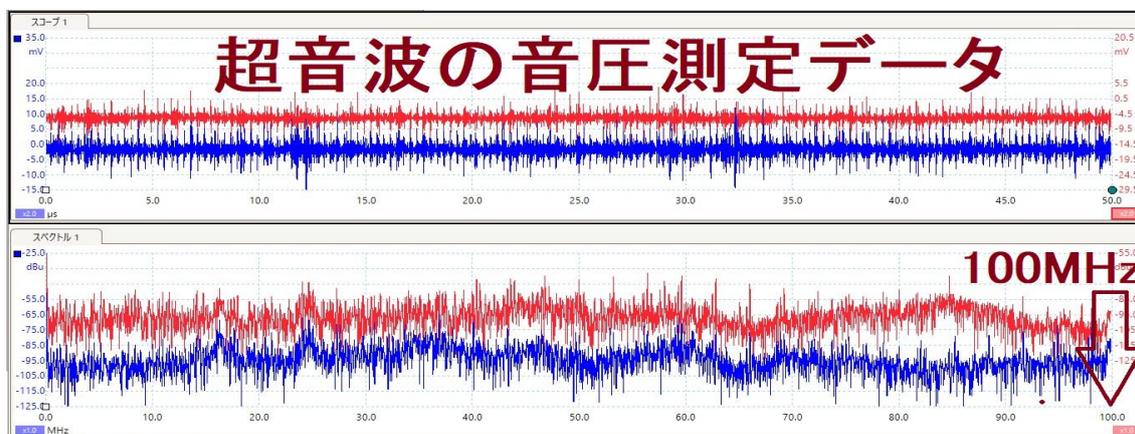


# メガヘルツの超音波制御

(洗浄、加工、攪拌、表面処理・・・)

超音波システム研究所は、  
超音波発振制御プローブを利用することで、  
1 - 100MHzの超音波伝搬状態を制御可能にする  
下記のオリジナル超音波技術を開発しました。

- 1) 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
- 2) 音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬制御技術
- 3) 超音波伝搬用具を利用した超音波制御技術
- 4) スイープ発振とパルス発振の組み合わせによる超音波制御技術
- 5) チタン製ストローを利用した、超音波伝搬制御技術
- 6) 超音波とファインバブルのダイナミック制御技術
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 線材の音響特性を利用した超音波発振制御技術
- 10) 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
- 11) 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  
（500Hz～100MHzの超音波制御）
- 12) 超音波振動の相互作用（共振・非線形現象）を発振制御する技術
- 13) 超音波システム（製造販売・コンサルティング対応）  
-----超音波の最適化技術-----



## 1) 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

超音波プローブ：概略仕様

**測定範囲** 0.01Hz～100MHz

**発振範囲** 0.5kHz～100MHz

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

＜金属・樹脂・ガラス・・・の音響特性＞を把握することで  
発振制御により、音圧レベル、周波数、ダイナミック特性について  
目的に合わせた伝搬状態を実現します

### 超音波プローブ 測定型（非線形タイプ）



超音波伝搬状態の測定・解析・評価技術に基づいた、  
精密洗浄・加工・攪拌・検査・・・への新しい基礎技術です。

各種部材（ガラス容器・・・）の音響特性（表面弾性波）の利用により  
20W以下の超音波出力で、3000リッターの水槽でも、  
数トンの構造物、工作機械、・・・への超音波刺激は制御可能です。

弾性波動に関する工学的（実験・技術）な視点と  
抽象代数学の超音波モデルにより  
非線形現象の応用方法として開発しました。

ポイントは  
超音波素子表面の表面弾性波利用技術です、  
対象物の条件・・・により  
超音波の伝搬特性を確認（注1）することで、  
**オリジナル非線形共振現象**（注2、3）として  
対処することが重要です

**注1：超音波の伝搬特性**

非線形特性 応答特性 ゆらぎの特性 相互作用による影響

**注2：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に実現させたことで起こる  
超音波振動の共振現象

**注3：過渡超音応力波**

変化する系における、ダイナミック加振と応答特性の確認  
時間経過による、減衰特性、相互作用の変化を確認  
上記に基づいた、過渡超音応力波の解析評価

**注4：ダイナミック制御の基本**

発振制御は、スイープ発振とパルス発振の組み合わせにより  
利用目的に合わせた、音圧レベル、周波数範囲の  
ダイナミックな変化状態を制御設定で実現します  
その結果、超音波プローブは、以下の4タイプになります  
発振型（共振タイプ、非線形タイプ）  
測定型（共振タイプ、非線形タイプ）

## 超音波プローブ 発振型(非線形タイプ)



参考動画

<https://youtu.be/o787CmTITgQ>

<https://youtu.be/WCGtQeFbliw>

<https://youtu.be/N49AvRRPI-Y>

<https://youtu.be/bVD6oFbuPng>

<https://youtu.be/QFSUs2QAn5w>

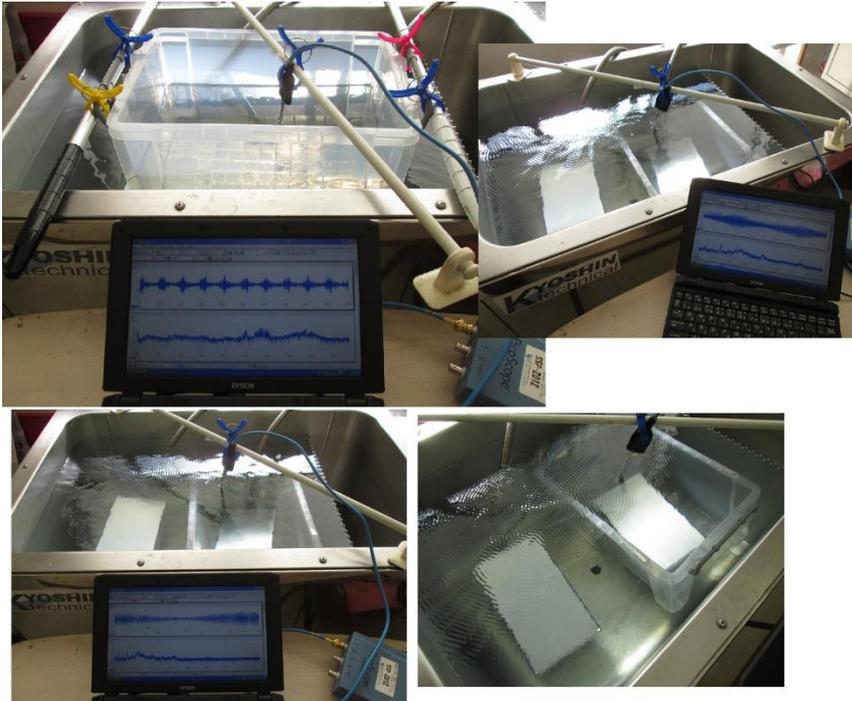
[https://youtu.be/iku5\\_Cuhjr8](https://youtu.be/iku5_Cuhjr8)

## 2) 音圧測定解析に基づいた、超音波伝搬制御技術

超音波システム研究所は、

超音波の発振制御による、表面弾性波の伝搬状態について  
低周波と高周波の組み合わせによる  
共振現象をコントロールする技術を開発しました。

新しい超音波伝搬部材（ステンレス線、チタン製ストロー・・・）  
の利用により、目的に合わせた効率の高い超音波利用が可能になります。



超音波テストの音圧データの測定解析により  
表面弾性波の複雑な変化を、  
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。

実用的には、

複数（2種類）の超音波プローブによる  
複数（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

（30W出力で、3000リットルの洗浄液に伝搬）を実現します。

参考動画

<https://youtu.be/RRsIftu4nM8>

<https://youtu.be/dq07T0sDNIA>

[https://youtu.be/\\_lxWP8LHttQ](https://youtu.be/_lxWP8LHttQ)

<https://youtu.be/rhmNypUaYHI>

<https://youtu.be/uIIOMHY5dR8>

<https://youtu.be/urISQ-9hXdw>

### 3) 超音波伝搬用具を利用した超音波制御技術

超音波システム研究所は、

複数の部材の表面弾性を利用した、新しい超音波伝搬用具を開発しました。

この技術を、応用した

「超音波伝搬制御技術」についてコンサルティング対応します。



## 新しい超音波伝搬用具

超音波伝搬用具：概略仕様

測定範囲 0.01Hz~100MHz

発振範囲 1Hz~100MHz

材質 ステンレス、LCP樹脂、シリコン、テフロン、ガラス・・・

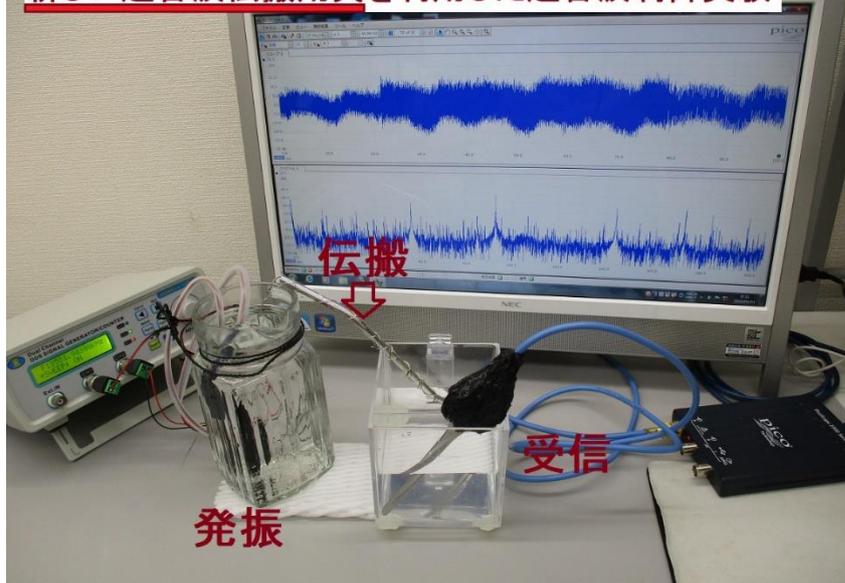
発振機器 例 ファンクションジェネレータ

＜金属・樹脂・ガラス・・・の音響特性＞を把握することで  
表面弾性波（伝搬状態）のダイナミック制御を実現しました。  
各種目的（洗浄、攪拌・・・）に合わせた伝搬状態を実現します

