

音と超音波の組み合わせに関する最適化技術

2024.5.23 超音波システム研究所

超音波システム研究所は、

- * 超音波伝搬状態の測定技術（オリジナル製品：超音波テスター）
- * 超音波伝搬状態の解析・評価技術（時系列データの非線形解析システム）
- * 超音波伝搬状態のダイナミック制御技術（音と超音波の相互作用解析技術）
- * 表面弾性波の発振制御技術（超音波発振制御プローブの製造技術）
-

上記の技術を応用して

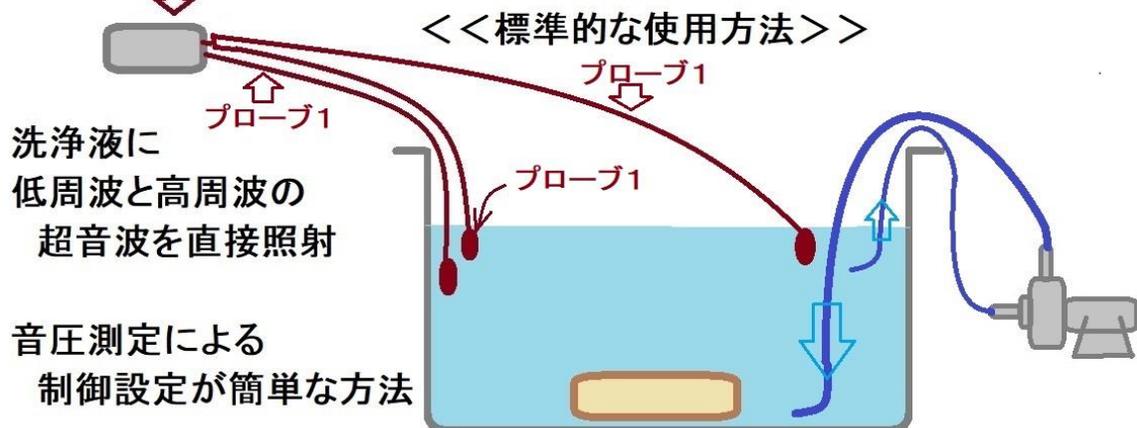
<音と超音波の組み合わせに関する>最適化技術を開発しました。

音と超音波の組み合わせによる、ダイナミックな非線形振動現象（注）を、
利用目的に合わせて、最適化・応用しています。

注：オリジナル非線形共振現象

オリジナル発振制御により発生する高調波の発生を
共振現象により、高い振幅で実現させたことで起こる現象で、
