

## Pol-InSAR 画像解析における散乱モデル分解法の精度向上

Accuracy improvement for scattering model decomposition by using Pol-InSAR imaging

小野田 仁<sup>1</sup>                      山田 寛喜<sup>1</sup>                      山口 芳雄<sup>1</sup>  
Hitoshi Onoda                      Hiroyoshi Yamada                      Yoshio Yamaguchi

新潟大学大学院自然科学研究科<sup>1</sup>  
Graduate School of Science & Technology, Niigata University

## 1 まえがき

地球環境計測の手段の一つとして、散乱メカニズムに基づき散乱成分に電力分解する四成分散乱モデル分解法 [1] という手法がある。しかし、この手法を用いたとき電力値が負となる物理現象に反した現象が存在し、解析結果に影響を与えている。本研究では、散乱モデル分解法を理論的に見直し、精度向上を目的とする。

## 2 散乱モデル分解法の問題点

四成分散乱モデル分解法 [1] とは、観測された  $3 \times 3$  の平均化 Covariance 行列を表面散乱、二回反射、体積散乱、Helix 散乱の四つの散乱成分に分解する手法である。分解法には、アルゴリズムに関して以下の問題が存在する。

- 二回反射、表面散乱に関する未知数  $\alpha$ ,  $\beta$  の値に関し、二回反射が支配的な場合、 $\beta = 1$ 。表面散乱が支配的な場合、 $\alpha = -1$  と仮定する。
- 最適な体積散乱成分の推定。

これらの問題を踏まえ、次節以降で各成分の電力推定に関し説明する。

## 3 ESPRIT 法による最適な体積散乱成分の推定

体積散乱成分は、ESPRIT 法 [2] を用い最適な体積散乱成分を推定する。このとき、従来の散乱モデル分解法 [1] では体積散乱成分に関する Covariance 行列の全ての要素を実数として扱った。今回、ESPRIT 法 [2] を用い最適な体積散乱成分を推定する際、以下のように体積散乱成分に関する Covariance 行列の (1,3) および (3,1) 成分に位相  $\phi$  ( $0 \leq \phi \leq 2\pi$ ) を付加し、推定を行った。

$$C_v = \begin{bmatrix} C_{v11} & 0 & C_{v13}e^{j\phi} \\ 0 & C_{v22} & 0 \\ C_{v31}e^{-j\phi} & 0 & C_{v33} \end{bmatrix} \quad (1)$$

## 4 電力比率の不確定性軽減による電力推定法

実データから得られた Covariance 行列  $C$  から体積散乱成分の行列  $C_v$  を除去後の  $\bar{C}$  から、二回反射電力  $P_d$ 、表面散乱電力  $P_s$  の電力比率を推定するとき、電力比率は以下の不確定性を有する。ここでは、 $P_s \geq P_d$  の場合を考える。

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \leq \frac{P_d}{P_s} = \frac{\lambda_1 \sin^2 \theta + \lambda_2 \cos^2 \theta}{\lambda_1 \cos^2 \theta + \lambda_2 \sin^2 \theta} \leq 1 \quad (2)$$

ここで、 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  ( $\lambda_1 \geq \lambda_2$ ) は  $\bar{C}$  の固有値、 $0 \leq \theta \leq \pi$  である。式 (2) 電力比率の不確定性を軽減出来れば、二回

反射と表面散乱の電力推定において高精度な電力推定結果を得ることが期待出来る。この電力推定法を電力比率の不確定性軽減による電力推定法として提案する。

提案手法を適用し、負の値を持つパッチ数の変化を表 1 に、また解析画像を図 1 に示す。解析に用いたデータはドイツの oberpfaffenhofen の森林領域で得られた E-SAR の L-band データである。表 1 から、また図 1 の画像解析結果から明らかに表面散乱に関して負の値をもつパッチ数が減少していることがわかる。

表 1 負の値のパッチ数の割合 (%)

	従来の手法	提案手法
$P_s$	37.2	15.0
$P_d$	24.5	28.0

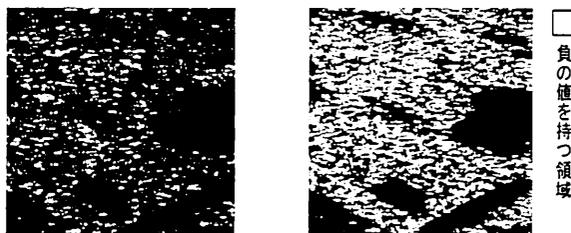


図 1 解析結果

## 5 まとめ

本研究では、散乱モデル分解法のアルゴリズムに着目し、体積散乱成分、表面散乱、二回反射に関し、精度を改善するための手法を検討した。その結果、表面散乱に関し大幅に負の値を持つ領域を減少させることが出来、提案した散乱モデル分解法の精度向上が示された。

謝辞 本研究の一部は財団法人実吉奨学会研究助成、新潟大学プロジェクト推進経費により行われたものである。

## 参考文献

- [1] Y.Yamaguchi, T.Moriyama, M.Ishido, H.Yamada, "Four-component scattering model for polarimetric SAR image decomposition," *IEEE T-GRS*, vol.43, no.8, PP.1699-1706, Aug. 2005.
- [2] H.Yamada, H.Okada, Y.Yamaguchi, "Accuracy Improvement of ESPRIT-based Polarimetric SAR Interferometry for Forest Height Estimation image decomposition," *IEEE Trans. Geoscience Remote Sensing*, vol.43, no.8, pp.1699-1706, Aug. 2005.