

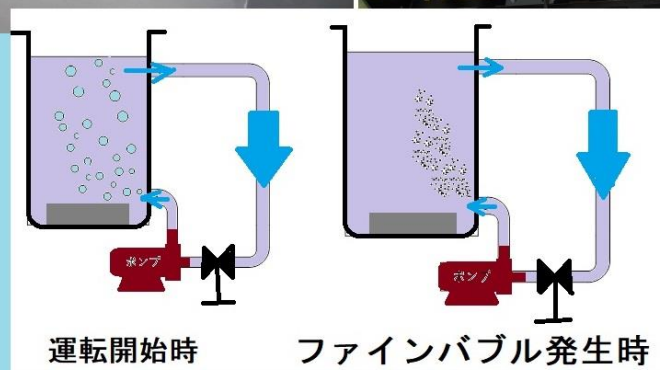
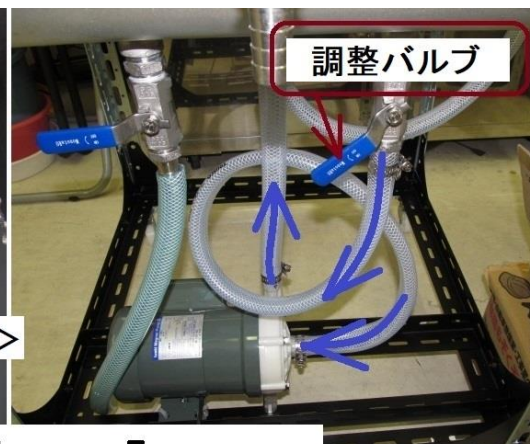
脱気ファインバブル発生液循環装置を利用した超音波洗浄機

2023. 7. 10 超音波システム研究所

洗浄槽1
W1014×D514×H477mm



超音波システム研究所は、
超音波の制御を効率良く行うことができる
＜＜脱気ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置＞＞の
超音波洗浄機への利用方法・・・をコンサルティング対応しています。





<<脱気ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置>>

1) ポンプの吸い込み側を絞ることで、キャビテーションを発生させます。

注：ポンプの禁止事項ですが、マグネットポンプに関しては問題ありません

2) キャビテーションにより溶存気体の気泡が発生（液面から脱気）します。

上記が脱気液循環装置の状態です

3) 溶存気体の濃度が低下すると
キャビテーションによる溶存気体の気泡サイズが小さくなります。

4) 適切な液循環が設定できると、

20 μ 以下のファインバブル（マイクロバブル）が発生します。

上記が脱気ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置の状態です。

5) 上記の脱気ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置に対して
超音波を適切に照射すると

ファインバブル（マイクロバブル）を超音波が分散・粉碎して
ウルトラファインバブル（1マイクロ以下のバブル）が発生します。

ウルトラファインバブルの分布量がファインバブルの分布量より多くなります

上記の状態が、超音波を安定して制御可能な状態です。

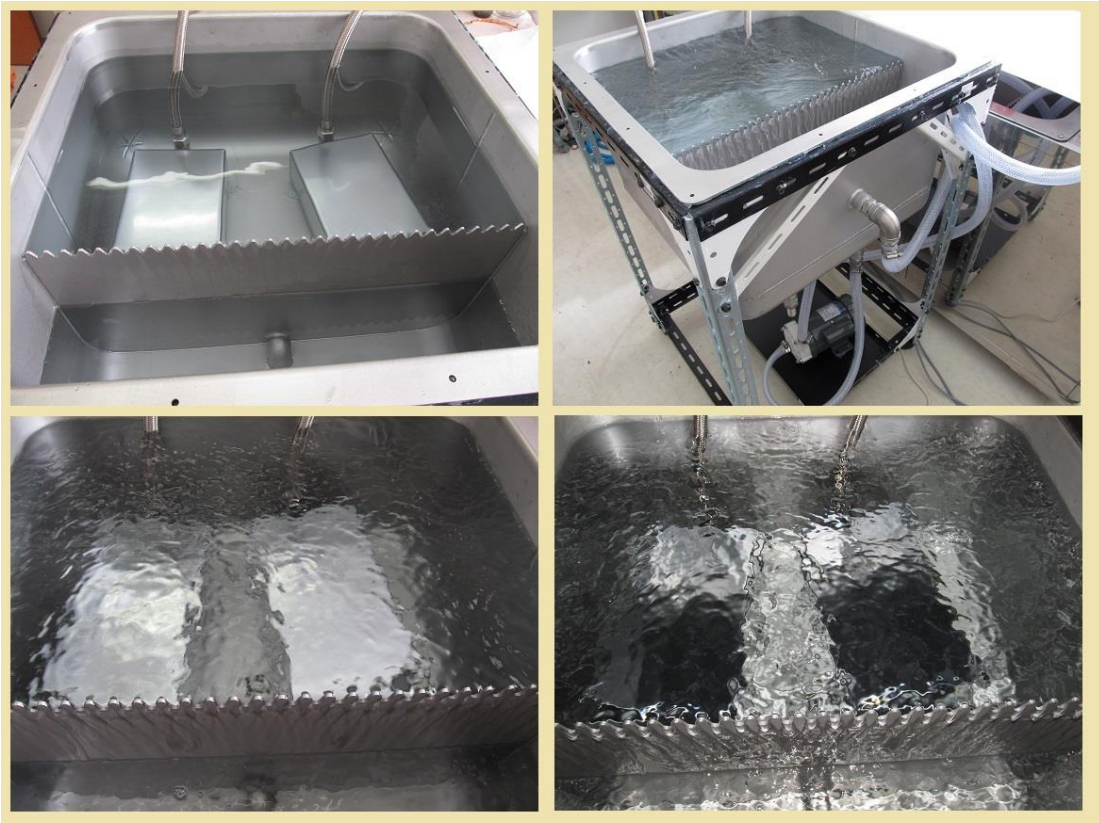


ノウハウ： 水槽の低周波振動を音としてとらえ 音と超音波の組み合わせ制御を行う

超音波液循環技術の説明

- 1) 超音波専用水槽（オリジナル製造方法）を使用しています。
（材質は、樹脂・ステンレス・ガラス・・・対応可能です）
- 2) 水槽の設置は
 - 1：専用部材を使用
 - 2：固有振動と超音波周波数・出力の最適化を行っています。
（水槽の音響特性に合わせた対応を実施します）
- 3) 超音波振動子は専用部材を利用して設置しています
（専用部材により、定在波、キャビテーション、音響流の利用状態を制限できます）
- 4) 脱気・ファインバブル（マイクロバブル）発生装置を使用します。
（標準的な、溶存酸素濃度は5－6mg/l）
- 5) 水槽と超音波振動子は表面改質を行っています。

