

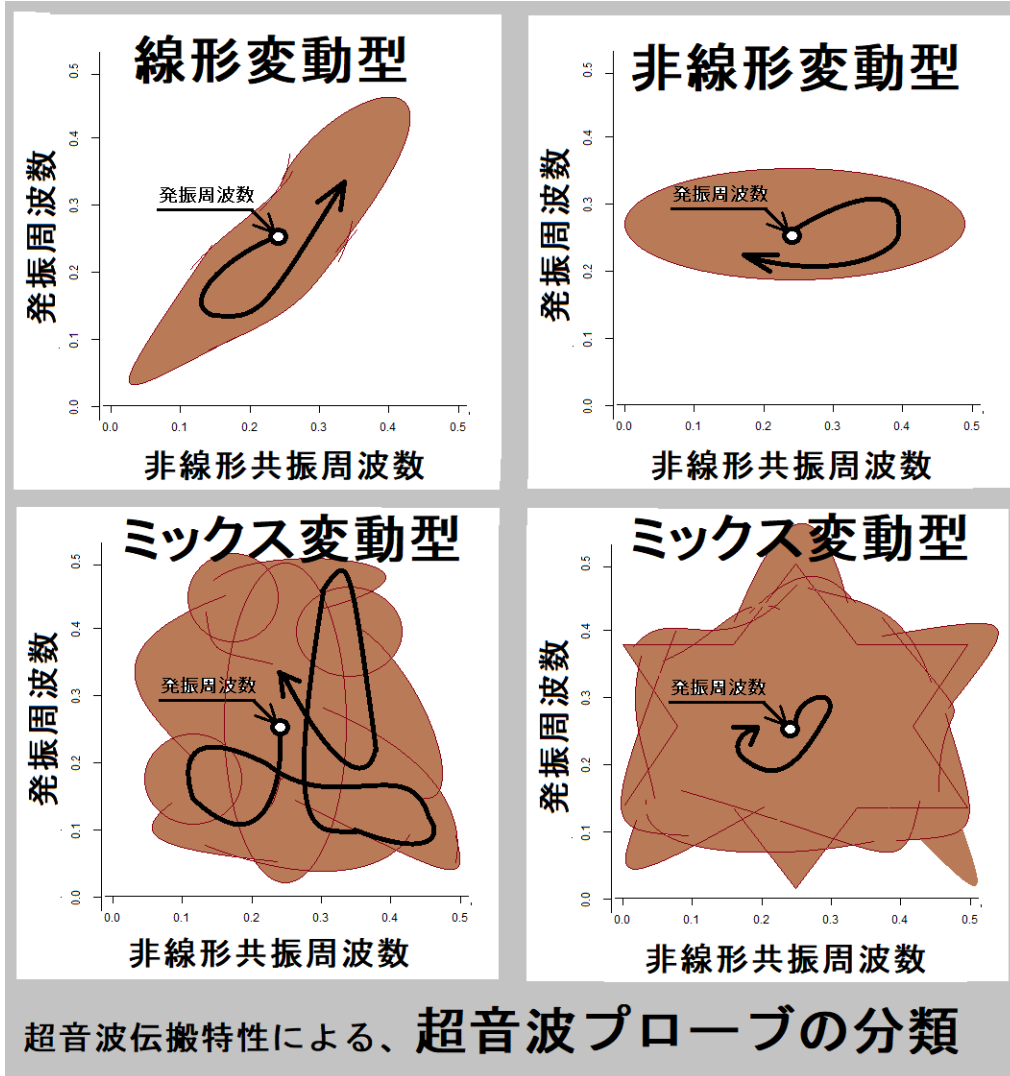
超音波伝搬現象の分類に基づいた、 超音波プローブの製造技術

超音波システム研究所は、
超音波伝搬現象の分類に基づいた、
500Hzから100MHzの超音波伝搬状態を制御可能にする
超音波プローブの製造技術を開発しました。

目的に合わせた、
オリジナル超音波発振制御プローブを製造開発が可能です。

ポイントは、超音波プローブの超音波伝搬特性の確認です。
超音波のダイナミックな変化に対する、応答特性が最も重要です。
この特性により、高調波の発生可能範囲が決定します。
現状では、次頁の範囲に対して、製造対応可能となっています。





超音波伝搬特性による、超音波プローブの分類

超音波プローブ：概略仕様

測定範囲 0.01Hz～300MHz

発振範囲 0.5kHz～100MHz

材質 ステンレス、LCP樹脂、シリコン、テフロン、ガラス・・・

発振機器 例 ファンクションジェネレータ

<材質・形状・構造・・・による音響特性>を
把握（測定・解析・評価）することで、
目的に合わせた超音波の伝搬状態を実現します

超音波伝搬状態の測定・解析・評価技術に基づいた、
精密洗浄・加工・攪拌・検査・・・への応用実績により、
この技術を公開することにしました。

非線形変動型



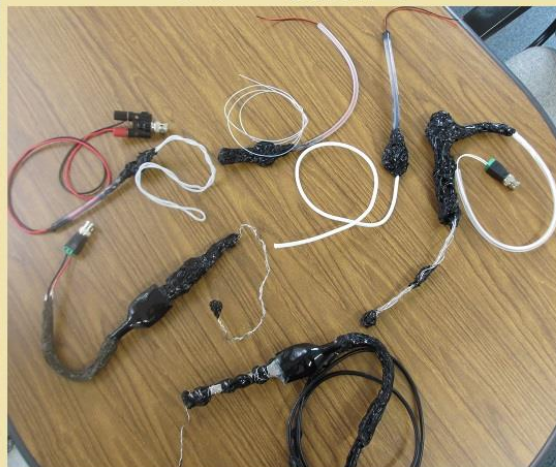
ミックス変動型



ミックス変動型



ミックス変動型



この技術を、コンサルティング提供します
興味のある方はメールでお問い合わせください

各種部材（ガラス容器・・・）の音響特性（表面弾性波）の利用により
20W以下の超音波出力で、5000リッターの水槽でも、
数トンの構造物、工作機械、各種製造ライン・・・への
超音波刺激による効果を確認しています。

弾性波動に関する工学的（実験・技術）な視点と
抽象代数学の超音波モデルにより
非線形現象のコントロール・応用方法として開発しました。

超音波実験・超音波研究用

超音波プローブ



ポイントは

超音波素子表面の表面弾性波利用技術です、
対象物の条件（材質・形状・構造・サイズ・数量・・・）により
超音波の伝搬特性を確認（注1）することで、
オリジナル非線形共振現象（注2、3）として
対処することが重要です

