

研究スタッフ

教授： 梅村 晋一郎、 准教授： 吉澤 晋

研究目的

超音波は診断の分野で広く使われていますが、最近では超音波のエネルギーを患部に集めて（集束超音波）ガンなどを治療することにも応用されています。体を切らず、血を出すことなく患部を加熱凝固させて治療することができるため、体に優しく高齢化社会のニーズに応える治療方法として注目されています。この超音波治療の安全性と効率を飛躍的に高めるため、治療装置の開発・評価、治療効果イメージング技術、マイクロバブルの援用効果などの研究を行っています。

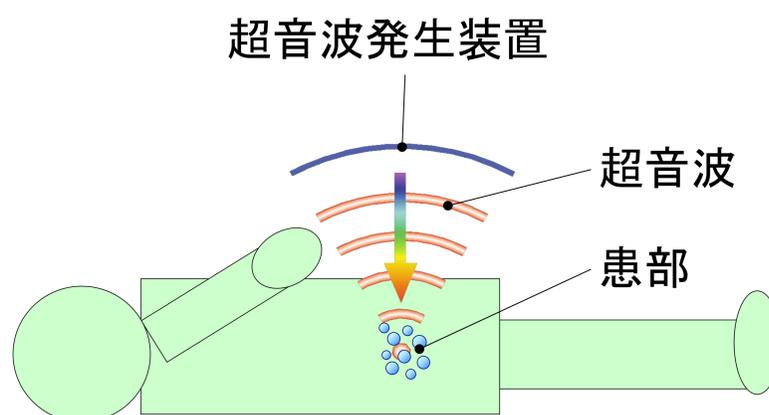


図1 超音波治療の概念図

主な研究テーマ

1. 治療装置および評価手法の開発

治療用の超音波を発生させるための高効率でコンパクトな駆動回路システムの開発、強力な超音波を発生させるための超音波発生素子の開発、発生させた超音波を正確に素早く評価するための超音波評価手法の開発を行っています。

図2(a)は開発した光学的手法を用いて測定した超音波の圧力分布を示しています。狭い領域に超音波が集束していることが確認できます。図2(b)は光学的手法による結果（瞬時値）と標準的な評価手法である圧力センサによる測定結果（包絡線）との比較です。光学的手法によって、圧力センサ測定と同程度の精度で計測を行えていることがわかります。

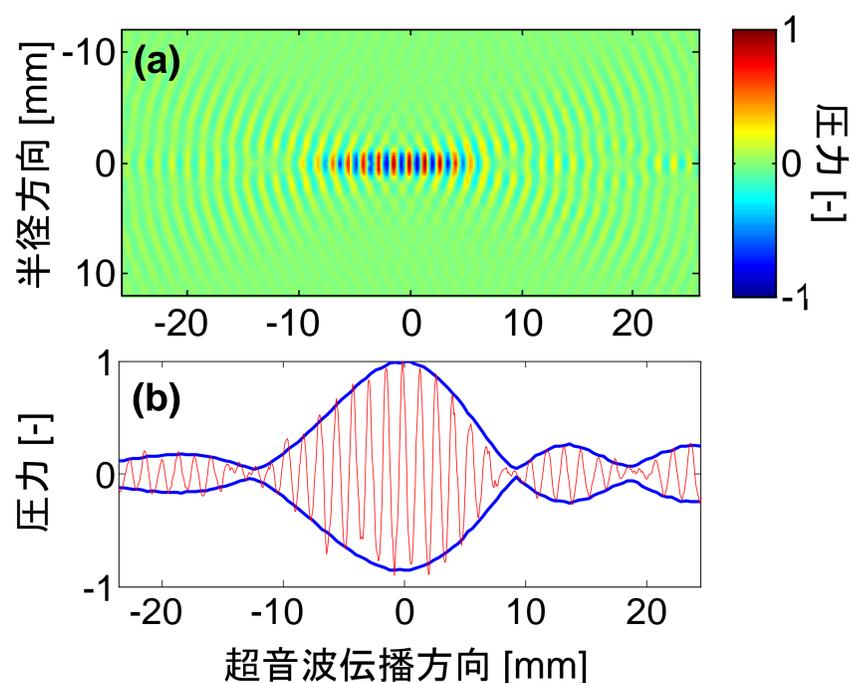


図2 治療用超音波の圧力分布。
(a)開発した光学的手法によって算出した圧力分布（瞬時値）
(b) 光学的手法によって算出された超音波伝播軸上の圧力（瞬時値，赤線）と圧力センサによる直接測定結果（包絡線，青線）の比較

2. 治療効果イメージング技術

安全かつ高精度な超音波治療を実現するためには、体の外からは見えない患部に照準を定め、治療による患部の変化をリアルタイムに検出するためのイメージング技術が必要不可欠です。

MRIを用いたイメージングの研究開発も進んでいますが、ここではリアルタイム性、治療用超音波との位置相関性、コスト性に優れた超音波を用いてイメージング技術の研究を行っています。超音波顕微鏡を用いて加熱凝固した生体組織の音響特性（図3）を詳しく調べるとともに、超音波照射前後での超音波エコーデータを比較し、加熱過程における組織のリアルタイムの変化をイメージングする手法（図4）を開発しています。

3. マイクロバブル援用技術

集束超音波による加熱治療では、焦点での超音波の圧力が非常に大きくなります。そのため、焦点での大きな負の圧力によって「キャビテーション」という減圧沸騰現象が起こり、体内でマイクロバブルが発生することがあります。このマイクロバブルは超音波を散乱して治療精度を低下させる可能性がある一方で、超音波によって体積振動し、加熱効果を増強させることがわかっています。

