

第10回大気・海洋の波と安定性に関する研究集会の報告*

石岡 圭一*¹・佐藤 薫*²・佐藤 正樹*³・高橋 正明*⁴
野沢 徹*⁵・堀之内 武*⁶・山根 省三*⁷・余田 成男*⁸

1. 概要

アメリカ気象学会主催の第10回大気・海洋の波と安定性に関する研究集会に出席した。この会議は、大気・海洋中におけるさまざまな波動や流れの安定性に関する問題を中心とした地球流体力学指向の専門会議で、2年毎に開かれている。今回は、6月5日から9日までの5日間、モンタナ州ビッグスカイで開催された。人里離れたオフシーズンのスキーリゾート地でホテルに缶詰めとなり、三食を共にする間もいろいろな議論をするという研究交流三昧の日々となった。参加者はおよそ200人でそれほど大きな会議ではなかったが、英国、カナダやヨーロッパ諸国などからも多数の参加があり国際的な研究集会となった。また、私が長期在外研究で滞米中のこともあり、日本からの参加者も異例の多さとなった。

本会議で取り上げられた主要なテーマ(セッション)は次の通りである：(1)対流の相互作用、(2)傾圧不安定、(3)海洋中の総観規模運動、(4)前線、(5)卓越構造、(6)重力波、(7)非地衡流運動、(8)地形/対流性強制波、(9)惑星波と長周期変動、(10)異なる規模間の相互作用、(11)混合と乱流、(12)成層圏対流圏相互作用、(13)非線型安定性、(14)乱流の熱塩対流、(15)室内実験、(16)最適構造と

確率モデル、(17)調節と平衡。また、今回のハウルピッツ記念講演は英国レディング大学の Brian Hoskins 教授による「亜熱帯、下降流そして高気圧」で、夏季モンスーン循環の今日的な理解に関するものであった。なお、この会議の予稿集はアメリカ気象学会から販売されている。

昨年の中層大気に関する研究集会と比べて、基本的に個人が前面に出た会議であり、私個人としては居心地が良かった。すなわち、大きな観測プロジェクトや巨大モデル開発などにかかわる話題がほとんどなく、それぞれの研究者がほぼ同じ土俵で議論できたからである。例外は、超並列計算機を用いた乱流のシミュレーションくらいであった。今回の発表で印象に残った事柄としては、次のようなことがあげられる：(i)最適励起問題(特異値解析、または有限期間リアプノフ安定性解析)が広く一般に普及し、そのぶん基本的理解の混乱も増えた。(ii)物質輸送などとも関連して低気圧や前線の微細構造に興味を持たれている。ポテンシャル渦度を診断道具として非線型な振舞いを正直にそのまま見ようという態度が中心である。(iii)新技術として、超並列計算と Peltier (トロント大) グループの球面有限要素法モデルが気になった。

以下の節では、それぞれの参加者が興味を持った内容などについて紹介する。

(余田成男)

* 10th Conference on Atmospheric and Oceanic Waves and Stability.

*¹ Keiichi Ishioka, 東京大学大学院数理科学研究科.

*² Kaoru Sato, 京都大学大学院理学研究科.

*³ Masaki Satoh, 埼玉工業大学機械工学科.

*⁴ Masaaki Takahashi, 東京大学気候システム研究センター.

*⁵ Toru Nozawa, 京都大学大学院理学研究科.

*⁶ Takeshi Horinouchi, 京都大学大学院理学研究科.

*⁷ Shozo Yamane, 京都大学大学院理学研究科.

*⁸ Shigeo Yoden, 京都大学大学院理学研究科, ワシントン大学大気科学科滞在中.

© 1996 日本気象学会

2. 非線形安定性と飽和

今回の会議のキーワードの1つに「安定性」があるが、特に非線形安定性に関する理論的研究に焦点を絞ったのがこのセッションである。5件の口頭発表のうち、日本からが2件(石岡・余田および伊藤・木本)、フランス、中国、カナダから各1件と、米国内からの発表が1件もないという、ちょっと奇妙なセッションとなったので、筆者(石岡)などは、「このようないわゆるお金にならない研究には NSF (National Sci-

ence Foundation) のグラントがおりないのだろうか?」などとちょっと寂しさを感じてしまった。

この分野の教祖的存在になっている T. G. Shepherd は残念ながら多忙のため会議に参加していなかったが、彼の影響を受けている発表としては、順圧不安定による擾乱の発達の上限を求めるための理論的、数値的手法についての石岡・余田の発表、中国の Mu Mu による対称不安定の非線形安定性についての発表が挙げられる。また、この口頭発表のセッションではなかったが、同種の研究として、フランスの J. Vanneste が傾圧不安定における3波共鳴による非線形不安定性と Shepherd の非線形安定性理論との対応についてポスターセッションにおいて発表していた。これらの発表を聴いて感じたのは、80年代後半に Shepherd たちによって確立された非線形安定性の理論が、研究の基礎的道具として(少なくとも一部では)定着しつつあるということである。また、この種やや数学的な研究を学会で発表することの難しさも改めて痛感させられた。

