

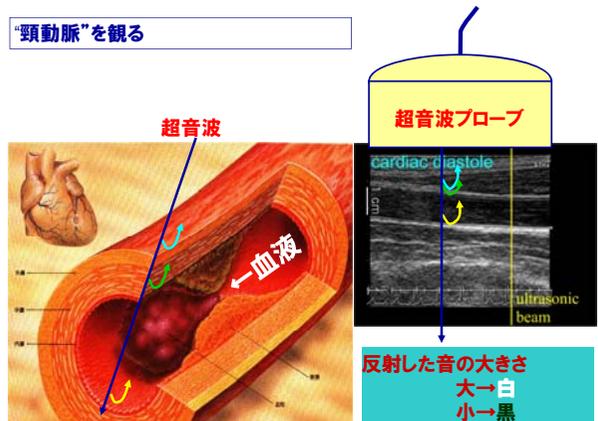


**超音波で  
身体内の状態を探る**

東北大学大学院 工学研究科/医工学研究科  
教授 金井 浩



“頸動脈”を観る

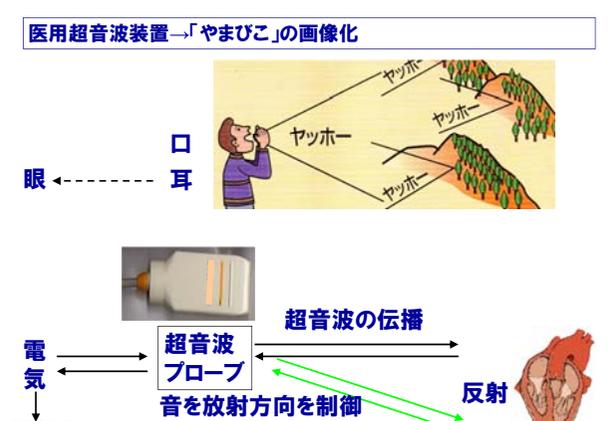


超音波  
超音波プローブ  
Cardiac diastole  
ultrasonic beam  
反射した音の大きさ  
大→白  
小→黒

「ニュートン」より

2 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

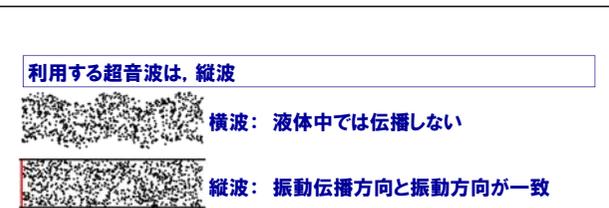
医用超音波装置→「やまびこ」の画像化



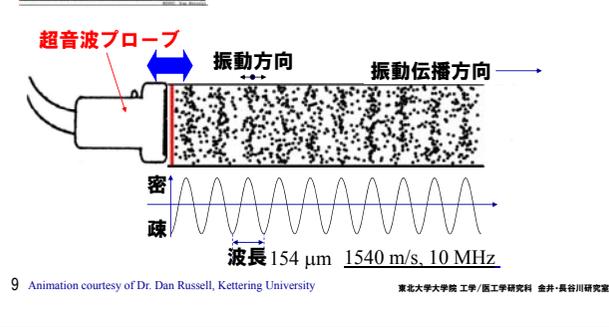
眼 ← 耳  
超音波の伝播  
電気 → 超音波プローブ → 音を放射方向を制御 → 反射 → 可視化

3 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

利用する超音波は、縦波



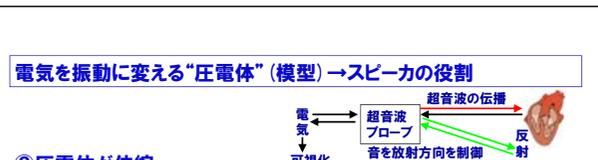
横波：液体中では伝播しない  
縦波：振動伝播方向と振動方向が一致



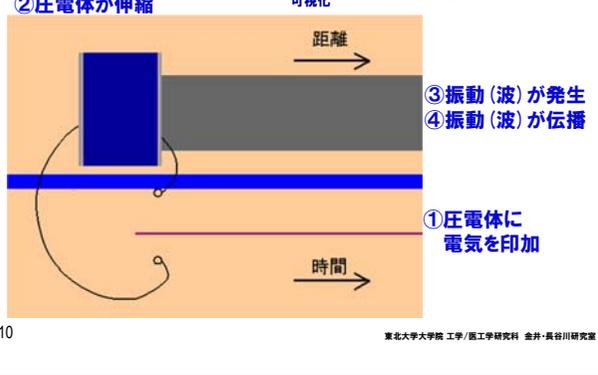
超音波プローブ  
振動方向  
振動伝播方向  
波長 154 μm 1540 m/s, 10 MHz

