

전체본

---

# 제4차 남극 연구활동 진행 기본계획(안)

---

2022. 4.

관계부처 합동



# 순 서

I. 수립 개요 .....	1
II. 글로벌 동향 .....	5
III. 우리나라 현 주소 진단 .....	10
IV. 비전 및 목표 .....	17
V. 전략별 추진과제 .....	19
VI. 국가와 국민에 대한 기여 .....	38
VII. 이행계획 .....	39



## 1 수립 배경 및 법적 근거

### □ 수립 배경

- 남극은 우주·해양연구와 더불어 국가의 선도적인 대규모 투자가 필요한 거대과학\* 분야로 국가적 중장기 로드맵이 필수

\* Big Science: 미지의 영역을 개척하고 인류의 가능성을 확대하기 위해 국가차원에서 추진하는 대규모의 종합적·선도적 연구개발

- 남극 연구는 남극의 보존과 과학활동을 보장하는 남극조약에 기반하여 고위험·고비용·비상업적 특성을 가진 기초과학 중심
- 남극 연구활동진흥기본계획('07~, 매5년)을 지속 수립·시행하여, 남극활동을 체계적으로 지원하고 국가과학역량을 제고할 필요
  - '제3차 기본계획('17~'21) 종료로, 기존 계획 평가 및 성과 진단과 변화된 연구환경을 반영하여 '제4차 기본계획('22~'26)' 수립

### □ 법적 근거

- 「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」 제21조 및 동법 시행령 제26조

■ 남극활동 및 환경보호에 관한 법률 §21 ① 정부는 남극에 관한 연구활동의 진흥을 위하여 5년마다 다음 각 호의 사항\*이 포함된 남극 연구활동진흥기본계획을 수립하여야 한다.

\* 남극 연구활동 추진 목표, 연구재원, 환경보호연구, 인력 육성, 과학기지와 시설물 설치·운영, 첨단연구장비의 개발 등

■ 남극활동 및 환경보호에 관한 법률 시행령 §26 ① 해양수산부장관은 법 제21조제1항에 따라 관계 중앙행정 기관의 장의 의견을 들어 5년마다 남극 연구활동진흥기본계획을 수립하여야 한다.

- 「극지활동 진흥법」 제6조

■ 극지활동진흥법 §6 ① 해양수산부장관은 극지활동의 진흥을 위하여 중앙행정기관의 장과 협의하여 극지활동진흥기본계획을 5년마다 수립하여야 한다. 이 경우 기본계획 중 남극의 연구활동 진흥에 관한 사항은 「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」 제21조에 따른 남극 연구활동진흥기본계획과 연계되어야 한다.

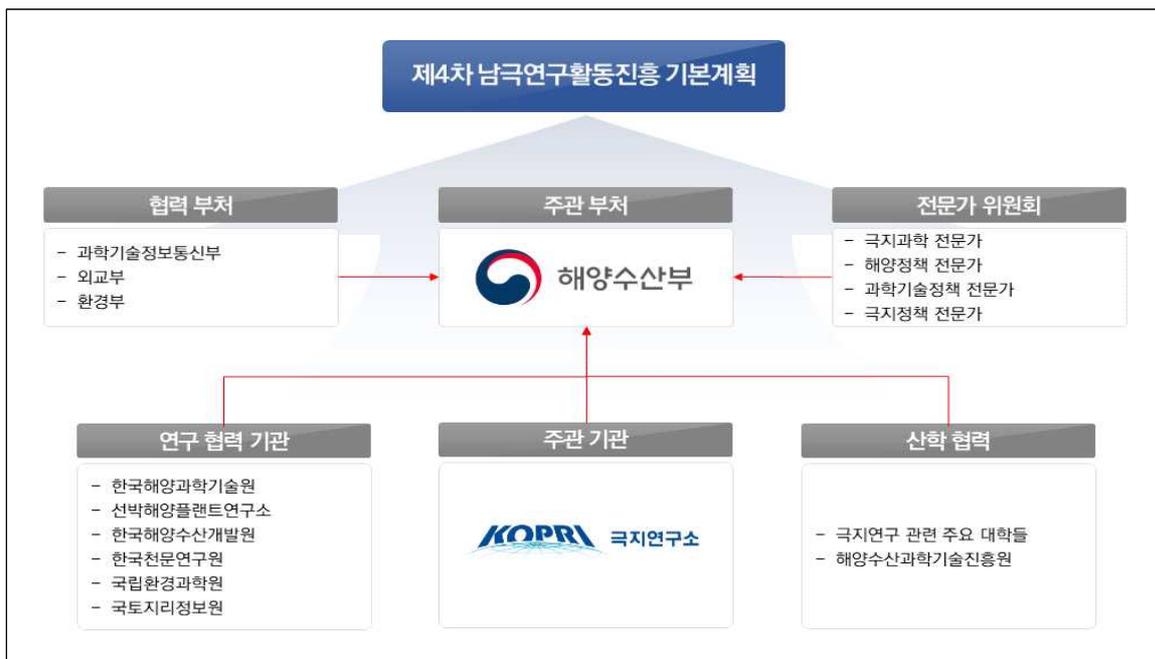
## 2

## 수립 경과 및 체계

### □ 수립 경과

- 제4차 남극 연구활동진흥기본계획(이하, 기본계획) 수립을 위한 연구 용역 시행('21.3~'22.1)
- 국내 남극 연구자·전문가 대상 연구수요조사\* 실시('21.5~'21.6)
  - \* 국내 연구기관·대학·학회·산업체 등 총 140여 명을 대상으로 수요조사 실시
- 기본계획 수립을 위한 관계부처·기관 회의('21.9)
- 국내 남극 전문가로 구성된 자문위원회\* 운영('21.10~'21.12)
  - \* 남극과학, 과학기술정책, 남극조약, 국제협력 분야의 총 12명 전문가로 구성
- 기본계획(안)에 대한 전문가 간담회 개최('22.1)
- 기본계획 수립을 위한 TF 구성·운영('22.2)

### □ 수립 체계



## &lt; 남극 범위 및 특성 &gt;

- ◇ 남위 60도 이남의 육지, 빙붕, 수역과 상공을 지칭 (「남극조약」 제 6조)
  - \* 면적 : 약 1,360만km<sup>2</sup>(한반도 60배), 지구 육지면적의 9.2%
- ◇ 「남극조약」에 따라 영유권 주장이 동결되어 과학적 연구 활동만이 가능
- ◇ 남극 수산자원(크릴, 이빨고기) 원양조업, 생명 자원 활용 실용화 연구 등을 수행
- ◇ 29개 국가가 84개 과학기지(20개 국가는 41개 상설과학기지) 운영 중



## □ 기후변화 대응을 위한 핵심 연구지역

- 남극은 지구 시스템 구성의 핵심지역으로 지구온난화에 따른 남극의 변화는 기후, 해양, 생태계 등 전 세계적 환경변화 초래
  - 남극 빙하 용융으로 인한 해수면 상승은 국내 연안 침수 피해를 초래, 남극해의 변화는 지구 전체의 해류, 열, 탄소 순환에 영향
  - 남극 해양환경 변화에 따른 해류 순환 변동은 동아시아 온도상승\* 야기
- \* 차가운 남극 용빙수의 남극해 유입으로 남반구 해류가 적도 부근 따뜻한 해류를 밀어 올려 동아시아 지역 기온 상승에 영향 미침을 규명(20.11, 극지연)
- 기후변화 영향을 가장 빠르게 받아들이는 지역으로, 환경변화 진단, 생태계 변화·적응 모니터링을 통해 미래 변화 시나리오 제시 가능

## □ 미래예측을 위한 과거 기후·환경이 잘 보존된 공간

- 과거 지구의 기후변화 정보를 담고 있는 빙하와 퇴적물 시추 시료 분석을 통해 과거 기후를 복원하고 미래 변화 예측의 단서로 활용
- 남극은 지구 지질환경이 잘 보존된 지역으로 현재도 지질 활동이 활발히 진행되며, 과거 분석연구를 통한 미래 지질 활동 예측 가능

□ **과학연구를 통해서만 영향력 확대가 가능한 잠재적 미래자원 보고**

○ 남극은 특정 국가에 의한 개발과 영유권 주장이 제한\*되는 반면, 과학 조사와 연구 활동, 국제협력은 장려\*\*되는 특수성이 있는 지역

\* (남극조약 제4조 및 제5조) 남극에 대한 특정 국가의 주권·청구권 포기를 선언

\*\* (남극조약 제9조) 남극 과학연구와 국제협력 촉진을 위한 조치 입안을 각국에 권고

○ 극한 환경에 적응한 동·식물의 유전적 특성과 고유 물질을 활용하여 바이오 신소재 개발 및 유전체 연구를 가능하게 해주는 공간

\* 남극 생명자원 활용 연구로 혈액동결보존제(18.6월), 당뇨치료제(19.8월) 개발

○ 남극은 과학적 조사·연구의 대상임과 동시에 우리나라에는 수산·광물 자원 등 잠재적인 자원을 보유한 대륙으로서의 가치를 지님

\* 우리나라는 남극해의 주요 어업국으로 이빨고기(세계1위)와 크릴(세계2위) 조업 중

**< 남극 환경 구성 요소별 역할 >**

구분	남극에서의 역할
해양	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남극해는 온실기체(탄소 등)의 대표적 흡수원이면서 배출원(탄소 교환 역할)</li> <li>○ 지구의 주요 열 수송원으로 해류 순환을 통해 전 지구적 기후/기상에 영향 초래</li> </ul>
대기	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남극 온난화는 남극 기후변화로 남극 기상/기후 변화와 전 지구적 영향 초래</li> </ul>
빙하	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 빙하 용융은 전 세계적 해수면 상승에 영향 초래</li> <li>○ 과거 기후 기록의 보관처로서 과거 분석을 통한 미래 예측정보 제공</li> </ul>
생태계	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남극 환경변화는 해양, 육상, 연안 서식 환경과 먹이공급원 변화 등으로 남극 생태계 변화를 초래</li> </ul>
생명	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남극 해양생물, 지의류 등의 물질을 활용한 바이오, 의약품 소재 개발</li> <li>○ 극한 환경에 적응한 생물의 유전체 분석을 통한 저수온 내성(耐性) 유전형질 개발</li> </ul>
지질	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지질환경은 극한 환경 형성 주요 요인이며, 미래 지각변화 예측 단서 제공</li> <li>○ 남극 맨틀구조 속도, 온도 분포는 남극 빙하 거동에 영향을 주는 주요 요소</li> </ul>

◆ 글로벌 현안인 기후변화 대응을 위해 선도적인 남극 과학 연구는 필수 → 남극 연구활동을 위한 국가 차원의 중장기 계획 수립 필요

◆ 국제적 영향력 확대, 과학적 우수성과 창출 등 국가별 남극 활동 목표는 상이하나, **과학연구 투자 확대와 국가 간 협력은 공통된 전략**

### □ 국제사회 남극활동 현황

○ (경쟁) 남극조약체제 내에서 미개척분야 연구 선점을 위한 국가별 인프라, 연구투자 확대 등 **과학적 영향력 확대 경쟁** 지속

\* (美) 연 평균 5,000억 원 투자, (中) 극지를 7대 전략 과학기술로 선정하고 연 7% 이상 투자 확대, 제5남극기지 건설 추진, (英) 신규 쇄빙연구선 건조(21.11)

○ (협력) 남극활동 특성상 국가 간 경쟁관계에 있더라도 **과학연구 분야 및 인프라 운영** 등을 위한 국가 간 **협력\*이 활발**

\* 남극기지 보급을 위한 활주로 활용, 항공기 및 선박, 하역장비 공동 활용 등

### □ 국가별 세부 전략

○ (미국) 연평균 5,000억 원 이상을 투자(미국 과학재단, NSF)하여 중장기적 남극 연구\*를 추진하고 핵심지역에 인프라를 운영

\* ① 남극과 전 지구적 상호작용 이해, ② 남극 과학시스템과 생물 이해 ③ 천문·우주 관측 플랫폼 운영을 목적으로 남극 연구 프로그램(U.S. Antarctic Program) 운영

○ (중, 러) 남극 내 영향력 확대, 미개척 지역 선점을 목표로 인프라 구축, 과학연구 확대 등을 포함한 국가 전략 수립 및 투자

\* (중) 극지심해 탐사를 전략 과학기술 분야 선정(연 7% 이상 투자 확대), (러) 남극 대륙 선점을 목표로 '러시아 남극 연구활동계획('18~'22)' 수립(연중 상주기지 1개소 추가)

