

# 超音波の音圧計測・解析・評価技術

(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。

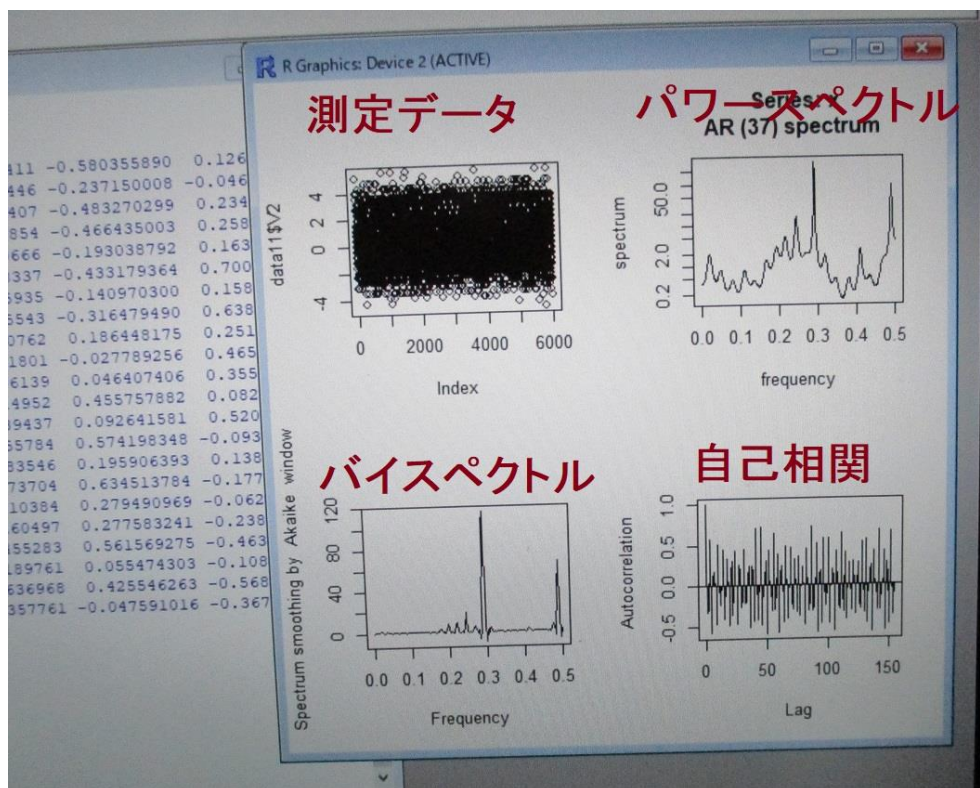
注：

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。

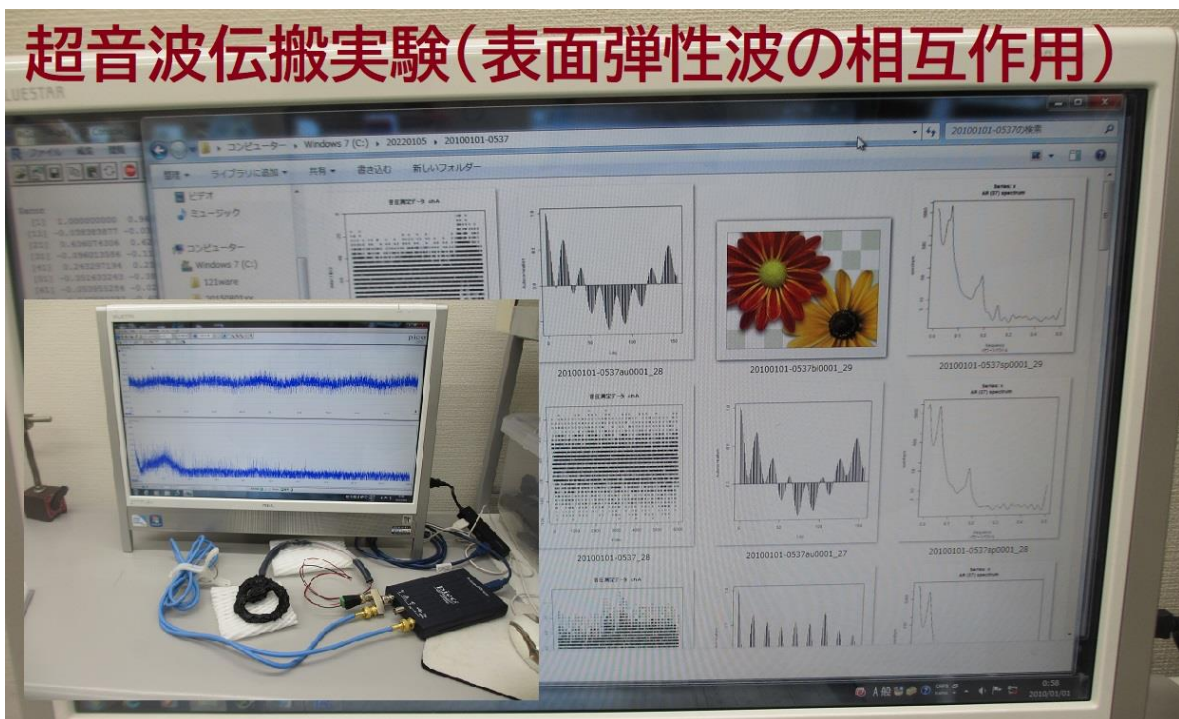
その結果、

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 >>

- 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)

