

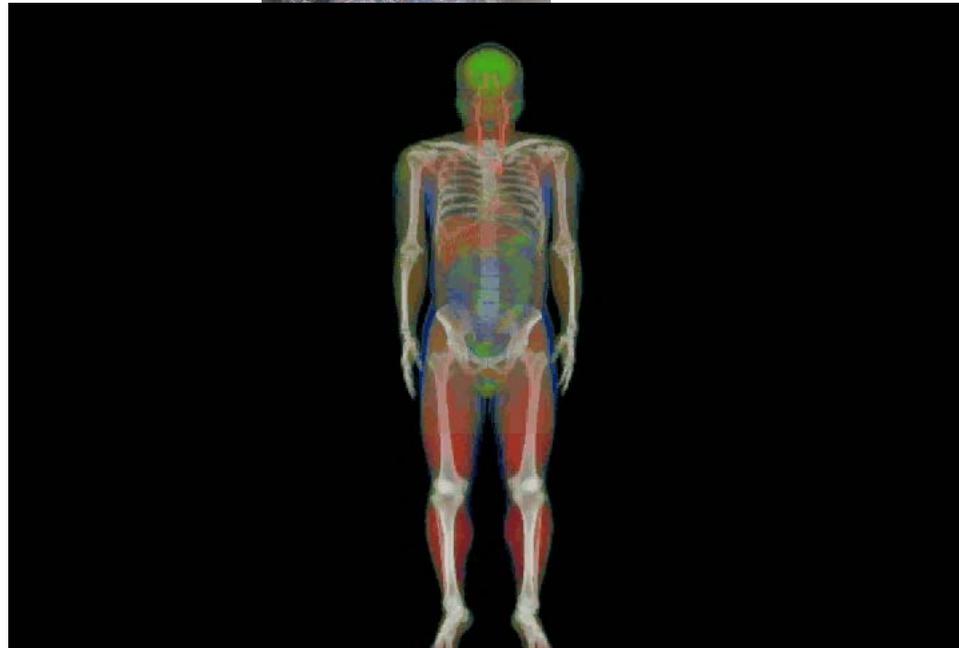
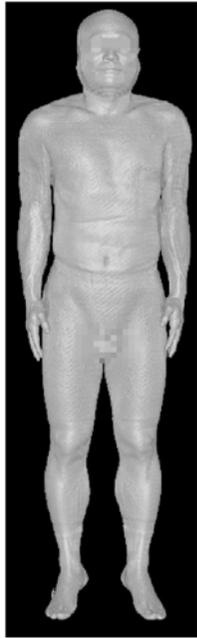
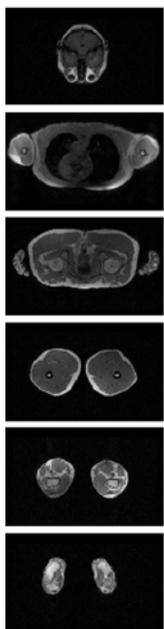
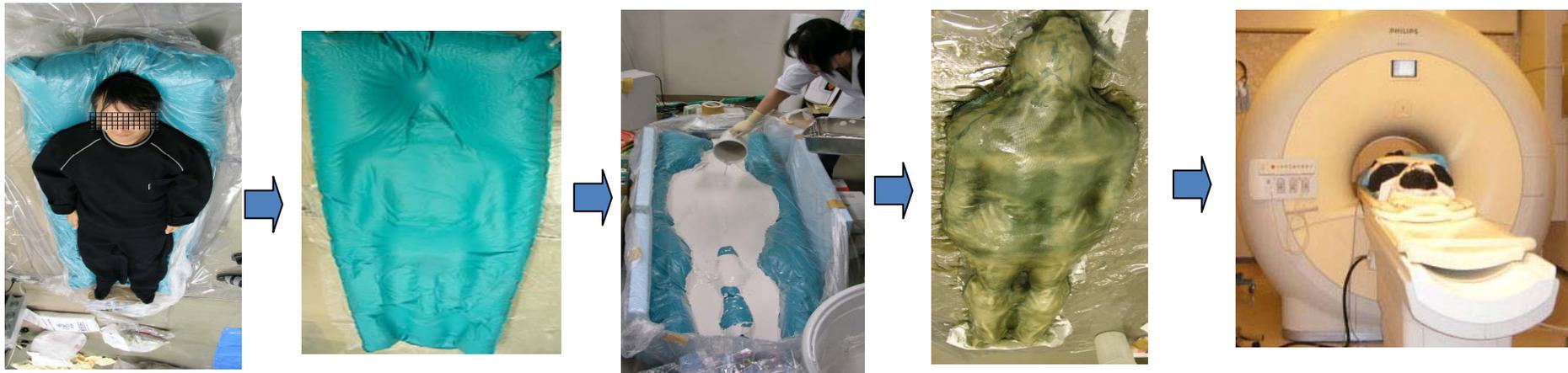
次世代生命体統合シミュレーション
臓器全身スケール研究開発チーム

