

극지포럼 제4차 정례세미나

극지, 그 무한으로의 도전



일시 : 2011년 11월 9일(수) 오후 3시

장소 : 국립과천과학관 상상홀(구 큐씨홀)

목 차

1. 행사일정	1
2. Seminar 1	3
▷ 남극, 우주와 지구의 연결고리 박필호 원장 (한국천문연구원)	
3. Seminar 2	17
▷ Sustainable Engineering for Extreme Environment - Earth and Space (지속가능한 극한공학 - 지구와 우주) 이태식 교수 (한양대학교 건설환경공학과)	
4. Seminar 3	37
▷ 북극해 항로의 활용가능성과 과제 황진회 실장 (한국해양수산개발원 해운정책연구실)	

□ 행사 일정

15:30~15:50	등 록
15:50~16:00	개회사 : 극지포럼 공동대표 축사 : 최은철 국립과천과학관장 사회 : 김성중 극지연구소 극지기후연구부장
16:00~16:30	Seminar 1 : 남극, 우주와 지구의 연결고리 박필호 한국천문연구원장
16:30~16:40	질의 · 응답
16:40~17:10	Seminar 2 : Sustainable Engineering for Extreme Environment - Earth and Space (지속가능한 극한공학 - 지구와 우주) 이태식 한양대학교 건설환경공학과 교수
17:10~17:20	질의 · 응답
17:20~17:30	Coffee Break
17:30~18:00	Seminar 3 : 북극해 항로의 활용가능성과 과제 황진희 한국해양수산개발원 해운정책연구실장
18:00~18:10	질의 · 응답
18:10~18:20	폐 회
18:30~	만찬

Seminar 1

주 제 : 남극, 우주와 지구의 연결고리

발표자 : 박필호 한국천문연구원장

극지, 그 무한으로의 도전

남극, 우주와 지구의 연결 고리

한국천문연구원

박필호

KAI 한국천문연구원

KOPRI
극지연구소

2011년 11월 9일 -극지포럼 제4차 정례세미나 - 국립과천과학관



극지연구소

목차



천체관측



우주기상



우주측지



천문대에 적합한 환경은?




- 바람이 없는 안정된 대기
- 주변 불빛이 없고 낮은 온도
- 먼지가 없는 깨끗한 대기

사막, 높은 산, 우주, 그리고...

KOPRI

천문대에 적합한 환경



- 바람이 없는 곳
- 대기온도가 낮은 곳
- 먼지가 없는 곳
- 주변 불빛이 없는 곳

사막, 높은 산, 우주, 그리고...

남극 천문대 후보지는?



KOPRI

Concordia Research Station, Dome C

고도 (3,233 m)

매우 낮은 적외선 배경복사 (-54.5 °C)

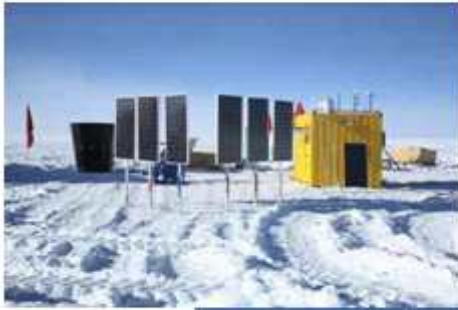
매우 깨끗하고 맑은 하늘 (시상 ~1.3)

하와이와 칠레보다 안정된 대기 (2.8 m/s)

→ 적외선 관측에 장점



PLATO at Dome A (Argus)

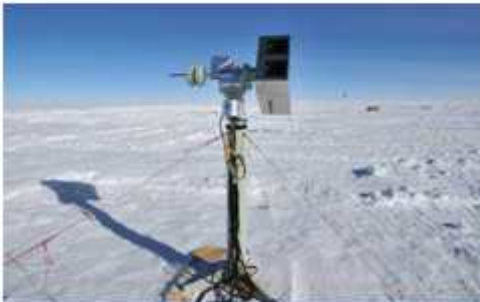


- 해발 4,093 m
- 기온 : $-10^{\circ}\text{C} \sim -80^{\circ}\text{C}$
- PWV : 0.22 mm
- 연 적설량 : 1~3 cm



KOPRI

PLATO-F at Dome F (Fuji)



- 해발 3,810 m
- 기온 : $-30^{\circ}\text{C} \sim -80^{\circ}\text{C}$
- 연 강수량 : 25 mm



남극에 적합한 천문대는?

천문관측을 위한 남극의 장점

- 깨끗하고 건조한 하늘
- 낮은 대기온도로 적외선 배경잡음 낮음
- 주변 불빛이 없음

대형 망원경 구축이 쉽지 않을 경우

→ 소형 망원경을 이용한 무인 외계행성 탐사
: 적외선 관측 적합

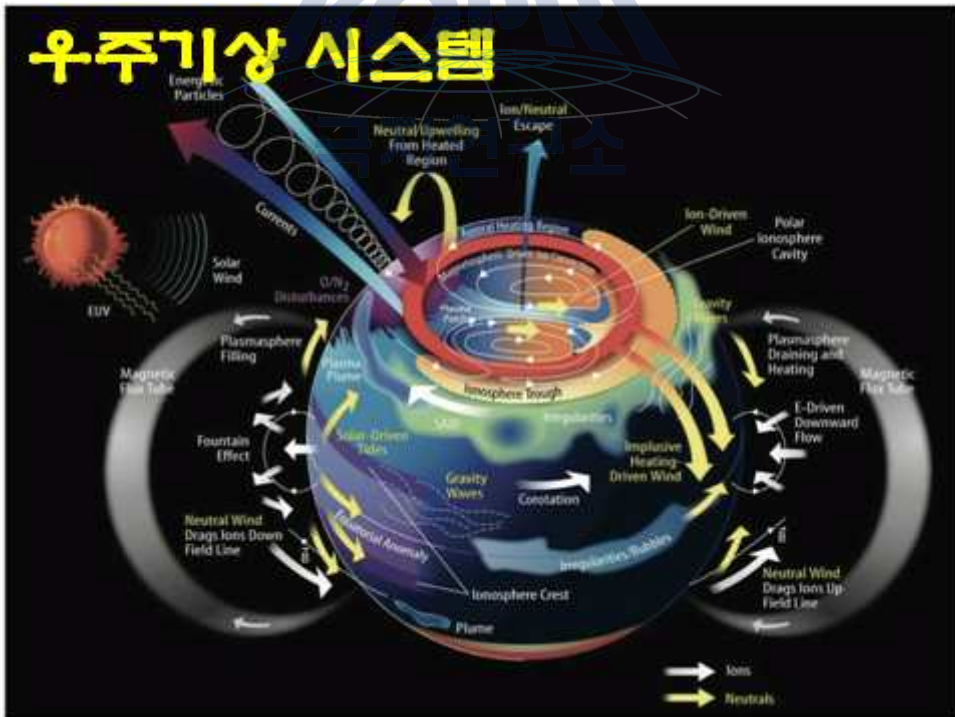


KOPRI

우주 속의 지구



오로라의 발생



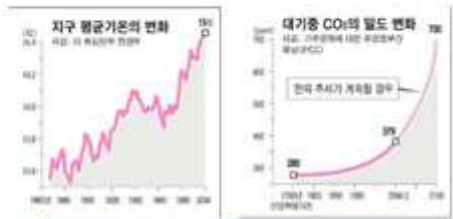
남극 우주기상 관측



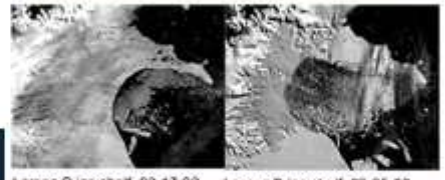
남극, 지구 온난화 신호



에너지 위기와 환경문제 발생과의 관계
(과학기술정책연구원, 미래 경제사의 전망과 과학기술 비전, 2007)

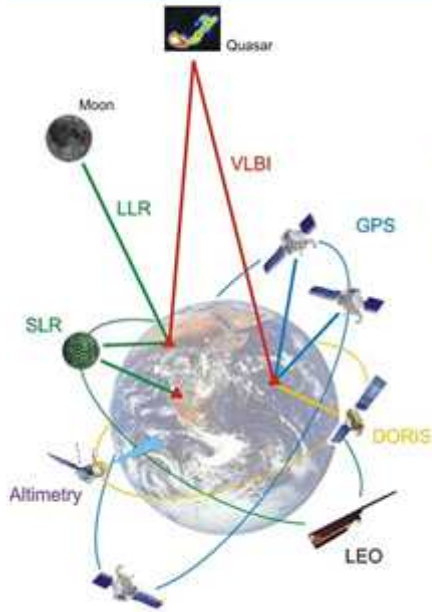


기후의 도전에 대한 대응
(국제기후변화 태스크포스팀, 조선일보 '05.01.25)



Larsen B ice shelf, 02-17-02 Larsen B ice shelf, 03-05-02
남극 빙하 감소
(2003년 5월 2일 위성해 분석, 남극반도 라센빙하 붕괴)

우주에서 지구변화를 보다.



