

高橋 暢宏 教授      増永 浩彦 准教授

## 地球観測衛星や地上設置機器などさまざまな観測装置を駆使して、地球水循環の要の一つである雲や降水が織りなす気候や気象の成り立ちを探る。

降水は生命にあまねく恵みの水をもたらすと同時に、大規模な水害の引き金になることもあります。しかし熱帯地方で頻発する雨は、太陽から受け取った熱を中・高緯度へ輸送する大気循環を力学的に維持する上で、欠かせない役割を果たします。さらに雲は、地球が太陽から受け取る放射エネルギーを直接左右する一方、熱赤外放射の再分配を通じて大気温室効果の促進にも一役買っています。雲と降水は私たちの生活に密接に関わることはもちろん、地球規模の気候変動においても積極的な役割を果たしています。

雲降水科学研究室では、雲や降水が地球の気候場と関わりあう物理的メカニズムをより深く理解するとともに、最新のリモートセンサ（衛星搭載・地上設置を問わず気象レーダや赤外イメージャなど）を用いて地球規模から生活規模までの雲や降水（雨・雪）現象を把握することを目指しています。

### 新たな衛星データ解析手法にもとづく熱帯の雲対流と大気環境場の変動解明

熱帯の雲は、環境場の条件が整えば、スコール・ラインのような激しく力強い降水システムに発達することがあります。激しい対流発達を促したり抑したりという条件を決めるのは、水蒸気や静的安定度といった熱力学的要因や鉛直風シアから冷気の侵入などの力学的要因に至るまで多様です。しかし、対流雲は外的強制力に受動的に反応するだけではなく、周囲の湿度・気温・風系場に影響を与え最終的には大規模環境場の状態を変えてしまうこともあります。そのような熱帯対流と環境場の相互作用は、熱帯気象・気候システムの要の一つでありながら、その実態を読み解くことは大変難しく、いまでも充分な理解に至っていません。

衛星観測は、雲形成過程に伴う大気の迅速な（数時間ほどの）変化を調べる上で、必ずしも最適な手段とは言えません。低軌道衛星が地球上の同一地点の上空を通過する頻度は、せいぜい一日2回に過ぎないからです。現在取り組んでいる研究の特筆すべき点は、もっぱら低軌道衛星の観測データのみを駆使して、数時間から一日以内の変動を描くことに成功した点です。衛星観測による雲の発達と大気環境場の短期変動の研究に、新たな道を拓きつつあります。

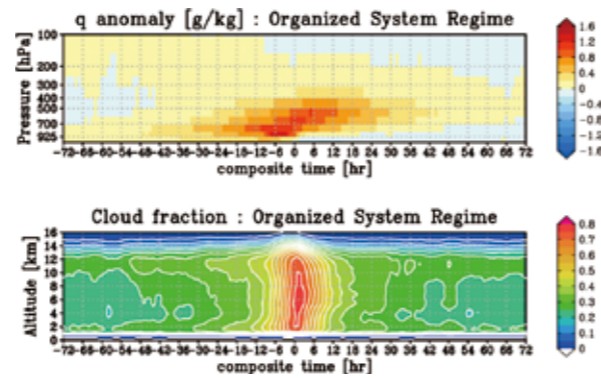


図1. 対流発達に伴う水蒸気変動（上）と雲量変動（下）

### 最新のリモートセンシング技術を用いた雲・降水物理量の推定とその応用

地球温暖化問題に象徴される気候変動において注目されていることの1つに雲や降水の役割とその変動が挙げられています。雲やエアロゾルは気候温暖化における放射強制力の寄与の不確かさが最も大きいものであり、また、降水は温暖化の結果として降水パターンの変化や豪雨・スーパー台風の増加などが懸念されています。本研究室はこのような問題に取り組むために最新のリモートセンシング技術を用いた雲や降水物理量を推定する手法の研究を行っています。特に、人工衛星搭載の雲レーダや降水レーダを用いた研究や地上設置の最新型のレーダを用いることにより、これまで観測が不可能であった現象をとらえることが可能となります。また、これらの情報を最大限に活用することも視野に入れた研究を行っています。

図2は熱帯降雨観測衛星（TRMM）の降雨レーダとCloudSatの雲レーダから推定した代表的な雨粒のサイズの地球上（海のみ）での分布をプロットしたものであり、このような知見は特に海上では得られず、データの蓄積が重要となっています。

