

## 極域気候変動に関する第2回和達国際会議の報告\*

### 第2回和達国際会議実行委員会\*\*

#### 1. 背景と概要

2001年3月7日～9日に、極域気候変動と地球温暖化に関する標記国際会議が、つくば市のエポカルつくば国際会議場で行われ、欧米を中心とする世界8か国から約100名の参加者が集まった。本会議では、海外から20名の著名な研究者が招待され、日本を代表する研究者とあわせて計46件の招待講演と32件のポスターセッションが行われ、十分な発表と質疑時間のもとで学術レベルの高い緊迫した議論が展開された。

近年、地球規模の気候変動、特に人間活動によってもたらされる二酸化炭素の増大とその温室効果の結果として、地球温暖化問題の重大性が叫ばれてきた。この研究支援のために、アラスカ大学地球物理学研究所(GI/UAF)の当時の所長の赤祖父俊一教授の呼びかけで、1990年に日本の民間企業から寄付が集められ、アラスカ大学に世界に先駆けて冠講座が設立された。この冠講座は、初代気象庁長官・日本学士院院長・文化勲章授賞者である故和達清夫氏に名前をいただき、「和達講座」と名づけられた。この冠講座の設立は、国内外のエネルギー問題に関する民間エネルギー産業界のポリシーボードとしての役割を果たすことを目指して

いるエネルギー総合推進委員会(当時委員長 平岩外四氏, 現委員長 那須 翔氏)の尽力による。

海外において日本人の冠講座の設立は過去にあまり例がない。初代「和達講座」は気候変動研究の世界的権威である John Walsh 教授(イリノイ大学)を客員教授に招き、彼を中心に世界各国の研究者と協力して研究を進めてきた。その成果は1995年に開催された第1回和達国際会議でまとめられている(和達国際会議 LOC 委員会1996; Walsh *et al.* 1996; Normile 1995などで報告)。1996年以降は Andrey Proshutinsky 教授(アラスカ大学)が2代目と達講座教授となり、精力的に研究を進めてきた。その研究成果報告を兼ねて、第2回和達国際会議が再度つくば研究学園都市で開かれることになった。会議委員長は Proshutinsky 教授と松野太郎教授(地球フロンティア)が務めた。

和達国際会議では地球規模の気候変動との関連で、まずは極域の気候変動の実態を解明することに主な目的がおかれている。その理由は、近年改良を重ねられてきた多くの気候モデルにおいて、地球温暖化が極域で最も顕著に現れているからである。極域では、雪氷、海氷、雲の放射過程、水圏での循環、北極海の成層などの間のフィードバック作用で温室効果が増幅されるのが原因とされている。温室効果が極域で顕著に現れることを多くの気候モデルが示唆する一方、その気候変動の細部についてはモデル間にばらつきがあることから、これを収束させるべく極域気候変動の研究が精力的に進められてきた。同時に、人工衛星、氷床コアの深層試料の取り出し技術、コンピュータの進歩等によって、今まで困難であったこの分野の研究が急激に進歩してきた。しかし、この複雑なフィードバックの過程は現在十分に解明されていないため、モデルで正しく取り扱われているとは言いがたい。プロセス研究を推し進めた結果、温暖化予測の不確かさの幅が広がってしまった、という皮肉な結果も得られている。

\* Report of the Second Wadati Conference on Global Change and Polar Climate.

\*\* 松野太郎 (Taroh MATSUNO) 地球フロンティア研究システム (FRSGC)、池田元美 (Motoyoshi IKEDA) 北海道大学大学院地球環境科学研究科 (兼 FRSGC)、神沢 博 (Hiroshi KANZAWA) 国立環境研究所、鬼頭昭雄 (Akio KITO) 気象研究所、佐藤篤司 (Atsushi SATO) 防災科学技術研究所、住明正 (Akimasa SUMI) 東京大学 CCSR、田中 博 (Hiroshi L. TANAKA) 筑波大学地球科学系 (兼 FRSGC)、村治能孝 (Yoshitaka MURAJI) (株) エナジシアリング、山内 恭 (Takashi YAMANOU-CHI) 国立極地研究所。

© 2001 日本気象学会

和達講座設立10年を機会に、我々の地球温暖化に関する知識を再確認しておこうということが、本会議のひとつの目的である。今回の和達国際会議は極域の気候変動の実態を解明するために、以下の5つのセッションに絞って討論が行われた。

