

超音波の発振制御技術

スweep発振、パルス発振

(低周波の共振現象と、高周波の非線形現象をコントロールする技術)

超音波システム研究所は、
オリジナル超音波プローブの製造技術により
プローブの音響特性に基づいた、発振制御技術による
表面弾性波の非線形振動現象をコントロールする技術を開発しました。

ポイントは、超音波素子表面の表面弾性波について
伝搬特性と利用目的に合わせた、超音波伝搬部の最適化です。
そのために、**オリジナルプローブの超音波伝搬特性の動作確認**
(音圧レベル、周波数範囲、非線形性、・・ダイナミック特性)が、重要です。
特に、複数の超音波プローブ(あるいは素子)による、超音波の送受信について、
ダイナミックに変化する応答特性の測定・解析・評価が必要です。
接続状態と応答特性から、音圧レベル・周波数・非線形性の利用範囲を決定します。
現状では、以下の範囲について対応可能となっています。

超音波プローブ：概略仕様

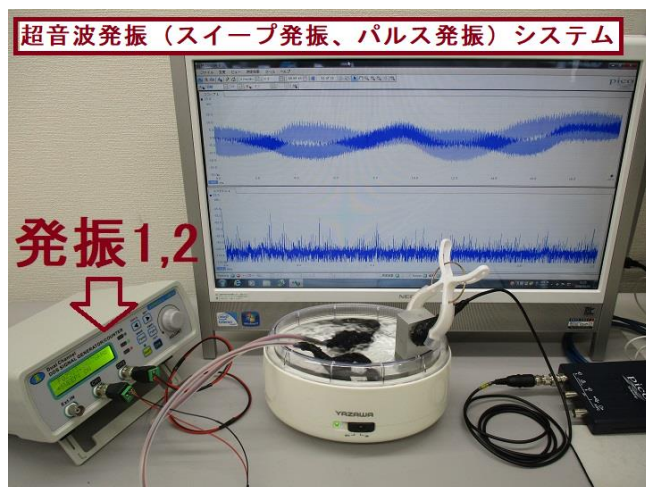
測定範囲 0.01Hz～100MHz (特別タイプ 200MHz)

発振範囲 0.5kHz～100MHz (特別タイプ 300MHz)

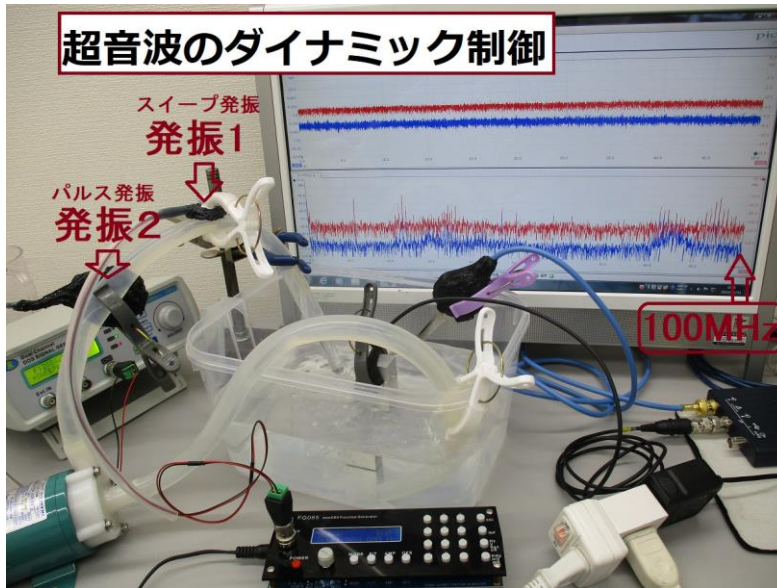
材質 ステンレス、LCP樹脂、シリコン、テフロン、ガラス・・・

発振機器 例 ファンクションジェネレータ

各種対象(水槽、振動子、プローブ、治具、対象物・・・)について
基本的な超音波の音響特性(応答特性、伝搬特性)を確認することで、
利用目的に合わせた、超音波伝搬状態を、発振制御により実現します。



2種類以上の非線形共振型超音波発振制御プローブによる、
スイープ発振、パルス発振の発振条件の設定（注）により
**高い音圧レベルの共振現象と、
高調波の発生現象（10次以上の非線形現象）**による、
100MHz以上の高周波伝搬状態を、ダイナミック制御します。



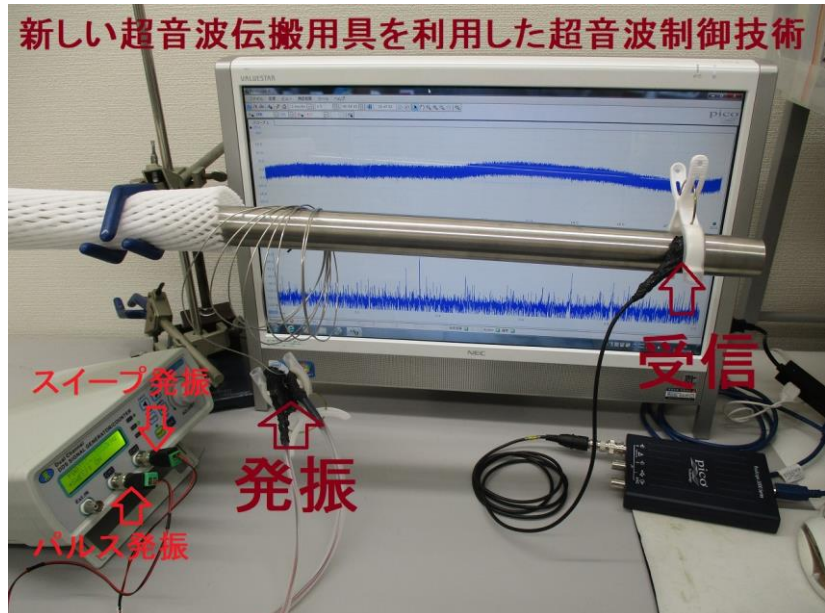
注：精密洗浄事例

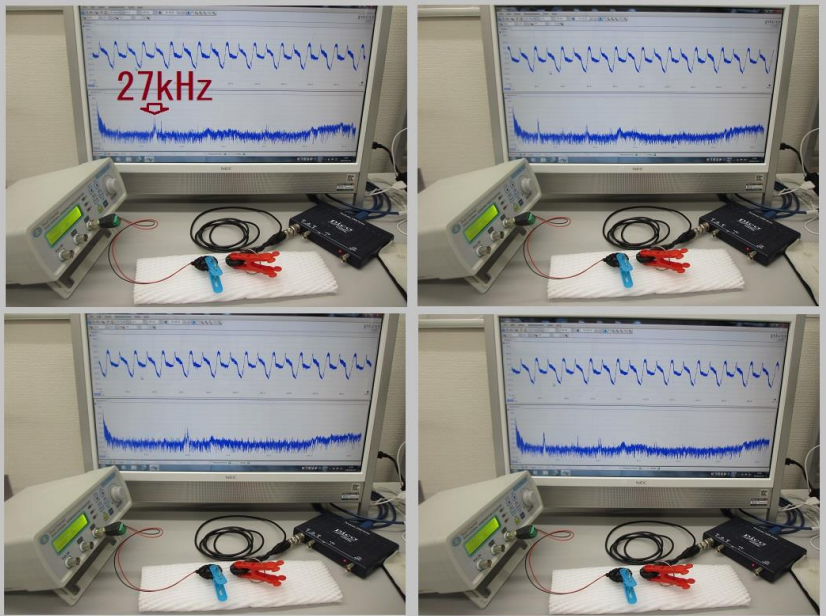
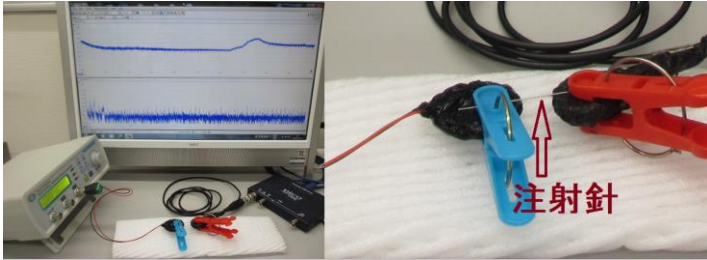
スイープ発振1 70kHz～15MHz 15W

