

# 音圧測定解析に基づいた、

## 超音波プローブの非線形発振制御技術

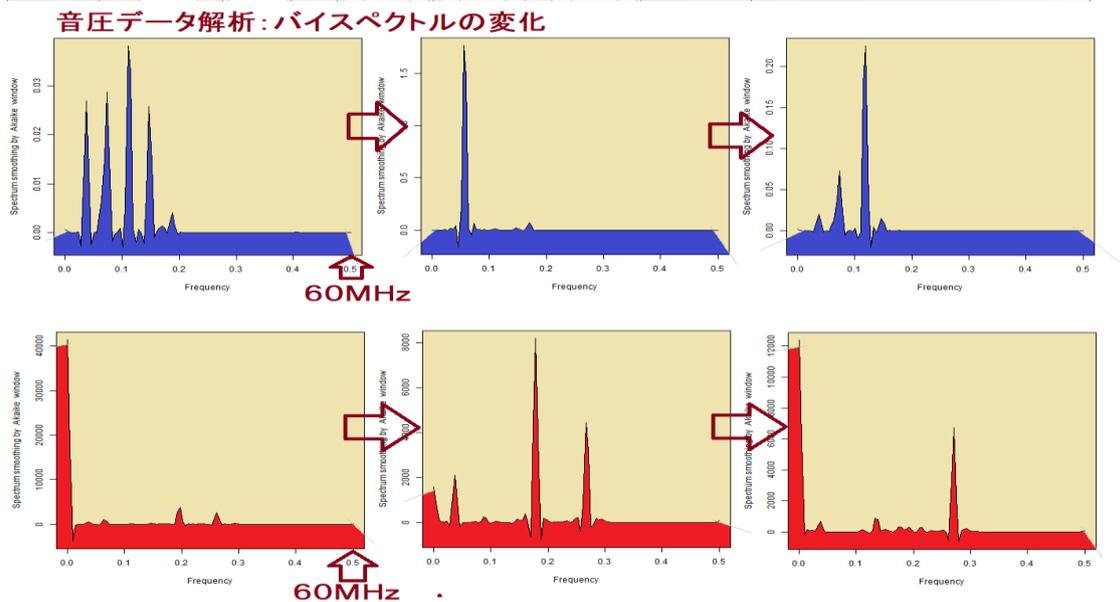
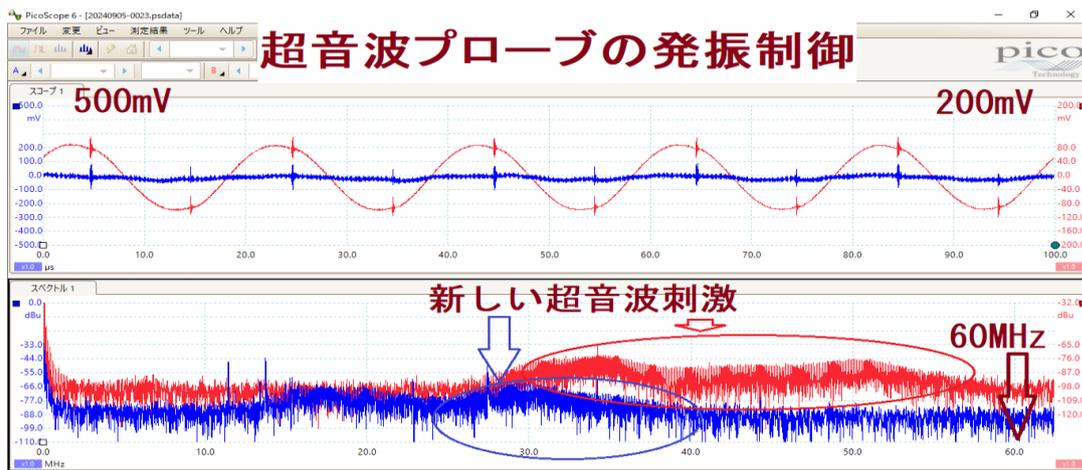
—ファンクションジェネレーターによる、超音波プローブの発振制御技術—

2024. 9. 22 超音波システム研究所

超音波システム研究所は、  
ファンクションジェネレータの二つの発振チャンネルから  
2種類の超音波プローブを発振制御することで、  
各種の相互作用を最適化して  
超音波の非線形現象（注）をコントロールする技術を開発しました。