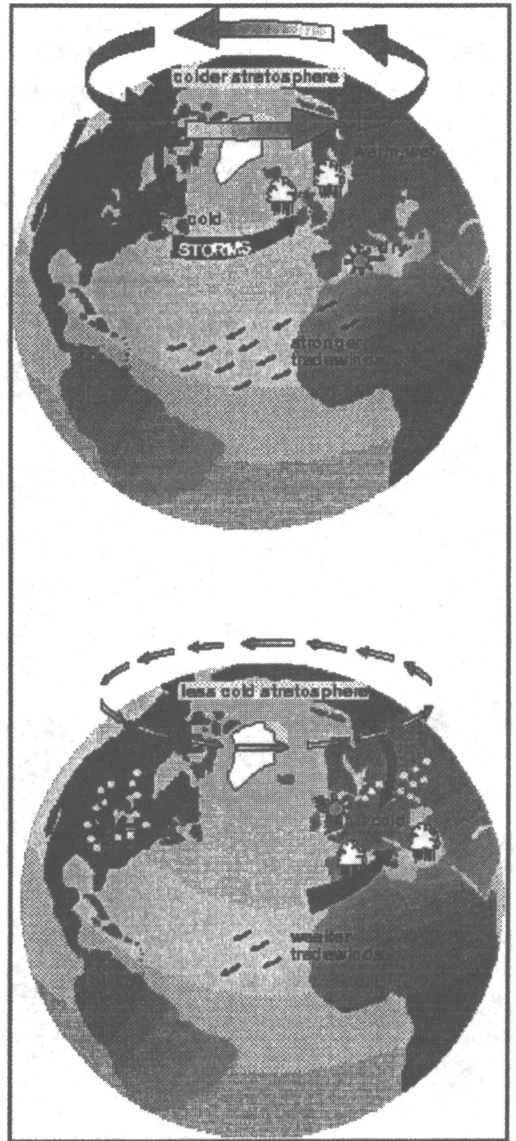
1. 地球温暖化の検出  
(Evidence of Climate Change)
2. 古気候の再現  
(Paleoclimatic Reconstruction)
3. 気候システムの相互作用とフィードバック  
(Processes, Interactions and Feedbacks)
4. 気候モデリング  
(Climate Modeling)
5. 気候変動の影響評価  
(Consequences and Impacts of Change)

議論の対象としては、次の2つの問題提起がなされた。

- (1) 観測により明らかにされた地球温暖化は、人為的なものかそれとも自然変動か。1930年代の温暖化と1980年代以降の温暖化は同じ成因によるものか。
- (2) 現在稼働中の気候モデルは、今日の気候の再現と将来予測が可能なまでに成熟していると言えるか。モデルによる温暖化予測のシナリオと、これまでの観測事実とで、矛盾する部分はないか。

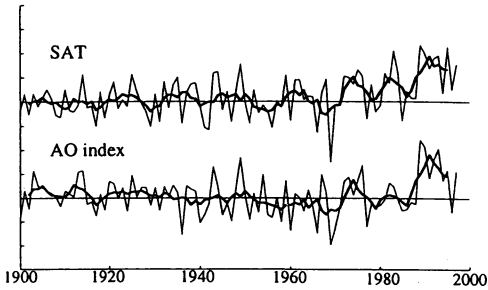
本会議の結論として、極域でどのような変化が起こっているかが、会議最終日の総合討論で Gunter Weller 教授 (アラスカ大学) の司会のもとで議論された。地球温暖化が既に進行しているという認識は、既に疑う余地のないものであり、特に北極圏では永久凍土の温度プロファイルや氷河の縮退傾向から顕著な温暖化が裏付けられている。しかし、温暖化の一部は1998年以降に登場してきた「北極振動 (Arctic Oscillation : AO)」などの自然変動による。したがって、本会議の報告の中でも、「北極振動」という概念と地球温暖化との関係を扱った研究発表に注目が集められた。

これまで、世界各地で異常気象が勃発すると、赤道上のエルニーニョとの関連を議論するのが普通であった。エルニーニョは大気南方振動 (Southern Oscillation : SO) と呼ばれる気圧場の東西の振動現象と表裏一体であり、近年 ENSO 現象として急速に研究が進んだ。それとは対照的に、北極圏を中心とする高緯度と、それを取り囲むリング状の中緯度との間に見られる気圧場の南北振動が北極振動 (AO) である (第



