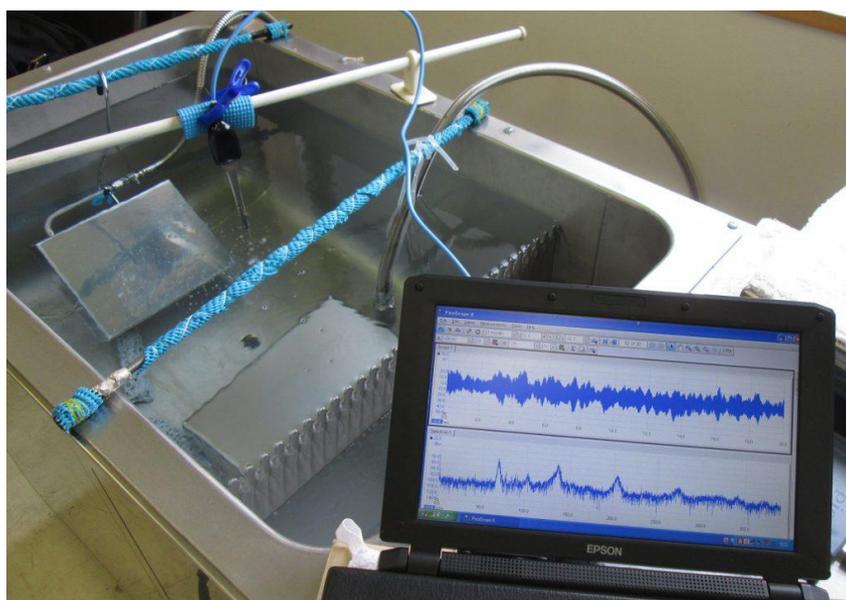
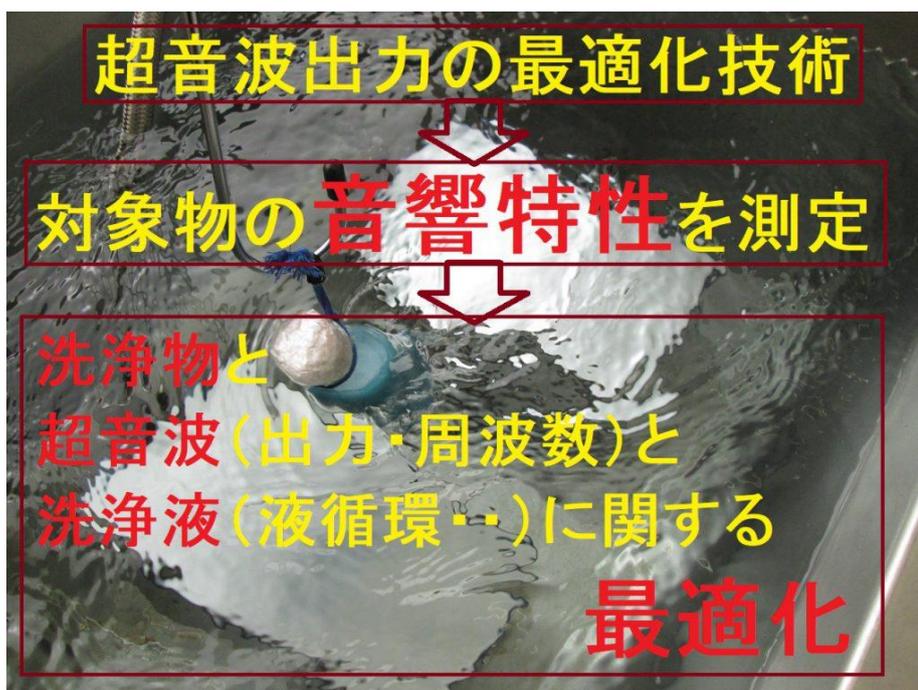


# 超音波出力の最適化技術

超音波出力の最適化技術を開発

(対象物の表面を伝搬する表面弾性波の測定解析に基づいた最適化技術)

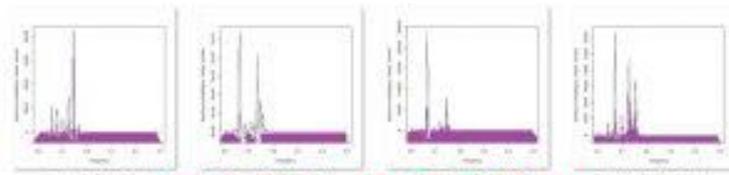




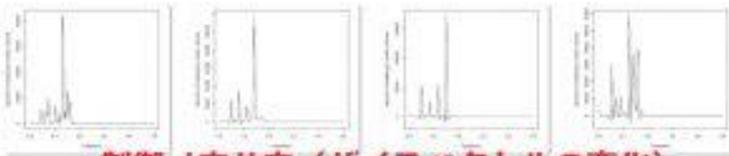
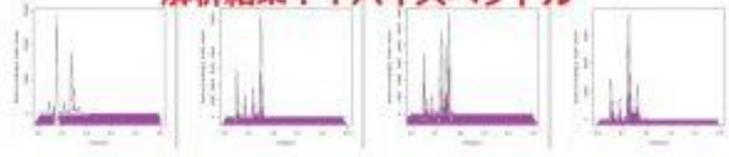
超音波システム研究所は、  
超音波の非線形性に関する「測定・解析・制御」技術を応用した、  
対象物の表面を伝搬する表面弾性波の  
ダイナミック特性を解析・評価する技術により、  
洗浄物・治工具・超音波振動子・水槽・液循環・・・に関する、  
相互作用を＜目的に合わせて最適化＞する技術を開発しました。

超音波発振制御プローブ、超音波テスターを利用したこれまでの  
発振・計測・解析により  
各種の関係性・応答特性(注)を検討することで  
超音波利用に関する出力の最適化技術として開発しました。

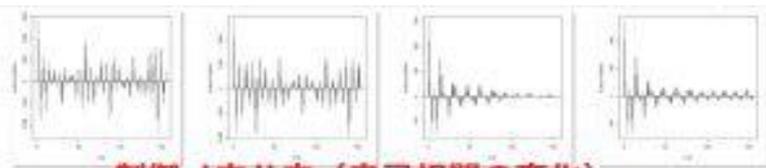
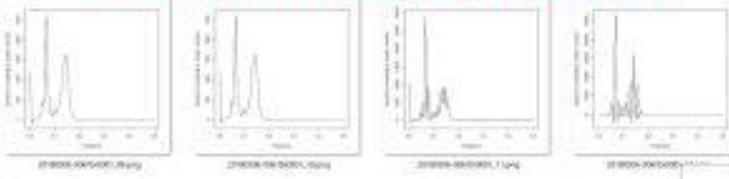
注: パワー寄与率、インパルス応答・・・



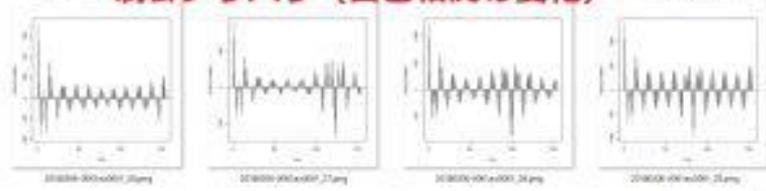
解析結果：：バイスペクトル



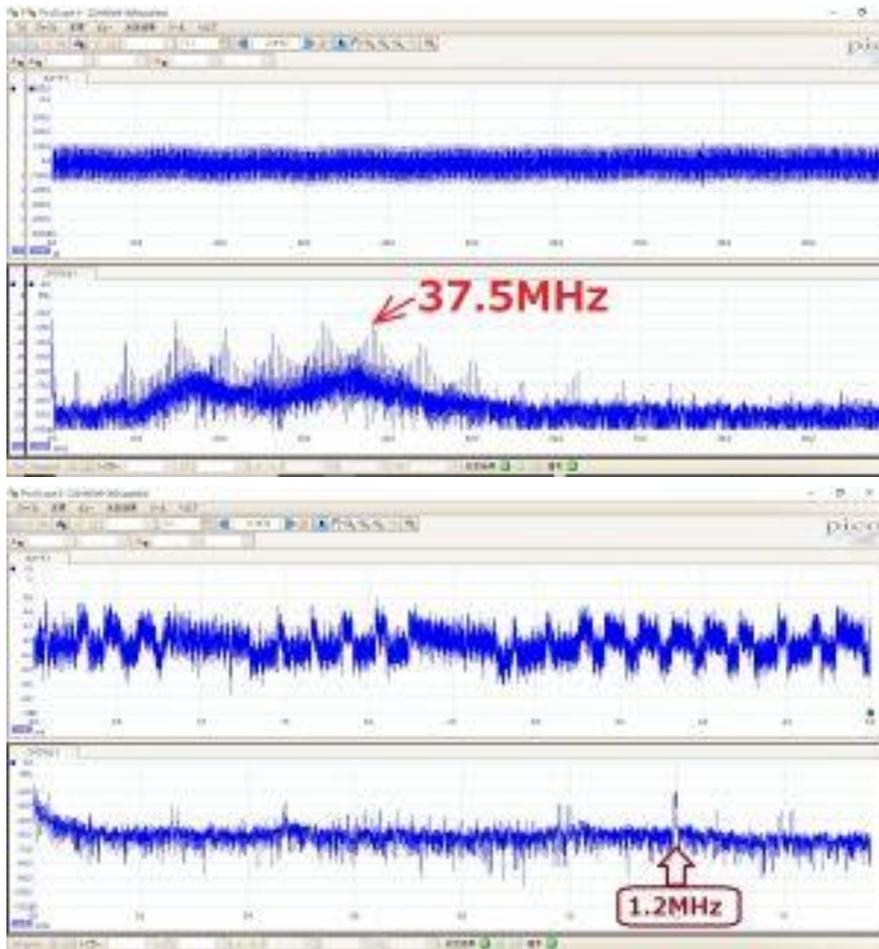
制御ノウハウ (バイスペクトルの変化)