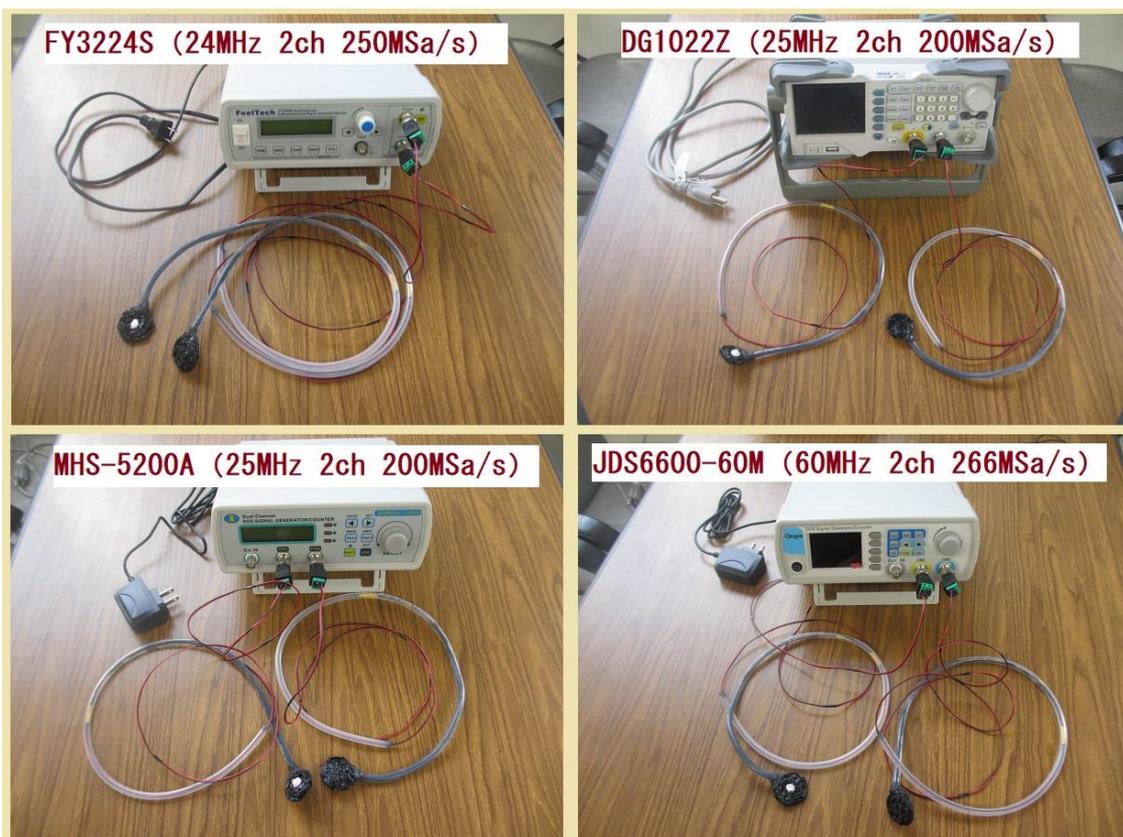
注：非線形（共振）現象

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に実現させたことで起こる、超音波振動の共振現象



各種部材の超音波伝搬特性を目的に合わせて最適化することで  
効率の高い超音波発振制御が可能になります。

超音波テスターの音圧データの測定解析により  
表面弾性波のダイナミックな変化を、  
利用目的に合わせて、コントロールするシステム技術です。



## 超音波発振システム

実用的には、

2種類の超音波プローブによる  
2種類の発振（スイープ発振、パルス発振）が  
複雑な振動現象（オリジナル非線形共振現象）を発生させることで  
高い音圧で高い周波数の伝搬状態、あるいは、  
目的の固有振動数に合わせた  
低い周波数の高い音圧レベルの伝搬状態を実現します。

