

北極域研究船検討会 (第2回) ご説明資料

平成28年11月16日

海洋研究開発機構

北極環境変動総合研究センター

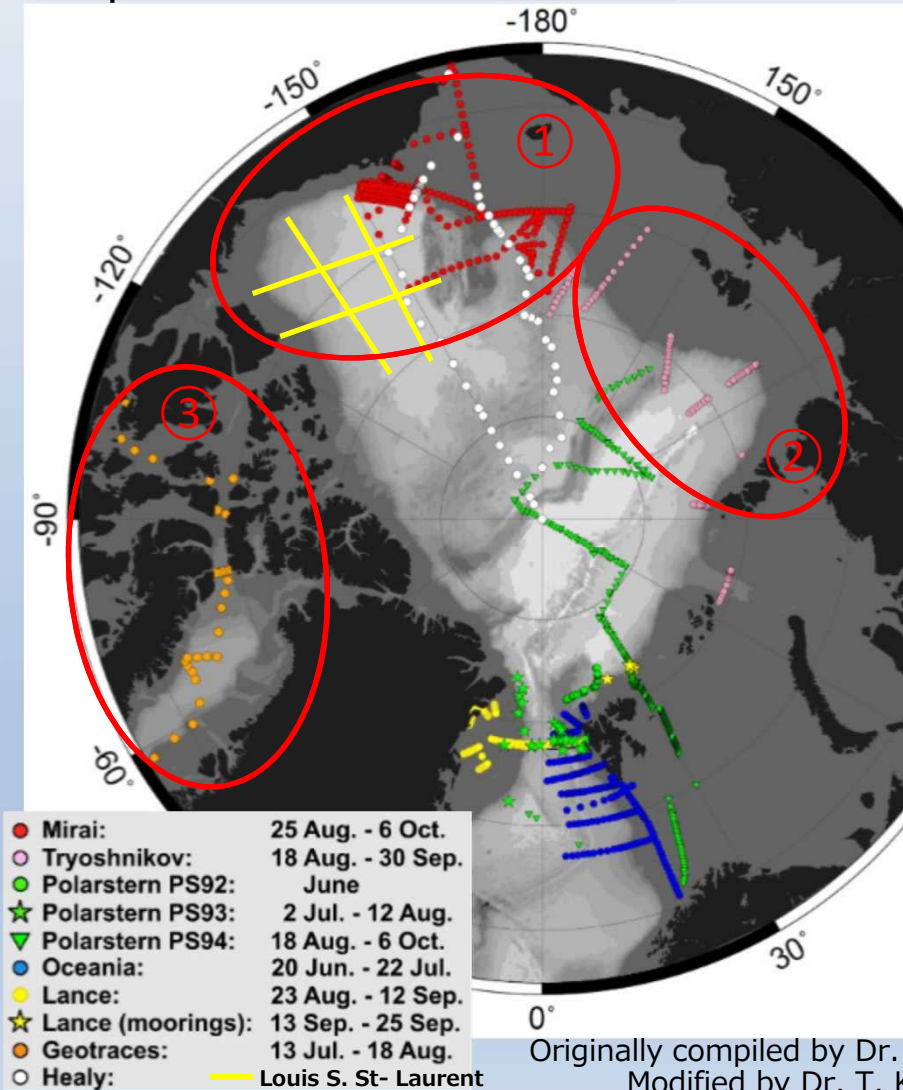
ご説明内容

1. 諸外国における北極海観測の状況
2. 北極域研究船の想定ケース例
3. 各ケースの想定要目等
4. 各ケースの特徴（相対比較）
5. 各ケースの利点と懸念
6. 北極域研究船の想定に係る補足・留意事項等

1-1. 諸外国における北極海観測の状況

北極海における国際共同観測/プロジェクト

Map of Arctic cruises 2015



①太平洋側及びカナダ側北極海

- Distributed Biological Observatory (DBO)
under Pacific Arctic Group (PAG)

CCGS Sir W. Laurier (Canada)

R/V Mirai (JAMSTEC)
USCGC Healy (US) and others

- Joint Ocean Ice Study (JOIS; Canada)
& Beaufort Gyre Exploration Project (US)

CCGS Louis S. St-Laurent (Canada)

②シベリア側北極海

- Nansen Amundsen Basins
Observation System (NABOS; IARC/UAF)