制御ノウハウ (自己相関の変化)

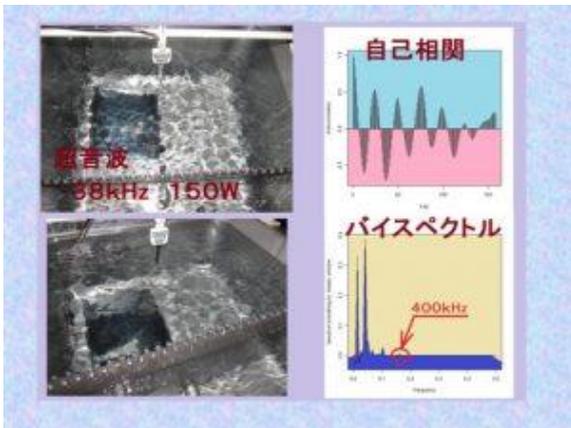
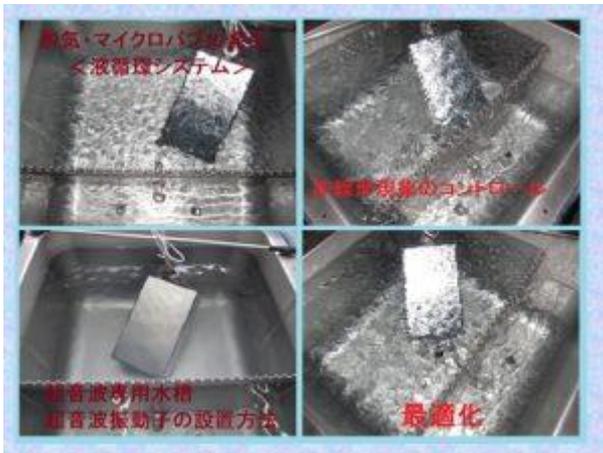
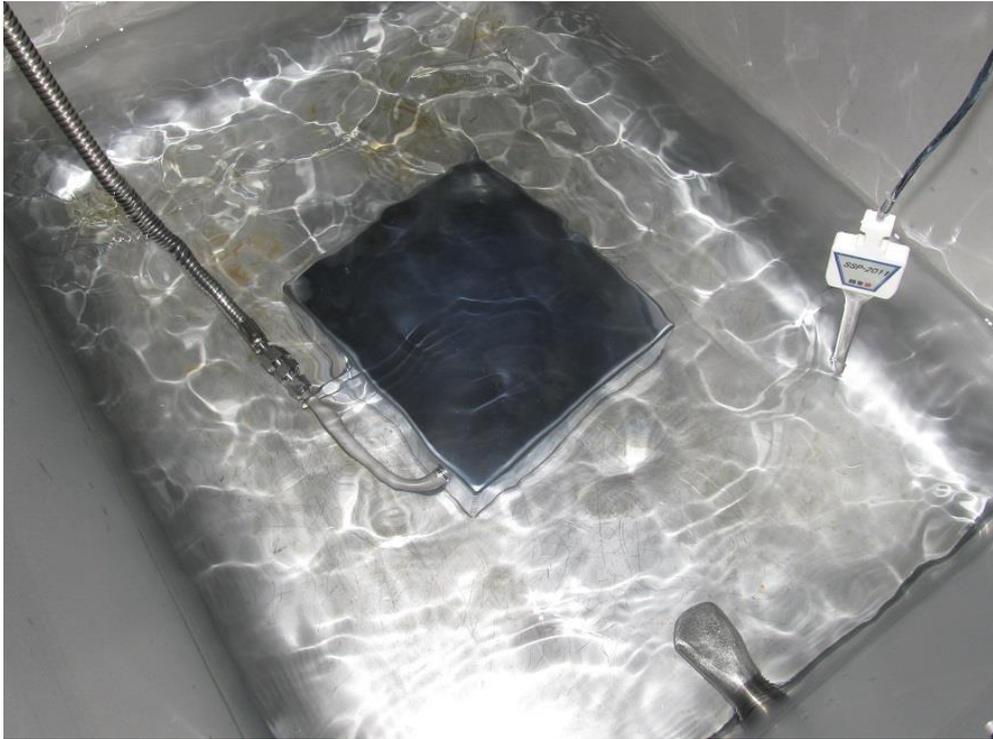


制御ノウハウ：：自己相関の変化

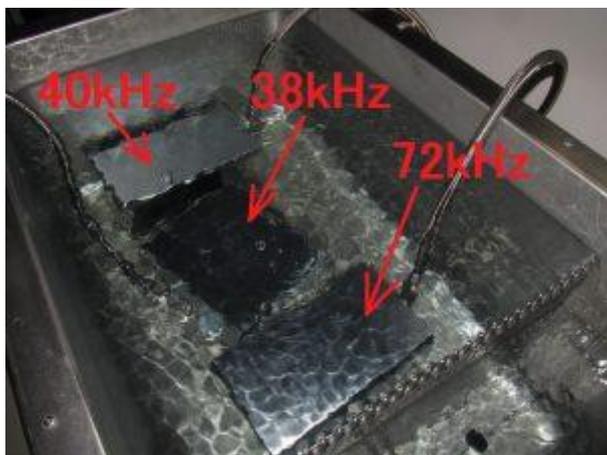


超音波の測定・解析に関して  
サンプリング時間・・・の設定は  
オリジナルのシミュレーション技術を利用しています

なお、今回の技術を  
超音波システムの出力制御の最適化技術として  
コンサルティング対応しています。



超音波水槽に超音波振動子(振動板)を1台使用する場合には  
＜超音波＞と＜水槽＞と＜液循環＞のバランスによる  
最適な出力状態を測定解析し、提案します。



超音波水槽に複数の超音波振動子(振動板)を使用する場合には  
各超音波出力の関係性を測定解析し、  
最適化した出力方法・・・を提案します。

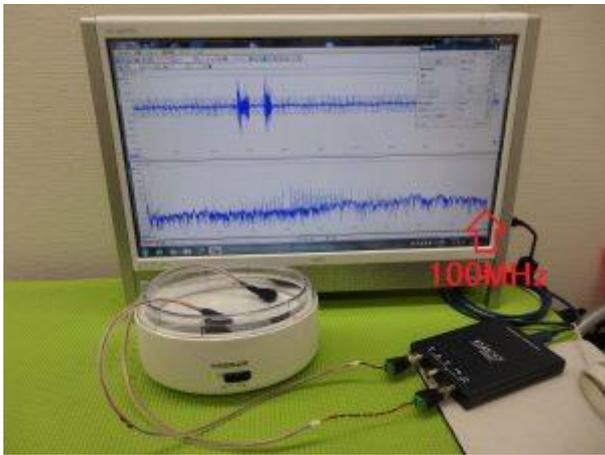


従来は、最大出力で使用する傾向が強いと思いますが  
水槽の強度・構造・・・洗浄物・付着した汚れ・・・により  
出力を適切に抑えることで  
効果的な超音波の伝搬状態を実現させることができます  
(具体例として、出力が水槽の振動と騒音になる傾向があります  
振動子と水槽の側面からの反射・・・に関する相互作用は重要です  
共振やうねりによる効率の低下を避けるために出力の最適化が必要です)



超音波出力の最適化技術による結果

1: 精密洗浄、ナノレベルの攪拌・・・において  
低出力のメガヘルツ超音波刺激が効果的である



左:2種類の超音波 右:1種類の超音波



**ポイント:**

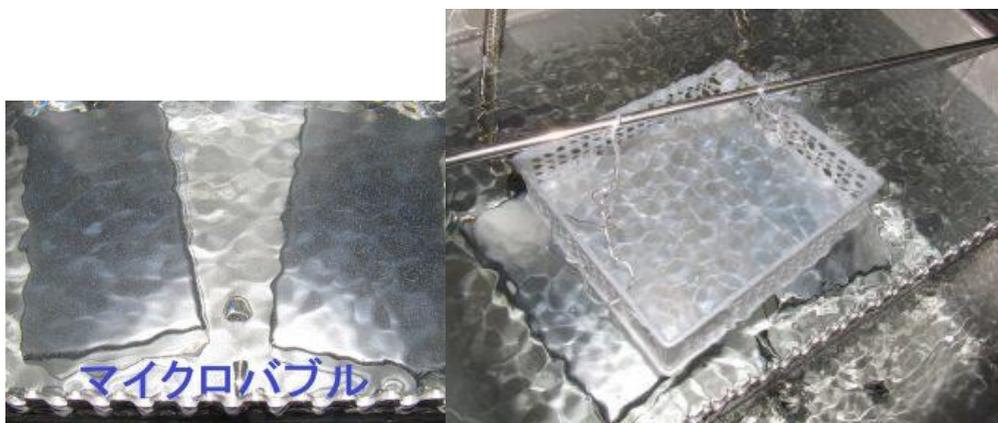
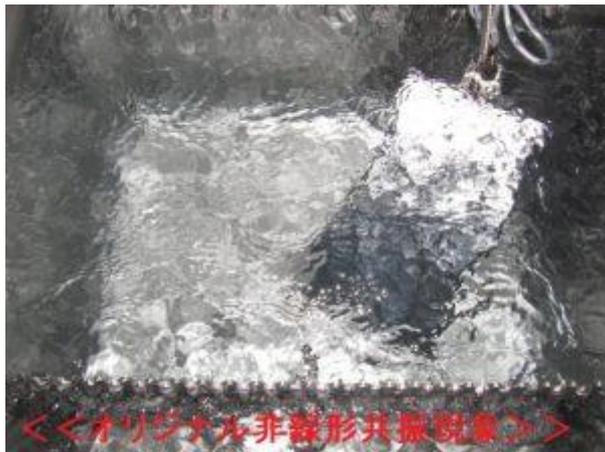
(ステンレス、樹脂..)間接容器の

