

# 超音波洗浄（非線形現象の制御）技術

2024/11/4 超音波システム研究所

## 1. はじめに

超音波に関して、音響流の効果を利用する技術を紹介します

超音波洗浄について、

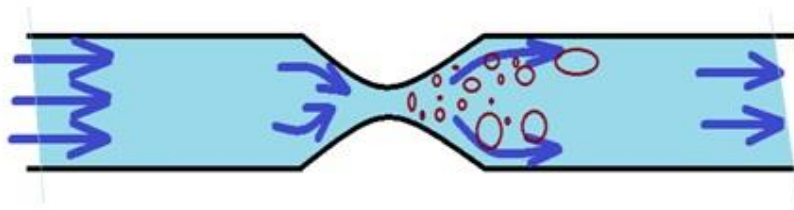
「最も重要（効果的）な要因は、音響流です」

## 2. 音響流とは

超音波洗浄機に入れた洗浄物の表面付近に流れが発生する  
この流れが音響流です。

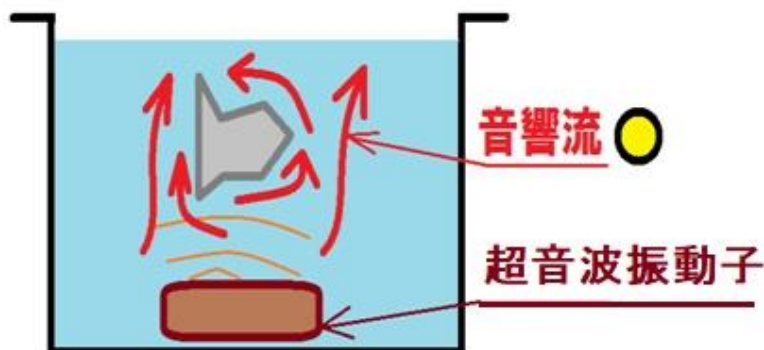
圧力変化で発生する「空洞現象」

●キャビテーション



超音波照射により発生する流れ

特に、洗浄物付近の流れ



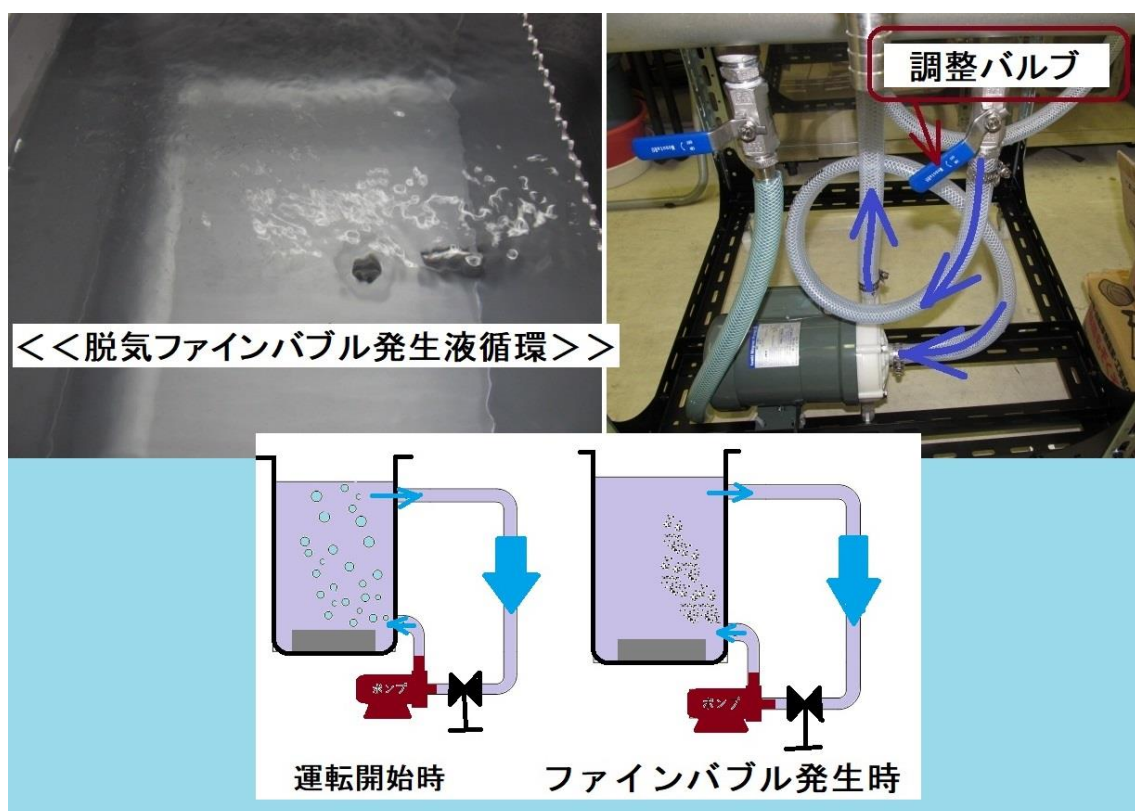
### 3. 課題と対策

超音波洗浄において、キャビテーションによる説明・解説が行われています。  
精密洗浄において、キャビテーションの制御では洗浄効果に結び付かない事例が多数あります。

半導体、レンズ、・・・音響流のコントロールによる成功例が多数あります。  
音響流は、非線形現象であるため、理解しにくいのですが、利用方法は簡単です。  
理解・数値化には、音圧データの解析が必要となるため普及が遅れています。  
(音圧測定に基づいた音響流制御による洗浄成果は、  
ナノレベルの洗浄では、大きな成果となり、確実に増えています)

