

超音波の音圧データ解析・評価

――自己相関・バイスペクトル――

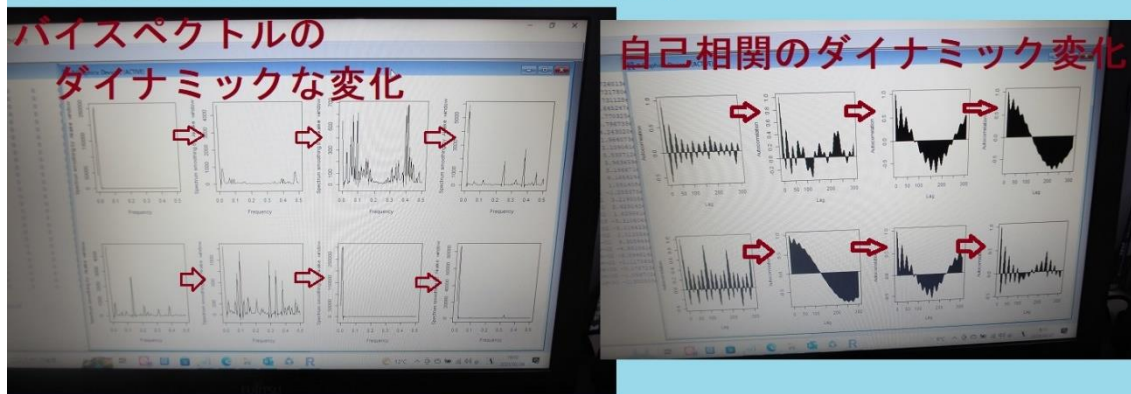
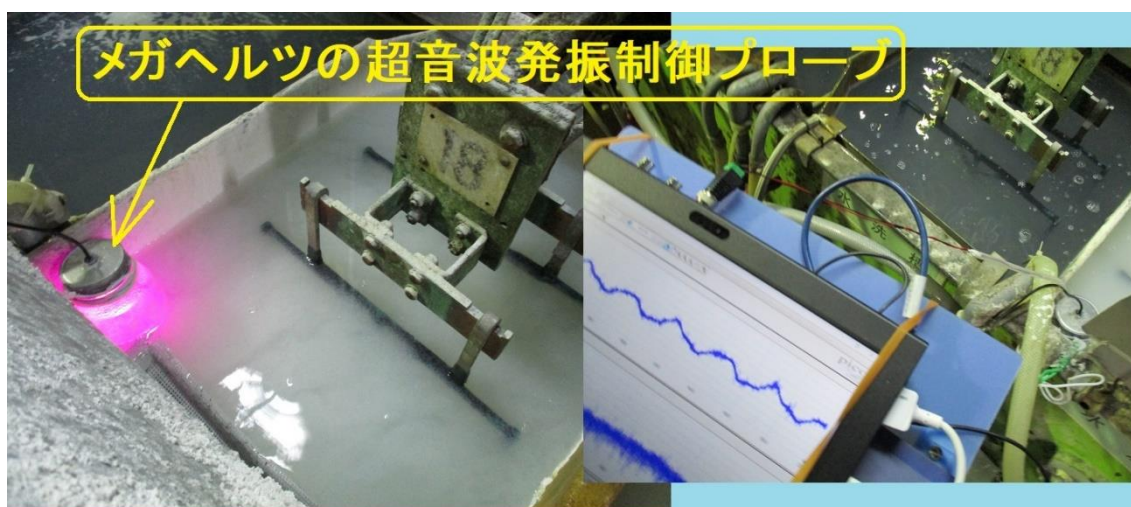
2023. 7. 14 超音波システム研究所

超音波システム研究所は、

多変量自己回帰モデルによるフィードバック解析技術を応用した、

「超音波の伝搬状態を測定・解析・評価する技術」を利用して

超音波利用に関するコンサルティング対応を行っています。



超音波テスターを利用したこれまでの

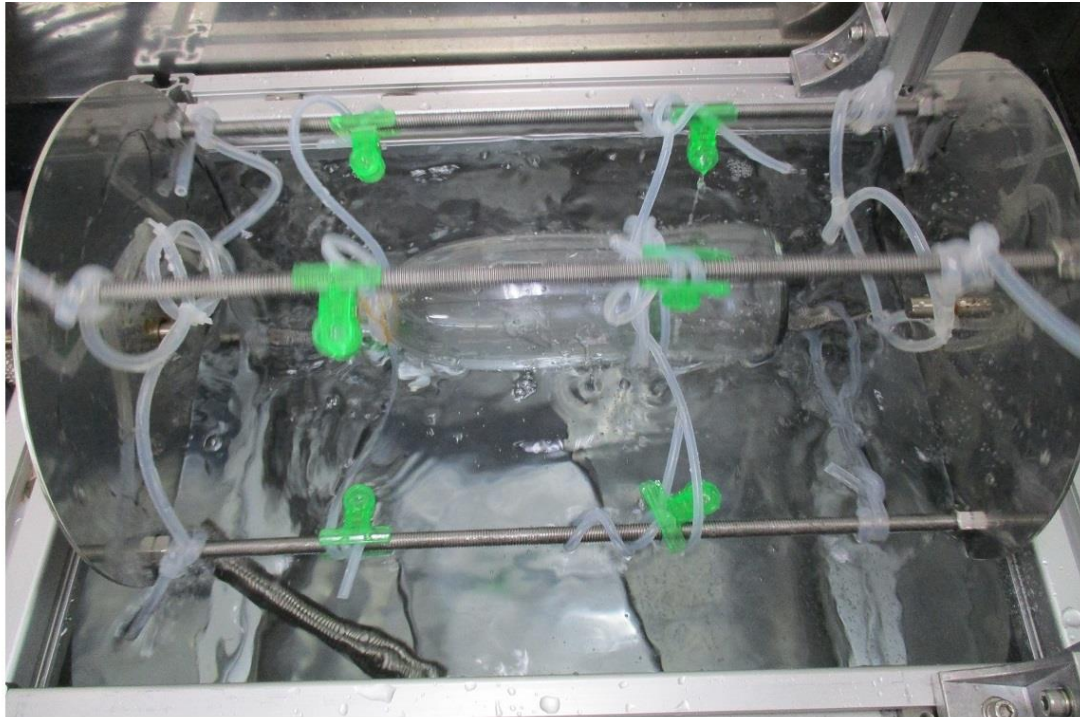
計測・解析・結果（注）を時系列に整理することで

目的に適した超音波の状態を示す

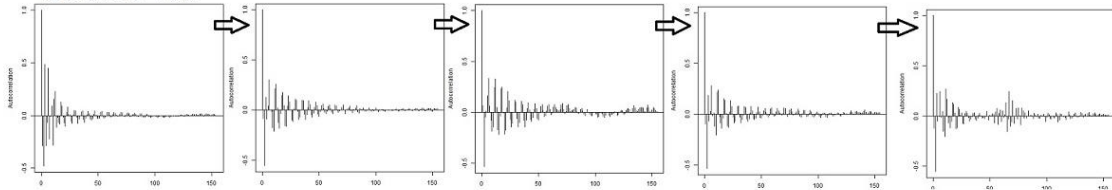
新しい評価基準（パラメータ）を設定・確認します。

注：非線形特性（音響流のダイナミック特性）

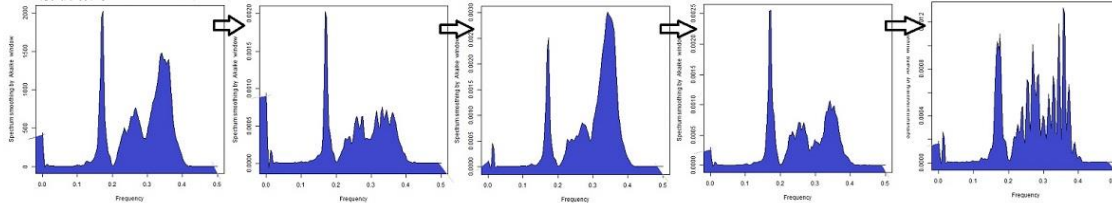
応答特性 ゆらぎの特性 相互作用による影響 . . .



