

## 第17回 IUGG 総会に出席して\*

### 要旨

去る1979年12月2日から15日までの2週間にわたり、第17回の IUGG (国際測地学・地球物理学連合) 総会がオーストラリアのキャンベラで開かれた。この会議にはわが国の気象関係者も IUGG の一環である IAMAP (国際気象学大気物理学協会) を中心として十数名が参加した。

恒例により、「天気」では出席者数人の方々にそれぞれの専門分野に関する報告をお願いした。この報告を通して、国際的な気象界の最近の動向を読みとっていただけたならば幸いである。〔「天気」編集委員会〕

### 1. 一般報告

磯野 謙治\*\*

第17回 IUGG/IAMAP の総会に IAMAP の Executive Committee のメンバーの一人として参加したのでその事務的な面について報告する。

今回の総会は Australian National University のキャンパス (Canberra 市) で1979年12月2日から15日の2週間の期間に開催された。IUGG は IAG (測地学), IASPEI (地震学および地球内部物理学), IAVCEI (火山学および地球内部化学), IAMAP (気象学および大気物理学), IAHS (陸水科学), IAPSO (海洋物理学) の7つの Association から構成されていて、今回の出席者は IAMAP 302名, IAG 308名, IASPEI 235名, IAGA 433名, IAPSO 350名で合せて1,945名であった。前回のフランスの Grenoble で開催された総会に比べると参加者は10%ほど少なかったのは、欧米から遠いためであったためであろうか。日本からの出席者は約90名であった。1昨年 IUGG に参加が認められ、今回総会に初参加した中華人民共和国から51名出席した。IAMAP 関係の日本からの参加者は十数名であった。IAMAP のシンポジウムおよび IUGG の “Inter-Diciplinary Symposia” を通じて、現在、気候変動、上中層大気、大気化学、惑星大気の研究の新しい発展への胎動が感じとられ、これらの研究の諸分野に気象学以外の諸科学の研究

者の関心が高まっていることが感じられた。

以下 IAMAP に関係した事柄について略述する。IAMAP の Executive Committee, および総会では IAMAP の各委員会 (Commission) の活動、1981年西ドイツ Hamburg で開催予定の IAMAP Special Assembly などに関する報告、討議が行われた。また、かねて討議されていた IAMAP の定款 (Statutes) の改正草案に対する各国の国内委員会の意見が出揃い、大筋においては皆賛成であるが、一部の字句に関し修正意見が出され、新しい案では英文が正文となり仏文は副となるので、仏文案については委員会をつくり検討することとなった。新定款の決定は Hamburg の総会で行うこととなった。

役員の変更が行われ新しい President としては Dr. W.L. Godson (カナダ), Vice President としては Prof. Dütch (スイス), Dr. H. Sunqvist (スウェーデン), また Executive Committee の物故した Dr. Hesdttvet の補充として Dr. R.G. Soulage (フランス) が選出された。

総会では次の6つの決議 (抄訳) が承認された。

(1) IAMAP/ICDM\*\*\*, IRC\*\*\*\* は、大気の流れおよびこれに関する力学に地形の効果が重要であると考えて、GARP の一環として1981年9月1日から1982年10月31日の間にアルプス地域で行われる Alpine Experiment に IUGG 加盟各国が目し、野外実験への便宜供与、関連した研究活動、人工衛星のデータの供給等を通じ同実験に参加することを勧告する。

(2) IAMAP/ICCP\*\*\*\*\* は気象調節の技術およびその基礎をなす物理の適切な国際的科学的テストを続けることが必要であると考え、すべての国がこの種の実験で得られたデータおよび実験の実行方法、測定装置を適当

\* Report on the 17th General Assembly of IUGG.

\*\* Kenji Isono.

\*\*\* ICDM : 気象力学委員会.

\*\*\*\* IRC : 放射委員会.

\*\*\*\*\* ICCP : 雲物理委員会.

な時期に公開し、研究者が知りうるようにすることを勧告する。

(3) IAMAP/ICMUA\* は WMO, NOAA (米) によって “Monthly Climate Data of the World” に公開されている高層大気データの編集が貴重であり、現在すでに得られている成層圏のデータが研究特に MAP に必要であり、また 30 mb 以上の高度の観測が規則的に行われていることを考え、このようなデータを上記刊行物に含めることを勧告する。

(4) IAGA と IAMAP は MAP\*\*, IMS\*\*\* の資料解析、太陽-気象関係など SCOSTEP\*\*\*\* の計画を進めるため SCOSTEP の新しい規約 (Constitute) を承認し、財政的支持を続けることを勧告する。

(5) IAMAP, IAGA は国際太陽-地球物理研究計画 (1980~1990年) を進展させるために各国が努力することを勧告する。

(6) IAMAP, IAGA は (これは IUGG の勧告にもなった) 知的な興味に動機づけられた基礎研究こそが資源の調査・開発、環境の保全、新しい技術の開発への応用の長期の発展をつちかうもっとも効果的な土壌であると考え、早急な応用を求めることなく、地球諸科学の基礎的研究に支持を与えること加盟各国に要請する。

また今後の数年の間に開催を予定されているシンポジウムは:

前記の1981年の Hamburg で開催の会議は、現在の案では、大気化学(海洋、火山の役割)、雲物理学 (nucleation の特別シンポジウム、メソ・スケールの観測と short scale の予報 (Nowcasting)), 放射 (遠隔測定、衛星、レーザー、ライダー)、気象力学 (First GARP の結果、ALPEX)、高層大気 (対流圏・成層圏・中間圏の wave interaction など)、惑星大気 (大気の進化)、気候 (気候変動と熱帯大西洋の関係、過去1000年の気候変化、都市気候-人間の影響その他)、オゾン(未定)、大気電気 (未定)、極気象 (未定)、などの内容となっている。

