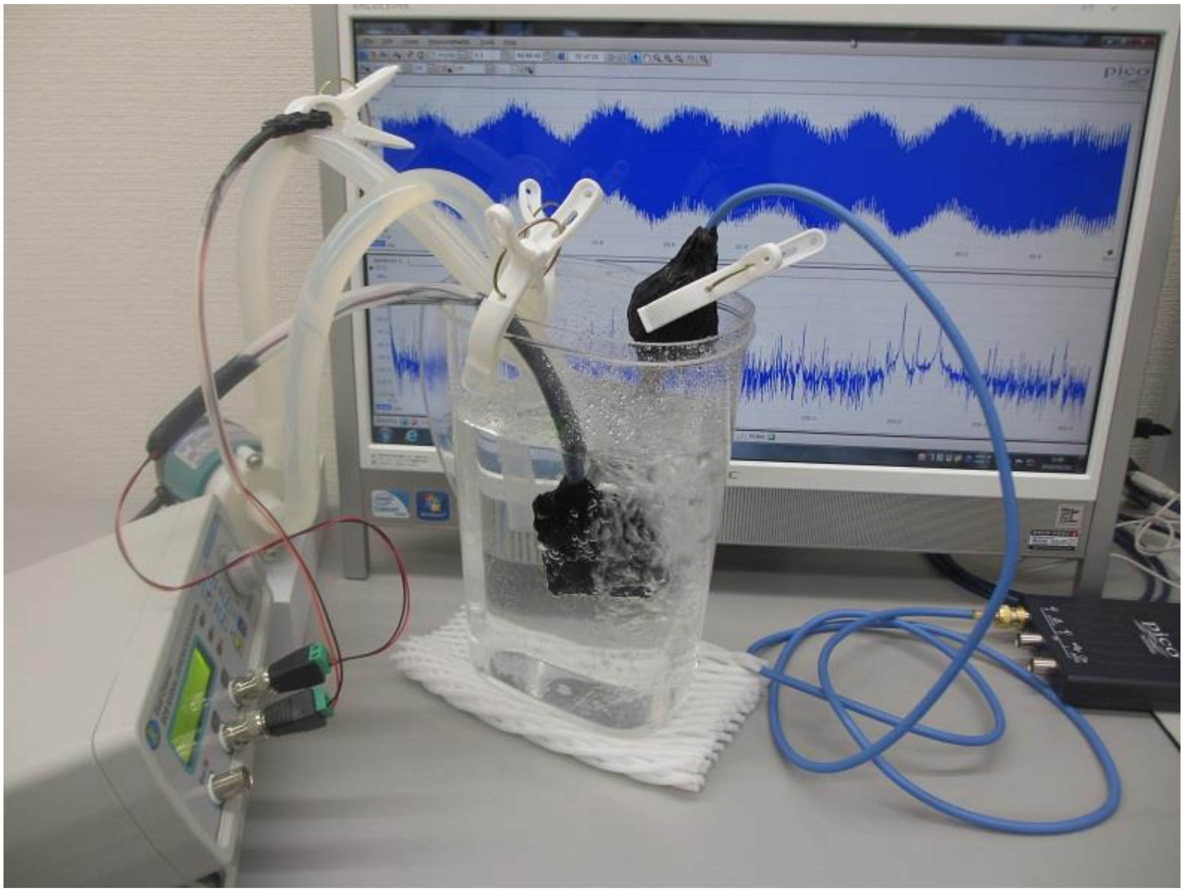
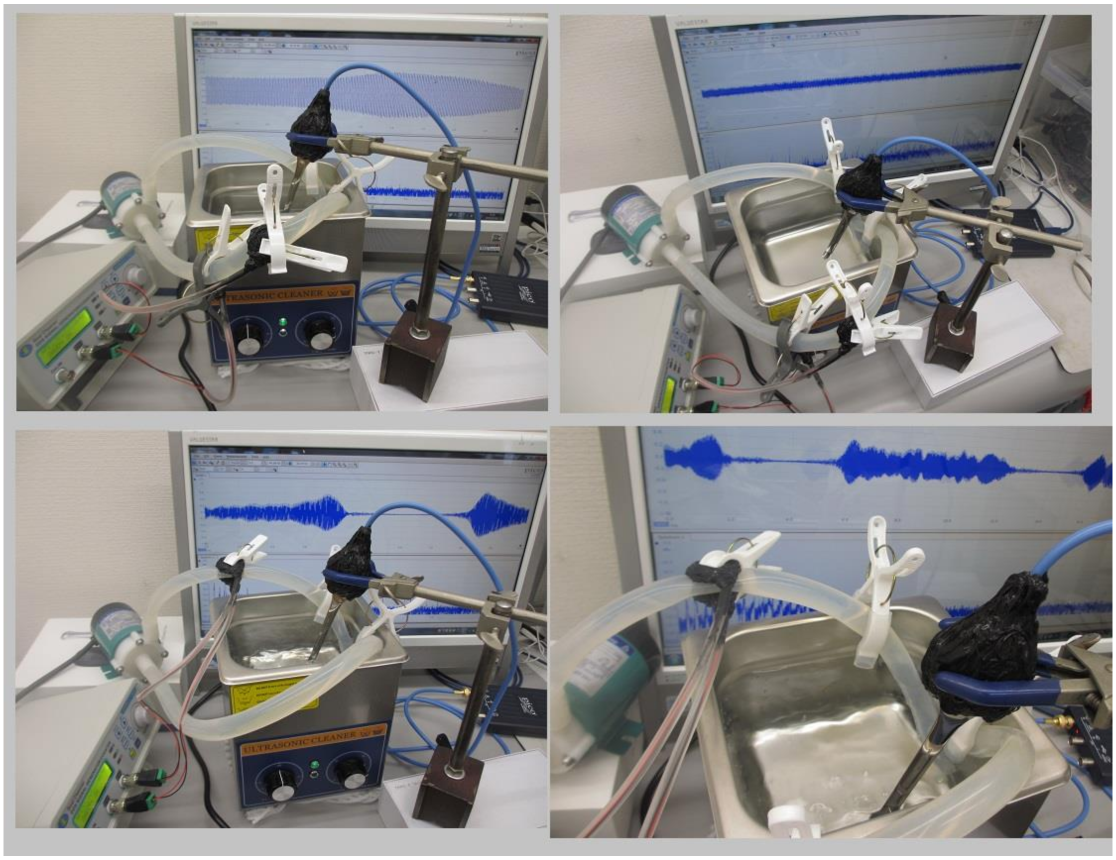
小型ポンプと超音波プローブにより、非線形現象を制御する超音波技術
－－小型ポンプの流水と超音波プローブによる非線形発振制御技術－－

