

北極域観測の現状と課題

気候変動(大気)

区分	観測項目	現状		課題	基盤的な観測に必要な措置
		地域	内容		
気候変動	気温	北極全般	・米国立環境予報センター(米国)、ヨーロッパ中期予報センター(欧州)、気象庁(日本)の再解析データを利用。観測点は約90ほどある。	・再解析データの信頼性が十分に担保されていない。	・観測点の増強と信頼性の向上に向けた国際連携の促進。
		北極海	・米国立環境予報センター(米国)、ヨーロッパ中期予報センター(欧州)、気象庁(日本)の再解析データを利用。 ・国際北極バイ計画(IABP)にて、漂流バイを用いた海上上の観測を実施。	・再解析データの基となる漂流バイが少ない。 ・再解析データによるデータにばらつきがある。 ・海水のない海洋上の観測ができていない。	・開発中の海水海洋漂流バイ(海上上でも海洋上でも稼働できる)の運用。 (季節によって漂流バイの個数が異なるが、常時100程度のバイの漂流を維持することが必要。)
	高層気象データ	北極域全般	・各国の気象関係機関(ex.気象庁(日)、NOAA(米))が定常観測しているラジオゾンデ気象観測(地上から上空へと気球に観測機を運ばせる観測)値を利用。WHO登録のものだけで約900カ所観測。	・ロシア、カナダなどで観測地点数が減少している。 ・海水消失で気象観測機の使用が困難になり、北極海上の気象データが不足し、予測精度に問題が出てきている。	・無人ラジオゾンデ観測装置を観測空白地点(ロシア北部、アラスカ、カナダ北部を中心に北極全域)で展開することが必要(現在ノルウェーが開発中)。 ・大気三次元構造を把握するため、定期的な航空機(ジェット機)によるドロッブゾンデ観測の実施が必要。
	降水量	北極海上全般	・米国立環境予報センター(米国)、ヨーロッパ中期予報センター(欧州)、気象庁(日本)の再解析データを利用。	・再解析データの信頼性が十分に担保されていない。 ・北極域では、ほとんどの降水が降雪であるが、降雪量から降水量への換算が正確にできていない。	・海洋上の気象観測システムの開発。 ・観測船による船上観測の地域・頻度を増やすことが必要。 ・長期モニタリングステーションの設置・維持が必要。特にスーパーステーションの充実が必要。
	放射量	バロー(アラスカ)・米国 ニーオルスン・ノルウェー	・米国・エネルギー省のARM(Atmospheric Radiation Measurement)が、短波・長波放射観測(広帯域及びスペクトル観測)を継続的に実施。WMO(World Meteorological Organization)による放射観測センターWRDC(The World Radiation Data Centre)が、ロシアのサンクトペテルブルクに設置され、観測データの利用が可能。 ・米国航空宇宙局NASAのSRB(surface radiation budget)が、短波・長波放射観測(広帯域及びスペクトル観測)を継続的に実施。 ・基準地上放射観測網(BSRN)の取組もあり、日本独自の放射観測も実施。	・ロシアや北極海での観測が必要。(現在、ロシアでの観測は行われていない。)	・高精度の観測をする基準地上放射観測網(BSRN)のサイトを北極海沿岸や北極圏内部等で増やすことが必要。
	雲	北極域全体	・アメリカ航空宇宙局、アメリカ海洋大気庁等の運営する各種人工衛星データを利用。	・リモートセンシングが主体であるため、雲粒数濃度、粒径分布、水雲・氷晶の相、雲水量などの雲物理量の直接観測データが長時間観測に限定される。 ・ニーオルスンのチェッペリン山頂での雲の直接観測や航空機観測等が必要。	・高機能観測機器(雲レーダー)をアラスカ・バロー、ニーオルスンに加え、パレンツカラ海沿岸や東シベリアなどに設置することが必要。 ・リモートセンシング観測で得た推定値の実証のため、係留気球や航空機などのサンプリング機器が必要。
	エアロゾル	バロー(アラスカ)・米国	米国・海洋大気庁(NOAA)が、雪氷の融解を促進する光吸収性エアロゾル(ブラックカーボン)量や、エアロゾル化学組成などの調査を1980年代後半より継続的に実施。2012年度より、ブラックカーボンの高精度観測を日本独自で開始。	観測手法が旧式であるため、観測精度が不十分な観測項目がある。エアロゾルの粒径分布や降水水中のエアロゾルなど新たに観測が必要。	エアロゾルの粒径分布や降水水中のエアロゾルなどの観測が必要。
	中層・超高層大気密度・温度・風速など	北欧、アラスカ、カナダ北部	極地研、情報通信研究機構、名大等の研究機関が中心となり、北欧でEISCATレーダーステムを中心とした拠点観測、アイスランドで南北共役観測、アラスカで短波レーダーやイメージャー観測、カナダ北部でイメージャーによる全天大気光・オーロラ観測を実施。	・経度方向に広がる地上ネットワーク観測が必要。 ・中長期の気候変動を理解する上で、太陽と地球の関係の理解が重要であるが、その発展に必要なネットワーク観測及び拠点観測が不足している。	・北極域に大型フェーズドアレイレーダーを複数展開し、観測装置の高度化を図ることにより、温度や風速などの物理量を幅広い水平・高度領域にわたり3次元観測を行うことが必要。 ・ネットワーク観測の空白域(シベリアなど)を中心に、地上観測装置を整備することが必要。
	その他		「みらい」の北極海航路において、ラジオゾンデ観測、ドップラーレーダー観測、エアロゾル観測、雲底高度観測、一般気象連続観測、乱流フラックス観測を実施。		

気候変動(海洋・海水)

