

円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) 搭載マイクロ衛星の研究開発

Development of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR) onboard Microsatellite

Sri Sumantyo Josaphat Tetuko[1]

Josaphat Tetuko Sri Sumantyo[1]

[1] 千葉大・CEReS

[1] CEReS, Chiba Univ.

<http://www2.cr.chiba-u.jp/mrsl/>

1. はじめに

合成開口レーダ (SAR) センサは全天候型センサで、夜昼によらずに運用できる多目的センサである。現在、国内と国外に運用されているほとんどの SAR センサは水平と垂直・直線偏波およびその組み合わせしか動作していないので、限定された情報しか取れない。また、この SAR センサは高価、大型、複雑な構造、大電力、高雑音などのような特有な特性をもっている。さらに、わが国の大学レベルにおける SAR システムの研究開発がほぼやられていないので、SAR による人材不足が深刻な現状であるので、SAR のシステムに関する研究と教育を緊急に強化すべきである。このような背景で、本研究では、地表層における様々な情報を観測できる、次世代円偏波合成開口レーダ (Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar、以後 CP-SAR とする) センサ搭載マイクロ衛星を開発している。ここで、円偏波の振る舞いを利用して、左旋円偏波 (LHCP) と右旋円偏波 (RHCP) の受信信号の利得比または軸比画像 (Axial Ratio Image、以後 ARI とする) を抽出し、挑戦的に新画像として提案する。この方法は、従来の SAR センサと比較して、プラットフォームの姿勢とファラデー回転の影響を削減でき、地表層による散乱問題の高精度・低雑音化などを期待している。

2. 円偏波合成開口レーダ (CP-SAR)

本研究で開発する CP-SAR の仕様などは下記のように述べる。CP-SAR の仕様として、従来のセンサ (JERS-1 SAR、ALOS PALSAR) の特性と比較できるように周波数 1.27 GHz 帯、利得 18 dBi、軸比 3 dB、ビーム幅 $9.8^\circ \pm 1.0^\circ$ (アジマス)、 $38^\circ \pm 4^\circ$ (レンジ)、オフナディア角 40° 、アンテナ: 送信側 = RHCP、受信側 = RHCP と LHCP にする。

CP-SAR の受信アンテナで LHCP と RHCP の信号を同時に受信できるので、地表層における RHCP と LHCP の比により ARI を抽出する。この ARI で高精度な SAR 画像を生成することができると期待している。この ARI は地表層における様々なパラメータを高精度かつ精密に分類できる。例えば、植物の高さまたは年齢、バイオマス、雪氷、地質、土壌種類などの特性と軸比との関係を抽出できる。この ARI により、従来の SAR システムの特性も改善できる。この CP-SAR のマルチ円偏波により、多様な情報を抽出できるので、小型、薄型、省エネルギーなシステムの実現、入射角依存と多重散乱の軽減などができる。

ここで、小型、薄型、堅牢、安価の 2 偏波共用円偏波マイクロストリップアンテナ (MSA) アレーを開発するために、各偏波のアンテナ間におけるアイソレーションまたは電磁気的な相互作用を考慮しなければならない。本研究では、現在にいたる円偏波 MSA の研究業績に踏まえて、コンフォーマル、軽量、薄型かつ高アイソレーションをもつ新型アレー MSA の開発をしている。

3. 研究方法

CP-SAR のアンテナシステムの設計開発に関して、コンフォーマル、小型、薄型、堅牢の CP-SAR のアレー MSA の設計では有限地板解析のために、モーメント法 (MoM) と有限要素法 (FEM) による数値計算はそれぞれ IE3D と HFSS シミュレータで行った。このソフトによって、アンテナと単素子の特性を精密に調査した。

CP-SAR の制御回路の設計開発に関して、各偏波の送受信信号を制御するための回路を設計するために、アンテナの特性と統合解析できる Ansoft Designer シミュレータを使用した。ここで、アンテナとシステムに対する地板の影響も検討した。この解析結果は、アンテナの入力特性、利得、偏波、パルス生成・制御回路などの電気的な特性である。

CP-SAR の特性測定に関して、円偏波特性を確認するために広周波数帯域をもつ LHCP と RHCP スパイラルアンテナを使用した。このアンテナは、ネットワークアナライザ HP8510C、S パラメータテストセット HP8517B、シンテサイズスイッパ HP83651B と統合して、CP-SAR センサ (入力特性、利得、ビーム幅またはカバレッジ、チャ-プパルス生成・制御回路など) の特性を測定するために使用した。センサの放射パターンまたは利得特性を測定するために、標準ダイポールアンテナを使用した。

4. まとめ

本研究では、マイクロ衛星搭載用円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) センサの基礎的な技術を開発している。この CP-SAR で軸比画像 (ARI) を生成して、地表層における様々なパラメータを高精度かつ精密に分類できると期待している。

今後の研究課題として、この CP-SAR センサはマイクロ衛星搭載用のシステムであるので、耐候性を高めるためのドームの材質、厚さ、形状などを考慮するシミュレーションと実験を検討する。