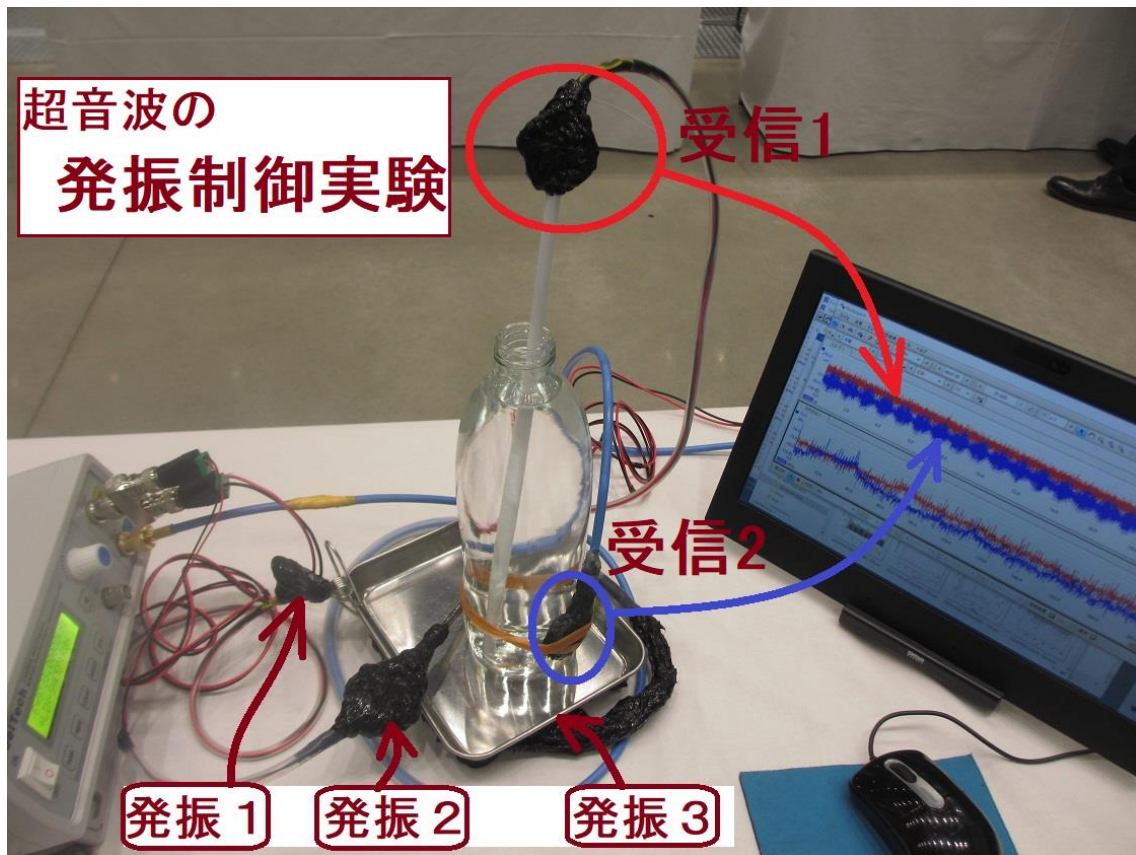


発振条件による

# 超音波伝搬状態の変化

Ver2.0 2024/1/24 超音波システム研究所

## 1. 実験装置概要



超音波発振装置：ファンクションジェネレータ

KKmoon D D S 信号発生器 240MSa / s 24MHz

仕様：主な特徴

発振範囲 0-24MHz

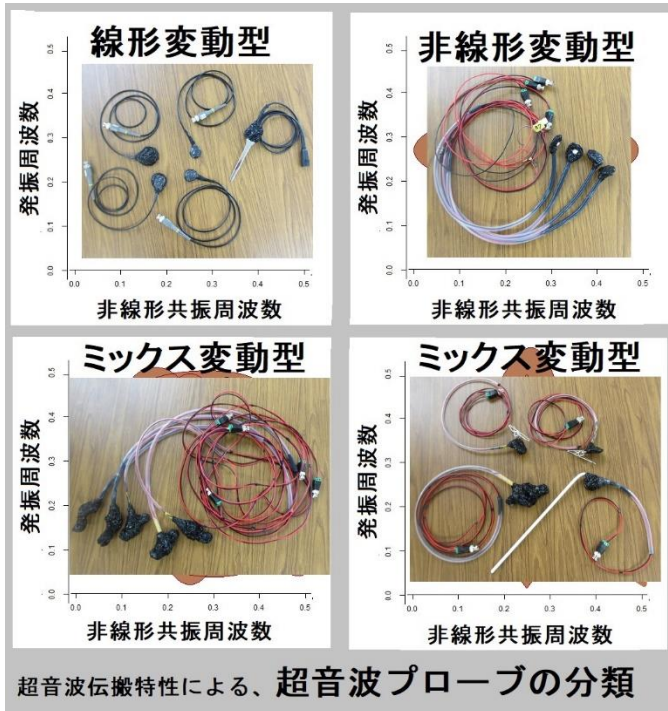
出力変調 周波数スイープ

サンプリングレート：240MSa/s

最小周波数分解能：10MHz

振幅範囲 5mVp-P~20Vp-p

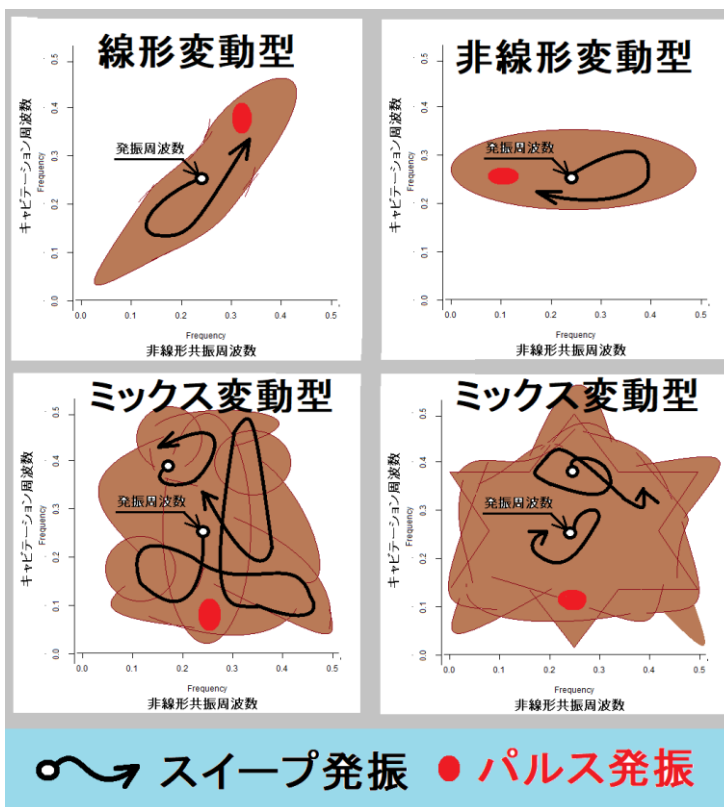
