



フェーズドアレイ超音波探傷トレーニング

概論

2019



SCR-2019-045_Rev.0

*A trademark of GE.

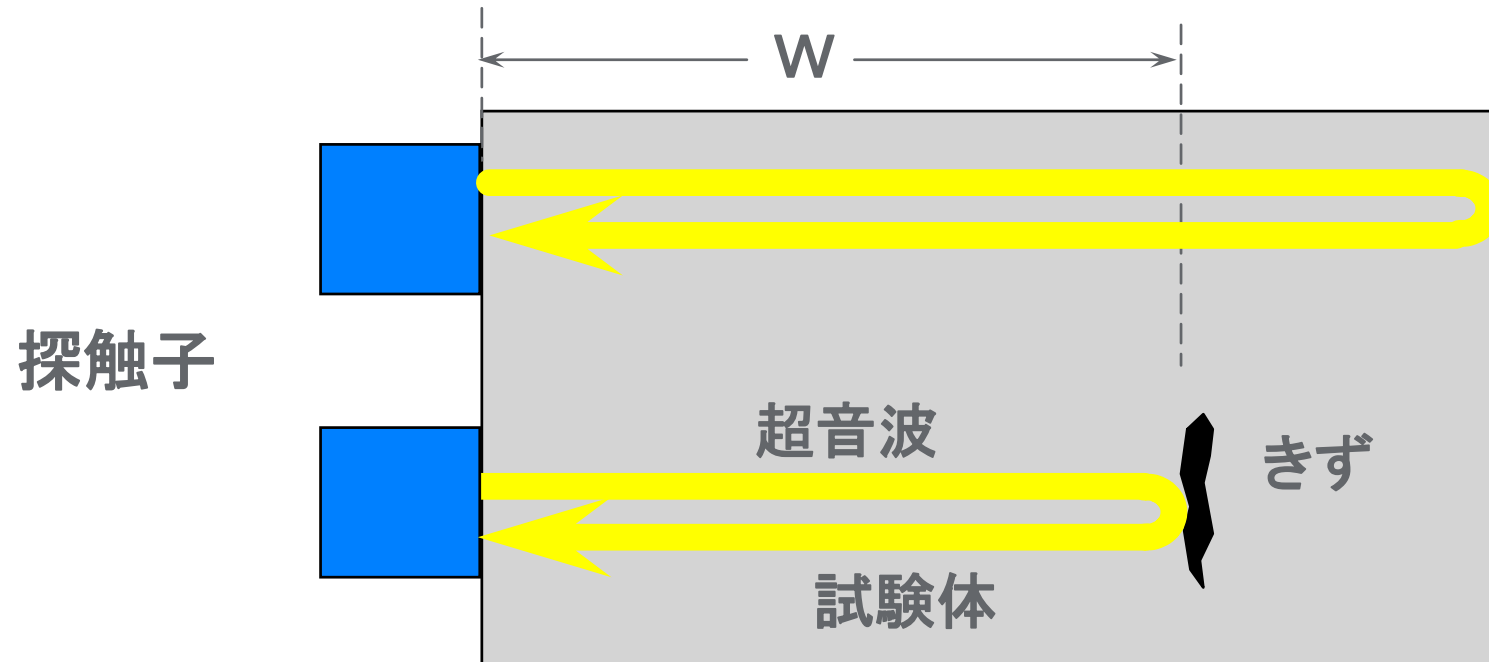
Copyright 2018 Baker Hughes, a GE company, LLC ("BHGE"). All rights reserved.

The information contained in this document is company confidential and proprietary property of BHGE and its affiliates. It is to be used only for the benefit of BHGE and may not be distributed, transmitted, reproduced, altered or used for any purpose without the express written consent of BHGE.

第一章 チュートリアル

超音波探傷とは : Ultrasonic testing

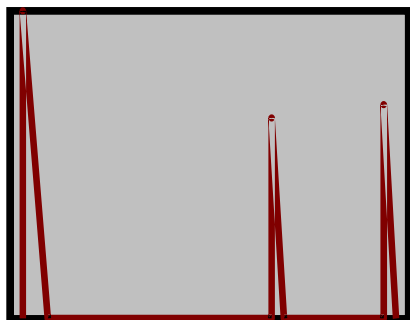
材料内部の欠陥検出に優れた非破壊検査の手法



魚群探知機や人体の超音波診断装置のようにパルス波（連続波ではない波）を送信し探傷する。

フェーズドアレイ超音波探傷の特徴

- 従来超音波探傷画面

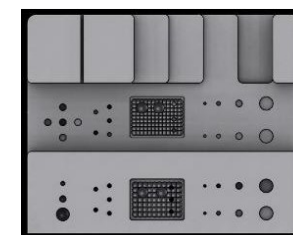
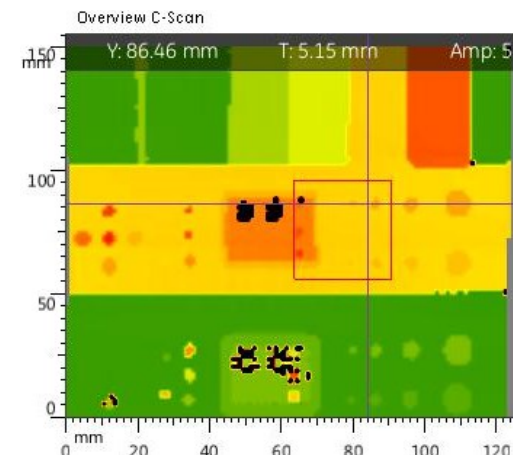
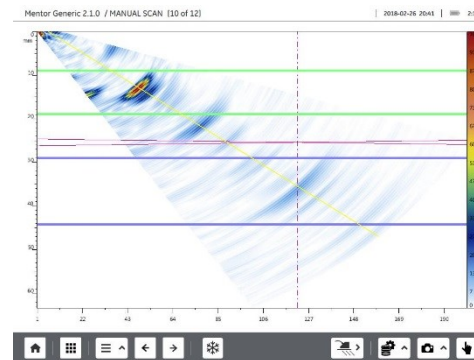


欠陥の位置や大きさ、形状を推定しやすく、
損傷状況の全体像をイメージしやすい。
検出漏れ防止、検査効率化に寄与

注：日本ではJIS規格に未規定のため、
法律準拠の検査では使用しづらい場面も



- フェーズドアレイ探傷器画面



試験体裏面形状

個々の振動子の叩くタイミングを制御することをフェーズドアレイといいます。

* 赤ちゃんのエコー画像も超音波フェーズドアレイ技術です。

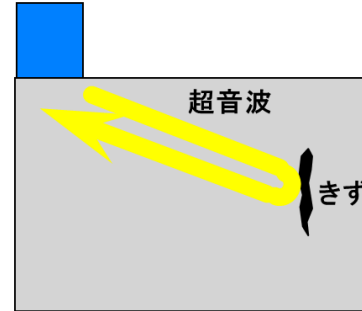
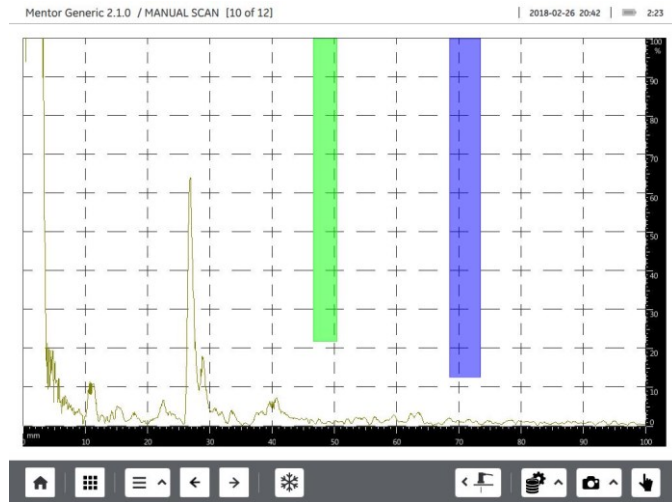


フェーズドアレイ超音波探傷法の特徴

一度に複数の探触子を制御し、一度に複数の超音波エコーを照射し、反射エコーを画像化

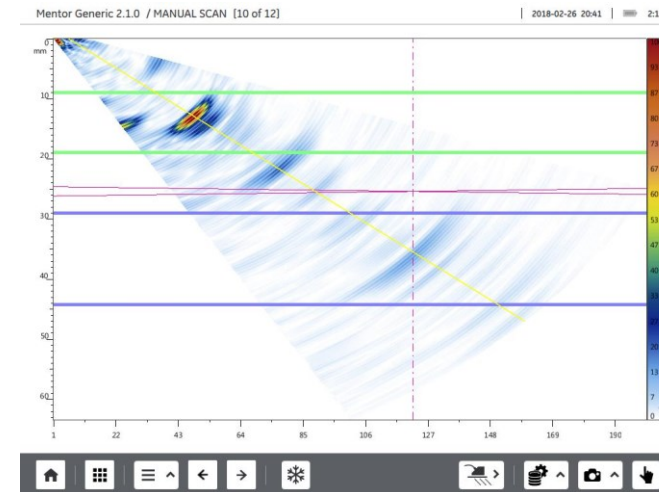
従来探傷

A-スコープと呼ばれる波形画面から判断、入射角、板厚などの情報を予め把握し、伝播距離から傷の位置を推定



フェーズドアレイ探傷

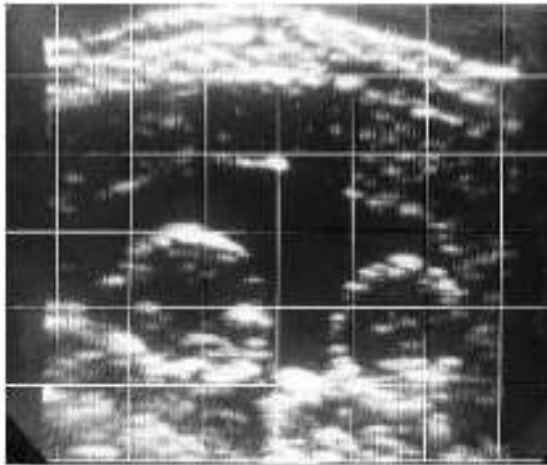
一度に様々な角度に超音波を入射し、反射エコーから画像化
きずの位置把握がより早く行える



超音波検査の歴史：医療分野

1964:

回転プローブによる
初の超音波画像



双子胎児の画像 (1965)

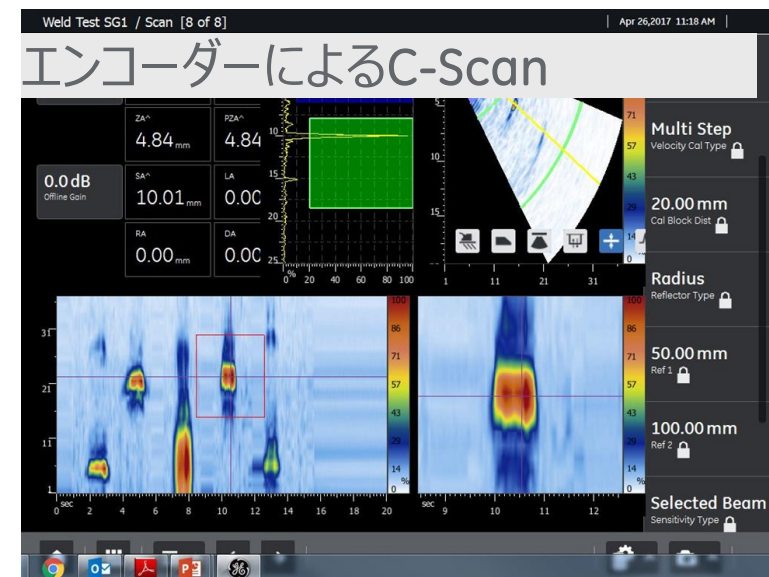
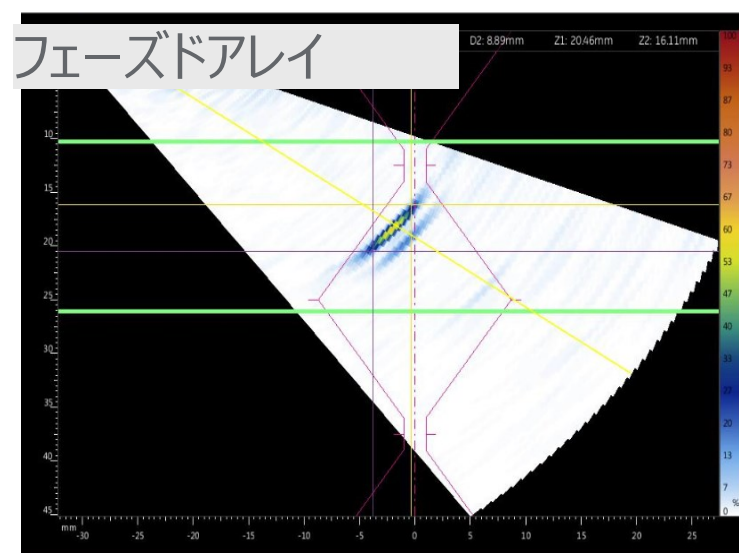
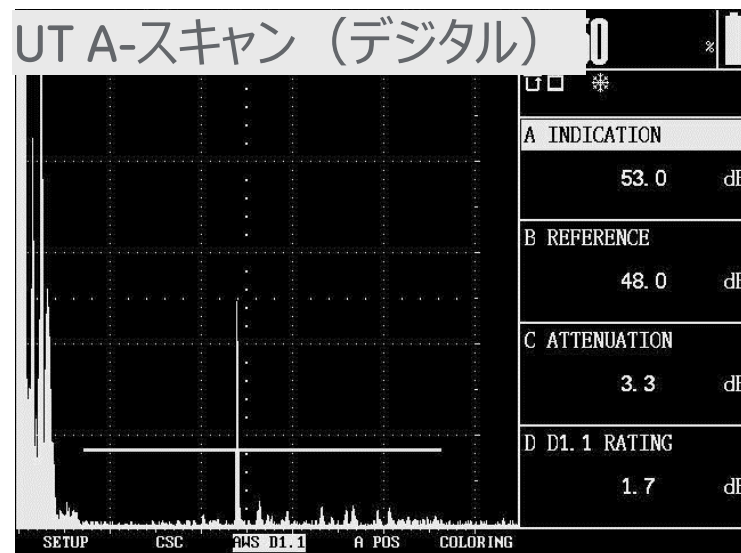
1968:

回転プローブに代わり
リニアアレイが誕生



VIDOSON 635
(Siemens/
Krautkrämer)

超音波検査の歴史：工業分野



第二章 フェーズドアレイ探触子

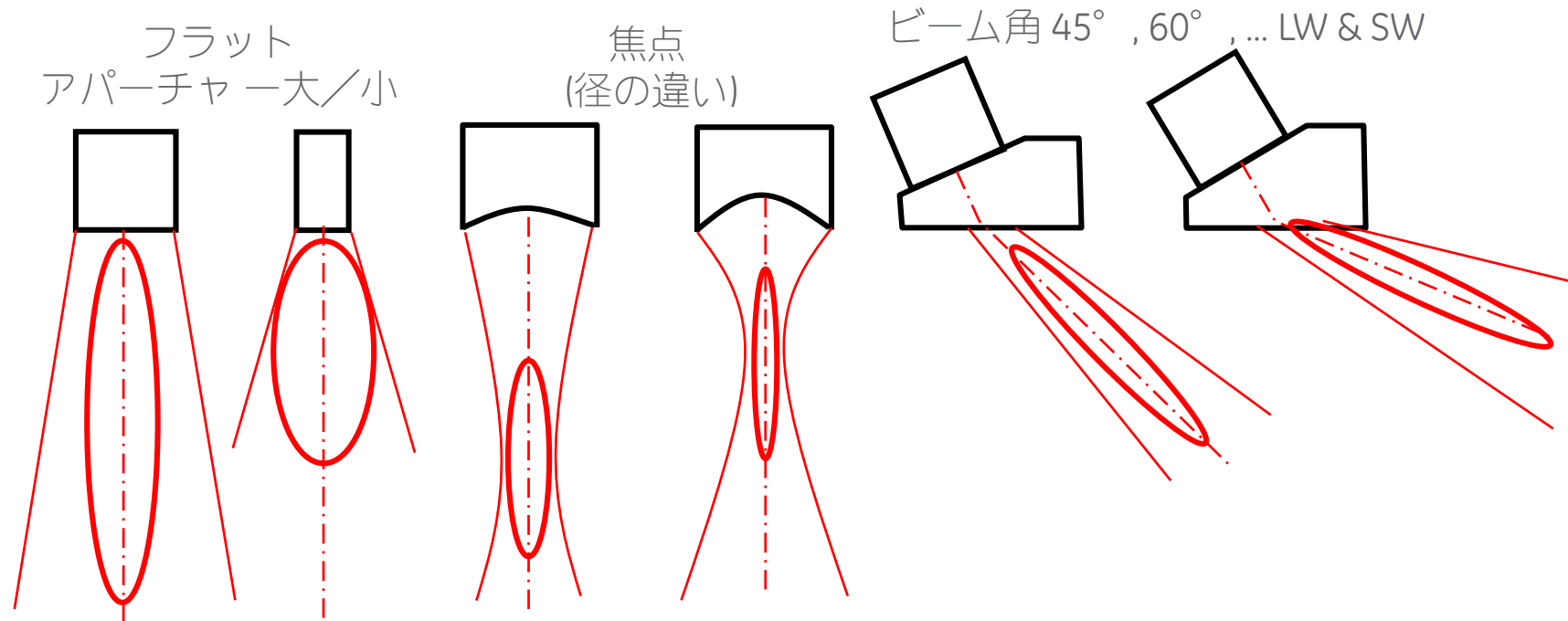
フェーズドアレイ探触子

- フェイズドアレイの構造を理解するために従来型の探触子と比較したり、単一エレメントの音場について知っておく必要があります。



従来の超音波探触子

- アプリケーションや探傷範囲に合わせて焦点やビーム角の異なる探触子が複数必要となります。



* まずは従来型の超音波探触子のおさらい



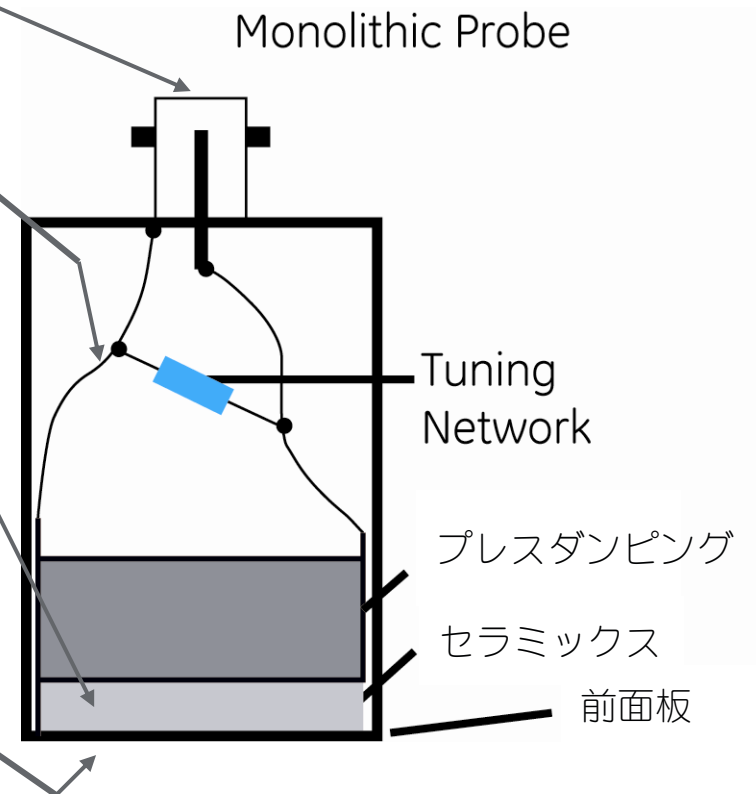
従来型探触子の構造

コネクタ：探触子と探傷器をつなぐもの。中央に導体を持つ。

電極：振動子に電気経路を与える

圧電素子：電気エネルギー⇔機械エネルギーの変換を行う

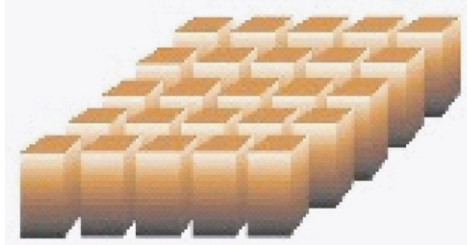
保護膜：振動子を摩耗などから保護する



- 従来型探触子の圧電素子としては、単一水晶に代わって ピエゾコンポジット（PZT）が多く用いられるようになり、現在はメーカー各社がコンポジット振動子を製造しています。
- コンポジット振動子の普及により、アレイ探触子の開発も進みました。
- ピエゾコンポジットは音響インピーダンスの整合が良いなど、単一水晶に比べ高性能で、多くの利点があります。

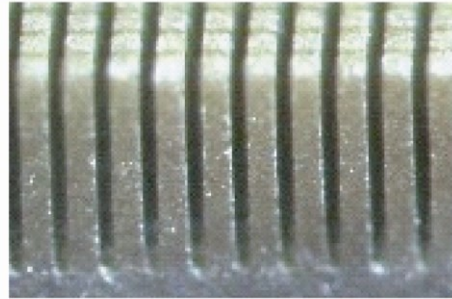


ピエゾコンポジット



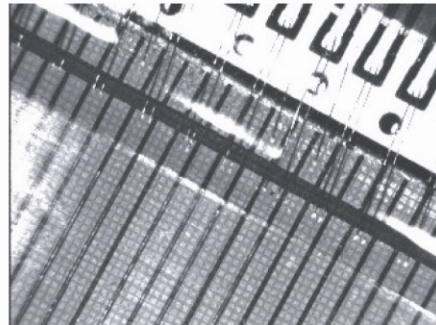
**Matrix of Ceramic Posts with
Polymer Filler**

セラミックスを加工し、ポリマーで囲む



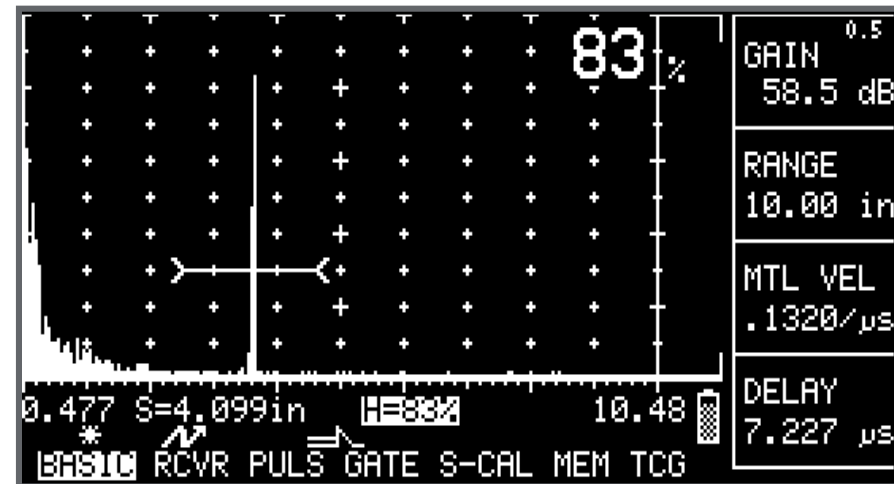
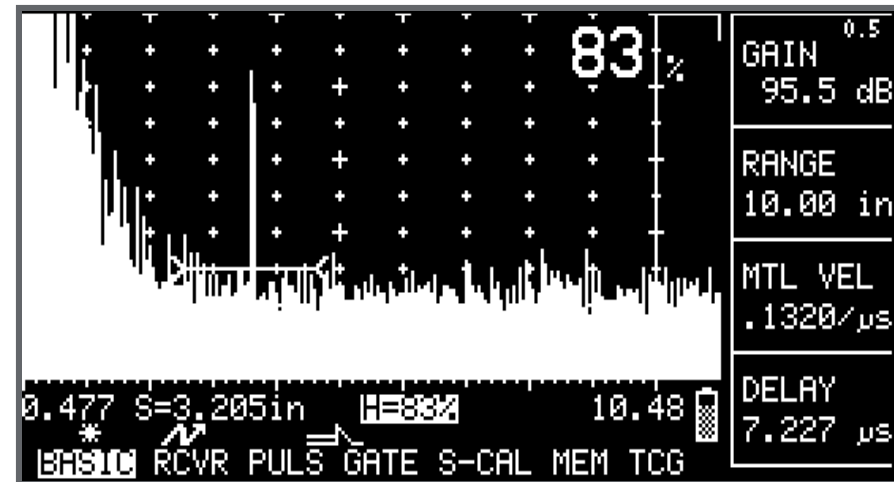
**Piezocomposite Phased
Array Elements**

ピエゾコンポジットを用いた
フェイズドアレイ振動子



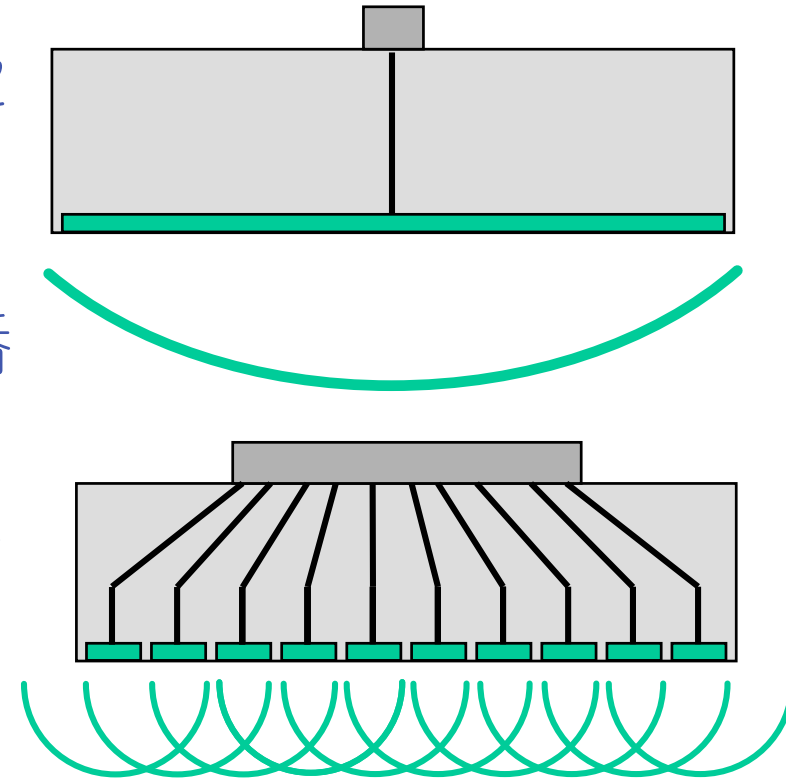
コンポジット探触子

- ・広帯域
- ・高感度
- ・高S/N比

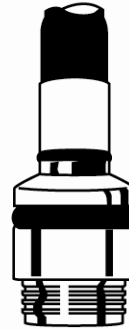


フェイズドアレイ探触子とは？

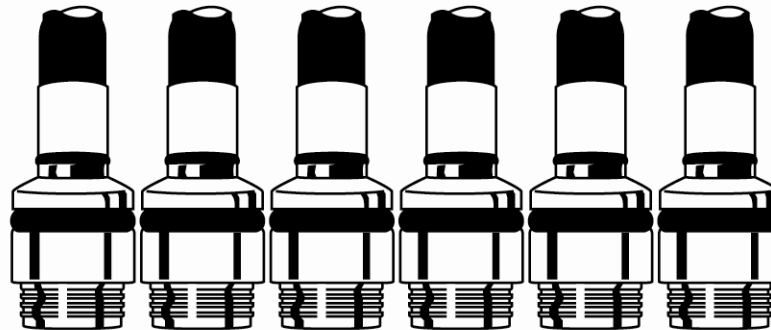
- 大きな単一振動子を小さなセグメント（エレメント）に分割したもの。
- 個々の振動子が振動する順番とその時間のズレ（遅延時間）を設定することによって、パルスごとに超音波ビームの方向と 焦点を制御します。



