

超 音 波

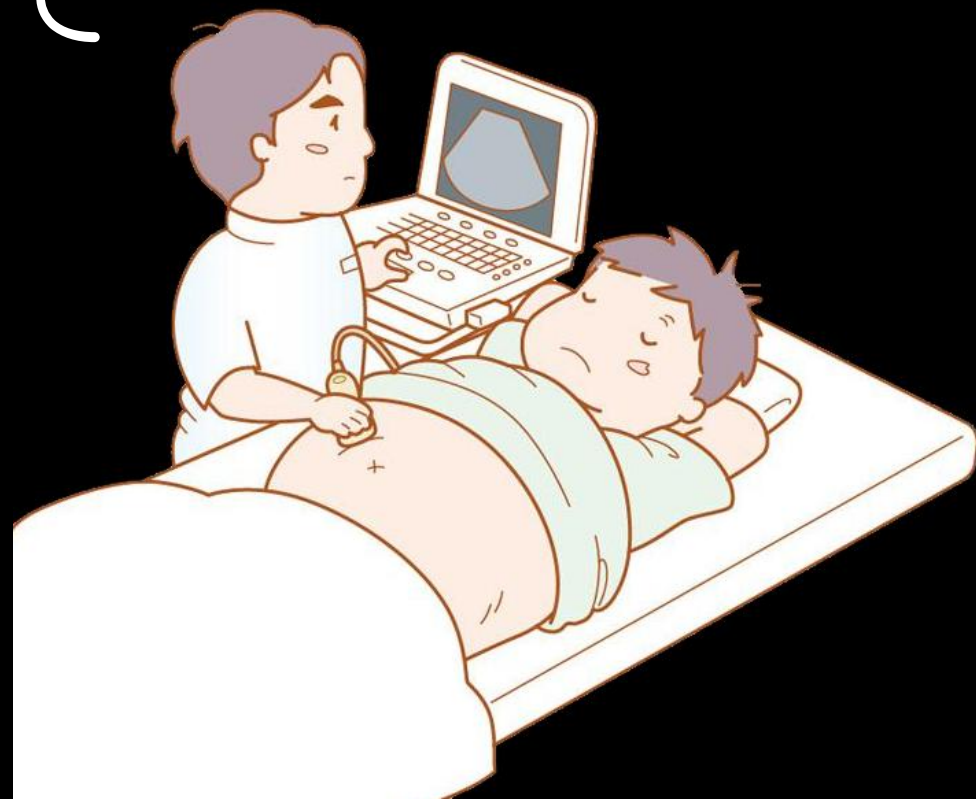
「超音波（Ultra Sound）」

超音波（エコー）検査とは、

超音波を使って

体の内部を

観察する検査



超音波

1 超音波・音波の基礎

2 超音波検査装置

3 超音波検査

原理・検査モード

分解能

ゲイン・DR とか

アーチファクト・サイン

4 尿路結石

「超音波とは」

人間が聞き取ることのできる音域は

約20~20000Hz

これより高い振動数の音を「超音波」

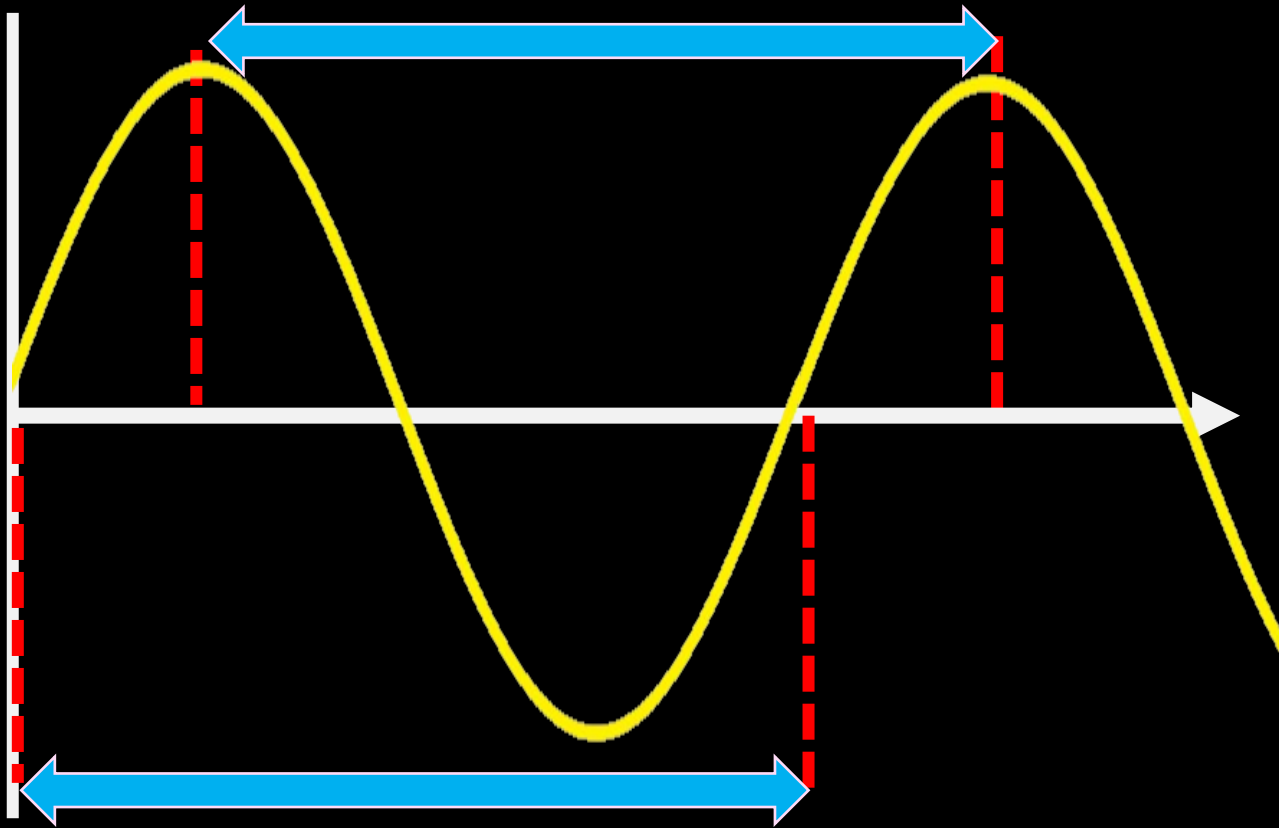
低い振動数の音を「超低音」

「音波の基礎」

- 1 波長、振幅
- 2 周期、振動数
- 3 波の速さ
- 4 縦波と横波
- 5 音波、音速
- 6 音波の性質（減衰・反射）
- 7 連続波とパルス波

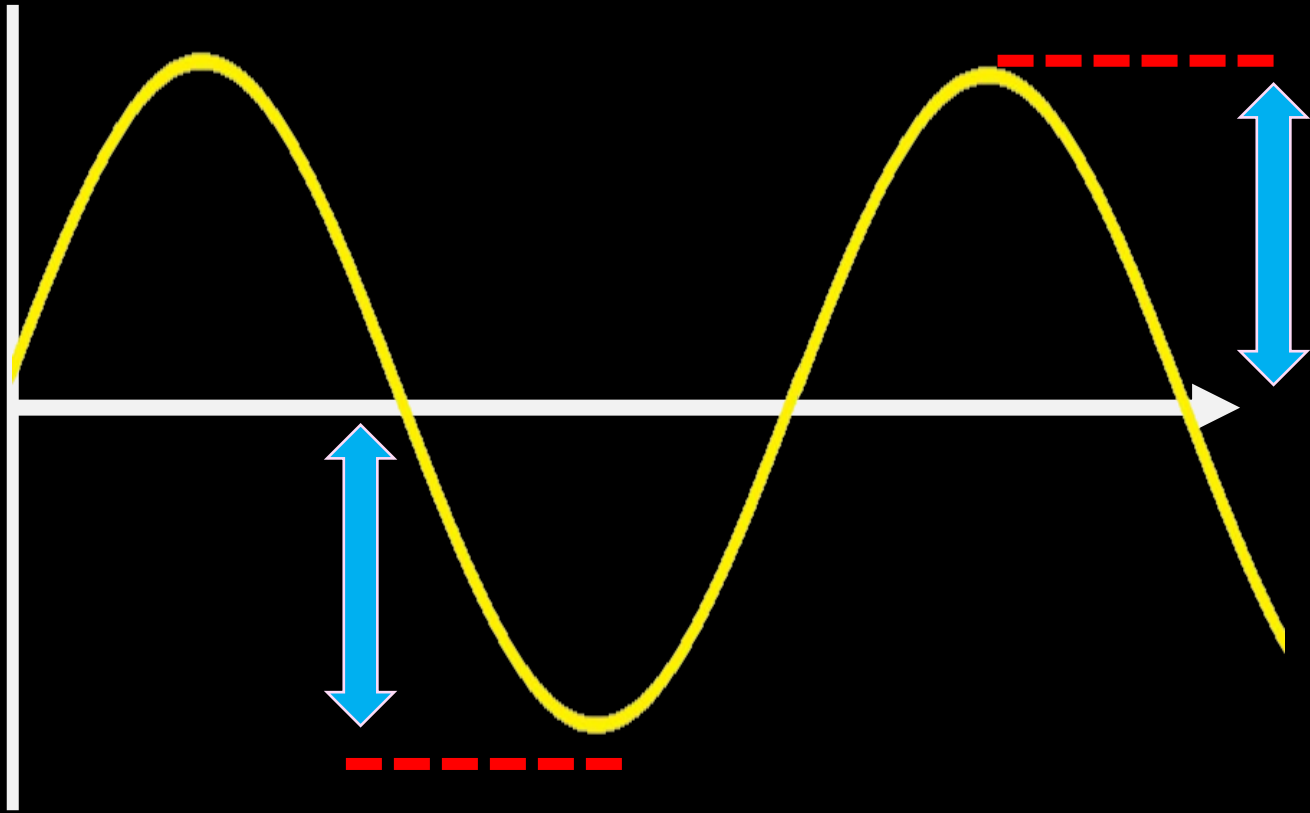
「波長」： λ

波長：波の1個の長さ



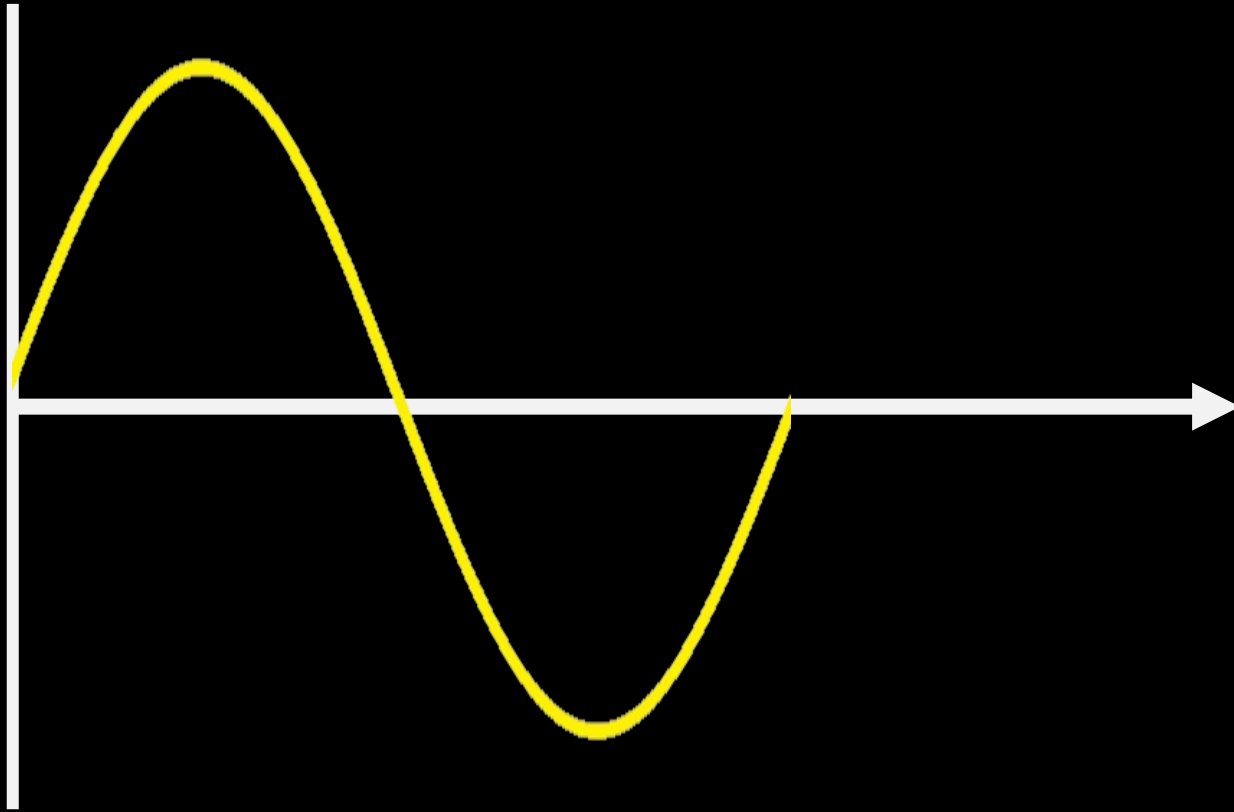
「振幅」： A

振幅：振動の高さ（強さ）



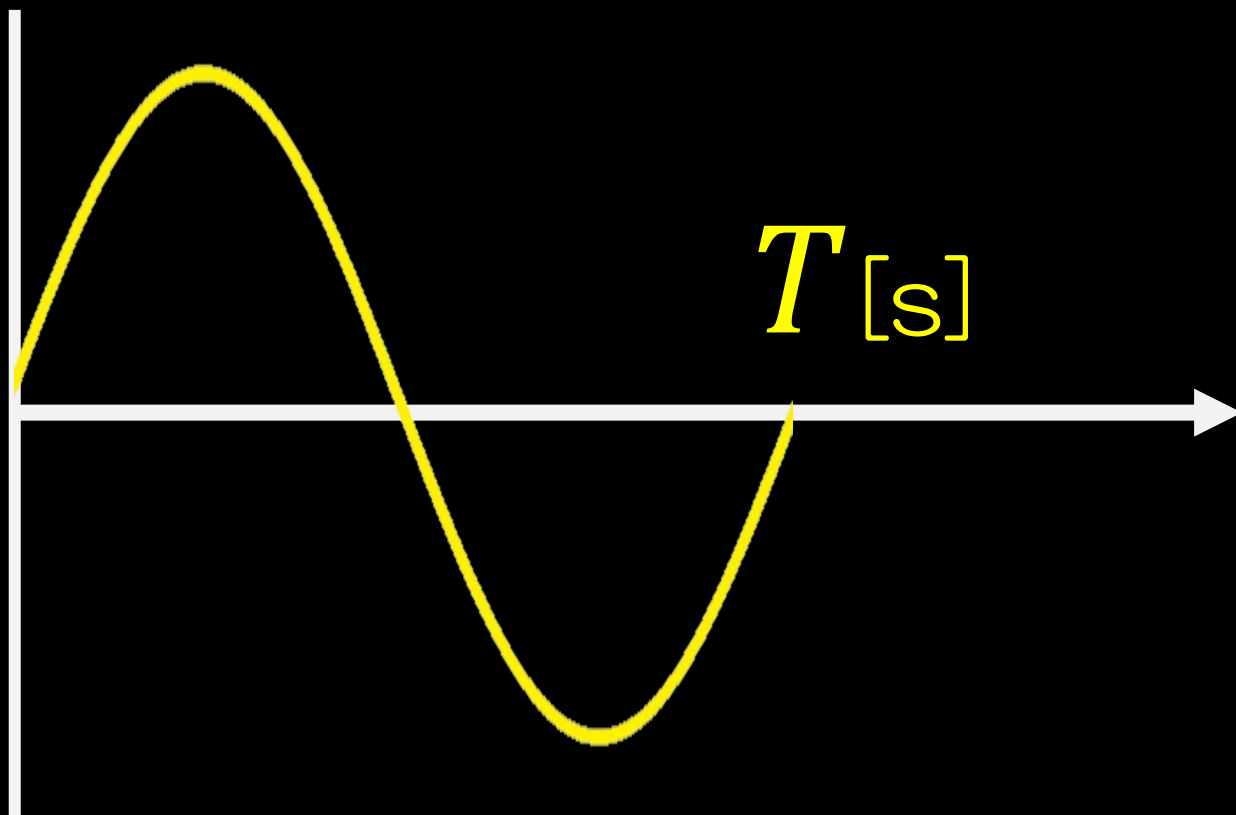
「振動」

振動：上下に移動して1往復すること



「周期」： T

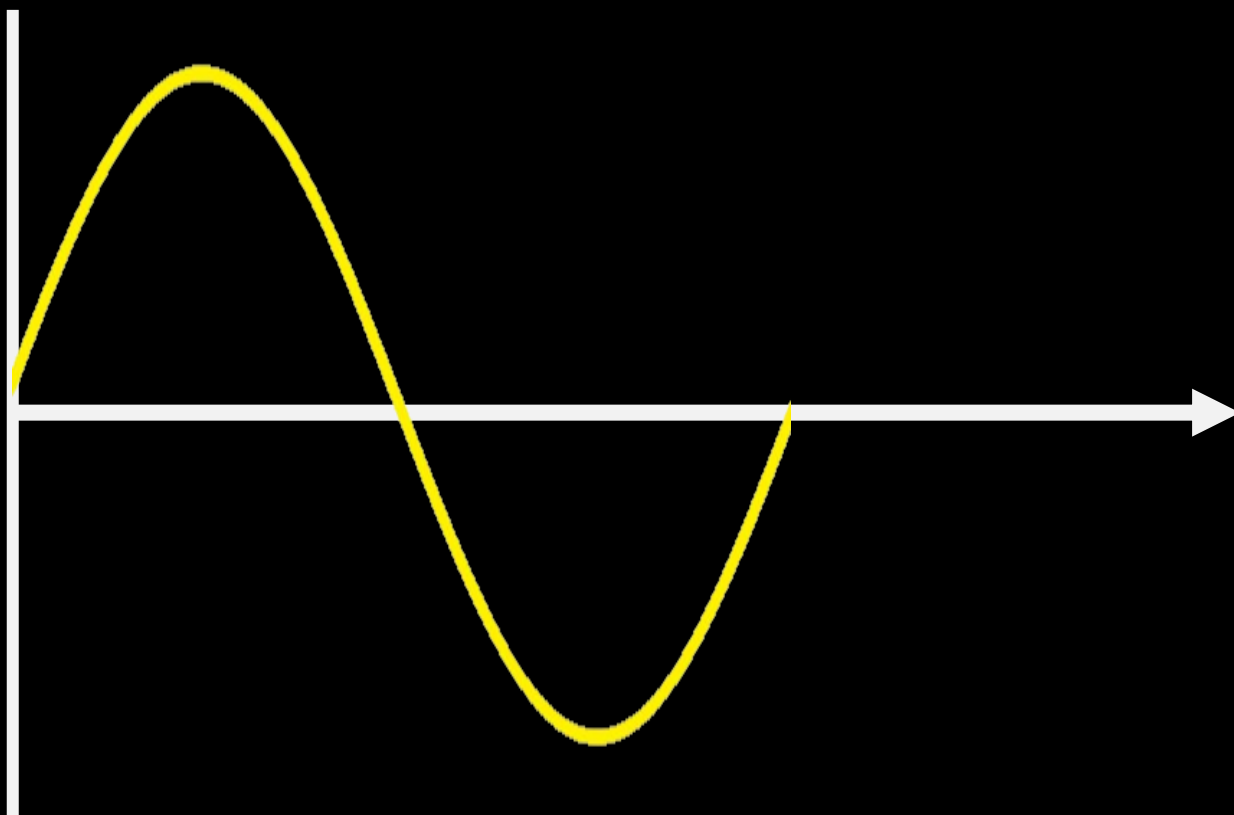
振動：上下に移動して1往復すること



周期 T ：1回振動するのにかかる時間

「振動数」： f

振動数：1秒間に振動する回数

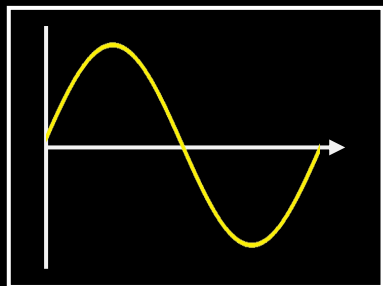


「振動数」： f

T [s]

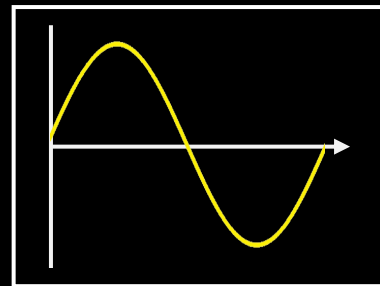
1秒間に
振動する回数

f [Hz]

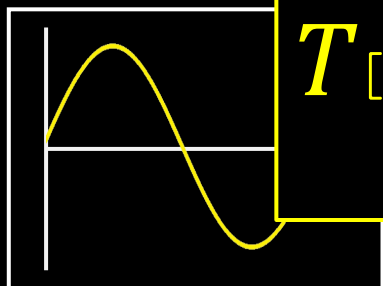


1.0 [s]

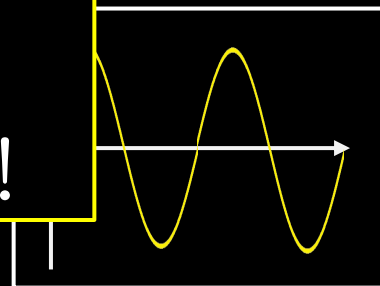
1.0 回



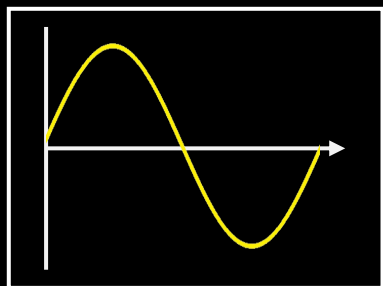
1.0 [Hz]



T [s] = 1 [s] の時を
考えればいいだけ!