超音波プローブ（発振用、測定用）：超音波システム研究所オリジナル製品



超音波伝搬特性による、超音波プローブの分類

## 2. 発振制御について

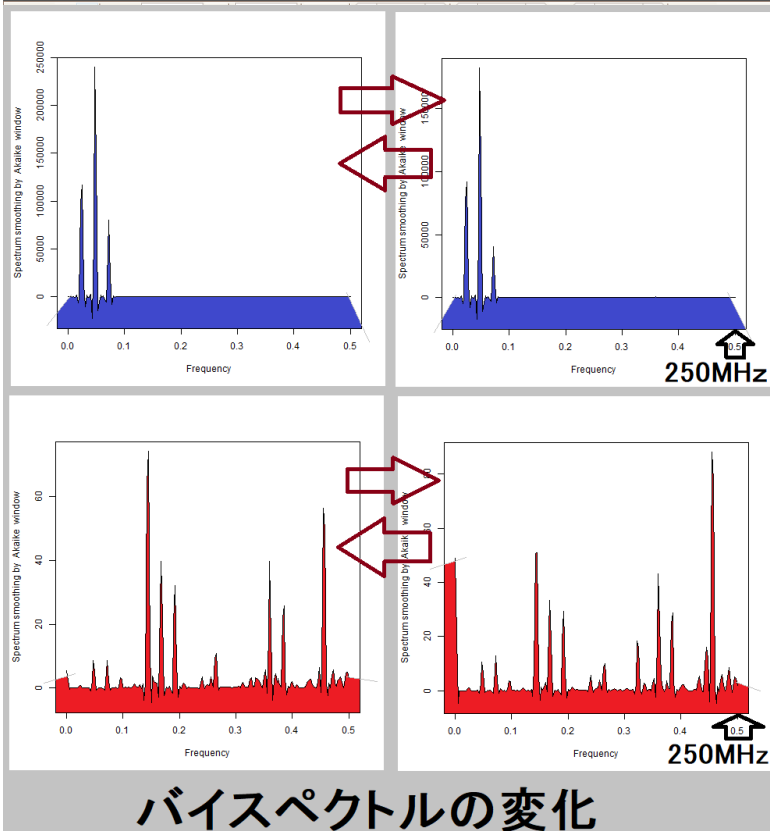
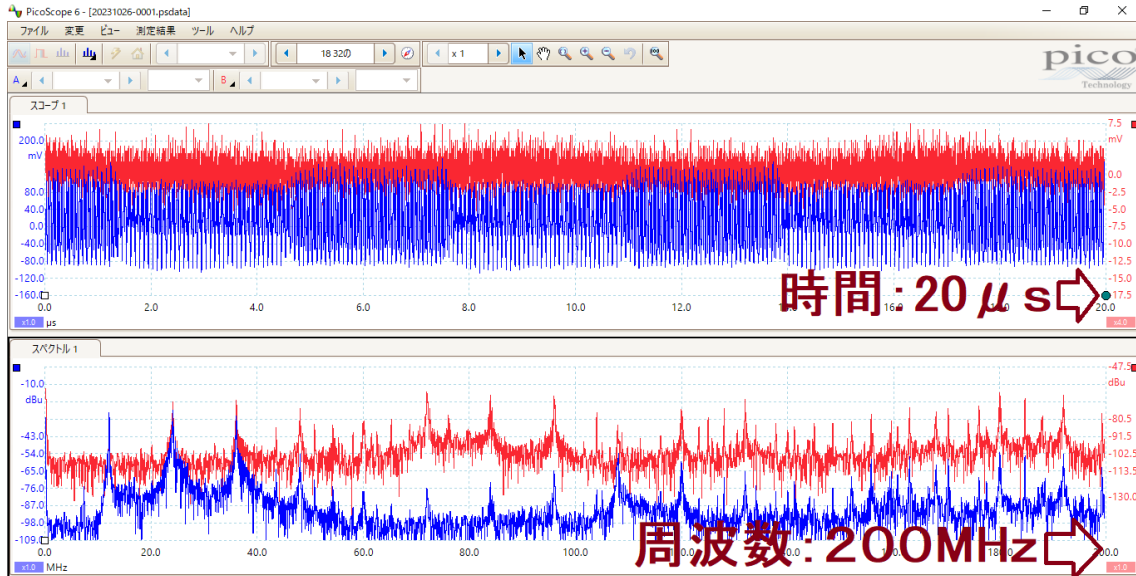
超音波の発振制御：下図に基づいた超音波システム研究所オリジナル技術



### 3. 実験結果

#### 発振制御 1

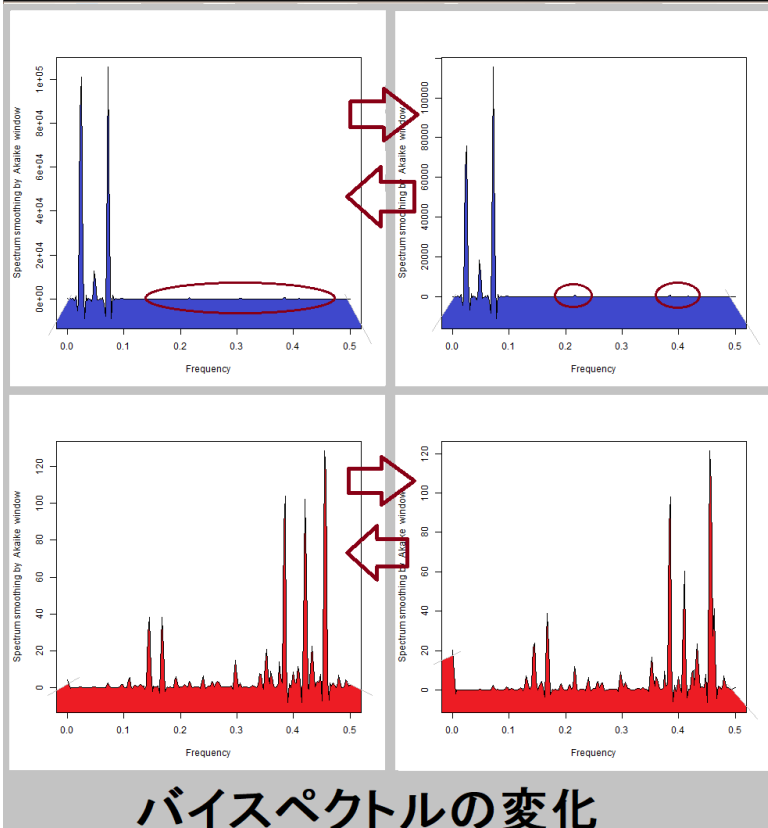
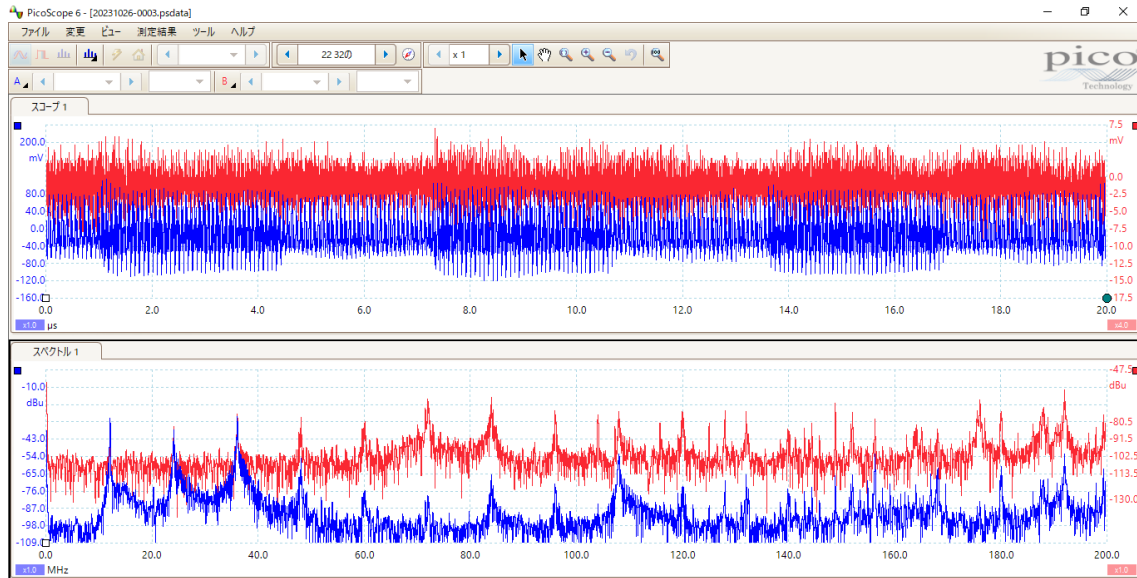
グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧



