

## 叩いて超音波のダイナミックな非線形現象を利用する技術 ——音と超音波の組み合わせ技術——

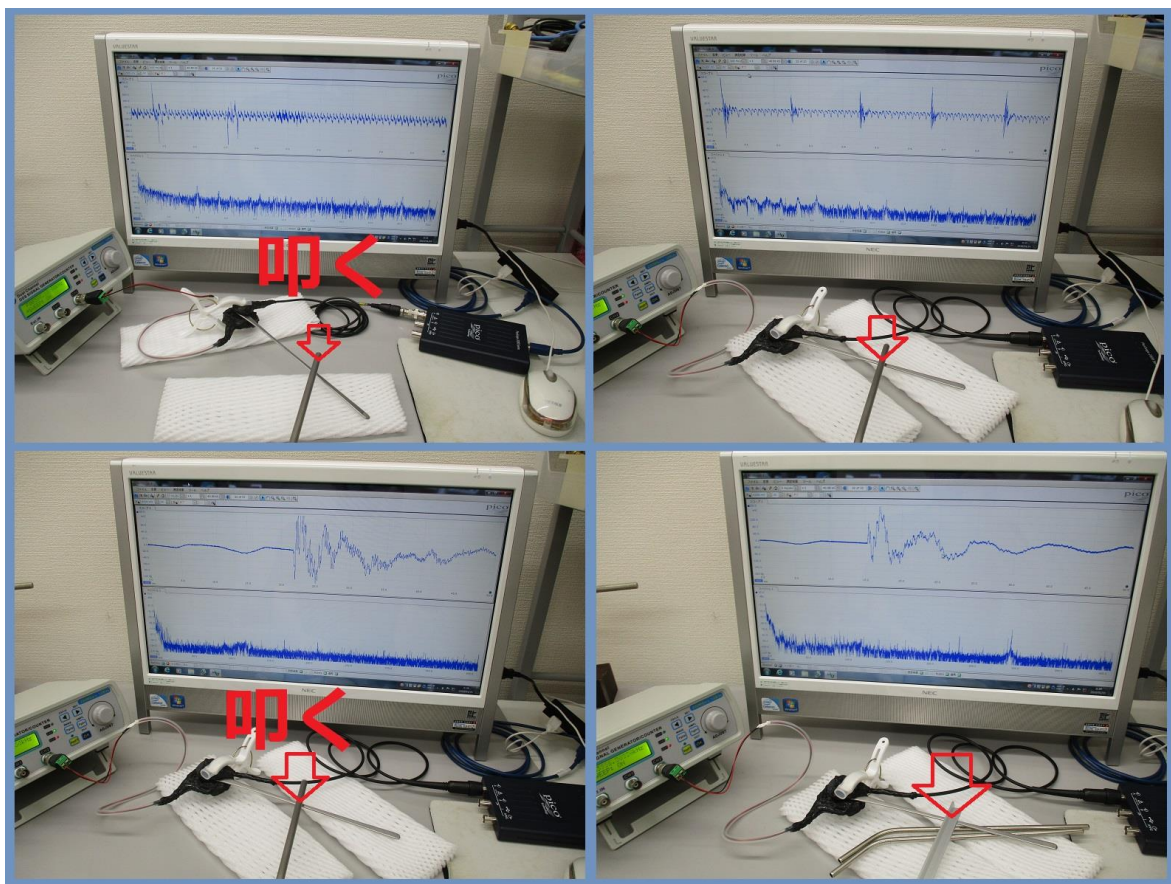
超音波システム研究所は、

- \* 超音波の発振制御技術（オリジナル製品：超音波発振制御プローブ）
- \* 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）
- \* 超音波伝搬状態の最適化技術（音と超音波の最適化処理）
- \* 超音波発振プローブ・伝搬用具の開発製造技術
- \* システムの表面弾性波をコントロールする技術

