

3.7.2 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室

室長 浦塚清峰 ほか 12 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】

電波を用いたリ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気象現象や航空機等の物体等の超高速 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降水の状態等を 10 秒以内に 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高速なデータ取得・処理基盤技術を確認することを目標にする。

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）を運用した実績とその経験から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。

グローバルスケールの課題解決のために宇宙からの雲レーダおよび降水レーダの開発を進めている。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 23 年度の成果】

平成 23 年度の主な成果を以下に示す。

リージョナルスケールの課題として、次世代ドップラーレーダは、レーダシステム及びデータシステムの開発を継続した。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実施した。航空機搭載高分解能 SAR に移動体検出機能を追加した基礎的な実験を実施した。また、画像再生処理の高速化を図ると共にデータ判読に有効な高次解析技術のルーティン化に着手した。

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レーダ校正装置及び地上検証用装置の開発を継続した。EarthCARE 衛星搭載雲レーダの打上げ後の検証を目的とした、地上レーダ校正装置及び地上検証用装置の開発を開始した。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。

以下に個別の項目についての成果と進捗を述べる。

① 次世代ドップラーレーダ

送信 24ch、受信 128ch の 1 次元フェーズドアレイアンテナおよびレーダ制御・処理システムの開発及び総合試験を実施した結果、設計通りの性能を得た(図 1)。また、不要な信号を除去する信号処理手法を開発した。



図 1 次世代ドップラーレーダのアンテナ部

② バイスタティックレーダ信号処理技術の開発

デジタルビームフォーミングによるバイスタティックレーダの信号処理技術の開発として、沖縄電磁波技術センターにおいて海洋レーダを用いたバイスタティック実験を実施した。台湾の海洋レーダを信号元として与那国で海面散乱エコーを受信するバイスタティックレーダとしての信号処理に成功した(図 2、3)。これにより信号処理手法の開発の基礎が確立した。



図 2 台湾のレーダ電波を信号元として、与那国を受信点とするバイスタティックレーダによる海面散乱観測実験

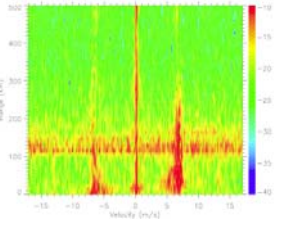


図 3 バイスタティックレーダによる海面からの散乱エコーのドップラースペクトル

③ 航空機 SAR の移動体検出機能

航空機搭載高分解能レーダのアンテナの 1 つを前後に分割し、受信機を増設することにより、アロングトラック干渉による移動体検出機能を追加した。この機能の実証実験を実施し、基礎的な移動体検出手法についての知見を得た。

④ SAR 処理の高速化

航空機 SAR にすでに搭載されている機能であるクロストラック干渉およびポラリメトリ機能について、これまで試験的な処理であったものをルーティン化し、判読が容易なデータを迅速に提供できるようにした。加えて、処理システムのハードウェアおよびソフトウェアを改良し 10 倍以上の高速化を果たした。これらの成果により、災害時に迅速にデータを提供できる見込みである。



図 4 Pi-SAR2 によって観測した紀伊半島豪雨被害(土砂ダム: 奈良県五條市 2011.10.7)

⑤ 災害情報の事前取得のための航空機 SAR 観測

東日本大震災被災地の事後観測による検証、さらに将来の地震に対してその被害の比較判読が可能となるよう、東海・東南海・南海の沿岸地域を中心としたデータ取得を行った。また、紀伊半島豪雨の被害観測を実施した(図 4)。

⑥ EarthCARE アルゴリズム開発

地上設置のレーダ校正装置および地上検証用のレーダの基本設計を実施した。また、アルゴリズム開発に資するため先行して運用されている雲レーダである Cloudsat の受信実験を行った(図 5)。レベル 1 (工学値を求める) アルゴリズムの開発をほぼ終了し、レベル 2 (物理量を求める) アルゴリズムの開発に着手した。

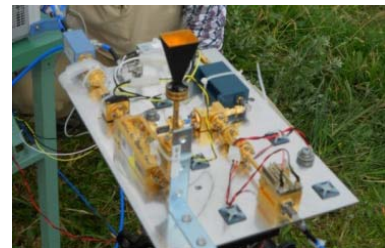


図 5 Cloudsat のレーダ信号の受信実験の様子

⑦ 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の校正装置についての設計を行った。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(図 6)、アルゴリズム開発のための検証データを収集した。

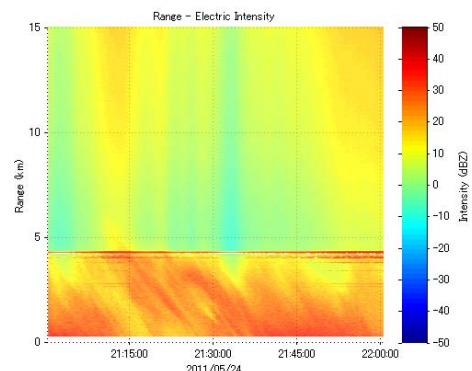


図 6 GPM 打ち上げ前検証実験(沖縄電磁波技術センター)で得られた降水エコーの鉛直構造