注1：超音波の伝搬特性

非線形特性（バースペクトル解析）
応答特性（インパルス応答解析）
ゆらぎの特性（ $1/f$ 解析）
相互作用による影響（パワー寄与率の解析）

注2：オリジナル非線形共振現象

オリジナル発振制御により発生する高調波の発生を
共振現象により高い振幅に実現させたことで起こる
超音波振動の共振現象

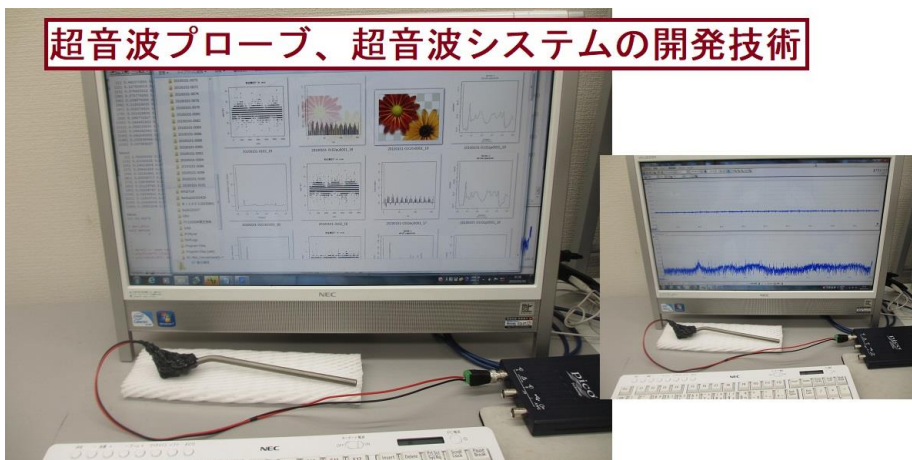
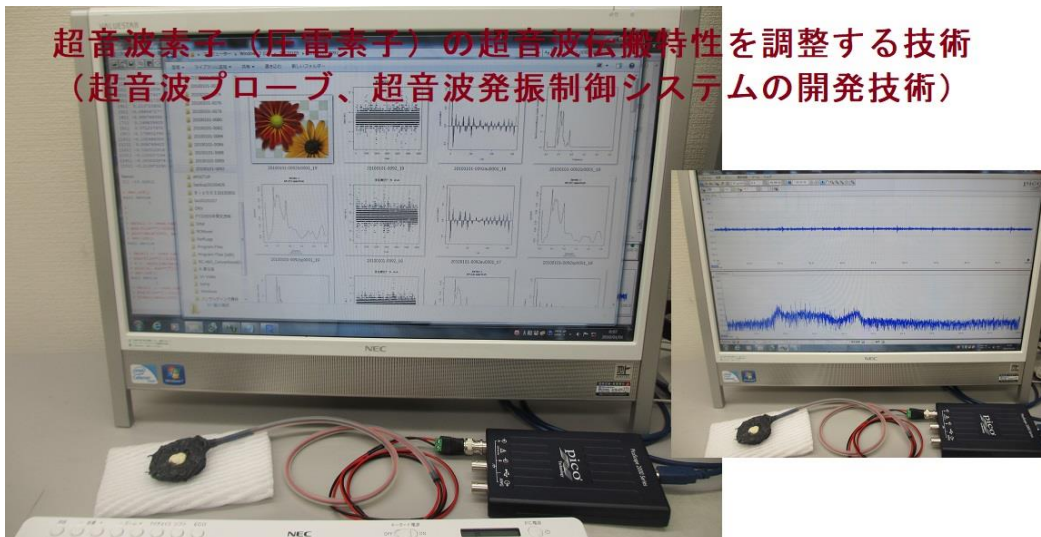
注3：過渡超音応力波

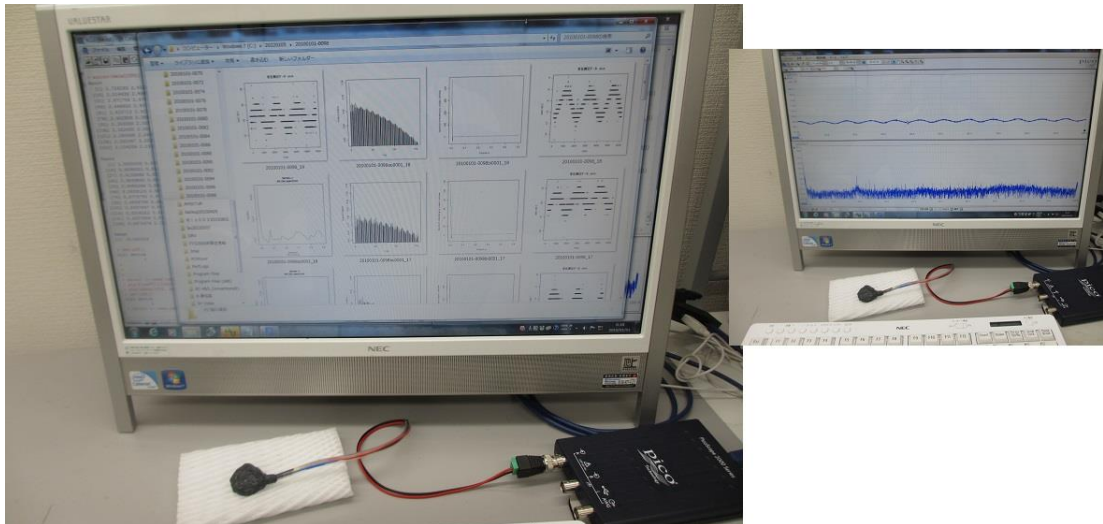
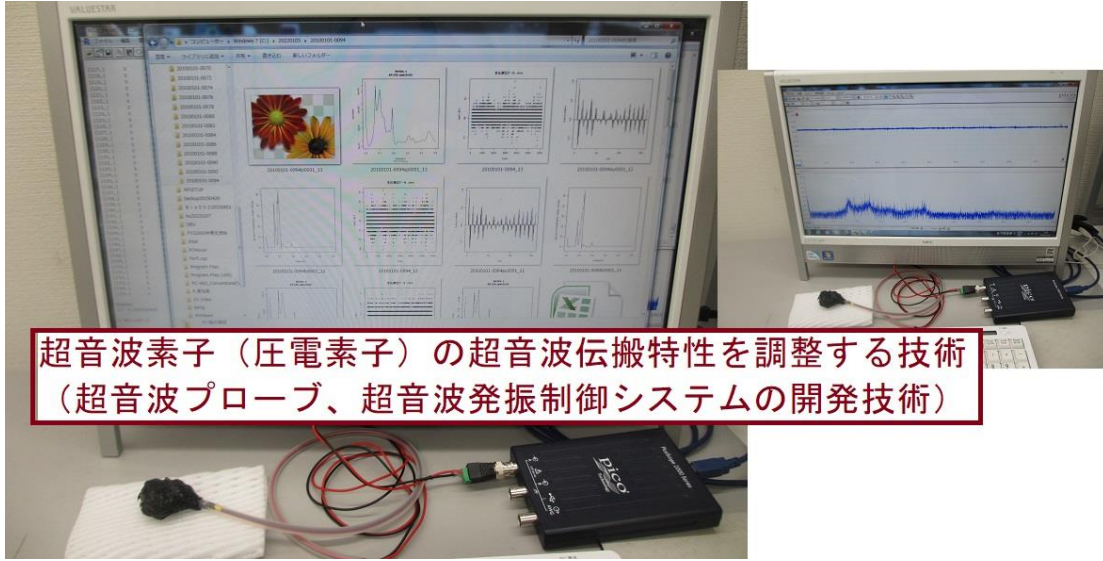
変化する系における、ダイナミック加振と応答特性の確認
時間経過による、減衰特性、相互作用の変化を確認
上記に基づいた、過渡超音応力波の解析評価