○ (독, 일) 장기적 관점에서 지구의 지속가능성을 위해 극지 대기, 해양, 빙권, 생명 연구를 수행하고 종합 관측을 통해 남극 연구 경쟁력 강화

\* (독) 기후변화 대응을 위한 '지속가능한 미래, 변화하는 지구' 프로젝트를 통해 전 지구적 관점에서 극지연구 수행, (일) '제10기 6개년 남극종합 관측계획' 수립(21.12)시행

## 참고 1 : 남극 연구 주요 선도국 전략

### 리더십 확대 및 영향력 유지를 위해 최대 규모 남극 활동 투자

- (미국) 과학연구, 시설유지, 보급 등을 위해 매년 약 5,000억 원을 투자하여 해양, 대기, 우주 관측과 생태연구, 인프라 운영 등

\* (미국 남극 연구 프로그램) ①해수면 상승, ②남극 생명의 진화와 적응, ③우주의 기원 규명을 전략적 우선순위로 설정하고 10년 단위 중장기 계획 수립·추진

### 극지연구를 7대 전략 과학기술로 선정, 연 7%이상 투자 확대

- (중국) 제14차 5개년 계획(21)에서 우주, 심해, 극지 탐사를 전략 과학기술로 선정하고, 연 7%이상씩 국가 R&D 투자 확대 추진

\* (극지환경 종합조사 및 평가) ①남극 해양 조사, ②육상 환경 조사, ③환경 종합 평가로 구성되며, 해양, 생물, 기상, 천문, 지질, 빙하 등 5개년 단위 종합 연구 수행

### 미개발 남극 대륙의 선점을 목표로 활동 전략 수립

- (러시아) '남극활동 개발전략(20)'을 수립하고, 탐사예산 확대, 관측 기지 현대화, 항공기(2대) 투입 등 영향력 유지를 위한 투자 확대

\* (러시아 연방 남극 활동 개발 전략, 20~30) 남극에서 과학적 잠재력 강화와 기후적 위험 예방을 목적으로 인프라 현대화를 중점 추진하며, 신 보스톡 기지 건설 중 (19~23)

### 전 지구적 관점에서 극지 연구를 통한 글로벌 현안 해결

- (독일) '지속가능성'을 핵심으로 전 지구적 관점에서 기후변화, 생태계변화, 해양, 빙권 등 극지 관련 연구를 수행(21~27)
- (일본) 고품질 관측데이터 확보를 바탕으로 '과거와 현재 남극에서 찾는 미래 지구 환경'을 목표로 지난 50년간 중장기 연구 투자 지속
- (영국) 전 지구적 문제해결 관점에서 빙권, 해양, 생태계, 우주 연구를 수행, 지속적 영유권 주장국으로 '남극 영토 전략' 발표(19)

\* (독일, 변화하는 지구-지속가능한 미래, 21~27) 7개 기관이 기후변화, 생태계변화, 환경, 지질분야에 대해 수행하는 종합 연구로, 극지연구는 극지 관련 대기, 해양, 빙권 등을 담당

\* (일본, 제10기 6개년 남극관측계획, 22~27) 해수면 변동 예측, 고기후 복원, 고층대기 및 우주 관측을 목표로 중장기 연구수행, 기지 현대화도 추진

\* (영국, 지구를 위한 극지 과학, 계속) 빙권, 해양, 고기후 복원, 생태계, 우주 5개 분야를 핵심으로 전 지구적 관점에서 기후, 환경 문제 대응을 위한 연구 수행

## 참고 2 : 남극 연구 주요 선도국 연구 방향

### **혁신적 발견 잠재력이 높은 지구시스템, 생태계 등 기초연구 활발**

- (미국) 남극 연구프로그램(USAP, Antarctic Program)을 통해 천체물리, 생태계, 지구과학, 해양·대기 등 중장기적 종합적 기초 연구 수행
  - 육지-해양 생태계, 빙하-해양·대기 등 남극 환경 요소 간 상호작용과 남극이 전 지구적 시스템에 미치는 영향 연구 강조 추세

### **남극 생물자원, 위성·무인기 활용 빙상 모니터링 연구 강화**

- (중국) 국가해양국이 승인하는 '중국 극지환경 종합 조사 및 평가 프로그램'을 통해 5개년 해양·육상 조사, 환경 종합 연구 수행
  - 다만 최근 남극 크릴 관련 연구와 무인기 활용 남극 연구, 위성을 활용한 해빙 연구 등으로 연구범위를 확대 중

### **남극 미개발 연구 선점을 위한 연구 인프라 현대화 추진**

- (러시아) 남극 연구활동계획(RAE, Russia Antarctic Expedition Operations Plan)을 바탕으로 지질, 기후변화 연구를 수행 중
  - 보스톡 기지 인근 과거 심부빙하 시추공을 재가동하고, 가장 오래된 빙하시료 확보 추진 예정으로, 최근 과거기후 복원 연구 강화 중

### **지구의 지속가능한 미래 대응 관점에서 극지 연구 수행**

- (독일) '변화하는 지구-지속가능한 미래' 프로젝트의 일환으로 지구온난화가 해수온, 탄소, 빙하에 미치는 영향을 중점 수행
- (영국) '지구를 위한 극지연구'를 주제로 빙권, 해양-대기 상호작용, 고기후복원, 생태계, 우주 분야의 5개 주제로 남극 연구 수행

### **남극 관측의 중요성에 방점을 두고 빙상, 해양, 대기 관측 연구**

- (일본) '제10기 6개년 관측계획'을 수립하여 학술적, 사회적 수요에 대응하고 독창적, 선구적 연구 성과 창출을 위한 중장기 관측 강조
  - '과거와 현재 남극으로부터 찾는 미래 지구 환경'을 주제로 빙하시료 확보, 빙상-해빙-해양 통합 관측, 대기·우주 관측 중점 수행

◆ 남극조약 등 남극 관련 거버넌스의 주요 의제로 남극의 환경 변화와 생태계 보전, 지구 온난화 억제 등이 활발하게 논의중

## □ [ATCM] 기후변화와 인간활동이 남극에 미치는 환경변화 논의 강조

※ 남극조약협의당사국회의(Antarctic Treaty Consultative Meeting) : 남극조약 제9조에 따라 정보교환과 남극조약의 목표달성을 위한 조치 입안, 매년 개최(54개국 가입)

○ 기후변화가 남극환경에 미치는 영향과 인간 활동으로 인한 남극 환경 문제해결이 최근 주요 의제로 논의

- 특히, 융빙으로 나타나는 외래종 유입, 펭귄 등 주요종의 서식 환경 변화에 따른 생태계 변화 대응을 위한 환경보전 노력 필요성을 강조

○ 코로나-19의 남극 확산 방지와 지속적 과학활동을 위한 국제협력의 중요성과 남극 연구 데이터 공유 확대의 필요성을 강조

## □ [CCAMLR] 남극 환경과 해양생물자원 보존에 관한 논의

※ 남극해양생물자원보존위원회(Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) : 남극 해양생물의 보존 및 이용을 위해 출범('82년), 남극해양 생물과 생태계 조사 연구, 국제적 보호조치 설정 등의 역할 수행

○ 기후변화가 남극 해양생물자원에 미치는 영향에 대한 분석과 모니터링, 해양생물 보존을 위한 노력 등이 중점적으로 논의됨

\* 회원국(26개국)은 협약에 따라 남극 보존협약 수역에서 생물보호를 위한 보존조치에 따라서만 어획활동이 가능하고 생태계보호를 위한 모니터링을 위해 노력해야 함

○ 남극 보호구역 추가 확대 vs. 보호구역 내의 어업규제 이슈가 부각

- 미국, 유럽 등 19개 국가는 해양보호구역 확대를 지지, 중국과 러시아는 데이터 확보 필요성을 피력하며 추가 지정에 우려 표명

\* 우리나라는 미국, 유럽 등 19개국과 함께 '남극해양생물자원보존위원회(CCAMLR) 해양보호구역 지지국 장관급 회의'에서 남극 해양보호구역 확대지정 지지(21.9)

□ **[IPCC] 지구온난화 억제(1.5℃)를 목표로 `50년 탄소 중립 목표 설정**

- ※ 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change) : `88년 유엔환경계획에 따라 설립(195개국 참여), 기후변화 대응 정책 수립에 과학적 근거를 제공하기 위해 해수면, 기온 상승 등의 예측을 담은 보고서를 발표
- 2100년까지 평균온도 상승을 1.5℃로 억제할 필요성과 예측치를 제시하여 UN기후변화 협약 목표 설정\*에 과학적 근거를 제시
  - \* `30년까지 탄소 배출 45% 감소, `50년까지 탄소 중립 달성을 목표로 제시
  - 우리나라도 `30년까지 탄소 배출을 40% 감축한다는 목표를 설정하고 `2050 탄소 중립 전략(`20.12월) 수립
- 남극해는 주요 탄소 저장소이자 배출원이나, 예측에 필요한 남극해 탄소 관련 데이터가 부족한 실정으로 관련 과학연구 필요성 증대

□ **[SCAR] 남극에서 과학연구로 해결해야 할 7대 연구주제 제시**

- ※ 남극연구과학위원회(Scientific Committee on Antarctic Research) : `58년 설립된 민간 학술기구로, 남극 연구활동 계획 및 이슈를 제시하고 ATCM, IPCC 등에 과학적 자문 제공
- 향후 20년간 남극에서 해결해야 할 7대 주제 Horizon Scan(`14)을 제시하고 80개 세부 과학적 질의를 완성(`17)
  - \* 우리나라는 7대 주제 중 남극에서의 우주관측 연구를 제외한 6개 주제 연구 수행 중
- 또한, 남극 연구가 인류사회에 기여하는 주요 연구로 `해수면 상승, 단기 기후예측, 생태계 변화연구'를 설정·제시

< 남극연구과학위원회 제시 Horizon Scan 7대 주제 >

번호	7대 분야
1	남극 대기와 전 지구적 연관관계 (ANTARCTIC ATMOSPHERE AND GLOBAL CONNECTIONS)
2	따뜻해지는 지구에서의 남극해와 해빙 (SOUTHERN OCEAN AND SEA ICE IN A WARMING WORLD)
3	남극 빙하와 해수면 상승 (ANTARCTIC ICE SHEET AND SEA LEVEL)
4	남극 얼음아래 지각의 변동 규명 (DYNAMIC EARTH - PROBING BENEATH ANTARCTIC ICE)
5	극한 환경에서의 남극 생명 (ANTARCTIC LIFE ON THE PRECIPICE)
6	남극에서의 우주 관측 (NEAR-EARTH SPACE AND BEYOND - EYES ON THE SKY)
7	남극에서 인간 존재 (HUMAN PRESENCE IN ANTARCTICA)

◆ 독자적 내륙루트 개척, 신규 남극 맨틀 발견, 로스해 해양환경 보호 수행, 바이오 소재 실용화 등 **전략별 가시적 대표성과를 실현**

### □ 제3차 기본계획의 성과

#### ① (환경연구) 세계 학설에 변화를 주는 혁신적 연구성과 실현

- 우리 연구진이 남극 연구를 통해 창출한 성과로 세계 학계에서 통용되던 학설에 수정이 필요한 ‘학계 선도형 연구 성과’ 창출
- \* 빙붕안정도 평가의 새로운 기준 제시(17), 남극에서 신규 맨틀 발견(19), 빙붕 붕괴 과정에서 용빙수가 붕괴를 늦추는 새로운 역할 규명(22) 등

#### ② (실용화) 국민 삶의 문제 해결에 기여하는 극지바이오 성과 실현

- 극지생물자원을 활용하여 당뇨, 혈액 동결 보존 등 국민건강에 기여하고, 급격한 환경변화(추위, 가뭄)를 극복하는 내성(耐性) 작물 개발
- \* 혈액 장기 보존을 가능하게 하는 ‘혈액동결보존제’ 기술이전(18), 제2형 당뇨치료제 기술이전(19), 극지식물 유전자원을 활용해 추위와 가뭄에 강한 작물(벼) 개발(20)

#### ③ (내륙진출) 세계 7번째\* 남극 내륙 진출로 확보(계속, ~'23)

- 장보고기지에서 남극 내륙으로 향하는 우리나라의 독자적 내륙 진출로\*\*와 본격적인 내륙 연구를 위한 연구 후보지 탐사
- \* 현재 미국, 프랑스, 이탈리아, 러시아, 중국, 일본 6개국만이 남극 내륙 연구 가능
- \*\* 코로나-19 확산에 따른 현장 연구 제약으로 총 2,200km의 목표 중 '21/'22 남극 하계시즌 기준 1,740km 개척로 확보, '23년까지 2,200km 최종 확보 예정