各委員会で計画されている研究集会は次の通りである。

放射: 1980年8月11~16日, Fort Collins (米)  
1984年期日未定, ヨーロッパ

オゾン: 1980年8月4~9日, Boulder (米)

惑星大気: 1980年期日未定, London (英)

1982年期日場所未定

気象力学: 1981年半ば, Reading (英)

雲物理: 1980年7月14~18日, Clermont-Ferrand (フランス)

気候: 1981年3~4月の間, Oxford (英)

極気象: 1981年 Easter の後の週 (3日間), Innsbruck (オーストラリア)

なお、IUGG の総会では21の決議が行われたがここでは割愛する。なお決議16として地球の形について the Geodetic Reference System 1967 に代って the Geodetic Reference System 1980 が決定された。これによると地球の赤道半径  $a=6378137$  m, 地球 (大気を含む) の地心引力定数  $GE=3986005 \times 10^8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$ , 地球の形の力学係数  $J_2=0.00108263$ , 地球の角速度  $\omega=7292115 \times 10^{-11} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$  が承認された。

## 2. 放射

関原 彊\*\*\*\*

今回の出席に際して私としては私自身の研究発表と所属している IAMAP 放射委員会への出席という2つの要件をもっていった。このたびの会議は IUGG 傘下の7つの Association のすべてが行われた他にそれぞれの相互にまたがるシンポジウムが開かれるという大変大きなものであった。したがってプログラムの実体、会場の位置関係等をのみ込むのに手間がかかり、かてて加えて英語の聞きとりで馴れるまでもに時間がかかり会の後半によりやくいろいろとわかって来たという有様であった。

5日の Modeling Trace Species Distributions of the Stratosphere and Mesosphere というのが私の論文発表の場でもあり、これには終日出席した、午前の座長は Bojkov, 午後は予定の座長が欠席で代役として Nicolet が務めた。このセッションの Convener の Chang, 招待講演をした Dickinson, Schmertekopf らすべてがここ10年位に名前を聞くようになった若手で新旧交替の感を深くした。ドイツから来た Fabian も同じくこの数年間に続々とオゾン関係の論文を発表している若手であるが彼は飛行機か何かの都合でおくれて来たため7日にあらためて講演していた。

大きな印象として数年前まではこれを測定しなければならぬ、そしてその方法は、といった議論が盛んに行われた大気中の遊離基 (OH, O<sub>2</sub>H, ClO その他) の測

\* ICMUA: 高層気象委員会。

\*\* MAP: 中層大気観測計画。

\*\*\* IMS: 磁気圏研究計画。

\*\*\*\* SCOSTEP: 太陽-地球間物理学特別委員会。

\*\*\*\*\* Kyo Sekihara, 東京理科大学。

定例がかなり蓄積して今ではその生成消滅と運動に関するモデル大気が議論されているという進歩の速さである。また CIAP 当時もつばら NO<sub>x</sub> はオゾンを破壊するといった問題にされていたのが今回はこれがオゾンを増加させる (Widhopf の報告) という話になっている変化の烈しさである。これは人間活動の自然環境への影響に関する評価の問題がこのように目まぐるしく変化しているということであるが勿論その背景にはフロン等が確実に年々増加しているという事実によるさしせまった事情がある。Schmertekopf はこの辺の最近の測定結果を集大成したものであるがこれで見ると彼の所属する Boulder にある NOAA の Aeronomy Lab. はこの方面でのかなりの中心的役割を果たしているように思われる。

私の報告は PCA 等で極地方の成層圏で炭酸ガスの破壊が行われこれが力学変化を与えるに十分な程度の圏界面冷却を惹き起こすのではないかという話であるが、若干場違いの感もしたがそれでも誰かから「そういう話ならば気温分布の観測結果に現われるはずだ」というコメントを貰った。私は「たしかにそうで私自身若干の調査を行っているが未だ確たる証拠をつかむに到っていない、両面からもっと研究するつもりだ」と答えておいた。

5日の晩に Solar Weather Processes that could be Incorporated in Numerical Weather Prediction Schemes という表題の Informal Work shop Discussion が行われ出席して見た。司会は数値実験の専門である Hunt である。King が3日後で力学効果が現われることが説明される必要があると述べていたのが興味を同じくする私としてはよく理解出来た。しかし50人位の参加者がこの種の問題に必ずしも肯定的でない立場からも多く発言し私としても議論の流れがつかめないままに散会した。廣田勇氏もこの会に出席しておられたのでこれについては別に報告があるであろう。私としては物理的なメカニズムに関するイメージなしのモデリングというのがどうも理解出来ないものであった。

12日に Role of Atmospheric Electricity in Solar-Weather Relationships というセッションがありこれに出席してみた。座長は MIT の Markson である。これは彼自身の報告する太陽風の周期的変化と成層圏の電場の観測等が非常に関連深い等の事実が一つの大きな動機になっているように思われるが、それにしてもこの種の

