

北極域研究船検討会 (第1回) ご説明資料

平成28年11月1日
海洋研究開発機構

北極環境変動総合研究センター

1. 北極で活動する主な観測船等（欧米及びアジア諸国）
2. 北極で活動する主な観測船等の詳細
3. 各国の観測船等に係る状況まとめ
4. 我が国の北極研究における北極域研究船の役割例
5. 北極域研究船で実施することが考えられる研究テーマ例
6. 北極域研究船が備えるべきと考えられる機能と設備例

1. 北極で活動する主な観測船等（欧米）

所有国	船名	所有機関	建造年	全長 (m)	排水量 (t)	砕氷能力 (m*kt)	船員数	その他乗員数	ヘリ搭載	目的	主な特徴
米国	Healy	アメリカ沿岸警備隊	1999	128.0	16,257	1.4*3	19	116	2	観測 資源 救助	別途詳細
	POLAR STAR	アメリカ沿岸警備隊	1976	122.0	13,842	1.8*3	15	172	2	輸送 観測	・両極（北・南）活動 ・2012年に再生工事済み
	Sikuliaq	アメリカ国立科学財団（運航：アラスカ大学）	2014	79.6	3,724	0.8*2	22	24	—	観測 教育	別途詳細
カナダ	Amundsen	カナダ沿岸警備隊	1979	98.2	5,911	1.0*3	31		1	観測	・ムーンプール設備 ・運航計画はArcticNetが策定
	Louis St. S-Laurent	カナダ沿岸警備隊	1969	119.8	15,324	1.2*3	46		2	救助 観測	・2017年廃船（代船建造予定） 別途詳細
	Sir Wilfrid Laurier	カナダ沿岸警備隊	1986	83	3,812 (gross)		17	10	1	救助 観測	
スウェーデン	oden	スウェーデン海事局	1988	107.8	12,929	1.9*3	15	65	可 (数不明)	観測	・両極（北・南）活動 ・代船の検討開始
ノルウェー	Kronprins Haakon (新規建造中)	ノルウェー極地研究所（運航：IMR）	2017 (予定)	100.0	9,000 (gross)	1.0*5	55		1	資源 観測	別途詳細
ロシア	Academic Fedorov	北極南極研究所	1987	141.0	16,200	1.0*2	80	172	2	資源 観測	・両極（北・南）活動
	Akademik Tryoshinikov	北極南極研究所	2012	133.6	16,539	1.1*2	60	80	2	観測	
イギリス	Sir David Attenborough (新規建造中)	NERC(イギリス自然環境研究会議)	2019 (進水予定)	130.0	13,000	1.0*3	60		1	観測	・両極（北・南）活動 ・ムーンプール設備
ドイツ	Polarstern	アルフレッド・ウェゲナー極地海洋研究所	1982	118.6	17,300	1.5*5	44	50	2	観測	・両極（北・南）活動 別途詳細
フランス	Astrolabe	P&O Maritime Services	1988	65.5	1,700	—	12	35	2	輸送 観測	・両極（北・南）活動
スペイン	Hesperides	スペイン海軍	—	82.5	2,665	0.4*5	58	30	1	輸送 観測	

1. 北極で活動する主な観測船等（アジア諸国）

所有国	船名	所有機関	建造年	全長 (m)	排水量 (t)	砕氷能力 (m*kt)	船員数	その他 乗員数	ヘリ搭載	目的	主な特徴
中国	雪龍	中国極地研究所	1993	167.0	21,250	1.1*1.5	34	128	1	資源 観測	・1993年にウクライナで建造されたが、翌年、中国が購入後、極域用観測船として改造 ・両極（北・南）活動
	新規建造予定	中国極地研究所	—	120.0	12,000	1.5*2-3	90（定員）		2	資源 観測	・2016年末に着工予定？
韓国	ARAON	韓国極地研究院	2009	109.5	9,071	1.0*3	25	60	1	観測 資源	・両極（北・南）活動 別途詳細
	新規建造予定 （未着工）	—	—	—	—	—	—	—	—	—	・2013年7月25日に新たな砕氷研究船の建造計画を盛り込んだ「北極総合政策推進計画」を発表
インド	新規建造予定 （未着工）	ministry of Earth Sciences	—	—	—	—	—	—	—	観測	・2013年に、砕氷船建造計画を発表 ・両極（北・南）観測
日本	みらい	海洋研究開発機構	1997 (1970)	128.5	8,687	—	34	46	—	観測	・耐氷船 別途詳細
	しらせ	防衛省海上自衛隊	2009	138.0	12,650	1.5*3	175	80	3	輸送	・南極観測支援（人員・物資輸送） 別途詳細

