

超音波の音圧解析結果から、応用技術を開発する

超音波の**非線形現象**を評価する技術

(超音波の非線形解析データから、新しい超音波利用を導く)

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（非線形現象の解析パラメータ）を開発しました。

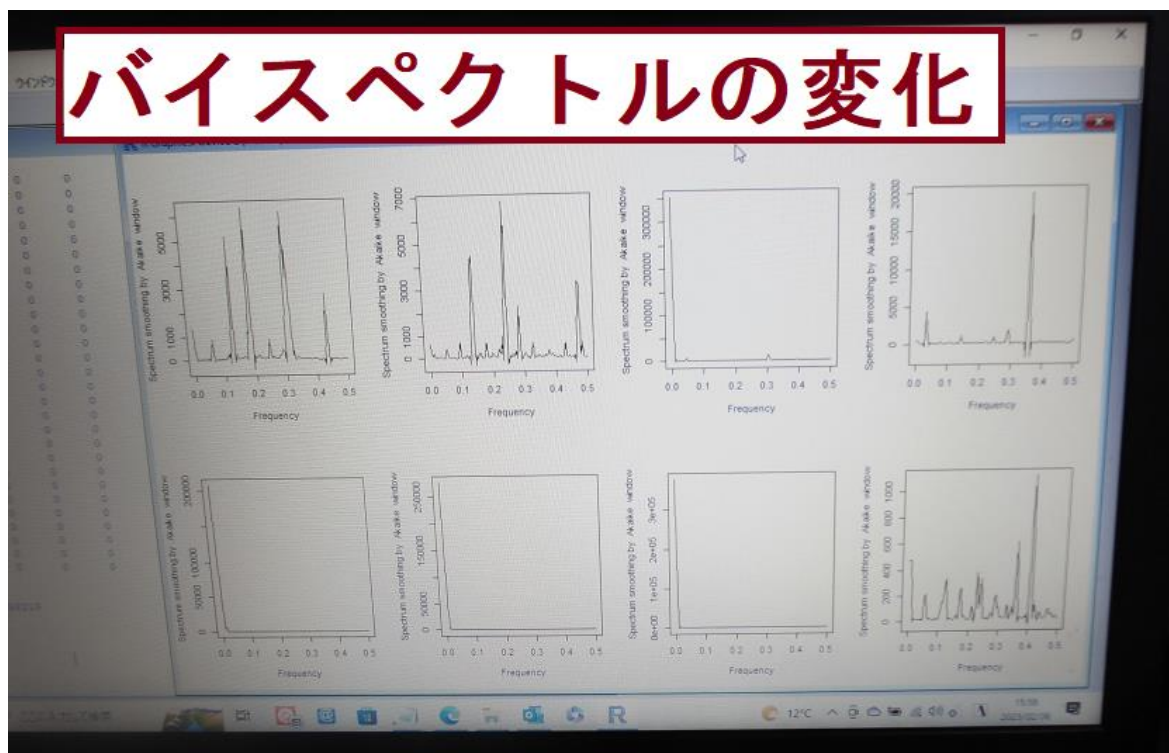
注：

非線形特性（高調波の発生特性）

応答特性

ゆらぎの特性

相互作用による影響



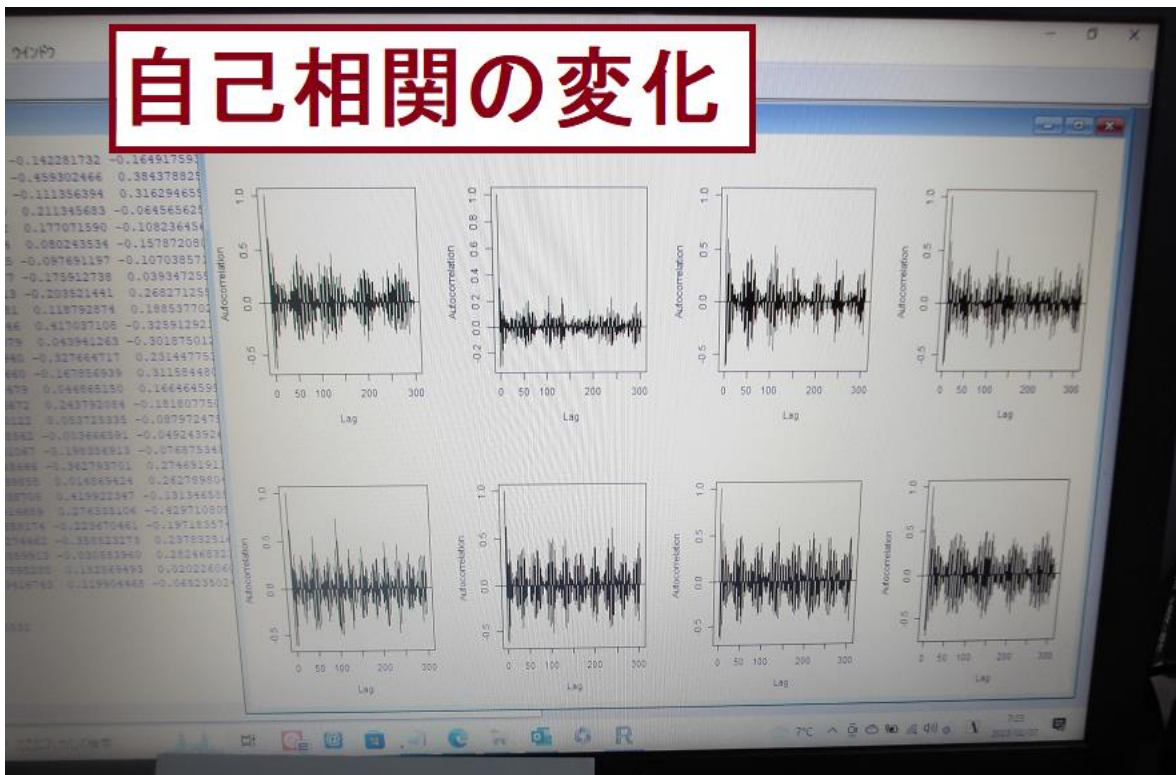
統計数理の考え方を参考に

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が大変有効である事例による
実績が増えています。

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

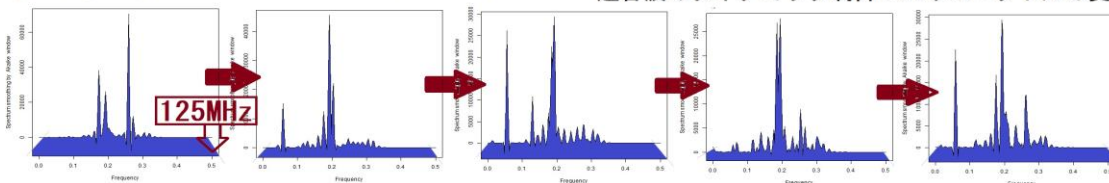
<< 超音波の音圧データ解析 >>

- 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・・・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。