Russian Ice breaker/research vessel

③カナダ多島海

- ArcticNet (Canada)

CCGS Amundsen (Canada)

- デービス海峡モニタリング

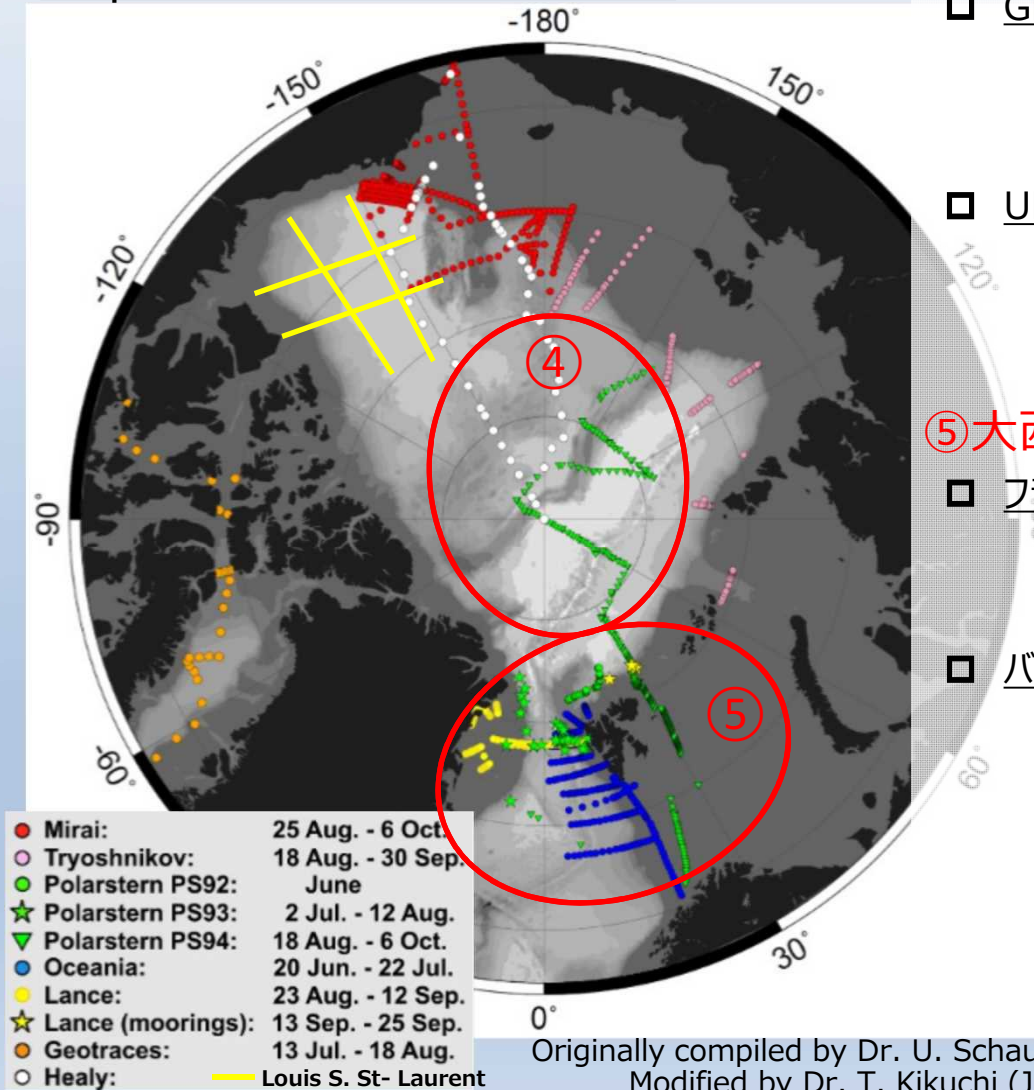
CCGS Amundsen (Canada)
US research vessels

Originally compiled by Dr. U. Schauer (AWI)
Modified by Dr. T. Kikuchi (JAMSTEC)