．．．．

上記の技術を応用して

〈音と超音波の組み合わせ〉を利用した  
超音波（非線形共振現象）の制御技術を開発・応用しています。

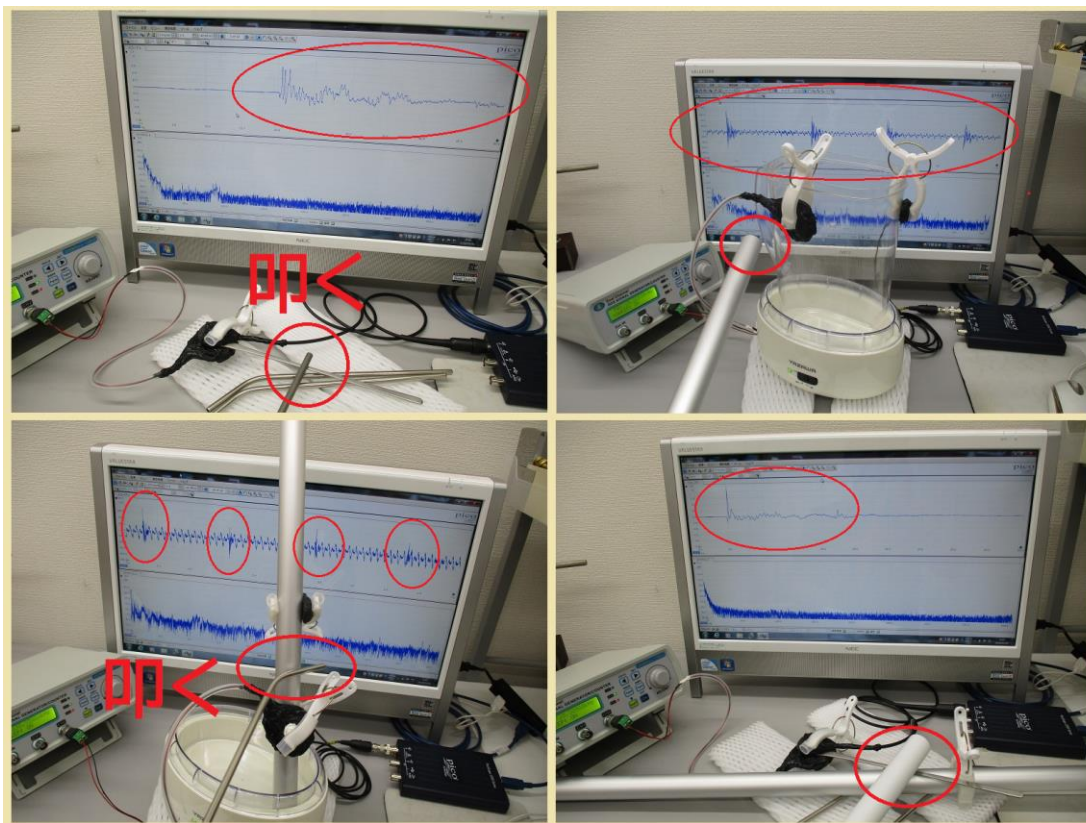


注：オリジナル非線形共振現象

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に実現させたことで起こる超音波振動（高調波10次以上）の共振現象

音と超音波の組み合わせ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、超音波の効果的な利用（洗浄・表面改質・攪拌・化学反応促進・・・各種システムの振動制御）を実現させています。



