

超音波機器の最適化技術 (低周波振動モードの最適化)

——音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬状態のコントロール技術——

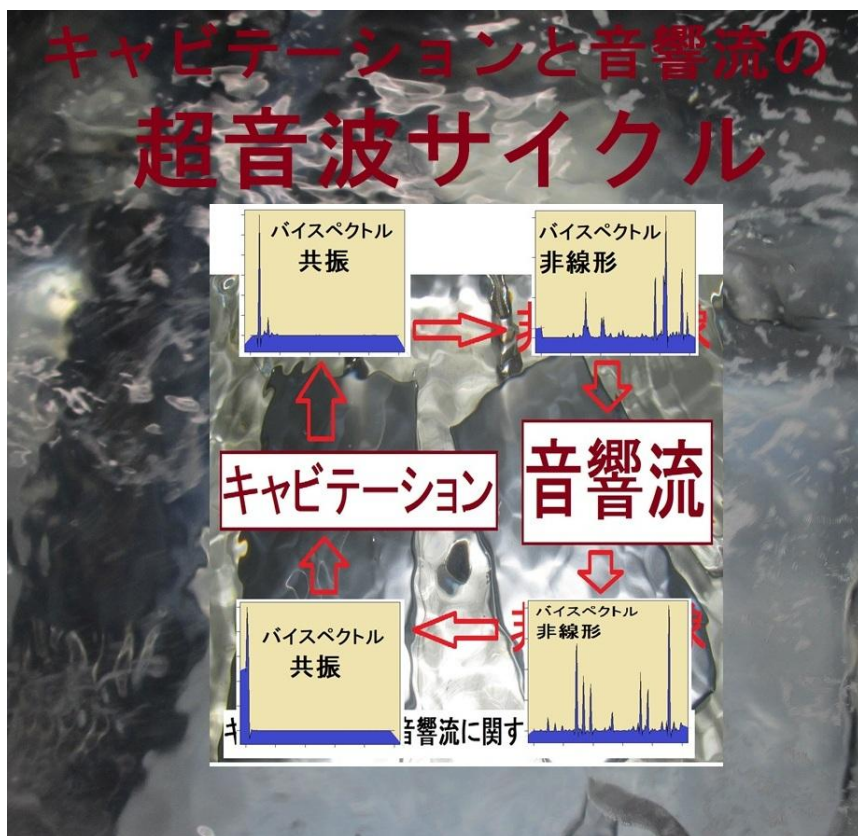
2025. 12. 09 超音システム研究所 齊木

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から、
共振現象と非線形現象を制御可能にする超音波伝搬システムについて、
目的に合わせて最適化する技術を開発しました。

特に、超音波機器固有の低周波の振動モードに対して、
利用目的（洗浄・攪拌・加工・・・）に合わせた、最適化制御を実現します

1 kHz 以下の低周波については、測定解析が難しく無視されがちでしたが
測定解析することで、超音波を減衰させる要因となっていることを確認し、
非線形現象（高調波の発生）に利用することが可能になります。

さらに、上記の技術を発展させ、
エアレーションとファインバブル（液循環）と超音波の最適化に関する
ONOFF制御条件の決定方法を開発しました。



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、化学反応・・・）に合わせた、
超音波のダイナミックな伝搬状態を実現する技術です。

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・攪拌、反応プロセス・・・実績が増えています）

注：評価パラメータ

超音波の伝搬特性

- 1) 振動モードの検出（自己相関）
- 2) 非線形現象の検出（バイスペクトル）
- 3) 応答特性の検出（インパルス応答）
- 4) 相互作用の検出（パワー寄与率）

注：解析には下記ツールを利用します

注：OML (Open Market License)

<https://www.ism.ac.jp/ismlib/jpn/ismlib/license.html>

注：TIMSAC (TIME Series Analysis and Control program)

