HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	第10回中層大気会議の報告
Author(s)	藤原, 正智
Citation	天気, 45(5), 379-382
Issue Date	1998-05-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71613
Type	journal article
File Information	Tenki.1998.379.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

第10回中層大気会議の報告*

藤原正智**

1．はじめに

標記の会議がアメリカ気象学会の主催で1997年6月23日から27日までの5日間，シアトル近郊の街Tacomaにおいて開催された．この会議は成層圏を中心とする中層大気の力学，微量成分の輸送と光化学，放射の問題を扱うものであり，前回は1994年6月にMontereyにおいて開催されている（神沢ほか，1994）．また，会場，会期を同じくして，第11回大気海洋流体力学会議（11 th Conference on Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics）も開催され，興味に応じて自由に行き来することが出来た．ジョイントセッションやRichard Lindzen氏による大気潮汐に関するレクチャーなどの共通行事もあった．中層大気会議の方は，2つのジョイントセッションを含み合計12の口頭発表のセッション（全発表件数101）と2回のポスターセッション（全発表件数48）が行われた．

日本からは，私のほかに，余田成男・佐藤薫・乙部直人（京都大学大学院理学研究科），津田敏隆（京都大学超高層電波研究センター），佐藤正樹（埼玉工業大学），神沢博（国立環境研究所），塩谷雅人（北海道大学），堀之内武（海外学術研究員・ワシントン大学）ら（敬称略）が上記のいずれかの会議に参加，発表した．今回は，本会議に初参加した私が感想などを報告する．

2．各セッションの概説

セッション1（Aircraft Missions）では，95～96年冬期に太平洋上で行われた航空機（DC-8）搭載のライダーによる微量気体観測，TOTE/VOTEのデータ解析結果が報告された．特に，ハワイ上空の対流圏界面付近で観測されたSVC cloudsが，対流圏大気の成層圏への輸送の際のdehydration（成層圏大気の極度な乾燥を保つ水蒸気除去）の証拠として，および赤外放射吸収に伴う上方輸送の駆動源として注目されていた．Pfister（NASA/Ames）ほかによると，流跡線解析の結果，今回観測されたSVCの起源は熱帯西太平洋にあって，一時期中緯度ジェットに乗る形でハワイまで輸送された可能性が高いということであった．なお，観測機のパイロットの話によると，SVC cloudは星のまたたきとして認識されるそうだ．

セッション2（Large-Scale Dynamics）では，惑星波動の伝播・砕波と成層圏内子午面循環との関係，および微量気体観測によるこの循環の可視化に関する発表などがあった．

セッション3（UARS Data Analysis）では，UARSによる種々の成層圏微量気体観測および中間圏から下部熱圏の水平風，気温観測の結果を用いた議論が行われた．微量気体分布から成層圏の放射収支を算出した結果や，気温データから特殊な波動を抽出した結果などの発表があった．興味を引いた発表は，異色ではあったが，Kafkalidis（Univ. of Michigan）ほかによる上部中間圏の酸素原子の大気光観測の結果に関するものであった．そのグローバルな輝度分布の時間変化はおおまかには大気潮汐を反映しているが，その数倍の輝度変化を持つ数日周期の大陸規模のパターンが重なっており，大気重力波砕波に伴うodd oxygen（Oxとも表現される，オゾンと励起状態も含めた酸素原子などをひとまとめにした奇数酸素類）の下方輸送量増大と対応しているのではないか，ということであった．

セッション4（Model Studies）では，GCMを用いた種々の研究発表が行われた．Fairlie（NASA/Langley）ほかは，気相光化学反応やPSCsの生成消滅と不均一反応などが組み込まれたGCMを用いて，南極オゾンホールの発達に伴って，塩素原子のreservoir分

* Summary of the 10 th Conference on the Middle Atmosphere.

