

超音波とファインバブルによる超音波洗浄技術

1. はじめに

ファインバブルの現象には沢山の条件があり、それぞれの影響が複雑に関連しています。その中に、影響の大きさに比べ研究が少ない事項が、水槽と液循環です。この条件をファインバブルについて検討し、超音波との組み合わせによる新しいファインバブル・超音波洗浄システムを開発しました。このシステムを使用して、超音波とファインバブルによる「超音波洗浄」を行っています。ここでは、球形サイズで 20μ 以下の、ファインバブルを安定して利用する技術を紹介しません。

2. 脱気ファインバブル発生液循環装置

「揚程の高い、マグネットポンプの吸い込み側のバルブ（配管）を絞る。」

と言う、ポンプメーカーの禁止事項を行います。

(通常マグネットポンプで10年以上機能します)

揚程の高さとバルブの絞り状態の設定で

マイクロバブルの発生量とサイズを調整できます)

特許の問題はありません (公知とされています)

揚程の高いマグネットポンプ

マグネットポンプ MDシリーズ ホース接続 MD-70RZ
ポリプロピレン製 (株式会社イワキ IWAKI CO, LTD.)



液面付近(液面から10cm下部)の液をポンプで吸い込み
水槽下部の位置(吸い込み位置の対角線部)に吐出する

3. ものづくり課題

3. 1 : 洗浄装置・洗浄液・・・の管理は難しい

説明

物理作用として、振動現象を利用する装置の場合
装置の設置による低周波の振動現象と、装置固有の振動現象に加え
洗浄対象物・治工具・・・の振動現象が、相互作用により
振動状態は複雑に変化します。

洗浄効果のある、多くの事例では、非線形性の振動現象が発生しています。
非線形性の確認を行い、
管理することは、論理的な学習と振動計測に関する理解が必要です。

洗浄液の化学作用として、洗浄効果を利用する装置の場合
洗剤の濃度管理が重要ですが、

水槽内の濃度分布を測定することは難しい状況です。
液循環や、液温、湿度、気温、気圧・・・による環境との相互作用により
各種の分布は変化します。

特に、溶存気体濃度の分布は化学反応において大きな影響がありますが、
溶存気体濃度を均一にする方法は知られていません。

(ファインバブルの拡散性が一つの方法です)

洗剤を投入しても、濃度分布のバラツキを大きくしているだけの場合
洗浄結果のバラツキをより大きくする結果になります。

3. 2 : 気候・環境・・・各種変化・・・が洗浄効果に影響する

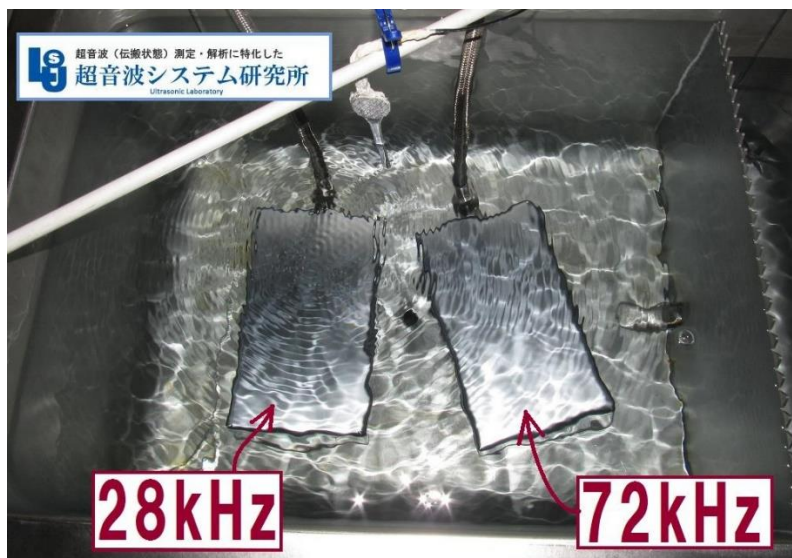
説明

台風の季節に多いトラブルの原因に、気圧の変化があります。

気温や湿度と異なり、人が感じにくい原因として考慮しない傾向があります。(台風が来る1週間前あたりから低気圧になり影響が出始める傾向があります)

さらに、気圧の変化が大きな影響になります。

(ゆっくりと低気圧になる傾向が、超音波洗浄効果を最も下げます
台風直後、気圧が上昇する傾向は、洗浄効果を上昇させます)



