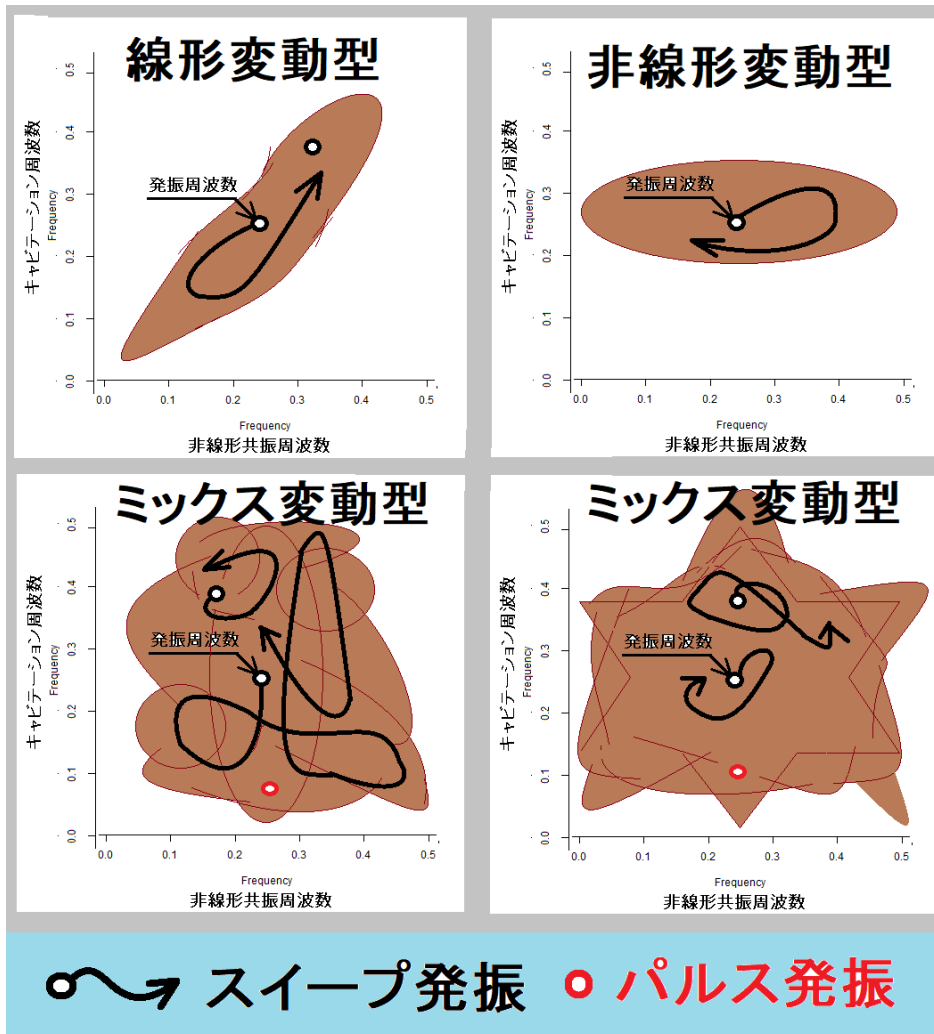


超音波伝搬現象の分類による、 超音波の非線形スイープ発振制御技術

(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。

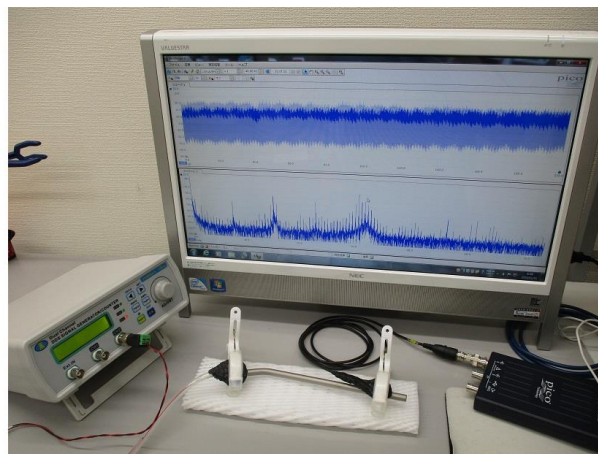
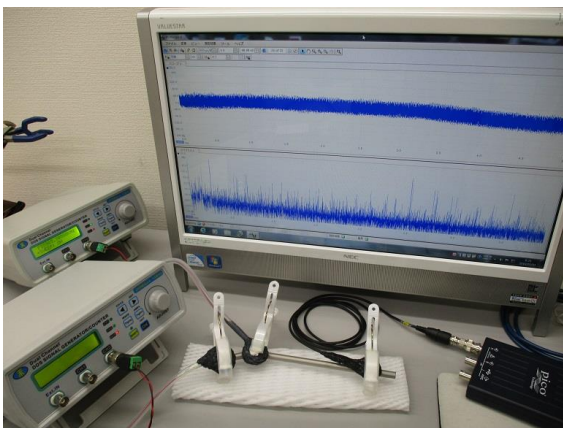
これまでの実験・データ測定解析から
効果的な利用方法を
以下のような
4つの推奨制御に分類することができました。

- 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、

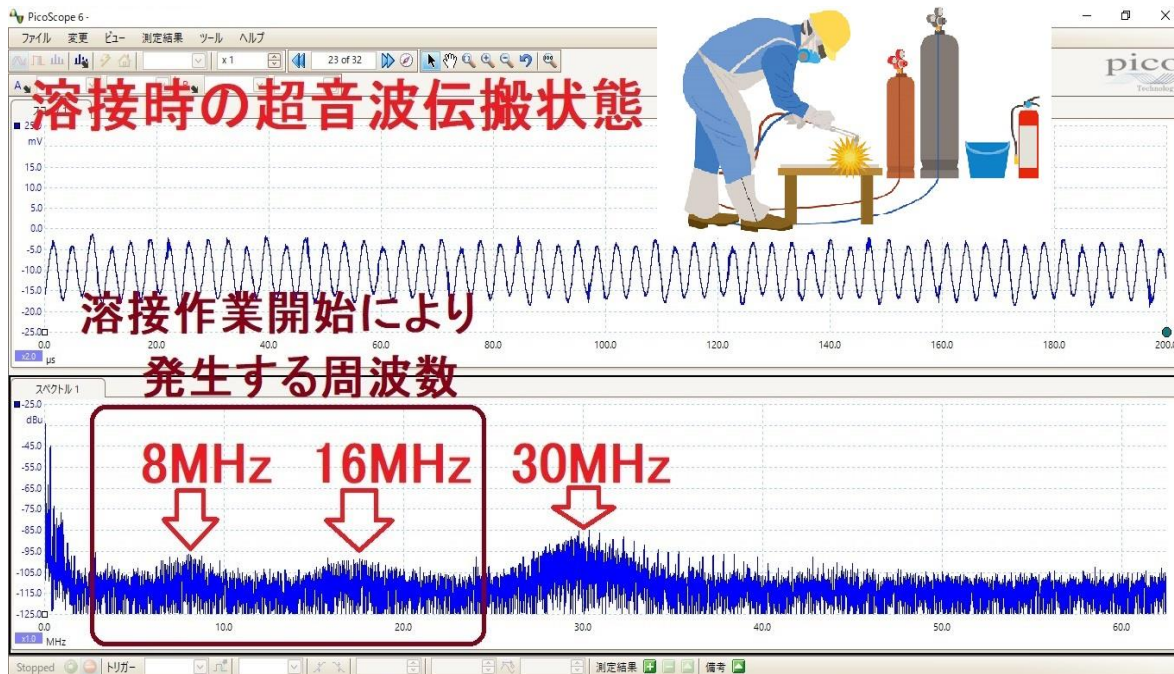
安定性・変化の状態・・・に関して
周波数成分による詳細な分類により、
目的と効果に対する、効率のよい
各種条件の設定・調整が可能になりました。

