

(本和訳の原著は英語で書かれ、英語の原著のみが唯一公式なものである)

## 北極研究の集約－将来へのロードマップ－

### 第3回国際北極研究会議－ICARPIII

#### 北極域研究計画策定における国際間調整の必要性

北極域で生じている急激な変化は、地球システム全体に影響する。気温上昇と継続的な海氷面積の減少による気候や極端気象の変化、氷河の後退、それに降雪や永久凍土の状況の変化がそうである。さらに、北極域に対する経済上・地政学上の関心の高まりによって、この地域は、グローバルな文脈において潜在的に重大な地域的効果をもつ、より重要なプレーヤーとしての位置を確立した。こうした変化という文脈での『複合的な北極域』の存在を考慮することが重要である。全体としての北極域が直面する多くの共通の試練や優先課題が存在する一方、政治、統治体制、社会経済および文化に関する地域的な文脈は、北極域の中でも大きく変化しうる。

北極域の変化は、私達の理解や、地域、地方およびグローバルなレベルでの意志決定者に対する私達の知識提供能力に試練を与える。これらの変化の持つ影響力と、そのグローバルな環境、経済、社会、および地政学要因との関連性の重要性について理解するには、地域、地方およびグローバルでのプロセスについての知識を高めることを必要とする。これらの研究上の挑戦は、適切な調整と時宜を得た方法により言及されなければならない。北極域で起こっているグローバルな変化の重要性に関して、意志決定者と一般大衆の意識には切迫感が存在した。北極域は地政学上の安定性をもった地として維持され続けており、これは北極域研究の持続にとって重要である。

北極域研究計画に関する第3回国際会議（ICARP III）は、北極域研究における協力と北極域に関する知識の応用に向けた、分野横断的、学際的、トランス・ディシプリナリな開発のためのさらなる枠組みを提供した。国際北極域科学委員会（IASC）が創設し、そのパートナーの関与する ICARP III では以下が手順として策定された：

- ・ 今後 10 年間の北極域科学における優先事項を明らかにする；
- ・ 様々な北極域研究課題を調整する；
- ・ 北極域の中または周辺の政策策定者やそこに住む人々、さらに北極域の変化によって影響を受ける世界のコミュニティに情報提供する；そして、
- ・ 知識の発信者とユーザーの間に建設的な関係を構築する。

本報告は北極域研究における最も重要なニーズを明らかにし、研究の優先事項とパートナーシップに関するロードマップを提供することにある。本報告の第一義的なターゲットは、北極域内外の、科学への資金提供者、(従来型および非従来型の)意思決定者、政策策定者、それに環境および健康にかかわる公的機関・主管庁である。本報告はまた、北極域研究の次世代研究者を含むサイエンス・コミュニティと、北極域の先住民および地域の人々の双方に利用されることを意図している。

## 将来の北極域研究のためのロードマップ開発

IASC 設立規約は IASC に対し、定期的に国際研究計画会議を開催することを求めている。これは、「北極域科学の状況をレビューし、科学的・技術的アドバイスを供し、協力体制を促進し、国内・国際の他組織と連携する」ためである。ICARP II [ボーデン他、1997] の 10 年後、そして ICARP I [IASC 1996a および 1996b] の 20 年後、2015 年の IASC の 25 周年記念が時宜良く、第 3 回の ICARP [ローヌなど 2015] として持たれた。

ICARP III は、幅広い北極域コミュニティが、全体の目指す目標に向けて寄与をなすことのできる、開かれたプロセスである。種々のやりかたで貢献したいと考えるすべてのパートナーは歓迎され、北極域および地球科学の諸組織、北極評議会の作業部会および永久参加組織を含む 20 以上の国際組織がこのプロセスに参加した。ICARP III の計画 および実施は、ICARP III パートナー組織と IASC 作業部会からの各 1 名の代表者で構成される運営グループが管理する。(ICARP III パートナーと運営グループのリストについては付録 1 参照)。事務局業務のサポートは IASC により提供された。