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

■参考（実験動画）

<https://youtu.be/EYitwHJDvPU>

<https://youtu.be/IbNX07w-1tk>

<https://youtu.be/QjMU171U2KI>

<https://youtu.be/RJQcBpJnOE>

<https://youtu.be/2ZZGzcAG7RU>

<https://youtu.be/jewtaM-F9WI>

<https://youtu.be/Sm1Q4IngYjs>

<https://youtu.be/IfTWxPRs7-s>

<https://youtu.be/4mDLR4Q4sA4>

<https://youtu.be/9Q2tdatGN2c>

<https://youtu.be/eQGZ2cPEFIY>

<https://youtu.be/64Adk93FEkA>

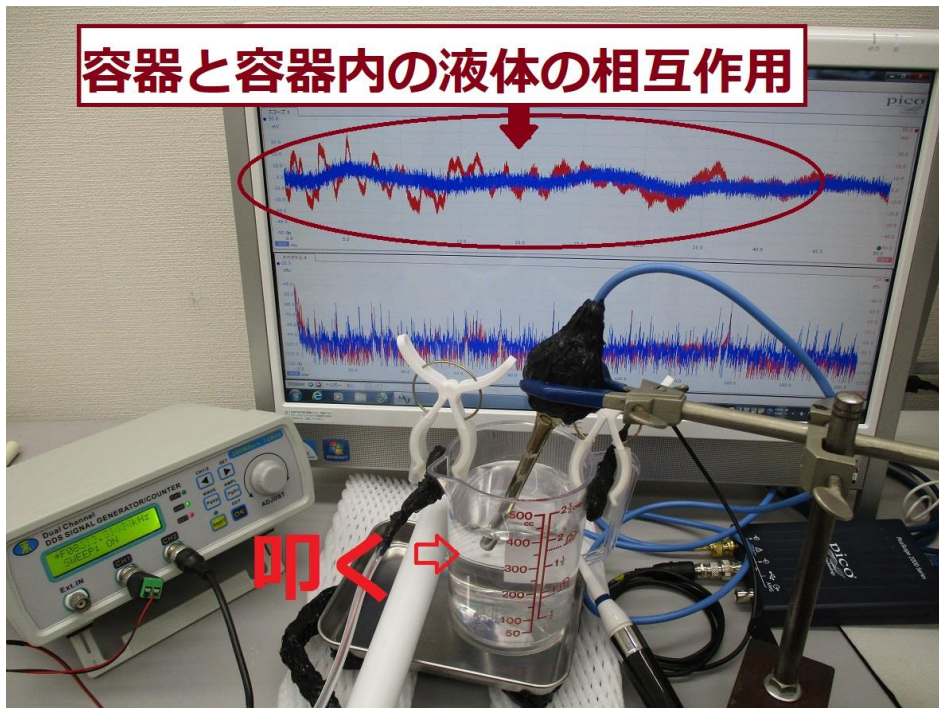
<https://youtu.be/r7-6eSvGPcA>

<https://youtu.be/GS0aw46nHmE>

<https://youtu.be/TEs04so1JdY>

<https://youtu.be/zuZ0w4W3Hx8>

<https://youtu.be/2NCXG0FPuUs>



<https://youtu.be/63th9NlfJ0k>

[https://youtu.be/e\\_ek9gf56fU](https://youtu.be/e_ek9gf56fU)

<https://youtu.be/0vnydphIi3s>

<https://youtu.be/wH4KCRPVA9c>

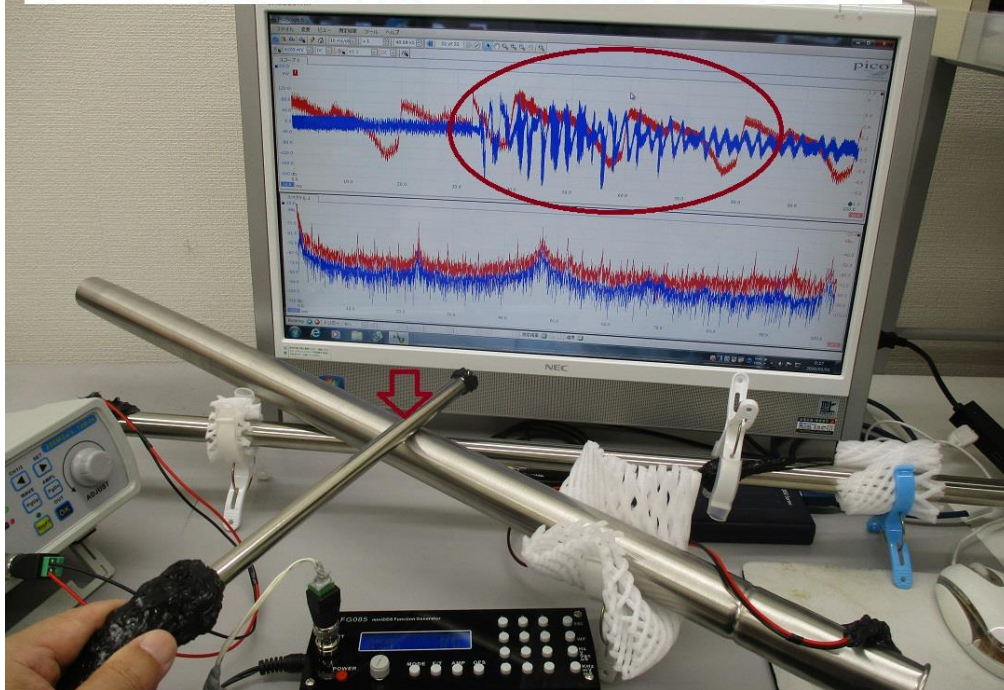
<https://youtu.be/KEK7z1qN5Gk>

[https://youtu.be/C2Pw\\_6re8Z4](https://youtu.be/C2Pw_6re8Z4)

