

中間圏界面領域の大気構造と力学過程に関する国際シンポジウム (DYSMER シンポジウム) の報告*

津田敏隆^{*1}・中村卓司^{*2}・三好勉信^{*3}・川原琢也^{*4}
堤雅基^{*5}・村山泰啓^{*6}・高橋幸弘^{*7}・坂野井健^{*8}

1. 会議の概要

表記の国際シンポジウム(英語名称: International Symposium on Dynamics and Structure of the Mesopause Region)が、1998年3月16日~20日の5日間にわたり、京都大学・超高層電波研究センターの主催(開催責任者:津田敏隆)で、京都大学・宇治キャンパス内の木質科学ホールを主会場として行われた。Post-STEP (Solar Terrestrial Energy Program)の国際プロジェクトの1つであるPSMOS(Planetary Scale Mesopause Observing System: 中間圏界面国際協同観測システム)計画は、本年より5年間の計画でスタートしたが、本国際シンポジウムは、PSMOSの第1回のシンポジウムとして開催されたものである。すなわち、地球大気の高さ90 km付近に位置する中間圏界面を中心とした50~150 kmの領域について、その大気構造と力学過程を電波・光を用いた観測ならびに数値モデルをもとに研究することを目的としたシンポジウムであり、この分野における国内外の第一線の研究者を招聘し、招待講演30件(国外25件、国内5件)を中心に一般講演を含めて81件の講演と5つのワーキ

ンググループ(WG)による研究打ち合わせを行った。参加者は、国外から14か国51名、国内から75名の合計126名であった。

特に観測研究者についてはレーダー等の電波観測、ライダーや大気光などの光学観測、および衛星観測の研究者が一同に会し、また理論モデル研究者に関しても当該研究分野のほとんどの研究グループから幅広く会議に参加したことで、中間圏界面領域研究の幅広い研究者を集めることができ、今後の中間圏界面領域研究の方向付けを行うために必要な各国最先端の研究状況と取り組みを互いに知り、また議論することができた。

講演は8つのセッションで行われ、1:重力波と乱流、2:大気潮汐波、3:プラネタリ波、4:中間圏層構造、5:温度構造、6:下部熱圏中性風、7:大気光グローバル構造、8:大気光小規模構造のそれぞれについて講演と議論が行われた。講演内容はEPS誌(Earth, Planets and Space)の特集号に50数編の論文として投稿される予定である。

以下、現在この領域で活躍中の若手研究者の諸氏に各セッションの内容や感想についての報告を願った。

(津田敏隆, 中村卓司)

* A Report on the International Symposium on Dynamics and Structure of the Mesopause Region (DYSMER).

^{*1} Toshitaka Tsuda, 京都大学超高層電波研究センター。

^{*2} Takuji Nakamura, 京都大学超高層電波研究センター。

^{*3} Yasunobu Miyoshi, 九州大学理学部。

^{*4} Takuya Kawahara, 信州大学工学部。

^{*5} Masaki Tsutsumi, 極地研究所。

^{*6} Yasuhiro Murayama, 通信総合研究所。

^{*7} Yukihiro Takahashi, 東北大学大学院理学研究科。

^{*8} Takeshi Sakanoi, 東北大学大学院理学研究科。

© 1998 日本気象学会

2. セッション GT: 重力波と乱流

シンポジウム初日のほとんど1日を占めた重力波・乱流のセッションでは、観測主体というよりもむしろ数値モデルや理論の研究発表が多く見受けられた。セッションの口火を切ったD. C. Frittsの講演では、高分解能3次元モデルで重力波砕波に伴う乱流構造のシミュレーション結果が報告されたが、不安定領域で多くの時計周り・反時計周りの渦管が生じ、ねじれながらさらに相互にねじれ、合流、分裂していくダイナミックな状態変移が3次元プロットで示された。こう

した観測で知られていない乱流構造の知見が、重力波過程のみならずレーダー電波散乱の議論など他方面に与えるインパクトも少なくないのではないかと感じた。

重力波の励起・消散・相互作用のシミュレーションでは臨界層の役割に注目した発表があった。合屋と宮原(九州大学)は対流圏から下部熱圏までを含んだ非静力学平衡・圧縮性2次元数値モデルで、下層起源の重力波が対流圏上部の臨界層で吸収される際、この臨界層から2次的な波が励起されることを報告した。この2次的な波はモデル中で中層大気上部まで伝播して砕波・平均流加速を起こしており、中層大気重力波に直接対流圏起源でない成分が含まれるという具体的な示唆は観測の解釈にとっても興味深いと思われる。またR. Walterscheidは長周期重力波が作る風速変動で生ずる臨界層での短波長重力波の吸収から波動間相互作用を論じた。