<https://jasp.ism.ac.jp/ism/timsac/>

注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境

<https://cran.ism.ac.jp/>

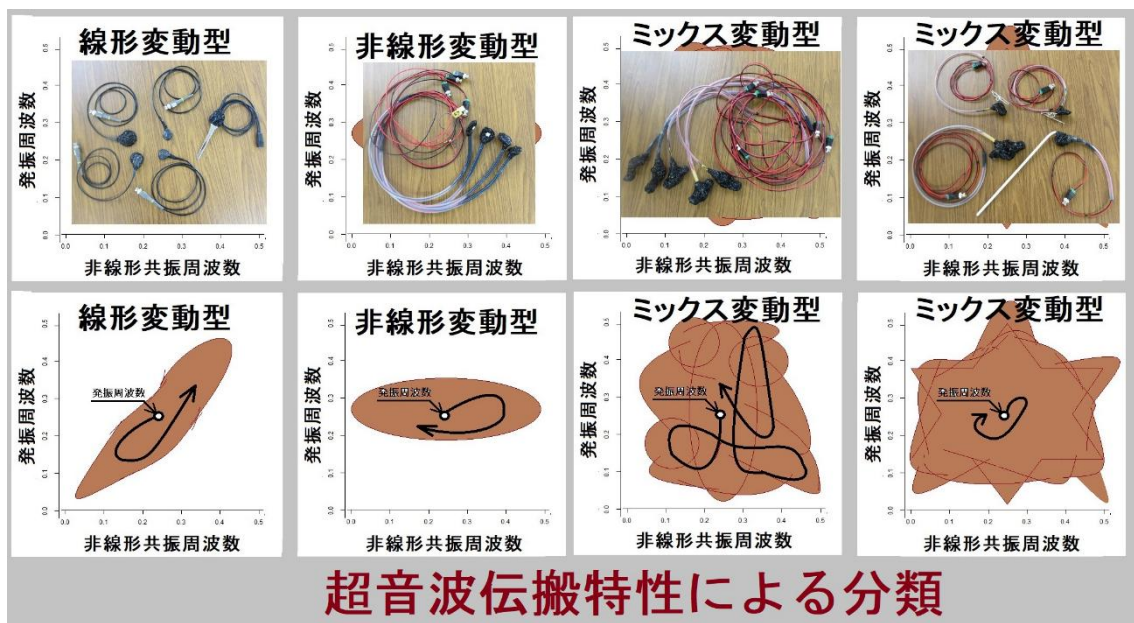
autcor：自己相関の解析関数

bispec：バイスペクトルの解析関数

mulmar：インパルス応答の解析関数

mulnos：パワー寄与率の解析関数





オリジナル超音波プローブ：概略仕様

測定範囲 0.01Hz~200MHz

発振範囲 1.0kHz~25MHz

伝搬範囲 0.5kHz~900MHz以上（音圧データの解析確認）

材質 ステンレス、LCP樹脂、シリコン、テフロン、ガラス・・・

発振機器 例 ファンクションジェネレータ

測定機器 例 オシロスコープ



<< 超音波の音圧データ解析 >>

1) 時系列データに関して、

多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析により

測定データの**統計的な性質（超音波の安定性・変化）**について
解析評価します

2) 超音波発振による、発振部が発振による影響を

インパルス応答特性・自己相関の解析により

対象物の表面状態・・・に関して

超音波振動現象の応答特性として解析評価します

3) 発振と対象物（洗浄物、洗浄液、水槽・・・）の**相互作用**を

パワー寄与率の解析により評価します

4) 超音波の利用（洗浄・加工・攪拌・・・）に関して

超音波効果の主要因である対象物（表面弾性波の伝搬）

あるいは対象液に伝搬する超音波の

非線形（バースペクトル解析結果）現象により

超音波のダイナミック特性を解析評価します

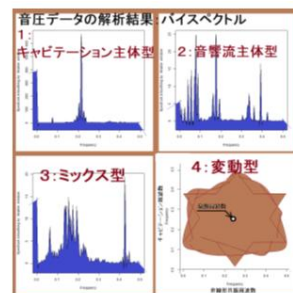
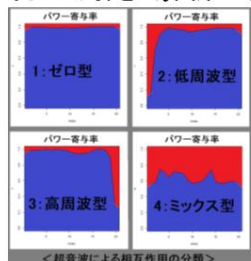
この解析方法は、

