

＜統計的な考え方＞を利用した超音波技術 ——R 言語・環境による超音波の音圧データ解析——

超音波システム研究所は、

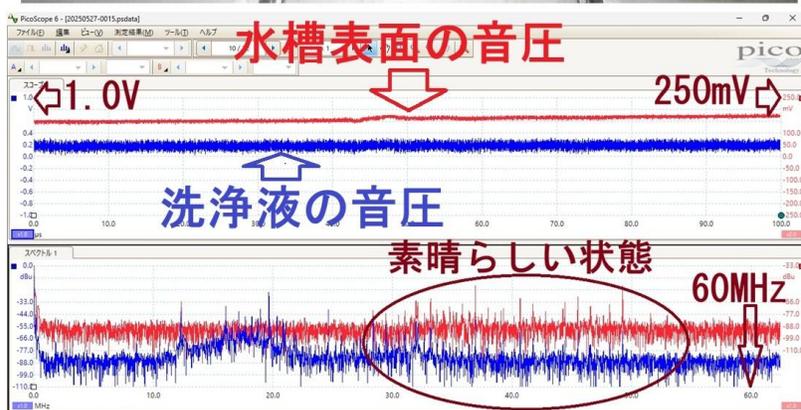
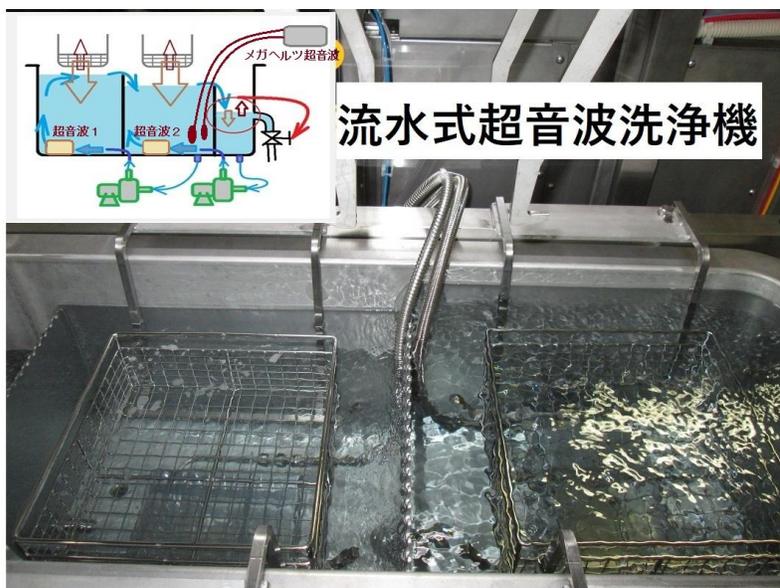
超音波利用に関して、＜統計的な考え方＞を利用した効果的な「測定・解析・評価方法」に関する技術を開発しています。

＜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

超音波の研究について

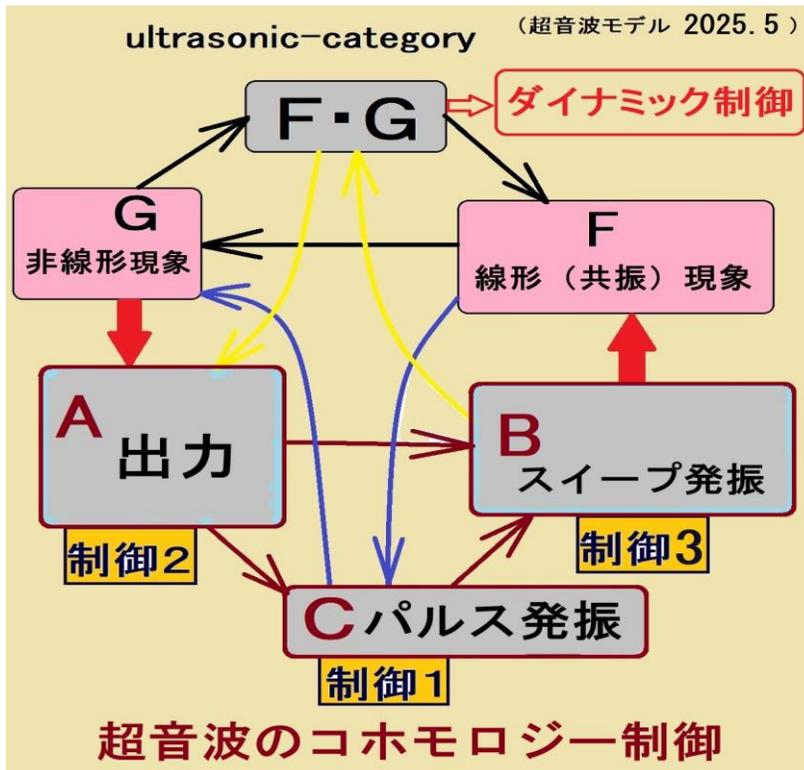
「キャビテーションの効果を安定させるには統計的な見方が不可欠」



<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度に“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を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) 生体のゆらぎとリズム コンピュータ解析入門