音響流の利用方法は簡単です。流れに超音波を伝搬させる方法です。

脱気ファインバブル発生液循環装置による、  
均一な洗浄液に超音波を照射すると  
水槽内の液体全体に、効率よく超音波が伝搬します。



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ホースを絞ることで実現します

上記の状態に対して、液面から洗浄液を流すことで  
流水に超音波が伝搬する状態が実現します。

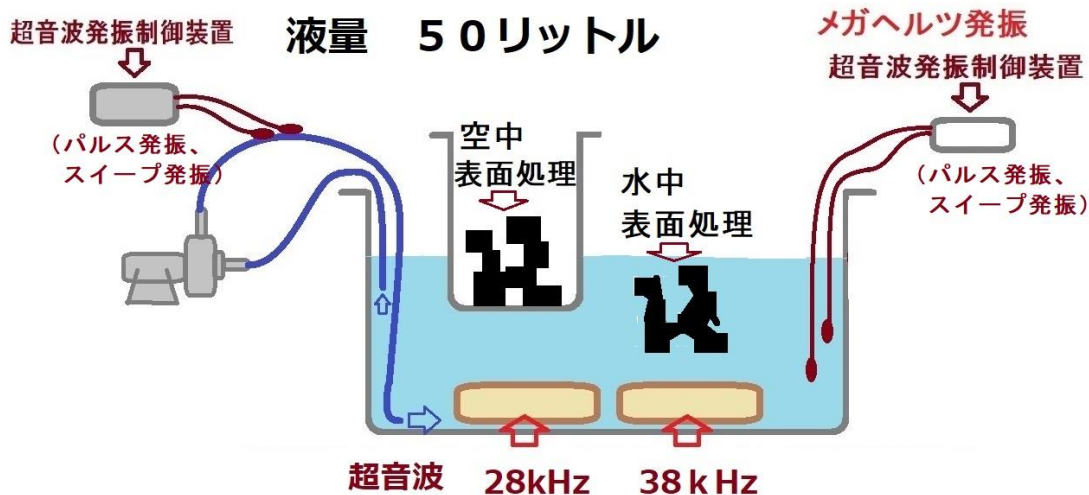
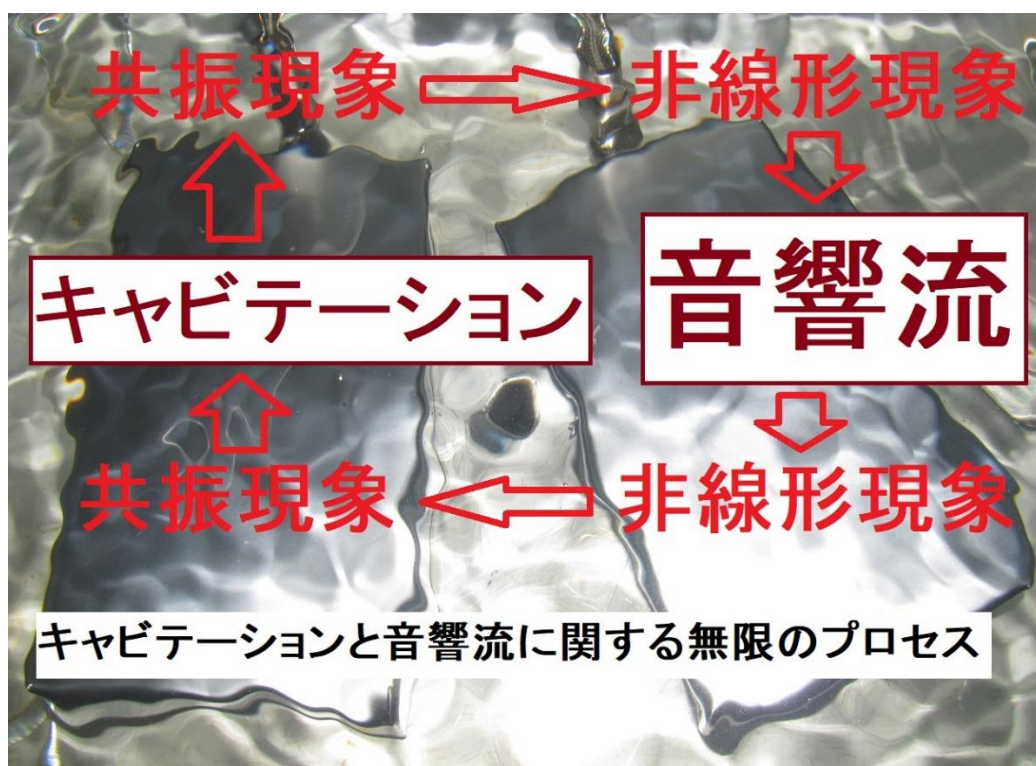
流水に超音波が伝搬した状態の刺激は効果的で  
音響流の制御によりが、洗浄・攪拌・加工・表面処理・・・を実現しています

音響流の制御：流量変化、ON/OFF、・・・シャワー状態・・・

**メガヘルツ超音波の追加**

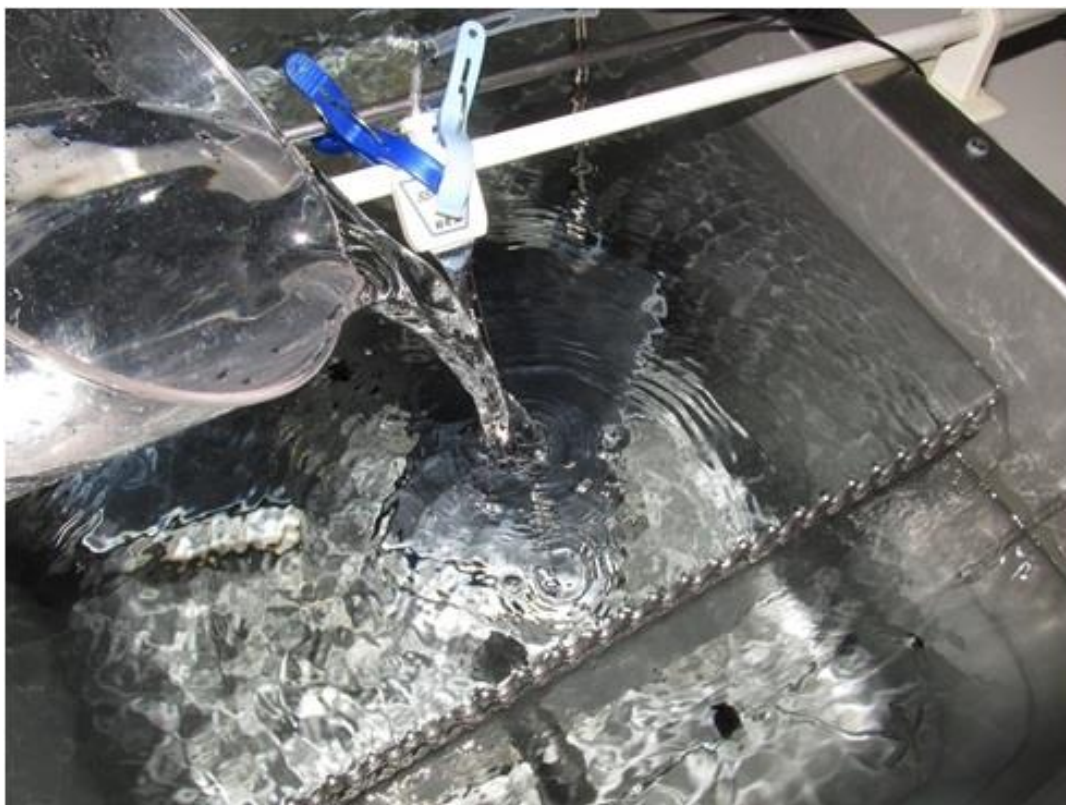
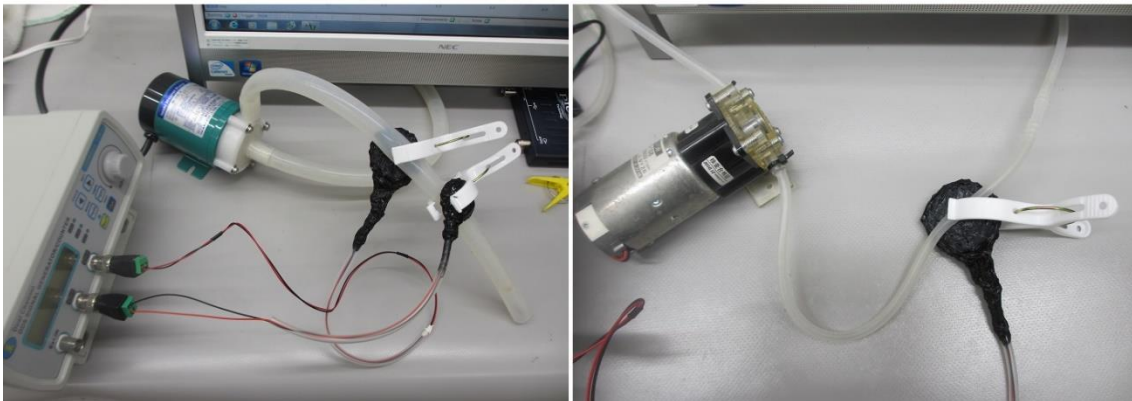
追記