複雑な超音波振動のダイナミック特性を

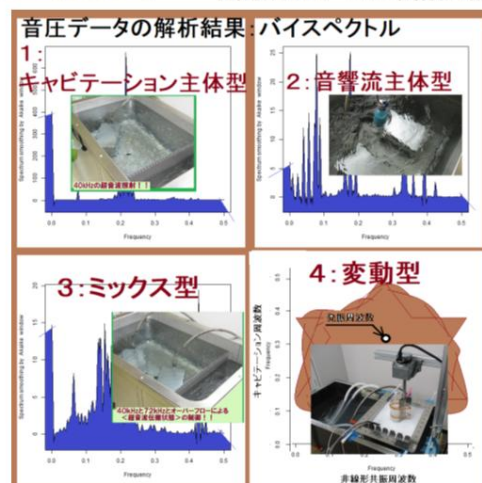
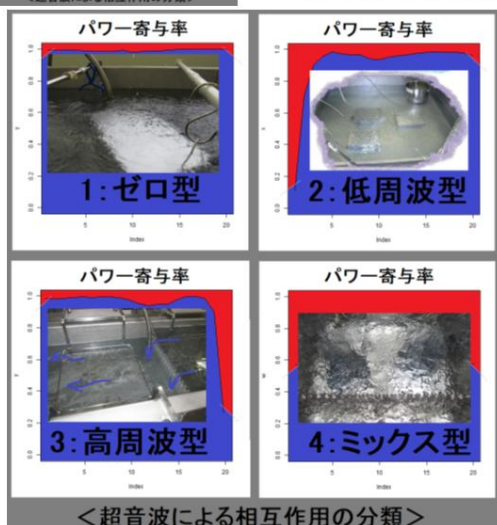
時系列データの解析手法により、超音波の測定データに適応させる