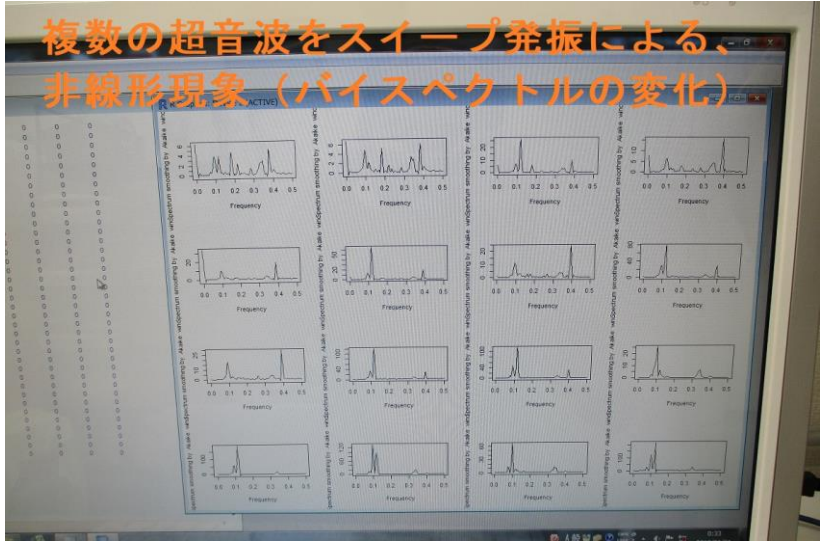
<https://www.ism.ac.jp/ismlib/jpn/ismlib/license.html>

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/>

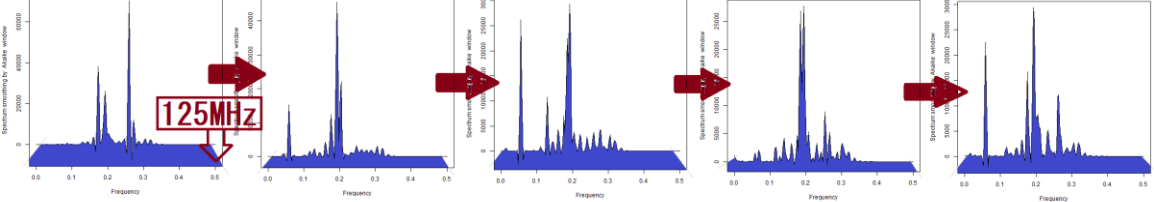


バイスペクトルは、以下のように  
 周波数  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_1 + f_2$  のスペクトルの積で表すことができる。  
 $B(f_1, f_2) = X(f_1)Y(f_2)Z(f_1 + f_2)$

