

超音波の非線形現象(音響流)をコントロールする技術

超音波の非線形現象(音響流)をコントロールする技術を開発

超音波システム研究所は、

小型のギアポンプによる

脱気・マイクロバブル発生装置を利用した

超音波の非線形現象(音響流)をコントロールする技術を開発しました。



—この技術による応用事例—

音響流とキャビテーションの最適化による超音波洗浄

音響流制御による超音波攪拌(乳化、分散、粉碎)

音響流による伝搬周波数の変化を利用した化学反応の制御

音響流とマイクロバブルによる表面改質(残留応力の緩和)

音響流を利用した加工液による加工装置への応用

音響流によるメガヘルツのシャワー効果

音響流によるメッキ液の改良

.....

ガラス製の水槽を利用したソノケミカル反応実験

ナノ粒子の製造実験

霧化サイズのコントロールによるコーティング実験

各種材料の攪拌実験

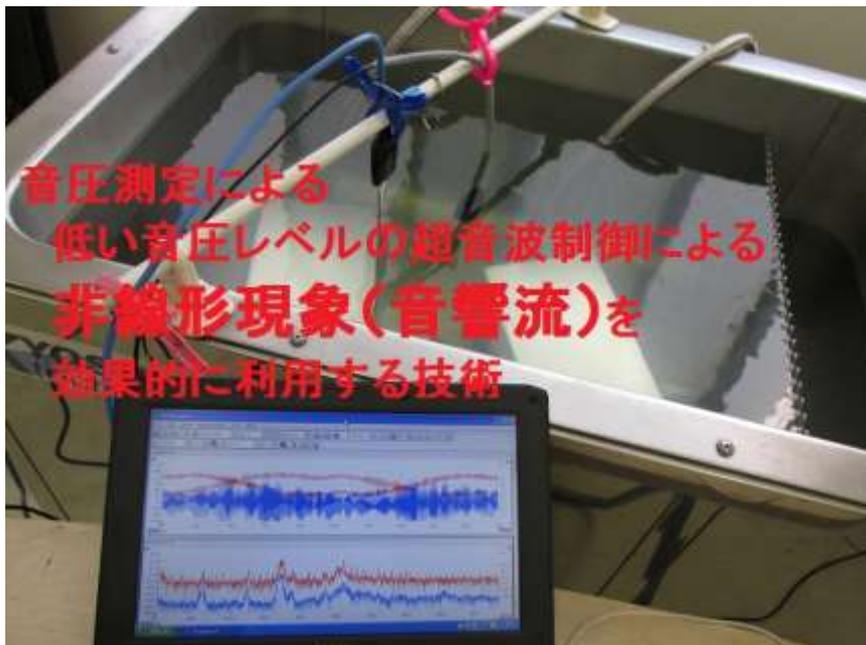
.....

ガラス部品の精密洗浄実験

複雑な形状・線材・・・の表面改質実験

溶剤・・・の化学反応実験

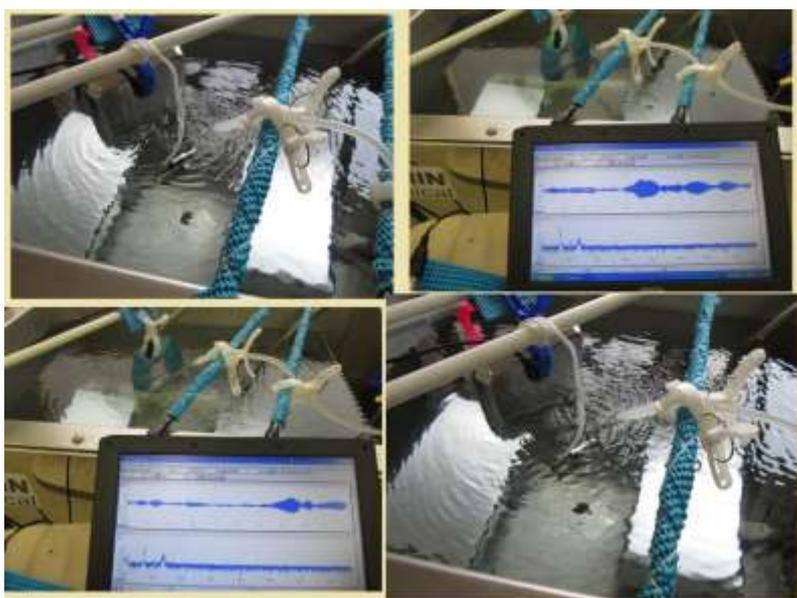
.....



<<音響流の利用技術>>

- 1) 2種類の超音波を利用した洗浄
- 2) 流水式超音波洗浄(超音波シャワー)
- 3) 表面を伝搬する高調波(1MHz 以上)の利用
- 4) ガラス・樹脂・ステンレス・各種容器の音響特性を利用
- 5) キャビテーションと定在波の最適化(音圧測定解析)を利用
- 6) その他(非線形現象、相互作用・・・)