超音波振動の共振現象と評価しています。

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



ポンプの脈動・・・を音として捉えた
音と超音波の組み合わせ技術

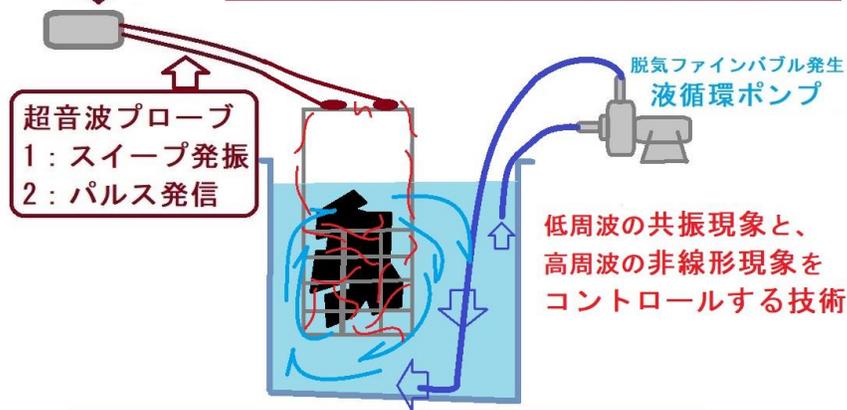
この技術の応用事例として、

各種部品・材料の状態（空中、水中、弾性体との接触・・・）

に合わせた、超音波の効果的（洗浄・改質・攪拌・化学反応促進・・・）

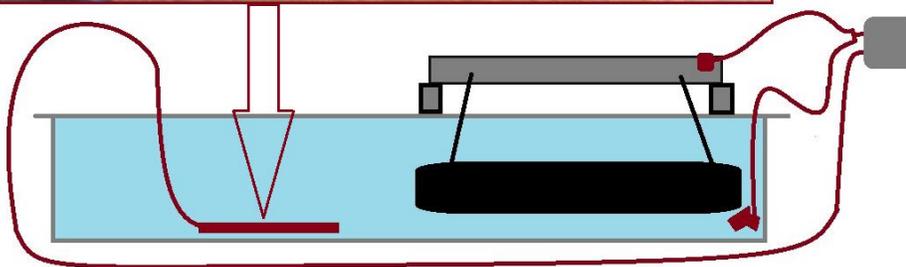
な利用を実現させています。

超音波発振制御装置 メガヘルツ超音波の水中伝搬モデル

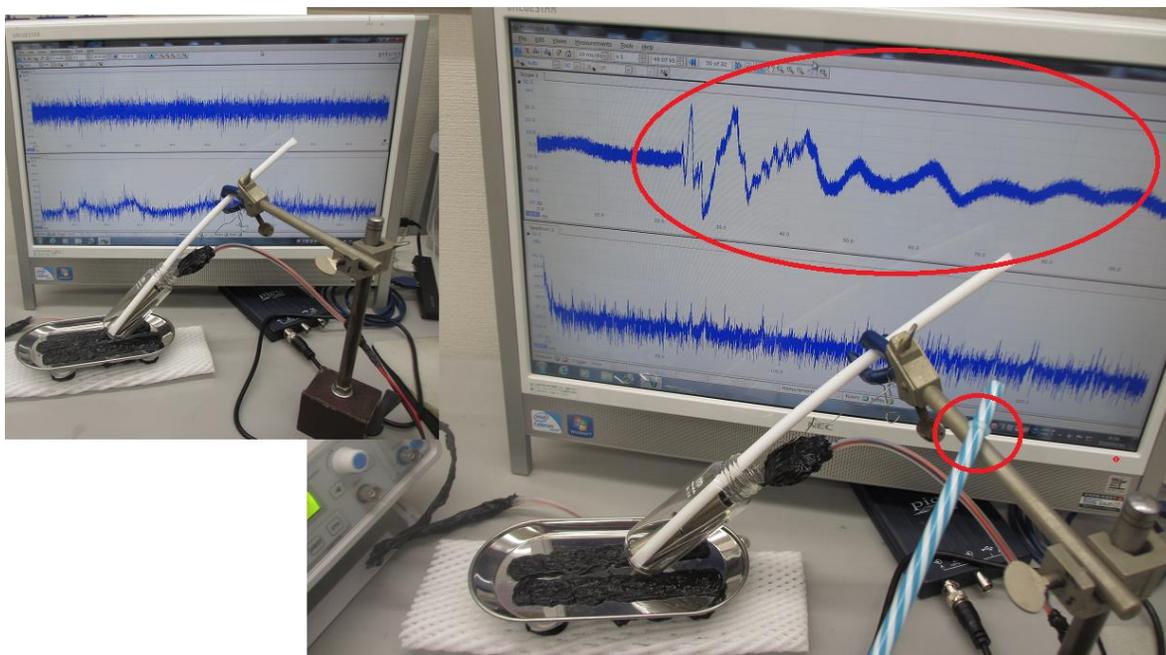
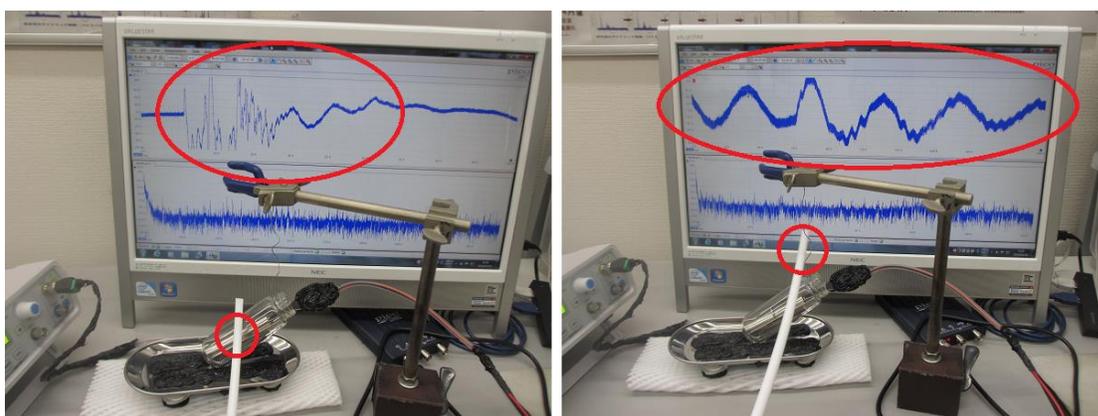
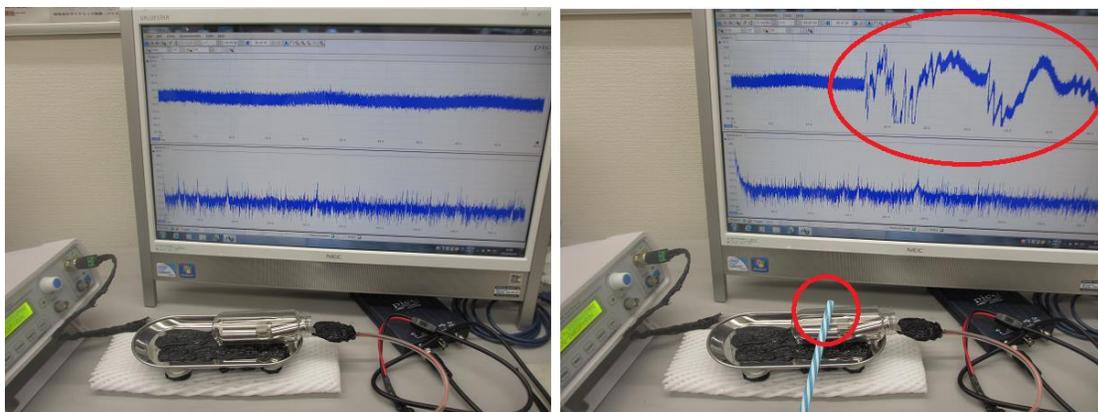