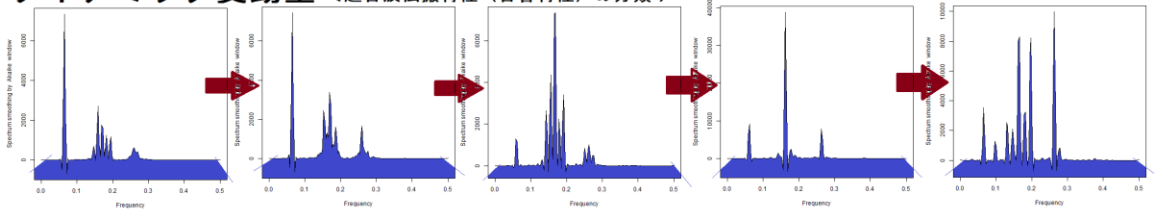
主要周波数が  $f_1$  であるとき、  
 $f_1 + f_1 = f_2$ 、 $f_1 + f_2 = f_3$  で表される  
 $f_2$ 、 $f_3$  という周波数成分が存在すれば、バイスペクトルは値をもつ。

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。

**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

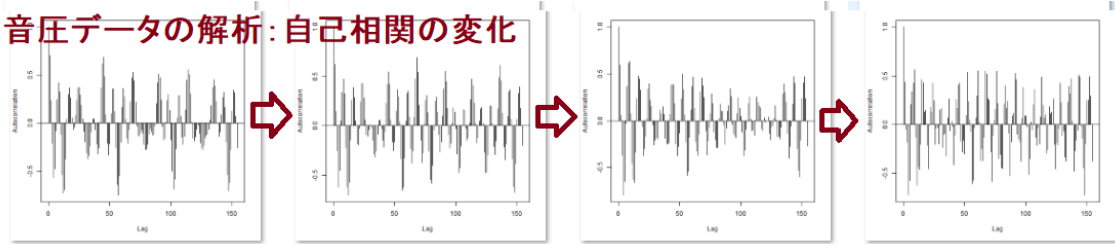


**ダイナミック変動型** <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

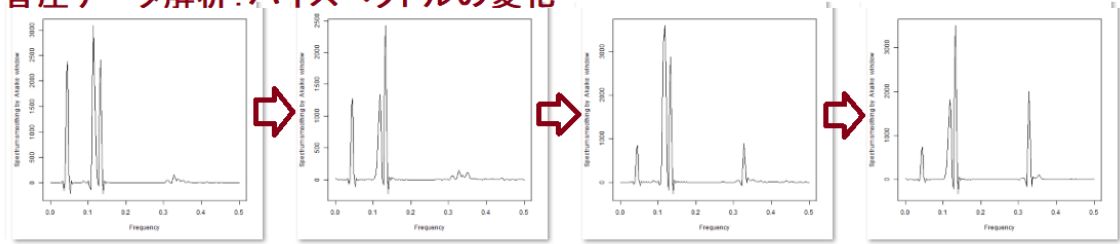


超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化

### 音圧データの解析: 自己相関の変化



### 音圧データ解析: バイスpekトルの変化



### 参考動画

音圧データの解析動画

### 解析結果

<音圧データ・自己相関・バイスペクトル・パワースpekトル>

<https://youtu.be/iyxmA74bWxA>

<https://youtu.be/2aDU4AXTp5I>

<https://youtu.be/i2Q0Fq8z04Y>

[https://youtu.be/UTvX\\_BTMyMw](https://youtu.be/UTvX_BTMyMw)

[https://youtu.be/1\\_gLavDdVw](https://youtu.be/1_gLavDdVw)

<https://youtu.be/CMTqZvCN5Do>

<https://youtu.be/y0Cy1AoMVJ0>

超音波処理前

超音波処理後

100MHz

超音波プローブの表面弾性波を利用した、**表面改質技術**

<解析 : バイスpekトルの変化>

<https://youtu.be/X6tyVRHSzYE>

<https://youtu.be/tGHSurEaqDM>

[https://youtu.be/ad4X\\_uI06vk](https://youtu.be/ad4X_uI06vk)

