

Born 近似に基づく乳癌診断マイクロ波 CT の再構成法

Microwave CT image reconstruction method on the Born approximation for breast cancer screening

○細見 直正¹、寺西 大²、浅川 誠¹、山口 聡一郎 (1. 関西大、2. 広島工大)

○Naomasa Hosomi¹, Masaru Teranishi², Makoto Asakawa¹, Soichiro Yamaguchi¹

(1.Kansai Univ., 2.Hiroshima Inst. of Tech.)

E-mail: k155916@kansai-u.ac.jp

マイクロ波を利用した計算機トモグラフィ法による乳癌早期診断法の研究開発が進められている。食文化の欧米化に伴い多くの先進国において乳癌の罹患率・死亡率が増加している。乳癌は早期診断によって完治できる病である。隔年の集団定期健診において直径 3mm の癌組織を容易に検出できることが課題であり、血圧計や視力測定器のように専門医を必要としない簡易診断機器によって早期診断できることが望まれる。

乳房内部の誘電率分布を CT 画像として再構成することで癌組織の有無を確認できる。マイクロ波帯において癌組織と正常組織における誘電率の比は $\gamma \approx 5$ 倍の大きな差を持つので、癌組織はマイクロ波を強く散乱する。この散乱波の空間分布を計測して癌組織の位置形状を特定する。多くの先行研究では散乱電場を説明できる誘電率分布を推定するために、有限差分時間領域法(FDTD 法)の反復計算を使用するため、長時間の連続計算時間を要する。定期健診機器としての有用性や計算処理能力を考慮すると、散乱電場から誘電率分布を直接的に計算できる逆問題解法が適しており、有力候補の 1 つとして本研究では Born 近似に基づく特異値分解法を採用している。マイクロ波 CT における Born 近似は、誘電率のコントラスト差が小さい $\gamma \leq 1.15$ 程度が適用限界とされているが、癌組織の大きさが限定的であれば Born 近似法を用いて CT 画像を再構成できることが分かった。下図は FDTD 法を用いて癌組織による散乱電場を数値シミュレーションし、癌組織の CT 画像を再構成した例である。照射マイクロ波の乳房内波長に対して乳癌の大きさ $D = \lambda/8 \sim \lambda/2$ の範囲内であれば、Born 近似法を用いても癌組織の位置形状を十分表示できることが示された。CT 再構成に要する計算時間も汎用ノート PC を使って 10 秒で終了する。照射周波数が 6GHz であれば、直径 $D = 3 \sim 10$ mm の癌組織を検出できることになり、乳癌早期診断の CT 逆問題解法として利用できる見込みが高い。

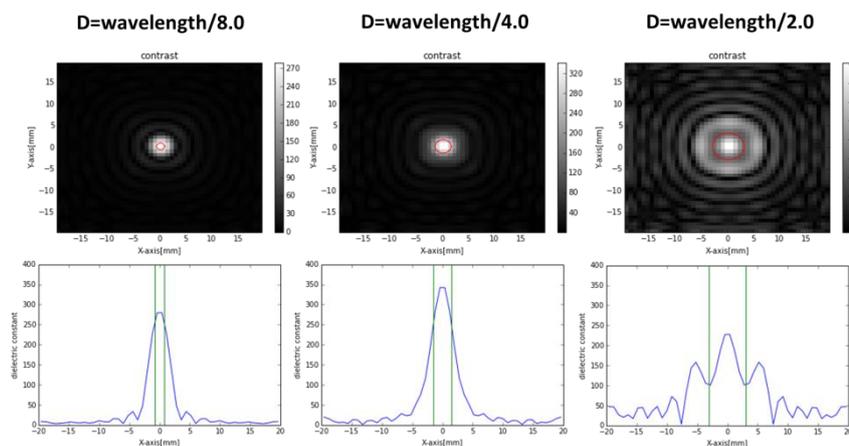


図 マイクロ波 CT 再構成例。

上段:Born 近似による CT 画像

下段:CT 画像内の誘電率分布

赤丸・緑線幅が設定された

癌組織の大きさを示す。照射

マイクロ波の波長 λ に対して

乳癌の大きさが $D = \lambda/8 \sim \lambda/2$

の範囲であれば、癌組織の

位置形状を画像表示できる。