全球的なレイトレーシングで中間圏重力波の振る舞いを調べたS. Eckermannらの結果では、例えば、重力波エネルギーの季節変化パターンが85 kmで夏に極大をもつ1年周期変動から95 kmで逆の季節変化になる場合などが紹介され、レイトレーシングの結果から観測結果の議論の材料としてかなりの情報が得られるようであった。また、中間圏重力波の活動度を全球マップ上で一望するなど、計算機実験の威力を見せた。これらの計算機実験の結果に対し、観測ネットワークからの結果がA. H. Mansonらによって報告された。サスカトゥーン、ロンドン(加)、トロムゾ、ハワイ、山川、クリスマス島といったMLTレーダーのデータを結集し、中間圏・下部熱圏のレーダーネットワークの観測結果として重力波に起因する周波数スペクトルや風速分散の振る舞い、季節変化の緯度、地点と背景場による変動が論じられた。

重力波と他の大規模運動などとの相互作用の理論・モデル研究では、R. GarciaとF. Sassiが赤道域半年周期振動の駆動力としての短周期の重力波・ケルビン波の重要性を示唆した。重力波の砕波がもたらす1日周期潮汐波や準2日周期波の変化(C. K. Meyer)や、中間圏界面での光化学反応に伴う非断熱過程と重力波の不安定(J.-Y. Xu)も興味深い話題であった。

乱流パラメータのMFレーダー、ISレーダー、ロケットを用いた観測結果から季節変化の手法間の比較を行ったのはC. Hallらである。これらの結果ではおおそ中間圏・下部熱圏でそれぞれ1年・半年周期変

動がみられ、手法間相互である程度リーズナブルに一致するが、定量的には問題が残るようであった。手法ごとに測定される乱渦のサイズが違うなどの考慮すべきポイントがあるものの、中間圏乱流のより確かな観測事実を得ていくという、困難であるが重要なこの仕事もまた興味深かった。一方で、こうした観測の解釈において重要な乱流パラメータ導出に使われる「定数」の性質を疑い、考察する報告がW. K. Hockingからあった。R. Hillらは上記のFrittsも共同研究者の一人に加え、電離大気成分まで考慮にいれた重力波・乱流の高分解能シミュレーションで、PMSE(Polar Mesospheric Summer Echo)と呼ばれる夏半球極域中間圏に特異的に見つかるレーダーエコーの特性を再現してみせ、レーダー観測手法の点からも意義深い結果であった。

以上、雑駁な報告になってしまったが、このほかにも大気光のセッションでの山田(東北大学)らによる小規模な中間圏重力波の微細構造と砕波・乱流生成を捉えた観測画像などGTセッション以外でも印象的な発表が多く、シンポジウム全体を通して重力波、乱流の研究方向のいろいろな手法、領域における発展が感じられた。シンポジウムの構成としては講演数を多くせず休憩時間を長くとっていたにも関わらず、とにかく全体を通して密度の高いシンポジウムであった。これらのしっかりとした手応えのある研究発表群が自らの研究に対する無言の鞭撻と感じられ、個人的にも大変爽りの多い会合となったことも申し添えておきたい。(村山泰啓)

3. セッションTD：大気潮汐波

大気潮汐波の研究の歴史は種々多様な大気波動の中でも比較的早く、多くの研究が行われており、基本的な卓越モードなど大まかな事はある程度理解されているが、低緯度および高緯度での振舞、他の波動との間の相互作用、さらに長期変動といった事柄はまだまだ未知の部分が多い。今回のシンポジウムの大気潮汐波に関する発表は7件ほどであったが、上記の未解明部分に関する最近の大気潮汐波の話題が盛り沢山で楽しかった。

観測面では、レーダーを用いた低緯度および高緯度の、さらにUARS衛星による全球的な潮汐波の報告があった。G. G. ShepherdらはUARS(WINDII：風速イメージング干渉計)のデータを用い、これまでは極めて観測の難しかった中間圏領域ほぼ全域における大

