

キャビテーションと音響流のプロセス

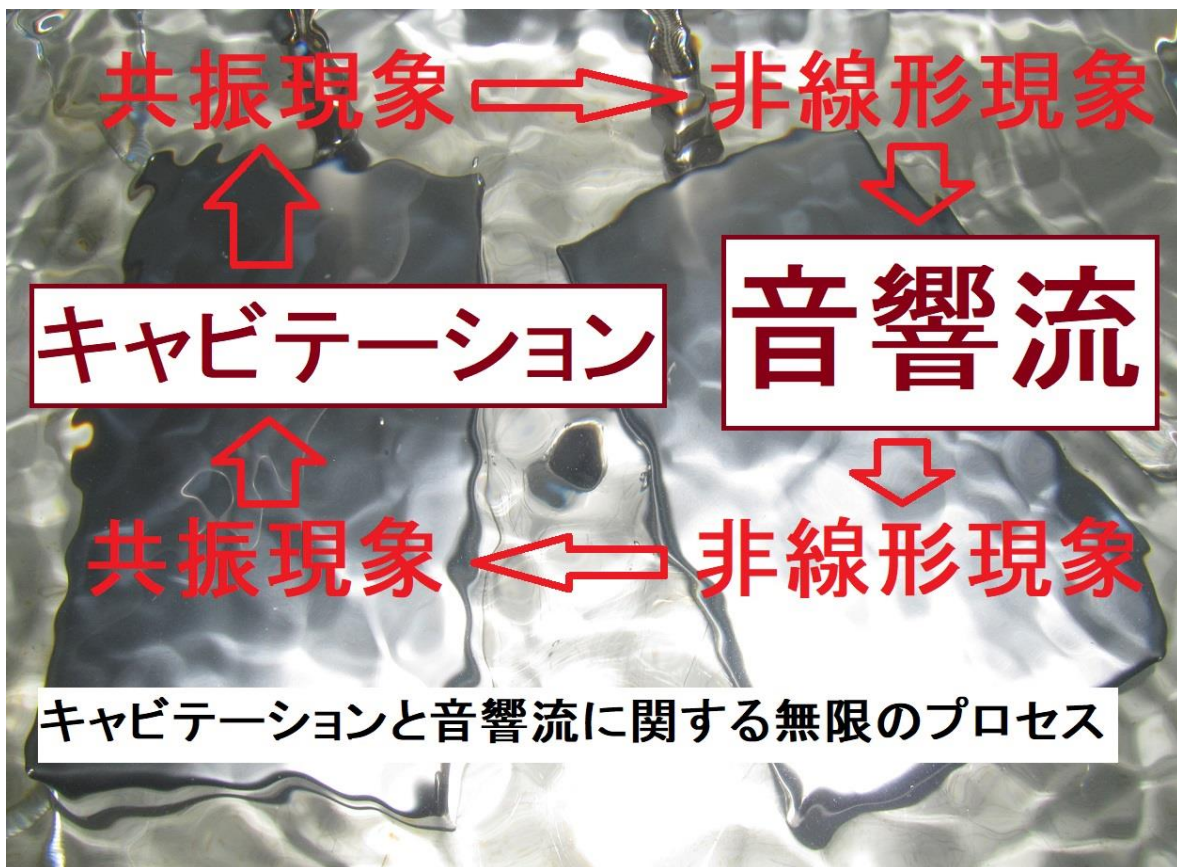
2023. 2. 2 超音波システム研究所

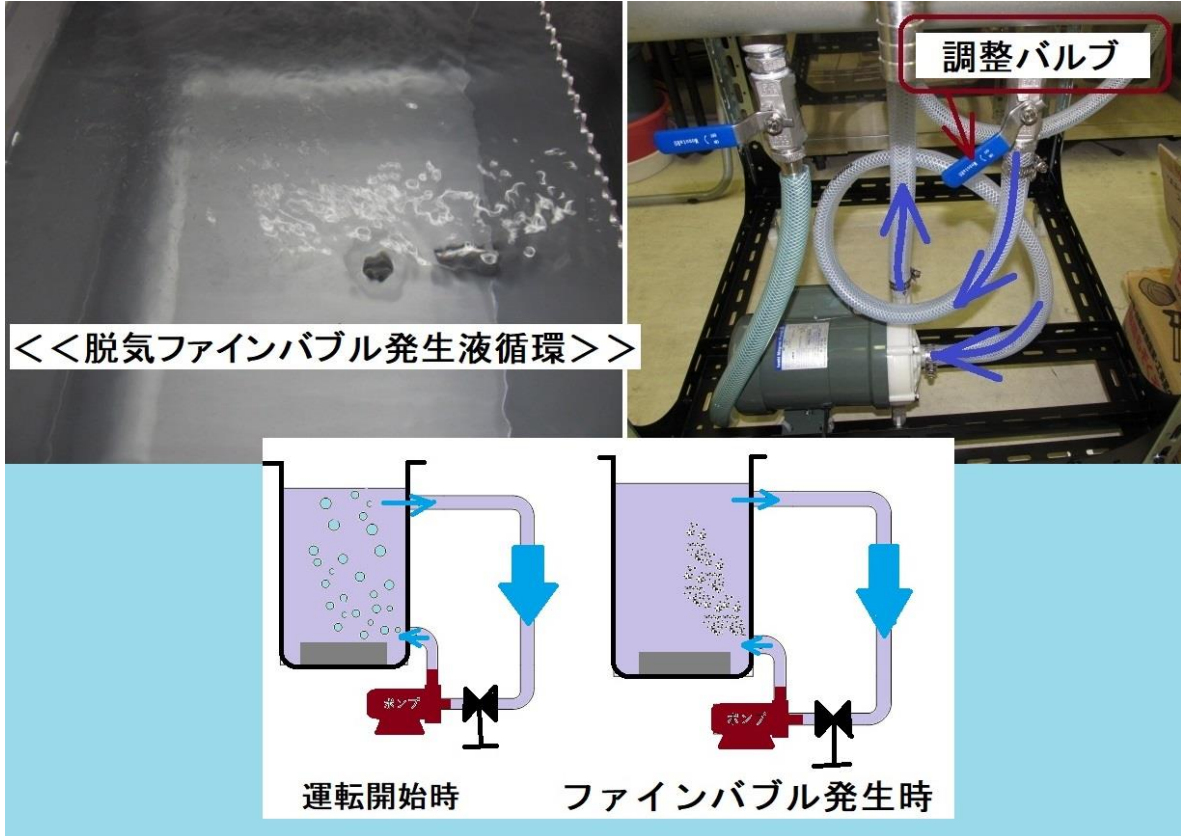
ー 抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクルー
(共振現象と非線形現象の最適化技術)

超音波システム研究所は、

オリジナル超音波システム（音圧測定解析・発振制御）による、
超音波伝搬状態の各種解析結果を、
抽象代数モデルに基づいて、超音波振動の相互作用を最適化（注）する、
超音波＜ダイナミック制御＞技術を開発しました。