グラフ赤：10MHz以下の発振でも200MHz以上のバイスペクトルが値を持ちます。従って、600MHz以上の超音波伝搬状態が実現しています

## 発振制御 2

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧

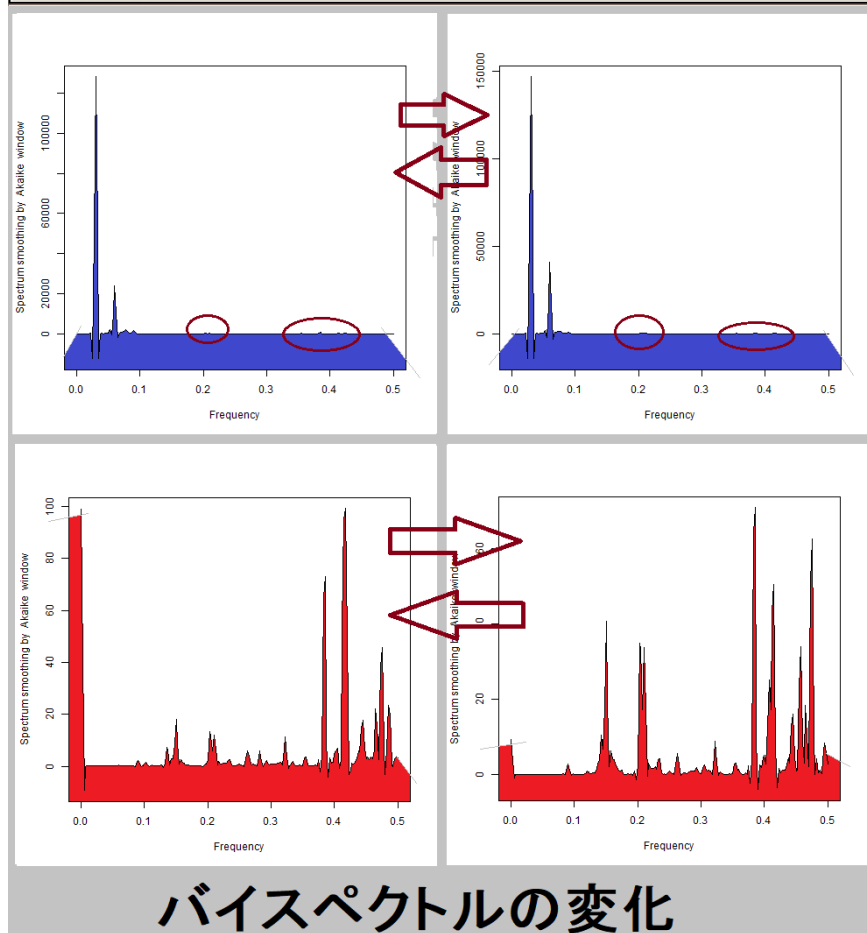
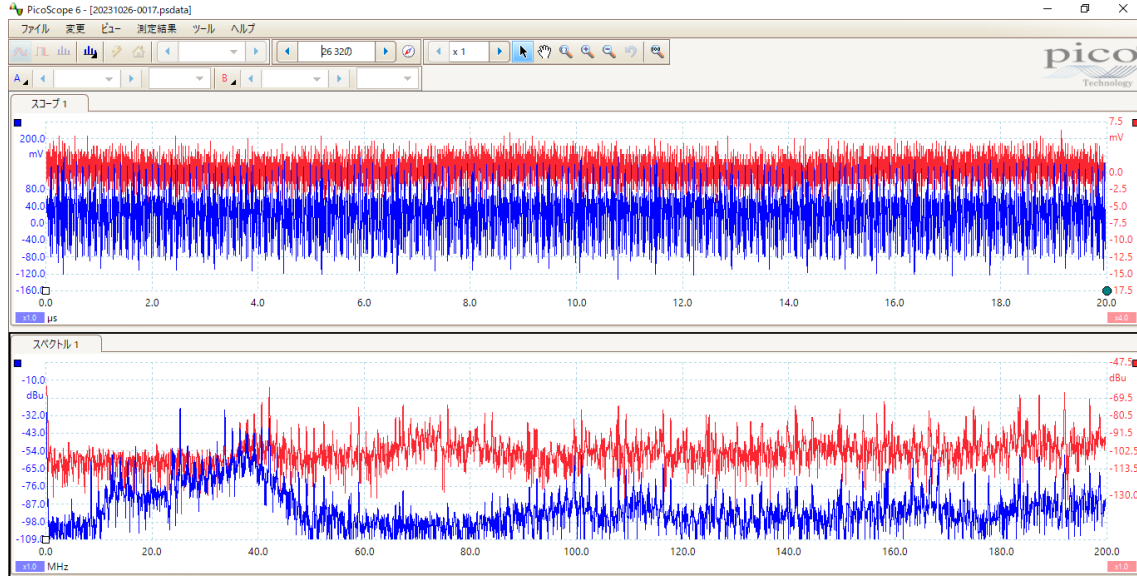


### バイスペクトルの変化

グラフ青：10 MHz以下の発振でも200 MHz付近のバイスペクトルが値を持ちます。従って、600 MHz付近の超音波伝搬状態が実現しています  
これは、ガラス容器に接触する部分の液体に高い周波数の刺激を与えます

# 発振制御 3

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧

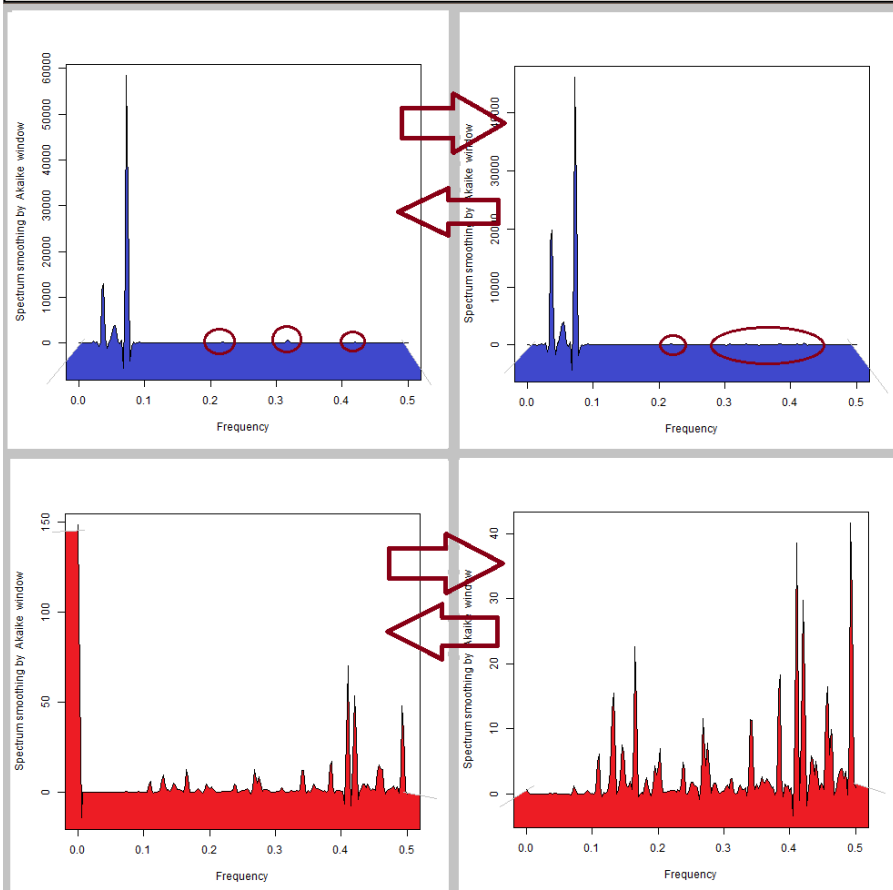
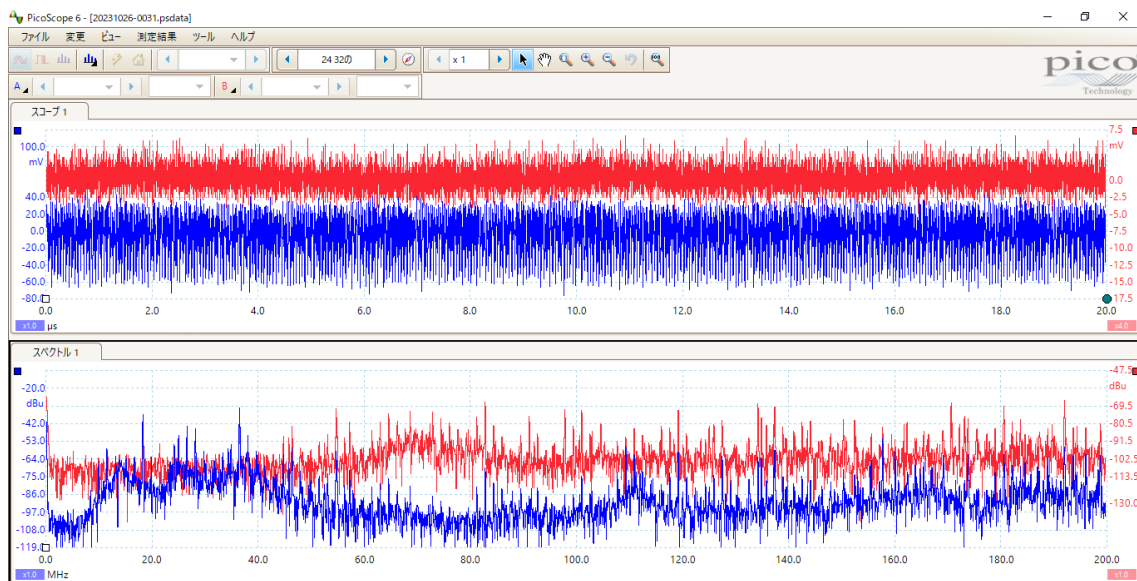


