

# 配管を有する装置の保守メンテナンス技術

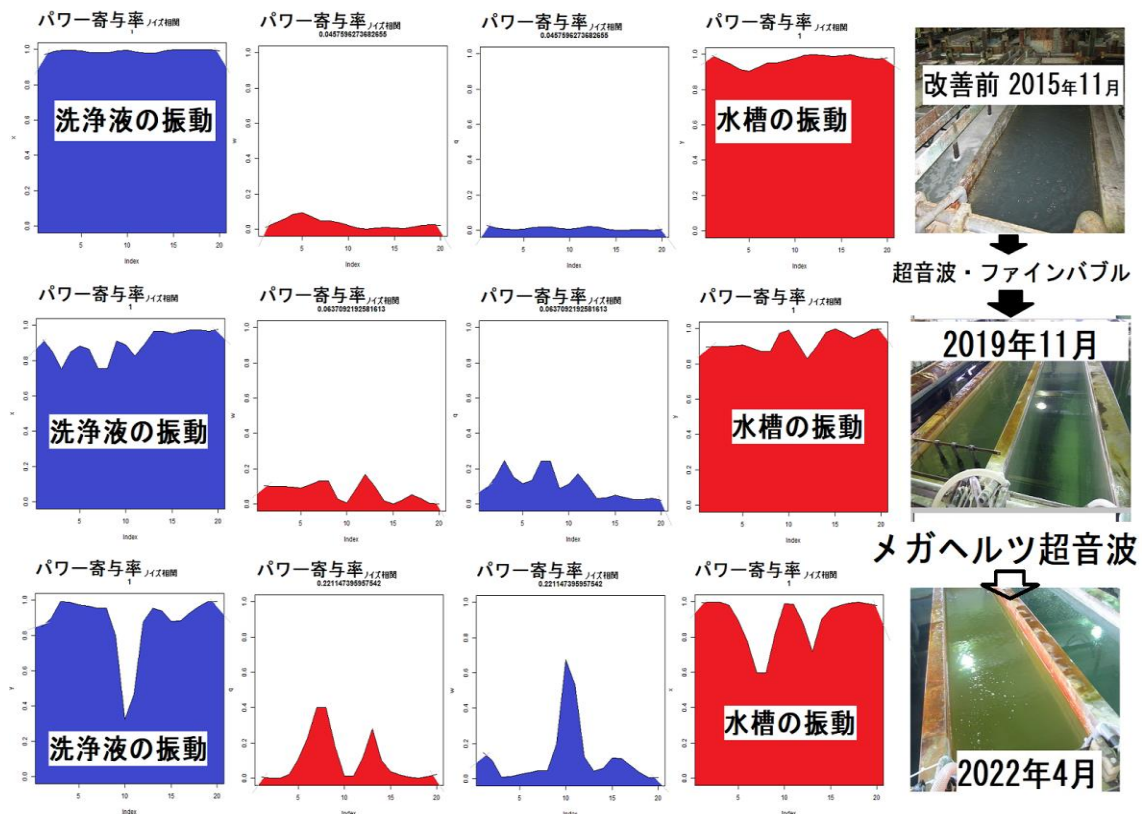
2024.5.14 超音システム研究所

## 概要

- 1: 配管と装置の振動状態を測定する
- 2: 配管と装置の振動関係を解析して、  
配管・装置の相互作用による問題点・改善方法を検討する
- 3: 改善には、メガヘルツ超音波を利用する
- 4: 振動測定に基づいたメガヘルツ超音波の発振制御条件を検討する
- 5: 定期的な振動測定により超音波の制御条件を調整・最適化する

## 効果

- 1: 振動状態: 振動モードの変化を把握(劣化の進行状態が推測できる)
- 2: 配管トラブルの対策が実現できる  
(配管のつまり、配管の割れ、交換期間の長期化、・・・実績多数)
- 3: 長期的な装置の安定化、品質改善・新しい効果の検出・・・