注：共振現象（低調波）と非線形現象（高調波）を
論理モデルに基づいて発振制御条件の設定によりコントロールする

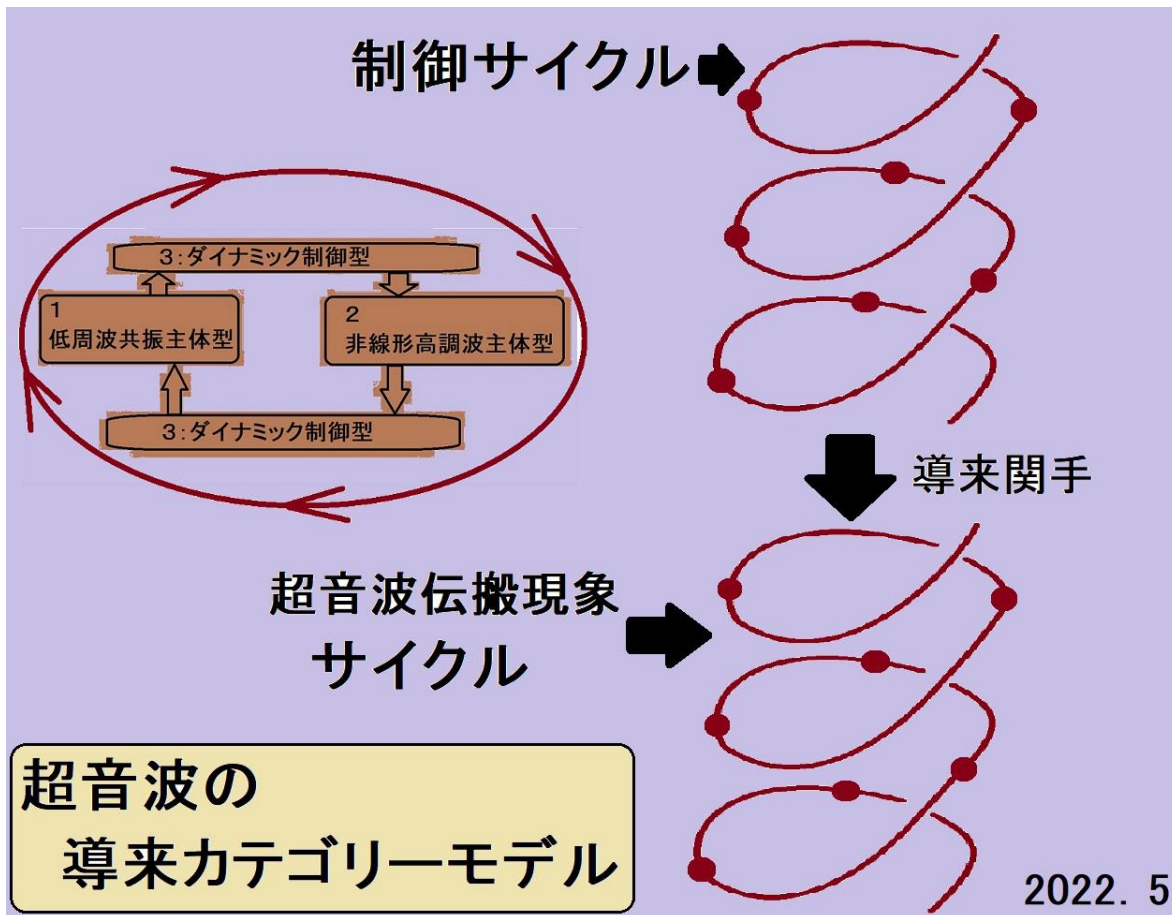




これまでの制御技術に対して、
 各種伝搬用具を含めた、超音波振動の伝搬経路全体に関する
 新しい測定・評価パラメータ（注）により
 超音波利用の目的（洗浄、攪拌、加工・・・）に合わせた、
 最適な制御状態を設定・実施する技術です。

これは具体的な応用がすぐにできる方法・技術です
 コンサルティングとして提案・対応しています
 （ナノレベルの精密洗浄や攪拌実績が増えています）

注：オリジナル技術（超音波テスター）により
 水槽、振動子、対象物、治工具・・・の
 伝搬状態に関するダイナミックな変化を測定・解析・評価します。
 （パラメータ：
 パワースペクトル、自己相関、バースペクトル、
 パワー寄与率、インパルス応答特性、ほか）



基本的な考え方（現象とモデルの統合）

振動現象の継続により、共振現象が成長することで、より大きな共振現象の発生とともに振動波形の崩れ・変化による、共振現象の減衰し、非線形現象が発生します。

非線形現象による振動の伝搬（流れ）が発展すると伝搬の分布・バラツキによる非線形現象の小さい部分から共振現象が生まれ、非線形現象は減衰します。

時間経過とともに、以上の経過を繰り返します。

このサイクルをコントロールすることが共振現象と非線形現象の最適化技術となります。

この技術を応用して

共振現象と非線形現象の組み合わせを実現する

新しい超音波発振制御プローブの製造方法を開発しました。



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

超音波洗浄の場合

(キャビテーションと音響流に関する無限のプロセス)

超音波を発振する

単調な振動を継続すると、共振現象が発生する

(超音波振動による、キャビテーションが共振現象を起こす) →

その結果：→共振現象が継続して成長すると、非線形現象が発生する

(波形の変化・キャビテーションの破壊が起きる) →

その結果：→音響流が発生する

その結果：→音響流が継続して成長すると、流れの分布が発生する

その結果：→流れの小さい部分から、キャビテーションが発生する

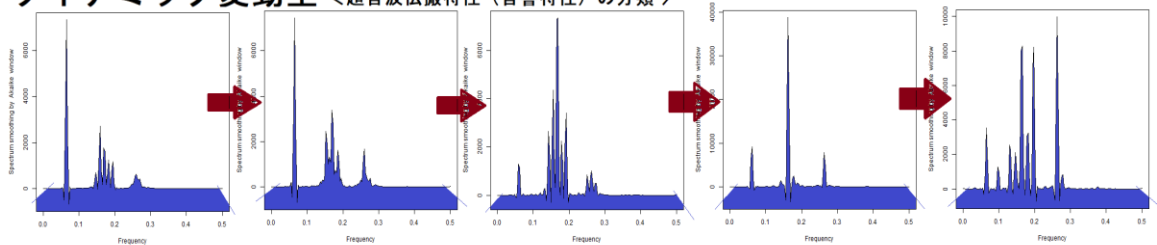
その結果：→キャビテーションが継続すると、共振現象が発生する

...

