5초로 단축할 수 있는 인공지능(AI) 기반 플랫폼 기술이 개발됐다.

한국생산기술연구원(생기원)은 AI 기술을 활용한 '결함검사 플랫폼 기술'을 바탕으로 의료용 카테터의 복잡한 형상을 자동 검사할 수 있는 시스템을 개발했다고 31일 밝혔다.

AI응용설비연구센터 윤종필 수석연구원은 머신비전을 이용한 기존 결함검사 방식에 AI 기술을 접목, 딥러닝 알고리즘을 통해 불량 유무를 정확하게 측정·판단할 수 있는 결함검사 플랫폼 기술을 개발했다.

이어 바이오메디컬센터 최동윤 수석연구원은 이 성과를 의료용 카테터에 적용해 복잡한 내부구조 때문에 자동화가 어려웠던 카테터 튜브 단면의 형상 결함을 자동 검사할 수 있는 시스템을 구축했다.

의료용 카테터는 약물 주입·혈액 배액 등 치료·진단기기 역할을 하는 튜브로, 체내에 삽입하는 제품 특성상 형상·치수의 품질 관리가 중요하다.



의료용 카테터 형상 결함검사 시스템

[한국생산기술연구원 제공. 재판매 및 DB 금지]

카테터는 다품종 소량생산 품목이면서도 약물·혈액이 이동하는 통로인 내강(Lumen)의 개수·형상도 다양해 검사 자동화가 어려운 분야로 꼽혀 왔다.

연구진이 개발한 시스템을 적용할 경우 육안 검사 시 최대 5분 정도 소요되던 검사 시간이 3~5초로 단축됐다.

또 해당 시스템에 적용된 AI 딥러닝 알고리즘은 검사 기준이 변경돼도 재학습할 필요가 없고, 재학습 없이도 정상·불량 제품을 평균 95% 정확도로 판단할 수 있다고 연구진은 설명했다.

윤종필 수석연구원은 "재학습에 걸리던 시간과 비용을 크게 줄인 결함검사 플랫폼 기술을 개발하고, 의료용 카테터에 적용해 고정밀 형상 결함검사 시스템을 개발한 것이 핵심"이라며 "최적화 연구를 통해 다양한 제조업 제품의 결함검사에 확대 적용할 계획"이라고 말했다.

붙임 3 **〔데이터 활용〕 한국과학기술정보연구원 언론보도(2023.12.30.)**

연합뉴스

한국과학기술정보연구원, 생성형 언어 모델 'KONI' 개발

송고시간 | 2023-12-20 13:08

과학기술데이터 특화…출연연·중소기업 등 수요 대응

생성형 언어모델 KONI(한글명 고니)
[한국과학기술정보연구원(KISTI) 제공. 재판매 및 DB금지]

(대전=연합뉴스) 김준호 기자 = 한국과학기술정보연구원(KISTI)은 과학기술데이터에 특화되고, 정부출연연구원·중소기업·공공기관에서 활용하기 쉬운 생성형 거대 언어 모델(LLM)인 KONI(한글명 고니) 13b를 개발했다고 20일 밝혔다.

챗(Chat)GPT와 같은 LLM 기술은 다양한 사용자 질의에 풍부한 답변을 할 수 있다는 장점으로 지난해 11월 출시부터 많은 관심을 받아 왔다. 국내에서도 네이버·KT·LG AI 연구원 같은 대기업들을 중심으로 여러 LLM이개발됐다.

KISTI는 보안이나 정보 유출에 안전하면서도, 기존 LLM이 갖는 단점 등을 최소화하는 한편 다양한 과학기술·산업 분야에 특화된 모델 개발이 쉬운 KONI를 개발했다.

KISTI는 KONI 모델을 보급해 보안 및 정보 유출이 염려되거나, 비용이나 전산 자원 부족 문제로 LLM 도입·활용을 주저했던 수요에 대응할 수 있을 것으로 보고 있다.

전산 비용, 보안, 정보 유출 등을 이유로 LLM 도입이 어려웠던 출연연·공공기관·중소기업을 지원할 예정이다.

김재수 원장은 "외부 기관들과 협력 체계를 구축해 지속적인 학습 데이터 확보 및 모델 보급을 꾀하고, 사용자 피드백을 반영해 KONI 모델의 성능을 지속해 개선할 예정"이라고 밝혔다.

kjunho@yna.co.kr

제보는 카카오톡 okjebo

<저작권자(c) 연합뉴스, 무단 전재-재배포, AI 학습 및 활용 금지>
2023/12/20 13:08 송고

본 기사는 연합뉴스와의 계약없이 전문 또는 일부의 전재를 금합니다
Copyright (C) Yonhapnews. All rights reserved.

붙임 4 〔연구행정 활용〕 한국에너지기술연구원 언론보도(2024.06.30.)

이유진·홍재화 기자 | 승인 2024.06.30 16:30

[연구행정 컨퍼런스 세미나] 주제별 연구행정 전략
연구행정 전문가들 나서 총 17개의 전문교육 실시
신규 인력 채용 따른 산더미 논문실적 검증, AI로 해결
복잡하고 다차원적인 연구 과제 해결에 PM제도 활용

이제현 한국에너지기술연구원 에너지AI·계산과학실장이 '연구행정 사례별 효율화 전략'을 주제로 교육에 나섰다. [사진=이유진 기자]

지난 28일 열린 제2회 연구행정컨퍼런스에선 각 분야 행정 전문가들이 나서 총 17개의 전문교육을 실시했다. 그 중 이제현 한국에너지기술연구원 에너지AI·계산과학실장은 실제 연구행정 업무에 인공지능(AI)을 대입한 사례를 공개했다. 그는 해당 기술로 국가과학기술연구회(NST)로부터 2022년, 2023년 연달아 디지털 전환 아이디어 공모전 대상을 받은 바 있다.

그는 "업무 효율화를 한다고 했을 때 'A라는 방식으로 일하니 어렵더라. B라는 지름길로 하자'고 하면 대부분이 실패한다. A로 하던 사람은 A가 몸에 익어서 B를 지속적으로 하기 어려워한다"며 "그러면 새로 온 사람은 결국 A, B 둘 다 하게 돼 있고, 정착하지 못해 실패하게 된다"고 말했다. 이어 "지름길보단 업무 자체를 없애는 게 가장 효율적"이라고 설명했다.

그 일환으로 이 실장은 자신이 개발한 '신규 인력 채용 논문 실적 검증 자동화' 사례를 보여줬다. 보통 연구원별로 신규 인력을 채용할 때 논문 검증이 필요한데, 연 2번 채용한다고 가정했을 때 1년에 약 4000편의 논문이 들어온다고 한다. 실적 존재 여부부터 SCI 여부, 실적 정량 평가 등을 거쳐야 하는데 이전엔 사람이 손수 해야만 했다. 여기엔 수천만원의 비용과 약 한 달의 기간이 소요된다.

이 실장은 여기에 문제점을 느끼고 AI 프로그램을 개발했다. 실적인정 시작연도와 최종연도, 임팩트팩터(IF) 기준 년도와 지원자 자료 등을 올리면 자동으로 검증되는 시스템이다. 결과값은 이후 엑셀파일로 다운로드가 가능해 비교, 분석할 수 있다. 이렇게 만들어진 시스템은 10분에 약 1000건의 논문을 검증할 수 있다.

이 실장은 "저널명이 바뀌는 등의 변수가 있을 수 있어 작업자의 개입은 필요하다"면서도 "업무량이 기존 대비 10분의 1로 줄어든다"고 설명했다.

이 실장은 최근 2010년부터 2024년까지 게재된 태양광 분야 관련 논문 24만편의 데이터를 수집한 뒤 가장 많이 게재한 기관 순을 나타냈다. 1위와 2위는 각각 중국과학원과 독일 헬름홀츠 연구회가 차지했다. 하지만 중간에 'college of engineering(공과대)'이 자리하면서 데이터의 오류를 보였다.

이 실장은 "생성 AI들이 참고하는 논문 데이터베이스는 오픈소스 중심인데, 사람이 입력·관리하는 데이터의 신뢰성은 낮을 수밖에 없다"며 "하지만 이렇게 모은 데이터는 우리의 자산이 된다. 자기 몸을 깎으면서 불필요한 것들은 과감히 다 덜어낼 줄 알아야 한다"고 강조했다.

국가과학기술 혁신생태계 고도화 대토론회 주요 내용과 시사점

< '24. 11. 21. (목). / 정책개발실 황유나 선임연구원>

□ 행사 개요

- ㅇ 일시/장소: 2024.11.19.(화), 14:00~17:30, 서울 포시즌스호텔
- ㅇ 주최: 국가과학기술자문회의 / 주관: 한국과학기술평가원
- ㅇ 기조발제: 박상욱 수석(대통령실 과학기술수석비서관)

□ 기조발제 개요

- ㅇ 우리나라 과학기술 혁신생태계(NIS)는 **세계 최상위권으로 평가**되나, 추격형(Fast-Follower)에서 **선도형(First-Mover)으로 생태계 고도화** 필요
- ㅇ 정부는 과학기술 혁신생태계의 취약점 개선과 혁신생태계 고도화 위해 **'5대 중점 추진과제'** 제시

국가 과학기술 혁신생태계 5대 중점 추진과제
❶ 대학·출연(연) 공공연구기관 혁신(업그레이드)
❷ 선도형 기초연구로의 질적(質的) 전환
❸ 글로벌 과학기술 협력
❹ 기술사업화 시장 육성
❺ 연구개발(R&D) 관리 선진화

- ㅇ 과학기술 혁신생태계 저변 확대를 위해, **국가연구소 사업 등 대학 중심의** 방향성 제시

□ 추진과제별 주요 내용

① 대학·출연(연) 공공연구부문 혁신(업그레이드)

- ㅇ 공공연구개발의 두 축인 **대학-출연(연)을 동조화**하여 함께 움직이는 **출연(연)-대학 연계 활성화 방안*** 5가지 제시

* **'네트워크형 국가연구소',** '인재공동 양성·활용(KIST-고려대학교 연계 사례)', '핵심 연구재원 공동활용', '지역R&D 클러스터링(지역대학과 출연(연), 지역혁신기관(기업) 연계)', '공공R&D 지원체계 고도화' 등

○ 특히 임무 중심의 국가연구소 체계인 **'네트워크형 국가연구소'** 구축 강조

네트워크형 국가연구소

◦ 대학의 **'국가연구소 사업(NRL 2.0)'*과** 개방형 출연(연) 협력체계인 **'국가과학기술연구소(NSTL)'**** 등으로 구성된 연구소로서, 각 분야를 대표하는 국가연구소로 지정하여, 국가 임무 달성의 거점으로 육성

◦ **국가연구소 사업(NRL 2.0: National Research Lab 2.0)**: 대학의 연구개발 혁신 견인 위해 과기정통부-교육부 협업으로 대학 부설 연구소를 블록펀딩 방식의 패키지 형태로 지원하는 사업

◦ **국가과학기술 연구소(NSTL: National Science & Technology Lab, 개방형 출연연 협력체계)**: 출연(연)의 개별 요소기술을 모아 국가 부여 임무를 수행하는 연구단
- 글로벌TOP 전략연구단 지원사업에서 선발된 협력체계를 NSTL로 지정해 운영, 향후 기관출연금 및 수탁사업을 임무 중심으로 재편하고, 개방형 협력체계를 구축 시 NSTL로 지정할 계획

② 선도형 기초연구로의 질적(質的) 전환

○ 추격형(Fast-Follower)·개도국형에서 **선도형(First-Mover)·선진국형** 연구개발 체계로 전환 추진

○ 기초연구 지원체계를 '연구자 생애주기'(연구자의 연령와 경력 중심)에서 **'연구 성장 단계별'(연구주제·기술 성숙도 기준)**으로 변환

* **(현재)** 연구자 생애주기(신진,중견,리더)→**(변경)** 연구 성장단계(맹아,선도,리더)

○ **연구자 자율성 중심**에서 국가전략에 맞춘 **미들-업(Middle-up) 방식*** 의 기초연구 분야 신설

* **미들-업:** 정책적으로 필요 분야를 **정부가 지정(Top-down)**하고, 해당 분야 안에서 **연구자들이 자유롭게 제안·공모(Bottom-up)**하는 방식

③ 글로벌 과학기술 협력

○ **미·중 패권 경쟁 심화**와 신뢰관계에 있는 국가들 위주의 **기술 블록화** 및 협력 추진

○ 우리나라는 **투자 대비 국제협력 성과 저조, 미국 중심**의 과학기술 분야 **국제협력 시스템에 대한 개선** 필요

○ 글로벌 연구개발 협력 외연 확대*와, 국내 연구계를 **세계적 개방형 혁신생태계로 전환** 위한 **시스템 고도화**** 추진

* 국제 연구개발 투자 확대, 호라이즌 유럽 가입 등
** 해외 연구자의 우리나라 R&D 접근성 강화 등

④ 기술사업화 시장 육성

- ㅇ 정부 주도의 **밀어내기식 기술이전·사업화**로 인해 민간 자본 유입 저조→보상체계 미비→기술사업화 저조
- ㅇ **기술사업화 전문회사**를 육성하여 소속 연구기관 관계없이 사업화를 추진할 수 있는 시장원리 도입 방안 제시
- ㅇ 사업화 **기여자에 대한 보상 강화** 및 거버넌스(부처 협의체, 법제도 정비, 사업 정비) 개편 등으로 사업화 수익 확대, 자본축적과 민간 자본이 유입되는 **기술사업화시장 선순환 체계** 구축 필요

⑤ 연구개발 관리 선진화

- ㅇ 연구기획-수행-성과확산 전반에 걸친 연구개발 관리는 연구성과 창출에 중요한 영향을 미치며 이에 **연구행정의 선진화** 필요
- ㅇ 연구개발 관리에 대한 **인식 전환**과 **처우개선**이 필요하며 연구행정가의 전문성을 제고하고 연구자와 연구행정가가 한 팀으로 일할 수 있도록 연구체계를 개선할 것을 제시

□ 시사점 및 향후 고려사항

- ㅇ NST 산하 연구기관 대상으로 다양한 공공연구기관 혁신 방안이 시도 중이나, **혁신 방향에 대해 관계자들 간 의견이 분분**함
- ㅇ 우리연구소의 연구개발 구성은 **NST 추진정책***과 **직접적 연계성은 낮으나**, 정부 정책** 기조 변화에 따른 **선제적** 대응 필요

  * 글로벌 TOP 전략 연구, 12대 전략기술

  * 연구성장단계 기반 지원, 글로벌협력 연구 지원, 대학-출연(연)간 협력 연구 지원

- ㅇ 우리연구소 소재 지역 대학·연구기관·기업과 함께 지역R&D 클러스터링 조성과 극지과학 인재 양성·활용 협력 필요
- ㅇ 극지의 거대과학 특성을 고려하여 **북극권·유럽권·남미권** 글로벌 협력네트워크를 통해 호라이즌 유럽 등 대형 프로그램 참여 확대

  * 해외 협력기관을 통해, 호라이즌 유럽 프로그램 참여

④ 기술사업화 시장 육성

- ㅇ 정부 주도의 **밀어내기식 기술이전·사업화**로 인해 민간 자본 유입 저조→보상체계 미비→기술사업화 저조
- ㅇ **기술사업화 전문회사**를 육성하여 소속 연구기관 관계없이 사업화를 추진할 수 있는 시장원리 도입 방안 제시
- ㅇ 사업화 **기여자에 대한 보상 강화** 및 거버넌스(부처 협의체, 법제도 정비, 사업 정비) 개편 등으로 사업화 수익 확대, 자본축적과 민간 자본이 유입되는 **기술사업화시장 선순환 체계** 구축 필요

⑤ 연구개발 관리 선진화

- ㅇ 연구기획-수행-성과확산 전반에 걸친 연구개발 관리는 연구성과 창출에 중요한 영향을 미치며 이에 **연구행정의 선진화** 필요
- ㅇ 연구개발 관리에 대한 **인식 전환**과 **처우개선**이 필요하며 연구행정가의 전문성을 제고하고 연구자와 연구행정가가 한 팀으로 일할 수 있도록 연구체계를 개선할 것을 제시

□ 시사점 및 향후 고려사항

- ㅇ NST 산하 연구기관 대상으로 다양한 공공연구기관 혁신 방안이 시도 중이나, **혁신 방향에 대해 관계자들 간 의견이 분분**함
- ㅇ 우리연구소의 연구개발 구성은 **NST 추진정책***과 **직접적 연계성은 낮으나**, 정부 정책** 기조 변화에 따른 **선제적** 대응 필요

  * 글로벌 TOP 전략 연구, 12대 전략기술

  * 연구성장단계 기반 지원, 글로벌협력 연구 지원, 대학-출연(연)간 협력 연구 지원

- ㅇ 우리연구소 소재 지역 대학·연구기관·기업과 함께 지역R&D 클러스터링 조성과 극지과학 인재 양성·활용 협력 필요
- ㅇ 극지의 거대과학 특성을 고려하여 **북극권·유럽권·남미권** 글로벌 협력네트워크를 통해 호라이즌 유럽 등 대형 프로그램 참여 확대

  * 해외 협력기관을 통해, 호라이즌 유럽 프로그램 참여

④ 기술사업화 시장 육성

- ㅇ 정부 주도의 **밀어내기식 기술이전·사업화**로 인해 민간 자본 유입 저조→보상체계 미비→기술사업화 저조
- ㅇ **기술사업화 전문회사**를 육성하여 소속 연구기관 관계없이 사업화를 추진할 수 있는 시장원리 도입 방안 제시
- ㅇ 사업화 **기여자에 대한 보상 강화** 및 거버넌스(부처 협의체, 법제도 정비, 사업 정비) 개편 등으로 사업화 수익 확대, 자본축적과 민간 자본이 유입되는 **기술사업화시장 선순환 체계** 구축 필요

⑤ 연구개발 관리 선진화

- ㅇ 연구기획-수행-성과확산 전반에 걸친 연구개발 관리는 연구성과 창출에 중요한 영향을 미치며 이에 **연구행정의 선진화** 필요
- ㅇ 연구개발 관리에 대한 **인식 전환**과 **처우개선**이 필요하며 연구행정가의 전문성을 제고하고 연구자와 연구행정가가 한 팀으로 일할 수 있도록 연구체계를 개선할 것을 제시

□ 시사점 및 향후 고려사항

- ㅇ NST 산하 연구기관 대상으로 다양한 공공연구기관 혁신 방안이 시도 중이나, **혁신 방향에 대해 관계자들 간 의견이 분분**함
- ㅇ 우리연구소의 연구개발 구성은 **NST 추진정책***과 **직접적 연계성은 낮으나**, 정부 정책** 기조 변화에 따른 **선제적** 대응 필요

  * 글로벌 TOP 전략 연구, 12대 전략기술

  * 연구성장단계 기반 지원, 글로벌협력 연구 지원, 대학-출연(연)간 협력 연구 지원

- ㅇ 우리연구소 소재 지역 대학·연구기관·기업과 함께 지역R&D 클러스터링 조성과 극지과학 인재 양성·활용 협력 필요
- ㅇ 극지의 거대과학 특성을 고려하여 **북극권·유럽권·남미권** 글로벌 협력네트워크를 통해 호라이즌 유럽 등 대형 프로그램 참여 확대

  * 해외 협력기관을 통해, 호라이즌 유럽 프로그램 참여

④ 기술사업화 시장 육성

- ㅇ 정부 주도의 **밀어내기식 기술이전·사업화**로 인해 민간 자본 유입 저조→보상체계 미비→기술사업화 저조
- ㅇ **기술사업화 전문회사**를 육성하여 소속 연구기관 관계없이 사업화를 추진할 수 있는 시장원리 도입 방안 제시
- ㅇ 사업화 **기여자에 대한 보상 강화** 및 거버넌스(부처 협의체, 법제도 정비, 사업 정비) 개편 등으로 사업화 수익 확대, 자본축적과 민간 자본이 유입되는 **기술사업화시장 선순환 체계** 구축 필요

⑤ 연구개발 관리 선진화

- ㅇ 연구기획-수행-성과확산 전반에 걸친 연구개발 관리는 연구성과 창출에 중요한 영향을 미치며 이에 **연구행정의 선진화** 필요
- ㅇ 연구개발 관리에 대한 **인식 전환**과 **처우개선**이 필요하며 연구행정가의 전문성을 제고하고 연구자와 연구행정가가 한 팀으로 일할 수 있도록 연구체계를 개선할 것을 제시

□ 시사점 및 향후 고려사항

- ㅇ NST 산하 연구기관 대상으로 다양한 공공연구기관 혁신 방안이 시도 중이나, **혁신 방향에 대해 관계자들 간 의견이 분분**함
- ㅇ 우리연구소의 연구개발 구성은 **NST 추진정책***과 **직접적 연계성은 낮으나**, 정부 정책** 기조 변화에 따른 **선제적** 대응 필요

  * 글로벌 TOP 전략 연구, 12대 전략기술

  * 연구성장단계 기반 지원, 글로벌협력 연구 지원, 대학-출연(연)간 협력 연구 지원

- ㅇ 우리연구소 소재 지역 대학·연구기관·기업과 함께 지역R&D 클러스터링 조성과 극지과학 인재 양성·활용 협력 필요
- ㅇ 극지의 거대과학 특성을 고려하여 **북극권·유럽권·남미권** 글로벌 협력네트워크를 통해 호라이즌 유럽 등 대형 프로그램 참여 확대

  * 해외 협력기관을 통해, 호라이즌 유럽 프로그램 참여

붙임 2 **글로벌 TOP 전략 연구단(과학기술정보통신부 언론보도, 2024.10.16)**

과학기술정보통신부 보도자료 당신 대한민국! 세로로 국민의 나라

보도시점 2024. 10. 16.(수) 16:30 (2024. 10. 17.(목) 조간) 배포 2024. 10. 16.(수) 09:00

「다음 단계(NEXT) 출연연」 도약을 향한 출연연의 담대한 도전

세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단 출범식 개최

- '24년 선정된 차세대 이차전지, 유전자·세포치료, 소형조립식<모듈>원자로(SMR) 가상원자로, 차세대 반도체, 수소 저장·활용 5개 분야 전략연구단 임무 목표·계획 대국민 발표

과학기술정보통신부(장관 유상임, 이하 과기정통부)와 국가과학기술연구회(이사장 김복철, 이하 NST)는 10월 16일(수), 금년도 선정된 '세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단'의 착수를 기념하고 연구단별 임무·계획의 대국민 발표를 위한 출범식을 개최하였다.

※ **(일시/장소)** '24.10.16.(수) 16:30 / 대전 중앙과학관 사이언스홀

정부는 첨단기술의 빠른 발전과 변화에 능동적으로 대응하기 위해 지난 1월 출연연을 공공기관에서 지정 해제하는 한편, 출연연이 국가임무 중심의 산·학·연 역량결집 거점으로 도약하기 위한 방안을 6월에 발표하였다. 또한 이러한 도전의 첫걸음으로서 '세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단'을 선정한 바 있다.

이번 출범식은 이러한 출연연의 변혁과 도약을 위한 의지와 더불어 각 전략연구단별 임무 계획과 목표를 국민께 보고드리기 위해 마련되었으며, 유상임 과기정통부 장관, 김복철 국가과학기술연구회 이사장을 비롯해 출연연 기관장 및 소속 연구원, 금년도 선정된 세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단 단장 및 연구진 등 총 250여명이 참석하였다.

출범식의 첫 순서로 '세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단 지원사업'에 대한 소개가 이루어졌다. 출연연 상호 간 칸막이를 낮추어 국가적 임무 중심의 개방적 협력체계를 구축하고, 출연연이 국가 연구기관다운 대형성과를 창출할 수 있도록 지원하기 위한 동 사업의 추진 배경과 목표를 설명하는 한편, 금년도 전략연구단 선정 경과를 담은 영상을 공유하는 시간을 가졌다.

이후에는 올해 선정된 연구단별 주요 임무 목표, 혁신 추진계획 등에 대한 발표가 진행되었다. 연구단별로 해당 연구개발의 추진 배경·필요성과 주요 임무 목표, 달성하고자 하는 성과, 연구개발 이행계획, 그리고 기관 간 칸막이를 허물고 역량을 결집하기 위한 다양한 혁신 추진계획 등을 소개하였다.

연구단별 발표 이후에는 「다음 단계(NEXT) 출연연」으로 도약하기 위한 출연연의 새로운 도전을 응원하고, '세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단'의 착수를 기념하기 위한 부대 프로그램도 함께 진행되었다. 전략연구단별 지정서 수여와 더불어, 유상임 과기정통부 장관, 김복철 국가과학기술연구회 이사장, 전략연구단장, 관련 출연연 기관장들이 함께 손을 모아 출연연 간 융합·협력과 선도형 연구개발(R&D) 체계로의 도약을 다짐하는 축하의식도 진행되었다.

유상임 과기정통부 장관은 "출연연은 집단지성을 바탕으로 전략기술 확보와 같은 국가적 임무를 수행하고 대형성과를 창출하는 「다음 단계(NEXT) 출연연」으로 나아가야 하며, '세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단'은 그 첫걸음이 될 것"이라며 "정부는 출연연과 한팀(one-team)이 되어 출연연이 대한민국의 혁신생태계를 추격형에서 선도형으로 다시 한 번 변화시킬 수 있도록 필요한 지원을 아끼지 않겠다"고 밝혔다.

김복철 국가과학기술연구회 이사장은 "출연연이 국가적 임무 중심의 연구기관으로 거듭나기 위한 계기가 마련되었고, 이번에 출범한 전략연구단이 그 마중물 역할을 할 것이라면서, 앞으로도 국민에게 더욱 다가가는 출연연이 될 수 있도록 최선을 다하겠다"고 밝혔다.

※ '세계 최정상(글로벌 TOP) 전략연구단 출범식'은 과기정통부 유튜브(www.youtube.com/withmsip)와 출연연 TV(출연연 내부 포털)를 통해 실시간 생중계 예정

담당 부서	연구성과혁신관 연구기관혁신지원팀	책임자	과 장	온정성 (044-202-4760)
		담당자	사무관	신원식 (044-202-4754)
담당 기관	국가과학기술연구회	책임자	부 장	강현수 (044-287-7317)
		담당자	팀 장	이창희 (044-287-7432)
		담당자	팀 원	이현우 (044-287-7162)

대한민국 정책브리핑
더 아픈 환자에게 양보해 주셔서 감사합니다
가벼운 증상은 동네 병·의원으로
OPEN

R&D 예비타당성조사 제도 폐지 및 대체 심사 제도 논의 동향 안내

< '24. 12. 17. (화) / 정책개발실 황유나 선임연구원>

□ 배경 및 문제점

○ R&D 예비타당성조사(이하, 예타)는 자원의 효율적 배분을 위해 국가 재정 투입 전 연구개발(R&D) 사업의 사전타당성을 검증하는 제도*로 2008년부터 시행됨

* 총사업비 500억 이상, 국가재정지원 규모 300억 이상 R&D사업 대상으로 R&D 목표, 필요성, 기대 효과, 비용 및 일정 등을 종합적으로 분석하여 사업의 실행 가능성 평가

○ 기획부터 예타 통과까지 평균 2년 이상이 소요됨에 따라, 급변하는 기술 환경에서 국가 차원의 전략적 투자를 신속하게 추진하는데 한계점 상존

○ R&D는 본질적으로 불확실성이 큰 분야이므로 미래 수요와 편익에 대한 예측 가능성을 기반으로 타당성을 평가하는 데 적합하지 않다는 의견 제기

□ 진행 경과

○ 신속·창의·도전성이 요구되는 R&D와 예타 제도 간 괴리로 근본적 개선 요구가 제기됨에 따라 **R&D 예비타당성조사 제도 폐지 방침 발표**('24.05.17)

○ R&D 예타 제도 폐지를 위해 관련 법안(국가재정법·과학기술기본법)의 개정안 입법 예고('24.10.10) ,국무회의 상정 및 통과('24.12.10)

R&D 예비타당성 조사 폐지 추진 경과

날짜	관련회의	내용
'24.4.25	국가과학기술자문회의 전원회의	R&D 예타 제도 폐지 건의
'24.5.17	국가재정전략회의	R&D 예타 제도 폐지 방침 발표
'24.6.3	경제장관회의	연구개발 예산 시스템 주요 제도개편 방안 마련
'24.6.4	국가과학기술자문회의 심의회의	'대형 국가연구개발사업 투자관리 시스템 혁신방안' 수립 의결
'24.10.11	맞춤형 심사제도 기획위원회 구성	예타 폐지 이후 맞춤형 심사제도 마련을 위한 착수 회의
'24.12.10	국무회의 통과	「국가재정법」*과 「과학기술기본법**」 개정안 마련

* 국가재정법 개정안: '**국가연구개발사업**'과 '**연구개발 수행에 필수적인 건설공사**'를 **예타 대상에서 제외**

** 과학기술기본법 개정안: 연구개발 예타 폐지 이후, 보완 방안으로 '**맞춤형 심사제도**' 실시 등 포함

□ 대체 심사 제도(안) 주요 내용

○ 신규 심사 제도는 R&D 성격에 따라 연구형 R&D (기초·원천, 국제공동연구 등)와 구축형 R&D사업(연구시설장비 등)으로 분리하여 진행

○ (연구형R&D) 신규사업의 기획보완을 위한 **'사전기획점검제'** 실시

*절차: (부처)기획보고서 제출(예산요구 전년도 10월) → (혁신본부)전문검토 및 결과 통보(11월~3월) → (부처)기획보완 후 예산요구(5월)

○ (구축형R&D) 사업 **유형 및 난이도**에 따라 심사 기준, 방법 및 절차를 차별화하는 **'맞춤형 심사제도'** 실시

- (기본계획 심사) 기술개발이 필요 없이 사업관리도가 낮은 단순 장비 도입 사업 등은 사업 **기본계획만 심사**하여 **사업추진 여부 결정**

*절차: (부처)사업추진계획 제출(수시, ~12월) → (혁신본부)기본계획심사(약3개월 소요, 매월 실시) 및 결과통보 → (부처)통과시 차년도예산요구(5월)

- (단계심사) 대형연구시설 구축(가속기 등), 체계개발(우주발사체 등)등의 사업은 내실있는 추진을 위해 **단계적으로 심사***하여 **사업추진 여부 결정**

*절차: (1단계)기본계획 심사(연중, 2개월 소요) → (2단계)추진계획 심사(연 4회, 5개월 소요) → 통과 시 예산요구(5월)

대형 국가연구개발사업 투자·관리 시스템 혁신방안 주요 내용(과기정통부·기재부,'24.6.4.)

<table>
<tr><th colspan="3">구분</th><th>R&D 사업 투자·관리 방향</th></tr>
<tr><td>1천억 미만</td><td colspan="2">모든 R&D</td><td>예산심의만 실시</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1천억 이상</td><td colspan="2">연구형 R&D
(기초.원천연구, 국제공동연구 등)</td><td>사전기획점검제 도입</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시설장비구축</td><td rowspan="3">구축형 R&D
(연구장비도입,
체계개발사업 등)</td><td>(장비도입 등) 기본계획 심사</td></tr>
<tr><td>(연구시설구축) 단계(기본계획+추진계획) 심사</td></tr>
<tr><td>체계개발</td><td>단계(기본계획+추진계획) 심사</td></tr>
<tr><td colspan="2">일반 건축</td><td>일반예타(기재부)</td></tr>
</table>

□ 고려 사항

○ 제 3 기지 건설 사업 추진 시 새로 수립될 심사 제도 中 '연구시설구축' 항목의 배치 가능성 높음, 향후 절차를 참고하여 심사 대응 방향 수립 필요

○ 개정안의 국무회의 통과로 내년 상반기 국회 통과 및 하반기 정책 시행이 기대되었으나 대통령 탄핵안 가결('24.12.14)에 따라 법안 처리 등, 정책 지연 우려 발생

* 국무회의 의결 법안(정부 입법안)은 대통령 재가를 거쳐 대통령 명의로 국회 제출

붙임 1 **연구개발(R&D) 예비타당성조사 제도 폐지 관련, 개정안 국무회의 의결 (과학기술정보통신부 언론보도, 2024.12.10)**

관계부처합동 보도자료 다시 대한민국! 새로운 국민의 나라

보도시점 2024. 12. 10.(화) 11:00 배포 2024. 12. 9.(월) 14:00

연구개발 분야 예비타당성조사 제도 폐지를 위한 「국가재정법」, 「과학기술기본법」 개정안 국무회의 의결(12.10.)

기획재정부(장관 최상목, 이하 '기재부')와 **과학기술정보통신부**(장관 유상임, 이하 '과기정통부')는 연구개발 **분야 예비타당성조사**(이하 '예타') **폐지 이행**을 위한 「**국가재정법**」과 「**과학기술기본법**」 **개정안**을 **마련**한 후 **국무회의 의결**(12.10.)을 마쳤다고 밝혔다.

그간 연구개발 예타는 **평균 2년 이상**의 기간이 **소요**됨에 따라, 급변하는 기술환경속에서 **국가 차원의 전략적 투자**를 **속도감 있게 추진**하는데 **한계**가 있었다. 또한 **예타 제도**는 미래수요(편익)에 대한 **'예측가능성'**을 기반으로 **타당성**을 **평가**하는 제도이나, **연구개발은 '불확실성'**이 큰 분야로 **예타 제도**로 **평가**하는데 **한계**가 있다는 의견 등도 지속 제기되었다.

이에, 기재부와 과기정통부는 지난 **2024년도 국가재정전략회의**(5.17.)에서 연구개발 사업의 **신속성·적시성 제고**를 통한 **선도형** 연구개발**체계로의 전환** 및 **대형** 연구개발**사업 투자 체계 개편의 일환**으로 연구개발 **예타 제도**를 **폐지**하는 방안을 발표하였다.

아울러, **경제장관회의***(6.3.) 및 **국가과학기술자문회의****(6.4.)에서는 연구개발 사업을 **신속·적기**에 **추진**하면서도 **내실있게 추진**할 수 있도록 **사업 유형별 맞춤형 검증 제도** 등 **예타 폐지**에 따른 **보완방안**을 **마련**하였다.

* 연구개발 예산 시스템 주요 제도개편 방안, ** 대형 국가연구개발사업 투자관리 체계 혁신방안

이에 따라, 양 부처는 연구개발 **예타 폐지** 및 **보완방안 실시**에 대한 **법**

적 기반 마련을 위해 「국가재정법」, 「과학기술기본법」 개정을 추진해왔다.

「국가재정법」 개정안은 '국가연구개발사업'과 '연구개발 수행에 필수적인 건설공사'를 예타 대상에서 제외하는 내용을 담고 있으며, 「과학기술기본법」 개정안은 연구개발 예타 폐지 이후, 보완방안으로서 '맞춤형 심사제도' 실시 등을 내용으로 한다.

기재부와 과기정통부는 공동으로 법 개정안을 마련하고, 관계부처 협의 및 입법예고, 법제처 심사 등 행정 절차를 거쳐 금번 국무회의(12.10.) 안건으로 상정하였으며, **이번 달 중 법 개정안을 국회에 제출**할 예정이다. 국회 제출 이후에는 **국회와 긴밀히 협의**하여 개정안이 **국회에서 최대한 신속하게 통과**될 수 있도록 노력할 계획이다.

※ 개정안 마련(~8월) → 법제처 사전컨설팅(9월) → 관계부처 협의 및 입법예고(10~11월) → 법제처 심사(10~12월초) → 국무·차관회의(12월)

향후 '25년 상반기에 법 개정안이 국회 심사를 통과할 경우 **'25년 하반기부터 새로운 제도가 본격**적으로 **시행**될 예정이다.

「국가재정법」과 「과학기술기본법」이 개정되면 기초·원천연구 등 대규모 ❶「**연구형 연구개발**」 사업의 경우 **기획 완성도를 제고**하기 위한 **'사전기획점검제'**를 거쳐 지체없이 **차년도 예산요구**를 할 수 있다. 이를 통해 **기존 예타 제도 대비 약 2년 이상 일정 단축**이 가능해진다.

대형 가속기 구축, 우주발사체 등의 ❷「**구축형 연구개발**」 사업은 실패 시 **매몰비용이 막대**하고 구축 이후 **운영비가 지속 투입**됨에 따라, 보다 면밀한 점검을 위해 사업 유형과 관리 난이도에 따라 차별화된 심사절차를 적용하는 **'맞춤형 심사제도'**가 **도입**된다. **단순한 장비도입**의 경우 **신속심사를 적용**하여 빠르게 사업을 추진하고, 사업관리가 복잡한 대형연구시설구축, 체계개발과 같은 경우는 **단계적**으로 **심사**하여 **사업 성공 가능성을 제고**할 것이라고 밝혔다.

또한 사업 추진 과정에서 환경변화 등에 따라 변경이 필요한 경우에는

계획변경심사를 통해 **유연한 사업 추진**이 가능케 할 계획이다.

금번 연구개발 예타 조사 폐지로 우리나라의 **선제적 기술 확보** 및 **경쟁력 강화**를 **적기에 집중 지원**할 수 있는 토대가 마련되고, 이를 통해 국가의 혁신을 견인할 **3대 국면 전환 요소(게임체인저) 기술,** 인공지능-반도체, 첨단 생명과학<바이오>, 양자) 개발 및 미래성장동력인 **국가첨단전략산업**(반도체, 디스플레이, 이차전지, 생명과학) 육성 등을 위한 황금시간**을 확보**함으로써, 우리나라가 세계 기술패권 경쟁에서 앞서나갈 수 있는 발판이 마련될 것으로 기대된다.

담당 부서	기획재정부 타당성심사과	책임자	과 장 강경구 (044-215-5410)
		담당자	사무관 김희준 (first3828@korea.kr)
	기획재정부 연구개발예산과	책임자	과 장 이혜림 (044-215-7370)
		담당자	사무관 이승민 (sseung513@korea.kr)
	과학기술정보통신부 연구개발타당성심사팀	책임자	팀 장 이정수 (044-202-6940)
		담당자	사무관 김홍주 (bsomju00@korea.kr)

내일을 만드는 과학기술
내삶을 채우는 디지털·AI
더 아픈 환자에게 양보해 주셔서 감사합니다
가벼운 증상은 동네 병·의원으로
대한민국 정책브리핑
OPEN 공공누리 공공저작물 자유이용허락

붙임 2 국가위 심의 회의 안건 자료 [2024.12.10]

공 개

의안번호	제 1 호
심 의 연 월 일	2024. 6. 4. (제 8 회)

심의사항

선도형 R&D 전환을 위한

대형 국가연구개발사업 투자·관리 시스템 혁신방안(안)

- R&D 예비타당성조사의 획기적 개선 -

국가과학기술자문회의
심의회의

제 출 자	과학기술정보통신부장관 이 종 호 기획재정부장관 최 상 목
제출 연월일	2024. 6. 4.

1. 의결주문

○ 「대형 국가연구개발사업 투자·관리 시스템 혁신방안(안)」을 별지와 같이 의결함

2. 제안이유

○ **'선도형 R&D'로의 실질적 전환점** 마련을 위해 **「2024 국가재정전략회의」**에서 발표된 **'R&D예타 제도 폐지'**에 따른 **후속조치**

○ **대형R&D 투자**의 **적시성**과 **신속성**을 희복함과 동시에 연구개발 추진의 **효율성** 및 **재정건전성**을 확보하기 위한 방안 마련

3. 주요내용

< 현황 및 문제점 >

□ 국가 차원의 **전략적 대규모 투자**를 **속도감** 있게 추진하는데 한계

○ R&D예타는 **평균 2년 소요**되며, 예타 **면제**는 매우 **예외적**으로 적용 중, 반면 경쟁국은 **기획보완 중심** 사전검토로 대규모 사업 **신속 착수**

※ 최근 5년간 R&D 예타 통과율: ('18) 20.2% → ('20) 21.6% → ('22) 20.5%

□ 2015년 **일몰제**까지 도입되며 **R&D 파편화**와 **행정비효율**도 심화

○ **소규모·단기 사업 급증**에 따라 기획·관리·평가 **행정 동반 증가**

□ **대규모 구축사업**의 경우 **사전검증**이 필요하나 예타의 **실효성에 한계**

○ 대형 연구시설·장비 구축, 체계개발 사업 등은 **철저한 사전준비**가 필요하나 예타는 한 번에 사업 **전반을 검토**하여 **준비 부담**도 크고 **내실있는** 조사 곤란

□ 근본적 문제는 **"R&D의 본질"**과 **"예타 본연의 역할"** 간 **간극**

○ 정부는 민간이 나서기 어려운 분야에 **선제적**으로 **과감히** 투자해야하나 예타는 **'예측 가능성'**과 **'객관적 근거'**를 전제로 보수적으로 접근

1 첨단기술의 신속한 R&D 착수 지원(R&D예타 원칙적 폐지)

○ (기본 방향) 선도형 R&D로의 전환을 위해, R&D 분야는 **예비타당성 조사 제도의 원칙적인 폐지**를 추진

○ (보완방향) **1천억원 이상** 대규모 신규 R&D사업에 대해서는, **재정 건전성 확보 및 내실있는 추진**을 위해 별도 **보완절차** 마련

2 (연구형R&D)신속하면서도 건전한 연구개발 추진

◇ **연구형R&D 사업**은 추가 소요기간 없이 신속하게 추진하되, 면밀한 기획 검증을 위한 예산심의 **보완절차 마련**

○ (예산심의보완) **1천억원** 이상의 연구형R&D는 **기획완성도** 제고 및 **효율적 예산심의**를 위해 필수항목* 중심의 (가칭)**사전기획 점검제**** 추진

* ①필요성 및 시급성, ②사업규모 적정성, ③추진내용 구체성, ④유사중복 여부

** (절차) (부처)사업추진계획 제출(전년 10월) → (혁신본부)전문검토 후 결과 안내(3월) → (부처)기획보완 및 예산요구(5월)

3 (시설장비/체계개발)안정적이고 내실있는 추진체계 도입

◇ **1천억원** 이상의 **구축형R&D사업은** 사업관리 난이도(기술개발 수반 여부)에 따라 차별화된 심사절차를 적용하는 **맞춤형 심사** 제도 도입

[① 장비도입사업 등]

○ (기본계획심사) 기술개발이 필요없고 사업관리도가 낮은 단순 장비 도입사업 등은 사업 **기본계획**만 심사* ⇨ 사업추진(예산투입) **여부 결정**

* (검토항목) 필요성, 활용계획, 추진전략 (+ 품질관리계획, 사업규모)

(절차) (부처)사업추진계획 제출(수시, ~12월) → (혁신본부)기본계획심사(약 3개월 소요, 매월 실시) 및 결과통보 → (부처)통과시 차년도 예산요구(5월)

(2)

[② 연구시설구축 / 체계개발사업]

○ (**선행기술분리**) 선행기술개발*은 **연구형R&D**로 先 **추진**하고, 핵심 부품에 대한 선행기술을 **확보한 후**에 **구축사업** 착수

* (정의) 대형 연구시설 구축이나 체계개발에 필요한 핵심 요소기술

○ (**단계심사**) 신속한 구축결정 및 내실있는 추진을 위해 ①**기본계획 수립**(구축결정)→②**추진계획 수립**(사업착수 결정)→ ③**사업착수** 단계로 추진

* (심사절차) 1단계기본계획 심사(연중, 2개월 소요) → 2단계추진계획 심사(연 4회, 5개월 소요) → 통과 시 예산요구(5월)

[③ 일반건축 등]

○ (**일반예타**) R&D 분야 **일반건축사업**은 기재부 **예타**를 실시하고 **건설공사를 포함한 구축형사업**은 건설부분의 **적정규모** 중심으로 검토*

* 필요성 항목 등은 단계심사제도와 연계하여 검토

④ 세부 관리방안

○ (**공통 사항**) 부처는 차년도 예산요구 시 **모든 R&D사업**을 예외없이 지출한도 내 편성하고 **재정건전성** 확보(예산편성 세부지침 등 개정 시 반영)

- R&D 신속 추진으로 인한 사업 **부실화를 방지**하기 위해 **매년** 혁신본부와 기재부 **예산심의** 단계에서 사업수행 **건전성**을 지속 관리

○ (**연구형 R&D**) **대규모 계속사업**은 추진과정을 **모니터링**하고 필요에 따라 **지속여부** 등에 대한 **평가**를 실시하고, 고유임무형 **계속사업**을 **확대**

○ (**구축형 R&D**) 맞춤형 심사제도의 운영 관련사항 및 검토결과에 대한 **심의·조정**을 위한 **심사위원회** 구성·운영

- 맞춤형 심사제도에 특화된 전담기관 육성을 위해 지속적 교육을 통한 **사업관리**(Project Management) 분야 **전문성** 강화

5 시스템 혁신 이행방안

○ **(법령개정)** R&D예타 폐지를 위한 「**국가재정법**」 개정, 심사제도 운영을 위한 「**국가연구개발혁신법**」 개정 및 **심사지침** 제정 등 **신속** 추진

○ **(과도기 운영)** 국가재정법 개정 완료전까지는 **현행 법**(예타) 체제 내에서 **예타면제, 신속조사** 확대 등을 통한 **신속 착수 지원**

4. 참고사항

□ 연구계 의견수렴(6월~)

□ 「국가재정법」 등 관련 법령 개정 추진('24. 3분기~)

□ 「맞춤형 심사지침」 마련 등 하위 지침 정비('24. 4분기)

(4)

북극항로 전망과 상업적 활용 대응 연구방안

2024.10.

정책개발실(서현교)

극지연구소

1. 북극항로

- 출처: 이코노미스트

1. 북극항로

- 북극해운(2022년/ CHNL, Nord Univ. 노르웨이)

https://chnl.no/research/reports-reports/nsr-shipping-activities-in-2022/

극지연구소

<참고>북동항로 원자력쇄빙선 지원선단 확대

◆ 원자력 쇄빙선 선대

1)Baltic Shipyard(상트)
- **Arktika**, **Sibir**, **Ural** – 60MW Capa for Nuclear Icebreaker ON OPERATION
- **Yakutia** – To be delivered in 2024
- 승리 50주년호(50 Let Pobedy)
- **Chukotka** - in 2026
- **Leningrad** - in 2028
- **Stalingrad** – in 2030
  (Taymyr, Vaygach, Yamal - 2029년 퇴역 예정)

2)Zvezda Shipyard
- **Rossiya** To be delivered in 2030, 120MW Capa for Nuclear Icebreaker

Copyright©2024 최수범 All rights reserved

2. 북극항로: 해운 동향과 전망

· 북동항로 총물동량(내수 물동량 + 통과 물동량 Nord Univ. 자료)

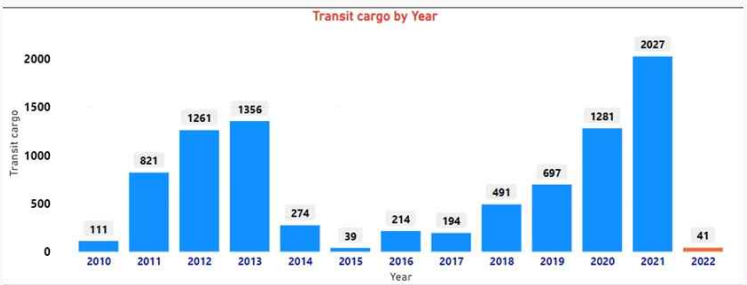
- 2023년 총물동량 3,625만톤. 그 중 통과운송(Transit)은 212만톤, 대부분 LNG로 러시아에서 중국으로 수출이며, 국제통과운송은 없었음.(영산대 북극물류동향 24. 1월호 참조)
- 2024년 물동량 목표 8,000만톤, but 최근 7200만-7400만톤으로 하향조정(러 정부), Rosneft(러 국영에너지사: 석유탐사, 채광, 수출 등) 오일수출 여의치 않을 경우 총 물동량 4,000여만톤에 그칠 전망.(영산대 북극물류동향 24. 1월호 참조)
- 화물종류 : 북동항로 물동량의 92%가 광물자원, 컨테이너는 극히 일부분.
- 북동항로구간 평균 운항기일 6.5일(Arc 7 등급 기준: 2m 얼음까지 쇄빙), 수로조사 필요

<자료> https://chnl.no/research/reports-reports/nsr-shipping-activities-in-2022/

KOPRI 극지연구소

2. 북극항로: 해운 동향과 전망

· NSR 통과물동량 (단위 천톤)



* 2023년 212만톤 러에서 중으로 수출

Shipping traffic at the NSR in 2022 | Northern Sea Route Information Office (arctic-lio.com)

https://chnl.no/research/reports-reports/nsr-shipping-activities-in-2022/

2. 북극항로: 해운 동향과 전망

· **2022년 NSR 환적화물량 (통과화물: 단위 톤: 컨테이너 운반은 단 1건)**

Transits with Cargo on board

N	Name	LOA	Flag	Type	Ice Class	Dep_Country	Dep_Port	Dep_Date	Arrival Date	Arr_Country	Arr_Port	Cargo Tons	Cargo Type
1	Audax	206	Curacao	General cargo	Arc 7	China	Tianjin	29-Dec-21	17-Feb-22	Russia	Murmansk	12,000	LNG Modul
1	Monchegorsk	169	Russia	Container	Arc 7	Russia	Nakhodka	01-Nov-22	24-Nov-22	Russia	Murmansk	6,190	Containers
1	PANDAR	116	Russia	Tanker	Ice 2	Russia	P. Kamchatskiy	09-Oct-22	02-Nov-22	Russia	Arkhangelsk	3,900	Oil products
1	Elara	133	Liberia	General cargo	Arc 4	South Korea	Masan	12-Aug-22	10-Sep-22	Russia	Ust-Luga	3,516	General cargo
1	GELIODOR	79	Russia	Tanker	Ice 2	Russia	Arkhangelsk	26-Aug-22	12-Sep-22	Russia	Anadyr	2,300	Oil products
1	Sevmorput	260	Russia	Container	Arc 5	Russia	Nakhodka	10-Nov-22	15-Dec-22	Russia	St. Petersburg	2,287	General cargo
1	Mys Zhelaniya	143	Russia	General cargo	Arc 4	China	Tianjin	08-Sep-22	05-Oct-22	Russia	Murmansk	2,234	General cargo
1	Callisto	124	Sierra Leone	Tanker	Arc 4	Russia	P. Kamchatskiy	03-Aug-22	27-Aug-22	Russia	Arkhangelsk	2,219	Oil products
1	Sevmorput	260	Russia	Container	Arc 5	Russia	St. Petersburg	09-Oct-22	29-Oct-22	Russia	Nakhodka	2,079	General cargo
1	Ruslana	120	Russia	General cargo	Arc 4	South Korea	Masan	25-Jun-22	05-Aug-22	Russia	Ust-Luga	1,776	General cargo
1	Sevmorput	260	Russia	Container	Arc 5	Russia	Murmansk	08-Jul-22	21-Jul-22	Russia	P. Kamchatskiy	1,000	General cargo
1	Sevmorput	260	Russia	Container	Arc 5	Russia	P. Kamchatskiy	29-Jul-22	10-Aug-22	Russia	Murmansk	782	General cargo
1	Svyatoy Petr	127	Russia	Tanker	Arc 4	Russia	Beringovskiy	06-Jul-22	30-Jul-22	Russia	Arkhangelsk	390	Oil products
1	ATLANTIC	82	Russia	Fishing	Ice 1	Russia	Barents Sea	24-Sep-22	15-Oct-22	Russia	Zarubino	163	Fish and seafood
1	Arctic	84	Russia	Supply	No Ice Class	Russia	Barents Sea	08-Sep-22	11-Oct-22	Russia	Zarubino	153	Fish and seafood
1	Odin Express (Bering)	83	Denmark	Supply	Ice 2	Russia	Barents Sea	29-Sep-22	17-Oct-22	Russia	Vladivostok	150	Fish and seafood
1	OLAFSSON	71	Russia	Fishing	Ice 1	Russia	Barents Sea	22-Sep-22	09-Oct-22	Russia	Vladivostok	139	Fish and seafood
1	PACIFIC HUNTER	67	Russia	Fishing	Ice 1	Russia	Barents Sea	24-Sep-22	17-Oct-22	Russia	Zarubino	99	Fish and seafood
1	Jupiter	68	Russia	Fishing	Ice 1	Russia	Barents Sea	27-Sep-22	21-Oct-22	Russia	Zarubino	81	Fish and seafood
19												41,458	

https://chnl.no/research/reports-reports/nsr-shipping-activities-in-2022/

KOPRI 극지연구소

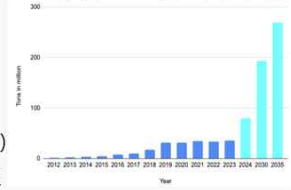
2. 북극항로: 해운 동향과 전망

· **러 로사톰 사에 따르면**, 2030년 1억 9,300만톤, 2035년에는 최대 2억7천만톤까지 NSR 화물 운송량 증가 전망. (러시아 원자력부 대신하는 국영 원자력기업, 원자력 쇄빙선 운영 등)

그중, 2030년에 NSR경유 통과물동량이 3천만톤으로 예상되며, 해당 물동량의 75%를 석유와 LNG가 차지하게 될 것임 (2023년 212만톤의 15배).

