

## ヨーロッパでの国際会議と大学・研究所訪問

余田成男\*

今年の夏、私はヨーロッパで開かれた2つの国際会議に出席し、7つの大学・研究所を訪問した。その時の様子と個人的な感想をここに記す。

### 第11回ヨーロッパ地球物理学会総会（キール、西独）

ヨーロッパのどこかで毎年開かれるこの会議では、地球内部から惑星までさまざまな分野の研究が30以上のセッションに分かれて発表された。私は中層大気力学（2日間）、中層大気化学（1日）、中層大気モデリング（半日）を中心に参加した。

これらの中で最も印象に残った発表は、A. O'Neill（英国気象局）のグループによる、大規模運動の時間変動（成層圏突然昇温を中心とした）に関する観測・モデル実験の結果であった。彼は、「理論家は総観図を見つけた」といって、Qマップ（等温面上の渦位分布）などのステレオ投影図を次々と見せていた。波-帯状流相互作用理論がどこまで現実に適用できるのか疑問を提出し、「突然昇温が根本的に完全非線型な現象である」というふうに捉え直そうと試みていた。（だから、波数別に分けた議論ではなくて、総観図が必要となる訳である。）もっとも、問題がいろいろ残っていて、京都でのMAPシンポジウム（1984年）以来なかなか論文にならないと言っていた。波-帯状流相互作用理論を越えるアイデアを出せて初めて、この理論はもう古いと言えるわけで、彼も苦しんでいるところなのだろう。

後日、ベルリンでK. Labitzkeとこの話をした時のコメントが面白かった。「昔はみんな総観図でやっていたのよ。理論家が言うから波数1だ2だの帯状成分だのというふうに換えたのに、また総観図なの。」私は、ふと「気象学は螺旋階段……」という一節を思い出した。

6月にワシントン大学で開かれたNASAの中層大気

\* Shigeo Yoden, ワシントン大学大気科学科/京都大学理学部地球物理学教室/日本学術振興会海外特別研究員

研究集会では、南極域のオゾン・ホールが注目のテーマで、今では8つ程理論が出ているが、（日本でも活発な議論があると聞いている）この会ではK. Labitzke（ベルリン自由大学）によるエル・チチョンのエアロゾル説とL. Callis（NASA/Langley）のNOx化学説のみであった。今夏、アメリカがS. Solomon（若くて優れたNOAAの女性研究者）を含む30人程のオゾン・ホール観測隊をマクマード基地に送り込んだのと比べると、研究の進め方の違いを考えると興味深い差であった。

他にも、フランスの28層GCMや、ベルリン自由大学、ケルン大学の各種数値モデル、MAP-WINEキャンペーン（重力波のロケット観測）などあまり知らなかった話が聞けて有意義であった。また、全体セッションの講演の1つに、ハレー彗星の観測結果に関するものがあった。日本の2つの探査機も新しい結果を得るのに大変貢献した様子で、他人事ながらうれしく思った。

### 大気及び海洋の長期変動（1カ月～数年）に関する会議（ロンドン、英国）

バッキンガム宮殿近くのロイヤル・ソサイエティで開かれ、Sir J. Masonの挨拶で始まった会議は、英国における学問の伝統と格調の高さを感じるうえで充分であった。キールの会議のように気楽に質問できる雰囲気ではなかった。一般の人も交えたBakerian Lectureでは、議長シンボルである黄金の杖が恭しく登場し、W. Munk（Scripps Institution）がスペース・シャトルから撮った船の作る波について講演した。有名な（と想像される）詩や古事来歴を引用し、McIntyreが歌をうたう（もちろん流行歌などではなく）演出も含めて、大変すばらしい講演であった。

会議の内容は住明正氏の報告にまかせるとして、一口で言うと、ここ数年来話題となっている観測、理論、数値実験の集大成といった趣きであった。特に注目するような目新しい議論はなかった。主観的な印象としては、M. WallaceとB. Hoskinsそして大規模な数値モデル