以上のような、無限のプロセスの測定解析評価により

超音波(キャビテーションと音響流)のダイナミック制御が実現出来る

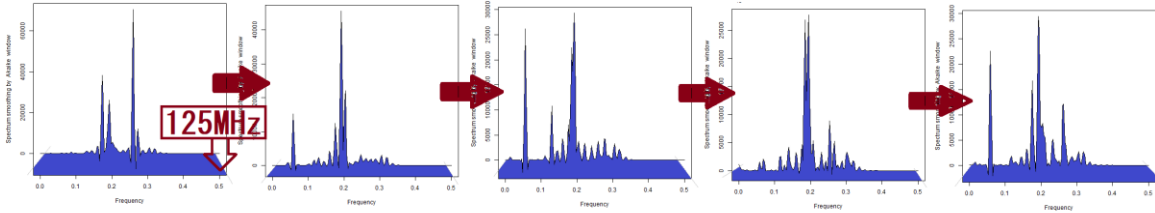
ダイナミック変動型 <超音波伝搬特性(音響特性)の分類>



超音波のダイナミック制御：パイスペクトルの変化

線形変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

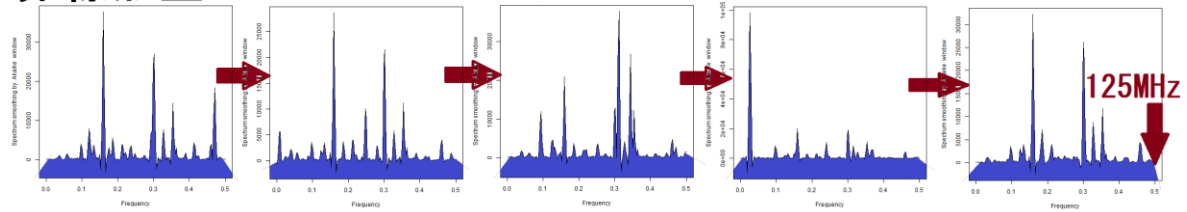
超音波のダイナミック制御：バースペクトルの変化



非線形型

<超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

超音波のダイナミック制御：バースペクトルの変化



例 超音波洗浄

標準システム（水槽内の液量 2000リットルまでの場合）

超音波とファインバブルで表面改質処理した水槽

（水槽材質は、ステンレスでも、ガラス・塩ビ・アクリル・・・でも可能）