流れる水に超音波を伝搬させ、
シャワー状にして洗浄対象を洗浄する・・・



以下の動画は、上記に関する基礎実験の様子です

小型ポンプによる「音響流の制御システム」

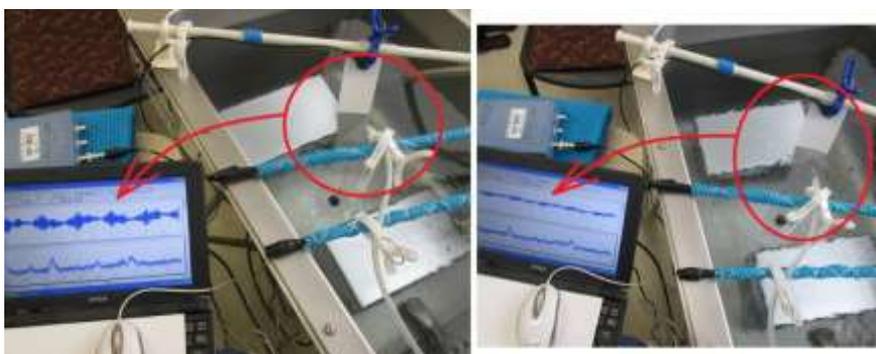
<https://youtu.be/vwLeDRNrtpY>

<https://youtu.be/OokwQOgZv5I>

<https://youtu.be/dNatKlzixwQ>

https://youtu.be/OWBO2_dFE1g

<https://youtu.be/PiAF57vgdtY>

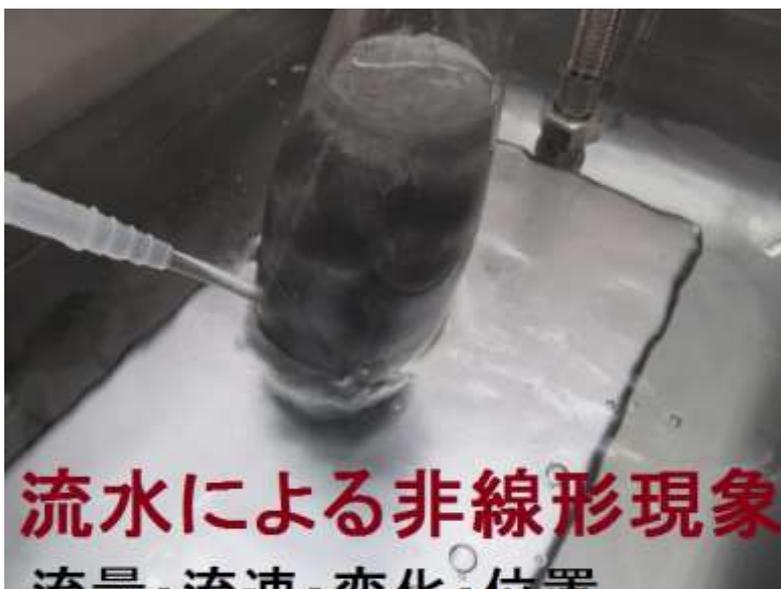


https://youtu.be/n_6FNxOGZWo

https://youtu.be/ICL_PbpToiE

https://youtu.be/IxJE467Ug_w

<https://youtu.be/ZYnSLwviCT4>



流水による非線形現象

流量・流速・変化・位置

<制御パラメータ>

<https://youtu.be/Au0-7mEtAPo>

<https://youtu.be/HzMvSaxoY-U>

https://youtu.be/XWm_2rwNSQE

<https://youtu.be/qDnwNFG4kws>

<https://youtu.be/97GwWAMaeAM>

<https://youtu.be/keniLhSInUw>

<https://youtu.be/pRs6ge2JwU8>

<https://youtu.be/fLC1wuFhVhA>



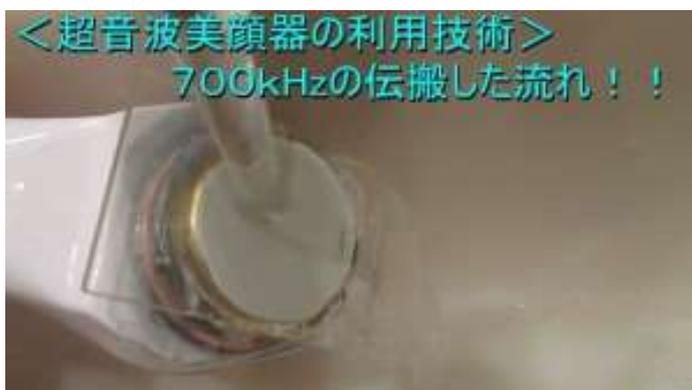
* * *

https://youtu.be/LGXBGiKoN_k

<https://youtu.be/TojDMRVuNDY>

<https://youtu.be/JVpWk1kAnHc>

https://youtu.be/ctwuo_0yJ3s



<https://youtu.be/7d3Z2j-oozo>

<https://youtu.be/MKKKnOvlyP8>

<https://youtu.be/xS9-9LiWiGg>



超音波専用水槽による超音波制御技術

超音波システム研究所

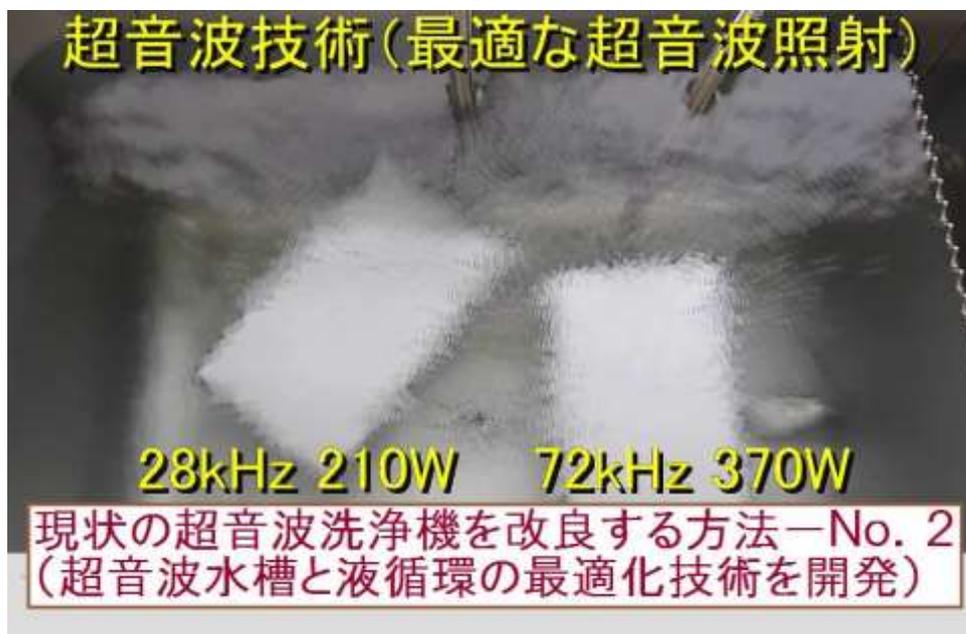
<https://youtu.be/qyIV7oVSt4o>

<https://youtu.be/xyYt59JUwx8>

<https://youtu.be/IdBEmDfQgKA>

<https://youtu.be/JxyrDoAqoHU>

<https://youtu.be/5c-BdyCB2kI>

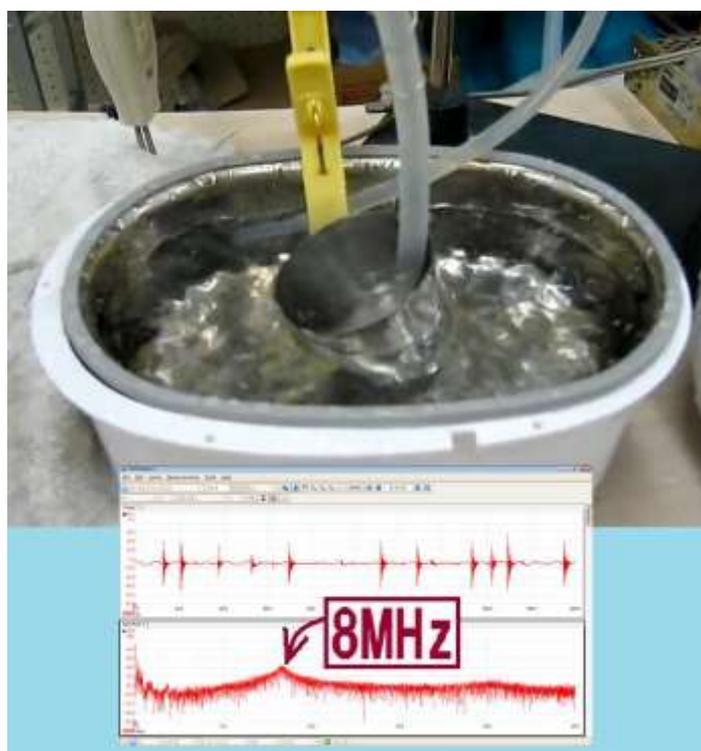


<https://youtu.be/kpA6Yx6RQ1U>

<https://youtu.be/v2O7ApE9bqw>

<https://youtu.be/as-8UB7aMfo>

<https://youtu.be/G79TzUOirR8>



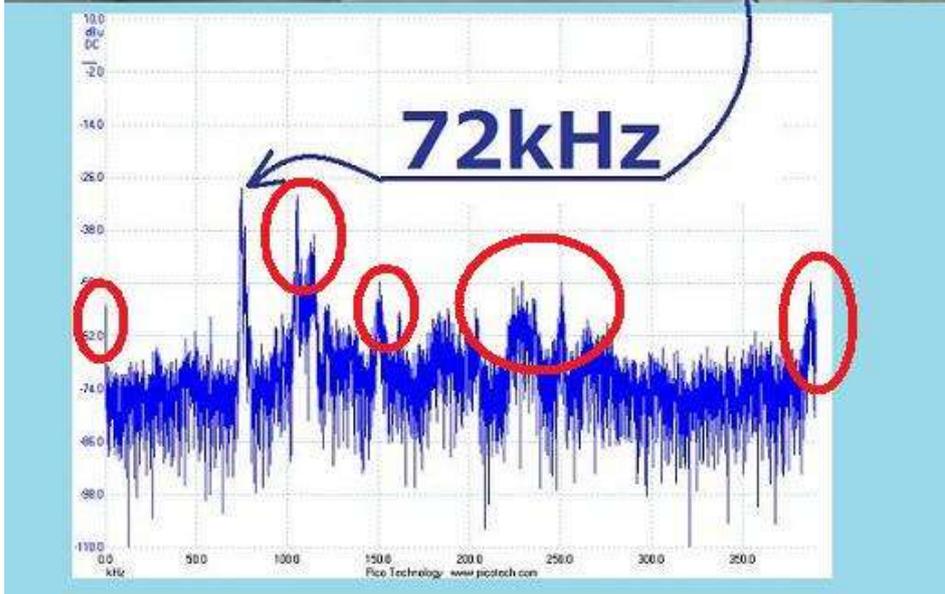
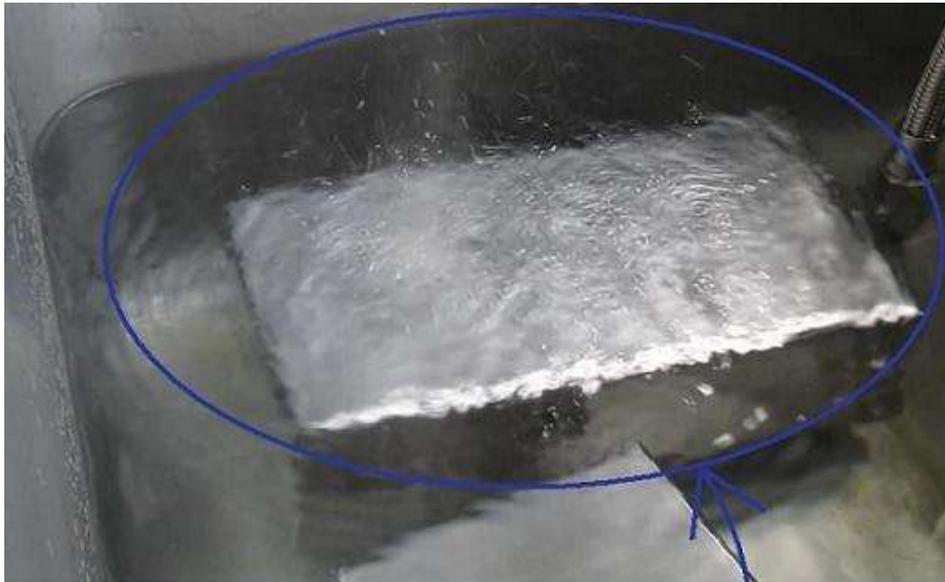
<https://youtu.be/Y-Z3aOA5nPk>

<https://youtu.be/iVfGkgbOf7Y>

https://youtu.be/iW-G_FLitsQ

<https://youtu.be/93g2LcQvztk>

<https://youtu.be/X12VSFvGm3w>



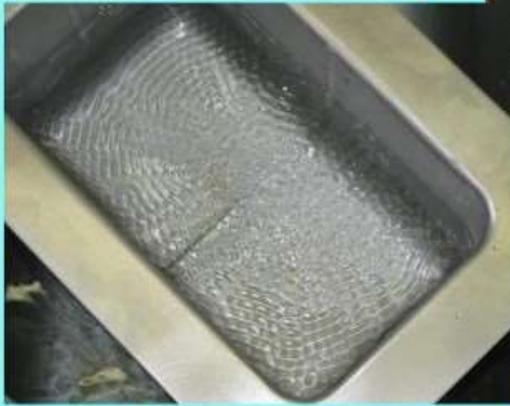
<https://youtu.be/RNDCKiTpQM>

<https://youtu.be/d1GcvioRrKY>

<https://youtu.be/F1YJrZbWD6M>



超音波の利用・制御・応用技

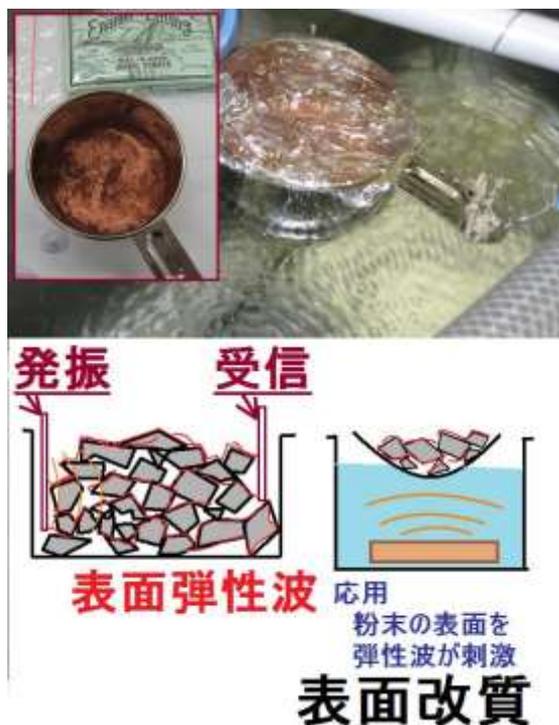


「脱気・マイクロバブル発生装置」は
中性洗剤、アルコールに対しても利用可能です。
現在利用している超音波洗浄液・・・に対しても
確認テストにより、利用することができます。

但し、各種の液体に対して、音響伝搬特性の測定解析を行い
適切な治工具や容器との組み合わせ・・・が必要になります。

「脱気・マイクロバブル発生装置」による効果は
効率的な超音波照射を実現するとともに
ナノバブルの発生につながります。
さらに、一定時間の超音波照射により
ナノバブルの量がマイクロバブルの量より多くなります。
その結果、
非常に安定した超音波の非線形制御を行うことができます。
(マイクロバブルによる超音波伝搬状態の効果は、
適切なサイズの範囲があることを、計測・解析により確認しています)

