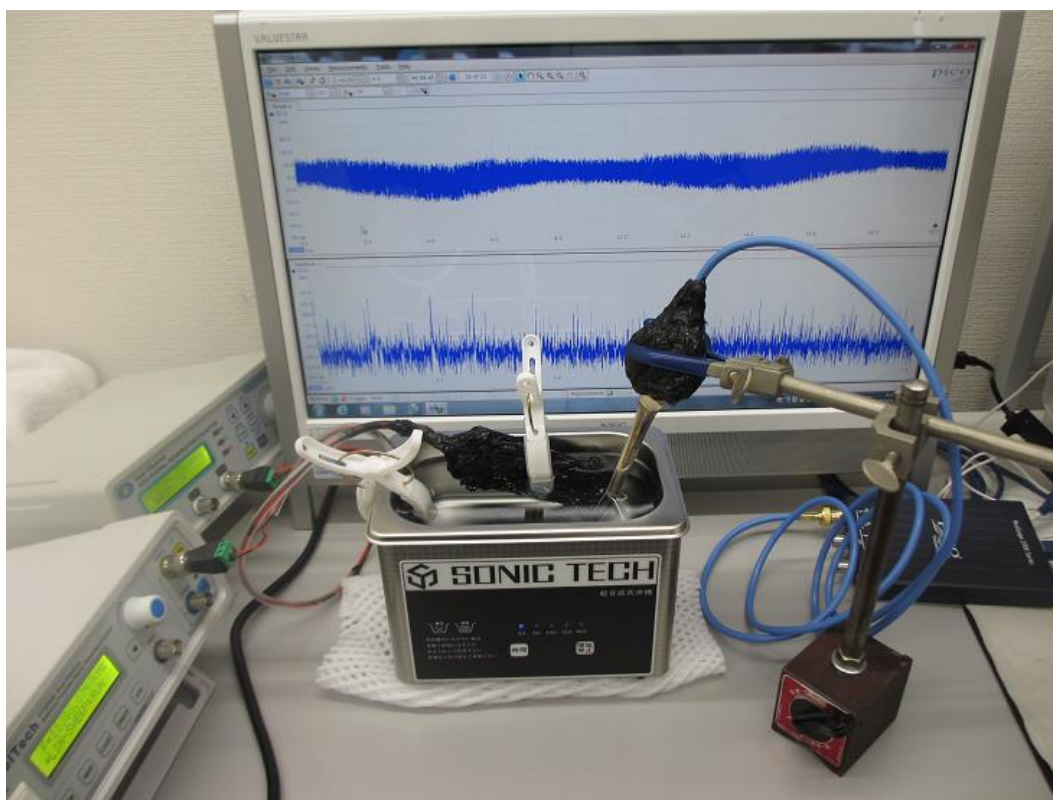


複数のスイープ発振(20kHz~20MHz)を利用する、 超音波システムの開発技術

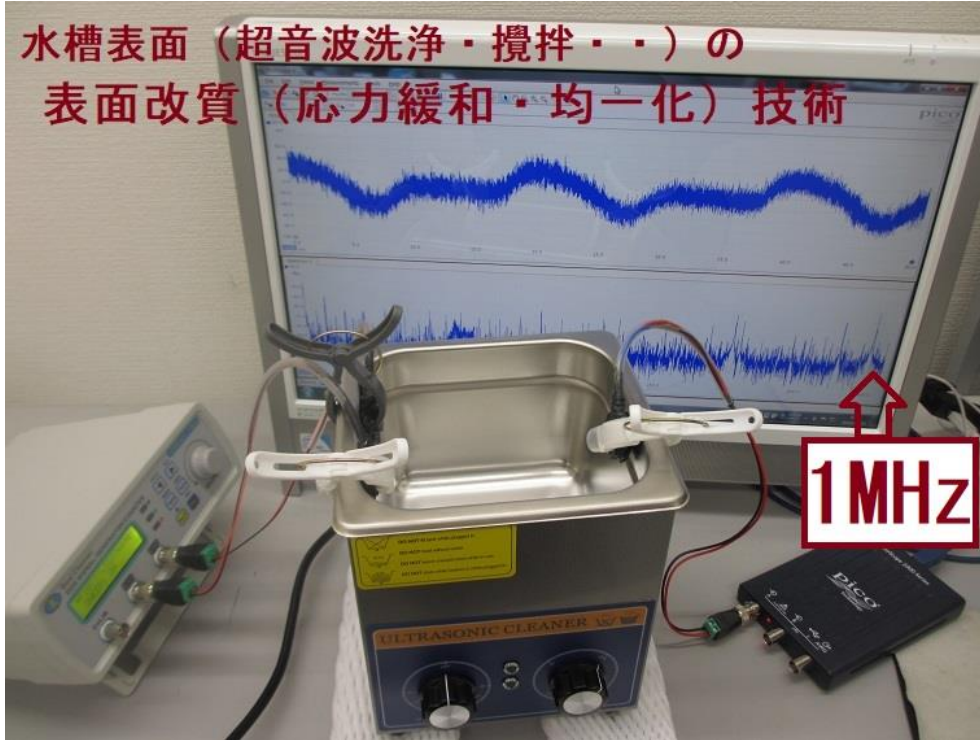
超音波システム研究所は、
複数の超音波プローブによる
スイープ発振の組み合わせ制御システムの開発技術を開発しました。



超音波発振制御プローブの伝搬特性により、
利用目的と相互作用に合わせた、
各種の超音波毎に、スイープ発振の条件設定を行います。

対象物や水槽、治工具・・・の振動モードや
システムの振動系に合わせた発振条件により、
低周波の共振現象を利用することで
**30W程度の出力を組み合わせることで、3000-5000リットルの水槽内に
高い音圧・周波数の超音波振動を伝搬制御することが可能になります。**

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



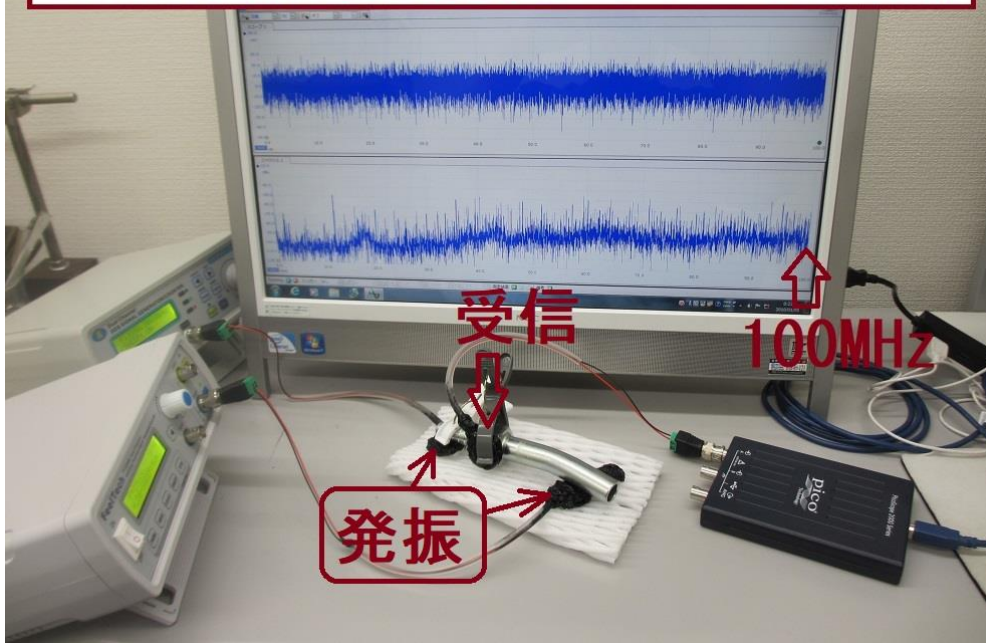
ダイナミックな変化として、低周波の共振現象と同時に、
1MHzの非線形制御による発振に対する
3次、5次、・・・10次、・・・30次、・・・100次・・・の高調波の発生も実現出来ます。

**ポイントは、音圧データの測定・解析に基づいた
システムのダイナミックな振動特性を解析・評価することです。**
目的に適した超音波の状態を示す
新しい評価基準（パラメータ）を設定・確認（注）しました。
同時に、超音波システムの開発方法も発展させることが出来ました。

注：
非線形特性
応答特性
ゆらぎの特性
相互作用による影響（寄与率）

統計数理の考え方を参考に
対象物の音響特性・表面弾性波を考慮した
オリジナル測定・解析手法を開発することで
振動現象に関する、詳細な各種効果の関係性について
新しい技術として開発しました。

