

超音波テスター（タイプN A）資料

SSP-2012

仕様書

超音波洗浄機の音圧管理から 部品の音響特性を確認して

最適な超音波洗浄「管理」・「検討」が可能なセット

内容

超音波洗浄機の音圧測定専用プローブ 1本

超音波測定汎用プローブ 1本

オシロスコープセット 1式

解析ソフト・説明書・各種インストールセット 1式(USBメモリー)



価格 198,000円（税込：消費税10%）

超音波システム研究所

2021. 9. 15

超音波テスター NA 一式



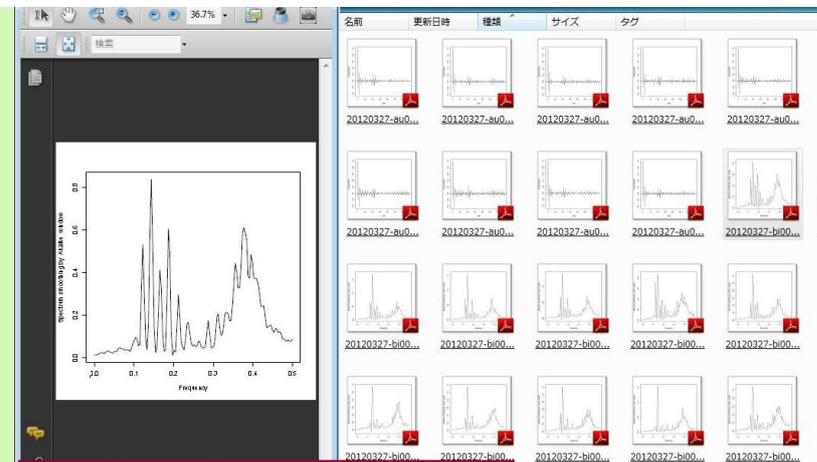
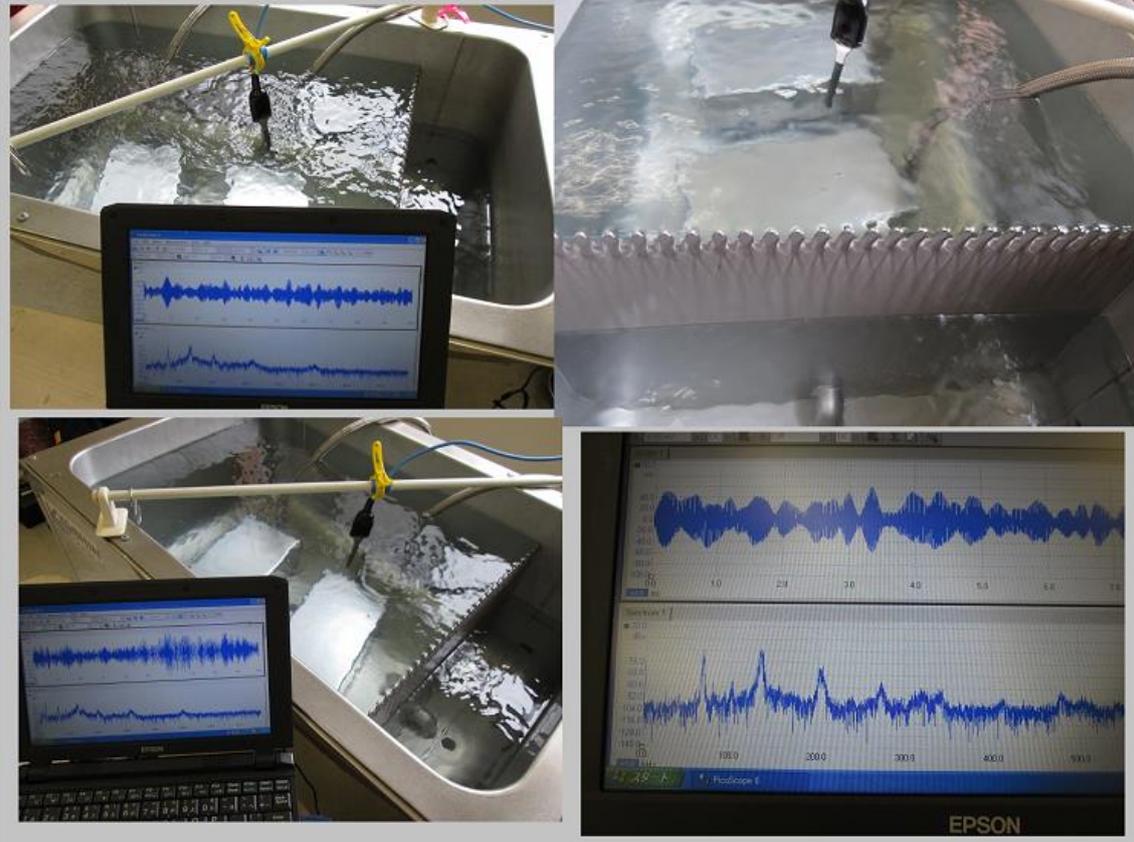
超音波プローブ（測定用）

超音波洗浄機の音圧測定専用プローブ 1本

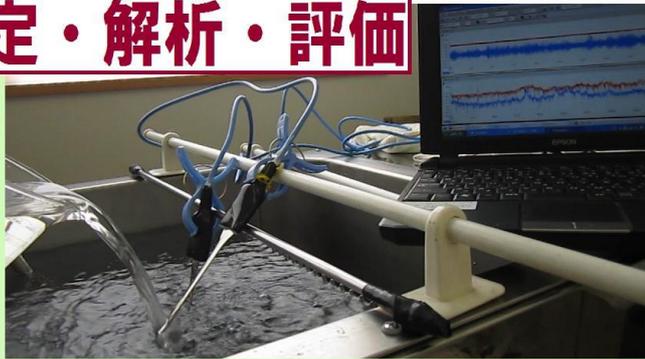
超音波測定汎用プローブ 1本



参考 (使用例)



測定・解析・評価



仕様

USBオシロスコープ P i c o s c o p e 2 2 0 4 A

数量 1台

分解能 8bit

チャンネル数 2ch

帯域幅 10MHz

サンプリング周波数 1ch時 100Ms/s

2ch時 50Ms/s

寸法 92 x 142 x 19mm (BNCコネクタは除く)

重量 200g以下

詳細な仕様

http://akizukidenshi.com/download/ds/picotechnology/PicoScope2200A_DS.pdf

http://akizukidenshi.com/download/ds/picotechnology/PicoScope2200A_UG.pdf

オシロスコープについて

P i c o S c o p e 2 2 0 5 の製造終了 (2015.8) に伴い

代替え製品、P i c o s c o p e 2 2 0 4 A を採用しています

超音波テスターの操作・仕様への影響はありません

PC接続コネクタ USB

プローブ接続コネクタ BNC

電源 AC100V

周波数 50/60Hz

メーカー Pico Technology Limited

メーカーホームページ <http://www.picotech.com/>

ソフトウェアダウンロード <http://www.picotech.com/download.html> (無料)

購入 (株式会社秋月電子通商)