· 러시아의 북극자원 개발 강화로 통과항로는 더 늘어날 전망

- 러시아 액체 벌크화물의 북극항로 경유 아시아시장으로의 운송 증대: 서방 대러 제재[LNG : Yamal LNG(생산 중 1,980만톤/년), Arctic LNG 2(건설 중, 2,000만톤/년, 2023년 하반기 첫 번째 생산시설 생산 시작: 680만톤/년)
- 석유 : Vostok Oil(건설 중, 2024년 생산 시작 예정)
- 석탄 : North star 석탄 터미널 (건설 중)
- 광물 : Baimskaya구리 정광 터미널(건설 중, 2025년 생산 시작)



*<자료> 영산대 북극물류연구소 북극물류동향 2023. 11.12월호

· **UAE의 DP world사와 러시아 로사톰 간 NSR 해운 조인트 벤처 설립**(2023. 51:49)

- NSR 해운루트에서 항구터미널 건설 및 운영 등 담당

3. LNG: Yamal LNG 위치

<특장점> 영하 50도 환경에서 천연가스를 액체(LNG)로 압축(-162도)하여 비용효과적임.
육상(On-shore)에 LNG저장시설 구축 및 운송

KOPRI 극지연구소

3. LNG: 러시아 Arctic LNG 2

Arctic LNG 2 최신 현황(1)

√ Arctic LNG 2 지분은 노바텍 60%, 프랑스 토탈 10%, 일본 10%, 중국 20%(CNPC 및 CNOOC 각 10% 보유

√ 러시아 Arctic LNG 2 프로젝트 생산 중단 보도(영국 로이터통신 4. 3.자 보도)
- 미국/서방 제재와 특수 쇄빙선(LNG 탱커) 부족

√ 러시아 최대 액화천연가스(LNG) 생산업체인 노바텍이 프로젝트 생산 중단 선언
당초 올해 1분기부터 생산에 LNG에 대해 상업용 운송 시작 예정, 그러나 제재로 중단

√ LNG 생산 세계 4위 러시아는 2035년까지 세계 LNG 시장의 1/5 차지 목표에 지장
: 러시아 블라디보스토크 즈베즈다 조선소에 삼성중공업과 함께 15척 건조 예정, 그러나 3척만 건조
(Aleksey Kosygin 호, Pyotr Stlypin 호, Sergei Witt 호)
: 한화오션도 소브콤플롯(러 최대 해운사)에 3척과 일본 MOL에 3억 등 총 6척 LNG탱커 건조 예정.
그러나 소프콤플롯 주문 3척은 취소, 나머지 3척은 건조(?)

3. LNG: 러시아 Arctic LNG 2

Arctic LNG 2 최신 현황(2)

√ 러시아 노바텍 Arctic LNG 2 프로젝트 축소 가능성 제기(영국 로이터통신 4. 4.자 보도)
- 서방의 제재와 특수 쇄빙선(LNG 탱커) 부족으로 러시아 최대 액화천연가스(LNG) 생산업체인 노바텍이 Arctic LNG2 프로젝트 생산 중단 선언에 이어, 얼음 없는 항구인 무르만스크에서 프로젝트 개발 추진

√ LNG 생산 세계 4위 러시아는 현재 8%에서 2035년까지 세계 LNG 시장의 20% 점유 목표
:당초 3개 트레인에서 1980만톤(응축수기준 160만톤)
생산할 수 있는 러시아 최대 LNG플랜트 운영 차질(첫번째 트레인 운영), 두번째 트레인까지만 건설
(무스만스크 벨로카멘카 공장에서 조립)하고 세번째 트레인은 2026년 가동 계획을 접고,
무르만스크(Murmansk)에서 세번째 트레인 조립하여 가동 추진
:당초 무르만스크 LNG 규모는 연간 생산량 2040만톤에 달하며 2027년말까지 처음 두 트레인 생산, 마지막 세번째 트레인은 2029년 운행 시작
→ 우리나라에도 조선업계 쇄빙 LNG 탱커 수주에도 영향 가능성

KOPRI 극지연구소

4. 북동 컨테이너: 아프리카 희망봉 루트 이용 시 45일 소요 (NSR 30일vs 수에즈 40일 vs 희망봉 45일)

4. 북극 컨테이너

러-중 철도-북동항로 복합 Arctic-Express No.1. 서비스(2024.7.)

- '24 7월초 모스크바 소재 물류센터에서 러-중간 간 NSR 경유 새로운 복합운송 루트인 Arctic Express No. 1 서비스 출범식 개최(조인트 벤처 설립 20424. 8.)
- 철도활용 모스크바에서 북극 아르한겔스크, 이어 아르한겔스크에서 북동항로 활용 중국 상해 or 철도활용 모스크바 아르한켈스크, 이어 발틱해-Ust Luga-상트 'Arctic Exprsss No.1.' 복합운송루트
- 러시아 로사톰 사(NSR 단일 관리기관)와 중국 선사 뉴뉴시핑(NewNew Shipping)사 간 협력
  : 로사톰은 선박 가이드와 항로 설정, 뉴뉴시핑은 해운물류 담당
- 2024년 기준 이 루트를 통해 10회(수출 5회, 수입 5회) 이상 항해 예정. 컨테이너 2만 TEU 운송 예정. (일반 컨테이너 화물 +목재화물 컨테이너)
- 수에즈 운하 활용시 40일 소요 vs. 상기 루트 활용 시 20-25일 소요 (철도 1,200km 포함 13,200km 편도거리, 물류비용 저감, 최대 20일/5,000-8,000km 운항 저감, 모스크바-아르한-상해 구간) 양 사간 최종 목표는 2035년까지 18억톤 화물량 운송 목표
- 올해 뉴뉴시핑 사의 내빙선 4척(2000 TEU내외)이 Arctic Express No.1서비스 통항 허가

KOPRI 극지연구소

4. 북극 컨테이너

러-중 철도-북동항로 Arctic-Express No.1. 서비스(2024.7.)

- 로사톰과 뉴뉴시핑은 새로운 합작사를 기반으로 연중 컨테이너선 운항을 위해 5**척의 쇄빙컨테이너선 (Arc 7급)을 건조하고 2027년 1호 선박을 Arctic Express No.1 서버스에 투입 예정**
  컨테이너 물류 독점화 **(2027년부터 북동항로 연중운항 선언!!)**

: 동 루트는 수에즈 운하 불안정성에 따른 새로운 컨테이너 물류공급망 구축 시도,
서방 제재에 따른 러-중 간 전략적 물류협력 강화 일환. 뉴뉴시핑라인은 컨테이너 운송 담당
(참고: 2023년 러-중 교역량은 2,400억 달러로 2022년 대비 26% 증가, 계속 증가 중)
※ NSR에서 뉴뉴시핑라인의 독점적 북극항로 컨테이너 정기운송 입지 강화

4. 북극 컨테이너

러-중 철도-북동항로 Arctic-Express No.1. 서비스(2024.7.)

KOPRI
극지연구소

4. 북극 컨테이너

독일의 대응(2019)

- 브레멘포트 사에서 아이슬란드 심해항만 건설을 위한 투자(2019)
- 그러나 지금 유휴상태(수소생산 시설(?)
- 당초 북극점횡단항로 활용 시 아이슬란드가 주요 환적항이 될 것으로 평가

Bremenports, the operator of the ports of Bremen and Bremerhaven, has signed an agreement to build a deep water port in the North of Iceland. The port operator believes Iceland can become a northern hub now that global warming is clearing northern sea routes.

- 중국이 북동항로의 지배권 강화, 중국의 Arc 7급 선박 개발 및 투입(합작사), 통과료나 가이드비 Flexable.
- 우리나라가 후발주자로 쇄빙컨테이너선 투입 또는 수요 시 과연 후발주자로 중국을 따라잡을 수 있을까? 아니면 북극 횡단항로로 방향 전환(?)

4. 북극 컨테이너

91.4%

출처: UNCTAD STAT, United Nations Conference on Trade and Development, updated June 5, 2024.

Copyright©2024 최수범

KOPRI 극지연구소

6. 결론

- (결론) <요약>

  아프리카 희망봉 우회로 대신하여 북극항로 활용가능성 더욱 고조(러-우크라 전쟁 종식 후)

  러- 중국 북극항로 관계 돈독, 중국이 일정수준 컨테이너 해운 유지 시 독점가능성

  (북극항로에서의 컨테이너 해운 현재 진행형으로 가는 중)

  <대응>

  우리나라 상선의 북극항로의 본격 활용에 대비 북극해빙 등 과학적 기여 기반마련 필요

  업계를 위해 안전한 북극항로가 어느 시기에 열린다는 연구결과 기반 정보제공 검토 필요 등

감사합니다

KOPRI
극지연구소

우주항공청 개소 의미와 극지위성/우주분야 관련 추진 방향 (Korea AeroSpace Administration)

2024.9.

정책개발실(서현교)

극지연구소

우주항공청 개소 연혁

- **우주항공청 설치 및 운영에 관한 특별법**(2024.1.26. 제정)
  - 법 목적: 우주항공기술 개발 통한 혁신기술 확보, 우주항공산업 진흥, 우주위험으로부터 국민을 보호하기 위해 정책 및 사업 효과적 수행 위한 우주항공청 설치(과기부 소관)

- **우주항공청 소관 사무**(법 7조)
  - 1. 우주항공 관련 정책의 수립과 조정
  - **2. 우주항공분야 연구개발 및 핵심기술 확보**
  - 3. 우주자원 개발 및 활용
  - 4. 우주항공산업 육성 및 진행
  - 5. 우주항공 민군협력 및 국제협력
  - 6. 우주항공 분야 인재육성과 저변확대
  - 7. 천문현상 및 우주환경 관측 및 연구
  - 8. 태양,흑점, 지자기장 등 우주환경 변화로 발생하는 재난, 우주물체 추락 충돌 등 위험 대비
  - 9. 국가우주위원회 운영 및 지원, 10. 우주자산 관리 및 우주안보 11. 기타 소관 사무

- **소관 출연연으로 항우연, 천문연 각 법인 설립**(19조~20조), 출연금 및 수익금으로 2개 기관 운영(21조)

국가우주위원회(참고)

- **우주개발진흥법 제6조(2024.1. 개정)**
  - 우주개발진흥기본계획, 위성정보활용종합계획, 우주위험대비기본계획 등에 대한 심의
  - 기본계획과 관련한 정부 및 중앙행정기관의 주요업무 조정
  - 우주개발 전문기관 지정 및 운영 심의
  - 우주개발사업 성과 이용/관리/평가, 재원조달 및 투자계획 심의
  - 우주발사체의 발사 허가
  - 우주산업 클러스터 지정 및 해제 심의
  - (구성) 위원장 대통령, 기재부, 과기정통부, 외교부, 국방부, 행안부, 산자부, 환경부, 국토교통부, 해수부, 중소벤처기업부, 국가정보원, 우주항공청장 등+ 민간 위원

KOPRI
극지연구소

우주항공청(KASA) 개청(2024.5.27.)

- 우주항공청 개청(경남 사천, 청장 윤영빈): 2024년 기준 인력 293명, 예산 7,600억원
  * <참고> 2025년 예산은 27% 증액된 9,649억원 편성: 우주항공경제 견인 혁신 R&D와 신산업 창출 지원 투자 강화(8.28)
  - 우리나라 우주분야 정책수립, 연구개발 및 산업진흥 담당하는 우주항공 전담기관
  - 미래 우주항공 분야 핵심경쟁력 확보, **민간 중심 우주항공산업 활성화**를 통한 경제발전 도모 목표
  - 정부는 2045년 세계 5대 우주 경제 강국 도약 선언 및 민간주도 우주산업 육성 생태계 조성

(현재 한국은 기존 누리호 발사 성공으로 한국은 미국, 러시아, 프랑스, 일본, 중국, 인도에 이어 1톤 이상 위성을 자체 발사할 수 있는 세계 7대 우주강국 대열)

- **과기정통부 내 해당부서 이관 및 지역별 기능 강화/연계**
  - 1. 이관기구 인력: 거대공공연구정책관(본부) 내 우주정책/산업/국제협력 관련 2개 부서(과) 34명, 국립전파(연) 우주전파센터 18명 : 기존 과기부는 연구개발정책실 아래 기초원천연구정책관(첨단바이오, 이차전지, 미래소재, 수월성 연구) 및 **거대공공연구정책관은 공공융합정책관으로 변경**(과학기술통한 사회문제 해결, 원자력, 대형연구시설 운영 및 활용, 미래에너지<수소, 초전도체, 핵융합, 기후기술, 기후변화대응 R&D> 등)으로 개편
  - 2. 항우연 및 천문연 연구원의 임기제 공무원 지원 및 휴직 이동(임기 종료 시 복직)
  - 3. 관련 분야 국내교수(윤영빈 서울대 기계항공공학부) 및 해외과학자(존 리<R&D 수장>, 김현대: NASA출신) 등도 스카우트

우주항공청(KASA) 개청(2024.5.27.)

▶ 과기정통부 내 해당부서 이관 및 지역별 기능 강화/연계(계속)

- 4. 우주산업 3각 클러스터

: 대전(우주·천문연구<R&D> 및 인재개발 클러스터) → 대전 'KAIST'가 우주기술혁신인재양성센터 지정

경남 사천(위성 클러스터) : '경남TP'가 위성개발 혁신센터로 지정

전남 고흥 (한국형 발사체 클러스터/작년 누리호 3차 발사성공) 발사체기술사업화센터는 이번에 공모,

기타 민간 발사장(고흥)으로 항우연 '나로우주센터', 우주환경시험시설(진주)은 전문시험기관인

한국산업기술시험원(KTL)의 '우주부품시험센터' 등이 단독 지정

- 정부는 이 3각 클러스터에 2030년까지 7년간 3,808억원 예산투입

* 대전샛(대전시 자체 민간주도 32kg 초소형위성 개발 '26)

KOPRI 극지연구소

"우주항공청 정책방향"(2024.5.30.)

▶ 제1회 국가우주위원회(5.30.)에서 발표(특별법에 따른 국가우주위 운영)

- 국무총리에서 대통령을 위원장으로 위상 강화, 당연직 정부위원 11인(해수부 장관 포함),

민간전문가 13인, 간사위원(청장) 1인 등으로 구성

-

비전	우주항공을 향한 도전, 대한민국의 세 번째 기적 창조		
목표	우주항공 5대 강국 실현 및 국가 주력산업화		
투자 확대	우주항공 경제 창출		최고 수준 연구·산업환경
	2023	2045	
· 정부 예산 1조 5천억원('27) · 국가 투자 100조원('45)	· 세계시장 점유율 1% 미만	10%(420조원+)	· 우주항공임무센터 지정('24~)
	· 기업 수 700개+	2,000개+	
	· 우주항공 일자리 2만명	50만명+	· 우주항공산업 삼각 클러스터 구축('28)
	· 글로벌 100대 기업 3개	10개+	

“우주항공청 정책방향”(2024.5.30.)

KOPRI
극지연구소

“우주항공청 정책방향”(2024.5.30.)

- **현재 우주 7대 강국(인공위성 1톤 이상 자력으로 쏘아올리는 국가)에서 5대 강국으로 (~2045)**
  - 미국, 러시아, EU, 일본, 중국, 인도 등이 우리보다 앞선 나라
  - 우리나라 항공우주 분야 후발주자, 세계 70여개 국 경쟁 중 (NASA 대비 우주항공 담당인력 1.6%, 예산 2.3%)
  - 정책방향은 기 발표한 제4차 우주개발진흥기본계획('23-'27)과 제3차 항공산업발전기본계획('21-'30)에 대한 통합적 방향 제시

: 우주개발 예산 1조 5,000억원 이상으로 확대, 정부-민간 매칭 우주펀드 확대, 클러스터 조성 등

1. 뉴스페이스 발사서비스 시장 진출: 누리호 신뢰도 확보 위해 4-6차 발사('25~): 해외 수요 큐브위성 탑재 추진
   (4차: 차세대 중형위성, 5차 초소형위성 2-6호, 6차: 초소형 위성 7-11호)
   누리호의 고도화 '차세대발사체'(달 탐사용 1.8톤급 탐사선 탑재) 및 재사용발사체 개발
2. 위성개발 활용생태계 조성: 레이더위성(15cm급) 광학위성(15cm급) , 저궤도통신위성 개발(누리호 활용)
   위성서비스 창출, 공공서비스 지원(재난, 산불 등),
3. 국가항법정보체계기본법 제정으로 국가 위성항법시스템 개발/위성정보 민간활용, KPS위성항법시스템(길안내/선박 등) 개발/운영
4. 달탐사 및 화성탐사, 소행성 탐사 추진, 민군협력 및 우주항공산업 및 경제 창출
5. 국가 우주위원회 정례 개최 및 범부처 협력안건 논의를 통해 우주정책 추진의 적시성 및 효율성 확보
   기초연구로 순수우주과학 육성 및 극한환경연구 등의 기초연구 지원 강화

“우주항공청 기획과제 발주”(2024.8.28.)

- 우주항공청 2024 우주항공분야 신규 프로젝트 탐색연구(R&D) 과제 첫 공고 (총 80억원 규모)
  - 5개 분야: 우주탐사, 인공위성, 우주수송, 항공혁신, 정책연구 등 5개 분야
  - 인공위성 분야에 초소형 위성은 미포함(초고해상도 위성, ISL 등)

- 우주항공청 올해까지만 연구재단 통해 기획/본 과제 공고
  - 내년부터는 우주항공청에서 직접 공고 및 발주 예정

- 극지 초소형 위성 등 우주항공청이 아직 고려하지 못한 다부처 과제 등에 대해서는 사전 협의 운영
  : (담당부서) 우주항공본임무본부 임무지원단

KOPRI 극지연구소

<참고>우주항공청 신규프로젝트 탐색연구사업 과제 공모 (2024.8.30. 수정공고. 원래공고 8. 28.)

부문	과 제 명	기간 (개월)	예산 (억원)
우주 수송	재사용발사체 임무-비용 연계분석을 통한 경제성 분석연구	12	1.0
	수요기반 재사용발사체 체계개발 모델 기획연구	12	4.0
	우주경제 실현을 위한 발사 인프라 확장 필요성 조사 및 확보 전략 탐색연구	12	2.5
	궤도 내 임무 확장을 위한 우주수송선 기획연구	10	2.0
인공 위성	초고해상도 첨단위성 개발 탐색연구	12	2.0
	임무성공을 위한 절차 요구사항 수립 기획연구	9	3.0
	확장형 검증플랫폼 위성 개발사업 기획	10	2.5
	KPS 활용종합시험센터 구축사업 기획	10	2.5
	차세대 군집위성 간 연결기술(ISL) 검증 플랫폼 구축사업 기획	10	2.0

<참고>우주항공청 신규프로젝트 탐색연구사업 과제 공모

부문	과 제 명	기간 (개월)	예산 (억원)
우주 탐사	태양 관측 L4 탐사의 타당성 검토, 임무 발굴 및 국제협력방안 마련을 위한 기획연구	10	4.0
	달 표면 과학·기술 임무 탑재체 개념설계 연구	10	6.5
	우주 임무보증 체계 수립 방안 연구	10	2.7
	천문연구 분야 수요를 기반으로 한 중장기발전계획 수립	12	0.5
	블랙홀과 중력파 연구를 위한 차세대 초고분해능 전파간섭계 개발 기획연구	12	1.0
	우리나라 우주 탐사(화성, 소행성, 유인탐사) 임무 발굴 및 기술 개발 전략 마련을 위한 기획연구	12	3.8
항공 혁신	항공혁신 R&D 포지셔닝 및 로드맵 수립	12	5.0
	미래항공교통 유무인 항공기 혁신기술 개발 기획	12	3.0
	신항공산업 도약을 위한 첨단엔진 및 적용체계 민군협력 개발 기획	12	3.0
	신공항산업 생태계 구축을 위한 친환경 첨단 소재/부품 개발 기획	12	2.5

KOPRI
극지연구소

<참고>우주항공청 신규프로젝트 탐색연구사업 과제 공모

부문	과 제 명	기간 (개월)	예산 (억원)
임무 지원단	뉴스페이스 선도를 위한 혁신적 연구개발제도 설계	12	2.0
	우주환경 융복합 기술개발 사업기획	12	2.5
	KASA형 SBIR 1단계 연구기획	7	2.0
정책본부	우주항공정책기능 통합 수행체계 수립 I (천문) (정책, 산업육성, 기술개발 분야)	10	10 →11
	우주항공정책기능 통합 수행체계 수립 II (항우연) (인재양성, 우주과학, 우주위험 분야)	10	4.5 →7.0
	우주항공 법제 정책연구 (STEPI)	10	5.5 →2.0
연구재단 공고 (접수마감 9월 27일)			

우주청 주도 '위성정보활용협의체'

- **공공 목적의 위성정보 보급 및 활용촉진을 위한 협의체 운영**
  2013년 훈령을 통한 공식적 범정부 차원 위성정보 협의기구화
  2023년 국가 위성정보의 효율적 활용을 위한 국민 체감형 행정서비스 증진위해 '23부터 지자체도 가입
  : 협의체 가입 승인은 우주청이 담당(우주항공청훈령 제13호 '위성정보활용협의체 구성 및 운영지침)

- 위성정보협의체 가입 현황
  - 중앙정부: 통일부, 농축식품부, 기재부, 외교부, 산자부, 환경부, 해수부, 통계청, 문화재청, 산림청, 원자력안전위, 국토부, 행정중심복합도시건설청, 소방청, 행안부, 질병관리청, 기상청, 해경, 관세청, 국방부, 경찰청 등 21개 기관
  - 소속 산하기관: 국가기상위성센터, 국립농업과학원, 국토지리원, 해양조사원, 수과원, 국립재난안전원, 국립산림과학원, 국립환경과학원, 감사원 감사연구원, 해경연구센터, 화학물질안전원, 국립기상과학원, 국립문화재연, 한강홍수통제소, 원자력통제기술원, 수자원공사 등 16개 기관
  - 지자체: 제주특별자치도, 세종특별자치시(24년 가입)

KOPRI 극지연구소

시사점

- **모든 부처 우주항공 관련 개발 컨트롤 타워(위원회와 연계)**
  - **앞으로 과제 기획부터 발주까지 직접 주도**
  - **민간 지원 및 파급효과를 통한 K-스페이스X 기업발굴, 우주분야 산업화, 우주안보 강화**
  - 앞으로 극지 우주/위성분야 연구 우주항공청과 협의, 국가우주위원회 등과도 연계
  - 통합 기본계획, 정책방향 등에 극지 위성/관측 분야 포함 노력, 극지분야 위성 개발 및 활용(탑재체) 등 방향설정 필요**(활용 & 개발)**
  - 경남 위성개발 혁신센터, 대전 초소형위성 개발 등 참고
  - 극지 초소형위성 개발+관측, 우주생물 등 극지우주 관련 연구사업을 묶어 우주항공청과 협의 등 단계적 추진 필요 **(개별 건보다 대형화 추진)**
  - **위성정보활용협의체 가입 검토**

www.kopri.re.kr

인공지능(A.I.) 시대,극지연구 활용방안

1 부. AI. 기술 소개

2024. 12.

황유나(정책개발실)

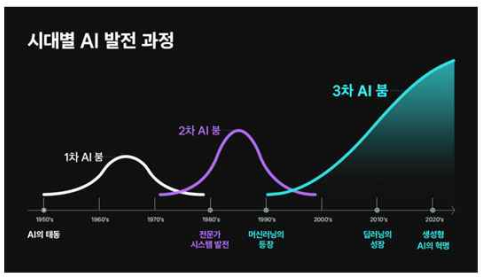
KOPRI 극지연구소

극지연구소

A.I. (Artificial Intelligence, 인공지능)

- 기계(컴퓨터)가 인간의 지능적인 행동을 모방하거나 수행할 수 있도록 하는 기술
- 1956년, 다트머스 컨퍼런스에서 처음으로 '인공지능' 개념을 도입

(출처: 한국방송통신전파진흥원- 미디어 이슈 & 트렌드 리포트)



(출처: SK하이닉스 뉴스룸_All Around AI 1편, SK 경영경제연구소)

A.I. (Artificial Intelligence, 인공지능) : ML(Machine Learning)

- 프로그래밍 과정 없이도 활용 가능하며 구조화된 데이터를 활용해 **패턴을 학습**함

- **지도학습 (Supervised Learning)**
  : 입력값과 출력값이 모두 존재하는 데이터(labeled data) 학습
  : 학습 결과를 바탕으로 미래의 무엇을 예측 하느냐에 따라 분류, 회기, 예측으로 구분

- **비지도학습(Unsupervised Learning)**
  : 입력값만 존재하는 데이터(unlabeled data)를 학습
  : 비슷한 특징끼리 군집화 하여 새로운 데이터에 대한 결과 예측 (그룹핑 알고리즘, 클러스터링(Clustering), 차원 축소(Dimension Reduction))

- **강화학습(Reinforcement Learning)**
  : 옳은 행동을 했을 때 보상을 받음으로써 훈련을 시킴.
  : 게임, 알파고 등
  * 어떤 환경 안에서 정의된 주체(agent)가 현재의 상태(state)를 관찰하여 선택할 수 있는 행동(action)들 중에서 가장 최대의 보상(reward)을 가져다주는 행동이 무엇인지를 학습

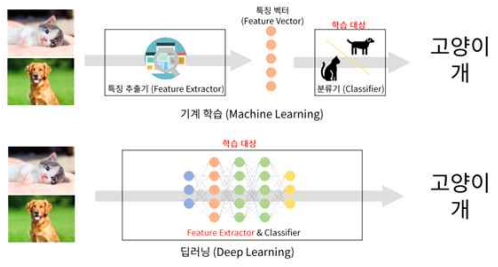
KOPRI
극지연구소

인공지능(A.I.) 시대,극지연구 활용방안
Korea Polar Research Institute

A.I. (Artificial Intelligence, 인공지능) : DL(Deep Learning)

- 인간의 뉴런 구조를 모방한 인공 신경망(Artificial Neural Network, ANN)을 이용하여 대량의 데이터에서 중요 패턴 및 규칙을 학습하고 이를 토대로 **의사 결정이나 예측 등을 수행**하는 기술.
- 데이터의 품질과 양이 매우 중요하며 이미지, 텍스트, 음성과 같이 **비구조화되고 복잡한 데이터 처리에 효과적**

(CNN(Convolutional Neural Network) 활용 이미지분석, RNN(Recurrent Neural Network) 활용 텍스트분석, 음성 인식 및 분석 등)/ 구글 번역, 아마존알렉사, 애플 시리)



- 머신러닝 과 딥 러닝의 차이
  - (머신러닝) 특징 추출(Feature Extraction)을 개발자가 함
  - (딥러닝) 자료를 분석하여 자동으로 특징 추출

A.I. (Artificial Intelligence, 인공지능) : 생성형 A.I (Gen A.I.)

- 기존 데이터를 학습하여 이용자의 요구에 따라 새로운 콘텐츠(텍스트, 이미지 등)를 자동으로 생성하는 기술

(출처:Forbes Korea, 2023.02.23)

대표 알고리즘	설명	대표적 사례
LLM(Large Language Models)	텍스트 데이터를 학습하고 이를 기반하여 새로운 텍스트를 생성 (자료 요약, 번역, 대화 등의 활용 가능)	ChaptGPT(GPT), Gemini(Google), LaMA(Meta)
GAN (Generative Adversarial Networks)	두 개의 신경망으로 새로운 이미지를 생성하고, 이 이미지가 진짜/가짜인지를 구별하여 보다 현실적인 이미지를 생성	Deepfake
VAE (Variational Autoencoder)	데이터의 잠재 변수를 학습하고 이를 사용하여 새로운 데이터를 생성, 이미지 및 음성 생성 응용 분야에서 널리 사용	DALL-E

KOPRI 극지연구소

인공지능(A.I.) 시대,극지연구 활용방안
Korea Polar Research Institute

국내 출연(연), AI 기술 이미 도입

- **[주요 장점] 연구의 혁신성과 효율성 향상**
  - ✓ 대용량 데이터의 신속한 분석을 통해 예측 능력 향상, 기존에 시도하지 못한 혁신적인 분석 방법 시도
  - ✓ 연구의 자동화로 인간의 개입이 최소화된 일관성 있는 데이터의 대량 생산
  - ✓ 연구자가 단순 작업에서 벗어남으로써 창의적 업무 시간 확보
  - ✓ 데이터 공유에 AI를 활용함으로써 연구 데이터의 접근성과 활용 방안 확장

    ⇒ 이 같은 이점으로 이미 많은 연구기관에서 AI 기술을 활용한 연구가 활발히 진행되고 있음

- **위험성**
  - ✓ 기존 데이터를 바탕으로 새로운 정보를 생성하는 과정에서 사실과 다른 허위 정보 (Hallucination) 발생 가능
  - ✓ 분석을 위해 대량의 데이터를 입력하는 과정에서 보안 정보의 유출 및 악용의 위험 존재
  - ✓ AI 기술은 결과는 알 수 있지만 도출 과정의 파악이 어려우며(Blackbox model),
    대부분 범용 AI 기술을 이용하기에 기관 차원에서 시스템 관리·통제에 어려움이 있음

A.I. (Artificial Intelligence, 인공지능) 활용 현황

기관	기술 분류			연구 내용
	머신러닝	딥러닝	생성형 AI	
한국생산기술연구원 (KITECH)		●		CNN, Transformer 기술 응용, 의료용 카테터 형상 결함 검사시간을 5초 이내로 단축(기존 5분)
한국재료연구원 (KIMS)	●			미세 플라스틱의 분광 신호를 AI에게 학습하여 현장에서 고감도로 신속하게 검출
한국전기연구원 (KERI)		●		산업현장의 설비 및 공정 특성을 분석하여 AI 기반 기술 현장 적용
한국철도기술연구원 (KRRI)		●		AI 분석기술 적용 지하터널 피난 로봇 개발
한국기계연구원 (KIMM)		●	●	사용자의 명령을 이해하고 제조 작업 공정에서 로봇이 해야하는 작업 명령을 자동으로 생성하여 로봇 운용
한국전자통신연구원 (ETRI)			●	코알라(KOALA: 이미지 생성모델)* 및 코라비(Ko-LLaVa)** 개발 * 이미지 생성 모델 : 오픈AI의 DALL-E 3보다 5배 빠르게 이미지 생성 * 대화형 시각 언어 모델 : 생성형 인공지능과 시각지능 기술을 결합하여 문장 입력 시 그에 맞는 이미지를 제공
한국과학기술정보 연구원(KISTI)			●	한국 과학기술데이터에 특화된 언어모델(KONI)*을 개발, 출연(연)·중소기업·공공기관에서 활용 * 생성형 AI 모델(Kisti Open Natural intelligence)
한국에너지기술연구원 (KIER)	●	●		현장에 방문하지 않고 데이터를 통해 태양광 패널 오염, 성능 저하 등을 판단
			●	연구행정 업무에 AI 기술 접목(신규인력 채용 시 성과 검증 등)
한국과학기술연구원 (KIST)			●	실시간 음향시뮬레이션 기술개발로 집속초음파 시뮬레이션 기술개발(뇌질환 치료)

[표 2] 국내 출연(연)의 AI 기술 활용 사례

미국

CMU

LLM을 이용하여 화학실험 과정의 자동화 기술을 개발하여 Nature에 발표('23.12)

독일

막스플랑크 생물물리학연구소

AlphaFold를 이용하여 기존 10년간 축적된 연구 결과보다 2배 이상 많은 연구 성과를 3개월 만에 얻음('22)

일본

이화학연구소

과학연구용 범용 AI 개발을 통해 혁신적인 연구개선 방안 발표 (TRIP-AGIS, '24)

KOPRI
극지연구소

감사합니다

Korea Polar Research Institute

인공지능(A.I.) 시대,극지연구 활용방안 (2부 사례/시사점)

2024.12.

정책개발실(서현교)

극지연구소

"인공지능 활용사례"

▸ 공공기관 데이터 종류

- 연구데이터 : 각 연구사업에서 활용
- 행정데이터 : 논문검증, 국정감사 대응자료 작성 시 참고(그래프 작성 등 통계그래프 관련 답변 시)
- 공공데이터 : 일반 대국민 서비스(A.I. 활용 강화추세)

▸ 연구데이터 활용

- 분광 스펙트럼 그래프를 A.I. 분석하여 성분원소나 화합물 종류 판별 Ex) 미세플라스틱 종류 (99% 정확도)
- 멀티 에이전트: 수처리에서 전처리, 본처리, 등 각 단계별 별도의 A.I.로 제어(에이전트)와 이들을 총괄 통제하는 A.I.(멀티 에이전트) vs. 단일 에이전트: 전체 공정으로 하나의 A.I.로 제어 (멀티 에이전트가 더 튜닝된 결과를 얻음)
- Explainable A.I. : 예전엔 A.I가 어떤 방식으로 결과 처리했는 인과관계 설명 X, 이제는 어느 정도 알 수 있음
  → A.I. 분석결과 데이터 검증에 활용
- Multimodal 기법: 대화 시 '얼굴 표정'(시각) + '목소리'(청각) + 이야기(내용) 등 종합데이터 분석, 정확도 향상
  → 환경 모니터링도 같은 방식으로 여러 데이터를 종합하여 A.I 분석으로 가능

인공지능 활용사례(기상청2024.11.)

기상청, A.I.로 태풍예보 정확도 강화

▶ **태풍 관련 데이터 확보**

- 기상관측 선박(기상 1호)으로 데이터 수집: 수온, 염분 물론 라디오존데 등 고층기상관측 장비 탑재해 대기 정보 수집
- 바다에서 이동하면서 데이터 수집하는데 태풍이 예보되면 예상경로에 미리 관측장비 설치
  즉, 배가 미리 가서 바다에 파고와 기압 등의 데이터 수집 부이(표류부이) 설치하여 실시간 태풍정보 수집
- 타이완, 필리핀 등 태풍이 올라오는 길목(위도 30-31)까지 부이 설치하여 해상자료 획득(태풍의 강도, 세기, 어느 쪽 간다는 걸 예측)

▶ **수집데이터 분석 (A.I. 활용)**

- 수집된 태풍관측값은 예보관 기초 자료로 쓰이고, 수치예측모델에 반영
- 작년부터 태풍예보 분석에 A.I. 활용. 즉, 변질되거나 약화되는 태풍의 중심(파악) 어려움. 그래서 A.I.를 통해 과거자료 학습시켜 데이터 분석 후 4분만에 결과 생성

→ 태풍의 눈 인근에서 바람이 가장 세기 때문에 **눈의 위치 찾는 게 중요**: A.I.가 신속히 찾아내 예보관 분석 시간 단축

* 기상청은 향후 표류부이 관측지역 확대 및 **태풍의 강도와 크기까지 분석이 가능한 A.I. 기술개발 예정**

KOPRI 극지연구소

KIOST 해양빅데이터A.I센터(2022~)

▶ **Sea A.I. 포럼 창립**

지난 10월말 'Sea A.I. 포럼' 출범(해양수산 데이터 보유/활용 기관 간 AI기술 확산과 활용기반 구축 위해 설립)

: 해양수산부, 수과원, 부산대, KMI, KT, KAIST, ETRI, KETI 등 16개 기관 참여(극지연 X)

→ 향후 데이터 기반 과학정책 수립, 해양안전 강화, 수산자원 관리 고도화, 항만물류 효율화 등 현안 공동대응

▶ **KIOST 해양빅데이터AI센터**

- 2년 전 부서조직, 단독사업 X, 데이터관리 및 A.I. 관련 첫 정부연구사업 수주

*** 과제명: 생성형 AI 기반 해양수산 산업 기술개발 및 기반 구축 로드맵 연구(10월 KIMST 발주)**

- 해수부 주도 A.I.인프라 사업으로 산하기관 DB 정보(데이터) 제공 필요

KMI인공지능 부서(원장 직속 A.I.분석지원실 24.3~)

- **소내 A.I 활용 활성화 지원**
  - 소내 부서별 교육, 설명, 강의, 시연 등으로 활용 저변 확대
- **정책연구지원체계 구축(연구보고서 아이디어 및 작성 기반 구축, 2026년부터 본격 적용 예정)**
  - 매년 소내 30-40건 보고서 포함 200건 이상 보고서 발간(지난 20년간 DB)
  - 독도, 항만, 해운 등 연구방법론, 연구참여자 등을 통해 과제 추진 아이디어 제공, 연구보고서 등에 활용
- **해양수산 전체기획 (연구보고서 아이디어 및 작성 기반 구축), KIOST 공동기획연구(~내년 4월, 이후 5년 예정)**
  - 해양수산 신규과제 발굴, 키워드, 연구원 정보, 과제평가 등에 활용**(극지연도 포함)**
  - SLM 구축(서버, 장비, 인력), 그 전에는 생성형 A.I. 통한 학습 추진 RAG(Retrieval Augumented Generation),

KOPRI
극지연구소

KIMST 과제 공고(2024.11.) KIOST+KMI 공동수행

- **생성형 A.I. 기반 해양수산 산업 기술개발 및 기반구축 로드맵 연구 (올해말~8개월/7,500만원)**

: 생성형 A.I.기술(A.I.가 직접 제작: 영상, 문자, 미디어 등)을 해양수산 분야에서 활용 모색

- 용역범위

1. 해양수산산업 분야 생성형 A.I. 기반 구축 로드맵 수립 위한 국내외 A.I. 관련 현황 및 트렌드 분석
2. 해양수산 산업분야의 생성형 A.I.기술개발 현황 분석
   1) 자율운항선박, 스마트양식, 스마트 항만물류, 예보, 예측 등의 기존 사례분석 및 해양위성영상 및 관측, 해양바이오 신소재 합성/융합 등 **생성형 AI기반 해양수산 신 비즈니스 모델 잠재력 분석**
   2) **해양수산부 및 산하기관의 해양수산 생성형 AI기반 분석**
   : 연구성과, 로우데이터, 연구논문, 인력정보 등 현황 파악 및 데이터 형식, 저장위치, 접근성 등 분석 및 A.I.분석을 효율적으로 수행하기 위한 통합방안 수립
   3) 해양수산 산업에서 생성형 AI활용 수요조사, 관련 법규/규정 검토 등을 통한 개선사항 도출
3. 생성형 AI기반 해양수산 산업 혁신을 위한 로드맵 마련

A.I.프렌즈(사단법인)

- 개요

: 대전국립과학관 등록 사단법인(21.7월 등록), 대덕테크비즈센터 사무실(aifrenz.github.io)

- 사단법인 기반 A.I.프렌즈학회 출범(21.8./학회 형식 운영)

- 회원은 대덕 내 A.I. 관심 전문가 1,500여명 참여

(API를 이용자에 제공하여 A.I. 모델 활용하도록 지원)

*API는 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스, 즉 은행단말기가 본부의 데이터와 연결되도록 하는 연결시스템

- 매주 온/온프라인 세미나, 유튜브 채널 운영
- 대전 내 인공지능 축제 참가/개최 등

KOPRI
극지연구소

원자력연구원 내 A.I.조직

- AI연구센터 인공지능응용연구실(2020~)

: 연구와 타부서 지원 동시 업무 수행

1) 원내 인공지능 서비스

- 망분리(내부망), 원자력분야 전용 A.I.
- 외부망은 ChatGP 등 사용
- 카카오톡 대화 서비스

2) 인사기획팀 업무지원

- 인사검증 지원: 논문검증 등에 활용 가능

3) 생성형 A.I. 기반 출장신청 등**(조만간 실현 시 출연연 최초 사례)**

- 말을 통해 빈칸을 채우는 것, 다른 행정업무에도 활용 가능

4) Agent로서 활용(수학도구로서 A.I.)

- 예) 원자로 관리 시계열 그래프 상시 점검 및 이상 수치 나올 시 탐지 및 정보제공

Horizon Scan(미래이슈 탐색기법)

- Horizon(수평선, 지평성)
  - 호라이즌은 보이는 부분(현재)과 보이지 않는 부분(미래, 단기/중장기)의 경계
  - 호라이즌(Emerging Issues)을 스캔하여 새로운(미래) 기술/연구분야 또는 미래위협 조기 감지·대응하여 미래전략을 수립
- ① 해당 문제에 대한 빅Data: 관련 데이터의 수집, 생성, 관리(사람, 센서, 장비) → 빅데이터 (주기적 업데이트)
- ② 빅Data 분석 : 인공지능(A.I.) + 설문 등을 통한 분석 (Horizon Scanning)
  - 다양한 Data, **Reports and publications, News/media, (Expert opinions), Social media and online communities**
  - **Trend-tracking tools:** Databases, Analyses to identify signals and emerging patterns

  : A.I.가 빅데이터 분석 기반 실행 가능한 정보와 해당 분야(시장)에 대한 포괄적 관점 제공(③) 하여 의사 결정 지원,
  특히 데이터가 여러 언어일 때 대상 간의 연결을 식별하는 모니터링, 내외부 소스의 방대한 데이터를 결합하여
  즉시 실행가능한 정제된 통찰력 세트로 전환(④/경쟁우위 확보 지원), 기존 데이터관리 플랫폼과 원활한 통합기능
- ③ 위험과 기회에 대한 향후 시나리오 도출: 미래 현안, 미래 트렌드나 주요 Factor 등 도출 (A.I.)
- ④ **미래「위기」대응**(미래 위험요소의 대응방안) 또는 **미래「기회」발굴**(미래기회 요소에 대한 발전방안) → **정책반영**
- How to Do Horizon Scanning: A Step-by-Step Guide — Futures Platform
- Cf) 남극의 경우, SCAR가 연구를 통해 남극에서 해결해야 할 80가지 과학적 질문 도출(from 호라이즌 스캔)

KOPRI
극지연구소

결론: AI를 연구/행정 어떻게 활용할까

- A.I.는 거짓말도 한다/좋은말(중립적)
  - 한국어 독도와 일본어 다케시마에 대해 다른 답변(부정적 언어 사용 안하는 특징)
- 과제기획 시 효율성(검토 및 적용 시 시간 단축, 효율성)
  - 기존 기획연구와 중복성, 기존 성과평가, 분야별 외부연구자 포함 제안 등 가능
- **연구소도 오픈형 A.I.기반 독자적 A.I.부서 및 활용확산 고려**(해수부 사업 대응 차원)
  - 부서 조직 시 소장 직속(KMI), 연구부서(원자력연), 연구부서+행정지원부서 동시 성격(KIOST) 간 차이점 고려
- **Sea A.I.포럼 가입 필요 등**

극지연구소 시그니쳐 미션 수립 결과 보고

극지연구소 정책개발실(황유나) / 2024.07.08. (월)

□ 배경 및 수립과정

○ 출연(연)의 성과 체감도와 국민 인지도 제고를 위해, 급변하는 연구 환경과 사회현안을 반영하며 연구소 고유 역할을 내포한 **시그니쳐 미션** 수립 필요*

* 해양수산부와 KIOST·KOPRI·KRISO간 관계자 회의(2024.01.31)

※ 시그니쳐 미션(Signature Mission)
- 출연(연) 기관의 가치와 정체성 그리고 연구역량 등 **대체 불가능한 기관 고유의 역할**을 보여줄 수 있는 대표 임무
- **국민들의 가슴을 뛰게 하고 호기심을 자극하는 비전을 제시**함으로써, 국민 인지도를 제고 및 기관의 미래 방향 제시

○ 국민이 생각하는 극지연구소(이하 극지(연))에 대한 인식과 역할, 기관이 추구하는 정체성(기관 R&R, 사명과 역할 등)을 아우르는 비전 도출*

* 대국민 아이디어 발굴 이벤트('24.02.26~03.04)를 통해 1,769건의 자료 취합

○ 결과 분석을 통해 4가지 주제 분류 후 R&R, 사명 등 기관의 정체성 반영하여 극지(연) 시그니쳐 미션 문구(안) 도출

※ 극지(연)에 대한 인식과 기대역할에 대해 4가지 주제 분류
1. 기후변화, **위기를 해결하고 미래를 대비**하는 개척자
2. 극지에 대한 **연구, 도전, 탐구를 계속**하는 모험가
3. 자연과 공존, 생태계 보호, 영토 보호
4. **지속가능한 미래 준비**, 미래 전략(자원, 가치 창출)

○ 총 6차례에 걸친 극지연 내·외부 검토를 통해 시그니쳐 미션(안) 및 인포그래픽 수정 (참고 1 참조)

□ 시그니쳐 미션(안)

○ **극한의 환경**에서 **미래를 준비**하는 개념을 바탕으로, 설문조사에서 나타난 주요 문구(미래, 지구, 극한 등) 참고하여 문구(안) 도출 (참고 2 참조)

극지에서 미래로 나아갈 길을 찾다

○ 극지(연)에서 수행 중인 해수부 R&D 사업 및 향후 진행 사업 등을 참고하여 시그니쳐 미션 인포그래픽 구성

참고 1 시그니처 미션 진행 경과

구분	내용
설문 조사 (02.26~03.04)	◦ **시그니처 미션 발굴을 위한 대국민 아이디어 발굴 이벤트 진행** - 설문조사 기간 : 2024. 02.26~03.04 - 설문조사 결과: 1,769건의 자료(문구) 취합
1차 (04.11)	◦ **(소내 공청회) 시그니처 미션(안) 후보 및 관련 연구사업 내용 검토** - 1769건의 자료 중 102건을 선정 → 자료 분류 통해 주요 키워드 도출 - 키워드 반영한 3건 시그니처 문구(안) 도출 → 소내 공청회 진행/의견 취합 (1안) 극지연구소, 극한의 환경을 미래의 기회로 만드는 게임 체인저 (2안) 지구의 끝에서 대한민국의 위기를 해결하고 미래를 준비하는 개척자 (3안) 우리의 소중한 일상을 지키고, 변화시키는 극지연구소
2차 (05.07)	◦ **(내부 검토) 1차 공청회 의견 반영하여 수정한 3건 시그니처 미션(안) 문구 검토** - 1차 공청회 피드백을 바탕으로 기존(안) 문장 형태로 수정후 보고 (1안) 현재의 위기를 미래의 기회로, 극한의 환경에서 미래로 나아갈 길을 찾다 (2안) 지구의 끝에서 연구와 도전을 통해 다가오는 위기를 극복하고 미래를 개척한다 (3안) 일상의 보호를 위해 극한의 환경에서 미래의 변화를 대비한다
3차 (05.13)	◦ **(내부 검토) 2차 수정 의견 반영하여 수정한 2건의 시그니처 미션(안) 문구 검토** - 2차 검토 결과를 바탕으로 2가지 안에 대한 문구 수정보고 (1안) 극한의 공간에서 미래로 나아갈 길을 찾다 (2안) 지구의 끝에서 미래의 기회를 찾다
4차 (06.03)	◦ **(내부 검토) 3차 수정 의견 반영한 시그니처 미션(안) 및 인포그래픽 내용 검토** - 3차 검토 결과를 바탕으로 시그니처 문구(안) 및 인포그래픽 작성 후 보고 극한의 공간에서 미래로 나아갈 길을 찾다
5차 (06.18~19)	◦ **(외부 검토) 외부 전문가를 통한 시그니처 미션(안) 및 인포그래픽 내용 검토** - 4차 검토 의견을 바탕으로 외부전문가 통한 시그니처 미션(안) 및 인포그래픽 내용 검토 진행 - 인포그래픽 구성 및 연구사업 내용 수정 극지에서 미래로 나아갈 길을 찾다
6차 (07.05)	◦ **(내부 검토) 시그니처 미션(안) 문구 및 인포그래픽 결과 보고** - 전문가 검토 결과를 바탕으로 시그니처 문구(안) 작성 및 인포그래픽 수정 - 최종 도출(안) 내부 보고 및 일부 내용 수정

참고2 시그니처 미션 인포그래픽

붙임23 | **극지연구소 시그니쳐 미션 인포그래픽(최종본)**

붙임24 **(해양수산부 고시) 제2023-43호 극지활동 진흥법 위탁업무에 대한 수탁기관 지정 고시**

해양수산부 고시 제2023-43호

「극지활동 진흥법 시행령」 제10조에 따라 극지연구소를 극지활동 기반시설의 설치·운영 업무 위탁기관으로 지정 고시합니다.