命題が大気電気専門家によりこのように大きくとりあげられているのは驚きであった。

Radiation Commission の Business Meeting は3回行われこのたびは役員改選という大きな事柄があった。President と Secretary はそれぞれ London から Bolle, Bolle から Paltridge と交替し、他の役員も古い人はすべて若手と交替した。日本でも関原は嘉納と交替した。関係の国際会議は1980年8月アメリカの Fort Collins および1981年夏ドイツのハンブルグで開催を予定されている。Fort Collins では放射の重点的将来計画につき議論されるはずであるが何といても気候計画に対する位置づけは最重要課題であろう。ハンブルグにおける主題としては大気の Active Sounding, 海洋の方と共同で海面の Remote Sounding, 気候の方との共催で大気外の太陽放射とその分光分布の測定といった題目が予定されている。

### 3. 気候

山元龍三郎\*

IAMAP International Commission on Climate (略称 ICCL) は、Seattle での IAMAP 第2回特別集会(1977年)の決議によって作られた。委員長は米国 MIT の Newell 教授、幹事は New Zealand 気象局の Kidson 博士であり、委員には筑波大学の吉野教授ら約20名が含まれている。この ICCL のシンポジウムが、「大気と海洋観測から見た過去1世紀の気候変動」および「10万年周期の気候振動—その物理的原因」と題して、それぞれ午後半日にわたって開かれた。

「……過去1世紀の気候変動」のシンポジウムは、限られた観測データから気候変動の真の姿を検出して、その原因を追究しようという意図で計画されたものである。しかし、過去100年程度の気候変動に関する研究集会在、最近度々開かれていることや今回の開催地や地理的条件のために、活発に活躍している研究者の比較的少数しか出席していなかったことは誠に残念であった。たとえば、Scripps 海洋研究所の Namias 博士は、1978年夏から次の年の冬にかけての異常天候に関連して、大気・海洋・大陸系のフィードバックについて講演する予定であったが、欠席され講演は取り消された。しかし、気候変動に対する海洋の役割に関する研究成果が発表され、特に表面水温の変化の影響が一層浮き彫りにされた。

西アフリカの降水分布の変化について、アフリカから

\* Ryozauro Yamamoto, 京大大学院理学部。

参加した女性研究者が過去100年のデータを収集解析した結果を報告した。1960/70の Sahel の大旱ばつのような降水量の著しい変化は、ITCZの変動の他に温帯の循環の変化にも依存していることを示唆した。この研究に用いられた降水データは、日本の研究者が利用出来るものに比べると著しく広範囲、かつ長期にわたるものであった。このことは、死蔵されていて世界の研究者に利用されていない気候データが相当数存在することを示している。

太陽黒点は、中央部の黒色部(Umbra)とそれを取り囲む灰色部(Penumbra)とから成り立っているが、それらの面積の比が、太陽の明るさに比例するという仮説が、米国の NOAA の Hoyt により発表された。1870年代以降のこの面積比の年々の変化は、Mitchell の求めた北半球平均気温との間に0.57という相関をもっていて、この仮説を支持するとしている。上記の面積比が1940年頃から減少していることを示して、大気中のCO<sub>2</sub>の増加にも拘らず北半球平均気温が1940年代以降低下しているのは、太陽の明るさの減少の結果だと述べた。太陽定数の観測精度が向上して、近い将来、この Hoyt の仮説の正否が明らかにされることを期待したい。

ICCL のシンポジウム「10万年周期の気候変動」には、他の会合に参加するために出席出来なかった。気候に関して、複数の Association の共催のシンポジウムが2つ開かれた。「海面・氷床と気候変動」のシンポジウムが IASH (陸水)、IAPSO (海洋物理) と IAMAP によって行われたが、これについては他の方の報告があるので、ここでは触れない。IAVCEI (火山・地球内部化学)、IAMAP、IAHS、IAPSO による「火山活動と気候」のシンポジウムについて報告する。グリーンランドや南極地域の氷のボーリングで見出されたダストについて、火山噴火との関係や世界気候に対する影響が論じられた。火山性ダストと噴火の関係は明らかであるが、ボーリング地点の近くの比較的小規模な噴火によるものも混存しているので、世界気候に対する影響を論ずる時には慎重に考える必要がある。過去の気温データの解析から、1883年の Krakatoa 火山噴火の程度のものによって、半球平均気温が0.2~0.5°C 位低下し、その影響は1~5年位の期間に限られるという報告があった。しかし、大噴火の前に冷却化が始まっている場合の多いことが過去10万年の間のデータから見出されるので、急速な

寒冷化は火山噴火に対して引き金作用をするのではないかとこの発表が、米国の NASA の研究者によってなされた。

WMO/ICSU による世界気候研究計画(WCRP)に関係して、気候に対する関心が高まっているが、IAMAP の ICCL は、気候の研究の推進を目指すこととし、WCRP の立案作業などには直接触れない方針の方である。ICCL は、1981年3月に Oxford で広域の水収支変動のシンポジウムを開く予定である。また、1981年8月の Hamburg での IAMAP の第3回特別集会の時に開くシンポジウムのテーマとして、熱帯大西洋の変動、過去1000年の気候変動、太陽定数の変化、都市気候などが候補に上っている。また、気候予報のワークショップも計画されているようである。

#### 4. Aerosol 関係の2つの国際シンポジウムに出席して

小野 晃\*

今年(1979年)は、途中で日和らず最後まで頑張ったので(?)、8月に米国 Boulder で開かれた CACGP (Commission of Air Chemistry and Global Pollution) 主催のシンポジウム「Cycle and Budget of the Trace Gases and Aerosols in the Atmosphere」に文部省の旅費を得て出席することができました。また12月には、6年ぶりの Australia への sentimental journey を兼ねて Canberra で開かれた第13回 IUGG 総会に参加し、Aerosol 関係のシンポジウムに出席する機会がありました。

