



국제북극과학위원회(IASC)

# 2020 북극 과학 현황 보고서



## 보고서의 성격과 대상

‘2020년 북극 과학 현황 보고서(State of Arctic Science 2020)’는 북극 과학 커뮤니티가 자체적으로 수집한 국제적 북극 연구 활동과 우선순위를 집대성한 현황 요약 보고서로 삼기 위해 펴낸다.

그 어느 때보다 빠르고 활발하게 북극 과학 연구가 진행되고 있는 지금, 북극 과학 관련 기관 및 관리자와 다양한 의사결정권자 및 정책입안자 등 북극 과학 이해관계자들에게 이 보고서를 통해 북극 연구에 관한 최신 정보를 제공하고자 한다.

## 북극 원주민의 토지권리 인정

북극은 지금도 다양한 북극원주민이 다수 거주하는 생활 터전이다. 연구자를 비롯하여 북극에서 활동하고 상주하는 사람들은 북극의 토지와 물이 대부분 북극원주민의, 양도할 수 없는 전통적인 영토라는 사실을 알고 있다. 본 보고서의 모든 부분에 걸쳐, 국제북극과학위원회(International Arctic Science Committee, IASC)는 북극원주민의 현장 기반 지식과 조상 대대로 지금까지 이어지는 북극 지킴이 역할을 존중하고 인정하며, 북극 과학 커뮤니티 또한 같은 입장을 취하는 것을 환영한다.

우리 모두는 우리가 접촉하는 북극원주민과 그들의 문화를 배우고 숙지하며 더욱 잘 이해할 책임이 있다. 국제북극과학위원회는 북극 연구 커뮤니티가 이러한 이해를 토대로 북극원주민과의 연계, 파트너십 및 지식 공동 생산을 확대하도록 장려한다.

또한, 국제북극과학위원회는 전통 지식, 원주민 지식 및 "서구" 과학 지식이 모두 동등하고 상호 보완적인(coequal and complementary) 지식 체계이며 국제북극과학위원회의 활동에 기여할 수 있다고 인식한다.

## 목차

보고서의 성격과 대상.....	1	오염: 오염원, 흡수원 및 사회적 영향.....	16
북극 원주민의 토지권리 인정.....	1	관측, 예보, 예측 및 예측 가능성.....	16
용어 설명: 과학과 연구.....	2	북극 연구의 사회적 연관성.....	16
목차.....	2	현재 연구와 데이터의 공백.....	18
서문.....	4	시공간적 범위.....	18
현재 북극 연구 우선과제.....	5	학제간 데이터 교환.....	19
글로벌 시스템에서 북극의 역할.....	5	국가간 데이터 공유.....	19
미래 기후 역학 및 생태계 반응에 대한		연구 접근법 및 인프라.....	20
관측과 예측.....	6	북극의 자연 및 인간 시스템 변화에 대한	
북극 환경과 사회의 취약성 및 복원력에 대한		초점.....	20
이해와 지속가능개발 지원.....	6	국제 과학협력에서 새롭게 부상하는 주제.....	21
주요 현재 진행 및 향후 예정 프로젝트.....	7	과학 계획수립과 조정.....	21
새로운 북극 연구.....	12	연구비 지원.....	22
새로 부상하는 북극 연구 현안.....	15	접근성.....	23
연계된 북극 시스템.....	15	법적 체계.....	24
		결론.....	26

## 용어 설명: 과학과 연구

국제북극과학위원회는 국제기구이자 학제간 기구로서, 북극의 모든 지역에서 북극 연구에 참여하는 모든 국가들이 북극 연구에 대한 모든 측면에 협력할 수 있도록 장려하고 촉진한다. 국제북극과학위원회는 인간과 환경 간의 경계를 나누기 보다는, 이러한 경계 사이의 가교 역할을 하기 위해 노력한다. '연구'라는 용어는 인문학적인 부분을 포함하기 때문에 일각에서는 '과학'보다 포괄적인 개념으로 간주한다. 그러나 국제북극과학위원회의 명칭에 '과학'이 있기 때문에, 본 보고서에서는 이 두 용어를 호환하여 사용한다.

표지 사진: 벤자민 헬(BENJAMIN HELL)  
해빙 위에 착륙한 헬리콥터 - 투누(Tunu), 그린란드

상단 사진: 빅토리아 부시만(VICTORIA BUSCHMAN)  
캐나다 학생 극지탐사 프로그램(Canadian Students on Ice Expedition Program)의 일환으로 전통 카약 사용 재활성화, 제작 및 조종에 대해 배우는 학생들 - 누나부트(Nunavut) 준주 탈루루티움 이망가(Tallurutiup Imanga) 국립해양보존구역의 크로커 베이(Croker Bay)



## 서문

국제북극과학위원회(International Arctic Science Committee, IASC)는 1990년에 창설되었으며, 북극 내 모든 지역에서 북극 연구에 참여하는 모든 국가가 북극 연구에 대한 모든 측면에 협력할 수 있도록 장려 및 촉진하는 임무를 지닌다. 국제북극과학위원회는 국가, 학계 및 문화의 경계를 넘어 과학자들을 이어주고 북극 연구자와 그 연구 결과를 찾는 이들을 이어주는 연결자 역할을 한다.

이러한 역할을 수행하는 방법 중 하나로서, 국제북극과학위원회는 국제북극연구 커뮤니티의 의견을 개진할 창구역할을 하고 있다. 이는 지난 10년 간 북극 연구계획 국제 컨퍼런스(International Conference on Arctic Research Planning, ICARP)를 통해 이루어져 왔다(예: 제3차 북극 연구계획 국제 컨퍼런스 "북극 연구 통합 - 미래를 위한 로드맵(Integrating Arctic Research - A Roadmap for the Future)" 보고서, <https://icarp.iasc.info>). 그러나 오늘날에는 기온 상승, 지리정치학적 이해관계, 북극과학장관회의(Arctic Science Ministerial) 창설, 국제적 북극(과학) 기구들의 적극적인 참여 증가 등에 따라 북극 과학 분야에서 그 어느 때보다 빠르고 활발하게 연구가 진행되고 있다.

국제북극과학위원회는 과학자 커뮤니티에 기반을 두고 있으며, 과학자 각각의 국가 커뮤니티와의 접촉, 국제적 연계, 보고서 발표 등을 통하여 하나의 일치된 목소리를 내는 것을 목표로 한다. 본 보고서에서는 폭넓은 의견을 종합적으로 제시하지만, 국제북극과학위원회 분과(IASC Working Groups)를 통해서만 제시된 것이기 때문에 완전한 것은 아니다. 또한 북극 지식 영역에는 기타 많은 비정부기구, 정부간 국제기구, 연구소, 비영리 단체, 북극 원주민 단체, 기업, 국가 등이 참여하지만, 본 보고서는 그 중 과학자들의 의견을 종합 한 것이다.

국제북극과학위원회의 과학 분과(대기, 빙권, 해양, 사회과학, 육상, <https://iasc.info/working-groups>)에 참여하는 23개 국가에 연구 우선과제 및 활동을 자세히 설명하는 요약서를 제출하도록 요청하였다. 요약서의 내용은 각 분과의 수장들이 편집한 후 본 보고서에 담았고, 이어 국제북극과학위원회 집행위원회(Executive Committee)와 국가대표 위원회(Council)가 학제간 연계를 위한 관점에서 검토하였다. 국가 및 학문분야 별 세부 내역은 국제북극과학위원회 분과 구성원들에게 직접 문의를 바란다 (연락처 정보는 <https://iasc.info>에서 확인 가능).