2. 北極で活動する主な観測船等の詳細

Healy (米)



Sikuliaq (米)



Louis S. St-Laurent (加)



Polarstern (独)



しらせ (日)



アラオン (韓)



みらい (日)



写真：各機関ウェブサイトより

(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		
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		
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		
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		

Class-NK			
等級	定義		
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		
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		

しらせ

みらい

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

2. 北極で活動する主な観測船等の詳細

船名		Healy (米国)	Sikuliaq (米国)
ポークラス		PC 2	PC 5
巡航速度		12ノット (Max 17ノット)	11ノット(Max 14.2ノット)
航続距離		情報無し	45日 (11ノットで9,000マイル)
主な観測 設備	ラボスペース	有り	有り
	Hydrography観 測機器	電気伝導度水温水深 (CTD) ・採水/投下式水温 水深計 (XBT) /音響ドップラー流向流速計 (ADCP)	CTD・採水/XBT/ADCP
	海上気象	一般海上気象	一般海上気象
	Geology観測	ボトムプロファイラー、サブボトムプロファイラー、エコーサウ ンダー	マルチナロービーム測深器、サブボトムプロファイラー
	その他		
	設備など	Aフレーム (振り出し式) クレーン、ピストンコアリング 可能、コンテナ搭載、ヘリコプター	Aフレームクレーン
推進方式		固定ピッチプロペラ×2軸	アジマス (旋回式) スラスター×2基
機関		ディーゼル機関×4基 計34,560kW	ディーゼル機関×4基 計5,750BHP (4,290kW) (+ 発電機あり?)
傭船や相乗り情報		JAMSTECでは、アメリカの研究者が行う北極海での 観測研究に共同研究と言う形で参加(2005, 2011 年)。 ともに分担金(傭船費)は発生せず、こちらの旅費や機 材輸送に係る実費のみ。 乗船するためには、前年度(もしくはそれ以前)から共 同研究相手と話し合っておく必要がある。 ただ、急なリクエストにも可能な範囲で柔軟に対応して くれる場合あり。	研究者のネットワークによる相乗り乗船は可能との情 報有り。

2. 北極で活動する主な観測船等の詳細

船名		Louis S. St-Laurent (カナダ)	 Polarstern (ドイツ)
ポーラークラス		 PC 2 (Arctic Class 4)	PC 2
巡航速度		16ノット (Max20ノット)	16ノット
航続距離		23,000マイル	19,000マイル
主な観測 設備	ラボスペース	有り	有り
	Hydrography観 測機器	CTD・採水/XBT/ADCP	CTD・採水/XBT/ADCP
	海上気象	一般海上気象	一般海上気象
	Geology観測	?	ハイドロスウィープ、サブボトムプロファイラー、 船上重力計、エコーサウンダー
	その他		
	設備など	ヘリコプター	Aフレームクレーン、ピストンコアリング可、ヘリコプター
推進方式		固定ピッチプロペラ×3軸	可変ピッチプロペラ×2軸
機関			ディーゼル機関×4基 計14,000kW
備船や相乗り情報		JAMSTECが砕氷船航海に参加する場合は、カナダ海洋科学研究所(IOS/DFO)と調整し、JAMSTECとDFOとの間でMOUに基づくIAを結んで実施。乗船のためには、航海の分担金(備船費)の形で、必要日数に応じた費用を支払う必要があり、本船の場合は、1日当たりCAN\$ 95K(2014年実績)程度。航海に参加する場合には、前年度の1月頃にはIOS/DFOとの間で計画策定の話し合いを行い、2月から始まるDFOでの計画立案に提案していく必要がある。	アルフレッドウェゲナー研究所(AWI)が行う航海に共同研究や相乗りの形で参加することができる。分担金(備船費)などは発生せず、旅費・機材輸送費など実費のみで参加可能。本船の航海は、数年前から計画立案が始まるため、その段階で加わっていれば円滑な乗船が可能であるが、遅くとも前年のPlanning meetingまでにはAWIの研究者と合意できている必要がある。

