

# 第1回環境災害研究における流体力学および地球物理学に関するスプリングスクール参加報告

小郷原 一 智\*

## 1. 概要

第1回環境災害研究における流体力学および地球物理学に関するスプリングスクール(The 1st Spring School on Fluid Mechanics and Geophysics of Environmental Hazards ; <http://www.ims.nus.edu.sg/Programs/09fluidss/index.htm>)が2009年4月19日から2009年5月2日までシンガポールのNational University of Singapore/Institute for Mathematical Sciences (以下, NUS/IMS)で行われた。このスプリングスクールは基礎的な流体力学/地球物理学の学習を目的とし、数学、物理学、工学などの分野ですでに学部を卒業し、今後多様な分野で研究を行おうとしている大学院生を対象としている。また、学んだ流体力学を基礎として、その環境災害対策への応用を学生に紹介することも目的としている。世界各国から招待した講師による講義や招待講演、室内実験や簡単なモデルを用いた計算機演習、ポスター発表などが用意されていた。アジアを中心とする12カ国から約50名の学生が参加した(第1図)。1日のスケジュールは、数名の講師による講義(3回/人)とゲストによる招待講演、毎日午後に行われるProject Workから成っている。

## 2. 授業

平日は毎日午前中に授業が行われる。担当の講師と授業タイトルは第1表のとおりである。2週間かけて全講師が各々3コマ受け持つ。さらに、午後にはゲストによる1回のみ招待講演が行われる。

講師の一人であるKerry Emanuel(マサチュー

セツ工科大学)は熱帯低気圧の力学を支配する基礎方程式の導入から、自身のモデル(Emanuel 1995)を用いた熱帯低気圧の発生、維持機構の解説を行った。熱帯低気圧の発達と減衰に対する大気海洋相互作用の重要性を強調していた。Peter Haynes(ケンブリッジ大学)は、化学物質の長距離輸送を念頭において、大気中における物質輸送の講義を行った。非常に小さなスケールにおける移流と分子拡散による混合から出発して、理路整然と大規模スケールへと拡張していった。講義全体としては、最先端の理論を学ぶというよりも、基礎の基礎からおさらいするという印象であった。

## 3. Project Work

第1週目の水曜日以外の14時から16時までは、AからIまでの9グループに分かれてグループワークを行った(毎週水曜日の午後はフリータイム)。指導は講義を受け持っている9人の講師が行い、各グループはIMSの一室を割り当てられ、講師が与えたテーマについて室内実験や数値計算を行った。各グループ6人程度で、事前アンケートをもとに割り振られている。内容が数値計算の場合、講師が用意してきた簡単なプログラム(グラフィカルユーザインタフェースを採用したプログラムで、設定等の操作が簡単に行えるように作られていた)を使い、いくつかのパラメータを変えてみるという単純なものであったが、どのプログラムも多くの可変パラメータを持っていて、飽きることは全くなかった。私は、Kerry Emanuelを指導者とするFグループに所属し、Emanuel(1995)に用いられているsimple hurricane modelで遊んだ(Emanuel氏本人も、そのモデルを“toy”と呼んでいた)。

Simple hurricane modelには43個のパラメータが用意されていて、テキストファイルの中の数値を書き

\* Kazunori OGOHARA, 京都大学大学院 理学研究科。



第1図 集合写真 (IMS の講堂にて, IMS 提供).

第1表 講師とその講義名.

講義	
Keith Moffatt (ケンブリッジ大学, 英国)	渦力学・乱流の基礎
Tieh Yong Koh (南洋理工大學, シンガポール)	地球流体力学, 環境流体力学
Paul Linden (カリフォルニア大学サンディエゴ校, 米国)	
A. W. Jayawardena (水災害・リスクマネジメント国際センター, 日本)	水文気象と環境災害
Gerd Tetzlaff (ライプツヒ大学, ドイツ)	中緯度帯における豪雨・暴風
Kerry Emanuel (マサチューセッツ工科大学, 米国)	熱帯低気圧概論
Swadhin Behera (海洋研究開発機構, 日本)	インド洋・太平洋の気象学
Toshio Yamagata (東京大学, 日本)	
Peter Haynes (ケンブリッジ大学, 英国)	大気汚染質の輸送
Pavel Tkalich (シンガポール国立大学, シンガポール)	津波
Emily Shuckburgh (英国南極調査所, 英国)	気候変動に関する最近の研究
招待講演	
Frédéric Dias (カシャン高等師範学校, フランス)	非線形不安定性, rogue wave, 顕著現象の研究における数値モデリングおよび実験
Soon Hoe Chew (シンガポール国立大学, シンガポール)	数値モデルを用いた震源パラメータの迅速な推定
Paola Malanotte-Rizzoli (マサチューセッツ工科大学, 米国)	ヴェニス: 災害からの復興
Harsh Gupta (インド国立地球物理学研究所, インド)	自然起源・人為起源の環境危機と災害
Chris Newhall (南洋理工大學, シンガポール)	流体力学と火山活動
Dao My Ha (シンガポール国立大学, シンガポール)	津波