超音波システム研究所は、
　脱気ファインバブル発生液循環装置と
　超音波プローブによるメガヘルツの発振制御により
「**超音波の非線形現象（音響流）を制御する技術**」を開発しました。



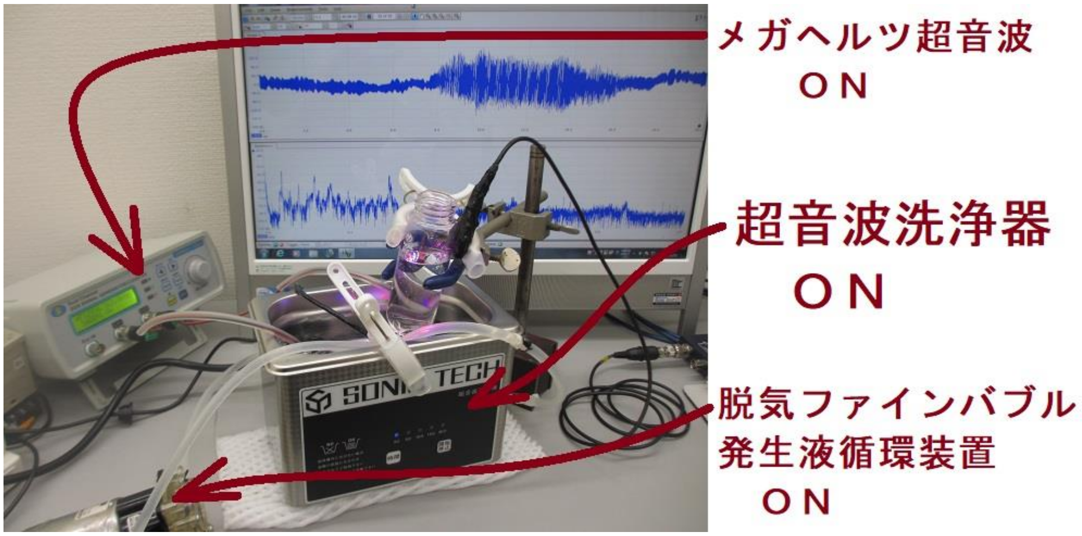
この技術は
　変化する超音波の音圧データの非線形解析に基づいて
　超音波（キャビテーション・音響流）のダイナミック特性を制御します。

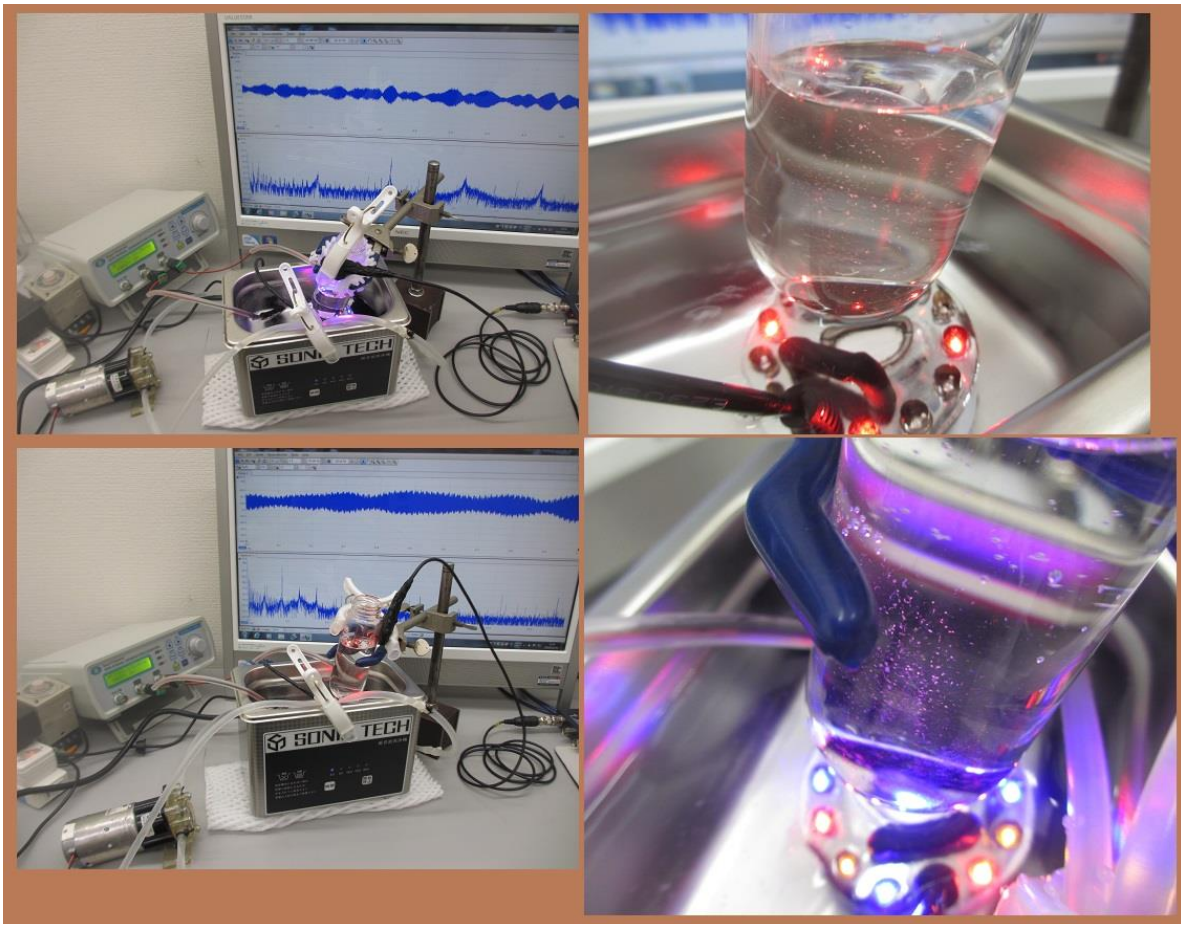
具体的な対象物の構造・材質・音響特性に合わせ、
　効果的な超音波（キャビテーション・音響流）伝搬状態を、
　超音波・対象物・水槽・治具・洗浄液・・・の相互作用を測定確認して、
　目的に合わせた最適な超音波制御条件を実現します。