2. 北極で活動する主な観測船等の詳細

船名		Araon (韓国)	K.Haakon (ノルウェー) ※建造中
ポークラス		PC 4.5	PC 3
巡航速度		12ノット (Max16ノット)	情報無し
航続距離		20,000マイル	15,000マイル
主な観測 設備	ラボスペース	有り	有り
	Hydrography観測機器	CTD・採水/XBT/ADCP	CTD/採水・XBT
	海上気象	一般海上気象	一般海上気象
	Geology観測	マルチナロービーム測深器、マルチチャンネル音波探査システム (MCS)、船上重力計	マルチビーム測深器 (浅、中、深) 測深器、サブボトムプロファイラー、エコーサウンダー
	その他		ソナー
	設備など	Aフレームクレーン、ピストンコアリング可、無人探査機 (ROV)、ヘリコプター	ムーンプール、AUV・ROV運用可、ヘリコプター
推進方式		アジマススラスタ×2基	アジマススラスタ×2基
機関		ディーゼル機関 5,000kW×2基	ディーゼル機関×4基 計13,500kW
備船や相乗り情報		研究者のネットワークによる相乗り乗船は可能との情報有り。	

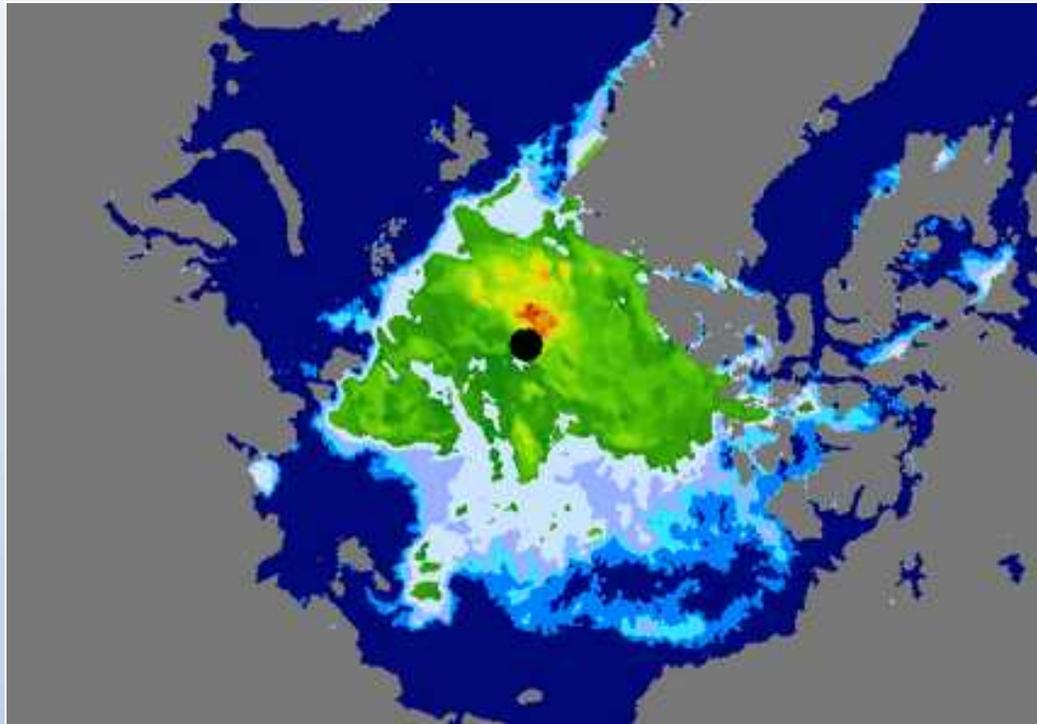
2. 北極で活動する主な観測船等の詳細

船名		 しらせ (日本)	 みらい (日本)
ポーラークラス		PC 2	PC 7
巡航速度		15ノット (Max 19.2ノット)	16ノット (Max 18ノット)
航続距離		約25,000マイル (15ノット)	約12,000マイル
主な観測 設備	ラボスペース	(コンテナ搭載)	有り
	Hydrography観測機器	XBT/ADCP	CTD・採水XBT/ADCP
	海上気象	一般海上気象	一般海上気象/ドップラーレーダ
