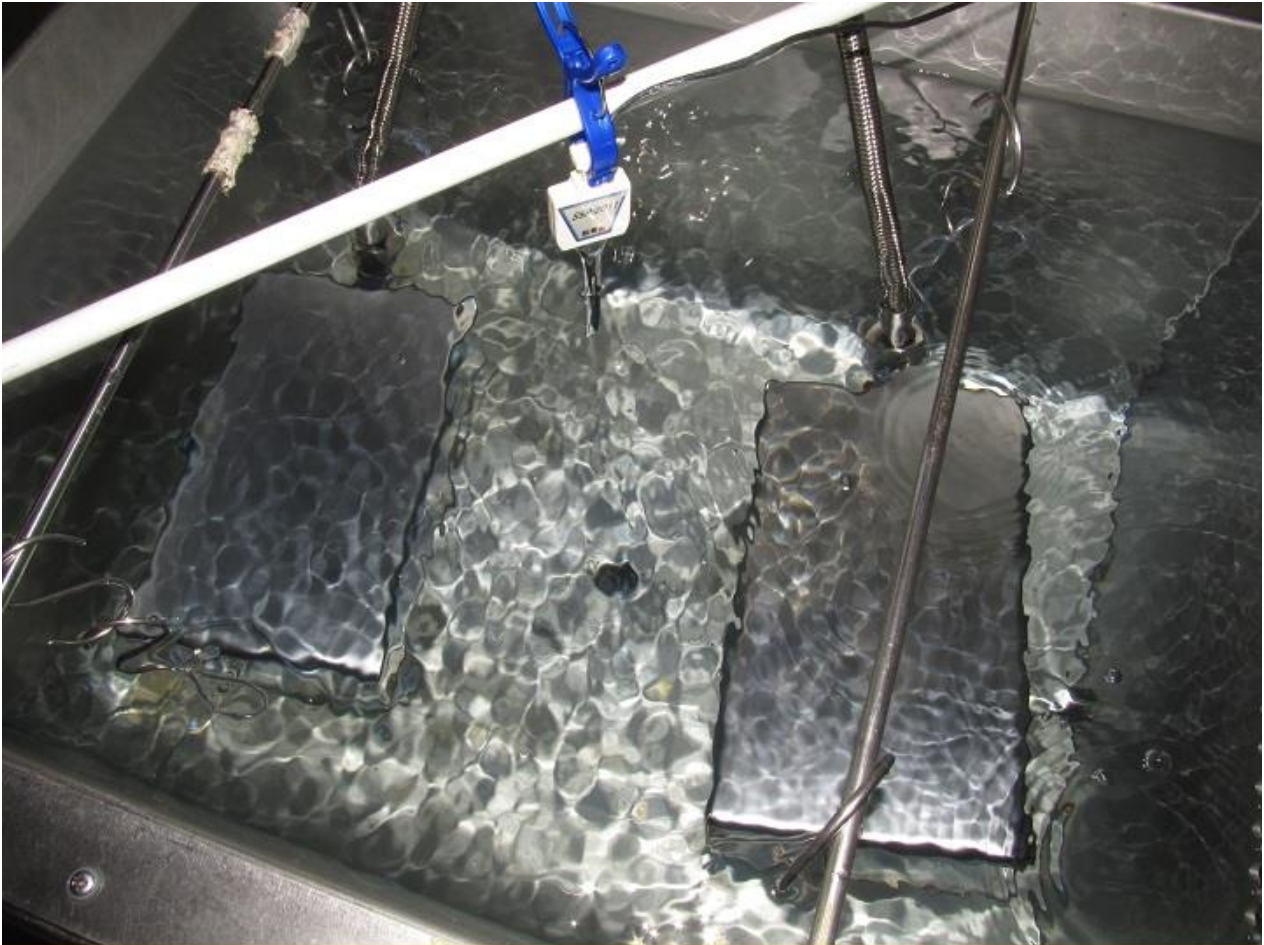


洗浄液の超音波と水槽表面に伝搬する超音波の相互作用を評価する技術

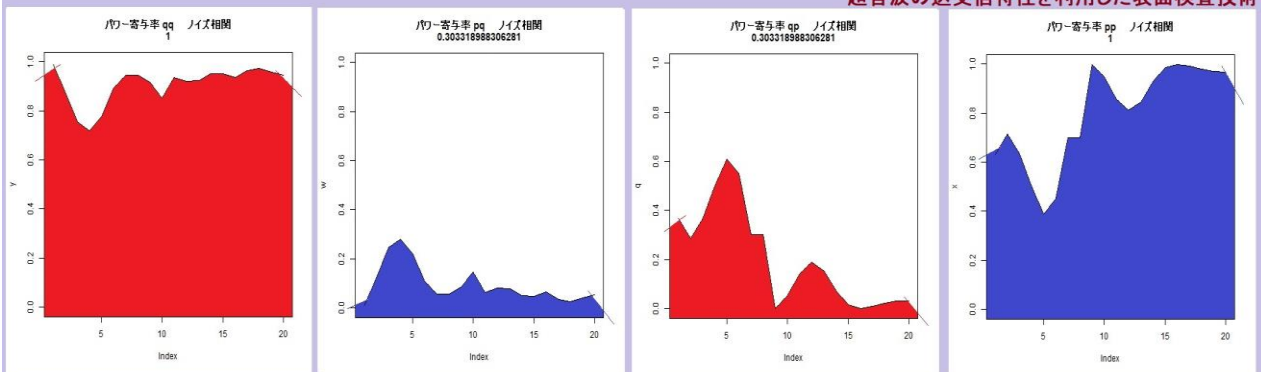
— 自己回帰モデルによるフィードバック解析：パワー寄与率の解析 —

2023. 12. 24 超音波システム研究所



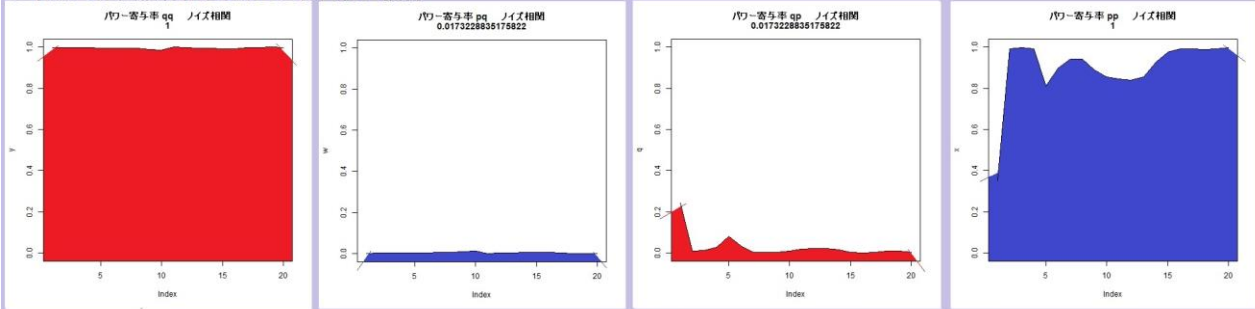
## 相互作用を確認して設定する 2種類の超音波振動子の設置

超音波の送受信特性を利用した表面検査技術



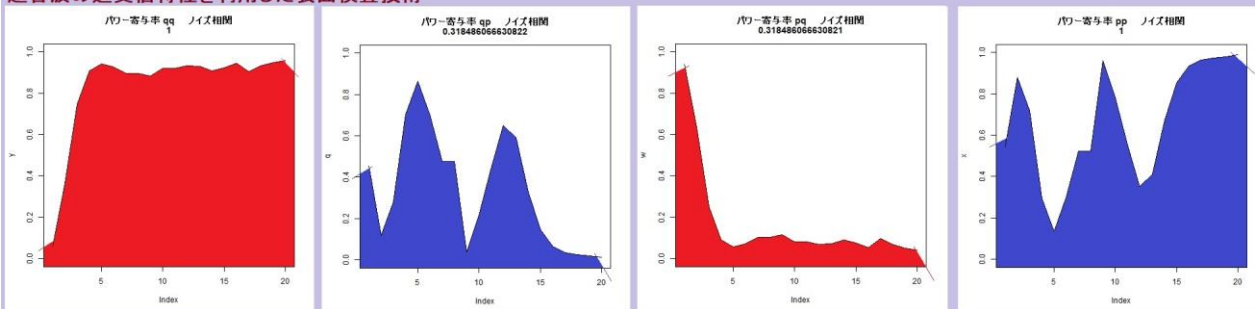
TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program):mulnosを利用した  
パワー寄与率の解析

