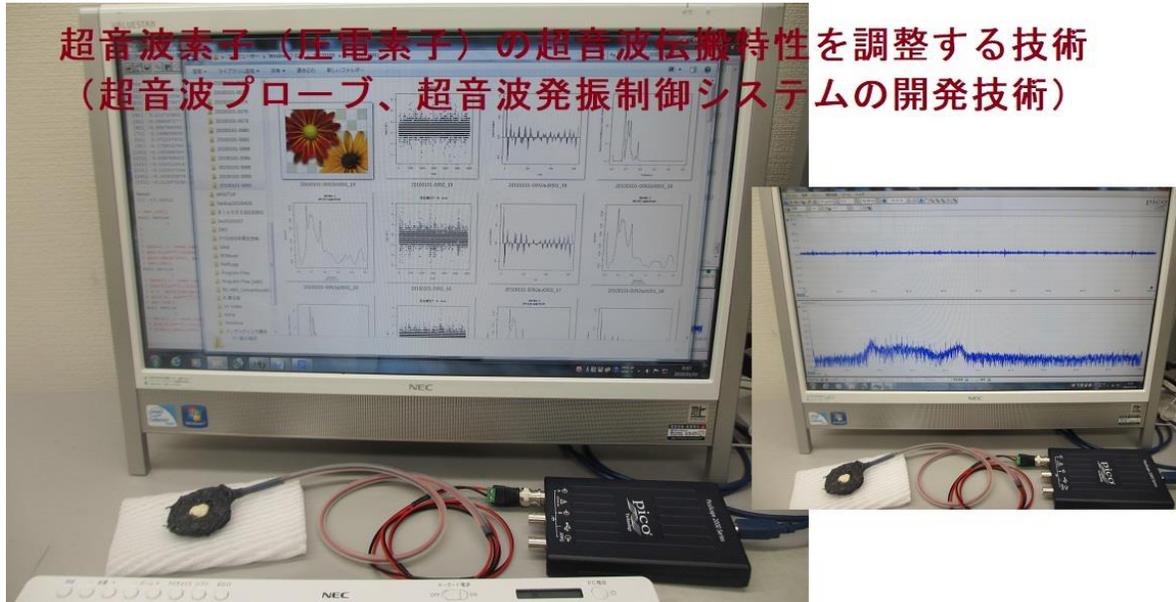


超音波装置の改善・改良 <音圧データの計測・解析・評価> (超音波の音圧・振動データから、新しい超音波利用を導く)



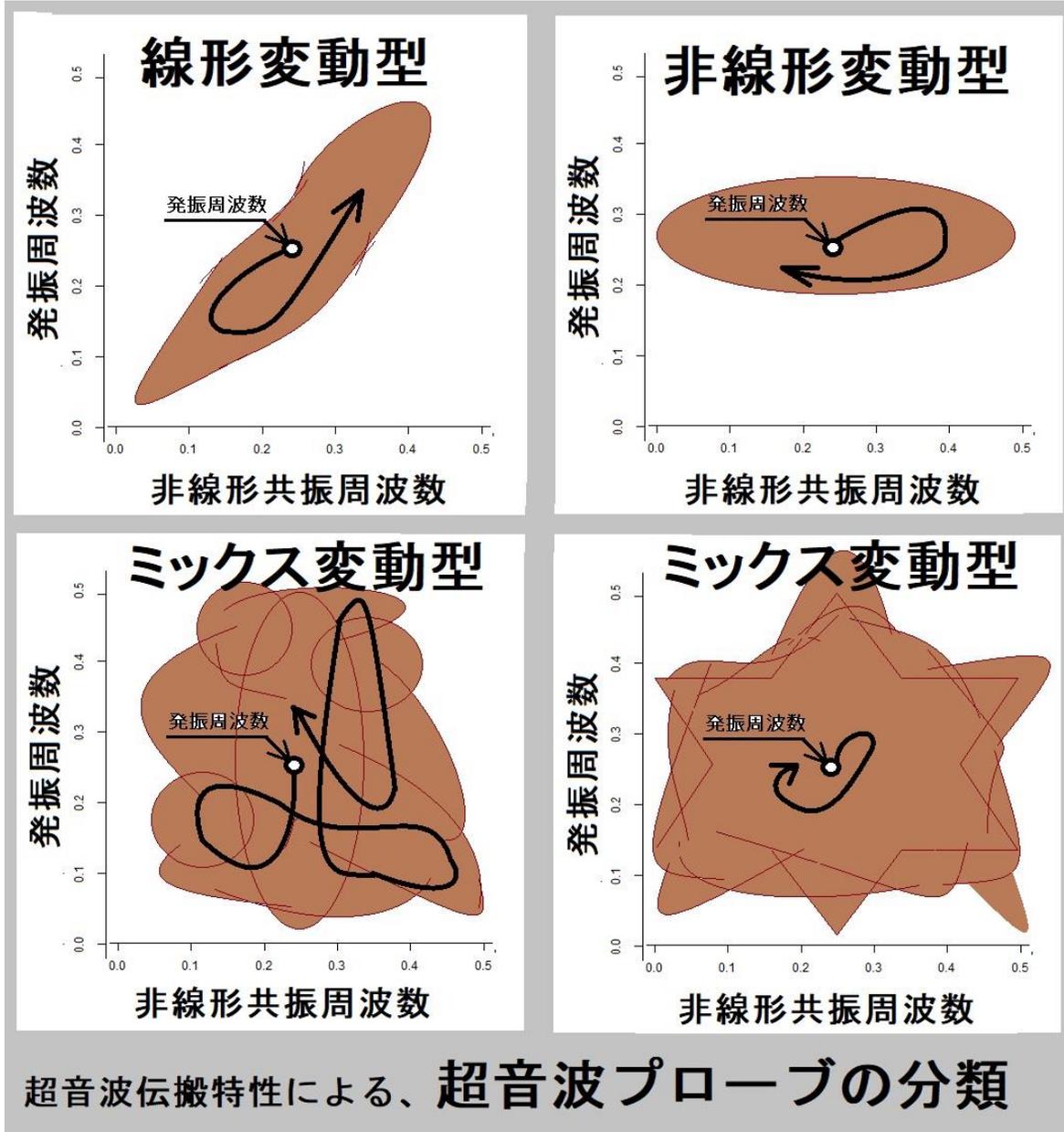
超音波の音圧測定・解析・評価技術を応用

超音波システム研究所は、
多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析技術を応用した、
「超音波の伝搬状態を測定・解析・評価する技術」を利用して
超音波利用に関するコンサルティング対応を行っています。

超音波テスターを利用したこれまでの
計測・解析・結果（注）を時系列に整理することで
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・確認します。