解析結果：自己相関



解析結果：バイスペクトル

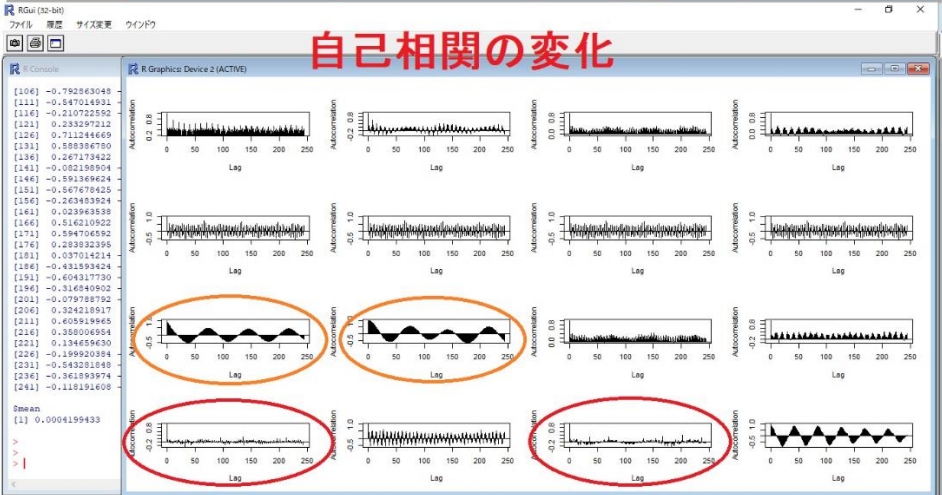
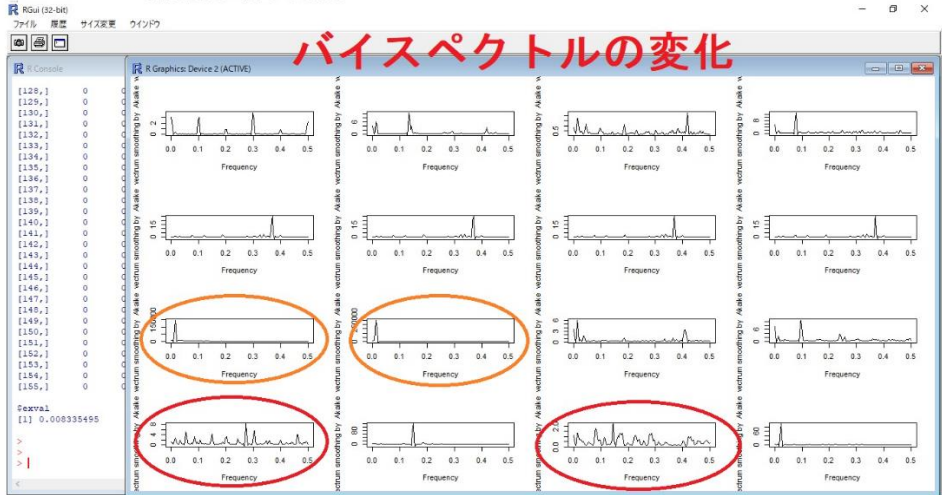
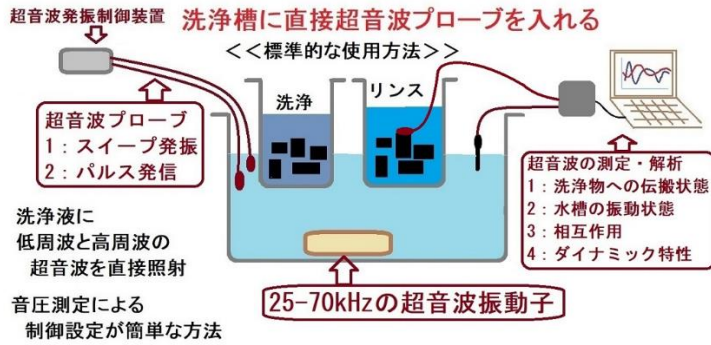


