

表面弾性波を利用した、超音波制御技術

2023/08/05 超音波システム研究所

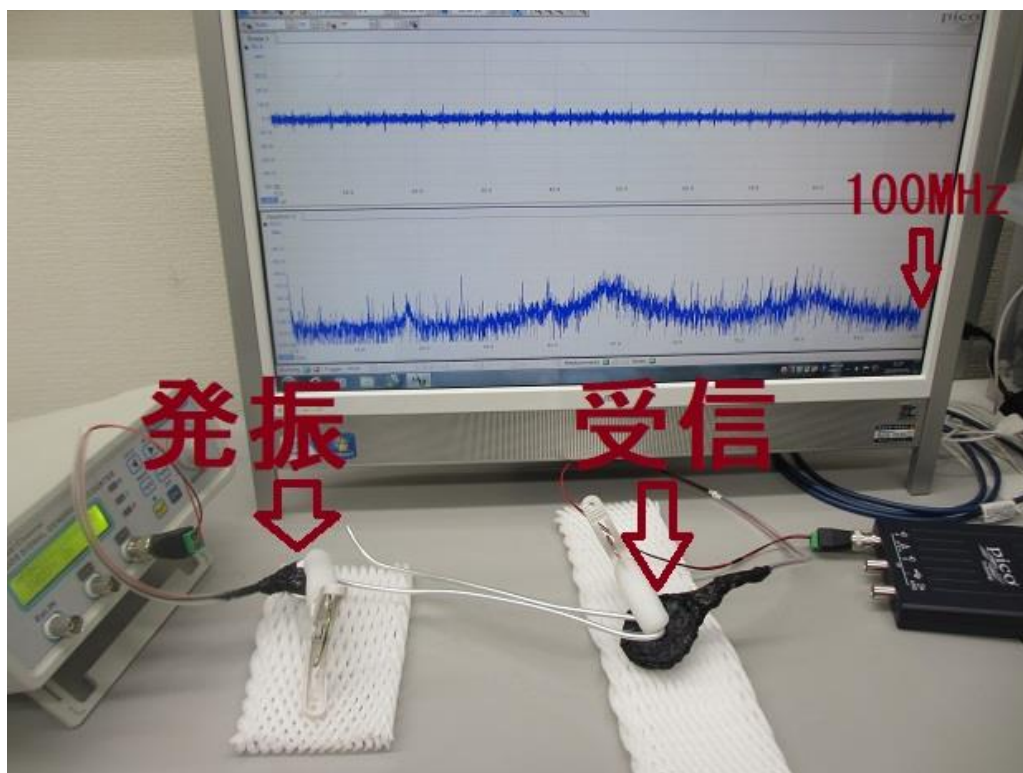
超音波システム研究所は、
超音波制御による表面弾性波を利用した、応用技術を開発しました。

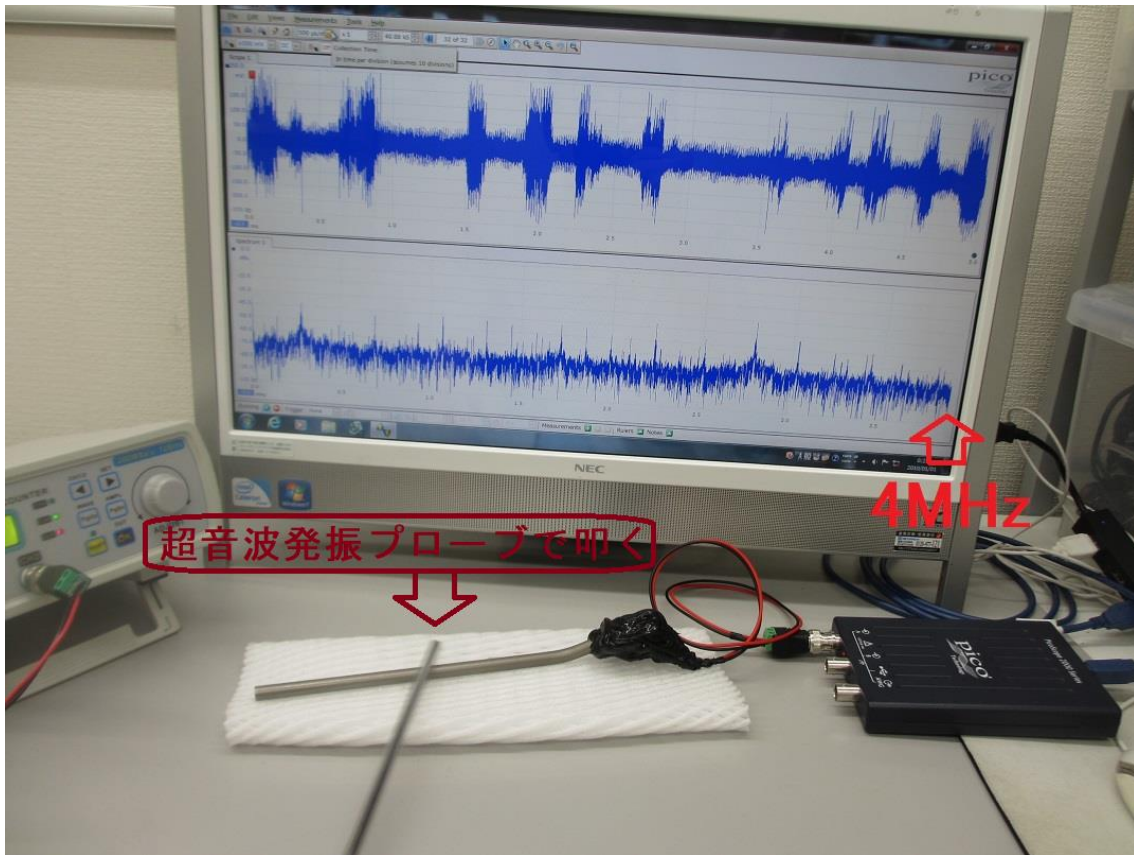
超音波とマイクロバブルによる表面改質効果により
表面処理することで
対象物の表面弾性波を効率の高い状態で制御可能にします。

上記の具体的な技術として
水槽・治工具・・・と超音波の相互作用による
非線形現象（バイスペクトル）を
目的（洗浄、攪拌、加工・・・表面処理・・・検査・・・）に合わせて制御する
システム技術を開発しました。

