

## 超音波とファインバブル(マイクロバブル)による洗浄技術

超音波システム研究所は、

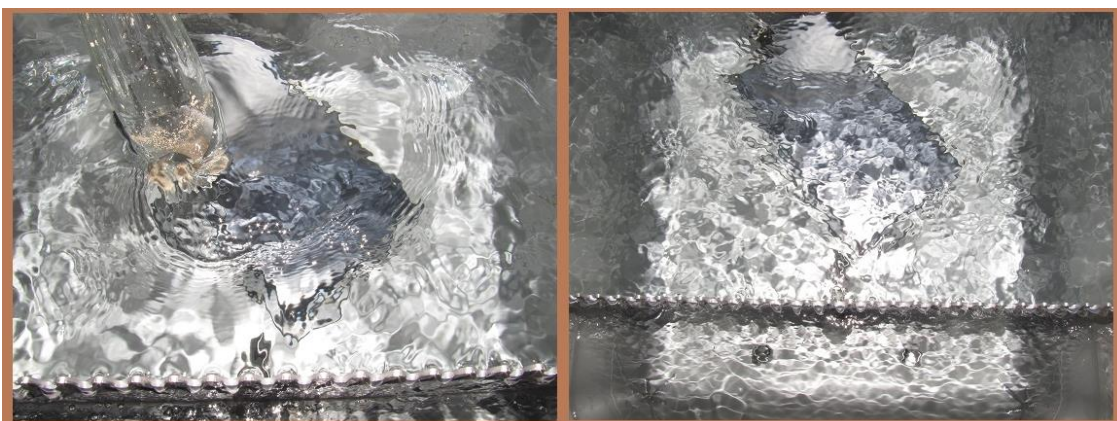
超音波の非線形性に関する「測定・解析・制御」技術を応用した、

対象(弾性体、液体、気体)を伝搬する超音波振動の

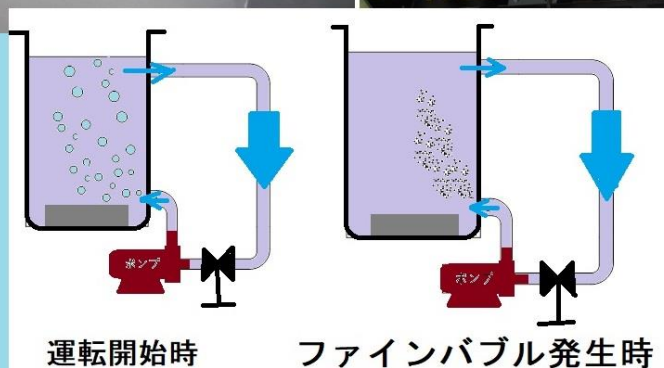
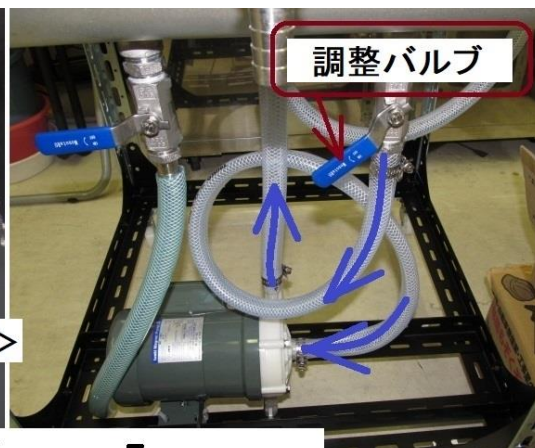
ダイナミック特性を解析・評価する技術により、

洗浄物・治工具・超音波振動子・水槽・液循環・・・に関する、

相互作用を<目的に合わせて最適化>する技術を開発しました。

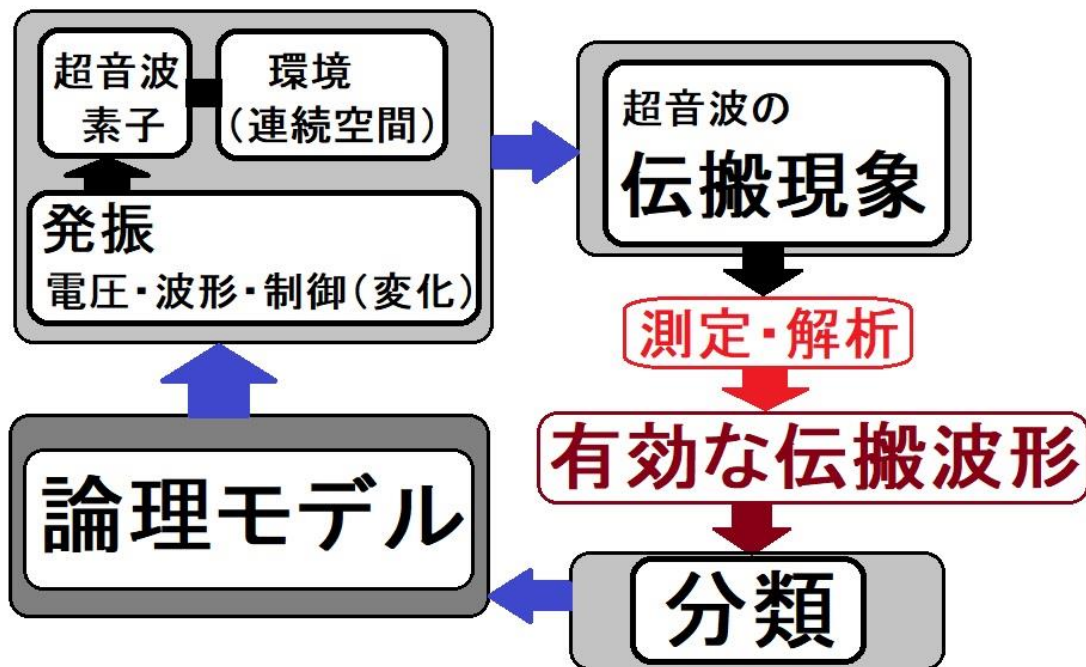


<<脱気ファインバブル発生液循環>>





超音波利用システム

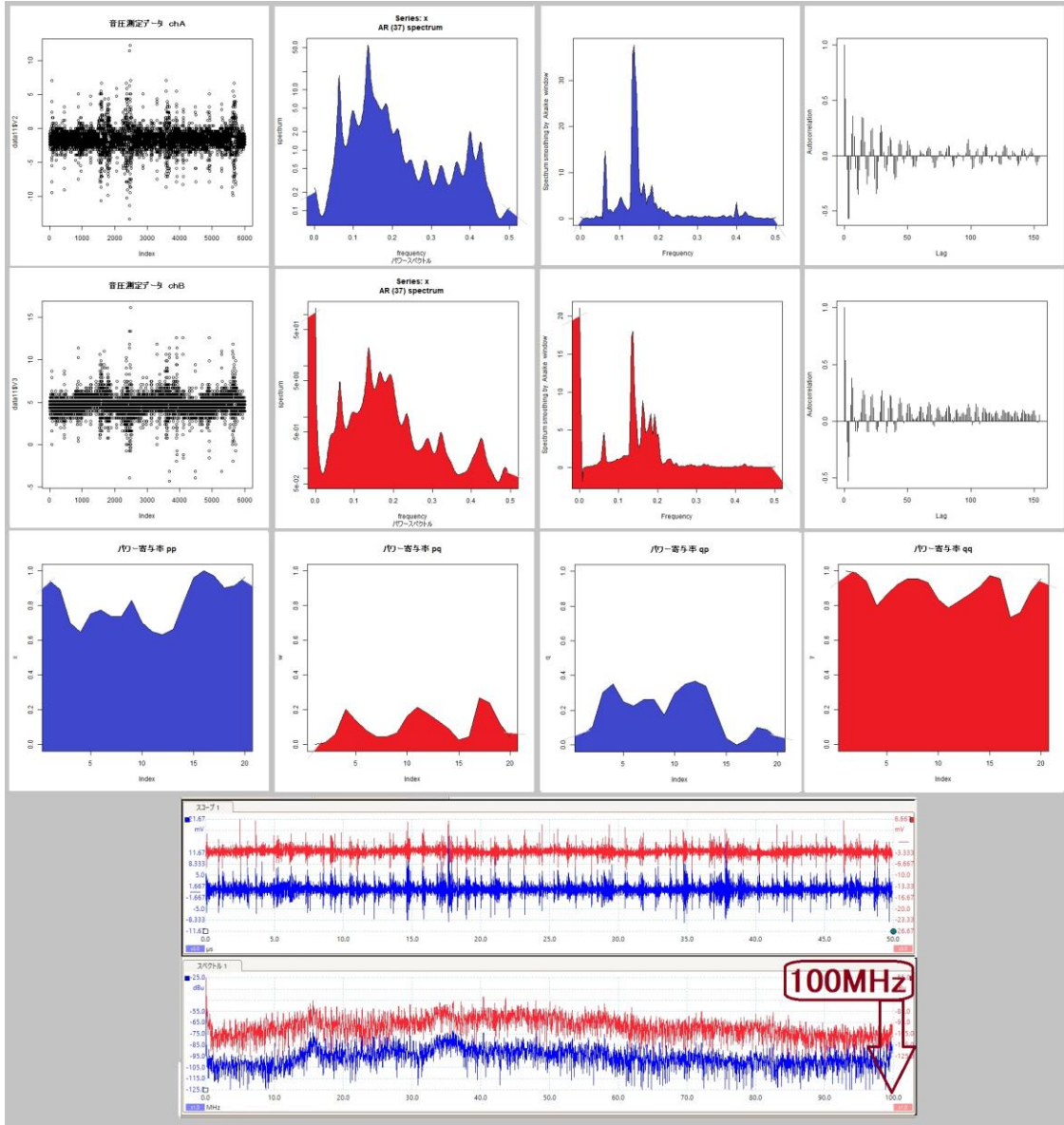


超音波発振制御プローブ、超音波テスターを利用したこれまでの発振・計測・解析により

各種の**関係性・応答特性(注)**を検討することで

超音波利用に関する出力の最適化技術として開発しました。

**注: パワー寄与率、インパルス応答...**



超音波の測定・解析に関して  
 サンプル時間・・・の設定は  
**オリジナルのシミュレーション技術を利用しています**  
 この技術を  
 超音波システム(洗浄、攪拌、加工・・・)の**最適化技術**として  
**コンサルティング対応しています。**