これまでの経験と実績に基づいて実現しています。

音圧測定・解析に基づいた、**超音波の分類**



超音波(キャビテーション・音響流)の分類



超音波(キャビテーション・音響流)の分類

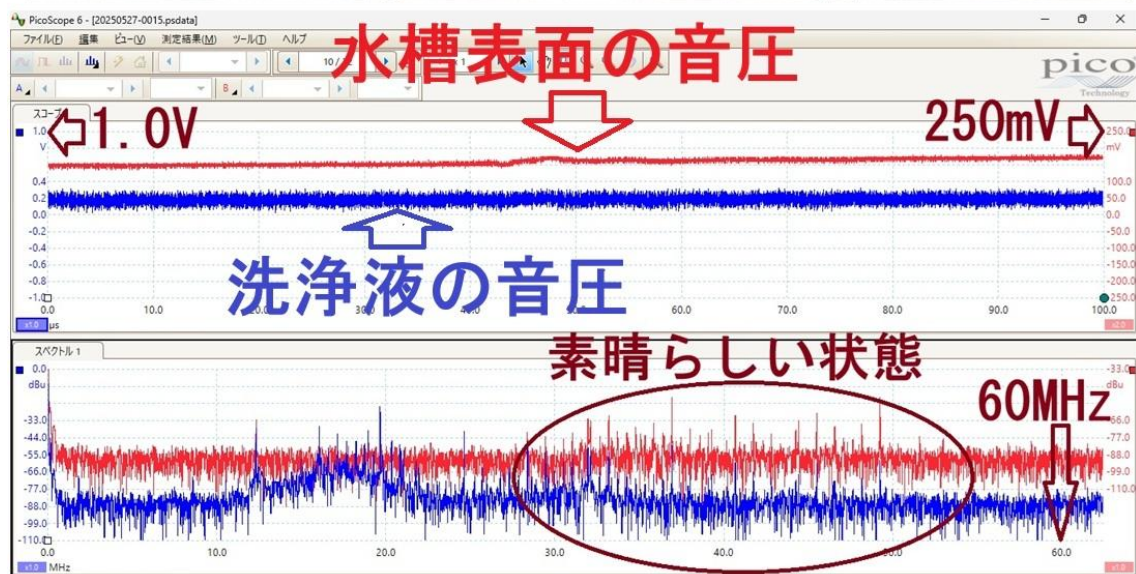
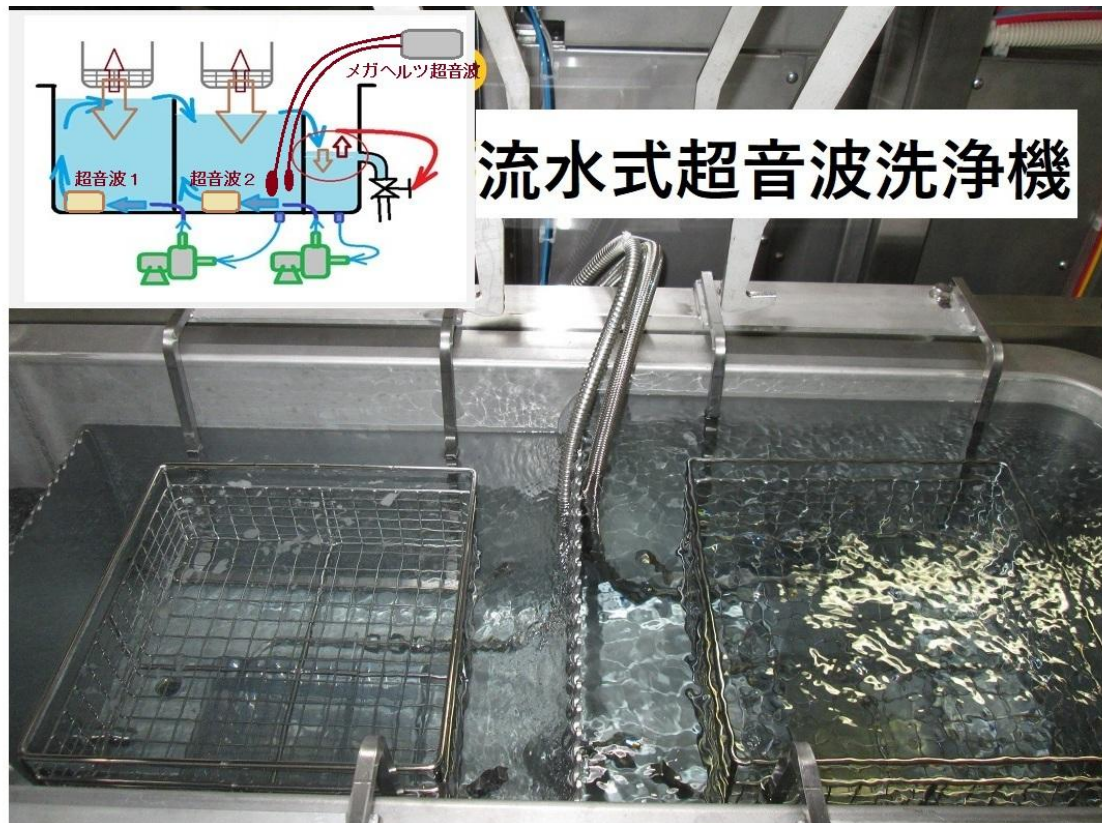
参考

超音波洗浄機の製造・開発コンサルティング

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1163>

音響流とキャビテーションのコントロール

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2462>



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>

超音波専用水槽の設計・製造技術を開発

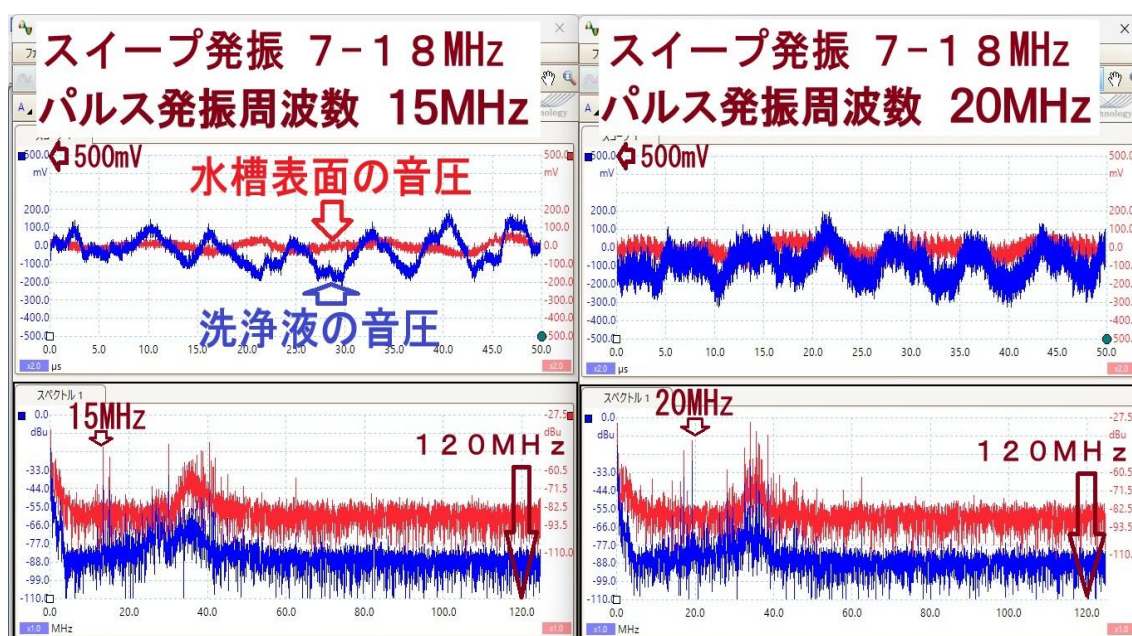
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1439>

