

第9回衛星気象学及び海洋学会議の報告*

尾崎 尚 則**

1. はじめに

標題の会議がアメリカ気象学会(AMS), フランス気象学会(SMF), 欧州気象衛星機構(EUMETSAT), ユネスコ(UNESCO)政府間海洋学委員会(IOC)等の共催で1998年5月25日から29日までの5日間に渡り, フランス・パリ市のUNESCO本部(第1図)を会場に開催された。この会議は, 衛星リモートセンシング技術をもとに気象学並びに海洋学の様々な現象を捉えること, そして各種新手法の発表・議論の場となっており, 前回第8回大会(American Meteorological Society, 1996)は, 1996年1月から2月にかけてアメリカ・アトランタ市で開催されている(大会規模は, 前回が8つのカテゴリーに対して, 今大会は15のカテゴリーと, ほぼ倍増した)。一般に我国においては, この「衛星気象学」という領域は独立した専門分野としての知名度はまだまだ低いと感じられるが, 欧米諸国の研究者間では確固不抜たる地位を築いていることに, 今更ながら驚かされた。このことは, 主催者側の発表で世界43カ国から400名以上にのぼる参加者が集い, 総発表件数も366件(口頭発表[招待講演]37件, ポスター発表329件)という盛大さからも容易に伺い知ることができる。

一方, 日本からは著者の他に住明正(東京大学気候システム研究センター), 下田晴久(東海大学情報技術センター, NASDA), 井上豊志郎・中澤哲夫・青梨和正(気象庁気象研究所), 勝俣昌巳(学振特別研究員・北海道大学大学院理学研究科)ら(共に会議参加時の



第1図 会議会場となった, パリ市のUNESCO本部。この界限には, エッフェル塔やシャンゼリゼ通りなどがあり, 風光明媚なところである。

所属, 敬称略)が本会議に参加し, 研究発表を行った。今回は, 国際会議新参加かつ本会議に初参加・発表した著者が, 私的な感想なども交えて, 会議の一端を報告する。

2. 各セッションの概要

会期中の5日間共に, 1日の大きな流れはほぼ変わらず, 午前9時に口頭発表1が開始し, その後エスプレッソやオレンジジュース, クロワッサン片手に午前のポスター発表1となる。この情景がパリの風情を醸し出していると強く感じた。その後, 昼食をはさみ午後はポスター発表2, 引き続き口頭発表2が行われた。更にパネル・ディスカッションをもって会議の1日が終了する。以下に, 本会議の日程に従いその概略をダイジェストで紹介する。尚, 会議参加申し込み時に自己申請したカテゴリーは, あらかじめ主催者側で5日間のそれぞれのセッションに振り分けられている。

Day 1: (Applications of Satellite Data for Climatology). 口頭発表にて, 次世代の静止気象衛星や極軌

* Summary of AMS 9th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography.

** Naonori Osaki, 北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻博士課程。

© 1999 日本気象学会

道衛星の計画, それに伴うプロジェクトの紹介がなされた。中でも METEOSAT の 5~7 号の 3 台のフォーメーションによる観測計画や, 第二世代のイメージャ (imager) センサが可視域 2 チャンネル, 赤外域 6 チャンネル仕様になるなどの話題には強く興味を引かれた。例えば, 木村 (1997) 等にもその報告はあるが, 欧米の気象衛星の仕様や打ち上げ計画, 及び将来を見据えた運用スケジュールには目を見張るものがある。またポスター発表では, 論文でよく目に触れ著者も積極的に引用している, GOES や METEOSAT 搭載のサウンダー (sounding) センサによる解析的な研究発表を傾聴し, 衛星による大気鉛直構造のリトリバルに, 今更ながら圧倒された。また, AVHRR/NOAA のマルチ・チャンネル法を用いた気候学的なアプローチからの研究発表も盛んで, 著者らも以前, AVHRR/NOAA とドップラー・レーダーを用いた解析的な研究 (Osaki *et al.*, 1998) を行っていたため, 別刷を片手に各国の研究者と有意義な議論をすることができた。それにつけても我国の GMS (次世代の MTSAT) にも, 欧米の静止衛星に標準装備である強力な VAS センサが搭載され, 一日も早く欧米諸国と同等な視野をもてる日が来ることを切に願う。またこの日は, ロッキード社主催の歓迎会 (Ice Breaker) が盛大に開催された。