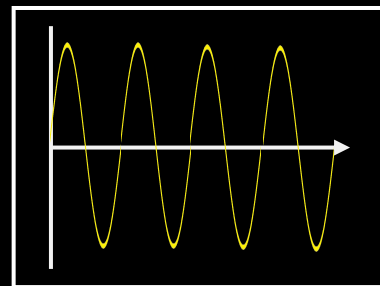


2.0 [Hz]



0.25 [s]

4.0 回



4.0 [Hz]

「振動数」： f

振動数：1秒間に振動する回数

$f = 10$ 1回振動する時間 0.1[s]

$f = 2$ 周期 T 0.5[s]

つまり $f = \frac{1}{T}$

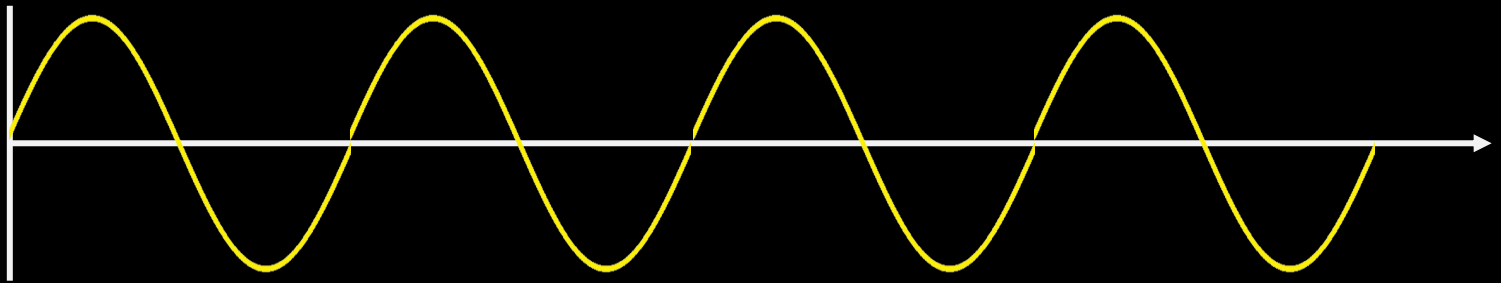
ここで大事!! 振動数 $f =$ 周波数 [Hz]

「波の速さ」： v

振動数 f ：1秒間に f 回振動する

1秒間に f 回振動したってことは

1秒間に波が f 個進んだ



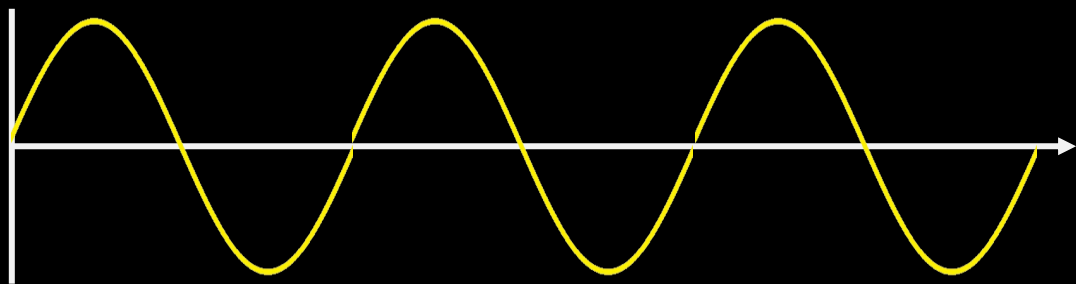
「波の速さ」： v

1秒間に波が f 個進んだ

1個の波の長さが λ なんだから

1秒に $f \times \lambda$ 進む

$$\underline{v = f\lambda}$$



「横波」 (transverse wave)

媒質の振動方向と直交した方向へ伝搬

- 媒質が固体の場合には横波は伝搬する
- 液体や気体では、

媒質粒子が横にズれたときに、

それを元へ戻す力が働かない

⇒ 横波は伝搬しない。

このため超音波検査では利用されない

「縦波」 (longitudinal wave)

媒質の振動方向と同じ方向へ伝搬

- 媒質振動によって

音圧の高い部分 (媒質の粒子が密な部分)

低い部分 (媒質の粒子が疎な部分)

疎密波ともいわれる。

媒質が固体でも液体でも気体でも

押されたときに押し返す力が働くため

縦波の伝搬には**媒質の状態は関係ない**

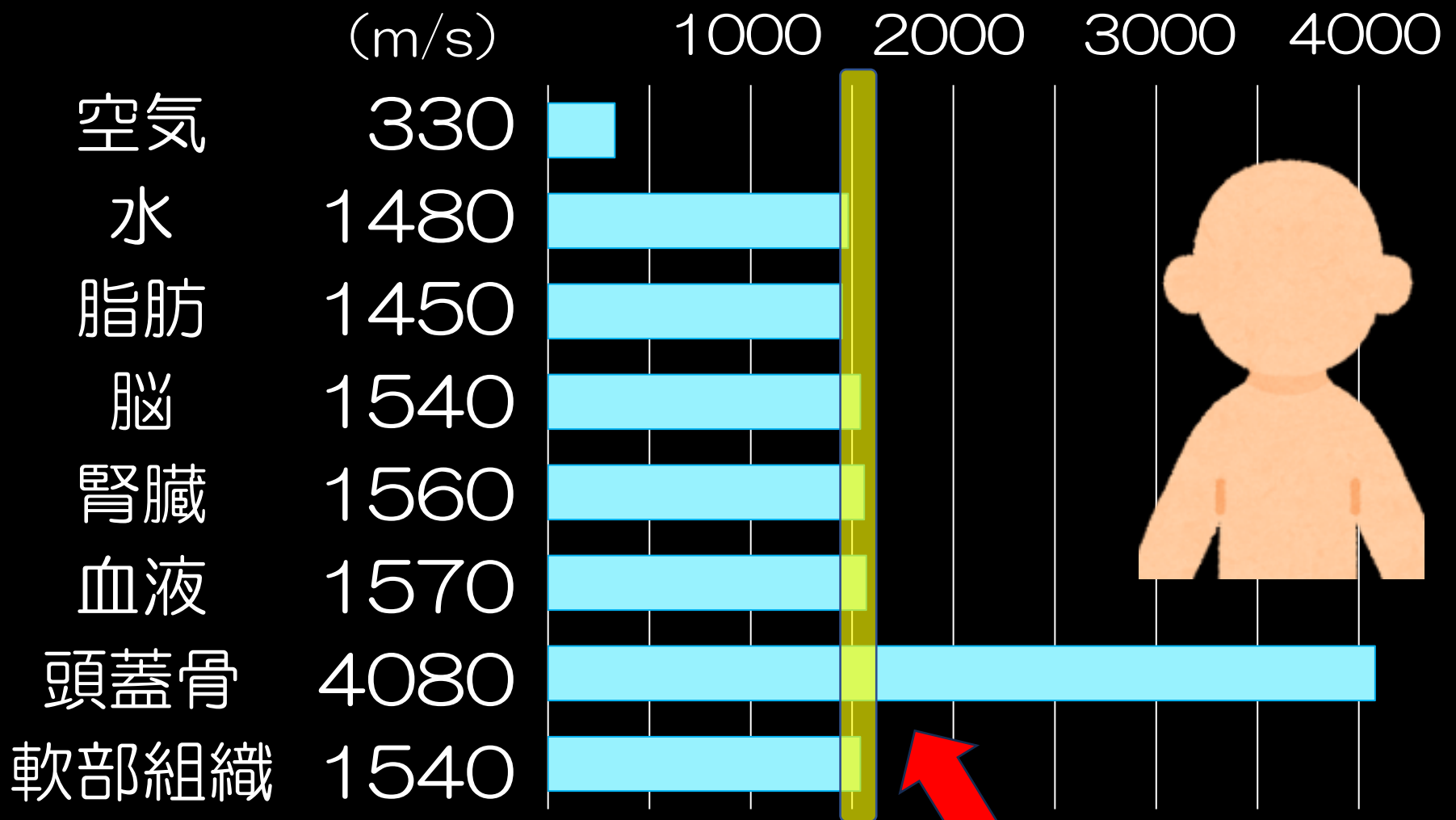
「音速」

$$\text{音速} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

K : 通る物質の弾性率

ρ : 通る物質の密度

「生体内での音速」



ほとんどが **1500 [m/s]** くらい

「音波の性質」

減衰の原因

1 拡散

距離（ d ）に依存

2 吸収

周波数（ f ）に依存

3 散乱

反射体の性質

$$\text{減衰量} \propto f \times d$$

「超音波の反射」

超音波を生体にあてると…



反射する波と
通過する波がある

反射と通過の割合は、

反射する面の

音響インピーダンスの差で決まる

「音響インピーダンス」

	音速(m/s)	音響インピーダンス
水	1520	1.51
血液	1570	1.61
筋肉	1580	1.69
脳	1510	1.56
脂肪	1440	1.40
骨	3450	6.00
肺	650	0.26
空気	340	0.0004

「音波の通りにくさ」のこと

「音響インピーダンス」

$$Z = \rho \times C$$

Z (音響インピーダンス)

ρ (通る物質の密度)

C (通る物質の音速)

音響インピーダンスの差がある

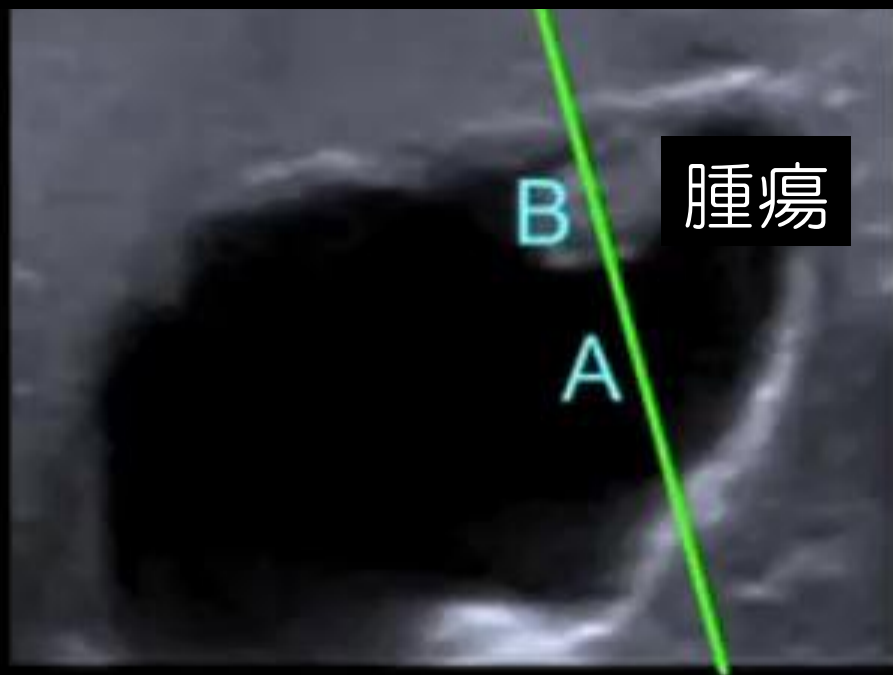
(異なる物質が接してる) 境界で

超音波は反射する

「音響インピーダンス」

AとBの

音響インピーダンスの差が小さい



ちょっと反射して、

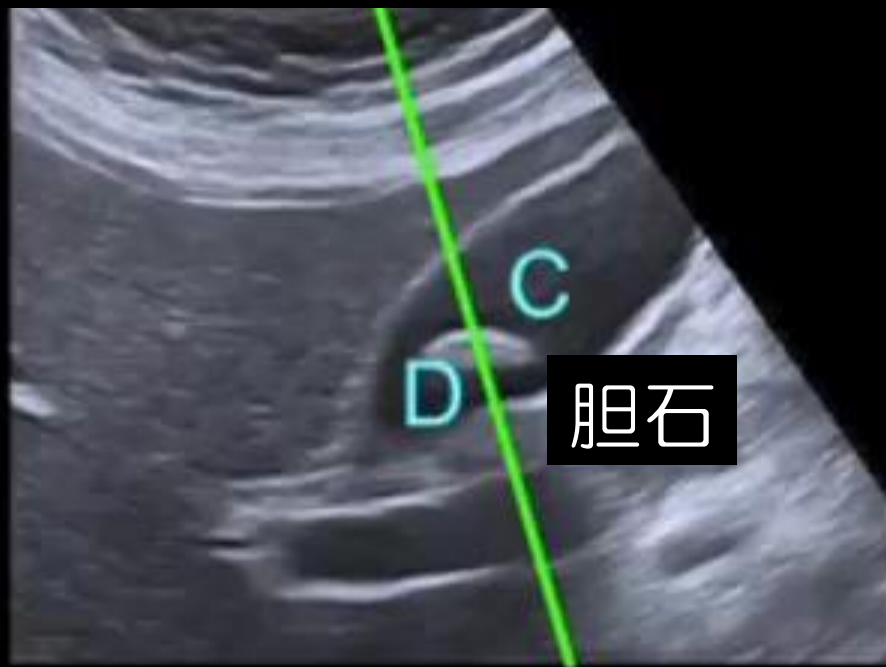
残りのほとんどが通過

「音響インピーダンス」

CとDとでは

音響インピーダンスの差が**大きい**

胆石



ほとんどが**反射する!**

(胆石は周囲より硬い)

「周波数成分」

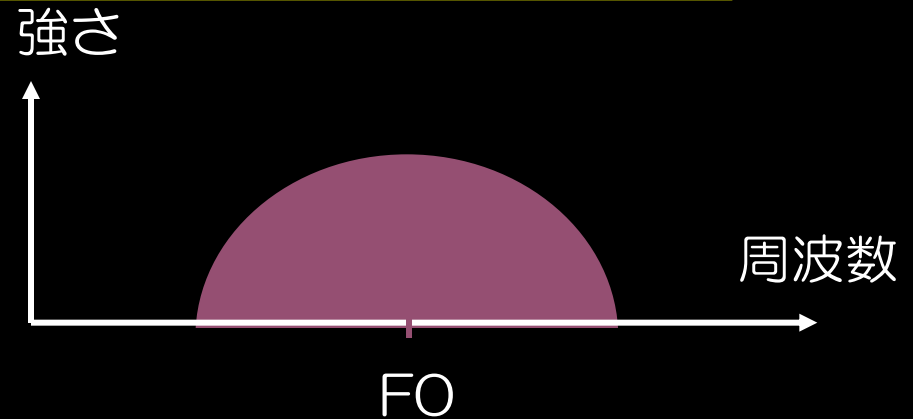
「フーリエ変換の基本」



<連続波のスペクトロ表示>



単一の周波数



<パルス波のスペクトロ表示>



いろいろな種類の周波数成分
を含んでいる

「周波数成分」

スペクトロ表示

強さ

エコー検査は

パルス波

こっちいらない!

