

研究概要報告書

(1 / 3)

研究題目	超音波による 3 次元組織弾性分布イメージングシステムの開発	報告書作成者	椎名 毅
研究従事者	椎名 毅		
研究目的	<p>癌は我が国では死因の 1 位を占めるが、今後高齢化が進むにつれて、さらに罹患率は増加する傾向にある。癌の早期診断は治癒率の向上だけでなく Q O L (quality of life) を高める上でも重要となるが、この癌などの組織変性を伴う疾患では、形態的变化を生ずる前の初期の段階で組織の硬さ (弾性) の変化から診断できる場合が多い。従来から行われている触診も、主としてこの組織の硬さの違いを診断情報としている。しかし、触診は医師の経験と勘に頼るため、客観性や定量性に乏しく、また病巣が極めて小さいときや深部に在る場合は、触診では診断が困難になる。</p> <p>このため、われわれは、これまで超音波エコーから非侵襲的に組織弾性の分布像を得る原理を検討してきたが、本研究では、その成果に基づき、さらに実用的な手法の開発と基礎的な計測システムを試作し、臨床適用の可能性について検討する。これは医師が触診のように超音波プローブを手動的に体表に押し当てるだけで、体内深部の組織弾性率分布の画像が得られ、触診では検知できない癌の早期発見にも貢献することが期待される。また、本システムはリアルタイム計測が可能であり、実用化が容易な手法である。</p>		

研究内容	<p>現在の超音波エコー像が組織音響インピーダンスの差から臓器の形態を描画するのに対し、本研究で開発するシステムは組織の変形し易さとしての硬さ（弾性率）を画像化するものである。このため、体表から僅かに加圧した際に生ずる組織歪み（1%程度）の3次元ベクトルを超音波エコーより測定し、同時に逆問題的手法で推定した応力分布とから、弾性率の3次元分布を求める。</p> <p>これまでの研究で、われわれは、超音波反射波から組織の3次元組織歪みを実時間で求める手法（Combined Autocorrelation 法）を考案した(参考文献 1, 2、説明書の図参照)。また、体表面の圧力分布より体内の応力を推定し、3次元変位情報から弾性率分布を推定する手法についてもモデル解析でその有効性を確認している(参考文献 3)。</p> <p>本研究では、これまでの研究成果を基に、実用化のための条件について検討し、実時間でのデータ計測と、3次元組織弾性イメージングを可能とする基礎的な計測システムを試作する。さらに、ファントム実験や臨床計測でシステムの性能評価を通じて、実用機開発に向けての指針を得る。</p> <p>参考文献</p> <ol style="list-style-type: none">1) “Strain Imaging Using Combined RF and Envelope Autocorrelation Processing”, Proc.of 1996 IEEE International Ultrasonic Symposium, pp.1331-1336, 1996.2) “Combined Autocorrelation 法を用いた乳癌腫瘍の弾性特性の画像化”, 日本超音波医学会第 70 回研究発表会抄録集, p.496, 1997.3) “3次元組織モデルによる超音波弾性分布推定法の評価”, 平成 10 年度日本音響学会春季研究発表会抄録集, 1998.
------	---

<p>研究のポイント</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高速な弾性像再構成アルゴリズムの開発。 2. 臨床計測が可能な組織弾性イメージング装置の試作。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 実時間データ計測可能な3次元超音波スキャナの開発。 2) 高速大容量の波形記録装置の実装。 3) 弾性像再構成アルゴリズムの実装。 3. ファントム(擬似生体材料)による実験や臨床計測によるシステムの性能評価。 4. 実用機開発に向けての指針の策定。
<p>研究結果</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 3次元スキャナの開発により、実時間でのエコーデータの記録が可能になった。 2) ファントム実験の結果では、従来の超音波エコー像(Bモード)で不明瞭な場合でも、組織弾性の違いから腫瘍部分の3次元形状を描出できることが示された。さらに、Bモードでは識別不可能な組織弾性の違いも、弾性像では明確になり、腫瘍の良悪性の鑑別の可能性が示唆された。 3) 乳癌組織の計測結果は、同様にBモード像で不明瞭な場合でも腫瘍部分が硬い部分として描出され、触診の結果と一致することが確かめられ、さらに、5mm程度の小さな腫瘍の検出にも適用できることが示された。 <p>この結果、当初の目的である3次元超音波組織弾性イメージングの原理を装置として実現し、実用機開発への見通しを得ることができたと言える。</p> <p>(発表論文)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Makoto Yamakawa, Tsuyoshi Shiina : “Tissue Elasticity Reconstruction Based on 3-Dimensional Finite Element Model”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, No. 5B, pp.3393-3398, 1999. 2) 山川 誠, 新田尚隆, 椎名 毅 : ”3次元超音波走査による組織弾性分布計測法の実験的検討”, 日本音響学会 2000年春季研究発表会講演論文集, Vol. , p.1083, 2000. 3) 椎名 毅 : “三次元組織弾性イメージング”, 電気学会医用・生体工学研究会資料, Vol. MBE - 00, No. 1, pp.39-42, 2000. 4) 山川 誠, 新田尚隆, 椎名 毅 : “3-D超音波スキャナによる組織弾性イメージング”, 医用電子と生体工学, Vol.38 特別号, p.285, 2000.
<p>今後の課題</p>	<p>臨床計測においてより組織弾性イメージングに適したプローブの開発、高速演算処理アルゴリズムのハード化などを通じて、実用機の開発について検討したい。</p> <p>また、それと平行して、乳癌や前立腺癌などの弾性像としての特徴量について調べ、診断や治療システムとしての活用に向けて基礎データの整備をはかりたいと考えている。</p>

