

前方散乱波の相関低下を用いた医用超音波微小石灰化検出法

Small Calcification Detector for Ultrasonography Using Decorrelation of Forward Scattered Waves

【はじめに】超音波検査は軟部組織描出能に優れるが、X線検査と比較し石灰化検出能が不十分である。そのため、乳癌スクリーニングにはマンモグラフィーが選択され、心臓弁石灰化の検出にはCTが用いられる。我々は放射線被曝のない簡便な検査である超音波検査の石灰化検出能を改善するため、前方散乱波の相関低下を用いた微小石灰化検出法を提案する。

【提案法】石灰化領域は周囲の組織と比較し音響インピーダンスが大きく異なるため、送信した超音波パルスが石灰化領域を通過した際にBorn近似が破綻し超音波パルスの波形が変化する。提案する微小石灰化検出法はこの波形変化を用いて石灰化を検出する。提案法は次の3手順となる。第一にエコー強度の高い領域をB-mode画像内から抽出する。次に抽出された領域後方からのエコーの波形を相互相関により隣接走査線間で比較する。エコーの波形が有意に変化しているとき、石灰化が存在すると判定する。

【結果】我々は商用の超音波診断装置(Hitachi EUB-8500)を用いて提案法の有効性を検討した。本研究では中心周波数が7.5MHz、走査線間隔が約0.13mmであるリニアアレイプローブを使用した。図1は実験に使用した石灰化ファントムのB-mode像である。ファントムは0.2, 0.29, 0.4mmの銅ワイヤーターゲットを寒天ゲルに埋め込み、厚さ1cmの豚表皮、皮下脂肪組織をゲル上面に配置したものである。図1のようにB-mode上ではワイヤーターゲットを検出困難である。提案法により描出された石灰化領域を図2に示す。提案法では石灰化領域を正しく検出している。本手法を用いることによりB-mode像で検出困難なワイヤーターゲットを感度73.3%、特異度100%で検出することができた。

【結論】提案する石灰化検出法により超音波検査による石灰化の検出サイズを約0.3mmに改善することが可能であることをin vitro実験により示した。提案法はB-mode画像一枚ごとに適用可能であり、原理上フレームレートを低下させることなく石灰化検出能を著しく改善することができるだけでなく、ほぼ全ての既存の超音波診断装置に適用することができる。本手法を用いることにより、乳癌、腎結石、胆石、心弁部の石灰化スクリーニングなど様々な分野における超音波検査の診断能が改善し、疾患の早期発見に貢献できると考えられる。

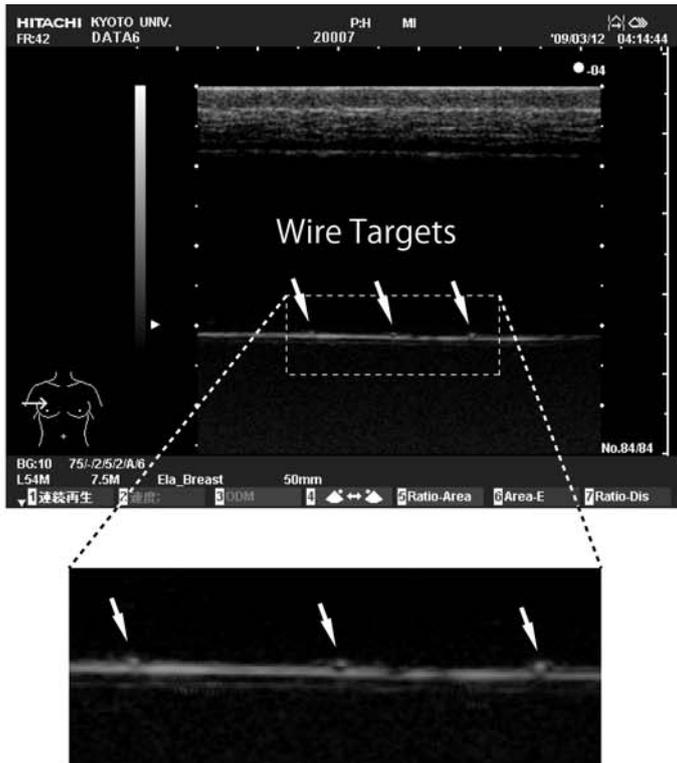


Fig 1. B-mode image of a calcification phantom, showing the difficulty to detect wire targets that mimic calcifications.

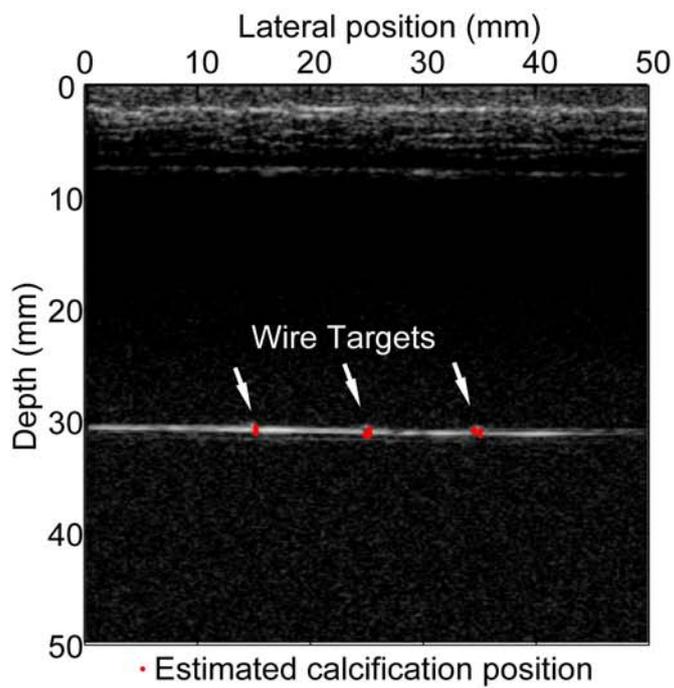


Fig. 2. Estimated wire target positions selected by the proposed calcification detector.