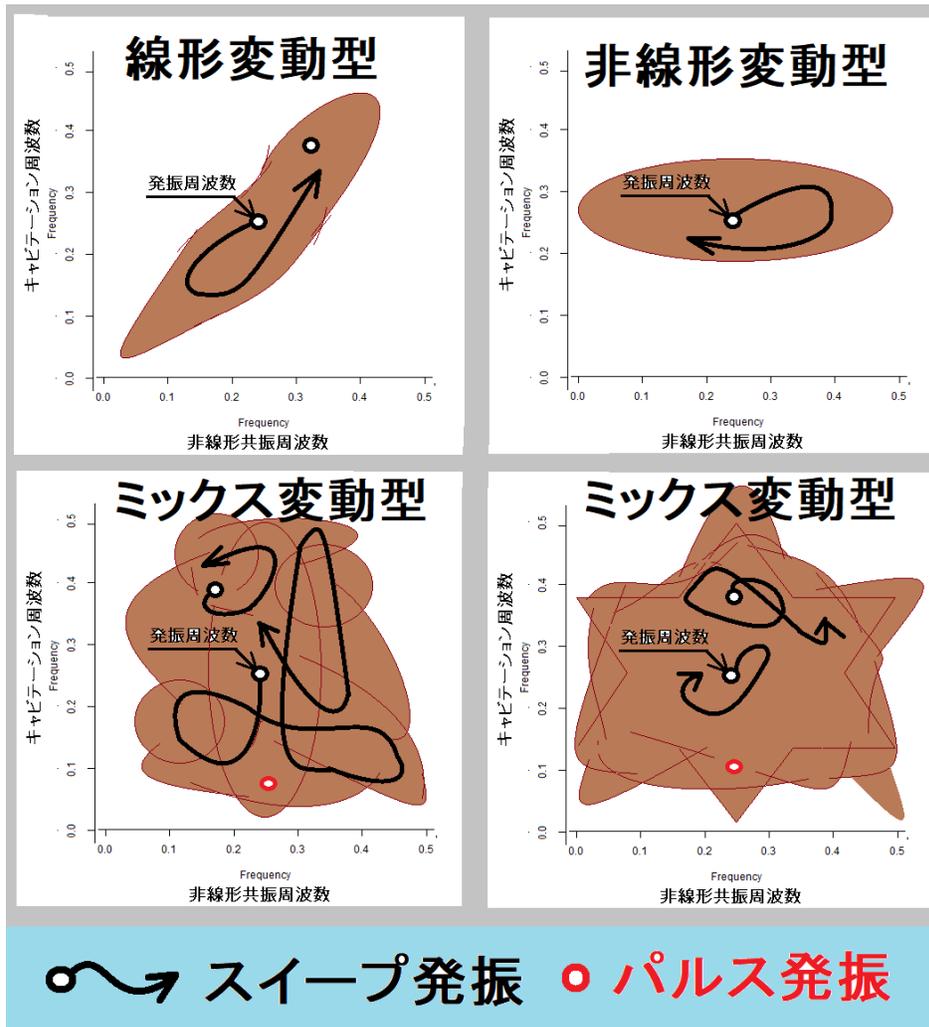


超音波伝搬現象の分類による、 超音波の非線形スイープ発振制御技術

(複数の超音波をスイープ発振することによる、超音波伝搬制御技術)

超音波システム研究所は、
超音波伝搬状態の測定・解析により、
超音波振動が伝搬する現象に関する分類方法を開発しました。

この分類に基づいて、非線形共振型超音波発振プローブを利用した、
超音波の非線形スイープ発振制御技術を開発しました。



この超音波のスイープ発振制御技術は、
超音波の伝搬状態に関する
主要となる周波数（パワースペクトル）の
ダイナミック特性（非線形現象の変化）により
線形・非線形の共振効果を目的に合わせてコントロールします。

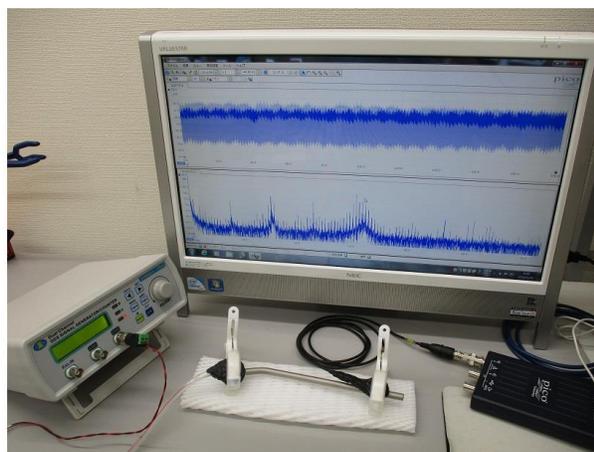
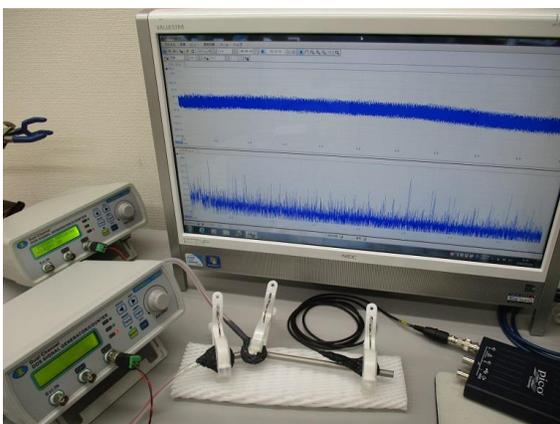
これまでの実験・データ測定解析から
効果的な利用方法を
以下のような
4つの推奨制御に分類することができました。

- 1：2種類のスイープ発振制御（線形型）
- 2：3種類のスイープ発振制御（非線形型）
- 3：4種類のスイープ発振制御（ミックス型）
- 4：上記の組み合わせによるダイナミック制御（変動型）

さらに変動型は、スイープ発振条件により、以下のような
3つの制御タイプに分類することができました。

- 1：線形変動制御型**
- 2：非線形変動制御型**
- 3：ミックス変動制御型（ダイナミック変動型）**

上記の各タイプに基づいた装置開発・制御設定・検査・・・
超音波技術の応用に関して成功事例が多数あります。



特に、

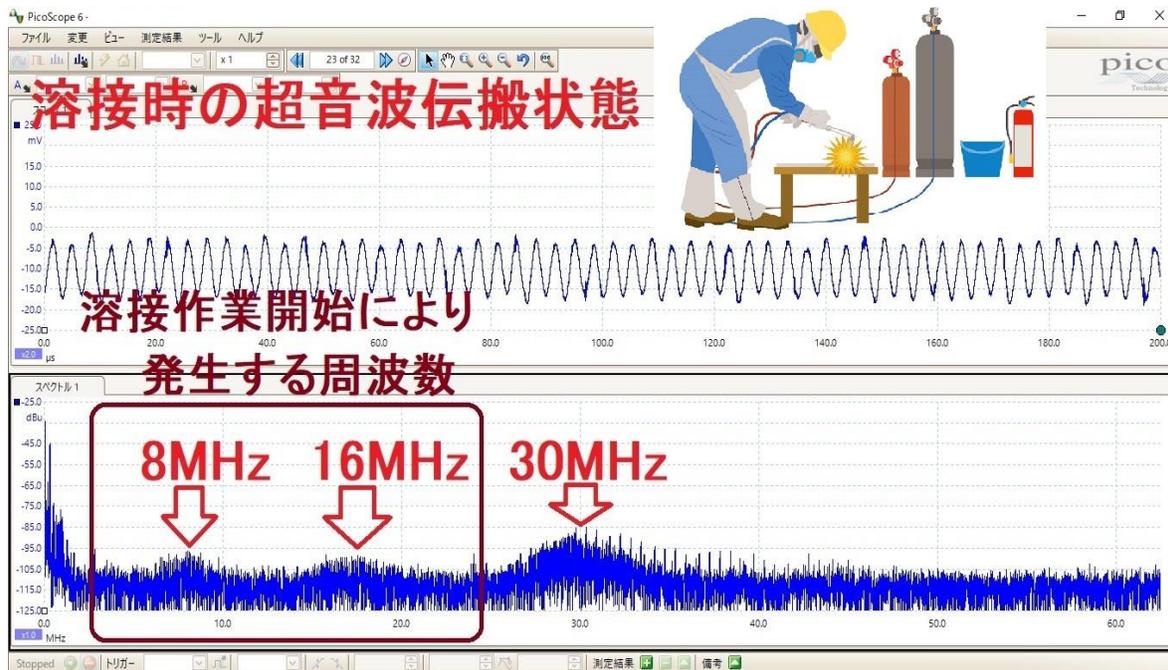
安定性・変化の状態・・・に関して
周波数成分による詳細な分類により、
目的と効果に対する、効率のよい
各種条件の設定・調整が可能になりました。

