



# 天 気

1983年3月  
Vol. 30, No. 3

101 (地球流体)

## 第3回地球流体夏のセミナーの報告 ——地球流体における解の多重性と分岐——

昨年と同じ趣旨で、第3回地球流体夏のセミナーが、1982年7月21～23日に長野県野辺山で行われた。今年のテーマは、「地球流体における解の多重性と分岐」で、コンピーナーは、九州大学工学部応用理学教室の神部 勉氏である。以下に、コンピーナーのまとめと、話題提供者の報告要旨を収録する。なお、第2回のセミナーのテーマは「臨界層」で、その内容は、「天気 (28, 739～750)」に報告されている。

### 第3回地球流体夏のセミナーを終えて

神 部 勉\*

去る7月21日から23日の3日間、信州・野辺山のYMCA野辺山高原センターで、第3回地球流体夏のセミナーが開かれた。テーマは「地球流体における解の多重性と分岐」で、これは一見数学的な内容に見えるけれど、実際は実験や観測の報告もあり、また数値シミュレーション映画および観測データに基づくアニメーション映画があつたりして、大変有意義で面白い会であった。参加者の分野は、本来の海洋物理・気象力学の専門家だけでなく、やや専門外とみられる流体力学・乱流・数学の専門家も加わり（いずれも若手）、これが当セミナーのユニークさ、面白さの原因の1つであることは間違いない。参加者の総数は予想外の70名で、前回の36名のほぼ2倍に達した。これは盛会であったことの現われであると同時に、参加者の一部からは、あまりに大きくなり

すぎて、濃密なディスカッションを目的とする初期の目的からはずれてしまうのではないかと、との懸念が表明されるに至った。

今回のテーマは「非線型安定論とカタストロフィ」と言いかえることもできよう。「熱対流」「黒潮蛇行」「ブロッキング」など、地球流体力学でそれぞれ独立に研究されている現象が、非線型問題として統一的に把握できないだろうかということが今回のセミナーのねらいでもあった。昨年、ほとんど門外漢の私がこのセミナーのコンピーナーに指名されてから、各方面の方々と相談しながら、このような内容が選択されたわけで、かなり大胆な試みであったかもしれない。しかし実際のセミナーは「自分が門外漢であることを忘れました」（西蒲廉政氏、京都産業大・数学）との感想にある通り、自由で熱気のコもった講演と討論のために、しばしば時間が足りなくなる事態が発生した。前回の「臨界層」、今回の「非線

\* Tsutomu Kambe, 九州大学工学部応用理学教室。

形安定論」のセミナーに参加して強く感ずるのは、地球流体力学が大きく発展しつつある分野であること、殊に、波動理論、非線形安定論に豊富な生きた例を提供しているということである。

さて今回取り上げられた話題であるが、一つは「熱対流」で、最近の実験・理論の reviews と共に、有限振幅問題の報告がなされた(山田, 吉崎, 以下敬称略)。二番目の話題は「黒潮蛇行」であった。本州南岸の黒潮には、ほぼ直進の状態と大きく蛇行する状態(冷水塊の出現と関連)とが観測されていて、これらの観測の最新データの報告(西田), および理論的なモデル解析(増田), 数値解析(尹)の報告がなされた。わが国近海での現象だけに興味ある問題であったと同時に、黒潮蛇行の根源にせまる素晴らしい報告であった。蛇行の原因を一言にして言えば、Coriolis 力によると言えようか。

3番目は大気「ブロッキング」である。周知のように、北極のまわりの大気の動きには、速く周回する状態と大きく蛇行する状態とがあって、後者の場合に蛇行の谷間の大気はほぼ静止に近い。このような現象に関連して、回転水槽実験の話(守田), 理論的な多重平衡解の存在についての報告(和方, 余田)があり、この問題では、カスプ型のカタストロフィが導かれる現象であることが示された(楠, 和方)。ブロッキングにおける蛇行も Coriolis 力が原因であることを考えると、「黒潮水域

での冷水塊の出現」も“blocking”も同種の現象なのではないかという印象を受けた。

以上の三つの問題は非線形問題の“解の分岐”として捉えることができるという観点から、数学者の側から「力学系」および「分岐」の理論の解説(宇敷, 西浦), および気象力学の観点からの一般論(松田)があった。この他、順圧不安定の理論と実験の話(新野), さらにプログラム外のものとして、Lorenz systems(神部), Rossby波の臨界層(山田・後藤), および3本の映画(モンスーン地域の風, 黒潮の蛇行, 北半球大気の流れ)が上映された。

今回のセミナーは特に、科学研究費特定研究「乱流現象の解明と制御」(代表者, 京大, 巽 友正先生)より、総括班および各班から総勢十数名の方々の御参加をいただくという形で、御協力をたまわりましたことを、ここにお礼申し上げます。

最後に、セミナー事務局は前回に引き続いて東京大学海洋研究所で担当していただき、木村竜治さん並びに東京大学海洋研究所気象部門の方々に、煩雑な事務処理の労をとっていただきましたことを心から感謝致します。なお次回のコンペナーは吉沢能政さん(筑波大), 事務局は新野 宏さん(気象研)に引き受けていただくことになった。次回の成功を確信し、一層の発展を願してやみません。

## 第1部 分岐理論

### 力学系の分岐理論入門

宇敷 重広\*

この地球流体夏のセミナーにおいては、非線形偏微分方程式系の解の分岐現象に関する数学理論と、地球流体に見られる現象とをいかにして結びつけるかがひとつのテーマになっている。海流の蛇行パターンの形成や、北極をとりまく大気流のつくる波など、分岐理論によるアプローチが有効であろうと予想される問題も数多い。

非線形偏微分方程式系の分岐理論は、いわゆる反応拡散系についての研究が最も進んでいる。それ以外の方程式系について、とくに非線形性が強いところでは、数学理論も発展途上にある。しかしながら、ベナール現象に関する実験などにおいて、流れのパターン、対流のパターン、対流セルの振動や乱流への移行など、力学系理論

の視点から見て、典型的な分岐現象に酷似した現象がしばしば見られ、そのため、こうしたアプローチが有効であると広く信じられている。

この講演では、こうした理論への入門として、低次元力学系に見られるいくつかの典型的な分岐現象がどんなものかを述べた。とり挙げたのは、一次元写像に見られる周期倍化現象、リー・ヨークのカオス、エノンの写像に見られるストレンジ・アトラクタ、ホップ分岐、ローレンツ・アトラクタ、レスラー・アトラクタ、断続カオス(インターミッテンシー)などである。詳しい内容は以下に掲げる文献によっていただきたい。

### 文 献

(力学系に関するもの)  
Abraham, R. and Shaw, 1982: Dynamics, the geometry of behavior, The Visual Mathematics Library, Aerial Press.

\* Shigehiro Ushiki, 京都大学教養学部数学。