



強力集束超音波による 腫瘍焼灼シミュレーション —国産初の超音波治療器の開発を目指して—

研究・開発機関 : 東京大学、(独) 理化学研究所
 利用施設 : 東大Oakleaf-FX、理研RICC、スーパーコンピュータ「京」
 計算規模 : 格子点数 20億点、計算速度 30 TFlops (128 ノード、2048コア)
 利用ソフトウェア : ZZ-HIFU

Before

- 超音波診断装置関連では発振器設計に関するシミュレーションに留まっていた。
- 強力集束超音波による治療を予測するためのシミュレーションでは、生体内における複雑な超音波伝播挙動を扱う必要がありますが、計算規模の制限から実際に治療が行われる超音波の周波数より低い周波数での計算を行わざるを得ませんでした。

After

- 計算速度の大幅な向上に伴い、超音波治療器から臓器全体までを含めた系での大規模計算が可能となりました。
- 単に治療の様子をデモンストレートするだけのシミュレーションから、実際に治療器の設計にも利用できる精度の高いシミュレーションが可能となりました。

背景と目的

高齢社会においては、疾患の早期発見、早期治療が極めて重要な意味を持ちます。高齢者を含めた多くの方が、健康で生き活きた生活を送ることは、個人の生活の豊かさや介護の問題、さらには医療費に対する社会的負担の低減にも直接繋がる重要な問題です。そのような中、近年、強力集束超音波 (High Intensity Focused Ultrasound: HIFU) を用いた低侵襲な治療法が大きな注目を集めています。この治療法では、患部めがけて超音波を集束させることにより腫瘍の焼灼を行います。

本研究では、国産初の超音波治療器の実現に向け、シミュレーションを利用した治療器の開発および設計を進めています。

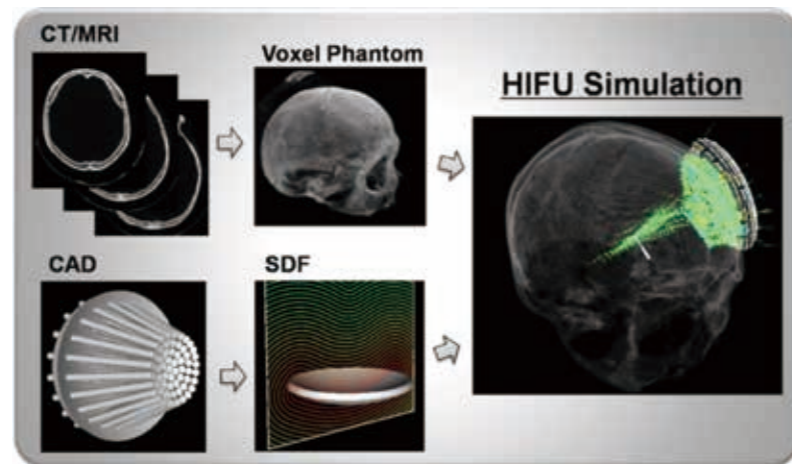


図1. 超音波治療シミュレータ

利用成果

東大 Oakleaf-FX を活用し、20 億の計算格子点数を用いることにより、乳房全体を考慮に入れた超音波治療シミュレーションを実施することに成功しました。その結果、乳房に存在する乳腺と脂肪の複雑な構造に起因して焦点が乱れるため、患者ごとの焦点制御が必要となることがわかりました。これに対し、患者ごとの医用画像データを利用し、アレイ型トランスデューサーで焦点制御することにより、十分な精度で焦点制御が行えることを示しました。

