

「測雲レーダーに関する GEWEX ワークショップ」

および「WCRP 放射フラックスに関する
ワーキンググループ会議」報告*中島映至^{*1}・岡本謙一^{*2}・藤吉康志^{*3}

1. 衛星搭載測雲レーダーを取り巻く情勢

「第3回測雲レーダーに関する GEWEX ワークショップ」が7月4日、5日とドイツのルネブルグ市で開かれ、日本からは中島、岡本、藤吉が出席した。1992年11月に東京で開かれた国際宇宙年の会合でその重要性が指摘されて以来、ジェット推進研究所(1993年7月)、ホルダー(1994年2月)において衛星搭載測雲レーダーに関する会議が開かれてきたが、今回は、WCRP/GEWEX のワーキンググループである「放射フラックスに関するワーキンググループ」(チェアマン:T. Vonder Haar)との共催で会議が開かれることになった。これは、冒頭の Vonder Haar の挨拶にもあるように、雲と放射研究の側面から気候研究を考える時、衛星搭載測雲レーダーの果たす役割が極めて大きいと言う認識があるからであった。引続き7月6-8日には「第6回 WCRP 放射フラックスに関するワーキンググループ会議」が開かれたが、それには中島が出席した。ここでも再度、測雲レーダーが気候研究のために重要であることが確認された。

ここで言う測雲レーダーとは、波長約94GHz(波長約3mm)のレーダーで、TRMM に搭載される14GHzの降雨レーダーと違って、雲粒からのレーダーエコーを得ることができる能動型リモートセンサーである。このような短波長レーダーが衛星に搭載されれば、雲場の鉛直構造を広域にわたって観測することができる

ために、地表面および大気の熱収支研究や大循環モデルなどにおける雲のモデリングに威力を発揮すると思われる。

NASDA の地球環境観測委員会においても、先に述べた東京での国際宇宙年会合の勧告を受けて、将来センサーミッションチームの下に設けられた「ミリ波測雲レーダー」サブグループ(岡本謙一主査)で測雲レーダーの衛星搭載の可能性が検討されてきた。また、当初、NASA などが主張してきた TRMM 後継機への搭載の可能性に関連して、「TRMM 後継機」ミッションチーム(小池俊雄主査)等でもその科学的意義とミッションの位置付けについて議論がされてきた。これらのワーキンググループの活動で明らかになってきた主要な点は次の点であった。

- (1) 測雲レーダーの衛星搭載の科学的意義は高い。
- (2) TRMM プロジェクトを「熱帯降雨ミッション」とするならば、測雲レーダーによるプロジェクトはそれとは若干、性格が異なり「雲・放射ミッション」とも言うべきものである。
- (3) 1994年7月の現状では、94GHz用のレーダー発信管の寿命が、TRMM 後継機が目標とする5年のミッションライフを満足することができず、TRMM ミッションを継続するために必要な2000年8月の打ち上げに間に合うように衛星搭載測雲レーダーを開発することはできない。
- (4) 降雨を伴う厚い雲の底を見ることはできない。
このような厚い雲システムを観測するためには、35GHzの方が適している。

以上の点から、地球環境観測委員会のワーキンググループの一つの結論は、「2000年8月の打ち上げを目標とする TRMM 後継機に測雲レーダーを搭載することは難しいが、その科学的重要性から衛星搭載の可能性について引続き検討を続けるべきである」と言うも

* Report on the GEWEX Workshop on Cloud Profiling Radar and the WCRP Working Group Meeting for Radiative Flux.

^{*1} Teruyuki Nakajima, 東京大学気候システム研究センター。

^{*2} Ken'ichi Okamoto, 郵政省通信総合研究所。

^{*3} Yasushi Fujiyoshi, 名古屋大学大気水圏研究所。

© 1995 日本気象学会

のであった。

2. 「第3回測雲レーダーに関する GEWEX ワークショップ」報告

今回ドイツで開かれた2つの会議でも、この一般的認識は共通するところであると言う印象を持った。このような背景のもとで開かれた会議で得られた主要な事項を、次にまとめておこう。

- (1) 測雲レーダーの衛星搭載に関する動向としては、TRMM 後継機への搭載が困難であると言う認識が一般化し、NASA などによるスモールスケールの衛星プロジェクトによって実現しようとする動きが活発になり始めた。それに関連して、NASA では Earth Probe Announcement of Opportunity を出す予定である。ESA でも Phase A の検討に入ったが、優先順位はそれほど高くないと言う印象であった。
- (2) 衛星搭載用の能動型リモートセンサーの周波数帯としては、国際電波法上、78-79GHz 帯が割り当てられており、94GHz 帯を使うことは現時点では許されていないことが明らかになった。そのため、これまで知識の集積のある 94GHz 帯を使用するか、78-79GHz 帯に移行するかを今後検討することとなった。会場の雰囲気は、94GHz 帯の認可のための申請手続き上考えられる多くの問題を考えると、78-79GHz 帯に移行するのもやむなしと言うものであった。
- (3) レーダーとライダーの組み合わせによる雲の鉛直分布観測システムについても検討されたが、粒径が小さく薄い氷晶雲は、このようなシステムでも検知されないことがあることが明らかになった。
- (4) 気柱氷晶量の全球規模の統計がこれまで無く、氷晶雲の気候影響に関する評価が困難なことが指摘された。この点から、測雲レーダーの観測対象として氷晶雲が重要であることが明らかになってきた。これまで、雲の鉛直構造と鉛直の放射加熱率の正確な評価のために、測雲レーダーが有効とされてきたが、最近の議論では、氷晶雲についての興味にも話が発展してきた観がある。
- (5) 多波長地上型、あるいは航空機搭載型の測雲レーダーの製作または製作計画が世界各地で進行している。今後これらの測器を使って科学的

