

＜統計的な考え方＞を利用した「超音波技術」

超音波システム研究所は、

超音波利用に関して、

＜統計的な考え方＞を利用した

効果的な「測定・解析・評価方法」に関する技術を開発しています。

＜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

＜参考＞

以下の書籍添付のプログラムを参考にして開発・作成した

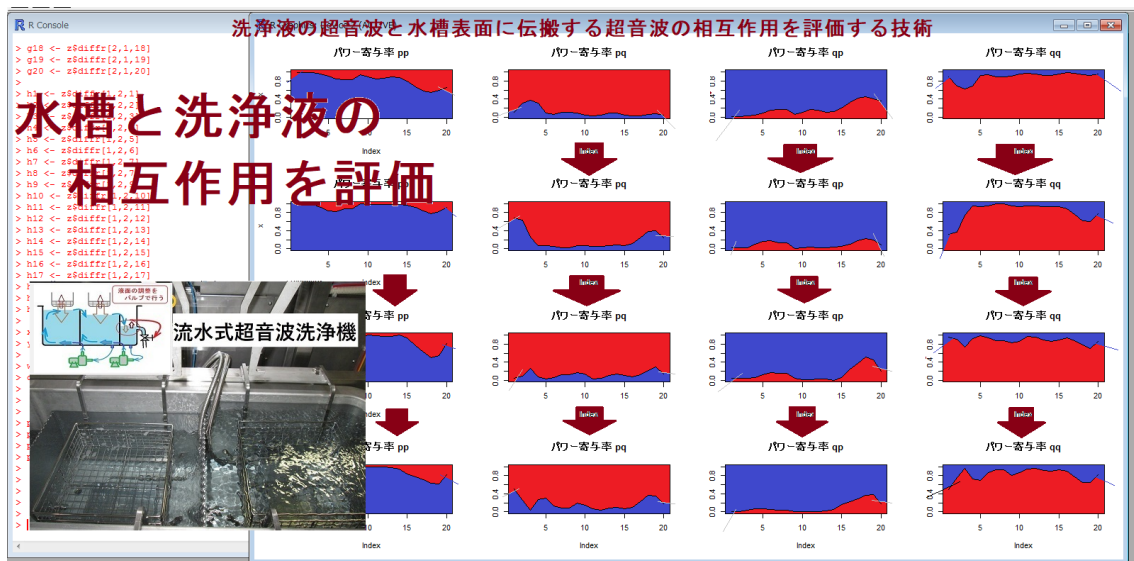
オリジナルソフト（解析システム）を

オープンソースの統計解析システム「R」で

実行・解析しています

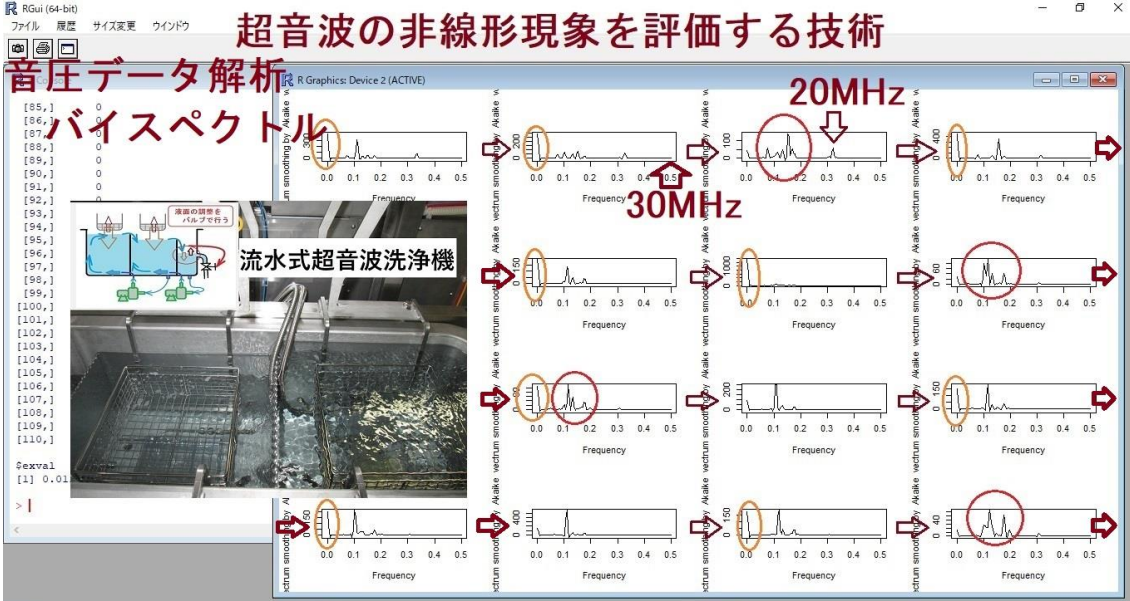
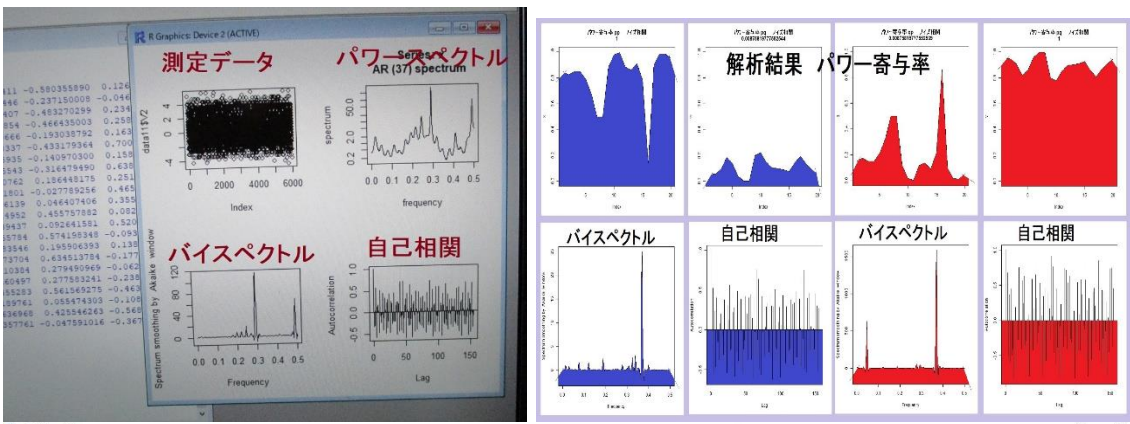
生体のゆらぎとリズム