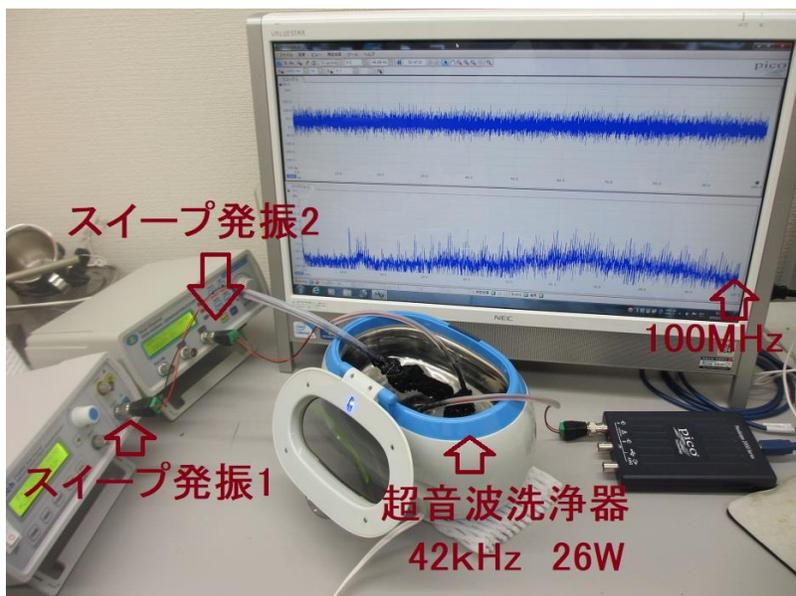
注：

- 非線形特性（音響流のダイナミック特性）
- 応答特性
- ゆらぎの特性
- 相互作用による影響



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
新しい理解を深めています。



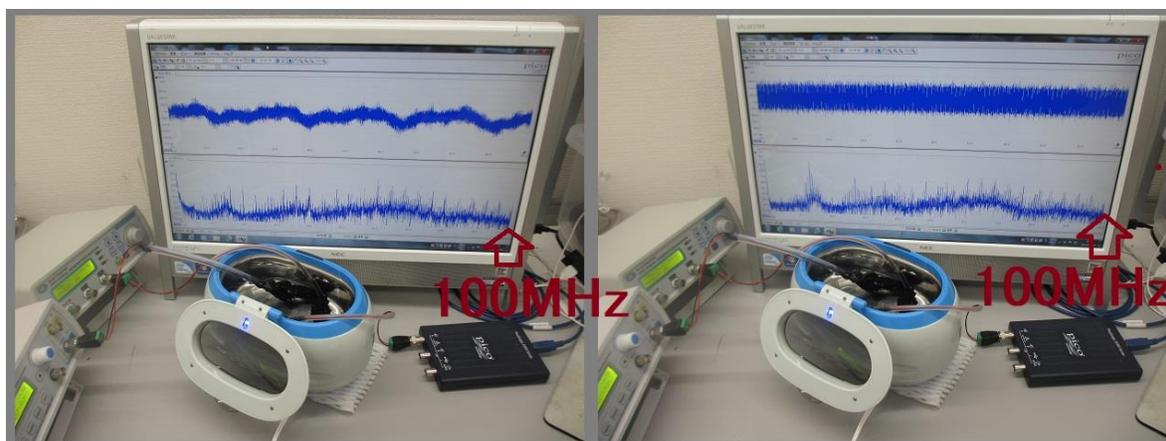
その結果、

超音波の伝搬状態と対象物の表面について
 新しい非線形パラメータが大変有効である事例による
 実績が増えています。

特に、洗浄・加工・表面処理効果に関する評価事例・
 良好な確認に基づいた、制御・改善・・・が実現します。

<統計的な考え方について>

統計数理には、抽象的な性格と具体的な性格の二面があり、
 具体的なものとの接触を通じて
 抽象的な考えあるいは方法が発展させられていく、
 これが統計数理の特質である



<<超音波の音圧データ解析・評価>>

- 1) 時系列データに関して、
多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析により
測定データの統計的な性質（**超音波の安定性・変化**）について
解析評価します
- 2) 超音波発振による、発振部が発振による影響を
インパルス応答特性・自己相関の解析により
対象物の表面状態・・・に関して
超音波振動現象の**応答特性**として解析評価します
- 3) 発振と対象物（洗浄物、洗浄液、水槽・・・）の**相互作用**を
パワー寄与率の解析により評価します
- 4) 超音波の利用（洗浄・加工・攪拌・・・）に関して
超音波効果の主要因である対象物（表面弾性波の伝搬）
あるいは対象液に伝搬する超音波の
非線形（バイスペクトル解析結果）現象により
超音波のダイナミック特性を解析評価します

この解析方法は、
複雑な超音波振動のダイナミック特性を
時系列データの解析手法により、
超音波の測定データに適応させる
これまでの経験と実績に基づいて実現しています。

注：解析には下記ツールを利用します

注：OML (Open Market License)

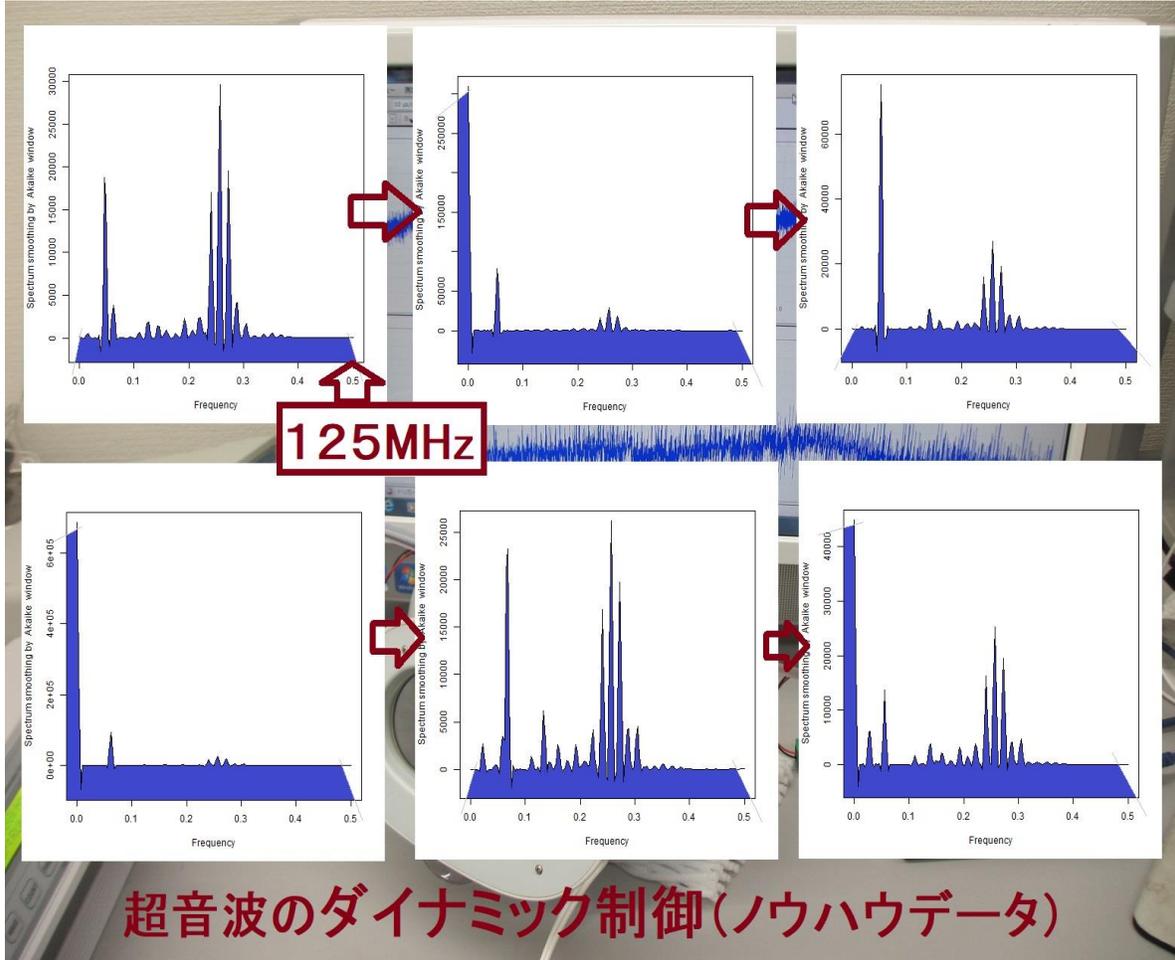
<https://www.ism.ac.jp/ismlib/jpn/ismlib/license.html>