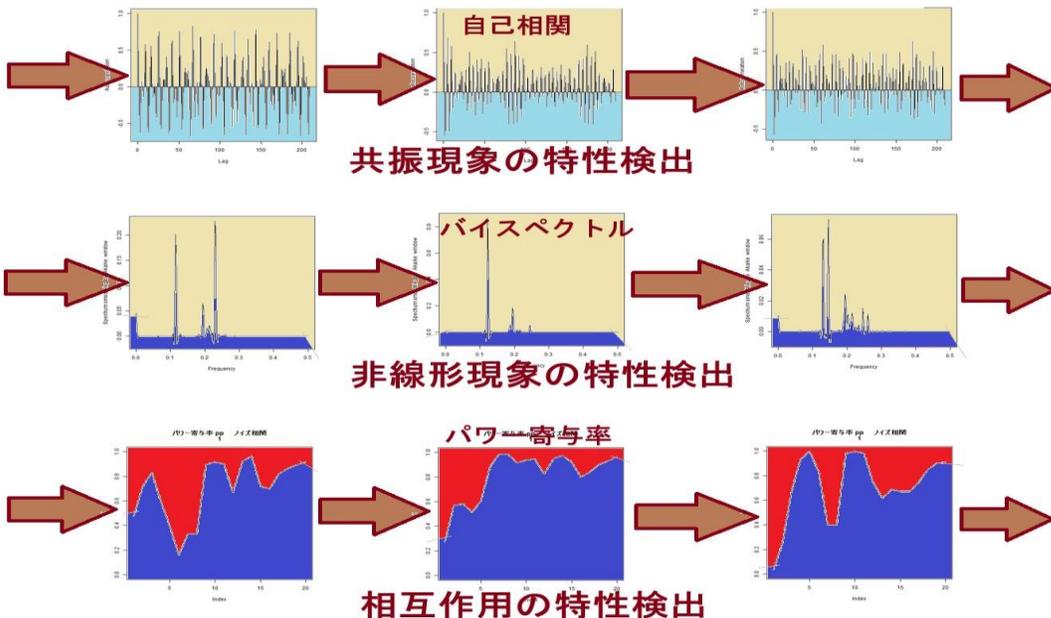
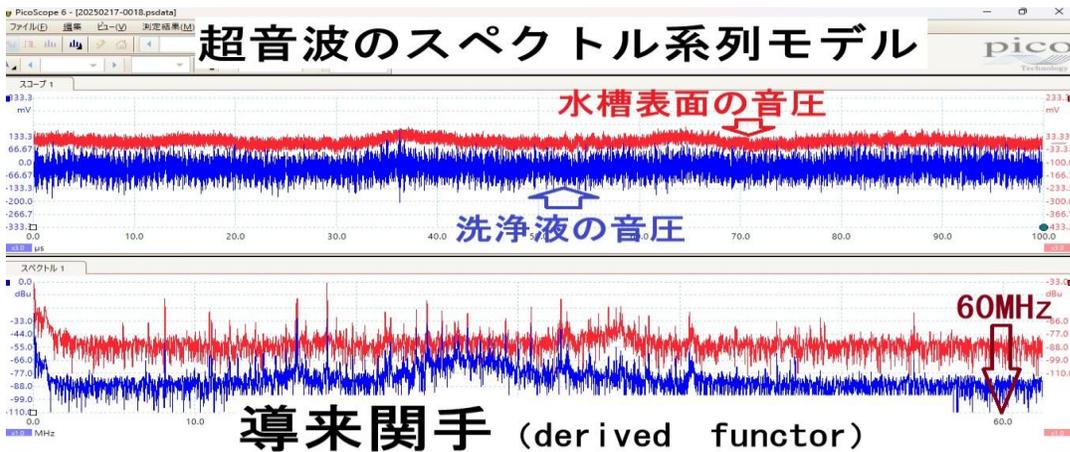
: 和田孝雄/著:講談社