単一の周波数

強さ

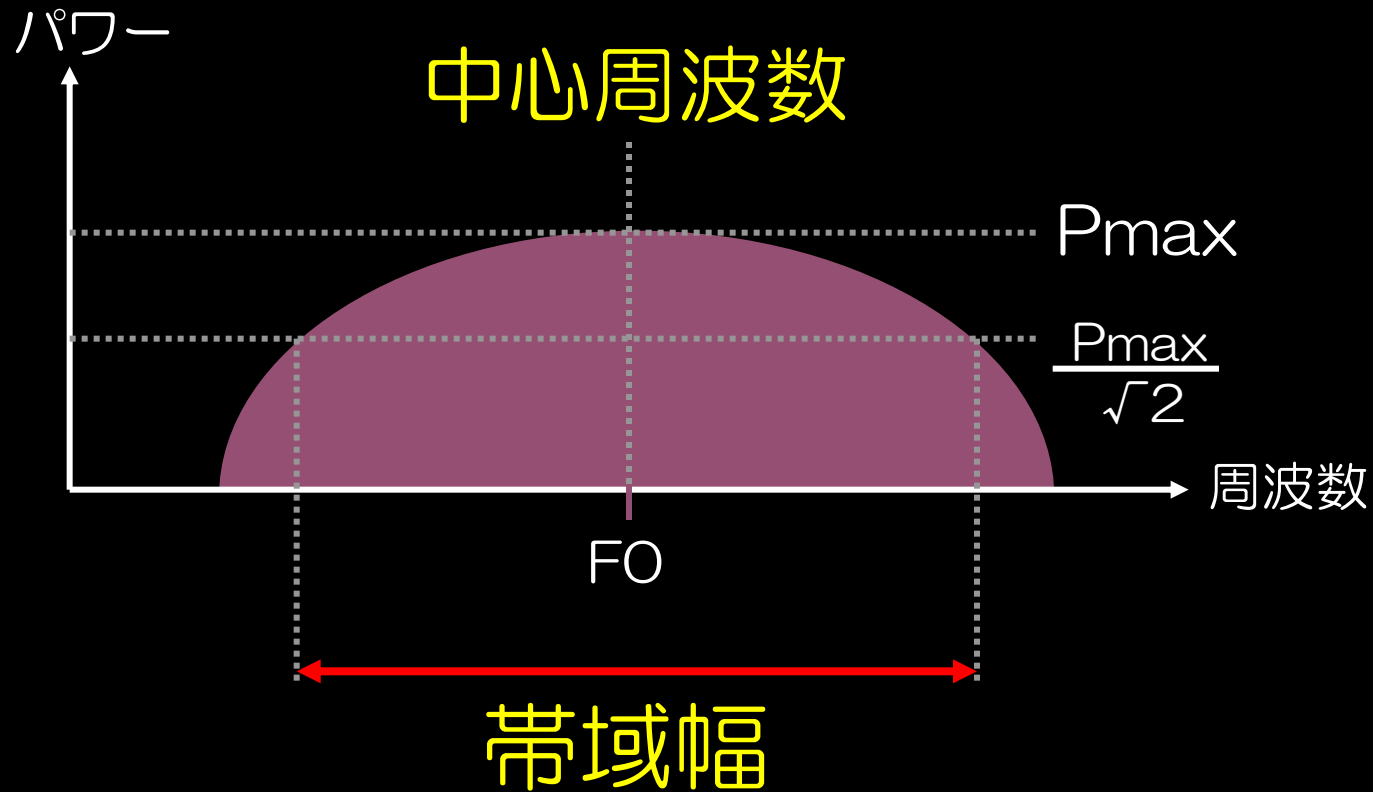
周波数

FO

<パルス波のスペクトロ表示>

いろいろな種類の周波数成分
を含んでいる

「帯域幅」

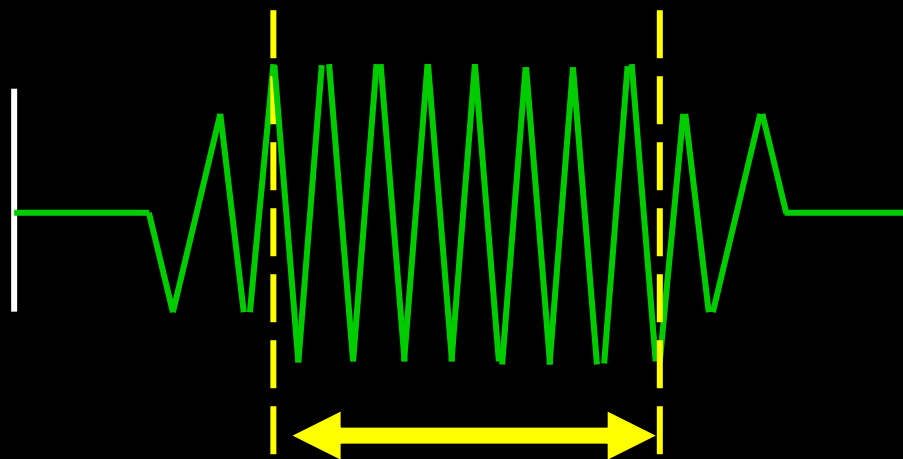


中心周波数：分布の最も高い部分の周波数

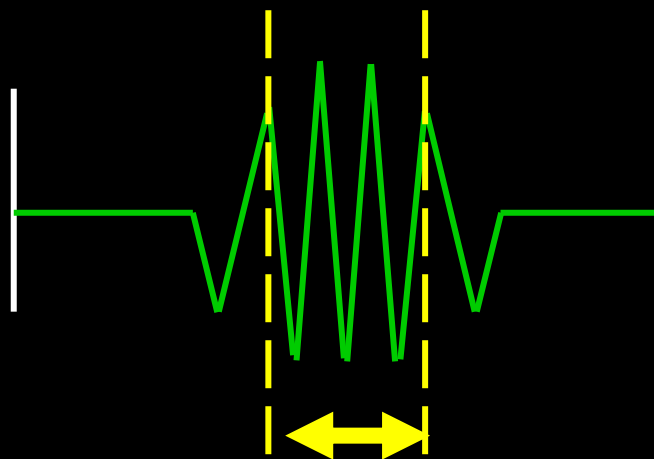
帯域幅：頂点/ $\sqrt{2}$ の高さの幅

「パルス幅」

パルス幅が長い



パルス幅が短い

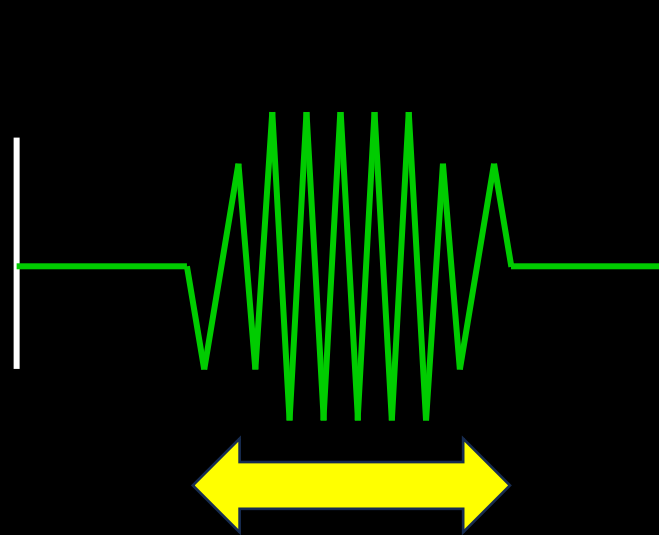


「パルス幅」

超音波が一定の振幅（高さ）
を保ってる時間の長さ

「パルス幅」

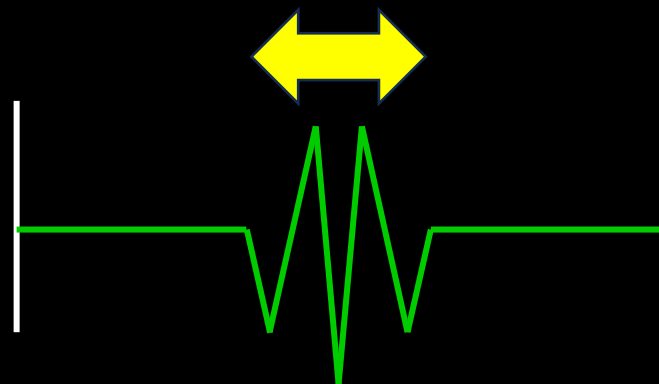
長い



1回の音が長いから

- エネルギーが強い
(遠くまで届く)
- 分解能は落ちる

短い

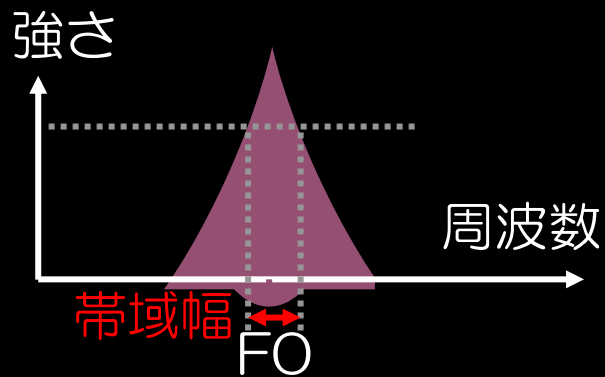
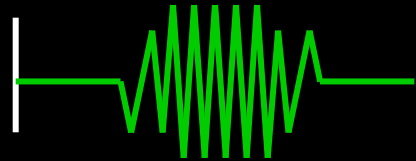


1回の音が短いから

- エネルギーが弱い
(遠くに届かない)
- 分解能は上がる!

「帯域幅とパルス幅」

パルス幅が長い

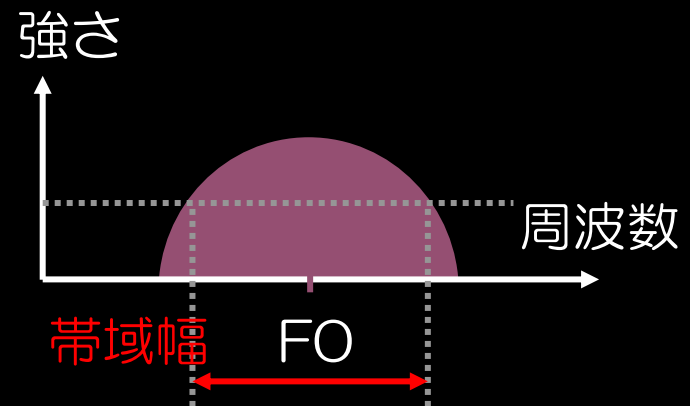
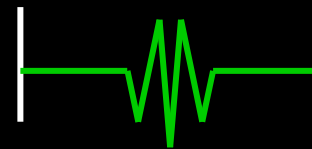


含まれる周波数の種類は少ない



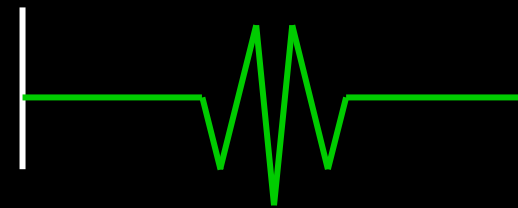
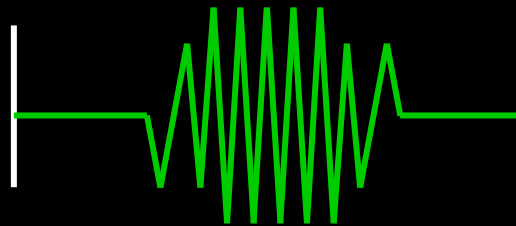
帯域幅が狭い

パルス幅が短い



含まれる周波数の種類が多い

パルス幅を短くしていく
ことを**広帯域化**



項目

パルス幅が長い

パルス幅が短い

音の長さ

長い

短い

届く距離

深い

浅い

分解能

悪い

良い

エネルギー

大きい

小さい

波のエネルギーってなに？

「パルス エネルギー」

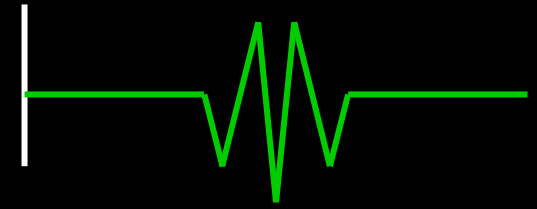
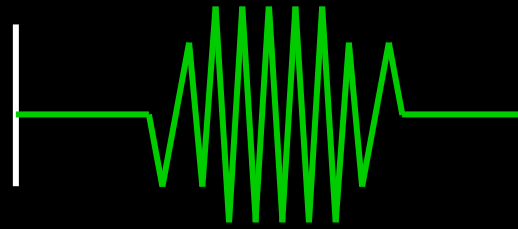
「1回のパルス」が持つエネルギー

簡単に言うと

「波の振幅とパルス幅の積分」

$$\text{エネルギー} \propto \int (\text{振幅} \cdot \text{パルス幅}) dt$$

周波数関係ない！！



項目

パルス幅が長い

パルス幅が短い

音の長さ

長い

短い

届く距離

深い

浅い

分解能

悪い

良い

エネルギー

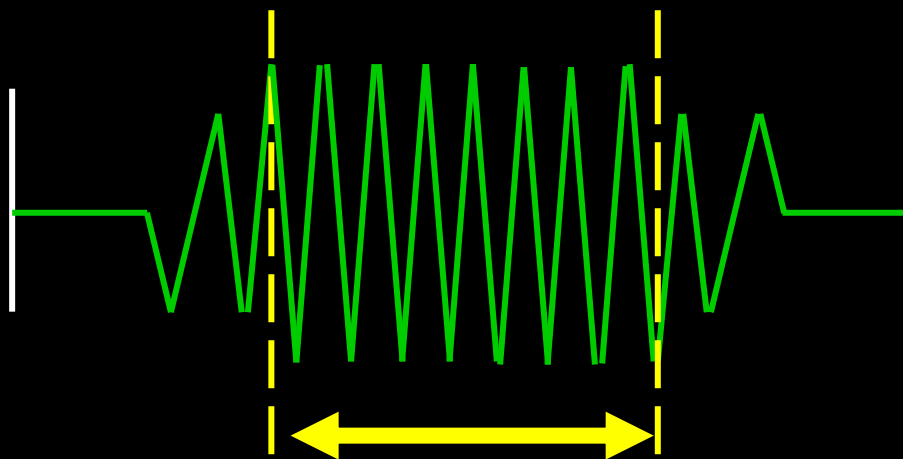
大きい

小さい

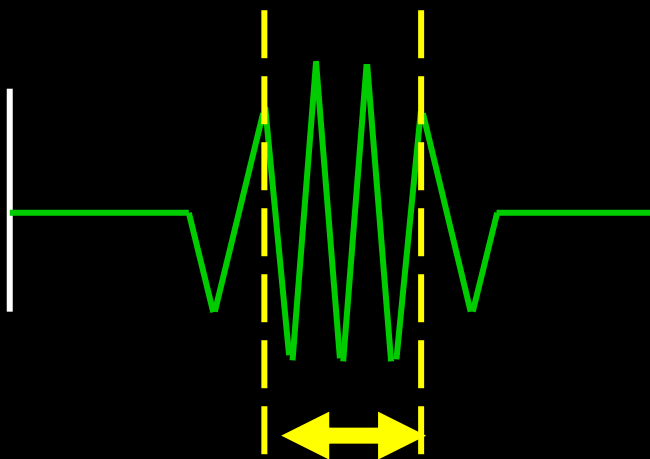
エネルギーと分解能は反比例！

「パルス幅」

パルス幅が長い



パルス幅が短い



狭い

高い

悪い

帯域幅

感度

分解能

広い

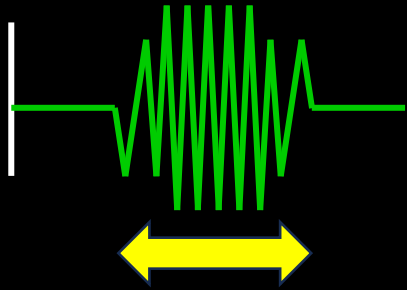
低い

良い



「パルス幅とMTF」

長い

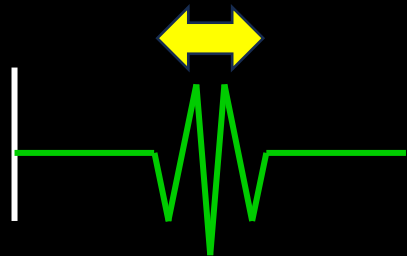


- 狭い帯域幅

高周波成分が少ない

→ 細かい情報がぼやける

→ 低いMTF (大きな構造だけ)



- 広い帯域幅

高周波成分がいっぱい

→ 細かい情報を伝えられる

→ 高いMTF (細かい構造OK)

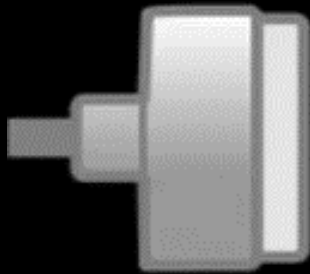
短い

「まとめ」

特徴	長パルス	短パルス
時間幅 Δt	長い	短い
帯域幅 Δf	狭い	広い
分解能	Δ 低い (ぼやっと)	\odot 高い (ミリ単位)
エネルギー	\odot 大きい	Δ 小さい
深達度	\odot 深い (10cm~)	Δ 浅い (数cm位)
SNR	\odot	Δ
MTF	Δ	\odot
使用部位例	肝、腎、心臓、胎児	乳腺、甲状腺、頸A

「医用超音波」

生体に、超音波を発射すると
臓器・組織から反射（エコー）が
返ってくる性質を利用する



医用超音波は
「パルス波」

「US検査装置」



モニター

本体 + プリンタ

プローブ

「プローブ」 (探触子)



セクター：主に心臓

接触面：平面

画面：扇型



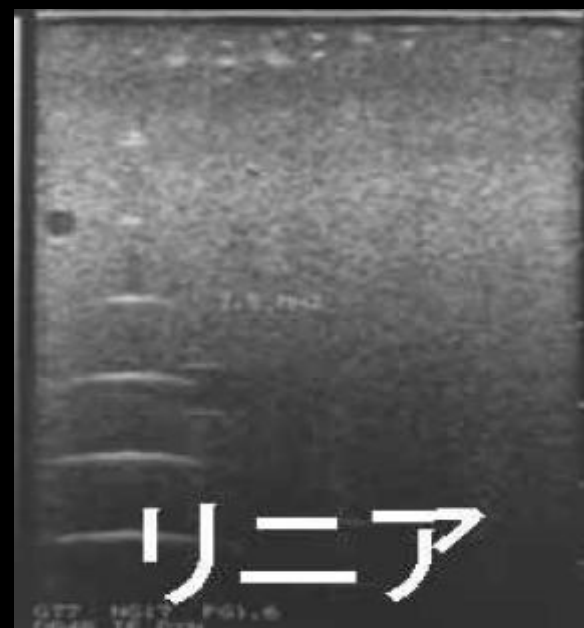
「プローブ」 (探触子)



リニア：主に表在臓器（血管とか）

接触面：平面

画面：四角形



「プローブ」 (探触子)



コンベックス：主に腹部

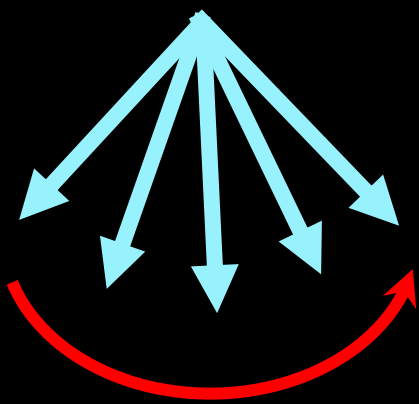
接触面：丸い

画面：扇状



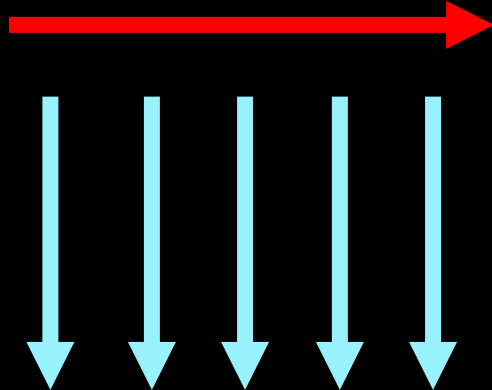
「プローブ」 走査方式

セクタ走査



心臓（腹部）

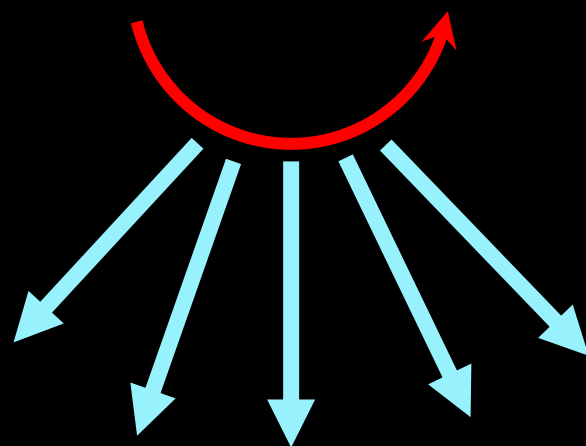
リニア走査



乳腺、血管
甲状腺

浅いところ向け

コンベックス走査



腹部、産婦人科

深いところ向け

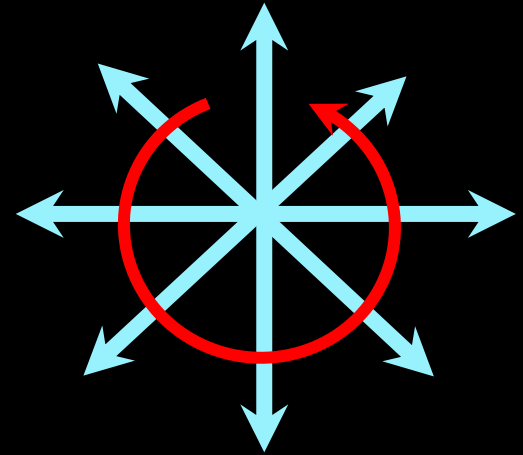
「プローブ」 走査方式



アーク走査

乳腺、甲状腺

体表に対して垂直



ラジアル走査

血管内エコー
前立腺

360° 視野

「使用する周波数とプローブ」

成人腹部 (深さ 10~15cm)

3~5 MHz : コンベックス

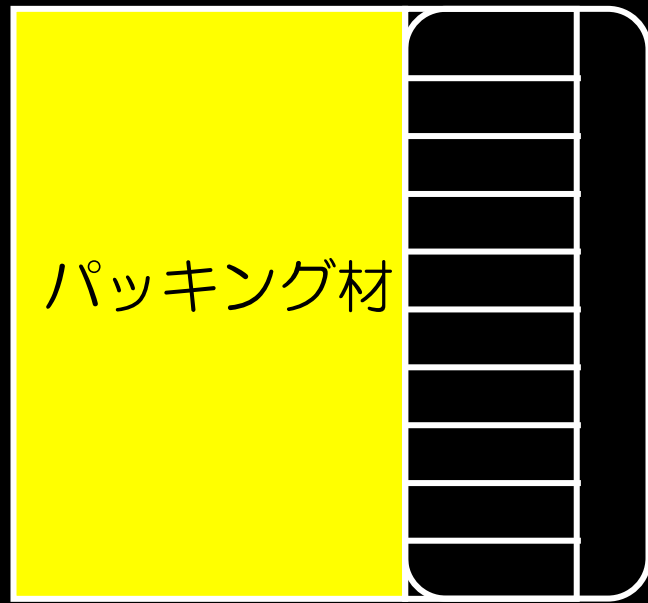
小児腹部 (深さ 10cm 以下)

