

多重経路散乱場理論の開発とマイクロ波マンモグラフィへの応用 Development of ultistatic scattering field theory and its application to microwave mammography

○木村建次郎^{1,4)}, 稲垣明里²⁾ 前澤眞之²⁾
美馬勇輝³⁾ 木村憲明^{3,4)}

神戸大学 数理・データサイエンスセンター¹⁾, 神戸大学理学研究科²⁾

(株) Integral Geometry Science³⁾, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構⁴⁾

Center for Mathematical and Data Sciences, Kobe University¹⁾, Graduate School of Science, Kobe University²⁾

Integral Geometry Science Inc.³⁾, AMED⁴⁾ E-mail: kimura@gold.kobe-u.ac.jp

Recently, we have used the results of observations of the scattering of waves from target objects to reconstruct the structure, developed a scattered field back analysis method, and built a new theoretical framework for a non-destructive imaging of the internal 3D structure. Furthermore, based on this theory, a next generation technology for breast cancer examination to replace X-ray mammography has been developed in the form of a microwave mammography system that is effective even for dense breasts.

1. はじめに

世界の50歳未満の女性の多く（アジア人約80%、欧米人61%、黒人57%、ヒスパニック51%）が、既存の乳がん検診の世界標準であるX線マンモグラフィの有効性が著しく低下する、高濃度乳房であるといわれ、社会問題にまで発展している。高濃度乳房では、乳房内全面に広がるコラーゲン繊維によりX線が遮断され乳がん組織が映像化されない。また超音波エコーに関しては、乳房の主成分である脂肪は超音波減衰材料であり、浅い箇所には大きな乳がん組織が存在している場合以外は、低コントラスト比のため検出能が低い。MRI(Magnetic Resonance Image)は造影剤による副作用の問題、PET(Positron Emission Tomography)は著しい被曝の問題がある。一方、電磁物性論の観点から、脂肪は低導電率、低誘電率であり、がん組織が高誘電率物質であることから、マイクロ波を用いた乳がんイメージング技術—マイクロ波マンモグラフィの実現が、他のモダリティを凌駕し高濃度乳房の問題も解決すると期待されている。しかしながら、マイクロ波マンモグラフィを実現するためには、散乱波の観測結果から未知の散乱体の構造を決定する“散乱の逆問題”を正確に解き、さらにミリスケール以下の空間分解能以下を実現する超広帯域レーダの開発を実現しなければならない。近年、神戸大木村とIGS 木村らは、この逆問題を解析的に解く多重経路散乱場理論の構築と“スペクトラム拡散通信技術に基づく超広帯域レーダ技術の開発に世界で初めて成功し、次世代乳がん検診技術として注目を集めている。講演では、マイクロ波散乱場断層イメージングシステムの原理説明に加え、様々な患者に適用した結果について報告する。

2. 実験

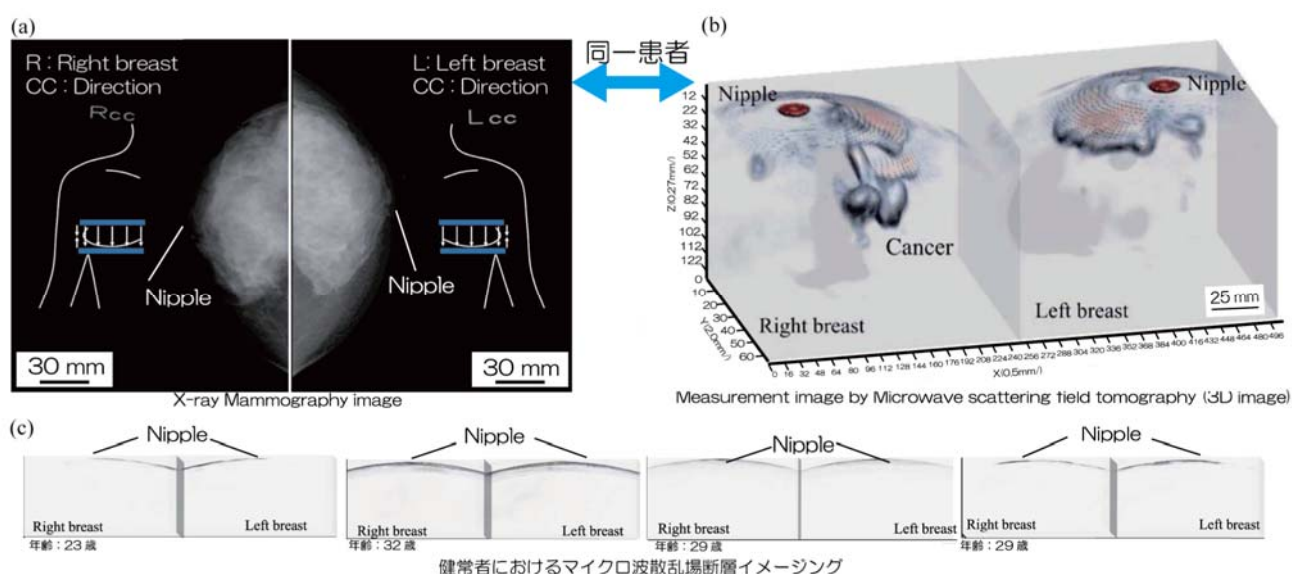


図1 マイクロ波マンモグラフィの臨床研究結果。(a)X線マンモグラフィ画像と(b) マイクロ波マンモグラフィによる測定画像の比較。(高濃度乳房, 55歳, 右胸癌腫瘍), (c) 健常者のマイクロ波マンモグラフィ画像。

参考文献 1) Ref: Medical Science Digest Vol.45 No.8 2019