これは、新しい方法および技術です、  
各種の実施結果（注：次ページ）から  
様々な組み合わせによる幅広い対応技術に発展しています。



## 叩いて（低周波刺激で）超音波を利用する

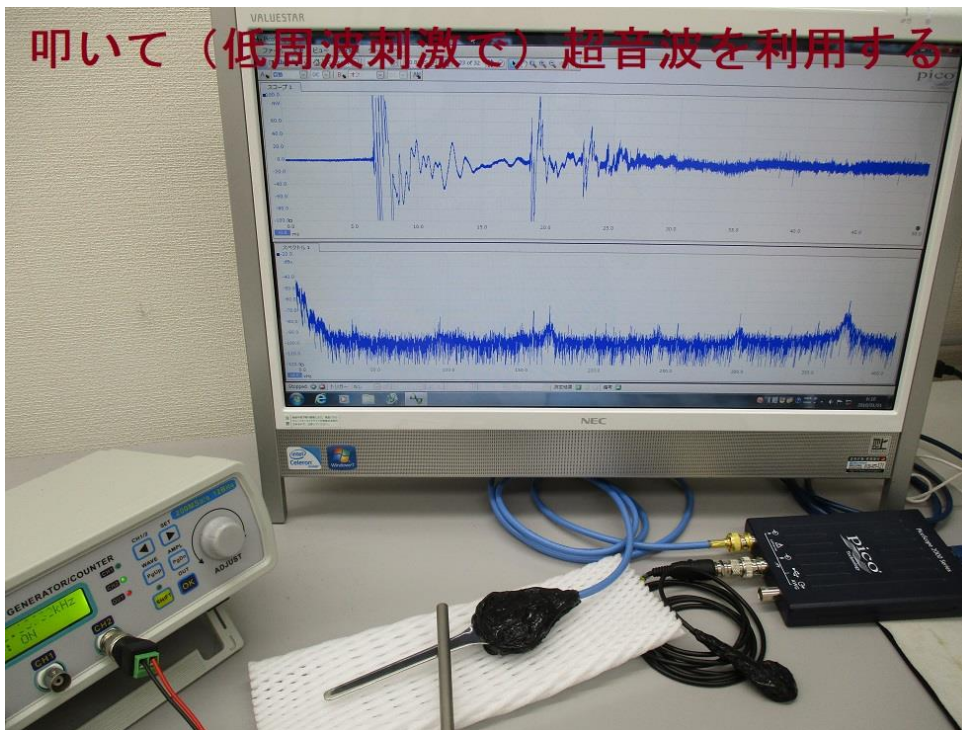
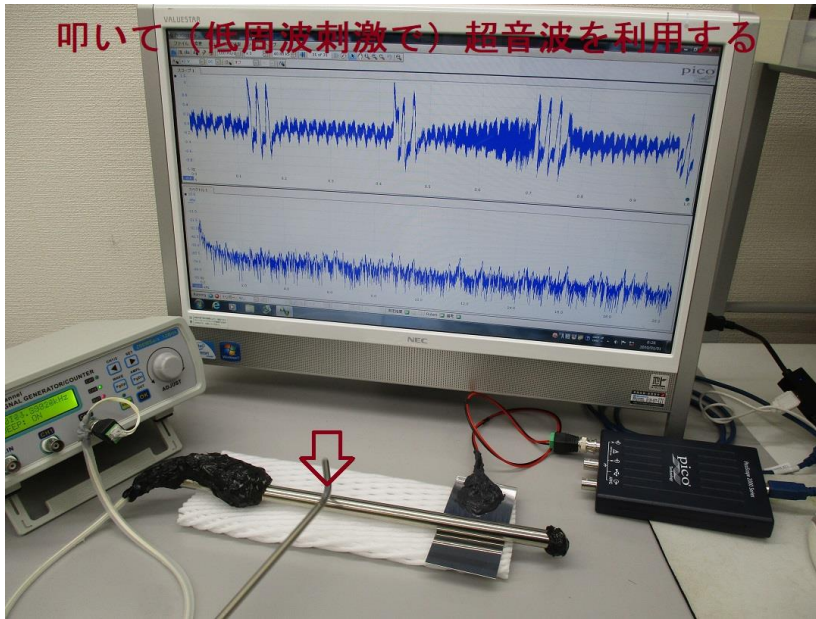


注：

- 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洗剤・加工油・・・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) 容器の表面弾性波を非線形制御した化学反応制御
- 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、めっき液・溶剤・・・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：0.2～10kHz）と  
超音波（高周波：20kHz～5MHz）を組み合わせることで  
目的に合わせた非線形現象（1Hz～100MHz）の  
ダイナミック制御を実用化する技術です。