様々な応用事例が発展しています。



40kHzの超音波を利用して

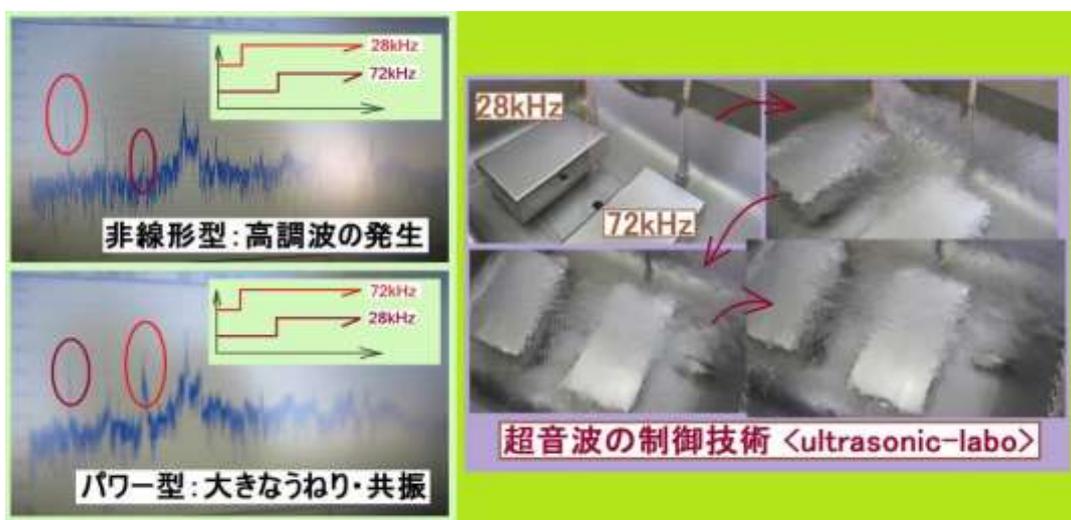
音響流の制御により1MHzの伝搬状態を実現させることも可能です

あるいは、40kHzの超音波を利用して

音響流の制御により10kHz以下の振動モードを利用した

高い音圧レベル(100-1000倍)の実現も可能です

コンサルティング対応しています。



小型ポンプによる「音響流の制御技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7500>

超音波の「音響流」制御による

「表面改質技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2047>



「流水式超音波システム」

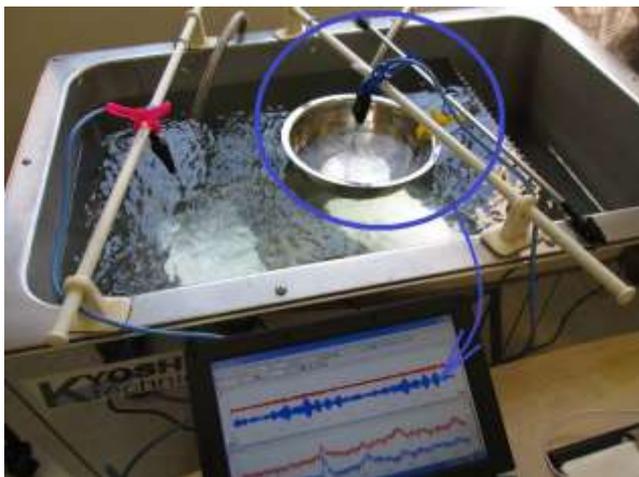
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1258>

超音波の組み合わせ制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7277>

超音波測定解析の推奨システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1972>



超音波＜計測・解析＞事例

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1705>

超音波発振・計測・解析システム(超音波テスター)

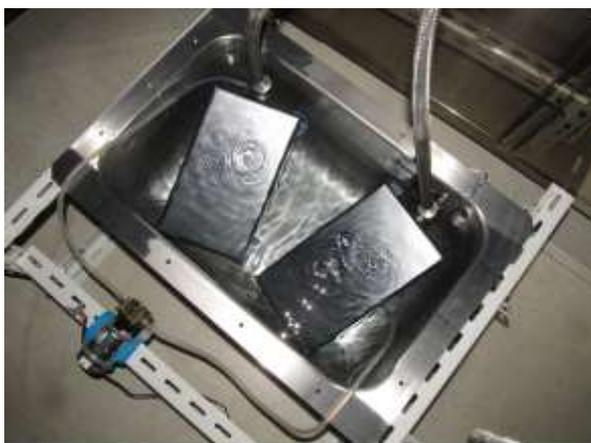
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7662>

「脱気・マイクロバブル発生装置」を利用した超音波制御システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1996>

超音波とマイクロバブルによる表面改質(応力緩和)技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=5413>



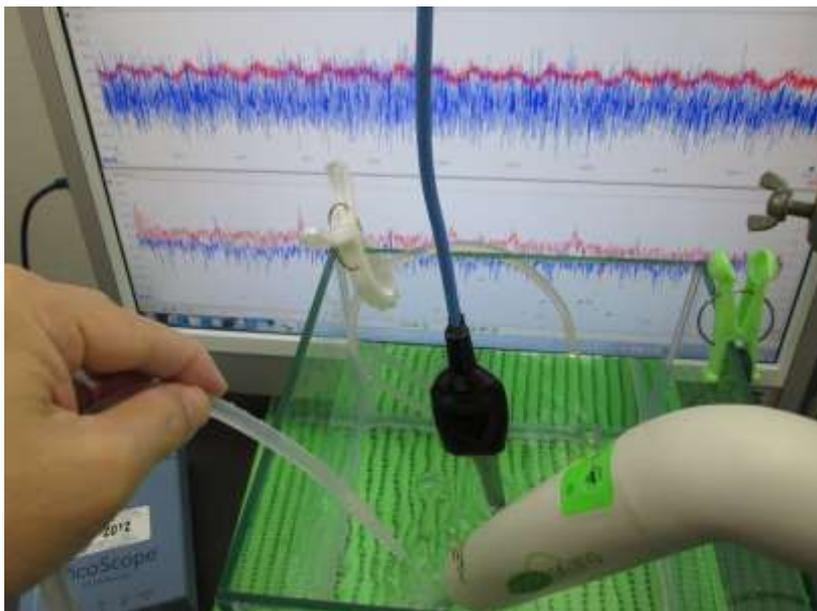
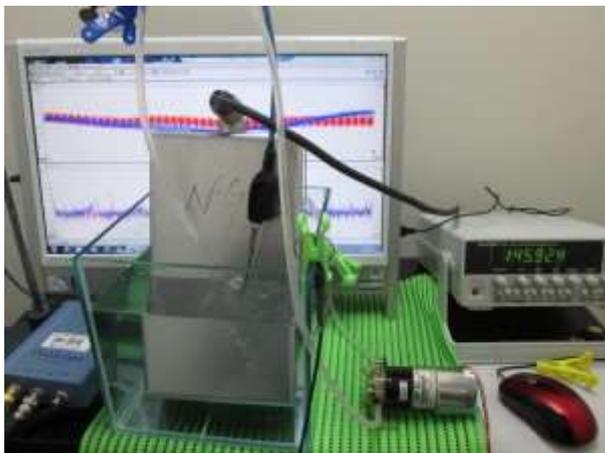
**小型脱気マイクロバブル発生
液循環システム**

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>

樹脂・金属・セラミック・ガラス・・・の表面改質に関する書籍

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7530>



「脱気・マイクロバブル発生装置」を利用した超音波制御システム

超音波システム研究所は、

小型ポンプを使用した
超音波＜実験・研究・開発＞のための
低価格で簡易的な
「脱気・マイクロバブル発生装置」の
タイマー制御による
超音波制御システム」を 開発しました。



—今回開発したシステムの応用事例—

- ポリマーの化学反応実験
- 金属粉末の表面改質実験
- 洗浄水槽や治工具の洗浄実験
- 各種の攪拌(乳化・分散・粉碎)実験
- 流水式超音波装置の簡易実験
- ナノ物質に対するメガヘルツの超音波処理
- 音響流の応用(超音波シャワー)実験
- 樹脂の表面改質(残留応力の緩和)実験
- 粉末の超音波洗浄(流動性の改質)
- 薄い材料(板材、線材・・・)の表面処理

.....







超音波〈洗淨・改質〉技術





「脱気・マイクロバブル発生装置」は

中性洗剤、アルコールに対しても利用可能です。
現在利用している超音波洗浄液・・・に対しても
場合によっては利用することができます。

「脱気・マイクロバブル発生装置」による効果は

効率的な超音波照射を実現するとともに
ナノバブルの発生につながります。

さらに、一定時間の超音波照射により

ナノバブルの量がマイクロバブルの量より多くなります。

その結果、

非常に安定した超音波照射制御を行うことができます。

(超音波テスター(オリジナル製品)による

超音波の計測・解析により確認しています)

超音波を安定した状態にすることで

液循環のタイマー制御(ON/OFF設定)により

簡単にキャビテーションと音響流の状態を

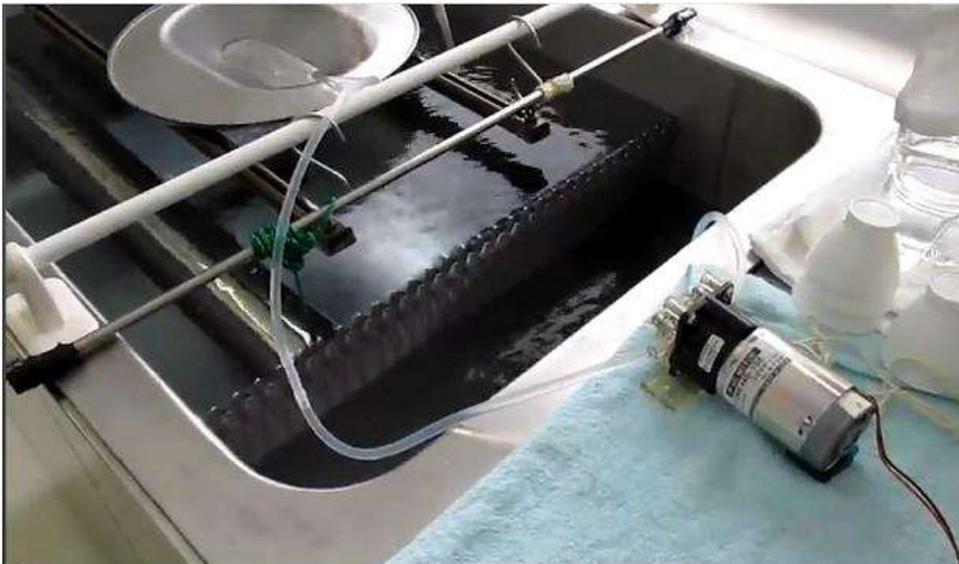
目的に合わせてコントロールできます。

様々な応用事例が發展しています。

注意

40リットル以上の水槽に対しては
具体的な水槽に合わせた
各種の設定が必要です
ので
個別の対応となります。

1000リットル以上の水槽に対しては
水槽構造に合わせた
ポンプのサイズ、数量、**・・・**の設計・調整が必要です
5ー35リットル程度であれば
今回のシステムで十分な制御効果があります。



