

## 第35回Rad-US学術講演会

# 超音波診断の過去・現在・未来

聖マリアンナ医科大学  
臨床検査医学講座  
超音波センター  
辻本文雄

2011年11月26日

## 超音波診断の歴史

1880: P. & J. Curie	圧電効果発見
1917: Langevin	ソナー開発
1925: Pirece	超音波干渉計の発明
1942: Dussik	超音波を医学に応用(脳)
1949: Howry	超音波断層像の開発
1949: Ludwig	腹部に超音波検査を応用(胆石)
1954: Edler, Hertz	心臓に超音波検査を応用
1955: Jaffe	PZT (Lead zirconate titanate)に圧電効果を発見
1957: 里村, 仁村	ドブラ法の開発
1958: Donald	接触複合走査法開発
1968: 井出	階調性超音波法開発
1971: Bom, Somer, 内田, 萩原, 入江	リアルタイム電子走査装置の発明
1972: Holm, Goldberg	穿利用振動子の開発
1982: 滑川	カラードブラ診断装置の開発

注: 年号は主に研究者の論文記載年であり、装置がそれ以前に存在していることもある。

超音波は1880年、フランスのCurie兄弟が圧電効果(piezoelectric effect)を発見したことで初めて発生可能になった。その後、フランスのLangevinが1917年、潜水艦探知器を目的としたソナーを開発したことで、超音波は実用化された。さらに金属内探傷器、魚群探知器として利用されてきた。医学に超音波が応用されたのは、1942年Dussikが透視法による脳の超音波検査(Aモード)を行ってからのことである。1949年、HowryとBlissはパルス法により超音波断層像(Bモード)を得る方法を報告し、1950年に画像化されている。同時期にLudwig&SmithersはBモード画像による胆石の検出に成功している。1954年にはEdlerとHertzはecho-cardiography(心エコー法)の分野を開拓した。1958年には腹部の接触複合走査法(contact compound scan)がDonaldによって始められた。1971年には電子走査型超音波診断装置が開発され、今日の超音波検査の礎盤のもととなった。1972年、Kosoffはグレースケール(gray scale)表示法を考案した。現在、広く呼称される言葉だが、すでに類似の表示方法は1968年、DonaldとAbdulla、日本では井出により、階調性超音波法として報告されていた。1972年、Holm&Goldbergにより穿利用振動子が開発され、その後の超音波ガイド下穿刺法の発展のもととなった。1982年にはカラードブラ診断装置がアロカ社の滑川によって開発された。

## 超音波診断装置の本格的な臨床応用

### 圧電効果

振動子の後方にはダンパー(弱音器)があり、後方に発生した超音波は吸収される。振動子の前方より生体に入射した超音波は反射、散乱して戻ってくると、振動子に当たり、振動子が振動することにより電流が発生する。

1880: P. & J. Curie 圧電効果発見

### 圧電正効果

交流電圧を印加すると、振動子が振動し、超音波が発生する。

### リアルタイム電子走査の原理

電子スイッチ、振動子、走査方向

①によるビーム  
②によるビーム

超音波ビームは振動子1個ずつ横に直線状(リニア)にずれていくので、振動子1個以上の方位分解能は得られないことがわかる。

### Bモード画像の完成

リニア型探触子、コンベックス型探触子

速度ビーム、Aモード、輝度変調、モニター画像(Bモード)

1971: Bom, Somer, 内田, 萩原, 入江 リアルタイム電子走査装置の発明

## MTIレーダの原理

MTI= moving target indicator(移動目標検出器)

発信機、パルス増幅器、デュプレクサ、MTIフィルタ、表示器

バースト波、移動目標、固定目標

△出力、B出力、MTI出力

時間(距離)

バースト波を時間を置いて固定目標(森林)と移動目標(ジェット機)に放射し、戻ってきた波形を引く算すると、固定目標からの波形は変化がないのでゼロとなり、移動しているものからの波形は位相が変化しており、信号が検出される。これは動いているもののみを検出すレーダの原理である。

### 腎のカラードブラ画像

速度表示、エネルギー表示

1982: 滑川 カラードブラ診断装置の開発

## 現在: 超音波検査・診断の問題点

- 誰が検査を行うのか。**  
 資格: 臨床検査技師、医師、放射線技師、看護師 — それぞれの分野の免許を持つが、超音波検査に関しての専門性は低い。  
 画像診断では放射線技師が検査を行い、専門性が高い。
- 誰が診断するのか。**  
 法律上、超音波診断は医師が行なう。  
 医師一資格?: 超音波専門医・指導医と資格を持たない医師とで何の差異もない。  
 本音: 検査を行った人(検査士等)が既に診断しており、医師の診断は「めくら判」である。  
 その場で診断できなかった場合は、検査自体が無意味であることが多い。  
 画像診断では画像(放射線)診断医が診断する。
- どのような装置を使用するのか。**  
 診断装置(記録装置を含む)の性能および価格の大きな格差:  
 性能: Bモードのみ、ドブラ付加、ARFI(エラストグラフィ)付加、2Dアレイプローブ付加  
 実勢価格: 100万~3000万円~30倍の開きがある。  
 画像診断では性能と価格はほぼ比例しており、価格差も極端に開いていない。

## 超音波検査は元々低い検査料として設定されている?

超音波検査に関する現行の保険点数	乳房画像診断のおおよその検査料
D215 超音波検査 (記録に要する費用を含む)	MMG: 4~5,000円 (画像診断料含む)
1 Aモード法 150点	造影MRI: 33,000円 (画像診断料含む)
2 断層撮影法 (心臓超音波検査を除く)	造影CT: 33,000円 (画像診断料含む)
イ 胸部部 53点	
ロ その他(頭頸部、四肢、体表、末)	
3	
イ Mモード法 500点	乳房超音波検査: 350点(画像診断料なし)
ハ 経食道心エコー法 1,500点	腹部超音波検査: 660点→550点→530点
ニ 胎児心エコー法 1,000点	
注 別に厚生労働大臣が定める施設基準(※告示回第5・6の3, P. 870)に適合するものとして地方厚生局長等に届け出た保険医療機関において行われる場合に限り算定する。	
4 ドブラ法(1日につき)	
イ 胎児心音観察、末梢血管血行動態検査 20点	
ロ 脳動脈血流速連続測定 150点	
ハ 脳動脈血流速マッピング法 400点	
5 血管内超音波法 3,600点	

**乳腺超音波検査は余りにも安すぎる!**

注1 2又は3について、造影剤を使用した場合は、所定点数に150点を加算する。  
この場合において、造影剤注入手技及び造影剤は加算点数に含まれるものとする。



# 平成21年度 医療費の動向

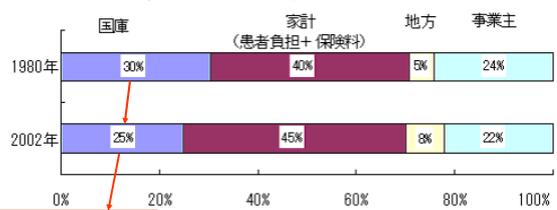
表1-1 医療費の推移 (単位:兆円)