統計数理の考え方を参考に

対象物の音響特性・表面弾性波を考慮した
オリジナル測定・解析手法を開発することで
振動現象に関する、詳細な各種効果の関係性について
新しい理解を深めています。

その結果、超音波の伝搬状態と対象物の表面について
新しい非線形パラメータ

<バイスペクトルの変化、自己相関の変化> が、
大変有効である事例による実績が増えていきます。

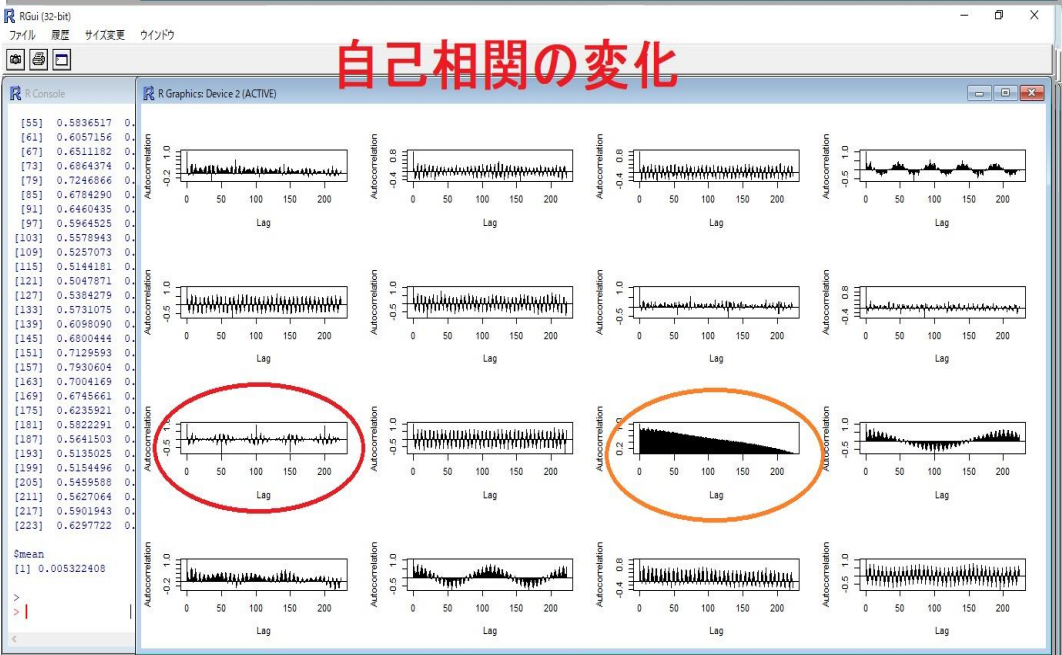
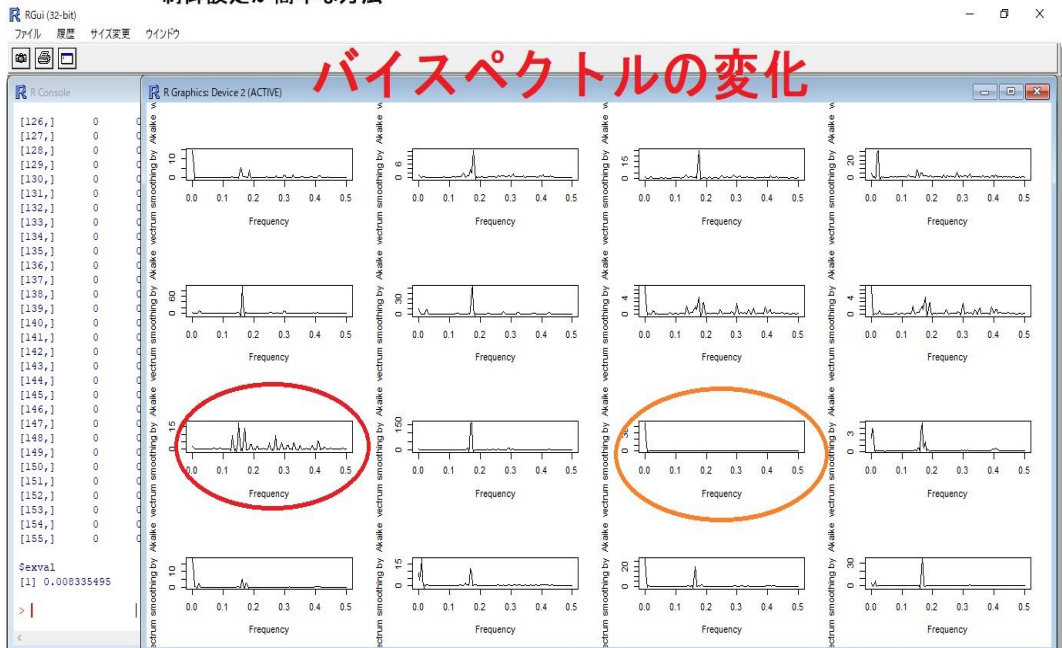
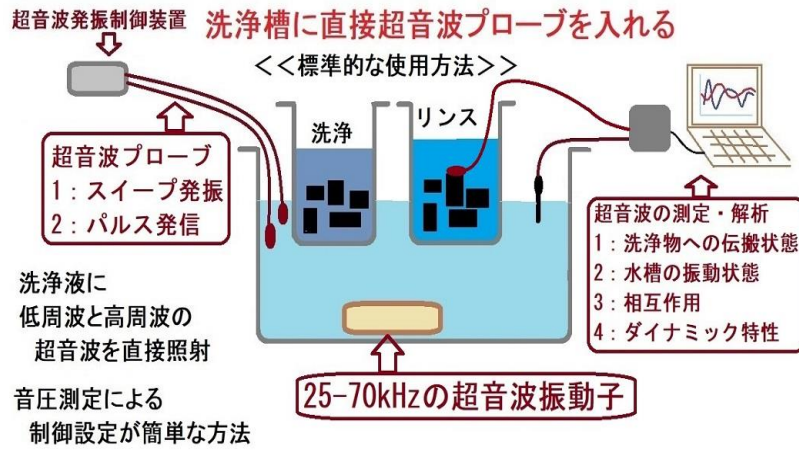


特に、洗浄・加工・表面処理効果に関する評価事例・・・
 良好な確認に基づいた、制御・改善・・・が実現します。

<統計的な考え方について>

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 科学の中の統計学 赤池 弘次 (編集)より



<<超音波の音圧データ解析・評価>>

- 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（バー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/>