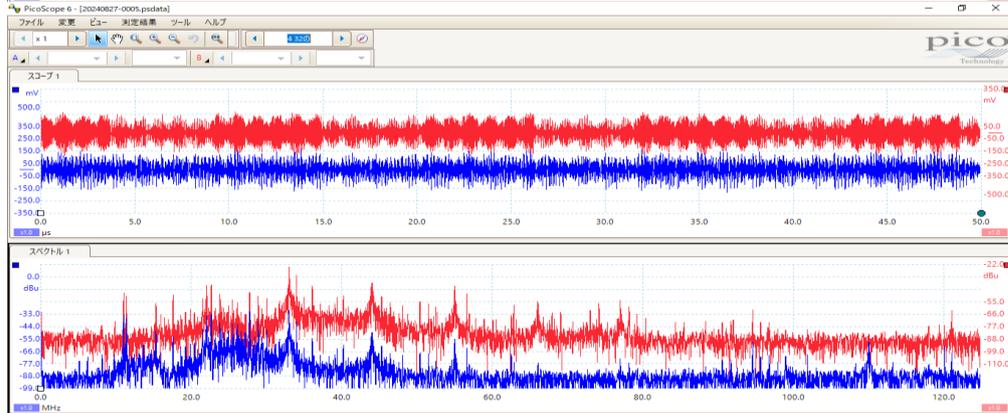
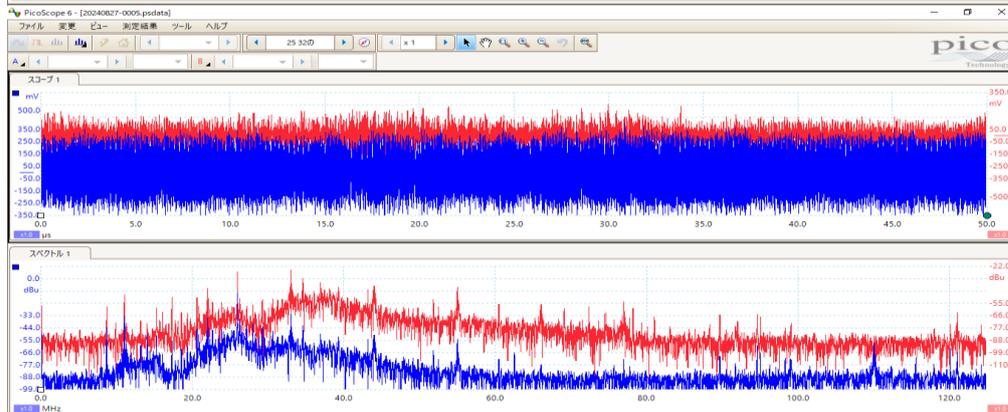
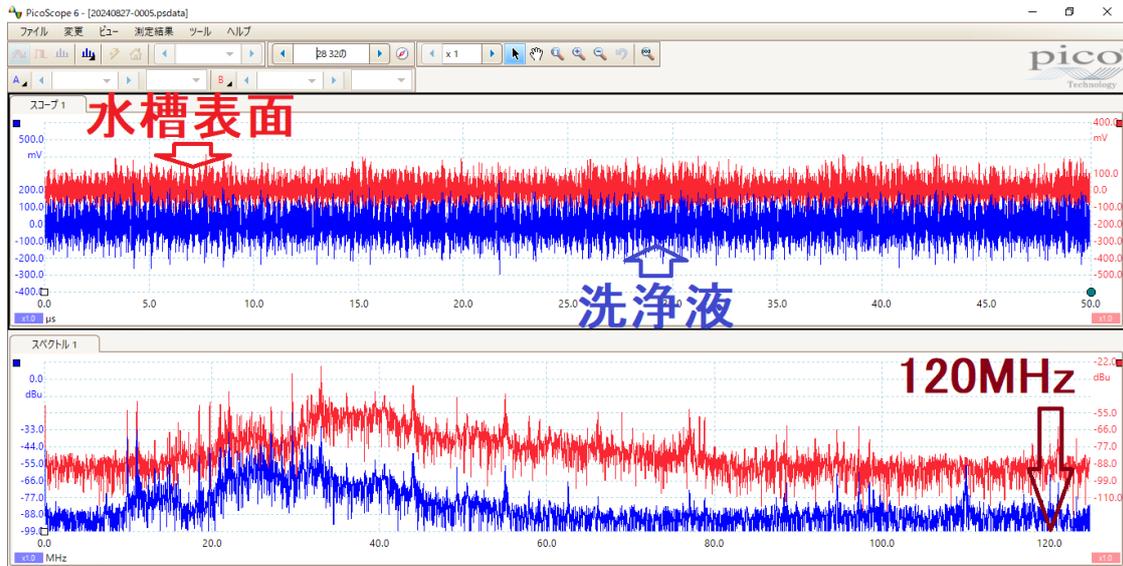
特に、水槽やポンプ・・振動特性とメガヘルツ超音波の最適化により、  
効率の高い超音波制御  
（20W出力で、5000リットルの洗浄液に伝搬）を実現します。

ナノレベルの応用では、

- 1メガヘルツの超音波発振で、
  - 100メガヘルツ以上の周波数変化を含めた
- 効率の高い超音波刺激によるナノ操作が実現しています。

この技術は、音圧（非線形現象）測定・解析に基づいて、  
表面弾性波と超音波伝搬経路の音響特性・相互作用を利用した、  
超音波のダイナミック制御システム技術です。