3. 3 : 洗浄物の表面は、保管・処理技術の発展とともに変化する 洗浄レベルの要求も変化する

説明

20年前の脱脂洗浄は、様々な洗浄方法が効果を出していました。
現在、多くの脱脂洗浄は、超音波洗浄あるいは洗剤・溶剤洗浄が主体となっています。
次工程の、めっき・溶接・コーティング・・・での要求（不良率や洗浄レベル）が高く、洗浄後の保管状態にも注意が必要な状況です。
クリーンルームでのめっき処理、コーティングは増えています。

3. 4 : 洗浄管理、洗浄評価に関する技術・研究・機器は不十分 (洗浄は解明されない：洗浄物に対する固有の方法を開発する必要がある)

説明

超音波洗浄機の場合、音圧測定に関して

音圧レベルが高いと洗浄効果大きいという単純な傾向はありません。

(超音波洗浄機の実出力レベルを下げることで
洗浄効果を改善した事例は多数あります)

伝搬周波数や非線形現象をとらえないと

洗浄効果につながる改善ができません。

そもそも、安定した超音波照射が実現できる装置は非常に少ない状態です。

不安定な変化は、共振現象を起こし、洗浄効果の低下につながります。

洗浄装置以上に、

洗浄物の表面に伝搬する超音波振動をとらえることが必要です。

(このような実験を行っているメーカー・研究者はほとんどいません)

超音波システム研究所は、15年間のコンサルティングで

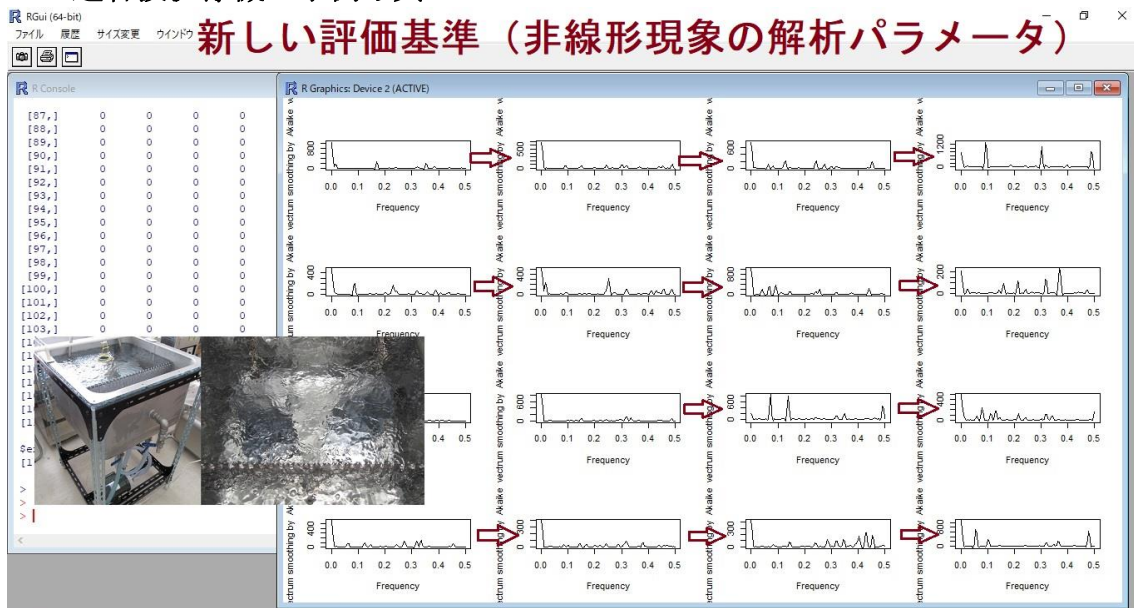
測定解析を行い、洗浄物の特性に合わせた制御技術を開発してきました)