2023년 02월 21일

해양수산부장관

「극지활동 진흥법」 위탁업무에 대한 수탁 기관 지정 고시

1. 수탁기관의 명칭 : 한국해양과학기술원 부설 극지연구소

2. 수탁기관의 주소 : 인천광역시 연수구 송도미래로 26(송도동 213-3)

※ 전화 : 032-770-8400, 홈페이지 : www.kopri.re.kr

3. 수탁기관에 위탁되는 업무

가. 「극지활동 진흥법 시행령」 제10조제1항제3호에 따른 위탁 업무

(1) 법 제11조에 따른 극지활동 기반시설의 설치·운영

4. 사업 수행 기간: 고시일 ~ 별도 고시일까지

5. 기타사항 : 수탁기관인 극지연구소는 고시 내용에 따라 업무를 성실히 수행

극지활동 기반시설 안전관리 지침 제정안

제1장 총칙

제1조(목적) 이 지침은 「극지활동 진흥법」 및 같은 법 시행령에 따른 극지활동 기반시설의 안전관리에 관한 사항을 규정하여 극지활동 중 발생할 수 있는 사고를 예방하고 사고발생 시 신속하게 대응함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “극지 과학기지”란 「극지활동 진흥법」(이하 “법”이라 한다) 제11조제1항에 따른 극지활동 기반시설 가운데 연구활동, 기상관측 및 남극특별보호구역 운영 등의 주요업무와 이를 지원·유지하기 위한 업무를 수행하기 위하여 설치한 건축물, 구조물 등 일단의 것으로 극지활동의 거점이 되는 시설물의 일체를 말한다.
2. “쇄빙선”이란 법 제11조제1항에 따른 극지활동 기반시설 가운데 바다의 얼음을 깨트려 부수고 뱃길을 내는 특수 장비를 갖춘 선박을 말한다.
3. “극지활동기반시설관리자”란 법 제11조제1항에 따라 국가가 설치한 극지활동 기반시설의 운영을 위탁받아서 실질적으로 기반시설을 운영·관리하는 자를 말한다.
4. ”안전관리 책임자“란 극지활동기반시설관리자를 보조하면서 극지활

동 기반시설의 안전에 관하여 실질적으로 총괄하여 관리하는 사람을 말한다.

제3조(적용범위) ① 이 지침은 법 제11조제1항에 따른 극지활동 기반시설 및 극지활동 기반시설을 이용하는 모든 개인에 대하여 적용한다. 다만, 극지활동에 관하여 국제협약에서 정한 사항이 있는 경우에는 국제협약에서 정한 사항이 우선적으로 적용된다.

②「해사안전법」,「선원법」,「선박안전법」,「극지해역 운항선박 기준」 등 다른 법령에서 쇄빙선의 안전관리에 관한 사항을 정하고 있는 경우에는 해당 법령의 규정이 우선적으로 적용된다.

제2장 극지활동 기반시설 안전관리체계

제1절 극지활동기반시설관리자의 안전책임과 안전관리규정 수립 등에 관한 사항

제4조(극지활동기반시설관리자의 책임과 권한) ① 극지활동기반시설관리자는 극지활동기반시설의 안전관리 체계와 관련된 업무수행인원 간의 책임·권한 및 상호관계를 규정하고 문서화해야 한다.

② 관리자는 안전관리 책임자를 지정하고, 다음 각 호의 안전관리 책임자의 임무 수행에 필요한 자원 및 지원을 적절하게 제공해야 한다.

1. 안전관리 및 재해 예방계획의 수립에 관한 사항
2. 안전관리 교육에 관한 사항
3. 유해 위험 예방조치에 관한 사항

4. 안전점검·지도 및 조치에 관한 사항

5. 그 밖에 관리자가 안전에 관하여 필요하다고 인정하는 사항

③ 관리자는 다음 각 호의 상황이 발생하였을 때는 해양수산부장관에게 즉시 보고하고 그 대책을 마련해야 한다.

1. 극지활동 기반시설을 활용한 극지활동 중 인적·물적 사고 발생 시

2. 극지과학기지에 체류 중인 개인이 극지과학기지 안밖에서 극지활동 중 사고가 발생하였음을 알았을 때

3. 그 밖에 극지활동 기반시설의 안전한 운영에 지장이 발생할 우려가 있을 때

제5조(안전관리 규정 마련) ① 관리자는 다음 각 호의 사항을 포함하여 극지활동 기반시설에 적용되는 안전관리를 위한 자체적인 규정(이하 "안전관리 규정"이라 한다)을 마련해야 한다.

1. 안전관리책임자의 지정에 관한 사항

2. 극지활동 기반시설의 안전점검에 관한 사항

3. 극지활동 기반시설의 활용 및 제한 등에 관한 사항

4. 사고 예방조치 및 사고 발생 시의 대응조치

5. 재해 관련 작업 중지 등 비상 대응에 관한 사항

6. 극지활동 기반시설 이용자의 안전 수칙과 안전교육에 관한 사항

7. 쇄빙선에서 이용하는 헬리콥터의 안전관리에 관한 사항

8. 그 밖에 안전관리에 관한 사항

② 관리자는 제1항에 따라 안전관리 규정을 수립하거나 중요한 사항을

변경하려는 경우 1개월 전에 해양수산부장관과 협의해야 하며, 해양수산부장관은 그 내용 중 안전관리에 필요하다고 판단하는 사항을 보완하도록 할 수 있다. 이 경우 관리자는 정당한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.

제2절 극지활동 기반시설 안전점검

제6조(안전점검의 방법·시기·절차) ① 「극지활동 진흥법 시행령」(이하 "시행령"이라 한다) 제7조제1항에 따른 안전점검은 다음 각 호와 같이 구분한다.

1. 정기안전점검: 극지활동 기반시설의 상태를 판단하고 시설의 안전과 기능을 유지하고 있는지 확인하기 위해 반기별 1회 이상 실시하는 안전점검(쇄빙선의 경우에는 쇄빙선이 매번 출항하기 전에 시행하는 안전점검을 포함한다)
2. 긴급안전점검: 관리자 또는 해양수산부장관이 붕괴, 전도 등 극지활동 기반시설의 안전과 기능에 중대한 위험이 발생할 가능성이 있다고 판단하는 경우 실시하는 안전점검

② 관리자는 제1항제1호의 정기안전점검과 관련하여 다음 각 호의 사항을 포함하여 매년 12월 31일까지 다음 년도의 실시계획을 수립하여 해양수산부장관에게 제출해야 한다.

③ 관리자는 제2항에 따른 정기안전점검 실시계획에 따라 안전점검을 완료한 때에는 120일 안에 안전점검 결과에 관한 보고서를 작성해 해양수산

부장관에게 제출해야 한다.

1. 안전점검 실시 일정 및 내용

2. 안전점검 실시자 구성에 관한 사항

3. 안전점검 항목 및 항목별 점검방법에 관한 사항

4. 안전점검 결과에 대한 평가 및 조치에 관한 사항

5. 그 밖에 관리자가 필요하다고 판단하는 사항

④ 관리자는 제1항제2호에 따라 긴급안전점검을 실시한 경우 그 결과를 지체 없이 해양수산부장관에게 보고해야 한다.

제7조(안전점검 결과에 따른 조치) ① 해양수산부장관은 제6조제2항에 따른 정기안전점검 결과 또는 같은 조 제3항에 따른 긴급안전점검 결과에 대하여 필요한 경우 그 결과에 대한 보완 자료를 제출하도록 요청할 수 있다.

② 해양수산부장관은 안전점검의 결과로 극지활동 기반시설에 중대한 결함이 발견되는 등 안전한 극지 활동에 미치는 영향이 중대하여 긴급한 조치가 필요하다고 인정하는 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 조치를 관리자에게 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 관리자는 신속하게 해당 조치를 이행하고, 그 결과를 해양수산부장관에게 보고해야 한다.

1. 결함에 대한 보수·보강

2. 대체시설의 확보

3. 사용제한 또는 금지

4. 기반시설 철거

5. 그 밖에 해양수산부장관이 필요하다고 판단하는 사항

제3장 보칙

제8조(재검토기한) 해양수산부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2023년 1월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 해야 한다.

부 칙

이 고시는 발령한 날부터 시행한다.

KOPRI · KIOST · KRISO R&R 검토결과 보고

< '24. 11. 22.(금). 정책개발실 황유나 >

□ 추진 배경

○ 한정된 자원을 활용한 혁신적인 연구 결과 도출을 위해 기관별 자원과 전문성을 최대한 활용할 수 있는 **협력연구의 필요성 증대**

○ 각 기관의 R&R(기관의 사명, 역할, 목표와 가치 등) 비교를 통해 연구 역량을 공동으로 투입하여 효과적인 대응이 가능한 **이슈 발굴**

□ KOPRI · KIOST · KRISO R&R – 연구사업 임무 유형 비교

연구사업 임무 유형*	KOPRI R&R				KIOST R&R					KRISO R&R			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
기초·미래선도	■	■			■	■							
산업화			■			■	■			■	■		
공공·인프라				■			■	■			■	■	■
정책연구·지원									■				

* 출연(연)의 기관별 임무유형 5개로 분류하여, 이에 맞춰 연구사업 구성
(①기초.미래선도형, ②공공.인프라형, ③산업화(실용화)형, ④연구·교육형, ⑤정책연구·지원형)

○ KRISO는 기관 특성에 맞춰 R&R과 연구사업을 **산업화**와 **공공 인프라** 분야에 **집중하여 구성**, KIOST는 **모든 분야를 포괄**할 수 있도록 연구사업 임무와 R&R을 구성함

○ KIOST은 **해양공간 통합 관리**와 **해양분야 법·정책 대응력 강화**라는 목표를 **정책·연구지원의 임무 유형**으로 R&R과 연구사업에 반영

○ KOPRI는 극지 현장연구 플랫폼(인프라)를 운영하지만, 현행 R&R은 연구사업 임무 위주로 구성되어 있어, **공공인프라 분야 보강** 필요

○ KOPRI는 극지 관련 법률·법정기본계획*·국제 협의체 대응 등의 **정책연구 지원 업무를 수행하지만**, R&R과 연구사업에 관련 내용 **미반영**

* 남극연구활동진흥기본계획, 극지활동진흥기본계획, 기후변화감시예측법(2024) 등

기관별 R&R 현황 및 공통점

◦ (KOPRI R&R) 극지 지식 창출과 활용을 통한 국가 및 글로벌 현안 해결, 국익을 확보하여 극지에 대한 국내외 영향력을 확대
→ 극지 연구를 통해 기후 변화의 영향을 분석하고 사회 현안 해결

◦ (KIOST R&R) 해양과학 탐구와 원천융합기술 개발로 국민의 행복증진과 미래 해양가치 창출
→ 해양자원과 생태계 관리를 중심으로, 해양 연구 전반에 연구 분야가 걸쳐 있으며 해양 환경 및 생태계 위기에 대한 솔루션 제공

◦ (KRISO R&R) 선박해양공학 기술혁신을 선도하여 국가와 사회의 현안문제를 해결하고 글로벌 해양강국 실현에 기여
→ 기술혁신과 안정성 개선을 중심으로 선박 및 해양 플랜트 기술 개발 및 국가 해양 산업 경쟁력 강화에 중점

※ **공통점: 해양 산업**과 **환경**의 **지속 가능성**을 위한 **환경 변화 대응에 중점**을 두고 관련 기술 개발 및 연구 수행

□ KOPRI-KIOST 연구 중첩 분야 및 연구 제안

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">KIOST</th><th colspan="7">KOPRI</th></tr>
<tr><th colspan="2">전략목표 1</th><th colspan="2">전략목표 2</th><th colspan="2">전략목표 3</th><th>전략목표 4</th></tr>
<tr><th>전략목표</th><th>성과목표</th><th>1-1</th><th>1-2</th><th>2-1.</th><th>2-2.</th><th>3-1.</th><th>3-2.</th><th>4-1.</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td>1-1</td><td></td><td rowspan="3" colspan="2">1) 기후변화 진단 및 예측</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>2-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2" colspan="2">2) 극한지 해양생물 자원</td><td></td></tr>
<tr><td>2-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td>3-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3-2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">3) 해양탐사 장비/위성 활용</td></tr>
<tr><td>3-3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

○ (기후변화 진단 및 예측) 극지의 기후 변화가 한반도에 미치는 영향 예측 연구와 연계 극지-한반도* 연계 예측 시스템 구축 연구

* KIOST는 한반도 주변 해역에 대한 연구를 진행 중으로 전지구-북태평양 연계 해양 순환 예측 시스템 구축을 최종목표로 하고 있음

○ (극한지 해양생물 자원) KIOST의 북서태평양(대양 극한지) 생물 자원 확보 및 활용기반 연구와 연계하여 해양 바이오 개발 연구 및 해양 생물표본 지도 확보 가능

○ (해양 탐사 장비 활용) KIOST의 IoET 통신 기술 개발, 해양무인 시스템 실증 시험·평가기술 구축과 극한지 탐사 연계 가능

○ (해양 위성 활용) 해양 위성 개발과 연계하여 극지를 대상으로 한 위성 탐사 연계 가능

□ KOPRI-KRISO 연구 중첩 분야 및 연구 제안

○ (해양 통신·탐사 장비 개발) KRISO의 극지 빙저환경 항법기술 개발 및 인공지능 기반 객체 탐지 기술을 활용, 남극 빙저 환경 및 내륙 탐사 관련 연구와 연계

KRISO		KOPRI	
		전략목표 4	
전략목표	성과목표	4-1.	4-2.
3	3-1	해양 통신·탐사 장비 개발	
	3-3		

※ 활용가능 1.	1-1.	성과목표 : 선박 운항성능 고도화 기술 개발 세부과제 목표: 다양한 해빙 조건하 쇄빙선박 빙성능 종합 시험평가 기술 확보

□ KOPRI-KIOST-KRISO 협력과제 후보(안)

○ (기본방향) KRISO에서 연구 중인 신기술을 기반으로 KIOST와 KOPRI의 연구 연계 분야 중심으로 협력과제 후보 도출

○ (기후변화대응) 해양 통신·탐사 신기술에 기반한 극지 해양환경 생태계 변화 진단, 한반도 해양 기후 상세 전망 제시

○ (극한지탐사) 스마트 해양 장비·로봇기술을 활용한 남극 극한지 탐사

○ (기타 협력) KRISO 쇄빙선박 氷성능 향상 기술과 KOPRI의 차세대 쇄빙선 개발 연계, 이후 KIOST의 해양위성 산출물 연구에 활용

□ 붙임자료

○ KOPRI-KIOST-KRISO 연구 중첩 전략목표 및 성과목표 세부내용

○ KIOST R&R 및 연구사업 연계 현황

○ KRISO R&R 및 연구사업 연계 현황

○ KOPRI R&R 및 연구사업 연계 현황

붙임 1 KOPRI, KIOST, KRISO 연구 중첩 전략목표 및 성과목표 세부 내용

□ KOPRI-KIOST 연구 중첩 분야 전략목표 및 성과목표 내용

KIOST		KOPRI	
전략목표	성과목표	전략목표	성과목표
1. (기후·해양 환경변화 대응) 해양기후변화 진단·예측 역량 및 해양환경·생태계변화대응기반강화	1-1. 해양변화 모니터링을 통한 기후변화 및 해양환경 변동특성 진단	1. 극지 관측·진단을 통한 환경과 생태계 변화 원인 규명	1-2. 환경변화 중장기 모니터링을 통한 극지환경과 생태계 변화 진단
	1-2. 해양변화 예측역량 강화와 해양기후변화 전망	2. 기후변화 대응을 위한 극지 기후 관측·예측 기술 개발	2-1. 극지대기/기후 관측·예측 시스템 구축을 통한 기후변화 영향 평가
	1-3. 해양환경 현안대응 기술개발		2-2. 기후변화 예측 정확도 향상을 위한 빙권 관측 및 분석기술 개발
2. (해양전략자원 개발) 해양바이오·전략광물자원 개발 및 미개척 대양 신자원 탐사	2-1. 해양생물·유전자원 활용기술 개발	3. 생물 자원 및 저온특성활용 기술개발	3-1. 극지 생명자원을 활용한 바이오 소재 실용화 기술 개발
	2-3. 대양·극한지 탐사 및 물질/생물 신자원 발굴		3-2. 저온 화학 특성을 활용한 정화 기술 및 환경/에너지 신소재 개발
3. (첨단 해양공학기술 창출) 해양공학 핵심기술 및 첨단장비 개발	3-2. IoMT 기반 해양 로봇 및 장비 기술 개발을 통한 해양 SOC 고도화	4. 극지 미답영역 탐사를 위한 연구 인프라 고도화	4-1. 남극 빙저 환경 규명을 위한 탐사 시스템 구축
	3-3. 해양위성 시스템 및 핵심활용기술 개발		

□ KRISO-KOPRI 연구 중첩 분야 전략목표 및 성과목표 내용

KRISO		KOPRI	
전략목표	성과목표	전략목표	성과목표
3. 첨단 해양장비 및 ICT 융복합 기술 개발	3-1. 스마트 해양장비·로봇 기술 개발	4. 극지 미답영역 탐사를 위한 연구인프라 고도화	4-1. 남극 빙저 환경 규명을 위한 탐사 시스템 구축
	3-3. 가상물리체계 기반 해양장비 스마트 운용기술 개발		4-2. 남극 내륙 진출루트 및 연구캠프 구축과 북그린란드 연구거점 확보

□ 기타 활용 가능 분야 (KRISO)

기관	전략목표	성과목표	세부과제	목표
KRISO	1. 선박 운항성능 고도화 및 친환경 미래 선박 핵심기술 개발	성과목표 1-1. 선박 운항성능 고도화 기술 개발	1-1-2. 쇄빙선박 시험평가 선진기술 확보 및 빙성능 향상 기술 개발	다양한 해빙 조건하 쇄빙선박 빙성능 종합 시험평가 기술 확보
	4. 해양교통 및 해양사고 대응 기술 개발	성과목표 4-1. 스마트 해상교통 인프라 구축 및 시범운용	4-1-2. 레질리언트 측위항법 인프라 구축 및 시범운용	스마트기기 기반 해상교통 안전용 측위항법 알고리즘 기술 개발

분야	R&R	연구사업 임무 유형*			
		기초. 미래선도	공공. 인프라	산업화	정책연구·지원
KOPRI	기후변화에 의한 극지환경변화 감시와 원인규명	O			
	극지역 온난화가 초래하는 국가·사회 문제해결	O			
	극지연구 신성장 동력 및 실용화 성과창출			O	
	극지 미답지(과학영토) 개척및탐사기술개발		O		
KIOST	해양기후변화 진단·예측 역량 및 해양환경·생태계변화대응기반강화	O			
	해양바이오·전략광물자원 개발 및 미개척대양신자원탐사	O		O	
	해양공학 핵심기술 및 첨단장비 개발		O	O	
	해양력 향상 및 해양 재난·재해 대응기술 개발		O		
	해양분야 법·정책 대응력 강화				O
KRISO	친환경·고효율 선박기술 개발을 통한 국가 주력산업 경쟁력 강화			O	
	미래 해양플랜트 기술 개발을 통한해양 혁신 성장동력 창출		O	O	
	디지털 융합 기술혁신을 통한 해양 4차 산업혁명 선도		O		
	해양사고 예방 및 대응 기술개발을 통한 안전하고 깨끗한 바다 구현		O		

붙임 2 KIOST R&R 및 연구사업 연계 현황

○ (비전) 바다에서 찾는 국민의 행복, 인류에 공헌하는 해양과학기술

○ (사명선언) 해양과학기술 선도와 인재 양성의 핵심기관으로서, 전지구적 해양 과학 탐구와 원천 융합기술 개발로 국민의 행복 증진과 미래 해양 가치 창출

○ R&R(5대 상위역할) 과 연구사업('23~'28, 5대 전략목표) 연계

붙임 3 KRISO R&R 및 연구사업 연계 현황

○ (사명선언) 선박해양공학 기술혁신을 선도하여 국가와 사회의 현안문제를 해결하고 글로벌 해양강국 실현에 기여한다

○ R&R(4대 상위역할) 과 연구사업('19~'24, 4대 전략목표) 연계

	R&R 상위 역할	중장기 발전계획 추진전략	연구사업 계획
1	조선 · 해운 국가주력 산업 경쟁력 제고를 위한 원천기술 개발	선박 설계/성능 고도화 기술 기반의 친환경·고효율 미래 선박 기술 개발	전략목표 1 선박 운항성능 고도화 및 친환경 미래 선박 핵심기술 개발 1-1. 선박 운항성능 고도화 기술 개발 1-2. 저소음/전기추진 선박 핵심기술 개발 1-3. 자율운항선박 핵심기술 개발
2	신개념 해양플랜트와 신재생 해양에너지 등 해양 신산업 창출 선도	해양자원의 지속가능한 개발을 위한 해양플랜트 융합 혁신기술 개발	전략목표 2 미래 해양플랜트 핵심기술 개발 2-1. 해양플랜트 유체-구조 융복합 성능 평가 기술 개발 2-2. 해양플랜트 신산업 서비스·기자재 기술 개발 2-3. 해양에너지 · 자원 실용화 선도 기술 개발
3	해양의 4차 산업혁명을 선도하는 해양로봇 등 디지털 해양 기술 혁신 추진	초연결·초지능 기반의 4차 산업혁명 선도를 위한 해양 디지털 융복합 기술 개발	전략목표 3 첨단 해양장비 및 ICT 융복합 기술 개발 3-1. 스마트 해양장비·로봇 기술 개발 3-2. 스마트 해양 통신·탐사 장비 개발 3-3. 가상물리체계 기반 해양장비 스마트 운용 기술 개발
4	국민에게 안전하고 깨끗한 바다를 구현하는 공공기술 확보	해상교통안전과 구난·방제를 위한 해양사고 예방 및 대응 기술 개발	전략목표 4 해양교통 및 해양사고 대응 기술 개발 4-1. 스마트 해상교통 인프라 구축 및 시범운용 4-2. 해양사고 신속대응 핵심기술 개발

붙임 4 KOPRI R&R 및 연구사업 연계 현황

○ (사명선언) 극지 지식 창출과 활용을 통한 국가 및 글로벌 현안 해결, 국익을 확보하여 극지에 대한 국내외 영향력을 확대

○ R&R(4대 상위역할) 과 연구사업('20~'25, 4대 전략목표) 연계

붙임27 국외출장보고서(2024년 제46차 ATCM)

국외출장귀국보고서

제출일: 2024.06.06.

소 속	직 급	성 명
정책개발실	책임기술원	최 선 웅
정책개발실	선임행정원	정 채 린
글로벌협력실	선임기술원	김 선 빈

Ⅰ. 출장개요

1. 출장자

소속	직급 또는 직위	성명	출장기간
정책개발실	책임기술원	최 선 웅	2024.05.18.~05.28
정책개발실	선임행정원	정 채 린	2024.05.19.~06.01
글로벌협력실	선임기술원	김 선 빈	2024.05.19.~06.01

2. 출장국가: 인도 코치(Kochi)

3. 회의기간: 2024.05.21. ~ 2023.06.01.

구분	행사내용
다자협력	◦ 남극조약협의당사국회의(이하 ATCM) 대표단 활동 - 워킹그룹1: 법제도 분과 - 워킹그룹2: 과학, 인프라 운영, 관광 분과 - 워킹그룹3: 관광 프레임워크 분과
양자협력	◦ 한-칠레 남극 정책대화 참석 ◦ 인도·튀르키예·이태리·칠레 등과 로지스틱 분야 논의 ◦ 남극반도 킹조지섬 바터포인트 협력그룹 협의 ◦ AFoPS 기반 아시아권 남극협력 확대 논의
학술행사	◦ 2024년 ATCM Public Seminar 공동 주최 ◦ Antarctica InSync 국제공동연구사업 설명회 참석

4. 출장목적

◦ 제46차 남극조약협의당사국회의 (ATCM) 및 제26차 남극환경보호위원회 (CEP) 정부대표단 업무 수행

Ⅱ. 세부내용

1. 출장일정

일자	활동내용
5.18(토)	◦ (최선웅) 한국 출발→싱가포르(경유)→인도 코치 도착
5.19(일)	◦ (정채린, 김선빈) 한국 출발→싱가포르(경유)→인도 코치 도착 ◦ 남극조약협의당사국회의(이하 ATCM) 세미나 행사장 점검 및 사전 준비회의 ◦ 회의 안건 검토 및 의제별 주요내용 정리
5.20(월)	◦ 남극조약협의당사국회의(이하 ATCM) 세미나 개최 ◦ 인도남극해양연구센터(NCAOR)와 양자협력 협의 ◦ 환경보호위원회(CEP) Plenary 참석
5.21(화)	◦ 한-칠레 남극 정책대화 참석 ◦ ATCM Plenary & ATCM Working Group 2
5.22(수)	◦ AATCM Working Group 2 ◦ 이태리 TNB 암반활주로 관련 진행사항 협의 ◦ ATCM Working Group 1
5.23(목)	◦ ATCM Working Group 2 ◦ 남극반도 킹조지섬 바터포인트 프로그램 관련 협의 ◦ ATCM Working Group 1 ◦ Antarctic InSync 설명회 참석
5.24(금)	◦ ATCM Working Group 2 ◦ Antarctic InSync 회의 참석 ◦ ATCM Working Group 1
5.25(토)	◦ ATCM Working Group 3
5.26(일)	◦ Working Group별 논의사항 정리
5.27(월)	◦ (최선웅) 인도 코치 출발→싱가포르(경유)→ ◦ ATCM Plenary & ATCM Working Group 1, 3
5.28(화)	◦ (최선웅) →싱가포르(경유)→한국 도착 ◦ ATCM Working Group 1, 2, 3
5.29(수)	◦ ATCM Plenary (Working Group Report Adoption) ◦ HoD 회의 참석
~5.30(목)	◦ ATCM Plenary (Final Report Adoption)
5.31.(금)~ 6.1.(토)	◦ (정채린, 김선빈) 인도 코치 출발 →싱가포르(경유)→한국 도착

2. 활동내용

2.1. 인도 국립극지해양연구센터(이하 NCPOR)과의 양자협력 협의

- 일시: 5.20(월), 14:00~14:30
- 인도 측 관계자: Dr. Rahul Mohan (NCPOR)
- NCPOR은 전반적으로 여러 분야에서 한국과의 협력 확대를 희망하며, 자국 부처(Ministry of Science & Technology)도 한국과의 과학연구분야의 협력이 확대되고 있음. (인도 내 극지연구는 Ministry of Earth Science 담당)
- NCPOR은 한국 극지연구소(이하 KOPRI)와 연구협력을 희망하며, 협력 분야로는 빙하연구를 포함한 연구 전체 분야임. 이와 관련하여 펠로우십 프로그램 제도 등을 통해 연구인력 교류를 희망하고 있음
- KOPRI는 NCPOR의 전반적인 연구 분야에 대해 별도로 검토를 진행 후, 협력 가능 분야에 대한 다음 논의를 진행하기로 합의. 추가적인 논의는 화상회의 또는 SCAR Open Science Conference 등을 통해 진행 예정

2.2. 2024 ATCM 세미나

- 행사명: ATCM Seminar: Changing Antarctic and Challenges Ahead
- 일시: 5.20(월), 12:30-14:30
- 공동주최: 극지연구소(KOPRI), 일본 고베대학교 극지협력연구센터(PCRC), 인도 국립해양극지연구소(NCPOR) 등 3개 기관
- 주요내용
  - ATCM 참석하는 정부·국제기구·연구기관 전문가들을 통해, 남극조약 시스템 내 다양한 이슈와 현안에 대한 각 분야별 전문가들의 시각을 공유함
  - 해당 세미나는 다음과 같이 2개 패널로 진행됨
  - 패널 1 (좌장: PCRC Akiho 교수) 남극거버넌스의 도전: 기후변화, 과학외교 그리고 관점의 다양화(Antarctic governance challenges: climate change, science diplomacy and diversifying perspectives)
  - 패널 2 (좌장: 신형철 소장) 미래의 남극을 위한 우리의 의무와 기여: 지구에서의 남극, 환경적 책임과 관광 그리고 안전(Our responsibilities and commitment for future Antarctica: Antarctica in global setting,

environmental liability, tourism and safety)

- 참여연사(11명)

구분	참여연사 성명 / 소속기관 / 직함 등
패널 1	Dr. Hyoung-Chul SHIN, President, KOPRI, Republic of Korea
	Dr. Rasik Ravindra, Former Director, NCPOR, India
	Mr. Evan Bloom, Former United States diplomat
	Dr. Susie Grant, Chief Officer, SC-ATS, Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)
	Capt. Juan Camilo Forero Hauzeur, Director, Colombian Antarctic Program
	Dr. Arnold Kreilhuber, Regional Director, United Nations Environment Programme (UNEP)
패널 2	Prof. Akiho Shibata, Kobe University, Japan
	Mr. Russell Miles, Australian Department of Foreign Affairs and Trade
	Prof. Kees Bastmeijer, University of Groningen, The Netherlands
	Ms Michelle Rogan-Finnemore, Executive Secretary, COMNAP
	Ms Yousra Makanse, 2024 ANT-ICON/SC-ATS fellow, Brazil

- 패널 1에서는 각 참여 전문가들이 남극거버넌스 내에서 과학과 외교 분야 간 상호 작용과, 남극연구과학위원회(SCAR), 남극조약협의당사국회의(ATCM), 환경보호위원회(CEP), CCAMLR(남극해양생물자원보전위원회)간 기관차원의 효과적 협력방안 등에 대한 논의가 이뤄짐.
- 패널 2에서는 미래의 남극거버넌스를 위해 현재 남극조약협의당사국들의 제 6 부속서와 관광 규제에 대한 효과적 대응방안, 남극관광과 안전 이슈간의 상호 작용, 차세대 연구자 및 청소년들의 역할에 대한 시각 공유와 논의가 이뤄짐

ㅇ 세미나 프로그램: 붙임 참조

ㅇ YouTube 링크: https://www.youtube.com/live/50WoaHZRg-w?si=nFZpvIKh74i03vrC

environmental liability, tourism and safety)

- 참여연사(11명)

구분	참여연사 성명 / 소속기관 / 직함 등
패널 1	Dr. Hyoung-Chul SHIN, President, KOPRI, Republic of Korea
	Dr. Rasik Ravindra, Former Director, NCPOR, India
	Mr. Evan Bloom, Former United States diplomat
	Dr. Susie Grant, Chief Officer, SC-ATS, Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)
	Capt. Juan Camilo Forero Hauzeur, Director, Colombian Antarctic Program
	Dr. Arnold Kreilhuber, Regional Director, United Nations Environment Programme (UNEP)
패널 2	Prof. Akiho Shibata, Kobe University, Japan
	Mr. Russell Miles, Australian Department of Foreign Affairs and Trade
	Prof. Kees Bastmeijer, University of Groningen, The Netherlands
	Ms Michelle Rogan-Finnemore, Executive Secretary, COMNAP
	Ms Yousra Makanse, 2024 ANT-ICON/SC-ATS fellow, Brazil

- 패널 1에서는 각 참여 전문가들이 남극거버넌스 내에서 과학과 외교 분야 간 상호 작용과, 남극연구과학위원회(SCAR), 남극조약협의당사국회의(ATCM), 환경보호위원회(CEP), CCAMLR(남극해양생물자원보전위원회)간 기관차원의 효과적 협력방안 등에 대한 논의가 이뤄짐.
- 패널 2에서는 미래의 남극거버넌스를 위해 현재 남극조약협의당사국들의 제 6 부속서와 관광 규제에 대한 효과적 대응방안, 남극관광과 안전 이슈간의 상호 작용, 차세대 연구자 및 청소년들의 역할에 대한 시각 공유와 논의가 이뤄짐

ㅇ 세미나 프로그램: 붙임 참조

ㅇ YouTube 링크: https://www.youtube.com/live/50WoaHZRg-w?si=nFZpvIKh74i03vrC

을 공유하며, 칠레와 한국이 좋은 파트너임을 강조함. 이에 우리 대표는 FTA 관련 업무를 수행한 적이 있어 잘 알고 있음을 언급함

ㅇ 칠레는 지난 2-3년간 남극활동에 있어 다음 사항을 우선순위로 삼음을 공유

- 남극조약 체제의 안정성(stability)에 방점을 두며, ATCM과 CCAMLR에서 일부 국가가 국제회의를 정치화하는 것을 경계함. 특히 지난 2년간 ATCM 결과보고서가 총의(consensus)가 아닌 다수(majority)로 채택된 것은 이례적임을 지적하며, 총의제로 돌아갈 수 있도록 대화에 기여하고자 함

- 기후변화에 중요성을 두며, 협의당사국들이 '기후변화가 남극에 미치는 부정적 영향'과 관련된 모든 문건은 공동제출할 의향이 있음. 이번 회의에서 탄소중립 남극기지 구축에 대한 문건(IP030)을 제안한 바 있음

- 조류인플루엔자(avian influenza)가 마갈레네스 지역에서 발견되었고, 남극으로 확산되는 것에 대해 문제의 심각성을 언급함. 한국과 칠레의 조류인플루엔자 대응을 위한 공동 협력을 보여주는 문건(IP126)의 공동제출을 언급, 칠레가 제출한 조류인플루엔자 예방을 위한 네트워크 구축과 모니터링 등 생물보안(biosecurity) 표준기준 마련(WP056)에 대한 관심을 환기함

- 관광(tourism) 관련, 칠레는 안전한 관광을 위한 수색구조(SAR), 남극환경 보호, 관광 규제에 관심을 가지고, 파편화된 대응이 아닌 포괄적인 프레임워크를 마련하기를 희망함

- 칠레는 경제활동의 일부로 남극관광을 고려하며, 이에 남극정책, 관광산업 규제, 남극환경보호의 통합적 틀 안에서 대응하고 있음

- 칠레 측의 부속서6(Liablility) 채택 관련 경험을 공유해달라는 한국의 요청에 대해, 칠레는 동 부속서를 2021년 비준하였으나 국내절차를 올해 비로소 완료하였으며, 칠레의 남극 법령과 부속서6 간 차이가 있는데 이를 조율하고 남극 내 활동하는 모든 행위자가 책임을 질 수 있도록 하는 데 많은 시간을 소요함. 남극법-부속서6 순서로 진행한 것도 늦어진 이유 중 하나임

- 한국은 조류인플루엔자, 관광 프레임워크 등이 한국의 우선순위에 있으며 칠레와 공유하는 것이 많다고 언급함. 극지연구소는 조류인플루엔자 신속진단키트를 활용한 모니터링 협력, 남극으로 유입된 외래종 박멸을 위한 노력을 위해 칠레와 밀접하게 협력하고 있다는 점을 언급함

- 아울러 한국은 푼타 아레나스에 위치한 남극협력센터 건립 진행현황에 대한 업데이트를 요청하였으며, 칠레는 코로나19 이후 물가상승으로 인해 예산확보를

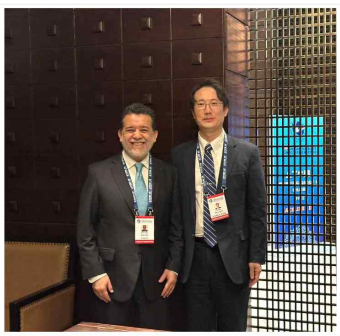
위해 건축사와 협의 중이며 지연되고 있음. 추가 정보는 마가야네스 주정부를 통해 취득하여, 주칠레 대한민국대사관을 통해서 전달하겠음

- 한국은 킹조지섬 내에 Teniente Marsh 활주로 공사 계획에 대해서 문의하였으며, 칠레는 다음 시즌인 2025년으로 지연되었음을 공유함. 칠레는 킹조지섬 내 기지를 운영하고 있는 남극 프로그램들에게 동 정보가 중요함을 이해하고 있으며, 구체적인 사항이 확정될 경우 재외공관을 통해서 정보를 전달할 예정임. 회의 참석하는 칠레 국방부 인원에게도 필요 시 관련 논의를 할 수 있도록 전달하겠음

- 칠레는 올해 7월에 한국에서 개최 예정인 CCAMLR 소관 Harmonization 심포지엄에 참여 예정임을 공유하고, 남극반도 MPA 제안을 다시 소개하며, 한국의 뚜렷한 지지를 확보하지 못했음을 환기함. 한국은 이 사안 인지하고 있다고 언급하며, 관련 부처와 상의하겠다고 답함

- 남극반도의 비정치화와 관련, 컨센서스 달성에 필요한 경우 캐나다-벨라루스 관련 논의에 기여할 의향이 있음. 칠레는 지난 2017년 베이징에서 개최된 ATCM에서 합의된 협의당사국 지위 부여를 위한 체크리스트에 부합하는 한 반대할 이유가 없으며, 정치적인 이유로 협의당사국 지위 부여를 막는 것은 부당하다는 입장을 견지함

- KOPRI는 국제극지의해(IPY2032-33)와 국제 공동연구 프로그램인 Antarctica InSync를 준비하기 위한 기획 노력에 양국이 협력하고 네트워크에 같이 참여하기를 기대함. 이에 연계하여 남북극 공동학술대회인 Polar 2030를 유치하는데 상당한 관심이 있음을 언급하며, 제안서 제출시 칠레의 지지를 희망함. 칠레는 칠레 남극연구원(INACH)이 외교부의 실질적인 직접 관리 대상은 아니지만 여전히 외교부 산하임을 언급하며, 제안을 염두에 두겠다고 함



2.4. 남극조약협의당사국회의(ATCM)

o 남극조약사무국(ATS)는 각 분야별로 효율적 논의를 위해, 주제별로 총 3개의 작업반(working group)을 구성하여 회의를 진행함. 작업반1(이하 WG01)에서는 정책·법·제도 분야, 작업반2(이하WG02)에서는 인프라운영·과학연구·남극관광 분야, 작업반3(WG03)에서는 남극관광 프레임워크 계발에 대한 논의가 주를 이룸. 회의 안건은 아래 표와 같음

46차 ATCM 회의 안건

1. Opening of the Meeting
2. Election of Officers and Creation of Working Groups
3. Adoption of the Agenda and Allocation of Items to Working Groups and Consideration of the Multi-year Strategic Work Plan
4. Operation of the Antarctic Treaty System: Reports by Parties, Observers and Experts
5. Report of the Committee for Environmental Protection
6. Operation of the Antarctic Treaty System
   a. Request from Belarus to become a Consultative Party
   b. Request from Canada to become a Consultative Party
   c. General matters
7. Operation of the Antarctic Treaty System: Matters related to the Secretariat
8. Liability
9. Biological Prospecting in Antarctica
10. Exchange of Information
11. Education Issues
12. Multi-year Strategic Work Plan
    a. Policy, Legal and Institutional priorities
    b. Science, Operations and Tourism priorities
13. Safety and Operations in Antarctica
14. Inspections under the Antarctic Treaty and the Environment Protocol
15. Science issues, future science challenges, scientific cooperation and facilitation
16. Implications of Climate Change for Management of the Antarctic Treaty Area

46차 ATCM 회의 안건

17. Tourism and Non-Governmental Activities in the Antarctic Treaty Area, including Competent Authorities Issues
18. Development of a Tourism Framework
19. Preparation of the 47th Meeting
20. Any Other Business
21. Adoption of the Final Report
22. Close of the Meeting

[Plenary / Items 1, 2, 3, 4, 5, 6a, 6b, 19, 20, 21, 22.]

ㅇ 2024년 ATCM Plenary에서는 29개 협의당사국가들과 10개국 비협의당사국들 그리고 SCAR, CCAMLR, COMNAP 등이 참여함

ㅇ Plenary에서는 남극조약체계와 관련 협의당사국별 주요사항 보고를 시작으로, 1) 캐나다와 벨라루스의 협의당사국 지위 신청에 대한 논의, 2)차기 남극조약 사무국(ATS) 사무국장 선정을 위한 채용절차와 조건 등에 대한 논의 등에 대해 논의가 이뤄짐

- 미국은 IP095를 통해 남극조약 및 환경보호의정서 기탁국으로서, 사우디아라비아가 '24.5.22. 에 남극조약 가입서를 기탁하였고, 같은 날 발효되었으며 체코가 부속서6을 승인('24.5.21)하였음을 보고함. 이에 현재 남극조약은 57개 당사국, 환경보호의정서는 42개 당사국이 가입되어 있음을 상기함. 추가적으로 미국은 1994년 이후 남극과학연구활동에 대한 정부정책이 새로 수립되었음을 안내함 (IP095 / 동 보고서 2.9 확인)

- 호주는 남극해양생물자원협약(CCAMLR) 기탁국으로서, 2023년 45차 ATCM 이후 관련하여 추가적인 협약 가입은 없음을 확인함(IP050)

- 영국은 남극물개보존협약(CCAS) 기탁국으로서, 2023년 45차 ATCM 이후 관련하여 추가적인 협약 가입은 없음을 확인함(IP081). 아울러 CCAS 관련 전자정보교환 업데이트 시한이 6월 30일까지임을 안내하며, 각 가입국가들의 관련 조치를 요청함

- 호주는 알바트로스 등 보존협약 기탁국으로서, 2023년 45차 ATCM 이후 관련하여 추가적인 협약 가입은 없음을 확인함(IP049)

- CCAMR, SCAR, COMNAP, WMO, ASOC, IAATO 등은 각각 지난 1년간의

주요활동 결과를 보고하였 으며, 관련 활동내용을 IP로 제출하였음을 안내함

o 미국은 남극조약 기탁국으로서 협의당사국 지위 신청을 위한 절차를 소개하고, 캐나다는 이전회의 시 신청 유보를 요청했기 때문에 임시 안건 구성 시에 포함되어있었으나, 벨라루스는 23.10월 외교서한으로 협의당사국 지위 신청의사를 전달함. 다만 회의 시작 180일 이전이라는 마감 기한을 일주일 가량 넘겨 전달한 바, 절차적 결함에도 불구하고 벨라루스의 신청이 검토될 수 있을지 당사국의 판단을 요청하였고 이에 당사국들은 검토키로 결정함

o 캐나다는 IP007과 IP032를 통해 협의당사국 지위 신청의 근거로 캐나다의 남극 활동과 가치관을 발표함. 많은 당사국은 캐나다의 신청을 지지하였으나, 일부 국가들은 남극 과학연구가 충분하지 않다고 보고 반대하여 총의에 이르지 못함

- 한국을 포함한 많은 당사국(노르웨이, 영국, 독일, 미국, 일본, 남아공, 뉴질랜드, 아르헨티나, 핀란드, 대한민국, 우크라이나, 불가리아, 체코, 벨기에, 에콰도르, 폴란드, 스페인, 칠레, 브라질, 스웨덴, 우루과이)이 지지 의사를 표함

- 중국과 러시아는 남극조약 9조2항에 명시된 바와 같이 남극과학 활동은 협의당사국 지위의 필수 조건이나, EIES나 문건으로 제출된 정보로는 캐나다의 실질적인 과학활동이 충분하지 않다고 판단함

- 당사국들은 캐나다의 협의당사국 지위 신청에 대한 합의에 이르지 못했으나, 내년도 회의의 잠정안건으로 포함하여 재신청이 필요 없다는 점을 명시함

o 벨라루스는 IP045를 발표하여 협의당사국 지위 부여에 대한 근거로 벨라루스의 남극 연구활동과 연구협력을 제시하였음

- 우크라이나는 벨라루스가 협의당사국에 대한 무력 사용을 지원하고 있으며, 이러한 행위가 유엔 헌장에 어긋나며, 남극조약은 당사국들에게 국제법에 부합하는 행위를 하도록 명시하고 있다는 점을 들어 지위 부여에 반대함

- 이에 대해 러시아는 남극조약의 정치화에 반대하는 의견을 피력하고, 러시아와 중국은 남극기지 운영, 과학연구 활동, ATCM/CEP 제출 문건을 높이 평가함.

- 많은 국가들(프랑스, 독일, 영국, 노르웨이, 스페인, 벨기에, 호주, 핀란드, 네덜란드, 폴란드, 뉴질랜드, 미국, 이탈리아, 스웨덴, 일본)은 벨라루스의 남극활동이 남극조약 9조2항과 결정2(2017)의 요건을 충족하지 못하며, 과학의 질과 프로그램의 다양성에 대한 우려가 있어 지위 부여에 반대함

- 당사국들은 벨라루스의 협의당사국 지위 신청에 대한 합의에 이르지 못했으나, 내년도 회의의 잠정안건으로 포함하여 재신청이 필요 없다는 점을 명시함

제46차 남극조약협의당사국회의 회의장

한국 측 대표단 단체사진

[Working Group 1 / Items 6c, 7, 8, 9, 10, 11, 12a.]

ㅇ WG1은 5.22.(수)-28.(화)에 개최되었으며, △남극조약체제운영, △배상책임, △남극생물자원탐사, △정보교환, △교육, △다년전략작업계획(MYSWP)와 관련하여 논의한 바, 의제별 상세 내용은 아래와 같음. (WG1 의장: Theodore Kill, 미국)

(의제 6c) 남극조약체제 운영 : 일반사항 (Operation of the Antarctic Treaty System: (c) General Matters)

ㅇ 당사국들은 차년도 남극조약당사국회의(ATCM47)의 임시의제에 6a와 6b가 포함된 점을 언급하며, ATCM은 남극조약의 요구사항을 충족하는 다른 비협의당사국의 협의당사국 자격 신청에 열려 있다는 점을 강조함

ㅇ 영국은 호주, 노르웨이, 뉴질랜드와 함께 WP040을 제출하여 국가관할권 이원 지역 해양생물 다양성 보전 및 지속 가능 이용(BBNJ) 협정의 채택을 인정하고 환영하며, 남극과 관련한 사안에 있어서 남극조약 체제의 권한을 재확인하는 결의안을 제출함

- 한국을 포함한 대부분의 당사국은 BBNJ 협정의 채택과 남극조약 체제와의 협력을 환영하는 결의안 채택을 지지함

- 러시아는 BBNJ 협정이 남극조약의 역할과 일치하는 국제적 이정표라는 점을 인정하지 않으며, 동 결의안은 러시아가 UN총회에 보고된 협정 보고서에 총

의와 의견을 달리했다는 점을 반영하지 않고 있고, 동 협정으로 인해 UN해양법 협정의 규범이 훼손될 것이며 지역 해양협정과 기구의 권한을 침해할 것이라는 견해를 밝힘

- 많은 당사국은 협정의 서명이 시작되었다는 사실을 환영하였으며, ATCM47 개최 이전에 BBNJ 협정이 발효되지 않을 것으로 생각되므로, 다음 회의에서 재논의하는 것이 적절하다는 데 동의함

o 아르헨티나는 칠레와 함께 WP059(Communication of the start and end dates of observer activities for inspections)를 제출하여 사찰을 위해 지정된 옵서버 목록에 지정해제 일자가 명기되지 않은 경우가 많음을 지적하며, 착오 방지를 위해 해제 일자 명기를 권고하고, 명기되지 않은 경우 시즌 종료(4.30.)을 기점으로 자동으로 지정해제를 제안함

- 당사국들은 동 문서의 권고에 동의하였으나, 영국과 미국은 남극조약에 따른 사찰의 역할은 조약의 준수 여부를 확인하기 위함으로 옵저버 기간을 자동종료하게 되면 사전공지되지 않은 갑작스러운 사찰이 어려울 수 있다는 우려를 제기함

- 사무국은 옵저버 등록 시 시작과 종료 기한을 명기할 수 있음을 설명하고, 당사국들은 옵서버 지정을 장기로 지정하면 미국과 영국의 우려가 해소된다는 데 동의함

- 회의는 옵서버 활동기간 명기를 제안하는 결정1(2024)를 채택함

o 러시아는 WP062(The contribution of the ATS to strengthening the principles of a multipolar world order)를 통해 남극조약이 '다극화(multipolar)'된 세계질서를 강화하는데 기여했음을 언급하며, 다년전략작업계획(MYSWP)에 다자 간 협력 현안을 포함하고 다극화에 대한 논의를 회기 간 지속할 것을 제안함,

- 우크라이나는 러시아가 남극조약의 정치화에 반대한다는 입장을 보여왔고, 평등, 다양성, 포용성(EDI)와 관련된 문건에서는 그 정의가 명확하지 않다는 이유로 반대를 표명했음에도 불구하고, 정치적이고 정의가 명확하지 않은 '다극화' 개념을 문건으로 제출한 것을 비판함.