Day 2: (Satellite Applications: Ocean, Atmosphere and Land). マイクロ波センサ搭載の衛星リモートセンシングがメインのセッションである。SSM/I と AVHRR/NOAA, 静止衛星搭載イメージャ (可視と赤外域) などの様々な組合せによる種々の解析手法及び解析結果の紹介があった。その中でも, 井上は GOES-9 による雲の識別と SSM/I から算出の大気放射学的パラメーターの関係を示した。複数の衛星データを用いた雲の放射特性の解析法には, 学ぶべき点が多々あった。また勝俣らは, 航空機搭載型のマイクロ波放射計とドップラー・レーダーを用いた解析結果を詳細に報告していた。降雪雲内における雲水と降水の評価を, 観測とモデルで解明している点が特筆できる。様々な降水システムを考察する際に, 彼らの成果は非常に有効な手法であると感じた。更に, 斬新な手法として多くの聴衆を魅了していた, Huang (Univ. of Wisconsin) らの CO₂ スライミング法による雲頂気圧のリトリバルがある。彼らは, AVHRR/NOAA (近赤外域と赤外窓領域データ) による雲識別と, HIRS/NOAA データによる CO₂ スライミング法を組

合わせた解析方法とその結果を熱く説いていた。この日の会議終了後, パリ市長主催のカクテル・パーティーが催された。

Day 3: (Geostationary Satellites and Data Applications). 静止衛星を主たる解析手段として用いたセッション。ここでは, 静止衛星の水蒸気チャンネル・データを用いた, 上部対流圏の風速場リトリバルの紹介が圧倒的多数を占めていた。この風の場のリトリバルは, 前回第 8 回大会では独立したカテゴリーを与えられ, 現在この専門領域では最も主流なものの 1 つであるといっても過言ではない。一方で, GMS を主な解析対象とした研究発表は, 著者を含めても僅か 2 件と, 寂しい感が拭えなかった。

EUMETSAT における, METEOSAT 水蒸気チャンネル・データ使用の風速場ルーチンのあらましと, 出力結果のエラー評価を, Elliott (EUMETSAT) が報告していた。その中で, EUMETSAT による様々な成果物が ECMWF に組込まれているという点で, 組織を越えた大局的なスタンスで研究は行われるべきである, と強調していたことが非常に印象的だった。同様に, METEOSAT の 30 分間隔の水蒸気チャンネル・データから, フランスの Laurent (ORSTOM) らも, 上部対流圏の風速場リトリバルの解析例を紹介していた。彼らは, 熱帯域における収束・発散領域を準自動的に追跡し, 対流性の雲システムのモニターに極めて有用であると結論づけていた。併せて, ECMWF の出力結果との整合性も議論している点から緻密さを感じた。以上のように欧米諸国を中心にした研究が趨勢を極める中で, Fedorova (Federal Univ. of Pelotas) らの GOES データを用いた, 南米における対流システムを対象としたナウキャストの研究結果には学ぶべきものが少なからずあった。その研究の展開は, 1). 対流システムの移動速度と雲の発達ステージについて, 2). 対流システムの衛星によるトラジェクトリー解析, そして 3). 低気圧性の雲システムについてはスパイラルの特徴の追跡と, メソスケール気象学的に多岐に渡り, 極めて論理的なものであった。

会議中日のこの日は, バンケットまでの夕刻の時間帯に, パネル・ディスカッションに代わり, NASA による「エレクトリック・シアター」と銘打たれた, コンピュータ・グラフィクスを駆使した素晴らしい催しがあった。その中で, 衛星リモートセンシングは他に比べものない強力な道具であることを強調すると共に, この分野のさらなる理解, 技術と知識の進歩並び