を有するいくつかの研究機関 (ECMWF, GFDL/プリンストン大学, 東京大学など) がこれからの対流圏大規模力学の分野をリードしてゆくだろうと感じられた。

#### ケンブリッジ大学とレディング大学

今回の出張のなかに大学・研究所の訪問を含めたのは2つの理由がある。まず、セミナーやディスカッションを通して、私がどんな顔・姿で、何に興味を持ち、どんな研究をしているかをより多くの人に知ってもらうことである。そしてもう1つは、それぞれの研究室がどこにあり、どんな人が何を研究しているのか、自分自身で確かめることであった。最近行っている研究 “Multiple Planetary Flow Regimes in the Southern Hemisphere” と “Numerical Study of a Stratospheric Vacillation Model” の2つの論文と OHP を準備し、レディング, ECMWF, ミュンヘンでは主に前者を、ケンブリッジ, 英国気象局, ベルリン, ケルンでは後者を中心に話した。

ケンブリッジでは、応用数学及び理論物理学科 (DAMTP) に M. McIntyre と P. Haynes を訪ねた。Haynes とはワシントン大学で3カ月程同じ部屋だったこともあり、彼に空港まで来てもらい、クィーンズ・カレッジの彼の部屋に泊めてもらうことにした。

McIntyre は、成層圏でのプラネタリー波の碎波の研究以来非線型力学に突き進んでいる様子で、Haynes の他に新たに2人のポスドク (Postdoctoral faculty) と2人の大学院生を加えて、高分解能の碎波モデルや非均質な中 (常状流の強制がある地球大気) での2次元乱流、コンター・ダイナミクスを精力的にやっているところである。また、ここ十年来の仕事の続きで、波の活動度の保存定理を有限振幅の場合に拡張することもまとまりつつあり、McIntyre & Shepherd の論文が *Journal of Fluid Mechanics* に投稿中である。McIntyre の一連の研究に近づくことを避けてきた私にとって、波と平均場の相互作用理論と2次元乱流がどう結びつくのか、または結びつかないのか、彼の研究方針を正しく理解することは困難であった。

McIntyre と話をする時はコンピュータやネットワークの話題に引込まれないようにと入れ知恵された。何でも、Haynes がシアトルにいた頃、ケンブリッジから共著論文の原稿をまるまるコンピュータ・メールで送り、大学から電話を止められて、一言「電話してくれ。」という電話がかかってきたことがあるそうだ。国際コンピ

ュータ・メールは、論文は問題があるにしても、郵便で送るよりも余程速いので、McIntyre お気に入りの新技術らしい。

セミナーとともに、ポスドク連中とのディスカッションは、一番楽しく、突り多く、また、油断のできないものである。彼らは私と同じような世代の発展途上人間であり、自分の最新の仕事をアピールしようと熱心に話しかけてくる。相手の土俵で議論をする訳だが、的を射た質問やセンスの良いコメントができるかどうかで、こちらの能力まで判ってしまう場面である。2次元乱流の話の折などは、京大数理研の木田さん達の数値実験 (セミナーなどで数回聞いたただけだが) を思い出しながら必死で凌ぐことになった。

ケンブリッジは英国の中でももっとも伝統のある大学である。ここでは、毎日午前と午後にお茶の時間があり、どんなに仕事に気が乗っていても集まって雑談をする習慣がある。もっとも、研究の話がほとんどで、白い合板の貼ってあるテーブルは、鉛筆書きの数式や図、グラフに埋め尽くされている。レディングでもお茶の時間があつたが、立ち話程度で議論が白熱する程ではなかった。(サンプル数が少ないので正しい比較ではないが。) また、次のような話もその古さとレベルの高さを物語るもので、私など「はあ、そうですか。」と驚くばかりであった: クィーンズ・カレッジが財政豊かでないのは、カレッジのスポンサーがバラ戦争 (1455~1485) で負けた側だったからだ。トリニティ・カレッジ (ニュートンもいた) が得たノーベル賞の数はフランスのそれを上回っている。等々。

レディング大学は英国で唯一気象学科をもつ大学で、1970年代の初めに学科ができたそうである。農業気象なども含む幅広い学科で、大規模力学に関係するのは主任教授の R. Pearce と B. Hoskins のグループだけである。このグループには3人のポスドクがいて、さらに、ワシントン大学で学位を得たばかりの H. Shu がもうすぐ行く予定だから、ますます充実した陣容となるはずである。