우주측지(Space Geodesy)는

인공위성이나 천체 등을 이용 함으로서

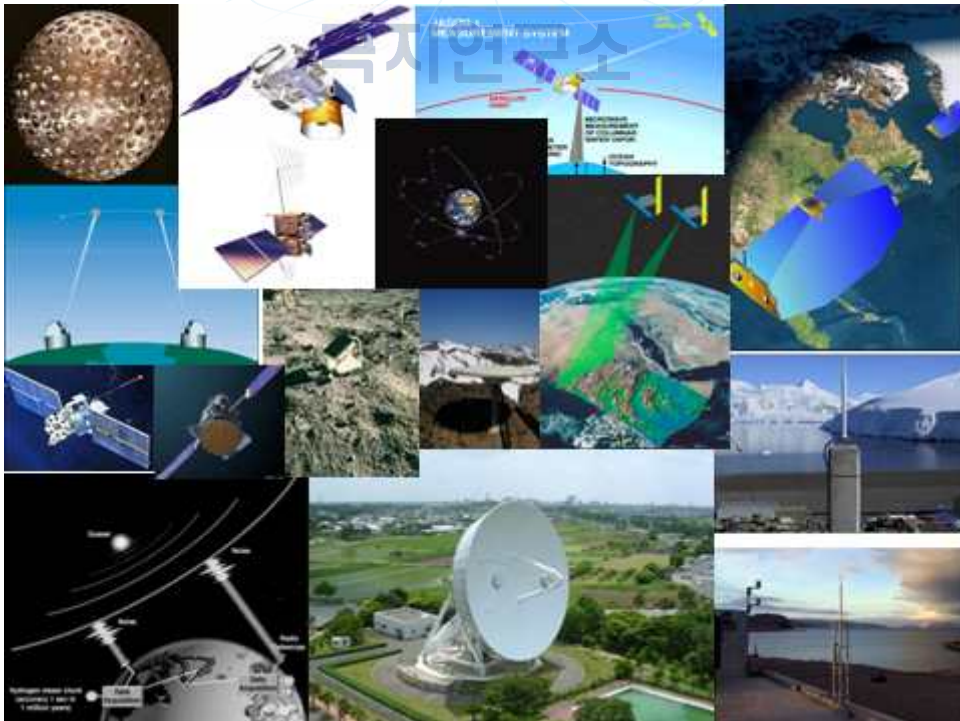
미세한 지상의 변화양상을 측정하고

살아 움직이는 지구를 이해하여

지구와 우주를 연계시키는 교각 역할을 함

- 지상의 위치(좌표계, Coordinate Reference Frame)
- 시간(시간계, Time Reference Frame)
- 지구의 형상(중력계, Geoid)
- 지구의 지진족 변화 측정(EOP) 등

KOPRI



남극 GNSS 상시관측소



- Data from Red dots available through IGS
- Data from blue dots available on request from individual researchers



남극 VLBI 관측소



오이겐스기지에 설치된
독일 우주측지 VLBI 안테나 (직경 :9 m)와
GPS 안테나



남극 DORIS 관측소



JASON



DORIS



일본 소와기지 DORIS 관측소

Runway Melt on Antarctica

GNSS



VLBI



DORIS



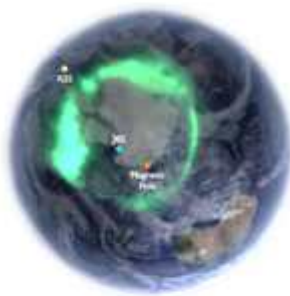
다학제간 연구의 중심으로서 남극
기후, 지구물리, 우주측지, 해양 등



남극, 지구와 우주의 연결고리



지구에서 우주로
천문학



우주와 지구의 경계
우주기상



우주에서 지구로
우주측지



감사합니다.



Seminar 2

주 제 : Sustainable Engineering for Extreme Environment

- Earth and Space (지속가능한 극한공학 - 지구와 우주)

발표자 : 이태식 한양대학교 건설환경공학과 교수





KOPRI
극한공학 Contents

- 1 건설과 우주
- 2 Extreme Engineering
- 3 Lunar Construction
- 4 In-Situ Resource Utilization
- 5 우리가 나아갈 길

2

소행성 충돌



- 영화 아마겟돈의 한 장면임
- 공상과학의 내용 같지만 실제 지구는 이러한 소행성의 위협을 받고 있음
- 선진 우주 개발 국가들은 미지의 환경, 특히 달을 개발하기 위한 굴착 기술 등을 연구 중임

“특히
아여
이제껏 한번도 경험하지 못한 미지의 환경, 물질, 우주폭염을 경험하며 어려움을 겪고 의생을 감수한다”



자원개발



- 2009년 개봉한 영화 Moon의 한 장면
- 감독의 상상력으로 창조된 공상과학 영화이지만 내용의 설득력이 있음
- 현재 많은 국가들이 목표로 하고 있는 유인 달 탐사 시나리오와 흡사함

“머지않은 미래 ‘SAF...
남머신을 달리고 있다. 그는 3년 계약으로 고용되어 달의 궤도-3를 재워에 지구로 보내는 임무를 맡고 있으며
유머노이드 로봇과 함께 최첨단 시설이 갖춰진 달 기지에서 거주하고 있다”

KBS 과학카페 2010. 3. 13 방영 "행성탐사의 최전선, 우주기지를 건설하라"



5



극지연구 Extreme Engineering

미래의 건설기술

분야	구분	중요도	연구수준
우주	심양성신론 우주공항 건설	100.0	20.0%
	달성의 지파지형 탐사	100.0	20.0%
	지구 외 달성의 탐사 및 건설	88.3	23.2%
극한	북반구 극한과 극지방 탐사 및 건설기술	81.1	53.3%
	북반구 극 건설 시 동북극권 북극항 개발	77.8	53.3%
	북반구 극의 건설과 도시건설 기술	80.0	53.3%
극서	북반구 극한과 극지방 탐사 및 건설기술	81.1	53.3%
	남극권 탐사 및 북극항 개발	71.4	54.3%
	북반구 극 건설과 도시건설 기술	80.0	53.3%
극남	미얀마 북극서 Pole Line, 동남의 안락, 실지, 건설기술	78.3	54.4%
	남극권 탐사 및 북극항 개발	70.0	53.3%
극지연구의 연구개발/산업기술		80.4	47.7%
실용 기술개발을 위한 산업기술		100.0	45.0%
중요도 평균		77.1	45.2%

- 한국의 기술수준은 선진국 대비 평균 58.3%의 기술수준으로 약 6년의 격차를 보임
- 세부 기술 개발 중요도(평균 77.1%)에 비해 연구개발 수준(평균 45.2%)은 턱없이 부족함
- 우주개발 분야의 연구수준이 가장 미흡한 것으로 나타나며, 관련 연구 및 기술개발을 위한 대책이 시급함

출처: 2000-2005년 대한 건설기술, 건설기술개발, 건설기술개발사업보고서

6

극한환경



- 전통적인 건설공학 기술과 기계, 전기, 컴퓨터, 재료 등의 다양한 공학분야의 기술을 융합
- **복합학제(Inter-Discipline)**의 기술을 기반으로 하는 **극한공학(Extreme Engineering)**과 **우주건설(Space Construction)** 분야로 전향이 요구됨



극지연구

극한(極限)공학의 개요

- 극한공학의 정의
 - 극한(極限)지역(극한지[極寒地, Arctic], 극서지[極寒地, Desert], 심해[深海, Deep Sea/Deep Ocean])에서 수행되는 건설활동
- 접근방향
 - 현재 개발이 이루어지고 있는 공간에서 벗어나 기존에 개발활동이 미흡했던 새로운 공간을 대상으로 개발활동 수행
- 개발대상

극한지역	극서지역	심해지역
<ul style="list-style-type: none"> • 남극, 북극에 연구기지 건설 • 남극계통기지를 건설, 연구활동 수행 • 극한지역 거주공간에 대한 연구 필요  <p>< 극한 지역 (남극/북극) ></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 중동지역 사막 지역의 개발 • 인프라를 구축하고 부족한 주거공간을 해소 • 해양을 건너지 않던 섬의 구축으로 그린 에너지 개발  <p>< 극서 지역 (사막/해양) ></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 심해지역 거주공간에 대한 연구 필요 • 심해 환경을 개발하여 관광자원으로 활용 가능  <p>< 심해 (해양/심해) ></p>

우주개발

● 건설의 새로운 분야 개발 - Moon, Mars (Space)

- 건설공학 시장과 역할의 확장
 - 우주탐사를 위한 새로운 자원과 건설 인프라를 개발
- 미래 건설공학
 - 극한환경과 우주개발은 건설공학자들의 새로운 목표이며 지금부터 시작되어야 함

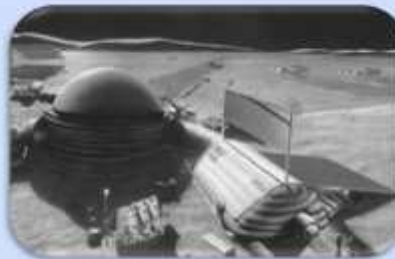


극지연구소

우주건설의 적용

단기적 측면

- 우주탐사를 위한 전초기지 건설
- 과학적 분석을 위한 연구실 및 쉼터 제공



우주건설의 적용

장기적 측면

- 달과 화성에서 인간 거주를 위한 거주지 (Habitat) 제공
- 생존을 위한 기반시설 제공
- 우주선 발사장 및 착륙장의 건설



11



우주건설의 적용

- 그린 에너지 자원
 - 달에 축적된 헬륨-3의 채굴 및 저장시설 구축
- 헬륨-3
 - 미래의 대체 에너지 자원으로 핵융합에 의한 고효율 에너지 생성 (zero-방사성 폐기물)
 - 지구에는 미량이 존재하지만, 달 표면 토양 아래에는 약 100만~5억 ton의 헬륨3가 달에 존재
 - 100만 ton의 헬륨-3는 전 세계가 1만년 동안 쓸 수 있는 에너지 양임
 - 달에 4~5번 왕복하여 헬륨-3를 채취하면 지구상에서 1년 동안 쓸 수 있는 에너지를 마련하게 됨