- 호주는 ATCM의 총의에 기반한 의사결정이 다극화에 기여한다는 해석이 부적절하며, 남극조약의 '평화에 기반한 국제협력의 원칙'은 남극지역이 고립된 체제가 아니라 국제법에 기반한 국제체제의 일부로 기능하고 있다는 점을

강조함

- 우리나라를 포함한 대부분의 당사국(우크라이나, 호주, 미국, 영국, 벨기에, 프랑스, 아르헨티나, 뉴질랜드, 네덜란드, 체코, 독일, 불가리아, 스페인, 일본, 폴란드, 핀란드, 노르웨이)과 ASOC은 러시아의 문건에 동의할 수 없음을 표함

- 중국은 러시아가 제출한 문건을 통해 드러난 다양한 당사국의 견해가 추가적으로 논의되어야 함을 언급하며, 남극조약에 기반한 국제협력과 총의제가 모든 당사국의 이익에 기여한다는 입장을 표명함

- 러시아는 당사국의 논의 참여에 감사를 표하고, '다극화'라는 표현은 여러 국가들이 동등하게 활동한다는 의미로 제안되었으며, '법에 기반한 질서(rule-based order)' 라는 개념에 국제법을 약화시킨다는 견해를 언급함. 아울러 회기 간 논의 제안을 거둬들임

ㅇ 인도는 IP061(The Indian Antarctic Environmental Protection Rules, 2023: A step towards enforcement of Indian Antarctic Act 2022)을 제출하여 지난 2022년도 남극법 제정의 후속조치로, 자국의 출입 허가, 환경영향평가, 오염물 관리 등을 담고 있는 남극환경보호법(2023)과 그 시행규칙을 마련하여 관련 세부사항을 소개함

ㅇ 미국은 IP185(Updated United States Policy on the Antarctic Region)을 통해 '남극지역에 관한 국가안보각서(National Security Memorandum on United States Policy on the Antarctic Region)'가 서명되었음을 소개하며, 1994년 서명된 미국의 남극정책(Presidential Decision Directive/NSC-26, United States Policy on the Arctic and Antarctic Regions)를 대체함을 밝힘. 남극지역에서의 영유권 동결, 광물자원 상업적 활용 금지, 군사적 활용 금지 등에 있어서는 이전 정책과 유사하나, 기후위기가 남극에 미치는 영향에 방점을 둔다는 점에서 차이점이 있음을 설명함

ㅇ 사무국은 SP014(Report of current ATCM measures (1961-2023))를 마련하여 지난 1961-2023년 간 남극조약 데이터베이스에 누적된, 현재 유효하거나 추가 조치가 필요한 총 562개, 11개 항목의 권장사항, 조치, 결정, 결의안이 있으며, 당사국들이 문건의 유효성을 검토할 수 있음을 제시함.

- 당사국들은 검토해야 하는 문건의 양이 많으므로 회의 내에서 세부적이고 포괄적인 검토는 어려우며, 다만 향후 ATCM 내에서 논의되는 안건이 있을 때마다 유관 문건을 점검할 수 있다는데 동의함. 그 예로 관광과 관련된 문

건은 WG3 연계 워크숍에서 논의 된 바 있음을 확인함.

ㅇ 사무국은 SP003(List of Measures with status "not yet effective")을 통해 당사국의 승인이 완료되지 않아 발효되지 못한 3가지 조치와 미승인국을 보고

- 조치1(2005) 남극환경보호의정서 제6부속서(배상책임)의 경우, 한국을 포함 총 8개 당사국이 미승인(아르헨티나, 벨기에, 브라질, 불가리아, 중국, 인도, 일본, 대한민국, 미국) 함. 인도는 자국의 남극법(2022)을 통해 이행 완료했음을, 체코는 내부절차 완료 후 수탁정부에 외교서한을 보냈다는 점을 언급함

- 조치4(2004) 관광 및 비정부활동의 경우, 한국을 포함 총 10개(브라질, 불가리아, 중국, 독일, 인도, 이탈리아, 대한민국, 페루, 스웨덴, 미국) 당사국이 미승인함

- 조치15(2009) 여객선 승객의 남극 대륙 하선의 경우 한국을 포함 총 13개(브라질, 불가리아, 중국, 독일, 인도, 이탈리아, 대한민국, 노르웨이, 페루, 폴란드, 남아프리카공화국, 스웨덴, 미국) 당사국이 미승인함

ㅇ 스페인은 WP042(Procedure for the establishment and operation of inter-sessional activities of the ATCM)를 제출하여 회기간 연락그룹(ICG) 운영세칙(ToR) 양식을 제외하고는 ICG의 설립과 운영에 대한 규정이 미비한 바, 당사국들이 논의할 수 있도록 그간의 회기간 활동에 대한 분석을 사무국에서 마련하여 ATCM47에 보고할 것을 요청함.

- 당사국들은 스페인의 제안에 감사를 표하고, 지난 8년간 ATS 온라인 포럼에서 활동한 ICG들의 유형과 활동에 대한 간략한 설명을 사무국이 다음 ATCM에서 제공하기를 요청함

ㅇ 사무국은 지난 ATCM45(2023) 러시아의 제안에 따라, 문서 작성 시 UN지침을 준용한 성중립적 언어 사용 방안을 검토하여 SP008(Review of gender-neutral language in ATCM and CEP documents)로 제출하고, 다음의 두 가지 제안사항을 도출하여 당사국에 제안함: 1) UN지침을 준용한 표준 편집절차를 작용하여 성(性) 중립성 확보, 2) 다음 회기 제출문서 요청 페이지에 UN지침을 링크로 안내. 아울러 절차규칙(Rules of Procedure)과 남극 방문자 일반안내(General Guidelines for Visitors to the Antarctic)을 지침에 맞게 수정하여 제시함

- 호주, 핀란드, 영국, 프랑스, 독일, 미국, 남아프리카공화국, 벨기에, 브라질은 사무국에 감사를 표하고 제시된 두 가지 문건의 수정 사항을 반영하기 위한

결의안을 채택할 것을 제안함.

- 러시아와 페루는 수정사항 반영으로 인해 문건의 내용이 변경되거나, 영문과 기타 공식언어 문건 간 불일치가 발생할 수 있다는 우려를 제기하였음

- 회의는 성중립적이고 포괄적인 언어를 사용하도록 수정된 영문 절차규칙과 남극 방문자 일반안내 문건 채택에 합의하고, 동 문건의 프랑스어, 스페인어, 러시아어 버전은 다음 ATCM에서 승인을 위해 회기 간 교정하여 재제출을 요청함

(의제 7) 남극조약체제 운영 : 사무국 운영 관련 사항 (Operation of the Antarctic Treaty System: Matters related to the Secretariat)

ㅇ 사무국은 SP004(Secretariat Report 2023/2024), SP005(Secretariat Programme 2024/2025), SP006(Five-Year Forward Budget Profile 2025/26 – 2029/30)을 통해 2023/24 활동 내역, 2024/25 활동 계획, 향후 5개년(2025/26-2029/30) 예산 전망을 보고하였으며, 회의는 결정3(2024) 사무국 보고, 사업, 예산을 채택함

- 사무국은 극단적인 경제상황의 변화가 없다는 조건 하에, 일반기금의 누적 흑자를 활용하여 명목상 분담금 증가 없이 2029/30년까지 운영 가능함을 보고함

- 회의는 벨기에와 독일이 사무국 자금 추가 확보를 위한 비공식 회기간 논의를 이끌 수 있도록 온라인 포럼 개설을 사무국에 요청함. 회기 간 논의에서는 1) 남극프로그램의 활동에 따라 분담금 카테고리를 정하는 조치1(2003)에 따라, COMNAP 자료 등을 통해 분담금 카테고리 상승이 가능한 협의당사국 식별, 2) 당사국 혹은 기타 조직으로부터 자발적 기여금 수령 가능성 검토 예정임

- 회의는 네덜란드의 요청에 따라 관광규제 프레임워크 설립을 위한 특별기금을 조성하였으며, 네덜란드는 자발적 기여금 제공 의사를 표명함. 동 특별기금의 규모는 미화 55,000불(한화 약 7,600만원)로 예상됨

- 회의는 CEP의 요청에 따라 CEP/SC-CAMLR 공동 워크숍 비용에 활용하기 위한 특별 기금 설립을 승인함. 사무국 일반기금의 잉여분 중 미화 20,000불을 사용이 승인되었으며, 차액은 자발적 기부금으로 충당 희망함. 동 특별기금의 규모는 미화 65,000불(한화 9,000만원)로 예상됨

ㅇ 사무국은 SP012(The Antarctic Treaty Secretariat: twenty years after its establishment)를 통해 지난 2004년 사무국이 설립되어 운영을 시작한 이래 20주년을 맞았으며, 그동안의 남극조약 체제 지원 활동과 함께 당사국들에 감사함. 이에 당사국들은 사무국의 노고에 감사를 표함

ㅇ 아르헨티나는 미국과 함께 WP017(Revised Procedure for Selection and Appointment of the Executive Secretary of the Secretariat of the Antarctic Treaty)을 제출하여 현임 ATS 사무총장의 임기 만료('25.8월)에 따라 신임 사무총장을 임명할 수 있도록 절차 규정 개선을 제안함. 동 문건에는 다음 회의 개최 180일 전 각 관할당국을 통해 초대받은 후보자를 대상으로 ATCM에서 인터뷰 할 수 있도록 수정된 절차와 모집공고문이 결정문의 형태로 첨부됨

- 많은 당사국은 선정 과정에서 다양성과 기회의 평등을 촉진해야 한다는 점을 강조하고 여성 후보자의 지원을 장려하였으며, ATCM 출장비를 감당할 수 없는 후보자를 위해 온라인 인터뷰의 가능성을 열어놓을 것을 제안함

- 회의는 제안된 결정문과 상기 의견에 대한 합의에 도달하지 못하였으며, 이에 이전 사무총장 선발 시 공고, 선정 및 임명 절차를 명시하는 결정 4(2016)를 활용하여 날짜만 수정하여 활용하는 데 동의함.

(의제 8) 배상책임(Liability)

ㅇ 호주는 WP048을 제출하여 환경보호의정서 제6부속서 승인 지원을 위해 비공식 회기간 절차를 통해 각국의 국내 이행에 관한 정보를 공유했음을 보고함.

- 6부속서는 승인 대상인 28개 당사국 중 19개국이 승인을 완료하였으며, 나머지 9개국이 승인을 완료할 시 발효됨. 포럼 참가자들은 부속서 6의 국내 이행이 절차적으로 복잡하고 오랜 시간이 소요되었으나, 가능했다는 점을 공유함.

(의제 9) 남극생물자원탐사 (Biological Prospecting in Antarctica)

ㅇ 인도는 IP059(Contribution towards Study of Psychrophilic organisms in Antarctic by India)를 제출하였으나, 관련하여 별도 구두 소개나 논의 않음

(의제 10) 정보교환 (Exchange of Information)

o 스페인은 아르헨티나와 공동으로 WP054(Redesign of the Electronic Information Exchange System (EIES))를 제출하여 전자정보교환시스템(EIES)에 제출되는 대량의 정보가 용도와 유용성이 명확하지 않다는 문제를 지적하고, 정보교환 항목과 요건을 분석하여 적절한 정보가 신속하게 입력될 수 있도록 개선하고자 입력항목의 점검과 조약에 따른 필수 항목 여부를 사무국에 요청함

- 당사국들은 정보공유와 투명성이 남극조약 체제의 기본임에 동의하며, EIES의 개선이 필요하다는 데 동의함. 아울러 일부 당사국들은 EIES를 통해 제출되는 정보의 수준이 낮고 불완전하여 데이터의 비교분석이 어렵다는 점을 지적함

- 영국과 프랑스는 EIES가 지원하지 않는 부분이 있어 데이터 입력에 어려움을 겪었으며, 그 예로 중첩허가(nested permit)를 듦. 이와 같은 상황을 개선하기 위해 각 당사국이 겪은 어려움을 피드백하여 검토를 제안함

- 러시아는 입력항목의 점검과 조약에 따른 필수 항목 여부를 결정하는 것은 조약의 실질 및 묵시적 해석의 문제이기 때문에 사무국이 아닌 각 당사국이 제공해야 하는 정보임을 언급함

- 회의는 사무국의 지원을 받아 결정4(2023)의 목록을 포함한 포괄적인 검토를 수행할 것이며, 이는 EIES를 통해 수신된 데이터의 처리 방법, 각 항목의 명확성, 입력 데이터의 중복, 항목 간 불일치성, 각 항목당 요청 사항을 준수해서 제출하는 당사국의 비율 등을 포함 할 것임

o 사무국은 SP013을 통해 남극조약 미준수 활동 신고를 위한 지침과 인포그래픽을 마련하여 소개하였으나, 당사국 논의 결과 일부 당사국의 반대로 채택되지 못하고 결과보고에도 반영되지 않음

- 미국은 미준수 활동을 위해 증거를 수집하려는 행위가 개인을 위험에 노출시킬 수 있으며, 각 국의 처벌 규정도 상이하기 때문에 동 인포그래픽의 게시에 동의할 수 없으며, 러시아 역시 데이터 확보 수준의 미준수 활동 정보 획득에는 동의하나, 신고체계를 마련하기 위해서는 각국의 법령 간 상호조율이 필요하다는 우려를 표함

(의제 11) 교육 (Educational Issues)

o 불가리아는 교육과 홍보에 관한 제7차 회기 간 연락그룹의 논의내용을 요약한 WP029(Seventh report of the Intersessional Contact Group on

Education and Outreach) 제출하여 당사국이 1) 회기간 그룹의 유용성을 인식하고, 2) 교육과 홍보에 관한 국제 활동에 참여할 것을 지원하고, 3) 교육홍보 워크숍 개최를 지지할 것을 제안함

- 한국을 포함한 많은 국가들은 한국은 문건의 공동제출자로서 ICG를 이끈 불가리아와 포르투갈의 노력에 감사를 표하며, 교육홍보가 ATCM에 중요한 현안인 바 문건의 제안에 지지를 표함

- 회의는 교육홍보 회기간 그룹의 활동 기한 연장과 교육홍보 워크숍의 개최를 승인함

(의제12) 다년전략업무계획: 정책, 법, 제도적 우선순위(Multi-year Strategic Work Plan: a) Policy, Legal and Institutional Priorities)

ㅇ 호주는 WP022(Report on the Intersessional Contact Group (ICG) to review the use and functioning of the Multi-Year Strategic Work Plan (MYSWP))를 제출하여 다년전략계획(MYSWP)이 더욱 효과적으로 기능할 수 있도록 우선순위 설정과 작업계획 수립 지침을 마련할 것과 7개 세부 개선사항을 제안함

- 당사국은 호주에 감사를 표하고, 제안 된 개선사항 중 일부를 다음과 같이 채택함: 우선순위 주제를 5-10개 이하로 제한할 것, 우선순위 기한을 5년으로 설정할 것, 기한과 조치를 포함한 구체적인 우선순위를 작성할 수 있도록 지침을 개발할 것, 문서 제출 시 MYSWP 의 우선순위에 부합하는지 확인할 수 있도록 레퍼런스를 항목을 만들 것

ㅇ 노르웨이는 뉴질랜드, 영국과 함께 WP036 (Assessing the need for a more developed scoping approach as an element of the CEE process)를 제출하여 노르웨이는 전세계적으로 환경영향평가(EIA)을 수행할 때 사용되는 Screening and Scoping 절차를 남극활동에 적용할 수 있을지 CEP에서 검토하고, 전문가 의견을 2027년 회의에서 보고할 것을 요청하였으나, 당사국의 반대로 채택되지 못함

- 일부 당사국은 동 절차가 국제적으로 광범위하게 활용되는 관행이라는 점에 주목하고, 평가 범위 지정과 이해관계자의 조기 참여에 도움이 될 것으로 판단함

- 다만 여러 당사국은 현재 환경영향평가 절차가 잘 정착되어 있기 때문에 새로운 단계를 추가하는 데 반대하며, 국제적으로 활용된다는 점이 남극지역에도

적용할 이유로 충분하지 않다는 점을 지적함

[Working Group 2 / Items 13, 14, 15, 16, 17]

- WG2는 5.22.(수)-28.(화)에 개최되었으며, △남극내 안전 및 인프라 운영, △남극조약 및 환경보호의정서에 따른 사찰, △과학이슈, 미래과학 도전, 과학협력 및 촉진, △남극조약지역에서의 기후변화 영향, △남극관광 및 비정부기관 활동 규제 논의 등과 관련하여 논의가 진행되었으며, 각 분야별 의제별 상세 내용은 아래와 같음. (WG2 공동의장: Sonia Ramos(스페인), Dr. Phil Tracey(호주))

(의제 13) 안전 및 운영(Safety and Operations in Antarctica)

- 워킹그룹2에서는 많은 정보들이 Information Paper (이하 IP)로 제출됨, 다음 회의부터는 전자정보문서교환시스템(이하 EIES)를 통해 Background Papaer (이하 BP)로 제출하도록 요청함

[변화하는 남극환경과 이에 따른 남극 인프라 구축]

- COMNAP은 WP018을 통해 변화하는 남극의 환경과 인프라를 구축하는데 있어 잠재적 환경영향에 대한 이해와 평가를 지원하고 잠재적인 환경적 영향을 파악하기 위한 여러 활동 등이 이뤄지고 있음을 보고함. COMNAP은 각국의 남극 프로그램은 본인들이 활동하는 지역내에 이러지는 여러 변화를 이해하고 이에 따라 시설구축을 진행하므로, 이에 대한 정부 차원의 관심과 지원이 필요함을 강조함. 각 협의당사국들은 COMNAP에 보고에 대한 감사 표시와 더불어, 변화하는 남극환경에 대한 이해와 규명 그리고 이에 따른 현존 또는 향후 인프라 구축의 중요성을 강조하며, 관련 모범사례의 공유 필요성도 언급함

- 영국은 IP052를 통해 영국남극조사원(이하 BAS)의 남극 인프라 현대화 계획에 대한 진행사항을 보고하였으며, 최근 남극반도에 위치한 영국 로데라 기지 활주로 작업 완료, 신규 연구동 건설에 대한 진행사항을 보고함

- 인도는 IP057을 통해 남극 마이트리(Maitri) 기지의 재건축계획을 보고함. 현행 Maitri기지의 노후화와, 과학연구 및 환경 지속가능성 제고를 위해 Maitri기지의 대부분의 필요성을 설명하였으며, 현재 이를 위해 세부벅인 포괄적환경영향평가(CEE)를 진행 중이며, 다음 남극조약협의당사국회의에 보고할 예정임

- 미국은 IP071을 통해서 미국 남극점 과학기지의 유지보수 계획 수립이 마무리 단계임을 보고하고, 현행 계획은 남극 프로그램 수행을 하는데 있어 여러 현존

적용할 이유로 충분하지 않다는 점을 지적함

[Working Group 2 / Items 13, 14, 15, 16, 17]

- WG2는 5.22.(수)-28.(화)에 개최되었으며, △남극내 안전 및 인프라 운영, △남극조약 및 환경보호의정서에 따른 사찰, △과학이슈, 미래과학 도전, 과학협력 및 촉진, △남극조약지역에서의 기후변화 영향, △남극관광 및 비정부기관 활동 규제 논의 등과 관련하여 논의가 진행되었으며, 각 분야별 의제별 상세 내용은 아래와 같음. (WG2 공동의장: Sonia Ramos(스페인), Dr. Phil Tracey(호주))

(의제 13) 안전 및 운영(Safety and Operations in Antarctica)

- 워킹그룹2에서는 많은 정보들이 Information Paper (이하 IP)로 제출됨, 다음 회의부터는 전자정보문서교환시스템(이하 EIES)를 통해 Background Papaer (이하 BP)로 제출하도록 요청함

[변화하는 남극환경과 이에 따른 남극 인프라 구축]

- COMNAP은 WP018을 통해 변화하는 남극의 환경과 인프라를 구축하는데 있어 잠재적 환경영향에 대한 이해와 평가를 지원하고 잠재적인 환경적 영향을 파악하기 위한 여러 활동 등이 이뤄지고 있음을 보고함. COMNAP은 각국의 남극 프로그램은 본인들이 활동하는 지역내에 이러지는 여러 변화를 이해하고 이에 따라 시설구축을 진행하므로, 이에 대한 정부 차원의 관심과 지원이 필요함을 강조함. 각 협의당사국들은 COMNAP에 보고에 대한 감사 표시와 더불어, 변화하는 남극환경에 대한 이해와 규명 그리고 이에 따른 현존 또는 향후 인프라 구축의 중요성을 강조하며, 관련 모범사례의 공유 필요성도 언급함

- 영국은 IP052를 통해 영국남극조사원(이하 BAS)의 남극 인프라 현대화 계획에 대한 진행사항을 보고하였으며, 최근 남극반도에 위치한 영국 로데라 기지 활주로 작업 완료, 신규 연구동 건설에 대한 진행사항을 보고함

- 인도는 IP057을 통해 남극 마이트리(Maitri) 기지의 재건축계획을 보고함. 현행 Maitri기지의 노후화와, 과학연구 및 환경 지속가능성 제고를 위해 Maitri기지의 대부분의 필요성을 설명하였으며, 현재 이를 위해 세부벅인 포괄적환경영향평가(CEE)를 진행 중이며, 다음 남극조약협의당사국회의에 보고할 예정임

- 미국은 IP071을 통해서 미국 남극점 과학기지의 유지보수 계획 수립이 마무리 단계임을 보고하고, 현행 계획은 남극 프로그램 수행을 하는데 있어 여러 현존

에너지절약 기술 등을 도입 등의 도입할 계획임

[남극 인프라 운영 관련 안전 이슈]

- COMNAP은 WP001을 통해 남극내 항공안전(Air Safety in Antarctica)에 대해 지난 ATCM 회의에서 논의되었던 결의사항 등을 환기하며, 남극조약 지역 내 항공기 운항 안전 제고를 위해 결의사항을 준수할 것을 요청함. 당사국회의에서도 모든 협의당사국들이 항공기 운항 오퍼레이터(operators)들이 높은 수준의 안전 기준을 적용하고, 채택하도록 요청함

- 뉴질랜드는 IP006을 통해 로스해지역 북빅토리아랜드, 케이프 어데어에서 과거 남극탐사대가 사용하던 폭약류로 인한 안전사고 가능성을 안내함

- ASOC은 IP141을 통해 폴라코드 및 해운 관련 이슈에 대한 조화로운 이행을 위한 조치사항에 대해 보고함. 이 보고서를 통해 ASOC는 2023년 45차 ATCM에서 아르헨티나와 핀란드가 주최한 폴라코드의 조화로운 이행에 관한 특별세션의 논의와 결과를 보고하였으며, 얼마전 남극해에서 발생한 두 건의 선박 화재 사고에 대한 정보를 제공하여 폴라코드의 추가 개발과 이행에 영향을 미칠 수 있는 사항을 강조함. 선박의 수중 소음 저감에 관한 새로운 지침을 보고하며, 이에 대한 각 협의당사국들의 사례를 다음 회의에 보고토록 요청함

- ASOC은 IP144를 통해 남극조약 지역내 중수(greay water) 처리 규제를, 남극조약협의당사국회의의 작업계획에 반영하고, 관련 이해당사자들이 현행 중수 처리 사례와 정보 등을 공유토록 요청함

[생물안전 이슈(Biosecurity Issue)]

- 칠레는 WP056을 통해 남극 조류인플루엔자의 예방, 통제 및 관리: 생물보안 기준 통합의 필요성을 강조하며, 칠레는 당사국들이 남극 조류인플루엔자와 관련하여 적용하는 다양하는 대응절차(protocol) 분석을 위해 회기간 연락그룹(Intersessional Contact Group, 이하 ICG) 설립을 제안하며, 당사국, 옵서버, 전문가들의 적극적 참여를 요청함. ICG는 당사국들의 개별 정보를 모으는 것과 더불어, 2025년 ATCM에서 합의하거나, 또는 각 국가들이 국내에 도입가능한 특정 지침을 제안하여, 통합된 기준 수립을 목표함. 이에 대해서는 한-칠레 남극 정책 대화시에도 관련 사항에 대해 언급함

- SCAR, COMNAP, IAATO, CCAMLR는 WP047을 통해 남극에서 발생하는 고병원성 조류인플루엔자에 대한 진행사항을 보고하였으며, SCAR, COMNAP, IAATO 및 CCAMLR는 고병원성 조류 인플루엔자의 지역 간 전파, 이종 감염,

그리고 남극 야생동물에 대한 지속적 영향에 대한 우려를 표시와 다음 사항을 당사국들에게 권고함

- 생물안전 지침과 절차를 수립하여, 인간에게 영향을 미칠 수 있는 위험들을 제거하고, 남극내 인간활동을 통한 조류 인플루엔자의 확산을 제거 및 완화
- 필요한 전문 지식이 있고 허용되는 경우, 계속된 경계와 모니터링, 그리고 샘플 수집 및 검사를 촉구
- SCAR 남극 야생동물 건강 워킹 그룹(AWHWG)에게 의심되는 사례 및 확인된 사례에 대한 정보를 보고하고 공유하며, 질병의 전파와 영향에 대한 과학적 이해 향상, 협력 지원과 의사 결정을 위한 지속적 업데이트 필요

o 남극조약협의당사국회의에서는 상기 2건의 WP에 대한 감사 표시와 함께, 칠레에서는 제안한 ICG를 구성하는데 합의했으며, 칠레를 의장국으로 하되, 사무국에서 ICG 운영을 지원하며, 당사국 전문가 이외에도 옵저버 국가들이 참여하여, 각국의 사례와 정보 공유, 고려가 필요한 가능한 권고사항 등을 마련하여, 다음 회의(47차 ATCM)에 보고토록 함. 아울러 고병원성 조류인플루엔자로 인한 위기 규명을 다년간전략계획에 하나로 채택함

o 대한민국은 IP127을 통해 고병원성 조류 인플루엔자 예방을 위한 대한민국 남극 프로그램의 실천 방안이라는 제목으로 남극 내 도입 및 확산을 예방하기 위해 그간 시행한 조치를 보고함. 아울러 SCAR, COMNAP, IAATO에게 관련 정보 제공에 대한 감사표시와, 킹조지섬내 타 남극프로그램들과의 공동협력을 상기함

o COMNAP은 IP004를 통해 SCAR, 각국 남극프로그램 간의 상호 협력을 통해 그 간 고병원성 조류인플루엔자에 대한 대응 노력을 소개하였으며, 이러한 노력과 협업은 2024/25 시즌에도 지속할 계획임을 소개

o 아르헨티나(IP039), 스페인(IP042), 칠레(IP028), IAATO(IP105)는 각각 고병원성 조류인플루엔자 예방과 이에 대한 대응 사례를 각각 보고서를 통해 소개함

o 포르투칼, 대한민국을 비롯하여 5개국과 함께 IP012를 통해 남극연구자들에 대한 코로나19 팬데믹 영향에 대한 결과를 보고함. 이 보고서를 통해 코로나19 팬데믹은 이 연구를 통해 코로나19는 남성보다 여성에게 미친 부정적인 영향이 더 컸으며, 신진연구자에게 더 심각한 영향을 미쳤음을 확인함

[자연재해 관리]

ㅇ 아르헨티나와 스페인은 IP117을 통해 디셉션 섬내 화산에 대한 아르헨티나와 스페인의 화산활동 모니터링 활동을 보고함. 남극조약협의당사국회의에서는 이러한 공동 협력 사례에 대한 환영과 더불어, 이러한 노력이 남극특별관리구역(ASMA)의 관리도 강화하는데 기여함을 언급함.

[타 남극프로그램 관련 기타사항]

ㅇ 칠레는 IP027을 통해 킹조지섬의 Marsh 활주로 유지보수 계획을 안내함. 2025년 11월부터 2027년 2월까지 진행계획이며, 동 기간 활주로 운영이 제한적으로 이뤄질 수 있음

ㅇ 스페인, 대한민국, 폴란드, 튀르키예, COMNAP은 IP051을 통해 킹조지섬을 중심 으로 국가남극프로그램(NAP) 간 협력을 통한 남극반도 운영 최적화 사례를 보고하였으며, 상호간 로지스틱 자산의 공유를 통해 효율성 제고와 비용을 절감할 수 있으며, 타 당사국에게도 이러한 협력체계에 참여토록 권고함.

(의제 14) 남극 조약 및 환경 보호의정서 관련 사찰(Inspections under the Antarctic Treaty and the Environment Protocol)

ㅇ IP040에서 호주는 2023년 12월, 프랑스의 '뒤몽뒤르빌(Dumont d'Urville)'기지, 프랑스와 이탈리아의 '로베르 길라드(Robert Guillard)'기지, 프랑스의 '라스트로라베(L'Astrolabe)'선박 사찰을 실시한 결과를 요약하여 보고하였음

- 프랑스는 사찰의 결과로 노후화된 남극시설로 인하여, 폐수관리 및 에너지 생산과 관련한 개선 사항이 필요할 것이라는 제안이 있었음을 밝혔음

ㅇ IP086에서 프랑스는 2024년 2월, 호주의 케이지(Casey) 기지와 윌크스(Wilkes) 기지 및 윌킨스(Wilkins) 비행장에 대한 시찰을 시행함. 호주 기지와 비행장 사찰 결과, 남극조약의 내용을 잘 이행하고 있었으며, 좋은 협력관계로 유지할 수 있었음.

- 호주는 사찰의 결과로 윌크스 기지에 오염의 가능성이 있다는 점에 대한 제안 사항이 있었으며, 재생에너지(대체에너지) 사용이 가능할지에 대한 제안 사항이 있었음을 밝힘. 인프라 현대화와 관련된 내용의 협력을 강화하기 위해 COMNAP과의 논의를 진행하려고 함.

ㅇ 호주와 프랑스의 사찰은 서로 독립적으로 수행되었음을 각 국가가 강조하였으며, 재생에너지 사용으르 늘리고 남극 기반 시설의 운영 및 현대화에 관하여 다른 국가 남극 프로그램과 협력할 수 있음을 시사하였음

- 회의에서는 호주와 프랑스의 보고서에 감사를 표했으며, 상호적으로 사찰이 시행된 전례없는 방식에 주목하였음. 사찰 활동은 사전에 협의를 하지 않아도 되고, 독립적으로 수행되어야 하며 남극조약과 환경의정서에 규정된 대로 수행되어야 함의 중요성을 재확인 하였음

(의제 15) 과학 이슈, 미래 과학 도전, 과학협력 및 촉진(Science issues, future science challenges, scientific cooperation and facilitation)

[15.a. 과학 국제협력을 위한 기회]

ㅇ COMNAP은 WP061에서 SCAR Lecture와 같은 형태로 ATCM WG2에서 국제협력을 반영하는 정기적인 프레젠테이션을 제공하겠다는 의지를 밝혔음. 이러한 활동을 통해 ATCM 당사국 간에 관리 또는 정보 교환의 격차가 해결되거나 개선될 수 있으며, 당사자의 의사 결정에 도움이 될 수 있다고 제안하였음

- 당사국은 COMNAP의 이러한 제안을 환영하였으며, 러시아는 이러한 데이터 공유가 매우 중요함을 강조하였음. 또한, 당사국은 해당 Lecture의 주제, 주기, 포맷, ATCM 논의 대상 그룹 등의 세부내용이 논의될 필요가 있음을 언급하였음

- 이러한 당사국들의 제안을 반영하여 COMNAP은 세부사항을 당사국들과 협의하여, 제안을 다음 회의에서 논의할 수 있도록 보완하겠다고 하였음

ㅇ 독일은 IP091을 통해 '국제과학&인프라 동시관측 프로그램(InSync)' 진행 상황을 공유하였으며, 현재 새로운 운영위원회 설립을 진행하고 있으며, 최종적으로는 2032~2033 International Polar Year(IPY)에 기여하고자 함을 강조하였음

- 우리나라를 포함한 문서 제출국들은 당사국과 연구 기관들의 참여를 독려하였음.

ㅇ 독일은 IP097을 통해 EC와 유럽 극지프로그램을 기반으로 하여 세계적 인프라를 공동으로 활용할 수 있는 네트워크 프로그램 'POLARIN'을 24년부터 29년까지 운영하고자 함을 소개하였음. 해당 프로그램은 약 22개국의 50개 파트너들, 64개의 인프라가 참여함. 문서 제출국은 해당 프로그램의 참여가 모든 국가에게 열려있음을 언급하며 참여를 독려하였음

ㅇ 인도는 IP055에서 아메리빙붕 지질탐사(GeoEAIS)에 관한 정보를 제공하였는데, 과학연구에 향후 5년 동안 다양한 국가들의 국제적인 참여를 기대하고 있다고 밝힘

ㅇ 미국은 IP070를 통해 남극대륙의 저전력 지리공간 장치를 활용한 우주기상 관측 연구를 수행하고 있음을 발표하였고, IP073에서는 IceCube*를 통해 중성미자 관측소를 운영하고 국제 공동연구를 수행하고 있음을 밝힘. 두 연구는 모두 우주 기상 측정을 포함하고 있으며 국제 협력이 중요한 연구 분야임을 강조함

*별 폭발, 감마선 폭발, 블랙홀 등 우주의 현상을 연구하는 14개국 58개 기관의 350명 이상의 과학자 협력 프로그램

ㅇ 페루는 IP147를 통해 아르헨티나, 브라질, 칠레, 에콰도르, 페루, 우루과이가 '지역 크릴 실무그룹'을 구성하였음을 알리고, 공동으로 연구할 수 있는 주제를 선정하는 과정에서 두 번의 회의를 개최하였음을 공유하였음. 크릴연구와 남극반도의 크릴에 대한 데이터 분석 연구에 관심이 있는 국가들의 해당 실무 그룹 참여를 독려하였음

ㅇ SCAR는 IP121에서 2023년 6월, 'UN 해양 10년(UN Ocean Decade)'은 SCAR가 '남극해 지역 10년 협력 센터(Decade Collaborative Centre for the Southern Ocean Region, DCC-SOR)'로 승인되었음을 보고하고, DCC-SOR은 남극 해양 과학과 글로벌 해양 과학을 연결하여 남극 지역이 전 세계의 다른 지역과의 연계성을 설명하며, 지역간 과학 협력을 강화하며 남극조약을 준수하는 노력을 함을 공유하였음

ㅇ SCAR는 IP122에서 WMO와 공동으로 제5차 국제극지의해(2032-33)를 위한 최신 계획 업데이트 정보를 제공하였음. 2021년부터 현재까지 계획 수립 단계에 있으며, 내년에는 이해관계자의 참여를 확대하는 것을 목표로 함을 밝혔음. 현재 SCAR와 IASC는 IPY 임시 사무국 역할을 수행하고 있으며, 2030년 SCAR-IASC 통합 학술대회를 개최할 개최국을 모색중에 있음을 언급하였음

ㅇ WMO는 IP123에서 PHORS(Panel for Polar and High Mountains Observations, Research, and Services)의 활동을 통해 WMO가 남극의 기상 프로그램 등에 기여한 바에 대하여 소개하였음. WMO는 제47차 ATCM(2025) 에서는 이러한 관찰 프로그램 수행 결과를 반영하여 당사국들에게 구체적으로 권고 사항을 제공할 예정임을 밝혔음.

- 뉴질랜드는 남극 대륙에서 수집된 데이터의 지속적인 관찰이 중요함을 언급하면서, WMO의 업무의 중요성에 대해 강조하였음

- 해당 회의에서는 WMO의 프로그램 수행에 감사함을 표시하였고, 내년 ATCM에서 WMO가 제공하고자 하는 권고사항에 대해 기대함을 표시하였음

ㅇ 브라질은 IP020에서 브라질 남극 과학을 위한 10개년 계획(2023-2032)을 통해 남극 대륙 과학연구의 기준을 발표하였음을 보고하였으며, 이 계획에는 생물 다양성, 기후 변화, 지구 역학, 지리 공간 등의 문제를 포함하여 7가지 주제별 연구 프로그램을 포함되고 있으며, 당사국들과의 해당 분야의 협력을 위한 정보로 활용될 수 있음을 강조하였음. 브라질은 앞으로 10년 동안 당사국들과 협력을 강화하고자 함을 언급하였음

ㅇ 호주는 IP076을 통해 '호주 남극 전략과 20개년 행동 계획 및 주요 계획'을 발표하였음을 보고하였음. 해당 계획은 2016년에 처음 발표된 이후 2022년에 업데이트 되었으며, 여기에는 최첨단 쇄빙선 RSV Nuyina, 빙하코어 시추를 위한 횡단 능력, 크릴 연구 등이 주요 내용으로 포함되어 있으며, 당사국들과의 협력에 개방적임을 보고 하였음

ㅇ 튀르키예는 IP098에서 '튀르키예 극지전략 2023~2035'를 발표하였고 해당 전략은 남극 과학연구 관계자들에게 로드맵을 제공함을 보고하였음

* 출장 중 입수자료 목록에서 확인 가능

ㅇ 포르투갈은 IP167에서 캐나다, 프랑스, 이탈리아, IUCN과 공동으로 '해양공간계획'을 발표하였는데, 해당 계획은 지속가능한 해양 공간 계획이 남극 조약 수역에서 정책과 의사결정을 원활하게 해주는 방법에 대해 정보를 제공하고 있음. 해당 보고에서는 당사국들이 '현명한 기후(climate-smart)'한 방법으로 계획을 새우고, 남극의 생태계의 회복가능성을 제고하기 위한 방법으로 수행하기를 제안하였음

- 이에, IUCN은 '현명한 기후' 해양공간계획이 남극 자원을 효율적으로 관리할 수 있는 방안임을 강조하였으며, 이러한 계획은 국제적인 협력으로만 효과적으로 운영될 수 있음을 언급하였음. 이 계획의 실행을 위해 당사국들의 협력을 독려하였음

ㅇ SCAR는 IP163을 통해 남극이 지속적이며 공백이 없는 조화로운 관측 시스템 구축이 중요함을 언급하며 대륙적 또는 해양적 규모로 확립된 조사 및 프로그램과 추가 개발 계획을 강조하였음. IP168에서는 IP163에서 언급한 '관측 공백'을 파악하기 위해 SOOS에서 개발 중인 남극 해양의 관측 범위의 예비 지도를 제시하고, 이해관계자들의 피드백을 요청하였음

- 뉴질랜드는 장기적이면서 종합적인 남극해양 관측이 중요함을 강조하면서, SCAR의 위와 같은 활동에 지지를 표함.

ㅇ 벨라루스는 IP002에서 남극 동부의 토양과 담수에 있는 미세플라스틱 함량에 대한 연구 결과를 밝혔는데, 동남극 대륙과 육상 지역에 대한 미세플라스틱 연구가 서남극 및 해양 대상 연구보다 적음을 언급하면서, 해당 연구 결과의 중요성을 보고하였음. 또한, 해당 문제를 해결하고 추가 연구를 수행하기 위해 연구 협력이 중요함을 언급하였음

ㅇ 아르헨티나는 IP015를 통해 2022년 말 미세플라스틱 오염 수준의 큰 변동성을 방지하고 해석을 개선하기 위해 아르헨티나 정부는 국제원자력기구(IAEA)와 협력하여 'Nutec Plastic Initiative(INTP)'을 시행하였으며, INTP에 63개국이 참여하였으며, 2024년 1월, 아르헨티나 에스페란자 기지에서 '남극해양'에 관한 연구가 착수됨을 제시하였음. 이러한 프로젝트를 통해 남극 대륙의 미세플라스틱 모니터링 절차 표준화 필요성을 강조하였음

ㅇ ASOC은 IP140을 통해 현재 미세플라스틱이 해양 생태계에 위협적인것에 비해 노력이나 연구가 부족하다고 언급하였는데, 미세플라스틱은 남극 크릴과 같은 유기체의 섭취를 통해 해양 생태계 전체에 영향을 미칠 수 있음을 보고하였음. 또한, ATCM이 남극과 남극해에 대한 플라스틱 오염 감소에 관한 결의안5 (2019)를 채택한 데 이어 남극 조약 지역의 플라스틱 오염 문제를 해결하기 위해 추가조치를 취하도록 권고함

ㅇ 페루는 IP148에서 남극에서의 플라스틱 오염에 대한 문헌 검토를 제시하여 현재 미세플라스틱 관련 정보 수집과 분석 표준화 과정에 공백이 있으며, 향후 미세플라스틱의 관리를 위한 조치가 필요함을 언급하였음. 추가적으로 남극대륙에서 발생하는 오염의 수준이 얼마나 되는지 파악하는 것도 중요하다고 언급함

ㅇ 여러 국가의 미세플라스틱 관련 페이퍼 보고에 이어, 네덜란드는 CEP가 고려할 미세플라스틱 문제에 대한 결의안 초안을 도입했으며 당사국들이 남극 대륙의 플라스틱 오염 근절을 위해 노력하도록 장려했다고 언급하였음.

[15.b. 남극과학에서의 다양성 이슈]

ㅇ COMNAP은 WP007에서 남극 프로그램에 참여하는 모두의 형평성(equity), 다양성(diversity), 포용성(inclusivity)에 대한 이해도를 항상 시키기 위한 워킹 그룹을 운영하고 있음을 언급하였으며, COMNAP은 해당 프로그램을 통해 모든 국가 남극 프로그램이 접근 가능하고 각 국가의 노력이 효과적일 수 있는

정보 공유 허브의 역할 수행하기 위한 역할을 수행하고 있음을 제시하였음

- 러시아는 해당 보고에 대하여, '포용성과 다양성'이 지난 ATCM(45차) 보고서에 충분히 달성되지 않았음을 언급하면서, 남극 연구의 수행 운영자(operators)의 다양성이 증가되는 것이 반영되어야 할 것을 제기하였음. 또한 COMNAP이 EDI에 대한 언급을 피하고, ATCM에서 해당 문제에 대하여 어떤 기여를 할 수 있을지에 대한 내용을 명확히 하기를 제안하였음

- 이 외의 다른 당사국들은 COMNAP의 EDI 프로그램 운영에 대하여 지지를 표명하였으며, 의장은 러시아의 제안 사항이 기존 문서에 일부 포함되어 있음을 언급하였음

o 영국은 IP067에서 남극 대륙 연구에서 안전과 복지의 측면에서 '함께하는 안전 문화'를 언급하였으며, BAS가 새로운 안전 캠페인 개발 수행한 내용에 대한 정보를 공유하였음. 또한 COMNAP이 WP007에서 언급한 활동에 대한 지지를 함께 표명하였음

o 호주는 IP075에서 '존중과 평등 개혁 위원회'를 창설하고, 참여자들의 인식을 제고하는 교육을 시행하는 등의 노력을 수행하고 있음을 제시하였음

o 칠레는 IP026에서 젠더, 다양성 및 포용을 위한 조치로 남극연구원(INACH)이 수행하고 있는 최근 승인된 정책을 언급하였으며, 관련 교육을 활발하게 수행하고 있음 또한 함께 제시하였음

o 인도는 IP053을 통해 제도적으로도 여성이 차별받지 않도록 법적/제도적 기반을 마련하였으며, 현재에도 개선되고 있으며 추가적 개선에 대한 여지가 있음을 언급하였음

o IP136에서 페루는 페루 과학 탐험(ANTAR)에서 성별 문제의 진전을 촉진해 왔으며, 이는 남극 대륙에서 운영, 병참 및 과학 기능을 수행하는 데 여성 원정대원의 증가에 반영되었음을 제시하였음.

o IP183에서 우루과이는 현재 관련 국내법을 준수하면서 남극 대륙의 직장 및 성희롱을 예방하고 해결하기 위해 우루과이가 개발한 프로토콜에 포함된 다양한 측면에 대한 정보를 제공하였음. 해당 프로토콜은 예방조치와 훈련 프로그램 수행에 중점을 두고 있으며, 괴롭힘 문제해결을 위한 독립적인 위원회, 의료 인력, 법률 전문가 등을 포함한 메커니즘이 운영됨을 언급하였음.

o SCAR는 IP124에서 극지 연구에서의 평등, 다양성, 포용성의 증진을 위해 EDI 행동그룹을 21.3월 설립함을 제시하고 그 활동을 소개함. SCAR는 23년 8월

EDI 선언문을 공개하였으며, 남극 연구활동에 관한 행동강령(Code of Conduct)를 작성 중임을 밝힘. 2024년 SCAR OSC에서는 EDI와 관련한 토론을 포함한 다양한 이벤트가 진행될 예정임을 언급하였음

(의제 16) 남극조약 지역에서의 기후변화 영향(Implications of Climate Change for Management of the Antarctic Treaty Area)

ㅇ 중국은 WP016에서 2023년 ATCM '헬싱키 선언'결의안2의 내용 중 기후변화의 부정적인 영향에 대한 제한조치 이행과 남극내 탄소중립 기조를 강조하였으며, 이러한 관점에서 중국은 '태산캠프'의 '배출 제로(Net zero emission)'을 달성하였음을 보고하였음. 해당 성과는 다양한 고효율 장비 및 재생에너지 시스템을 활용하여 달성하였는데, 중국은 남극대륙에서 재생 가능에너지를 사용하는 것은 배출감소를 통해 기후 변화의 영향을 완화하고 연료 운송, 유출 및 화재 등의 사고 가능성을 줄이는 등의 이점이 있음을 강조하였음. 또한, 1) 남극 운영에 있어서 COMNAP과 함께 재생가능에너지 시스템 운영에 대한 실질적인 모범사례 매뉴얼 개발 협력, 2)남극에서의 재생가능에너지 활용 확대, 3)남극 특유의 환경에 적합한 '그린에너지' 시설, 기술의 혁신과 적용에 대한 공유를 제안하였음

- 노르웨이는 트롤 연구소의 현대화 과정을 보고한 IP115를 언급하면서, 기지의 배출량을 50% 줄이는 목표로 프로젝트를 운영하고 있음을 언급함
- 벨기에는 풍력과 태양 에너지로 전력 공급을 받아 자율성을 높이는 프린세스 엘리자베스 남극 기지의 사례를 언급함
- 영국은 해당 분야에 유사한 경험이 많음을 강조하면서, 새로운 기술의 평가에 대해 도움을 제공할 수 있다고 언급함
- 러시아는 COMNAP이 재생에너지 시스템 운영에 기여하는 바에 대해 환영하였지만, 특정 에너지원에 평가가 집중되기 보다는 다양한 시나리오의 효율성 평가를 제안하였으며, 중국의 재생에너지 활용 기지 운영의 효율성과 지속성에 대해 추가적인 연구가 필요할 것이라고 언급함
- COMNAP은 이와 관련하여 'Advancing Critical Technologies Expert Group'을 통해 남극 기지의 재생에너지 활용에 대한 지원 작업을 계속 할 것임을 보고하였으며, 다가오는 연례 총회(Annual General Meeting)에서 중국 극지연구소(PRIC)의 관련 발표하도록 초청한다고 언급함

- 회의에서 중국이 제안한 권장 사항을 지지했으며, 재생가능에너지 활용의 모범 사례에 대하여 COMNAP이 추가적인 조언을 제공하기를 기대함을 언급하며, 2023년 헬싱키 선언의 '남극기후변화에 관한 결의안2'를 강조하였음

ㅇ SCAR는 WP049에서 WMO와 공동으로 남극의 기후 지표를 생성하는 AntClimNow 프로젝트를 간단히 소개하였으며, 해당 프로젝트를 통해 남극의 기후변화에 대해 쉽게 파악할 수 있는 시각화자료를 제공하며, 해당 자료들이 CEP와 ATCM에 적절하고 정기적으로 제공되기를 희망한다고 밝힘.