<http://akizukidenshi.com/catalog/c/cpcscope/>

帯域幅 25MHz

サンプリング周波数 1ch時 200Ms/s 2ch時 100Ms/s

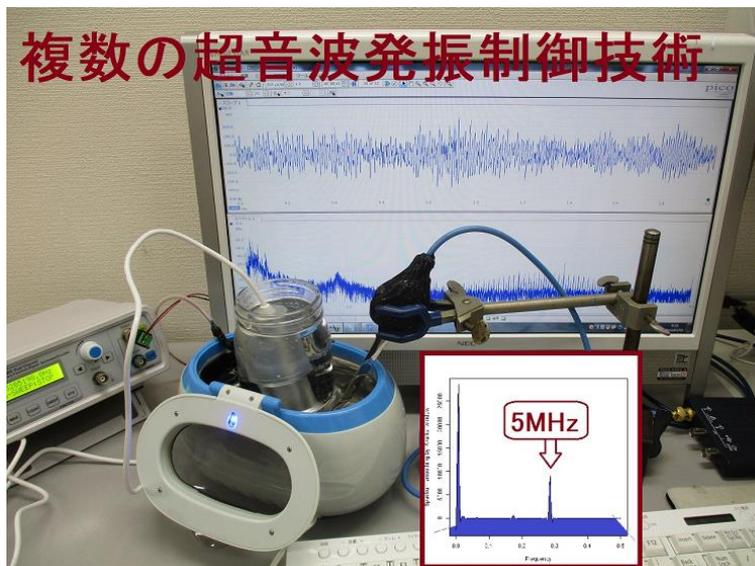
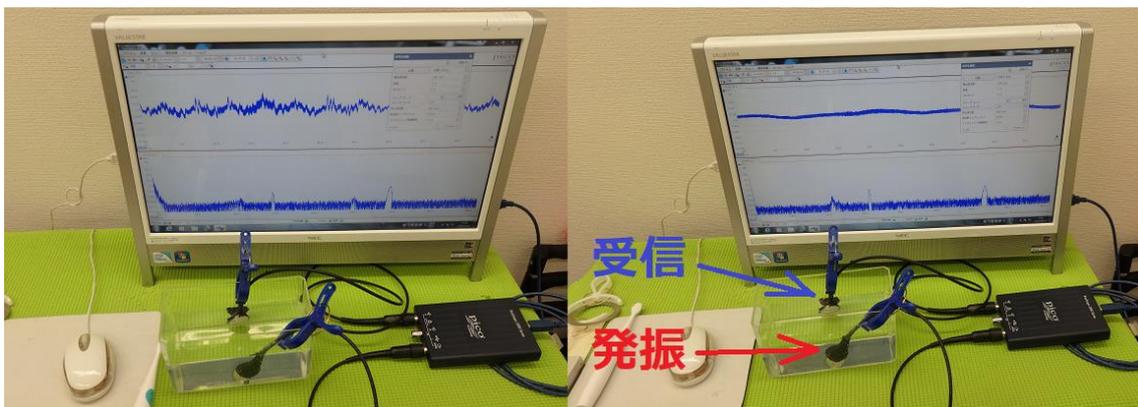
を希望される場合は「P i c o s c o p e 2 2 0 5 A」を購入してください



Picoscope 2204A

主な仕様

- 帯域幅：10MHz
- チャンネル数：2チャンネル
- 入力インピーダンス：1MΩ || 14pF
- ビット数：8ビット
- バッファ：8キロサンプル
- 波形発生器機能：DC～100kHz



オリジナル超音波プローブ (標準タイプ)
超音波洗浄機の音圧測定専用プローブ

数量 1本

品番 120A16 : **タイプA**

コード長さ 1000mm

先端部 (ステンレス) 130mm

重量 76g

コード太さ 直径3mm (参考規格 ICE-61010 CATII)



注意

プローブの先端部 (ステンレスの部分) を水槽内の液に入れる場合
プローブは、洗濯バサミの圧力程度で固定する
(強すぎたり、弱すぎたりすると、ノイズの原因になります
強すぎ：レンズ効果により特定の周波数のノイズ
弱すぎ：低周波の揺れによるノイズ)

注意

プローブの先端部は振動の検出部です
取り扱いに注意してください

注：製造方法について、多数のノウハウがあります

コンサルティング提供しています、興味のある方はメールでお問い合わせください

オリジナル超音波プローブ（汎用タイプ）

超音波測定汎用プローブ

数量 1本

品番 120B25：タイプC

コード長さ 1000mm

先端部（圧電素子） 直径22mm

重量 40g 接続プラグ BNC

コード太さ 直径3mm （参考規格 ICE-61010 CATII）



上記2種類のプローブについて、基本性能は全く同様です

超音波素子のシリコン塗布について

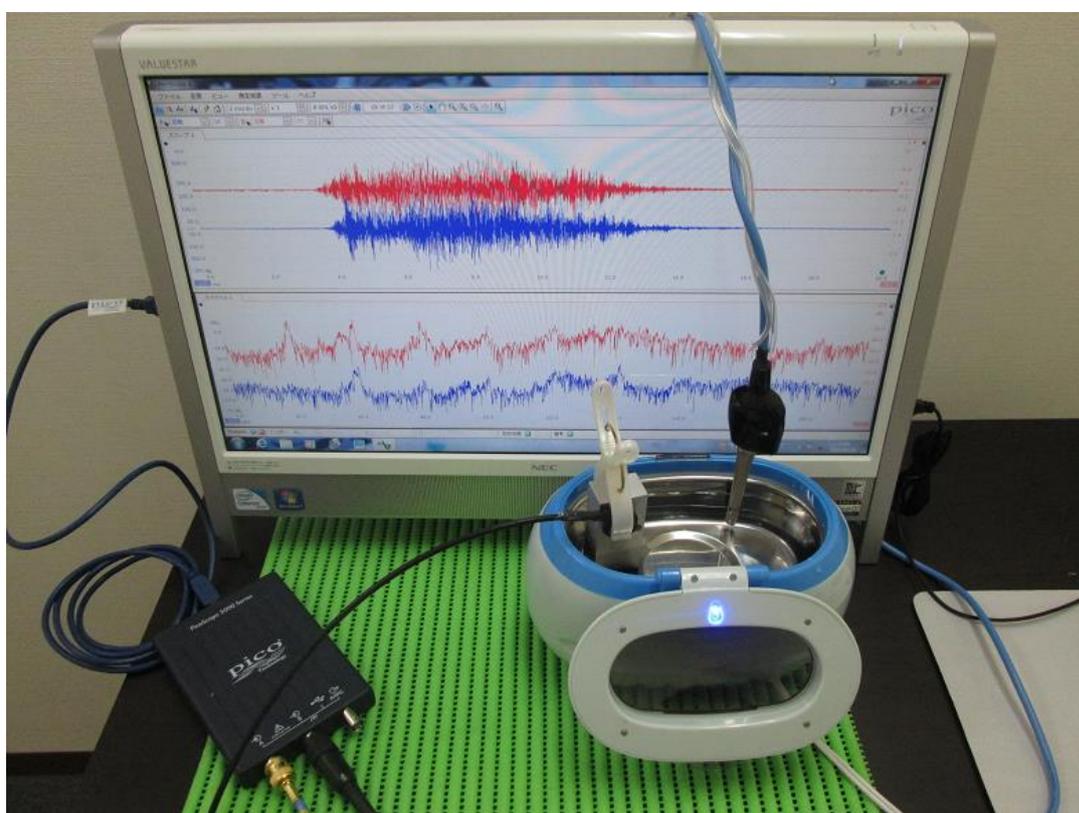
超音波のダイナミック特性に対応するためのノウハウとして
複数の異なる（種類・色・・・）シリコンを複雑な形状で塗布しています
製品として、表面のきれいさには問題があると思いますが
性能を優先させるためこのような状態で販売しています