脱気ファインバブル発生液循環装置 1台 ONOFF制御

ON：213秒 OFF：31秒

ベースとなる超音波振動子 1台 ONOFF制御

40kHz 600W（出力150W）

ON：57秒 OFF：17秒

メガヘルツの超音波発振制御プローブ 4本

メガヘルツの超音波発振制御プローブ1 パルス発振

3MHz（出力10W）

メガヘルツの超音波発振制御プローブ2 スweep発振

60kHz～20MHz（出力12W）

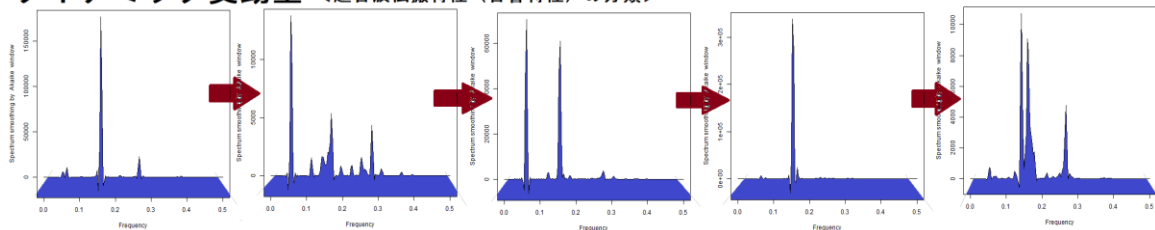
メガヘルツの超音波発振制御プローブ3 パルス発振

11MHz（出力10W）

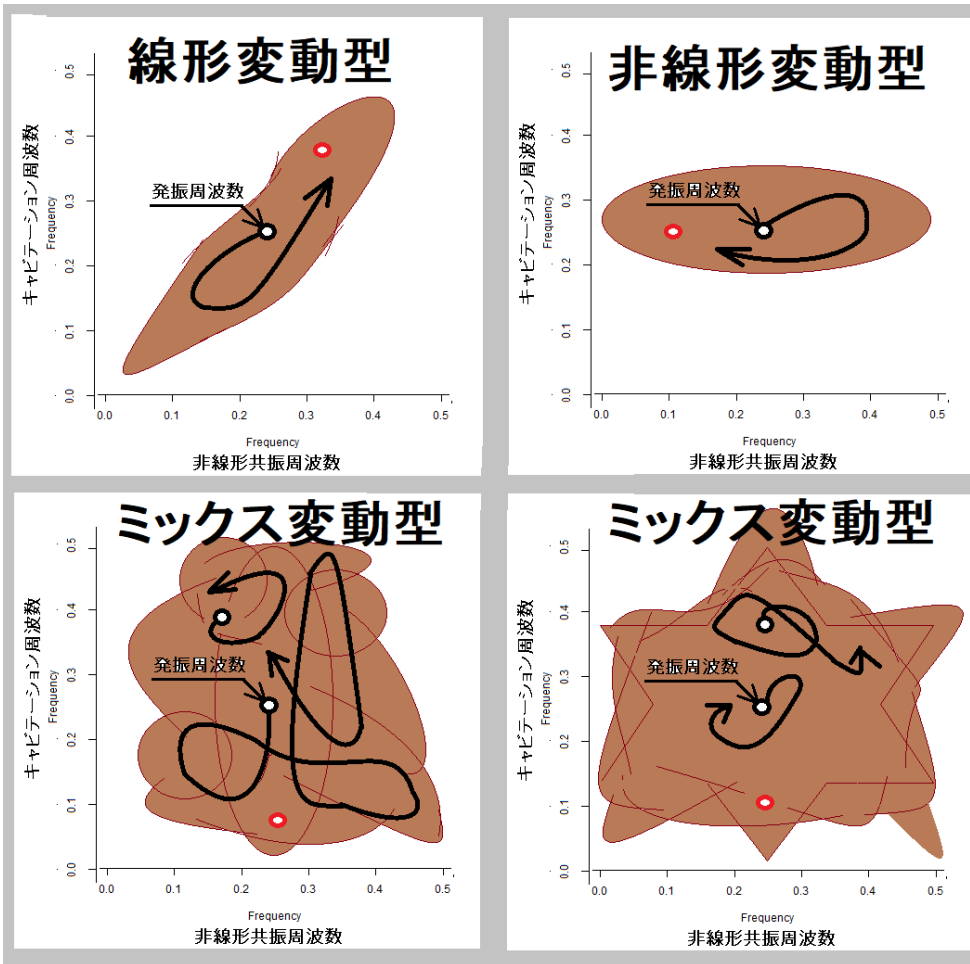
メガヘルツの超音波発振制御プローブ4 スweep発振

4～20MHz（出力12W）

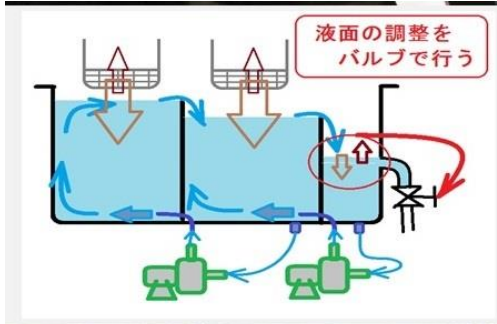
ダイナミック変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>