	Geology観測	マルチナロービーム測深器	マルチナロービーム測深器、サブボトムプロファイラー、船上重力計
	その他		
	設備など	係留系運用可、ヘリコプター搭載	Aフレームクレーン、ピストンコアリング可
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
機関		ディーゼル機関×4基 (電気推進) 30,000SBP (22,000kW)	ディーゼル機関 1,838kW×4基 推進電動機 700kW×2基
傭船や相乗り情報			基本的に運航スケジュールが空いており、JAMSTECが受託できる趣旨の航海であれば、運航費の負担があれば傭船可能。費用は傭船の目的や依頼元に応じて算出。 通常の公募航海における外国人の乗船については、日本人との同行であれば可能であり、特別な分担金等は不要。

3. 各国の観測船等に係る状況まとめ

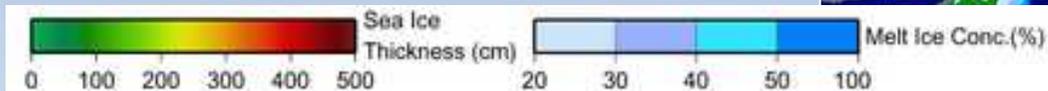
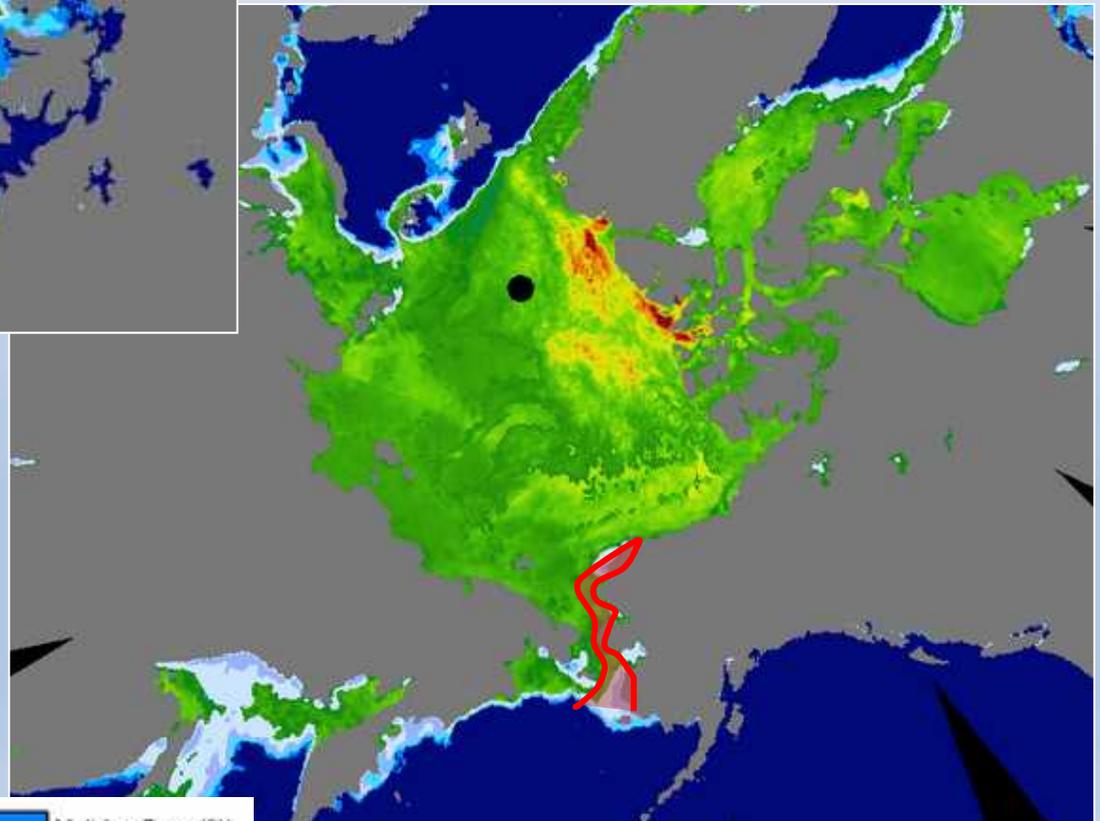
- ◆ 主な砕氷船は、北極・南極の両極で活用。さらに、当機構の独自調査によると、韓国、中国の砕氷船は、「みらい」とほぼ同じ季節（夏季）に同じような海域で活動している。
- ◆ 保有機関との共同研究等により乗船が可能な船舶が多数
- ◆ 最近の新造船は砕氷能力だけでなく、定点保持機能など、観測船としての機能も重視する傾向
- ◆ 中国の新砕氷船は2016年末に建造に着手するとの情報あり。雪龍よりはやや小型の船体になるようだが、ポーラークラス3程度で雪龍よりも強力な砕氷能力を有する見込み（1.5m/2-3knot）。
- ◆ 韓国も近々新砕氷船の建造が正式決定するとの情報あり（2021年完工？）。