治具と超音波の共振現象による、
低周波の振動現象を音として捉えた
音と超音波の組み合わせ技術

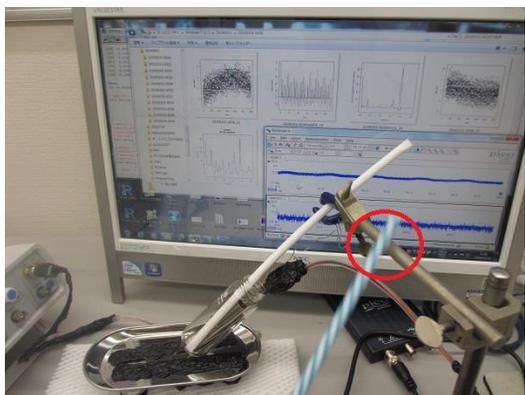
パイプを利用した超音波発振制御プローブによる 音と超音波の発振制御システム



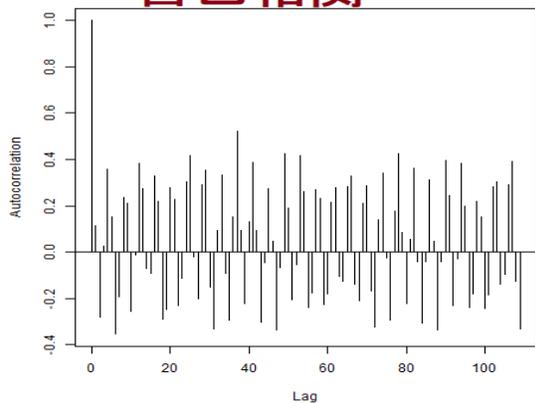
基礎実験：振動測定



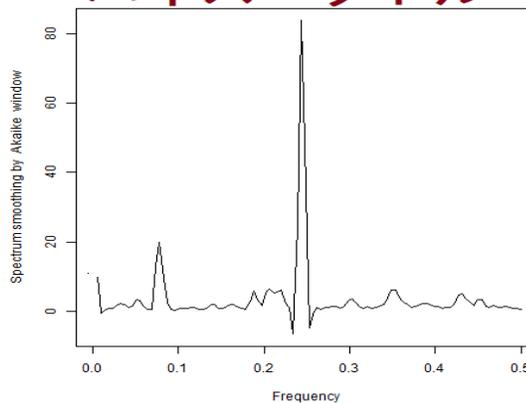
基礎実験：振動データ解析



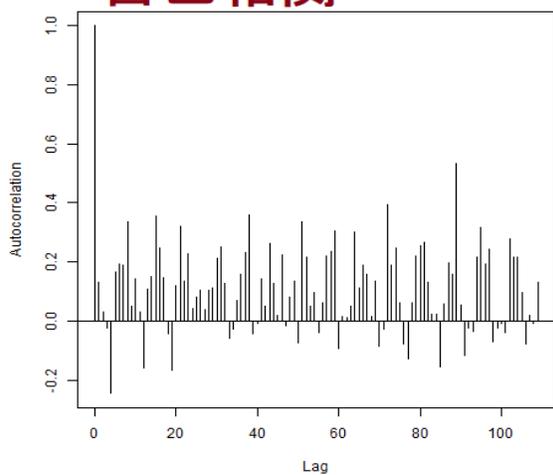
自己相関



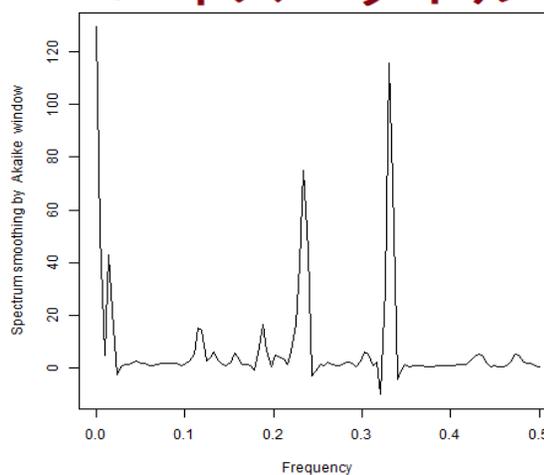
バイスペクトル



自己相関



バイスペクトル



説明：図下 叩いた場合に発生する強い超音波刺激の状態

これは、新しい方法および技術です、

各種の実施結果（注）から

様々な組み合わせによる幅広い対応を提案・実施しています。

注：

- 1) 5 MHz 以上の伝搬状態を利用したナノレベルの乳化・分散
- 2) 音と超音波とファインバブルを利用した各種溶剤・・・の均一化
- 3) 非線形現象を利用した超音波霧化サイズのコントロール
- 4) 容器を伝搬する表面弾性の伝搬特性を利用した化学反応制御
- 5) オリジナル非線形共振現象を利用したマイクロレベルのバリ取り
- 6) 伝搬周波数のダイナミック制御による均一な粒子製造
- 7) 音響流の最適化による金属表面残留応力の緩和
- 8) 伝搬状態のダイナミック特性による表面検査
- 9) メガヘルツの超音波による加工油・めっき液・・・の均一化処理
- 10) 大型部品の超音波シャワー洗浄
- 11) ウルトラファインバブル（ナノバブル）の製造
- 12) 超音波とオゾンの組み合わせによる脱臭・洗浄
- 13) メガヘルツの超音波発振制御プローブを利用した超音波溶接
- 14) アルミダイキャスト装置への超音波伝搬
- 15) 貴金属粉末、CNT・・・洗剤・・・触媒・・・粉末の表面処理
- 16)・・・