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



ポイント: 金属が固体と液体の状態になっているときの振動

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

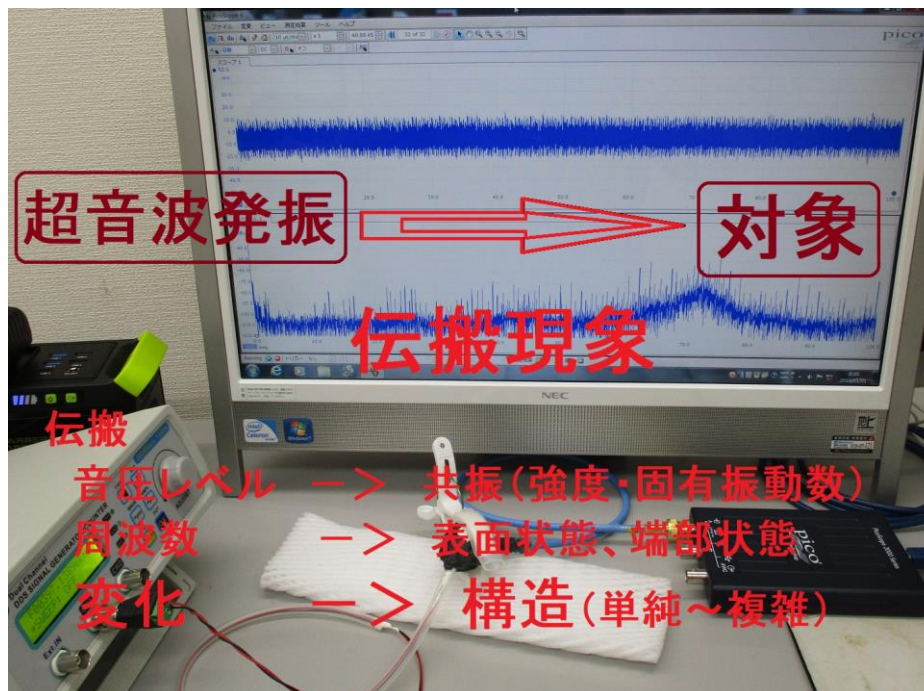
<https://youtu.be/zgzsYXBkmwk>

https://youtu.be/f8JzjYVL_VU

<https://youtu.be/xB8u1CIuiPI>

https://youtu.be/liueZi_NrKw

<https://youtu.be/kQX7bWrNc0A>

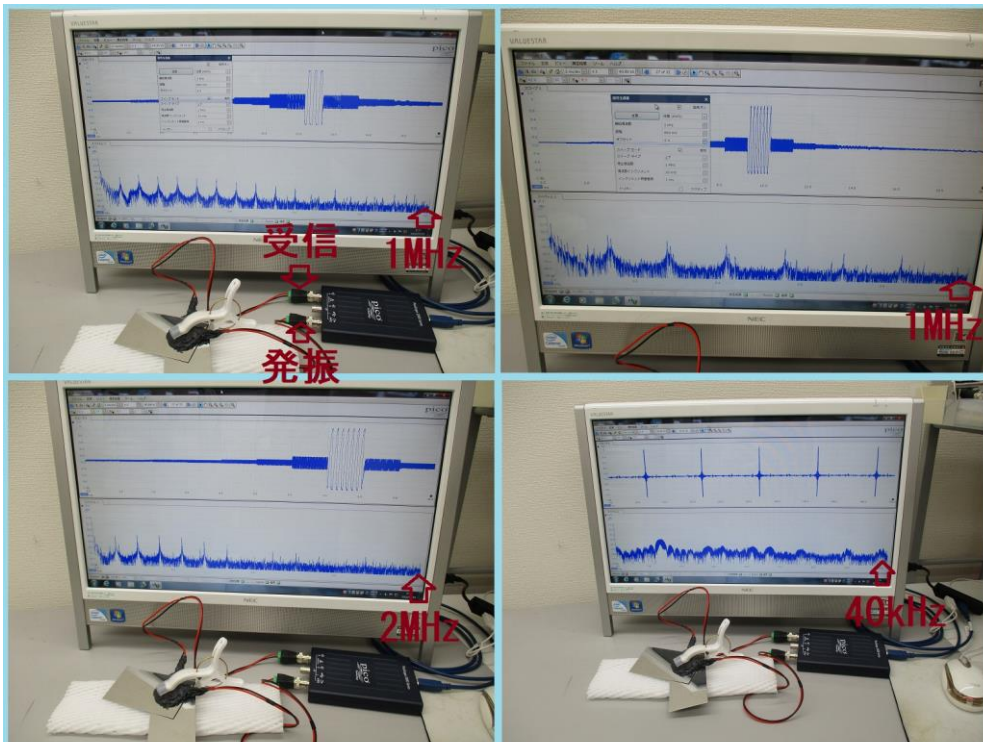


1種類のスイープ発振による超音波実験

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

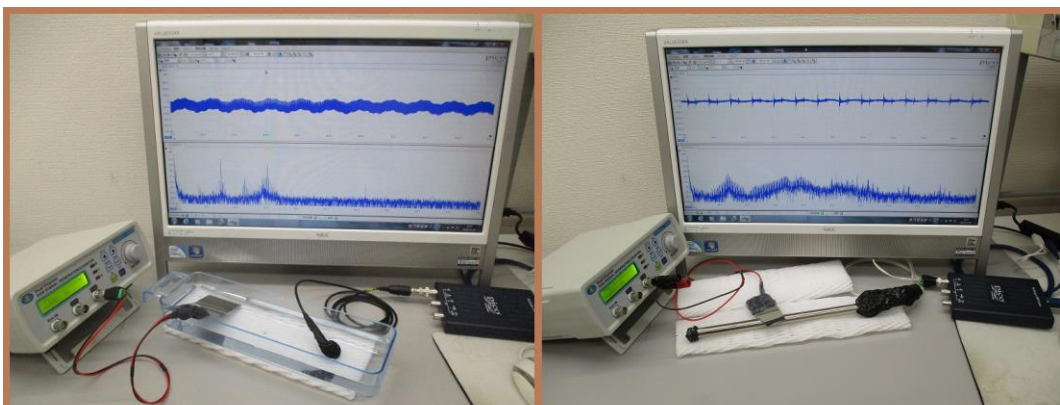
<https://youtu.be/dKtXD6vGiic>

<https://youtu.be/VzRHe46xJy4>