(参考) ポーラークラス5程度の場合の航行範囲例



- ↑ 2015年8月 (夏季) :
- コース次第で北極点近辺まで航行可能
 - ◆係留系等の設置・回収
 - ◆ヘリコプター、無人航空機 (UAV)、自律型無人潜水機 (AUV) 等による海氷 (あるいは海氷下) 観測
 - ◆その他各種観測

- ↓ 2016年2月 (冬季) :
- コース次第でベーリング海峡からアラスカ沿岸まで航行可能 (或いは大西洋側から航行の可能性も視野)
 - ◆ヘリコプター、UAV、AUV等による海氷 (あるいは海氷下) 観測
 - ◆その他各種観測



4. 我が国の北極研究における北極域研究船の役割例

- ◆ 近年、北極海では、温暖化による海氷の減少に伴う北極航路の利用や海底資源開発の可能性が高まる一方で、これらの開発による環境の悪化や気候変動の進行による影響の深刻化が懸念
- ◆ 持続的な北極域の利活用を実現していくためには、環境変動に関する実態を正確に把握し理解するとともに、将来予測を高度化していく必要があるが、そのためには北極域の大半を占める北極海の観測研究を大きく進展させることが必要不可欠
- ◆ 「みらい」では、主として北部太平洋、ベーリング海等の北極海周辺海域から北極海太平洋側の夏季開氷域を対象として、海洋物理、生物地球化学的な観測研究を実施しており、北極海における低気圧活動の活発化等の重要な成果を創出してきた。しかしながら、氷海での活動は困難であり、「我が国の北極政策」において謳われている「北極域研究船」として位置づけるには、北極海における活動能力が不足
- ◆ 北極海において「みらい」を上回る活動能力を有する「北極域研究船」を建造し、「北極域国際研究プラットフォーム」として、これまで以上にPAGやMOSAIC等の「国際的な北極域観測計画」の進展に資する観測研究等を実施することにより、北極域に係る環境変動の実態把握と将来予測の高度化に貢献するとともに、ACオブザーバ国である我が国のプレゼンスを向上

(参考) 我が国の北極政策 (抜粋)、国際的な観測プロジェクト例

◆ 我が国の北極政策 (平成27年10月16日、総合海洋政策本部決定)

4 具体的な取組 (1) 研究開発 うち「北極域研究船」

「自律型無人潜水機 (AUV) 等を用いた国際的な北極域観測計画への参画を可能とする機能や性能を有する、新たな北極域国際研究プラットフォームとしての北極域研究船の建造に向けた検討を行う。」

◆ 国際的な観測プロジェクト例

□ PAG : Pacific Arctic Group

日、米、露、加、韓、中の研究機関が参加する太平洋側北極海の観測研究をコーディネートする研究枠組みであり、IASCの元で組織されている。現議長はJAMSTECの研究者が務める。

□ MOSAiC : Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate

北極気候研究のための学際的漂流観測プロジェクトで、IASCの大気WG及び海洋WGが主導する。日本の研究者も計画段階から深く関与しており、ドイツ、アメリカ、ロシア、ノルウェー等がそれぞれ分担をして研究を実施