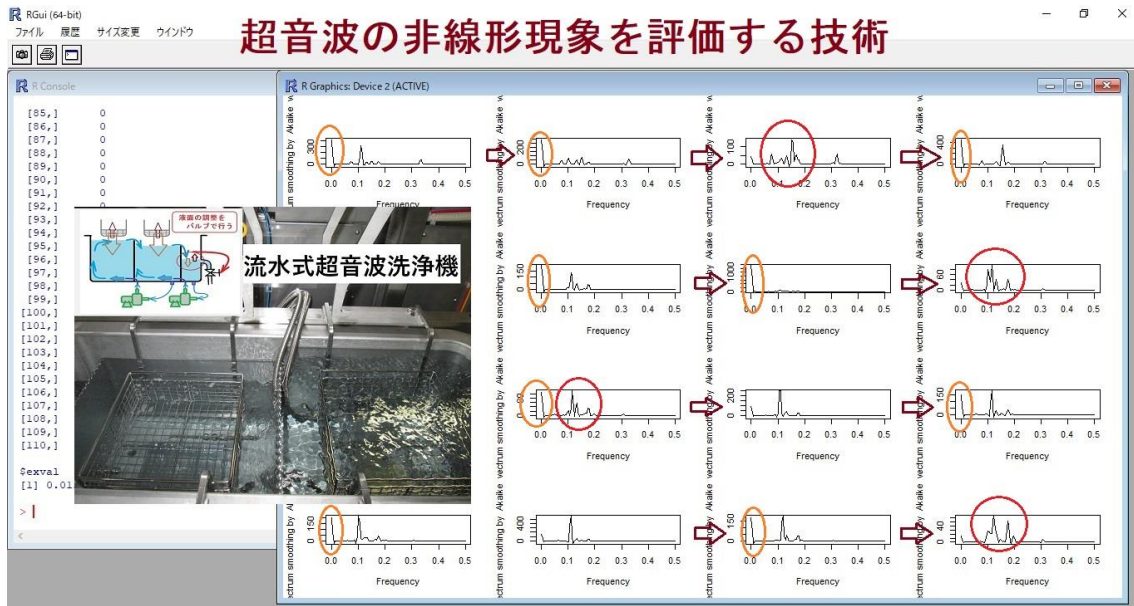
洗浄物の形状・材質・数量・・・に合わせた、

各種（超音波・液循環）制御・専用治工具の工夫が必要です。

これは、個別の研究・開発となるためほとんど研究されていません。

4. 超音波洗浄機の事例写真





5. 結論

球形サイズで **20 μ 以下のファインバブルの効果** を実証確認しています

- 1) 洗浄液の均一化効果
- 2) ファインバブルの洗浄効果

上記により、超音波が水槽内の洗浄液全体に、均一に効率よく伝搬する事で、適切な超音波のONOFF制御が、ダイナミックな非線形現象を発生させます。その結果、めっき処理、加工処理、溶接処理・・・攪拌、表面処理・・・様々な応用実績を増やしています

脱気ファインバブル発生液循環装置を目的に合わせ利用してください

注意：水槽サイズ、形状、構造により、多数の注意事項があります
 洗剤、電解水、炭化水素・・・対応可能です

6. 参考文献

マイクロバブル（ファインバブル）のメカニズム・特性制御と実際応用のポイント

発刊 2015年3月27日 定価 63,000円＋税

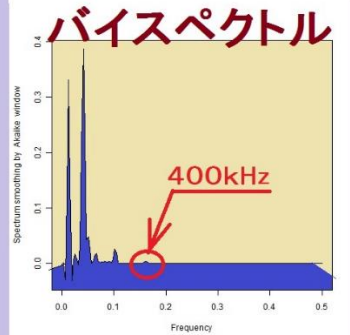
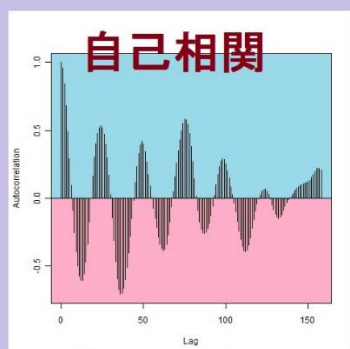
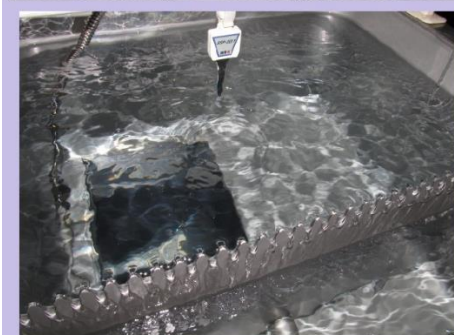
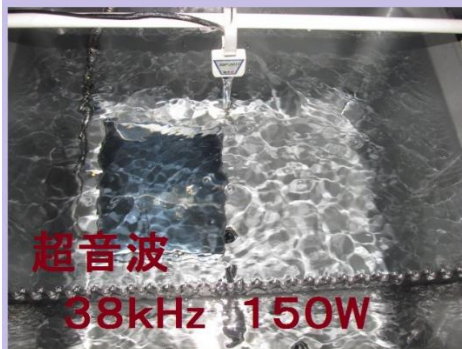
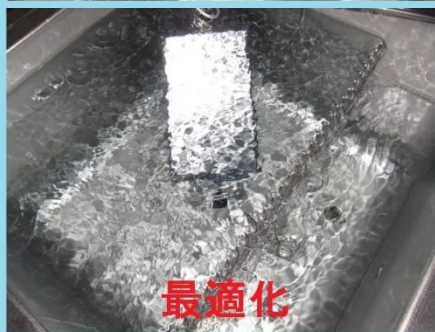
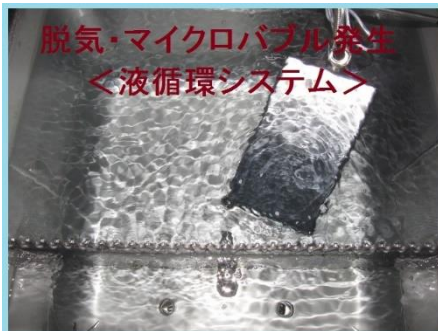
体裁 B5判 ソフトカバー 469ページ 株式会社 情報機構