スイープ発振2 150kHz～850kHz 8W

パルス発振 13MHz 8W

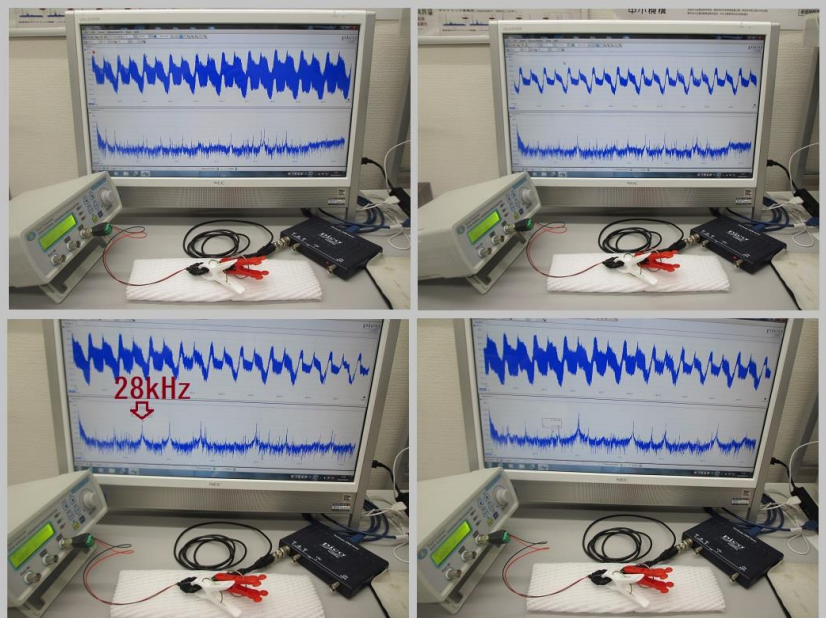
この技術は、低出力の超音波発振を効率よく利用する方法です





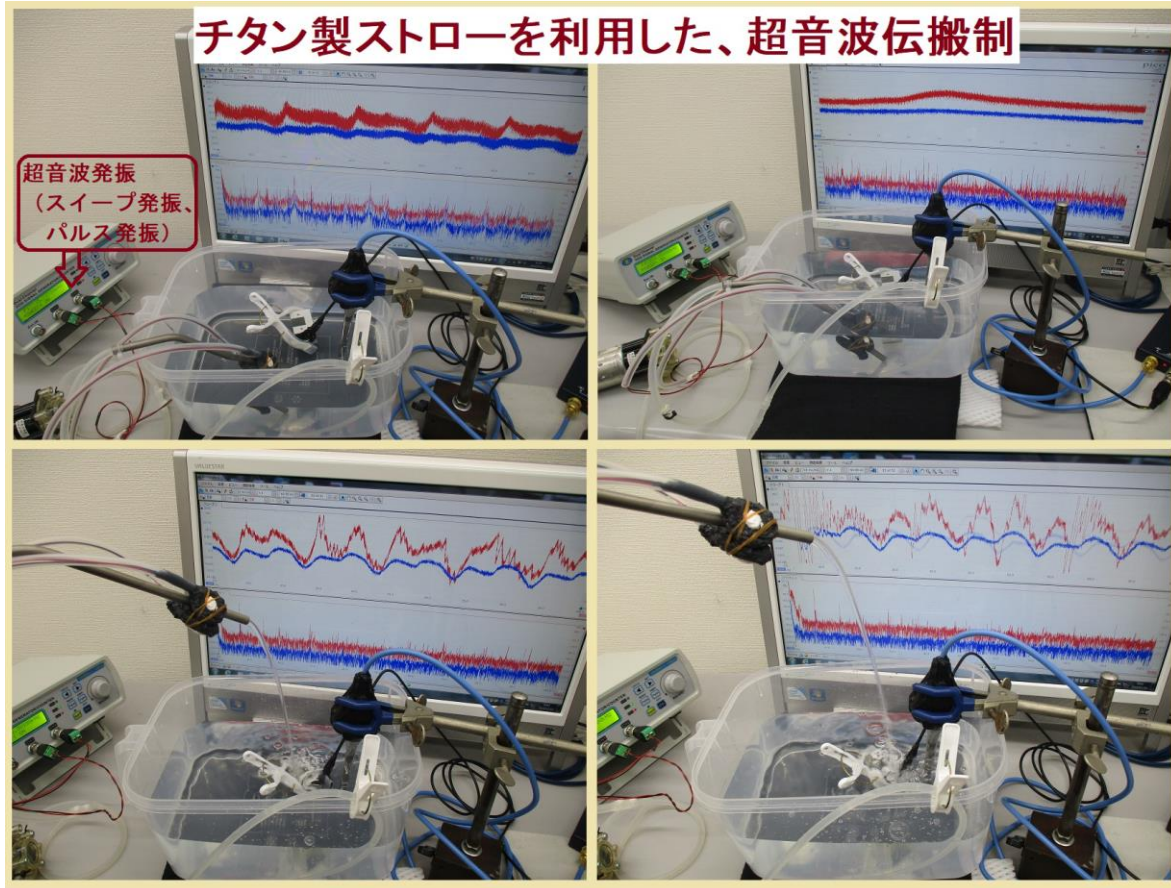
9 - 50 kHzのスイープ発振

非効率な状態



3 - 20 MHzのスイープ発振

推奨状態

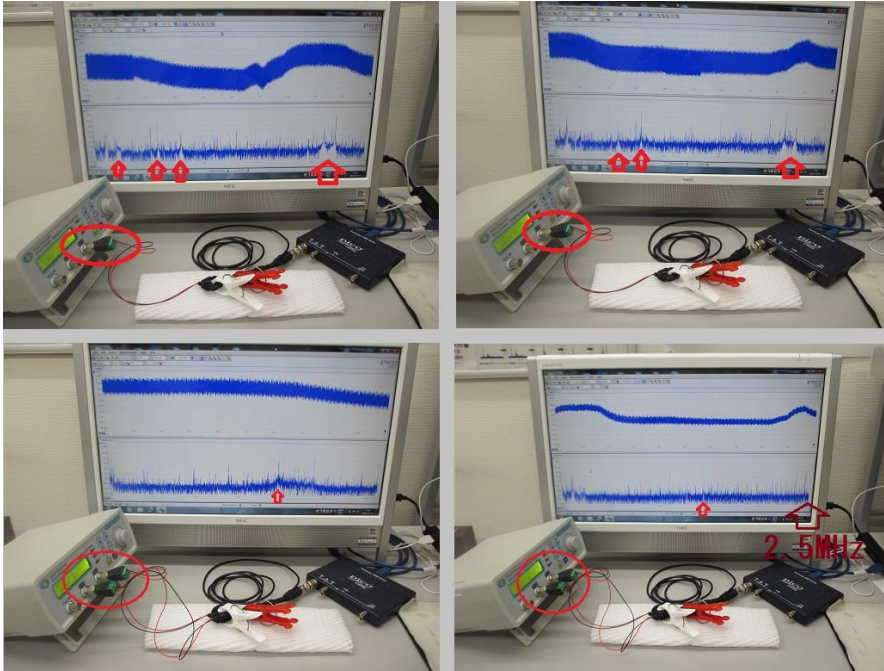


音圧測定・解析に基づいて、デジタル制御による、
離散値的なファンクションジェネレータの特性（注）を利用した
各種パラメータの設定
（出力・発振波形・スイープ条件・・・）がポイントです

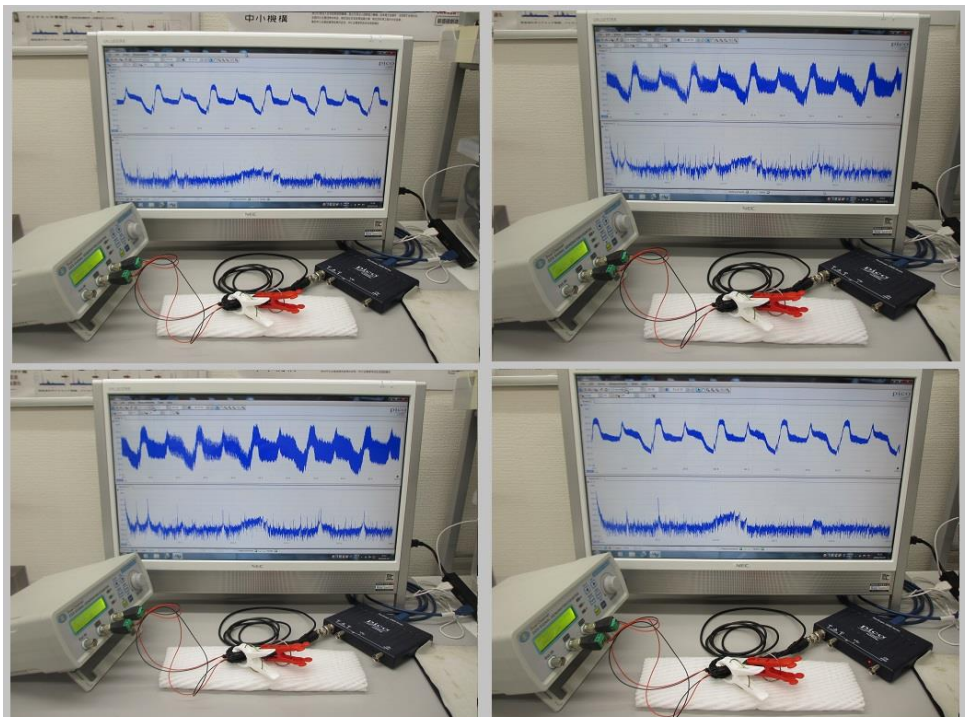
注：各種ファンクションジェネレータ固有の設定・特性があります
特に、スイープ発振に関する機器の特徴・特性は大きく異なります

非線形共振型超音波発振制御プローブ（注）を利用することで
共振現象による音圧レベル・周波数範囲が大きく広がります。
従来の共振現象による音圧レベルと
伝搬周波数の狭い範囲の刺激とは大きく異なり
ダメージや破壊といった現象を含め、
音圧測定解析により、システム全体の音響特性に基づいた、
ダイナミックな制御設定による最適化
（音圧レベルと周波数範囲のダイナミックな変化）を実現します

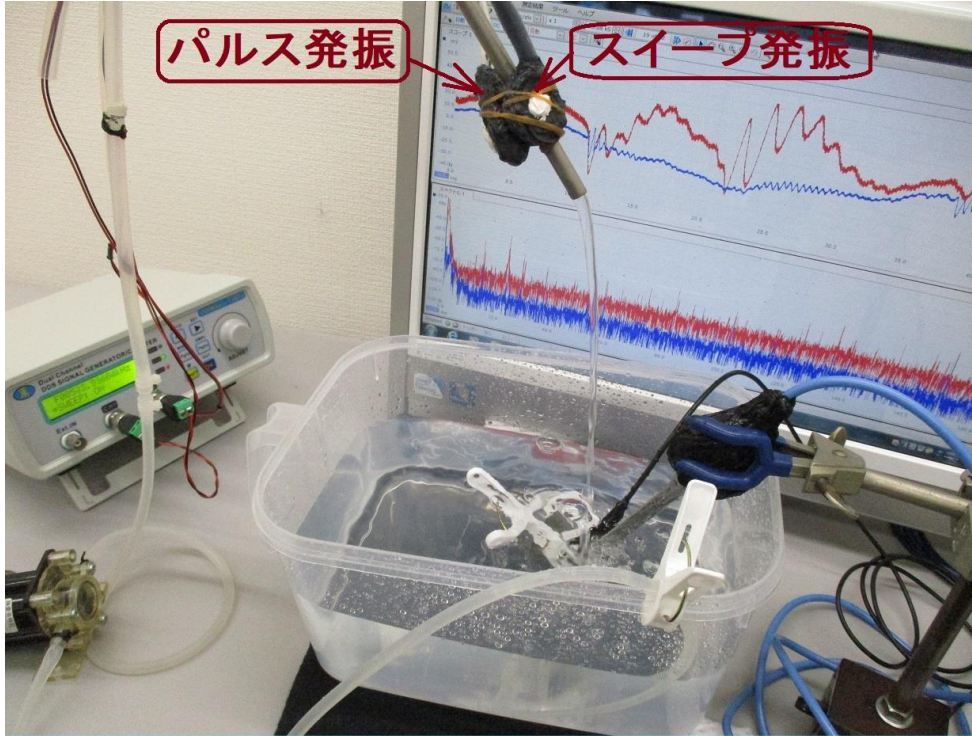
共振現象の確認 (赤矢印)