### 超音波の送受信特性を利用した表面検査技術



## TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program):mulnosを利用した パワー寄与率の解析

### 超音波の送受信特性を利用した表面検査技術



## TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program):mulnosを利用した パワー寄与率の解析

超音波システム研究所は、  
超音波の音圧測定による、時系列データを解析することで、  
各種容器内の液体に伝搬する超音波と容器表面の超音波振動による  
相互作用を解析評価する技術による分類技術を開発しました。  
その結果、相互作用の評価に基づいた  
超音波利用状態を制御可能にする、各種改善方法に発展しています。

#### 具体的には、以下のような事例があります

- 1) 超音波の発振周波数・出力レベルの選択基準の設定
- 2) 超音波の発振制御条件の設定(例 ONOFF制御の時間設定)
- 3) 水槽・超音波(振動子)の設置方法
- 4) 液循環制御条件の設定  
(例 複数のポンプによる各ONOFF制御条件設定)
- 5) 水槽の強度に合わせた超音波出力の設定
- 6) 超音波の利用目的に合わせた最適化

目的に合わせた、オリジナル超音波システムの開発が可能です。

ポイントは、超音波伝搬特性の確認です。

超音波のダイナミックな変化に対する、応答特性が最も重要です。

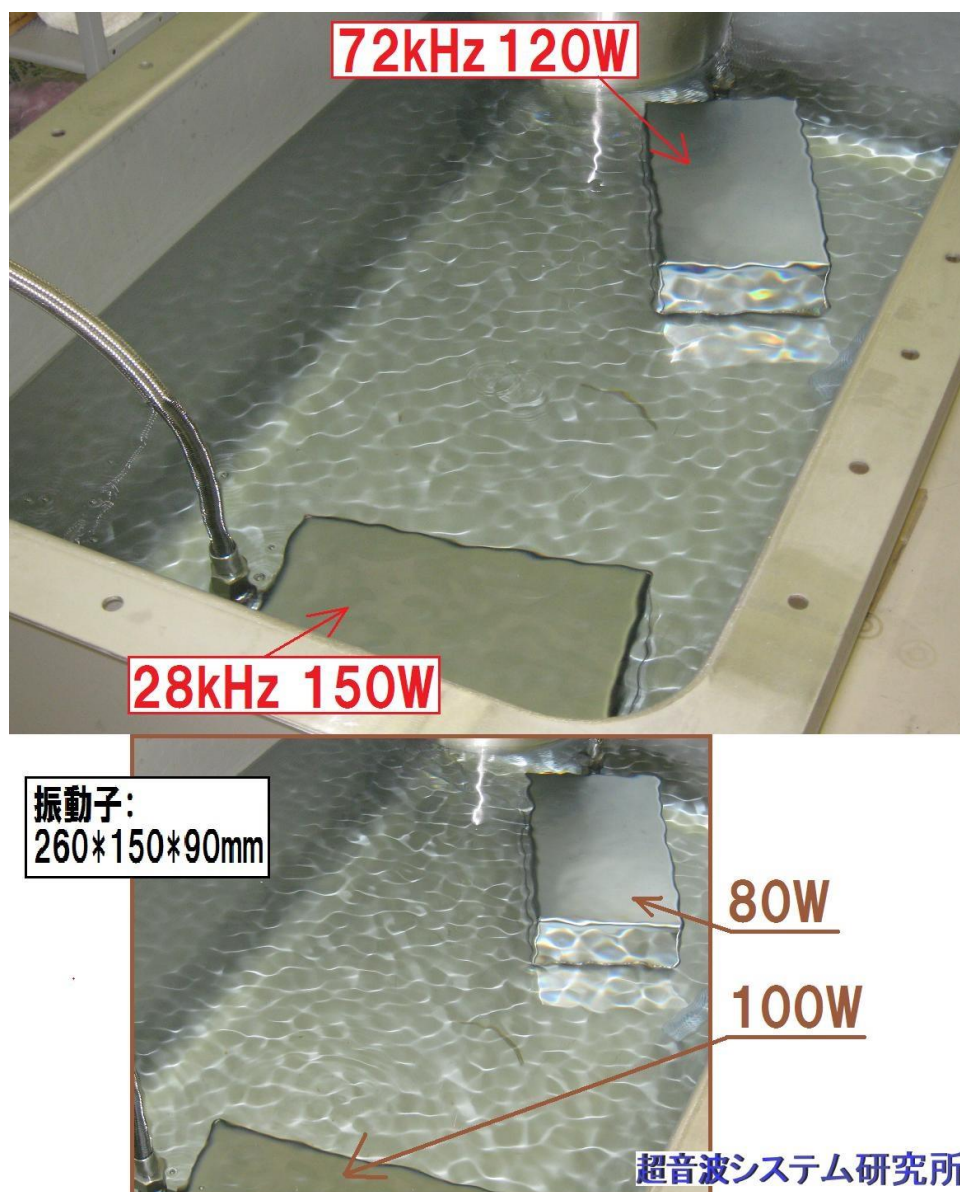
この特性により、高調波の発生可能範囲が決定します。  
現状では、以下の範囲に対して、対応可能となっています。

超音波：概略仕様  
測定範囲 0.1Hz～300MHz  
発振範囲 1kHz～25MHz

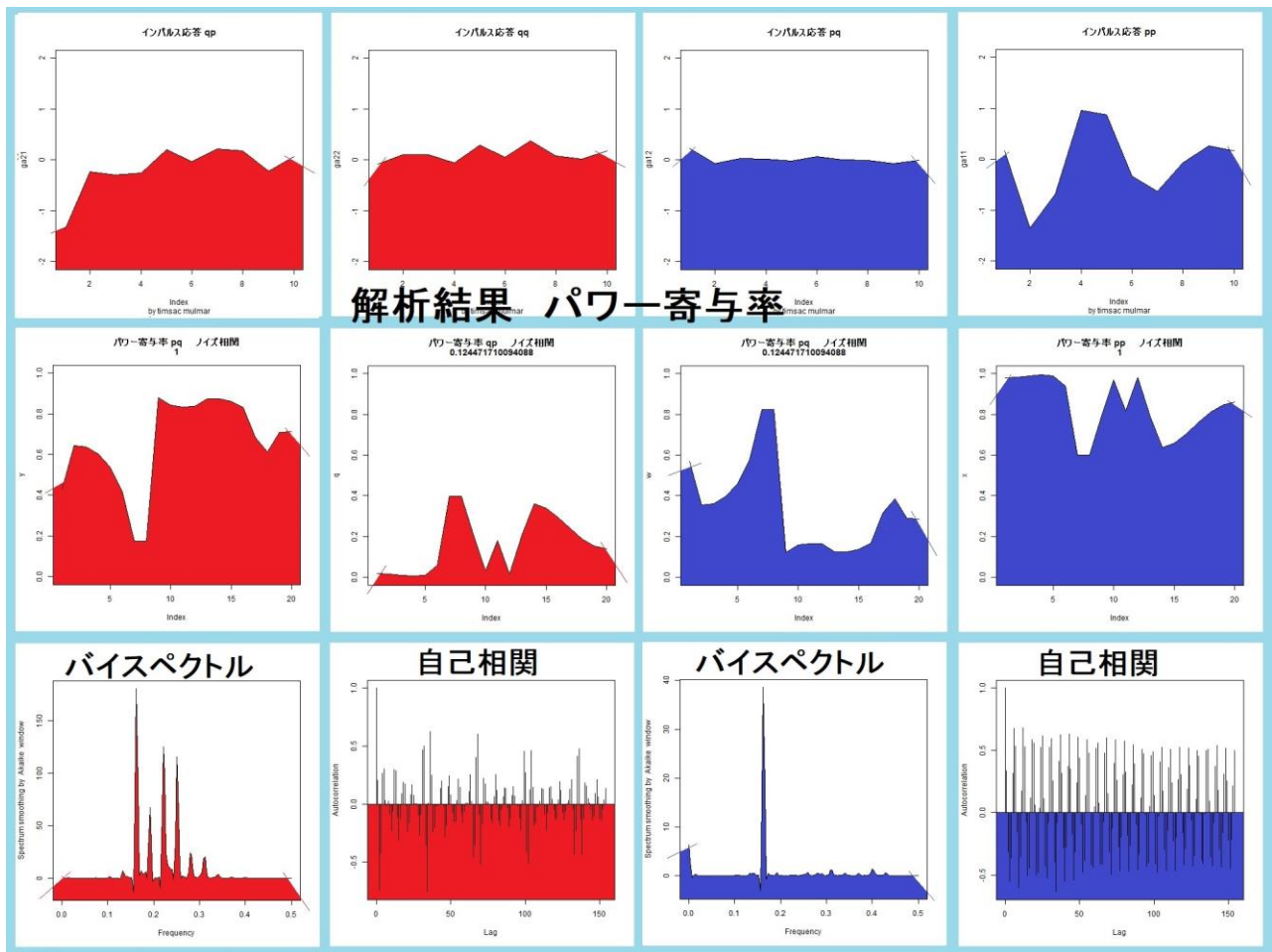
<材質・形状・構造・・・による音響特性>を  
把握(測定・解析・評価)することで、  
目的に合わせた超音波の伝搬状態を実現します