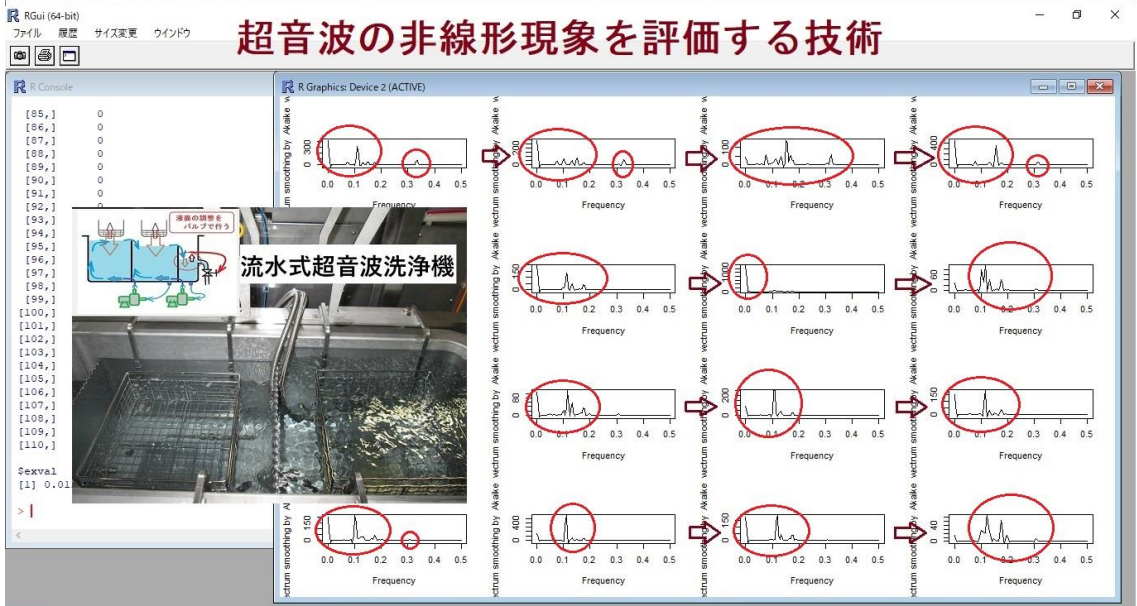
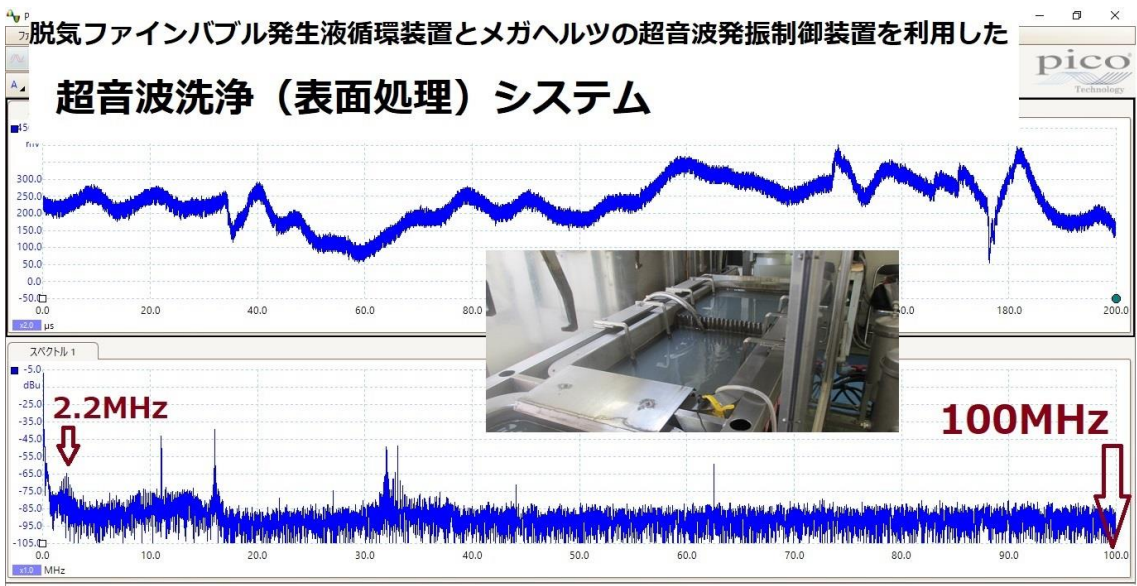
ファインバブルと超音波による、表面処理技術