気潮汐波や2日周期波動に伴う温度変動を示した。UARSでは風速観測も行われており、波動に伴う風速と温度を同時に全球的に捉えた事は、波動の構造を探る上で画期的である。しかし一方、UARSデータは東西構造を仮定して解析を行う必要があり太陽同期しない潮汐波 (non-migrating tide) の解析はかなり困難を伴うようである。実際、太陽同期しない潮汐波の重要性は理論およびレーダーなどによる観測の両面から無視できないものであることが報告されている。本シンポジウムにおいても大西 (京都大学) ほか、R. A. Vincent ほか (惑星波のセッション) による赤道域のレーダー観測報告では1日・半日潮汐波ともに太陽同期しない成分がかなりの振幅を持って存在しているらしいことが指摘された。またこれらのレーダー観測では潮汐波の大きな年々変動が報告され、QBO (Quasi Biennial Oscillation) との関連も考えられている。今後、レーダーなどの地上観測装置と衛星による協同観測はますます重要になるとと思われる。

さらに、高緯度 (南極域) におけるレーダー観測報告があった。J. M. Forbesらは特異点である南極点における流星レーダー観測から多くの波動の振舞を調べ興味ある結果を報告した。半日周期の波動は東西波数1と推定され、太陽同期する半日周期潮汐波とは異なる事が示された。さらに10時間ほどから20日ほどの様々な波動が存在し、やはり東西波数1であるらしいことが報告された。D. Rigginらは南極沿岸におけるレーダーデータを用い、卓越波動である周期12時間程の波動の振舞を報告した。面白いことにその周期は12時間から若干ずれていて半日周期の潮汐波そのものではない。さらに惑星波の周期程度で振幅位相変動をしており、半日周期潮汐波動と惑星波の間のなんらかの非線形相互作用により生み出されていることが示唆された。

一方、理論的側面からも新しいアプローチがなされた。従来より潮汐波がより周期の短い波動にとって背景場となりその伝搬特性に影響を与えるという視点はあったが、大気潮汐波が大変大きな水平位相速度を持つ為か、潮汐波が他の波動からの影響を受けるといった視点の研究はあまり行われてきていなかったように思う。今回 F. Vial は潮汐波と惑星波の非線形相互作用について理論的考察を行った。非線形相互作用により生成された波動はもとの波動とは異なる伝搬特性を得てさらに上方に伝搬してゆくなど示唆に富んで面白かった。M. E. Hagan は潮汐波の励起、伝搬に与える

QBOの影響について最近開発したGSWM (Global Scale Wave Model) モデル (2次元モデル) を用いて議論した。上記の赤道域レーダー観測でも示されているQBOに関連すると思われる平均風や潮汐波の変動は、赤道域のみでなく中高緯度においても観測報告があり理論面からの研究が期待される。また渡辺 (九州大学) らは九州大学で開発した大循環モデルを用い、緯度間における物質循環の計算機実験の報告を行った。波動に伴う子午面循環は極域においてその効果が顕著に現れる。最近、極域中層大気における観測に各国が力を入れるようになっており、このような理論研究との比較研究も今後盛んになると期待している。

(堤 雅基)

4. セッションPW: プラネタリ波

プラネタリー波のセッションは2日目の午後と3日目の午前に行われ、11件の口頭発表があった。ポスター発表は4日目の夕方に行われた。話題の中心は2, 3, 6~7日周期波に関してであった。これらの波について、R. A. Vincent および津田研究室グループが赤道付近の経度の異なる3地点でのレーダー観測による、東西波数、鉛直波長の見積りを紹介した。それによると、2日波はノーマルモードロスビー波 (いわゆる (3, 1) モード)、3日波は東西波数1の東進ケルビン波、6~7日波については東西波数1の西進、ノーマルモードロスビー波に似た構造であることが示された。さらに五十嵐 (通信総合研究所) は北半球中緯度 (Yamagawa)、堤 (国立極地研究所) は南半球中緯度 (Adelaide) におけるレーダー観測結果を紹介した。多地点のレーダー観測結果を利用すれば、波の水平構造や出現特性に関して、精度が良い長期間のデータが期待でき、面白いと思った。一方、励起源については、2日波、6~7日波ともに、中間圏での東風ジェット的不安定によって生じるという説が有力であったように思う。2日波については、R. S. Lieberman がUARSデータの解析を基に、6~7日波についてはR. A. Vincent がレーダー観測結果を基に、不安定モードらしいということを言っていた。しかしながら、励起源については (励起メカニズムが1つでなければならぬ必要はなく、2つ以上の原因があっても良い?)、データが長期間得られている訳でもなく、不明確な点も残っており、さらにいくつかの事例について解析を行う必要があると思った。同時に、グローバルなデータが得にくい現状では、励起源の解明を目的とした数