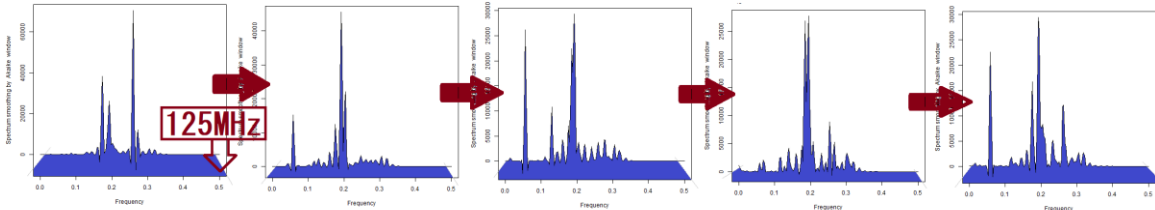
超音波の非線形振動現象をコントロールする技術



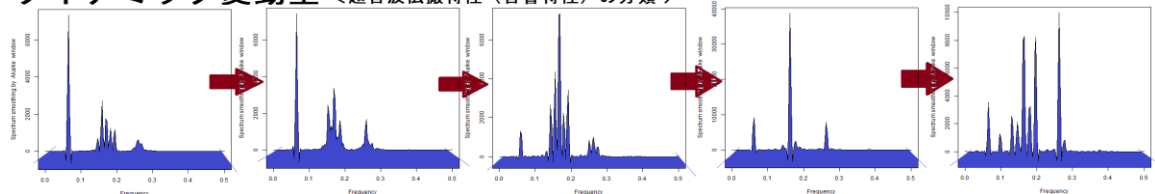
詳細な、スイープ発振・・・の設定条件は
 超音波プローブや発振機器の特性、相互作用の影響、・・・も影響するため
 実験確認に基づいて決定します。

その結果、
 超音波の伝搬状態と対象物への表面弾性波について
 新しい非線形パラメータが大変有効である事例・実績が増えていきます。

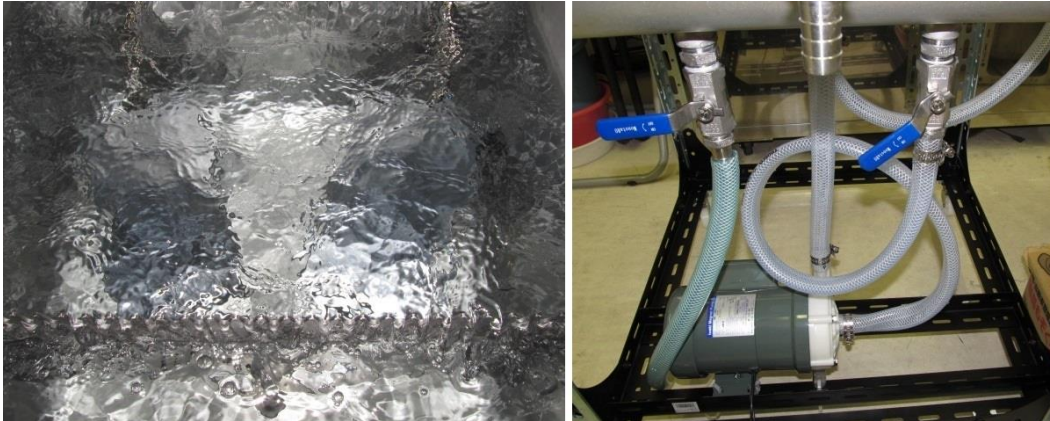
線形型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類> 超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化



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：バイスペクトルの変化



液循環ポンプの吸い込み側のバルブを絞ることで ファインバブル(マイクロバブル)を発生する装置

複数の超音波発振・液循環・・・各種制御の組み合わせは、以下の項目を目的に合わせて最適化します。

- 1) 線形現象と非線形現象
- 2) 相互作用と各種部材の音響特性
- 3) 音と超音波と表面弾性波
- 4) 低周波と高周波（高調波と低調波）
- 5) 発振波形と出力バランス
- 6) 発振制御と共振現象（**オリジナル非線形共振現象（注1）**）

上記について

音圧測定データに基づいた

統計数理モデル（スペクトルシーケンス（注2））により表面弾性波の新しい評価方法で最適化します。

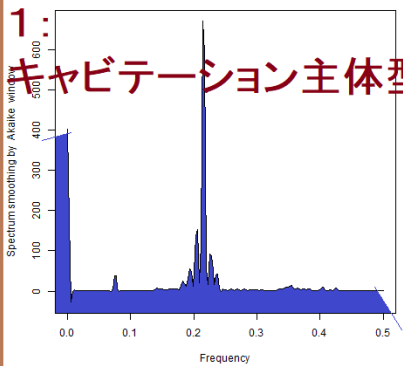
（注1） **オリジナル非線形共振現象**

オリジナル発振制御により発生する高次の高調波をダイナミックな時間経過の変化で発生する共振現象により高い振幅で高い周波数を実現させたことで起こる超音波振動の共振現象

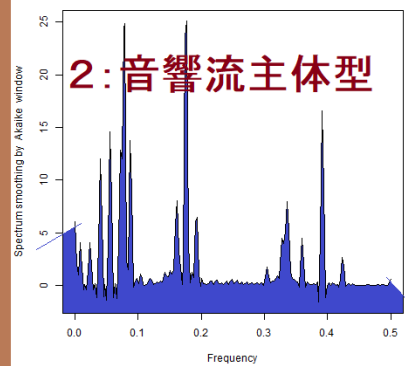
（注2）超音波の変化を、抽象代数の圏論やコホモロジーのスペクトルシーケンスに適応させるといったオリジナル方法を利用した表現（統計数理モデル）