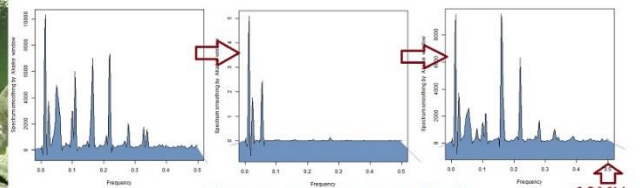
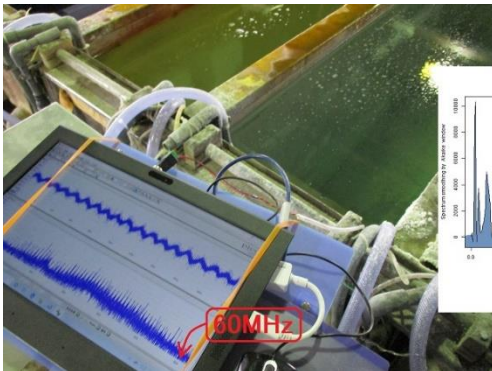
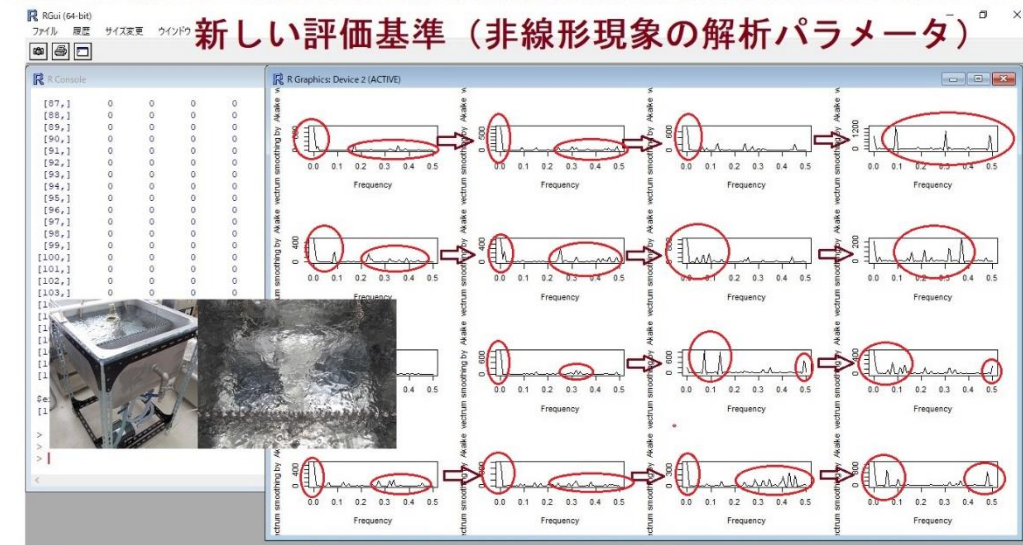
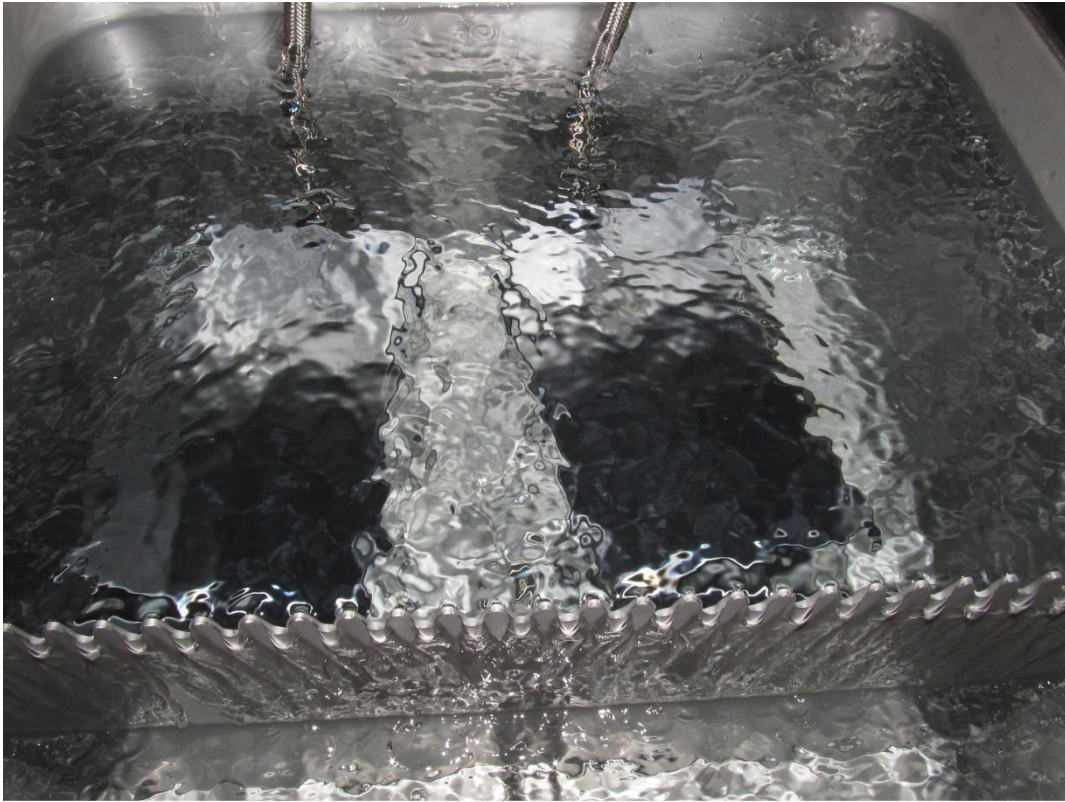
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18109>