내부 권고에 따라, 본 '2020년 북극 과학 현황 보고서'는 북극 과학 관련 기구 및 관리자와 다양한 정책결정자 및 정책입안자를 포함한 북극 과학 사용자(예: 국가 연구 위원회, 과학 재단, 북극 장관과, 대사, 국제 과학 기구 등)를 대상으로 한다. 또한, 본 보고서는 제3차 북극과학 장관회의(Arctic Science Ministerial) 조직위에 전달될 것이다. 북극 과학 커뮤니티의 통찰력으로부터 배울 수 있다는 것은 매우 중요한 기회이며 시간을 할애하여 고견을 제공해 준 데 대하여 과학자 커뮤니티에 감사를 표하는 바이다.

사진: 마리아실비아 지암베리니(MARIASILVIA GIAMBERINI)  
스피츠베르겐(Spitsbergen) 계곡에서부터 갈라져 흐르는 하천 - 해양에 퇴적물과 영양분을 침전시킴.

# 현재 북극 연구 우선과제

북극 연구에 국가적 관심을 유도하는 가장 큰 원인은 기후변화이다.

연구 우선과제는 대략 다음과 같은 주제로 나눌 수 있으며, 국가 간에 많은 주제가 중복된다. 아래에 정리한 바와 같이, 국제북극과학위원회의 연구 우선과제는 제3차 북극 연구계획 국제 컨퍼런스(ICARP-III)의 "북극 연구 통합 - 미래를 위한 로드맵" 보고서에 제시된 주제에 맞추어져 있다. 이들 주제는 본 요약 보고서뿐만 아니라 분과별 세부 연구활동 수준에서도 강한 학제간 연계성을 가지고 있다. 북극에서 자연 및 사회적 변화가 가속화됨에 따라, 본 보고서는 ICARP-III의 주요 주제를 2020년에 적합하게 업데이트 하여 제시하는 역할을 한다.

다만, 이들 우선과제를 도출할 때 기반이 되는 국가별 북극 연구 전략이 항상 확립되어 있는 것은 아니라는 점을 유의한다. 전략 계획을 갖추고 있는 국가가 있는 반면, 국가적 북극 연구 우선과제를 명시하지 않거나 심지어 법으로 이를 금지하는 국가도 있다.

## ICARP-III 핵심주제 1: 글로벌 시스템에서 북극의 역할

- 북극의 변화와 중위도 및 열대 기후, 기상이변, 기후 변동 및 환경 프로세스 간 연계성에 대한 이해 개선
- 결합 컴퓨터 모델을 사용한 북극(환경) 변화에 대한 관찰, 이해 및 전망
- 생태계(예: 생물 다양성, 먹이그물, 생지화학 순환, 해양 산성화, 영구동토층 해빙(解氷) 등)에 대한 영향을 포함한 기후 변화
- 북극 지역의 생태계 변화 모니터링을 위한 새로운 접근법 개발
- 대기, 육지, 빙하 및 해양과 연계 한 북극 에너지, 물 및 탄소 수지
- 지역 및 전세계 해수면에 대한 북극 빙하의 영향
- 빙하코어, 호수 및 퇴적물 연구를 통해 고기후-고환경 복원
- 현재 및 과거의 북극 변화를 이해하기 위해 생태 및 생물학적 지표의 사용
- 자원(광물, 에너지, 어류, 생계 수단 등)
- 북극의 지정학, 안보, 국제법 및 국제 관계

## ICARP-III 핵심주제 2: 미래 기후 역학 및 생태계 반응에 대한 관측과 예측

- 특히 개선된 수치 결합 컴퓨터 모델링을 사용하여 북극환경 변화를 관찰, 이해 및 예측
- 북극 예측 모델을 검증하기 위한 장기 데이터 유지 및 개발
- 북극 증폭(Arctic amplification) 및 북극 기후 피드백(climate feedback) 관련 이해 개선 필요에 따른 북극 미량 기체와 에어로졸-구름 상호 작용 모니터링
- 북극에서의 장거리 오염물질 이동 모니터링(금속, NOx, SOx, 유기오염물질 등)
- 지구 관측 프로그램과의 조정 개선을 포함하여 새로운 관측 시스템 및 역량 개발("새로운 북극 연구" 섹션 참고)
- 중양북극해의 미래
- 북극의 녹화(greening) 및 갈색화(browning) (대규모 서식지와 미소(微小)서식 환경 모두 포함)
- 극한의 북극 환경에서의 생명 - 사라지는 생태계, 생태계 복원 및 외래종

## ICARP-III 핵심주제 3: 북극 환경과 사회의 취약성 및 복원력에 대한 이해와 지속가능개발 지원

- 북극 원주민 지역사회와 공동으로 북극 연구 전략을 설계 및 수립하고 연구에 원주민 지식 및 전통 지식을 더욱 잘 통합하기 위한 선제적인 조치 추진
- 북극 인간-환경 시스템의 모든 부분에서 플라스틱을 포함한 오염물질 및 오염원 모니터링
- 기후변화에 따른 북극 물 순환 이해 증진
- 기후변화와 관련한 자연재해 및 기상이변에 대한 이해
- 환경 지속가능성, 해양 기술, 해운 안전성
- 기후변화, 복원력 및 적응
- 보건 문제 - 지역사회 활성화, 새로운 북극에 적응, (새로운) 기생충 및 전체적인 인간-환경 접근법
- 젠더와 평등
- 역사와 고고학
- 연안 침식이 탄소 순환, 인프라, 지역사회, 생태계 등에 미치는 영향

## 주요 현재 진행 및 향후 예정 프로젝트

국제적 공조는 영향력 있는 이니셔티브를 구축하는 데 있어 핵심적이다. 이 같은 협업 프로젝트는 다음을 포함하나 이에 한정되는 것은 아니다.

- 국제북극표류관측계획(Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate, MOSAiC)은 대형 다국적 현장연구이다. 북극 에너지 수지 (energy budget), 구름, 대기 조성, 해빙(sea ice), 빙하-대기 상호작용, 생지화학 등에 대해 여러 계절에 걸친 전례 없는 수준의 데이터 세트를 제공할 것이다.
- 북극 연계 연구를 위한 다학제간 육상 관측 계획(Terrestrial Multidisciplinary distributed Observatories for the Study of Arctic Connections, T-MOSAiC)은 국제북극표류관측계획 (MOSAiC)을 확장하여 추진하는 활동으로서, 연안 연계, 육상 과학 및 북극 커뮤니티와 관련하여 상호 보완적으로 공동 업무를 추진한다.
- 국제 북극 육상 연구 및 모니터링 네트워크(International Network for Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic, INTERACT)는 북극 연구 역량 및 연구 기지에 대한 접근성을 구축한다.
- 북극통합관측시스템(INTEgrated ARctic Observation System, INTAROS)은 북극 관측 데이터의 시계열 및 지리적 범위와 유용성을 확대하는 것을 목표로 한다.
- 환그린란드탐사(Greenland Circumnavigation Expedition, GLACE)는 야심 찬 국제 및 학제간 연구 탐사를 목표로 하고 있으며, 현재 2020 년으로 연기된 상황이다.
- 북극 및 캐나다 서부와 그린란드에서는 새로운 국제적 빙하시추 활동이 추진되어 심도 깊은 기후변화 관련 지식을 제공하고 있다. 또한 이들 활동은 남극 대륙에서 진행하는 새로운 프로젝트를 보완한다.
- 러시아 북극 내 공동 연구항차는 연구가 부족한 지역에 대해 심도 있게 살펴볼 수 있도록 돕는다.
- 유럽연합의 호라이즌 2020 케플러(H2020 KEPLER)는 극지방에 대한 모니터링 및 예측 역량을 개선하기 위해 코페르니쿠스(Copernicus, 유럽연합의 지구 관측 프로그램)에 대한 로드맵을 마련하는 것을 목표로 한다. 이와 관련된 EU-PolarNet 은 극지방 연구를 위한 세계 최대의 전문지식 및 인프라 컨소시엄이다.
- 발간 예정인 IPCC-AR6(기후변화에 관한 정부간협의체 제 6 차 평가보고서)와 북극모니터링 평가프로그램(Arctic Monitoring & Assessment Programme, AMAP) 보고서(예: 북극 전체 지역에 대한 전망, 그린란드 빙상 질량 수지, 대기-빙하-해양 상호작용 등)를 위한 모델 시뮬레이션을 여러 국가에서 수행하고 있다. 또한, 다수의 프로젝트에서 이들 모델에 정보를 제공할 수 있도록 통찰력 있는 프로세스 기반 연구를 구축하고 있다.
- 누나타룩(Nunataryuk)은 영구동토 지역의 연안 유역, 연안 침식 및 탄소 순환에 대한 영향과 사회경제적 적응을 위한 대규모 과학연구 프로젝트이다.
- 국제 툰드라 실험(International Tundra Experiment)에서는 식생 및 토양에 대한 온난화의 영향을 연구한다.
- 극지 예측의 해(Year of Polar Prediction, YOPP)는 극지에 대한 환경적 예측 역량 개선을 목표로 한다.
- 북극해광역동시조사(Synoptic Arctic Survey, SAS) 및 북극생물관측(Distributed Biological Observatory, DBO)은 국제 및 학제간 상호 이익을 위해 북극 해양 관측을 조율하는 프로젝트이다.