臓器全身スケール医療支援 シミュレータの応用に向けて

チームリーダー： 高木周(理研, 東大)

メンバー： 松本洋一郎(東大・工), 姫野龍太郎(理研),
和田成生(阪大・基礎工), 松澤照男(北陸先端大・情報セ),
野村泰伸(阪大・基礎工), 山口隆美(東北大・工)
大島まり(東大・情報学環), 劉浩(千葉大・工),
久田俊明(東大・新領域), 野間昭典(京大・医),
野田茂穂(理研), 小野謙二(理研), 横田秀夫(理研),
岡澤重信(広島大・工)

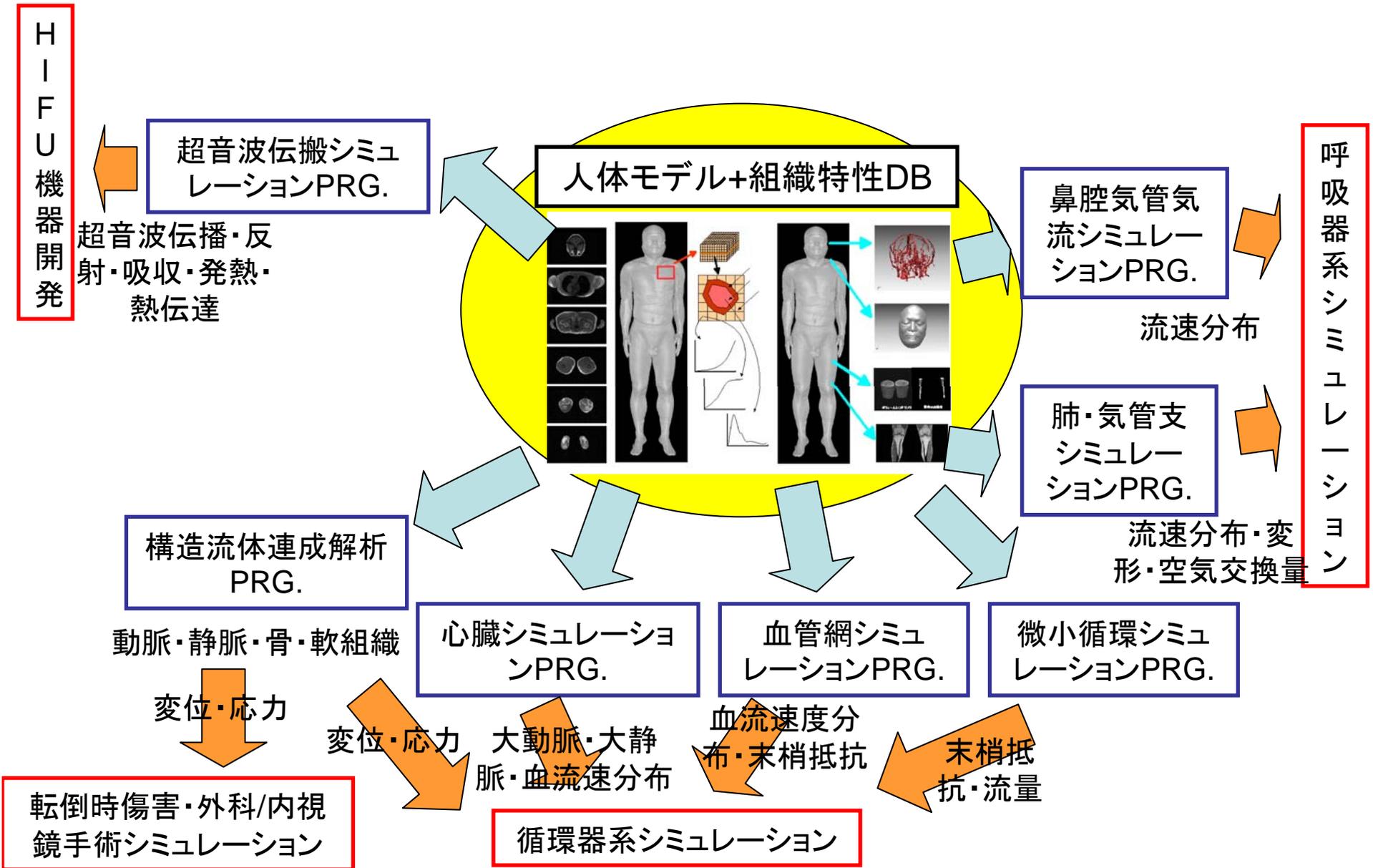
人体ボクセルデータの構築



1mm分解能の人体モデルのボリュームレンダリング

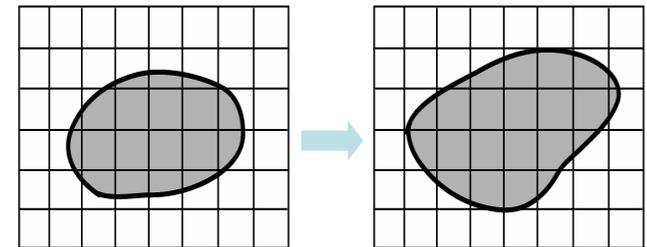
CTからのヤング率の推定