## バイスペクトルの変化

グラフ赤：低周波から 250 MHz までのバイスペクトルがダイナミックに変化しています。これは、高い周波数で高い音圧レベルの刺激が実現しています

# 発振制御 4

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧



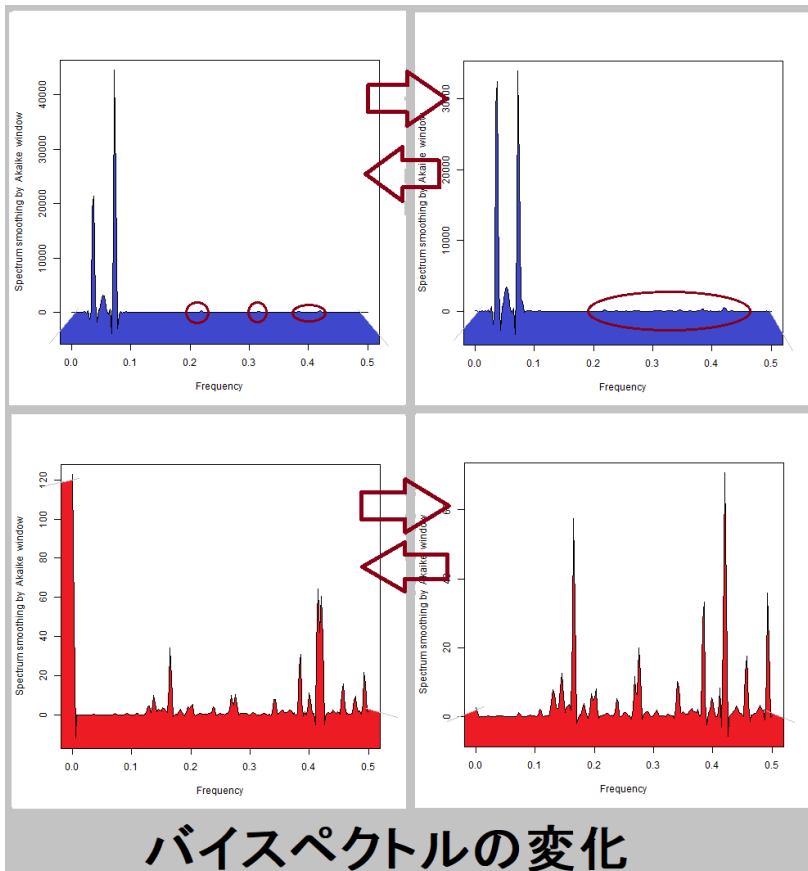
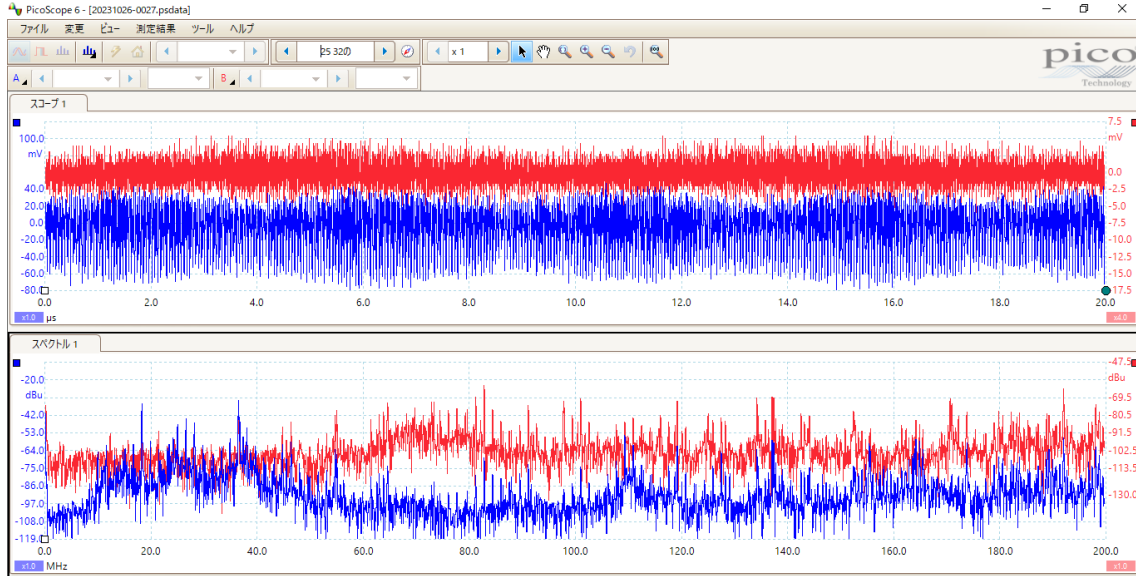
## バイスペクトルの変化

グラフ赤・青：バイスペクトルがバランス良くダイナミックに変化しています。これは、幅広い超音波の応用に適した状態です



# 発振制御 5

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧

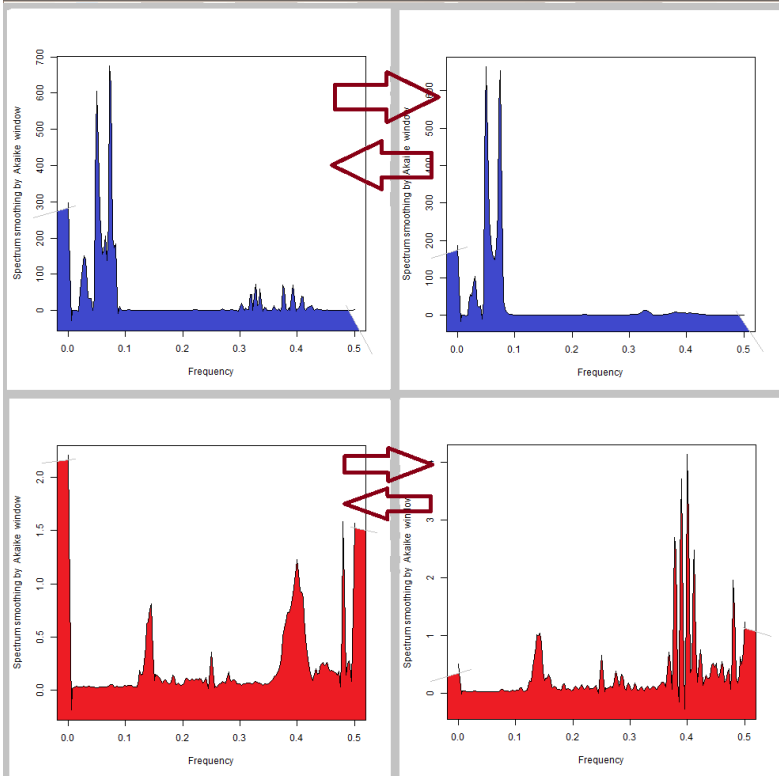
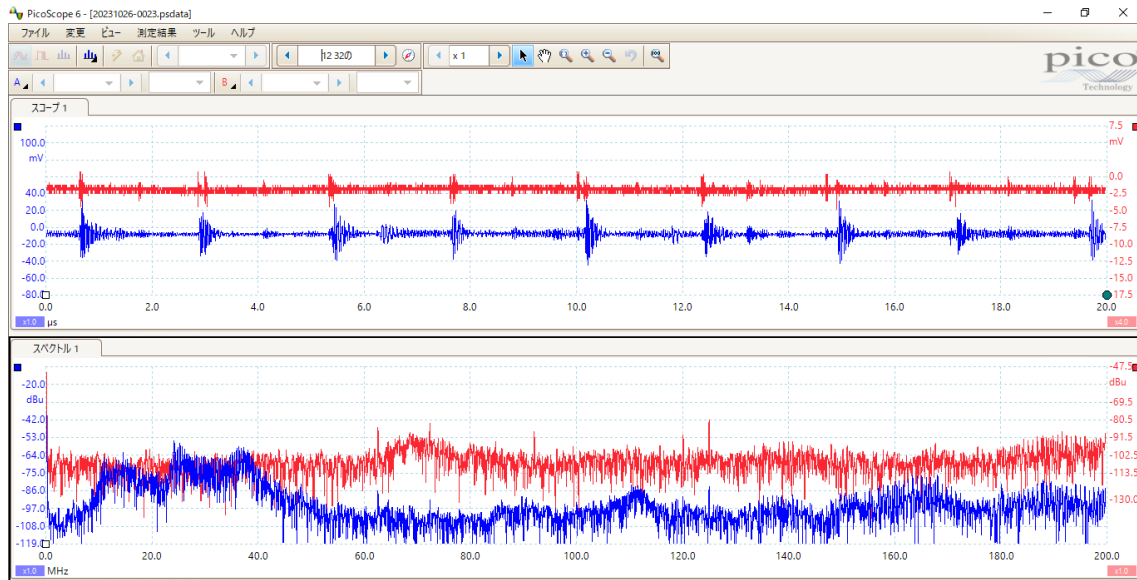