第1図 北極振動 (Arctic Oscillation : AO) とは、極渦が強い AO プラスのパターン (上図) と極渦が弱い AO マイナスのパターン (下図) とが10年スケールを含む広い周期帯で振動する現象のことである (K. Dewar, J. M. Wallace, D. W. J. Thompson 2001 : <http://www.atmos.colostate.edu/ao/figures/schematic.html> のホームページから引用)。

1図)。その振動指数 (AO Index) を調べてみると、第2図のように1960年以降の明瞭な地球温暖化トレンドに重なった10年スケールの振動が解析される。この



第2図 北極振動指数 (AO Index) の年々変動と対応する正規化した地上気温 (SAT) 帰帰成分の年々変動。太線は5年移動平均 (Thompson and Wallace 1998から引用)。

時系列を高緯度のシベリアを中心とする地上気温の近年の温暖化指標と対比させてみると、非常によい対応がみられ、このことから、高緯度の温暖化はパターンのには北極振動パターンとして発生していることが明らかとなっている。

したがって、地上気温の時系列に見られる1960年代以降の明瞭な温暖化トレンドは、人為的な温室効果ガスの増大に伴うものであり、それに10年スケールの大気の'自然変動'としての北極振動が重なっていると解釈できる。1990年代前半には温暖化トレンドにAOプラスの位相が重なり、急激に温暖化が進んだ。しかし、1990年代後半はAOマイナスの位相が重なり、温暖化がやや減速している。ちなみに、会議が開催された2001年の冬は、アラスカが記録的な暖冬で、日本を含む中緯度は寒冬となった。これはまさしくAOマイナスの位相であり、この年の寒冬は近年の温暖化トレンドを打ち消すほどの強いAOマイナスが発生した結果と解釈できる。したがって、北極振動を監視することで、今季の日本の寒冬は予測できたのかもしれないし、今後の予測にも重要であろう。エルニーニョと南方振動の監視で長期予報が向上するように、今後、10年スケールの長周期変動の予測に北極振動が重要な可能性がある。

和達国際会議開催中の3月8日夜は、南岸低気圧の通過で20 cmの積雪となり、この時期としては極めて希な吹雪と白銀の世界が、つくばに集結した第一線の北極研究者達をもてなしてくれた。これがAOマイナスの影響かどうかは不明であるが、極域をテーマにした本会議を盛り上げてくれたのは確かである。参加者のひとりでAOの名付けの親にあたるMike Wallace

教授 (ワシントン大学) によると、今がAOマイナスのピークなので、もう5年もすると今度はAOプラスがピークとなる。その頃にはまた記録的な温暖化が進行するかもしれないと、予測をした。このような予測が当たるものかどうか、次の5年後が楽しみである。(田中・松野・赤祖父)

## 2. 会議内容の報告

今回、和達国際会議の各セッションで発表された内容の要約は Proshutinsky *et al.* (2001) として英文誌で報告されているが、ここではその報告をさらに要約したものを紹介する。紙面の関係で、ポスターセッションを含む多くの発表を紹介できないのが残念である。会議内容の詳細については、本会議のプロシーディングを参照されたい。

### セッション1：地球温暖化の検出

このセッションの主なテーマは20世紀に見られた極域気候変動の観測的実態の報告である。

P. Jones (英国) によると、1920~1930年にかけての地球温暖化は高緯度で特に顕著に見られたのに対し、1980年以降の地球温暖化はほぼ全球で生じている、とのコントラストが報告されている。G. Alekseev (ロシア) はこの研究をさらに詳細に調べ、前半の昇温は北大西洋とユーラシア北部に集中し、後半の昇温はシベリアとカナダ北部に集中していることを示した。K. Vinnikov (ロシア) はこれらの観測された極域地上気温と積雪分布が、人為的温室効果気体とエアロゾルの効果を取り入れた GFDL の気候モデル予測と一致することを示した。