ポイントは

表面弾性波の利用です、
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

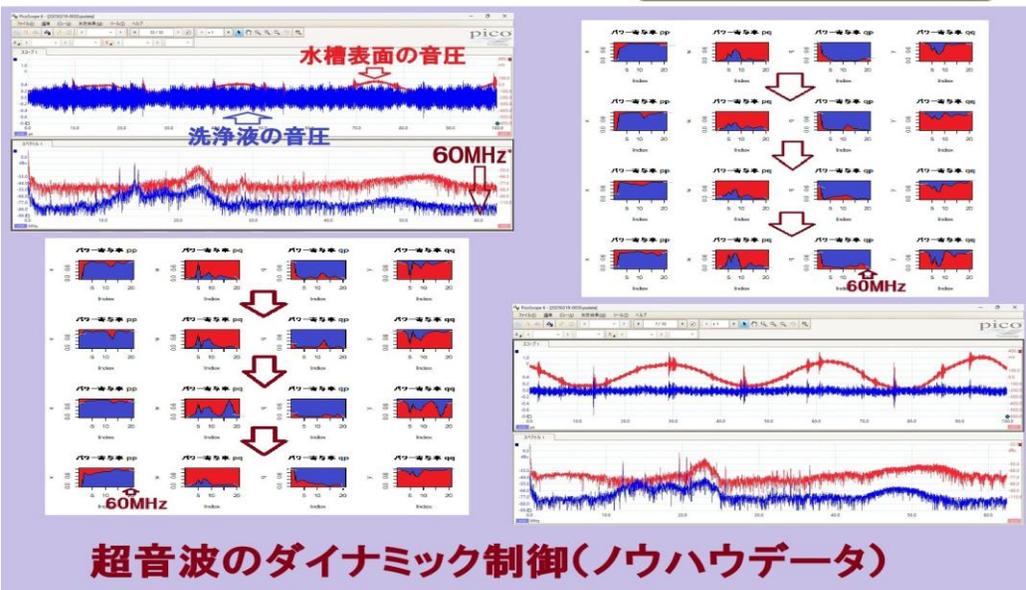
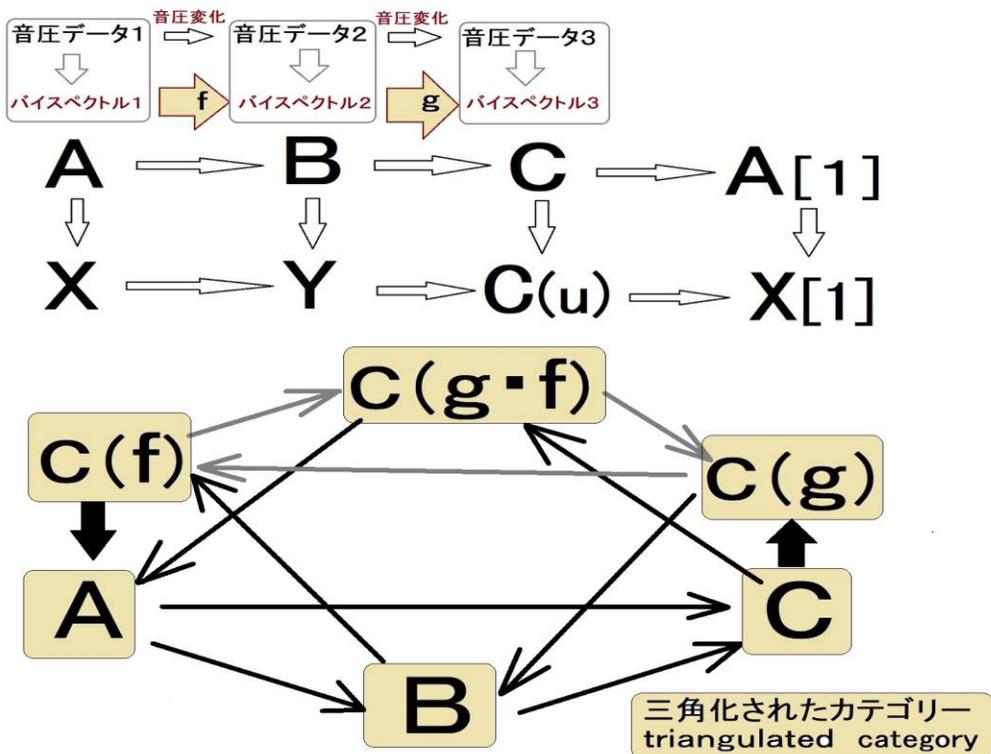


様々な分野への利用が可能になると考え
各種コンサルティングにおいて提案しています。

<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 >>

- 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・
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・
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・
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。

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(バースペクトルの変化)
- 3) 応答特性の検出(インパルス応答の解析)
- 4) 相互作用の検出(パワー寄与率の解析)