このセッションからは離れるが、会議全体を通して、不安定問題に対して数値実験によって力的にアプローチしていく研究の多さが印象的であった。これらの例としては、Kelvin-Helmholtz 不安定の3次元化を詳細に調べた Peltier and Caulfield の研究や、回転系での対流不安定から生じた乱流状態における、熱フラックスのパラメータ依存性を調べた Legg *et al.* の研究などが挙げられる。これらの発表に共通しているのは、その数値実験そのもののすごさだけでなく、3次元グラフィックスを駆使した結果の図示である。このような計算機能力の向上を十分に生かした研究を見せつけられると、自分も頑張らねばという気分させられてしまう。

最後に、数値計算の手法という点で印象に残ったのは、トロント大の Stuhne and Peltier の発表であった。彼らは、球面上の2次元流体方程式を有限要素法で解く手法を開発し、実際の数値実験結果についてビデオを用いて発表していた。まだ予備実験段階ということであったが、T200並の解像度の実験がワークステーションレベルで可能であるとのことであった。筆者自身がスペクトル法で同じような実験を行ったことがあっただけに非常に興味深いものがあった。

(石岡圭一)

3. 重力波

前年のアメリカ気象学会の中層大気の会議に引続き、今年は波と不安定の会議に出席した。こちらは一言でいえば日本気象学会の大会での気象力学のセッションを5日間続けて行なったような会議であった。現象のエッセンスを取り出したの(あるいは現象を殆んど意識しない)理論的な研究が多く、現実大気の現象を素直に見つめようといった視点が少なかったように思う。様々な種類の膨大なデータを相手に研究を進めてきた者としては少々淋しい気もしないではなかったが、今後の自分の研究に使えるような理論的道具のヒントを多く得ることができたと思う。

以下には、私がこれまで主に関わってきた重力波の分野の研究を紹介する。砕波、伝播、発生をテーマに様々な数値モデルを用いた研究発表が行なわれていた。砕波についてはなんとといっても D. C. Fritts のきれいな3次元グラフィックスによるプレゼンテーションがひととき目を引いた。彼は比較的短い(流れに乗って見た時の)周期の慣性重力波の砕波に伴い発生するシアーに直角方向のひと渦の発達を計算し、渦がいかにか絡み合って乱流になるかシミュレートしていた。始めは対流不安定であるが後にシアー不安定的な振舞いを示すということであった。M.-P. Lelong は、慣性周期に近い周期をもつ慣性重力波の砕波を調べた。3次元に周期条件を持たせたスペクトルモデルのうまい使い方だと思った。この周期では、重力波はまずシアー不安定により砕波する。発生した渦はあるスケールをもつが、方向は全く等方的であり、Fritts の結果とは対照的であった。重力波の砕波と一言でいっても、砕波を起こすときの波の構造によって発生する乱流渦は様々であるということのようだ。対流圏で発生した重力波の中層大気への伝播をきちんとおさえようとの目的での研究がいくつかあった。非線形効果 (P. M. Franke *et al.*), 分散効果 (J. Prusa *et al.*) を考察した研究、1つのスコールラインから発生する重力波の伝播を調べた研究 (M. J. Alexander) があったが、まだ初歩的でこれからといったところである。発生については、シアー不安定で生じる K-H 渦からの重力波放出の問題をとりあげた研究が興味深かった (J. F. Scinocca *et al.*)。また D. O'Sullivan は前年の中層大気の会議で発表していた3次元モデルでシミュレートした傾圧波にともなう重力波によるポテンシャル渦度場のゆがみを計算し、重力波が物質輸送に大きく寄与していることを示唆した。山岳波の問題では D. R. Dur-

ran が、山岳波ドラッグは局所的に背景風を減速するかという問題を、擬運動量の概念を用いて議論していた。これは2次元の問題のみ適用できる量で観測への応用は難しいということだが、今後注目すべき理論であろう。