超音波伝搬状態の測定・解析・評価技術に基づいた、  
精密洗浄・加工・攪拌・検査・・・への応用実績により、  
この技術を公開することにしました。

この技術を、コンサルティング提供しています  
興味のある方はメールでお問い合わせください







解析結果 **パワー寄与率**

ポイントは

超音波の相互作用に関する測定・解析・評価技術です、  
対象物の条件（材質・形状・構造・サイズ・数量・・・）により

**超音波の伝搬特性を確認（注1）**することで、

**オリジナル非線形共振現象（注2、3）**として対処することが重要です

注1：超音波の伝搬特性

非線形特性（バースペクトル解析）

応答特性（インパルス応答解析）

ゆらぎの特性（1/f解析）

相互作用による影響（パワー寄与率の解析）

**注2：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調波の発生を

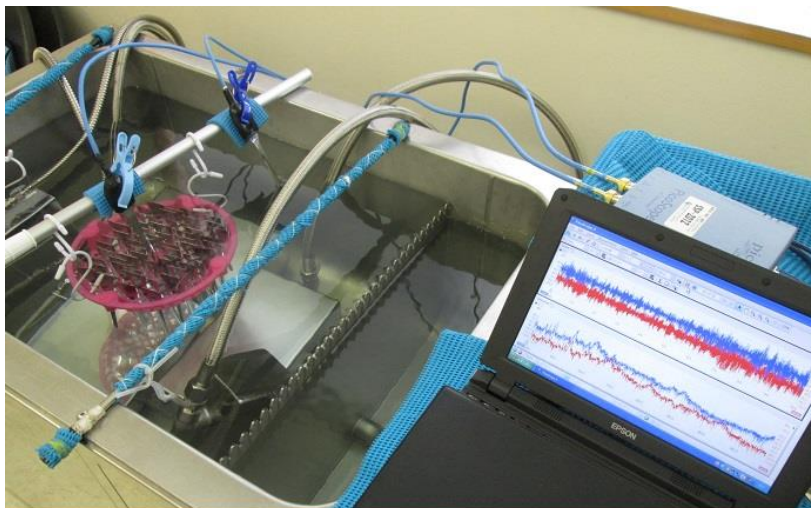
共振現象により高い振幅に実現させたことで起こる超音波振動の共振現象

注3：過渡超音応力波

変化する系における、ダイナミック加振と応答特性の確認

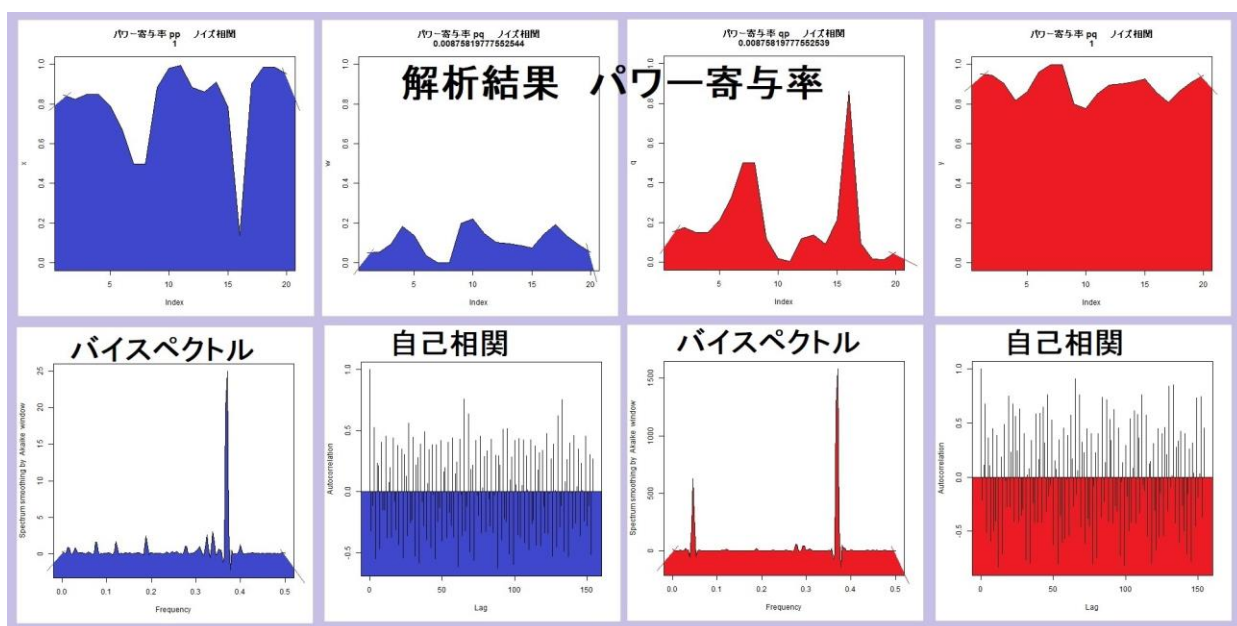
時間経過による、減衰特性、相互作用の変化を確認

上記に基づいた、過渡超音応力波の解析評価



4種類 (28, 38, 40, 72 kHz) の  
超音波振動子とマイクロバブルを利用した

## <表面処理技術>



### <特許出願済み>

特開 2021-125866 超音波制御(超音波発振制御プローブ)