1 - 1. 諸外国における北極海観測の状況

北極海における国際共同観測/プロジェクト

Map of Arctic cruises 2015



● Mirai:	25 Aug. - 6 Oct.
● Tryoshnikov:	18 Aug. - 30 Sep.
● Polarstern PS92:	June
★ Polarstern PS93:	2 Jul. - 12 Aug.
▼ Polarstern PS94:	18 Aug. - 6 Oct.
● Oceania:	20 Jun. - 22 Jul.
● Lance:	23 Aug. - 12 Sep.
★ Lance (moorings):	13 Sep. - 25 Sep.
● Geotraces:	13 Jul. - 18 Aug.
○ Healy:	— Louis S. St- Laurent

④北極海中央部

□ GEOTRACES - Arctic

USCGC Healy (US)
FS Polarstern (AWI, Germany)
 CCGS Amundsen (Canada)

□ UNCLOS - Arctic

CCGS Louis S. St-Laurent (Canada)
 Swedish Ice breaker Oden
 and others

⑤大西洋側北極海/バレンツ海/グリーンランド海

□ フラム海峡モニタリング

FS Polarstern (AWI, Germany)
 R/V Lance (Norway)

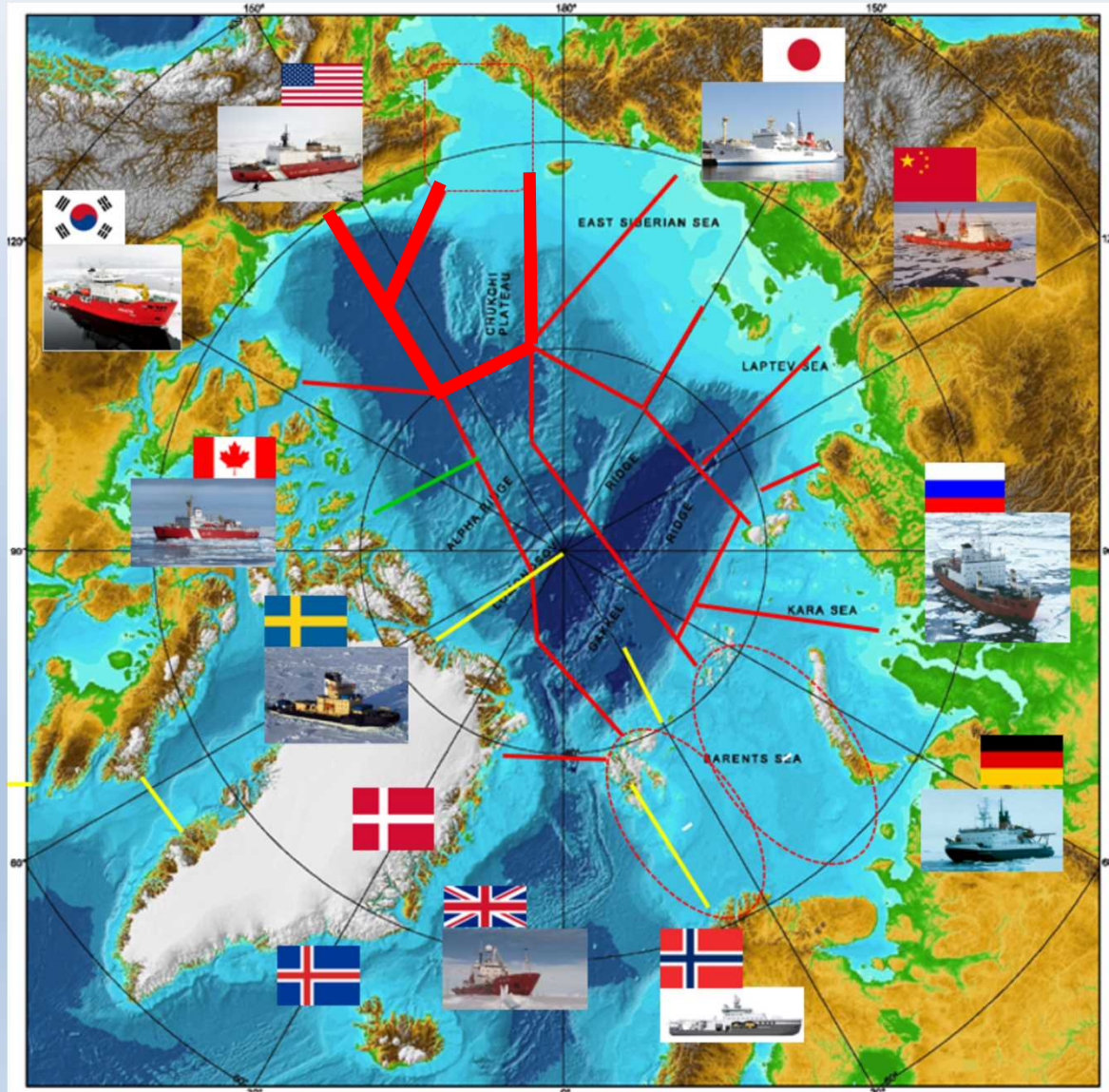
□ バレンツ海回廊モニタリング

Norwegian Research vessels
 Polish Reserch vessels

Originally compiled by Dr. U. Schauer (AWI)
 Modified by Dr. T. Kikuchi (JAMSTEC)

1-1. 諸外国における北極海観測の状況

PLAN: Synoptic Arctic Survey (SAS) International coordinated cruises in summer 2020



- ◆ SASは、研究者からの発案による北極海における観測研究構想で、2020年の同時期に国際連携による複数の砕氷船/研究船を用いた北極海をカバーする集中観測を実施しようとするものである。