(佐藤 薫)

4. ハドレー循環、および湿潤対流の力学的効果

招待講演での Lindzen や Hoskins は、ハドレー循環に関連する話題をとりあげており、欧米の各グループが異なる観点から大循環におけるハドレー循環を位置づけようと試みている。Lindzen は、“ハドレー循環が全てを支配する”というような話し方をしている。軸対称モデルによるハドレー循環の一連の研究をベースに、ハドレー循環による中高緯度循環への遠隔作用について、あり得べきストーリーを語っていた。ハドレー循環は亜熱帯ジェット強度を定め、それがプラネタリー波の活動度に影響を与えているとしている (El Niño における赤道 SST → ハドレー循環 → 北半球冬のジェット → ポテンシャル渦度勾配 → 定在波)。Hou は、この描像の支持ということになるだろうか、ハドレー循環による中高緯度の熱輸送を調整する役割について強調していた。熱輸送については波数2-3のプラネタリー波を念頭においているが、プラネタリー波の励起に関しては、傾圧波の upward cascade や山岳励起などいくつかの描像があるが、いずれにせよこれらが亜熱帯ジェット挙動に支配されるのであれば、やはりハドレー循環が主原因だということになるのであろう。

Hoskins は、ハドレー循環への直接的な言及は避けながら、亜熱帯高気圧の中緯度的な力学的側面を強調していた。低緯度のハドレー循環下降域での熱バランスは {鉛直移流} = {非断熱加熱} であるが、中緯度では {水平移流} = {非断熱加熱} のバランスが成立している。しかし、北半球夏の非軸対称的な亜熱帯高気圧 (北太平洋高気圧など) に着目すると、鉛直移流と水平移流両方とも同じくらいの寄与をもち、軸対称的なハドレー循環の下降域とは異なる力学に従っていることを指摘した。

P. Haynes らは、中緯度からの波動伝搬による低緯度循環への影響を積極的に評価している。彼の QBO (準2年周期振動) に関する講演も、このような観点からの研究ととらえるべきだろう。ハドレー循環に関しては、対流圏低緯度におけるロスビー波の吸収によっ

て駆動されるという効果を指摘していた。Magnusdottir and Haynes はプリミティブ方程式系での中緯度から低緯度に伝搬したロスビー波の挙動について発表した。Dunkerton は、成層圏へのロスビー波の伝搬特性とハドレー循環の関係について興味をもっており、成層圏の循環が熱帯成層圏の温度構造に影響を与え、これが熱帯の圏界面高度に影響を与える可能性を指摘していた。

湿潤効果を取り入れた2次元モデルでの計算として、私 (M. Satoh) はハドレー循環とモデルにあらわれた中緯度の軸対称的な対流セルの関係について発表した。また、Z.-r. Liu and Mak は、CISK タイプの積雲加熱を与えた軸対称モデルを用いて、季節変化する地表面温度を与えたときに亜熱帯ジェット的位置がどう変動するかを調べていた。ハドレー循環の上昇域自体は地表温度の変化に追従して移動するが、ジェットの位置は移流時間だけのずれが生じる。観測的にはそのようなずれは存在せず、実際の温度分布を与えた時には観測に近い応答を示した。現実にはさらに3次元的な波動の効果によって、時間的ずれが存在しなくなるだろうといていた。

次に、ハドレー循環とは直接関係ないが、湿潤効果を導入した時の時間的依存性について、D.-Z. Sun が領域 1,000 km × 1,000 km の2次元モデルで大規模凝結だけを用いた場合と、湿潤対流調節を用いた場合の結果を比べていた。領域内に1つの降水域が存在し、それが盛衰を繰り返しながら移動していく結果を示していた。Y. Hayashi は積雲パラメタリゼーションの大規模場に与える影響について考察し、湿潤対流調節のモデル内でのあらわれは、時間的にトリガーとして働く予報的調節 (prognostic adjustment) とそれに引き続く連続的な診断的調節 (diagnostic adjustment) とに分けることができると提唱している。このうち予報的調節は、鉛直方向には成層を調節するが、水平場には調節されない部分が残っており、それが重力波などを生成し、30-50日振動の維持に好都合だという。このような特性は、湿潤対流調節特有のものであるという。以上のように、積雲パラメタリゼーションがモデル内でどのような結果をもたらすかを考察する試みがようやく真面目に行われるようになってきた。よくおこなわれる議論は、GCM で積雲パラメタリゼーションを変えたときに気候値がどのように変化するかというものであり、定式化の方法にまで遡ってその差異の原因を問う議論はほとんど聞くことがなかった。GCM が