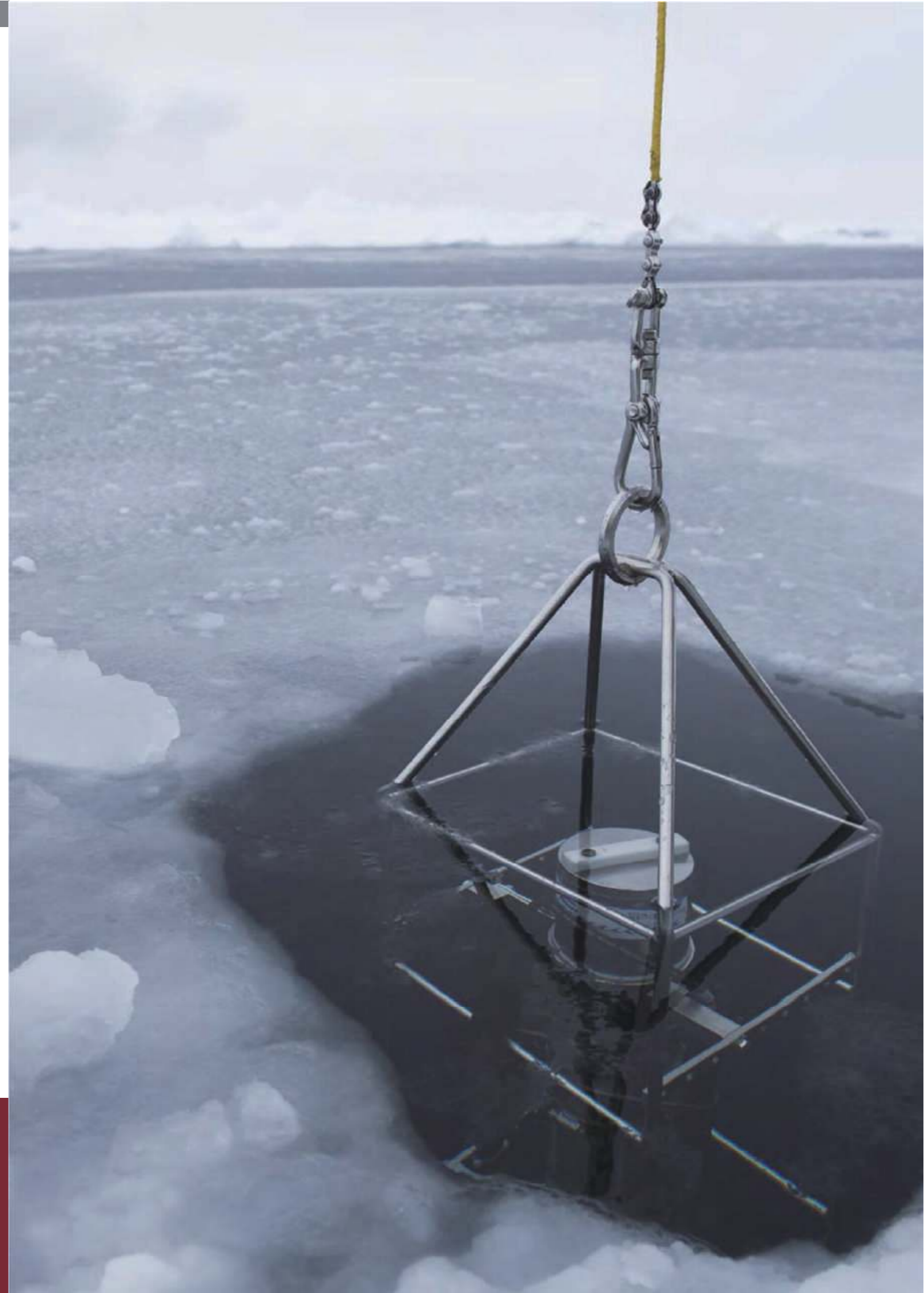


사진: 러시아 북극남극연구소(ARCTIC & ANTARCTIC RESEARCH INSTITUTE)/ 세르게이 니콜라예브(SERGEY NIKOLAEV)  
2019년 Transarctic 탐사 중 해양환경특성 관측



## 주요 현재 진행 및 향후 예정 프로젝트(계속)

북극에 대한 이해를 개선하기 위해서는 지속적인 장기 모니터링이 매우 중요하지만, 북극 과학 모니터링 사업은 여전히 그 수가 적다. 모니터링 사업의 예는 다음과 같다.

- 니알슨(Ny-Ålesund), 캠브리지 베이 (Cambridge Bay), 자켄베르크 기지 (Zackenber Station), RIF 현장 기지 (RIF Field Station) 및 기타 이와 유사한 기지에서는 여러 프로그램을 수립하여 대기, 생태계 및 기후 변수를 연구하고 있다.
- 중앙북극분지(Central Arctic Basin)의 대기, 해빙(sea ice) 및 해양 상호 작용에 대한 장기적 연구를 위한 특수 해빙(sea ice) 플랫폼이 개발 중에 있다.
- 그린란드, 스발바르, 시베리아 등의 북극 지역과 전세계에서 철새 및 토착 조류 개체수를 모니터링하는 여러 프로젝트가 진행되고 있다(예: 북극 철새 이니셔티브(Arctic Migratory Bird Initiative, AMBI).
- 환북극 식생지도(Circum-Arctic Vegetation Map, CAVM)는 북극의 식생 및 관련 특성을 도식화하여 제작한 공통 기본 지도를 북극 전반에 걸친 비교에 기준점으로 사용하기 위한 국제 사업이다.
- 북극에서 진행하는 많은 모니터링 프로젝트가 극궤도 관측 위성을 이용하며, 여기에는 여러 북극 시험 장소에서의 항공 및 지상 보정 노력이 포함된다.