- 영국을 비롯한 여러 당사국들은 이런 프로젝트의 수행의 중요성에 매우 동의하며, 해당 결과가 비과학자들도 이해하기 좋게 쉬운 용어를 활용하여 접근성이 높은 형태로 제공되기를 희망하였음

- 독일은 남극 기후 변화 지표의 추가개발에 있어 InSync와의 협력 가능성을 언급하였음

- 영국은 ATCM 개회식 이후에 기후변화에 대한 업데이트된 지표를 공유하는 것을 제안하였음

- 벨기에는 지표의 범위가 '기후'에만 국한되지 않고 해빙 관련 지표도 함께 개발되면 좋겠음을 제안하였음

- 회의는 SCAR와 WMO의 해당 작업을 계속 수행하도록 지지하였으며, 간단하고 접근 가능한 방식으로 제공되는 지표를 강조하였고, 또한 '남극환경포털(Antarctic Environments Portal)'에 해당 지표들을 업로드하도록 권고하였음

ㅇ COMNAP은 SCAR 및 WMO와 공동으로 작성한 IP 184에서 남극 주변의 미래 해수면 변화에 대하여 보고하였음. COMNAP은 빙하 손실의 예측 정확도를 제고하기 위한 관찰 인프라 확충과 연구 활성화, 새로운 데이터를 활용한 유연한 의사결정 방식 채택 등 당사국의 관련 지원을 장려하였음

ㅇ IP143에서 ASOC는 해양 CO2 증가가 너무 빠르게 일어나고 있으며, 전세계 배출량을 낮은 시나리오로 맞추기 위한 즉각적인 조치를 취하지 않으면 해양 산성화가 남극 빙하에 심각한 영향을 미칠 것임을 지적하였음. ASOC는 당사국들이 UNFCCC를 통해 전 세계 CO2 배출량을 즉각적이고 신속하게 줄여 남극해의 해양 산성화 위협을 줄이기 위한 조치를 취해야 함을 권고하였음

ㅇ WMO는 IP 116에서 WMO는 2024년 2월 노르웨이 오슬로에서 극지 및 고산 관측, 연구 및 서비스(PHORS)에 관한 세션을 개최하였음을 보고하고, 빙권에

대한 변화를 포함한 전세계적인 기후변화 내용을 정리하여 제출하였음. 노르웨이는 해당 안건을 통해 기후변화에 대한 지식을 확보하고 기후변화로 인한 장기적인 영향에 대한 인식을 제고하는 것의 중요함을 강조하였음. WMO는 글로벌 커뮤니티, 특히 취약한 지역과 소규모 섬에 영향을 미치는 남극 대륙의 변화를 다루는 데 있어서 당사국, SCAR, WMO 간의 협력이 중요하다는 점을 강조하였음

- SCAR는 IP 169에서 2023에 개최한 SOOS(남방 해양 관측 시스템) 심포지엄 내용 보고를 통해 지구 시스템에서 남빙양의 중요성을 강조하였음. SOOS 심포지엄 보고서는 기록적으로 낮은 해빙 수위부터 황제펭귄의 치명적인 번식 실패에 이르기까지 남빙양의 중요한 변화를 상기하고 남빙양에 대한 지속적이고 협력적인 관찰의 시급한 필요성을 강조하였음. SCAR는 국제 언론의 주목을 받고 남빙양 연구의 중요성에 초점을 맞춘 SOOS 심포지엄 이후 커뮤니티 성명이 발표되었다고 보고하였음

- 칠레는 IP025를 통해서 남극 대륙의 관측소 네트워크 설치 진행 상황을 보고하였는데, 해당 네트워크는 다양한 시간 규모에서 환경 변화를 연구할 수 있는 통합 환경 모니터링 시스템임을 설명함. 칠레는 남극 대륙은 지구 기후 변화를 연구하기 위한 환경 변수를 연구하고 기록할 수 있는 가장 큰 잠재력을 갖고 있기 때문에 이 분야에서 네트워크의 중요성과 향후 국제 협력 가능성을 강조함

- 인도는 IP 054를 통해 남극 해빙에서 관찰된 변화와 이러한 변화의 과정에 관한 연구 결과를 보고하였음. 인도는 지역적, 지역적 차이로 인해 해빙 면적이 크게 줄어들고 있다고 강조하였으며, 이는 남극 해빙의 복잡한 역학을 이해하고 해결하기 위한 전 세계적 규모의 지속적인 연구와 협력 노력의 중요성을 강조하였음. 인도는 남극 해빙과 그 미래의 복잡한 역학을 이해하고 해결하기 위해 전 세계적으로 지속적인 연구와 협력 노력의 중요성을 언급함

(의제 17) 남극지역에서의 관광과 비정부활동(권한당국 이슈포함) (Tourism and Non-governmental Activities in the Antarctic Treaty Area, including Competent Authorities Issues)

- 영국은 WP015을 통해 과학 및 비정부 탐험이 물류 지원을 위해 관광 사업자에 의존하는 남극 대륙의 증가 추세를 언급하며, 중첩 허가 문제로 인해 국가 관할 당국이 허가 결정을 내릴 때 활동의 전체 환경 영향을 평가하는 데 어려움을 겪고 있음을 보고하였음. 영국은 남극 대륙을 여행하는 단일 선박의 통합 방문에 대해 두 개 이상의 별도 허가가 발급되는 상황을 언급하며, 둘 이상의 당사국이

대한 변화를 포함한 전세계적인 기후변화 내용을 정리하여 제출하였음. 노르웨이는 해당 안건을 통해 기후변화에 대한 지식을 확보하고 기후변화로 인한 장기적인 영향에 대한 인식을 제고하는 것의 중요함을 강조하였음. WMO는 글로벌 커뮤니티, 특히 취약한 지역과 소규모 섬에 영향을 미치는 남극 대륙의 변화를 다루는 데 있어서 당사국, SCAR, WMO 간의 협력이 중요하다는 점을 강조하였음

- SCAR는 IP 169에서 2023에 개최한 SOOS(남방 해양 관측 시스템) 심포지엄 내용 보고를 통해 지구 시스템에서 남빙양의 중요성을 강조하였음. SOOS 심포지엄 보고서는 기록적으로 낮은 해빙 수위부터 황제펭귄의 치명적인 번식 실패에 이르기까지 남빙양의 중요한 변화를 상기하고 남빙양에 대한 지속적이고 협력적인 관찰의 시급한 필요성을 강조하였음. SCAR는 국제 언론의 주목을 받고 남빙양 연구의 중요성에 초점을 맞춘 SOOS 심포지엄 이후 커뮤니티 성명이 발표되었다고 보고하였음

- 칠레는 IP025를 통해서 남극 대륙의 관측소 네트워크 설치 진행 상황을 보고하였는데, 해당 네트워크는 다양한 시간 규모에서 환경 변화를 연구할 수 있는 통합 환경 모니터링 시스템임을 설명함. 칠레는 남극 대륙은 지구 기후 변화를 연구하기 위한 환경 변수를 연구하고 기록할 수 있는 가장 큰 잠재력을 갖고 있기 때문에 이 분야에서 네트워크의 중요성과 향후 국제 협력 가능성을 강조함

- 인도는 IP 054를 통해 남극 해빙에서 관찰된 변화와 이러한 변화의 과정에 관한 연구 결과를 보고하였음. 인도는 지역적, 지역적 차이로 인해 해빙 면적이 크게 줄어들고 있다고 강조하였으며, 이는 남극 해빙의 복잡한 역학을 이해하고 해결하기 위한 전 세계적 규모의 지속적인 연구와 협력 노력의 중요성을 강조하였음. 인도는 남극 해빙과 그 미래의 복잡한 역학을 이해하고 해결하기 위해 전 세계적으로 지속적인 연구와 협력 노력의 중요성을 언급함

(의제 17) 남극지역에서의 관광과 비정부활동(권한당국 이슈포함) (Tourism and Non-governmental Activities in the Antarctic Treaty Area, including Competent Authorities Issues)

- 영국은 WP015을 통해 과학 및 비정부 탐험이 물류 지원을 위해 관광 사업자에 의존하는 남극 대륙의 증가 추세를 언급하며, 중첩 허가 문제로 인해 국가 관할 당국이 허가 결정을 내릴 때 활동의 전체 환경 영향을 평가하는 데 어려움을 겪고 있음을 보고하였음. 영국은 남극 대륙을 여행하는 단일 선박의 통합 방문에 대해 두 개 이상의 별도 허가가 발급되는 상황을 언급하며, 둘 이상의 당사국이

대한 변화를 포함한 전세계적인 기후변화 내용을 정리하여 제출하였음. 노르웨이는 해당 안건을 통해 기후변화에 대한 지식을 확보하고 기후변화로 인한 장기적인 영향에 대한 인식을 제고하는 것의 중요함을 강조하였음. WMO는 글로벌 커뮤니티, 특히 취약한 지역과 소규모 섬에 영향을 미치는 남극 대륙의 변화를 다루는 데 있어서 당사국, SCAR, WMO 간의 협력이 중요하다는 점을 강조하였음

- SCAR는 IP 169에서 2023에 개최한 SOOS(남방 해양 관측 시스템) 심포지엄 내용 보고를 통해 지구 시스템에서 남빙양의 중요성을 강조하였음. SOOS 심포지엄 보고서는 기록적으로 낮은 해빙 수위부터 황제펭귄의 치명적인 번식 실패에 이르기까지 남빙양의 중요한 변화를 상기하고 남빙양에 대한 지속적이고 협력적인 관찰의 시급한 필요성을 강조하였음. SCAR는 국제 언론의 주목을 받고 남빙양 연구의 중요성에 초점을 맞춘 SOOS 심포지엄 이후 커뮤니티 성명이 발표되었다고 보고하였음

- 칠레는 IP025를 통해서 남극 대륙의 관측소 네트워크 설치 진행 상황을 보고하였는데, 해당 네트워크는 다양한 시간 규모에서 환경 변화를 연구할 수 있는 통합 환경 모니터링 시스템임을 설명함. 칠레는 남극 대륙은 지구 기후 변화를 연구하기 위한 환경 변수를 연구하고 기록할 수 있는 가장 큰 잠재력을 갖고 있기 때문에 이 분야에서 네트워크의 중요성과 향후 국제 협력 가능성을 강조함

- 인도는 IP 054를 통해 남극 해빙에서 관찰된 변화와 이러한 변화의 과정에 관한 연구 결과를 보고하였음. 인도는 지역적, 지역적 차이로 인해 해빙 면적이 크게 줄어들고 있다고 강조하였으며, 이는 남극 해빙의 복잡한 역학을 이해하고 해결하기 위한 전 세계적 규모의 지속적인 연구와 협력 노력의 중요성을 강조하였음. 인도는 남극 해빙과 그 미래의 복잡한 역학을 이해하고 해결하기 위해 전 세계적으로 지속적인 연구와 협력 노력의 중요성을 언급함

(의제 17) 남극지역에서의 관광과 비정부활동(권한당국 이슈포함) (Tourism and Non-governmental Activities in the Antarctic Treaty Area, including Competent Authorities Issues)

- 영국은 WP015을 통해 과학 및 비정부 탐험이 물류 지원을 위해 관광 사업자에 의존하는 남극 대륙의 증가 추세를 언급하며, 중첩 허가 문제로 인해 국가 관할 당국이 허가 결정을 내릴 때 활동의 전체 환경 영향을 평가하는 데 어려움을 겪고 있음을 보고하였음. 영국은 남극 대륙을 여행하는 단일 선박의 통합 방문에 대해 두 개 이상의 별도 허가가 발급되는 상황을 언급하며, 둘 이상의 당사국이

활동을 공동으로 계획하는 경우 관련 당사국 중 하나를 지명하여 관련 환경 영향 평가 절차의 이행을 조정해야 한다고 명시한 환경 의정서 제8조 4항을 상기하였으나, 이 요구 사항이 충족되기에는 현실적으로 추가 논의가 필요할 것임을 언급하였음. 다양한 국가 관할 당국으로부터 취득한 허가가 서로 다른 요구 사항을 가질 수 있으며 이로 인해 중첩된 허가와 관련된 탐사 관리가 더 어려워질 수 있음을 강조함. 또한, EIES는 당사국들이 별도로 승인된 탐사에서 발생하는 활동을 정확하게 보고하는 것을 허용하지 않아 EIES에 부정확한 정보가 포함될 수 있다는 점을 지적함. 영국은 당사국에게 1) 통합된 활동이 활동별로 적합한 환경영향평가(EIA)를 받을 수 있는 현실적인 방안에 대해 관할 당국간의 논의가 지속되어야 함, 2) EIES를 개선해서 당사국들이 각 활동 승인을 위한 적절한 정보를 제공받고, EIES에 정보를 기록할 수 있도록 함.을 제안하였음

ㅇ 스페인은 WP033에서 2023~2024년 하계 시즌 동안 관광 선박에서의 활동에 자국 과학계의 참여가 크게 증가하였으나, 승인된 활동이 미미함을 지적하였음. 스페인은 당사국들이 관광 선박에서의 과학 활동에 대한 관리를 강화하고 EIES에 이러한 활동에 대한 자세한 정보를 교환하도록 권장하였음

ㅇ WP015와 WP033의 안건에 대해, 당사국들은 단일 선박에 다양한 유형의 활동을 관리하고 보고하는 과정에서 문제가 발생할 수 있음에 공감하였음

- 해당 문제를 해결하기 위해서는 당사국 간의 합의가 필요함을 강조하였음. 중첩허가(nested permitting)의 문제를 해결하기 위해 단일 활동별로 EIA를 받고 승인을 받아야 하는지에 대해서는 당사국간의 다양한 의견이 있었으나, 승인을 담당하는 관할 국가의 책임자가 각 활동에 대한 통제를 관리해야 함을 회의에서 지적함

- 또한, 해당 논의가 비공식 회기간 포럼에서 논의된 바 있었고 참여 당사국이 포럼에서 논의 및 협의의 공감대가 형성된 내용에 대해서는 ATCM에서 다시 한번 공식적인 논의를 거쳐야 함이 언급

- EIES의 개선이 해당 문제 해결의 중요한 부분임을 많은 당사국들이 동의하였음. 러시아는 여러 활동의 통합 수행 시, 하나의 당사국을 지정하여 승인을 받아야 한다는 환경의정서 제8조 4항에 대해 '단일 승인'이 적합한지에 대해 의문을 제기하였으며, 하나의 당사국을 지정하여 승인을 받는 것과 이를 바탕으로 국가별EIES 개선 및 운영의 문제가 다루는 범위가 맞지 않음을 지적함

- 하지만, 회의에서는 EIES의 정보교환방식을 논의하는 것이 필요함을 지지하였으며 관할당국을 포함한 관광 운영자 등 이해당사자들이 어떤 변경이 필요할

지 등의 논의하여 추후 ATCM에 제안하도록 제안하였음

ㅇ 미국은 WP052에서 남극 방문자를 위한 사이트 가이드라인 업데이트가 필요함을 강조하였음. 기존 방문자를 위한 사이트 가이드라인을 분석한 결과 2019년이나 2021년의 최신 가이드라인으로 업데이트하지 않았으며(약 90프로), 10년 이상 전에 제정된 것을 마지막으로 업데이트한 경우도 있음(약 60%). 공동 제안자들은 회의에서 당사자들이 체크리스트를 사용하여 방문자를 위한 기존 사이트 지침을 개정하고 사이트 지침에 포함된 정보의 일관성, 완전성 및 유용성에 대한 잠재적 추가 개선 사항을 논의하기 위해 ICG를 설립하도록 권장하였음

- 회의에서 당사국들은 현장 가이드라인이 매우 중요함을 인정하고 업데이트 작업에 동의함을 표하였으며, 2021년의 결의안4의 체크리스트를 통해 기존 지침을 업데이트하고 채택해야 함을 강조하였음. 또한, 해당 과정에서 IAATO의 협력이 중요함을 언급하고, 각 업데이트가 필요한 사이트에 대한 정보를 당사국과 ATCM에 조언하기를 권장하였음

- 해당 문서는 CEP에도 제출되었는데, CEP 내에서 ICG가 설립되기로 논의되었음을 언급함

ㅇ 호주는 IP074을 통해 남극 관광 및 비정부활동에 관한 관할 당국간 상설된 비공식 그룹 웹 기반 포럼에 관한 내용을 보고하였음. 해당 포럼에서는 관광 관련 논의 대상의 범위를 설정하고 정의하고, 논의대상 문제의 우선순위를 식별함

- 러시아는 해당 안건이 4개 공식언어로 번역되는 절차 규칙의 요구사항을 충족하지 못하였음을 지적하면서, ATCM에 제안하는 사항이 포함되어 있지 않음을 지적하였음. 이에 영국은 중요한 주제에 대한 정보 문서를 논의하는 성격의 안건도 논의될 수 있음을 언급하였음

- 회의는 해당 포럼이 좋은 기회였음을 언급하였으며, 추가적인 비공식 온라인 워크숍 등을 장려한다고 지지하였음

ㅇ IP172에서 SCAR는 1961년부터 2022년까지 관광과 관련한 ATCM 문서의 내용 분석하여 관광 유형을 7가지로 제시하였음. 1) 교통 수단, 2) 관광 유형, 3) 제공 활동의 유형, 4) 육상에서 숙박의 여부, 5) 관광 제공자, 6) 기타 비정부활동, 7) 관광 지역으로 구분하였고, 이러한 구분은 증가하고 있는 남극대륙 내 관광활동을 관리하는 데에 역할을 할 것이며 해당 기준으로 관리되는 남극대륙 관광활동이 추후 ATCM 등의 의사결정에 필요한 정보로 활용될 수 있음을 제시하였음

- 네덜란드, 아르헨티나 등 당사국들은 남극 관광 활동의 양과 종류가 증가하고 있음에 따라 관련 정보를 취합하는 과정이 중요함을 언급함. 이에, SCAR의 정보제공은 매우 유용하다고 지지하였으며, 관련 정보는 WG3 논의에서도 중요하게 활용될 것이라고 봄

- IAATO는 IP172의 표에 IP106에 설명된 IAATO의 야생동물 관찰 등의 항목이 추가로 업데이트 될 수 있음을 제안하였음

ㅇ IP150에서 ASOC는 남극에서의 항공운항이 증가하면서, 남극환경, 생태계 등에 영향을 미치는게 증가하고 있어, 프레임워크 구성 절차에 에어크루징 규제/관리가 필요함을 언급하였음

- IUCN은 항공운항으로 인한 남극 생태계에 미치는 영향에 대해 추가적 연구를 장려하였음

- IAATO는 항공운항이 국가 관할 당국으로부터 적절한 승인을 받았음을 언급하고, 남극관광의 높은 비율이 에어크루즈 형태임을 통계를 근거로 하여 언급하였으며, 에어크루즈 규제가 필요함에 동의하였음

ㅇ SCAR는 IP173을 통해 남극 관광과 관련한 과학연구 결과물을 정리하였으며, 해당 정리의 기준으로는 1)관광의 증가, 2)다양화, 3)모니터링, 4)규정 준수/집행 5)전반적인 거버넌스 등 5가지 로 정리하였음. SCAR는 ATCM을 비롯한 정책입안자들이 해당 자료를 활용할 수 있기를 희망한다고 밝힘

- 영국과 프랑스는 SCAR, ASOC 등이 제출한 문서들이 WG3에 유용하게 활용될 것이라고 생각하여 위와 같은 페이퍼 제출에 감사함을 표시하였음.

ㅇ IP47에서 아르헨티나는 2023/2024 시즌 동안 우수아이아 출발 남극 관광의 흐름에 대해 보고하였음. 남극 방문 여행 횟수, 선박의 수, 승객의 수, 국적 등에 대한 통계를 포함하며, 지난 시즌에 비해 전반적으로 증가하였음을 보고

- IAATO는 아르헨티나 우수아이아와 같은 남극 관문도시(gateway)들과 함께 협력함에 적극적임을 밝혔으며, 남극관광과 관련하여 전략적인 계획 수립이 필요하다면 협력으르 환영한다고 밝힘

ㅇ 뉴질랜드는 미국과 프랑스와 함께 IP082를 통해, 2021년 ATCM 결의안9에 따라 자발적인 관광선박 선내 관찰(observation) 프레임워크를 채택한 이후 4차례의 관광항해에서의 자발적 관찰을 수행하였음을 보고함. 이러한 관찰형태의 이점을 언급하고 당사국들의 해당 관찰 프레임워크 활용을 제안함

- 프랑스는 IAATO와 협력하여 다음 ATCM에 선내 관찰 관련 추가 문서를 제출할 수 있음과 관련 경험을 적극적으로 공유할 수 있음을 언급함

- IAATO는 많은 권한당국들이 자발적으로 남극 관광선에서 자발적인 모니터링을 수행해주는 것에 감사함을 표시하였음. 자발적 관찰을 수행한 국가들로부터 피드백을 반영하여, IAATO는 24/25시즌부터 환경 평가를 포함한 구체적인 사항에 대한 관찰 훈련을 시행하고자 하고, IAATO가 필수 관찰 계획(scheme)에 활용하는 관찰 가이드라인 또한 활용할 수 있음을 언급함. (관련 가이드라인은 IP109 첨부문서 확인)

ㅇ IP084에서 영국은 남극에서의 요트 활동에 대한 데이터를 제공하였으며, 영국은 비허가 요트 활동에 대해 ATCM이 관심을 가져야 할 사항임을 촉구하였음

- 뉴질랜드는 영국이 언급한 비허가 요트 활동을 줄여야 한다는 주장에 동의함

ㅇ IP102에서 IAATO는 지난 23/24시즌의 관광객 관련 통계와 24/25시즌에 대략 예상되는 통계치를 제공하였음.

- 당사국들은 IAATO가 매년 유용한 정보를 제공해주는 점에 대해 감사함을 표시하였으며, 추후 ATCM에서 관광 및 비정부활동을 위한 프레임워크 개발 작업에 가치있는 정보로 활용될 것임에 주목함

ㅇ IAATO는 IP107에서 남극 관광 운영자들은 모두 국가 관할당국(National Competent Authority, NCA)의 정당한 허가를 받고 활동함을 언급하며, 육상/해상의 관광 운영자들이 수행하는 다양한 활동에 대해 IAATO 데이터베이스와 간략한 설명 내용을 제공함

- 영국은 IAATO의 설명문서 제출에 감사함을 표시하였으며, IAATO 운영자뿐만 아니라 여러 행위자가 사용하는 사이트에 대해 ATCM이 새로운 사이트 지침을 업데이트하고 개발하는 데 우선순위를 두어야 함을 강조함

ㅇ IAATO는 이 외에도 IP108를 통해 남극 사이트 관리를 위해 수행하는 지침마련(18개 site 지침 신규 수립), 남극 착륙 선박의 스케줄 관리 등의 활동을 소개하였고, IP109를 통해 IAATO 운영자는 모든 회원 운영자에 대한 필수 관찰 프로그램의 22/23 시즌과 23/24 시즌의 운영 결과에 대해 정보를 제공함

- 스페인은 남극조약과 환경보호 프로토콜 관련하여 이를 준수하는 적절한 조치라고 생각하며, 페이퍼 제출에 감사를 표현함

[Special Working Group 3 / Items 18]

- WG3은 5.25.(토)-28.(화)에 개최되었으며, △ 관광 프레임워크 개발과 관련하여 논의한 바, 의제별 상세 내용은 아래와 같음. (WG3 의장: Prof. René Lefeber, 네덜란드)

(의제 18) 관광 프레임워크 개발(Development of Tourism Framework)

- 영국은 WP003, WP004를 통해 핀란드, 프랑스, 독일, 인도, 네덜란드와 함께 관광 및 비정부활동 프레임워크가 어떤 형태로 만들어져야 할지에 대해 보고하였음. WP003에서는 프레임워크의 체계가 어떤 형태일지에 대한 큰 틀을 제공하고, WP004에서는 WP003에서 논의되지 못한 추가적인 요소와 정책적으로 논의가 필요한 사항을 포함하고 있음. 영국은 프레임워크 구축의 업무 전반에 대해 어떤 주제가 우선순위로 선택되어야 하는지에 대한 논의가 우선적으로 수행되어야 함을 제안하였음.

- WP024를 통해 호주는 프레임워크 구성 논의에서 △관광활동의 범위, △관리의 과정, △관리와 규제(특별규제, 지속규제 등)의 유형, △추가적 활동(ICG등) 등의 문제가 고려되어야 함을 언급하였음. 추가적으로, 프레임워크가 관광활동의 증가가 전반적, 공간적, 시간적, 지역적 또는 활동의 범주별로 규제할 수 있는 역할을 할 수 있어야 함을 강조하고, 이를 위한 ICG 등의 활동이 필요할 것임을 강조하였음.

- 미국은 WP058에서 관광/비정부활동에 대한 전체적인 프레임워크 만드는 것에 대해 매우 동의하며, 효과적인 추진을 위한 결의안 초안을 제출하였음. 해당 결의안 채택은 프레임워크 개발을 위한 청사진을 제공하고 문제 해결의 방향을 명확히 제공할 것임을 언급하였음.

- 아르헨티나는 WP060에서 프레임워크를 만드는 것에 있어서 필수적으로 고려해야 하는 사항을 1) WG 논의를 이끄는 기준, 2) WG에서 어떤 내용이 논의될 것인지, 3) 추후 WG의 작업의 구조와 일정 으로 제시하였음. 또한, 프레임워크 논의는 1) 환경보호 측면, 2)인간 라이프/안전성의 확보, 3) 과학활동의 우선사항 이 모두 고려되어야 함을 언급함. 또한, 추가적인 온라인 포럼이나 비공식 토론, ICG 등을 제안하며, WG3의 논의 주제가 WG2, CEP 등의 중복을 피해 효율성을 높일 수 있도록 제안함

- 러시아는 WP063에서 관광 및 기타 비정부 활동을 포괄적인 획일적 시스템을 구성할 때 포함시켜야 하는 요소들을 간단하게 제안함. 중심 내용은 1) 남극 관

광 통제 및 관리에 있어서 ATCM의 리더십 역할, 2) 데이터 수집 및 보고의 중요성, 3) 남극 환경의 효과적인 보호와 국가 남극 프로그램 활동에 대한 비간섭 보장, 4) 극한 및 모험 관광이나 기타 광범위한 육상 기반 활동을 규제하기 위한 예방적 접근 방식, 5) 남극조약체제의 요건을 준수하지 않는 여행사의 책임을 보장 하고 여행사와 관광객의 책임 문제에 관한 당사국의 국내법 조정과 이에 대한 정보 교환 등을 포함하고 있음.

- 뉴질랜드는 IP077를 통해 프레임워크 개발에 고려되어야 할 기존의 ATCM 결의안/조치 등을 활용하고 이를 실행하는 것을 바탕으로 그 다음 논의가 이루어져야 함을 언급하였음. 이에 해당하는 기존의 결의안/조치는 다음과 같음

> · limiting adverse impacts on the environment, and prior assessment of cumulative impacts and impacts on values (Environment Protocol);
> · avoiding or mitigating non-climatic stresses to the Antarctic terrestrial and marine environment: Resolution 8 (2021);
> · preventing permanent facilities for tourism and NGO activities in Antarctica: Resolution 5 (2022);
> · on-board observation: Resolution 9 (2021);
> · agreed recommendations of the CEP Tourism Study (ATCM XXXV-WP 22 and ATCM XXXV-IP 33)
> · managing human activities in the context of Antarctica's biogeographic regions (Resolution 3 (2017)).

- IAATO는 IP111에서 남극관광이 증가하면서, 규제나 관리의 정도가 높아지고 있는데, IAATO는 기관의 성격 상, 법적인 제재의 근거가 약함으로 인해 더 높은 차원의 관리 권한이 필요함을 지적하였음. 이를 위해 ATCM의 협조를 통해 당사국들의 남극관광 관리에 대한 협조를 요청하였음. 남극 관광의 승인 절차와 관광 운영자들의 효과적인 운영을 위하여 각 당사국들이 관련 국내법률 제정을 통해 승인 프로세스를 명확화 하고, 규제할 수 있는 근거를 마련하는 점이 필요함을 언급하였음. IAATO는 이러한 과정에 필요한 남극 지역의 환경변화 혹은 기존의 협력 네트워크를 활용한 정보 제공등의 역할을 수행할 것임을 강조함

- ASOC은 IP149을 통해 프레임워크 구축이 1) 핵심 용어 정의, 2) 예방적 조치의 필요성, 3) 환경 보호에 초점을 맞춘 환경 영향에 대한 평가, 4) 관광 산업의 분류, 5) 모니터링 필수적 수행 등의 내용을 포함해야 함을 제시함. 특히, 프레

임워크는 예방적 접근 방식을 기반으로 개발되어야 함과 환경보호를 우선시 해야 함을 강조함

ㅇ ASOC은 IP152을 통해 남극 관광발자국을 다루는 체계적인 방식에 대해 보고하였음. 남극반도에서 증가하는 관광발자국이 ASPA에서 보호되는 지역보다 훨씬 크다는 점을 강조하였으며, 2030년까지 최소 30%의 육지, 해안 및 해양 지역의 특별보호구역 설정 제안 및 ASPA와 ASMA, EIA의 기존 관리방법을 포괄하는 새로운 관리방안 마련이 필요함을 언급하였음

ㅇ 안건18에 제출된 문서들을 바탕으로, 회의는 다음과 같은 사항을 정리하였음

- 프레임워크 개발의 과정에서 남극환경보호와 관광이 환경에 미치는 영향에 대한 결과를 고려하는 것이 가장 우선시 되어야 함을 당사국들이 언급함

- 관광이 지속가능하고, 안전한 방식으로 수행되기 위해 예방적인 접근 방식과 다양한 활동의 유형을 포괄할 수 있는 유연한 형태로 프레임워크가 개발되어야 함을 인식함

- 관광 문제의 대부분은 환경의정서와 연결되어 있으나, 당사국들이 해결해야 할 수준의 문제가 다수 존재하기 때문에 관광 및 비정부활동 프레임워크 관련한 논의는 ATCM의 리더십으로 진행되어야 함을 명확히 하고, CEP와의 업무 범위가 중복되지 않게 함을 강조하였음

- 프레임워크 개발을 위한 로드맵을 마련하고, 잠정적인 개발 완료 목표시점을 정하는 것에 대해 당사국들이 동의하였으며 3~4년 정도의 소요 시간을 예상함에 동의하였음

- 해당 목표시점에 프레임워크 도출을 위하여 2024~2025 회기간 ICG를 설립하기로 합의하였으며, 관련 워크숍은 ATCM 제47차 개최 직전에 개최될 예정임을 합의하였음

ㅇ 미국이 제출한 WP058의 결의안 초안을 WG3 논의를 통해 확정하고, 프레임워크에 포함되어야 할 세부적인 주제(topic)에 대해 Annex를 마련하여 의견을 모으는 과정이 필요하다는 일부 당사국들의 의견 제안이 있었으며 Annex는 네덜란드의 초안 작업을 바탕으로 해당 작업이 진행되었음

- Resolution 초안과 Annex 초안에 대한 수정작업은 5월27일(월)~5월28일(화) 이틀간 진행되었으며, Resolution은 추후 Decision으로 발표되기로 조정됨

- 문서의 수정작업은 1) WG3에서 확인한 프레임워크의 주요 방향성을 반영하

임워크는 예방적 접근 방식을 기반으로 개발되어야 함과 환경보호를 우선시 해야 함을 강조함

ㅇ ASOC은 IP152을 통해 남극 관광발자국을 다루는 체계적인 방식에 대해 보고하였음. 남극반도에서 증가하는 관광발자국이 ASPA에서 보호되는 지역보다 훨씬 크다는 점을 강조하였으며, 2030년까지 최소 30%의 육지, 해안 및 해양 지역의 특별보호구역 설정 제안 및 ASPA와 ASMA, EIA의 기존 관리방법을 포괄하는 새로운 관리방안 마련이 필요함을 언급하였음

ㅇ 안건18에 제출된 문서들을 바탕으로, 회의는 다음과 같은 사항을 정리하였음

- 프레임워크 개발의 과정에서 남극환경보호와 관광이 환경에 미치는 영향에 대한 결과를 고려하는 것이 가장 우선시 되어야 함을 당사국들이 언급함

- 관광이 지속가능하고, 안전한 방식으로 수행되기 위해 예방적인 접근 방식과 다양한 활동의 유형을 포괄할 수 있는 유연한 형태로 프레임워크가 개발되어야 함을 인식함

- 관광 문제의 대부분은 환경의정서와 연결되어 있으나, 당사국들이 해결해야 할 수준의 문제가 다수 존재하기 때문에 관광 및 비정부활동 프레임워크 관련한 논의는 ATCM의 리더십으로 진행되어야 함을 명확히 하고, CEP와의 업무 범위가 중복되지 않게 함을 강조하였음

- 프레임워크 개발을 위한 로드맵을 마련하고, 잠정적인 개발 완료 목표시점을 정하는 것에 대해 당사국들이 동의하였으며 3~4년 정도의 소요 시간을 예상함에 동의하였음

- 해당 목표시점에 프레임워크 도출을 위하여 2024~2025 회기간 ICG를 설립하기로 합의하였으며, 관련 워크숍은 ATCM 제47차 개최 직전에 개최될 예정임을 합의하였음

ㅇ 미국이 제출한 WP058의 결의안 초안을 WG3 논의를 통해 확정하고, 프레임워크에 포함되어야 할 세부적인 주제(topic)에 대해 Annex를 마련하여 의견을 모으는 과정이 필요하다는 일부 당사국들의 의견 제안이 있었으며 Annex는 네덜란드의 초안 작업을 바탕으로 해당 작업이 진행되었음

- Resolution 초안과 Annex 초안에 대한 수정작업은 5월27일(월)~5월28일(화) 이틀간 진행되었으며, Resolution은 추후 Decision으로 발표되기로 조정됨

- 문서의 수정작업은 1) WG3에서 확인한 프레임워크의 주요 방향성을 반영하

Decide:

1. to develop a comprehensive and consistent framework for the regulation of Antarctic tourism and other non-governmental activities;

2. that the development of such a framework continues to be discussed in a special working group of the ATCM, taking into account:
   - best practices and examples developed by the ATCM;
   - the relevance of existing practices and examples, including those developed by the International Association of Antarctica Tour Operators ("IAATO"), and from around the world;
   - existing requirements for information exchange under Decision 4 (2023) and any need to revise them;
   - information exchanged through the Electronic Information Exchange System;
   - results of monitoring and observation programs;
   - the implementation of the precautionary approach;

3. that the framework:
   - be ambitious, comprehensive, dynamic and flexible;
   - builds upon the specific Measures, Decisions and Resolutions in support of the management of tourism and other non-governmental activities as well as their implementation;
   - addresses the orderly, coordinated and predictable conduct of tourism and other non-governmental activities, and does not undermine the objectives of governmental activities;
   - addresses all aspects of tourism and other non-governmental activities, including but not limited to tourism's relationship with the protection of the environment, scientific research, and the preservation of human life and safety;
   - will be developed from discussions of the topics listed in Annex A with a view to addressing them in the framework; and

4. that the dedicated process referred to in Decision 6 (2023) is to be completed as soon as possible, noting that the 50th ATCM is expected to be held in 2028, and:
   - will include intersessional work in the form of an ATCM intersessional contact group, convened by the Chair of the special working group, including online workshops as appropriate, taking into account different time zones;
   - may, subject to available resources, include intersessional work in the form of:
   - in-person workshops enabling virtual attendance;
   - Meetings of Experts and/or Special ATCMs as agreed by the ATCM.

[기타 회의기간 중 활동사항]

2.5. 칠레 공군(FACH) 관계자 면담

- 일시: 5.22(수), 12:00-12:30
- 칠레 측 관계자: Machuca Fernando (칠레 공군 Advisor)
- 킹조지섬 프레이기지 활주로 보수 공사는 2025년 11월부터 2개 남극하계기간 동안 진행 예정이며, 공사는 남극하계기간에 집중 시행 예정. 공사는 하계기간 중에 현지 상황을 고려하여, 진행 예정
- 동계기간 중 칠레공군 운항 일정은 예년과 달리, 칠레 공군의 필요에 따라 일정이 잡힘. 과거에는 동계기간 중 정례 일정을 잡았으나, 최근 3년 전부터는 칠레 공군의 필요에 따른 운항으로 제한하고 있음. 동계기간 중 운항일정은 칠레 내 로지스틱 관련 기관에 공개되는 정보로, 6월초에 관련 정보를 이메일로 극지연구소(수신자: 최선웅)에게 송부하도록 하겠음
- 칠레공군 관계자 정보는 기지운영실(강민구 선임기술원)에게 전달 완료(5.22)

2.6. 이태리 TNB 암반활주로 진행사항

- 일시: 5.22(수), 13:30-14:00
- 이태리 측 관계자: Carla Ubaldi (ENEA)
- 이태리 남극프로그램 관계자를 통해 지난 2023년에 신규 구축한 암반활주로 진행사항에 대해 확인바 있음. 이번 회의에 참석한 관계자를 통해 지난 2023/24 시즌 종료 이후 진행사항에 대해 확인을 진행함
- 현재 이태리는 암반활주로 구축 사업에 투입한 예산은 모두 사용한 상태이나, 기존에 계획했던 암반활주로 내 관제시설 등 기반시설 일부는 설치하지 못한 상황임. 이 부분에 대해서는 추가 예산 확보를 위해 정부 측과 논의 진행 중
- 로지스틱 입장에서는 현행 해빙(海氷)활주로 접근성 및 운영효율성 면에서 나으므로, 암반활주로는 해빙활주로 운항이 끝난 이후 필요한 경우 활용할 예정임
- 암반활주로가 빙퇴석(moraine) 지형에 구축된 만큼, 그로 인한 운영 문제점 등에 대해 문의해봤으나, 이 부분에 대해서는 명확한 답변은 듣지 못함
- 암반활주로에 대해서는 2024년에 예정된 국가남극사업운영자위원회(COMNAP)

회의에서 추가적인 정보와 관련 업데이트 사항을 확인가능할 것으로 보임

2.7. 터키 극지연구 프로그램과 면담

- 일시: 5.23(목), 14:30-15:00
- 터키 측 관계자: Özgün OKTAR (터키 극지연구 프로그램 로지스틱 담당자)
- 터키 극지연구 프로그램(이하 터키)은 2023/24 남극 하계 기간 중 한국과의 상호 협력을 진행한 것에 대해 감사 표시. 지난 2023/24 시즌에 한국 측 연구자들과 현장활동 협력이 취소(한국 측 연구비 삭감 등)된 상황에 대해 아쉬움 표시
- 터키는 2024/25 남극하계기간에도 한국과 상호 협력을 진행할 의사가 있으며, 터키 측에서 지원해야 할 사항이 있으면, 사전에 관련 정보나 요구사항을 공유해줄 것을 요청함
- 터키는 2024/25 남극 하계기간에, 선박(DAP社 베탄조스)를 활용할 계획이며, 운항시기는 2025년 1~3월 중에 일정기간이 될 것임. 남극 입출 항공편 임차도 고려 중이며, 현재 시점에서는 11월 하순 정도를 고려하고 있음
- 세종기지 협력을 위한 실무자 협력창구(강민구 선임기술원)를 재안내함

2.8. 남극반도 킹조지섬 바터포인트 프로그램(이하 APEEG) 관련 협의

- 일시: 5.23(목), 10:30-11:30
- 협의 관계자: Miguel Ojeda (스페인), Özgün OKTAR(터키)
- 2024년 남극조약협의당사국회의(이하 ATCM)에 제출한 Information Paper 51 (Optimizing Antarctic National Programs Assets on the Antarctic Peninsula)을 보고 에콰도르·콜롬비아·페루 등 남미국가를 중심으로 스페인 측에 참여하고 싶다고 연락을 함
- 스페인은 APEEG에 대해 앞으로 어떻게 해야 할지, 다음 과정(Next Actions)를 고민 중이며, 상설프로그램으로 운영단계로 가기 위해서는 현재 5개 회원국 간의 사전 교감과 협의가 중요함
- 터키는 APEEG에 대한 사무국 설치, 정보 공유 등을 제안함. 터키 입장에서는 현재 가용가능한 자산(asset)이 제한적이다 보니, 논의방향이 정해지면 따르겠

다는 입장으로 보임

o 연구소 입장에서, 아래와 같이 의견을 제시함

- 해당사업은 시범운영 단계를 마치고, 그 다음 단계를 논의하는 자리인 만큼, 바로 회원국을 받는 것보다는 현행 회원국(5개국)이 내부적으로 준비하는 시간이 필요

- 시범운영단계를 거쳐, 우리가 겪었던 장점과 단점, 각 문제점들에 대한 선결이 필요. 시범운영 중 발생한 포인트는 어떻게 할지, 일방적으로 포인트를 쌓기만 하는게 아니라 어떻게 해소할지 등에 대해 논의가 필요

- 가장 첫 단계로는, 각 회원국들마다 공식 협력창구를 지정하고, 이 협력창구를 중심으로, Next Actions 에 대한 논의를 진행해야 함. 실제 논의 단계에서는 상설프로그램으로 가기 위해, 실무단 구성, Taskforce에 대한 Debriefing, Gap analysis, Term of Reference, Stand of Procedure 등의 과정 순으로 진행을 제안함

- 현재 시점 기준으로 최소 1~2년 정도의 논의과정을 거쳐, 시스템을 갖춘 후, 추가적인 회원국들을 받는 쪽으로 제안함

o 스페인과 터키는 한국 측 입장에 대해 방향성에 대해서는 동의하였으며, 향후 세부 논의는 별도로 화상회의 등으로 진행하는 것으로 협의함. 향후 협의 일정에 대해서는 스페인 측에서 정리하여, 인프라운영부에 연락토록 요청함

o 현재 COMNAP 의장(안토니오 / 스페인 대표)는 COMNAP 연례회의에 APEEG에 진행사항에 대한 공유가 가능하도록, 회의시간을 별도 배정 예정

2.9. 미국, 남극지역에 관한 국가안보각서 서명

o 5월 17일 미국 바이든 대통령은 '남극지역에 관한 국가안보각서(National Security Memorandum on United States Policy on the Antarctic Region)'를 서명함

o 신규 서명 각서는 기존 1994년 서명된 미국의 남극정책(Presidential Decision Directive/NSC-26, United States Policy on the Arctic and Antarctic Regions)를 대체함

o 미국이 남극조약에 대한 지지와 국제협력을 위한 노력을 다시금 표하고, 남극조약 체제를 통해 남극을 평화로운 지역으로 유지해야 한다는 원칙을 강조함

다는 입장으로 보임

o 연구소 입장에서, 아래와 같이 의견을 제시함

- 해당사업은 시범운영 단계를 마치고, 그 다음 단계를 논의하는 자리인 만큼, 바로 회원국을 받는 것보다는 현행 회원국(5개국)이 내부적으로 준비하는 시간이 필요

- 시범운영단계를 거쳐, 우리가 겪었던 장점과 단점, 각 문제점들에 대한 선결이 필요. 시범운영 중 발생한 포인트는 어떻게 할지, 일방적으로 포인트를 쌓기만 하는게 아니라 어떻게 해소할지 등에 대해 논의가 필요

- 가장 첫 단계로는, 각 회원국들마다 공식 협력창구를 지정하고, 이 협력창구를 중심으로, Next Actions 에 대한 논의를 진행해야 함. 실제 논의 단계에서는 상설프로그램으로 가기 위해, 실무단 구성, Taskforce에 대한 Debriefing, Gap analysis, Term of Reference, Stand of Procedure 등의 과정 순으로 진행을 제안함

- 현재 시점 기준으로 최소 1~2년 정도의 논의과정을 거쳐, 시스템을 갖춘 후, 추가적인 회원국들을 받는 쪽으로 제안함

o 스페인과 터키는 한국 측 입장에 대해 방향성에 대해서는 동의하였으며, 향후 세부 논의는 별도로 화상회의 등으로 진행하는 것으로 협의함. 향후 협의 일정에 대해서는 스페인 측에서 정리하여, 인프라운영부에 연락토록 요청함

o 현재 COMNAP 의장(안토니오 / 스페인 대표)는 COMNAP 연례회의에 APEEG에 진행사항에 대한 공유가 가능하도록, 회의시간을 별도 배정 예정

2.9. 미국, 남극지역에 관한 국가안보각서 서명

o 5월 17일 미국 바이든 대통령은 '남극지역에 관한 국가안보각서(National Security Memorandum on United States Policy on the Antarctic Region)'를 서명함

o 신규 서명 각서는 기존 1994년 서명된 미국의 남극정책(Presidential Decision Directive/NSC-26, United States Policy on the Arctic and Antarctic Regions)를 대체함

o 미국이 남극조약에 대한 지지와 국제협력을 위한 노력을 다시금 표하고, 남극조약 체제를 통해 남극을 평화로운 지역으로 유지해야 한다는 원칙을 강조함

다는 입장으로 보임

o 연구소 입장에서, 아래와 같이 의견을 제시함

- 해당사업은 시범운영 단계를 마치고, 그 다음 단계를 논의하는 자리인 만큼, 바로 회원국을 받는 것보다는 현행 회원국(5개국)이 내부적으로 준비하는 시간이 필요

- 시범운영단계를 거쳐, 우리가 겪었던 장점과 단점, 각 문제점들에 대한 선결이 필요. 시범운영 중 발생한 포인트는 어떻게 할지, 일방적으로 포인트를 쌓기만 하는게 아니라 어떻게 해소할지 등에 대해 논의가 필요

- 가장 첫 단계로는, 각 회원국들마다 공식 협력창구를 지정하고, 이 협력창구를 중심으로, Next Actions 에 대한 논의를 진행해야 함. 실제 논의 단계에서는 상설프로그램으로 가기 위해, 실무단 구성, Taskforce에 대한 Debriefing, Gap analysis, Term of Reference, Stand of Procedure 등의 과정 순으로 진행을 제안함

- 현재 시점 기준으로 최소 1~2년 정도의 논의과정을 거쳐, 시스템을 갖춘 후, 추가적인 회원국들을 받는 쪽으로 제안함

o 스페인과 터키는 한국 측 입장에 대해 방향성에 대해서는 동의하였으며, 향후 세부 논의는 별도로 화상회의 등으로 진행하는 것으로 협의함. 향후 협의 일정에 대해서는 스페인 측에서 정리하여, 인프라운영부에 연락토록 요청함

o 현재 COMNAP 의장(안토니오 / 스페인 대표)는 COMNAP 연례회의에 APEEG에 진행사항에 대한 공유가 가능하도록, 회의시간을 별도 배정 예정

2.9. 미국, 남극지역에 관한 국가안보각서 서명

o 5월 17일 미국 바이든 대통령은 '남극지역에 관한 국가안보각서(National Security Memorandum on United States Policy on the Antarctic Region)'를 서명함

o 신규 서명 각서는 기존 1994년 서명된 미국의 남극정책(Presidential Decision Directive/NSC-26, United States Policy on the Arctic and Antarctic Regions)를 대체함

o 미국이 남극조약에 대한 지지와 국제협력을 위한 노력을 다시금 표하고, 남극조약 체제를 통해 남극을 평화로운 지역으로 유지해야 한다는 원칙을 강조함

붙임28 **2024년 제46차 ATCM 주요 논의결과(요약)**

2024년 제46차 남극조약협의당사국회의(ATCM) 주요 논의결과 요약

극지연구소 정책개발실 & 글로벌협력실 / 2024.07.22.(월)

□ 행사 개요

○ 남극조약협의당사국회의(ATCM & CEP)는 5월 20일부터 5월 30일까지 총 10일간 인도 고치에서 개최됨

○ 회의는 주제별로 총 3개 작업반(working group)을 구성하여 진행함

* (WG01) 정책·법·제도 분야, (WG02) 인프라운영·과학연구·남극관광 분야, (WG03) 남극관광 프레임워크 개발 등

○ 회의 안건

46차 ATCM 회의 안건

1. Opening of the Meeting
2. Election of Officers and Creation of Working Groups
3. Adoption of the Agenda and Allocation of Items to Working Groups and Consideration of the Multi-year Strategic Work Plan
4. Operation of the Antarctic Treaty System: Reports by Parties, Observers and Experts
5. Report of the Committee for Environmental Protection
6. Operation of the Antarctic Treaty System
   a. Request from Belarus to become a Consultative Party
   b. Request from Canada to become a Consultative Party
   c. General matters
7. Operation of the Antarctic Treaty System: Matters related to the Secretariat
8. Liability
9. Biological Prospecting in Antarctica
10. Exchange of Information
11. Education Issues
12. Multi-year Strategic Work Plan
    a. Policy, Legal and Institutional priorities
    b. Science, Operations and Tourism priorities
13. Safety and Operations in Antarctica

46차 ATCM 회의 안건

14. Inspections under the Antarctic Treaty and the Environment Protocol
15. Science issues, future science challenges, scientific cooperation and facilitation
16. Implications of Climate Change for Management of the Antarctic Treaty Area
17. Tourism and Non-Governmental Activities in the Antarctic Treaty Area, including Competent Authorities Issues
18. Development of a Tourism Framework
19. Preparation of the 47th Meeting
20. Any Other Business
21. Adoption of the Final Report
22. Close of the Meeting

□ 주요 논의결과

ㅇ 남극조약 가입국 57개국, 환경보호 의정서 42개국 가입

* 사우디아라비아 남극조약 가입서 기탁 및 발효(2024.04.22.), 체코 제6부속서 비준(2024.05.21.)