区分	観測項目	現状		課題	基盤的な観測に必要な措置	
		地域	内容			
気候変動	海洋・海水	海水（密接度・被覆度）	太平洋側北極海	<ul style="list-style-type: none"> ・カナダの砕氷船(レイサンローラン)を用いたセンサー及びカメラによる連続観測を夏期に数日間実施。 ・海水分布の観測主力は、衛星観測であり、密接度、漂流ベクトルの連続観測が行われている。主力センサーはJAXAのものであり、国際観測体制に日本の技術力が貢献している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・他国の砕氷船を利用しているため、観測時期、対象海域を選定できない。 ・現場観測が、現在夏の実施であり、秋冬に実施できていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・衛星観測の広域データを活かすため、砕氷船(ドイツ・ポーラーシュテルン級以上)による現場観測が必要。 ・砕氷船の運航海域、時期を決定できることが必要であり、そのためには自前の砕氷船が必要。また、砕氷船には、2機以上のヘリコプターを搭載することが必要。 ・無人航空機による重点海域に特化した観測が必要。 ・衛星観測データを観測現場へ提供する体制の整備が必要。
		海水の漂流速度	太平洋側北極海	<ul style="list-style-type: none"> ・カナダの砕氷船(レイサンローラン)及び韓国の砕氷船(アラオン)を利用し、係留系を用いた定点観測(4地点)を実施。 ・国際北極バイ観測計画(IABP)の漂流ブイを用いたGPS観測データを利用。 	<ul style="list-style-type: none"> ・係留系の絶対数が不足している。 ・海水が消失する海域での観測ができない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・海洋・海水循環の空間スケール(2000km×2000km)をカバーするだけの10系程度の係留系が必要。 ・観測頻度・精度の統一化、及び国際分担等の国際調整が必要。 ・海水域の調査のため、砕氷船が必要。
		海水の厚さ	太平洋側北極海	<ul style="list-style-type: none"> ・カナダの砕氷船(レイサンローラン)航路上で、電磁式及びレーザー・センサーを用いた観測(夏期に3日間)を実施(海水減に伴い、2012年は3日程度)。 ・カナダの砕氷船(レイサンローラン)及び韓国の砕氷船(アラオン)で直接計測(3地点)を実施。 ・カナダの砕氷船(レイサンローラン)で、係留系を用いた観測[外洋域(2地点)、沿岸域(2地点)]を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・他国の砕氷船を利用しているため、観測時期、対象海域を選定できない。 ・統計処理出来るだけのデータ数が必要。 ・観測点数が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・砕氷船による現場観測が必要。 ・運航海域、時期(特に、春・冬の観測実施)の決定権が必要なため、自前の砕氷船が必要。 ・砕氷船を拠点とした自律無人潜水艇(AUV)を用いた観測の導入。 ・海洋・海水循環の空間スケール(2000km×2000km)をカバーするだけの10系程度の係留系が必要。 ・特にロシアとの国際連携が必要。
		水温・塩分	太平洋側北極海	<ul style="list-style-type: none"> ・カナダの砕氷船(レイサンローラン)、韓国の砕氷船(アラオン)を用いたCTD観測、XCTD観測(カナダ海盆、マカロフ海盆200地点/年、夏限定)を実施。 ・耐氷船を用いたCTD観測(100地点/年、夏限定)を実施。 ・砕氷船を用いた表層連続観測(夏の約1ヶ月、表層単一水深のみ)を実施。 ・耐氷船を用いた表層連続観測(夏の約1ヶ月、表層単一水深のみ)を実施。 ・係留系を用いた定点観測(外洋域(4地点)、沿岸域(2地点))を通年で実施。 ・漂流ブイを用いた観測(数個/年)を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、観測期間が夏のみであるため、春・冬の観測が必要。 ・他国の砕氷船を利用しているため、観測時期、対象海域を選定できない。 ・海水が存在する海域で観測ができない。 ・表層単一水深のみの観測であるため、鉛直構造が捉えられない。 ・船体温度が水温に影響を及ぼし、正確な数値を得られない場合がある。 ・海面から水深40mまでの深度帯は、積み重なった海水が係留系と接触する可能性があるため、観測できていない。 ・海水とともに漂流ブイが移動するため、重要な海域に特化した観測ができない。 ・安定した厚い海水がないと観測ができない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測点配置の最適化が必要。 ・海水域における観測や、春・冬の観測のために、自前の砕氷船が必要。 ・砕氷船内から、CTD観測や海中に観測機器を投入できる「ムーンプール」の搭載が必要。 ・観測の空白域及び空白深度帯(0~40m)をカバーすることが必要。外洋域では、現在の観測地点(4点)に加え、少なくとも6つの観測地点の増強と空白深度帯に対応する観測技術が必要。 ・海水残存域に特化した手法の改善が必要であり、Argo計画のように国際的な枠組みのもとで運用・分担・実施を行うことが重要。

気候変動(陸域)

区分	観測項目	現状		課題	基盤的な観測に必要な措置
		地域	内容		
気候変動 陸域	凍土	シベリア地域、カナダ	・ヤクーツク周辺のスバスカヤパッド、ユケチで観測を実施。	・シベリア域とカナダ北東部で観測点が極めて少ない。 ・衛星などを利用した観測ができないため、観測手法が現地でもアホールを掘っての実測に限られる。 ・チョクルダにおいてもボーリング調査を実施。 ・カナダにおいて地温観測点の構築を開始。	・現地のコミュニティとの協力体制が必要。
	土壌水分	東シベリア	・スバスカヤパッドで土壌水分の観測を約15年継続して実施。また、ウスチマヤでは2年間のデータがあり。	・測器の維持管理が必要であるため、観測地点が限られている。	・太陽電池による観測システムの設置が必要。
	積雪	シベリア・アラスカ	・融雪前に積雪全量を採取して積雪水量を測定。 ・気象台で毎日観測している積雪深度に、積雪密度を仮定して積雪水量を測定。	・シベリア・アラスカにおける観測を継続するとともに、シベリア・アラスカ以外の地域においても、同様の観測が必要。 ・冬期間における積雪の雪質変化を観測するため、積雪断面観測が可能な人材の確保が必要。 ・降雪水量に加え、ブラックカーボン、ダスト等の降下量の観測が必要。	・研究者の派遣、または現地の協力者を育成し、観測の協力を依頼することが必要。 ・広域の観測ネットワークを作ることが必要。 ・世界気候研究計画(WCRP)との連携が必要。
	降水量	北極域陸上	・米国気候予報センター、米国海洋大気庁気候データセンターなどのデータを利用。	・シベリア・カナダ北部等での観測密度が低い。 ・データの発掘・デジタル化が必要。	・新型降水量計の開発(日本、ノルウェーが開発中)。
	氷床・氷河	ロシア、アラスカ、カナダ、グリーンランド	・氷河、アイスキャップ上の降下物、生物活動は、氷の融解速度に大きく作用することが明らかになっているが、実態解明は進んでいない。 ・グリーンランド氷床縁辺部での融解及び崩壊観測を各国(ヨーロッパ、アメリカ、カナダ、日本)が実施。氷床の破壊観測網として氷震国際観測網を拡大し、氷床中央部における深層掘削国際計画を実施。 ・グリーンランド氷床へのブラックカーボン、ダスト、微生物の降下量の観測を実施。ロシア、アラスカでも同様の観測を実施しているが、観測頻度は低く、系統的観測は実施されていない。カナダでの観測は殆ど実施されていない。 ・2009年～2012年に北西グリーンランドで深層氷床コア掘削が実施され、過去に生じた温暖化、温暖期における氷床高度と氷の量の変動についての解明が進んだ。また新たに氷床流動を解明するための新たな深層氷床コア掘削が立案されている。	・リモートセンシングによる解析、現地調査を実施するための人材の確保が必要。 ・氷床監視は長期の継続が必要であり、一国での実施は難しいため、国際連携が求められる。 ・グリーンランドにおける現状の観測の継続とともに、ロシア、アラスカでの観測の拡充、カナダ、スバルバルでの観測開始が必要。	・JAXAとの連携、ArcticNet及びPCSP(極域大陸棚プロジェクト)との連携が必要。 ・NASAをはじめとするGRACE(衛星重力観測)の活用が必要。 ・グリーンランド氷床深層掘削計画(NEEM)への継続的な参画。 ・GC-Net(Greenland Climate Network)への継続的な参画とデータ利用の促進。
	森林火災	シベリア、モンゴル、アラスカ、カナダ	・NASAの衛星テラとアクアの2衛星に搭載の衛星画像及びホットスポット(火災)情報が公開されている。ロシアはノア搭載のセンサー(GAVHRR)によるホットスポット情報を使った監視システムを運用している。アラスカとカナダは、それぞれ、衛星(MODIS)によるホットスポット情報を使った監視システムを運用している。 ・アラスカの雷観測網は整備が進み、落雷と火災発生が明らかになってきている。また、JAXA-IARCIによるアラスカ観測システムが構築されている。	・大規模な火災が発生した時の現地でのグランドトゥルースデータ(何がどれだけ燃えたのか等)の確保及び煙(CO、CO2、煤)の評価が必要。 ・森林火災データは衛星観測によるところが大きく、発生域の検出は可能であるが、その物質拡散(カーボン等)についての推定ができない。 ・雷の観測網が確立されていない。 ・日本の森林火災研究者の数が少ないため、人材育成が必要。	・森林火災による物質拡散の推定を可能にするモニタリング技術の開発が必要。 ・雷センサーを設置し、シベリア(モンゴルを含む)地域の雷発生を把握することが必要。 ・ロシア・モンゴル・カナダとの共同研究が必要。