コンピュータ解析入門：和田孝雄/著 赤池弘次/監修：講談社



<<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)

注：TIMSAC (TIME Series Analysis and Control program)

注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境

超音波の伝搬特性

- 1) 振動モードの検出 (自己相関の変化)
- 2) 非線形現象の検出 (バイスペクトルの変化)
- 3) 応答特性の検出 (インパルス応答特性の解析)
- 4) 相互作用の検出 (パワー寄与率の解析)

注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境

autcor：自己相関の解析関数

bispec：バイスペクトルの解析関数

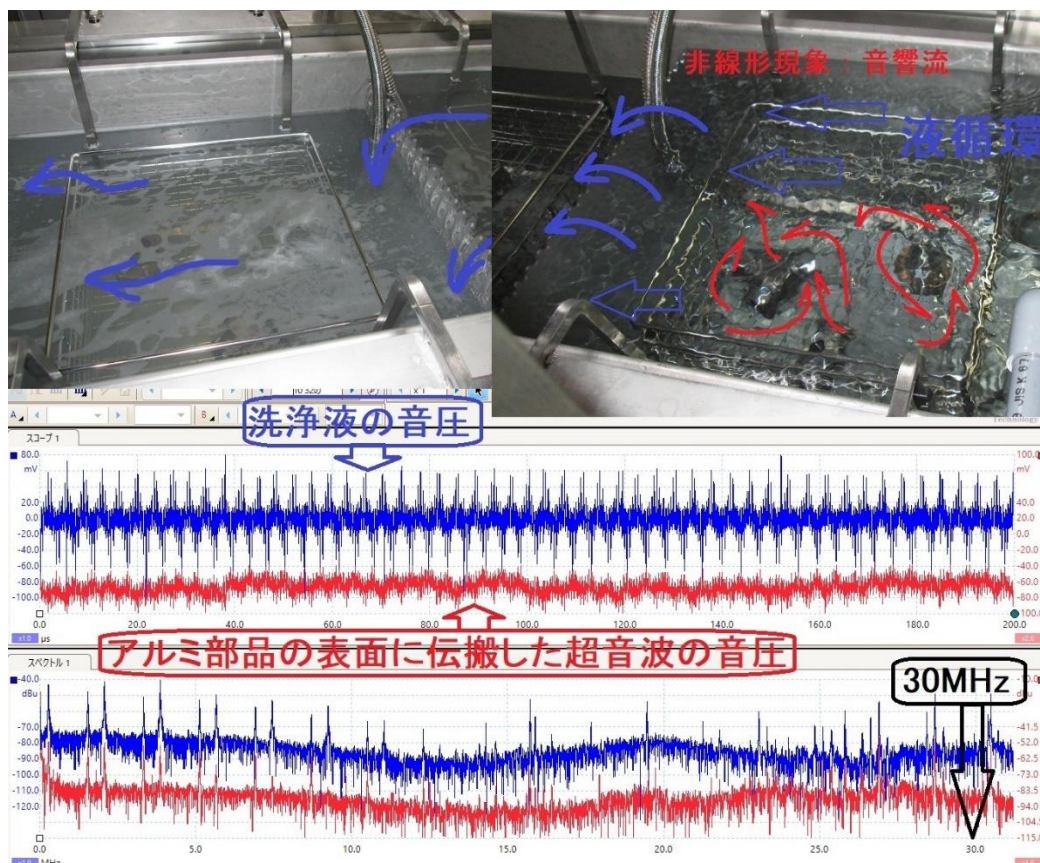
mulmar：インパルス応答の解析関数

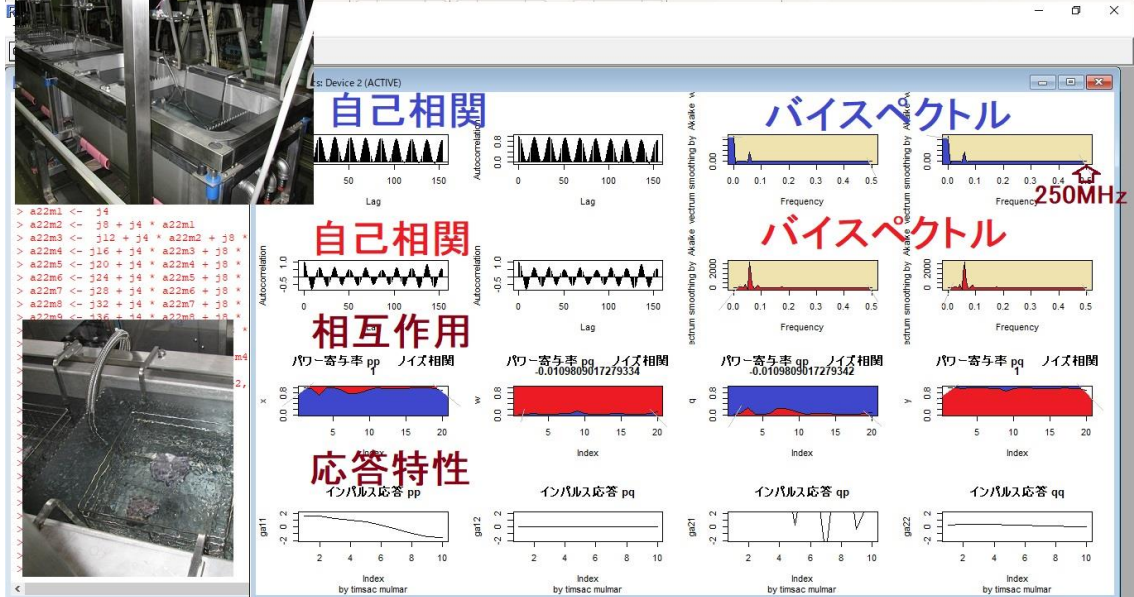
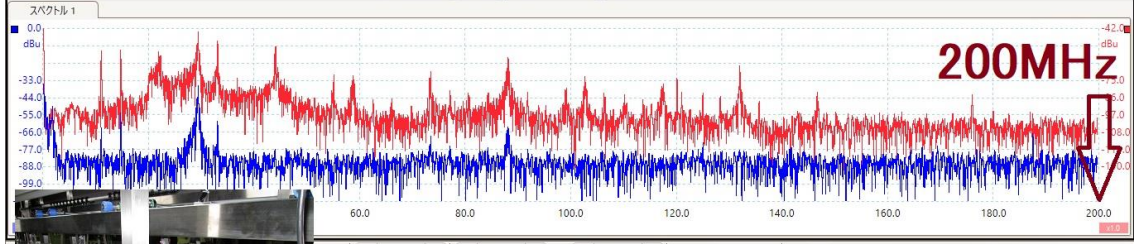
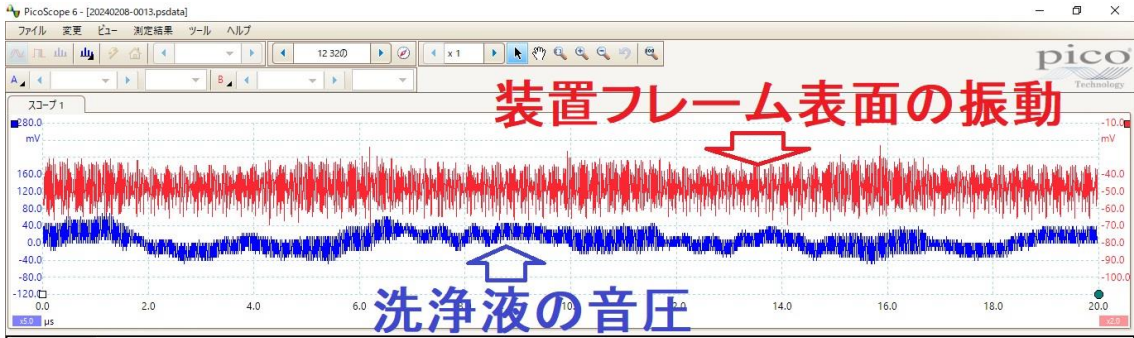
mulnos：パワー寄与率の解析関数