### 音圧データ：超音波のダイナミック制御

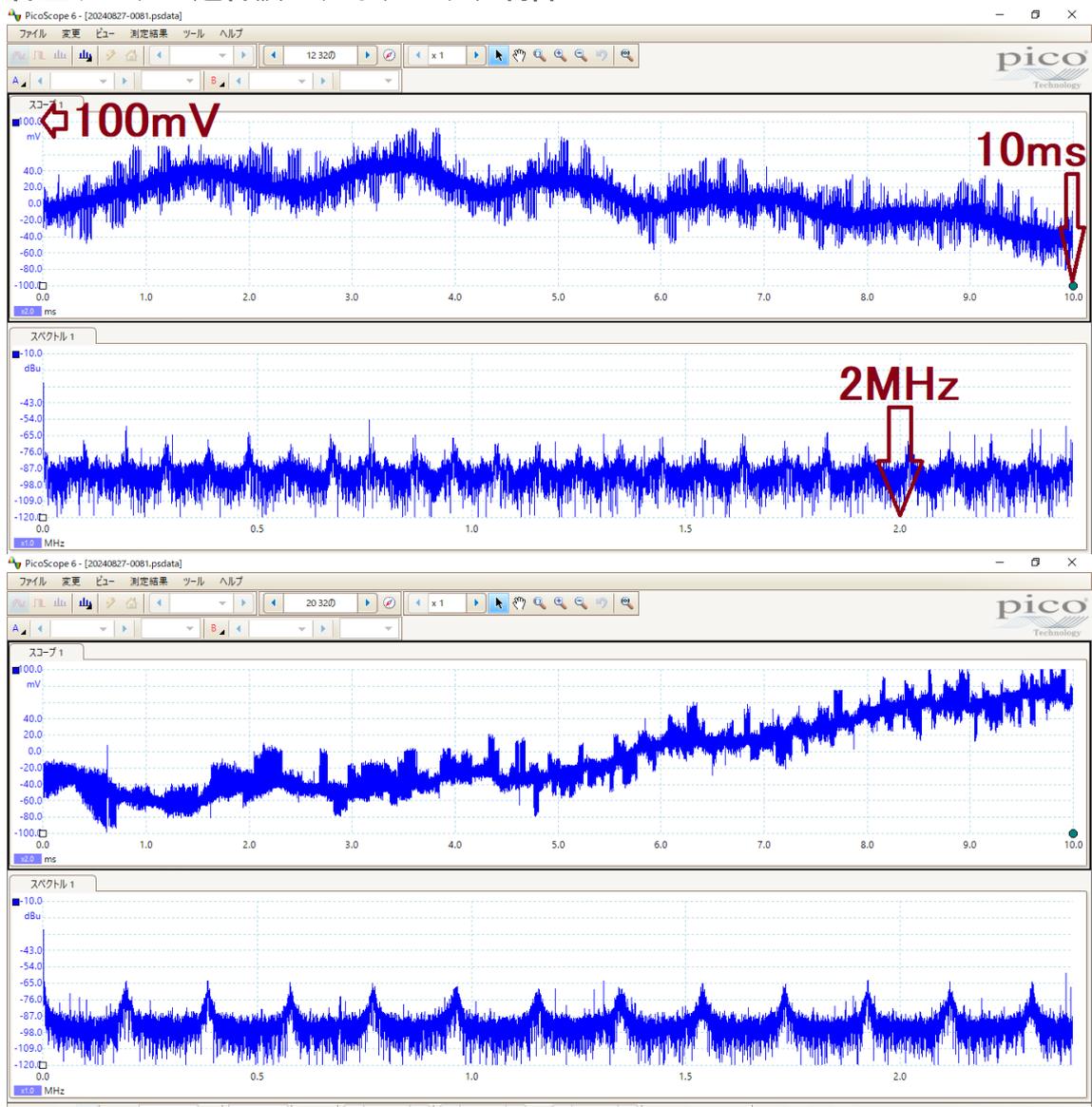


興味のある方は、メールでお問い合わせ下さい  
超音波システム研究所  
メールアドレス [info@ultrasonic-labo.com](mailto:info@ultrasonic-labo.com)  
ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>

### 超音波プローブ：概略仕様

- 測定範囲 0.01 Hz ~ 200 MHz
- 発振範囲 0.5 kHz ~ 25 MHz
- 伝搬範囲 1 kHz ~ 900 MHz 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

### 音圧データ：超音波のダイナミック制御



## 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：解析には下記ツールを利用します

注：OML(Open Market License)

注：TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program)