上記の設定とファインバブル（マイクロバブル）の拡散性により
均一な洗浄液の状態が実現します。



ノウハウ:ポンプの脈動を 低周波の音・振動としてとらえる 音と超音波の組み合わせ制御を行う

均一な液中を超音波が伝搬することで、安定した超音波の状態が発生します。

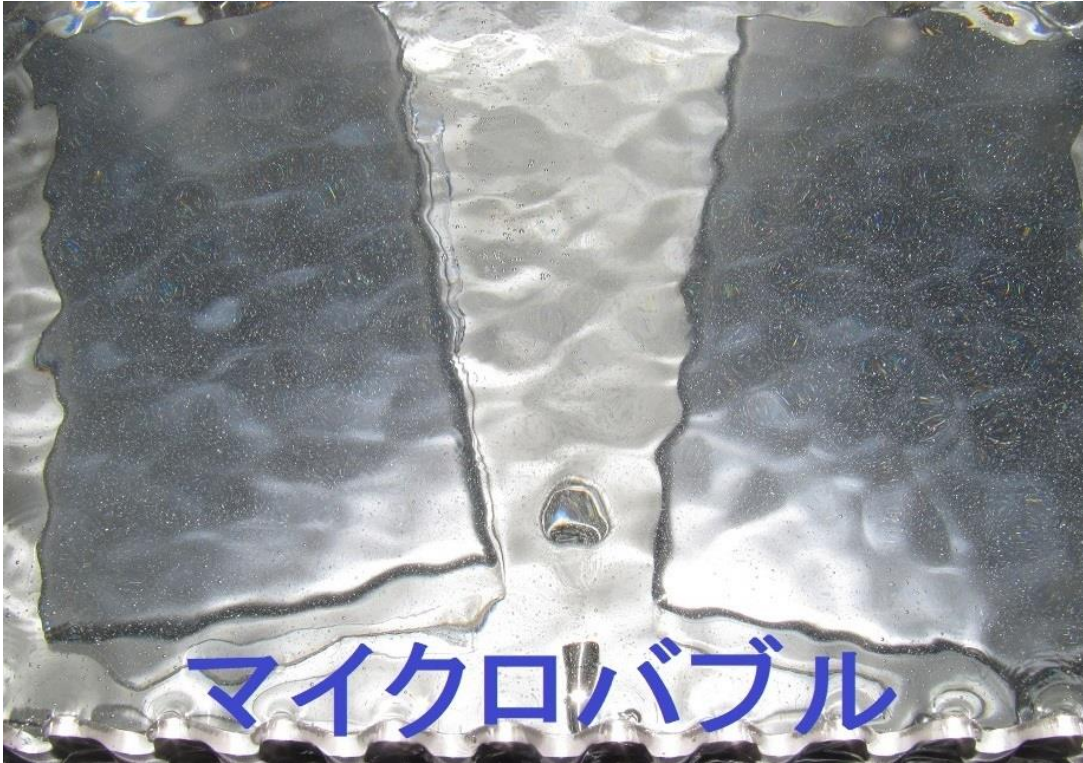
この状態から、目的の超音波の効果（伝搬状態）を実現するために
液循環制御を行います

（水槽内全体に均一な音圧分布を実現して、
超音波、脱気装置、液循環ポンプ、・・・の制御設定がノウハウです）

目的の超音波状態確認は音圧測定解析（超音波テスター）で行います。

ポイントは

適切な超音波（周波数・出力）と液循環のバランスです
液循環の適切な流量・流速と超音波キャビテーションの設定により
超音波による音響流（非線形現象）の状態をコントロールします。



マイクロバブル

ファインバブル（マイクロバブル）の効果で、
均一に広がる超音波の伝搬状態を利用します。

液循環により、以下の自動対応が実現しています。
溶存気体は、水槽内に分布を発生させ
レンズ効果・・・の組み合わせにより、超音波が減衰します。
適切な液循環による効率の良い超音波照射時は、
大量の空気・・・が水槽内に取り入れられても
大きな気泡となって、水槽の液面から出ていきます。

しかし、超音波照射を行っていない状態で
オーバーフロー・・・により
液面から空気を取り込み続けると、超音波は大きく減衰します。

この空気を取り入れる操作は必要です
多数の研究報告・・・がありますが
液循環の無い水槽で、長時間超音波照射を続け
溶存気体の濃度が低下すると
音圧も低下して、キャビテーションの効果も小さくなります。
(説明としては、キャビテーション核の必要性が空気を入れる理由です
液面が脱脂油や洗剤の泡・・・で覆われた場合も空気が遮断され
同様な現象になります)