音圧データの解析結果: バイスpekトル

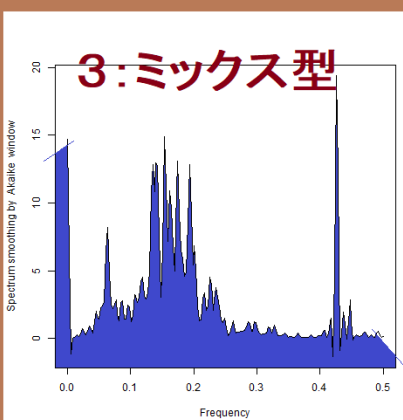
1: キャビテーション主体型



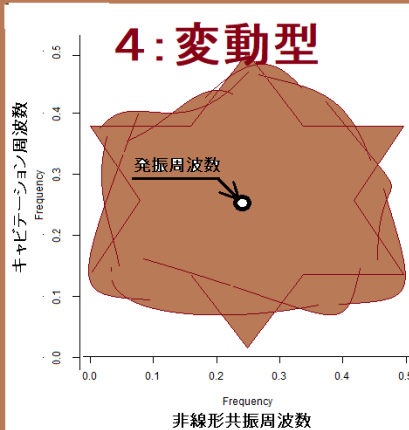
2: 音響流主体型



3: ミックス型



4: 変動型



超音波(キャビテーション・音響流)の分類

モノイドの圏

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1311>

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>

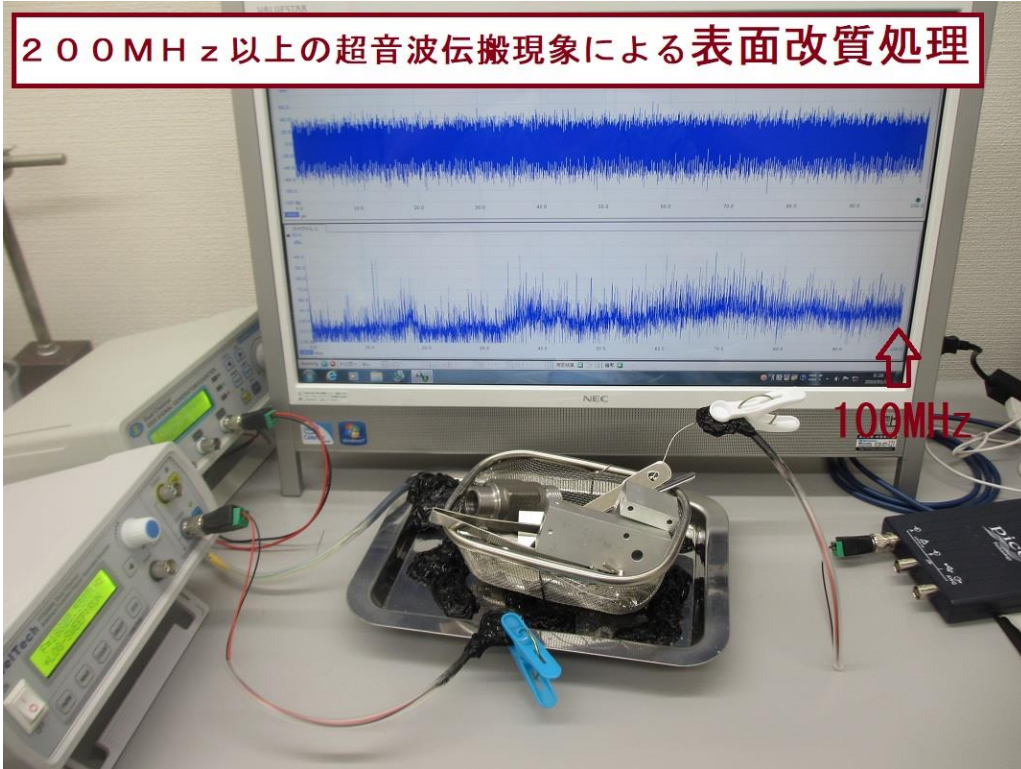
超音波の最適化技術 1

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

超音波の最適化技術 2

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

200MHz以上の超音波伝搬現象による表面改質処理



参考動画

<https://youtu.be/DuYaV1QGcwQ>

<https://youtu.be/jI9e-E6E6sE>

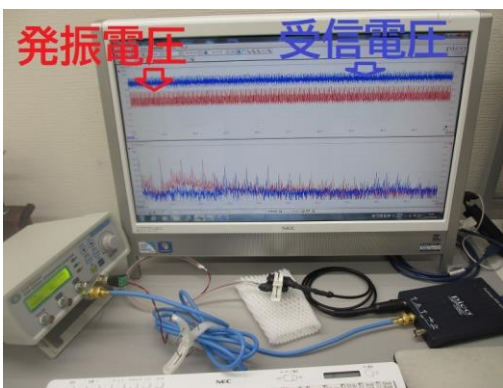
<https://youtu.be/i36PLFbgdxI>

<https://youtu.be/no1-GPgDG2c>

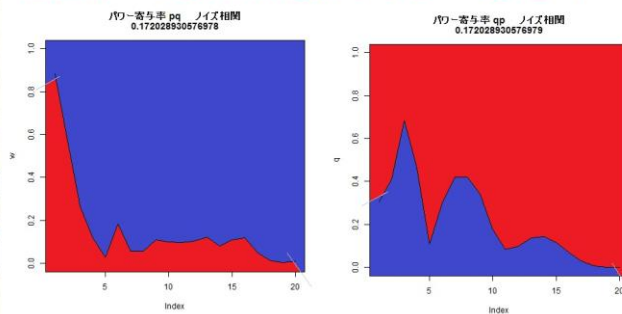
<https://youtu.be/d4CXjBmRMH0>

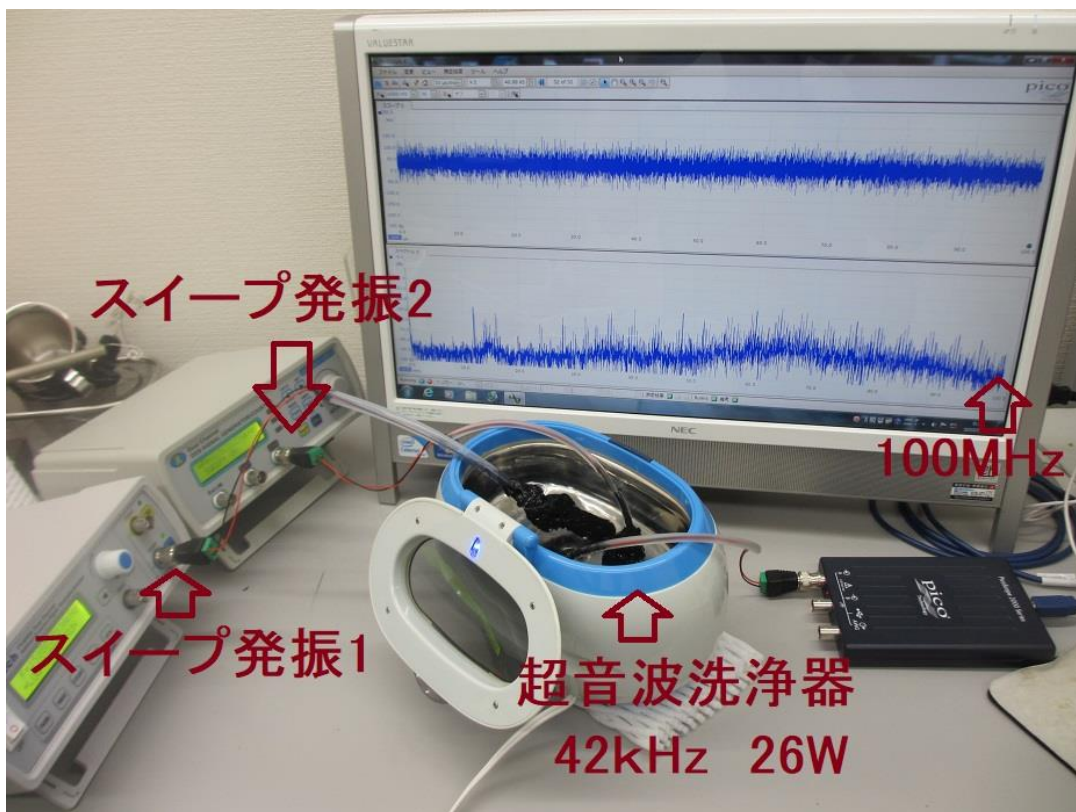
<https://youtu.be/iVxpDAEI3rk>

<https://youtu.be/UMIOLXexe6s>



音圧データの解析結果: パワー寄与率





200メガヘルツ以上の超音波伝搬制御実験

<https://youtu.be/16kqhyWbQTI>
https://youtu.be/_0YU_XqpERQ
<https://youtu.be/7uTVV7m2mq8>
<https://youtu.be/V2yaTA0KnL4>

<https://youtu.be/oCQubTV09zc>
<https://youtu.be/xIiTsqQIRrY>
<https://youtu.be/lj-50ulzzTo>
<https://youtu.be/sregAyyBc5o>

<https://youtu.be/a3wlzanEG1o>
<https://youtu.be/dc6Gz2ZH0hI>
<https://youtu.be/CzG0xwXqcTQ>
<https://youtu.be/g2qNQ-LiEI4>

<https://youtu.be/dc6Gz2ZH0hI>
<https://youtu.be/3WKQuo4dLdk>
<https://youtu.be/Yov0cAn5IXA>
<https://youtu.be/-6E6e03Ihec>

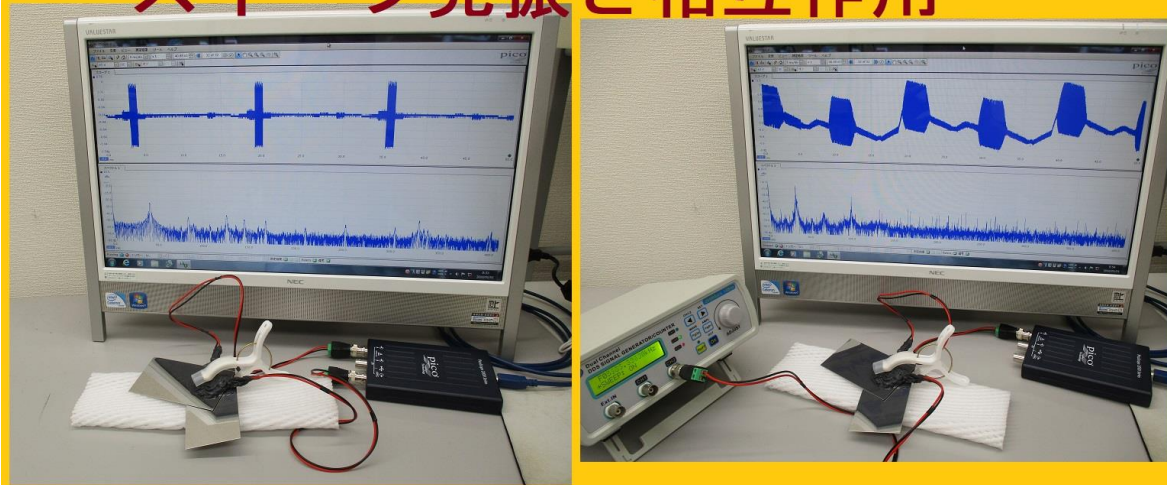
<https://youtu.be/Hv4Nc2-37uw>
<https://youtu.be/W-0Pq7RTY1c>
<https://youtu.be/Ys0ZGbpn-kA>
<https://youtu.be/LzuxBa5q10U>