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

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>

抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>

超音波の非線形現象を評価する技術

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

超音波の音圧測定解析

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1705>

コンサルティング対応<音圧測定・実験・解析・評価>

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15402>

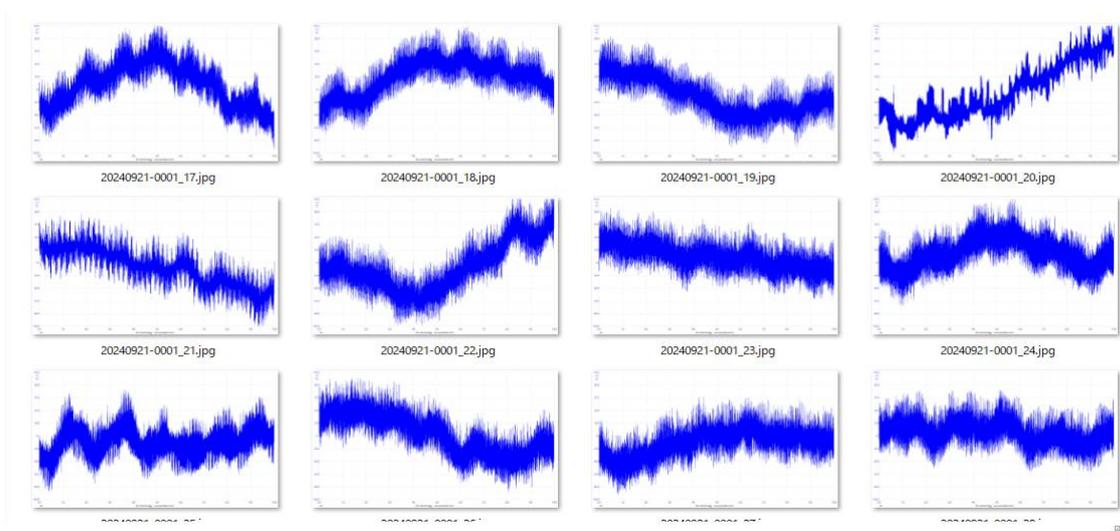
超音波伝搬状態の測定・解析・評価システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1000>

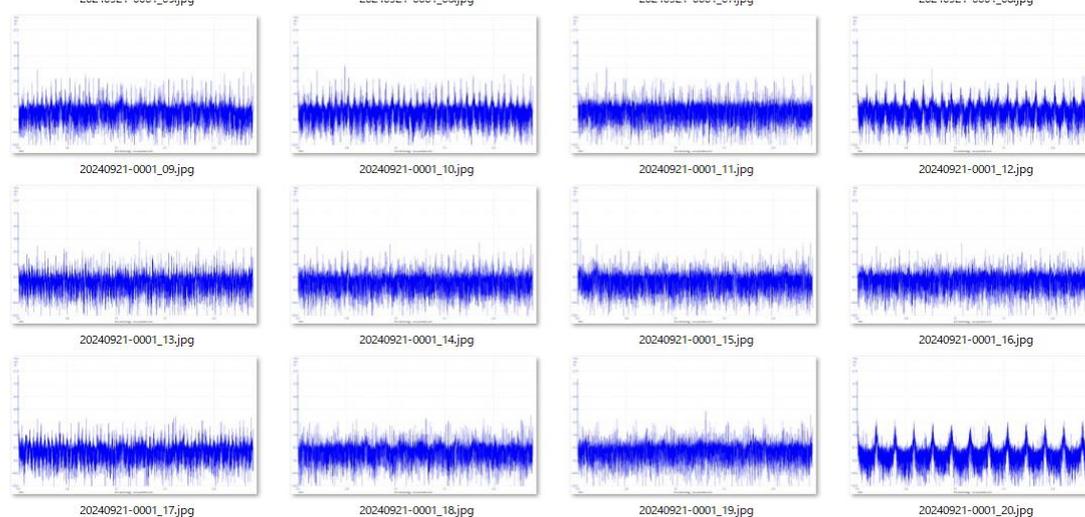
超音波洗浄のメカニズムと効果的な活用法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18171>

## 音圧データ：超音波のダイナミック制御 音圧レベルの変化



## 音圧データ：超音波のダイナミック制御 伝搬周波数の変化



音圧測定解析に基づいた、超音波システムの開発技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1484>