さらに、洗浄に関しては

汚れの特性やバラツキに関する情報が得られにくいため
このような分類をベースに実験確認することで
効果的な超音波制御が、実現します。

その他の応用事例

超音波洗浄機の評価、超音波振動子の評価、・・・
超音波加工・溶接・曲げ・・・振動現象の制御
超音波による化学反応促進・抑制（例 めっき）処理
表面を伝搬する超音波振動の特性による表面検査・表面処理
液体・気体・弾性体（粉末・・・）に対する
超音波（攪拌・乳化・分散・粉碎・表面の均一化・・・）処理
その他



この制御の本質的なアイデアは、
超音波の音圧データの解析結果（バースペクトル）のデータ群を、
抽象代数学の「導来関手」に適応させるということです。

抽象的ですが、超音波の伝搬状態を計測解析するなかで
非線形現象（バースペクトル）に関する、対応・制御事例から
時間経過とともに変化する状態を捉えるために
「導来関手」とスペクトルシーケンスの関係を
線形・非線形の共振効果に対応した
超音波の伝搬空間を、複体の変化と考えました。

この複体の変化について、境界部分について検討することで
非線形の共振現象（高調波の発生）を、
高次のコホモロジーに対応させる方法を考え
制御設定（ノウハウ）として実現しました。



ノウハウ: 論理モデルに基づいた制御技術開発

複数のスイープ発振を組み合わせるために、非常に重要です。

その結果、超音波システム研究所の

「複数のスイープ発振による非線形制御技術」は、
具体的な技術（例 超音波制御システム）として実現しています。

応用技術の可能性として

非線形現象の発生と消滅に関する研究開発を進めています。

「超音波利用の最も大きな効果が、非線形現象のダイナミックな変化にある」
という考え方がさらに一歩進んだと考えています。

注意：超音波機器による発振について

超音波発振機、ファンクションジェネレータ、・・・による
発振は、機器固有の発振設計（ハード、ソフト）が行われています。
固有条件の影響は、非常に大きいため、異なる発振機器の組み合わせは、
超音波の測定・解析に基づいた条件設定を行うことで
制御範囲を大きく拡大します。

（詳細・ノウハウ・・・は、コンサルティング対応で説明します）

興味のある方は、メールでお問い合わせ下さい



参考実験

<超音波のスイープ発振制御>

- 1 : 線形変動制御型
- 2 : 非線形変動制御型
- 3 : ミックス変動制御型 (ダイナミック変動型)