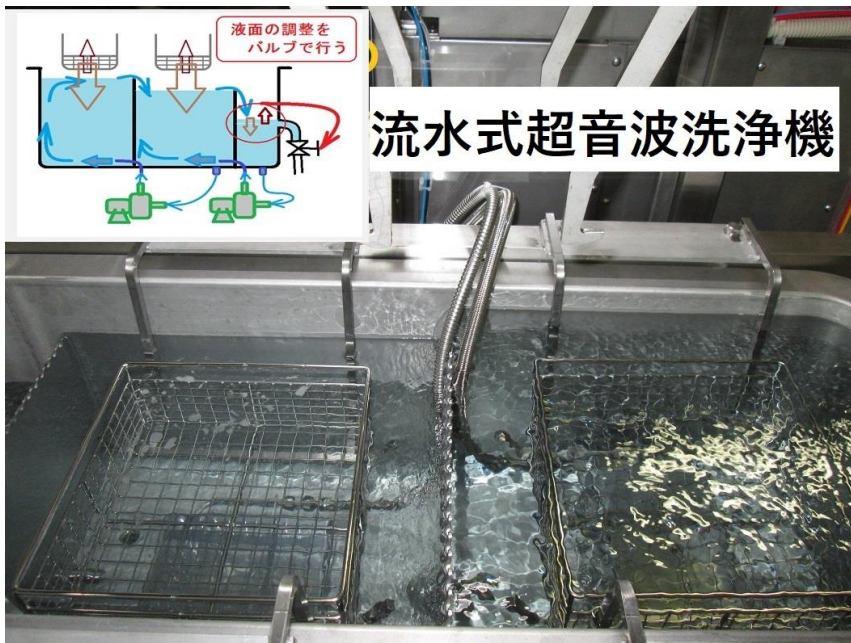


さらに、超音波照射により、脱気は行われ
 溶存気体の濃度は低下して、分布が発生します
 単純な液循環では、この濃度分布は解消できません。

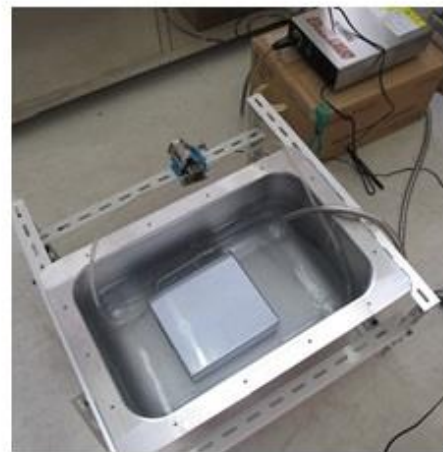
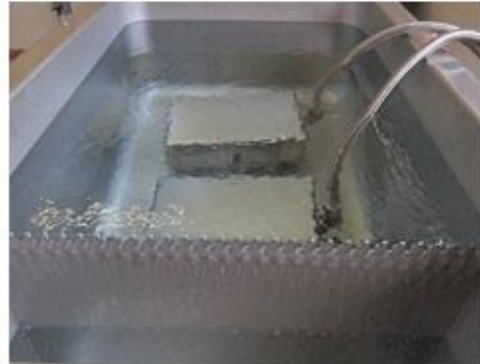
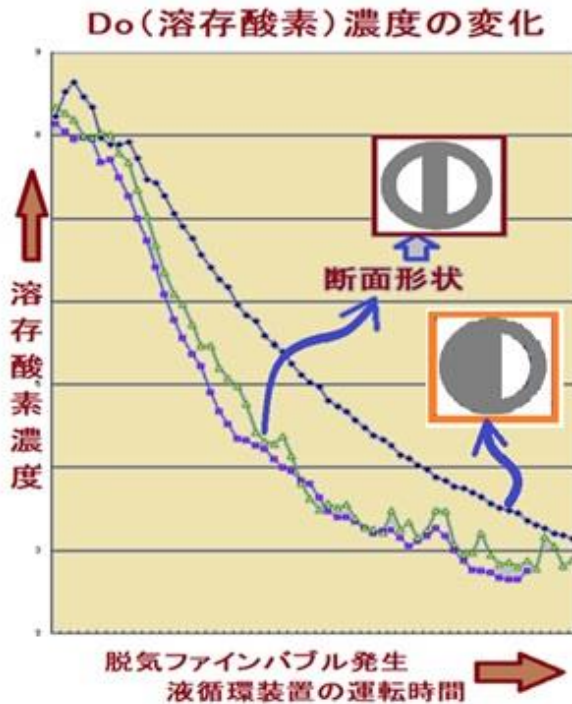
この濃度分布の解決がファインバブル（マイクロバブル）の効果です。

脱気・ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環が有効な理由です。

注：オリジナル装置（超音波測定解析システム：超音波テスター）による
 音圧測定解析を行い、効果の確認を行っています。



マイクロバブル発生部の技術



上記の液循環状態に対して
超音波プローブによるメガヘルツの超音波発振制御を行うことで
超音波の非線形現象が幅広い周波数帯で発生するとともに
ダイナミックな超音波の変化を実現します。

液体の流量・流速分布・・・を適切に制御設定することで
目的に合わせた、非線形現象を発生させることができます。

<脱気・ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環システム>による 非線形制御技術

<<キャビテーションのコントロール>>

超音波システム研究所は、

目的に合わせた効果的な超音波のダイナミック制御を実現する、
<脱気・マイクロバブル発生液循環システム>に関して
メガヘルツの超音波発振制御との組み合わせにより
超音波の非線形現象をコントロールする技術を開発しました。