年度	総計	医療保険適用							公費
		70歳未満						70歳以上	
		被用者 保険	本人	家族	国民 健康保険	(再掲) 75歳以上	(再掲) 75歳以上		
平成16年度	31.4	17.3	9.3	4.8	4.5	8.0	12.8	1.4	
平成17年度	32.4	17.5	9.4	4.9	4.5	8.1	13.5	1.4	
平成18年度	32.4	17.2	9.4	4.9	4.5	7.9	13.8	1.4	
平成19年度	33.4	17.4	9.5	5.0	4.5	7.9	14.5	1.5	
平成20年度(1)	34.1	17.7	9.8	5.2	4.6	7.9	14.8	11.4	1.6
(構成割合)	(100%)	(51.9%)	(28.7%)	(15.2%)	(13.5%)	(23.2%)	(43.5%)	(33.5%)	(4.6%)
平成21年度(2)	35.3	18.1	10.0	5.3	4.7	8.1	15.5	12.0	1.7
(構成割合)	(100%)	(51.2%)	(28.3%)	(14.9%)	(13.3%)	(23.0%)	(44.0%)	(34.2%)	(4.8%)
(2)-(1)	1.19	0.38	0.19	0.10	0.10	0.19	0.68	0.63	0.12

$8.1/35.3 = 22.9\%$

注1. 社会保険診療報酬支払基金及び国民健康保険団体連合会における審査分の医療費(算定ベース)である。注2. 医療保険適用者70歳以上には、後期高齢者医療の対象(平成19年度以前は老人医療受給対象)となる65歳以上70歳未満の障害認定を受けた者を含む。医療保険適用75歳以上は、後期高齢者医療の対象となる者に係る計数である。注3. 「公費」欄には、医療保険との併用分を除く、公費負担のみの医療費を計上している。出典:厚生労働省平成21年度医療費の動向

# 医療費の国庫負担の引下げ



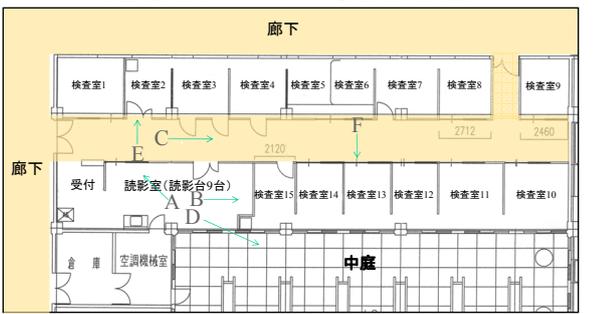
2009年: 22.9%

2006年8月12日、小泉首相は「医療制度改革」で、**三方一両損**という表現を使って、**医療機関・患者・保健加入者が1/3ずつ負担する**とした。しかし、**患者と保健加入者はともに国民であり、国民負担が2/3となるから、損は二方しかなく、政府のみが得をしたことになり、論理的には完全に破綻していた。日本のマスコミは愚かである。**

**三方一両損の真の意味:**落語・講談にあり、左官金太郎が三両拾い、落とし主の大吉五郎に届けるが、吉五郎はいったん落とす以上、自分のものではないとし、頑として受け取らない。**大岡越前守は一両足して、二両ずつ兩人に渡し、三方一両損にして解決する。**

出典:外科系学会社会保険委員会連合会 日本の医療費について

# 超音波センター見取り図

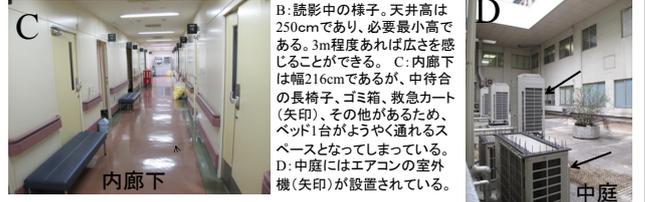


空調装置は、超音波診断装置より発生する熱があることより、各個室別に設置されている。最も狭い検査室は15番であり、開口2.1m、奥行き3.5mであり、車いすが入ることができる広さであり、超音波検査を行うに際して、必要最小限の広さと思われ、被験者の出入りに多少の支障を来している。最も広い検査室は1、10、11番であり、開口3m、奥行き3.1ないし3.5mであり、被験者がベッドごと入室できるようにしている。検査室1、9番を除いて、いずれの検査室も完全には独立していない。これは、完全な個室にすることによる被験者と検査者とのトラブルを防ぐ目的で各室が一部でつながっているように設計されているためである。1、9番の検査室には今後監視モニターを設置する予定になっている。超音波センター内の廊下の幅は16cmであり、車いす同士のすれ違いには十分な幅であるがベッド同士はすれ違えない。扉は開き戸(いずれも内開きで、片開きと両開きがある)と引き戸があるが、引き戸が被験者の入室に際しては便利である。読影室に読影台は9台設置されているが、書く検査室にも読影台は備え付けられており、検査室内でも読影することができる。

# 読影室



A: 読影室の外観。 B: 読影中の様子。天井高は250cmであり、必要最小高である。3m程度あれば広さを感じる事ができる。 C: 内廊下は幅216cmであるが、中待合の長椅子、ゴミ箱、救急カート(矢印)、その他があるため、ベッド1台がようやく通れるスペースとなってしまう。 D: 中庭にはエアコンの室外機(矢印)が設置されている。

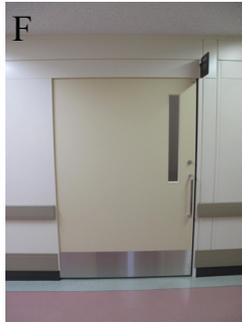


# 両内開き扉



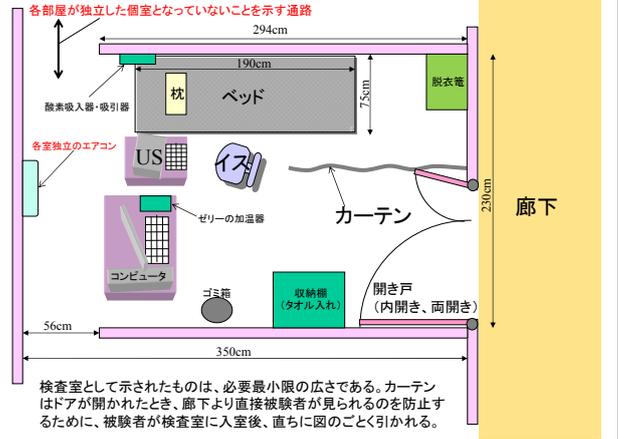
E: 扉の大きさは全体で縦208cm、幅130cm、小さい方の扉の横幅は45cmである。

# 引き戸



F: 引き戸は縦208cm、幅130cmである。

# 超音波検査室の様相



検査室として示されたものは、必要最小限の広さである。カーテンはドアが開かれたとき、廊下より直接被験者が見られるのを防止するために、被験者が検査室に入室後、直ちに図のごとく引かれる。

## 各室の診断装置、ベッド、椅子等の配置



ベッド: 180cm × 60cm × 63 cm (長さ × 幅 × 高さ)



ベッド: 190cm × 70cm × 55cm (長さ × 幅 × 高さ)

A: ベッドの高さが63cmあるため、椅子は座面が最大62cmの高さになるものが設置されている。  
 B: ベッドの高さは55cmで、椅子は座面が最大50cmの高さになるものが設置されている。

