

## IAMAP 第5回研究集会の報告\*

—レディング, 1989年8月—

浅井 富雄\*\* 他

## 1. はしがき

国際気象学大気物理学協会 (IAMAP) 第5回研究集会が1989年7月31日～8月12日英国のレディング大学ホワイトナイツキャンパスで開催された。参加者は900名を越え、7月24日から近くのエクセター大学で開かれていた IAGA 第6回総会参加者の一部も加わり、最終的には1,000名に達したようである。日本からの参加者は30名であった。参加者の大部分は広大なキャンパス内にあ  
る residence hall に宿泊した。

開会式はレディング市内の Hexagon Theatre で行われた。王立協会を代表して気象局長 J.T. Houghton, レディング大学副学長 E.S. Page, 州と市の代表の歓迎の辞、最後に政府代表として環境庁次官 V. Bottomley 女史は歓迎の挨拶というより地球環境問題について熱弁を振るった。数カ月前のオゾン層保護ロンドン会議の余奮さめやらぬ感じであった。

Pearce 教授以下レディング大学気象学教室のスタッフ、学生等一家総出で大会の運営にあっていた。

第2週の8～9日に気象、海洋、陸水に関する各国計測機器会社の展示が METEX '89 と称して会場近くで行われた。

## 2. 会長招待講演

開会式に引き続き総会行事として President's Lectures と称する4つの講演が昼食をはさんで行われた。

(1) Regional Pollution, F.B. Smith (UK Met. office)

Response, R.A. Pielke

(2) Advances in Numerical Weather Prediction,

L. Bengtsson (ECMWF)

Response, R.C. Sutcliffe

(3) Understanding the Earth System, F.P. Bretherton (Univ. Wisconsin)

Response, H.J. Bolle

(4) The Global Water Cycle: Observational Needs and Opportunities, V. Suomi (Univ. Wisconsin, USA)

Response, J.T. Houghton

これらは本大会のハイライトを象徴している。同時に報道関係者の取材にも積極的に応じ、IAMAP と社会との接点の役割も果たしていた。地球環境問題についての関心は高く、テレビ、新聞等にもとりあげられていた。夕方レディング大学のロンドンロードキャンパスで州 (パークシャー County) と市 (レディング Borough) のレセプションがあった。また、第2週の初日7日に同所でレディング大学と王立協会のレセプション、会期中に王立 Shakespeare 劇場での観劇、Hampton Court 宮殿でのバンケットなどの催しが行われた。

## 3. 研究集会の構成

長短とりまぜ17課題のシンポジウムは全体にわたる Association シンポジウム4と Commission (複数 Commission の共催) シンポジウム13とから成っている。最後に2題の Workshop が加えられた。

## 3.1 Association シンポジウム

(1) Global Energy and Water Fluxes (5日間)  
IAHS, IAPSO, JSC/WCRP 等と共催

(2) Middle Atmosphere Sciences (4日間)  
IAGA, SCOSTEP 等と共催

(3) The Global Weather Experiment—10 Years Later (4日間)  
IAPSO, WMO 等と共催

(4) Atmospheric Trace Constituents and Globa

\* Report of the Fifth Scientific Assembly of the International Association of Meteorology and Atmospheric Physics, Reading, UK, 31 July-12 August 1989

\*\* Tomio Asai *et al.*, 東京大学海洋研究所.

Change (5日間)

IAPSO, IAHS, SC/IGBP, WMO 等と共催

### 3.2 Commission シンポジウム

- (1) Meteorological Aspects of Mesoscale and Long-range Pollution Transport (2日間)  
ICACGP, ICDM
- (2) Meteorology and Climate of Mars (1日間)  
ICPAE, ICDM, IRC
- (3) Remote Sensing of Atmospheric Constituents (2日間)  
Remote Sensing Society, ICACGP, IRC
- (4) Noctilucent Clouds (半日間)  
ICMUA, ICCP, ICPM, IRC
- (5) Mesoscale Phenomena: Analysis and Forecasting (4日間)  
WMO, ICCP, ICDM, IRC
- (6) The Earth's Radiation Budget (3日間)  
JSC/WCRP, IRC
- (7) Mesoscale Processes in Extratropical Cyclones (2日間)  
WMO-CAS, ICCP, ICDM
- (8) The Transmission of Radiation by Atmospheric Gases (2日間)  
IRC
- (9) The Influence of Polar Regions on Global Climate (2日間)  
SCAR, ICCL, ICPM
- (10) Boundary-layer Parameterization and Larger-scale Models (1日間)  
WMO-CAS, JSC/WCRP, ICDM
- (11) The Effects of Aerosols and Clouds on Climate (3日間)  
JSC/WCRP, ICACGP, ICCL, ICCP, ICDM, IRC
- (12) Remote Sensing in the Polar Regions (2日間)  
SCAR, RSS, ICPM, IRC
- (13) Large-scale Nonlinear Dynamics and Atmospheric Flows (1日間)  
WMO-CAS, ICDM

### 3.3 Workshops

- (1) Needs and Opportunities for studies of Mesoscale Weather Systems (2日間)
  - a) Numerical Prediction Models

b) Observational Studies

- (2) Global Data Sets for Climate Research (1日間)

平均4会場, 多いときには5会場で平行して行われた。いつものようにポスターセッションも設けられた。この種の大きな研究会によくあるキャンセルは口頭発表については少なく, ほぼプログラム通り整然と行なわれた。

前回 IAMAP 総会での注文に従って, 今回は各セッションの冒頭に invited review paper が配され, それぞれ extended abstract が用意され一般に好評であった。それだけにパラレルセッションのためそれらの一部しか聴けないという不満が多い。

各シンポジウムの概要は参加者の分担執筆で第79項目に述べられる。

### 4. Business meeting

8月1日と9日のそれぞれ夕方に総会, その間3回の執行委員会, 10 Commissions の各専門委員会 がそれぞれ開催された。

主な議題は, (1) IAMAP 機構改革, (2) 各 Commission の活動報告, (3) 1991年 IUGG 総会 (ウィーン) でのシンポジウム課題の提案, (4) 1993年 IAMAP 第6回総会開催地, (5) 1989~91年の IAMAP 関係研究会予定, (6) 出版, (7) 人事, (8) 財務等であり, 第6項で紹介される。

IAMAP, WMO, RMS の他に企業等からの寄付金を約80人の若手研究者や発展途上国からの参加者の旅費の一部補助にあてていた。

### 5. IAMAP (1993) の日本開催

かねてから日本学術会議気象学研究連絡委員会 (IAMAP 国内対応体) と日本気象学会が次回 IAMAP 総会を日本へ招致すべく準備してきた。前回総会以来, 日本の意向がよく浸透していたこともあり, 満場一致で日本での開催が承認された。日本への招致提案の際, 下記の事項を主旨説明に入れておいた。

- (1) IAMAP 総会はこれまでアジア地域で開催されることがない。最近20年間, GARP, MAP, WCRP など大きな国際協同研究計画が既に実施され, また, 実施・計画されつつある。これらは世界中の関係機関の緊密な協力を要し, 大気科学の発展のみならず, 地域間のギャップを埋め国際協力の推進に貢献している。その意味でも, 今やアジアのどこかで

IAMAP 総会を開催する機は熟しており、日本の招致は時宜を得ている。

- (2) 最近10余年来、大気科学の発展に呼応して、IAMAP は関連する他の国際学協会との協力にも努力を払ってきた。すなわち、IAMAP は1977年シアトル、1981年ハンブルグで IAGA と、1985年ホルルで IAPSO とそれぞれ合同集會を開いた。数年前より IAHS との合同集會の希望が両者の間で高まっていたが、1993年 IAHS 総会の日本開催が決定した。地域的、地球的規模の水循環、大気-陸域相互作用を始め多くの課題について IAHS と合同集會を持つ好機である。