注意

プローブの先端部（ステンレスの部分）を水槽内の液に入れる場合
プローブは、洗濯バサミの圧力程度で固定する
あるいは、下写真のようにガイドを利用してください
（強すぎたり、弱すぎたりすると、ノイズの原因になります
強すぎ：レンズ効果により特定の周波数のノイズが発生
弱すぎ：低周波の揺れによるノイズが発生 ）

注意

プローブの先端部は振動の検出部です
取り扱いに注意してください

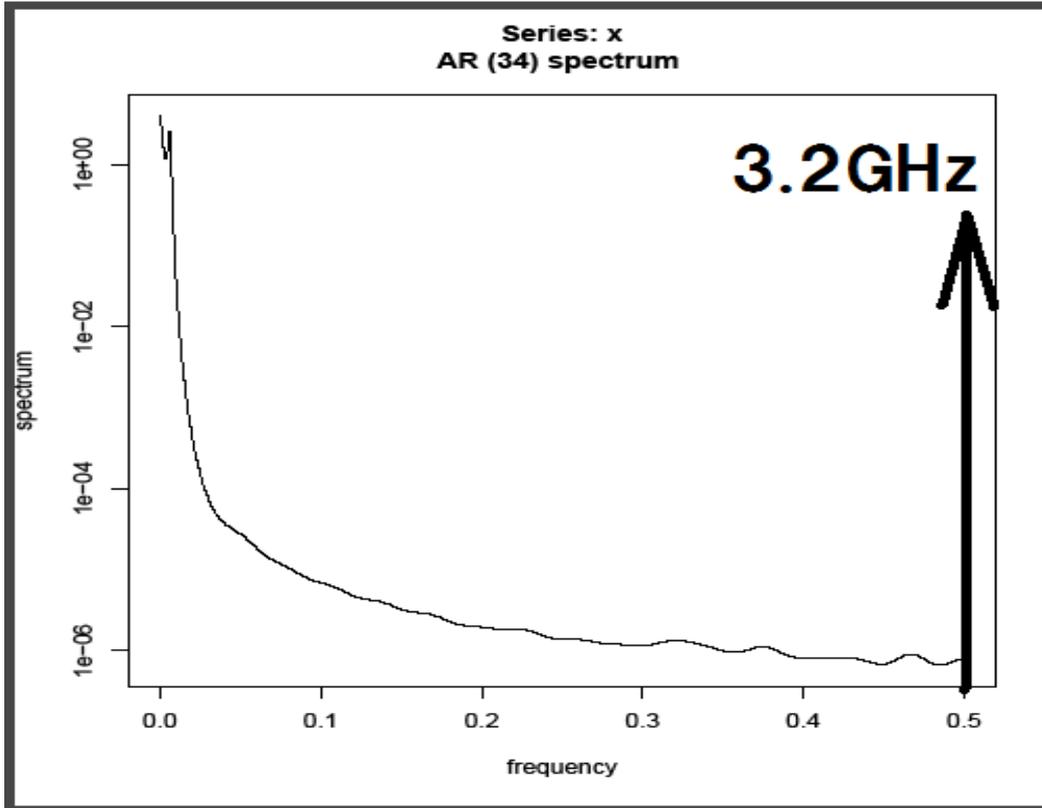


汎用プローブを液中に入れる場合には
表面を伝搬する周波数（高調波）と、音響毛管現象により
シリコンの隙間から液体が入り込み、
通電して測定できなくなることがあります
（数日間放置して、乾燥させると問題なく測定できます）
対策については、
テフロンテープを巻き付ける・シリコン塗布・・・で対応可能です
あるいは、超音波システム研究所へお問い合わせください