大気に限らず、海洋や海水に見られる長周期変動を Thompson and Wallace により提唱された北極振動 (AO) と比較する研究が数多く紹介された。M. Ikeda (北海道大学) は1900~1997年の海水密接度を EOF 解析とウェーブレット解析の手法で調べ、AOの影響で北極海の海水密接度が振動していることを示した。M. Wallace (ワシントン大学) は1979年以降のブイデータを用いて海水の動向を調査し、最近 (1989~1998) の10年間のAOプラス傾向と対応して北極域で低気圧性循環が強まった事を示した。また、風成循環の力学特性が原因で最近の海水層厚が減少したと推論した。

P. Wadhams (英国) は北極海を潜行する潜水艇の観測データから海水層厚が近年減少していることを示した。1970年代に行った北極海中央の解析領域の平均と比較して層厚が40%も減少し、その影響で海面の一

部が露出しだしていることを紹介した。しかし、興味深いことに層厚の減少は1990年前に生じており、最近の大気の昇温と必ずしも一致するものではない。

### セッション2：古気候の再現

このセッションの主なテーマは氷床掘削、年輪、海底堆積物、永久凍土などの調査から、古気候を再現することである。

L. Thompson (オハイオ州立大学) は熱帯や中高緯度の氷河の調査を精力的に行っており、バンケットスピーチでもその様子を詳しく紹介してくれた。広範囲の氷河の調査結果から、全球的な地球温暖化傾向は疑う余地のないものとされた。氷河調査により、温暖化の検証の他、ENSO やモンスーンに係わる数年代の変動まで読みとることができる。しかし、近年の急激な温暖化で貴重な熱帯氷河などは急速に縮退消滅しており、氷河に残るこの貴重な古気候データのすべてがあと数年で失われつつあることを危惧した。

E. M. Thompson (オハイオ州立大学) はグリーンランド上の49地点の氷床掘削記録を総合的に評価し、過去数100年の極域気候変動を議論した。その結果、予想されたように、地点間のばらつきが大きいため、1地点のデータで評価した極域気候変動の信頼性は低いことを示した。氷床掘削記録から過去のNAOを復元する試みがあるが、1地点のデータで復元する場合には要注意である事を示唆した。K. G. Azuma (国立極地研究所) は北極圏の5地点の氷床掘削データから過去200年の塩化物濃度を分析し相互に比較した。近年の塩化物濃度の増大は海水の縮小、つまり温暖化に対応すると考えられる。しかし、この研究においても地点間の解析結果のばらつきが大きく、1地点の結果から結論を出すことの危険性が示唆された。

T. Nakazawa (東北大学) と T. Hondoh (北海道大学) は1993~1997年に南極ドームフジで行われた2503 mの掘削結果を報告した。この結果から過去300,000年の古気候復元が可能であり、今後一層の解析が望まれる。T. Nakatsuka (北海道大学) はオホーツク海の3地点の堆積物の調査から過去120,000年の気温と海水の古気候復元を試みた。海水によって運ばれる堆積物の変動から塩分変動の復元が試みられているが、3地点のデータのばらつきが大きく、今後、矛盾点についての解釈が必要である。

地球温暖化問題において氷河や氷床などに記憶された古気候データの復元は非常に重要であり、巨額の研

究費を投資して得られた1地点の観測データをもとに地球温暖化問題を議論することは、重要な第一歩となる。しかし、後続の研究投資により観測点の数が増えてくると、先行研究の矛盾点がうきぼりにされ、不確かさが増大し、地球温暖化問題の議論がむしろ霞んでくるのは皮肉なことである。

### セッション3：気候システムの相互作用

このセッションの主なテーマは、極域気候変動の背景にある気候システムの相互作用とフィードバックに対する研究成果報告である。

M. Serreze (コロラド大学) は北極海に流入する主要河川からの淡水が、気候システムの変動に重要な役割を果たしていることを示し、この河川流量の変動には夏季の北極前線の活動が影響していると主張した。N. Sevelieva (ロシア) と I. Semiletov (ロシア) はシベリアの主要河川流量と沿岸の海水面積に有意な相関を見いだしている。

R. Stone (コロラド大学) は極域で特徴的に繰り返される春先の急な雪解けとそれに伴うアルベドの急変に着目し、アラスカでの雪解け日が1960年代と比較して最近では8日も早まったことを明らかにした。放射過程により一日あたり150 W/m<sup>2</sup>もの加熱差がこの時期に生じていることを示した。