換えるだけで感度実験ができるようになっていた。また、時系列や動径一高度分布を描画できる変数も多く準備されていて、確認したいものは思いどおりの形式ですぐに確認できた。本当は好き勝手に遊びたかったが、期間の後半では全体で活動報告を行う必要があり、グループとしてまとまった内容でなければならぬため、私には下端の境界条件（海か陸か、陸なら平野か丘か山か）のハリケーン強度に対する影響の考察を割り振られた。海陸の違いは、主には海面からのエントロピーフラックスの on/off であり、これが熱帯低気圧の強度に大きく影響する。平野、丘、山の違いは単に下端境界の摩擦係数の違いであるが、この下端境界の摩擦係数の熱帯低気圧の強度に対する影響は、エントロピーフラックスの影響に比べれば一桁小さかった。他の学生には、海水が混合されることのハ

リケーン強度に対する影響, SST がハリケーンの強度に与える影響などが割り振られていた。ハリケーンが発達してくると、海水の混合により混合層の下の冷たい水が表面に上がってくる。これは、結果的にハリケーンの発達を阻害し、混合を off にした場合に比べてハリケーンは強くなれない。また、ハリケーンの進行速度を極端に遅くすると、海水の上下混合強化→ハリケーン弱体化→海水の上下混合弱体化→ハリケーン強化→海水の上下混合強化、を繰り返す、ハリケーンの強さは振動してしまう。

モデルは単純なもので非現実的な部分もあったが、簡単な感度実験を通して本質的な力学を学ぶには最適であった。これらの活動を通して、日が暮れても NUS/IMS に残り、ホワイトボードを前にして議論したのはよい経験となった。

#### 4. 感想

第2週目は第1週目の Project work の内容を全員の前でグループごとに発表する時間 (30分/グループ) が設けられた。用いる資料を作成するためメンバーで作業を分担し、発表箇所を割り振り、全員で練習した。誰が最終的に資料をまとめて、発表できる状態にするかを決めるのには紛糾した。しかし、このような外国人とのグループワークは経験したことがなかったため、自分のコミュニケーション能力を認識するよい機会となった。また、帰国2日前に、代表者である Keith Moffatt (ケンブリッジ大学) から「帰国までに各グループ10ページ以内のレポートを提出するよう

に」と言われ、大ブーイングを浴びせながらも妙に一致団結してレポートを作成したのも思い出深い (実際に提出したのは、帰国後1週間たってからだが)。

2週間という長いようだが、休日や自由時間はちゃんと設けられており特にハードスケジュールという印象はなかった。これは、町外れの広い大学内に宿泊していて夜遊びが容易にできるところではないこと、シンガポールは大学内でのアルコール販売が禁止されていることで、勉強せざるを得ない状況にあったからかもしれない。週末には、全員でいくつか島を回り、帰りにチャイナタウンで安くておいしい中華料理と青島ビールを楽しんだのも、良い思い出の一つである。参加した学生が facebook (有名な SNS) にこのスプリングスクールのグループを自主的に設立し、今でもまだ連絡を取り合っている。初めて会う外国の学生との議論と遊び、著名な講師による授業と実習で充実した2週間を送れたと思う。今後の私の研究生活のために、非常に有用な経験を積むことができたと感じている。

最後に、このスプリングスクールを紹介して下さった、京都大学理学研究科の里村雄彦教授、余田成男教授に御礼申し上げます。

#### 参考文献

Emanuel, K., 1995: The behavior of a simple hurricane model using a convective scheme based on subcloud-layer entropy equilibrium. *J. Atmos. Sci.*, 52, 3960-3968.