ㅇ 벨라루스와 캐나다의 협의당사국 지위 신청: 2025년 회의에 재논의

* 당사국들은 캐나다와 벨라루스의 협의당사국 지위 신청에 대한 합의에 이르지 못하였으며, 2025년 회의의 잠정안건으로 포함하여 재논의 예정

ㅇ 워킹그룹 1 (정책·법·제도 분과 / 5.22~5.28)

- (논의주제) △남극조약체제 운영, △배상책임, △남극생물자원탐사, △정보교환, △교육, △다년전략작업계획(MYSWP) 논의 진행

- (BBNJ) 국가관할권 이원지역 해양생물 다양성 보전 및 지속 가능 이용(BBNJ) 협정에 대해 다수의 당사국들이 서명 시작을 환영

* 러시아, BBNJ 협정에 대해 UN해양법 협정의 규범 훼손 등 상호 충돌가능성 등을 제기

- (남극사찰) 남극활동감시원(옵서버)의 활동기한 명기를 제안하는 결정 1(2024) 채택

- (**제6부속서** Liability) 6부속서는 승인 대상인 28개 당사국 중 19개국이 승인을 완료하였으며, 나머지 9개국*이 승인을 완료할 시 발효됨

* 미승인국가: 아르헨티나, 벨기에, 브라질, 불가리아, 중국, 인도, 일본, 대한민국, 미국 등

- (**생물자원탐사** Bioprospecting) 별도 논의사항 없음

- (**전자정보교환시스템** EIES) 남극조약사무국에서 운영 EIES에 당사국들이 등록 데이터의 용도와 유용성에 대한 문제 제기와 개선 필요성 논의

- (**다년전략업무계획** MYSWP) 호주에서 제시한 다년간전략업무계획에 대한 제안사항을 일부 수용 및 채택

* 우선순위 주제를 5-10개 이하로 제한, 우선순위 기한 5년으로 설정, 기한과 조치를 포함한 구체적 우선순위를 작성토록 지침 개발, 문서 제출 시 MYSWP 의 우선순위에 부합하는지 확인할 수 있도록 레퍼런스 만들 것 등

- (**남극조약사무국**) 사무총장 임기 만료(2025년 8월) 에 따라 신임 사무총장 선임을 위한 절차 진행 예정

- (**기타사항**) 미발효 조치 및 미승인국 현황

구분	주요내용	현황
조치 04 (2004)	◦ 관광 및 비정부활동시 비상조치 마련 - 남극조약 지역에서의 관광 또는 비정부기구 활동 시 사전통지, 구조 및 의료지원 등을 위한 보험 가입, 적절한 비상조치 마련하도록 당사국에 권고	◦ 10개 당사국 미승인 - 브라질, 불가리아, 중국, 독일, 인도, 이탈리아, 대한민국, 페루, 스웨덴, 미국 등
조치 01 (2005)	◦ 남극환경보호의정서 제6부속서 (배상책임) - 남극조약 지역에서 활동하는 모든 운영자는 사고로 인해 발생하는 환경 비상사태를 막기 위해 예방조치를 취하고, 즉각적 대응조치를 취하지 못할 경우 비용을 부담하도록 의무사항을 규정함	◦ 9개 당사국 미승인 - 아르헨티나, 벨기에, 브라질, 불가리아, 중국, 인도, 일본, 대한민국, 미국 등

구분	주요내용	현황
조치 15 (2009)	◦ 여객선 승객의 남극 대륙 하선 - 남극관광 운영자 또는 비정부기구의 여객선이 남극대륙 정박 시 500인 이상 선박의 하선 자제, 남극상륙인원은 1회당 100인이하로 제한, 안내원-관광객 적정비율을 유지하도록 당사국에 권고함	◦ 13개 당사국 미승인 - 브라질, 불가리아, 중국, 독일, 인도, 이탈리아, 대한민국, 노르웨이, 페루, 폴란드, 남아프리카공화국, 스웨덴, 미국

ㅇ 워킹그룹 2 (안전 및 운영 분과 / 5.22~5.28)

- (논의주제) △남극내 안전 및 인프라 운영, △남극조약 및 환경보호의 정서에 따른 사찰, △과학이슈, 미래과학 도전, 과학협력 및 촉진, △남극조약지역에서의 기후변화 영향, △남극관광 및 비정부기관 활동 규제 논의 등과 관련하여 논의

- (인프라 구축·확충 사례) 영국·인도·미국 등은 자국 남극과학기지 시설 확충 및 유지보수, 재건축 계획 등을 당사국들과 공유함

  * 추후 장보고기지 건설사업 진행 경과 및 결과 등에 대해 사례 보고 필요

- (에너지 관리 및 효율성 제고) 영국은 남극 인프라 운영에 있어 대체 연료유 적용 사례와 인공지능(AI) 활용사례를 공유함. 이외에도 노르웨이 및 칠레 등은 자국 남극과학기지 내 온실가스 배출량 저감 노력 사례를 당사국들과 공유함

  * 탄소배출 저감 위한 우리나라 남극과학기지 사례와 다양한 기술의 적용 사례 공유 검토

- (항공안전) COMNAP은 남극 내 항공기 운항 안전 제고를 위해 결의사항 준수를 요청하였으며, ATCM에서도 항공기 운항 운영자들이 높은 수준의 안전 기준을 적용하고 채택하도록 요청

  * 남극과학기지내 유무인 항공기(고정익·회전익) 현황 파악과 더불어, COMNAP 권고사항에 부합하는 안전장비와 제도 개선 필요

- (생물안전 이슈) 우리나라·칠레 등 다수의 국가들이 고병원성 조류인플루엔자에 대한 대응 사례들을 보고하였으며, 칠레의 제안에 따라 회기간연락그룹(ICG)를 개설하여 표준 대응 절차 등을 마련하기 위한 논의 진행 예정

  * 칠레를 중심으로 진행되는 회기간연락그룹(ICG)에 연구소 차원의 참여인력 / 규모 / 방법 등에 대한 논의와 후속조치 시행 필요

- (남극활동감시원) 호주는 프랑스와 공동으로 호주·프랑스·이태리 기지에 대한 남극활동감시원 활동을 시행하였으며, 그 결과를 보고함

  * 기존 남극활동감시원과는 다른 형태의 협력 사례로, 추후 우리나라도 남극활동감시원 프로그램 운영시 활용 가능

- (과학협력) 독일극지연구원(AWI)는 국제과학 및 인프라 동시관측 프로그램(InSync) 사업 소개와, 유럽연합과 유럽 극지프로그램을 중심으로 인프라 공동활용하는 네트워크 프로그램 'POLARIN' 사업을 소개

  * 독일 AWI에서 진행하는 InSync 사업에 우리연구소 측 참여의향 전달(완료) 상태로서, 이에 대한 후속조치 진행 필요

- (POLAR2030) 남극연구과학위원회(SCAR)는 국제북극과학위원회(IASC)와 함께 2030 통합 학술대회(Polar 2030) 개최국을 모색 중이며, 추후 이 학술대회에서 논의된 사항은 제5차 국제극지의해(IPY 2032-2033)으로 연계 예정

  * 우리연구소는 POLAR2030 유치의사를 국내 관련부처와 위원회(한국극지연구위원회) 측에 표명하였으며, ATCM 직후 POLAR2030 유치의향서 등을 공식적으로 제출 위한 조치 필요

- (EDI이슈) COMNAP과 SCAR는 모두의 형평성(equity), 다양성(diversity), 포용성(inclusivity)에 대한 이해도 제고를 위한 워킹그룹 운영사례를 소개하였으며, 영국 등 다수 당사국들이 자국 사례 공유

- (남극관광) 코로나19 팬데믹 이후 남극관광의 비약적 증가와, 이로 인한 선박과 항공기 운항 규제, 환경에 대한 영향, 중첩 허가 등 다양한 이슈가 다뤄졌으며, 별도의 특별 워킹그룹(WP03)이 구성되어, 남극관광 프레임워크 개발을 위한 논의가 이뤄짐. 프레임워크 관련 논의는

회기간연락그룹(ICG) 등을 통해 진행하며, 다음 회의에서 재상정 예정

□ 주요국가 동향

○ (인도) IP061을 제출하여 2022년도 남극법 제정의 후속조치로, 자국의 출입 허가, 환경영향평가, 폐기물 관리 등을 담고 있는 남극환경 보호법(2023)과 그 시행규칙을 마련 사례를 공유

* 러시아, BBNJ 협정에 대해 UN해양법 협정의 규범 훼손 등 상호 충돌가능성 등을 제기

○ (미국) IP185를 통해 남극지역에 관한 국가안보각서*가 서명되었음을 소개하며, 1994년 서명된 미국의 남극정책 대체함

* National Security Memorandum on United States Policy on the Antarctic Region 로서, 기존 1994년 서명 남극정책과 비교 시, 남극지역에서의 영유권 동결, 광물자원 상업적 활용 금지, 군사적 활용 금지 등에 있어서는 이전 정책과 유사하나, 기후 위기가 남극에 미치는 영향에 방점을 두고 있음

○ (칠레) IP027을 통해 킹조지섬의 Marsh 활주로 유지보수 계획을 안내함. 2025년 11월부터 2027년 2월까지 진행계획이며, 동 기간 활주로 운영이 제한적으로 이뤄질 수 있음

* 해당 사항에 대해 인프라운영부 기지운영부서에 관련 사항 안내(완료)하여, 추후 세종기지 입출 계획 수립시 고려토록 조치 필요

○ (브라질) IP020에서 브라질 남극 과학을 위한 10개년 계획(2023-2032)을 통해 남극 대륙 과학연구의 기준*을 발표

* 생물다양성, 기후 변화, 지구 역학, 지리 공간 등의 문제를 포함하여 7가지 주제별 연구프로그램을 포함하며, 당사국들과의 해당 분야의 협력 위한 기초정보로 활용가능

○ (호주) IP076을 통해 '호주 남극 전략과 20개년 행동 계획 및 주요 계획' 발표

* 해당 계획은 2016년에 처음 발표 후 2022년에 업데이트 되었으며, 최첨단 쇄빙연구선 RSV Nuyina, 빙하코어 시추를 위한 트래버스 역량, 크릴 연구 등이 주요 내용으로 포함

○ (튀르키예) IP098에서 '튀르키예 극지전략 2023~2035'를 발표함

□ **기타사항**

ㅇ 2025년 ATCM & CEP: 2025년 중 추후확정 / 이태리 밀라노

ㅇ 2026년 ATCM & CEP: 2026년 5월 / 일본 히로시마

ㅇ 2027년 ATCM & CEP: 2027년 상반기 / 대한민국 서울

붙임29 **2024년 제46차 ATCM 디브리핑(보고)**

2024년 제46차 남극조약협의당사국회의(ATCM) 디브리핑

정책협력부 글로벌협력실·정책개발실, 2024.07.29.(월)

□ 회의 개요

ㅇ 회의명 : 제46차 남극조약협의당사국회의 및 제26차 환경보호위원회

ㅇ 기간 및 장소 : 2024.05.21.~05.30. /인도 고치

ㅇ 연구소 측 출장자

구분	성명	소속 및 직위	비고
1	신형철	극지연구소 부소장	Delegation
2	김지희	생명과학연구본부 책임연구원	CEP Representative
3	강승현	생명과학연구본부 책임연구원	CEP Representative
4	김종우	생명과학연구본부 선임연구원	CEP Representative
5	최선웅	정책협력부 정책개발실장	Delegation
6	김선빈	정책협력부 글로벌협력실 선임기술원	Delegation
7	정채린	정책협력 정책개발실 선임행정원	Delegation

※ (외교부) 홍승인 국제법률국 심의관, 국제법규과 정소현 국제법규과장, 정수민 외무행정관, (해수부) 해양정책과 이다솜 주무관, (환경부) 불참

□ 주요 관찰 및 평가

ㅇ **ATCM46/CEP26 한국 활동 확대를 위한 소내 사전조율**

- 우리나라는 총 13개 문건을 제출함(4개 문건 단독, 9개 문건 공동)
  * (CEP; 6건) ASPA171 관리계획, ASPA150 관리계획, 외래종 각다귀, HPAI 모니터링, POLEMP 사업, 포식동물 모니터링
  (WG1; 1건) 교육홍보 회기간 그룹 활동
  (WG2; 6건) 조류인플루엔자 방지 조치, 남극반도 인프라, Antarctica InSync 프로그램, AFoPS, 한국 프로그램 협력활동, 코로나19 영향 등

- 제출문건에 대해 발언 기회를 적극적으로 활용, 소정의 성과를 거두었으나 당사국들의 지지를 끌어낼 만큼 우선순위가 높거나 파급력이 강한 주제가 아니었다는 점이 아쉬움

- 이번 24-25 회기간에는 소내 관계 부서를 식별하고, MYSWP에 부합하는 활동 독려, 25년도 회의 문건화를 위한 사전 협의하여 개선 가능

- 아울러 단순 남극활동 보고는 IP가 아닌 BP로 제출할 것을 분과 의장이 언급한바, 활동 현황이 아닌 신규사업 발굴 필요

ㅇ **6부속서를 비롯한 당사국 미승인 조치 승인절차 논의**

- ATCM은 매년 배상책임에 관한 환경보호의정서 제6부속서 외에도 관광 관련 2개 조치를 미승인한 국가를 점검하고 있으며, 한국은 모두 승인하지 않은 바 대응이 필요함.

  * 조치4(2004): 관광 및 비정부활동 관련 비상조치 마련
    조치1(2005)/제6부속서: 배상책임
    조치15(2009): 크루즈선 승객의 남극 하선

- 외교부는 법령 개정이 필요함을 인지하고, 근시일 내 관계부처 회의를 소집하여 제6부속서의 승인에 관한 사안을 논의 할 예정임. 이에 대응하기 위해 연구소의 입장과 수행할 수 있는 역할 등 사전 검토 필요

ㅇ **BBNJ 협정의 인정과 남극조약 체제의 권한 재확인 예정**

- 문건 제안의 당초 목적은 BBNJ 협정을 인정하고 남극조약 체제와 권한을 공고히 하려는 것이었으나, BBNJ 조약의 서명을 빠르게 추진하고자 하는 국가(협정을 환영하여 서명을 독려)와 러시아(BBNJ와 다른 조약이 상충)의 의견이 대립하면서 다음 회의에서 재논의 예정

- BBNJ 안건이 재언급 될 때 외교부가 견지하는 우리나라의 의견을 제시할 수 있도록 다음 회의를 앞두고 상기 필요.

ㅇ **캐나다 및 벨라루스 협의당사국 지위 부여와 연계 한-캐 협력 가능성**

- 국제정세로 인해 양국 모두 지위부여에 대한 합의가 이뤄지지 못함. 공식적으로 양국 모두 남극 프로그램의 활동 부족을 이유로 제시함.

- 벨라루스는 실질적으로 러-우 전쟁의 관여 때문에 가입이 반대되었고, 캐나다의 경우 벨라루스의 지위와 연계뿐만 아니라 국가 남극 프로그램의 활동이 부족하다는 의견을 중국과 러시아가 견지함

- 캐나다의 경우 23년 남극 인프라 공동활용 가능성을 위해 비공식적으

- 이번 24-25 회기간에는 소내 관계 부서를 식별하고, MYSWP에 부합하는 활동 독려, 25년도 회의 문건화를 위한 사전 협의하여 개선 가능

- 아울러 단순 남극활동 보고는 IP가 아닌 BP로 제출할 것을 분과 의장이 언급한바, 활동 현황이 아닌 신규사업 발굴 필요

ㅇ **6부속서를 비롯한 당사국 미승인 조치 승인절차 논의**

- ATCM은 매년 배상책임에 관한 환경보호의정서 제6부속서 외에도 관광 관련 2개 조치를 미승인한 국가를 점검하고 있으며, 한국은 모두 승인하지 않은 바 대응이 필요함.

  * 조치4(2004): 관광 및 비정부활동 관련 비상조치 마련
    조치1(2005)/제6부속서: 배상책임
    조치15(2009): 크루즈선 승객의 남극 하선

- 외교부는 법령 개정이 필요함을 인지하고, 근시일 내 관계부처 회의를 소집하여 제6부속서의 승인에 관한 사안을 논의 할 예정임. 이에 대응하기 위해 연구소의 입장과 수행할 수 있는 역할 등 사전 검토 필요

ㅇ **BBNJ 협정의 인정과 남극조약 체제의 권한 재확인 예정**

- 문건 제안의 당초 목적은 BBNJ 협정을 인정하고 남극조약 체제와 권한을 공고히 하려는 것이었으나, BBNJ 조약의 서명을 빠르게 추진하고자 하는 국가(협정을 환영하여 서명을 독려)와 러시아(BBNJ와 다른 조약이 상충)의 의견이 대립하면서 다음 회의에서 재논의 예정

- BBNJ 안건이 재언급 될 때 외교부가 견지하는 우리나라의 의견을 제시할 수 있도록 다음 회의를 앞두고 상기 필요.

ㅇ **캐나다 및 벨라루스 협의당사국 지위 부여와 연계 한-캐 협력 가능성**

- 국제정세로 인해 양국 모두 지위부여에 대한 합의가 이뤄지지 못함. 공식적으로 양국 모두 남극 프로그램의 활동 부족을 이유로 제시함.

- 벨라루스는 실질적으로 러-우 전쟁의 관여 때문에 가입이 반대되었고, 캐나다의 경우 벨라루스의 지위와 연계뿐만 아니라 국가 남극 프로그램의 활동이 부족하다는 의견을 중국과 러시아가 견지함

- 캐나다의 경우 23년 남극 인프라 공동활용 가능성을 위해 비공식적으

- 이번 24-25 회기간에는 소내 관계 부서를 식별하고, MYSWP에 부합하는 활동 독려, 25년도 회의 문건화를 위한 사전 협의하여 개선 가능

- 아울러 단순 남극활동 보고는 IP가 아닌 BP로 제출할 것을 분과 의장이 언급한바, 활동 현황이 아닌 신규사업 발굴 필요

ㅇ **6부속서를 비롯한 당사국 미승인 조치 승인절차 논의**

- ATCM은 매년 배상책임에 관한 환경보호의정서 제6부속서 외에도 관광 관련 2개 조치를 미승인한 국가를 점검하고 있으며, 한국은 모두 승인하지 않은 바 대응이 필요함.

  * 조치4(2004): 관광 및 비정부활동 관련 비상조치 마련
    조치1(2005)/제6부속서: 배상책임
    조치15(2009): 크루즈선 승객의 남극 하선

- 외교부는 법령 개정이 필요함을 인지하고, 근시일 내 관계부처 회의를 소집하여 제6부속서의 승인에 관한 사안을 논의 할 예정임. 이에 대응하기 위해 연구소의 입장과 수행할 수 있는 역할 등 사전 검토 필요

ㅇ **BBNJ 협정의 인정과 남극조약 체제의 권한 재확인 예정**

- 문건 제안의 당초 목적은 BBNJ 협정을 인정하고 남극조약 체제와 권한을 공고히 하려는 것이었으나, BBNJ 조약의 서명을 빠르게 추진하고자 하는 국가(협정을 환영하여 서명을 독려)와 러시아(BBNJ와 다른 조약이 상충)의 의견이 대립하면서 다음 회의에서 재논의 예정

- BBNJ 안건이 재언급 될 때 외교부가 견지하는 우리나라의 의견을 제시할 수 있도록 다음 회의를 앞두고 상기 필요.

ㅇ **캐나다 및 벨라루스 협의당사국 지위 부여와 연계 한-캐 협력 가능성**

- 국제정세로 인해 양국 모두 지위부여에 대한 합의가 이뤄지지 못함. 공식적으로 양국 모두 남극 프로그램의 활동 부족을 이유로 제시함.

- 벨라루스는 실질적으로 러-우 전쟁의 관여 때문에 가입이 반대되었고, 캐나다의 경우 벨라루스의 지위와 연계뿐만 아니라 국가 남극 프로그램의 활동이 부족하다는 의견을 중국과 러시아가 견지함

- 캐나다의 경우 23년 남극 인프라 공동활용 가능성을 위해 비공식적으

- 이번 24-25 회기간에는 소내 관계 부서를 식별하고, MYSWP에 부합하는 활동 독려, 25년도 회의 문건화를 위한 사전 협의하여 개선 가능

- 아울러 단순 남극활동 보고는 IP가 아닌 BP로 제출할 것을 분과 의장이 언급한바, 활동 현황이 아닌 신규사업 발굴 필요

ㅇ **6부속서를 비롯한 당사국 미승인 조치 승인절차 논의**

- ATCM은 매년 배상책임에 관한 환경보호의정서 제6부속서 외에도 관광 관련 2개 조치를 미승인한 국가를 점검하고 있으며, 한국은 모두 승인하지 않은 바 대응이 필요함.

  * 조치4(2004): 관광 및 비정부활동 관련 비상조치 마련
    조치1(2005)/제6부속서: 배상책임
    조치15(2009): 크루즈선 승객의 남극 하선

- 외교부는 법령 개정이 필요함을 인지하고, 근시일 내 관계부처 회의를 소집하여 제6부속서의 승인에 관한 사안을 논의 할 예정임. 이에 대응하기 위해 연구소의 입장과 수행할 수 있는 역할 등 사전 검토 필요

ㅇ **BBNJ 협정의 인정과 남극조약 체제의 권한 재확인 예정**

- 문건 제안의 당초 목적은 BBNJ 협정을 인정하고 남극조약 체제와 권한을 공고히 하려는 것이었으나, BBNJ 조약의 서명을 빠르게 추진하고자 하는 국가(협정을 환영하여 서명을 독려)와 러시아(BBNJ와 다른 조약이 상충)의 의견이 대립하면서 다음 회의에서 재논의 예정

- BBNJ 안건이 재언급 될 때 외교부가 견지하는 우리나라의 의견을 제시할 수 있도록 다음 회의를 앞두고 상기 필요.

ㅇ **캐나다 및 벨라루스 협의당사국 지위 부여와 연계 한-캐 협력 가능성**

- 국제정세로 인해 양국 모두 지위부여에 대한 합의가 이뤄지지 못함. 공식적으로 양국 모두 남극 프로그램의 활동 부족을 이유로 제시함.

- 벨라루스는 실질적으로 러-우 전쟁의 관여 때문에 가입이 반대되었고, 캐나다의 경우 벨라루스의 지위와 연계뿐만 아니라 국가 남극 프로그램의 활동이 부족하다는 의견을 중국과 러시아가 견지함

- 캐나다의 경우 23년 남극 인프라 공동활용 가능성을 위해 비공식적으

붙임30 **국외출장보고서(2024년 남극연구과학위원회 등)**

<별표 제5호>

국외출장귀국보고서

Ⅰ. 출장개요

1. 출 장 자

소 속	직 급	성 명	비 고
정책협력부 글로벌협력실	선임행정원	정지훈	

2. 출장국가

칠레(푸콘, 푼타아레나스)

3. 출장기간 : 2024/08/16 ~ 2024/09/01 (17일)

1) SCAR OSC : 8.18.(일) ~ 8.23.(금) / 칠레 푸콘

2) SCAR Delegates Meeting : 8.25.(일) ~ 8.28.(수) / 칠레 푼타아레나스

4. 출장목적

○ **제11차 SCAR 학술대회(Open Science Conference; OSC) 참석**
- 분과별 SCAR 참여활동 확인, SCAR 비즈니스 회의 참석, 남극연구 관련 회의 참석과 양·다자 협의를 통한 남극연구 국제협력 현안 파악
- 기관장 OSC 제5차 국제 극지의 해 (IPY) 부대행사 패널 발표 지원

○ **2024년도 남극연구과학위원회 대표자 회의(SCAR Delegates Meeting) 참석**
- 기관장 대표자 회의 한국 부대표 업무수행 및 투표권 행사 지원
- 남극연구 관련 국제적 현안 파악 및 향후 협력 가능성 논의
- Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030 개최의향서 발표 지원

Ⅱ. 세부내용

1. 출장일정 및 면담자

일자	방문기관(활동사항)	면담자	비고
8.16.(금)~ 8.17.(토)	○ 항공 이동 (대한민국 인천-프랑스 파리-칠레 산티아고- 칠레 테무코) ○ 버스 이동 (칠레 테무코- 칠레 푸콘)		
8.18.(일)~ 8.23.(금)	**○ 제11차 SCAR OSC 참석** - 과학분과, 과학연구프로그램(SRP) 비즈니스 미팅 참석, 학제별 세션 참석 - OSC 제5차 국제 극지의 해 (IPY) 부대행사 패널 발표 - 미국 NSF 등 대표인사 양자면담 및 POLAR 2030 개최지 결정 지지활동	Jian Peng (중국 PRIC), Tara Martic (호주 Tasmania 정부), Sally Lau(호주 James Cook U.), Nancy Sung(미 백악관) 등	
8.24.(토)	○ 버스 이동 - 칠레 푸콘- 칠레 테무코 ○ 항공 이동 - 칠레 테무코- 칠레 산티아고- 칠레 푼타 아레나스		
8.25.(일)~ 8.28.(수)	**○ 2024 SCAR Delegates Meeting 참석 및 대표활동** - 대표자 회의 한국 부대표 업무수행 및 투표권 행사 - Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030 개최의향서 발표	Jefferson Cardia Simoes(브라질 U. Federal do Rio), Ian Hogg(캐나다 POLAR) 등	
8.29.(목)~ 9.1.(일)	○ 항공 이동 - 칠레 푼타아레나스- 칠레 산티아고- 프랑스 파리- 대한민국 인천 * 칠레 산티아고 경유 1박 및 주칠레대사 만찬 협의(8.29.)		

2. 활동내용

□ **제11차 SCAR 학술대회(Open Science Conference, OSC) 참석**

1) 개회식(8.19.)

○ 주요 참석 인사

- Alberto van Klaveren 칠레 외교부장관
- Carolina Gainza Cortes 과학기술지식혁신부 차관
- Carlos Barra Matamala 푸콘 시장
- Gino Casassa INACH 소장 등

○ 고위급 발언 주요내용

- Gabriel Boric Font 칠레 대통령 환영사(영상) : 남극 최대 규모의 학술대회 개최에 감사. UN 사무총장도 남극에 방문하여 언급했듯이 남극은 보호되어야하는 곳이며 칠레는 쇄빙선 건조, 과학연구 등을 통해 과학과 평화의 남극이 되도록 노력하고 있음. 성공적인 학술대회 개최를 기원하며 모든 참석차의 칠레 방문을 환영함.
- 국제과학위원회(ISC) Peter Gluckman 축사(영상) : SCAR는 1958년 출범한 이래 전 세계에 영향을 미치는 영향력 있는 연구를 70년간 이어온 역사가 있음. 지정학적 이슈도 협력을 통해 이겨낼 수 있는 기구이며 2032-33년 개최 예정인 국제 극지의 해(IPY)에도 ISC가 함께 하길 희망함. 인류의 문제를 해결할 수 있는 방법이 국제 과학 협력이라는 것을 모범적으로 보여주는 SCAR가 되길 기원하며 성공적인 학술대회에 되길 바람.
- Alberto van Klaveren 칠레 외교부장관 축사 : SCAR는 1958년 창립되어 오랜 기간 과학에 기여하였고 칠레는 창립 회원국으로 활동해왔음. 남극에서의 현상은 전 지구적인 영향이 있음. SCAR는 2014년 Horizon Scan을 통해 장기 방향성을 제시하고 칠레 또한 10년 간 센서 보급 등으로 실시간 데이터망을 구축하는데 노력하였음. 기후변화를 위한 정부 간 패널(IPCC)의 보고서에도 언급되었듯이 남극에서의 여러 극단적인 현상이 목도되고 있음. SCAR 학술대회는 이러한 현상을 연구하는 전 세계 최고의 기관임. 6년 만에 대면으로 진행되는 본 행사에 55개국 이상에서 1000여 명 이상의 참석자가 칠레 푸콘에 모인 것을 환영하고 성공적인 개최를 기원함.

2) SCAR OSC Plenary Lecture

○ 1회차(8.19.) : Dr Sally Lau(신진과학자, 호주) / The Weyprecht Lecture: Learning from the persistence of Southern Ocean benthic invertebrates

- "마지막 간빙기 동안의 서남극 빙상 붕괴에 대한 유전체 증거"라는 제목으로 2023년 Science 저널에 게재된 연구를 기반으로 발표. Lau 박사 등은

2. 활동내용

□ **제11차 SCAR 학술대회(Open Science Conference, OSC) 참석**

1) 개회식(8.19.)

○ 주요 참석 인사

- Alberto van Klaveren 칠레 외교부장관
- Carolina Gainza Cortes 과학기술지식혁신부 차관
- Carlos Barra Matamala 푸콘 시장
- Gino Casassa INACH 소장 등

○ 고위급 발언 주요내용

- Gabriel Boric Font 칠레 대통령 환영사(영상) : 남극 최대 규모의 학술대회 개최에 감사. UN 사무총장도 남극에 방문하여 언급했듯이 남극은 보호되어야하는 곳이며 칠레는 쇄빙선 건조, 과학연구 등을 통해 과학과 평화의 남극이 되도록 노력하고 있음. 성공적인 학술대회 개최를 기원하며 모든 참석차의 칠레 방문을 환영함.
- 국제과학위원회(ISC) Peter Gluckman 축사(영상) : SCAR는 1958년 출범한 이래 전 세계에 영향을 미치는 영향력 있는 연구를 70년간 이어온 역사가 있음. 지정학적 이슈도 협력을 통해 이겨낼 수 있는 기구이며 2032-33년 개최 예정인 국제 극지의 해(IPY)에도 ISC가 함께 하길 희망함. 인류의 문제를 해결할 수 있는 방법이 국제 과학 협력이라는 것을 모범적으로 보여주는 SCAR가 되길 기원하며 성공적인 학술대회에 되길 바람.
- Alberto van Klaveren 칠레 외교부장관 축사 : SCAR는 1958년 창립되어 오랜 기간 과학에 기여하였고 칠레는 창립 회원국으로 활동해왔음. 남극에서의 현상은 전 지구적인 영향이 있음. SCAR는 2014년 Horizon Scan을 통해 장기 방향성을 제시하고 칠레 또한 10년 간 센서 보급 등으로 실시간 데이터망을 구축하는데 노력하였음. 기후변화를 위한 정부 간 패널(IPCC)의 보고서에도 언급되었듯이 남극에서의 여러 극단적인 현상이 목도되고 있음. SCAR 학술대회는 이러한 현상을 연구하는 전 세계 최고의 기관임. 6년 만에 대면으로 진행되는 본 행사에 55개국 이상에서 1000여 명 이상의 참석자가 칠레 푸콘에 모인 것을 환영하고 성공적인 개최를 기원함.

2) SCAR OSC Plenary Lecture

○ 1회차(8.19.) : Dr Sally Lau(신진과학자, 호주) / The Weyprecht Lecture: Learning from the persistence of Southern Ocean benthic invertebrates

- "마지막 간빙기 동안의 서남극 빙상 붕괴에 대한 유전체 증거"라는 제목으로 2023년 Science 저널에 게재된 연구를 기반으로 발표. Lau 박사 등은

한 로스해 연구활동 진전이 가능하다는 데에 의견을 같이하였음. 정보공유와 협력을 촉진하기 위해 새로운 MOU 체결을 검토키로 하였으며, COMNAP, SCAR 등 유관 회의기회를 활용한 정기적인 의사소통과 국가 프로그램 차원 운영지원 가능성을 확대해나가기로 함.

Plenary Lecture

NSF 업무협의

4) 제5차 국제 극지의 해(International Polar Year, IPY) 미니 심포지엄 발표(8.21.)

- 발표자 및 패널 : 김예동 SCAR 의장, 신형철 극지연구소장 (AFoPS 대표), Daniela Liggett (Ant-ICON CO), Jose Queiros(APECS 의장), Jose Xavier (포르투갈), Renuka Badhe (EPB), Narelle van der Wel (WMO), Eduardo Secchi(브라질, RAPAL 대표)
- 논의 내용 : 전 지구적 기후변화로 인해 인류와 지구에 중대한 영향을 가하고 있으며, 제5차 국제 극지의 해(IPY)는 환경 보호와 지속 가능한 발전을 위해 모두에게 중요한 기회를 제공함. 이를 준비하는 단계에 있으며 금번 행사를 통해 IPY의 개요, 필요성과 중요성을 알리고, 다양한 기관 및 개인, 커뮤니티의 참여를 통해 영향을 확대하기 위해 진행되었고 다수의 연사 뿐만아니라 상당한 규모의 과학자들도 참여하였음. 이를 통해 IPY의 모멘텀이 이어갈 수 있을 것임.

IPY 미니심포지엄 발표

4) “녹고있는 경계와 전지구적 영향” 미니 심포지엄 참석(8.22.)

○ 좌장 및 패널 : 이원상 책임연구원(좌장), Kenichi Matsuoka (노르웨이 NPI), Laura Herraiz-Borreguero (호주 CSIRO), Clare Eayrs 연수연구원, 진경 책임연구원

○ 논의 내용 : “녹고있는 경계와 전지구적 영향: 전지구 기후변화를 주도하는 남극 빙해-해양-대기 경계와 주요 접점 연구(The Melting Frontier and Its Global Implications: exploring the Antarctic ice-ocean-atmosphere boundaries and critical interfaces that drive global climate change)” 제하의 동 심포지엄은 극지연구소 연구진을 주축으로 기획된 것으로, 남극 빙하의 급속한 질량 손실, 해양으로의 융빙수 유출, 빙하-대기-해양 간 관계, 해빙 변동, 전 지구적 대기 순환 및 해양 성층화에 미치는 영향 등을 논의함. 우리연구소 연구진이 참여한 한미영 스웨이츠 빙하연구 뿐만 아니라 RINGS 등 환남극 연구협력 가능성이 소개됨.

□ 2024년도 남극연구과학위원회 대표자 회의(SCAR Delegates Meeting) 참석 및 대표활동

1) 회의 개요

가) 일시/장소: 2024.8.26.(월)-8.28.(수)/칠레 푼타아레나스 Dreams del Estrecho 회의실

나) 참석자: SCAR 정회원국, 준회원국, 기관회원, 파트너기관 소속인원 총 151명 (대면 65, 온라인 86명)

* 신형철 소장(SCAR Alternative Delegate), 정지훈 글로벌협력실장, 조하나 선임행정원 3명 한국 대표로 대면 참석 / 김예동 SCAR 의장, 이세빈 행정원 2명 SCAR 사무국으로 대면 참석

다) 주요 논의사항: 정회원 신청국가 지원서 논의, 신임 SCAR 의장, 부의장 선출, POLAR 2030 개최국 결정, SCAR 과학 프로그램 관련 결정사항 등

○ 주요 안건
- 신임 의장, 부의장 선출
- 2030년 남북극 통합 학술대회 개최의향서 발표 및 투표 진행
- 과학그룹별(SG) 보고서 발표(지질, 생명, 물리)
- 과학 연구 프로그램(SRP)별 활동 발표
- 신규 SRP AGATA 승인
- 기타 과학 프로그램 활동 및 계획 발표
- 상임위원회별 주요 활동 발표(SC-ATS, SC-ADM, SC-AGI, SC-HASS))
- 역량 강화 사업, EDI 그룹 활동 발표
- 기개최 회의 결과 및 향후 회의 개최 준비 동향 발표
- SOOS, UN 해양과학의 10년, 제5차 IPY, 파트너십 등 발표

- 커뮤니케이션, 각 그룹 관리방안 및 기타 사무국 안건 발표

* 회의 안건 자료: https://scar.org/2024dm

* 발표자료(PPT):
https://drive.google.com/drive/folders/1dNDxaeH6tUHOmB2BP1SxOgkwqm6IpcmV

2) 일자별 주요 업무

가) 한-칠레 남극 협력센터 정주시설 방문 및 SCAR Delegates Meeting 사전행사 참석(8.25.)

○ (한-칠레 남극 협력센터 정주시설 방문) 협력센터 파견자 가족 면담과 안전·생활 등 애로사항 청취

○ (대표자 회의 사전행사(Delegates Icebreaker)) 대면 참석 각국 SCAR 대표자 인사와 POLAR 2030 개최지 결정 지지활동 등

협력센터 정주시설 방문

대표자 회의 사전행사 참석

나) 대표자 회의 1일차 논의(8.26.)

○ SCAR 정회원 승급을 신청한 준회원 국가에 대한 논의

- 콜롬비아: 준회원 활동기간 동안 남극프로그램에서 이룬 성과, 국내 인프라 구축 및 법적 지원 토대 마련 등을 근거로 총의로 정회원 자격 취득
- 벨라루스: 준회원 활동기간 동안 남극연구 분야 다양성을 확보하지 못했고 국제협력 실적이 충분치 않으며, 지원서 발표내용이 미비하다는 사유로 일부 회원국들이 벨라루스의 정회원 승급은 시기상조라는 의견을 피력하여 부결. 한국대표(신형철 소장)은 이 조치에 대해 과학기구로서 SCAR의 포용성과 품격의 가치를 강조하고, 사무국에서 벨라루스에 소통하여 구체적 개선점을 조언토록 제안하여 큰 호응을 받음. 차후 회의에 재신청할 것을 통보받은 벨라루스는 정회원 승급에 대한 의지를 피력함.

○ 신임 SCAR 의장, 부의장 후보자 발표 및 의장 투표 진행

- 뉴질랜드 대표 Gary Wilson과 브라질 대표 Jefferson Cardia Simões가 의장 후보자로 출마하였고, 온라인 투표 시작

- 스페인 대표 Carlota Escutia, 일본 대표 Takuji Nakamura, 폴란드 대표 Robert Bialik, 남아공 대표 Bettine van Buuren 총 4인이 부의장 후보로 출마하였고, 회의 2일차(8.27.(화))에 온라인 투표 진행

○ 각 과학그룹(Science Groups (SGs))*, 과학연구프로그램(Scientific Research Programmes (SRPs))**의 활동보고와 신규 선출 인원에 대해 승인

* Geosciences, Life Sciences, Physical Sciences ** AntClimNow, Ant-ICON, INSTANT

○ 재정위원회(Finance Committee) 신규위원으로 캐나다와 폴란드 대표 자원

다) 대표자 회의 2일차 논의(8.27.)

○ 신임 의장 선출 투표결과 발표 및 신임 부의장 투표 시작

- 뉴질랜드 대표 Gary Wilson이 신임 의장으로 선출

○ 과학프로그램별 보고 청취와 신규 프로그램 승인

- AGATA(Antarctic Geospace and Atmosphere Research) 신규 SRP 승인, Antarctica's Geological Evolution(AGE)'와 'C-CAGE' 신규 프로그램 기획그룹(PPG) 승인
- 기타 과학 프로그램(AAA Expert Group, BEDMAP3, SOOS, ICED, AnMAP, UN Decade of Ocean Science)에 대한 발표 청취
- 각 상임위(SC-ADM, SC-AGI, SC-HASS) 활동보고 청취 및 승인

○ 정책 수립을 위한 과학적 조언사항 청취 및 논의

- SC-ATS 내 장기적으로 활동할 기후 관련 신규 그룹 조직 승인하고, 현안이 되고 있는 지구공학적 접근(Geoengineering)을 동 그룹의 세부그룹(sub-group)에서 다루도록 함.
- Antarctic Environments Portal(AEP)은 남극조약 체제와 남극과학에 관한 외부 소통에 유용하게 활용되는 채널이라는 데 동의하며 SCAR 예산 배정 승인

○ SCAR 파트너십에 대한 내용 청취 및 POLAR 2030 개최제안서 발표

- SCAR 파트너십, MoU, Prince Albert II Foundation 심포지엄과 향후 협

럭 가능성에 대해 발표

- IPY 2032-33 업데이트 내용 발표
- IPY 연계 Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030 개최 의향국 발표 진행(한국-스웨덴-스위스 순) 및 투표 진행

* 유치 발표 녹화본:
https://drive.google.com/drive/folders/17OXcwyTzHCyNdaJCg1e9Y17ShAwdYcwZ

※ 대표자 코멘트 모음
- 이전 사례와 같이 동 행사와 COMNAP AGM을 함께 개최하면 시너지 효과가 있을 것
- 금년 OSC와 같이 학생, 신진과학자, 저대표(underrepresented) 국가 소속 인원의 등록비를 절감해줄 필요가 있음.
- 스웨덴에서 제안한 행사장소의 수용가능 인원 수가 너무 적음.

→ 해당 질문에 대해 한국측 발표자(신형철 소장)는 COMNAP AGM 동시개최 등 이슈가 발생하면 모든 구성원이 만족할 수 있도록 지원할 예정이며, 신진과학자 참여 활성화 방안의 경우 등록비 절감만으로는 해결할 수 없고, 여행경비 지원, 안전 확보, 신진과학자 주도 세션 확대 등 다방면으로 고려할 예정이라고 답변

○ 역량강화 프로그램(펠로우십, 방문학자), EDI 그룹 활동 보고

- EDI Action Group의 활동규약(Code of Conduct)을 승인하고 그룹 활동을 지속 및 확대하는 데 동의

다) 대표자 회의 3일차 논의(8.28.)

○ 신임 부의장 선출 투표결과 발표
- 스페인 대표 Carlota Escutia와 일본 대표 Takuji Nakamura가 부의장으로 선출됨.

○ SCAR 커뮤니케이션 활동보고(웹사이트 개선, 온라인 홍보 활동 등) 보고

○ 기개최 SCAR 회의 결과 보고
- SCAR 2024 Open Science Conference 결과 보고

✓ 신진과학자의 참여율을 높이는 데 등록비 절감, 숙소 비용 절감, 적절한 시기 개최 등의 요소가 기여했다고 볼 수 있음.

- 2023 SCAR Biology Symposium 결과 보고

○ 향후 SCAR 관련 회의 준비 동향 발표 및 탄소 저감 관련 논의
- SCAR 2026(노르웨이), 2028(불가리아) OSC 및 DM

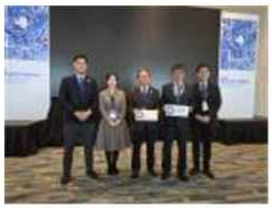
- 2025 ISAES(칠레), 2027 Biology Symposium(미국)
- 향후 회의 개최 시 탄소 절감 방안 논의
✓ 같은 장소에 모여서 과학에 대해 논의하는 것이 중요하지만 동시에 이 과정에서 배출되는 탄소량에 관심을 가져야 함. 대면회의 개최가 환경에 어떠한 영향을 미치는지 정확히 측정하는 것이 필요하며, 이 문제 해결을 위한 액션그룹 구성에 동의함. 행사 개최 시 하이브리드 포맷을 적극적으로 도입해야하고, 지역허브 활용 방안(eg. 유럽의 경우 각 국가 대표가 한 나라에 모여 함께 온라인으로 회의 참석 중)이 좋은 대안이 될 수 있지만 한편으로는 지리적으로 가까운 나라 간 유대감만 강화된다는 단점도 있음.

○ 2022, 2023 재무제표 및 2024-2026 예산안 승인
- 보고된 그룹별 지출내역이 너무 축약되어 세부내역 검토가 필요하다는 의견이 있었음. 각 그룹이 예산 지출 계획을 사전 승인받는 신규 방안을 도입하는 것을 사무국에서 검토할 예정

○ ExCom, 사무국 활동보고 승인

○ Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030 개최지 선정 투표 진행 결과
- SCAR 내 정회원국(34), 준회원국(12), 협회(9) 투표 합산 결과 1위가 과반 이상 득표하여 SCAR의 개최 희망국 결정(결과 미발표)
- IASC Council 회의(9월 4일)에서 개최의향서 발표 및 투표 진행 후 SCAR와 동일한 국가가 선정되는 경우 개최지 최종 확정, 다른 국가가 선정되는 경우, SCAR 및 IASC 전체 회원을 대상으로 재투표를 진행하여 최종 결정예정

○ 기타 안건
- 회원자격 신청 절차(한국대표 제인): 벨라루스 사례를 계기로 SCAR 운영위원회(ExCom)에서 정회원 승급을 위해 충족해야하는 명확한 기준을 마련해야하며, 회원자격 신청을 준비하는 국가들 대상으로 운영위원회(ExCom)에서 가이드라인 제공 등의 실질적인 지원이 필요하다는 것에 동의
- 의장, 부의장 선출절차: 의장과 부의장 선출 시 투표 진행 전 후보자 명단을 공개하여 투표자들이 해당 후보자들에 대해 알아보고 고민할 수 있는 시간이 주어져야한다는 점에 동의하였으며 사무국에서 개선안 마련 예정



다) 주칠레대사 면담(8.29.)

- ○ 일시/장소 : 2024.08.29.(목) 19:00 / 칠레 산티아고
- ○ 참석 인원 : (출장단) 신형철 소장, 김예동 전 SCAR 의장, 정지훈 실장, 조하나 선임행정원, 이세빈 행정원, (대사관) 김학재 대사, 황정한 공사참사관, 오혜진 1등서기관
- ○ 주요 논의
  - 남극연구과학위원회(SCAR) OSC 및 대표자회의 참석 결과 공유
  - 한-칠레 양국 간 주요 과학 협력 현황과 칠레 남극과학 동향 정보공유
  - 한-칠레 남극협력센터 업무 현황 공유 및 파견인원 사증발급 등 계속된 협조 당부

주칠레대사 면담

3. 출장소감 및 건의사항

○ **SCAR 활동(과학활동, 역량강화 프로그램 등)에 연구소의 적극적인 참여 필요**
우리연구소 남극연구 프로그램의 학술 영향력 강화를 위해 SCAR 프로그램 참여와 과제별 연구주제와의 접목이 효과적임. Flagship 과학 연구 프로그램 SRP, 연구과제 기획단계 그룹 PPG, 역량강화 프로그램 Fellowship와 Visiting Scholar 등 참여할 수 있는 활동이 금번 출장을 통해 재확인됨. 특히 SCAR 기

존 SRP (현재 4개) 및 신규 Programme Planning Group 등에 초기 단계부터 연구소의 적극적인 참여가 유용하겠음. 연구소의 한정된 인적, 물적 자원을 감안하면서 학술기구 참여를 촉진할 수 있는 소내 제도의 마련이 요청됨. 기관고유 사업에 학술기구 분과별 전문가 활동을 연계하는 방안 등이 이에 포함될 수 있음.

○ **아시아 최초 SCAR 의장 임기 종료에 따른 후속조치 필요**

김예동 의장은 아시아 최초 SCAR 의장 선출(' 21.3.) 이후 이번 회의를 마지막으로 3년의 임기를 마치고 직전 의장(Immediate Past President)의 자격을 갖춤. 이를 바탕으로 향후 2년간 SCAR 집행위원회 위원으로 SCAR 활동에 참여하며 사무국 업무에 자문을 제공할 수 있음. 이 기간 해당 활동에 수반되는 국외 출장, 행정 소요 등에 대해 우리연구소 차원에서 어떤 수준에서 지원할지에 대한 숙고와 결정이 필요함. 별도로 그간 실무 담당관 SCAR 의장 업무 지원을 통해 확보된 SCAR 사무국의 운영 관련 참고자료, 업무메일, 회의 간 실시간으로 논의된 대화창 내역 등을 아카이빙하여 향후 SCAR 업무 적극 대응에 도움이 되도록 할 필요 있음.

○ **2030년 Joint SCAR-IASC Polar Conference 개최지 결정 결과 지속 모니터링과 후속조치 필요**

금번 출장을 통해 SCAR 측 POLAR 2030 개최지 선정 발표가 이루어졌으며, 차주 IASC 측 온라인 발표와 투표로 최종 개최지 선정 투표는 완료됨. POLAR 2030은 IPY를 앞두고 국내 극지과학계 저변확대와 강화, 한국이 강점을 가지는 국제 의제화 등 기대효과가 큰 학술대회인 만큼 한국이 선정되는 경우 내실있게 준비될 필요 있음. 금번 회의에서 청취된 바, 다양한 참석이 보장되고 또 탄소 발자국이 적은 회의를 위해서는 국내외 학술단체, 지자체, 관내 대학 등 유관 기관과의 협력이 필수적임.

Ⅲ. 입수자료 목록

번호	자료명	저자	발간년도	발간형태	비고
-	-	-	-	-	-

Republic of Korea's proposal for hosting

Joint SCAR-IASC Polar Conference 2030

극지연구소

Frozen Frontiers, Shared Futures, and Collaborations to Forge Our Tomorrow

Frozen Frontiers, Shared Futures, and Collaborations to Forge Our Tomorrow

KOPRI
극지연구소

Frozen Frontiers, Shared Futures, and Collaborations to Forge Our Tomorrow

KOPRI
극지연구소

Frozen Frontiers

Shared Futures

Collaborations to Forge Our Tomorrow

Frozen Frontiers that are melting down

Shared Futures

Collaborations to Forge Our Tomorrow

KOPRI
극지연구소

Frozen Frontiers that are melting down

Shared Futures

Collaborations to Forge Our Tomorrow

Frozen Frontiers that are melting down

Shared Futures that just have to be made together

Collaborations to Forge Our Tomorrow

An ideal and yet the most realistic choice we have

KOPRI
극지연구소

Frozen Frontiers, Shared Futures:
Collaborations to Forge Our Planet's Tomorrow

"We believe the 2030 Joint Conference will provide crucial momentum to consolidate the past achievements of polar communities and design how our collaborative efforts should proceed amidst dynamic and forceful climate change.

This is particularly important in the lead-up to the 2032-2033 International Polar Year (IPY).

Korea:
An Active and Committed Member of the Polar Community

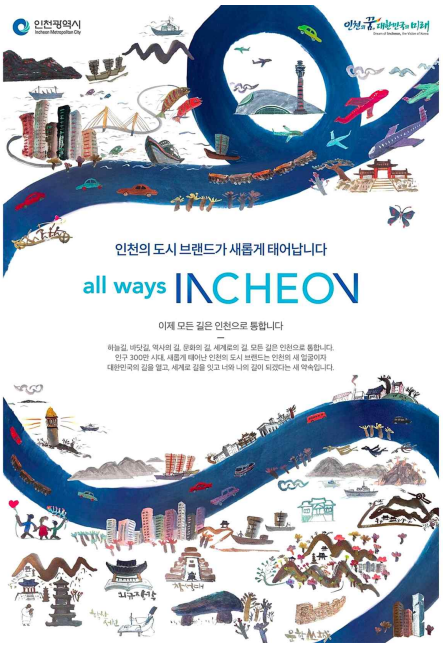
01 Actively contributes to both Antarctic and Arctic projects

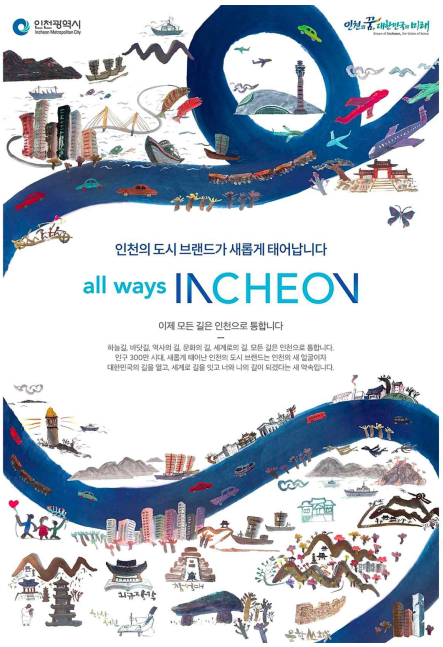
THWAITES GLACIER · MOSAiC · ARCTIC PASSION · Antarctica InSync

02 Successfully hosted the ASSW 2011, COMNAP AGM 2013 and ISAES 2019

03 Now ready for the Joint SCAR-IASC Polar Conference in 2030

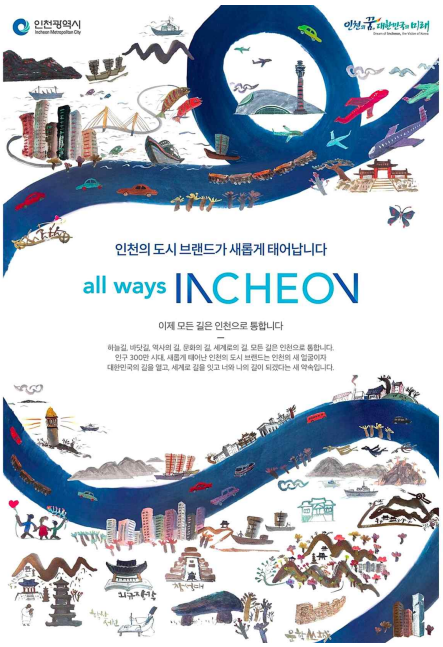
KOPRI
극지연구소





When Incheon dreams, that becomes Korea's tomorrow (translation)

KOPRI
극지연구소



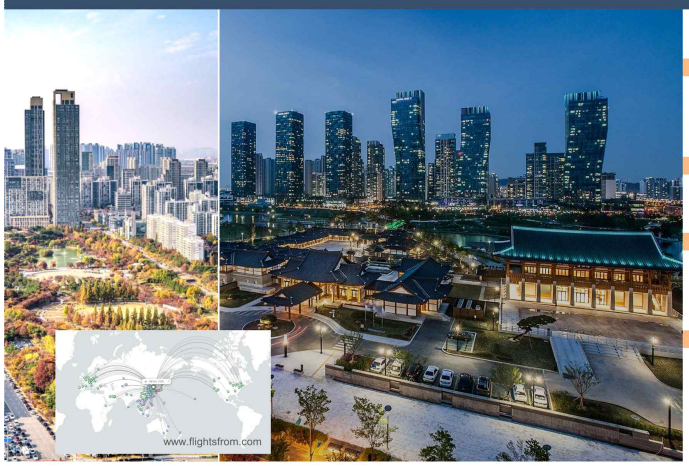
When Incheon dreams, that becomes Korea's tomorrow (translation)

Korea's opening to the world historically and contemporarily

Low lying land vulnerable to climate changes

City that has to resort to sustainability

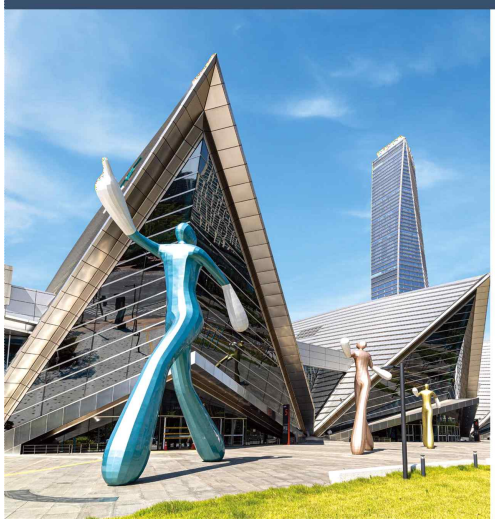
Why Songdo, Incheon?