#### ④ (지원기반) 안전하고 개방적인 인프라 운영 기반 구축

- IT 기술과 국내 의료 수준을 접목하여 세계 최고수준의 ‘원격의료 협진시스템’을 구축(19)하고 인프라 공동활용 체계 구축
- \* 세계 최고 수준(실시간 영상, 건강 데이터 송수신 가능) ‘원격의료협진시스템’ 구축(19), 극지활동 기반시설 공동활용위원회 설치·운영(21)

⑤ (거버넌스) 남극거버넌스 의제 주도형 국가로의 도약기반 확보

- 남극조약체계 및 환경 관련 의제 제안·해결 과정에 주도적으로 참여하여 의제주도형 국가로 도약하는 기반 마련

\* 남극조약 관련 사찰과 외래종 관련 의제 제시 및 논의 주도('16~), 남극해 해양 보호구역 생태계연구('17~), 남극연구과학위원회(SCAR) 아시아 최초 의장 배출('21)

□ 한계 및 개선사항

- (수립방향) 세계적 연구논문 등 성과가 있었으나, 이를 통한 국가 위상 강화 및 글로벌 현안의 과학적 기여 방안 제시 등은 아직 미흡

➔ 해결이 필요한 이슈를 先 제시하고 이를 해결하는 연구방향 및 남극 거버넌스 영향력 강화에 기여하는 성과 활용방안 제시 필요

- (수립환경) 기존 관측 장비와 폐쇄적 연구체계로는 코로나-19 확산 등 환경 변화에 대응하여 현장연구를 추진하는 데 한계 존재

\* 코로나-19로 인한 남극 입·출 제약으로 '20/'21 하계 활동이 축소 → 관측장비의 유지·관리 및 데이터 수집 등 지연 → 연구계획이 순연되는 등의 애로사항 발생

➔ 비접촉식 스마트 탐사기술을 개발하고 연구체계 개방을 통한 연구 수행자 간 협력을 활성화하여 외부 환경 변화 대응 강화 필요

- (미흡과제) 연구 인프라가 필요한 남극 내륙 연구, 극지환경 재현 실용화 센터 건립 등 일부 지연된 과제는 4차 계획에 반영하여 지속 추진 필요

< 제3차 기본계획 대표성과 및 미흡 과제 >

구분	대표성과	미흡 과제
[전략1] 남극 연구 지평확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신규 남극 맨틀 발견('19) 및 빙붕안정도 평가 신규 기준 제시('17)</li> <li>○ 독자적 남극 내륙루트 개척(1,740km)</li> <li>○ 혈액동결보존제, 치매치료제 등 극지 바이오 소재 개발('18~'19)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과거 100만년 기후 복원 (내륙 연구 기반 필요 → K루트 확보 후 추진)</li> <li>○ 극한지 환경 탐사, 장비·로봇·통신 기술 개발('21 착수)</li> </ul>
[전략2] 남극 연구 지원기반 선진화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세계 최고 수준 남극기지 원격의료 협진시스템 구축('19)</li> <li>○ 세종기지 노후 환경 개선('18)</li> <li>○ 극지 기반시설 공동활용체계 구축('21)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 극지환경 재현 실용화 협력센터 건립 (수도권정비위 심의 일정으로 지연 → '23 완공 예정)</li> </ul>
[전략3] 남극거버넌스 리더십 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제13차 남극지구과학 국제 심포지엄 국내 개최('19)</li> <li>○ '남극연구과학위원회' 의장 배출('20)</li> <li>○ 남극 특별보호구역 추가 지정 주도('21)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남극 협력센터 기반 국제 공동연구 개발 주도 (국제협력 대응 미흡 → 제4차 계획에 보완)</li> </ul>

## 참고 : 제3차 계획 성과 점검 및 제4차 계획과의 연계성

### □ 제3차 계획 미흡과제 및 대응방향

#### < 제3차 계획 미흡과제 내용 및 제4차 계획 연계 방안 >

구분	미흡과제	제4차 계획 연계 방안
[전략1] 남극 연구 지평확대	○ 과거 100만년 기후 복원을 위한 3,000m급 심부빙하 시추 * 200m급 천부빙하 시추를 통해 과거 2,000년 전 기후변화 기록 복원(21)	⇒ 선도국이 시추에 걸린 기간(5년)을 고려하여, 현실화된 목표를 설정(26년까지 3,000m급 시추 기술 개발) ⇒ 심부빙하 시추의 기반이 되는 내륙 연구 거점 설치를 목표로 반영
	○ 빙저호 시추기술 개발(2,500m) * 빙저호 시추 후보지 선정 및 규모 파악(20)	⇒ 제3차 연구기간 동안 확보한 실제 빙저호 시추 후보지 환경을 반영하여 목표치 수정(2,000m)
	○ 극한지 환경 탐사, 장비·로봇·통신 기술 개발 * 다부처 R&D(극한지 개발 및 탐사용 협동 이동체 시스템 기술 개발 사업) 착수(21)	⇒ 다부처 R&D 사업(21~)을 바탕으로 남극 내륙 '스마트 관측스테이션' 구축 과제로 반영
[전략2] 남극 연구 지원기반 선진화	○ 극지환경 재현 실용화 협력센터 건립 * 수도권정비위원회 심의 완료 및 실시설계 완성(21)	⇒ 사업 지연사유(수도권 정비위 심의)를 해소하여 '23년 완공하는 것으로 목표 설정
[전략3] 남극거버넌스 리더십 제고	○ 남극 협력센터 기반 국제공동연구 개발 * 칠레, 뉴질랜드 등 주요 협력국가와 협력약정 체결(18) 및 남극권 최대 국제공동연구(스웨이트빙하) 참여(19)	⇒ 쇄빙연구선 아라온호를 활용한 남극해 국제공동연구 사업 기획 과제로 반영
	○ 남극조약체제 현안 관련 국제조약, 정책연구 활성화 * 기지 운영 관련 법적현안(19), 남극 의료관련 법적 현안 연구(20) 수행	⇒ '국제기구 활동 자문위원회' 등 논의 활성화 기반을 마련하는 과제로 반영
	○ 남극 연구·정책 관련 정부, 연구기관, 전문가 정책협의회 구성·운영 * 극지관련 국제법(해양법) 전문가만 참여하는 학회(극지법 연구회) 운영(~21), 정부기관 포함 별도 협의체 부재	⇒ 국내외 남극 관련 활동 기관이 참여하는 교류·협력 종합플랫폼으로서 '서울 남극 포럼'을 창립하는 과제로 반영

○ (미흡원인) 감염병(COVID-19) 확산에 따른 현장연구 축소, 국제협력 제약 등으로 인해 일부 과제는 기간 내 목표 달성에 한계

○ (대응방향) 변화된 정책여건\*을 고려하여 미흡 사유를 치유하고, 제4차 계획 기간 내에 달성할 수 있도록 현실적인 목표를 설정

\* 감염병 위기의 단계적 감소에 따라 남극 현장 연구 정상 추진 가능

- 목표 달성을 위해 제3차 계획의 성과를 활용\*하고 추진체계를 정비\*\*하는 등 구체화된 전략 수립

\* 빙저호 시추 후보지 확보 등 / \*\* 국제기구 활동 자문위원회, 남극포럼 구성 등

## □ 국내 극지활동 수준 진단

- (연구) 극지연구 주요국·기관 성과 수준 분석 결과 국가 순위 세계 19위, 극지연구소는 35위 수준(논문 수 기준, 총 41개국, 53개 기관)
  - ➔ 논문 수는 지속 증가 추세이나, 우수논문(인용영향력 상위 10%)에 속하는 논문 비중은 미국, 영국, 독일 등에 비해 낮아 **질적 성과 강화 필요**
  - \* 국가별 극지 논문 중 우수논문(상위 10% 이상) 비중: 독일 19%, 미국·영국·호주 18%, 일본 13%, 중국 11%, 한국 9% 수준(한국과학기술정보연구원, '21.8)
- (기술격차) 최고선도국(美) 대비 극지과학연구(해양, 생명, 지질, 대기, 빙하)는 70%(6년)\*, 극한공간 인프라 기술은 75%(4.8년)\*\* 수준
  - \* 2020년 해양수산 과학기술 수준평가 연구(해양수산과학기술진흥원, '21.5)
  - \*\* 2020년 기술수준평가(한국과학기술기획평가원, '21.4)
- 바이오, 환경·생태, 남극 첨단 탐사(무인, IoT기술) 분야는 상대적으로 경쟁력을 갖춘 것으로 분석(선도국 대비 60~80%)되나,
- 기후변화, 해수면 상승 등 글로벌 현안 해결에 기여 할 수 있는 분야는 선도국 대비 20~60%로 추격자 또는 후발단계로 평가

연구분야	선도국	선도국 대비 우리나라 기술수준
빙하연구 (해수면상승)	미국, 독일(빙상 동역학 기반 전지구 해수면 변동 예측, 남극-열대 원격 상관)	20~25%
극지해양	미국(남극 탄소시스템 변동 예측)	50%
극지대기·기후	미국(수치모델 기반 극한 기상 재현 및 예측)	50%
	영국(기후모델링을 통한 고기후 재현 미래 변화 예측)	50%
환경·생태계	뉴질랜드(로스해 해양보호구역 장기생태 연구 및 모니터링)	60%

- ➔ 기술 수준 격차는 감소 추세(극지과학 4%, 극한공간 6% 감소\*)이나, 선도국 도약을 위해 **분야별 돌파 전략이 필요한 상황**

\* 극지과학('16년 : 67.4% ⇒ '20년 : 70%) / 극한공간('18년 : 71% ⇒ '20년 : 75%)

- (인프라) 우리나라는 남극에서 2개 이상 상주기지를 운영하는 8개국 중 하나이며, 남극에서 가장 최신의 과학기지\*를 운영 중

\* 남극 장보고 과학기지는 연중 상시 운영 기지 중 가장 최근에 건립(14)

➔ 다만, 극한지 환경 특성상 기지 주변부에서만 연구를 수행 중으로, 내륙 연구를 지원할 수 있는 기반시설\*을 구축할 필요

\* 미국, 프랑스, 이탈리아, 러시아, 중국, 일본 6개국만이 남극 내륙 기지 운영 중

## □ 핵심 이슈 도출 및 이슈별 진단

- (핵심이슈) 연구환경, 글로벌 동향, 기존 계획 등을 검토하여 ①핵심 연구 인프라 확보, ②연구역량 강화, ③남극 거버넌스 등 3대 이슈 도출
  - (핵심 연구 인프라) 인류 공간 확장을 위한 탐사와 생존을 위한 공간으로서 내륙 연구 수행과 지원이 가능한 내륙 연구 거점 확보
  - (연구역량 강화) 남극 연구의 핵심 이슈인 기후변화 관측과 미래 예측, 지속가능한 지구를 위한 환경 보전을 위한 연구 역량 강화
  - (남극 거버넌스) 과학연구 성과를 바탕으로 남극조약 등 국제협력 이슈를 주도하여 남극 거버넌스 영향력 확대
- (이슈별 진단) 3대 핵심 이슈를 기준으로 분석 시 도전적 목표로 5년 이내 '10대 선도국 그룹' 진입 가능

< 3대 핵심 이슈별 주요 선도국 및 우리나라 수준 진단 >

	핵심 연구 인프라 확보	남극 연구 역량 강화	남극 거버넌스
선도국	남극 해안에서 500km 이상 떨어진 내륙지역 기지 보유국 → 미국, 중국, 러시아, 일본, 프랑스, 이탈리아	남극 연구성과(논문) 창출 선도국 → 미국, 영국, 독일, 러시아, 프랑스, 중국, 호주, 일본, 이탈리아, 뉴질랜드	남극 연구 국제협력망지수 상위 5개국 → 영국, 독일, 프랑스, 호주, 미국
우리나라	남극 내륙 진출로 1,740km 확보	논문성과 기준 19위	상대적으로 주변부에 위치 (262개 기관 중 65위)

## 참고 1 : 남극 연구 선도 10개국 도출 근거

### □ 남극 내륙 인프라 선도국

- 남극에서 기지를 운영하는 20개국 41개 상설기지 중 해안에서 500km 이상 떨어진 내륙 기지를 운영하는 국가는 총 6개국 5개 기지에 불과
- ➔ 남극 내륙 연구 수행과 보급 등 국가적 남극 역량이 총 집결되어야 하며 내륙 기지와 연구 수행을 통해서만 선도국 위상 확보 가능

내륙기지 보유 국가	미국(1957년), 러시아(1957년), 일본(1995년), 프랑스/이탈리아(1997년), 중국(2009년)
---------------	-----------------------------------------------------------------