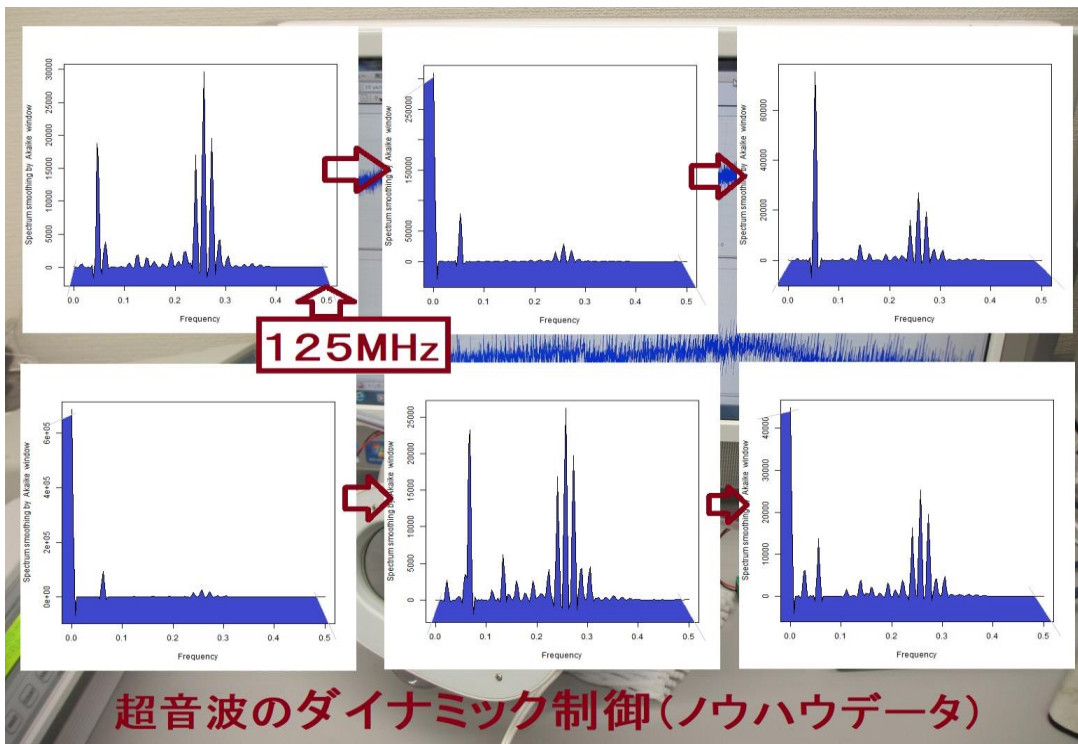
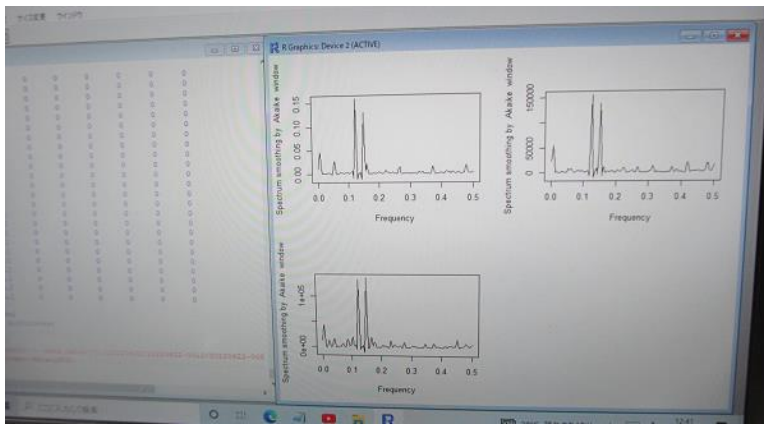
<https://youtu.be/ErSDhb0NrgE>

<https://youtu.be/EAKifUKyFOU>

<https://youtu.be/6lGc7dI0XTY>

<https://youtu.be/dnIpef0JWqI>

<https://youtu.be/5iP5KDYVYnY>



<解析：パワースペクトル・自己相関の変化>

<https://youtu.be/pD3NxpA-IBE>

<https://youtu.be/35yZdLGZhtk>

[https://youtu.be/Tyyde-r\\_0es](https://youtu.be/Tyyde-r_0es)