**超音波とマイクロバブルによる表面処理**

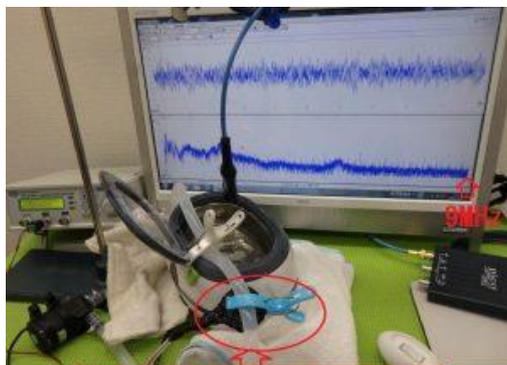
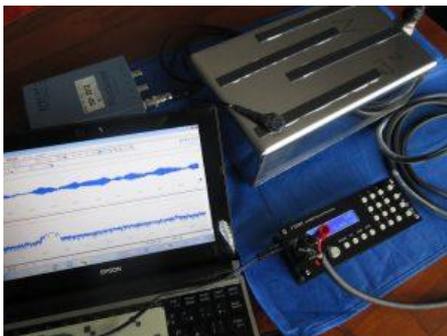
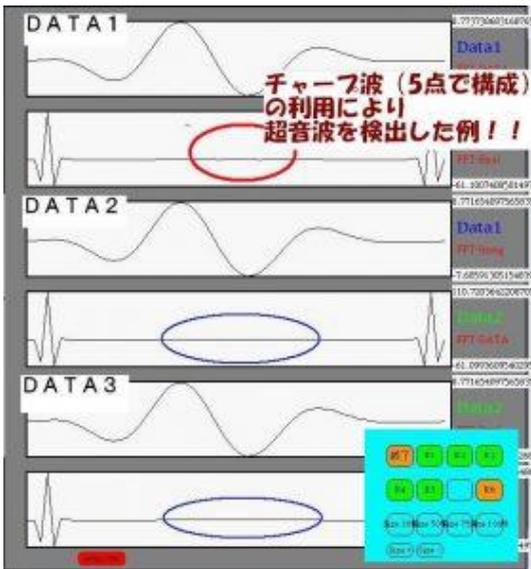
2: 周波数50kHz以下で、出力600W以上の超音波使用の場合  
対象物の音響特性により、対象の表面に対して  
超音波刺激(振動)が、ほとんど発生しない事例が多数ある



3: 洗浄物と超音波(出力・周波数)と洗浄液(液循環・・)に関する最適化が行われていないため  
洗浄効果につながる非線形現象が起きていない  
(洗浄効果の小さい超音波洗浄機の事例  
低周波の共振現象による騒音や液面の振動現象になっている)

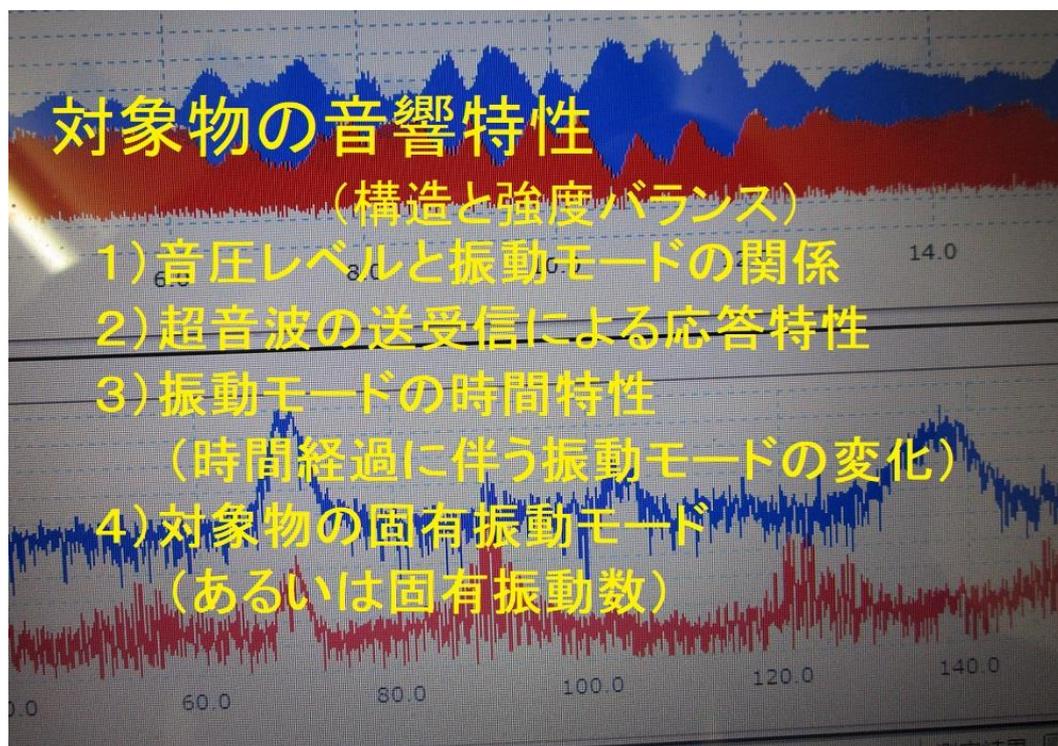


4: 周波数50kHz以下で、出力600W程度の超音波使用の場合  
メガヘルツ超音波との組み合わせによる  
相互作用をコントロールすることが効果的である



液循環ポンプのシリコンホースに  
メガヘルツの超音波を伝搬させる

5: 現状の超音波振動子の多くが、発振面に対する取り組みが少ない  
単純な発振面は、一定の出力レベルが必要となるため、  
超音波伝搬効率が悪い  
(振動面の形状が悪いと、さらに超音波の伝搬効率は低下する  
発振周波数・出力に合わせた設計が必要)



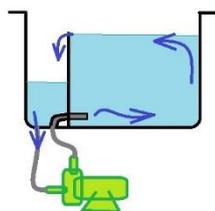
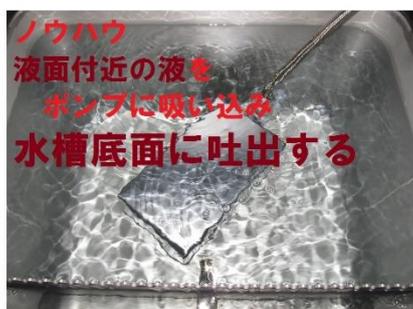
6: 対象ブルを伝搬する超音波の刺激は、  
対象物の音響特性により大きく変わる  
主要パラメータ  
(構造と強度バランス)

6-1) 音圧レベルと振動モードの関係

6-2) 超音波の送受信による応答特性

6-3) 振動モードの時間特性(時間経過に伴う振動モードの変化)

6-4) 対象物の固有振動モード(あるいは固有振動数)