<https://youtu.be/PGby6MTNX5k>
<https://youtu.be/aCirYsfDIko>
https://youtu.be/H9STG_Jd81o
<https://youtu.be/tx66s5kMArc>

https://youtu.be/Bsf2zqCT_a8
https://youtu.be/TobU5_hjctw

<https://youtu.be/WcZRAqYEAHY>

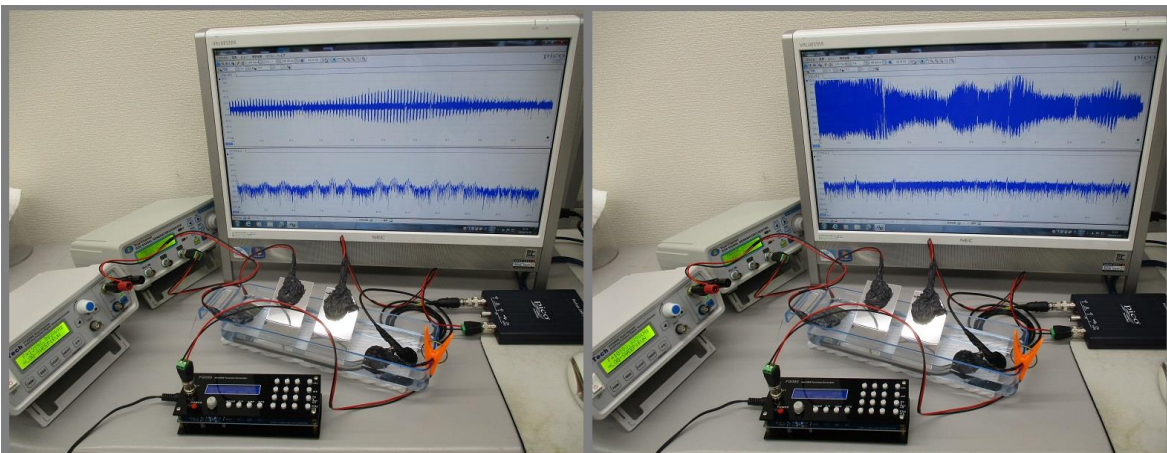
スweep発振と相互作用



オリジナル非線形発振制御プローブによる超音波実験

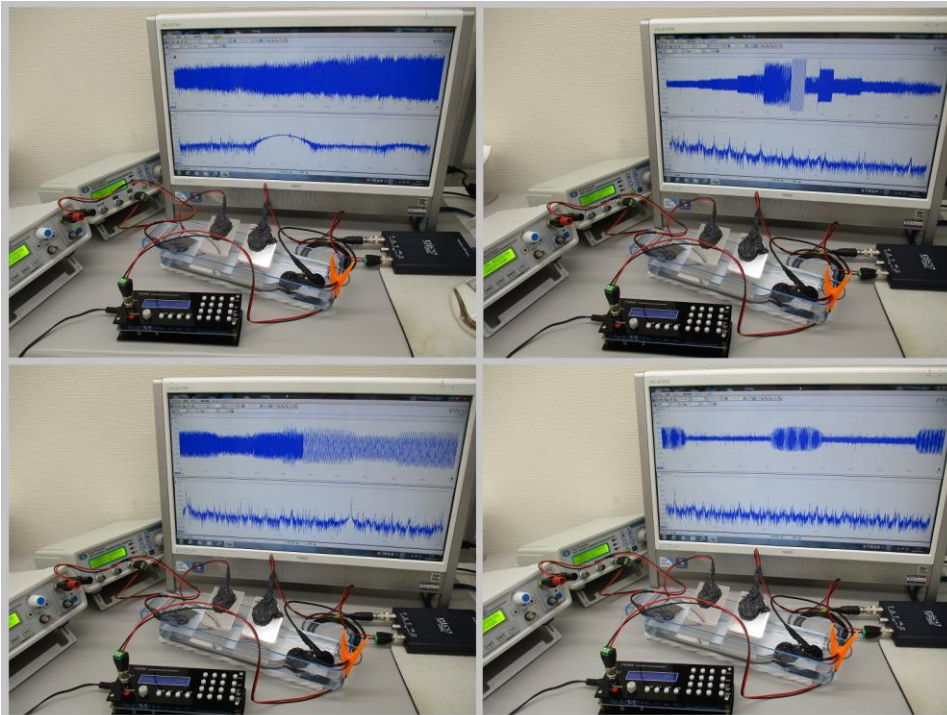
https://youtu.be/JR9bga-4_tY
https://youtu.be/bFrLRz_jQsZY
<https://youtu.be/pcdmi2sqvwE>
<https://youtu.be/6PSvbrPsiZA>

<https://youtu.be/uIH-6Rq16yU>
<https://youtu.be/ZGn0jEkd-uE>
<https://youtu.be/M904wDnnRDY>