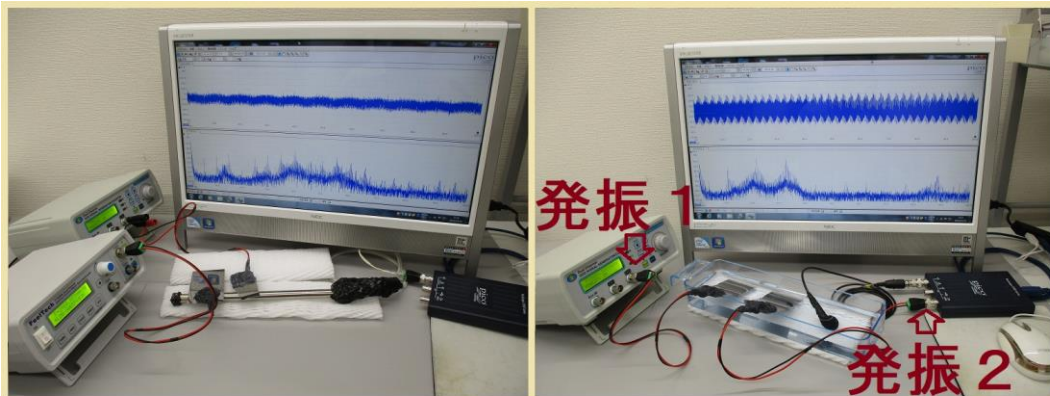


超音波テスターNA（100MHzタイプ）の超音波発振機能を利用した

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

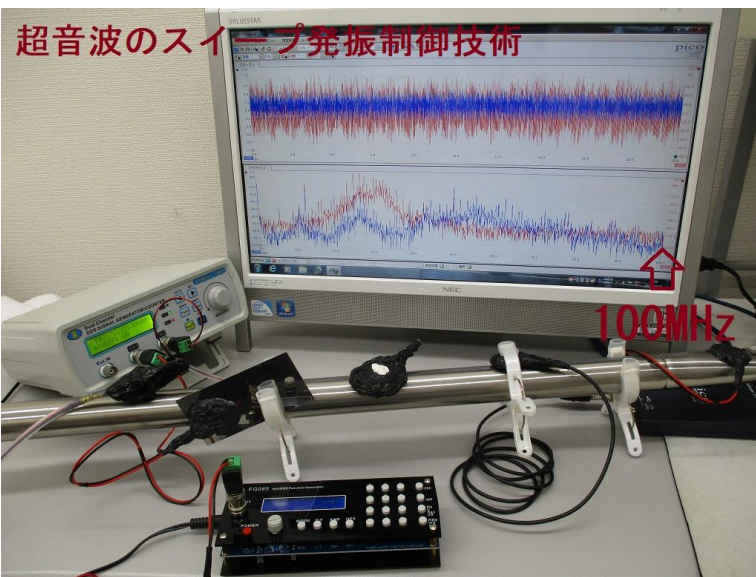
<https://youtu.be/Aa1uXmhM5pw>

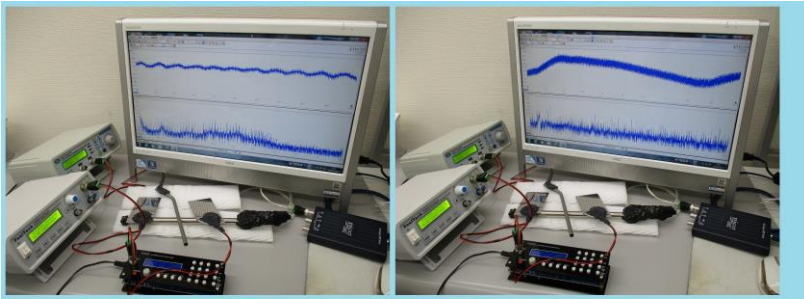
<https://youtu.be/0s7Zckw4zmo>

<https://youtu.be/huTMvrWTvc4>

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

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





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>

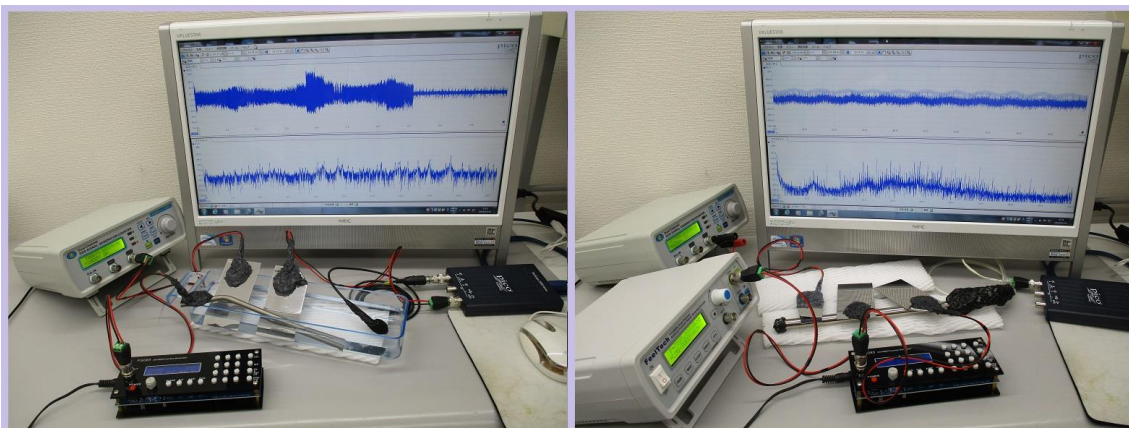
<https://youtu.be/uNcwyF3cQAU>