注意：ダイナミック制御の特性

パワースペクトルの変化、自己相関の変化、バースペクトルの変化

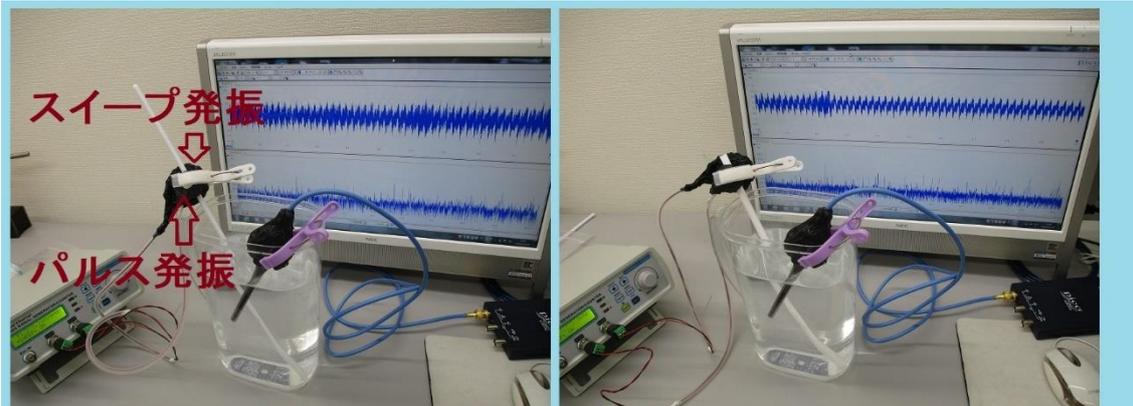
### 新しい超音波伝搬用具を利用した超音波制御実験



#### 4) スイープ発振とパルス発振の組み合わせによる超音波制御技術

超音波システム研究所は、  
表面弾性波の非線形振動現象を利用した  
スイープ発振とパルス発振の組み合わせによる  
超音波の発振制御技術を開発しました。

2種類の超音波発振制御プローブにより、  
利用目的と相互作用の測定・解析確認に基づいた  
スイープ発振とパルス発振の条件設定を行います。



テフロンを使用した超音波発振制御技術

### 溶剤への超音波伝搬技術

対象物や水槽、治工具・・・の固有振動数や  
システムの振動系似合わせた、  
低周波の共振現象を利用することで  
30W程度の出力でも  
3000-5000リットルの水槽内に  
高い音圧を伝搬することが可能になります。

ダイナミックな変化として、同時に、  
1MHzの発振に対する  
10次、30次、100次・・・の高調波の発生も実現出来ます。

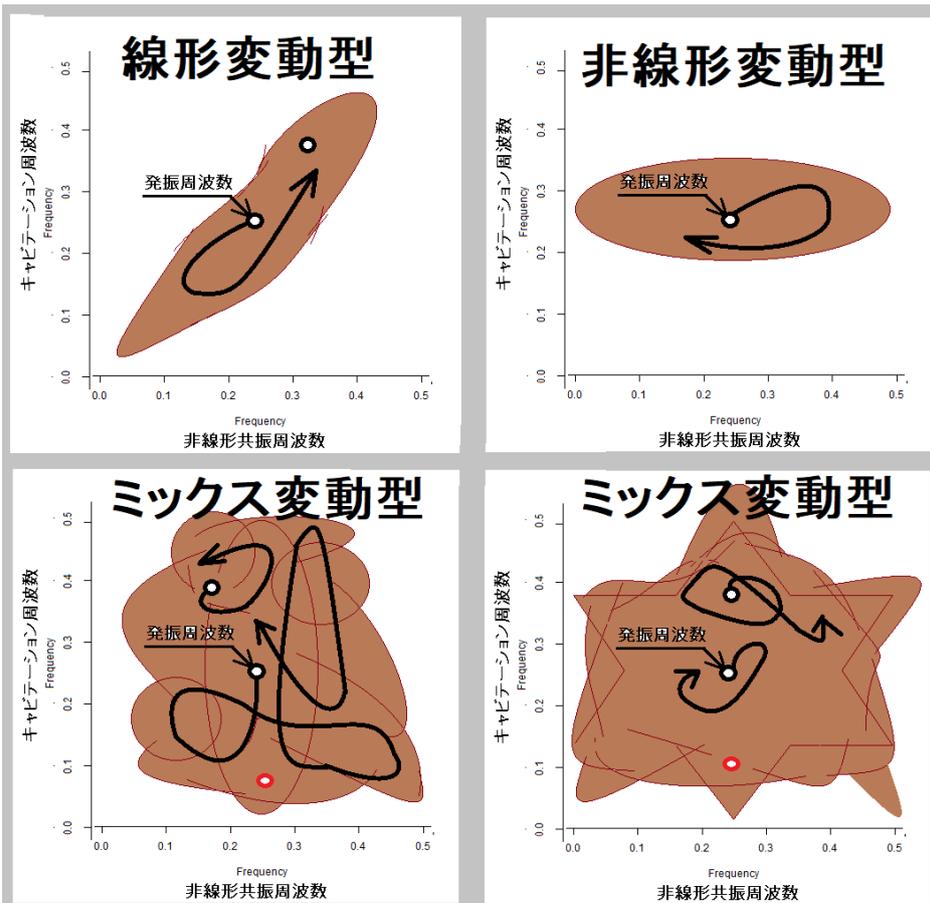
ポイントは、音圧データの測定・解析に基づいた  
システムのダイナミックな振動特性を評価することです。  
目的に適した超音波の状態を示す  
新しい評価基準（パラメータ）を設定・確認（注）しました。

注：

非線形特性（音響流のダイナミック特性）  
応答特性      ゆらぎの特性      相互作用による影響

統計数理の考え方を参考に

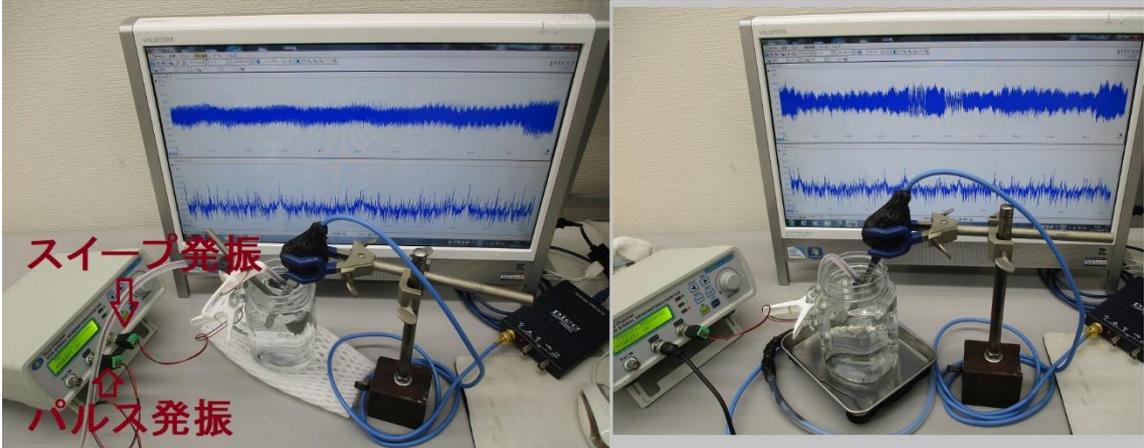
対象物の音響特性・表面弾性波を考慮した  
オリジナル測定・解析手法を開発することで  
振動現象に関する、詳細な各種効果の関係性について  
新しい技術として開発しました。



〜 スイープ発振 ○ パルス発振

詳細な、スイープ発振とパルス発振・・・の設定条件は  
超音波プローブや発振機器の特性も影響するため  
実験確認に基づいて決定します。

その結果、  
超音波の伝搬状態と対象物の表面について  
新しい非線形パラメータが大変有効である事例が増えています。



複数の超音波発振・液循環・・・各種制御の組み合わせは、以下の項目を目的に合わせて最適化します。

- 1) 線形現象と非線形現象
- 2) 相互作用と各種部材の音響特性
- 3) 音と超音波と表面弾性波
- 4) 低周波と高周波（高調波と低調波）
- 5) 発振波形と出力バランス
- 6) 発振制御と共振現象（オリジナル非線形共振現象（注1））

・・・

上記について

音圧測定データに基づいた

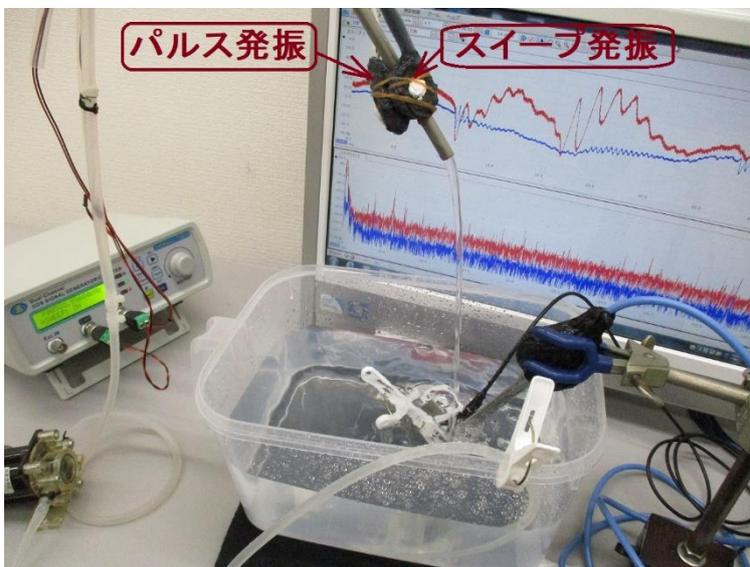
統計数理モデル（スペクトルシーケンス（注2））により表面弾性波の新しい評価方法で最適化します。

（注1）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次の高調波をダイナミックな時間経過の変化で発生する共振現象により高い振幅で高い周波数を実現させたことで起こる超音波振動の共振現象

（注2）超音波の変化を、抽象代数の圏論やコホモロジーの

スペクトルシーケンスに適応させるといったオリジナル方法を利用した表現（統計数理モデル）



チタン製ストローを利用した**超音波シャワー**

参考動画

<https://youtu.be/oenK-6gIRBQ>

[https://youtu.be/\\_IPwiEQsX2Y](https://youtu.be/_IPwiEQsX2Y)

<https://youtu.be/jN24ceIoe9Y>

[https://youtu.be/4pL53\\_WVu4k](https://youtu.be/4pL53_WVu4k)