このように、IAMAP 第6回総会(1993)はアジア地域で最初の総会であり、IAHS 第4回総会との合同集會となる。IAPSO, IAGA, WMO 等との協力も考慮して総会が成果をあげ得るよう努力しなければならない。

## 6. 執行委員会

廣田 勇(京大・理)

IAMAP 集會の期間中に、Executive Committee (執行委員会)の会合が3回開催された。今回の顔ぶれは会長(Tucker)、副会長(Labitzke, Soulage)、幹事(Kuhn)、EC メンバー (Avaste, Hirota, Ohring, Zhon)、それに各 Commission の代表数名および顧問(London, Pearce)。以下に議題の主たるもののみを報告する。

- (1) IAMAP の再構成について：前回の Vancouver 集會の際に、IAMAP Commission の数が多すぎるので他の Association にならった再構成が必要であるとの議論がなされ、それを受けて、今回、研究テーマ別をやめてむしろ空間領域別の5つの Division にしてはどうか、との案が出された。しかし、会期中に開かれた各 Commission の意見は現状維持を望むものが多く、結局、一挙に構成を変えることはせず、関連の深い Commission 同志がその活動において徐々に結合してゆくことが適当であるとの結論に到着した。同様に、IAMAP の名称そのものも変えずにおくこととし、Pを Physics に限定せず、Processes の P と読みかえることにした。

(2) IAMAP Publication について：今回の初日の会長演説、特別招待講演、および各シンポジウム中の特に優れたレビュー等を一冊にまとめた本を英国気象学会から出版する案が示されたが、会期中のアンケート調査により、要望があまり多くないと判断され、この出版は見合わせる事となった。

- (3) 1991年の IUGG について：2年後の1991年8

月にウィーンで開かれる IUGG 総会に関し、IAMAP が責任を分担する Union シンポジウム及び他の Association と共催するシンポジウムのタイトルが承認された。それ以外に IAMAP の各 Commission 主催のシンポジウム案も数多く提出され、今後 convenor の人選や日程の調整などが行われることとなった。

(4) IAMAP 1993 について：次回の IAMAP (1993年)の開催については、上記浅井氏の全体報告にあるとおり、日本からの立候補がそのまま異議なく認められた。原案は1993年8月横浜であるが、時期(季節)については暑さを避けたいとの希望もあり、今後更に検討する余地を残すこととした。

(5) 役員改選について：IAMAP 執行部の任期は4年単位であり、次回の IUGG 総会時に改選が行われる。今回はその準備として、次期役員候補者を指名する委員会メンバー4名を選出した。

(6) IAMAP Resolution : WCRP や IGBP のような国際共同プロジェクトにおけるデータの重要性に鑑み、IAMAP から、このようなデータの取得に関与する各機関に対し、研究目的に則した質の高いデータの取得・蓄積・管理・提供に協力するよう要請する、との趣旨の Resolution を採択した。

以上のような執行委員会の議決事項は、8月9日夕刻に開かれた IAMAP Final Plenary に提出され、すべて承認された。

## 7. IAMAP シンポジウム

### 7.1 The Global Weather Experiment

—10 years later—(GW)

#### (1) GW. I ~ II

谷貝 勇(気象研)

1979年に行われた GWE (全球気象実験)によって得られた FGGE データセットは大気大循環の理解のみならず、モデリングや数値予報の精度向上に大きな役割を果たしてきた。このセッションでは、GWE がもたらしたインパクトの過去10年間における集大成と見ることができ、GX と同じ最も大きな集大成で開催された。最初に、Krishnamuruti による熱帯気象学についての invited review paper があった。この中で、FGGE 以降の熱帯における数値予報の精度向上は、観測データとその解析手法及びモデリングの発達によってもたらされたことが強調された。解析手法として、ECMWF では IIIb データの作成に3次元の multivariate optimal interpolation を用いたが、その後の final IIIb データや GFDL での

解析では non-linear normal mode initialization が用いられている。最近, global model によるハリケーン(台風)の形成と発達の子報精度が向上してきたが, これにはデータ解析以上に物理過程のパラメタリゼーション(deep cumulus convection や surface layer の explicit な表現), 地形の表現(envelope mountain) が寄与している。蒸発と降水に関する spin-up の問題は, initialization に積雲の効果(a reverse cumulus parameterization)を入れて改善された。また, modified Kuo-type の積雲のパラメタリゼーションが有効であるが, 熱帯における cyclogenesis や台風の子報では PBL の鉛直解像度を高めることが必要である。Krishnamuruti は Florida State University (FSU) の GCM を用いた台風の子報実験を示した。

Hollingsworth は FGGE final IIb データにおける発散風のバイアスを論じた。また, 彼は ECMWF への見学者に解説をしていて, デモンストレーションとして示した 1/6 度の解像度で見たヨーロッパの地形は非常に realistic であった(ECMWF では将来のモデルの水平解像度を 1/6 度にする計画とか, こうなるとグローバルメソモデルの趣になる)。Kasahara は, ECMWF, GFDL, GLA, NMC で作られた Level IIIb データの日々の変動を通じた比較をした。各データを比較した例はいくつかあり, Mo も上部対流圏の渦度収支を通して調べた結果, NMC と比べて ECMWF の発散が弱くでていることを見いだした。FGGE データ(あるいは客観解析されたデータ)には定点のゾンデ観測以外に非定時の船や衛星データを含んでいる。このため, このように加工されたデータは(非常に使いやすい形になったが) quality check を必要とする。どこまでが真実で, どこまでが解析手法やモデルに depend しているのか, 各機関で作成されたデータの優劣(?)は定かでないが, 逆に我々は各データの違いを基に現実に対する誤差を議論することができる。いずれにしても, 過去10年で低緯度のデータ解析は非常に進展した感があった。

筆者は, MAP のセッションで“Stratospheric sudden warmings simulated by the MRI GCM with a gravity wave drag parameterization”, GW で“Non-migrating thermal tides detected in data analysis and a GCM simulation”の口頭発表を行った。Non-migrating tide の話は最近の JGR に発表したもので, MA のセッションでは外国の研究者の発表で既に引用されていた。

1,000名を越える研究者がワイワイとやるのは壮観なものである。ただ, その中で日本の研究者の contribution

が, 全体としては少なかったのが気になった。気象学会のレベルから言えば, ポテンシャルの10分の1位しか国際的な影響を与えていないのではないと思われる。国際交流は重要である。

## (2) GW. II~IV

佐藤 康雄(気象研)

### GW. III : 南半球

南半球の循環についてのセッションで, Trenberth による招待レビュー論文の後, 4つの論文が発表された。座長を予定されていた P.J. Webster が欠席のため, 浅井教授(東大・海洋研)が急拠代役に立たれた。Trenberth は, 1~10日の時間スケールに限定して, 南半球の現象について述べ, 特に GWE 期間の観測の充実が南半球の現象の解明に及ぼした impact を述べた。たとえば, 当時使用された浮遊ブイは1980年で使用停止しているのので, GWE の時のデータ・カバレッジが今でも最善である(TOGA 計画の実施と共に, 浮遊ブイは1985年1月以来, 再配備されつつある)。塩谷(京大)は, 南半球対流圏の冬と春の高度場に周期1~2カ月の60°Sを中心にした順位的シーソーパターンが見られることを指摘し, それらは二重ジェットの出現とも対応しており, 総観規模擾乱による水平運動輸送が重要な役割を果たしていることを報告した。M.J. Revell, J.N.-Paegle & E. Collini (CAC/NOAA の K.C. Mo が代読)の発表は, それぞれニュージーランドの regional model の境界を global model の出力で更新する話と南アメリカ上の循環についてのデータ解析の話であるが, どちらも data sparse region での assimilation system の違いによる影響を問題にしていた。