## 椅子の座面までの高さを最大50cmに上げた時の姿勢



検査士A 身長156cm



検査士B 身長166cm

検査士Aはほぼ日本人の成人女性の平均身長である。この場合、かかとが地面に接地できないことが分かる。  
 検査士BはAより10cm身長が高く、足底が地面に完全に接地しているが、膝関節を中心として、大腿と下腿のなす角度が90度にはなっていない。検査士A、Bは通常の検査時に椅子を最大50cmに上げずに検査を行っている。

## 超音波センターにおける機器備品の定格

超音波診断装置のモニタ画面の上端までの高さ H社 135cm  
 S社 139cm  
 P社,T社 140cm

椅子の座面までの高さ(最高位) 47~50~(62)cm

ベッド 190cm × 70~75cm (長さ × 幅)  
 180cm × 55~60cm  
 高さ 55~60~63cm (幅の狭いものに高さが高いものが多い)

(私の身体長に伴うVDT作業環境の違い)

座面より両眼までの長さ: 74cm

下腿の長さ: 48cm

両眼の高さ: 50cm (椅子の高さ) + 74cm = 124cm

62cm (椅子の高さ) + 74cm = 136cm

最近の装置  
 モニタ画面の位置改善

一般にVDT (visual display terminals) 作業ではモニタ画面を見下ろすのが良い作業環境である。しかし、超音波診断装置のモニタ画面の上端が私の両眼より下になるには、H社の装置のみ椅子の高さが最大62cmになる特殊な椅子でようやく可能である。私の下腿の長さが48cmであるので、椅子の座面までの高さは50cm程度が限界であり、モニタ画面は現在市販されている全て診断装置で高いと考える。日本人の成人女性の平均身長は158cmであることより、椅子の高さも50cm以下でなければならなくなり、私との比較で単純に計算しただけで、モニタの上面の位置は現在のものより20cm以上下げる必要がある。ベッドの高さは最も低いもので55cmであるが、いずれも高く、被験者が転倒する危険性がある。50cm程度のものが理想的であり、被験者の身長の高さを考えると、40cm以下まで下げることができる可動式のベッドが望ましい。

## 超音波検査の利点と欠点

### 利点

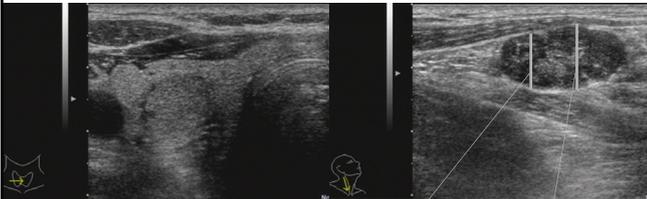
- 簡便 (≠簡単)
- 非侵襲 (→偽陽性・偽陰性は侵襲的?)
- リアルタイム性 (→見逃しもあり得る)
- 超音波ガイド下穿刺
- 低価格 低い保険点数 ⇔ 利点? 欠点?

### 欠点

- 高い難易度
- 低い再現性
- 検査者依存
- 被験者依存

- その場で診断を考えながら撮像しないと正しい診断のみならず病変を捉えることもできない。
- 偽陽性/偽陰性の山ということもあり得る。

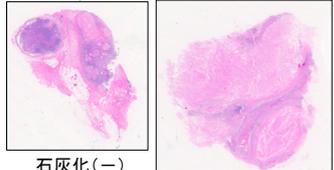
## 超音波検査は偽陽性と偽陰性の多い検査である。



検査者は、「甲状腺右葉に腫瘤を認め、乳頭癌およびリンパ節転移」と考えた。石灰化は何れの腫瘤にも認めると思い込んだ。



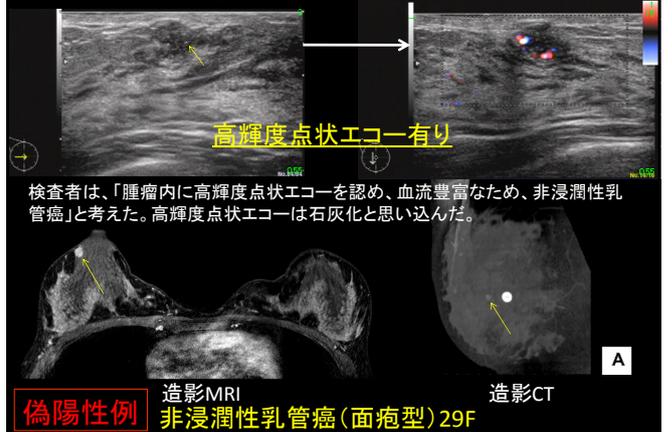
腺腫様甲状腺腫 + 結核腫 56M



石灰化(-)