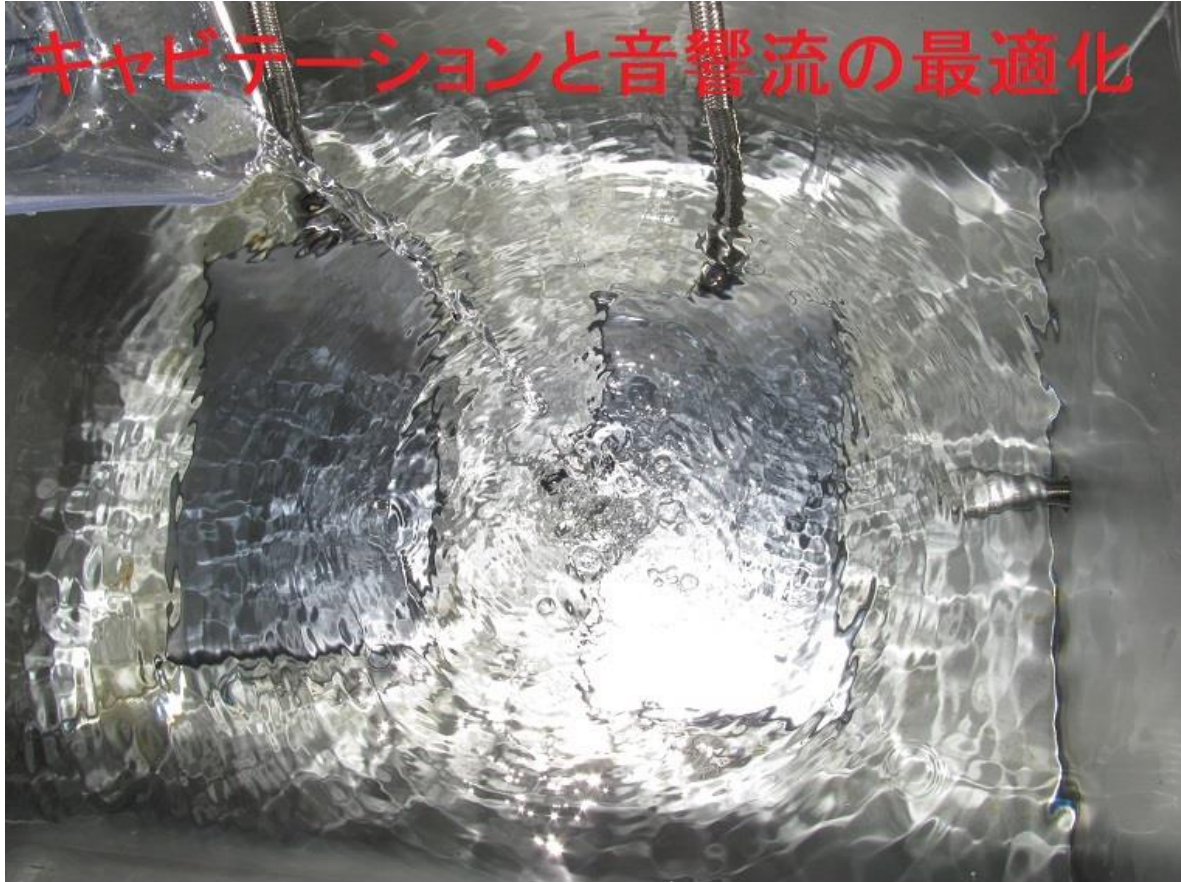


キャビテーションと音響流の最適化

<音響流とキャビテーションのバランスを最適化する>

- 1) 洗浄液が淀まない洗浄水槽を使用する
- 2) 強度について、特に弱い部分のない洗浄水槽を使用する
ポイント：溶接構造・溶接方法・溶接後の表面処理
- 3) 洗浄液の分布を均一にする（D_o濃度、液温、流速 等）
- 4) 振動子の上面の洗浄液の流れを調節する
（流量・流速・バラツキをコントロールする）
- 5) 超音波の周波数と出力にあわせた液循環を行う
ポイント：音圧測定解析による最適化
- 6) 機械設計としての洗浄水槽の強度は超音波周波数に対して設定する
ポイント：設置方法を含めた装置設計
- 7) 洗浄水槽の製造方法を明確にして、超音波の水槽による減衰レベルを設定する
- 8) 洗浄液に対する洗浄水槽の特性を明確にする（例 コーナー部の設計）
- 9) 超音波の周波数・出力に対する洗浄水槽の特性を明確にする
（振動子・振動板の位置と水槽の関係を調整する
洗浄水槽の超音波伝播特性を明確にする）
- 10) 洗浄システムとしての制御構造などとの最適化を行う

以上のパラメータを念頭に超音波洗浄を検討する（あるいは、現状の洗浄を見直す）



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

コメント

音響流とキャビテーションは相反する現象だと考えています
しかし、どちらかをなくすことは大変難しいため
バランスを調整し、最適化（目的に合わせてダイナミック制御）することが
重要だと考えています

参考動画

<https://youtu.be/kDZj22zL2Jc>

<https://youtu.be/iHzObX69hMU>

<https://youtu.be/0Fa2kI0J01M>

<https://youtu.be/ziAB2QVDM28>

<https://youtu.be/ObCAxnzhd2Y>

<https://youtu.be/Z4SNR0S7LEI>

<https://youtu.be/abeuidmg0M>

<https://youtu.be/hsgIeyjx55o>

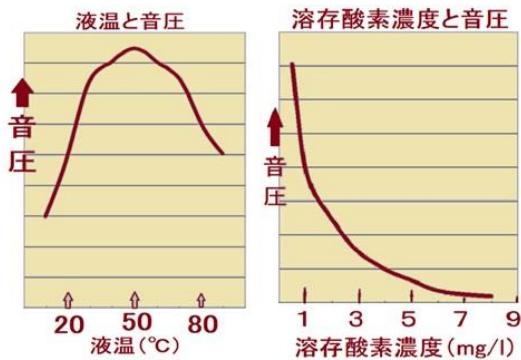
<https://youtu.be/2iuKeNMI t2M>

<https://youtu.be/ZNheSnpimWg>



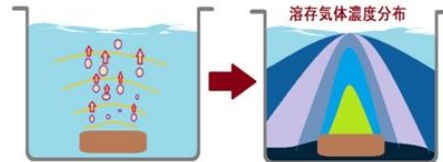
<https://youtu.be/ozHuSZp8ZuI>
<https://youtu.be/jLFFOSSlmkQ>
<https://youtu.be/5I8300ebeD0>
<https://youtu.be/QeA80f7-TtM>
<https://youtu.be/vdWgkY4lnq4>
<https://youtu.be/45RpTDxRIwo>
<https://youtu.be/gv1lyKK7x9g>

https://youtu.be/Qxmx0AY_nnk
<https://youtu.be/g7y7AsJx2tQ>
<https://youtu.be/F6oQhi7z6ks>
<https://youtu.be/CTeLPfx9hSc>
<https://youtu.be/UyqUcGXYkb4>
<https://youtu.be/Mg3whynd-Uw>
<https://youtu.be/iRmFyaqXTjU>



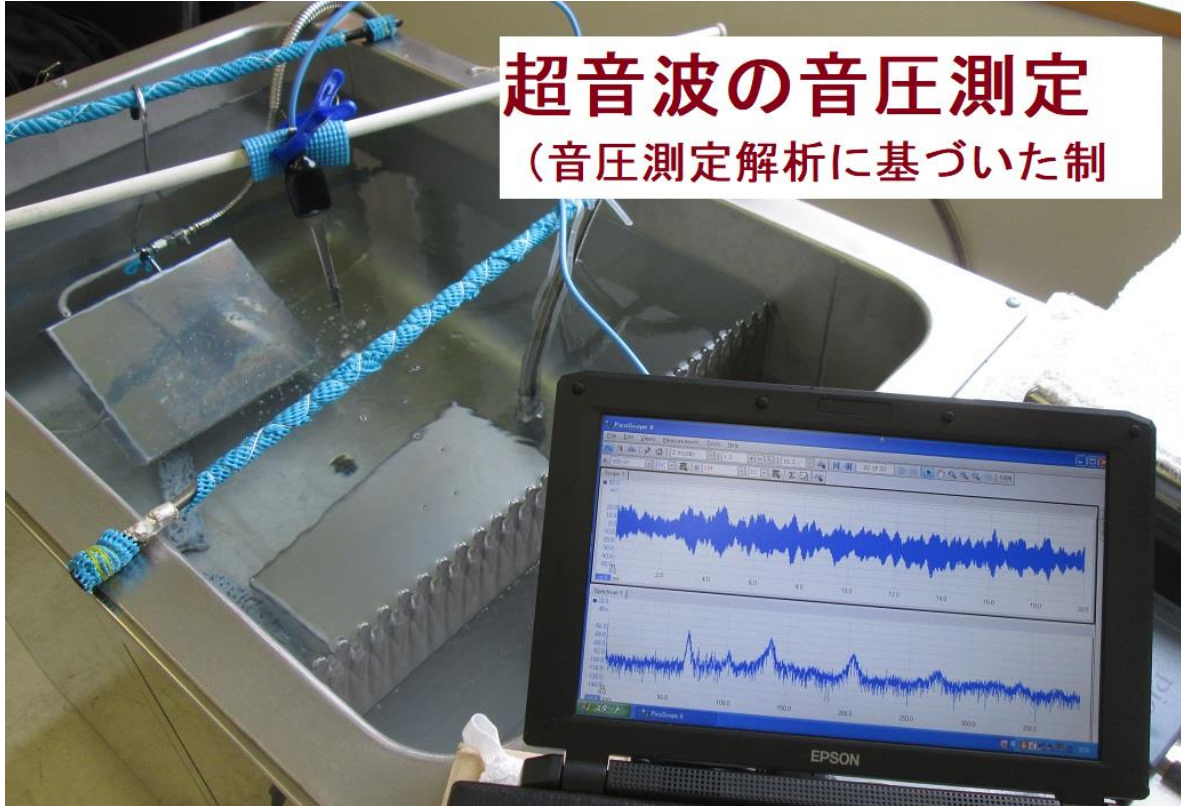
超音波による脱気

- 1) キャビテーションにより(溶存気体を含んだ)気泡が発生
- 2) 気泡の浮力と音響流により、気泡が液面に向かった流れが発生
- 3) 液面から気泡が出ていくことで脱気が起こる