- Incheon International Airport with outstanding connectivity - directly linked to 158 cities across the world
- Excellent links to major urban centers like Seoul
- Rich history with modern dynamism, cutting-edge infrastructure, and a harmonious natural environment
- Home to key international organizations relevant to climate and biodiversity, including KOPRI, GCF and AEAAFP

KOPRI
극지연구소

Event Venue and Accommodation



Main Venue: Songdo Convensia

- A 30-minute drive from Incheon International Airport
- Two ballrooms accommodating 3,000 people and 35 meeting rooms
- Operated by Incheon Metropolitan City, offering attentive support and specialized services for participants

Accommodation

- Seven hotels within walking distance of the main venue to suit various preferences and budgets

Preliminary Event Plan and Local Organizing Committee

Preliminary Event Plan

We propose a 10-day schedule between June and August 2030, considering field research periods

- Day 1~5 Business and Conference meetings
- Conference meetings Day 6~7
- Day 8~9 IASC Council Meetings, SCAR Delegates Meetings
- Day 10 **Field Trip**

Local Organizing Committee

- Led by KOPRI, including various stakeholders from relevant fields
- Endeavor to maintain effective communication with the IASC and SCAR secretariats

KOPRI
극지연구소

Registration Fees and Promoting EDI

Tentative Registration Fees

Item	Regular	Student
Early Bird	490 USD	350 USD
Regular	700 USD	455 USD
On-site	800 USD	

* Accommodation : 80-250 USD starting at 60 USD (per night)

Promoting Equity, Diversity, and Inclusion (EDI)

- Provide travel support to a selected number of polar researchers (e.g. ECRs, researchers of Arctic Indigenous heritage, scientists from countries not affiliated with IASC or SCAR)
- Assemble presenters and panelists from diverse backgrounds
- Main venue (Songdo Convensia) provides barrier-free access

Devilish details we will pay attention to

Minimal plastic and paperless policy

Low-meat catering

“younger and farther” travel support scheme

Sessions purposely designed and conducted hybrid

KOPRI
극지연구소

Devilish details we will pay attention to

Minimal plastic and paperless policy

Low-meat catering

“younger and farther” travel support scheme

Sessions purposely designed and conducted hybrid

ISC; EDI principle based make-up

LOC; EDI principle based make-up with full support and assistance of local academic ecosystem

Philanthropic, good-will contributors contacted and recruited

Some of the key features

Truly bipolar and global

Early career and (so far) under-represented friendly

Legacy-making and future-looking

Societal needs-conscious and solution-oriented

KOPRI
극지연구소

Some of the key features

Truly bipolar and global

Early career and (so far) under-represented friendly

Legacy-making and future-looking

Societal needs-conscious and solution-oriented

Some of the key features

Truly bipolar and global

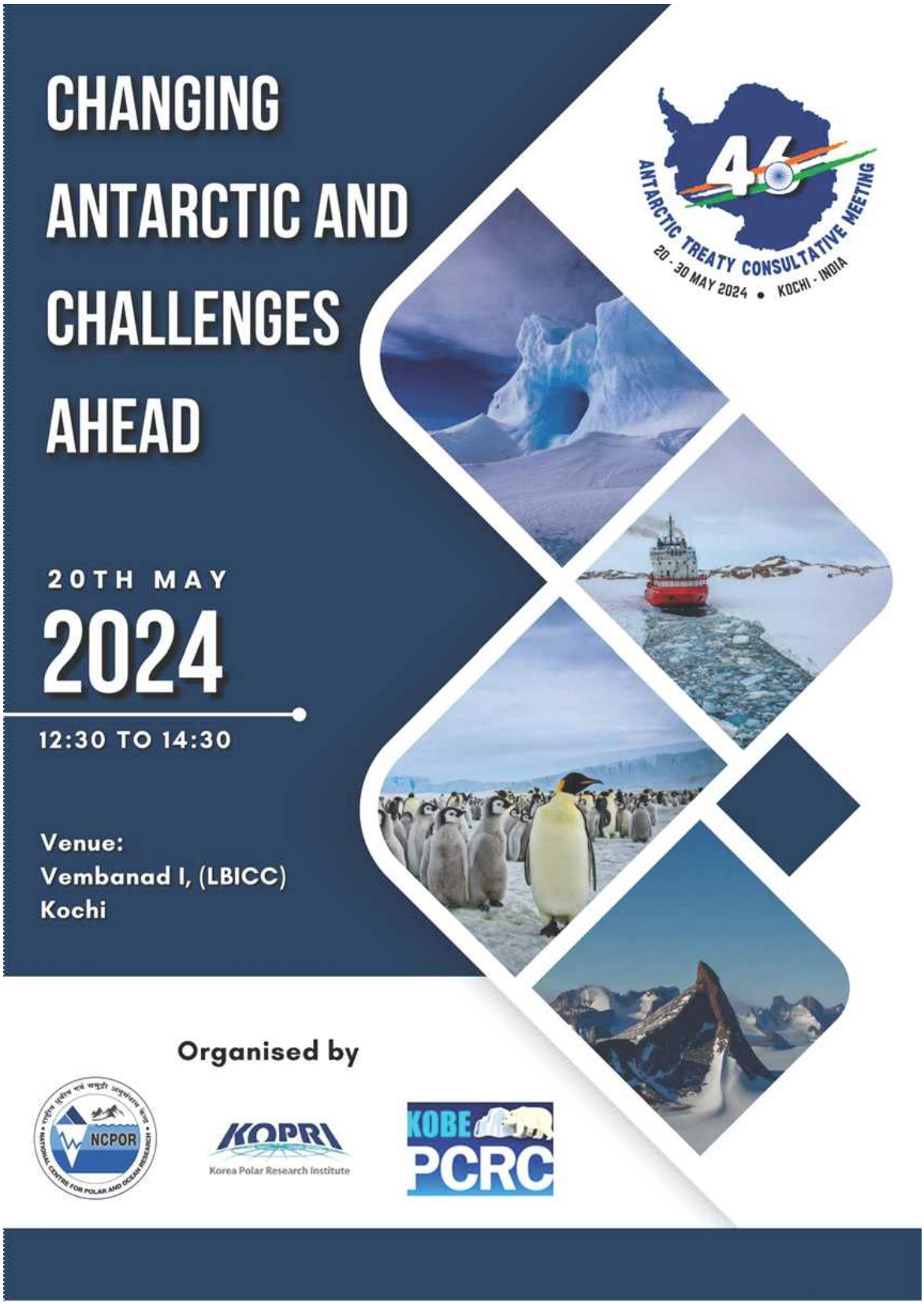
Early career and (so far) under-represented friendly

Legacy-making and future-looking

Societal needs-conscious and solution-oriented

KOPRI
극지연구소

붙임32 | **제1차 남극거버넌스 세미나 프로그램 및 사진**



CHANGING ANTARCTIC AND CHALLENGES AHEAD

This seminar, being held during the 46th Antarctic Treaty Consultative Meeting (2024 ATCM) at Kochi, India, invites experts from different nations and backgrounds to showcase the effectiveness of Antarctic governance and provide new perspectives into the future in two themed panel discussions.

PROGRAM SCHEDULE

OPENING: 12:30

Dr. Thamban Meloth, Director, NCPOR
Dr. Hyoung Chul Shin, President, KOPRI

PANEL 1: 12:35-13:25

Antarctic governance challenges: climate change, science diplomacy, and diversifying perspectives

Chair: Prof. Akiho Shibata, Director, Kobe PCRC

Panelists:

- Dr. Rasik Ravindra, Former Director, NCPOR, India
- Mr. Evan Bloom, Former United States diplomat
- Dr. Susie Grant, Chief Officer, SC-ATS, Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)
- Capt. Juan Camilo Forero Hauzeur, Director, Colombian Antarctic Program
- Dr. Arnold Kreilhuber, Regional Director, United Nations Environment Programme (UNEP)

PANEL 2: 13:35-14:25

Our responsibilities and commitment for future Antarctica: Antarctica in global setting, environmental liability, tourism, and safety.

Chair: Dr. Hyoung Chul Shin

Panelists:

- Prof. Akiho Shibata, Kobe University, Japan
- Mr. Russell Miles, Australian Department of Foreign Affairs and Trade
- Prof. Kees Bastmeijer, University of Groningen, The Netherlands
- Michelle Rogan-Finnemore, Executive Secretary, Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP)
- Ms Yousra Makanse, 2024 ANT-ICON/SC-ATS fellow, Brazil

CLOSING: 14:25

Dr. Hyoung Chul Shin

This seminar will be live streamed on

Youtube@NCPORGoaVasco

CHANGING ANTARCTIC AND CHALLENGES AHEAD

Antarctic governance challenges: climate change, science diplomacy, and diversifying perspectives

붙임33 **제2차 남극거버넌스 세미나 결과 및 사진**

극지연-일본 고베대 PCRC 공동 남극거버넌스 워크숍 결과

< '25. 1. 20 (월). 정책협력부 정책개발실 >

□ 행사 개요

○ 행사명: 극지연-고베대 극지연구협력센터 공동 남극거버넌스 워크숍

* 영문명: The 2nd Kobe PCRC – KOPRI Antarctic Governance Workshop

○ 기간 및 장소: 2025.01.18.(토)~19(일) / 일본 고베

○ 출장자: 신형철 소장, 최선웅 정책개발실장, 정채린 선임행정원

* 그 외 일본 국내·외 참석자 명단: 붙임1 참조

□ 주요 논의사항

○ **일본의 제48차 남극조약협의당사국회의(ATCM) 개최 준비 현황**

- 일본은 '26년 ATCM48 개최국*으로서, 협의당사국 간 대립구도 심화를 막고, 전지구적 현안 해결을 위해 '남극조약의 기본정신(Back to the Basics)으로 돌아가기'라는 주제로 중점전략을 기획

* (ATCM47) 이탈리아 밀라노/'25.06~07., (ATCM48) 일본 히로시마/'26.05월 예정

일본의 2026년 남극조약협의당사국회의(ATCM) 개최시 3대 중점전략

1) **남극의 평화적 이용 원칙 재확인:** 남극조약 1조(영유권 동결, 군사활동 금지)와 개최지인 히로시마의 주제인 평화와 연계
2) **과학에 기반한 국제협력:** 과학정보의 공유와 전파
3) **과학연구결과에 기반한 기후변화 현안 대응:** 다른 국제레짐과 협력 강화, 관광프레임워크 개발, 황제펭귄 보호종 지정

- 이를 위한 구체적인 실행방안으로 '투명성(transparency)' 제고를 위한 이행사항* 등을 검토 중

* 역대 ATCM에서 승인된 결의사항 점검, 제6부속서 비준 독려 등

- 기존 ATCM 관련 업무를 진행하던 나카무라 카즈히코 국장의 인사이동*으로, 일본의 개최계획 및 주제는 변경될 수 있음

* 일본 외교부의 남극조약 소관 부서는 지구규모과제심의관(Director-General for Global Affairs) 산하이나, 상기 인원은 '25.1월 국제법국(International Legal Affairs) 국장 발령

○ **남극환경보호의정서 제6부속서(환경책임, liability) 비준 동향**

- **(일본)** '26.1월 의회상정, 9월 확정, 12월에 수정법령* 게재 예정

* 일본 국회는 1월 정기의회, 9월 임시국회가 열림. '25년 정기국회 기간에는 BBNJ 비준·법령 상정으로 인해 제6부속서는 다음 정기의회에 상정 예정임

- **(일본)** 제6부속서 비준은 환경성에서 진행, 외교부는 조항해석에 의견을 제공하는 등의 협력 중. 현재 개정법령 검토 및 심의를 위해 환경성 산하 중앙환경심의회 내 소위원회* 설치·운영

* 중앙환경심의회 자연환경부회(제49회) "남극지역 환경 보호에 따른 소위원회(가칭)의 설치에 관한 건" 의결(https://www.env.go.jp/council/12nature/49_1.html)

- **(중국)** 남극법 신규 제정(제6부속서 내용 포함) 과정 진행 중, 2025년 비준 예상

- **(네덜란드)** 지난 '14년 비준함. 비국가 운영자(non-state operator)는 **P&I*** 보험 가입으로 배상책임을 다할 수 있음. 다만 동 보험은 요트 등 소규모 활동은 가입할 수 없으며, 국가 차원에서 보험상품 마련에 개입하지 않음.

P&I 보험 개요

○ P&I는 ' Protection And Indemnity '의 약자로, P&I 보험은 '선주상호보험'을 뜻함. '상호보험'이란 보험에 가입하기를 원하는 선주들끼리 모여 단체를 형성하고, 기금을 모아 사고를 당한 구성원에게 보험금을 지급하는 형태의 보험이다. 선박의 소유, 운항과 관련해서 발생하는 제3자에 대한 선주의 법적인 배상 책임을 담보함

- **(未비준국)** '25.1월 현재, 우리나라 포함 총 9개국*이 未비준

* 아르헨티나, 벨기에, 브라질, 불가리아, 중국, 인도, 일본, **대한민국**, 미국

○ **제6부속서 비준과 발효를 위한 전문가그룹의 기여 방안**

- **(현황)** 제6부속서는 '05년 승인 당시 회의에 참여한 모든 국가가 비준해야 발효되나, 아직 9개국의 미비준으로 20년간 계류 중

- **(기여방안)** 未비준국들이 비준시 겪는 난관·극복사례 공유, 각 국가의 조항별 해석에 관한 데이터베이스 구축, 관련 부처 원탁

회의(roundtable)에 참여하여 자문 및 의견 개진, ATCM과 연계하여 전문가 세미나 개최를 통해 각 국가 정부대표단에 의견을 직접 전달하는 계기를 만드는 등의 다양한 방안이 논의됨

○ **남극조약 체제에서 과학의 역할**

- **(배경)** 지난 CEP 회의 안건 중 '황제펭귄 특별보호종 지정'과 미국의 '**ASPA39** 지정지역 확대'에서 국가 간 견해 차이가 좁혀지지 않아 총의에 도달하지 못함

- **(입장차이)** 이용가능한 최선의 과학(best available science)에 기반한 사전 **예방주의적 접근방법**(precautionary approach)을 주장하는 영·미·유럽의 접근방식과, **강력한 과학적 근거**(scientific evidence)**에 기반한 조치**를 선호하는 중국·러시아의 접근방식의 차이로, 남극연구과학위원회(SCAR)의 정책 권고에 대한 효용성과 신뢰성'에 대한 회의적 시각 상존

- **(해결방안)** 과학연구가 협의당사국 간 합의형성에 기여하기 위해, 회기 간 그룹 활동 강화, SCAR-CEP-과학공동체 간 협력 강화, 과학적 우선문제 식별 등의 방안이 제안됨

○ **남극관광 프레임워크 마련을 위한 노력**

- **(배경)** 남극 내 관광활동의 증가에 따라, 사전적 조치(정보공유 시스템 검토, 영구시설 건설 방지, 모니터링 강화 등)로 이를 규제하기 위한 포괄적 프레임워크 개발 필요성이 제기됨

- **(추진경과)** 이에 '24년 제46차 ATCM부터 관광을 위한 특별워킹그룹(Special WG3)을 개최하여, 누적 환경영향 모니터링, 관광활동 정보 수집 방안 등을 위한 논의를 개시. 남극관광을 직접 운영하는 업체는 일부 국가에 한정되며, 많은 당사국들은 사안이 발생할 때마다 반응하는(reactive) 모습을 보임

- **(고려사항)** 관광 규제는 제6부속서를 포함한 3개 미승인 조치*와 밀접하게 관련이 있을 뿐만 아니라, 향후 새로운 조치 또는 부속서의 형태로 발전할 가능성*이 상존

* 남극관광산업 관련 미비준 당사국(미국, 아르헨티나 등)의 동향을 면밀히 살펴볼 필요 있음

미승인 조치 목록

◦ **조치 04 (2004)**
- **관광 및 비정부활동시 비상조치 마련:** 남극조약 지역에서의 관광 또는 비정부기구 활동시 사전통지, 구조 및 의료지원 등을 위한 보험 가입, 적절한 비상조치 마련 권고
- **미승인국:** 브라질, 불가리아, 중국, 독일, 인도, 이탈리아, 한국, 페루, 스웨덴, 미국 등

◦ **조치 01 (2005)**
- **남극환경보호의정서 제6부속서(배상책임):** 남극조약 지역에서 활동하는 모든 운영자는 사고로 인해 발생하는 환경비상사태를 막기 위해 예방조치를 취하고, 즉각적 대응조치를 취하지 못할 경우 비용을 부담하도록 의무사항을 규정함
- **미승인국:** 아르헨티나, 벨기에, 브라질, 불가리아, 중국, 인도, 일본, 한국, 미국 등

◦ **조치 15 (2009)**
- **여객선 승객의 남극 대륙 하선:** 남극관광 운영자 또는 비정부기구의 여객선이 남극대륙 정박 시 500인 이상 선박의 하선 자제, 남극상륙인원은 1회당 100인이하로 제한, 안내원-관광객 적정비율을 유지하도록 당사국에 권고함
- **미승인국:** 브라질, 불가리아, 중국, 독일, 인도, 이탈리아, 한국, 노르웨이, 페루, 폴란드, 남아프리카공화국, 스웨덴, 미국

□ 향후 계획 및 고려사항

○ '27년도 ATCM49 한국 개최를 위한 범부처 논의 시작 필요

- 국내개최를 위한 준비가 정부부처 차원에서 이루어져야 하는 바, 해수부·외교부·환경부 간 논의를 통해 중점 안건 식별*과 개최지 선정, 예산마련 등 개최 준비를 위한 논의 필요

* 제6부속서 비준, 관광 프레임워크 수립, 탄소절감을 위한 과학·인프라 협력, 과학연구 및 남극조약 교육홍보활동, 전자정보공유시스템(EIES), 기지 사찰을 위한 협력, 황제펭귄 보호종 지정, 조류독감 및 외래종유입 방지 조치 등

- 개최 전년도인 ATCM48('26년/일본)에서 대한민국이 부의장직을 수행하는 등, ATS 사무국 및 이전 개최국과 긴밀한 협력 필요

○ **환경보호의정서 제6부속서를 비롯한 미승인 조치 승인**

- 제6부속서 발효를 위한 협의당사국 간 의견교환이 계속되는 바, '27년도 개최국으로서 한국도 비준 필요성이 제기되고 있음

- 국내 관련법(남극활동 및 환경보호에 관한 법률) 개정 등을 통한 제6부속서* 비준 외에도, 관광 관련 2개 조치 또한 함께 대응 필요

* 현재 우리연구소의 PAP과제로 진행 중인, 연구사업 보고 결과를 바탕으로, 관련 부처들과 논의 필요

○ **차기 남극거버넌스 워크숍 개최 검토**

- 2025년 ATCM 개최국인 이탈리아와 협력하여, 협의당사국 관계자가 비공식적으로 참석하여 전문가 의견을 청취할 수 있는 남극 거버넌스 세미나 개최 가능성 검토('25.6월/이탈리아)

- 제3차 남극 거버넌스 워크숍을 우리연구소 주최 '남극포럼' 과 연계, 해외 전문가의 의견을 국내에서 청취할 수 있는 라운드테이블 형식의 전문가 초청 세미나 형태 검토('25년 하반기/인천)

/끝/

PCRC
Polar Cooperation Research Centre
KOPRI
2nd Kobe PCRC / KOPRI Antarctic Governance Workshop
Re-confirming Antarctica as
Natural Reserve devoted to Peace and Science
Panel Discussion #2: Natural Reserve
followed by
General Discussion
Yuta INOMARU

붙임34 **국외출장보고서(2025년 북극 프론티어)**

국외출장귀국보고서

제출일: 2025.02.10.

소 속	직 급	성 명
정책협력부	부장	진 경
글로벌협력실	실장	정 지 훈
정책개발실	선임연구원	황 유 나

〈 귀국보고서 요약 〉

1. 일반사항

- **(회의명/일정/장소)** 북극 프론티어(Arctic Frontiers 2025) / 1.27.~30. / 노르웨이 트롬소
- **(소내 출장인원)** 진경 정책협력부장, 정지훈 글로벌협력실장, 황유나 정책개발실 선임연구원 * 강성호 KOPRI-NPI 극지연구 협력센터장 현장 참석 및 출장단 지원

2. 출장 주요성과

- **(세션 발표 등)** 노르웨이 주관 IPY 원탁토의 패널 참석(진경 부장), 북극 프론티어 병렬세션(한국 북극협력) 발표(정지훈 실장), 토론좌장(진경 부장) (이상 1.28.)
- **(파트너 기관 대면 협의)** 노르웨이 극지연구소(NPI), 북극 프론티어 사무국, 북극경제이사회 사무국 면담 협의 시행 (이상 1.27.)
- **(부처 회의 자문)** 한-덴마크 왕국 양자협의(1.28.), 북극이사회 고위관리회의 의장(SAOC) 협의(1.29.) 시 외교부·해수부 자문 및 협의배석
- **(기타 활동)** POLAR 2030 준비 관련 IASC 사무국장 협의(1.29.), KOPRI Fellowship 수료자 등 면담(1.27.), 젊은연구자 북극 프론티어 참관 지원 (UST 김보근 협동연구생)

3. 회의 관찰사항

- **(제5차 국제극지의해(IPY))** 동 회의 시 IPY 주제 과학세션 3개, 별도 원탁토의 1개 개최 등을 개최하여, IPY 관심환기 및 기초논의를 위한 장으로 활용함. 원탁토의 시 IPY 성공을 위한 명확한 주제 설정 필요성, 전담 예산확보 노력, 러시아 참여 가능성 등을 논의함.
- **(지정학적 북극과 과학협력)** 회의 참석자들 누구도 작금의 북극이 지정학 영향 한가운데 있음을 부정하지 않음. 트럼프 행정부 2기 취임 후 기존 미 국무부 북극팀 고위급 불참/사임을 확인. 한 편 EU 자금지원 과제/기관 중심 과학협력 강화 움직임도 목도

4. 건의사항

- **(IPY 연계 노력)** POLAR 2030 개최국으로 IPY 준비 기초논의에 적극적으로 참여하여 한국 중장기 연구계획의 IPY 내 반영노력 필요; 아시아극지과학포럼(AFoPS) 의 IPY 기획그룹 참여 필요
- **(북극 포럼 내 한국 참여 강화)** 북극 프론티어 참여('07~) 이후 2년 연속 우리연구소 연사 반영하고 젊은연구자 참관인 운영하였음. 앞으로도 주요 북극 포럼 내 한국 전문가 의견을 효율적으로 반영하기 위한 노력 필요

〈 귀국보고서 요약 〉

1. 일반사항

- **(회의명/일정/장소)** 북극 프론티어(Arctic Frontiers 2025) / 1.27.~30. / 노르웨이 트롬소
- **(소내 출장인원)** 진경 정책협력부장, 정지훈 글로벌협력실장, 황유나 정책개발실 선임연구원 * 강성호 KOPRI-NPI 극지연구 협력센터장 현장 참석 및 출장단 지원

2. 출장 주요성과

- **(세션 발표 등)** 노르웨이 주관 IPY 원탁토의 패널 참석(진경 부장), 북극 프론티어 병렬세션(한국 북극협력) 발표(정지훈 실장), 토론좌장(진경 부장) (이상 1.28.)
- **(파트너 기관 대면 협의)** 노르웨이 극지연구소(NPI), 북극 프론티어 사무국, 북극경제이사회 사무국 면담 협의 시행 (이상 1.27.)
- **(부처 회의 자문)** 한-덴마크 왕국 양자협의(1.28.), 북극이사회 고위관리회의 의장(SAOC) 협의(1.29.) 시 외교부·해수부 자문 및 협의배석
- **(기타 활동)** POLAR 2030 준비 관련 IASC 사무국장 협의(1.29.), KOPRI Fellowship 수료자 등 면담(1.27.), 젊은연구자 북극 프론티어 참관 지원 (UST 김보근 협동연구생)

3. 회의 관찰사항

- **(제5차 국제극지의해(IPY))** 동 회의 시 IPY 주제 과학세션 3개, 별도 원탁토의 1개 개최 등을 개최하여, IPY 관심환기 및 기초논의를 위한 장으로 활용함. 원탁토의 시 IPY 성공을 위한 명확한 주제 설정 필요성, 전담 예산확보 노력, 러시아 참여 가능성 등을 논의함.
- **(지정학적 북극과 과학협력)** 회의 참석자들 누구도 작금의 북극이 지정학 영향 한가운데 있음을 부정하지 않음. 트럼프 행정부 2기 취임 후 기존 미 국무부 북극팀 고위급 불참/사임을 확인. 한 편 EU 자금지원 과제/기관 중심 과학협력 강화 움직임도 목도

4. 건의사항

- **(IPY 연계 노력)** POLAR 2030 개최국으로 IPY 준비 기초논의에 적극적으로 참여하여 한국 중장기 연구계획의 IPY 내 반영노력 필요; 아시아극지과학포럼(AFoPS) 의 IPY 기획그룹 참여 필요
- **(북극 포럼 내 한국 참여 강화)** 북극 프론티어 참여('07~) 이후 2년 연속 우리연구소 연사 반영하고 젊은연구자 참관인 운영하였음. 앞으로도 주요 북극 포럼 내 한국 전문가 의견을 효율적으로 반영하기 위한 노력 필요

Ⅰ. 출장개요

1. 출장자

소속	직급 또는 직위	성명	출장기간
정책협력부	부장	진 경	2025.01.25.~02.02
글로벌협력실	실장	정 지 훈	2025.01.25.~02.01
정책개발실	선임연구원	황 유 나	2025.01.25.~02.02

2. 출장국가: 노르웨이 트롬소

3. 출장기간: 2025.01.25. ~ 2025.02.02.

구분	행사내용
국제협력,학술활동	◦ 2025년 북극 프론티어(Arctic Frontiers) 참석, 양자면담 참석, 유관기관 협의 등

4. 출장목적

◦ 2025년 북극 프론티어(Arctic Frontiers) 참석 및 부대행사(한국의 북극 협력) 개최
◦ 유관기관 방문 협의 및 양자면담 참석
◦ 북극 프론티어 계기 해수부·외교부 과학외교 활동 지원

Ⅱ. 세부내용

1. 출장일정

일자	활동내용
1.25.(토)~1.26.(일)	▪ 항공 이동 (인천→암스테르담/헬싱키→트롬소)
1.26.(일)	▪ 행사장 확인 및 현장 등록, 정부-기관 출장단 사전 협의
1.27.(월)	▪ 북극경제이사회 사무국, 북극프론티어 사무국, NPI 등 면담 ▪ 과학 세션(International Polar Year (IPY) V: Research, Data and Science Cooperation) 등 세션 참석

일자	활동내용
1.28.(화)	▪ (08:30~10:00) 부대 세션(Korea's collaborative Journey in the Arctic: Achievements, Challenges, and Future Directions) (진경 부장 토의 좌장, 정지훈 실장 발표) ▪ 덴마크 왕국 양자협의 참석 ▪ (15:30~18:30) 부대 세션('Beyond Discussion: Planning and Funding the Next International Polar Year') (진경 부장 패널토의) ▪ 총회 세션(북극문제 현황) 등 세션 참석
1.29.(수)	▪ 총회 세션(북극해 다각도 활용방안, 비전통 안보) 등 세션 참석 ▪ 북극이사회 사무국 방문 및 면담 ▪ POLAR 2030 준비 관련 IASC 사무국장 면담
1.30.(목)	▪ 총회 세션(녹색 에너지 전환, 기후변화 논쟁) 등 세션 참석
1.31.(금)~2.1.(토) 2.1. (토)~2.2.(일)	▪ 이동 (트롬소→베르겐→암스테르담→인천) ▪ 이동 (트롬소→헬싱키→인천)

2. 활동내용

2.1. 행사개요

- o 행사명: 2025 북극 프론티어(Arctic Frontiers)
- o 기간 및 장소: 2025.1.27.(월)~1.30.(목) / 노르웨이 트롬소
- o 출장자: 진경 정책협력부 부장, 정지훈 글로벌협력실장, 황유나 선임연구원
  * 그 외 국내 참석자 명단: 붙임1 참조
  정부-기관(외교부, 해수부, KOPRI, KMI) 및 유관 연구자, 취재진(조선일보) 참석

2.2. 주요 사항

2.2.1. 2025 북극프론티어 참석

2.2.1.1. 세션 패널/발표/좌장 등

- o 연차별 주제(경계를 넘어, "beyond borders") 아래 정책 전반을 다루는 총회 세션(Big Picture Session) 및 세부 과학세션(Science Session), 미래 세대 프로그램, 기타 부대행사 등 진행
- o **(부대세션 패널)** Arctic Frontiers International Polar Year 2032-33 Roundtable (1.28.(화))

- (패널) Camilla Brekke (Norwegian Polar Institute 소장), Mari Sundli Tveit, Research Council of Norway 이사장), Henry Burgess (IASC 회장), Peter Skold (EPB 의장), Jon Fuglestad (Arctic Science Funders Forum 공동의장), Dame Jane Francis (BAS 소장), Katarina Gårdfeldt (SPRS 소장), Hiroyui Enomoto (NIPR 부소장), Sarah Olsvig (ICC 의장), 진경 정책협력부장 외 30여 명의 주요국가 극지연구기관장 및 국제 극지연구단체 위원장 참석

- 본 세션은 제5차 국제극지의 해(International Polar Year, IPY) 준비를 위한 국가 극지연구기관 및 국제 극지 관련 기구 고위급 대표들이 참여한 회의이다. 본 회의는 노르웨이극지연구소(Camilla Brekke 소장)와 노르웨이 연구위원회(RCN, Mari Sundli Tveit 이사장) 주최로 개최되었으며, 각국의 IPY 준비 계획과 국제 협력 전략, 연구자금 확보 방안, 극지 인프라 활용 방안 등에 대한 심도깊은 논의가 이루어졌음.

- Camilla Brekke 소장은 노르웨이의 IPY 대응을 위한 학·연 협력 기구 구성 현황과 중장기 극지 프로그램을 소개하며, IPY의 성공적인 진행을 위해 국가간 연구 협력이 필수적임을 강조. Henry Burgess(IASC 위원장)는 IPY 준비위원회가 IASC, SCAR, WMO, ISC 등 네 개의 국제기구와 협력하여 구성되고 있으며, 웹사이트 구축 등 초기 준비가 진행 중임을 보고. 또한, IPY가 Arctic Pulse('24-'30), Antarctic InSync('27-'30), ICARP IV('22-'26) 등의 대규모 국제 극지 협력 연구들과 연계되어 시너지를 창출해야 함을 강조. Jon Fuglestad(ASFF 의장)는 지난 4차 IPY에서 국가별 연구자금 주기의 차이와 다자·양자 논의의 불균등성으로 인해 체계적인 국제 공동연구가 어려웠던 경험을 상기시키며, ASFF 기반의 보다 안정적인 연구자금 운영 방안을 제안. Dame Jane Francis(British Antarctic Survey 소장)는 IPY 연구자금 조달을 위해 국제공동 탐사계획 수립에 앞서, 극지 온난화의 심각성과 그로 인한 전지구적 영향에 대한 명확한 주제 설정이 선행되어야 함을 강조. Peter Skold(EPB 위원장)는 4차 IPY가 극지 변화의 중요성에 대한 전 세계적 경각심을 높이는 데 기여한 만큼, 5차 IPY에서는 극지의 급격한 기후변화 대응 등 보다 구체적인 성과를 목표로 해야 한다고 주장. 진경 부장은 한국의 극지연구 프로그램이 6개년('26~'31) 장기 계획 개편 중이며, IPY 관련 국제 협력 활동을 포함하기 위해 보다 구체적인 연구 목표 및 방향성에 대한 합의가 필요함을 언급. Sarah Olsvig(ICC 의장)은 IPY의 성공을 위해 러시아의 참여가 필수적이며, 이를 위한 외교적 노력이 필요함을 강조하였고, 이에 대해 국가별 다양한 의견이 논의.

- 본 회의에서는 5차 IPY를 준비하는 과정에서 국제 협력의 중요성, 연구 자금

- (패널) Camilla Brekke (Norwegian Polar Institute 소장), Mari Sundli Tveit, Research Council of Norway 이사장), Henry Burgess (IASC 회장), Peter Skold (EPB 의장), Jon Fuglestad (Arctic Science Funders Forum 공동의장), Dame Jane Francis (BAS 소장), Katarina Gårdfeldt (SPRS 소장), Hiroyui Enomoto (NIPR 부소장), Sarah Olsvig (ICC 의장), 진경 정책협력부장 외 30여 명의 주요국가 극지연구기관장 및 국제 극지연구단체 위원장 참석

- 본 세션은 제5차 국제극지의 해(International Polar Year, IPY) 준비를 위한 국가 극지연구기관 및 국제 극지 관련 기구 고위급 대표들이 참여한 회의이다. 본 회의는 노르웨이극지연구소(Camilla Brekke 소장)와 노르웨이 연구위원회(RCN, Mari Sundli Tveit 이사장) 주최로 개최되었으며, 각국의 IPY 준비 계획과 국제 협력 전략, 연구자금 확보 방안, 극지 인프라 활용 방안 등에 대한 심도깊은 논의가 이루어졌음.

- Camilla Brekke 소장은 노르웨이의 IPY 대응을 위한 학·연 협력 기구 구성 현황과 중장기 극지 프로그램을 소개하며, IPY의 성공적인 진행을 위해 국가간 연구 협력이 필수적임을 강조. Henry Burgess(IASC 위원장)는 IPY 준비위원회가 IASC, SCAR, WMO, ISC 등 네 개의 국제기구와 협력하여 구성되고 있으며, 웹사이트 구축 등 초기 준비가 진행 중임을 보고. 또한, IPY가 Arctic Pulse('24-'30), Antarctic InSync('27-'30), ICARP IV('22-'26) 등의 대규모 국제 극지 협력 연구들과 연계되어 시너지를 창출해야 함을 강조. Jon Fuglestad(ASFF 의장)는 지난 4차 IPY에서 국가별 연구자금 주기의 차이와 다자·양자 논의의 불균등성으로 인해 체계적인 국제 공동연구가 어려웠던 경험을 상기시키며, ASFF 기반의 보다 안정적인 연구자금 운영 방안을 제안. Dame Jane Francis(British Antarctic Survey 소장)는 IPY 연구자금 조달을 위해 국제공동 탐사계획 수립에 앞서, 극지 온난화의 심각성과 그로 인한 전지구적 영향에 대한 명확한 주제 설정이 선행되어야 함을 강조. Peter Skold(EPB 위원장)는 4차 IPY가 극지 변화의 중요성에 대한 전 세계적 경각심을 높이는 데 기여한 만큼, 5차 IPY에서는 극지의 급격한 기후변화 대응 등 보다 구체적인 성과를 목표로 해야 한다고 주장. 진경 부장은 한국의 극지연구 프로그램이 6개년('26~'31) 장기 계획 개편 중이며, IPY 관련 국제 협력 활동을 포함하기 위해 보다 구체적인 연구 목표 및 방향성에 대한 합의가 필요함을 언급. Sarah Olsvig(ICC 의장)은 IPY의 성공을 위해 러시아의 참여가 필수적이며, 이를 위한 외교적 노력이 필요함을 강조하였고, 이에 대해 국가별 다양한 의견이 논의.

- 본 회의에서는 5차 IPY를 준비하는 과정에서 국제 협력의 중요성, 연구 자금

2.2.1.2. 세션 참석(제5차 국제극지의 해)

- **(과학세션)** International Polar Year (IPY) V: Research, Data and Science Cooperation Part 1 (01.27.(월))
  - (패널) Volker Rachold (German Arctic Office), Jonathan Cohen (University of Delaware), Åshild Ønvik Pedersen (Norwegian Polar Institute, Michael Karcher (AWI), Jan Rene Larsen (AMAP), Heikki Lihavainen (SIOS), Hanne Sagen (NERSC), Jørgen Berge (UiT), Michael Gallagher (University of Colorado)
  - 북극 관측 시스템과 데이터 협력 분야의 전문가들이 참여한 발표와 토의 진행. 스발바르 통합관측시스템(SIOS) (Lihavainen), 스발바르 중심 북극 빛 관측(ArcLight Observatory) (Cohen), 고위도 북극해 해양관측소(HAOOS) (Sagen), ArcticPASSION (Rachold), 그린란드 자율관측시스템(Gallagher), AMAP (Larsen) 등 각 과제/기관 차원 IPY 연계와 준비 차원 발표를 진행함.
  - 주요 발표 내용은 북극 관측 시스템의 통합과 데이터 공유에 초점이 맞춰졌음. 발표자들은 각자의 관측 프로그램이 어떻게 구축되었고, 어떤 데이터를 수집하며, 이를 어떻게 공유하고 있는지 설명했으며, 특히 FAIR(Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) 원칙과 CARE(Collective benefit, Authority to control, Responsibility, Ethics) 원칙에 따른 데이터 관리의 중요성이 강조됨. 또한 북극의 급격한 환경 변화를 감시하고 이해하기 위해서는 장기적이고 지속가능한 관측 시스템이 필요하다는 점이 공통적으로 지적되어 IPY 준비과정에서의 과업으로 언급됨.
  - 질의응답에서는 관측 시스템의 통합과 지속가능성에 대한 도전과제들이 논의되었음. 특히 관측 장비의 유지보수, 기술적 문제 해결, 재정 지원의 안정성 확보, 원주민 공동체와의 협력 등이 언급되었음. 패널들은 2032-33년에 예정된 제5차 IPY를 준비하면서, 다양한 관측 프로그램들을 어떻게 효과적으로 통합하고 조정할 것인지, 그리고 이를 통해 수집된 데이터를 어떻게 더 널리 활용할 수 있게 할 것인지에 대한 반영이 필요함을 강조하였음. 또한 북극 과학 협력에서 산업계와 원주민 공동체의 참여가 간과되어서는 안 된다는 점을 언급하였음.

2.2.1.2. 세션 참석(제5차 국제극지의 해)

- **(과학세션)** International Polar Year (IPY) V: Research, Data and Science Cooperation Part 1 (01.27.(월))
  - (패널) Volker Rachold (German Arctic Office), Jonathan Cohen (University of Delaware), Åshild Ønvik Pedersen (Norwegian Polar Institute, Michael Karcher (AWI), Jan Rene Larsen (AMAP), Heikki Lihavainen (SIOS), Hanne Sagen (NERSC), Jørgen Berge (UiT), Michael Gallagher (University of Colorado)
  - 북극 관측 시스템과 데이터 협력 분야의 전문가들이 참여한 발표와 토의 진행. 스발바르 통합관측시스템(SIOS) (Lihavainen), 스발바르 중심 북극 빛 관측(ArcLight Observatory) (Cohen), 고위도 북극해 해양관측소(HAOOS) (Sagen), ArcticPASSION (Rachold), 그린란드 자율관측시스템(Gallagher), AMAP (Larsen) 등 각 과제/기관 차원 IPY 연계와 준비 차원 발표를 진행함.
  - 주요 발표 내용은 북극 관측 시스템의 통합과 데이터 공유에 초점이 맞춰졌음. 발표자들은 각자의 관측 프로그램이 어떻게 구축되었고, 어떤 데이터를 수집하며, 이를 어떻게 공유하고 있는지 설명했으며, 특히 FAIR(Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) 원칙과 CARE(Collective benefit, Authority to control, Responsibility, Ethics) 원칙에 따른 데이터 관리의 중요성이 강조됨. 또한 북극의 급격한 환경 변화를 감시하고 이해하기 위해서는 장기적이고 지속가능한 관측 시스템이 필요하다는 점이 공통적으로 지적되어 IPY 준비과정에서의 과업으로 언급됨.
  - 질의응답에서는 관측 시스템의 통합과 지속가능성에 대한 도전과제들이 논의되었음. 특히 관측 장비의 유지보수, 기술적 문제 해결, 재정 지원의 안정성 확보, 원주민 공동체와의 협력 등이 언급되었음. 패널들은 2032-33년에 예정된 제5차 IPY를 준비하면서, 다양한 관측 프로그램들을 어떻게 효과적으로 통합하고 조정할 것인지, 그리고 이를 통해 수집된 데이터를 어떻게 더 널리 활용할 수 있게 할 것인지에 대한 반영이 필요함을 강조하였음. 또한 북극 과학 협력에서 산업계와 원주민 공동체의 참여가 간과되어서는 안 된다는 점을 언급하였음.

- Part 3의 발표자들은 2032-33년에 예정된 제5차 국제극지의 해(IPY V)를 위한 준비 현황과 계획을 공유했음. Daniela Sampaio는 지정학적 맥락에서 과학과 정치의 접점에 대한 성찰적 분석을 제시했으며, Dina Abdel-Fattah는 WWRP의 프로젝트인 '극지 결합 분석 및 예측 서비스'(PCAPS)를 소개했음. Sebastian Gerland은 직전 IPY의 해빙 물리 연구 경험을 공유했고, Jon Børre Ørbæk은 노르웨이의 IPY 준비 현황을 설명하였음. Sarah Strand는 젊은 과학자들의 참여 중요성을 강조했으며, Gerlis Fugmann은 IPY 사무국으로서 IPY V의 전반적인 계획과 구조를 소개하였음.

- 패널 토론에서는 몇 가지 중요한 쟁점이 제기되었음. 첫째, IPY 국제사무국 설립 방식에 대한 논의가 있었으며, 현재의 지정학적 상황을 고려한 분산형 또는 중앙집중형 사무국 설립이 검토되고 있음이 언급되었음. 둘째, 젊은 과학자들의 참여와 멘토링의 중요성이 강조되었으며, 학제 간 교육의 필요성이 제기되었음. 마지막으로, 현재의 지정학적 상황에서 어떻게 국제협력을 지속할 것인지에 대한 논의가 이루어졌으나, 명쾌한 대안은 없는 가운데 지식의 다양성, 방법론적 다원성, 그리고 민주적 거버넌스의 중요성이 강조되었음.

2.2.1.3. 세션 참석(북극 지정학 논의와 과학협력에의 영향)

o **(전체세션)** Arctic State of Affairs (01.28.(화))

- (패널) 노르웨이 외무장관 Espen Barth Eide, 캐나다 상원의원 Pat Duncan, 이누이트 북극권 협의회(ICC) 의장 Sara Olsvig, 미국 알래스카 주 상원의원 Lisa Murkowski(화상 참석)

- 각국 고위급 의사결정자를 패널로 현재 북극이 직면한 지정학적, 경제적, 환경적 도전과제들에 대해 심도 있는 논의를 진행하였음. 특히 트럼프 대통령의 그린란드 매입 제안, 러시아의 우크라이나 침공으로 인한 북극 협력의 변화, 기후변화의 가속화, 그리고 원주민 권리 보호 등이 주요 논점으로 다뤄졌음. Eide 외무장관은 북극이 유럽, 아시아, 미국을 연결하는 전략적 요충지이며, 경제 성장의 잠재력이 큰 지역임을 언급하고, 북극이사회의 지속적인 운영과 국제법 준수를 강조하였음. 러-우 전쟁 이후 러시아와의 정상적인 관계 재개를 위해서는 러시아의 행동 변화가 선행되어야 함을 지적하였으며, 어려운 상황에도 불구하고 북극에서 협력은 필수적이며, 그 틀은 북극이사회가 되어야 함을 재삼 언급함.

- 토론에서는 다음의 사항을 포함하여 논의되었음. 첫째, 북극에서의 국제협력 방식에 대해 원주민들의 의미 있는 참여가 보장되어야 한다는 점이 강조되었음. 둘째, 러시아와의 관계에 대해서는 현재 북극이사회 각료급 회의는 중단되었지만, 실무급에서의 협력은 계속되고 있음이 확인되었음. 마지막으로, 북극의 미래 비전에 대해 젊은 세대의 참여와 장기적 관점에서의 지속가능한 발전의 중요성이 지적되었으며, 특히 기후변화와 지정학적 긴장 속에서 북극의 평화와 안정을 유지하기 위한 국제사회의 협력이 필수적임에 각 패널들이 목소리를 모았음.

o **(병렬세션)** Russia Talks: Arctic Narratives and Arctic Influence (01.29.(수))

- (패널) Elana Wilson Rowe (NUPI), Whitney Lackenbauer (Trent University), Jakub Godzimirski (NUPI), Thomas Nilsen (The Independent Barents Observer), Kari Aga Myklebost (UiT) 등 러시아 미디어 및 안보 분야 전문가로 구성됨.

- 각 패널리스트들은 2022년 우크라이나 전쟁 이후 러시아의 북극 관련 내러티브와 영향력 행사 방식의 변화를 다양한 관점에서 분석하였음. 발표에서는 러시아 국내용 미디어와 대외용 미디어(RT)의 북극 관련 보도 내용과 전략적 내러티브가 중점적으로 다뤄졌음. 러시아 국내 미디어는 북극에서의 경제 개발과 환경 문제에 초점을 맞추는 반면, 대외 미디어는 서방(NATO와 미국)과의 대립 구도를 강조하는 경향을 보였음. 특히 스발바르에서는 러시아가 역사적 상징과 종교적 의식을 활용해 자국의 존재감을 강화하려는 시도가 있었으며, 러시아는 서방의 제재를 '비우호적 국가들'의 적대적 행위로 규정하면서 인도, 중국 등 '우호적 국가들'과의 협력을 강조하였음.

- 질의응답에서는 러시아의 정보전과 하이브리드 위협에 대한 대응 방안이 논의되었음. 패널들은 러시아가 2022년 이전부터 서방 사회를 분열시키고 약화시키기 위한 정보 작전을 전개해왔으며, 이는 군사적 충돌과 구분되는 새로운 형태의 위협이라고 지적하였음. 또한 러시아와의 직접적인 접촉이 단절된 현 상황에서 망명 러시아 언론인들과의 협력, 러시아 사회 내부 변화에 대한 관심 확대, 다른 국가들의 대응 경험 공유 등이 중요하다는 점이 언급되었음. 특히 핀란드, 발트해 연안국, 우크라이나의 러시아 하이브리드 위협 대응 경험이 북유럽 국가들에게 유용한 교훈이 될 수 있다는 의견이 제시되기도 하였음.

o **(전체세션)** Beyond Traditional Security (01.29.(수))

- (패널) Espen Barth Eide(Minister of Foreign Affairs of Norway), Viktorija Rusinaite, Director of Research and Analysis, European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats (Hybrid CoE)), Captain Niels Markussen (Director, NATO Maritime Centre for Security of Critical Underwater Infrastructure & NATO Shipping Centre)

- 본 세션에서는 하이브리드 위협으로 정의되는 비전통적 안보 위험과 이에 대응하기 위한 협력, 법률, 커뮤니케이션, 사이버 보안 전략을 논의함. 노르웨이 총리는 영상 환영사를 통해 북극이 직면한 새로운 지정학적 긴장 상황에서 국제법과 주권 존중 원칙의 중요성을 강조하였음. 노르웨이 외교장관은 현대의 하이브리드 위협이 비전통적 영역으로 확장되었으나, 기존 국제법 원칙을 통해 대처할 수 있다고 설명했으며, NATO 해양센터는 해저케이블 절단 등 새로운 위협에 대응하기 위한 정보력과 정보 공유의 중요성을 강조하였음.

- 냉전 이후 북극에서는 다양한 안보 담론이 형성되었으며, 최근 우크라이나 전쟁과 북극 지역에서의 경쟁 심화로 새로운 안보 논의가 등장하고 있음. 북극 지역의 협력은 공통점과 상호 이해를 기반으로 하지만, 하이브리드 위협은 분열과 긴장 고조를 조장하는 특징이 있음. 이에 대응하려면 진실과 신뢰를 구축하고 시민들의 경각심을 높이는 것이 필수적이며, 국가 및 기관 차원의 대응 방안이 필요. 특히, 최근 여러 차례 발생한 발트해 해저 케이블 절단 사건은 군사적 충돌 없이도 상대국의 핵심 인프라를 무력화하는 회색지대 전술의 대표적인 사례. 해저 케이블은 글로벌 인터넷 트래픽의 95% 이상을 담당하며, 금융 거래, 군사 통신, 데이터 센터 운영 등 핵심 인프라를 지원하는 필수 시설로서, 이에 대한 대응 방안을 모색하는 것이 시급한 과제임.