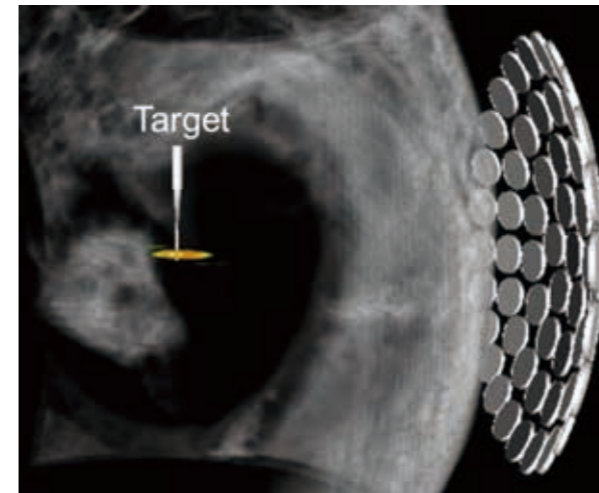


図2. アレイ型トランスデューサーによる焦点制御

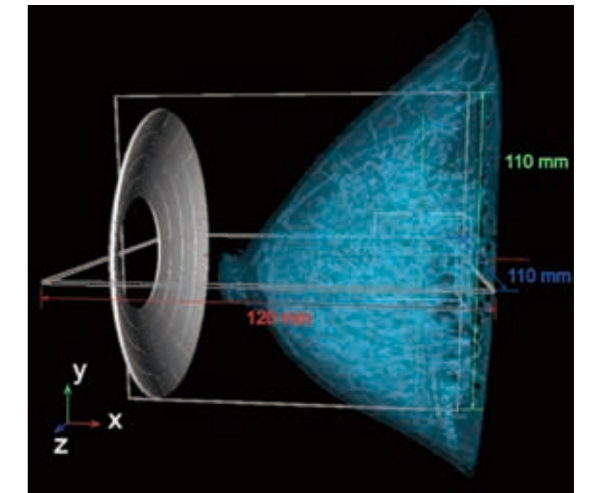


図3. 乳ガン治療を対象としたシミュレーション
(a)画像データから構築されたシミュレーション系

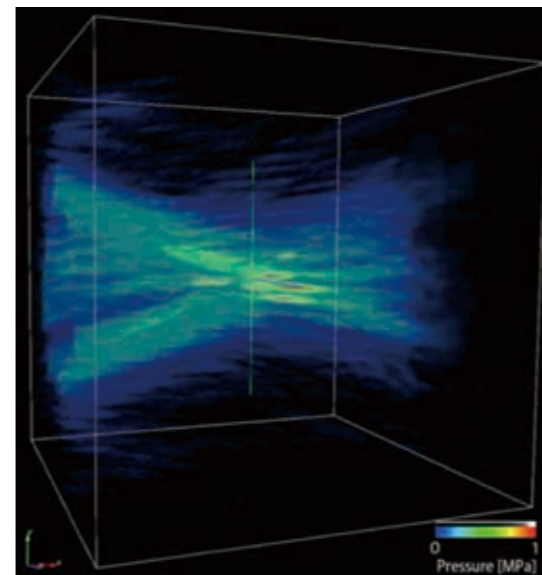


図3. 乳ガン治療を対象としたシミュレーション
(b)焦点制御なしの場合(焦点以外で高い圧力)

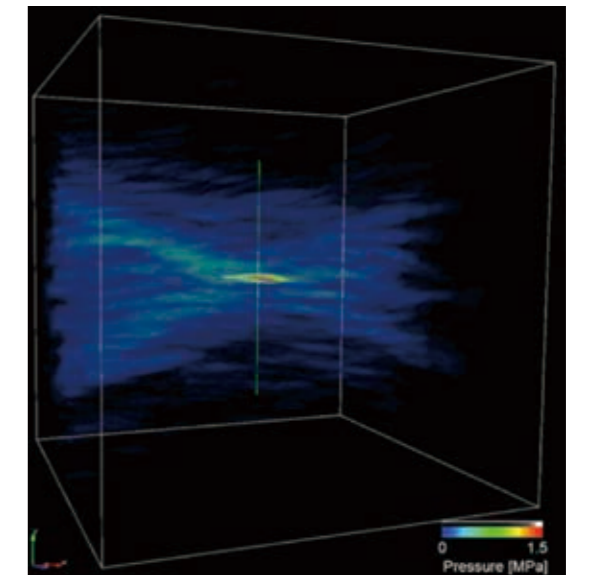


図3. 乳ガン治療を対象としたシミュレーション
(c)焦点制御ありの場合(焦点近傍のみで高い圧力)