参考 <https://youtu.be/beEY713KwN0>

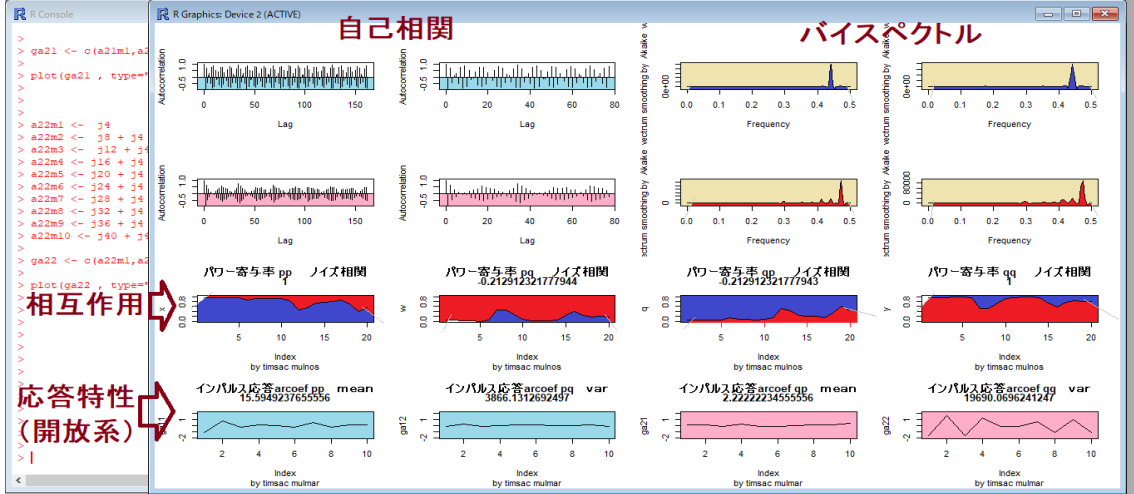
音圧測定・解析に基づいた、超音波のコントロール技術

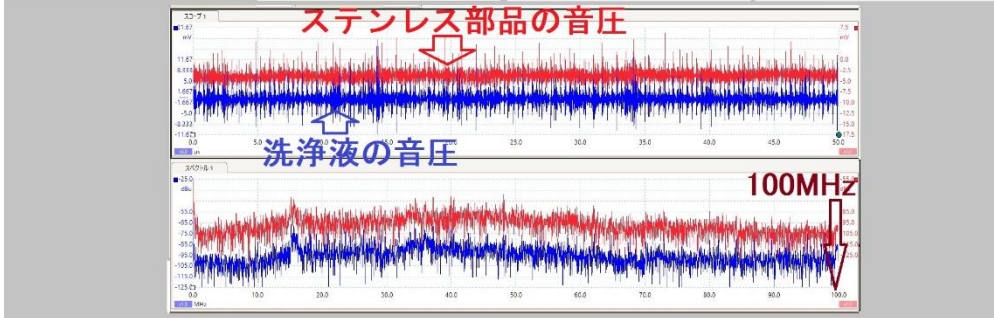
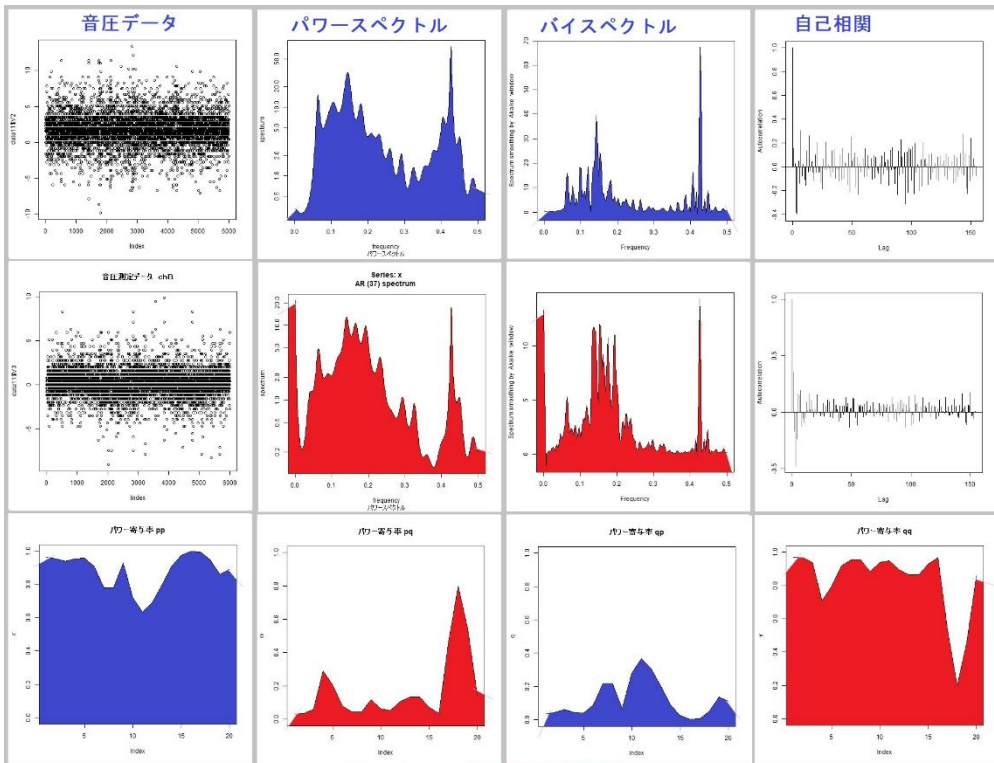
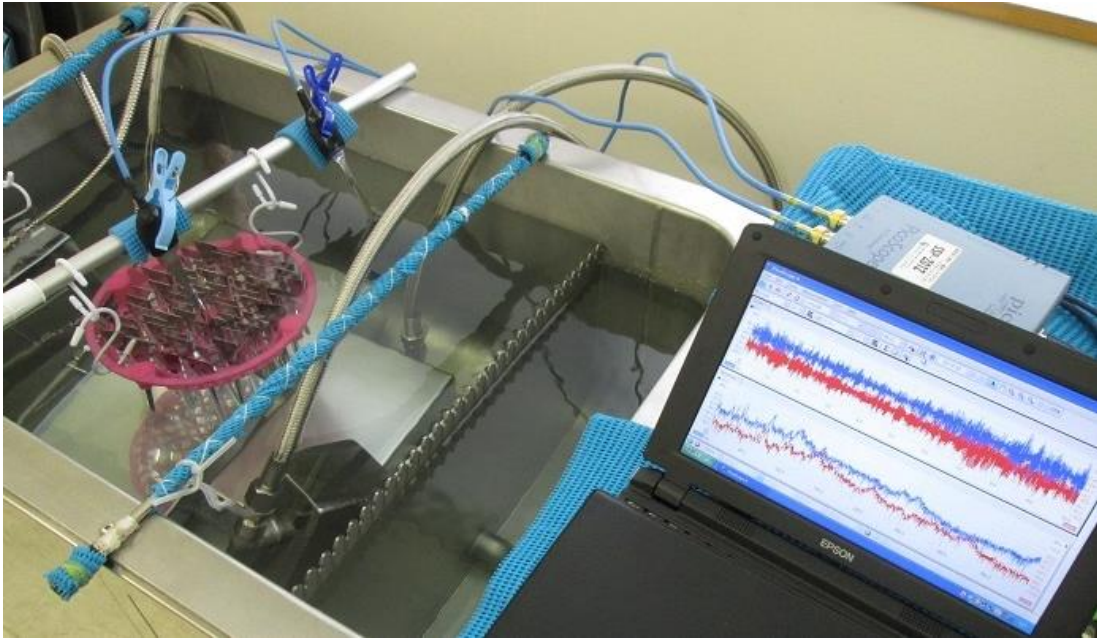
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15028>





超音波の音圧データ解析





超音波の研究について

「キャビテーションの効果を安定させるには統計的な見方が不可欠」

<モデルについて>

モデルは対象に関する理解、予測、制御等を効果的に進めることを目的として構築されます。

正確なモデルの構築は難しく、常に対象の複雑さを適当に“丸めた”形の表現で検討を進めます。その意味で、**モデルの構成あるいは構築の過程は統計的思考が必要です。**

<モデルと現状のシステムとの関係性について>（考察する場合の注意事項）

- 1) 先入観や経験は正しくないことがあると考える必要があります
- 2) モデルの本質を考えるためには、

圏論（注）を利用することが有効だと考えています

（実際に応用化学や量子論などで積極的に利用されています）