超音波による脱気が進むと、水槽内の液体に、溶存気体濃度の分布が発生する
 その結果、超音波の反射・透過・屈折による、減衰・音圧分布が発生
 気圧の影響により、安定した超音波利用ができない状態になる

液循環の必要性、ファインバブルの有効性に発展する



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>

<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>



現状の超音波装置を改善する方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1323>

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>



具体例 脱気・マイクロバブル発生液循環装置



ノウハウ



マグネットポンプMDシリーズ



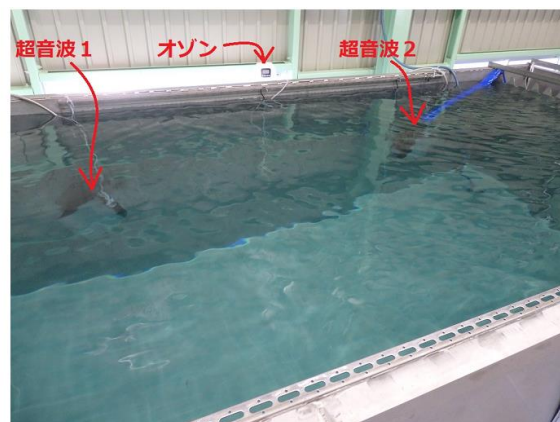
- * 循環ポンプ ポリプロピレン製 (株式会社イワキ IWAKI CO., LTD.)
- マグネットポンプ MDシリーズ ホース接続 MD-70RZ
- CFRPVDF製(溶剤 炭化水素...対応)
- マグネットポンプMDシリーズ ホース接続 MD-70RZV ¥66,200(納期2.5ヶ月)

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>



注：脱気ファインバブル発生液循環ポンプ 4台

【本件に関するお問合せ先】

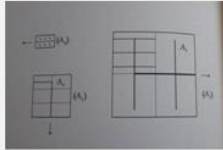
超音波システム研究所

メールアドレス info@ultrasonic-labo.com

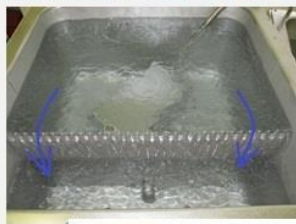
ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>

オリジナル超音波洗浄装置の特徴

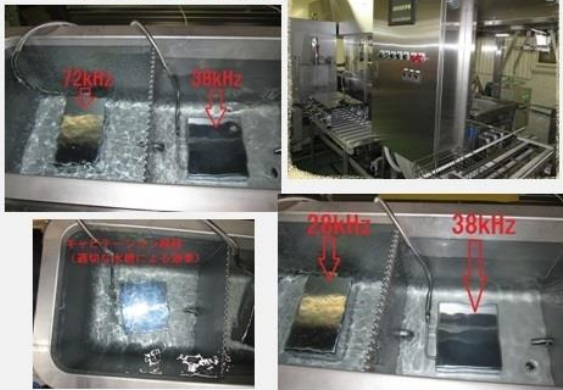
1) 専用水槽



流動デザイン

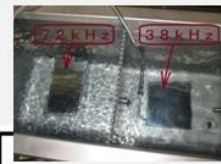
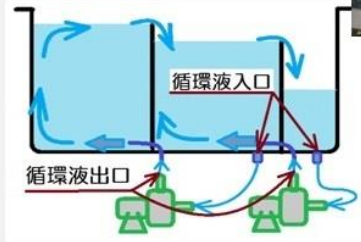