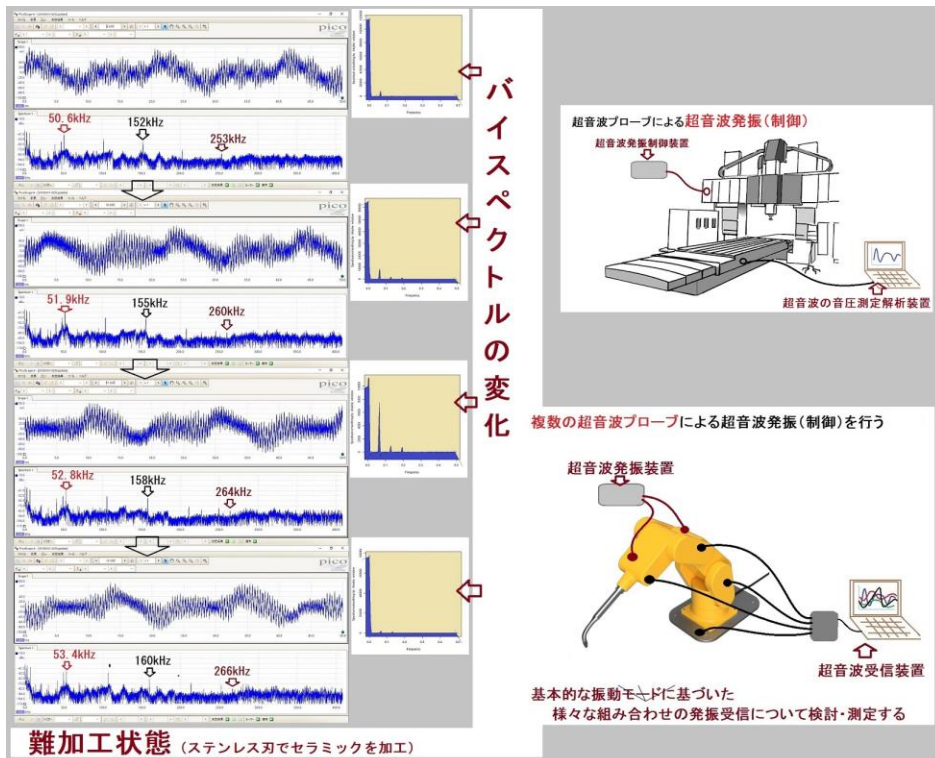


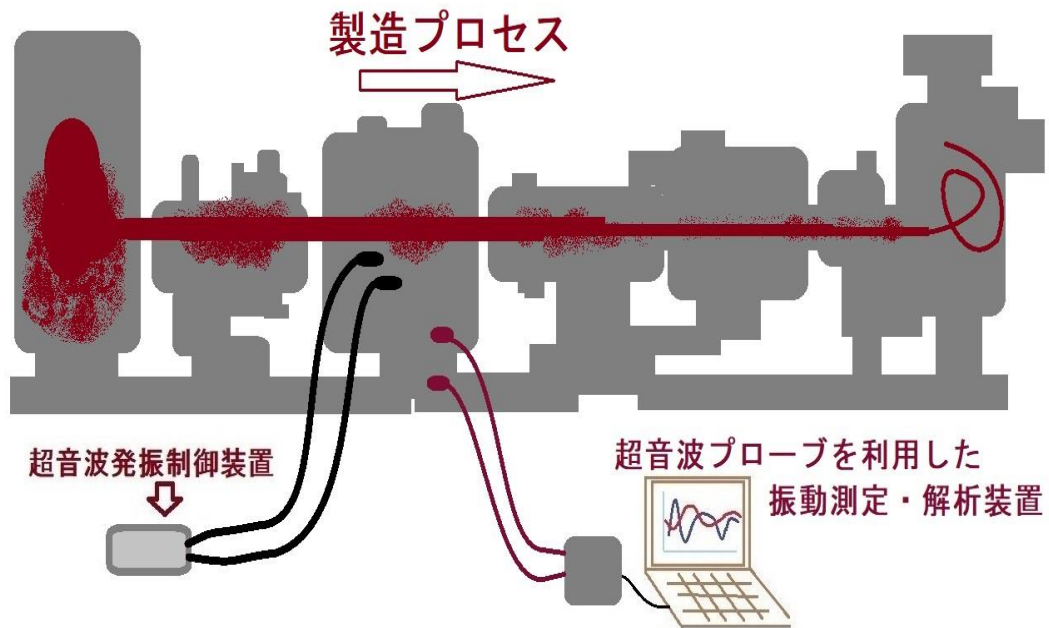
超音波とファインバブルによる水槽の表面改質効果

**保守メンテナンス技術の根拠となった現象**

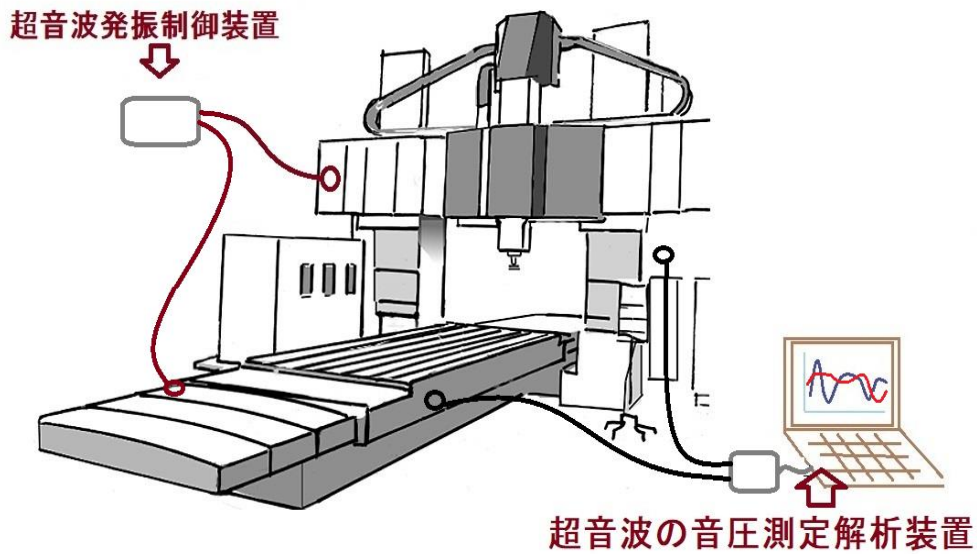
## 理由

- 1: 超音波の発振・測定技術の研究開発は少なく、  
具体的な個別の機器に対する応用には、大きな可能性がある
- 2: 各種流量計に関しても、配管の振動測定は不十分である  
多くの場合、測定周波数範囲が狭い  
(0. 1Hz~200MHzの範囲で測定することで様々な事項を検出)
- 3: 配管・装置の振動は、低周波の共振現象: 配管部・・・と高周波の非線形現象: 流量制御部・・・を含んだダイナミックな変化が起きている
- 4: 日本の装置は、地震の影響・・・により経時変化が大きい
- 5: 多くの装置(半導体製造装置・・・)について、配管内部の流れが最適に設計されていない(不安定な振動現象発生の原因)
- 6: 流れを含んだ振動現象を最適にすることで、効率の改善とトラブルの低減が実現する(液循環対策によるコンサルティング対応実績多数)
- 7: 流れの最適化に、コンストラクタル法則を理解して応用する
- 8: 時系列の振動測定データを、非線形解析により評価する  
(非線形解析に基づいた超音波制御コンサルティング対応実績多数)
- 9: 圧電素子の操作・利用技術を追求する  
(利用目的に合わせた、圧電素子の表面処理による、対応・利用実績多数)
- 10: 各種制御は、非線形現象の解析結果に基づいて行う
- 11: 将来は、様々な装置・機械・プラント・・・への応用が可能