なお、今回の技術（詳細なノウハウ・・・）を

コンサルティング事業として、提供（対応）しています。

音（低周波：0.2 - 20 kHz）と

超音波（高周波：1 kHz - 25 MHz）のスweep発振を

組み合わせることで、20W 以下の低出力システムによる

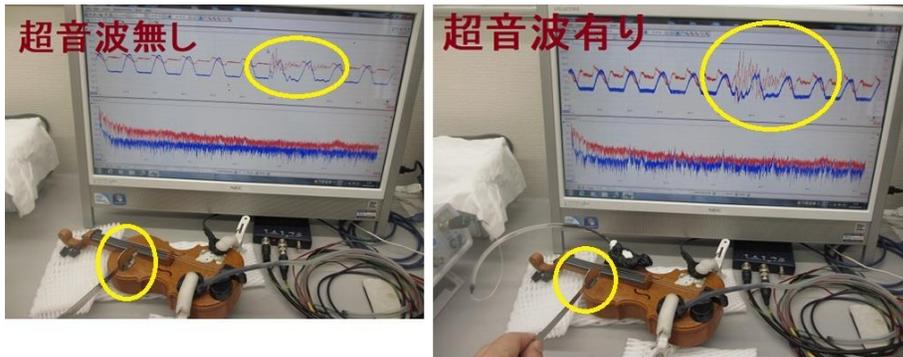
目的に合わせた超音波刺激のダイナミック制御が実現します。

ポイントは、非線形現象のコントロール技術です。

<<技術の根底にあるもの>>

音（振動現象）の形を聴く

音（振動）の現象は難しいのですが、
太鼓の音ということの一つのモデルケースとして
考え続けられている問題があります
超音波の解析に応用できると考えています



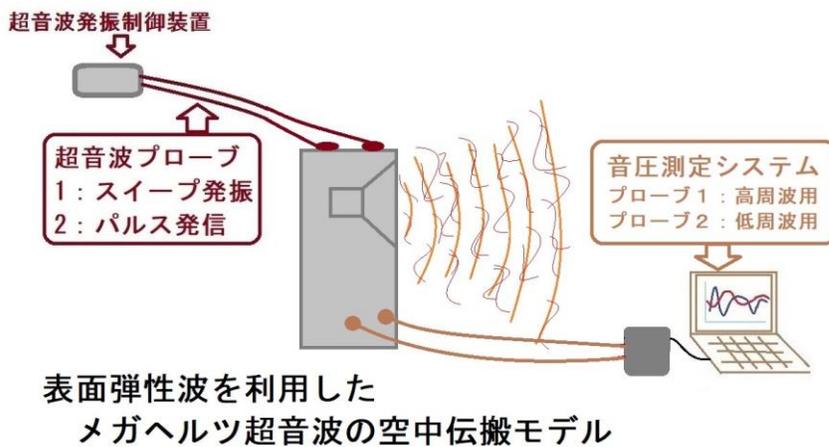
——低周波の共振現象と、高周波の非線形現象を発振制御する技術——

特に、これからの
超音波の洗浄・加工・評価・・・応用技術の基礎事項として
これらの研究成果は役立つと考えています

超音波システム研究所の技術は

物に作用する、表面弾性波を考慮した

超音波の「音の形」を研究する、という方法が続けていきたいと考えます



<<参考>>

100MHz以上の超音波伝搬状態を利用可能にする技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14411>

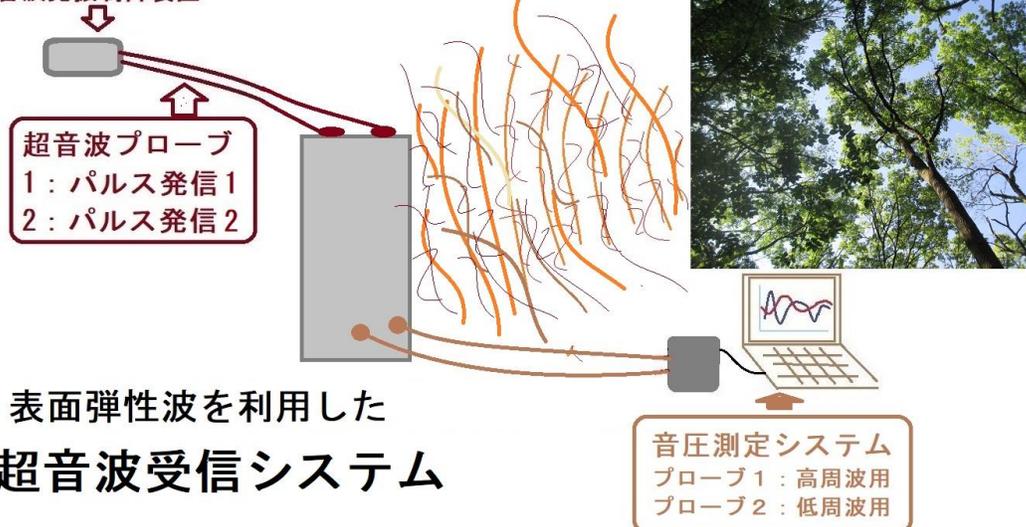
抽象数学モデルを利用した、超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=12463>