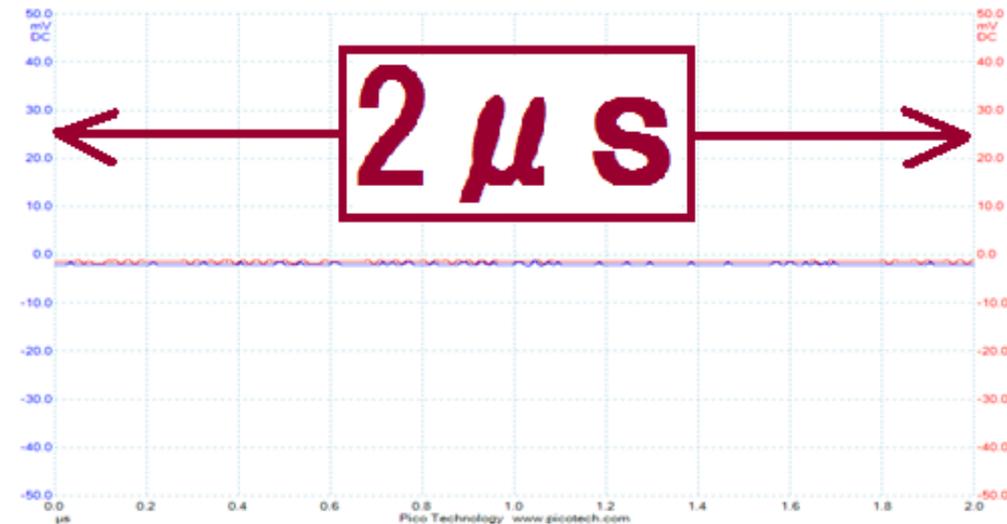
性能（超音波プローブ検査成績書）

サンプリング時間 0.00015625 μ s

スペクトル解析結果（ARモデルによるフィードバック解析）



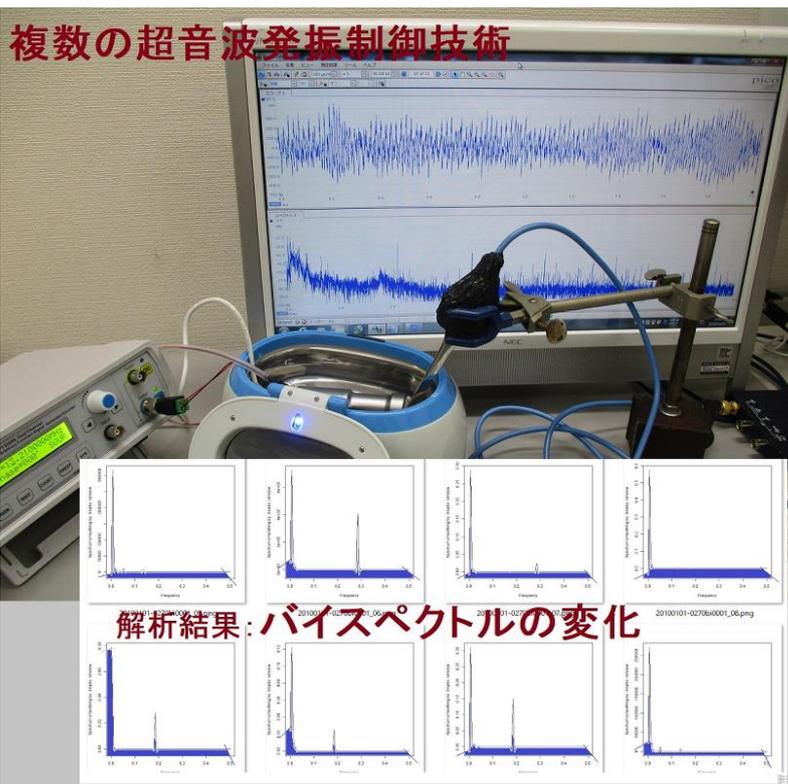
測定データ



この特性が、1時間以上連続で安定しています

製造ノウハウと検査ノウハウがあります

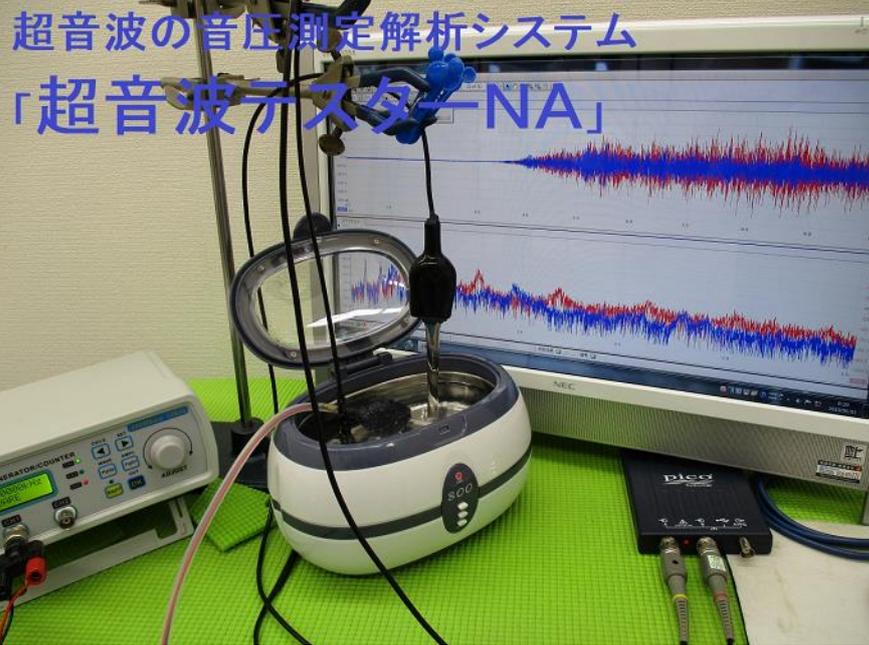
コンサルティング対応で技術提供しています（メールでお問い合わせください）



標準的な使用例1 洗浄器の音圧測定



使用例2
 超音波洗浄機の音圧測定専用プローブ 樹脂容器内の液体の音圧を測定
 超音波測定汎用プローブ 樹脂容器表面の音圧を測定



- 1 : オシロスコープとパソコンの接続
- 2 : オシロスコープと超音波プローブの接続

アフターサービスについて

■保証期間

お求めの日から6ヶ月間とします。

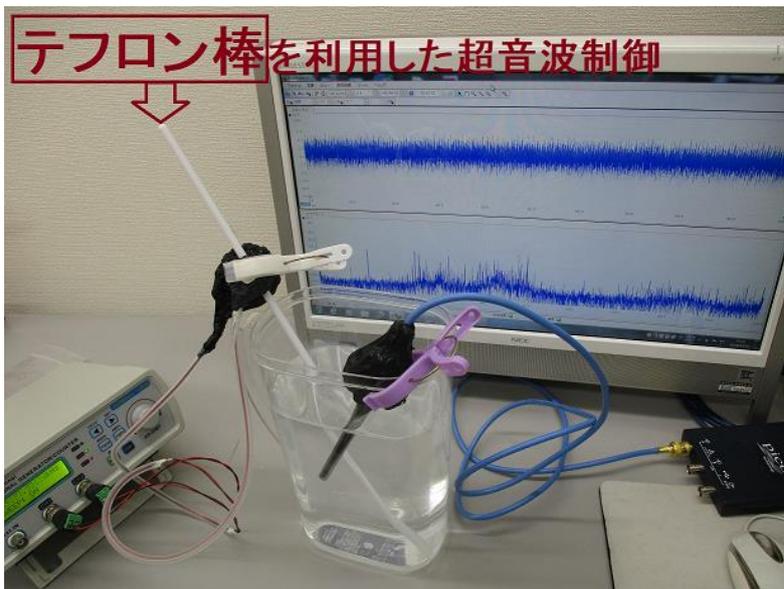
特殊な使い方をされる場合は 保償期間内でも有償修理となることがあります。

2021. 9 現在、

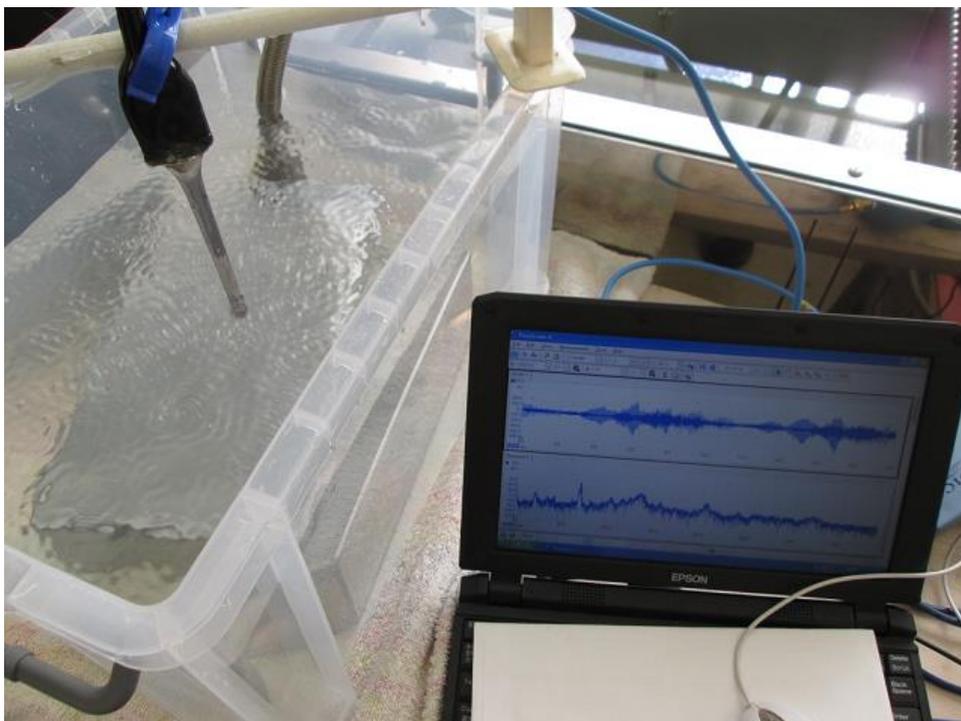
オシロスコープを洗浄水層に落とした故障 (1件)

超音波プローブコードの断線 (2件)