スイープ発振とパルス発振の組み合わせによる、共振現象の制御



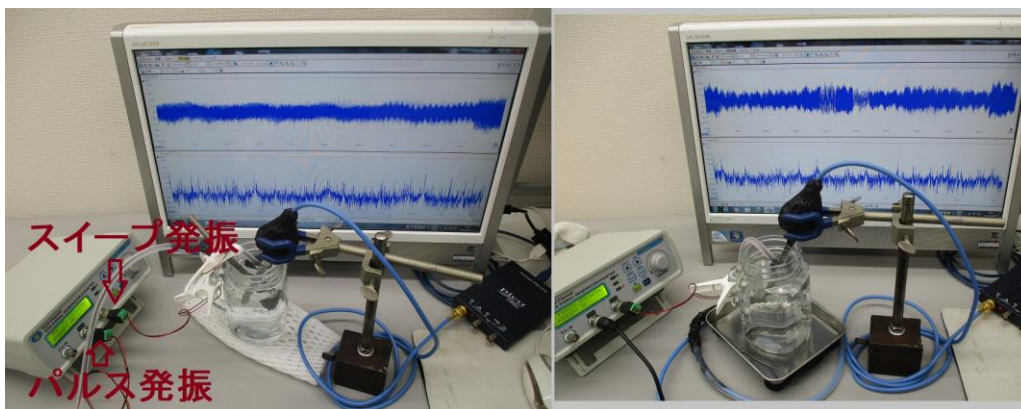
3 - 20 MHz のスイープ発振
11 MHz のパルス発振



チタン製ストローを利用した超音波シャワー

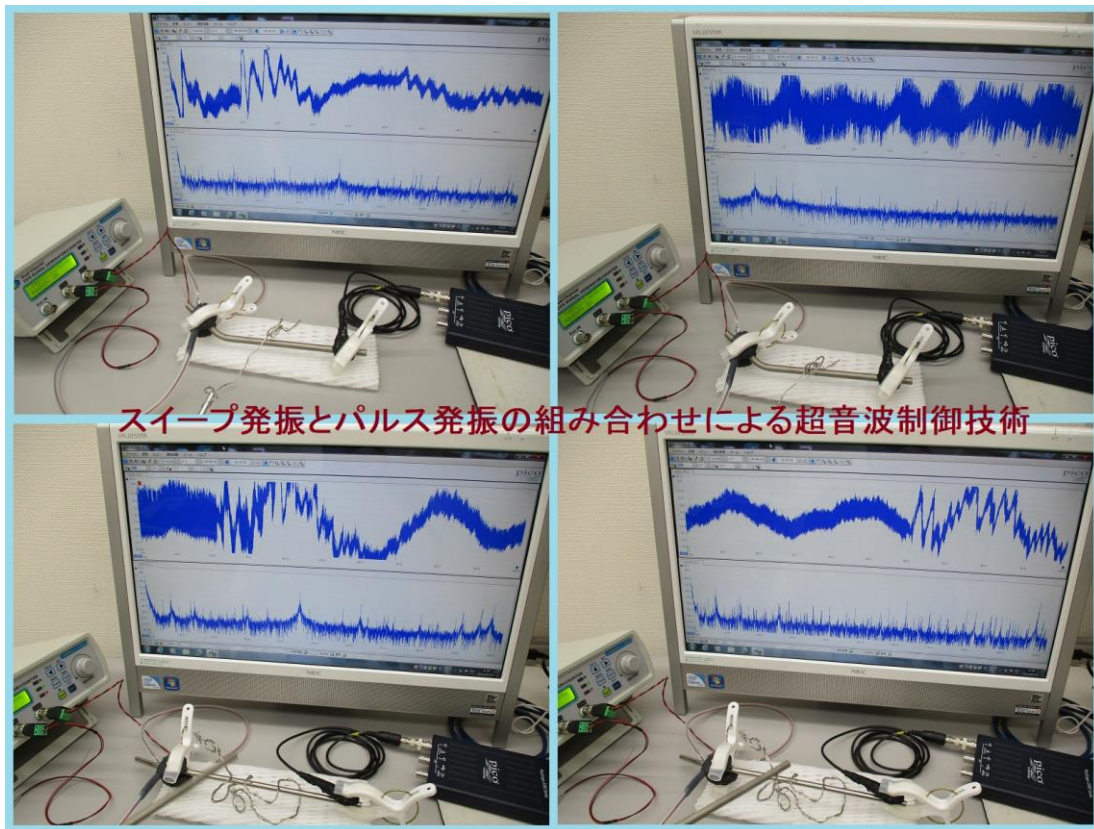
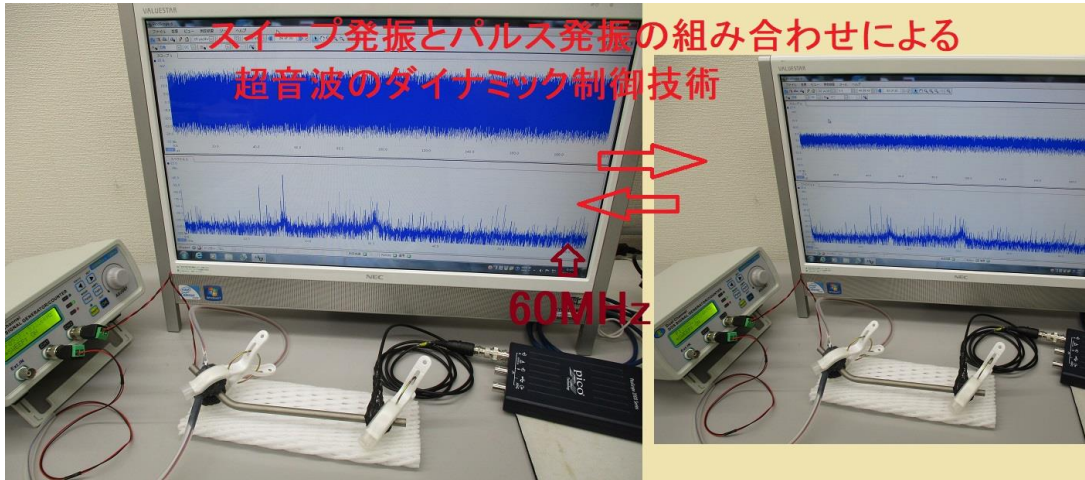
注：超音波システム研究所のオリジナル製造技術
 超音波素子に合わせた、
 素子表面の工夫（特開 2021-125866 超音波制御）により
 音圧測定解析に基づいて、
 表面弾性波の伝搬特性を最適化した発振条件を設定することがノウハウです