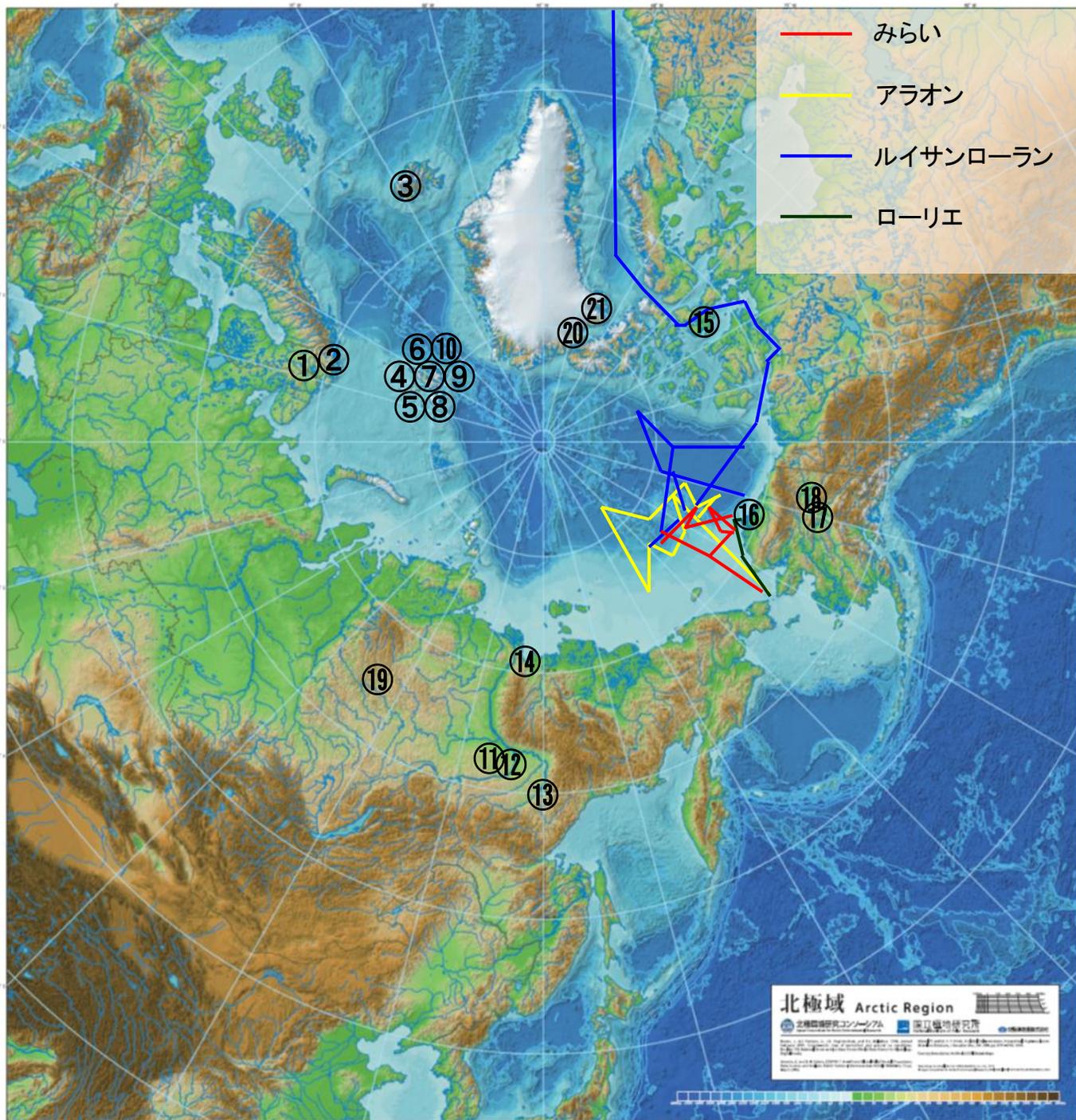
生態系

区分	観測項目	現状		課題	基盤的な観測に必要な措置	
		地域	内容			
生態系	海洋	海洋生態	<p>北極圏の季節海水域全域</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砕氷船により、夏から秋にかけて、生物の分布、種組成、現存量の観測を実施。 ・海洋地球研究船「みらい」による北極海航海(夏～秋に、アラスカ、カナダ、ロシアの排他的経済水域を除く地域)において、以下の観測を実施。 <ul style="list-style-type: none"> ・CTD/LADCP、XCTD観測(水温・塩分・流向流速) ・採水分析観測による各種化学・生物観測(塩分・溶存酸素・二酸化炭素分圧・一次生産・クロロフィル) ・光学観測 ・プランクトンネットやマルチコアなどによる生物地球化学的な試料採集とその分析 ・表層水連続観測(水温・塩分・風向風速など) ・船舶搭載型ADCPによる流向流速の連続観測 ・アメリカ・カナダ・ドイツ・ノルウェー・中国・韓国他が実施する砕氷船による北極海航海に日本人研究者が参加し、CTD/LADCP、XCTD観測(水温・塩分・流向流速)、採水分析観測による各種化学・生物観測(塩分・溶存酸素・二酸化炭素分圧・一次生産・クロロフィル)等の観測を実施。 ・中層係留系で、北極海域における水温・塩分・流向流速・溶存酸素・クロロフィル・海水中の沈降粒子(セジメントトラップによる生物地球化学的観測)・音響記録(海生哺乳類対象)他の通年観測を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生物生産・活動が活発になる春から初夏、及びその準備期間である冬の観測が必要。 ・生物間(トップダウン・ボトムアップコントロール等)・空間内(pelagic-benthic coupling等)での物質収支やエネルギーフローの解明を目指した観測が必要。 ・砕氷船がないため、海水域に入れず、観測時期が限定される。 ・北極域沿岸国との関係から観測できる地域が限定される。(特にロシア) 	<ul style="list-style-type: none"> ・砕氷観測船(アラオン級)を用いた直接観測が必要。 ・係留系(セディメントトラップ、音響計測機器や流速計など)を用いた観測の遂行が必要。 	
		水・熱・CO2フラックス、光合成、土壌呼吸など	<p>東シベリアヤクーツク・ティクシ・チョクルダ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヤクーツク(森林)、トゥラ(森林、夏期)、ティクシ(ツンドラ)で観測を実施。フラックスの基本情報の取得により生態系への炭素固定量等の推定が可能となってきた。 ・チョクルダ(タイガーツンドラ境界)でも観測を開始。 	<ul style="list-style-type: none"> ・冬期データの欠測が多く、また降水量データは通年でない。 ・測器の更新が数年後に必要であり、近年の森林・凍土状態の変化に対応して、観測タワーのメンテナンス、測定項目(特に地温、土壌水分)等の適切な観測体制の再構築が必要。 ・観測点が不足している。(特にシベリア域) 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測器が高額であり、測器の取り扱いに慣れて研究者が観測を長期間実施する必要があるため、多額の費用負担が必要。 ・特にロシアと国レベルで研究協力体制・関係を築き上げることが必要。 	
生態系	陸域	アラスカ内陸部・カナダ北西準州	<ul style="list-style-type: none"> ・2009年よりJAMSTEC-IARC Collaboration Study (JICS)プロジェクトによって開始されたサイトで、一般気象等を実施。カリフォーカークリーク集水域試験地では、森林現存量、細根動態、GHG測定、凍土面深度測定を開始。 	<ul style="list-style-type: none"> ・JAMSTEC-IARC Collaboration Study (JICS)プロジェクト継続のため、研究員等の確保が必要であるとともに、複数点での観測が必要。 ・アラスカ内陸部の凍土条件と植生区分を踏まえた観測網の充実が必要。 ・カナダ北西準州のサイトでは、気象観測の機材設置等ができていない。 ・観測点が不足している。(特にカナダ北東部) ・気象観測とデータ回収を行う人手が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アラスカIARCとの協力継続が必要。 ・カナダ極地委員会AADNC(北方政策・科学)、DFO(Department of Fisheries and Oceans)、ラバル大学、マニトバ大学等との連携が必要。 ・Aectic Net(50の大学コミュニティ)との連携が必要。 	
		フィンランド・エストニア	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘルシンキ大学が中核となり、長期継続観測を展開しているフィンランド南部のヒュッティアラ試験地とその周辺の森林で、共同研究を進行中。 ・エストニアのタリン大学とタルト大学との共同研究を、エストニア東部のヨーロッパアカマツ林で開始。エストニアでは森林現存量推定と森林構造復元の試料採取を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘルシンキ大学、フィンランド森林研究所、タリン大学、タルト大学等と過去の森林センサスデータを解析し、現地観測で共有できるデータを確定することが必要。 		
		生物季節学	シベリア・アラスカ	<ul style="list-style-type: none"> ・シベリアでは、現時点で生物季節の観測は実施できていないが、25年度より自動カメラシステムを設置し、観測を開始する予定。アラスカでは、自動カメラ観測装置が設置されて観測を継続している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生長期間は炭素固定量を定める重要な因子であるため、データとして取得する必要がある。衛星データを用いて推定を行うが、現場のデータとあわせることが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・国際地圏生物圏計画(IGBP)への継続的な参画が必要。 ・IARC、ロシア科学アカデミー等との連携が必要。
		土壌呼吸、メタン等温室効果ガス	シベリア	<ul style="list-style-type: none"> ・ヤクーツクのみ土壌呼吸の観測がロシア側によって継続されている。マニュアル測定では集中観測期間に土助呼吸やメタン放出フラックス観測を実施。 ・チョクルダでは夏期のみマニュアルによるメタン放出量観測を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・観測を行うにあたり、ヤクーツクを除くシベリア域では、マニュアル観測(人がついて観測)で実施しているため、人手が必要。また、観測の継続、空間変動を調べるため複数点での観測が必要だが、マニュアル観測では困難である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・半自動のチャンバースystem(大気環境分析)を開発し、チョクルダとティクシで土壌呼吸の観測を実施することが必要。
		スパールバル	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌ガスフラックス(二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素等の温室効果ガスも含む)の観測を、昨年実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・年間通じて観測する必要があるため、人材及び資金の問題が大きい。空間変動が大きいいため、複数点でのキャンペーン観測が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ニーオルスン観測設備の活用、ノルウェー極地研究所(NPI)、NILU(NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING)、オスロ大学、トロムソ大学、ベルゲン大学との連携が必要。 	