複数の超音波をスweep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

超音波の非線形発振制御

<https://youtu.be/XngMYf-v0yI>

<https://youtu.be/6UGILyI0wBQ>

<https://youtu.be/SIAA0G3R7jQ>

<https://youtu.be/mvvnXPoYYT8>

<https://youtu.be/NtZR5ruowUk>

<https://youtu.be/xQksnannPEQ>

<https://youtu.be/3WUvQenWMP4>

<https://youtu.be/iRxrKroYGqQ>

<https://youtu.be/oBsBqp-g2zs>

<https://youtu.be/7pLIo8nV83w>

<https://youtu.be/bXrOGT8h0ik>

<https://youtu.be/5jPd5hNZY5M>

<https://youtu.be/wnBKY0yGTNA>

<https://youtu.be/RuCsKcLGmdA>

<https://youtu.be/BqHeWudTeEk>

<https://youtu.be/j0mxIQcQcaQ>

表面弾性波を利用した、表面改質技術

<https://youtu.be/eH4zC80vXIY>

<https://youtu.be/4PoGQ-bWq0I>

https://youtu.be/a_Vl1ehI5do

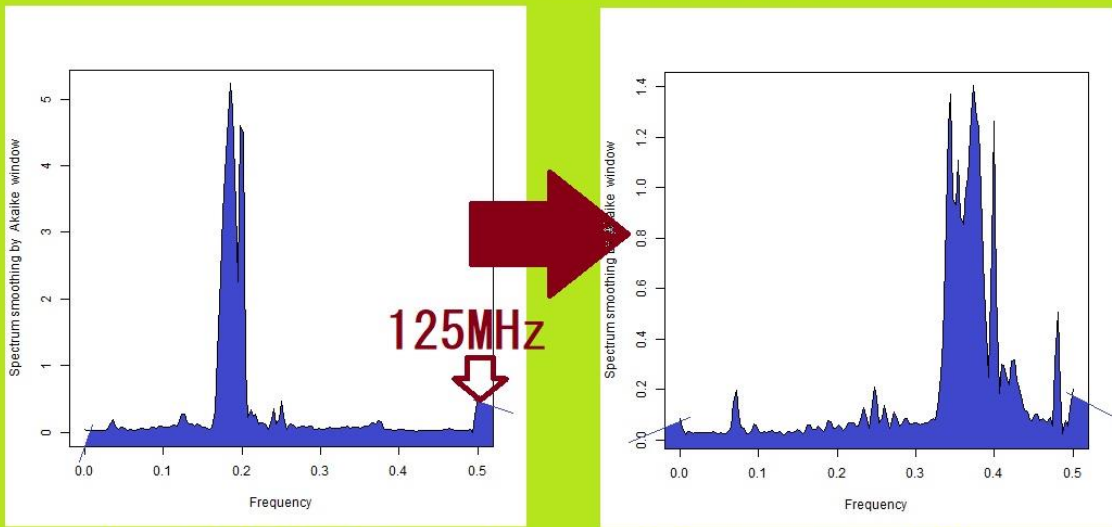
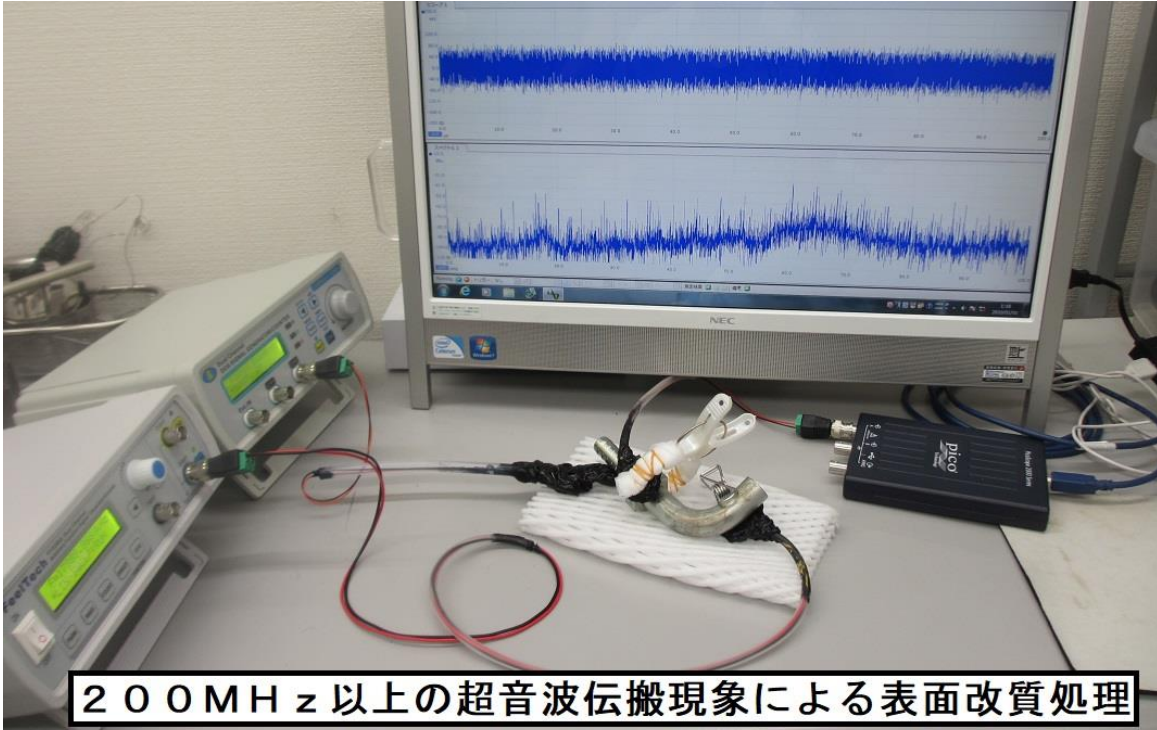
<https://youtu.be/ir2N1BFAVX4>

<https://youtu.be/RSrIG2hwSvU>

<https://youtu.be/e8jmY2w8FIs>

<https://youtu.be/z7R-epRN57k>

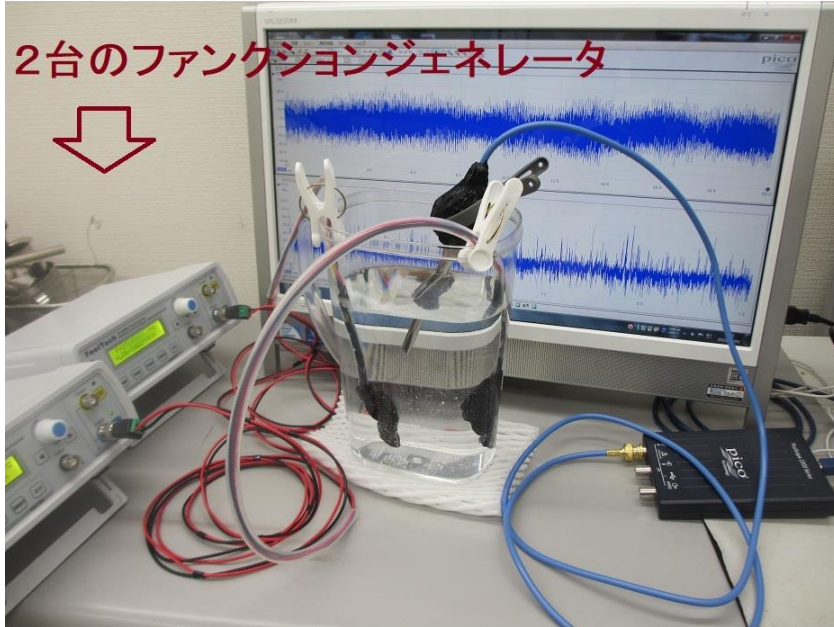
<https://youtu.be/0jF8DYRN8J8>



表面改質効果：バイスペクトルの変化

<https://youtu.be/joG4jN3Qx3Y>
<https://youtu.be/bQHhS6yWPIY>
<https://youtu.be/wHAdxT-0tL4>

<https://youtu.be/cpsW3gCtDGc>
https://youtu.be/RJvSE_hZG6Q
<https://youtu.be/fMk-2PVC0-o>



**** 超音波の非線形振動現象をコントロールする技術 ****

<https://youtu.be/baAPyPTTVjA>
<https://youtu.be/pMJ4sh8SaRw>
https://youtu.be/_bQqKeYIszY
<https://youtu.be/97nN36S7Raw>

<https://youtu.be/nIFCrHjcf5s>
<https://youtu.be/i6--TQ5vvdg>
<https://youtu.be/XhB2vaK2zf0>
<https://youtu.be/70RPentUQuw>

<https://youtu.be/xuAL7dFgIBk>
<https://youtu.be/8c40QcK55Mg>
<https://youtu.be/FjxcD9HtLpA>
<https://youtu.be/PGQDdITBeN8>
<https://youtu.be/KIL2aYAJC3Q>

<https://youtu.be/DtL105BNccs>
<https://youtu.be/e9nBCrCaECU>
https://youtu.be/f_cZ6DoW00Q
<https://youtu.be/U8aucswqRzs>