値実験の必要性を強く感じた。

Yu. Portnyagin は UARS により得られた東西平均東西風とレーダー観測による東西風を比較した結果を示した。それによると両者には月平均で数十 m/s 程度の不一致が生じる場合もある。異なる地点間 (緯度は同じで、経度が違う地点) でのレーダー観測ではこのような違いは得られていないことを考えると、UARS データに原因がある可能性を議論していた。衛星データを処理する時に潮汐波の効果の除去が完全ではなかったことが原因として考えられるらしい。もしそうだとすると、UARS データを用いたこれまでの研究結果はどこまで信用でき、どこからが信用できないのか? といった疑問が残った。今後の原因究明を注目していきたい。

一方、数値実験に関する発表は著者のも含めて3件のみで、少々さみしい感じがした。S. Palo は TIME (Thermosphere-Ionosphere-Mesosphere-Electrodynamics)-GCM を用いて、2日波の非線形効果によって1日周期の波が生じその結果1日潮の振幅が影響を受ける可能性を紹介した。プラネタリー波と潮汐波との非線形相互作用については潮汐波のセッションでもいくつかの発表があったのでそちらの項目も参照してほしい。A. Ebel は彼のグループで進めている中層大気 GCM の開発の現状について報告した。最後に、著者自身の発表について紹介する。著者は九州大学で開発された熱圏下部までを含む大気大循環モデルでの中間圏界面から熱圏下部におけるノーマルモードロスビー波の特徴について発表した。対流圏で励起された5日波、10日波、16日波は熱圏下部領域で大振幅をもつことがあり、この高度域の大気大循環に大きな影響を与えている可能性を示した。

シンポジウム開催以前に著者が想像していた以上に、外国からの参加者が多いのには驚いた。ふだんは議論する機会の少ない中間圏界面付近の力学について、外国の研究者といろいろ議論できたのは有意義であったと思う。

(三好勉信)

5. セッション LS: 中間圏層構造, TS: 温度構造

中間圏界面に存在する金属原子層は、大気光観測やライダー観測に利用され、その高度の大気ダイナミクスのトレーサーとして重要な役割を果たしている。主に観測に用いられてきたのはナトリウム原子層で、密度変動のライダー観測から重力波の影響が調べられてきた。また近年、ナトリウム温度ライダーにより中間

圏界面の温度構造と風速が調べられ、レーダーや大気光の観測結果と併せてこの領域の様子が徐々に明らかになってきた。現在の所、観測の方が先行しているのが実状で理論的なアプローチは今後期待される。これを反映するように DYSMER における“Layered Structure”と“Thermal Structure of the Mesopause”のセッションも大部分が観測に基づいた発表となった。

ナトリウム密度ライダーを単独で用いた重力波観測は少なくなったが、6年間の密度の経年変化を調べた発表 (長澤, 東京都立大学) や、異なる場所に設置した2台のライダーと、MU レーダーとの同時観測で重力波の水平方向の伝搬を調べた結果が発表された (小林, 信州大学)。現在主流になっているのはナトリウム温度ライダー観測結果の解析である。温度ライダーはドイツの Bonn 大学で観測に応用され始めたが、後にアメリカの Colorado 州立大学、Illinois 大学のグループでも観測を始めた。それにより明らかになってきた mesopause の様子を以下にまとめる (J. Hoeffner)。

1. mesopause は温度極小値を1つ持つ領域ではなく、高度100 km と87 km 付近に2つの温度の極小値を持つ。また中高緯度の観測から冬は100 km の方が、夏は87 km の方が温度が低く、晩秋 (晩春) に両高度での温度の大小が入れかわるという季節変化をする。(以下、「mesopause の高度」とはより温度が低い方の高度のことを指す。)
2. 低緯度、赤道域では年間を通して mesopause が100 km であるが北半球側ではある緯度を境界として mesopause 高度が100 km から87 km に変わる。
3. しばしば87 km と100 km 高度の温度減少が同時に起き、どちらかより温度が低い高度が mesopause となる。