特に、
　音響流制御による、高調波のダイナミック特性により
　ナノレベルの対応（乳化・分散、洗浄、加工・・）が実現しています。

金属粉末をナノサイズに分散する事例から応用発展させました。

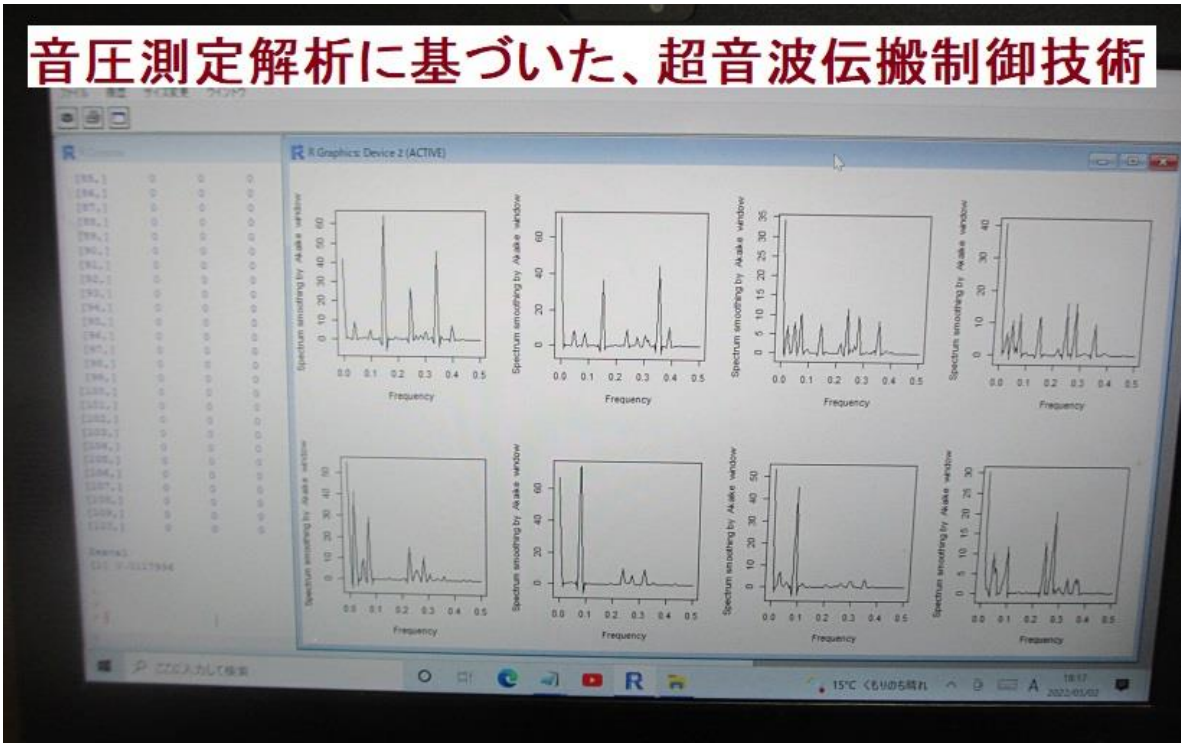




超音波装置固有の
　定在波やキャビテーションのダイナミック特性に基づいた
　適切なキャビテーションと音響流のバランスを最適化する技術として
　複数の超音波プローブによるメガヘルツの超音波発振条件により、
　様々な具体的な事例で実現しています。

これまでは、各種溶剤の効果と超音波の効果・・・・
　様々な、トレードオフの関係にある場合が多かったのですが
　この技術により、適切な相互作用による相乗効果として、
　１０次以上の高調波を含んだ、
　音響流のダイナミック制御が可能になりました。

オリジナル超音波伝搬状態の測定・解析技術により、
　音響流の評価・・・・多数のノウハウ・・・を
　コンサルティング対応しています。



＜＜ 超音波の音圧データ解析 ＞＞

１）時系列データに関して、
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
測定データの統計的な性質（超音波の安定性・変化）について
解析評価します

２）超音波発振による、発振部が発振による影響を
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・・に関して
超音波振動現象の応答特性として解析評価します

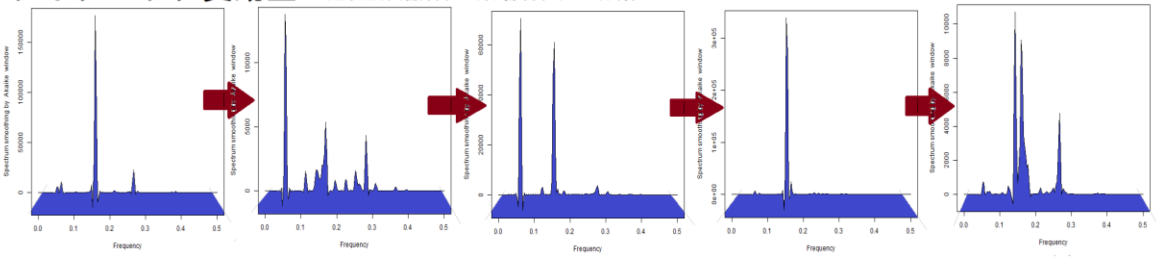
３）発振と対象物（洗浄物、洗浄液、水槽・・）の相互作用を
パワー寄与率の解析により評価します

４）超音波の利用（洗浄・加工・攪拌・・）に関して
超音波効果の主要因である対象物（表面弾性波の伝搬）
あるいは対象液に伝搬する超音波の
非線形（バイスペクトル解析結果）現象により
超音波のダイナミック特性を解析評価します

