

地球規模変動における極域の役割に関する 国際会議の報告*

田 中 博**・神 沢 博***
瀬 古 勝 基****・兒 玉 裕 二*****

1. 概 要

田 中 博・神 沢 博

地球環境の変化が問題化し、多くの研究集会在各地で開催されている。そのような状況の中で、地球規模変動における極域の役割をテーマに、上記の国際会議が、アラスカ大学フェアバンクスキャンパスで、1990年6月11~15日にかけて、開催された。主催者側の発表によると、15ヶ国から約450人が本会議に参加した。地域を極域に限定したにもかかわらず、企画当時の予想を上回る数の参加があり、このことは地球環境問題における極域への関心の高さを反映していると思われる。また、極域の熱収支からアラスカ SAR (Synthetic Aperture Radar; 合成開口レーダ) 施設によるリモートセンシングに到るまで、幅広く活動しているコンビナー役の G. Weller 教授 (アラスカ大学) の学際的性質によるところも大きい。

日本からの参加者は、この報告著者のうち米国にいる田中を除く3名と渡辺興典 (極地研)、西尾文彦 (同)、岩坂泰信 (名大太陽地球環境研)、赤川敏 (清水建設)、清水敬生 (同) の計8名であった。朝日新聞の米国特派員で、環境問題等で良く記事を書いている吉田文彦氏の名が登録名簿にあったが、参加していなかったようである。

本会議の目的は、地球規模変動研究における極域の役割に関する理解の集大成と今後の問題点の指摘にある。また、この会議は、1988年12月にレニングラードで開か

れた Conference of Arctic and Nordic Countries on Coordination of Research in the Arctic (北極における研究の調整に関する北極と北欧国の会議) という多分に科学政治的な会議を受けての2回めの会議という位置付けもある会であり、極域といっても北極域に重点があった。大気科学・海洋学・雪氷学・生態学・社会学等における諸過程と地球規模変動との相互作用に関する研究発表が総括的に行なわれ、その内容は230ページにわたる要旨にまとめられている。また、本会議で発表された研究の集大成として近々プロシーディングが刊行される予定である。

研究発表は以下のセクションに分けて行われた。

- (a) Detection and Monitoring of Change (変化の検知とモニタリング)
- (b) Climate Variability and Climate Forcing (気候の変動と気候強制)
- (c) Ocean-Sea Ice-Atmosphere Interactions and Processes (海洋-海氷-大気相互作用と過程)
- (d) Effects of Biota and Biological Feedbacks (生物相と生物学的なフィードバックの効果)
- (e) Ice Sheet, Glacier and Permafrost Responses and Feedbacks (氷床、氷河、氷久凍土の応答とフィードバック)
- (f) Palaeoenvironmental Studies (古環境の研究)
- (g) Aerosols and Trace Gases (エアロゾルと微量気体)

この他に、最初に Plenary Opening Session: Global Change and the Polar Regions (グローバルな変化と極域)、最後に Panel Sessions (Panel 1: Polar Research Coordination: Priorities, Problems; Panel 2: Society and Global Change: Impacts, Policies, Mitigation; Panel 3: Polar Data and Information: Monitoring,

* Report of the International Conference on the Role of the Polar Regions in Global Change, 11-15 June 1990, Fairbanks, Alaska.

** Tanaka, H.L. アラスカ大学地球物理研究所.

*** Kanzawa, H. 国立極地研究所.

**** Seko, K. 名古屋大学水圏科学研究所.

***** Kodama, Y. 北海道大学低温科学研究所.

Management) が設けられた。

各セッションの発表は、招待講演、一般口頭発表、ポスターセッションに分けて行われた。全セッションのポスターが大ホールに集められ、ポスターセッションの時間帯には口頭発表が重ならないよう留意されていたので、大ホールのポスターには常に大勢の人だかりができていた。

毎晩(昼? : アラスカの夏の夜は明るい)、研究会後には、遊覧船ディスカバリー号による貸切り夕食会や、パレスサルーンショーを見ながらのサーモンバイキング夕食会、そして晩餐会などの特別企画が催された。観光色が濃過ぎるようにも思えたが、逃げ場のないディスカバリー号が、実は最高の雰囲気なかでの最も効果的な社交場であることを実感し、充分に楽しめる成功企画であったと思う。会議終了後の金曜午後には、永久凍土層、タイガ施設、ポーカーフラットロケット発射基地、アラスカ SAR 施設、アラスカパイプライン、金鉱跡などの見学、チェナ川カヌー旅行の企画があった。