バイスペクトルは、以下のように

周波数 f_1 、 f_2 、 $f_1 + f_2$ のスペクトルの積で表すことができる。

$$B(f_1, f_2) = X(f_1)Y(f_2)Z(f_1 + f_2)$$

主要周波数が f_1 であるとき、

$f_1 + f_1 = f_2$ 、 $f_1 + f_2 = f_3$ で表される

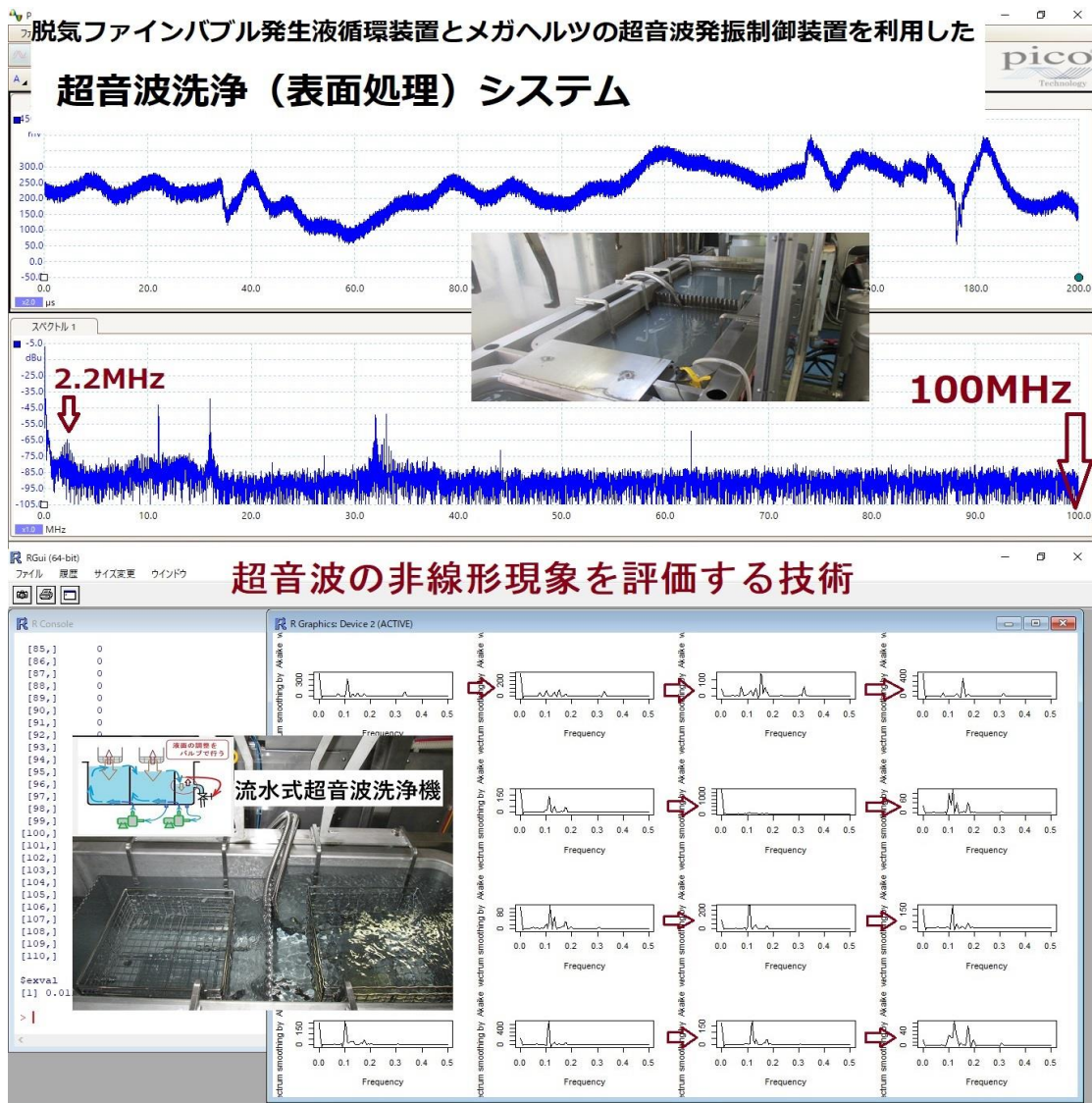
f_2 、 f_3 という周波数成分が存在すれば

バイスペクトルは値をもつ。

これは主要周波数 f_1 の

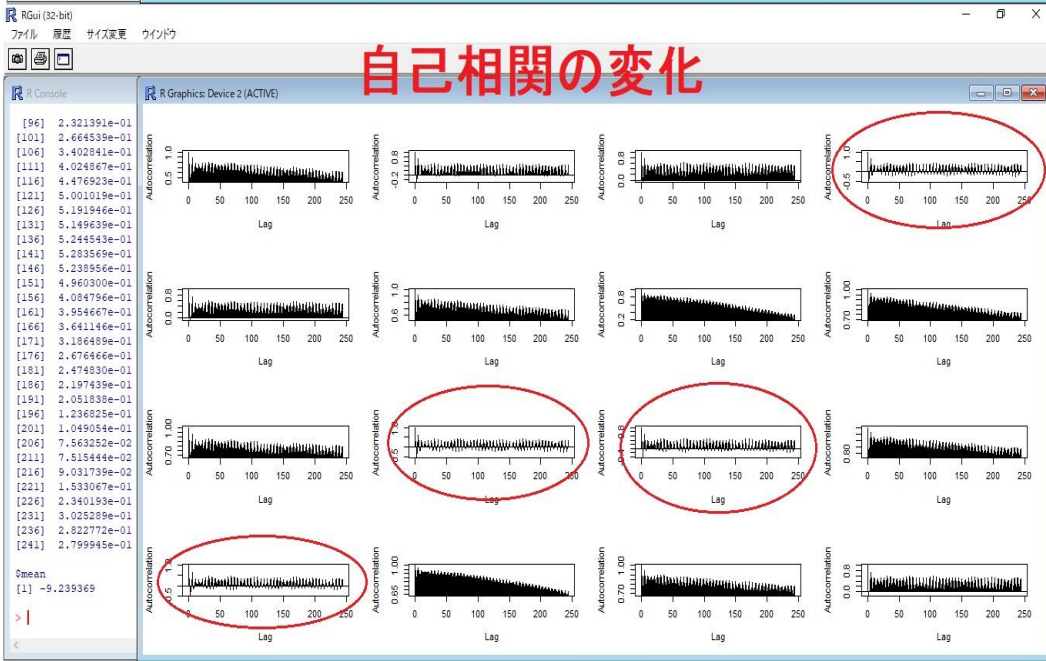
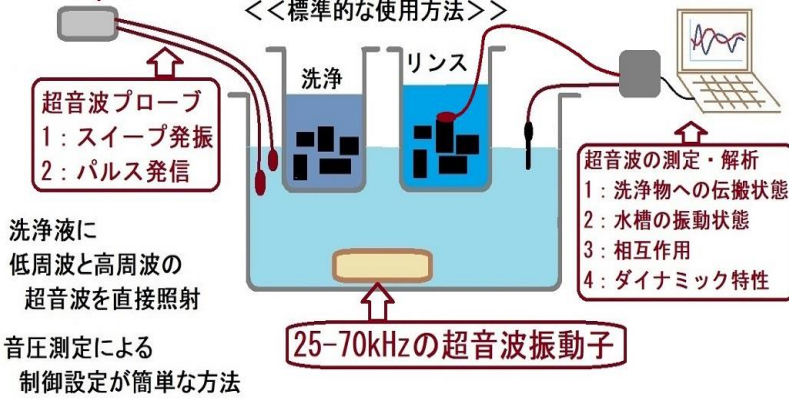
整数倍の周波数成分を持つことと同等であるので、