<https://youtu.be/gXaGR11cr4Y>

<https://youtu.be/PIW9S8dPITQ>

<https://youtu.be/JkdM7qmlzCo>

<https://youtu.be/ZVouoV1vIRM>

<https://youtu.be/4r-iNeVZeM0>

<https://youtu.be/ieRe-oAqWuw>

<https://youtu.be/vbqsgogidHg>

https://youtu.be/5hj33Q-KI_Q

<https://youtu.be/z5jXAb7oVOU>

https://youtu.be/r_T-W966a34

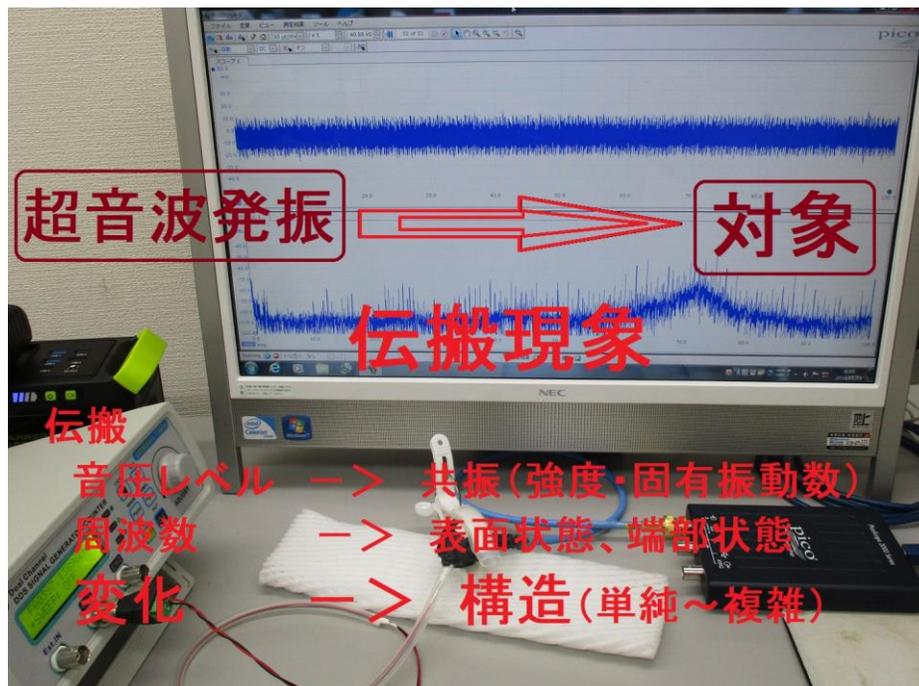
<https://youtu.be/zgzsYXBkmwk>

https://youtu.be/f8JzjYVL_VU

<https://youtu.be/xB8u1CIuiPI>

https://youtu.be/liueZi_NrKw

<https://youtu.be/kQX7bWrNc0A>

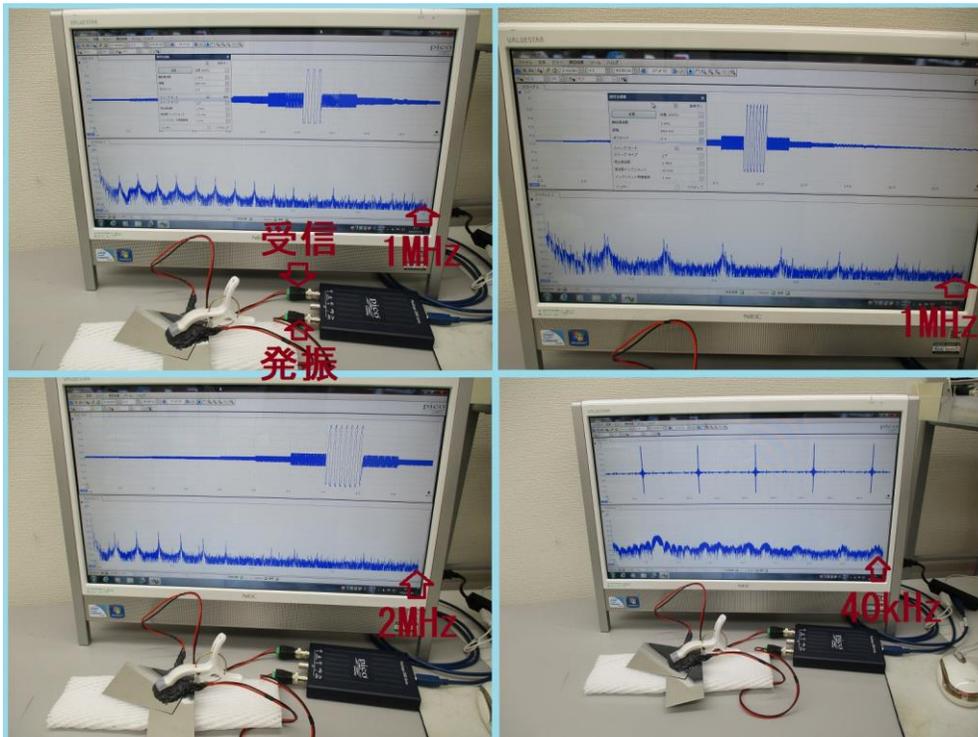


1種類のスイープ発振による超音波実験

<https://youtu.be/4Ps9YoZ8JSc>

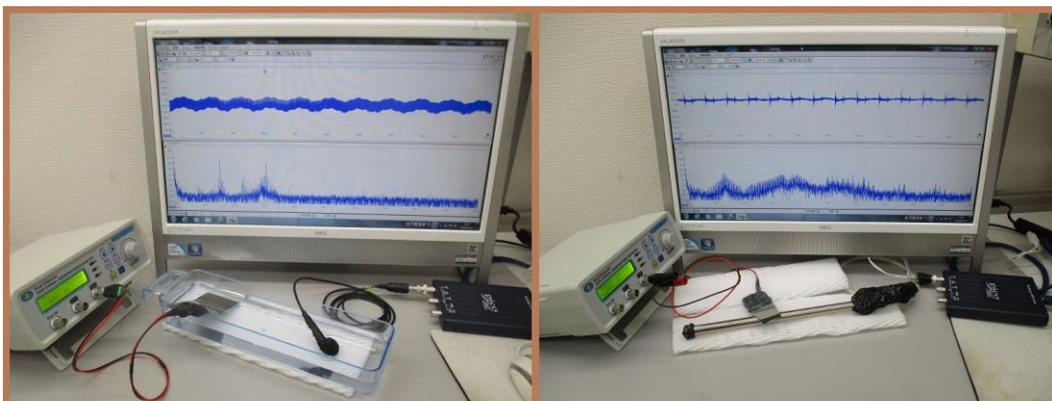
<https://youtu.be/dKtXD6vGiic>

<https://youtu.be/VzRHe46xJy4>

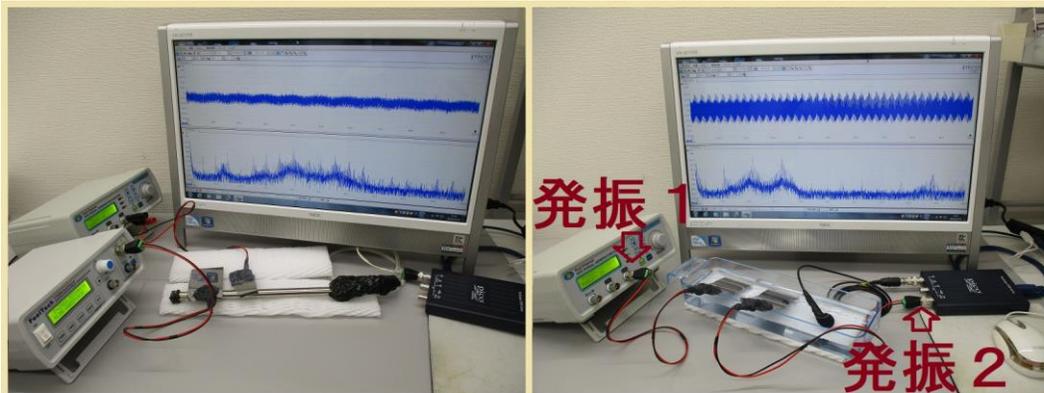


超音波テスターNA（100MHzタイプ）の超音波発振機能を利用した

スイープ発振実験



1種類のスイープ発振による超音波実験



2種類のスイープ発振による超音波実験

2種類のスイープ発振による超音波実験

<https://youtu.be/BNimkKGdH0>

<https://youtu.be/2hnILaevhWY>

<https://youtu.be/aR0rH9P3SVg>

https://youtu.be/RJYT_bp10-4

<https://youtu.be/ByRveCU76co>

<https://youtu.be/a5laSIz3McM>

<https://youtu.be/D-aJ883C1MQ>

https://youtu.be/1kzx3U_R_Cc

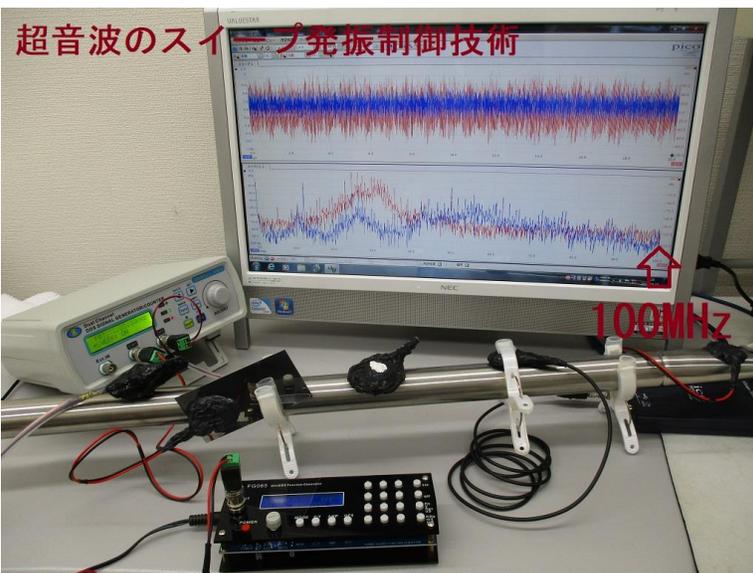