脱気マイクロバブル発生液循環装置

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





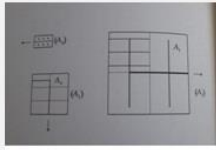


パワースペクトルの変化

60MHz

オリジナル超音波洗浄装置の特徴

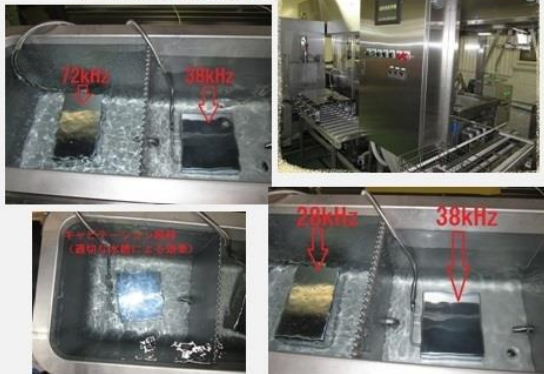
1) 専用水槽



流動デザイン

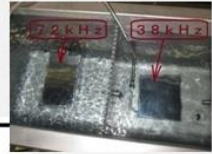
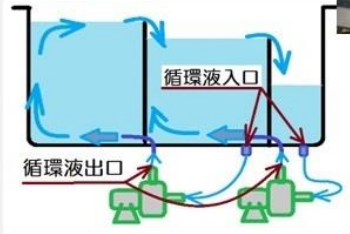