ICARP III は新たな科学計画の策定を引き受けず、むしろ既に策定されている多くの包括的な科学計画について、留意すべきギャップを明確化する手順を取りつつ、それらを実施した。ICARP II の結果を勘案し、最近の国際極地観測年 2007-2008 (IPY) の評価 [クルプニック他、2011]、その他、創生中の新たなイニシアチブをも考慮しつつ、ICARP III は、以下のプロセスを提示した：

- ・ 前向き、相互協力的で、学際的な北極域研究と観測の優先順位を取りまとめる
- ・ 北極域研究に関する最近および現在の包括的な報告資料と、重要成果についてのインベントリーを行う

ICARP III は単一の会議ではなく、ヘルシンキ (フィンランド) での 2014 年北極域科学サ

ミットウイク（ASSW）に始まり、富山（日本）での ASSW 2015 最終的会議で頂点となった一連のプロセス全体をさす。4月23-30日から開催されたこの最終会議には、700人を超える世界の科学者、学生、政策策定者、研究管理者、先住民、その他将来の北極域研究計画の優先順位付けと調整計画とに関心を持つ人々が参集した。オープニングセッションでは、ASSW 2015 名誉会長高円宮妃殿下や何人かの高官からの歓迎講演が執り行われた。シンポジウムは、26の科学セッションで構成され、27か国からの科学者の参加があった。これらの議論から明らかになった主要課題は、富山大会宣言（付録2）として提示された。

ICARP III の全体のプログラムは、ICARP III の目的に寄与する具体的なトピックスに焦点を当てつつ、ワークショップ、タウンホール・ミーティング、展開（アウトリーチ）活動、シンポジウム、および2014/15の間に開催されたその他のイベントで構成された。

4つのテーマで構成された：

- 1) 気候システムとその変容；
- 2) 社会と生態系；
- 3) 観測、テクノロジー、ロジスティクス、およびサービス；また、
- 4) アウトリーチと人材育成

ICARP III の各パートナーは、具体的なイベントや活動を組織することで貢献した。ICARP III 活動の一覧を付録3に挙げる。報告書と出版物を含む個々の活動の要約は、ICARP III ウェブサイト <http://icarp.iasc.info> で入手可能である。

北極域内または近傍に居住する人々と協働し、知識の生産者とユーザーの間に建設的な関係を築くことが ICARP III の中核的要素であった。この点で、先住民の参加者の ICARP III プロセスへの関与はとりわけ重要であった。ASSW と ICARP III シンポジウムへの先住民の参加を確かなものにするため、ICARP III 運営グループは、北極域先住民協議会事務局 (IPS) と密接に協働した。北極評議会永久参加組織メンバーのうちの4者、すなわちアリュート国際協会 (AIA)、イヌイット極域協議会 (ICC)、ロシア北極先住民協会 (RAIPON) とサーミ協議会が ICARP III シンポジウムに代表を送った。

## 今後10年における北極研究の優先事項

ICARP III の活動や各国の科学計画 (Canadian Polar Commission 2014; Japan Consortium for Arctic Environmental Research 2014)、そして、2015年富山での ICARP III 最終会合における議論における評価と分析に基づき、本報告は ICARP III プロセスから明らかにな

った中核的メッセージについて述べる。

### (1) グローバル・システムにおける北極域の役割

北極域の気候システムは、気候変動に伴う最も急激な変化を経験しつつある。

こうした加速された変化は、まだ完全に理解されているわけではないが、グローバルな気候システム全体に減衰しながらも伝播する。これはより温暖な地域における気象や生態系、商業活動や地政学に影響を与える。こうした急激な変化や地球の他地域との繋がりについての理解のギャップを議論するには、将来の研究活動において分野、時空間スケール、多様な知識体系を超えたアプローチが私達に必要なとなる。とりわけ、強く関連しあう北極域の大気・海洋・雪氷システムの物理的結合と、そのグローバルな気候システムとの関係は、さらに探求する必要がある。この結合システムはまた、陸上の雪氷や永久凍土との相互作用も含むことに注意することが重要である。さらに、こうした急変環境における物理圏と生態圏の相互作用について、変わりゆく北極域に対する社会的受容の準備の整い具合を明確に把握するために、生態学と天然資源の両面から詳細に調査する必要がある。研究の優先課題は下記のとおりである：