5~7.5 MHz

乳腺・甲状腺・血管(深さ 5cm以下)

7.5~14 MHz : リニア

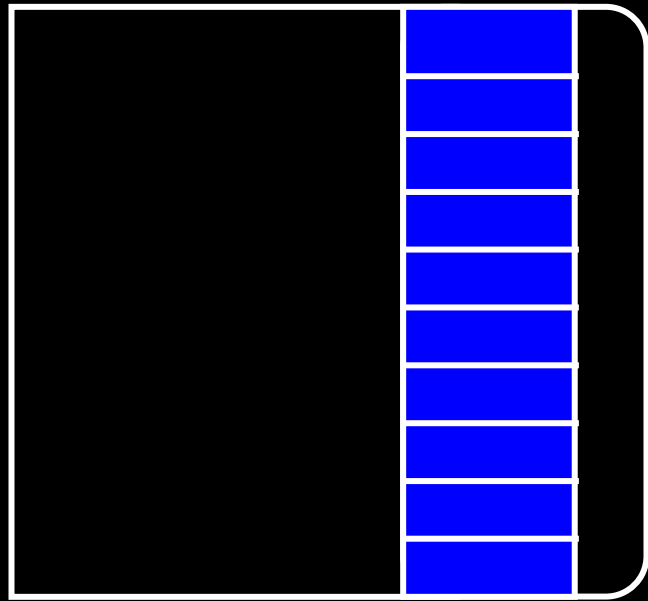
「プローブ構造」 パッキング材



「パッキング材」

- 後方への反射波を止める
- パルス幅を短く

「プローブ構造」 振動子

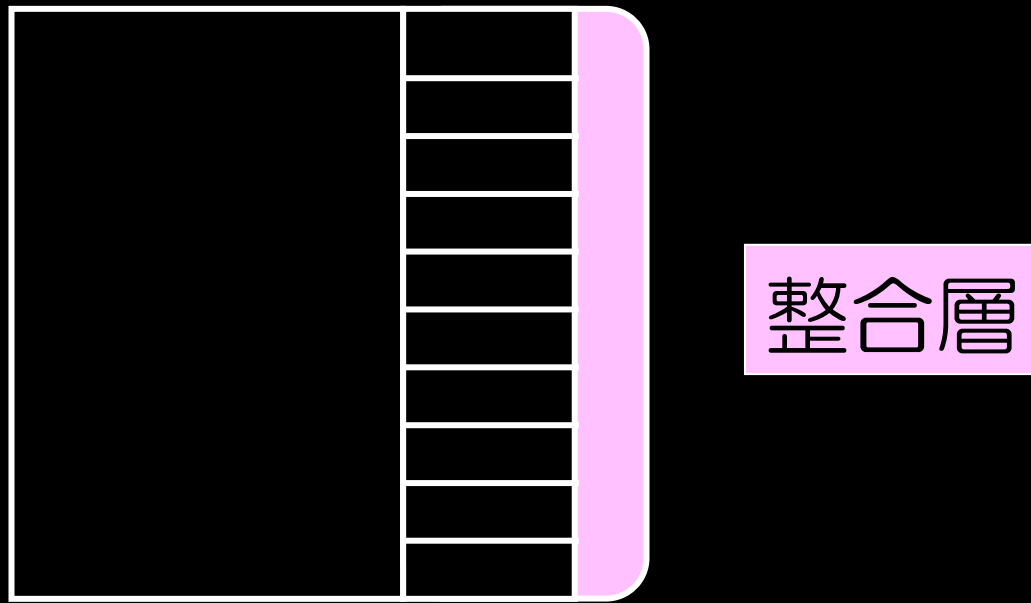


振動子

振動子1つ1つが
順番に超音波（ラスター）
を出していく

振動子は短冊状に分割されている

「プローブ構造」 整合層



人体とプローブの

音響インピーダンスの差を少なくする

(減衰を少なくできる)

「プローブ構造」

「振動子の素材」

- PZT（ジルコン酸チタン酸鉛）
一般的な周波数に用いられる。
- PVDF（ポリフッ化ビニリデン）
薄く加工できるため高周波に使用される。

「バックング材」

余分な振動をおさえパルス幅を短くする

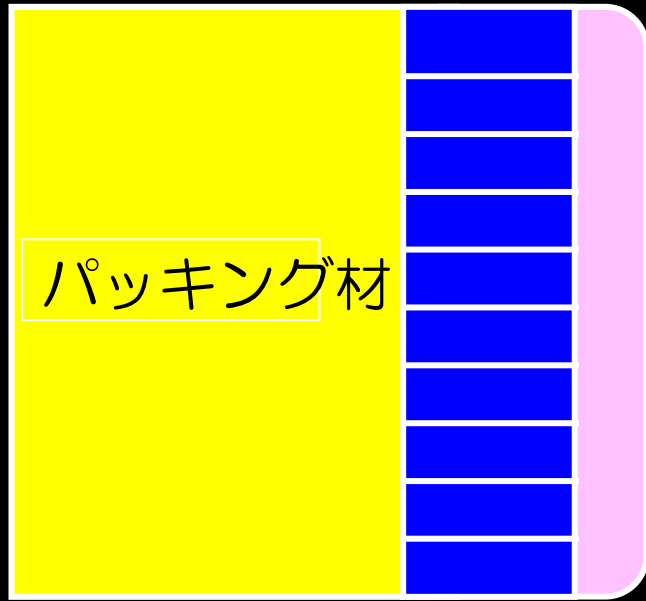
「整合層」

超音波を効率よく透過させる役目（厚さ： $\lambda/4$ ）

振動子と生体の音響インピーダンスの差が大きいため

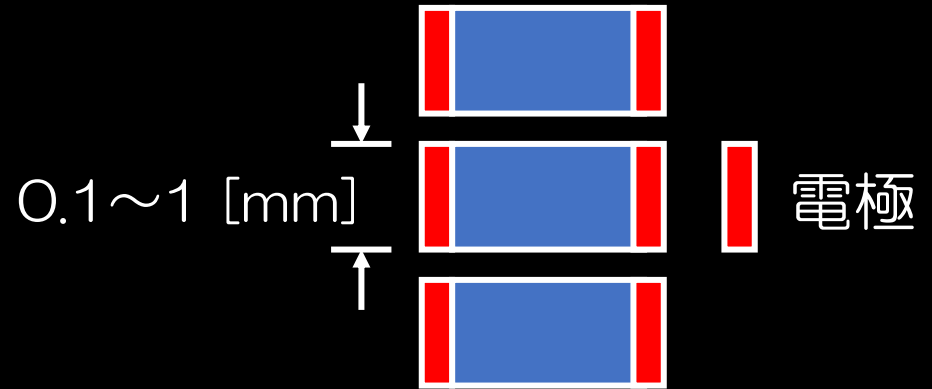
中間的物質を間に入れる必要がある

「プローブ構造」



振動子

振動子の構造



幅は0.1~1.0mm

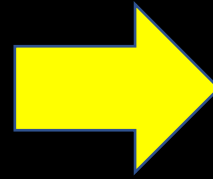
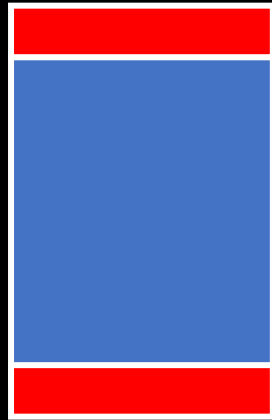
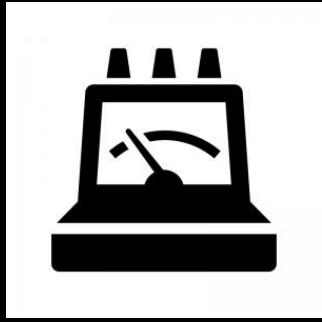
約100~200個配置され、

それぞれに電極がついてる

振動子は短冊状に分割されている

「圧電効果（ピエゾ効果）」

電極



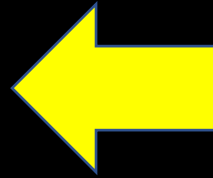
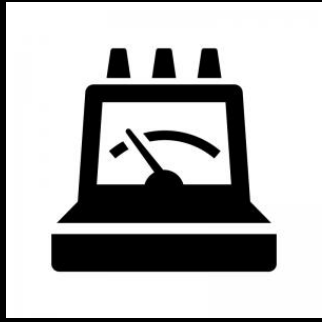
振動子に電圧がかかると
厚さが変化し振動する。

- ・つまり超音波を出す



「圧電効果（ピエゾ効果）」

電極



振動子に超音波があたると

厚さが変化し電圧が発生する

・つまり電圧が発生する



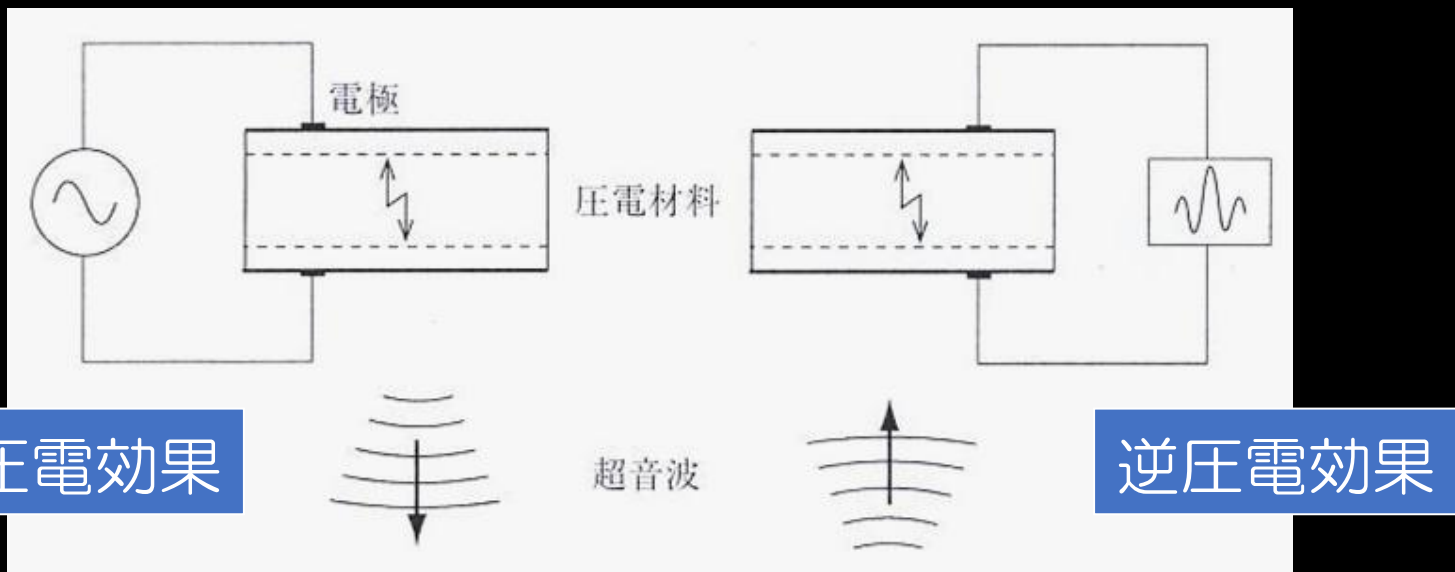
「圧電効果（ピエゾ効果）」

- 正圧電効果

電界の強さに応じて材料の厚みが変わる

- 逆圧電効果

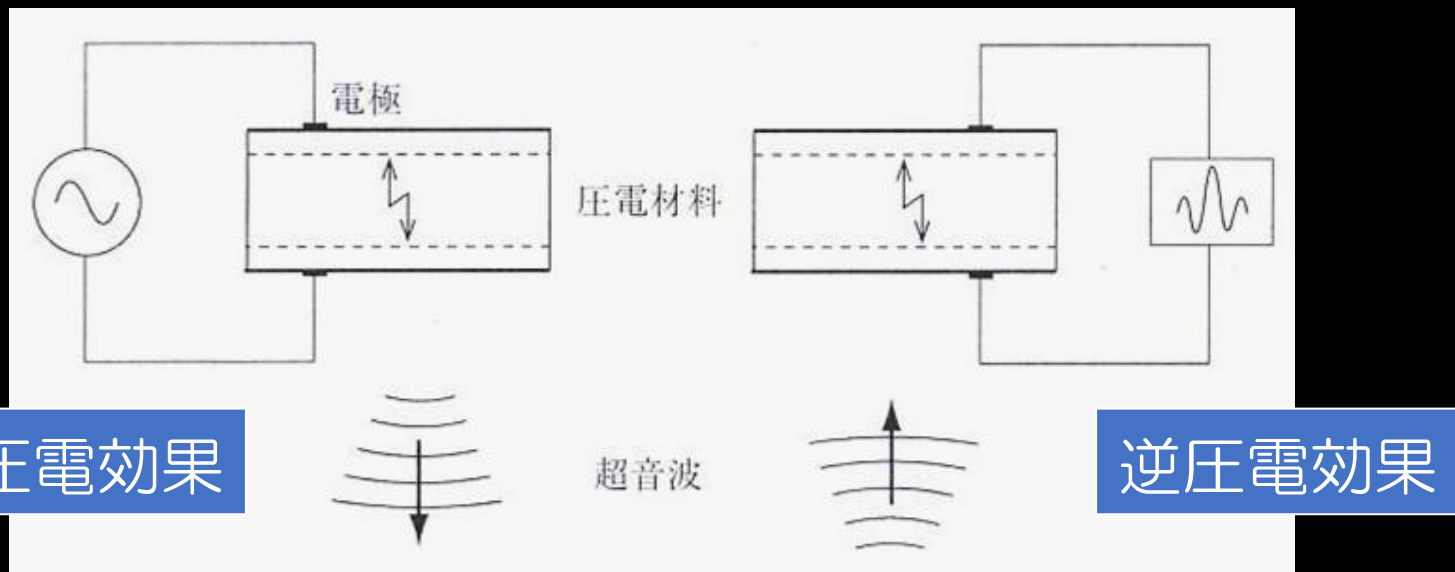
外力によって生じた材料の厚みの変化により
電気端子間に正または負の電圧が発生する



「圧電効果（ピエゾ効果）」

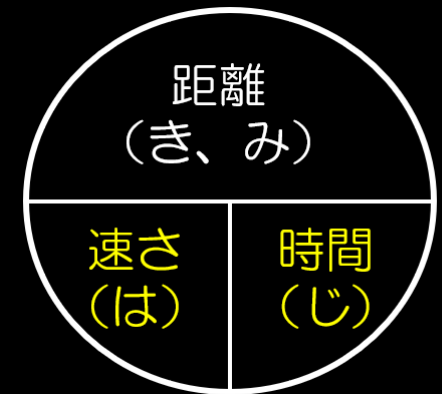
超音波診断装置は、

極性を電氣的に素早く切り替えて
超音波の送受信を交互に行う



「パルス反射法」

反射波の戻ってくる時間を
測ることで距離を測定する



超音波検査の基本原則

「ラスター」 (走査線)

超音波を1回送って、

跳ね返りの情報を1回受け取る

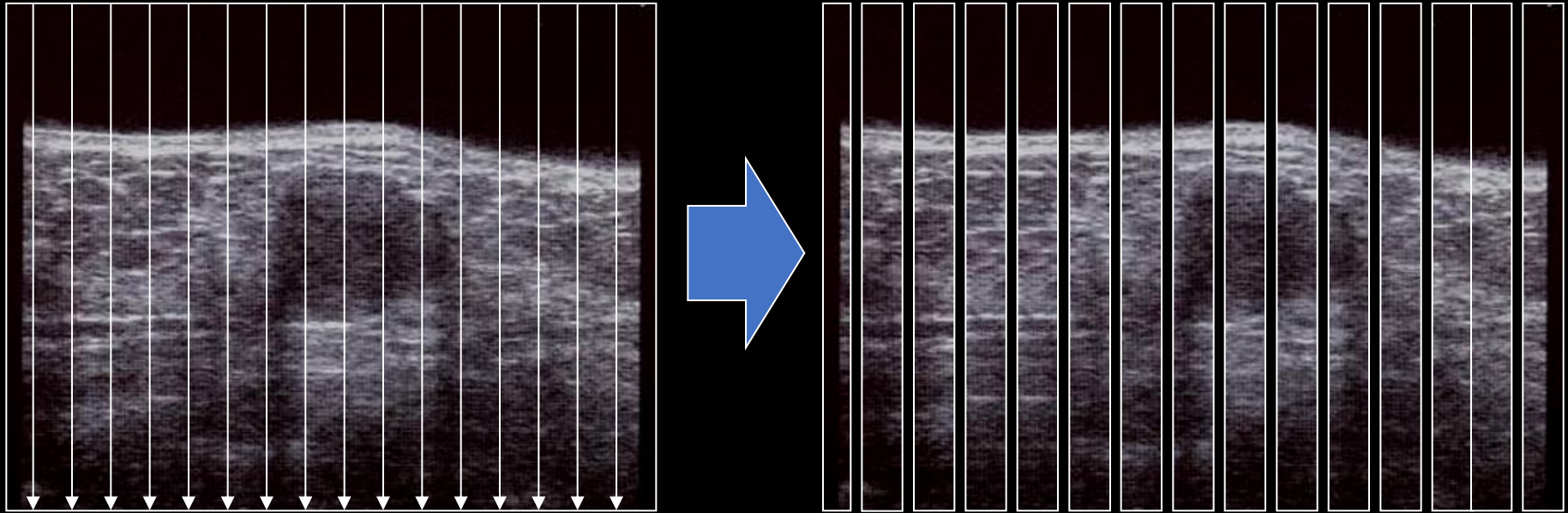
超音波



この直線のを「ラスター」 (走査線)

「超音波検査の原理」

画像のでき方



超音波を一度受信した後、送信方向を少しずらし再度送受信。

この時、表示方向も少しずらして表示する。

これを繰り返すことで断層像として画面に表示できる。

「送受信の方向や位置を少しずつ変えていく」

「Aモード」

A : Amplitude (振幅) の「A」



それぞれのエコーが
戻ってくるまでの時間がわかれば、
時間から距離がわかる
となって返: 「エコーの基本原理」

「Bモード」 「どれくらいの距離に
どういう性質のものが
あるかわかる！」

超音波



反射強度 小 中 小 大 小

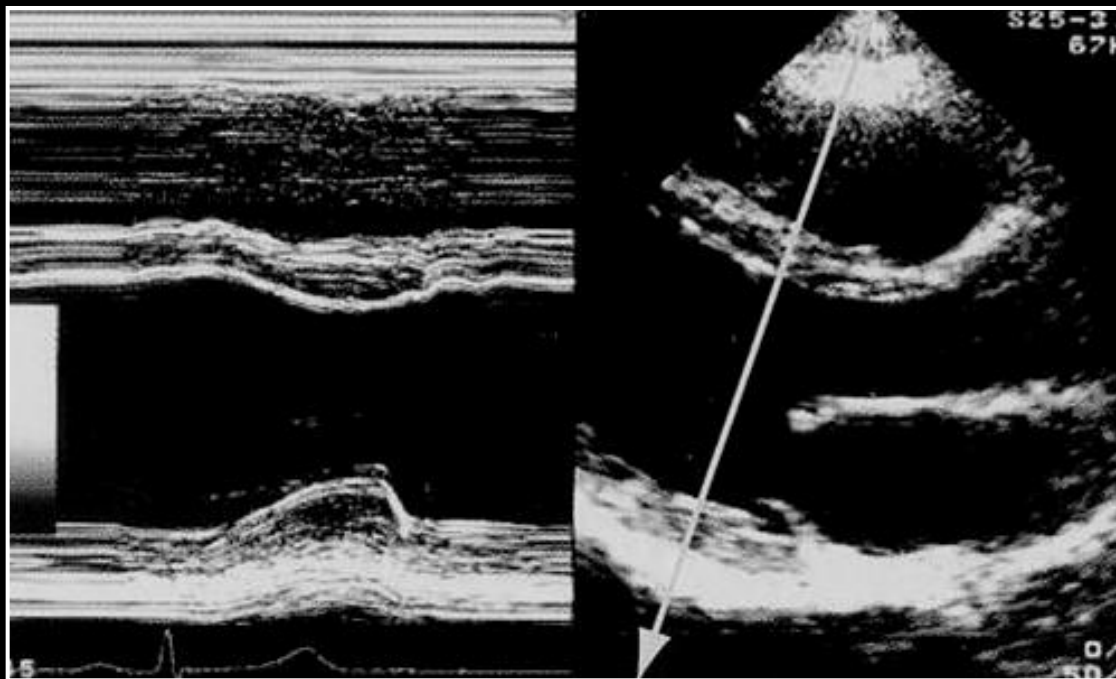
「Bモード」 B：性質がわかる

「Mモード (motion mode)」

動いているエコー源の経時的変化を見ることができる。

心臓弁の動きや心室壁の動きなどが見れる

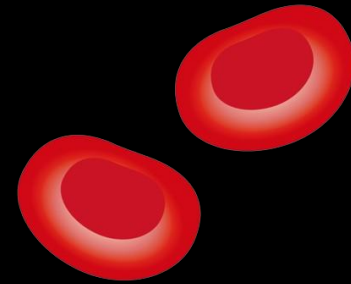
時間と動きの度合いから動く速度を割り出す



左室内径のB / Mモード表示

「ドップラーモード」

対象：赤血球

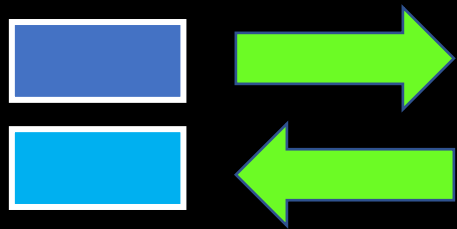
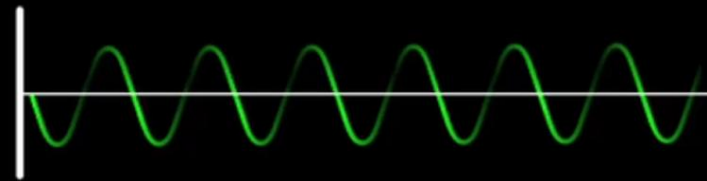


赤血球の動いてる向きによって、
返ってくるエコーの周波数が変わる！

ドプラシフト周波数

どれだけ変化（シフト）したかで、
血流の速さがわかる！

1 連続波ドプラ法



送信と受信が別の素子

1 方向のみに連続波を出す

- 反射波も連続波なので、送信受信は別の素子

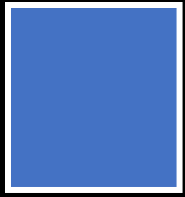
つまり、反射時間がわからない

⇒ 位置がわからない ⇒ 距離分解能が無い

つまり、Bモードと同時使用はできない

逆に、測定できる流速の限界は高い!

