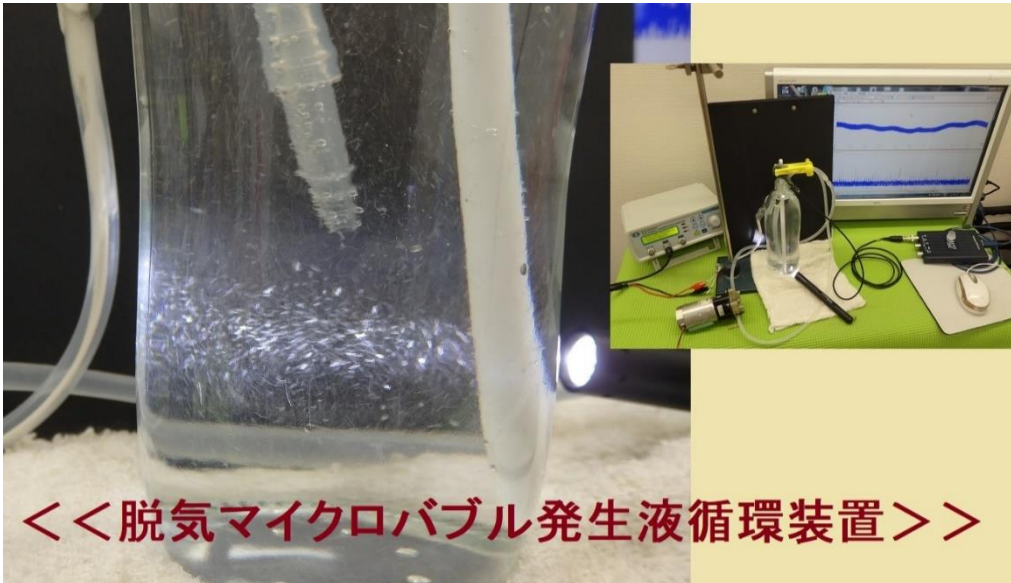


# <<脱気ファインバブル発生液循環システム>>

(脱気マイクロバブル発生液循環システム)

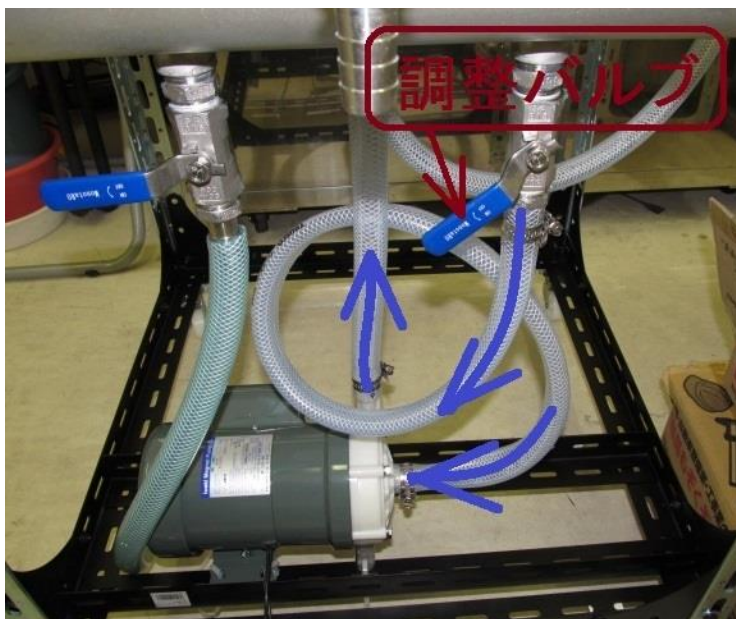
ver3.0

超音波システム研究所は、  
超音波の制御を効率よく行うことができる  
<<脱気ファインバブル発生液循環システム>>の  
製造・開発方法..を、コンサルティング対応しています。



# <<脱気ファインバブル発生液循環システム>>

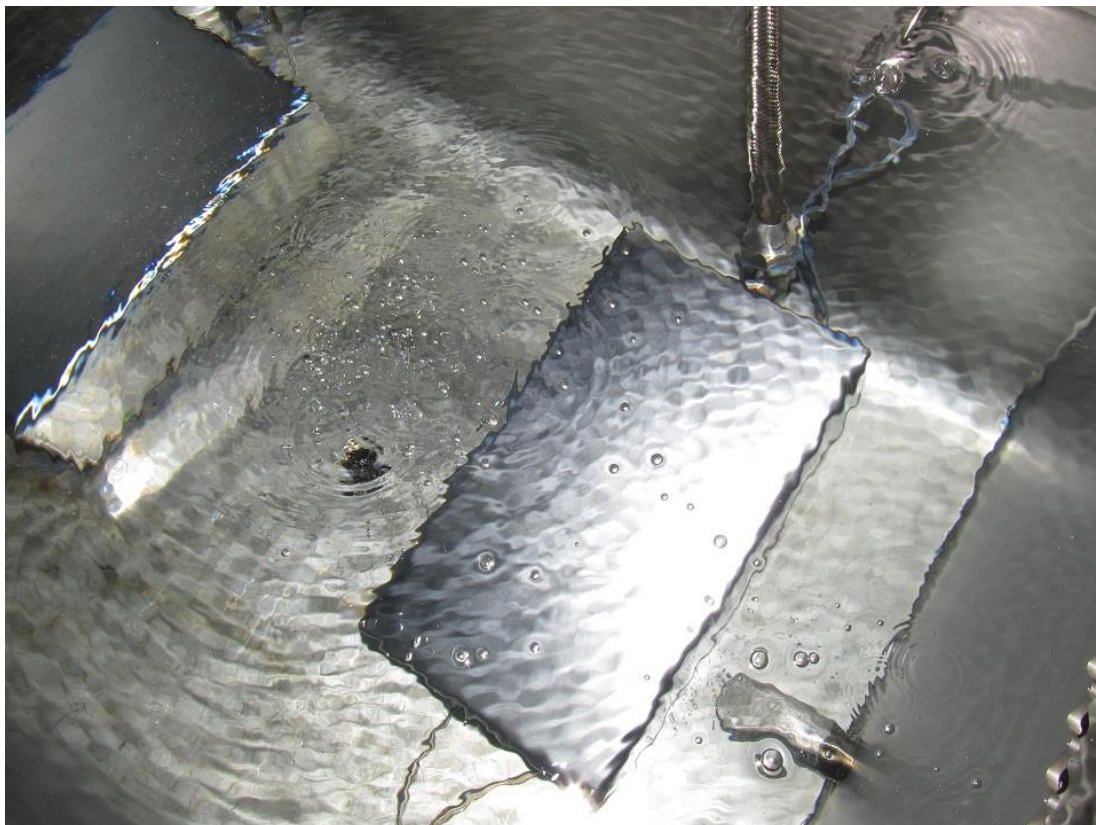
1) ポンプの吸い込み側を絞ることで、キャビテーションを発生させます。



2) **キャビテーション**により溶存気体の気泡が発生します。

(気泡は、浮力や**音響流**により液面に向かって流れ、脱気が実現します)

