

## 第30回 COSPAR 総会の報告\*

廣岡俊彦\*1・三好勉信\*2・北和之\*3

### 1. COSPAR 総会の概要

1994年7月11日～21日の11日間にわたって、第30回 COSPAR (Committee on Space Research : 宇宙空間研究委員会) 総会が、ドイツ連邦共和国のハンブルクで開催された。COSPAR は ICSU (International Council of Scientific Unions : 国際学術連合会議) の傘下にある委員会の一つで、気象学・大気科学から超高層物理学、天体物理学、生命科学、材料工学に及ぶ、宇宙空間研究と関連した広い研究領域を扱う略号 A～G で表わされる7つの学際科学小委員会と4つのパネルからなり、1980年以降は隔年に総会が開催されている。総会期間中には、各小委員会やパネル主催のシンポジウムや研究集会、打ち合せ会合が多数開かれる。特に、気象学・大気科学関係の講演の大半は、A (宇宙からの地表・気象・気候研究) と C (地球惑星超高層大気研究) 各小委員会の主催するシンポジウムや研究集会 (今回は合計して20が開催) に含まれている。COSPAR 総会の性格の詳細や最近の COSPAR 総会に関する報告については、加藤ほか (1987)、廣田・山中 (1988)、山中 (1989, 1991) などを参照されたい。

今回の総会参加者数は49か国から約1,500名 (数値は COSPAR 事務局への問い合わせで判明) であったが、気象学・大気科学関係については、総会の約1か月前に STP (Solar Terrestrial Physics : 太陽地球系空間物理) シンポジウム (仙台) や中層大気会議 (米国、モンタレー) などの分野の重複する研究会議が開かれたせいか、やや少ない印象を受けた。わが国からは約80名が参加したが、気象学・大気科学関係の参加者に限ると、筆者ら3名のほかは、土屋 (帝京大)、井上 (気象研)、早坂 (東北大)、西村 (東京理科大) の各氏を



第1図 第30回 COSPAR 総会のマーク。

挙げるくらいで、特に、この分野の指導的立場にある人の参加が少なかったのは残念であった。

総会が開催されたハンブルクは、ドイツ連邦共和国の北西部に位置し、中世ハンザ同盟の時代から栄える、ベルリンに次ぐドイツ第2位の人口を擁する大都市である。総会は、市の中心部に位置する CCH (Congress Centrum Hamburg) と、隣接の SAS プラザ・ホテルの2か所を会場として行なわれ、多い日には15以上のシンポジウム・研究集会が同時進行していた。また、7月13日～19日は“ハンブルク宇宙週間”と銘打って、Shoemaker-Levy 彗星の木星衝突や、月探査船アポロ11号による人類初の月面着陸25周年記念の展示・講演が、総会と平行して開かれていた。

以下に、気象学・大気科学に関連したシンポジウム・研究集会の内容や印象を、各出席者が発表したシンポジウムを中心に報告する。 (廣岡俊彦)

### 2. 中層大気の全球的変動とモデリング

筆者 (三好) の発表した A2.1 「中層大気と全球の変動：衛星観測の解釈とモデリング」というシンポジウムは、7月12日の午前と午後に行なわれた。出席者がやや少なかったのは残念だったが、内容的には注目すべきものがかなりあったように思う。特に、UARS (Upper Atmosphere Research Satellite)\*1による観

\* Report on the 30th COSPAR Scientific Assembly, Hamburg, July 1994.

\*1 Toshihiko Hirooka, 九州大学理学部.

\*2 Yasunobu Miyoshi, 九州大学理学部.

\*3 Kazuyuki Kita, 東京大学理学部.

測結果についての発表は、興味深いものがあった。以下に主な発表について紹介する。

Cunnold *et al.* (米, Georgia 工科大ほか) は, UARS 搭載の, CLEAS, MLS によるオゾン, 水蒸気, メタンなどの微量大気成分分布の解析結果について報告した。更に, 同時刻の Q-map (ポテンシャル高度の総観図) をもとに, これらの微量大気成分分布とポテンシャル高度との対応について議論した。