<https://youtu.be/ngLcN6Z-wb0>

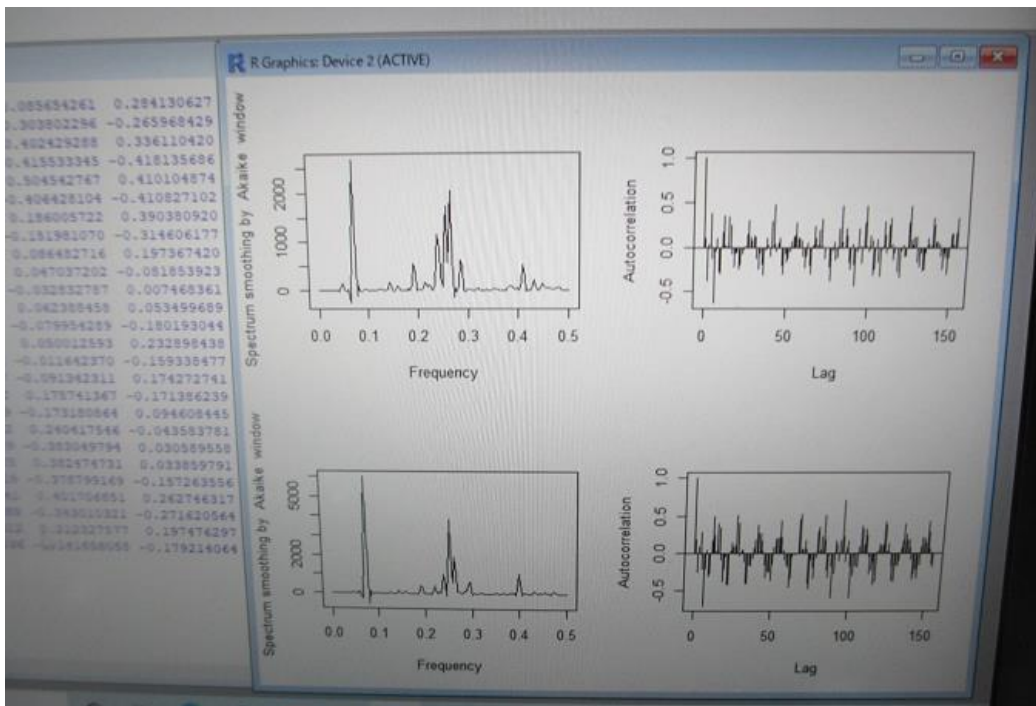
<https://youtu.be/SZb2riV0AyU>

<https://youtu.be/UqJyN-UqjK0>

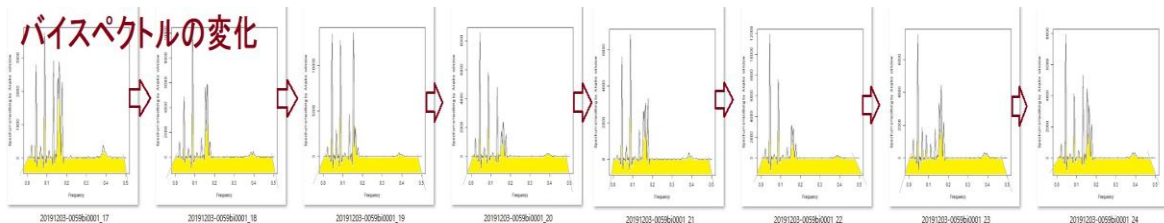
<https://youtu.be/Q-J1TzusQGU>

[https://youtu.be/IYSKMbgJ\\_qk](https://youtu.be/IYSKMbgJ_qk)