### GW. IV : 中期予報

Prof. Lindzen を座長として開かれた。各国のルーチンモデルのパフォーマンスの競演のようであった。日本の中期予報モデルについての発表がないのは少し残念だった。モデルの系統誤差の除去についてと同様, いずれこのモデルもブロッキングの始まりの子報実験に取り組み, 大体において, うまくいっていないようであった。ECMWF のモデルによった Tibardi *et al.*, フランスのモデルの Chapelet *et al.*, NMC モデルの G. White & P. Caplan 等である。White & Caplan は1988年に帯状平均された気候値の雲を interactive clouds (雲を診断的に予報し, 放射過程にフィードバックさせる)に変えたことが, 系統誤差の多くを改善したと報告していた。Tibardi らは, モデルがブロッキングレジームに入れない

い(レジームを表現できない)ことが、結果としてモデルの系統誤差の一部をつくり出していると指摘した。GWEの10年後を期して開かれたこのシンポジウムにおいてもブロッキングの始まりの予報は依然として世界中の中期予報に立ちはだかる難関であるという状況は変わっていなかった。2年後のウィーンでのIUGGにおいても、特に「天候レジーム」についてのセッションを一つ設けることが決ったそうであるが、天候レジームとブロッキングの問題は、科学的な面からも、数値予報の面からも焦眉の問題であり続けるようだ。

資料を英国から船便で送ったのですが、まだついていないので、あやふやな記憶にたよって書いたことをおこわりしておきます。

### (3) GW. VI

西 憲敬(京大・理)

ここ数年、熱帯気象学の最も大きな問題のひとつである30~60日変動については、招待講演を含めて11の発表がなされた。シンポジウムGWの中ということもあり、ほとんどがデータ解析に関するものであった。最初にこの現象の発見者のひとりであるMaddenが、観測結果を主体としたReviewを行った。今までに明らかになった現象のさまざまな側面がよく整理されていたが、最近の研究に多くふれられなかったのは残念であった。一般講演では、雲群の東進を中緯度地域を經由するRossby波の伝播によると考えたものや、現象の励起におけるMid-Pacific troughの役割を論じたものなど、赤道付近のみならず中緯度方面まで含めてメカニズムを考えたいくつかの発表が目をついた。また気圧場のふるまい、帯状平均場や角運動量にみられる特徴などについても報告された。30~60日変動については、基本的なデータ解析がひととおりなされて、東進速度などいくつかの特性はGCMや理論的考察でも示されたが、変動の励起メカニズムや「周期」を決める要因など多くの主要な問題は未解決である。今回は、これらに直結するような発表は少なく、また会議全体として熱帯研究者が多くなかったこともあり、質疑応答をはじめ、総じて活発であるとはいえない印象をうけた。

### (4) GW. VII

余田 成男(京大・理)

GFDLの都田先生が、セッションの招待講演をされた。要点は次のとおり。

- この10年で、1週間以内の予報に関しては十分自信

を持てるようになった。

- 数カ月先の季節予報に関しては、大気-海洋結合モデル等、熱慣性の大きな部分も予報するモデルを用いて研究が行われている。分解能や物理過程など問題点が多いが、挑戦しがいのある“夢”である。

- 1週間から1カ月予報は何らかのアンサンブル予報をやることになろうが、“ブロッキング”状態になる時の予報がカギである。

この分野で最先端を走り続けておられるだけに、その一言一言に重みを感じられた。また、現在も海洋モデルに挑み続けられているその姿勢に感動した。

続いて、ECMWFとNMCの現状報告があった。我が国の気象庁は、発表こそなかったが、今度の新全球モデルで世界最先端に立つことになる。これらの機関が予報分野の索引車であり続けることに疑いはない。

大学からは、「英国大学連合全球大気モデル計画」(UK-UGAMP)の結果やハンブルグ大学のGCM実験の話があった。これらはECMWFのモデルを元にしたものである。発表を聞きながら、シアトルでNCAR-GCMのソース・コードを眺めていたところ(1週間程でその理解を断念したが)を思い出した:各サブルーチンをブラックボックスにして、単なるGCMユーザで居られるだろうか? その時、自由な発想でモデル実験が行えるのだろうか? モデルはコンピュータの進歩にとり残されないだろうか?……結局、私個人としては、素朴なところから自分で組み立てるしか無いかな、と納得した。彼らは、どう納得し、どう進展してゆくのだろうか?

### (5) GW. VIII~X, AP

田中 博(アラスカ大)

IAMAPでの発表は既に論文になっている内容を国際会議の場で再発表するケースが多い。加えて“GWEの10年後”というシンポジウムでは真新しい発表は少なかった。興味の対象はむしろ誰がレビューを行い、そこに誰の研究結果が引用されているかにあった。勿論、これはかなり主観的判断ではあるが、今回のレビューからGWEの成果の要約をつかみ取ることができる。

モンスーンに関しCadetがレビューを行った。アジアモンスーンの理解にとってFGGE, MONEXの成果は大きい。大循環との関連でアジアモンスーンを議論する場合、200mb面上の発散風の流線解析の結果が理解に役立つ。これによると、東アジア夏季モンスーンとインドモンスーンは融合して単一の発散場を形成し、地球

を取り巻く東西循環の一端をなしている様子が理解される。今後は長周期変動の予測、経年変化の研究などが中心課題となるであろう。

大規模過程の講演数は11あり、Halpern がレビューを行った。GWE の主目的の中でも長期予報技術の向上と大循環の気候状態のシミュレーションの2つは海洋学と密接に関係している。GWE により大気・海洋相互作用の知識は増大し、これにより熱帯海洋循環の予報精度が向上し、中緯度海洋循環における海洋前線と渦に関する理解が深まった。今後の課題はGWE, TOGA により得られた豊富なデータ、理論、モデル、その他の技術を巧みに総合・拡張し、世界海洋循環実験(WOCE)へとつなぐ事であろう。

大気大循環の講演数は5つあり、Holopainen がレビューを行った。大気大循環研究におけるGWE の役割は、(1) 非断熱加熱場の信頼のおける見積り、(2) 全球大気エネルギー流の定量的評価、(3) 角運動量、渦度等の収支の再評価にまとめられる。(1)に関するGWE の成果は充分にあったと言える。(2)、(3)に関しては、過去に半球データに基づいて得られた知識と大きく異なるものではなかった。

その他、ポスターセッションが6つあったが、ポスターは休憩室に展示すべきとの主張があった。国際会議における外国人の英語による発表の技術の向上が今後一層望まれる。

## 7.2 Middle Atmosphere Sciences (MA)

塩谷 雅人(京大・理)、神沢 博(極地研)

中層大気(MA)セッションは今回のIAMAP の中でもGW, GX と並ぶ主要なセッションの1つで、5日間におわり招待講演も含めた口頭発表約100編、ポスター発表約30編の研究発表が行われた。以下では、いくつかの招待講演を中心にしながら中層大気研究の現状について概観したい。

Fritts (アラスカ大) は中層大気中の重力波の観測について、話の前半では重力波のスペクトル特性に関するレビュー、後半は東太平洋から北アメリカ大陸にわたる領域別(海上、山岳部、平原部)の重力波の活動性に関する研究発表を行った。これからはいよいよ重力波の生成に立ち入った研究が面白くなってきているようである。そう言う意味でルーチンのバルーンデータ(Hirota & Kitamura: 京大)や、LIMS 衛星データ(Fetzer & Gille: NCAR)を用いた解析は、重力波の生成に関する先駆的研究になりうるように思う。