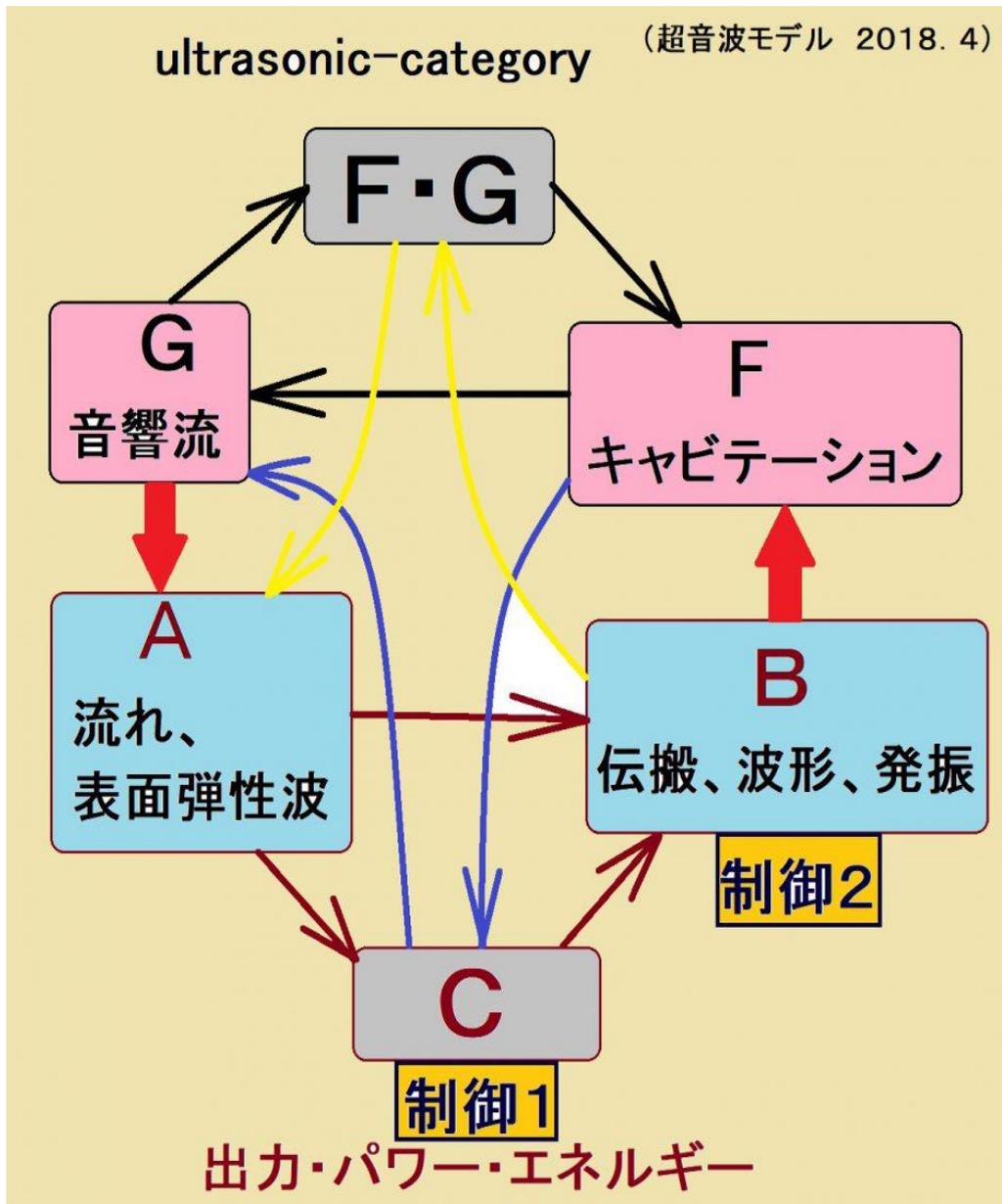
7: 対象物の音響特性確認により

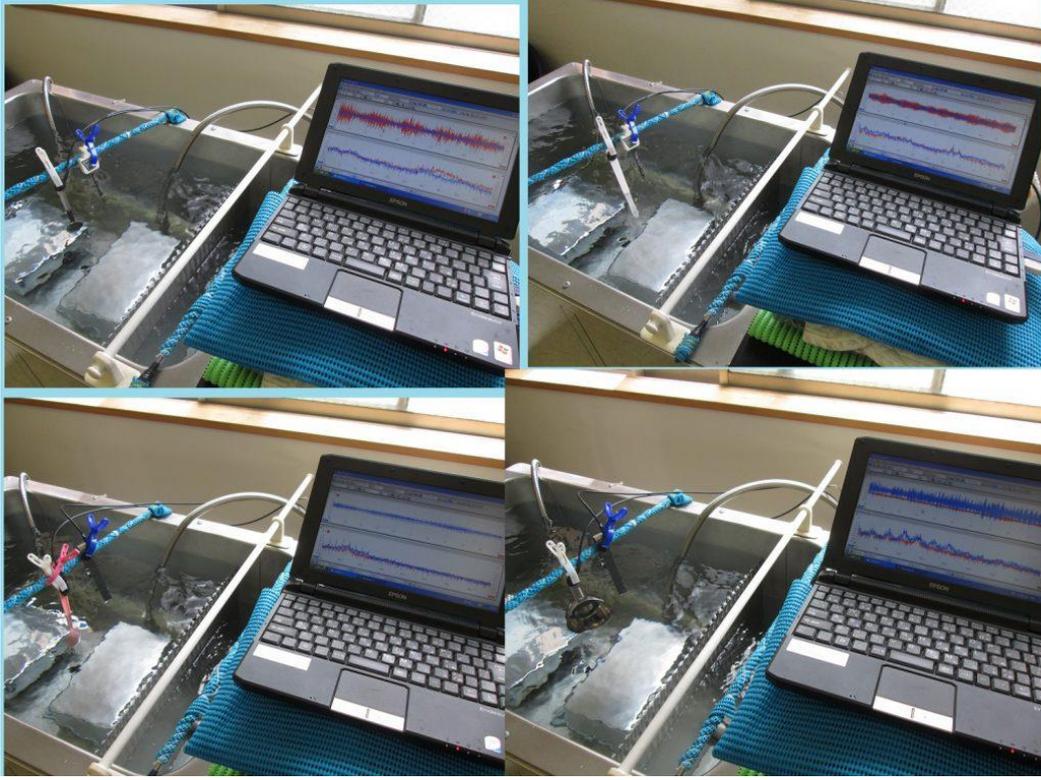
対象物の材質による、超音波伝搬特性の利用が可能になる

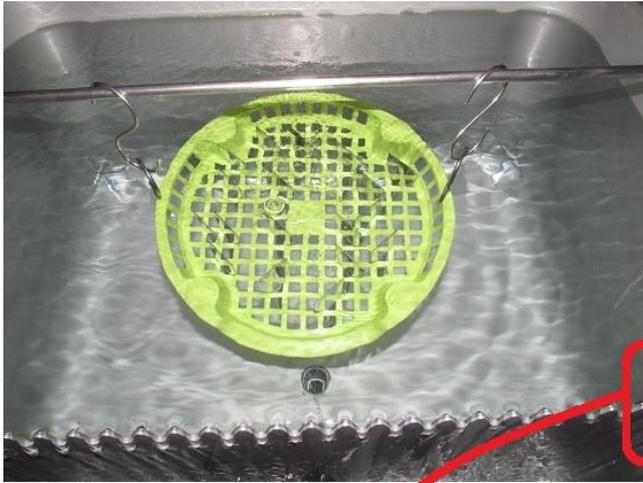
7-1) 間接容器の材質との組み合わせ

7-2) 音圧レベルと伝搬周波数の最適化

7-3) 媒体(洗浄液...)の流れによる相互作用の調整



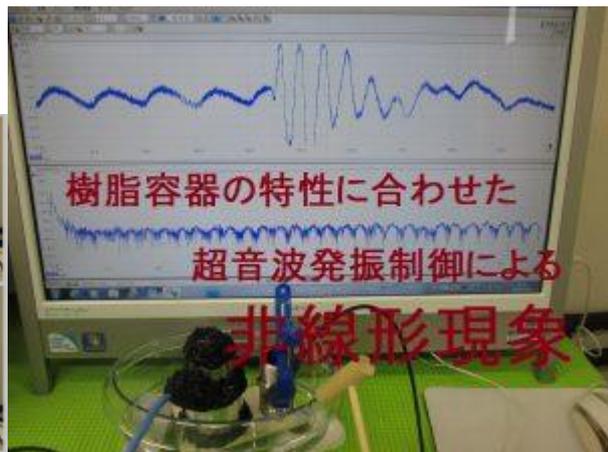
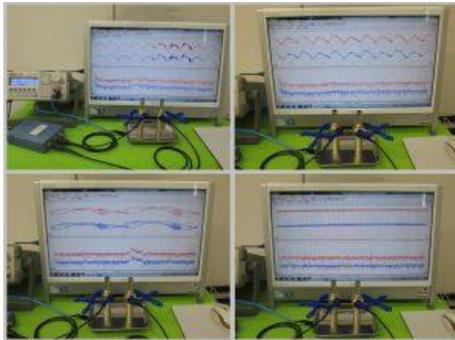
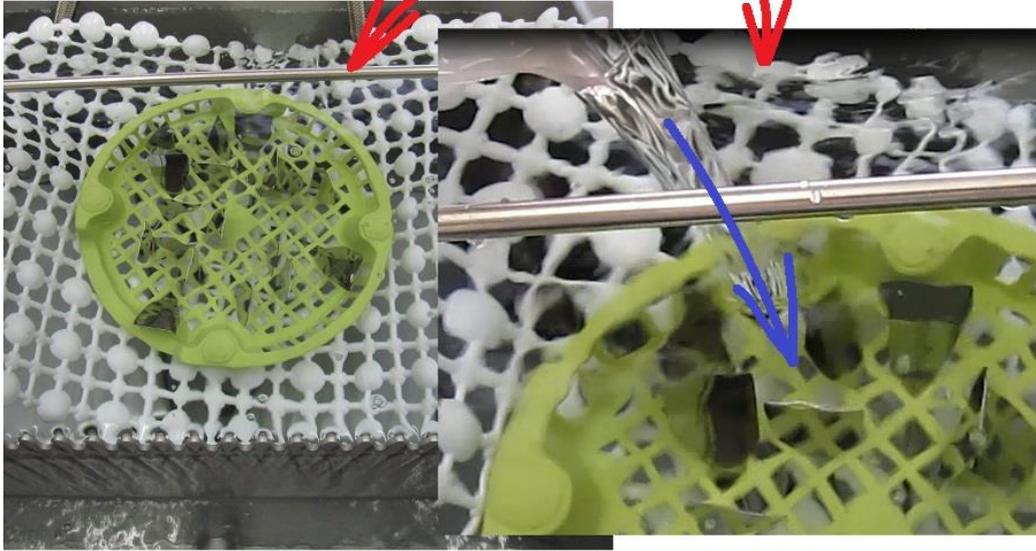