上記が脱気液循環装置の状態です



3) 脱気が進み、溶存気体の濃度が低下すると

キャビテーションによる溶存気体の気泡サイズが小さくなります。

ここで、**溶存気体濃度分布の発生が起きます**

バラツキの大きな分布状態になると、濃度による液の層状構造が発生します

各層(溶存酸素濃度)ごとに、

超音波の反射・屈折・透過・共振・干渉・減衰・・・が起きます

超音波の音圧・主要伝搬周波数の低下が起きます

(騒音の発生になることもあります)

この対策には、

**20 $\mu$ 以下のファインバブル(マイクロバブル)が有効です。**

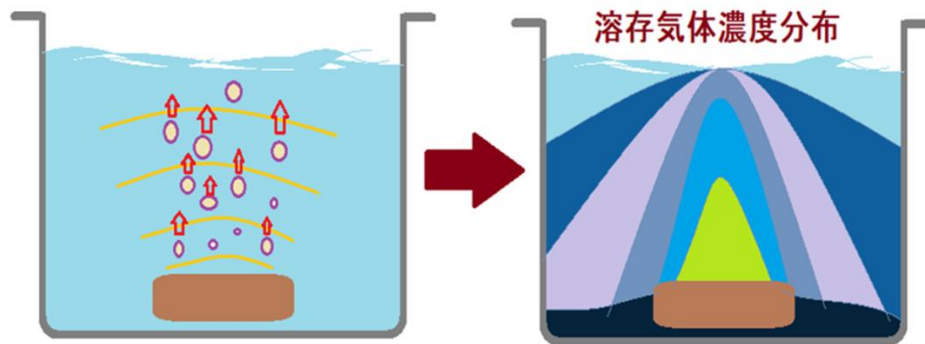
参考

脱気マイクロバブル発生液循環装置

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

### 超音波による脱気

- 1) **キャビテーション**により(溶存気体を含んだ)気泡が発生
- 2) 気泡の浮力と**音響流**により、気泡が液面に向かった流れが発生
- 3) 液面から気泡が出ていくことで脱気が起こる



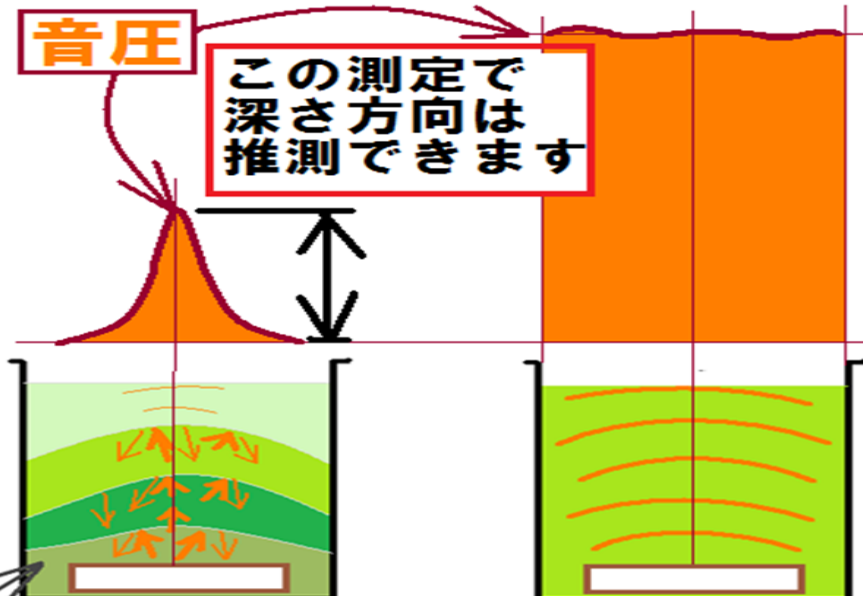
超音波による脱気が進むと、水槽内の液体に、溶存気体濃度の分布が発生する  
その結果、超音波の反射・透過・屈折による、減衰・音圧分布が発生  
気圧の影響により、安定した超音波利用ができない状態になる