...オリジナル超音波洗浄装置



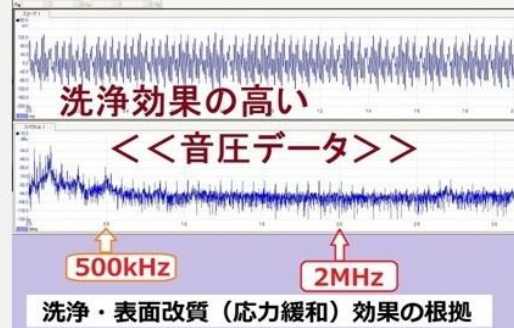
オリジナル超音波洗浄装置の特徴

2) 液循環システム



オリジナル超音波洗浄装置の特徴

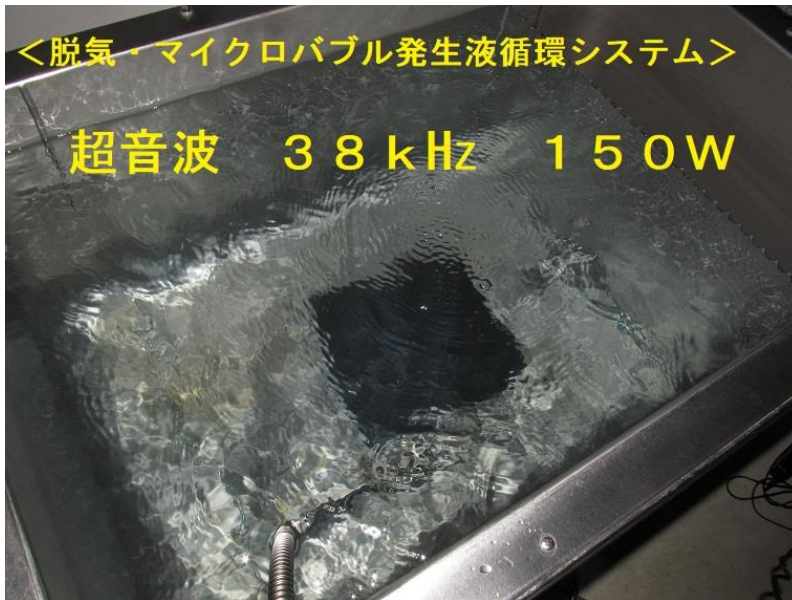
4) 音圧測定解析

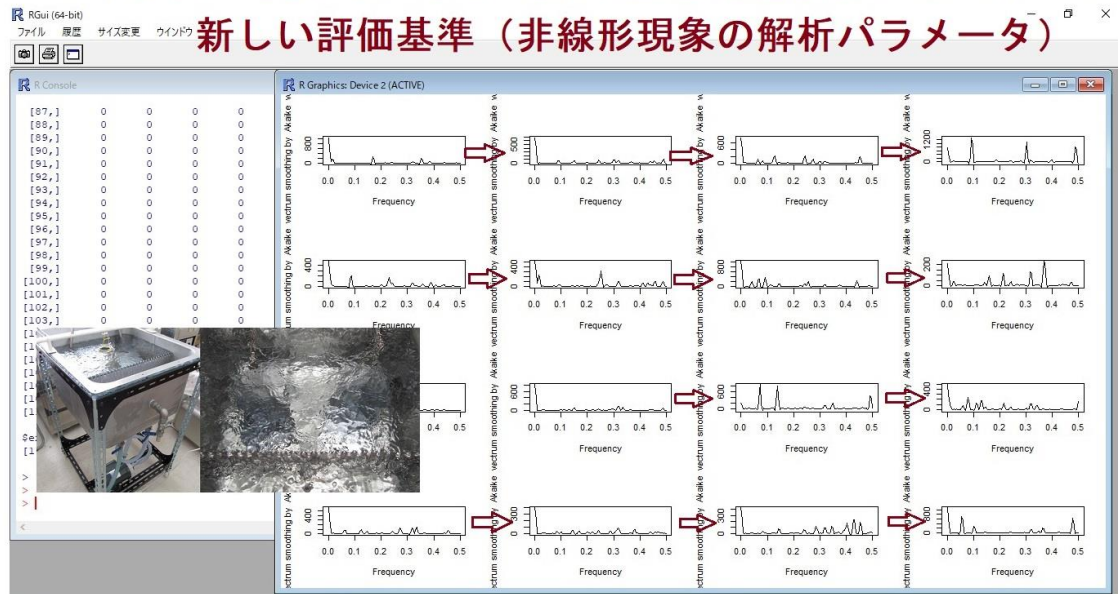
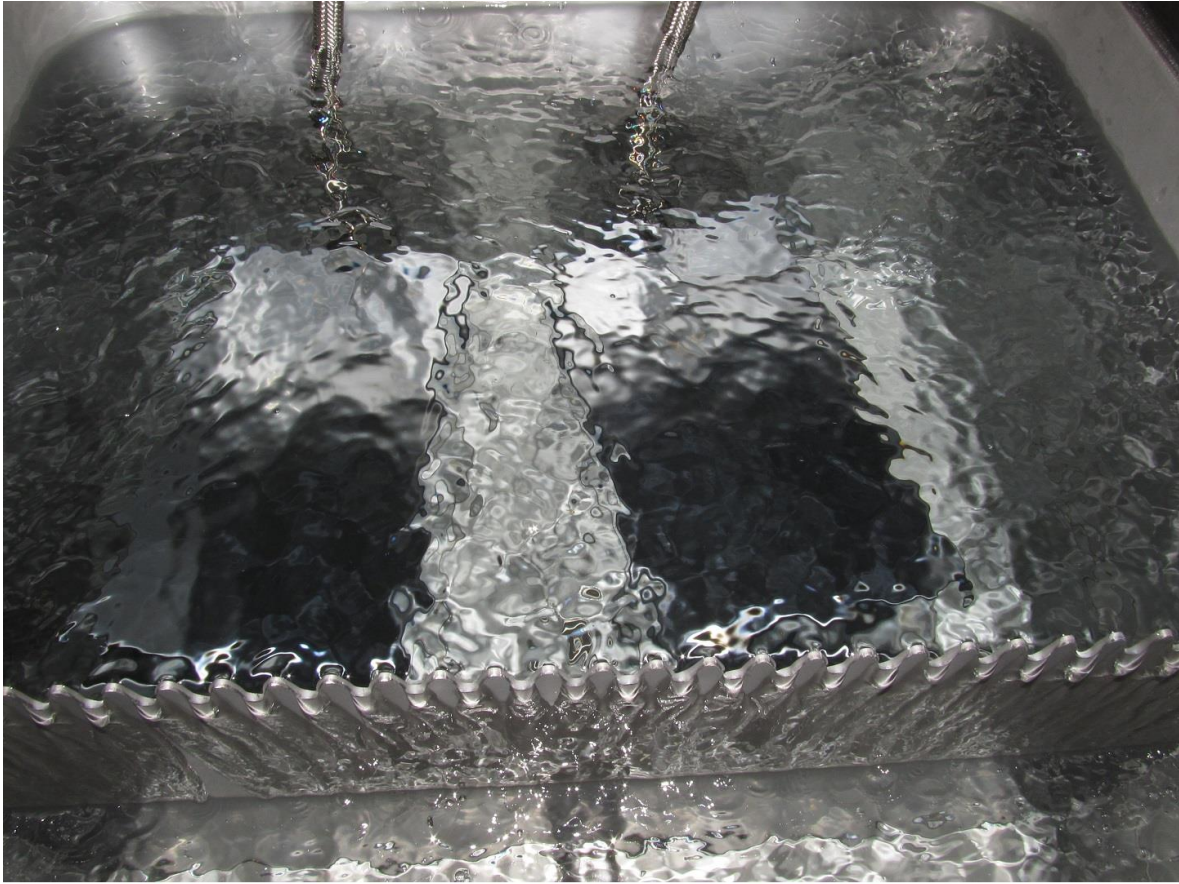