** Masatomo Fujiwara，東京大学大学院理学系研究科地球惑星物理学専攻博士課程．

© 1998　日本気象学会

子（オゾン破壊に直接関わらない分子）への取り込み経路が変化し，$ClONO_2$よりもHClへ分配が偏る様子をシミュレートして見せ，UARSや航空機観測の結果と比較検討した．

セッション5（Climatological Studies）では，data assimilationという語がひとつのキーワードであった．気候変動の観測的研究を行うためには長期連続データセットの整備が必要不可欠だからである．今後は風，気温データのみならず各種微量気体・エァロゾルデータのassimilationも重要課題となってくる．

セッション6（Ozone and Trends）において，成層圏オゾン研究者達の注目は北極圏のオゾン減少問題に集まっていた．Newman（NASA/Goddard）は，今年（1997年）3月は北半球の極渦が極めて安定していたために北極成層圏は記録的な低温となり，またオゾン量も例年に比べてずっと少なかったことを報告した．

セッション7（Tropical Dynamics）では，UARS搭載のHRDIの水平風観測データをもとにして，Smith（NCAR）が中間圏のSAOについて，Ortland（Univ. of Michigan）が中高緯度ロスビー波の低緯度方向への伝播について発表した．また，本会議のChairpersonであったRandel（NCAR）が，UARS搭載のHALOEによる7年に渡るオゾンとメタンと水蒸気の観測データとUKMOの気象データを用いて，それぞれの全球的なQBO周期変動成分を抽出し，位相関係などを議論した．赤道地域と北半球の微量気体分布にはQBOパターンが見えているが，南半球のそれには明確には見えていないのが不思議であった．

セッション8（Gravity Waves）では，大気重力波の励起・伝播・砕波の問題，およびその大気大循環に対する役割に関して，観測データや数値実験結果を用いた議論が行われた．Alexander（Univ. of Washington）ほかは，大気重力波の励起源である対流活動（海上，陸上を区別して），および地形の効果を定量的に見積もるために，下部成層圏を飛ぶ大気観測航空機NASA/ER-2によって得られた風，気温，微量気体濃度データの変動成分から重力波に伴う運動量フラックスを推定し，活発な積乱雲上空でのフラックスは数値シミュレーションの結果と矛盾のないことを示した．また，Garcia（NCAR）ほかは，高時間空間分解能（Δt=30秒，砕波時には6秒；庚z=0.6 km）で空間2次元の数値実験を行い，中間圏における重力波砕波に伴う鉛直渦拡散係数を次の3通りの方法，(1) Lindzenの飽和仮説によるパラメタリゼーション法，および，より直接的な見積もり方である（2）流体粒子変動幅からの算出法，(3)熱拡散係数のflux-gradient法による算出法，で見積もり，いずれの方法でも結果に大きな違いのないことを示した．

セッション9（Mixing and Transport）は大気物質の輸送問題に関するものであった．今回の会議では，他のセッション，ポスター発表も含め，物質輸送問題に関する研究発表が多く見受けられた．この問題の特徴は，微量気体の観測屋と気象力学の解析屋（および理論屋）が協力して初めて研究が進展するという点にある．アメリカでは両者による共同研究が数多く行われており，本会議のように両者が一堂に会して活発な議論を行う場があり，特に微量気体観測データが有効に活用されているとの印象を持った．主要なテーマとしては，（1）成層圏内子午面循環，（2）成層圏対流圏大気交換，（3）物質分布に見られる層（変動）構造とその形成機構，があげられ，物質観測データ解析，数値シミュレーションなどのアプローチがあった．（1）は単純なBrewer-Dobson循環という描像ではなく，ロスビー波砕波に伴い活発な水平混合が生じている中緯度下部成層圏領域（surf zoneと呼ばれることもある）の存在も考慮した循環である．物質移流を拡散係数や緩和時間や平均流速などで表現する試みなどが発表された．（2）は，熱帯圏界面，高緯度圏界面，および中緯度ジェット付近（middle world内の対流圏界面と表現されることもある）の各領域における交換量の見積もりが話題になっていた．Zierl（Univ. of Munich）ほかは，質量輸送のみを考えるのならば正味流束を扱うだけでいいのだが，光化学・放射収支を考えるのならば，総観規模以下の様々な現象が大気組成変動に果たす役割を吟味せねばならないことを強調していた．（3）は，laminationやfilamentationなどと呼ばれているもののことで，その厚みや気温・風速変動との位相関係などから関わっている大気波動を特定するという立場もあるし，流跡線解析から濃度極値の起源をたどるという立場もある．統計物理学出身のSparling（NASA/Goddard）ほかは，時間空間分解能の異なるデータの比較手法開発，小規模混合過程解明などの動機から，航空機などによる物質観測データに見られる小規模変動構造を統計学的な観点で把握する試みを発表した．大規模運動場の構造についてはグリッドデータが整備されてきたこともあり研究が進みつつあるが，小規模変動現象についてはまだ観測事実（数値実験結果も含めて）を収集している段階であり，