- ・急速な北極域気候変動と温暖化増幅について、その大気・海洋循環への影響、およびグローバル気候システムとの関連を含めた評価および理解；
- ・劇的に縮小しつつある海氷を中心に、この変化の原因とそれによる北極域外およびグローバル気候システムに対する影響を理解する；
- ・例えば中緯度地方が極域増幅に及ぼす影響とその逆の場合についての影響についてなどの、北極と北極域外の物理的な相互作用の理解を高める。
- ・さまざまな空間的・時間的スケールにおいて、北極域温暖化増幅の物理的メカニズムと時折発生する中緯度地域の極端気象との関連、および大気・海洋・雪氷が完全に結合した物理的な気候システムについての私達の理解を向上させる；
- ・全領域の研究とリンクさせる：生物圏、社会圏、物理圏（大気圏、水圏、雪氷圏、岩石圏）、政治・経済システムなど；また、
- ・人類の時代の範囲で、グローバル化した北極域の世界的な意味を定義する

### (2) 将来の気候のダイナミクスと生態系反応の観測と予測

北極域で観測される環境および社会経済学的変動の大きさは、これらの変化の重要性を明確に理解すること、そして意志決定者に知識を提供する私たちの能力を向上させることを要求する。従って、単に反応するのではなく、変化を予測して順応できるように準備することが極めて重要である。そのためには、観測をより頻繁に、持続して行わなければならない

ず、それを新しい、革新的なモデリング手法と統合して、北極域の居住者や政策策定者へのより時宜を得た情報として提供しなければならない。

北極域では、協働、共同設計、そして統合を旨とした北極システムの観測システムが必要である。これらは地上における連携観測、リモートセンシング、モデリング、伝承知識と各地域特有の知識に依存する。この観測システムの構成要素の例としては、北極域気候変動研究のための多分野研究用移動観測所 (MOSAIC)、北極周辺の生物多様性監視プログラム (CBMP)、太平洋北極域グループ (PAG) 気候観測システム、および永久凍土観測用グローバル地上系ネットワーク (GTN-P) がある。この観測システムは、地域、地方および極周辺のレベルでの予測に焦点をあてつつ、環境・社会経済結合モデルを作り出す新たな試みの基礎となるべきものである。以下に焦点をあてるべきである：

- ・ 維持可能な北極域観測ネットワーク (SAON) で現在進捗中の試みに反映されているような、頑強、維持可能、共通設計、そして参加型の観測システムを確立する。これは、地域、地方およびグローバルでのプロセスの予測能力を高める環境・社会経済学的観測を実現するためのもので、既存および新規のネットワークとインフラストラクチャー、それに革新的実験ができるかにかかっている；
  - ・ 北極域全域をカバーする包括的測定を行えるようにするために、この観測システムの一部としての旗艦観測所を設立する；
  - ・ 観測システムの標準化と保守のための国際協定を締結する；
  - ・ SAON/IASC 北極域データ委員会 (ADC) といった、北極域のデータやメタデータに簡易にアクセスしうる国際的な試みを支援する。
  - ・ 環境知識、社会経済学的知識、伝承知識、地域特有知識の間で知識の交換が行えるようにする。この場合、グローバル氷雪圏監視 (GCW) の CryoNet、北極域の地表研究・監視のための国際的なネットワーク (INTERACT)、それに環北極海沿岸コミュニティ観測所 (CACCON) などのプラットフォームを活用する；
  - ・ 北極域の物理的、生態学的、および社会的環境的理解を高めるため、とりわけ無人車両、リモートセンシング、自律システム、遠隔医療を含む新技術の開発・展開をサポートする。
  - ・ 信頼できる気象予報、10年間予報、および極端気象予報を提供するため、大気・雪氷・海洋結合モデリングに焦点を当てる。
- これは極域予報年 (YOPP) に対する主要な寄与としてなされるもので、これによって地域、地方およびグローバル・スケールでの迅速な意志決定を行うためのツール開発が可能となる；
- ・ 棚氷の力学、永久凍土、生態学、および経済学を既存のモデリングの枠組に完全に組み込む。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) に用いられたモデルもこれに含まれ、複雑なプロセスの表現を向上させることができる。
  - ・ 北方および先住民のコミュニティの関与を得、また、地域、地方およびグローバルの利