<https://youtu.be/orG2YJUhgE>

<https://youtu.be/eVGXz4U6rzI>

<https://youtu.be/zw8ZR6FcDo0>

<https://youtu.be/RRsIftu4nM8>

## 5) チタン製ストローを利用した、超音波伝搬制御技術

超音波システム研究所は、

キャビテーションと音響流の分類に基づいて

チタン製ストローを利用した「超音波伝搬制御技術」を開発しました。

超音波テスターによる

流れと超音波とファインバブルの複雑な変化を、

各種の相互作用を含めた音圧測定解析により

利用目的に合わせて、音響流の変化をコントロールするシステム技術です。

実用的には、

シャワー用の脱気ファインバブル発生液循環装置について

ON/OFF制御（あるいは流量・流速・・・の制御）を

各種相互作用・振動モードに対して最適化する方法です。

特に、チタン製ストローの音響特性と

メガヘルツ超音波の発振制御により、

**オリジナル非線形共振現象**（注1）をコントロールすることで、

新しいダイナミック超音波制御技術の効果（注2）を実現しています。

### 注1：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に実現させたことで起こる超音波振動の共振現象

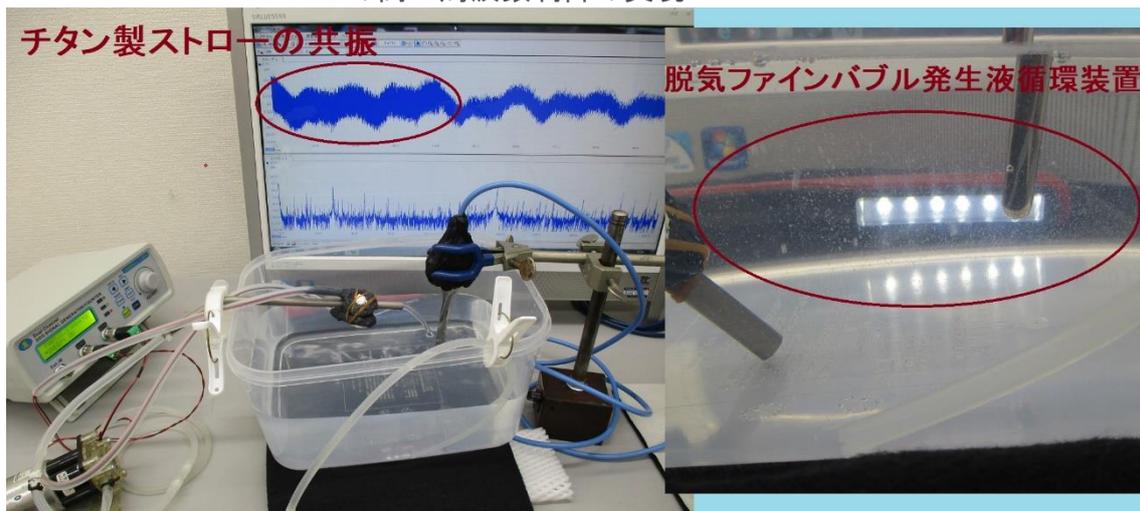
### 注2：ダイナミック超音波制御技術の効果

流水の振動モードに対する

チタン製ストローの共振現象による高い音圧制御の実現

流水の乱流現象とチタン製ストローの表面弾性波による

10～100MHzの高い周波数制御の実現



### ■参考動画

[https://youtu.be/23G\\_vINIM0w](https://youtu.be/23G_vINIM0w)

<https://youtu.be/vyZ34-nz88U>

<https://youtu.be/Qu3P19tZ-ps>

<https://youtu.be/PfJhrClkFoc>

<https://youtu.be/BuhvwpYi-4c>

<https://youtu.be/fzEhLWcmOMo>

## 6) 超音波とファインバブルのダイナミック制御技術

### <<脱気ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置>>

1) ポンプの吸い込み側を絞ることで、キャビテーションを発生させる。

2) キャビテーションにより溶存気体の気泡が発生する。

上記が脱気液循環装置の状態。

3) 溶存気体の濃度が低下すると

キャビテーションによる溶存気体の気泡サイズが小さくなる。

4) 適切な液循環により、

20 $\mu$ 以下のファインバブル（マイクロバブル）が発生する。

上記が脱気マイクロバブル発生液循環装置の状態。

5) 上記の脱気ファインバブル（マイクロバブル）発生液循環装置に対して超音波を照射すると

ファインバブル（マイクロバブル）を超音波が分散・粉碎して

ファインバブル（マイクロバブル）の測定を行うと

ウルトラファインバブルの分布量がファインバブルの分布量より多くなる

上記の状態が、**超音波を安定して制御可能にした状態。**

6) 超音波を安定して制御可能な状態に対して

オリジナル製品：メガヘルツの超音波発振制御プローブにより

メガヘルツ（1-20MHz）の超音波を発振制御する。

音圧レベルの制御方法は、液循環とメガヘルツの超音波の

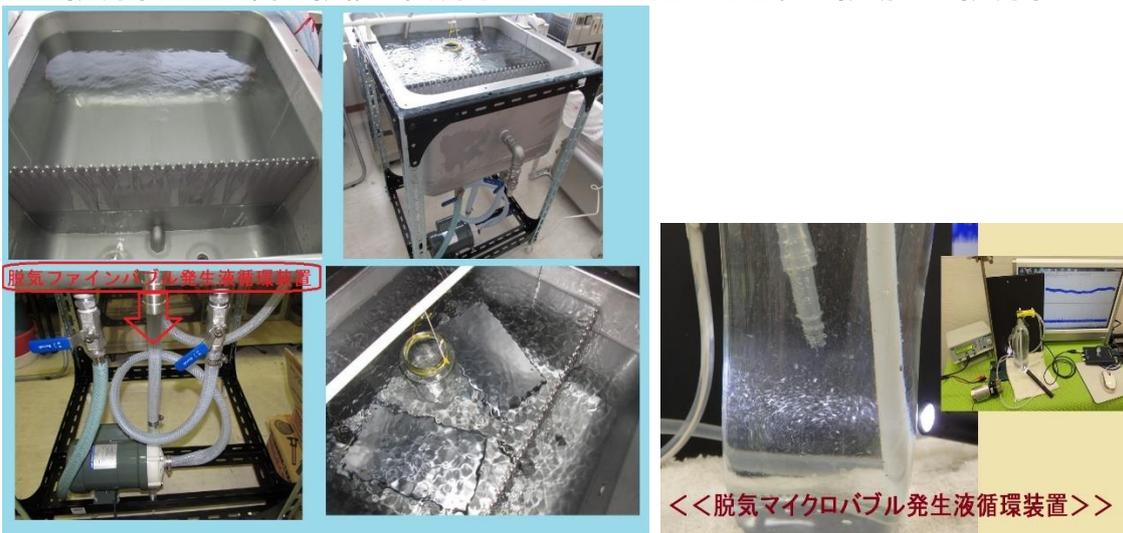
オリジナル非線形共振現象（注1）をコントロールすることで

効果的なダイナミック状態に設定・制御する。

### 注1：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に実現させたことで起こる超音波振動の共振現象



### <<参考>>脱気ファインバブル発生液循環

<https://youtu.be/-hAW8HAATLA>

<https://youtu.be/k0vqoaiIjts>

<https://youtu.be/v9iUAug67Wk>

<https://youtu.be/jvZSzgmBzQ>

<https://youtu.be/3HGdlu1VQAw>

<https://youtu.be/4yGJx0fJFBc>

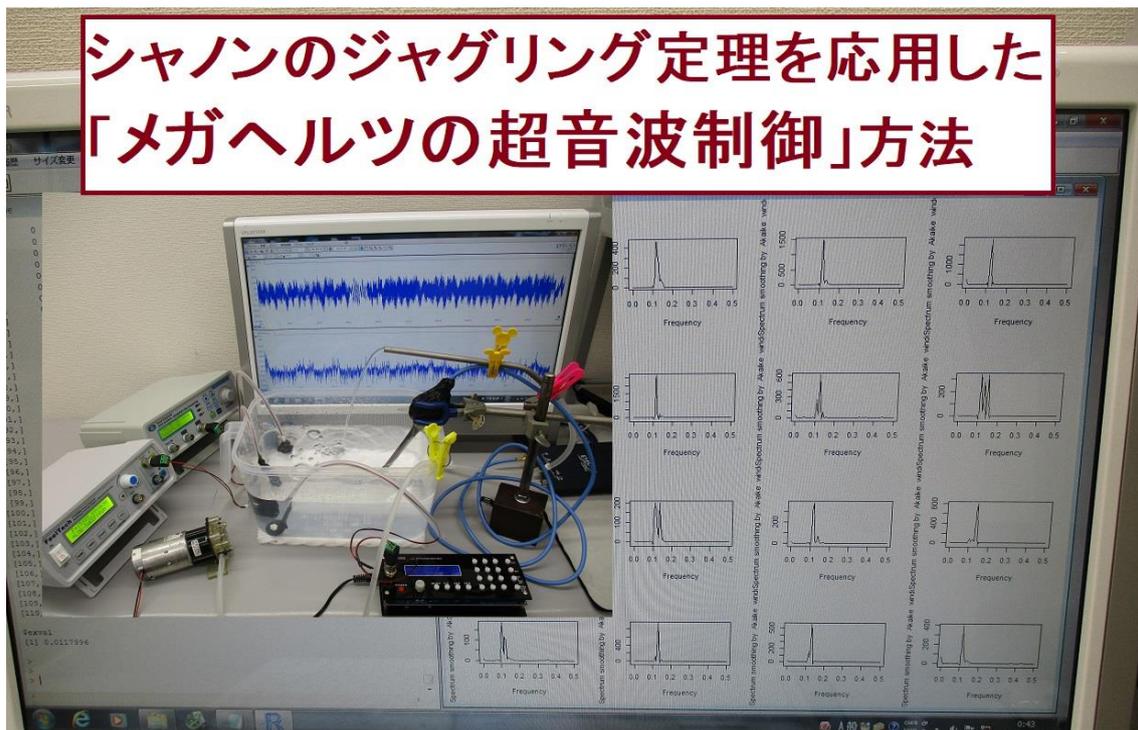
## 7) シャノンのジャグリング定理を応用した 「メガヘルツの超音波制御」方法

超音波システム研究所は、  
超音波データのバイスペクトル解析による、  
超音波伝搬現象に関する分類方法に基づいた、  
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」方法を開発しました

この技術を、コンサルティング提案・実施対応しています。

超音波伝搬現象を、安定して効率よく利用するためには  
超音波の伝搬特性として、発振機や振動子以外の条件に関する  
応答特性・相互作用の検討や  
専用治工具の開発も必要です

発振波形や制御条件を検討することで  
新しい超音波の効果（注1：**オリジナル非線形共振現象**）を発見できます  
非線形現象を主要因とした、超音波現象を目的に合わせて利用することで  
効率の高い超音波利用が実現します