肉芽腫は壊死物質を取り囲むように線維化を認めるが、結核に特異的な所見はなかった。しかし、チールニールセン染色で結核菌が検出された。

## 超音波検査は偽陽性と偽陰性の多い検査である。

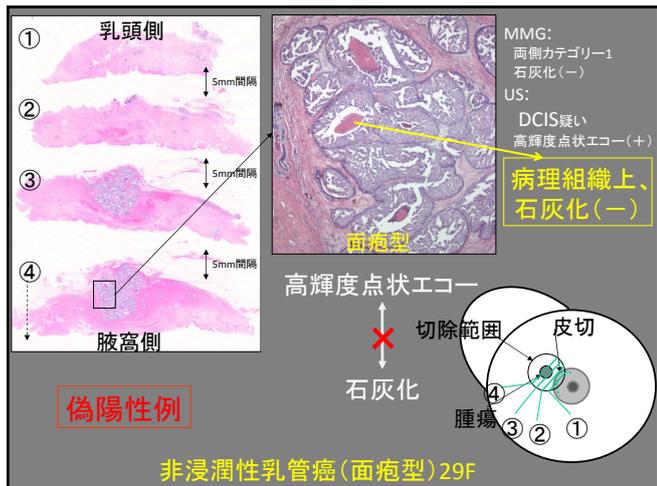


高輝度点状エコー有り

検査者は、「腫瘤内に高輝度点状エコーを認め、血流豊富なため、非浸潤性乳管癌」と考えた。高輝度点状エコーは石灰化と思い込んだ。

偽陽性例 造影MRI 非浸潤性乳管癌(面泡型) 29F

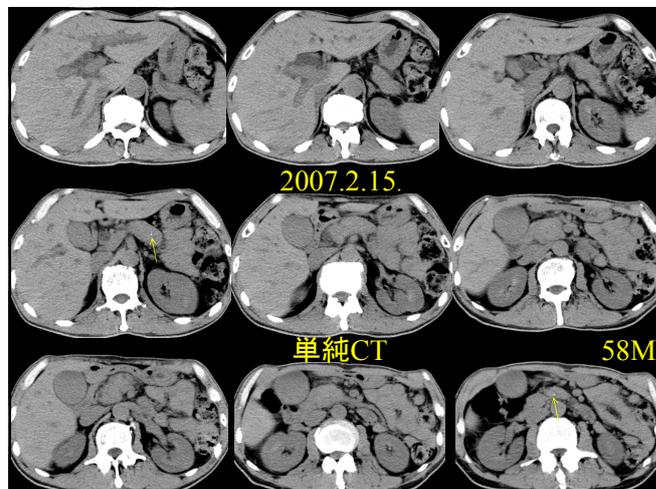
造影CT

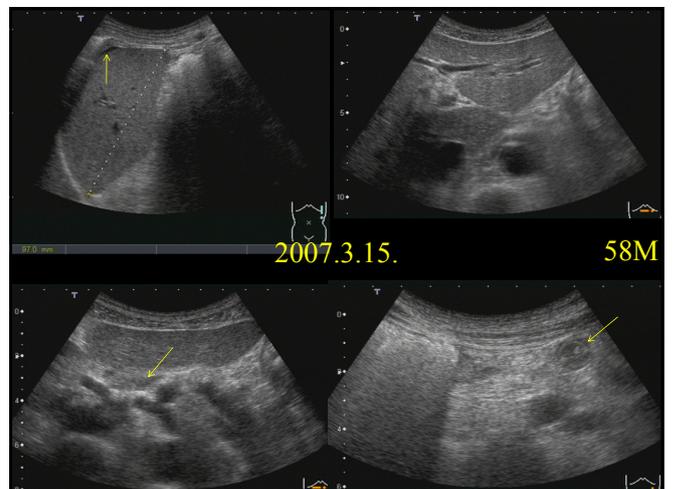
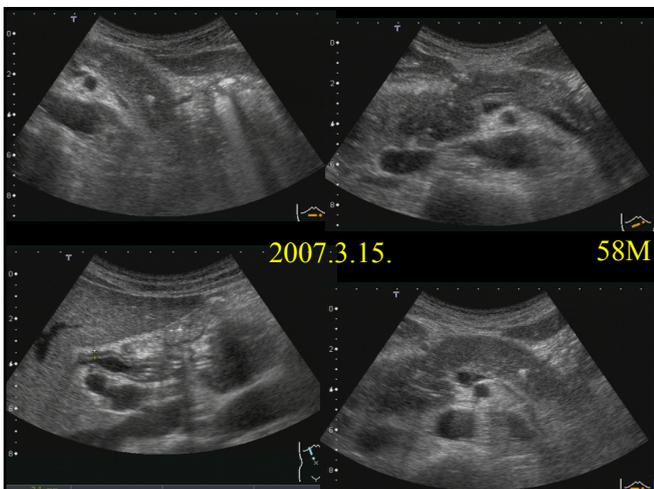
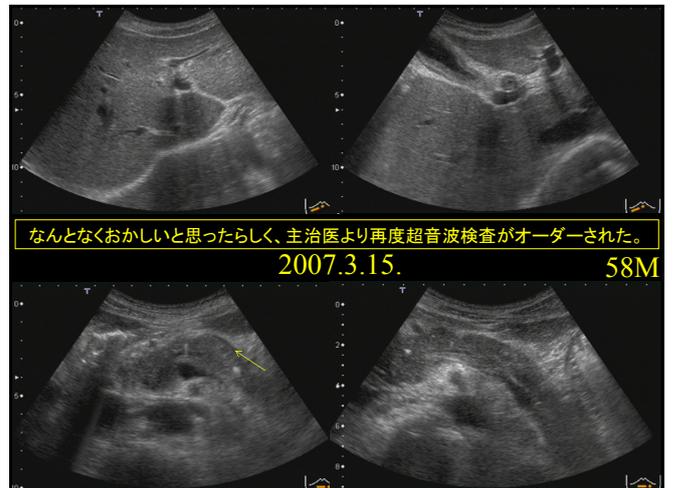
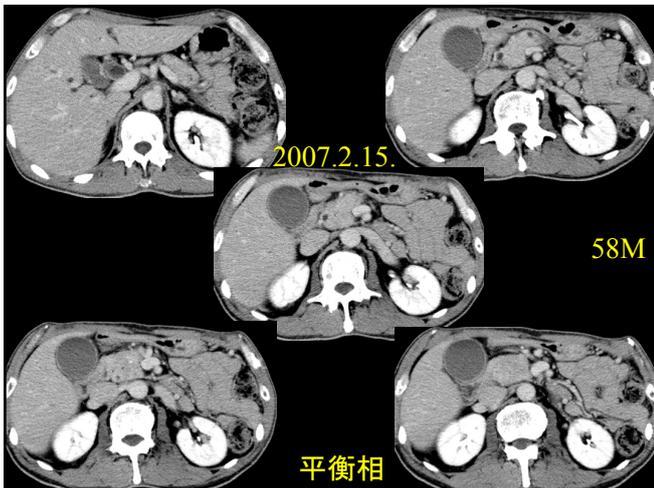
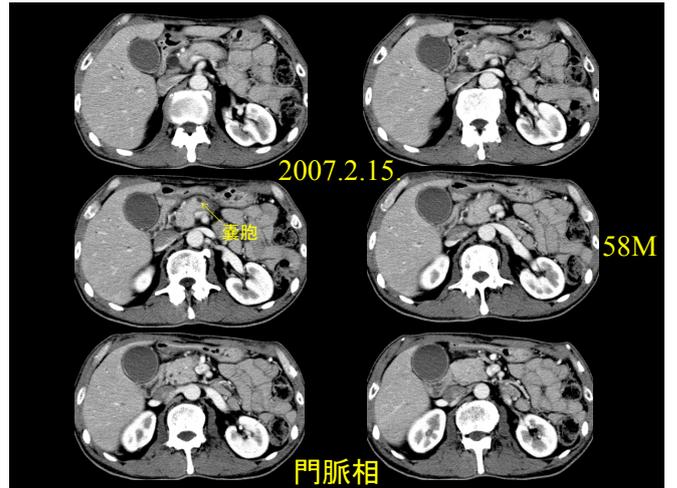
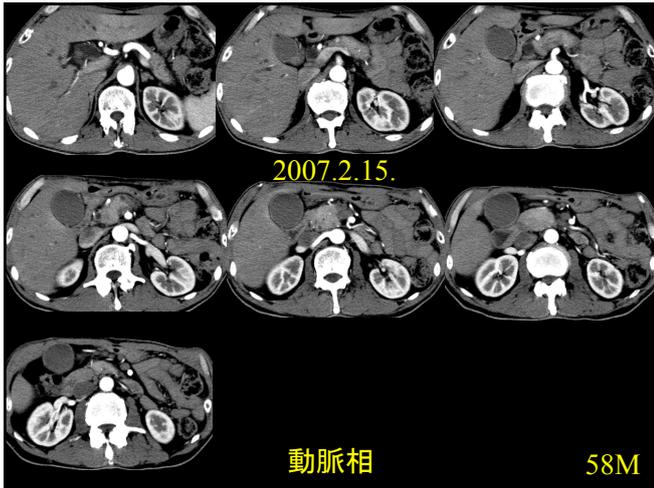


### 最初の超音波診断

【肝臓】		【肝外胆管】	
大きさ	正常	肝外胆管拡張	+ 12mm
実質エコー	均一	可視範囲内、胆管内に明らかな腫瘍や結石は描出されません。	
実質エコーレベル	正常	【膵臓】	
肝表面	整	頭部付近において、一部硬い領域（圧迫にて変形が認められない約23mmの等エコー域）が観察されます。このため、膵頭部あるいはファーター-乳頭部付近の腫瘍が疑われます。境界は不明瞭です。主膵管は2.7mmで拡張は認められません。	
辺縁	鋭	【脾臓】	
肝内胆管拡張	+ S8 (5mm) S3 (4mm)	異常なし	
占拠病変	-	【右腎臓】	
肝内胆管拡張が両葉に認められます。		赤字：誤っているところで後から画像を見ても誤りが指摘できる。	
【胆嚢】		異常なし	
緊満しておりdebrisが認められます。		【左腎臓】	
壁肥厚は認めません。また、胆嚢周囲に少量の腹水が認められます。		異常なし	