- ◆ SASのゴールは、北極海の包括的なデータセットを作成し、近年の急速な環境変化に伴って広く興味を持たれている北極海の海洋物理環境や循環の変化、二酸化炭素の取り込みや海洋酸性化の進行状況、化学物質の分布と輸送、そして生物生産性や海洋生態系の変化を明らかにすることにある。
- ◆ 2015年から研究者間で複数回の会合を持った。2016年末までにScience Planをまとめる予定。



SAS workshop in Sept 2016
Gothenburg, Sweden

1-2. 諸外国における北極海観測の状況（中国）

1999年7～9月の第一次以来、数年おき（最近は隔年）に雪龍による観測を実施

<p>第五次 北極科学考察</p>	<p>2012年7月1日 ～ 2012年9月27日</p>	<p>1.85 万海里</p>	<p>参加者 119人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 今後の中国船舶の北極航路利用に資する、北極航路および海洋環境データの収集
<p>第六次 北極科学考察</p>	<p>2014年7月11日 ～ 2014年9月19日</p>	<p>1.1</p>	<p>126人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ ベーリング海・ベーリング海峡・チュクチ海・カナダ海盆の総合調査 ■ 北極水文・気象・海洋地質・地球科学・海洋生物・生態系に関する調査 ■ 北緯81度2分
<p>第七次 北極科学考察</p>	<p>2016年7月11日 ～ 2016年9月26日</p>	<p>1万海里 以上</p>	<p>128人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ ベーリング海・ベーリング海峡・チュクチ海・チュクチ海台、カナダ海盆等の総合調査（第六次とほぼ同じ模様） ■ 北緯82度52分に到達



「雪龍」航跡データ：IHS Maritime & Trade

（参考）中国の新砕氷船



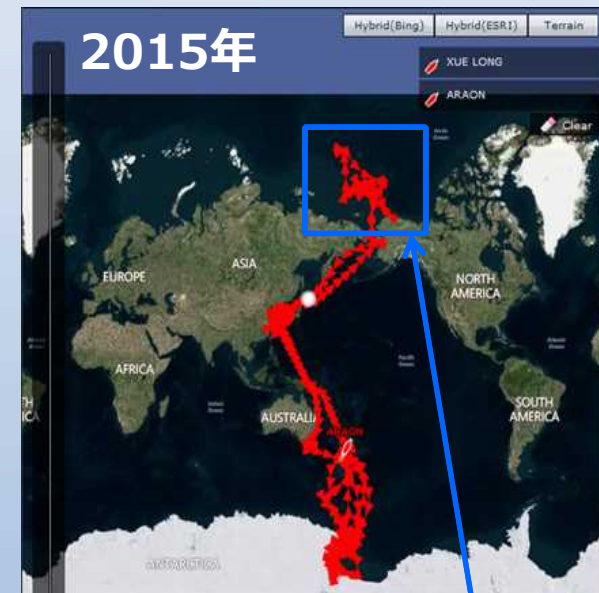
出所：www.worldmaritimeneews.com

- 長さ 120m
- 喫水 8.5m
- 排水量 8000トン
- 最大船速 15ノット
- 航続距離 2万海里
- 最大搭乗人員 90人
- 砕氷能力 1.5m/2～3kt
- 「雪龍」よりも機動性を高めるために小型であるが、高い砕氷能力を持たせている（ポークラス3）。

