

第2回非線型研究者世界会議の報告*

余田成男**

文部省国際研究集会派遣研究員として、1996年7月9日から17日までギリシャのアテネ大学で開かれた第2回非線型研究者世界会議に出席した。この会議は非線型研究者国際連合 (IFNA: International Federation of Nonlinear Analysts, URL は <http://www.fit.edu/AcadRes/math/ifna.html>) の主催で4年毎に開かれるもので、純粋数学・応用数学から理学、工学、医学、そして、社会科学までの幅広い分野における「非線型問題」が横断的に議論される。今回は世界各国より1500人以上の研究者が集まり、日本からも100人近い参加者があった。この中にはよく知られた数学者の名前もあったが、ほとんどが私の知らない人ばかりで、地球物理学関係者は私1人であった。

会議は実質7日間にわたり、30以上の分科会場に分れて行なわれた。ノーベル賞受賞者2名を含む世界的に著名な研究者の特別講演の他に、100余りの企画セッションとそれ以外の一般応募セッションがあり、1500件近い発表があった。特別講演や企画セッションの招待講演では45~60分の持ち時間が与えられて、余裕をもって講演・討論ができるように配慮されていた。また、OHPなどは使わずに黒板に証明を書いていくスタイルのセッションも少なからずあり、基本的に数学系の学会であった。幅広い分野を包括する学際的な会議であるとはいうものの、セッション毎にほとんど別個に企画されており、他領域との研究交流を促進するというIFNAの精神からすると、不満の残るプログラムの組み方であった。また、なかには、1国からの講演者ばかりを集めた「国内会議」もあったりして、ゴツク煮会議の趣きであった。

フロリダ工科大学 (FIT) の応用数学科が INFA の中核であるが、その近くの南フロリダ大学海洋科学科の H. Yang が呼び掛け人となって開いた企画セッションが「大気・海洋・気候力学における非線型系」である。面識はなかったものの著書や論文を通してお互いの存在は良く知っていたので、彼から招待状が来たときには、研究の世界を拓ける好機であると思い快諾した。セッションでは、まず、彼が水平2次元および3次元の海洋モデルにおけるラグランジュカオス (規則的な流れの中でもみられる流体粒子運動のカオス、余田 (1995) 参照) と物質輸送過程について発表した。古典的な2次元の風成循環でも海面での風の応力場が季節的に周期変化すれば、流体粒子運動はカオス的なことを示し、また、熱塩循環を組み合わせた3次元モデルでは、流れが定常でもカオス的な流体粒子運動が可能であることを示した。トレーサの移流パターンや局所的リアプノフ安定性解析により、これらの特徴を具体的に明らかにした。海洋大循環の基本的なイメージとして「熱のコンベヤーベルト」の概念が提出されているが、現実には季節変化があるので流体粒子のラグランジュ運動自体はそのような描像にはならず、「ベルト」上の位置に依存して複雑な様相を示すことを強調していた。

私は「地球流体および気候に関する簡略化した力学モデルの分類」という題で、自分自身の研究も含めたレビューを行なった (余田 (1996) 参照)。従来、地球流体力学や気候力学の分野では、特定の基本過程のみに着目して簡略化した数理モデルが数多く提案され、研究されてきた。これらはほとんど独立に為されてきたが、このレビューでは、力学系理論に基づいてこれらのモデルの数理構造を明らかにし、統一的な視点で整理・分類を行なった。大きく分けると、定常状態に着目する「平衡気候」モデルと周期的・非周期的時間変動に着目する「気候変動」モデルに分けられ、後者

* Report on the second World Congress of Non-linear Analysts.

** Shigeo Yoden, 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻.

© 1996 日本気象学会

はさらに外部パラメータが一定の系か時間変化する系かで自励系か非自励系に分けられる。それぞれのカテゴリーに含まれる具体的なモデルを列挙し、特徴的な解析例を紹介した。また、このような認識を踏まえて気候モデルに含まれる問題点を指摘し、今後のモデル開発の基本的指針を議論した。

中国科学院の M. Mu は、地球流体力学における流れの非線型安定性問題で擾乱の発達の上限を理論的に見積もるとき、エネルギーカシミール法(アーノルドの方法とも呼ばれる; 山田 (1991) 参照) をどう使っていけばよいかを順圧流体、準地衡2層流体、連続成層流体、等々、いろいろな状況を例にとり、統一的に議論した。また、ハワイ大学の F.-F. Jin は、「熱帯域の大気-海洋相互作用の非線型力学」という題で、エルニーニョ-南方振動の新たな簡略化モデルを提案した。大気-海洋結合不安定のエッセンスを抽出した2変数モデルで自励的周期変動を作りだし、そこに季節変動に相当する別の周期強制を加えることで、悪魔の階段と呼ばれるカオス的な応答(木本 (1996) 参照) を得ることに成功した。

我々のセッション以外でもいくつかの興味深い講演があった。モナーシュ大学(オーストラリア)の R. Grimshaw は、孤立波が波束を射出することでゆっくり減衰していく過程を摂動展開法で解析し、海洋中で観測された孤立的な内部波の形態との関連を指摘した。香港理工科大学の D. Y. Hsieh は流体力学的不安定問題におけるカオスへの遷移を系統的に数値解析した結果を発表した。また、エネルギー収支気候モデルの数学的側面に関する講演もいくつかあった。流体力学関連では非線形波動やカオスの混合、カオス理論では時系列データ解析やリアプノフ解析など、今後の研究の参考となる講演も多かった。

会議の初日、予期せず大学教養部時代の同級生に再

会した。彼は山口昌哉先生の教え子の一人で、私が先生のグループから非線型系の数値解析の初歩を学んでいた頃に会って以来であった。何度か食事を共にし、お互いの近況や研究のこと、学問世界のことなどを語り合った。特に印象深かったのは、彼の語る数学分野の様子と彼自身の研究姿勢であった。数学では基本的に共同研究という形態はないと思っていたが、今日、米国などでは特にめずらしくもないようである。彼自身も、近年、共同研究で良い仕事をしたとのことで、彼がアイデアを持ち大枠を作り、解法テクニックに優れた共同研究者がきちんと詰めを行わない研究をまとめあげたそうである。このような共同研究方式は、たくさん問題をどんどん解いていくには効率がよい。米国の実績主義とドライな人間関係を思い起こした。また、数学の研究は若い時に為されるものと思いついていたが、彼は40代になってもまだまだこれからだと主張した。これまでの自分自身の研究を顧みて、「守りの姿勢」に入っていないかと思えさせられた。野心を持って新たな研究に挑戦していく彼の姿をみて、私もそうあらねばと奮い立たされた。この会議では、日常生活を離れて、自分自身の研究のこれまでとこれからをじっくりと考えることができ、たいへん有益であった。

参考文献

- 木本昌秀, 1996: エルニーニョカオス, 数理科学, 401, 81-85.
 山田道夫, 1991: 流れとパターン—流れの安定性解析序論, パターン形成, 朝倉書店, 38-79.
 余田成男, 1995: カオスと気象予測, 科学, 65, No. 5, 305-313.
 余田成男, 1996: 気候および気候変動の数理モデル, 岩波講座 地球惑星科学11, 気候変動論, 岩波書店, 221-266.