5. 北極域研究船で実施することが考えられる研究テーマ例

◆ 北部太平洋、ベーリング海等の北極海周辺海域を含めた我が国の実績ある海域における観測研究を継続しつつ、「みらい」では困難であった氷海域における活動を前提とする観測研究や、北極海を航行する船舶の運用技術・建造技術の向上に資する船舶工学的な研究を実施するとした場合、具体的には次のような研究テーマが考えられる。

テーマ	① 温暖化によって広がる結氷・融解域における現象の解明に係る研究	② 夏季海氷激減のメカニズム解明に係る研究
概要	氷縁ブルームと海氷後退／融解の影響 海氷を介した物質循環と生物生産 陸棚斜面での湧昇、渦形成と陸棚水の輸送過程 上記過程による二酸化炭素吸収や海洋酸性化への影響 生態系への影響	マルチポンドの実態把握 海氷厚分布の実態 海氷・海洋相互作用把握
観測データ例	塩分、水温、溶存酸素、栄養塩、溶存無機炭素、微量金属、pH、クロロフィル、基礎生産、ベントス・プランクトン・ネクトンの分布・組成、光環境、炭酸塩生物の殻密度、沈降粒子など	氷厚、熱フラックス、海洋混合層貯熱量（水温・塩分分布）・海洋循環など（通年観測が必要。特に冬期のデータは不足）
観測機器例	電気伝導度水温水深（CTD）採水装置、表面海水連続測定装置、各種化学分析装置、プランクトンネット、一般海上気象観測装置、セジメントトラップ（係留）、マルチプルコアラー、ビームトロール、ドレッジ、無人探査機（ROV）など	電磁誘導式（EM）氷厚計、氷厚計等の係留系、CTD採水装置、表面海水連続測定装置、一般海上気象観測装置、ドップラーレーダー、ROVなど

5. 北極域研究船で実施することが考えられる研究テーマ例

テーマ	③北極海航路の活用にあ資するための海氷予測の高度化等に係る観測研究	④氷海航行する船舶の建造技術の高度化にあ資する船体挙動、着氷等の船舶工学的モニタリング研究
概要	海氷域における季節ごとの氷状と氷厚の観測による（リアルタイム）データ発信と海氷状況の実例蓄積 定期的な気象観測・高層気象観測	船体モニタリング 水中（船底）の海氷挙動モニタリング
観測データ例	一般海上気象、高層気象、氷厚、氷状、エアロゾル	船体構造材の歪み、船体運動、衝撃、着氷状況、氷破壊挙動
観測機器例	一般海上気象観測装置、EM氷厚計、ラジオゾンデ、エアロゾル分析装置など	ひずみ計、水中カメラ、飛沫計、加速度計、舵角度計など
テーマ	⑤北極古海洋研究	⑥北極域のテクトニクスの解明に係る研究
概要	氷期間氷期変動において両極の氷床が海面変動に対し寄与した割合を解明 ベーリング海峡の地史の解明、ベーリング海峡通過流の気候への影響の解明	北極海の発達過程に伴う海洋循環の変遷・大陸氷床の発達との関係 熱水活動・海底地質構造の詳細を解明
観測データ例	層序、堆積物、古環境指標、海底地形、重力・磁力	層序、堆積物、古環境指標、海底地形、重力・磁力、水温・塩分、溶存元素
観測機器例	各種化学分析装置、ピストンコアラー、マルチプルコアラー、ドレッジ、マルチビーム、サブボトムプロファイラー、反射法地震探査、重力計・プロトン磁力計	CTD採水装置、各種化学分析装置、ピストンコアラー、マルチプルコアラー、ドレッジ、マルチビーム、サブボトムプロファイラー、反射法地震探査、重力計・プロトン磁力計、ROVなど