制御サイクル

3: ダイナミック制御型

1: 低周波共振主体型

2: 非線形高調波主体型

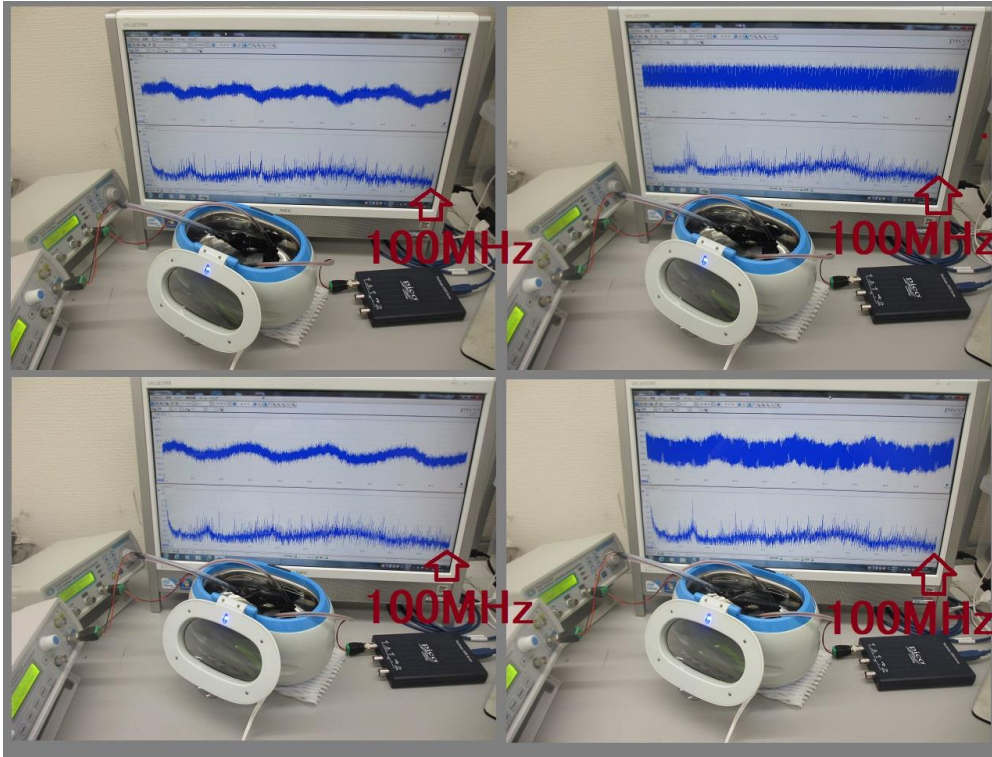
3: ダイナミック制御型

超音波伝搬現象サイクル

導来関手

超音波の導来カテゴリーモデル

2022. 5



超音波洗浄器を利用した実験

<https://youtu.be/cpHTdL0vFQo>

<https://youtu.be/0I93zDyo0W0>

<https://youtu.be/cPRyVOYLsw8>

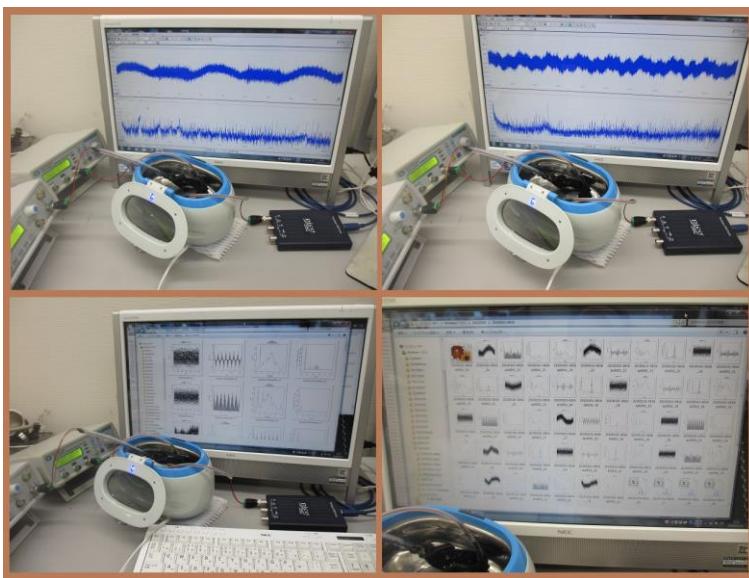
<https://youtu.be/wee9BhXJrWU>

<https://youtu.be/ggj7YiZdIm4>

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

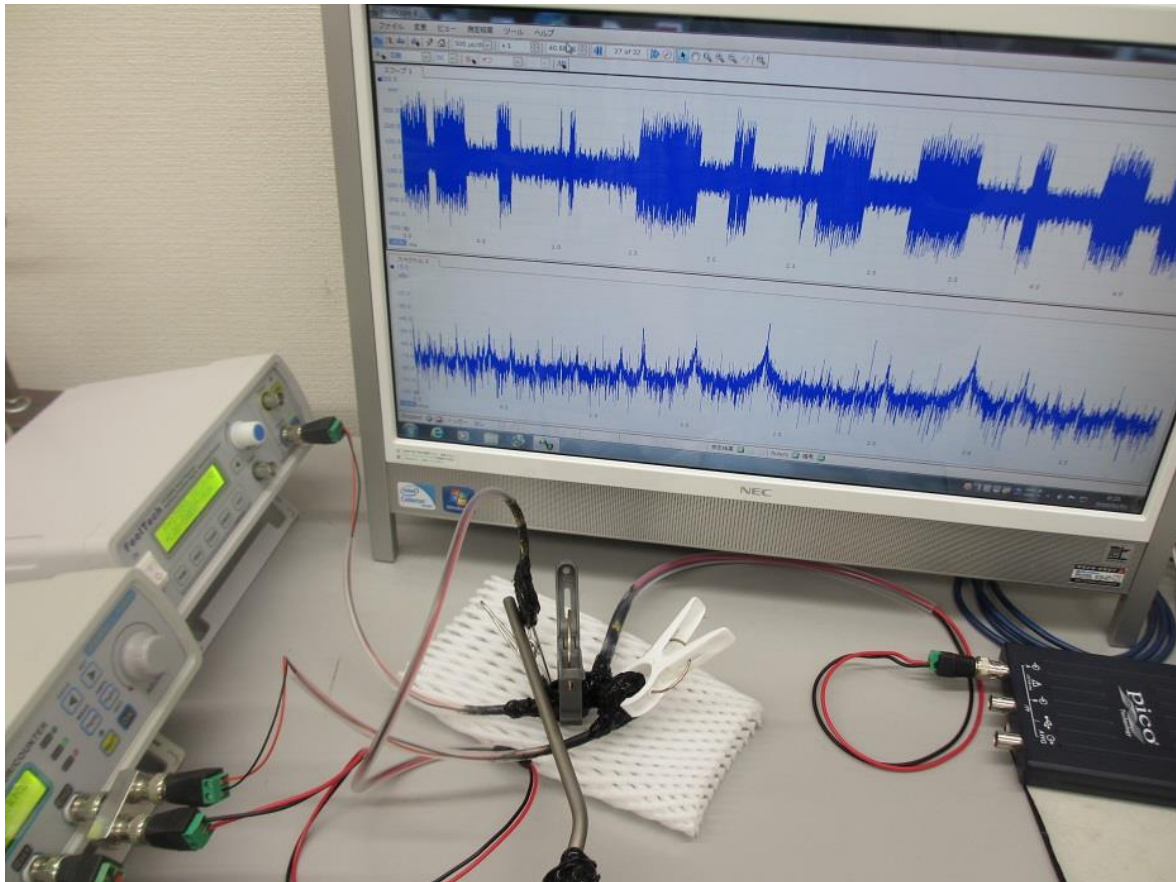
<https://youtu.be/qtfLagoP95s>

<https://youtu.be/MPCd8f7IzW0>



<https://youtu.be/COEfwJ8I8Y0>
<https://youtu.be/2-plS4NcYTA>
<https://youtu.be/KAuSVUZISy8>

<https://youtu.be/ammwpY4NBhk>
<https://youtu.be/AWnchEKUSVo>
<https://youtu.be/B19zKPUf20A>



<<実験動画>>

<https://youtu.be/F1xousqJzB8>
<https://youtu.be/E7jtZtrIYBw>
https://youtu.be/LOskmrBU_EE
<https://youtu.be/rEctztZP5BI>

<https://youtu.be/2IP3WcMMe0k>
https://youtu.be/ToC8_VJghX0
<https://youtu.be/IHUhdVm2yKE>
<https://youtu.be/2RNYm3oLWSE>

<https://youtu.be/7mvmaGhN6Sc>
<https://youtu.be/l2b0L1Q8Wao>

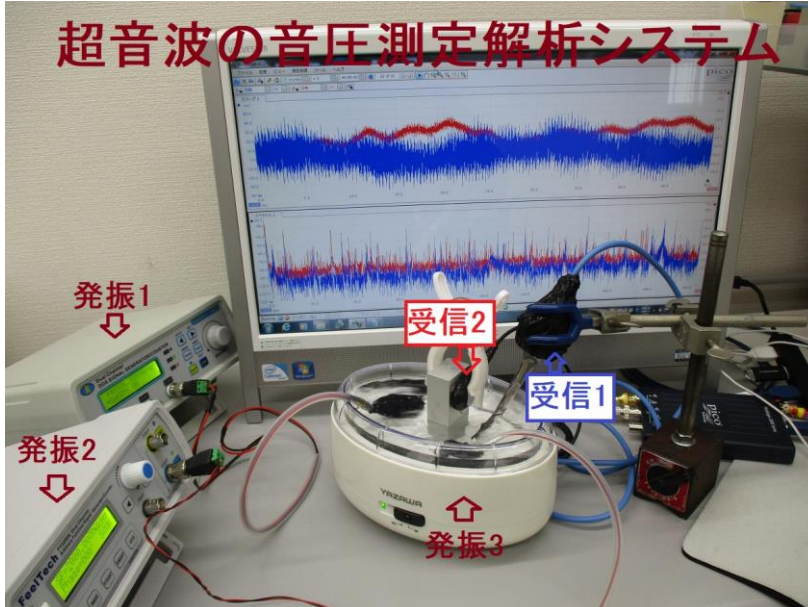
<https://youtu.be/C5g9wCyzv6Y>

* * *

<https://youtu.be/w4HLH6J5v0w>
<https://youtu.be/ovLVzes3tNw>
<https://youtu.be/fae8jETMKhQ>
<https://youtu.be/zkbfDITF-A>

<https://youtu.be/eTtw5oIY2kg>
<https://youtu.be/lvWM1MrccsM>
<https://youtu.be/es39orkLgeI>
<https://youtu.be/ELwF1GxfiBc>

超音波の音圧測定解析システム



<https://youtu.be/TuakjUAXrbQ>
<https://youtu.be/6UGILyI0wBQ>
<https://youtu.be/KIL2aYAJC3Q>
<https://youtu.be/8c40QcK55Mg>