注：TIMSAC (TIME Series Analysis and Control program)

<https://jasp.ism.ac.jp/ism/timsac/>

注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境

<https://cran.ism.ac.jp/>



バイスペクトルは、以下のように

周波数 f_1 、 f_2 、 $f_1 + f_2$ のスペクトルの積で表すことができる。

$$B(f_1, f_2) = X(f_1)Y(f_2)Z(f_1 + f_2)$$

主要周波数が f_1 であるとき、

$f_1 + f_1 = f_2$ 、 $f_1 + f_2 = f_3$ で表される

f_2 、 f_3 という周波数成分が存在すれば

バイスペクトルは値をもつ。

これは主要周波数 f_1 の

整数倍の周波数成分を持つことと同等であるので、

バイスペクトルを評価することにより、

高調波の存在を評価できる。



参考動画

音圧データの解析動画

<https://youtu.be/NFDt-ooxpjw>

<https://youtu.be/GBze4BiggcE>

<https://youtu.be/qQ-yYYSJXYg>

<https://youtu.be/unNz2iZuFiA>

<https://youtu.be/T2hY3LIYiZA>

<https://youtu.be/1QXKlTMT97s>

<https://youtu.be/KG0t97M4AkE>

<https://youtu.be/GPXPmAQm-24>

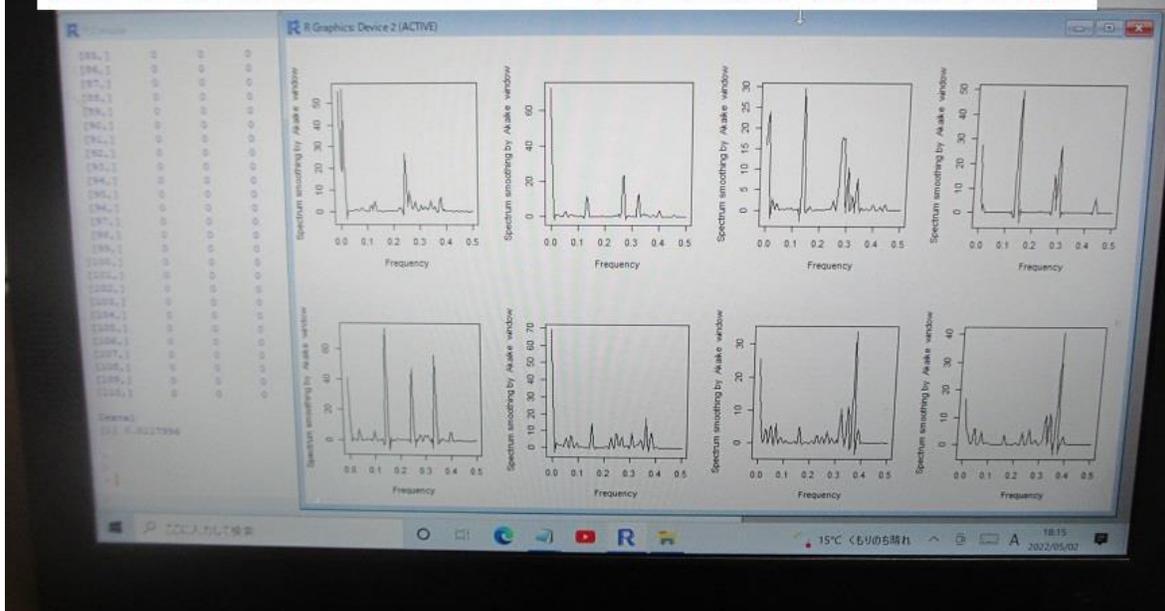
<https://youtu.be/lvLniF6QoUA>

<https://youtu.be/kozrbBJKl6o>

<https://youtu.be/cRfQl8EoaCE>

<https://youtu.be/htSmKevkgNU>

音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬制御技術



<https://youtu.be/BIK010j4Src>

