

3.7.2 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室

研究室長 浦塚清峰 ほか 14 名

電波を用いた地球環境と災害監視技術の研究開発

【概要】

電波を用いたりモートセンシング技術の研究開発により、地球環境問題の解決や事故防止等の安心・安全確保の向上、および災害時の迅速な状況把握や予測に資する。この目的のため、降雨観測や航空機管制等に使用されている地上設置のレーダの高性能化、天候や日射に関係なく航空機から地上の様子を把握できる合成開口レーダ（SAR）技術、地球温暖化や水問題の解決に寄与が期待される宇宙から地上の雲や降水を計測する衛星搭載の雲レーダや降水（降雨および降雪）レーダおよびそのアルゴリズムの研究開発を実施する。

地上設置のレーダにおいては、同一空間内に存在する豪雨等の現象や航空機等の物体の超高速 3 次元観測を可能にする技術を確認し、10km 程度の空間内の物体や大気の状態等を 10 秒以内で 3 次元スキャンする次世代ドップラーレーダ等の先端的レーダシステム構築技術を確認するとともに、その検証等を踏まえたさらに高速なデータ取得・処理基盤技術を確認することを目標とする。

航空機搭載 SAR 技術の開発においては、2011 年の東日本大震災時に航空機搭載高分解能 SAR（Pi-SAR2）を運用した経験と明らかになった課題を踏まえて、広範囲の地上の状況を上空から瞬時に把握し災害時等における建物や車等の状態の精密分析を可能にすることで災害復旧作業の最適化等に資することを目的として、Pi-SAR2 のもつ 30cm 分解能による応用検証を進め、インターフェロメトリやポラリメトリといった高次の解析を含めた災害状況の迅速で標準的な判読手法の技術の開発を行う。また、被災の前後の比較による被災箇所の把握に資するため、災害が予測される地域を中心にデータ取得を進める。さらに、発展的な観測手法の開発を目指して地上や海上の移動体の速度計測技術等の先導的な研究開発を行う。

これらの先進的なレーダ送受信方式及び信号処理技術等の研究開発を行うことにより、100km 程度までのリージョナルスケールにおける空間情報や災害情報等のデータのきめ細かさ（時間・空間分解能等）を飛躍的に向上させ、安全で安心な社会のための的確で迅速な対応に結びつく実用化に向けた基盤技術を確認することを目標にしている。

宇宙からの雲レーダについては、欧州と JAXA との共同による「雲・エアロゾル放射ミッション（EarthCARE）」の中心センサである雲プロファイリングレーダ（CPR）の機器とアルゴリズムの開発を担当している。CPR は雲の鉛直構造を広域に観測するばかりでなく、ドップラー観測による雲の内部の運動の計測も目指している。降水レーダについては、1997 年から観測を続けている熱帯降雨観測衛星（TRMM）を引き継ぐ「全球降水観測計画（GPM）」を米国および JAXA と共同で進めており、0.2mm/h 程度の降水検出性能を目指す二周波降水レーダ（DPR）の機器とアルゴリズム開発を担当している。

これらの先進的な人工衛星搭載の電波センサと検証手法の研究開発によって、地球規模の環境情報を高精度に取得可能とし、地球温暖化や水循環の問題等の国際社会における我が国のイニシアティブの確保に貢献する。

【平成 24 年度の成果】

リージョナルスケールの主な成果として、委託研究として開発を進めていた次世代ドップラーレーダのシステム開発を完了し、大阪大学に設置して検証実験を実施するとともに降雨の 3 次元可視化画像を試作した。また、改良型バイスタティックレーダのデジタルビームフォーミングを使用した高分解能で同期性の高いレーダデータ取得のための信号処理技術の開発を継続した。

航空機搭載 SAR の高分解能性を用いた幅広い応用分野の開拓のため外部機関との連携の準備を開始した。また、機上処理においても画像再生処理の高速化をすすめ、災害時の観測直後の判読性を大きく改善した。

グローバルスケールでは、GPM 衛星搭載二周波降水レーダの開発が終了し、NASA において衛星に組み込んだ試験が開始された。平成 25 年度の打ち上げの予定に合わせ、打ち上げ前の検証実験を継続したほか、レーダ校正装置の開発を継続した。EarthCARE 衛星搭載雲レーダの打ち上げ後の検証を目的とした、地上検証用レーダ装置の開発を進め、95GHz 帯では初めてのフェーズドアレイによる電子走査の試作を行い目標の成果を得た。これらの衛星におけるデータ処理アルゴリズム開発及び検証データの収集を行った。

以下に主な成果を抜粋して成果と進捗を述べる。

① 次世代ドップラーレーダ

送信 24 素子、受信 128 素子の 1 次元アレイアンテナによるフェーズドアレイ気象レーダおよびレーダ制御・処理システムを大阪大学および東芝への委託研究により完成した。大阪大学に設置後（図 1）、検証実験を実施して設計通りの性能を確認した。また、高速回線を用いたデータ転送・保存システムを完成し、顕著な観測事例について降雨の 3 次元構造の可視化を実施した（図 2）。