超音波を利用した「振動計測技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>

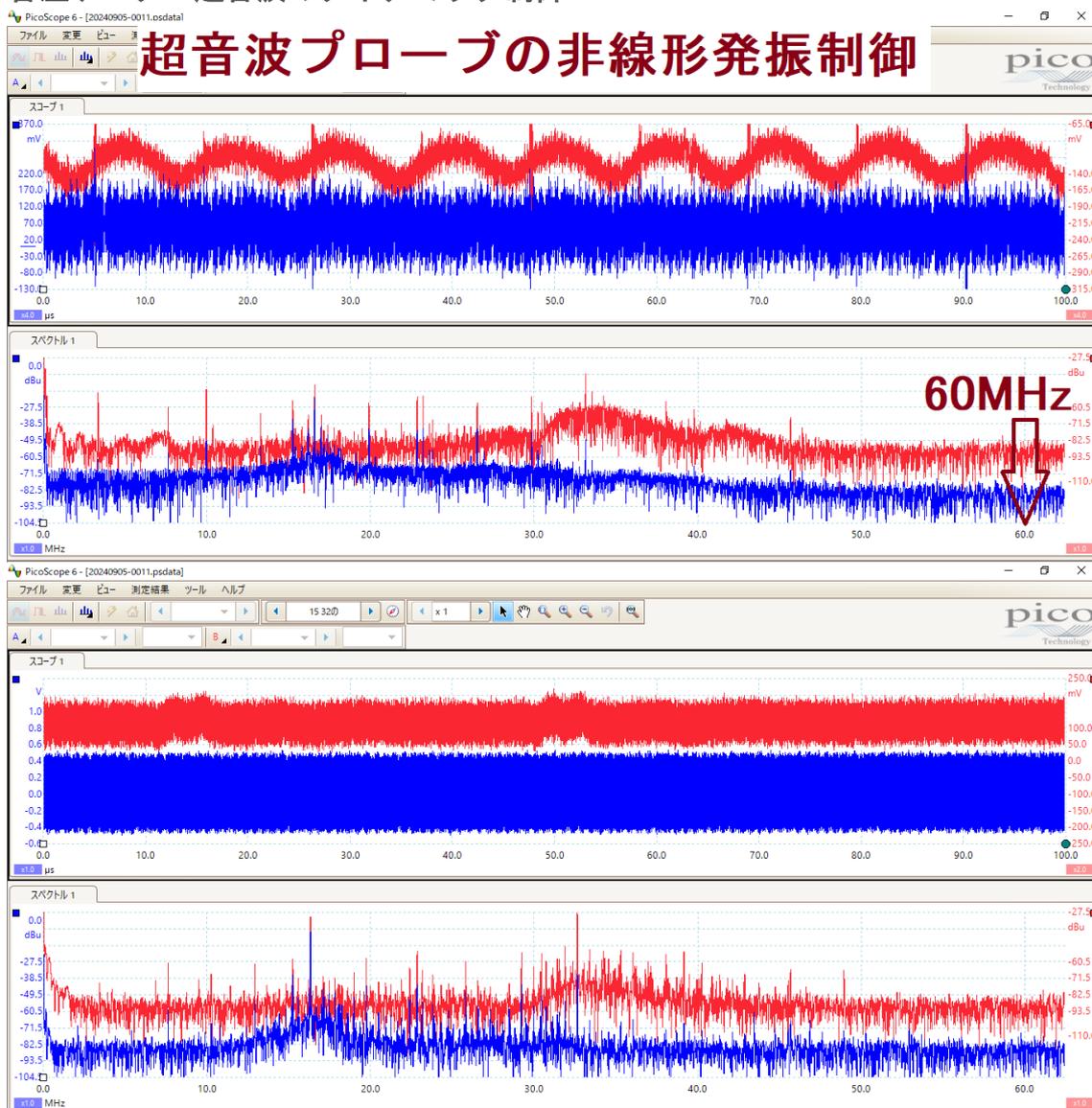
超音波（キャビテーション・音響流）の分類

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17231>

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>

## 音圧データ：超音波のダイナミック制御



超音波洗浄について

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15233>

超音波技術（コンサルティング対応）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1401>

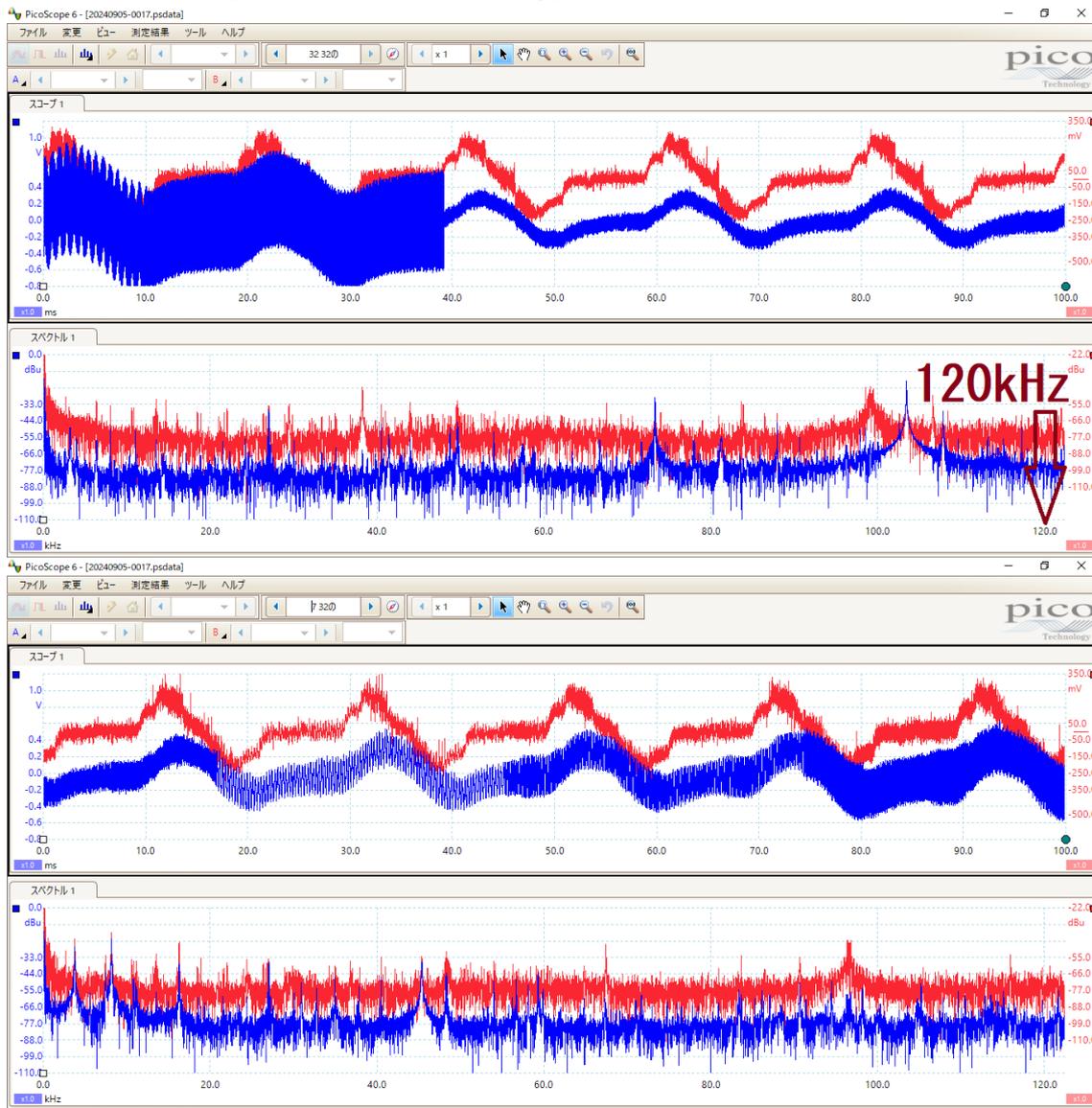
超音波発振システム（20MHz）の製造販売

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

超音波洗浄セミナーテキストの公開

<http://ultrasonic-labo.com/?p=12973>

## 音圧データ：超音波のダイナミック制御



キャピテーションと音響流の制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2947>

超音波の音圧測定解析システム「超音波テスターNA」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16120>

新しい超音波発振制御プローブの製造方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1184>

水槽と超音波と液循環に関する最適化・評価技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7277>

超音波とファインバブル（マイクロバブル）による洗浄技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18101>

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>

シャノンのジャグリング定理を応用した「超音波制御」方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1753>