従来の探触子



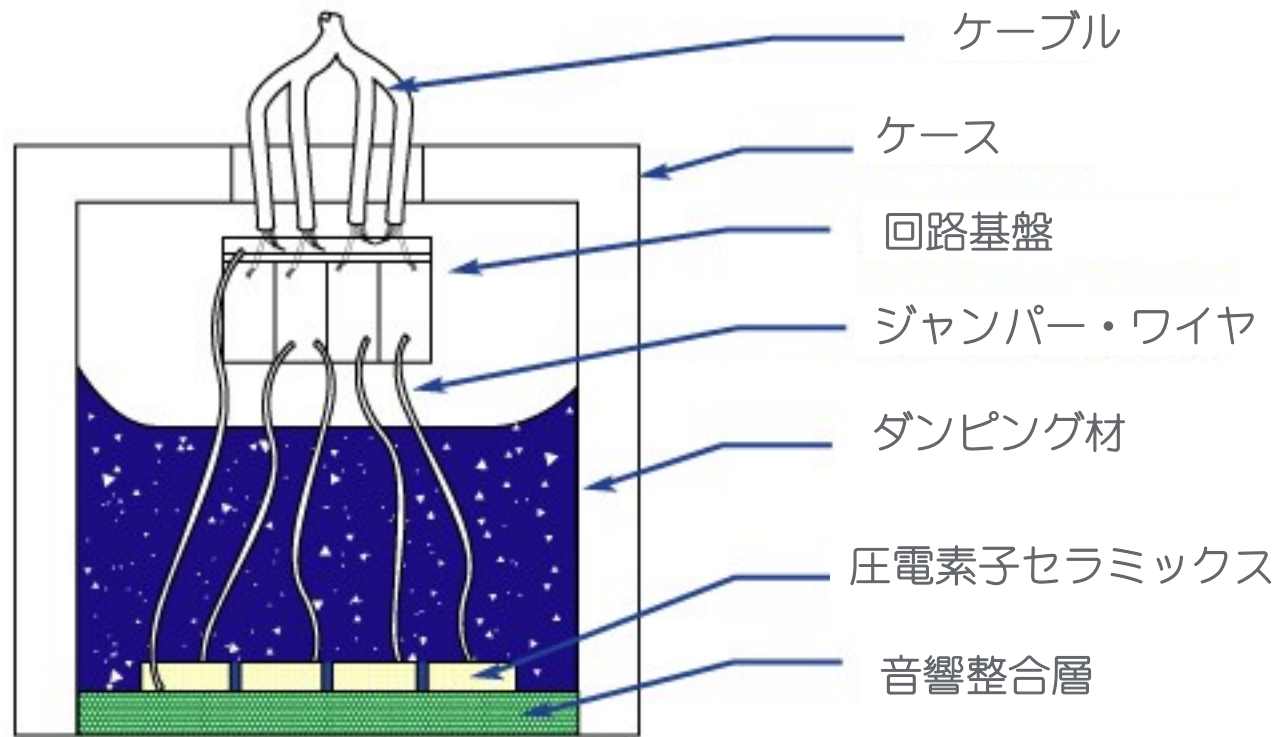
アレイ探触子



“アレイ” = 複数の探触子を配列



アレイ探触子の基本構造

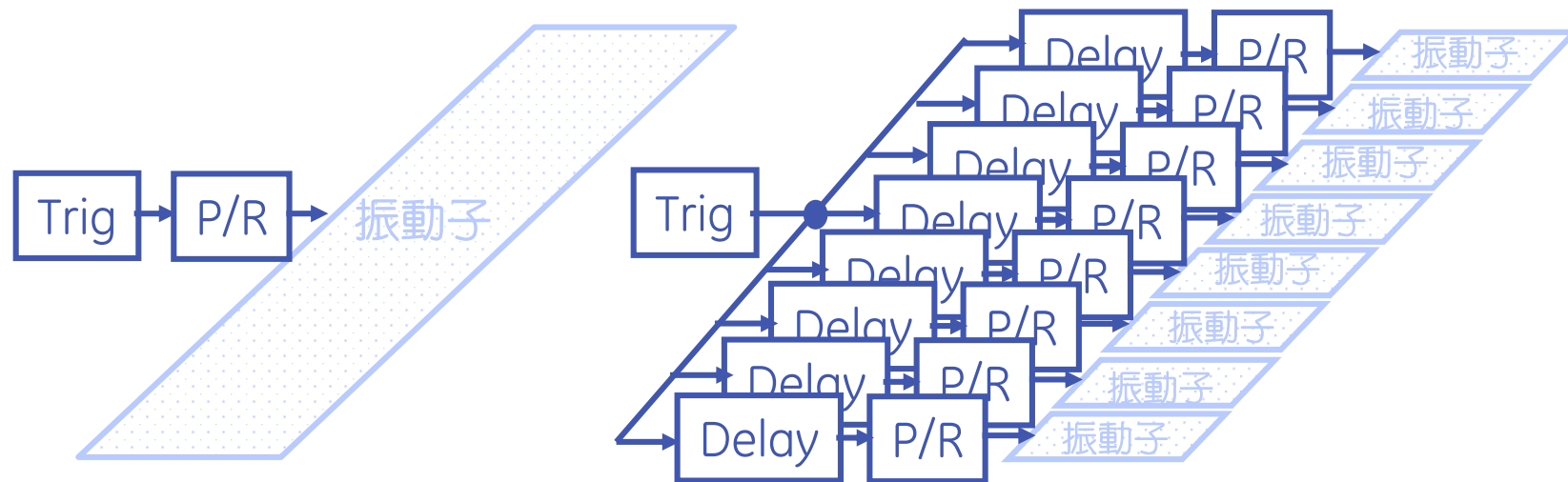


フェイズドアレイ技術の基本

従来の探触子には単一振動子が組み込まれています。

一方、フェイズドアレイ探触子は単一振動子を多数に分割した構造で、遅延時間 (Focal Law) を設定して個々の振動子から超音波ビームを発生させます。

アパーチャは超音波ビームを発生させるエレメントの数と遅延時間の設定によって決まります。



各種フェイズドアレイ探触子



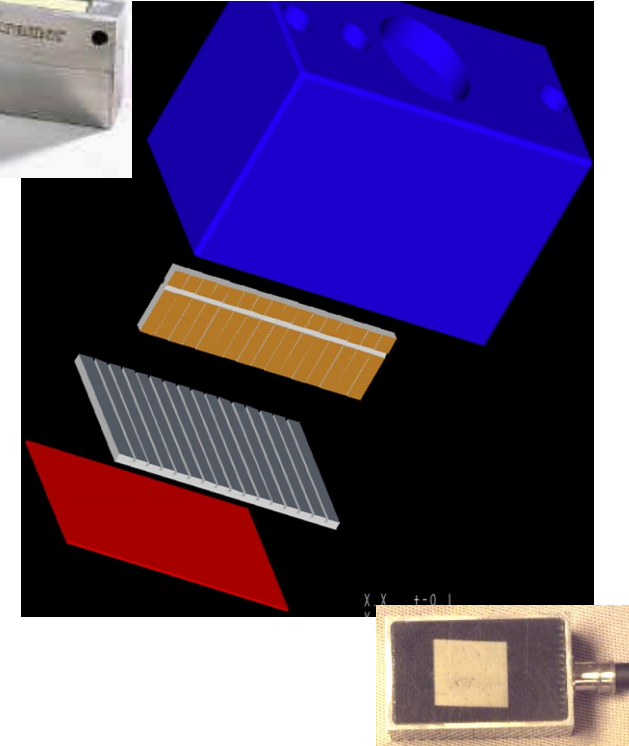
リニアアレイ (平面) 1 D

特徴

- > シンプルなアレイ構造
- > 一軸方向にビームを発生

アプリケーション

- > 様々な焦点が必要な探傷
- > 様々なビーム角が必要な探傷
- > ウェッジ組み込み可
- > 水浸検査
- > 広範囲の探傷



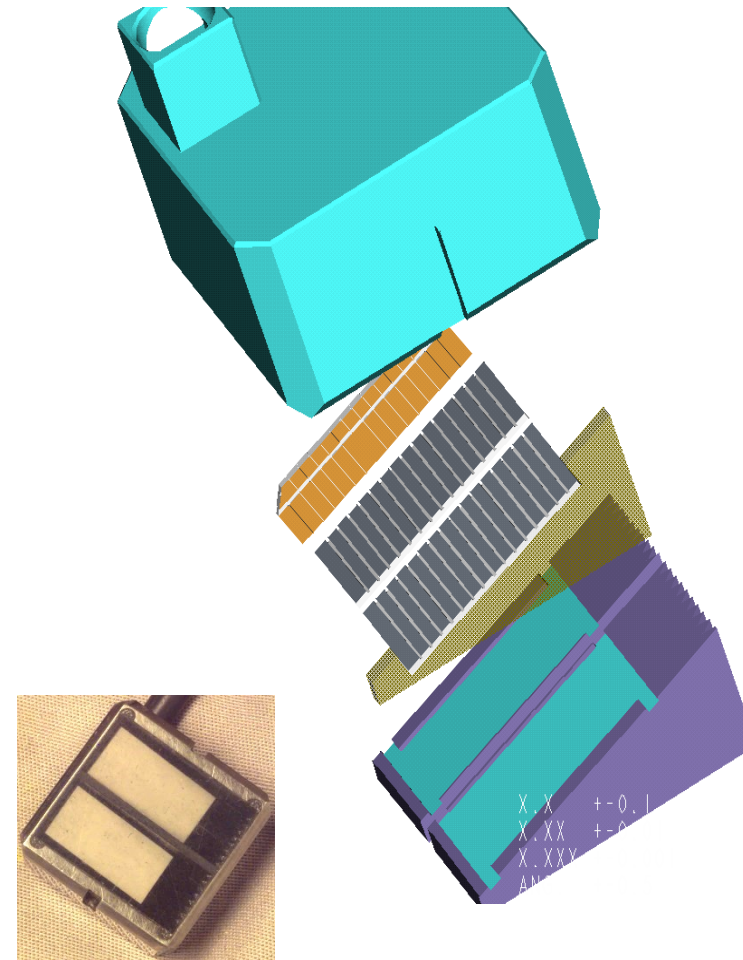
デュアルアレイ (TR)

特徴

- > リニアアレイ2個組込み
- > 一定のルーフ角（焦点深さ）

アプリケーション

- > 表面探傷
- > 表面が粗い材料の検査
- > 様々なビーム角が必要な探傷



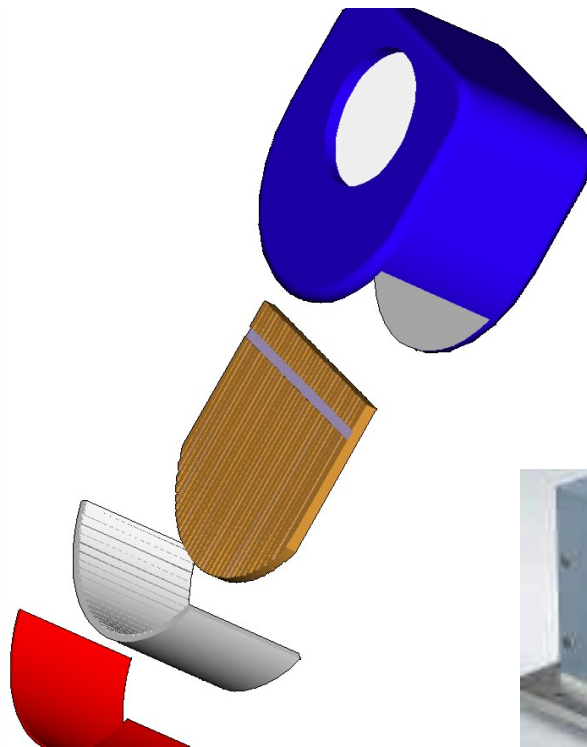
曲率リニアアレイ

特徴

- > くぼみまたは出っ張り
- > 一定の曲率

アプリケーション

- > 管材、パイプ検査
- > 外径・内径検査
- > 様々な焦点が必要な探
- > 様々なビーム角が
必要な探傷



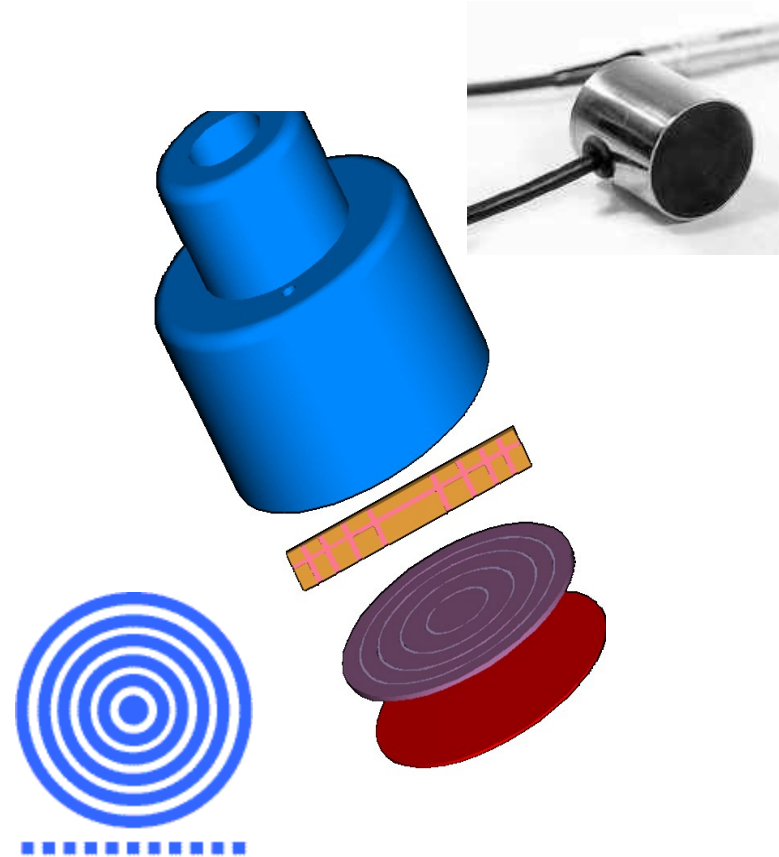
輪状アレイ (1D Annular)

特徴

- > 振動子を同心円状に配置
- > 円柱状にフォーカスができます。

アプリケーション

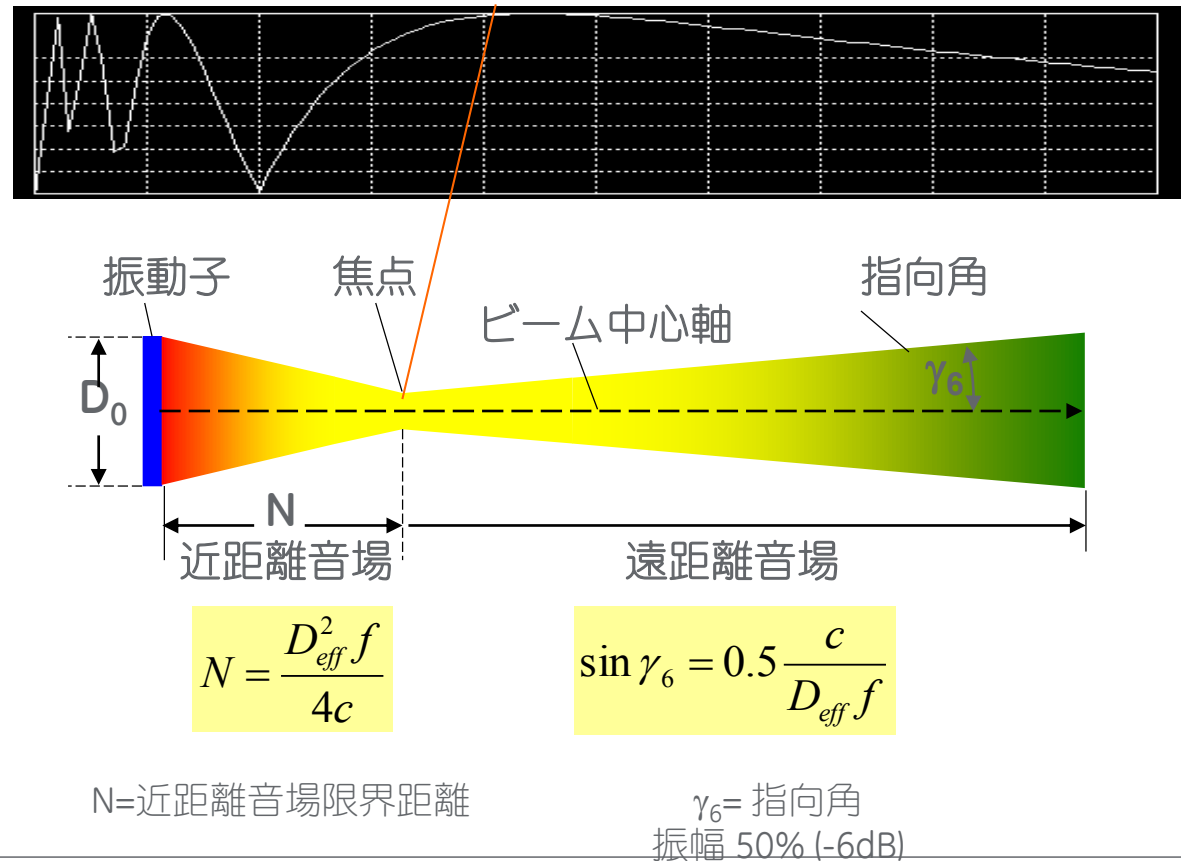
- > ビレット検査
- > 水浸検査
- > 様々な点焦点が必要な探傷



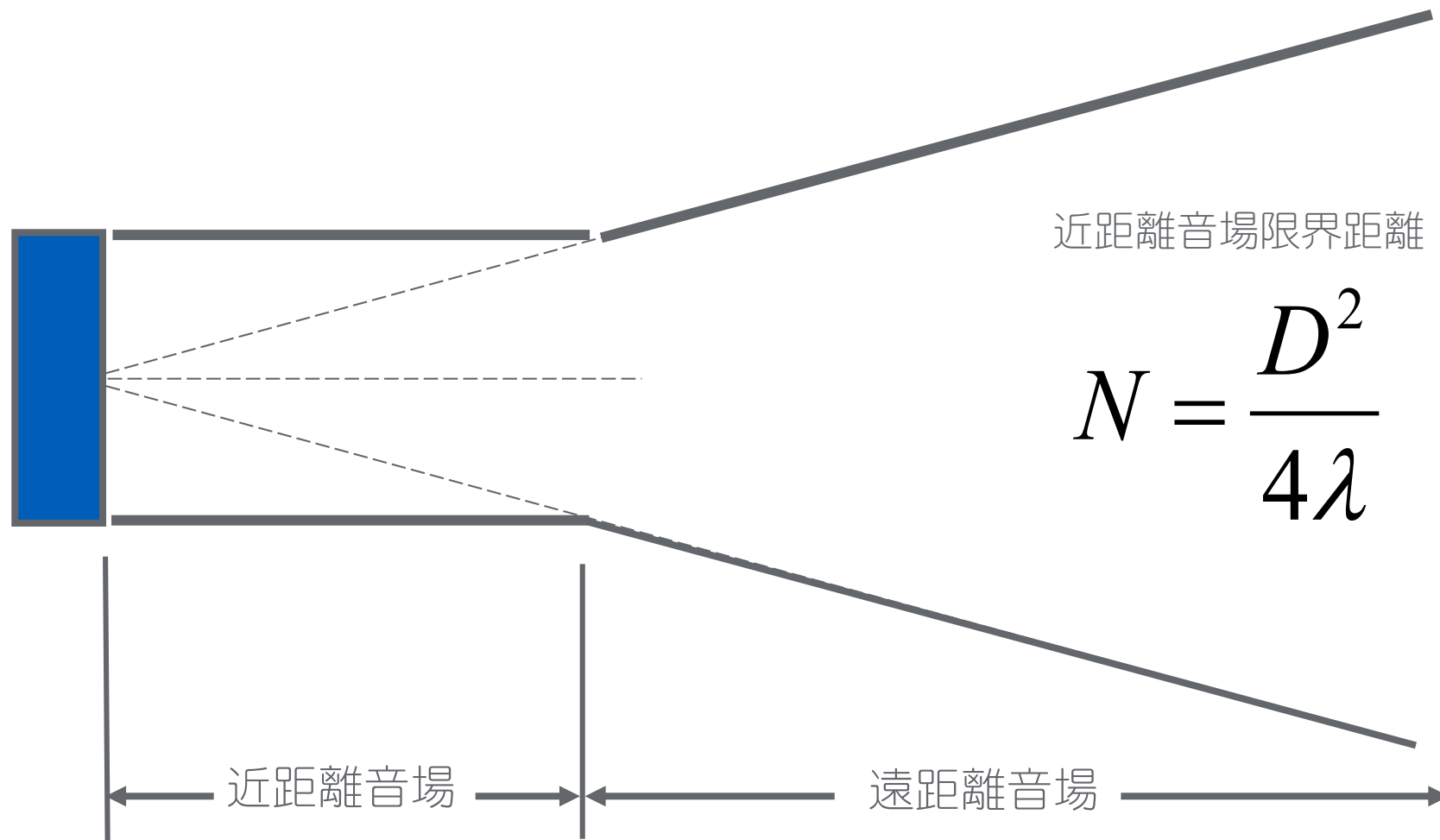
第三章 超音波の基本

超音波設定と音場

フェイズドアレイの仕組みを理解するには、単一エレメントの音場について知っておく必要があります。



近距離音場 / 遠距離音場



音場特性

近距離音場 (フレネルゾーン)： 超音波の音場が複雑な範囲

近距離音場では超音波が複雑に干渉しながら進んでおり、
これが評価に影響します。

周波数が高い = 近距離音場限界距離が長い

振動子径が大きい = 近距離音場限界距離が長い

$$N = \frac{D^2 F}{4C}$$

D = 振動子径

F = 周波数

C = 音速



近距離音場

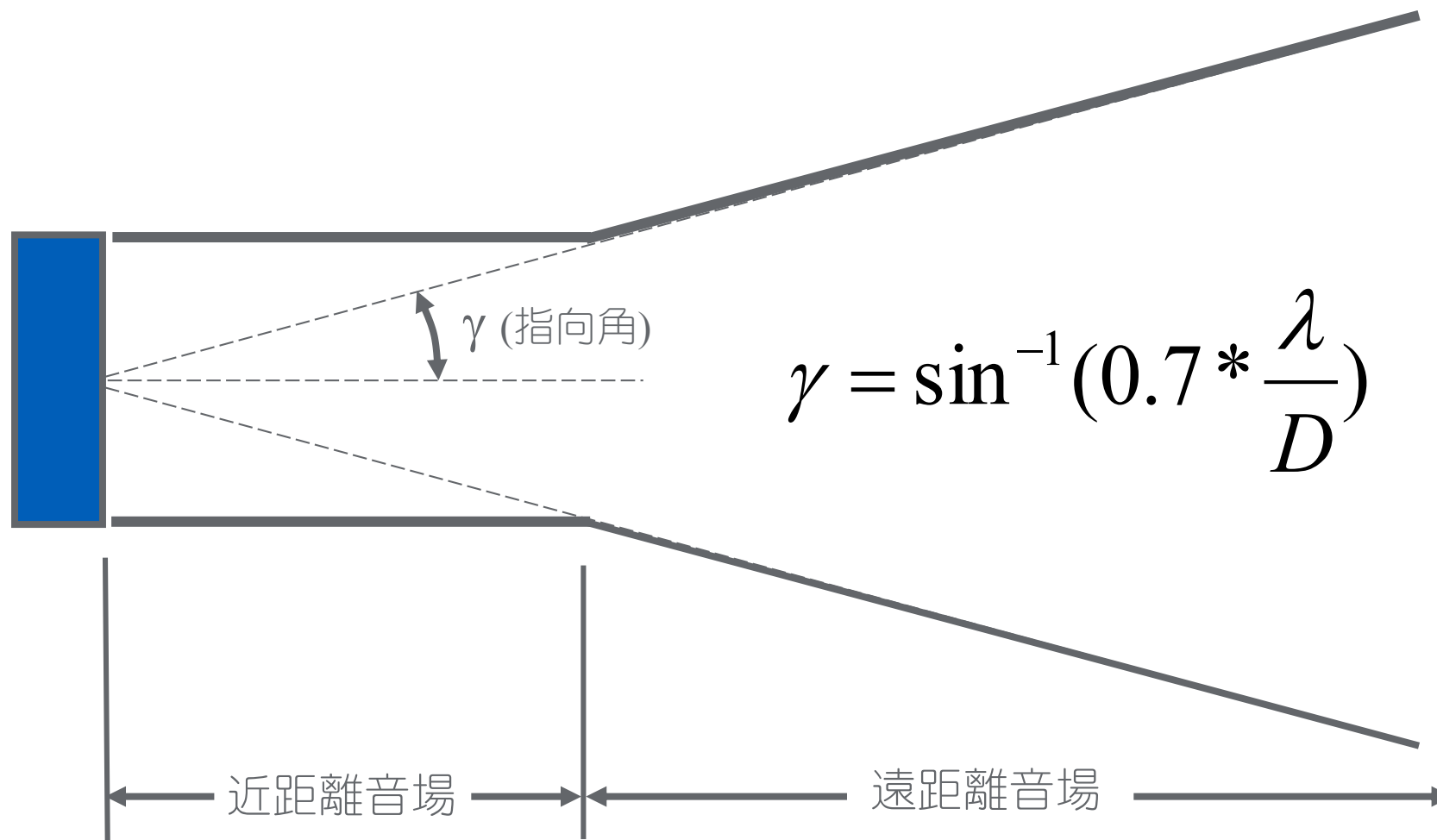
- 近距離音場を越える領域では集束できません。
- 振動子径または周波数を変えることにより、近距離音場の調整が可能となります。

$$N = \frac{D^2}{4\lambda} = \frac{D^2 * f}{4 * c}$$

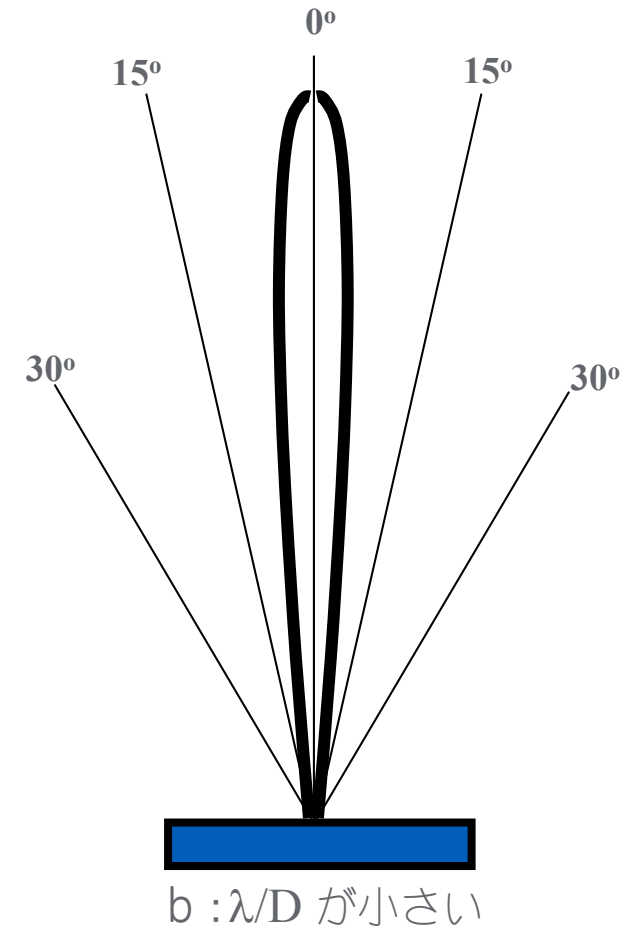
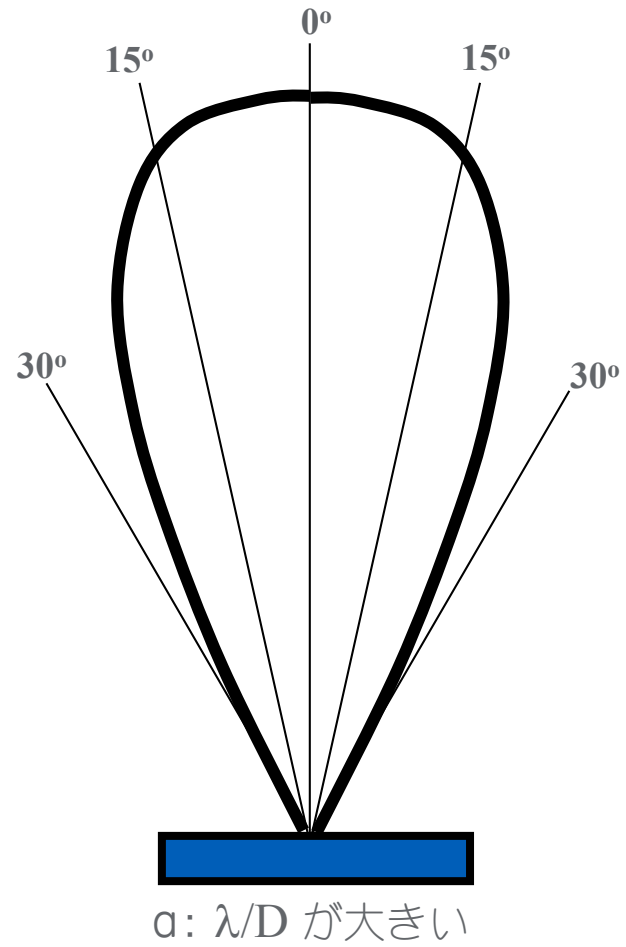
$$\text{円形振動子 } N(z, y) = \frac{2P_z J_1\left(\pi\left(\frac{D}{\lambda}\right) \sin \gamma\right)}{\pi\left(\frac{D}{\lambda}\right) \sin \gamma}$$



指向角 (1/2)



指向角 (2/2)



超音波ビームの拡がり (1/3)

超音波ビームは遠距離音場で拡がります（指向性）。

周波数が高い = 超音波ビームの拡がりが小さい

振動子径が大きい = 超音波ビームの拡がりが小さい



超音波ビームの拡がり (2/3)

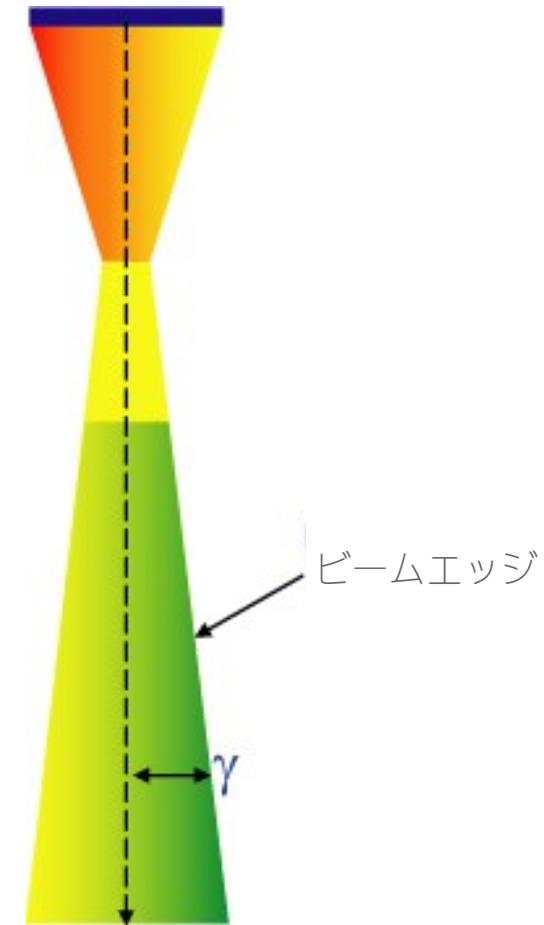
$$\sin \gamma = \frac{C}{DF} \times 1.22$$