考えてみれば国と国との結びつきも、個人と個人との結びつきの集積ではないかと思えます。私達は全体として言葉の問題が大きいためか、つい国際社会への integration が薄くなり勝ちです。積極的に国際社会の活動に参加し、リーダーシップを発揮する機会を、私達一人一人の内部努力で作り出していかなければならないのではないかとそんな気持ちが今でも強く残っています。8月の Boulder 会議には日本からの参加者は一人でしたが、アメリカは勿論、ドイツ、イギリス、フランス、カナダなどから大学院学生を含めてそれぞれ10名以上出席し、研究発表を行っていたのが印象的でした。お互に慣れ合い、手の内まで知りあった国内での学会とちがいが、発表論文がどれだけ effective contents を持っていたかが、tea break のときに忽ちはっきりするこの種の国際会議には、いつも緊張感があり気持ちの良いものでし

\* Akira Ono, 名古屋大学水圏科学研究所。

た。

日本の大学院の人達も、在学中に一度自信ある仕事を持って閉じた世界からとび出し、国際会議で論文を発表する機会を自分自身の努力で作ってみてはどうでしょう。

国際社会における気象関係の各分野の活動に関しては、日本で入手できる情報はかなり限られており、時間のずれも大きく、全体として情報不足のように思います。地物研連のなかの気象分科会や気象学会がそれぞれ IAMAP に属する各委員会から積極的に情報を集め、そして関係分野の研究者に早く流していく努力を組織的に行う必要があると感じました。幸い12月の Canberra の IAMAP 総会で私は CACGP のメンバーになりましたので、この分野での情報は関連する研究者に流していく心積りでおります。

さて話題を Aerosol 研究に移します。数濃度や粒径分布の測定、あるいは bulk sample の化学組成分析などによるこれまでの Aerosol 研究からいまや粒径別物質構成を重視する particle chemistry の時代に移行しつつあります。すべての Aerosol を as a whole としてみるのではなく、大気物理学諸過程に直接関与するある Key になる代表的な物質構成を持った Aerosol を他の Aerosol から分離して、その発生源や大気中での挙動を調べていく方向が強くなってきたように私には思えます。

8月の Boulder の会議で私は伊藤朋之さん（気象研究所）、岩井邦中さん（信州大学教育学部）と一緒にやった南極周辺海域での sulfate 粒子の話をし、particle chemistry の重要性をアピールしましたが反響があり、われわれが考えてきた研究方向が認められわが意を強くしました。

たとえば米国では酸性雨 (Acid precipitation) に関係した big project が動いています。しかし地上で雨水を集め、南カリフォルニアにある International Rockwell という会社に分析を委託し、得られた分析値を因子分析で解析した結果を発表しているグループが沢山ありましたが、大変不評でした。Acid precipitation についてその研究の本命は in cloud processes と below cloud base process にあり、ここでも要因物質に焦点をしばった particle chemistry が重要な役割を果たしていると思います。NCAR の Dr. Lazrus を中心とした project はこの線をねらっており、Australia の Dr. Ayers も6カ月の予定で彼の project に参加し、塩化バリウム薄膜法の技術でこの project を助けることになっているそうで

す。

大気物理学的過程と Aerosol とのかかわり合いを考える上で、どの種類の Aerosol に着目するか、またその Aerosol を Aerosol 集団からどう分離して測定するか、といった新しい測定技術の開発の重要性が深く認識されるようになったことは大変喜ばしいことだと私は思います。

しかし12月の Canberra でのエアロゾル関係の発表は意外とこれまでの線上的ものが多く、particle chemistry の観点が薄く、まだまだという気もしました。Global なスケールでの Aerosol monitoring project の研究発表もありましたが、多量に集まったデータの統計処理をしたものが多く、面白い内容の仕事は見あたりませんでした。これからのこの方面での研究は、地上の固定点での連続観測よりは、むしろ、航空機による三次元的拡がりを持った、しかもねらいのしぼられた Aerosol 観測をある時期集中して行い、これを積み重ねていく方式をとるのも clever ではないかなという印象をうけました。

最後に、6年ぶりに訪問した Australia の雲物理研究所の近況を報告して、この稿を終わりとしたい。

Australia の雲物理研究所は、すでによく知られているように、世界に先がけて1950年代初めに観測専用航空機 DC-3 を持ち、自分達が開発した手づくりの測器を設備し、雲物理学の観測で世界をリードしてきた研究所でした。

1979年に30年近く使ってきた DC-3 にかえて Friendship F-27 を新しく購入したばかりです。丁度研究所を訪れた時は、雲の雲物理学的測定、雲の放射過程の測定、大気エアロゾルの観測に関係した基本的な測器を設備し、Flight テスト中でした。測器はいずれも electronics をフルにつかった recording system と data store system を機内に設備し、まさに「空とぶ実験室」といったかんじの観測専用航空機でした。なかなかプロになりきれず、アマチュア的な日本の航空機による観測は10年以上もおくれてしまったなという感じを強く持ちました。

一体これからの日本での航空機による大気物理学的観測をどのように進めていったらいいのか、帰りの航空機のなかで考えてみましたが答えが出せないまま成田に降りついた次第です。

とにかく、Boulder は寒い寒い2週間で、Canberra は暑い暑い2週間で、いずれもあっという間にすぎてしまい今は夢のような気がします。そして古い友人に久し