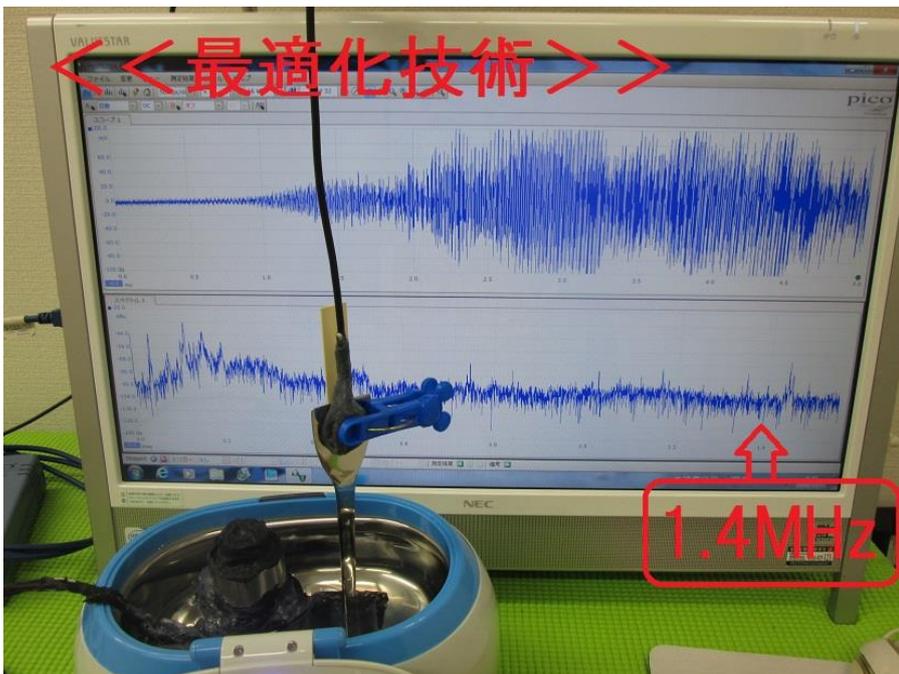
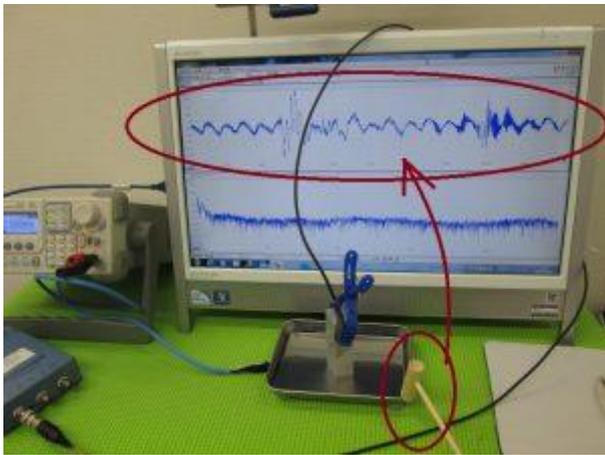
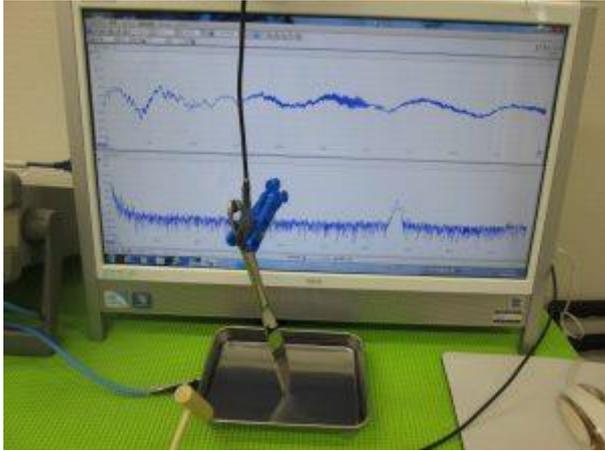


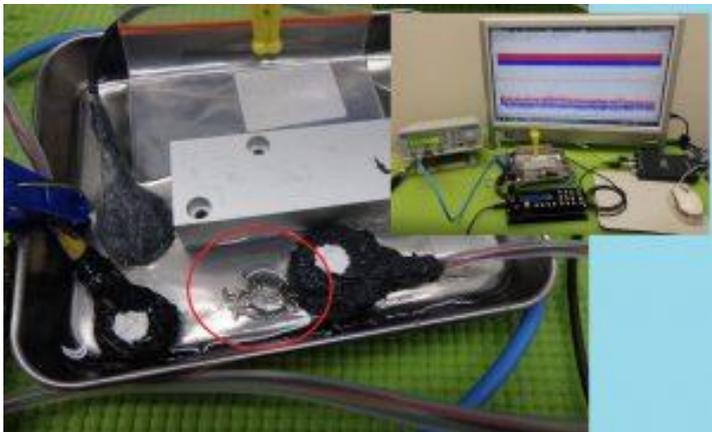
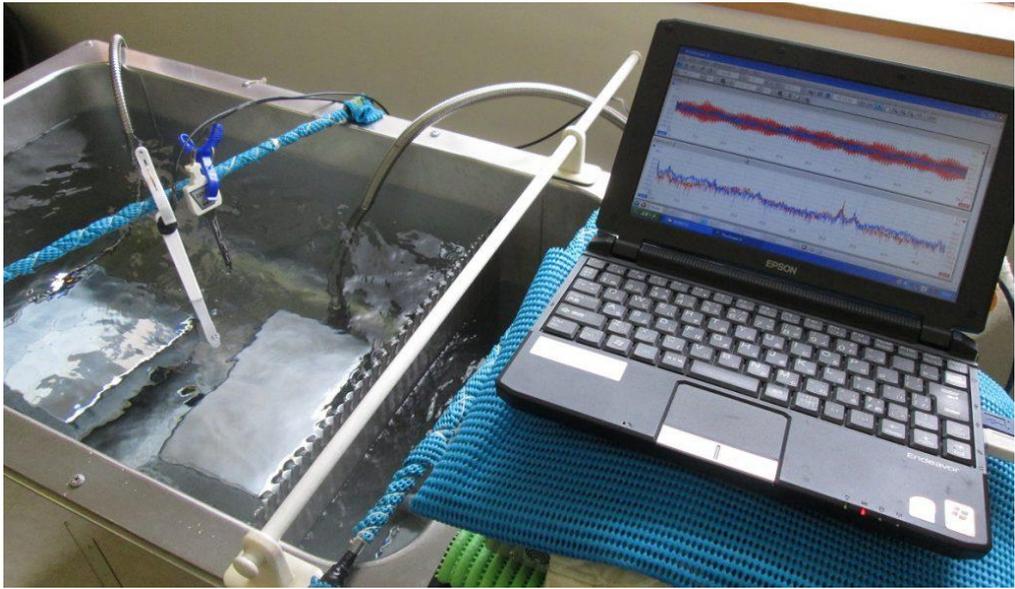
超音波プローブの製造  
ステンレス部材の  
＜＜表面改質＞＞  
第一段階: マイクロバブル

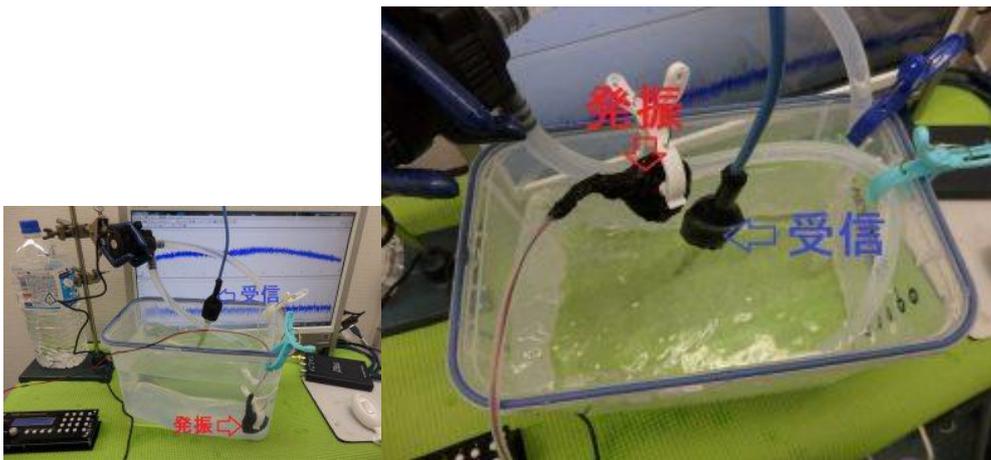
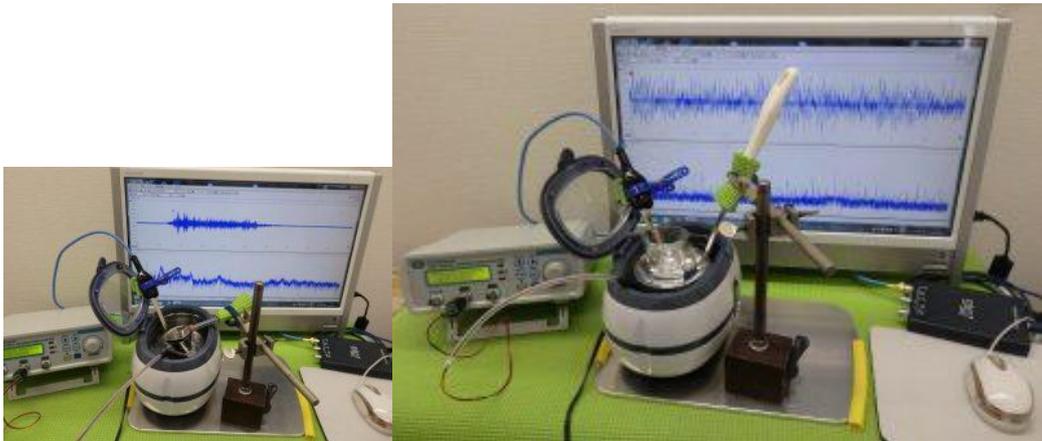
第二段階: 高い周波数の  
超音波照射