**小型ポンプによる
「脱気・マイクロバブル発生装置」**

■参考

間接容器と定在波による音響流とキャビテーションのコントロール

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1471>

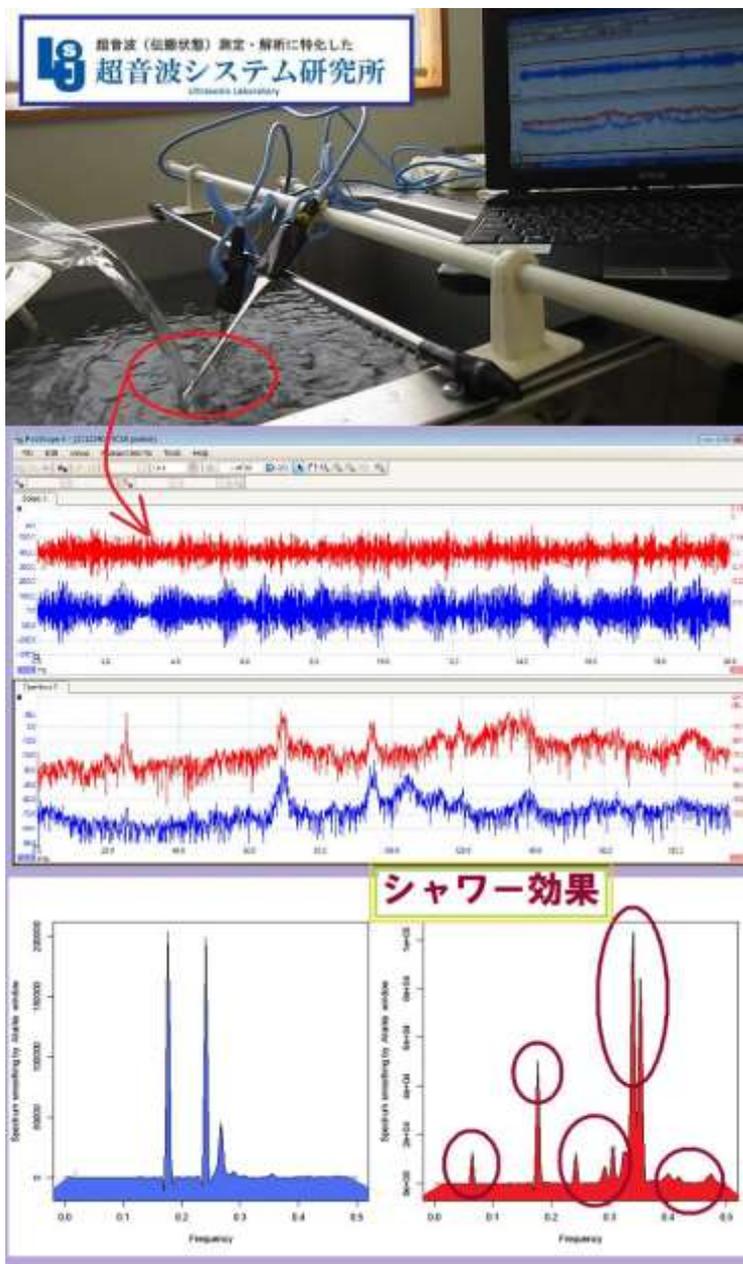
液循環ポンプによる「音響流の制御システム」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1212>

現状の超音波装置を改善する方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1323>

コンサルティング(超音波システム研究所)対応として、提供しています。



参考

1) 超音波洗浄器(基礎実験・確認)

超音波洗浄器の利用技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1318>

超音波洗浄器の利用技術 No. 2

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1060>

超音波洗浄器(42kHz)による<メガヘルツの超音波洗浄>技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1879>



2) 超音波利用(応用技術・ノウハウ)

超音波振動子の**設置方法**による、超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1487>

推奨する「超音波(発振機、振動子)」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1798>

超音波**専用水槽**の設計・製造技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1439>

超音波の**ダイナミック制御**技術を開発

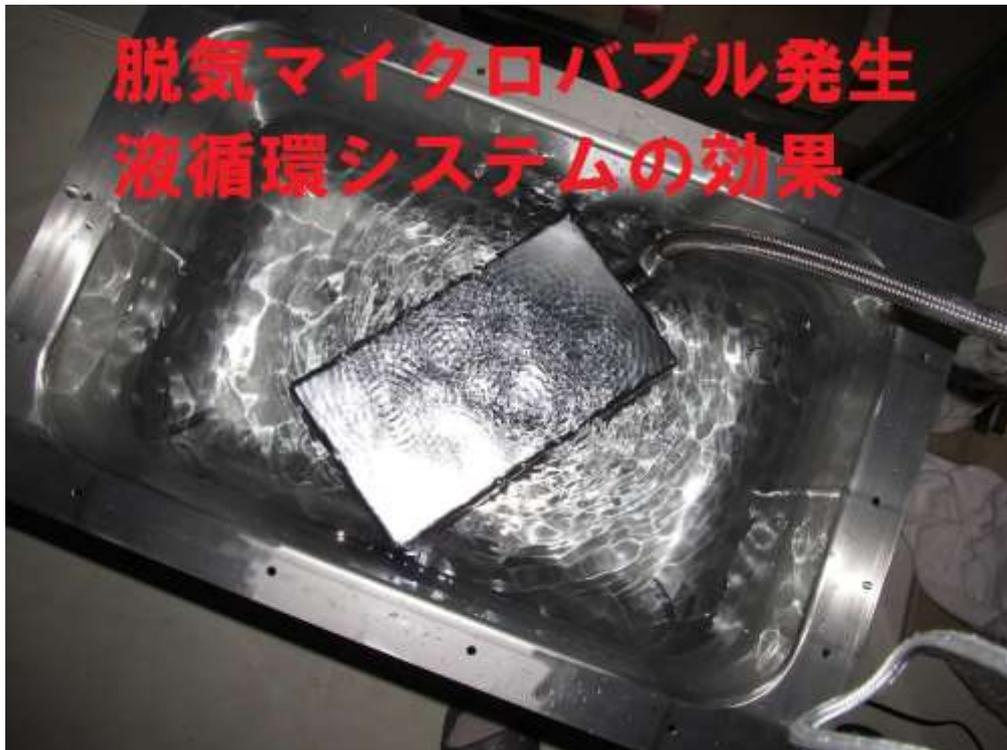
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2015>

超音波洗浄システムを**最適化**する方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2710>

「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>





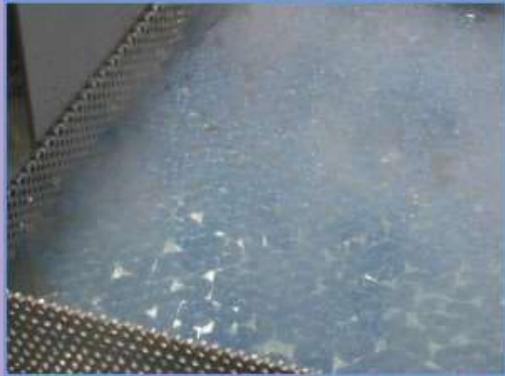
マイクロバブル



ナノバブル



液循環のノウハウ



表面弾性波

超音波<霧化>実験

超音波システム研究

3) 超音波測定(音圧測定・解析・評価)

音圧測定装置(超音波テスター)の標準タイプ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1722>

音圧測定装置(超音波テスター)の特別タイプ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1736>

超音波計測の特別システムをオーダーメイド対応

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1972>

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1962>

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1953>

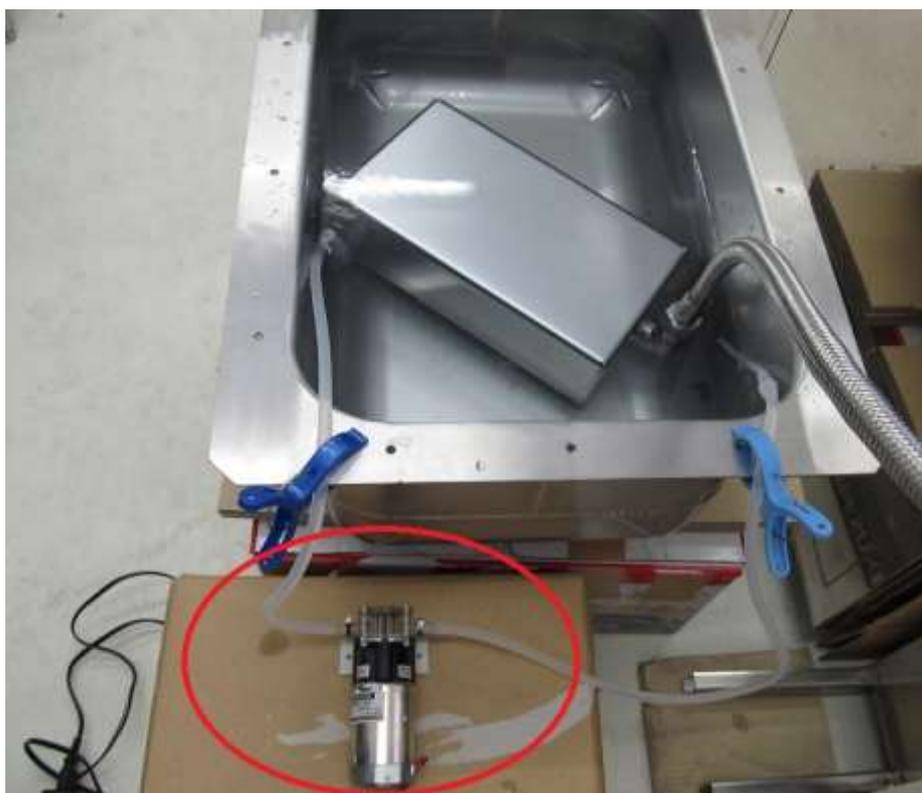
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1915>

超音波機器の<計測・解析・評価>(出張)サービス

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1934>

超音波<計測・解析>事例

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1705>



洗浄システム(推奨)

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/52cc97c1a13fd294f53af526edd69990.pdf>