9 Animation courtesy of Dr. Dan Russell, Kettering University 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

電気を振動に変える“圧電体”（模型）→スピーカ役割



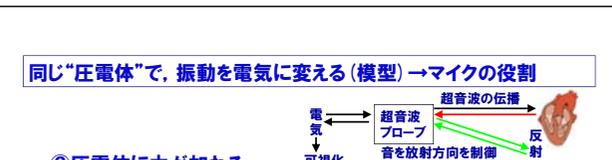
② 圧電体が伸縮



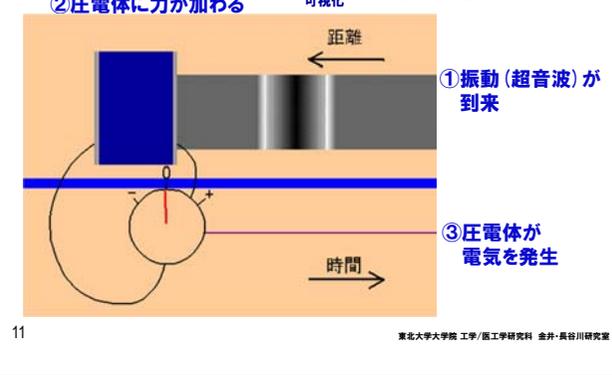
③ 振動（波）が発生  
④ 振動（波）が伝播  
① 圧電体に電気を印加

10 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

同じ“圧電体”で、振動を電気に変える（模型）→マイクの役割



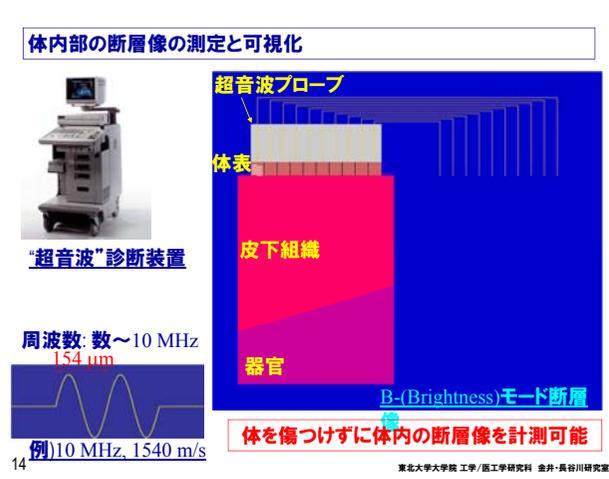
② 圧電体に力が加わる



① 振動（超音波）が到来  
③ 圧電体が電気を発生

11 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

体内部の断層像の測定と可視化

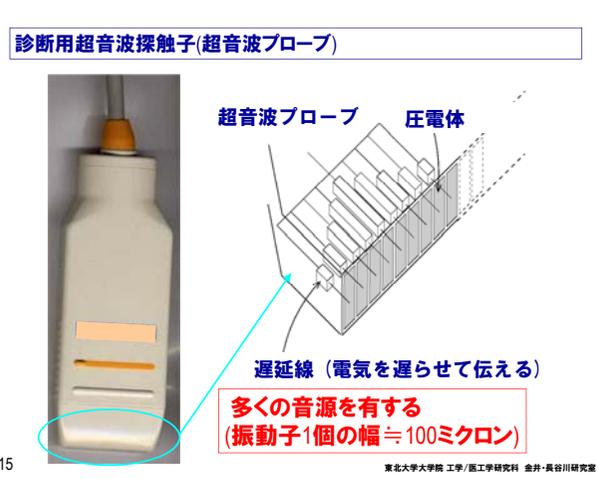


超音波プローブ  
体表  
皮下組織  
器官  
B-(Brightness)モード断層  
体を傷つけずに体内の断層像を計測可能

“超音波”診断装置  
周波数: 数~10 MHz  
154 μm  
例) 10 MHz, 1540 m/s

14 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

診断用超音波探触子(超音波プローブ)