<https://youtu.be/Aa1uXmhM5pw>

<https://youtu.be/0s7Zckw4zmo>

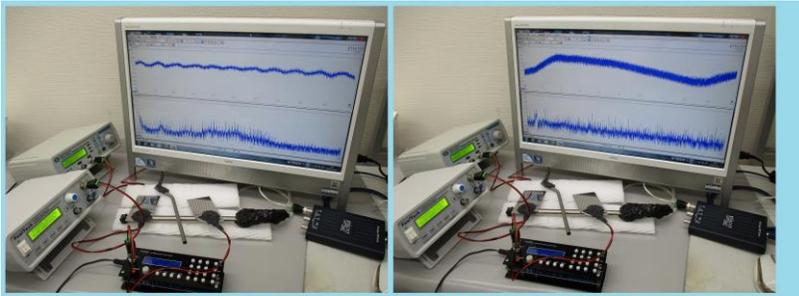
<https://youtu.be/huTMvrWTvc4>

<https://youtu.be/1poD5J7iTnc>

<https://youtu.be/l3Y-nx30gJM>



超音波のスイープ発振制御技術



複数の超音波をスイープ発振することによる、

超音波伝搬制御技術

3種類のスイープ発振による超音波実験

<https://youtu.be/92d2Gmyf1M0>

<https://youtu.be/rFwErcdPQIk>

<https://youtu.be/z98oSw7wDnE>

<https://youtu.be/5fB2rwzdeug>

<https://youtu.be/tAatQyDAfy0>

https://youtu.be/Z_d3systtdc

<https://youtu.be/AtCUih-Z0IY>

<https://youtu.be/IoYcMwSdgog>

<https://youtu.be/AODyXMm808w>

<https://youtu.be/8i0xzk9s-Ek>

<https://youtu.be/Op97ManbNfw>

<https://youtu.be/nsLJVTvngQ>

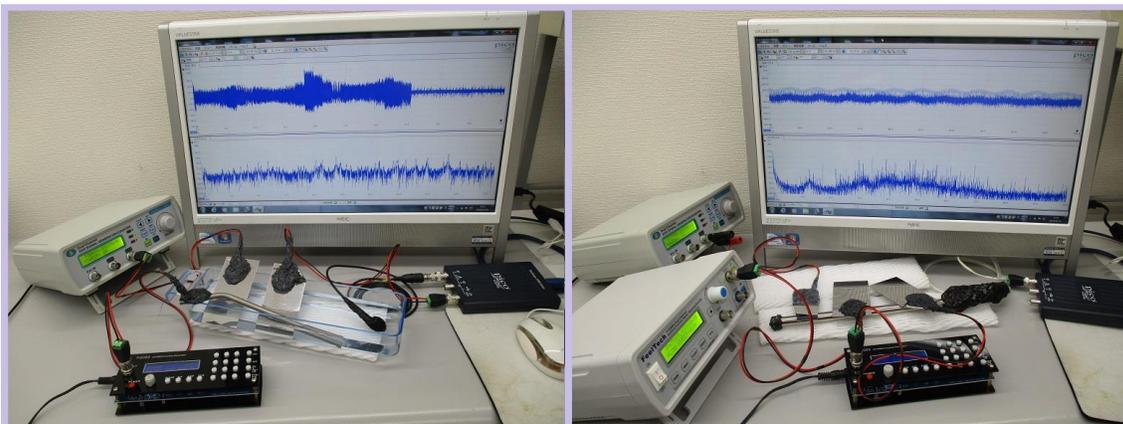
<https://youtu.be/uNcwyF3cQAU>

<https://youtu.be/ImCpDXhW0BU>

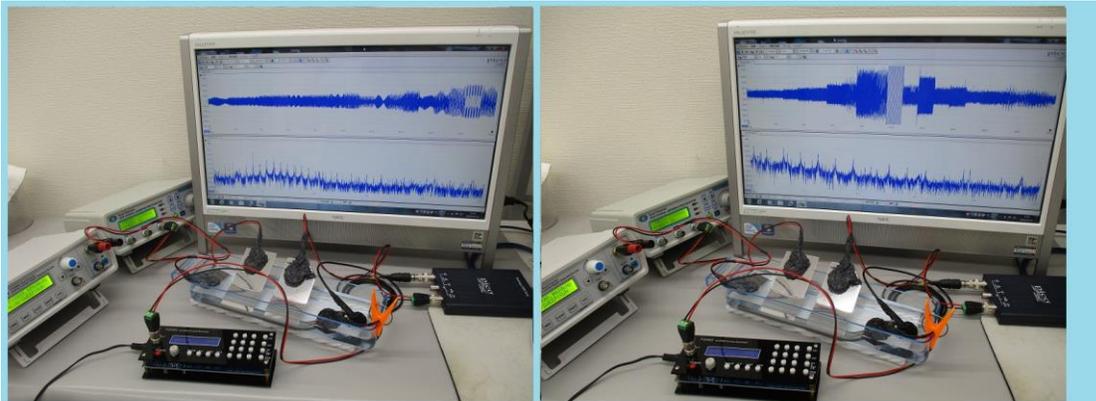
<https://youtu.be/2mWExjgddAg>

https://youtu.be/50_GqPUZJTE

<https://youtu.be/QHpJ470iVpA>



3種類のスイープ発振による超音波実験



4種類のスイープ発振による超音波実験

4種類のスイープ発振による超音波実験

<https://youtu.be/qqz4q6XUfzA>

https://youtu.be/ebz_TIQkZLQ

https://youtu.be/XI7gHR_usx4

<https://youtu.be/SJ0QIX41CzY>

<https://youtu.be/e0AfhFmCISo>