音と超音波の組み合わせによる、超音波システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7706>

超音波発振制御装置



超メガヘルツの超音波発振制御技術

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

超音波伝搬実験（表面弾性波の相互作用）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14311>

超音波発振制御プローブの開発技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=9798>

低周波の共振現象と、高周波の非線形現象をコントロールする技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2843>

A I C（情報量規準）を利用した超音波技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1074>

超音波の非線形振動現象をコントロールする発振制御システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=13908>

超音波伝搬現象の分類 1

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10908>

超音波伝搬現象の分類 2

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17496>

超音波伝搬現象の分類 3

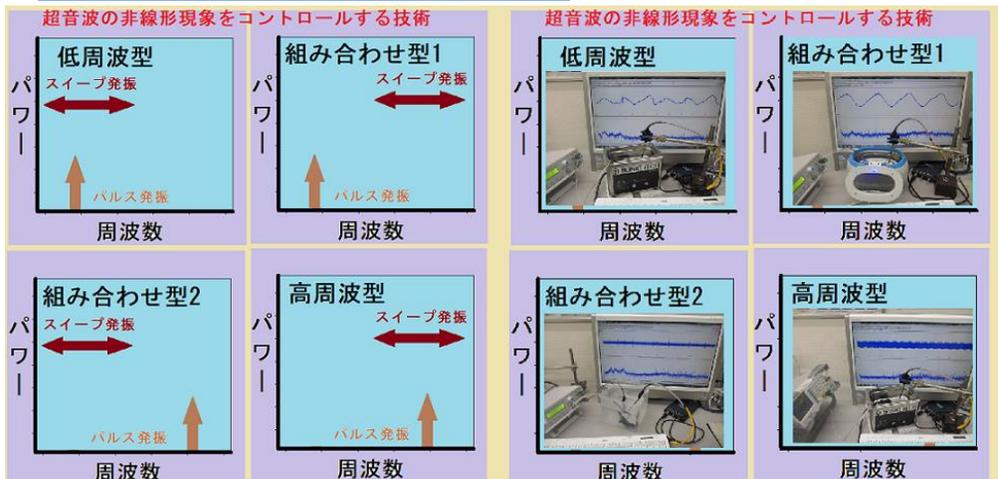
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17540>

超音波の最適化技術 1

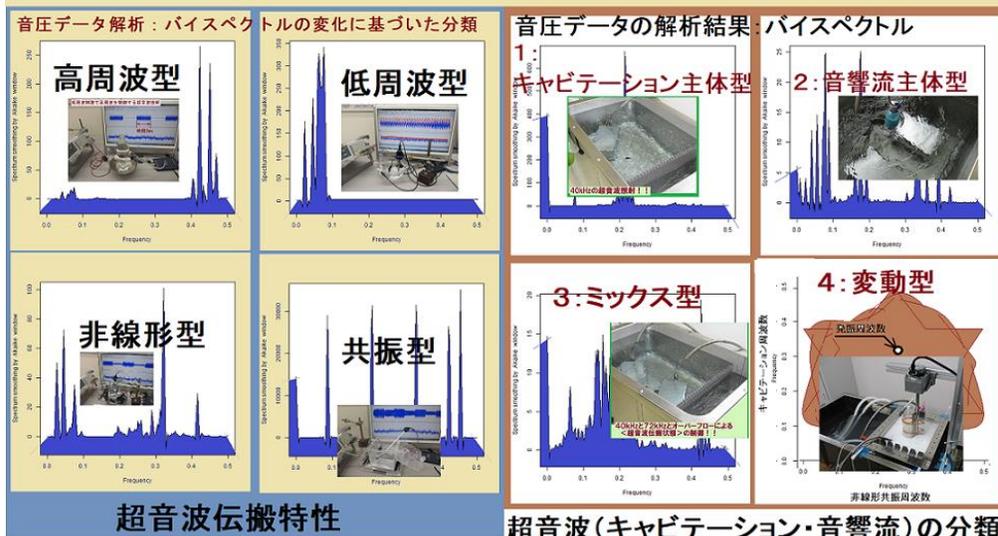
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15226>

超音波の最適化技術 2

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16557>



スweep発振とパルス発振の分類 スweep発振とパルス発振の分類



超音波の非線形振動現象をコントロールする技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=11267>