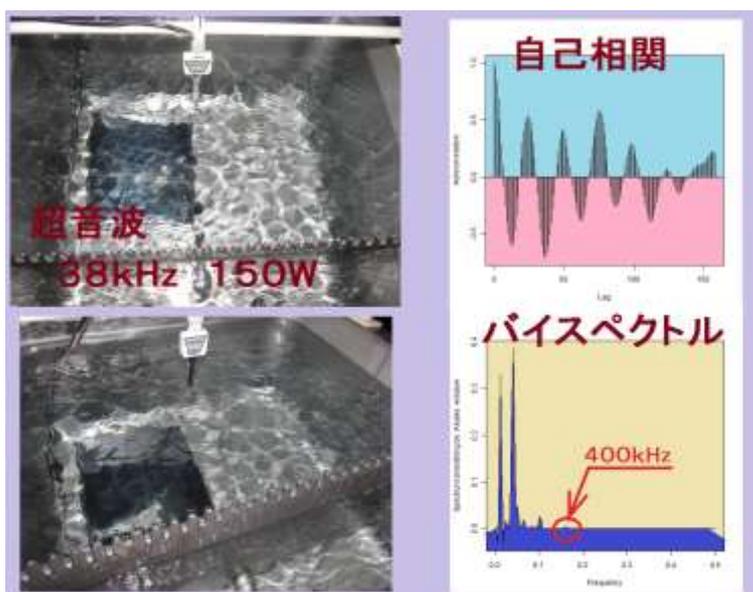
超音波洗浄資料(抜粋)

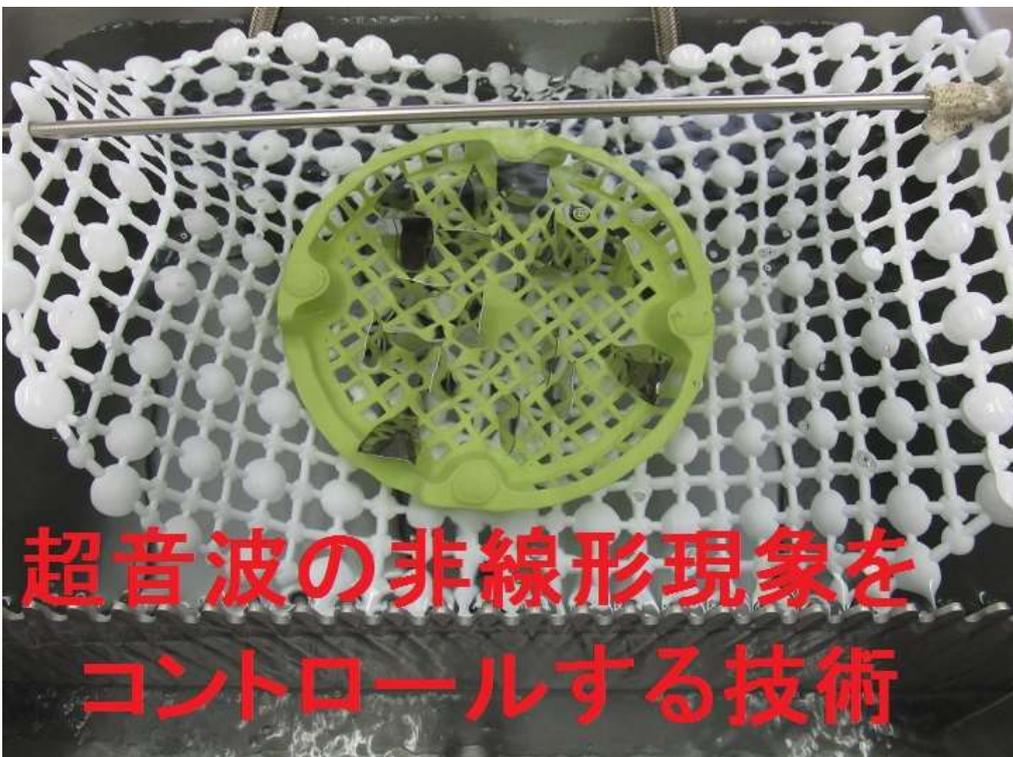
<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/4b10b044100130815368b1dc5722oeda.pdf>

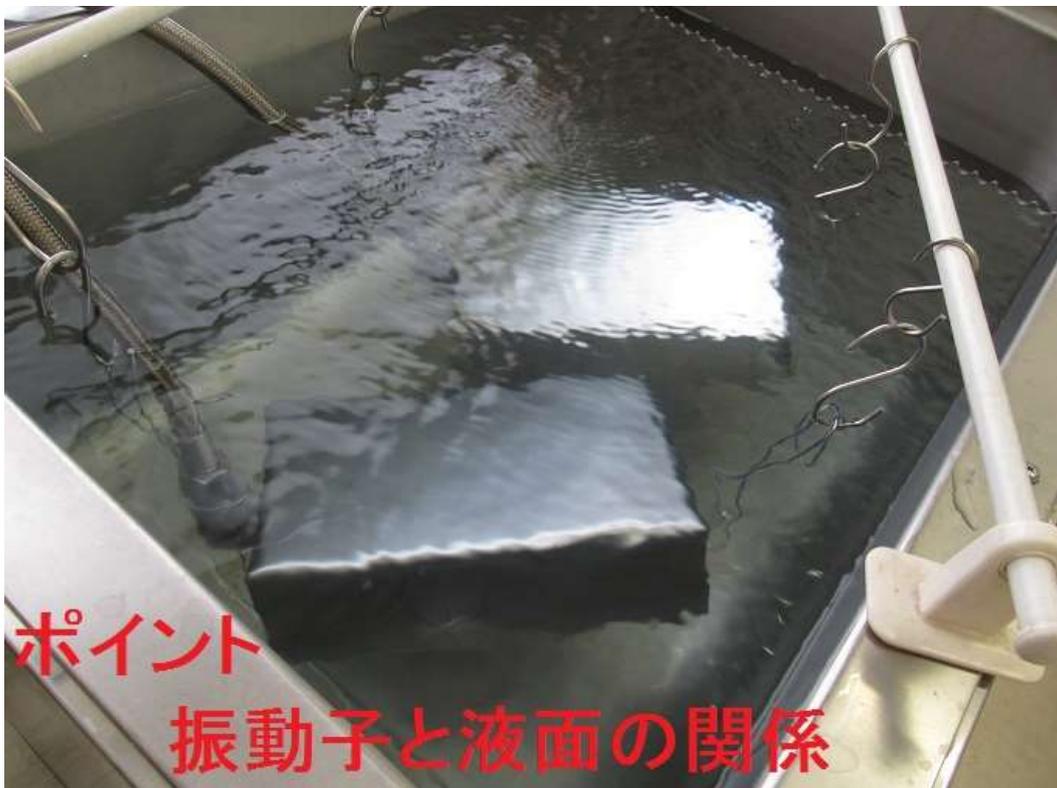
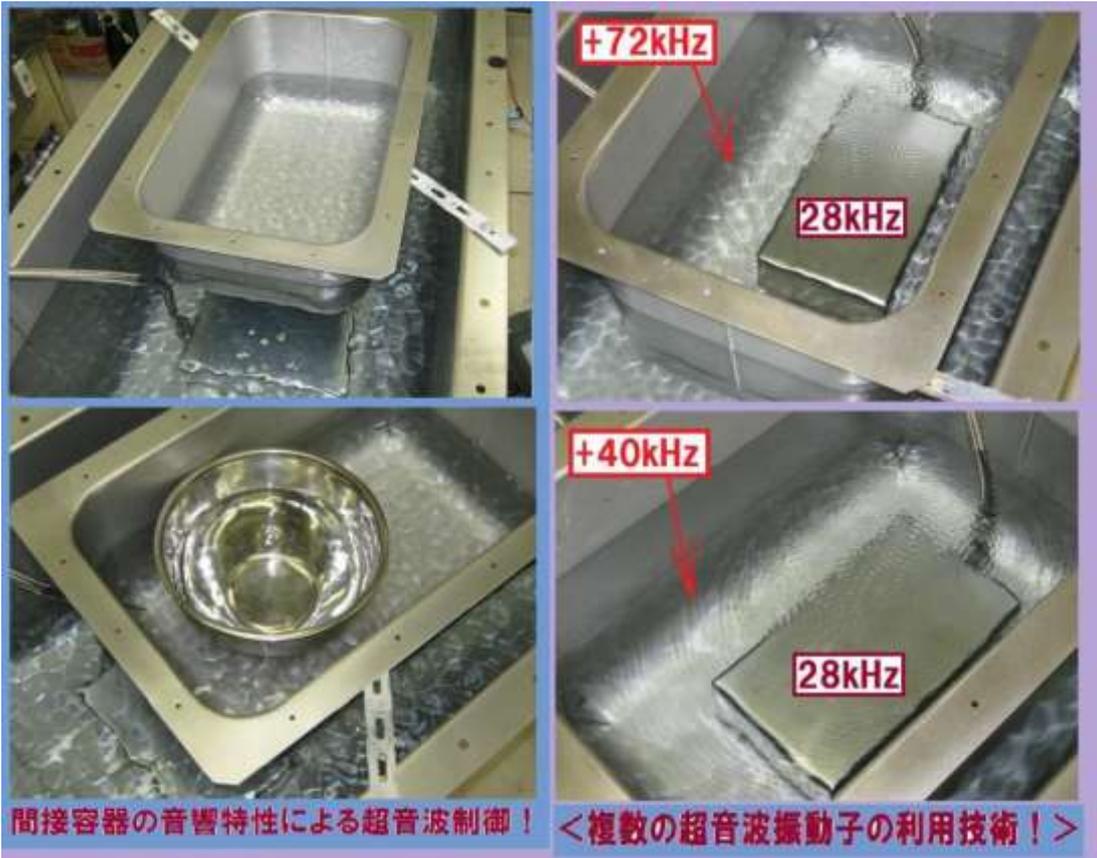
新しい超音波(測定・解析)技術

コンサルティング報告書(サンプル)

超音波技術



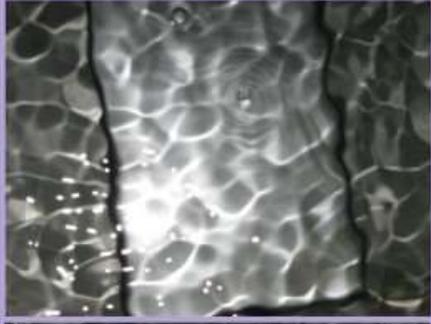
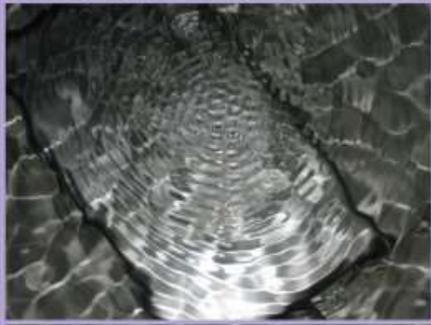
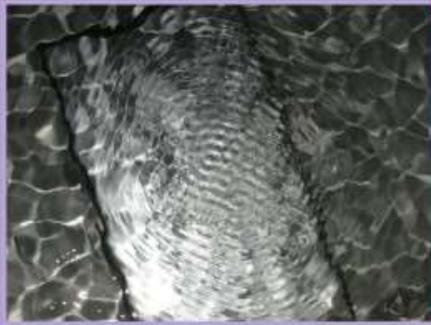






相互作用を確認して設定する 2種類の超音波振動子の設置

A screenshot of a video player. The main video shows a blue ProScope 3SP-2012 ultrasonic measurement device with a black cable. The video player interface includes a progress bar at 0:06 / 0:43, a volume icon, and buttons for 'Analytics' and 'Video Management'. Below the video, the title '超音波計測装置(超音波テスター) Ultrasonic measurement' is displayed. On the right side, there is a vertical list of video thumbnails with their respective timestamps: 0:02, 0:05, 0:12, 0:10, 0:14, and 0:16.