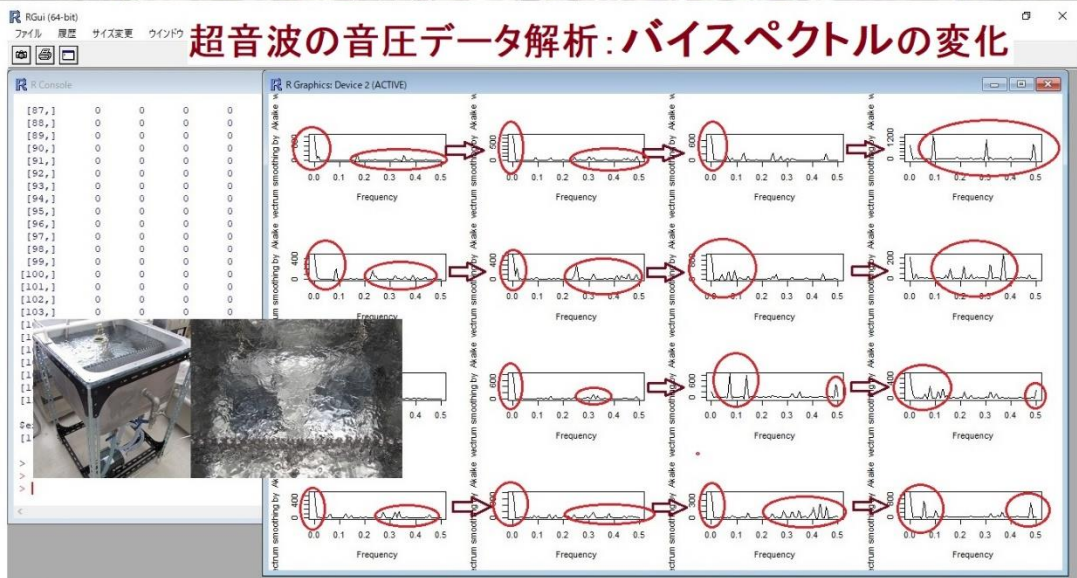
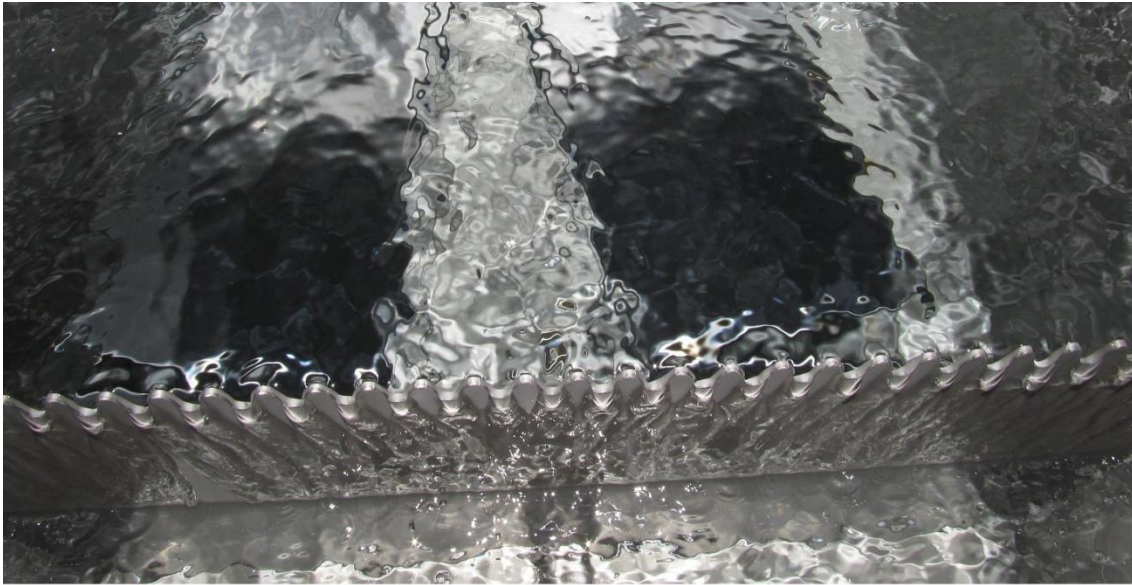
キャビテーションで超音波の効果を理解して、改善を進めることは、非効率であるだけでなく、主要要因を無視している点で大きな問題だと考えます。



## 4. 音響流の制御事例写真

超音波発振制御装置





## 5. 結論

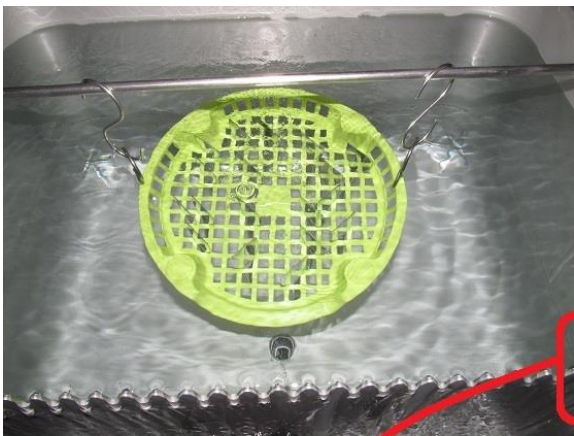
汚れを除去するという場合、除去した汚れを再付着させないことも重要です。非線形現象による複雑な相互作用による洗浄効果は、流水シャワーで利用することで、再付着の防止として有効です。(洗浄物の表面を流れる、液の流れに関する理解・各種工夫・ノウハウ・・・が必要です)