## バイスペクトルの変化

グラフ赤・青：バイスペクトルが特徴的な変化をしています。  
これは、バイスペクトルの周波数特性に合わせた应用到に適した状態です

# 発振制御 6

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧



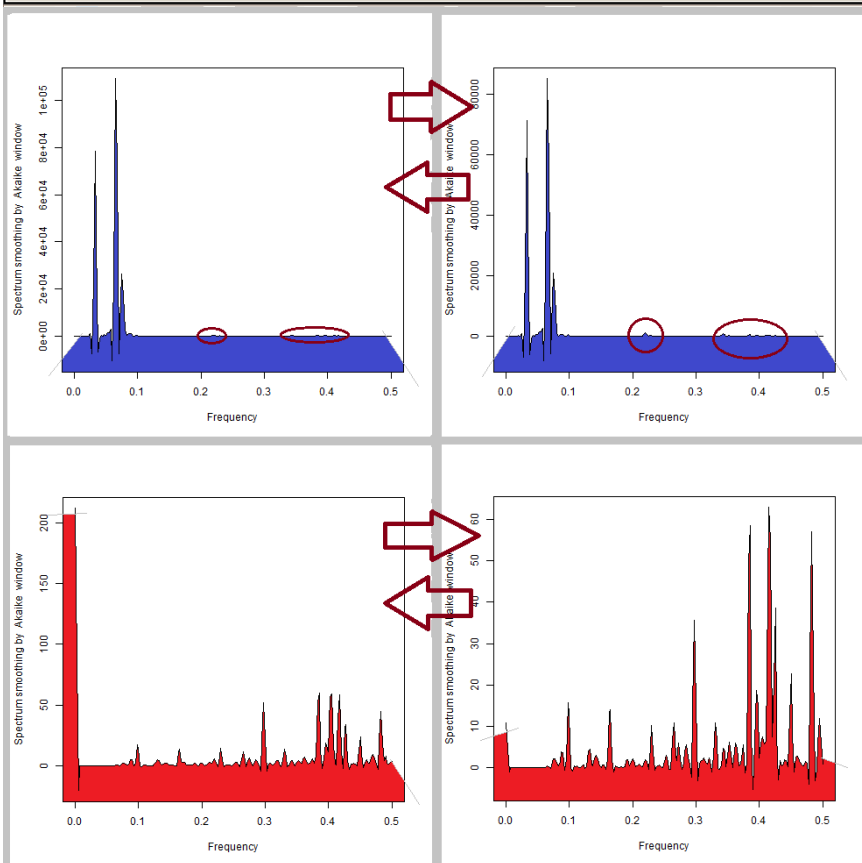
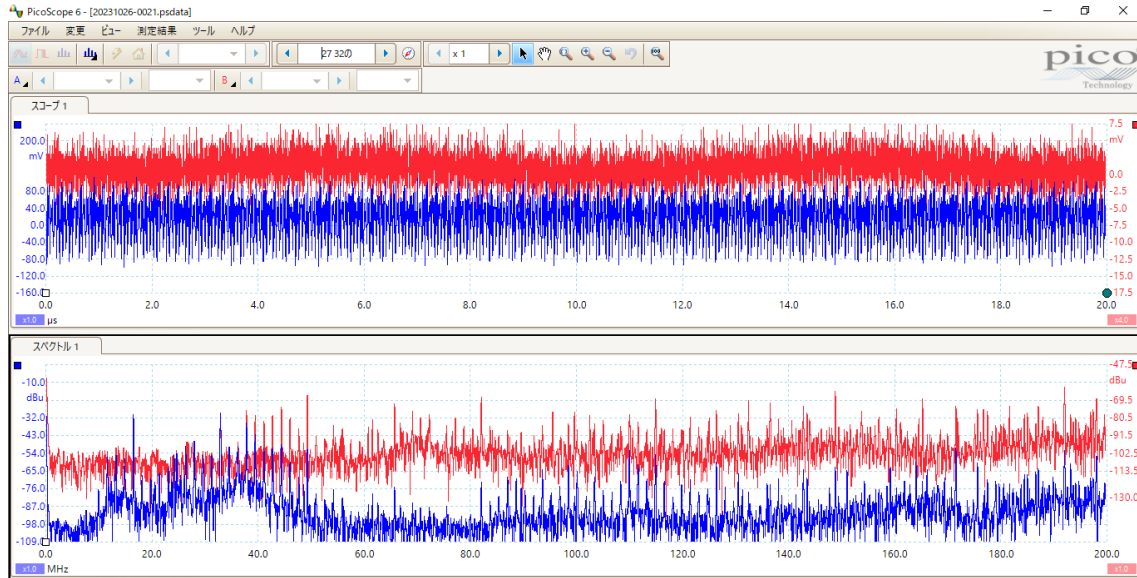
## バイスペクトルの変化

グラフ青：ガラス容器表面のバイスペクトルが高い周波数の値を示しています。  
グラフ赤：バイスペクトルで、高い周波数での共振現象が発生しています。  
これは、ガラス容器内でのナノレベルの乳化・分散処理に適した状態です



# 発振制御 7

グラフ青：ガラス容器の表面音圧      グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧

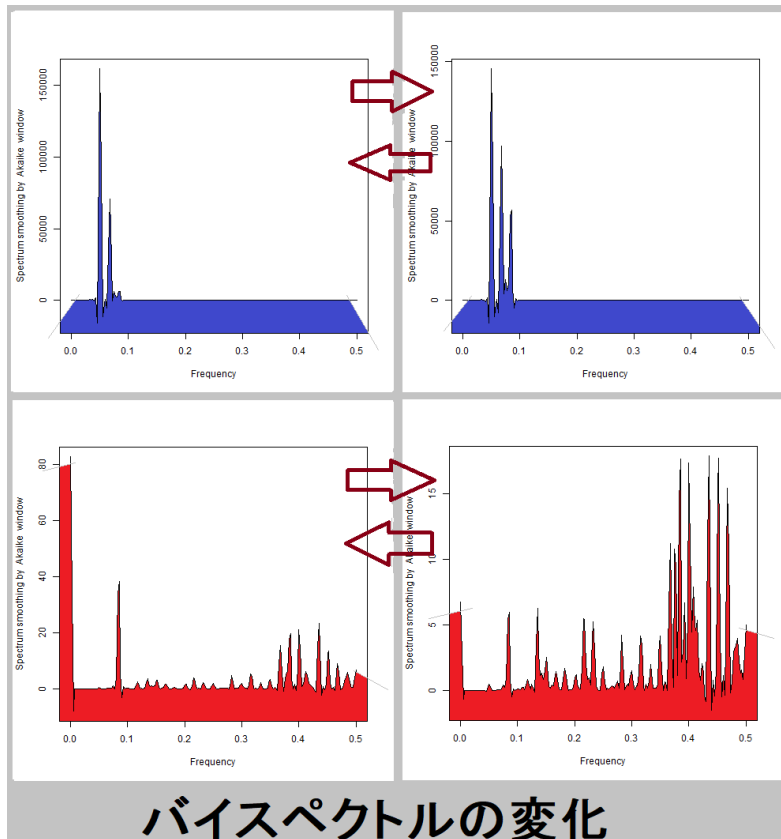
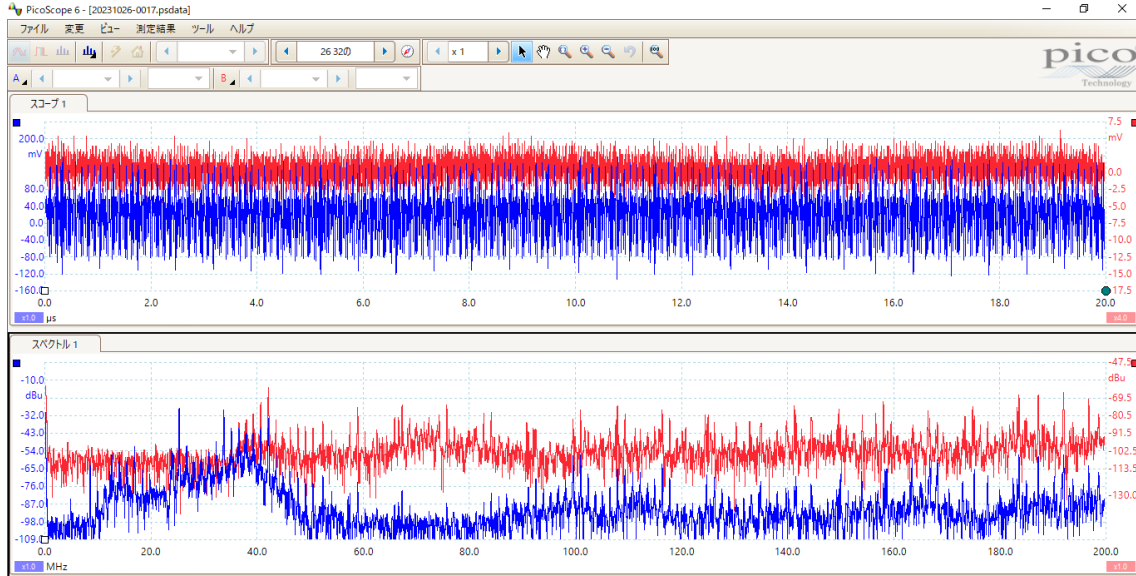