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
　これまでの経験と実績に基づいて実現しています。

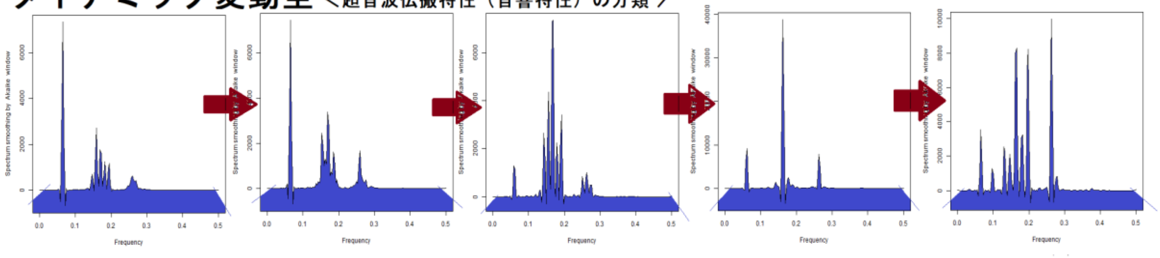
注：解析には下記ツールを利用します
注：OML(Open Market License)
　　　https://www.ism.ac.jp/ismlib/jpn/ismlib/license.html
注：TIMSAC(TIMe Series Analysis and Control program)
　　　https://jasp.ism.ac.jp/ism/timsac/
注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境
　　　https://cran.ism.ac.jp/

ダイナミック変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>



超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化

ダイナミック変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類 >



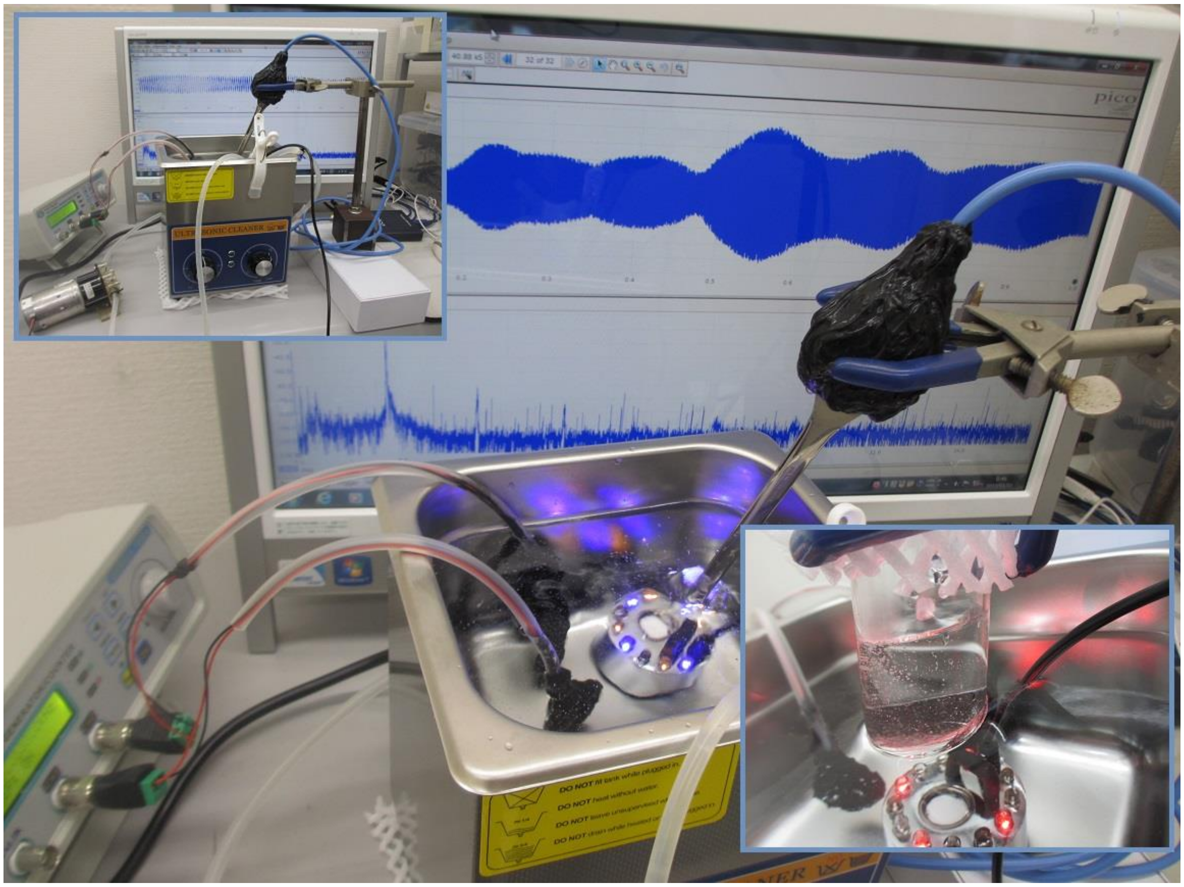
超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化