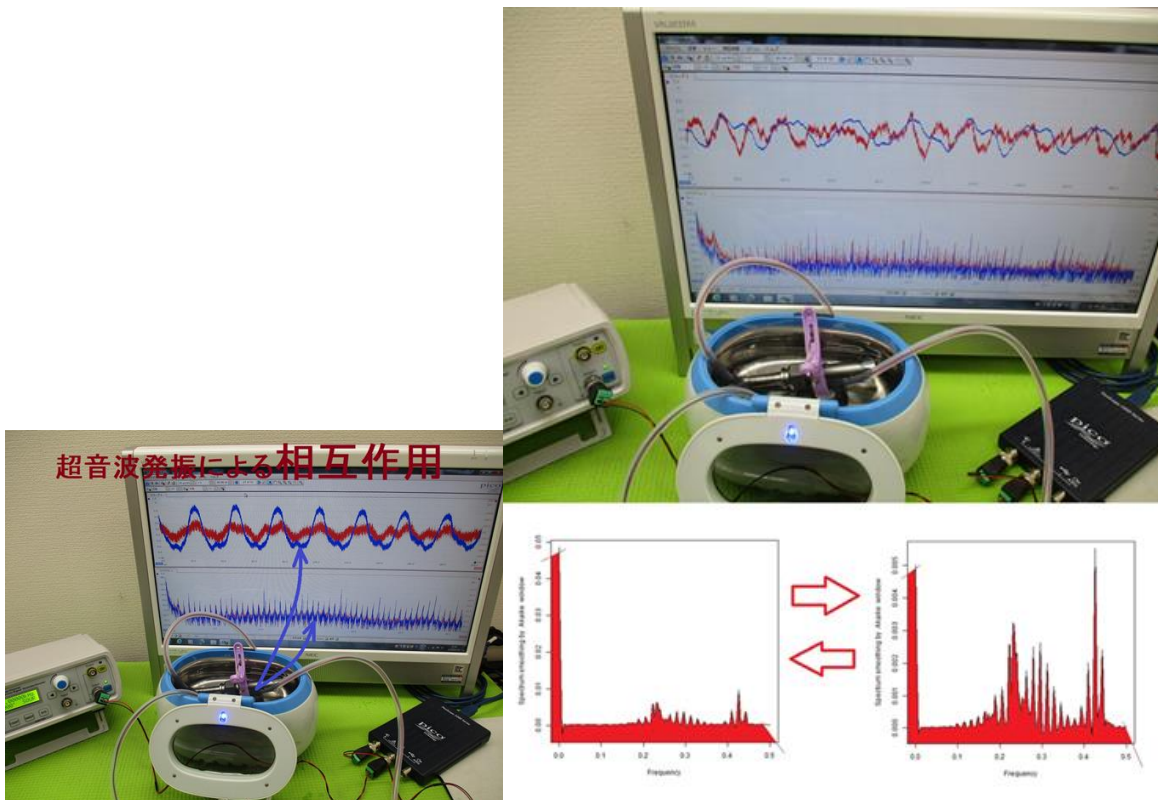


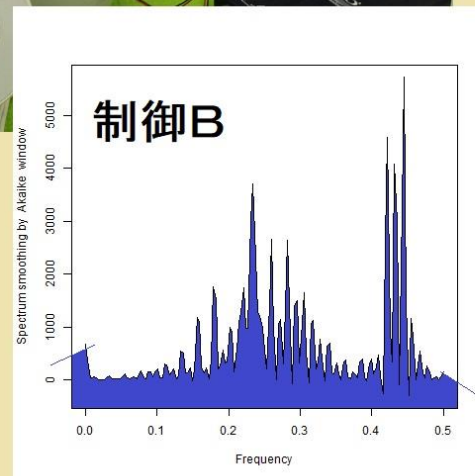
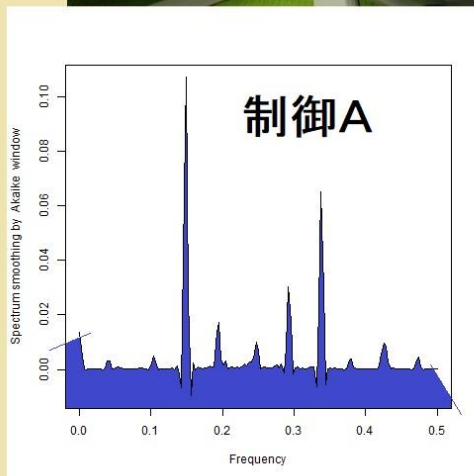
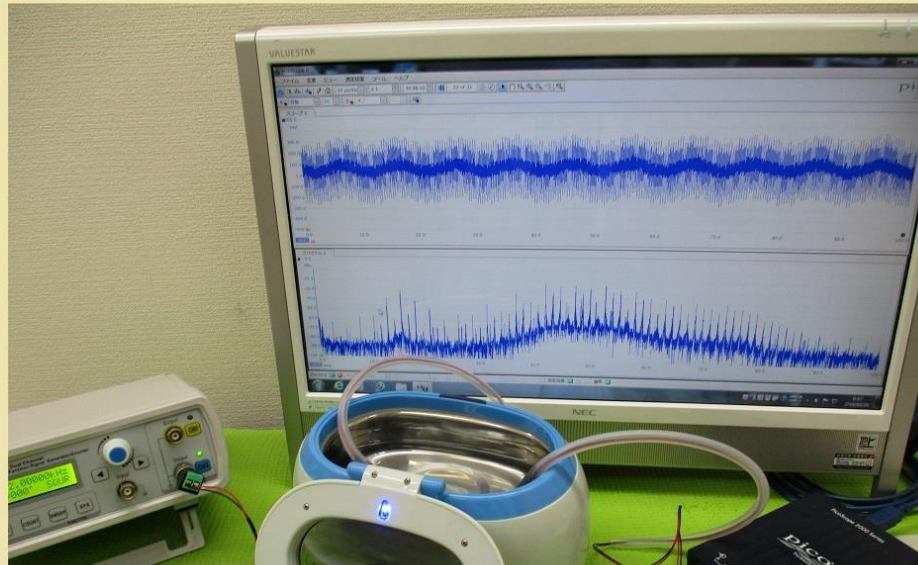
超音波水槽に超音波振動子(振動板)を1台使用する場合には  
＜超音波＞と＜水槽＞と＜液循環＞のバランスによる  
最適な出力状態を測定解析し、提案します。

超音波水槽に**複数の超音波振動子(振動板)**を使用する場合には  
各超音波出力の関係性を測定解析し、  
**最適化した出力方法・・・を提案します。**

従来は、最大出力で使用する傾向が強いと思いますが  
水槽の強度・構造・・・洗淨物・付着した汚れ・・・により  
出力を適切に抑えることで

効果的な超音波の伝搬状態を実現させることができます  
(具体例として、出力が水槽の振動と騒音になる傾向があります  
振動子と水槽の側面からの反射・・・により低周波の発生があります  
各種の相互作用により、  
共振やうねりによる超音波伝搬効率の低下があります)





対処方法(超音波洗浄を例として)

- 1) 超音波装置をシステムとして捉える
- 2) 超音波装置の音圧測定(振動計測)を行う

3) 音圧データの解析により  
振動の伝搬特性から問題点を検出する

3-0) **安定性**

洗浄システムの安定性の確認

(時間経過とともに、どの程度

超音波の音圧変化・周波数変化・洗浄液の変化……

があるのかということを確認して、許容範囲を推定する)