https://youtu.be/hyEJRwf_p5E

<https://youtu.be/a7mP-vzrby4>

<https://youtu.be/V0zEF5eFdvQ>

<https://youtu.be/1HPu6Nq3t14>

<https://youtu.be/IZFTrrPtHJA>

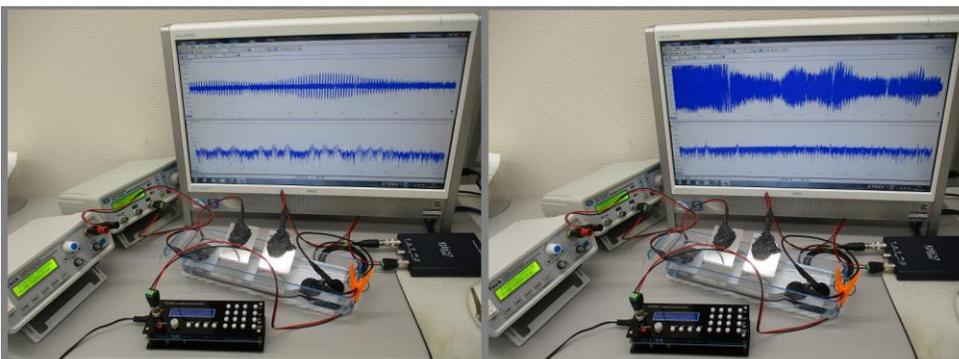
https://youtu.be/7g-5RYQE_To

<https://youtu.be/zXxnB6vIUqY>

<https://youtu.be/Xosv-rp9xiQ>

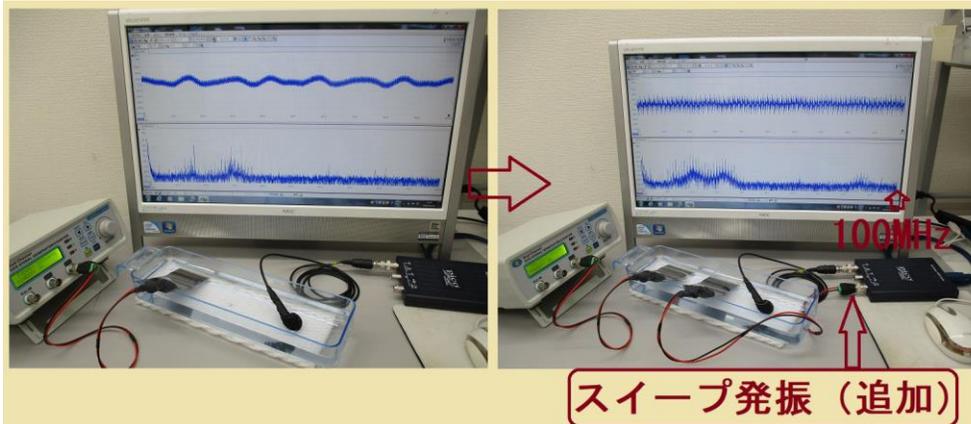
<https://youtu.be/uMuDuTZARXw>

<https://youtu.be/qZIo-oQJrps>



複数の超音波をスイープ発振することによる、

超音波の非線形伝搬制御技術



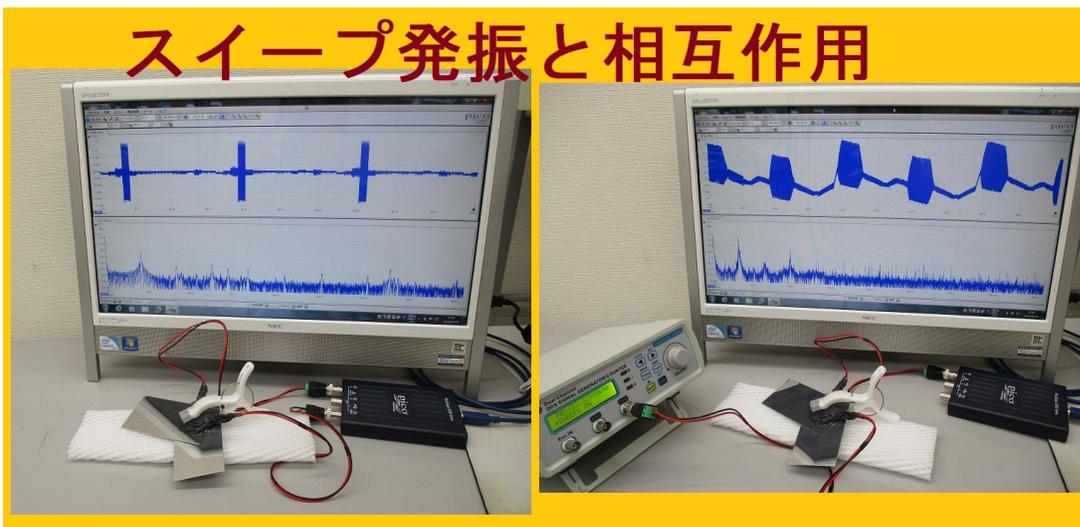
複数の超音波スイープ発振制御技術を開発
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1915>

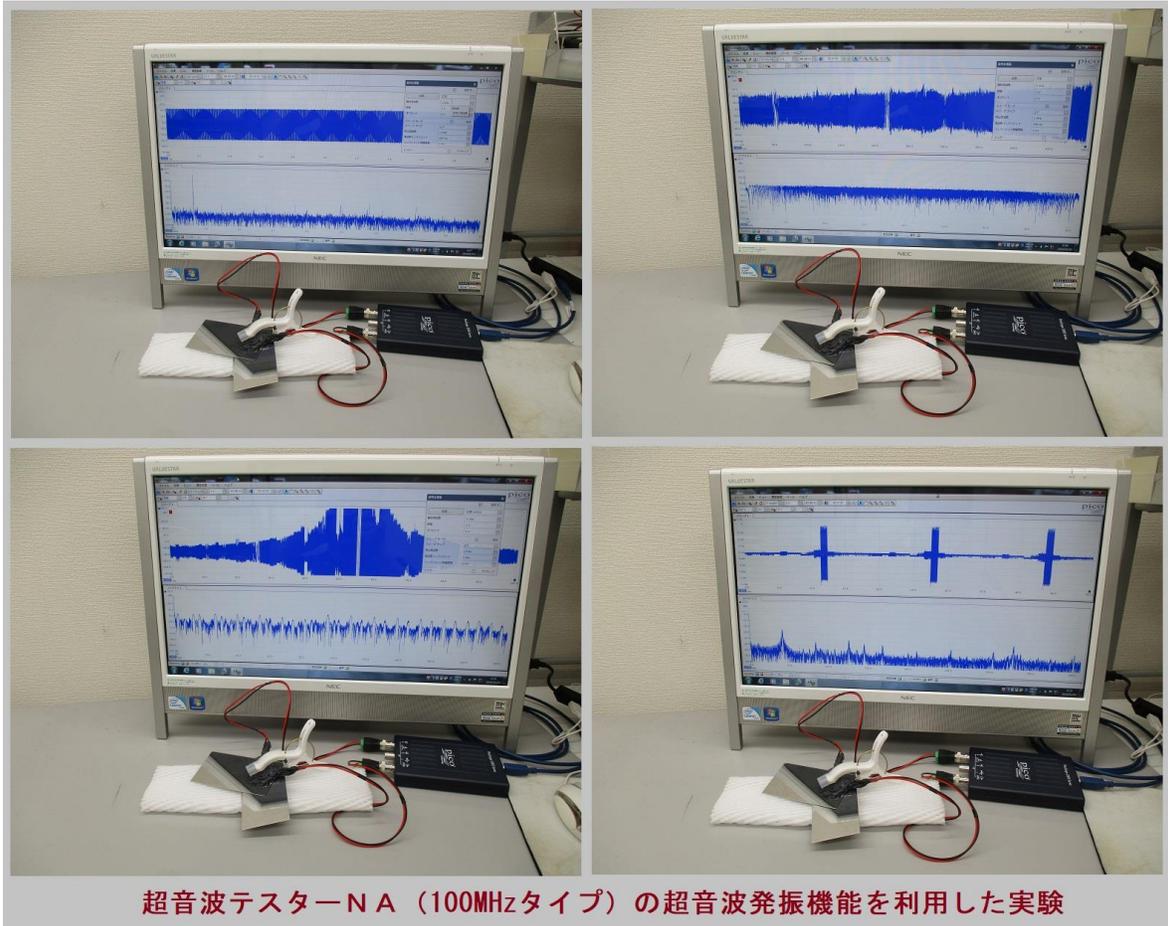
超音波（キャビテーション・音響流）の分類
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17231>

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>





超音波テスターNA (100MHzタイプ) の超音波発振機能を利用した実験

超音波伝搬現象の分類

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10908>

超音波の音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬現象の分類

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10013>

超音波（キャビテーション・音響流）の分類

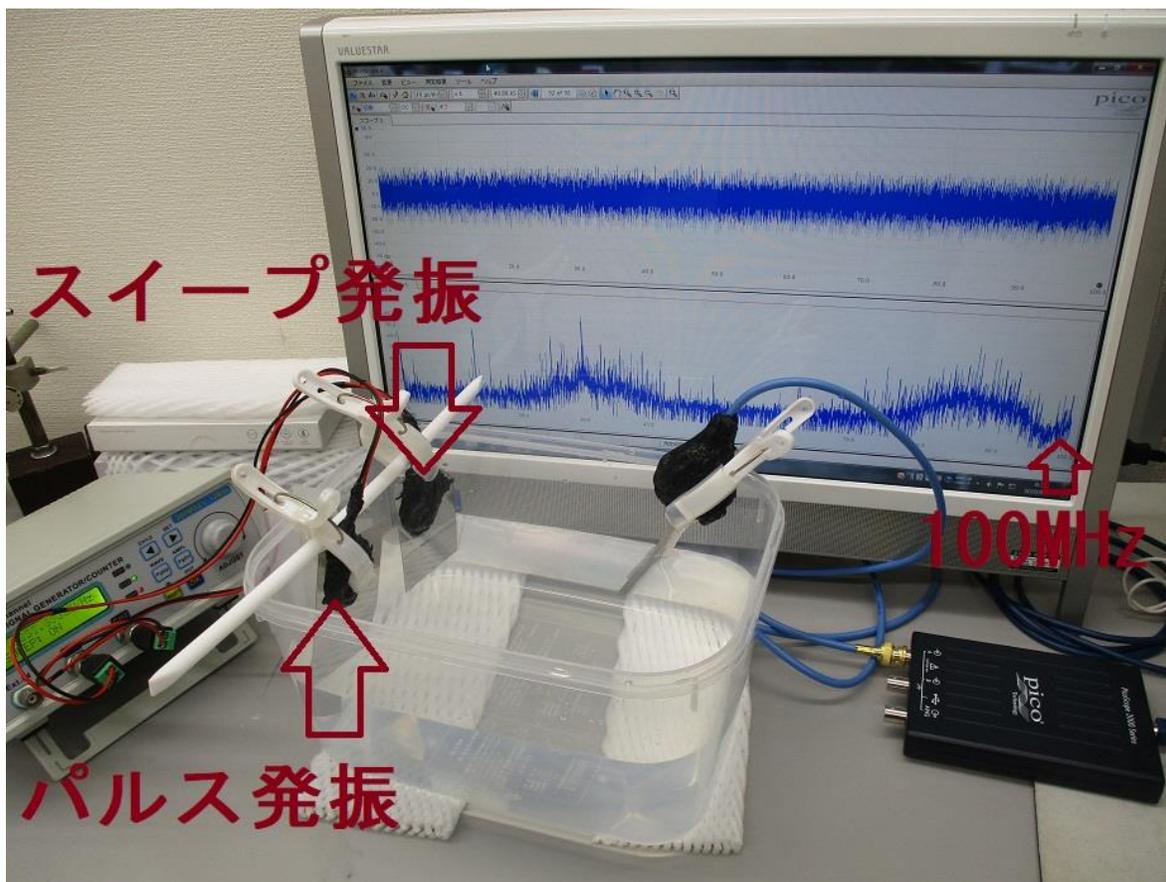
<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/6ec4f4af7fbf70707753895bd229e340.pdf>