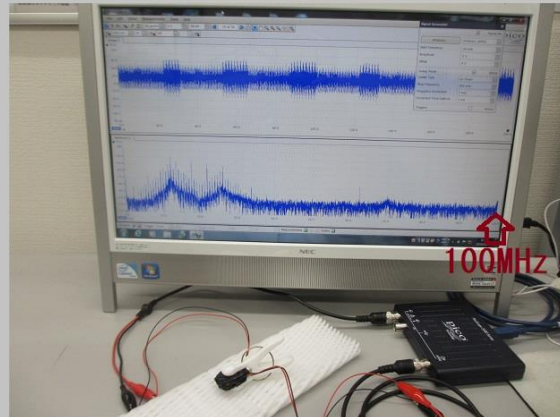
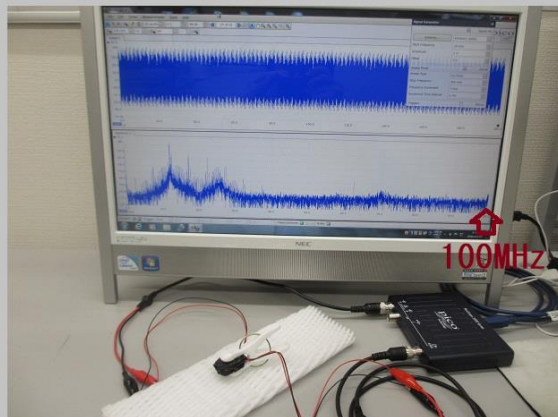
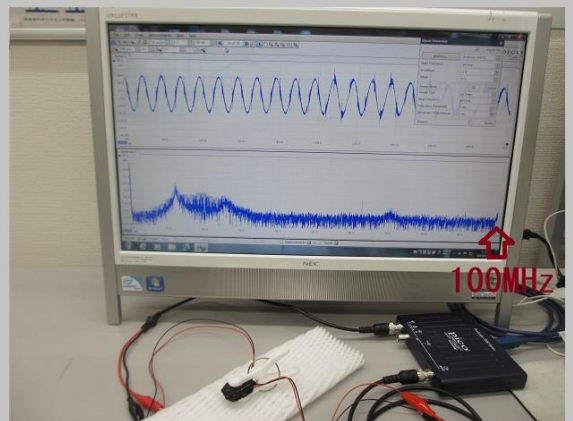
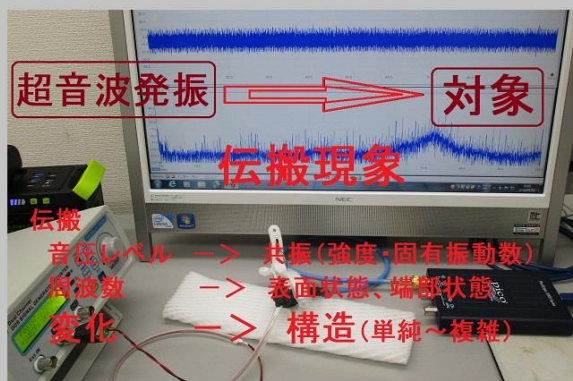
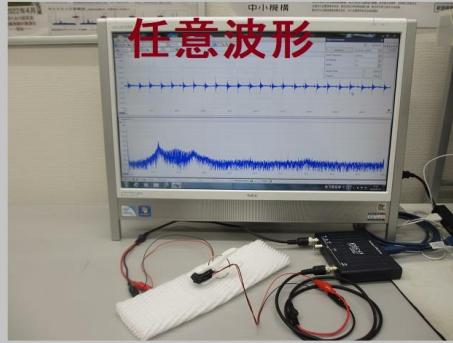
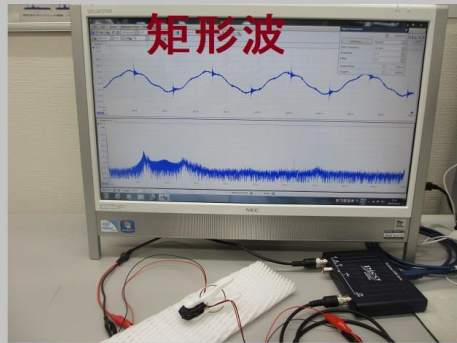
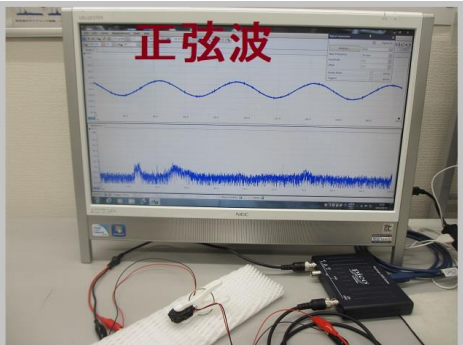
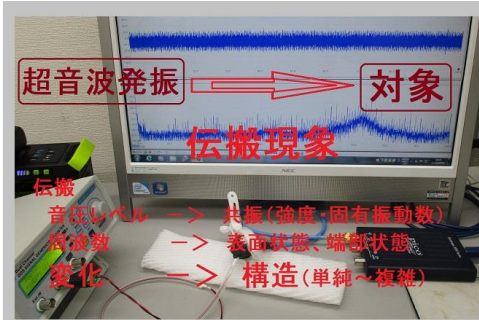
興味のある方は、メールでお問い合わせ下さい
 技術（特許・ノウハウ）提供を含め、コンサルティング対応しています



<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、伝播（音響）特性
上記の特性を測定解析により評価して、
適切な組み合わせを利用することがノウハウです

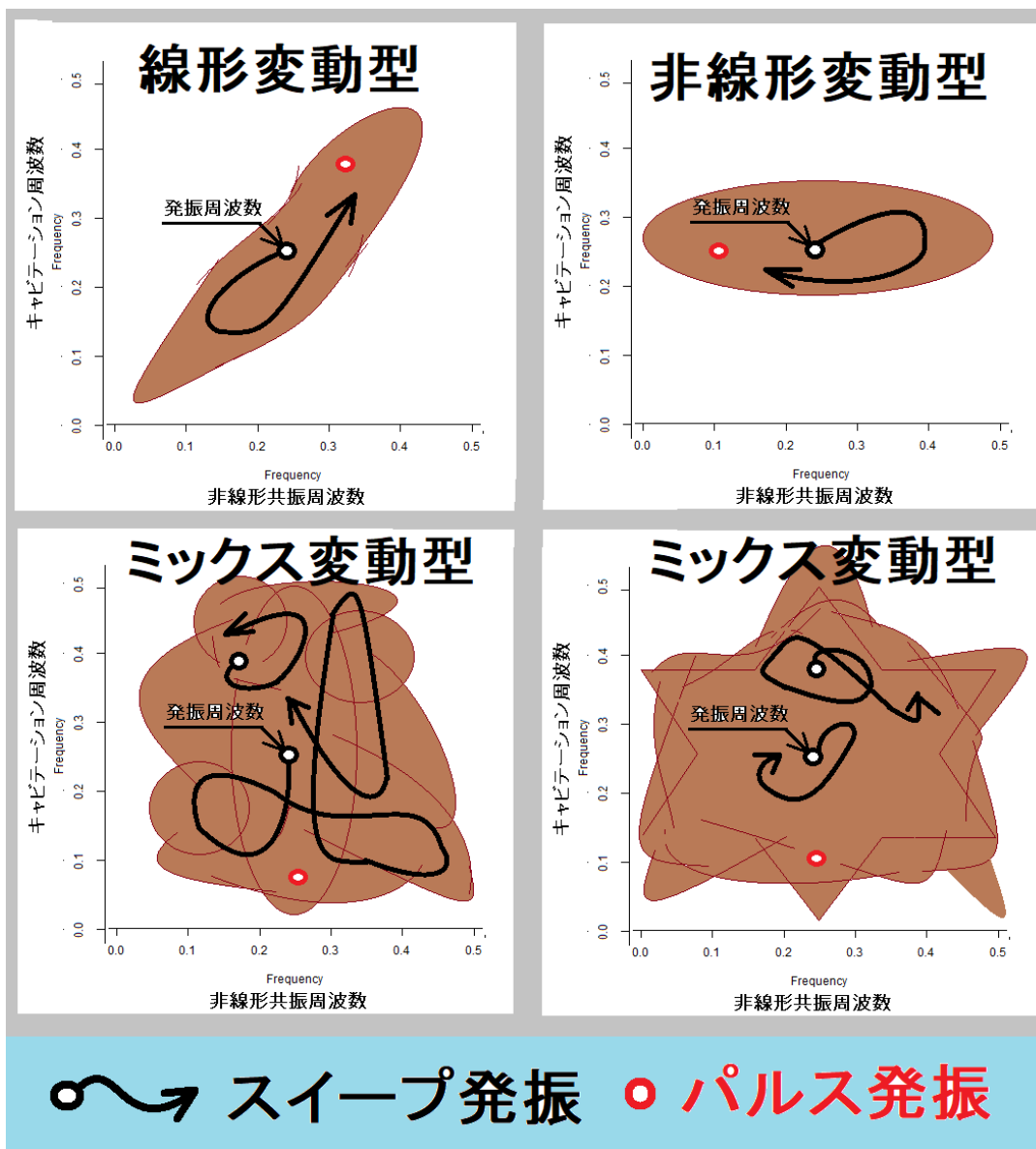




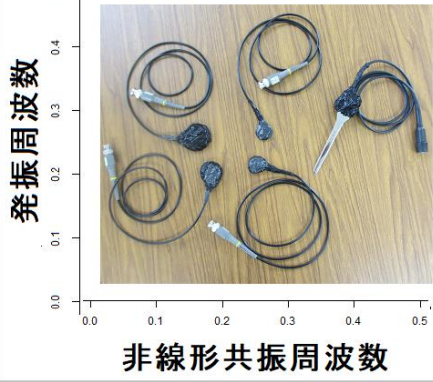
送受信面（接触面）の調整による、ダイナミックな変化

<音響特性>

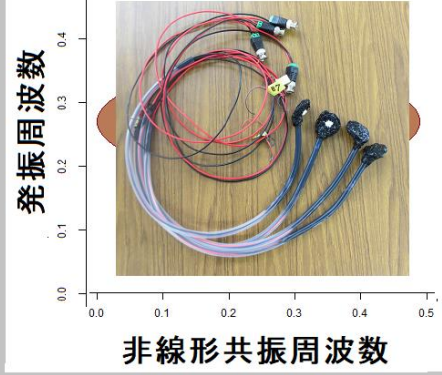
- 1 : 線形型
- 2 : 非線形型
- 3 : ミックス型
- 4 : ダイナミック変動型
 - 4-1 : 線形変動型
 - 4-2 : 非線形変動型
 - 4-3 : ミックス変動型