特開 2021-159990 超音波溶接

特開 2021-161532 超音波めっき

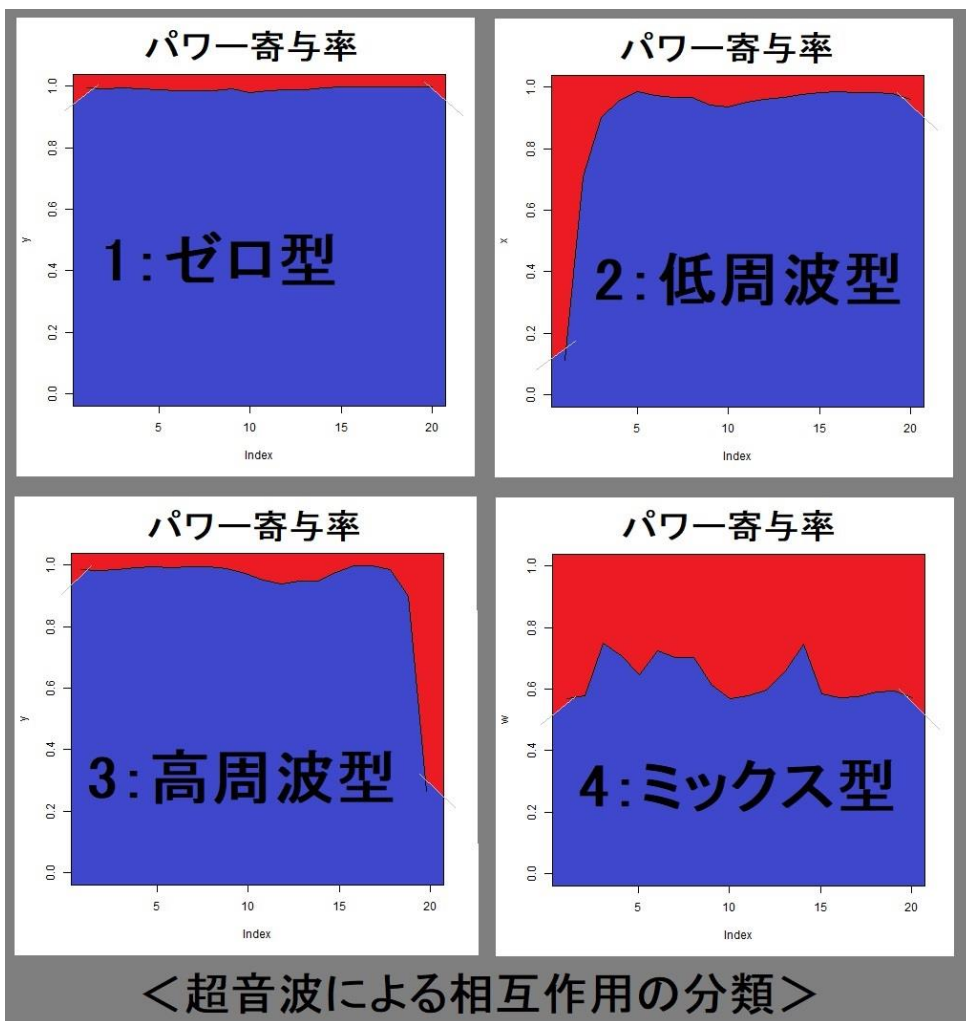
特開 2021-171909 超音波加工

特開 2021-175568 流水式超音波洗浄

超音波発振制御プローブの製造技術の一部は、特開 2021-125866 に記載しています

特願 2023-195514 メガヘルツ超音波とファインバブルを利用した超音波めっき

この技術を、コンサルティング提供します、興味のある方はメールでお問い合わせください



**< 超音波による相互作用の分類 >**

- 1: ゼロ型**
- 2: 低周波型**
- 3: 高周波型**
- 4: ミックス型**

この分類に基づいて、

超音波利用目的に合わせた各種対応(最適化・・・)を実施します。

**分類の詳細**

**1: ゼロ型(相互作用が無いタイプ)**

容器内の液体振動と容器表面の振動に、ほとんど相関が無い状態  
 超音波利用に関しては、超音波制御が有効に作用する状態

対応1 音圧データの測定解析により効果的な超音波状態を明確にする

対応2 上記に基づいた各種制御設定(最適化)を行う

対応3 高い周波数の非線形現象が有効な場合は、

超音波プローブ等による、メガヘルツの超音波制御を利用する

## 2: 低周波型(低周波の相互作用があるタイプ)

容器内の低周波液体振動が容器表面の振動に、影響している状態

あるいは、容器表面の低周波振動が容器内の液体振動に、影響している状態

超音波利用に関しては、超音波が低周波の共振現象で有効に利用できない状態

対策1 超音波出力を下げる

対策2 水槽の強度が向上する改善を行う

対策3 メガヘルツ超音波制御の利用

## 3: 高周波型(高周波の相互作用があるタイプ)

容器内の高周波液体振動が容器表面の振動に、影響している状態

あるいは、容器表面の高周波振動が容器内の液体振動に、影響している状態