注：圏論は、数学的構造とその間の関係を抽象的に扱う数学理論

<論理モデルの作成について>（情報量基準を利用して）

- 1) 各種の基礎技術（注）に基づいて、対象に関する、
D1=客観的知識（学術的論理に裏付けられた理論）
D2=経験的知識（これまでの結果）
D3=観測データ（現実の状態）
からなる「情報データ群」、 $DS = (D1, D2, D3)$ を明確に認識しその組織的利用から複数のモデル案を作成する
 - 2) 統計的思考法を、
情報データ群（DS）の構成と、
それに基づくモデルの提案と検証の繰り返し
によって情報獲得を実現する思考法と捉える
 - 3) AIC の利用により、
様々なモデルの比較を行い、最適なモデルを決定する
 - 4) 作成したモデルに基づいて
超音波装置・システムを構築する
 - 5) 時間と効率を考え、
以下のように対応することを提案しています
- 5-1) 「論理モデル作成事項」を考慮して
「直感によるモデル」を作成し複数の人が検討する
 - 5-2) 実状のデータや新たな情報によりモデルを修正・検討する
 - 5-3) 検討メンバーが合意できるモデルにより
装置やシステムの具体的打ち合わせに入る

上記の参考資料

- 1) ダイナミックシステムの統計的解析と制御
赤池弘次/共著 中川東一郎/共著：サイエンス社
- 2) 赤池情報量規準 AIC—モデリング・予測・知識発見
赤池 弘次（著） 他 ：共立出版