3-1) **水槽の問題**

構造、強度、設置方法、固定方法、……

3-2) **洗浄液**

各種(溶存酸素濃度、液温、pH、……)の分布

3-3) **液循環**

ポンプ、マイクロバブル、液面振動、オーバーフロー、……

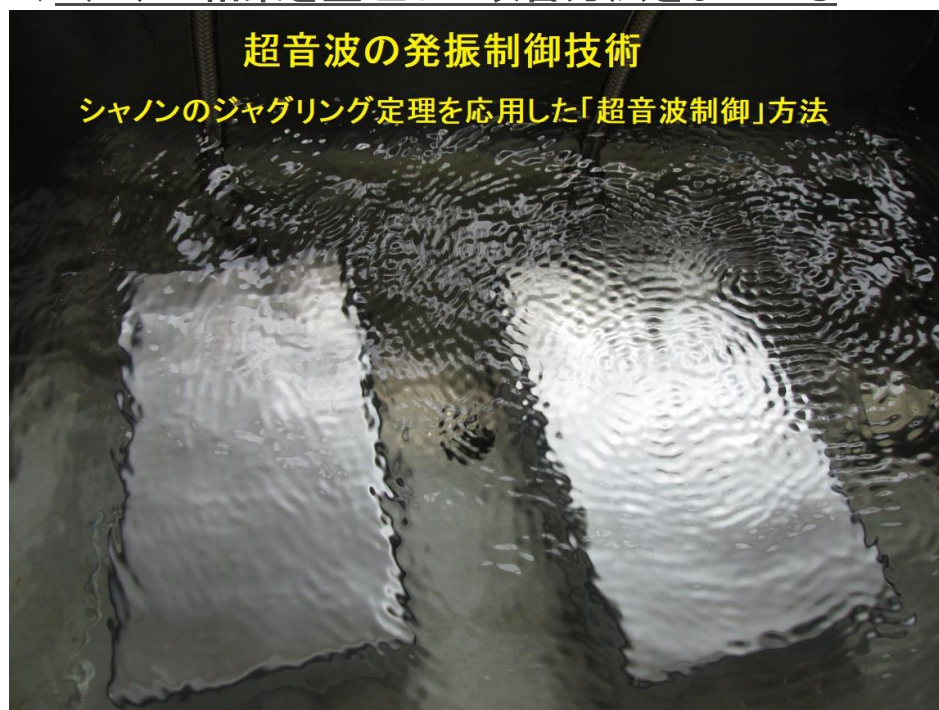
3-4) **超音波**

出力、周波数、制御、キャビテーション、音響流、……

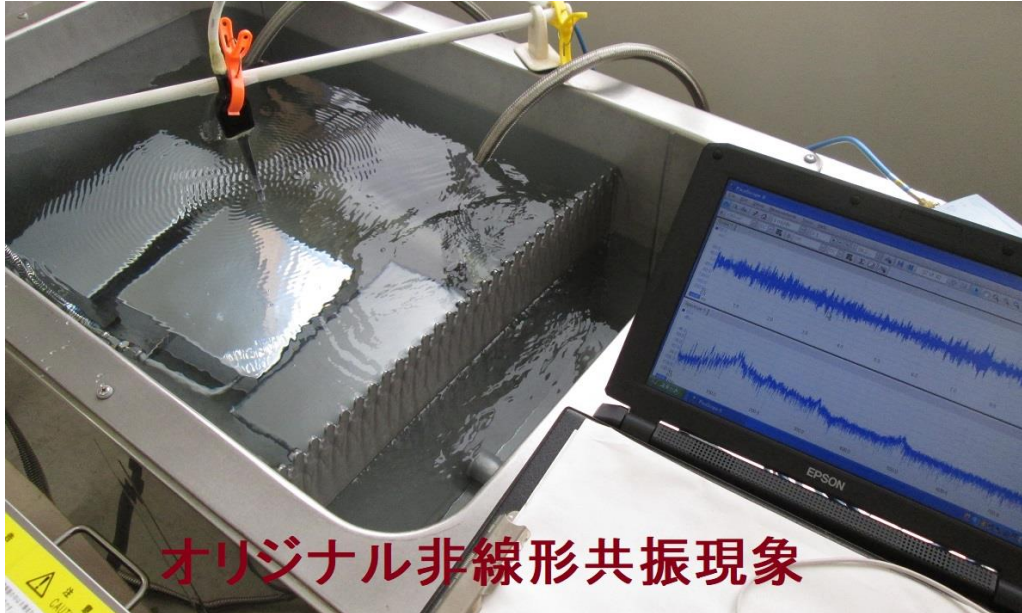
4) **洗浄実験確認**

洗浄効果のある超音波状態(音圧レベル、主要周波数、変化)を確認する

5) 3)4)の結果を整理して改善方法をまとめる







## オリジナル非線形共振現象

### 具体例

#### \* 水槽の問題

オーバーフロー構造の修正・追加

設置方法の変更

設置場所(床面)の修正

水槽の表面処理(超音波とマイクロバブルによる応力緩和処理)

#### \* 洗浄液

マイクロバブル発生液循環システムの追加

液循環の設定条件により

キャビテーションと音響流を最適化する

#### \* 超音波

複数の異なる周波数の超音波を制御して使用する

振動子の設置方法を変更

液循環と超音波振動子のONOFF制御により

キャビテーションと音響流を最適化する

#### \* 洗浄

洗浄条件(洗浄物、汚れ、...)における変動範囲の確認

洗浄目的(洗浄レベル、不良率、..)の確認

洗浄評価方法の確認



## 超音波の発振制御技術

### 超音波の最適化技術に関する情報

1: 精密洗浄、ナノレベルの攪拌・・・において

**低出力のメガヘルツ超音波刺激**が効果的である

市販の安価なメガヘルツの超音波との組み合わせが有効です

2: 周波数50kHz以下で、出力600W以上の超音波使用の場合

対象物の音響特性、あるいは水槽の音響特性・・・により、

対象物の表面に対して、

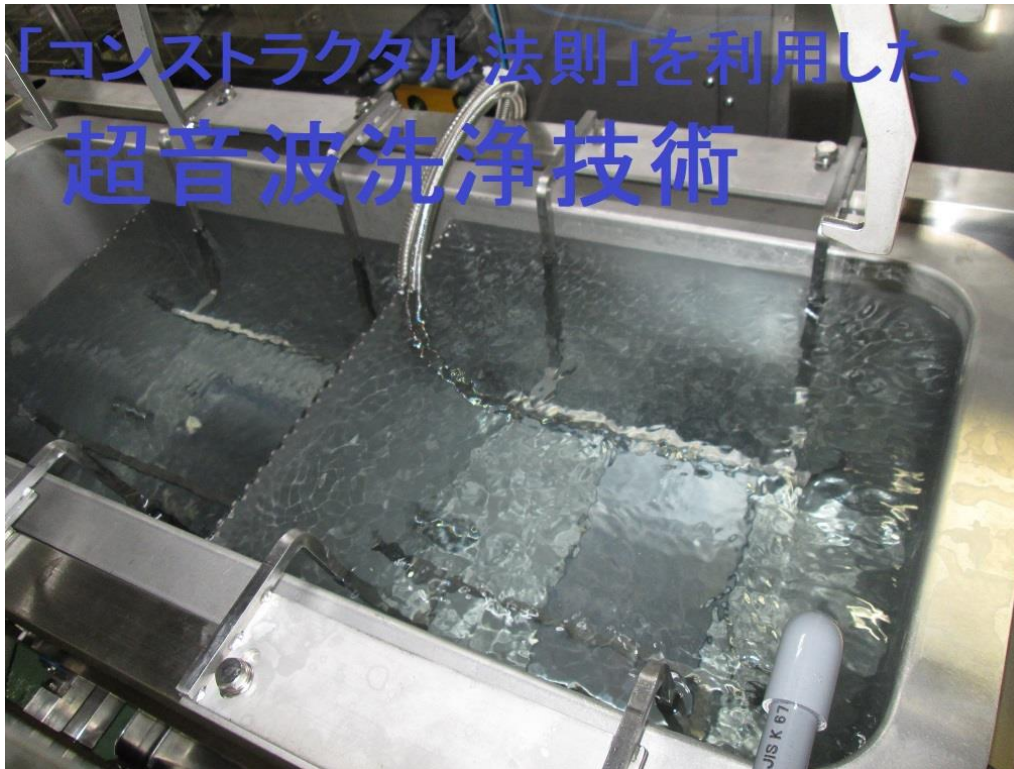
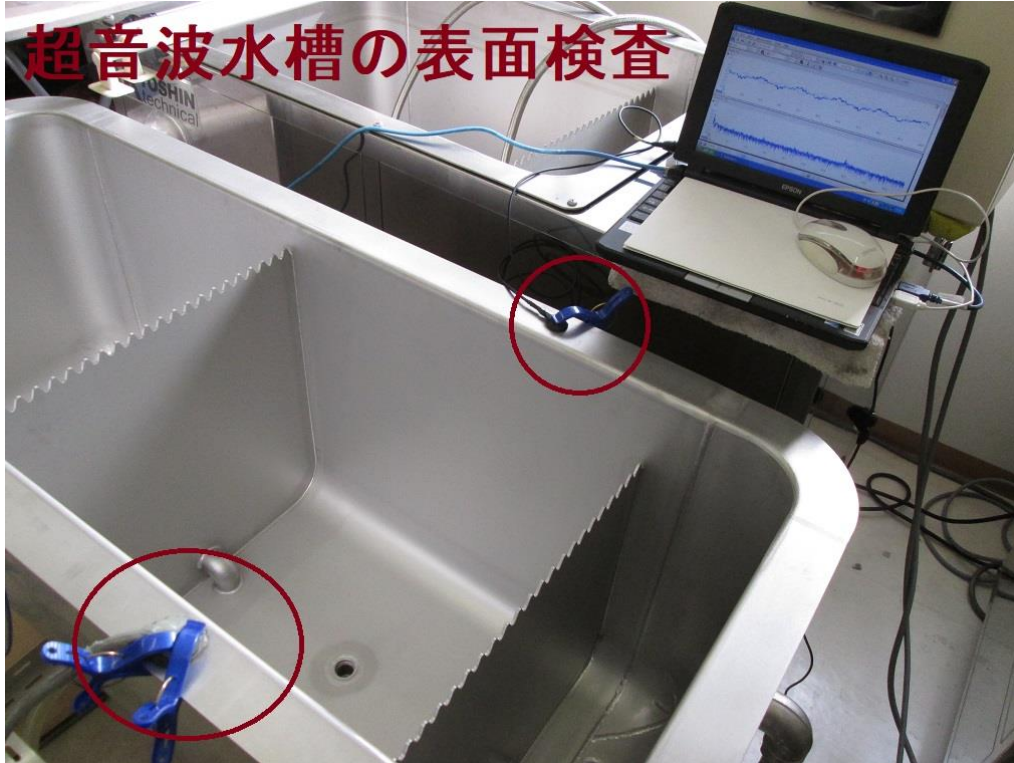
低周波の振動刺激(20kHz以下の振動が主成分になる)が、