特に、ナノレベルの超音波技術での実績が増えています

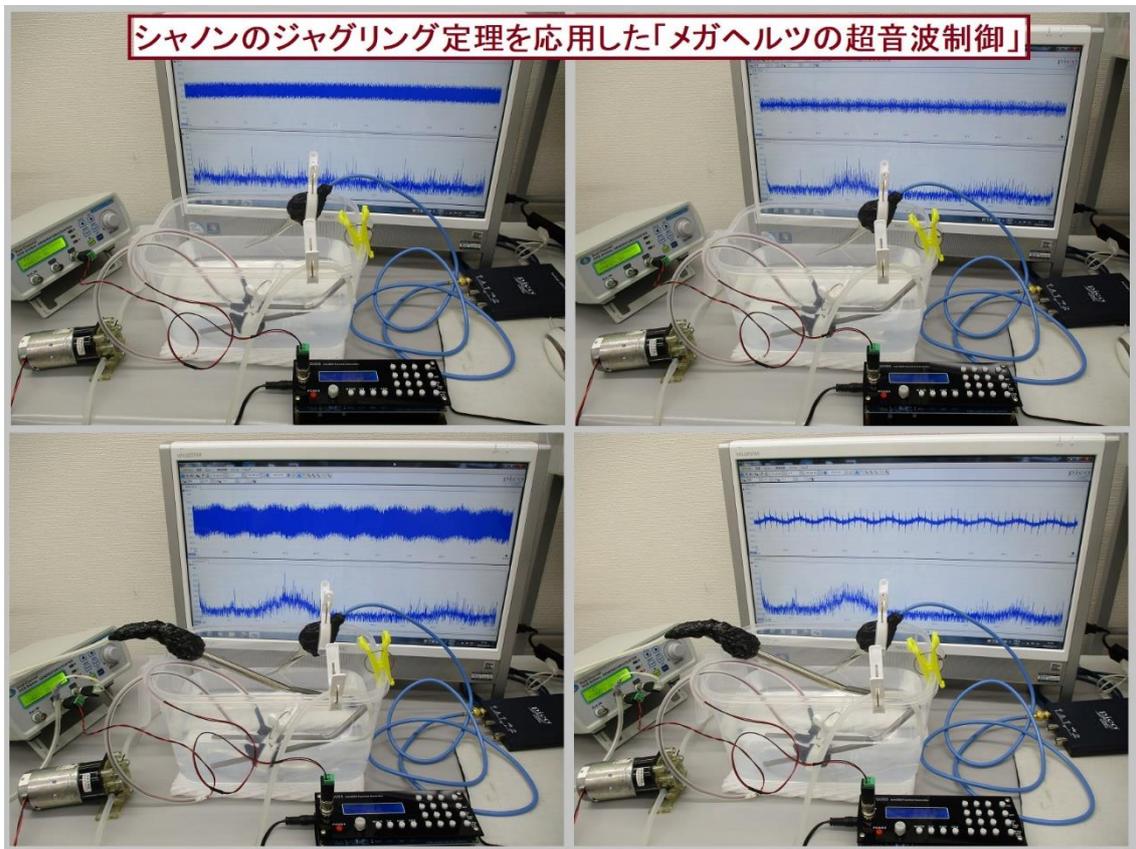
### 注1：**オリジナル非線形共振現象**

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に実現させたことで起こる  
超音波振動の共振現象

## <制御について>

各種データの時系列変化の様子を解析・評価して、  
時間で移動するボールのジャグリング状態に相当する  
超音波伝搬現象の「サイクル」と、「影響範囲」について  
超音波伝搬現象の分類（線形型、非線形型、ミックス型、変動型）から  
変動型のダイナミック制御として  
論理モデルを構成します

この論理モデルからボールN個のジャグリング状態を設定して制御を行い、  
音圧測定解析により、非線形現象（バースペクトル）の調整を行うと、  
システムの状態に適した制御が実現し、  
効率の高い超音波システムとなります



## << シャノンのジャグリング定理の応用 >>

注：JUGGLING THEOREM proposed by Claude E. Shannon

### シャノンのジャグリング定理

$$(F + D) * H = (V + D) * N$$

F : ボールの滞空時間 (Flight time)

D : 手中にある時間 (Dwelling time)

H : 手の数 (Hands)

V : 手が空っぽの時間 (Vacant time)

N : ボールの数 (Number of balls)

## << 応用 >>

$$(F + F2 + \dots) * H = (V + V2 + \dots) * N$$

F : ベースとなる超音波1の発振比率

F2 : ベースとなる超音波2の発振比率

F3 : ベースとなる超音波3の発振比率

H : **基本時間 (最大制御サイクル時間)**

( H=MAX(超音波1の発振サイクル、超音波2の発振サイクル・・) )

V : 超音波プローブ1によるメガヘルツ発振サイクル時間

V2 : 超音波プローブ2によるメガヘルツ発振サイクル時間

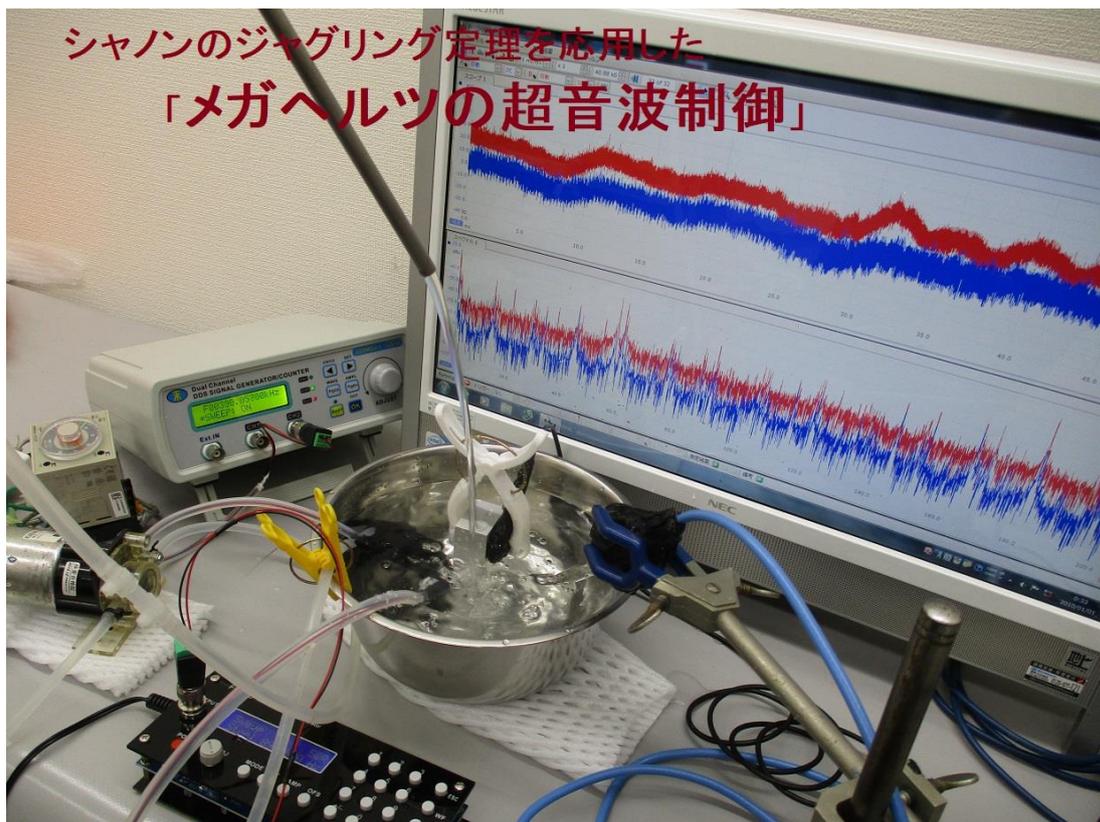
V3 : 超音波プローブ3によるメガヘルツ発振サイクル時間

V4 : 超音波プローブ4によるメガヘルツ発振サイクル時間

(パルス発振の場合、サイクル時間=1)

N : **高調波の調整パラメータ 7, 11, 13, 17, 23, 43, 47, . .**

ポイント (ノウハウ) は、非線形現象の発生状態を  
音圧データの測定解析評価に基づいて、コントロールすることです。



参考動画

[https://youtu.be/sn8iz\\_jmFi4](https://youtu.be/sn8iz_jmFi4)

<https://youtu.be/8TVzQfgxSCs>

<https://youtu.be/JMX21RSh1I4>

<https://youtu.be/VNiqtWkwCyc>

[https://youtu.be/1-b\\_qYvchyw](https://youtu.be/1-b_qYvchyw)

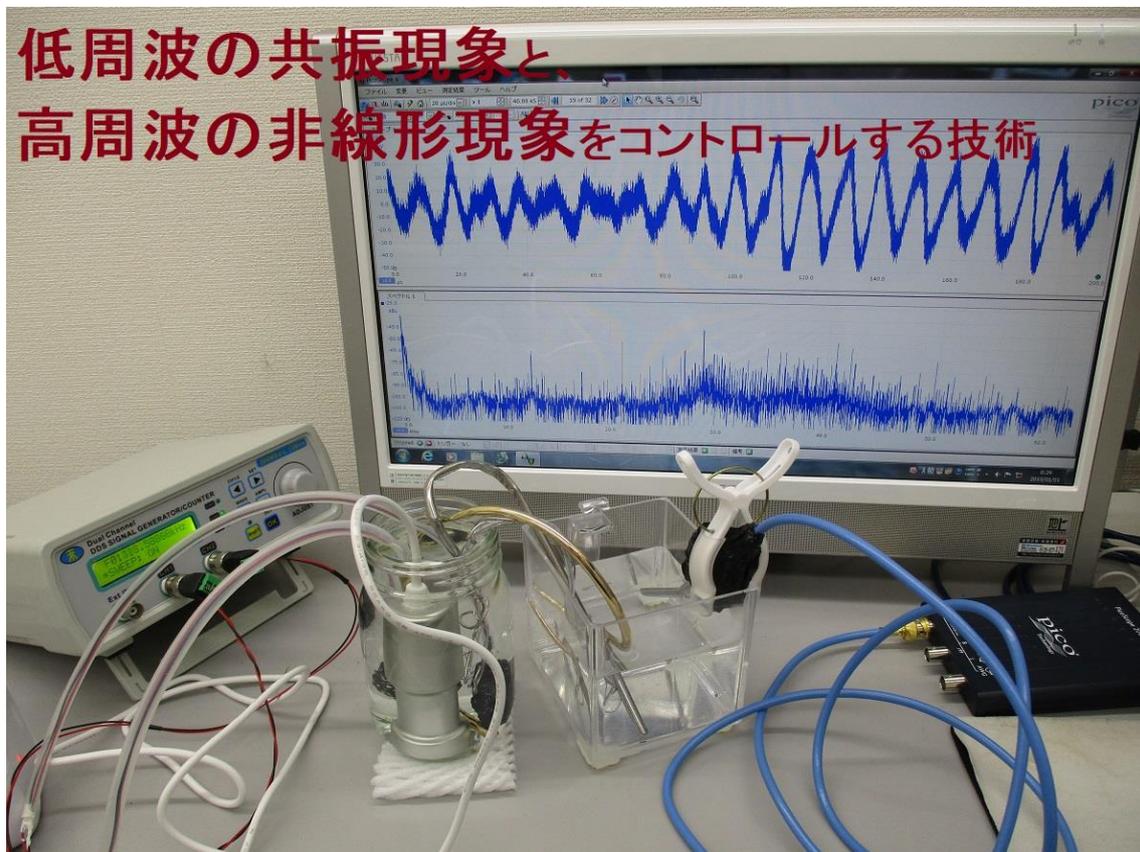
<https://youtu.be/DR88ZP-41iw>

## 8) 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

超音波システム研究所は、  
表面弾性波による非線形振動現象を利用した  
超音波の発振制御技術を開発しました。

各種対象（水槽、振動子、プローブ、治具、対象物・・・）について  
基本的な音響特性（応答特性、伝搬特性）を確認することで、  
目的の超音波伝搬状態を、発振制御により可能になります。

2種類の超音波発振制御プローブによる、  
スイープ発振とパルス発振の組み合わせにより  
共振現象と高調波の発生現象（非線形現象）を最適化します。



参考動画

[https://youtu.be/RNm7sNPQ\\_k](https://youtu.be/RNm7sNPQ_k)  
<https://youtu.be/bSN8nWDwQd0>  
<https://youtu.be/EXQxMu8oiwA>