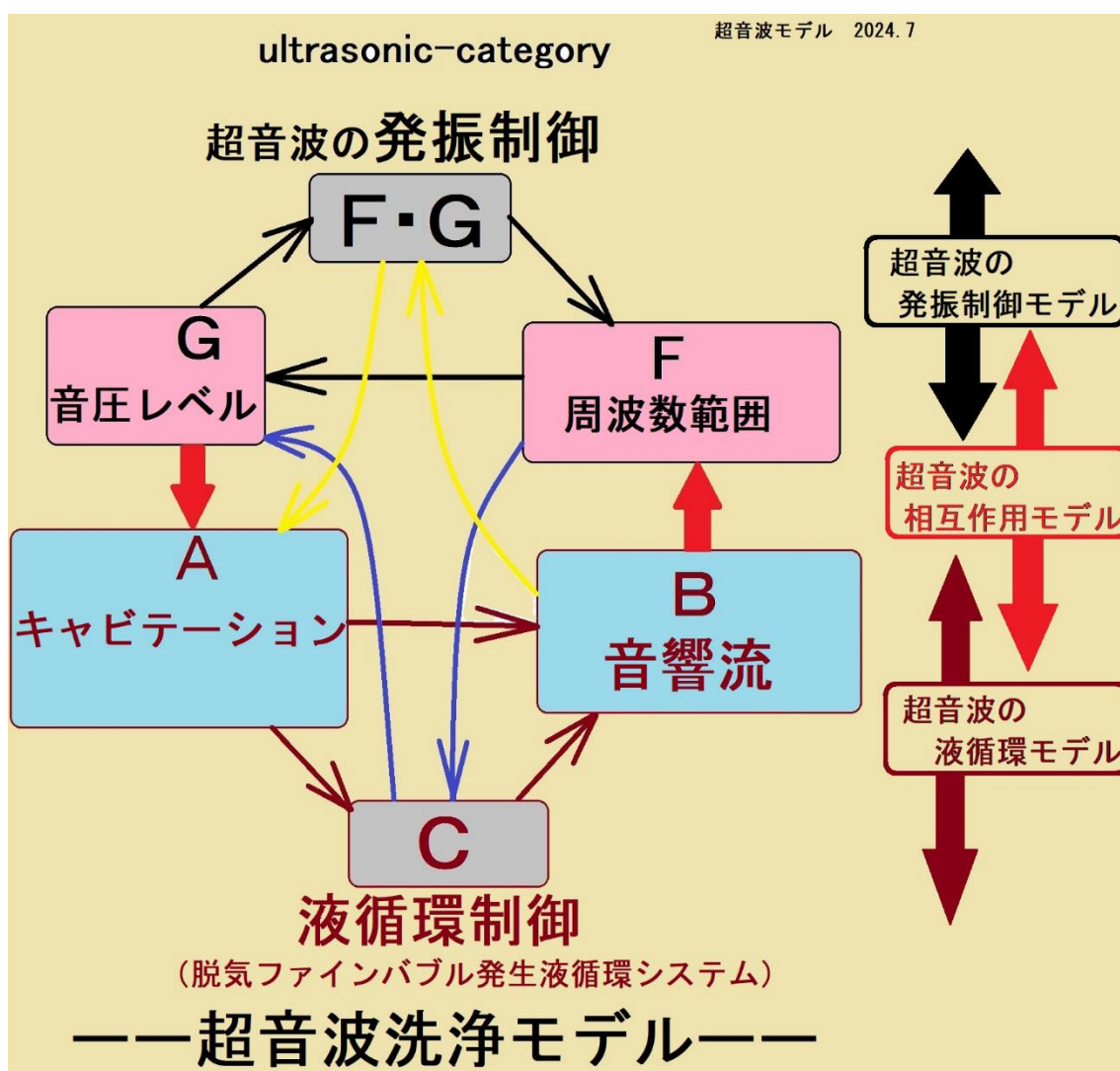
ポイントは

表面弾性波の検討・確認です、対象物の条件・・・により
超音波の伝搬特性を確認することで、
オリジナル非線形共振現象（注1）として対処することが重要です

注1：オリジナル非線形共振現象

オリジナル発振制御により発生する高調波の発生を
共振現象により高い振幅に実現させたことで起こる超音波振動の共振現象

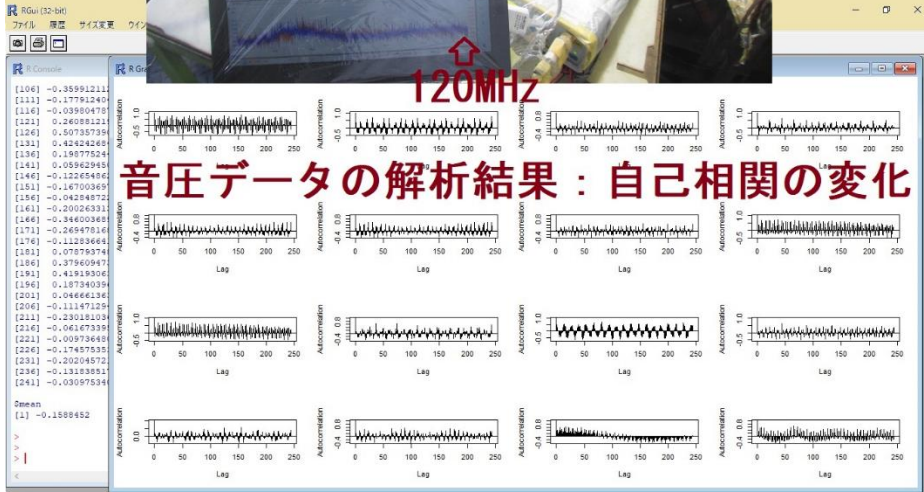
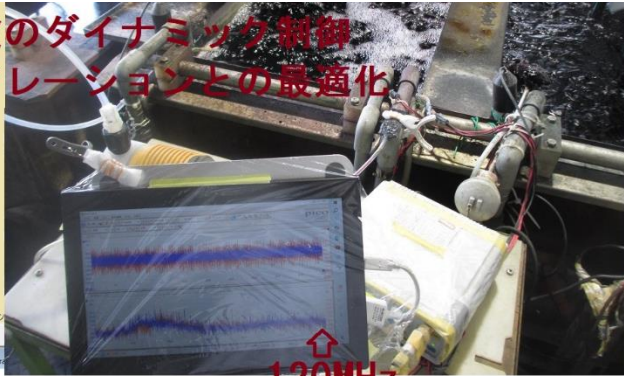
様々な分野への利用が可能になると考え
各種コンサルティングにおいて提案しています。