특히 국제북극과학위원회의 사회과학 분과에서는 사회과학연구의 중요도에 비해 연구비 지원이 여전히 부족하다는 점을 언급하면서 타 분과에 비해 더 광범위한 학제간 프로젝트를 강조하였다.

- 사회과학 분과에서 신청하는 연구비 지원 흐름은 더욱 다양한 학문에 걸친 학제간 연구로 향하고 있다(예: 지속가능한 빙권(Sustainable Cryospheres), 호라이즌 2020(Horizon2020) 및 새로운 북극 향해(Navigating the New Arctic)).
- 국제적인 학제간 프로젝트는 자원 개발, 관광, 국경 간 이동, 청소년 발달, 지역사회 및 환경 지속 가능성, 전통 경제, 북극 지역 기관들의 역할과 같은 주제에 중점을 두고 있다.
- 주목할만한 프로젝트로서 자원 발굴 및 지속 가능한 북극 공동체(Resource Extraction and Sustainable Arctic Communities, REXSAC)가 있으며, 이 프로젝트는 자원 개발 이후의 미래 기회를 포함하여 문화, 사회, 경제 및 생태 현상으로서의 북극 자원 기반 산업에 집중한다.

사진: 마틴 루락(MARTIN LULAK)  
 크라이오코나이트(미생물이 가득한 지표면 빙하 위 구덩이)에서 퇴적물 샘플을 추출하는 과학자 —  
 스발바르 에바브린(Ebbabreen)



## 새로운 북극 연구

새롭게 진행되는 북극 연구에서 가장 보편적으로 의미 있는 주제는 새로운 기술과 역량의 출현 및 개발이며 이로 인해 학제간 노력이 더욱 촉진되는 것이다. 예를 들면, 다음과 같다.

- 현대의 메타지노믹스(metagenomic)와 단백질 유전 정보학(proteomic) 접근법을 통해 해양과 육상 모두의 생태계 및 생물다양성에 대한 이해를 제고한다.
- 극지 식생 나이트 연구와 기후 연구는 오늘날 육상 환경에 미치는 기상이변의 영향에 대한 통찰력을 제공하는 새로운 도구이다.
- 수동 및 능동 음향학, 글라이더 및 세일 드론(saildrone)을 이용한 해저 모니터링과 같은 자율주행 관측 플랫폼 개발.
- 겨울의 북극은 목성 및 토성의 얼어붙은 위성의 대용물 역할을 할 수 있다.
- 수은이나 오스뮴과 같은 미량 원소에 대한 새로운 동위원소 측정 방법은 현대의 오염을 정량화 할뿐만 아니라 기후 연구에 대한 이해를 돕는다.
- 캐나다 북부(CHARS), 러시아(특수 해빙(sea ice) 플랫폼, 스노우플레이크 기지(Snowflake Station)) 지역 내 새로운 현대식 연구기지가 구축되어 조만간 현지 연구 보급지원 및 실험실을 지원할 계획이다.
- 생물자원탐사(bioprospecting) 및 생명공학 접근법이 북극에 적용되고 있다.
- 핀란드의 알토 아이스 탱크(Aalto Ice Tank)는 해빙(sea ice)을 통한 파랑의 전파과정을 연구할 수 있도록 개조되었다.

위성 및 항공기를 통한 원격 탐사 기술 및 기법이 부각되었다.

- 과거의 변화를 이해하기 위해 과거 보관 데이터를 현재 데이터와 통합하고 있다.
- 무인 항공기의 추가 개발 및 사용을 위해 광범위한 지원이 이루어지고 있다.
- 항공기 레이저 측량 및 고해상도 위성 스테레오 영상을 통해 빙하 질량변화 및 적설에 대한 연구가 가능해지고 있다.
- 많은 국가에서 지상 측정을 통해 보완하고 있는 관측 및 정보처리 역량을 개선하기 위해 새로운 위성 플랫폼에 투자하고 있다.
- 특히 육지 및 해빙(sea ice) 특성에 대한 원격 탐사가 널리 주목을 받았다.

사진: 알렌 포프(ALLEN POPE)  
 주노 해빙 현장연구 프로그램(Juneau Icefield Research Program)에 참여한 학생들이 알래스카 동서부에 위치한 링깃 아니(Lingit Aani)(전통적 트링깃(Tlingit) 원주민 거주지)의 타쿠 빙하(Taku Glacier)에서 연간 적설량 및 빙하의 상태를 측정하고 있다.

## 새로운 북극 연구(계속)

새로운 방법론 및 기술을 통해 새로운 과학 연구 또한 가능해지고 있다. 예를 들면, 다음과 같다.

- 북극에서 지식을 공동 생산하기 위한 방법: 원주민 지식 보유자 및 지역사회와 협업에 기반한 북극 사회 연구는 난제를 해결하고 선구적 관점에서 새로운 학제간, 그리고 탈 학제적 방식의 사고 및 지식을 얻기 위한 최상의 전략이라 할 수 있다(참고: 대표성 부족으로 인해 본 보고서에서는 원주민의 의견 개진이 미진하다. 향후 보고서에서는 이를 개선하여야 한다.)
- 융합 연구: 인류의 난제와 광범위한 연구주제를 다룰 수 있는 심도 깊은 학제간 연구를 통해 중요한 발견을 이룰 수 있다.
- 불확실성(에몰레이션) 통계 모델 분석을 사용하여 기후 모델링 역량에서의 주요 약점 및 불확실성을 파악하고 있다. 예를 들어, 북극 연안 환경의 변화 및 이러한 변화와 북극 해양 운송의 안전 및 복원력, 해양 에너지 생산 및 어업과의 관련성을 이해하고 예측 결과를 개선하며, 북극 예측의 품질에 대한 추가 북극 데이터의 가치를 이해하는 등의 응용 사례가 있다.

새롭게 부상하고 있는 연구 주제는 다음을 포함한다.

- 통합 보건(OneHealth): 특히 지속가능한 개발 맥락에서 북극 내 방대한 범위에 걸친 인간, 동물 및 환경 건강의 상호 연계성을 인식한 교차적인 학제 간 이니셔티브.
- 해양 환경 중의 플라스틱
- 해빙(sea ice), 특히 다년생 해빙에서 1 년생 해빙으로의 전환에 중점을 둔 연구. 더 일반적으로 말해서, 전환 시스템(transitioning system)에 대한 연구.
- 그린란드의 빙상 질량 손실 및 이에 따른 해수면 상승에서 해양 순환의 역할에 대한 조사.
- 북극에서의 인간-환경 관계를 이해하기 위해 학제간 접근법에 중점을 두며, 관련 경제 시스템 평가에도 중점을 둔다.
- 북극 기후변화의 원인인 북극의 대기오염에 대하여 현지 오염원 및 영향의 관점에서 연구 - 북극 변화의 잠재적 원인 및 현지 지역사회에 대한 영향에 대한 연구 확대.
- 교차성(intersectionality): 북극지역의 사회적 불평등을 밝히는 데 도움을 주기 위해 소외 계층의 여러 다양한 경험에 초점을 맞춤.
- 사회에서 자원산업의 역할과 자원개발 및 지속 가능성
- 북극의 사회경제적 증폭(Arctic Socioeconomic Amplification): “북극지역 주체들에 대한 권한 부여”와 “북극에 대한 지정학적/경제적 관심 증가” 간 피드백, 확장 및 루프 효과(loop effect).
- 지속 가능한 관광, 이동성, 인권, 세계화, 과학 외교 및 기후 변화가 북극 거주민들의 건강에 미치는 영향을 포함한 다양한 사회 과학 주제



사진: 독일 알프레드 베게너 해양극지연구소(ALFRED WEGENER INSTITUT)/ 에스터 호르바스(ESTHER HORVATH)  
 많은 계획과 준비 후, 멧 시티(Met City)에 11미터 높이의 기상 타워를 세웠다. MOSAiC 참여연구자들은 이 타워를 통해 다양한 대기 및 지표 측정과 샘플수집을 실시할 것이다.