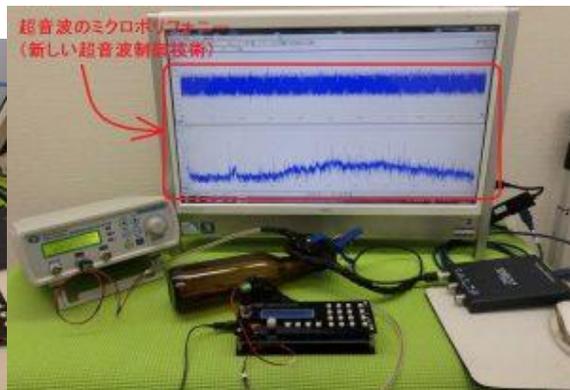
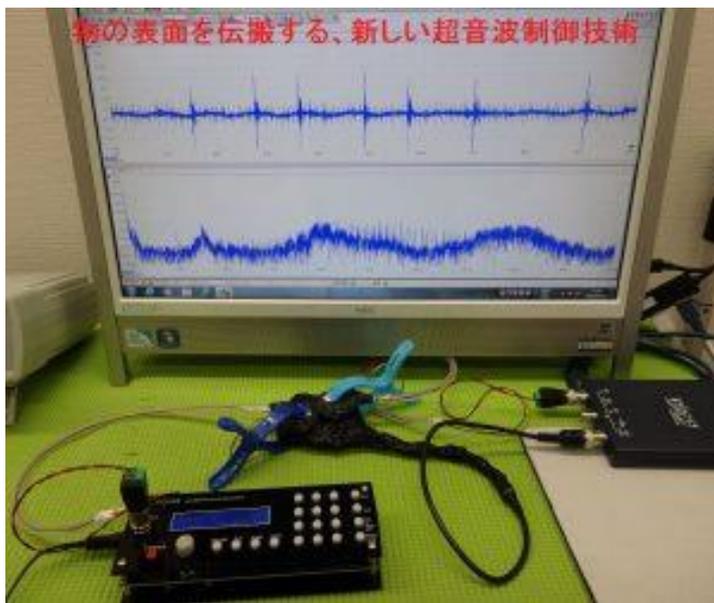
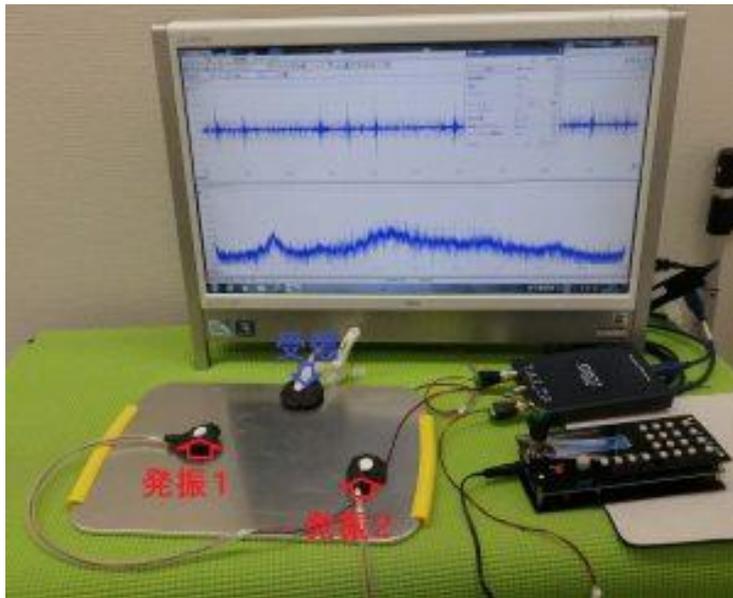
第三段階: 組み合わせ  
総合作用