洗浄効果に発展できていない事例が多数ある

**水槽の強度や音響特性に合わせた**

**超音波振動子(出力、周波数)の選定が重要**



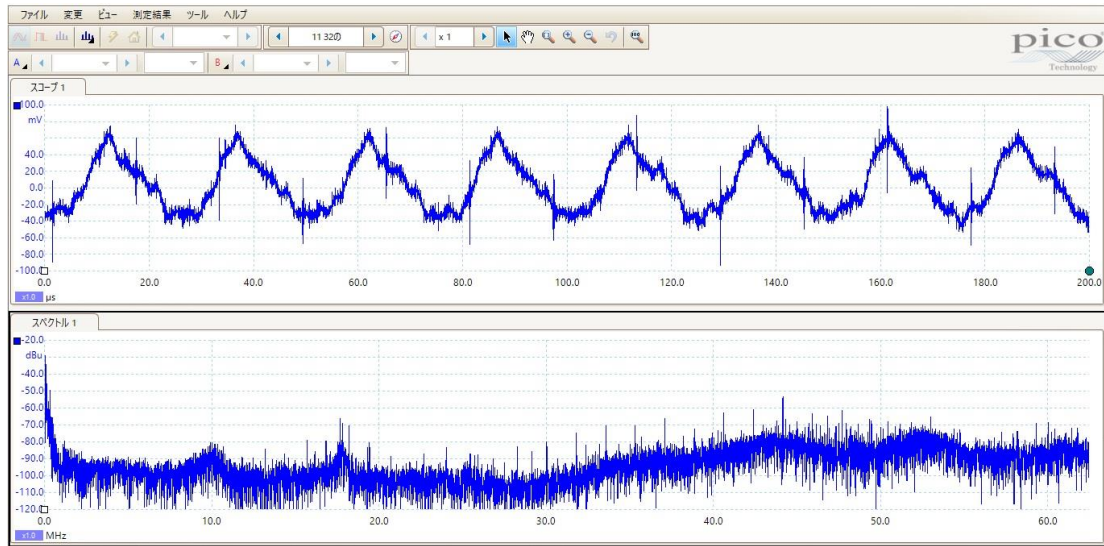
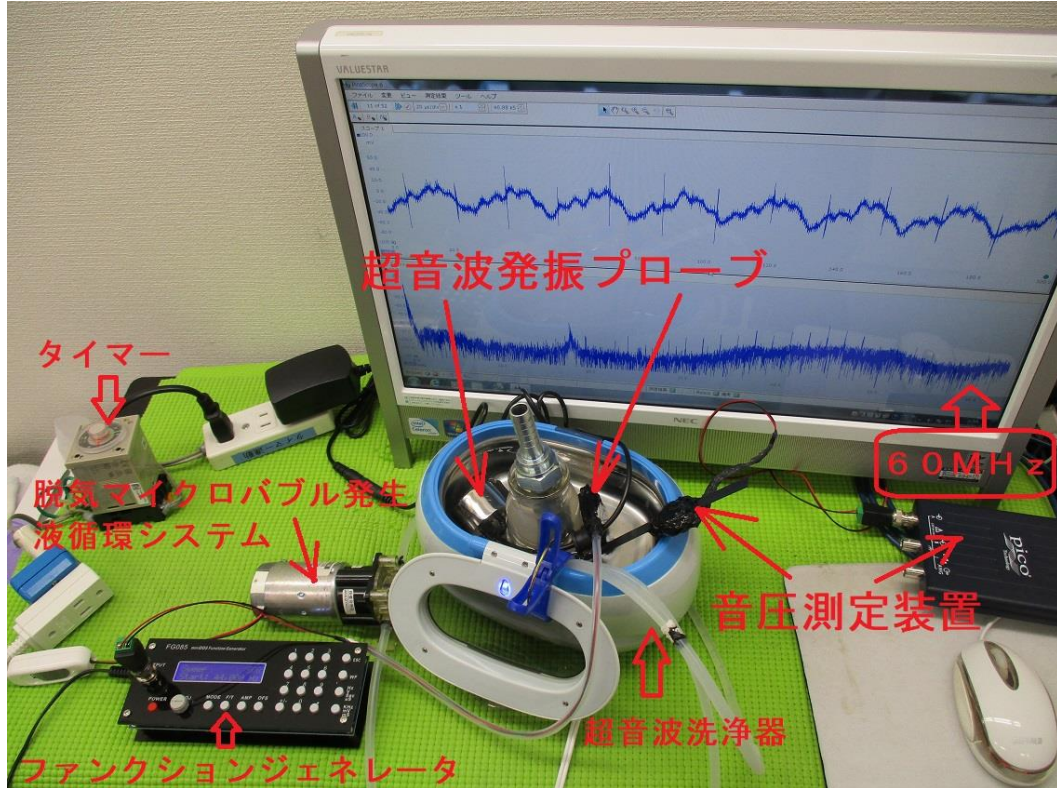




## 流水式超音波洗浄機

- 3: **洗浄物と超音波**(出力・周波数)と洗浄液(液循環・・)に関する最適化のためには、超音波振動現象に関する**音圧測定が必要**  
音圧測定に基づいて  
洗浄効果につながる非線形現象を、音圧データの解析結果として、  
洗浄効果の主要パラメータが把握できる  
(洗浄効果の小さい超音波洗浄機の事例  
低周波の共振現象による騒音や液面の振動現象になっている)  
洗浄効果は、音圧レベルよりも  
周波数変化を含んだ**ダイナミックな音圧変化を確認することが重要**
- 4: 周波数50kHz以下で、出力600W程度の超音波使用の場合  
メガヘルツ超音波との組み合わせによる  
**相互作用をコントロール**することで  
脱脂洗浄で発生する油分の分解作用が発生  
(キャビテーションと音響流の相互作用による**ラジカル反応**による効果  
油分の分解、洗浄液の流動性の改善、乳化作用、分離作用)





超音波洗浄器 (42 kHz 26W) + 脱気マイクロバブル発生液循環システム  
 + 超音波1 (1.7MHz 20W)  
 + 超音波2 (スイープ発振 44-888 kHz 15W)

単位周波数 (dBuのu) 3.815 kHz



5:現状の超音波振動子の多くが、発振面に対する取り組みが少ない  
単純な発振面は、一定の出力レベルが必要となるため、  
超音波伝搬効率が悪い

(振動面の形状が悪いと、さらに超音波の伝搬効率は低下する  
発振周波数・出力に合わせた設計が必要)

6:対象物を伝搬する超音波の刺激は、  
対象物の音響特性により大きく変わる

主要パラメータ

(構造と強度バランス)