γ = 拡がり角（指向角）の半角

F = 周波数

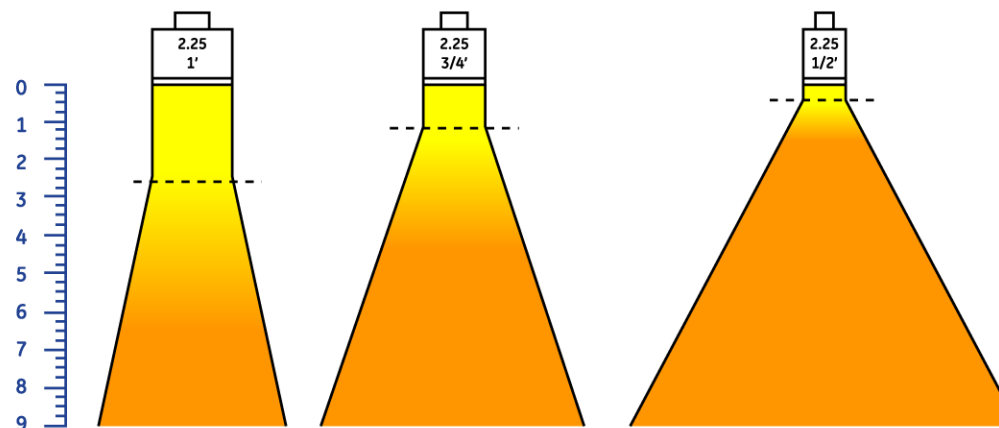
D = 振動子径

C = 音速

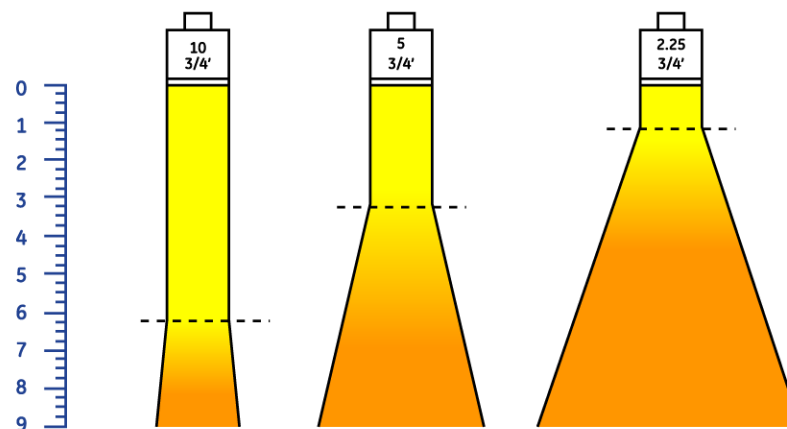


超音波ビームの拡がり (3/3)

振動子径と
ビームの拡がり
の関係



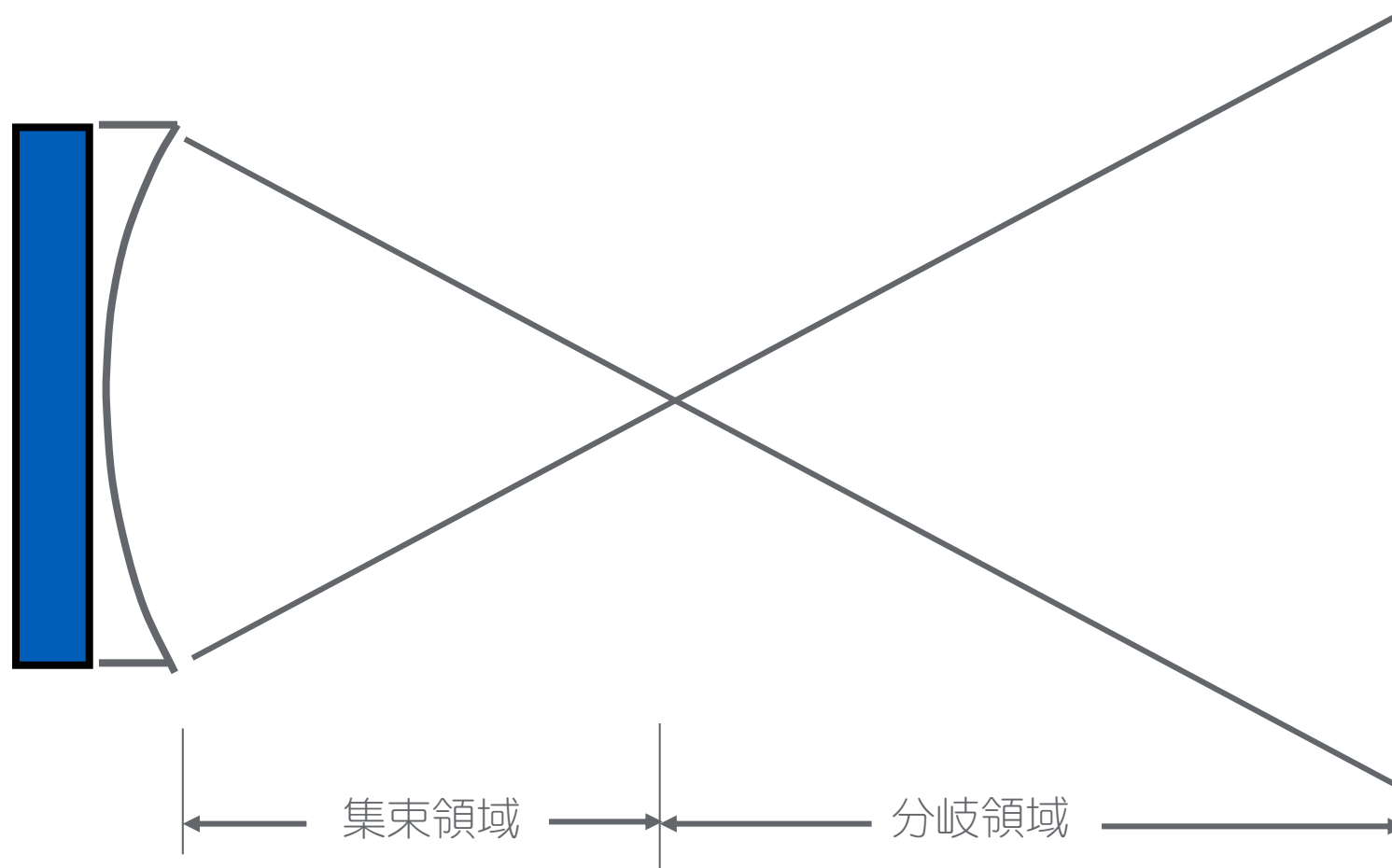
周波数と
ビームの拡がり
の関係



点線 =
近距離音場限界距離



焦点 (1/2)



焦点 (2/2)

- 近距離音場を越える領域では集束できません。
- 振動子径または周波数を変えることにより、近距離音場の調整が可能となります。

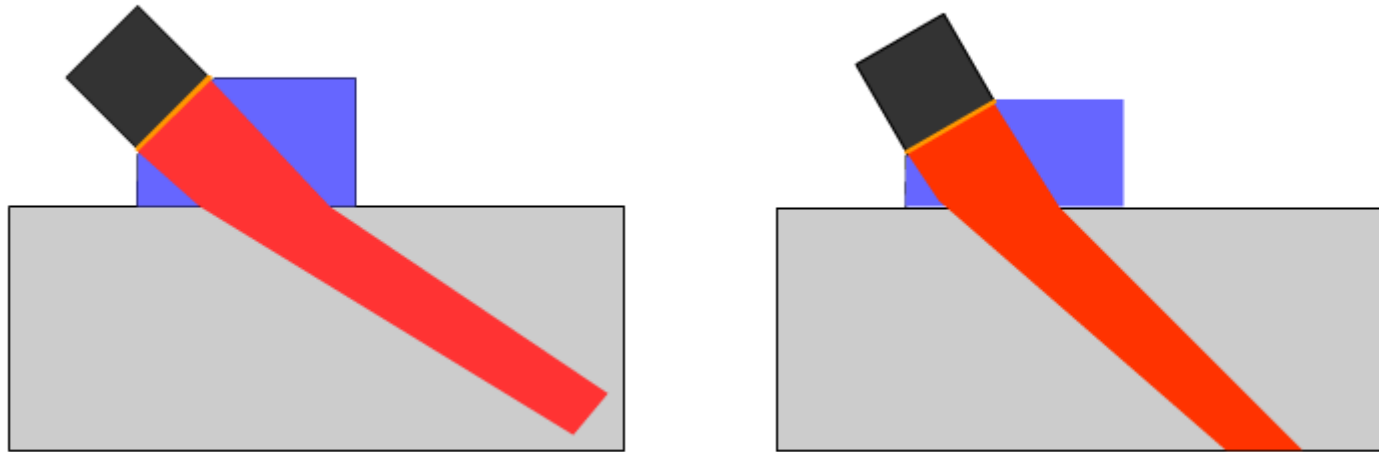
$$N = \frac{D^2}{4\lambda} = \frac{D^2 * f}{4 * c}$$



第四章 フェーズドアレイ原理

フェイズドアレイの原理 (1 / 6)

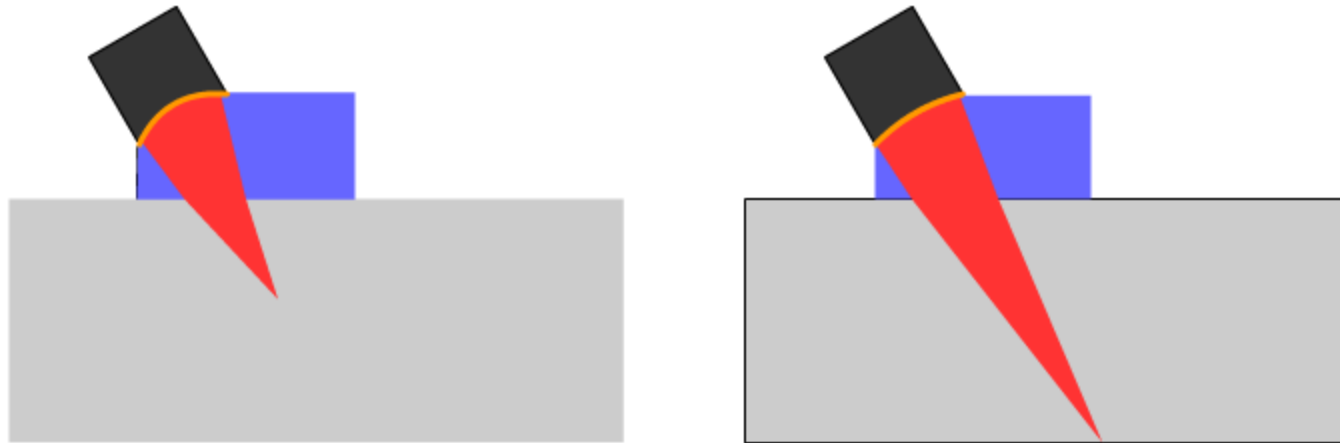
従来の探触子で超音波ビームの角度を変更したい場合は、探触子またはウェッジを交換しなければなりません。



フェイズドアレイの原理 (2 / 6)

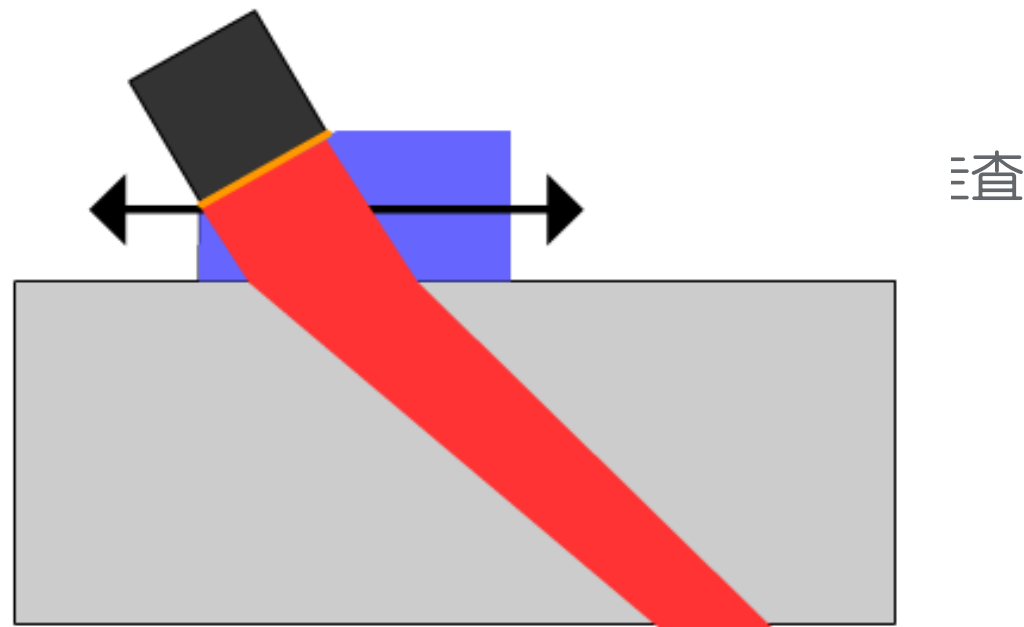
また、超音波ビームをフォーカスさせたい場合、従来の 探触子ではレンズまたは曲面振動子が必要となります。

フォーカスを変更したい場合も探触子の交換が必要です。



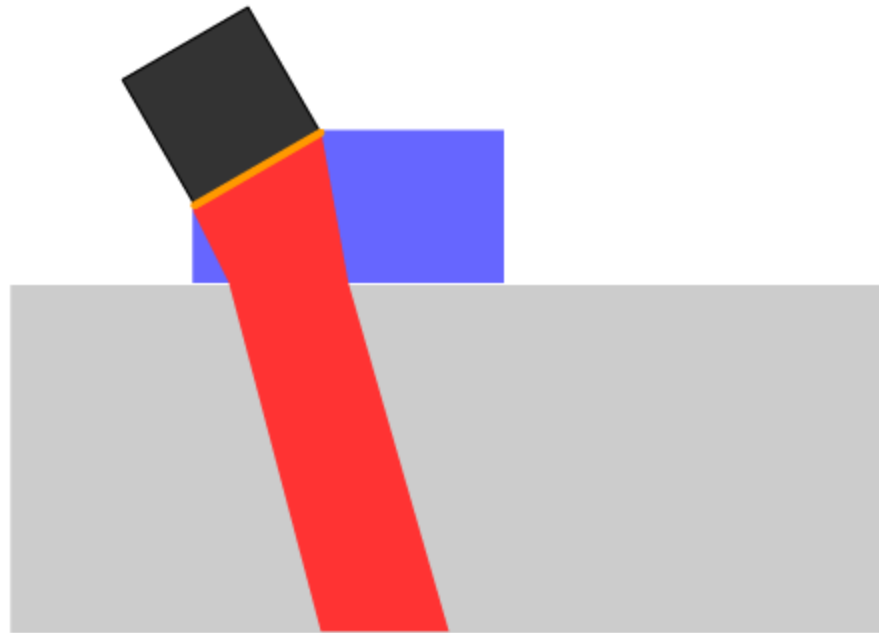
フェイズドアレイの原理 (3 / 6)

従来の探触子で一度に広い範囲を測定するには、探触子を動かさなければなりません。



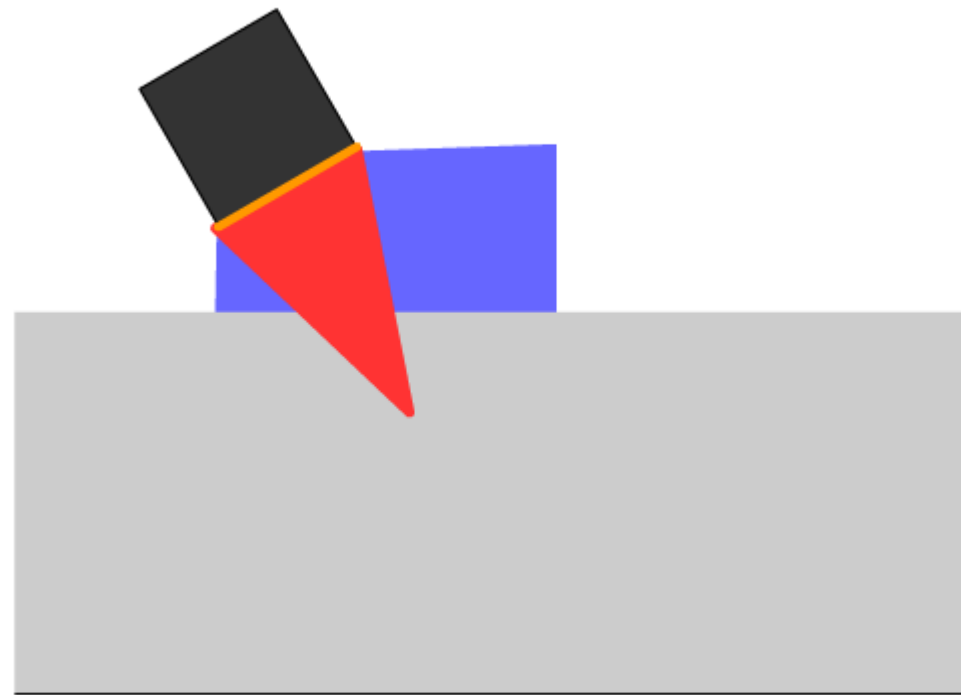
フェイズドアレイの原理 (4 / 6)

その点、フェイズドアレイ探触子では超音波ビームの角度を電子的に制御することができるため、角度を変える場合に探触子を交換する必要はありません。



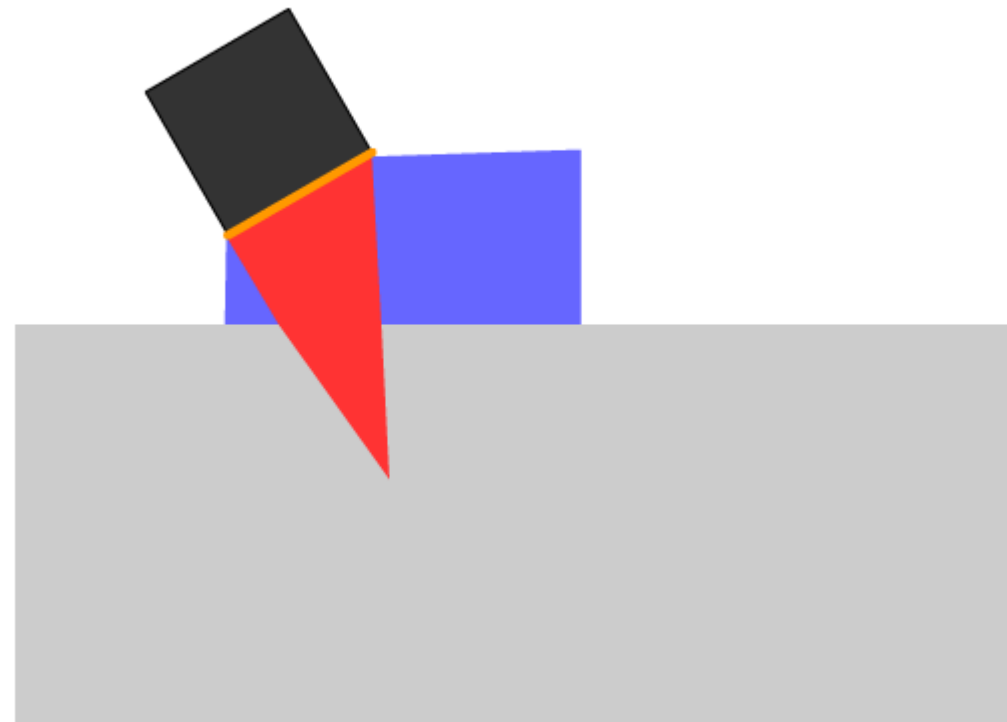
フェイズドアレイの原理 (5 / 6)

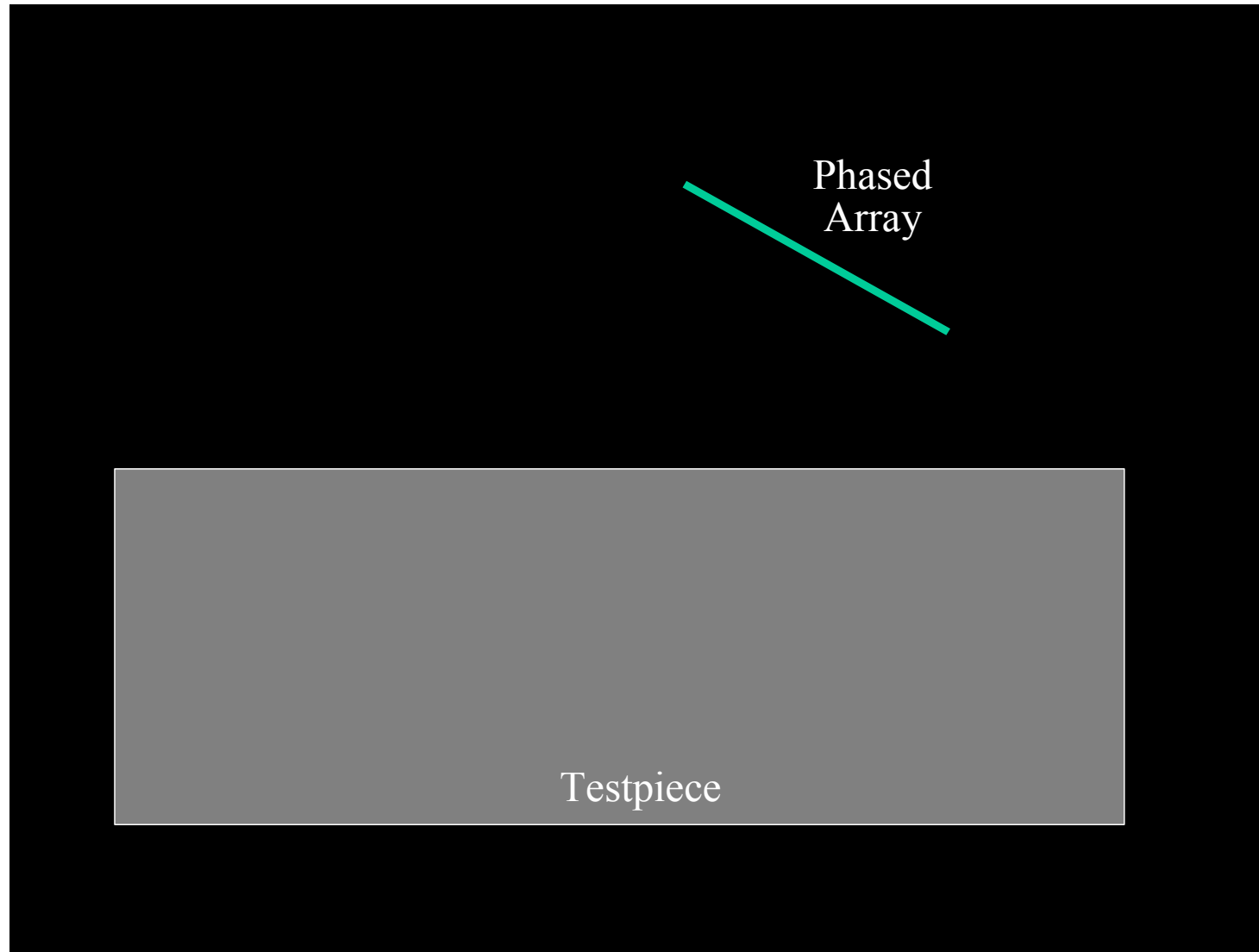
超音波ビームの焦点も電子的に制御できます。



フェイズドアレイの原理 (6/6)

フェイズドアレイは角度制御と焦点制御を同時に行います。





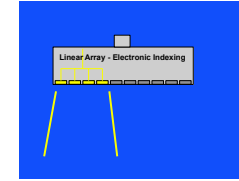
フェーズドアレイコンセプト

- 各エレメントには、それぞれパルサ/レシーバが必要です。
- パルサは、時間、位相により超音波ビームの焦点（フォーカス）やステアリングを制御します。
- 機械的な機能は必要ありません。

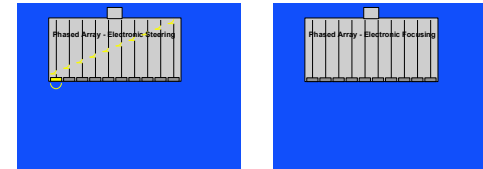


フェーズドアレイ基本（リニアスキャン）

- リニアアレイは、エレメントからエレメントを電氣的に制御することにより、ある一定の面積を持つ超音波ビームを制御します。

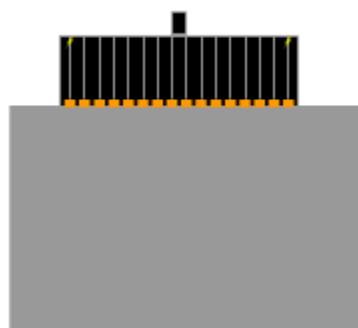


- リニアスキャンは、各エレメントを電氣的に制御することにより、ある一定の面積を持ち、また異なる角度や焦点の超音波ビームを制御します。



フェーズドアレイ基本（リニアスキャン）

多数の音源（振動子）を電子制御し、様々な角度や焦点の超音波ビームを制御します。



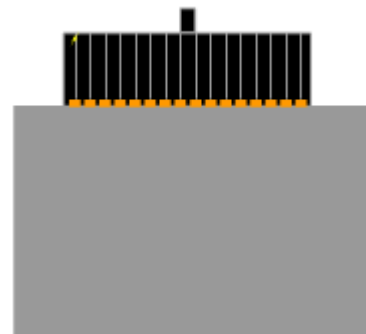
Beam Focusing

任意の深さに焦点を結ぶ
高精度な計測

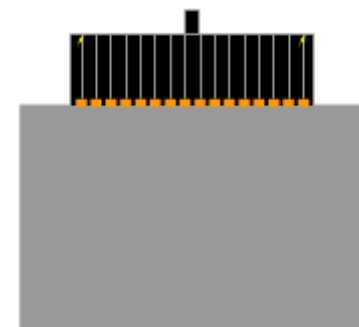


Beam Steering

任意の角度へビームを伝播



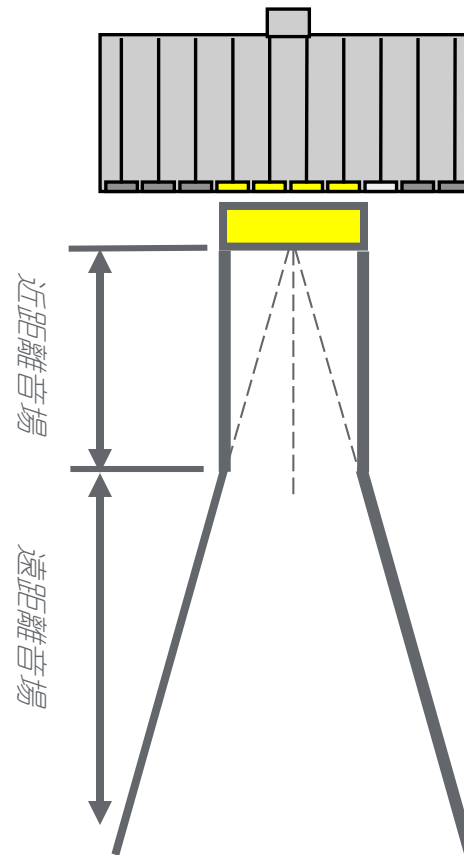
Focusing and steering
combined



Beam Re-forming

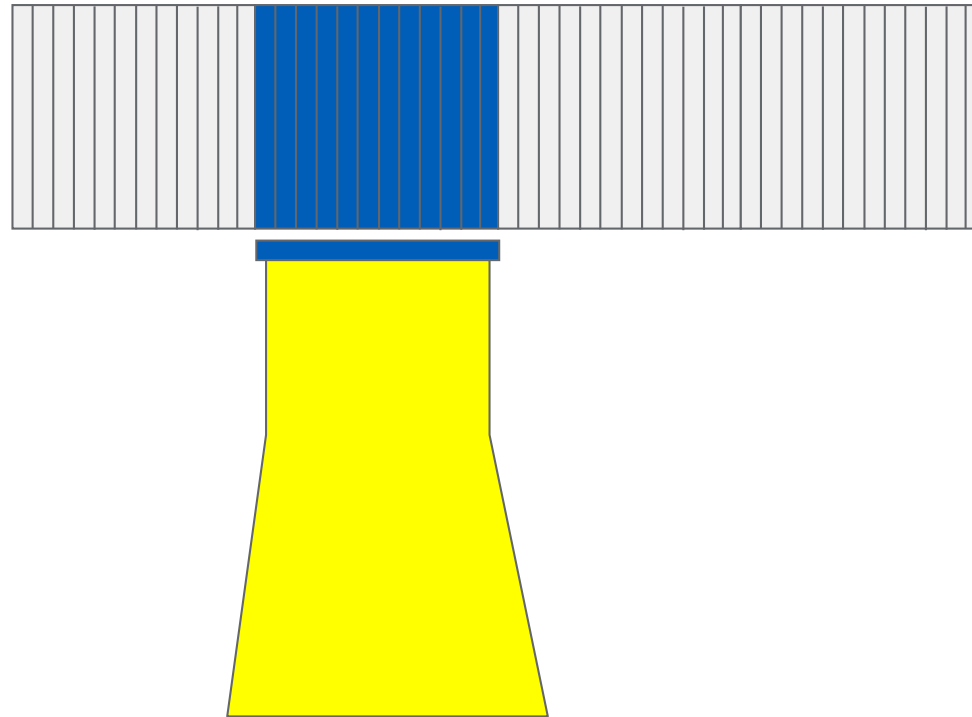
フェーズドアレイ基本（リニアスキャン）

探傷範囲と必要な焦点によってエレメントグループのサイズを決定します。

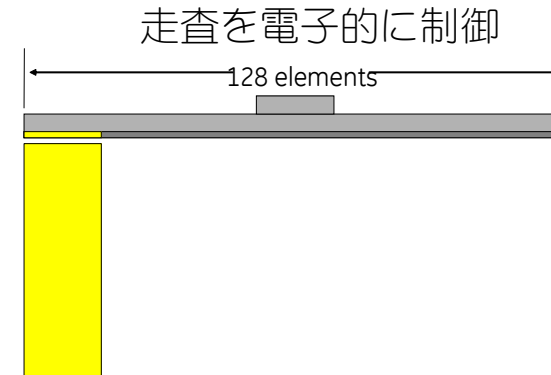
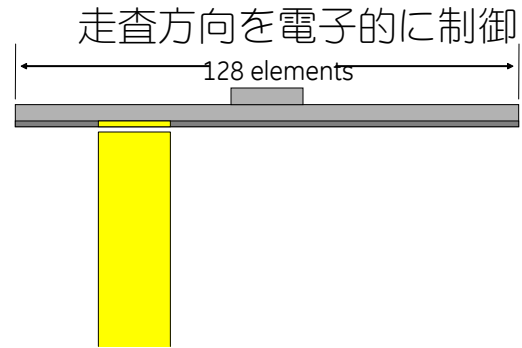