<https://youtu.be/ImCpDXhW0BU>

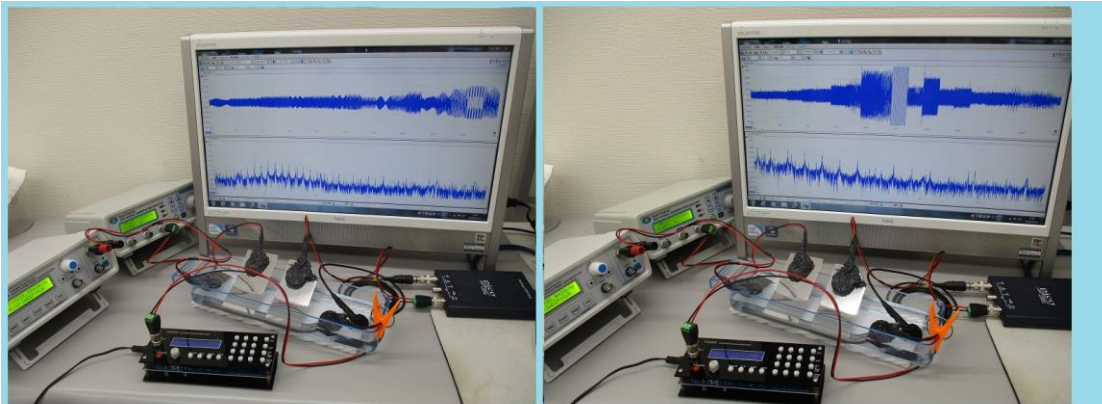
<https://youtu.be/2mWExjgddAg>

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>

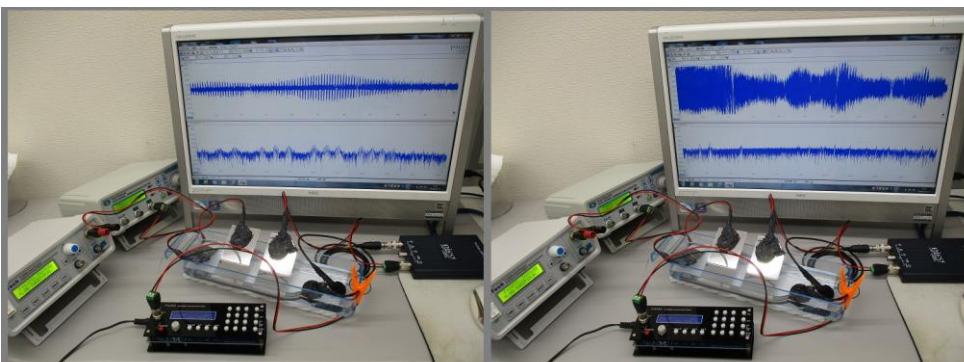
https://youtu.be/7g-5RYQE_To

<https://youtu.be/zXxnB6vIUqY>

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

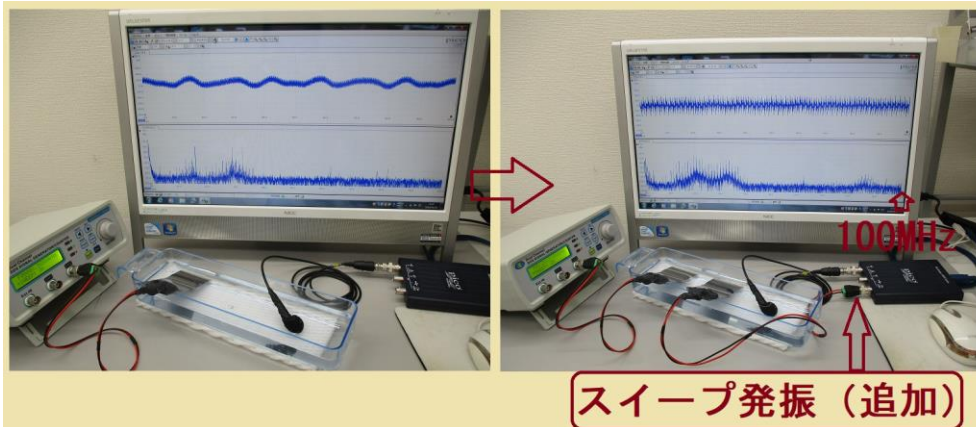
<https://youtu.be/uMuDuTZARXw>

<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



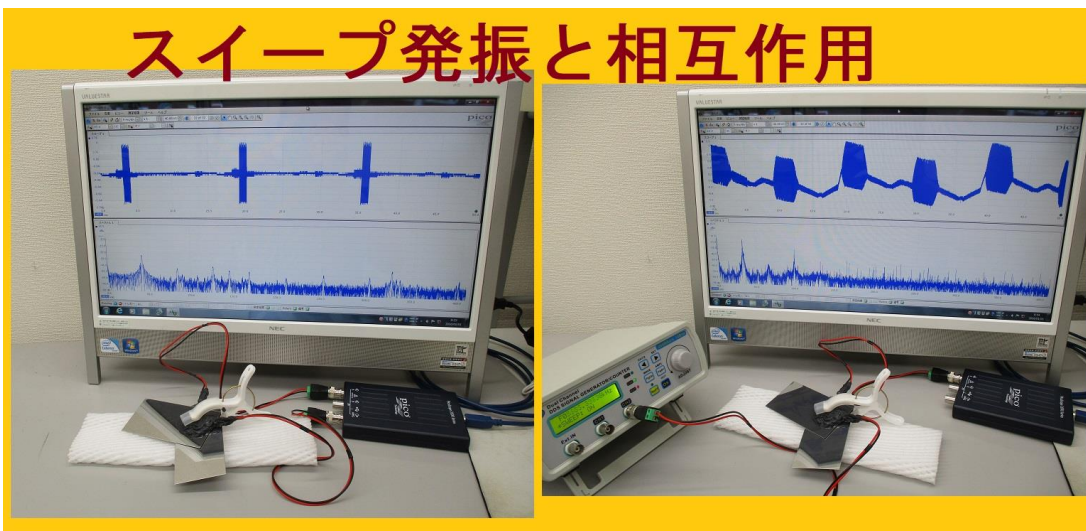
複数の超音波スイープ発振制御技術を開発
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1915>