<<特許申請>>

- 特願2020-31017 超音波制御（超音波発振制御プローブ）
- 特願2020-73708 超音波溶接
- 特願2020-75011 超音波めっき
- 特願2020-90080 超音波加工
- 特願2020-97262 流水式超音波洗浄

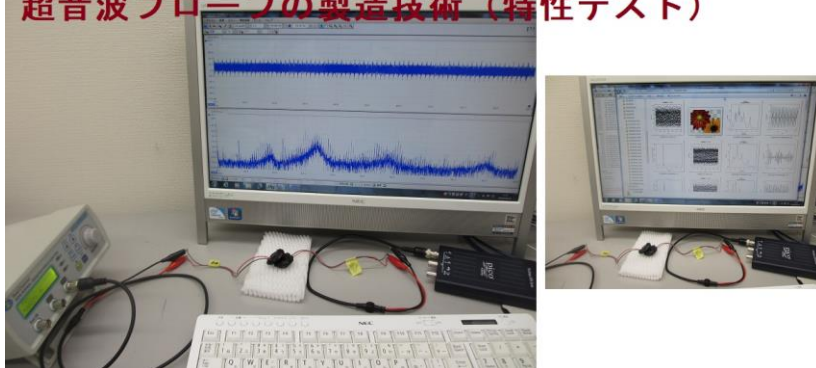
超音波発振制御プローブの製造技術の一部は
特願2020-31017に記載しています



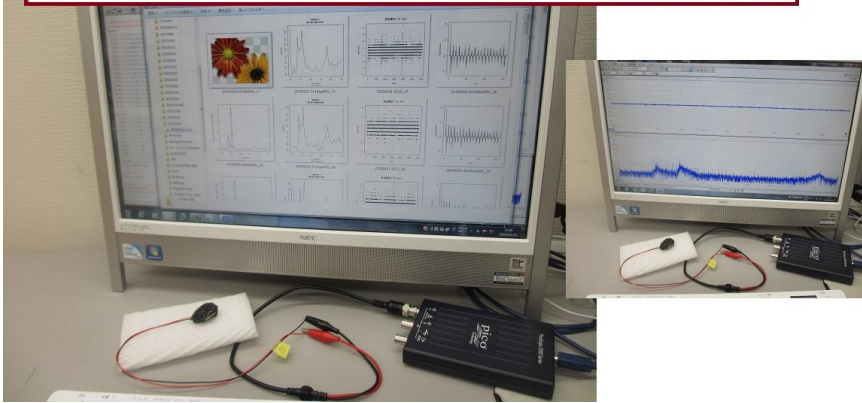


超音波素子（圧電素子）の超音波伝搬特性を調整する技術

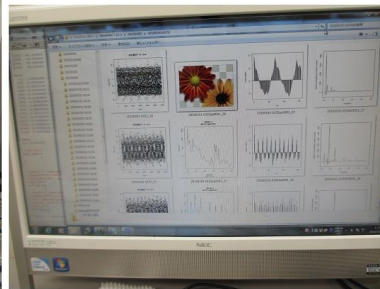
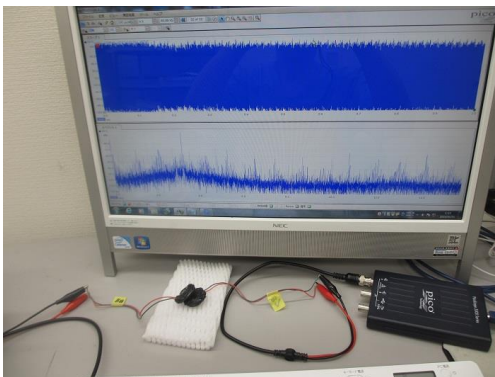
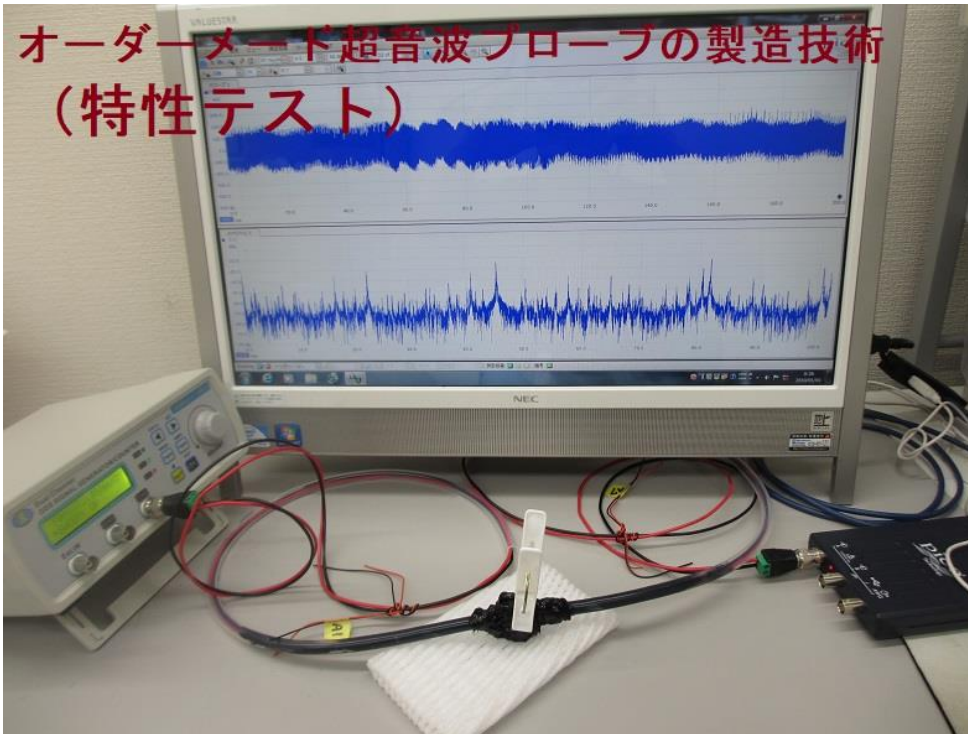
超音波プローブの製造技術（特性テスト）