統計的な考え方を利用した超音波

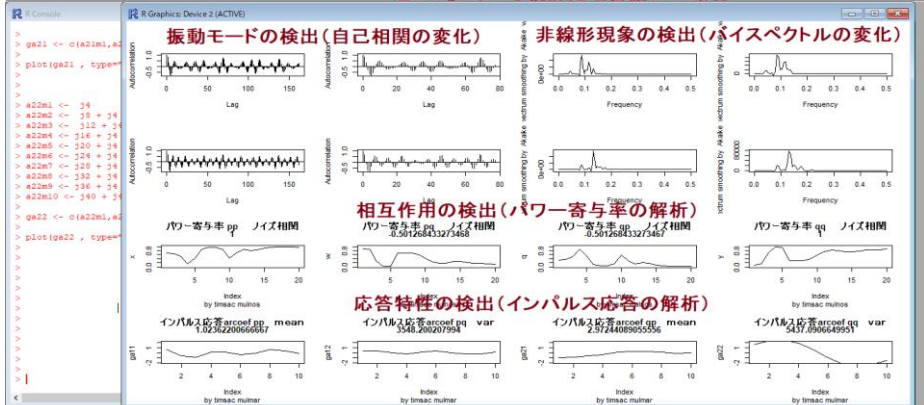
<http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

超音波のダイナミック制御 エアレーションとの最適化



超音波の音圧データ解析

注：TIMSAC(TIME Series Analysis and Control program)
注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境



<<< ダイナミック制御 >>>

<超音波のダイナミック制御技術>

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2301>

超音波のダイナミック制御技術を開発

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

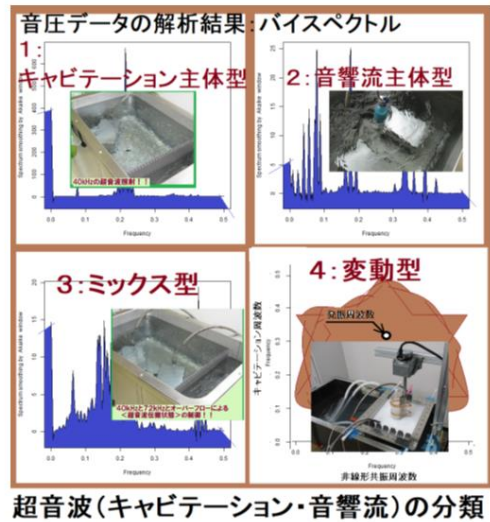
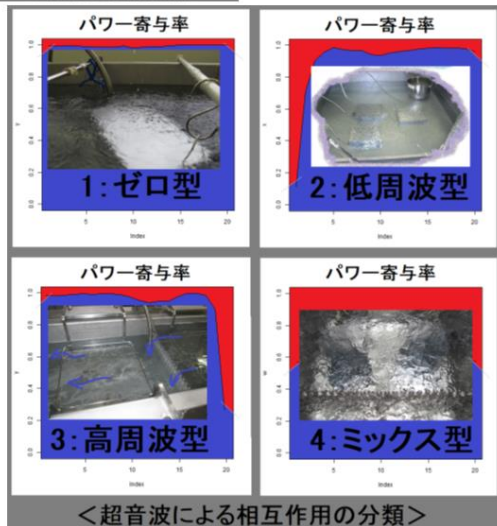
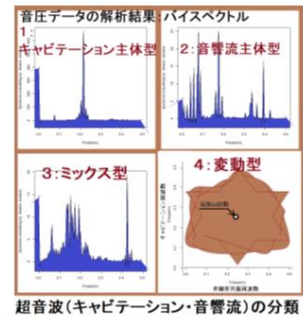
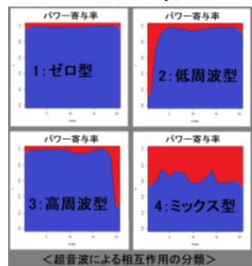
オリジナル技術（液循環）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7658>

<超音波のダイナミックシステム：液循環制御技術>

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7425>

音圧測定・解析に基づいた、超音波の分類



<<< 音圧測定・解析 >>>

超音波の相互作用を評価する技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=12202>

超音波の音圧測定・データ解析技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3829>

超音波の音圧測定解析

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17849>

超音波洗浄機の<音圧計測・実験・解析・評価> (出張対応)