<https://youtu.be/6EIV34lpy9c>

<https://youtu.be/ppypHqPj23E>

<https://youtu.be/6qg0oBud0rc>

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

<https://youtu.be/s0FArptwPaw>

<https://youtu.be/ucFFhjXUQyA>

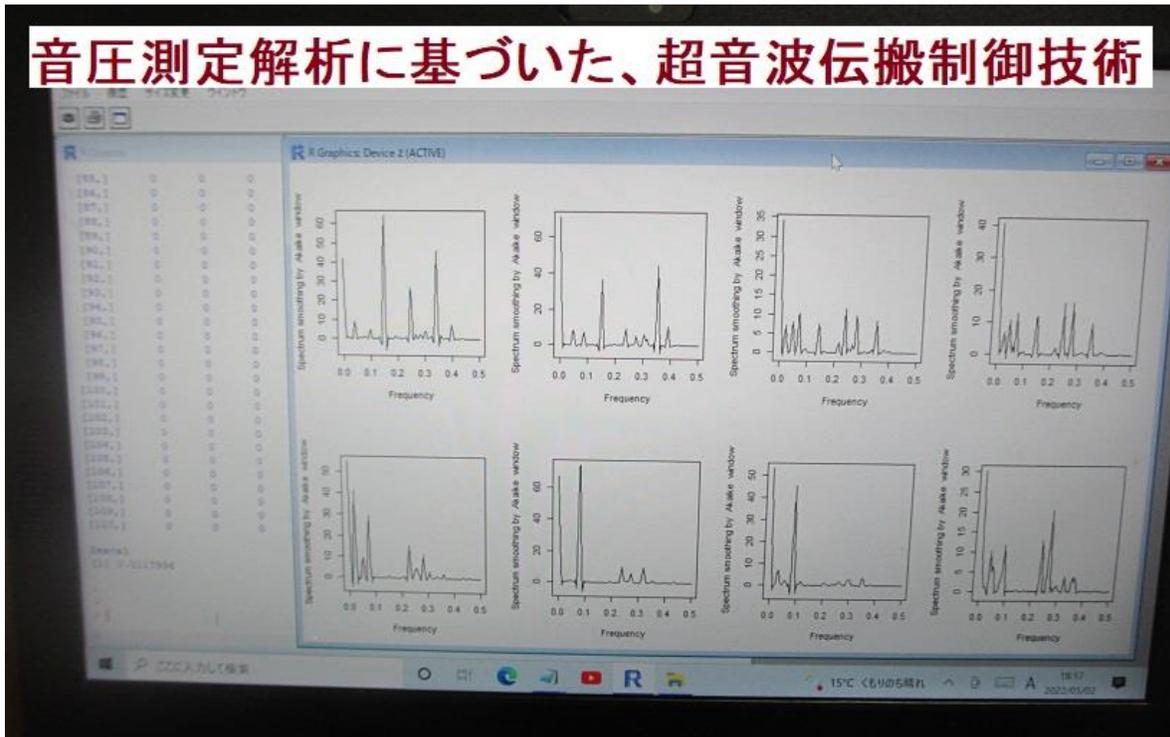
https://youtu.be/JbSbp_arNjE

https://youtu.be/LPjYfr4qM_0

<https://youtu.be/80AzQppfxnc>

https://youtu.be/XP3SfgB_kEM

音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬制御技術



<https://youtu.be/tkxQT4yuUQc>

<https://youtu.be/27SfmmplBco>

<https://youtu.be/lyRVxbyCXiY>

<https://youtu.be/3zrh dzQ4vuA>

<https://youtu.be/pBx lLktDrKg>

<https://youtu.be/Z5ZRpPIkOzM>

<https://youtu.be/epUjxxGy-7U>

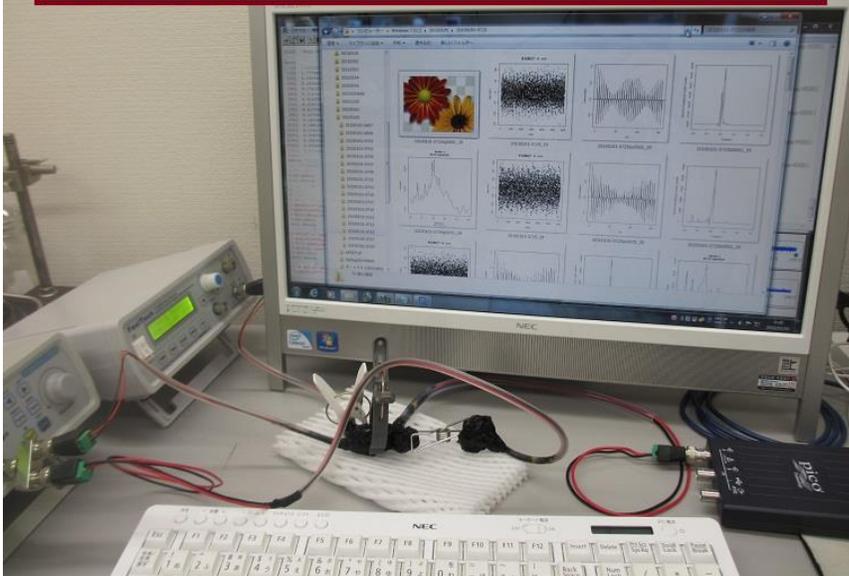
https://youtu.be/en9AJp3_v58

<https://youtu.be/lwbXBxogdsE>

<https://youtu.be/TLhVu7qewnU>

<https://youtu.be/3v-DM-4nnuY>

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/5U31kTHFA6w>

<https://youtu.be/ogHAXaecDcs>

<https://youtu.be/PX3J5GYqNJJs>

https://youtu.be/7oSm-G_MsDI

<https://youtu.be/6DK2NNjApd4>