超音波素子（圧電素子）の超音波伝搬特性を調整する技術

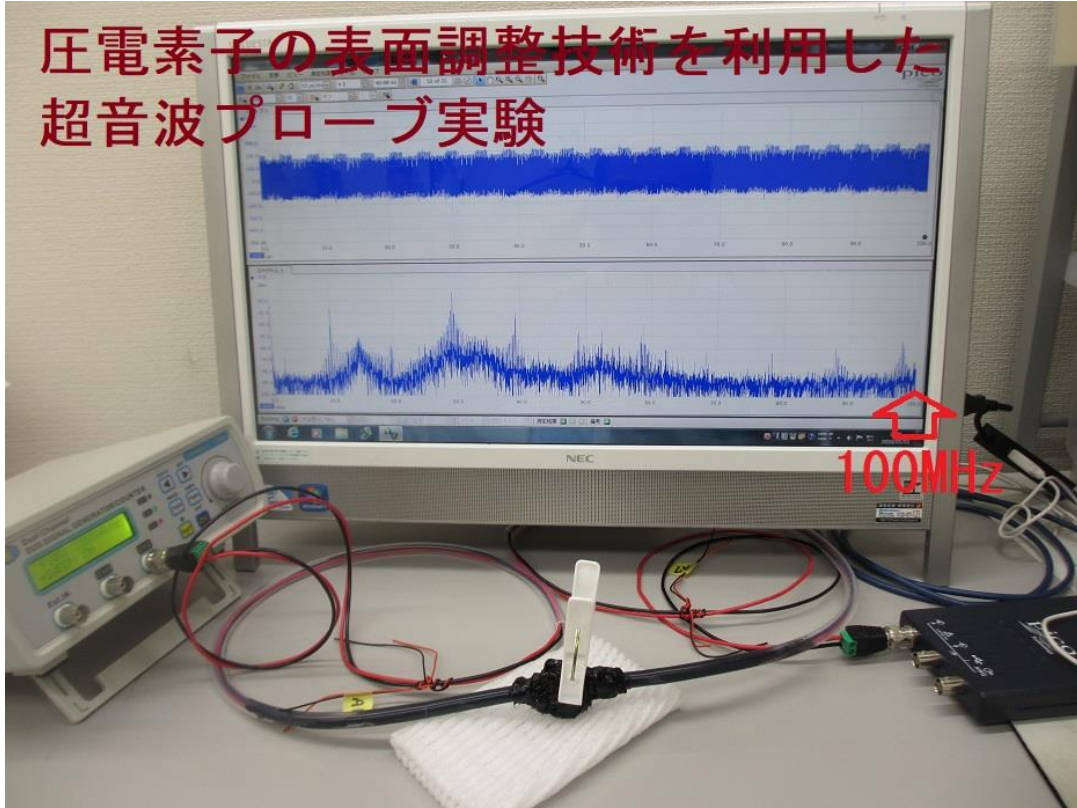


オーダーメイド超音波プローブの製造技術
(特性テスト)