Hitchmann(ウイソコンシン大)はジャマイカ(ペルー)でのMST レーダーによる観測結果を発表した。彼のコメントにもあったが、赤道域で見られるQBO やSAO を理解する上でケルビン波やロスビー重力波が重要であることは指摘されているものの、これらの波の平均流に対する定性的な影響や、その成因はほとんど分かっておらず、これらがこれから明らかにすべき問題である。

O'Neill (イギリス気象局) は成層圏循環の季節進行が南北両半球でどのように異なるかについて発表した。内容的には新しくはなかったが、両半球は我々にとって唯一の比較(思考)実験を行える場であり、成層圏循環を理解するための鍵が両半球の比較からまだまだ見つかることであろうと思わせた。

Labitzke(ベルリン自由大)は冬季極域の温度をQBO の位相によって2つに分けるとSolar cycle と非常に良い相関があるという彼女の発見をレビューし、証拠を追加した。統計的有意性があるのかと言うコメントは当然あるものの、彼女が示す図を見るかぎり何かありそうではある。今のところもっともらしいメカニズムも提出されていないが、おうおうにして、世紀の大発見と言うのは最初は誰も本気にしないような何でもなしな観測事実であったりするものである。

McIntyre (ケンブリッジ大) は大規模輸送過程を論じるため、strain 解析の有効性、乱流の非一様性、フラックス-勾配関係が成立しないこと等を述べた後、downward control principle—放射緩和時間に比べて十分長いタイムスケールで見ると、子午面内である限られた層に存在する eddy 運動量ソースは、平均子午面流をそのソースの下方(downward)にもたらす—という概念を提出した。この発表のとき、筆者(H.K.)はたまたまHolton (ワシントン大)のとなりに座っていたが、彼がしきりにメモを取っていたのが印象的であった。

さてそのHolton はMcIntyre の downward control principle を応用し、Oort (1983) による運動量および熱フラックスの観測値を使って100 mb を通しての質量フラックスを評価した。その結果、対流圏と成層圏の空気が入れ替わるのに2.5年かかることを示した。独創的な考え方を具体的な問題に適用し、その意義を分かりやすく人々に知らせるという彼の手法にはいつもながら感心させられる。

Boville (NCAR) は大循環モデル(GCM)の正しい使い方でも言うべき講演を行った。彼が言うには、GCM は上部境界をどこに置くかで結果がかなり違ってくるのに10 mb どまりのGCM で対流圏の気候問題にアプロ

一チするのはナンセンス！ モデルを使う人は、モデルで何が出来るかを良く見極めましょうと言う当り前ではあるが、含蓄に富んだ話であった。

### 7.3 Global Energy and Water Fluxes (GX)

#### (1) GX. I~IV

児玉 安正 (弘前大・理)

GX. I は、地球規模の降水量とそれに関連する観測に関するセッションであった。降水量の観測に関する問題を扱った2篇の招待講演があり、それぞれ地上観測 (Rodda) と衛星観測 (Browning) に関して問題点をまとめた。降水量の地上観測は、衛星計測が発達してもその重要性は失われないが、観測機器自体がつくりだす気流のみだれによる測定誤差など厄介な問題が残っている。一般講演では、ECMWF の解析に SSM/I の水蒸気・凝結水データを組み合わせた同化計算の結果、水蒸気分布が大きく改善されたという Robertson と Cristy の講演が反響を呼んでいた。

GX. II は、大気中の水と熱輸送に関するセッションであった。客観解析データを用いた全球的なエネルギー輸送や水収支の解析に関する講演がいくつか発表された。Johnson と Schaak は地球規模の水蒸気輸送におけるモンスーンの重要性を強調したが、これは、梅雨前線や SPCZ などでみられる多量の降水の維持に、モンスーンが水蒸気輸送を通じて強く係わっていることを示した筆者 (児玉) にとって興味深かった。

GX. III は、植生上での蒸発とエネルギーフラックスのセッションであった。Monteith による招待講演では、植生上での蒸発量は、大気湿度や風速等の気象条件だけでなく植物の活動によっても control されること、蒸発量の見積りには、気孔の開閉、光合成、根の張り方など植物の生理学的な活動状況に注意を払う必要があることが強調された。

GX. IV は、海洋上の蒸発とエネルギーフラックスのセッションであった。このセッションは大部分の講演が HEXOS (Humidity Exchange Over the Sea)—PROGRAMME 関連で占められ、HEXOS の meeting 的な雰囲気であった。HEXOS の目的の重点は、大気海洋間の水蒸気 flux に与える海上で発生する水しぶきの影響を明らかにすることに置かれている。招待講演では HEXOS の意義付けが、一般講演では1986年10月から11月にかけてオランダ沖の海上で行われた観測 (HEXMAX) の結果や、風洞実験、modelling 等の紹介が行われた。HEXOS 関連以外では、大気境界層の構造に及ぼす海洋

フロントの影響を Modelling で調べた Rogers and Koračin 等があった。

なお、筆者 (児玉) は、日本気象学会より国際学術研究集会出席補助金を頂きました。ここに記して深謝の意を表します。

#### (2) GX. V~IX

増田 耕一 (東大・理)

GX. V ではモデルによる研究が発表された。Dickinson は招待講演で、気候モデルには地表面水文過程のほか、雲と降水の過程にも改良が必要であり、より高分解能のモデルを併用する必要があると述べた。各国の GCM グループから、海面水温異常や「森林伐採」への応答などの実験の報告があった。Gutowski らは大気による水蒸気の南北輸送を全球海の境界条件の大気 GCM で調べていた。東大グループも仮想海陸分布の水循環を報告した。

GX. VI は衛星によるフラックスの推定を主題としていた。Chahine が、今後のシステムの原型として、衛星 (NOAA HIRS) データの retrieval に大循環モデルを組み合わせた同化方式の紹介をした。

GX. VII は「地域的エネルギー・水収支」で、流出量・降水量の変動の大きさを大陸間で比較した McMahon の招待講演、Bromwich による南極の水収支のレビュー、Flohin<sup>2</sup> の熱帯の水蒸気量のトレンドの報告などが印象に残った。

GX. VIII では主として HAPEX の成果が報告された。

GX. IX では主として衛星関係の研究計画が紹介された。

全体を通じて参加していた人は少なく、まとまりの弱いシンポジウムだった。多くの研究者の関心が分化した専門に向いているためでもあろうが、5日間という期間が長すぎたこと、地表面フラックスの衛星による推定や将来計画のセッションが RB シンポジウムの類似のセッションと同時進行していたことも問題だった。個別にはおもしろい話題がいろいろあった。

### 7.4 Atmospheric Trace Constituents and Global Change (TC)

#### (1) TC. I

忠鉢 繁 (気象研)

IAMAP 89 の“大気微量成分とその地球規模の変動 (Atmospheric Trace Constituents and Global Change)”のセッションは8月8日・9日の両日にわたってレディ



ホスキンス教授夫人および令嬢 (IAMAP '89 会場受付にて)

今回の IAMAP '89 では、英国レディング大学気象学科の教官が家族総出で対応していた。

ング大学のバルマー講堂109号室で開かれた。この109号室はバルマー講堂の2階に位置しており、約200人が入る階段教室であった。F.S. Rowland (米国, UCLA アーバイン), H.U. Dutsch (スイス), J. London (米国) の長老達は最前列に席を取り、盛んに質問を行っていた。