ファインバブルを利用した超音波洗浄機

<http://ultrasonic-labo.com/?p=11902>

対象物の振動モードに合わせた、超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17837>



超音波の<音圧計測・実験・解析・評価> (出張) サービス
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15402>

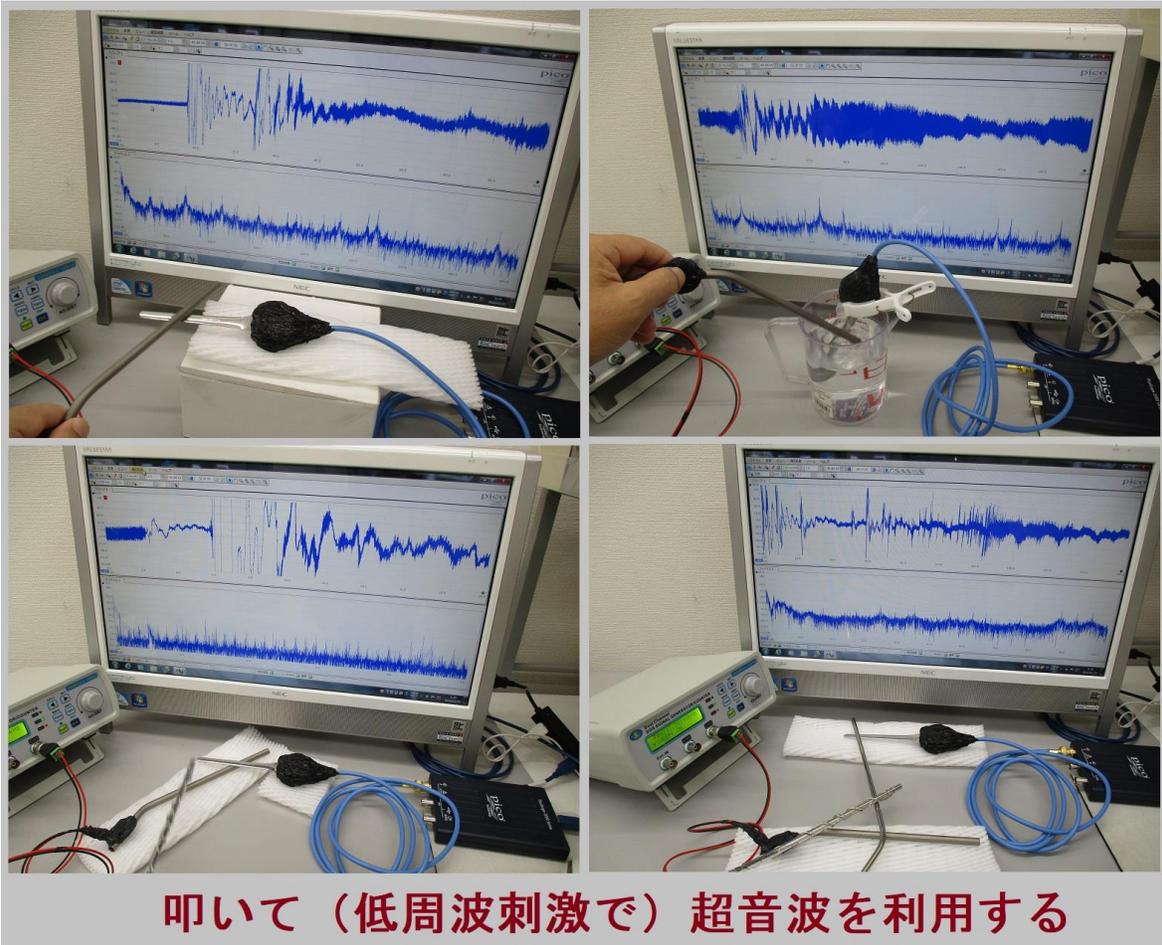
超音波技術：多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15785>

超音波洗浄ラインの超音波伝搬特性を解析・評価する技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2878>

超音波洗浄機の音圧計測
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16509>

超音波出力の最適化技術 1
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15226>

超音波の最適化技術 2
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16557>



超音波による表面検査技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17135>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

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

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

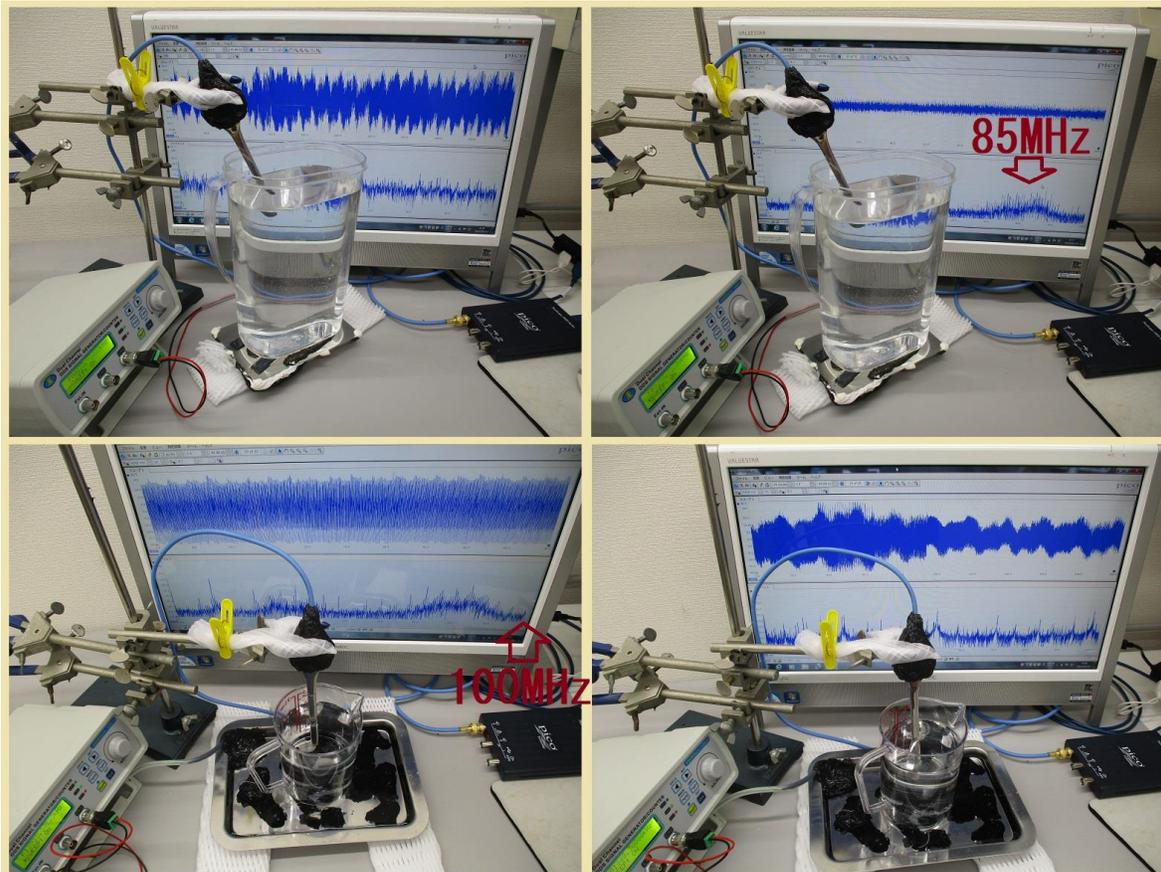
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波制御技術