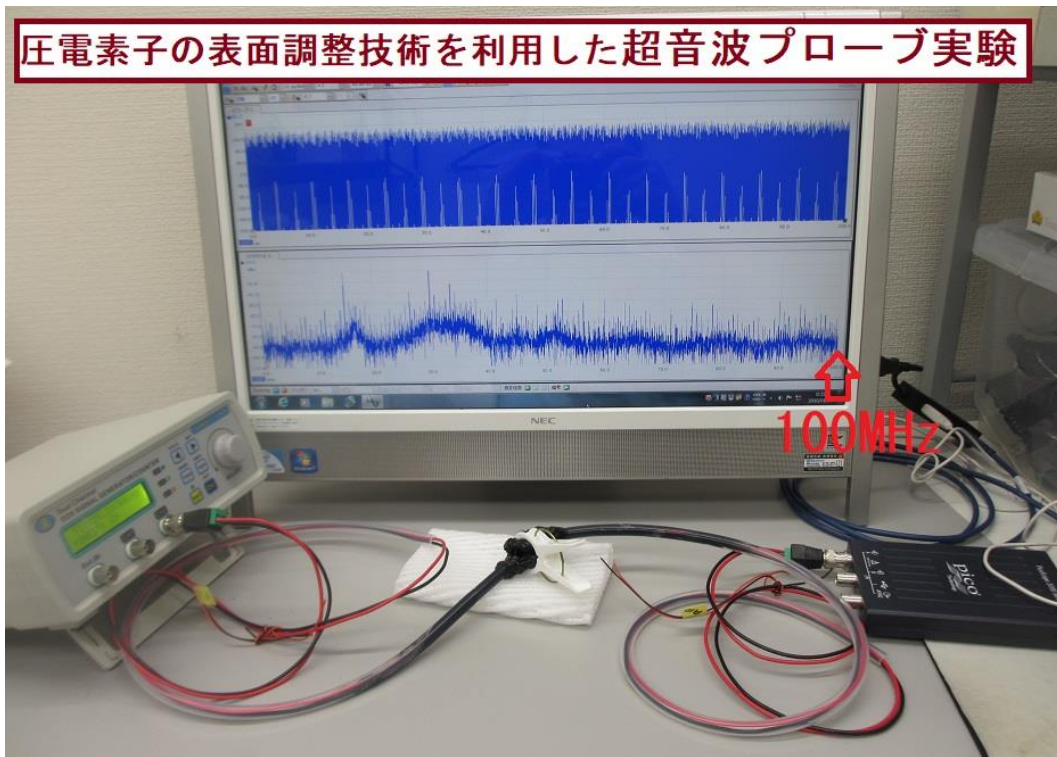


超音波プローブの製造技術

圧電素子の表面調整技術を利用した
超音波プローブ実験



圧電素子の表面調整技術を利用した超音波プローブ実験



<超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

1：線形型

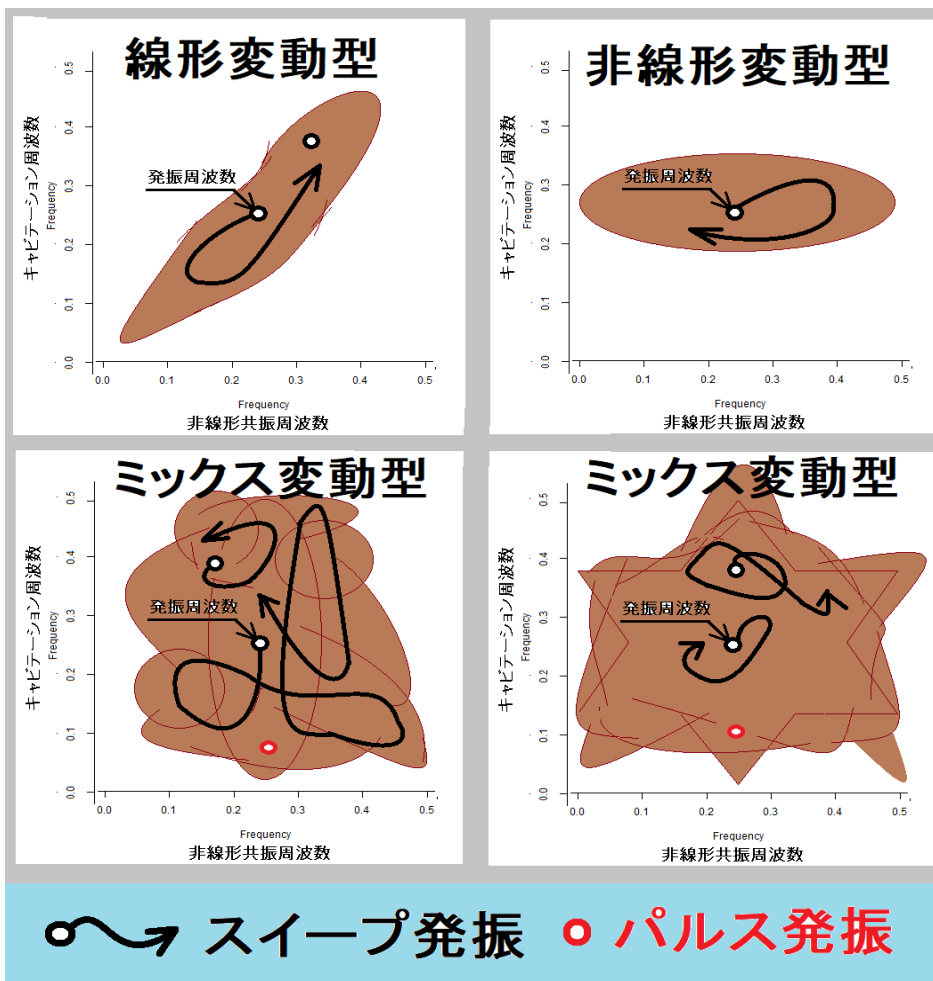
2：非線形型

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。



環境・条件・・・により

複数の発振を組み合わせる場合も同様ですが
相互作用に対する測定確認が不十分だと
ダイナミックな非線形現象は発生しません。

超音波伝搬現象の分類詳細

1：線形型（キャビテーション主体型）

超音波の発振周波数に対して
伝搬状態の主要（最大エネルギー）周波数が
低調波（発振周波数の $1/4$ 、あるいは $1/2$ ）
から高調波（発振周波数の 1 倍、 \dots 3 倍）の範囲で
若干の変化がある状態

注：低調波（発振周波数の $1/8$ ）以下の場合
低周波の共振状態により、不安定な共振と干渉が発生し
安定した状態が実現しない傾向になります

2：非線形型（音響流主体型）

超音波の発振周波数に対して
伝搬状態の主要（最大エネルギー）周波数が
高調波（発振周波数 10 倍以上）の範囲で
若干の変化がある状態

注：高調波は、超音波振動子、発振プローブ \dots の
表面状態の工夫（特願 $2020-31017$ 超音波制御）により
発振周波数の 100 倍を実現することも可能です

3：ミックス型（キャビテーションと音響流の組み合わせ型）

超音波発振部材の設置方法や接触部材 \dots の相互作用により
発振周波数に対して
伝搬状態の主要（最大エネルギー）周波数が
低調波（発振周波数の $1/8$ 、 $1/4$ 、あるいは $1/2$ ）
から高調波（発振周波数の 1 倍、 \dots 10 倍）の範囲で
自然に発生する、大きな変化がある状態

コメント

上記の1, 2, 3は、基本的な伝搬状態ですが
振動現象が、安定して長時間同じ現象を続けるためには、各種制御 \dots 工夫が必要です
上記の1, 2, 3は、単調な発振状態を継続すると
周波数の低下や超音波の減衰現象が発生し
超音波の利用効果は小さく、無くなっていきます
そのために、実用的には、変動型を利用することが必要です

4：変動型（各種制御による変化を利用するタイプ）

4-1：線形変動型

複数の超音波発振部材や発振制御・・・を利用して
伝搬状態の主要（最大エネルギー）周波数が
低調波から高調波を、
目的の範囲（発振周波数の $1/8 \sim 10$ 倍程度）で
制御可能にした状態