液循環の必要性、ファインバブルの有効性に発展する

均一な液体の状態では  
超音波は均一に伝搬する  
右図

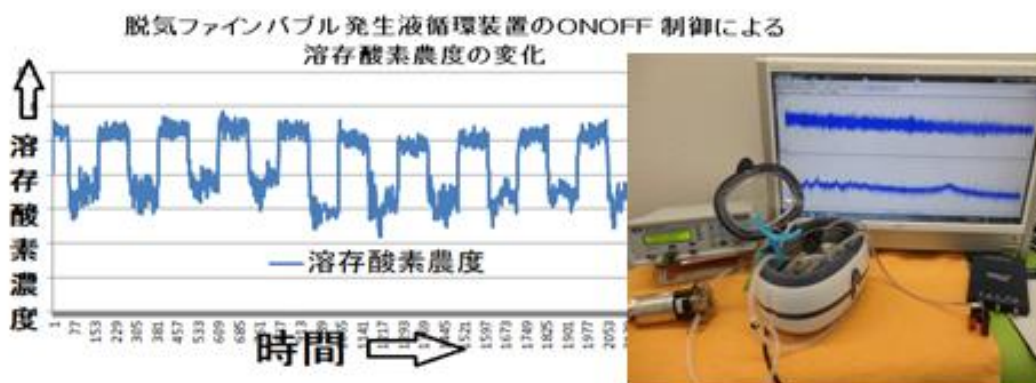
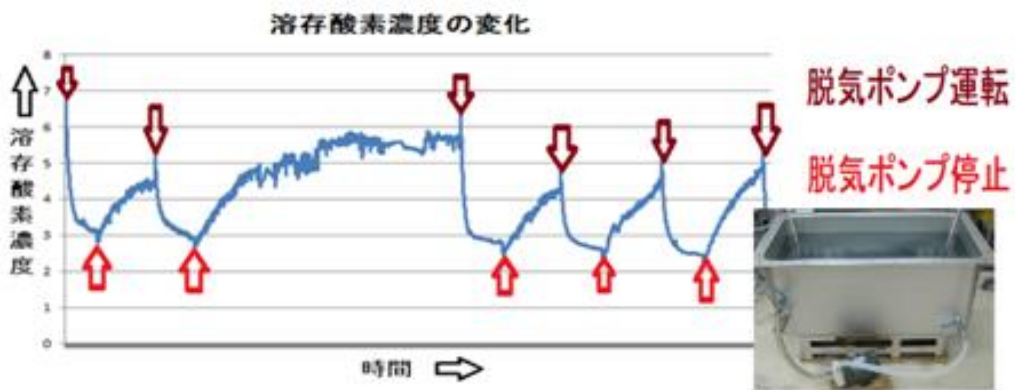
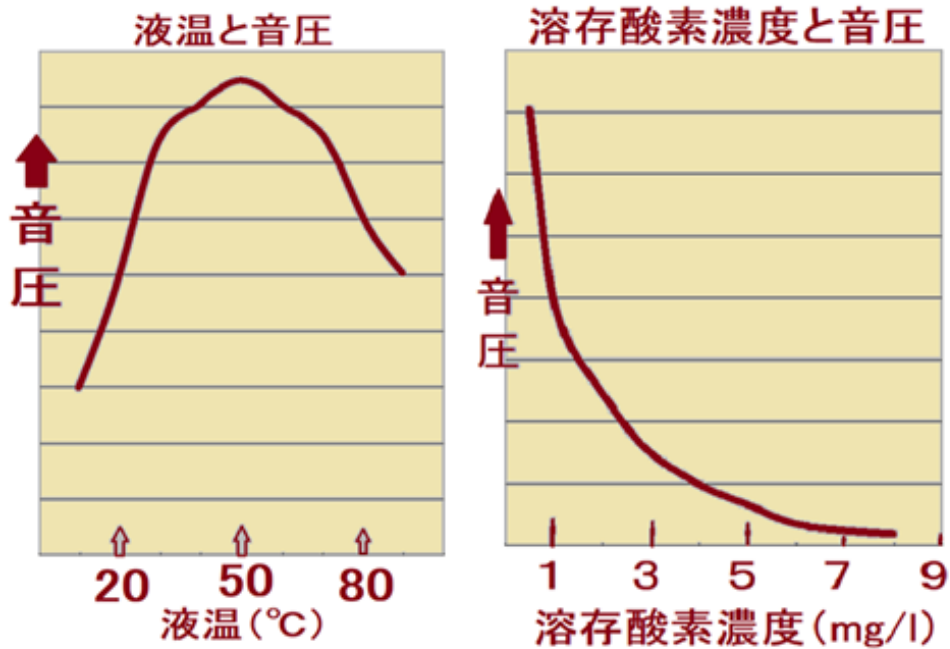
音圧

この測定で  
深さ方向は  
推測できます

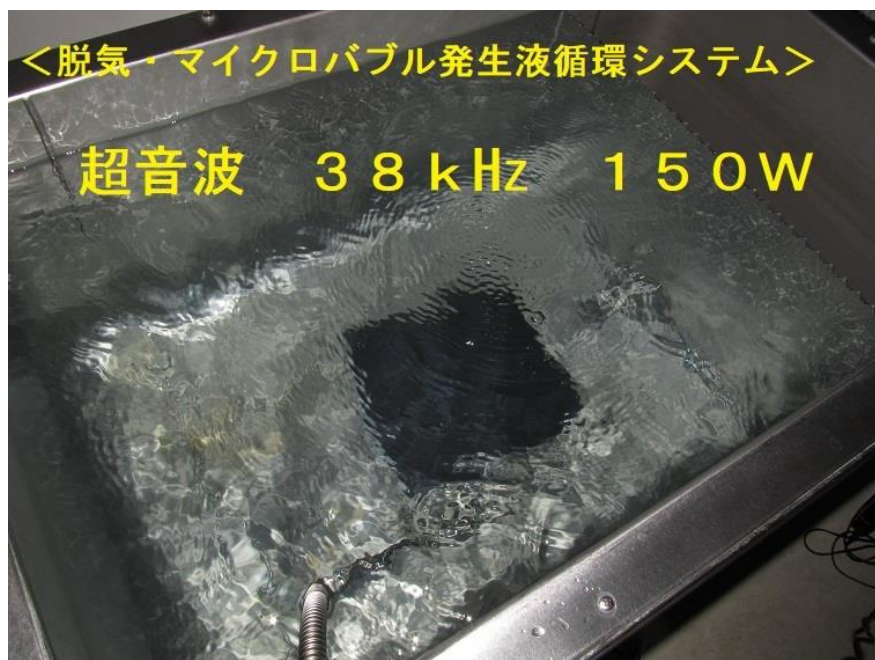


水槽内の液の分布(温度、溶存気体・・・)により超音波が反射・屈折して液面に減衰した状態で伝搬する  
左図

# 溶存気体（酸素）濃度の重要性について



- 4) 適切な液循環の設定(吸い込みと、吐出位置)により、  
**20 $\mu$ 以下のマイクロバブルが発生します。**  
上記が脱気ファインバブル発生液循環システムの状態です。



- 5) 上記の脱気ファインバブル発生液循環システムに対して  
超音波を照射すると  
ファインバブル(マイクロバブル)を超音波が分散・粉碎して  
バブルの測定を行うと  
**ウルトラファインバブル(1 $\mu$ 以下のバブル)の分布量が  
ファインバブル(1 $\mu$ 以上)のバブルの分布量より多くなります**  
上記の状態が、超音波を安定して制御可能にした状態です。





## 安定性・均一性の違い

### 参考

「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

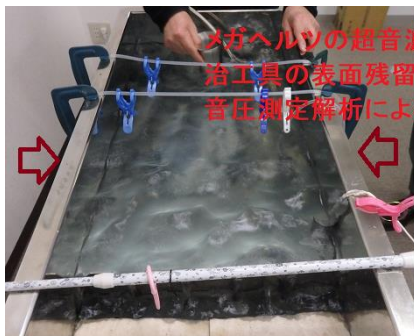
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1879>

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>

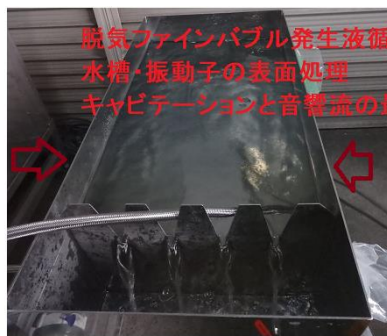
# 超音波液循環技術の説明

- 1) 超音波専用水槽(オリジナル製造方法)を使用しています。  
 (材質は、樹脂・ステンレス・ガラス・・・対応可能です)