フェーズドアレイ基本（リニアスキャン）

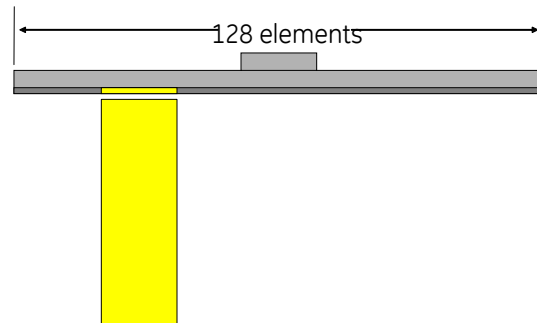
大きなアレイサイズは、一振動子探触子の振動子サイズと同じです。



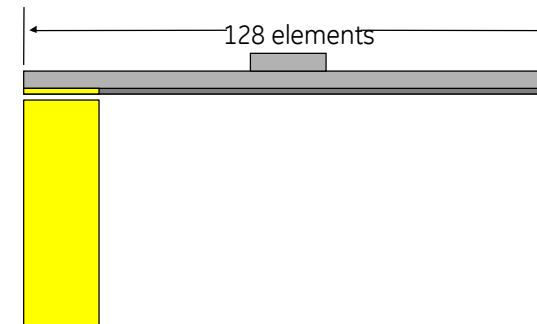
フェーズドアレイ基本（リニアスキャン）



ヴァーチャルプローブのサイズを電子的に制御



焦点を電子的に制御

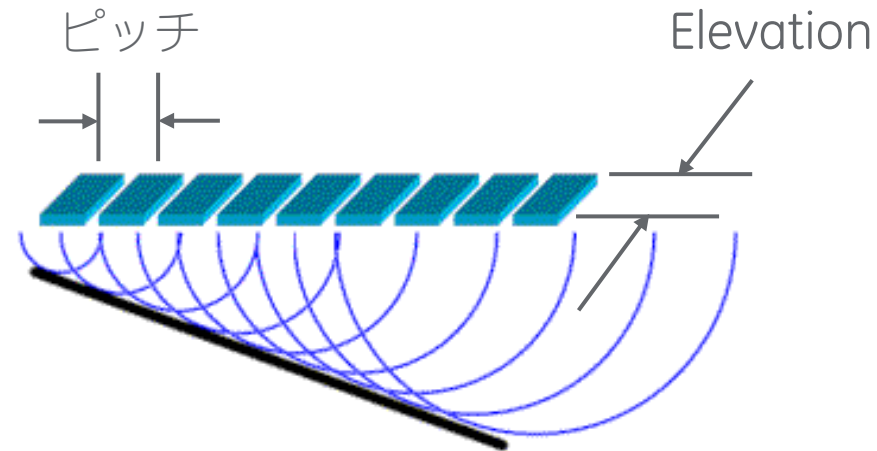


フェイズドアレイ技術（セクタースキャン）

ピッチ

1つのエレメントの中心から隣接するエレメントの中心までの距離
*エレメント=個々の振動子

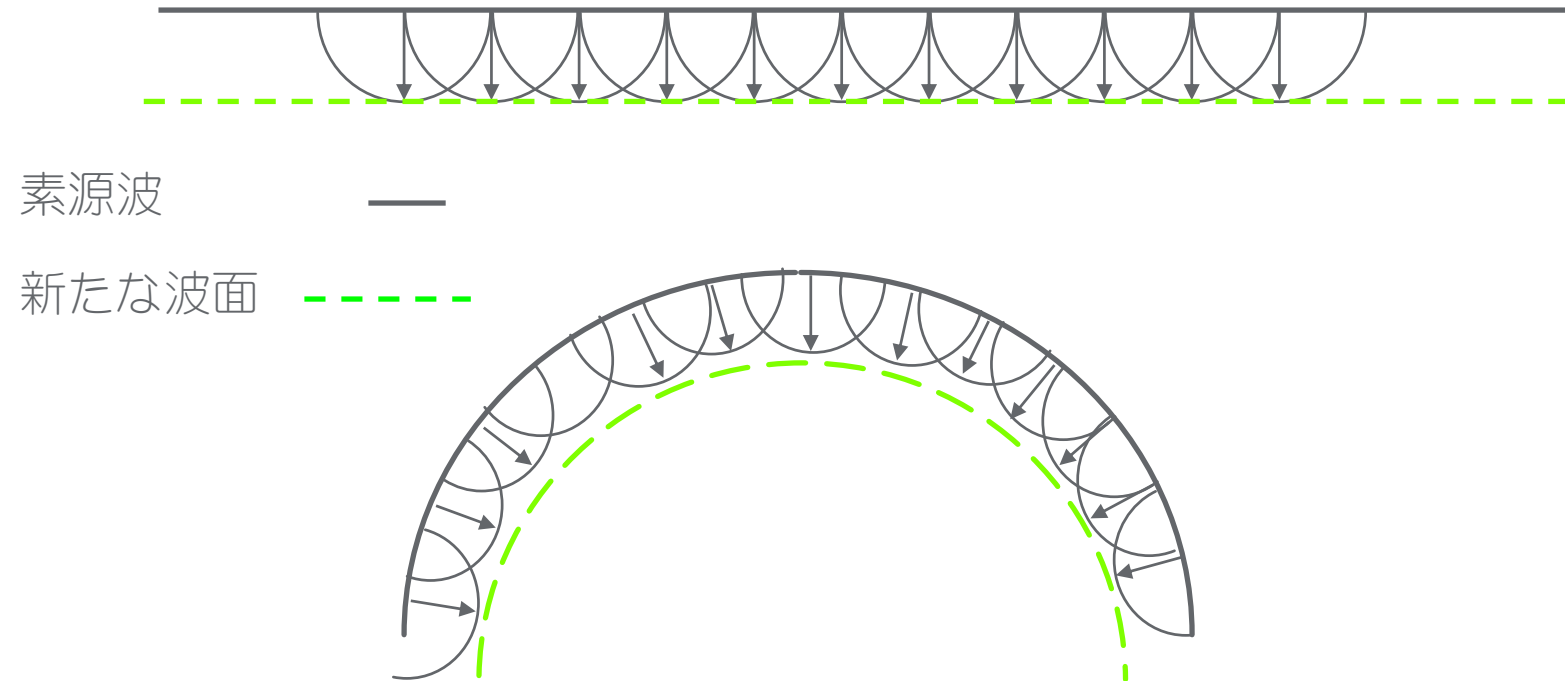
エレベーション(Elevation)
エレメントの幅



Virtual Probe

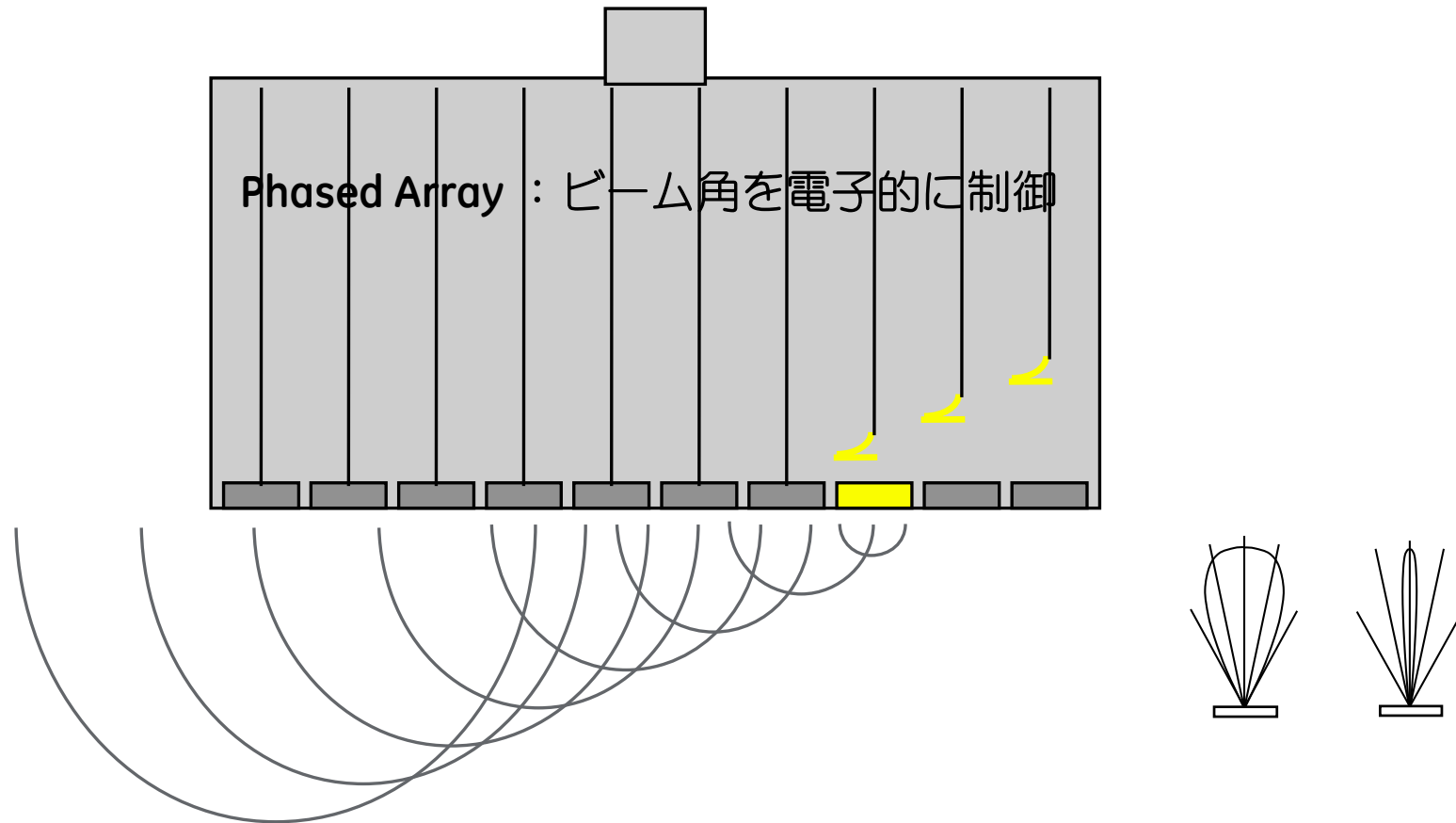
複数のエレメントをグループ化し、グループごとに超音波を発生させる探触子。

ホイヘンスの原理



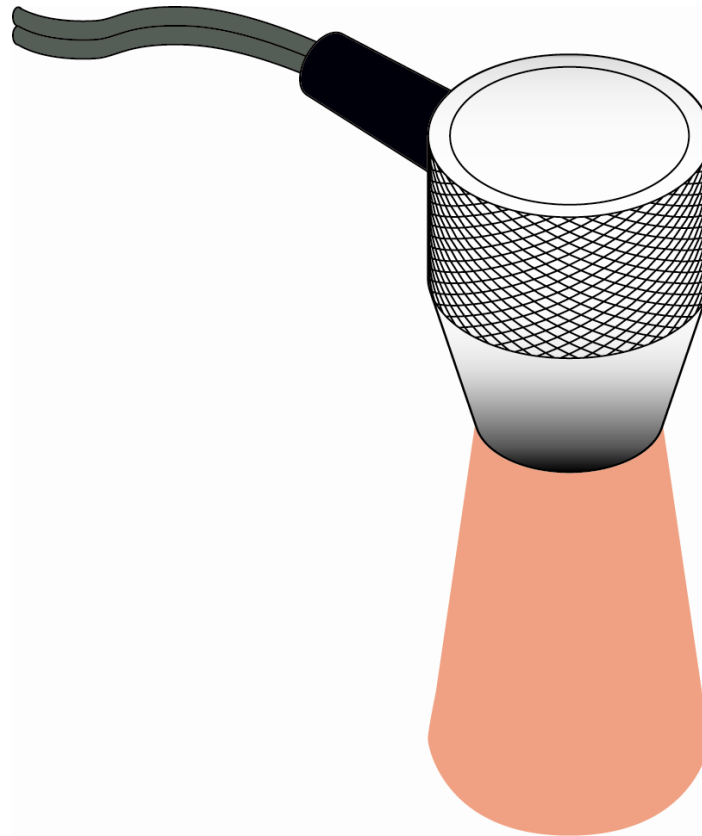
超音波ビームの制御

エレメントの大きさとビーム角の関係を見てみましょう



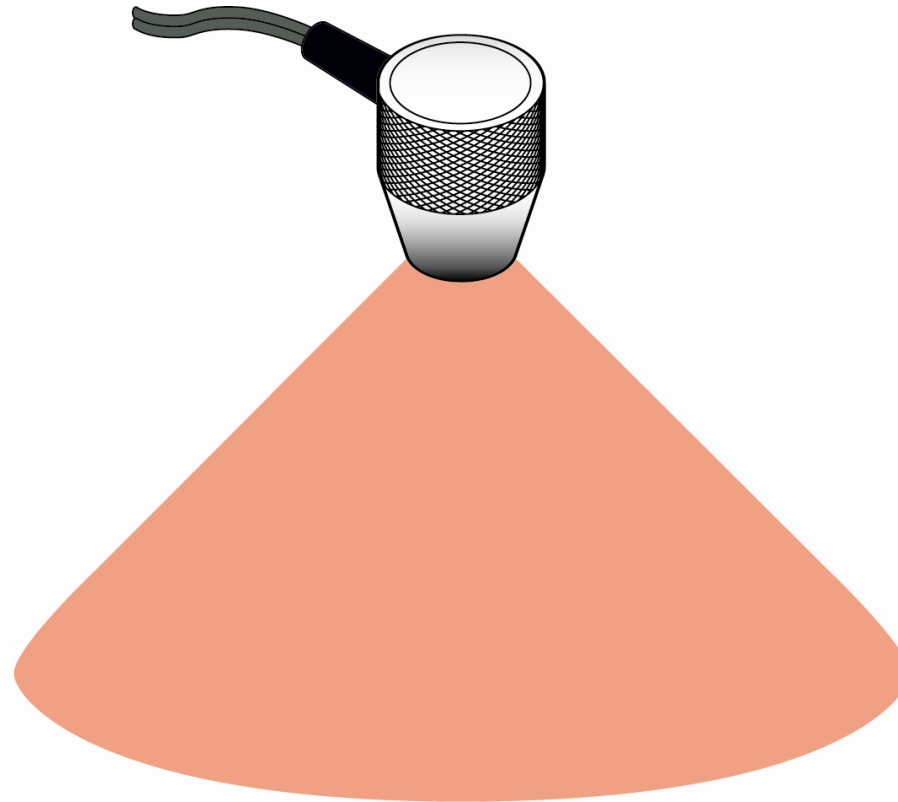
エレメントの大きさとビーム形状

エレメントが大きいと指向角が小さい (=見える範囲が狭い)



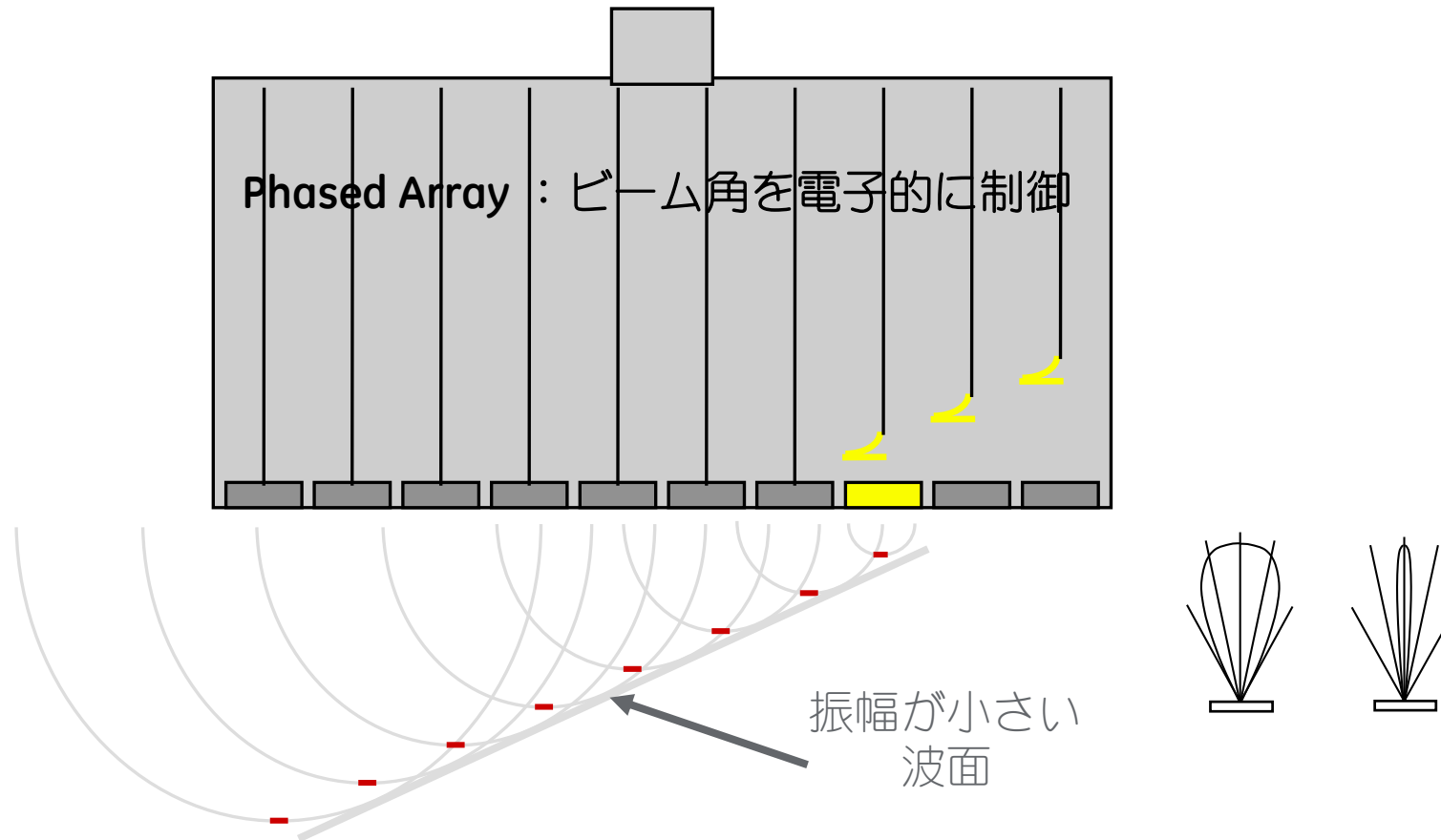
エレメントの大きさとビーム形状

エレメントが小さい（幅が狭い）と指向角が大きい。
ビーム操作には十分な指向角が必要です。

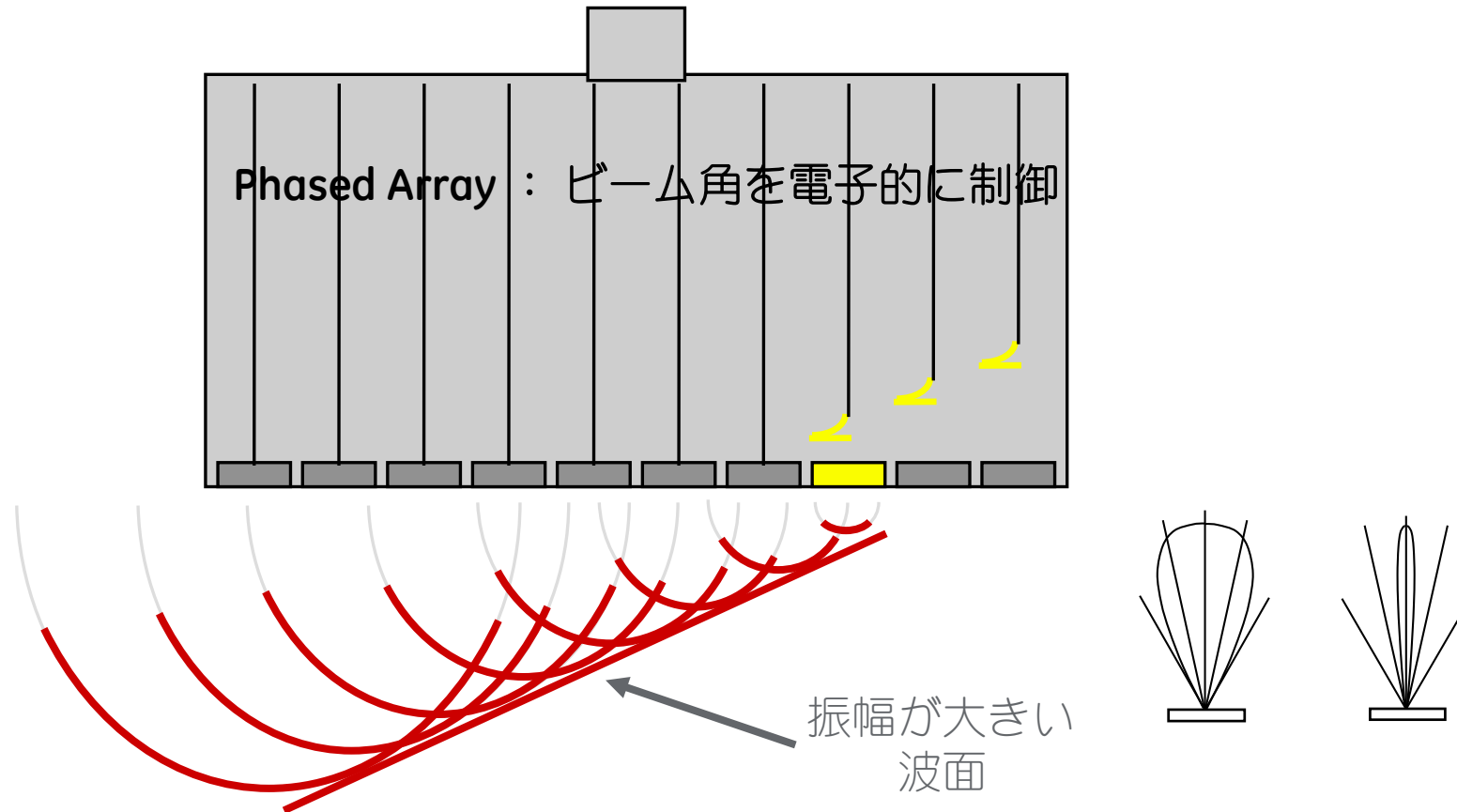


エレメントが大きいとビームの拡がり小さく、
作が難しくなります。

ビーム操



エレメントが小さければビームの拡がりが大きく、
ビーム操作に適しています。



エレメントの大きさとビーム角の関係： まとめ

- エレメントが小さい（幅が狭い）と超音波ビームが十分に広がり、ビーム操作がしやすい。

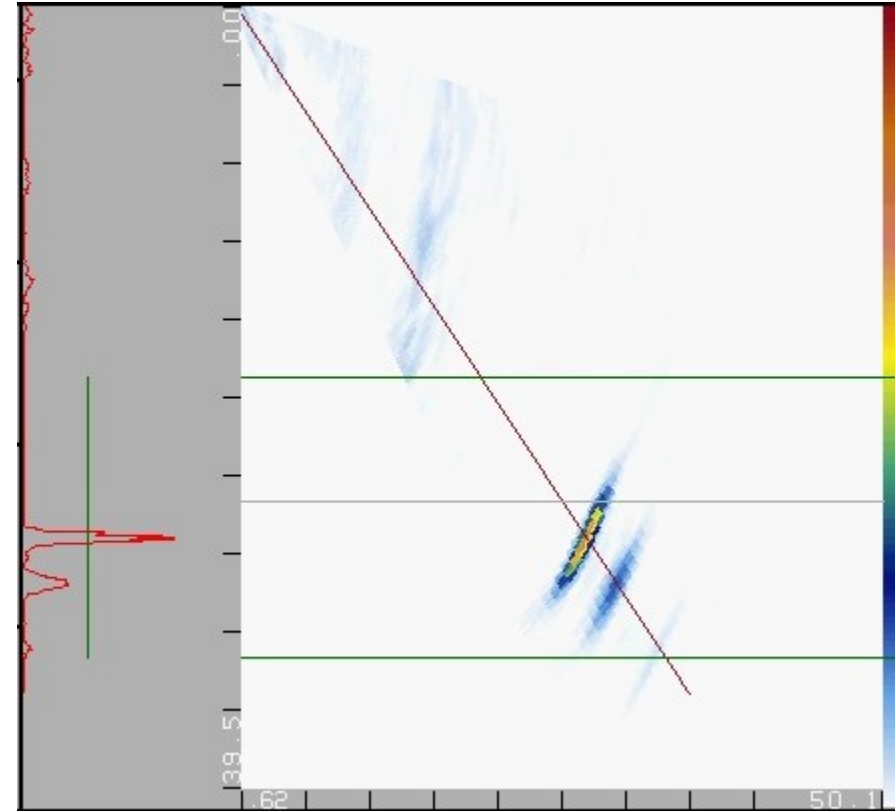
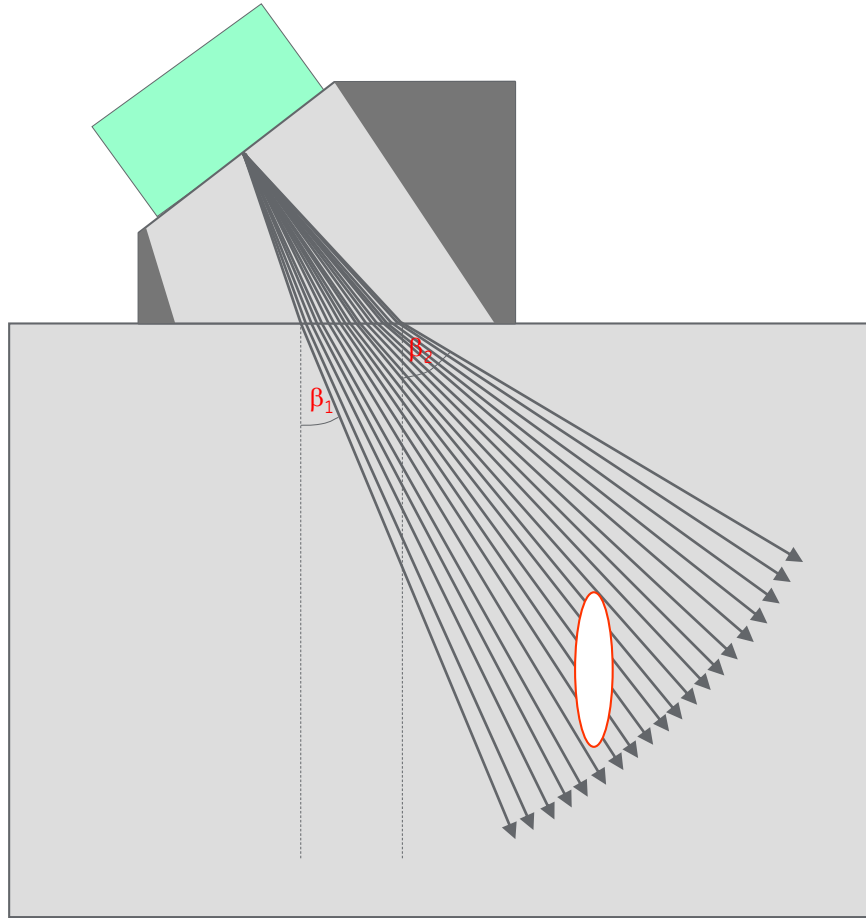
$$\text{最大ステアリング角度}(-6dB) \quad \sin \theta = 0.514 \frac{\lambda}{p}$$

p: エレメント幅

- 適切な近距離音場を得るには、十分な大きさのエレメントグループが必要。
- 走査には十分な数のエレメントが必要。



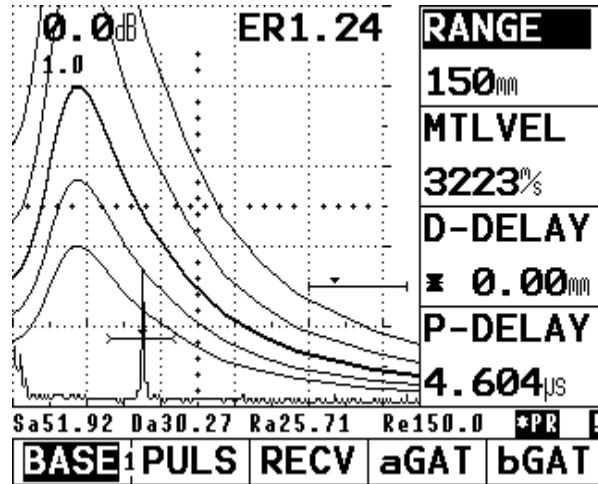
セクタスキャン：超音波ビーム (横波) の角度可変



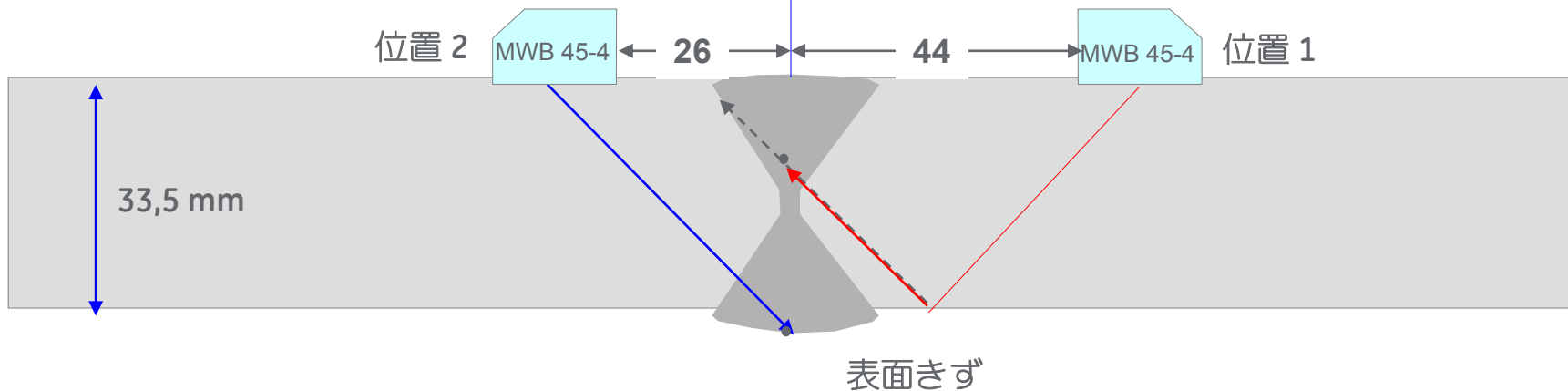
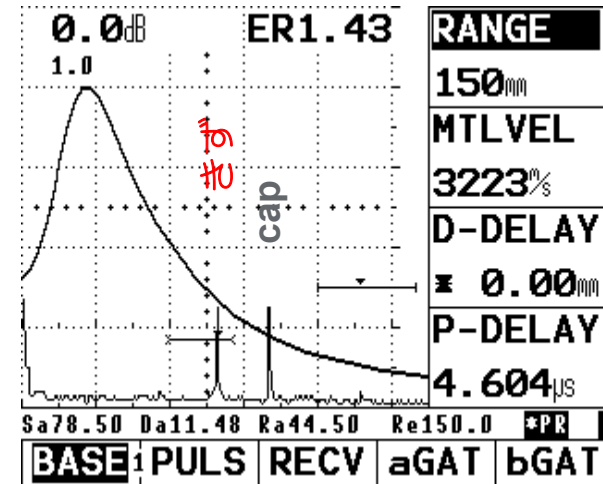
* 表示の角度となるようにステアリング角度を調整（材料音速に基づいて各アングルでスネルの法則から逆算）