超音波プローブによる、スweep発振システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1263>

超音波の音圧・振動データから、新しい超音波利用を導く

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1811>

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

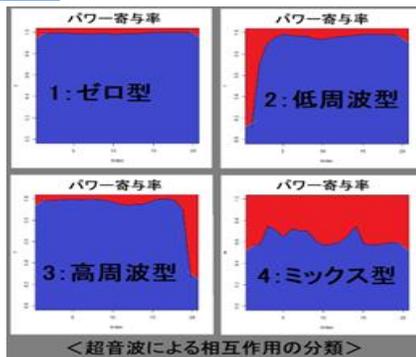
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1546>

超音波発振制御システム (20 MHz)

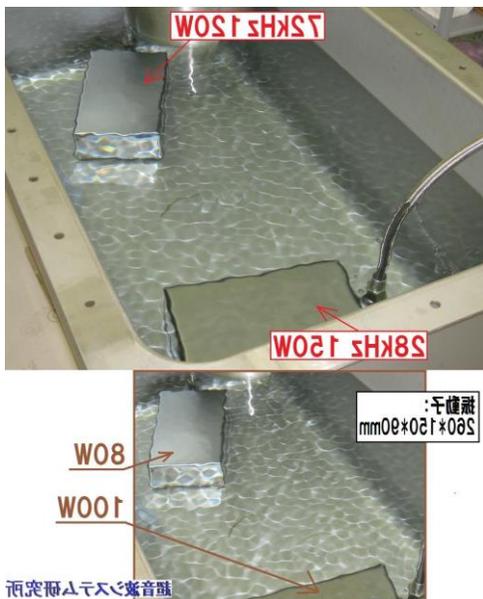
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>



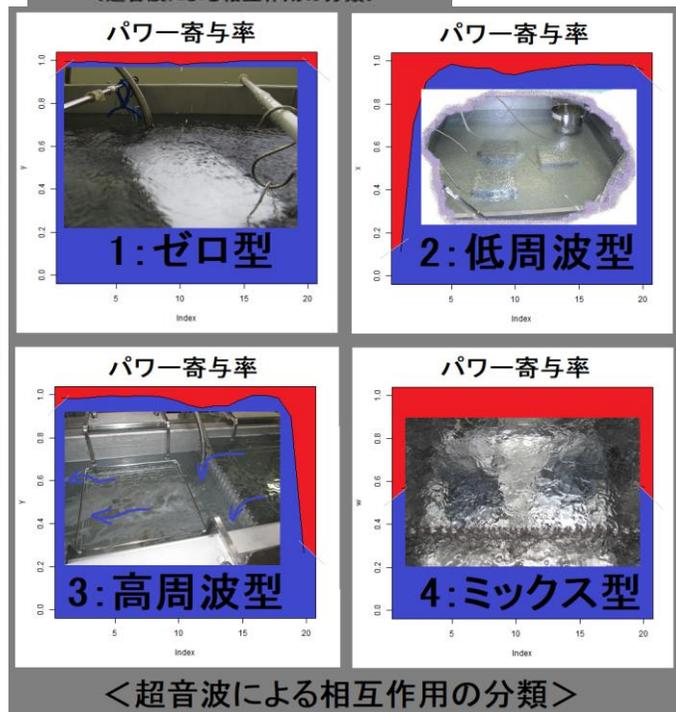
相互作用を確認して設定する
2種類の超音波振動子の設置



<超音波による相互作用の分類>



超音波による相互作用



<超音波による相互作用の分類>

超音波洗浄器（水槽表面）の表面残留応力緩和・均一化処理

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

超音波の非線形現象を評価する技術

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

一つの発振チャンネルから二種類の超音波プローブを発振制御する技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14350>

2台のファンクションジェネレータを利用した、超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2295>