海底地形・資源、北極航路

区分	観測項目	現状		課題	基盤的な観測に必要な措置
		地域	内容		
海底地形・資源	海底地域	全域	<ul style="list-style-type: none"> 海洋地球研究船「みらい」による北極海航海で、マルテナロービーム測深装置による海底地形の測定、船上重力系による観測、三成分磁力計による地磁気観測を実施。 日米欧が主導する総合国際深海掘削計画(Integrated Ocean Drilling Program)において中部北極海ロモノソフ海嶺において学術掘削が行われ、北極海が形成された5500万年前の堆積物が採取された。 現在、統合国際深海掘削計画に複数の掘削計画(チュクチ海、チュクチ海台、ポーフォー海、ベーリング海峡、ロモノソフ海嶺)が提案されているが、掘削に必要な海底地形、予想される地質構造、層序に関する情報が不足しており、どの計画についても受理されるに至っていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 備船による観測のため、観測できる時期・地域が限定される。 北極域沿岸国との関係から観測できる地域が限定される。 北極海で行われた学術掘削はロモノソフ海嶺1点のみであり、北極海の形成史、地質構造を理解するには不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削の最適地点を選定するために詳細な事前現場調査を行うことが必要。 砕氷船を用いた海底地形と地質構造の音波探査、海底から堆積物等を採取し、予察的層序を確立することが必要。 北極海の形成史、地質構造を明らかにするため、掘削により実際の試料を得て、解析を進めることが必要。 掘削船を海水から防御するため、砕氷船により海水を細かく粉砕することが必要。
		チュクチ海・チュクチポーダーランド	<ul style="list-style-type: none"> 「みらい」による海底地形、地質構造の調査、堆積物の採取を実施。海底地形と地質構造の調査は航跡に沿った線上のみであり、堆積物も少数のコアが採取されたのみである。 韓国の砕氷調査船(アラオン)を利用し、海底地形、地質構造の調査(基本的に航跡に沿った線上のみ、一部の地点で詳細な面的調査)、堆積物の採取(約70点)を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> チュクチ海・チュクチポーダーランドの水深900m以浅の海底には氷食地形が断片的に報告されているが、その空間的広がりが明らかではない。 氷期における氷床の広がりと、現在の海底地形の成り立ちを理解する上で、面的な海底地形、地質構造を把握し、堆積物層序を確立することが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 砕氷船を用いた海底地形と地質構造を解析できる音波探査装置による調査、海底から堆積物等の採取を毎年行うことが必要。 少数の中核となるメンバーと研究課題に応じたメンバー(海外参加者を含む)の組み合わせによる柔軟かつ継続性のある研究体制を構築することが必要。
	海氷	北西航路・カナダ海盆・北東航路	<ul style="list-style-type: none"> カナダの砕氷船(レイサンローラン)で、電磁誘導式氷厚計、マイクロ波放射計、インターバルカメラを用いた観測、また目視観測を行って海水密度、氷厚等の観測を実施。 海水分布情報は衛星観測が主力であり、日本のJAXAセンサーが国際的にも貢献。また、合成開口レーダー(SAR)の分解能を利用。 	<ul style="list-style-type: none"> 観測の時期が夏期(主に8月)、海域が北西航路区間、カナダ海盆に限定されている。観測においては、5-6月の観測が必要。また、冬期を含め通年で現場観測を行うことが必要。 今後10年間で北極海は季節海水化がさらに進むことが予想されており、わずかに残っている多年氷のモニタリングと、季節海水化プロセスの把握が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 通年観測を行う場合は、物資や人員交代のルート、海水域の観測のために砕氷船(韓国アラオン級、通年観測を行うには日本・しらせ級)が必要。 10年スケールの分野横断型研究プロジェクトの立ち上げが必要。 限られた海域の観測に留めず、砕氷船を海上拠点としたヘリコプター2機(エンジン2発搭載、氷圧センサーの搭載可)や中型船などによる広域・同時平行観測が必要。 船内から観測機器を投入できる「ムーンプール」が必要。 正確な海水分布データの取得や裂け目の発生による氷上観測の危険探知等の把握のため、マストにレーザースキャナーを設置し、停船中に定期的に周囲の海水測定を行うことが必要。 通信環境の強化(日本からのリモート観測や多種衛星データの取得)が必要。 衛星観測の継続・センサー開発、合成開口レーダーの連続観測が必要。
北極航路	船体動揺	北西航路・カナダ海盆・北東航路	<ul style="list-style-type: none"> カナダの砕氷船(レイサンローラン)において、加速度計・角速度計による船体動揺測定を実施、海水域での挙動と氷海域での挙動を測定。 	<ul style="list-style-type: none"> 船が北極航路を利用するにあたり、気象・海象・氷象によってどのような挙動をするのかを予測し、航海リスクを判断することが、安全な航行を行うためには必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 多くの船種、航海での船体動揺のデータ蓄積が必要。 船体動揺に影響する波浪計測する機器が必要。
	船体着氷	北西航路・カナダ海盆・北東航路	<ul style="list-style-type: none"> カナダの砕氷船(レイサンローラン)において、船舶の海水飛沫発生・飛来の観測を実施。船体着氷は頻繁に起きる現象ではないため、着氷が期待される巡視船そうや(日本海北部)、南極観測船しらせ(南インド洋)で海水飛沫発生・飛来の観測及び船体着氷の観測を実行。 	<ul style="list-style-type: none"> 北東航路において、海水飛沫と船体着氷の観測が必要。 観測船、巡視船での観測に加え、コンテナ船、ばら積み貨物船、タンカー等の商船での観測が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 海水飛沫の発生・飛来の船形依存性を調査するには、同時期に観測する船数分のしぶき計、船体運動計、気象計が必要。 北東航路に観測船を派遣することが必要。