このように実際の中間圏界面は、グローバルな領域で非常に変化に富んでいることが明らかになりつつある。Colorado 州立大学の C.-Y. She は7年間の温度観測から季節変動成分と年変化の成分を分離し、高度84-102 km で温度が上昇して1993年に最大 (9 K) となったことを示し、ピナツポ火山噴火の影響を示唆した。一方、温度構造に関する理論と観測結果との比較も報告されている。Illinois 大学の C. S. Gardner は重力波が輸送する熱フラックスと mesopause での冷却率を理論的に計算し、ライダー観測から導出されるそれと比較しよく一致する事を示した。重力波が mesopause の温度構造を決定する主な source であること示唆している。

ライダー観測で求められた温度の妥当性に関してロケット観測との同時観測について報告があり、結果はかなりいい一致を見せた (F.-J. Luebken). OH (水酸分子) 大気光イメージング観測との同時観測の報告はされなかったが、イメージングの結果から温度を導出した結果は報告された (G. Burns).

現在、温度ライダーは上記の3グループしか観測に用いていないが、現在製作中のライダーの報告があった。色素レーザーを用いて製作中の東京都立大学はシステムと初期的な実験結果について報告した (阿保, 東京都立大学)。また、信州大学からは固体レーザーをベースとした従来より小型で移動設置可能なナトリウム温度ライダーのシステムの発表があった (北原, 信州大学)。このライダーは南極観測を目的としている。

以上のように、従来はよくわからなかった中間圏界面の様子が観測により徐々に明らかになりつつある。今回の DYSMER 全体の雰囲気から、次の興味あるターゲットは南極であると感じた。既にオーストラリアはレーザーと光学観測器を用いた大規模な総合観測基地の建設準備を進めている。ところで、mesopause の観測に最も有効な観測器の1つであるナトリウム温度ライダーだが、従来型はシステムが複雑で南極に設置し観測ができるような構造ではない。そのため、ドイツのグループはカリウム温度ライダーを開発し、アメリカの Gardner のグループも鉄ライダーを開発し2000年までには南極点に持ち込む計画である。一方、信州大学では新しい方式のナトリウムライダーを製作して1999年から昭和基地で MF レーダーと同時観測を始める。21世紀前半は南極の中間圏界面の様子がかなり明らかになるだろう。(川原琢也)

6. セッション NW: 下部熱圏中性風

本セッションは他セッションと比較して、若干高高度となる下部熱圏から上部熱圏領域に関する講演が中心だった。特に、熱圏と電離圏やオーロラ現象との相互作用に関する報告が数件あった。J. W. Meriwether は、ペルーにおける冬期間の地上光学観測から、上部熱圏において東西方向の温度勾配 (水平距離800-850 km で温度差400-500 K, 西側が高温) が存在し、これに対して東西風の速度分布は逆相関 (西側で弱風速) となることを明らかにした。この熱圏大気の加熱源の候補として、アンデス山脈によって生じた山岳波の碎波を挙げており、同様の加熱がヒマラヤ山脈やロッキー山脈上空の熱圏でも生じている可能性を示唆して

いる。石井 (通信総合研究所) らの発表では、高緯度オーロラ帯における上部および下部熱圏の中性大気風を、ファブリーペロー光学観測計を用いて観測した結果が報告された。特に、近年注目されている熱圏鉛直風の詳細な結果や、非干渉散乱 (IS) レーダー観測データとの比較が報告された。光学観測から見積もられる温度や風速は高度分布に曖昧さが残るため、レーザー観測データとの比較は重要であると感じた。また、坂野井と福西 (東北大学) の発表においても、高緯度における熱圏大気鉛直風の観測結果が紹介された。特に、オーロラブレイクアップの発生領域で上下に周期的に変動する数10 m/s の鉛直風が観測され、ブレイクアップ現象に伴う加熱が重力波を励起することを示唆した。さらに、野沢 (名古屋大学) らは IS レーダーを用いて10年間にわたる下部熱圏における中性風観測データを統計解析し、平均風の太陽活動・季節・地磁気活動それぞれの依存性を明らかにした。熱圏領域の中性風の観測手段にはファブリーペロー干渉計などの光学観測と、IS レーダーに代表されるレーザー観測があるが、光学観測は水平方向のイメージング観測が可能で、一方レーザー観測は高度分布の導出を得意とする。本セッションを通じて、熱圏中性大気のこれらの多様な観測手段が確立しつつあり、今後はそれぞれの特性を生かし、有効に組み合わせることによって、より厳密で定量的な議論が可能になると感じた。また、これらの観測結果を計算機シミュレーションを用いて解釈することは極めて重要であると感じた。(坂野井 健)

