

第 1 回国際北極研究シンポジウム報告

—温暖化により激変する北極圏—*

田 中 博^{*1}・山 内 恭^{*2}・村 田 功^{*3}
松 浦 陽次郎^{*4}・鈴木 力 英^{*5}

1. 概要

近年の北極圏の急激な温暖化をテーマにした第 1 回国際北極研究シンポジウム (ISAR-1) が, 2008 年 11 月 4 日から 6 日まで, 東京都内の日本科学未来館で開催された。本国際シンポジウムは日本学術会議 IASC 小委員会, CliC 小委員会, そして ISAR-1 実行委員会が主催し, 国立極地研究所 (NIPR), 海洋研究開発機構 (JAMSTEC), 宇宙航空研究開発機構 (JAXA), アラスカ大学国際北極圏研究センター (IARC), 名古屋大学太陽地球環境研究所 (STEL), 筑波大学計算科学研究センター (CCS) が賛助団体となった。ISAR-1 実行委員会は, 主にこれらの研究機関および大学関係学識者のメンバーで構成される北極域研究検討委員会の付託によるもので, 他に, 国際性を持たせるために国際諮問委員会 (International Advisory Members) を設置した。開催にあたっては日本気象学会からも協賛を得ている。本国際シンポジウムの参加者は, 海外 11 カ国から 60 名 (USA 33 名, ロシア 8 名, 韓国 4 名, 中国 3 名, ポーランド 3 名, 英国 2 名, ノルウェー 2 名, ドイツ 2 名, カナダ 1 名, スイス 1 名, フィンランド 1 名), 日本人 133 名の総勢 193 名であった。開会式では, それぞれの賛助団体の代表からご挨拶を頂き, 今後の北極圏研究の一層

の推進に期待が寄せられた。また, 本国際シンポジウムには, 憲仁親王妃久子様も御出席され, 北極圏の温暖化研究に大変御興味をお示しになっていた。

2. 本国際シンポジウムの背景と目的

近年の地球温暖化に伴う気候変動が, 自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れると言われているのが, 北極圏, およびその周辺の北極域である。2007 年から実施されている国際極年 (IPY) では, 国際的な枠組みの中で, 気圏—水圏—陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。北極域の観測網を整備し, そこに内在するさまざまなフィードバック過程を包括的に理解し, 地球温暖化の将来予測に役立てるためには, 複数の専門分野や学界が北極域という共通のキーワードの下に集結し, 密な情報交換により相互理解を深めることが重要課題である。本国際シンポジウムでは, 北極域で生起する諸現象を包括的に探求し, 先端研究の最新情報を共有することで, 北極域科学の総合的議論を深めることを目的とする。

日本国内でこれまでに開催された北極圏に関する国際シンポジウムとしては, 国立極地研究所が 5 年に 1 度開催してきた極地研北極環境研究国際シンポジウムや, IARC が国内の大学関係者と共同で開催してきた和達国際会議 (1, 2 回), 北極域の温暖化を扱った GCCA 国際集会 (1—7 回), そして, CliC 小委員会の呼びかけによる CliC 国際ワークショップなどが挙げられる。それぞれがヨーロッパ, アラスカ, シベリアなどに独自の研究領域を持ち, 別々に開催してきたものを, 今後は一致団結してひとつにまとめあげ, 日本発の国際北極シンポジウムという位置づけで開催しよう, というのが本国際シンポジウムのねらいである。そのため, これまでの関連するいくつかの国際シ

* Report on the First International Symposium on the Arctic Research : Drastic Change under the Global Warming.

^{*1} Hiroshi L. TANAKA, 筑波大学.

^{*2} Takashi YAMANOUCI, 国立極地研究所.

^{*3} Isao MURATA, 東北大学.

^{*4} Yojiro MATSUURA, 森林総合研究所.

^{*5} Rikie SUZUKI, 海洋研究開発機構.

© 2009 日本気象学会



第1図 ISAR-1 参加者の集合写真（中央に憲仁親王妃久子様）。

ンポジウムを発展的に解消し、日本における北極研究拠点形成を目指した新たな枠組みとして本国際シンポジウムが発足した。

北極域は地球温暖化の実態解明の鍵を握る重要な地域であり、気候学、大気科学、水文学、海洋学、雪氷学、生態学などの広範な研究対象を包括的に理解する必要がある。本国際シンポジウムの一般セッションでは、これらの研究領域を網羅するために、(1) 大気科学、(2) 海洋と海水、(3) 水文学、永久凍土、雪、(4) 氷床と氷河、(5) 陸上生態系と温室効果気体、(6) 海洋生態系、(7) 包括的モデリング、の7領域のセッションが設けられた。そしてこれらの一般セッションに加えて、(1) 北極圏の急激な温暖化、(2) 北極研究における国際協同と国際極年 (IPY)、の2つのスペシャルセッションが企画された。