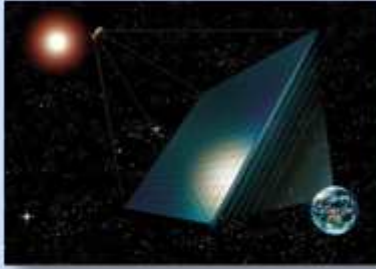


12

Lunar Construction

태양광 우주발전 (Space Solar Power: SSP)

- 태양광 손실이 적은 우주상에 거대 태양광 집열판을 설치하여 에너지를 발전시켜 지구로 송신하는 방법
- 빛 에너지를 전기로 변환하므로 이산화탄소 배출과 같은 환경오염이 없어 지구온난화를 발생시키지 않음
- 환경오염이 없고, 에너지 양 무한대, 발전 비용이 들지 않아 화석연료의 대체제로 주목 받고 있음
- 현재 미국의 NASA, 일본의 시미즈 건설 등에서 연구중임



13

Lunar Construction

태양광 우주발전 (Space Solar Power: SSP)

시미즈건설 Luna Ring



14

Lunar Construction

Definition

- 전통적으로 지구에서 하던 생활 및 생산기반 시설의 건설활동은 지구가 아닌 달에서 수행하는 것을 의미함
- 달 환경이 아닌 화성 등의 다른 행성으로 확장한 개념을 Space Construction이라 지칭
- Lunar Construction은 Space Construction의 중간 개념



<Traditional Construction>



<Lunar Construction>

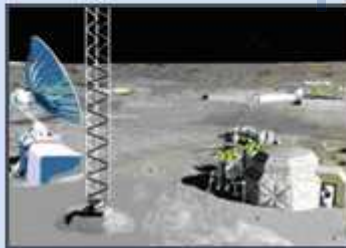


<Space Construction>

15

Lunar Construction

Definition



태양복사열, 달 먼지 등과 같은 문제를 해결하고, 인류의 장기간 거주를 위한 안전 시설물, 기반시설, 그리고 Life Support Systems을 건설, **But---**



달 표면은 지구와는 **전혀 다른 새로운 환경**이다. 따라서,
달 건설을 위한 **새로운 건설기술**이 필요하다!

16

In-Situ Resource Utilization

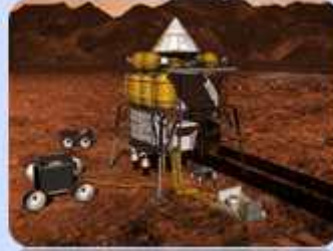
Lunar In-Situ Resource Utilization (ISRU)

> Lunar ISRU

- 달의 천연자원 또는 폐기물을 이용하여 **유용한 자원을 만들어나기 위한 과정**과 장비의 이동 및 이에 대한 연구
- ISRU는 이동수단, 달 토양에서의 자원 추출, 플랫폼 가동을 위한 동력 등 다단계의 복합적인 분야 포함
- ISRU는 희망하는 자원을 얻기 위해 다단계의 연계된 절차를 통해 목적물 생산
- 인간 생존, 자원의 수송, 이동능력, 동력, 달 거주지와 연결됨
- ISRU를 위해서는 달 자원 수송을 위한 **도로, 생산 플랫폼, 자원 저장 시설 등 건설의적인 접근**이 필요

> 이점

- 새로운 환경에서의 자원 이용에 대한 연구를 통해 새로운 과학 및 탐사 장비 개발
- ISRU를 통해 유인 달 탐사의 안전성, 탐사 시간, **자금차족 확보**
- 새로 개발된 ISRU 기술들을 지구 또는 우주산업에 적용



17



In-Situ Resource Utilization

달 자원 운영 사이클



18

In-Situ Resource Utilization

NASA Hawaii Field Test

> Field Test 개요

- 일시 : 2010. 01. 18 ~ 2010. 02. 14
- 장소 : Mauna Kea, Big Island, Hawaii, USA
- Test 수행 기관
 - 우주국
 - Canadian Space Agency
 - NASA (Johnson Space Center, Kennedy Space Center, Glenn Research Center, Langley Research Center, Goddard Space Flight Center)
 - DLR (German Aerospace Center)
 - 기업
 - Electric Vehicle Controllers Ltd. (EVC)
 - Honeybee Robotics Inc. (NORCAT)
 - Ontario Drive and Gear Ltd. (ODG)
 - Orbital Technologies Corp. (Orbitec)
 - Physical Sciences Inc. (PSI)
 - Virgin Technologies Inc., Xiphos Technologies Inc.
 - 학계
 - University of Toronto Institute for Aerospace Studies (UTIAS)
 - Arizona State University
 - Hanyang University



Field test 웨이스관포



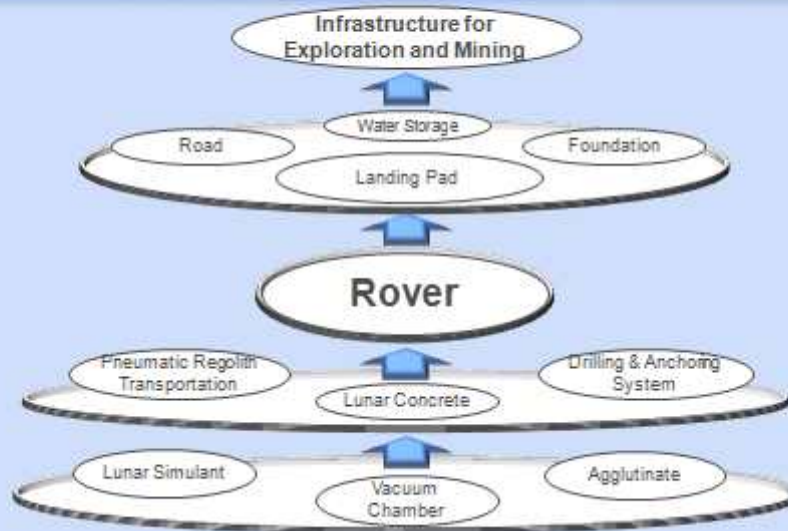
크레이터에서의 단체사진

19



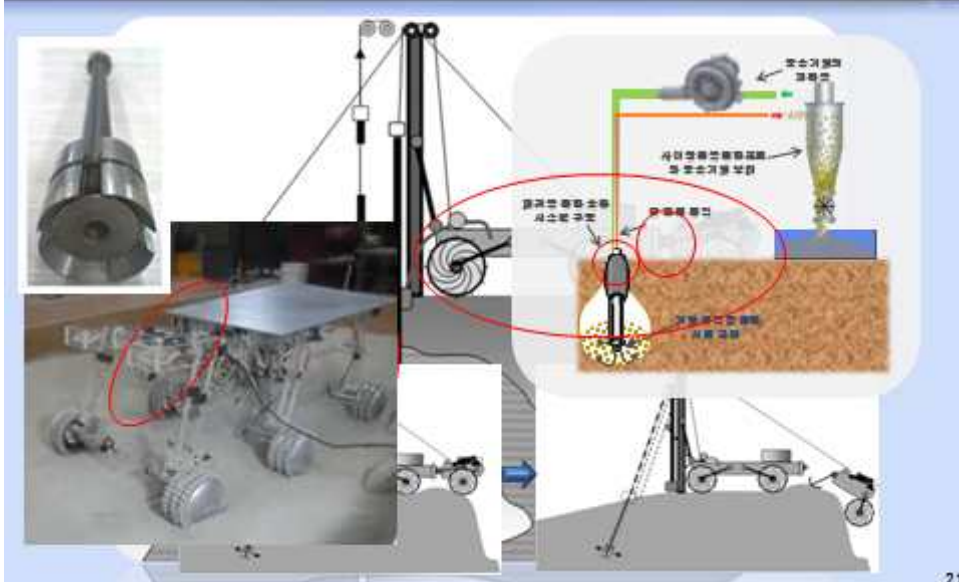
우리가 나아갈 길

Roadmap for Lunar Infrastructure Construction



20

Extreme Rough Terrain Exploration Rover (ERTER) 컨셉



Korean Lunar Simulant

Lunar Simulant(달 모퉁이)의 개요

- 지구상에서 달의 토양과 구성 성분이 유사한 암석을 이용하여 달 토양(Lunar soil)과 유사한 토양을 만든 것
- 달에 직접 가서 실험하는 것이 어렵기 때문에 지구에서 달 환경을 조성하여 실험을 수행하는데 lunar simulant는 달 환경을 조성하는 중요한 구성 요소 중 하나로 활용됨
- 달 환경을 구축하는데 많은 양의 Lunar simulant가 요구됨
 - 제조에 장 시간 소요되어 대량 구매가 어렵음
 - 구매 비용이 비쌈
- 우주개발 선진국들의 경우는 이를 직접 개발
 - 실험비용 절감
 - 판매를 통한 경제적 이익 발생

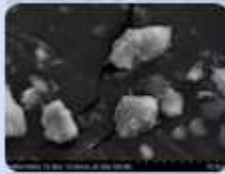
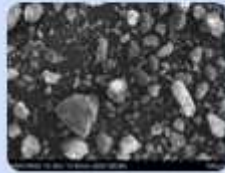
< Lunar simulant 개발업체 및 개발 국가 >

명칭	개발국가	명칭	개발국가
JSC-1	미국	NAO-1 & CAS-1	중국
MLS-1	미국	OB-1	케냐
MKS-1 & FJS-1	일본	KOHL-1	한국(한양대학교)

KOHL5-1 제작

완성된 KOHL5-1

- 진동체에 의해 분리된 재료를 닥토양 구성비에 따라 혼합
- 포항-육산 지역의 토양을 이용하여 미국, 일본, 중국, 케냐에 이어 세계 5번째로 된 복제토 (Korea-Hanyang Lunar Simulant -1, KOHL5-1) 개발에 성공함