に重要な研究が行われるであろう。アメリカでは 94GHz の地上システムが数点存在する。イギリス チルボルトンの地上レーダーシステムは 3, 13.7, 35, 50, 90GHz の周波数でデータが得られる予定である。また、ドイツの測雲レーダーシステムは1995年秋には稼働予定である。NASA では観測機である DC8 から上下を同時に走査できる測雲レーダーシステムを1996年夏までに完成する予定である。このような状況のもとで、日本においても、このような測雲レーダーの開発が急務であると思われる。

- (6) 温暖化の過程で氷晶雲が水雲に相変化する現象の気候影響が大きく、このプロセスを正しく評価しないと、気候感度の評価に大きな誤差が生じることが数値モデルによって明らかになってきた。このような研究のためにも、測雲レーダーなどによる氷晶雲の詳しい測定が必要であることが確認された。

以上の議論を通してはっきりしてきたことは、一口に衛星搭載測雲レーダーと言っても、気候研究に有効なシステムを実現するには多くの問題点を解決しなければならないと言うことであった。例えば、35GHz, 78GHz, 94GHz などの波長の選択と最適な組み合わせを検討しなければならない。また、検知能が雲粒径の頻度分布によって大きく変わるので、必要な検知能を適切に評価するためには、雲種別の粒径分布の大雑把な統計を全球規模であらかじめ見積もらなければならない。これらの問題は今後、GEWEX の枠組みに作られた Cloud Profiling Radar ad hoc Panel (CPRP) で検討してゆくことになるだろう。

これに関連して、測雲レーダー搭載のバスを提供できる有力な組織として NASDA が国際的に注目されていることを指摘したい。従って日本のコミュニティーでも、測雲レーダーミッションについて責任ある検討と研究を今後とも続けて行くべきであると思われる。

3. 「放射フラックスに関するワーキンググループ会議」報告

引続き開かれた「第6回 WCRP 放射フラックスに関するワーキンググループ会議」でも、測雲レーダーが気候研究のために重要であることが再確認された。また、この会議では、WCRP および、WCRP/GEWEX プロジェクトに関連する様々な放射フラックス研究プ

プロジェクトについての現状と将来計画について討議がされた。いくつかの重要と思われる点を整理しておく。

国際雲気候計画 (ISCCP)：8年間の C1 および C2 データ解析を1993年12月に終えた。しかし、衛星搭載放射計の検定、上層雲の検知、極域のアルゴリズムなどに問題があることが明らかになった。これらの点を改良したアルゴリズムは1994年7月に開発を終了し、データの再解析が始まろうとしている。1995年末までには再解析が終了する予定である。そこで使われる雲の分類テーブルはより簡潔なものに修正される予定である。今後解決すべき重要な問題点として、INSAT のデータ取得の問題、バリデーション、モデルによる検証などがある。

第2期国際雲気候計画 (ISCCP-2)：ISCCP の後継プロジェクトとして1995-2000年の期間のデータ解析を目的とするもので、現在、計画書の作成段階にある。ISCCP に比べて改良する点として次のようなものがある。6.7ミクロンや CO₂ スライシング法を利用した上層雲の統計の改善。1.6ミクロン、3.7ミクロンおよび IR のスプリットウィンドウチャンネルを利用した雲水量、雲粒径および雲相の統計の追加、SSM/T2 などのマイクロウェーブセンサーを利用した雲水量の統計の追加など。

地表面放射収支気候計画 (SRB Climatology project)：第3回の SRB/SWG 会議において、Pinker アルゴリズムが GEWEX/SRB の短波長用正式アルゴリズムとして、また、Gupta アルゴリズムが暫定的な長波長アルゴリズムとして採用された。予備的な短波長放射収支の解析結果は、1985-1988年の期間について処理され CD-ROM 化されている。今後、GEWEX のために1983中から1994中までが解析される予定である。

1994年1月に打ち上げられた放射収支計 ScaRab の解析結果が出るようになり、1990年以降途絶えていた走査型放射収支計のデータが再び収集され始めた。将来は、ERBE を改良した CERES が TRMM 衛星や EOS-AM1 衛星に搭載され、より精度の高いデータセットが作られる予定である。

全球基準放射ネットワーク計画 (Global Baseline Surface Radiation Network project)：地表での放射収支を1~2%の精度で測定するために、WCRP では高精度の短波長、長波長放射計による測定点をネットワーク化しようとしている。すでにデータを1992年から収集している7点を含めて、現在27点が準備、もしくは稼働し始めた。日本の担当ステーションは、館野と南極昭和基地である。

1995年度春季大会スペシャル・セッションのご案内

「大陸スケールのエネルギー・水循環と陸面過程」

趣旨

気候システムの年々変動の機構においては、ENSO に代表される大気・海洋相互作用と共に、水循環や生物圏を介した、大陸スケールでの大気・陸面相互作用が現在注目されている。特に、ユーラシア大陸での陸面過程とアジアモンスーンの変動との関係などは、古くから指摘されているにもかかわらず、観測、理論を

含め、未解明な部分が多い。現在日本を中心として立ち上げられつつある GAME (アジアモンスーンエネルギー・水循環研究観測計画) は、これらの問題を含めた、大陸スケールでの大気・陸面相互作用の総合的な解明をめざしている。このスペシャル・セッションでは、観測、解析、モデリングを問わず、さまざまな視点からこの問題に関連する話題を集め、今後の研究の方向を見定めたい。

世話人代表 安成哲三