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

超音波洗浄について

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15233>



＜樹脂容器の音響特性＞を利用した制御技術

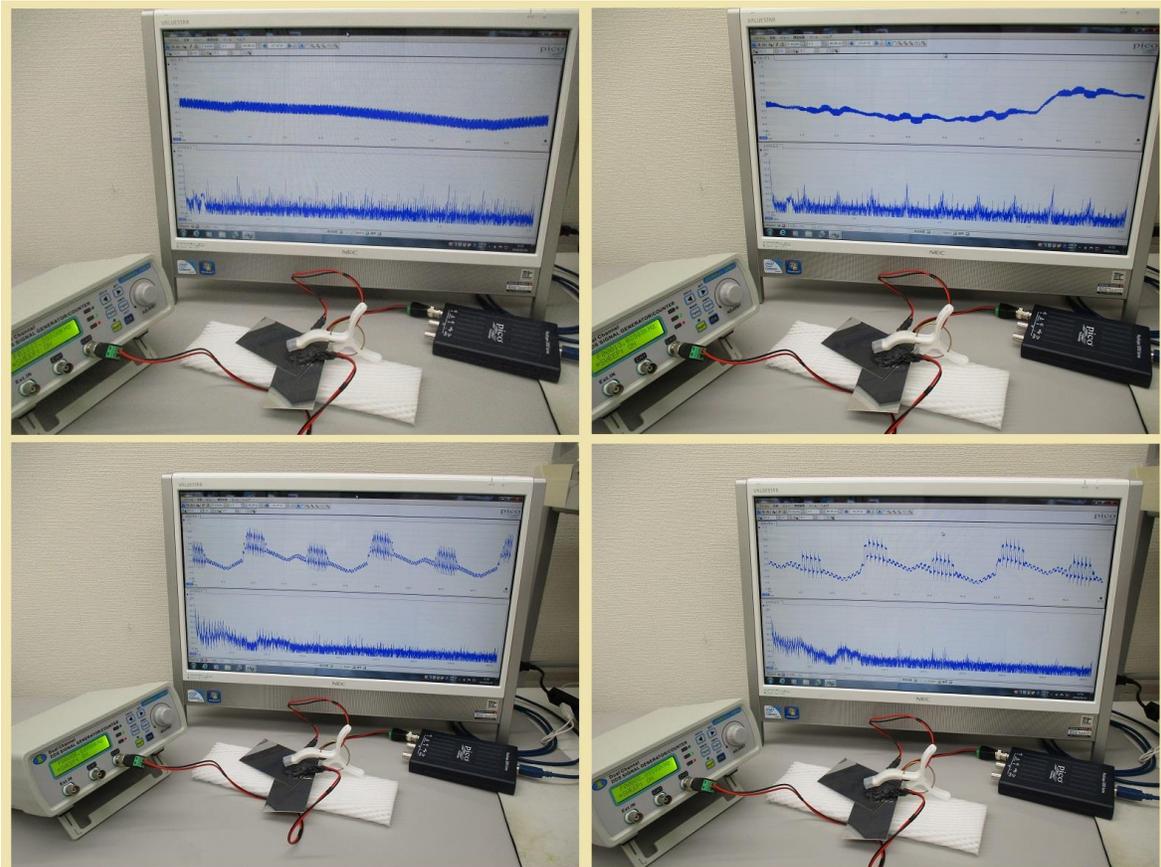
超音波を利用した「振動計測技術」
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>

モノイド圏モデルを利用した超音波制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=9692>

超音波利用実績の公開
<http://ultrasonic-labo.com/?p=13404>

超音波めっき技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=3272>

メガヘルツの超音波発振制御プローブの製造技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15357>



超音波発振（スイープ発振、パルス発振）システム

オリジナル超音波実験

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17799>

超音波加工技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17796>

音と超音波の組み合わせ技術

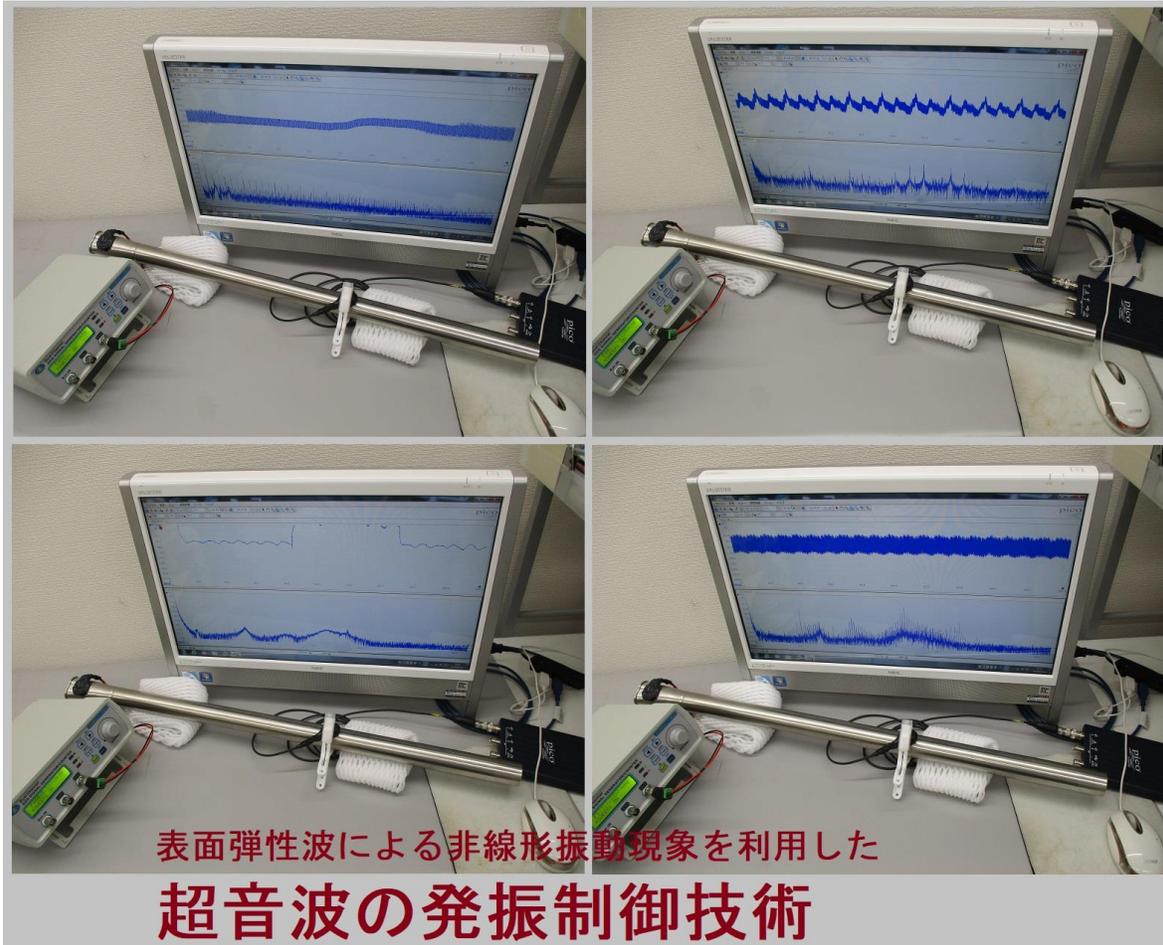
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17590>