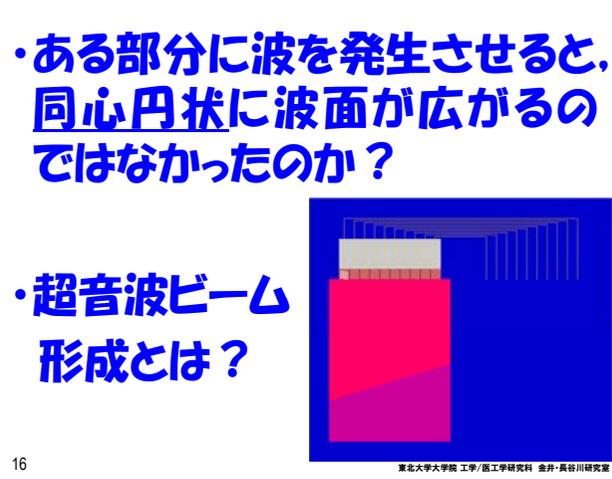


超音波プローブ 圧電体  
遅延線 (電気を遅らせて伝える)  
多くの音源を有する (振動子1個の幅≒100マイクロン)

15 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

ある部分に波を発生させると、同心円状に波面が広がるのではなかったのか？

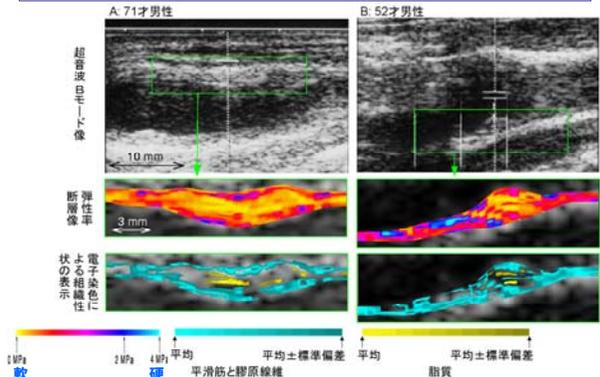
超音波ビーム形成とは？



16 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室



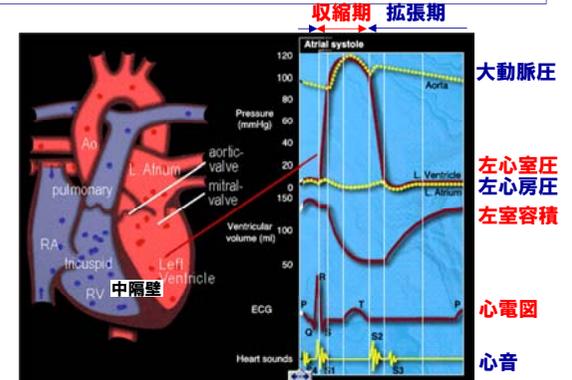
弾性に関する組織同定“電子の染色”



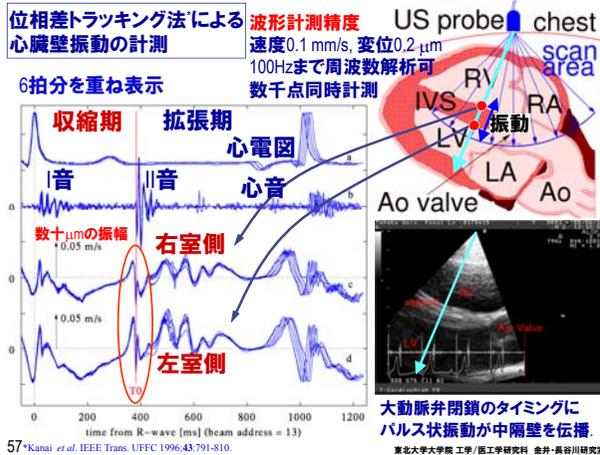
\*Hasegawa, Kanai, et al. J. Med. Ultrasonics, 2004,31:81-90. 動脈壁病変の内部構造を反映した分類結果  
 53 \*Kanai, Hasegawa, Ichiki, Tezuka, Koiwa. Circulation. 2003;107:3018-3021. 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

# 心臓壁心筋の新しい診断に向けて

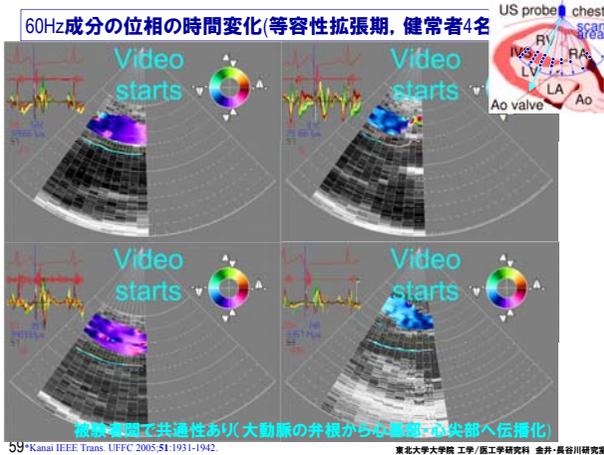
心臓弁開閉で振動が発生・伝播



心臓壁を伝播する振動の伝播速度から、壁の弾性・粘性特性を推定する  
 50 Andromeda Medical Science the Cardiac Cycle,より 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室