現状の超音波洗浄機において、脱気ファインバブル発生液循環装置とシャワーポンプの追加による洗浄レベルの改善を提案・推奨します。

追記：超音波シャワー（流水式超音波）は、洗浄レベルの向上とともに  
洗浄以上にリンスや乳化・分散・・・均一化处理としての利用が効果的です



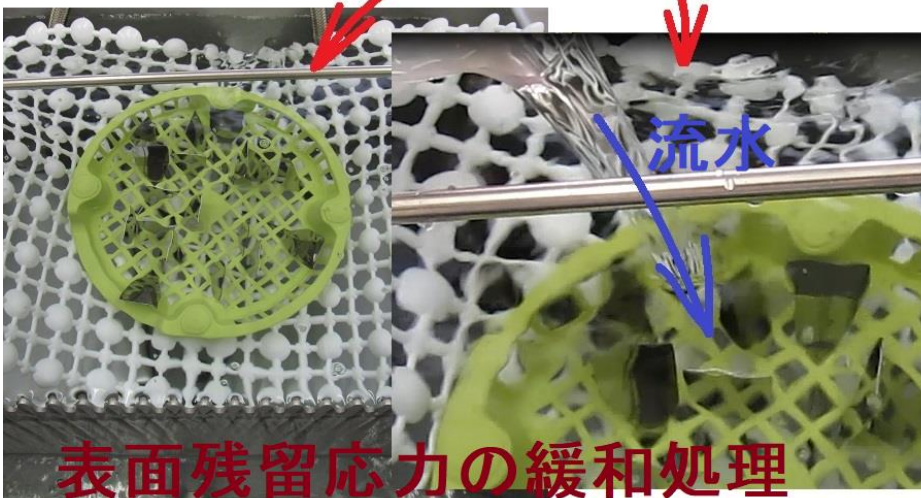
## 超音波シャワー



超音波プローブの製造  
ステンレス部材の  
<<表面改質>>  
第一段階：マイクロバブル

第二段階：高い周波数の  
超音波照射

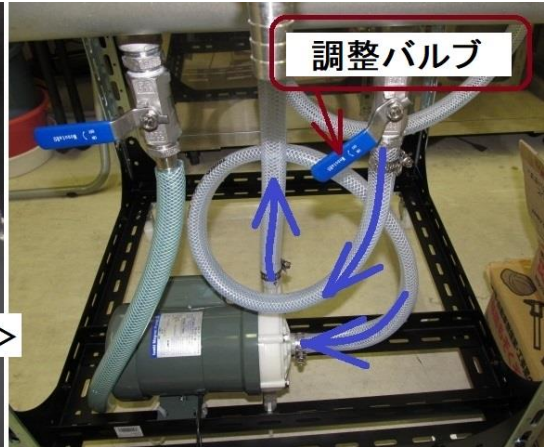
第三段階：組み合わせ  
総合作用



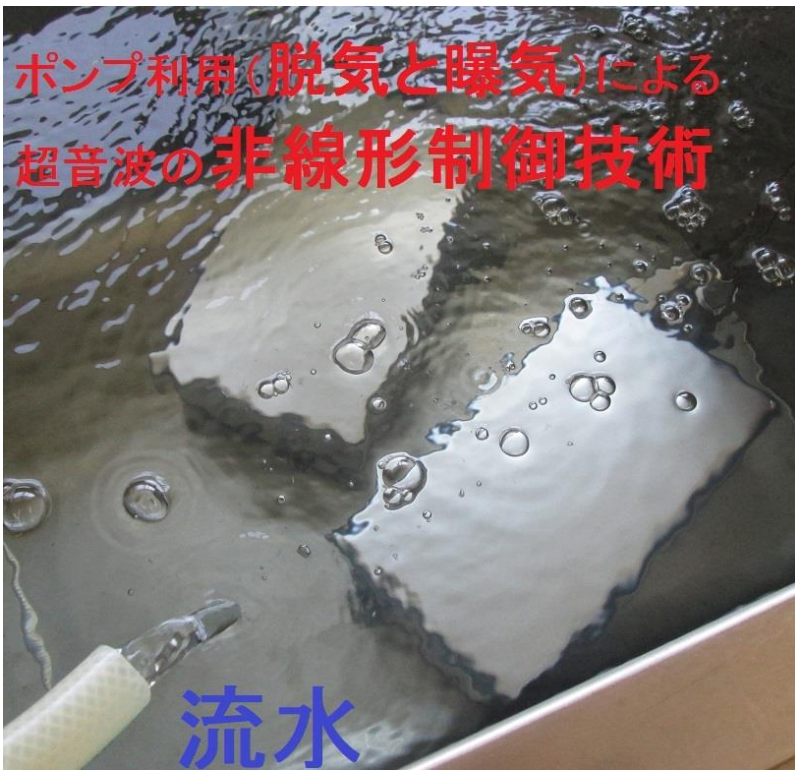
表面残留応力の緩和処理



<<脱気ファインバブル発生液循環>>



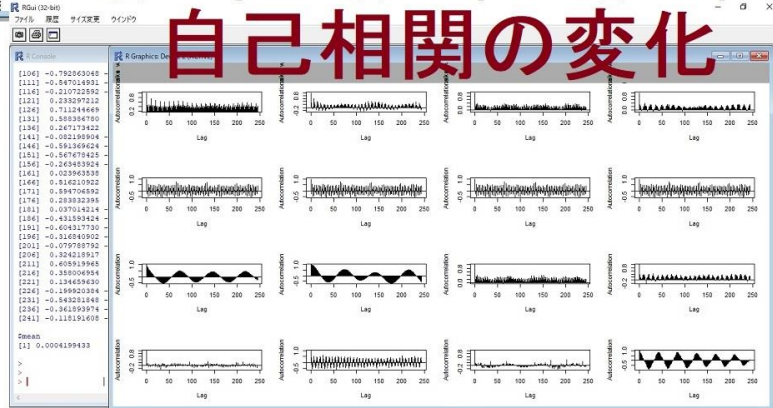
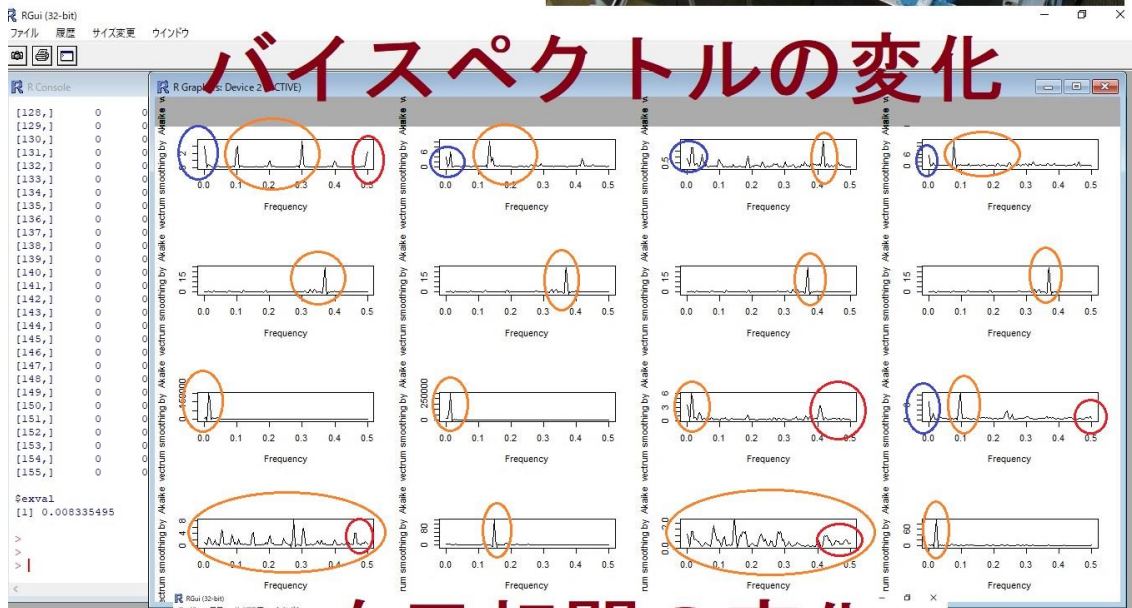
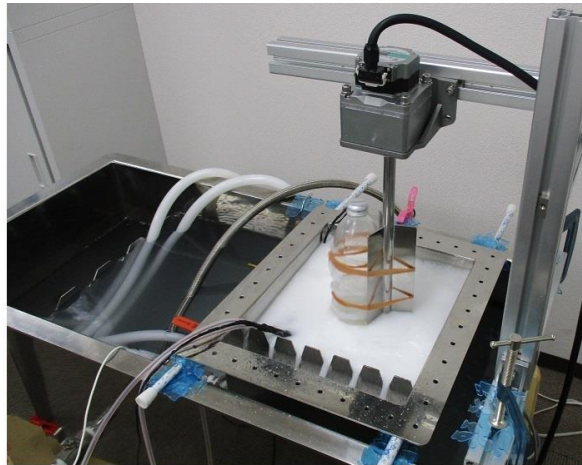
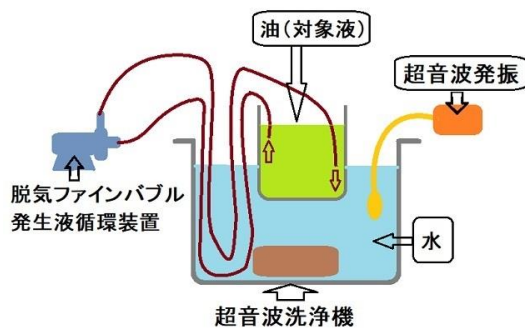
調整バルブ