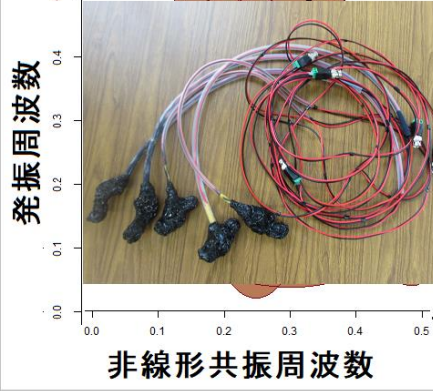
線形変動型



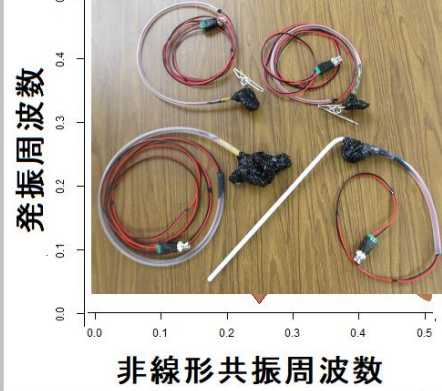
非線形変動型



ミックス変動型



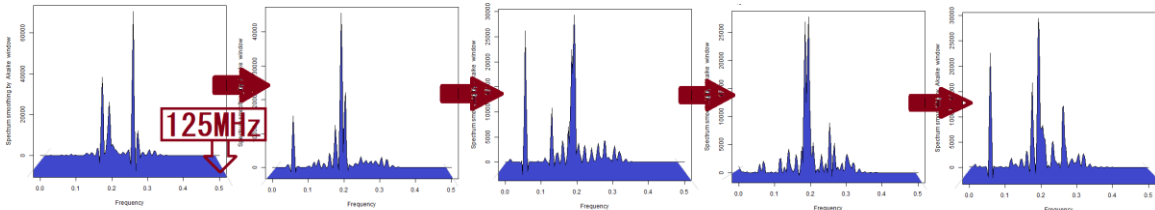
ミックス変動型



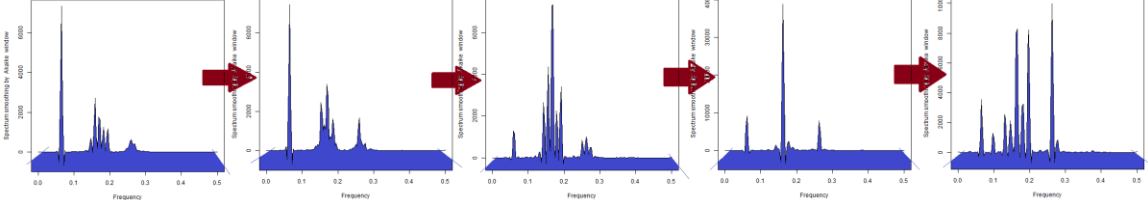
超音波伝搬特性による、超音波プローブの分類

線形変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

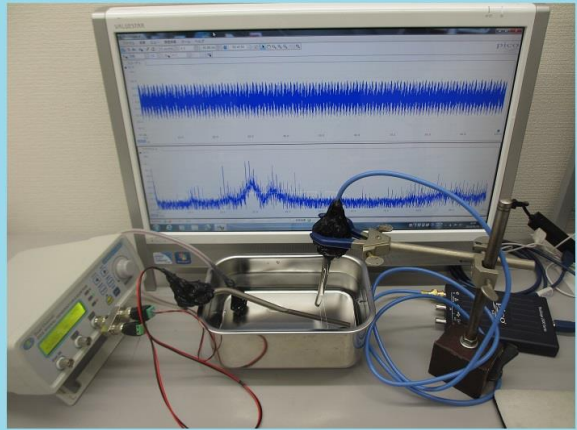
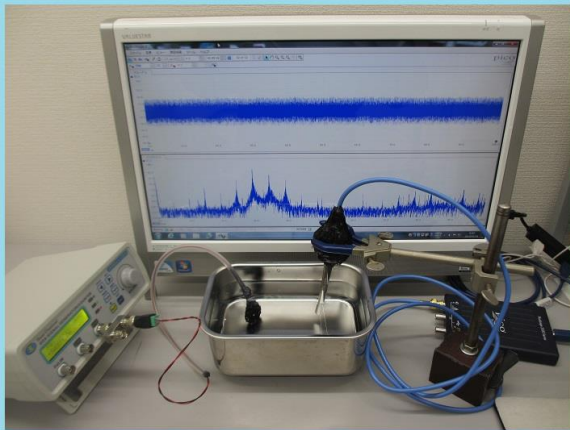
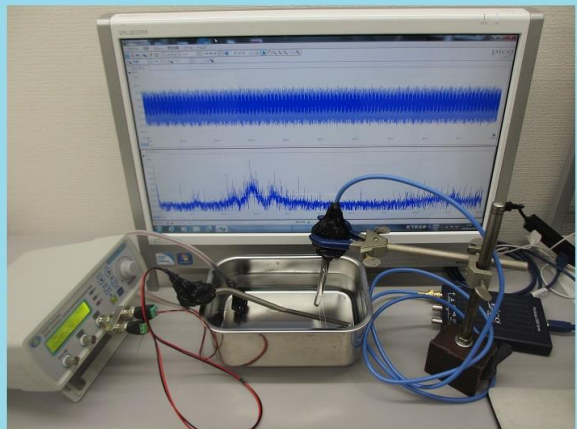
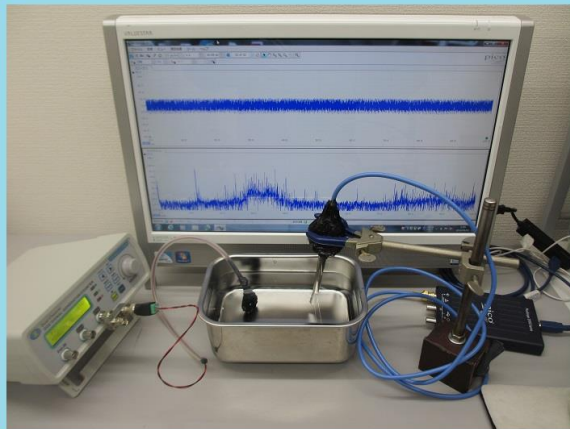
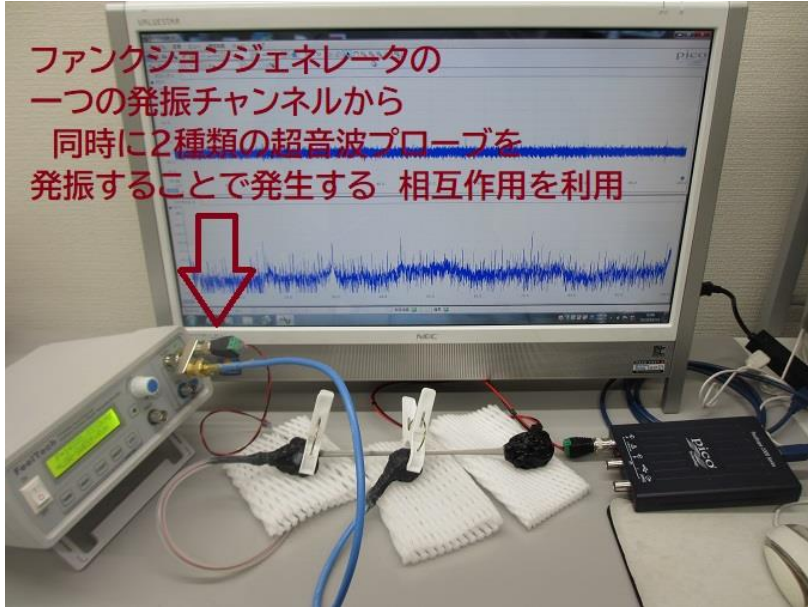
超音波のダイナミック制御：バースペクトルの変化



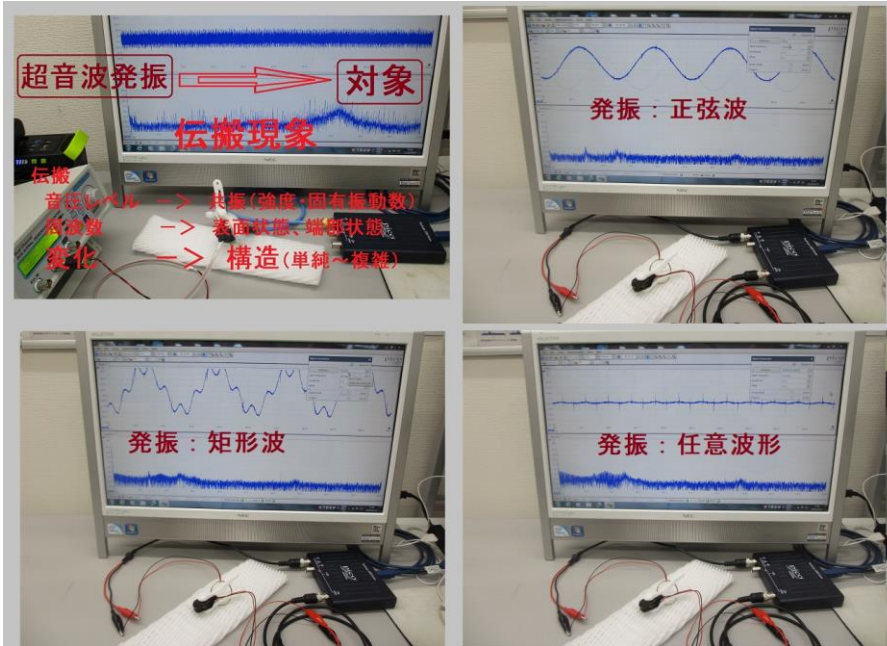
ダイナミック変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>