ファインバブルを利用した超音波洗浄機

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

超音波のダイナミック制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15848>



2種類の非線形共振型超音波発振制御プロンプによる、
スイープ発振、パルス発振

超音波振動子の表面残留応力緩和技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1798>

超音波水槽の新しい液循環システム

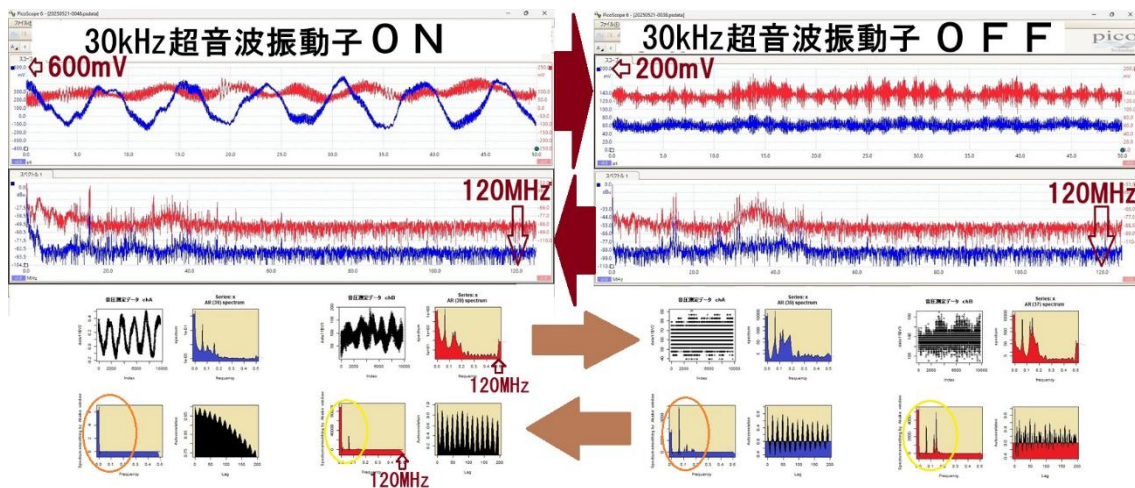
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1271>

メガヘルツの音響流制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2894>

＜統計的な考え方＞を利用した「超音波技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3270>



超音波のON・OFF制御技術

メガヘルツの超音波システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1435>

超音波発振システム（20MHz）の製造販売

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1648>

2種類の異なる「超音波振動子」を同時に照射するシステム

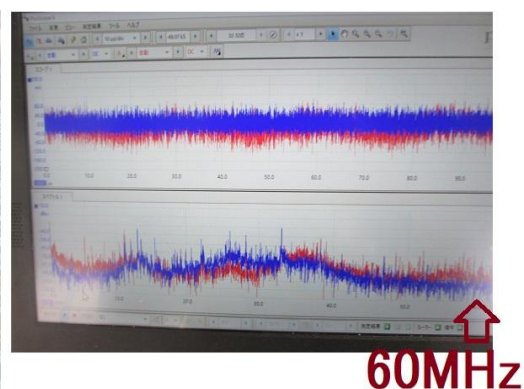
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2450>