バイスペクトルを評価することにより、高調波の存在を評価できる。



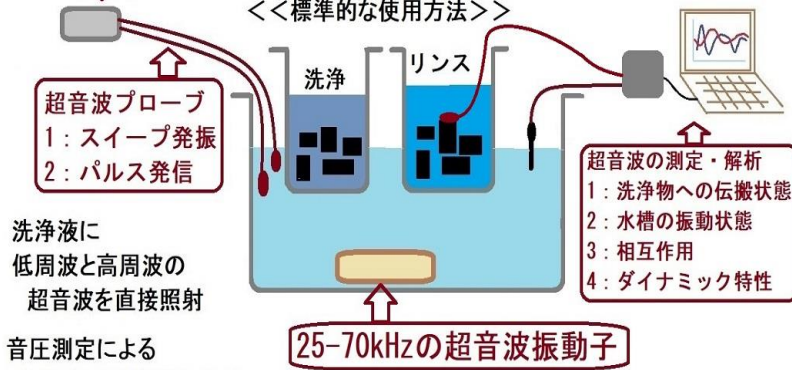
超音波発振制御装置 洗浄槽に直接超音波プローブを入れる

<<標準的な使用方法>>



超音波発振制御装置 洗浄槽に直接超音波プローブを入れる

<<標準的な使用方法>>

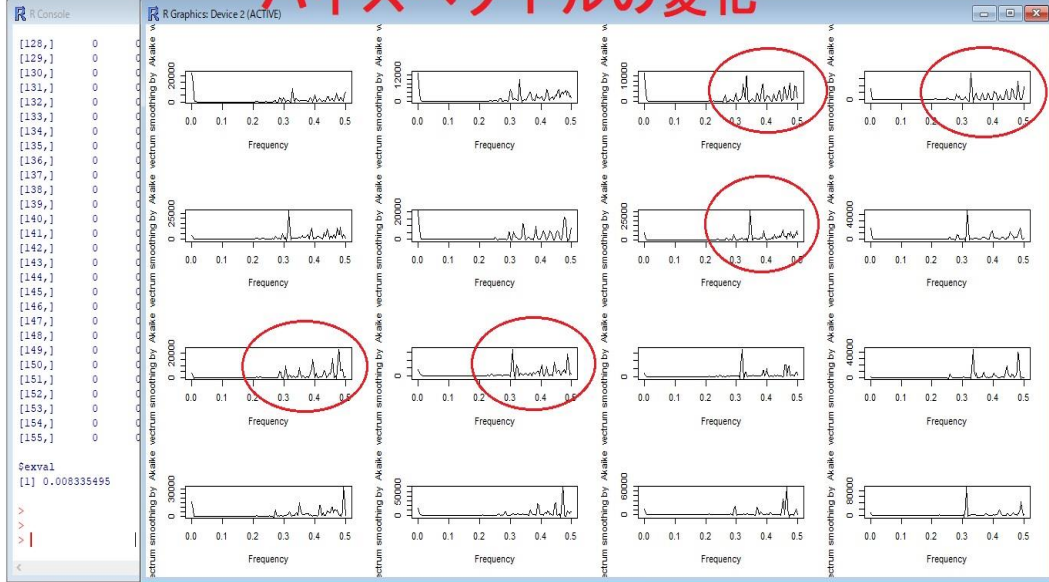


洗浄液に
低周波と高周波の
超音波を直接照射

音圧測定による
制御設定が簡単な方法

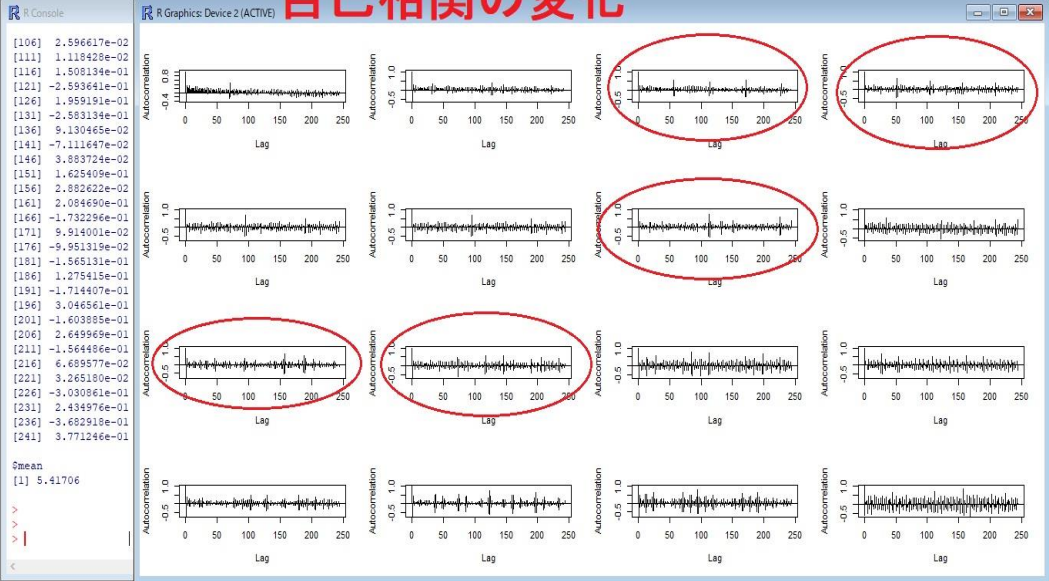
RGui (32-bit) ファイル 履歴 サイズ変更 ウィンドウ

バイスペクトルの変化



RGui (32-bit) ファイル 履歴 サイズ変更 ウィンドウ

自己相関の変化



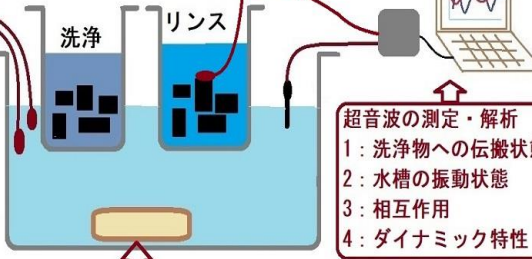