従来の探触子 (斜角45°) : 位置 1+2

溶接部中心から左 1.02 in. (26 mm) の位置



右側の最大エコー
溶接部中心から右 1.73 in. (44 mm) の位置

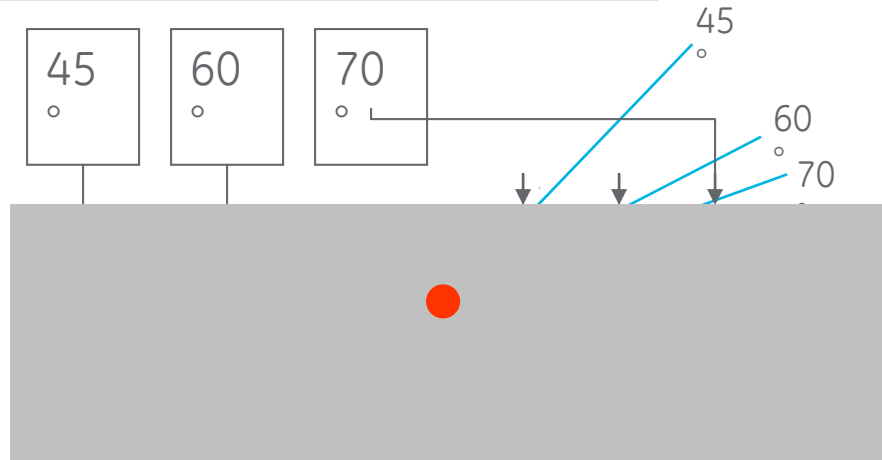


検出率 (POD)

従来の探傷

探触子3個使用：45°，60°，75°

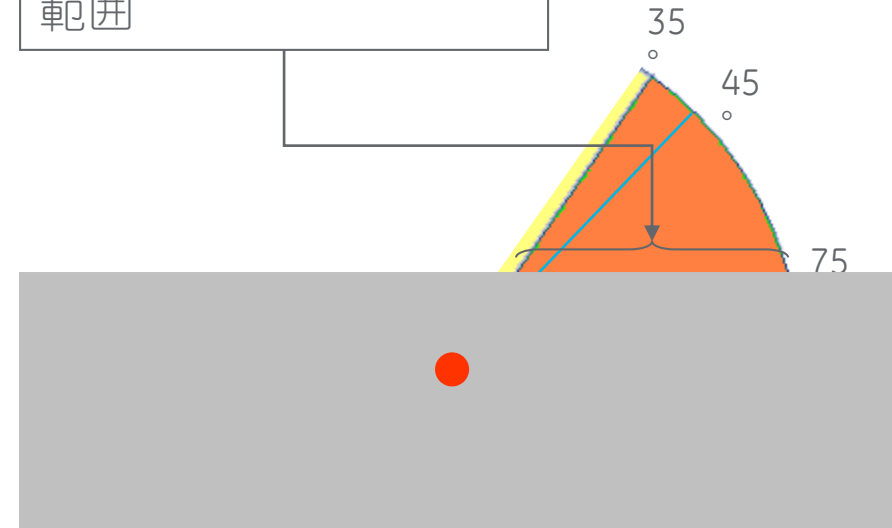
それぞれの角度で最大エコーが得られる探触子位置：



フェイズドアレイ

探触子1個使用：35° - 75°

最大エコーが得られる範囲



フェイズドアレイでは探触子の走査が不要であるため、きず検出効率が向上します。

エレメントの大きさの影響

- エレメントが小さいほど...
- 1グループに必要なエレメントの数が増える
最大ビーム角が大きい
ビーム角の増分が大きい



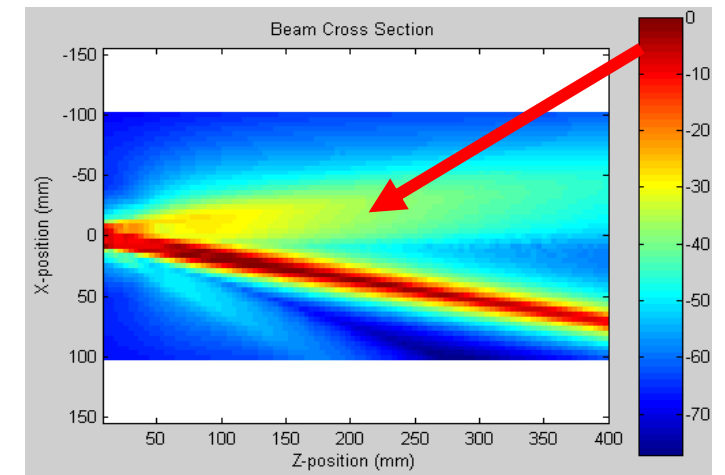
グレーティンググローブ（妨害エコー）

隣り合うエレメントとの間で1波長ずれて合成され、目的の方向以外の向きにビームが形成されたもの。

$$\sin \theta = \lambda / p \quad p : \text{エレメントピッチ}$$

対策

- ・周波数を低くする
- ・エレメントピッチを小さく
- ・周波数帯域を広げる（グレーティンググローブを拡散）
- ・エレメント数を増やす



振動素子サイズが一波長以上にならないようにする。（2MHz 1波長 約2.95mm(鋼中(縦波))

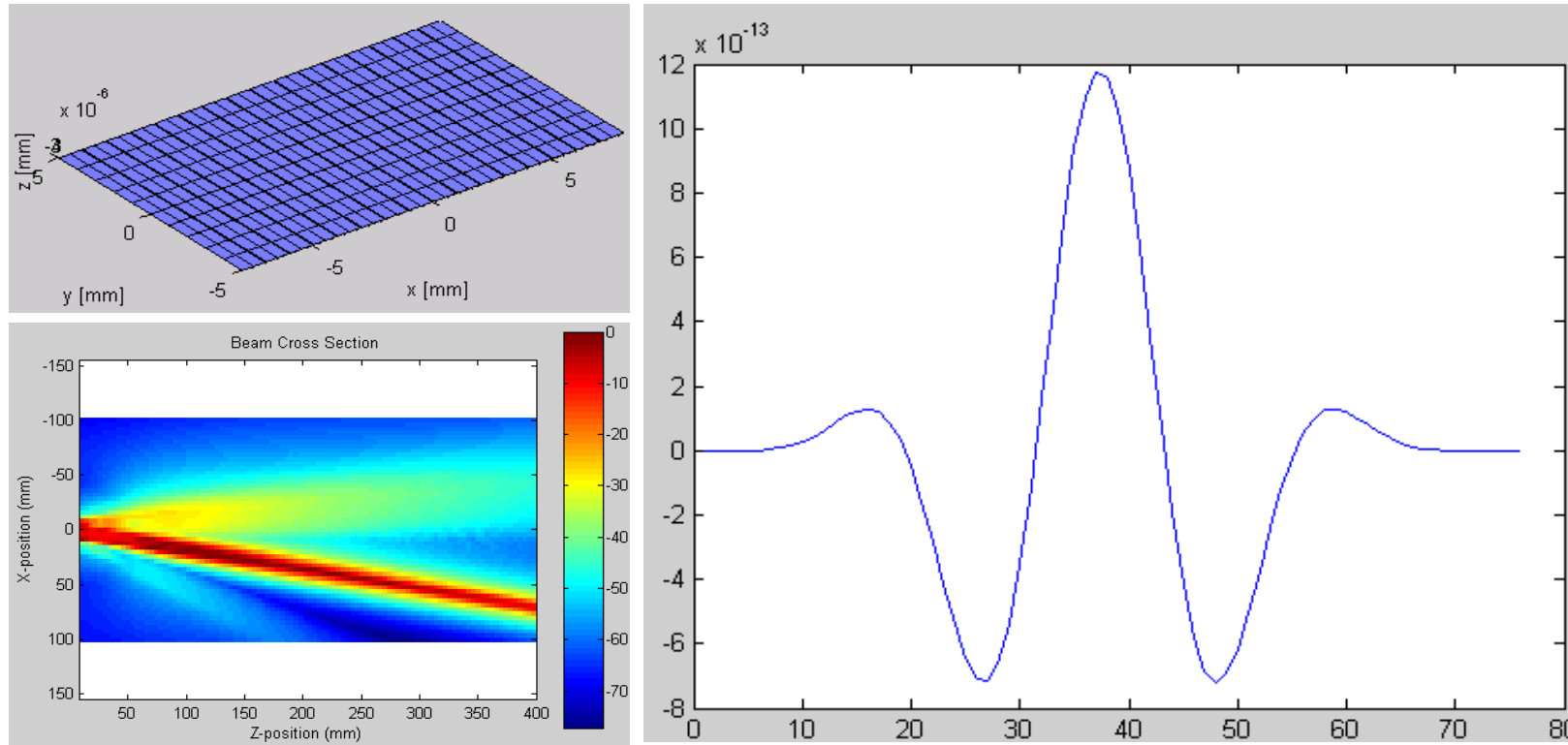
広帯域の利点

広帯域が必要とされている。
ビーム角の操作範囲が広がる。
パルスが短く、距離分解能が良い。
パルスが短く、グレーディングローブが減少する。



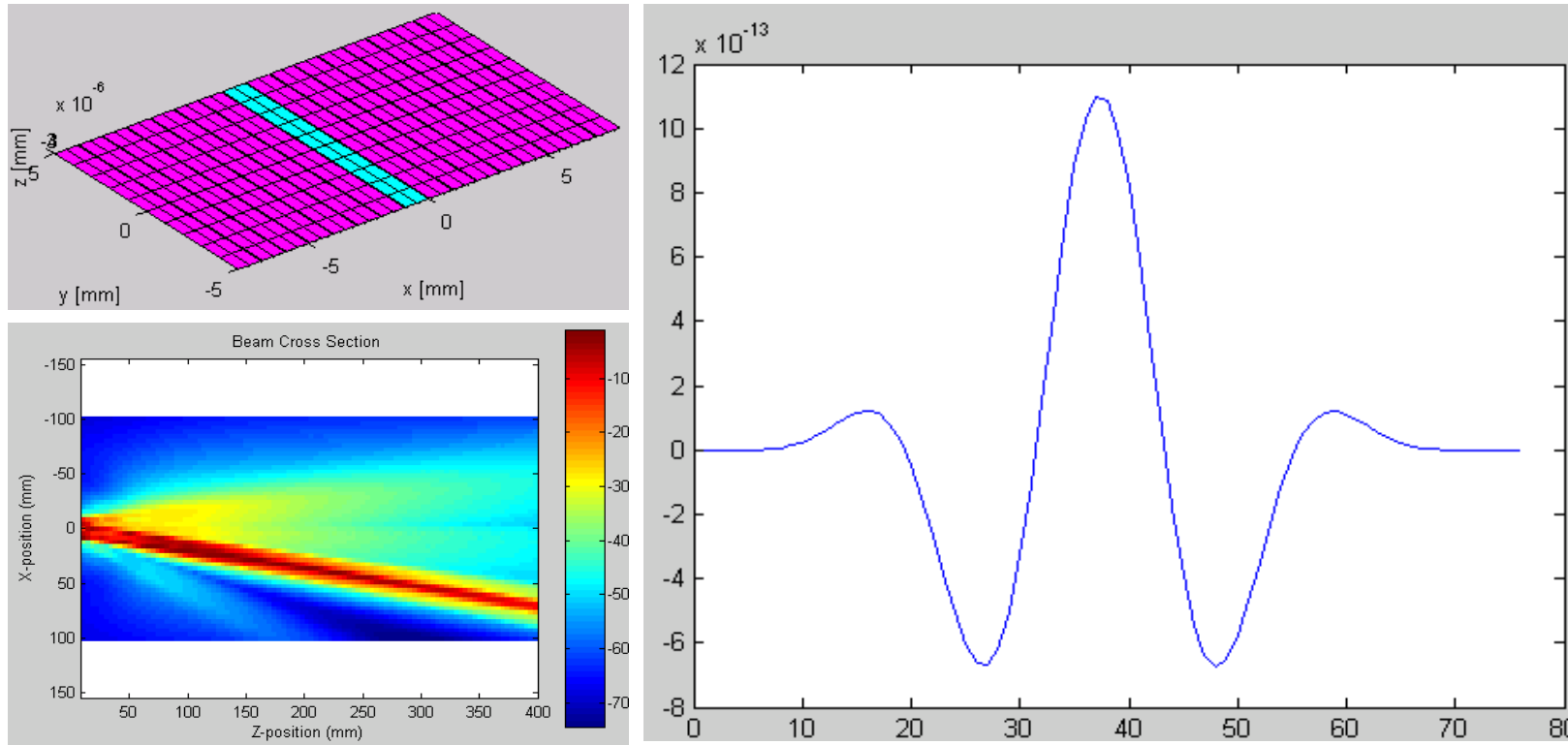
エレメント消失の影響 (1 / 5)

5 MHz, 16エレメント, 0.04 in. (1 mm) ピッチ, ビーム角 10° ,
すべてのエレメントを使用



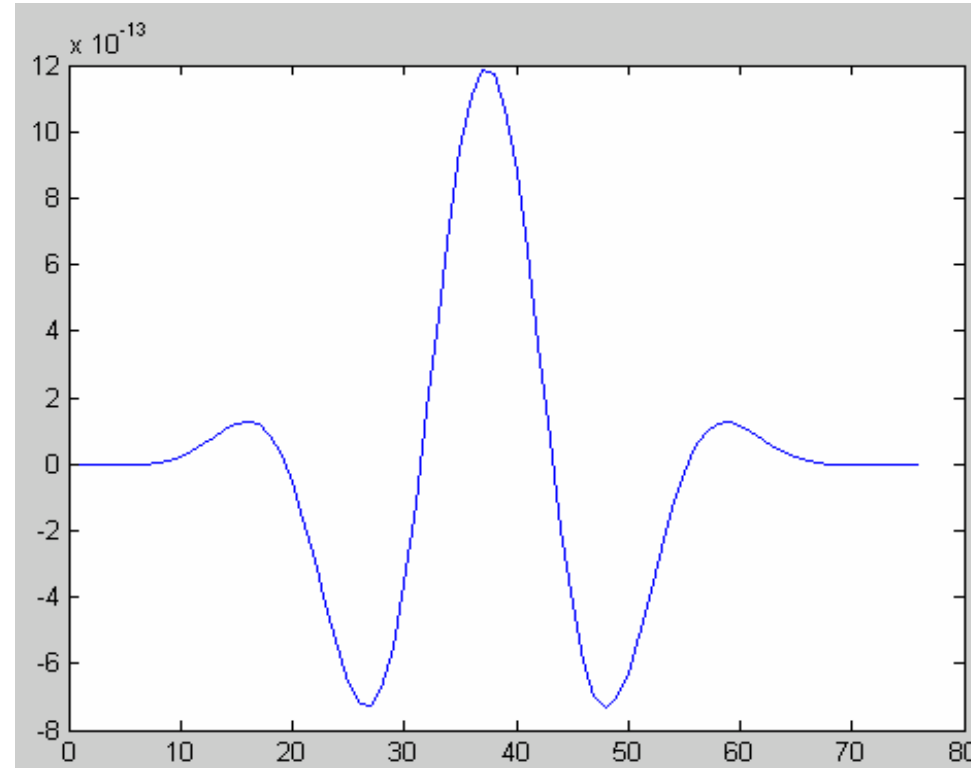
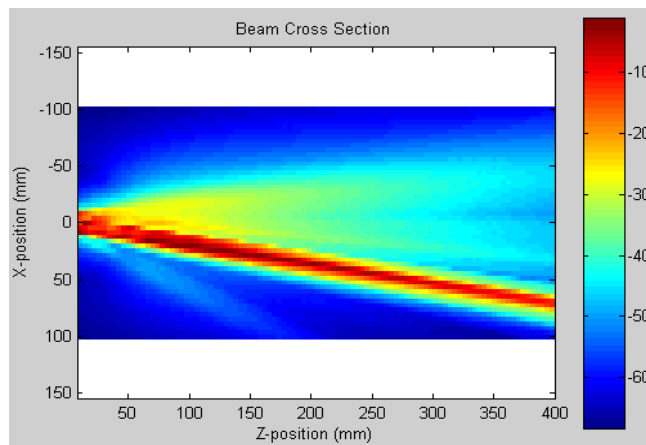
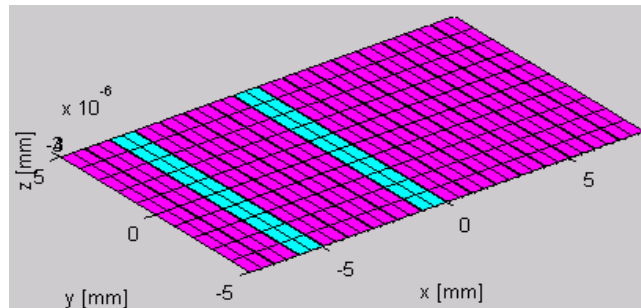
エレメント消失の影響 (2 / 5)

5 MHz, 16エレメント, 0.04 in. (1 mm) ピッチ, ビーム角 10° ,
エレメント#8 を未使用 : エコー高さの低減 <1 dB



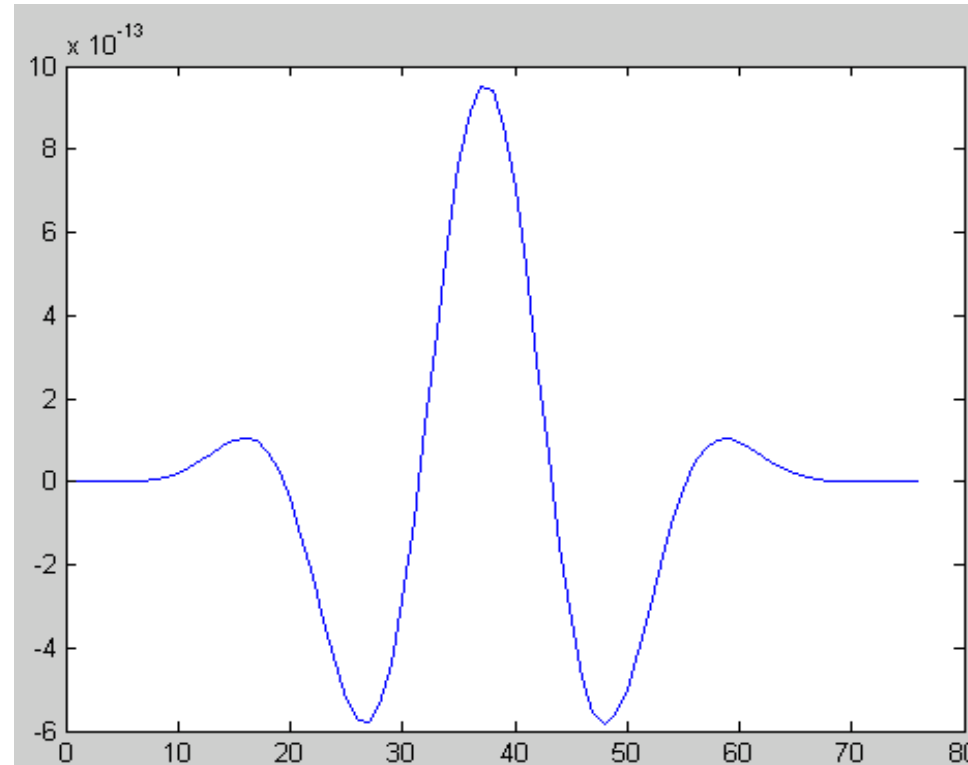
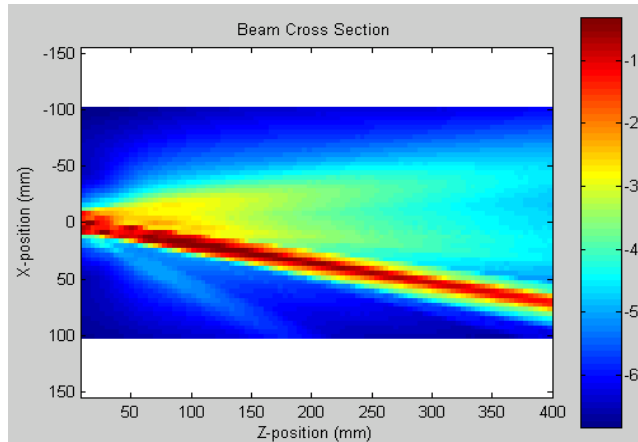
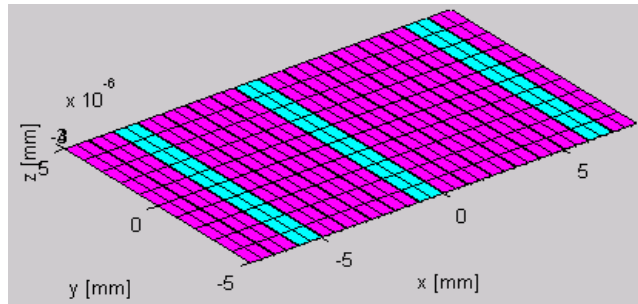
エレメント消失の影響 (3 /5)

5 MHz, 16エレメント, 0.04 in. (1 mm) ピッチ, ビーム角 10° ,
エレメント#3 & #8を未使用：エコー高さの低減 1.5dB



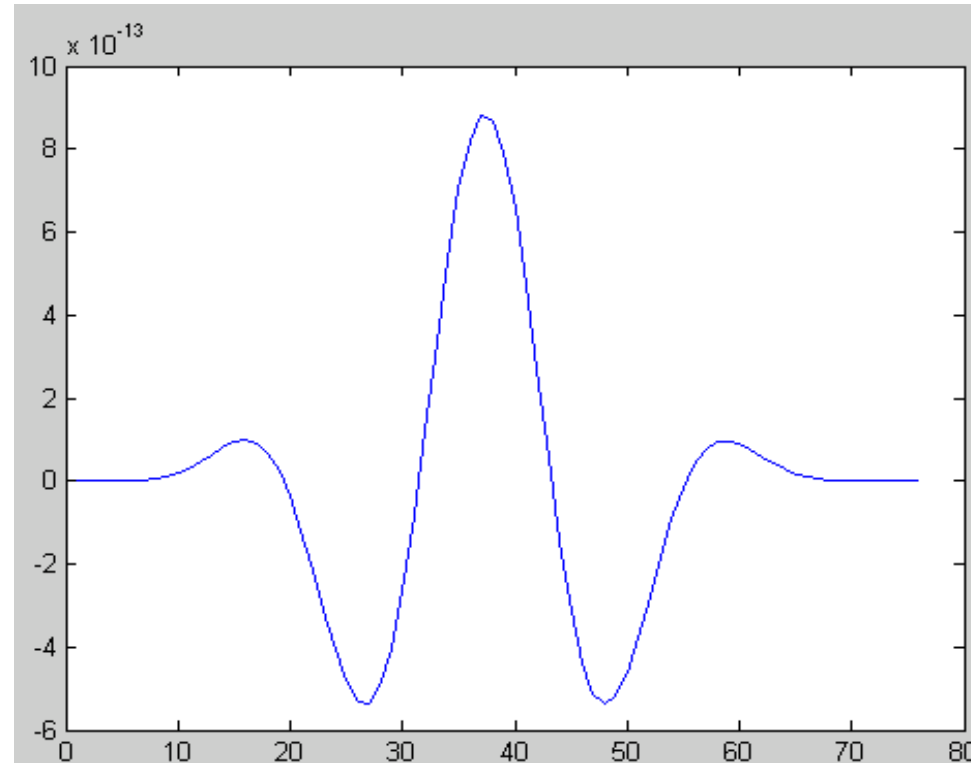
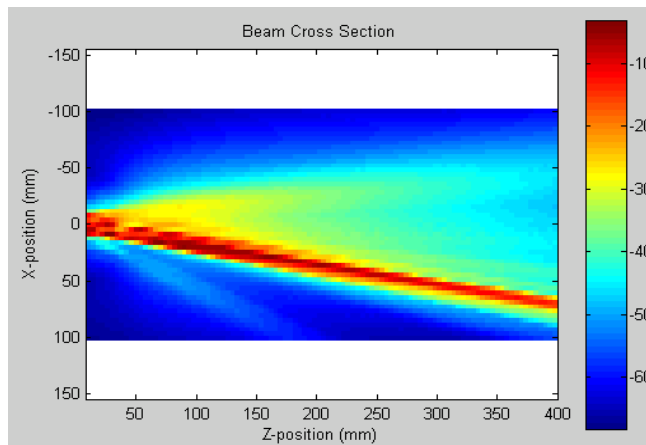
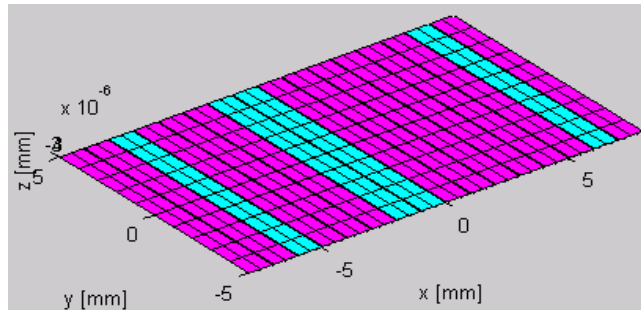
エレメント消失の影響 (4/5)

5 MHz, 16エレメント, 0.04 in. (1 mm) ピッチ, ビーム角 10° ,
エレメント#3, #8, #15を未使用：エコー高さの低減 2dB



エレメント消失の影響 (5/5)

5 MHz, 16エレメント, 0.04 in. (1 mm) ピッチ, ビーム角 10° ,
エレメント#3, #7, #8, #15を未使用：エコー高さの低減 3dB



第五章 画像表示技術

画像

- RF波形をAスコープに変換
- 従来の探傷器の波形表示との違い
- 振幅評価（振幅変化による色分け）
- デジタル分解能向上



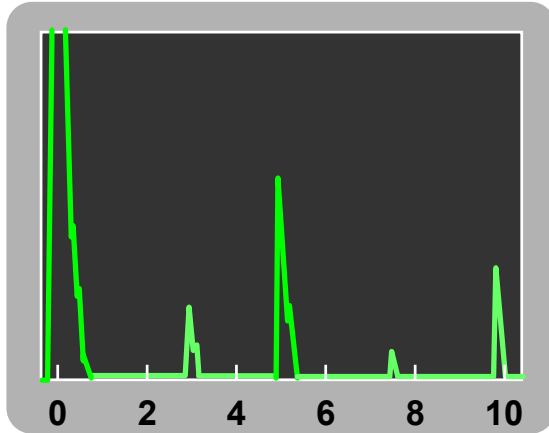
表示形式：

波形の合成によりマッピング図を描画可能

1. Aスコープ（標準、フェイズドアレイ）
2. Bスコープ（リニアスキャン）
3. セクタスキャン = Bスコープ（斜角探傷）
4. Cスコープ(上面図)（リニア、セクタ）
5. Dスコープ（Bと直交の断面図）

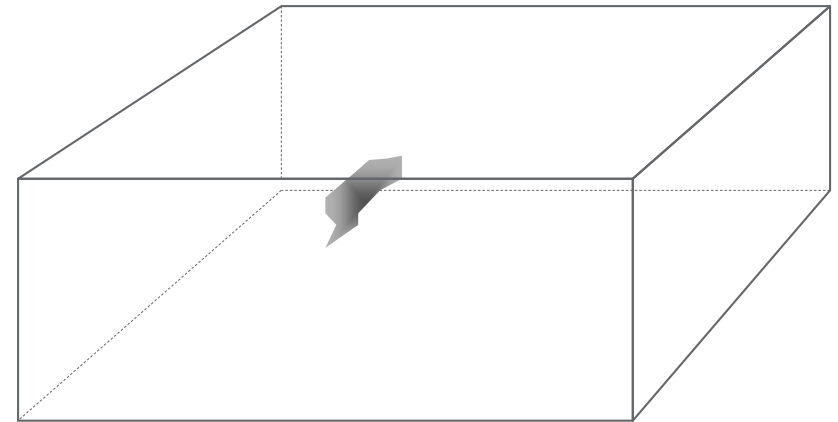


超音波探傷試験のめざすところは

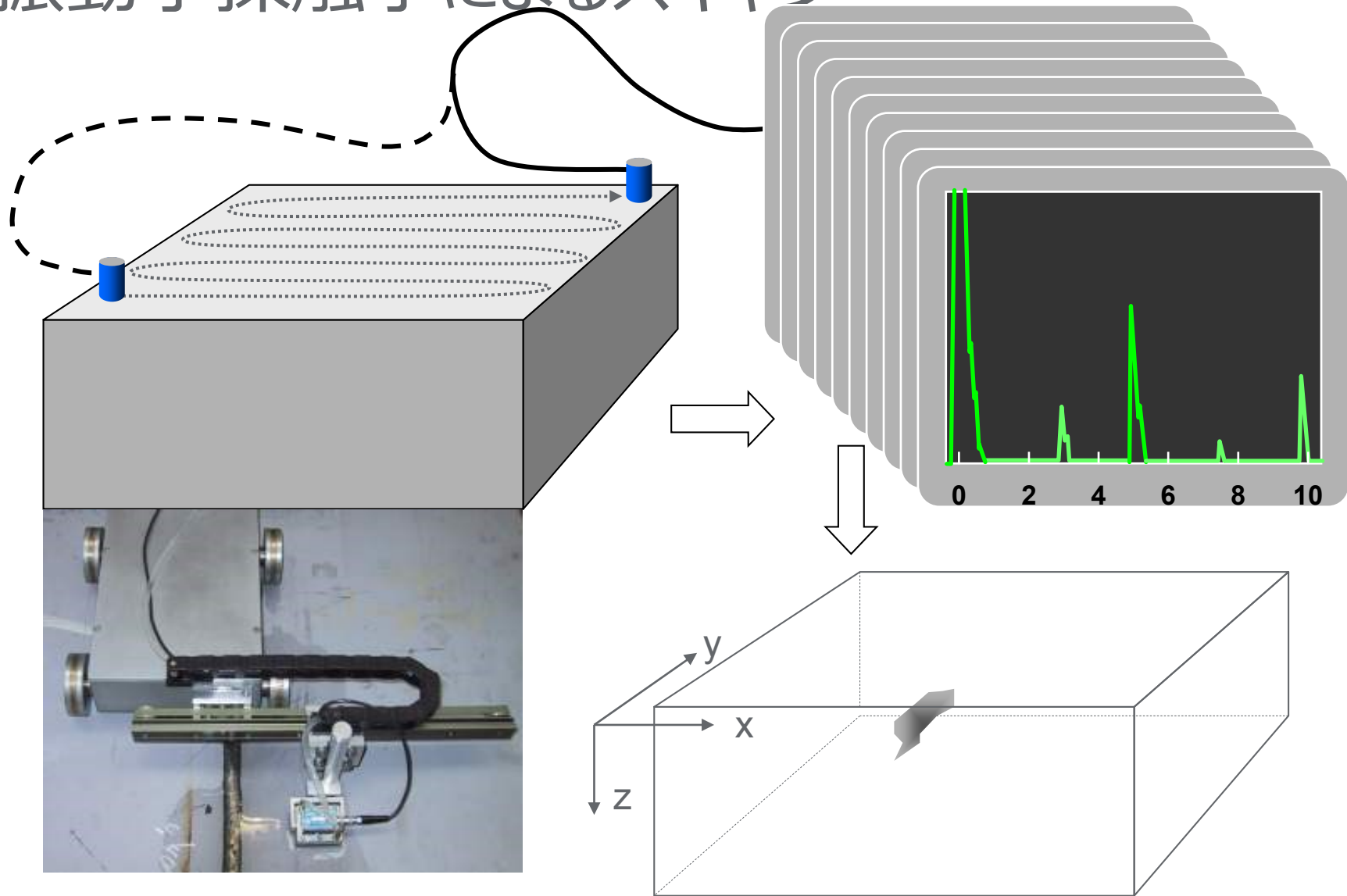


Aスコープから...