2 パルスドプラ法



送信と受信が同じ素子

1方向のみにパルス波（間欠波）を出す

• 反射波もパルス波なので、送信受信は1素子

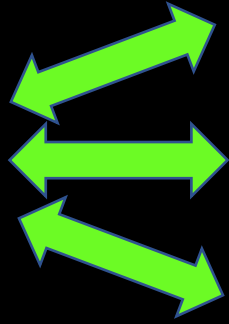
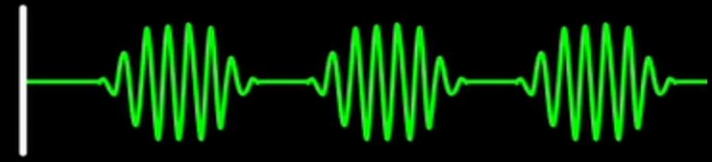
つまり、反射時間がわかる

⇒ 位置がわかる ⇒ 線の距離分解能がある

つまり、Bモードと同時使用ができる

逆に、測定できる流速に限界がある！

3 カラー Doppler 法



送信と受信が同じ素子

多方向にパルス波（間欠波）を出す

• 反射波もパルス波なので、送信受信は1素子

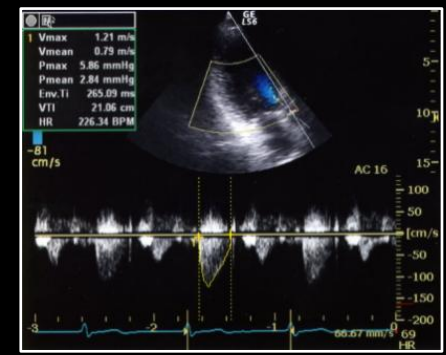
つまり、反射時間がわかる

⇒ 位置がわかる ⇒ 面の距離分解能がある

つまり、Bモードと同時使用ができる

逆に、測定できる流速に限界がある！

「ドプラモード」まとめ



連続波ドプラ法

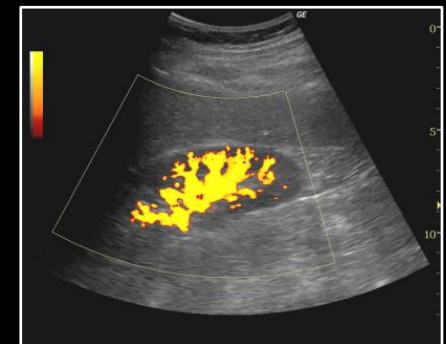
種類		距離分解能	測るもの
連続ドプラ法	連続波 	×	血流の速度 血流の方向 血流量
パルスドプラ法	パルス波 	○	
カラードプラ法			
パワードプラ法			



パルスドプラ法



カラードプラ法



パワードプラ法

「ドプラモード」 まとめ

強いところ		弱点
高速な血流が測れる (大血管)	連続ドプラ法	どの深さの血流を 測定してるかわからない
血流のある場所 (深さ) がわかる	パルスドプラ法	高速血流ではエイリアシング
血栓がわかる!	カラードプラ法	低速の血流に弱い!
低速の血流に強い! (微小血管)	パワードプラ法	血流の方向がわからない



「ドプラモード」 まとめ ☆☆☆

特徴 / 種類	連続波ドプラ法 (CW)	パルスドプラ法 (PW)	カラードプラ法 (CDI)	パワードプラ法 (PDI)
パルスの種類	連続波	パルス波	パルス波	パルス波
測定深度の特定	✗ 不可能 (深さ不明)	☑ 可能 (特定の深さ)	☑ 可能 (2D画像で)	☑ 可能 (2D画像で)
血流速度の測定	☑ 高速血流も正確に測定可	☑ 測定可 (エイリアシング)	△ 色の濃淡で間接的に表示	✗ 表示しない (速度は不明)
血流方向の測定	☑ 可能	☑ 可能	☑ 色で方向を表示 (赤/青)	✗ 不可 (方向情報なし)
空間分解能	✗ 低い (2血管が重なると)	☑ 良好	△ やや低い (画像処理必要)	△ やや低い
微小血流の描出	✗ 苦手	△ やや苦手	△ 限界あり	☑ 非常に得意 (高感度)
ノイズ耐性	○ まあまあ普通	△ やや弱い	△ やや弱い	☑ 強い
表示形式	音のみ or 波形	音とスペクトル波形	色付き画像 (赤青)	単色画像 (オレンジなど)
主な用途	弁の逆流・高速血流の測定	部位を特定した血流速度測定	血流の視覚的マッピング	微細な腫瘍血流や末梢血流

ここまでは、覚えなくていいよ！

超音波

1 超音波・音波の基礎

2 超音波検査装置

3 超音波検査

原理・検査モード

分解能

ゲイン・DR とか

アーチファクト・サイン

4 尿路結石

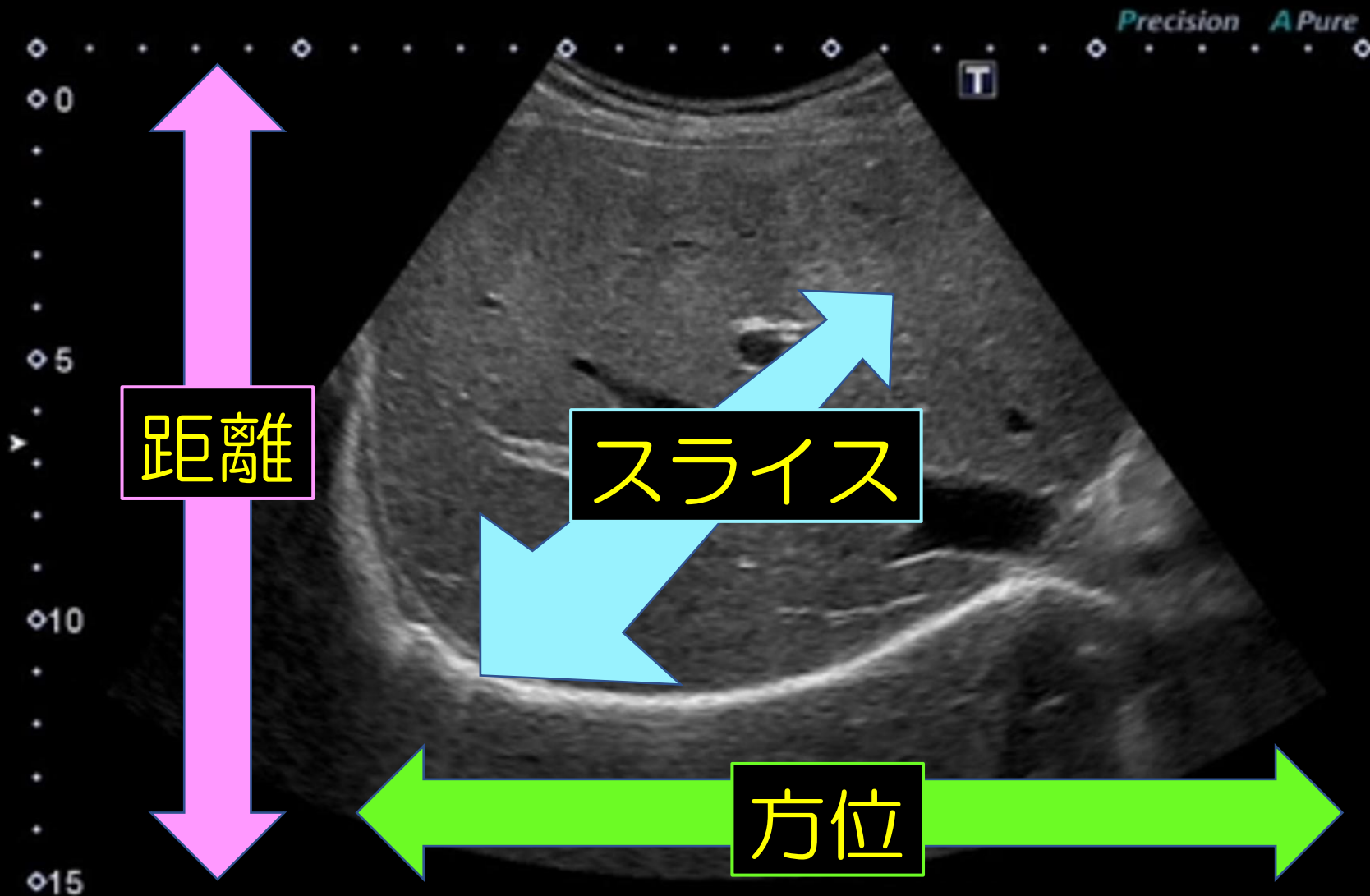
「超音波の分解能」

空間分解能

- 1 距離分解能
- 2 方位（横）分解能
- 3 スライス分解能
- 4 コントラスト分解能
- 5 時間分解能

「超音波の分解能」

空間分解能



「超音波の分解能」

コントラスト分解能

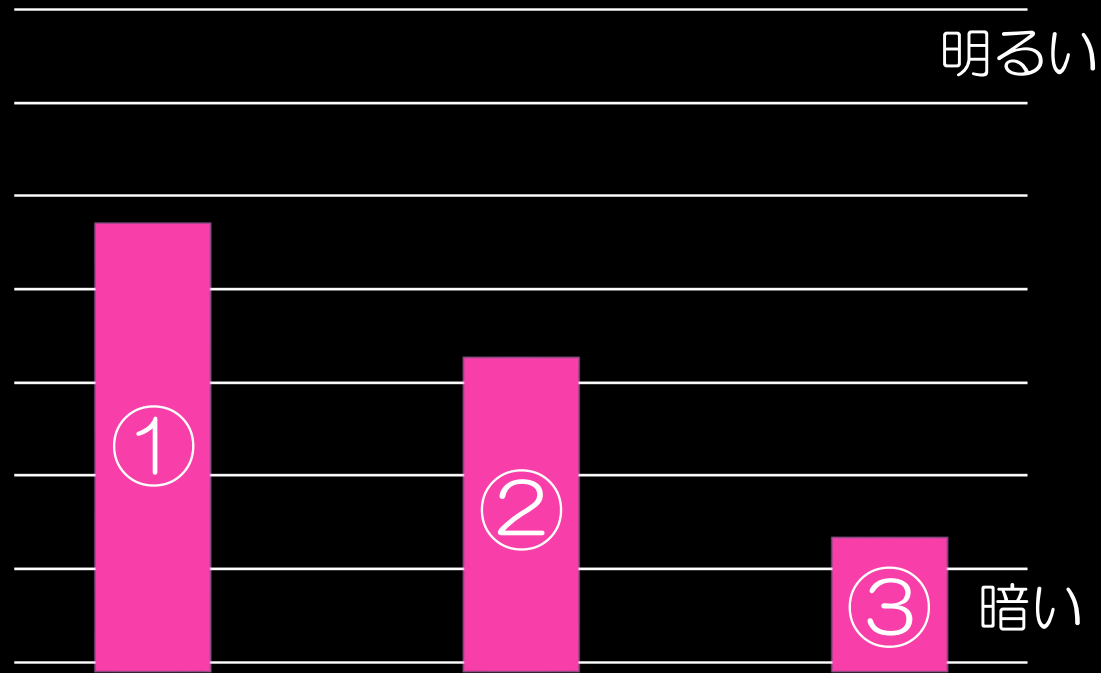
輝度の差が小さいもの
「見分ける」ことができる

時間分解能

動きのある点を
「動いてる」とできる

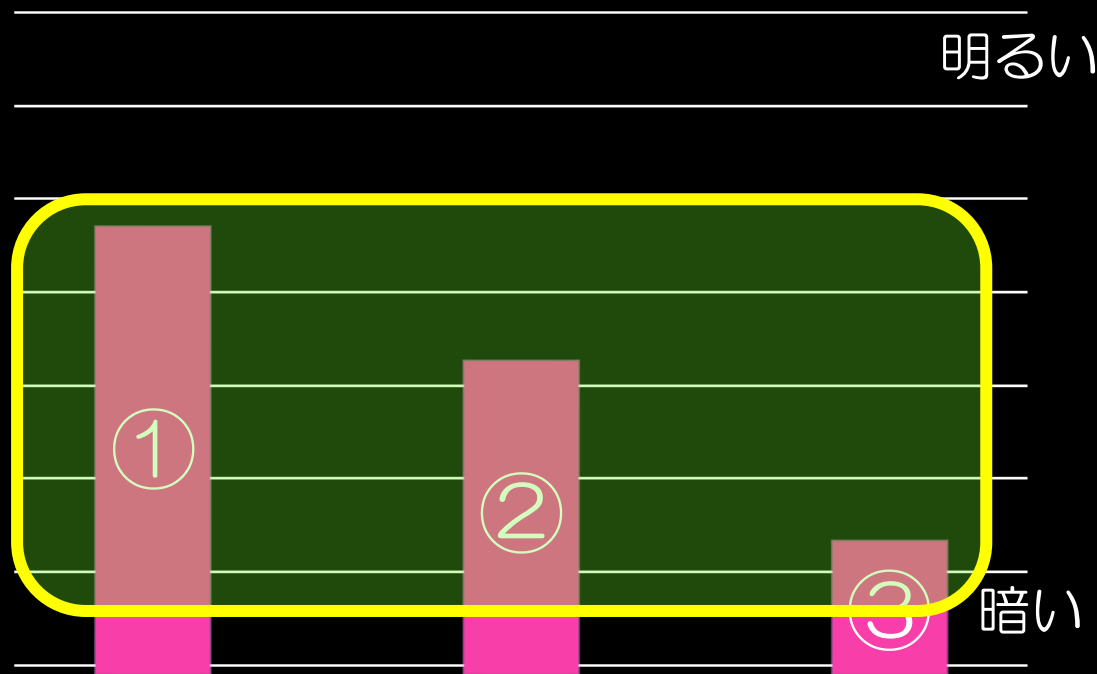
「超音波検査」

- 1 ゲイン
- 2 DR (ダイナミックレンジ)
- 3 STC
- 4 フレームレート
- 5 スキャン幅
- 6 電子フォーカス
- 7 パルス繰返し周波数
- 8 ハーモニックイメージング



ゲイン：返ってきた超音波を増幅させたり、
抑えたりして見えやすくする

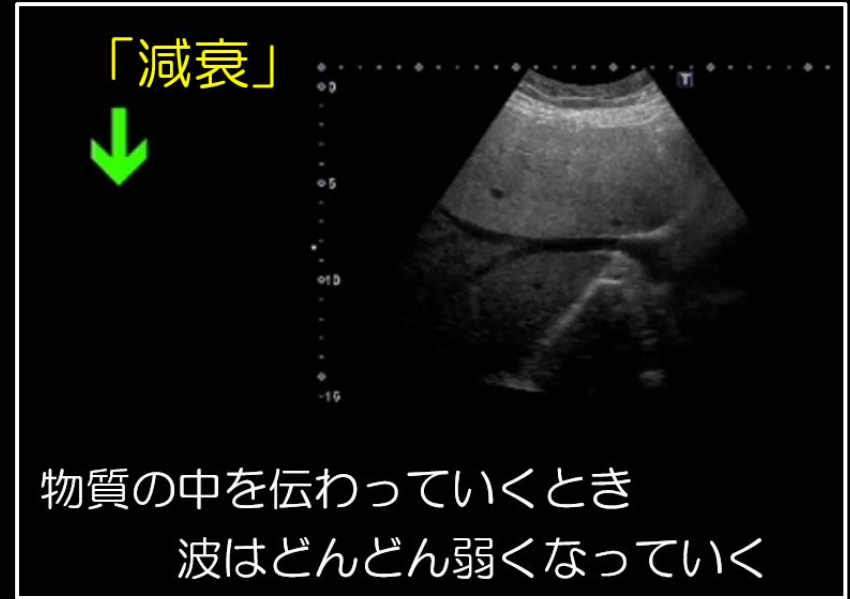
CTの「WL」みたいに幅の中心を
動かすみたいなイメージ



ダイナミックレンジ：観察する明るさの幅を
調節して見えやすくする

CTの「WW」みたいに幅を
調節するみたいなイメージ

「STC」 (TGC)

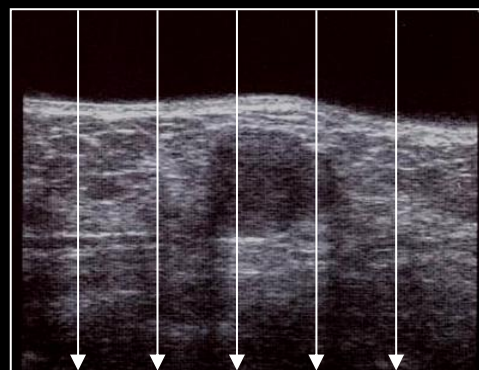
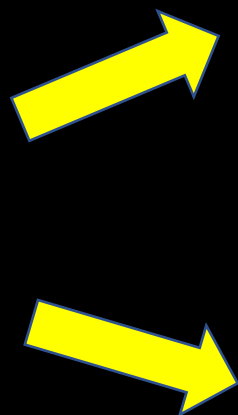
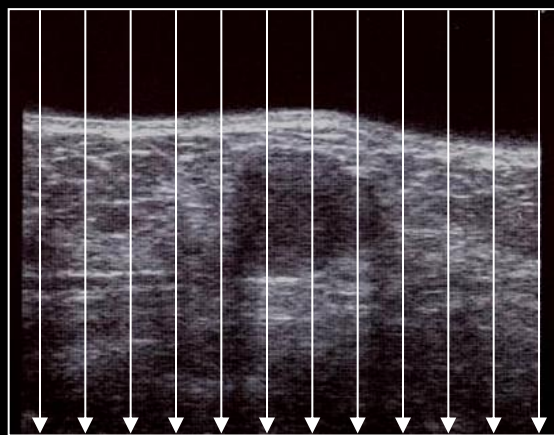