3. スペシャルセッション：北極圏の急激な温暖化

このスペシャルセッションは、本国際シンポジウムのメインピックスである近年の北極圏の急激な温暖化の実態把握とその原因解明について、科学的な見地から最新の情報交換を行うことがテーマである。このテーマに沿って大気圏、水圏、雪氷圏、生物圏などの

幅広い分野から16件の口頭発表と9件のポスター発表が行われた。はじめに M. Serreze (コロラド大学) と K. Shimada (東京海洋大学) によるキーノート講演では、大気-海洋-海水を中心にした近年の温暖化と海水激減の実態がまとめられた。特に、北極圏で温暖化が加速する Arctic Amplification の概念と、2007-2008年に生じた海水激減のメカニズムについて、活発な議論が繰り広げられた。続いて P. Wadhams (Cambridge 大学) と W. Maslowski (Naval Postgraduate School) は、潜水艦による北極海の海水温の長期変動や数値モデルによる温度上昇の原因について紹介した。最新の研究成果では、北極海の水温は IPCC の予測よりはるかに急激に上昇し、夏季に海水が消えるブルーオーシャンが数年後に達成されてもおかしくないとの警告がなされた。アラスカ大学の S. Akasofu と M. Fukuda は、近年の温暖化や氷河の縮退が19世紀の小氷期以降に始まっていることを示し、20世紀の温暖化のかなりの部分が、人為的とは限らない自然変動によるものであると主張している。H.L. Tanaka (筑波大学) は、長期トレンドは別としても、10年スケールの変動は北極振動が鍵を握り、それは大気の順圧成分の力学で生じる自然変動として説明

できることを示した。他にも多くの興味深い研究成果が紹介されたが、これらの主要部分は本国際シンポジウムのステートメントとして、まとめられた。

(田中 博)

4. スペシャルセッション：北極研究における国際協同と国際極年 (IPY)

本スペシャルセッションは、元々「国際極年」と「北極研究における国際協同」という別々のセッションとして募集されたが、発表申し込み件数が少なく、一つのセッションに統合されたものである。即ち、今、そのたけなわである国際極年 (IPY) 2007-2008 (1882/83年の第1回 IPY 以来4回目、国際地球観測年 IGY 以来50年に相当する) における様々な観測・研究の現状を紹介し、また、南極、北極観測を通して国際的協同研究が極めて重要であるところ、今後のありかた・方向性を議論しようというものであった。

全体で6件の口頭発表と2件のポスター発表があった。IPY に関しては、わが国から唯一の研究代表者をつとめる長沼 猛氏 (広島大学；招待講演) による「地球環境変動に伴う微生物や生態系変動の研究 (MERGE)」が紹介された他、北極海水研究 (SEDNA)、おしよ丸による海洋生態系研究、高緯度北極における植生変動と炭素循環 (Tundracycle) の報告があった。未だ、観測途上であるため、高度な解析には至っていないが、多彩な観測が北極域で進められている状況が認識された。一方、国際協同のありかたに関しては、韓国極地研究所前所長 Yedong Kim 氏 (招待講演) による「国際極域研究コミュニティを主導するアジア極地科学フォーラム (AFoPS)」なる発表で、アジア諸国にとっての極地研究の意義と国際社会におけるアジア極域科学研究の連携と活性化が唱えられ、多くの共感を呼んだ。その他、極域における気候変動研究の普及活動、国内外における北極研究の協力の必要性、特に国内での協調の課題、そして新しい学際的北極温暖化研究などが紹介された。今後の国際的、特にアジアでの、そしてわが国での北極研究の協力体制をより強めていく必要性を痛感した。

(山内 恭)

5. 大気科学セッション

2日目の午前中に行われたこのセッションでは、6件の口頭発表および16件のポスター発表があり、活発

な議論が行われた。発表内容は、温暖化予測モデルに関するものや大循環モデル等を用いて温暖化と高低気圧、ジェット、北極振動等の変化との関係を調べたもののほか、氷河の成長と可降水量との関係、北極域凍土海岸の浸食、海洋ブイデータの同化による気象場データセットの改良、アイスコア解析による過去100年の北太平洋地域の気候変動、CO₂同位体のリアルタイム測定装置の開発、南北両極域における極域成層圏雲観測、最新の観測用航空機 (POLAR 5) の紹介など多岐にわたった。かなり幅広いテーマからの発表が集まった感があり、参加者にとっては新鮮だったのではないだろうか。これも複数の国際シンポジウムを統合したメリットの一つだろう。温暖化に関しては、モデルなどでも人為起源の温室効果ガスによる変動のほかに自然起源の変動も多く見られており、今後はこれらをしっかり切り分けて見ていく必要があるとの指摘がされていた。これは観測データ解析においても同様であろう。