<https://youtu.be/BW4AsADG00Y>

<https://youtu.be/Tmsgkm5VGNA>

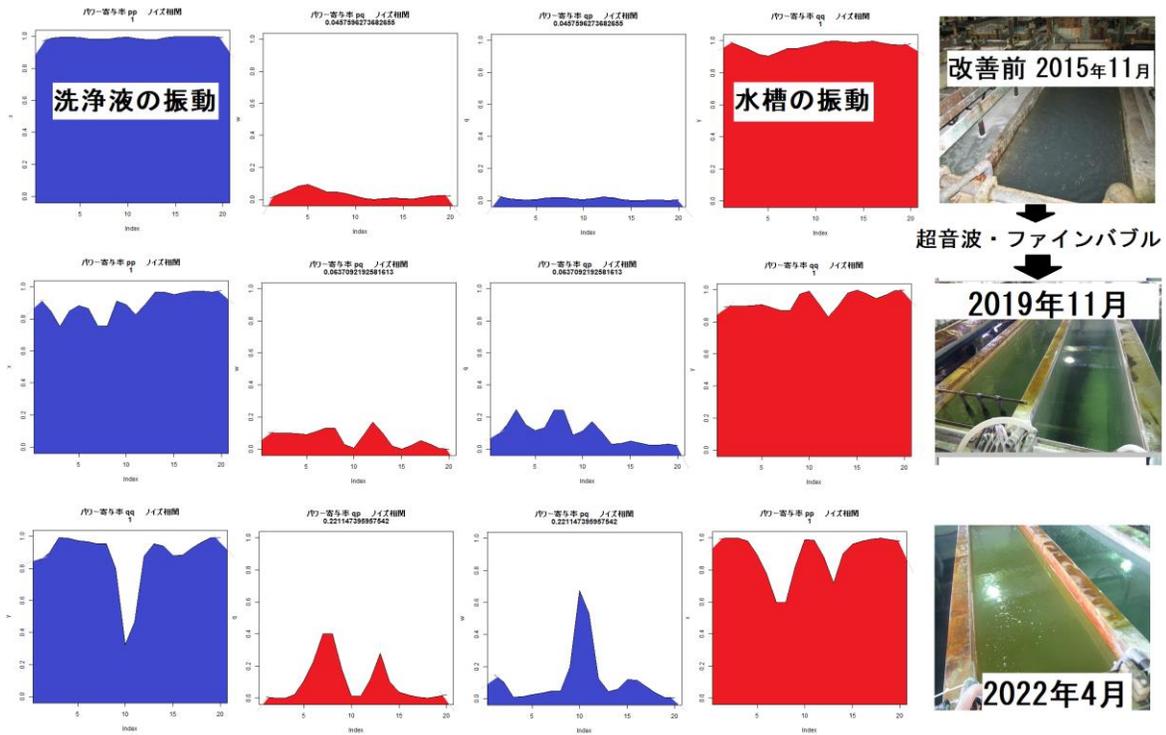
<https://youtu.be/ZD71ezn75vY>

<https://youtu.be/PIORm9EGzyE>

<https://youtu.be/DmxcgDgofgU>

<https://youtu.be/FnyAAhaYWks>

<https://youtu.be/S25NqheB5dk>



超音波とファインバブルによる水槽の表面改質効果

<https://youtu.be/naUMx4RjH7Q>

<https://youtu.be/TGrXZ5x3QvA>

<https://youtu.be/AigjXPdVMwA>

<https://youtu.be/rgyFLNwiL4A>

<https://youtu.be/CERM7qj4pz4>

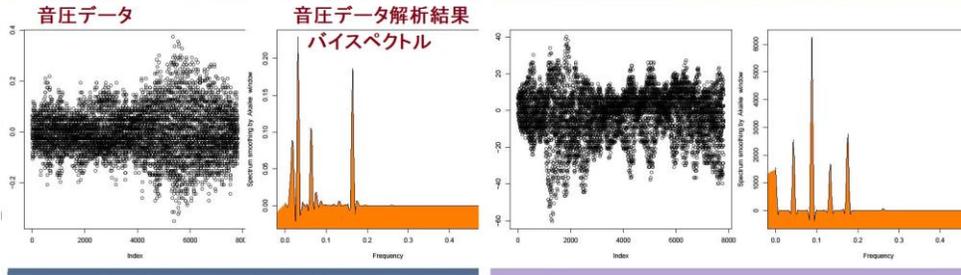
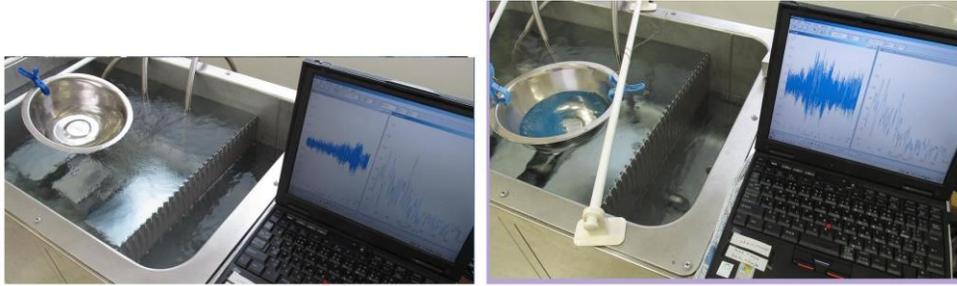
<https://youtu.be/k2Xbg3DBVgA>

<https://youtu.be/B8b-Kf8iPUM>

<https://youtu.be/iPYu4goiA2s>

<https://youtu.be/7De6fHokE1c>

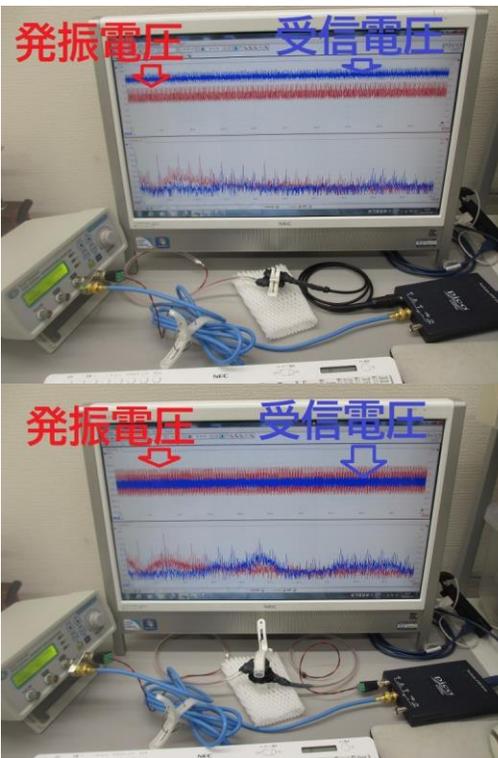
<https://youtu.be/jkbUfdAa5Y0>



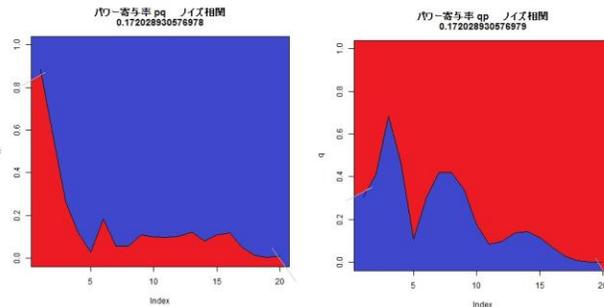
<https://youtu.be/1LEUrA1bkEA>

https://youtu.be/ERcX8PX_zAk

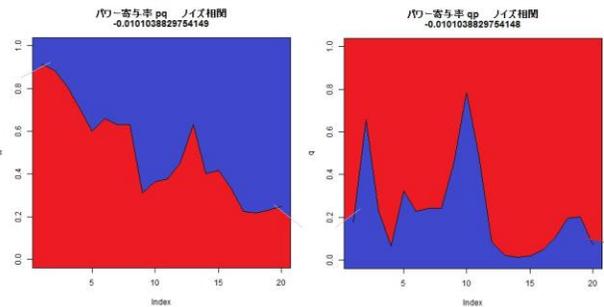
<https://youtu.be/dWaK1HJw-t4>



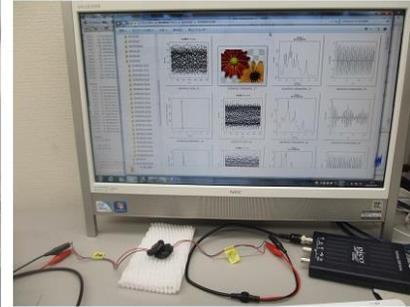
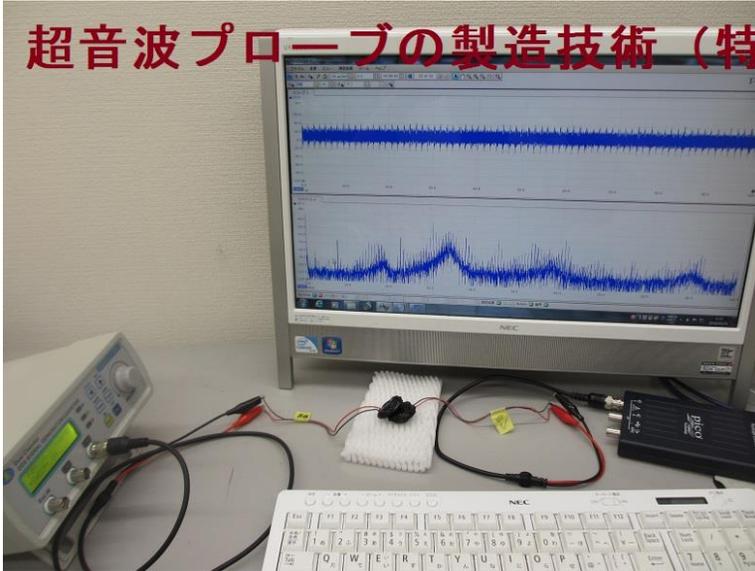
音圧データの解析結果: パワー寄与率