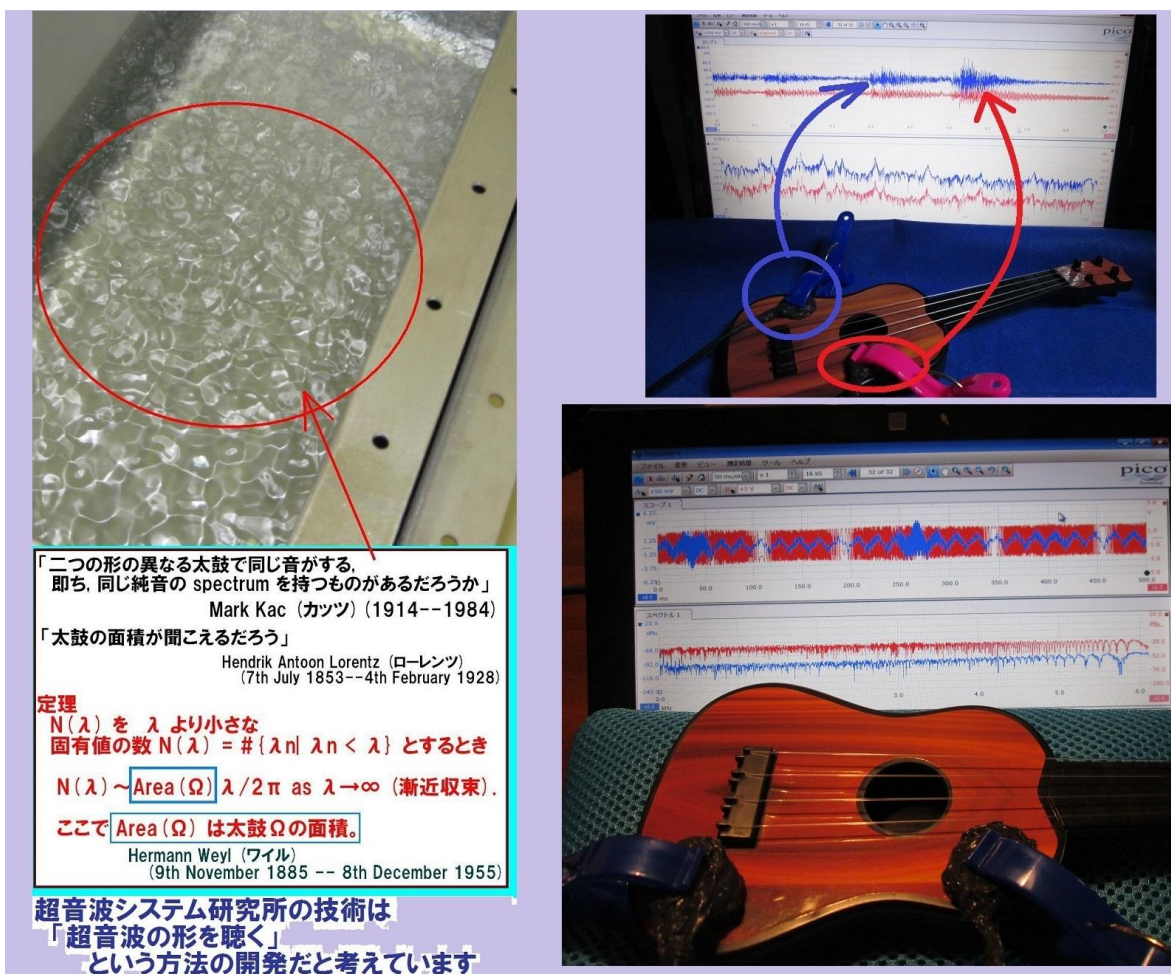
## <<技術の根底にあるもの>>

音（振動現象）の形を聴く

Hearing the shape of a sound (Vibration phenomenon)

「太鼓の形を聴く」と言う問題を紹介します

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



「二つの形の異なる太鼓で同じ音がる、  
即ち、同じ純音の spectrum を持つものがあるだろうか」  
Mark Kac (カッツ) (1914--1984)

「太鼓の面積が聞こえるだろう」  
Hendrik Antoon Lorentz (ローレンツ)  
(7th July 1853--4th February 1928)

**定理**  
 $N(\lambda)$  を  $\lambda$  より小さな  
固有値の数  $N(\lambda) = \#\{\lambda_n \mid \lambda_n < \lambda\}$  とするとき  
 $N(\lambda) \sim \text{Area}(\Omega) \lambda / 2\pi$  as  $\lambda \rightarrow \infty$  (漸近収束).  
ここで  $\text{Area}(\Omega)$  は太鼓  $\Omega$  の面積。  
Hermann Weyl (ワイル)  
(9th November 1885 -- 8th December 1955)

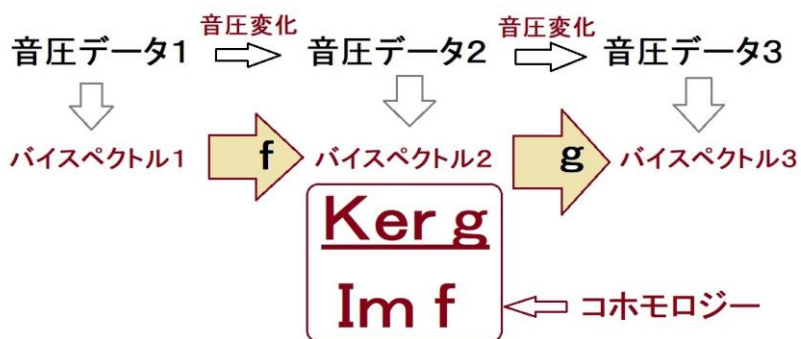
超音波システム研究所の技術は  
「超音波の形を聴く」  
という方法の開発だと考えています

超音波の解析に応用できると考えています

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（波形・スペクトル・変化・・・）」を研究する  
 という方法を続けていきたいと考えます

**核(kernel)  
 像(image)**



$$\Sigma = \{ (\text{キャビテーション周波数}, \text{非線形共振周波数}, \text{伝搬条件1}, \text{伝搬条件2}, \dots) \in v+2\text{次元の空間} \mid \dots \}$$

↓  
岡の上空移行の原理 ⇨ **正則領域**

**超音波伝搬現象** ⇨ **効果** ⇨ **非正則領域**  
 (集合、多様体、空間・・・) (洗浄、攪拌、加工・・・)

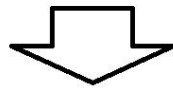
# 超音波伝搬現象 ⇨ 効果 ⇨ **非正則領域**

(集合、多様体、空間・・・) (洗浄、攪拌、加工・・・)