超音波発振制御装置 洗浄槽に直接超音波プローブを入れる

<<標準的な使用方法>>

- 超音波プローブ
- 1: スイープ発振
 - 2: パルス発信

洗浄液に
低周波と高周波の
超音波を直接照射

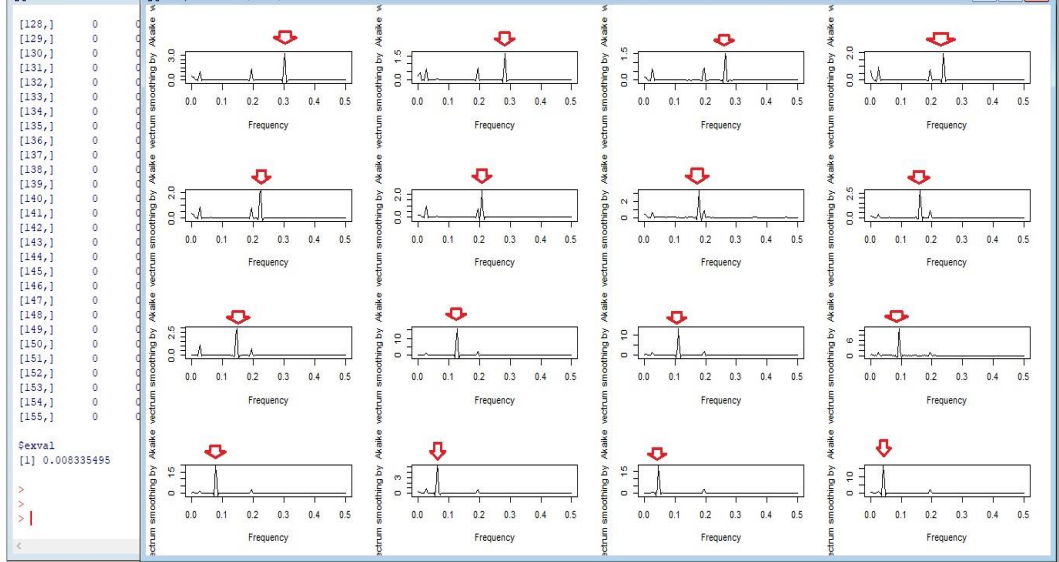
音圧測定による
制御設定が簡単な方法



25-70kHzの超音波振動子

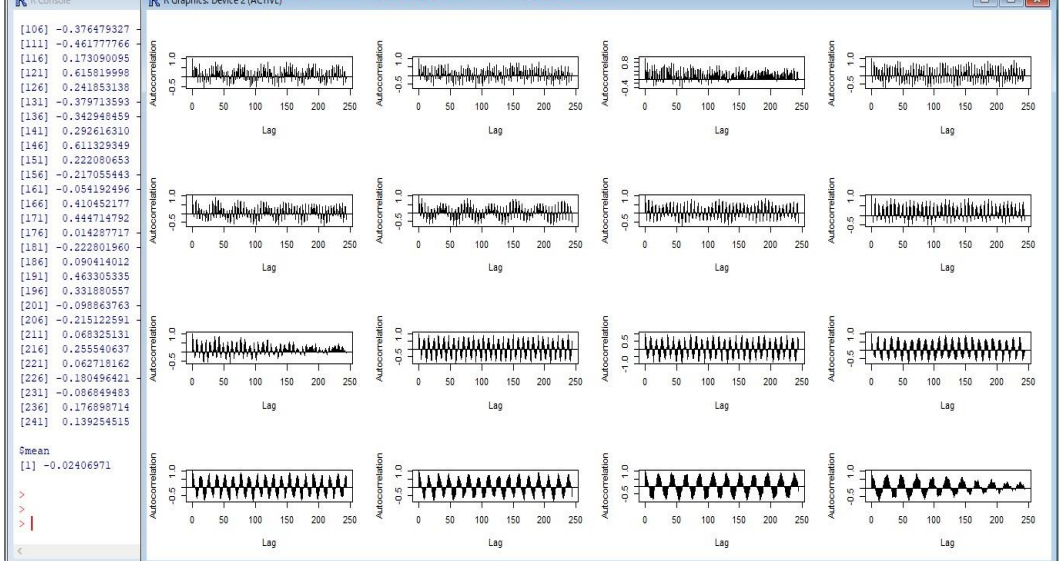
RGui (32-bit) ファイル 履歴 サイズ変更 ウインドウ

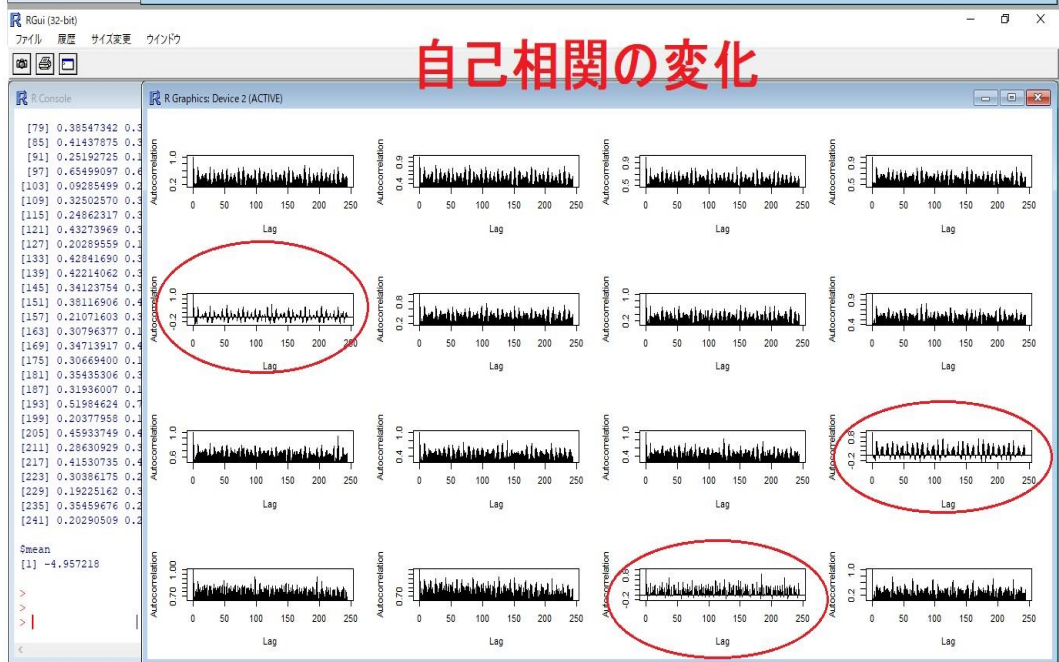
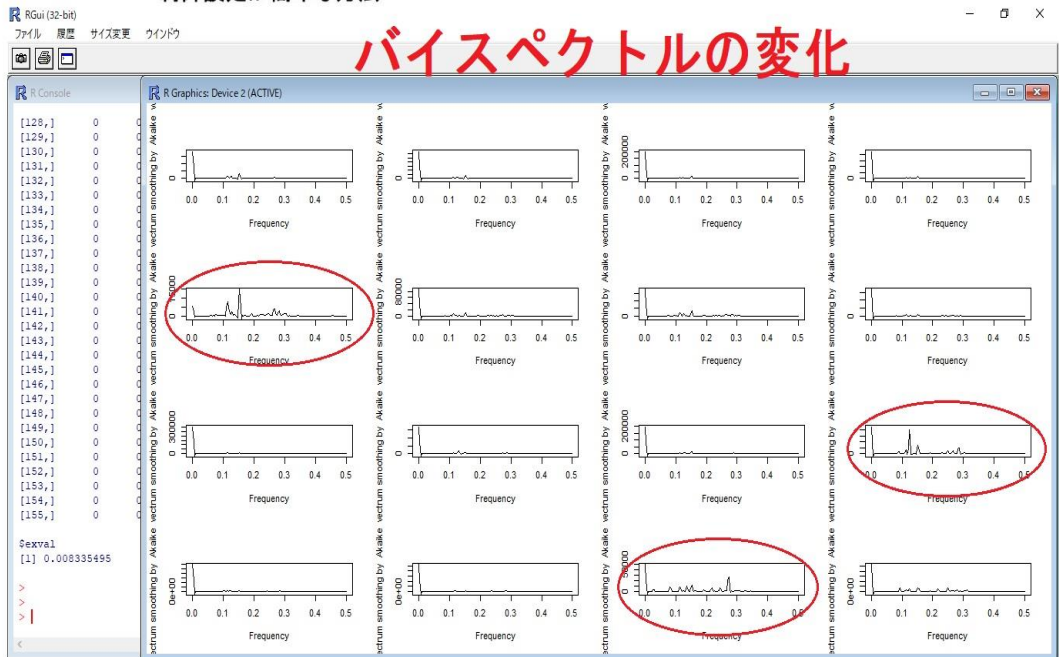
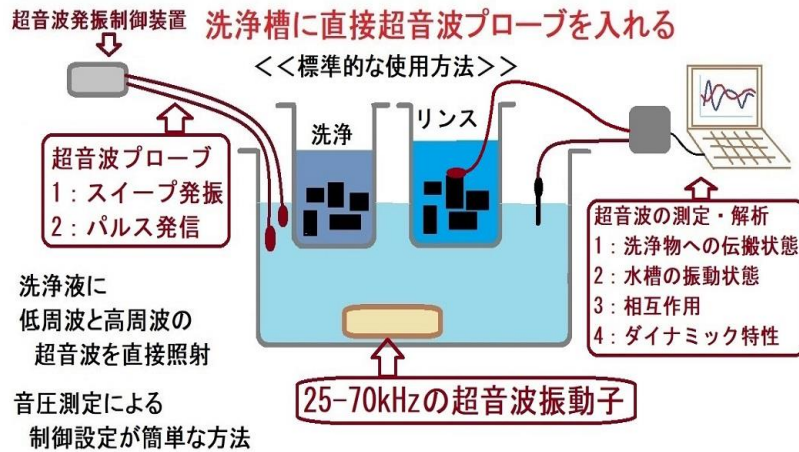
バイスペクトルの変化