害関係者を巻き込むことで、持続的観測システムとモデルの共同設計に行い、伝統知や地域特有の知識をより有効に利用する。これは緩和・順応化戦略を規定するのに役立つ。

### **(3) 北極域環境・社会の脆弱性と回復力（レジリエンス、変化に対する対応能力）を理解し、持続可能な開発をサポートする**

グローバル化した北極域の環境と社会の脆弱性・回復力を理解するには、非北極域の国や組織からの寄与をも含め、一層の国際的科学協力が求められている。貿易、観光、交通を含め、北極域の資源や関連活動に対する新たな市場は、おそらく陸と海での必要なインフラストラクチャーの整備よりも速く出現するだろう。北極域のコミュニティと生態系の弾力性を高めるための、持続可能なインフラストラクチャー開発と技術革新は、科学者を巻き込んだ協働的手法を必要とする。これには人文科学系の学者、地域社会、政府や企業関係者も含まれる。以下の点に焦点をあてる：

- ・ 生物・非生物の北極域資源を持続可能な方法で収穫・管理するための、リスクベースの評価を含む研究と、継続的な資源開発の重要性を理解するための研究に集中する；
- ・ 北極域のコミュニティのための、持続可能性と、実行可能な順応のための政策とコミュニティの挑戦を統合的に分析する；
- ・ 融雪などの一時的変化をもたらし、生態学的・社会的インパクトを有する極端気象の影響を理解する；
- ・ 気候変動と人間活動が北極域の生物多様性に対して及ぼすさまざまな影響と、その生態系生産物やサービスへの影響や社会的インパクトを評価する；
- ・ 北極域の変動に対する人の長期的反応を、食物や水の安全性の分野を含めて理解する；
- ・ 北極域の社会生態系の状況とダイナミックスを評価するため、統合された持続可能性指標を開発する；
- ・ 持続可能な開発の要因および手段として、組織、資源、既存・新興経済の役割を調査する；
- ・ 北極域における、性別、年齢、帰属意識（アイデンティティ）などの差異を軸とした、公平性、政府機関、権限、正義がはたす役割を調査する；
- ・ 北極域の温暖化と北極域資源へのアクセスの容易化に伴って、今後も都市化は継続する可能性が高いことを念頭に置きつつ、都市部における持続可能な開発とインフラストラクチャーを調査する；

### **共通するメッセージ**

## コミュニケーション

北極域科学は学際的な協力体制を促進すべきであり、北極域研究のコミュニティや関係機関の枠を越えてコミュニケーションを取らねばならない。そうすることによって、主要な関係者、意志決定者、将来の労働力、および一般公衆とつながることができる。コミュニケーションを成功に導くには、専門性の高いパートナーという資源と協働し、それを促進することが必要である。これらの科学的な努力が、より広い相手にアクセスしやすく、また有意義なものとするため、ICARP III は以下に挙げる処置を取った：

- ・ 研究コミュニティとエンドユーザーとの間で、科学政策関連知識（科学知識、伝承知識および各地域特有の知識）を伝達できるようにする；
- ・ 科学知識を広げるために、各種のツールを使用する；
- ・ 明確なアウトリーチと情報交換を行う。

## 伝承知識および各地域特有の知識

北極評議会の先住民協議会事務局（IPS）が代表する北極域先住民は、ICARP III への参加招請が、ICARP III プロセスを促し、かつこれに寄与するものであることを理解した。科学コミュニティと先住民・北極域住民との間の知識の交換の必要性が、とりわけ伝承知識および各地域特有の知識に焦点を当てた形で、先住民機関から強調された。このことの重要性を認識しつつ、伝承知識および各地域特有の知識を組み入れ、北方および先住民のコミュニティを優先項目の設定・共同設計・共同製作研究に絡ませ、また、研究データ・研究結果への確実なアクセスを通じてこの知識を拡散させるため、更なる努力が必要である。