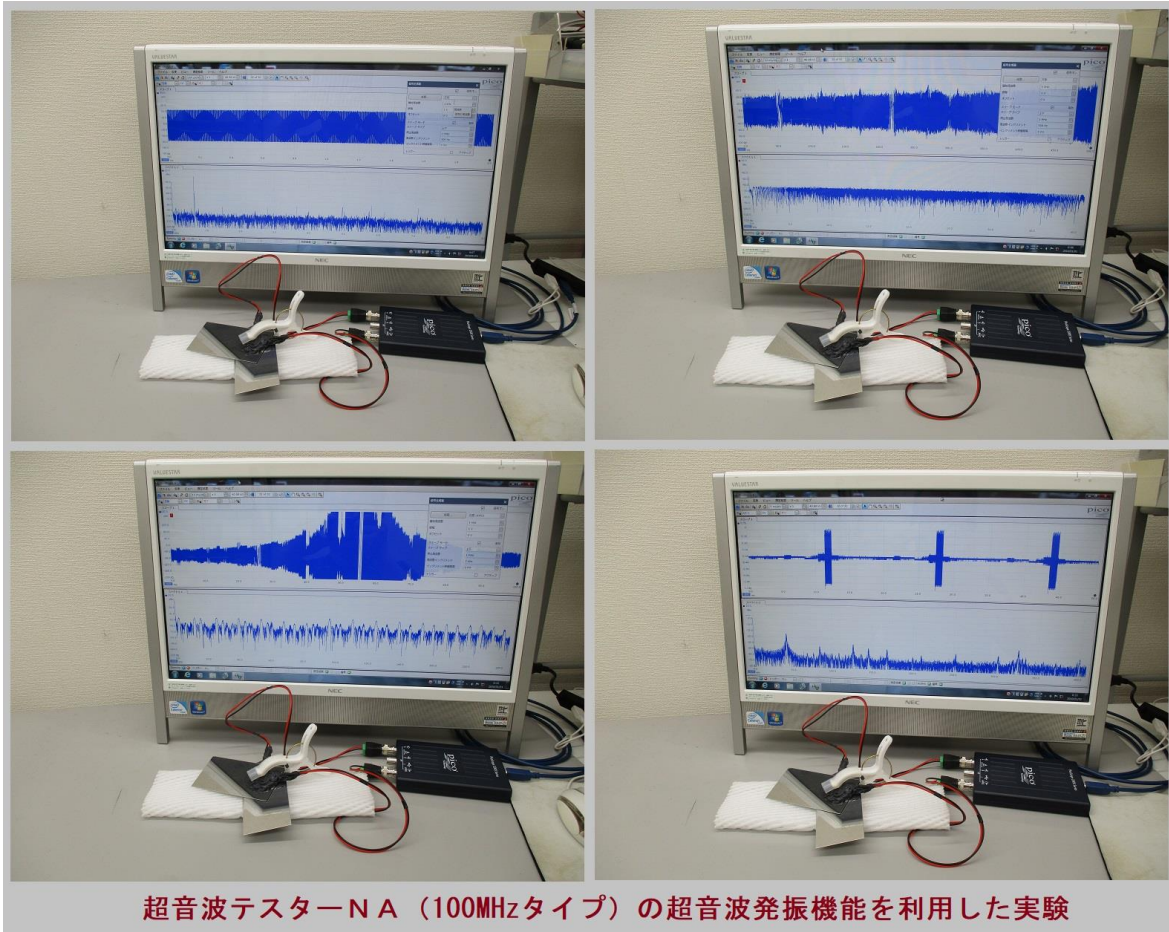
超音波（キャビテーション・音響流）の分類
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17231>

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

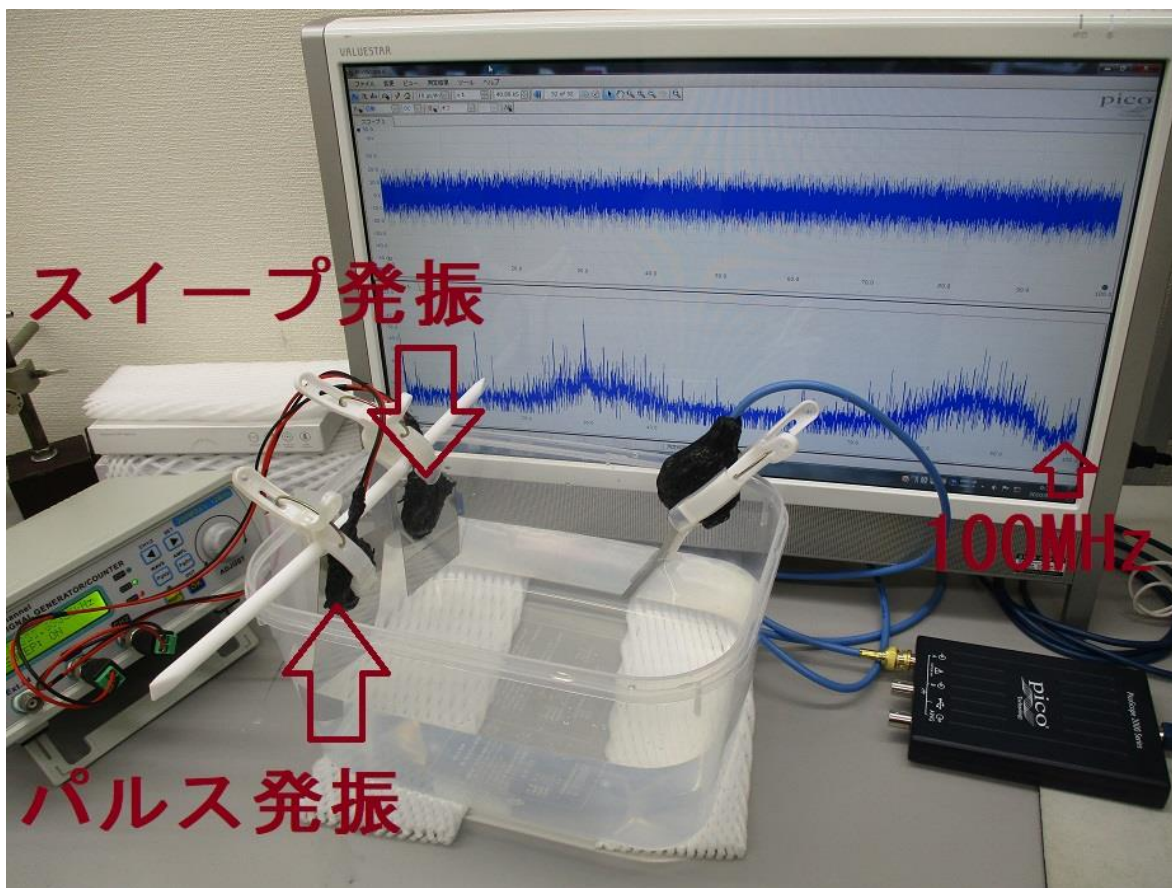
<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/6ec4f4af7fbf70707753895bd229e340.pdf>