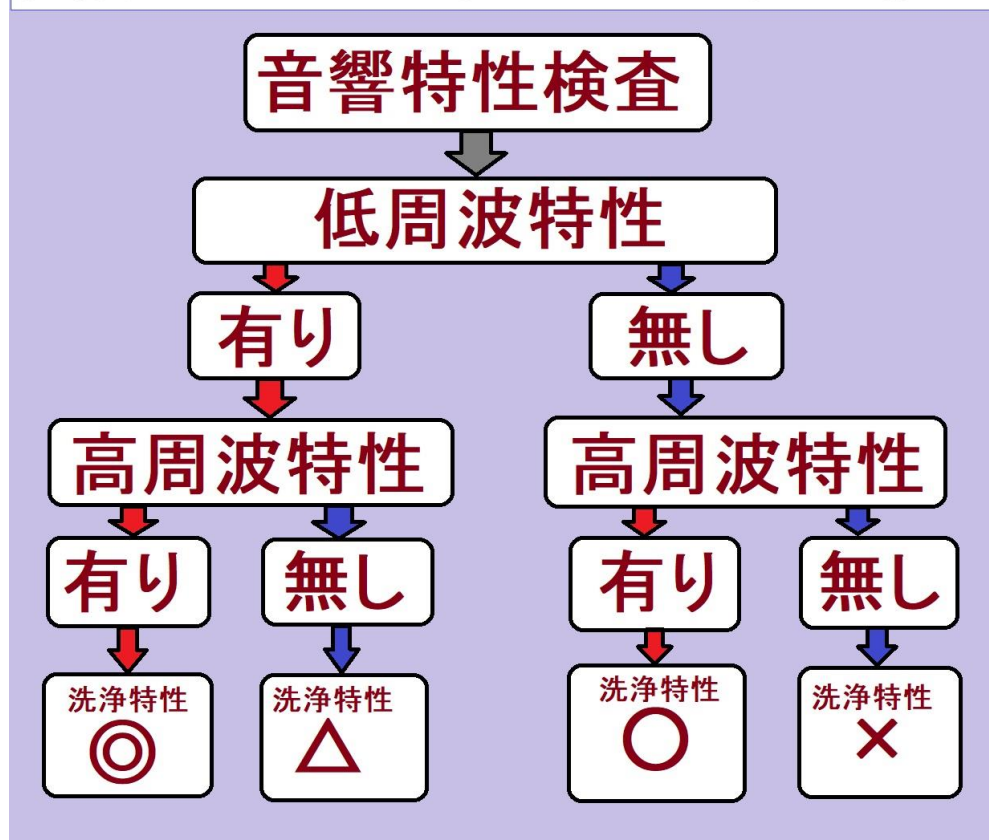
6-1) 音圧レベルと振動モードの関係

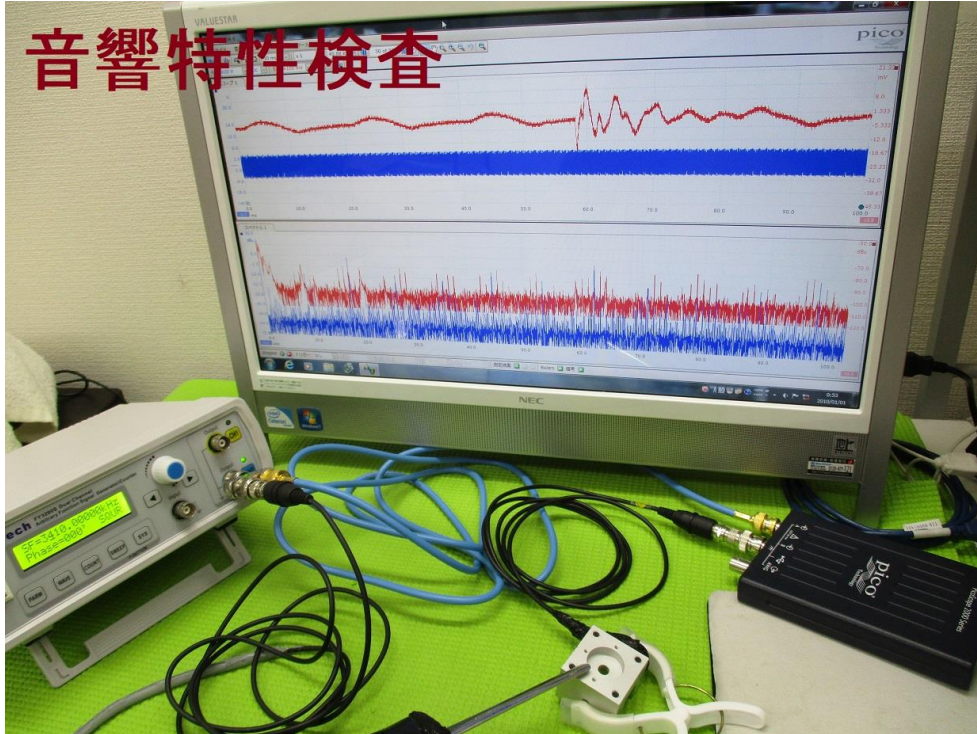
6-2) 超音波の送受信による応答特性

6-3) 振動モードの時間特性(時間経過に伴う振動モードの変化)

6-4) 対象物の固有振動モード(あるいは固有振動数)

### 音響特性に基づいた、洗浄方法の最適化技術





## 7:対象物の**音響特性確認**により

対象物の材質による、超音波伝搬特性の利用が可能になる

7-1) 間接容器・治工具・・・の各種材質との組み合わせ

7-2) 音圧レベルと伝搬周波数の最適化(ダイナミック制御)

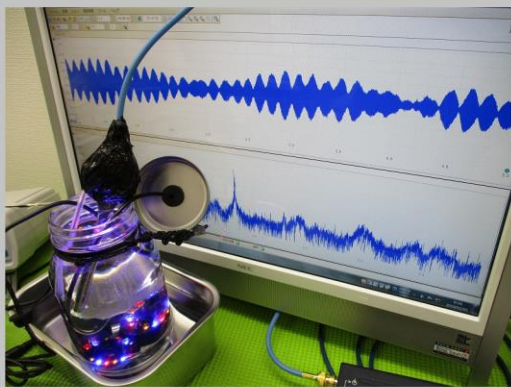
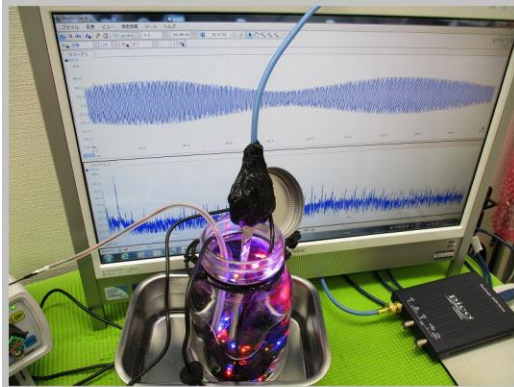
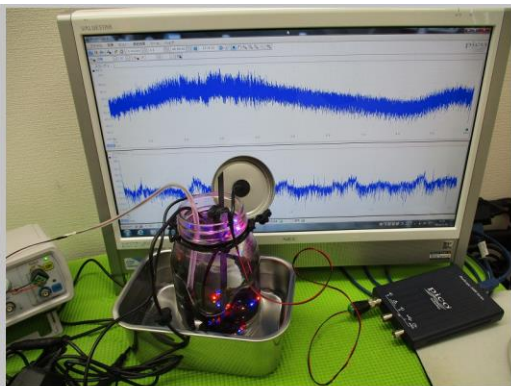
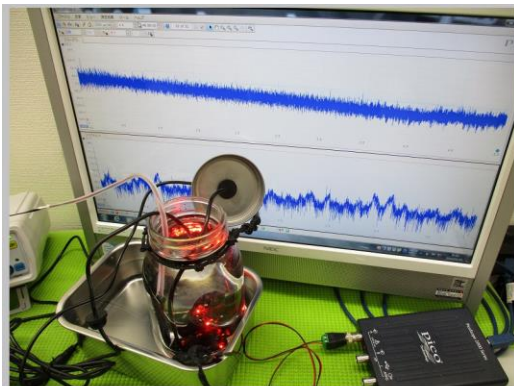
7-3) 媒体(洗浄液・・・)の流れによる相互作用の調整

(ナノバブル・ウルトラファインバブルの利用)

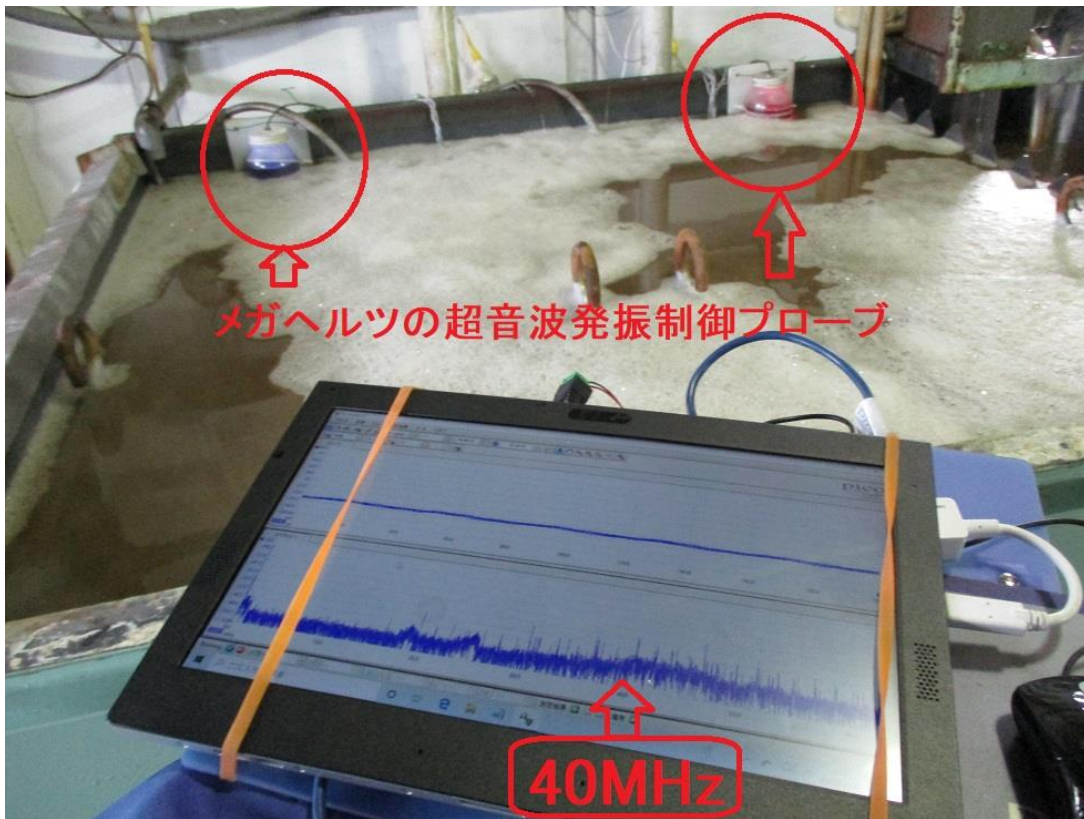
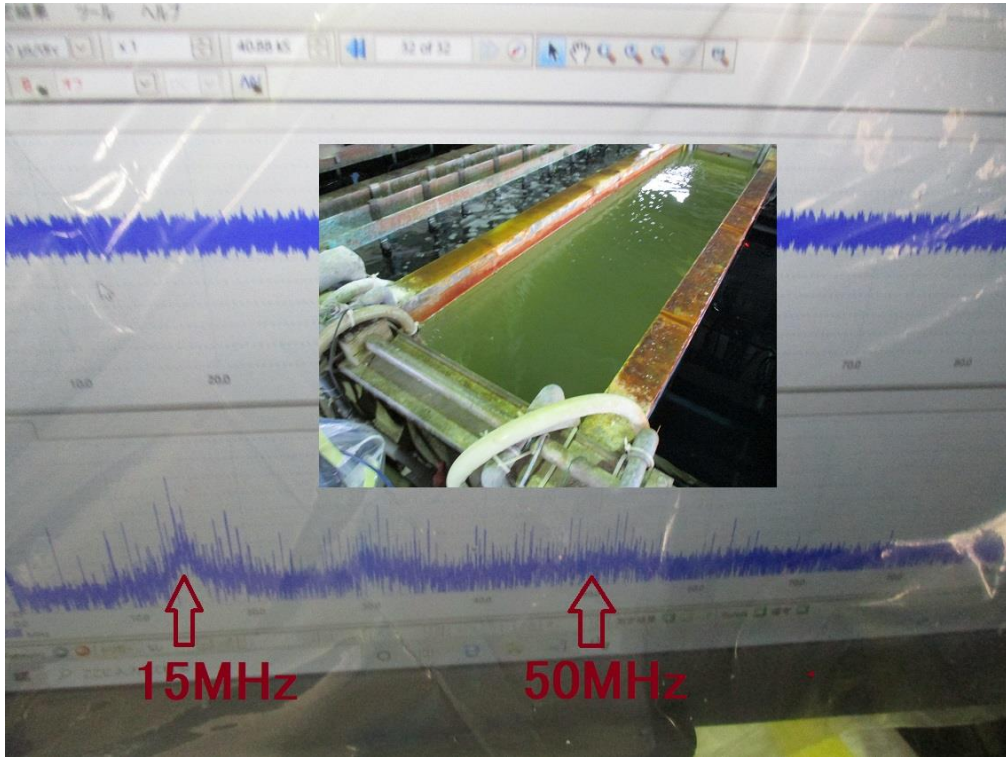