1-3. 諸外国における北極海観測の状況（韓国）

2010年7月～9月以来、毎年アラオンによる観測を実施

- 北極海におけるエコシステム等地球科学及び地球生物学関連調査を実施
- アラオンは南北両極で活動しており、2013年には運航日数が311日に到達
- 2016年の北極海航海では、韓国初の大陸棚調査を含む67日間の調査を実施
- 2021年の完成を目指して新たな砕氷観測船建造の情報有り



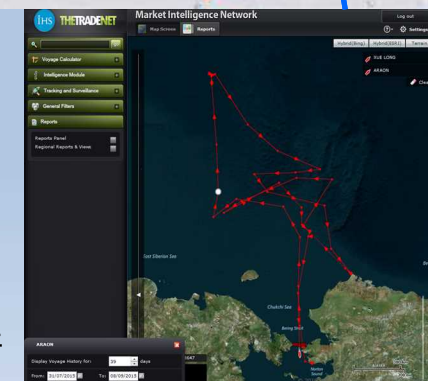
「アラオン」航跡データ：IHS Maritime & Trade



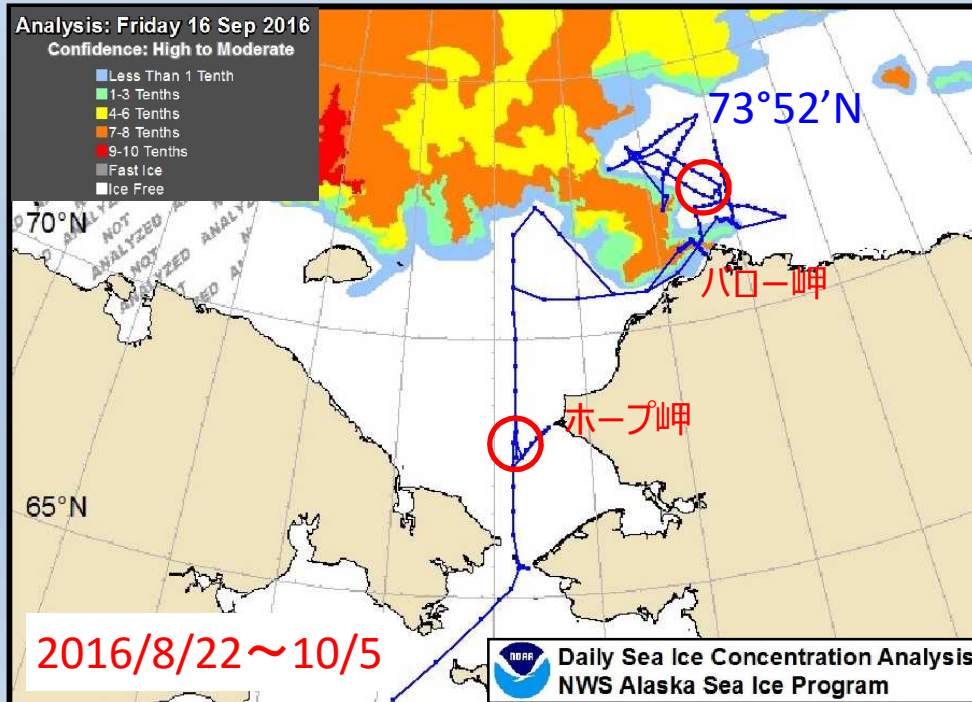
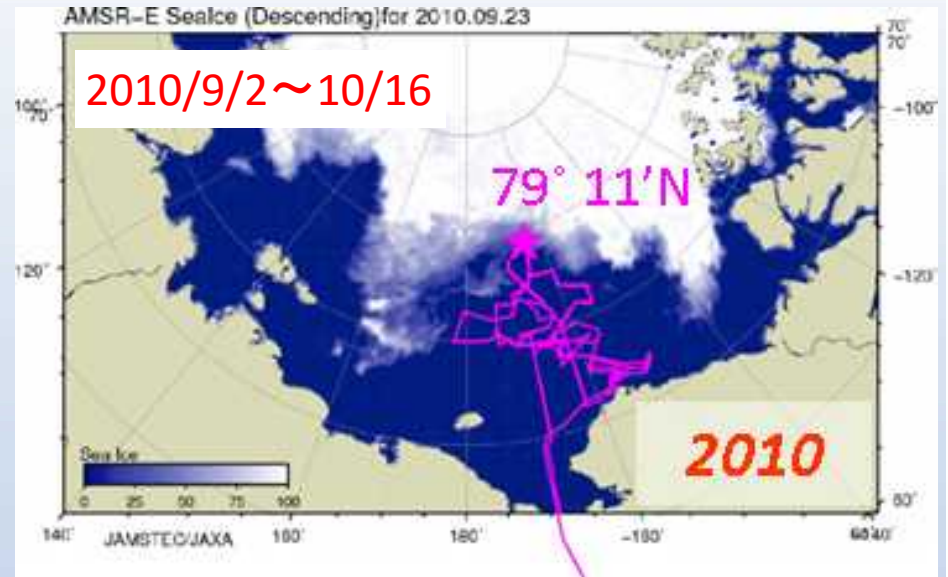
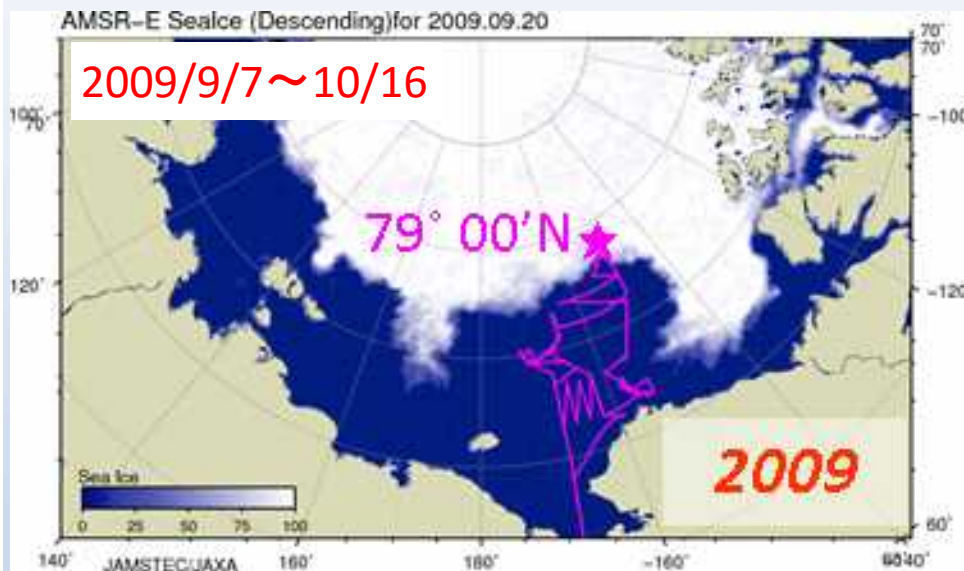
(写真：KOPRI ウェブサイト)