Hauchecorne *et al.* (仏, CNRS ほか) は, UARS に搭載されている ISAMS による, 高度 30~85 km における温度の観測結果について発表した。ISAMS により, 北半球冬季の高度 65~80 km における逆転層が検出できることを報告した。強い逆転層は, 主に中緯度帯に現れ数日間持続することを示した。また, 特定の地域 (北部大西洋や東欧など) で発生しやすいことを示した。更に, Hauchecorne *et al.* は, 別の講演で, フランスにおけるレイリー・ライダー観測から, 1992 年夏季における気温が, 上部成層圏で 1.5 K 下降し, 中間圏では 5 K 上昇していることを報告した。そして, この変動とピナツボ山の噴火との関連についての議論を行なった。

Dudhia (Oxford 大) は, ISAMS により観測された, 高度 15~80 km における温度分布の特徴について報告した。1991年9月から1992年7月における平均温度は, 大部分の緯度帯において, 高度 50~60 km では CIRA (COSPAR International Reference Atmosphere) モデルに比べて 5 K 高く, 逆に, 高度 60~80 km においては 10 K 程度, あるいはそれ以上低くなっていることを示した。

Hirooka *et al.* (九大ほか) は, TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) のデータをもとに, 1980~1990年における北半球冬季成層圏循環の年々変動について発表した。突然昇温後の北極付近の温度の鉛直分布が年により異なり, これが, 波の伝播特性の年々変動に対応していることを示した。また, この年々

変動と QBO (Quasi-Biennial Oscillation: 赤道域下部成層圏の準2年周期振動), 太陽活動との関連についての議論を行なった。

Miyoshi and Miyahara (九大) は, 大気大循環モデルにおける中間圏~熱圏にかけての潮汐波, 重力波の振舞いについて発表した。T42モデルにおける1日周期の migrating 潮汐波の熱圏下部における振幅は, T21モデルの振幅の半分程度になる。これは, T42モデルの方が重力波の活動度が強いのが原因で, 重力波と潮汐波の相互作用により引き起こされることを示した。

その他, Gelman *et al.* (NMC ほか) が, UARS や NMC データによる成層圏温度の年々変動の様子について, Peckham *et al.* (英, Heriot-Watt 大ほか) が UARS 搭載の MLS による大気微量成分の解析結果について, それぞれ発表した。

以上のように, UARS 関連の発表が, 全体のかなりの部分を占めていた。より詳細な解析が行われ, 新たな発見が多く出ることを期待したい。観測の分野に比べて, 数値計算の分野は発表が少なく, (このシンポジウムに限らず他のシンポジウムにおいても) 残念であった。

筆者は, 国内での国際会議へは, 昨年の IAMAP など今までに何回か参加したことがあったが, 国外での国際会議へは今回が初めての参加だった。国外での国際会議の雰囲気や, 様々な国の研究者の発表を直接聞く機会ができたのは, 非常に有意義であったと思う。特に, 外国の若手の研究者と議論する機会があったのは, 良かったと思う。ただし, 英会話能力が違いすぎるために, 最後には, 筆者の方が聞き役にまわってしまったのは残念だった。次回までには, 英会話を特訓し, もう少し十分な議論ができるようになろうと思った。(三好勉信)

### 3. 中間圏・熱圏下部を中心とした大気現象

筆者(北)は, 今回初めて COSPAR に参加して, 3つのシンポジウムで発表したもので, その時の印象などを報告しようと思う。

C1.1「UARS 衛星から見た下部・上部熱圏のグローバルな描像と関連する研究」および C2.2「低緯度中層大気の変動性」の2つのシンポジウムでは, 筆者は主要な部分では内容の重なる発表を行なった。内容はあまり「天気」の読者にはなじみがないと思われるので簡単に説明すると, 中間圏から熱圏下部にかけての酸

\*1 UARS は, 1991年9月に, スペースシャトル Discovery により打ち上げられた地球大気探査衛星で, CLEAS (Cryogenic Limb Array Etalon Spectrometer), MLS (Microwave Limb Sounder), HRDI (High Resolution Doppler Imager), WINDII (Wind Imaging Interferometer) や ISAMS (Improved Stratospheric and Mesospheric Sounder) といった各種の測器が搭載されている。

素原子密度の高度分布を新しい手法を用いてロケットで観測した結果と、同時に測定された大気光強度とその酸素原子密度との間の定量的関係についてである。同様の研究を行なっている人達の興味は引いたらしく、coffee break 中に Witt (Stockholm 大) などに捕まっいろいろ問題点などを話し合った。ただ近年このようなロケット観測が世界的に少なくなっていることを反映してか、同様な対象についての発表はほとんどなく、この高度領域に関する発表が目立ったのは、大気光などの現象と大気波動など力学(輸送)との相互作用に関するものであった。