57 \*Kanai et al. IEEE Trans. UFFC 1996;43:791-810. 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

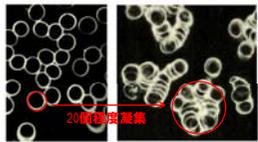


59 \*Kanai IEEE Trans. UFFC 2005;54:1931-1942. 東北大学大学院 工学/医工学研究科 金井・長谷川研究室

# 静脈血の固まり易さの新しい診断に向けて

“赤血球凝集度”の非侵襲的評価は、今後重要な課題

血栓症、動脈硬化、高コレステロール血症、高脂血症、糖尿病、悪性疾患、肥満など広範囲な疾患を引き起こす要因<sup>1</sup>



赤血球の顕微鏡像<sup>2</sup>  
 (a) 正常な赤血球 (b) 赤血球凝集

MC-FAN法(MicroChannel array Flow Analyzer)  
 毛細血管モデルを流れる血液の様子を観測する………侵襲的  
 MC-FAN法による血液流動性の様子<sup>3</sup>

超音波による“赤血球凝集度”の非侵襲かつ定量的な評価法の実現を目指す

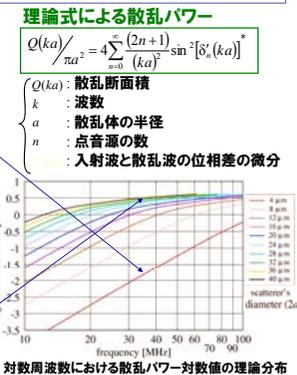
<sup>1</sup> Paeng DG, et al.: Ultrasound in Medical & Biology, 2004;30:45-55.  
<sup>2</sup> 氏家京子 訳: 沈黙の血栓. 中央アート出版, (2000)  
<sup>3</sup> Kikuchi Y, et al.: Microvascular Res., 1994;47:126-139.

赤血球<<波長 → 散乱波の周波数特性により凝集サイズを推定

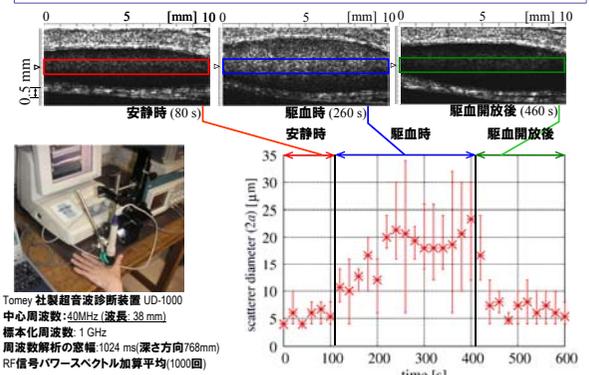
対象物aが、波長λより十分小さい場合



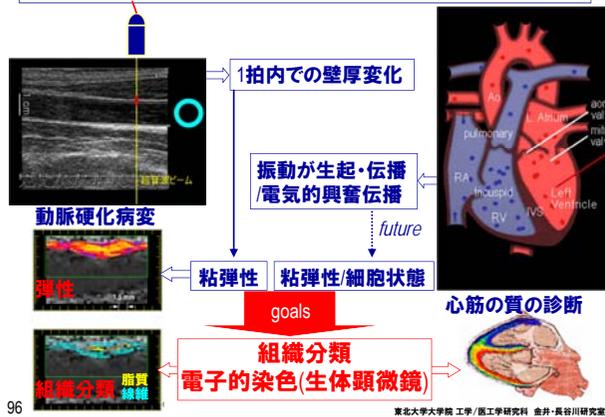
凝集  
 凝集後の対象物aが、波長λ程度の大きさ  
 反射: 周波数依存性なし  
 power ∝ f<sup>0</sup>



駆血前後の血液凝集サイズ経時変化in vivo計測(健常, 手甲静脈)