＜＜参考動画＞＞

https://youtu.be/Qdcu-vHPP_E

https://youtu.be/7zfg5RPFo4c

https://youtu.be/0J75ZE4o3Xg



https://youtu.be/0CcYyUfwNc4

https://youtu.be/RppgXA4Q7Cw

https://youtu.be/9gsY9-x3eps

https://youtu.be/Ez950kRVm3k

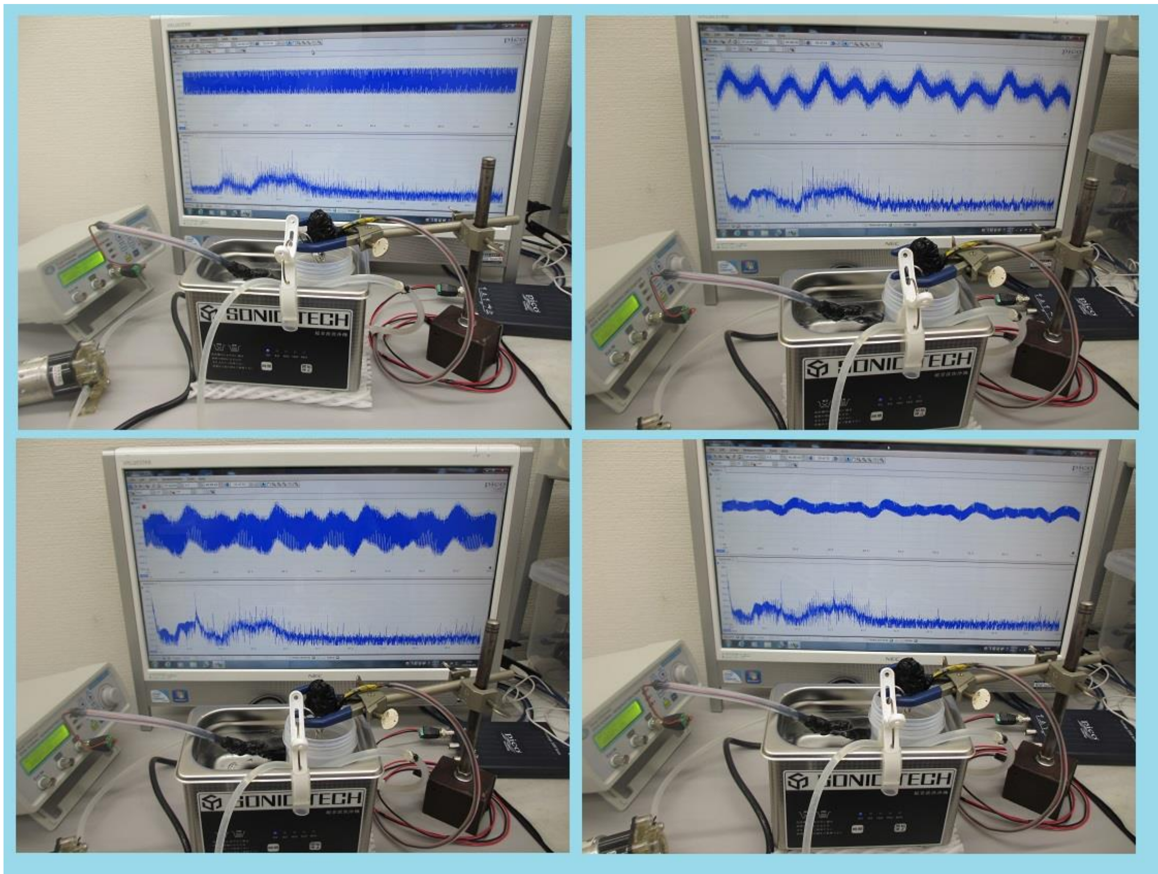
https://youtu.be/xyjPMwF_3fA

https://youtu.be/a_otsH80xc0

https://youtu.be/N9o-WLjkSXo

https://youtu.be/JzK-Mf32mbs

https://youtu.be/UrigqjQBuNs



https://youtu.be/eDkvrV1u24E