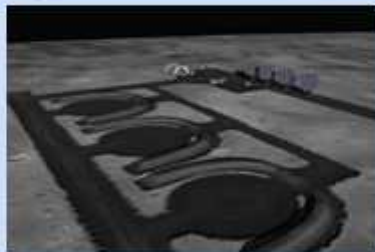
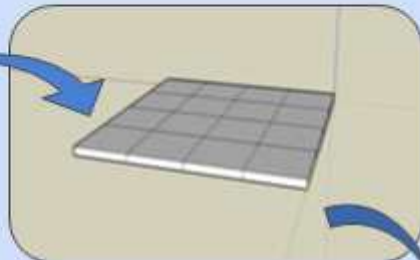
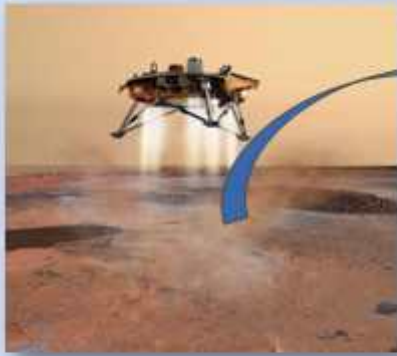


< KOHL5-1의 구성 성분(Lunar soil 14163과 비교) >

구성성분	KOHL5-1	Lunar soil 14163	구분비 (%)
SiO ₂	54.55	47.9	+7.25
TiO ₂	0.7	1.6	-0.9
Al ₂ O ₃	15.73	17.9	-1.07
Fe ₂ O ₃	5.62	-	+5.62
FeO	-	10.3	-10.3
MnO	0.18	0.1	+0.08
MgO	2.32	3.6	-7.28
CaO	5.44	11.4	-5.96
Na ₂ O	2.23	0.7	+1.53
K ₂ O	3.35	0.5	+2.78
P ₂ O ₅	0.21	-	+0.21



Lunar Concrete Pad



- > 랜딩패드: 우주먼지(Dust) 발생방지
- > 로버: 랜딩패드 건설 자동화 시스템

Lunar Concrete

Lunar Concrete Pad Construction Rover Prototype

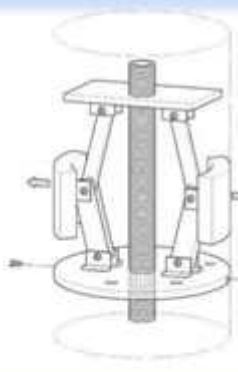
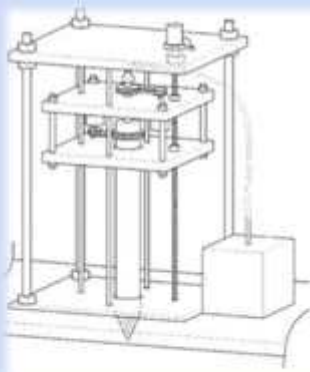


25



Lunar Anchoring and Drilling

Patent – Lunar Robotic Anchor System



< System prototype and anchor design >

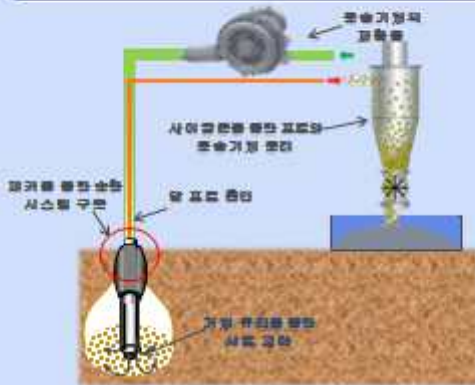
< Certificate of Patent >

26

Lunar Anchoring and Drilling

밀폐형 달토양 흡입시추 개념

- > 지구와 다른 환경으로 인한 새로운 방법의 시추시스템 필요
- > 압력의 차이를 이용하여 재료의 시추 및 채집이 가능한 밀폐형시추
- > 온송기체에 재현을 위한 일체가 필요하다



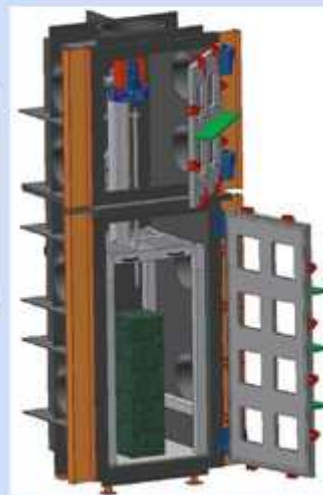
27



Dirty Vacuum Chamber

실증환경 구현을 위한 진공챔버 구성

- 1/6g 이외에 달의 환경이 지구와 다른 것 중 중요하게 작용하는 것은 진공상태
- 진공상태는 온도, 기체의 움직임, 압력, 마찰력 등에 영향을 줌
- 이는 드릴링, 행커링, 로봇의 주행 등에 큰 변수로 작용
- 따라서, 진공상태에서 로봇의 주행 등을 시험할 수 있는 달 복제도로 채워진 진공챔버의 개발이 필요

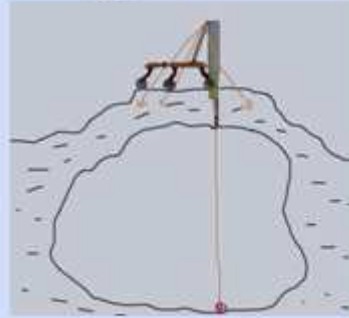


28

ERTER Concept

> Extreme Rough Terrain Exploration Rover (ERTER) Concept

- 1. Actively controlled legs.
- 2. Doubly Articulated 'neck' joint.
- 3. Detachable Head.
- 4. Turreted anchoring and drilling Mechanism.



29



ERTER Prototype

> ERTER Prototype Test Drive



30

International Networks for Extreme Engineering & Space Development

> International Symposium and Workshop



2006 JSC Extreme Engineering Session



2012 Lunar Systems Workshop



2012 Extreme Engineering Symposium



2011 Symposium on Extreme Engineering



2009 Daejeon Conference on Space Exploration & Development

- David Carrier (Lunar Geotechnical Institute)
-Lunar Geotechnical Eng.
- Jerome Johnson (Univ. of Alaska Fairbanks)
-Lunar Geotechnical Eng.
- David S. McKay (NASA)
-Astrobiology
- Robert Mueller (NASA)
-Lunar Surface System
- Haym Benaroya (Rutgers Univ.)
-Mechanics & Aerospace Eng.
- Kris Zacny (HONEYBEE Robotics)
-Drilling & Excavation system
- Olga Bannova (SICSA)
-Space Architecture
- Dimi Apostolopoulos (Carnegie Mellon Univ.)
-Exploration Rover
- Bill Stone (Stone AeroSPACE)
-Exploration System
- Paul Palo (Naval Facilities Eng. Service Center)
-Ocean Engineering
- Jerry Sanders (NASA)
-ISRU



향후 NASA ISRU Hawaii Field Test 참가

> 2012년 ERTER 세부요소 시험

> 2014년 ERTER 최종 성과물 대상 필드 테스트



Apollo Valley (해발 3500m)



Pu'u natwahini (해발 2800m)

극한공학 저변 확대와 학생교류 및 동기부여

Summer Internship Program



Extreme Engineering Summer Internship Program

- > Hanyang University 10명, North Carolina State University 2명, Oklahoma University 1명, Indiana University 1명, KAIST 1명 등의 여권 인턴쉽을 개최
- > 한국공학기술단체연합회에서 달 콘크리트 및 앵커링 연구 관련 수상



극한공학 저변 확대와 학생교류 및 동기부여

NASA Lunabotics Mining Competition

- > NASA에서 학생 대상으로 매년 주최하는 달 탐사 로버 경연대회
- > 로버의 설계/제작/경연등을 통해 학생들의 과학/기술에 대한 관심 고취 및 지식 함양
- > 국내 학생들 선별 및 제작환경 지원으로 2012년 경연 참가 예정



2011 우승팀 (Laurentian University)



Laurentian University의 달크 로버

Thank You



cmtsl@hanyang.ac.kr



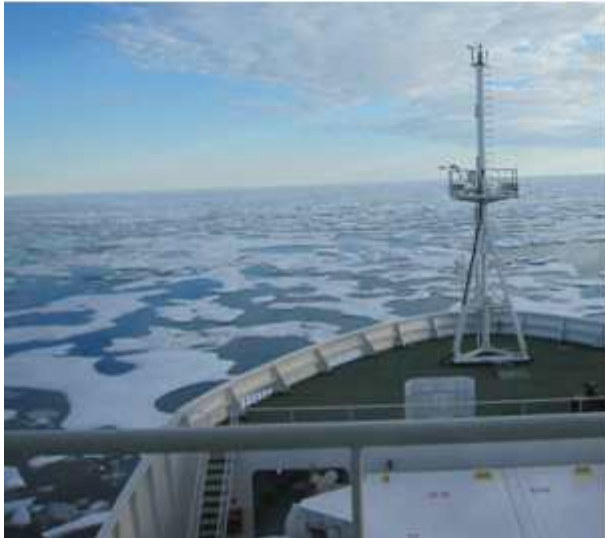
Seminar 3

주 제 : 북극해 항로의 활용가능성과 과제

발표자 : 황진회 한국해양수산개발원 해운정책연구실장



북극해 항로 활용 가능성과 과제



에은정책연구소
심장 땀진원

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE



목차

I. 서론

II. 북극해 항로 여건 분석

III. 북극해 자원 및 항로·항만 개발 실태

IV. 북극해 항로 활용을 위한 5대 과제

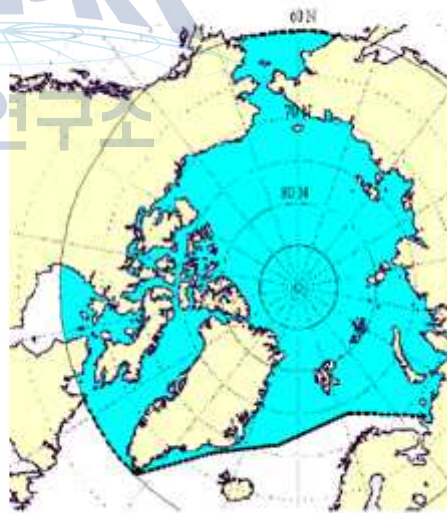
V. 결론

I. 서론

북극해 범위

■ 북극해 범위 (IMO 규정)