## バイスペクトルの変化

グラフ赤・青：バイスペクトルの変化が、比較的なめらかな状態です。  
これは、ダメージを押さえた超音波利用に適した状態です

# 発振制御 8

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧

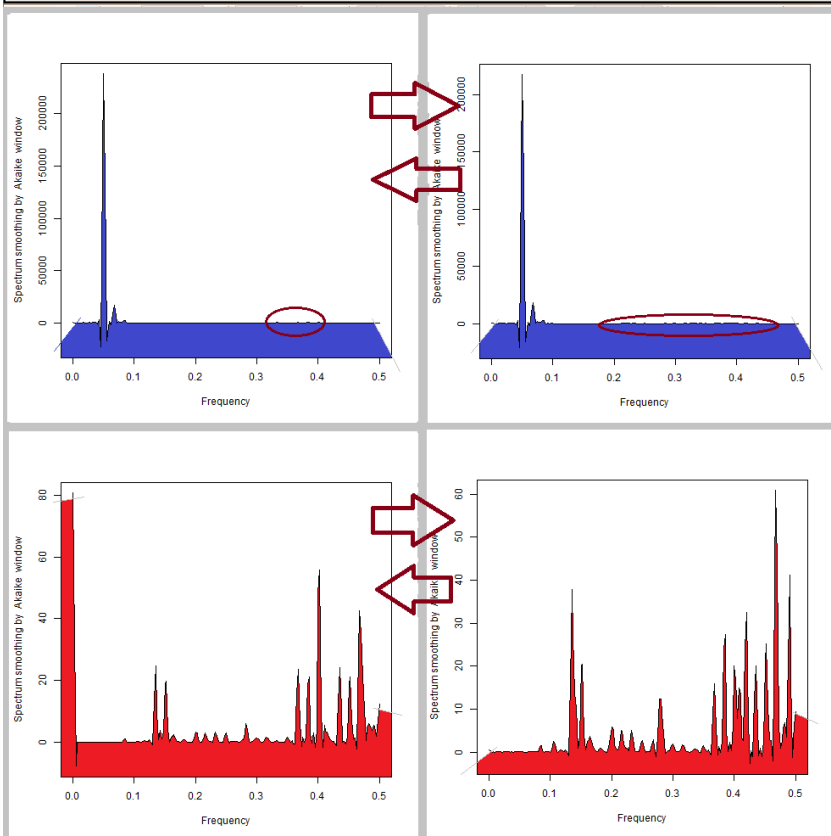
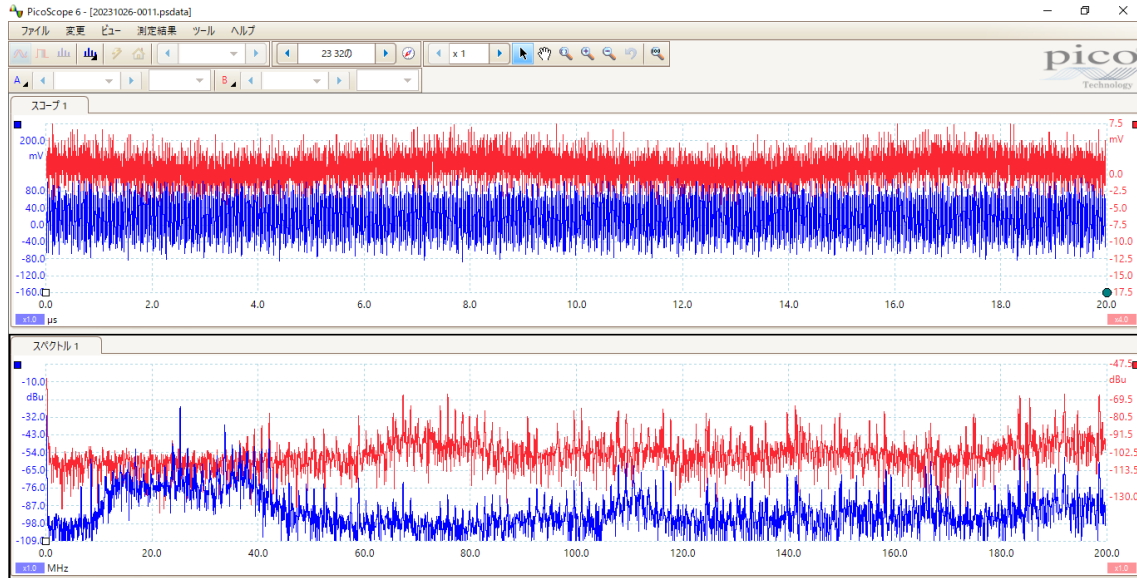


## バイスペクトルの変化

グラフ青：50 MHz以上のバイスペクトルの値が、ゼロです。  
グラフ赤：170 MHz以上のバイスペクトルがダイナミックに変化します。  
これは、強いインパクトのある400 MHz以上の超音波刺激状態です

# 発振制御 9

グラフ青：ガラス容器の表面音圧    グラフ赤：ガラス容器内の液体の音圧



## バイスペクトルの変化

グラフ青・赤：バイスペクトルがダイナミックに変化しています。  
これは、2023年11月時点で、超音波システム研究所の推奨状態です

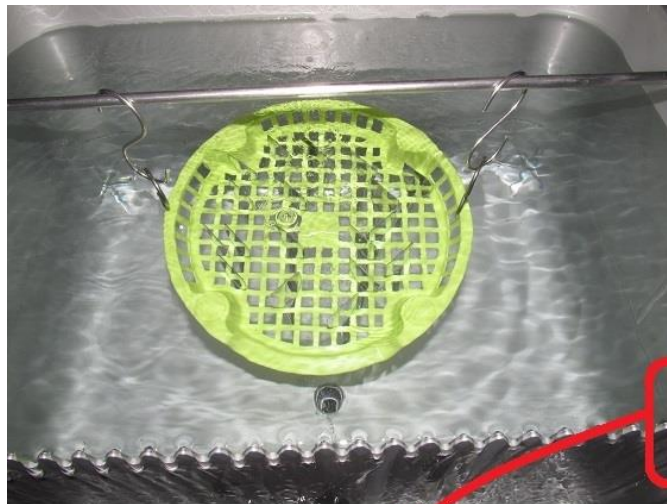
## 5. 結論

超音波照射を行う場合、発振制御条件が非常に重要です。

非線形現象による複雑な相互作用による各種の効果は、液体・気体・弾性体を伝搬する超音波の特性を利用することで、効率的にダイナミックな制御が可能です。(弾性体の表面を伝搬する表面弾性波に関する理解・各種工夫・ノウハウ・発明・発見・・・が必要です)

現状の超音波機器において、安価なメガヘルツの超音波発振制御装置の追加による超音波利用状態の改善を提案・推奨します。

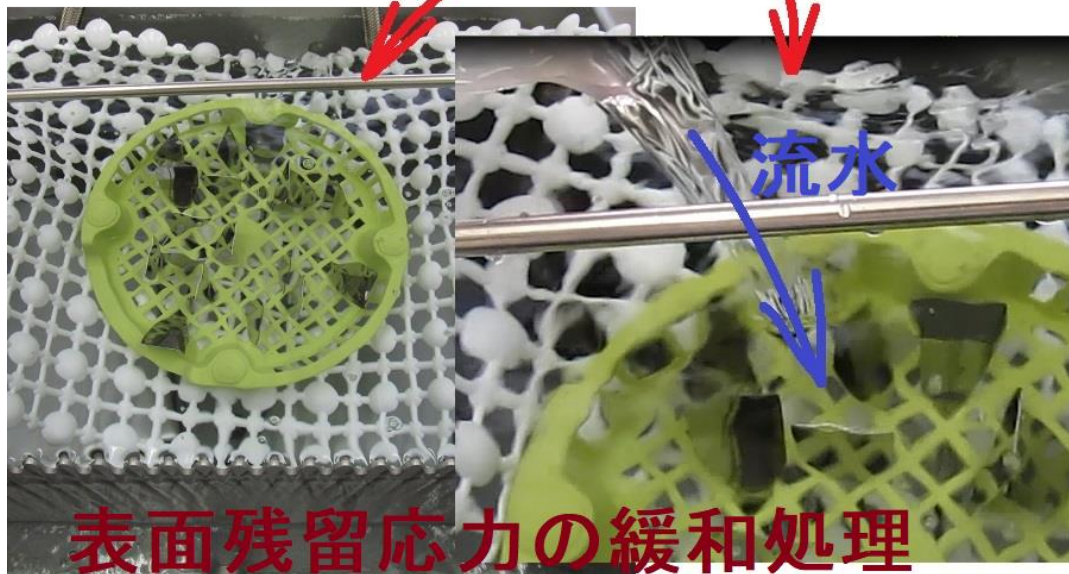
追記：流水に伝搬するメガヘルツ超音波のダイナミック制御（超音波シャワー）は、ナノレベルの洗浄以上に表面の均一化処理（表面残留応力の均一化）としての利用が効果的です