<https://youtu.be/ujwubcUN-f8>  
<https://youtu.be/4qIxKyhNR0c>  
<https://youtu.be/gi58B2s2JDM>

## 9) 線材の音響特性を利用した超音波発振制御技術

超音波システム研究所は、  
線材の表面弾性波による非線形振動現象を利用した  
超音波の発振制御技術を開発しました。

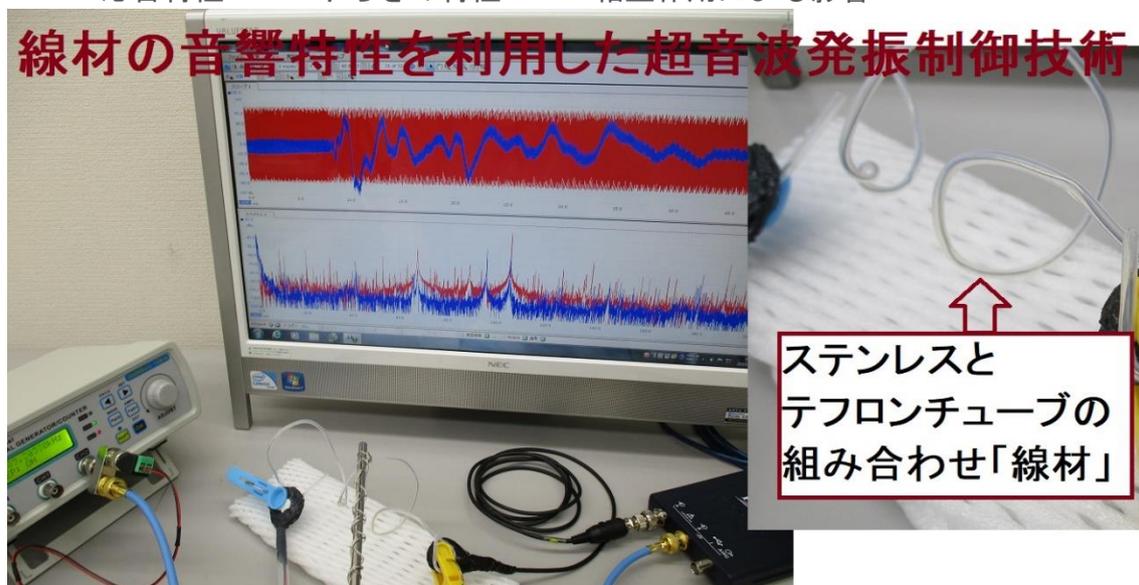
各種材質の線材（ステンレス、銅、樹脂・・・）について  
基本的な音響特性（応答特性、伝搬特性）を確認することで  
ステンレスとテフロンチューブの組み合わせ・・・  
複雑な音響特性を可能にします。  
その結果、目的の超音波伝搬状態を、発振制御により可能になります。

2種類の超音波発振制御プローブにより、  
利用目的と相互作用の測定・解析確認に基づいた  
スイープ発振とパルス発振の条件設定を行います。

特に、低周波の共振現象を制御するために  
高周波の非線形現象を利用します。  
そのために、音圧測定は100MHz程度の測定範囲が必要となります。

ポイントは、音圧データの測定・解析に基づいた  
システムのダイナミックな振動特性を評価することです。  
目的に適した超音波の状態を示す  
新しい評価基準（パラメータ）を設定・確認（注）しました。

注： 非線形特性（高調波のダイナミック特性）  
応答特性      ゆらぎの特性      相互作用による影響



参考動画

<https://youtu.be/bcSKb1WcV1M>  
<https://youtu.be/qsESEvotSuM>  
[https://youtu.be/-FprFdHSX\\_U](https://youtu.be/-FprFdHSX_U)

[https://youtu.be/hWPGkTSS\\_F0](https://youtu.be/hWPGkTSS_F0)  
<https://youtu.be/jqattZcdmTA>  
<https://youtu.be/1qXvUXm3WXw>

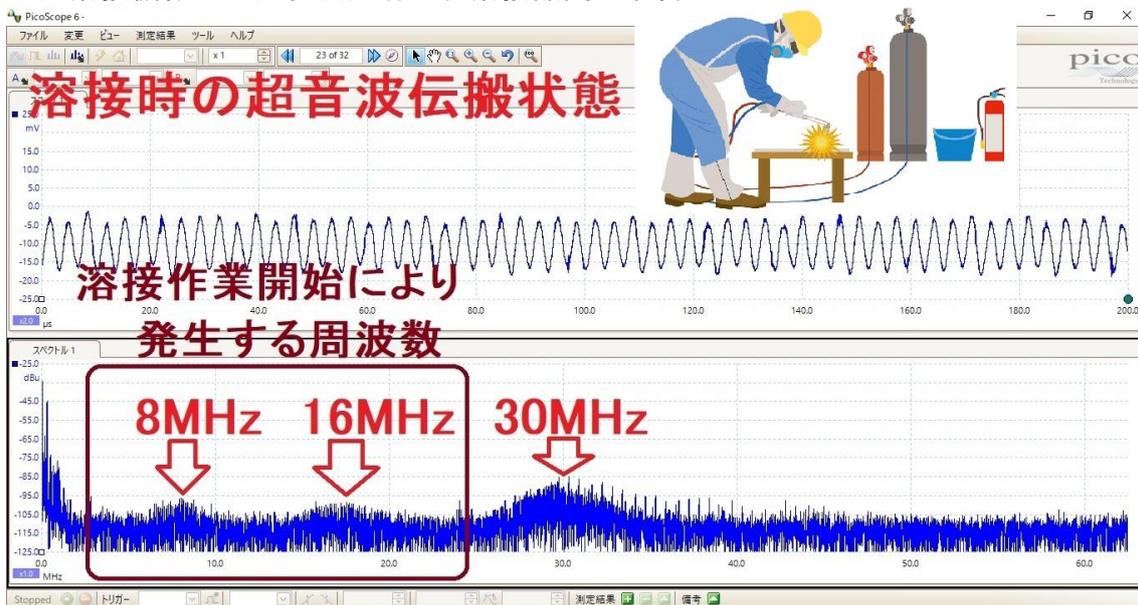
## 10) 超音波システム1MHzタイプ (音圧測定解析、発振制御)の利用技術

超音波システム研究所は、  
超音波の発振制御が容易にできる

「超音波発振システム(1MHz)」について、  
タイマー制御により応用する方法を公開しました。

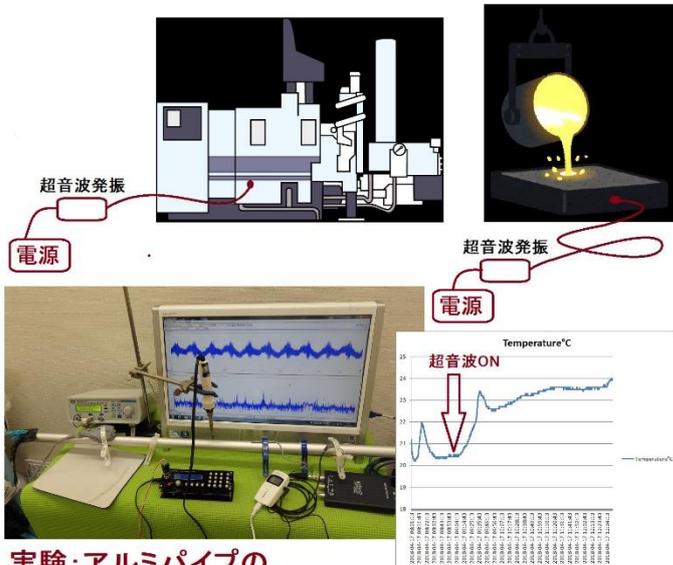
具体例

- 1) 機械加工油へ、夜間に超音波照射で加工油の劣化防止
- 2) NCマシンへの超音波照射による、品質の改善
- 3) 金属、樹脂・・部品を保管している棚への超音波照射(表面改質)
- 4) めっき液、洗浄液、溶剤、・・への超音波照射で、  
流動性、濃度の均一化・・の改善
- 5) 溶接機械への超音波照射で、溶接品質の改善



**ポイント: 金属が固体と液体の状態になっているときの振動**

- 6) ろう付け装置、曲げ加工装置への超音波照射で、表面残留応力の緩和
- 7) 超音波洗浄機への超音波照射で洗浄レベルの改善
- 8) 各種工作機械への超音波照射による、振動に関する経年劣化の防止
- 9) 配管、パイプへの超音波照射による、内部付着防止
- 10) パイプラインへの超音波照射による、
  - 1: 内部流動性の向上
  - 2: 内部洗浄
- 11) 回転装置への超音波照射による、回転の安定化
- 12) アルミダイキャスト装置への超音波照射による、
  - 1: 高温状態のアルミ流動性改善
  - 2: 温度変化の均一化(表面残留応力の均一化)
  - 3: 表面品質の向上

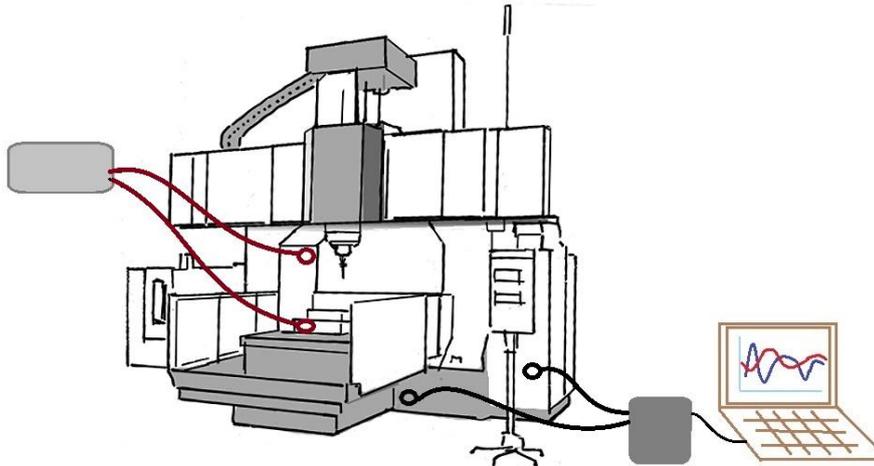


**実験：アルミパイプの  
温度変化と超音波伝搬状態**

- 1 3) 鋳造、鍛造、・ ・ 高温システムに対する超音波照射による、
  - 1 : 温度変化の均一化 (表面残留応力の均一化)
  - 2 : 表面品質の向上
- 1 4) 製造ライン、製造システムへの超音波照射による、
  - 1 : 振動モードの安定化 (長寿命)
  - 2 : 製造品質の安定 (例 組み付け状態・ ・)
- 1 5) 乳化・分散・攪拌・粉砕装置への超音波照射による、
  - 1 : 乳化・分散効率の改善
  - 2 : ナノレベルの均一化を実現
- 1 6) 食品・製薬装置 (組み立て分解装置) への超音波照射による、
  - 1 : 振動モードの安定化 (品質の安定)
  - 2 : 装置の再現性向上
- 1 7) 容器やタンクへの超音波照射による、
  - 1 : 化学薬品への超音波照射
  - 2 : 特殊溶剤への超音波照射
  - 3 : 新しい溶液への超音波照射
- 1 8) 熱交換器への超音波照射による、
  - 1 : 内部付着の対策
  - 2 : 熱交換効率の改善
  - 3 : 振動モードの安定化 (長寿命)
- 1 9) その他
  - 1 : 各種振動 (例 モータ・ ・) との組み合わせ利用
  - 2 : 休日 (2-3時間) の超音波照射による、保守メンテナンス
  - 3 : 超音波照射による、エイジング処理
  - ・ ・ ・ ・ ・
  - ・ ・ ・ ・ ・