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



超音波プローブの製造・評価技術

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

音響流 (超音波) 制御技術

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

超音波の伝搬現象について

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2604>

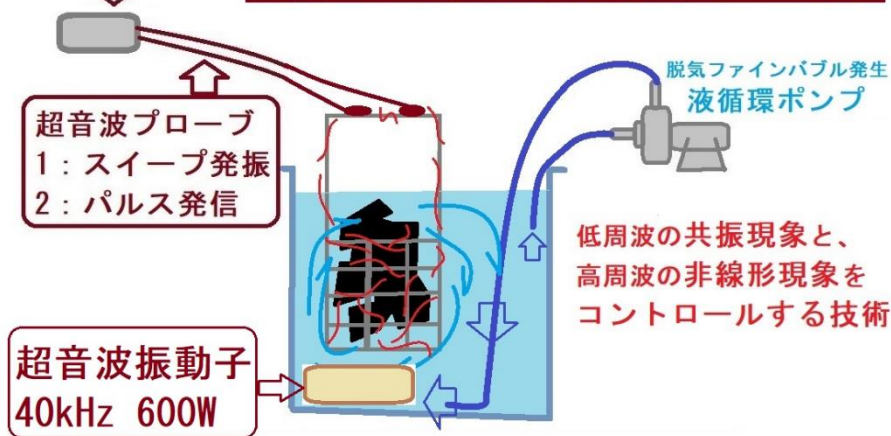
超音波プローブの製造・評価技術

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

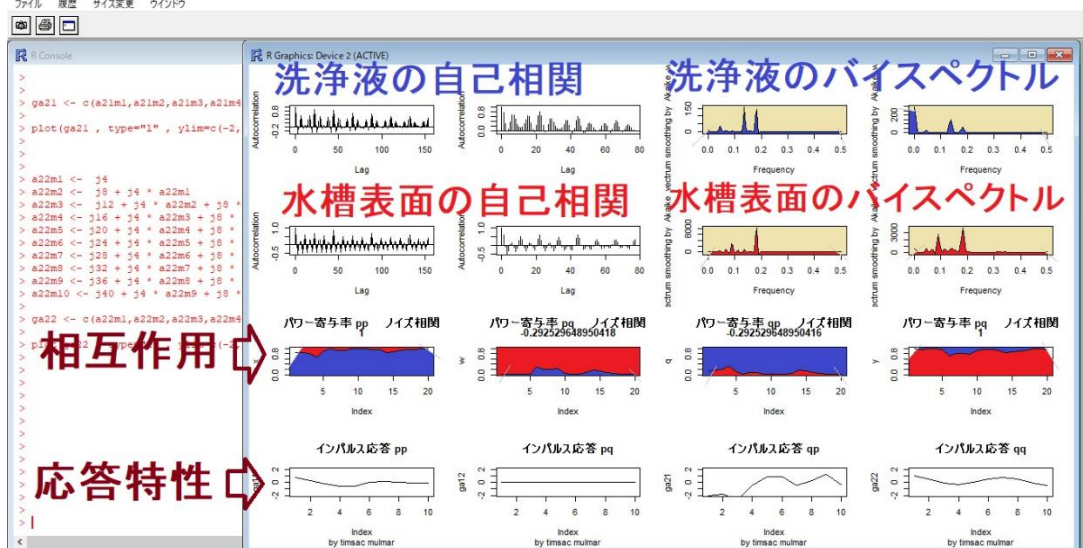
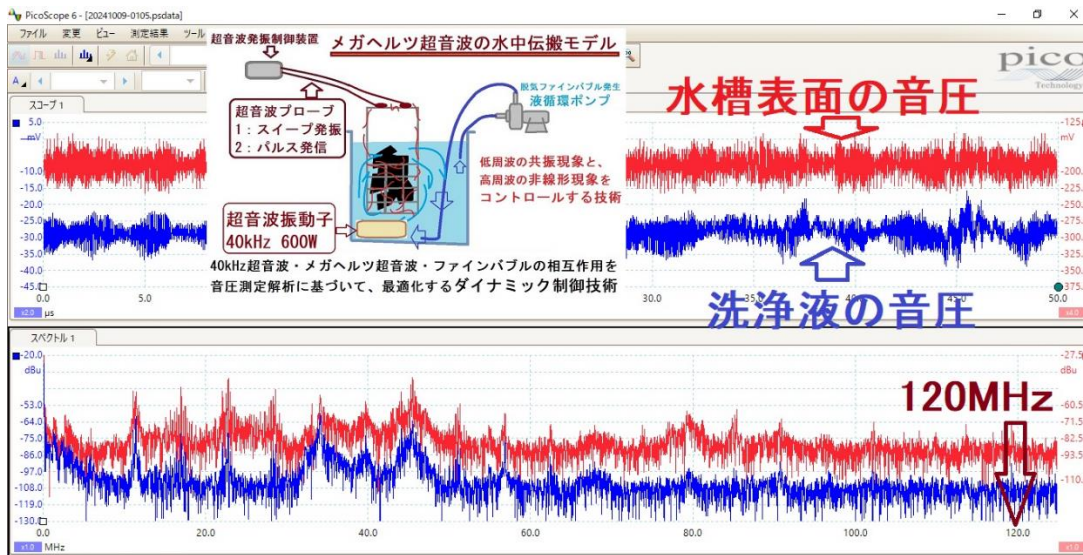
非線形振動現象のコントロール技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17418>

超音波発振制御装置 **メガヘルツ超音波の水中伝搬モデル**



40kHz超音波・メガヘルツ超音波・ファインバブルの相互作用を
音圧測定解析に基づいて、最適化するダイナミック制御技術



超音波の音圧測定解析データを公開

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2387>

超音波発振制御システム 2023 (25MHz 2ch 200MSa/s)