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>

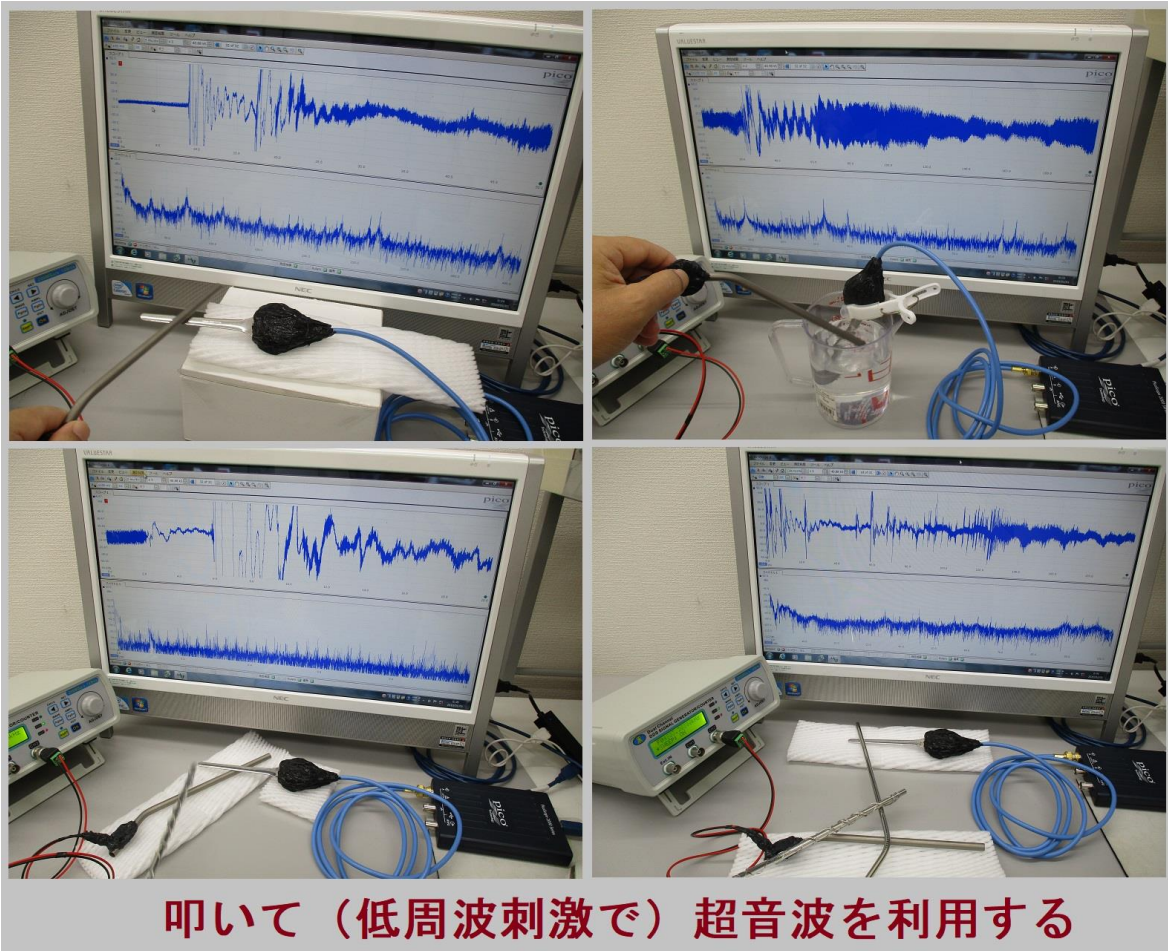
超音波技術：多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15785>

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>



叩いて（低周波刺激で）超音波を利用する

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）

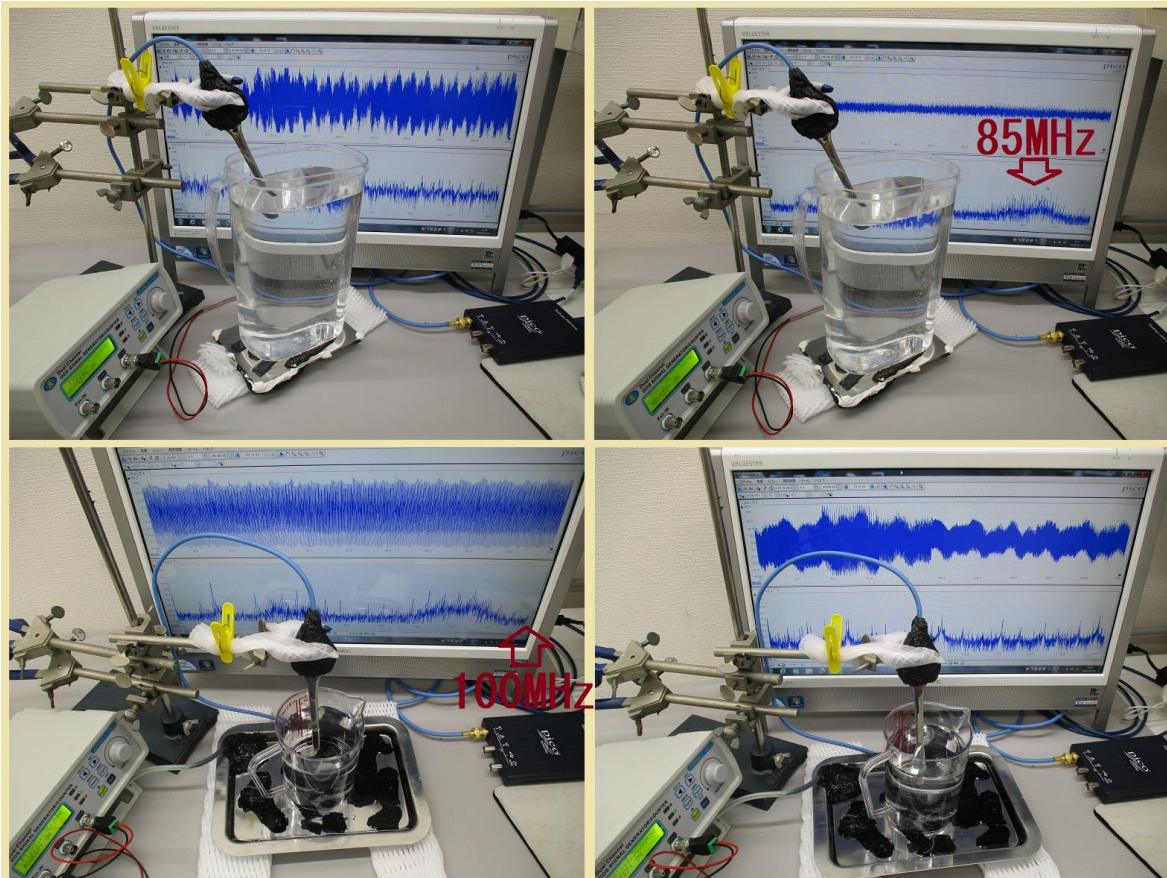
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

