

静止軌道からの雲・降水観測の将来展望：静止衛星搭載マイクロ波センサへの期待 Future GEO missions for cloud and precipitation measurements by microwave instruments

増永 浩彦^{1*}, 中島 孝², 今岡 啓治³, 牛尾 知雄⁴

MASUNAGA, Hirohiko^{1*}, NAKAJIMA, Takashi², Keiji Imaoka³, USHIO, Tomoo⁴

¹名古屋大学 地球水循環研究センター, ²東海大学 情報デザイン工学部, ³宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター, ⁴大阪大学大学院 工学研究科

¹Hydrospheric Atmospheric Research Center, Nagoya University, ²School of Information and Design Engineering, Tokai University, ³Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency, ⁴Graduate School of Engineering, Osaka University

地球観測衛星の軌道は、主に太陽同期衛星が周回する低軌道 (LEO) と気象衛星「ひまわり」や米国 GOES 衛星等が運用される静止軌道 (GEO) の二種類に大別される。静止衛星は、同一地点の上空に留まり定常観測を行うことで高時間分解能を実現できる。しかし、静止衛星は地球から遠い軌道を周回するため空間解像度において技術的制約が厳しく、静止衛星搭載センサは現在のところ観測波長の短い可視・赤外を用いた受動センサに限られている。一方、打ち上げコストが相対的に低く地球を近距離から観測できる低軌道衛星は、マイクロ波の活用や新規技術 (能動センサなど) の導入において圧倒的な利点がある。熱帯降雨観測衛星 (TRMM) や CloudSat 衛星のような先端的リモートセンシング技術を積極的に実現してきた低軌道衛星ミッションに比べ、静止衛星搭載センサの基本設計は目立った技術革新を経ず、むしろ伝統的な観測手法の安定的継続を優先してきたと言える。

可視・赤外イメージャが衛星雲観測において最も有効な観測手段の一つであることは言うまでもない。一方、雲層下に隠れた降水粒子を直接検出することは可視・赤外波長帯では事実上不可能である。赤外放射から間接的に降水強度を推定するアルゴリズムは日々改良を重ねているが、雲頂温度だけから積乱雲と巻雲を判別する操作には原理的な困難が伴う。

降水の直接観測のためには、雲層を透過できるマイクロ波が圧倒的に優れている。都市型集中豪雨のように30分から1時間以内に急激に発達する積乱雲を監視する衛星観測手段を考えると、マイクロ波センサを欠く静止衛星は雨雲の検出能力に限界がある。しかし、現在運用中の衛星マイクロ波センサはいずれも低軌道衛星の弱点として上空通過頻度が低い (約2度/日) ため、常時監視装置としての実用性が薄い。両者の欠点を補う新たな観測手段として、静止衛星搭載マイクロ波センサが実現すれば、衛星による雲・降水モニタリングに画期的なブレイクスルーが期待される。

マイクロ波センサ (マイクロ波放射計ないしレーダ) を静止軌道で運用するには、解決すべき大きな課題が二つある。一点目は、雲・降水観測に耐えうる十分な空間解像度の確保である。低軌道マイクロ波放射計の実績と同程度の空間分解能を静止軌道で実現するためには、開口径15m規模のアンテナを軌道上で展開する必要がある。衛星地球観測においてこれほど大規模なアンテナを実現した例は国内外を問わず存在しないが、JAXAでは低周波数においては通信において展開型衛星開発の実績を有する。また、電波天文衛星を想定し同規模のアンテナ展開の技術的検討を行った実績があり、必ずしも夢物語ではない。また、国内外において静止衛星に向けた大型アンテナの検討は実施されている。さらに静止衛星搭載レーダ開発にあたっては、衛星高度増加に応じた送信電力の増強が要求され、低軌道衛星に比べて電力供給の負担は桁違いに大きくなる。第二の課題として、走査の効率性の問題がある。シングルビームで観測領域を順次走査すると走査完了に極めて長時間を要する恐れがあるため、マルチビーム走査や観測要求に応じて目標領域を絞るアダプティブ観測など、走査効率の向上を図る技術的な工夫が要求される。

静止衛星搭載マイクロ波センサのインパクトは、集中豪雨に代表される突発的な気象イベントの監視・予報利用に限らず、多くの潜在的応用例が考えられる。例えば、発生初期の台風の追跡精度向上が期待される。熱帯低気圧の発生過程をモニタリングする手段として、現在ではドボラック法のような衛星雲画像に基づく経験的なアプローチが主である。しかしすでに述べたように、雲画像は雲層下の降水の同定においてあくまで間接的な指標に過ぎない。可視赤外の衛星画像にマイクロ波による降水域の高時間分解能観測が加わることで、熱帯低気圧の発生初期またはその前駆的擾乱をはるかに高い信頼度を持って捉えることができるであろう。現実的な台風進路予報に役立つことはもちろん、現在でも未解明の点が多い熱帯低気圧発生機構の研究にとって、飛躍的な理解の深化を促す貴重な観測データを提供するであろう。また、気候モデルのアキレス腱ともいえる積雲パラメタリゼーションの精緻化に向け、その物理的根拠を与える雲対流と大規模場間の相互作用の検証にあたり希少な観測的資料を与える役割も期待される。

静止衛星観測における新たな可能性の開拓に向けて、大気化学分野を含めて複数のミッション提案が研究者の間で議論されている。現時点では数十年規模の長期計画を模索する非公式な検討段階ではあるが、装置開発技術者・気象研究者・現業予報官など関連分野全般の専門家が集い、密接な意見交換を交わしながらアイデアを具体化していきたい。

キーワード: 衛星リモートセンシング, 雲降水観測, 将来衛星計画

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ATT34-07

会場:202

時間:5月20日 16:00-16:15

Keywords: Satellite remote sensing, cloud and precipitation measurements, future satellite missions