元になるデータ/プログラムとシミュレーションの関係



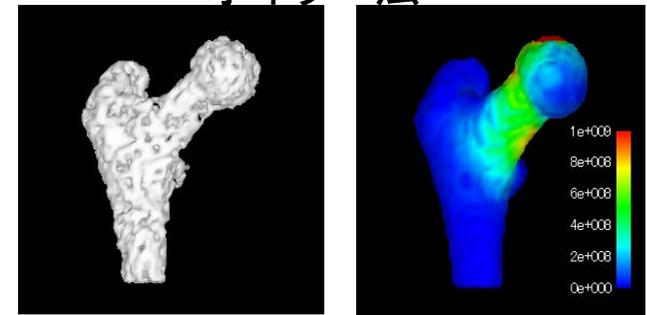
ボクセル構造流体連成解析プログラム

- どんなプログラムか
 - オイラー法とボクセル法を使った構造
 - 流体の強連成解析が可能なプログラム
 - 入力: 形状モデルと力や気流血流の境界条件
 - 出力: 変形量や流速の時間変化



オイラー法

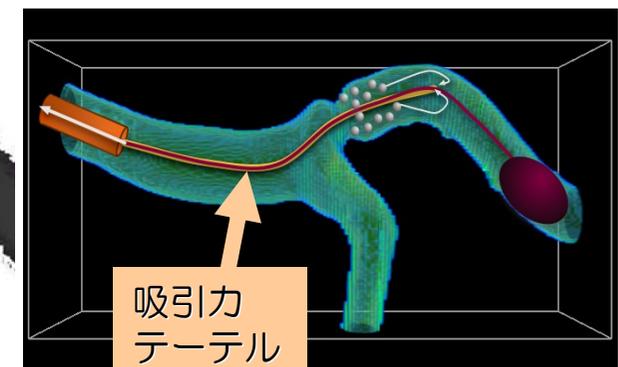
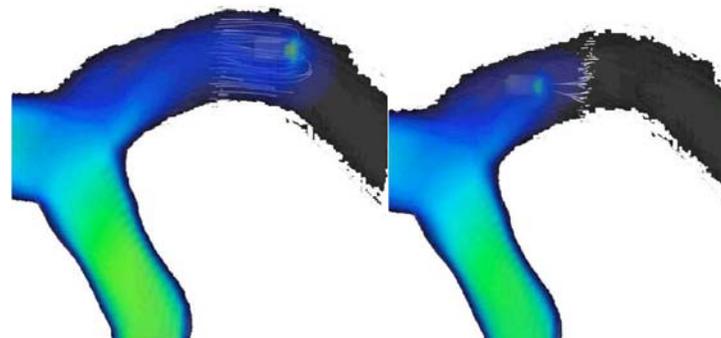
- 何ができるか
 - 呼吸時の気流や体の中の血流を、肺胞や気管、血管や筋肉など、周りの組織と連成して解析できる
 - 体内の様子を把握し、病気の原因や診断に生かすとともに、外科手術や内視鏡手術などのシミュレーションも可能