ポンプ利用(脱気と曝気)による  
超音波の非線形制御技術

流水





## 6. 参考文献

超音波工学と応用技術

ベ. ア. アグラナート エヌ. エス. ハフスキー 他 著・邦訳

発行年月：1991 出版社：日ソ通信社 A4判・296頁



## 参考情報

<<超音波実験動画>>

ファインバブル（マイクロバブル）を利用した超音波洗浄機

[https://youtu.be/D0\\_hkz9wTEE](https://youtu.be/D0_hkz9wTEE)

<https://youtu.be/Ab040CWJUf8>

<https://youtu.be/tmb0AsKQJuA>

<https://youtu.be/he-6a7e0glA>

<https://youtu.be/DrvibEryVBM>

ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置

<https://youtu.be/VS1QnCN-Vqg>

<https://youtu.be/0PZxGVP2MYk>

<https://youtu.be/osTzNeVYVJg>

[https://youtu.be/-5b1x\\_WQls0](https://youtu.be/-5b1x_WQls0)

<https://youtu.be/jtbt0kwsixM>

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>

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、表面処理・・・）

<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>

超音波専用水槽の設計・製造技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1439>

「脱気・マイクロバブル発生装置」を利用した超音波制御システム

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

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>

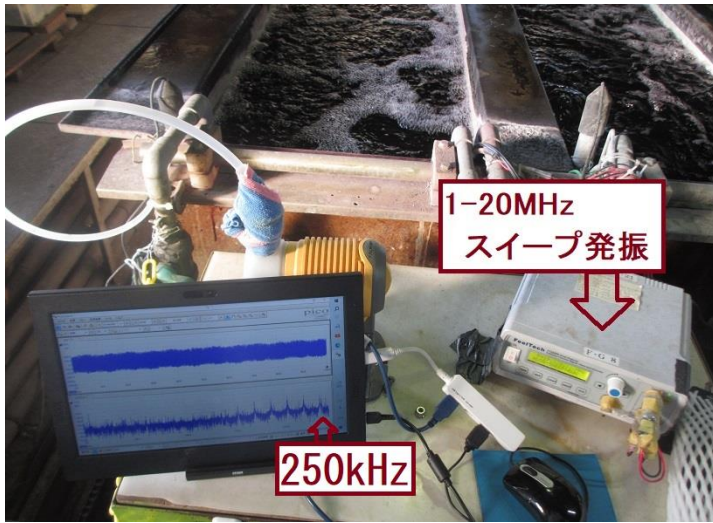
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7425>

超音波水槽の新しい液循環システム

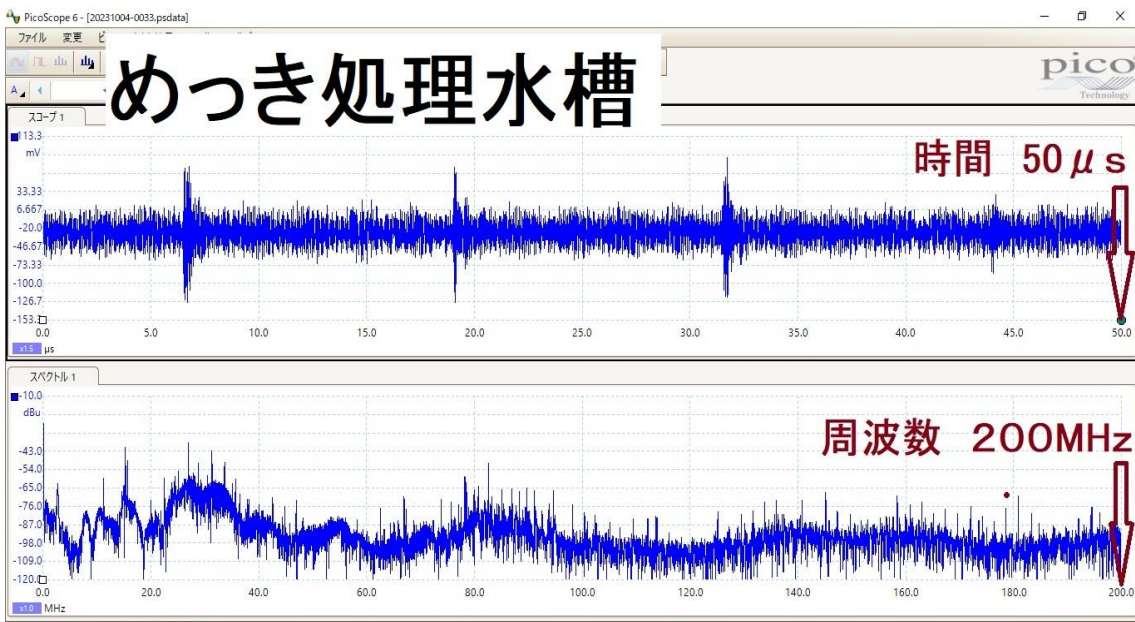
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1271>