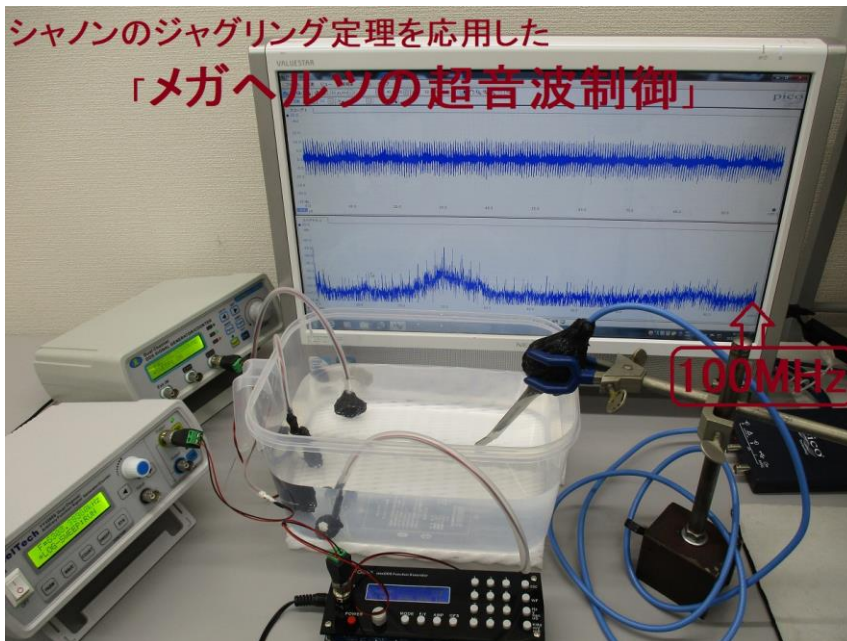
<https://youtu.be/ObERAUsgbq0>
<https://youtu.be/xLtwctBy798>
<https://youtu.be/608fXWYuwym>
<https://youtu.be/pMJ4sh8SaRw>

<https://youtu.be/sEfrJvRKdv4>
<https://youtu.be/nD1hK-Vz7HQ>
<https://youtu.be/kEvQu6JyIAc>

<https://youtu.be/WwLZLmqRVzo>
https://youtu.be/7lkosm_YfL8

シャノンのジャグリング定理を応用した

「メガヘルツの超音波制御」



<<< 超音波技術 >>>

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>

超音波の発振・制御・解析技術による部品検査技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2104>

超音波の応答特性を利用した、表面検査技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10027>

表面弾性波を利用した超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14311>

メガヘルツの超音波を利用する超音波システム技術

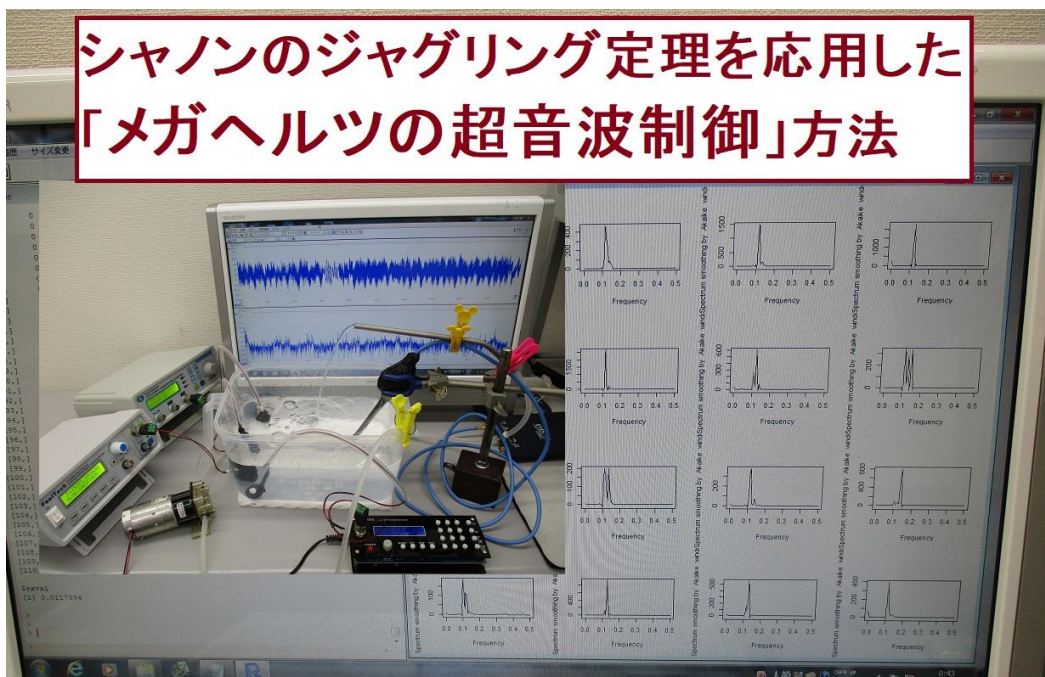
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14350>

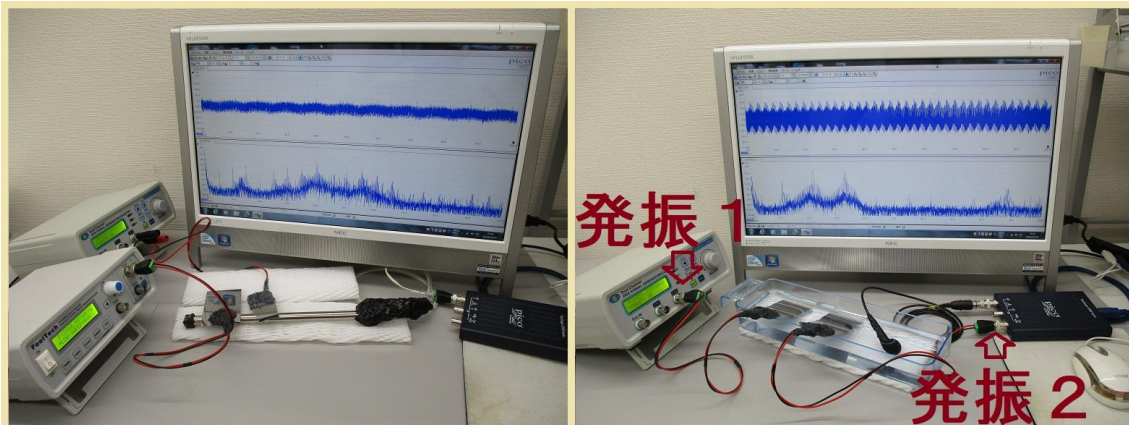
音と超音波の組み合わせ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14411>

超音波の非線形振動

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





2種類のスイープ発振による超音波実験

オリジナル技術（音圧測定解析）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7662>

オリジナル超音波プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8163>

メガヘルツの超音波発振制御プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14808>

超音波の発振・制御技術を開発

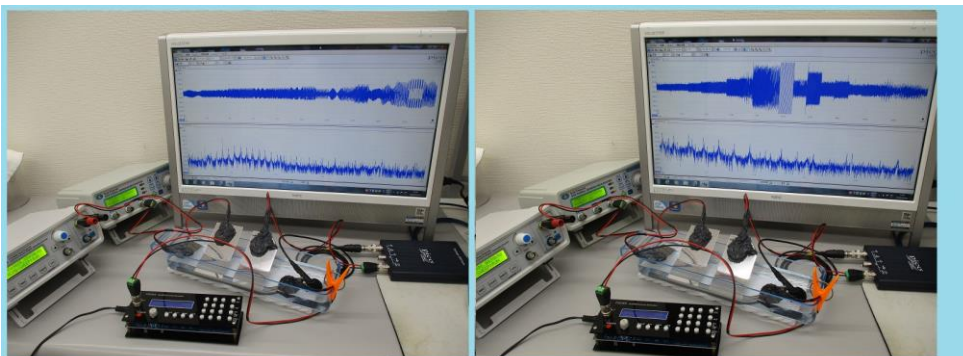
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1915>