上記以外、故障は発生していません



参考（超音波計測・解析）



超音波振動子の表面付近の測定



注意：参考事例です

直接振動子に接触させないでください

高い音圧により故障の原因になります

原則として

水中にすべて入れた状態での測定は

5分以内としてください

水中から出した時には、コード部等の水分を拭き取ってください

（長時間の水中計測を行いたい場合には、メールでお問い合わせください）

<音圧解析結果>



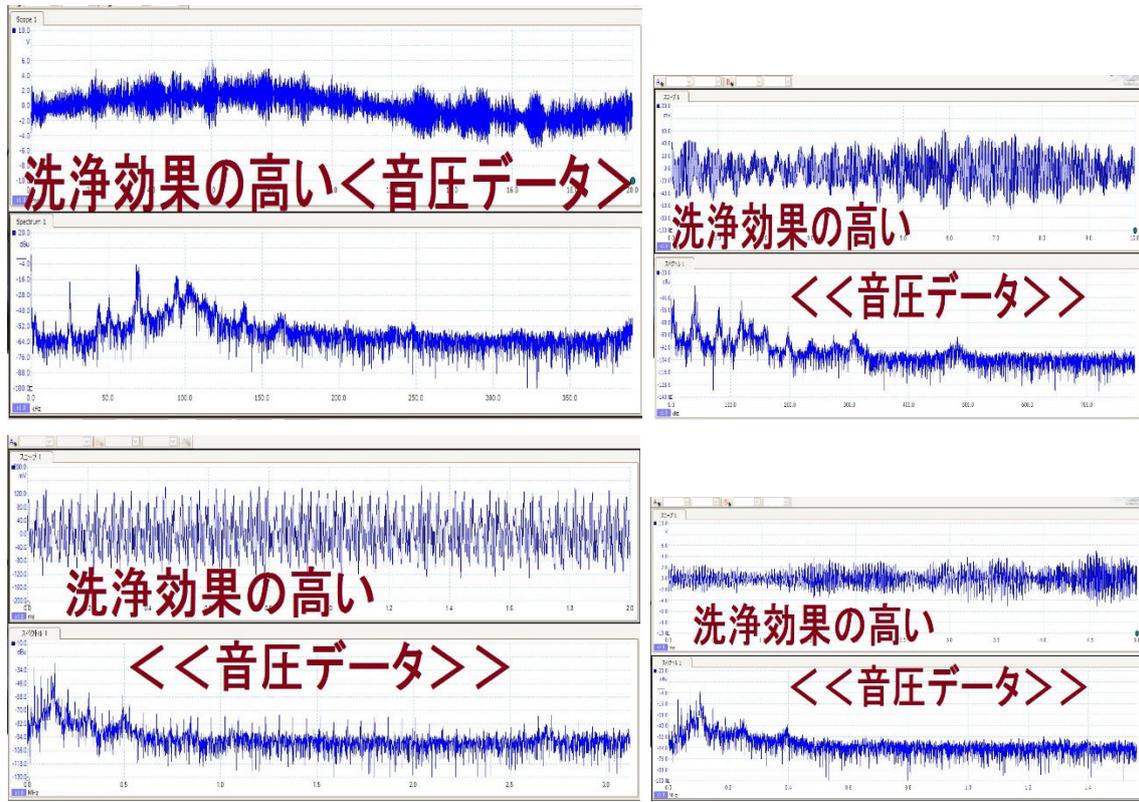
解析結果の評価方法・・・については、個別対応しています

注：下記資料を参照してください

超音波技術 (R 言語)

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/4e8bd13014b40d79f1ccb1f5bad9a249.pdf>

対象物に合わせた、洗浄効果のある音圧データ



注意：参考データとして提示しています

ダイナミック特性（連続したデータの各種解析結果）により
洗浄効果を確認した1画面のデータです

（測定データ 32 画面を解析・評価すると洗浄要因が分かります）

超音波洗浄機ノウハウ資料（安定した測定を行うために提供します）

超音波技術ノウハウの公開

1: 効率の高い均一な超音波照射
脱気・マイクロバブル発生装置の利用
超音波水槽内の液体の均一化、
ナノバブルの発生・・・

2: 主要伝搬周波数
(キャビテーション制御)
超音波振動子・水槽の設置技術の採用
音響流、水槽構造、治工具・・・

3: 目的に有効な「超音波サイクル」
液循環制御技術の採用
弾性波動、洗浄対象物の音響特性、・・・

単純な使用状態は、時間の経過とともに
超音波ではない、音圧の低い、不均一な、振動状態になります

ノウハウ

ポイント

ノウハウ

- 1: **マイクロバブル**→ 均一化→ 超音波照射→ 広がり
 - 2: マイクロバブル+**均一な超音波**→ ナノバブル→ **安定性**
 - 3: **振動子の設置**→ 定在波 → キャビテーションの決定
 - 4: 振動子の設置により、
音響流とキャビテーションのバランスを設定(**ダメージの問題解決**)
 - 5: **液循環制御**により、汚れの流れを含めた
キャビテーション効果と加速度効果の**洗浄サイクル**を設定
- 洗浄実験のポイント
超音波の伝搬状態の測定と効果の関係を分析する
非線形効果(バースペクトル解析)が大きい場合は特に重要！！
解明されていない複雑な超音波現象を
経験と勘だけでなく、統計的見方を利用して
新しい技術を適応させて、効率的な改良・改善を進める



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)

* ノウハウの公開 *

ポンプの吸い込み側のホース径を細くする



ノウハウ

デモンストレーション

現象の追求よりも
有効な事象の
応用・利用
が**重要**



参考 超音波とファインバブル (マイクロバブル) による洗浄技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18101>

具体例 脱気・マイクロバブル発生液循環装置



ノウハウ



マグネットポンプMDシリーズ

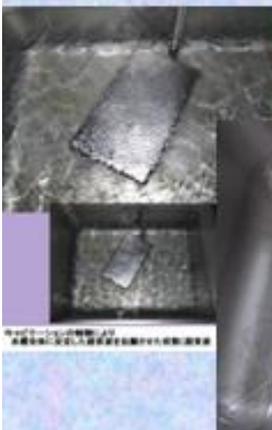


- * 循環ポンプ **ポリプロピレン製** (株式会社イワキ IWAKI CO., LTD.)
- マグネットポンプ MDシリーズ ホース接続 **MD-70RZ**
- CFRPVDF製(溶剤 炭化水素...対応用)
- マグネットポンプMDシリーズ ホース接続 MD-70RZV ¥66,200(納期2.5ヶ月)

ノウハウ<振動子の設置> ノウハウ

専用の設置部材を利用する(振動子のサイズ・周波数に合わせて製作)

- 1) 2種類のシリコンで接触部をコーティング
- 2) 1台の振動子を3個の固定部材で設置する
- 3) 振動子の発振面が**3-8mm**程度傾斜するように設置する
- 4) 3個の固定部材の中の、
1個は高さが**3-8mm**異なるものを使用する

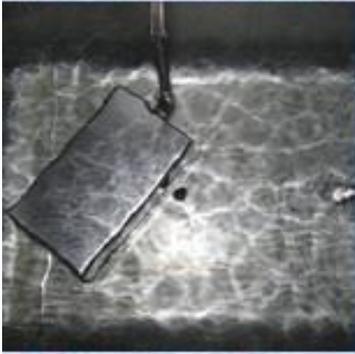


この部品を使用して
振動子を設置すると
「定在波」を制御できます



参考 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>

ノウハウ<振動子の設置> 完全に固定しない、自由にしない ノウハウ



標準型
(幅広い周波数伝播)