超音波の伝搬状態の測定・解析技術を利用した結果、
高調波の制御を実現していること
非線形現象を調整できることを確認しています。

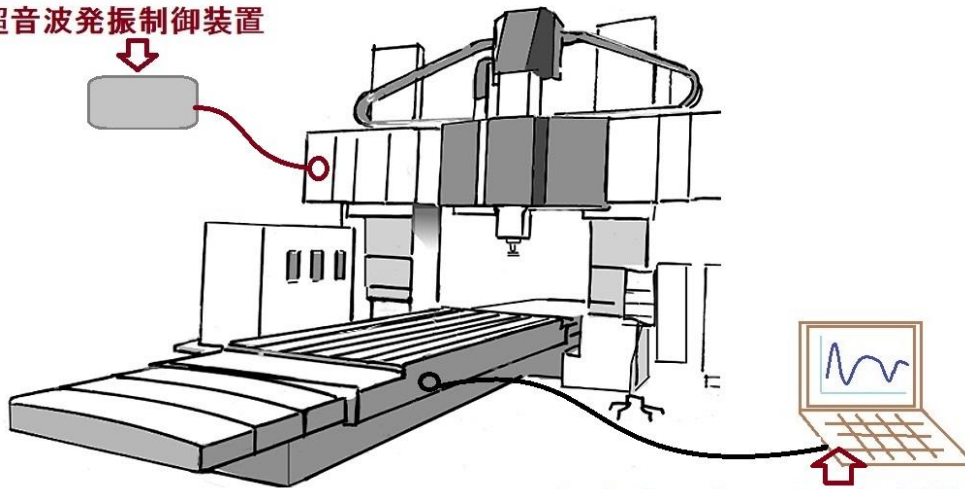
システムの音響特性を
（測定・解析・評価）確認して対応することがノウハウです





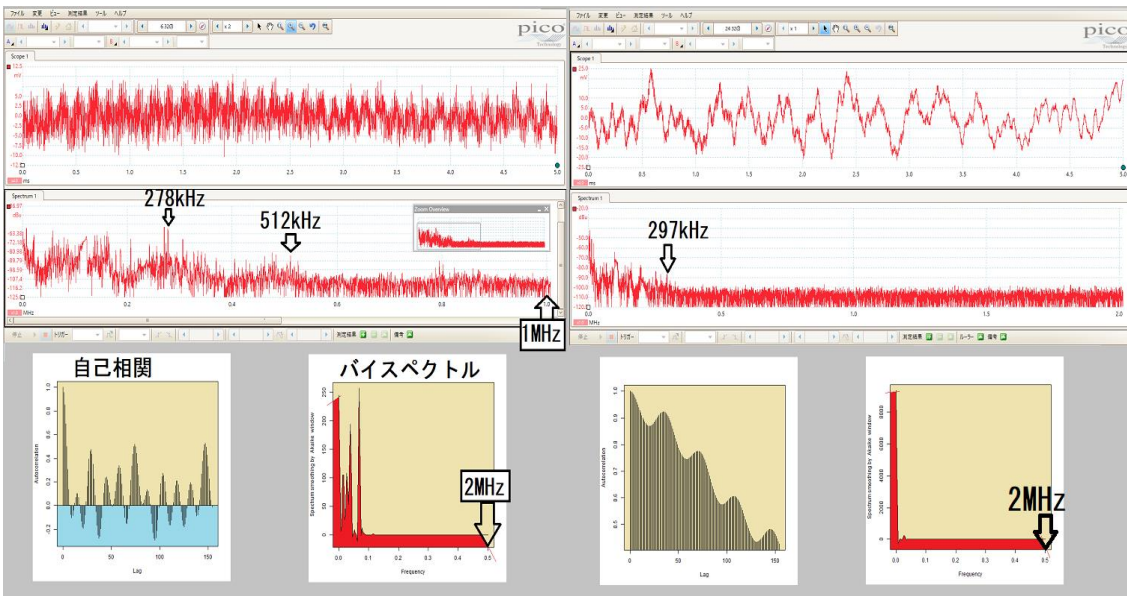
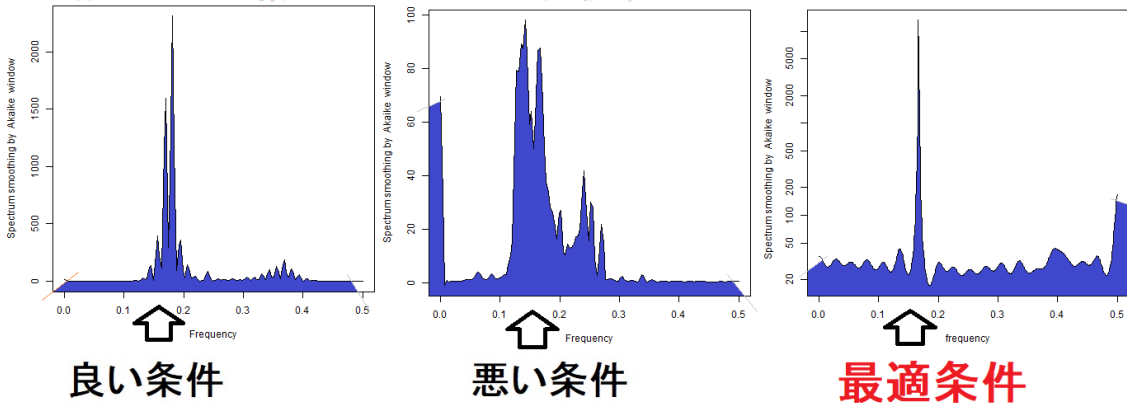
超音波プローブによる超音波発振(制御)