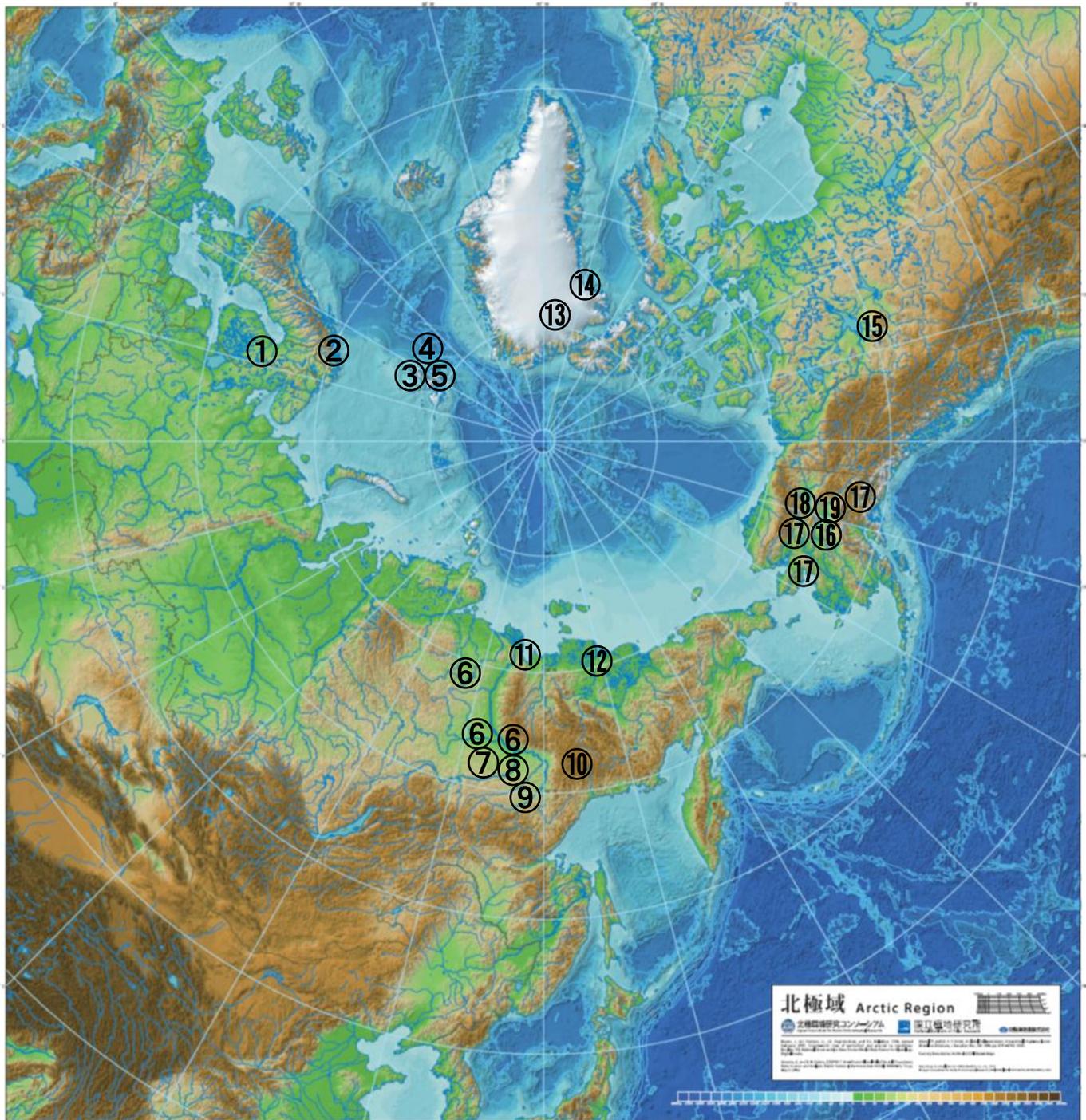
北極域における観測地点(大気)



- ① 極域ツンドラやタイガにおける積雪気象観測(ケボ)
- ② 中間圏界面領域の観測(トロンソ)
- ③ 昭和基地オーロラ共役点観測(アイスランド)
- ④ 放射線帯電子降下による電離現象観測(ニーオルスン)
- ⑤ 極域中間圏界面領域の観測(ロングイヤビエン)
- ⑥ 氷河後退域における気象計設置、土壌サンプリング、メタンCO2フラックスの測定、モニタリングプロットの設置(ニーオルスン)
- ⑦ スーパーステーションによる気象観測
- ⑧ エアロゾル・雲の地上リモートセンシング観測(ニーオルスン)
- ⑨ 温室効果気体観測(ニーオルスン)
- ⑩ エアロゾル観測(ニーオルスン)

- ⑪ スーパーステーションによる気象観測
- ⑫ カラマツ林におけるCO2/H2Oフラックス観測、植生調査(スパスカヤパッド)
- ⑬ カラマツ林におけるCO2/H2Oフラックス観測、植生調査(ウスチマヤ)
- ⑭ ツンドラ地帯における気象観測・CO2フラックス観測(ティクシ)
- ⑮ オーロラ・超高層大気の高感度光学観測(カナダ北極域)
- ⑯ エアロゾル観測(バロー)
- ⑰ フラックス観測・炭素循環・植生調査・凍土(フェアバンクス等)
- ⑱ スーパーステーションによる気象観測
- ⑲ フラックス観測・炭素循環(ツラ)
- ⑳ SIGMA-Aサイトにおける気象・雪氷観測(グリーンランド)
- ㉑ SIGMA-Bサイトにおける気象・雪氷観測(グリーンランド)