28kHzと38kHzによるメガヘルツ発生音の音圧データ

<脱気・マイクロバブル発生液循環システム>

超音波 38 kHz 150W

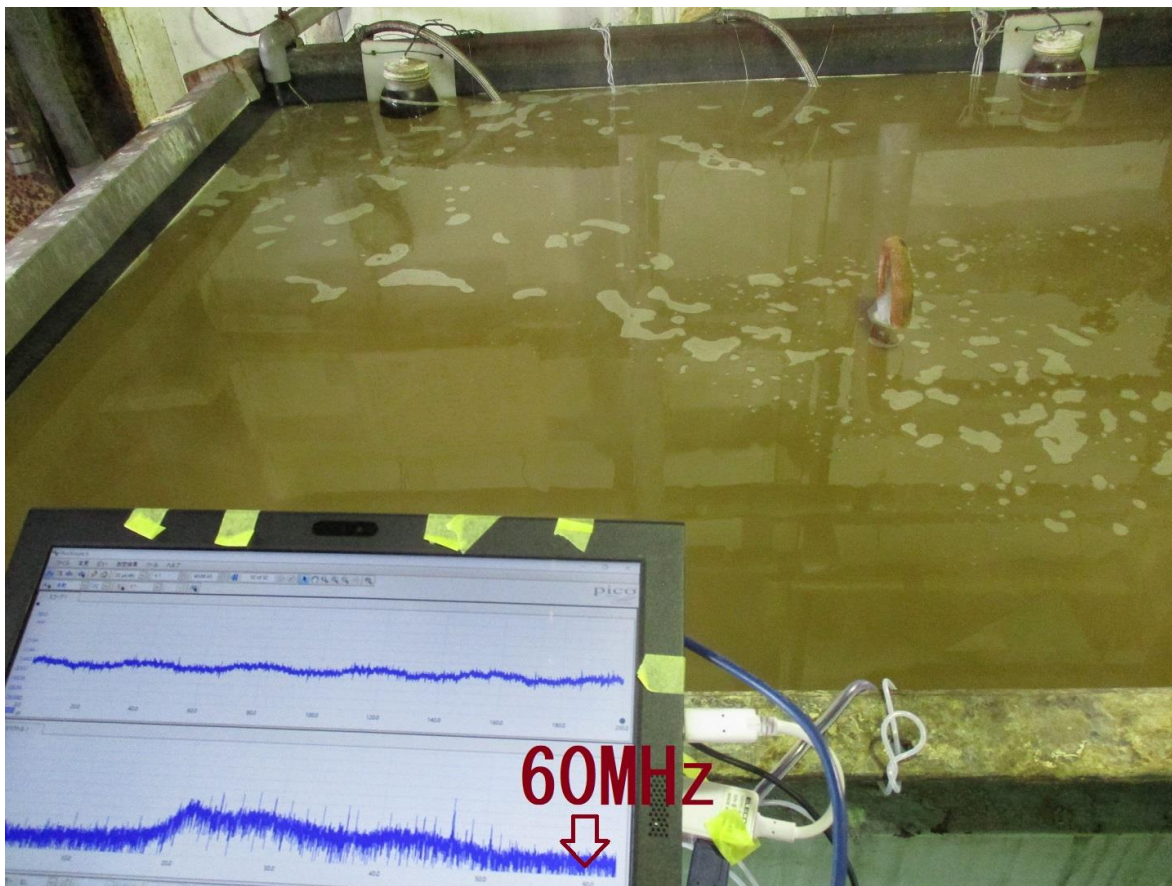




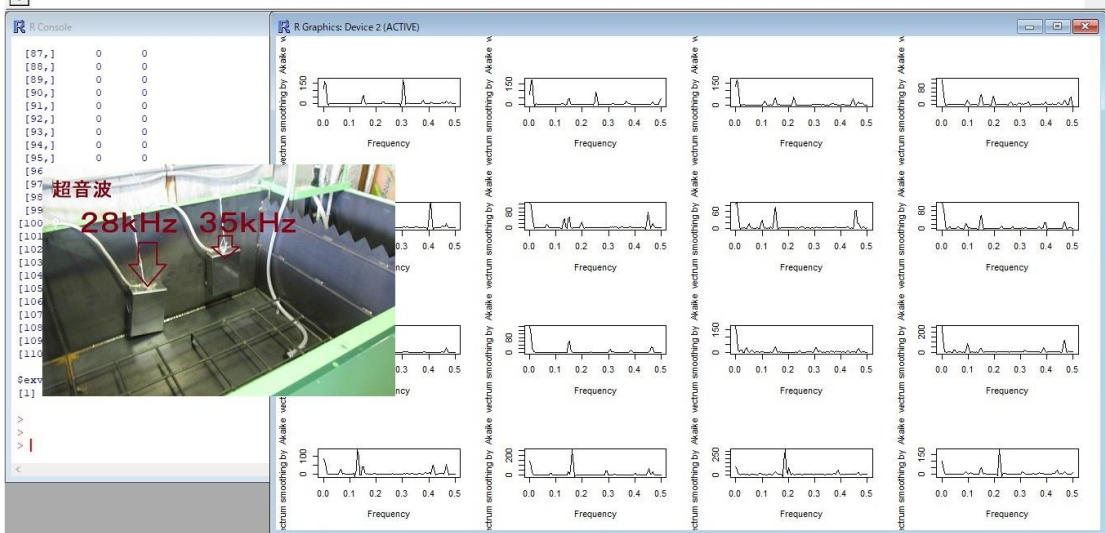
説明

超音波 1 : 28 kHz 300W

超音波 2 : 72 kHz 300W

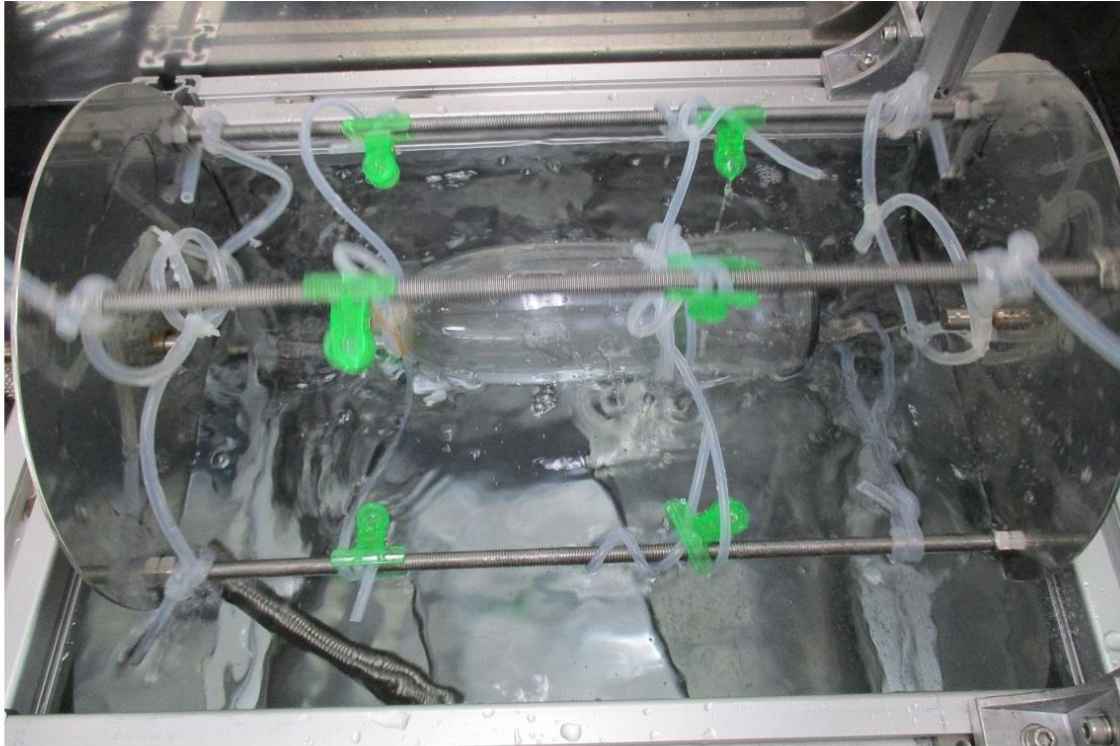


超音波の非線形解析データから、新しい超音波利用を導く

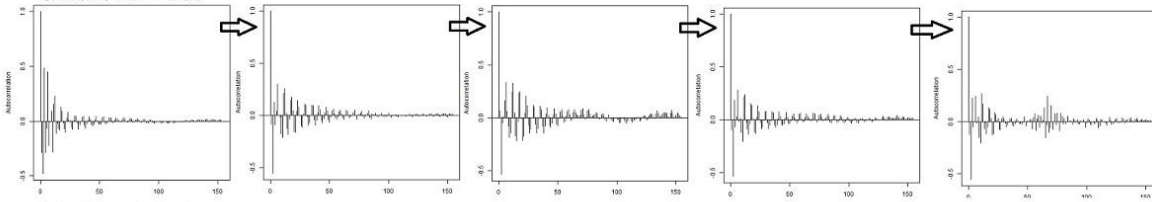


説明

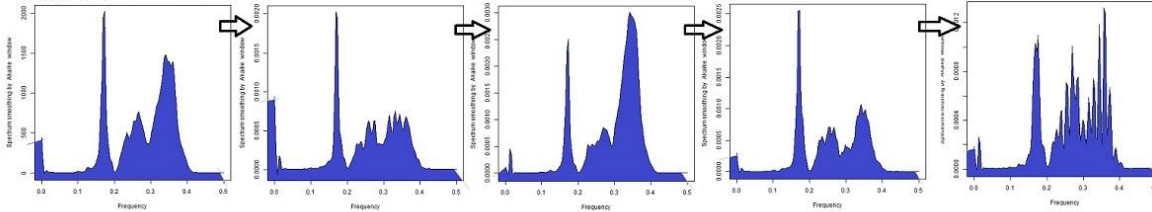