シンポジウム C1.1 では、当たり前ながら UARS WINDII および HRDI による結果の発表が、主な部分を占めていた。WINDII については熱圏下部での風についての解析結果の発表も出てきたが、まだ発表の中心は大気光のグローバルな規模での水平方向の変化や、あるいは重力波や潮汐に伴う構造の鉛直・水平分布についてであった。まだデータは最終的なものといえず、さらに地上観測などと比較・検討を必要とする印象を受けた。しかし、熱圏下部では大気光や金属原子層が極めて大きな変動を示す現象が知られ、その背後に力学過程が重要であろうと考えられることから、WINDII による風と大気光(酸素原子密度)のデータは極めて有用であろう。そのほか、UARS HRDI の観測から推定されたオゾン量が中間圏界面高度では中緯度で極大を示し、それがこれまで考えられてきた量よりずっと多かったことからこの領域にオゾンの missing source があるのではないかという報告や、NCAR-TIME (Thermosphere-Ionosphere-Mesosphere-Electrodynamics) GCM を用いた大気光強度分布の3次元モデル計算などが興味を引いた。

C2.2 のシンポジウムでは、オゾンや他の大気組成の時間的変動を始め、大気光、重力波や大気電気伝導度など、さまざまな対象について発表が行われ、とてもうまくはまとめることができない。しかし、全般的に、まだ低緯度域については知見は貧弱な状態が続いているという感じであった。

C2.4 「中層大気の詳細構造とその起源」のシンポジウムでは、筆者は、ロケットで観測された酸素原子密度の鉛直分布にみられた重力波による波状構造と、それから推定される重力波の減衰機構について発表した。しかし、その前に Philbrick (米, Pennsylvania 州立大) が招待講演で、さまざまな組成の高度分布にみられる波状構造に super adiabatic な層が見られ、

対流不安定による turbulent mixing が、鉛直分布に影響を与えていることを示していたので、いささか影が薄くなってしまった。このシンポジウムもほとんどが観測データに関する発表で、とりわけ夜光雲について、温度構造や電場、EISCAT\*2 で観測される Polar Mesospheric Summer Echo との関連で述べたものが多かったが、筆者には予備知識がほとんどなくあまり理解できなかった。また、日本でも都立大のグループが観測している、sporadic Na, Fe 層という現象についての発表も多く、緯度帯による違いや sporadic E 層との関連が議論された。しかし、dynamics との関連では層全体が潮汐や重力波の影響で modulate されることが述べられている程度で、まだその成因に輸送がどのような役割を演じているか、などというところまで議論が進んでいないというのが現況のようであった。ほかにも種々の微細構造についての発表があり、Daladier (仏, CNRS) が行なった、対流圏上部から下部成層圏で観測した高度方向に厚さ数mの温度微細構造 (temperature thin sheet) の発表など、興味深いものがあった。

COSPAR は宇宙科学関係の非常に広い範囲をカバーしており、普段まったく聴く機会のない分野の発表も聴くことができたが、時間の問題で CIRA や中層大気の energetics (次章で廣岡が報告) などのシンポジウムにほとんど参加できなかったことは残念であった。(北 和之)

#### 4. その他のシンポジウム

筆者(廣岡)は、他の2人と同様、主に中層大気関係の講演のあるシンポジウムに参加した。2人の報告にある以外の中層大気関係の講演は、中層大気または上層大気をキーワードとするいくつかのシンポジウムに分散して行なわれた。総会の概要で述べたように、多くのシンポジウムが平行して走っていたため、必ずしも全ての講演を聞くことはできなかったが、内容は、中層大気上端領域(中間圏界面から下部熱圏)に関するものが大半で、しかも観測結果を示したものが多かった。ただし、中層大気関係の研究者の出席は総じて少なく、例えば地元ドイツのこの分野の著名な研究者の Labitzke や Ebel も参加していないといった具

\*2 European Incoherent Scatter Radar; ノルウェーにある中層・超高層大気観測用レーダーで、ヨーロッパ各国により共同運用されている。



第2図 総会の会場 CCH (Congress Centrum Hamburg) の全景.