## 새로 부상하는 북극 연구 현안

새롭게 부상하고 있는 북극 연구 분야 중 다수는 위에 설명한 다양한 우선과제(제3차 북극 연구계획 국제 컨퍼런스)에 따라 조정 및 확장되고 있다. 과학자들은 최신 연구 기술을 활용하여 ICARP-III (제3차 북극 연구계획 국제 컨퍼런스)의 전체 항목 내에서 각자의 연구 영역을 정하고 있다.

### 연계된 북극 시스템

떠오르는 신규 주제 중 다수는 학제간 접근법 사용을 포함하여 북극 시스템 구성요소 간 상호작용에 대한 이해를 개선하는 데 초점을 맞추고 있다.

- 인간은 변화의 원인인 동시에 북극 변화의 영향에 취약한 존재로서 결합된 북극 시스템의 핵심 요소이다.
- 결합된 북극 시스템에는 생지화학적 순환 (biogeochemical cycle) 및 자연 방출, 지구 대기권 탄소 플럭스(carbon flux), 대기 프로세스와 빙하, 해양 간 관계, 성층권과 하층 대기 간 연결, 복잡한 북극 생물 시스템의 역할에 대한 이해가 포함된다. 이러한 상호 작용이 북극의 온난화에 어떻게 반응하는지를 이해하는 것이 우선과제이다.
- 현재의 북극 및 과거 온난화와 급속한 온난화의 사회적 영향 측면에서 북극 증폭에 대한 이해 개선 문제가 새롭게 부상하고 있다.
- 중위도를 포함하여 대규모의 전지구 기후 시스템과 북극 간 결합 관련 지식 개선 - 북극 연관성, 해양 및 대기열 플럭스, 열대-북극 연관성 등 기후 변동 및 원격 상관작용에 대한 연구.
- 연안 지역에 중점을 둔 지역 및 전지구 모델에서 시스템 경계를 왕래하는 상호 작용에 대한 설명 개선.
- 생물학적 펌프(biological pump), 해양 먹이 그물, 생태계 스트레스 요인 및 중앙북극해 어류 자원 간 상호 작용 이해.
- 통합 생태계 평가 - 시간 및 공간을 통해 생물 다양성과 환경 변화 사이의 연관성 조사.
- 기타 프로세스에 대한 연구는 다음과 같다.
  - 툰드라 영양물질 순환에 대한 빙권의 조절과정
  - 피오르드(Fjord)와 해양의 생산성
  - 해빙(sea ice) 및 기후 변화에 대한 반응으로 1차 생산의 변화
  - 해양 산성화의 원인 및 영향
  - 영구동토층 해빙(解氷)의 원인 및 영향

## 오염: 오염원, 흡수원 및 사회적 영향

- 북극 에어로졸 및 미량 기체: 여러 국가에서 북극 에어로졸 발생원 및 영향(특히 에어로졸-구름 상호작용 등)에 대한 지식을 현지 오염 및 관련된 사회적 영향의 맥락에서 이해해야 한다는 점을 새로 확인하였다. 산불 또한 북극 오염원으로 확인되고 있으며, 북극에서 수은의 영향 및 처리와 관련한 현안도 존재한다.
- 또한 여러 국가에서 북극 내 플라스틱 오염 및 쓰레기, 플라스틱의 영향 평가, 신종 오염물질(예: 자외선 차단물질, 의약 제품), 병원균을 새로운 이슈로 언급하였다.
- 초미세먼지(PM2.5)의 대기질 관측을 위한 몇 건의 소규모 프로젝트가 있다.
- 북극 공중보건의 고유한 측면(예: 병원균과 기후변화)에 대한 연구가 확대되었다.

## 관측, 예보, 예측 및 예측 가능성

- 연계된 북극 시스템의 계절 내 (sub-season)부터 계절적인 프로세스 예측
- 다양한 새로운 북극 연구팀을 지원하고 새로운 북극 관측 네트워크 구축에 참여
- 북극 과학자들은 다양한 모니터링 방법과 관찰 시스템을 통합하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 주요 조율과정은 지속가능한 북극관측 네트워크(Sustaining Arctic Observing Networks, SAON)와 북극관측최고회의(Arctic Observing Summit)을 통해 이루어지고 있다.

## 북극 연구의 사회적 연관성

- 국제북극과학위원회 사회과학 분과는 북극 주민과 변화, 북극 지역의 역사 인식 및 참여, 안보, 거버넌스 및 법률, 과거, 현재, 미래, 인체 건강 및 웰빙 등 과학적 초점을 식별하기 위한 자연 자원의 사용, 탐사, 개발 등 업무 계획을 갖추고 있다.
- 북극 연구 관련 연구 윤리 - 데이터 및 메타 데이터 관리 포함
- 특히 북극 원주민을 위한 화해, 탈식민지화 및 회복적 정의
- 지정학, 극지 거버넌스 및 북극의 법적 거버넌스
- 북극 연구의 성평등과 연구의 품질
- 북극 인프라
- 북극 경제 및 미래기술
- 지속 가능성: 전세계, UN 지속 가능한 개발 목표(UN Sustainable Development Goals) 및 북극의 맥락에서 북극 지속 가능성, 지속 가능성의 정치 및 지속 가능한 북극 도시
- 사회와 관련한 다량의 북극 연구가 북극이사회 분과와 분과별 프로그램 및 평가 보고서에 반영되고 있다.
- 북극 정보를 대중에게 알리기 위한 더 나은 채널 구축: 예를 들어, 북극에 초점을 맞춘 시민 과학 프로젝트의 수가 점차 증가하고 있으며, 이는 일반적인 과학 지식 전파에서 나아가 기후와 환경 변화의 원인 및 결과 관련 이해를 심화하는 데 도움이 될 것이다.

사진: 바룬 마쭌더(BARUN MAJUMDER)  
북극광이 연구 기지의 하늘을 수놓고 있다. - 캐나다 노스웨스트 준주 이누비크의 트레일 밸리 계곡(Trail Valley Creek)



## 현재 연구와 데이터의 공백

북극 지역에 대한 통합 관측 네트워크를 개발하고 국제적 수준에서 북극 데이터와 메타데이터를 보다 쉽게 활용할 수 있도록 할 필요성이 인식되었다. 또한, 공유하는 북극 변수에 대해 명확한 목표를 갖춘 모니터링 프로그램을 설계하거나 개선해야 한다.

NSF 북극 사회과학 프로그램에서 연구비를 지원하는 커뮤니티 워크숍 보고서인 북극 호라이즌 보고서(Arctic Horizons Report)는 다음과 같이 강조하고 있다. “북극은 학제간 연구의 시험대로서 '중요한 탐구 지역'이다. 북극 연구는 다양한 차원에서 이루어지고 있으며 우리는 여러 학문 및 지역을 아우르는 연구를 진행해야 한다. 지역적이고 전 지구적 연구의 지원이 모두 필요하며 부문간 교차점을 파악해야 한다.”