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

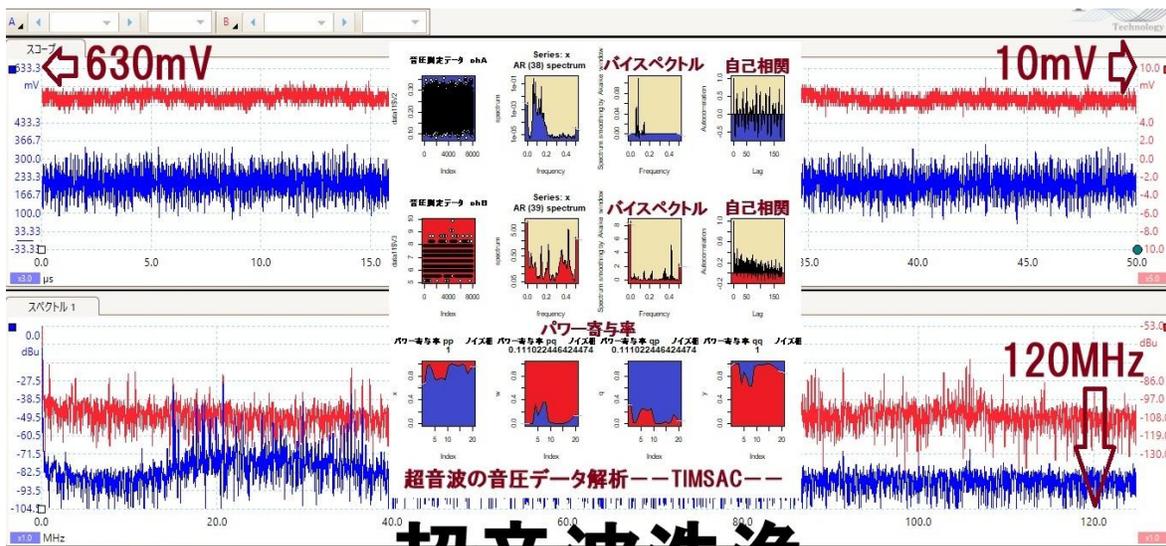
<https://cran.ism.ac.jp/>

autcor: 自己相関の解析関数

bispec: バー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



超音波洗浄

超音波発振システム（20MHz）の製造販売

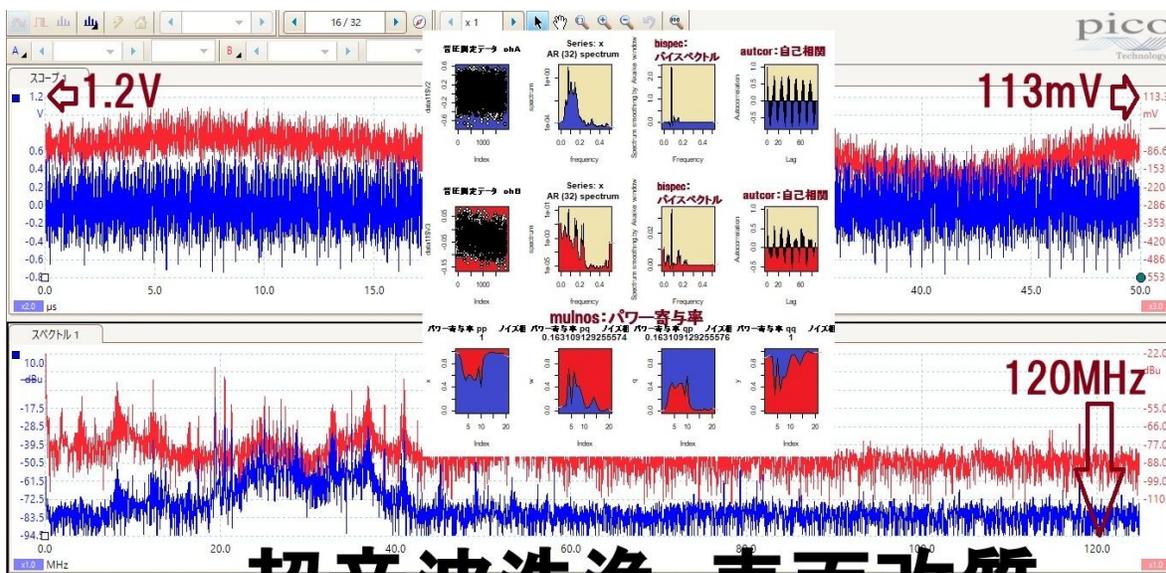
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1648>