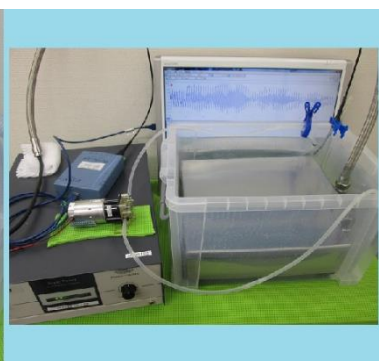
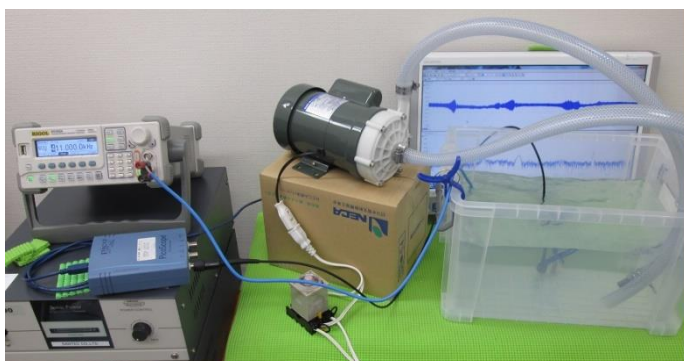
メガヘルツの超音波利用  
 治工具の表面残留応力緩和  
 音圧測定解析による制御

水槽の強度: 高い



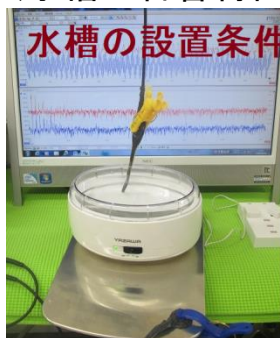
脱気ファインバブル発生液循環システム  
 水槽・振動子の表面処理  
 キャビテーションと音響流の最適化

水槽の強度: 低い



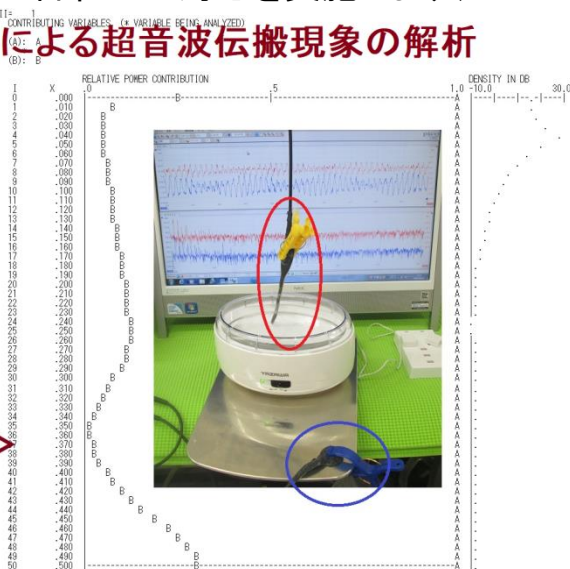
## 2) 水槽の設置は

- 1: 専用部材を使用
- 2: 固有振動と超音波周波数・出力の最適化を行っています。  
 (水槽の音響特性に合わせた対応を実施します)