に、国際社会が地球を観測してこれを熟知するための手段を有することの重要性を聴衆に改めて訴えかけていた。この場景は、宇宙開発で常にキャスティングボードを握ってきた強いアメリカを彷彿とさせた。

Day 4: (New Sensors and Technology). 午前の口頭発表で、住、下館による ADEOS, TRMM そして SeaWiifs などの新規ミッションの概要紹介と、プラットフォーム・フォーム衛星等の将来展望に至るまでの、非常に興味深い発表と、これに対する活発な議論が行われた。世界中が注目している前述のプロジェクトと、我国の果たすべき役割の大きさは、これらの質疑の多さからもまったく疑う余地はなかった。加えて、新しいセンサについてのポスター発表では中澤らが、NSCAT/ADEOS と SSM/I データを活用した海上風リトリバルの結果から、熱帯域における低気圧性循環について議論していた。中澤は同時に、顕著な1997 ENSO イベントについて、NSCAT の風速場と OLR との関係性を詳細に紹介していた。一方、大気-海洋相互作用の1つの解釈という観点から、Wick (Univ. of Colorado) らの GOES-9 と SSM/I を組合わせた、旬平均の SST と海上風速場の関係性についての報告も、今後グローバルな視点で気象学・気候学的な考察を加える上で有効な手法であると感じた。また、このカテゴリーでは GPS 気象学のキャンペーン及び解析結果も数多く報告され、特に英国の Baker (Univ. of Nottingham) らの議論は興味深かった。

Day 5: (Application of Satellite Observations for Monitoring and Prediction of Oceanic and Atmospheric Variability). 会議最終日。Ringer (UK Met. Office) らは、GOES 衛星を利用し大西洋からアフリカ大陸域で、対流性の雲システムによる降水量の見積もりについての成果を紹介した。静止気象衛星の窓領域赤外データによる降水指数 (Precipitation Index; mm/day で表現) 算出について、数値モデルとの整合性も踏まえて議論していた。特に、海上域におけるアウトプット結果は、日本周辺にも有益な手法であると感じた。また青梨らは、TOGA COARE 領域でのマイクロ波データと数値モデルの融合により降水量をリトリバルするという、著者自身も非常に関心を寄せているテーマについての解析結果を報告した。先にも述べたが、モデルへのインプットや、そのアウトプットとの比較解析を施すという方向性は、我国における衛星リモートセンシングを扱う者の道標となるであろうと確信した。またこの日、特に興味をもったものの1



第2図 ポスター発表用のボード(縦1m×横2m).
ポスターは著者自身のもの。

つに、Berger (Dresden Univ.) らの AVHRR/NOAA と METEOSAT を用いた正味の放射量算出法と、その解析結果の報告がある。放射量は長波・短波の双方について議論され、顕熱及び潜熱フラックス算出に衛星が極めて重要で、この成果が GEWEX の個々のプロジェクトにも適応できると強調していた。

3. 大会参加申し込みとポスター発表

今大会の参加申し込みにあたり特筆できる点は、アメリカ気象学会の試験的な試みとして(現在では、当該学会主催の各種会議参加申し込みで一般化している。http://www.ametsoc.org/AMS/index.html 参照。)、Web 上での1ページ・アブストラクト等の送付(送信)が可能であった点が挙げられる。また、会議参加の可否等の諸連絡についても、日本に居ても時間ラグを感じずに電子メールにて行えた点も好感がもてる。

一般発表はすべてポスターで行われ、各人に割り振られたボードのサイズは、縦が約100 cm、横200 cm であり(第2図)、これも事前に大会事務局から電子メールを介して通知があった。またポスター会場においては、ボード間に十分なスペースが確保され、加えてよく工夫されたボード配置のもとで、非常にゆったりした雰囲気を保ちながら、ひねもす活発な議論が繰り広げられた。