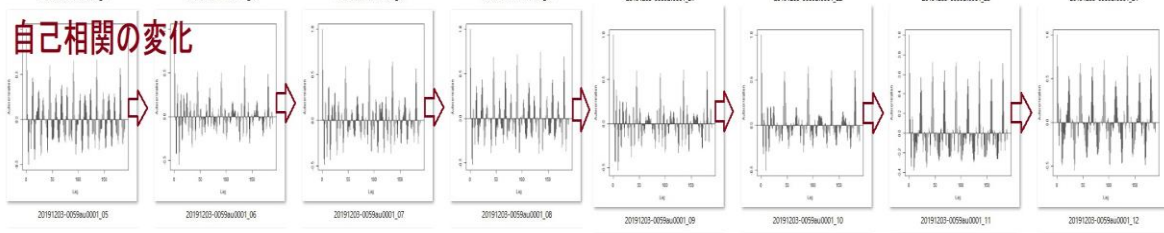
[https://youtu.be/TU4k\\_QJUR1Q](https://youtu.be/TU4k_QJUR1Q)



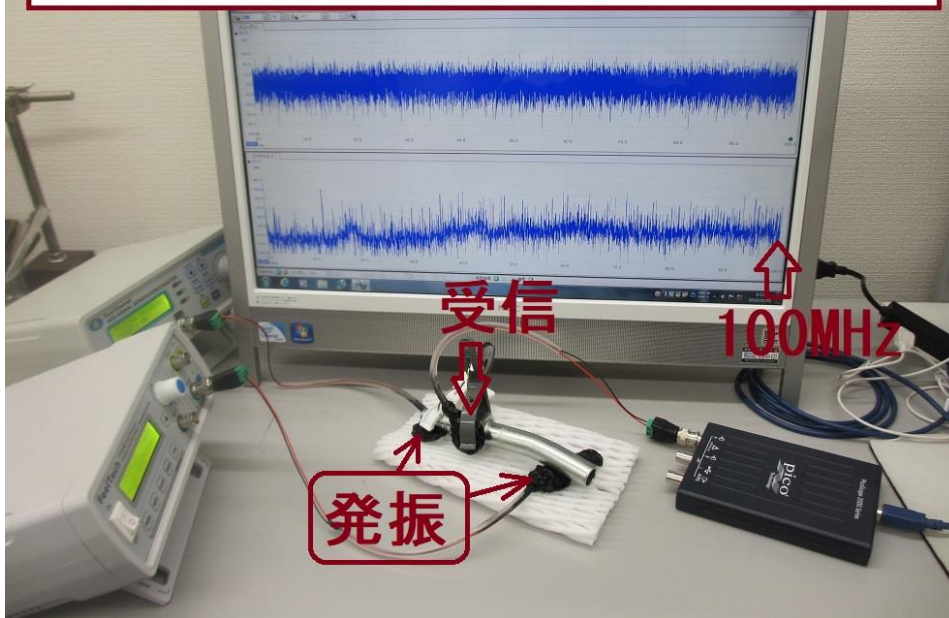
パワースペクトルの変化



自己相関の変化



## 超音波の非線形振動現象をコントロールする技術



### <<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>

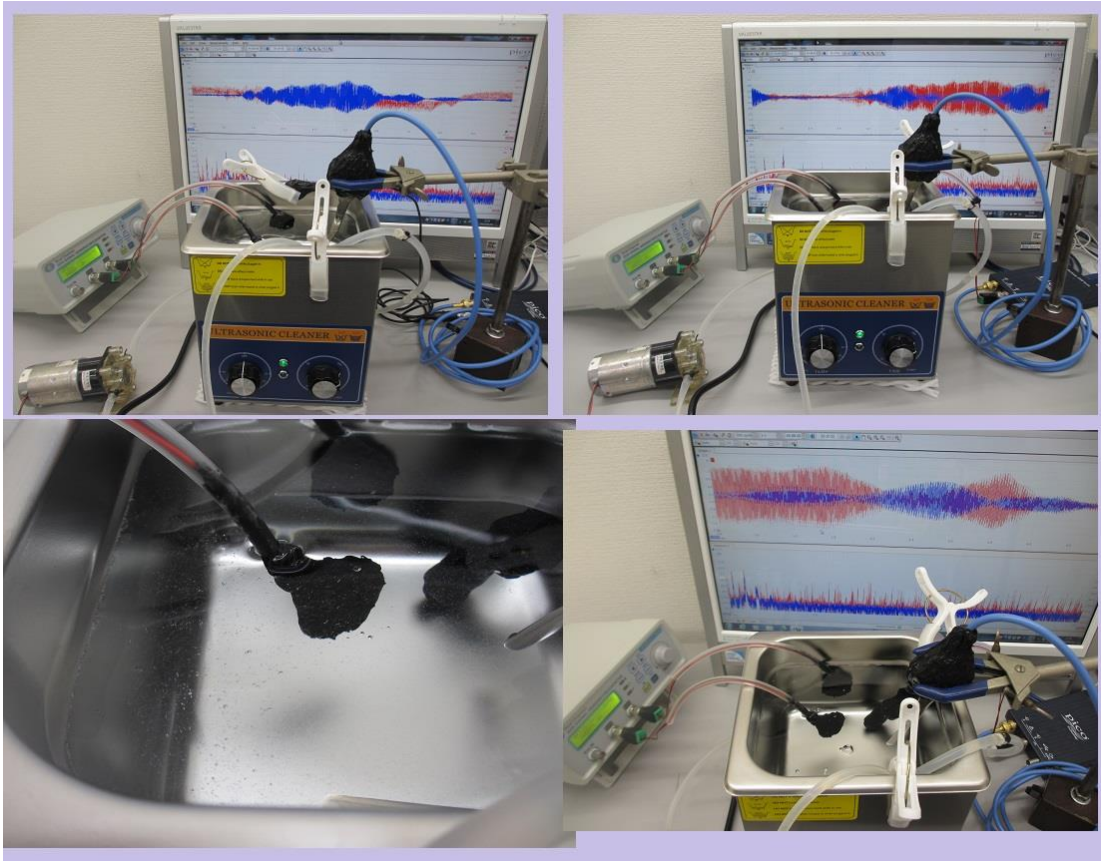