音圧データの解析結果: パワー寄与率



超音波プローブの製造技術（特性テスト）



圧電素子の表面改良による特性調整

<https://youtu.be/Y0pA09q6JM4>

<https://youtu.be/1RcfnR0YqkQ>

<https://youtu.be/1JhUDuT6MQI>

https://youtu.be/wMtFwcLG_BY

<https://youtu.be/KQZfLxaVTkQ>

<https://youtu.be/NKDmfTMNweM>

<https://youtu.be/F3wNUIm3Wzk>

<https://youtu.be/Au-XhQBZ7z8>

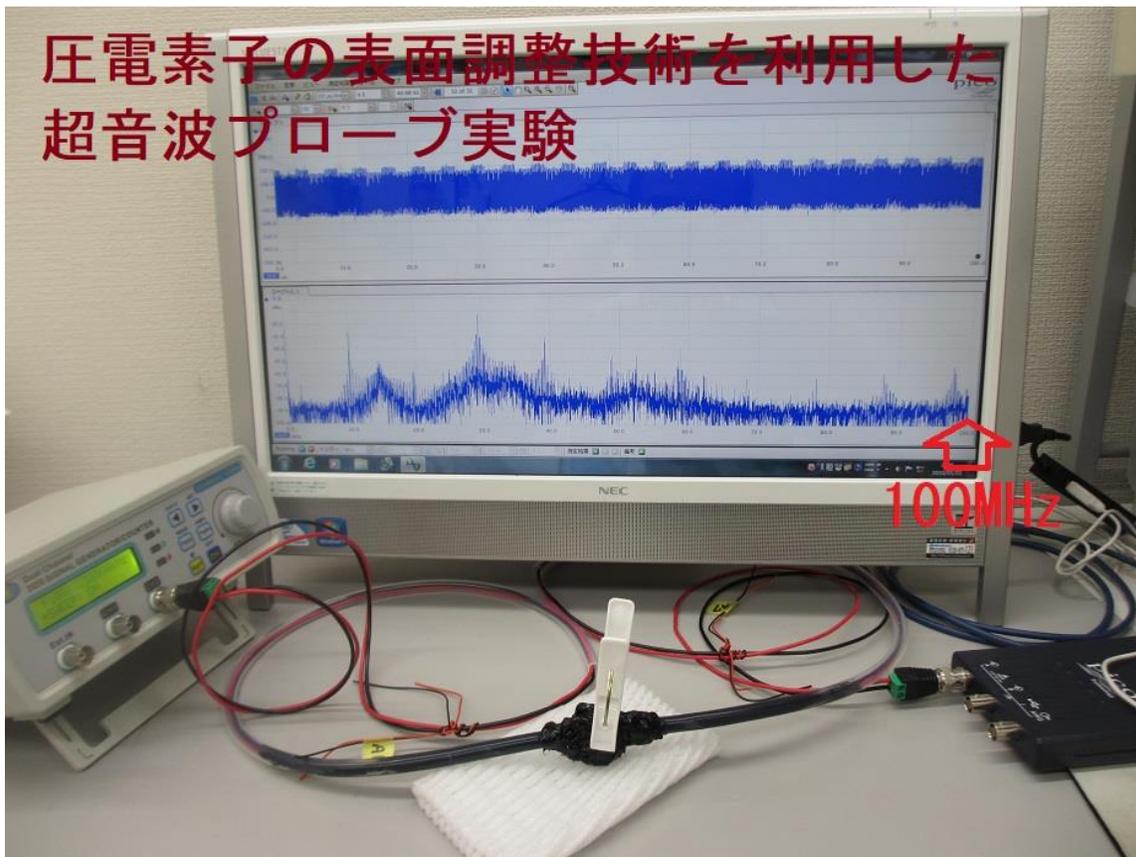
<https://youtu.be/Yb2NxMTNlvE>

<https://youtu.be/ZCP5mUw8-Es>

https://youtu.be/9ApgaY9X_Qs

<https://youtu.be/3W8Xy3xp0IM>

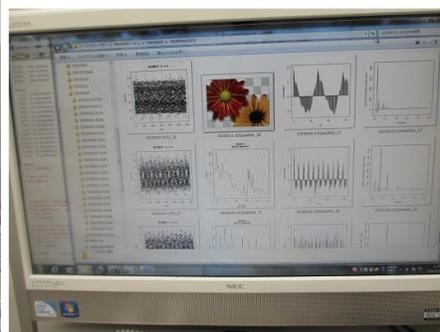
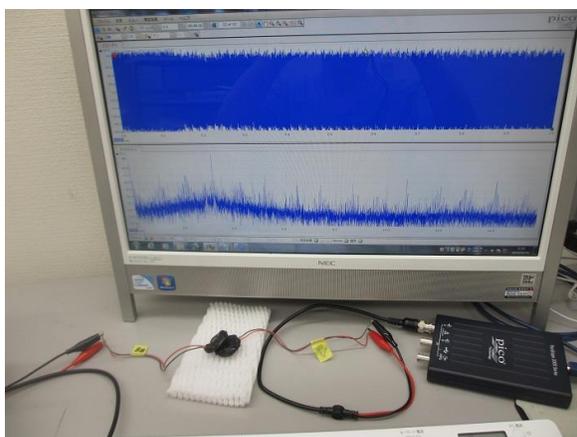
圧電素子の表面調整技術を利用した 超音波プローブ実験