## 人材育成

研究者、意志決定者、および北極域先住/非先住民族の間で、長期視野での人材育成を行うことが必須である。これは、訓練、教育、効果的な公衆の関与、そして研究活動の指針となる共通原則の採用を通じて、関連した観測と研究を確実なものとするためである。ICARP III プロセスは、教育と啓蒙活動のためのプラットフォームを提供したにとどまらず、若手研究者や他の一般の人々向けのトレーニング機会も提供した。ICARP III プロセスはまた、次世代北極域研究者の観点からみた北極域研究の優先事項についてのビジョンを創生するとともに、既存の科学コミュニティ内の人材育成活動の有効性を分析する機会をも提供した。これらの活動の結果、今後 10 年間ににおける北極域研究に関し、いくつかの人材育成上の優先事項が次の通り示された：

- ・ 若手研究者とベテラン研究者の間、さらには意志決定者や北極域居住者との間の橋渡しを含め、訓練、出資、およびネットワーキングの機会をさらに拡充する。

- ・ 国際的研究コミュニティにおける、若手研究者と先住民族のための有意義かつ長期的に関与できるプラットフォームの作成
- ・ 非北極域の国々が北極研究に携わることを可能にし、その人材を育成し、先住民やその他の利害関係者との関係を強化することを手助けする
- ・ 人文科学を含む様々な分野から、新規あるいはこれまで参加のなかった北極域研究者を結びつけ、関与してもらう。

公教育、啓蒙、積極的参画に加え、若手研究者と先住民族の積極的な参加は、注目度の高い学際的科学の成功にとって、極めて重要である。従って、国際的な北極域研究のコミュニティは、既存のイニシアチブを強化するだけでなく、さらに一歩進めて、若手研究者と北極域住民の有意義かつ持続的な参加を維持するプログラムを公式に推進していくことが求められている。

## 終わりに

ICARP I が多くの分野での研究プロジェクトをもたらしたのに対して、ICARP II は既に「北極域における全体論的・多次的展望への「パラダイムシフト」が存在することに着目していた。この全体論的展望には、人的側面、先住民の洞察、および北極域プロセスのより完全な地球システムへの統合が包括的に組み込まれる。」

ICARP III は北極域の人々とコミュニティの参加を促した。北極域科学は、権利保持者や利害関係者を絡ませることの価値を世界に対して示す一つの例であると認められる。そして ICARP III プロセスは、地域、地方および全地球的な重要インパクトを有する結果が確実に研究からもたらされ、地域に能力を付与するのを助けられるよう行動指針を示している。ICARP III は、グローバル・システムにおける北極域の役割、将来の気候ダイナミクスとそれに対する生態系反応の予測、および北極域の環境と社会の脆弱性・弾力性についての理解の向上という諸点に優先度を置かなければならないと結論付けた。以下の点に重点を置かなければならない：

- ・ 新しいアプローチ、科学分野の統合、そして学際的な知識ベースの対話を通じた、地域・地方の権利保持者や利害関係者の取り込み；
- ・ 共同設計、ソリューション指向の科学、政策の周知、および北極域およびグローバルな持続可能性に向けた主要行動に言及するプログラムおよびイニシアチブ；
- ・ 急速に変化する北極域に対する包括的かつ高品質の観測

こうした研究は、環境リスク評価を改善し、脆弱な北極域環境が与える重大な地球規模の脅威に対する回避戦略についての情報と、北極域の環境と資源の持続可能な利用のための

科学的根拠に基づくガイドラインを教えてください。

## **参考文献**

(省略)

## **アクリニムのリスト**

(省略)

## **付録 1 : ICARPIII のパートナー団体及び運営委員会メンバー**

(省略)

## **付録 2 : 富山共同声明**

北極研究の集約ー将来へのロードマップー

(省略)

## **付録 3 : ICARPIII 活動のインベントリ**

(省略)