- ▶ 그린란드 쪽에서는 북위 67°03'9" 이상, 베링해 쪽에서는 북위 60° 이상 북극권에 위치한 바다
- ▶ 지구 전체 해양의 약 2.8%에 해당하는 약 1,400만km² (북극권 전체 면적은 대략 2,100만km², 지구 지표면의 약 6%)



자료 : IMO

Korea Maritime Institute

-3-

북극해 변화



자연환경의 변화

- 기온 상승
- 해빙(Sea Ice) 감소
- 해수면 온도 상승



물류 여건의 변화

- 신 항로 개통
- 새로운 자원 개발 단지 발굴



북극권 자원 개발 가속화

- 북극지역 자원 탐사량 : 4,120억 배럴(세계 미발견 석유 가스 자원량의 22%)
- 에너지 생산단계: 러시아 41개, 미국 4개, 노르웨이 1개

Korea Maritime Institute

-4-

북극해 항로 개발 및 발전경과

- 7~8세기
 - ▶ 아일랜드, 바이킹족 북극해 이용
- 15~16세기
 - ▶ 유럽~극동항로 개척
 - ▶ 1585: DAVIS (항로①)
- 18~20세기
 - ▶ 1725~28: BERING (항로②)
 - ▶ 1878~79: NORDENSKJOLD③
 - ▶ 1903~05: AMUNDSEN ④
 - ▶ 1909: PEARY ⑤
 - ▶ 1926: BYRD ⑥
 - ▶ 1926: AMUNDSEN, ELLSWORTH, NOBILE ⑦
 - ▶ 1958 : USS NAUTILUS ⑧



자료 : <http://www.athropolis.com> [출처 수정]

Korea Maritime Institute

-5-

최근 북극해 항로 주요 운항사례

구분	주요 내용 및 의의
1998년 핀란드 유조선 "MT Uikku" 호 (유조선)	• 북극해 항로를 운항한 첫 외국적 선박 (<u>부분적 운항</u>)
2009년 7-9월 독일 벨루가쉬핑 선박 2척 (화물선)	• 울산항-베링해-북극해-로테르담 운항 • 북극해항로 전구간을 항해한 첫 외국적 선박
2010년 8월 Baltica호 (유조선)	• 유럽~아시아 석유제품 운송 첫 사례 대형 유조선 (10만톤) • Sovcomflot 사의 유조선은 네네츠주 Varandey 오일터미널에서 아시아로 운항
2010년 9월 노르웨이 MV Nordic Barents 호 (벌크선)	• 노르웨이 Kirkenes항에서 철광석 적재, 중국 연운항으로 수송 • 운항시간 15일 정도 단축 • 러시아 항만을 기항하지 않고 북극해 항로 전구간을 통과하는 첫 외국선박
2010년 러시아 선박 (가스운반선)	• 70,000톤의 가스 무르만스크에서 중국 닝보항으로 운송
2011년 러시아 스토클랜드호 (가스운반선)	• Gas Condensate 선적, 대항선(162,000DWT) 투입 • 무르만스크~닝보

Korea Maritime Institute

-6-



II. 북극해 항로 여건 분석

북극해 항로 자연적 조건

■ 해빙(Sea Ice)

- ▶ 최근 감소하고 있으나, 여전히 위협적인 존재

〈북극해 지역별 하절기 해빙지역〉

월달	남서 카라해	북동 카라해	서부 랍제프해	동부 랍제프해	서부 동시베리아해	동부 동시베리아해	서남 축치해
6월	17	0	10	10	0	0	27
7월	40	18	24	33	10	6	57
8월	85	41	45	69	31	17	75
9월	95	53	51	80	49	27	85

주 : 관측지역 경험관측률 비율(%)
 자료 : Raoner(2000)



■ 수심

- ▶ 선박 운항의 물리적 제약요인
- ▶ 선박 흘수 13m 이상은 많은 구간에서 운항 불가능

〈북극해 주요 해협 수심〉

구간	해협	길이(nm)	수심(m)
바렌츠-카라해	Matochkin Shar	55	12
	Karskiye Vorota	18	21
	Yugorskiy Shar	21	12
카라해-랍제프해	Shokalskogo	80	37
	Vilkitskogo	60	25
랍제프해-동시베리아해	Sannikova	120	13
	Dmitriya Lapteva	63	6.7
동시베리아해-축치해	Longa	-	20

주 : Mulheim(1996)

북극해 항로 인프라 및 기술적 조건

- 선박
 - ▶ 러시아 : 독립적 운항이 가능한 경우, 쇄빙선 지원을 받아야 하는 경우로 구분하고, 이를 다시 해역별 계절별로 구분
 - ▶ IACS : 북극해 운항 가능선박
 - 연중 가능: PC1~PC5, 여름철 가능 : PC6, PC7
- 항만
 - ▶ 러시아 : 72개 항만 운영
- 북극해 항로 기타 인프라
 - ▶ 통신시스템
 - ▶ 법률, 보험 등 항해지원시스템
 - ▶ 구난 구조
 - ▶ 연료 급유, 선박 수리, 선원 휴식
 - ▶ 기타

Korea Maritime Institute

-10-

KOPRI 북극해 항로 경제적 조건 극지연구소

- 운송거리
 - ▶ 수에즈운하 통과하는 경우보다 40% 단축
 - ▶ 기항지 항만, 화물에 따라 상이
- 운송시간
 - ▶ 현재는 수에즈운하 통과시와 비슷한 상황(항후 시간 단축 예상)
- 운항비용
 - ▶ 선박건조비/용선료, 쇄빙선 이용료, 특수자격 선원 채용, 보험할증 등으로 비용 상승
 - ▶ 컨테이너 경우 북동항로는 TEU당 2,500~2,800달러 소요 (수에즈운하 통과시 1,400~1,800달러 소요) (Verny 2009)
- 화물량
 - ▶ 1987년 660만톤 기록 후 감소 추세, 150~200만 톤
 - ▶ 그러나 무르만스크항에서 2009년에 1,585만톤 처리
 - ▶ 2015년까지 1,300~1,700만톤으로 증가 예상(러,수송전략연구소)

Korea Maritime Institute

-11-

북극해 항로 법·제도 조건

- 유엔해양법협약 : 결빙해역 규정
- 러시아 「북동항로 운항규정」
 - ▶ 북극지역 내수와 영해, 배타적 경제수역 및 그 외측 공해에서의 선박운항에 관한 제반 사항 규정
 - ▶ 선박운항절차, 선박에 대한 기술적 요건, 선박통항료 징수, 선박의 환경오염에 의한 책임 등에 대해 규제
- 러시아 북동항로 가이드북
 - ▶ 항로표지, 북극해 항로 진입시 규정, 통항 절차
 - ▶ 선박 요건
 - ▶ 승무원 요건
 - ▶ 쇄빙선 요율

※ 현재 북극해항로의 많은 규제는 비용상승 요인으로 작용

Korea Maritime Institute

-12-



III. 북극해 자원 및 항로,항만 개발 실태

북극 지역 석유 및 가스 부존 현황

■ 북극지역(Arctic Circle)내 매장된 탐사자원량

- ▶ 세계 미발견 석유·가스 자원량의 22%
- ▶ 탐사자원량 4,120억 Boe에 해당
 - 석유 약 900억 배럴
 - 천연가스 1,670 TCF(Trillion Cubic Feet)
 - NGL 400억 배럴

<북극 지역 자원 조사 결과>

지역코드	지역	석유 (MMBO)	천연가스 (BCFG)	NGL (MMBNGL)	BOE (MMBOE)
WSB	West Siberian Basin	3,659.88	651,498.56	20,328.69	132,571.66
AA	Arctic Alaska	29,960.94	221,397.60	5,904.97	72,765.52
EBB	East Barents Basin	7,406.49	317,557.97	1,422.28	61,755.10
EGR	East Greenland Rift Basin	8,902.13	86,180.06	8,121.57	31,387.04
YK	Yenisey-Khatanga Basin	5,583.74	99,964.26	2,675.15	24,919.61
	(이하 생략)				
	합 계	89,983.21	1,668,657.84	44,064.24	412,157.09

※ MMBO - Million Barrels of Oil, MMBOE - Million Barrels of Oil Equivalent, BCFG - Billion Cubic Feet of Natural Gas, MMBNGL - Million Barrels of Natural Gas Liquid.
 자료 : USGS

Korea Maritime Institute

-14-

KOPRI 북극 지역 원유 및 가스 매장지역 극지연구소

■ 북극지역 석유 부존지역

- ▶ 북미 북극지역이 상대적으로 석유 부존량이 많음
- ▶ Arctic Alaska(AA)의 석유 탐사자원량은 약 300억 배럴로 상위 1위임
- ▶ Amerasia Basin(AM, 캐나다 북부지역)이 97억 배럴로 상위 2위임.
현재 25억 배럴 정도 개발이 진행된 상태임 (AM 지역 및 NWC 지역)