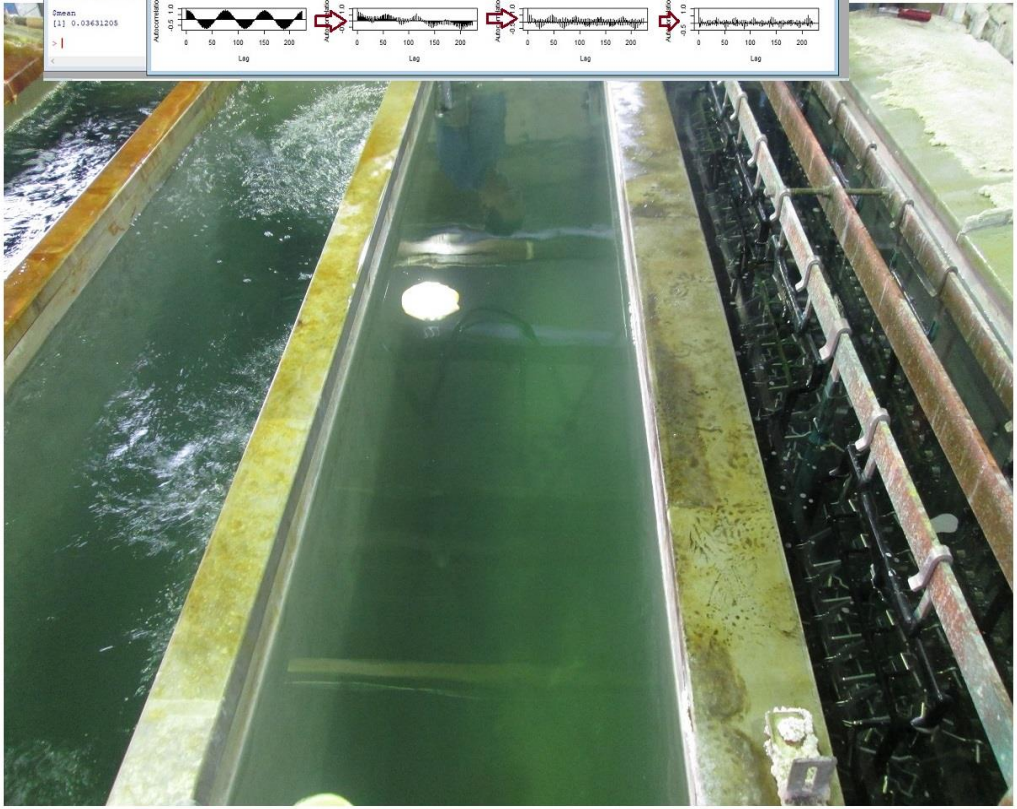
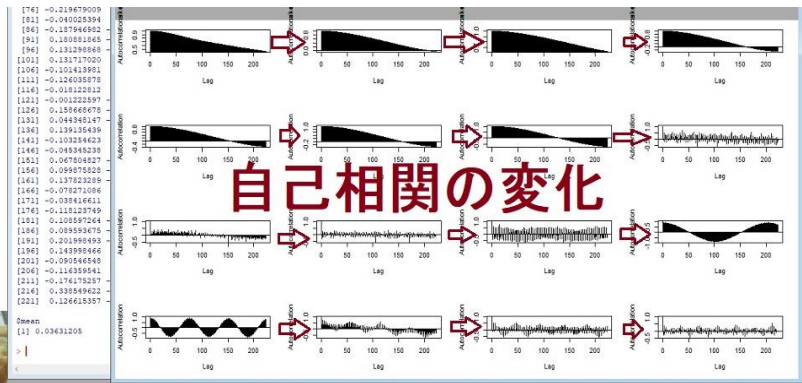