### 시공간적 범위

- 현장 기지는 연구의 토대를 제공하지만, 연구 인프라는 북극 과학의 한계를 정의하기도 한다. 장소 간 교차 비교를 통해 연구 결과를 일반화할 수 있는지 확인하여야 한다.
- 지상 기반 네트워크를 통한 관측범위가 한정되어 있다. 러시아 북극과 시베리아에서의 데이터 범위 및 공유가 특히 부족하다.
- 연구 공백이 있는 곳은 어업 잠재력이 있는 중앙북극해와 동시베리아해 및 캐나다 북극과 같이 데이터 수집이 제한적인 지역이 포함된다.
- 연중 자료수집 역량 개발과 육지-해양 경계면의 샘플링에 대한 장기적인 필요성 또한 여러 국가에서 언급되었다.
- 광범위하고 정기적인 대기 연직 프로파일 (atmospheric vertical profile) 정보가 상당히 부족하다.
- 고위도에서 일부 위성 관측 범위 제한: 특히 영구동토층(토양 내 얼음함량) 관련 광범위한 연구를 위한 원격 탐지 방법이 부족하다.
- 하계 현장연구 시기 외의 에너지 수지, 에어로졸과 같은 구름 및 하층대기 측정 데이터가 부족하다.
- 미래 영구동토층 예측의 불확실성을 증가시키는 물리적 토양 특성(토양, 물, 눈 등)의 이질성에 대한 연구에 일관성을 유지하는 것이 중요하다.
- 중장기적으로 해빙(sea ice) 두께를 예측하기 위해 신뢰할 수 있는 광범위 고해상도 측정 데이터가 필요하다.
- 그린란드 빙상의 높은 고도에서 제한적인 빙하 움직임, 해안지대 빙하 종착 지점에서의 해저 용해 속도, 만년설의 고밀도 응축과정 및 눈 질량(snow mass)의 계절 주기에 대한 빙하학 데이터가 매우 제한적이다.
- 모든 학문분야에서의 장기적인 관찰, 연구 연속성 및 비교 분석이 필요하다.
- 기상 관측, 고기후 데이터, 재분석 결과 및 기후 모델을 포함하여 북극 기후 변화의 시공간적 패턴에 대한 이해 개선을 통해 지역적인 패턴 및 원인 뿐 아니라 전지구 기후에 대한 북극 변화의 영향을 정량화하는 것이 필요하다.

사진: 매튜 에어(MATTHEW AYRE)  
서(西)그린란드에서 한 무리의 암컷 슴털오리가 거대한 빙하 경계 위를 날고 있다.



## 학제간 데이터 교환

- 다양한 학문분야에 걸친 학제간 이해 및 데이터 교환이 부족하다. 문제가 되는 인터페이스에는 대기 및 빙권 연구, 해양학 및 빙권 과학, 해빙(sea ice) 과학 및 생지화학, 영구동토층 및 미생물학, 관측 및 수치 시뮬레이션 등이 포함된다.
- 기후변화와 관련하여 북극의 전체적 환경 시스템 변화를 연구하는 연구 그룹 간 협력을 증진하는 것이 중요하다. 또한 생태계, 빙권, 대기 및 수자원 모니터링에 대한 공동 작업을 통해 북극 변화(예: 툰드라 녹화/갈색화 및 기후변화)에 대한 이해를 개선하는 것이 필요하다.
- 다수의 북극 과학 협업 커뮤니티에서 암석(hard-rock)을 연구하는 지구과학자가 부족하다.
- 다중 구성요소(육지, 얼음, 해양, 대기) 통합 관측과 연결된 연안 지대 역학 및 프로세스에 대한 모델이 필요하다.
- 일반 학계 프로젝트와 비교할 때 다중 학문 연구, 학문 간 연구, 여러 학문에 걸친 연구는 성숙 단계에 진입하기 위한 시간이 좀 더 필요하다. 이는 북극 커뮤니티 또는 기타 이해관계자들의 참여에 있어 특히 그러하다.
- 정보, 데이터 큐레이션 및 관리가 핵심이다. 문서와 데이터에 대한 접근성 보장, 장학금 및 연구자 데이터 베이스 개발 및 데이터 소유권 보호를 통해 극지 과학에 대한 과거 기록을 보존하고 이용이 가능하도록 해야 한다.

## 국가간 데이터 공유

- 데이터 접근을 용이하게 하기 위해 웹포털 및 아카이브(예: INTERACT)와 같은 국제 네트워크를 구현함으로써, 북극 데이터 및 메타 데이터를 쉽게 이용할 수 있도록 국제적인 노력을 지원하는 데 특히 관심을 기울여야 한다.
- 기상 아카이브 데이터와 관련하여, 일관성 및 원 포인트(one-point) 접근성이 부족하다.
- 북극지역 전반에 걸쳐 일반적으로 데이터 공유 및 현장 데이터 사용이 어렵다.
- 원격성 또한 데이터 수집 및 공유를 방해하는 요소이다.
- 적극적이고 다양한 연구를 저해하지는 않지만, 지역, 국가 및 국제적으로 연구 노력에 대한 전략적 조정이 부족하다.
- 데이터를 조율하고 배치하기 위해 많은 노력이 이루어지고 있지만(예: 북극 데이터위원회), 실질적인 이행과 후속 조치를 지원하기 위해 필요한 재정과 인력이 한정적이다.

## 연구 접근법 및 인프라

- 많은 연구 분야에서 국제 수준의 과학 협력이 진행 중이고 공동 및 다자간 프로그램의 사례가 다수 있지만, 여전히 인프라 지원(예: 혁신적인 기술, 새로운 쇄빙 플랫폼 등)이 필요하다.
- 지속적인 연구관측에 대한 기본적인 자금 지원, 자금 안정성 및 우선순위 부여가 부족한 상황이다.
- 북극 과학자들은 여러 학문에 걸친 연구, 학문 간 및 융합 연구 사례 구축을 강화해야 한다.
- 원주민 지식, 전통 지식 및 현지 지식 보유자와의 공동 연구에 더욱 중점을 두어야 한다. 이때, 연구 윤리와 데이터 소유권 보호에 대해 적절하게 고려하여야 한다.
- 북부 지역 주민 및 지역 사회의 우선과제를 보다 적절히 따라야 할 필요가 있다.
- 북극 지역 사회 취약성 평가에 대한 과학자의 참여가 제한적이다.
- 대개, 북극지역 인프라와 역량이 제한적이다. 여전히 다수의 연구 프로젝트에서 북극권 밖에 있는 기관의 장비, 실험실, 인력 및 교육을 요청하고 있는 상황이다.

## 북극의 자연 및 인간 시스템 변화에 대한 초점

- 계속되는 환경 변화는 현대 북극의 특징이며, 북극의 모든 지역에서 이번 세기 안에 상당한 변화가 있을 것으로 예상할 수 있다. 이러한 변화를 정리하고 기록하는 것만 해도 엄청난 난제이고 이러한 변화에 대해 과학이 이르는대로 대응조치를 취하는 것은 더 어려운 일이 될 것이다. 많은 국가에서 북극 연구를 우선과제로 삼고 있지만 현재의 모니터링 및 연구 수준은 이 문제를 다루기에 부족하다.
- 북극 내의 연결성이 증대함에 따라 과학자들이 진행할 수 있는 연구와 북극 주민의 삶에도 변화가 나타나고 있다(예: 이동성 또는 원격 의료 관련).
- 북극에서의 지속가능한 개발과 복원력을 지원하는 데 있어 자원의 역할 및 기능을 이해하기 위해, 변화하는 환경의 자연 자원에 대한 장기 생태계 모니터링 및 지속 가능성 영향 평가가 중요하다.
- 북극에서의 새로운 변화나 기술(예: 관광 확대, 재생 에너지, 멀티미디어, 디지털 통신)이 어떠한 영향을 미치는가? 지역 자치권과 원주민 권한 강화는 어떠한 영향을 미치는가? 이러한 변화는 식민지의 과거 및 현재와 어떠한 전후 맥락을 가지는가? 북극 지역사회에서 지속 가능성으로의 전환은 어떠한 형태로 이루어지는가?