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

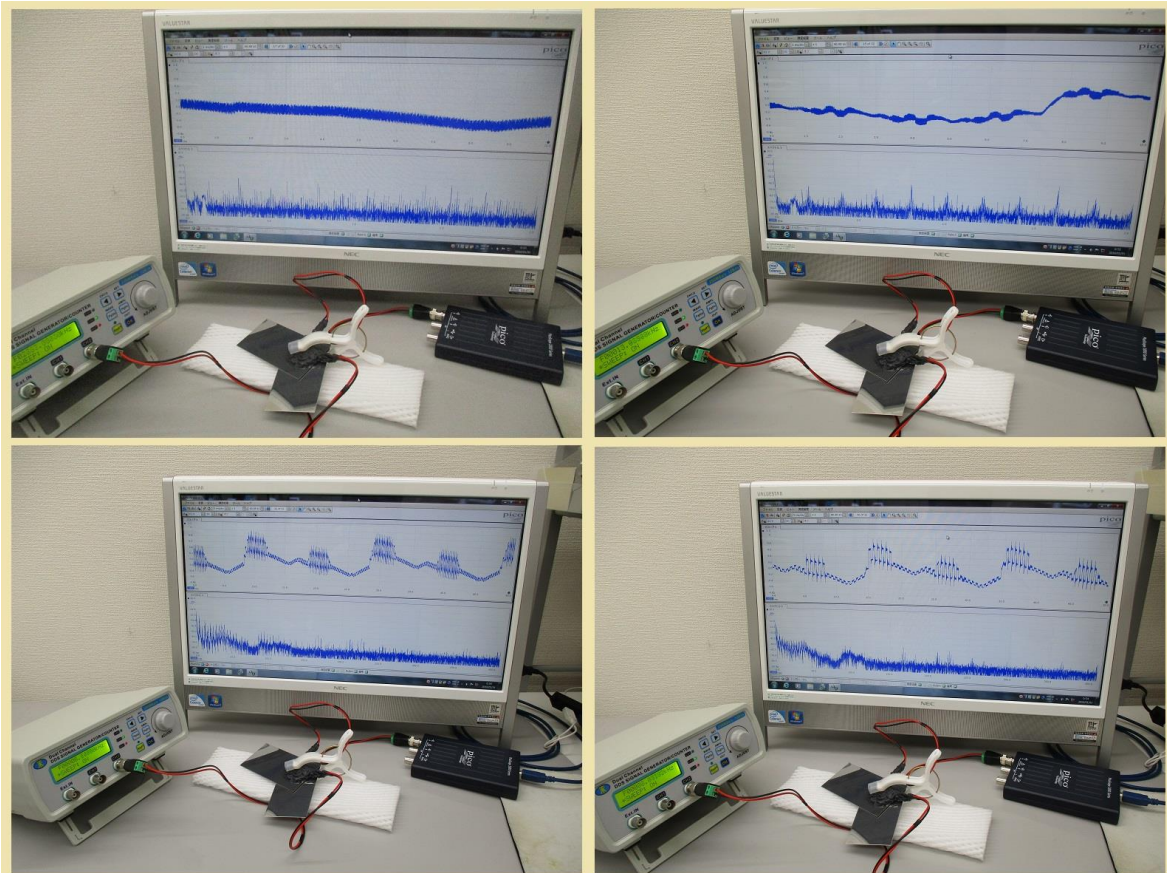
超音波を利用した「振動計測技術」
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>

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

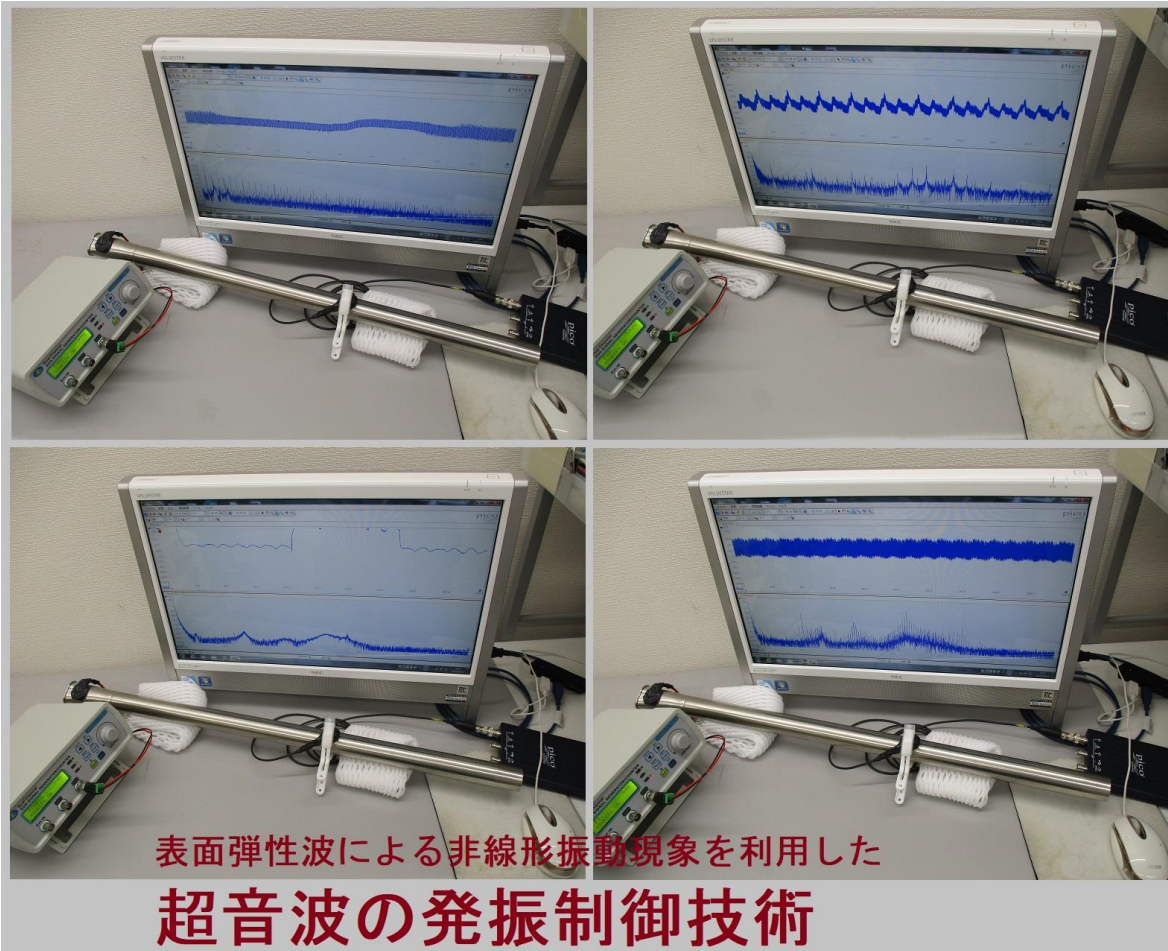
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17590>