キャビテーション模様

単純なキャビテーション



複雑なキャビテーション



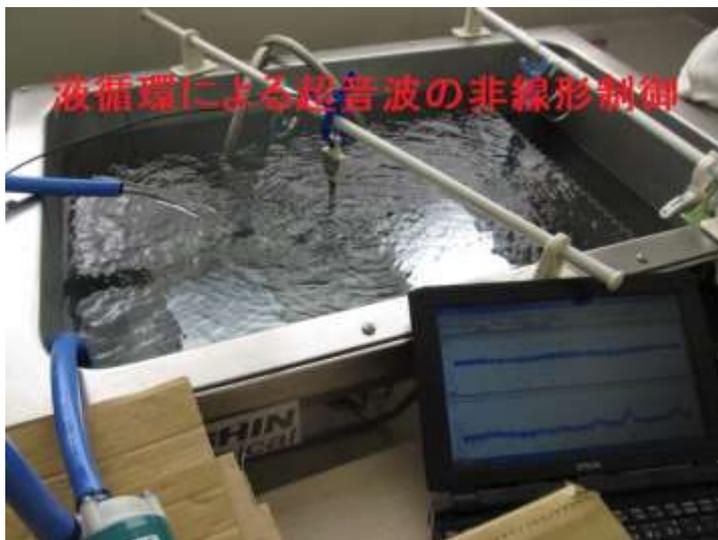
測定解析により分析できます

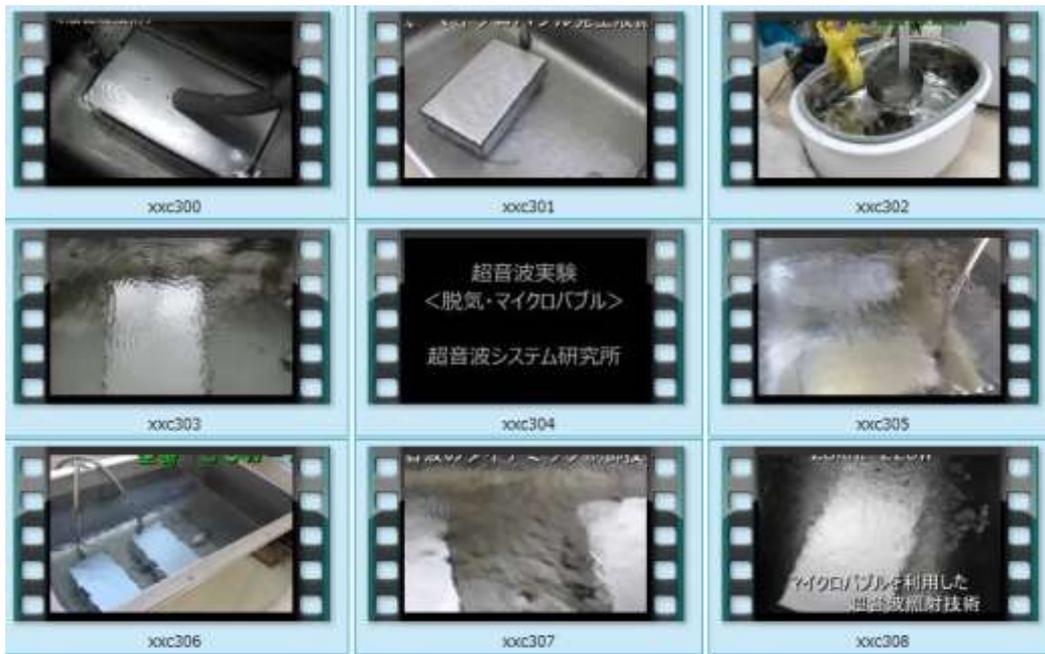
0:02 / 1:39

アナリティクス 動画の管理

<統計的な考え方>を利用した「超音波技術」 Ultrasonic ex...

0:01
0:10
0:54
0:55
0:39
0:37





B

<超音波のダイナミックシステム>

各種の
脱気・マイクロバブル発生用具

注意
1: 用具なしでも可能です
(液循環位置の設定)
2: 上記写真 **A**
は使用できません
(特許に抵触します)

ノウハウ

現象の追求よりも
有効な現象の
応用・利用
が**重要**

* ノウハウの公開 *

ポンプの吸い込み側のホース径を細くする

小型ポンプによる「音響流の制御システム」

<http://youtu.be/R6fMGivGI9k>

http://youtu.be/AuvDj_ECHPo

<http://youtu.be/bkKoyByw9jk>

<http://youtu.be/PHD5tVq74WI>

具体例 脱気・マイクロバブル発生液循環装置



脱気・マイクロバブル発生状態！

ノウハウ

目的

洗浄液の均一化
超音波の減衰を
小さくする

<応用>

マイクロバブル
ナノバブル
...

洗剤・溶剤・・
化学反応・・
ソノケミカル・・

の**組み合わせ**

溶剤・薬液.....の応用 注意:ポンプ・ホースの耐薬品性の確認

<http://youtu.be/2VLzk-IM8rs>

<http://youtu.be/5FpiroALXy4>

<http://youtu.be/xiCZjGi9xsc>

http://youtu.be/tXw_qvkw1Uk

<http://youtu.be/zkPediNrZVw>



超音波制御装置(制御BOX)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=4906>

シャノンのジャグリング定理を応用した

「超音波制御」方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1753>



超音波専用水槽の設計・製造技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1439>

超音波による金属・樹脂の表面改質技術

<http://aeropres.net/release/html/3242>



超音波の「音響流」制御による「表面改質技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2047>

「超音波の非線形現象」を目的に合わせてコントロールする技術

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



安定性・均一性の違い

**ナノバブルの効果！！
新しい応用技術の発展**



均一な超音波照射により
一つのガラスによる
反射・屈折・透過の影響が
「水槽全体に広がる」
** 超音波制御の基礎 **

洗浄液の均一化ができていると
制御は簡単になります

<https://youtu.be/B87Dl67l49s>

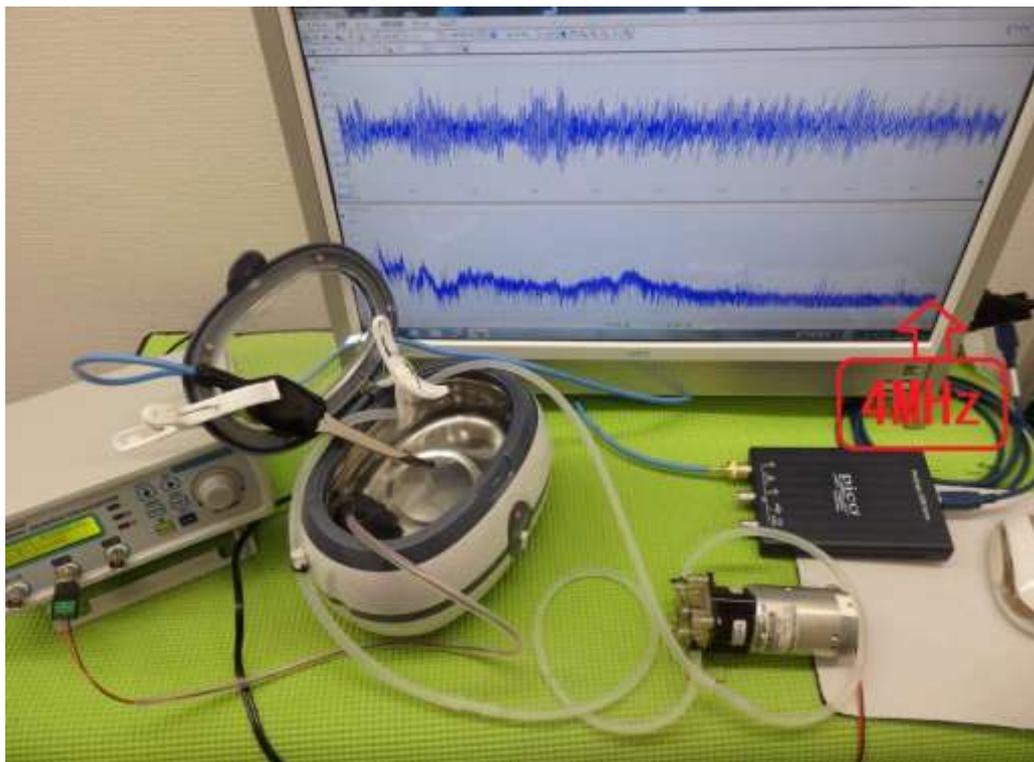
<https://youtu.be/75-8aLqtr3w>

<https://youtu.be/5of576CFU98>

<https://youtu.be/EdsotOFFaLI>

<https://youtu.be/KtYAs49rwkQ>

<https://youtu.be/bQgUoQfQdsU>



超音波の非線形振動制御

非線形振動(発振制御、叩く、...)に含まれる
低周波の振動エネルギー対応(工夫)により
高い周波数の超音波が効率良く伝搬する
新しい方法を開発したので
低出力(10W以下)の超音波で
様々な効果を確認しています。

各種の実施結果(注)から
様々な組み合わせによる幅広い対応を提案・実施しています。



注:

- 1) ナノレベルの乳化・分散
- 2) 溶剤を利用した超音波洗浄
- 3) 超音波霧化サイズの制御
- 4) 化学反応制御実験
- 5) ナノレベルの触媒の攪拌・乳化・分散
- 6) 均一な粒子製造への応用
- 7) 金属の表面処理
- 8) メガヘルツの超音波伝搬
- 9) 精密洗浄
- 10) アルミダイキャストの均一化
- 11) 各種溶剤...の均一化
- 12) その他...