ぶりで会い、いろいろな人とめぐり合い、新しい友人をつくることもできた、そんな想い出が強く残っています。

### 5. IAMAP・高層大気分科会雑感

瓜生 道也\*

国を出ることも、外国での国際会議も私には初めての経験である。英語はよく聞えないし、失語症に近い。それでもこのこ出かけたのは、ちょっと外へ出て一息ついたかったからである。それに、手紙や論文でしか知らない McIntyre 氏や Holton 氏に会えるという期待もあった。そんなわけで、私はまじめな出席者であったとはいえ、この報告もまた大変心もとないものであることを、御容赦願う次第である。

IUGG 総会場はオーストラリア国立大学 (ANU) であった。広いキャンパスのあちこちでスプリンクラーが日中ずっと水を打ちつけていた。キャンベラ市は乾燥していてさわやかであったが、到着の翌日あたりから口のまわりがカサカサになり喉のかわきがひどくなった。ビールとオレンジジュースがうまかったことや、テレビの天気予報が毎日ブッシュファイア注意報を出していたのを思い出す。また、天気予報といえば、「明日は北風が吹いて暖かくなるでしょう」などといっていたのもおもしろかった。しかし何よりも驚いたのは、オリオン座がさかさまに見ることであった。

IAMAP の各分科会場は物理の建物の階段教室だったが、一度だけ大気成分分科会がアートセンターのスタジオであった。要するに芝居や踊りの稽古場で、床は板張り、歩けばひどい音をたてる。その日は朝8時半から、Dickinson 氏 (NCAR) の招待講演があったが、マイクはなし、床鳴りがひどい上に彼はボンボンと喋るからほとんど聞きとれない。スライド映写も前の方でやるものだから、画面が小さくて沢山ならべてある  $O_3$  の反応方程式 (らしい) も見えない。結局、何もわからなかった。この会場は悪評だったようで、以後すべて物理の階段教室に移された次第である。

私たちが聴いたのは12月4日の数値予報分科会からである。IUGG 総会パンフレットには、講演者に対して、英語や仏語を母国語としない人が多く参加するので、ゆっくりはっきりと喋ることという注意がなされているが、そんなことにはまったくおこまいなしである。殊

に、Bushby 氏 (英国気象局) は機関銃のように早口であった。誰かがゆっくりやれと怒鳴ったが、時間がないからなどいいながら (多分) まくしたてるのである。他の講演も多かれ少なかれこんな調子だから、結局、印象がうすい。しかし、午後、都田先生の名講演には感銘を受けた。ブロッキング、殊に1977年冬の現象の再現が内容であった。格子間隔以下の現象をどのように組み込むか、外力をどのように与えるかなどなど、様々なやり方を試み、この微妙で難しい問題に取り組んでおられる姿がまぶしかった。15、6年前、福岡で目にかかって以来であったが、髪がすっかり白くなっておられた。ひとつだけ残念だったのは、Charney・DeVore の最近の仕事について批評が聞けなかったことである。キャンベラ滞在中の一夜、夕食を一緒にさせて頂いた折、そのことをいったら苦笑された。

12月6日が成層圏・中間圏のモデル分科会に当てられた。高層大気の数値モデルが各地で精力的に開発されつつある。Mahlman 氏 (GFDL) や Hunt 氏 (豪 NWP センター) は従来のモデルに改良を加え 80 km 高度までひきのばす努力を試みていた。Labitzke 教授 (ベルリン自由大学) のところでは、波と波の相互作用をゆるすモデルで突然昇温の再現を試み、Shoerberl 氏 (米海軍研究所) は突然昇温時の臨界面の形成と移動に着眼して実験していた。Prinn 氏 (MIT) は三次元準地衡風モデルに化学過程を組み入れて、 $O_3$  や熱の波による輸送を論じ、200 mb 面以上と以下とは異なった輸送機構を考えねばならぬということのようであった。上層は「移流的」、下層は「拡散的」という風に考えられないかと思っただ。

Holton 氏 (ワシントン大学) は、プリミティブモデルによって Leovy 氏のような軸対称循環をしらべていた。その時議論になったのが、平均帯状流を押えるために仮定された、大きな Rayleigh 摩擦係数の起源である。それについて、Holton 氏は山で重力波がつくられれば、その wave momentum または radiation stress を上層大気が感じるからといっていた。McIntyre 氏 (ケンブリッジ大学) も同様の発言をしていた。しかしそうだとすると、問題は重力波に起因する制動をどうやって評価するかである。それにしても、感銘深かったのは Holton 氏の講演のわかりやすさである。仕事振りや手紙から受けた印象とそれほど遠くはなかったのが愉快であった。McIntyre 氏の発表は、突然昇温時に、初め極をとりまく輪状の物質線がどのように姿を変えていくかについ

\* Michiya Uryu, 九州大学理学部。

て、Holton 氏のモデルに基づいてしらべたものであった。事象の進行とともに、それが K-H 波のような形に巻き込んでいくことを示し、同時に極側に強い平均下降流（ラグランジュ的）が生じ、それが突然昇温を説明するに十分な大きさとなること、そのようなラグランジュ平均子午間循環が強い発散を伴っていることなどを明らかにした。これは、Matsuno・Nakamura の仕事を、より現実的な状況へ拡張したものである。McIntyre 氏には、私の論文を批評してもらったり英語を直してもらったり、いろいろ世話になっていたので、どんな人かと会おうのが楽しみであったが、手紙や論文から想像して気難しい人ではないかと不安もあった。それが全然ちがっていた。気さくで剽軽で、やや困ったのは早口だったことである。講演会場の最前列に陣取って、毎回質問し、ついに講演者を忘れたように後部の人と議論することもあった。Mr. Question とは廣田氏がつけたあだ名である。ある夕方、彼と話しながら驚きを禁じえなかったのは、彼の口から Stokes や Rayleigh の名が実に親しげに発せられることであった。McIntyre 氏自身非常に優れた学者であるが、それでもなお彼がゆるぎない精神の系譜の中にいることが感じられた。この点もう少し突っ込んでみたいが、今はそのゆとりがない。