下線部は受動態：動作を行う者をはっきりさせないときに使う。





## 再検時の超音波診断

脾は全体にエコーレベルが低く、脾体部では被膜下にわずかな液体貯留が存在します。脾の腫大は頭部で見られ、脾全体に幾つか小さな石灰巣を示すコメットエコーが存在します。脾体部で主脾管の軽度拡張を認め、脾頭部に向かい、taperingしながら、途絶・中絶像は認めません。拡張した主脾管に軽度の凹凸不整を認めます。(管壁がわずかに破綻状になっているため) 肝外胆管と胆嚢壁の均一な低エコーの肥厚(3mm)を認めます。肝内胆管で、B8は広狭不整に見えます。No. 8aのリンパ節腫大を認めますが、リンパ節門を確認することができ、扁平であり、接する動脈により変形を受けていますので、柔らかく、炎症に伴なうものと考えます。脾は丸く、58歳という年齢を考慮すると、中等度の脾腫を認めます。脾周囲で、左横隔膜下に少量の腹水が存在します。以上の所見をまとめると、acute on chronic pancreatitisで、まずautoimmune pancreatitisを考えます。また、sclerosing cholangitisを合併しています。消化管もスキャンしました。小腸の壁がわずかに厚く見える部が左下腹部に描出されました。軽度のenteritisで、これもautoimmuneによるものと考えます。

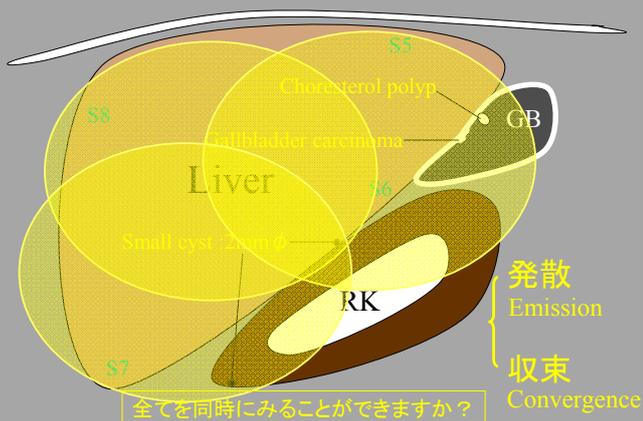
診断: Autoimmune pancreatitis (acute on chronic state)  
with sclerosing cholangitis.

IgG分画のcheckよろしくお願ひ致します。 → IgG4 高値

## 「超音波検査・診断に対する誤った認識と心がけに対する問い」

- ・あなたは見逃しをしない自信がありますか。
- ・見逃しをしない自信はどのような根拠に基づいていますか。
- ・それは多数例の経験によるものですか、あるいは医学的知識によるものですか。
- ・長年、超音波検査に携わっているにもかかわらず、見逃しの多い人はいませんか。

## 見逃しのない走査方法とは?



全てを同時にみることができますか?

## 直観像 Eidetic imagery

- ・心理学用語の一つ。以前に見たものが、まるで目の前にあるかのように鮮明に見える現象。「残像」や空想とは異なり、数時間後や数日後、あるいは数年後でさえ、一度見たものが原色で正確かつ明瞭に再現される。
- ・図や写真や光景をちょっと見ただけで細部まで覚えてしまうのを直観像という。このような異常な記憶を総称して超記憶という。

鈴木唯昭画

## Dynamic Visual Acuity

動体視力

直観像

Eidetic imagery

・高齢社会となり高齢運転者の増加に伴い65歳以上の運転免許証を更新する際、必要となっている。



宮本武蔵画

動体視力測定器

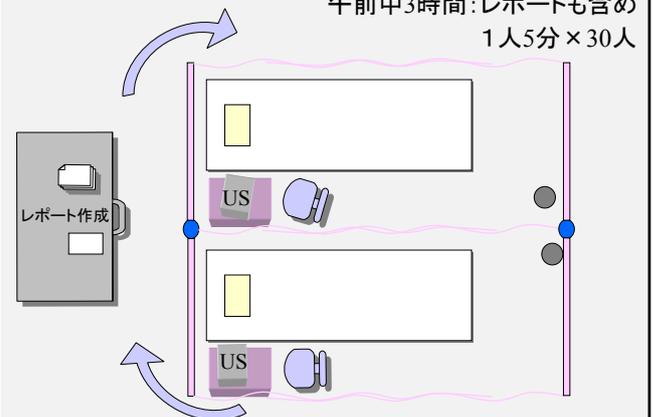


宮本武蔵(作者不詳)

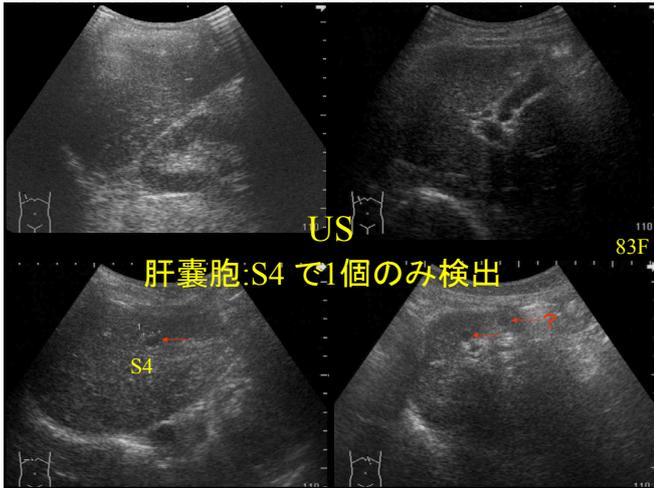
## 私の超音波トレーニング法(右脳鍛錬法)

午前中3時間: レポートも含め

1人5分×30人





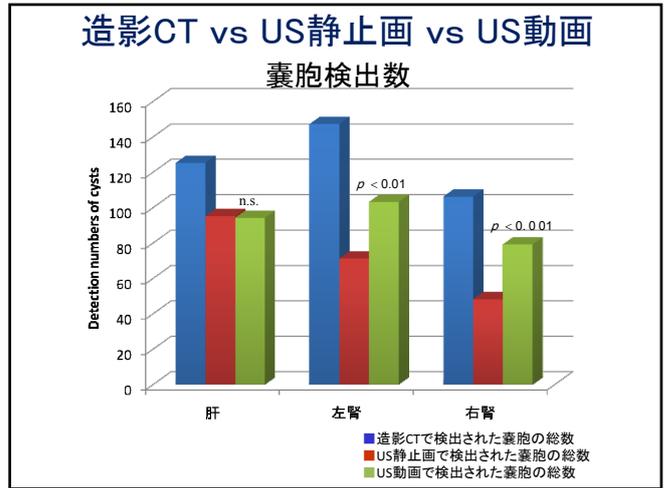
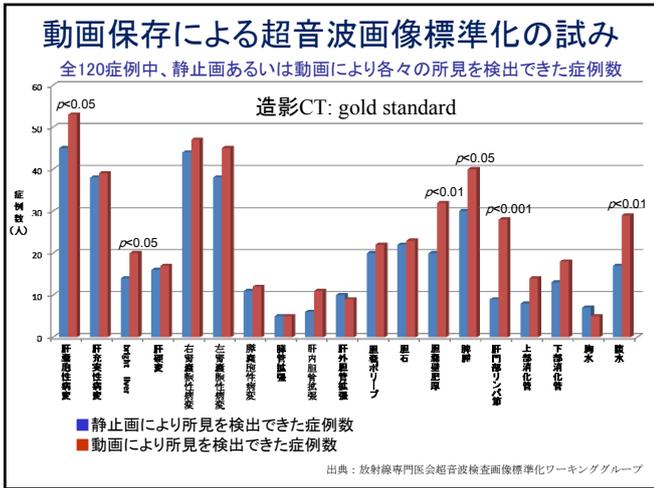