(村田 功)

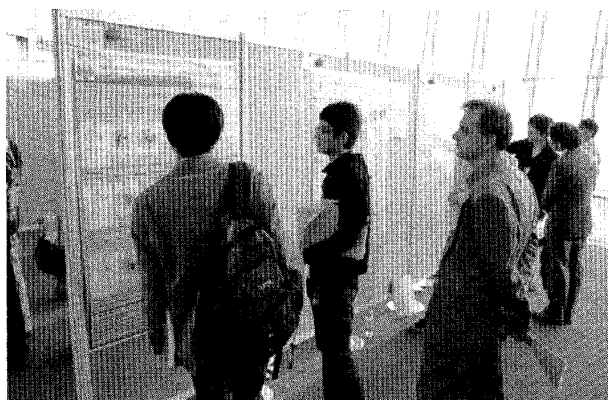
6. 陸上生態系と温室効果気体セッション

本セッションでは、口頭発表が5件、ポスター発表が17件であった。口頭では、気候変動の結果生じる生物個体群への影響、北極振動の影響を考慮した炭素収支のモデル予測、森林火災に関する広域評価などを巡り、活発な質疑応答が交わされた。ポスター発表の内容は多岐に及び、研究対象となった地域は、Svalbard、カナダ北極海諸島、アラスカ、北東ユーラシアに及ぶ諸地域にわたっていた。各観測拠点における土壌呼吸、有機物分解、CO₂フラックスの観測結果、広域評価を目指したりリモートセンシングによる植物現存量の推定、火災検知手法の精緻化、炭素収支のモデル予測などの研究成果が発表された。これらに共通する、炭素収支に及ぼす陸域生態系の重要性が改めて認識された。観測的研究とモデルを用いた将来予測研究に大別すると、それぞれはほぼ同数となっていた。複数の地点における長期観測データから、周極域・極域の植物生態系に起こっている温暖化影響パターンの総合的な研究が、今後はさらに求められるだろう。

(松浦陽次郎)

7. ポスターセッション

ポスターセッションには二つの部屋を使い、55件分のポスターを同時掲示できるスペースを設けた。会期3日間を前半セッション (第1日目から第2日目昼ま



第2図 ポスターセッションのコアタイムの光景。一番手前はベストプレゼンテーション賞を受賞した筑波大学の大橋正宏さんのポスター。

で)と後半セッション(第2日目昼から第3日目まで)に分け、延べ75件のポスターが掲示された。各ポスターに対する割り当て幅を140 cmとし、またボード列の間隔(通路にあたる場所)も広くとったため、参加者にとって十分余裕のある快適なポスターセッションだったと考える。各セッションには、それぞれ1時間半のコアタイムを設定した。会場の広大な窓からはレインボーブリッジやお台場の高層ビル群を眺望でき、開放感あふれる中で研究交流が白熱した。若手研究者によるポスターを対象に、参加者からの投票に基づいて決定されたベストプレゼンテーション賞には、大気・北極振動の研究を取り上げた、筑波大学生命環境科学研究科の大橋正宏さんが選ばれた。

(鈴木力英)

8. ISAR-1 国際シンポジウムステートメント：

最終日のClosingセッションでは、北極海・海水激減などの研究テーマや今後の本国際シンポジウムのあり方などに対し活発な議論が交わされ、以下の報告文がISAR-1 国際シンポジウムのステートメントとして採択された。

「近年の人為的な地球温暖化に伴う影響が、自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れると言われているのが、北極圏、およびその周辺の北極域である。この北極域で近年急激な温暖化が進行している。したがって北極域は、地球温暖化の実態解明の鍵を握る重要な地域であり、気候学、大気科学、水文学、海洋学、雪氷学、生態学などの広範な研究対象を包括的に理解する必要がある。本国際シンポジウムの一般セッションでは、これらの研究領域を網羅するために、(1) 大気科学、(2) 海洋と海水、(3) 水文学、永久凍土、雪、(4) 氷床と氷河、(5) 陸上生態系と温室効果気体、(6) 海洋生態系、(7) 包括的モデリング、の7領域のセッションが設けられた。そしてこれらの一般セッションに加えて、(1) 北極圏の急激な温暖化、(2) 北極研究における国際協同と国際極年(IPY)、の二つのスペシャルセッションが企画された。本国際シンポジウム参加者の共通認識として以下の2点を掲げる。