https://youtu.be/4qwFRhBIiJo

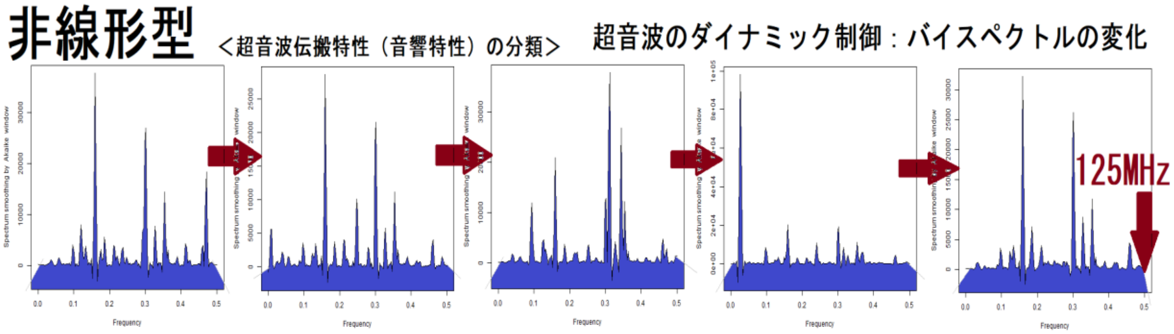
https://youtu.be/AjD3VGF5Czg

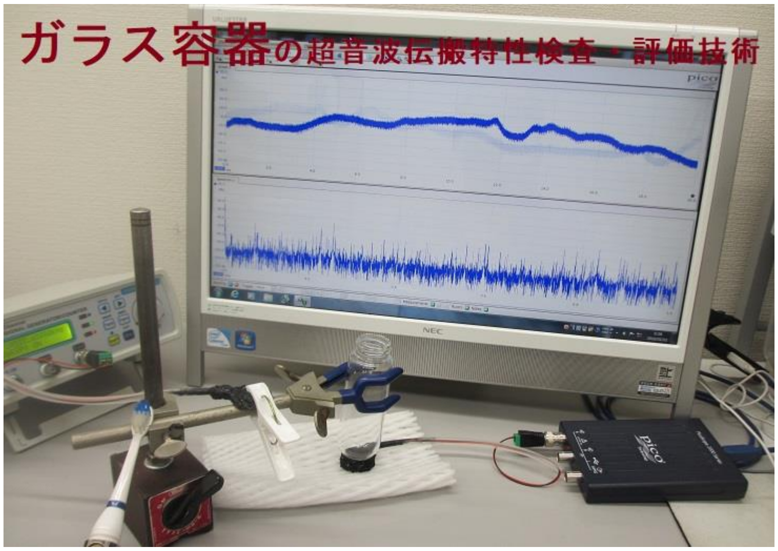
https://youtu.be/bRVlSlSK60c

https://youtu.be/eLFe-dCn9IY

https://youtu.be/2ITPjPSm9Js

https://youtu.be/0v4mUTFpvpI





ガラス容器の超音波伝搬特性検査・評価技術

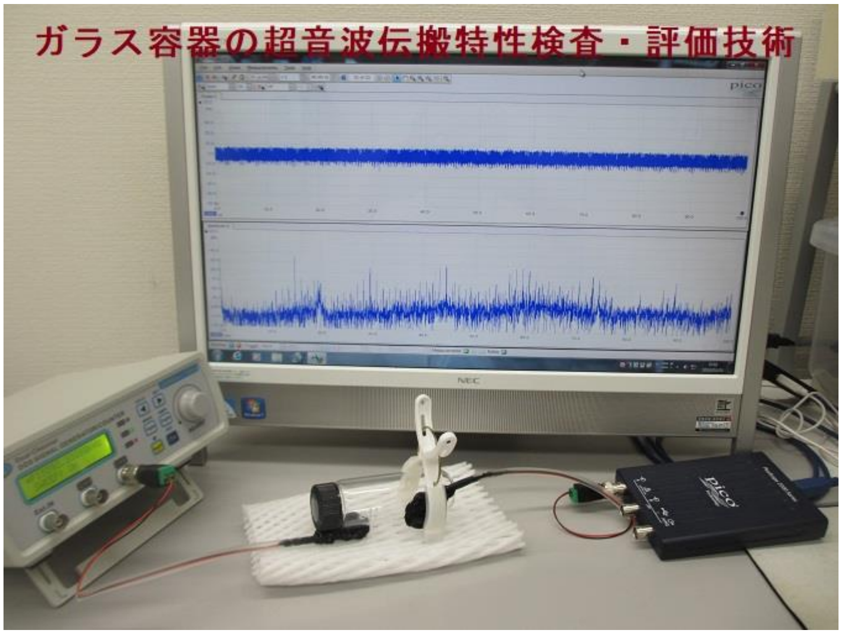
https://youtu.be/S79YUwnv3mo

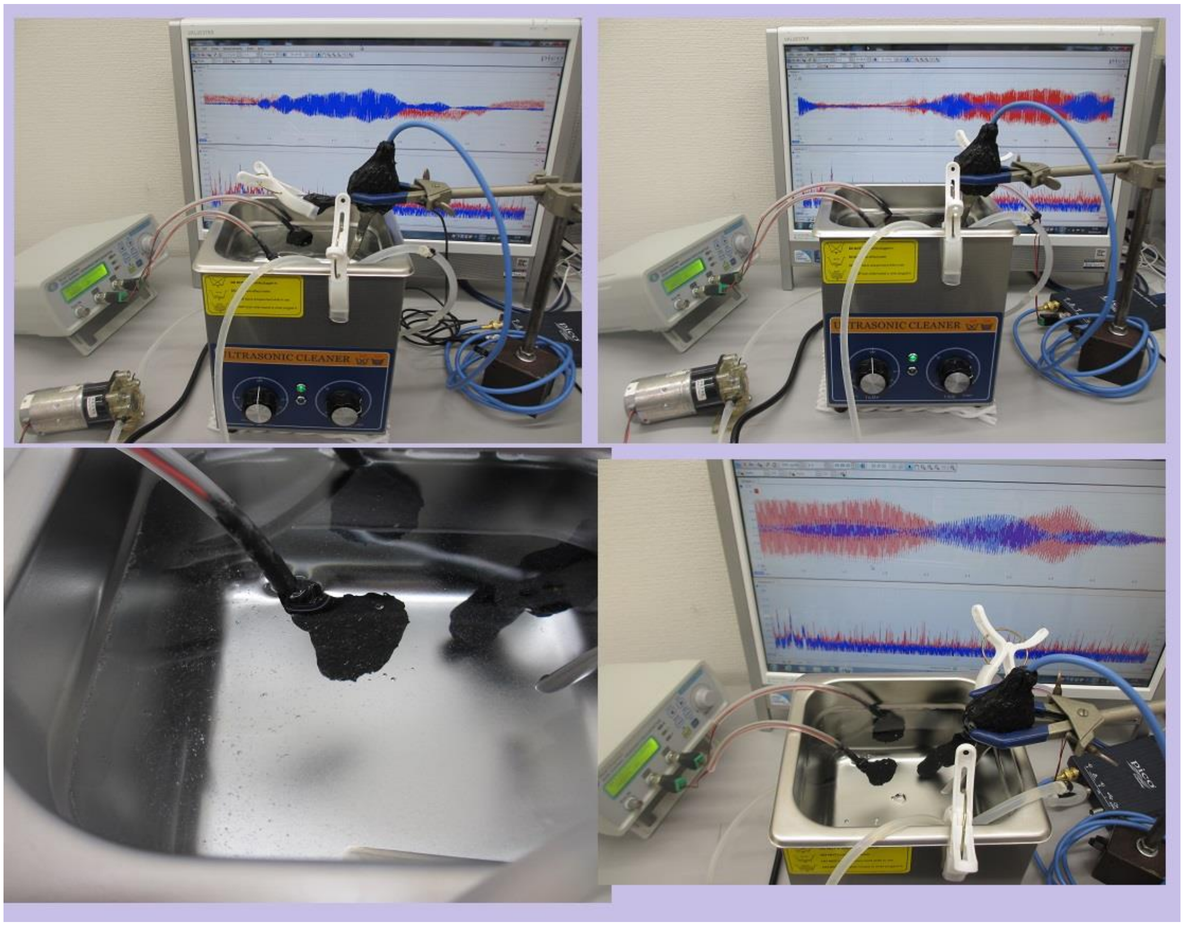
https://youtu.be/PgwTgCDVMrs

