

波動を応用した新規生体計測システムで 医療・ライフサイエンス分野に貢献する

田原 麻梨江 研究室

- ・ 専門分野：超音波工学、医用超音波
- ・ Home Page: <http://www.nakamura.pi.titech.ac.jp/>



● 研究目的

現在日本は、超少子高齢社会や地方の過疎化などの様々な課題を抱えています。本研究室では、超音波・光などの波動応用技術およびそれらと周辺技術とを融合したシステムを開発し、医療・ライフサイエンス分野に貢献していきます。少子化の原因の一つとして、今後高齢化が進むと地域医療支援病院での病床数の不足や、保険料負担が増大し、医療難民増加が予想されます。そこで、自宅・診療所・支援病院で病気の早期発見や予防が可能なシステムの開発を目指します。

● 研究テーマ

1. 医療超音波診断技術

超音波診断装置は、小型でリアルタイムかつ非侵襲で生体を診断できるシステムです。超音波を生体に照射して、エコーを受信し、生体情報（構造など）を可視化して、疾患を診断します(図1)。超音波を送受信するための新規超音波トランスデューサの開発や周辺技術を含めたシステム化により、自宅で簡便に健康状態をモニタリングする装置や、診療所などで使用可能な小型の装置を目指します。また、生体構造のモデリングを行い、生体中の超音波伝搬特性などの物理現象を数値的に解析することで、生体機能の解明を行うことも考えています。

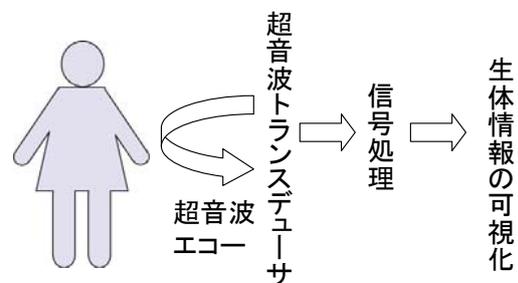


図1 超音波診断の概要

2. 生体の硬さ計測

近年、血流や組織の硬さなどの人間の機能を計測して、疾患を診断する技術が発展しています。例えば、図2のような超音波内視鏡を使った胃壁の弾性率計測が考えられます。胃壁の表面を伝搬する弾性表面波速度を計測して、疾患の進行度合いとの関係を解明できれば、胃の疾患の早期発見や予防が可能にな

ります。また、硬さ計測は診断の他、治療へも応用することができます。HIFU(高密度焦点式超音波治療法)では、強いエネルギーの超音波を照射して癌を壊死させます。このとき、照射回数や時間と硬さの関係をリアルタイムでモニタリングすれば、HIFUによる治療を効率的に行うことも期待できます。硬さ計測の他、生体の機能計測の基礎技術の確立や応用に関する研究を行います。



図2 胃壁の弾性率計測

3. 超音波と光を融合した新技術

超音波と光などの波動を融合することによって、さらに高度な診断が期待できます。例えば、弾性波の計測をするときに、超音波ではなく、光センサを用いることで、高速に弾性波の測定が可能になります。高速に測定することができれば、計測できる弾性波速度のダイナミックレンジが広がり、診断できる疾患の領域も広がると考えられます。また、超音波の波長(数 MHz に対し、数 $100\ \mu\text{m}$)のオーダーから光の波長のオーダー(数 100nm)の分解能で計測が可能になり、細胞レベルでの診断への応用も考えられます。

● 教員からのメッセージ

新たな超音波診断システムを実現するには、基礎検討から臨床評価まで長い道のりを要します。また、生体の構造や機能は、高度技術が発展した現在であっても未知の領域が多く存在します。超音波や光などの波動を応用した研究を通じて、困難を乗り越える力や自分の頭で考えられる力を身につけて、強い研究者に成長してください。

● 発表論文

1. T. Aoyagi, M. Nakazawa, K. Nakamura, and S. Ueha, "Numerical Analysis of Ultrasonic Beam of Variable-Line-Focus-Beam Film Transducer," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 46, No. 7B (2007) pp. 4486-4489.
2. M. Nakazawa, T. Kosugi, H. Nagatsuka, A. Maezawa, K. Nakamura, and S. Ueha, "Polyurea Thin Film Ultrasonic Transducers for Non-destructive Testing and Medical Imaging," IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., Vol. 54, No. 10 (2007) pp. 2165-2174.
3. T. Aoyagi, M. Nakazawa, M. Tabaru, K. Nakamura, and S. Ueha, "Measurement of Surface Acoustic Wave Velocity using a Variable-Line-Focus Polyurea Thin-Film Ultrasonic Transducer," IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., Vol. 56, No. 8 (2009) pp. 1761-1768.
4. M. Tabaru, T. Azuma, and K. Hashiba, "Measurement of Elastic Properties of Tissue by Shear Wave Propagation Generated by Acoustic Radiation Force," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 49, No. 07HF09 (2010) pp. 1-9.
5. M. Tabaru, H. Yoshikawa, T. Azuma, R. Asami, and K. Hashiba, "Experimental Study on Temperature Rise of Acoustic Radiation Force Elastography," J. of Med. Ultrasonics, Vol. 39, No. 3 (2012) pp. 137-146.