### □ 남극 연구 성과(논문) 창출 선도국

- 남극 연구 논문수 기준 우리나라(19위)보다 상위 국가 중 남극에 상설기지를 설치·운영하여 남극 연구를 지속 추진하는 선도국
- ➔ 남극은 과학 연구를 통해서만 입지 확보가 가능하여, 이슈를 도출하고 거버넌스를 주도하기 위해서는 연구 성과가 필수적

연구성과 상위 국가	미국(1위), <b>영국(2위), 독일(3위)</b> , 러시아(6위), 프랑스(7위), 중국(8위), <b>호주(9위)</b> , 일본(10위), 이탈리아(13위), <b>뉴질랜드(18위)</b>
---------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### □ 국제협력 선도국

- 얼마나 많은 국가(기관)와 협력관계를 맺고 있는지 산출한 '남극 연구 국제협력망 지수' 기준 상위 5개국 도출(우리나라 30위)
- ➔ 남극은 거대 과학 연구가 수행되는 대륙이므로 개별적으로 연구를 수행하고 지원하는 데에 한계가 있어 국제협력 관계가 중요

국제협력망 상위국가	영국(1위), 독일(2위), 프랑스(3위), 호주(4위), 미국(5위)
---------------	-----------------------------------------

①내륙 연구 인프라(내륙기지 보유), ②연구 성과(논문수), ③국제협력관계(국제협력망 지수)를 기준으로 미국, 영국, 독일, 러시아, 프랑스, 이탈리아, 중국, 일본, 뉴질랜드, 호주가 상위 10개국으로 도출

**참고 2 : 연구분야별 수준 진단 및 경쟁력 강화 방향**

연구분야	선도국	선도국 강세분야	선도국 대비 수준	선도국과 차별화를 통한 기술 선점 및 연구 선도 방향	
빙하연구 (해수면상승)	미국 독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>빙상동역학 기반 전지구 해수면 변동 예측</li> <li>남극-열대 원격상관</li> </ul>	20~25%	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극발 한반도 극한 해수면 현상 예측 등 기후재난 예측 강화</li> <li>남극 육해상 현장관측기반 빙권변동 실시간 모니터링 기술</li> </ul>	
극지해양	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극 탄소시스템 변동 예측</li> </ul>	50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극 가을~겨울~봄철 선도적 관측 데이터 확보로 탄소흡수 분야 주도</li> </ul>	
극지 탐사 (내륙 연구)	내륙 진출	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극점 기지 운영</li> <li>1,600km 육상, 항공 보급로 운영</li> </ul>	33%	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,200km 내륙 진출로 외 3대 내륙 연구 거점 동시 개척</li> <li>남극내륙 항공루트 운영을 통한 입체적 지원체계 구축</li> </ul>
	빙저 지형	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>항공기 활용 빙권 광역 관측</li> </ul>	80%	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계 최초 수직 이착륙기 무인탐사기 개발</li> <li>4,000m급 빙하 투과 레이더 개발 및 빙저지형도 작성</li> </ul>
	무인 탐사	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>무인 로봇 기술 활용 극한지 빙하, 지형 탐사</li> </ul>	65%	<ul style="list-style-type: none"> <li>내륙 무인 관측장비를 연결하는 스마트관측스테이션 구축</li> <li>아시아 최초 극한지 환경정보 시스템 구축</li> </ul>
	심부 빙하	EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>3,000m 심부빙하 시추 기술</li> </ul>	15%	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계동급(3,000m) 시추 기술 개발 및 100만년 기후 복원</li> </ul>
	빙저호	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>빙저호탐사(1,000m)</li> <li>빙저호 환경·생태연구</li> </ul>	5%	<ul style="list-style-type: none"> <li>빙저호 채취 시료를 활용한 단일세포 유전체 생태진화 연구</li> </ul>
		영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,000m 비밀군 시추 기술</li> </ul>	미개척 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계최초 2,000m 청정 열수 시추 기술 개발</li> </ul>
천문 우주	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극내륙 천문/우주환경 관측</li> </ul>	30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>내륙 천문/우주 무인 관측을 통한 우주환경-기후변화 관계 규명</li> </ul>	
극지대기/기후	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>수치모델 기반 극한 기상 재현 및 예측</li> </ul>	50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극 지역에 최적화된 수치모델 개발로 남극 기상/기후 예측 선도</li> </ul>	
	영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후모델링을 통한 고기후 재현 미래 변화 예측</li> </ul>	50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>대기-해양-빙상 통합모델 기반 전지구 기후 변화의 남극 영향 및 상관관계 규명 선도</li> </ul>	
극지 생명과학	바이오	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>극지/해양 생물 다양성 조사 및 생태연구 선도</li> </ul>	70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>빅데이터 기반 극지/해양생물 유전정보 해석 기술 확보</li> <li>신규 생물자원 탐사 및 확보(북극 공해/심해)</li> </ul>
	환경·생태계	뉴질랜드	<ul style="list-style-type: none"> <li>로스해 해양보호 구역 장기생태 연구 및 모니터링</li> </ul>	60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>로스해 북극로 생태모니터링 지역 확대 및 미답해역 크릴 연구 수역 조사</li> </ul>
		SCAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>남극 취약생태계 모니터링</li> </ul>	미개척 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>딥러닝 기반 시계열 데이터 분석을 통한 남극 생물 및 군집변화 예측시스템 개발</li> </ul>
극지지질/지구물리	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>해저면 탐사 및 맨틀 세계 최고 수준 관측 역량</li> </ul>	30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>세계최초로 우리나라가 발견한 맨틀 규모 파악 및 질란디아-남극 맨틀과 남극 환경 상호관계 규명</li> </ul>	

## IV 비전 및 목표

### 1 남극 연구활동 중장기 방향

#### □ 기본 방향

< 글로벌 현안 해결과 미래 이슈를 주도하는 남극 연구 선도국 도약 >

남극 연구 선도국 추격형 연구	선도국형 중장기 미래 현안 해결형 연구
분야별 단기적 목적달성 중심의 남극 연구	▶ 미래 이슈 개척과 한국형 남극 연구 모델 제시
기존 이슈에 대한 현상 규명형 연구	▶ 글로벌 현안에 기여하는 목적지향형 연구
참여·기여 중심 거버넌스체계 존중형 국가	▶ 과학적 리더십 기반 거버넌스 주도 국가

#### □ 중장기 추진전략

구분	제1차~2차 (07~16)	제3차 (17~21)	제4차 (22~26)	제5차 이후 (27~)
정의	역량 축적기	도약기	선도국 진입기	남극 연구 주도기
주요방향	남극 연구인프라 등 기반 확보 중심	본격적 남극 연구를 위한 연구중심의 미래 방향 설정	한국형 모델 구축, 현안 해결 연구 강화, 개방·협력 활성화, 국제협력 강화 등 체질 개선, 전략 전환	남극 내륙기지 확보, 학설주도형 연구, 글로벌 이슈 주도
대표성과 (예상성과)	장보고기지, 쇄빙연구선 등 인프라 기반 확보	내륙진출로 확보, 환경보호, 개방 등 핵심 이슈 발굴	본격적 내륙 연구, 남극 연구 협력플랫폼, 글로벌 리더십 확보	내륙기지와 지원체계, 한국 주도 남극 국제공동연구 착수

- (역량축적·도약기) 인프라 확보 후 세계적 성과를 일부 실현했으나, 성과 기반의 남극활동 방향성 제시와 거버넌스 주도는 미약

◆ (4차계획 목표) '①핵심 연구 인프라 확보' 및 '②남극 연구 역량 강화'를 두 축으로 '④남극 거버넌스에서의 입지를 확대'하는 '2+1' 전략 추진 ⇨ 남극 연구 10대 선도국\* 그룹 진입

\* 내륙기지 보유, 연구 성과, 국제 네트워크 등을 기준으로 現 10대 선도국 : 미국, 중국, 러시아, 일본, 프랑스, 이탈리아, 독일, 영국, 호주, 뉴질랜드

- (주도기, '27~) 우리나라 관측자료와 연구성과를 바탕으로 학설을 논의하고, 남극 국제공동연구를 주도하며, 거버넌스 이슈 리더국가로 도약

## 2

## 비전 및 전략

### 비전

남극 연구 10대 선도국 그룹 진입

### 목표

남극 연구 역량을 강화하여 현안 해결에 기여하는  
남극 거버넌스 선도 국가 도약

### 2+1 추진 전략

차세대 이슈 주도를 위한  
핵심 연구 인프라 확보

현안 해결에 기여하는  
남극 연구 역량 강화

남극 거버넌스 입지 확대

### 세부 추진 과제

핵심 연구  
인프라 확보

- ① 남극 내륙 연구 3대 거점 확보
- ② 내륙탐사 지원기반 고도화
- ③ 국내 남극 협력 연구 활성화 여건 조성

남극 연구  
역량 강화

- ① 미래 기후변화 대응 연구 강화
- ② 종합적 남극 환경·생태 연구 역량 확충
- ③ 남극 특성화 응용 기술 개발

남극 거버넌스  
입지 확대

- ① 국제협력 이슈 주도
- ② 인재 양성과 국민 인식 증진

## [전략1] 남극 차세대 이슈 주도를 위한 핵심 연구 인프라 확보

## &lt; 내륙 연구의 필요성 및 중요성 &gt;

## □ 필요성

▶ 남극의 차세대 이슈를 주도하기 위해서는 내륙에서만 수행 가능하여 다른 국가들이 도전하기 어려운 이슈를 선점하는 것이 필요

- 현재 남극 기지 보유국은 29개(84개 기지, 20개국은 41개 상설기지)이나, 내륙 기지를 보유하고 있는 6개(5개 기지) 국가만이 내륙 연구를 수행할 수 있음
- 내륙 기지를 보유한 선도국들은 내륙에서만 수행 가능한 기후변화 연구\*와 천문 우주관측 연구\*\*에 투자를 확대하여 주도권을 강화하는 추세

\* 남극 내륙에서만 확보할 수 있는 3,000m급 심부빙하 시료 분석을 수행하여 과거 100만년 전 기후 복원을 통한 남극 내륙 유망 연구 분야 선점 필요

\*\* 최적의 천문관측 환경조건을 가진 남극 내륙에 독자적인 관측소 구축 필요

## □ 중요성

▶ 내륙 연구는 연구수행과 보급 등 국가적 남극 활동 역량이 총 집결되어야 가능하여 내륙기지 보유와 내륙 연구 수행은 남극 연구 선도국가의 상징적 지표로서 의미를 가짐

- 심부빙하 시추, 극한 환경에서의 관측 등은 국제적으로도 달성하기 어려운 고난도 기술로서 이러한 기술개발 및 인프라 구축은 남극 과학 연구의 경쟁력과 직결됨

## 1-1. 남극 내륙 연구 3대 거점 확보

## 목표 및 추진배경

## □ 목표

- ◆ 세계 7대 남극 내륙 연구국가 도약 및 3대 내륙 연구 거점 개척
- ◆ 3대 거점 기반, 미개척 내륙 연구 분야 세계 최고수준 기술 개발

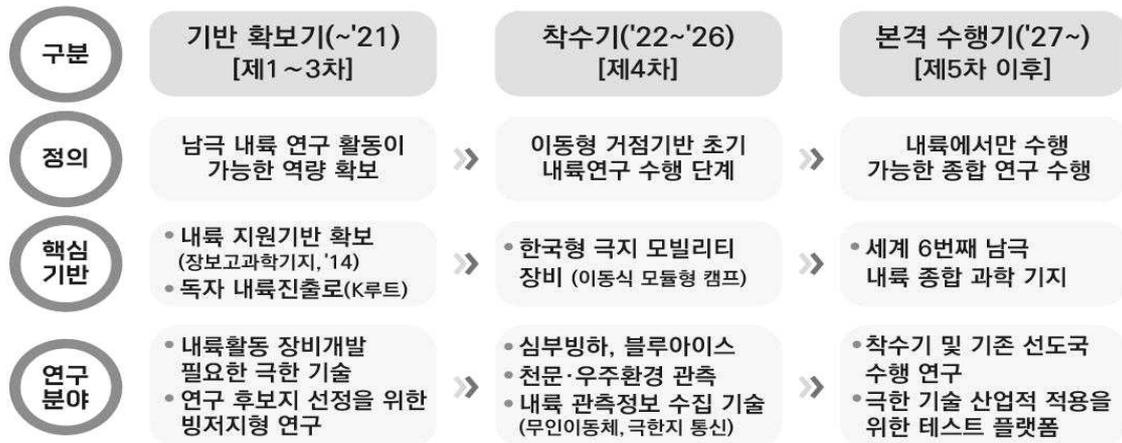
## □ 추진배경

- 과거 기후 복원(심부빙하, 블루아이스 등), 천문·우주 관측 등 남극 내륙에서만 수행할 수 있는 미개척 연구 분야의 발굴 및 추진 필요

\* 남극 내륙 연구는 내륙 기지와 축적된 내륙 물류 경험을 바탕으로 현재 6개 선도국(미국, 프랑스, 이탈리아, 러시아, 중국, 일본)만이 수행 가능한 영역