1日目の8日には、ポスターセッションの紹介を含め23件の発表があった。この日の発表の中で、特に印象的だったのは、R. Neuber (西ドイツ, 極域海洋研究所) が発表した、スピッツベルゲン (79°N, 12°E) の、昼間も観測できるオゾンライダーの観測結果であった。彼らは晴れた日はオゾンライダー、曇った日はオゾンゾンデにより、スピッツベルゲン上空のオゾン垂直分布の観測を行った。オゾンライダーとオゾンゾンデとの比較も満足すべきものであった。彼らの観測結果は、1989年2月中旬に起こった突然昇温に伴い20km付近の高度でオゾンの数密度が急激に増加する様子を非常に良くとらえていた。

M.P. McCormick (米国, NASA) は SAM II および SAGE II により観測されたオゾン、水蒸気、PSC などの観測結果を子午面分布の形にして示しており、いつもながら彼らの持つデータの豊富なことには感心した。また、1989年1月から2月にかけて行われた北極上空の航空機観測の結果の一部も、R. Jones (英国気象局) たちにより発表された。

G. Brasseur (米国, NCAR) がエーロゾルの効果をパラメタライズした2次元モデルにより南極上空のオゾンホール形成に成功していた事も注目された。G. Vaughan (英国気象局) による北半球中高緯度の14kmから

16kmの高度の間に現れるオゾン消失層の高度が年々低下している事が示され、その原因がなんであろうかと私は興味を感じた。J. Gille (米国, NCAR) らは、Nimbus 7 の SBUV の解析を行い、オゾン濃度の季節変化の位相が上部成層圏と下部成層圏とで逆位相になっていること、さらに簡単な光化学モデルでこの結果が再現できることを示した。日本から参加した忠録(気象研)は、昭和基地のオゾンゾンデのデータ解析を発表し、秋吉(九大理)は、簡単な2次元モデルで南極上空のオゾンの季節変動を調べた結果を発表した。この他にも興味深い研究発表が多数あったが、紙面の都合で省略する。

最後に、これは今回の IAMAP '89 で最も感心したことだが、事務局をホストのレディング大学気象学科の教官が家族総出で対応していた事を報告する。たまたま対応してくれた若い女性が「ホスキンス」という名札を付けていたので、ホスキンス教授のお嬢さんですかと尋ねると、その通りであるとの答えて、「姉と母も来ている」とのことだった。日本では見られない事なので、さっそく写真を取らせて頂いた。

## (2) TC. II ~ III

秋吉 英治 (九大・理)

前日の TC. I と TC. II の一部のセッションに引き続き、残りの TC. II のセッションが、8月9日の午前中に行われた。発表件数は8件で、内容は Global Stratospheric Ozone とそれに影響を及ぼす微量成分の観測やデータ解析、オゾンとそれに関連した気候についてのモデルを用いた研究や将来の予測など、多種多様であった。

午前8時30分より Rowland 教授のレビューがあり、Prediction of Stratospheric Ozone Concentrations と題して、グローバルなオゾンの近年の動向について、多くのデータが示された。1969年から1986年までの30°N以北の約30の地上ステーションでのオゾン全量観測データから、北半球冬の高緯度でオゾン減少が目立ち(約6%)、また年平均では、40°N~52°Nの緯度範囲が最も減少が大きいこと(3%)が示された。しかしながら、これらの結果は、他のグループの解析結果と必ずしも一致するものではないこと、データの平均方法や、解析に使用したデータの期間の違いにより傾向が変わることなどにも注意する必要がある。南極オゾンについても話が及び、メタンの増加によるPSCの増加、PSCを介しての塩素によるオゾン破壊が強調されていた。J. Haigh は、一次元放射モデルを用いて、CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O,



CFC-11, CFC-12 の1980年の濃度と2040年に予想される濃度とで、加熱率の比較を行った。オゾンとフロンとの吸収帯が重なる  $960/\text{cm} \sim 1120/\text{cm}$  において、フロンだけでは、成層圏で赤外の加熱効果をもたらすが、オゾンと共存する時には、フロンの成層圏での正味の赤外放射効果はむしろ冷却であるという結果が得られていて、吸収帯の重なる波長域での予想の難しさを感じた。

R. Toumi は J. Pyle との共著で、 $[\text{NO}]/[\text{NO}_2]$  や、 $[\text{HNO}_3]/[\text{NO}_2]$  の値が、昼間、夜間(定常状態)、日没時(非定常状態)にどの程度ゆらぎ得るかをモデルにより調べ、 $\text{NO}_x$  ファミリーの日変化の化学を検証する時に重要となる  $[\text{NO}]/[\text{NO}_2]$  の値や、 $\text{HO}_x$  と  $\text{NO}_x$  の相互作用の化学を検証する時に重要となる  $[\text{HNO}_3]/[\text{NO}_2]$  の値を観測から得ようとする時、その上げるべき精度について議論を行った。日没時に意味のある結果を得ることは難しいと結論していた。

その他、M. Ko は、CFC が水素添加された場合(対流圏では主に OH による)、オゾンや気温はどのような影響を受けるかについて、また、C. Granier は、硫酸エアロゾル表面上で行われる不均一反応が、オゾンにどのような影響を及ぼし得るかを、それぞれ2次元モデルにより調べていた。また、S. Subbaraya は、インドにおける CFC-115 と CFC-13 の測定結果を、カナダの W. Godson は、エドモントン ( $\sim 54^\circ\text{N}$ ) でのオゾン全量と QBO、太陽の11年周期との関係を報告した。

午後の TC. III のセッションでは、M. Khalil が、トレスガスの増減の長期傾向の解析法についてレビューした後、J. Chappellaz が、南極の氷から、16万年間のメタンの増加と気候との関係を、B. Rajewska-Wiech が、ポーランドでの25年間のオゾンの鉛直分布の観測から、圏流圏と下部成層圏でオゾンが増加し、中・上部成層圏でオゾンが減少しているという報告をそれぞれ行っていた。

最後に、今回の私の発表のため、旅費の一部が日本気象学会国際学術交流基金より支給されました。ここに感謝の意を表します。

## 8. Commission シンポジウム

### 8.1 Mesoscale Phenomena: Analysis and Forecasting (MP)

浅井 富雄・木村 竜治(東大海洋研)

内容を大別すると、(1) convection (19篇)、(2) orographic effects (8篇)、(3) front (10篇)、(4) nowcasting (16篇)、(5) mesoscale modelling (15篇) となり、

4日間にわたる口頭発表があった。その他ポスターセッション (35篇) が2日間行われ、優秀作2篇が表彰された。

(1)~(3)はメソスケール現象の観測、理論、数値シミュレーション等による基礎的研究、(4)~(5)は予報業務に直結した観測資料の準実時間解析、レーダーや衛星資料のとりこみ、同化法、高分解能数値予報モデル開発等実用的な研究が主である。1980年代に入って、メソスケール現象は基礎研究と応用とが結びつくようになり、各国とも数値予報業務にとり入れられつつある。このような背景のもとで、WMO と IAMAP が協力して本シンポジウムを組織した。各国のメソ数値予報モデルは数10 km の格子間隔、なかでも UK では15 km、非静力学系で英国上をカバーするモデルをもっている。我国でも実験的には10 km メッシュが試みられている。これらは下面境界条件や大規模運動の精度向上を通してメソ現象の予報精度の向上に寄与しているようである。計算機技術の進歩には期待はもてるが、肝心のメソ現象に対応する観測網の見通しは必ずしも明るくはなく、レーダーや衛星のリモートセンシングによる資料等をいかに同化して実況を解析するかが今後の大きな課題となろう。