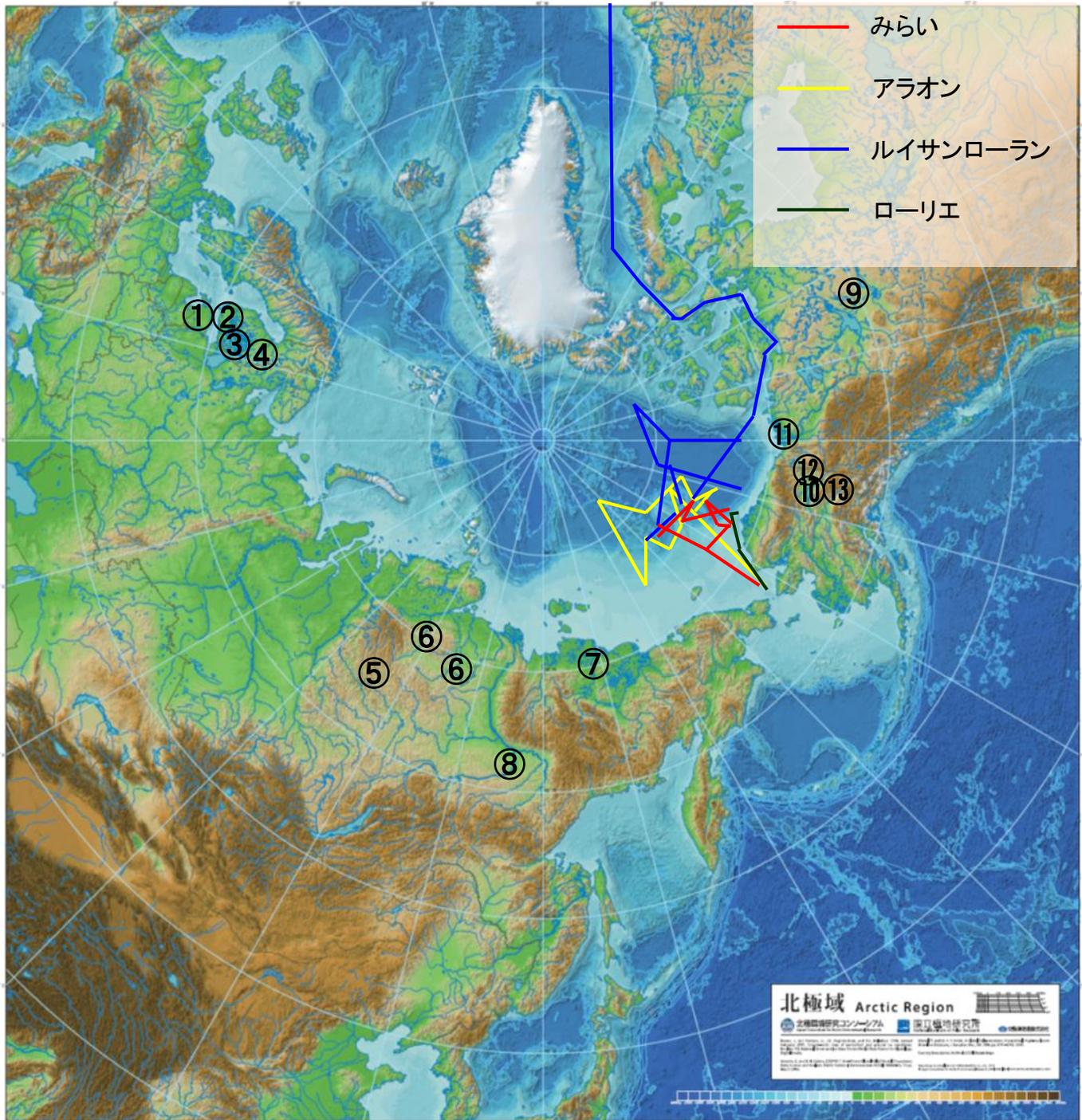
北極域における観測地点(陸域)



- ① 植生調査 (フェノスカンディナビア)
- ② 極域ツンドラやタイガにおける積雪気象観測(ケボ)
- ③ 分光放射計を用いた積雪物理量の観測(ニーオルスン)
- ④ 氷河後退域における気象計設置、土壌サンプリング、メタンCO2フラックス観測、モニタリングプロットの設置(ニーオルスン)
- ⑤ 周氷河地地表変動観測(ニーオルスン)
- ⑥ 水・炭素循環、生態系調査(シベリア)
- ⑦ 永久凍土帯における森林火災状況調査(ネルゲン)
- ⑧ カラマツ林におけるCO2/H2Oフラックス観測、植生調査(スバスカヤバッド)
- ⑨ カラマツ林におけるCO2/H2Oフラックス観測、植生調査(ウスチマヤ)
- ⑩ 氷河観測(スナル・ハヤタ)
- ⑪ ツンドラ地帯における気象観測・CO2フラックス観測(ティクシ)

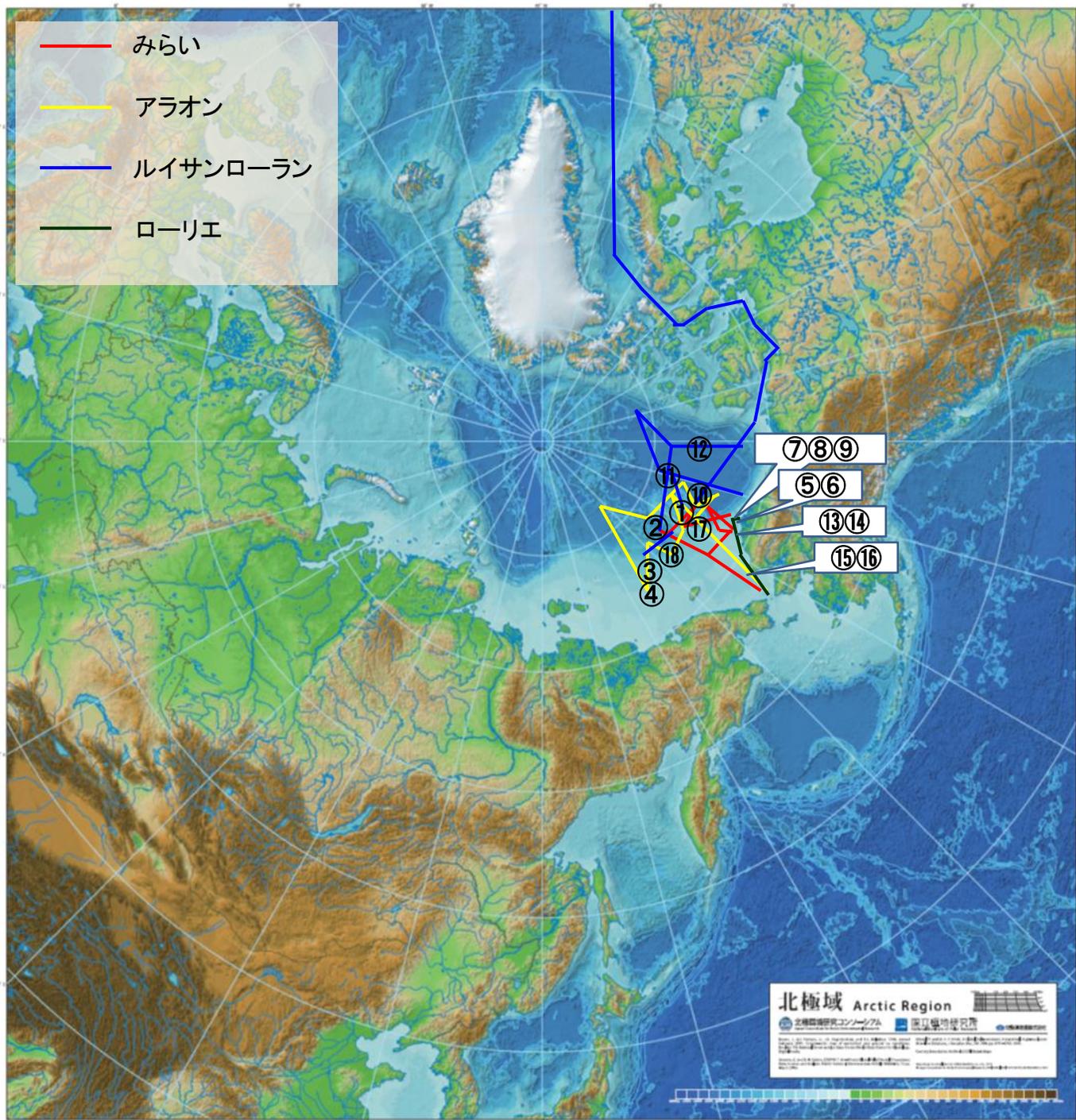
- ⑫ タイガ・ツンドラ遷移域でのメタンフラックス・光合成観測、土壌・永久凍土コアサンプリング、植生調査、年輪採取(チヨルダ)
- ⑬ 氷床コア掘削計画(北グリーンランド)
- ⑭ 氷床観測(グリーンランド)
- ⑮ 植生調査、ツンドラ永久凍土観測(カナダ)
- ⑯ フラックス観測、炭素循環、植生調査、凍土(フェアバンクス等)
- ⑰ 地下・地表面の熱的・水的状況観測(アラスカ)
- ⑱ 森林火災による陸域環境影響観測(アラスカ)
- ⑲ 内陸部森林域における光ファイバによる連続温度観測(アラスカ)