- 내륙 연구 수요에 탄력적으로 대응하기 위해 이동식 모듈형 연구캠프를 기반으로 내륙 연구 핵심거점 확보와 기술개발 필요

우리나라 남극 내륙 연구 추진 로드맵



[제4차] 우리나라 독자적 극지 모빌리티 기반 개방형(open), 연결형(connected), 복합형(multi-use) '한국형 내륙 연구 모델' 구축

◆ [참고] 남극 내륙기지(제3기지) 확보 계획

- (현황진단) 세종('88년), 장보고('14년) 기지를 보유하여 상대적으로 최신 인프라를 확보하고 있으나, 2곳 모두 해안가에 위치하여 내륙 연구 지원은 어려움
  - 제4차 계획을 통해 내륙진출로 개척 완료, 내륙 연구 후보지 선정 필요
- (제4차 계획) '한국형 내륙 연구 3대 거점'을 확보하고 내륙 연구 및 보급 지원 경험을 축적하여 기지 구축 기반을 마련
- (제5차 계획) 제4차 계획 성과를 바탕으로 제5차 계획에서는 내륙기지를 구축
  - \* 내륙기지 건설과 보급망 구축에 약 1,500억원이 소요될 것으로 예상 (장보고기지 건설 1,047억원('14년) / 내륙보급로를 갖춘 러시아 보스톡기지 현대화 1,385억원('20~'24년))

⇒ 내륙기지 구축의 기대효과

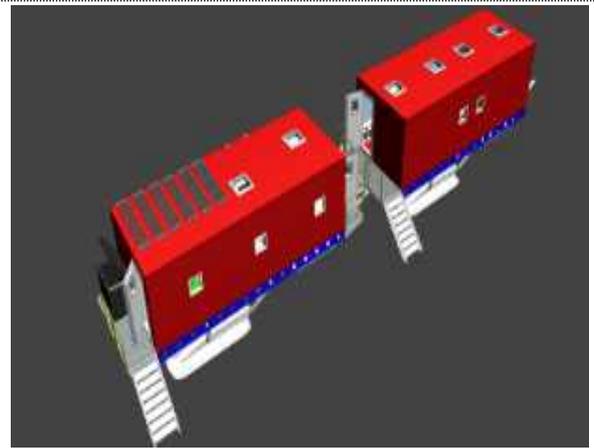
- ▶ 남극 연구의 **지리적 범위**(해안 및 기지 주변→남극 내륙)를 **확대**하여 연구의 **내용 및 방법 등 전반적인 체계를 혁신**
  - \* 해안 및 기지 주변 **관측 중심 연구** ⇒ 무인항공기, 첨단 시추기술, 공간 정보 구현 등 탐사 **기술 기반형 연구**
- ▶ 독자적인 남극 내륙 연구 수행을 통해 선도국 의존형·추격형 연구에서 우리나라 주도 현안 연구 수행 기반 확보
  - \* (기존) 기후변화, 환경변화 관측 및 대응 연구 ⇒ (확대) 남극 환경 특성을 활용한 극한 응용 기술 (고단열 방한기술, 극한지 무인이동체·통신기술, 극한지 건설 및 원격제어 기술 등)

## 주요 추진 내용

- [거점확보] 극지 모빌리티(이동식) 기반 한국형 내륙 연구 3대 거점 구축
  - K-루트 개척 과정에서 확보한 모빌리티 장비(이동식 모듈형 캠프) 개발 기술을 활용하여 연구수요에 탄력적으로 대응 가능한 연구거점 구축
  - 기지 주변에 한정된 기존 연구방식에서 탈피하여 3대 분야별(①심부빙하, ②블루아이스, ③천문·우주 관측) 연구 최적지에 거점을 마련



[우리나라 남극 내륙진출로 및 연구후보지]



[이동식 모듈형 내륙 연구 캠프]

- [기술선도] 3대 거점 기반, 미개척 분야 세계 최고수준 기술 개발

### < 남극 내륙연구 3대 연구 거점 >

▶ 3대 연구거점 기반 미답연구 기술수준 혁신을 통한 내륙 연구 'BIG 7 국가 도약'

심부빙하	블루아이스	천문·우주 관측
세계 최고 수준 시추 기술 개발 (3,000m, 100만년 기후 복원)	과거(30만년) 온실기체 농도 복원	우주환경-기후변화 관계 규명 (오로라 관측 세계최고 수준 달성)
		
1,000m 깊이 이상의 빙하로, 과거 기후를 구성하는 물질을 추출하여 분석·복원	빙하가 이동하면서 산맥과 같은 지형학적인 장애물을 만나 하부의 빙하가 표면으로 솟아오르면서 생성	남극내륙은 고도가 높고(평균 3,000m) 대기 수분과 오염 물질, 관측방해요소가 적은 최적의 천문·우주 관측지역
⇒ 과거 기후변화와 미래 변화 예측 비교·분석을 통한 예측 정확도 제고	⇒ 대규모 시추작업 없이도 과거 온실가스 농도를 복원 가능	⇒ 천문·우주환경 관측역량 도약과 극지기술·우주산업 융합 기반 마련

- (심부빙하) 3,000m급 빙하 시추(세계 최장 시료) 기술 개발을 통해 100만 년 전 기후를 복원하여 미래 기후변화 예측 정확도 제고에 활용
  - \* 현재 기후예측 정확도 수준은 약 66%로, 빙하시료 분석을 통해 과거 기후 변화 패턴(세계 최고 수준 : 과거 83만년)과 비교·분석하여 예측도 검증 및 제고 필요
- (블루아이스/빙저호) 블루아이스 시추를 통해 과거 온실가스 농도를 복원하고 빙저호 멸균시추를 통해 청정 시료 확보 추진
  - 2,000m급 빙저호\* 멸균시추\*\*를 통해 고립 환경에서의 생태계 진화 및 미지생명체 연구를 추진
    - \* 빙하 아래 존재하는 호수로, 암흑, 저영양, 고압상태의 수백~수천만년 동안 고립 환경에서도 생존한 미생물이 존재
    - \*\* 오염 가능성이 있는 기계식 시추가 아닌, 뜨거운 물로 얼음을 녹여 멸균상태로 시추
- (천문·우주) 내륙 연구거점에서의 원격자동관측을 통해 선도국 수준의 관측역량을 확보하고 극지기술-우주산업 융합 기반 마련
  - 극한지 이동식 천체관측 모듈 개발, 천체망원경/자동관측 시스템 운영을 통해 우주환경 관측 영역 확대(장보고기지→내륙 지자기 남극점)

### 단계별 연구 로드맵

구분	세계최고 수준	기존 성과(제1~3차)	제4차 계획 연구목표
내륙 연구	(美) 남극점 내륙기지 운영, 내륙보급망 운영 (육상 1,600km, 항공)	독자적 남극내륙진출로 (K-루트) 1,740km, 연구 후보지 개척 (3곳)	한국형 연구 모델 구축 (2,200km 내륙진출로 확장, 이동식 모듈형 캠프)
심부빙하	(EU) 83만년 빙하코어 (3000m 급) 기후변화 기록복원	2,000년 빙하코어 (200m) 기후변화 고해상도 기록복원	100만년 기후변화기록 복원을 위한 3,000m 급 심부빙하 시추기술개발
블루아이스	(美) 80~200만년 전 온실기체 농도자료 3개 복원	블루아이스 이용 과거 온실가스 농도 및 연령측정 기술 확보	30만년 전 온실기체 농도자료 10개 복원
빙저호	(美) 1,000m 열수 시추	빙저호 시추 후보지 선정 및 규모 파악	세계 최초 2,000m 청정 열수 시추 기술 개발
천문우주	(美) 직경 10m 천체 망원경 및 5개 우주기상 자동 관측장비 운영 중	1개 우주기상 자동관측장비 시험운영 중	천체 망원경(직경1m) 및 3개 우주기상 자동 관측장비 운영

## 1-2. 내륙 탐사 지원기반 고도화

### 목표 및 추진배경

#### □ 목표

◆ 스마트 무인 관측체계 구축 및 디지털 공간 정보 구현

#### □ 추진배경

- 진출로를 개척하는 평면형 연구에서, 천문·우주환경과 빙하 중심의 입체형 연구로, 연구거점 커넥티드(Connected)형 연구로 전환 필요

### 주요 추진 내용

#### □ [입체지도화] 독자적 남극 지형/공간 정보 수집 및 구현 기술 개발

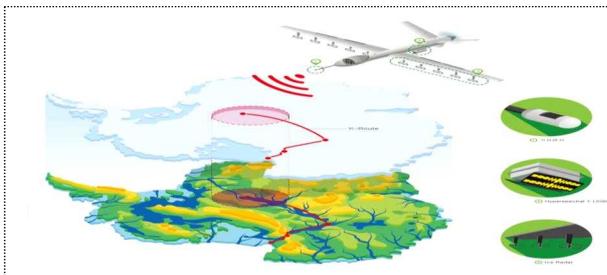
- 내륙 연구 지원을 위해 4,000m 두께 빙저지형 탐사시스템을 활용한 빙저지형도('25)와 남극 전역 영상지도\* 및 해저지형도\*\*('26) 제작

\* 해외 위성 / 일부 주요 연구지역(대축척) → 국토 위성(21.3) / 남극 전역(소축척)

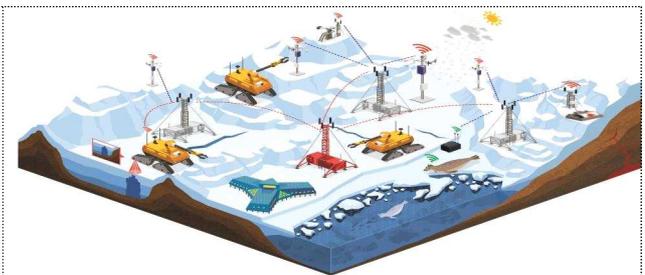
\*\* 남극과학기지 주변 해저, 수로 조사를 통해 「극지항해안전(해양조사원)」 입체공간정보 범위 확대

#### □ [스마트탐사] 스마트 관측 스테이션 구축을 통한 안정적 관측자료 수집

- 사물인터넷(IoT) 및 무인이동체 기술을 활용한 스마트 관측 스테이션을 설치('25)하여 '극한지 환경정보 빅데이터 시스템' 구축('26)



< 빙저지형 항공 탐사 시스템 >



< 무인이동체, IoT 기술 활용 스마트 관측 체계 >

### 단계별 로드맵

구분	세계최고 수준	기존 성과(제1~3차)	제4차 계획 목표
빙저지형탐사	(美) 광역 빙권 관측 항공기	빙하 레이더 개발 착수	무인항공 4,000m 두께 탐사 빙하레이더
무인극지탐사	(美) 극한지 빙하 지형 및 환경 탐사 로봇 기술 확보	- 4차 계획 첫 반영	스마트 관측스테이션 구축, 극한지 환경정보시스템

## 1-3. 국내 남극 협력 연구 활성화 여건 조성

### 목표 및 추진 배경

#### □ 목표

- ◆ 극지활동 기반시설 공동활용 체계 운영확대(공동활용률 현 6%⇒30% 확대)
- ◆ 남극환경, 시료 접근성 제약 해소를 위한 산·학·연 협력센터 건립
- ◆ 극지 데이터 통합관리 및 개방을 위한 극지통합정보시스템 구축

#### □ 추진 배경

- 극지활동 기반시설 공동활용위원회('21.4) 등의 수행체계를 활용해 민간 연구수요 등에 대응을 확대할 필요
- 남극 연구에서 확보한 관측데이터의 통합된 관리와 일원화된 제공을 위해서는 체계적이고 표준화된 플랫폼 구축 필요