ウルトラファインバブルとメガヘルツ超音波の音響流制御技術

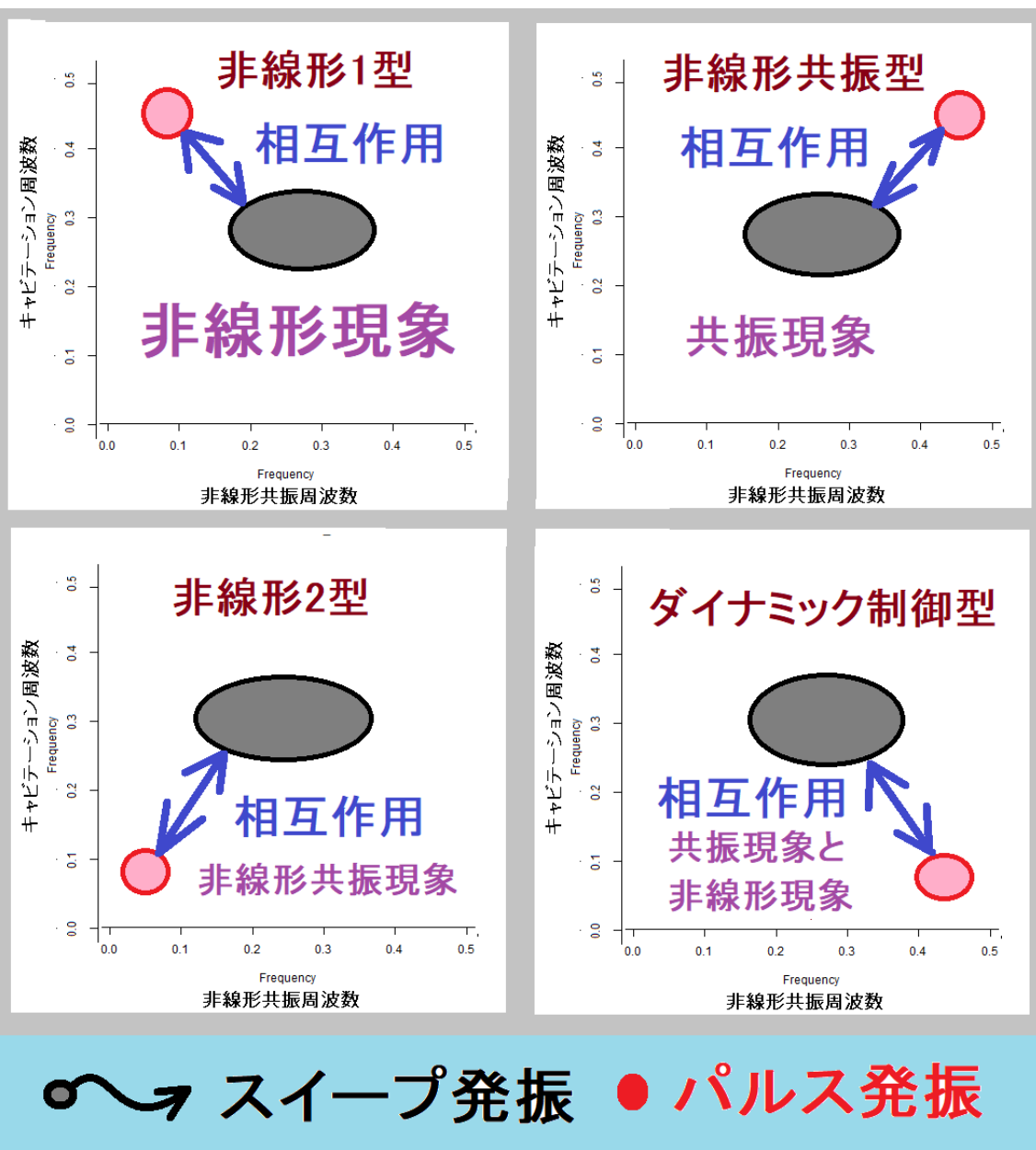
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14443>

超音波を利用した「めっき処理」技術

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



エアレーションとファインバブル（液循環）と超音波の最適化



超音波システム1MHzタイプ（音圧測定解析、発振制御）の利用技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=4968>