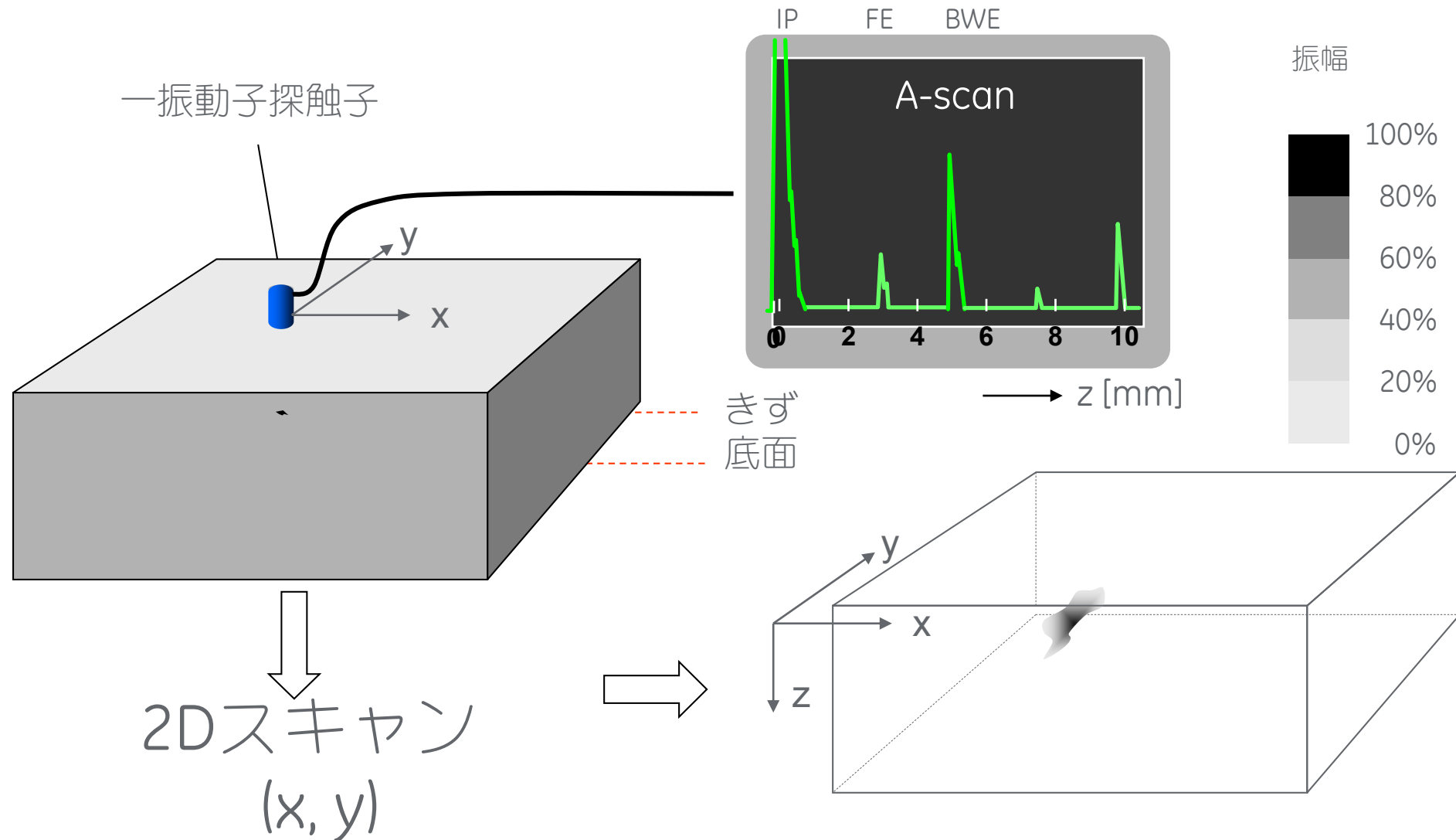
...試験体内部のきずを探す
(透視する) ...



一振動子探触子によるスキャン

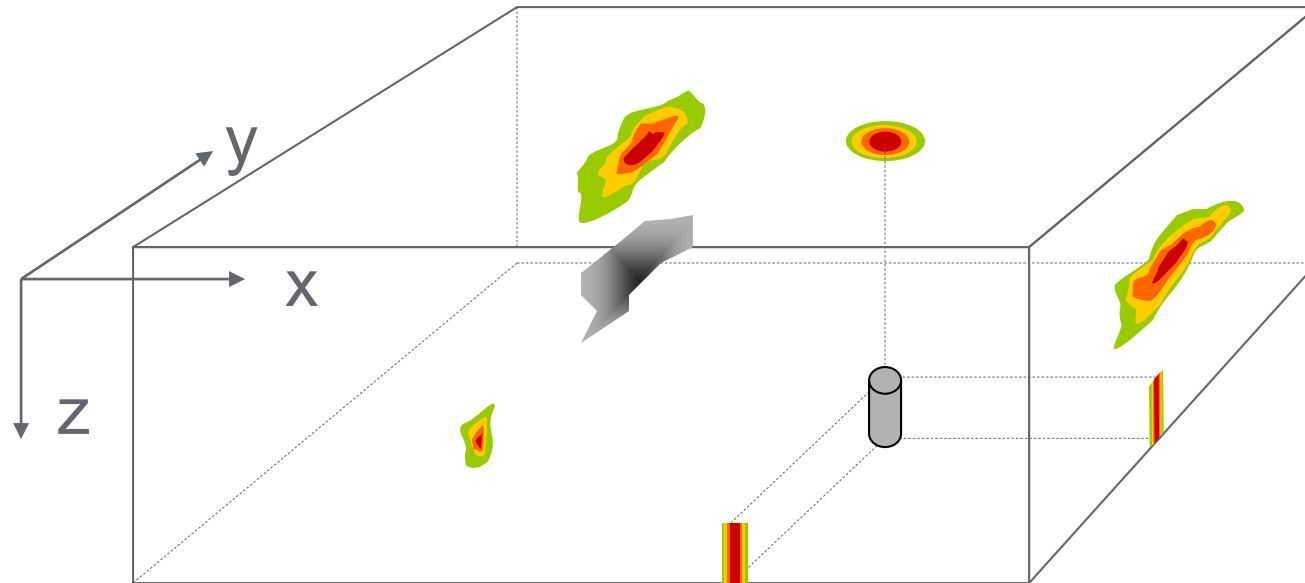


一振動子探触子による探傷



Bスコープ、DスコープとCスコープ

トップビュー (Cスコープ = xy)



サイドビュー
(Bスコープ = yz)

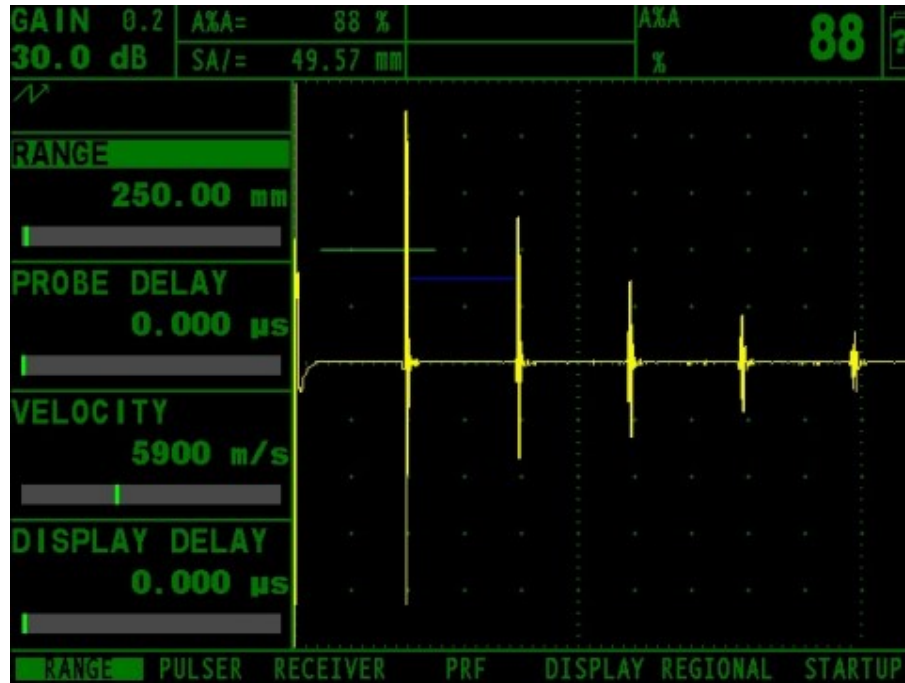
サイドビュー
(Dスコープ = xz)



- 波形の合成
- トップ = 最大振幅（ピーク）を色分けして表示
- フレーム = スライス
- スライスは分析により選択可能です。
- ビームカーソルで超音波ビームを選択
- ビームはAスコープ



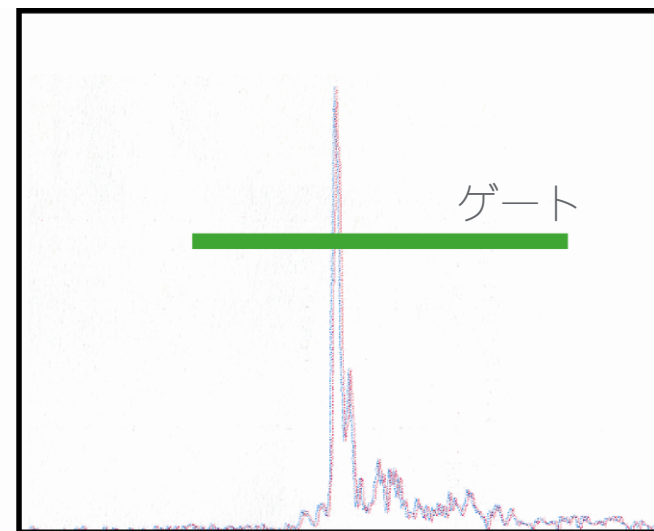
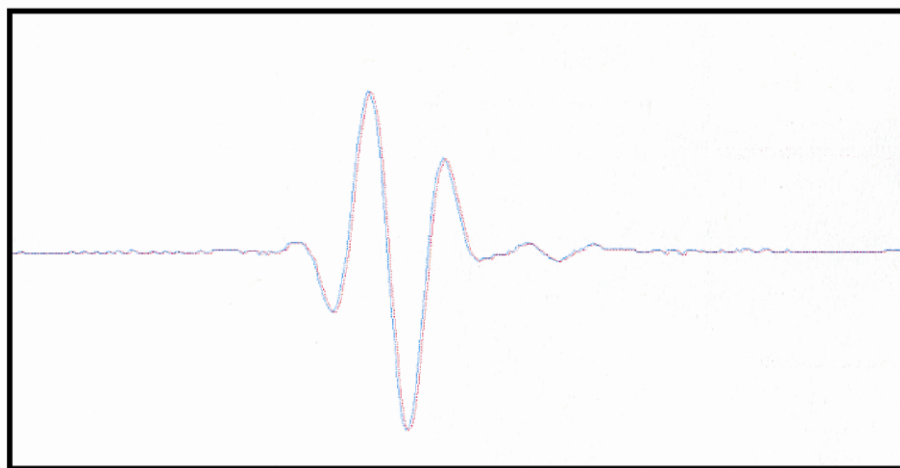
1) Aスコープ表示



一般探傷器モード

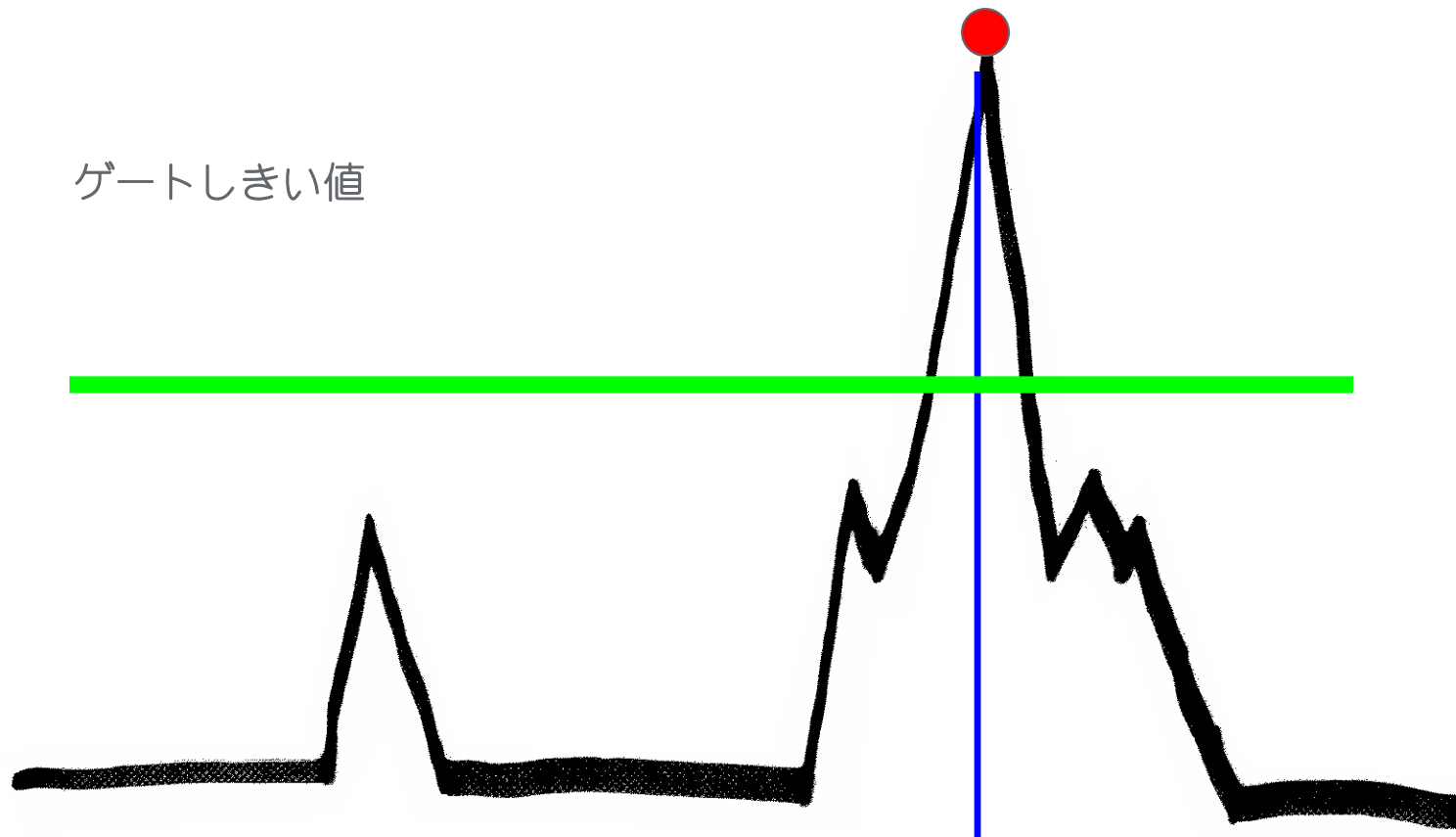


フェイズドアレイモード
(ビームを選択した場合)