사진: 조지아 머레이(조지아 머레이)  
스발바르 제도(Svalbard)의 높이 솟은 눈 덮인 피오르드 산맥.

## 국제 과학협력에서 새롭게 부상하는 주제

북극 시스템 연구에서 국제 협력이 절대적으로 중요하며, 이 중 많은 부분에서 경계가 모호하다. 대기이든 해양이든, 야생생물이든 기생충이든, 이누이트 족이든 사미(Sámi)족이든, 북극에서는 지리적 거리가 왜곡되고 있다. 북극 연구는 광범위한 국제 협력을 지속적으로 수반하고 있으며 또한 수반하여야 한다, 북극 연구자들은 계속해서 협력하여 정치적 장벽과 사회 경제적 불균형을 완화할 수 있다.

### 과학 계획수립과 조정

- 광대한 범위에 걸쳐 비교할 만한 측정 네트워크를 개발하는 데 있어 국제적 협력이 매우 중요하다. 그러나 주요 장기 지상 관측소를 제외하고 국제 협력은 대개 기회 중심적이며 전략적으로 부족한 경우가 많다.
- 제도적으로 기반을 갖춘 협력이 드물며 이에 대한 정보를 찾기가 어렵다.
- 공동의 이익을 극대화하고 노력이 중복되는 것을 피하려면, 북극과 비북극, 그리고 동서양을 아우르는 국가 간 협력을 증진하는 것이 중요하다.
- 북극 외 지역 기관과 북극 국가 내 현장 기지 간 상호 연결을 지원하는 것은 시작을 위한 좋은 출발점이다.
- 국제북극표류관측계획(Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate, MOSAiC)은 상향식 접근법으로 전례 없던 데이터를 제공하고 과학 연구를 추진할 수 있도록 주요 다학제 및 국제공동 현장 프로젝트를 개발하는 데 있어 중요한 성공 사례이다. 다만, 대규모의 극지 예측의 해(The Year of Polar Prediction, YOPP)와 국제북극표류관측계획에 이어, 국제적으로 중요한 전환점과 가속화 기회를 유지할 수 있도록 해야 할 것이다.
- 호라이즌 2020 프로젝트를 통해 국제 연구 이니셔티브에 대한 협력이 강화되고 있다. 국제 북극 육상 연구 및 모니터링 네트워크(International Network for Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic, INTERACT)와 북극연구쇄빙선컨소시엄(Arctic Research Icebreaker Consortium, ARICE)은 북극 주변의 연구원들을 연계시키고 있다. 태평양북극그룹(Pacific Arctic Group) 또한 국제 협력을 강화하기 위한 효과적인 메커니즘이지만, 다른 국가 내 기관들과도 협력을 이끌어 낼 수 있는 기타 수단이 필요하다.
- 새로운 북극 관측 데이터 시스템 로드맵(Roadmap for Arctic Observing and Data Systems, ROADS) 프로세스는 지속 가능한 북극 관측 네트워크(Sustaining Arctic Observing Networks, SAON)가 설계하고 개발한 것으로, 공유하는 사회적 이익에 기반하는 관측을 조율하고 연구자금 지원 기관과 정책 입안자에 명확한 정보를 제공하기 위한 접근법이다.
- 조정 기구 및 연구 인프라 기관(극지 클러스터, 극지 위원회, 북극연구운영자포럼(Forum of Arctic Research Operators, FARO), 국제북극과학위원회(International Arctic Science Committee, IASC) 등)은 북극 연구 커뮤니티의 폭을 넓히고 파편화로 인한 위험을 줄이는 데 중요한 역할을 한다.

## 연구비 지원

- 광범위한 다국적 노력이 이루어질 수 있도록 국가 연구자금 지원 메커니즘을 마련하는 것은 어렵지만 매우 중요한 과제이다. 국제적 자금 지원 수단이 부족하면, 국제 협력이 제한적으로 이루어질 것이다. 유럽연합 체계와 스발바르 과학 포럼(Svalbard Science Forum)은 국제 자금 지원 프로그램의 사례이다. 둘 이상의 국가 자금 지원 위원회에서 공동으로 자금을 조달하는 것이 매우 도움이 될 수 있다. 그러나 벨몬트 포럼(Belmont Forum)과 같이 자금 지원 절차가 지나치게 복잡하거나 세부적일 경우 불공평하게 참여를 제한할 수 있다.
- 제 2 차 북극과학장관회의(Arctic Science Ministerial)의 성과물인 신생 북극 과학 자금 지원 기관 포럼(Forum of Arctic Science Funders)은 북극에서 새로운 공동 과학 활동을 조정, 강화 및 시작할 수 있도록 하기 위한 다자간 논의 플랫폼이다. 또한 국제적인 북극 연구비 지원에 대한 정보의 창구로서 역할을 목표로 한다.
- 북극 연구 프로그램을 개발하는 소규모 국가 등 여러 국가에서 강력한 국제 연구 네트워크에 참여하고 있으며, 앞으로도 지속적인 참여가 중요하다.
- 양자 간 프로그램(2017 년에 도입된 영국-캐나다 북극 장학금(UK-Canada Arctic Bursary) 프로그램 등)은 연구 및 협업을 상당히 성공적으로 촉진하고 있다.
- 다양한 과학자의 참여를 유도하고 이를 유지하는 것이 북극 과학에서 핵심적인 이슈이다. 한 가지 접근법으로서 펠로우십(Fellowship) 프로그램 등 지식 공유 기회를 창출하는 것을 들 수 있다.
- (장기) 관측 네트워크의 유지/지속을 뒷받침하기 위한 자금은 여전히 부족한 상황이다
- 원주민 참여에 대해 자금을 지원하고 이를 반영하는 것이 부족하다.
- 많은 사회 과학자가 꼽는 가장 시급한 문제는 북극 사회 과학과 자연 과학 간 연구비 지원의 격차이며, 이와 더불어 북극 연구비 지원 구조에서 사회학, 인문학 또는 학제간 연구의 국제 협력을 지원하기 위한 프로그램과 연구비 흐름의 부족이다. 이 같은 격차를 줄이지 못한다면, 북극에서 과학, 보건 연구, 인문학 장학 지원을 개선할 기회가 희박하거나 상당히 어려울 수 있다.
- 북극/극지 주제 뿐 아니라 관련 분야에서 우수한 과학 연구를 지속적으로 지원하여야 한다. 이러한 지원은 데이터 및 현장 방법론 공유와 연구 기지 공동 이용 등 새로운 우수 사례를 장려함으로써 가능할 수 있다. 가장 중요한 지원 방법으로는 광범위한 연구 그룹이 지원할 수 있고 과학적 기준과 이점에 따라 평가할 수 있는 공개 모집에 기반하여 국가 및 국제 프로젝트에 자금을 조달하는 것을 들 수 있다.
- 대규모 투자가 필요한 일부 주제 외에도 혁신적인 관점의 연구 주제를 개발할 수 있도록 중소 규모의 프로젝트를 지원하는 것이 중요하다.



사진: 일리야 아브라모브(ILYA ABRAMOV)  
러시아 북극지역의 순록 목동들이 모닥불 주위에 모여 있다.