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



流水

表面残留応力の緩和処理

## 6. 参考文献

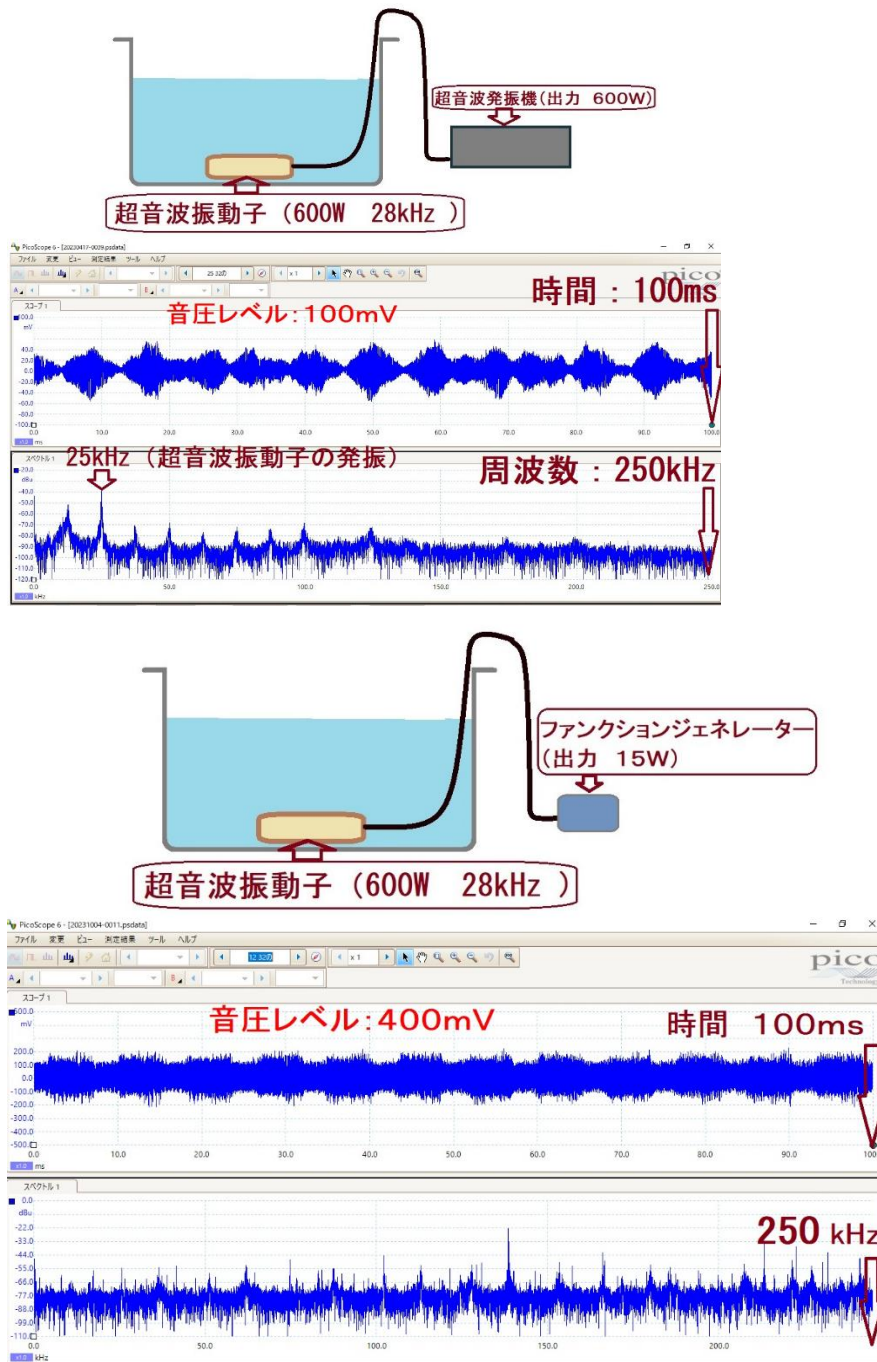
生体のゆらぎとリズム—コンピュータ解析入門

赤池 弘次【監修】/和田 孝雄【著】 出版社： 講談社（1997）

ダイナミックシステムの統計的解析と制御

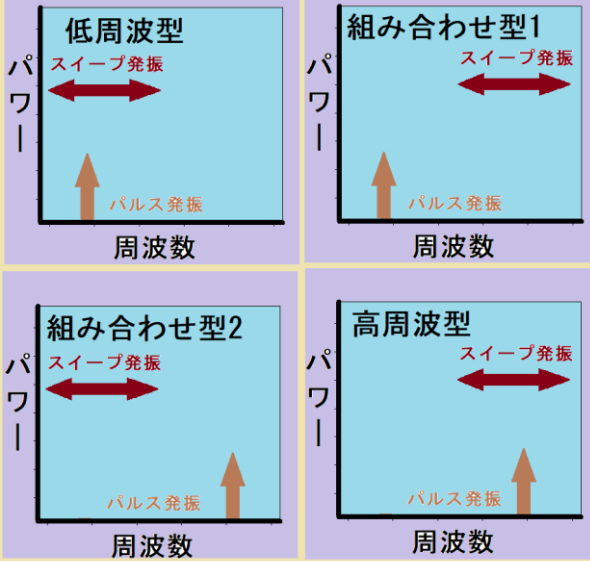
赤池 弘次（著），中川 東一郎（著） 出版社： サイエンス社（1972）

参考情報： [超音波振動子の表面均一化処理効果](#)