積雲パラメタリゼーションにたよらざるを得ない以上、単純な状況での議論はもっと進める必要があるだろう。

今回の学会参加に対して、日本気象学会国際学術交流委員会から旅費の援助をいただいた。

(佐藤正樹)

5. 成層圏・対流圏相互作用

雑感: 第10回大気海洋 waves-stability の会議に出席した。みんなとも相談したが、何を書いているのかよくわからない。適当に、感想と僕自身の仕事ともっとも関係のあるセッションである stratosphere-troposphere interaction の部分について簡単に述べてみる。僕くらいの年齢の人はそれなりにこの様な会議に出席しているので、この様な雑文が何の役にたつのだろうかと思ったりもする。学生さんの文章は、これから国際会議に出席する若い人の役にたつとは思いますが。

モンタナの Big Sky は、かつてアメリカ滞在のときに行ったことがある(こんなこと書いていいのかな?) Yellowstone National Park のすぐ北にあるので、森に囲まれた静かな所くらいに思っていた。近くの Bozeman 空港を降りると、新緑の映える広い盆地という感じのアメリカの片田舎であった。車で Big Sky につくと、なんとそこは雪国であった。冬はスキー場になるところ?で、まだ雪が所々残り、火曜日・木曜日は午前中雪であった。会議の予定表に1982年の Woods Hole GFD・夏の学校の同期生である Peter Haynes や Walter Robinson, Ted Shepherd (出席していなかった) という名前があり、organizer が NCAR の J. Tribbia であったので気楽に出席した。しかし、やはり英語はよくわからない。Peter Haynes と話していて、彼がポーリーの会議に出席しただろうか?と聞いてきたが、ポーリー???.Bali..バリ!! という具合にどうも話がスムーズに進まなくて、なんとなく気まずい気持ちで変な感じになる。例によって、ノルウェーの画家ムンクの絵のような、英語による不安症のため始めの2日くらいは精神不安定みたいな状態であったが、少しずつなれてきた。またこんな状況なので、以下の研究発表の紹介も疑わしいものである。

そのような中、いろいろの力学の話が聞けて、アメリカ・ヨーロッパの現在の学問の状況が把握出来たような気がする(もっともこんなことは論文を読めばわかるが、1年くらいの遅れ?また一度にいろいろ聞く

ので整理が容易か?)。

少しの研究発表について: イギリスの Thuburn は tropopause の高さがどのように決定されるか?という問題を GCM を用いて議論していた。これは Stone の傾圧波の mixing, また最近の Lindzen の Eady short wave cutoff で tropopause の高さが決まるという話を GCM を使って決めようとした仕事である。オゾンを減少させてみたり、SST を変えたりして実験をおこなっていた。結論は Stone の仕事を否定していたようだ。誰か Lindzen のはどうかと質問していたがこれにも否定的であったような気がする? Peter Haynes は QBO の南北スケールについて議論していた。彼のパラメータでは上部成層圏では広がりすぎる。これは上部成層圏で QBO が鉛直に立っているのに対応している。最近の QBO 実験について、高橋らはポスター・セッションで T21・60 層の GCM で QBO 的振動が再現することを示した。中村昇氏は Modified された Lagrangian-mean の運動を議論していたが、数学が難しく、私にはまだ理解出来ていない。全てが拡散の形になっている?論文を読んでみよう。Yang はオゾン QBO を議論していた。中緯度の QBO がその場所で決まることを述べていたが、どうしてそうなるのか、いまいち明確ではなかった。

最近の力学の構造について: Potential Vorticity Mixing? によって、どのように大循環が決まるか?その例として、Planetary wave breaking による mixing の問題、傾圧不安定はより細かく front 内の構造まで詳しくみようと、高分解能のモデルで調べる(このとき Vorticity Mixing が指導原理か?)...、さらにより小さくしていけば、対流とか重力波までも含んでいくであろう(それと関係して、水、放射、オゾン等の物質も絡んだ非断熱効果;ここらあたりは複雑すぎてわけがわからないが)。自分の仕事も赤道重力波まで拡張した Vorticity Mixing というところか。それにしても自然は複雑だ。