ボクセル法

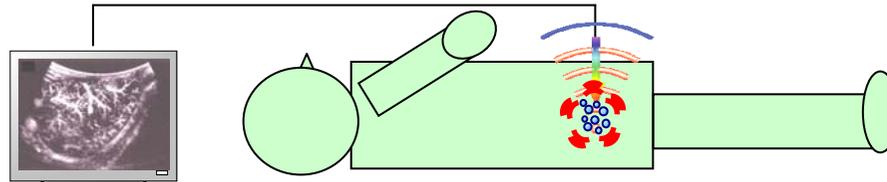
- 将来は
 - 姿勢変化時の体内の臓器移動・変形が求められ、重粒子線治療の援助や深部大静脈血栓症、床ずれなどの予防、車の衝突時の乗員や歩行者の傷害状況のシミュレーションなどに寄与できる

- 誰が使うのか
 - 開発段階
研究者
 - 完成時には
大きな病院
医師や技師

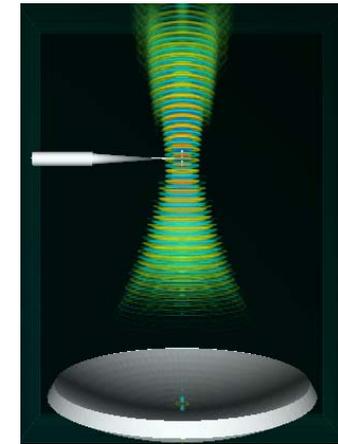


ボクセル超音波伝播プログラム

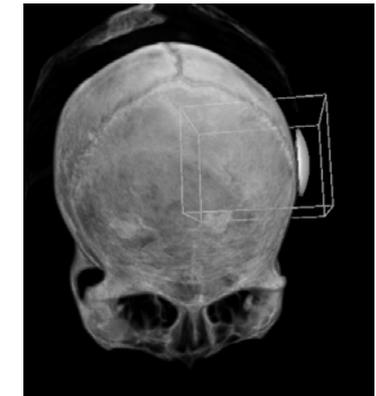
- どんなプログラムか
 - ボクセル型固定格子を用い、人体内の超音波の伝播挙動を再現する.
- 何ができるか
 - 骨や臓器など音響特性の異なる多媒質体内を伝播する超音波の計算が可能.
 - 超音波パネルの位相制御にともなう集束点の位置の見積もりが可能.



- 将来は
 - 人体ボクセルデータと組み合わせ、強力集束超音波を用いた手術支援シミュレータとして利用.
 - 発熱効果の導入による腫瘍焼灼に要する時間の検討
- これまでの開発状況と今後の計画
 - H18年 軸対称計算手法の開発
 - H19年 軸対称計算の実施と3次元計算手法の開発・実施
 - H20年 人体ボクセルデータを用いた人体内超音波伝播シミュレーションの実施
 - H21年以降、温度上昇を含めた強力集束超音波による腫瘍焼灼の計算



