

## B-1-3

## 埋没探査用偏波 FM-CW レーダへの3成分分解法の適用

An Application of Decomposition Technique to Polarimetric Subsurface FM-CW Radar

森山 敏文      山口 芳雄      山田 寛喜  
 Toshifumi Moriyama   Yoshio Yamaguchi   Hiroyoshi Yamada  
 新潟大学 工学部  
 Niigata University

## 1. まえがき

散乱マトリクスは、基本的な散乱マトリクスで分解することが可能であり、この情報をもとにターゲットの分類や認識を行うことが可能であると思われる。今回は、地中レーダに散乱マトリクスの分解法の一つである3成分分解法を適用した結果について報告する。

## 2. 3成分分解法

3成分分解法は、Krogagerらによって提案された分解法であり、複素数からなる対称な散乱行列を3つの基本的なターゲット(Sphere, diplane, helix)の成分の和の形に分解する方法である[1]。ここでは、直交基底(HV)の散乱マトリクスではなく円偏波基底(LR)に基底変換された散乱マトリクスを用いる、

$$\begin{bmatrix} S_{HH} & S_{HV} \\ S_{VH} & S_{VV} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} S_{LL} & S_{LR} \\ S_{RL} & S_{RR} \end{bmatrix} \quad (1)$$

但し、 $S_{HV} = S_{VH}$ ,  $S_{LR} = S_{RL}$  である。その結果、散乱マトリクスは、

$$[S(LR)] = e^{j\phi} \left\{ e^{j\phi_s} K_s [S]_{\text{sphere}} + K_d [S]_{\text{dipplane}} + K_h [S]_{\text{helix}} \right\} \quad (2)$$

と分解される。係数  $K_s, K_d, K_h$  は各基準散乱マトリクスの強さを示し、 $K_s$  はターゲットでの奇数回反射成分、 $K_d$  は偶数回反射成分、 $K_h$  は直線偏波を円偏波に変える成分を表す。また、 $K_s, K_d, K_h$  を組み合わせることにより sphere-plate, diplane, wire, helix などのグループに散乱マトリクスを分類することが可能である。

## 3. 実験結果

実験状況を図1に示す。ターゲットとして幅20cm、長さ85cmの長方形のアルミ板を用い、深さ125cmに埋設した。また、ターゲットは走査方向に対し45度傾かせた。測定はFM-CWレーダを用い、HH, HV, VV 偏波で行った。

測定結果として、図2にSpanイメージを示す。この結果をみるとターゲットが明瞭に観測されている。図3,4,5に  $K_s, K_d, K_h$  の各成分でイメージングを行った結果を示す。ターゲット付近のエコーを見ると、 $K_s$  では強く現れているが  $K_d, K_h$  はほとんど表れていない。アルミ板はプレート状のターゲットであり一回反射のターゲットであり、 $K_s$  は奇数回反射成分で表す成分なので対応が取れた結果となっている。よって、図3,4,5のイメージは、散乱の様子を反映したもので非常にわかりやすい。

また、ターゲット部の各ピクセルについて3成分分解法を用いて4つのグループに分類を行った結果、sphere-plate グル

ープに属することが確認できた。

## 4. まとめ

地中探査レーダに散乱マトリクスの3成分分解法を適用してみた。各基準散乱マトリクスの強さのイメージングでは、ターゲットエコーの散乱の様子を理解しやすいことがわかった。今後は、この手法は電気・ガス・水道など地中に埋設された管(円柱, 角柱)などの検出に有効であると思われるので検討していきたい。

この研究の一部は文部省科研費の援助によるものであり、感謝いたします。

## 参考文献

- [1] E. Krogager, Z. H. Czyz, "Properties of the sphere, diplane, helix decomposition," in Proceeding of the 3rd international workshop on radar polarimetry, pp.105-115, March, 1995.

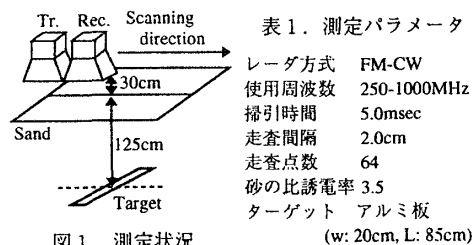


図1. 測定状況

表1. 測定パラメータ

レーダ方式	FM-CW
使用周波数	250-1000MHz
掃引時間	5.0msec
走査間隔	2.0cm
走査点数	64
砂の比誘電率	3.5
ターゲット	アルミ板
	(w: 20cm, L: 85cm)

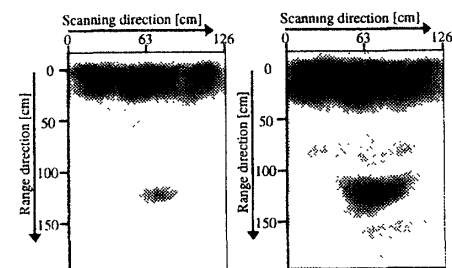
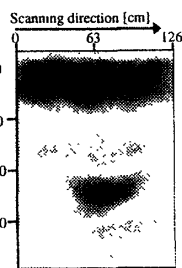
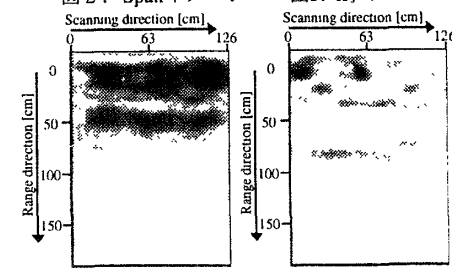
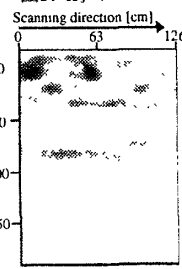


図2. Spanイメージ

図3.  $K_s$  イメージ図4.  $K_d$  イメージ図5.  $K_h$  イメージ