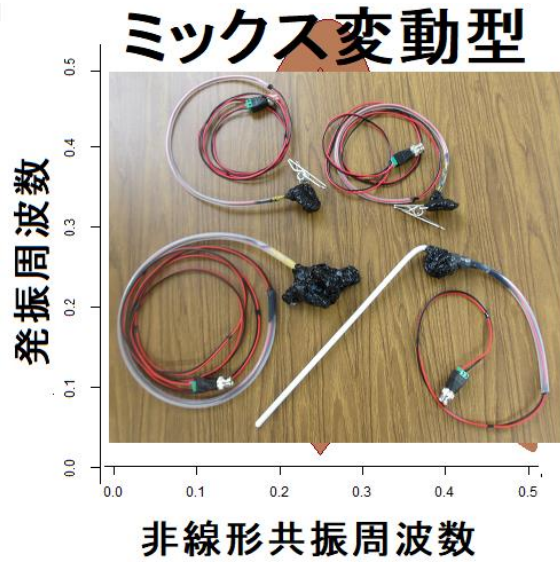
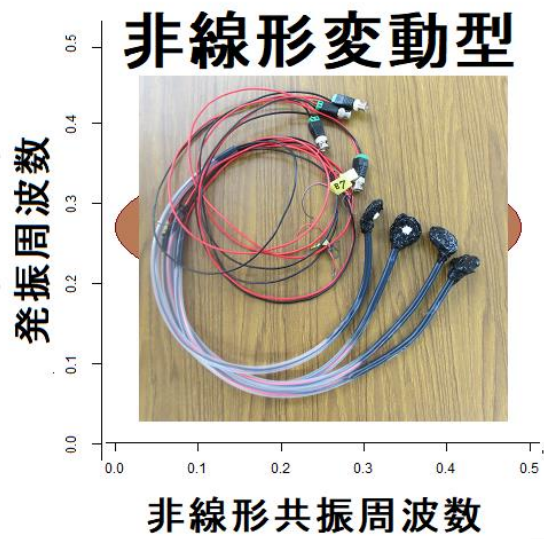


4-2：非線形変動型

複数の超音波発振部材や発振制御・・・を利用して
伝搬状態の主要（最大エネルギー）周波数が
低調波から高調波を、
目的の範囲（発振周波数の $1/2 \sim 50$ 倍程度）で
制御可能にした状態

4-3：ミックス変動型（ダイナミック変動型）

複数の超音波発振部材や発振制御・・・の
音響特性や相互作用の確認に基づいて
伝搬状態の主要（最大エネルギー）周波数が
低調波から高調波を、
目的の範囲（発振周波数の $1/16 \sim 100$ 倍程度）で
制御可能にした状態



超音波発振システム (20MHz) の製造販売

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1648>

超音波プローブ (発振型、測定型、共振型、非線形型) の製造技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1566>



超音波の発振制御プローブ

超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>

メガヘルツの超音波発振制御プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14570>

メガヘルツの超音波を利用する超音波システム技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14350>

超音波プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=11267>

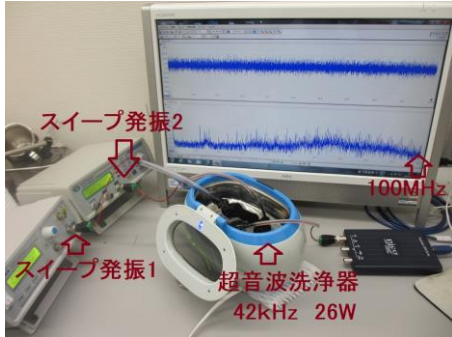
超音波プローブ(音圧測定・非線形振動解析)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1263>