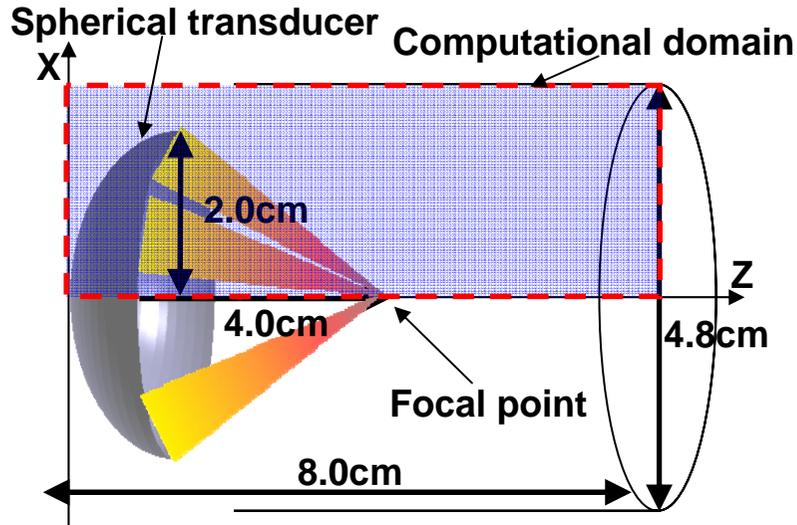
強力集束超音波(HIFU)



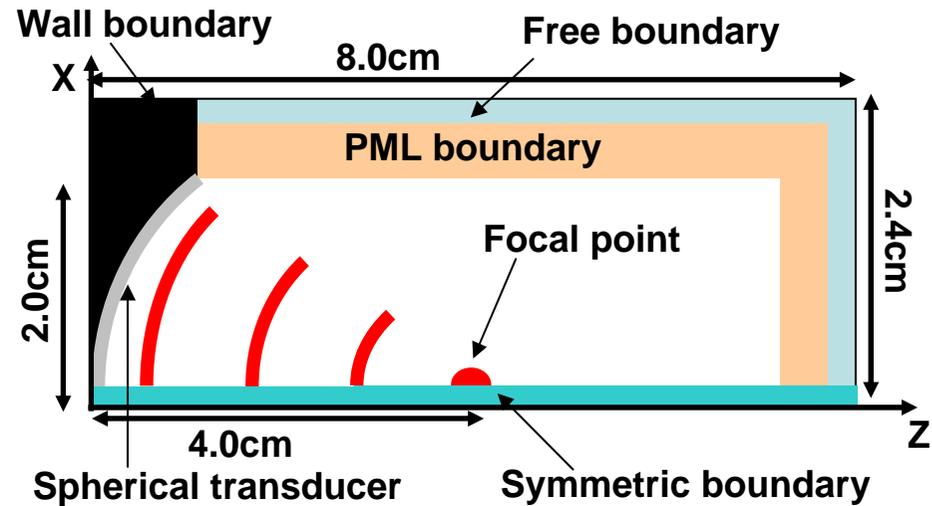
頭蓋骨越しのHIFU照射

超音波伝播シミュレーター・計算規模

■ 計算領域



□ 領域全体



□ 計算領域(現状)

■ 計算条件(現状, 2次元計算)

超音波周波数: 2.2[MHz]
開口半径: 20[mm], 焦点距離: 40[mm]
領域: 8.0cm x 2.4cm,
時間: 46[μs], 格子点数: 2855 x 985

■ 計算性能(現状)

計算機: NEC, SX7(1CPU)
CPU時間: 33時間
ベクトル化率: 99.28[%], メモリ量: 1408[MB]

■ 次世代スパコンでは,
3次元複雑形状へ

領域: 20cm x 10cm x 10cm,
時間: 1000[μs],
格子点数: 8000 x 2000 x 2000
CPU時間(概算): 100[min]
メモリ量(概算): 15[TB]