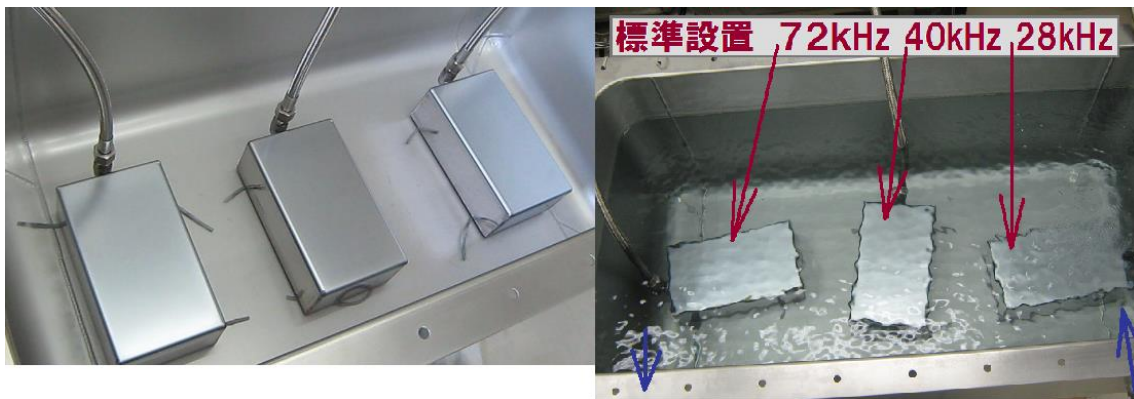


相互作用の解析  
 <パワー寄与率>

水槽の設置条件による超音波伝搬現象の解析



**3) 超音波振動子は専用部材を利用して設置しています**  
 (専用部材により、定在波、キャビテーション、音響流の  
 利用状態を制御できます)

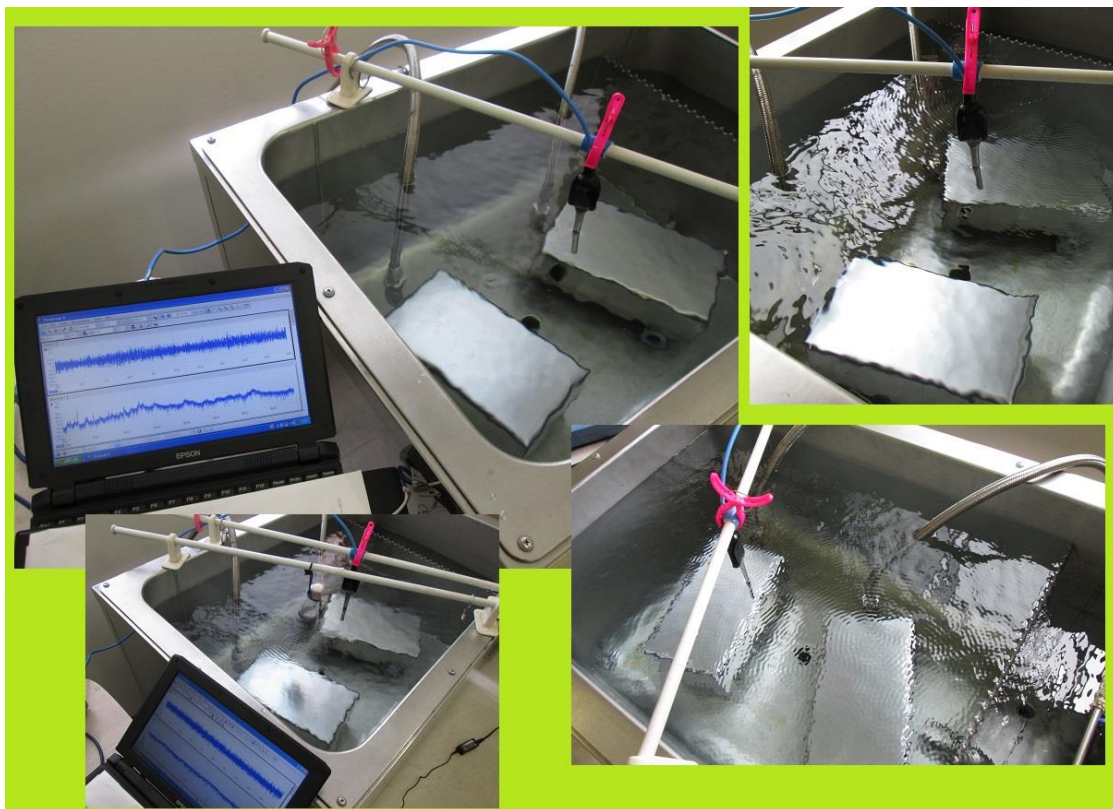




4) 脱気・ファインバブル発生装置を**制御**により使用します。

(標準的な、溶存酸素濃度は5-6mg/l

制御設定は、水槽・液量・流量・超音波・・・による**最適化**を実施します)



5) 水槽と超音波振動子は、

超音波とファインバブルによる表面改質を行っています。

上記の設定により、

**水槽内の溶存酸素濃度と**

**ファインバブルの気泡径の分布が安定します**

(表面改質により、ゆがみによる不安定な振動現象が発生しません)



特に、 $20\mu$ 以下のサイズによるファインバブルの拡散性により  
均一な洗浄液の状態が実現します。

超音波照射により、

ウルトラファインバブル( $1\mu$ 以下のバブル)の分布が多くなると  
均一で安定した超音波の伝搬状態が実現します

**この状態から**

**目的の超音波の効果(伝搬状態)を実現するために  
特別な、液循環制御を行います**

(水槽内全体に均一な音圧分布をダイナミックに変化させる制御です。

超音波、脱気装置、液循環ポンプ、揺動装置、……の  
運転制御がノウハウです。

**最大のノウハウは振動モードに合わせた停止時間の設定です)**

目的の超音波状態確認は音圧測定解析(超音波テスター)で行います。



オリジナル技術(音圧測定解析)

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

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>

超音波測定解析の推奨システムを製造販売

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



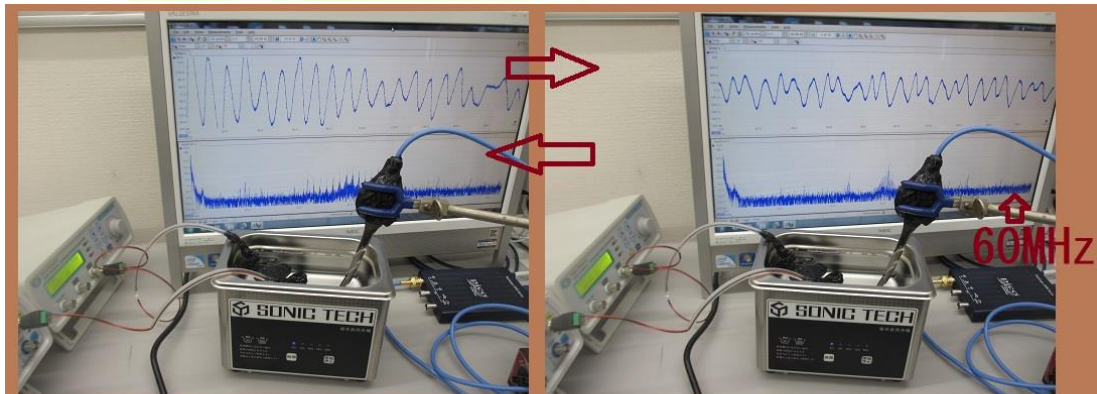
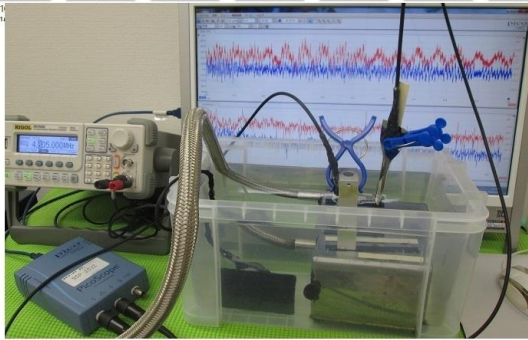
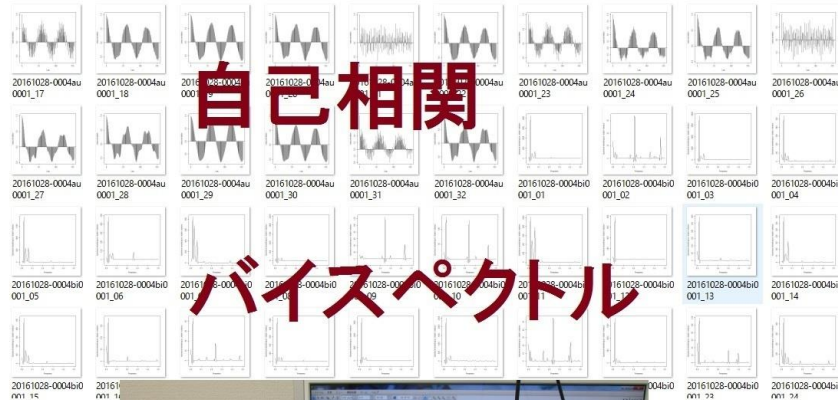
ポイントは

適切な超音波(周波数・出力)と液循環のバランスです  
液循環の適切な流量・流速と超音波キャビテーションの設定により  
**超音波による音響流の効果を明確にコントロールします。**

コメント

音響流とキャビテーションは  
複雑な相互作用のある現象だと考えています  
しかし、どちらかを取り出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