生理現象の超音波高精度計測による組織性状診断



優れた研究教育環境で、様々な“感動”を経験し 次世代を担う若者が“challenging spirit”を育む

Engagement, Challenge, Fringing, and Satisfaction

TOHOKU UNIVERSITY

住み良い都市「杜の都 学都 仙台」

●住み良かった都市ランキング (日経地域情報264号より)

1位 福岡	4位 札幌
2位 仙台	5位 静岡
3位 広島	

●住みたい都市ランキング (2004年時事通信社調べより)

1位 京都 9.6%	4位 東京 6.6%
2位 静岡 7.8%	5位 福岡 6.2%
3位 仙台 7.2%	

国有林の囲まれたキャンパス



仙台市内の東北大学キャンパス(4%)



東北大学は、3番目の帝国大学

2007年6月22日 創立100年

公式ロゴマーク

東北大学100周年記念セミナー

青春のエッセー 阿部次郎記念賞

高校からの総合評価: 日本一

総合評価

1位 東北大学

進学して伸びた

1位 東北大学

生徒に勤めたい

2位 東北大学

広報活動が熱心

3位 東北大学

東北大学を薦める6点

- ①研究第一主義
- ②高い教育水準
- ③世界への扉: 交換留学・国際会議多数開催
- ④門戸開放: AO入試, 男女共同参画, サイエンスカフェ
- ⑤実学主義の伝統
- ⑥優れた教育・研究環境

①研究資金獲得は第3位、一人当たり第1位

科学研究費補助金トップ5

東京大学	212億2173万円
京都大学	142億8098万円
大阪大学	105億2580万円
東北大学	104億1107万円
名古屋大学	66億3321万円

## ①研究第一主義： 世界的に高い研究水準を教育に反映

①最先端・一流の研究、②研究の仕方(問題発見・解決)の訓練

科学論文被引用数ランキング 世界トップテンも		人文社会科学の論文引用度指数 日本一	
2005年	2位 (国内第1位) 材料科学	1位	東北大学 115.1
	世界第13位 (国内第2位) 物理学	2位	広島大学 115.0
	世界第22位 (国内第5位) 化学	3位	神戸大学 113.3
2006年	3位 (国内第1位) 材料科学	4位	京都大学 113.1
	世界第9位 (国内第2位) 物理学	5位	日本大学 111.5
	世界第21位 (国内第5位) 化学		

111

## 21世紀の地球の課題

### エネルギー・資源問題：化石燃料の枯渇

- 新エネルギー開発, 高効率化, 新素材開発

### 人口問題：人口爆発, 食料・資源不足, 少子高齢化

- 水資源開発, 医療, 介護, 福祉

### 地球温暖化問題：気象・生態系異常, 災害先鋭化

- 安全社会構築, 温室ガス固定

### 複合化: 巨大科学, 科学の限界, 心の豊かさとは 市場原理主義の限界

- 幅広い知の結集

120

客員教授 (東北大学工学部電気工学科昭和58年卒業)  
田中耕一博士 ノーベル化学賞(2002年)



蛋白質のイオン化：失敗を逆に利用  
することで掴んだ大発見

### 実学を大切に研究風土

「東北大学は、本多光太郎先生、八木秀次先生、西澤潤一先生など、多くの実学の研究者を輩出しています。その自由で、**役立つ研究を大切に**する学風を学んだことが、私の研究を後押ししてくれたものと思っています。」(受賞決定後の談話)

121

## 大学院の意義

学部(4年間)基礎学力を習得(座学・実験)→準備

4年生: 研究室配属, 自分の机, 卒業研究

修士課程(2年間): 課題の解決能力を習得

→企業の開発部門へ就職

博士課程(3年間): 課題の発見能力を習得

→大学/企業の研究部門へ就職

→博士号: 大学が認める「研究者のお墨付」

→未解決課題の研究開発を主体的に遂行



122

## 東北大学: まとめ

### • 最高の勉強環境

- 教授陣, 施設, 研究資金
- 基礎から最先端までの教育プログラム
- 最先端の研究テーマ
- 国際的なネットワーク
- 社の都, 森のキャンパス

### • 多様な人材の育成

- 4つのAO入試, 一般選抜入試
- 高校生, 留学生, 社会人

### • 社会からの最高の評価



124

## 皆さんにとって、大学時代とは

一生をかけ得る「夢」の発見

↓  
気概・秘術

部活, 友人作り  
就職(学校推薦あり)  
研究遂行能力習得  
専門科目習得  
一般教養習得

↑  
「感動」を体験

↑  
良質の環境の選択

127