メソスケール現象に対する山岳効果のセッションでは、山岳波の非線形領域でおろし風が発生する現象に関する研究発表が数篇あり、印象に残った。興味の発端は、1972年1月11日に米国・ポールダーで発生した強風にあるようで、Smith (1985: JAS 42, 2597) の論文がよく引用されていた。Baines (1988: JFM, 188, 1), Laprise and Peltier (1989: JAS, 46, 565, 586) の研究も関連している。

ヨーロッパで行われた mesoscale front dynamics project FRONT 87 に関する研究発表が2篇あった。いずれもデータの内挿法を扱ったものであった。

日本の気象に関連するものでは、国立台湾大学の Po-Hsieng Lin が梅雨前線に関する解析結果を発表し、非地衡風成分の重要性を強調していた。

### 8.2 Mesoscale Processes in Extratropical Cyclone (MP) and Marine Cyclones (MP+GW. V)

二宮 洗三(気象庁)

8月7~9日にわたった上記 symposium は温帯低気圧にともなう mesoscale processes の観測的および理論的研究を対象とし、特に scale-interaction と降水の力学的構造に重点を置くものであった。発表論文は invited review

paper, 口頭発表, poster session 合計で80数篇の多数にのぼった。限られた紙面なのでごく概略と若干の感想をのべる。

まず session の構成と invited review paper (i.r.p.) を列記する:

- S. MP. I: Interactions with the cyclone scale  
i.r.p.: The synoptic stage on which mesoscale events are played (Hoskins)
- S. MP. II: Frontal dynamics  
i.r.p.: Mesoscale processes in extratropical cyclones (Emanuel)  
i.r.p.: Numerical models of midlatitude cyclones: a mesoscale perspective (Keyser)
- S. MP. III: Conditional symmetric instability
- S. MP. IV: Convection
- S. MP. V: Orographic influences  
i.r.p.: Alpine frontal interception and lee cyclogenesis (Davies)
- S. MP. VI: Marine cyclones  
i.r.p.: The mesoscale structure of extratropical marine cyclones (Shapiro)

これらの sessions での報告は、手法は理論・数値実験・観測(解析)に、対象は cyclogenesis, Q-vector, potential vorticity, front 構造, precipitation systems, explosive cyclogenesis, frontal wave (cyclone), conditional symmetric instability, rain band, jet streaks, squall line, slantwise-convection lee-cyclogenesis, air-sea interaction と低気圧, 境界層と低気圧, polar low, double structure of cyclone…… などと多岐にわたっていた。

この分野の研究の進歩のために CYCLES, GALE, FRONT 87, ALPEX, ERICA, ASP などの field experiments のはたした役割は invited speakers によって強調されていた。

この symposium で報告された現象の多くは日本近傍でもしばしば体験されなじみ深いものである。しかしそれを系統的、定量的に記述し、理論づけ数値実験で再現する仕事はあまり行なわれていない。今回この symposium への日本からの発表は3篇(二宮, polar low の解析と数値予報; 三浦・浅井, 寒気内渦の解析; 秋山, 梅雨前線低気圧の解析)にすぎない。この symposium であつかわれる現象のスケールなら、既存データでも解析可能であるし, meso model も活用できるだろう。これらの分野での日本の研究の発展を期待したい。

### 8.3 Boundary-Layer Parameterization and Large-Scale Models (BL)

内藤 玄一(防衛大)

BL セッションでの発表はポスターセッションも含めて25題あり、当初予定されていたプログラムよりも少かった。従ってポスターセッションでの発表者に与えられた1分間口頭発表に余裕があり、口頭発表のみの人に近い講演時間を与えられた。

初めに Randall がレビューした内容で代表されるように、このセッションでは大スケールまたは局地スケール・モデルに対する境界層のパラメータ化がどのような効果を及ぼすかが主な討論であった。従って境界層とはプラネタリー境界層を指し、数値実験に対応するパラメータ化に的を絞ったレビューと多くの発表があった。Sommeria はプラネタリー境界層のパラメータ化について、近年研究され展開されてきたバルク法等の方法を予報モデルへの適用から見て比較検証した。

複雑地形上の境界層に関してレビューした Mason もまた予報モデルへの組み込みを考え、一様な領域での輸送量からの修正を論じた。Grant は緩い谷が続く地帯で平均風速分布及び渦相関法による運動量フラックスを測定し、平地での多くの報告との差異を示したのは興味深かった。

種々の地表面の粗度を既報告の多くのデータから分類して示した Wieringa の発表は、接地層に関連する数少ないものであった。内藤は氷海での運動量輸送の抵抗係数などについて示したが、日本からの境界層研究の発表が他に無かったのは淋しい。

境界層の研究はグローバル・スケールなど他のほとんどすべての研究分野に関係するため、BL セッション以外で発表される事が多かった。とくにヨーロッパを中心として企画された海洋から大気への蒸発の評価プロジェクト (HEXOS) に関して、その core experiment の結果はすべて GX セッションで報告された。境界層研究の置かれている立場及び日本での分野の仕切りで再考させられるものがあつた。

### 8.4 Noctilucent Clouds (NC)

神沢 博(極地研)

半日のみを費やして行われたシンポジウムであつた。番外編として、夜には、Parviainen (フィンランド UR SA 天文協会)による夜光雲 (Noctilucent Clouds; NLC) のスライド・ショーという特別興業もあつたが。

人工衛星 SME 等で観測されるようになった Polar

Mesospheric Clouds (PMC) と、19世紀の昔から極域で地上から観測されてきている NLC は、同じものを見ているのかどうか、という点について、光学モデルに基づいた考察を、Jensen (コロラド大学) が行った。不明の点がいくつか残るものの、本質的に両者は同じものであり、観測される相違は見かけにすぎないことを示した。Thomas (コロラド大学) は、Nimbus 7/SBUV データから PMC が得られることを示し、5日周期自由振動が見られること、1979年から1987年の8年間という短いデータを見るかぎりではあるけれども、太陽活動と PMC の存在頻度には、逆相関がありそうであることを示した。Shanklin (英国南極局) は、ファラデー基地(65°S)での地上観測で冬(1985年6月1日)にも、夜光雲が見られたことを報告した。夜光雲が存在する中間圏界面付近(高度約80 km)では、夏の方が冬に比べて低温である(逆温度勾配問題)ことに関連して、基本的には氷雲であると考えられている夜光雲は、普通温度の低い夏に見られるのだけれども、これは珍らしい例である。会議の翌週、英国南極局を訪ねたら、ファラデー基地から連絡が入って、今年(1989年)も8月2日に夜光雲が観測されたとのことであった。南極昭和基地(69°S)で一年を過ごしたおり、夜光雲を観測しようと試みて果たせなかった者として興味深かった。

なお、今回の会議出席につき、吉田科学技術財団から渡航費用の援助を受けた。感謝いたします。

### 8.5 The Transmission of Radiation by Atmospheric Gases (TR)

佐々木 徹(気象研)

始めに、吸収線計算の現状についてのレビューがあった。赤外からマイクロ波帯のスペクトルライン情報については、一般利用可能な4つのデータベース(HITRAN, GEISA, ATMOS, JPL)それぞれのカバーする大気成分などパラメータと精度の現状が概観された。今後、データベースの統一が課題となるようである。LINE-BY-LINE の計算については、吸収線の形の知識が依然として不十分なためモデル間でのばらつきが大きく、理論実験双方の一層の研究が求められている。