### 주요 추진 내용

#### □ (쇄빙연구선) 연구 인프라 개방을 통한 남극 연구 수행 주체 다변화

- 차세대 쇄빙연구선 건조('26)에 따라 기존의 아라온호는 남극 연구에 특화 운영\*하여 민간에서 참여할 수 있는 공모 과제를 확대

\* 아라온호 남극 연구일수 증가(50→120일)를 통해 공동활용률 現 6% → 30%\*\* 확대 추진

\*\* 산출기준 : 극지연구소 과제 외부 위탁연구 수행 등을 포함하여 실질적 공동활용률 산출

#### □ (실용화센터) 남극과 동일한 환경의 국내 연구 플랫폼 구축

- 남극과 동일한 환경에서 극지유래 바이오 소재 등을 연구·실험할 수 있는 산업화 지원시설\*을 구축하여 공동활용하도록 지원

\* 극지환경 재현 실용화센터 건립(총 195억원, '19~'23, 인천 소재)

→ 극지 특수시료(약 10만점), 극저온 연구·실험 공간 등 제공('24~)

<실용화 센터 조감도 및 사업부지>



□ [정보시스템] 극지 데이터의 통합 수집·관리·제공 시스템 구축

- 극지 빅데이터의 축적과 수요자 맞춤형 데이터 활용을 위해 일원화된 수집·관리가 가능한 ‘극지통합정보시스템\*’ 구축(‘26)

\* 연구성과, 관측 정보 등 기관별로 산재되어 있는 극지 정보를 통합한 DB 및 산·학·연, 일반 국민 등 수요자별 필요에 따른 정보 분석-가공-공유 시스템 구축 / ‘22~’25

<극지통합정보시스템 개념도>



<연차별 추진 계획(안)>

1년차(‘22년)	2년차(‘23년)	3년차(‘24년)	4년차(‘25년)
정보화전략계획(ISP) 수립	정보 연계 DB 구축 및 통합	시스템 확장 및 공유시스템 구축	시스템 안정화 및 서비스 오픈

## [전략2] 현안 해결형 남극 연구 역량 강화

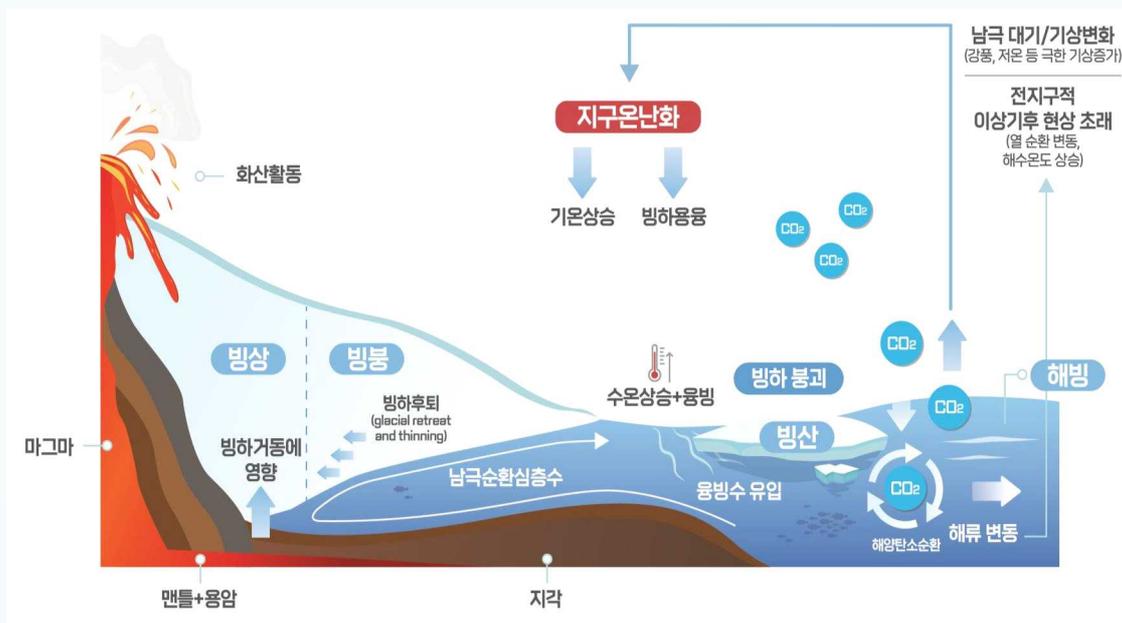
### < 현안 해결형 연구 역량 강화 필요성 및 기대효과 >

#### □ 필요성

- ▶ 남극은 남극조약에 따라 '과학연구'를 통해서만 국가 영향력 확보가 가능하며, 최근 남극에서 가장 주목받는 연구 주제는 '기후변화'와 '환경·생태보전'

\* '남극연구과학위원회(SCAR)'는 인류사회에 기여하는 남극 연구로 '기후변화 예측, 해수면 상승, 남극해 보전'을 제시(21)

- ▶ (기후변화) 남극은 해양, 빙하, 대기 등 다양한 요소가 작용하며 온난화 영향을 가장 빨리 받는 동시에 전 지구적 변화를 초래 → 기후변화 대응을 위한 연구 강화 필요
- ▶ (환경·생태) 남극환경은 기후변화 영향을 가장 빠르게 받고 있어, 환경보전 노력과 더불어 생태계 변화에 대한 적응과정을 연구하여 미래 생태계 변화상 예측 필요



[남극 환경요소별 변화 초래 모식도]

#### □ 기대효과

- ▶ 우리 연구 자료가 IPCC 등의 보고서 산출에 기여하고, 해수면 상승 예측 등 전 지구적 환경변화 대응에 책임 의무를 수행하는 선도국으로 도약
- ▶ 남극 연구 성과를 바탕으로 남극 거버넌스에서 이슈를 발굴하여 제시하는 '이슈 선도 국가'가 될 수 있도록 성과 실현형 과학 연구 기반을 구축

## 2-1. 미래 기후변화 대응 연구 강화

### 목표 및 추진배경

#### □ 목표

- ◆ 남극의 환경변화가 초래하는 글로벌 기후변화 예측을 위한 모델 개발 등 남극 최신 이슈를 선도할 수 있는 연구 성과 창출

#### □ 추진배경

- 남극에서 일어나는 빙권-해양-대기 간 지구순환 과정에 대한 관측은 정확한 기후변화 원인 규명과 미래 예측을 위한 필수 자료임
  - \* 빙상 용융은 직접적 해수면 상승을 초래하고, 남극순환류 속도 증가는 열 에너지와 영양소 이동을 변화시켜 전 세계 기상패턴 변화 유발
  - \*\* 남극순환류 : 따뜻한 아열대 해양과 차가운 남극 지방 해양을 분리하는 역할
- 쇄빙연구선, 남극과학기지를 활용한 관측 역량을 바탕으로 남극발 환경변화 연구를 선도하여, 기후변화 이슈 해결에 기여할 필요

### 주요 추진 내용

#### □ [과거 복원] 빙하/퇴적물 시료를 활용한 과거 기후변화 정보 생산

- 서남극 빙하 시료를 활용하여 과거 2000년\* 동안의 해안지역 기후·환경 변화를 복원하여 인간활동에 의한 온난화 영향 진단(25)
  - \* 인간 활동에 의한 기후/환경 변화 평가 시 중요한 본격적인 온난화 전/후를 포함하는 기간
- 국제공동 빙하퇴적물 시추 프로그램(미국, 유럽, 일본 등)에 참여하여 서남극, 로스해 등의 시료 확보 및 과거 온난기\*(300만년 전) 환경 복원
  - \* 300만년 전에는 현재보다 평균 기온이 2~4도 높아 2100년경 예상 온도와 유사 환경으로 퇴적물 시료를 통해 과거 빙상의 움직임과 해양순환 환경 복원 필요

□ [현상 이해] 남극 해양, 대기가 기후변화에 미치는 영향 규명

- 분석 대상 기후 요소를 확대(CO<sub>2</sub>, 오존농도 등 → 에어로졸\*, 오로라 포함) 하여 남극 기후변동과의 상관관계를 밝히고 기후변동 예측력을 제고
  - \* 공기중에 부유하는 작은 고체·액체 입자로 햇빛을 흡수·반사하며 지구 기후에 영향
- 남극의 극한 기상과 기후변화가 전 지구적 기후변화에 미치는 영향을 분석한 남극 기후변화 영향 분포도(모식도) 산출(‘25)
  - \* 남극 용빙수의 남극해 유입이 동아시아 지역 기온 상승에 영향을 미치는 규명(‘20.11)

□ [재해 예측] 해수면 상승, 지질 재해 등 예측력 강화

- 남극 주요 빙하(스웨이츠 빙하 등) 용융의 원인을 규명하여 2100년 까지의 지구 및 한반도 주변 해수면 상승 예측 시나리오 제시(‘26)
  - \* 한국, 미국, 캐나다, 뉴질랜드 등 6개국 9개 기관 참여 ‘남극 빙권감시 관측망’(16~)
  - 국내 해수면 예측 관련 기관\*과 협업체계를 구축하여 미래 우리나라 연안 재해 위험도 평가 자료 확보(‘26)
    - \* 한국환경연구원, 국토연구원, 국립해양조사원 등 해양 및 국토, 환경 관련 연구기관
- 지체 구조 연구\*를 바탕으로 미래 지질 재해 예측기술 개발(‘25)
  - \* 남극맨틀의 분포 확인, 3차원 속도·온도·점성도 모델 구축, 과거 지질화산 활동 복원 등

**단계별 연구 로드맵**

구분		세계최고 수준	기존 성과(제1~3차)	제4차 계획 연구목표
과거 복원	빙하 퇴적물	(美) 세계 최고 빙하 퇴적물 시추 기술 보유(1,300m)	40m급 퇴적물 시료 시추, 고환경 지시자 분석기술 확보 (세계수준 대비 30%)	과거 300만년전 남극 빙상·해양환경 복원
	빙하	(EU) 남극권 기후변화 국제 공동연구프로그램 주도	장보고 기지 인근 2000년 기후/환경 복원기술 확보	기후/환경변화 지시자 신규 발굴(2건 이상)
현상이해 (해양탄소, 기후)		(美) 해양모델 및 관측기반 남극 탄소시스템 변동 예측 (美) 극한 기상 재현 및 예측 수치 모델 개발·활용 기술	남극해 열수송, 탄소 시스템 관측체계 구축 (세계수준 대비 20%) 남극 극한 기상사례 DB 구축 및 재현 기술 확보	종합관측망 구축 (세계유일 남극해 가을~봄 현장 관측), 서남극해 탄소흡수량 산정 남극 최적화 기상/기후 수치모델 개발
재해 예측	해수면 상승	(美,獨) 빙상동역학 모델 기반 전지구 해수면 변동 예측 기술 보유	서남극 스웨이츠 지역 빙상 동역학 모델 구축	전지구 해수면 상승 예측 시나리오 제시
	지질 연구	(美) 해저면 탐사 관측범위 3400km	우리나라 맨틀탐사 가능 범위 1000km	우리나라 맨틀탐사 가능 범위 2100km

## 참고 : 기후변화에 따른 남극 환경 요소별 영향과 대응 방향

### 연구 분야

남극에 미치는 영향

남극의 변화가 초래하는  
글로벌 환경변화

대응 및 해결 방향  
(연구 방향 및 목적)

### 빙하

· 기온과 해수온도 상승으로  
남극의 빙하 용융 초래

· 남극 빙하 용융은 전  
지구적 해수면 상승 초래

#### [재해 예측]

· 해수면 상승 예측 정확도  
향상 기술 개발

#### [과거 복원]

· 빙하시료로 과거 기후  
복원 및 예측자료와  
비교를 통해 정확성 검증

### 해양

· 빙하 녹은물(용빙수)  
유입으로 해양환경(바닷물)  
변화 초래  
· 지구온난화로 남극해  
온도상승 초래

· 전 지구적 해류 순환에  
영향을 미쳐 이상기후  
현상 초래  
· 해수 온도 변화로 남극해  
열과 탄소순환 체계 변화

#### [현상 이해]

· 남극해 열 순환, 탄소교환  
특성 분석과 변화 예측  
모델 개발

### 대기

· 남극 최고온도 기록  
(21년 18도)  
· 강풍 저온 등 극한 기상  
현상 증가

· 남반구 등 전 지구적  
기후현상에 영향 초래  
· 온도상승으로 빙하 용빙  
증가 및 생태계 변화 등

#### [현상 이해]

· 남극 극한 기상현상 발생  
예측 가능 모델링 연구  
· 남극 극한 기상과 기후  
변화가 전 지구에 미치는  
영향 파악

### 지질

· 서남극은 화산 등  
지질 활동이 활발한  
지역  
· 남극 주변 신규 맨틀 발견  
및 지진 등 지질활동 활발

· 남극 지질활동은 지질  
구조와 맞물려 빙하 거동에  
영향  
· 남극 지질/지체구조는  
남극 환경 형성에 기여

#### [재해 예측]

· 남극 지체구조 연구를  
통한 지질 재해 예측  
· 남극 맨틀모델 구축 등을  
통해 빙하 거동 정확성  
제고(⇒예측정확성 제고)