結論: 時々外国にいくと、英語不安症になり、また外国の仕事に刺激的に感じ、自分の仕事を客観的に位置付けることが出来るのでいいのではないのでしょうか。

(高橋正明)

6. 卓越構造

卓越構造(coherent structure)のセッションでは、地衡流的な乱流に関する話題が中心となった。野沢・余田は回転球面上の強制2次元乱流において出現する

ジェットや孤立渦の自転角速度依存性について発表した。J. B. Weiss (コロラド大学) らは3次元 β 面の準地衡方程式系における減衰性乱流の数値実験結果を紹介した。時間発展の初期には、ポテンシャル渦度場には2次元乱流と同様に孤立渦が卓越するが、時間とともに板状のポテンシャル渦度領域が形成されることを示した。この板は鉛直・経度断面内に広がっており、緯度方向には幅が狭くなっている。また、2次元 β 面の強制乱流の結果 (Vallis and Maltrud, 1993) と同様に、波数空間内におけるエネルギー分布が非等方的になることも示した。コロンビア大学の L. M. Polvani らは回転浅水系の減衰性乱流において卓越する構造について発表した。 f 面上の実験では、エネルギー逆カスケードがロスビーの変形半径のスケール付近で抑制されること、フルード数が大きい場合 (水深が大きい場合に相当)、低気圧性の渦よりも高気圧性の渦が卓越すること、などを示した。また、球面上の実験では、強制2次元乱流の場合と同様に木星に見られるような縞模様が卓越することを示した。赤道域の西風加速に関する質問が出たが、彼らの数値実験では太陽や土星に見られるような強い西風加速は得られなかったようだ。

他のセッションにおいても、主に海洋の中規模渦を念頭においた地衡流乱流に関する発表がいくつか見られた。J. H. LaCasce (WHOI) は2層モデルを用いた斜面上の地衡流乱流の数値実験結果を紹介した。上層では時間とともに渦度場の尖度が大きくなり孤立渦が卓越しているのに対して、下層では地形性ロスビー波が卓越し、渦度場の尖度はほぼ一定の値を持つことを示した。また、このような分離は斜面の傾斜がきつくなるほど明瞭になることも示した。地衡流乱流に関する研究をリードしている NCAR の J. C. McWilliams は、海洋の表面境界層中に存在する Langmuir 乱流の数値実験について発表した。まだ解析途中の様ではあったが、鉛直温度構造や渦度場などの図を見せ、シア-乱流と Langmuir 乱流の比較をしていた。

今回は私にとって初めての国際会議であったが、地衡流乱流に関する研究が予想以上に多かったことに驚いている。このような地衡流乱流の研究に関しては、計算機環境の向上により、いろいろな側面からのアプローチが可能になってきたことを感じた。しかし、現段階では現象論 (形態学) 的な側面が強く、詳しい解析をじっくり行なう時期に来ているのではないかということも強く感じた。このことは私自身の研究にも言

えることであり、今後は卓越構造の生成・維持機構に関してもっと踏み込んだ解析をしていきたいと思う。

(野沢 徹)

7. 対流起源の波動・乱流、低緯度成層圏

まずは、自分が最近行なっている研究に関連性のあるテーマとして、対流による波動励起をとりあげる。Y. Hayashi らは、湿潤対流調節の過程を2つに分けることにより、鉛直伝播する赤道波から熱帯の季節内振動までを説明しようという理論的試みを話した。Kelvin 波や Rossby 重力波、慣性重力波などは、比較的ランダムな対流の出始めに支配され、季節内振動は、引き続き静的な対流と大規模力学の結合により起こるという。Washington 大の一派はスコールラインにともなう重力波について発表した。2次元モデルという大きな制約はあるものの、砕波にともなう中層大気への強制の見積もりを示したり、雲物理をモデルに組み込む代りに加熱だけを取り出して与えても得られる風の場、重力波はほとんど変わらなかったという結果を得たりしていた。私自身は熱帯でのパルス的な熱源に対する応答の特徴と中層大気への伝播、作用について発表した。O'Sullivan らは Simmons and Hoskins 流の傾圧波ライフサイクルの数値実験の中で、上部対流圏でかなりの振幅の慣性重力波が発生することを示した。この波の砕波が下部成層圏の物質拡散に重要かもしれないという。