超音波測定解析の推奨システム

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

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

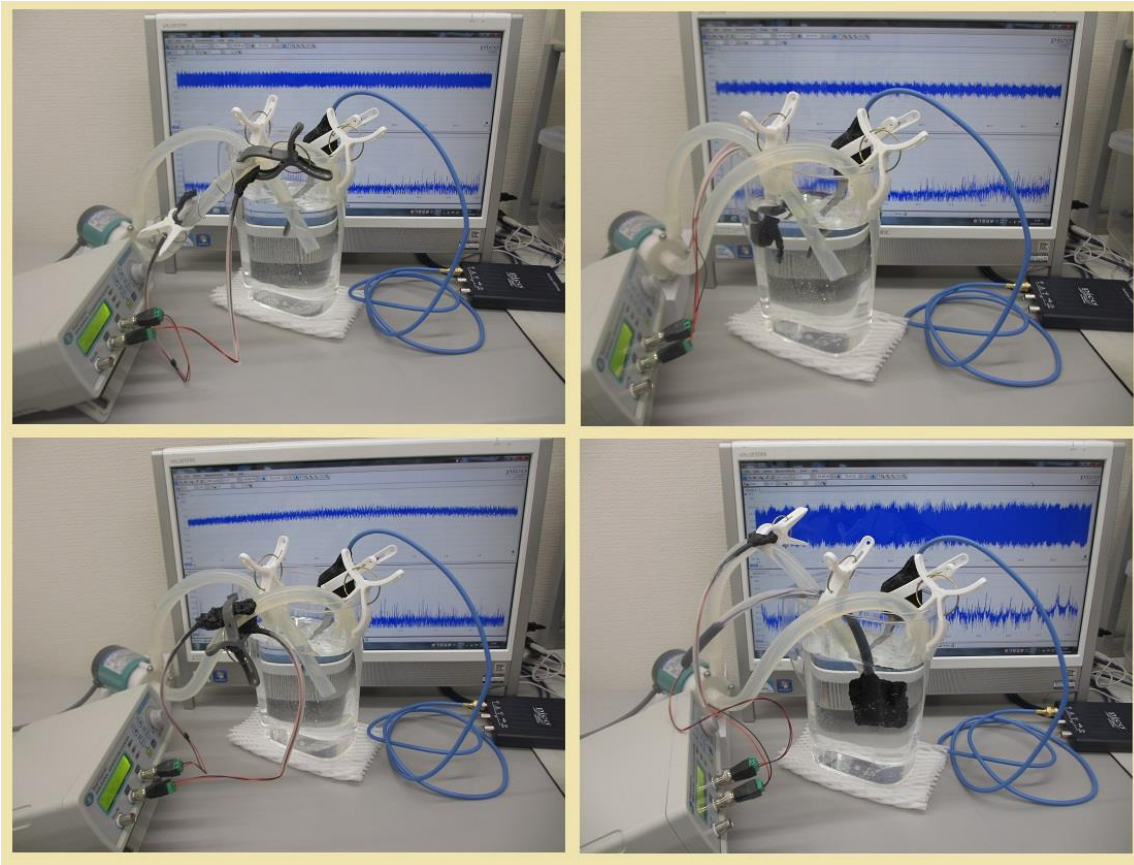
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1000>