# 複数の超音波発振制御技術







## <<参考>>

脱気ファインバブル発生液循環

<https://youtu.be/-hAW8HAATLA>

<https://youtu.be/kOvqoaiIjts>

<https://youtu.be/v9iUAug67Wk>

<https://youtu.be/jvZSszgmBizQ>

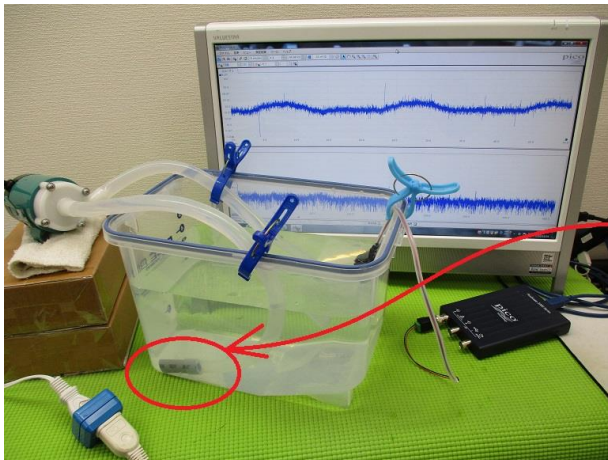
<https://youtu.be/FAjL1t4PCKw>

<https://youtu.be/iX1bofg1fo4>

<https://youtu.be/3HGdlu1VQAw>

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

\*\*\*





## 超音波とファインバブル(マイクロバブル)の制御

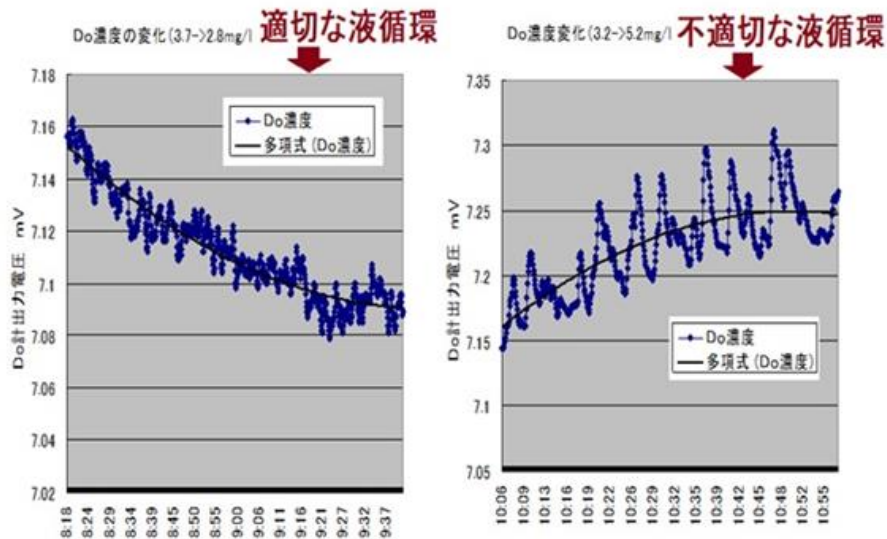
<https://youtu.be/bdGCnBPYeSs>

<https://youtu.be/-ba3IIVnbs>

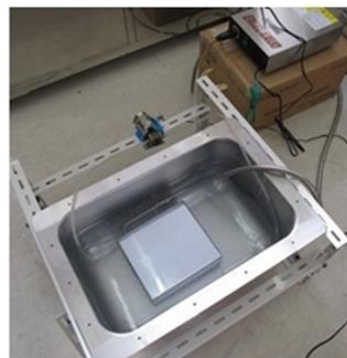
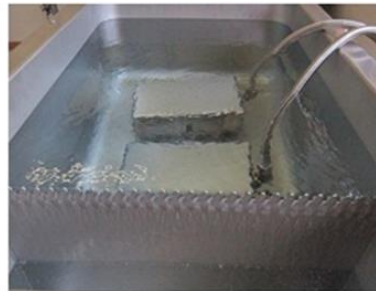
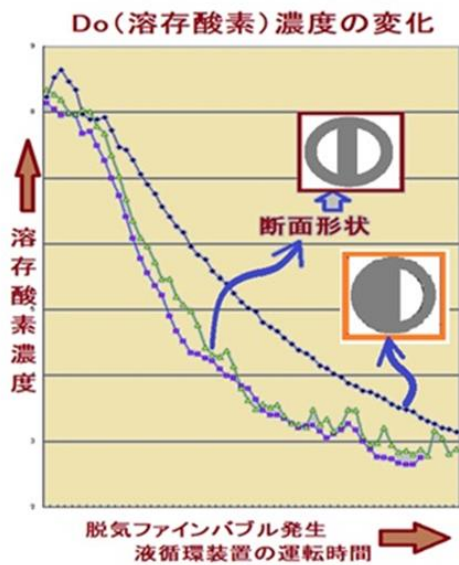
<https://youtu.be/M1Mo iqLpCQ>

<https://youtu.be/e4gP2p Hdf8>

### 脱気装置と液循環装置の設定 (最適化) 技術

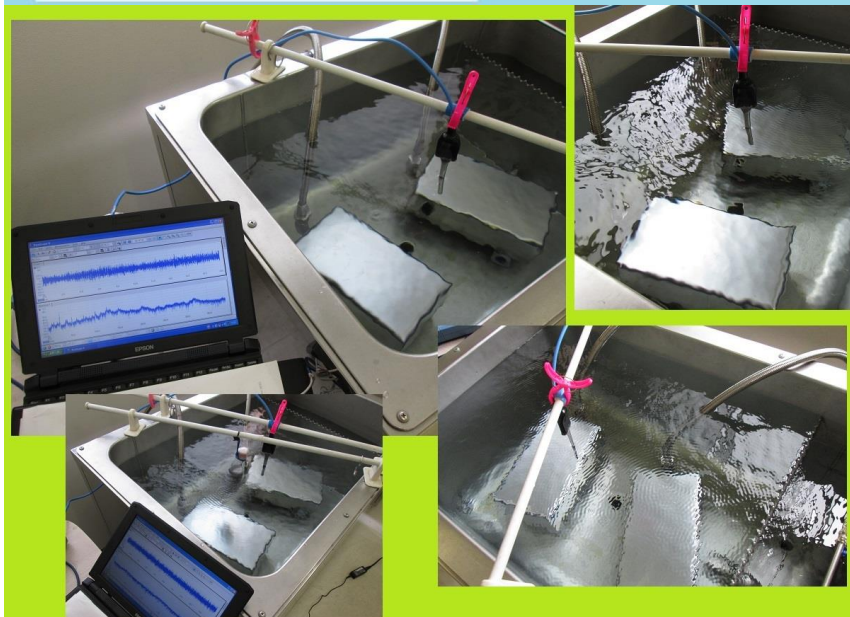
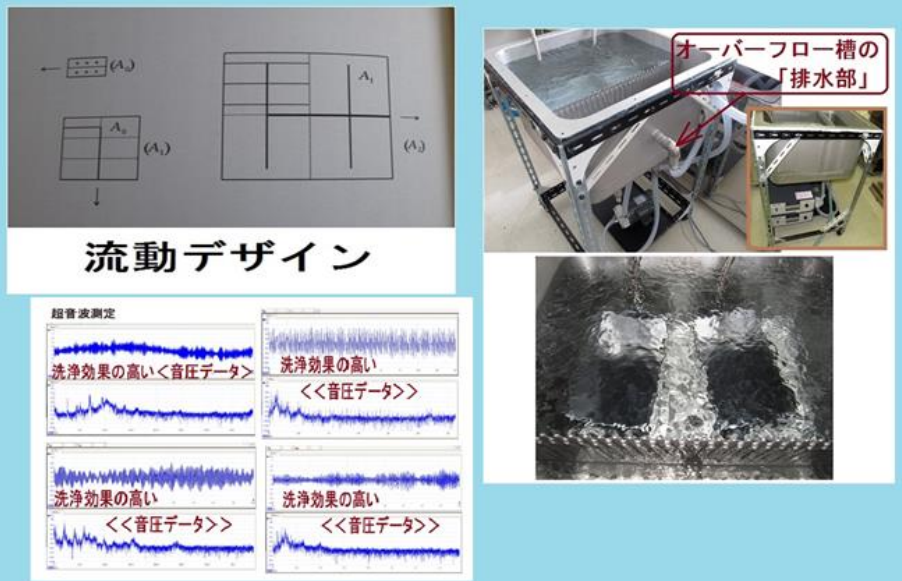


### マイクロバブル発生部の技術





<https://youtu.be/B2op7BiqeOo>  
<https://youtu.be/UielSnomWh8>  
<https://youtu.be/1elecobgYII>  
<https://youtu.be/53sKJxiavGo>  
<https://youtu.be/wtgQcUC5HBA>  
<https://youtu.be/fOL5p86wXcc>



ノウハウ

音圧測定解析による論理モデルの修正

応用技術

[https://youtu.be/-S\\_hLX-YsCo](https://youtu.be/-S_hLX-YsCo)