Hoskins のやり方は、日頃私が理想と思っているものに (そしてまだまだ実現できていないものに) 最も近かった。というのは、ECMWF のデータと各種数値モデル (簡単なものから大循環モデル級までいろんな階層のもの) を有し、理論、数値実験、データ解析が有機的に結び合わされて、それぞれがうまく機能している印象だったからである。単純化した理論だけでは説得力を持ち

得ず、ただ漠然とデータを眺めるだけでは複雑すぎてどう理解すれば良いのか判らず、何となく閉塞感のただよふ現在において、着実に研究を進めてゆくには、このような幅広さで1つ1つ問題を詰めてゆくしかないのではなからうか。

具体的な研究の話をするすると、D. Andrews の弟子のポストドク、P. Valdes が大規模な非線型連立方程式を解く新しい方法を考えていた。M. Ghil や私のやっている方法だと現在のコンピュータでは  $10^2 \sim 10^3$  変数が限界となるが、彼の方法だと15層 T42 切断の非線型プリミティブ・モデル ( $\sim 15^5$  変数) で定常解を求めることができるようになってきている。もっとも、Newton 法のように必ず解に収束する保証が無いので問題点もあるが、解ける場合だってあるので近々私の問題にも使ってみようと考えているところである。

### ECMWF と英国気象局

ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) は EC 諸国を中心とする国際共同研究機関、英国気象局は国防省の1機関であり、それぞれ大学とはまた異なった雰囲気をもっている。ECMWF では訪問者用の ID カードを持たされ、気象局ではカメラを取り上げられたのが、まずは入口での対応の違いであった。

ECMWF では A. Simmons に館内を案内してもらった。ID カードで扉を開けて計算機室に入ると、何十枚もの予報図が連ねて掲示してあり、過去何日分かの予報結果を比較検討できるようになっている。また、ECMWF のほかに気象庁 (日本) や NMC (米国) など各国の予報成績の折線グラフが貼り出されている。ほとんど毎日 ECMWF がトップの成績をとっていて世界一を誇っている。中期予報の精度向上という明確な目標に向かって各研究者が努力している結果であり、ここは世界のなかで最も活発な研究機関の1つであろう。

Simmons の他にも S. Tibaldi や T. Palmer ともいろいろ議論できたのは有意義だった。Palmer は日本で開かれた数値予報国際シンポジウムから戻ったところから、その時の様子なども雑談した。彼がワシントン大学にいた頃は中層大気力学をやっていたが、今はこのモデルの重力波パラメタリゼーションに関する分野で中心的な役割を果している。O'Neill, Palmer, Buchart, Haynes が英国における“ワシントン大中層大気 (又は Holton) コネクション”である。

英国気象局には A. O'Neill を訪ねた。D. Andrews

も同じ成層圏グループに属している。もっとも、彼はオックスフォード大学にオフィスを持っていて、ほとんどそこで研究しているが、この日は偶然ブラックネルの駅で Andrews に会い、一緒に O'Neill のところで最近の研究について雑談することになった。

O'Neill の関心事についてはすでに書いたが、最近の成層圏モデル実験に関して次のような話題があった；プリンストン大学/GFDL の  $1^\circ$  SKYHI モデルをはじめとして、高分解能モデルを用いた数値実験が進められているが、観測、主に人工衛星による観測と比較する時には注意が必要だということ。というのも、衛星から真下を見下ろす測器は鉛直分解能が悪く (10 km 程度の解像度)、大気の縁を斜めに測るものは東西波数 6 (LIMS) までしか分解できないからである。数値モデルのほうが余程分解能が高い訳で、計算結果と実際の観測をちゃんと比較するには、もう一度モデルの結果に人工衛星を飛ばして観測 (コンピュータの内での話) をしなければならないというのである。

セミナーのあとで、R. Hide や A. White のいる回転水層実験グループを訪ねた。同軸円筒水路で水平加熱差を与えるという例の実験であるが、私自身修士課程の頃より興味を持っている分野でもある。回転角速度をゆっくり変化させた時履歴現象が起ること、定常流・バシレーション・不規則変動の出現状況 (レジームの遷移) が、Lorenz や Pedlosky による理論の結果と異なることを詳細に調べていた。これらは福岡大の宇加治氏のところで得られた結果 (気象集誌, 1985) と一致しており、新しい理論が要求されている問題である。