- 특히, 노르웨이 총리는 북극이 전략적으로 가장 중요한 지역이며, 세계 강대국들이 이에 대한 관심을 높이고 있음을 강조. 노르웨이는 천연자원, 기후변화, 안전한 물류수송, 지정학적 변화 탐지에 선제적으로 대응해 왔으며, 20년 전 북극의 평화와 안전을 유지하기 위해 북극이사회(Arctic Council)를 트롬소에 유치함. 이후 북극의 수도로서 러시아를 포함한 다양한 국가와 평화로운 관계를 유지해 왔으나, 최근 북극 지역의 지정학적 긴장이 고조됨에 따라 국제법과 해양법의 준수를 강조하며, 북극 프론티어에서 평화 유지를 위한 실질적인 어젠다 도출이 필요함을 역설.

- Viktorija Rusinaite 연구분석국장은 러시아와 중국이 '예외주의

(exceptionalism)'를 표방하며 국제 규범을 무시하는 태도를 지적. 이들은 초강대국이 외국 영토를 결정할 권리를 가진다고 주장하며 하이브리드 위협을 시도하고 있는데, 이에 맞서기 위해서는 국가 간 정보 공유, 정부-사회-개인 간 다자간 협력 체계 개발 등의 방어 시스템 구축이 필수적. 특히, 북극 과학 협력이라는 명목 아래 간첩 활동 및 기술 유출 위험이 존재한다고 경고하며, 이를 방지하기 위해 EU가 2024년 연구 보안(R&D security)에 막대한 투자를 단행했음을 공유. 하지만 중국의 민간-군사 융합 정책과 같이 연구 결과가 자유롭게 군사 분야로 이전될 수 있는 경우, 기존의 보안 체계만으로 대응하기 어려운 점도 강조.

- Niels Markussen 대령은 NATO가 하이브리드 위협에 대한 군사적, 비군사적 측면을 면밀히 검토하고 예측하는 데 주력하고 있음을 강조. 특히, 고립된 사회의 취약한 인프라에 대한 하이브리드 공격 위험성을 경고하며, 북극과 같은 지역이 주요 타겟이 될 가능성이 높다고 지적. 또한, 서구권이 우크라이나 전쟁에서의 실책을 반성하고, 국제 질서에서 어떤 역할을 할지 재고해야 하는 시점임을 강조. 그는 현재의 세계 정세에서 EU 1억 인구와 나머지 세계 7억 인구 간의 구조적 관계를 고려해야 한다고 의견 피력.

- 미국이 북극 안보를 저해하는 역할을 할 가능성이 있는가에 대한 질문에 대해 Espen Barth Eide 노르웨이 외무장관은 미국이 NATO 회원국으로서 국제 평화 유지에 중요한 역할을 해 왔다고 답. 그는 미국이 2차 세계대전 이후 설립된 다양한 국제기구에서 중요한 우방국 역할을 해왔음을 고려할 때, 신뢰를 유지해야 한다고 강조. 현재 국제 안보 상황을 전쟁과 평화의 이분법이 아닌 '서브워(Subwar)'로 정의하며, 향후 모든 국제 갈등은 전통적인 군사적 전쟁이 아닌 하이브리드 형태로 전개될 것임을 경고. 이에 따라 하이브리드 위협의 초기 징후를 탐지하는 것이 중요하며, 이를 위해 의도적인 행위와 비의도적인 행위를 구별할 수 있는 기작이 필요함을 강조함. 특히, 발트해 케이블 절단 사고들이 단순한 기술적 사고인지, 의도적인 위협인지 판단하는 체계가 필요하며, 실제 러시아와 연관된 사례들을 분석한 결과, 이러한 행위들이 전쟁의 확산을 목표로 하기보다는 서방 국가들의 우크라이나 지원 의지를 약화하려는 전략적 시도라고 평가. 또한 노르웨이는 하이브리드 위협에 대응하기 위해 안보 정책 체계를 개선하고, 국제적 제재 및 수출 통제를 담당하는 '수출통제 및 제재국(Directorate for Export Control and Sanctions, DEKSA)'을 신설했음을 공유, 북극 지역의 평화를 유지하기 위해 오랜 시간 형성된 국제법을 기본으로 돌아가 이를 견지하고 공고히 하는 노력이 필요함을 강조하며, 국제 협력과 법

적 규범 준수를 바탕으로 북극 안보를 강화하는 것이 최우선 과제임을 다시 한번 상기시킴.

- 이번 세션에서는 하이브리드 위협과 서브워라는 새로운 안보 개념을 중심으로, 북극 지역에서의 국제 협력 및 대응 전략을 논의했다. 국가 간 정보 공유, 연구 보안 강화, NATO의 역할 확대, 국제법 준수 강화 등이 주요 대응 방안으로 제시되었으며, 국제사회가 공동으로 대응하지 않을 경우, 하이브리드 위협이 더욱 심화될 수 있음이 강조됨.

o **(과학세션)** Arctic Communities Amid Geopolitical and Economic Uncertainty Part 2 (01.28.(화))

- (패널) Judy Boyd (The Arctic Institute), Jens Petter Nielsen (UiT), Urban Wråkberg (UiT), Ronald E. Doel (Smithsonian Institution & Florida State University), Sven-Alexander Mündner (University of the Arts London), Aleksei Ryzhkov (Independent Researcher), Anna Elagina (Independent Researcher), Andrian Vlakhov (Independent Researcher)

- 본 세션은 트롬쇠 대학의 Petter 교수가 의장을 맡아 발표 및 토론으로 진행되었음. 발표자들은 다양한 북극 지역의 역사 및 현안을 다루었음. Jens Petter Nielsen은 1910-1920년대 북방 항로 개척과 관련된 노르웨이 사업가의 역사적 사례를 소개했고, Wråkberg 교수는 급격한 변화를 겪고 있는 북극 사회에서 문화유산의 역할을 논의했음. Ronald Dole은 냉전 시대의 대규모 실험이 환경에 미친 영향을, Judy Boyd는 복합 위기 상황에 대한 분석 프레임워크에 관해 발표했음. Sven-Alexander Mundner는 북극 공동체의 미래를 위한 디자인 방법론을 소개했으며, Ryzhkov와 Vlakhov는 러시아 국경 도시의 취약한 사회 상황을 분석하였음.

- 질의응답에서는 첫째, 회색지대(grey zone) 상황에서의 도시 설계와 시민 인프라 구축 방안이 논의되었음. 작금 진행되고 있다는 하이브리드 전쟁을 전제로 시민 안전과 사회적 결속력을 높이는 공공인프라(수영장, 보육시설 등) 형태의 설계가 언급되었음. 둘째, 군사화가 지역사회에 미치는 영향과 관광 발전 가능성 간의 관계가 검토되었음. 러-우 전쟁 여파로 군사화된 접경지의 경우 주변 지역사회와 유기적으로 통합되지 못하고 별개의 세계로 존재하는 경향이 있다고 함. 마지막으로, 러시아-우크라이나 전쟁이 러시아 북서부 지역사회와 서방과의 관계에 미치는 영향이 논의되었으며, 특히 국경 지역에서의 과거 협력 경험이 현재 상황에 미치는 영향이 중요하게 다루어졌음. 노르웨이 언론 취재결과 러시아 북서부 지역 접경지대에서는 전쟁에 대해 더 비판적이고 서방에 개방적인 태도를 가지고 있었음.

o **(과학세션)** Arctic Communities Amid Geopolitical and Economic Uncertainty Part 3 (01.29.(수))

- (패널) Maja Blomberg (Nord University), Peter Haugseth (UiT), Jeremy Kasper (ACEP, UAF), Marja Helene Sivonen (Finnish Environment Agency), Agnieszka Skorupa (University of Silesia, Poland), Anita Parlow (A.L. Parlow & Associates, LLC)

- 발표자들은 북극 지역사회가 직면한 다양한 도전과제들을 다루었음. Peter Haugseth는 노르웨이-러시아 국경지대의 도시들이 겪는 지정학적 변화와 적응 양상을, Anita Parlow는 알래스카 베링해 St. Lawrence 섬의 원주민 공동체가 직면한 기후변화와 생존의 문제를 조명하였음. Jeremy Kasper는 알래스카 오지 마을들의 에너지 인프라 구축 사례를, Maja Blomberg는 북부 노르웨이의 인구 개발 정책을 발표하였으며 Agnieszka Skorupa는 극지 연구자들의 동기부여 요인을 분석했음. 그리고 Marja Helene Sivonen은 핀란드의 사미 기후위원회 설립과 그 의의에 대해 발표하였음.

- 토론에서 주요하게 언급된 내용은 다음과 같음. 첫째, 군사화가 지역사회에 미치는 영향에 대해, 노르웨이군이 지역사회와의 통합과 발전에 기여하려 노력하는 반면 러시아의 경우 군사시설이 지역사회와 분리되어 있다는 대조적인 양상이 논의되었음. 둘째, 북극 지역의 인구 유지와 발전을 위한 정책적 노력에서 지역적 특수성과 실제 거주민들의 요구를 반영해야 한다는 점이 강조되었음. 마지막으로, 사미 기후위원회와 같은 원주민 참여 기구의 국제적 확산 가능성과 과제가 논의되었으며, 특히 각국의 상이한 식민지배 역사와 원주민

권리 보장 수준을 고려해야한다는 점이 강조되었음.

2.2.1.4. 세션 참석(유럽 중심의 협력 강화 논의)

- **(과학세션)** Research Data & Science Cooperation for Marine Mammal Conservation Beyond Borders (1.27.(월))
  - (패널) Emma Vogel(Post-doctoral researcher, University of Tromsø), Kate Gormley(University of Aberdeen), Maria Garagouni(Deputy Secretary at NAMMCO)
  - 해양 생물 다양성을 보호하기 위해 데이터를 효과적으로 활용하는 방법에 대한 논의가 진행되었으며 3명의 발표자가 해양 생태계의 보호와 지속 가능한 관리를 위한 프로젝트 및 시스템을 소개함. 첫 번째로 Emma Vogel 은 BioProtect 프로젝를 소개함. 해당 프로젝트는 2024년 5월부터 2028년 4월까지 진행되며 북대서양 및 북극해의 해양 생태계와 생물다양성을 보호하고 복원하기 위해 관련 데이터를 수집, 통합 관리하여 과학을 기반으로 하는 해양 생물 관리 방법을 구축하는 것을 목표로 함. 이를 위해 데이터 표준화, 접근 편의성, 데이터 공유를 위한 인프라 등의 문제를 이야기하며 참여기관들 간 데이터 공유 및 협력의 중요성을 강조함. 두 번째로 Kate Gormley는 AIS(Automatic Identification System) 시스템을 소개함. AIS는 선박의 인공위성 데이터를 기반으로 하며 해양 환경 보호를 위해 도움이 됨. 하지만 소형 선박의 경우 AIS 신호 수신이 어려운 경우가 많고 날씨 문제로 인한 데이터 수신의 어려움 등 기술(인프라), 재정, 법적 규제 등의 문제로 데이터 수집, 공유에 어려움이 있음. 이에 향후 산업과 학계의 협력이 필요하며 기술 발전과 위성의 커버리지 증가로 데이터 전송 지연을 줄이는 등의 노력이 필요함을 이야기함. 마지막으로 Maria Garagouni 는 NAMMCO(North Atlantic Marine Mammal Commission) 가 해양 포유류를 관리하고 보호하는 방법에 대해 소개함. NAMMCO 는 그린란드, 아이슬란드, 페로 제도, 그리고 노르웨이가 포함된 다국적 기구로, 북대서양 해양 포유류의 지속 가능한 관리를 목표로 함. 각 국가들이 수집한 관련 데이터를 투명하게 공유하며 수집된 데이터를 바탕으로 관리 목표를 수립함. 본 세션에서 소개된 프로젝트와 시스템은 모두 해양 생물 다양성 및 자원의 지속 가능한 사용이라는 공동의 목표를 가지고 있으며 이를 위해 국가간 협력과 데이터 공유가 중요함을 공통적으로 언급함.

o **(과학세션)** OECD Policy Recommendations for the European Arctic : Whose Responsibility to Implement? (1.28.(화))

- (패널) Brynjar Andersen Saus (Project Manager Tromsø Municipality), Jose Enrique Garcilazo(Deputy Head of Division and Head of Regional and Rural Policy Unit Organisation for Economic Co-operation and Development), Carina Sammeli(Mayor of Lulea), Ivar B. Prestbakmo(State Secretary, Norwegian Ministry of Local Government and Regional Development), Claude Veron-Reville(Head of Devision Western Europe and Special Envoy for Arctic Matters in the European External Action Service (EEAS)), Dag Avango(Professor Lulea University of Technology), Mads Qvist Frederiksen(Executive Director Arctic Economic Council (AEC)), Jonas Andersson(Chair for Region Jamtland Harjedalen) Benjamin Furuly (Deputy County Mayor of Troms Conservative Party (Høyre), Paivi Ekdahl (Development Director Regional Council of Lapland)

- 본 세션은 NSPA(북유럽 희소 인구 지역, Northern Sparsely Populated Areas) 지역의 상황과 문제점을 논의하며 이를 해결하기 위한 종합적인 접근 방식을 제안함. Jose Enrique Garcilazo는 기조연설에서 NSPA 지역에 대한 OECD 보고서를 통해, NSPA지역의 1인당 GDP는 타 OECD 지역에 비해 높게 나타나지만 낮은 인구밀도와 노인인구 증가 등의 문제로 지역경제의 지속가능성이 낮다는 문제점을 언급함. 이와 같은 문제 해결을 위해 115개의 권고사항을 소개하며(지역 거주민 맞춤 필수 서비스 지원, 지역간 협력 등) NSPA의 미래를 위해서는 장기적인 계획과 전략이 필요함을 이야기함. 이후 기조연설에서 발표된 NSPA지역의 문제점에 대해 두 번의 패널 토론이 진행됨. Claude Véron-Réville 는 EU의 북극정책의 기조(번영, 안정, 지속가능성)에 대해 이야기하며 지역 개발을 위해 혁신을 촉진, 인재 유치 방안을 논의하며 Interreg Europe(유럽 지역정책협력 프로그램) 과 같은 프로그램을 소개하였으며 Mads Qvist Frederiksen은 경제 개발 및 일자리 창출을 강조

하며 지속적인 발전을 위해서는 지역 커뮤니티의 번영이 중요함을 지적함. 또한 산업적 개발은 환경적 특성과 이해관계에서 갈등이 일어날 가능성이 높기 때문에 환경과 사회를 균형있게 고려한 지속가능한 개발이 필요함을 역설함. 그 밖에 Carina Sammeli, Benjamin Furuly 등의 발표를 통해 실제 협력을 진행되었던 과정에 대한 소개와 중요성에 대한 의견을 통해 결과적으로 지속가능한 발전을 위한 정책적 수립과 실행의 필요성, 중요성 그리고 국제 사회와 지역 주민 간의 협력이 필수적이라는 점을 다시 한번 강조함.

o **(과학세션)** Linking Scientific Communities with the Arctic Council Working Groups (01.30.(목))

- (패널) Rolf Rødven (AMAP), Henry Burgess (NERC, BAS), Anne Laugesen (British Embassy Copenhagen), Lauren McWhinnie (Heriot-Watt University), Malgorzata Smieszek-Rice (UiT), Reagan Aylmer (Arctic Council Secretariat), Helen Wheeler (Anglia Ruskin University), Iwan Jones (Queen Mary University of London)

- 본 패널은 영국 정부 후원으로, 북극이사회 옵서버로서의 영국 연구진과 북극이사회 관계자가 패널로 참여하여 과학 공동체 차원의 작업과 북극이사회 워킹그룹 간 연계를 논의함. 주요 발표에서는 영국 정부의 지원을 받은 세 가지 연구 프로젝트가 소개되었음. 첫 번째는 북극에서의 선박 교통이 고래에 미치는 영향을 연구한 프로젝트로, 특히 관광선과 여객선의 증가가 북극 고래에 미치는 영향을 분석했음. 두 번째는 핑크연어의 북극 침입 현상을 연구한 프로젝트로, 태평양 연어종이 북극해로 확산되는 현상과 그 영향에 관한 연구였음. 세 번째는 북극의 '북방 아한대 적응화(borealization)' 현상을 연구한 프로젝트로, 기후변화로 인한 생태계 변화와 사회적 영향을 분석하였음.

- 질의응답에서는 과학 연구와 정책 결정 과정의 연계, 원주민 지식의 통합, 북극이사회 실무그룹과의 효과적인 협력 방안 등이 중점적으로 논의되었음. 특

히 북극이사회 옵서버 국가로서 영국의 역할과 기여가 강조되었으며, 전폭적인 투자가 아니더라도 장기적이고 체계적인 과학연구 과제 차원 참여의 중요성이 부각되었음. 또한 젊은 연구자들의 참여 확대와 연구 결과의 정책 반영을 위한 효과적인 의견제기 메커니즘 구축의 필요성이 언급되었음. 연구진 패널들은 북극이사회 실무그룹과의 협력이 연구 결과의 실질적 활용과 영향력 확대에 중요한 역할을 한다는 점에 동의하였음.

o **(전체세션)** The Cost of Going Green (01.30.(목))

- (패널) Mari Sundli Tveit (RCN 이사장), Mox Murugan (Business Development Director, Hydrogen, Nordion Energi), Hilde Røed (Equinor 부사장), Aili Keskitalo (Amnesty International Norway 정책자문관), Lotta Nummelin (Ox2 Åland 연구원), Chip McCrimmon (Bird & McCrimmon 공동설립자), Donovan Russoniello (Renewable Energy Alaska Project 대외부장), Richard Rudden (Gallagher Re 녹색솔루션 담담당 실장)

- 세션 구성은 에너지, 연구, 보험, 원주민 대표 등 다양한 분야의 전문가들의 패널로서, 첫 번째 패널에는 Mox Murugan 사업개발이사, 노르웨이 연구위원회의 Mari Sundli 이사장, Equinor의 Hilde Røed 수석부사장, 옥스2의 Lotta Nummelin 해양생물학자가 참여했음. 두 번째 패널에는 국제앰네스티 노르웨이 지부의 Aili Keskitalo 선임자문관, Gallagher 재생에너지의 Richard Rudden 그린솔루션 실장, 법무법인 Bird & McCrimmon의 칩 맥맨 공동설립자, 알래스카 재생에너지 프로젝트의 Donovan Russoniello 대외부장이 참여했음.

- 주요 발표와 논의는 녹색 전환에 소요되는 비용과 그 영향을 중심으로 이루어졌음. 기후정책연구소의 발표에 따르면, 2030년까지 연간 약 9조 달러의 기후 금융이 필요하며, 이는 현재 수준의 기후 금융의 5배에 달함. 패널들은 단순 비용에 대한 고려는 의지가 없음을 보여주는 핑계로 왕왕 활용된다며, 도덕적 책임과 정치적 의지의 중요성을 강조했음. 특히 녹색 전환이 원주민 공동체에 미치는 영향과 환경 정의의 문제가 중요하게 다뤄졌으며, 이를 '녹색 식민주의'라는 관점에서 비판적으로 검토되기도 하였음.

- 질의응답에서는 녹색 전환의 실질적 이행 방안과 도전과제들이 논의되었음. 특히 원주민들의 권리 보호와 이익 공유 방안, 보험 산업의 역할, 지역사회 주도의 재생에너지 프로젝트 개발 등이 중점적으로 다뤄졌음. 패널들은 진정

한 의미의 녹색 전환을 위해서는 단순한 기술적 해결책이나 재정적 접근을 넘어, 지역사회와의 진정성 있는 협력과 신뢰 구축이 필요하다는 점에 의견을 같이 하였음. 또한 기후변화 대응을 위한 시급성을 인정하면서도, 이 과정에서 소외되는 집단이 없도록 하는 '정의로운 전환'을 강조하였음.

2.2.1.5. 세션 참석(지구공학(Geoengineering), 우주, 해양보존 등)

o **(전체세션)** Debating Climate Interventions (01.30.(목))

- (패널) Roar Skalin (Norwegian Meteorological Institute 소장), Justus Lehtisaari (Operaatio Arktis 국제협력실장), Catriona McKinnon (University of Exeter 정치이론 교수), Rozemarijn Roland Holst (University of Edinburgh 국제환경법 강사), Leslie Field (Bright Ice Initiative 설립자), Helene Muri (NTNU 연구교수), Gunn-Britt Retter (Saami Council 북극 및 환경과장)

- 기후과학, 법률, 철학, 원주민 대표 등 다양한 분야의 전문가들로 이루어진 패널 간 논의를 통해 기후 개입에 대한 서로 다른 관점이 교환됨. 주요 발표와 논의는 크게 세 가지 기후 개입 방식(이산화탄소 제거(CDR), 태양복사 조절(SRM), 기후 복구 기술)을 기반으로 이루어짐. 이산화탄소 제거는 조림이나 직접 공기 포집 등을 통해 대기 중 이산화탄소를 줄이는 방식이며, 태양복사 조절은 에어로졸을 대기 중에 살포하여 태양열을 반사하는 방식임. 기후 복구는 주로 인위적으로 북극 빙하를 보존하고 복원하는 기술을 의미함. 패널들은 이러한 기술들이 기후변화 대응에 잠재적 해결책이 될 수 있음을 시사하면서도, 동시에 상당한 위험과 불확실성을 수반한다는 점을 강조하였음.

- 질의응답에서는 기후 개입의 윤리적, 법적, 거버넌스 문제가 중점적으로 논의되었음. 특히 누가 이러한 기술의 사용을 결정하고 통제할 것인지, 부작용이 발생했을 때 누가 책임질 것인지에 대한 우려가 제기되었음. 원주민들의 권리와 관점이 반영되어야 하며, 선진국과 개발도상국 간의 형평성 문제도 중요하게 다뤄졌음. 모든 패널리스트들은 기후 개입이 온실가스 감축을 대체할 수 없으며, 온실기체 배출의 감축이 여전히 가장 안전하고 확실한 해결책이라는 점을 재차 강조하였음.

o **(과학세션)** Space for a Better and Safer Life in the Arctic (1.28.(화))

- (패널) Cecilie Myrseth(Minister of Trade and Industry of Norway), Andreas Østhagen(Senior Researcher Fridtjof Nansen Institute), Ole Morten Olsen, Director(Enterprise development and Innovation Norwegian Space Agency (NOSA)), Liv Monica Stubholt (Lawyer and Partner Selmer AS), Kjell-Ove Orderud Skare (Program Director Space Norway), Claude Veron-Reville (Head of Devision Western Europe and Special Envoy for Arctic Matters in the European External Action Service (EEAS)), Hans Christian Hveem Kjølseth (State Secretary Norwegian Ministry of Defence), Maja-Stina Ekstedt, (Executive Vice President of Sustainability, Public Relations and Communication Kongsberg Satellite Services (KSAT))

- 본 세션은 노르웨이의 우주 산업과 북극 지역의 변화 및 도전 과제, 국제 협력의 중요성, 그리고 우주 기술이 사회에 미치는 영향에 대해 논의하였으며 두 번의 기조연설과 패널 세션으로 구성됨. Ole Morten Olsen은 기조연설에서 북극 지역의 변화와 노르웨이의 우주 정책에 대해 발표함. 북극 해빙감소는 동북 해상 항로의 중요성 부각 등 새로운 기회를 제공하지만 이와 함께 안보문제 등 복잡한 상황을 함께 야기될 수 있음을 이야기함. 우주 기술(위성 데이터)을 활용하여 북극 활동을 지원하며 안디아 우주항 개장을 통해 노르웨이가 글로벌 우주 산업에서의 입지를 강화하며 새로운 리더십을 강화할 수 있음을 강조함. Hans Christian 은 기조 연설에서 우주서비스는 노르웨이의 안보와 국방에 매우 중요하며 노르웨이의 지리적 위치는 기술적 우위 확보에 긍정적임을 언급함. 우주서비스는 일상생활에서 필수적일 뿐만 아니라 국가안보 방어에도 중요하며 안디아 우주항의 전략적 자산 가능성을 소개함. 그 외 미국과의 협력을 통한 우주 인프라 구축이 진행됨을 이야기하며 우주가 점점 더 경쟁적인 전투 영역으로 인식되고 있는 점, 그리고 러시아,중국의 행동이 동맹국의 군사 작전 능력에 위협이 되고 있다고 강조하며 우주산업에서의 노르웨이의 기술적 우위 유지와 민간-군사 협력이 노르웨이를 더 안전한 곳으로 만들 것이라고 발표함. 이후 Kjell-Ove Orderud Skare 는 스페이스 노르웨이가 추진하고 있는 국가 안보, 해양 감시 및 북극 통신을 위한 위성 광대역 임무를 소개하며 24년 8월 위성 발사 예정임을 밝힘. 패널 토론에서 참여자들은 공통적으로 우주 서비스가 북극 정책과 안보에 필수적이라는 점을 강조하며 EU-노르웨이 협력은 기후 변화 모니터링에 중요한 역할을 하며, 노르웨이는 위성 제작과 발사 능력을 갖춘 몇 안 되는 국가 중 하나로 언급함. 또한, 노르웨이는 민간과 군사 사용이 가능한 우주 기반 인프라를 구축함으로써 상업적 및 안보적 목적에 기여하고 있다는 점을 이야기함.

o **(과학세션)** Marine Multi-Use as a Means to Achieve 30x30 (01.29.(수))

- (패널) Marianne Sivertsen Næss (Minister of Fisheries and Ocean Policy of Norway), Kai Simon Eikli Yuen(Chair of the Arctic Economic Council and Advisor at the Norwegian Shipowners' Association), Charlina Vitcheva(Director-General DG MARE, European Commission), Oda Bjerkan(Executive Director UN Global Compact Norge), Dorothy Dankel(Senior Research ScientistSINTEF Ocean), Øivind Bergh(Senior Scientist Institute of Marine Research), Nina Jensen(CEO REV Ocean), Emil Gejrot(Adviser Nordic Innovation), Sigri Stokke Nilsen(Senior Adviser Centre for the Ocean and the Arctic), William George(Senior Broker Gallagher Re), Tor Are Vaskinn(Head of Department Norwegian Fisherman's association), Kristin Steenfeldt-Foss(Communications Officer UN Global Compact Norge), John Harald Log(Public Affairs Manager Source Galileo)

- 본 세션은 해양 다중 사용을 통해 지속 가능한 해양 보존을 위한 도전과 기회를 논의하는 자리로 2030년까지 세계 해양의 30%를 보존하기 위한 글로벌 목표 30X30에 대한 소개 및 관련 논의를 진행함, Dorothy Dankel 는 해양 보존이 왜 긴급한지에 대해 발표하며 최근 발표에서 '30X30' 목표와 관련하여 해양 보호의 중요성, 노르웨이의 정책 및 행동 필요성을 강조함. 해양 생태계가 여러 위협에 직면하고 있고 arctic oacean 2050 프로그램과 같은 정책을 통해 다각적인 접근을 하고 있지만 현재 노르웨이가 보호하고 있는 해양 면적이 10%에 미치지 못하고 있음을 이야기 하며 보존과 개발의 패러독스에 있는 노르웨이 대해 우려를 표시함. 유엔 해양 조약의 필요성과 이를 위한 국제적인 협력이 절실하며 해양 보존을 위해 과학자와 정책 입안자 간의 긴밀한 소통의 필요성, 그리고 해양 보존은 우리의 공동 책임이며 30*30 목표를 위해 실질적인 행동이 필요함을 강조함. Marianne Sivertsen 는 지속 가능한 해양 관리와 보존의 중요성을 강조하며 해양 산업 공원과 같이 다중 이용이 가능한 협업과 혁신적인 해결책으로 산업 간의 시너지를 창출하고 해양 생태계를 보호할 것이며 본 패널 세션을 통해 여러 기회와 도전 과제를 논의할 것을 기대하고 있음을 이야기함. 첫 번째 패널 세션에서는 건강한 해양 생태계가 생물 다양성 유지에 얼마나 중요한지 강조되며 해양 생태계의 지속 가능성을 위해 다중 사용(예: 해양 풍력 발전소와 함께 해양 양식업 병행)의 필요성이 논의됨. 해양 관리의 성공을 위해서는 지역 간 협력과, 데이터와 정보 공유가 반드시 필요하며 모든 이해관계자의 참여, 그리고 실질적인 행동이 필요하다는 토론이 진행됨. 두 번째 패널 세션에서는 해양 관리와 지속 가능한 발전을 위한 지역사회의 협력과 지식의 전달 중요성에 대해 공감하며 해양 생태계 보호와 경제적 활동의 조화를 이루기 위해 다중 협력의 중요성을 강조함. 인간 활동의 위험성을 이해하며 해양 생태계를 보호가 가능한 지속 가능한 개발을 위한 전략적 사고가 필요하며 마지막으로 토론에서 얻은 아이디어를 실질적인 행동으로 옮기는 것의 필요성을 다시 한번 이야기함. 산업의 발전과 생태계

의 보존은 양립하기 어려운 내용인 만큼 둘 간의 밸런스에 대해 고민이 깊으며 이를 위해 방안에 대한 이해 당사자간 소통, 협업 촉진을 위해 노력함.

2.2.2. 유관기관 방문협의

o 북극경제이사회(Arctic Economic Council, AEC) 사무국 (1.27)

- (참석자) 정병하 극지협력대표, 정경화 녹색환경외교과장, 박민수 사무관, 김연목 주노르웨이(대) 2등서기관, 성석언 해수부 극지정책팀장, 진경 극지연 정책협력부장, 정지훈 극지연 국제협력실장, 황유나 극지연 선임연구원, 김엄지 KMI 북방극지전략연구실장, 박예나 KMI 북방극지전략연구실 선임연구원, 김성모 조선일보 기자, (AEC) Mads Frederiksen 사무국장, Irina Zhilina 선임보좌관

- Frederiksen 사무국장은 북극경제이사회(AEC)가 정부의 자금 지원 없이 독립적으로 운영되며, 북극이사회 8개 회원국과 비북극권의 다양한 기업들이 회원으로 참여하고 있다고 이야기하며 AEC는 한국북극연구컨소시엄(KoARC)과 MOU를 체결하고, 중앙북극해 공해상 비규제어업방지협정(CAOFA) 체결 과정, 북극 서클 비즈니스 포럼의 해운 세션 공동 개최, 북극협력주간 및 북극 아카데미 등에서 한국과 긴밀히 협력해왔다는 점을 이야기함. 정 대표는 한국이 북극권 환경 보호와 과학 연구에 기여해왔으며, 한국 기업들이 북극권 비즈니스에 많은 관심을 가지고 있다는 점을 이야기함. 북극이사회 협력 동향에 대해 문의하자 Frederiksen 사무국장은 현재 북극이사회가 조용한 상태이며, 차기 의장국인 덴마크의 계획은 불명확하지만, 현 의장국인 노르웨이의 운영 방향은 크게 변하지 않을 것으로 보인다는 의견을 이야기함. Frederiksen 사무국장은 AEC가 지난 2년간 노르웨이 의장국 하에 에너지, 공정한 전환, 공동체 번영을 목표로 활동해왔으며, 북극 지역의 인구 감소에 대응하기 위해 투자와 인프라 증가가 중요하다는 점을 이야기함.

의 보존은 양립하기 어려운 내용인 만큼 둘 간의 밸런스에 대해 고민이 깊으며 이를 위해 방안에 대한 이해 당사자간 소통, 협업 촉진을 위해 노력함.

2.2.2. 유관기관 방문협의

o 북극경제이사회(Arctic Economic Council, AEC) 사무국 (1.27)

- (참석자) 정병하 극지협력대표, 정경화 녹색환경외교과장, 박민수 사무관, 김연목 주노르웨이(대) 2등서기관, 성석언 해수부 극지정책팀장, 진경 극지연 정책협력부장, 정지훈 극지연 국제협력실장, 황유나 극지연 선임연구원, 김엄지 KMI 북방극지전략연구실장, 박예나 KMI 북방극지전략연구실 선임연구원, 김성모 조선일보 기자, (AEC) Mads Frederiksen 사무국장, Irina Zhilina 선임보좌관

- Frederiksen 사무국장은 북극경제이사회(AEC)가 정부의 자금 지원 없이 독립적으로 운영되며, 북극이사회 8개 회원국과 비북극권의 다양한 기업들이 회원으로 참여하고 있다고 이야기하며 AEC는 한국북극연구컨소시엄(KoARC)과 MOU를 체결하고, 중앙북극해 공해상 비규제어업방지협정(CAOFA) 체결 과정, 북극 서클 비즈니스 포럼의 해운 세션 공동 개최, 북극협력주간 및 북극 아카데미 등에서 한국과 긴밀히 협력해왔다는 점을 이야기함. 정 대표는 한국이 북극권 환경 보호와 과학 연구에 기여해왔으며, 한국 기업들이 북극권 비즈니스에 많은 관심을 가지고 있다는 점을 이야기함. 북극이사회 협력 동향에 대해 문의하자 Frederiksen 사무국장은 현재 북극이사회가 조용한 상태이며, 차기 의장국인 덴마크의 계획은 불명확하지만, 현 의장국인 노르웨이의 운영 방향은 크게 변하지 않을 것으로 보인다는 의견을 이야기함. Frederiksen 사무국장은 AEC가 지난 2년간 노르웨이 의장국 하에 에너지, 공정한 전환, 공동체 번영을 목표로 활동해왔으며, 북극 지역의 인구 감소에 대응하기 위해 투자와 인프라 증가가 중요하다는 점을 이야기함.

o 한국-노르웨이 극지연구소 극지연구 협력센터 (1.27)

- (참석자) 정병하 극지협력대표, 정경화 녹색환경외교과장, 박민수 사무관, 김연목 주노르웨이(대) 2등서기관, 성석언 해수부 극지정책팀장, 강성호 한-놀 극지연구소 협력센터 소장, 진경 극지연 정책협력부장, 정지훈 극지연 국제협력실장, 황유나 극지연 선임연구원, 김엄지 KMI 북방극지전략연구실장, 박예나 KMI 북방극지전략연구실 선임연구원, 김성모 조선일보 기자, (NPI) Caillla Brekke 소장, Harald Steen 연구부장, Ellen Oseth 연구부 차장, Nalan Koc 대외협력부 특별보좌관, Geir Gotaas Ny-Alesund 프로그램 팀장, Birgit Njastad 남극 프로그램 팀장, Arild Sundfjord 북극해 프로그램 팀장 등

- Brekke 소장은 노르웨이 극지연구소(NPI, Norsk Polarinstitutt)가 노르웨이 기후환경부(Ministry of Climate and Environment) 산하 기관으로서 남극과 북극을 동시에 담당하며 관련 활동의 대외 소통을 맡고 있음을 소개했으며 Gotaas 팀장은 스발바르 제도에 위치한 Ny-Alesund 연구기지(북위 79도)의 중요성과 주요 성과를 소개함. 정 대표는 노르웨이 극지연구소가 기후변화 규명 등 다양한 분야에서 진행하고 있는 과학 연구의 노력을 높이 평가하며, 해당 연구소가 난센과 아문센 이후 축적해온 100년 이상의 연구 성과와 역량이 큰 의미를 지닌다고 언급함. 이후 현재의 지정학적 상황이 연구 활동에 미치는 영향에 대해 문의했으며 Brekke 소장은 북극이사회 작업반 활동이 화상으로 재개되었지만, 러시아 지역의 데이터 접근이 중단되어 기후변화 모니터링 등에 상당한 제약이 발생하고 있다고 이야기함. NPI에서 문의한 NPI-KOPRI MOU의 갱신 필요성에 대해 KOPRI 진경 부장은 구체적인 사항에 대해서는 계속 논의하자고 하며, 올해 북극협력주간 등을 계기로 해당 MOU의 개정을 위한 서명식을 개최할 수 있을 것임을 이야기함.

2.2.3. 해수부· 외교부 정부 간 협의 지원 및 자문

o 한-덴마크 왕국 협의 자문 (1.29.)

- (참석자) (우리 측) 외교부 정병하 극지협력대표를 비롯해 정경화 녹색환경외교과장, 박민수 사무관, 김연목 주노르웨이 2등서기관, 극지연구소 진경 정책협력부장, 정지훈 글로벌협력실장, KMI 김엄지 북방극지연구실장, 박예나 북방극지전략연구실 전문연구원, (덴마크 왕국 측) Tove Sovndahl 그린란드 자치정부대표, Torsten Kjolby Nielsen 덴마크 외교부 북극 담당 선임보좌관, Peter Whihelm Linde 덴마크 외교부 그린란드대표, Camilla Olsen 그린란드 외교부 북극과장, Margretha Jacobsen 패로제도 자치정부 북극과장

- 우리 측은 북극이사회의 활성화를 위해 옵서버 국가로서 적극적으로 기여할 의지를 표명하였음. 정병하 대표는 지정학적 불확실성 속에서 덴마크가 차기 북극이사회 의장국을 수임하게 되는 만큼 리더십 발휘를 기대한다고 언급했습니다. 또한, 2025년 10주년을 맞는 북극협력주간 개최 계획과 2030년 국제극지 컨퍼런스(POLAR 2030) 국내 개최 계획을 공유하며, 한국의 북극 협력 기여 노력을 설명하였음. 극지연구소는 코펜하겐대학 등과 협력하며 그린란드 내 협업 연구를 수행중이며, 전지구 기후환경변화 지식 확대를 위한 데이터 생산을 넘어 동 과학 연구결과가 북극 원주민의 안녕에 기여하도록 노력중임을 언급함.

- 덴마크 측은 북극이사회의 지속적인 기능과 회복력을 중요하게 생각한다고 밝힘. Sovndahl 그린란드 대표는 덴마크/그린란드/패로제도 간 북극이사회 업무 분담 계획을 설명하며, 사람과 원주민에 우선순위를 두고 지속가능한 경제개발, 기후 변화, 생물다양성, 해양, 청소년 등의 주제를 중심으로 환북극 협력을 추진할 예정이라고 함. Nielsen 덴마크 외교부 선임보좌관은 그린란드 매입과 관련된 트럼프 대통령의 이전 발언에 대해 복잡한 지정학적 상황을 설명하며, 그린란드의 국제법적 지위와 권리, 미국의 의도, 안보 문제 등에 대해 상세히 논의하였음. 패로제도 대표는 차기 의장국 기간 동안 해양 관련 프로그램을 중점적으로 추진하고, 2026년 5월에 북극대학(UArctic)과 함께 관련 회의를 개최할 예정임을 밝혔음.

o 북극이사회 SAO 의장(노르웨이) 협의 자문 (1.29.)

- (참석자) (우리 측) 외교부 정병하 극지협력대표를 비롯해 정경화 녹색환경외교과장, 박민수 사무관, 김연목 주노르웨이 2등서기관, 극지연구소 진경 정책협력부장, 정지훈 글로벌협력실장, KMI 김엄지 북방극지연구실장, 박예나 북방극지전략연구실 전문연구원, (노르웨이 측) Morten Hoglund 북극대사(북극이사회 SAOC), Mathieu Parker 북극이사회 사무국장, Rosa-Maren Magga 원주민 사무국 보좌관, Knut Seim 외교부 북극담당 선임자문관 등
- 우리 측은 북극이사회 옵서버로서 지속적인 관심과 기여 의지를 표명하였음. 정병하 대표는 한국북극협력네트워크(KoNAC) 운영과 2030년 국제 극지 컨퍼런스 개최 계획을 언급했으며, 러-우 전쟁으로 인한 지정학적 변화와 북극 안보 상황을 면밀히 주시하고 있음을 강조했음. 특히 러시아와의 협력 어려움 속에서도 북극이사회 차원의 장기 계획 필요성을 제기했으며, 북극 원주민에 대한 관심을 계속 가지고 협력 접촉점을 늘려가는 한국 프로그램의 노력을 소개함.
- 노르웨이 측은 한국의 건설적인 활동을 평가하고, 북극이사회의 포용적 협의체로서의 역할을 강조하였음. Hoglund 의장은 기후변화와 기상이변에 대응하기 위해 과학자와 전문가들의 지식을 활용하겠다는 입장을 밝혔음. 현재 러시아의 북극이사회 참여가 제한적이지만, 실용주의적 관점에서 러시아 기관과 원주민 단체의 프로젝트를 검토하고 있다고 언급함. 또한 북극이사회가 군사·안보 의제를 다루지 않기를 희망하며, 장기적 관점에서 북극 협력의 지속성을 강조하였음.

3. 향후 계획 및 고려사항

3.1. 관찰사항

- **(제5차 국제극지의해(IPY))** 동 회의 시 IPY 주제 과학세션 3개, 별도 원탁토의 1개 개최 등을 개최하여, IPY 관심환기 및 기초논의를 위한 장으로 활용함. 원탁토의 시 IPY 성공을 위한 명확한 주제 설정 필요성, 전담 예산확보 노력, 러시아 참여 가능성 등을 논의함.

- **(지정학적 북극과 과학협력)** 회의 참석자들 누구도 작금의 북극이 지정학 영향 한가운데 있음을 부정하지 않음. 트럼프 행정부 2기 취임 후 기존 미 국무부 북극팀 고위급 불참/사임을 확인. 한 편 EU 자금지원 과제/기관 중심 과학협력 강화 움직임도 목도

5. 건의사항

- **(IPY 연계 노력)** POLAR 2030 개최국으로 IPY 준비 기초논의에 적극적으로 참여하여 한국 중장기 연구계획의 IPY 내 반영노력 필요; 아시아극지과학포럼(AFoPS) 의 IPY 기획그룹 참여 필요

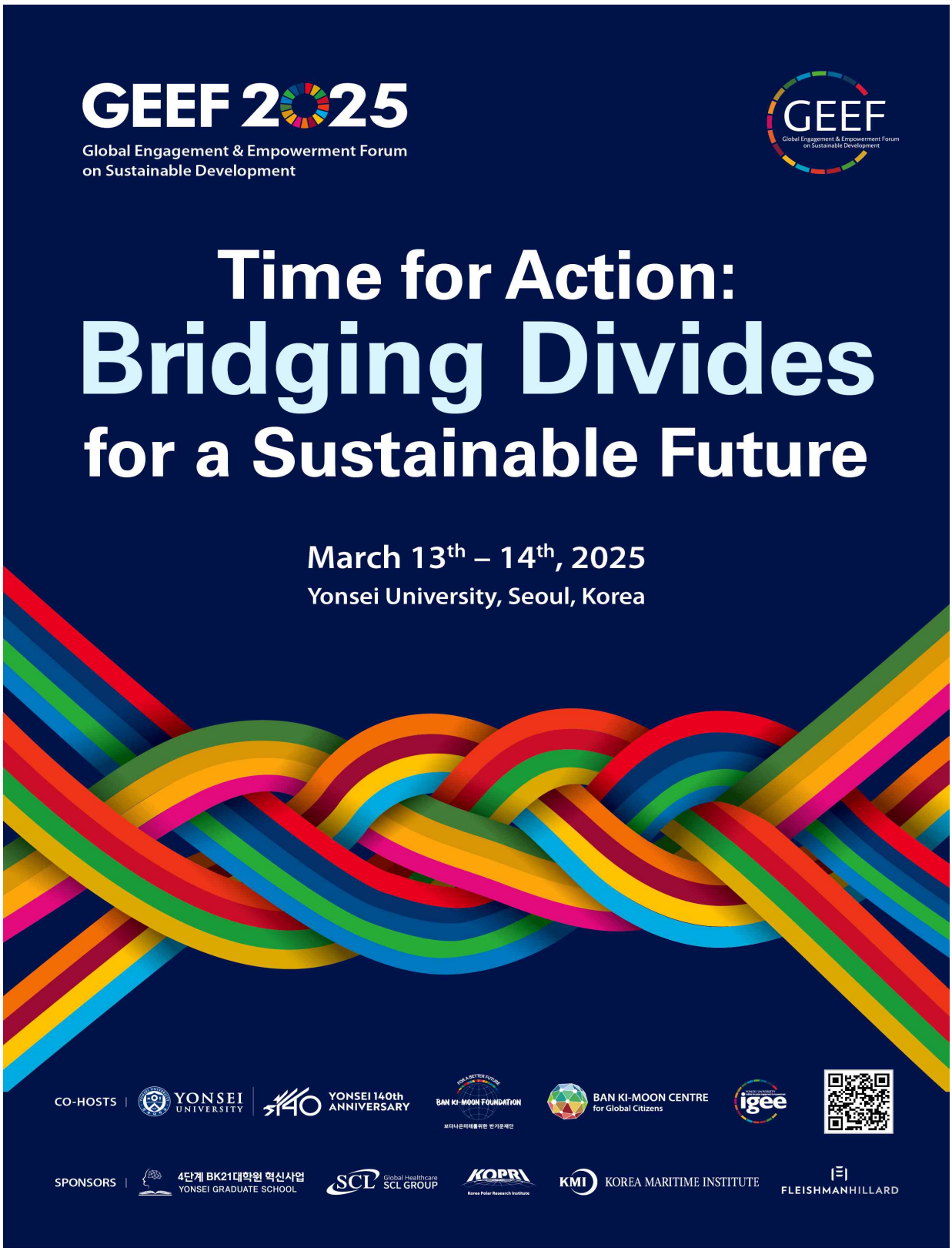
- **(북극 포럼 내 한국 참여 강화)** 북극 프론티어 참여('07~) 이후 2년 연속 우리 연구소 연사 반영하고 젊은연구자 참관인 운영하였음. 앞으로도 주요 북극 포럼 내 한국 전문가 의견을 효율적으로 반영하기 위한 노력 필요

- **(NPI MOU 개정 대응)** NPI 방문 시 기관장이 양 기관 간 새로운 리더십이 승인하는 MOU 개정을 제안한 바, 이에 대한 후속 준비가 필요함.

Ⅲ. 입수자료 목록

구분	자료명
	없음

붙임35 | **2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 포스터**



붙임36 2025년 글로벌지속가능발전포럼(GEEF) 북극세션 행사 사진

연구·정책지원사업 최종 결과보고서 평가의견 반영사항

과제 구분	(정책·지원과제)		
과제명	극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구 (계정번호: PK24030)	연구기간	2024.05.01.~2025.03.31.
연구책임자	최 선 웅	연구비(직접비)	98,000천원

과제개요, 연구성과 및 최종 결과보고서 평가의견 반영 사항

(1) 과제목적

○ 다양한 국내·외 환경 변화는 극지연구소와 극지과학에 다양한 변화 요구에 따라, 변화의 흐름을 읽고, 이에 맞춰 맞춰 연구소와 극지과학 연구활동의 미래 방향 설정하기 위해 이 과제를 수행

(2) 최종성과

○ 극지 정책 모니터링 및 협력 채널 구축 연구 사업에는 크게 1)극지정책전문가 현안 토론, 2)극지정책정보 확산 체계 운영, 3)극지정책 동향 수집 및 분석, 4)연구소의 역할과 책임(R&R) 중점 추진 전략 수립, 5)극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응 등 5개 분야를 중심으로 사업 수행

○ **극지정책전문가 현안토론:** 극지연구소에서 보유하고 있는 전문가풀에 대한 검토와 재정비를 시작으로, 이를 바탕으로 남극포럼, 북극협력주간 등의 국내·외 전문가들이 참여하는 행사를 개최하였다. 또한 기존 극지정책자문위원회를 전면 개편하여, 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 탄력적 형태의 극지정책자문단을 구성함

○ **극지정책정보 확산 체계 운영:** 기존 극지 관련 정책정보 접근 플랫폼(극지정책 아카이브)에 대한 개선 체계 검토, 기존 극지e야기 웹서비스에 극지정책 아카이브를 통합하는 작업을 완료하여, 극지정책 고객들이 일원화된 창구를 통해 정책정보에 접근하도록 개선함. 극지정책 정보의 수요자들에 대해서는 정책고객 재분류와 그 활용방안 검토를 통해 향후 정책고객 그룹별로 맞춤형 정보를 제공하는 등, 정보 배포 및 확산의 효용성을 제고할 수 있는 기반을 마련함

○ **극지정책 트렌드 수집 및 분석:** 과학기술계 주요 이슈를 선정하여, 심층 분석 자료를 생산·배포하였으며, 극지연구소 주요 보직자들을 대상으로, 특정 주제나 이슈를 쉽게 설명하고 그 시사점과 연구소 차원의 활용방안을 제시하는 집담회를 기획 운영함

○ **극지 국제 거버넌스 의제 분석 및 대응:** 남극조약협의당사국회의와 남극 거버넌스 워크숍을 통해, 남극환경보호의정서 제6부속서(책임배상) 비준에 대한 시급성을 확인함. 이의 후속조치로, PAP 과제를 통해 추후 관계부처 간에 제6부속서 비준 준비를 위한 기초자료를 제공함

(3) 성과의 향후 연구소 활용방안 또는 기대효과

○ 극지연구소 역할과 책임(R&R) 개편시 수집한 국내외 동향 자료를 활용하여, 보완 진행

○ 남극환경보호의정서 제6부속서(배상책임) 관련 정부간 논의시 전문가그룹으로 참여

○ 극지정책자문단의 활용을 통해 대내외 환경변화를 파악하고 대응방안을 강구·활용 등

(4) 최종 결과보고서에 평가의견 반영 사항

평가의견	반영사항	비고
○ 연구사업의 정량적 성과 이외에도 정성적 성과와 이를 기관운영 및 정책에 어떻게 연계할 것인지에 대한 기술이 부족	○ 제 6장 결론 및 정책제언 부분에, 각 세부사업별 성과에 대한 요약과, 이를 통해 연구소가 얻은 성과와 미래 방향에 대해 추가 기술함	연구보고서 p.68~69

평가의견	반영사항	비고
○ 다양한 행사를 개최하거나 참석하였음에도 불구하고, 이러한 활동이 어떤 전략적 효과를 거뒀는지 평가하는 체계가 부족		
○ 사업별 추진내용을 보여주는 붙임자료를 수록할 것	○ 세부사업별 성과증빙용 붙임 자료를 첨부함	연구보고서 p. 70페이지 (붙임-01)

KOPRI 극지연구소