オリジナル超音波プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17742>

非線形振動現象のコントロール技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17418>



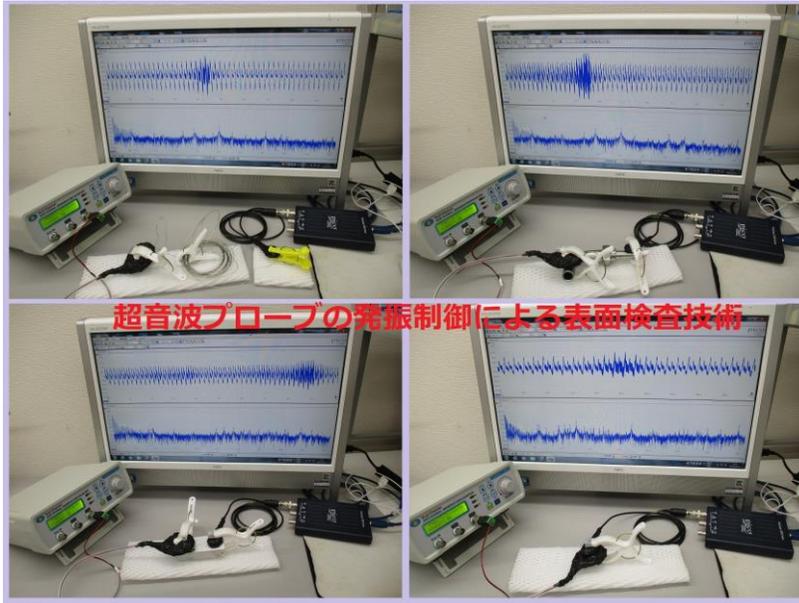
超音波による、ナノレベルの攪拌・乳化・分散・粉碎技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17339>

複数の超音波発振制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15848>

超音波発振による相互作用
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17204>

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>

超音波制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>



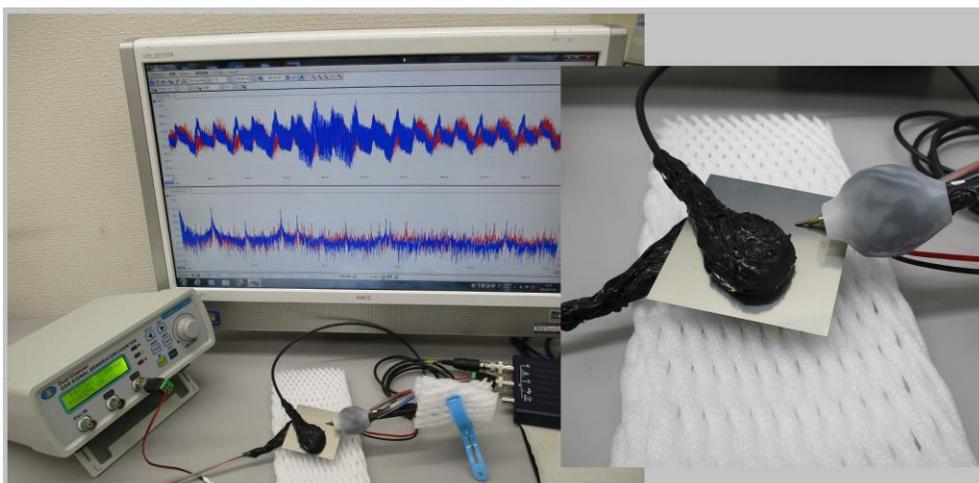
超音波プローブの発振制御による表面検査技術

メガヘルツの超音波発振制御プローブ
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14570>

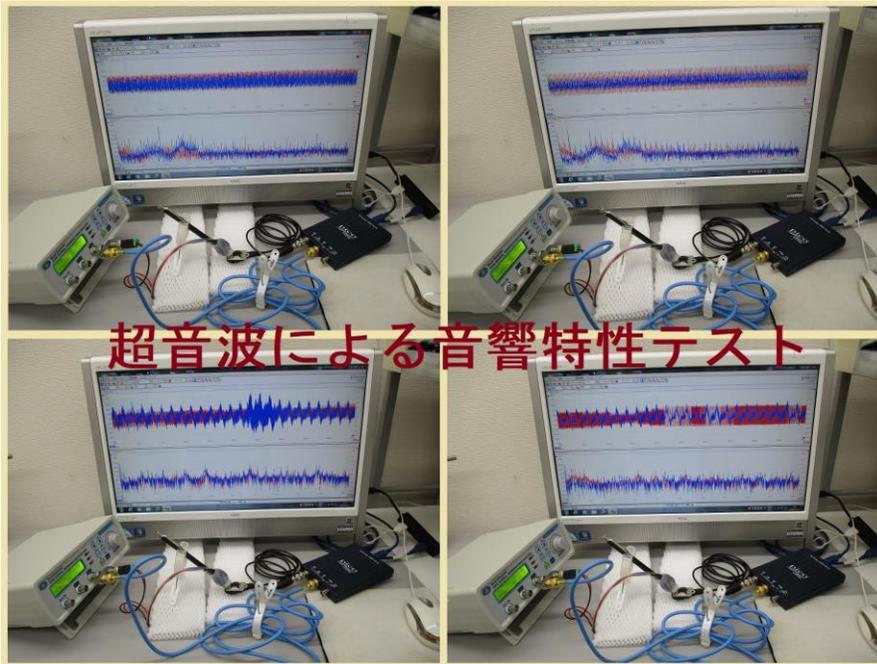
超音波の音圧測定解析システム（オシロスコープ 100MHz タイプ）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17972>

超音波の音圧測定解析システム「超音波テスターNA」
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16120>

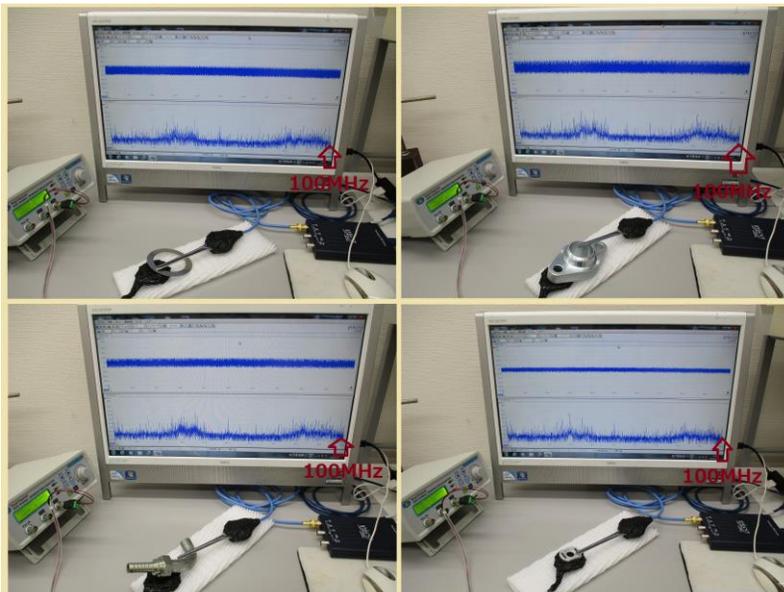
非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>



超音波プローブの発振制御による表面検査技術



超音波による音響特性テスト



送信 : 超音波プローブ 発振型 (非線形タイプ)
 受信 : 超音波プローブ 測定型 (共振タイプ) **超音波プローブの発振制御による表面検査技術**

詳細に興味のある方は

超音波システム研究所にメールでお問い合わせください。

【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