超音波プローブによる

＜メガヘルツの超音波発振制御＞技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1811>



液晶樹脂による<メガヘルツの超音波制御>技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14210>

超音波と表面弾性波

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14264>

超音波<発振制御>技術

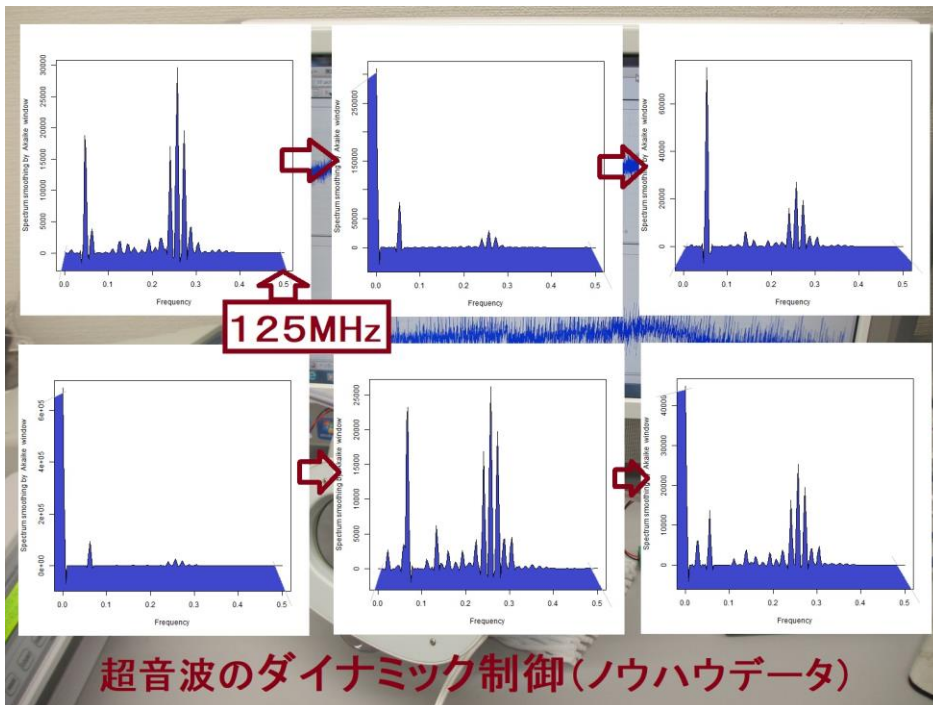
<http://ultrasonic-labo.com/?p=5267>

表面弾性波の利用技術

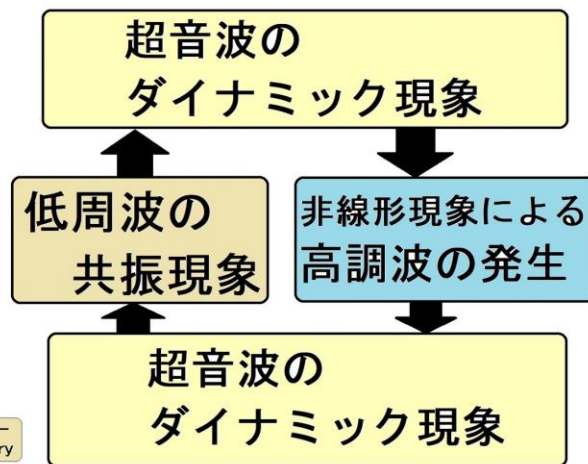
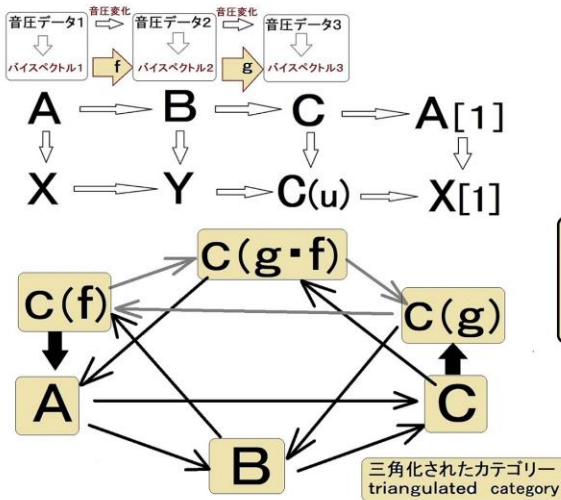
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7665>

超音波の非線形現象をコントロールする技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14878>



超音波のダイナミック制御(ノウハウデータ)



超音波のダイナミック制御

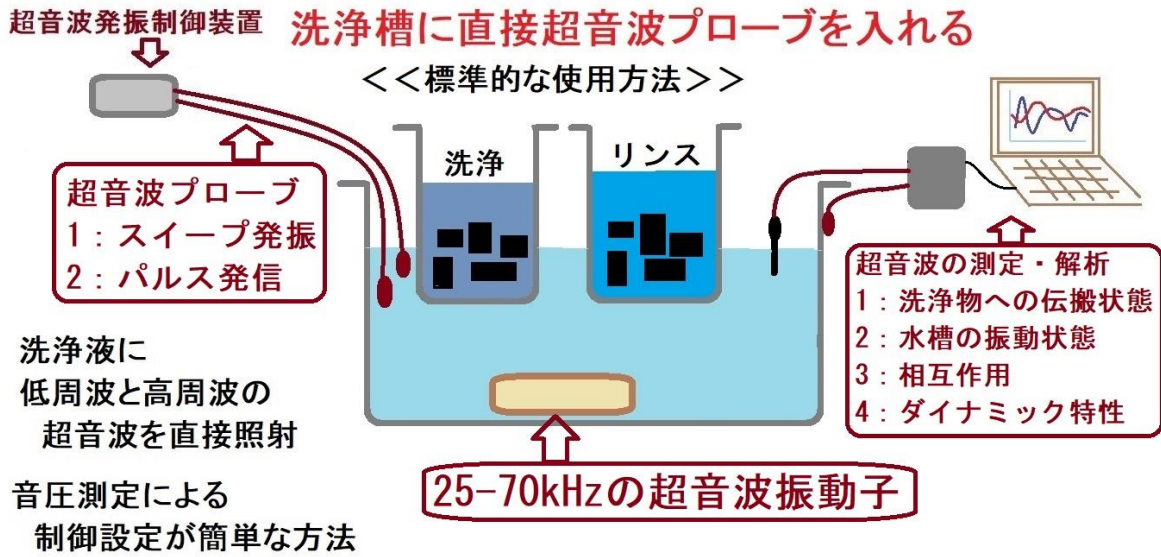
超音波洗浄器による<メガヘルツの超音波>技術を開発
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1879>

オリジナル超音波実験
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17535>

超音波伝搬現象の分類 1
<http://ultrasonic-labo.com/?p=10908>

超音波伝搬現象の分類 2
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17496>

超音波伝搬現象の分類 3
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17540>



超音波の最適化技術 1

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15226>

超音波の最適化技術 2

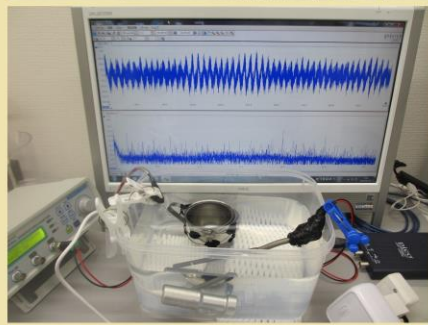
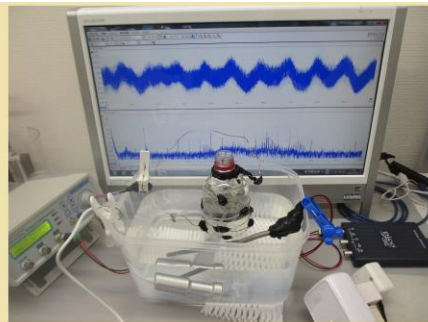
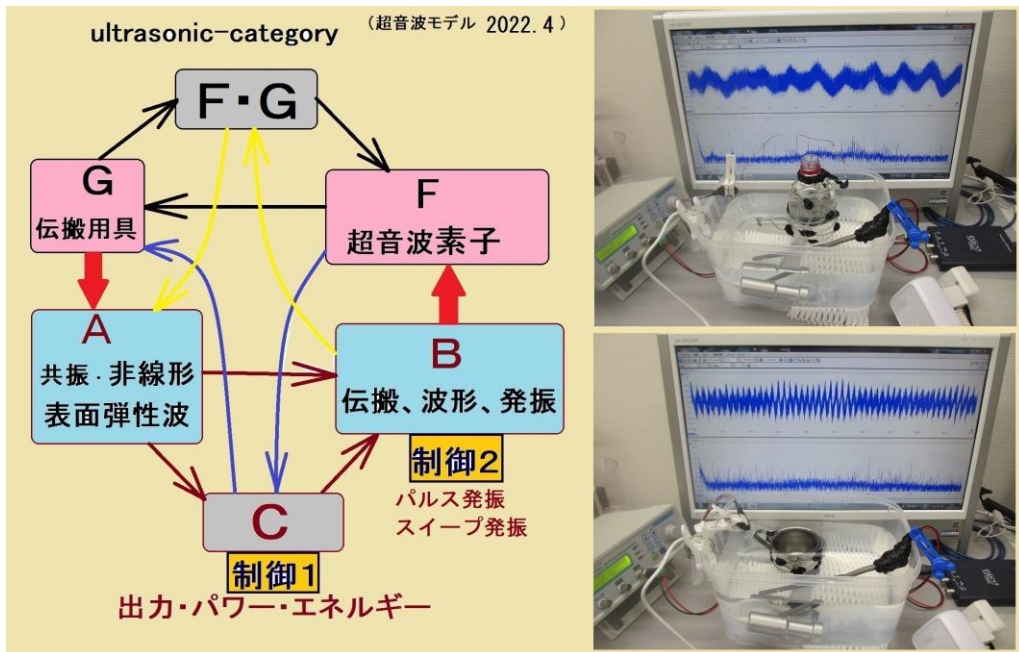
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16557>