超音波発振制御装置



超音波の音圧測定解析装置

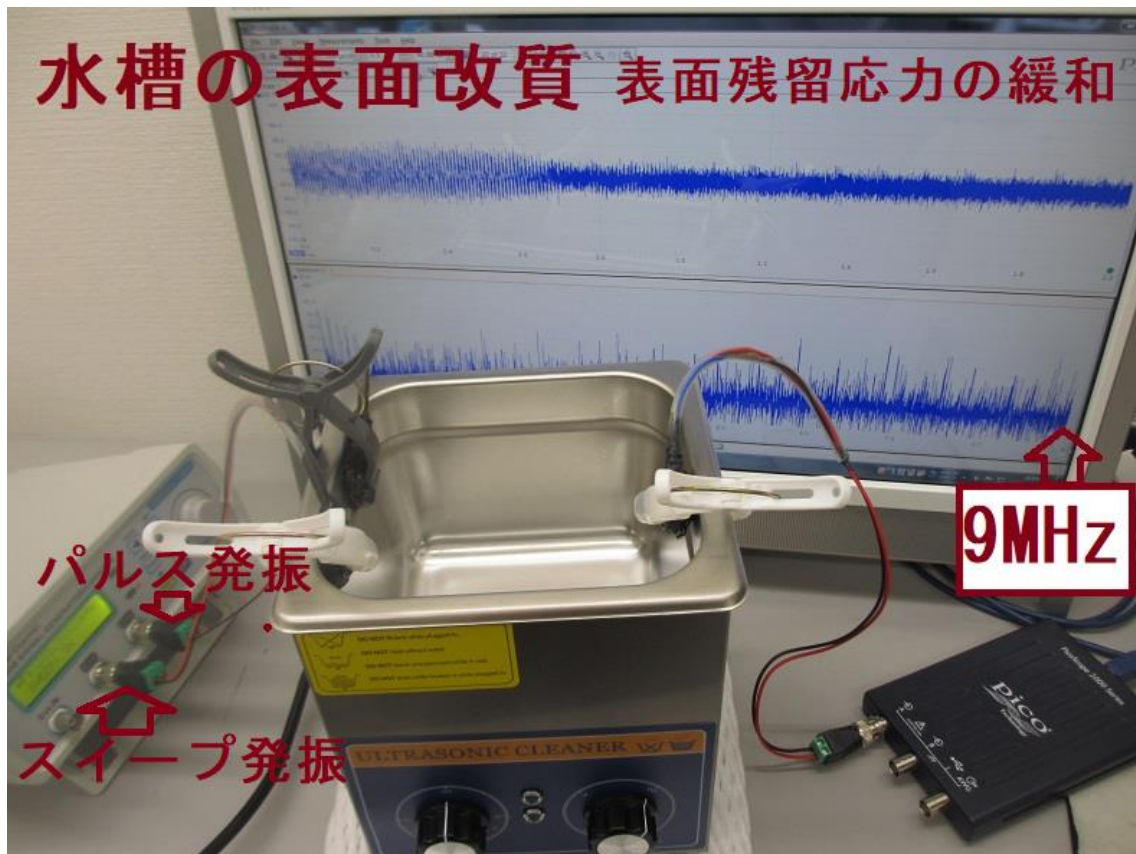
音圧データの解析(バースペクトル)結果 ——非線形現象による評価——



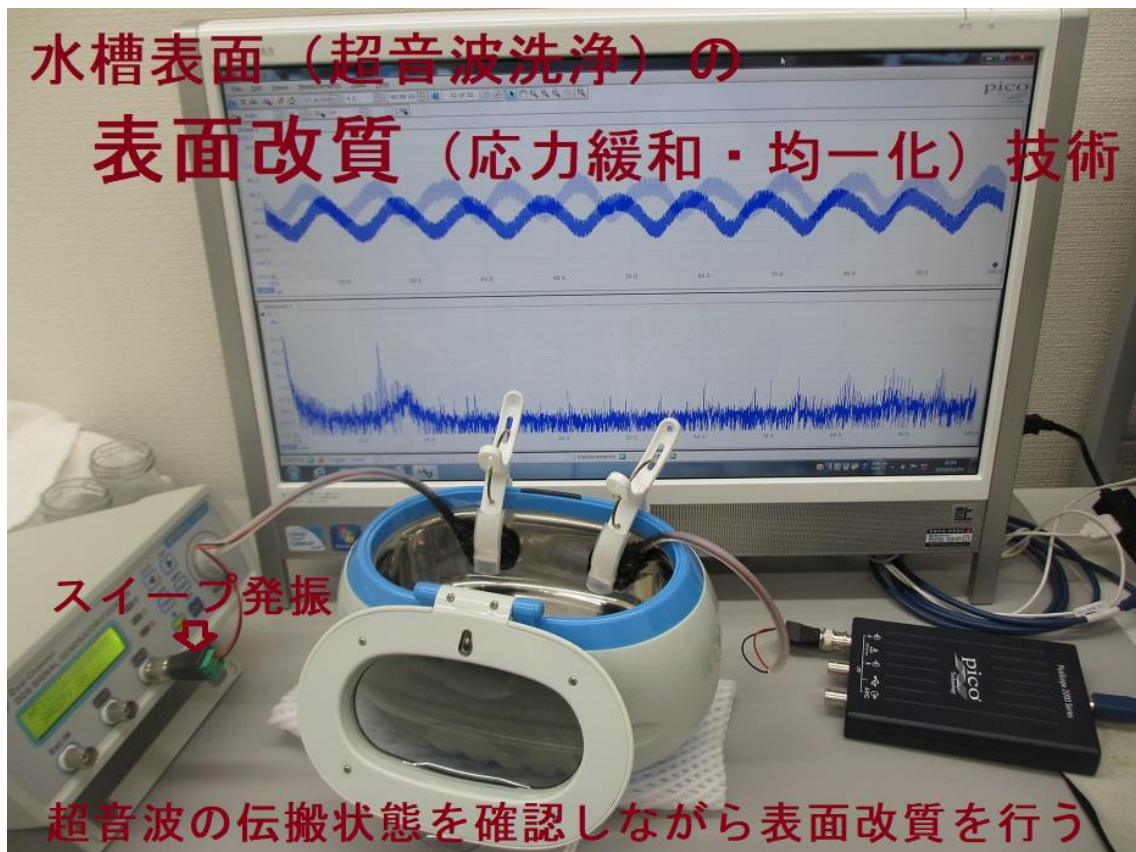
メガヘルツ超音波を伝搬させた加工状態

加工状態が悪い場合の、加工対象表面の音圧データ

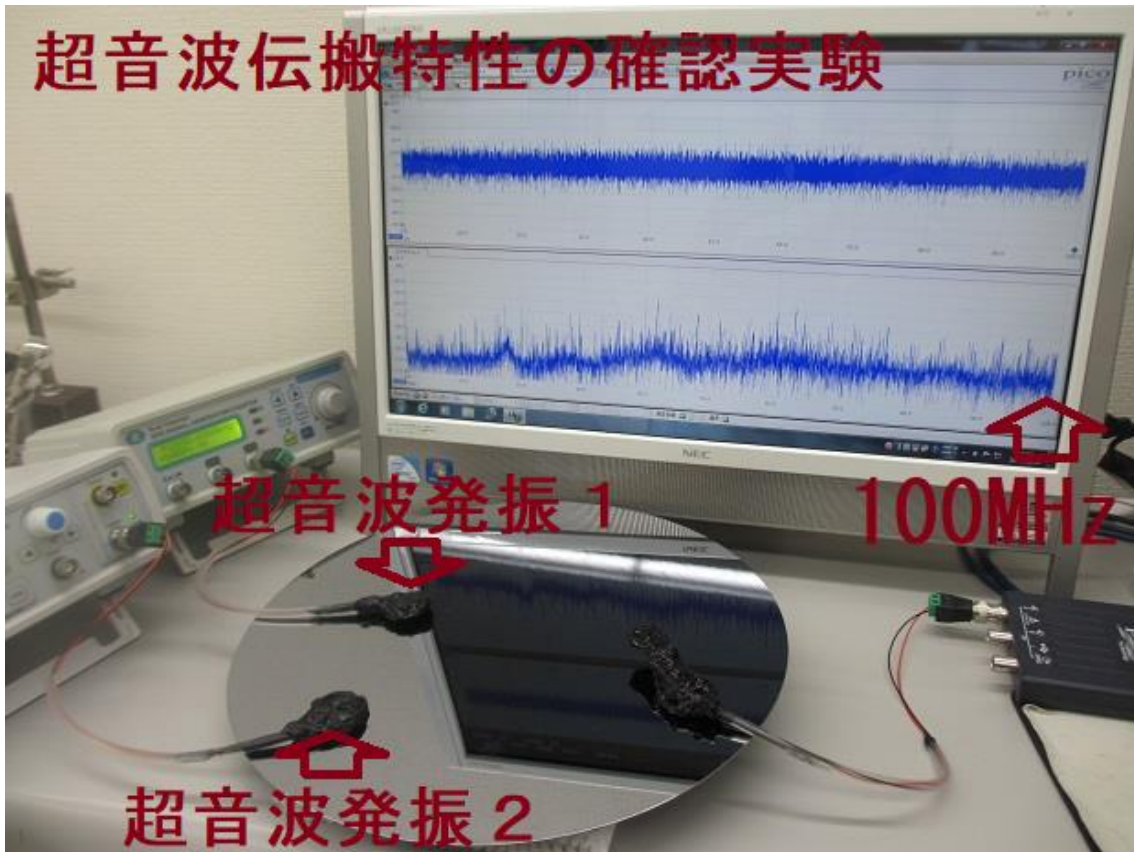