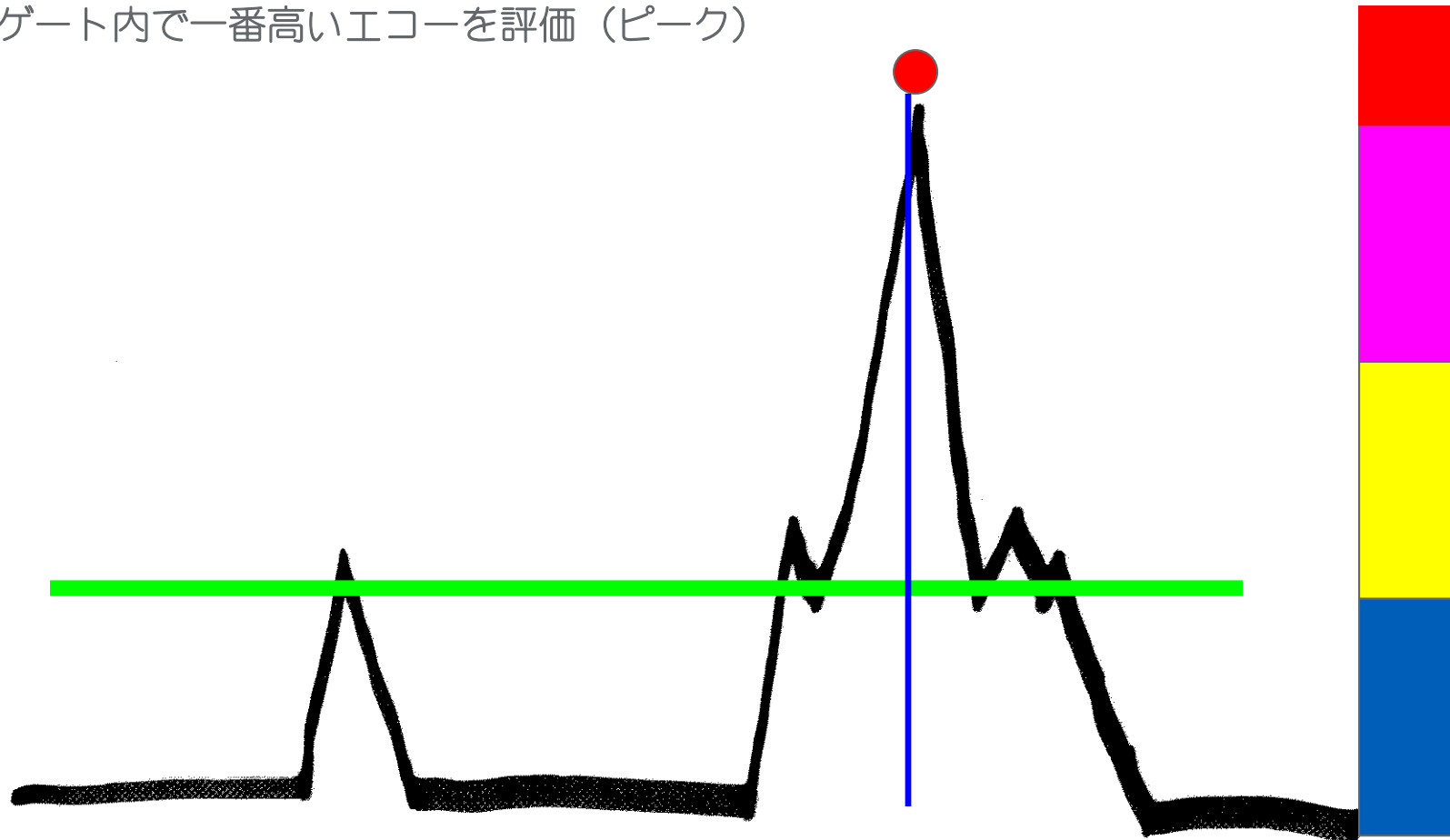


Aスコープ表示：RF波形（左）、整流信号（右）

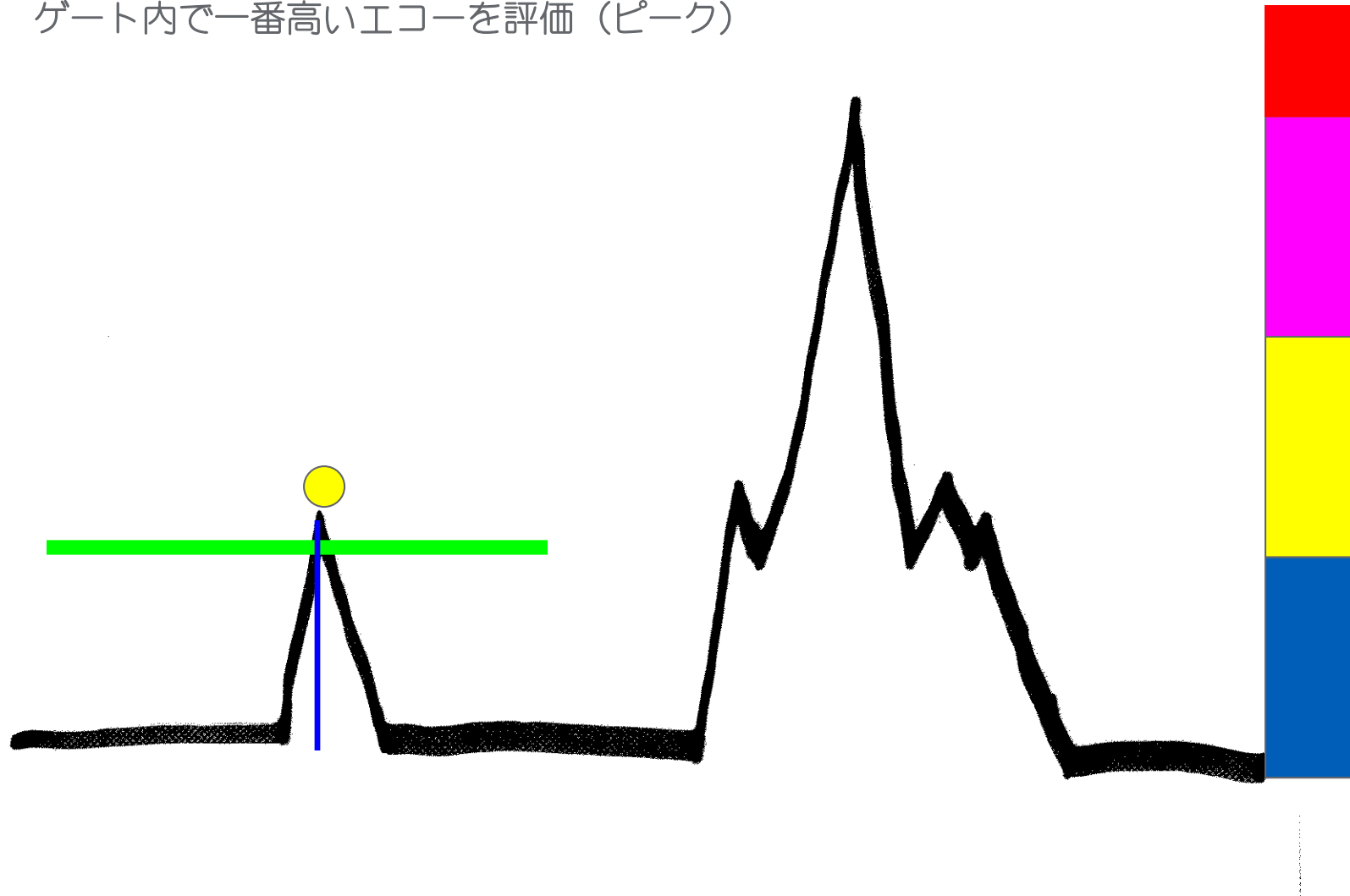
ゲートしきい値



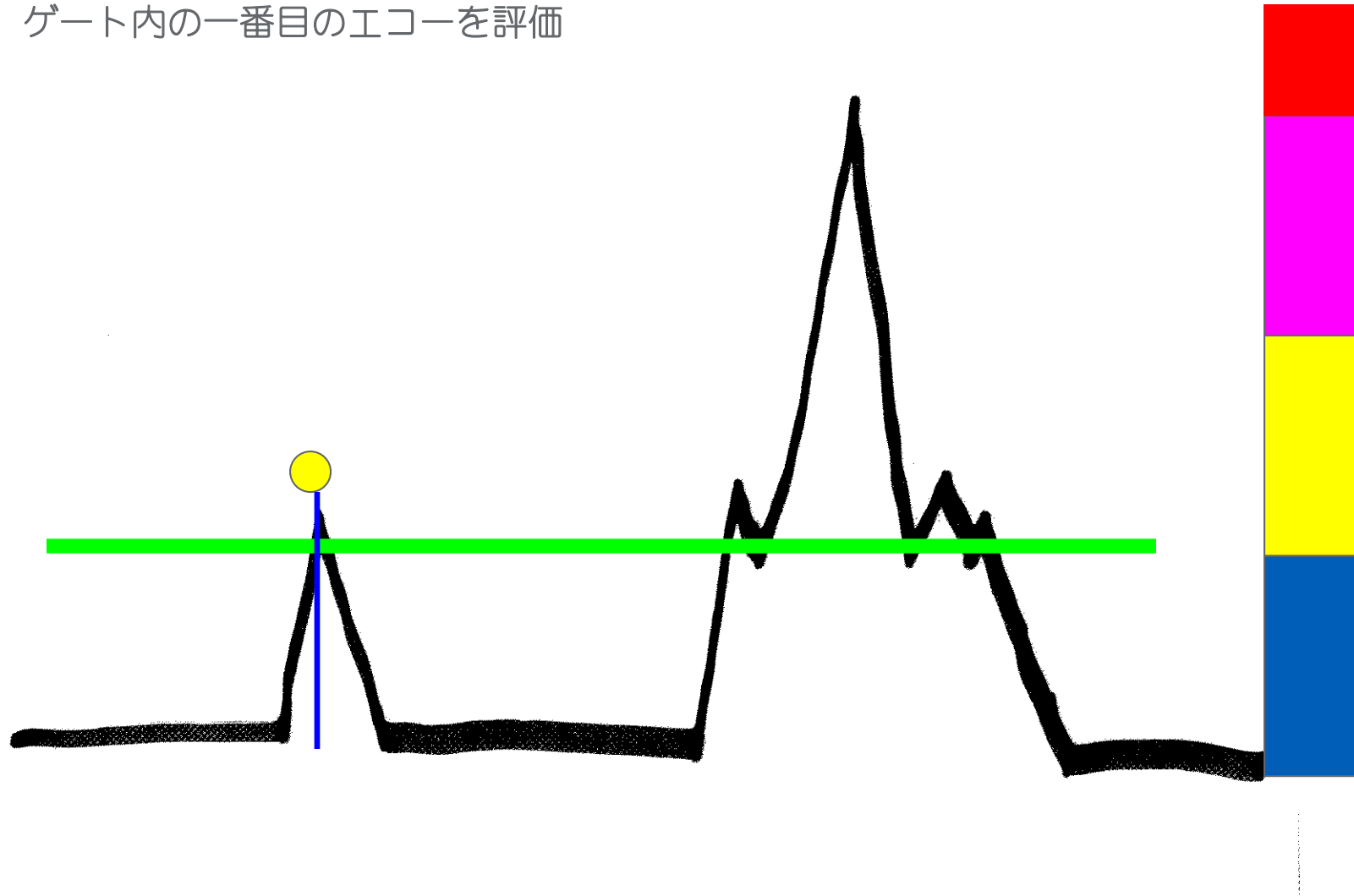
ゲート内で一番高いエコーを評価（ピーク）



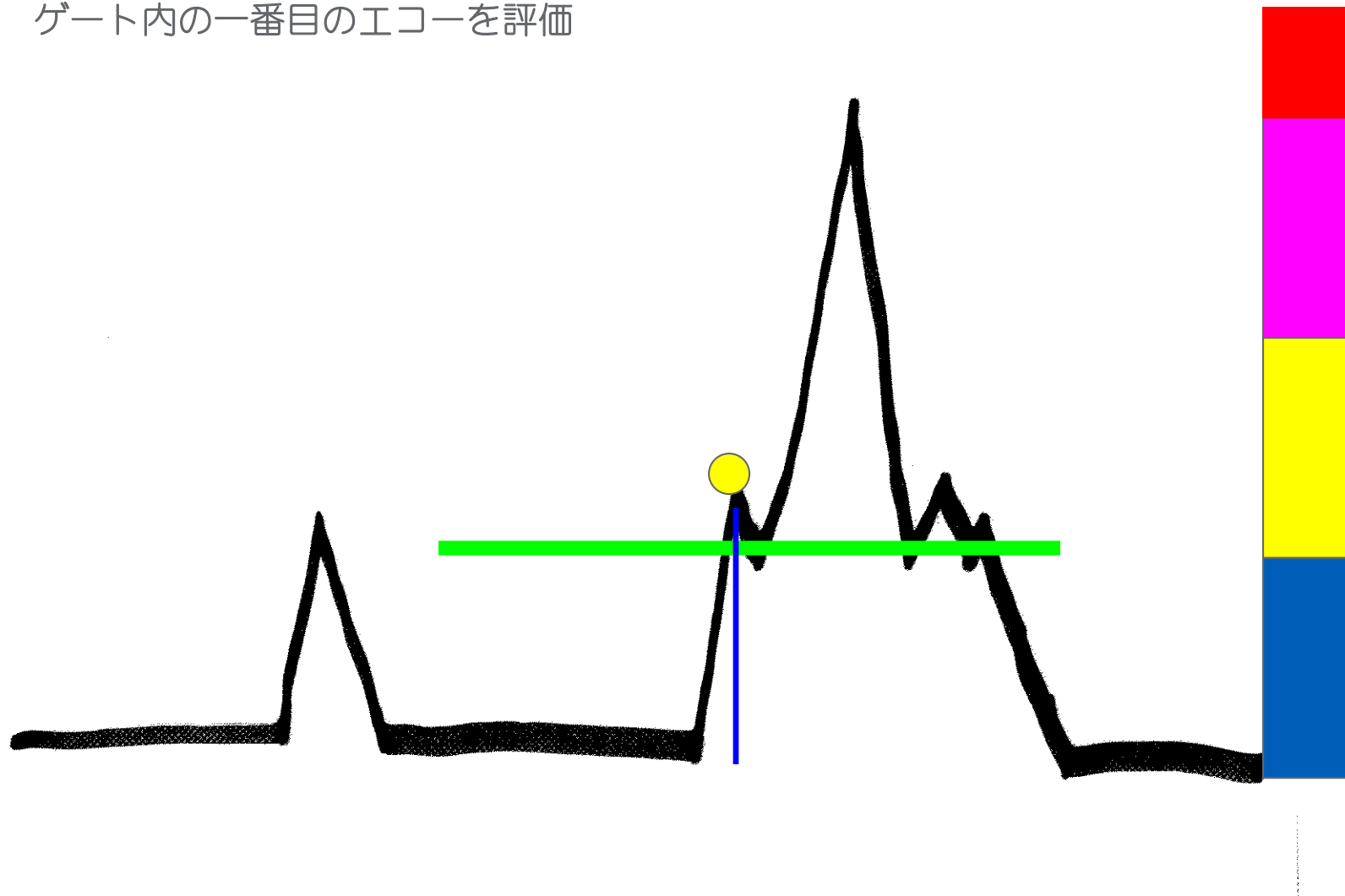
ゲート内で一番高いエコーを評価（ピーク）



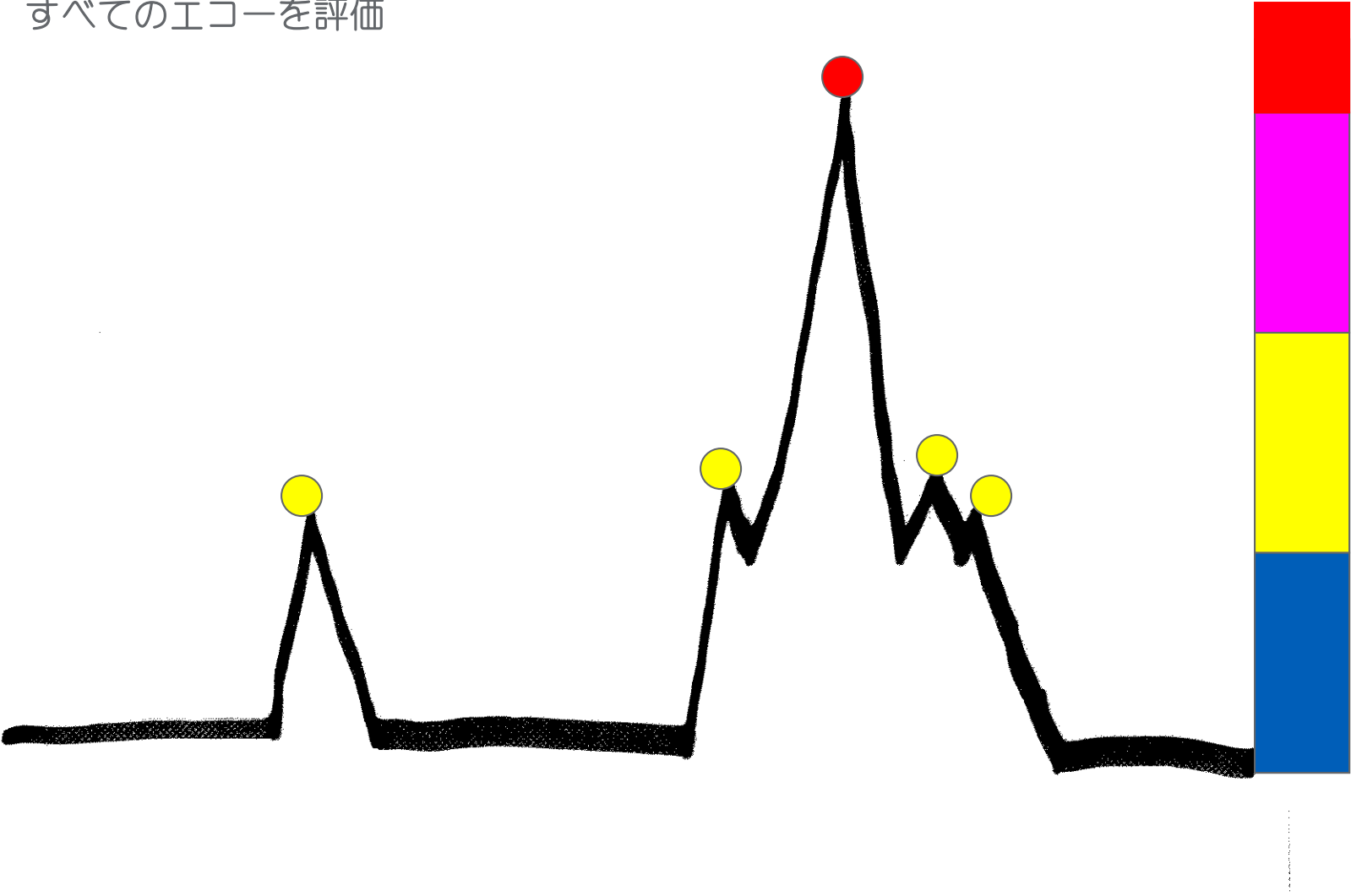
ゲート内の一番目のエコーを評価



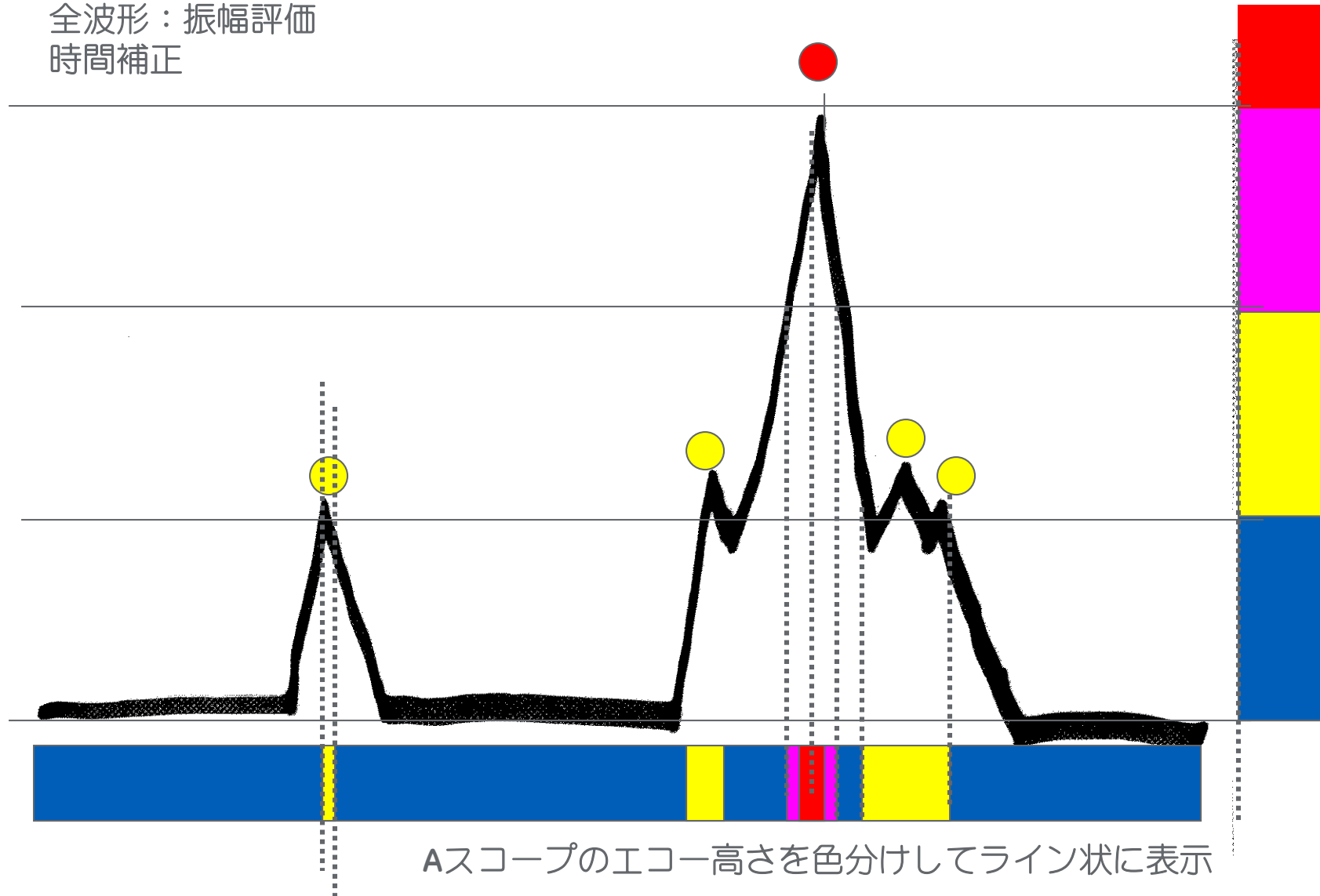
ゲート内の一番目のエコーを評価



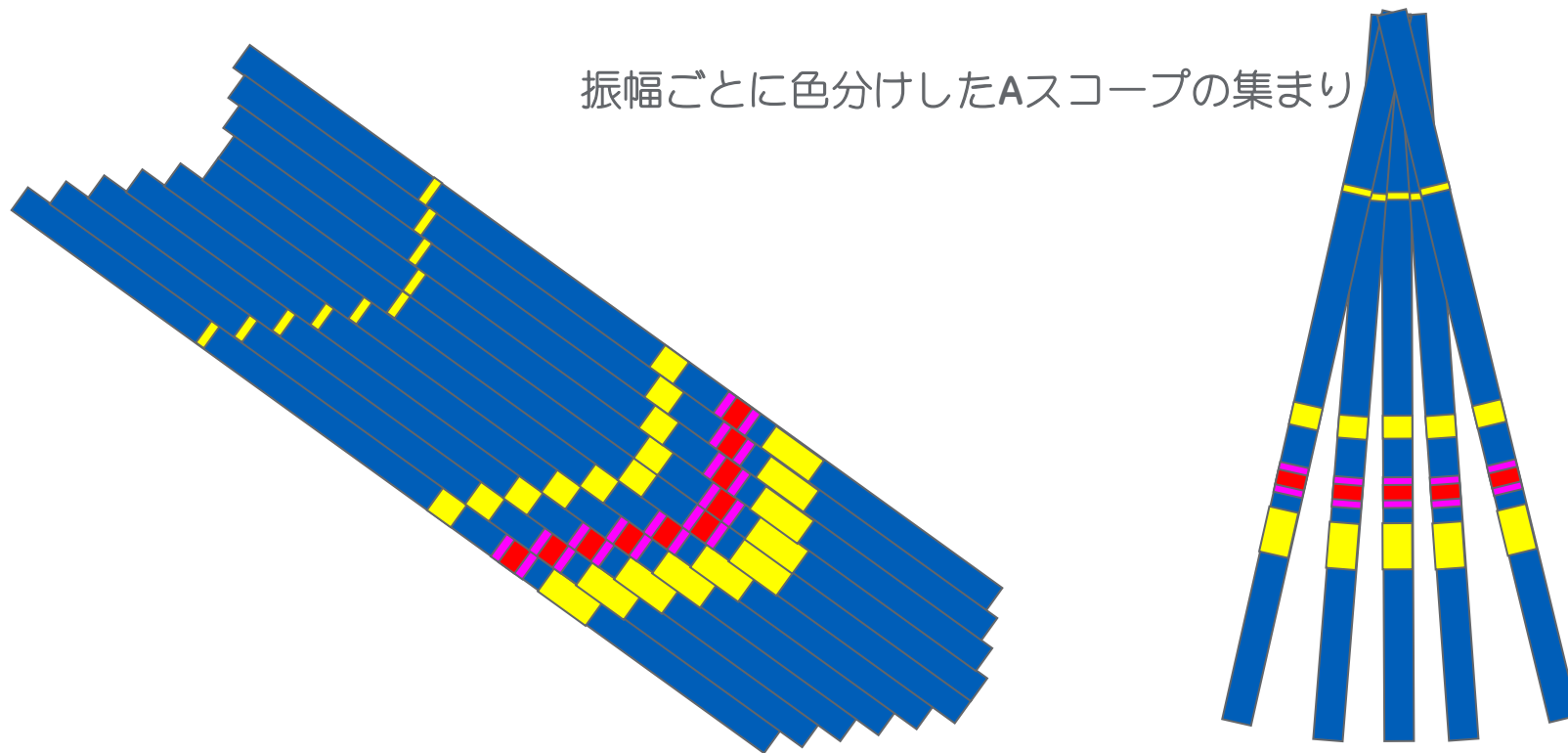
すべてのエコーを評価



全波形：振幅評価
時間補正

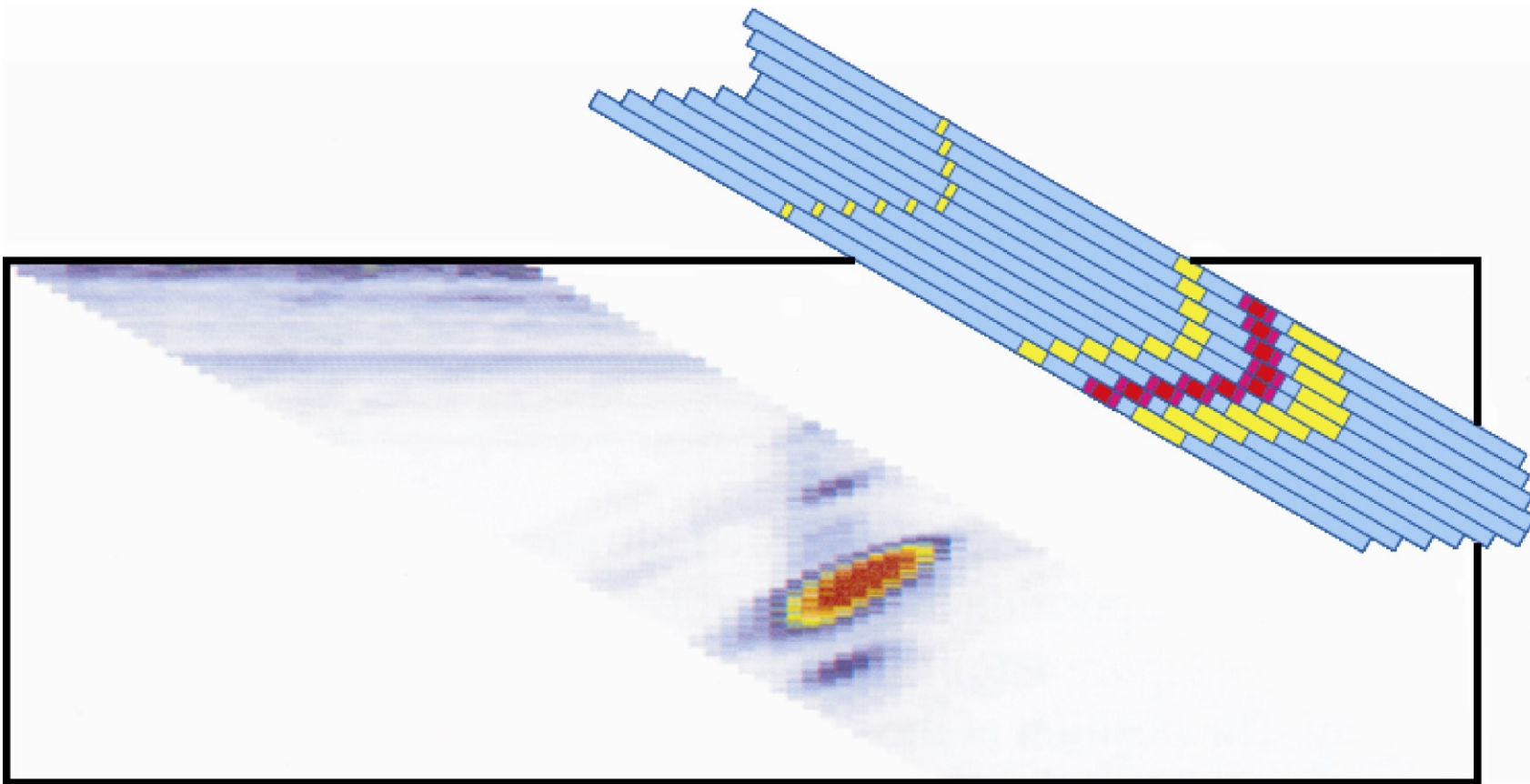


振幅ごとに色分けしたAスコープの集まり

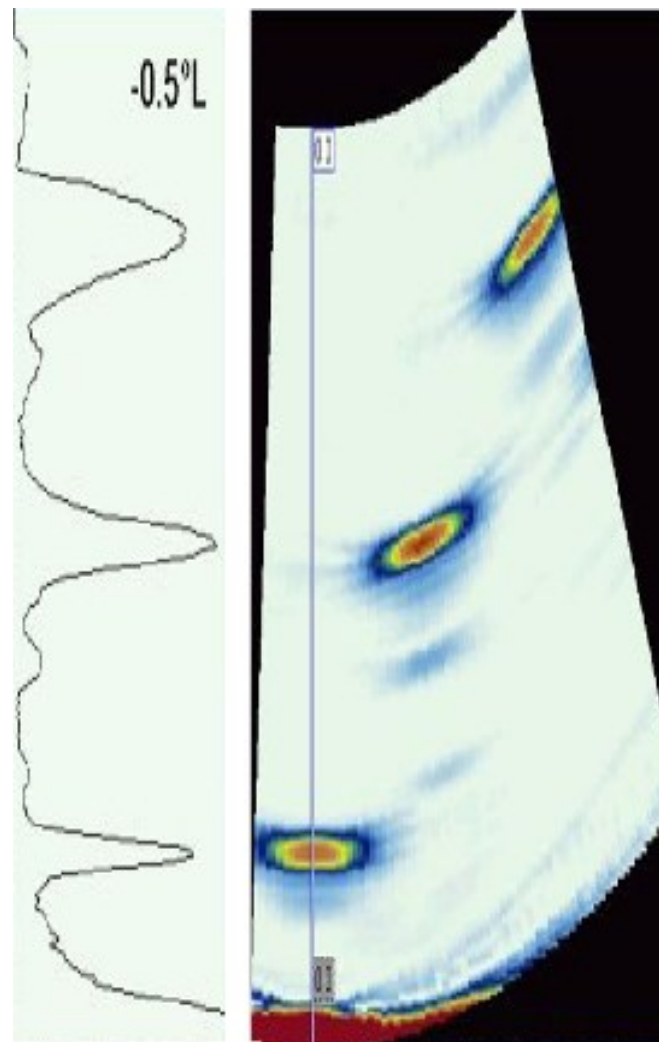
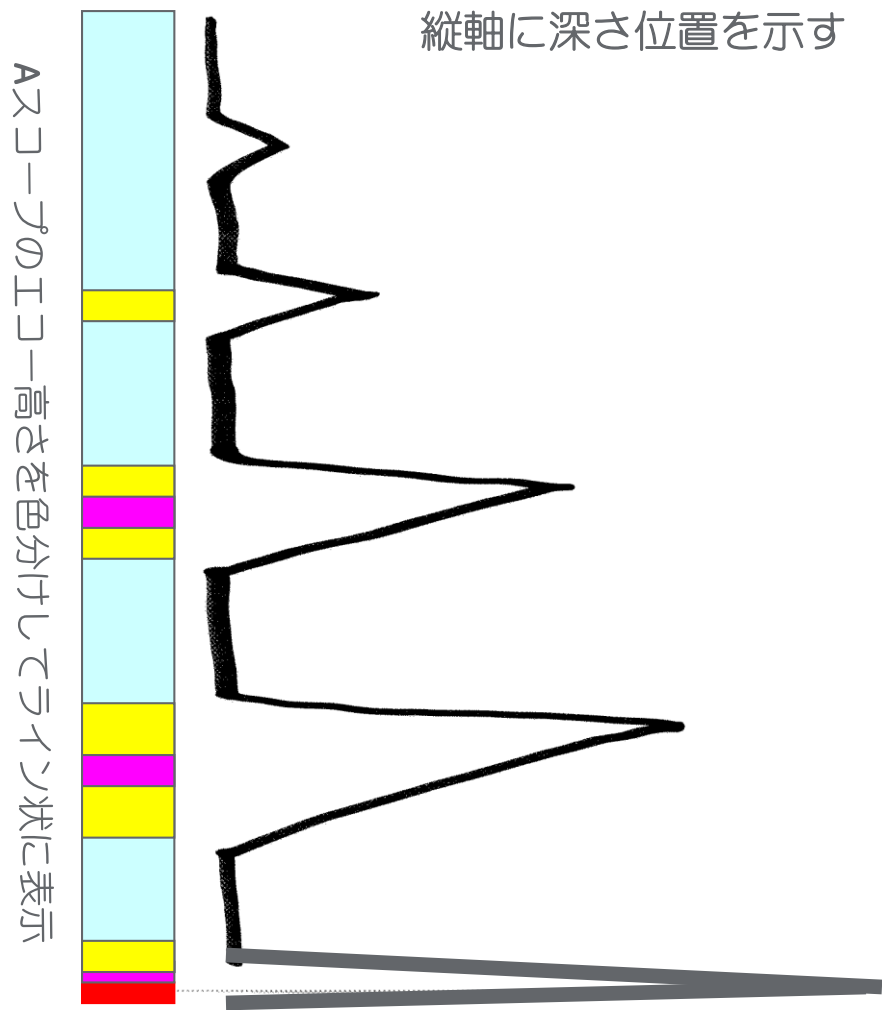


Aスコープのエコー高さを色分けしてライン状に表示

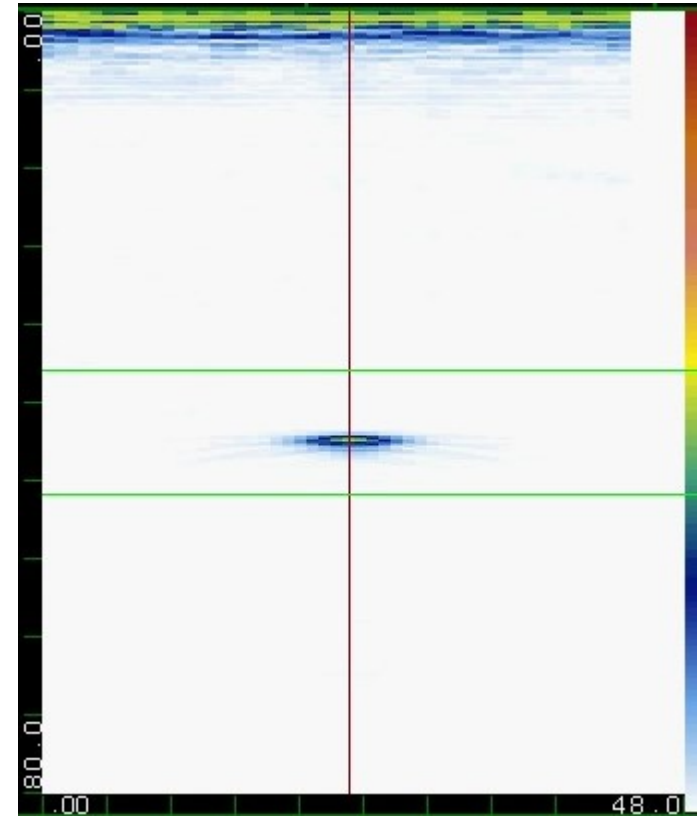
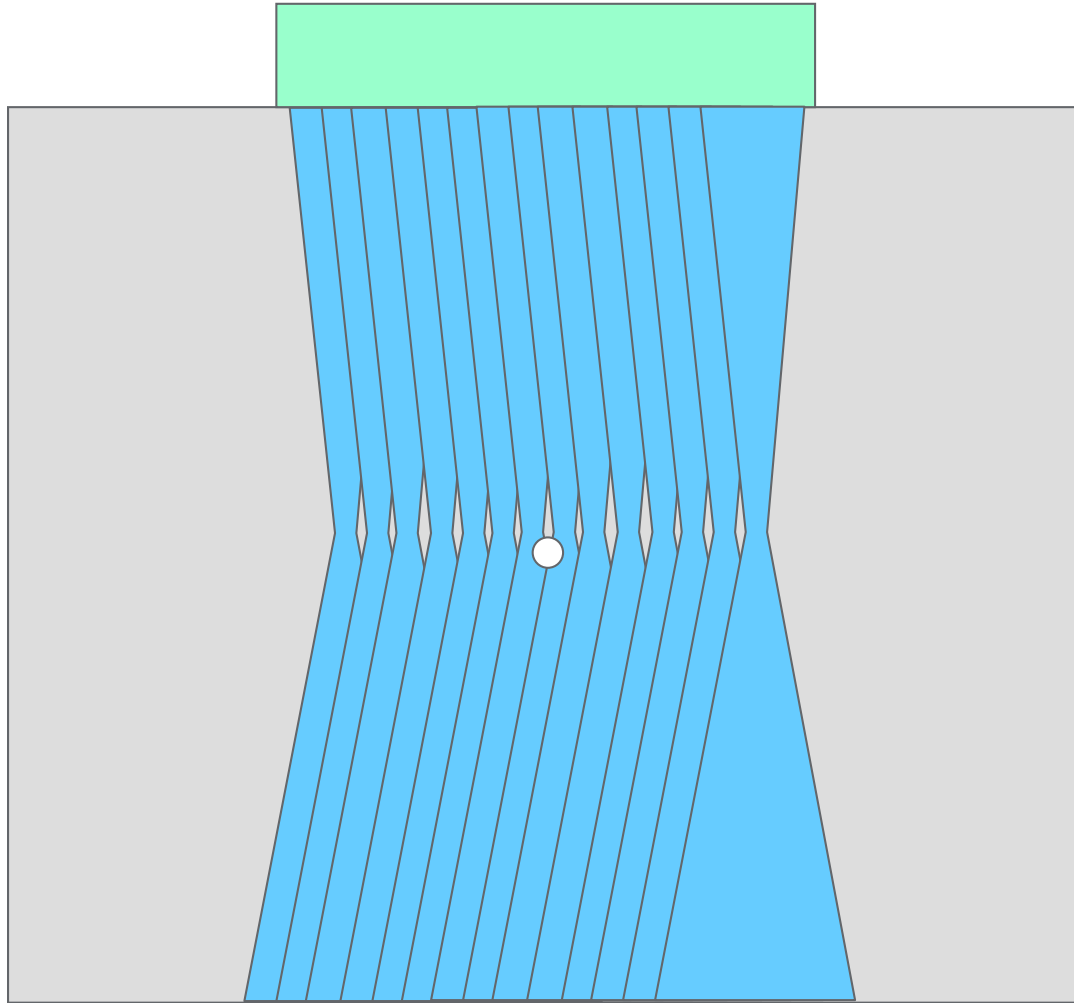