超音波の非線形発振システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17379>

対象物の表面を伝搬する超音波技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15402>



超音波洗浄・表面改質

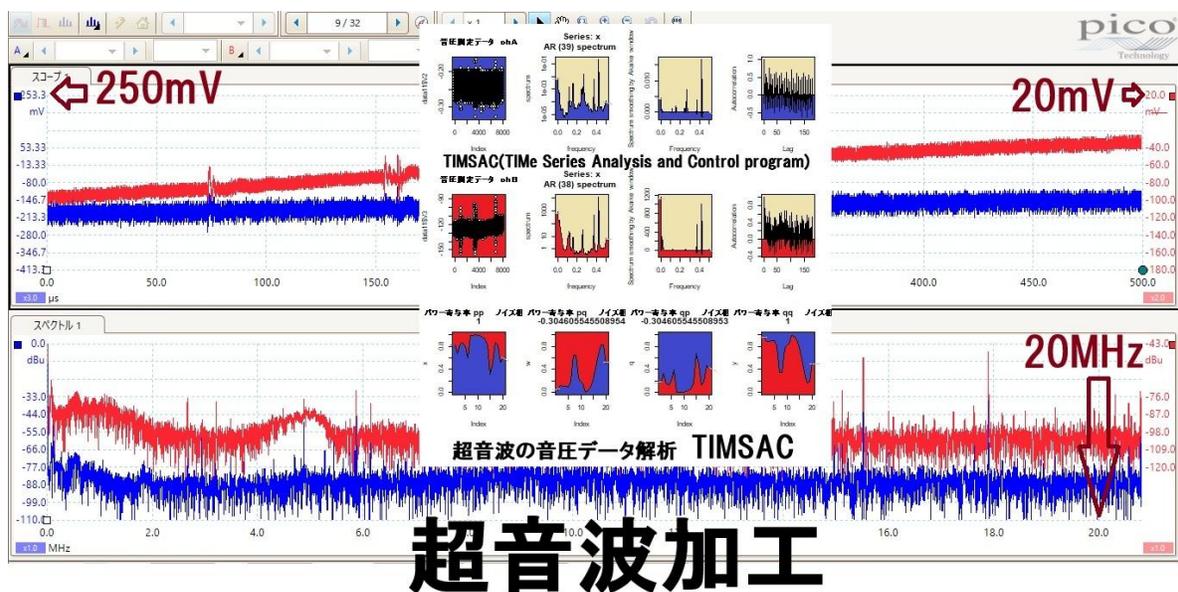
超音波技術（コンサルティング対応）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1401>

音圧測定解析に基づいた、超音波の発振制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=12572>

超音波の非線形振動現象をコントロールする発振制御システム
<http://ultrasonic-labo.com/?p=13908>

モノイド圏モデルを利用した超音波制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=9692>

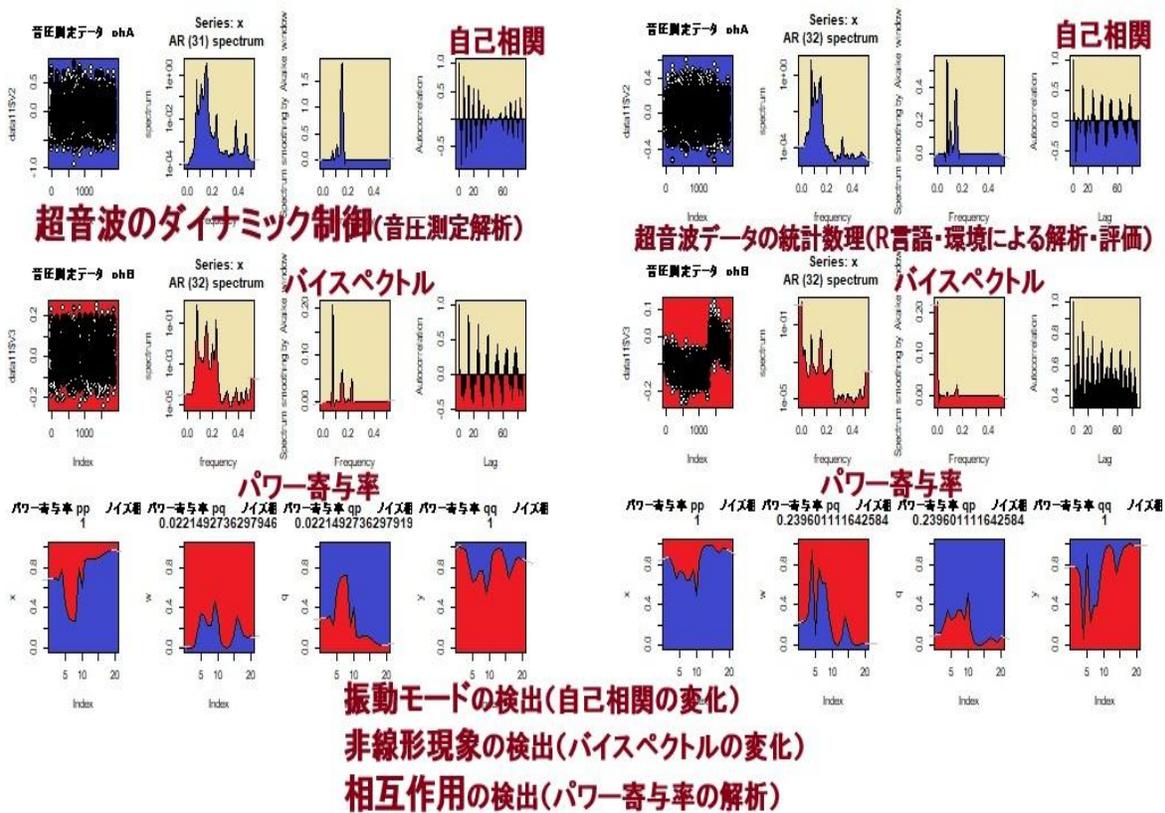
超音波加工・溶接技術（特開 2021-171909）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=3963>