2015年の北極海航海（拡大）

- 北極域：2015/7/31～9/8
- 最北点：北緯約80.8度
- ベーリング海、チュクチ海を航行



(参考) 「みらい」による北極海観測航海例



「みらい」による北極海観測は国際的に高く評価

- 1998年以来、2016年までに14回の北極海航海を実施
- 観測海域は「雪龍」(2012年を除く)や「アラオン」とほぼ同じ

2. 北極域研究船の想定ケース例

◆北極海における「みらい」を上回る活動を前提として、典型的な例として以下の2ケースを想定

①**強力な砕氷機能（PC2程度）を優先した研究船：**

多年氷が卓越する海域を含めた北極海における通年にわたる活動を念頭に、強力な砕氷能力を優先させた研究船

②**一定の砕氷機能（PC5程度）と平水域の観測能力の両立を目指した研究船：**

北極海の多年氷が一部混在する海域における通年観測に加え、北部太平洋やベーリング海等の北極海周辺海域における活動を念頭に、必要な砕氷機能と平水域における観測能力の両立を目指した研究船

※PC5以上は北極海における通年航行可能な性能が要件（詳細は次頁）

(参考) ポーラークラスについて

Polar Class			
等級	定義		
PC1	全ての極地氷水域を通年航行する極地氷海船		
PC2	中程度の厳しさの多年氷が存在する氷水域を通年航行する極地氷海船	①	
PC3	多年氷が一部混在する二年氷の中を通年航行する極地氷海船		
PC4	多年氷が一部混在する厚い一年氷の中を通年航行する極地氷海船		
PC5	多年氷が一部混在する中程度の厚さの一年氷の中を通年航行する極地氷海船	Class-NK	
		等級	定義
PC6	多年氷が一部混在する中程度の厚さの一年氷の中を夏季又は秋季に航行する極地氷海船	NK-IA-Super	砕氷船の支援無しに厳しい海水域を航行する能力を有する
PC7	多年氷が一部混在する薄い一年氷の中を夏季又は秋季に航行する極地氷海船	NK-IA	砕氷船の支援のもとに厳しい海水域を航行する能力を有する
		NK-IB	必要に応じて砕氷船の支援を受けることにより、穏やかな海水域を航行する能力を有する。
		NK-IC	必要に応じて砕氷船の支援を受けることにより、軽い（航行が容易な）海水域を航行する能力を有する
		NK-ID	鋼船で一般海域を航行できる構造強度を有し、耐氷補強は行われていないものの、非常に軽い（非常に航行が容易な）海水域を自船の推進システムで航行する能力を有する

↑ 多年氷
↑ 通年航行

ポーラークラスは、国際船級協会連合 (IACS) により制定

多年氷	二年目の発達サイクルを終えて存続した浮氷
二年氷	一年氷がとけずに二年目の発達サイクルに達した浮氷
一年氷	最初の年間発達サイクルにある浮氷

(参考) ポーラークラスと砕氷能力の関係

- ◆ポーラークラス（PC）別の砕氷能力の目安は以下の通り。なお、PCはあくまで海氷に対する安全性（船の構造や機関設計）に関する規定であり、砕氷能力についての規定はないが、砕氷船としての性能を考慮した場合、結果として下表のような砕氷能力が目安となる。

ポーラークラス	3ktにおける砕氷能力概算※
PC2	2.25m～2.81m
PC3	1.68m～2.24m
PC4	1.19m～1.65m
PC5	0.82m～1.18m
	積雪20～25cm, 氷強度500kPa

※CNIIMF（ロシア中央船舶海洋設計研究所）資料（2010年10月22日）に基づき概略換算

- ◆非氷海船を1とした場合の同寸の船舶におけるPC別の船殻（船の骨格及び外郭構造）の重量、機関の出力、船価（観測・特殊装置を除く）の対比は下表の通り。具体的な船舶の様子が未定のため概算の目安値であることに留意。

	非氷海	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1
船殻重量比	1.00	1.09倍	1.15倍	1.25倍	1.45倍	1.70倍	2.00倍	2.35倍
機関出力比	1.00	1.00倍	1.23倍	1.54倍	2.28倍	3.60倍	5.30倍	8.35倍
船価比	1.00	1.20倍	1.30倍	1.45倍	1.77倍	2.50倍	3.50倍	5.20倍

3. 各ケースの想定要目等

	ケース①	ケース②	しらせ（参考）	みらい（参考）
概要	多年氷が卓越する海域を含めた北極海における通年にわたる活動を念頭に、強力な砕氷能力を優先させた研究船	北極海の多年氷が一部混在する海域に加え、北部太平洋やベーリング海等の北極海周辺海域における活動を念頭に、必要な砕氷機能と平水域における観測能力の両立を目指した研究船	南極地域観測協力を任務として、物資及び人員の輸送、観測支援などを実施する砕氷船	全球（主に西部太平洋、インド洋等の熱帯域から北部太平洋、夏季の北極海まで）を対象とした観測を実施する研究船
活動範囲	多年氷が占める海域において通年活動可能	一年氷に多年氷が一部混在する海域において通年活動可能	多年氷が占める海域において通年活動可能	薄い一年氷が存在する海域で活動可能（夏季）
耐氷性能	ポーラークラス2 程度	ポーラークラス5 程度	ポーラークラス2 相当	ポーラークラス7 相当
砕氷能力	3ノットで1.5m以上+ラミング	3ノットで1m程度	3ノットで1.5m+ラミング	なし
耐航性能	北極海において各種観測を可能とする耐航性能	「みらい」に近い耐航性能		WMO Sea State 4（1.25～2.5mの波高、「かなり波がある」状態）でCTD観測が可能