超音波発振条件の最適化技術

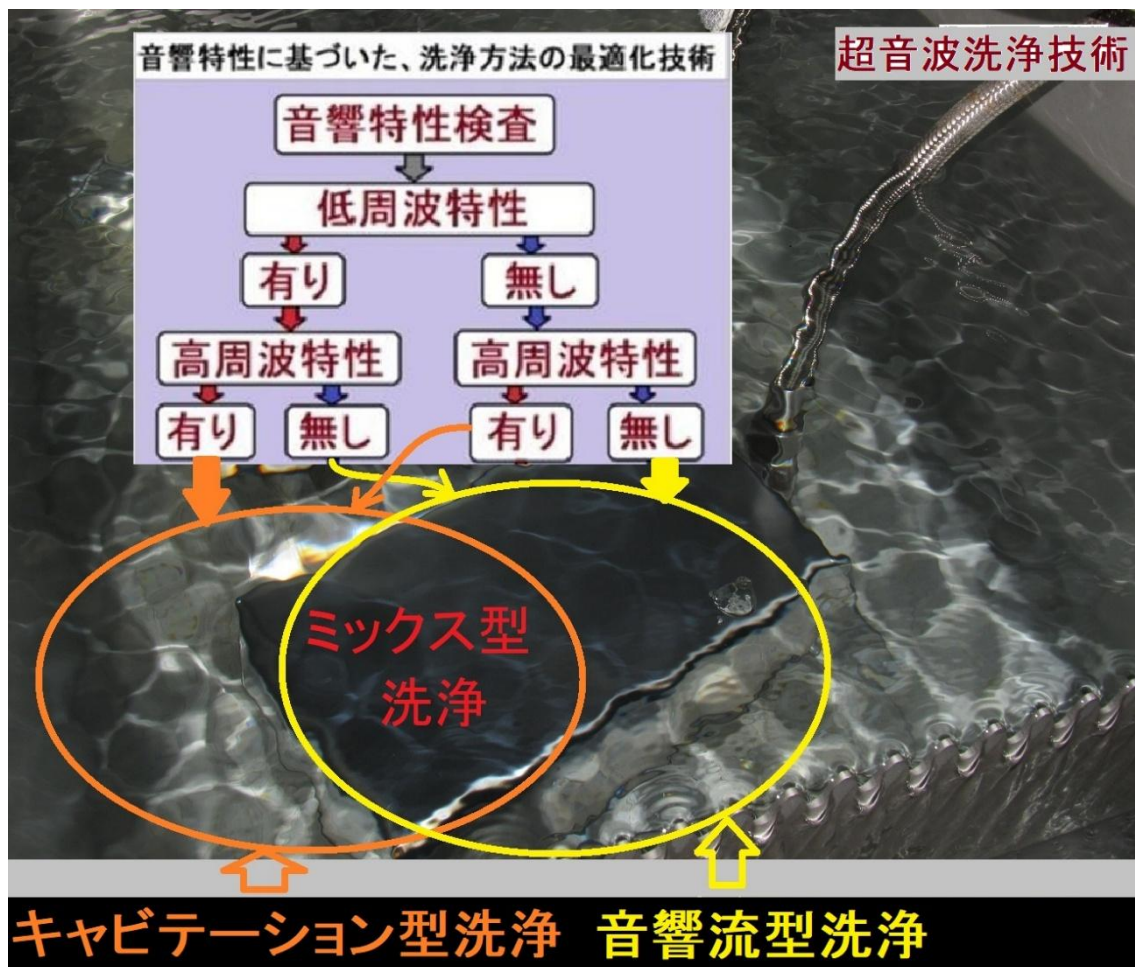
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1337>

超音波洗浄器にメガヘルツ超音波を追加する技術

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

超音波発振制御プローブによる、表面改質技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1280>



ポリイミドフィルムに鉄めっきを行った部材を利用した超音波プローブ
<http://ultrasonic-labo.com/?p=13404>

200MHz以上の超音波伝搬現象による表面改質処理
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2433>