超音波利用に関しては、高周波の非線形現象で音響流が有効に利用できる状態

対応1 音圧データの測定解析により効果的な超音波状態を明確にする

対応2 上記に基づいた各種制御設定(ダイナミック制御の実現)を行う

対応3 より高い周波数の非線形現象が有効な場合は、

超音波プローブ等による、メガヘルツの超音波制御を利用する

## 4: ミックス型(各種の相互作用があるタイプ)

容器内の液体振動と容器表面の振動が、複雑に相互作用している状態

超音波利用に関しては、

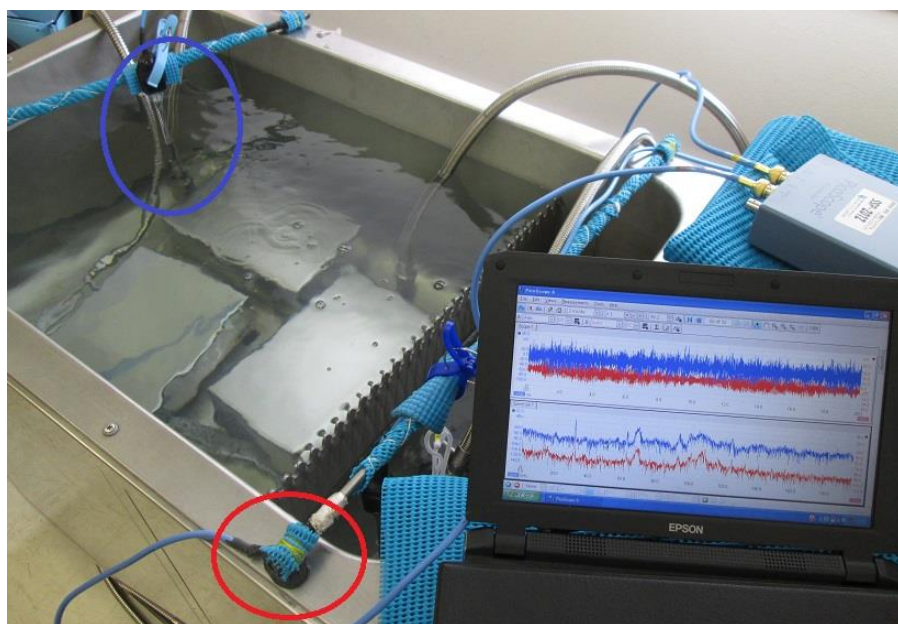
利用目的に合わせた、超音波のダイナミック制御の最適化が必要な状態

対策1 音圧データの測定解析により超音波の変化を把握にする

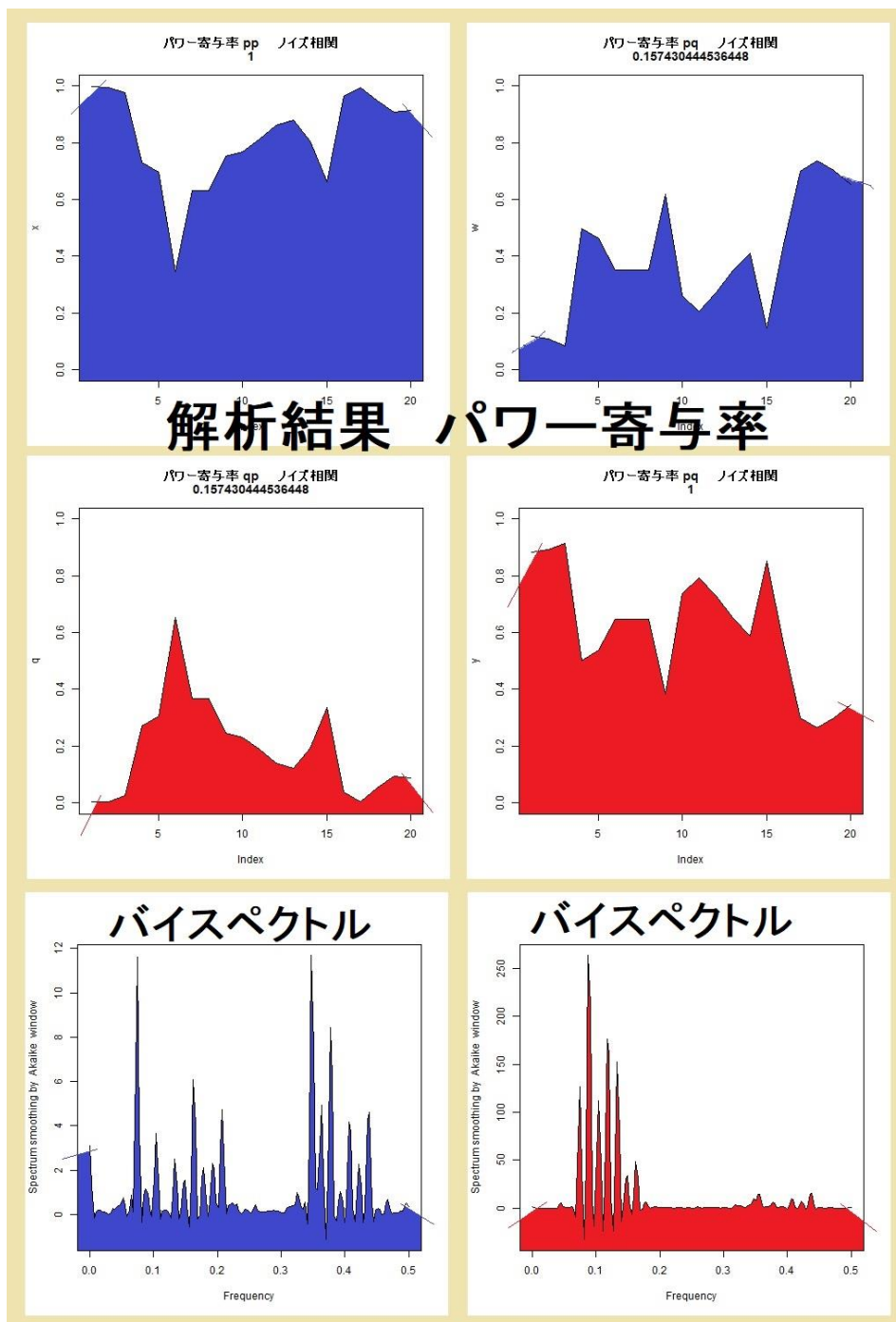
対策2 上記に基づいた各種制御設定(ダイナミック制御の最適化)を行う

対策3 より高い周波数の非線形現象が有効な場合は、

超音波プローブ等による、メガヘルツの超音波制御を利用する







超音波発振システム(20MHz)の製造販売

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

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>



超音波プローブ

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

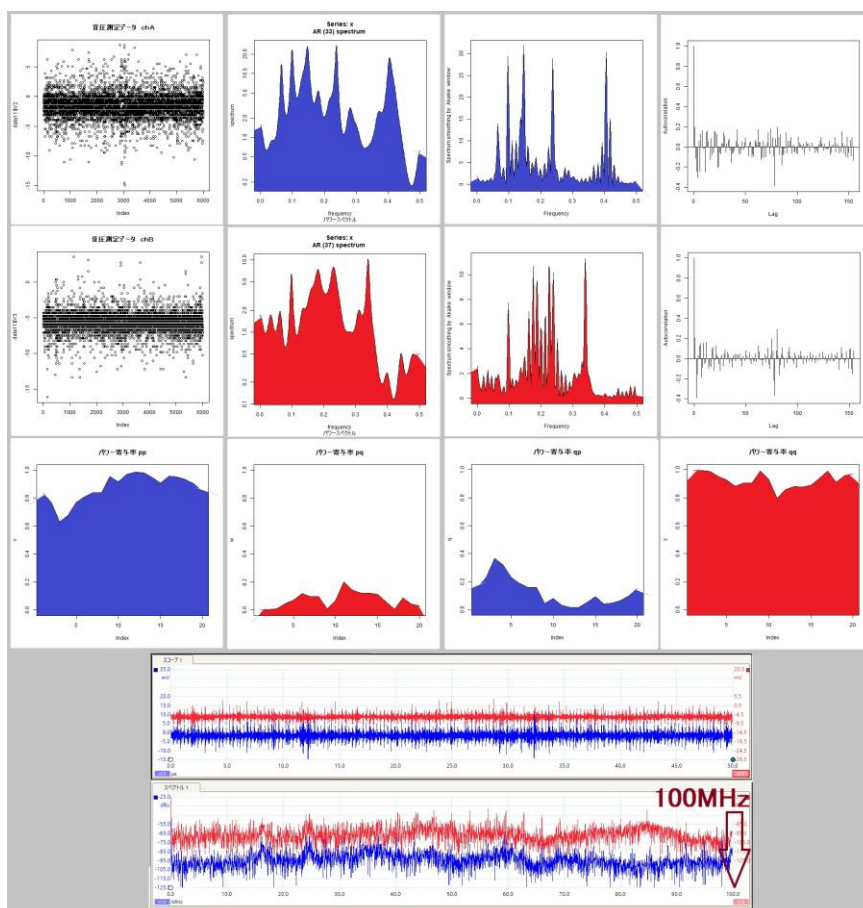
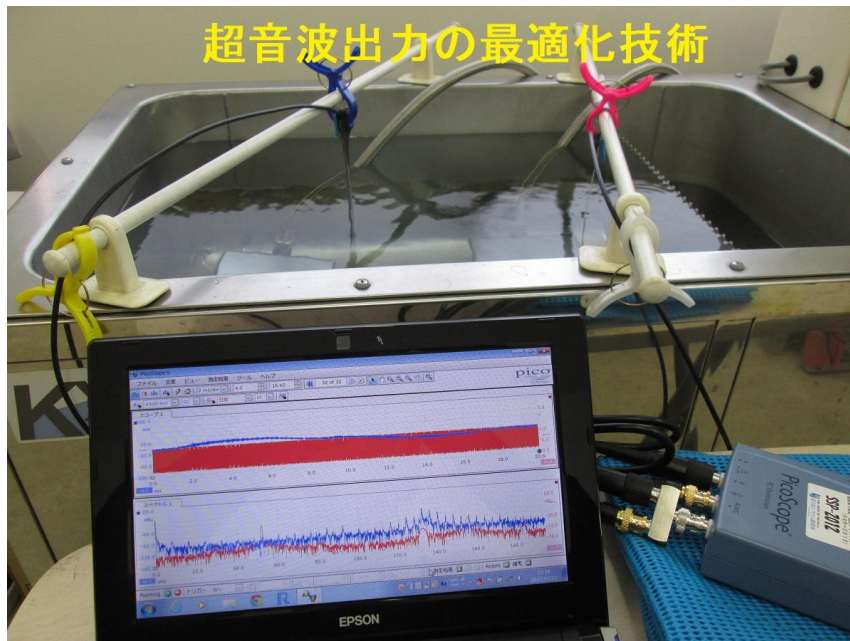
超音波プローブ(音圧測定・非線形振動解析)

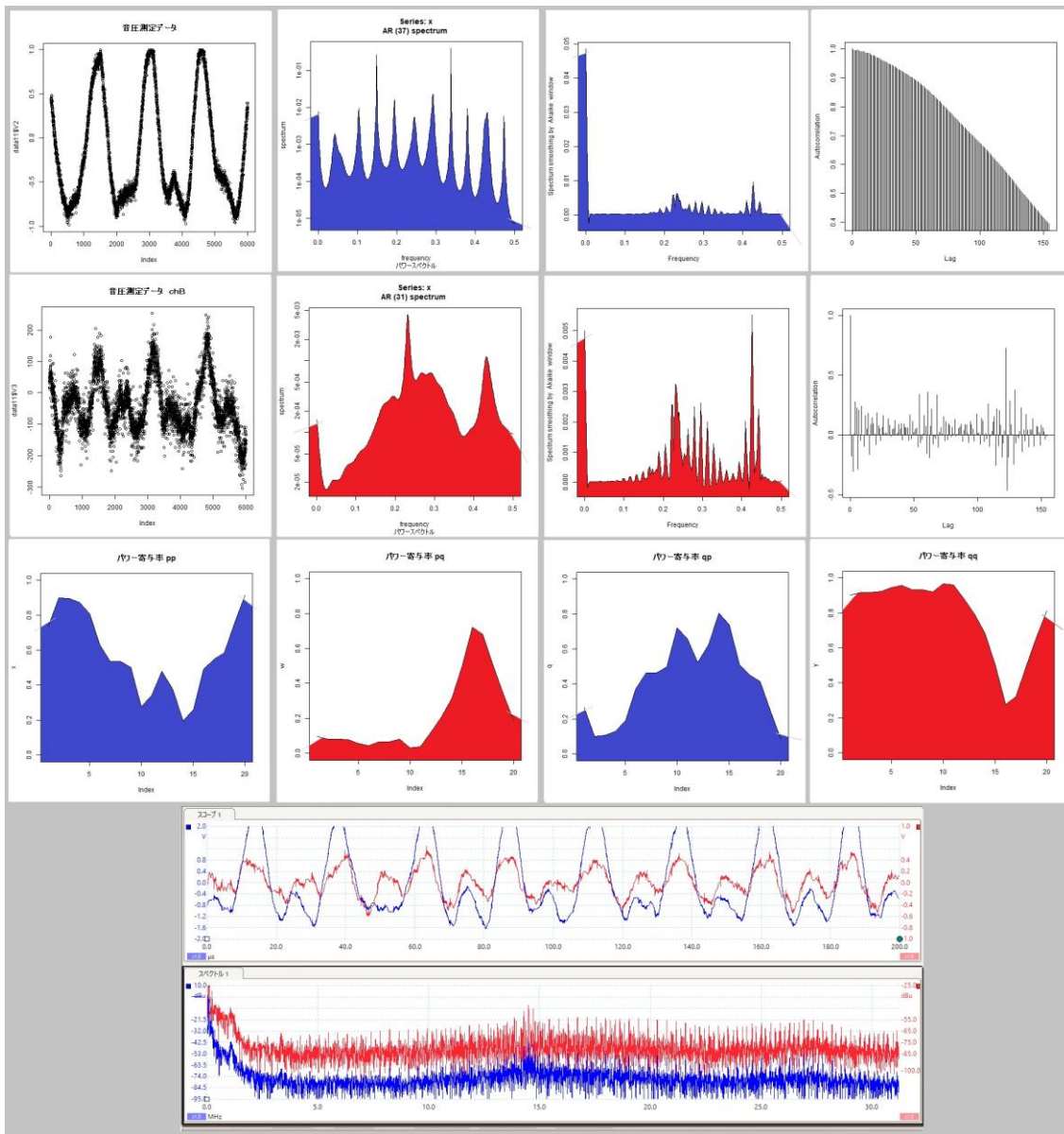
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1263>