その解釈については今後活発に議論されていくであろう．

セッション10（POAM Data Analysis）では，1993年打ち上げのフランスの人工衛星SPOT 3に搭載された，太陽掩蔽法により成層圏微量気体を観測するPOAM IIの観測結果に関する発表が行われた．両極域での不均一反応過程を含むオゾン光化学の詳細解明がこの観測の主な目的であった．Randall（Univ. of Colorado）ほかは，高度25〜30 km付近にしばしば見られるオゾン濃度の極小（'notch'）がNO_2の極大と対応していることを報告した．また，Lumpe（Computational Physics, Inc.）ほかは，下部成層圏エアロゾル分布の季節変化について報告した．南半球ではPSCs出現を反映して，8月に濃度極大となるきれいな1年周期が見られたが，北半球では2月に極大と見えなくもないものの，ランダム，突発的な増減の成分が大きかった．

ジョイントセッションJ1（Inertia-Gravity Waves and the Middle Atmosphere）では，セッション8との違いはよく分からなかったが，中層大気の大循環および物質分布に重要な役割を果たしている重力波に関する発表があった．GCM中における重力波パラメタリゼーションに関する発表が何件かあった．

ジョイントセッションJ2（Potential Vorticity Dynamics）では，大気，海洋をポテンシャル渦度（PV）分布という観点から見た研究に関する発表があった．近年成層圏大気科学においては，水平2次元のPV分布を用いて極渦崩壊（ロスビー波砕波）に伴う極大気と中緯度大気との混合が研究されているが，Polvani（Columbia Univ.）ほかはロスビー波が砕波していく際のPV分布の鉛直構造の変化を数値実験で示して見せた（極上空の円柱がねじれていくというイメージであった）．

3．ポスター発表について

各人に割り当てられたボードの大きさは，縦120 cm，横240 cmであり，またボード間にも十分なスペースがあって，非常に満足のいくものであった．落ち着いた雰囲気の中で活発な議論が行われていた．

私は，インドネシアでのオゾンゾンデ，レーウィンゾンデ観測のデータ解析で見つかった，対流圏界面付近における赤道ケルビン波砕波に伴って成層圏オゾンが上部対流圏へ輸送されたケースについて発表した（共著者：北和之，小川利紘）．熱帯地域における成層圏対流圏大気交換問題については，これまで積乱雲の圏界面突き抜け等に伴う対流圏大気の成層圏への輸送，およびdehydrationという観点からしか論じられてこなかったので，興味を持って議論しに来て下さった人も何人もおられた．また，熱帯地域における現在進行中のオゾンゾンデ定常観測は非常に少ないので，その点に興味を持たれた方もおられた．

4．基調講演

Jack Kaye氏（NASA Headquarters）による'Present and Future Problems in Stratospheric Research'と題した基調講演があったので，その概要を記す．氏は昔は化学者であったが，現在は科学の最先端の動向を理解している人物として，NASAの科学研究費の分配や研究成果の評価に関わっておられるとのことである．題目には成層圏と銘打ってあるが実際には対流圏（大気化学）まで視野に入れた講演であった．