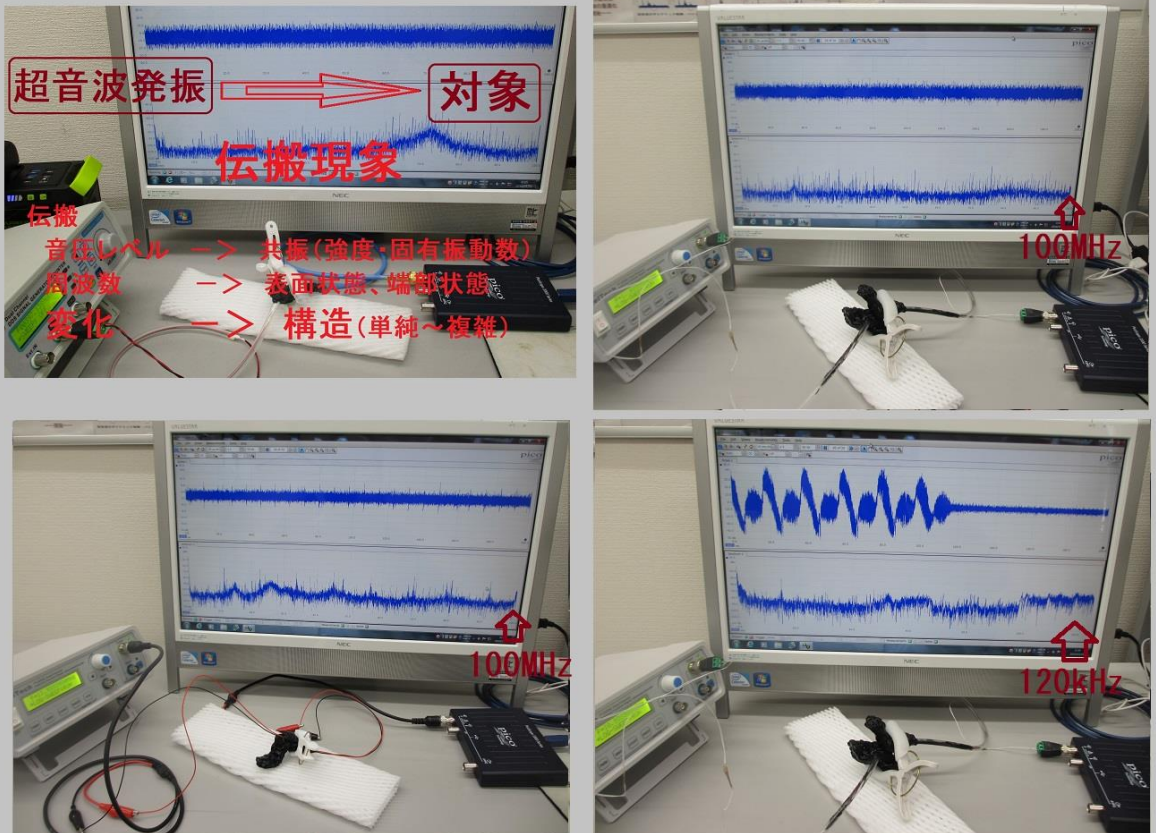
超音波のダイナミック制御：バースペクトルの変化



超音波発振制御プローブの相互作用を利用する技術

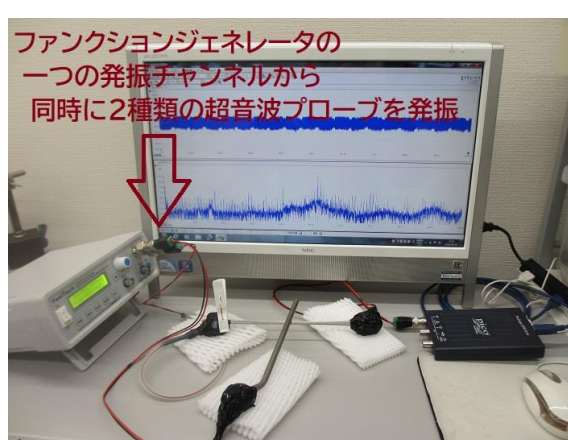
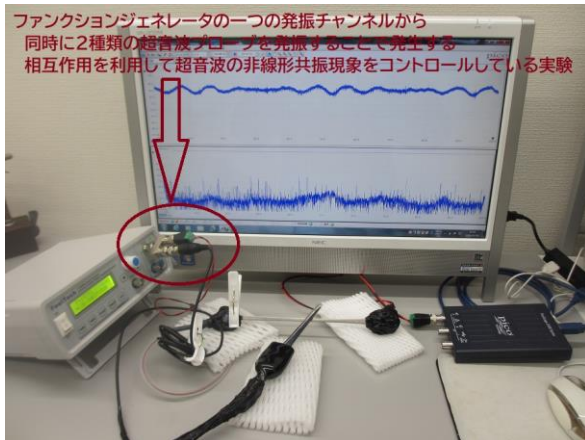
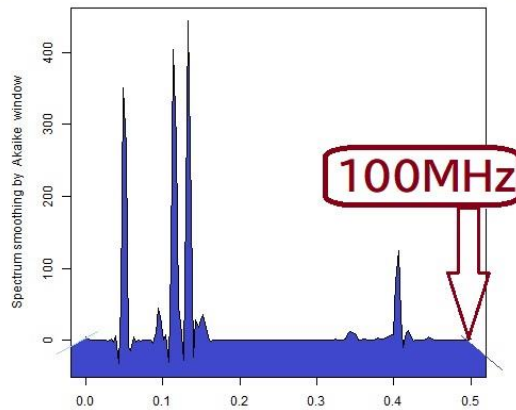
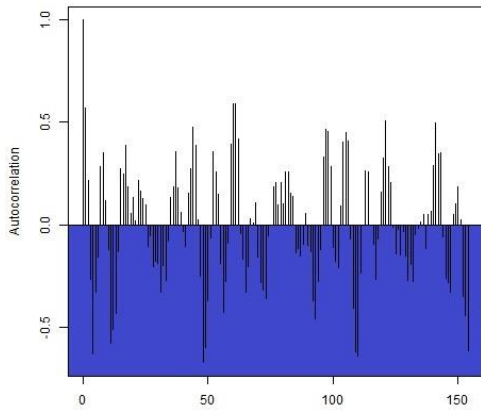
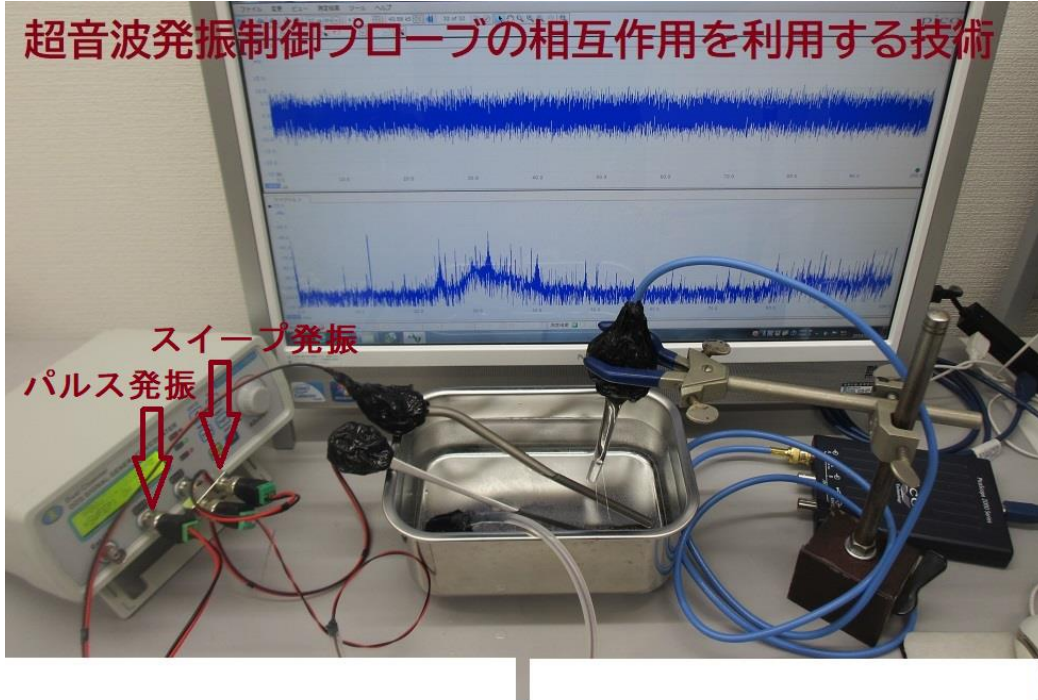


送受信面（接触面）の調整による、ダイナミックな変化

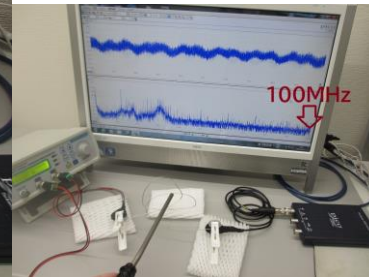
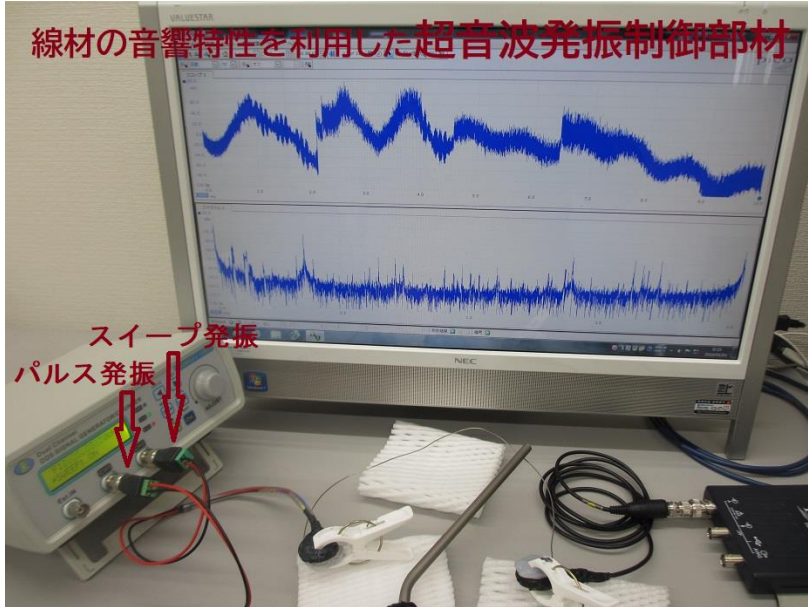