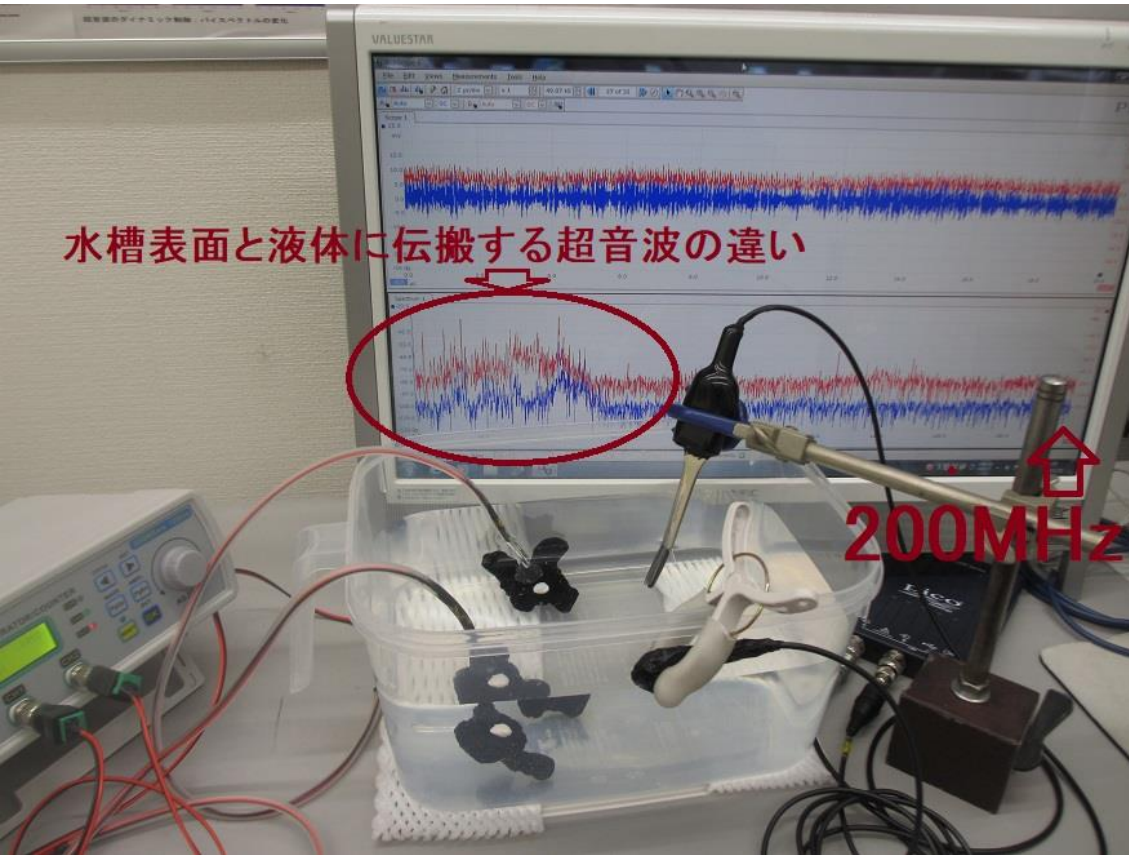
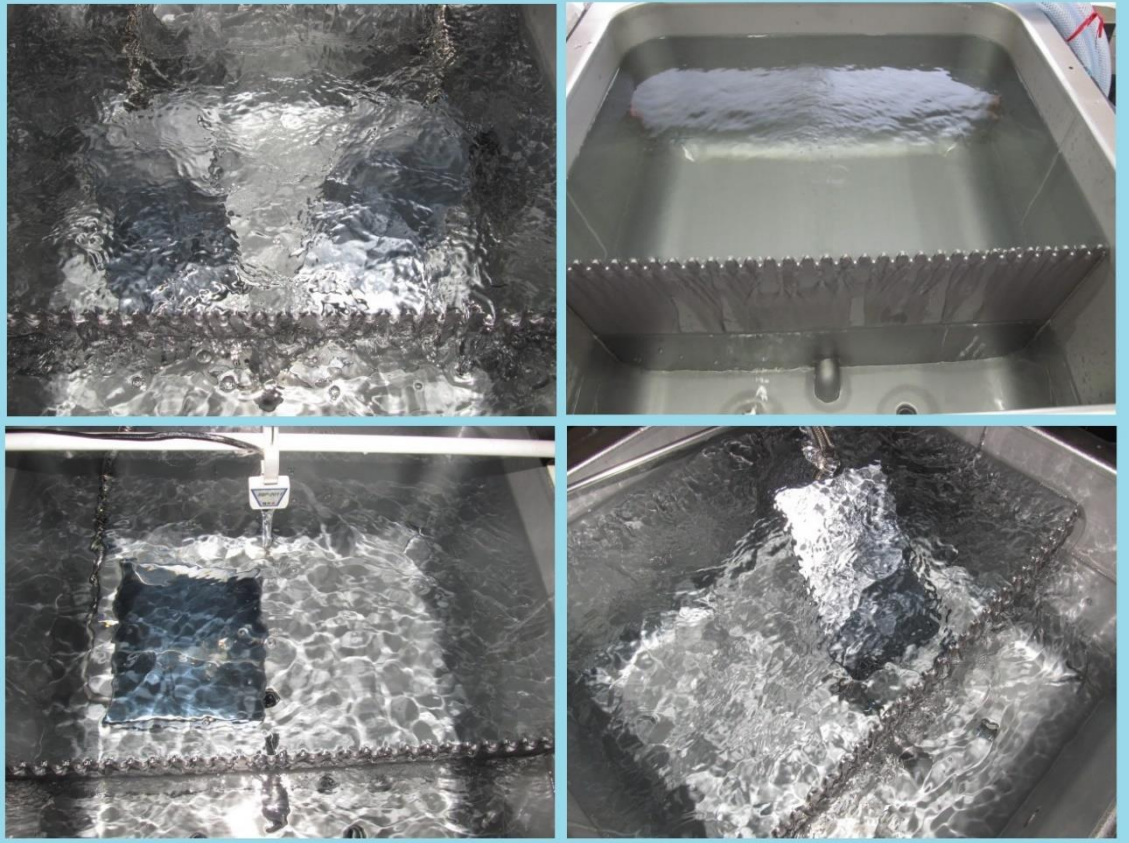
現状の超音波装置を改善する方法