オリジナル超音波洗浄装置



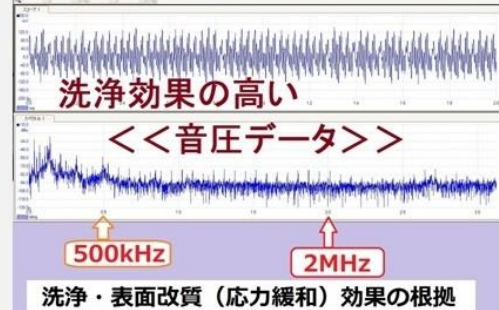
オリジナル超音波洗浄装置の特徴

2) 液循環システム

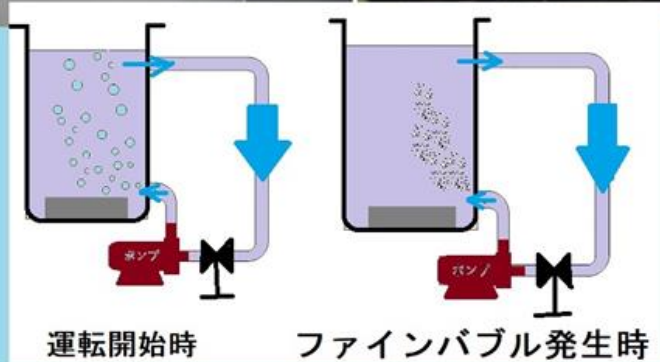
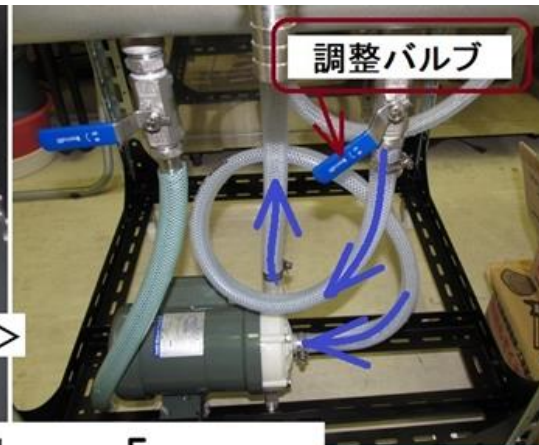