音圧データの解析による、キャビテーションと音響流



**超音波のダイナミック制御**

# <<< キャビテーション・音響流 >>>

超音波の非線形振動

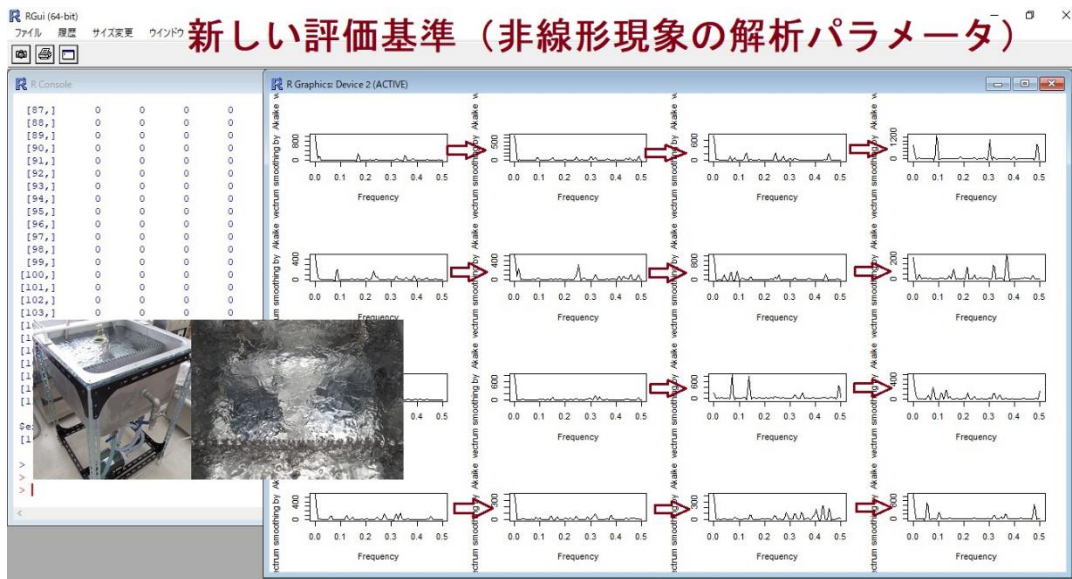
<http://ultrasonic-labo.com/?p=13908>

マイクロバブルを利用した超音波洗浄機

<http://ultrasonic-labo.com/?p=11902>

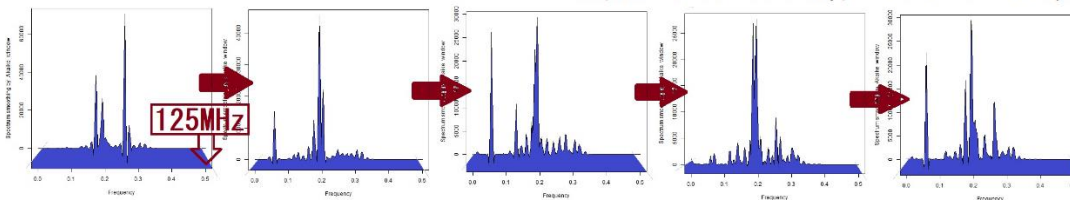
超音波キャビテーションの観察・制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10013>



## 線形変動型 <超音波伝搬特性 (音響特性) の分類>

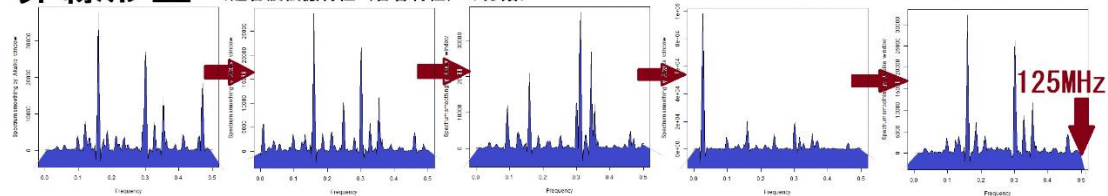
超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化



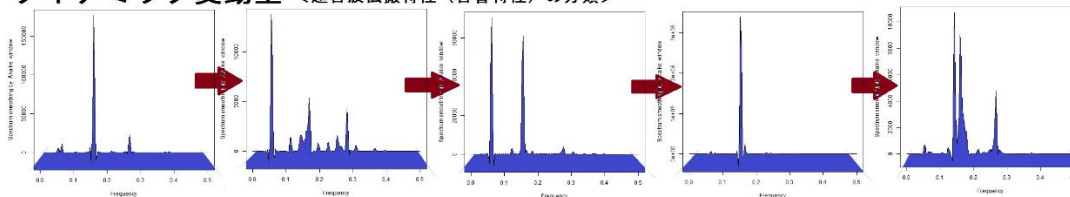
## 非線形型

<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>



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

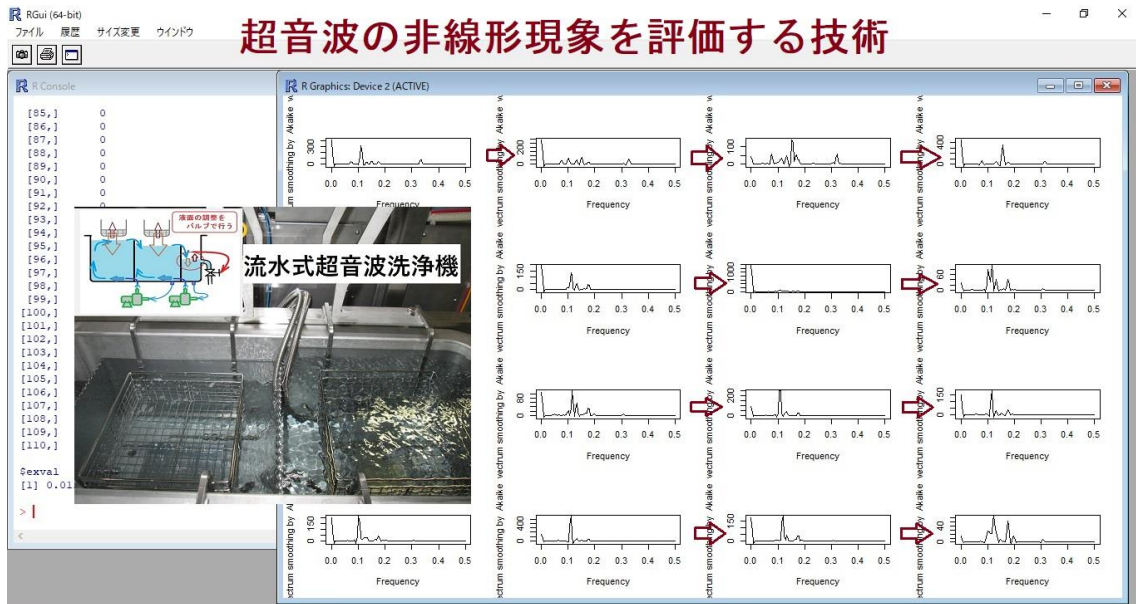
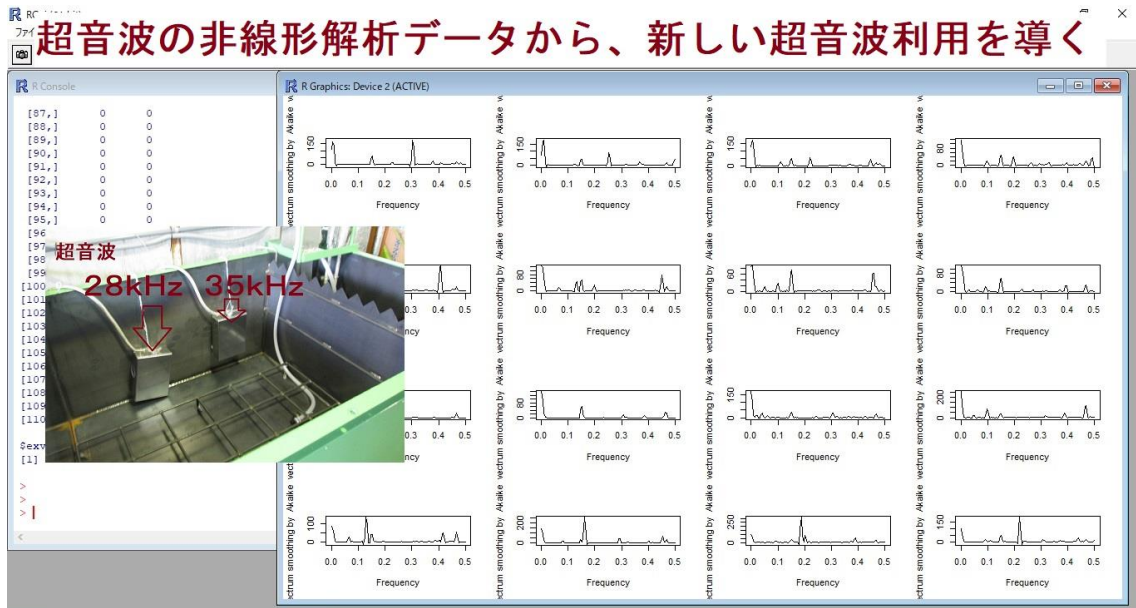
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2462>