K. Kodera (気象研究所) はシベリアの地上気温と50 hPaの極渦強度との対応を調べ、両者に共通したトレンドを確認した。二酸化炭素の増加に伴う地球温暖化は、放射過程により低緯度対流圏の昇温と高緯度下部成層圏の降温をもたらす、それが下部成層圏の極渦の強化に繋がるものと解釈できる。成層圏の極渦の変動が対流圏に伝播することで、北極振動(AO)パターンが形成されることを示した。H. Tanaka(筑波大学) は極渦に伴う大気の傾圧性により、高緯度に運動量を集積させるような傾圧不安定モードが励起されることを示し、これが極渦に正のフィードバックをもたらすことで北極振動(AO)が発生することを提唱した。

L. Hinzman (アラスカ大学) は極域気候変動に与える永久凍土の影響を観測とモデルの双方から調べ、温暖化や森林火災により永久凍土が一時的にでも完全に解けてしまうと、表層湿地の水が地下水として深層へ浸透し、不可逆的に乾燥化が進行するため、ツンドラ池が消滅し、生態系にも不可逆的な変化をもたらすというモデル結果を紹介した。

#### セッション4：気候モデリング

このセッションの主なテーマは、気候モデルを用いた将来予測や極域プロセスの理解、モデル相互比較に見られる極域の特徴を報告することである。

J. Walsh (イリノイ大学) は多数の気候モデルの相互比較から、極域で何が問題になっているのかを解説した。地球温暖化は、どのモデルにおいても極域で最も顕著に現れるのであるが、モデルによる将来予測が最もばらついてしまうのもまた極域である。特に、降水量分布と雲量分布は季節変化の仕方が逆に予測されている場合もあり、観測との矛盾が甚だしい。このようなモデル間の不一致を解消するためにも、より正確な北極圏の地上気圧分布、地上気温分布、地上風、降水量、雲量の実態の把握が必要である。

T. Delworth (プリンストン大学) は、観測に基づく温室効果気体の増加とエアロゾルを考慮した GFDL の大気海洋結合モデルにアンサンブル技法を導入して、20世紀の気候変動の再現を試みた。モデル大気には外部強制に重なって明瞭な10年スケールの自然変動が見られた。変動の位相は現実大気と一致することはないが、変動の特徴は現実大気と共通する部分が多い。実際の温暖化は外部強制と自然変動が同程度に重なって生じているようである。

K. Dethloff (ドイツ) は0.5度グリッドの領域モデルを用いて、北極圏の年変化の再現を試みた。与えた境界条件は ECMWF の解析値である。このモデルにより、北極圏の地上気圧の年変化や海水面積の年変化が正しく再現されることを示し、北極ヘイズが平均で2°Cの冷却効果をもたらすことを主張した。

A. Noda (気象研究所) は IPCC で引用されている約10種類の大気海洋結合モデルの相互比較を行い、どのモデルにおいても地上気圧の第一 EOF モードは北極振動 (AO) のようなパターンになることを示した。北極振動は大気其自然変動であるが、興味深いことにトレンドとして現れる温暖化パターンもまた、この自然変動である北極振動と同じパターンになっていることを示した。

#### セッション5：気候変動の影響評価

このセッションの主なテーマは、気候変動が生じた場合の北極圏に与えるインパクトを具体的に評価することである。

W. Oechel (サンディエゴ州立大学) は温暖化した場合のツンドラ表面でやり取りされる二酸化炭素とメタ

ンのフラックス変化に注目した。ツンドラは大量の二酸化炭素とメタンの貯蔵庫となっているが、温暖化によりそれが大気に放出されると正のフィードバックにより温暖化が加速されると考えられる。これまで、ツンドラは二酸化炭素のシンクであるとの説があったが、最近の観測ではソースとなっていることが示された。詳細に調べてみると夏季にはシンクで冬季にはソースとなっており、年平均してみるとソースになっていることを明らかにした。

K. Yamaguchi (東京電力) は永久凍土の数値モデル実験により、温暖化した場合に永久凍土から放出される温室効果気体について調べた。その結果、温暖化により永久凍土帯は冬季には昇温する一方で、夏季にはより湿潤化し温度は逆に下がることが予測された。

G. Weller (アラスカ大学) は温暖化により引き起こされる北極圏の経済的なインパクトに言及している。温暖化が起こった場合の石油ガス産業、鉱山業、交通、農業、漁業、林業、さらにはイヌイットの生活様式に見られる変化などを事細かに評価した。