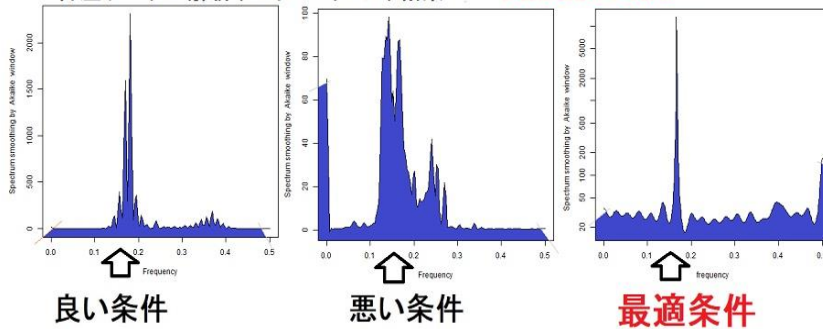




**超音波プローブによる超音波発振(制御)**



音圧データの解析(バイスペクトル)結果 ---非線形現象による評価---



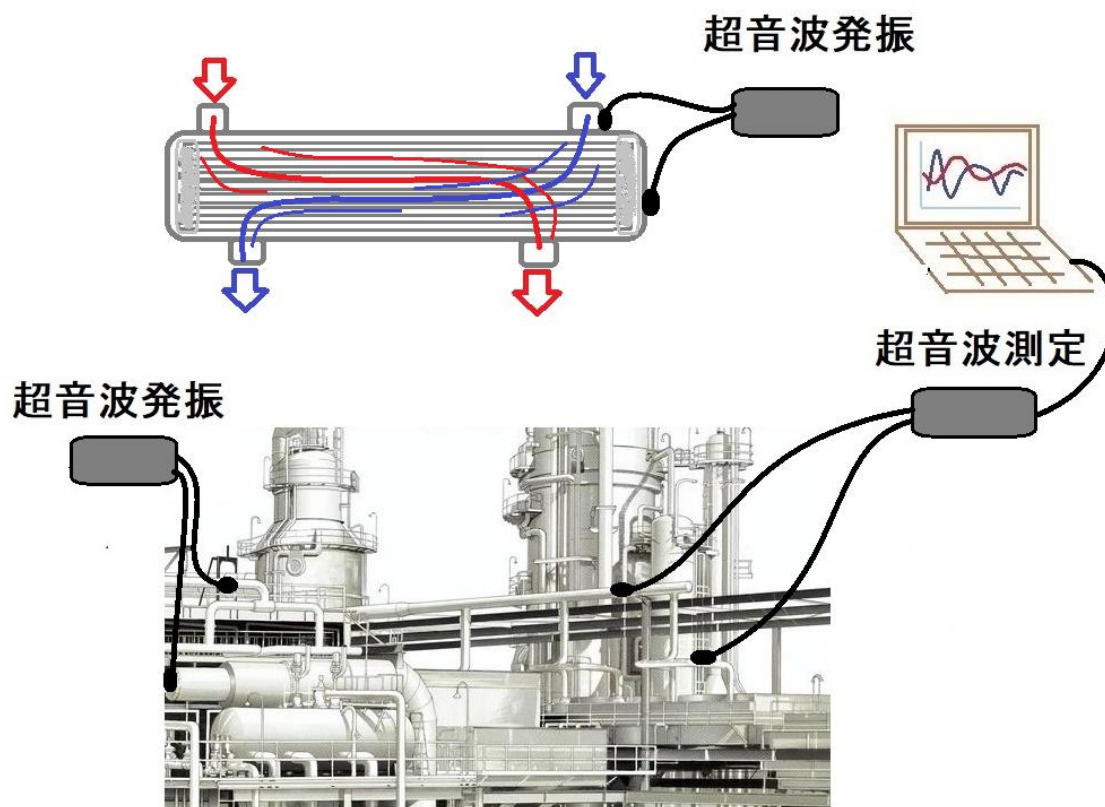
## <配管の保守・メンテナンスへの超音波利用技術>

配管内面に堆積物が生じる現象の対策  
配管内部を流れる流体の流動性改善  
配管内部を流れる流体の均一化处理  
配管の金属疲労強度の向上(残留応力の緩和)  
...