2. 開会式

田 中 博

地球環境変化の諸問題に対処する必要性が、科学者、政治家、一般市民の間でわかに認識されるようになって既に数年になる。生命の存続にかかわる地球上の生物環境が一世代のうちに、人類史上例のない速さで変化しているという事実が我々のこの共通認識を高めている。化石燃料の消費による大気中の温室効果気体の増加、農林業、その他の土地利用、工業活動、廃棄物、交通機関等の発達は、地上および沿岸域の生態系に変化をもたらし、その結果、生物生産率、水資源、大気組成等に影響を及ぼしている。成層圏オゾンの破壊や酸性雨にも関係するこれらの基本的変化の研究は、これまでの専門科学分野の境界領域を超越するものである。気象学者が気象のことだけを考えていれば良いという時代は終わったのかも知れない。

例えば、オゾンホール問題の解決は、大気力学、大気物理学、大気化学が集結してはじめて可能であるように、地球規模変動の問題には、大気科学のみならず、海洋学、地球物理学、生態学、農林学、工学、社会学、文化人類学、考古学、経済学等が集結して対処する必要がある。学際的研究の推進を口で言うのは簡単だが、実行となると方法論的に大変困難であることは言うまでもない。計画的長期展望の上に試行錯誤を繰り返して専門分野間の連結を拡大してゆくしかない。しかし、このよう

な学際的研究は、情報収集能力の充実に伴い、次期世代の科学技術の発展の基本的スタイルとなることが予想される。その第一歩として、近年の地球環境問題に対する世界の動きには重要な意義がある。

地球規模変動の研究においては、予測される変化が最大と考えられる極地に注目するのが当然であろう。極域は地球上で最も厳しい環境にあり、そこでは限られた日射量、極端な気温変化、短い生物成長可能期間等が、地上と海洋の生態系に厳しい制限を与えている。海氷、雪原、氷河、ツンドラ、永久凍土層、タイガそしてビート地帯はそれぞれが敏感な反応体であり、日射量、地上気温、海洋熱輸送、大気-海洋化学成分、大気中の微量成分等のわずかな変化に対して敏感に反応する。従って、地球規模変動の徴候は、両極圏の陸面や海洋の多光帯における生物活動を通して検出される可能性が高いため、我々は専門分野の壁を越えた学際的研究の推進により、総合的に現象を理解する必要にせまられている。このような状況下で、地球規模変動に対する極域の役割に関する国際会議が、地元アラスカ大学フェアバンクスキャンパスで開催されたことは時勢にかなったものと言えよう。

開会式(司会は Weller)では、初めにアラスカ州知事が、アラスカと関係の深いソビエト連邦をはじめとする各国からの多数の参加者に歓迎の言葉を述べた。つづいて、U.S. Arctic Research Commission の Roederer が、科学者の立場で地球規模変動研究の問題に含まれる難点を分析した。彼はシステムの非線形性に起因する予測限界の議論やすべてのスケールの現象が関与する因果関係について言及し、さらにひとつの混沌期を越えた地球規模変動研究が、冷静な目で見直されるとともに、その重要性が再認識されることを主張した。次に Department of Energy の Watson が、政策決定者の立場で、国際組織の構成、目的、関連について解説した。彼は、人類が地球規模変動に及ぼしている影響を、自然に生じる変動から具体的に切り離すことを科学者側に強く要求した。最後に、Arctic Research Consortium の Proenza が今回の国際会議の結果、地球規模変動研究に対する極地での研究活動に明確な方向付けが下されることを要望した。

3. 印象に残った発表、事柄

神 沢 博

昔、力学の分野で基本的な仕事をしていた F. Bretherton (Univ. Wisconsin) は、このところ気候問題に熱心で、Global Change プロジェクトの中心人物で

ある。その彼が、“The Challenge of Global Change”と題した講演を行なった。雲のパラメタリゼーション、大気-海洋の熱・物質交換過程等が残された問題であることを滔々と論じていた。