## 2-2. 종합적 남극 환경·생태 연구 역량 확충

### 목표 및 추진배경

#### □ 목표

- ◆ 남극 생태계 변화의 지속적 관측·분석과 국제의무 이행 등을 통한 남극 환경보호 기여도 제고(CCAMLR 제출 문건 現 1건→누적 10건, '26)

#### □ 추진배경

- 남극해양생물자원 보호의무\* 이행과 지속가능한 이용을 위한 남극 환경 보전 연구 수행 및 중장기 모니터링을 위한 기반 확보 필요
  - \* 남극 로스해 해양보호구역(MPA) 생태계 연구 수행('17~), 남극특별보호구역(ASPA) 추가 지정('21.6)에 주도적 참여(한·중·이탈리아)
- 기후변화의 영향을 가장 빠르게 받아들이는 지역인 남극에서의 환경 변화가 생태계에 미치는 영향을 연구하여 전 지구적 변화 예측 필요
  - \* 빙봉 붕괴 후 남극 펭귄이 환경 변화에 적응하는 활동 관측('21.6)을 통해 연구 기반 확보

### 주요 추진 내용



< 우리나라 기여 남극특별보호구역, 해양보호구역 현황 >

< 특별보호구역 생태계 모니터링 >

#### □ [환경 변화] 특별보호구역 환경시료 활용 오염물질 모니터링

- 남극특별보호구역에서 채취한 시료의 유해 중금속 등 오염물질을 분석\*하여 보호구역 내 시공간적 오염도 변화양상을 규명('26)
  - \* 초저온 액체질소 냉동시설이 설치된 국가환경시료은행(국립환경과학원)에서 시료의 변화가 최소화되는 상태로 장기적으로 보관하여 분석 가능

□ [생태계 영향] 남극 환경·생태계 보전 의무 이행 연구 확대

○ 로스해 해양보호구역(MPA) 생물자원 분포도를 산출(‘24)하고, 생태계 건강성 종합평가\* 추진(‘26, CCAMLR 제출)

\* 환경변화가 MPA 생태계 구조 및 대표생물종에 미치는 영향과 보존조치 이행이 생태계 건강성에 미치는 영향 등을 종합적으로 분석·평가

○ 장보고기지 주변 신규 남극특별보호구역 지정(‘21.6)에 따른 현장 조사 및 장기 생태 모니터링 기반 확대(‘22~)

- 신규 특별보호구역 자동 모니터링 시스템 및 현장조사 시설 구축을 통한 아델리펭귄 개체군 변동 파악 연구 등

□ [적응 분석] 극지 생태 메커니즘 장기관측 체계 및 분석기술 개발

○ 관측 기술(태깅\*, 원격 탐사\*\*) 개발로 생물의 극한환경 서식 메커니즘과 적응과정을 규명하여 미래 생태계 변화 예측력 제고(‘25)

\* (태깅) 해양생물에 영상, 위치추적 등 각종 센서 등이 달린 관측장비를 부착하여 부착 생물 뿐만 아니라 주변 생물의 서식환경, 행태 등을 관측하는 기술

\*\* (원격 탐사) 위성을 활용하여 생물을 파괴하지 않고 식생 변화를 광역으로 관측 가능한 이미지를 확보하고, 성장량 측정 등 정보 분석이 가능한 기술



< 태깅: 물범에 연구장치(바이오로거) 부착 >

< 원격탐사: 남극생물 번식지 모니터링자료 확보 >

**단계별 연구 로드맵**

구분	세계최고 수준	기존 성과제1~3차	제4차 계획 연구목표
환경보전	(뉴질랜드) 로스해 해양보호구역 9개 종 대상 모니터링	로스해 해양보호구역 3개 종 모니터링 CCAMLR 환경모니터링 워킹그룹 보고서제출 (1건)	모니터링 영역 및 대상 확장(로스해 북부, 6개종) CCAMLR 환경모니터링 워킹그룹 보고서제출 (9건)
특별 보호구역	(호주) 인간에 의한 교란 모니터링까지 가능	세종기지 주변(1곳) 보호구역 모니터링 (생태 및 환경모니터링)	신규추가 지정 특별 보호구역 생태모니터링 (연구자 교란 모니터링 추가)

## 2-3. 남극 특성화 응용 기술 개발

### 목표 및 추진배경

#### □ 목표

- ◆ 남극 생물의 독특한 유전적·생리적 특성과 극한 환경의 화학적·물리적 특성을 활용한 응용기술 5건 상용화(‘26)

#### □ 추진배경

- (바이오) 극한환경에 적응한 극지 생물의 특성을 활용하여 내한(耐寒)작물, 바이오 신소재, 의약품 개발 등 성과\* 확산 필요
  - \* 남극 생물 자원 활용 혈액보존제(‘18.6), 당뇨치료제(‘19.8) 기술이전과 냉해 방지 작물 개발(20.1) 등 지속적 실용화 성과 창출
- (얼음화학) 얼음 고유의 화학반응을 통해 친환경 오염물질제거 기술, 신소재 합성법 등 저온 응용기술 개발\* 및 활용 필요
  - \* 얼음화학은 세계적으로 초기 단계로, 얼음의 화학적 특성을 활용한 오염물질 제거 기술 개발(21.1) 및 국가 연구개발 우수성과 100선 선정(20) 등의 성과를 실현

### 주요 추진 내용

#### □ (바이오) 남극 생물 유래 물질 활용 바이오 신소재 개발

- 극지 생물 자원 탐사를 통해 신규 자원을 확보하여 치매 치료제(‘24) 및 항생제 후보 물질(‘24)과 산업용(의료용 세정제 등) 신소재(‘26) 개발

치매치료제	항생제 후보물질	산업용 신소재
극지 지의류* 유래 후보약물 도출	극지 미생물 유래 항생제 효소 활용	극지 해양 미생물 유래 저온성 단백질 분해효소 활용

\* 광합성으로 영양분을 얻는 조류와 몸체를 이루는 균류의 복합생물체로 극한 환경에 잘 적응하는 특성을 활용하여 바이오 물질을 추출하거나 유전자 응용 기술개발에 활용

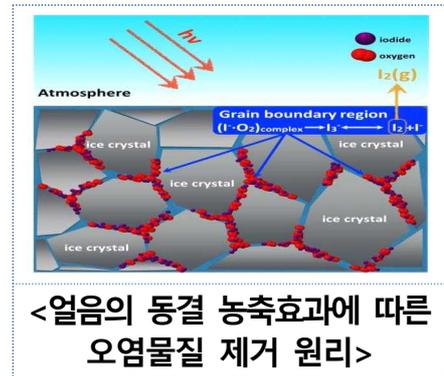
## □ [유전체] 기후위기 피해 예방을 위한 극지 유전체 활용 연구

- 극지생물 유전체를 분석하여 활용 가능한 유전자원을 확보('26)하고, 저온 내성(耐性) 수산자원을 개발하는 등 상용화 추진('27~)
- 극지 생물 전용 데이터베이스를 고도화('23)하여 유전체 지도 등 빅데이터를 축적하고, 유용 유전자를 발굴하는 데 활용
- 저수온에서도 생존하는 남극 어류의 유전체 기반 실용화 기술 개발을 위해 남극 어류 유전자원 추가 확보(현재 3종 ⇒ 총 6종, '26)

## □ [얼음화학] 저온 화학 특성 활용 정화기술 및 환경/에너지 신소재 개발

- 얼음의 동결 화학반응에 기초한 오염물질 제거 기술 특허 확보(2건) 및 산업현장 배출 폐수처리 기술\* 개발('26)

\* 동결 수처리 파일럿 기술: 얼음이 얼 때 준액체층이 생성되면서 오염물질이 감소하는 현상을 활용



- 얼음의 표면에서 합성물질이 응결되는 특성을 활용하여 신소재 (전도성 고분자 물질)를 개발\*하고 시제품을 제작('25)

\* 디스플레이 소재로 활용되는 유연성 전자소재를 합성하는 틀로 얼음을 사용하는 기술

### 단계별 연구 로드맵

구분	세계최고 수준	기존 성과제1~3차	제4차 계획 연구목표
바이오 신소재	(美) 빅데이터 기반 극지/해양생물 유전정보 해석 기술 보유	혈액보존제, 당뇨치료제 개발 및 기술이전	항치매 치료제, 차세대 항생제 후보물질 개발
유전체연구	(韓) 남극 서식 어류 3종 유전체 해독 완료 (암치, 빙어, 드래곤피쉬)	극지 대표 생물(남극빙어) 세계 최초 유전체 해독 완료	유전체 추가확보(3종) 및 극지생물 유전체 유래 후보물질/기술 상용화
얼음화학	(싱가포르) 동결 특성 이용 오염물질 제거기술 보유(2건)	동결 특성 이용 오염물질 분해 특허 확보	저온화학 기반 오염물질 제거기술 개발(2건)

## [전략3] 남극 거버넌스 입지 확대

### < 남극거버넌스 입지 확대 필요성 및 기대효과 >

#### □ 필요성

- ▶ 남극조약협약당사국(29개국)의 만장일치로 의결이 이루어지는 남극조약체계(남극조약협약당사국회의) 내에서 입지를 강화하기 위해서는 과학연구 성과 바탕으로 지속적인 이슈 제기와 국제 지지기반 확보가 필요
- ▶ 남극의 환경 보전을 위한 협의당사국으로서의 책임 이행과 역할 확대가 필수적  
\* 「환경보호에 관한 남극조약의정서」에 따라 협의당사국은 남극환경 및 생태계의 보호에 관하여 과학적·기술적 및 교육적 가치가 있는 상호 협력 의무가 있음

#### □ 기대효과

- ▶ 남극 해양보호구역, 특별보호구역에 대한 생태 연구 확대 및 추가 지정 노력 동참 등을 통해 '남극 환경보호 선도국' 위상 확보
- ▶ 남극 거버넌스 내 의제 제시와 논의를 선도하는 국가 과학리더십 확보에 기여

## 3-1. 국제협력 이슈 주도

### 목표 및 추진 배경

#### □ 목표

- ◆ 이슈 주도를 위한 전문가 지원체계를 구축하고 '남극해 국제공동연구 프로젝트' 개발('26), 제49차 ATCM 개최('27) 시 '서울선언' 채택 추진

#### □ 추진 배경

- 남극 국제조약을 기반으로 한 남극거버넌스에서의 리더십 확보를 위해서는 과학적 성과 중심의 선제적 이슈제기와 국제협력이 필수적

\* 남극활동에 관심이 높은 국가(뉴질랜드, 영국, 호주 등)들을 중심으로 빙상변화, 기후변화 변동 예측과 남극 보존을 위한 국제 공동연구를 수행 중

## 주요 추진 내용

### □ [의제선도] 남극조약체제 의제 설정국으로의 위상 전환 기반 마련

- 제49차 '남극조약협약당사국회의(ATCM)\*' 우리나라 개최('27) 시 '서울선언(Seoul Declaration)' 채택을 위한 의제 주도 기반 마련
  - \* 남극조약 협의당사국이 알파벳 순으로 개최, 우리나라는 지난 '95년 개최 이후 '27년 두 번째로 '제49차 남극조약협약당사국회의(ATCM)' 개최 예정
  - \*\* 남극 환경 보호 노력, 기후변화 대응(서남극 빙하 연구 등)을 위한 협력 강화 등
  - 남극 국제기구 내 의제화 경험이 있는 **국외전문가 중심의 '국제기구 활동 자문위원회'** 구성·운영을 통해 의제발굴 역량 축적
  - \* 남극 조약 및 과학 국제기구에서 의제 제시, 공론화 과정에 참여한 국외/국내 전문가 10여명 내외로 구성하여, 글로벌 수준에서의 의제 발굴과 공론화 경험과 전략 자문
  - **적극적인 의제 발굴·제안을 위해 국제기구에서 의제 채택 시 인센티브 제공 등 과학연구자 지원체계 개선\*** 추진
  - \* 의제화 실적창출 시 학술논문 출판에 준하는 가점 부여 등 극지연 평가체계 개편
- 우리나라가 남극조약체제에 제시한 의제\* 후속조치 이행과 남극 조약 의무 이행 등을 위한 실무지원단(극지研 소속) 구성·운영
  - \* 킹조지섬 외래종 각다귀 유입 대응 논의문서 ATCM 제출과 국제공동연구 수행 ('17년~)에 따른 연구결과 공유 및 외래종 유입 근절을 위한 대응방안 수립·적용 등