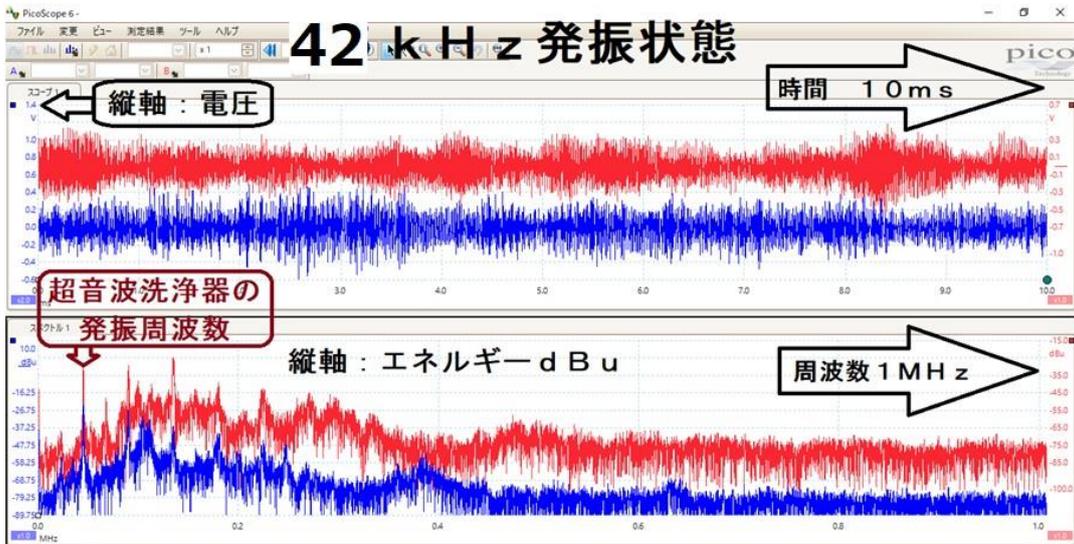
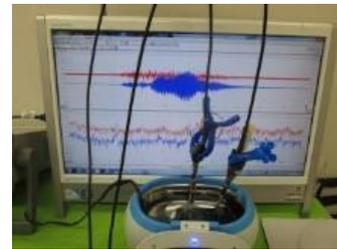
中間設定型

定在波型
(発振周波数の伝播)



参考：音圧測定について

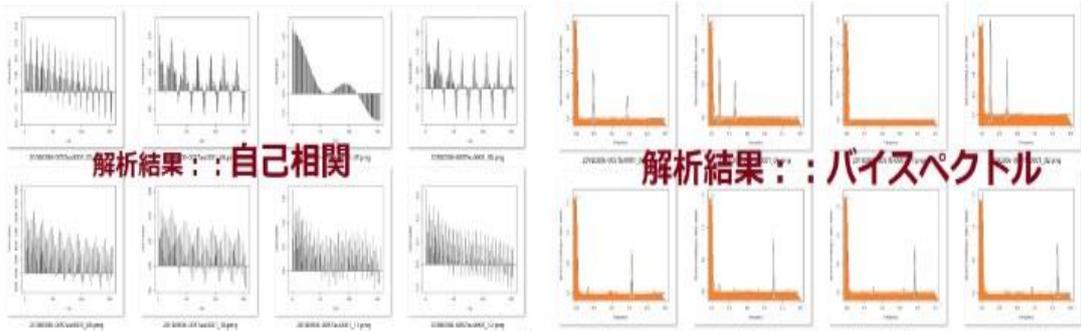
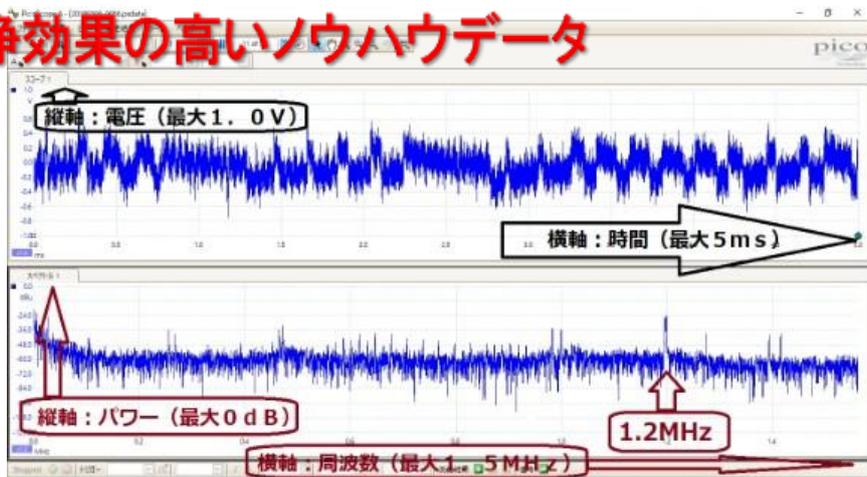
超音波の音圧測定・発振制御