超音波プローブによる

＜メガヘルツの超音波発振制御＞技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1811>





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>

超音波制御技術

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

超音波を利用した「振動計測技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>

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

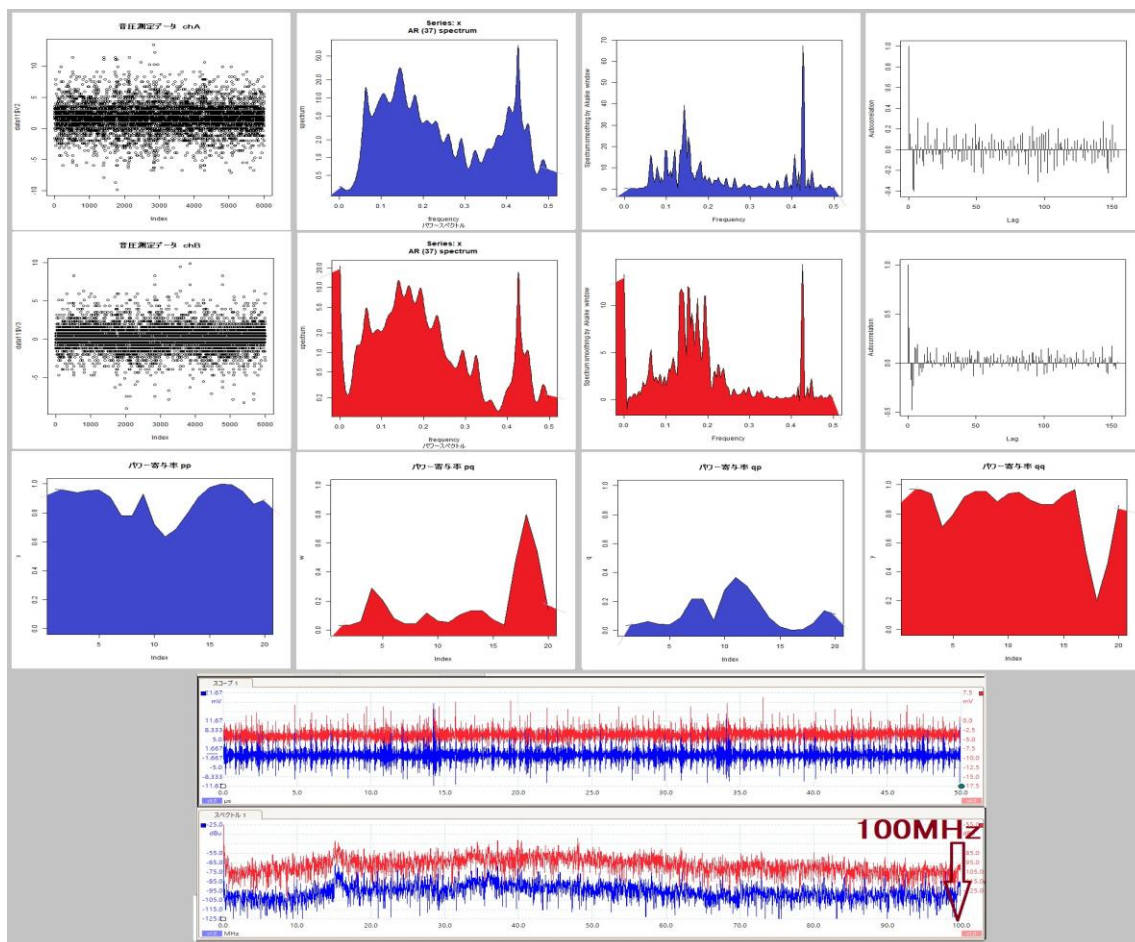
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15785>

統計的な考え方を利用した超音波

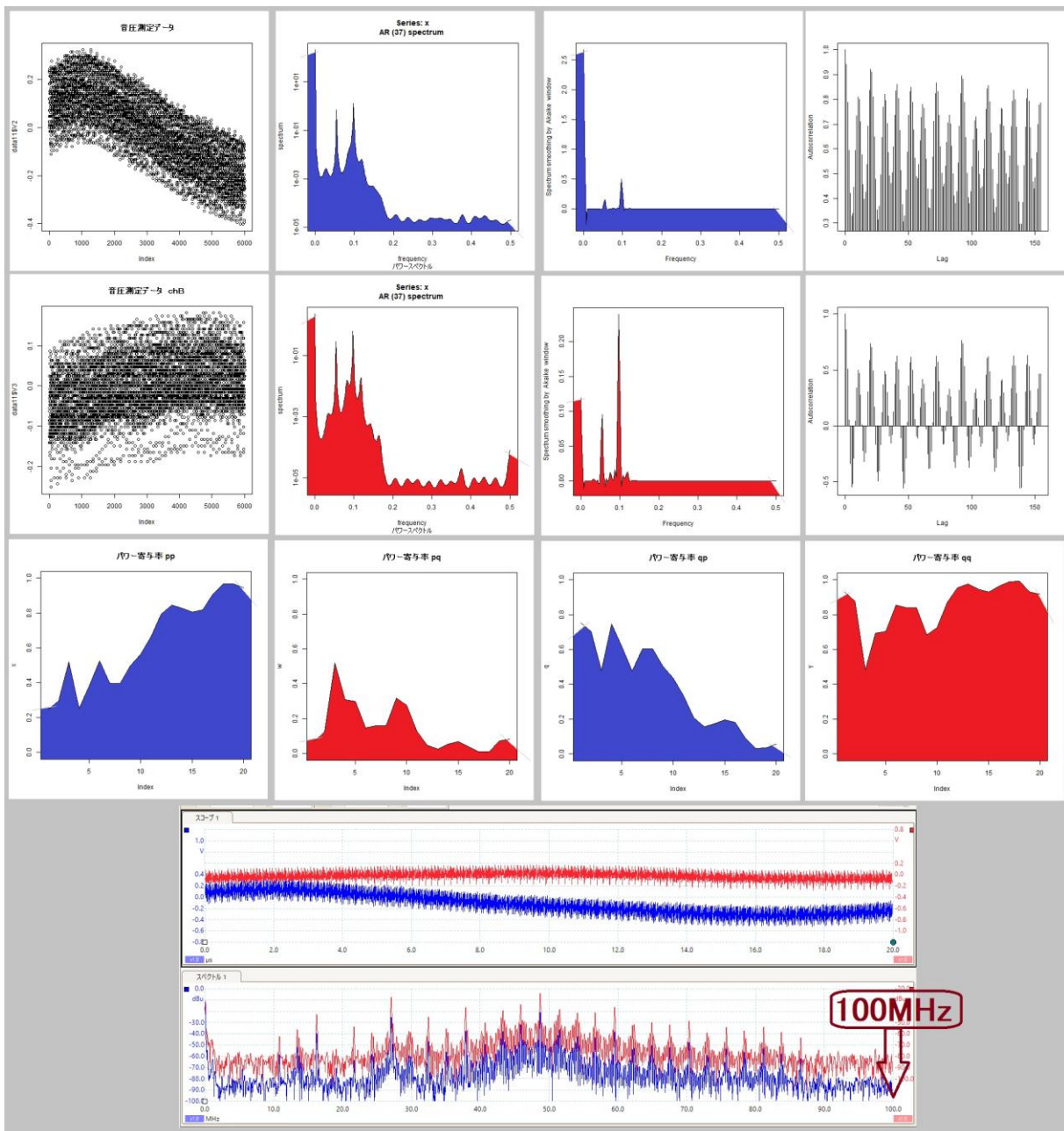
<http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

