

B-1-21

偏波相関係数を用いた人工物検出に関する一考察

A Study on Polarimetric Man-made Structures Detection Using the Correlation Coefficient

浅川雄祐†
Yusuke Asakawa佐藤亮一††
Ryoichi Sato山口芳雄†
Yoshio Yamaguchi山田寛喜†
Hiroyoshi Yamada†新潟大学自然科学研究科
Graduate School of Science & Technology, Niigata Univ.††新潟大学教育人間科学部
Faculty of Education & Human Sciences, Niigata Univ.

1. まえがき レーダリモートセンシングの応用例の1つに市街地の検出がある。最近, SAR 照射方向と斜めに並ぶ市街地の検出に有効とされる変形相関係数を用いる方法が報告された [1]。この変形相関係数は, Reflection Symmetry 条件での相関係数を用い, 人工物からの相関を強調して検出精度を向上させている。文献 [2] では, この特徴を解析的に検証するため, 人工物と見立てた円柱上に置かれた直方体からの偏波散乱の角度特性に関する FDTD 解析が行われたが, 文献 [1] が示すような特性を得ることができなかった。そこで本稿では, 斜め照射時に強い相関を示す一因として, 人工物表面の比較的小さな凹凸(窓, 窓枠等)からの散乱を想定し, 直方体表面に凹凸を付加したモデルに対する FDTD 偏波散乱解析を行い, その物理的なメカニズムについて検討を行った。

2. 変形円偏波相関係数 水平(H)および垂直(V)直線偏波の平面波 E_H^t および E_V^t が散乱体に入射する場合, 散乱波の寄与 E^s は, 次式で表現される。

$$E^s = \begin{bmatrix} E_H^s \\ E_V^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{HH} & S_{HV} \\ S_{VH} & S_{VV} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_H^t \\ E_V^t \end{bmatrix} = [S] E^t. \quad (1)$$

直線偏波基底(HV)を円偏波基底(LR)に変換すると,

$$\begin{bmatrix} S_{LL} & S_{LR} \\ S_{RL} & S_{RR} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & j \\ j & 1 \end{bmatrix} [S] \begin{bmatrix} 1 & j \\ j & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

のようになる。これを用いると円偏波相関係数は,

$$\gamma_{LL-RR} = \langle S_{LL} S_{RR}^* \rangle / \sqrt{\langle S_{LL} S_{LL}^* \rangle \langle S_{RR} S_{RR}^* \rangle} \quad (3)$$

となる。Reflection Symmetry 条件 ($\langle S_{HH} S_{HV}^* \rangle \approx \langle S_{VV} S_{HV}^* \rangle \approx 0$) が成立する円偏波相関係数 $\gamma_{LL-RR}(0)$ を用いて変形した相関係数 [1] は, 次式となる。

$$\gamma'_{LL-RR} = |\gamma_{LL-RR}| / |\gamma_{LL-RR}(0)|. \quad (4)$$

3. POLSAR 画像解析 図1~3は, 2004年11月3日に取得された新潟市内野駅周辺の X バンド Pi-SAR データ (NiCT, JAXA 提供) の画像解析結果である。図1は散乱電力分解, 図2は従来の円偏波基底の相関係数 γ_{LL-RR} , 図3は変形相関係数 γ'_{LL-RR} の画像である。

4. FDTD 偏波散乱解析 図4, 図5に示すように, 簡易人工物モデル(円盤(地面)上に置かれた直方体(人工物))に平面波が入射した場合の FDTD 偏波散乱解析を行った。入射平面波にはガウスパルスを用い, 入射角 θ は 45 度と固定し, Squint 角 ϕ を 0 度から 40 度まで変化させた場合の γ'_{LL-RR} の角度特性を計算した。使用周波数は 1.27GHz, 解析領域は $351 \times 351 \times 351$ である。

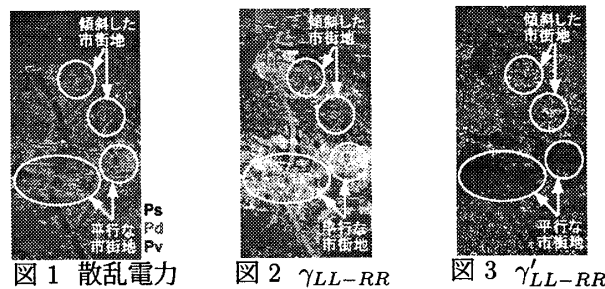


図1 散乱電力

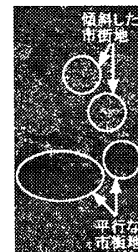
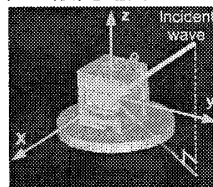
図2 γ_{LL-RR} 図3 γ'_{LL-RR} 

図4 入射偏波と散乱体

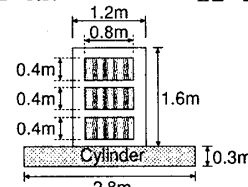
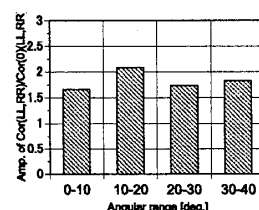
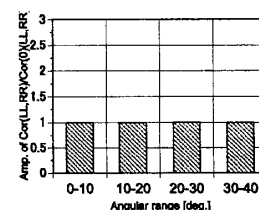


図5 散乱体配置図

図6 γ_{LL-RR} (凹凸有)図7 γ_{LL-RR} (凹凸無)

また, 散乱体は完全導体でモデル化し, 表面に凹凸(深さ 12cm)が有る場合と無い場合について比較する。

5. 検討・考察 図3の POLSAR 画像解析結果から, 照射方向と平行な市街地では γ'_{LL-RR} 値は小さく, 傾斜した市街地では大きな γ'_{LL-RR} 値が観測される。この特性は図6の凹凸有りモデルの FDTD 解析結果にも観られる (γ'_{LL-RR} 値はどの角度範囲でも 1 より大きな値をとり, 傾斜するにつれ増加する傾向にある)。一方, 図7の凹凸無しモデルの FDTD 解析結果では, γ'_{LL-RR} 値に角度依存性は観測されず, 図3の特性と異なる。以上の結果から, 変形相関係数 γ'_{LL-RR} は人工物表面の凹凸の影響を受けていることがわかる。

謝辞 本研究の一部は平成 19 年度科学研究費 基盤研究(C)の援助を受けて行なわれた。

参考文献

- [1] D. Schuler *et al.*, Proc. of IGARSS 2006, pp.485-488(CD-ROM), Aug. 2006.
- [2] 佐藤亮一, 山口芳雄, 山田寛喜, "POLARSAR 画像解析を基とした新潟県中越地震の被災住宅の検出," 第 520 回 URSI-F 会合資料, <http://www.nict.go.jp/pub/ursi-f/>, Dec. 2007.