## 접근성

- 데이터 취득, 수집, 전송 및 교환, 정보, 역사적 자료, 고고학적 산물 등을 포함하여 데이터 및 물체에 대한 접근성 또한 중요한 문제이다. 데이터나 시료의 국경 간 이동이나 때로는 국내 이동마저 어렵거나 불가능할 수 있으며, 이는 지식의 발견을 저해할 수 있다.
- 대부분의 사회 과학 연구에서는 커뮤니티에 대한 물리적 접근과 많은 경우 장기적인 참여가 필요하다. 이는 현재 다수의 연구비 지원 구조에서 어려운 부분으로 남아있다.
- 개방적이고 시의적절한 데이터 공유에 대한 중요성이 점차 높아지고 있다. 그러나 데이터 관리는 여전히 어려운 과제이다. 국가 전체에 걸쳐 공동의 데이터 정책 및 사례를 확립하고 이를 이행하기 위한 자금과 자원을 제공하는 것이 중요하다.
- 데이터와 메타데이터 공유 등 과학적 협력을 위한 플랫폼과 프로토콜을 제시함으로써, 북극 전반에 걸친 연구를 증진할 수 있다.
- 연구 인프라, 네트워크 및 현장 기지의 중요 역할은 동 보고서의 앞부분에서 살펴 보았다.

## 법적 체계

- 북극 연구자들은 최근 채택된 국제북극과학협력증진협정 (Agreement on Science Cooperation in the Arctic)을 증진하기 위한 국제북극과학위원회, 국제 북극 사회과학 연맹(International Arctic Social Sciences Association, IASSA) 및 북극대학(University of the Arctic, UArctic)의 노력을 반기고 있다. 이 협정의 주요 원칙은 데이터, 장소 및 정보에 대한 접근성을 개선하고 북극 연구에 존재하는 절차적 장애 요소를 제거하는 것이다. 특히 과학자들은 이 협정이 협정 당사국 이외 국가의 연구원들에게 어떻게 적용되는지에 관심을 가지고 있다.
- 현재 모범 사례를 보면, 북극 지역의 국가 및 기구와 함께 협력 파트너십을 구축할 수 있도록 협력약정을 체결하고 있다. 또한 인프라와 물류 지원 공유를 위한 협의를 통해 위에서 설명한 장애 요소를 제거하는 데 도움을 줄 수도 있다.
- 북극 과학자들은 북극 지역의 다양성, 문화 및 환경을 고려하고 여러 북극 및 북극 외 관할지역 학자들과 국제 연구팀 및 컨소시엄의 형태로 협업함으로써 학제간 경험, 전문 지식 및 자금을 통합하는 데 최상의 결과를 도출하고 있다. 따라서 북극 연구 커뮤니티에서는 국제북극과학협력증진협정의 이행에 큰 기대를 가지고 있다.
- 해양 연구 커뮤니티는 특히 데이터가 부족한 북극 지역 내 배타적 경제 수역(EEZ)에 대한 국제적 접근성이 중요하다고 강조하고 있다.
- 이 협정에서는 복잡한 북극 문제를 이해하기 위한 학제간 연구 및 여러 학문에 걸친 국제 연구를 증진하고 지원을 모색할 수 있도록 고유한 기회를 제공한다.
- 현지 및 원주민 이슈/지역사회 관련 연구를 위한 국가 혹은 국제 정책/윤리/지침이 없기 때문에, 일부 북극 및 북극 외 지역에서는 북극 연구 관련 윤리적 관행에 대한 주의가 부족하다.
- 중앙북극해 공해상 비규제어업 방지 협정(Agreement to Prevent Unregulated High Seas Fisheries in the Central Arctic Ocean, CAOFA)은 북극 환경 보호에 대한 중요한 이정표이자 중앙북극해 연구 확대를 위한 원동력으로 간주되고 있다. 북극 보호뿐 아니라 국제 공동 연구 확대를 장려하기 위한 메커니즘이기도 하다.
- 그렇지만 현재 북극권 및 비북극권 일부 국가의 정치적 갈등은 어떤 경우에는 협력의 장애물로 작용하는 것으로 보인다.

사진: 루카 브라칼리(LUCA BRACALI)  
노르웨이 함노이(Hamnøy) 해안에 부딪히는 파도



## 결론

북극은 독특하고 국제적으로 중요한 지역이며, 오늘날 급격한 변화를 겪고 있다. 우리는 그 어느 때보다 북극, 북극 시스템 및 그 연계성에 대한 이해를 지속적으로 확립해 나가야 한다. 국제북극과학위원회에서는 어떠한 하나의 학문이나 국가가 다룰 수 있는 범위를 뛰어넘어, 국적이 아닌 과학으로 선도한다.

이러한 방식으로, 국제북극과학위원회는 '2020년 북극 과학 현황 보고서'가 국제 북극 연구 커뮤니티의 현재 연구 우선과제, 연계성 및 공백 상황을 파악할 수 있는 기회를 제공하기를 바란다. 예를 들면, 다음과 같다.

- 북극 및 세계적 수준의 문제를 모두 해결하려면, 북극 연구는 완전히 학제간으로 융합적 접근이 이루어져야 한다.
- 북극 연구 커뮤니티는 북극 주민 및 원주민의 우선 순위, 의견 및 기여에 집중하기 위한 노력을 증대하여야 한다.
- 국제 및 학제간 협력은 북극 시스템을 연구하는 데 필수적이며 촉진되고 확대되어야 한다.
- 북극 데이터 공유, 검색 가능성, 접근성 및 재사용은 여전히 어려운 과제이지만 이러한 영역에서의 노력은 향후 성과를 위해 매우 중요하다.
- 북극 및 북극 외 국가 모두에서 노력과 투자를 하고 있음에도 불구하고, 현재 수준의 북극 모니터링 및 연구로는 상기 문제를 해결하기에 역부족이다.

'2020년 북극 과학 현황 보고서'의 출간은 선례가 없는 시도이다. 국제북극과학위원회는 '제 3 차 북극 연구계획 국제 컨퍼런스(ICARP-III)'를 토대로 IASC 커뮤니티에서부터 상향식 기여가 가능하도록 본 보고서를 편찬하였다. 북극 지역의 변화는 가속화되고 있고 북극 과학은 방대하기 때문에 본 보고서는 북극 연구에 대한 전반적인 상황을 파악할 수 있도록 요약 작성되었다.

IASC는 본 보고서가 북극 과학에 기여하기를 바라며, 연구자, 정책 입안자 및 모든 연구 이해관계자에게 북극 과학의 현황을 설명하는 데 도움을 줄 것으로 확신한다. 비록 본 보고서는 어느 한 시점에 발간 된 것이지만, 북극 연구는 계속 변할 것이고, 또 진화할 것이다. 그렇기 때문에 IASC는 본 보고서가 어떻게 받아들여지는 지 검토하고, 최선의 후속 조치는 무엇일지에 대하여 고민 할 것이다. 보고서에 대해서 제안하고 싶은 의견이나 활용 방법, IASC의 보고서 개선 방안이 있다면, IASC에 알려주기를 요청하는 바이다. 이메일 [info@iasc.info](mailto:info@iasc.info) 로 연락할 수 있으며, IASC에 대한 자세한 사항은 다음의 링크에서 확인할 수 있다: "<http://www.iasc.info/>"

사진: 비탈리 젬리안스키(VITALIY ZEMLYANSKIY)  
북극다람쥐꼬리(Arctic firmoss)(학명: *Huperzia arctica* (Tolm.) Sipliv) - 중앙 야말(Yamal)에서 촬영



## IASC 2020 북극 과학 현황 보고서

온라인 영문 보고서: <https://iasc.info/iasc/publications>

IASC 사무국  
Borgir, Norðurlóð  
600 Akureyri  
Iceland

info@iasc.info | +354 515 5824