

レーダ・ポーラリメトリの現状と将来

Sate of art of Radar Polarimetry and its potential

佐藤 源之 [1]

Motoyuki Sato[1]

[1] 東北大・東北アジア

[1] CNEAS, Tohoku Univ.

<http://magnet.cneas.tohoku.ac.jp/satolab/satolab-j.html>

1 はじめに

電波の偏波を利用したレーダ技術をレーダ・ポーラリメトリ (Radar Polarimetry) と総称する。単一偏波を利用した従来のレーダセンサに比べ、ポーラリメトリ機能を有したポーラリメトリック・レーダは装置が複雑になる以上に、圧倒的な情報量の増加が見込める。最近、我が国の ALOS/PALSAR を始め、レーダ・ポーラリメトリ機能を有する衛星搭載、航空機搭載 SAR センサが使用できるようになり、新しい技術の開発と応用が期待されている。

2 ポーラリメトリック SAR

2006年我が国が打ち上げに成功した陸域観測技術衛星 ALOS には合成開口レーダ PALSAR が搭載されている。PALSAR は L バンド (波長 23cm) のフル・ポーラリメトリックレーダである。ALOS/PALSAR は民生用として世界で初めてフル・ポーラリメトリックレーダ機能を有し、常時観測を行うリモートセンシングセンサである。2007年には、フル・ポーラリメトリック SAR として X バンドの TerraSAR (ドイツ) ならびに C バンドの RADARSAT-2 (カナダ) が運用を始めた。また ESA が運用する ENVISAT は 2 偏波に限定されてはいるがポーラリメトリック機能を有した C バンド SAR であり、2002 年より運用されている。

SAR は、天候に左右されないセンサであり、干渉技術を利用した応用技術は従来の単一偏波 SAR で十分な機能をもつため、ERS-1,2 や JERS-1 など、1990 年代から多くの経験を積み重ね、実用の域に達している。また今後も精密な地盤変動を観測する技術として、防災などへの応用が期待されている。

これに対してポーラリメトリック SAR 技術は常時観測に使用できるセンサが無かったことが大きな要因として、普及・利用が進んでいない。昨年からの連続したポーラリメトリック SAR センサの運用開始は、今後こうした状況の変化につながることを期待している。

3 レーダ・ポーラリメトリ

ポーラリメトリック SAR に限らず、電波の偏波情報を利用するレーダ・ポーラリメトリ (Radar Polarimetry) 技術は単純に対象物からの反射電波の大きさを測るだけでなく、反射電波に含まれる情報に特徴を持つ。ベクトル場である電波は 3 次元物体による反射・散乱によって物体の情報を豊富に含んでいる。通常物体による電波の散乱過程は 4x4 の複素要素を持つ散乱行列 (Scattering Matrix) によって記述できるが、従来の散乱断面積はそこから導出される 1 実数情報に過ぎない。

レーダ・ポーラリメトリの情報利用には、いくつかの特徴があるが、ここでは帯域制限の緩和と定量評価に関して述べる。実用レーダシステムでは、使用周波数の帯域制限により、十分な分解能を実現することができない。また、物体の反射・散乱現象は周波数の関数であるから目的に応じた周波数が選択される。一方、地中レーダなどでは媒質中の電波の減衰を避けるため低い周波数を使わざるを得ず、必然的に分解能が低い。しかし、レーダ・ポーラリメトリ情報を用いることで、物体の形状を見る事無く、物体の性状評価が可能となる。一方、散乱行列に含まれる位相情報など、従来利用されてこなかったパラメータを利用することが新しい研究対象になっている。我々は、左右円偏波の位相差を利用することで、散乱体の方位を高精度に推定可能であることを Pi-SAR などで実証してきた。こうした定量計測は今後有用性を増すと期待している。

4 レーダ・ポーラリメトリの応用

一方、航空機搭載、衛星搭載 SAR に加えて、個々の物体のレーダ・ポーラリメトリ計測や、常時計測を行うことで、航空機搭載、衛星搭載 SAR の広域計測の地表校正、精密な計測による補完を目指すシステムが

地表設定型 SAR (GB-SAR) である。我々は GB-SAR を利用して、土壌水分評価、樹木の評価などレーダ・ポーラリメトリの応用を進めている。こうした新しい研究が、将来のレーダ・ポーラリメトリ技術の発展を促すと考えている。