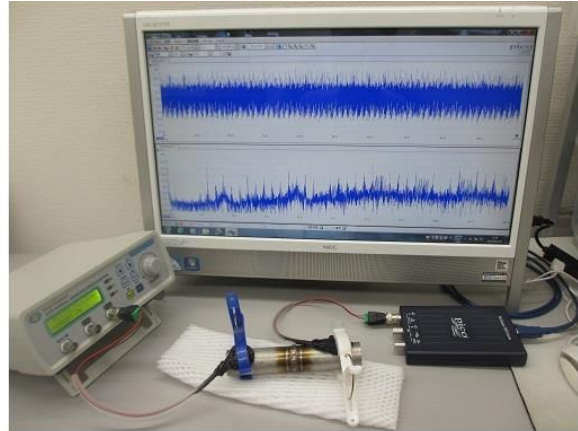
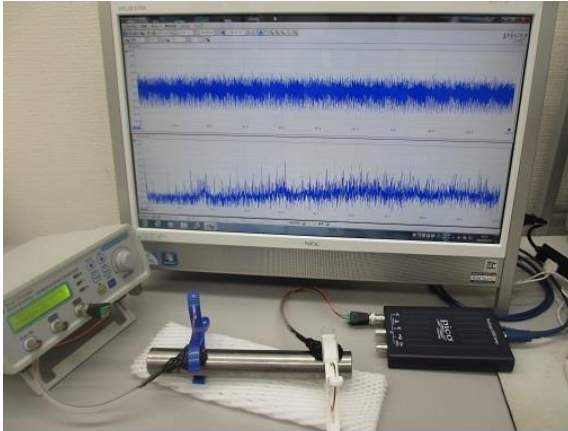
超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>

超音波を利用した「振動計測技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>





溶接の影響を確認している実験

測定する事で、様々な事項を確認しています

超音波プローブの発振制御による振動評価技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15285>

超音波技術：多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析

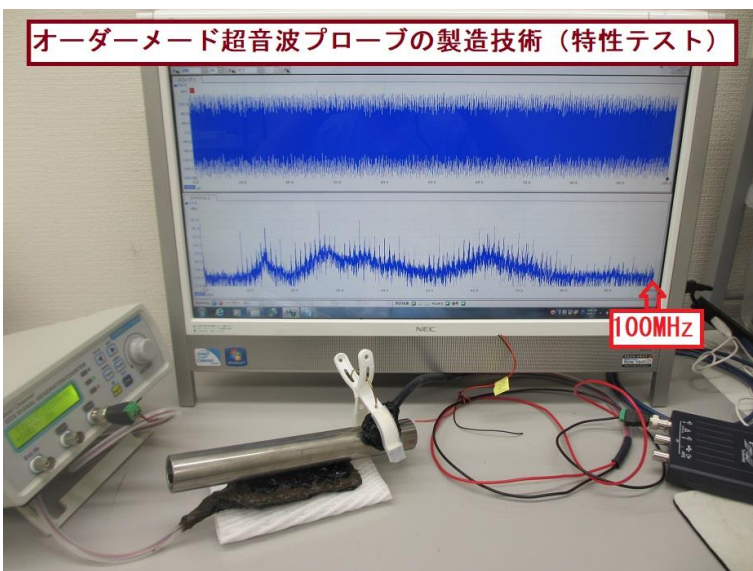
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15785>

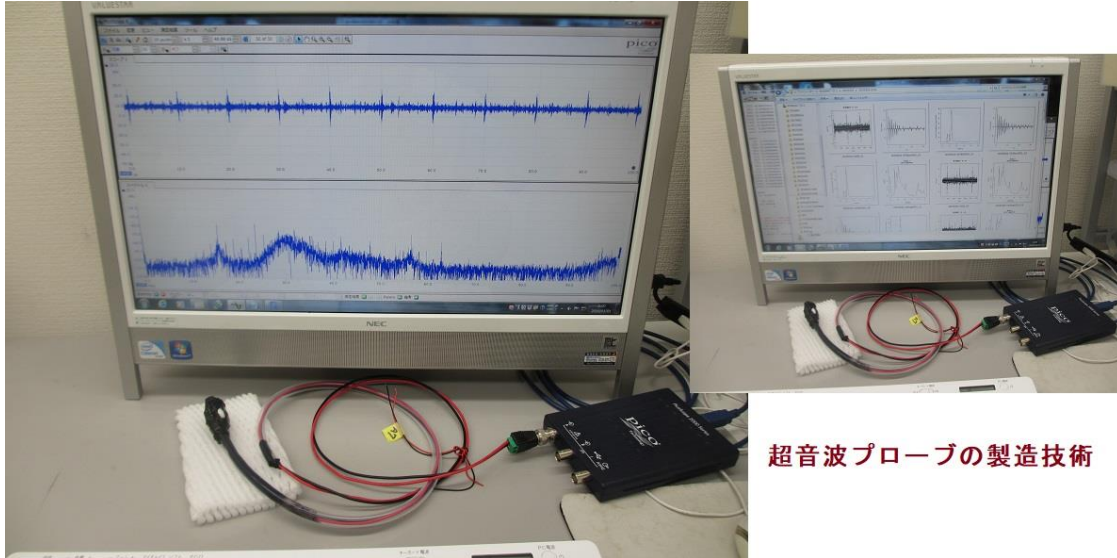
統計的な考え方を利用した超音波

<http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

超音波の非線形振動

<http://ultrasonic-labo.com/?p=13908>





超音波プローブの製造技術

超音波<測定・解析>システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1000>

超音波洗浄に関する非線形制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1497>

非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

メガヘルツ超音波による表面改質処理

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2433>

超音波技術資料（アペルザカタログ）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8496>

超音波の実験検討を行うための参考書籍・機器の紹介

<https://www.aperza.com/catalog/page/10010511/55548/>

価格表：超音波システム研究所

<https://www.aperza.com/catalog/page/10010511/55546/>

【本件に関するお問合せ先】

超音波システム研究所

メールアドレス info@ultrasonic-labo.com

ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>

以上