ファインバブルとの組み合わせ利用  
 複数の超音波の組み合わせ発振制御  
 超音波伝搬用具の利用

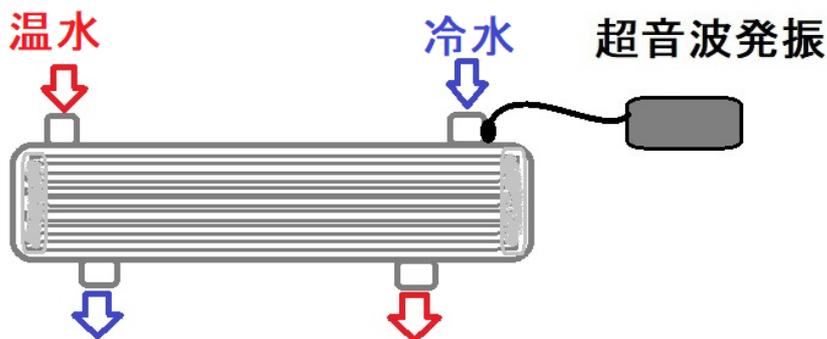
## 複数の超音波プローブによる超音波発振(制御)を行う



## 発振信号、受信信号のデータから振動状態を解析する

各種機器の振動状態に対する、音圧測定解析に基づいた設定が重要です  
その上で、共振現象・非線形現象を効果的に利用するための  
超音波の発振制御設定を行います  
興味のある方は、メールでお問い合わせください

注：ファンクションジェネレータは個別に大きな違いがあります  
FG085 ミニ DDS ファンクション・ジェネレータは、  
電源ONOFFで記憶された設定が自動的に発振します  
(通常のファンクションジェネレータにはこの機能はありません)  
安価なファンクションジェネレータは、  
安価にするため様々な特徴があります  
この性質を把握して利用することが重要です  
高価なファンクションジェネレータは精度が高くなるとともに  
発振に関する固有の特徴は小さくなります



参考動画

<https://youtu.be/SiACDlSSQMM>

[https://youtu.be/OK12n\\_jmQ58w](https://youtu.be/OK12n_jmQ58w)

<https://youtu.be/Kk6o49KR0hY>

<https://youtu.be/ZbbBodAcdzw>

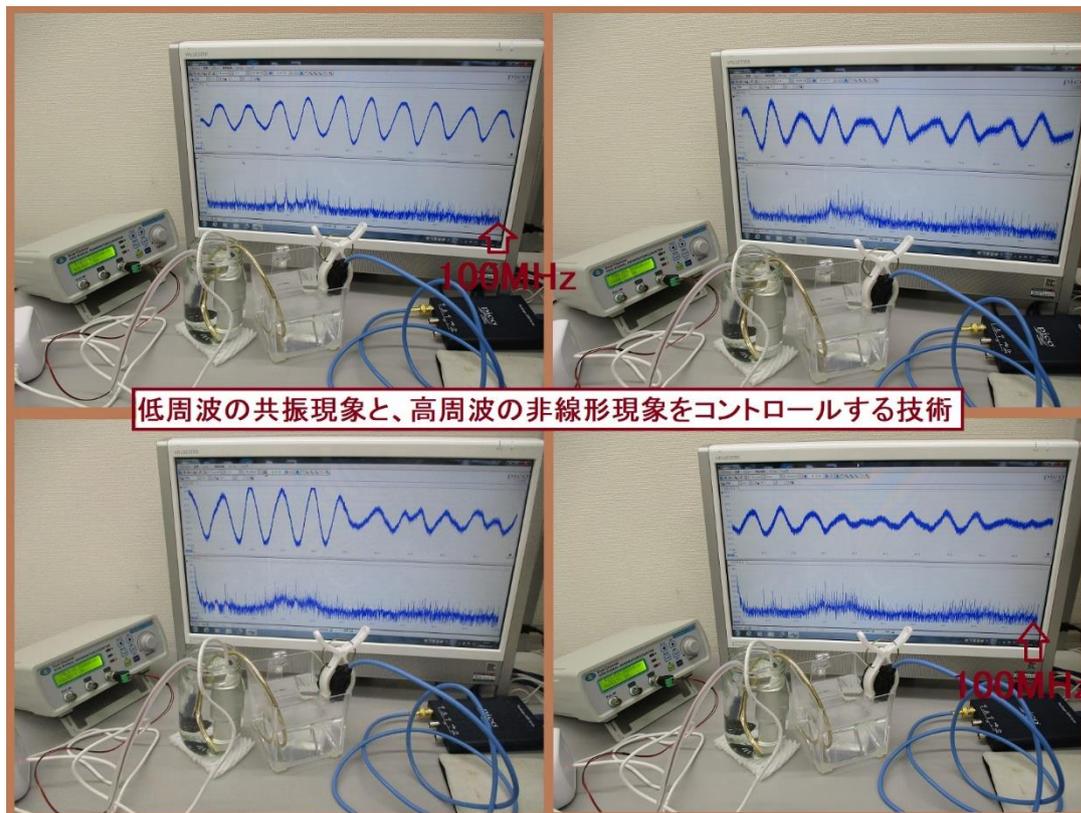
<https://youtu.be/4CEftFos5kY>

<https://youtu.be/t-CItIKNjuM>

## 1 1) 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 (500Hz~100MHzの超音波制御)

超音波システム研究所は、  
表面弾性波による非線形振動現象を利用した  
超音波発振制御による  
500Hz~100MHzの超音波伝搬状態を  
目的(洗浄、加工、攪拌、溶接、めっき・・・)に合わせて、  
コントロール技術を開発しました。

各種対象(水槽、振動子、プローブ、治具、対象物・・・)について  
基本的な音響特性(応答特性、伝搬特性)を解析確認することで、  
目的の超音波伝搬状態を実現する、発振制御が可能になります。



原則としては、  
2種類の超音波発振制御プローブによる、  
スイープ発振とパルス発振の組み合わせにより  
共振現象と高調波の発生現象(非線形現象)を最適化します。

3種類以上の超音波発振の組み合わせ  
脱気ファインバブル発生液循環装置の制御との最適化、  
音との組み合わせ、制震作用の追加、治具の音響特性、  
発振プローブの設置方法、低周波の振動モード利用、・・・により  
効率的な超音波利用が可能になります。

**ポイントは、音圧測定解析に基づいた音響特性の確認です。**

実験

<https://youtu.be/v4fKEsuuY0E>

<https://youtu.be/fTxazeFRo9s>

<https://youtu.be/VYY6jZJoErM>

[https://youtu.be/58\\_43psqAhc](https://youtu.be/58_43psqAhc)