水槽の表面改質 表面残留応力の緩和



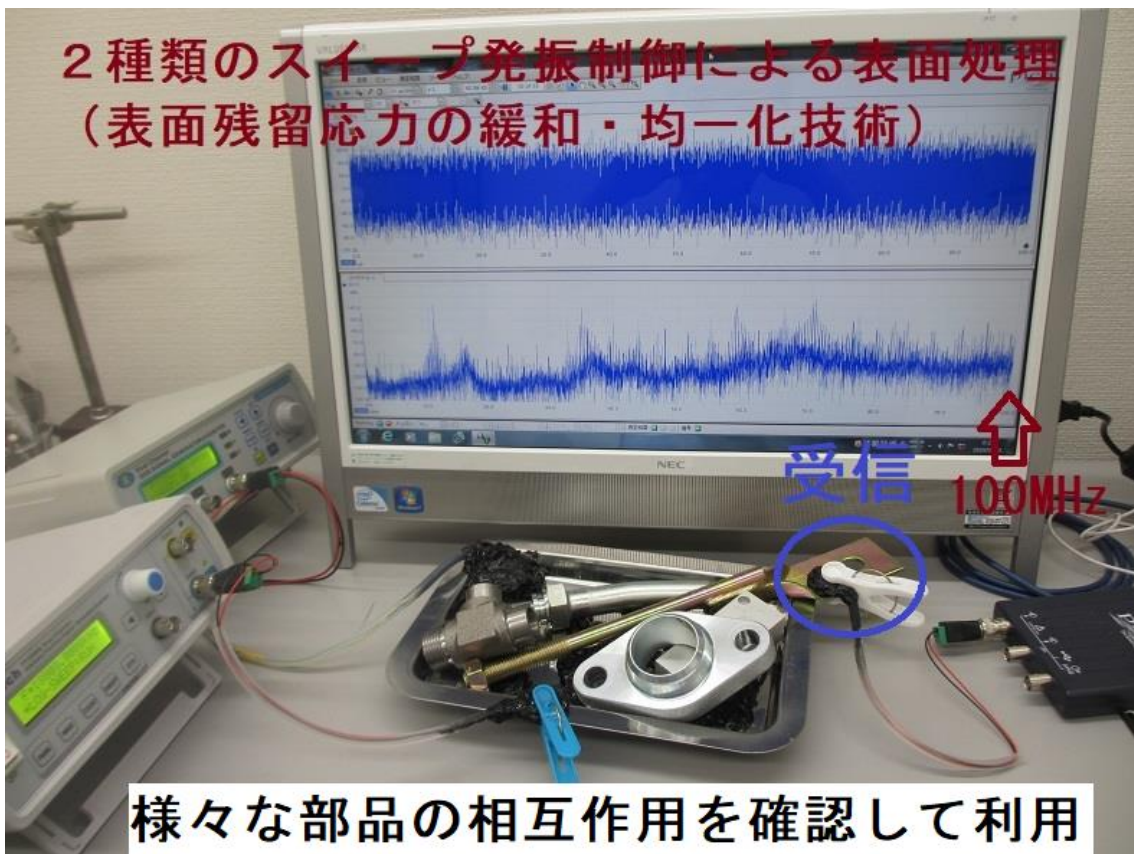
水槽表面（超音波洗浄）の 表面改質（応力緩和・均一化）技術



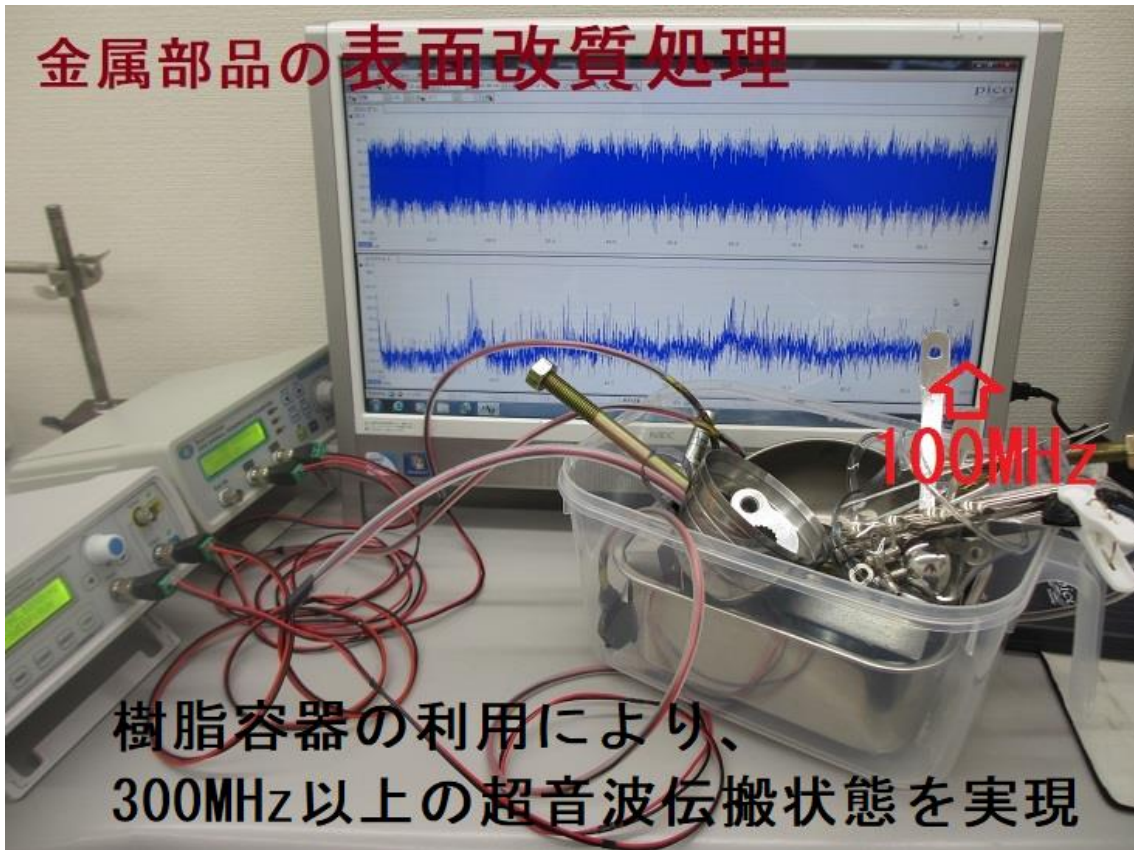
超音波伝搬特性の確認実験



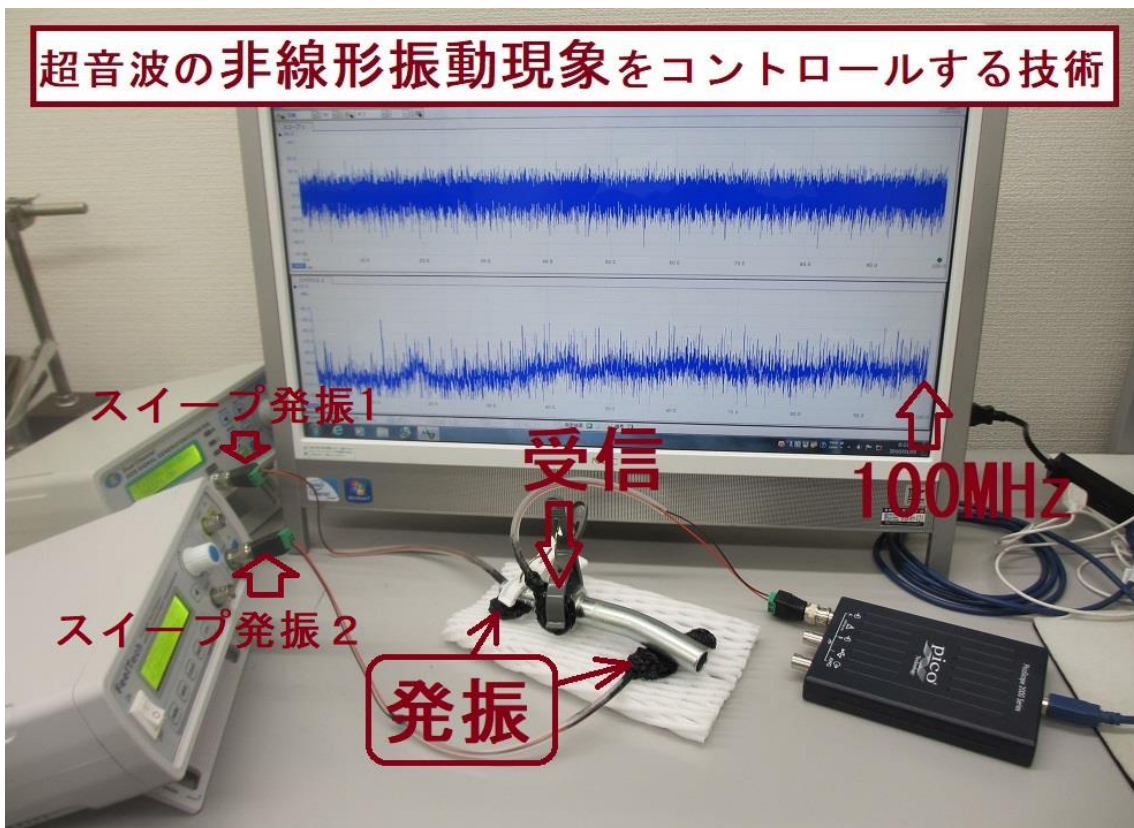
2種類のスイープ発振制御による表面処理 (表面残留応力の緩和・均一化技術)