北極域における観測地点(生態系)



- ①炭素動態の観測、細根生産量の観測(マエタゲセ)
- ②炭素動態の観測、細根生産量の観測(ヒュッテアラ)
- ③炭素動態の観測、細根生産量の観測(ヨエンスー)
- ④植生調査(フェノスカンディナビア)
- ⑤フラックス観測・炭素循環(ツラ)
- ⑥水・炭素循環、生態系調査(シベリア)
- ⑦タイガ・ツンドラ遷移域でのメタンフラックス・光合成観測、土壌・永久凍土コアサンプリング、植生調査、年輪採取(チヨルダ)
- ⑧フラックス観測、植生・炭素循環(ヤクーツク)
- ⑨植生調査(フォートスミス)
- ⑩フラックス観測・炭素循環・植生調査・凍土(フェアバンクス等)
- ⑪植生調査(イヌービク)
- ⑫アラスカ大規模火災後の植生回復(アラスカ)
- ⑬炭素蓄積量の観測(カリブーボーカー)

北極域における観測地点（海洋・海氷、海底地形・資源・北極航路）



- ①、②係留系(ルイサンローラン)
- ③係留系(アラオン)
- ④係留系(アラオン)
- ⑤、⑥係留系(アラスカの小型漁船)
- ⑦、⑧、⑨係留系(みらい)

- ⑩、⑪、⑫係留系(ルイサンローラン)
- ⑬、⑭、⑮、⑯係留系(ローリエ&みらい)
- ⑰係留系(ルイサンローラン)
- ⑱係留系(ルイサンローラン)

北極における国際組織等について

国際運営組織

	運営 (除事務局)	国内対応	参加国	機能	備考
北極評議会(AC)	最高議決:大臣級会合、2年ごとに議長国が代わる。	外務省	北極国8カ国 (アメリカ、カナダ、デンマーク、ロシア、フィンランド、アイスランド、ノルウェー、スウェーデン) 及び 北極圏諸国に居住する先住民団体(6)	北極圏の環境及び共通問題に関する検討と諸対策を決める。 各種会合: (1)閣僚会合 (2)副大臣会合 (3)高級北極実務者会合 (4)分野別作業部会 6部会(汚染対策、監視・評価、動植物保護、緊急対応、海洋環境保護、持続可能な開発)。	オブザーバー: 非北極国12カ国 (フランス、ドイツ、ポーランド、スペイン、オランダ、英国、中国、インド、イタリア、韓国、シンガポール、日本) 政府間・地域間・議員間組織(9) NGO団体(11)
国際科学会議(ICSU)	評議会	学術会議対応委員会	140カ国	世界における科学研究推進を図る。IUGG(International Union of Geodesy and Geophysics)が環境科学に最も関係する。	
国際北極科学委員会(IASC)	評議会、ICSUの下で活動。	学術会議対応小委員会	21カ国 (カナダ、米国、ロシア、アイスランド、デンマーク、ノルウェー、フィンランド、スウェーデン、ドイツ、フランス、英国、ポーランド、スペイン、オランダ、イタリア、チェコ、日本、韓国、中国、スイス、インド)	作業部会、ワークショップを通じて科学優先テーマを検討、提示。	南極科学研究委員会SCARと対をなす。 ロシアはワーキンググループ(科学技術分野別)に委員を送っていない。
北極研究計画に関する国際会議(ICARP)	IASCを中心として委員会を形成し運営。	国際運営会議より個別委託		10年に一回開かれる北極研究指針作成の会議。10～15年の北極研究国際協力の方向付け。ICARP I(1995)、II(2006)が開かれ、2015年にICARP IIIを策定する予定。ICARP IIでの議論、勧告に基づき、SAONが検討され実施に移された。	個別に招聘された参加者(北極8カ国、ドイツ、日本、など)からなっていたが、IASCの新体制が始まり、国際分担の可能性あり。
持続的北極観測ネットワーク(SAON)	評議会	現在なし		AC閣僚会議(2006)で国際極年(IPY)後の継続観測が提唱され、北極変動の監視及びデータ整備の推進に関する事業が開始。	ACとIASCの合同事業。 ・実施中研究計画:17 ・準備中研究計画:6
世界気候研究計画(WCRP)	合同科学委員会	学術会議対応小委員会		気候の理解と予測に関する推進を図る。気候と雪氷圏計画[CliC(Climate and Cryosphere)]が北極に最も関係するが、GEWEX(Global Energy and Water Cycle Experiment)、SPARC(Stratospheric Processes And their Role in Climate)、CLIVAR(Climate Variability and Predictability)などがある。	WMO(World Meteorological Organization)、IOC(Intergovernmental Oceanographic Commission)、ICSU(International Council for Science)で形成されている。
国際地圏生物圏計画(IGBP)	科学委員会	学術会議対応委員会		北ユーラシア環境科学イニシアチブ(NEESPI)などがある。	ICSU(International Council for Science)の下に設置されている。

北極国(主要機関)

	主要機関	活動	備考
米国	<p>米国北極研究委員会(USARC):北極に関係した国家政策を策定し、北極研究を推進するとともに、大統領・国会に政策勧告を行う。</p> <p>米国北極研究コンソーシアム(ARCUS):北極研究に関わる教育・科学機関による非営利メンバーコンソーシアム。</p> <p>NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)、NASA(National Aeronautics and Space Administration)、IARC(International Arctic Research Center)、NSIDC(National Snow and Ice Data Center)。</p>	北極環境変動研究(SEARCH):北極変動研究指針。70を超えるプロジェクト各省庁から予算を得て活動。	
ロシア	気象水文局、ロシア科学アカデミー、北極南極研究所(AARI)、地理研究所、永久凍土研究所、生物研究所。	シベリア観測点での観測中心。	
カナダ	<p>カナダ極地委員会AADNC(北方政策・科学)、DFO(Department of Fisheries and Oceans)など政府関係。主な研究機関:ラバル大学、マニトバ大学、UBC、アルバータ大など</p> <p>Arctic Net(50の大学コミュニティ)、カナダ極地情報ネットワーク”(CPIN)</p>	カナダ極北調査ステーション(Canadian High Arctic Research Station)の計画がある。政府が北極政策文書を発行。	産業省・漁業海洋省、沿岸警備隊(砕氷船:LSSL,ローリエなど)。
スウェーデン	科学アカデミー、ストックホルム大学など	ストックホルム大学氷河観測施設。アビスコ長期観測拠点。	
ノルウェー	<p>主な研究機関:ノルウェー極地研究所(NPI)、NILU(Norsk institutt for luftforskning)、オスロー大、トロムソ大、ベルゲン大</p>	スバルバルに基地設置。EISCAT研究維持。	観測船(Lance)、砕氷船建造予定(NPIとトロムソ大で共同運航)
フィンランド	ヘルシンキ大学、ヘルシンキ工科大学、沿岸警備隊、フィンランド気象局	University of Arctic本部をロバニエミに持つ。ソダンキラに衛星検証に関して北欧のスーパーサイトを持つ。	
アイスランド	ステファンソン北極研究所[SAI(Stefansson Arctic Institute)]	ノルウェーと研究提携。	極地研とオーロラ共役点観測を継続して実施。また日本は南極との競泳期観測点を持つ。
デンマーク	コペンハーゲン大学、デンマーク気象局など	NEEM(The North Greenland Eemian Ice Drilling)プロジェクトの推進。	