超音波の代数モデルによる制御技術を開発
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1311>

通信の数学的理論を応用した超音波制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1350>

「音色」を考慮した「超音波発振制御」技術を開発
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1082>



A I C (情報量規準) を利用した超音波技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1074>

メガヘルツ超音波を利用した「振動技術」(振動モードの改善・調整)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3815>

2種類の異なる「超音波振動子」を同時に照射するシステム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2450>

オリジナル超音波システムの開発技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1546>

抽象数学における、スペクトル系列を利用した超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1716>

超音波の音圧測定・データ解析技術

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

超音波測定
(振動測定)

問題点

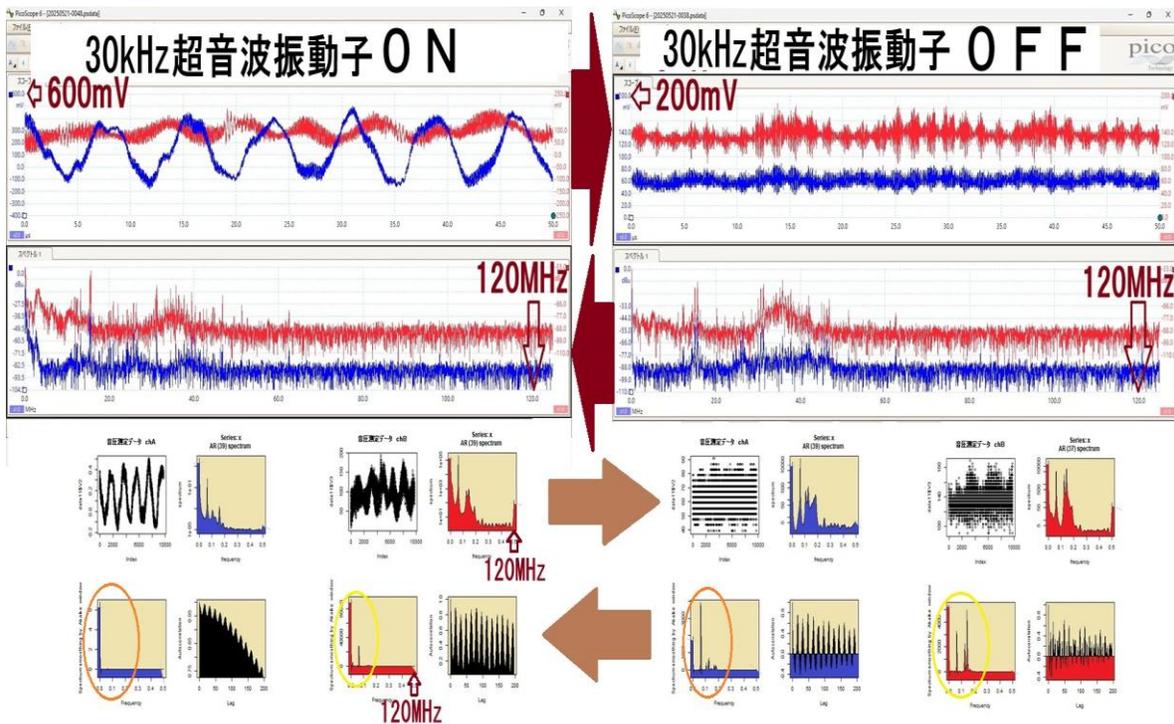
装置・機器の振動特性
測定用具の振動特性
環境による振動への影響
変化する振動現象