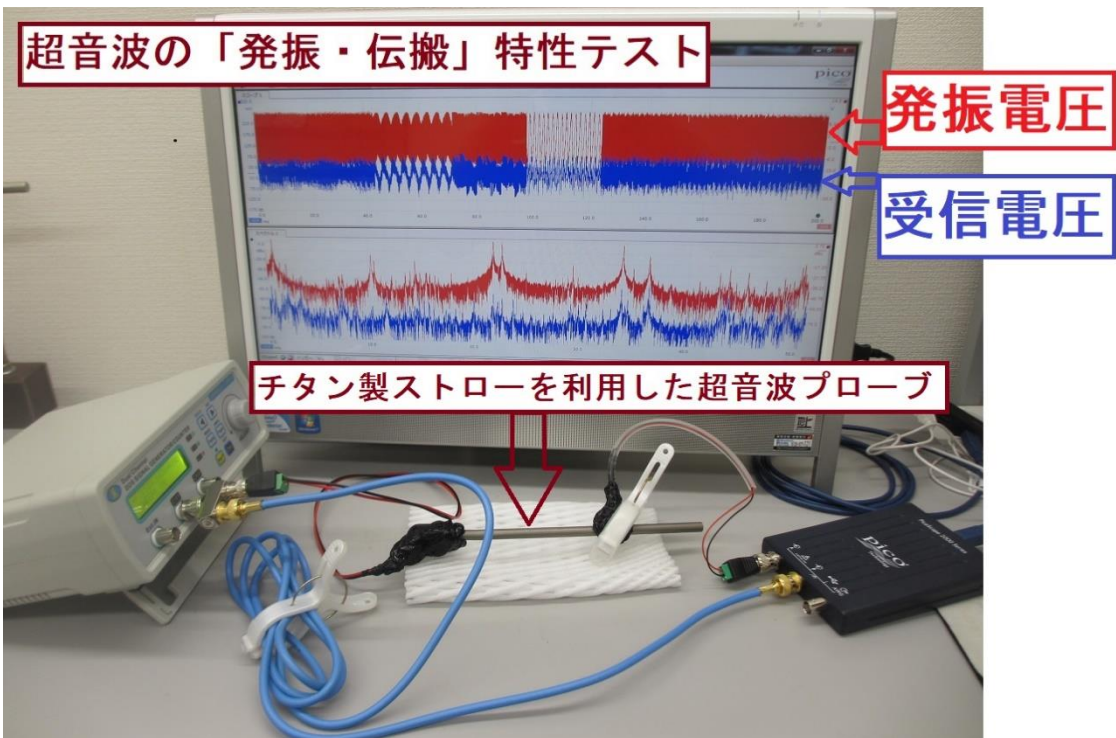


金属部品の表面改質処理

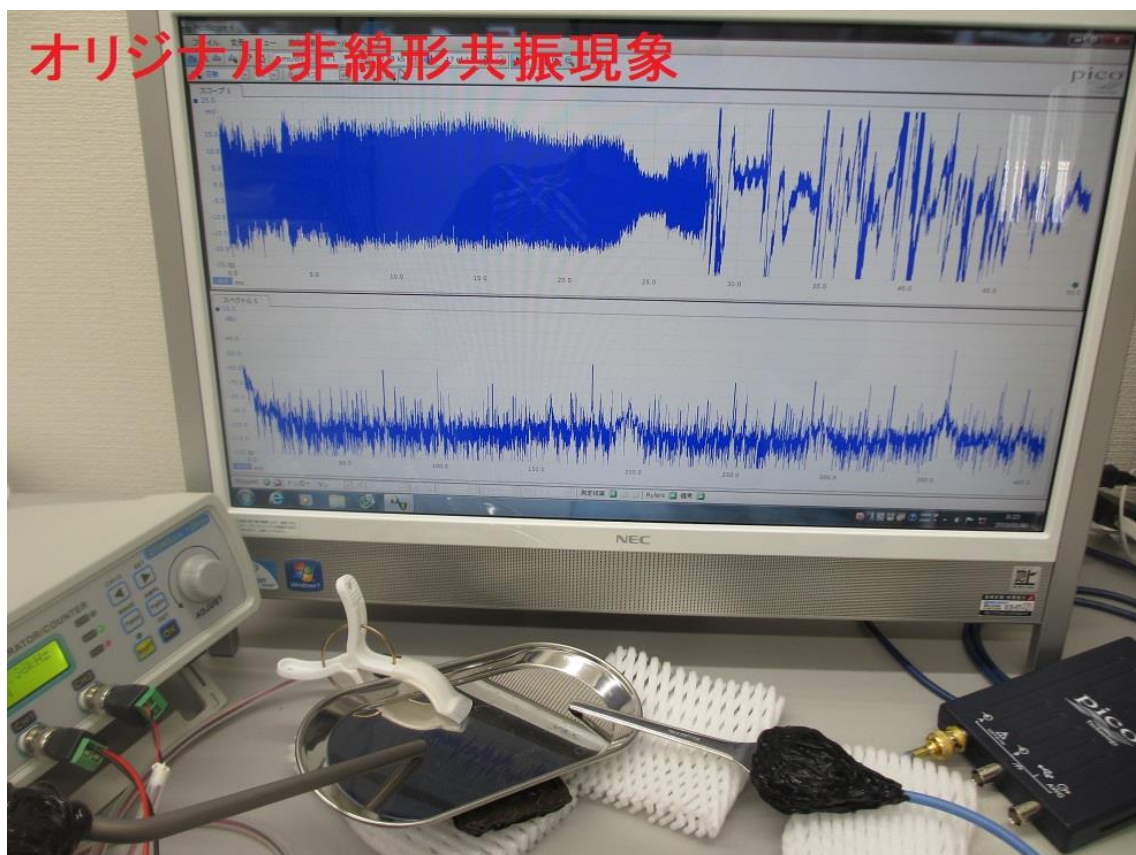


超音波の非線形振動現象をコントロールする技術

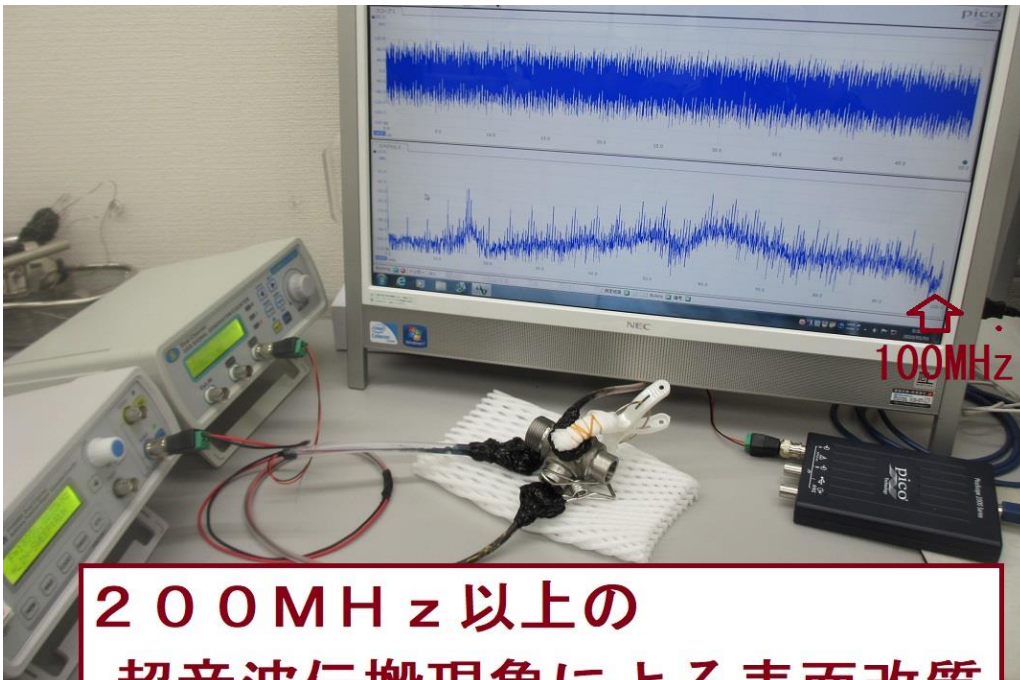




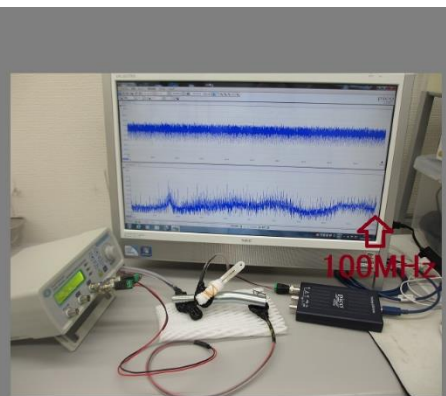
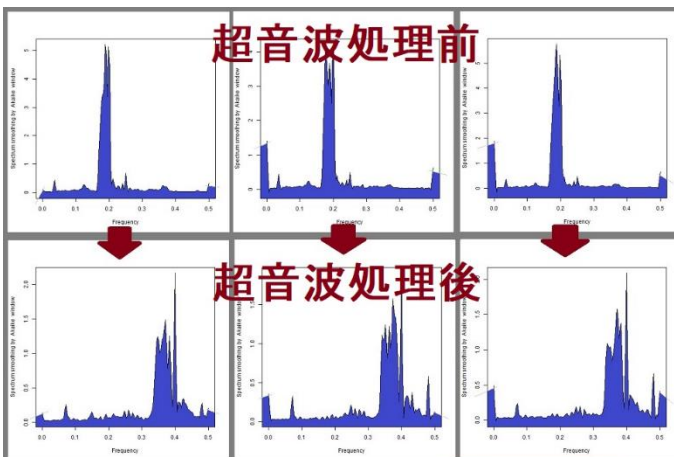
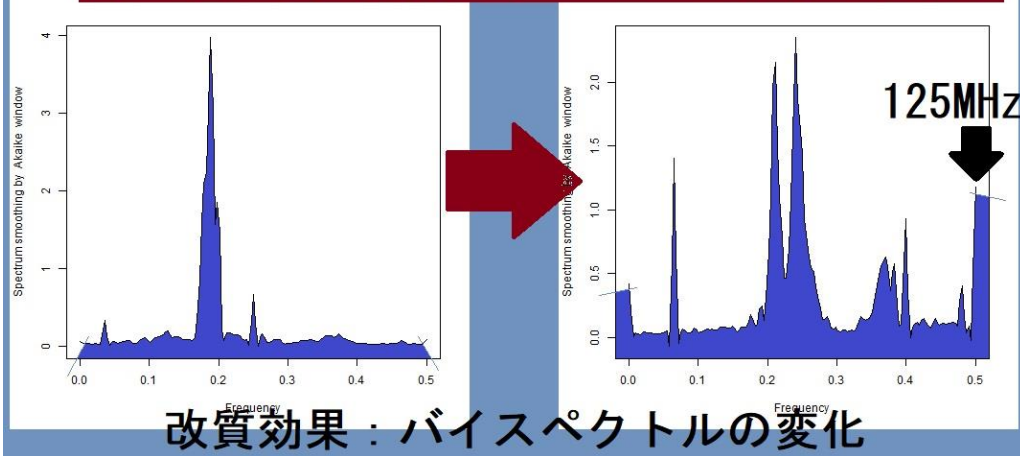
注: 超音波発振器(ファンクションジェネレーター)の特性を含めて評価する



注: 金属と金属の接触状態は、接触部について様々な注意が必要



**200MHz以上の
超音波伝搬現象による表面改質**



超音波プローブの表面弾性波を利用した、**表面改質技術**

超音波の送受信について

対象物を伝搬する特性を検出するために、対象物の振動特性に対応した、以下の組み合わせを標準として測定・解析・評価します

<標準測定>

送信 : 超音波プローブ 発振型(共振・非線形タイプ)

受信1: 超音波プローブ 測定型(共振タイプ)

受信2: 超音波プローブ 測定型(非線形タイプ)