<https://youtu.be/LL8bztEjc0g>

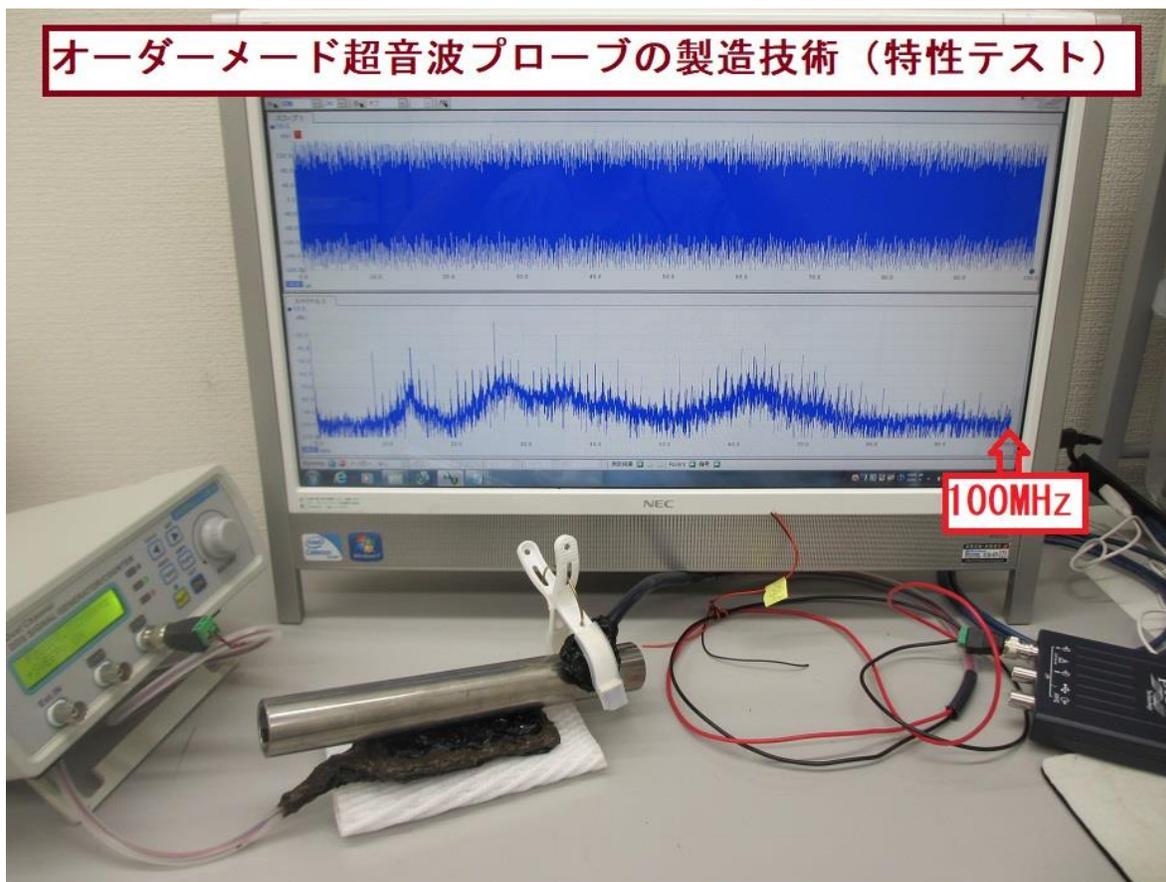
<https://youtu.be/tS0lBo8Bn40>

https://youtu.be/onnTNjIez_U



超音波プローブの製造技術

オーダーメイド超音波プローブの製造技術（特性テスト）



オーダーメイド超音波プローブによる超音波実験

https://youtu.be/E0s_3e48PFI

https://youtu.be/6ux_dH7bz-A

<https://youtu.be/Cyoq6-KDI1Y>

https://youtu.be/Nv75G0Qx_sM

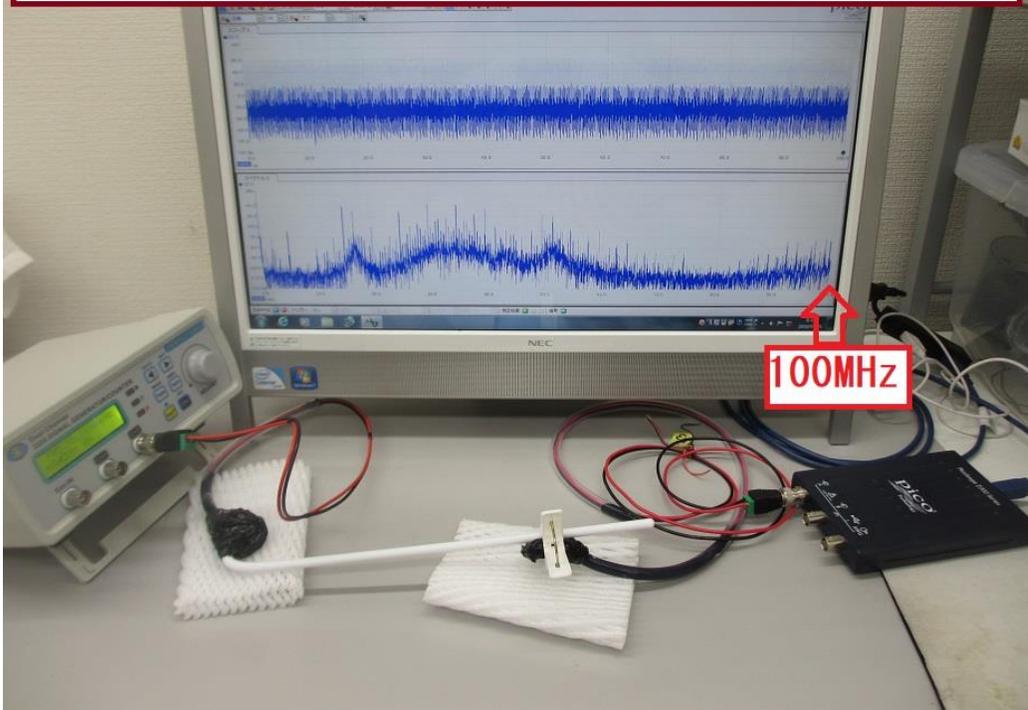
<https://youtu.be/r64ETkPb0Uk>

https://youtu.be/g7RQZDj_gRw

<https://youtu.be/UTshqu1BSRQ>

<https://youtu.be/Tk13Q140RHw>

オーダーメイド超音波プローブの製造技術（特性テスト）



<https://youtu.be/pa1A0JfiXEc>

<https://youtu.be/csEPpXj8uNI>

<https://youtu.be/FKMwy7wsxy4>

<https://youtu.be/iVznXF5z0mA>

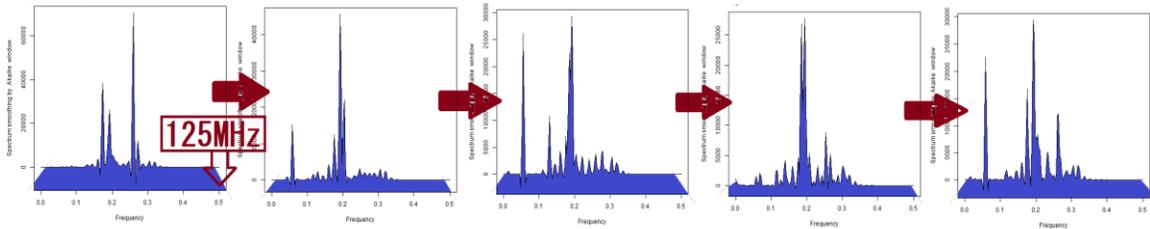
<https://youtu.be/8x5HL10-5a0>

<https://youtu.be/L17iY3Ww0tU>

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：バースペクトルの変化



<<超音波システム>>

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>

統計的な考え方を利用した超音波

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

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>

音圧測定解析に基づいた、超音波システムの開発技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15767>

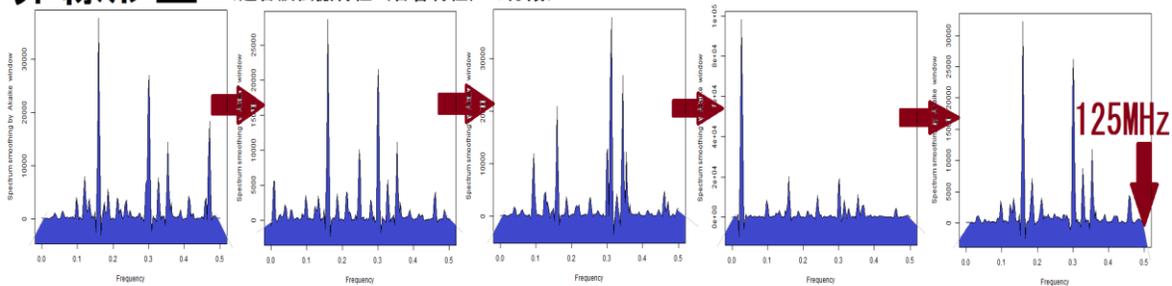
超音波測定解析の推奨システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1972>