送受信面（接触面）の調整による、ダイナミックな変化

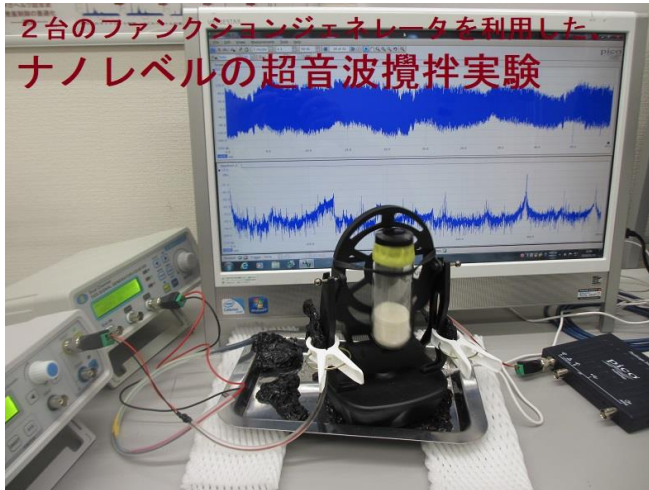
超音波発振制御プローブの相互作用を利用する技術



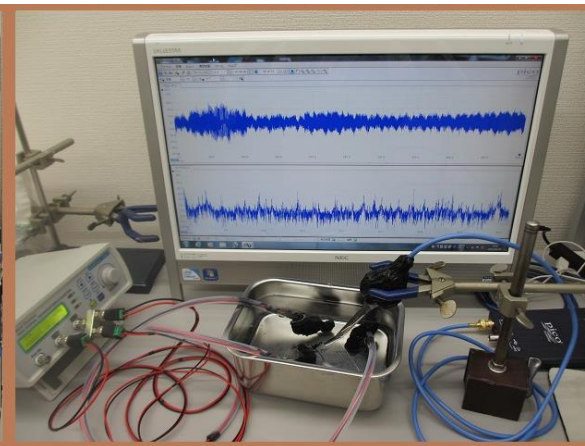
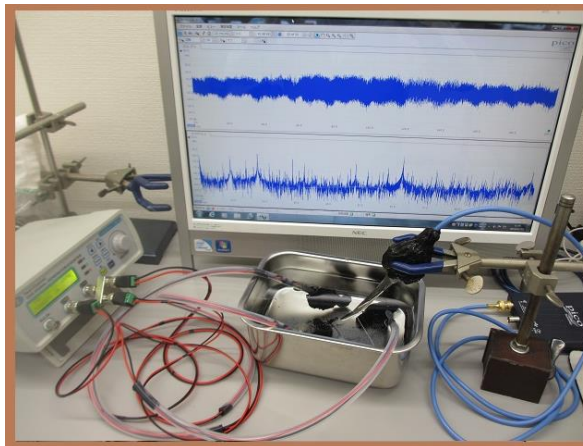
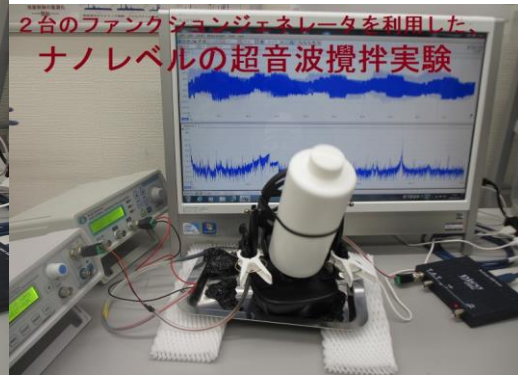
線材の音響特性を利用した超音波発振制御部材



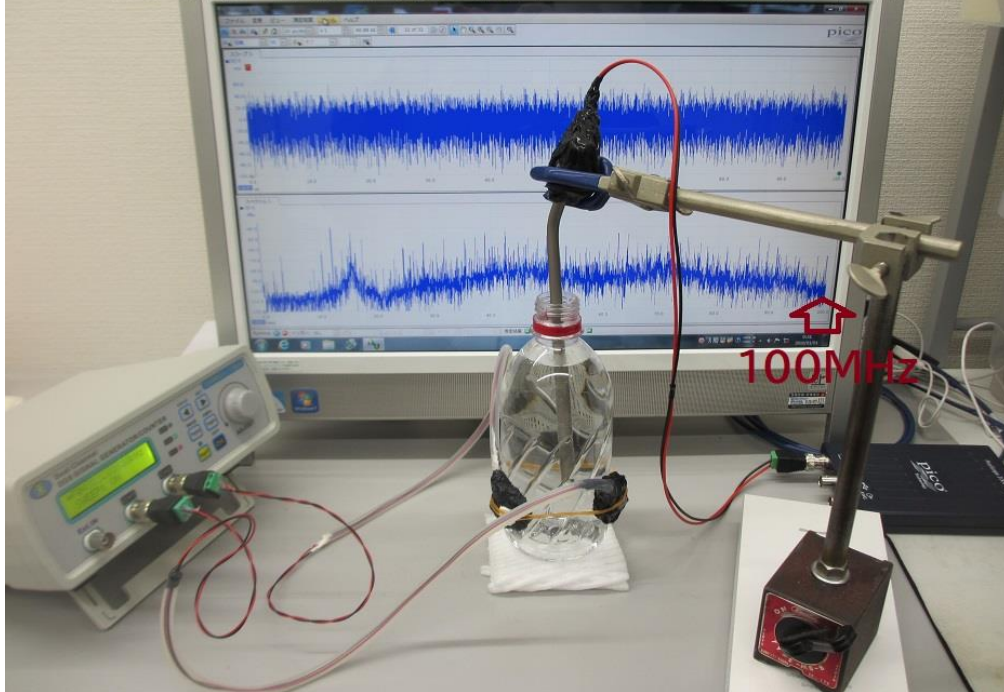
2台のファンクションジェネレータを利用した、
ナノレベルの超音波攪拌実験



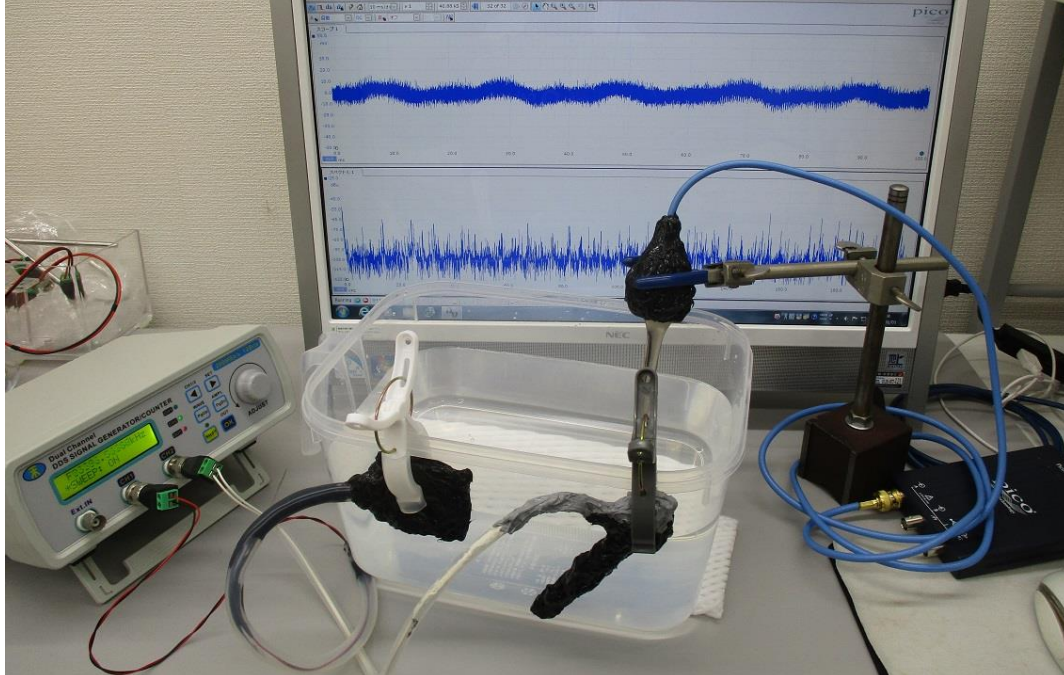
2台のファンクションジェネレータを利用した、
ナノレベルの超音波攪拌実験

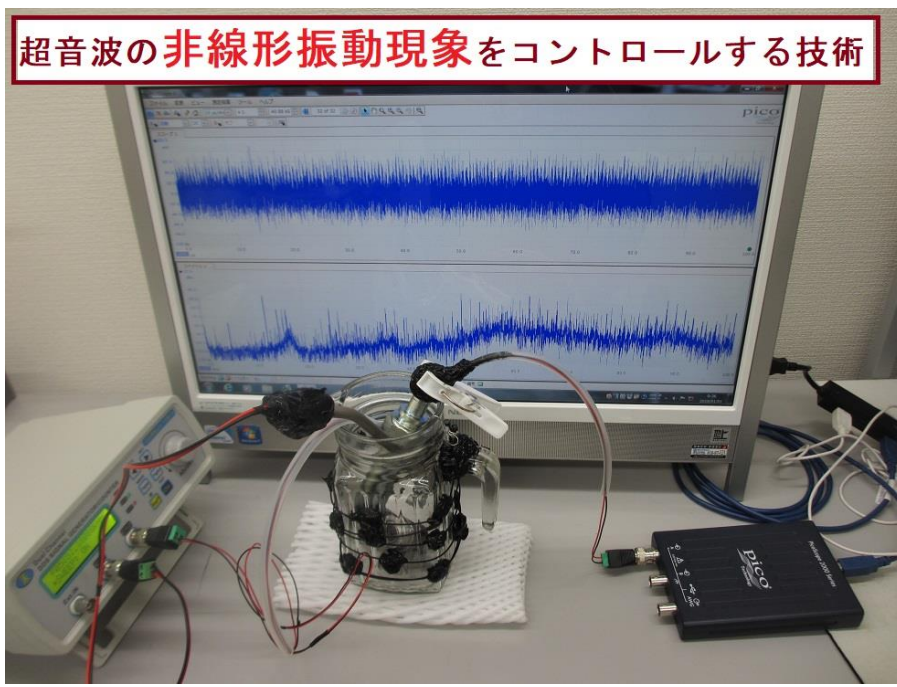
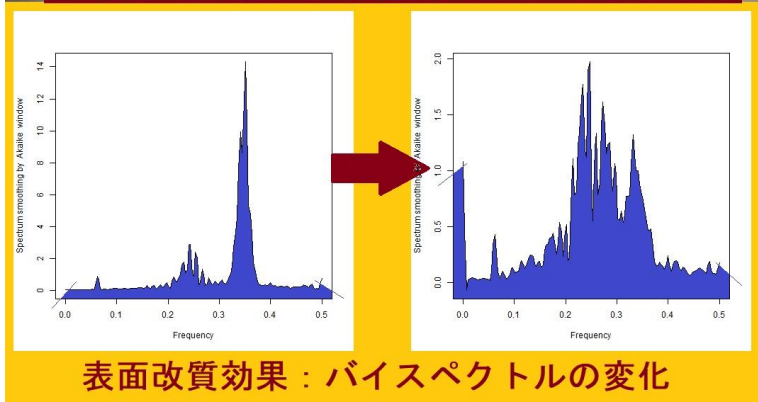
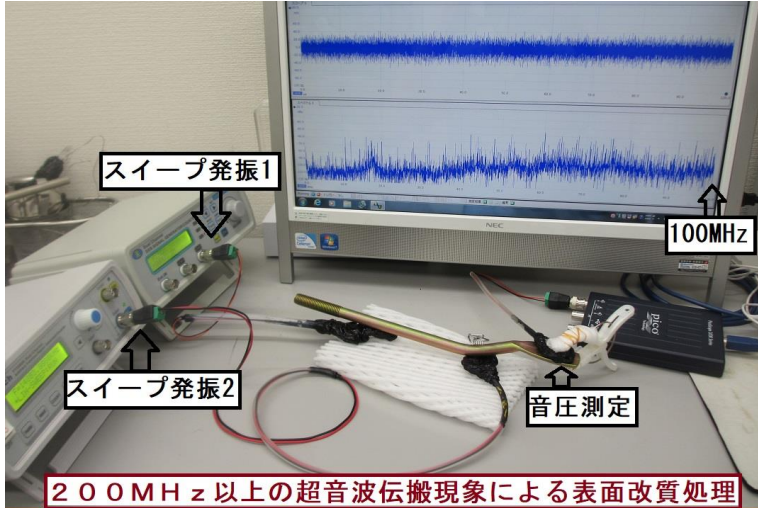