### 腹部超音波検査撮像の手順

1. 肝の走査  
2. 心臓動脈走査  
3. 左季肋部走査  
4. 右季肋部走査  
5. 胆嚢の走査  
6. 腎臓の走査  
7. 膀胱の走査  
8. 膵臓の走査  
9. 脾臓の走査  
10. 腹水の走査

動画保存は合計30走査(1走査30秒以内)

出典：放射線専門医会 超音波検査画像標準化ワーキンググループ



### 動画USが有意に多く検出できた項目

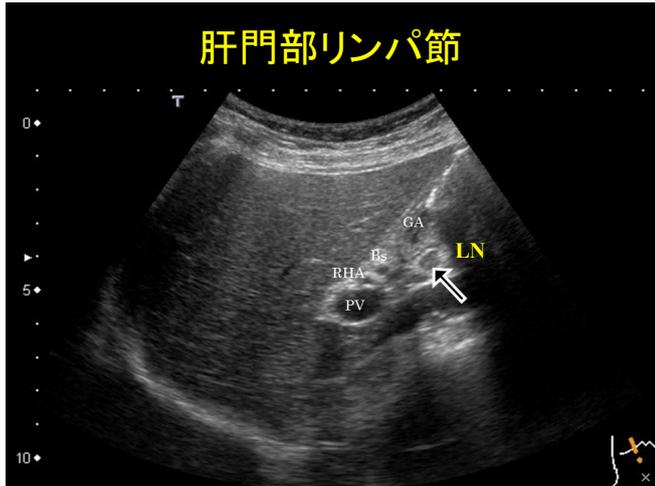
- 肝門部リンパ節 ( $P < 0.001$ )
- 胆嚢壁肥厚、腹水 ( $P < 0.01$ )
- Blight liver、脾腫 ( $P < 0.05$ )

(静止画US)  
検査者が所見を認識しなければ検出されない

(動画US)  
繰り返し再生や低速度での再生で詳細評価が可能

問題点：読影に時間を要する





**乳房自動走査装置**  
 automated breast volume scanner  
 ABVSの概観 (ACOUSON S2000)  
 撮像に際して多少の圧迫感はあるものの、マンモグラフィと比べ、痛みはない。

a: 装置の概観  
 b: 操作時の概観  
 c: AP view

矢印: 探触子がモータにより頭尾方向に移動する。

**乳がん検診における乳房自動走査装置の果たす役割**

**ABVSの走査方法**

AP View  
 Medial View  
 Lateral View

**ABVSによる多方向断層画像(嚢胞)**  
 One Automated 2D Acquisition

Transverse  
 Radial  
 Sagittal  
 Anti-Radial  
 Coronal  
 MultiSlice

**Six Diagnostic Views**

通常のtransverse viewに加えて、sagittal, radial, anti-radial, coronal, multisliceの、計6画面が描出可能である。

**超音波振動子に用いられる主な圧電材料 (piezoelectric material)**

材料名	化学構造	商品名	属性
水晶	SiO <sub>2</sub>		水熱性単結晶
硫酸リチウム	Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	LH	水溶性単結晶
ニオブ酸リチウム	LiNbO <sub>3</sub>		高融点単結晶
ジルコン酸チタン酸鉛	Pb(Ti,Zr)O <sub>3</sub>	PZT	圧電セラミックス
ポリフッ化ビニリデン	(-CH <sub>2</sub> -CF <sub>2</sub> -)	PVDF	高分子圧電体
硫化カドミウム	CdS	アニューアレキプロブ	圧電半導体
酸化亜鉛	ZnO		圧電半導体

**シリコン: Si → 次世代の振動子** シリコンウエハー上に回路が構成される

シリコン:ケイ素(珪素、珪素、けいそ)は原子番号14の元素で、半導体部品は非常に重要な用途。常温、常圧で安定な結晶構造は、ダイヤモンド構造で、比重は2.33、融点1410℃、沸点2600℃。有機基を有するはシリコーンと呼ばれる。これは、油状のものはワックス、熱媒体、消泡剤などに用いられ、ゴム状のものはホースやチューブ、樹脂状のものは塗料や絶縁材、接着剤などに利用される。(シリコンウエハー)

**3D,4D(real-time 3D)超音波診断装置は必要か？**

- 一般的には、エラストグラフィも含めて新技術に対しては研究題材、その他の便宜により、その有用性に付いて言及されることがほとんどである。
- 費用対効果を考慮しないと、普及しない。  
 例外:産科領域では普及率が高い。赤ちゃんの立体像に対して両親が感激するという大きな効果を持つ。
- 動画を含めて膨大なvolume dataを普通の人間がまともに認識できるか？

解決策の1例: ABVSであってもスクリーニングの乳房検査では動画を含めた3D表示は行わず、XY断面の静止画を読影するか、あるいは将来はCAD (computer aided detection and diagnosis) に委ねる。——neurocomputer

## Elasticity Imaging: Clinical indication

### I. Static imaging:

#### 1. manual compression

Real-time Tissue Elastography (Hitachi, etc) — **世界初**

ESie Touch Elasticity Imaging (Siemens)

Clinical indication: liver, breast, thyroid, prostate, tendon, and muscle

#### 2. acoustic radiation force impulse

Virtual Touch Tissue Imaging (Siemens)

Clinical indication: liver, breast, thyroid, prostate, tendon, and muscle

### II. Shear wave imaging

#### 1. mechanical compression

FibroScan (Inter Medical)

Clinical indication: liver only without B-mode imaging

#### 2. acoustic radiation force impulse

Virtual Touch Tissue Quantification (Siemens)