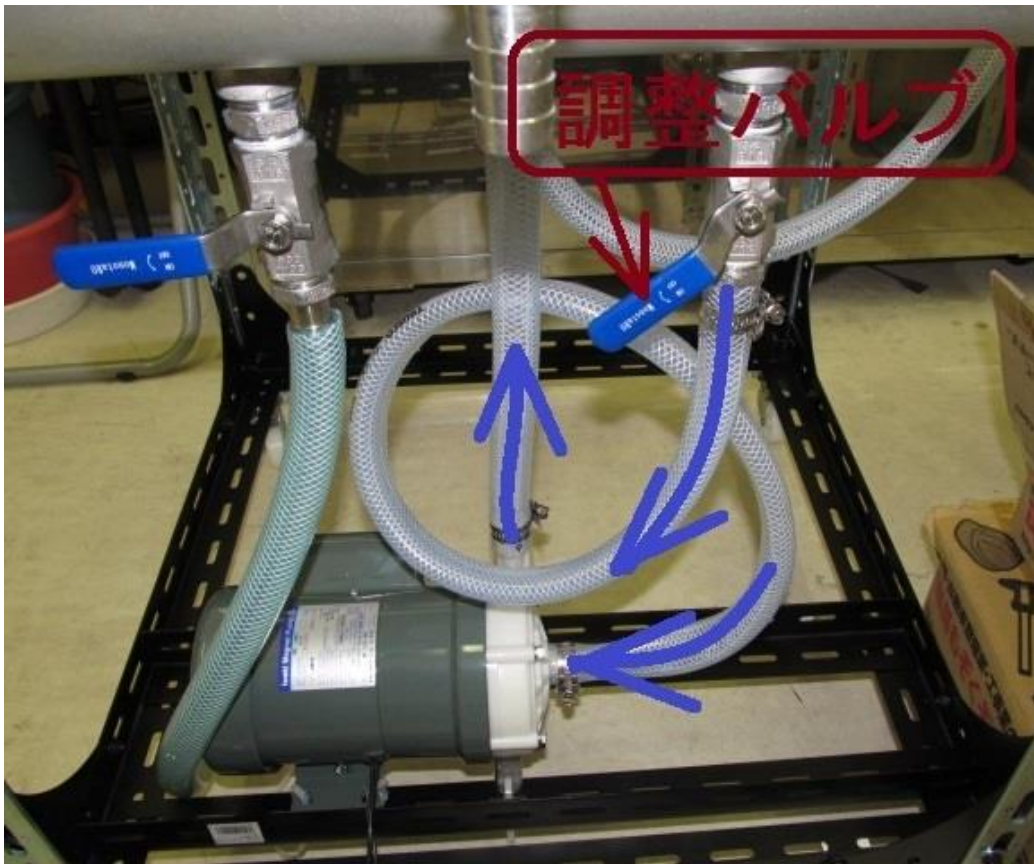
オリジナル超音波洗浄装置の特徴

4) 音圧測定解析

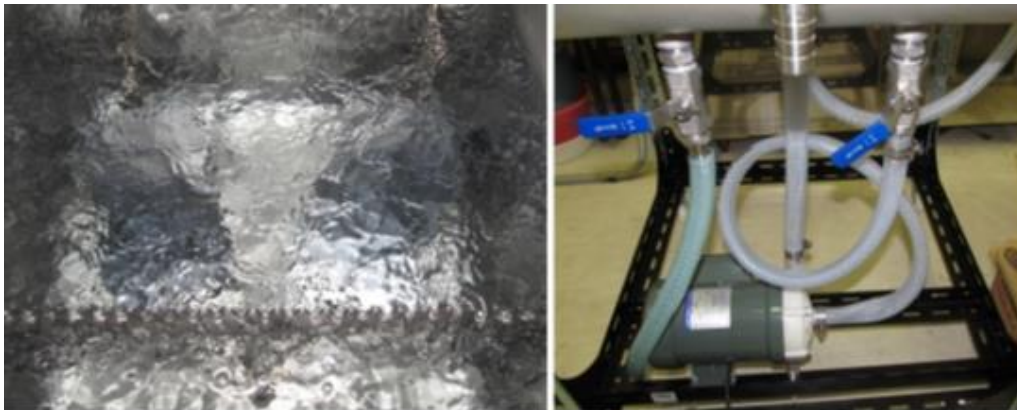


28kHzと38kHzによるメガヘルツ発生音の音圧データ



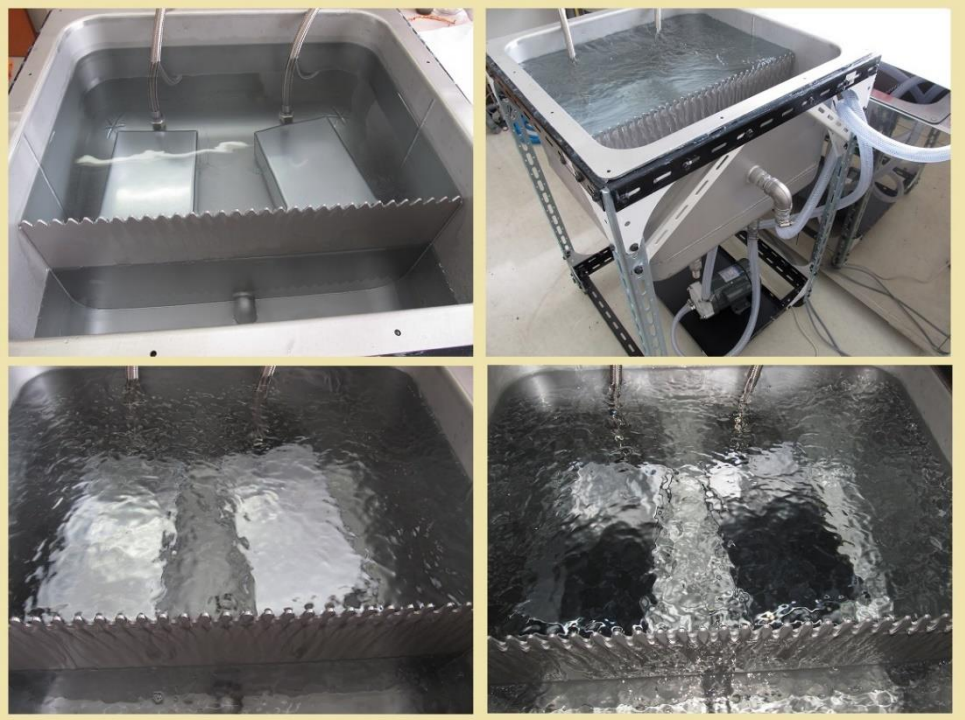


脱気・ファインバブル(マイクロバブル)発生液循環装置
洗浄液を均一な(溶存気体濃度の分布)状態にすることで
超音波が水槽内の液体全体に、均一に効率よく伝搬する



液循環ポンプの吸い込み側のバルブを絞ることで
ファインバブル(マイクロバブル)を発生する装置

吐出力の高いマグネットポンプの、吸い込み側のホースを絞る
安価なポンプの利用でファインバブルは簡単に発生する
適切な液循環の実現には総合的な技術が必要



**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**



**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**

過去のセミナーテキスト

(スライドショー)

<https://youtu.be/13kkjwJQGPM>

<https://youtu.be/mXAze8--YO8>

https://youtu.be/Kx_myalbupI

<https://youtu.be/iubkH-WUGiA>

<参考情報>

超音波洗浄に関する非線形制御技術

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

超音波の非線形現象を評価する技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=13919>

超音波装置（設計・製造・・・）のコンサルティング対応

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7378>

超音波洗浄器（水槽表面）の表面残留応力緩和・均一化处理

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

メガヘルツの超音波制御技術（洗浄、加工、攪拌、表面处理・・・）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=5267>

超音波とファインバブルを利用した「めっき処理」技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18093>

超音波の音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬現象の分類

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10013>

メガヘルツ超音波の効果 1

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/adfb30ef89e6f5a76e9a04e70a0ca395.pdf>

メガヘルツ超音波の効果 2

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/513b007f36fc8fb58a2b9c1f558d289c.pdf>

以上