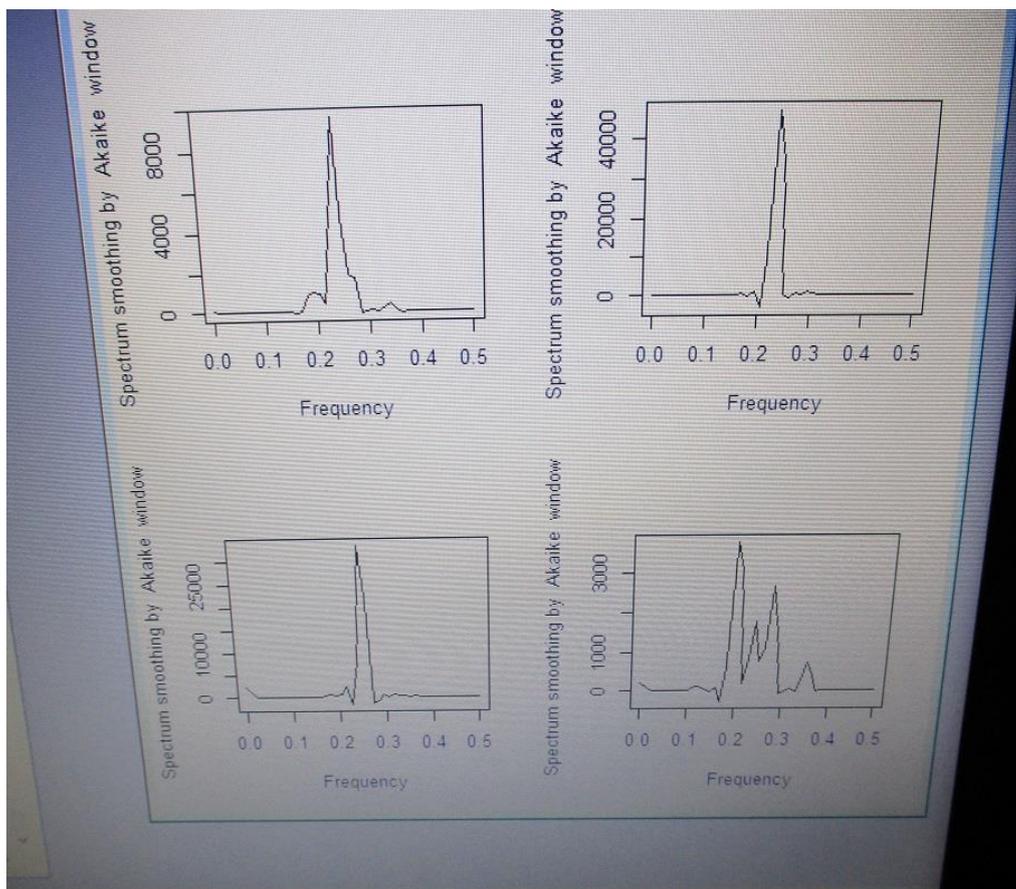












## <<超音波の音圧測定・解析>>

1) 多変量自己回帰モデルによる

フィードバック解析により

超音波伝搬状態の安定性・変化について解析評価します

2) インパルス応答特性・自己相関の解析により

対象物の表面状態・・に関する解析評価を行います

3) パワー寄与率の解析により

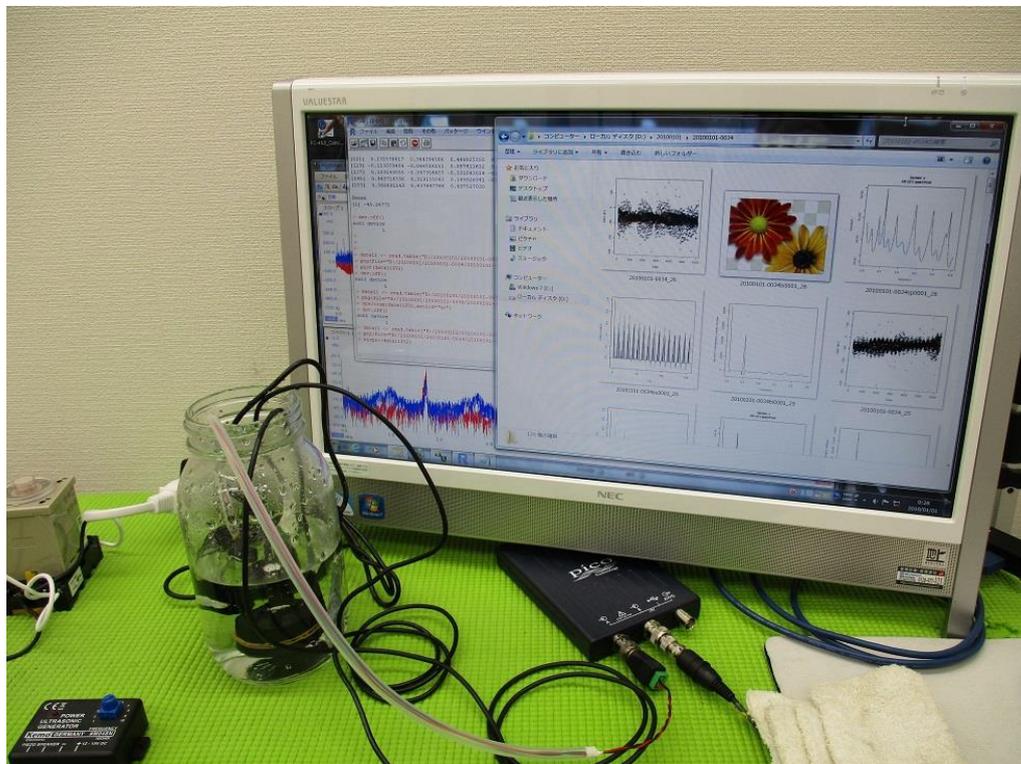
超音波(周波数・出力)、形状、材質、測定条件・・

データの最適化に関する解析評価を行います

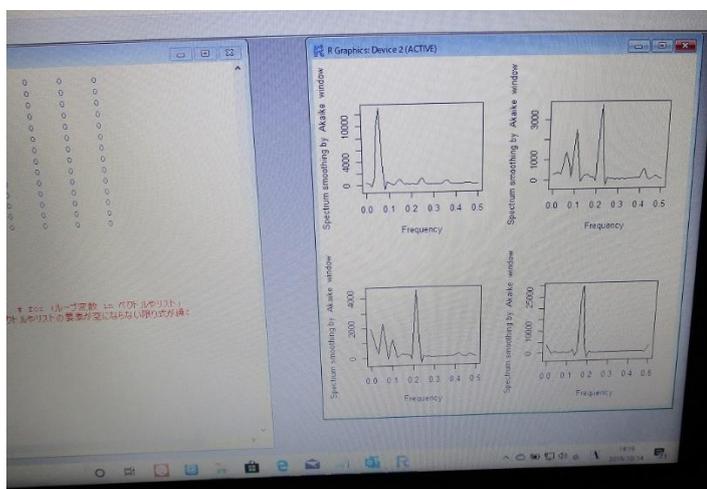
4) その他(表面弾性波の伝搬)の

非線形(バイスペクトル)解析により

対象物の振動モードに関する  
ダイナミック特性の解析評価を行います



この解析方法は、  
複雑な超音波振動のダイナミック特性を  
時系列データの解析手法により、  
超音波の測定データに適応させることで実現しています。



参考動画

<https://youtu.be/o3dCZLhhR8I>

<https://youtu.be/ABVE1LmZRxo>

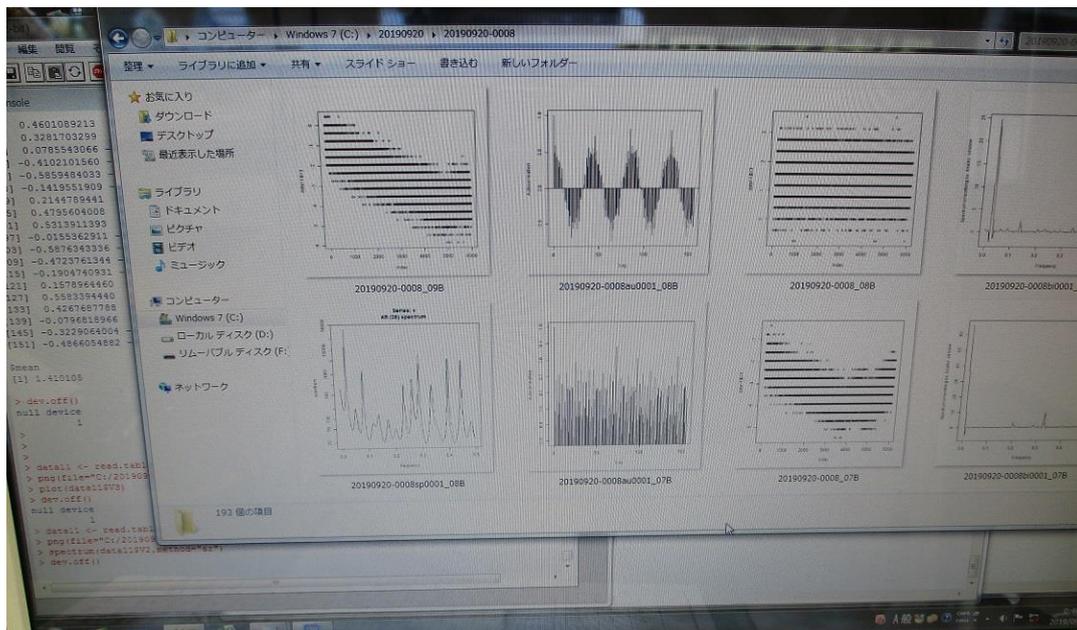
<https://youtu.be/HT5Wci29zL4>

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

<https://youtu.be/JaSmaWQDqlc>

<https://youtu.be/oBMF3UlxSgo>

<https://youtu.be/cBAq9kPoKWM>



<https://youtu.be/arzfTXKLQfk>

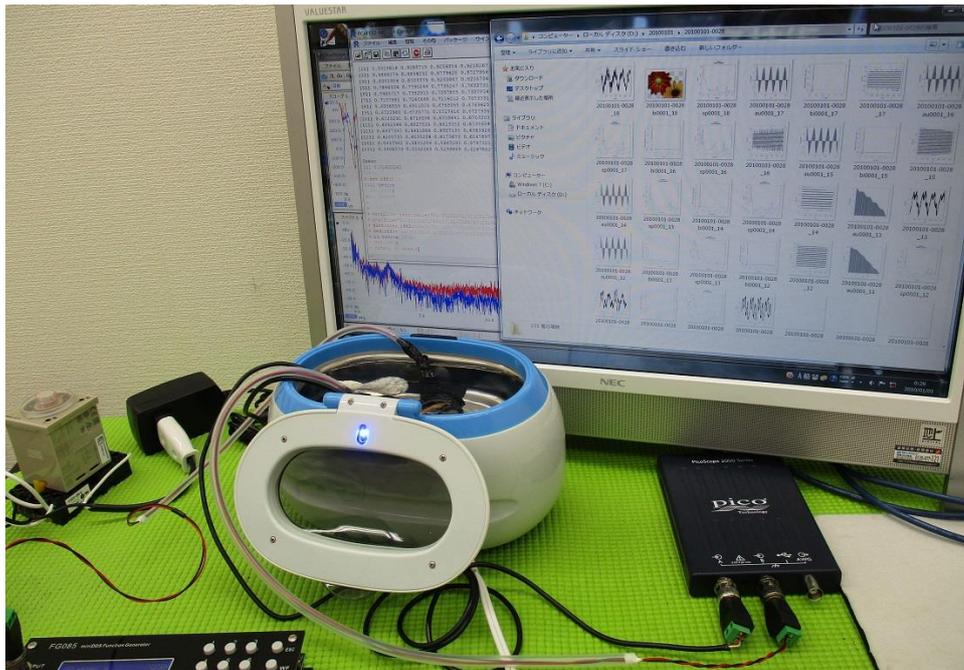
<https://youtu.be/rD6N2qb42U>

<https://youtu.be/sLmiJN6bfao>

[https://youtu.be/loYEM\\_LCAfM](https://youtu.be/loYEM_LCAfM)

[https://youtu.be/n5-csVbr\\_-M](https://youtu.be/n5-csVbr_-M)

[https://youtu.be/6YFFO\\_RnQxc](https://youtu.be/6YFFO_RnQxc)



<https://youtu.be/1JJ9LyRLdX8>

<https://youtu.be/BPHqugShEBO>

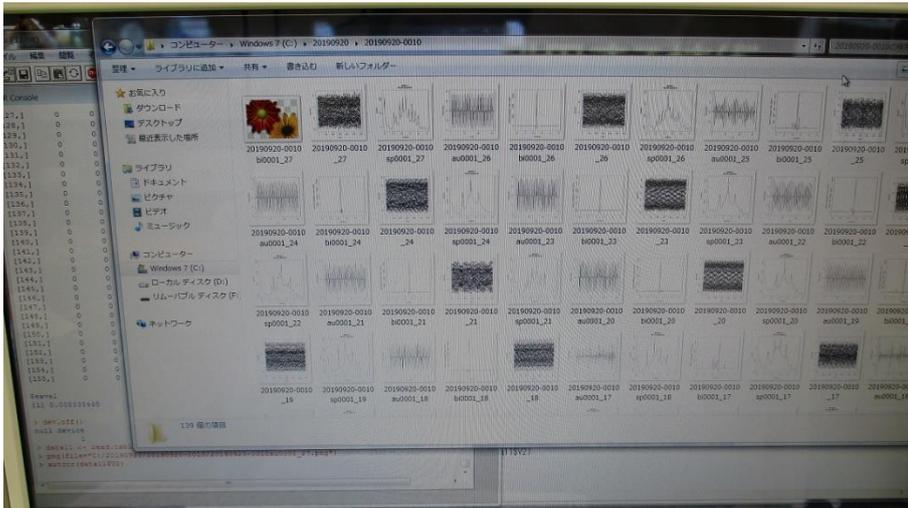
<https://youtu.be/pH72dldRVdU>

[https://youtu.be/8z9t4tb\\_G4k](https://youtu.be/8z9t4tb_G4k)