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

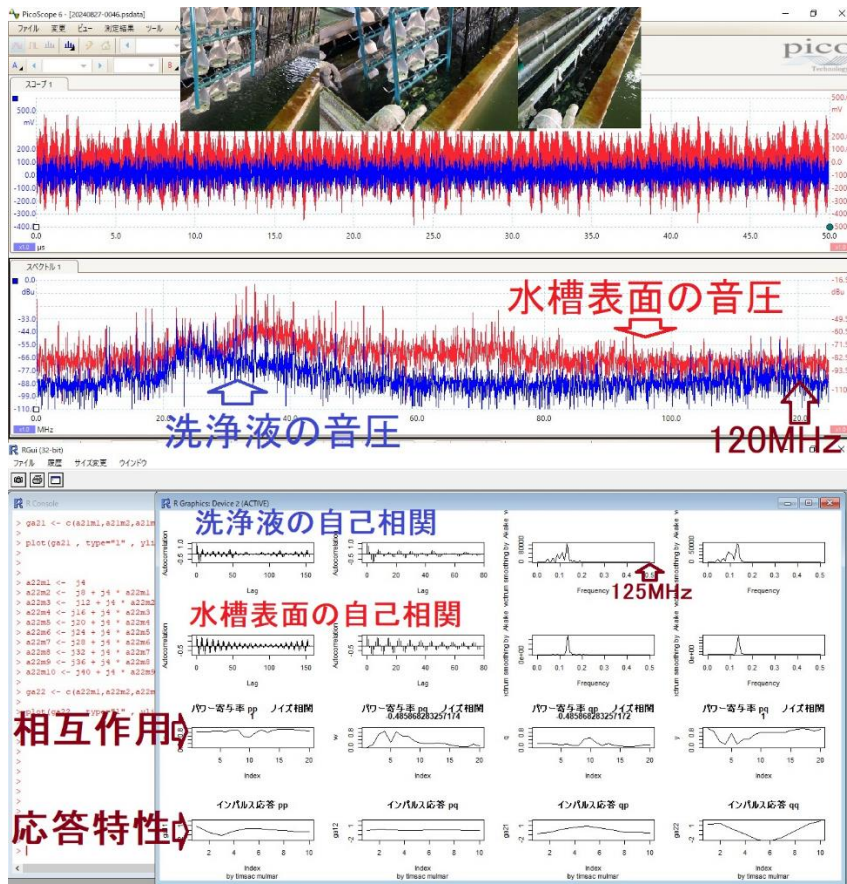
【本件に関するお問合せ先】 超音波システム研究所

メールアドレス info@ultrasonic-labo.com

ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>

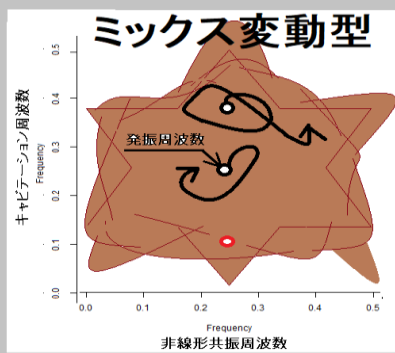
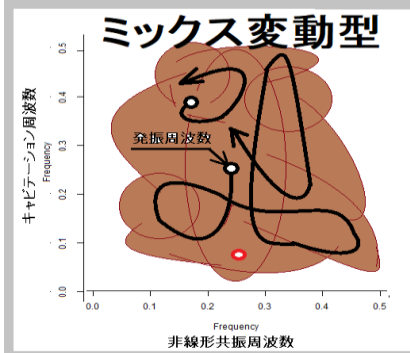
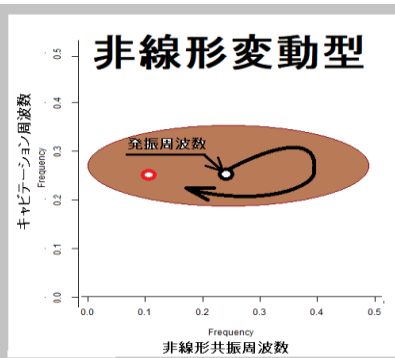
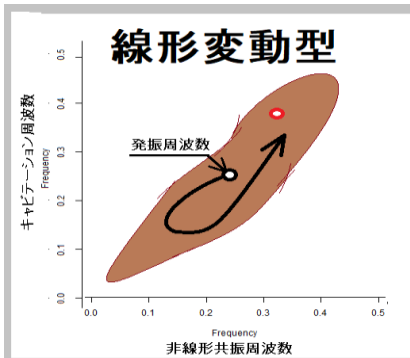


最も効果的な音響流制御タイミング (物の出し入れ)





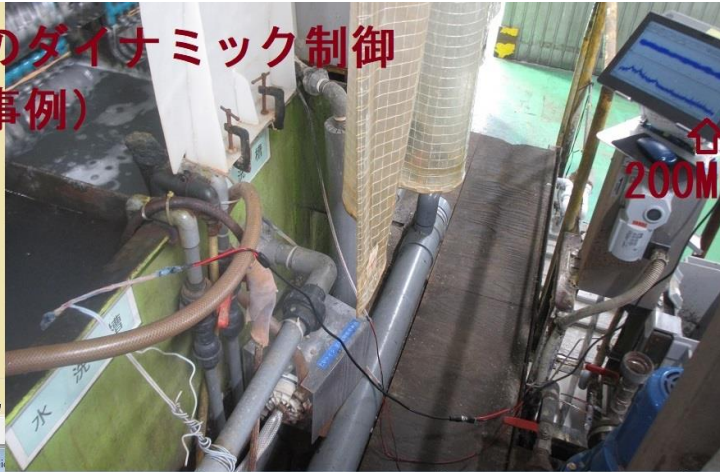
超音波発振システム



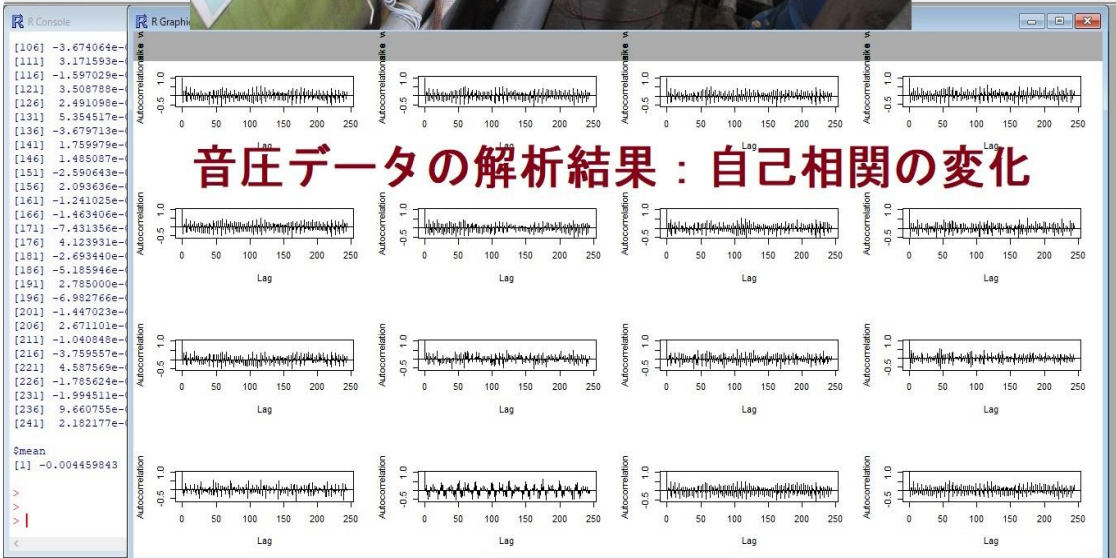
スイープ発振

 パルス発振

超音波のダイナミック制御 (最適事例)



200MHz



以上