### □ [협력주도] 우리나라 주도 국제공동연구 발굴 및 학술교류 기반 확대

- 글로벌 현안 해결에 기여하는 '남극해 국제 공동연구 과제\*'를 개발하여 '국제극지과학심포지엄\*\*'과의 연계 강화 추진
  - \* ①해수면 상승, ②기후변화 예측, ③생태계변화 추적 등 남극연구과학위원회(SCAR) 제시 주요 이슈 해결에 기여하는 국제공동 프로젝트 기획('23~)
  - \*\* 극지과학연구 현안 관련 학술·교류 행사 / 한국, 매년 개최 / 15개국 300여명 참여
- 남극과학 후발주자에 대한 지원을 강화하여 국제 지지기반 확보
  - '남극연구과학위원회(SCAR)'와 협력, 남극 연구 후발국의 우수 연구자를 대상으로 '세종국제연구자상\*(가칭 Sejong Award)' 신설('23)
  - \* 비영어권 남극과학자 대상 국제학술기구상 신설, 한국 남극인프라 활용 연구기회 제공

## 3-2. 인재양성과 국민 인식 증진

### 목표 및 추진 배경

#### □ 목표

- ◆ 남극 관련 교류·협력 기반 강화를 위한 ‘서울 남극 포럼’ 신설(‘24)
- ◆ 차세대 과학자 및 국제협력 전문가 발굴과 육성·지원 기반 구축
- ◆ 국민 기대수요에 부합하는 극지과학문화 콘텐츠 전달 체계 다각화

#### □ 추진 배경

- 남극 연구 경쟁력 강화, 글로벌 리더십 확보를 위해 신진 연구 전문인력 양성 체계 혁신 필요
- 지속가능한 남극 연구에 대한 공감대 강화를 위해 수요맞춤형 극지과학문화 확산 프로그램 확대 필요

### 주요 추진 내용

#### □ [남극포럼] 교류·협력 종합 플랫폼 신설·운영

- 기술·정책·국제법 등 분야별 동향을 공유하고, 국내외 협력 채널을 제공하는 종합 플랫폼으로서 ‘서울 남극 포럼’ 창립(‘24~, 격년 개최)

#### < 남극포럼 구성(안) >

구분	주요내용	비고
남극환경정책 컨퍼런스	○ 국내외 남극 관련 과학, 수산 연구기관, 환경NGO 등의 전문가가 모여 남극 환경보호를 위한 정책방향 토의 및 한국의 입장 표명(장관주재)	신설
국제극지과학 심포지엄	○ 국내외 과학연구 동향 공유 및 국제공동연구 양·다자 협력 채널 모색(발표 및 토론)	기존 심포지엄 연계
모의 남극조약협약 당사국회의	○ 국내 극지과학, 국제법 전공 대학(원)생 대상 남극조약 전문가 육성 프로그램	신설
극지법 학술대회	○ 남극관련 국제조약체제, 국제법(해양법) 관련 전문가 학술·교류	기존 극지법 연구회 연계
남극 지식 대화	○ 전국민 대상 남극 이슈와 연구현황, 기여도 등에 대한 전문가 토크쇼	신설

□ **[인재 양성] 남극조약체계 리더십 확보에 기여하는 인적기반 구축**

- ‘전문가-신진연구자 멘토링 및 현장훈련(On-the-Job Training)’ 제도 운영을 통해 남극 국제협력 전문가 육성
  - \* 남극조약회의 정부대표단을 확대(분야별 기성과학자 정 대표 1인 → 정·부 대표 2인) 하여 차세대 전문가가 정부대표단으로 직접 참여하여 기여할 수 있는 기회 부여
- 차세대 전문 인재 발굴과 양성을 위해 극지과학 분야 특화 UST-School\* 인증 및 석·박사 과정 전문화 융·복합 커리큘럼 개발
  - \* 과학기술연합대학원대학교(UST)에서 출연연에 설치, 특화 분야 학제 중심 교육
- 국내외 우수 신진 과학자 대상 연구인프라(남극기지, 쇄빙연구선) 활용 현장조사 참여 지원 및 극지연구소 방문 연구 지원 프로그램 운영

□ **[인식증진] 극지과학문화 확산을 위한 국민수요 맞춤형 프로그램 운영**

- 남극 환경보전을 위한 캠페인\*(가칭 ‘남극 케어’)을 추진하고, 남극 특화 콘텐츠(어린이 교구, 남극기지 유튜브 등) 제작·배포

< 남극케어 구성(안) >

구분	주요내용
서포터즈 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ‘남극케어 서포터즈’를 선발하여 남극환경보호 활동 캠페인 추진</li> </ul>
남극환경보호 활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 남극 멸종위기동물(펭귄, 물개 등) 보전을 위한 환경보호 활동을 추진하고, SNS 인증 등을 통해 확산</li> <li>* 활동 참여자 중 우수자를 선정하여 ‘서울 남극 포럼’ 참여 기회 등 혜택 부여</li> </ul>
전시·체험·홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 홍보영상 제작·배포 및 체험형 특별 기획 전시 추진</li> <li>* 극지체험전시회(매년, 전국) 연계</li> </ul>

- 남극 과학 지식의 미래 세대 전달 확대를 위한 중·고등학교 교사 대상 직무연수프로그램(극지과학아카데미) 운영

구분	국가와 국민에 대한 기여
기후변화와 재해 예측 정확성 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 남극 환경변화가 초래하는 <u>전 지구적 기후변화, 해수면 상승 등 미래 환경변화와 재해에 대한 예측과 대응 방안 마련에 기여</u></li> <li>○ <u>세계 7번째 남극 내륙 연구 국가로 도약</u>하고 미래 기후변화 예측 정확성을 높이는 <u>기후변화 대응 선진국</u>으로 전환</li> <li>○ 남극 빙하로 복원한 과거 기후 자료를 IPCC 등에 제공하여 보다 정확한 <u>기후변화 예측 정보 생산에 기여</u></li> <li>○ 남극 주요 빙하 용융 연구를 통해 <u>전 지구적 해수면 상승 예측 시나리오를 생산</u>하고, 우리나라 침수 피해 예방 정책 수립에 기여</li> <li>○ 남극 대기와 해양 연구를 통해 <u>남극의 변화가 전 지구적 기후, 해양 등 환경변화에 미치는 영향</u>을 규명</li> </ul>
국민 삶의 질 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 남극 생물자원에서 확보한 <u>바이오 신물질과 유전체 정보</u>로 <u>국민 건강에 기여</u>하고 <u>냉해 등 재해에 대비하는 응용 기술 개발</u></li> <li>○ <u>남극 생물에서 추출한 바이오 물질</u>을 활용해 <u>치매치료제</u>와 기존 항생제의 내성 문제를 극복할 수 있는 <u>새로운 항생제</u> 개발</li> <li>○ 추위를 이겨내는 극지 생물 유전체를 활용하여, 기후 변화로 인한 <u>급격한 환경변화(생해 등)를 이겨내는 어류 개발</u></li> </ul>
신 비즈니스 창출	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <u>남극 생물자원과 극지의 저온 특성을 활용한 응용기술 개발</u>을 통해 <u>산업 분야 신성장 동력 창출</u>에 기여</li> <li>○ 남극 바다 미생물에서 추출한 단백질 분해효소로 의료용 세정제 등을 개발하고 유럽이 과점한 <u>'저온 단백질 효소'의 신시장 개척</u></li> <li>○ 얼음의 화학 반응에 기초한 오염물질 제거 기술을 활용하여 <u>저온 수처리 정화기술</u>을 개발하여 <u>친환경 수처리 신시장 확보</u></li> <li>○ <u>남극 환경을 재현한 산업화 지원시설</u>에서 극지 바이오 소재 등의 연구를 통한 <u>실용화 기술 개발</u>로 신성장 동력 창출</li> </ul>
국가 위상 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 남극 환경보전 등 글로벌 가치 기여도 제고와 국내 지원 역량을 통해 <u>과학연구 기반의 남극 거버넌스 입지 확보</u></li> <li>○ <u>남극 해양보호구역, 특별보호구역에 대한 생태연구 확대</u> 및 추가 지정 노력 동참을 통해 <u>남극 환경보호 선도국 위상 확보</u></li> <li>○ 과학연구 성과 제고, 전문인력 양성 등을 통해 <u>남극 거버넌스 내 의제 제시와 논의를 선도하는 과학 리더십 확보</u></li> <li>○ <u>남극포럼</u> 창립을 통한 <u>학술·정책 교류·협력 채널</u>을 마련하여 남극 활동 중심국가 도약</li> </ul>

추진 과제	'22	'23	'24	'25	'26	주관기관
<b>1. 차세대 이슈 주도를 위한 핵심 연구 인프라 확보</b>						
<b>① 남극 내륙 연구 3대 거점 확보</b>						
• 남극 내륙 연구거점 개척 및 심부빙하 시추						공모예정
• 남극 내륙 우주탐사를 위한 무인관측소 구축						
• 블루아이스 기반 과거 온실기체 농도 복원						
• 남극 David 빙하 빙저호 열수시추 기술 개발						극지연
<b>② 내륙 탐사 지원기반 고도화</b>						
• 빙저지형탐사 무인항공레이더 개발 및 빙저지형도 작성						극지연
• 국토위성 활용 남극 공간정보 제작 및 제공 기술 개발						국토지리 정보원
• (다부처) 스마트 관측 스테이션 구축(해수부, 과기정통부, 산업부)						극지연, KIOST, 로봇융합연구원
• 극지 해양조사 및 해도제작						국립해양 조사원
<b>③ 국내 남극 협력 연구 활성화 여건 조성</b>						
• 쇄빙연구선 아라온호 공동활용						해수부
• 극지환경 재현 실용화 센터 건립						극지연
• 극지통합정보시스템 구축						해수부
<b>2. 현안 해결에 기여하는 남극 연구 역량 강화</b>						
<b>① 미래 기후변화 대응 연구 강화</b>						
• 서남극 빙하 퇴적물 시료 확보 및 과거 온난기 서남극 빙상 주변 해양 및 빙하 퇴적 양상 복원						극지연
• 서남극 빙하 시료 확보를 통한 과거 2,000년 기후 복원						
• 분석 대상 기후요소 확대를 통한 남극 기후변화 특성 파악						
• 남극 기후 환경 변화 이해와 전지구 영향 평가						극지연
• 서남극해 온난화에 따른 기후변화 및 생태계 반응 연구						
• 서남극 스웨이츠 빙하 돌발 붕괴가 유발하는 해수면 상승 예측						
• 급격한 남극 빙상 용융에 따른 근미래 전 지구 해수면 상승 예측 기술 개발						공모예정
• 남극 지체구조 연구를 통한 지질 재해 예측 기술 개발						극지연

<b>② 종합적 남극 환경·생태연구 역량 확충</b>		
• 남극특별보호구역 환경시료의 초저온 저장 및 오염물질 모니터링	████████████████████	환경과학원
• 남극특별보호구역 모니터링 및 남극기지 환경관리에 관한 연구	████████████████████	환경부
• 로스해 해양보호구역의 보존조치 이행에 따른 생태계 변화 연구	████████████████████	극지연
• 극한환경 적응 과정 규명을 위한 원격 탐사 등 모니터링 기술 개발	████████████████████	
• 극지 생태 메커니즘 규명을 위한 생물 반응 종합 관측	████████████████████	
<b>③ 남극 특성화 응용 기술 개발</b>		
• 남극 지의류 유래 치매치료제 실용화 연구	████████████████████	극지연
• 극지 유래 생물자원을 활용한 항생제 후보물질 개발	████████████████████	
• 극지 미생물 유래 단백질 분해효소 개발	████████████████████	
• 남극 어류 유전체 기반 실용화 기술을 위한 유전자원 추가 확보(포스트 극지유전체 프로젝트)	████████████████████	
• 얼음화학 기반의 정화기술 및 환경/에너지 신소재 개발	████████████████████	
<b>3. 남극 거버넌스 입지 확대</b>		
<b>① 국제협력 이슈 주도</b>		
• 국제기구 활동 자문위원회 운영	████████████████████	해수부
• 세종국제연구자상 운영	████████████████████	
<b>② 인재 양성과 국민 인식 증진</b>		
• 남극포럼 운영	████████████████████	해수부
• UST-School 인증 및 석박사 과정 융복합 커리큘럼 개발	████████████████████	극지연
• 차세대 극지전문인력 글로벌 네트워킹 역량 강화	████████████████████	해수부
• 남극케어 등 극지과학문화 확산	████████████████████	

해양수산부 해양정책관  
해양개발과

담당자	유윤진 사무관
연락처	전 화 : 044-200-6182 E-mail : didi1994@korea.kr