### ベルリン大学, ケルン大学, ミュンヘン大学

ベルリン自由大学は歴史的事情により特定のキャンパスをもたない。以前は個人の住宅だったのが研究室となっていることも多く、気象学関係の建物も分野ごとに5カ所に分散している。ここでは、成層圏突然昇温現象の発見者 R. Scherhag の伝統を受け継ぐ K. Labitzke の成層圏グループを訪ねた。

有名なベルリン天気図 (10 mb, 30 mb, 50 mb の高層天気図) は、今も毎日人手によって丁寧に描かれている。最近、過去の解析図をすべて MT 化したそうで、成層圏の気候を研究するうえで最も重要なデータの1つとなるはずである。もっとも、大学院生たちはみんな数値モデルをやっている、データ解析は彼女だけのようであるが、

Labitzke とのディスカッションで教えられたのは、データを見る時の基本姿勢である。NMC や ECMWF の解析による全球データを扱う場合、最初から緯度・経度の格子点に数値が入っており、あたかも、全球で均質な観測が行われているかの如き錯覚をする場合がある。陸上と海上では観測密度が大きく異なっており、いくら衛星観測の助けを借り最高の内挿法を用いたとしても、空間的に均質なデータとはなっていない。取り上げる問題によってその影響は異なるであろうが、常に気をつけておく必要がある。南半球のデータ解析の話をした時、さっそく天気図を持ち出して、「ここはこれだけしか観測点が無いのだから、気をつけて結果を見なければいけない。」と注意された。

ケルン大学には地球物理学及び気象学教室があり、A. Ebel を訪ねた。彼の下には2人のポストドクと何人かの大学院生がいて、重力波のロケット観測や数値モデルなど主に中層大気力学の研究をやっている。彼は地球内部のマントル対流にも興味を持っていて、高 Prandtl 数での2次元対流の数値計算をやっている学生もいた。「地球物理学及び気象学」の名前通りである。

Ebel は、京都大学 超高層電波研究センターの客員教授として、来年秋より日本に滞在の予定である。独語で書かれた日本語会話の本を持ち出して、練習の成果を披露してくれた。異なる文化・伝統の国、日本への訪問旅行を楽しみにしている様子である。

ミュンヘン大学の J. Egger とはワシントン大学で教

週間一緒だったこともあり訪問日程に加えていたのだが、ちょうど彼の中国出張と重なってしまい会うことができなかった。彼の率いる理論気象グループの W. Mets, H. Schilling, G. Hartjenstein と話をした。ここには、Egger の他に、衛星気象と境界層の教授がいる。

ドイツの大学を訪ねて受けた印象は、英国や米国と比較して、教授が突出して偉く、ポストドク連中がそれ程上昇指向でないということである。これはおそらく大学制度の違いから来るのではないかと思われる。ハビリタチオンという教授資格試験があり、学位取得後に教授になれるコースと研究者になるコースに分かれていて、各人の研究に対する取り組み方にも強く影響を及ぼしている様子である。若い世代が積極的な分だけ英国の大学のほうが生き活きとしていたように感じられた。(但し、夏休み期間中に数日間ずつ訪問しただけなので、結論づけるのは危険であるが。)

今回、会議だけでなく大学・研究所をあらちこち訪問できたのは、日本学術振興会の海外特別研究員としてワシントン大学に滞在中だからである。長期の出張を許していただいている廣田勇教授と京都大学の気象学関係の先生方に心より感謝します。また、J. Holton 教授の研究費援助(ワシントン大学に於ける)があっはじめて旅費を捻出することができたので、あわせて感謝します。

## 熱帯域における微気象と大気汚染に関する国際シンポジウムのお知らせ

日 時：1988年2月

場 所：インド，ニューデリー

発表募集課題：

- (1) 人口密集地域に有毒物質が放出された時の処置
- (2) 大工業地帯からの汚染物質の監視とモデリング
- (3) 熱帯における各種エネルギー使用による大気汚染
- (4) 熱帯における大気・海洋上の境界層の特性

興味のある方は下記に問い合わせ下さい。

Prof. M.P. Singh

Centre for Atmospheric Sciences

Indian Institute of Technology

Hanz Khas

New Delhi—110016 India