参考: 超音波プローブのタイプ

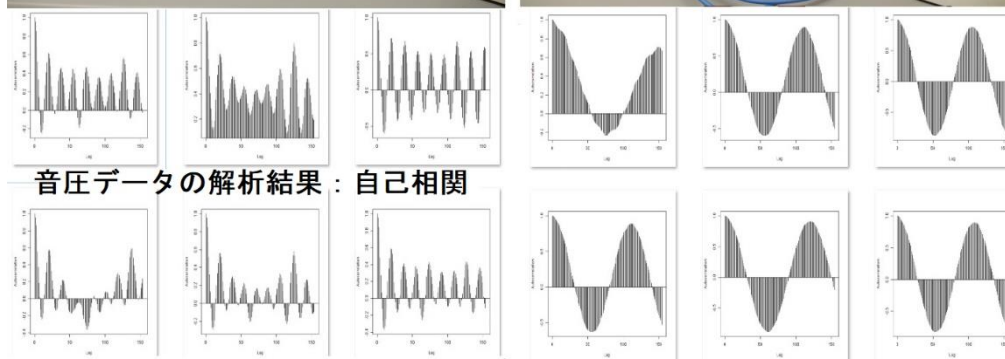
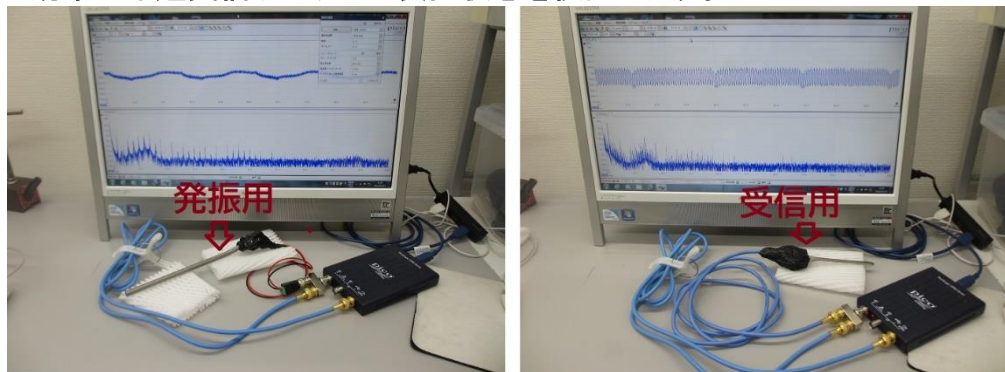
- 1) 超音波プローブ 発振型(共振タイプ)
- 2) 超音波プローブ 発振型(非線形タイプ)
- 3) 超音波プローブ 測定型(共振タイプ)
- 4) 超音波プローブ 測定型(非線形タイプ)
- 5) 超音波プローブ 発振型(共振・非線形タイプ)

超音波プローブの概略仕様

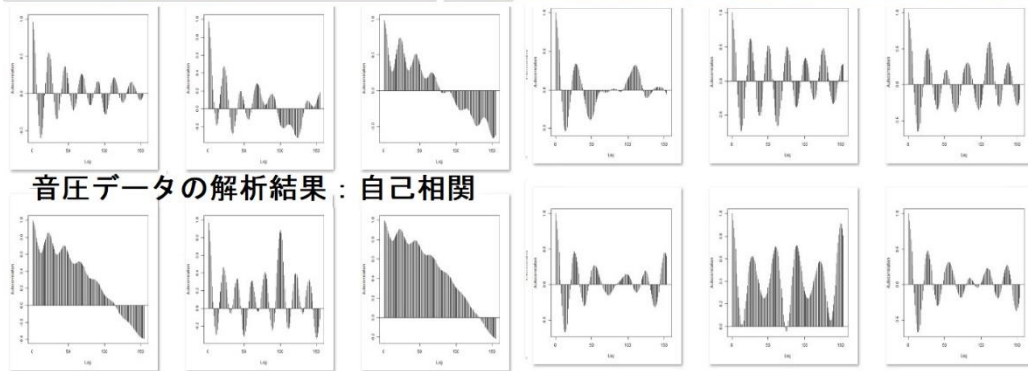
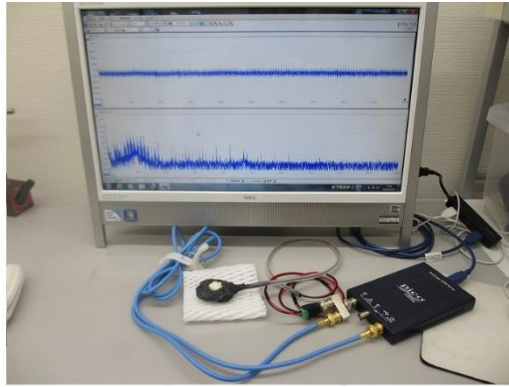
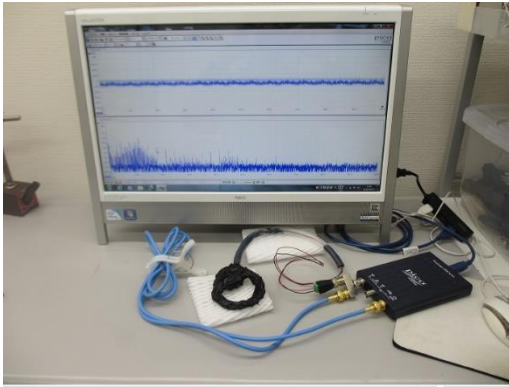
発振・測定範囲 0.01Hz~100MHz

コード長さ 10cm~ 対象材質 ステンレス、樹脂、セラミック、ガラス...

検査対象物の音響特性を、評価パラメータに合わせて発振制御することで、効果的な送受信データから表面状態を検出します。



超音波発振制御プローブの製造技術
(超音波伝搬特性テスト)



音圧データの解析結果：自己相関

— 超音波素子表面の表面弾性波利用技術 —

<ノウハウ>

超音波発振に関する、発振（音響）特性
超音波受信に関する、受信（音響）特性
超音波伝搬に関する、伝搬（音響）特性
上記の特性を測定解析（注）により評価して、
適切な組み合わせを利用することがノウハウです

注：音圧測定の時系列データに関して

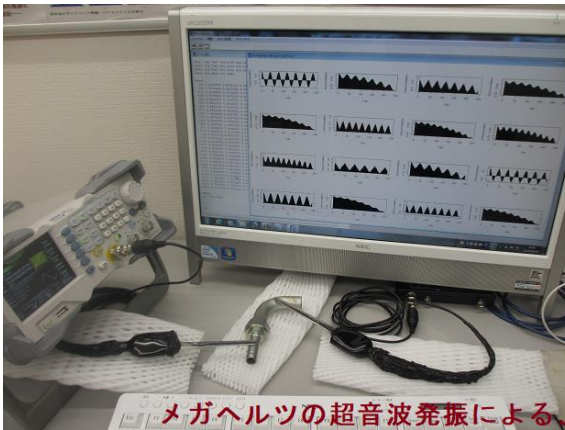
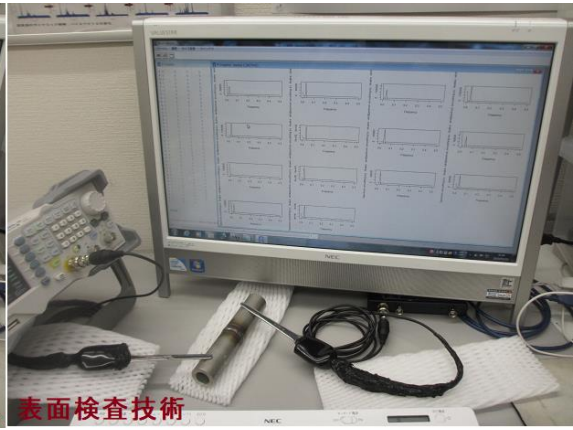
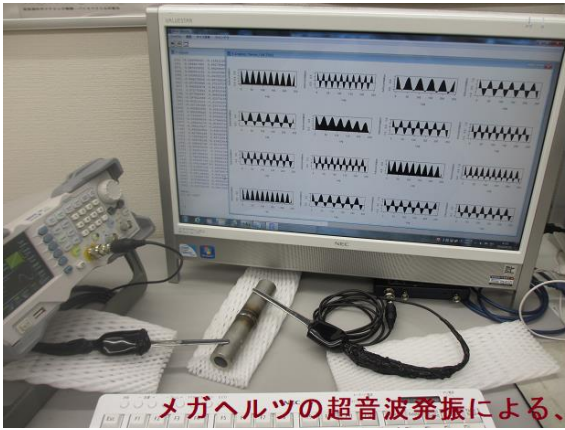
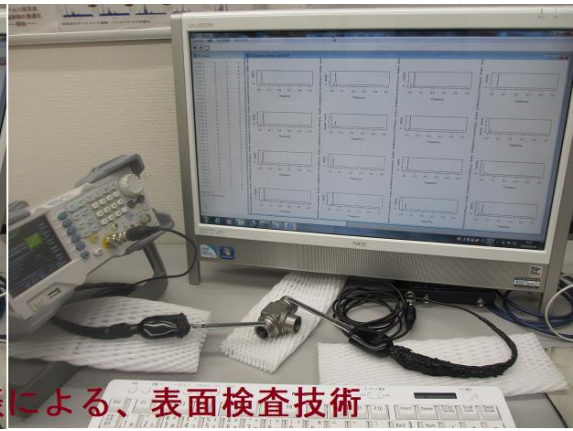
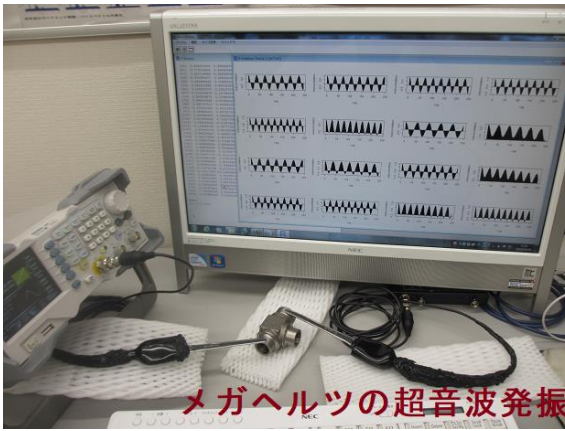
- 1: 非線形現象の解析（自己相関、パワースペクトル解析）
- 2: 応答特性の解析（インパルス応答、パワー寄与率）