メガヘルツ超音波の効果（超音波洗浄機の改善）

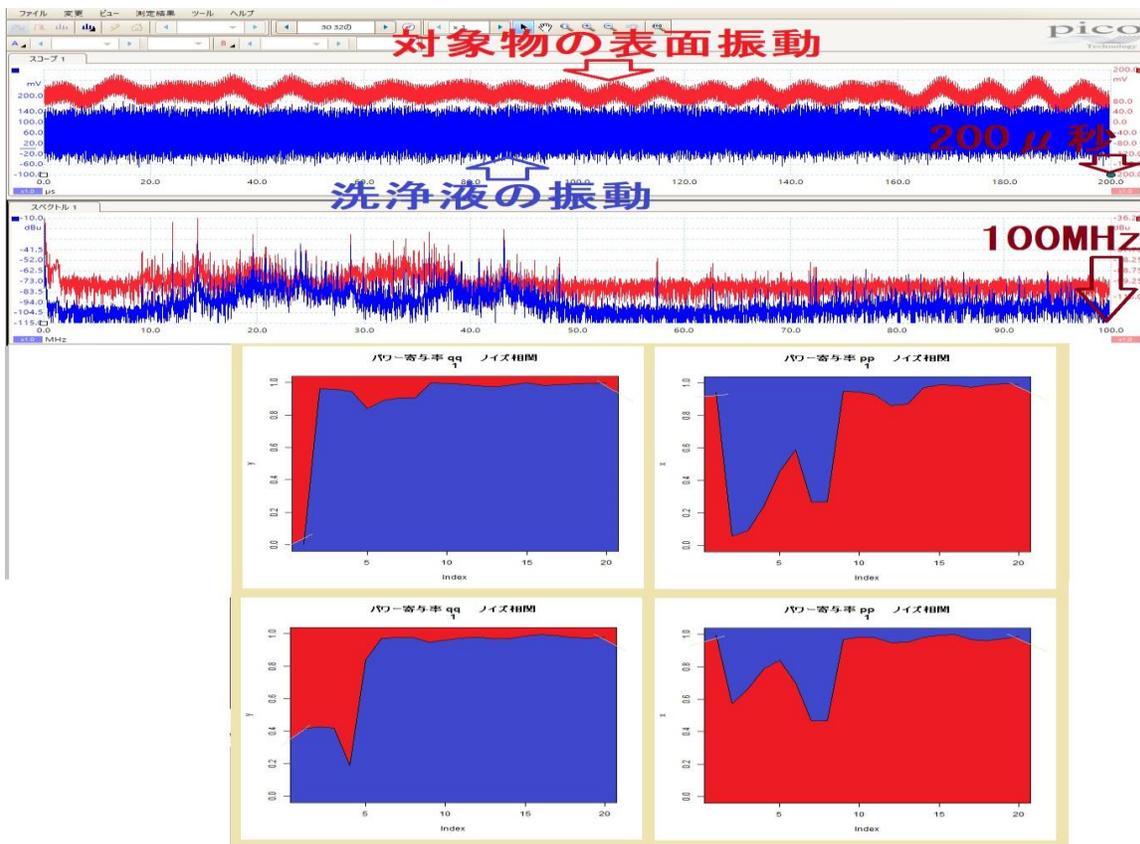
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16603>

配管を有する装置の保守メンテナンス技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=6849>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）の利用技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16477>



超音波の伝搬特性

- 1) 振動モードの検出 (自己相関の変化)
- 2) **非線形現象**の検出 (バースペクトルの変化)
- 3) 応答特性の検出 (インパルス応答の解析)
- 4) 相互作用の検出 (パワー寄与率の解析)