一方、対流起源の乱流については、Vallis らが Kessler の微物理を用いたメソスケールモデルの3次元計算により、エネルギーの2次元的逆カスケードを示す $-5/3$ 乗則 (に近いもの) が得られることを示した。積雲の組織化といったことには目もくれずに巾則に注目するあたりは、彼らしい面白い切口である。高 R_a -高 T_e の対流の直接計算を行なった Legg らの研究も面白かった。対流のしかたは大きく異なるが、 N_e と R_a の関係は非回転の高 R_a 対流で近年知られるようになった「ハード乱流」のそれと同様であった。

Haynes は QBO の幅がどう決まるかを論じた。論理は近年彼らが提唱した「ダウンワードコントロール」の延長で、たとえ強制が中高緯度まで広がっていても QBO は低緯度に限られることがわかる。ごく簡単な数値モデルで結果を示しているが、そこにはより現実的な方向に向かうまじめな QBO 生成論とは (それはもちろん大事なことだけ) 違った痛快さがある。Takahashi らは1/5セクター GCM による QBO 的振動の生

成を発表した。Hitchmanらは低緯度成層圏から中緯度へ物質が輸送されにくいことについて、シアーによるバリアという考えを、口頭とポスターで力説した。ただ、彼らの話を聞く限りではその有効性には疑問が残る。

会議の全体を通して目だったのは、やはりというべきか、ポテンシャル過度の重要性の強調である。物質輸送から不安定の力学、Lindzenの大循環論まで、ポテンシャル過度を鍵として話が進んでいった。私にとっては初めての海外での学会であったが、いろいろ刺激をうけ、大いに有意義だった。また、GFDLの林良一さんがかなり時間を割いて個人的に指導して下さったことも大きな収穫であった。

今回の学会参加に対して、日本気象学会国際学術交流委員会から旅費の援助を受けた。

(堀之内 武)

8. 最適構造と確率モデル

中期天気予報に確率論的なアンサンブル予報が考案されてから、最適励起問題に関する研究は精力的に行なわれるようになった。Errico (NCAR) と Ehrendorfer (ウィーン大学) はメソスケール領域モデルを用いて、低気圧の発生・発達の際の singular vectors (SVs) について調べた。彼らはこの場合、初期誤差のエネルギーの多くは地衡風調節により重力波のエネルギーへと変換されることから、その効果を取り除いた回転エネルギーノルムで誤差を評価することを提案した。この誤差ノルムの問題は、最適励起の研究において最も重要な問題の1つで、現段階ではノルムの選択は、ある程度研究対象に依存するものの、任意性を含んだものとなっている。Vukićević (NCAR) も異なる4つのノルムの比較について発表を行なった。Errico と Ehrendorfer は更に、湿潤過程を含めた場合についても議論している。

ECMWF の Buizza, Molteni, Palmer, Petroliagis

は、T21 と T42 の波数切断の異なる2つのモデルを用いて、トータルエネルギーノルムにおける SVs の比較を行なった。彼らは、発達後の擾乱は総観規模スケールが卓越しており T21 のモデルで表現できるが、その擾乱はより小さな擾乱からエネルギーを得て大きくなったものであり、初期擾乱を表現するには T42 が必要であることを示した。そして、T42 モデルをもとにアンサンブル予報を行なう場合のアンサンブルメンバーの数についても考察を行なった。アンサンブル予報の技術的課題「できるだけ少ないメンバー数で如何に効果的な予報を行なうか」に直接取り組んだ研究である。

このような現業に即した研究の多い中、Farrell (ハーバード大学) がイントロに多くの時間を割いて、安定性の概念の歴史について紹介し、最適励起問題の安定性を2次元線型系を用いて具体的に説明を行なったのは印象的であった。低次モデルを用いた研究としては、以下に挙げるものがポスターセッションであった。ECMWF と NMC で現在行なわれているアンサンブル予報では、初期に与える誤差の導出方法が異なっている。そこで、フロリダ大学の Ahlquist と Sivillo はロレンツモデルを用いて両者の手法の比較を行なった。山根・余田は25元の大気モデルを用いて、流れ場に依存して変動する誤差成長率の特徴を極小点 (Mukougawa, 1988) と関連づけて調べた。

このセッション全体を通して、この分野の研究は、現在理論と応用が並列的に進められ混沌とした状況であり、確固たる体系の構築は今後の課題だという感想を持った。また、今回初めて国際的な会議に参加して、様々な人と研究に直接接することにより、大いに研究意欲を駆り立てられた。

今回の学会参加に対して、日本気象学会国際学術交流委員会から旅費の援助をいただいた。

(山根省三)