10W以下のメガヘルツ超音波発振制御技術を応用

- 1) 配管の振動状態を測定・解析
- 2) 計測に基づいた超音波発振制御
- 3) 振動計測による、装置全体の状態を評価
- 4) 評価に基づいた、メガヘルツ超音波の最適化

参考イメージ図



ポイントは、超音波素子表面の表面弾性波について  
伝搬特性と利用目的に合わせた、**最適化**です。

そのために、オリジナルプローブの超音波伝搬特性を、音圧測定解析評価  
(音圧レベル、周波数範囲、非線形性、・・・ダイナミック特性)により、  
利用目的に合わせた状態に、**プローブの素子表面を調整**します。

## メガヘルツの超音波発振制御プローブ（超音波システム研究所）

メガヘルツの超音波発振制御プローブ：概略仕様

測定範囲 0.01Hz～200MHz

発振範囲 0.1kHz～60MHz

（伝搬周波数範囲 1kHz～900MHz以上）

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

オリジナル超音波プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8163>

超音波プローブによる非線形伝搬制御技術

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

超音波プローブ（発振型、測定型、共振型、非線形型）の製造技術

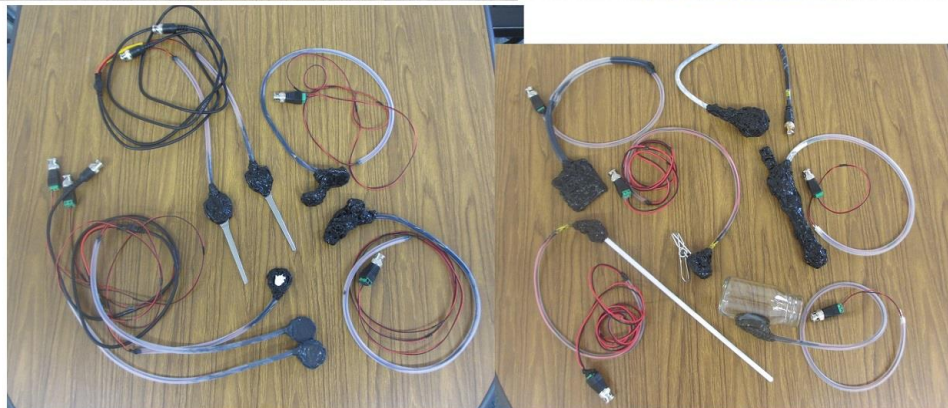
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1566>