■ 북극지역 천연가스 부존 지역

- ▶ 유라시아 북극지역에는 탐사 자원량의 88%가 천연가스인 것으로 조사됨
- ▶ West Siberian Basin(WSB): 651 Tcf
- ▶ East Barents Basin(EBB): 318 Tcf
- ▶ Arctic Alaska(AA): 221 Tcf

Korea Maritime Institute

-15-

북극 지역 원유 및 가스 개발 동향

- 러시아 : 4개 지역으로 구분하여 추진
 - ▶ 바렌츠해, 페초라해, 카라해 남부지역: 2002. 1월 탐사자료 발표
 - ▶ 카라해 북부지역, 랍테프해: 1993년 탐사자료 발표
 - ▶ 동시베리아해, 추크치해: 1993년 탐사자료 발표
 - ▶ 북극해 심해지역: 아직 미발표
- 노르웨이
 - ▶ 북극지역 대륙붕에 생산단계에 있는 매장지가 1개 있음
 - ▶ 바렌츠 해에서 2010년 2개의 유정 시추 작업 실시
 - ▶ 북해에는 28개 유정, 노르웨이 해에 11개의 유정시추 작업이 예정되어 있음(www.offshore.no)
- 북극해 대륙붕 개발 및 생산 기술 보유, 북극해 각 지역/각국 자원 개발에 적극적으로 참여

Korea Maritime Institute

-16-

북극 지역 원유 및 가스 개발 동향

극지연구소

- 캐나다
 - ▶ Queen Elizabeth Island 지역인 Northwest Territories에 11개의 개발단계 매장지가 존재하고 있음
 - ▶ 이 지역은 Pipeline 설치가 불가능한 지역으로 생산 후 수송은 LNG 등 다른 방법 강구 중
- 미국
 - ▶ Arctic Alaska 지역 부존 자원개발 진행 중
 - ▶ 전체 자원량 중에서 생산량 단계(Production)의 원유가 15억 배럴, 매장량 단계(Reserves)는 7억 배럴, 천연가스 매장량은 35 Tcf임
 - Alaska Platform 지역 자원량: 석유 약 280억 배럴, 천연가스 122 Tcf
 - Alaska Fold and Trust Belt 지역 자원량: 석유 약 20억 배럴, 천연가스 59 Tcf

Korea Maritime Institute

-17-

북극 지역 원유 및 가스 개발 전망

- 북극지역 자원 개발 전망
 - ▶ 북극해 연안 각국에서는 석유, 천연가스 등을 이미 개발하고 있으며, 러시아, 미국, 노르웨이에서는 자원을 생산하는 단계에 있음
 - ▶ 향후 북극해 주변의 자원 개발은 더욱 확대될 전망이다
- 북극지역 자원개발 긍정적 요인
 - ▶ 전지구적 자원 감소로 북극권 자원개발 필요성 증대
 - ▶ 탐사시추, 개발, 수송기술 개발 및 여건 개선
 - ▶ 온난화에 따른 새로운 수송로 발견 및 해상광구 개발이 용이
- 북극지역 자원개발 부정적 요인
 - ▶ 전형적인 고위험, 고비용 사업구조
 - ▶ 천연가스 부존 비중이 높은 관계로 초기 개발 비용이 높음
 - ▶ 관할권 분쟁
 - ▶ 환경보호 규제에 의한 비용 상승

Korea Maritime Institute

-18-

북극해 항로 개발 현황 극지연구소

- 북극해에는 현재 필요한 대부분의 항로가 개발
- 다만 동서로 연결하는 항로만 해빙 문제 존재



Korea Maritime Institute

-19-

북극해 항만 개발 현황

■ 북극해 북동항로에 러시아가 72개 항만 운영



Korea Maritime Institute

-20-

북극해 자원, 항만, 항로 개발 분석 시사점

극지연구소

- 북극해에는 자원 개발 사업이 현재 진행 중
 - ▶ 다국적 기업이 러시아, 미국, 노르웨이 등 북극해 연안에서 개발 중
- 북극해 항만과 항로는 자원 수송을 위한 기본 요건은 충족
 - ▶ 향후 개선 사항이 많으나 선박운항에는 큰 문제가 없는 것으로 판단
- 기후 온난화로 북극권의 육상 운송망 안정성 문제 대두
 - ▶ 결빙 지역에 건설된 도로, 파이프라인이 지반 약화 문제로 안정성 문제 발생 우려
 - ▶ 해상운송에 대한 수요 증대 예상

Korea Maritime Institute

-21-

IV. 북극해 항로 활용을 위한 5대 과제

북극해 항로 활용을 위한 5대 과제

1. 북극관련 국제활동 강화

2. 국적선사 시범운항 추진 및 해운서비스 개발

3. 북극해 운항 경제성 확보

4. 북극해 운항 인력 양성

5. 북극해 운항 정보 및 기술 개발

Korea Maritime Institute

-23-

1. 북극관련 국제활동 강화

- 북극이사회 옵서버 가입 추진
 - ▶ 북극해 연안 8개국 외 북극이사회에서 활동하기 위해 옵서버 자격 획득 필요
 - ▶ 그러나 당분간은 옵서버 가입이 쉽지 않을 전망. 다른 활동 개발
- 민간조직(NGO) 활동 개발 및 지원
 - ▶ NGO들이 북극이사회 산하 각종 워킹그룹에서 전문성을 갖고 다양한 정책보고서를 발간하면서 북극해 정책에 참여
 - ▶ NGO의 참가는 전문적인 활동을 통한 조사 및 정책개발 외에 이익단체나 수익성을 추구하는 기업의 이익논리를 배제하는 장점 있음
 - ▶ 우리나라의 경우 극지연구소 외 비정부조직(NGO)이 북극해관련 국제기구에서 공식적인 활동은 거의 없음
 - ▶ 우리나라 북극해 영향을 강화를 위해 북극해 정책에 영향을 미치는 NGO 조직과의 연대활동도 필요함
 - ▶ 대학(교수), 연구기관, 환경단체, 엔지니어 등의 조직적 참여 필요
 - ▶ 정부 지원 필요

Korea Maritime Institute

-24-

1. 북극관련 국제활동 강화

극지연구소

- 한-러 협력 강화
 - ▶ 북동항로 운항시 러시아의 협력 절대적으로 필요
 - ▶ 선박 운항, 쇄빙선 에스코트, 구난구조, 기상 및 해로정보 등
- 향후 러시아와의 협력 내용
 - ▶ 국제관례에 부합하는 해운활동 보장을 위한 협력
 - ▶ 북극해 북동항로 이용에 따른 각종 편의 제공
 - ▶ 우리 기업의 북극해 주변 사업 진출 협력
 - ▶ 우리 기업의 러시아 내륙 물류시장 진출 협력
 - ▶ 북극이사회 활동 상호 협력
 - ▶ 북극해 해양환경 보전을 위한 기술개발
 - ▶ 북극해 안전운항을 위한 조선기술 개발 협력

Korea Maritime Institute

-25-

2. 북극해 항로 국적선사 시범 운항 추진 및 상품개발

◆ 시범 운항 추진

필요성

- 북극해 항로의 경제성, 안정성 등 가능성에 대한 선사 입장에서의 분석 필요
- 북극해 항로의 문제점 도출, 개선책 마련
- 북극해 운항사업 추진 시기 파악
- 북극해 항로 상용화에 대비한 실제적 준비

추진목적

- 선박 운항기술 측면의 가능성 및 문제점 파악
- 선박 운항 경제성 분석 및 문제점 파악
- 선박 운항 관련 법, 제도, 행정 절차 분석

추진방식

- 국적선사 공동으로 참여
- 역할 분담 : 항로 탐험 수탁, 선박 확보 인력 준비, 러시아와 협력 추진

2. 북극해 항로 국적선사 시범 운항 추진 및 상품개발

◆ 북극해항로 해운서비스 상품 개발

필요성

- 북극해 항로 운항 안정성 확보
- 북극해 항로 선점

추진목적

- 향후 수요 급증이 예상되는 북극해 항로 운항 통해 운항기 경쟁력 제고
- 새로운 시장 개척 수익성 제고
- 수에즈 운하 정체에 대비한 새로운 대체항로 확보

추진방식

- 국적선사 공동으로 참여
- 역할 분담 : 항로 탐험 수탁, 선박 확보 인력 준비, 러시아와 협력 추진

2. 북극해 항로 국적선사 시범 운항 추진 및 상품개발

◆ 북극해항로 해운서비스 대상 화물

구분	주요 항로	비고
컨테이너	유럽-극동	증장기 가능 화물
	유럽-북미 서안	
	극동-북미 동안	
벌크	시베리아-북동항로-극동	러시아산 목재
	시베리아-무르만스크항-북미	석탄
	시베리아-유럽/북미	니켈
액체	시베리아-블라디보스톡-극동	가스
	시베리아-무르만스크-유럽	가스
	시베리아-블라디보스톡-극동	원유

-28-

2. 북극해 항로 국적선사 시범 운항 추진 및 상품개발

예시 : 러시아 가스 개발과 연계

- 북극해 연안지역에 북미시장을 겨냥한 신규 LNG 생산터미널 건설을 추진 중임
- 야발지역 가스전의 경우, 아시아 및 북미 서안지역 운송시 북동항로를 이용하면 운송비 절감 가능
- 우리나라 기업의 러시아 가스 수송 사업에 진출할 수 있는 방안을 모색해야 함