超音波＜キャビテーション・音響流＞技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2950>

超音波洗浄機の＜計測・解析・評価＞（出張）サービス

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



超音波機器の超音波伝搬状態を測定・評価する技術を開発

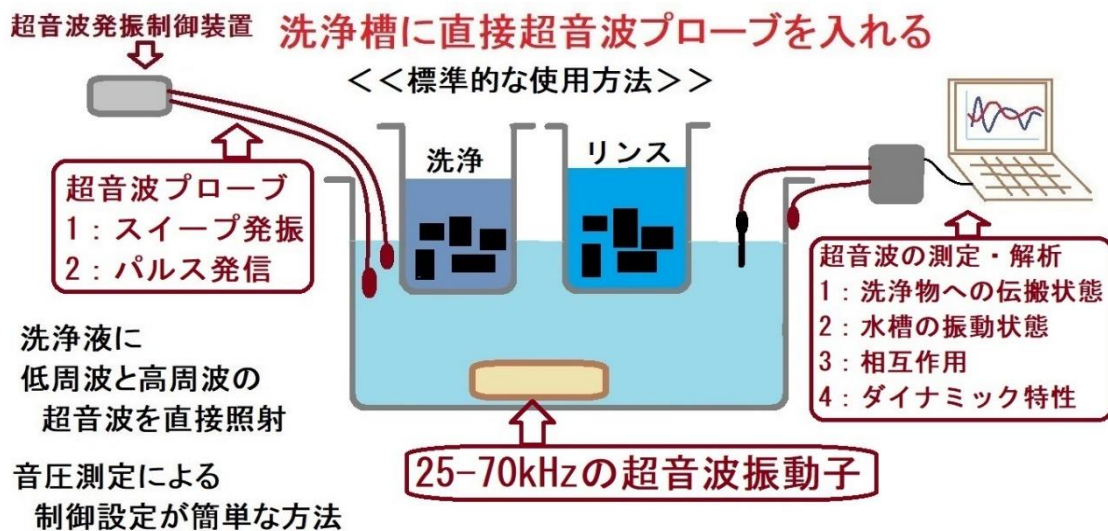
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1478>