超音波のダイナミック制御：バースペクトルの変化

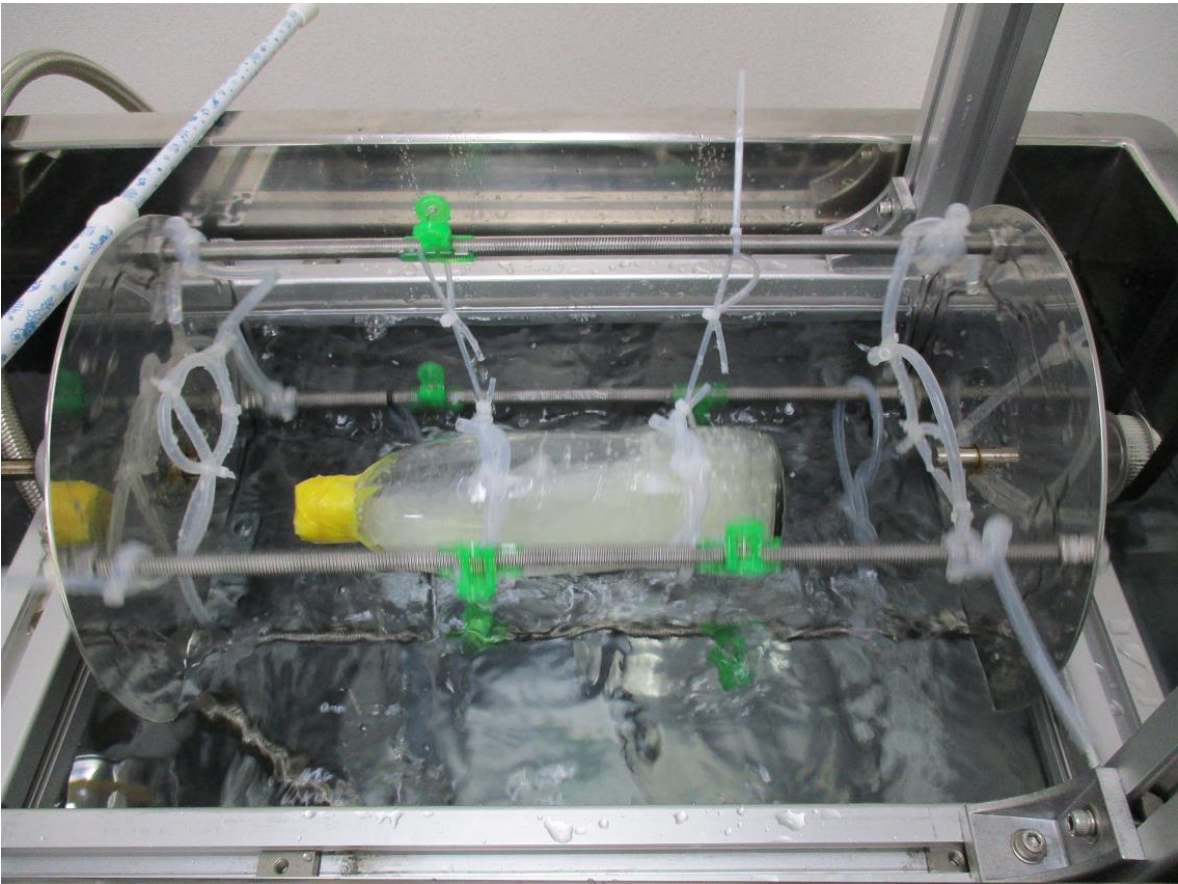
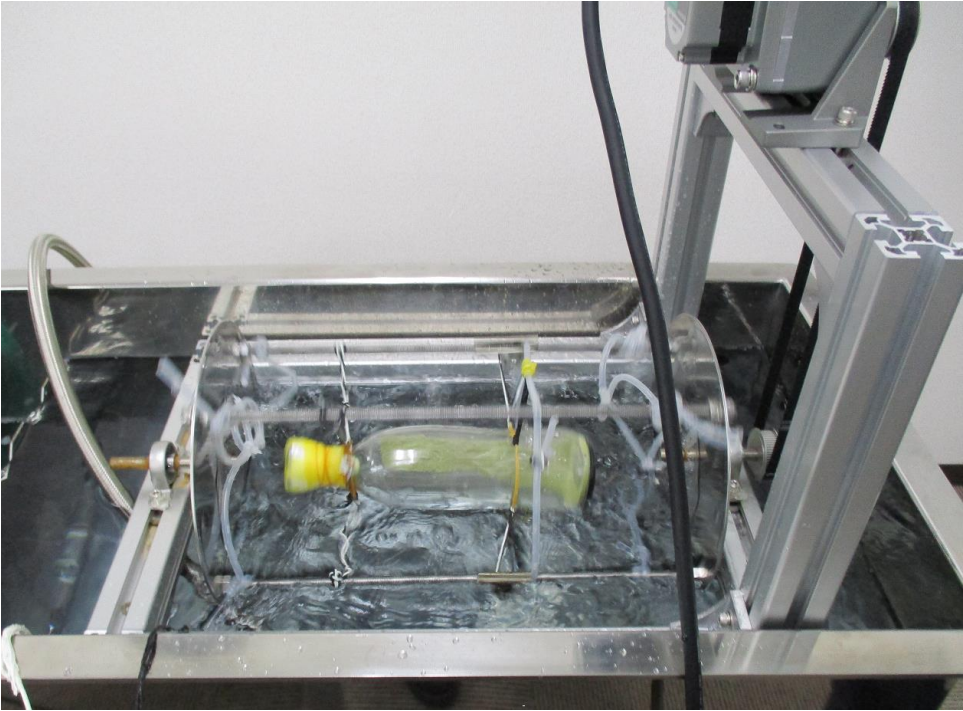