① 北極圏は近年の地球温暖化のもとで急激な変化に直面している。この急変の空間的、時間的特徴の実態究明と、それをもたらしている原因の解明が急務である。

② そしてそのためには、国内機関の協力体制に加えて、北極圏に領土を持たない日本やアジア諸国も含めた国際的な枠組みで、北極域研究に取り組む必要がある。

北極圏の温暖化で最近特に注目されているのは、1990年代以降に見られる夏季北極海の海水面積の急激な減少である。特に2007年と2008年における9月の海水の激減は、IPCCの第4次評価報告(AR4)の予測よりも30年も早く進行しており、地球温暖化との関連究明が緊急課題となっている。したがって、本国際シンポジウムにおいては、この海水面積の激減をもたらした物理的プロセスの解明が最大の関心事となった。最新の研究成果報告によると、近年の海水面積の減少は、第1に1990年代以降に生じた海水上空の気温上昇、南風の侵入、そして太平洋と大西洋の双方からの暖かい海水の流入によって、10年スケールで北極海の海水の厚さが減少傾向にあったこと、第2に2007年夏季の海水激減のきっかけとして、ベーリング海峡を通過し、チャクチ海からボーフォート海に流れ込んだ暖かい海水が、北極海西部沖合いの海水融解を促進したこと、そして第3にボーフォート高気圧の発達により北極海上空の大気循環がパッチ状の海水をグリーンランド方向に向けて効率的に輸送したことが原因とされた。本シンポジウムにおいて、2007年夏季に生じた北極海の海水面積の激減は、これらの3要素が組み合わさった結果として生じたものであろうと結論付けられた。

近年の地球温暖化問題は、国境を越えた国際問題と

して取り組む必要があるが、多くの問題の中でも北極圏の温暖化問題はグローバルな研究課題の中心的な問題のひとつになりつつある。したがって北極圏に領土を持たない日本やアジア諸国にとっても国際的な協力体制の下で研究を推進する必要性が本国際シンポジウムにより再確認された。本国際シンポジウムは、日本の研究機関が中心となって今後2年ごとに開催される予定である。今回その最初の一步を踏み出し、世界の北極域研究者が一堂に会し、盛況裏に開催できたことは大変喜ばしいことである。」（日本語訳：田中 博）

9. 全体的な感想

日本における、これまでの幾つかの流れで実施されてきた北極研究に関する国際シンポジウムを、統合して一つのまとまった姿で開催できたことは、共同での北極研究、コンソーシアムを目指す有意義な第一歩を踏み出すことができたと高く評価したい。国内の若手研究者の参加が少なかった点は今後の課題であるが、国外からは予想外に多くの一流研究者の参加を得て、極めて興味ある、質の高い議論が繰り広げられた。毎年、国際シンポジウムが極域科学に関するものだけでもあまたある中で、どのような独自性をもち魅力あるシンポジウムたり得るかが、今後の課題である。また、発展著しいアジアの連携をいかに反映するかもポイントであろう。サイエンスとしては、未だ混とんとした北極温暖化の振るまいが明らかになったとは言えないが、ずいぶん整理され、今後、研究を進めるべき焦点が絞られてきた感を受けた。（山内 恭）

海外からの参加者の中には、こちらから声をかける以前に First Circular を見て参加を希望してくださった著名な研究者の方が複数おられ、北極域研究への関

心の高さおよびこの会議の重要性を再認識することができた。（村田 功）

今回シンポジウムが開催された日本科学未来館の所在地は文化施設や飲食店が立ち並ぶダウンタウンから幾分遠かった。こういった状況が昼食の移動時など参加者に不満や不便さを感じさせないか、心配な面もあった。しかし、幸いにも会期中の東京は秋の移動性高気圧の影響で好天に恵まれた。北極圏研究者にとっては多少暖か過ぎる陽気だったかもしれないが、多くの参加者がお台場を楽しんでいたようだ。（鈴木力英）

10. おわりに

本国際シンポジウムの開催に当たっては、国立極地研究所（NIPR）、海洋研究開発機構（JAMSTEC）、宇宙航空研究開発機構（JAXA）、アラスカ大学国際北極圏研究センター（IARC）、名古屋大学太陽地球環境研究所（STEL）、筑波大学計算科学研究センター（CCS）からご支援を頂いた。また、（社）日本気象学会には協賛に加わって頂いた。さらに、本国際シンポジウムの事務作業を一手に引き受けていただいた海洋研究開発機構の小澤和江さん、前田さゆりさんには心より感謝する。また、筑波大学の学生と国立極地研究所の研究員の方々にはアルバイトとしてシンポジウムの運営に大きく貢献していただき、おかげで極めて円滑に開催されたと感じた。感謝するとともに、国立極地研究所が担当予定の次回国際シンポジウムのさらに完成度の高い開催へと繋げていきたい。本国際シンポジウムのホームページは以下の URL にあり、ステートメントの英文はそこから参照可能である。

<http://www.jamstec.go.jp/iorgc/sympo/isar1/>