<러시아 가스프롬의 가스운송 전략>



Korea Maritime Institute

-29-

3. 북극해 항로 경제성 확보

<북극해 항로 상업적 이용 가능성 및 경제성 분석 자료>

저자(연도)	연구내용	연구방법
일본 선박해양재단(2001)	<ul style="list-style-type: none"> 3종류 선박 이용(25,000DWT, 40,000DWT, 50,000DWT), 빙할 데이터, 코스 파라미터, 선박 속도 알고리즘, 시뮬레이션 프로그램 이용하여 북극해 항로와 수에즈 운하의 빙할 코스와 연간운항코스 분석 북극해 항로를 계절에 따라 선택적으로 활용시 수에즈운하를 이용하는 것보다 10% 정도 비용 절감되는 것으로 전망 	실증분석
황진희 외 (2009)	<ul style="list-style-type: none"> 북극해 자연환경, 국제사회의 통합, 인프라, 선박운항여건 및 규정, 상업적 이용가능성 등을 종합적으로 검토 	문헌연구
황진희 외 (2010)	<ul style="list-style-type: none"> 북극해 항로의 현황과 여건변화, 국제기구 및 주요국의 북극해 정책, 북극해 항로 관련 주요 규정, 북극해 항로 경제성 분석 	문헌연구, 실증분석
Verry & Grigentin(2009)	<ul style="list-style-type: none"> 함부르크-상하이항간 컨테이너 운송비용을 여타 운송수단의 비교 분석 	실증분석
Liu & Kronbak(2010)	<ul style="list-style-type: none"> 로터담-요르하마간 북극항로를 이용한 컨테이너 운송의 경제적 타당성을 분석, 항해일수 그리고 bunker 가격 세 가지 측면에서 시나리오 분석 	실증분석
Schoyen & Brathen(2011)	<ul style="list-style-type: none"> 노르웨이-중국간 비로 및 얼광선을 운송하는 얼크선을 대상으로 북극항로의 경제성 분석 	실증연구

황진희 외(2009), 「북극해항로-함부르크-상하이항간 운송비용 비교 분석」, 한국해양수산개발원
 황진희 외(2010), 「북극해 항로 운송수단별 운송비용 연구」, 한국해양수산개발원
 Jérôme Verry, Container Shipping on the Northern Sea Route, 2009.
 Liu, J., & Kronbak, J.(2010). The potential economic viability of using the Northern Sea Route as an alternative route between Asia and Europe, *Journal of Transport Geography*, Vol. 18, pp. 434-444.
 Bakhtiz, V.(2010), *Northern Sea Route and Russia's Resource Exploitation Strategy*, Indian Council of World Affairs.

-30-

3. 북극해 항로 경제성 확보

<북극해 항로와 경쟁항로 운송비 비교 (상하이-함부르크/프랑크푸르트)>

Cost Heading	Asia-Europe (via Suez)	Trans-Siberian Railway	NSR	Sea & Air (via Dubai)		Air (Direct)
Mode	Sea	Rail	Sea	Sea	Air	Air
Distance (nautical miles)	10,200	5,375	7,700	7,700	2,690	4,325
Transport Time (door-to-door)	28-30	18-20	18-20	18-20	2	2
Average speed (knots)	24	54	17-24	17-24	486	486
Type of transport used	CS	Unit train	Special CS	CS	Cargo Aircraft	Cargo Aircraft
Carrying capacity (TEU/ a 14tonns)	9,600	110	2,800	7,200	8	8
Capacity supply (TEU/year/unit)	124,800	1,980	72,000	216,000	832	832
Approximate rates (USD/TEU)	1,000	1,800-2,200	2,000	15,000		48,500
Estimated surcharges (USD/TEU)	400-800	Not determined	500-800	10,000		22,500
Total (USD/TEU)	1,400-1,800	1,800-2,200	2,500-2,800	25,000		71,000
Baseline 100 (Royal Route)	100	+30%	+100%	+1,500%		+5,000%

주: 현재 북극해 항로는 비용이 높지만, 향후 러시아 해빙선 비용이 조절되고 대륙선이 투입되면 경제성이 개선될 전망이다
 자료: Jérôme Verry & Christophe Grigentin (2009)

-31-

3. 북극해 항로 경제성 확보

■ 쇄빙선 이용료 인하

- ▶ 북극해 항로의 러시아 쇄빙선 이용료는 35\$/1ton 수준(컨테이너)
- ▶ 북극해 항로는 기존항로에 비해 거리,시간 단축으로 선박의 연간 항자수와 운항수입이 증가하지만, 높은 쇄빙선 요율로 손실 발생
- ▶ 현재 상황에서 경쟁력을 갖기 위해서는 쇄빙선 요율 80% 인하 필요 (Liu & Kronbak, 2010)
- ▶ 비현실적인 쇄빙선 요율 개정을 위한 국제 협력 필요

구분	쇄빙선 이용 요율	
	ROUBLE/ton	달러 (\$)
컨테이너	1,048.0	84.8
비밀물유	2,050.0	85.3
Converter mast	1,805.0	85.5
공산품 및 부속 부품	2,484.0	82.1
자중차 및 그 부품	2,578.0	85.8
물계류	1,747.0	58.2
벌크 화물	707.0	23.8
액체 화물	630.0	17.7
원유	118.0	3.8
유개 가구 및 기타 유개 계류	148.0	4.8
기타	1,048.0	84.8

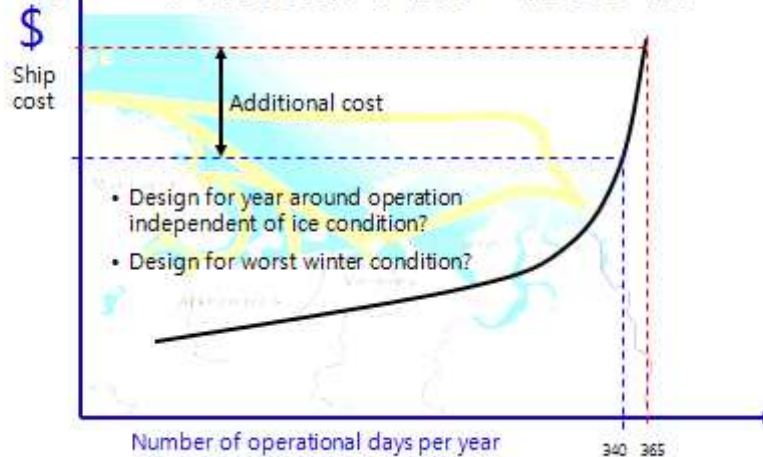
Korea Maritime Institute

-32-

3. 북극해 항로 경제성 확보 극지연구소

■ 북극해 항로 적격 선박 개발

- ▶ 해빙(Sea ice), 연간운항일수, 경제성을 고려한 선형 개발



자료: 임형선, "북극해 선박운항 여건과 조선분야 기술 과제", [북극해 변화에 따른 대응방안], KMI, 2008. 6. 23. (수정)

Korea Maritime Institute

-33-

4. 북극해 운항인력 양성

■ 운항 인력 양성 필요성

- ▶ IMO 관련 규정
 - IMO '북극해 빙하해역 선박운항지침(Guidelines for Ships Operating in Arctic Ice-Covered Waters)'에서 Ice Navigator 탑승 의무화를 권고
 - "빙하해역에 항해하는 모든 선박에는 최소한 1명 이상의 빙하해역 항해사를 탑승해야 한다"
- ▶ STCW 협약
 - 2010년 STCW 협약 전면 개정에 자격과 훈련요건이 B 코드에 삽입됨
 - 향후 STCW 협약에서 Ice Navigation 훈련을 강제화할 예정임

- 극한기후에서 에너지자원의 탐사 및 개발에 필요한 전문인력과 선박운항에 필요한 항해사 및 선원을 국가 차원에서 확보하여 향후 북극해 개발 및 항로 상용화에 대비해야 함

Korea Maritime Institute

-34-

KOPRI 4. 북극해 운항인력 양성 극지연구소

■ ICE Navigation 교육과정을 개설 운영중인 주요 국가

국가	교육기관	교육과정명	대상자	비고
덴마크	Marstal Navigationsskole	Ice Navigation	항해사	4일 과정 연간 3회
핀란드	Aboa Mare	Basic Ice Navigation in the Baltic Sea	발틱해 운항 선박의 선장, 1항사 및 기타 승무원	3일 과정 연간 2회
	ICETRAIN Partners	ICETRAIN Course for Deck Officers	항해사	3일 과정
러시아	Admiral Makarov State Maritime	Ice Navigation	항해사 및 기관사	4개 과정 운영 - 전문 빙하해역 항해훈련 - 상급 빙하해역 항해훈련 - 실습 빙하해역 항해훈련 - 빙하해역 항해에서 자원관리

Korea Maritime Institute

-35-

4. 북극해 운항인력 양성

■ 운항 인력 양성 방안

▶ Ice Navigator 교육수요

- 빙하해역안전교육
- Ice Navigator

▶ Ice Navigator 교육과정 개설

- 러시아 Makarov 등과 협력 체제 개설
- 빙하해역안전교육과정과 Ice Navigator 과정을 함께 개설
- 한국해양수산연수원의 "국제해양특수인력양성센터" 활용
- 수요가 많지 않고 교육투자비가 많기에 국내의 경쟁적 중복투자는 지양

▶ 러시아의 Ice Navigator와 Ice Pilot

- Ice Navigator : 얼음 정보를 분석하고 제공하는 사람
- Ice Pilot : Ice Navigator의 정보를 받아 안전운항을 지휘하는 사람