この技術(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。



参考動画

<https://youtu.be/t8ChceOxoYI>

<https://youtu.be/k-Vxc3tNITc>

<https://youtu.be/Kl1zXoUPoJ4>

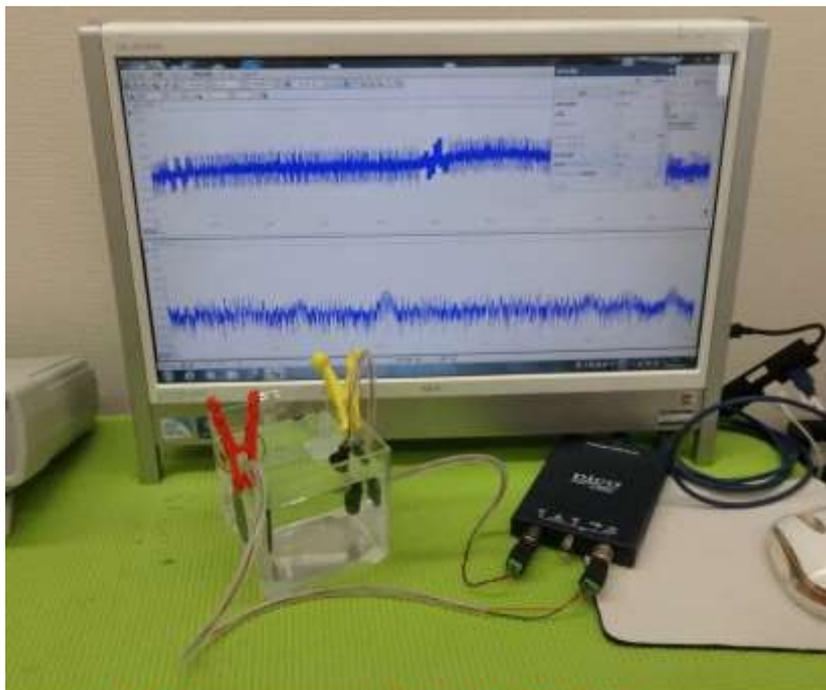


<https://youtu.be/s26JxN33GKw>

<https://youtu.be/Zh7uA7JJx8w>

<https://youtu.be/XuA-6m7fIB4>

<https://youtu.be/bitbLINbqrg>



出力 2 V での送受信

<https://youtu.be/DIyiGE6OXeo>

<https://youtu.be/TXIsTJJnOlg>

* * *



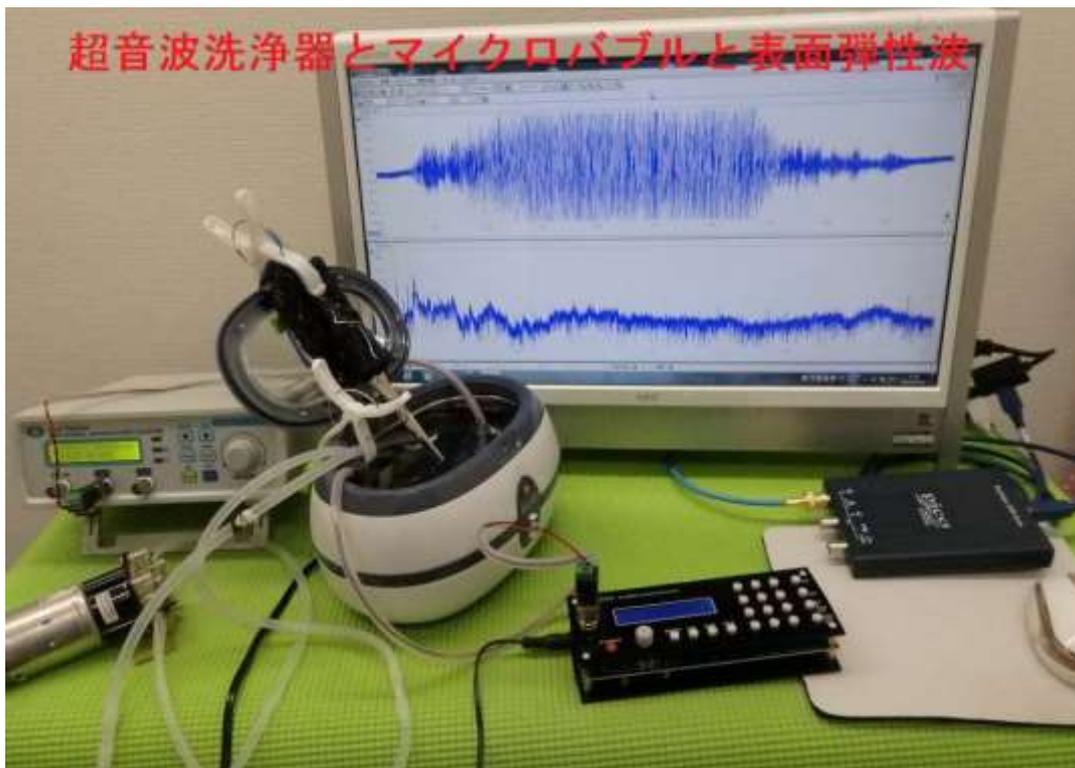
超音波洗浄器とマイクロバブルと表面弾性波

https://youtu.be/nWy1f5SP_Kw

<https://youtu.be/cUCntmbPi-M>

<https://youtu.be/cOVQEWb8T-Q>

https://youtu.be/cC_fndTPSYE



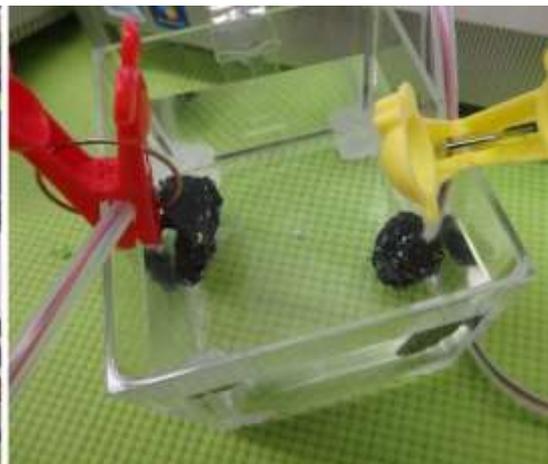
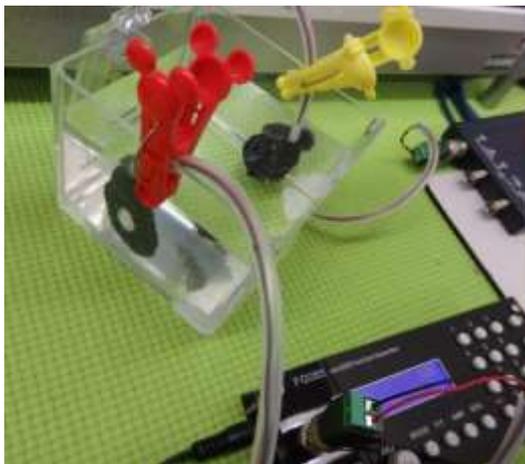
<https://youtu.be/Gt3tEFynR6Y>