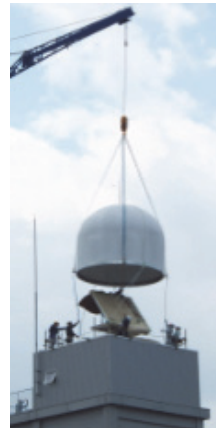


図 1 大阪大学に設置中の次世代ドップラーレーダ（フェーズドアレイ気象レーダ）

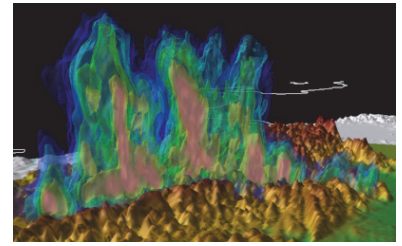


図 2 次世代ドップラーレーダにより観測された近畿地方の降雨の 3 次元可視化画像の例

② 航空機 SAR の応用技術の開発

高分解能 SAR を各種調査等に活用する応用技術の開発を進めるため Pi-SAR2 を用いた外部機関との共同研究を実施することとし、課題の公募と選定を行った。研究期間は平成 25 年度から 3 年を予定している。

③ SAR 処理の高速化

平成 23 年度に地上処理システムで実現していた 10 倍以上の高速化改良した成果を機上処理装置にも導入し、5 分程度で 1km 四方の偏波カラー画像を作成することが可能になった。この成果により、災害時に迅速に判読が容易なデータを提供できる目処がついた（図 3）。

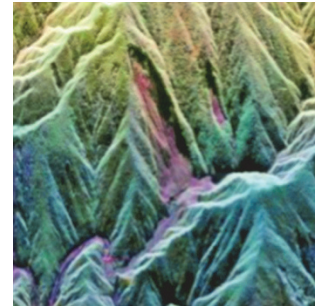
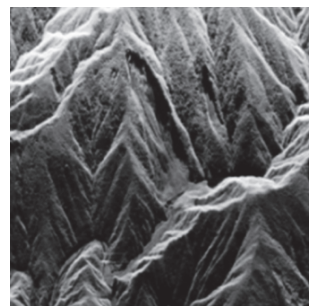


図 3 機上処理高速化の効果の例(2011 紀伊半島豪雨による土砂崩れ箇所)

これまでの機上処理(左)では、白黒のため土砂崩れがわからなかったが、新機上処理(右)では、偏波によるカラー化で明瞭な判読が容易になった(土砂崩れ箇所はマゼンタに色づけられた部分)

④ EarthCARE 雲レーダ詳細設計

EarthCARE 衛星搭載雲レーダについては、平成 27 年度の打ち上げを目標としたスケジュールに沿ってセンサの地上検証モデル (EM) の開発を進め、EM の試験をレーダ校正装置を用いて実施し、その結果に基づきサブシステムレベルまでの詳細設計を完了した（図 4）。

⑤ EarthCARE 雲レーダ検証レーダ開発とアルゴリズム

地上検証用レーダとして、高精度レーダ及び W バンドフェーズドアレイレーダの開発を進めた。後者については、部分試作による技術検証を実施した。EarthCARE 衛星搭載雲レーダの生データから工学値を求めるレベル 1 アルゴリズムの開発を終了し、物理量を求めるレベル 2 アルゴリズムの開発を進めている（図 5）。

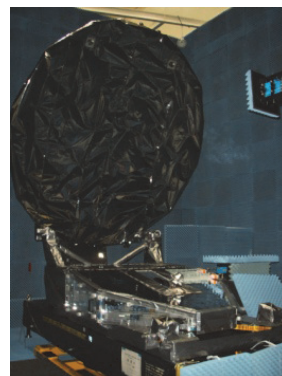


図 4 JAXA にて試験中の EarthCARE 雲レーダの地上検証モデル

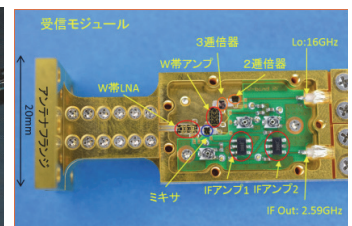


図 5 雲レーダの検証用地上レーダの電子走査ビーム成形のための受信モジュールの試作

⑥ GPM/DPR の打ち上げ前検証実験とアルゴリズム開発

GPM 衛星搭載二周波降水レーダは、予定通りにフライトモデルの開発を終え NASA において衛星に組み込んだ試験を実施中（図 6）。また、地上検証用装置を用いた打ち上げ前の検証実験を実施し、この結果を反映してアルゴリズム開発を進めた。

図 6 GPM 衛星に取り付けられた二周波降水レーダ (DPR)