Korea Maritime Institute

-36-

5. 북극해 정보 및 기술 개발 극지연구소

■ IMO의 해역 구분과 해역별 통신 요구 사항

해역	특성	커버리지	통신기술
A1	연근해	20~30 해리 이내	VHF(극초단파) 해안국의 무선전화법위내 지역
A2	연근해	100~150 해리 이내	MF(중파) : 계속적으로 DSC정보 이용 가능 A1지역 제외한 해역
A3	국제항행	북위 70°~ 남위70°	HF(단파 3M~30Mhz) Inmarsat 정지위성을 이용한 지구상의 모든 지역 북위 70도, 남위 70도 이상은 사용 불가능
A4	국제항행	남극, 북극	A1, A2, A3 제외 해역 (남북, 북극) HF 사용, EPIRB 탑재 Sky Wave 이용

Korea Maritime Institute

-37-

5. 북극해 정보 및 기술 개발

■ 해역별 설치 필수장비 목록

설비	1	2	3	4	5	6	구명장용	
							7	8
해역	VHF설비 (DSC 및 부선전화)	MF설비 (DSC 및 부선전화)	MF/HP 설비 (DSC, 부선전화 및 NBDF)	NAVTEX 또는 MSI 수신기	INMARSAT 선박 지구국 (표준 A형 또는 표준 C형)	위성용 EPIRB (406MHz 또는 1.6GHz)	8GHz 레이더 또는 프린스 폰더 2대	후미용 VHF 부선 전화기 3대
A1해역	○◎	X	X	○	X○	X 또는 VHF EPIRB	○	○
A2해역	○◎	○△	△	○	△	○	○	○
A3해역	○◎	○8항이 없을 때	○△ 5항의대안	○	○△ 8항의대안	○	○	○
A4해역	○◎	X	○◎	○	X	○	○	○

주: 선박의 합형구역을 갖추어야 할 「무선설비의 2중설치」의 요건 중 ◎는 추가로, △의 것은 그 중의 어
느 하나를 설치하여도 되는 설비를 나타냄

Korea Maritime Institute

-38-

5. 북극해 정보 및 기술 개발

극지연구소

■ A3 해역 및 A4 해역 선박의 통신장비 목록 비교

번호	장비명	A3 해역운항선박 (대형 컨테이너선)	A4 해역운항선박 (세빙선)
1	MF/HP DSC Transceiver	○	○
2	VHF Radio Telephone	○	○
3	NAVTEX Receiver	○	○
4	Satellite EPIRB	○	○
5	RADAR Transoonder	○	○
6	Portable Two-way VHF Tel	○	○
7	Portable Two-way UHF Tel		○
8	Portable VHF Transceiver		○
9	Portable UHF Transceiver	○	○
10	INMARSAT-F(F77)	○	○
11	INMARSAT-C	○	○
13	IRIDIUM Satellite Tel		○
14	Sound Reception Sys		○
자음	KMI 조서Visual V/UHF Transceiver		○

Korea Maritime Institute

-39-

5. 북극해 정보 및 기술 개발

- 북극해 운항 관련 정보 및 기술 선점 과제
 - ▶ GMDSS 관련 장비 표준화 및 기술 선점
 - ▶ 선박 위성 통신 시스템
 - ▶ 해로정보 시스템 및 기상관측정보시스템
 - ▶ 북극해 운항 표준선형 개발
 - ▶ 극한온도 에 견딜 수 있는 선박 장비, 재료 개발
 - ▶ 북극해 운항 선원 의복, 의료시스템 및 건강관리 메뉴얼

Korea Maritime Institute

-40-



Korea Maritime Institute

-41-

북극해 활용 전망

- 2030년경 상업적 서비스가 가능할 것으로 가정
 - ▶ 최근 해빙속도 및 기술발전 수준을 고려시 북극해 얼음 여름철에 완전 감소(Ice Free)
- 향후 북극해 항로 개발의 주요 변수
 - ▶ 자연적 요인 : 지구 온난화에 따른 북극 해빙(Sea Ice) 정도
 - ▶ 정치적 요인 : 북극해를 둘러싼 국가간 정치적 대립 혹은 협력 정도
 - ▶ 즉, 경제성, 안전성, 경제성 문제는 제외됨

<북극해 항로 활용 전망 시나리오>

구분	주요 내용	항후 전망
1시나리오	자원기지 시나리오 (From Russia with Oil)	원유나 LNG 수송은 가능하지만, 정치적 이유와 기후조건으로 동서기간 항로로 발전하는데 한계가 있음
2시나리오	신생 동서기간항로 시나리오 (Stormy Passage)	여름 해빙기간 동안 아시아-유럽, 아시아-북미 동안 서비스가 상업적으로 가능함
3시나리오	정치 영토분쟁 시나리오 (Arctic Great Game)	정치적 요인으로 혼돈도 있지만, 급격한 악화는 없다.

자료: 노르웨이 보우사 컨설팅 보고서 (Arctic Shipping 2030, 2009)
Korea Maritime Institute

-42-

KOPRI 북극해 항로 통행 선박 전망 극지연구소

- 북극해 항로 통행 선박 전망
 - ▶ 2030년 : 전세계 선박 통행량의 2%
 - ▶ 2050년 : 전세계 선박 통행량의 5%
 - (자료 : 대기화학과 물리학 저널)
- 현재 주요 운하 통과 선박량
 - ▶ 수에즈 운하 : 세계 선박 통행량의 4%
 - ▶ 파나마 운하 : 세계 선박 통행량의 8%
- 아이슬란드 Olafur Ragnar Grímsson 대통령 :
 - ▶ “북극해 항로는 이제 북극횡단 파나마운하가 되었다”



Korea Maritime Institute

-43-

정책 제언

- 북극해 권역 자원개발 사업 참여
 - ▶ 북극해 자원 개발, 수송 문제는 전 지구적 이슈로 등장
 - ▶ 심해 자원 개발 필요성 증대, 선박/플랜트 수요가 증대될 것임
 - ▶ 러시아와 미국 등 북극해 연안국들과의 협력 관계가 필요함

- 민간 회사의 적극적 시장 참여
 - ▶ 북극해 항로 참여 여부에 따라 선사 경쟁력 상이
 - ▶ 선점을 통한 서비스 표준화, 서비스 독점

- 러시아와의 경제 및 해운협력 강화
 - ▶ 러시아는 북극해에서 가장 긴 해안선을 접한 연안국
 - ▶ 북동항로 활용을 위해 경제 및 해운협력 확대와 강화가 시급

Korea Maritime Institute

-44-

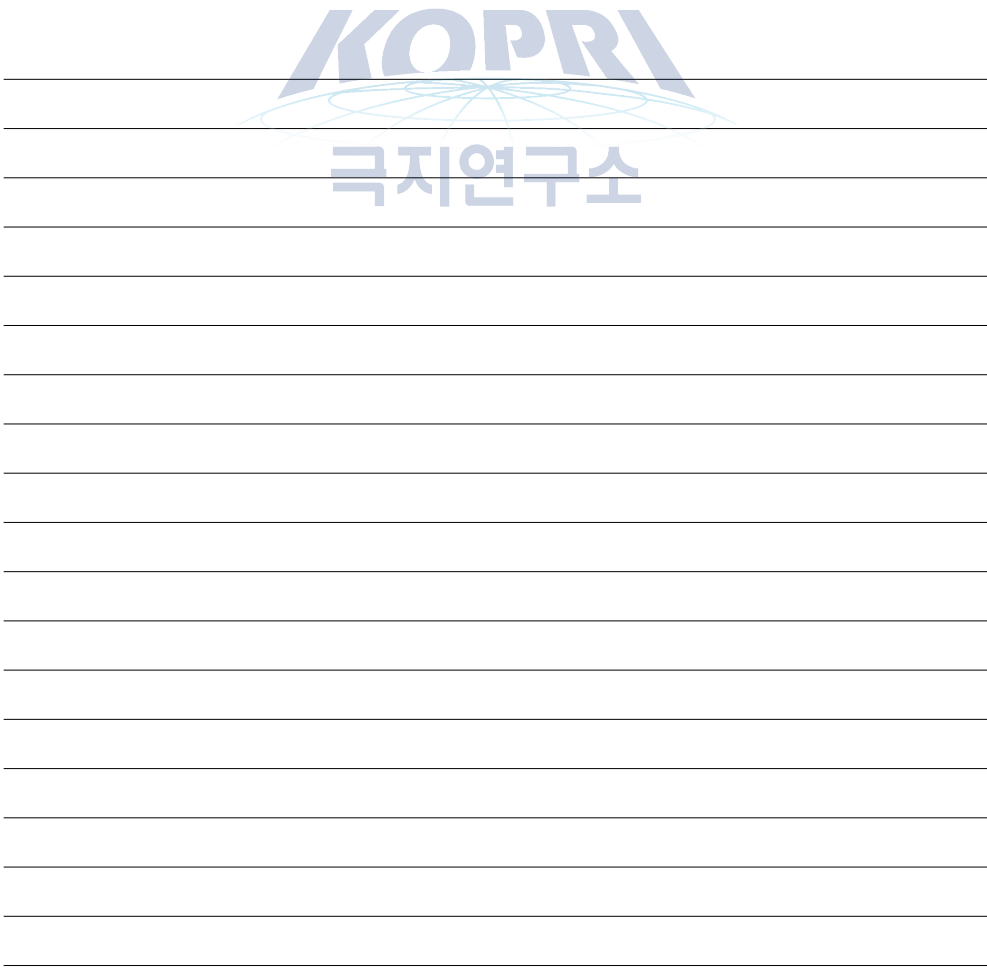
북극해 진출을 위한 주체별 역할



Korea Maritime Institute

-45-

감사합니다.





◇ 극지포럼 사무국

주소 : 인천광역시 연수구 갯벌로 12 갯벌타워 809호 (406-840)

전화 : 032)260-6097

팩스 : 032)260-6049

E-mail : polarforum@kopri.re.kr