3. 各ケースの想定要目等

	ケース①	ケース②	しらせ（参考）	みらい（参考）
巡航速度	12ノット程度	12ノット程度	約15ノット（Max 19.2ノット）	約16ノット（Max 18ノット）
航続距離	12,000マイル程度	12,000マイル程度	約25,000マイル	約12,000マイル
全長×幅	～140m×～29m	～120m×～20m	138m×～28m	128.5m×19m
国際総トン数	～17,000トン	～9,000トン	12,650トン（基準排水量）	8,706トン
推進機関	合計～24,000kW	合計～10,000kW	ディーゼル機関×4基 合計22,000kW	ディーゼル機関 1,838kW×4基 推進電動機 700kW×2基
推進方式	固定ピッチプロペラ×2軸	可変ピッチプロペラ×2軸 または アジマススラスト×2基	固定ピッチプロペラ×2軸	可変ピッチプロペラ×2軸
船員	40名程度	34名程度	175名	34名
その他乗員	50～60名	45～50名	80名	46名

3. 各ケースの想定要目等

	ケース①	ケース②	しらせ（参考）	みらい（参考）
建造費	～430億円（主な観測機器や分析機器含む）	～300億円（同左）	約376億円（同左）	約200億円（同左） ※完全な新造ではなく「むつ」をベースとした改造費

※運用費：ケース①は「しらせ」と同程度、ケース②は「みらい」＋氷海航行することによる修理費等が見込まれる。

4. 各ケースの特徴（相対比較）

	関係する研究テーマ	ケース①	ケース②	みらい（参考）
氷海航行	全て	◎ 通年で、多年氷が卓越するような海域で航行可能	○ 通年で、一年氷が卓越し、多年氷が一部混在するような海域で航行可能	× 基本的に氷海航行は不可
平水域航行	④を除く	○ 一般の船舶に近い航行が可能	◎ ほぼ一般の船舶と同等	◎
多年氷卓越海域における観測	②、③、④	◎ 圧着した氷海内における観測には支障無し	○ 多年氷卓越海域の観測は係留系やAUVなどの活用の必要あり	×
一年氷卓越海域における観測	全て	○ 海氷が疎な海域において、定点保持を求められるような観測にやや不向き	◎ 一年氷が卓越している海域における観測には支障無し	×
環北極海等の開氷域における観測	⑤、⑥	△ 船体動揺の抑制や船位保持機能などが劣るため、ベーリング海など荒天が多い海域での観測に不向き	○ 砕氷能力を抑えることにより、「みらい」に近い耐航性能を付与することが可能	◎ 例えば、WMO Sea State Code 4でもCTD観測可能
AUV、ROV等の探査機運用	全て	△ 船位保持機能に欠けるため着揚収等の運用に不向き	◎ 特に支障無し	△ 運用を念頭に置いてた設計になっていない

5. 各ケースの利点と懸念

	ケース①	ケース②
利点	<ul style="list-style-type: none"> □ 単独で北極海のほぼ全域における通年観測が可能 □ 北極圏国が保有する大型砕氷観測船なみのプラットフォームとして活動可能 □ (南極における海氷内観測も実施可能) 	<ul style="list-style-type: none"> □ 建造や運用に係るコスト低減 □ 耐航性を考慮することにより、北極海のみならず、北部大西洋、ベーリング海等の海況の厳しい海域でも観測可能。北極周辺に加え、海洋研究全体でも活用できる研究船。 □ 多年氷卓越海域以外では、国際的なプラットフォームとしての活動が可能 (多数の乗船が可能) □ (南極海においても活動可能 (多年氷卓越海域以外))
懸念	<ul style="list-style-type: none"> □ 「みらい」やケース②に比して建造、運用に係るコストが増大 □ 船型等の制約により、耐航性能がやや劣る。事実上、氷海観測専用となる。 □ 強力な砕氷機能を十分に活用し得る運航体制の構築が必要 	<ul style="list-style-type: none"> □ 北極海での通年観測は可能ではあるものの、多年氷卓越海域においては活動に制限 (強力な砕氷船との協働やAUV等の活用が必要) □ 一定の砕氷能力と観測機能を十分に活用し得る運航体制の構築が必要

ありがとうございました。