## 非線形現象

(弾性体、気体、液体の

ダイナミックに振動する境界面)



高次のコホモロジーはゼロにならない

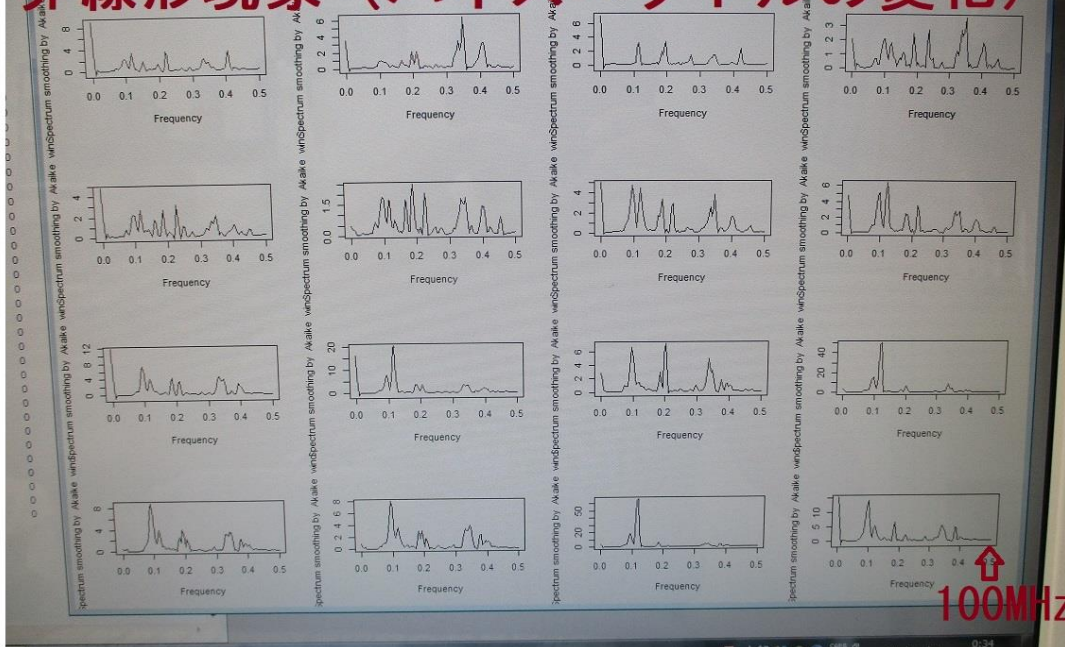
(ゼロになると低周波の共振現象が発生する)