7. セッション AGS: 大気光グローバル構造

中間圏・下部熱圏領域に存在する大気光は、従来地上からのローカルな観測に限られていたが、近年 UARS 衛星によるグローバルな観測が大きな成果をあげている。W.E. Ward は、UARS 衛星の光学観測から大気光のグローバル分布を見積もり、プラネタリー波等の大規模な輸送効果と大気組成やエネルギー収支の関係を明らかにし、非常に興味深い内容だった。一方、J. Stegman と P. Espy は近紫外から赤外にかけて6波長の大気光を地上から観測した。1太陽周期にわたる観測データの統計解析から、下部熱圏 (高度約95 km) の酸素原子557.7 nm 大気光と中間圏界面 (高度約87 km) の OH 大気光では、太陽活動依存性や季節変動が異なることが明らかになり、それぞれの領域の力学・化学過程を支配するメカニズムが違っていることが示唆された。また、A. I. Pogoreltsev は、成層圏が

ら下部熱圏にわたる領域のプラネタリー波の線形数値モデリングを行った。その結果、プラネタリー波も潮汐波や重力波の砕波と同様に、平均風の加速に十分寄与できることが示された。UARS に搭載された風速イメージング干渉計 (WINDII) は既に 6 年以上のデータを蓄積しているが、G. G. Shepherd らはそれらに基づき、EUV の太陽周期変動による効果を議論した。J. F. Kafkalidis と P. B. Hays はやはり UARS 搭載の高分解ドップラーイメージャー (HRDI) の観測から、1000 km 以下～大陸規模の大気光の大構造が、全球的に存在することを発見した。本セッションの講演を通じて、UARS 衛星のグローバルな大気光分布と地上観測や、計算機シミュレーションを組み合わせ、中間圏・下部熱圏領域の力学過程や化学過程を定量的に議論する段階に入りつつあることを感じた。

(高橋幸弘, 坂野井 健)

8. セッション ASS : 大気光小規模構造

近年、性能が飛躍的に向上している CCD 検出器を応用した高感度高空間分解能の大気光イメージャーは、大気重力波などによる夜間大気光変動現象の地上観測に急速な進展をもたらしている。新型イメージャーの導入を先駆けて行い数多くの成果をあげてきたのはユタ州立大学の M. J. Taylor であるが、ここ数年日本国内の観測器の整備が進み、今や世界で最も充実した観測網を持つに至っている。本セッションでも、それらを用いた多くの研究成果と国内観測キャンペーンの概要、更に新しい光学観測機器の開発についての報告が多数あった。中村らは、OH 大気光イメージングの自動観測システムを構築することで、大量の安定したデータを取得する方法を確立し、大気波動構造の季節変化を統計的に議論した。土岐ら及び久保田らはそれぞれ、数10 km 離して設置された 2 台のイメージャーのデータを用いて、波状構造の三角測量から OH 大気光発光高度の推定を行った。土岐らは、発光高度が時間変化することも発見している。大気発光の波動構造の解析では、銀河による背景光がノイズ源として悩みの種になる場合が多いが、堤らは銀河の影響をほぼ完全に取り除く技法を確立し、約 1% という微弱な大気光変動成分の検出を可能にした。塩川ら (名古屋大学) と江尻ら (名古屋大学) は、開発中の高精度ファブリペロー干渉計の現況と新型イメージャーの初期観測結果について発表した。以上の研究に用いられた大気光イメージャーに加え、国内に設置された複数

のレーダー、ライダー、ファブリペロー干渉計、フォトメータなどを同時に運用する大規模な観測キャンペーンが98年の1月から2月にかけて実施され、その概要について中村・津田 (京都大学) から報告があった。大気光イメージング観測で世界をリードしてきた M. J. Taylor は、新しく OH 大気光から温度分布を導出する観測器を開発し、その初期結果について報告した。

大気光のイメージングに関してレーダーなどの他の観測器によるデータとの比較も本格的に実施されるようになってきている。高橋らはフォトメータによって求めた OH 回転温度を MU レーダーの中性風データと比較し、矛盾の無いことを発表した。山田ら (東北大学) も大気光イメージと MU レーダー、Na ライダーのデータを用いて、波動の水平伝搬や砕波と見られる現象のメカニズムについて考察した。G. Swenson らはイメージと Na ライダーの観測から、大気重力波によるエネルギーおよび運動量の鉛直フラックスを見積もった。