注: 「R」フリーな統計処理言語かつ環境

autcor: 自己相関の解析関数

bispec: バースペクトルの解析関数

mulmar: インパルス応答の解析関数

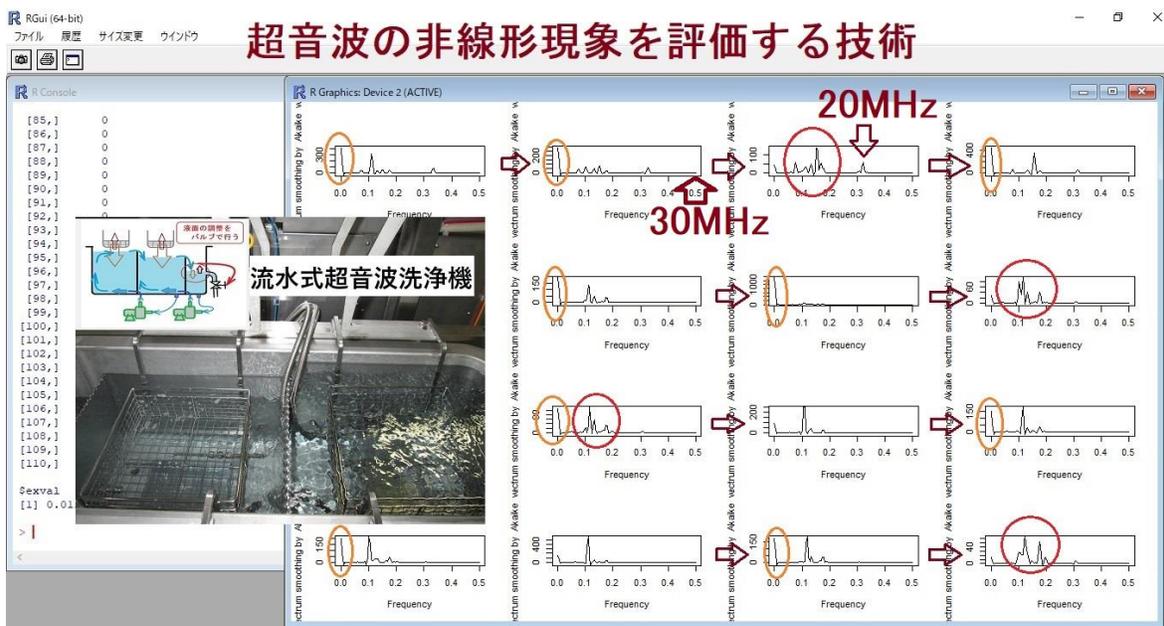
mulnos: パワー寄与率の解析関数

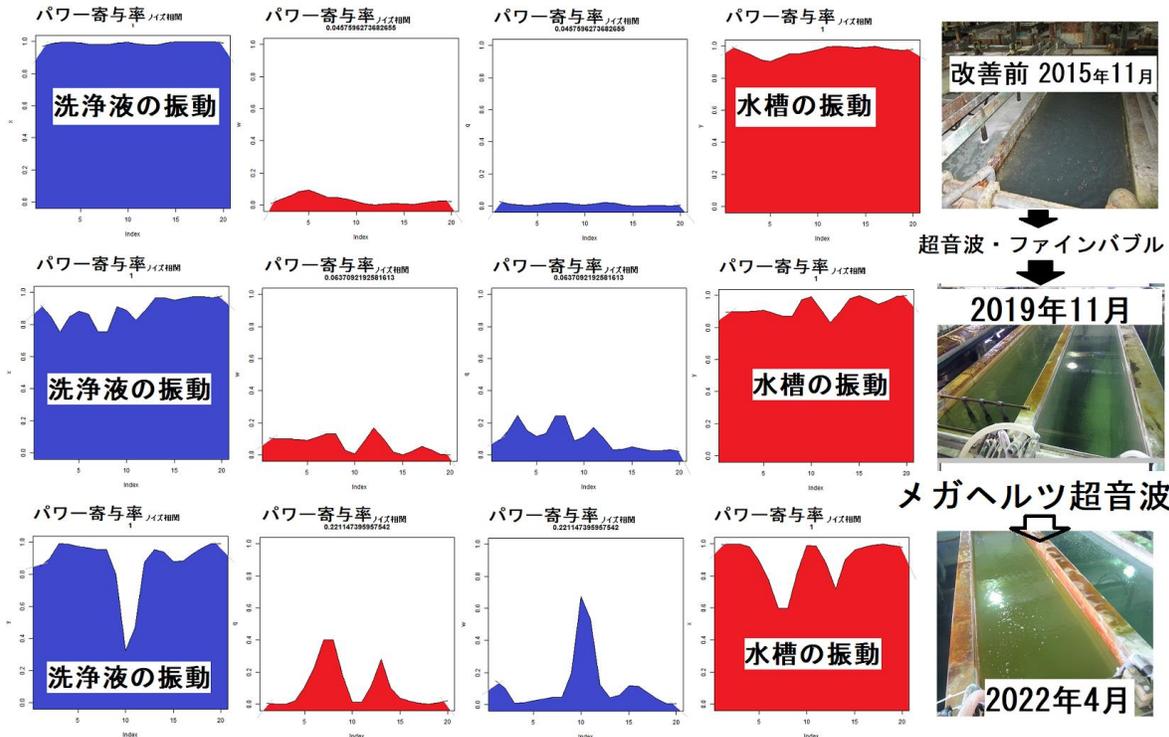
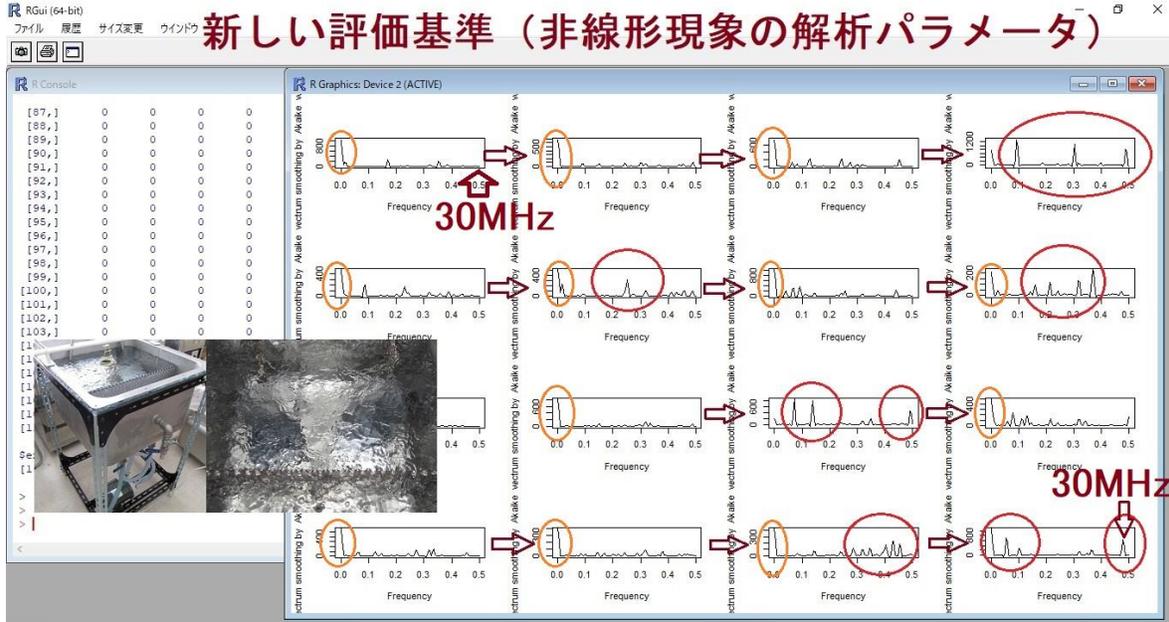
<統計的な考え方>を利用した「超音波技術」

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

超音波の測定解析に基づいた最適化技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1410>





超音波とファインバブルによる水槽の表面改質効果

以上