現実的な対応

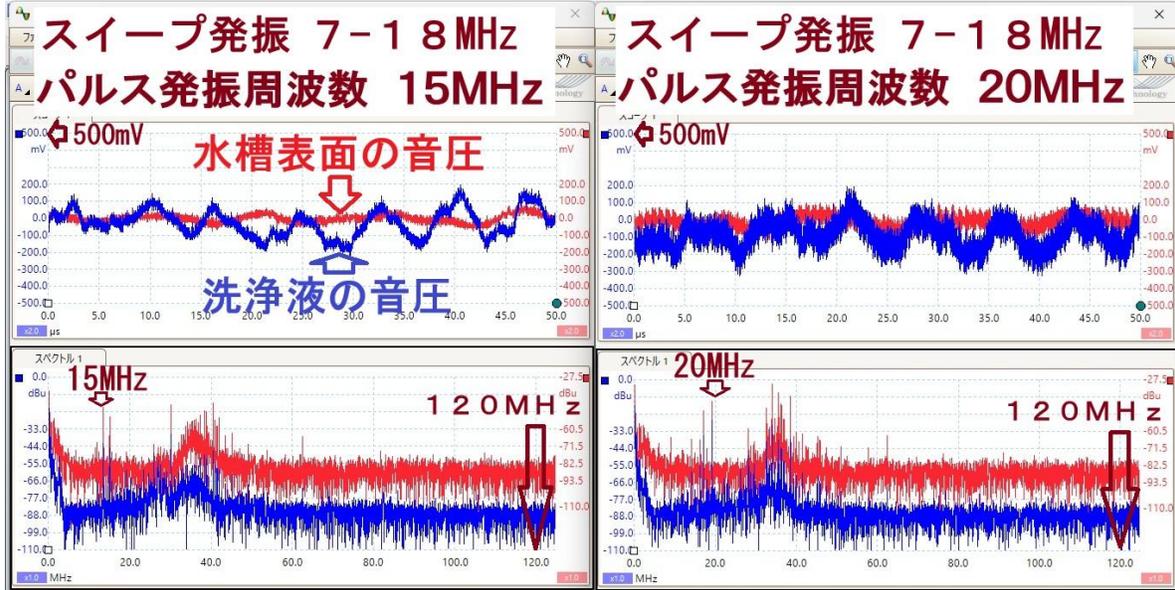
複数の測定(経験)から

振動状態を推測・把握する

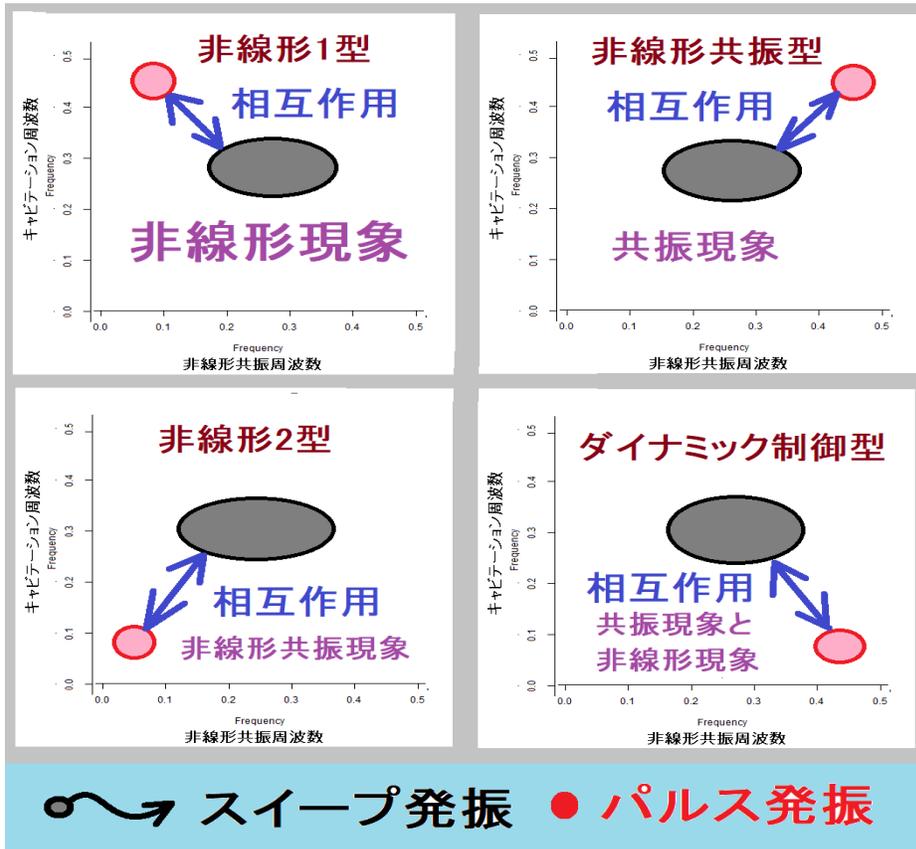
例 複数の超音波プローブによる繰り返し測定