Plumb 氏 (CSIRO) は赤道波と平均流の相互作用を論じ、QBO にとって、波の Rayleigh damping のみならず平均流の radiative damping もきわめて大切な効果があることを指摘した。彼はとてももの静かで親切な人である。

12月7日は観測の分科会で、8日が私と宮原氏が登録していた、プラネタリー波と重力波の分科会であった。自分の発表を控えてまったく心おだやかならず、はじめの3つの講演はほとんど記憶にない。私の直前が再び McIntyre 氏で、彼は予定を急変変更して、パトロピクモデルによる非線型臨界層の発達を論じ、Stewartson などの理論を踏まえつつ、物質線のふるまいを追いかけて、ぐるぐる巻きになっていく有様を示した。6日の続きのような話である。最後に、スパゲッティの山を前にした男のマンガを出し、「これをどうやって食う？」などといった。予定では彼は、実在流体中でどんな風に C-D 定理が破れ、波による平均流加速がおこるかを具体例で示すとのことだったが、変更したのは、次に私が話すのが散逸のある状況下でのプラネタリー波による

平均流生成であったせいかもしれない。

私はプラネタリー波の散逸機構が平均流生成におよぼす効果を論じ、殊に、波と平均の散逸係数が異なっていると、ラグランジュ平均の力学に奇妙な項があらわれることを話した。オイラーの枠組だけだと気づかないことである。宮原氏は、大気潮汐波によって熱圏下部にどんな平均帯状風がつけられるかを、吸光源としての  $O_3$  や  $H_2O$  の実際的な分布を与えて問題を時間的に解くことによって示した。講演後、McIntyre 氏がやってきて、宮原氏に摩擦項はストレスの発散形で与えるべきではないかとコメントしていた。私はその考え方は渦拡散係数が、対象としている運動とは独立に決まるということを前提にしているのしょうといったら、彼もその点は同意した。彼のコメントは大切な点であるが、問題はストレスの分布を考えるか摩擦力の分布を考えるか、どちらが物理的もしくは現実的かである。よくわからない。

これで午前の部が終了、午後は座長が Plumb 氏から McIntyre 氏に交替した。この時ばかりは彼も比較的静かにしていた。講演取消しがあったりで、午後は3時に終わった。強く印象に残ったのは Hung 氏 (アラバマ大学) の講演で、トルネードから出てくる重力波についてであった。Ray を追跡して波源を決め、トルネード群から重力波が必ず出てくることや強い対流性の孤立雲近くでも励起されていることを示した。氏の英語はくせの強いものだが、日本語はあざやかである。その日の朝、挨拶されたときには日本の方とばかり思っていた。

翌9日からはシドニー、メルボルンと行く予定だったので、McIntyre 氏にいずれまたと別れを告げ、Plumb 氏に McEwan 氏との共同製作になる QBO の模型実験のフィルムをゆずってくれるように頼んで宿舎にもどった。夜は宿舎 (Ursula College) で知り合いになった日本人留学生諸氏とディスコなどに行った。

## 6. 高層大気観測を中心にして

福山 薫\*

筆者は今回の IUGG 総会では、主に IAMAP の高層大気関係と IAGA の “Aeronomical Phenomena” のセッションおよび IUGG のシンポジウム “The Middle Atmosphere” に出席したので、高層大気（むしろ「中層大気」と呼ぶ方が正しいのかもしれないが）のリモートセンシングを中心にして、上記のセッション等に出席して感じた自由な印象を述べてみたい。

この分野のここ数年の著しい発展のハイライトは、

\* Kaoru Fukuyama, 京都大学理学部。

いうまでもなく、人工衛星による成層圏・中間圏の微量成分の濃度分布測定と、VHF・UHF帯ドップラーレーダーによる地上からの大気運動の観測に代表されるような遠隔探査技術の飛躍的な進歩であろう。今回の総会においても、これらの新しい技法による観測結果の速報が数多く発表されたが、IUGGのシンポジウム“The Middle Atmosphere”に“New Times”というサブタイトルがつけられていたように、中層大気の観測・研究にまさに一つの〈新しき時代〉の到来していることが痛感させられた。

まず、大気放射を利用した人工衛星からの微量成分の測定に関しては、Nimbus 4のBUV (Backscattered Ultraviolet)による1970年以降のオゾン濃度測定から得られた準2年周期振動の解析、バルーンやロケット観測との比較をはじめとして、ごく最近のNimbus 7搭載のSBUV (Solar Backscatter Ultraviolet), TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer), SAM-II (Stratospheric Aerosol Measurement-II), LIMS (Limb Infrared Monitor of the Stratosphere)やTIROS NのHIRS-II (High Resolution Infrared Sounder)等による、 $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $HNO_3$ ,  $NO_2$ ,  $HNO_2$ , エーゾルなどの濃度測定の速報が10編近く発表された。これらの観測結果は地上からのライダーによる遠隔測定やバルーン・ロケット観測と良い一致を示しているが、何とんでもグローバルな分布が一度に得られることが強味である。そのような点から考えて、成層圏微量成分の濃度測定も人工衛星の時代になったといっても過言ではないであろう。

