

9. 超音波CTと乳房画像診断の将来

東 隆 東京大学大学院医学系研究科疾患生命工学センター

本邦では、欧米と比して乳がん検診受診率が低い。現状では、発見経緯の第1位が自己発見であり、検診発見の倍であるという報告もある¹⁾。効果的な検診の実現には、受診率の向上と検診の確実性の向上が求められている。標準的な検診手段であるマンモグラフィでは、デンスブレスト(高濃度乳房)の被検者において、がん発見率が低下することが知られている²⁾。国内では、乳がん罹患率は40, 50歳代の割合が多く、若年層においてはデンスブレストの方の割合が高い。このため、デンスブレストの割合が高い若年層においても感度が高い検診手段が必要とされている。

超音波検査による乳がん検診の有効性を検証する比較試験(J-START)では、マンモグラフィ単独の場合に比べ、超音波診断とマンモグラフィの併用により、がん発見率が1.5倍に向上することが報告され

ている³⁾。しかし、超音波診断にも、がん発見の可能性が検査者のスキルに応じて変化するという課題がある(プローブ接触方法のスキルや、検査者が病変疑いを発見するスキルを持つ必要がある)。また、撮像断面の位置や向き情報が保存されないことや、プローブ接触により撮像中に対象の変形が生じるため、同一部位の再現性を高く撮像することが難しい。

東京大学と株式会社Lily MedTechでは、検査者のスキルに依存せず、受診者に痛みや被ばくリスクを強いることがなく、かつ、再現性が高い高精細撮像が得られる超音波撮像技術を開発中である。臨床試験の状況は、すでに本誌2018年6月号の中島一毅准教授の記事にて紹介されているので参照されたい⁴⁾。本稿では、動作原理を中心に解説を行う。

超音波CTとリングエコー

図1に、リングアレイを用いた超音波CTとエコー散乱像(以下、後者をリングエコー)の動作原理を示す。透過波の伝播時間と振幅のそれぞれが、伝播経路上の各画素の伝播時間と減衰量、それぞれの積算値に対応する。超音波CTは、リング状のアレイを用いて、さまざまな伝播方向の透過波を取得することにより、X線CTと同様の原理を用いた画像再構成が可能となる。音速や減衰率が異なる領域を透過した波は、伝播に伴い経路上の積算効果により、透過波の到達時間分布や強度変化が信号として抽出、画像再構成される。

超音波CTは1970年代から検討されていたが、複雑な屈折経路を考慮した再構成の実装は、当時の計算機性能では実現困難であった⁵⁾。その後、医用超音波撮像の主流はエコー法となり、ドブラやエラストグラフィなど、さまざまなアプリケーション技術の発展につながっている。近年、GPUによる大規模な並列計算が安価に実現可能になったことにより、再び超音波CTへの関心が高まっている。

図1bには、リング状のアレイを用いて、撮像領域内の点散乱波を取得する際の概念図を示す。散乱は、音響インピーダンスの空間微分に対応して発生する。生体の音響インピーダンスの空間微分は、さまざまな空間周波数成分を含むので、これを点散乱体の集合として扱

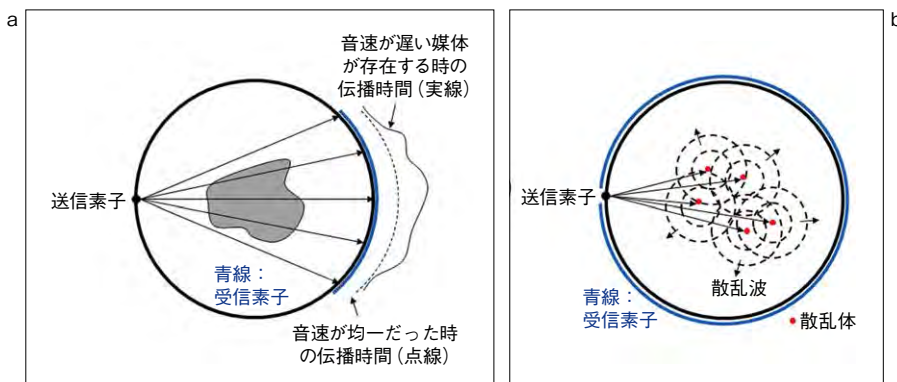


図1 超音波CT (a) とリングエコー (b) の動作原理の概念図