非線形型

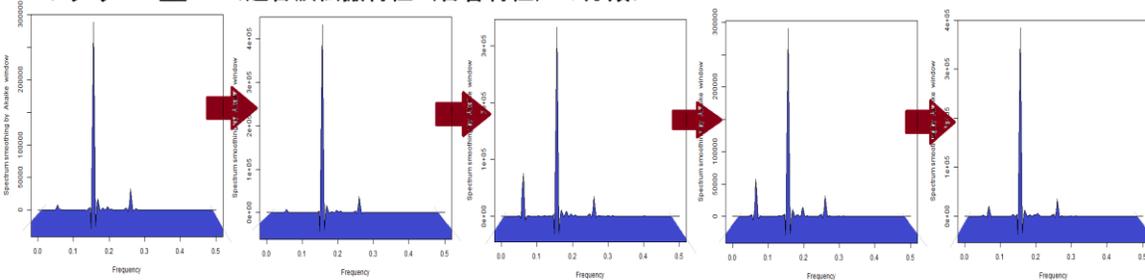
<超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化



ミックス型

<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

超音波計測装置（超音波テスター）を利用した測定事例

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1685>

超音波発振・計測・解析システム（超音波テスター）

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

超音波の音圧測定解析データを公開

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2387>

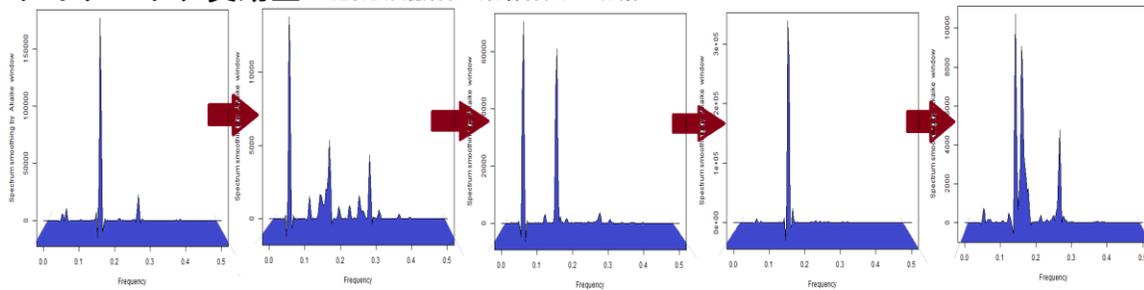
超音波の非線形振動

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

超音波＜測定・解析＞システム

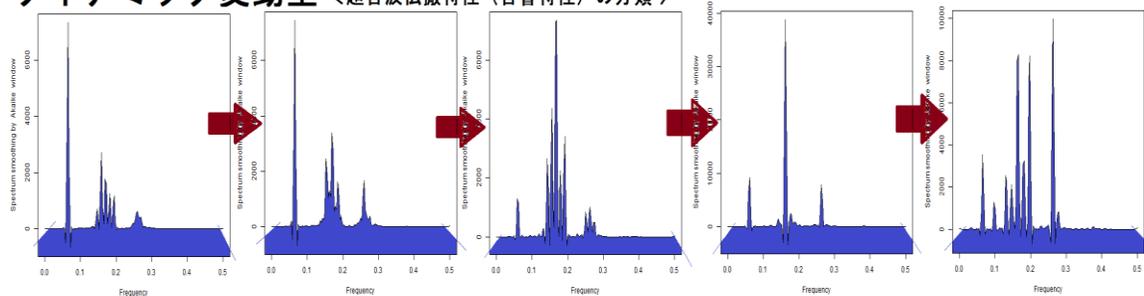
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1000>

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

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>

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>

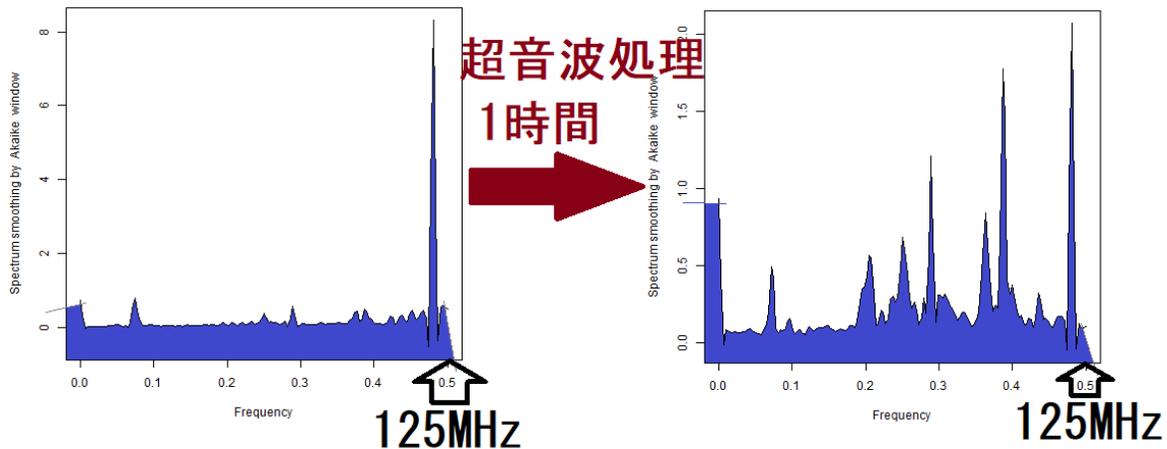


超音波発振システム（20MHz）

200MHz以上の超音波伝搬現象による表面改質処理

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

超音波による表面処理結果（音圧データ解析：バースペクトル）



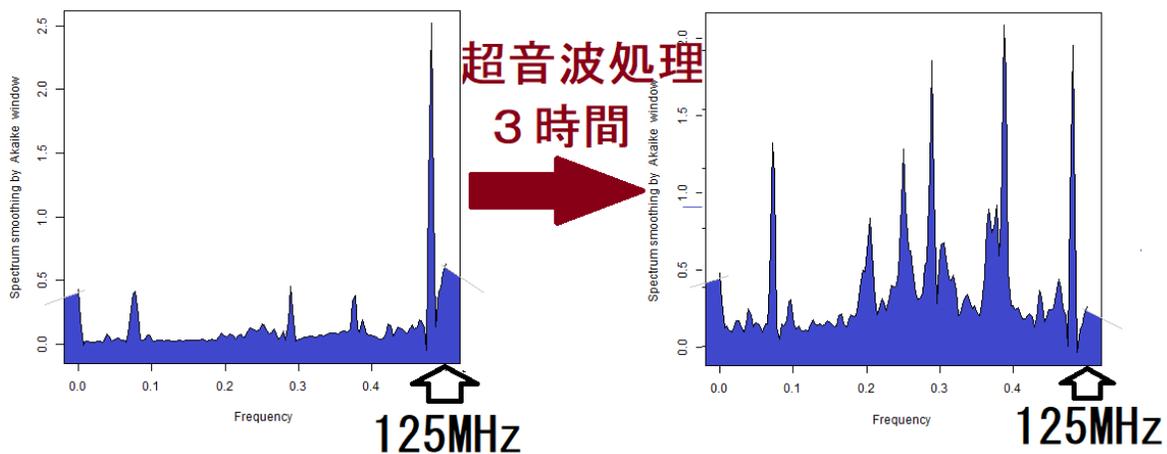
超音波システム（音圧測定解析、発振制御 10MHz タイプ）

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/a11b84107286cec4d7eb0b5e498d2636.pdf>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御 100MHz タイプ）

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/1b3c6538707aa2b25f8a161324b9421d.pdf>

超音波による表面処理結果（音圧データ解析：バースペクトル）



【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/>