成層圏の大気化学の歴史は、1930年代初頭にS. Chapmanにより、酸素同素体から成るオゾンの生成・消滅に関するいわゆる「古典理論」が出されて以来すでに半世紀になる。最近のクロロフルオロカーボンによるオゾン層崩壊の問題(今回の総会においても、この問題に関してR.E. Dickinsonによる総合報告等があったが、クロロフルオロカーボンの現在の生産率が維持されるならば、将来10~20%程度のオゾンの崩壊があり得るということで、学問的にはほぼ結着がみられてきたように思われる)や、かつての超音速航空機からの $NO_x$ 排出問題に関連して、ここ10年の間に成層圏化学にも飛躍的な発展があった。今後は上述したように、人工衛星によるオゾンおよびそれ以外のオゾン化学にとって重要な成層圏微量成分の測定、それらから得られる輸送に関するデータなどの観測面の充実により、また会期中に何度か討議があったように、太陽活動と気象との関連性の物理機

構解明への大きな手がかりとして、成層圏オゾン化学も新しい段階へ入っていくことと思われる。

一方、中層大気の力学面の観測に関しては、いわゆるMST (Mesosphere, Stratosphere and Troposphere)レーダーと称されるVHF帯電波を用いた地上からの遠隔測定に注目が寄せられた。このMSTレーダーは、従来の電離圏観測用につくられたIS (Incoherent Scatter)レーダーの応用から生まれてきたものであるが、後者に比べてそれほど高価でなく、また簡便に中層大気の運動の観測ができる。現在NOAAがアラスカのPoker Flatに建設中のMSTレーダー(建設済の部分を用いてすでに実験が行われている)は、わずか4人のスタッフにより建設・研究が進められているとのことであった。

MSTレーダーは字義通り対流圏上部を含めて中層大気全域(中間圏では夜間の実験が困難という欠点はあるものの)の連続的な風速の3成分の高度分布測定が可能である。また、測定の高度・時間分解能は従来のどの方法に比べてもきわめて良く、単に風・波動の観測だけでなく、今まではノイズとして片付けられることの多かった中層大気の小規模擾乱や乱流そのものの研究に対して、このレーダーが果たす役割は大きいものとなる。したがって、先に述べたような人工衛星からの微量成分分布や温度場の測定から得られる大気運動の情報と、MSTレーダーからの観測結果を結びつけることにより、中層大気全体の大気力学の抱括的な研究が今後数年の間にさらなる発展を見ることは言を待たないであろう。現在わが国においても、MSTレーダーとしての機能を持たせたいわゆるMU (Middle and Upper Atmosphere)レーダーの建設計画が進められているが、上述の点から鑑みてできるだけ早期の実現を期待したい。

さて、眼をもう少し上に向けてメソポーズおよびそれ以上の大気運動の観測では、流星レーダー観測網の充実があげられよう。これはIAGAのGRMWSP (Global Radio Meter Wind Studies Project)のもとにR.G. Roperが中心になって1970年代中頃から推進されてきたもので、この高度域の大気力学、特に潮汐波・内部重力波の理解に対して貢献してきた役割は大きい。

この流星レーダー観測から得られた最近のトピックスに準2日周期波動の発見がある。今回の総会でもこの振動に関する論文が2, 3あったが、少なくとも熱圏底部でのこの振動の存在は確実であるという印象を受けた。英国Sheffield大学の流星レーダーグループの解析によれば、この振動の周期は約51時間で、振幅は夏季にもつ

とも強く、秋・春分時に弱くなるという季節変化を示し、西向きに伝搬する東西波数3のプラネタリースケールの波動である。また、この波が成層圏・中間圏の温度場の波数3の波と強い相関があることも、Nimbus 5, 6の観測との比較から指摘された。

## 7. 大気境界層

林 泰一\*

大気境界層に関係した分科会は、IAMAP 主催の International Commission on Polar Meteorology (ICPM) Progress in Arctic Meteorology 中の Surface and Boundary Layer Processes と、IUGG 主催の Interdisciplinary Symposia の1つとして、Ocean-Atmosphere Boundary Layer であった。前者では8つの報告があった。Neff (NOAA) の南極で、Acoustic Sounder を用いて、逆転層の温度や、風のプロファイルを遠隔測定をした結果と、その結果の解釈のための closure model の話があった。観測結果では、逆転層の厚さと上層風の風向とに強い相関があること、強い安定状態で、非常に静穏な場合にも、波動や乱流が観測された例が示された。Carroll (USA) は、1975年から1977年にわたる連続的なデータを基にして、エネルギーの輸送量を求めた例を示していた。

後者の、Ocean-Atmosphere Boundary Layer の Symposium は、IAPSO と IAMAP の共催であり、Leadership は、IAPSO が執った。この Session の最初の講演は、Businger による海面における運動量の乱流輸送についての Review であった。ここでは、現在までに実施された、いろいろな方法による、レイノルズ応力の観測例を挙げて整理し、観測精度について検討した。そして、Drag Coefficient と、風速や安定度の関係について述べ、今後の問題点、たとえば、碎波の効果や、メソスケールの擾乱の通過の際の応力の決定のような点、についての議論をした。