<https://youtu.be/5tWdJ6CZtII>

<https://youtu.be/pKWMYFaw4xQ>

音圧データの解析

<https://youtu.be/sEBcRVSSHBM>

<https://youtu.be/otvVopp8cmQ>

<https://youtu.be/Ek0k7-bzZ04>

<https://youtu.be/P-1CkzN0m7U>

## 1 2) 超音波振動の相互作用（共振・非線形現象）を発振制御する技術

超音波システム研究所は、

音圧測定解析装置（超音波テスター）による

超音波の相互作用を測定解析する技術を利用して、

「超音波振動の共振現象、高調波の発生現象をコントロールする」

超音波の発振制御技術を開発しました。

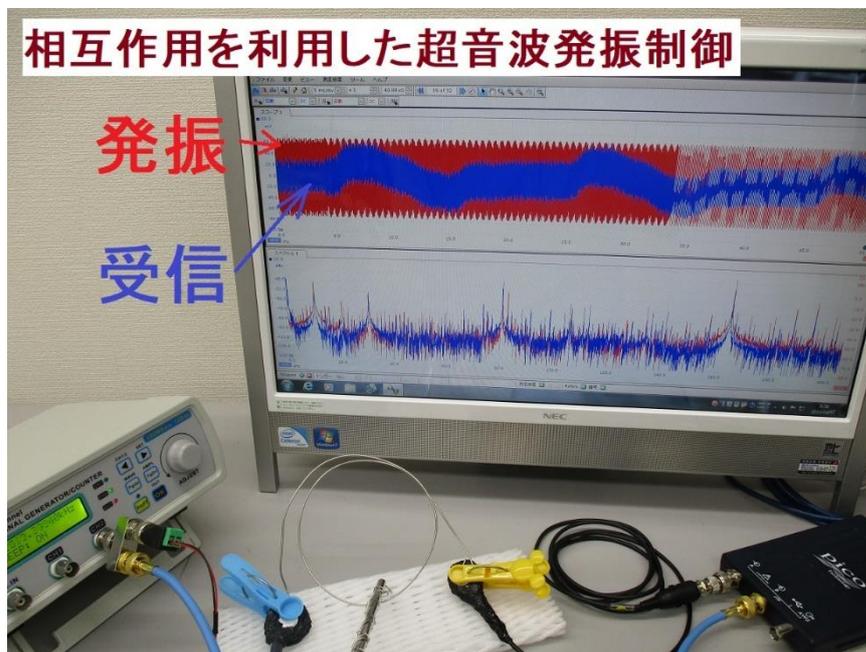
この技術により

「超音波の発振（発振機・振動子・・・）」による

対象物・超音波機器・治工具・・・を含めた、

各種の相互作用を目的に合わせて、

ダイナミックにコントロールすることが、可能になりました。



特に、対象物、治具、・・・の音響特性（注）を確認することで、  
高次の高調波に関する超音波の発振制御が実現します。

複雑な形状や、精密部品の洗浄に対する

最適な、低周波の共振現象、高調波の発生現象を

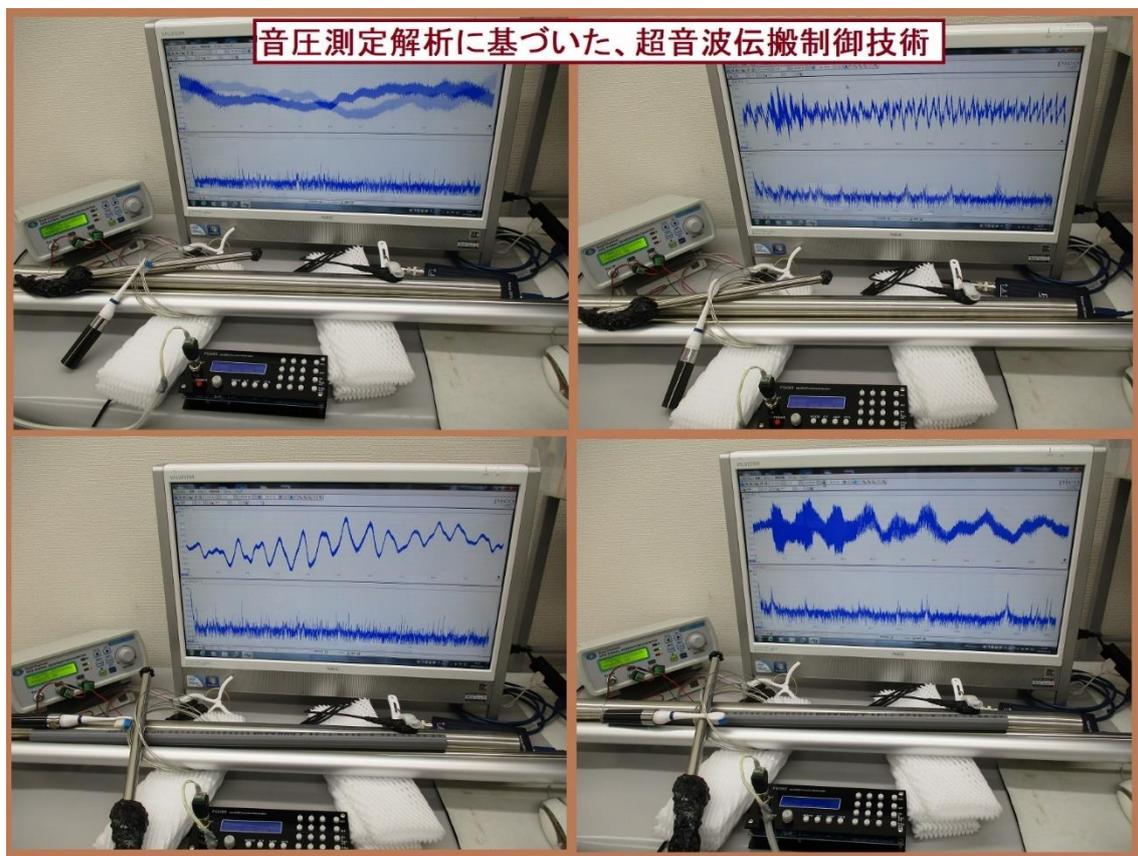
ダイナミックにコントロールします。

注：自己相関、バースペクトル、パワー寄与率、インパルス応答

従って、適切な超音波周波数の振動子選択や  
異なる超音波周波数の振動子の組み合わせ・・・  
対象物に合わせた制御方法が決定できます。  
これは、加工・洗浄・攪拌・表面改質・化学反応の促進・・・に対して  
目的に合わせた効果的な超音波利用技術です。

#### 間接容器や治工具

対象物の数量・・・に対する相互作用もあり  
相互作用の解析は、複雑ですが  
慣れてくると、音圧データのグラフを目視確認することで  
超音波周波数の変化に対する制御設定の調整が可能になります。



オリジナルの超音波伝搬状態の測定・解析技術により、  
以下の事項について  
実験確認を続けた結果として、このような方法を開発しました。

- 1) 超音波の非線形現象（高次の高調波の発生現象）と、  
洗浄・加工・攪拌・溶接・めっき効果の関係性解析
- 2) 各種洗浄液による超音波伝搬状態の変化に関する解析
- 3) 流水式超音波の効果について超音波の効果解析
- 4) 超音波が部品表面を伝搬する状態変化による検査技術の開発
- 5) 超音波伝搬現象に関する、キャビテーションと音響流の分類

- 6) 線材の音響特性を利用した超音波発振制御技術開発
- 7) 超音波発振（スイープ発振・パルス発振）システムの開発
- 8) 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」方法の開発
- 9) 洗浄カゴ・トレイの相互作用を利用した超音波洗浄技術開発
- 10) 新しい超音波伝搬用具の開発（例 チタン製ストローの利用）

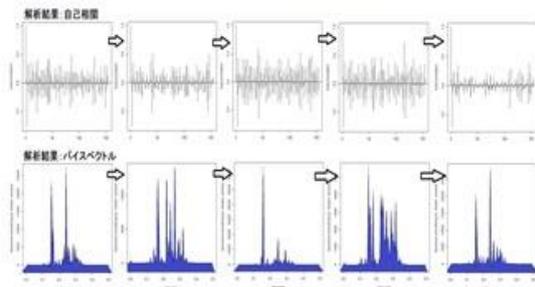
各種の応用に対して効果的な実績が増えていきます。



### 13) 超音波システム（製造販売・コンサルティング対応） ——超音波の最適化技術——

超音波システム研究所は、  
オリジナル製品：超音波システム（音圧測定解析、発振制御）による  
以下の対応を行っています

- 1) 超音波システム（音圧測定解析、発振制御）の製造販売
  - 2) 各種機器（注）へのコンサルティング対応
- 注：洗浄機、攪拌装置、加工装置、工作機械、めっき装置、溶接装置・・・



#### <<製造販売>>

- 1) オリジナル製品：超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

システム概要（標準システム）

：：超音波テスターNA 10MHzタイプ  
 ：：発振システム20MHzタイプ  
 価格 280,800円（税込：消費税10%）

システム概要（推奨システム）

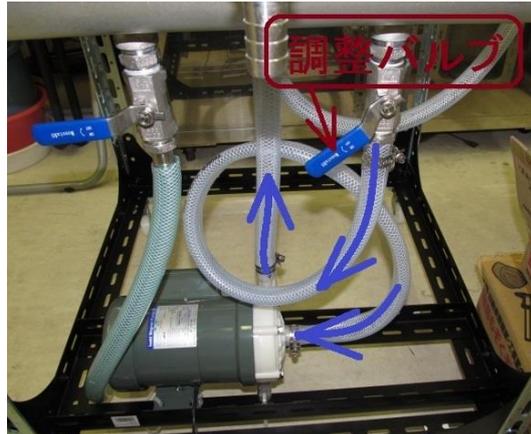
：：超音波テスターNA 100MHzタイプ  
 ：：発振システム20MHzタイプ  
 価格 340,200円（税込：消費税10%）

## 2) 脱気ファインバブル発生液循環装置

### 装置概要

- : : マグネットポンプ  
(イワキ マグネットポンプ MD シリーズ MD-70RZ)
- : : タイマー
- : : ホース他

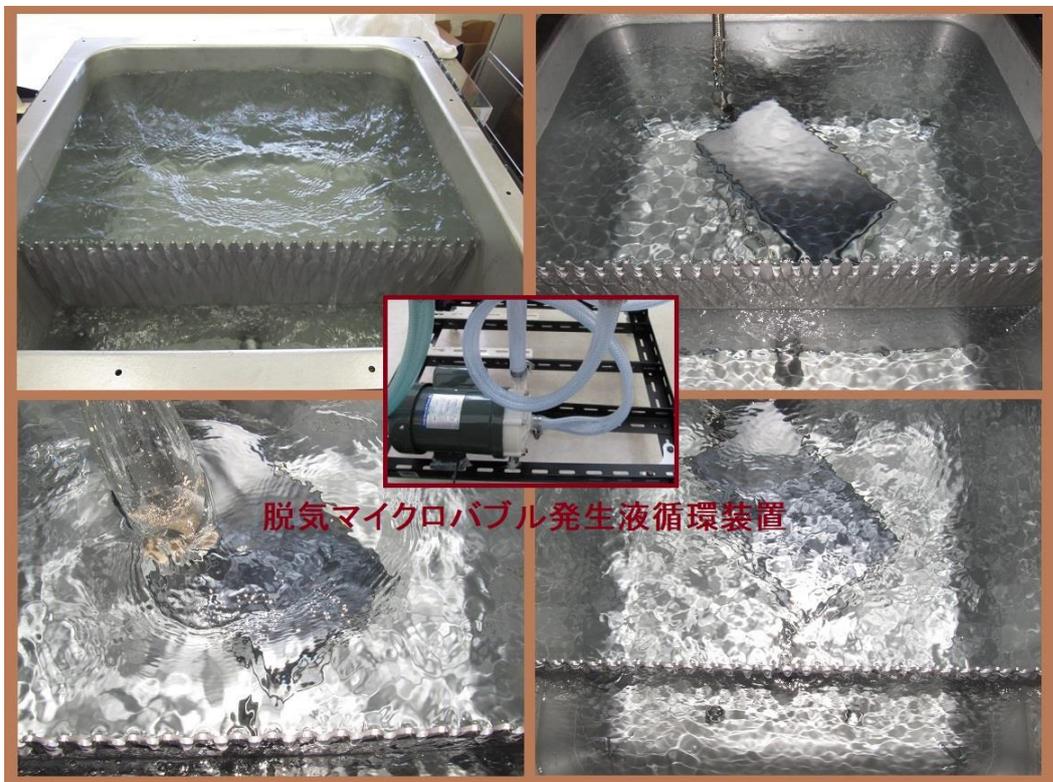
価格 99,000円 (税込: 消費税10%)



## 3) その他 (出張対応: 納品・設置・操作説明・・・)

### コンサルティング費用

(出張条件・・・に合わせた見積もりを提案します)



## <<コンサルティング対応>>

### 1) 超音波洗浄機の場合

現状の超音波に対して

音圧測定・解析に基づいた、改良方法を提案・実施します。

具体的には、

超音波の測定解析が容易にできる

「オリジナル製品：超音波テスターNA（推奨タイプ）」による

超音波洗浄機の測定・確認により

改善レベルについて打ち合わせ相談します。

改善レベルに合わせて

超音波の発振制御が容易にできる

「オリジナル製品：超音波発振システム（1MHz、20MHz）」

の利用を提案します。

水槽や洗浄液、洗浄物や洗浄レベルの状態・・・により

脱気ファインバブル発生液循環装置を提案します。



液面付近（液面から10cm下部）の液をポンプで吸い込み  
水槽下部の位置（吸い込み位置の対角線部）に吐出する

## 2) 加工装置・工作機械・・・の場合

現状の装置に対して

振動測定（音圧測定・解析）に基づいた、  
超音波追加・改良方法を提案・実施します。

具体的には、

超音波の測定解析が容易にできる

「オリジナル製品：超音波テスターNA（推奨タイプ）」による  
各種機械・・・の振動状態に合わせた  
超音波利用について打ち合わせ相談します。

超音波利用に合わせて

超音波の発振制御が容易にできる

「オリジナル製品：超音波発振システム（1MHz、20MHz）」  
の利用を提案します。

### 1) オリジナル製品：超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

システム概要（標準システム）

：：超音波テスターNA 10MHzタイプ

：：発振システム20MHzタイプ

価格 280,800円（税込：消費税10%）

システム概要（推奨システム）

：：超音波テスターNA 100MHzタイプ

：：発振システム20MHzタイプ

価格 340,200円（税込：消費税10%）

### 2) オリジナル超音波プローブの開発製造対応

500Hzから100MHzの超音波伝搬状態を制御可能にする  
超音波プローブを、利用目的に合わせて製造開発します。  
プローブの内容に合わせた見積もりを提出します