超音波1 : 28kHz 600W 超音波2 : 35kHz 600W
 超音波加湿器 1.7MHz 15W 2個



解析結果：自己相関



解析結果：パワースペクトル



説明

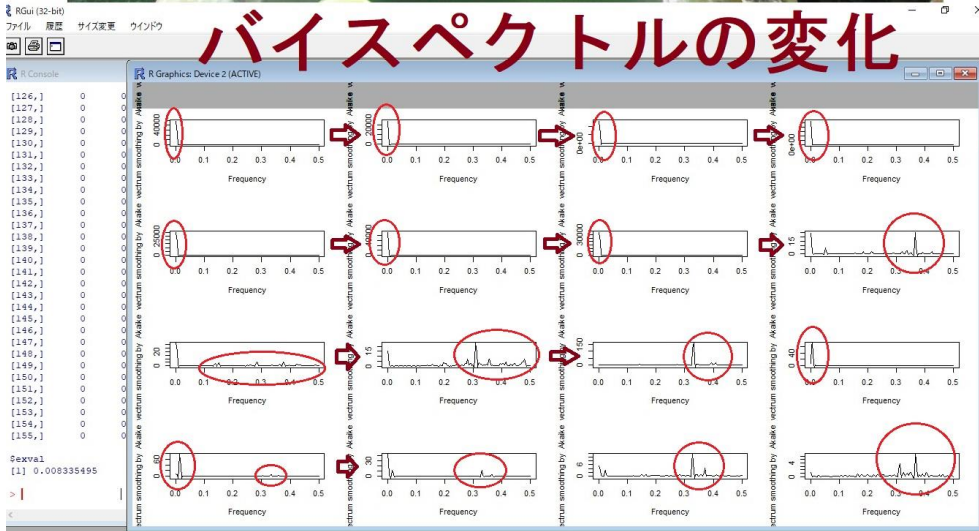
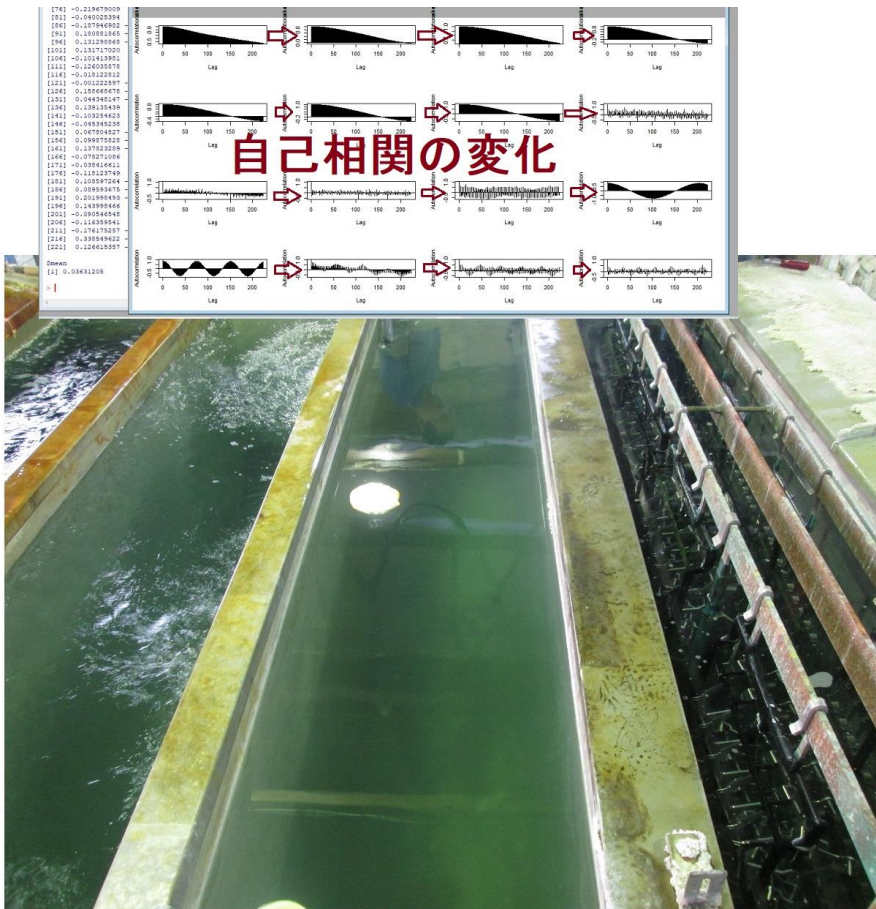
超音波乳化分散装置

超音波：40kHz 300W

超音波発振制御プローブ スweep発振 1-20MHz 7-12W

超音波発振制御プローブ パルス発振 7.3MHz 10W

回転治具



説明

超音波：40kHz 600W

超音波発振制御プローブ スイープ発振 300kHz-20MHz 7-12W

超音波発振制御プローブ パルス発振 11MHz 10W