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>

超音波洗浄に関する非線形制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1497>

非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画

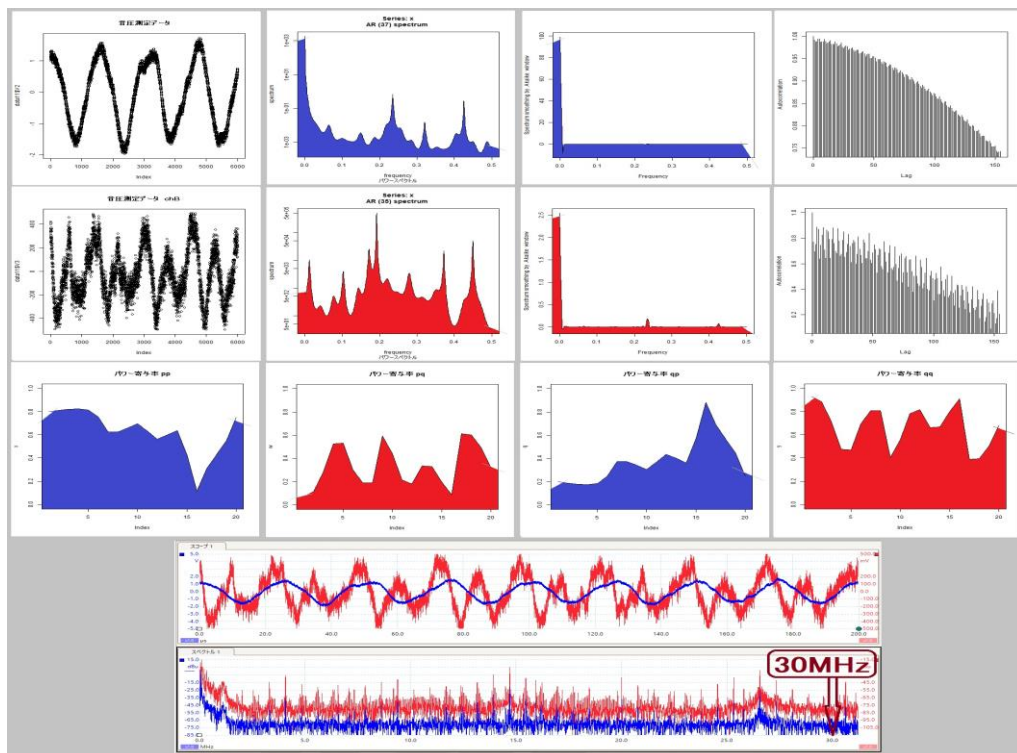
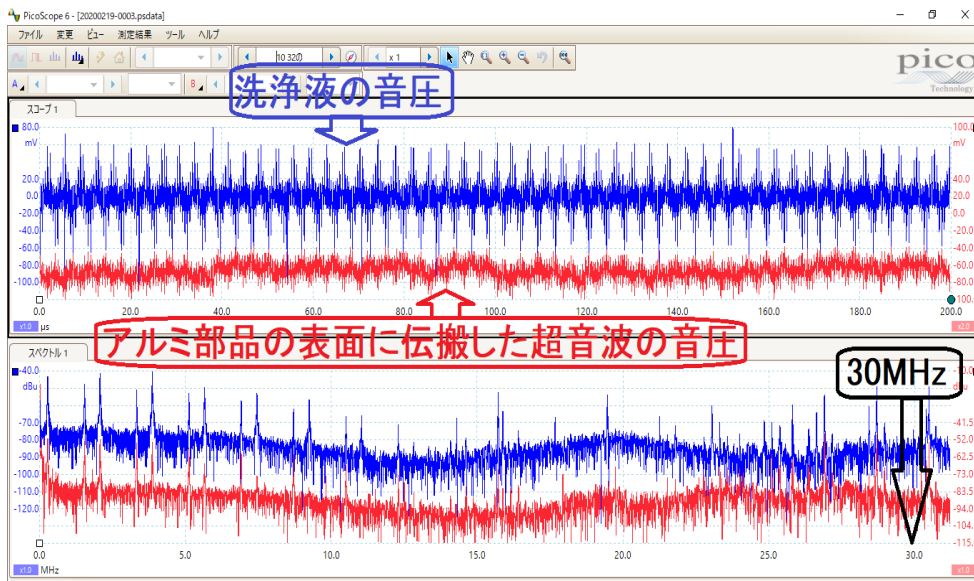
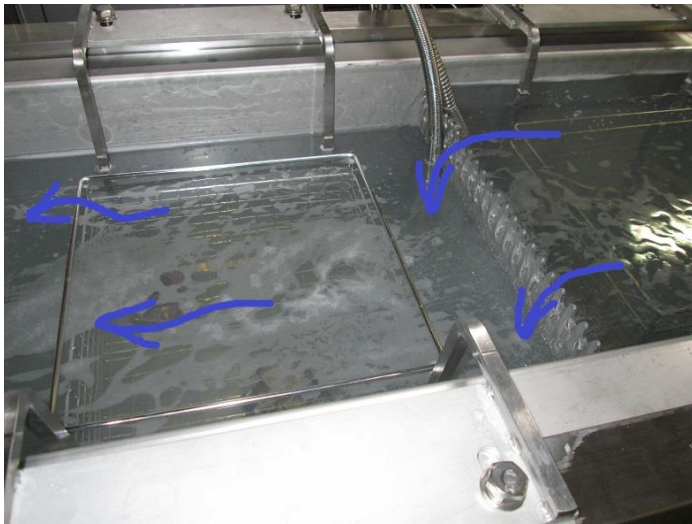
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>

超音波システム(音圧測定解析、発振制御)

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

メガヘルツ超音波による表面改質処理

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



600MHz以上の超音波伝搬状態を可能にする超音波発振制御プローブ

<https://www.ipros.jp/catalog/detail/729320>

発振条件による超音波伝搬状態の変化

<https://www.ipros.jp/catalog/detail/729284>

超音波振動子の表面残留応力緩和効果

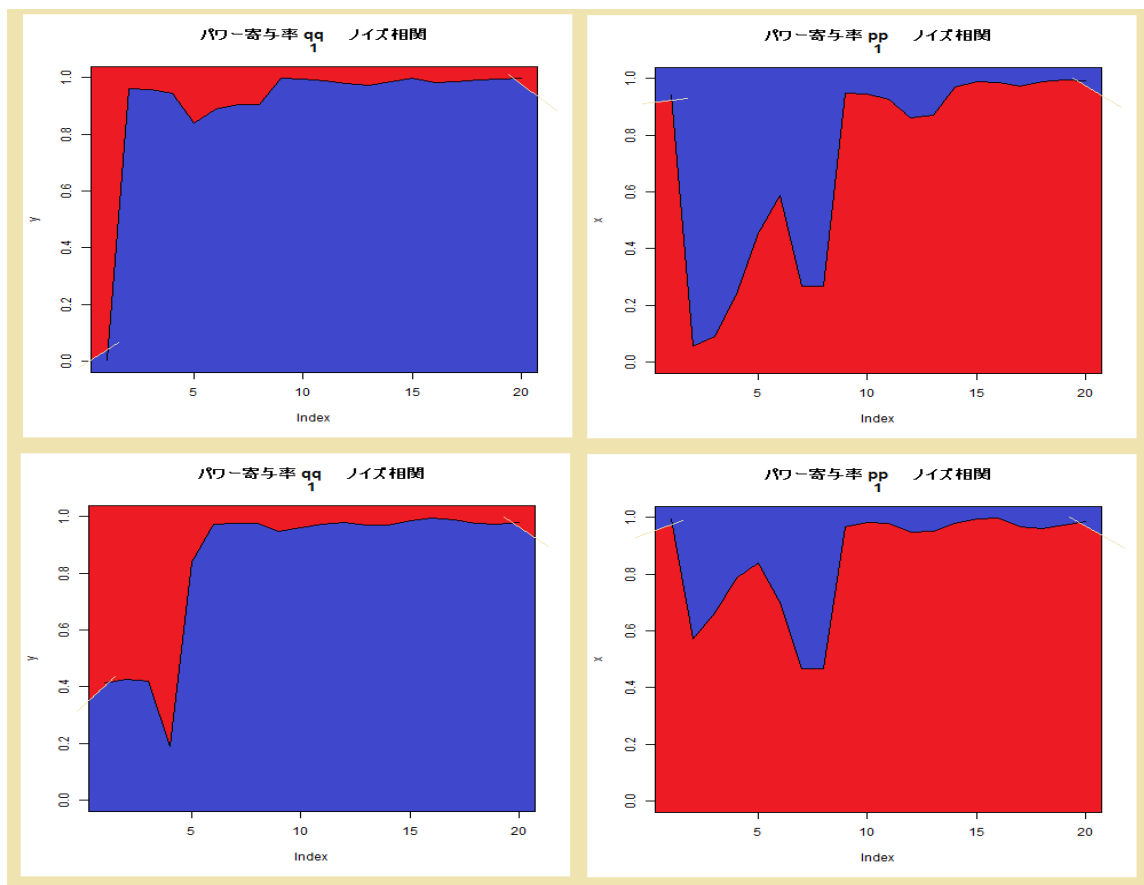
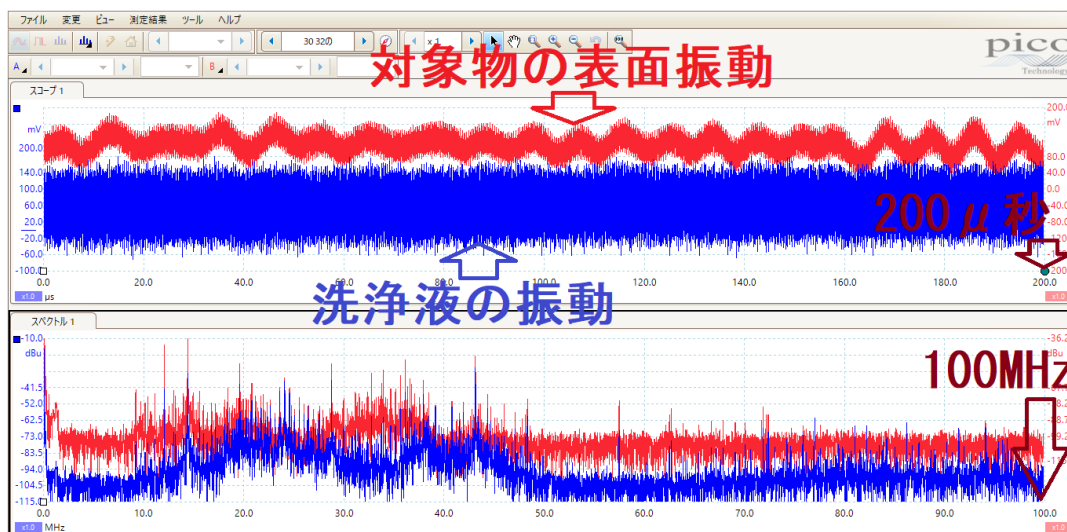
<https://www.ipros.jp/catalog/detail/729083>