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



脱気ファインバブル発生液循環



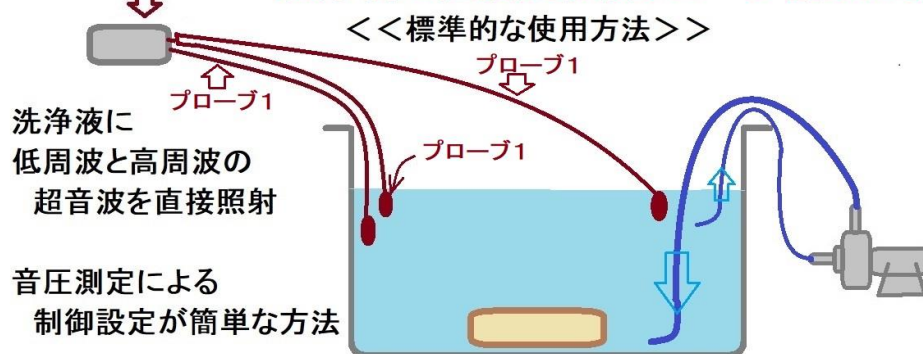


## メガヘルツ超音波を利用しためっき処理



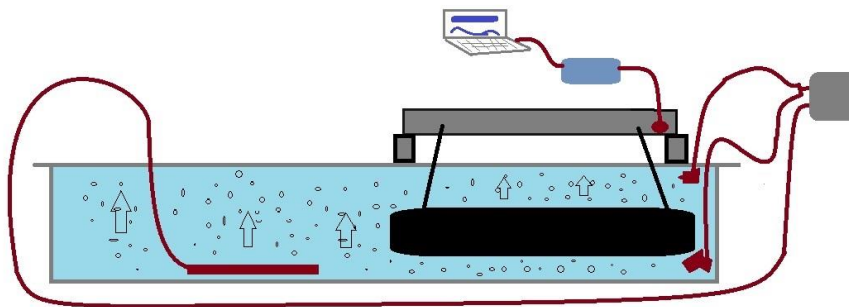
FeelTech 信号発生器 24MHz

超音波発振制御装置 洗浄槽に直接超音波プローブを入れる



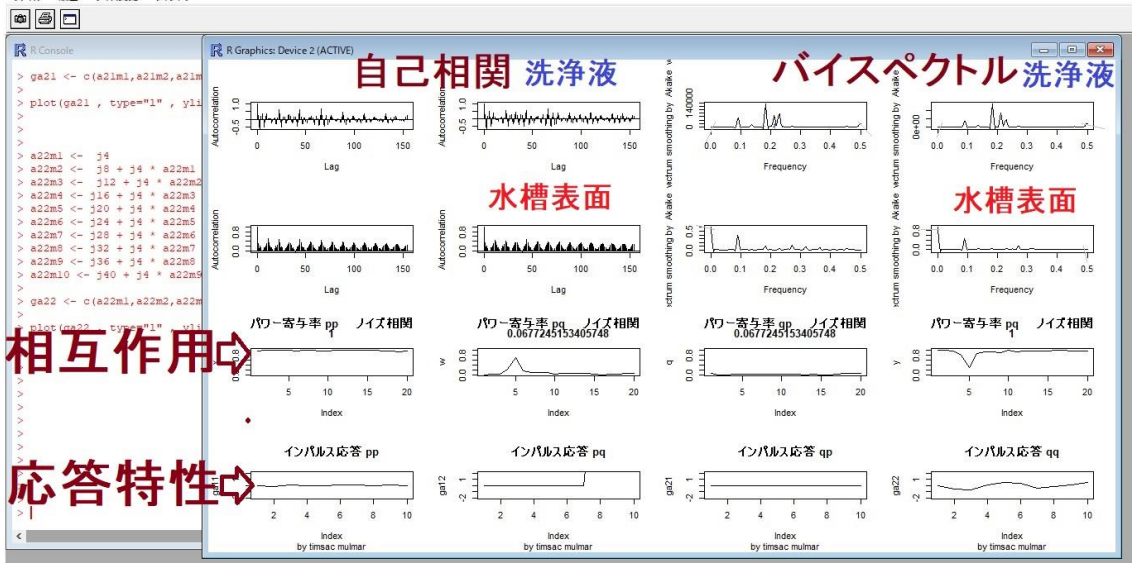
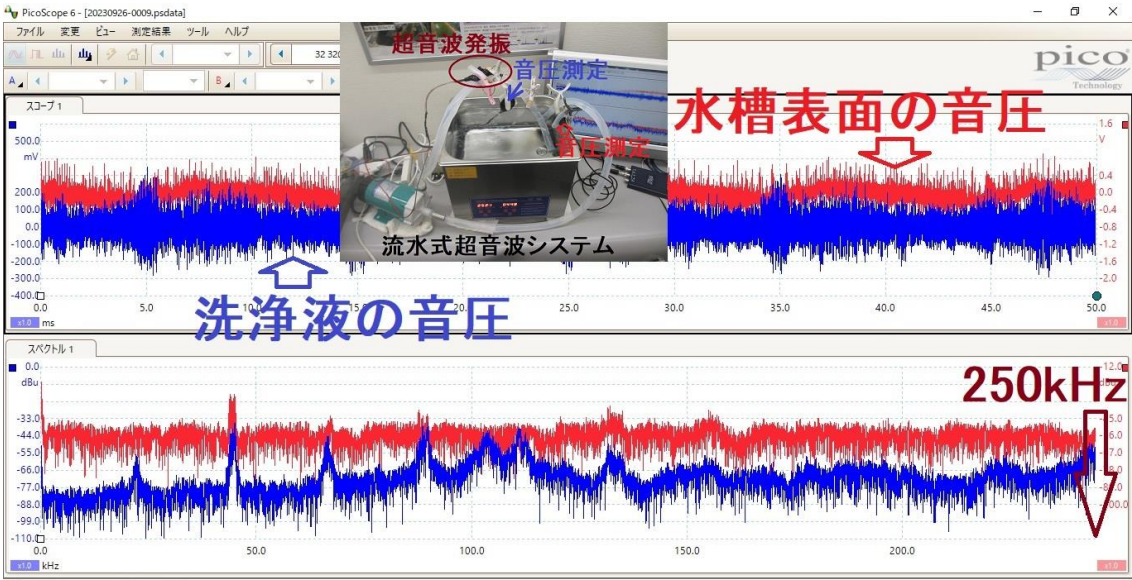
エアレーションとメガヘルツ超音波の