メガヘルツの超音波発振制御プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14570>

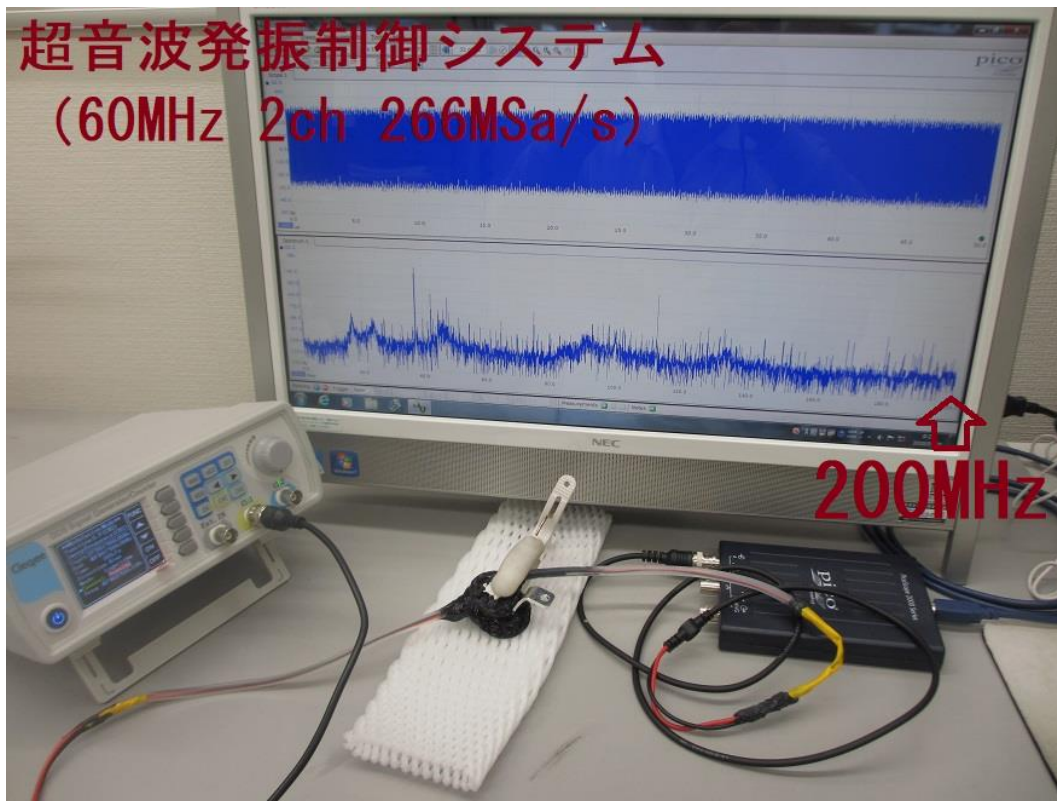
超音波プローブ

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



オリジナル超音波発振制御プローブ

## 超音波発振制御システム (60MHz 2ch 266MSa/s)



超音波プローブ(音圧測定・非線形振動解析)

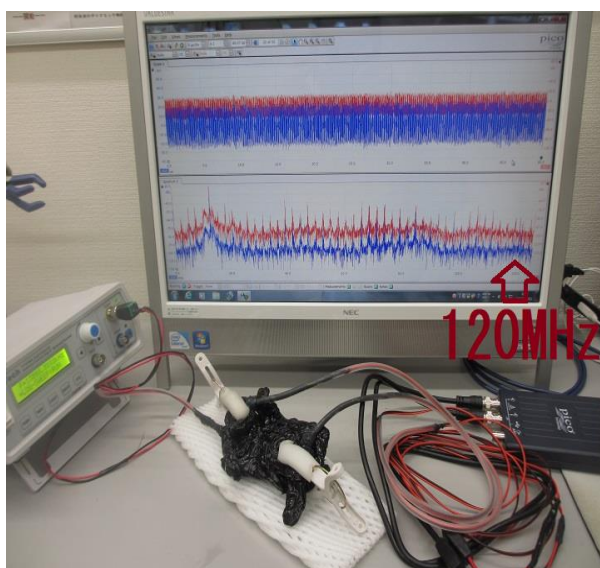
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1263>