https://youtu.be/FoBbegFNbaQ

https://youtu.be/lk3XIkaxuRA

https://youtu.be/usftlcxGWgE





＜＜超音波システム＞＞

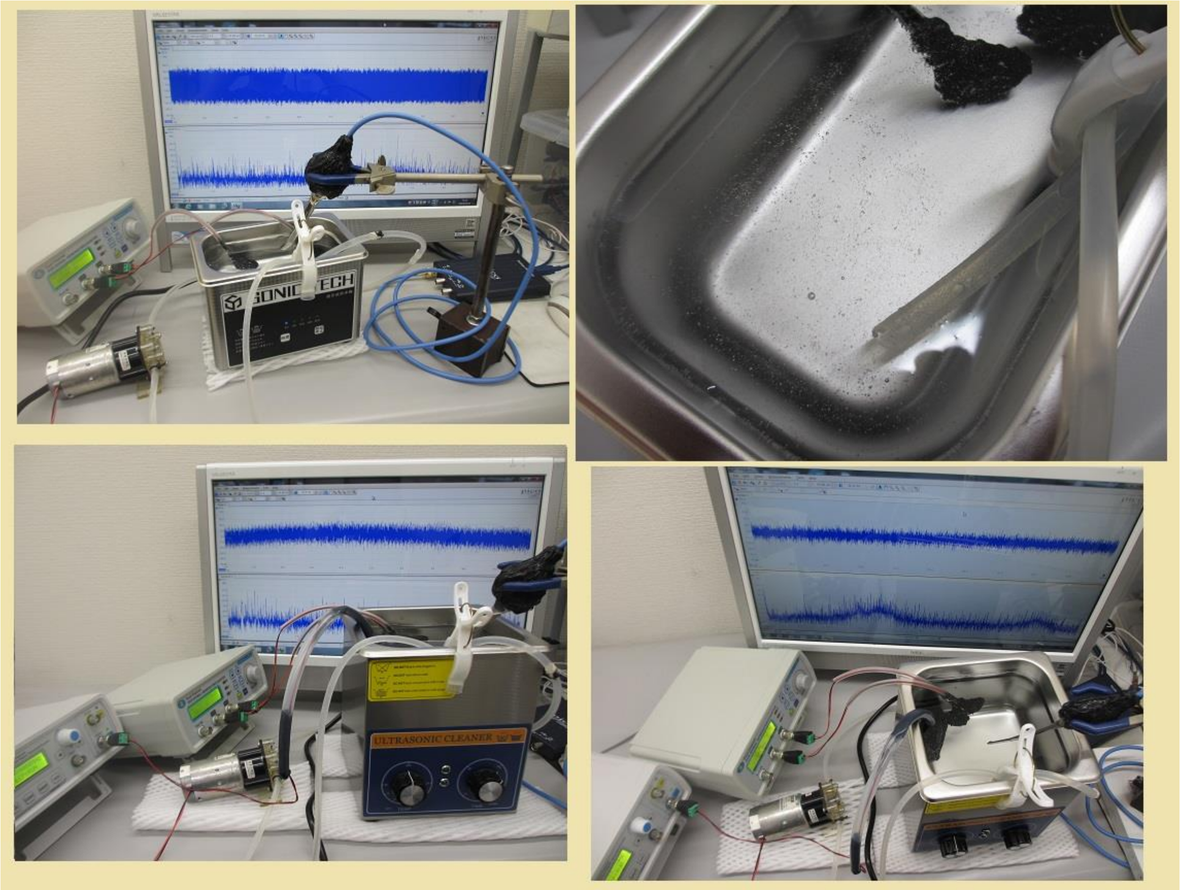
超音波発振システム（２０ＭＨｚ）の製造販売
http://ultrasonic-labo.com/?p=1648

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



超音波プローブによる、ダイナミック制御システム
http://ultrasonic-labo.com/?p=1602

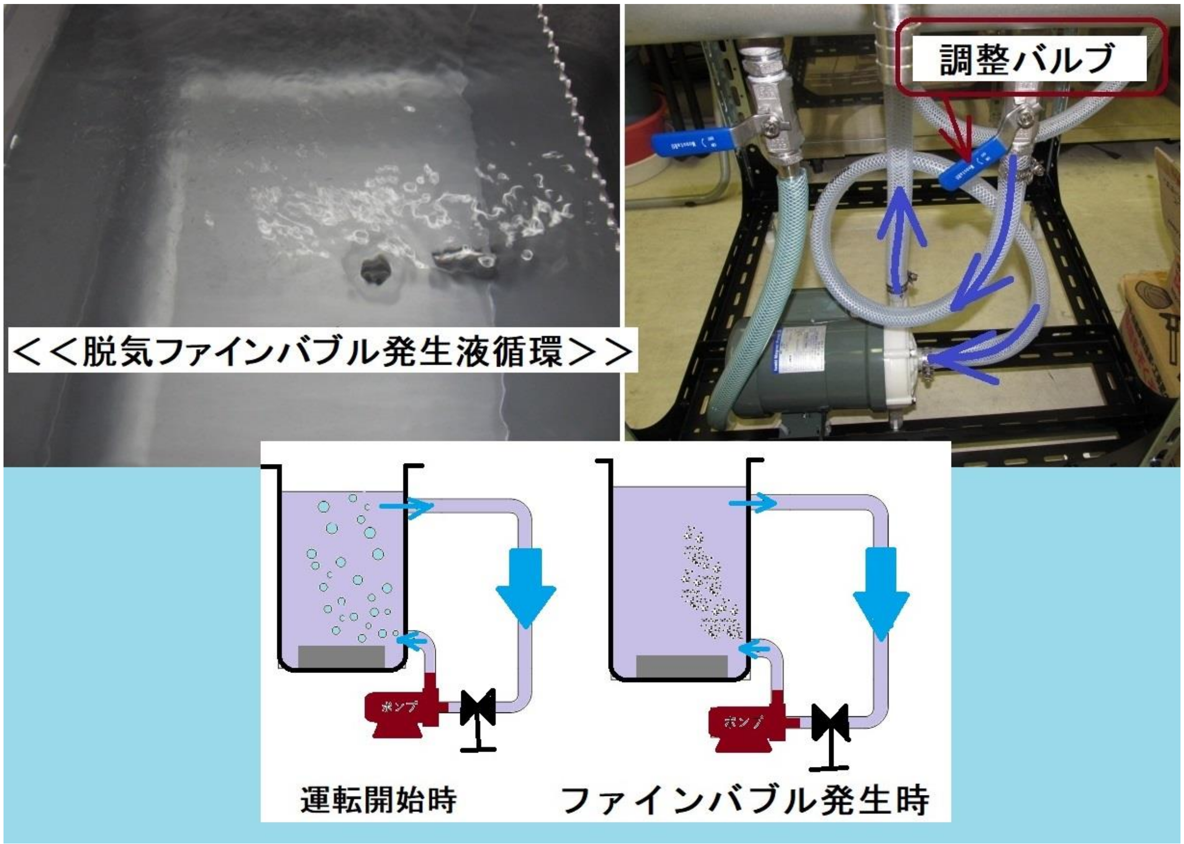
超音波プローブの発振制御による部品検査技術
http://ultrasonic-labo.com/?p=1117