最後に H. Kitagawa (船舶技研究所) は温暖化した場合に北極海が開けて、その恩恵で北方航路が可能となった際の経済的影響評価を行った。極東やアメリカ西海岸とヨーロッパを結ぶ航路はパナマ運河やスエズ運河を通過する。北方航路が開ければより経済的に短時間で物資を輸送することができ、その経済効果は甚大であることを指摘した。

#### セッション6：総合討論

最後に行われた全体集会では、参加者全員による極域気候変動の問題点について活発な議論が交わされた。最近の極域気候変動の共通認識をまとめると、以下ようになる。

- (1) 極域の地上気温には0.8°C/100年の昇温傾向が見られる。
- (2) 降水量には30 mm/100年の増加傾向が見られる。
- (3) 海水面積には10<sup>6</sup> km<sup>2</sup>/100年の減少傾向が見られる。
- (4) 海面水位には10 cm/100年の上昇傾向が見られる。

20世紀に見られたこれらの長期トレンドに重なって、10~15年の周期で変動する要素も報告されている。

- (1) 北極海の海水は大気循環の変動に伴い、時計廻り、反時計廻りを10~15年の周期で繰り返している。
- (2) この反転はアイスランド低気圧とシベリア高気圧

の強度と関係し、比較的急激に発生するため、気候シフトと呼ばれている。

- (3) この気候シフトの発生は北極振動(AO)パターンとして現れ、地球温暖化の空間パターンとも一致する現象である。

最近の温暖化研究の中には、研究資金獲得のため、やたらと内容が誇張された論文や研究発表会が入り乱れている。このような物理的根拠や理解を伴わない形だけの研究の氾濫は、政策決定者に間違った結論と方向性を与えるものとして憂慮されるべきものである。

気候変動という言葉の定義にしても、最近の研究の中には混乱を招くような定義が氾濫している。例えば、気候とは天候の数十年平均場に見られる地域の特徴を議論したものであるが、気候の年々変動(interannual climate variability)の研究、とか10年スケールの気候変動の研究、などは本来の気候の定義からはみ出した内容になっていることに誰も注文をつけない。

北極圏の観測的研究は今後一層重要なものとなるが、1992年以降の観測合理化計画により、地上観測網はむしろ手薄になり、時代の流れに逆行しているといえる。今後は、国際協力に基づく長期的な北極圏観測態勢の充実と、大気海洋海氷の相互作用を考慮した4次元同化再解析データの構築、自然変動の定量化と人為的変動との分離、全球や領域モデルによるプロセス研究の一層の充実などが必要である。(Proshutinsky, Walsh, Tanaka, and Weller)

### 3. 再び学術担当としての印象

会議の成り立ちからも、また気候変化の現れ具合からも、「極域」と言っても北極が中心にならざるを得なかったことはやむを得まい。今、北極域が熱いのである。

個人的な状況を言えば、前回、5年前の第1回和達会議の際には、南極の研究を進めていたものの、まだ北極研究に実績がなく、ようやく北極のことも勉強し始めた時期であった。多くの発表は新しい内容が多く、フォローするのが精一杯の感が強かった。あれから5年、私も少しは北極の事情に通じるようになった(その間に1年半の南極行きはあったが)。

実は、この5年間は、北極に10年規模で大きな変化が起こっている、1990年代に入って“Changing the Arctic”と呼ばれる大きな変化を受けていることが明瞭になってきた時期であった。既に5年前にも発表の中にはこの地球温暖化に伴う北極域の変化の兆候は語