1987年に2カ月ほど極地研に客員教授として滞在したことのある N. Untersteiner (Univ. Washington) は、海氷面積の年変化の様相がほとんど年々変動しないという観測事実は、氷-アルベド正フィードバックだけが働くとしたら、驚くべきことであり、雪-アルベド正フィードバックが働いている可能性が大きいことを述べた。

P. Gloersen (NASA/GSFC) は、Nimbus 7/SMMR (マイクロ波放射計)の1978年10月から1987年8月までのデータの再解析を行って、海氷の面積 (area) および広がり (extent) の長期トレンドを論じた。その結果、この9年間に全球の海氷は、面積 および広がりとも 1.0% 有意に減少していること、この減少は北極域で起こっていて、南極域の海氷には、有意なトレンドがみられないことを示した。

T.R. Parish (Univ. Wyoming) は、南極大陸の境界層を吹き降りるカタバ風が、対流圏全体の子午面循環および極うずの形成に、決定的な役割を果たしていることを、3次元メカニスティックモデルを使って示した。

オゾン層の変化が地上に降り注ぐ紫外線にどう影響するかをみるための The NSF Ultraviolet Monitoring Network が、マクマード、パーマー、南極点等の南極基地で1988年から始まり、データが出つつあることを、観測器の開発を行った C.R. Booth (Biospherical Instruments Inc.) が発表した。

私は、昭和基地のオゾン観測等の結果を、発表した。オゾンについての発表はこの会議では少なかった。また、この会議の開催期間中の一夜、アメリカ気象学会のアラスカ支部および Sigma Xi アラスカ支部合同の Public Lecture で Antarctic Ozone Hole: Present Understanding と題した話をした。

また、Alaska/SAR Facility を訪ね、地球観測衛星受信設備、極地研で導入予定のものと同じタイプの衛星画像処理装置をみせてもらった。それに加え、昭和基地の多目的衛星データ受信システム (直径 11m 大型アンテナを中心とする設備) で、来年 (1991年) から受信予定の ERS-1/SAR (ERS: European Remote Sensing Satellite) データ処理につき、西尾氏とともに Alaska/SAR Facility のスタッフと打ち合わせを行った。

赤祖父俊一アラスカ大学地球物理研究所長と話す機会があり、赤祖父先生の名著「オーロラ」(中央公論社、

1975年) の内容について話したり、地球物理研究所の運営について話をうかがうことが出来た。また、アラスカ大学地球物理研究所を退官され、フェアバンクスで悠々自適の生活を送っておられる大竹武先生、同研究所に現在いて中層大気重力波の研究をしている旧知の D. Fritts、同研究所で大気微量成分の観測を行っている D.A. Jaffe、極地研に数カ月滞在していたことのある生物、地震等の研究者とも顔を合わし、有意義な議論をすることができた。

なお、私 (神沢) の今回の出張につき、文部省科学研究の国際学術研究費 (代表: 廣田勇京都大学教授) の旅費を使わせていただきました。

3. シンボ雑感

瀬古勝基

南極域の水循環、氷河変動に関するいくつかの発表が印象に残ったのでその感想を記す。

水蒸気収支から南極の質量収支問題に取り組んでいる Bromwich 氏ら (Ohio State Univ.) は、GCM による氷床形成のシミュレーション (Oglesby, 1989) に対し、氷床形成には南極の山が結構高かったことがドレーク海峡の成立より重要ではないかという主旨の発表をしていた。

全球的な氷河、氷床の質量収支は、Bentley (Univ. of Wisconsin) が雪氷データを用いて、温暖化に伴う南極の降水量の増加がその他の氷河の融解の増加を上回って、海面は低下すると結論していた。グリーンランド氷床のマイクロ波高度計の観測から南極氷床の質量減少を示唆している Zwally (NASA) や、涵養量の長期変動を発表していた Bromwich から盛んな反論があった。Budd and Simonds (Univ. of Melbourne) は海水のリードを境界条件として与えた GCM の結果から同様の海面低下の傾向を述べていたが、南極域の降水量の観測精度が上がらない以上、この種の議論はしばらく続きそうである。