- 深さごとにゲインを調整できる！
- それぞれの深さの信号を補正して、
全体的に均一の画像にできる

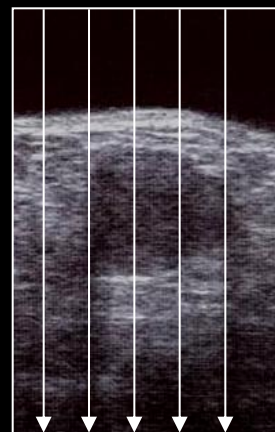
「フレームレート」

1秒間に何枚の画像を作ることが出来るか
高いと「リアルタイムできれいに見える」

高めるには



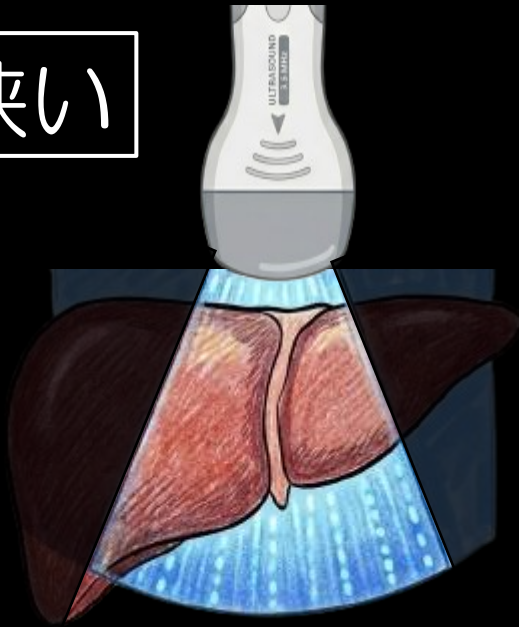
ラスタ数
を減らす



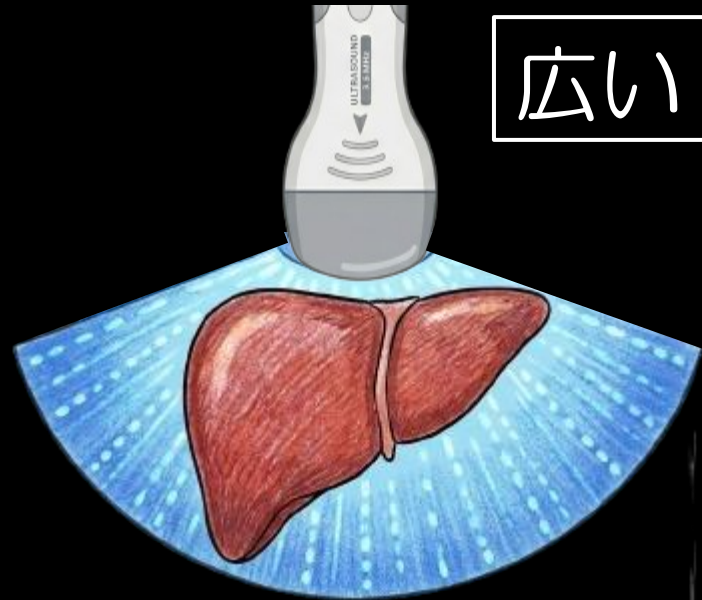
視野幅を
狭くする

「スキャン幅」

狭い



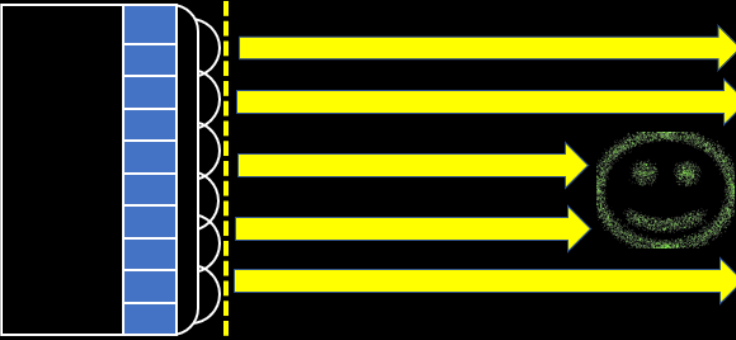
広い



スキャン幅 (見える範囲)	フレームレート	画像
広い	下がる	カクカク
狭い	上がる	なめらか

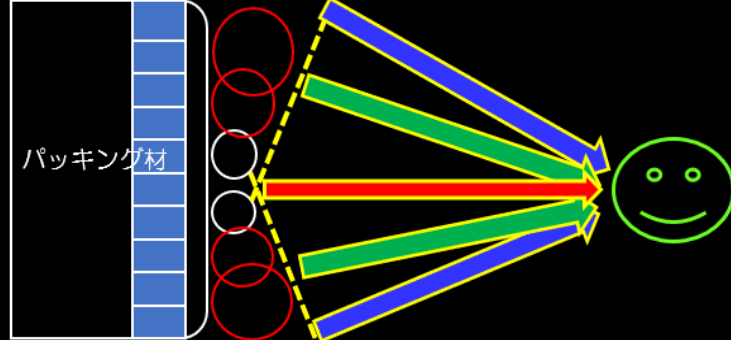
「電子フォーカス」

「電子フォーカス」



• 同じタイミングで、超音波を出すと
2本からしかデータは得られない

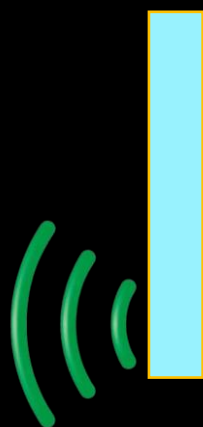
「電子フォーカス」



タイミングをずらすことで、
超音波を収束させてビームを細くする

電子フォーカス	スキャン幅	ビーム幅	方位分解能
なし	同じ	太い	低い
あり		狭く	高い

「パルス繰り返し周波数 (PRF)」



送信

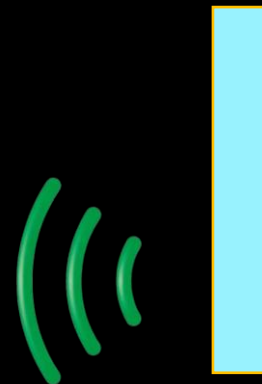
受信待ち時間

送信

受信待ち時間

送信

受信待ち時間



送信

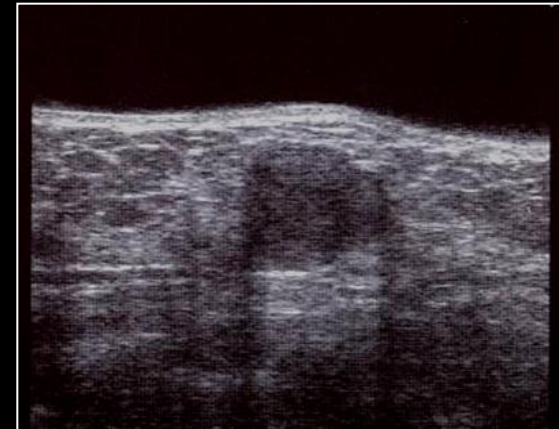
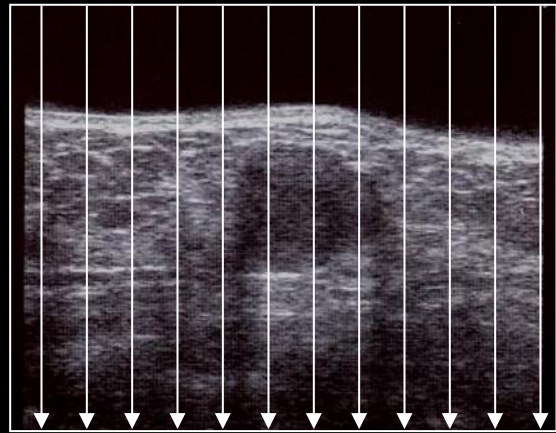
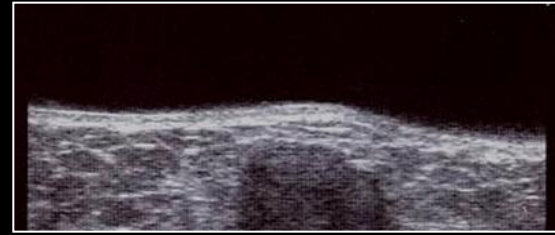
受信待ち時間

送信

受信待ち時間

「視野深度とPRF」

PRFが高い



PRFが低い

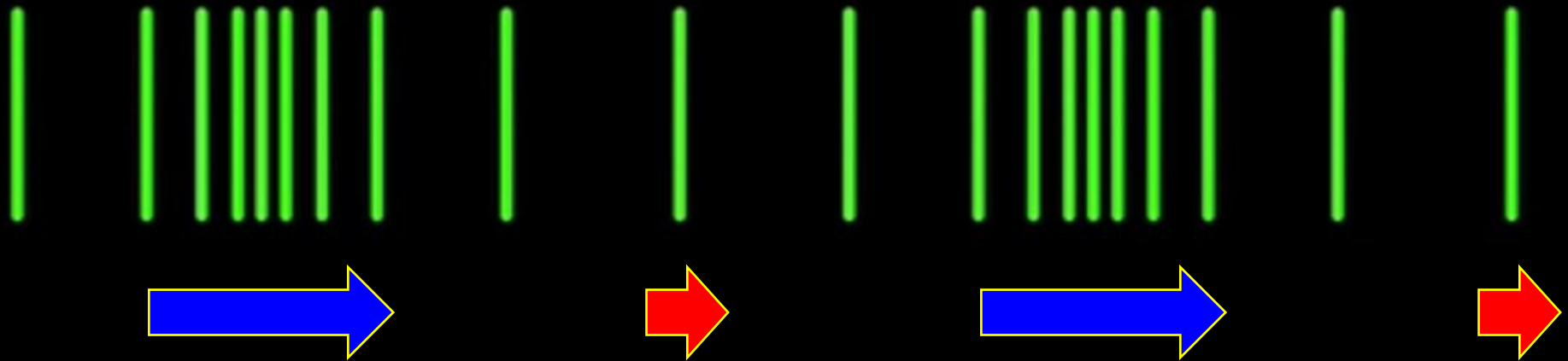
視野深度を深くするにはPRFを低くする

「ハーモニックイメー징ング」

高い

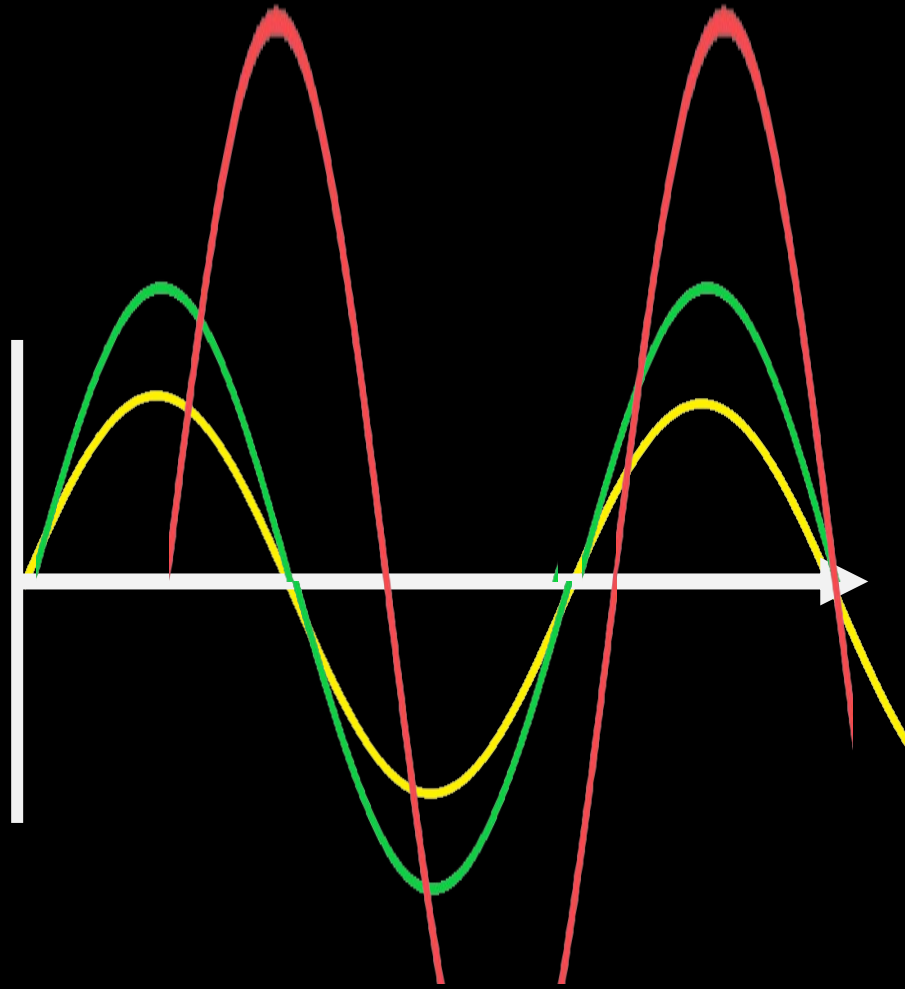
低い

高い



音速は、圧力が高いところで速くなり
低いところで遅くなる

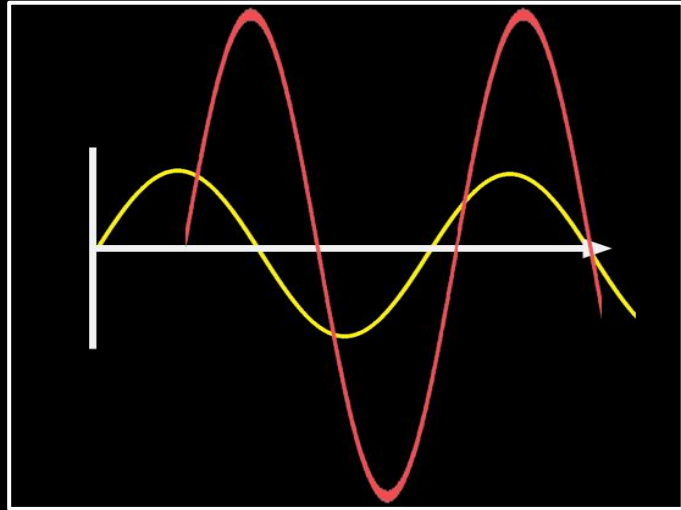
「ハーモニックイメー징ング」



本来、無いところに波ができる！

「高調波」

「ハーモニックイメー징ング」



「ノイズ」と似ているけど
ノイズは周期的じゃないので
使えない！

「高調波」は周期的なので

それも画像化しちゃえばいい！



「ハーモニックイメー징ング」

高調波は、

- 送信したエコーの
整数倍（2倍とか）の周波数
- 進んだ距離に比例して増加する



「高調波は整数倍（2倍とか）」
これだけ覚えとけば大丈夫！

「ハーモニクイメーシング」

高調波が強いところ

- 組織の境界線を鮮明にできる！
- コントラストを向上できる！
- 対象の硬さもわかる！
- 減衰しにくい！（深いところもOK！）

⇒ 構造や形態もわかるから
病変の検出感度が向上！



「パラメータと分解能」 (Bモード)

パラメータ	分解能
ゲイン	コントラスト分解能
STC	
DR	
フォーカス	方位 (横) ・ 時間分解能
スキャン幅	時間分解能
周波数	距離 ・ 方位 (横) 分解能

「パラメータと対策」 (Bモード)

問題点	パラメーター	対策
暗い	ゲイン	
ザラザラ	DR	
深い暗い	STC	
動き悪い	フレーム	
深いところ見えない	PRF	
画質悪い	ハーモニック	

「パラメータと対策」 (Bモード)

	問題点 (画像)	原因	対策
フォーカス	ぼやける (病変の境界)	少ない	数を変える
	動きがカクカク	多すぎる	減らす
	病変部がぼやける	位置がずれてる	位置を合わせる
周波数	画像が粗く 細かい構造が見えない	周波数が低すぎる	周波数を上げる
	深部が見えない	周波数が高すぎる	周波数を下げる

超音波

1 超音波・音波の基礎

2 超音波検査装置

3 超音波検査

原理・検査モード

分解能

ゲイン・DR とか

アーチファクト・サイン

4 尿路結石

「アーチファクト」

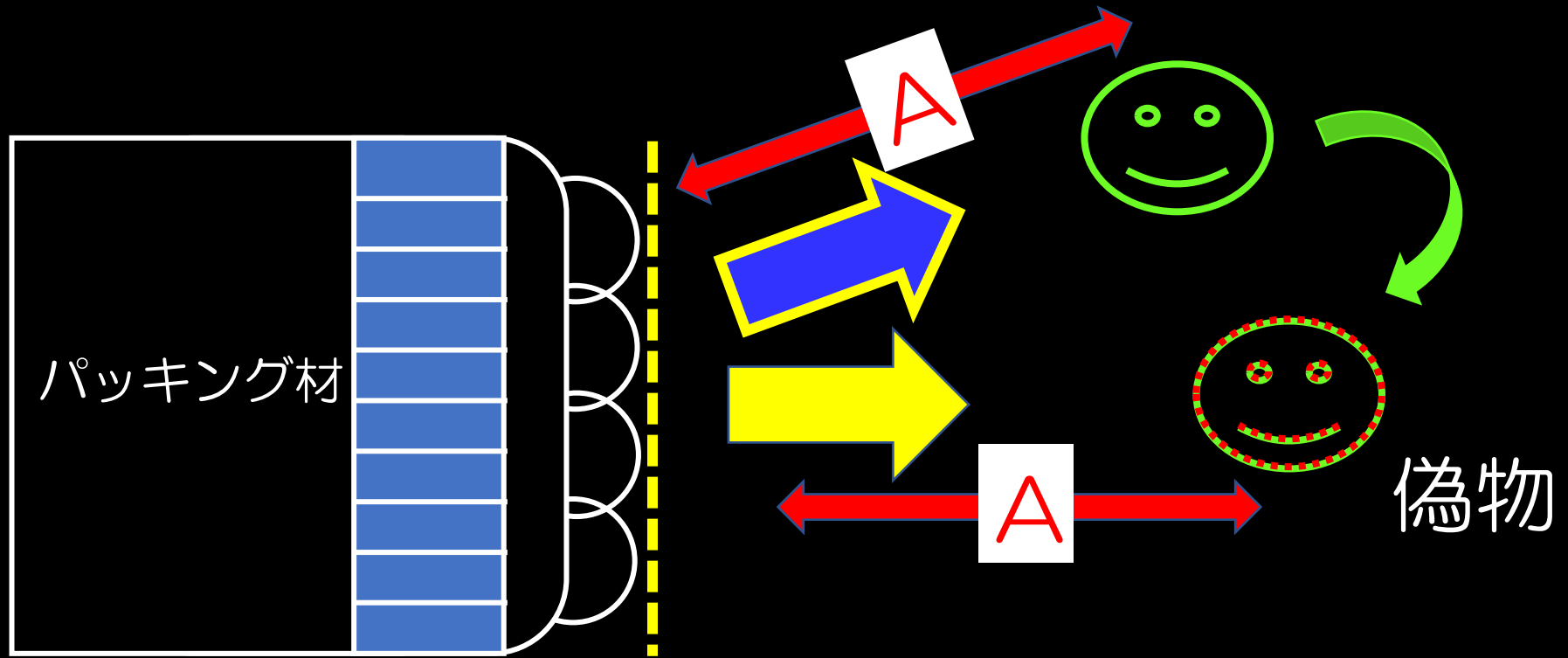
方向ズれる (ビームの問題)	サイドローブ グレーティングローブ
反射が問題	多重反射 (コメント) 外側陰影
透過・減衰	音響陰影 後方エコー増強
特殊 (鏡・屈折)	ミラーイメージ レンズ効果 折り返し現象

「アーチファクト」

方向ずれる
(ビームの問題)