られていた。しかし、多くの論文として皆の目に触れる形で明らかにされたのは、あるいは北極域の気候変化が顕在化したことが明瞭になったのが、この5年であったと言えよう。“Dear Colleague”で始まるワシントン大学極域科学センターのJ. Morison, K. Aagaardを初めとした北極気候研究者達によるレター(“An Open Letter Describing a Program for a Study of Arctic Change”, 1997年7月)が出され、これを受けた“Study of the Arctic Change Workshop”(NSF, 1997年11月)が催され、この中で、次々と起こる北極域の変化が要約されている。北極陸域での気温の上昇、海水域面積の減少、海水厚の減少、北極海への大西洋起源の温暖な水塊の進入、海面気圧の低下、大気循環場の変化、海水漂流渦の変化、さらにこれらの変動が、氷床コアの変動に、グリーンランドの降水量変動に、さらには北極域の雲量変動にも見られるではないかといった話。そして、これらの変化が「北大西洋振動(NAO)」という大気循環場のパターン変動と関連している、さらに極め付けが北極海と周辺域の環状パターンでの振動現象「北極振動(AO)」と対応しているというThomson and Wallace論文であった(前章参章)。この考え方の本質は既に我が国でも提唱されていた概念であったが、「北極振動(AO)」と名付けたこと、言葉の威力は絶大なもの、以後の状況は多くの方もご存じのように、北極の現象は全てAOで説明がつくのではないかの如く、「AO」を標ぼうした国際会議がめじろ押しに開催されたものであった。2001年を迎え、既に議論が尽くされたのか、はたまたAOマイナスのせいか(?), 今会議ではむしろ落ち着いた、覚めた冷静な議論がなされたような印象であった。

全体の発表を通じ、冒頭のJ. Walshの基調講演は大変包括的で、まさにこの5年間の成果を明らかにし、また依然不確実な点、モデルと観測が整合しない点を指摘した、分かりやすいものであった。M. Serrezeの講演は、北極域の気候にとって要になる水循環の諸相をまとめたもので、明快な話であった。その他、我が国からの南極ドームふじ氷床深層掘削コアに関する2件の講演は、他の多くの発表とは異なった時間スケール、過去30万年の変化を論じたものであったが、大変精緻な議論を進め存在感を示したものであった。海外からの招聘者ではモデルの人、解析の人は多かったものの、北極海での一大プロジェクトであったSHEBA(Surface Heat Budget of the Arctic Ocean 1997~1998)など意欲的な観測を行った現場に精通している

観測屋さんが少なく、今の生の状況を語ってくれる人に来てもらえなかったのは幾分残念であった。呼び掛けはしたものの、未だ解析の最中でとてもシンポジウムに参加する余裕がないとのことであった。今後の成果に期待したい。

ポスター発表では、ロシアからの発表で取りやめになったものが多く出たこと、旅費の問題、ビザ取得の問題と、いつもながら残念なことであった。一方、我が国からは若手の発表が多く、いずれも力作ぞろいであったことは大変頼もしく、これからの極域気候研究の将来も明るいと、前回にも増して意を強くした次第である。(山内)

### 謝 辞

アラスカ大学地球物理研究所における和達講座は、エネルギー総合推進委員会の協力により現在以下の企業9社からの寄付金に基づいて運営されています。東京電力(株)、中部電力(株)、関西電力(株)、電源開発(株)、東京ガス(株)、大阪ガス(株)、(株)東芝、(株)日立製作所、三菱重工業(株)。

そして、第2回和達国際会議開催にあたり、日本気象学会および茨城県科学技術振興財団から助成金を受けました。ここに記してお礼を申し上げます。なお、和達国際会議英文要旨集をご希望の方は、第2回和達

国際会議事務局<sup>1)</sup>まで御連絡ください。

最後に本会議に協力して下さった秘書及び学生の方々、そして事務局の雑用を献身的に手伝って下さった本田恭子さんに感謝します。

### 参 考 文 献

- 和達国際会議 LOC 委員会1996: 極域気候変動に関する和達国際会議の報告, 天気, 43, 53-60.
- D. Normile, 1995: Polar regions give cold shoulder to theories, Science, 270, 1566-1566.
- Proshutinsky, A., J. Walsh, G. Weller and H. L. Tanaka, 2001: The second Wadati conference on global change and the polar climate, AMS Newsletter, (submitted).
- Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace, 1998: The arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields, Geophys. Res. Lett., 25, 1297-1300.
- Walsh, J. E., H. L. Tanaka and G. Weller, 1996: Wadati Conference on global change and the polar climate., 7-10 November 1995, Tsukuba, Japan, Bull. Ameri. Meteor. Soc., 77, 1268-1273.

<sup>1)</sup> 〒305-8571 つくば市天王台1-1-1, 筑波大学地球科学系 田中 博氣付, 第2回和達国際会議事務局



### 一 覧 表

教官(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)の公募	822
第6回宇宙環境利用に関する地上研究公募のご案内	848