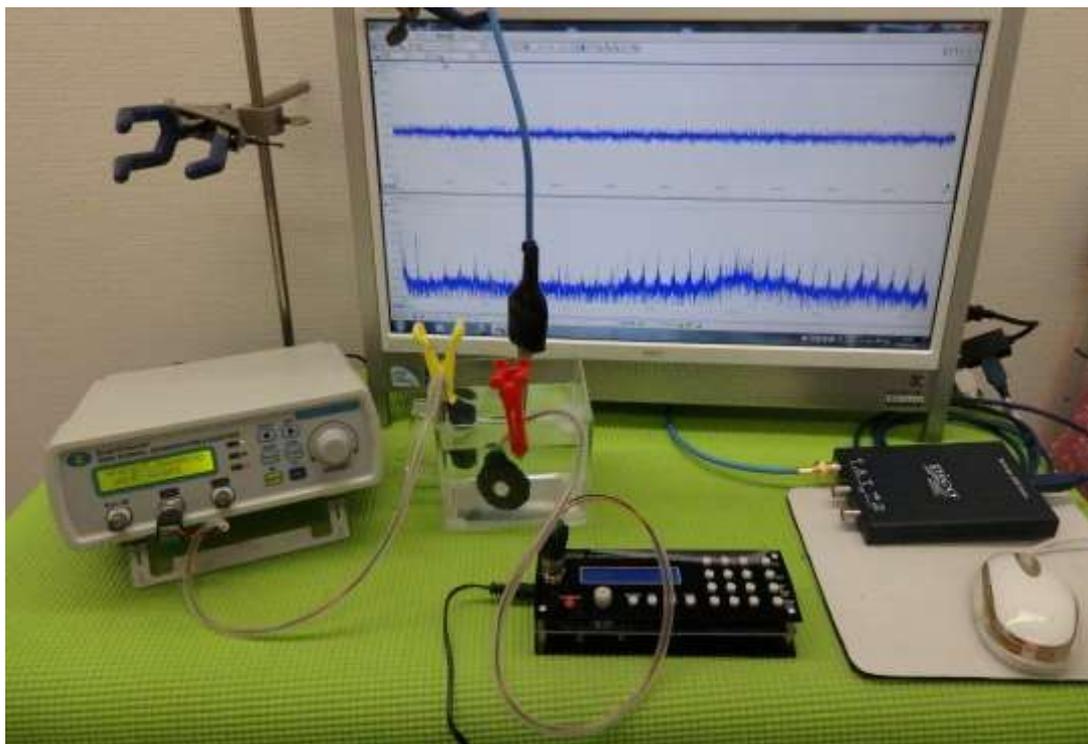
<https://youtu.be/ooHwtJpvWBo>

<https://youtu.be/zTSHLtCyrLI>

<https://youtu.be/ttoJMywwkps>

<https://youtu.be/xwcOxK8tjyo>





オリジナル超音波プローブ

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8163>

精密測定プローブ

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

超音波の応答特性を利用した、表面検査技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10465>

超音波プローブによる

＜メガヘルツの超音波発振制御＞技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1811>



超音波＜発振制御＞技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=5267>

超音波プローブによる非線形伝搬制御技術

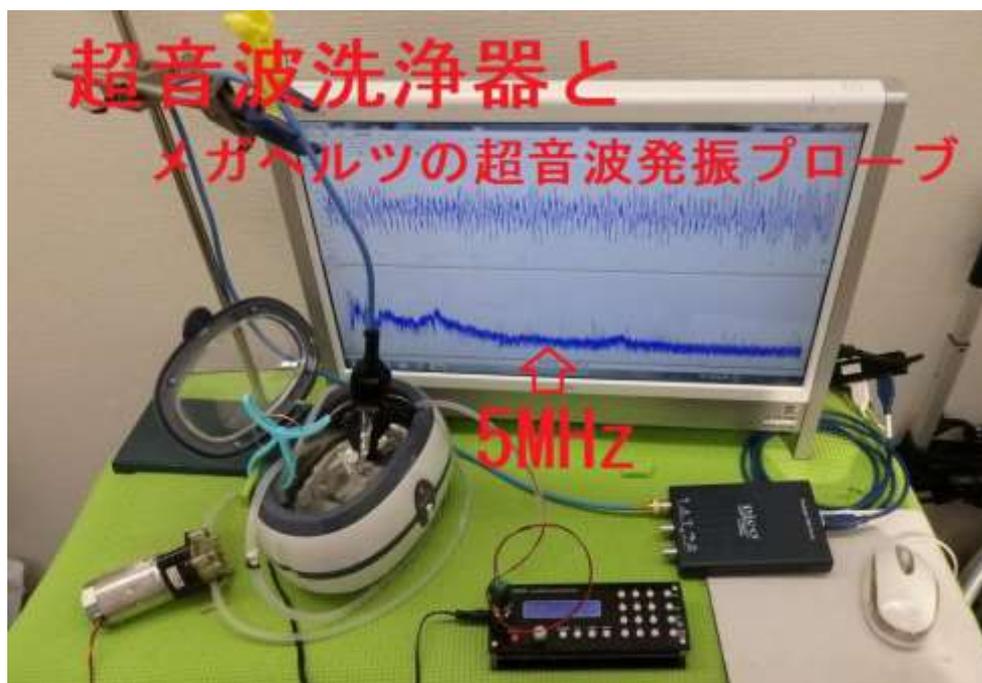
<http://ultrasonic-labo.com/?p=9798>

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>

超音波の音圧測定に関する「精密プローブの製作」技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2989>



＜脱気・マイクロバブル発生液循環システム＞による非線形制御技術
＜＜キャビテーションのコントロール＞＞

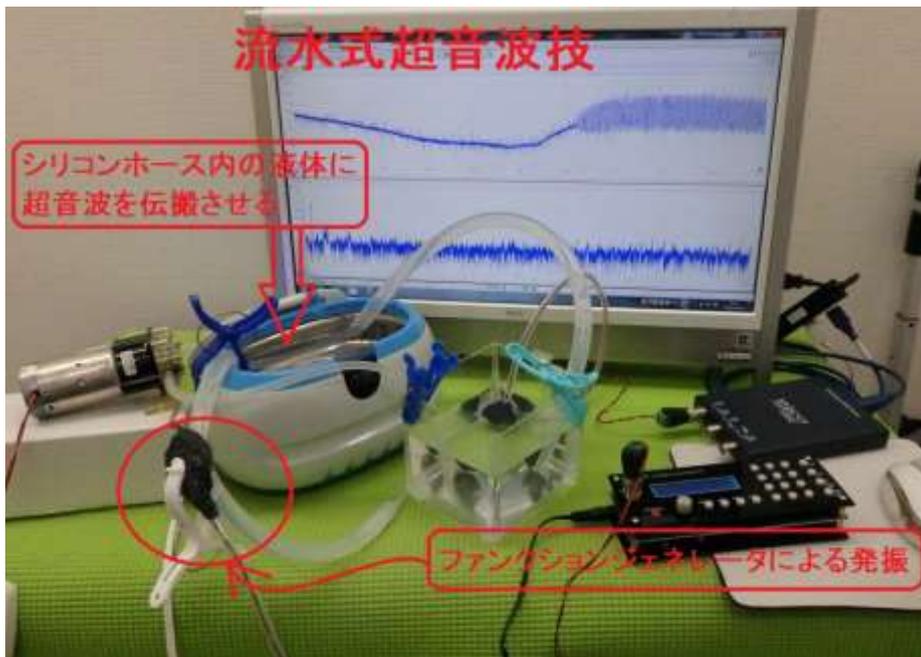
超音波システム研究所は、

目的に合わせた効果的な超音波のダイナミック制御を実現する、

＜脱気・マイクロバブル発生液循環システム＞に関して

メガヘルツの超音波発振制御とのくみあわせにより

超音波の非線形現象をコントロールする技術を開発しました。



＜音響流とキャビテーションのバランスを最適化する＞

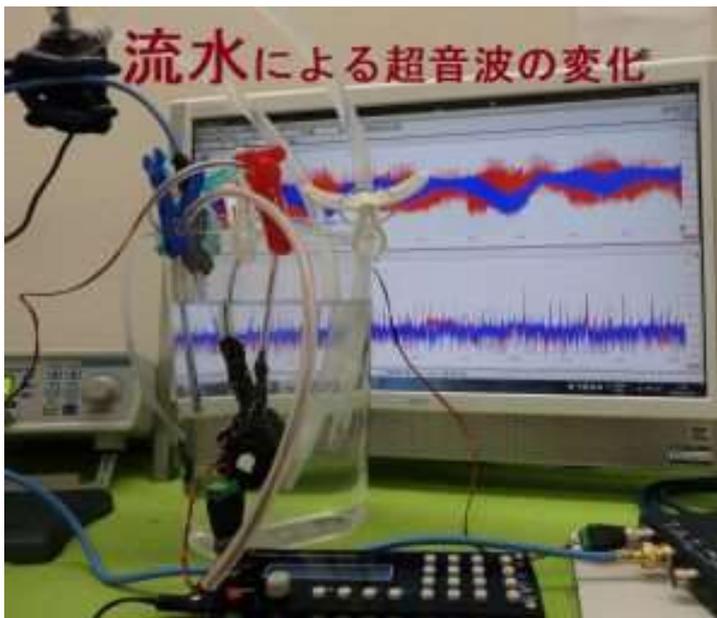
- 1) 洗浄液が淀まない洗浄水槽を使用する
- 2) 強度について、特別に弱い部分のない洗浄水槽を使用する
- 3) 洗浄液の分布を均一にする(Do濃度、液温、流速 等)
- 4) 振動子の上面の洗浄液の流れを調節する
(流量・流速・バラツキをコントロールする)
- 5) 超音波の周波数と出力にあわせた液循環を行う
- 6) 機械設計としての洗浄水槽の強度は超音波周波数に対して設定する
- 7) 洗浄水槽の製造方法を明確にして、超音波の水槽による減衰レベルを設定する
- 8) 流体に対する洗浄水槽の特性を明確にする(例 コーナー部の設計)
- 9) 超音波の周波数・出力に対する洗浄水槽の特性を明確にする
(振動子・振動板の位置と水槽の関係を調整する
洗浄水槽の超音波伝播特性を明確にする)
- 10) 洗浄システムとしての制御構造などとの最適化を行う

以上のパラメータを念頭に超音波洗浄を検討する(あるいは、現状の洗浄を見直す)



コメント

音響流とキャビテーションは相反する現象だと考えています
しかし、どちらかをなくすことは大変難しいため
バランスを調整し、最適化することが重要だと考えています



<<参考動画>>

<https://youtu.be/sqBeLqjn8Vc>

<https://youtu.be/V75sqHnZHlw>

https://youtu.be/MmVFEyQ_q8k

<https://youtu.be/oz38etCnAao>

<https://youtu.be/Yk7Pj9bwbAQ>

<https://youtu.be/8R1utv5rHto>

ノウハウ:脱気マイクロバブル発生液循環装置



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

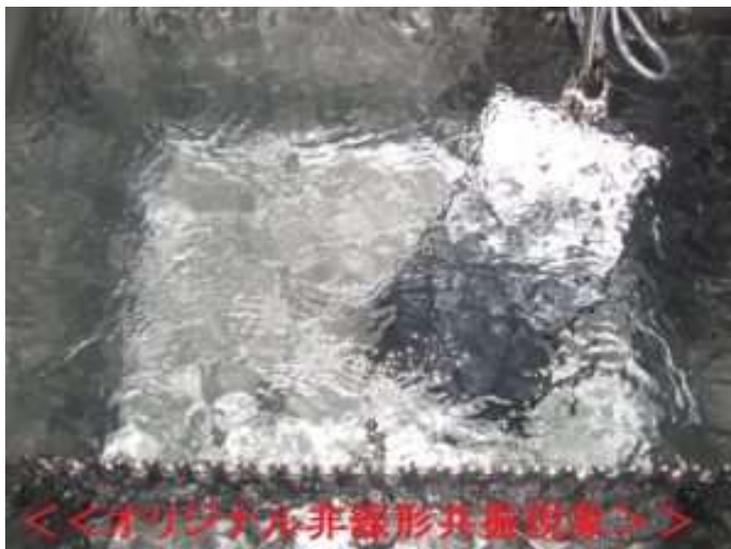
<https://youtu.be/ZLeq6VVy-4>

<https://youtu.be/t4Vxt9chGQ8>

<https://youtu.be/lo1j52FqvEY>

<https://youtu.be/pyIeghwirOk>

<https://youtu.be/HvupJgMZYDM>



<https://youtu.be/jkJnlTUNnqw>

https://youtu.be/X7_lr7_fiKk

<https://youtu.be/jtfLkpYk9dY>

https://youtu.be/vzaJNK_Ltd4



<https://youtu.be/gu-b1h2y7go>

<https://youtu.be/8kHBsAT6ASI>

https://youtu.be/OLuJU2_TPys

https://youtu.be/5quyvz_LXZs



脱気マイクロバブル発生液循環装置

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14443>

「脱気・マイクロバブル発生装置」を利用した超音波システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1996>

超音波洗浄器による<メガヘルツの超音波洗浄>技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1879>

脱気マイクロバブル発生液循環システム追加の出張サービス

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2906>

超音波とマイクロバブル(ナノバブル・ファインバブル)



ポイント

洗浄システムとしての
「利用・応用技術」

プラントのプロセス制御のような、全体への視点が重要



発振

受信

液循環ポンプ