### 3) その他（出張対応：納品・設置・操作説明・・・）

コンサルティング費用

（出張条件・・・に合わせた見積もりを提案します）

参考動画

<https://youtu.be/qXAkq8DwrPo>

<https://youtu.be/9duk9AqK3FI>

<https://youtu.be/kjMft0Qk8H8>

<https://youtu.be/3PFei1Sl19c>

<https://youtu.be/U19c40NBpbE>

<https://youtu.be/nztfdGw1vBc>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

<https://youtu.be/1W5yvhMjxVo>

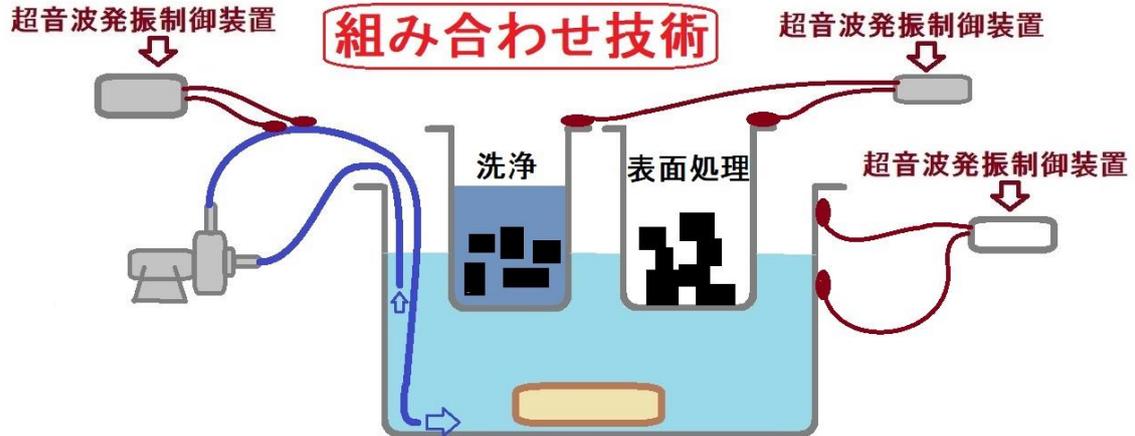
<https://youtu.be/TwOrjOMLzRM>

<https://youtu.be/j4S-oB-e6Ww>

<https://youtu.be/9QqngHhHpow>

<https://youtu.be/XBhSGeXz7nA>  
<https://youtu.be/qXAkq8DwrPo>  
<https://youtu.be/9duk9AqK3FI>  
<https://youtu.be/RvDgNYTI1to>  
<https://youtu.be/7DctpBjcUWU>

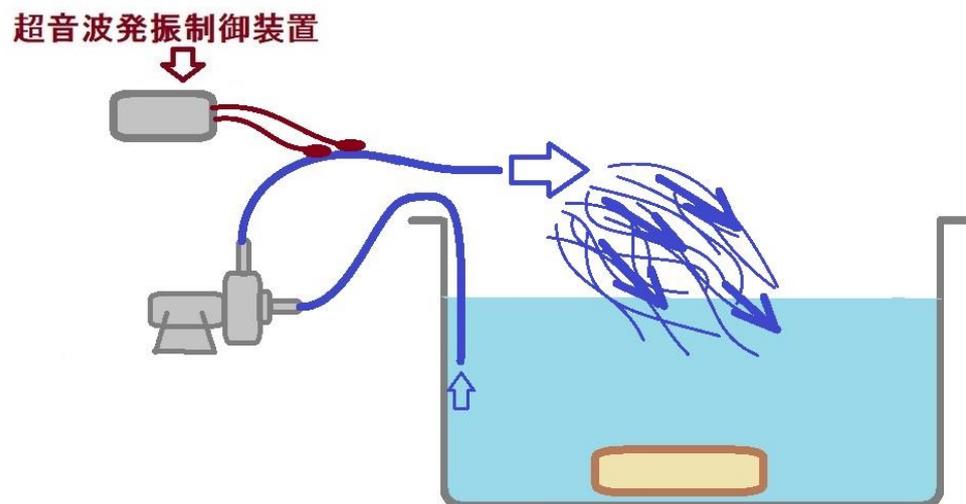
<https://youtu.be/cGf3mIJaUj4>  
<https://youtu.be/3PFei1SI19c>  
[https://youtu.be/b\\_S9k7tISq0](https://youtu.be/b_S9k7tISq0)  
[https://youtu.be/2cV4vN\\_zJCU](https://youtu.be/2cV4vN_zJCU)  
<https://youtu.be/gf0o74zP-sk>



**音響流(洗浄効果の主要因)に対するシステムの最適化技術**  
 音圧測定解析に基づいて、コンサルティング対応しています

<https://youtu.be/2EQvnFh9L6Y>  
<https://youtu.be/WrZKUQ950Es>  
[https://youtu.be/67eUgro\\_sXU](https://youtu.be/67eUgro_sXU)  
<https://youtu.be/EbG90Bq8I44>  
<https://youtu.be/K2IVFPEgJBQ>  
<https://youtu.be/NEIwdmnlUMQ>  
<https://youtu.be/rzHjcgILmqS>  
<https://youtu.be/G-JGuLijx7E>

<https://youtu.be/fbBYFkbq3n4>  
<https://youtu.be/ybDKqxRf6oM>  
<https://youtu.be/PjwksS4FsrA>  
<https://youtu.be/hqcKcTUuoPw>  
<https://youtu.be/zfu4ggMMsjI>  
<https://youtu.be/WoUYG3-kYN8>  
<https://youtu.be/NGYheTZt-9s>



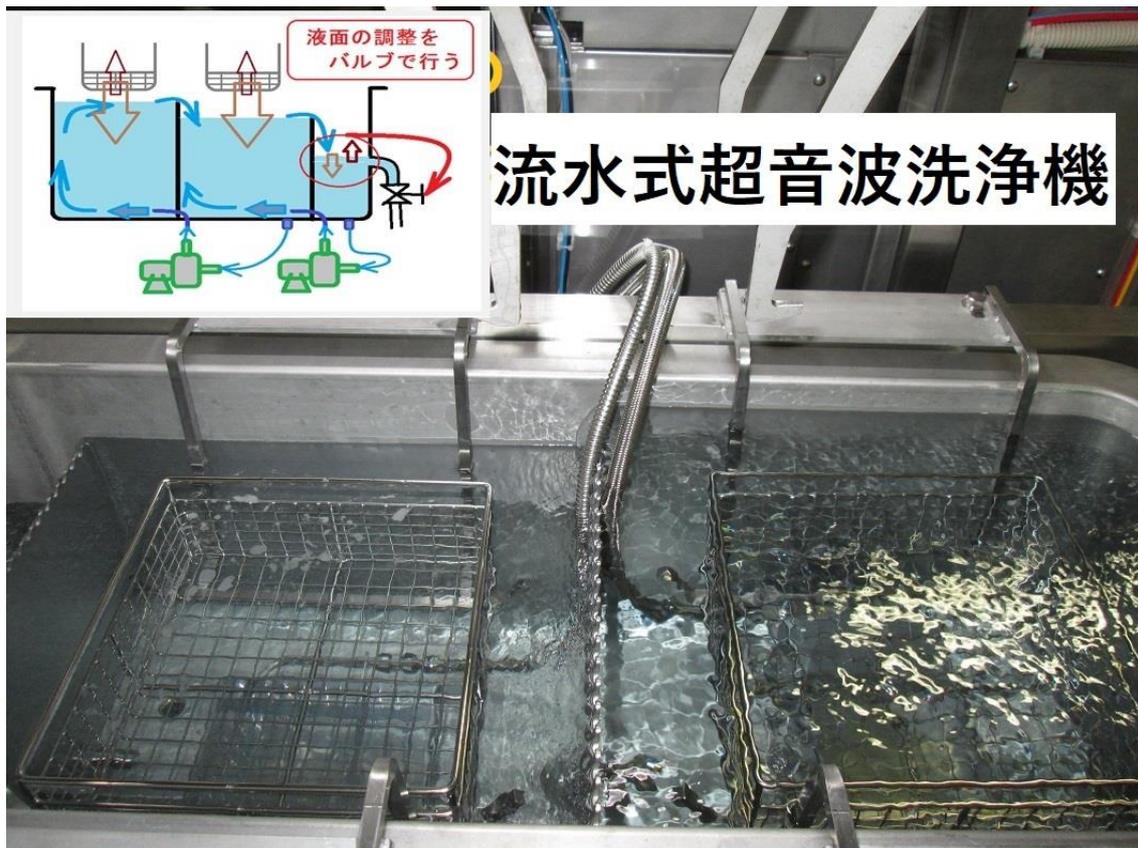
<<特許申請>>

特願2020-31017 超音波制御 (超音波発振制御プローブ)  
 特願2020-73708 超音波溶接

特願2020-75011 超音波めっき  
特願2020-90080 超音波加工  
特願2020-97262 流水式超音波洗浄

超音波発振制御プローブの製造技術の一部は  
特願2020-31017に記載しています

この技術を、コンサルティング提供します  
興味のある方はメールでお問い合わせください



<<超音波システム>>

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

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

超音波の音圧測定解析システム（オシロスコープ100MHzタイプ）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17972>

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>

超音波とファインバブルを利用した「めっき処理」技術

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

空中超音波技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17220>

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」を利用する技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1328>

超音波実験写真（表面弾性波の応用）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2005>

超音波洗浄に関する非線形制御技術

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

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

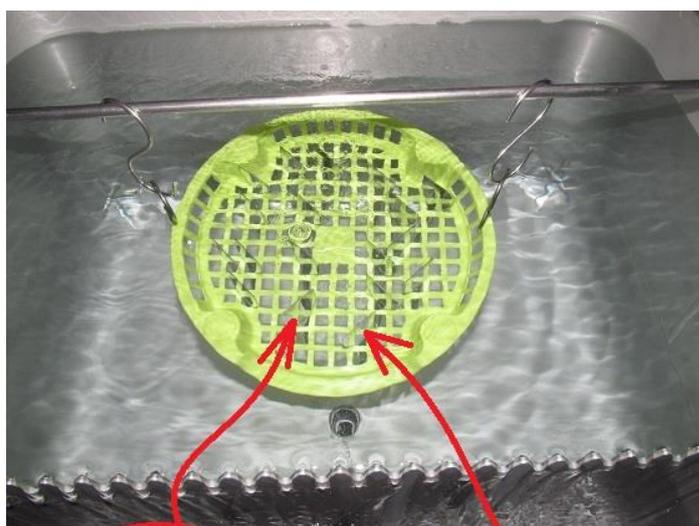
<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

超音波技術資料（アペルザカタログ）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8496>

超音波の音圧測定・解析に基づいたビジネス対応

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7031>



超音波プローブの製造  
ステンレス部材の  
<<表面改質>>  
第一段階：マイクロバブル  
第二段階：高い周波数の  
超音波照射  
第三段階：組み合わせ  
総合作用



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/>