6. 北極域研究船が備えるべきと考えられる機能と設備例

- ◆「北極域研究船」としての役割を果たし、必要な観測研究を十分に実施していくためには、北部太平洋、ベーリング海等の北極海周辺海域における観測を可能としつつ、一年氷、多年氷が混在する海域において活動が可能となる耐氷性能及び一定の砕氷機能が必要
- ◆さらに、北極海観測のための特殊な設備として、氷厚、海氷状況等を観測するためのヘリコプターを運用するための設備、船体の周囲を海氷に囲まれても安定期に観測を実施するためのムーンプールが必要。なお、ヘリコプターの運用設備については、氷海において活動するにあたっての安全面の観点からも必要（ヘリコプター自体については適宜チャーターを想定）
- ◆「我が国の北極政策」で言及されているとおり、北極海において「自律型無人潜水機（AUV）」を活用できれば、塩分、水温、溶存酸素、海氷下の画像、海底地形等の各種データの取得が可能であると考えられる。船舶側と連携した広域観測を実現することにより、各研究テーマの一層の推進に寄与
- ◆船体性能、船体設備を決定するにあたっては、「国際研究プラットフォーム」として国内外の研究者によって広く利用されること、北極海という環境からして一般的に機材交換や人員交換が容易ではないこと、観測項目が多岐に及ぶこと、昨今の諸ルール等（例えば極海コードを踏まえたエンジンの仕様など）を踏まえる必要があることなどに留意

6. 北極域研究船が備えるべきと考えられる機能と設備例

北極域研究船が備えるべき機能と設備（一覧）

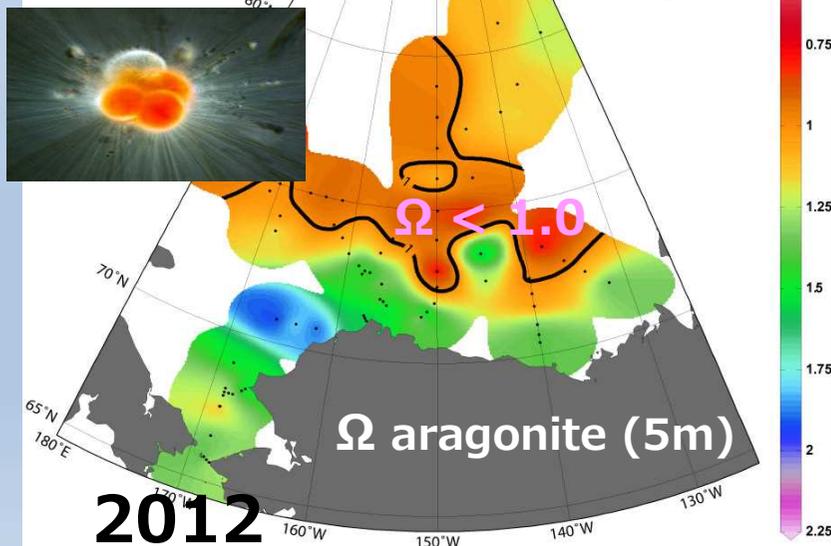
観測機器	船体性能	基本設備
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 海洋物理・化学・生物学、生物地球化学的観測装置 フルデプスCTD/採水装置、表面海水連続測定装置、各種化学分析機器、音響ドップラー流向流速計（ADCP）、プランクトンネット、ビームトロールなど ◆ 海洋気象学的観測装置 気象観測装置（大気サンプリング含む）、ドップラーレーダーなど ◆ 船舶工学的観測装置 ひずみ計、水中カメラ、飛沫計、加速度計など ◆ 海洋地質学、古環境学的観測装置 ピストンコアラー、マルチプルコアラー、ドレッジ、マルチビーム、サブボトムプロファイラーなど ◆ 汎用観測設備 Aフレームクレーン等各種クレーンやウインチ、作業用小型ROVなど ◆ 氷海観測用の設備 氷海下観測用AUV、ムーンプール、ヘリデッキ及び格納庫など 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 低燃費 ◆ 効率的な作業を可能とするような各種機器、ラボの配置 ◆ 各種観測作業を実施するに十分な広さの後部甲板、メインラボ（作用甲板上に設置）、多数の乗船者を受け入れるための居住空間、長期航海に対応できる倉庫類 ◆ 各種規制対応 環境負荷低減機能：CO2排出量低減、NOx/SOx規制対応（軽油、天然ガス利用）、船底防汚塗料等の環境対応型化、バラスト水管理条約対応（処理装置搭載）、油・汚水・廃物汚染防止措置 ◆ 消音、振動・騒音低減機能：制振及び防音措置、消音装置搭載 ◆ 極海コードに応じた航行性能強化機能：耐氷構造化、復原性確保 ◆ 音響通信・測位をはじめとする音響機器のための、広帯域における静寂な水中放射雑音特性 ◆ マルチ機器運用を支える、作業監視のための良好な視界 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 船位保持システム（DPS）ならびにジョイスティック操船装置 ◆ 精度の高い音響測位装置 ◆ 高精度衛星測位装置 ◆ インターネット環境完備 ◆ 船底機器のメンテナンスや換装を容易にするドロップキールの採用 ◆ シンカー等の重量物の集中設置に耐える強度の高いデッキ ◆ 多目的運用対応の着揚収デッキ：フラットで海水打ち込みの少ない乾舷を確保しつつも、揚収等の状況によっては低乾舷対応可能な後部デッキ・重量機器デッキ間移動リフト装備 ◆ 動揺の少ない船体：航走時から微速・停船時まで対応するロール抑制装置 ◆ AUV運用や観測機器プラットフォームの運用に十分な着揚収機器（船尾および舷側からのヒープモーション制御付き着揚収装置）