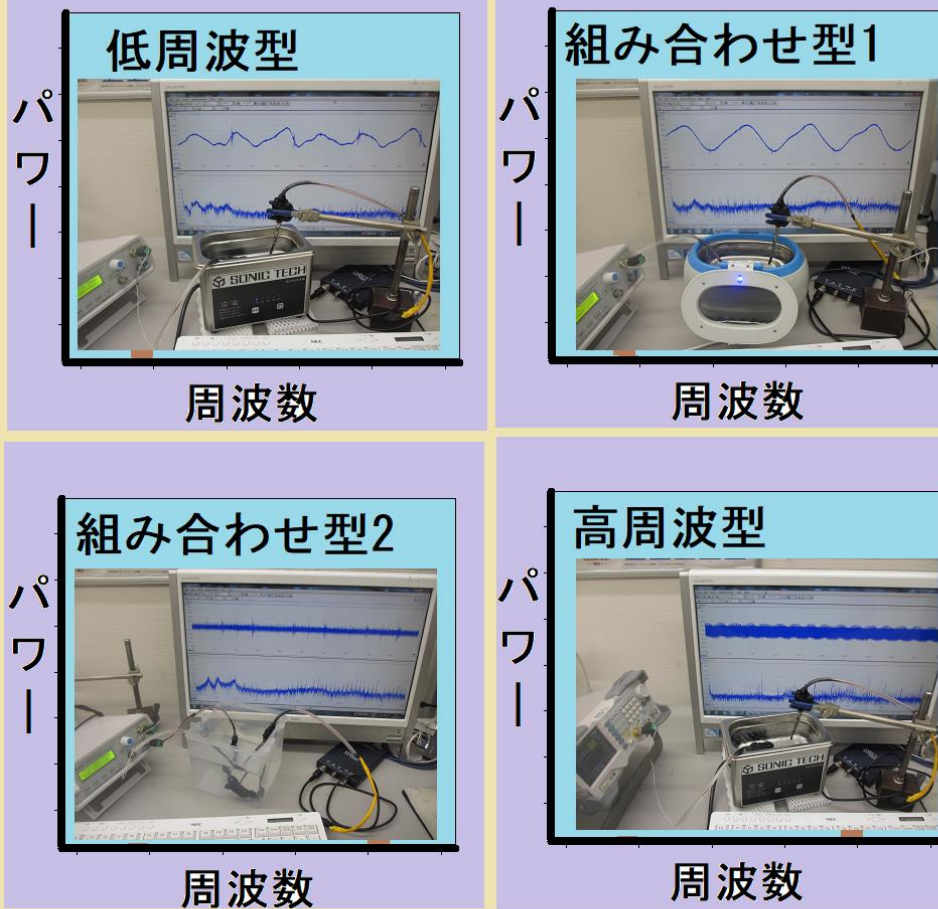


超音波の非線形現象をコントロールする技術

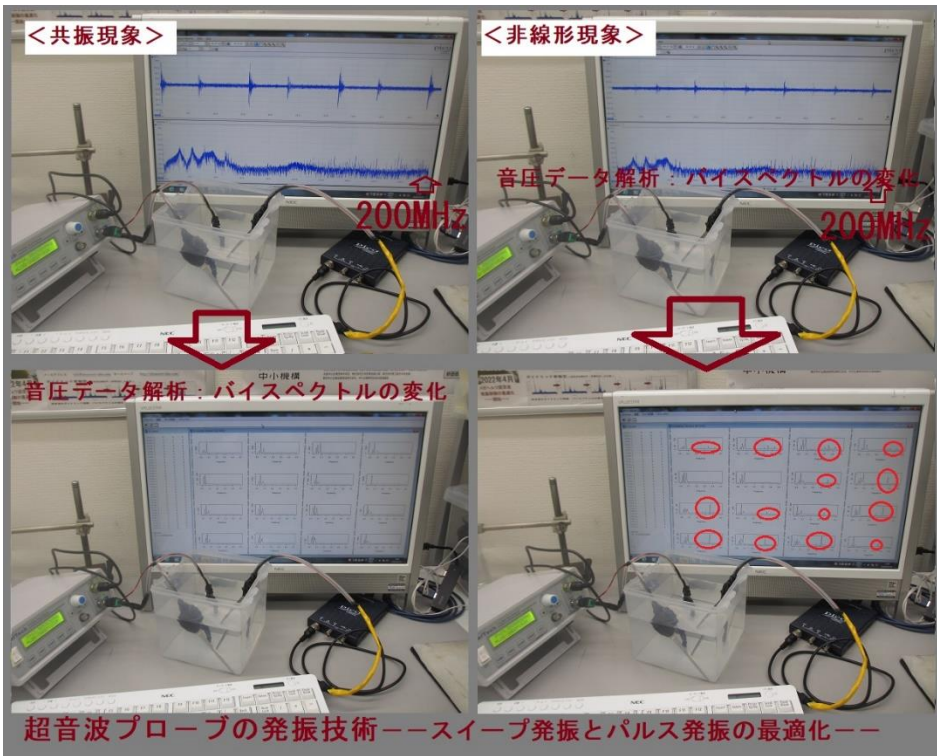


スweep発振とパルス発振の分類

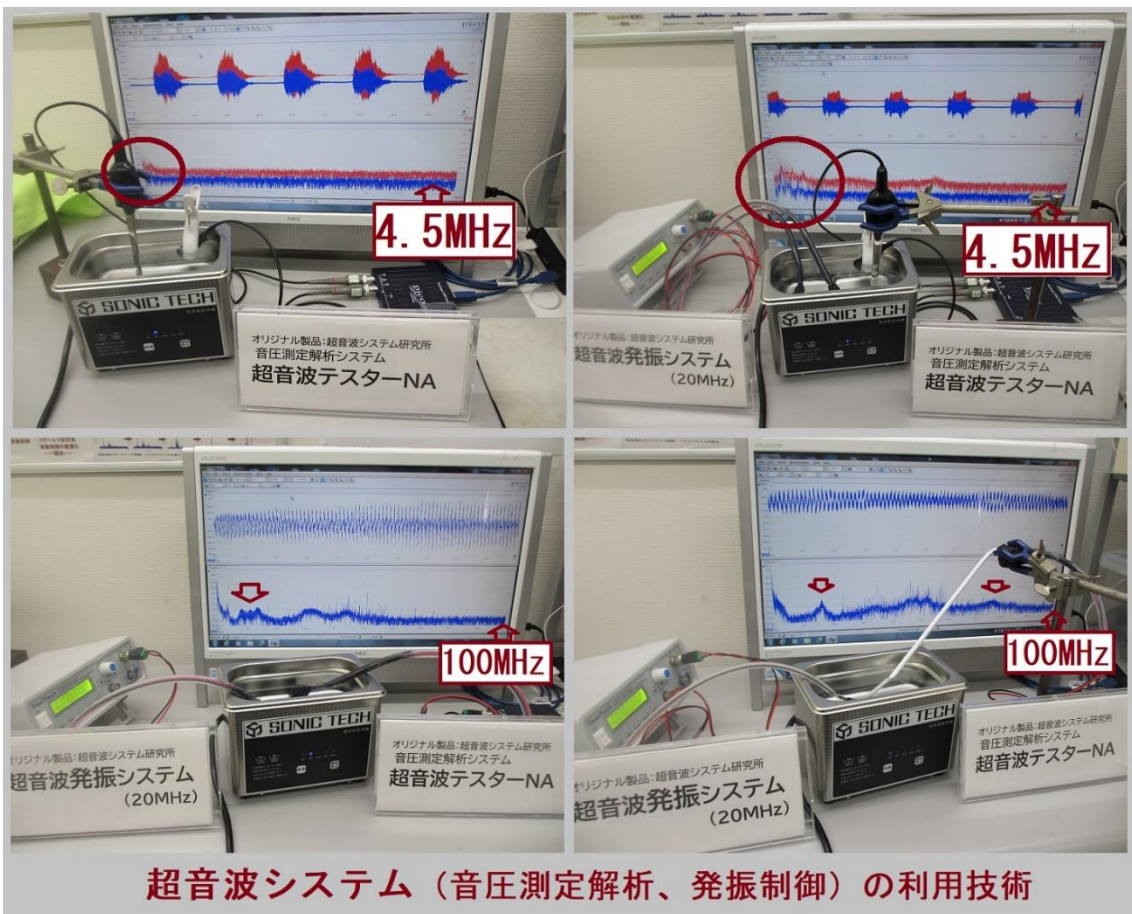
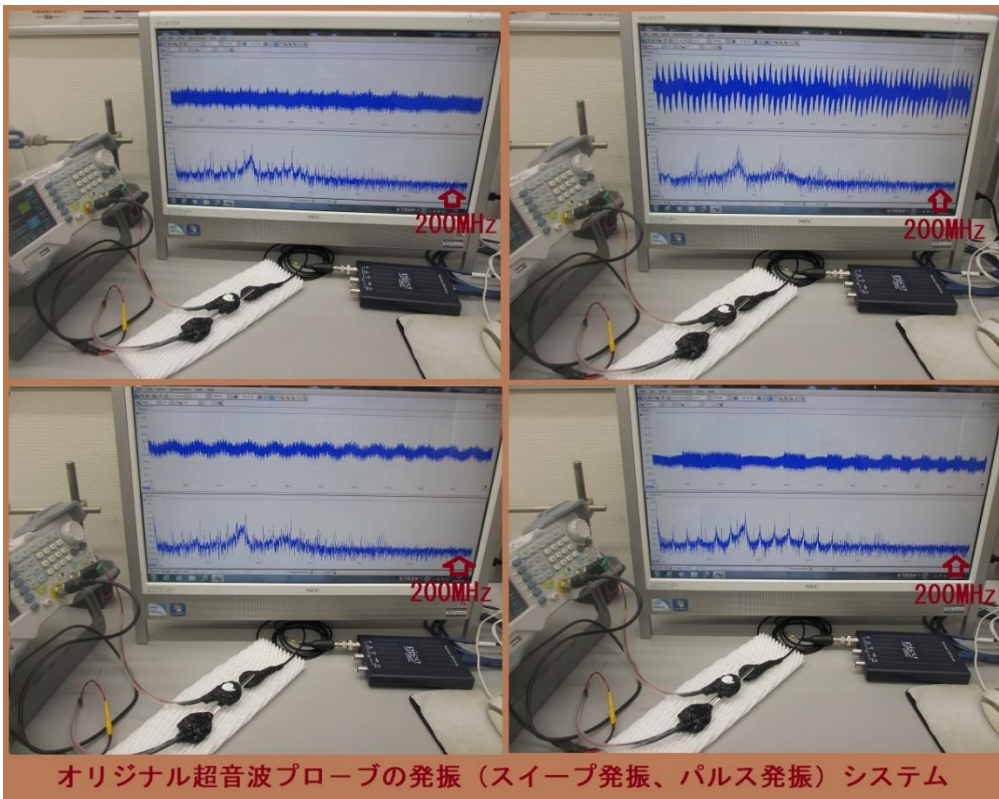
超音波の非線形現象をコントロールする技術



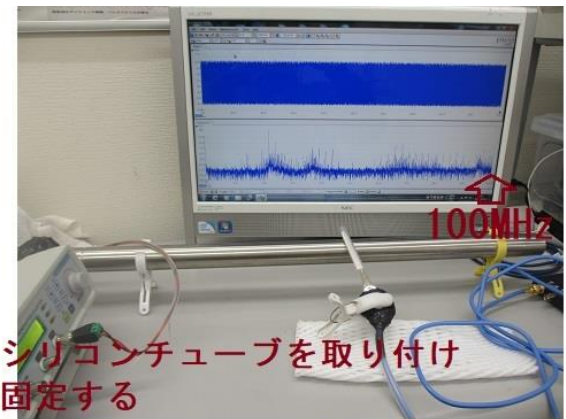
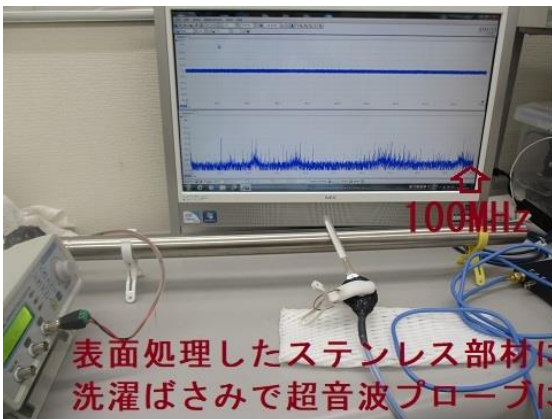
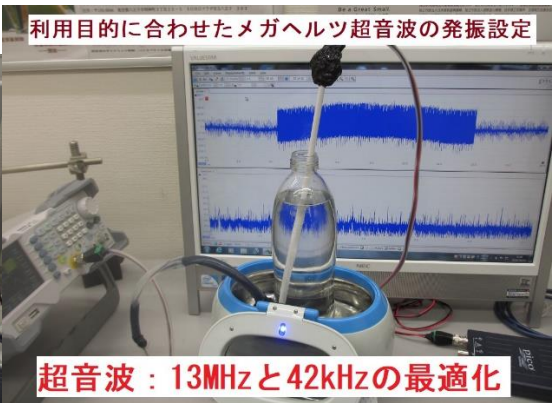
スweep発振とパルス発振の分類











表面処理したステンレス部材にシリコンチューブを取り付け  
洗濯ばさみで超音波プローブに固定する

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）の利用技術