合いで、やや寂しい感じは否めなかった。それでも、いくつか興味深い講演があったので、以下それらを紹介する。

まず、中層大気のエネルギー収支 (energetics) に関するシンポジウム (C2.1) では、特に中層大気上端領域のエネルギー収支に関する講演がいくつかあった。中層大気上端では、分子 (原子) 同士の衝突が十分でなくなって来るため、非局所熱力学的平衡 (non-Local Thermodynamic Equilibrium: non-LTE) に基づいて放射を考えることが必要となる。さらに、この領域特有の化学反応や乱流、重力波、潮汐などの力学的効果も重要な要素である。このように、色々な要素が複雑に関わりあっているため、この領域のエネルギー収支はまだよくわかっていない。

Picard *et al.* (米, Phillips 研ほか) や Ward (加, York 大) は、この領域では、 $\text{CO}_2$  による放射冷却が、頻繁に起こる酸素原子 O との衝突のために、従来考えられていたよりも効率的であることや、そこでの温度や O,  $\text{CO}_2$  の混合比の変動によって、放射冷却率自体も大きく変動していることなどを、最近の観測やモデル計算に基づいてレビューした。また、Lübken *et al.* (独, Bonn 大) は、最近のロケットによるこの領域の直接観測に基づき、(放射の値が大きいこととエネルギー収支的に補償し合うものだが) 乱流による熱輸送は従来考えられていたものよりもずっと小さいことを示していた。また、Riese *et al.* (独, Wuppertal 大ほか) は、SME 衛星 (Solar Mesospheric Explorer) により観測された酸素原子や水素原子の密度に基づいて計算した  $\text{HOx}$  反応による加熱は非常に大きく、中

間圏界面付近の主要な熱源と考えられることを示した。その他、Dudhia (Oxford 大) は UARS の ISAMS の温度データから 1 日潮汐と半日潮汐に伴う温度変動の全球的な分布を示した。

上のエネルギー収支とも関連するが、中層大気の乱流に関するシンポジウムもあった (C2.3)。Hocking (加, Western Ontario 大) は、レーダーによる中層大気・下部熱圏域の乱流観測について、特に現状観測技術の持つ問題点についてのレビューを、また、Blix (ノルウェー, Defence Research Establishment) は、乱流のエネルギー収支への影響を知るための各種パラメータの定義と、それを決定するために必要な観測についてのレビューを、それぞれ行なった。かなり技術的な内容が含まれておりよく理解できなかったが、乱流を観測するには乱流層よりも小さな分解能が必要であるにもかかわらず、既存のレーダーの分解能ではある程度大きな乱流しか観測できず、従って、乱流の性質はもちろん、乱流がどの程度エネルギー収支に寄与しているのか、完全にはわかっていないのが現状のようである。一方、Fritts (米, Colorado 大) は、下層で 2 次元的な波動強制を与え、それが上層の不安定層でどのように乱流へと変化していくかについて、途中の風のシアを何通りか変化させて計算した結果を示した。

また、南半球の上層大気についてのシンポジウムもあった (C.3)。大部分が電離圏についての発表であったが、一部中層大気関連もあった。Fritts は、中層大気上端領域における、力学現象 (潮汐, 2 日波, 重力波, 残差子午面循環など) の南北両半球に見られる共通点や相違点についてレビューを行なった。Reid *et al.* (豪, Adelaide 大) は、南半球のレーダー観測点で得られた、中層大気上端領域の風系に見られる擾乱の特徴を、北半球のものと比較した結果を示した。同じ季節同士を比べた場合、北半球の方が波動の活動度は大きいとのことであった。また、Shepherd *et al.* (加, York 大ほか) は、UARS WINDII の観測に基づく、大気潮汐の風系変動の振幅分布や、PMCs (Polar Mesospheric Clouds) の分布の観測結果を示していた。この領域の全球的な観測結果はそれだけでも新鮮なものではあるが、今後、もっと解析が進み、何か新しい力学的な“発見”が得られることを期待したい。

その他、データ・キャリブレーションに関するシンポジウム (A3.1) もあり、他のシンポジウムの間を縫って、Cunnold *et al.* (米, Georgia 工科大ほか) によ