<https://youtu.be/l9Pd4rG1Dgk>

<https://youtu.be/QjAEzWk7tP4>

<https://youtu.be/8grwGw8kmhw>



<https://youtu.be/xGozfVnxyI4>

<https://youtu.be/RuXHxvTl1qk>

<https://youtu.be/gokDMrXouds>

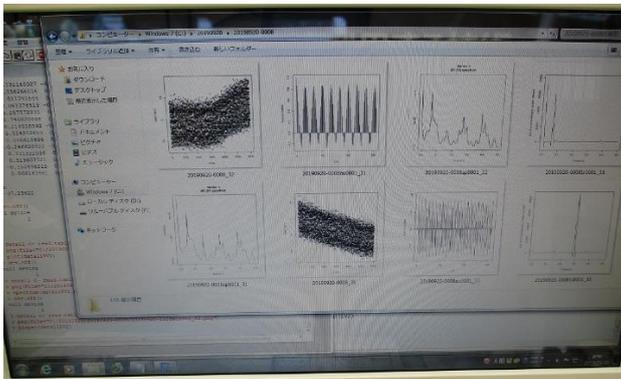
<https://youtu.be/o5KzyECICDQ>

<https://youtu.be/oBMF3UlxSgo>

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

<https://youtu.be/rv3MeXUorjw>

<https://youtu.be/ZlSx19lB3Ts>

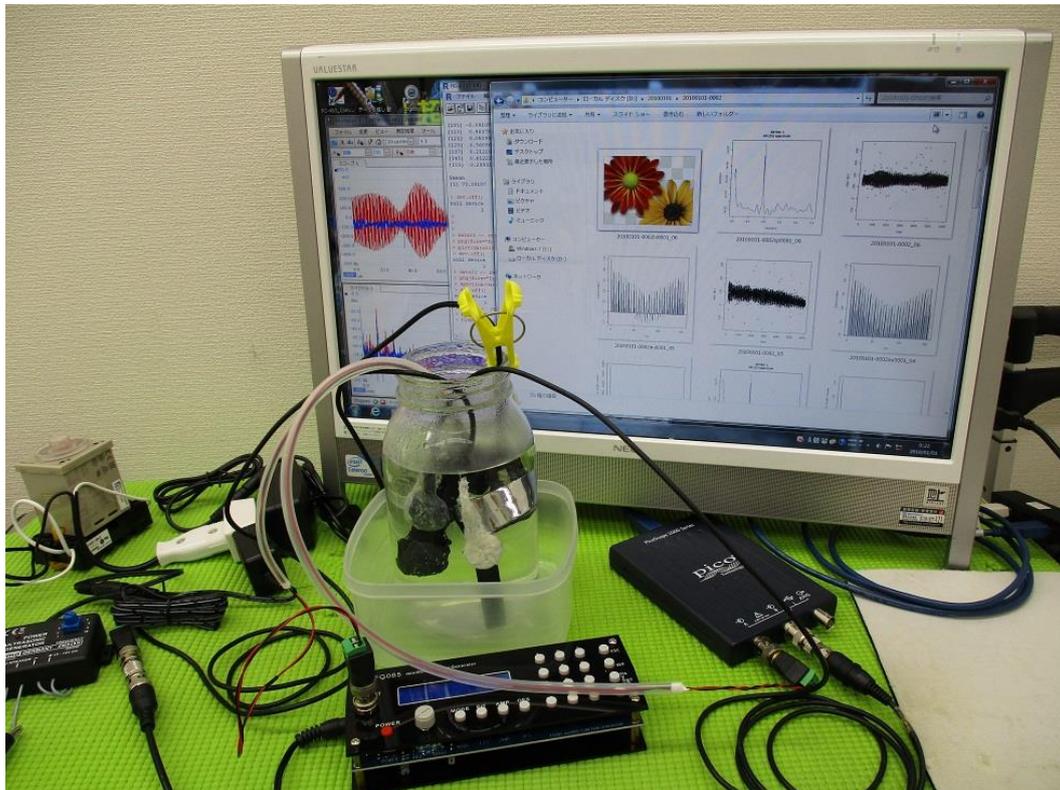


<https://youtu.be/MxMl9lITrYQ>

<https://youtu.be/MMADjNW7nu4>

<https://youtu.be/oLWegoKTgmo>

<https://youtu.be/8gfNCSt5uVg>



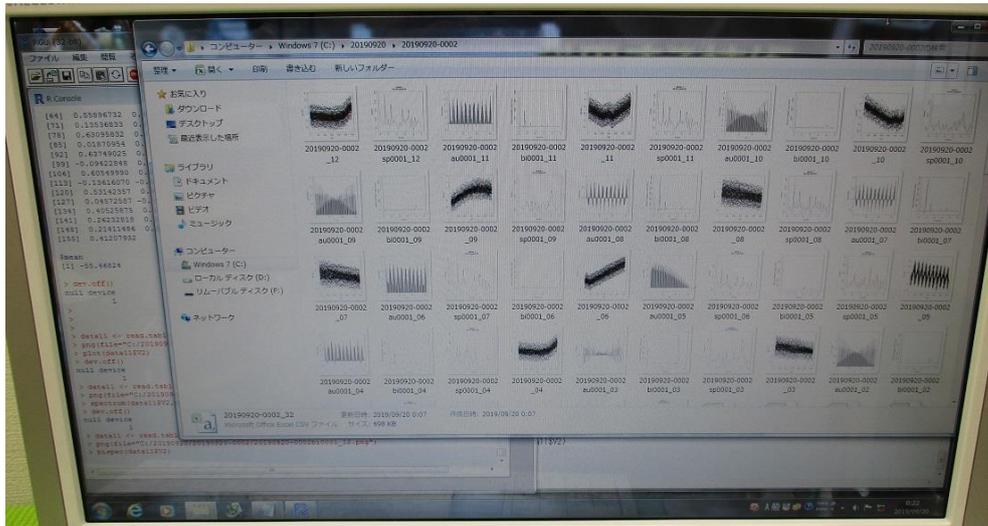
<https://youtu.be/xX25K7PC-NY>

[https://youtu.be/CyJvuD4\\_luU](https://youtu.be/CyJvuD4_luU)

<https://youtu.be/H1wzS8832tA>

<https://youtu.be/SJZLof6Z1Cs>

<https://youtu.be/TifkvjusG8g>



<<< 超音波の論理モデル >>>

代数モデル

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1311>

数学的理論

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

音色と超音波

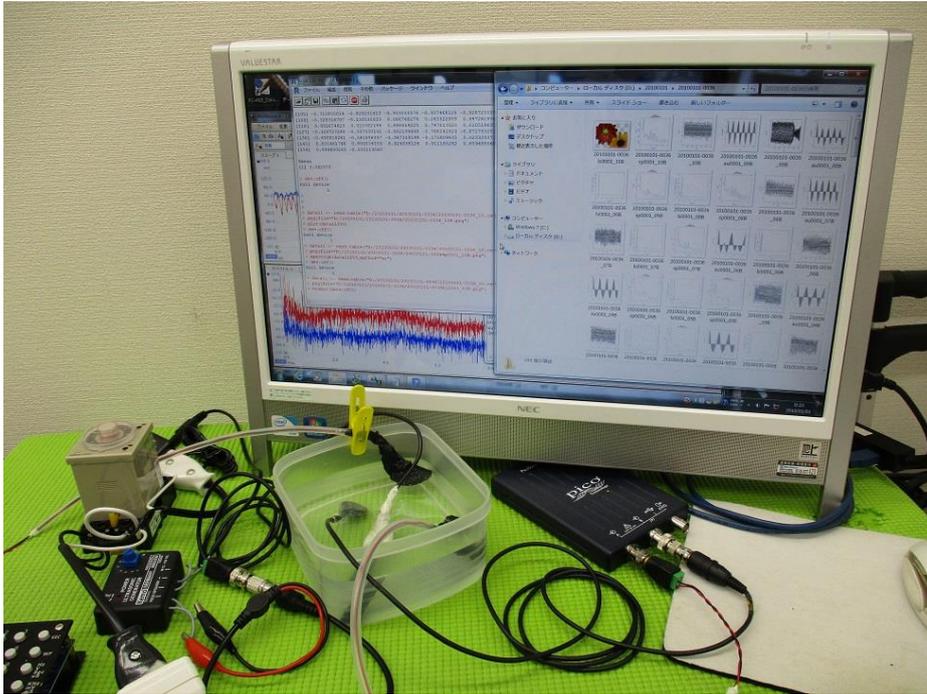
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1082>

物の動きを読む

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1074>

超音波の洗浄・攪拌・加工に関する「論理モデル」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3963>



# 音圧データの測定解析