研究手順

理論的検討 (担当: 椎名)

これまでに開発した
 ・超音波による3次元組織歪み分布計測法
 ・体内応力および弾性率分布推定法
 をベースに、さらに実用化のための条件の検討

- (1) 空間分解能を向上のための信号処理法の改善
- (2) 臨床計測に適したプローブ形状の設計
- (3) 圧力付加と信号取り込タイミングの検討

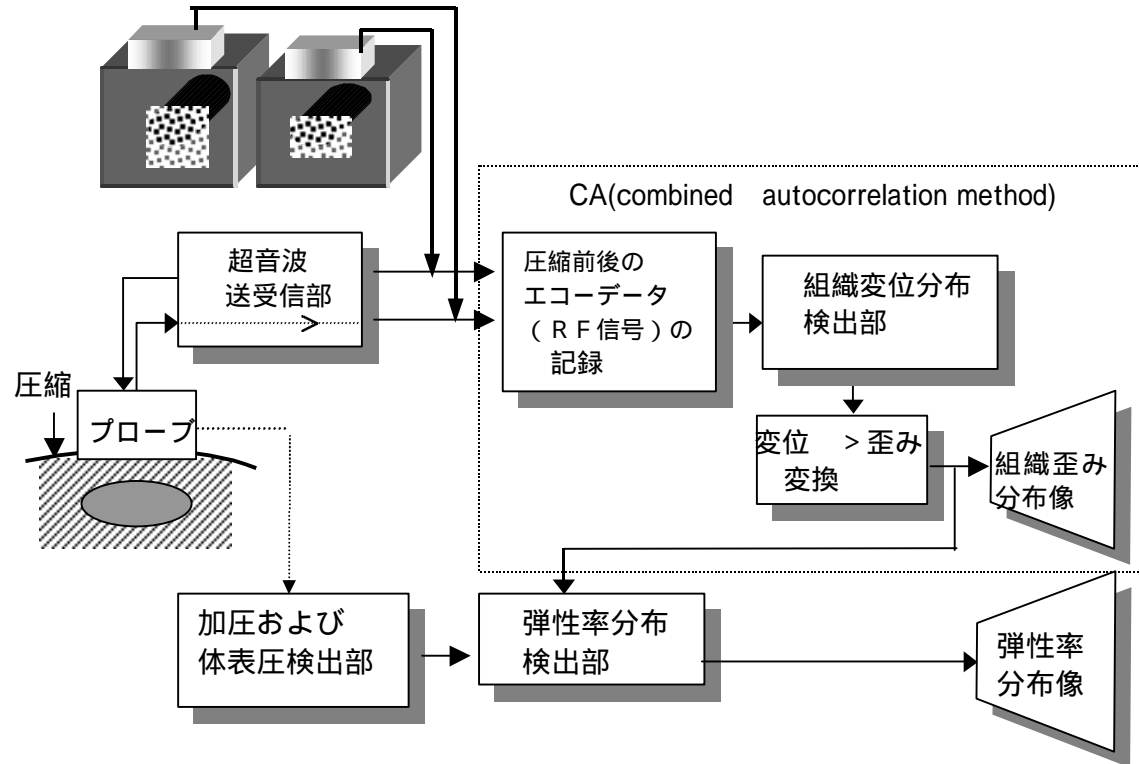


基礎的な計測システムの製作 (担当: 椎名)



実用化の検討 (担当: 椎名、植野)

- (1) ファントム実験によるシステムの特
性評価
- (2) 動物実験および臨床計測による
実用化に際しての問題点の整理と
対処法の検討



超音波組織弾性分布イメージングシステムの概念図