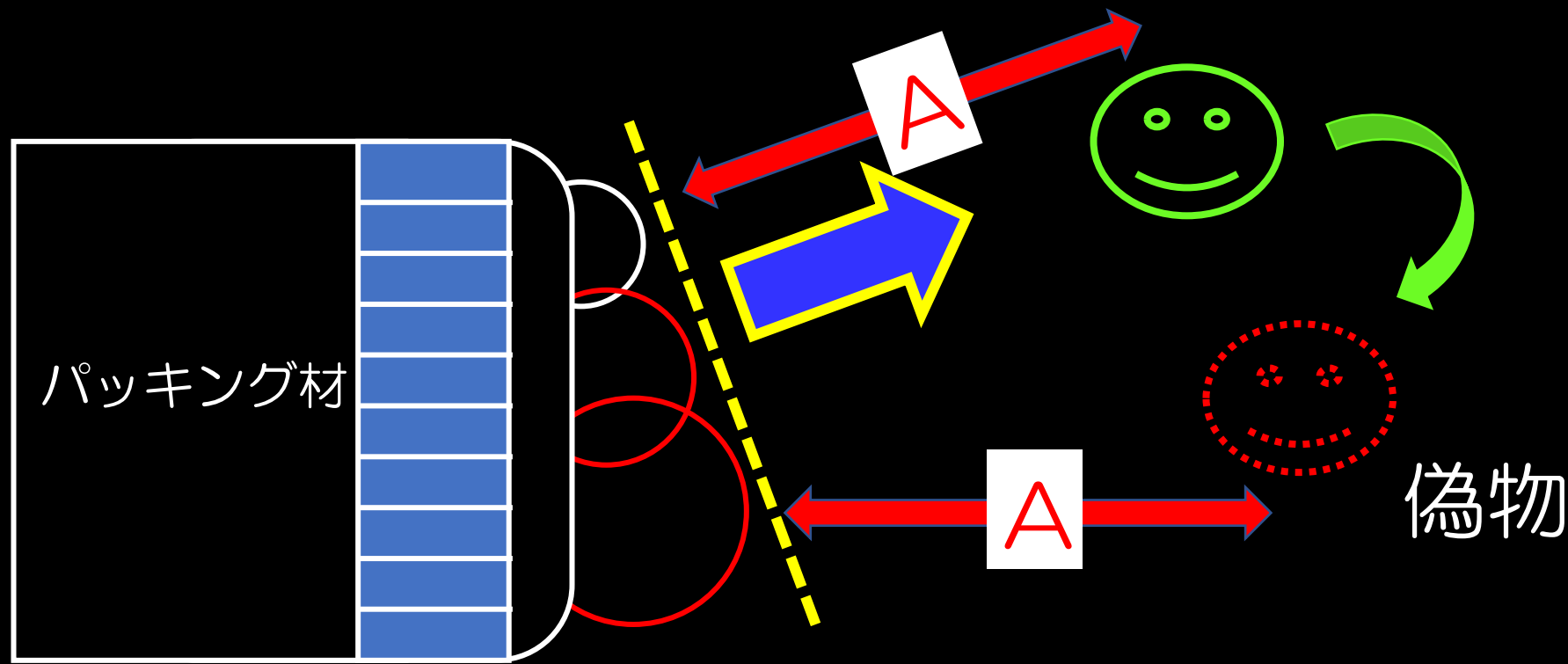
- サイドローブ
- グレーティングローブ

「サイドローブ」 (side lobe)



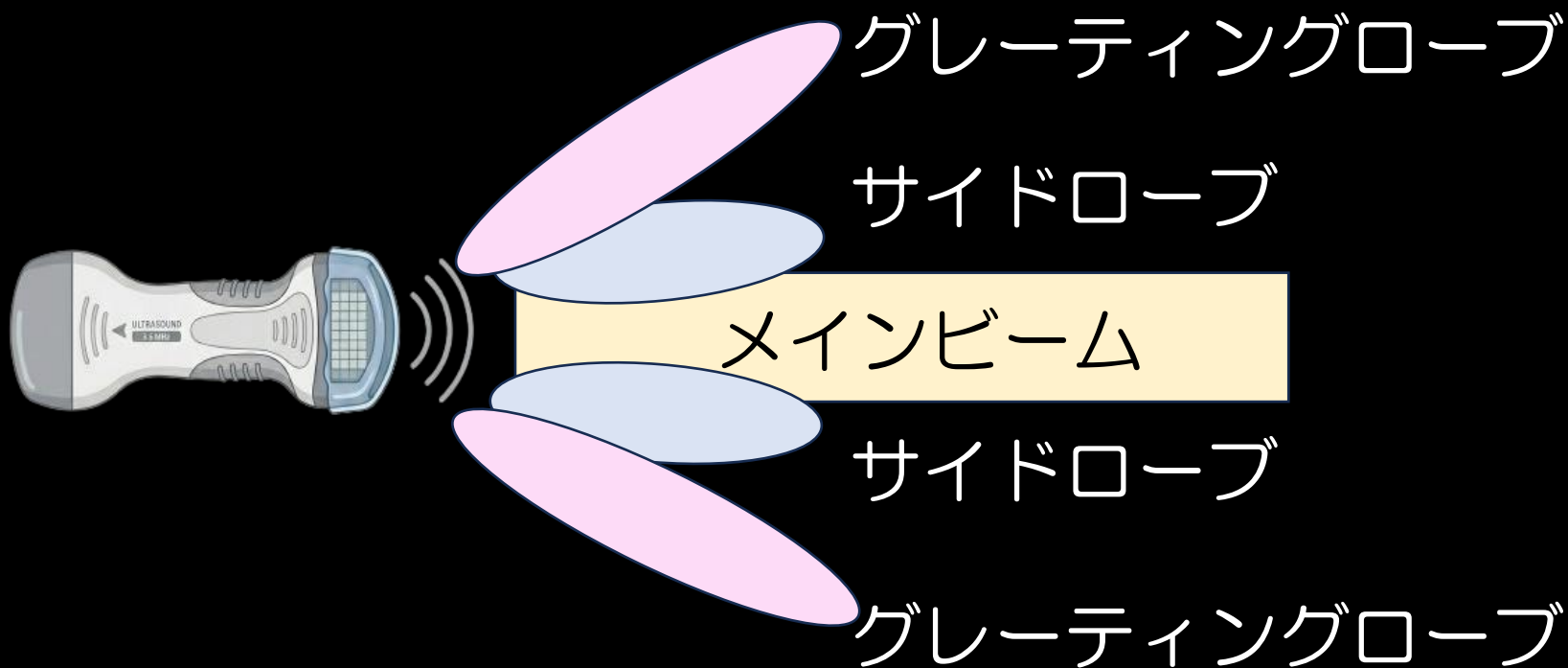
超音波は、斜めにも少し出てる。
それが返ってくると
距離Aにあるような画像ができちゃう

「グレーティングローブ」 (grating lobe)



エコーの向かう向きが傾く (ずれる)
返ってきた時間から、距離Aの所に
あるように画像ができてしまう

「グレーディング・サイドローブ」



	犯人	原因			強さ（影響）	場所
サイドローブ	単一素子	ビームの広がり	どのプローブでも起こる		弱い	近くにする
グレーディングローブ	複数の素子	素子の間隔	リニア	起こりやすい	強い	離れたところに出る
			コンベックス	普通		
			セクタ	起こることもある		

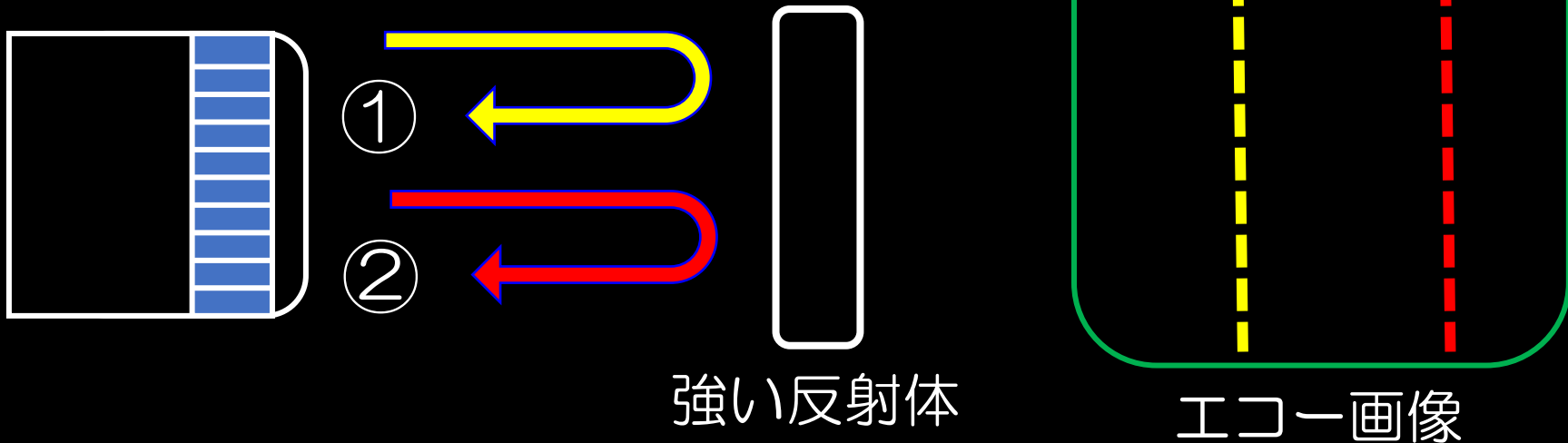
「アーチファクト」

反射が問題

- 多重反射（コメント）
- 外側陰影

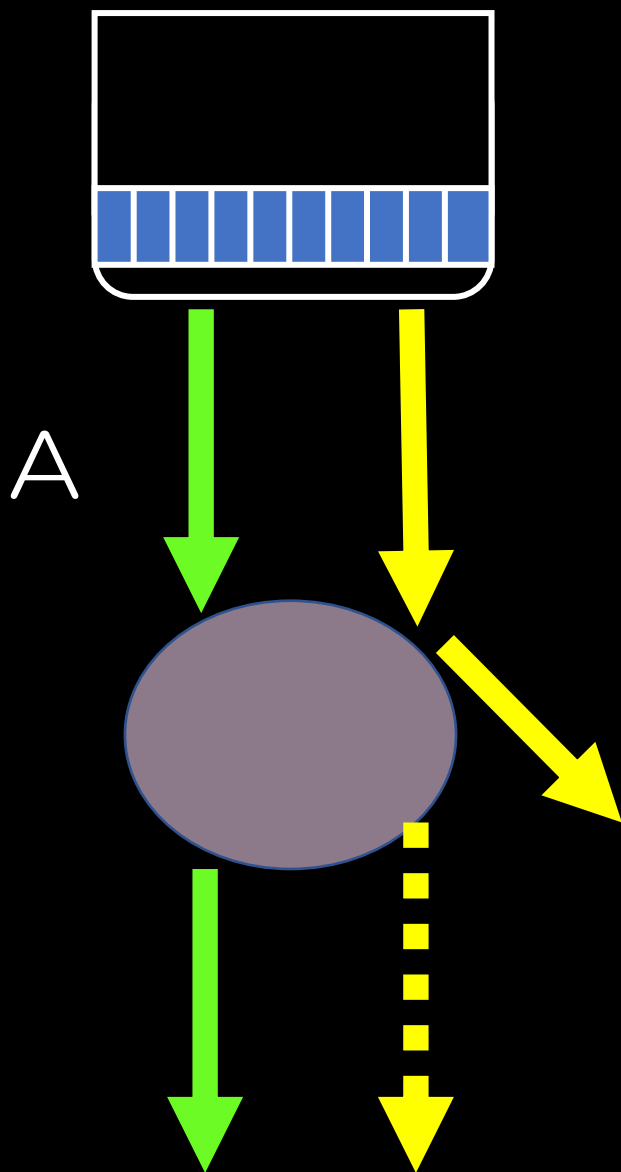
「多重反射」 (multiple reflection)

強い反射体で反射したエコーが (①)
プローブの表面でもう一度反射して、
その強い反射体に向かい反射して、
プローブに戻る (② 偽物)



「外側陰影」

(lateral shadow)



まっすぐぐ入射する緑のエコーは、
減衰と反射を起こしながら、

まっすぐ進む

斜めの部分に入射した黄色は、
境界で全反射してしまい

それ以降のエコーが無くなる

「アーチファクト」

透過・減衰

- 音響陰影
- 後方エコー増強

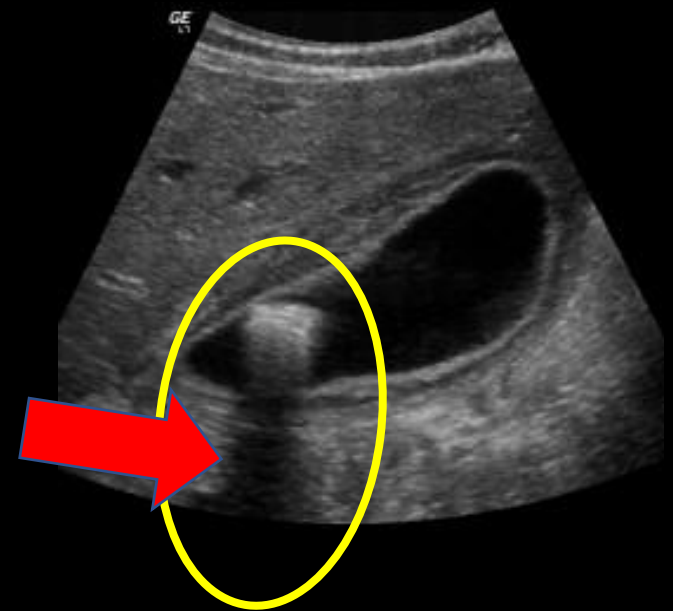
「音響陰影」

(アコースティックシャドウ)

全ての超音波が反射するくらい
音響インピーダンスの差が大きいと
その後方には超音波が透過できない

無エコーのところを

「音響陰影」

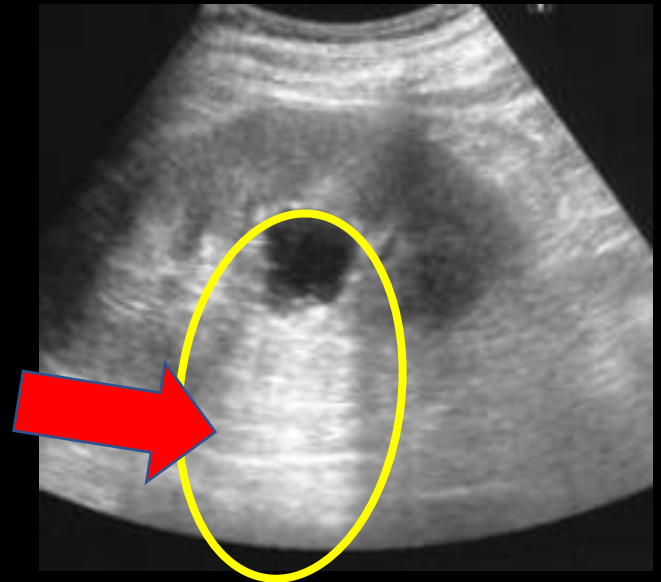


「後方エコー増強」 PEE (posterior echo enhancement)

逆に、反射や減衰をしない組織があると
その後方は高エコーになる

その組織のところが
無かったことになり
後方が強くなる

音響陰影の逆！



「アーチファクト」

特殊
(鏡・屈折)

- ミラーイメージ
- レンズ効果
- 折り返し現象

「ミラーイメージ」 (mirror image)



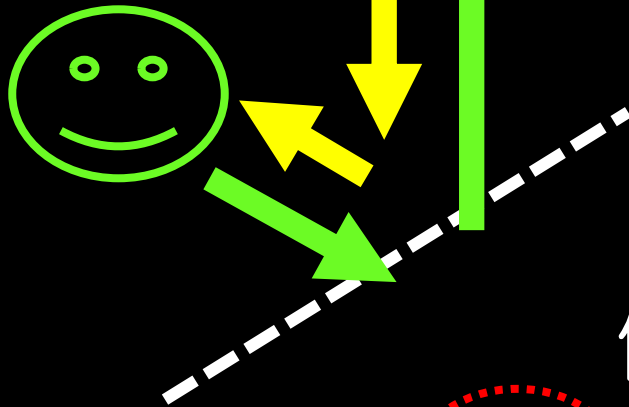
いわゆる「鏡面現象」

横隔膜などの

強い反射体があると

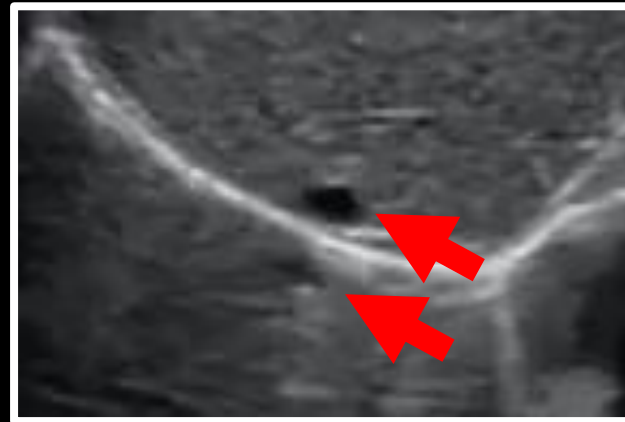
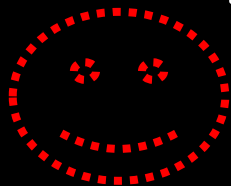
反射体を挟んで、同じ距離に

虚像（赤）ができちゃう



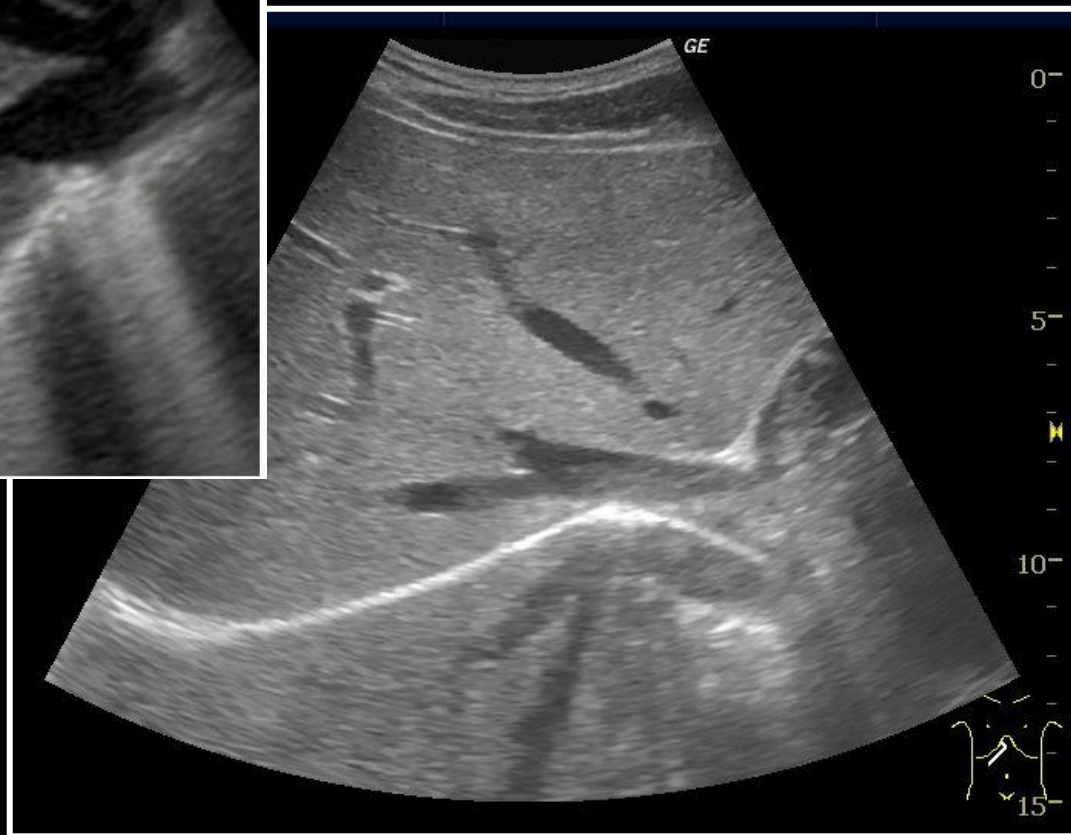
偽物

強い反射体

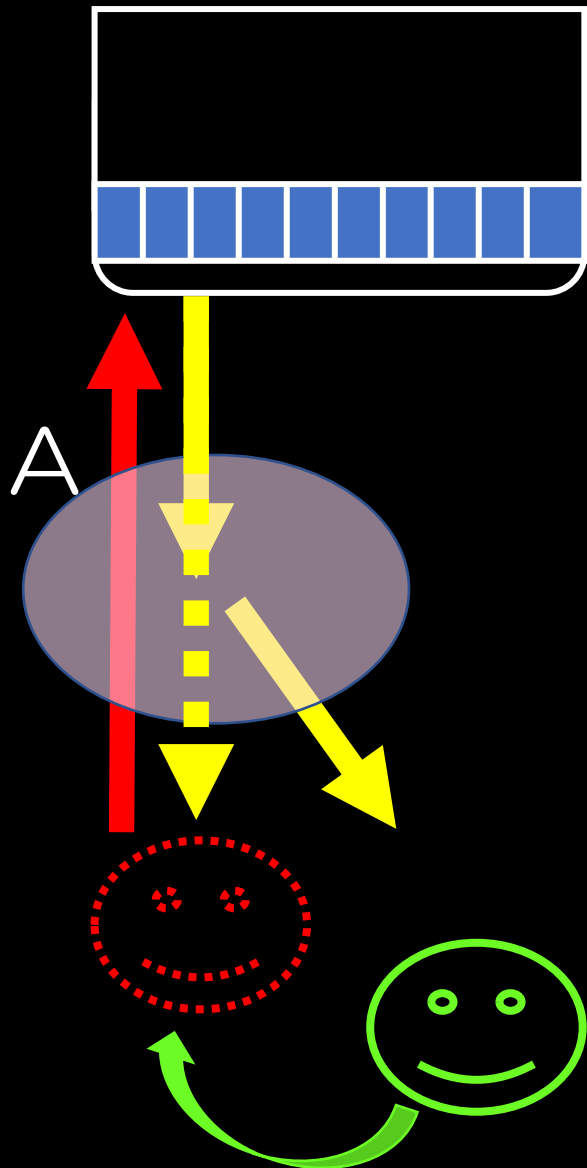


「ミラーイメージ」

(mirror image)



