4. Acoustic Tomosynthesis Scanner (ATS) による乳がんの診断の実際

塚田　実郎／陣崎　雅弘　慶應義塾大学医学部放射線科学教室（診断）

Acoustic Tomosynthesis Scanner（ATS）の特長

本稿で紹介する乳がん検査向けATSは，米国食品医薬品局（FDA）でクラスⅡ医療機器として認可された乳房用超音波画像診断装置である[1]。この装置は特殊な超音波スキャナを有し，患者をうつ伏せの姿勢にしてスキャナ内に乳房を入れ，画像取得を行う（**図1**）。超音波送信機が乳房を透過する超音波を放ち，乳房を透過した後，反対側で受信機が信号を受信する。この送信機－受信機の組み合わせが被検者の周りを回転し，また，垂直移動することで，等方性3Dデータが取得される。取得された情報は再構成され，音速（speed of sound）と減衰（attenuation）の2つの画像情報が提供される。同時に，スキャナ側面に配置された3つの反射型トランスデューサが反射波の信号を受信し，取得された画像は空間合成されて，高解像度な反射画像（reflection）も得ることができる。この3つの情報（音速，減衰，反射）を利用し，高解像度かつ特徴的な画像特徴量を有した超音波断層画像を得ることができる[2]。

従来，乳房用超音波は主に高周波数反射音エネルギーを利用した携帯型プローブ（hand-held US：HHUS）が使用されてきたが，これは対象が局所的な身体イメージングに限られ，また，操作者の技量に依存しており，医学的に有用な高品質の画像を得るためには，高い技術を有する医師や技師を必要とする。加えて，HHUSには石灰化や空気によるアーチファクト，体内透過性の限界，位相の異常，屈折によるアーチファクトといった課題も存在する。自動乳房超音波（ABUS）やデジタルブレストトモシンセシス（DBT）など，近年，多方向から画像を取得し，再構成する技術が改善されてきたが，これらはどれも完全な等方的画像ではないため，すべての画像平面で同様の空間分解能を達成することができない。

ATSの画像取得は3D空間でほぼ等方性であるため，取得面での解像度が高い。等方性に画像を取得できるため，透過性の高い0.3～1.3MHzという低周波超音波を使用することができ，3D音速（透過波）画像を取得できる。また，より高い周波数（中心周波数 fc＝3.6MHz）の超音波も使用することで，反射波画像も同時に取得できる。

類似した製品は，過去に2つ存在する。1つは米国Delphinus Medical Technologies社が開発した「The SoftVue 3D Whole Breast Ultrasound Tomography system（SoftVue）」で，もう1つはLily MedTech社が開発した乳房用リング型超音波画像診断装置「リングエコー COCOLY」である。いずれも水浸させた乳房に対し，その周囲にプローブを配置するリングアレイを使用し同じ周波数でスキャンしている点は，本研究で使用するATSと類似しているが，これらの装置が有する受信アレイは単列であり，2Dデータを取得し，そこから再構成画像を構成するという構造であった。一方ATSは，3個の反射波用プローブと1種の音速（透過波）専用送受信プローブを持ち，それぞれが異なる周波数を使用している。また，音速（透過波）の受信には専用マトリックスアレイプローブ（8行256列）を採用し，三次元

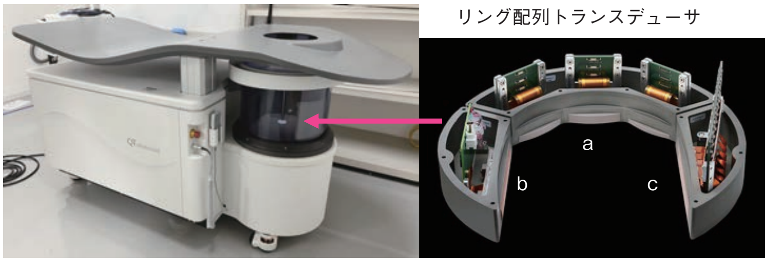

図1　ATSの外観図およびプローブ拡大図
3個の反射波用プローブ（a）および1種の音速専用送受信プローブ（b，c）から成るリング配列トランスデューサを有する。
（画像提供：QT Imaging, Inc.）