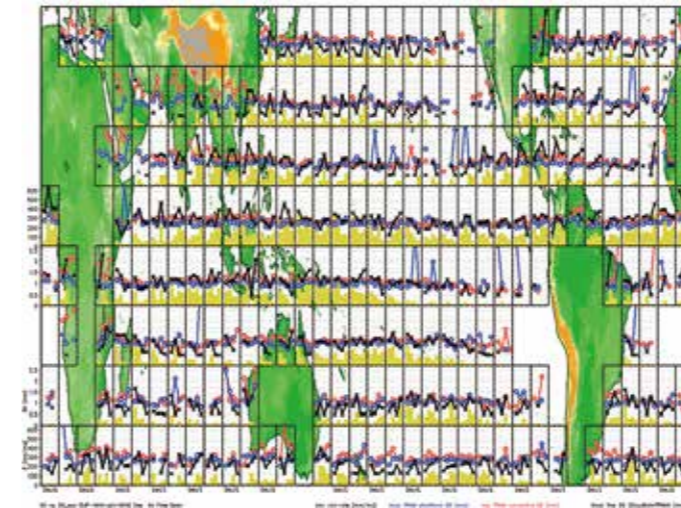


図2. 海上の降水の特徴（降水量、代表雨滴直径）（2006年12月から2007年11月の季節ごとの値）

### 衛星データシミュレータ SDSU の開発と数値モデル検証研究

衛星計測データを計算機上に再現する放射伝達シミュレーションは、リトリーバル・アルゴリズムに欠かせないコンポーネントの一つです。放射伝達シミュレーションは、放射の吸収や散乱といった様々な物理過程を解きほぐしながら、放射と地球表面・大気構成物質が相互作用するありようを計算機上に再現します。放射伝達問題を解く計算手法は、実用上の理由からセンサ特性ごとそれぞれ異なる最適化が施されています。たとえば、マイクロ波帯用に設計された放射伝達コードは、一般的には可視・赤外シミュレーション・プログラムと互換性はありません。しかし近年では、複数のセンサを搭載した地球観測衛星の登場により、さまざまなタイプのセンサに様に適用できる放射伝達コードへの需要が高まりつつあります。衛星データ・シミュレータ・ユニット（Satellite Data Simulator Unit, SDSU）は、衛星搭載マイクロ波放射計、レーダ、可視赤外イメージャから得られたデータをシミュレートする目的のもと開発されました。SDSUパッケージの応用例としては、リトリーバル・アルゴリズム開発はもとより、雲解像モデル（CRM）への適用も重要な課題の一つです。種々の衛星センサを想定したシミュレーション結果を実際の観測と比較し解析することにより、CRM性能のテストや改良の一助となることが期待されます。

### 地球観測を支えるリモートセンシング技術開発

気象学では理論（数値モデル）と観測の2つが大きな研究の柱となっており、観測に関しては技術の進歩が研究を支えているという側面があります。特にリモートセンシング技術は広範囲を短時間で観測できるメリットがあり、これまでひまわりや気象レーダといった分野で大きな発展を遂げてきました。現在でも衛星観測では高性能なレーダを搭載した衛星や光学センサなどが開発されてきており、様々な分野で貢献しているほか、地上観測でも下の図に示すようなレーダ技術はマルチパラメータレーダからフェーズドアレイレーダ、さらに偏波機能を備えたマルチパラメータフェーズドアレイレーダといった、新しい技術を活かした降水観測技術に移行しつつあり（図3）、それらを有効に活用する研究も必要となっています。衛星搭載のレーダについても、技術成熟に伴って高度化・高機能化へと進んでいます（図4）。本研究室においても、主に最新のレーダのデータを用いた研究を行うとともに、将来の観測に向けてレーダの性能向上に対する観測データの品質向上などに関する基礎研究を行い、衛星搭載や地上レーダの開発に結びつける研究を行っています。



図3. 地上レーダの将来動向

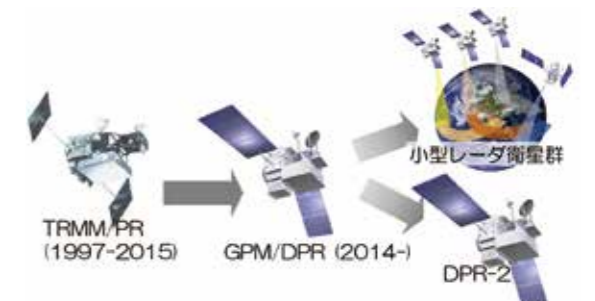


図4. 衛星搭載降水レーダの将来動向

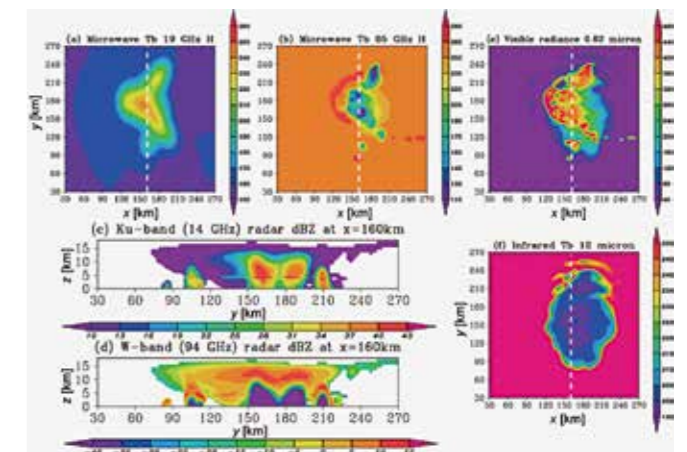
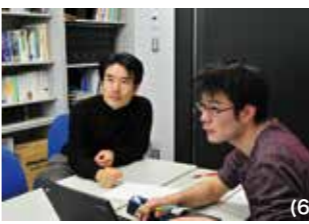


図5. SDSUで計算された疑似衛星観測データ



写真の説明：左より (1) 研究室メンバー、(2) 研究室セミナーの様子、(3) MPレーダの見学会、(4) パラオ共和国での集中観測の合間の一コマ、(5) ダジックアースを使った授業の様子、(6) 大学院生とのディスカッションの様子

Webページ：<https://cldprc.isee.nagoya-u.ac.jp/>  
 連絡先：ntaka@nagoya-u.jp (高橋)  
 masunaga@nagoya-u.jp (増永)