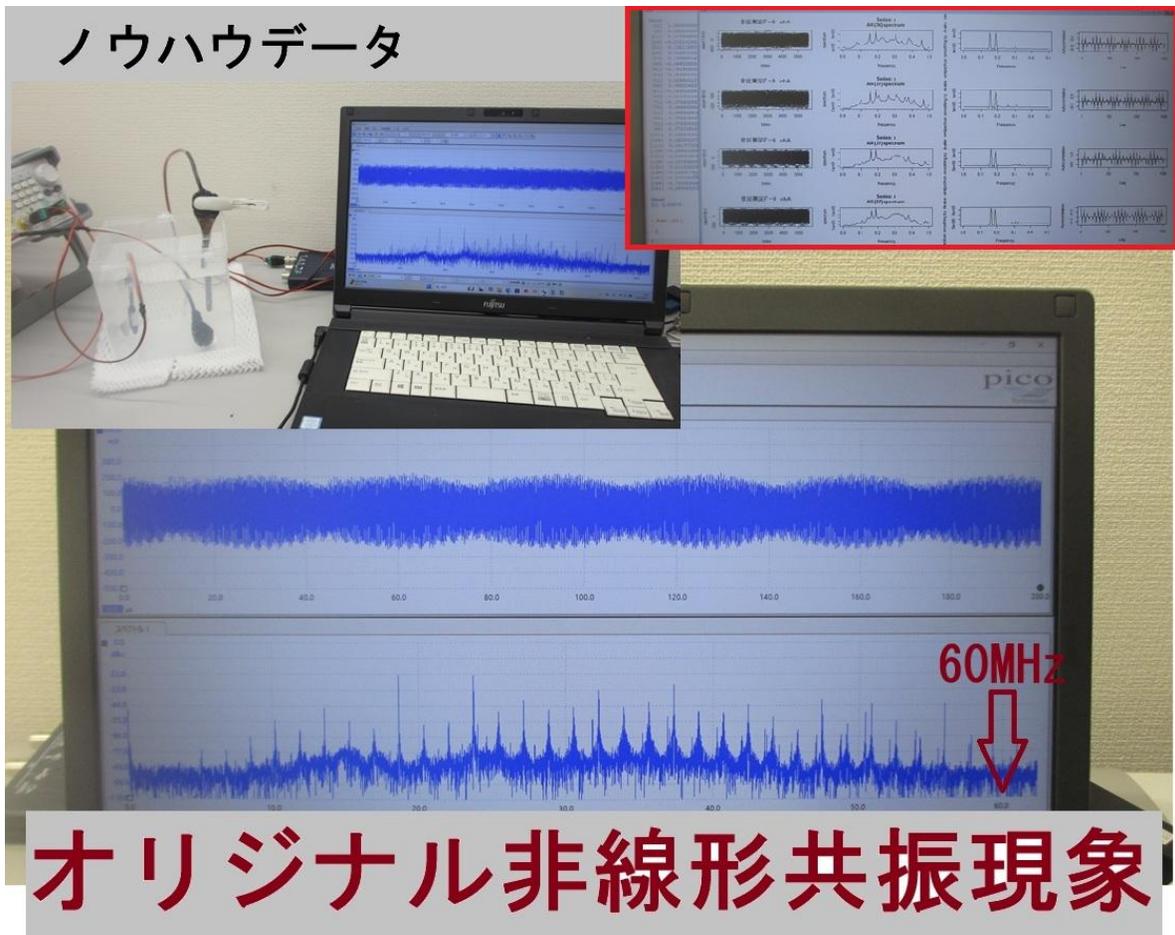
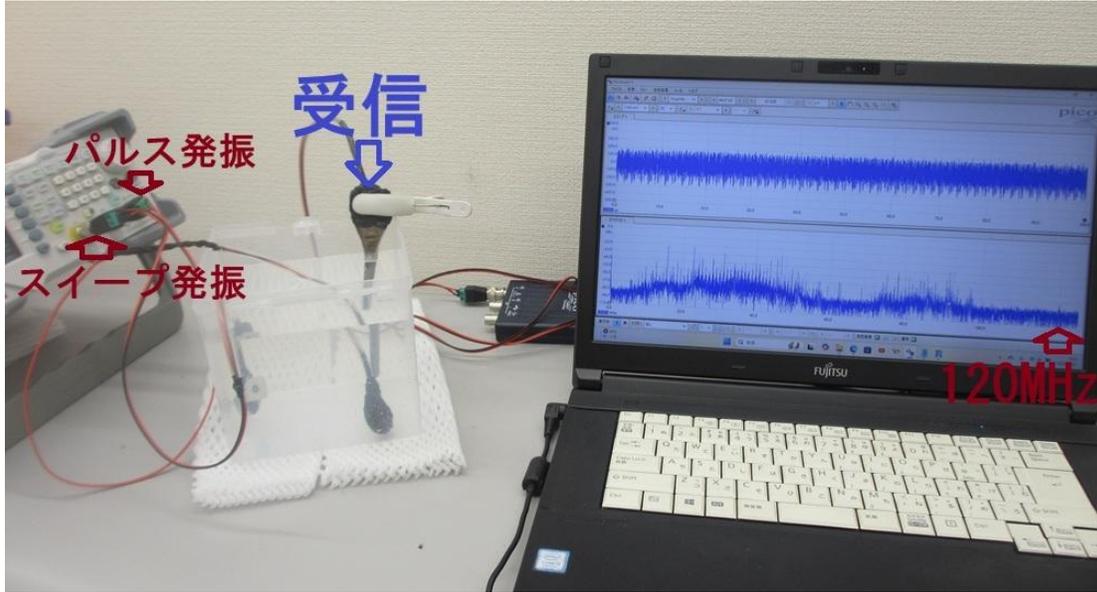


超音波のON・OFF制御技術



2種類の非線形共振型超音波発振制御プローブによる、
スweep発振、パルス発振





以上