<https://youtu.be/u1WFjzgenU>

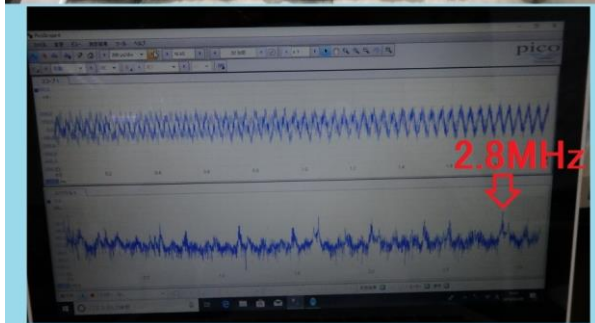
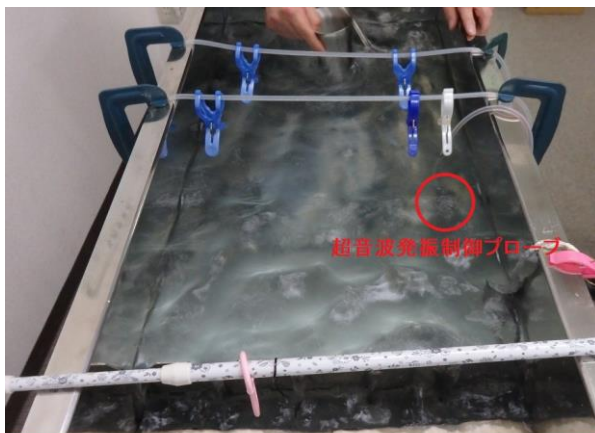
<https://youtu.be/xFJqdmnEBTo>

<https://youtu.be/USjJ-hWqZ6g>

[https://youtu.be/EN\\_RmYHgBoY](https://youtu.be/EN_RmYHgBoY)

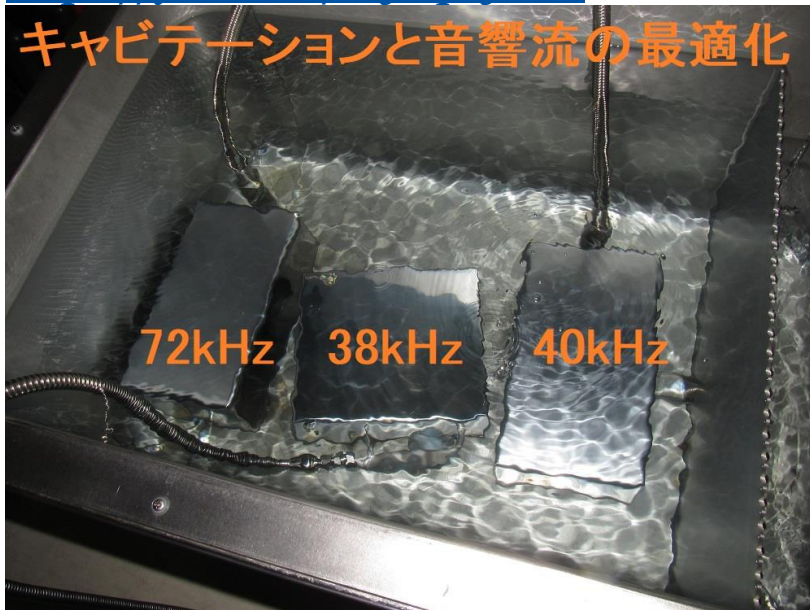
<https://youtu.be/mqztsMx0BYE>

<https://youtu.be/rt622P9XYIw>





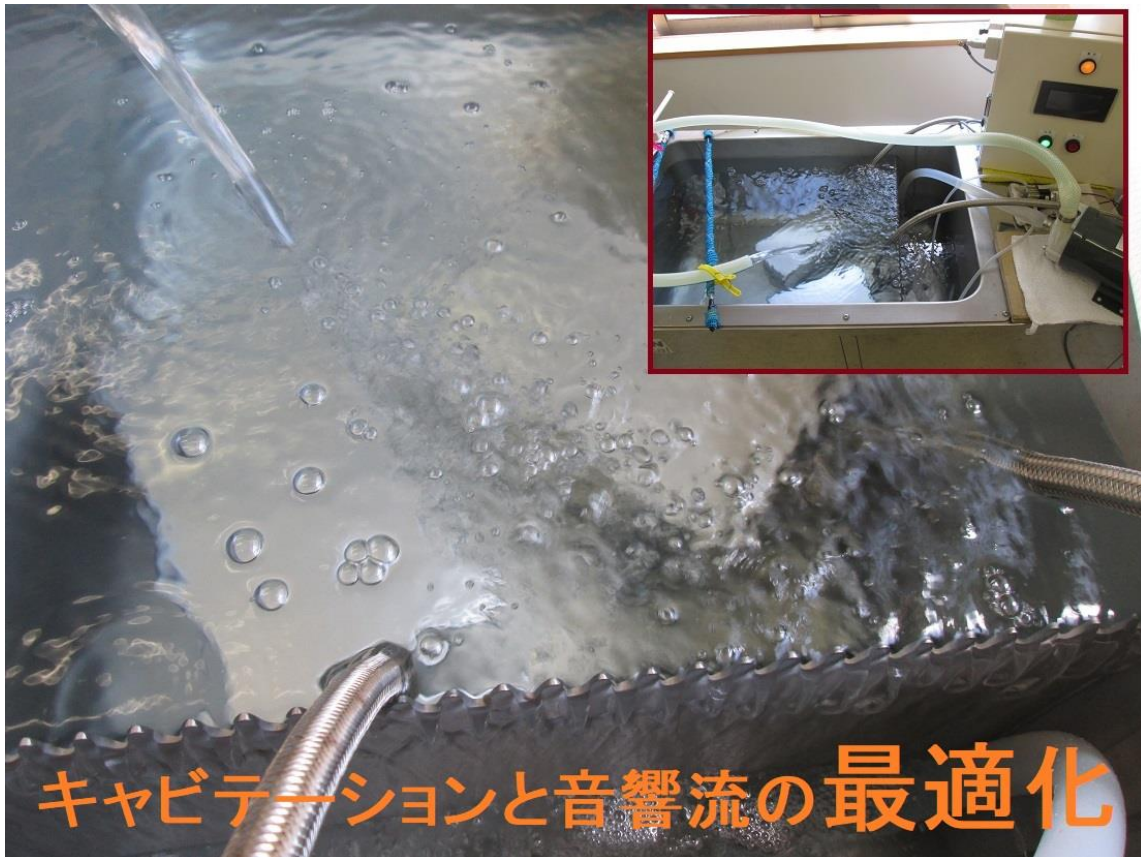
[https://youtu.be/ocrmCn\\_Mvpg](https://youtu.be/ocrmCn_Mvpg)  
<https://youtu.be/i6o6ttKkxhk>  
<https://youtu.be/gaHYe58cZwo>  
<https://youtu.be/qMZ5g2ylpRQ>  
<https://youtu.be/ob2oTm8nAhw>  
<https://youtu.be/LzjEqlojvYM>



## 非線形自己組織化

流水・キャビテーション・マイクロバブル・表面弾性波

<https://youtu.be/udrUmQaws5E>  
<https://youtu.be/L2LN8cOrwWw>  
<https://youtu.be/GAGe8893jXQ>



脱気マイクロバブル発生液循環装置

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14443>

「脱気・マイクロバブル発生装置」を利用した超音波システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1996>

超音波洗浄器による<メガヘルツの超音波洗浄>技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1879>