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>



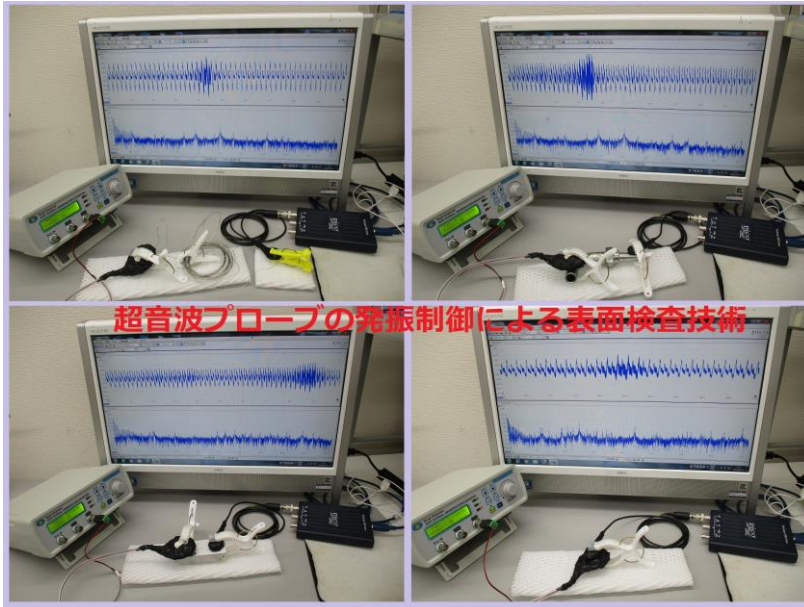
超音波による、ナノレベルの攪拌・乳化・分散・粉碎技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17339>

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>



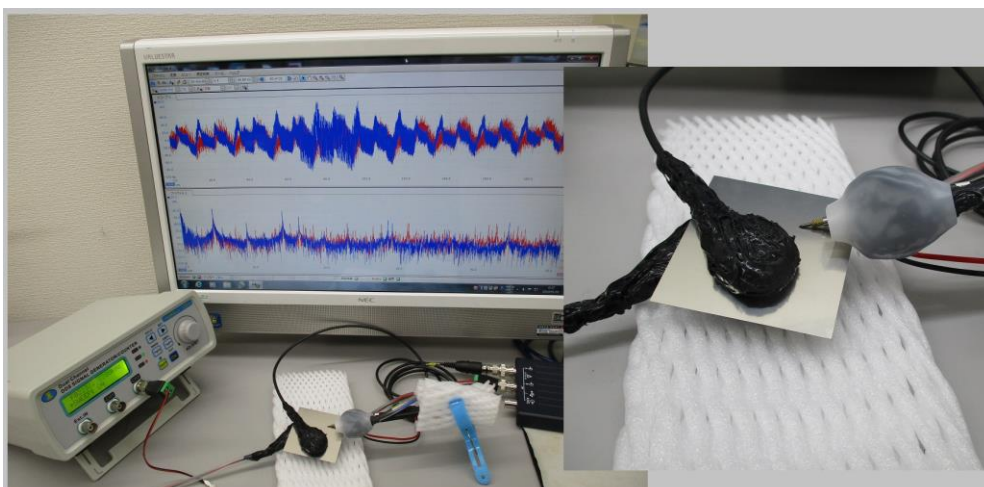
超音波プローブの発振制御による表面検査技術

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

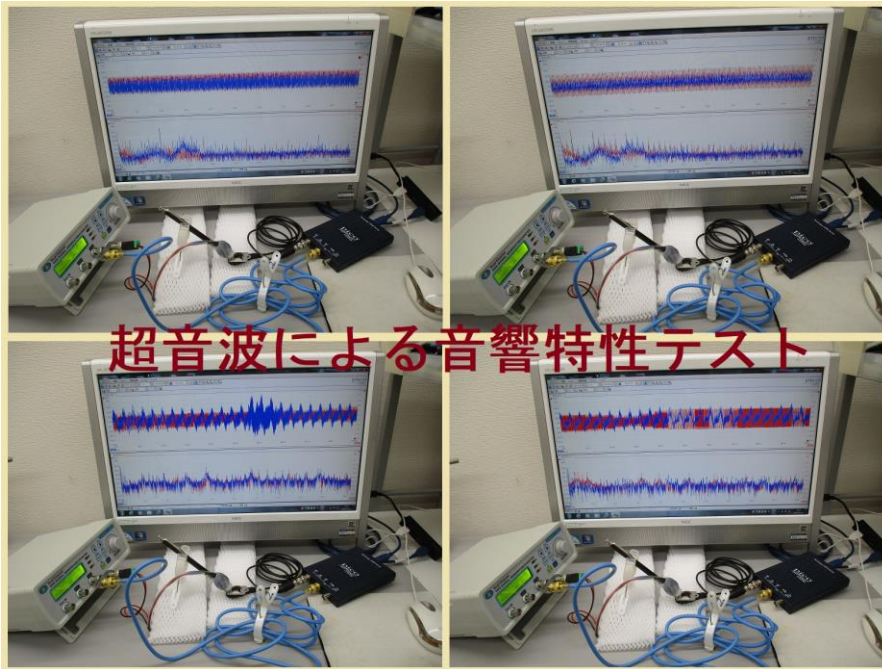
超音波の音圧測定解析システム（オシロスコープ 100MHz タイプ）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17972>

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>

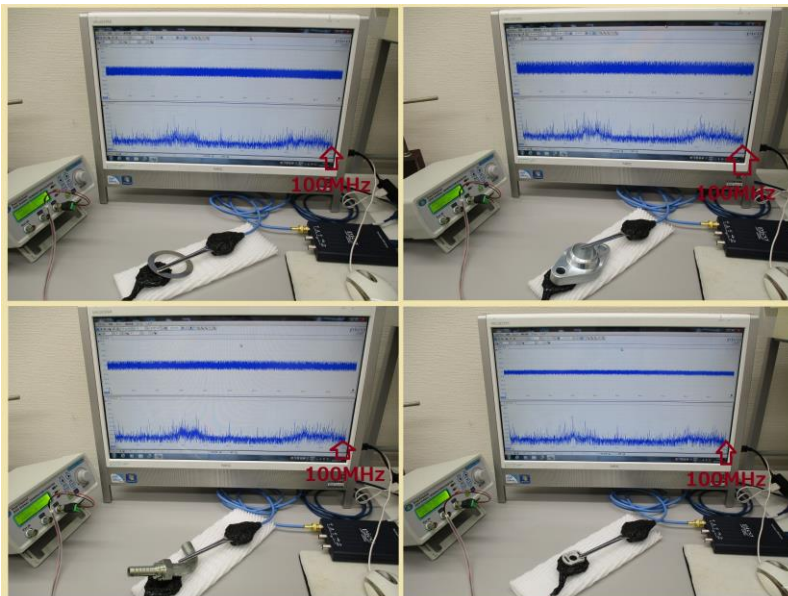
非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>



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