最近、世界各地で、大気と海洋の相互作用についての野外観測が、盛んに実施されるようになってきたが、それを反映して、今回の講演でも、FLEX (北海)、JASIN (北大西洋)、AMTEX (東シナ海)、MONEX (インド洋)、GATE (大西洋) などの観測や解析の結果が報告された。JASIN の観測からは、大気境界層 (Taylor)、海洋境界層 (Briscoe)、Whitecap からの marine aerosol

の生成 (Monaham) と3つもの報告がなされた。

各々の観測についても、乱流輸送量や、他のパラメータについての解析結果が数多く報告されてくると思われるが、これらの観測データを収集していくとともに、総合的な整理をしていって、問題点を明らかにしていく必要があるような気がした。

筆者にとって、国際会議に出席するのは、初めての体験であり、自分の発表をするのが精一杯であったためと、また、語学的障害ならびに不勉強のため、はなはだ大ざっぱな報告になったことを許されたい。

最後に、きわめて個人的な感想を一言。この会議に出席できて、もっとも有益だったことは、今まで、論文とか、本でしか、お目にかかれなかった研究者と、じかに話す機会が得られたこと、また、外国人研究者の持っている自信と強烈な個性には、少々、辟易することもあったが学ぶべき点が多かったことなどである。

## 8. ICMUA および MAP シンポジウムの概要

廣田 勇\*\*

IAMAP の高層気象委員会 (ICMUA) の主催した4つのシンポジウムのうち、Belmont (米) と Plumb (豪) とがそれぞれ convenor となって行われた "Analyses of observations of the stratosphere and mesosphere" と "Planetary and gravity waves" は、後述の MAP シンポジウムと相補う形で、この領域の大気観測の進歩を如実に示す活気あふれるものであった。プログラムの詳細は省くが、その特徴を大づかみに述べると;

ひとつには、VHF レーダー・流星風レーダー・気象衛星等のリモートセンシングによる成層圏中間圏下部熱圏の気温・風・組成分布の観測測定が着実に進み、相互の比較を通して信頼のおけるデータが増えてきたこと、もうひとつには、本文中の瓜生氏の報告にもあるように、プラネタリー波・潮汐波・重力波等の力学に関する新しい発展と数値モデリングの進歩に対応して、どのような物理量の観測が今後要請されるか、したがって新しい観測から得られるデータをどのような目的で解析してゆくべきか、の問題意識がより明確になってきたこと、が特筆されよう。つまり、これからの観測的研究の意義とは、現象論的な事実や統計の記述にとどまらず、大気現象の物理的理解を目標として、力学理論や数値モデルと同じ言葉 (概念) を用いた議論をおし進めることにあるといえる。

この事情を今回の討論に則していえば、突然昇温など

\* Taichi Hayashi, 京都大学防災研究所。

\*\* Isamu Hirota, 京都大学理学部。

に関連したプラネタリー波の伝播と平均風系変化の問題が、Eliassen-Palm の関係式や Lagrangian mean という基本的概念に基づいた見地から観測的に再検討されようとする動き、あるいは衛星 BUV 観測によるグローバルオゾン分布の解析が、三次元輸送モデルの定量的なチェックポイントを与えるようになってきたこと、などがその好例である。理論モデルでしばしば使われる中間圏以高の大きなレーリー摩擦係数も、今のところそれをもたらす物理過程(現象)は不明であるが、その実体を観測の立場から解明することは興味深い将来の問題である。

第2週の前半に行われた IUGG interdisciplinary symposium の“The Middle Atmosphere”は、すでに本誌1978年10月号に紹介した MAP(中層大気国際協同観測計画)に関する最初の国際シンポジウムで、廣田(IAMAP)と Megill(IAGA)が convenor をつとめた。内容は、6人の招待講演者による中層大気諸問題のレビュー、8か国の national plan の報告、それに昨年からは始まっている Pre-MAP Project に関係した約20編の研究発表があった。発表論文に関しては、ICMUA シンポジウムとプログラム上の調整を行ったこともあって、本質的には先に述べた特徴がそのままの場合にも当てはまる。特に NCAR の Gille らによる Nimbus 7号 LIMS からの気温および組成測定の詳細、NOAA のグループ

による MST レーダーの観測結果が注目を集めた。ただし、予定されていた Oxford グループからの参加が都合により取り消しとなったため、Nimbus 7号 SAMS の速報が聞けなかったのは残念であった。

参加各国の MAP に対する取り組み方は、流石に日本と米国とが MAP の主要なテーマをほとんどカバーする大国ぶりを示し、一方、その他の国は、それぞれの実績や伝統をふまえた特定のテーマや手法(たとえば英国カナダの電波観測、フランスの気球、ベルギーの分光観測)に重点を置いた国際的貢献をめざしている点が興味深く感ぜられる。勿論いうまでもなく、このような国際協同研究事業とは、あくまでもそこから生まれてくる学問的成果によってのみ評価されるものであることを忘れてはならない。その意味において、国内の予算案は賑やかであるにもかかわらず、今回の MAP シンポジウムにわが国からの参加者が僅か数名にすぎなかったことはいささかの反省を要するであろう。

MAP に関する今後の国際シンポジウムとしては、1980年7月にイリノイ大学で“中層大気の力学と輸送”が、また1981年8月の IAGA(エジンバラ)と IAMAP(ハンブルグ)の総会ではそれぞれ joint symposium が予定されている。これらの機会を積極的にとらえ、今後わが国からも middle atmosphere に関するすぐれた研究成果が続出することを期待したい。