そこで、このキャビテーション現象を利用して効率の良い超音波加熱を行う手法を開発しています。まず、高強度な超音波パルスを走査することでマイクロバブルを複数箇所が発生させ（図5）、次にそれらを比較的低強度な超音波で振動させることで、広範囲の超音波加熱を効率良く行います。これによって1度の超音波照射による治療体積が増加し（図6）、短時間の超音波治療を実現します。

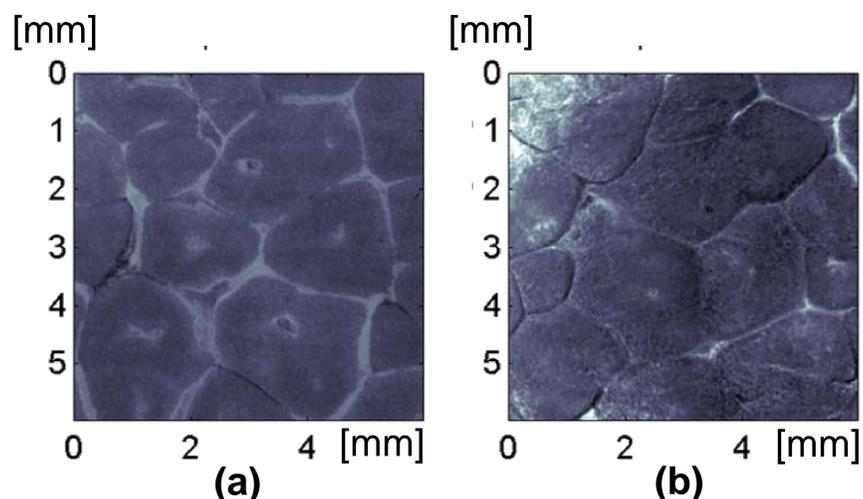


図3 ブタ肝臓の超音波顕微鏡測定結果。(a)加熱前。(b)加熱凝固後

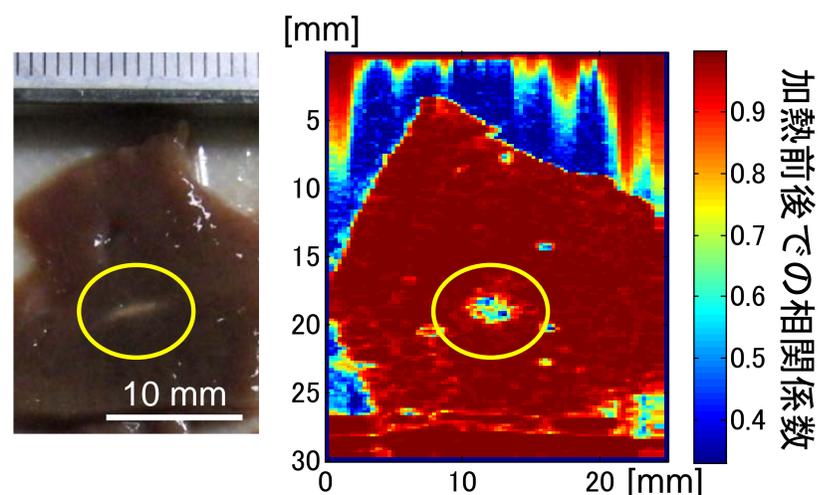


図4 超音波照射後のブタ肝臓断面の写真（左図）と照射前後での超音波画像の変化（右図）

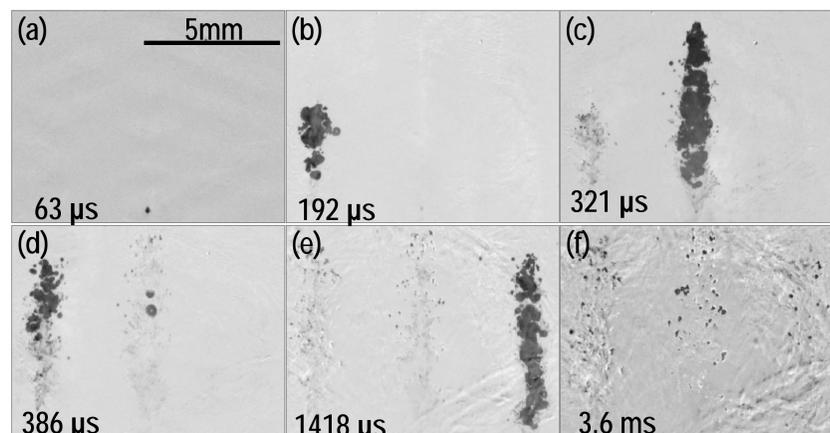


図5 集束超音波焦点の電子走査によって、ゲル中の3箇所が発生させたキャビテーション気泡群の高速度撮影結果

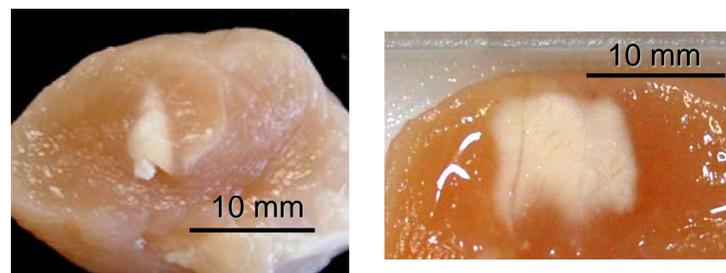


図6 通常的手法による加熱凝固（左図）と開発手法による加熱凝固（右図）