一方、福西は近年注目を集めている雷放電に伴う中間圏熱圏発光現象 (スプライト、エルプス) の光学観測について発表した。スプライトは、大気重力波によってその形状が影響を受けるという説があり、また発光高度において大気重力波を励起するという可能性も指摘されている。大気光イメージングの提供する水平方向に広範囲かつ高空間分解の情報は、レーダーやライダー、ファブリペロー干渉計による風速や鉛直構造の情報と相補的であり、とりわけ大気重力波の研究では両者を組み合わせて議論を進めていくことがメカニズムの理解のために不可欠である。本セッションは、中間圏・熱圏研究における大気光イメージングの果たすことのできる役割の大きさを認識させるとともに、レーダーなど他の観測データとの比較が、定量的に行える段階に入ったことを強く印象づけるものであった。

(高橋幸弘)

9. 終わりに

以上を纏めるならば、中間圏界面領域での構造や力学に関してレーダー、ライダー、大気光、衛星、モデル、理論など観測研究手法で独立に研究されてきた研究課題はそれぞれに成果を挙げてきたが、同時に近年これらをより密接に連携させて研究することが行われつつあることが本シンポジウムで示された。今後、PSMOS 計画の 5 か年でネットワーク観測、衛星観測

を拡張していくとともに、このような観測間および観測とモデル間の連携を深めていくことで、地球大気環境の上端部であり、地球大気と宇宙空間の遷移領域である中間圏界面領域の謎解きが急展開するものと期待させてくれた。開催者の立場で言うのも変であるが、今回のシンポジウムは中間圏界面領域の力学研究の世界的な大物が予想以上に結集したという感があり、招待講演の時間を十分取ったことも手伝って内容も聞きごたえ、見ごたえのあるものが多かった。本稿の執筆にご協力頂いた皆さんを始め、多くの若手研究者や大学院生が参加し、発表し、またこれらの講演に傾聴したことは、大変よい刺激になったのではないかと察する。今回参加した院生の諸君の中から将来の中層大気科学を支える研究者が多く生まれることを期待する。最後になったが、本シンポジウムの開催に際しては、SCOSTEP (太陽地球間物理学委員会)、ICMA (国際中層大気科学委員会)、地球電磁気・地球惑星圏学会、日本気象学会、郵政省通信総合研究所との共催としてご協力をいただいた他、電気通信普及財団、鹿島学術振興財団、井上科学振興財団の各財団より助成を受けたのでこの場を借りて関係諸機関にお礼を申し上げます。(津田敏隆, 中村卓司)

略語一覧

- DYSMER : Dynamics and Structure of MEsopause Region (中間圏界面領域の大気構造と力学過程)
 GSWM : Global Scale Wave Model (地球規模波動モデル)
 HRDI : High Resolution Doppler Imager (高分解能ドップラー干渉計)
 PMSE : Polar Mesospheric Summer Echo (極域中間圏夏季エコー)
 PSMOS : Planetary Scale Mesopause Observing System (中間圏界面国際協同観測システム)
 QBO : Quasi Biennial Oscillation (準2年周期振動)
 STEP : Solar Terrestrial Energy Program (太陽地球系エネルギー国際共同研究計画)
 TIME : Thermosphere-Ionosphere-Mesosphere-Electrodynamics (熱圏-電離圏-中間圏-電磁力学)
 UARS : Upper Atmosphere Research Sattelite (高層大気観測衛星)
 WINDII : WIND Imaging Interferometer (風速イメージング干渉計)



とうきゅう環境浄化財団の研究助成募集

1. 研究対象者：

学識経験者の方はもちろん、一般の方でも研究に意欲のある方であれば、どなたでもご応募いただけます。

2. 研究対象テーマ：

- (1) 産業活動または住生活と多摩川およびその流域との関係に関する調査および試験研究
- (2) 排水・廃棄物等による多摩川の汚染の防除に関する調査および試験研究
- (3) 多摩川およびその流域における水の利用に関する調査、試験研究

(4) 多摩川をめぐる自然環境の保全、回復に関する調査、試験研究

3. 公募締切日：1999年1月18日

応募についての詳細は、下記財団事務局へお問い合わせ下さい。

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1丁目16番14号

渋谷地下鉄ビル

財団法人 とうきゅう環境浄化財団

Tel. : 03-3400-9142

Fax. : 03-3400-9141