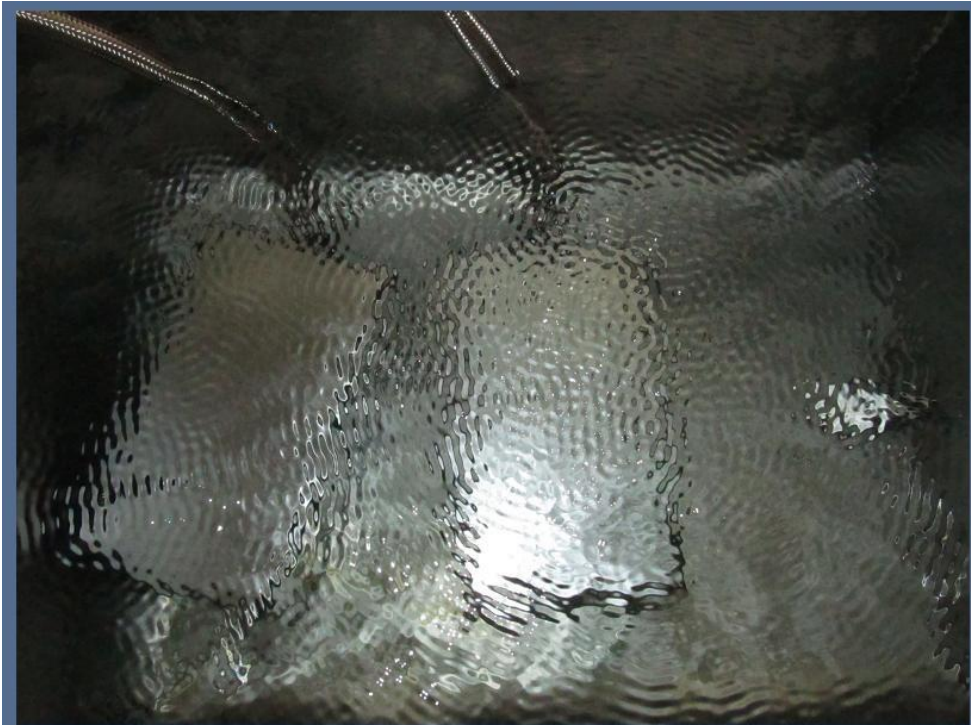
脱気マイクロバブル発生液循環システム追加の出張サービス

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2906>

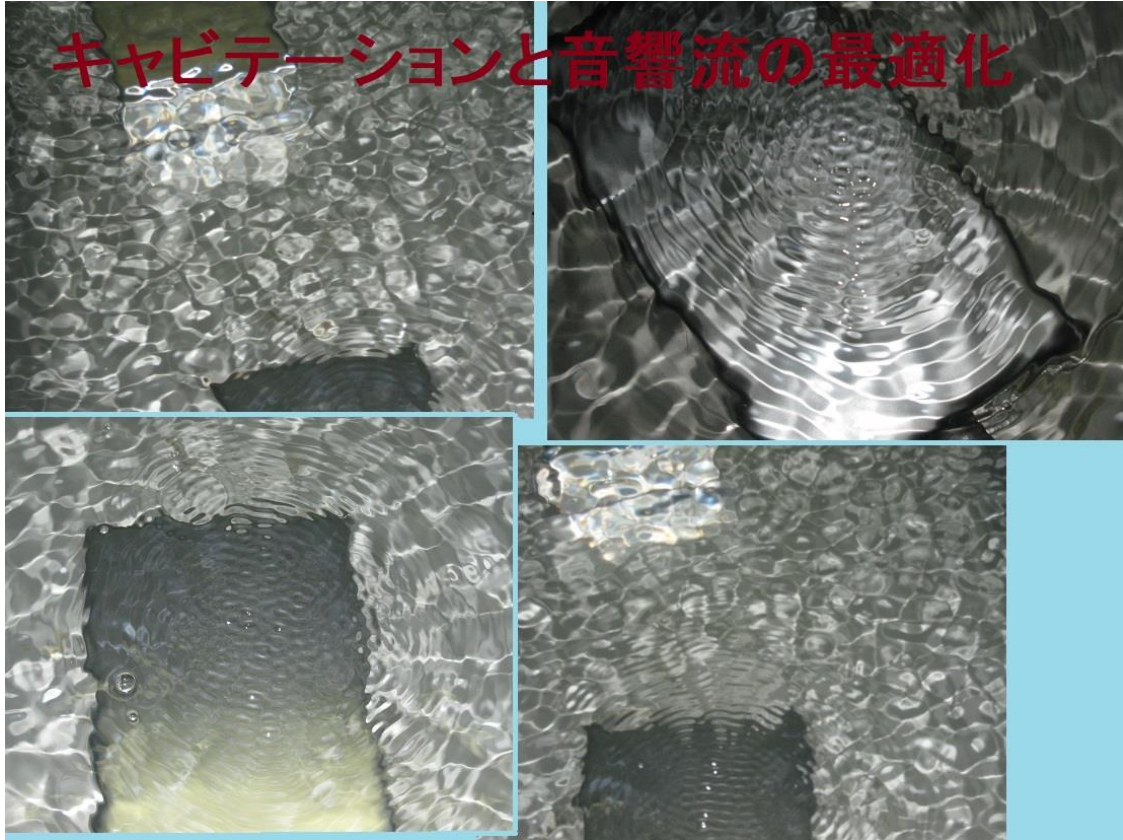
オリジナル技術(液循環)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7658>





**キャビテーションと音響流の最適化**

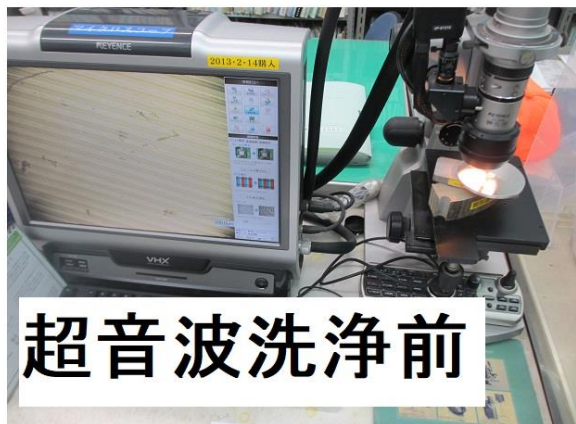
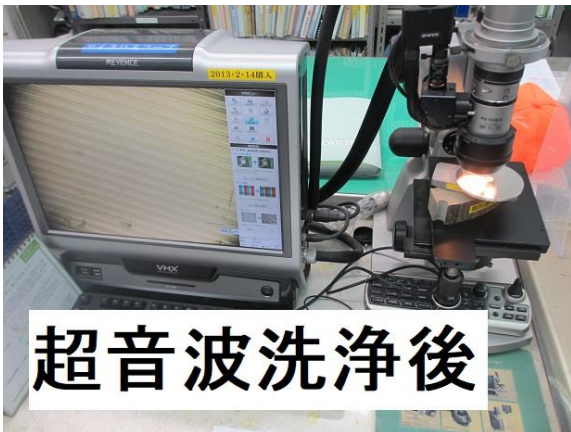


＜超音波のダイナミックシステム：液循環制御技術＞

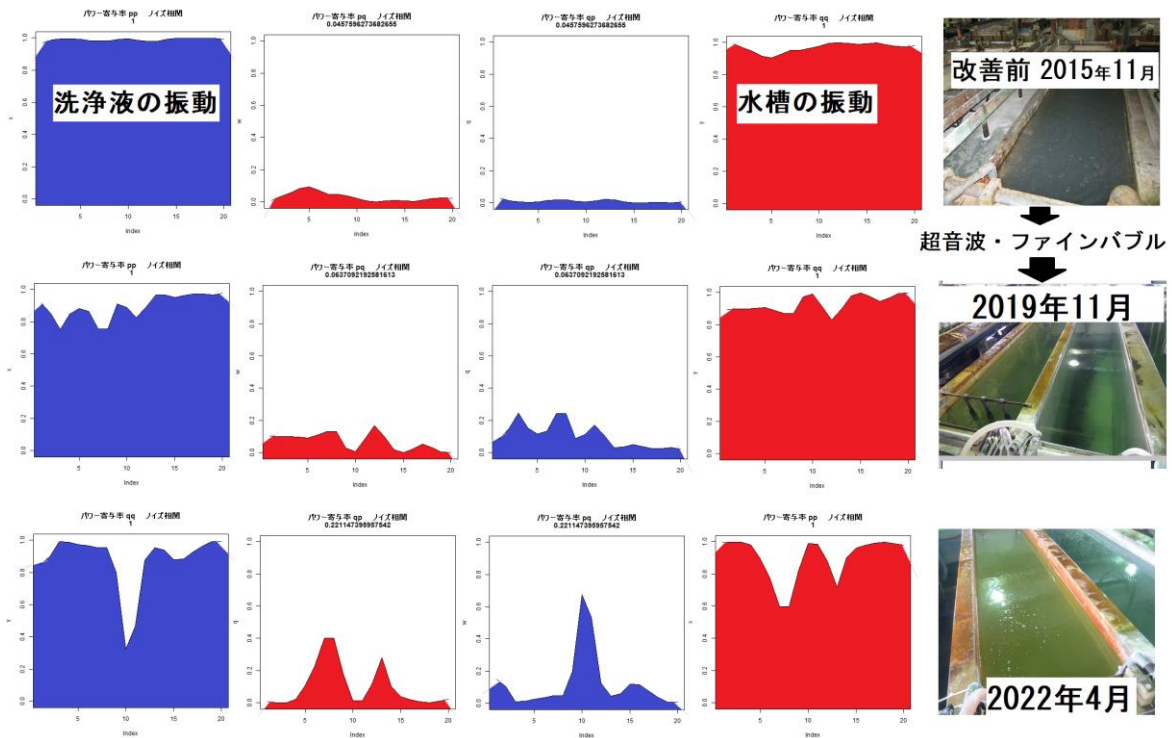
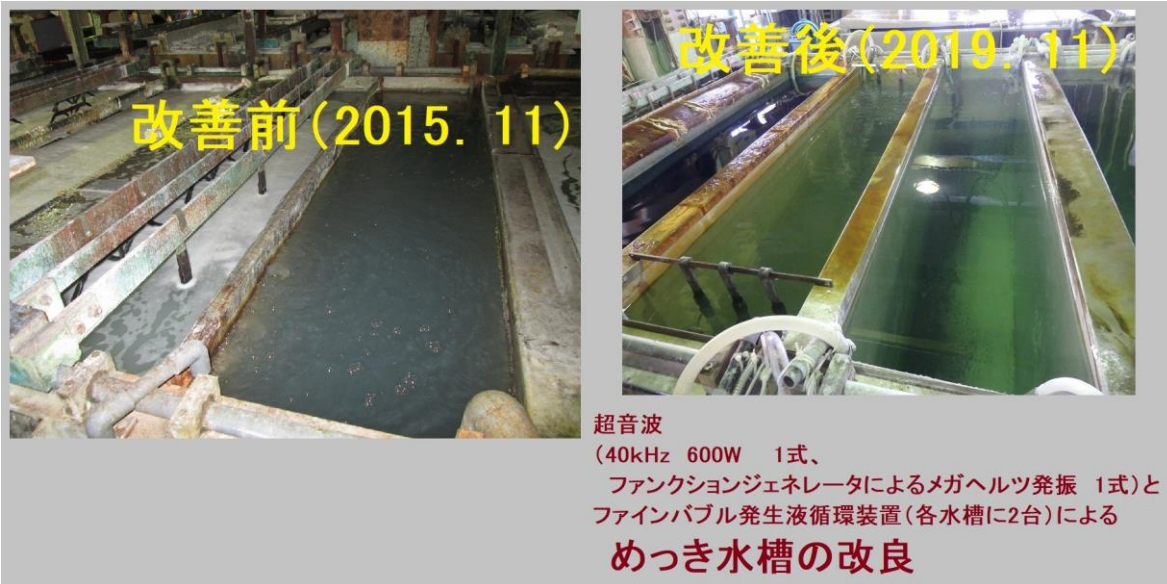
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7425>

超音波水槽の新しい液循環システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1271>







超音波とファインバブルによる水槽の表面改質効果

超音波洗浄について

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15233>

以上