高次のコホモロジーをゼロにしない超音波利用技術

複数の超音波をスイープ発振による、

## 非線形現象 (バイスペクトルの変化)





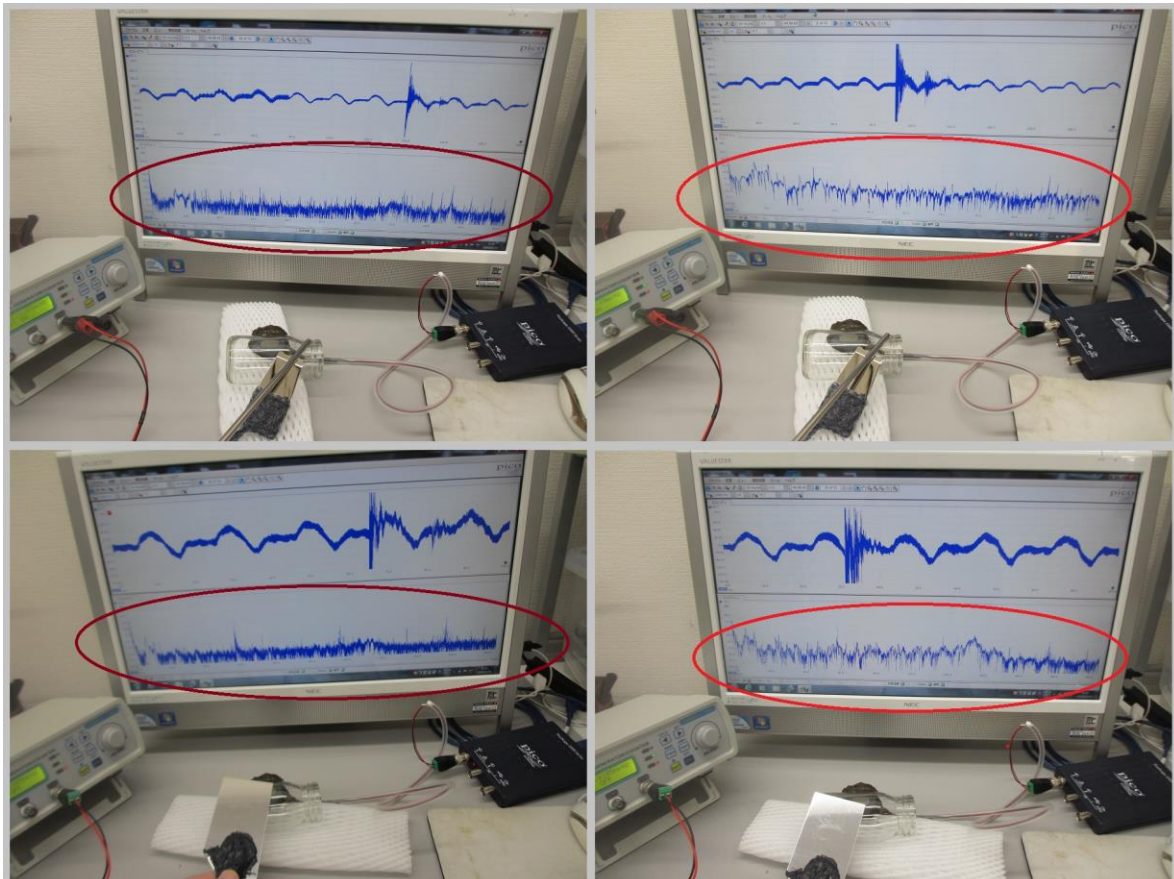
<<参考>>

叩いて（低周波刺激で）超音波を利用する  
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17590>

音と超音波の組み合わせ  
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14411>

音と超音波の組み合わせ技術  
<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>



叩いて超音波で見る —叩く技術—

超音波洗浄に関する非線形制御技術

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

表面弾性波を利用した超音波制御技術

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

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>

超音波の非線形現象

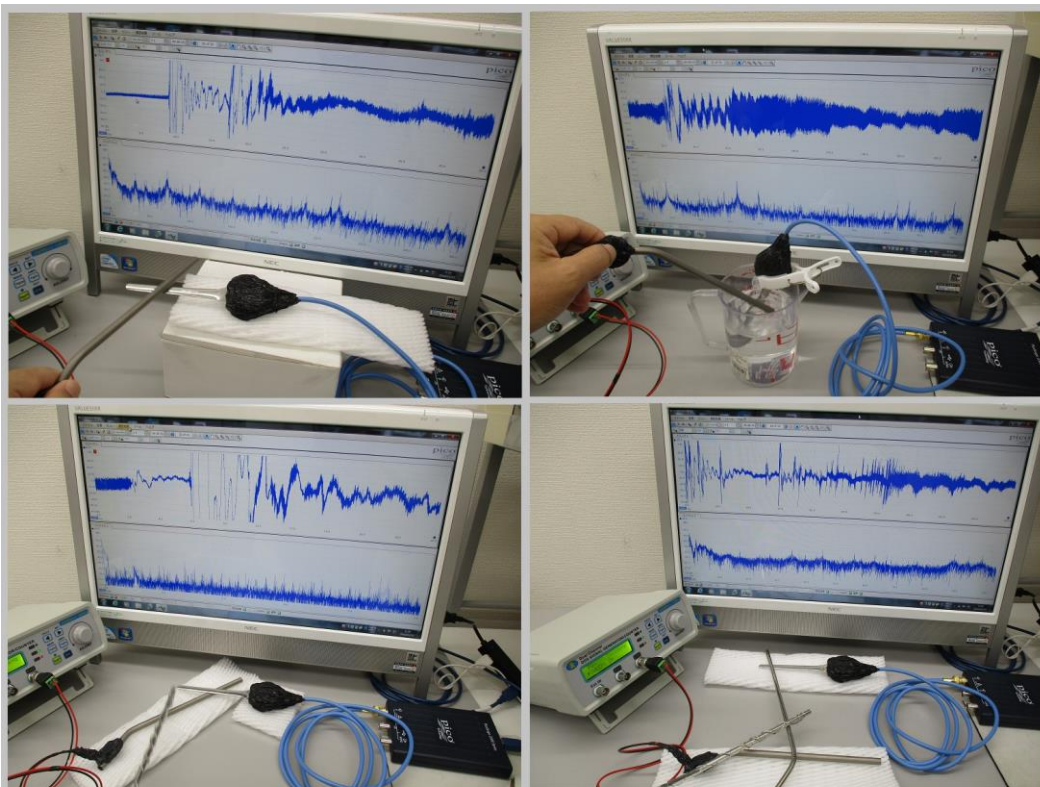
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2843>