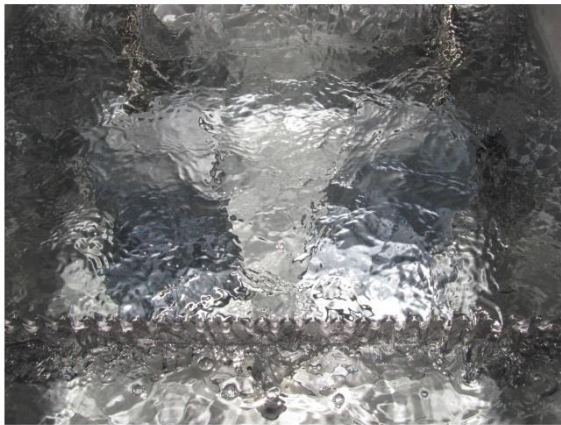
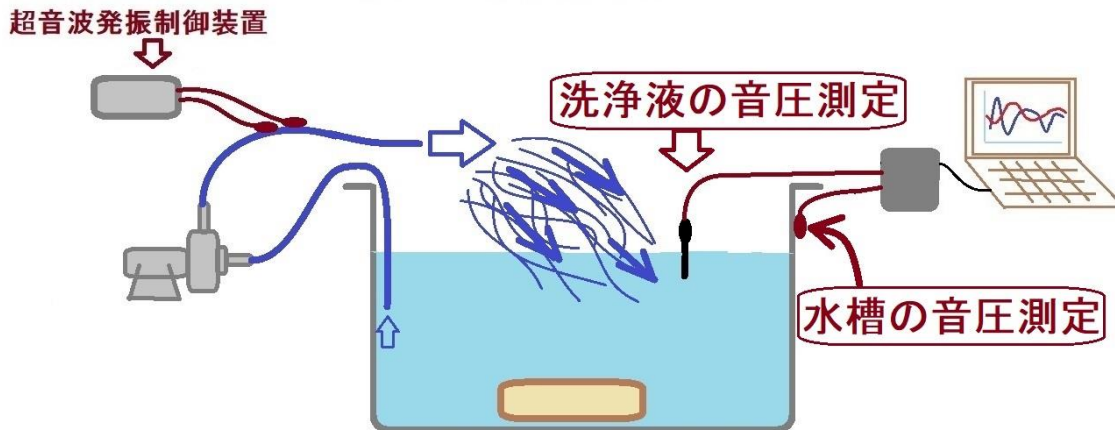
〰️ スイープ発振 ○ パルス発振



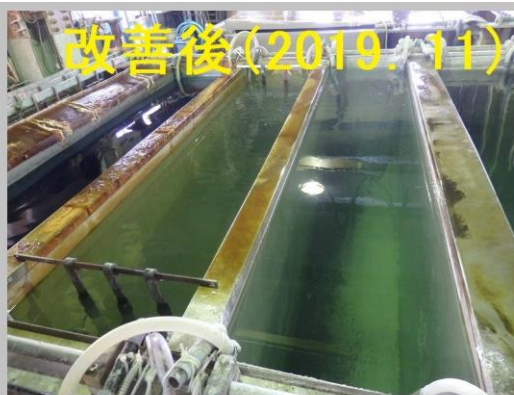
流水式超音波洗浄機







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



超音波
 (40kHz 600W 1式、
 ファンクションジェネレータによるメガヘルツ発振 1式)と
 ファインバブル発生液循環装置(各水槽に2台)による
めっき水槽の改良

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>

超音波の音圧測定・解析システムと超音波発振制御システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1546>

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

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

以上