

雲・降水ミッションの将来展望 (能動センサ観測を主として) Future cloud and precipitation observation mission

高橋 暢宏^{1*}, 可知 美佐子², 古川欣司²
TAKAHASHI, Nobuhiro^{1*}, KACHI, Misako², Kinji Furukawa²

¹ 情報通信研究機構, ² 宇宙航空研究開発機構

¹NICT, ²JAXA

1. はじめに

日本における衛星搭載の雲・降水観測能動センサ(即ちレーダ)開発は、世界的にも最先端の技術を有している。降水観測では、1997年に打ち上げられた熱帯降雨観測(TRMM)衛星搭載の降雨レーダ(PR)は世界初の衛星搭載降雨レーダである。その後継ミッションである全球降水観測(GPM)主衛星搭載の二周波降水レーダ(DPR)はTRMM/PRを二周波にアップグレードし、TRMM/PRのKu帯に加えてKa帯のレーダを備えており、より高精度の降水リトリバル、より高感度な観測を実現するものである。一方、EarthCAREは雲の影響を含む地球の放射バジェットを正確に推定することを目的としたミッションであり、W帯(94GHz)のレーダを搭載し世界初のドップラー速度計測機能を持つ。世界的にみると雲・降水を観測する衛星搭載レーダはJPLが2006年に打ち上げたCloudSat(W帯レーダ、ドップラー計測機能なし)があるのみである。

TRMMは現在までに全球の降水に関する多くの新たな知見を与えてきている。たとえば、レーダによる降水鉛直構造の情報により、衛星搭載のマイクロ波放射計による降水推定精度の大幅な改善(100%以上の誤差から20%程度の誤差へ)をもたらした。これにより、GSMaPのようなマイクロ波放射計観測を主とした高時間分解能の全球の降水マップへつながってきた。また、太陽非同期軌道の観測により降水システムの日変化の地域特性を明確にすることが可能となった。CloudSatでは、全球での雲の空間(水平・垂直)分布を初めて明らかにし、CALIPSO搭載のライダーと組み合わせることにより氷雲の識別および分布の情報も取得可能にしたほか、エアロゾルと雲の相互作用について新たな知見を与えた。

TRMMやCloudSatではこのような大きな成果をもたらしているが、まだ改善の余地があることも明らかになっている。まず、走査幅であるが、TRMMは約250°、CloudSatは直下のみであるため、全球をくまなくカバーしようとすると長時間が必要となる(実際CloudSatは全球をくまなく観測することを目的としていない)。観測感度について言えば、TRMMは約20dBZが最小受信感度であり、弱い降水や降雪を観測することが困難である。逆にCloudSatは-28dBZ程度の最小受信感度を有しているが強い降水には減衰や多重散乱さらにMie散乱の効果などにより定量的な推定は雲から弱い降雨に限られる。

2. 将来ミッション検討

雲・降水観測ミッションに対するアプローチとしては、科学的な動機・目的に対して、観測要求(センサ要求)をまとめ、ミッションの技術的な成立性の検討を行うとともに開発要素の識別および発展性をまとめた。これらの検討は主にGPMの利用検討委員会の枠組みで実施し、衛星ミッションの成立性の検討はJAXAのSE室に依頼した。まず、科学目的として重要であると認識されたものとしては、雲および降水の両方を含む観測による雲・降水システムの発達のプロセスの解明である。また、地球温暖化予測モデルにおいてもこの部分は最も改善の余地のある項目である。地球温暖化予測に関連して、降水量の変化や降水分布の変化は最も社会生活にインパクトを与えるものであるため、地球規模での精度の高い降水のモニタリングを長期間継続することも重要なことであるとの認識がなされた。同様に、台風やハリケーンの発生から消滅までを動的な情報を含めた総合的に理解を深めることは、地球温暖化研究において重要である。これらの科学目的・動機からミッションに対する要求をまとめた。観測要求としては、雲・降水をカバーするレーダ観測(ドップラー速度観測を含む)、ドップラーライダーによる大気運動の観測またはその代替として複数衛星によるTrain観測(NASAのA-Trainのような)、さらにTRMMやGPM以上の高頻度観測(広い走査幅、複数機観測)が必要となった。また、台風の観測に関しては、静止軌道からのドップラーレーダ観測が最も期待される観測であるが、技術的には今後10-20年の課題である。さらに具体的なレーダの検討としては、既開発のレーダの組み合わせやパルス圧縮技術の導入および走査型W帯レーダなどである。

これらをもとに既存の衛星バスへの搭載性(質量・消費電力など)およびロケット(H-IIAを想定)への搭載性および打ち上げ可能性の検討を実施した。その結果、既存のレーダをそのまま搭載する(例えば、GPM/DPRとEarthCARE/CPRの同時搭載)のはほぼ不可能に近いので、レーダを絞る必要が生じる(例えば、Ka帯レーダにパルス圧縮機能を付加して高感度化を実現する)。観測センサのトレードオフを行うとともに、開発要素の抽出を行う予定である。

キーワード: GPM, TRMM, EarthCARE, レーダ