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>



4種類のスイープ発振による超音波実験

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>

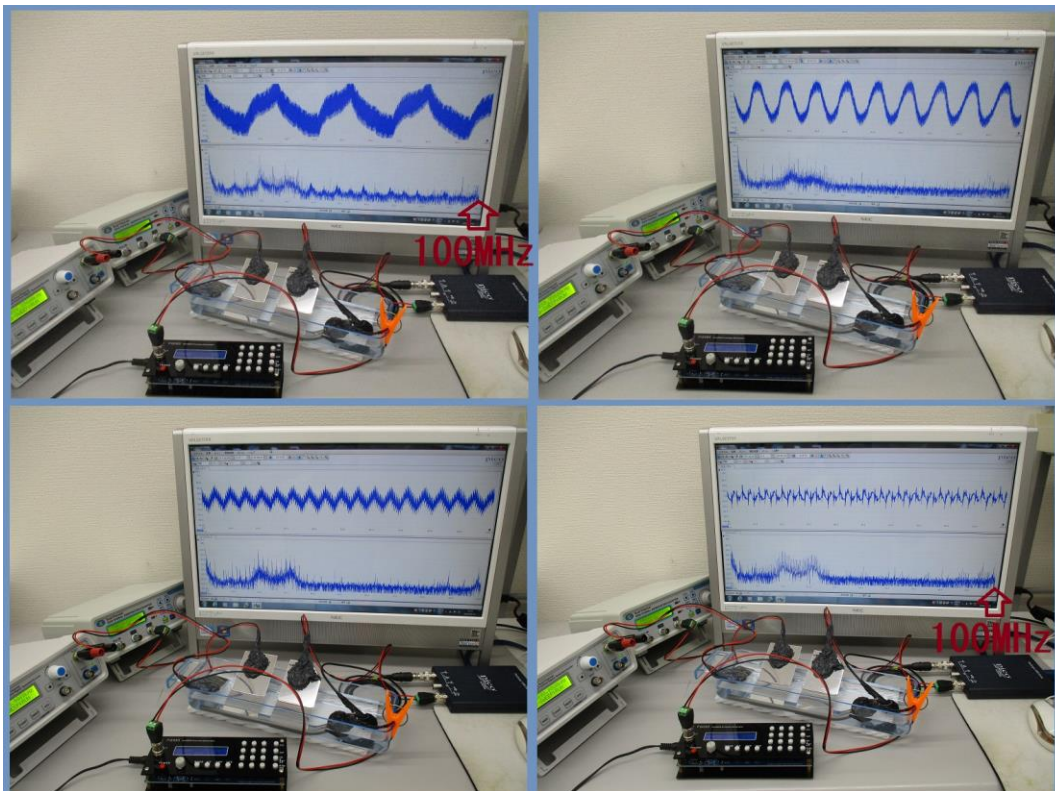
超音波制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>

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>

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>



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



超音波発振システム（20MHz）

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>

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>

超音波プローブ

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

超音波発振システム（20MHz）の製造販売

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

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

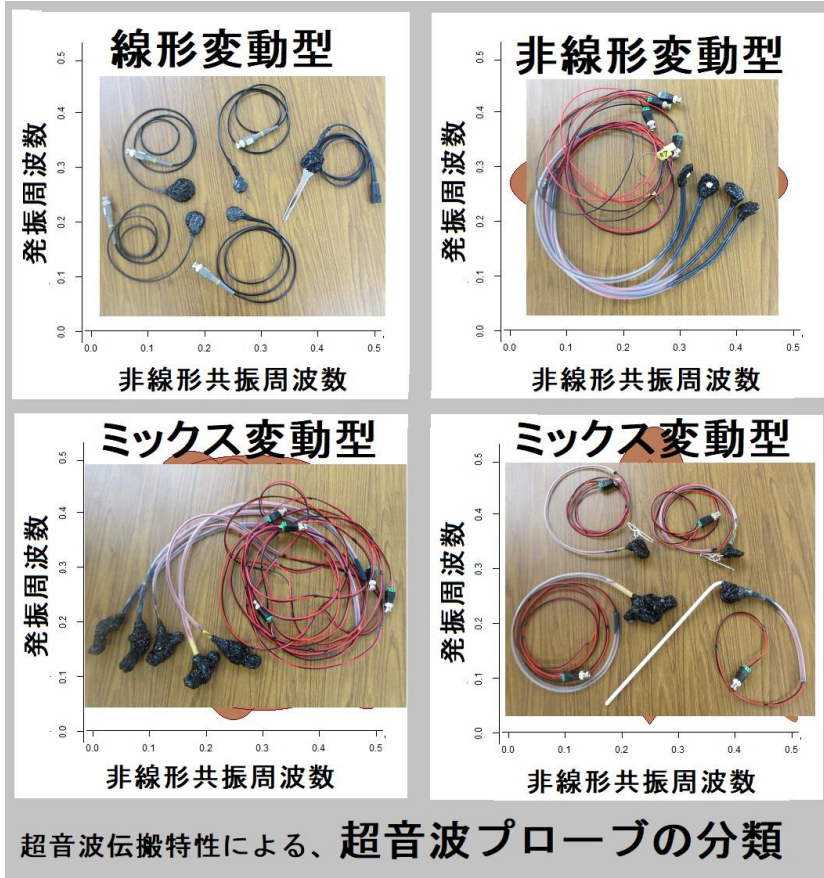
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波プローブ（音圧測定・非線形振動解析）

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

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

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



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

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

非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画

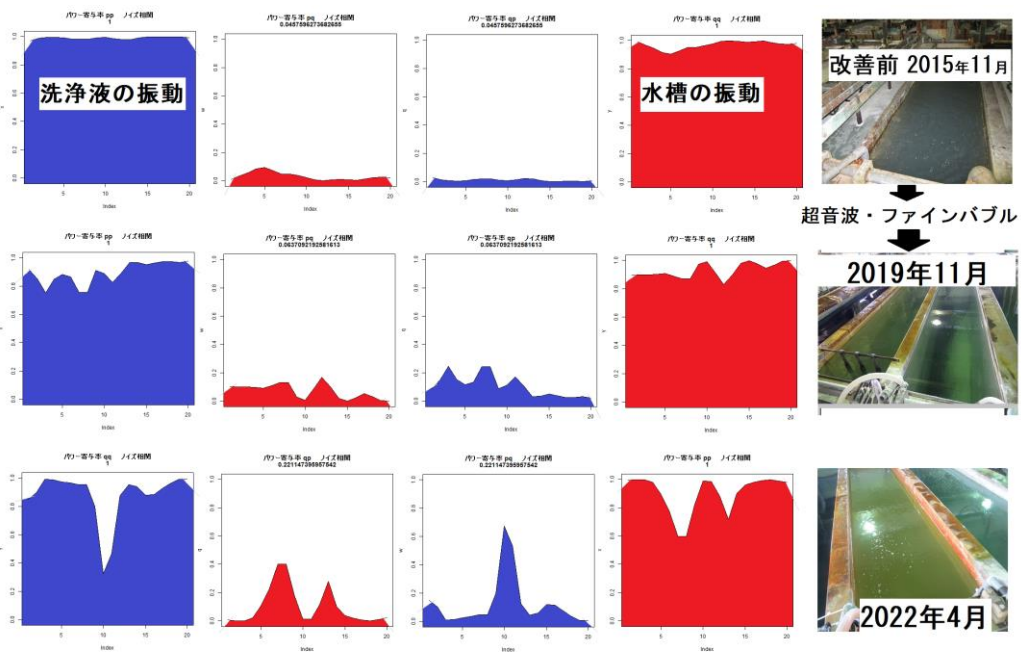
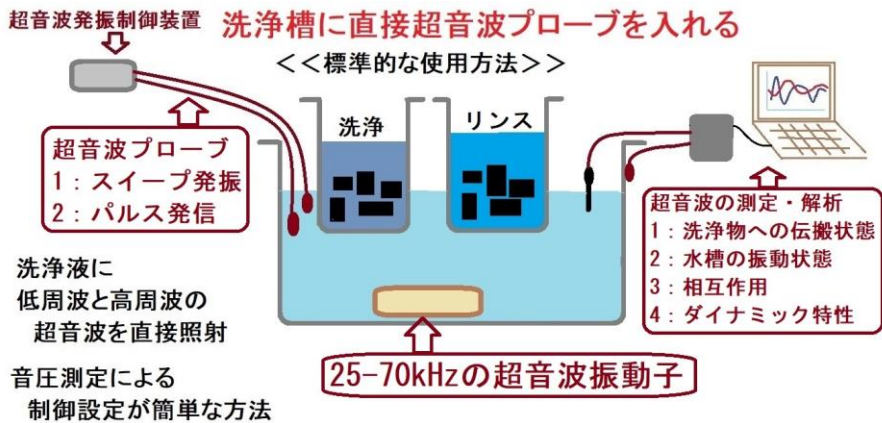
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>

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>

超音波システムを利用した「超音波シャワー」技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3735>



超音波とファインバブルによる水槽の表面改質効果

【本件に関するお問合せ先】

超音波システム研究所 ホームページ

<http://ultrasonic-labo.com/>

以上