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

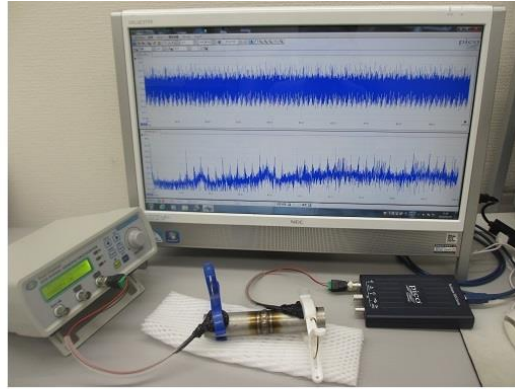
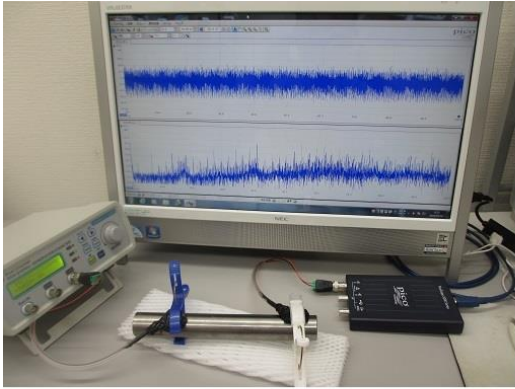
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1648>

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

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

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>



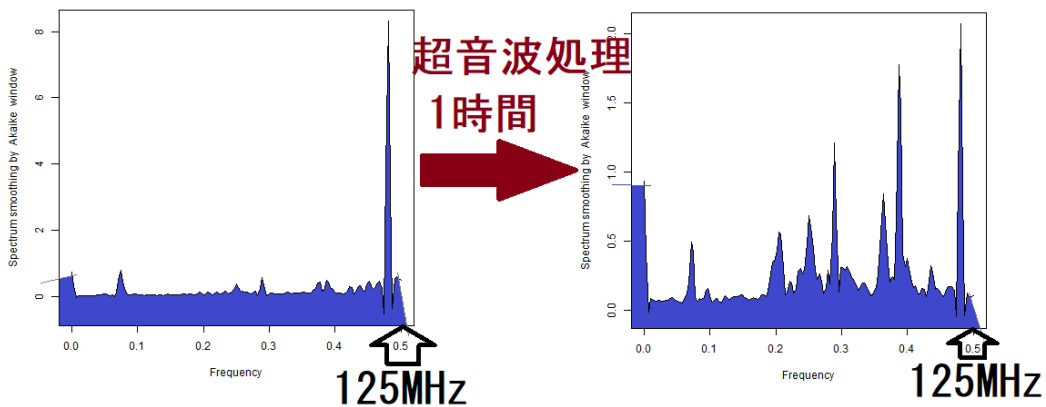
## 溶接の影響を確認している実験

測定する事で、様々な事項を確認しています

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

メールアドレス [info@ultrasonic-labo.com](mailto:info@ultrasonic-labo.com)

ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>