上記に基づいて、超音波の伝搬現象を、以下のように分類します

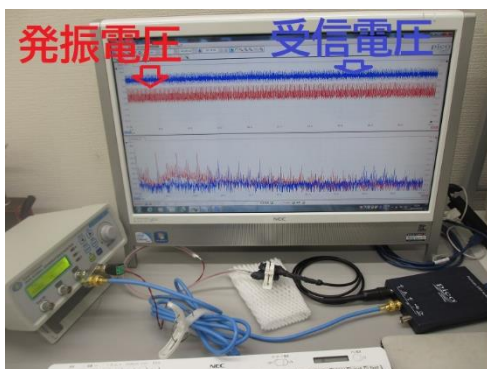
<超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

- 1: 線形型
- 2: 非線形型
- 3: ミックス型
- 4: ダイナミック変動型
(4-1: 線形変動型 4-2: 非線形変動型 4-3: ミックス変動型)

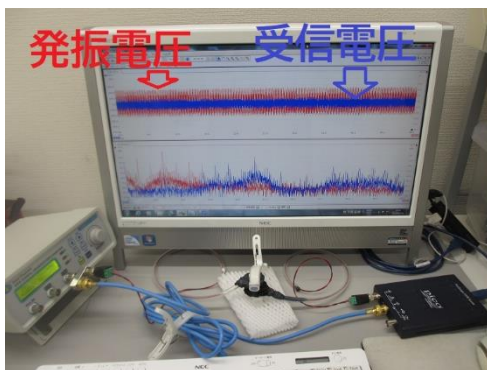
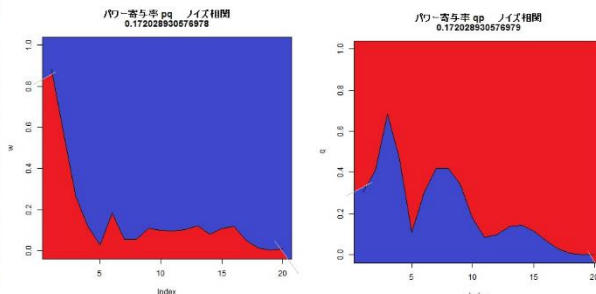
この分類を、超音波利用目的に合わせて
発振制御条件（スイープ発振条件）として設定します。



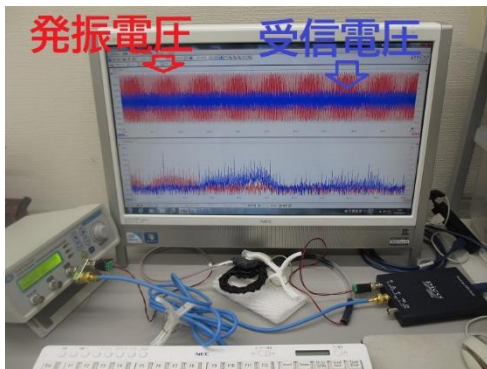
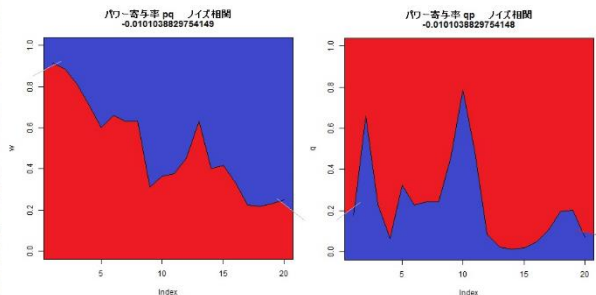
超音波の送受信における相互作用



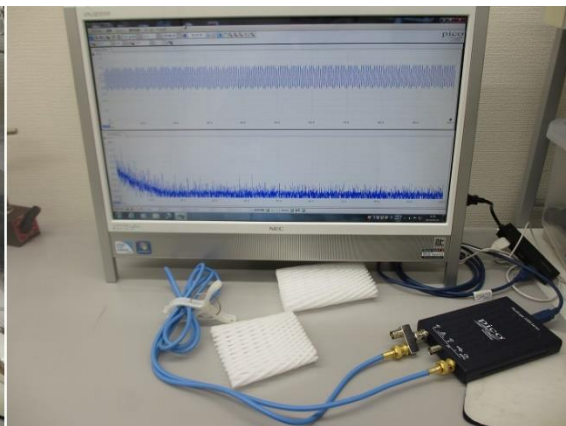
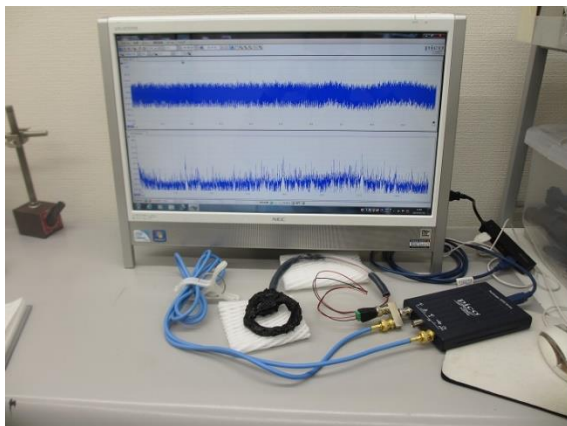
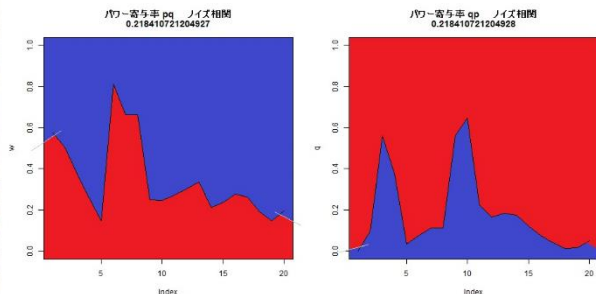
音圧データの解析結果: パワー寄与率