Lucchitta 氏ら (USGS, Flagstaff) の南極氷床の氷河の流動速度を数年おきのランドサット画像から氷床の流出量を求める試みや、Jones and Molnia (USGS, Reston) の航空機搭載合成開口レーダーを用いた氷河観測は新鮮で期待させる物があった。自分は NOAA AVHRR を使った南極氷床の表面状態のポスター発表をした。ポスターは 2m×1m 以上の大きさで、言葉拙くとも何とか意疎通でき大変良かった。

全体を通じて、分野にこだわらず面白い話を聞けた学

会であったが、極域研究者は世界でもそれほど多くないのではなかろうかとも感じた。極域研究における衛星データの役割が非常に大きくなっているのを感じたが、説得力ある研究はフィールド観測との対応が鍵になるであろう。日本から極域に飛行機で往来できる時代を望む(アラスカも極域であるが、N大学I教授が1泊で帰国した程の近さ(?)である)。

学会終了後、セスナやレンタカーで Sightseeing を楽しんだ。手軽な飛行機や氷河がある環境は実に魅力である。

4. パネルセッション

兒玉裕二

パネルセッションは、3つのパネルに分けられ、それぞれ、1) 極域調査のコーディネーション: 優先度と問題, 2) 社会と地球環境変動: 影響, 政策, 緩和, 3) 極地のデータ情報: モニタリング, 管理について討論された。私は第1会場に出席した。ここでは、L. Proenza (アラスカ大) の巧妙な司会によってスムーズに会議が進められ、会場からの意見も活発に出された。

パネラーの一人である C. Lorius (フランス) は極域研究の各種の委員会を紹介し、南極条約によって南極地域での調査研究は比較的積極的に行われたが、北極地域では、各国の思惑や軍事上の障壁によりよく進んでいない旨報告した。J. McCarthy (ハーバード大) は、極地方の科学研究は Data-limited ではあるが、Idea-limited ではないので、観測ネットワークをもっと充実させるべきだと述べた。これに対し、会場にいた M. Meier (コロラド大) は、極域の研究は、Data-limited であり Idea-limited である、それは中緯度地方での研究手法でデータの少ない極域の研究をしようとするところにあり、極域にあった研究手法を見出すべきであると述べた。

J. Roederer は、International Arctic Sciences Year (前世紀末に各国が北極地域の探検調査を共同して行ったものの改訂版) を 1993~1994 年に行うことを提唱した。会場から International Polar Sciences Year にすべきだと意見が出された。

NSF の Wilknis は、Funding Agency の立場から以下の事を述べた。政治家は科学者からの地球温暖化に関する提言を強く求めていること、雪氷圏の変動の研究に対しては、International Arctic Science Committee の役割が大きい事、東西関係の雪解けて軍備が縮小され、軍関係の研究が少なくなる反面、地球環境に関する研究が重要視されるようになる事、地球温暖化が人々の健康問題に与える影響の調査が急務な事、衛星データのグランドトゥースがまだまだ必要で、例えば ice-capable platform の建設が必要であること等。会場にいた人から、地球環境変動の調査研究には長期にわたる観測研究が必要で、1年毎の調査研究や funding ではすまない事が述べられた。

会場の参加者からの“学生や社会人をもっと極域調査に参加させるべきだ”という意見に対して、C. Bentley (ウィスコンシン大) は、たくさんの学生を極域研究者として育てたいが、就職先が限られているのであまり人数を増やすのに積極的になれないと答えた。

討論は白熱し、第2、第3のパネルの人達が集まって総合討論が行われ、その中で、L. Proenza は次のようにまとめた。

①極域での地球環境変動の調査研究のネットワークを整え、長期的視野にたった観測や Funding を行うべきである。

②国際共同研究の確立

- i) 種々の研究グループからの参加
- ii) bi-polar な視点にたったアプローチ
- iii) 情報交換の円滑化
- iv) 教育の充実と学生の参加

③衛星データの利用の効率化とグランドトゥースの充実

④軽々しく世の中の風潮に流されないで、長期的展望にたった地道な調査研究を行い、社会を正しい方向へリードする。

⑤具体的な提案: 1993年から1994年にかけて International Polar Year の実施、次回の会議への超高層の研究者や社会学者の参加