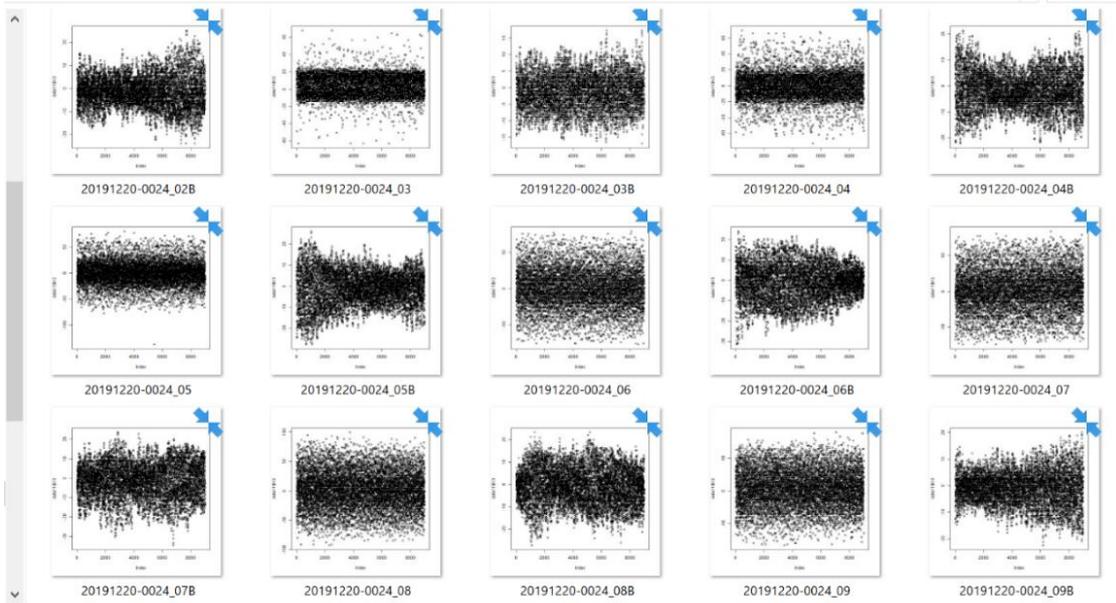
超音波の発振・音圧測定



洗浄効果の高いノウハウデータ



解析結果グラフ 1 : 音圧測定データのグラフ



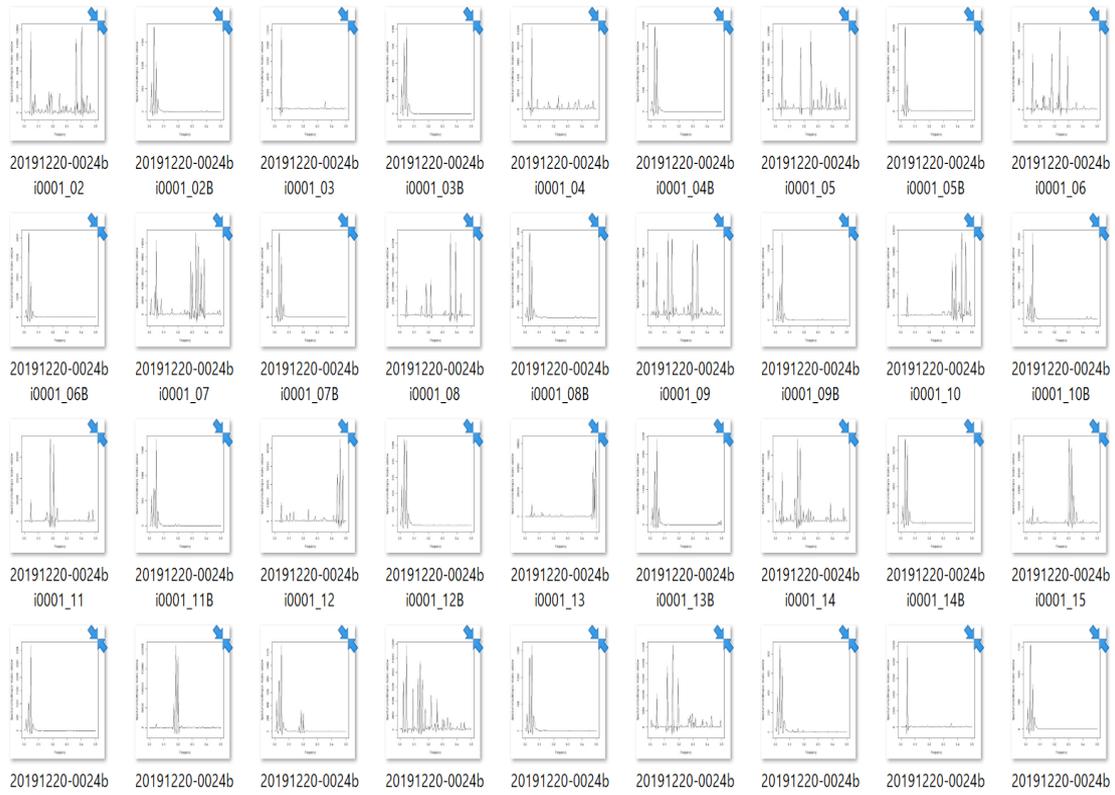
音圧レベルの変化を目視確認します
 大きな変化（共振・うねり・・・）を検出・対応します
 慣れてくると、このグラフから様々な事項が分かります

解析結果グラフ 2 : 自己相関



単調な超音波伝搬状態になっていないことを確認します
 このグラフは、若干単調な傾向となっています

解析結果グラフ 3 : バイススペクトル



洗浄効果の主要因です、バイスペクトルの変化レベルが
精密洗浄効果を評価するパラメータになります

解析結果グラフ 4 : パワースペクトル



音圧データの伝搬周波数を確認します
(測定条件により変わるため、測定解析に関する学習が必要です)

効果的な超音波洗浄

目的に合わせた定在波(キャビテーション)による
非線形現象(音響流)の発生をダイナミックに制御した状態



4種類(28, 38, 40, 72kHz)の
超音波振動子とマイクロバブルを利用した

<表面処理技術>



具体例 脱気・マイクロバブル発生液循環装置



ブレードホースは
ポンプのダメージを緩和する効果あります

この部分のバルブ絞りを調整することで
脱気・マイクロバブルが発生します

特許に抵触しません、公知です

ノウハウ



マグネットポンプMDシリーズ



* 循環ポンプ ポリプロピレン製(株式会社イワキ IWAKI CO., LTD.)

マグネットポンプ MDシリーズ ホース接続 MD-70RZ

CFRPVD製(溶剤 炭化水素...対応用)

マグネットポンプMDシリーズ ホース接続 MD-70RZV ¥66,200(納期2.5ヶ月)

注: 言葉では説明出来ないノウハウが多数あります メールでお問い合わせください

ノウハウ:脱気マイクロバブル発生液循環装置



水槽構造・サイズ
に合わせた
バルブ位置の
設計(注)には
高い技術レベルが
要求されます

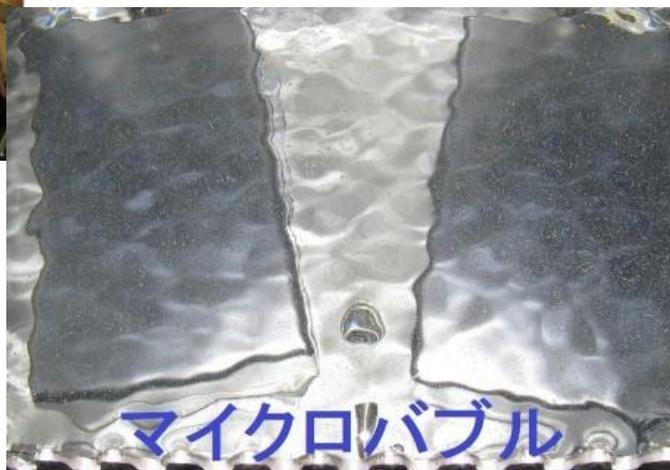
注
ポンプの台数
ONOFF制御条件
超音波条件
(出力、周波数、制御)

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

ノウハウ:脱気マイクロバブル発生液循環装置



マグネットポンプの
吸い込み側の
バルブ(配管)を絞る



注:特許には抵触しません(公知とされています)