著者(共著者: 上田博, 詳細は Osaki and Uyeda, 1998参照) らは静止気象衛星のセッションにおいて、1996年暖候期の高層データをもとに、上部対流圏の水蒸気量と VISSR/GMS-5 の水蒸気チャンネル・データの量的な評価を行った結果を報告した。この水蒸気リトリバル法について、予想を遙かに上回るほどの

数多くの静止気象衛星の研究者と、様々な視点で議論できたことは、著者にとって本会議を通じて最高の財産となった。また、梅雨期のクラウド・クラスターをGMS-5による水蒸気フローから論じたため、Sohn (Seoul National Univ.) や Jiang (Peking Univ.) 両氏をはじめとするアジアの研究者からも、有益なコメントを頂けた。また、ニュージーランドの McGregor (Victoria Univ. of Wellington) 氏の指摘を聞くにつけ、南半球でのGMSの重要性も実感できた。

4. あとがきと謝辞

折りしもパリ市では、ワールドカップ'98・フランス大会開幕直前とあって市内はお祭りムード一色の中、サッカー日本代表の初出場と時を同じくして、私自身の国際会議初出場も一生忘れられないイベントの1つとなることと確信している。私の研究発表を心から歓迎してくれたフランスとアメリカ気象学会に敬意を表したい。

本会議参加・発表にあたり、日本気象学会国際学術交流基金より旅費の一部を援助して頂きました。ここに記して深謝致します。また、本会議研究発表に至るまで、多大なる議論や有益なコメントを頂いた、北海道大学大学院理学研究科の菊地勝弘教授（現・北海道大学名誉教授）、播磨屋敏生教授、上田博助教授、遊馬芳雄講師並びに弘前大学工学部の児玉安正助教授に、この場をお借りしお礼申し上げます。

略語一覧

ADEOS : Advanced Earth Observing Satellite, 地球観測技術衛星
 AVHRR : Advanced Very High Resolution Radiometer, 改良型超高解像度放射計
 ECMWF : European Centre for Medium Range Weather Forecasting, 欧州中期気象予報センター
 ESA : European Space Agency, 欧州宇宙機関
 EUMETSAT : European Meteorological Satellite Organization, 欧州気象衛星機構
 GEWEX : Global Energy and Water Cycle Experiment, 全球エネルギー・水循環観測計画

GOES : Geostationary Operational Environmental Satellite, 静止実用環境観測衛星
 HIRS : High Resolution Infrared Radiation Sounder, 高分解能赤外放射計
 IOC : Intergovernmental Oceanographic Commission, ユネスコ政府間海洋学委員会
 METEOSAT : Geosynchronous Meteorology Satellite, ESA 静止気象衛星
 METOP : European Meteorological Polar Orbiting Satellite
 MTSAT : Multi-functional Transport Satellite, 運輸多目的衛星
 NSCAT : NASA Scatterometer, NASA 散乱計
 OLR : Outgoing Longwave Radiation
 ORSTOM : French Scientific Research Institute for Development in Cooperation
 SeaWifs : Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor
 SSM/I : Special Sensor Microwave Imager, 米国マイクロ波撮像センサ
 TRMM : Tropical Rainfall Measuring Mission, 熱帯降雨観測衛星
 VAS : VISSR Atmospheric Sounder
 VISSR : Visible Infrared Spin Scan Radiometer, 可視赤外スピン放射計

参考文献

American Meteorological Society, 1996 : Preprint Volume of AMS 8th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography, 578pp.
 木村光一, 1997 : 気象衛星調整会議について, 気象, 41 (8), 34-38.
 Osaki, N. and H. Uyeda, 1998 : Estimation of the upper tropospheric moisture field from VISSR/GMS-5 water vapor channel data, Preprint Volume of AMS 9th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography, 397-400.
 Osaki, N., H. Uyeda and K. Kikuchi, 1998 : Features on snow clouds derived from AVHRR/NOAA and Doppler radar : Broad band cloud off the west coast of Hokkaido Island, J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VII, (Geophysics), 11, 89-115.