る、SAGE (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment) のオゾン・データ精度についての講演も聞いた。SAGE は太陽遮蔽法を用いた鉛直分解能に優れた測器であり、データ期間は1979年から81年の期間の SAGE I と1984年以降の SAGE II の2つに分かれる。講演では、地上ベースの観測データの比較から、SAGE I データは、高度の決定に系統的なエラーがあり、参照高度を現在より 300 m 上げるべきとのことであった。このような、データ作成のむしろ基本的ときえ思われる面にも曖昧さが存在し得る、という点は、今後データ解析を行なう際、念頭に置くべきであると思われた。

ほかにも、中層大気関係の、CIRA モデルに関するシンポジウム (C.1) や低緯度中層大気の変動に関するシンポジウム (C.2.2, 前章で北が報告) も聞いたかったが、プログラムの都合で参加できなかったのは残念であった。また、冒頭で紹介した筆者ら以外の日本からの参加者は、上記データ・キャリブレーションに関するシンポジウムのほか、中層大気関係以外の、人工衛星による地球表面や大気モニタリングに関するシンポジウム (A.1) や同じく人工衛星による水蒸気量の評価に関するシンポジウム (A.3) などで講演されたようであるが、やはりプログラムの都合で聞けなかった。

(廣岡俊彦)

## 5. 総会運営その他

総会運営に関しては、会期中はネーム・プレートを見せるだけで、市内の国電 (Sバーン)、都電 (Uバーン)、バスが無料で乗れた上、参加者全員に、特製バッグや記念のハンブルク市章のバッジも配られ、わが国で開かれる会議との違いが感じられた。また、会場内に銀行の出張所があったのも、筆者らのような外国から来た者にとっては、トラベラーズ・チェックの交換一つをするにも、非常に便利だった。

ホテルは、筆者ら (廣岡、三好) の場合、参加申し込みと同時に総会事務局に一番安い価格帯のシングル・ルームを申し込んだが、会場からSバーンで20数分のハンブルク市郊外ベルゲドルフに位置するホテルがあてがわれ、朝食・税込みで 109DM (日本円で約 7,000円) であった。ただし、この値段は、事務局とホテルの交渉で特別安く設定されたものと思われ、部屋

内にあった価格表には1泊当たり約 250 DM とあった。ツイン仕様、バス・トイレ付きのゆったりとした部屋を考えると、この値段は、日本の大都市では考えられないことであろう。

ところで、この夏はドイツでも百数十年ぶりとかいう猛暑だったが、特に猛暑がこたえたのは帰りのSバーンの中とホテルの夜であった。総会の期間中、夕食後19時頃のSバーンで帰途に着いたが、こちらでは、Sバーン、Uバーンはもちろん、長距離列車でも、ICE (Intercity Express) などの特急列車を除き冷房がないため、暑い列車の中、にじみ出る汗はシャツやズボンも湿らし、昼間のシンポジウムの疲れを倍増させた。ホテルも同様に冷房設備がなく (これはハンブルクのホテルに限らず、滞在中泊まった、ベルリンやフランクフルトの4つ星ホテルもそうであった)、熱帯夜の暑さと喉の渇きに閉口した。

COSPAR 総会は、次回が1996年に英国のバーミンガムで、その次が1998年にわが国の名古屋で開かれる予定である。興味を持たれた読者は、是非参加されてはいかがだろうか。

(廣岡俊彦・三好勉信)

## 謝 辞

総会参加者数などに関する廣岡の問い合わせに親切に答えて下さった、COSPAR 事務局の A. Janofsky 氏にお礼を申し上げたい。今回の COSPAR 総会の参加に当たっては、廣岡・三好は文部省創成的基礎研究費「気候モデルの開発および気候変化の数値実験」(代表 松野太郎教授)の補助を、北は吉田科学技術財団の補助をそれぞれ受けた。

## 参 考 文 献

- 廣田 勇, 山中大学, 1988: ヘルシンキ COSPAR 中層大気シンポジウムの報告, 天気, 35, 709-713.  
 加藤 進, 川平浩二, 小川利紘, 1987: SCOSTEP 審議会/MAP 委員会, 第6回 STP シンポジウムおよび第26回 COSPAR 総会の報告, 天気, 34, 23-26.  
 山中大学, 1989: ヘルシンキ COSPAR 総会の報告 (惑星大気力学関係), 天気, 36, 59-62.  
 ——, 1991: 第28回 COSPAR 総会および第7回 STP シンポジウム (中層大気力学および惑星大気力学関係) の報告, 天気, 38, 35-40.