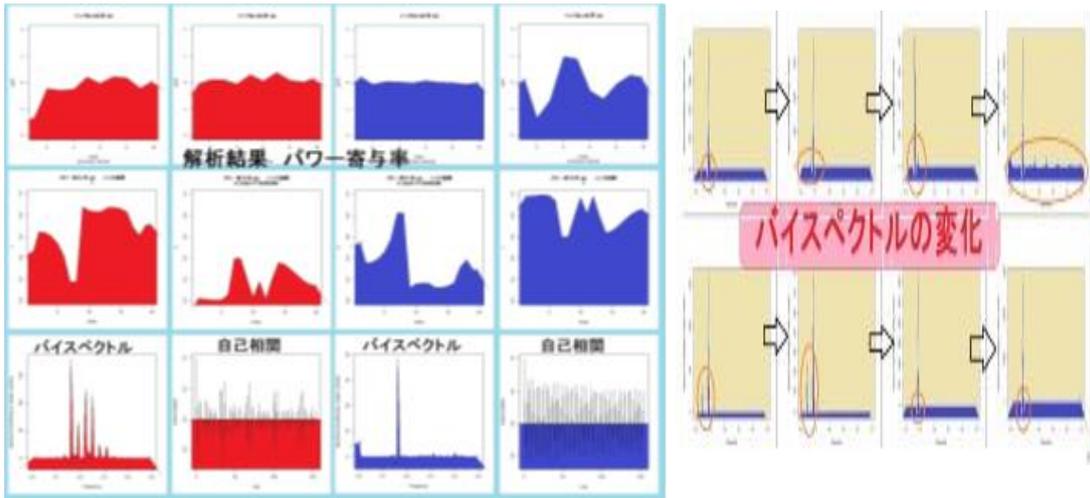
基本的な関係性の測定・解析

統計数理には、**抽象的な性格**と**具体的な性格**の二面があり、
具体的なものとの接触を通じて

抽象的な考えあるいは方法が発展させられていく、

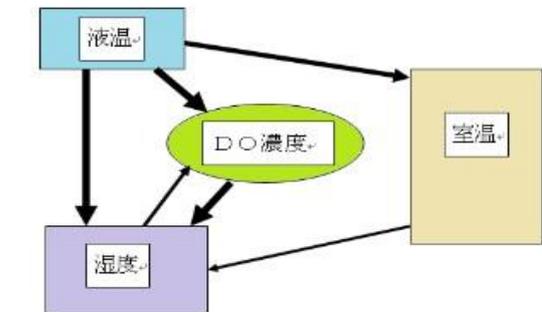
これが統計数理の特質である

時間とともに変動する現象の解明を目指す



基本的な関係性の測定・解析

<室温・湿度・液温・DO濃度に対する解析結果2>
水のDO濃度変化の関係性は、図13-1の通りである



注: 矢印の太さは影響の強さを表している

図13-1 水のDO濃度変化の原因

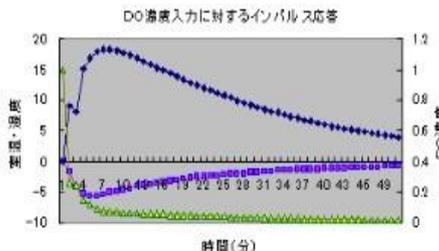
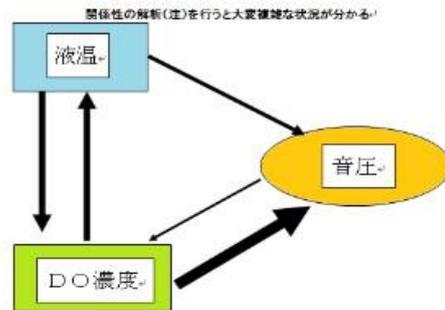


図13-2 DO濃度入力による室温・湿度の変化

<音圧・液温・DO濃度に対する解析結果1>



関係性の解析(注)を行うと大変複雑な状況が分かる

注: 矢印の太さは影響の強さを表している
注: 時系列データを回帰数の自己回帰モデルとして解析する

図12-1 音圧変化の原因

音圧出力に対するパワー寄与率

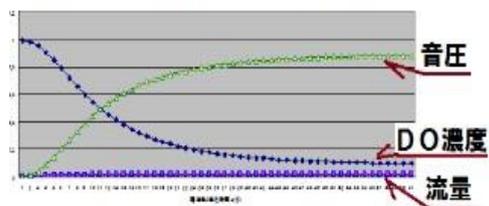


図12-2 音圧のパワー寄与率

興味のある方は、メールでお問い合わせください

超音波洗浄技術

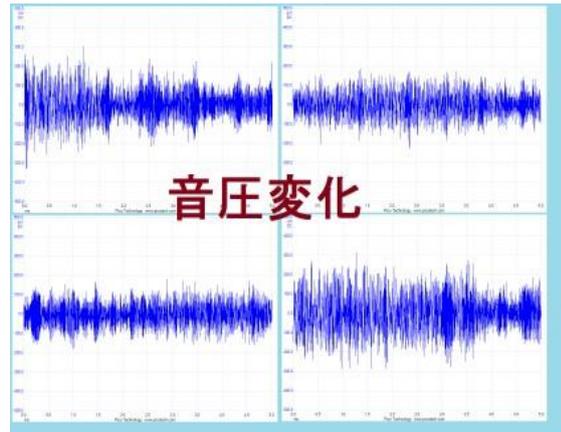
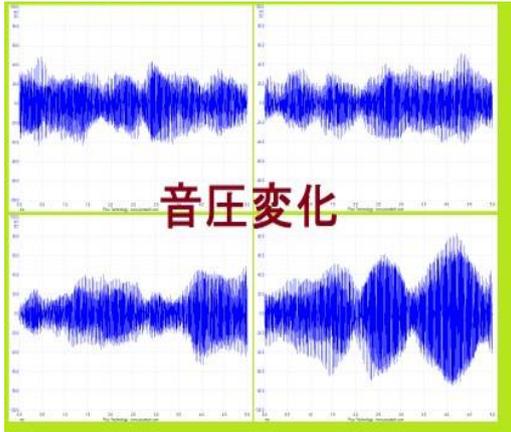
超音波洗浄の本質(非線形現象としての音響流)

キャビテーションと音響流

具体例

<共振性:大>

<非線形性:大>

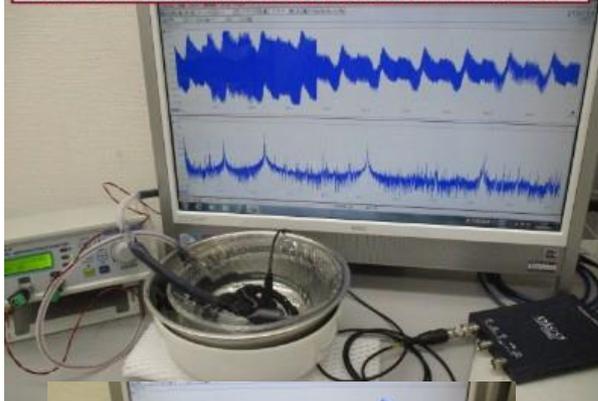


慣れてくると、音圧グラフの目視確認でも、様々な確認ができます

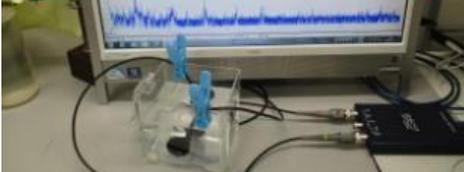
精密洗浄事例

容器の特性を利用した洗浄

ステンレス容器、ガラス容器、陶器の組み合わせ



樹脂容器を利用した超音波



論理的な背景

音響流の検出方法

1: 超音波の基礎

(やさしい超音波工学

— 広がる新応用の開拓 (ケイブックス)

川端 昭 (著), 高橋 貞行 (著), 一ノ瀬 昇 (著)

出版社: 工業調査会; 増補版 (1998/01))

2: 非線形性の解析

(叩いて超音波で見る—非線形効果を利用した計測

佐藤 拓宋 (著) 出版社: コロナ社 (1995/06)

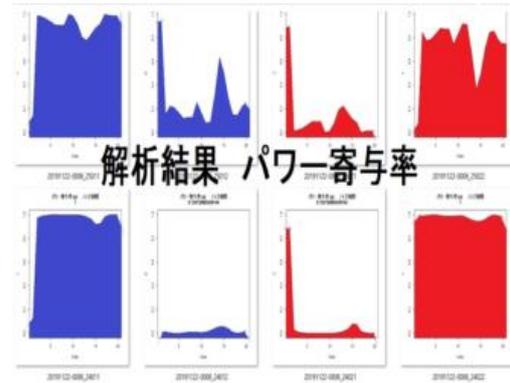
ダイナミックシステムの統計的解析と制御

赤池 弘次 (著), 中川 東一郎 (著) 出版社: サイエンス社 (1972))

3: 弾性波動への適用

(「弾性波動論の基本」 田治米 鏡二 (著) 槇書店 (1994/10)

「弾性波動論」 佐藤 泰夫 (著) 岩波書店 (1978/03))



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>

超音波技術: 多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15785>

超音波プローブ

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

超音波発振システム (1 MHz、20 MHz)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波プローブ (音圧測定・非線形振動解析)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1263>

超音波システム (音圧測定解析、発振制御)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

複数の超音波スイープ発振制御技術を開発

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

超音波 (キャピテーション・音響流) の分類

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17231>

以上