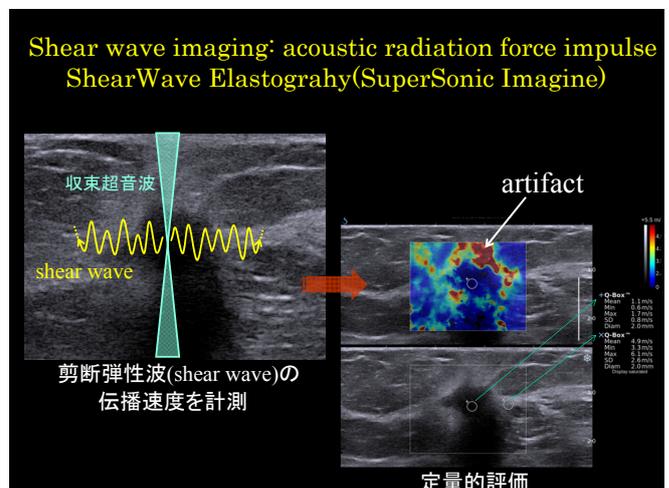
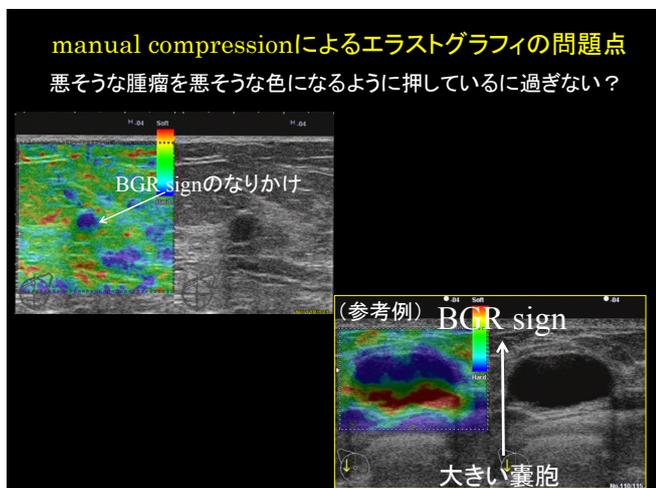
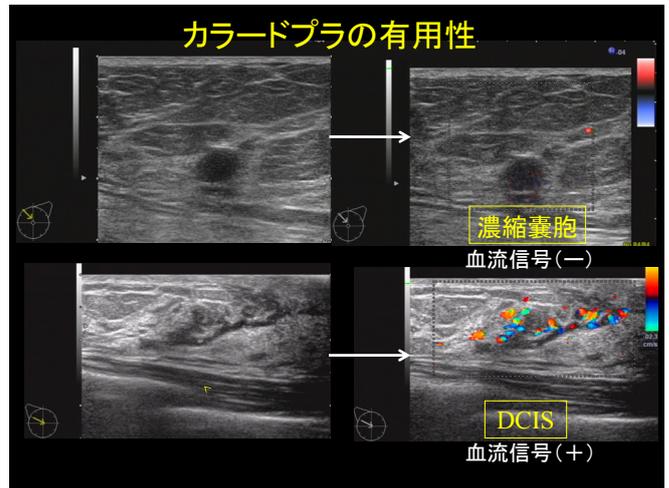
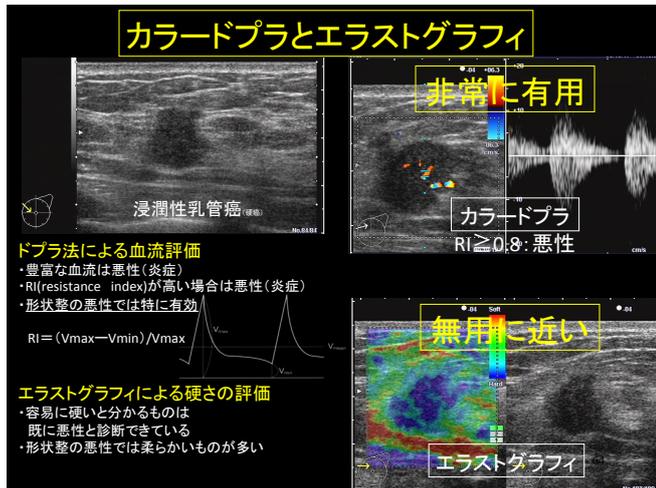
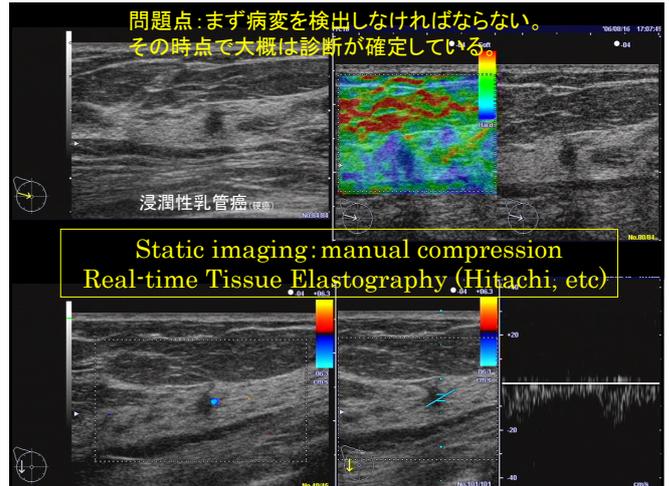
ShearWave Elastography (SuperSonic Imagine)

Clinical indication: liver, breast, thyroid, prostate, tendon, muscle, and other organs which are located in deep position of the human body

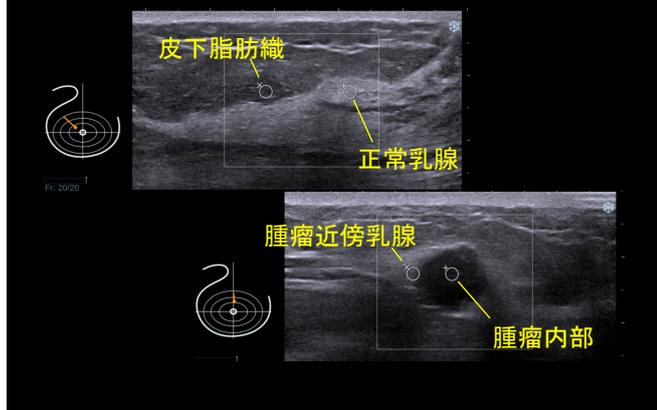
しかし、後れをとっている

### (Conclusion)

Elasticity imaging may be useful not only for screening examination but for advanced and integrated examination in the future not the present.



### 剪断弾性波速度Vs(m/s)の計測部位

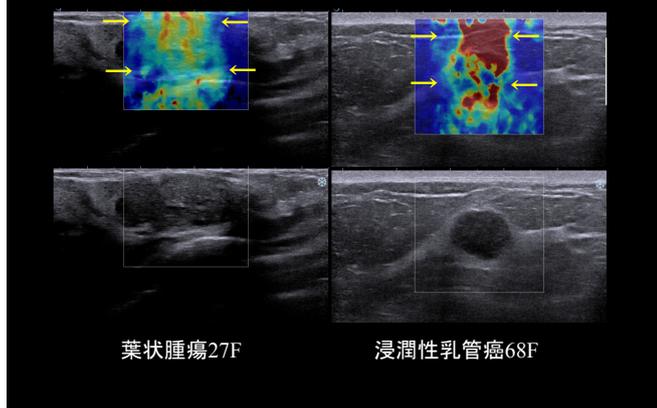


悪性では腫瘍近傍乳腺でのVsが大きい値を示す  
この理由が不明—アルゴリズムが不明のため

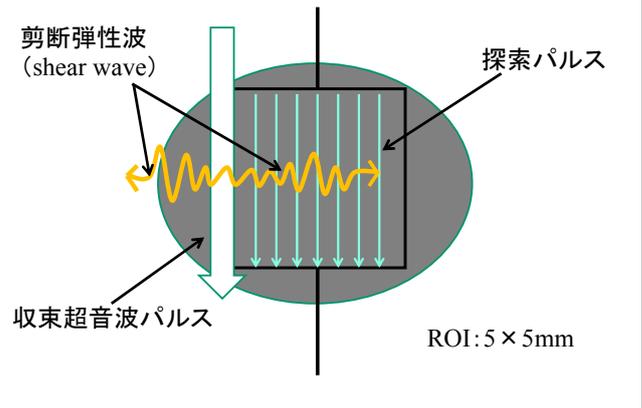
計測部位		Vs(m/s)	
正常乳腺		1.60 ± 0.34	
皮下脂肪織		1.33 ± 0.25	
腫瘍内部	良性	2.12 ± 0.64	P=0.239
	悪性	2.46 ± 1.17	
腫瘍近傍乳腺	良性	1.69 ± 0.32	P<0.001
	悪性	3.85 ± 1.20	