オリジナル超音波技術によるビジネス対応

<http://ultrasonic-labo.com/?p=9232>

オリジナル技術リスト

<http://ultrasonic-labo.com/?p=10177>



超音波水槽と液循環の最適化技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14911>

超音波の非線形現象をコントロールする技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14878>

超音波洗浄器による<メガヘルツの超音波>技術を開発

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

超音波の非線形振動

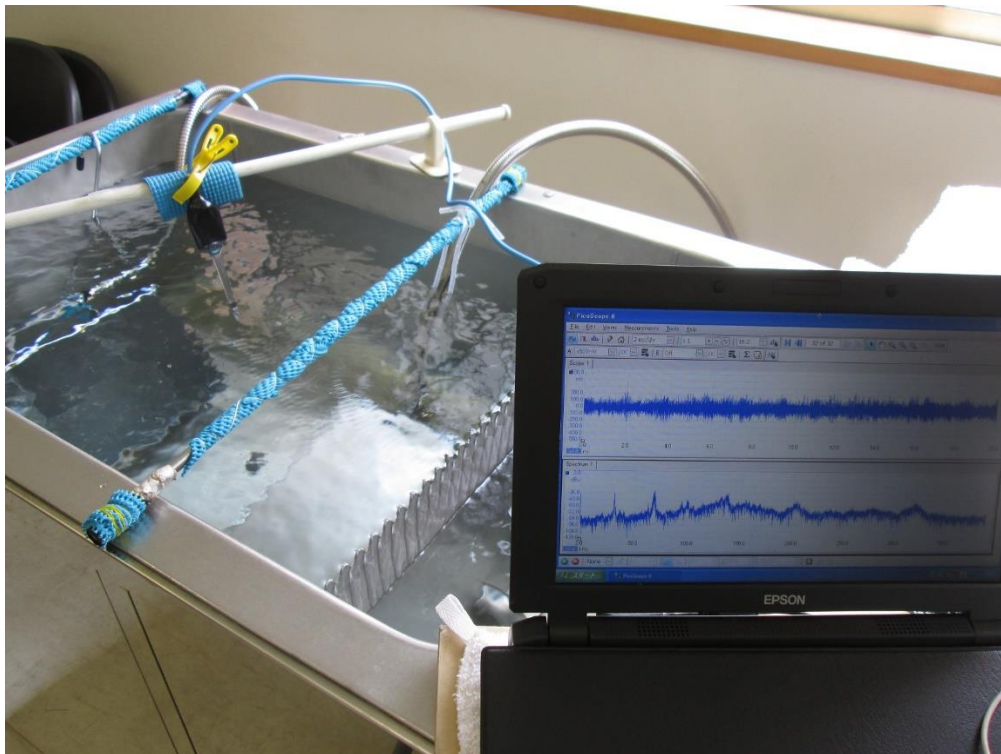
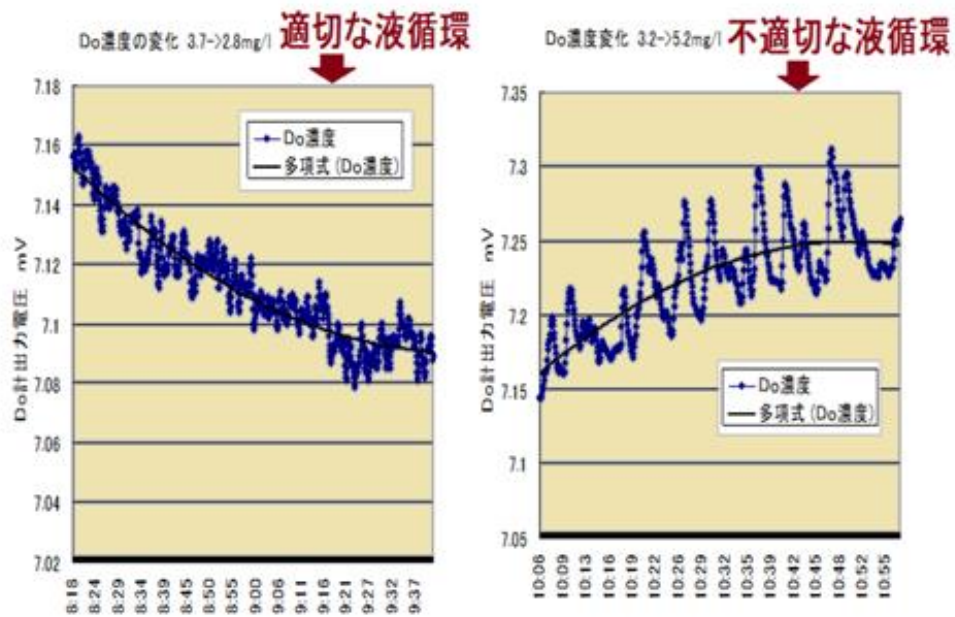
<http://ultrasonic-labo.com/?p=13908>

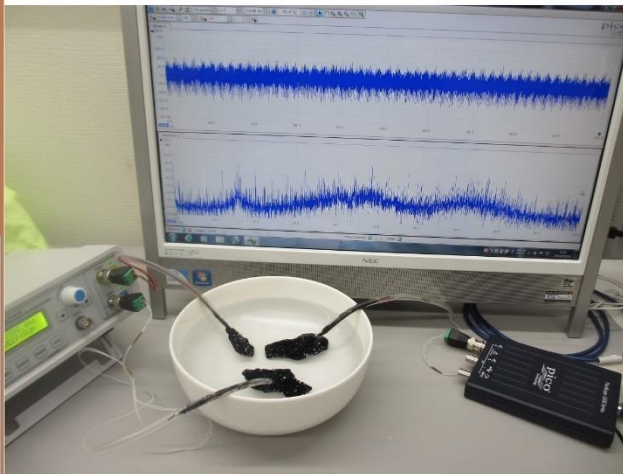
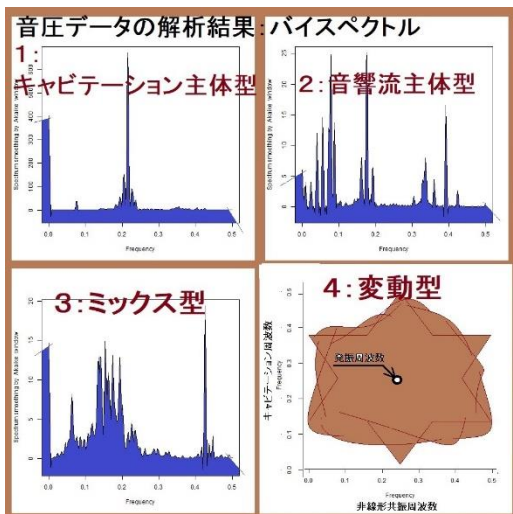
## 注意事項

液循環の設定により脱気が進まないことがあります  
原理と液の流れをよく検討してください

(適切に行うと必ず脱気が進み、  
超音波の音圧変化が目視で十分判断できます)

### 脱気装置と液循環装置の設定 (最適化) 技術





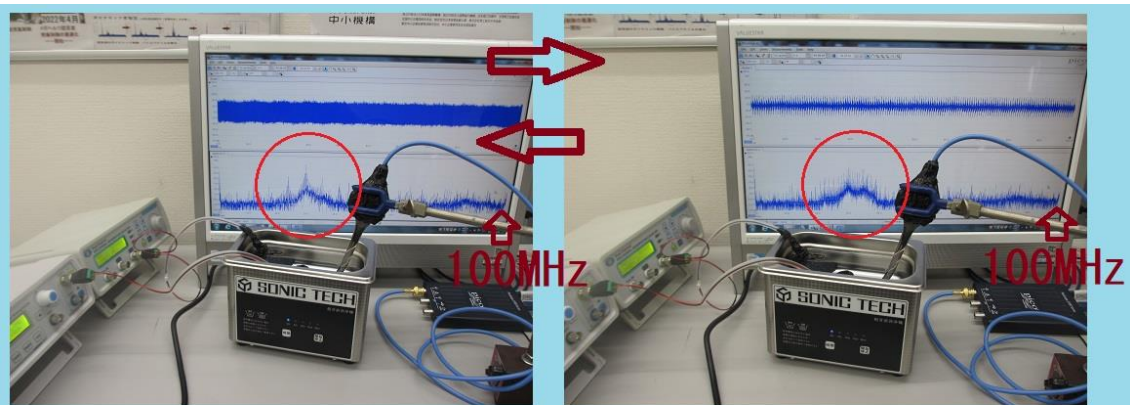
超音波(キャビテーション・音響流)の分類

論理モデルにおいて**実験**を見る

実験において**論理モデル**を見る



行為的自己  
↓  
Coincidentia oppositorum  
↓  
絶対の他の結合



**スweep発振条件の組み合わせによる超音波制御**

【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

担当 齊木

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/>

以上