音圧データの解析結果: パワー寄与率

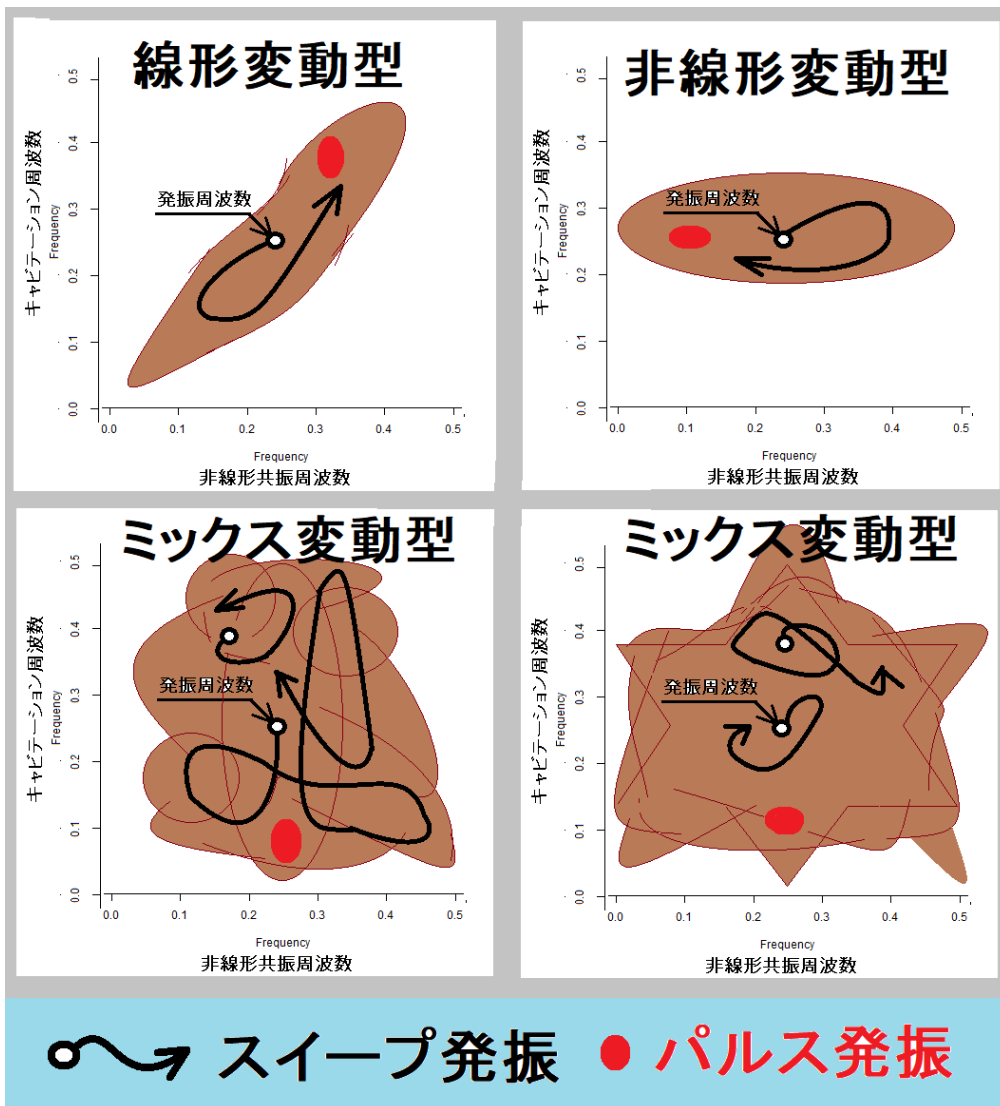


音圧データの解析結果: パワー寄与率



表面弾性波の相互作用を確認する技術

参考：発振技術ノウハウ



参考情報

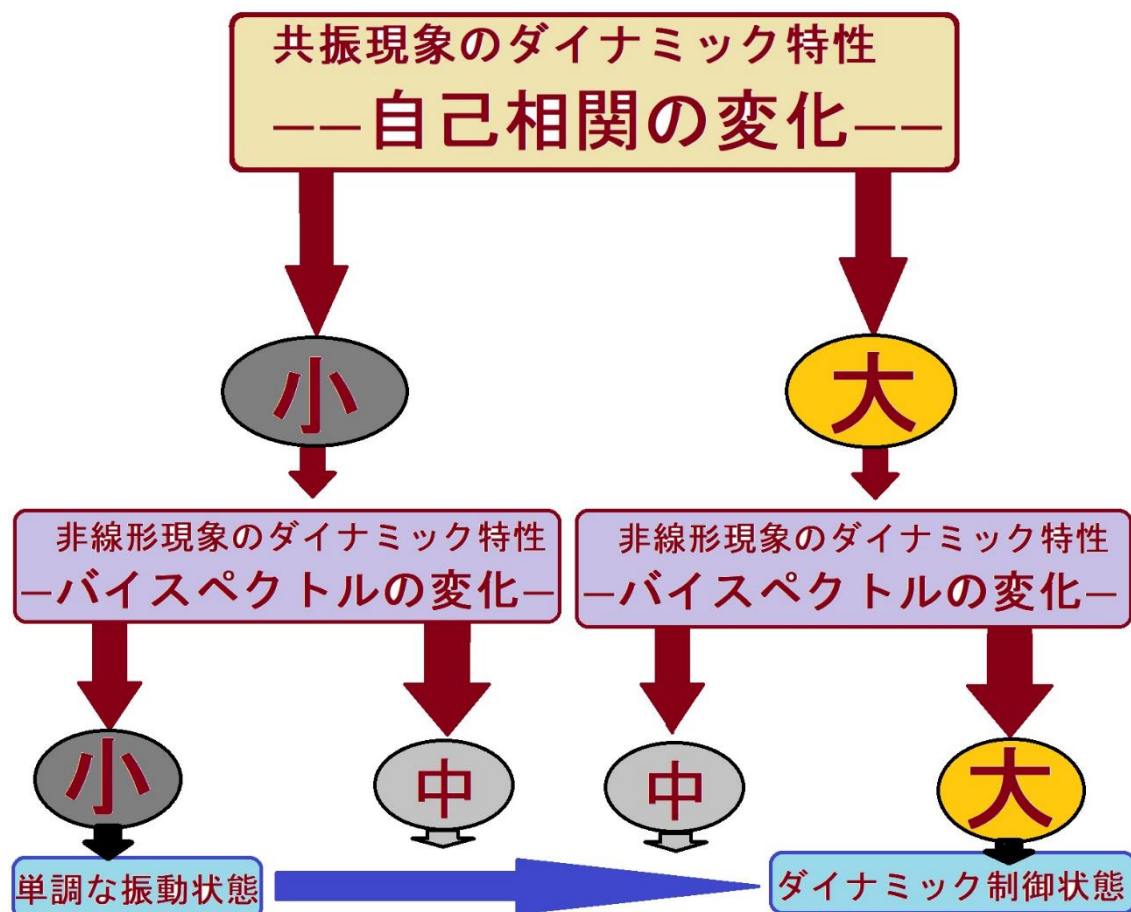
超音波伝搬現象の分類に基づいた、超音波プローブの製造技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14210>

メガヘルツの超音波洗浄器
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1318>

超音波素子（圧電素子）の調整技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1584>

超音波の非線形振動現象をコントロールする技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=11267>

参考：評価技術ノウハウ



——超音波伝搬状態の分類・評価——

参考情報

ファインバブル（マイクロバブル）を利用した超音波洗浄機
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2906>

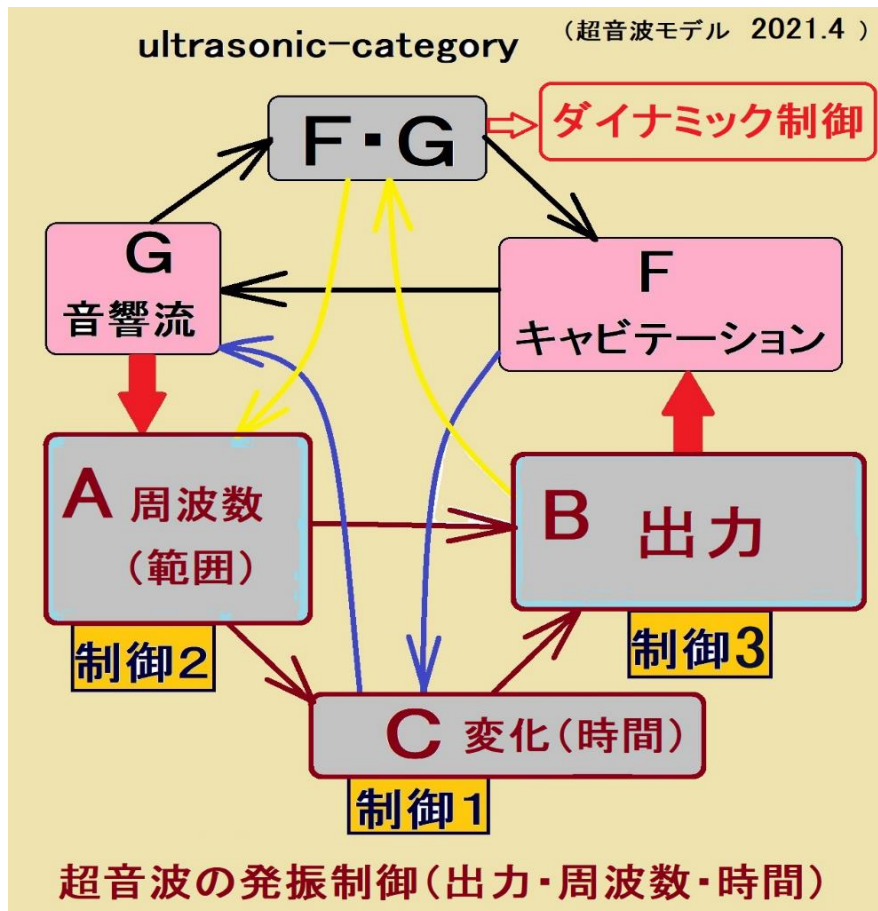
超音波プローブ、超音波システムの開発技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1522>

小型ポンプによる「音響流の制御技術」
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7500>

超音波の音圧測定・解析システムと超音波発振制御システム
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1546>

新しい超音波発振制御プローブの製造方法
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1184>

参考：抽象代数学（スペクトルシーケンス）を利用した、超音波モデル



参考情報

超音波を利用した機械加工・溶接技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17796>

超音波現象と論理モデルの統合
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14726>

超音波のダイナミック制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1575>

超音波を利用した「振動計測技術」
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>

超音波（音圧測定解析、発振制御）システム
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1173>

超音波による表面検査技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17135>

以上