電子情報通信学会通信ソサイエティ 2006年度招待論文、2007年度通信ソサイエティ・チュートリアル論文賞　受賞論文
電子情報通信学会論文誌（B），vol.J89-B，no.9，pp.1539-1547．Sept．2006に掲載

レーダポーラリメトリにおけるデータ利用方法について

山　口　芳　雄

On the Utilization of Fully Polarimetric Data in Radar Polarimetry

by Yoshio YAMAGUCHI

レーダポーラリメトリは電波の偏波情報を利用し，ターゲットの分類や識別に役立たせるリモートセンシング分野の技術である。理論的な検討は1950年代に始まったが，1980年代に NASA-JPL の航空機搭載レーダ AIRSAR によって偏波データ（散乱行列）が取得され，その有効性が確認されてから急速に普及してきた。日本では，航空機搭載 Pi-SAR（NiCT/JAXA の共同開発）が1997年から実験用として飛行を続け，データ提供を行っている。2006年１月24日には世界初の L-band 偏波レーダを搭載した ALOS-PALSAR が打ち上げられた。レーダリモートセンシング分野で世界に対する日本の貢献は大きく，その成果が待たれている。

本論文では散乱行列を基に導かれる２次統計量，各種の偏波行列，およびその利用方法について述べた。散乱行列から導かれる偏波行列（Kennaugh 行列，Covariance 行列，Coherency 行列など）の独立な２次統計要素は９個になるが，それらの平均値（あるいは回転不変量）を調べると独立情報は４個に減少する。これらが含まれる偏波指標として例えば円偏波基底の相関係数がある。円偏波相関係数は人工物検出や地表の傾斜の導出に有効である。また，平均化された偏波行列を基に，散乱モデル（表面散乱，２回反射散乱，体積散乱，Helix 散乱）を仮定して全散乱電力を３つあるいは４つの散乱電力の和に分解することができる。さらに，偏波基底に依存しない固有値・固有ベクトル展開により Entropy, angle alpha, anisotropy パラメータもよく使われている。本文ではこれらの手法を概観し，Pi-SAR によって取得された中越地震の POLSAR 画像を例に取り，具体的な分解結果を示した。

なお，レーダポーラリメトリの理論展開の中で，偏波の定義の違いに起因する各種の混乱が生じていた。例えば，円偏波回転方向の定義の問題がある。また，直線偏波と円偏波の変換は，行列式が＋１のユニタリ変換となるべきであるが，現在でも IEEE の偏波定義を含めユニタリ変換を満たしていない記述もある。さらに散乱行列でも研究者によって異なる表現も見られた。通常は水平偏波Ｈが先に指定されているが，垂直偏波Ｖを先に用いたり，円偏波基底では右回りＲと左回りＬのどちらを先に定義すべきか？など統一されていない点もある。レーダポーラリメトリでは位相を含めた基底変換を扱うので，変換による位相保持は非常に大切な事柄である。ここでは，ユニタリ変換を満たし，かつ現時点で世界中の radar polarimetry community で支持されている記述方法を採用し，統一的に扱った。

この論文は，進展中の研究分野を世界的な視点にたって概観し，さらに日本が世界に先駆けて開発した最新の偏波合成開口レーダとその結果の一部を紹介したものである。今後の人工衛星による地球環境リモートセンシングに大きく貢献するため，評価は非常に高い。