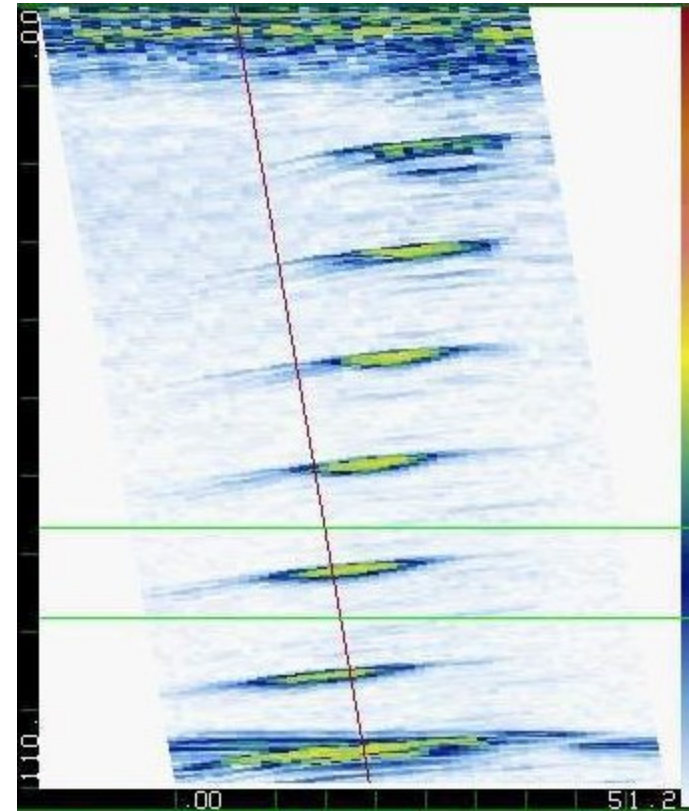
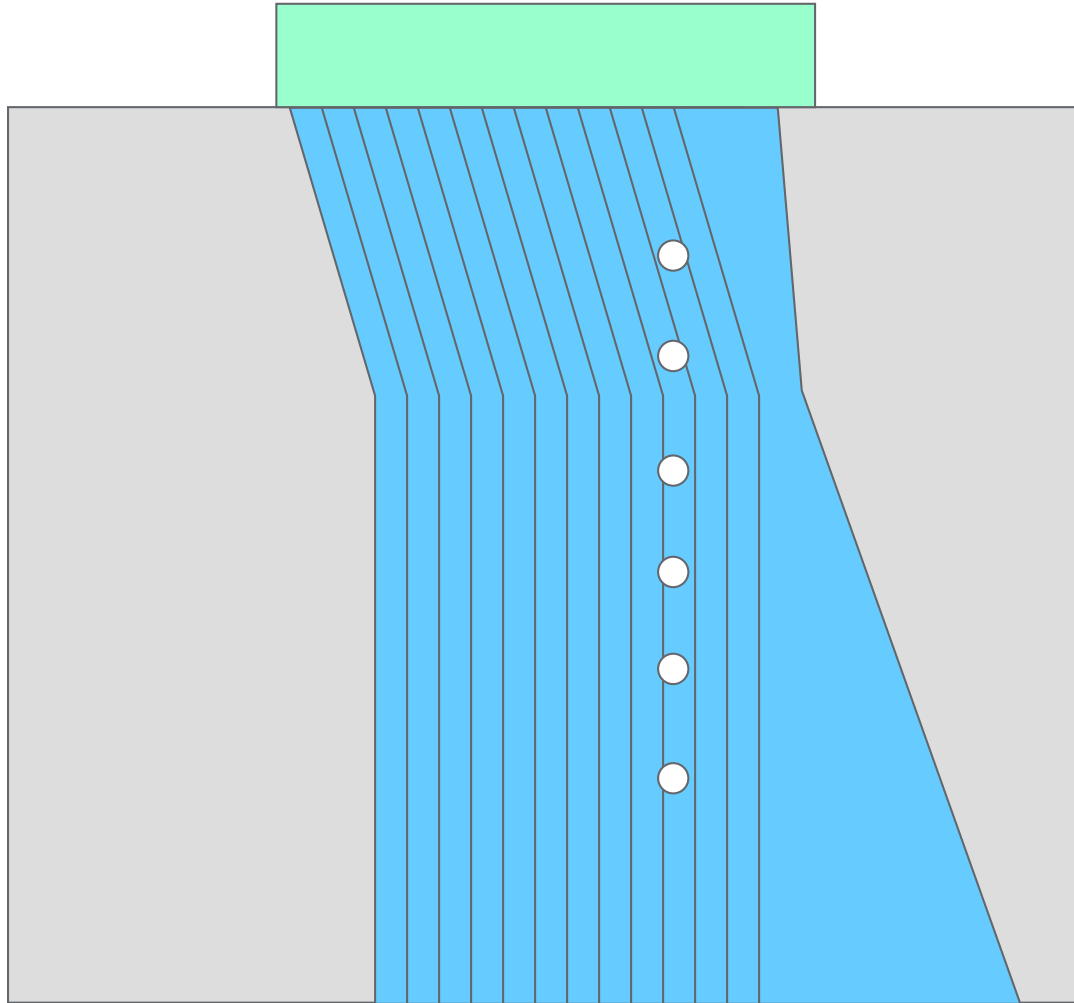
Bスコープ（サイド）：屈折角を補正



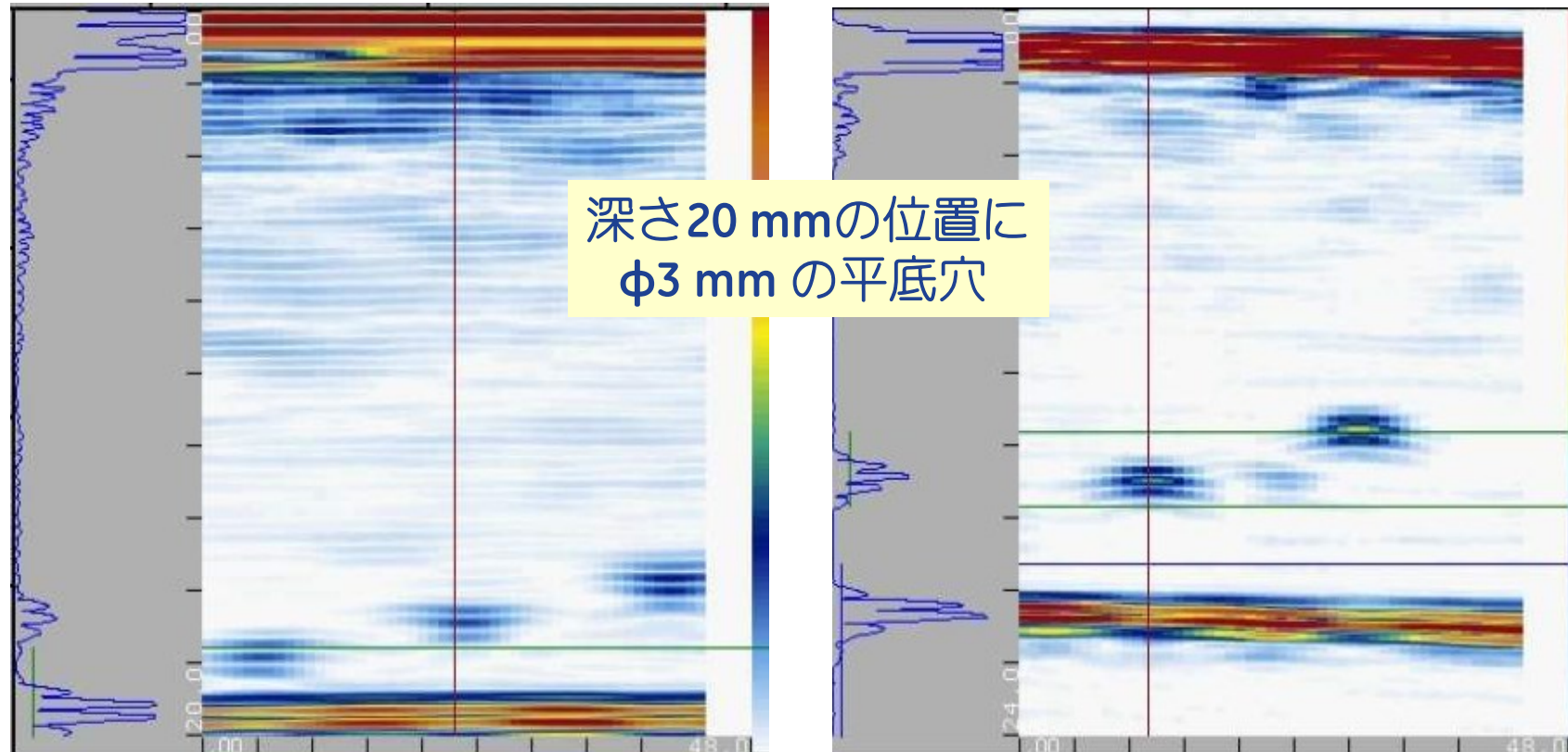
2a) Bスコープ (リニアスキャン：垂直)



2b) Bスコープ (リニアスキャン：斜角)



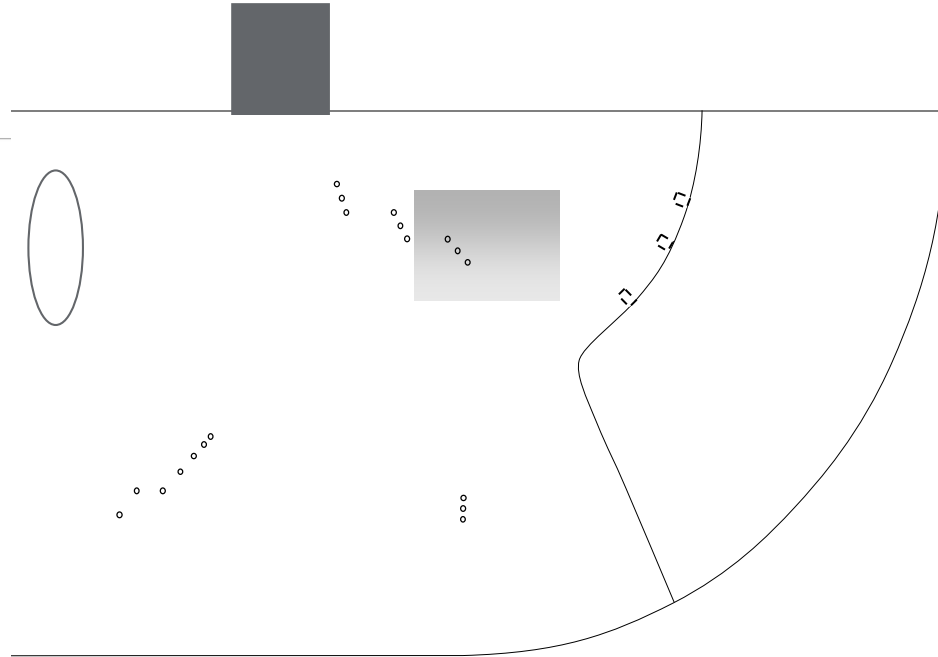
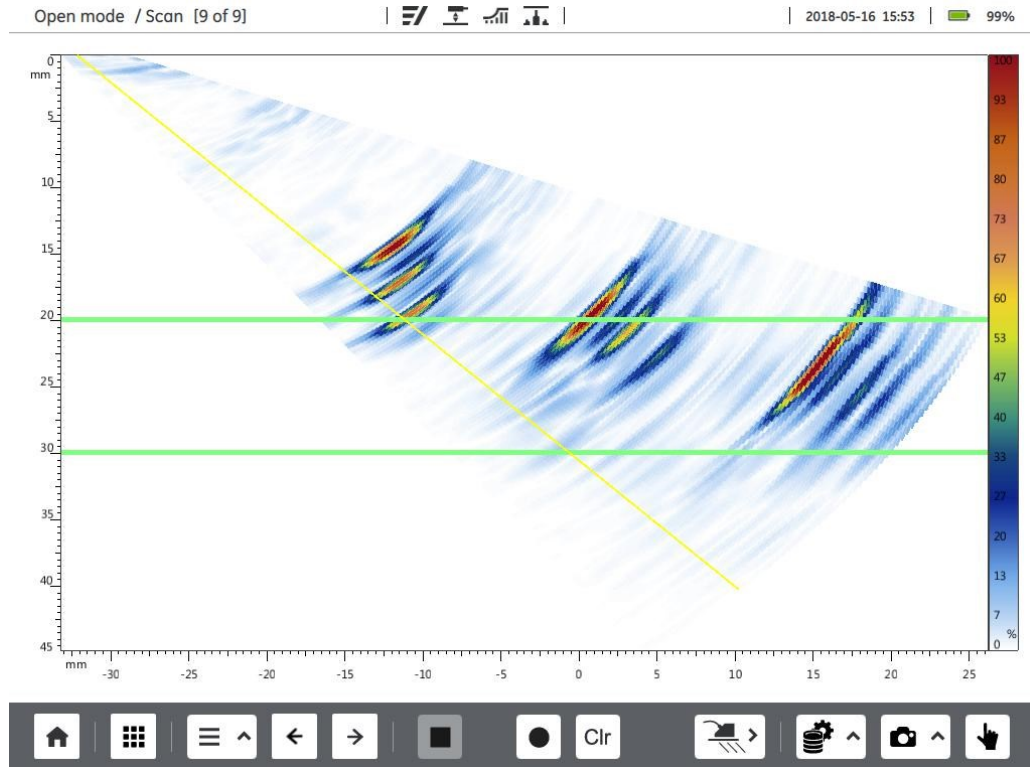
リニアスキャン (Bスコープ) : 複合材料の探傷 (高減衰&散乱)



使用アレイプローブ： 64エレメント, 2 MHz, 0.75 mm ピッチ,
12 mm x 12.5 mm ヴァーチャルアパーチャ *

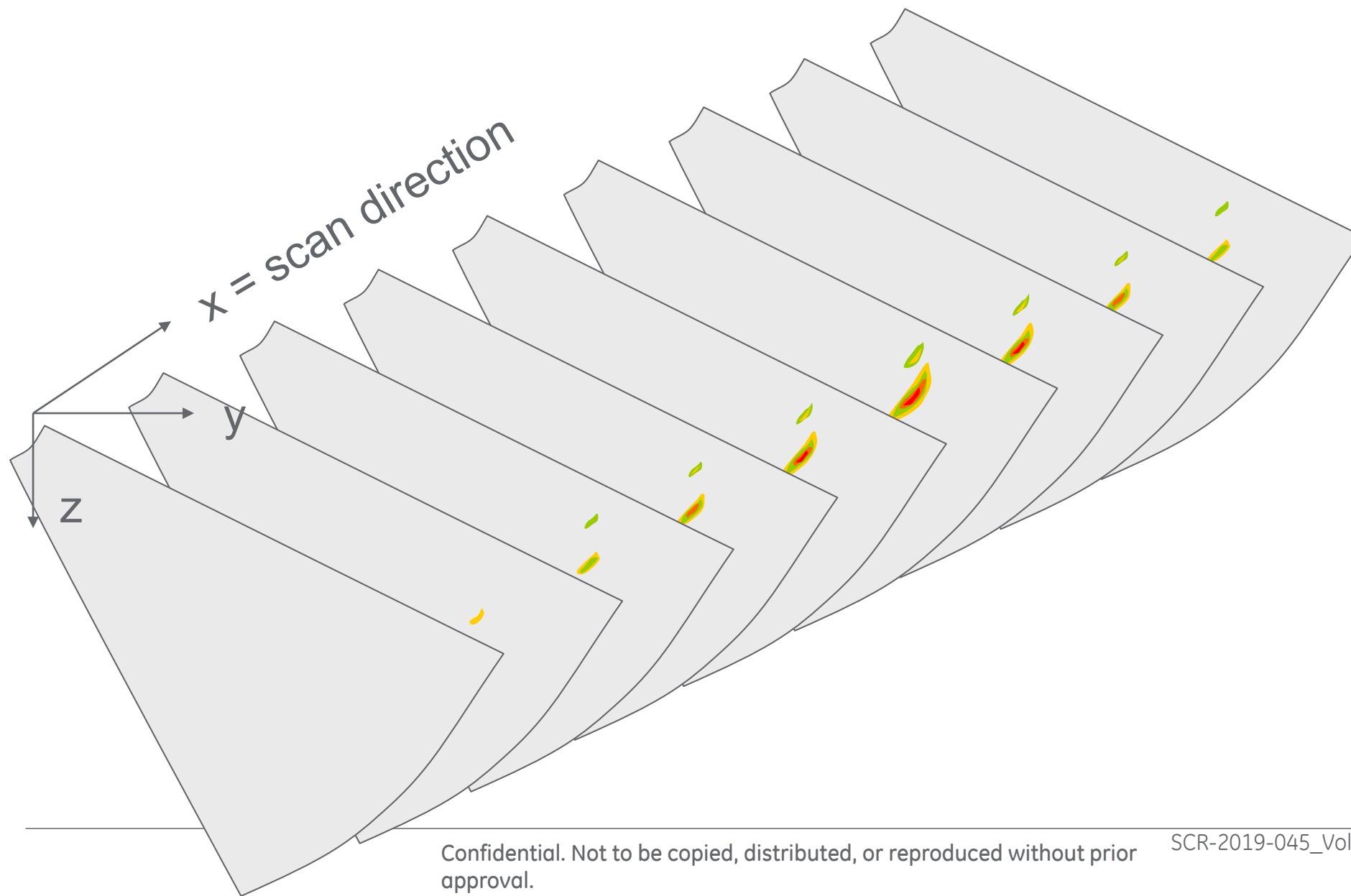


セクタスキャン (Bスコープ) $\phi 1\text{mm}$ のドリル穴3個を 探傷

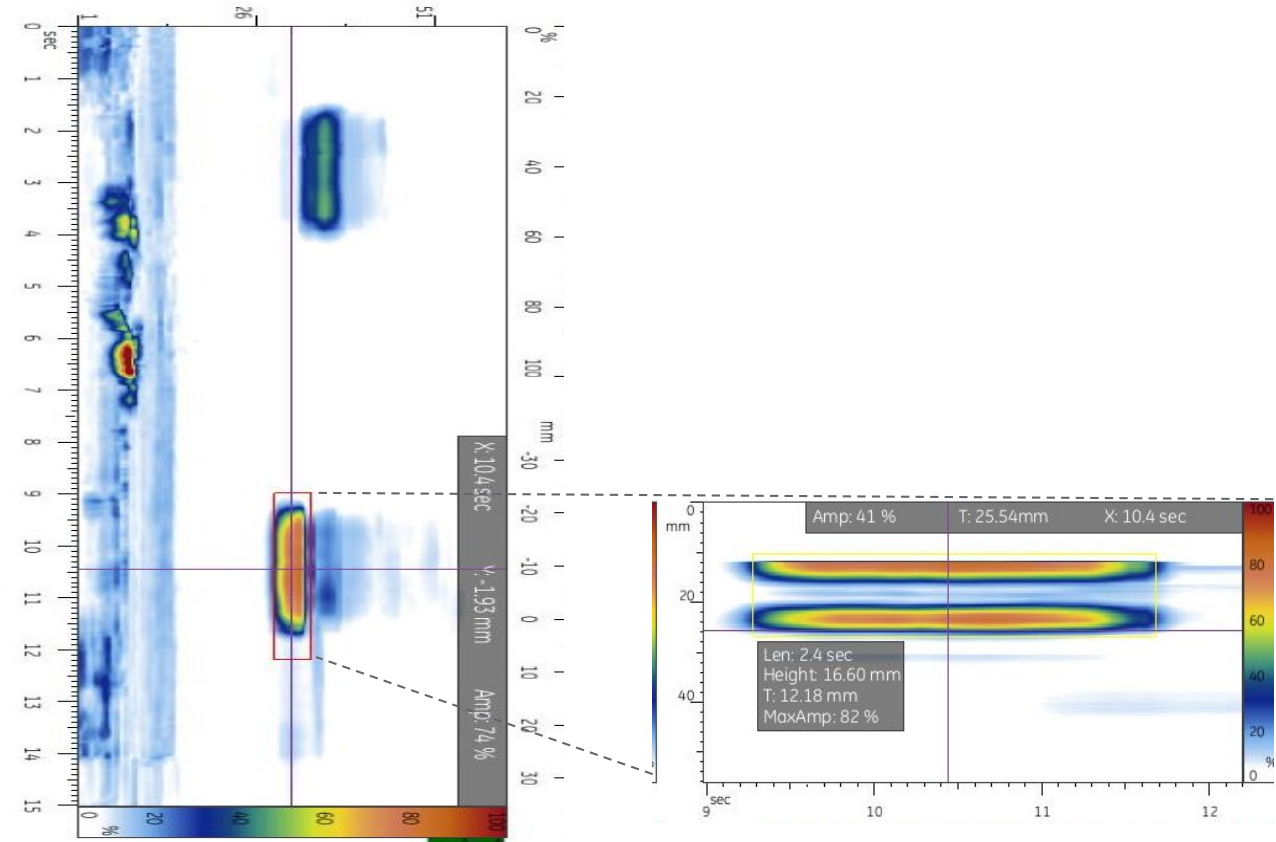


- フェイズドアレイモードで簡単にきずを „検出“
- 該当規格に従い、従来の探傷モードで „評価“

セクタスキャン：



C、Dスコープ スキャン例



Cスコープ

Dスコープ

第六章 フェーズドアレイ超音波 探傷試験用語

フェーズドアレイ超音波探傷試験用語

用語	定義	対応英語（英語）
アレイの第1軸	素子幅に平行にビーム走査するときの中心軸。	primary axis of an array *
アレイの第2軸	アレイの第1軸に直交する方向の軸。（	secondary axis of an array *
Aスコープ処理速度	ひとつの受信Aスコープを得るに必要な処理速度（Hz）	A-scope acquisition
Aスコープ表示 * 基本表示 *	超音波受信信号の振幅を縦軸，時間（距離）を横軸にした波形表示。なお，一般に向きを右回りに90度回転させた表示方法が用いられることもある。	A-scope A-scan
サイクル	1送信パルス（又は1Aスコープを構成するために必要な複数の送信パルス）にて制御・生成される素子群による超音波の送受信。複数個のサイクルにより断面画像を作成する。	cycle(s)
Cスコープ表示	超音波ビームを走査して得られる平面画像表示。	C-scope C-scan
信号の合成	ディレイロー適用後の素子の受信信号を足し合わせる処理をした結果。	sum of signals
走査	電子走査（2005）及び機械走査（2002）を含む超音波ビームを動かす方法。	scan
Dスコープ表示	Bスコープと直交する断面画像表示	D-scope D-scan
Bスコープ処理速度 (BAR又はBSR) 探傷繰返し周波数	ひとつのBスコープを得るに必要な処理速度(Hz)	B-scope acquisition



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語

用語	定義	対応英語（英語）
Bスコープ表示＊ 断面表示＊	超音波ビームを走査して得られる断面画像表示。	B-scope B-scan
ビームステアリング ステアリング	超音波ビームを順次偏向させること。セクタ走査に使われる。	beam steering
ビームフォーカシング フォーカシング フォーカス方式	一つ又はいくつかの焦点で超音波ビームを集束させる方法。	beam focusing
フェーズドアレイ法 フェーズドアレイ超音波法 フェーズドアレイ超音波探傷試験	複数の素子から音波を放射するタイミング（波の位相）を電子的に制御することにより超音波ビームを形成する方法。また受信信号においても複数の素子で受信した信号の位相を電子的に制御し受信波形を形成する方法。	phased array technique phased array ultrasonic testing
リフレッシュレート 表示繰返し周波数	表示器にBスコープを表示する速度（Hz）	refresh rate



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語（機器・材料）

用語	定義	対応英語（英語）
アクティブアパチャ バーチャルアパチャ	アレイ探触子で送信又は受信する動的素子の総幅。	active aperture, virtual aperture
アニュラアレイ探触子	主たる伝搬軸に対してリング状の素子が同心軸上に配列された探触子	annular arrayprobe *
アパチャ 開口	アレイ探触子の音響放射面。アレイ探触子では素子の総幅を意味する	aperture
ウェッジ音速	複ウェッジ中の音波の速度。通常縦波音速をいう。	wedge velocity
ウェッジ角	斜角探傷に使用するウェッジの幾何学的な入射角度。	wedge angle
ACG 角度感度補正	セクタスキャンにおける、ある一定深さのフォーカルローゴとのゲインの補正。	angle corrected gain
エッジオフセット高さ	斜角アレイ素子配列の最下部素子と接触面までの寸法	edge offset height, height of the first element
凹状アレイ探触子	輪状（円弧状）アレイで、一般にチューブ外面のような凸の曲面からの検査に使用する探触子	concave array probe *
角度ステップ	セクタスキャンのフォーカルロー偏向角度ピッチ	angle step
グレーティングローブ	アレイ探触子の素子の配列、寸法、間隔及び超音波の波長との関係によって主方向（メインローブ）以外に生ずる不要なローブ	grating lobe
くさびの参照点	アレイの位置を定義するために用いられる、くさびの座標軸上の点。	reference point on the wedge *



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語（機器・材料）

用語	定義	対応英語（英語）
クロストーク	素子間の音響的及び/又は電氣的な漏洩。	crosstalk
サイドローブ	音場において主方向（メインローブ）以外に生じるローブ。	side lobe
受信ディレイ	受信信号の遅延時間。フェーズドアレイにおいて、各素子で受信した信号の遅延を行い、1つの合成受信波形とす	receiver delay receiving dela
受信フォーカルロー	各素子から得られた受信Aスコープに与える遅延設定、合成方法など。この設定により評価に必要なAスコープが得られる。	receiving focal law
スキャン開始素子	スキャンサイクルにおいて、使用する素子群の最初の素子（番号付けされたものはその最初の番号）	start element
スキャン終了素子	スキャンサイクルにおいて、使用する素子群の最後の素子（番号付けされたものはその最後の番号）。	stop element end element
ステアリング偏向角度範囲	ビームステアリングの超音波ビーム偏向の最小角度から最大角度までの範囲。	steering limit steering range *
送信ディレイ	送信パルスの遅延時間。フェーズドアレイにおいてビームを偏向及び/又は集束させるために各素子に印加するパルスの遅延を行う。	pulse delay transmitting delay *
送信フォーカルロー	送信波を生成するための電圧設定、遅延設定、合成方法など。	transmitting focal law
総接続素子数	フェーズドアレイ探傷器に接続可能な総素子数。	physical elements (probe)
素子 エレメント	アレイ探触子を構成する振動子の最小単位。	element(s)
素子感度補正 エレメント キャリブレーション エレメントノーマライゼー ション	アレイ探触子の素子間感度差を補正する機能。一般的に平面反射源からのエコー高さ情報を基に行う。	elements calibration, elements normalization

SCR-2019-045_Vol.0



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語（機器・材料）

用語	定義	対応英語（英語）
素子ギャップ	隣り合う2つの素子の隙間寸法。	element gap
素子数	アレイ探触子を構成する素子の総数	number of Elements
素子長さ パッシブアパチャー エレベーション	素子幅と直交する方向の寸法	element length, passive aperture, elevation
素子配列	ウェッジに対する素子の分布の方向	element alignment arrangement of the array
素子幅	アレイ探触子を構成する素子の幅	element width
素子ピッチ	隣り合う2つの素子の中心又は同じ側の端の間隔	element pitch pitch
ゾーンフォーカス マルチプルフォーカス	送受信の焦点を同一とし送受信ごとに順次焦点距離を変えながら探傷する方法	zone focus multiple focus
ダイナミックデプス フォーカス DDF	ビームフォーカシングの中で1送信後の受信処理で深さ方向に複数の焦点をもたせる方法	dynamic depth focus (ing), variable aperture control
チルティング	（平面試験体において）試験体表面で偏向面をその軌跡周りにおいて回転させること。	tilting *
チルト角	（フェーズドアレイ法において）試験体表面の垂線と偏向に対するその投影方向のなす角度。	tilt angle
チルト範囲	チルト角の範囲。	tilt range

SCR-2019-045_Vol.0

100

GE Title or job number
3/13/2019

Confidential. Not to be copied, distributed, or reproduced without prior approval.



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語（機器・材料）

用語	定義	対応英語（英語）
チャンネル	送信（送信チャンネル）及び／又は受信（受信チャンネル）に対する試験装置の通行路	channel *
中央オフセット高さ	斜角アレイ素子配列の中央と接触面までの寸法	center offset height
TCG	電子的に行う距離振幅補償。EDAC と同義	time corrected gain
同時駆動素子数	フェーズドアレイ探傷器で同時に駆動する素子数	virtual elements (probe)
同時受信素子数	フェーズドアレイ探傷器で同時に受信する素子数	virtual elements (probe)
デッドエレメント（無効素子）	アレイにおいてもはや作動しない素子。	dead element *
凸状アレイ探触子	輪状（円弧状）アレイで、一般にチューブ内面のような凹の曲面からの検査に使用する探触子	convex arrayprobe
二分割（デュアル）アレイ探触子	送信と受信を別々に分けたアレイ探触子。	dual array probe *
ねじれ（スキューイング範囲）	（平面試験体において）試験体表面の垂線の周りで、ある角度で偏向面を回転すること	skewing
バーチャルインデックスポイント	ウェッジ付きのフェーズドアレイ探触子で振動子の開口に対する入射点。（開口の中心点に対する入射点）	virtual beam index point
フェーズドアレイ探傷器	フェーズドアレイ探触子を走査させるために用いる多チャンネル装置。	tilt range
フェーズドアレイ探触子* アレイ探触子	複数個の素子で構成され、それらを異なった振幅又は位相で独立して作動し、その結果、種々のビームの角度及び集束範囲を制御できる探触子。	Phased array probe

SCR-2019-045_Vol.0

101

GE Title or job number

3/13/2019

Confidential. Not to be copied, distributed, or reproduced without prior approval.



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語（機器・材料）

用語	定義	対応英語（英語）
フォーカルローディレイロー	フェーズドアレイの動作に必要な、各素子に設定する送信や受信のディレイや電圧などのソフトウェア、ハードウェア上のすべての設定。	focal law delay law
マトリックスアレイ探触子	複数の素子が格子状に並んだ探触子。	matrix array probe,
メインローブ	超音波の主方向のビームで、主極とも呼ばれ超音波ビームの指向性の方向を示す	main lobe
リニアアレイ探触子	素子が直線状に並んだ探触子	linear array probe,
輪状アレイ探触子, 円弧状アレイ探触子	超音波ビームの音圧の高い方向に伸びる輪形のパターン。	lobe
バーチャルインデックスポイント	ウェッジ付きのフェーズドアレイ探触子で振動子の開口に対する入射点。（開口の中心点に対する入射点）	virtual beam index point
フェーズドアレイ探傷器	フェーズドアレイ探触子を走査させるために用いる多チャンネル装置。	tilt range
フェーズドアレイ探触子* アレイ探触子	複数の素子で構成され、それらを異なった振幅又は位相で独立して作動し、その結果、種々のビームの角度及び集束範囲を制御できる探触子。	Phased array probe



フェーズドアレイ超音波探傷試験用語（試験方法）

用語	定義	対応英語（英語）
アダプティブフォーカス	参照ショットからの信号の遅延計算に基づいた反復電子フォーカス。	adaptive focusing
機械走査	アレイ探触子を機械的に走査すること。自動及び手動の両方の走査を含む	mechanical scan,
スキャンプラン	仕様書、規格、コード等で要求される試験内容を基に、その目的を達成するための探触子の最適走査方法に対する規定	scan plan
セクタ走査 セクタスキャン	アレイ探触子を構成する複数の素子（通常8素子以上）の個々の駆動タイミング（位相）を制御し超音波ビームの方向を変える方式。ビームを扇形に走査することからセクタスキャンと呼ばれる。斜角探傷にはほとんどこの方式が用いられる	sector scan, sectorial scan sectorial electronic scanning *
電子走査	アレイ探触子の複数の素子を電子的に切り替えて超音波ビームを走査する方式の総称	electronic scan electronic scanning *
トータルフォーカシングメソッド TFM	フルマトリックスキャプチャで得られた全てのデータに基づいて、それらの振幅及びTOFの情報を総合したイメージフレームで画像を再構築する方法。	total focusing method
ビーム形成	アレイ探触子によって超音波ビーム形成を制御する方法	beam forming electronic beam shaping
フルマトリックスキャプチャ FMC	アレイ探触子のそれぞれの素子を連続的に送信に用いて、それぞれの送信波に対して全ての素子を受信に用いて、特定のデータ採取及び処理を実施する方法。	full matrix capture *
リニア走査 リニアスキャン	アレイ探触子の素子を電子的に切り替えてビームを形成し、複数のビームにより探傷画像を作成する方法。一般的にフォーカルローを変えずに素子の切替をする	linear scan linear electronic scanning

SCR-2019-045_Vol.0