統計的な考え方を利用した超音波

<http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

超音波の非線形振動

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



叩いて（低周波刺激で）超音波を利用する



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>

超音波制御技術

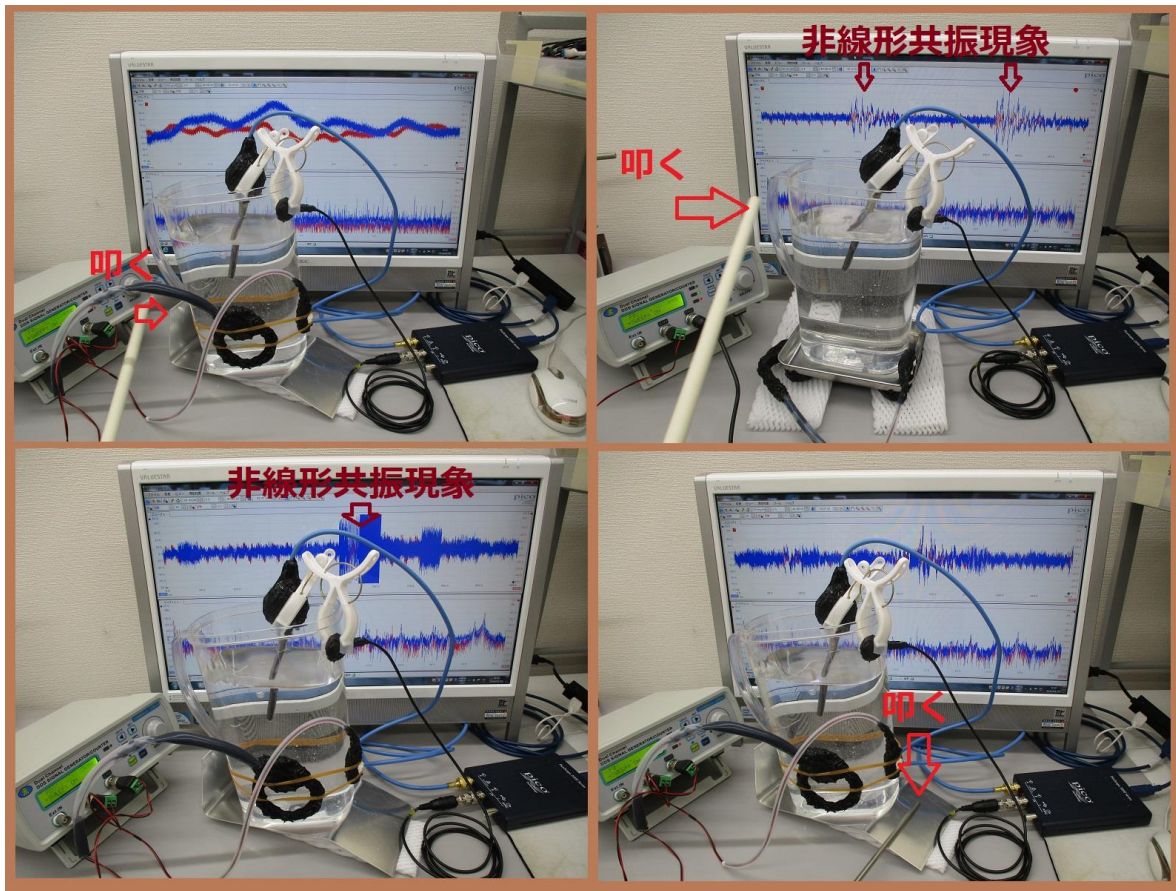
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>

メガヘルツの超音波発振制御プローブ

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

メガヘルツの超音波を利用する超音波システム技術

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



非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画

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

超音波プローブ

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

超音波発振システム（1MHz、20MHz）  
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

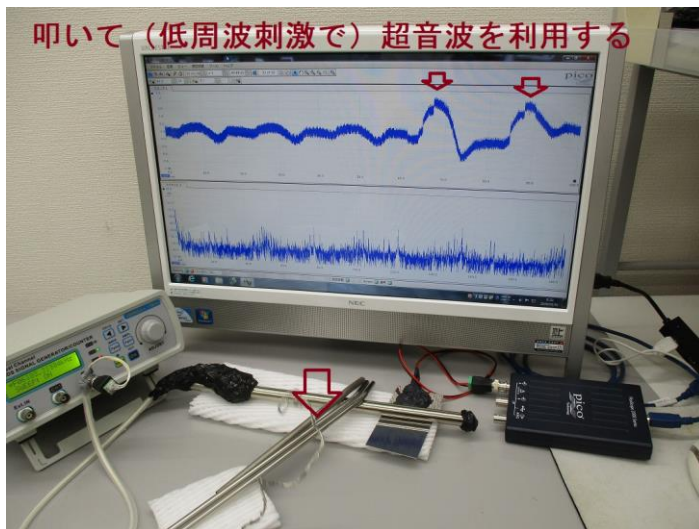
超音波プローブ（音圧測定・非線形振動解析）  
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1263>

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>

超音波の実験検討を行うための参考書籍・機器の紹介  
<https://www.aperza.com/catalog/page/10010511/55548/>

価格表：超音波システム研究所  
<https://www.aperza.com/catalog/page/10010511/55546/>



【本件に関するお問合せ先】  
超音波システム研究所  
住所：〒192-0046  
東京都八王子市明神町2丁目25-3  
SOHOプラザ京王八王子 303  
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/>