ファインバブルを利用した超音波洗浄機
http://ultrasonic-labo.com/?p=11902

超音波の音圧測定解析・発振制御システム
http://ultrasonic-labo.com/?p=1337

超音波（キャビテーション・音響流）の分類
http://ultrasonic-labo.com/?p=17231

超音波のダイナミック制御（音圧測定解析）
http://ultrasonic-labo.com/?p=18697



ノウハウ＜超音波振動子の設置、脱気・マイクロバブル発生液循環＞
http://ultrasonic-labo.com/?p=1538

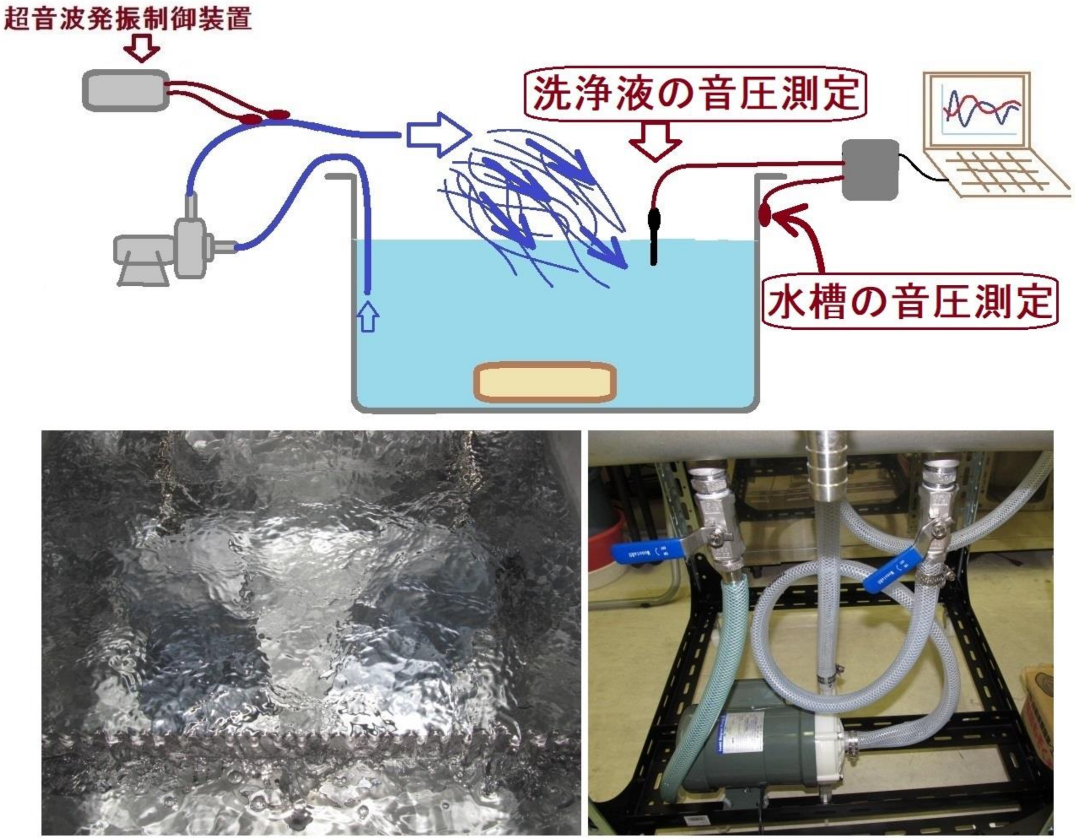
超音波素子（圧電素子）の調整技術
http://ultrasonic-labo.com/?p=1584

２００ＭＨｚ以上の超音波伝搬現象による表面改質処理
http://ultrasonic-labo.com/?p=2433

超音波を利用した「振動計測技術」
http://ultrasonic-labo.com/?p=16046

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



液循環ポンプの吸い込み側のバルブを絞ることで
ファインバブル（マイクロバブル）を発生する装置

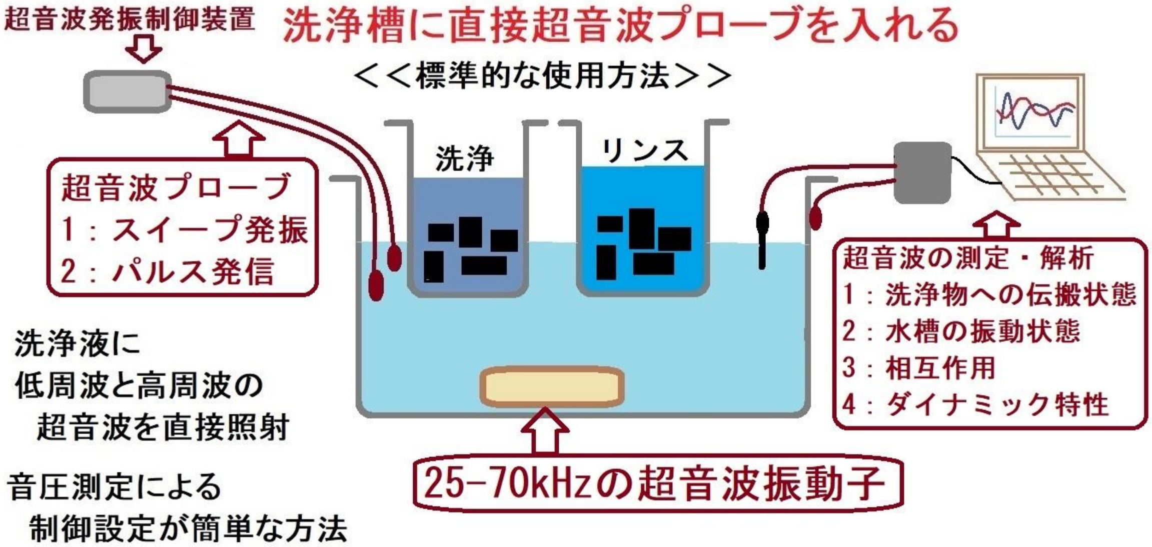
「超音波の非線形現象」を利用する技術を開発
http://ultrasonic-labo.com/?p=1328

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

メガヘルツ超音波による表面改質処理
http://ultrasonic-labo.com/?p=2433

超音波技術資料（アペルザカタログ）
http://ultrasonic-labo.com/?p=8496



詳細に興味のある方は
　超音波システム研究所にメールでお問い合わせください。
　利用に関しては、沢山のノウハウがあります。

超音波システム研究所
ホームページ　　http://ultrasonic-labo.com/

以上