「レンズ効果」 (lateral shadow)



Aの音速が周囲より速いと

黄色の音波は、屈折する。

でも、まっすぐ返ってきたエコー

と認識されるから、

赤の所に虚像ができる。

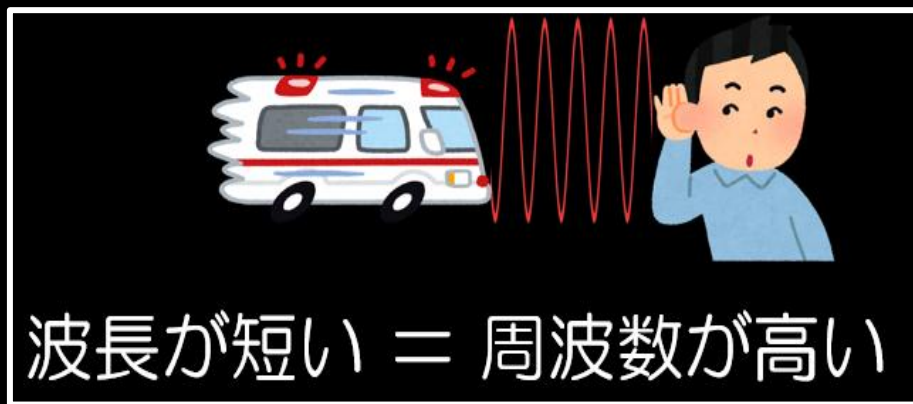
簡単に言うと

「屈折によるアーチファクト」

Aは、腹直筋のことが多い

「折り返し現象」 (aliasing)

パルスドプラは、測定可能な流速に限界がある



赤血球の速度が、エコーより速いと

1つ前のエコーの終わり部分のようになる。

つまり、1つ前のエコーの時間が長く測定される。

⇒ 流速が遅い

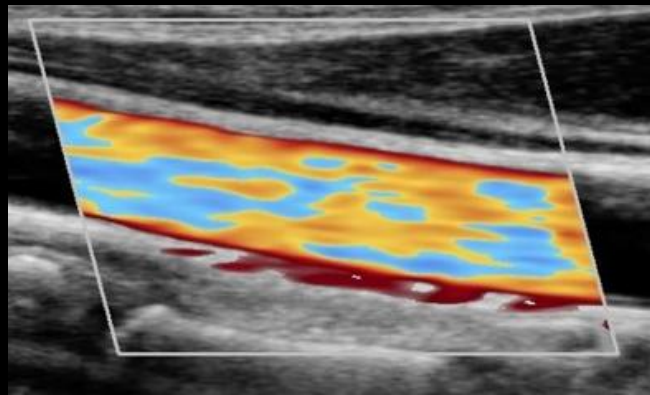
「折り返し現象」 (aliasing)

簡単に例えて言うと、測定限界が「5.0MHz」の時

「返ってきた周波数が5.0MHzだった。

これが、 $4.7 + 0.3 \text{ MHz}$ なのか

$5.3 - 0.3 \text{ MHz}$ なのかわからない」



こんな風に逆向きの血流
があるように見える

限界周波数が

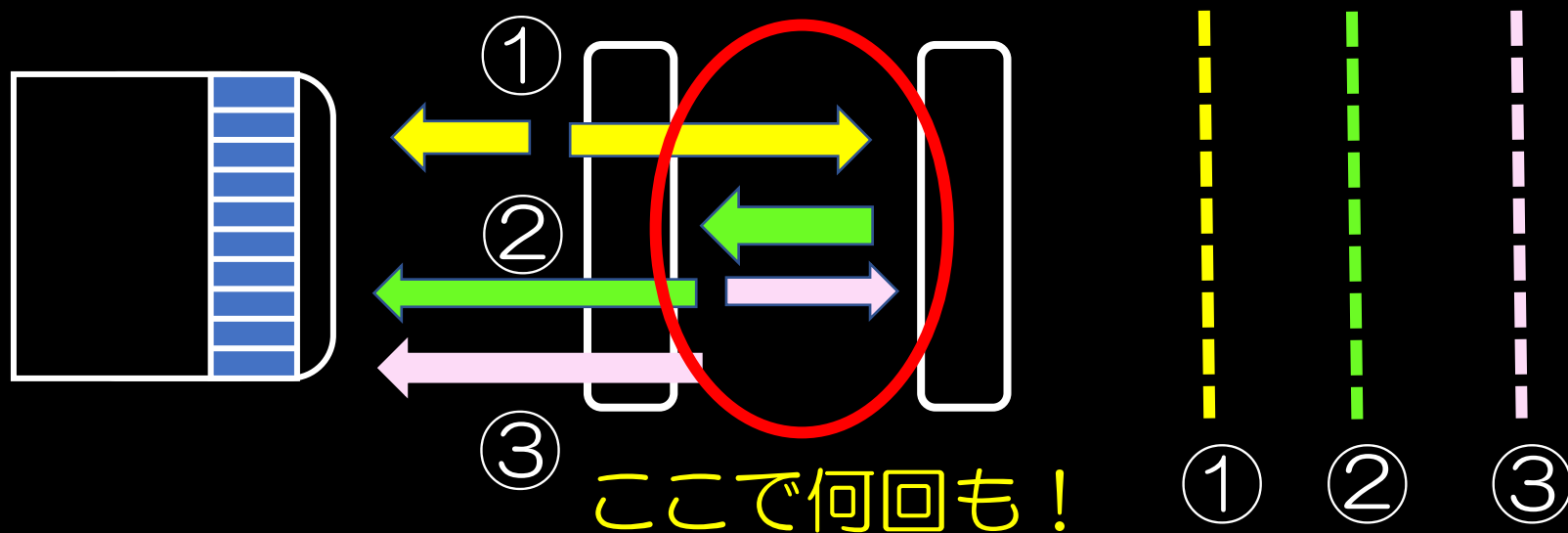
ナイキスト周波数

「 comet tail echo 」 (comet tail echo)

(結石や) 石灰化などで反射する (①)

透過した残りが後の石灰化と前の石灰化の間
で跳ね返りを繰り返す

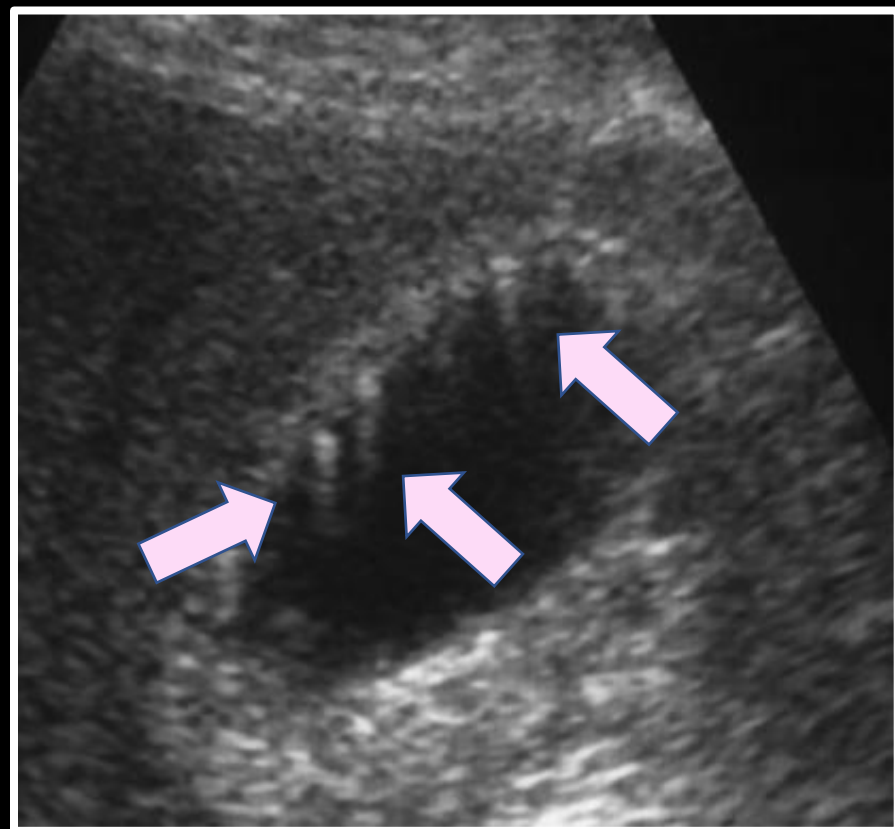
そのたびに1部分がプローブへ戻る (②③)



「コメットサイン」 (comet tail echo)

彗星のしっぽみたいに見えるから

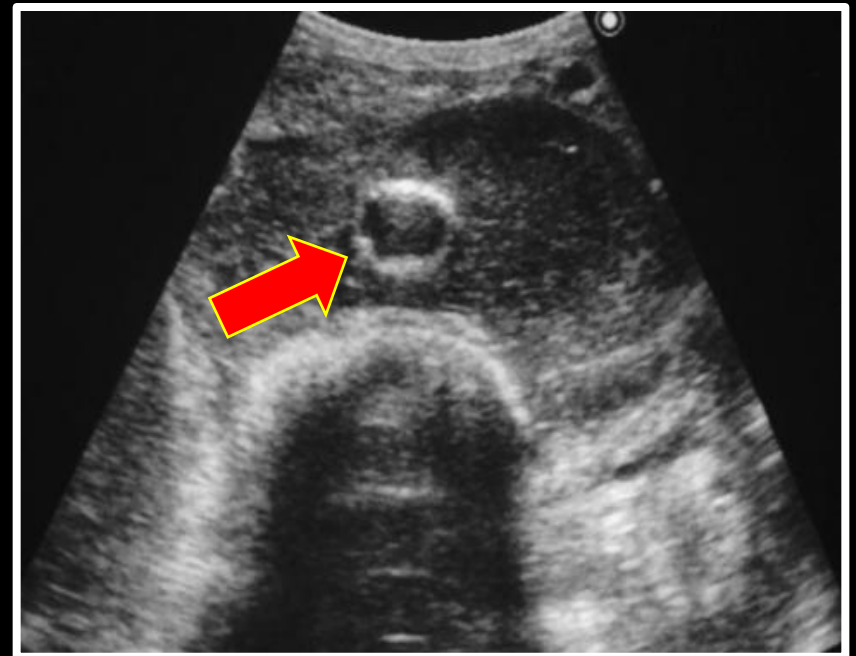
「コメットサイン」 「コメット様エコー」



「ソノシルエット」 (sonosilhouette)

大動脈周囲のリンパ節が腫れて大きくなり
血管と近い音響インピーダンスになると
大動脈が埋もれてしまい、見えなくなる

加齢などで
石灰化すると
見えてくる

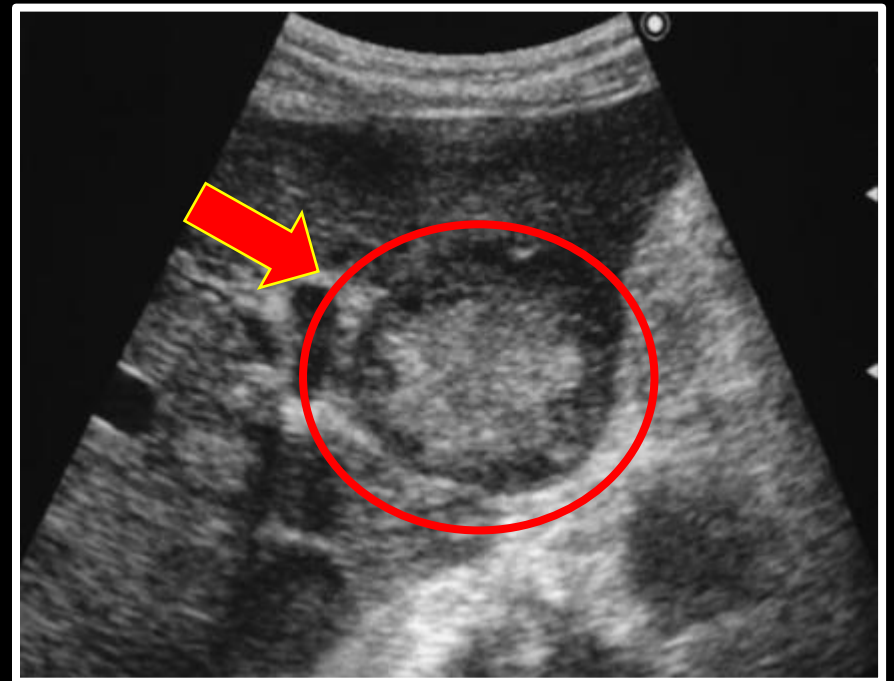


「ブルズアイサイン」 (bull's eye)

腫瘍の内部が変性してしまつて
ドーナツ状に見える。

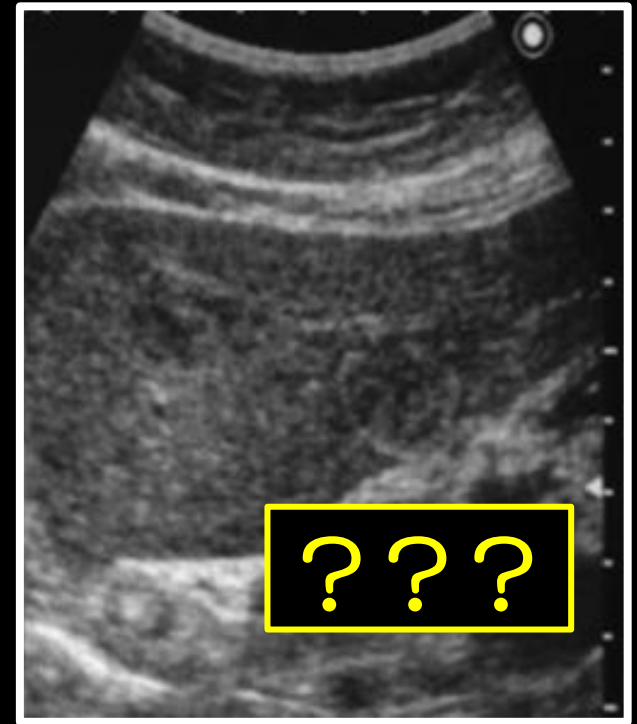
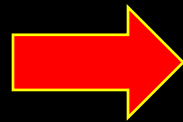
中心部が高エコー、周囲が低エコー

転移性肝がんは、
原発性肝がんより
幅が広くなる



「カメレオンサイン」 (chameleon)

管血管腫などで、体位を変えると
病変が見えなくなる



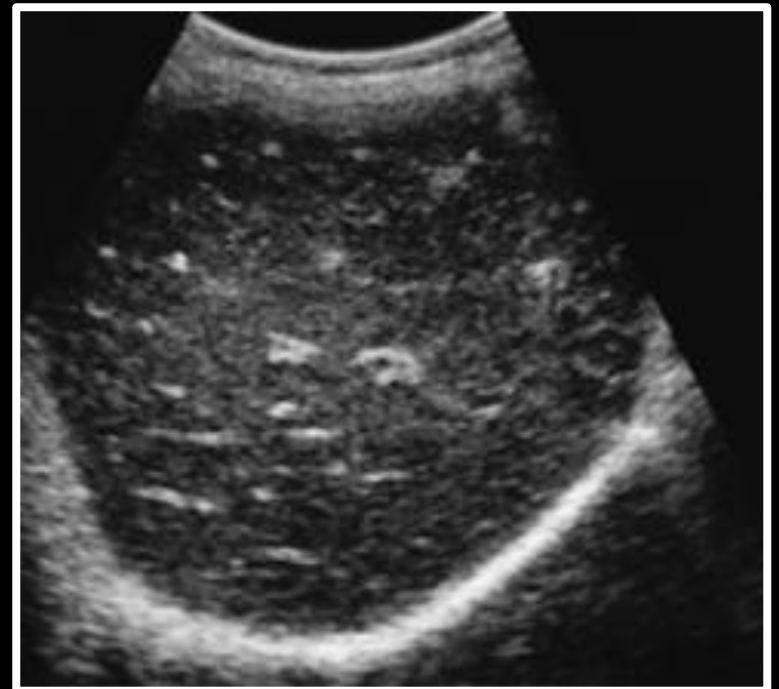
「CL パターン」

急性肝炎などで、肝臓の状態が悪くなると
それに相対して、門脈壁の輝度が上昇する

星空みたいなるから

「starry sky」

とも呼ばれる



「クラスターサイン」 (cluster)

腫瘍がどんどん増えて、複数に腫瘍が
ブドウみたいに見える

胃がんなどの
転移性の肝臓がん
にみられる



「尿路結石」

尿路(腎臓から尿道)に結石ができる
できた部位で分類する

「尿路結石の成分」

シュウ酸カルシウム結石

リン酸カルシウム結石

尿酸結石

「尿路結石」

(1) X線写真によく写る結石

【シュウ酸カルシウム】

【リン酸カルシウム】

(2) X線写真に写りにくい結石

【尿酸】 【シスチン】

【キサンチン】

「超音波の短所・長所」

<超音波の長所>

- ◇ 特別な場所・準備が必要ない
- ◇ リアルタイム画像が可能
- ◇ 様々な方向から観察が可能
- ◇ 被曝がない

<超音波の短所>

- ◇ 骨や空気に弱い
- ◇ 観察可能な視野が狭い
- ◇ 再現するのが難しい

<超音波の短所>

◇ 骨や空気に弱い



<超音波の短所>

- ◇ 骨や空気に弱い
- ◇ 観察可能な視野が狭い
- ◇ 再現するのが難しい

「超音波検査でわかるもの」

1. 大きさと形

「5cmのつるつるした腫瘍」

「7cmのごつごつした腫瘍」

みたいに大きさと形がわかる

「超音波検査でわかるもの」

2. 性状（性質と状態）

画面は白黒やけど、色合いから

腫瘍、出血、水分、脂肪

などがわかる

「超音波検査でわかるもの」

3. 血流

「血の流れ」を見ることが出来る

腫瘍の良い・悪いを

判断することも出来る

「超音波検査でわかるもの」

4. 動き

リアルタイムな動きがわかる

特に、胎児の超音波検査は

めちゃくちゃ重要