生体内超音波伝播シミュレータ

CT/MRI



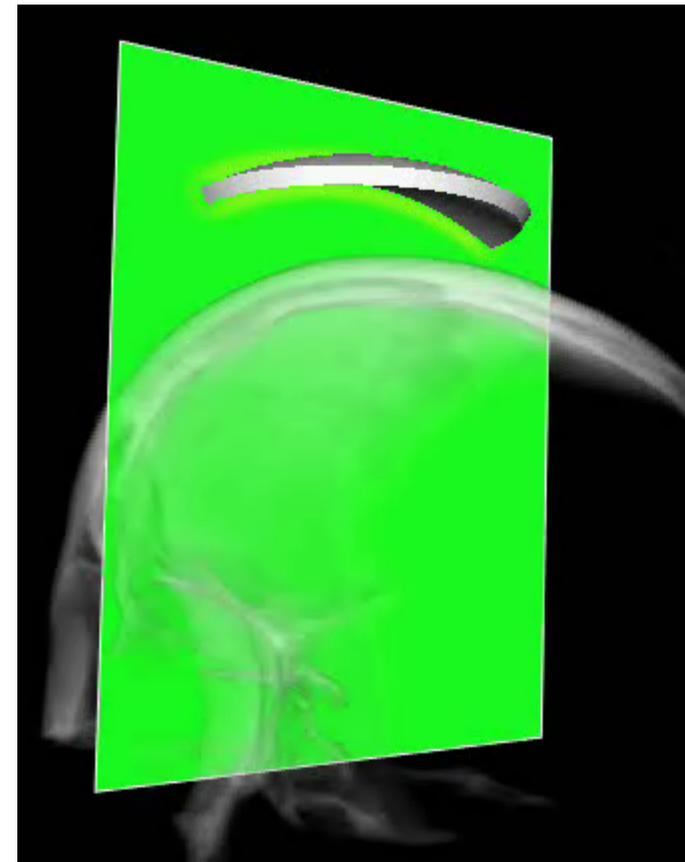
生体力学シミュレーションユニット, RIKEN

生体ボクセルモデル

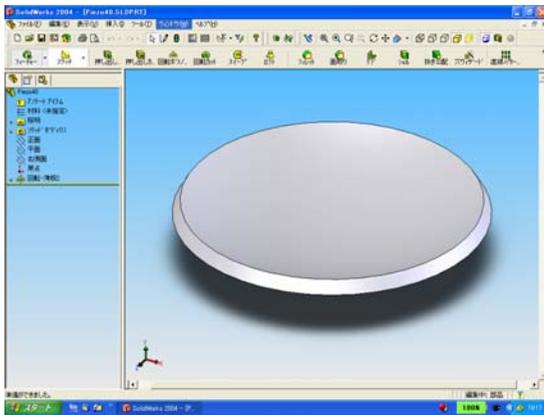


生体力学シミュレーションユニット, RIKEN

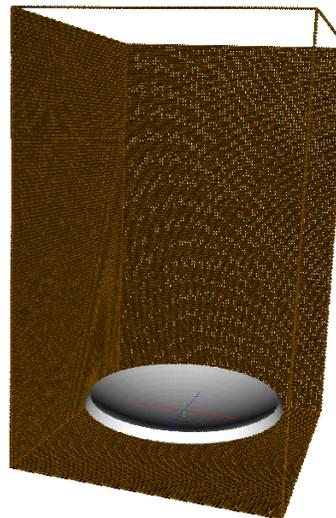
超音波シミュレーション



CAD

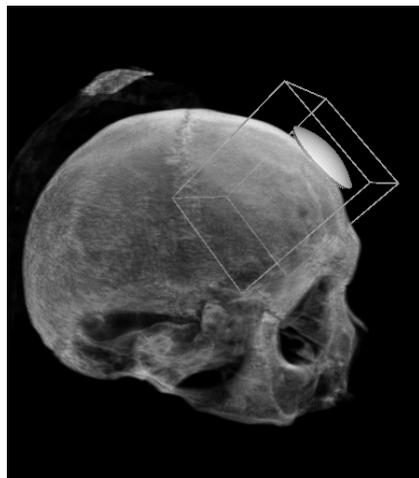


計算領域

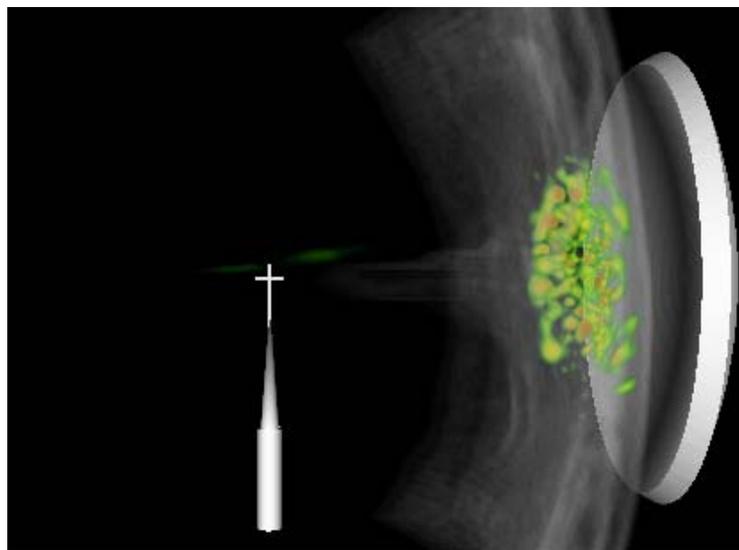
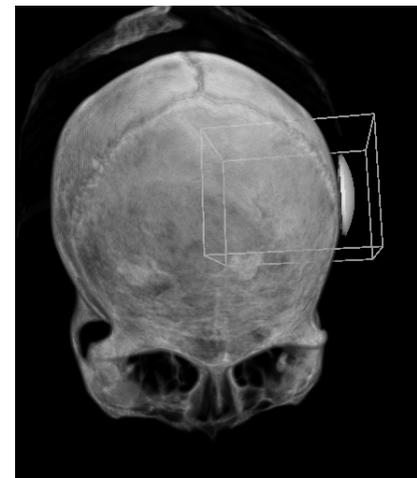


頭蓋骨内超音波の集束計算

頭部正面から照射



頭部側面から照射

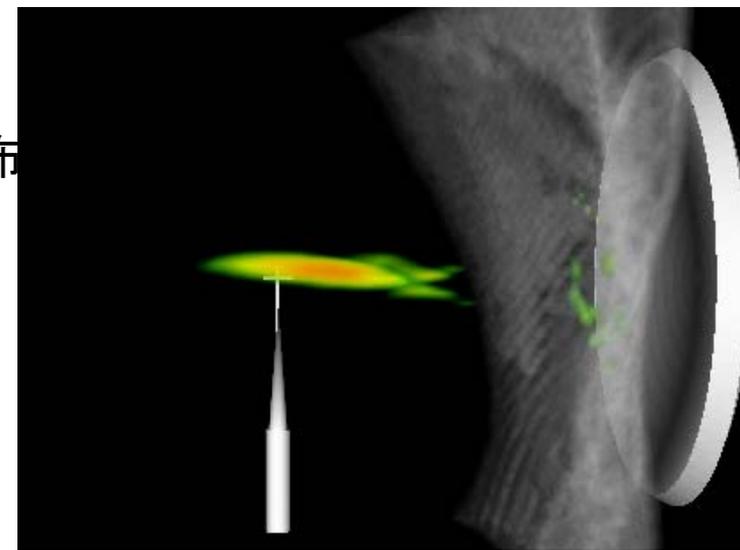


この条件ではターゲット部で十分な圧力振幅が得られず.

圧力振幅の分布



0 2
Pressure [MPa]



ターゲット部で有意な圧力振幅の発生.

臓器全身スケールチーム研究計画

テーマ	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度
全身ボクセルデータ作成の高度化と臓器全身力学モデルの構築			高解像度化と自動化				
				臓器の動的振舞いに対するボクセル連成手法の活用			
				細胞レベルからの臓器・筋骨格系の構築			
低侵襲治療法支援のための人体内超音波伝播シミュレータの構築		超音波伝播シミュレータの構築					
				リアルタイム診断・治療支援シミュレータの開発			
心筋細胞レベルからの心臓完全シミュレーション			心臓完全シミュレーションに向けた計算手法の改良と最適化				
			場を考慮した心筋細胞京都モデルの高度化				
血管網の構築と血液循環統合シミュレーション			血管網構築と血液循環シミュレーション				
			毛細血管シミュレーション				
			血栓形成プロセスの詳細シミュレーション				
肺呼吸・肺循環統合シミュレーション			気道・肺胞モデルの構築とマルチスケールボクセル手法の構築				
				肺呼吸・肺循環の連成			

病態のシミュレーションと治療支援ツールの構築

循環系統合