この他の一般の発表は、こうしたデータベースを利用したモデル計算と観測や測定との比較を論じたものが大半であった。この中で、特に水蒸気の連続吸収の扱いや、吸収線のウイングの扱いに関して二酸化炭素の LINE COUPLING の適正化などが求められていた。また、 $0.002\sim 0.003\text{ cm}^{-1}$  の高分解能の分光計によって  $\text{HNO}_3$ ,

$\text{ClONO}_2$ ,  $\text{HO}_2\text{NO}_2$  等の新しいスペクトルが検出され、これまでのラインパラメータの改善が課題とされていた。大気化学の研究の面からも、今後の進展に期待したいところである。

次に放射伝達計算のためのパラメタリゼーションが話題になった。従来のものに酸素分子やオゾンの吸収パラメータの改善を加えた、LOWTRAN 7 が紹介されていた。最後に中間圏、下部熱圏の放射がテーマとなり、非局所熱平衡を中心に論ぜられた。

### 8.6 The Earth's Radiation Budget (RB)

高島 勉(気象研)

地球放射収支は昨年フランスの Lille で研究発表があり、論文集としてまとめられ、今回はその後の研究成果の発表であった。論文は出版されず、話しっぱなしではあったが、中位の講義室は満席で、2日半で口頭発表37件、ポスター発表13件があったが、キャンセルは口頭発表が1割、ポスターは約3割と、ややポスター発表の盛り上がり欠けた。

セッションは、(1)地球放射収支観測、これまで何を学んだか、(2)観測の気象や気候研究への応用、(3)地表面や大気の放射照度; 観測、モデル計算及び解析、(4)放射収支観測の将来計画とニーズから構成された。招待論文は4件で、(1) T.H. Vonder Haar, “放射収支と気候ダイナミクス”; 約15年にわたる衛星観測に基づき、この期間に起こった3つのエルニーニョ現象の解析を試みた。(2) V. Ramanathan, “雲の放射促成と再生: 放射収支実験からの推論”; 雲は短波域で冷却、長波域で保温の役割を果たすが、衛星による観測(ERBE)では、熱帯域の太平洋やインド洋の対流性擾乱域の巻雲システムでは、それぞれが  $50\sim 100\text{ Wm}^{-2}$  でほぼ平衡している事が示された。(3) R.G. Ellingson and Y. Fouquart, “大気と地表面放射照度: 計算と観測、その批判的な眺望”; 2つの水平面日射計の比較を実施したが、時間の経過と共に同じ傾向を示さない難しさを指摘。(4) L.L. Stowe, “放射収支観測計画とニーズ”; ここでは衛星による放射収支観測計画やフランス-ソ連の合同観測計画も発表されたが特に新しいものは無かったように思う。今回は昨年発表された国際巻雲実験のその後の研究発表は無かった。

最後に雲について分からない事が多いので、当然観測が必要であるが、必ずしも衛星観測とはかぎらない。雲の立体構造も詳しく調べられたら良いのだがとのコメントをしたスオミ先生が印象的であった。

## 8.7 Remote Sensing of Atmospheric Constituents (RC)

笹野 泰弘 (国公研)

このシンポジウムでは、衛星観測、ライダー遠隔計測、エアロゾル遠隔計測、気球・航空機・地上ベース遠隔計測、遠隔計測解析法、ポスターの6つのセッションに分かれ、招待講演6件、一般講演28件、ポスター数件の発表が行われた。招待講演は広い範囲にわたって最新の情報が要領よくまとめられており、多に聞く価値のあるものであった。

そのうち記憶に残るものは次のようなものである。K.F. Künziによれば、ミリ波、サブミリ波の実用機器としての現状をみると、ミリ波による水蒸気、オゾン、一酸化塩素測定はオペレーショナルな域に達しており、サブミリ波の領域では今後の一層の発展が望まれている。M.L. Chaninは各種のライダー技術による大気計測の現状を、水蒸気、風、オゾン、気温の測定の観点からまとめた。また、美しいカラーOHPを用いて彼女らの気温やオゾンの長期観測データを示し、ライダー計測の有用性を強く印象づけた。引き続きE.V. Browellの講演でもカラーを多用し、航空機搭載多波長ライダー(差分吸収によるオゾン、エアロゾル測定)を用いた観測キャンペーンの成果を紹介した。特に南北極でのオゾンホール関連の観測が注目された。M.P. McCormickは衛星からのエアロゾル計測についてSAM II, SAGE, SAGE II, SME等による観測結果を示しながら、その意義、有用性を論じた。また、SAGE III計画、ライダーのスペースシャトル搭載計画(LITE)を紹介した。

一般講演ではSAGE IIデータの解析法や比較検証の話題が目についた他は、新鮮味のある話題には乏しかったように感じられた。その理由の大部分は、英語の聞き取り能力の不足にあるのは否定できないが、虫めがねを使わないと読めないような小さな文字で印刷された予稿集、それもわずか10行ばかりの、内容のないアブストラクトにも原因があると言えば責任逃れになるだろうか。

## 8.8 The Influence of Polar Regions on Global Climate (PC)

山内 恭 (極地研)

極域の現象を単に一地方のregionalな問題として見るのではなく、globalな気候の中でどのような意味を持っているかを考えるシンポジウムである。この点から、大気-雪氷-海洋のフィードバックが重要である。「大気-雪氷-海洋相互作用」と「フィードバック、気候、気候変

動」というセッションがもたれた。一般口頭発表10件、ポスター発表5件、招待レビュー講演6件と、レビュー主導という感じのシンポジウムであった。

海水を中心に、大気との相互作用を論じたものが一つの流れで、好評であったR. Barryのレビューから始まった。夏の前半のアルベドは年々の変動が大きく、60 cmの氷を融かすに必要なエネルギーの違いをもたらすこと、低気圧活動に伴って海水の流れの場が反転し、氷は発散し、融解、消滅、海水密度の低い場所ができ易くなること、航空機からのライダー観測によって、リードやポリニアといった開水面からのプルームが実測されたこと等が示された。

雲と雪氷圏の相互作用の話があった。極域の雲は常に放射加熱として働らくことから、高緯度地方の温暖化と共に、雲量の増加が見られるのではないかということが調べられた。しかし、季節による違いがあり、必ずしも明瞭ではない。GCMを使って、北極域の雲と海水分布がどのくらい現実を再現できるかが調べられた。夏に雲量が増加するという傾向はある程度出るが、定量的には合う段階にはない。その他、Milankovitch説に基づく地球の軌道要素の変動-入射放射量の変動-によって氷期が実現するか否かが調べられた。今のところうまく氷期は実現しないという結果である。

以上、トピックスをいくつか記したが、観測事実に基づく研究は、多くは、蓄積の大きい北極関係のもので、南極関係のものは少なかった。今後、南極域でも、海水-大気(雲)の相互作用を旨とした研究が望まれる。

## 8.9 Remote Sensing in the Polar Regions (RP)

山内 恭 (極地研)

前日開催の「グローバルな気候に対する極域の役割」は研究目的を中心課題としていたが、これらはその目的を実現するための手段、極域では最も有効で、なくてはならないリモートセンシング手法の確立をテーマとしたシンポジウムであった。

海水に関しては、手法はある程度確立してきた。可視、赤外の画像データを使う手もあるが、雲の影響を受けること、表面内部情報を持たぬことから、主流はマイクロ波測定である。衛星ではNimbusのESMRからSMMR、そしてDMSP搭載のSMMIで、既に、南極・北極の海水面積の年々変動ははじめ多くの仕事が行なわれている。今後は、単に面積や密度だけでなく、氷状態のことや大気効果をより精密に評価することが課題になっている。