超音波の音圧測定解析システム「超音波テスターNA」

<https://www.ipros.jp/catalog/detail/729049>

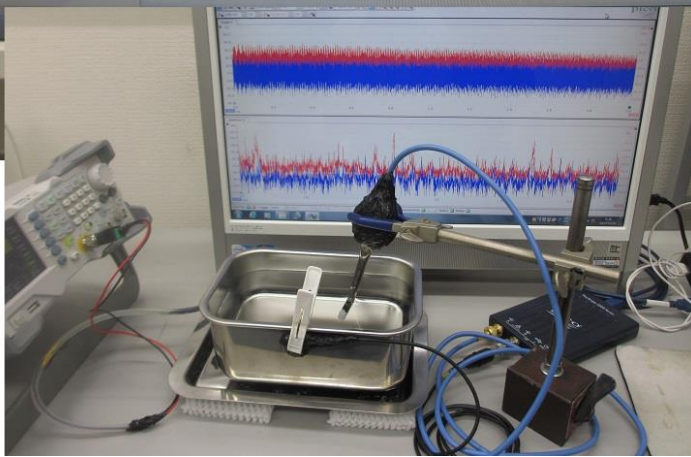
超音波洗浄（非線形現象の制御）技術

<https://www.ipros.jp/catalog/detail/728888>

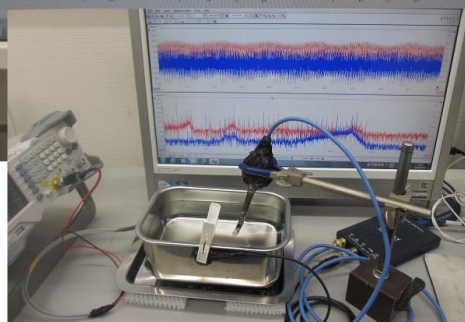
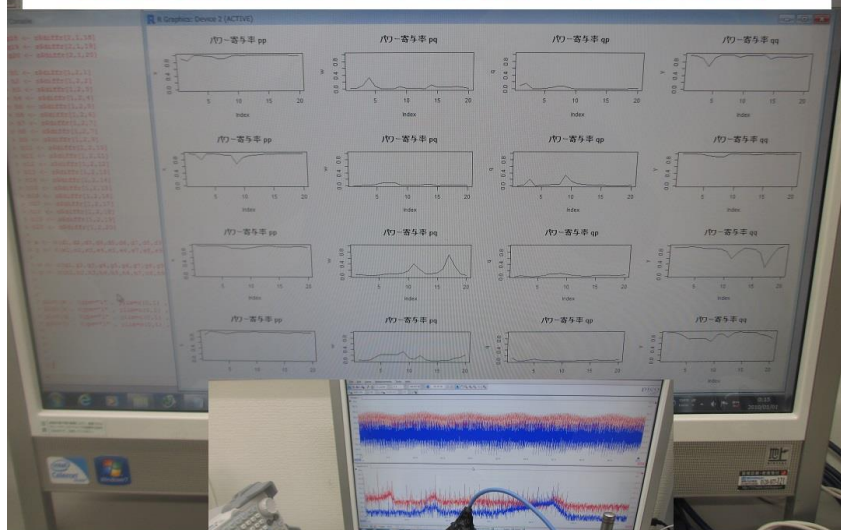




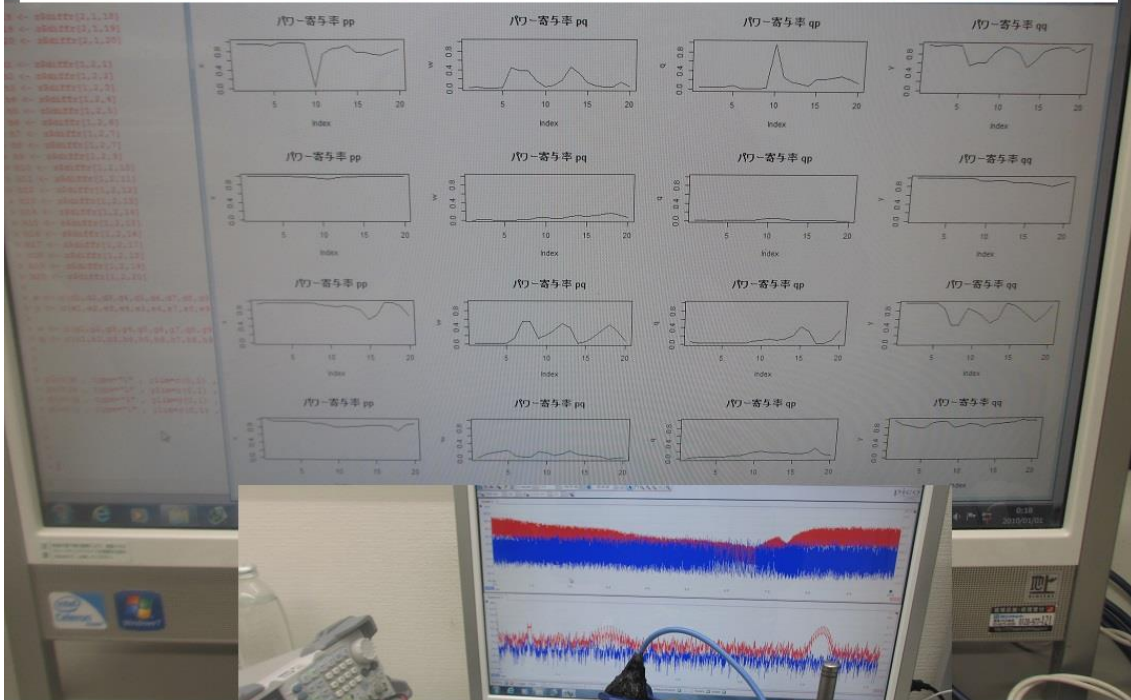
洗浄液の超音波と水槽表面に伝搬する超音波の相互作用を評価する技術  
——自己回帰モデルによるフィードバック解析：パワー寄与率の解析——



洗浄液の超音波と水槽表面に伝搬する超音波の相互作用を評価する技術  
——自己回帰モデルによるフィードバック解析：パワー寄与率の解析——



洗浄液の超音波と水槽表面に伝搬する超音波の相互作用を評価する技術  
— 自己回帰モデルによるフィードバック解析：パワー寄与率の解析 —



洗浄液の超音波と水槽表面に伝搬する超音波の相互作用を評価する技術  
— 自己回帰モデルによるフィードバック解析：パワー寄与率の解析 —



以上