— 超音波の非線形現象制御による化学反応制御 —

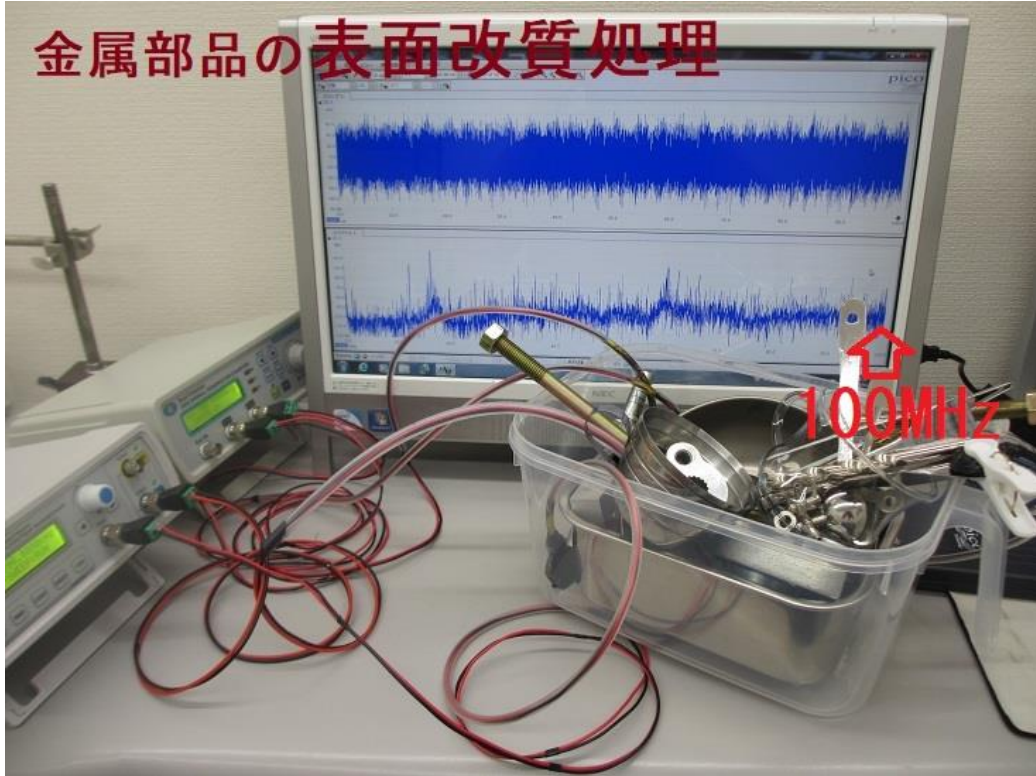


樹脂容器を利用した、メガヘルツの超音波システム
(超音波の発振制御技術の応用)

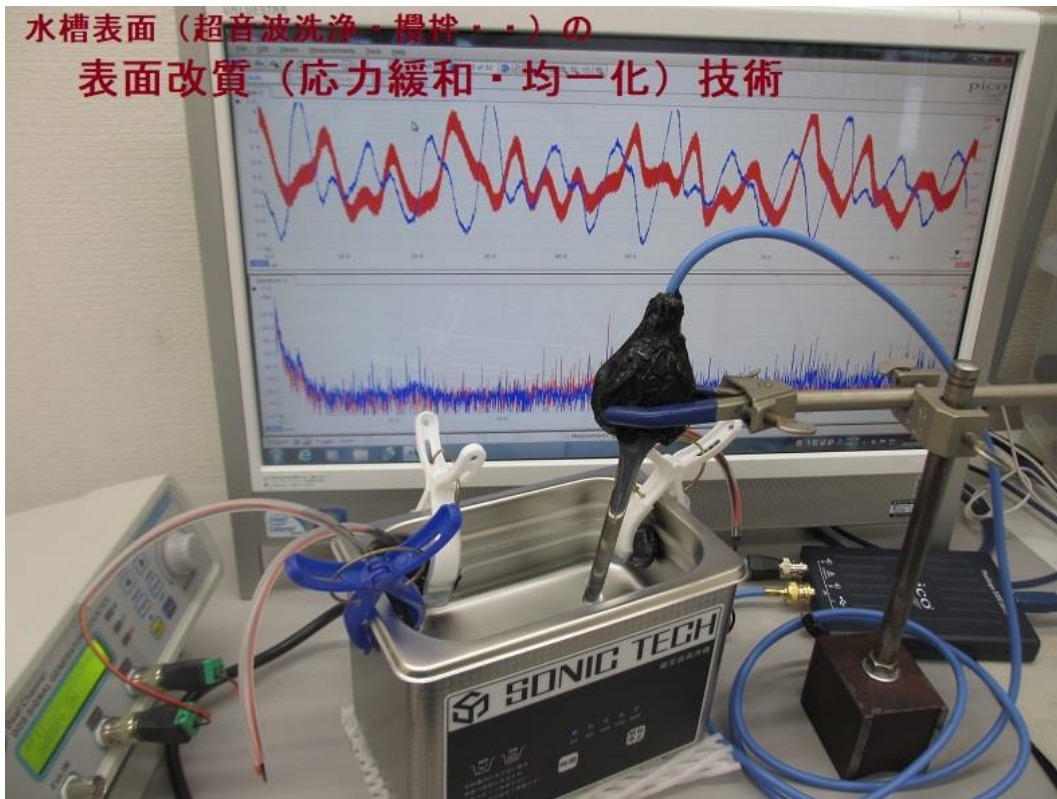




金属部品の表面改質処理



水槽表面（超音波洗浄・攪拌・・・）の 表面改質（応力緩和・均一化）技術





参考

超音波プローブによる非線形伝搬制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=9798>

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>

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

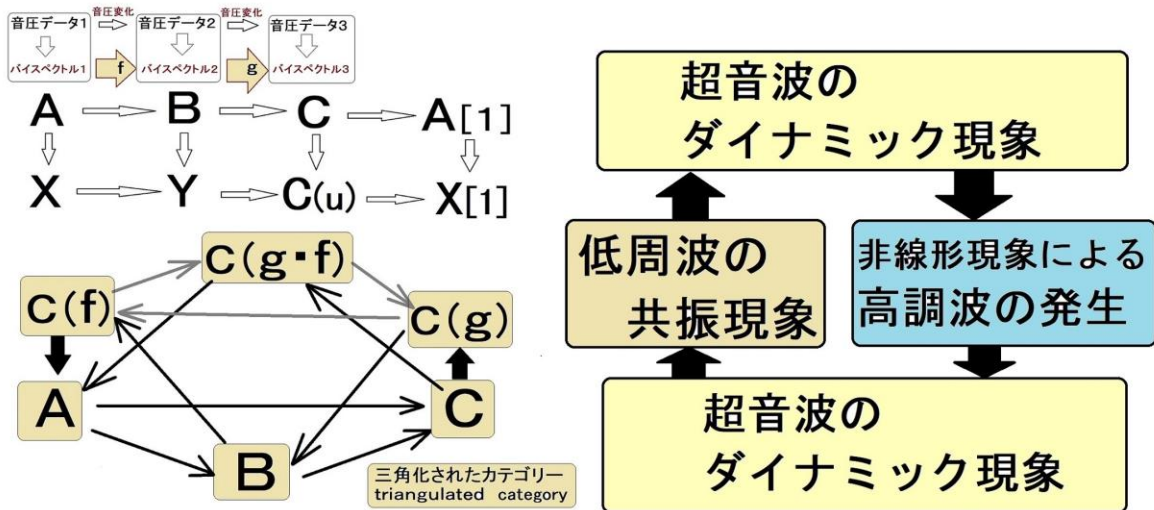
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

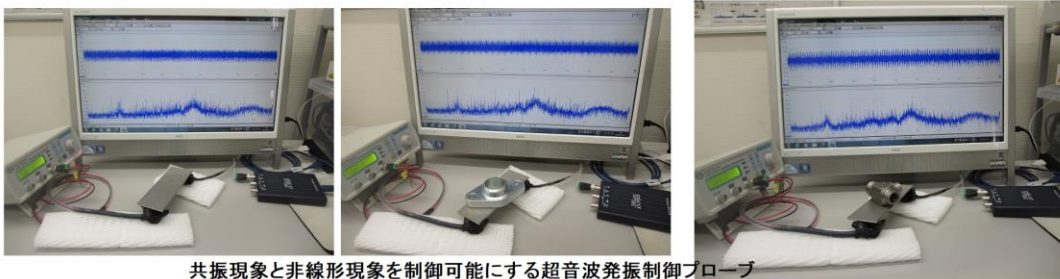
<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

【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



超音波のダイナミック制御



共振現象と非線形現象を制御可能にする超音波発振制御プローブ
 ——抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル——
 (共振現象と非線形現象の最適化技術)

超音波の非線形現象を評価する技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=13919>

二種類の超音波プローブを発振制御する技術

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

2台のファンクションジェネレータの利用技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2295>