ポータブル超音波洗浄器を利用した音響流制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2301>

間接容器を利用した、超音波攪拌技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17120>

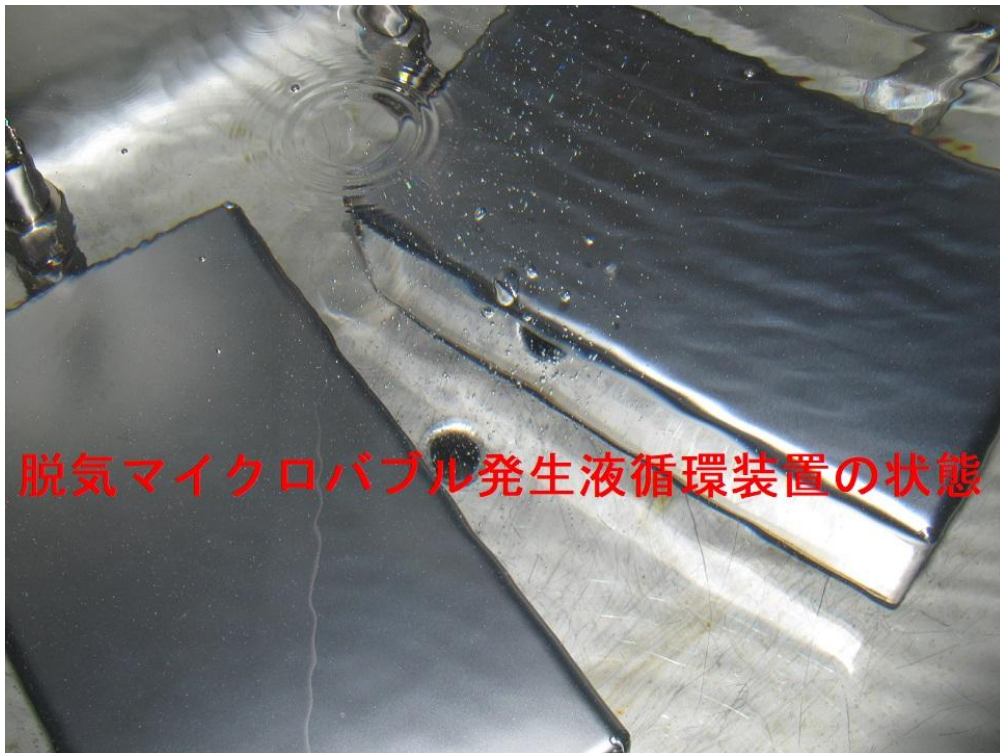
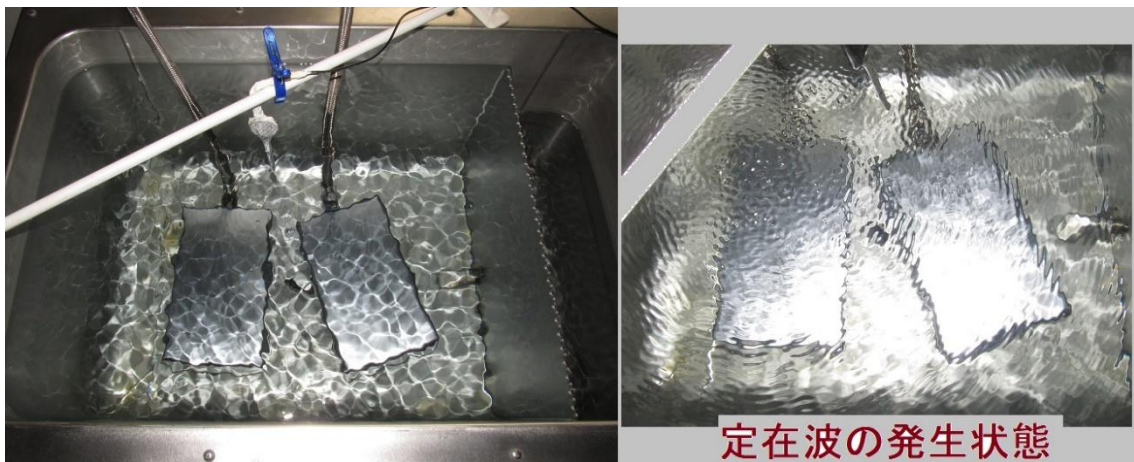
超音波を利用した機械加工・溶接技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17796>

音波の伝搬状態を利用した表面検査技術を開発
<http://ultrasonic-labo.com/?p=3842>

配管構造部材を利用した、超音波伝搬制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=5609>

空中超音波技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17220>

【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/>



以上