非北極国(主な国:機関等)

	主要機関	活動	備考
ドイツ	アルフレッドウェーゲナー極地研究所(AWI)	砕氷船Polarsternを所有し、観測所(スバルバル・ニーオールスン、ロシア・レナデルタ)を運営している。中型、小型航空機も所有。	
フランス	ポールエミールビクトール・フランス極地研究所(IPEV)	設営面を中心に大学などの国内的な研究中核機関の役割。研究観測船(Astrolabe, Marion Dufresne)所有、スバルバルに観測点設置。IAOOS: Ice-Atmosphere-Arctic Observing Systemへの貢献。	
中国	中国極地研究所 PRIC (Polar research Institute of China)	スバルバル基地 Arctic Yellow River Stationを2003年開設。砕氷船「雪龍」。第2船建造予定。	
韓国	韓国極地研(KOPRI)、国土海洋部、韓国海洋大学	韓国極地研: 砕氷研究船「アラオン」、ニーオールスン茶山科学基地。 国土海洋部(国家行政機関): 韓国・ロシア海洋科学共同研究センター設立準備。 韓国海洋大学(国立大学): 北極海航路研究センターを設立。	
EU	European Research Icebreaker Consortium -AURORA BOREALIS (ERICON-AB)【参加国:ドイツ、イタリア、フランス、ロシア、フィンランド、オランダ、ノルウェー、ベルギー、ブルガリア、ルーマニア】	EUの新たな砕氷掘削船Aurora Borealisを検討。	2012年5月31日をもって、ERICONは終了している。

国際観測計画(主なもの)

	参加国	概要	日本の対応	備考
EISCAT (European Incoherent Scatter Scientific Association)	6カ国: スウェーデン、ノルウェー、フィンランド、イギリス、日本、中国	非干渉散乱(IS)レーダーを用いたヨーロッパにおける宇宙科学の研究や教育を推進するため、レーダーの建設と維持・運用を主目的として、欧州6ヶ国(独、仏、英、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド)が共同出資し、1975年に設立。	極地研	超高層分野 (研究者団体、EU支援主体)
NEEM (The North Greenland Eemian Ice Drilling)	14カ国: デンマーク、アイスランド、ベルギー、米国、フランス、オランダ、スウェーデン、カナダ、ドイツ、スイス、英国、韓国、日本、中国	現在よりも3~5°C温暖だったと考えられている最終間氷期全体を含む、北半球最古の氷床コアを得る国際共同掘削プロジェクトとして、2008年に開始。	極地研	古環境分野 (研究者団体主体)
IABP (International Arctic Buoy Program)	9カ国: ドイツ、ロシア、米国、カナダ、中国、ノルウェー、フランス、日本(JAMSTEC)、英国	WCRP (World Climate Research Programme) 及びWWW (World Weather Watch)のもと、現業そして研究のための北極海におけるリアルタイム漂流ブイ観測ネットワークの維持を目的として、各国の研究機関の活動を推進している。	JAMSTEC参加(ブイ設置分担)	海洋分野
SIOS (Svalbard Integrated Observing System)	11カ国(スバルバルに基地を持つ国)	国際協力により、スバルバル諸島に最新鋭の地球観測システムを構築し、高緯度北極圏の地球規模変動監視と研究を推進するため、ノルウェー研究評議会が提案・主導する国際共同研究計画である。2010年よりSIOS準備計画(Preparatory Phase)が開始され、国立極地研究所が、Formal SION-PP Partners(計26機関)として登録を行っている。	極地研(EUより活動費受給)	多分野(ノルウェー研究評議会主体)
PAG (Pacific Arctic Group)	7カ国: カナダ、韓国、米国、ドイツ、中国、日本(JAMSTEC、北大)、ロシア	太平洋側北極地域の気候、海洋、汚染物質、人間活動、生態系を科学的テーマとする各研究機関や研究者からなる組織。	該当海域で観測を行っているJAMSTEC(みらい)及び北大(おしよる丸)が対応	海洋分野

研究ネットワーク(主なもの)

	観測点	概要	日本の対応	備考
INTERACT (International Network for Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic)	33か所[アメリカ(2)、カナダ(9)、グリーンランド(4)、北欧/アイスランド(12)、ロシア(6)]	SCANNETの一環で、北極域における多様な環境変化を研究し、将来予測をすることを目的としている。	JAMSTEC、名大、地球研	EUが主導
IASOA (International Arctic Systems for Observing the Atmosphere)	9か所[アメリカ(1)、カナダ(2)、グリーンランド(1)、北欧/アイスランド(2)、ロシア(2)、スバルバル(ノルウェー)(1)]	IPY (International Polar Year) cluster activityの一つとして、推進されている大気観測網。長期観測(気象、空気流伝導度、基準地上放射観測網等)の支援、研究過程データの収集・支援を行っている。	なし	
GC-Net (Greenland Climate Network)	18か所(グリーンランド)	グリーンランドのAWS (Automatic Weather Station) 網であり、自動観測された気象データを、衛星回線により提供している。	GRENE 他	
GLISN (GreenLand Ice Sheet monitoring Network)	約30か所(グリーンランド)	氷床の融解過程や気候変動のプロセス解明に向け、氷河地震のモニタリングを行う国際共同プロジェクト。	極地研、東北大 他	

検討の経緯

■ 第1期第3回

開催日：平成24年12月14日（金）

議題：北極域研究のための調査観測体制について

○関係者からのヒアリング

- ・今後取り組むべき観測項目、必要な観測網、船舶等必要なプラットフォーム、観測頻度、観測体制等（野沢徹 国立環境研究所地球環境研究センター室長、杉本敦子 北海道大学大学院地球環境科学研究科教授、浮田甚郎 新潟大学理学部自然環境科学科物質循環科学教授、菊地隆 海洋研究開発機構地球環境変動領域北半球寒冷プログラム北極海総合研究チームチームリーダー、島田浩二 東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科環境システム科学講座准教授）

■ 第1期第4回

開催日：平成25年1月29日（火）

議題：北極域研究のための調査観測体制について

○関係者からのヒアリング

- ・各国の調査観測の状況と国際連携について（榎本浩之 国立極地研究所北極観測センター長）
- ・北極を取り巻く状況と我が国が対応すべきこと、北極海の持続可能な利用に向け日本がただちに行うべき施策（海洋政策研究財団）
- ・北極海航路に関する検討について（国土交通省）

■ 第2期第1回

開催日：平成25年7月5日（金）

議題：北極域研究における調査観測体制について

■ 第2期第2回

開催日：平成25年7月22日（月）

議題：北極域研究における調査観測体制について

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
地球観測推進部会 北極研究戦略小委員会 委員名簿

平成25年7月5日現在

- 東 久美子 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立極地研究所 准教授
- 浦塚 敏彦 トランスロシア・エージェンシー・ジャパン株式会社 社長
- ◎小池 勲夫 国立大学法人琉球大学 監事
- 高橋 桂子 独立行政法人海洋研究開発機構地球シミュレーションセンター プログラムディレクター
- 高村 ゆかり 国立大学法人名古屋大学大学院環境学研究科 教授
- 瀧澤 美奈子 科学ジャーナリスト
- 深澤 理郎 独立行政法人海洋研究開発機構地球環境変動領域 領域長
- 福田 正己 福山市立大学都市経営学部都市経営学科 教授
- 堀川 康 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 技術参与
- 安岡 善文 国立大学法人東京大学 名誉教授
- 安成 哲三 大学共同利用機関法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所 所長
- 若土 正暁 国立大学法人北海道大学低温科学研究所 名誉教授

(◎：主査)