雲は、地域の衛星データ利用の際には、求めるにしても除くにしても、最大の問題である。雪氷面上の雲はその識別が大変難しく、単純な可視や赤外の threshold 法では検知できない。そこで、雲と雪氷面の分光特性の微妙な違いを利用した多波長のチャンネルを利用する方法や、パターン認識による方法が試みられており、一長一短の結果になっている。南極の内陸部で冬期 170K 以下になる PSC (極域成層圏雲)らしきものが検知されたという報告が話題をよんだ。この雲の問題は、さらに発展して、地表面の放射収支を評価するというテーマにも進んでいる。

雲、海氷検知の問題解決を願いつつ、あとはこれらを使った実際の現象の解明ということで、地表面温度、カタバ風、低気圧擾乱の分布、Polar Low の問題が議論された。これらの解析のためには、NOAA の AVHRR 画像データの他、TOVS (含 MSU)、その他衛星のマイクロ波放射計の利用が述べられた。また、極域における鉛直温度分布探査等での問題 (強い接地逆転等) を解決し得る新しい手法の開発が報告された。

各シンポを通して、ポスターセッションが場所 (どこでやっているか 分かり難い)、時間 (独立の時間が十分確保されていない) の面で冷遇されていたのが残念であった。そのためか取り止めも多かった。

## 8.10 Large-scale Nonlinear Dynamics and Atmospheric Flows (ND)

余田 成男 (京大・理)

“天候レジーム”間の移り変わりというような、大規模な大気循環の長期変動に関わる非線型力学について議論しようと、ECMWF の T. Palmer が世話役となって開いたシンポジウムである。「予報可能性と天候レジーム」、「モデル実験」、「理論と非線型診断学」および「ポスター」の各セッションで、約40件の研究発表があり、1日半にわたって開かれた。

B. Legras が天候レジームについてのレビューを行った。天候レジームとは、従来の、流れの場のパターン認識に基づいたブロックング“現象”を客観的に扱うために導入された数学概念である。部分位相空間内での存在確率の高い領域のことで、領域滞在時間や再帰性の議論を行なう。UCLA の M. Ghil を中心に、数値予報課の木本氏、Legras 等が現実のデータを用いて研究を進めている。

私は、気象庁の木本氏、向川氏、及び学生の野村さんと共著で、予報可能性 (つまり誤差の拡大率) と天候レ

ジームの力学的関連についての研究発表をした。Lorenz の先駆的研究をうけて最近のカオス理論を進展させた内容で、1週間から1カ月のアンサンブル予報への応用を目指している。Palmer や Legras も類似の研究を行いつつあり、彼らと休憩時間に議論を続けた。

「モデル実験」では、I. Held が2層モデルで得られた赤道風の履歴現象 (赤道波強制をパラメータとして) について話した。力学的解釈も明快で、彼らしい発表であった。

「理論」では、J. Boyd が5次の KdV 方程式の解を中心にレビューした。詳細は Advances in Applied Mechanics 27 (1989) にある。地球環境変化がどうのと騒がしい世の中であるが、彼のようなスタイルもそれなりに評価され遇されているのをみると、アメリカ気象界の懐の深さを感じる。

## 9. Workshops

### 9.1 Global Data Sets for Climate Research (DWK)

増田 耕一 (東大・理)

Bretherton (Wisconsin 大) の基調報告が印象的だった。筆者の受け止めた限りでの要点は、

- 研究の重点がこれまでの学会のわくを越えた「earth system science」あるいは「global change」に移っており、専門外の人に対するデータの案内書の重要性が増していること

- 長期間継続した、品質管理された観測の重要性

- 衛星データはすでに  $10^{14}$  バイトの量に達しているが手間や予算の限界のためにこれを生かせない状況にあり、利用に便利な小規模のデータセットを作る知恵もお金も投資する必要があること

- データの較正、サンプリング、検証などの情報をしっかり整備しておく必要があること、などである。

以後の議論は、(昼食が大学内で食べられなかったため総合討論の時間がカットされたこともあり) 各発表者が持っているデータおよび進行中の計画の紹介にとどまった。

- Jones (E. Anglia 大) は気温と降水量の観測時代のデータの蓄積状況とデータの不均一性を報告した。

- Jenne (NCAR) は、COADS や大気成分のデータも含めて、NCAR のデータライブラリの内容を列挙した。

- Klige (ソ連科学アカデミー水研究所) の報告は全球水収支に関する研究発表という性格だったが、精度はと

もあれ、地下水、湖、貯水池、氷河、そして海の水の量を首尾一貫して扱おうとする態度には感心した。

●Henderson-Seilers は植生や土壌のデータの(満足には遠い)現状を報告した。

●London (コロラド大) は地上観測に基づく雲分布の新しい統計と、太陽紫外線のデータを紹介した。

●大村 (スイス国立工科大) は地上観測に基づく熱収支データの集大成プロジェクトを紹介した。

●Walsh (イリノイ大) は雪氷データの概説をした。

●Bickmore は国際地図学会で作成中の地図データベースを紹介した。

●Mass (Washington 大) は CD-ROM の現状を報告した。これに関連して Jenne から digital audio tape を含むデータ保存媒体に関するメモが配られた。

●Shiffer は ISCCP および ERBE の紹介をした。

●Fusco は ESA のデータマネジメントの計画を紹介した。

●Chahine (JPL) は GEWEX の要求仕様(まだ達成の保証はない)の紹介と、自分の全球 HIRS retrieval の紹介をした。

## 9.2 Numerical Modelling of Mesoscale Systems (MWK)

二宮 洸三 (気象庁)

IAMAP 89 Workshop として “Needs and opportunities for studies of mesoscale weather systems” が8月11~12日に開かれた。前半(11日)が “Numerical Modelling of Mesoscale Systems” で「quasi-operational models に重点をおき、その発展にかかわる主要問題を議論する」ことを目的とした。後半(12日)が “observational studies” で「現在の observational programmes と将来の共同研究の可能性」を議論することを目的とした。

筆者は休暇日程の都合から前半のみに出席した。参加者は40数名で、4 sessions あり各 session は3 groups にわかれ45分の分散会で討議し代表がその要旨を全体会で報告し総合討論する形式がとられた。sessions の内容を下記に記す。

S1: Mesoscale phenomena and their predictability

1A—systems forced by topography,

1B—systems forced from the synoptic scale,

1C—mesoscale instabilities

S2: Model formulation

2A—equation sets and numerical techniques

2B—nesting and adaptive grids

2C—verification, validation and diagnostics

S3: Data; input and output

3A—assimilation and initialization

3B—observational requirements

3C—interactive methods and analysis

S4: Parametrization and its dependence on resolution

4A—surface process

4B—convection

4C—other free atmosphere sub-gridscale motion

限られた紙面では詳細を報告できないので若干の討論の内容を記すにとどめる。1Bでは meso systems forced from the synoptic scale としては大規模低気圧-前線系の微細構造や polar low などが考察された。Predictability については、そもそも大気物理学的概念なのか予報技術的概念なのか? 後者であるなら何時間予測についてのことか? initial field の基となる観測密度を specify しないで predictability が議論できるのか? などの発言が多かった。2Cで充実した observation (data set) での meso model の verification を行いたいという提案に対し、observation はむしろ fact finding のためのものであり、それを通して model の改善があるはず……とのコメントがあった。4Aでは mesomodel の parameterization と global model のそれと本質的にちがうのか? などの疑問もよせられていた。

筆者にはテーマが分散し、やや具体性をかき特に新しい問題点の提出はないように思われた。ただし、専門家が出席したら、別の印象を受け、開発のヒントや問題点をつかみ得たのかも知れない。この点で気象研究所や数値予報課からの参加のなかったのは残念である。