ジャグリング定理を応用した「超音波制御」方法

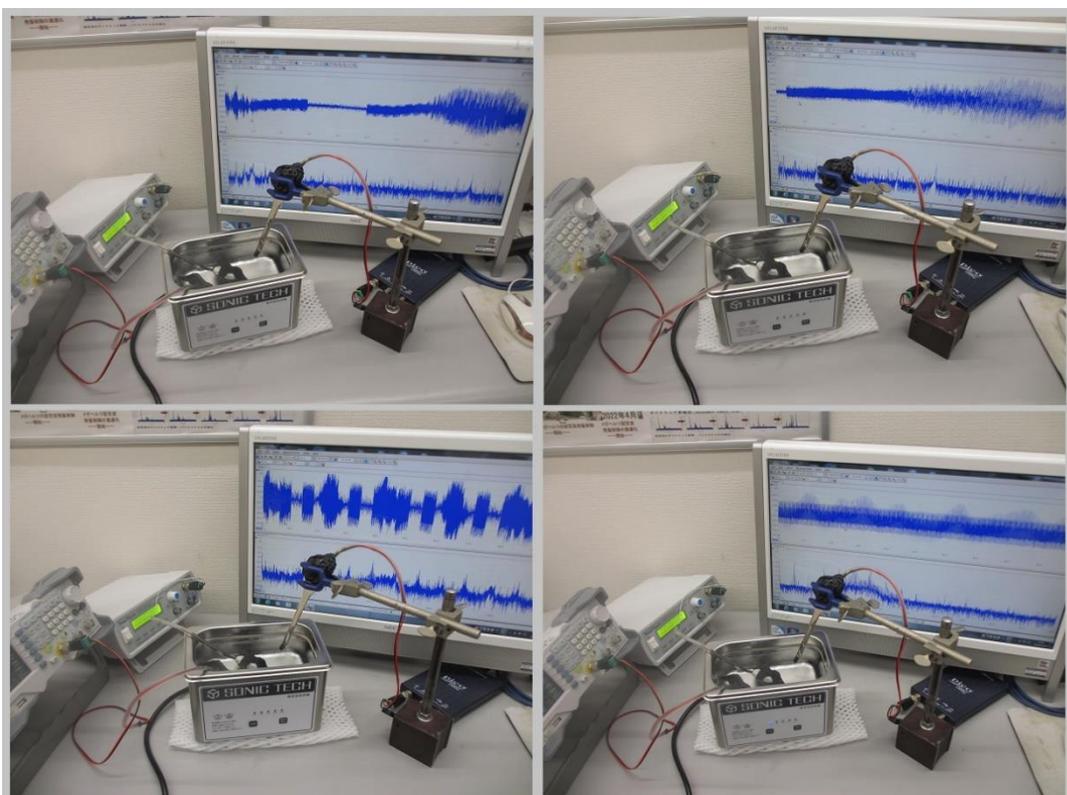
<http://ultrasonic-labo.com/?p=19322>

シャノンのジャグリング定理を応用した「メガヘルツの超音波制御」方法

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

通信の数学的理論を応用した超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1350>



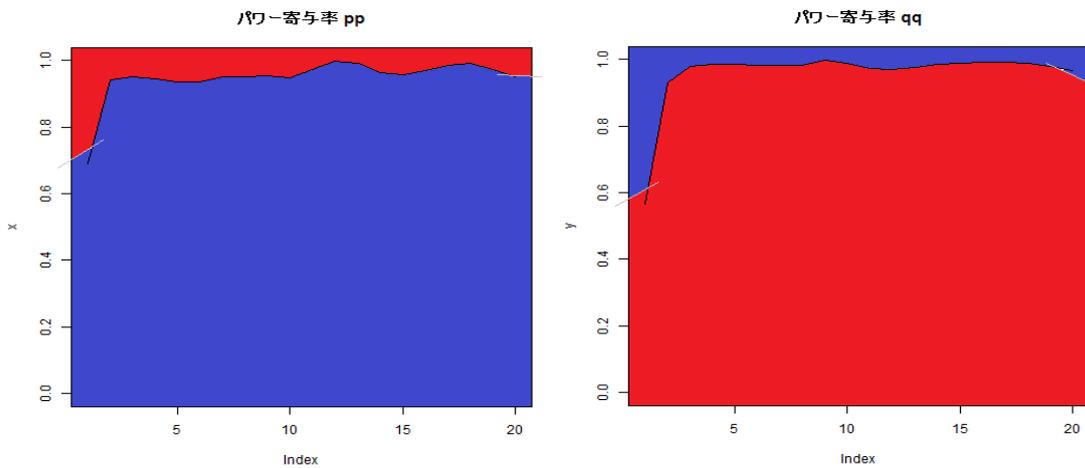
シャノンのジャグリング定理を応用した「メガヘルツの超音波制御」

## <相互作用に関する音圧データ解析結果>

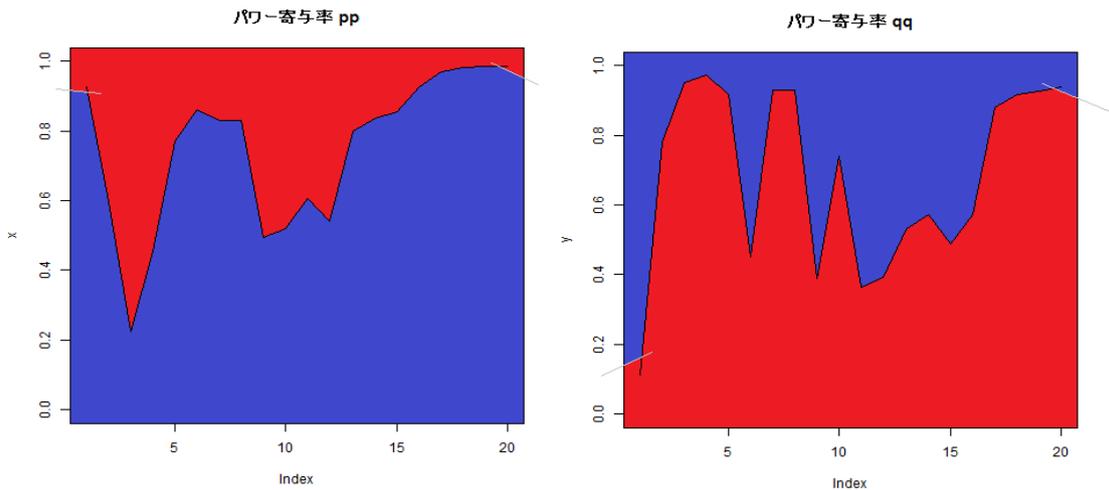
グラフ赤：水槽表面の音圧

グラフ青：洗浄液の音圧

相互作用の小さい事例（超音波伝搬効率の悪い状態）



相互作用の大きい事例（超音波伝搬効率の良い状態）



以上