

電磁波を利用したイメージング手法とその応用

長崎大学大学院工学研究科電気・情報科学部門 田中俊幸

概要

未知の物体に既知の電磁波を照射し、その散乱波から物体の外形や内部構造を推定する問題を電磁波逆散乱問題と呼び、未知の物体を可視化することをイメージングと呼んでいる。電磁波逆散乱問題は地下探査(地質調査, 水源探査, ガス管・水道管探査, 空洞探査, 遺跡調査, 地雷探査), 建造物の非破壊検査(鉄筋探査, 空洞探査, ひび割れ探査, 水分探査, 組成診断), 物体位置の検出(航空機の探査, 傷の検出)および人の非侵襲診断(マイクロ波マンモグラフィ, 内視鏡の位置, 皮膚表層診断, 危険物所持検査)など様々な産業界で実用化あるいは研究が進められている。

逆散乱問題の分類

1. 探査の対象

	計算時間	物体の特定
外形あるいは位置探査	短い	できない
電気定数分布	長い	できる

2. 正弦波を利用する周波数領域解析と電磁波パルスを放射する時間領域解析

	計算時間	波源と観測点の数	物体のコントラスト
周波数領域解析	短い	多い	中
時間領域解析	長い	少ない	大

改善方法：多周波利用, 複数のパルス利用, マルチグリッド, 正規化
探査の仕方：広域的探査手法, 局所的探査手法, ハイブリッド探査手法

3. 直接解法と反復解法

	計算時間	物体のコントラスト	雑音
直接解法	短い	小	弱
反復解法	長い	大	普通

以下に探査例を示す。

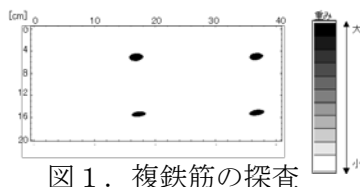


図 1. 複鉄筋の探査

(鉄筋・比誘電率の同時推定と時間フィルタ法)

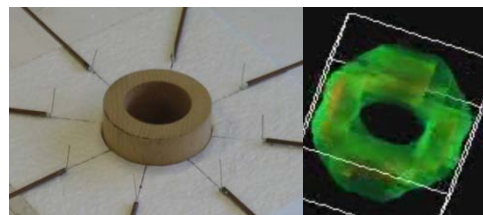


図 2. 中空木材の推定結果

(3D-FBTS 法)

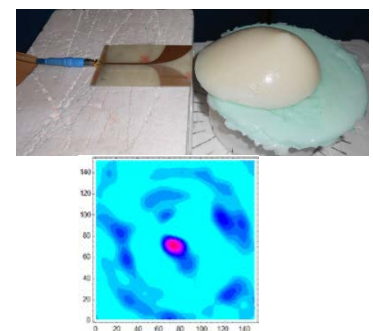


図 3. 乳がんの検出

(2-D 合成開口処理)

図 1 はコンクリート中の複鉄筋の探査結果である。コンクリートの比誘電率は未知であるため、正確に鉄筋の位置と大きさを推定するためには比誘電率と鉄筋の位置と大きさを同時に推定し、さらに、複鉄筋の探査に有効な時間フィルタ法を適用している(特許第 4691656 号)。図 2 は時間領域逆散乱解析法として提案した FBTS 法(特許第 4803529 号)による中空木材の推定結果である。図 3 は乳房のファントム(脂肪, 乳腺, がん, 胸筋)に対して合成開口処理を適用した再構成結果である。これらを含めて電磁波を利用したイメージング手法とその応用に関して紹介する。