成層圏科学は，特にオゾンホール研究を経て成熟期に達している．現在の様々なテーマを深めていくのはもちろん非常に大切なことであるが，同時に新しい方向性を模索していく必要もある．例えば，成層圏対流圏大気交換問題，気候変動問題，大気化学（エアロゾルや雲を含む）と放射や気候や地表環境とのカップリング問題（cross-disciplinary science）などがあげられよう．観測に関して言えば，気候変動問題を意識した長期定常観測だけでなく，航空機などを用いた高時間空間分解能の測定も重要である．また，新しい技術として，微量気体観測データのassimilation法，同位体測定法，静止衛星による高時間分解能オゾン全量測定による対流圏変動成分抽出法などの開発が期待される．

その他に，アメリカ，日本，ヨーロッパ3者の協力関係が重要であることや，コミュニティーが大きくなってきていることもあって財政の見通しはそれほど良いわけではないことや，一般市民や大学院生の教育，指導が大切であることなどの話もあった．

謝　辞

本会議参加にあたり，日本気象学会国際学術交流委員会より旅費の一部を援助して頂きました．ここに記して感謝致します．会議期間中は，この春からシアトルで生活を始められた堀之内武さんに宿泊，レンタカーの運転から私の研究に関する議論まで大変お世話になりました．また会議終了後には，まずUCLAに立

ち寄り，大気科学科の柳井廸雄先生にお世話して頂いて，特別セミナーを開かせて頂きました．また Boulder も訪問し，コロラド大学に滞在中だった京都大学超高層電波研究センターの下舞豊志さんに付近を（NCAR も含めて）一日案内して頂きました．この場をお借りしてお礼を申し上げます．

略語一覧

GCM：General Circulation Model
HALOE：Halogen Occultation Experiment
HRDI：High Resolution Doppler Imager
QBO：Quasi-Biennial Oscillation, 準二年振動
POAM：Polar Ozone and Aerosol Measurement
PSCs：Polar Stratospheric Clouds, 極域成層圏雲
SAO：Semi-Annual Oscillation
SVC：SubVisible Cirrus
TOTE/VOTE：Tropical Ozone Transport Experiment/Vortex Ozone Transport Experiment
UARS：Upper Atmosphere Research Satellite
UKMO：United Kingdom Meteorological Office

参 考 文 献

神沢 博，佐藤 薫，塩谷雅人，余田成男，1994：第9回中層大気に関する会議の報告，天気，**41**，765-770.

「学位論文紹介」投稿要領の変更について

「天気」編集委員会

1月号の投稿案内でお知らせしたように，今年度から学位論文紹介の投稿の主体を研究室から個人に変え，対象とする掲載論文の年度を広げました．それに伴い，以下のように投稿要領と編集手続きを変更します．なお，研究室代表者（教官に限らない）からの一括投稿もこれまで通り可能です．

1．対象とする論文は過去3年度の間に（今年度の場合，1995年4月1日から1998年3月31日まで），修士あるいは博士の学位が授与された大気科学に関係する論文とする．外国の大学・大学院から授与されたものも対象に含める．但し，既に「天気」学位論文紹介欄に掲載された論文は除外する．
2．投稿者は7月31日までに，①大学・大学院名，②研究科名，③博士論文・修士論文の別，④学位授与の年・月，⑤著者名，⑥論文題目，の6項目を明記の上，「気象学会「天気」編集委員会　学位論文係」宛に郵送する．送り状の添付は不要である．

　編集の迅速化・合理化のため，投稿者の連絡先と電話番号以外に，電子メールアドレスまたはFAX番号の記入を希望する．
3．電子メールまたはFAXを使って，担当編集委員から投稿者に対して原稿受理と記事内容の確認の連絡が送られる．これらの手段が利用できない投稿者には郵便を使う．

なお，投稿後1か月経っても担当編集委員から連絡がない場合は，学会事務局編集書記にお問い合わせ下さい．