良性:10症例、悪性:33症例

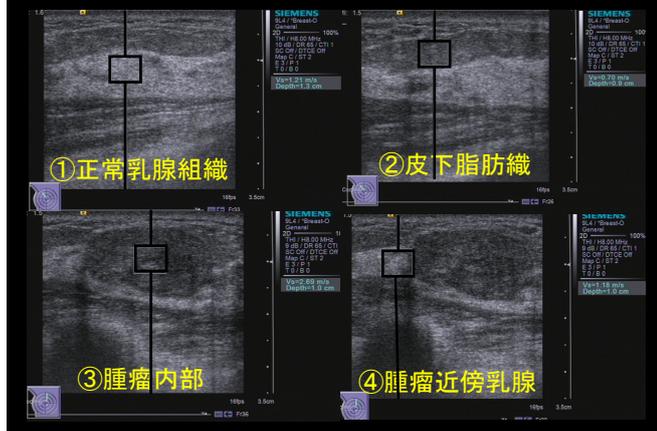
### 強く縦に走るarchifacts



### Shear wave imaging: acoustic radiation force impulse Virtual Touch Tissue Quantification (Siemens)



### 剪断弾性波速度Vs(m/s)の計測部位



悪性では腫瘍近傍乳腺でのVsが大きい値を示す

腫瘍内部	Vs値 (m/s)		腫瘍近傍乳腺	Vs値 (m/s)	
悪性	2.52 ± 0.78	p=0.190	悪性	2.35 ± 0.99	p<0.001
良性	2.21 ± 0.46		良性	1.35 ± 0.37	

	Vs値 (m/s)
正常乳腺	1.32 ± 0.22
脂肪組織	0.94 ± 0.18

## CT・MRIの問題点

### ・価格 費用対効果

高価格→高精細画像、高い請求保険点数  
MD-CT→throughputが速い：医療経済上有利

- 放射線被曝：胸部単純X撮影 0.06mSv/回
- 胃X線撮影 3mSv/回
- CT 5～30mSv/回
- 自然放射線 2mSv/年

出典：赤羽志一 放射線医学総合研究所 医療被曝の現状 INNERV10N25:46-49, 2010

### ・造影剤の使用：ヨード剤 Gd

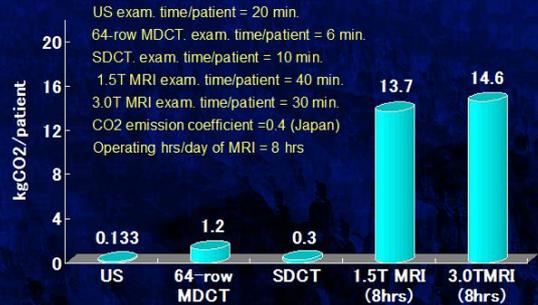
- 電力消費：MRIは夜間も電源を停止できない。  
MRI: 22～44KVA (非稼働時10～15.8KVA)
- CT: 5～30KVA (稼働時)
- US: 0.2～1.5KVA (稼働時)
- エアコン: 0.35KVA

出典：<http://www.r-medix.org/calculator.php>  
Carbon Dioxide Calculator for Diagnostic Radiology Norio Nakata, MD

### ・資源の枯渇：Heの枯渇→MRIは将来使えなくなる？

## Simulation of CO2 emission of US,CT, and MRI using CO2 calculator

### Parameters of the Simulation:



### Diagnostic Modality

Reference: <http://www.r-medix.org/calculator.php>

Carbon Dioxide Calculator for Diagnostic Radiology Norio Nakata, MD

## 25年後にヘリウムは枯渇？

Scientists say Earth's helium reserves 'will run out within 25 years'(and party balloons should cost £65 each)

By Niall Firth Last updated at 11:19 PM on 23rd August 2010 Mail Online Science & Tech

It is more commonly known as the gas that fills cheap party balloons and makes your voice squeak if you inhale it. ....



現在は、米国以外の生産も増加しているが、ヘリウムの生産量の9割、貯蔵量の8割が米国である。世界最大のヘリウムの貯蔵所は、米国のテキサス州アマリロにあり、天然ガスの副産物として取れるヘリウムの埋蔵量が豊富で、もともとは飛行船のために、1925年から政府機関が戦略的にヘリウムを貯蔵してきた。1965年には、冷戦による宇宙開発競争により、同機関はヘリウムの管理を強め、周辺の民間の貯蔵ヘリウムも回収して管理するようになった。しかし、1996年に、ヘリウムの流通を民営化する法律が制定され、非常に安くヘリウムを売却している。従って、再生不可能なガスであるヘリウムは、リサイクルもされずに使用されており、このままでは枯渇の可能性がある。化学的に安定しており、沸点が最も低いヘリウムの利用範囲は広く、幾つかの用途では代替物が無い。例えば、低温学や、MRIに利用されている超伝導磁石の冷却材として、ヘリウム以外の代替物が無い。

## 超音波検査の将来展望： 画像診断となりうるか

- 一部の領域(乳腺、その他)では画像診断になりえる。
- しかし、問題がある。  
収集した3Dデータを読み取ることが困難である。-CADによる解決？
- 腹部領域では動画による収集画像を読み取ることが困難であり、CADも困難と思われる。-精査としての検査で一部動画として保存する意味はある。
- 画像診断となりえない領域についての解決策
  - 超音波検査士、超音波専門医・指導医による超音波検査・診断の保険点数が算定できるようにすること(施設認定)
  - 画像診断医が超音波検査を行うようになるには、30年前のレベルに戻って1件1万円以上となればよいが、これは不可能？

## 正当な保険点数を得るための施設認定

### I. 超音波検査を行うに際しての資格 (6区分)

- ①超音波指導医・超音波専門医による検査および診断
- ②超音波検査士による検査および超音波指導医・超音波専門医による診断
- ③超音波検査士による検査および資格を有さない医師による診断
- ④超音波検査を行う資格を有するが検査士の資格は有さない者による検査および超音波指導医・超音波専門医による診断
- ⑤超音波指導医・超音波専門医の資格を有さない医師による検査および診断
- ⑥超音波検査を行う資格を有するが検査士の資格は有さない者による検査および超音波指導医・超音波専門医の資格を有さない医師による診断

これらの資格に対してそれぞれ保険点数を割り当てるとなると、非常に煩雑となり、正当な保険点数の請求であるかの審査は困難となる。したがって、超音波検査を行う各施設に対して認定基準を設けることが妥当である。

### II. 超音波検査施行認定施設基準

- ①超音波指導医が常駐する日本超音波医学会が認定した超音波研修認定施設
- ②超音波専門医が常駐する施設
- ③超音波検査士が常駐する施設
- ④上記以外の施設