超音波プローブによる<メガヘルツの超音波発振制御>技術

<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>



超音波プローブの伝搬特性テスト

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

<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>

二種類の超音波プローブを発振制御する技術

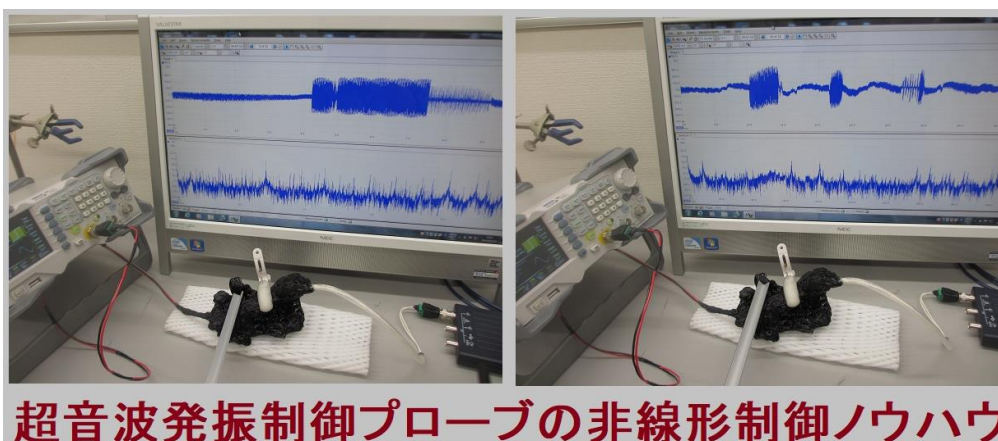
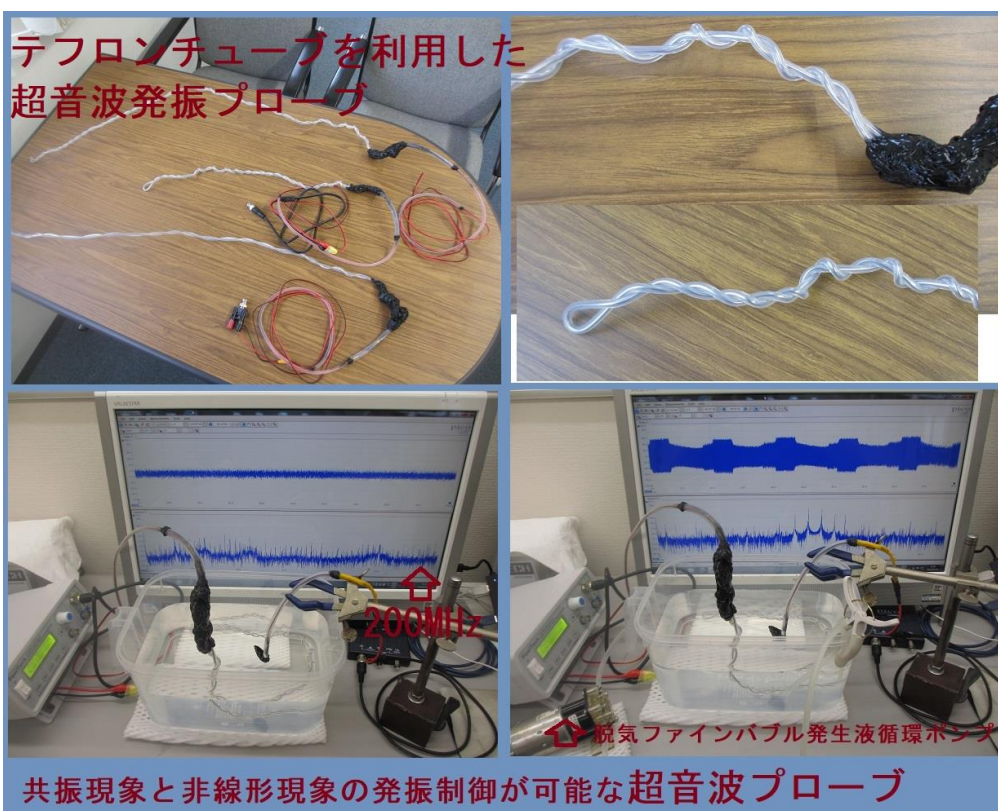
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14350>

標準設定として、

矩形波（duty 17-47%）のスweep発振と

矩形波（duty 17-47%）のパルス発振の組み合わせを利用しています

オーダーメイド対応の超音波プローブによる共振現象の制御を実現しています



## 振動測定システム(超音波システム研究所)



### 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

### 超音波「音圧測定解析装置(超音波テスターNA)」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1722>

### 超音波発振制御システム(20MHz)

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

### 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>



以上