(参考)「みらい」の観測による研究成果の一例

海洋地球研究船「みらい」は、耐氷機能をもつ北極海観測を実施する我が国唯一の観測船
就航後（1997年）14回の北極海観測を実施



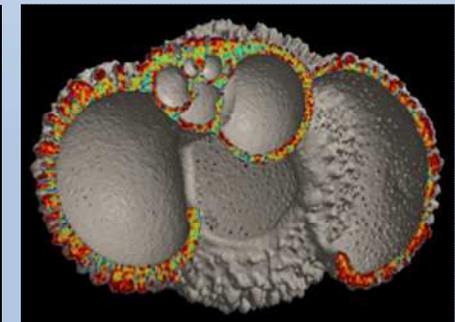
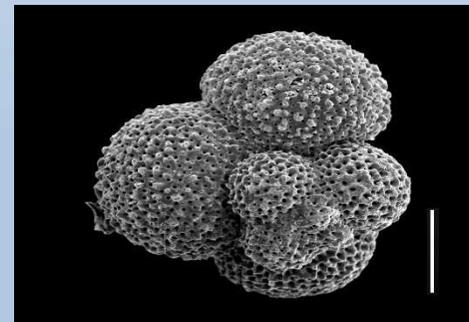
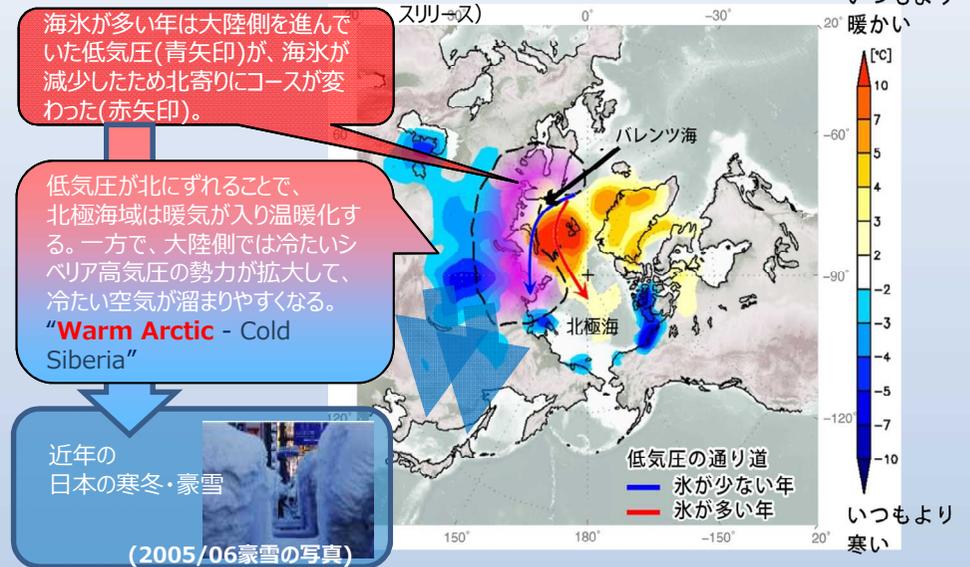
海氷融解と海洋酸性化の進行



Courtesy from Dr. Yamamoto-Kawai (TUMSAT)

北極気象が日本に与える影響

Inoue et al., J. Climate, 2012 (JAMSTEC 2012年2月1日プレスリリース)





ありがとうございました。