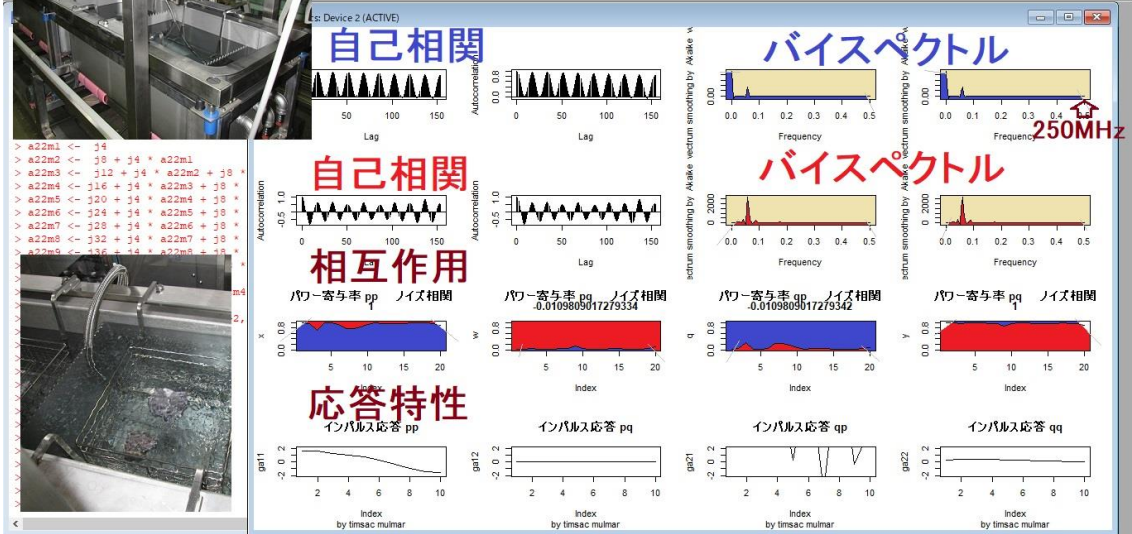
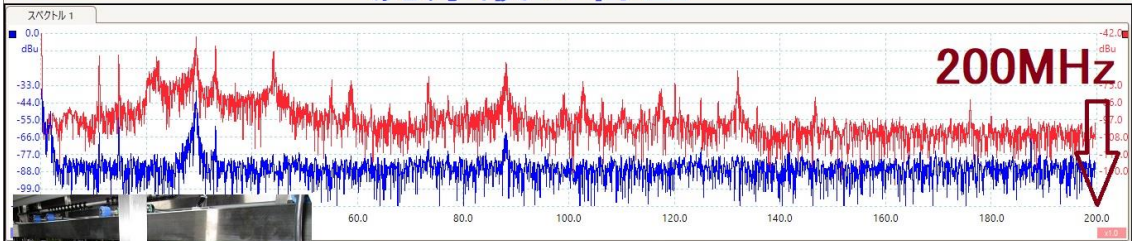
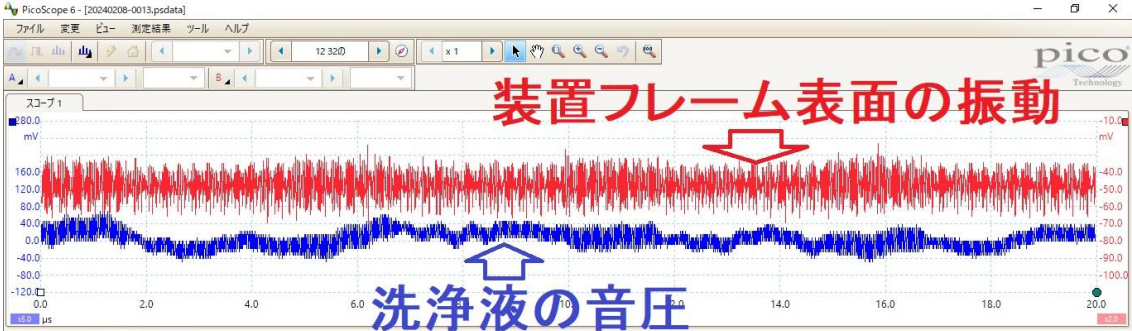
## めっき処理システム

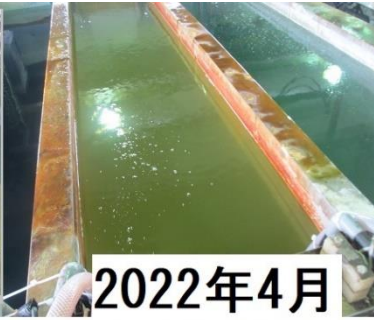


ポイント1:エアレーション

ポイント2:揺動操作

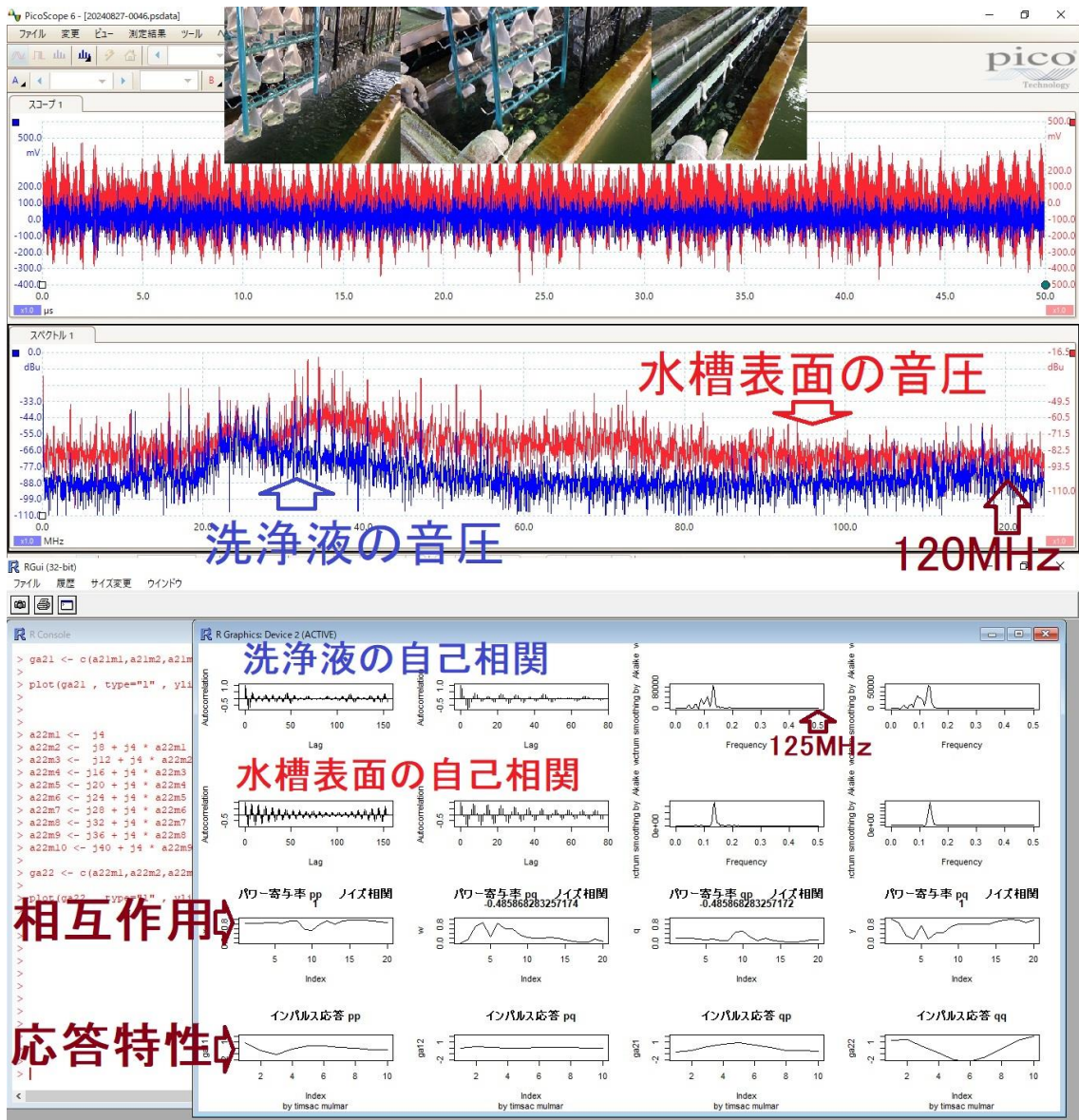






メガヘルツの超音波発振制御  
——開始——

メガヘルツ超音波  
発振制御の最適化  
——開始——



以上