RGui (32-bit) ファイル 履歴 サイズ変更 ウインドウ

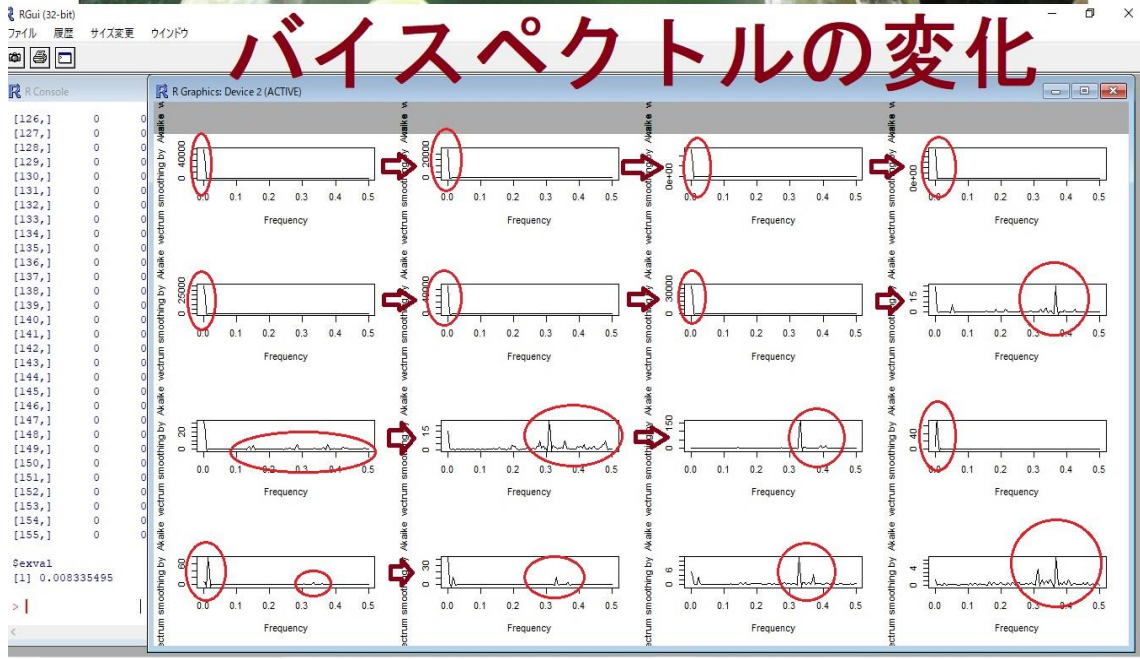
自己相関の変化

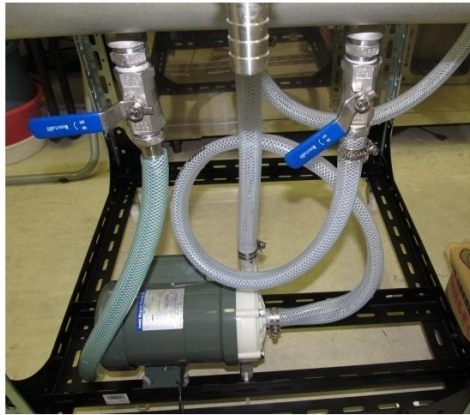




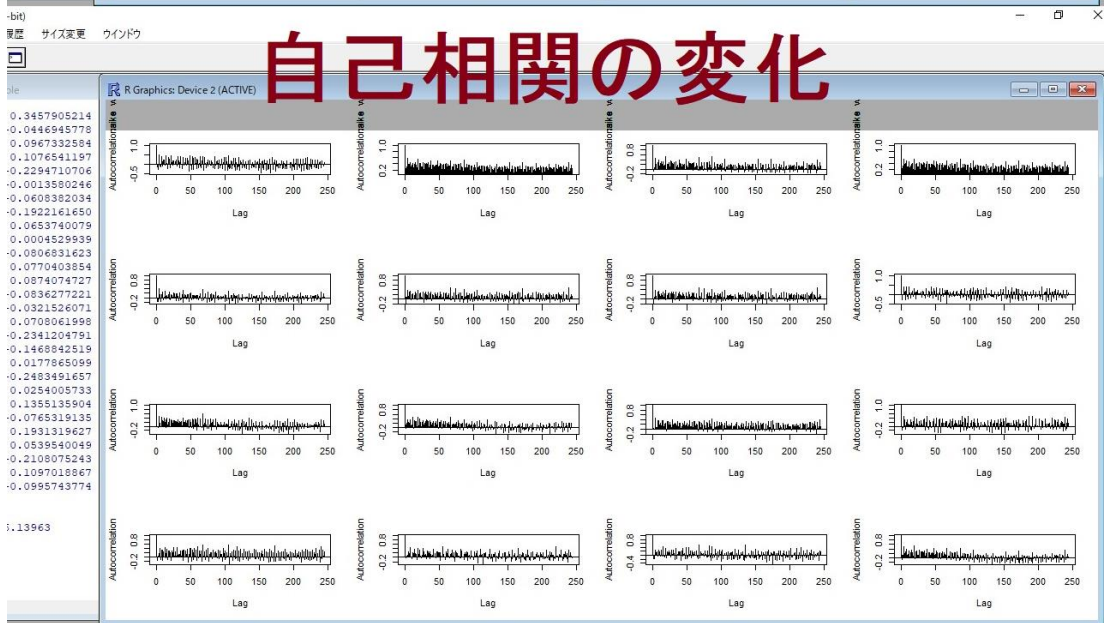
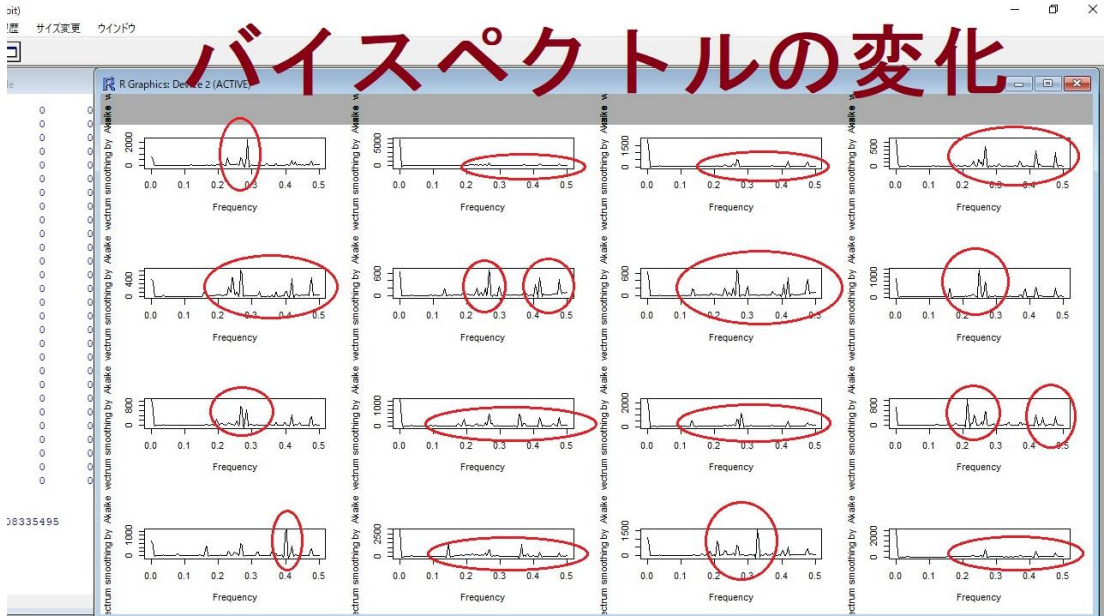


バイスペクトルの変化





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



超音波システム カタログ 20230709

1) 超音波テスター (NA)

超音波機器の音圧管理から音響特性を確認して

最適な超音波の「管理」・「検討」が可能なセット

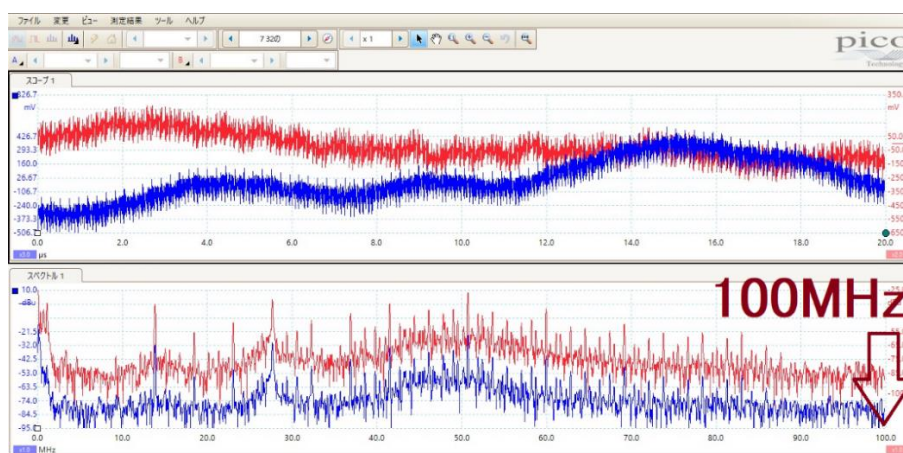
内容

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)



超音波システム研究所

Ver 2

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 303

ホームページ

<http://ultrasonic-labo.com/>

超音波の音圧測定解析システム

「超音波テスターNA」(オシロスコープ 100MHz タイプ)
USBオシロスコープ PicoScope 2208B



(製造メーカー Pico Technology Limited)

■主な仕様

- ・チャンネル数 : 2ch
- ・帯域幅 : 100MHz
- ・最大サンプリングレート : 1GS/s (1ch 使用時)
- ・バッファメモリ : 128 メガサンプル
- ・入力範囲 : $\pm 20\text{mV} \sim \pm 20\text{V}$
- ・AWG 帯域幅 : 1MHz

■セット内容

- ・製品本体
- ・オシロスコーププローブ (60MHz) $\times 2$ 本
- ・USB ケーブル (A-B)
- ・インストールガイド (英文)

振動測定解析システムのカスタム対応



<参考>

超音波プローブ（発振型、測定型、共振型、非線形型）の製造技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1566>

超音波プローブ <http://ultrasonic-labo.com/?p=11267>

超音波伝搬現象の分類 1 <http://ultrasonic-labo.com/?p=10908>

超音波伝搬現象の分類 2 <http://ultrasonic-labo.com/?p=17496>

超音波伝搬現象の分類 3 <http://ultrasonic-labo.com/?p=17540>

超音波の最適化技術 1 <http://ultrasonic-labo.com/?p=15226>

超音波の最適化技術 2 <http://ultrasonic-labo.com/?p=16557>

超音波制御技術 <http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>

超音波プローブの発振制御による振動評価技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15285>

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>

統計的な考え方を利用した超音波 <http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

超音波洗浄に関する非線形制御技術 <http://ultrasonic-labo.com/?p=1497>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御） <http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

メガヘルツ超音波の効果 1

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/adfb30ef89e6f5a76e9a04e70a0ca395.pdf>

メガヘルツ超音波の効果 2

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/513b007f36fc8fb58a2b9c1f558d289c.pdf>

表面残留応力の緩和処理技術 0

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/03bb44a2f578d71fd8d08cdc0a55a3a7.pdf>

表面残留応力の緩和処理技術 1

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/9331da789c89d57b60089985daf25223.pdf>

表面残留応力の緩和処理技術 2

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/21dec0bb4d122601d2edf8428a70f36d.pdf>

表面残留応力の緩和処理技術 3

<http://ultrasonic-labo.com/wp-content/uploads/58ef187250e6b810f299dc1bf7bb0bc6.pdf>

【本件に関するお問合せ先】

メールアドレス info@ultrasonic-labo.com

ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>