線形変動型 <超音波伝搬特性（音響特性）の分類>

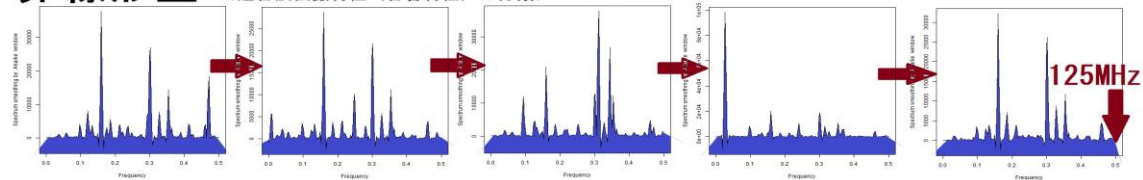
超音波のダイナミック制御：バイスペクトルの変化



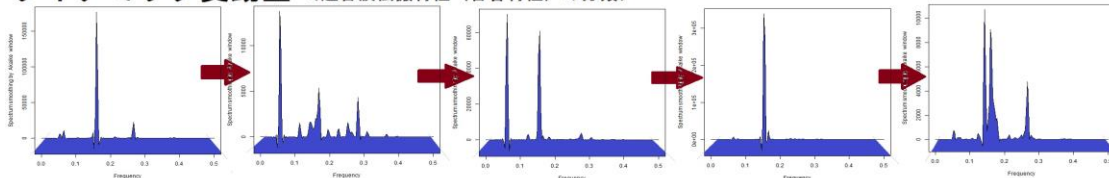
非線形型

<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>



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

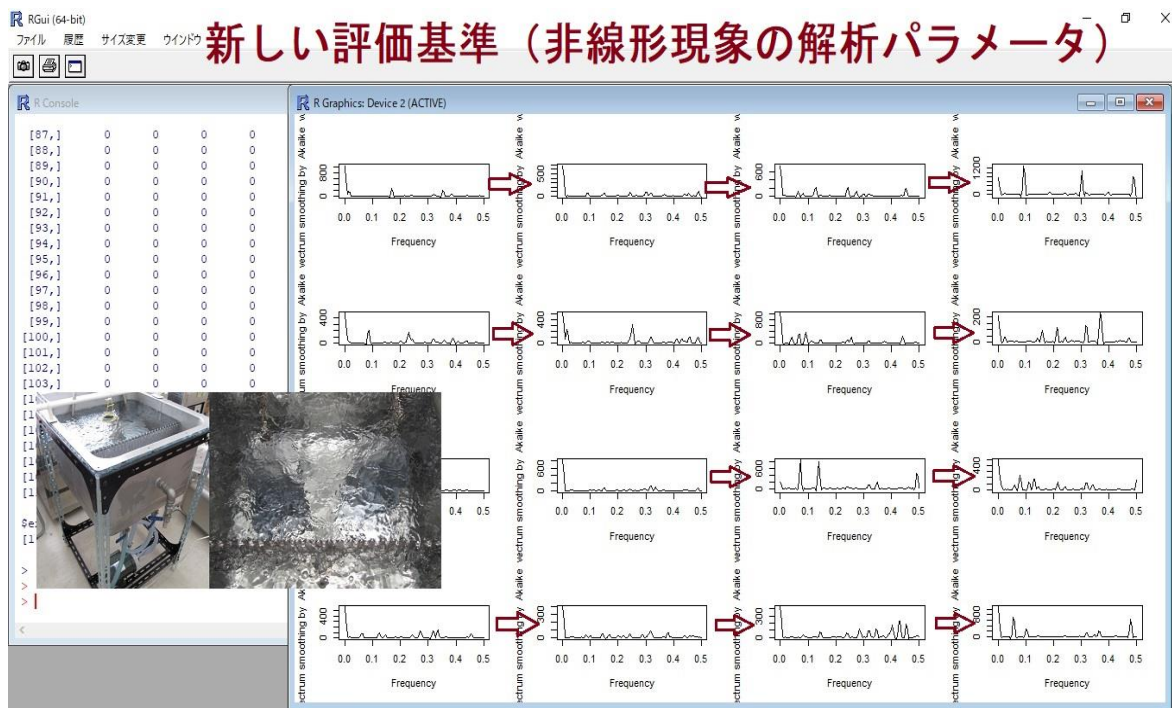
f_2 、 f_3 という周波数成分が存在すれば

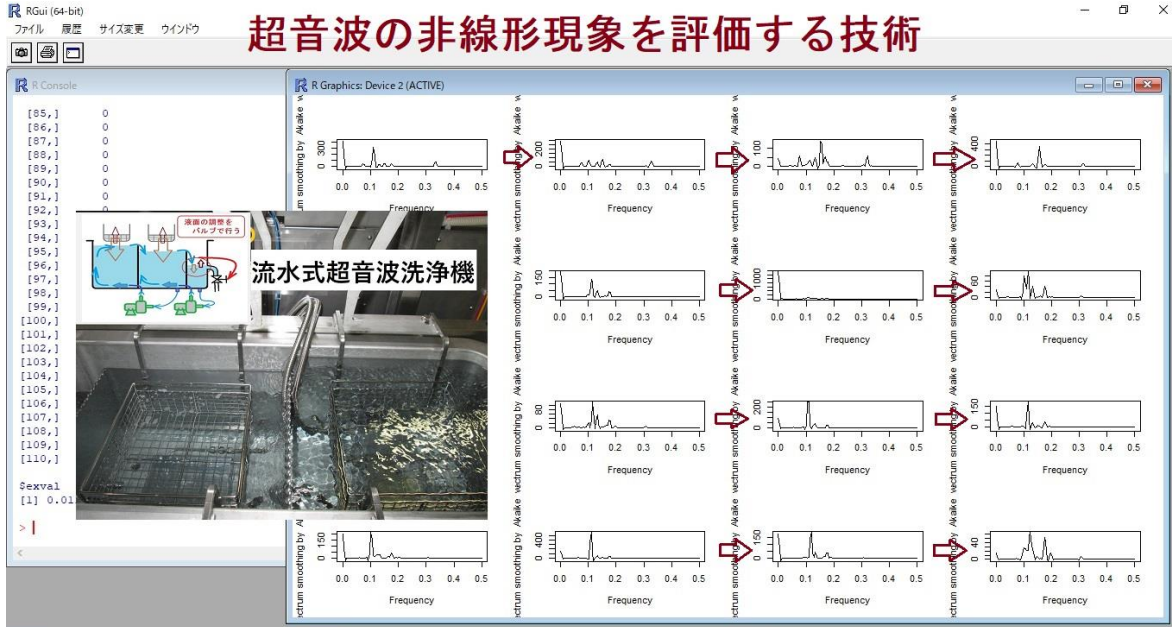
バイスペクトルは値をもつ。

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。





参考動画

バイスペクトルの変化を評価

<https://youtu.be/thl1CkdQnRk>

<https://youtu.be/Zqhk2mINac>

<https://youtu.be/zW9mLeS-fow>

<https://youtu.be/08n7w9Cg09o>

<https://youtu.be/KdQpxSch6JE>

<https://youtu.be/BrYxpYbhFAU>

<https://youtu.be/zTsGm4jhI4U>

<https://youtu.be/W8rtGAKqMDA>

<https://youtu.be/YczNvQeVDh4>

<https://youtu.be/NKrhZbDlqG0>

<https://youtu.be/eJ0s9ovmpHU>

<https://youtu.be/pa-hChEBmHO>

<https://youtu.be/pp5Z74TkcT4>

<https://youtu.be/VpHyHjiRIqs>

https://youtu.be/2MgsvXA_zro

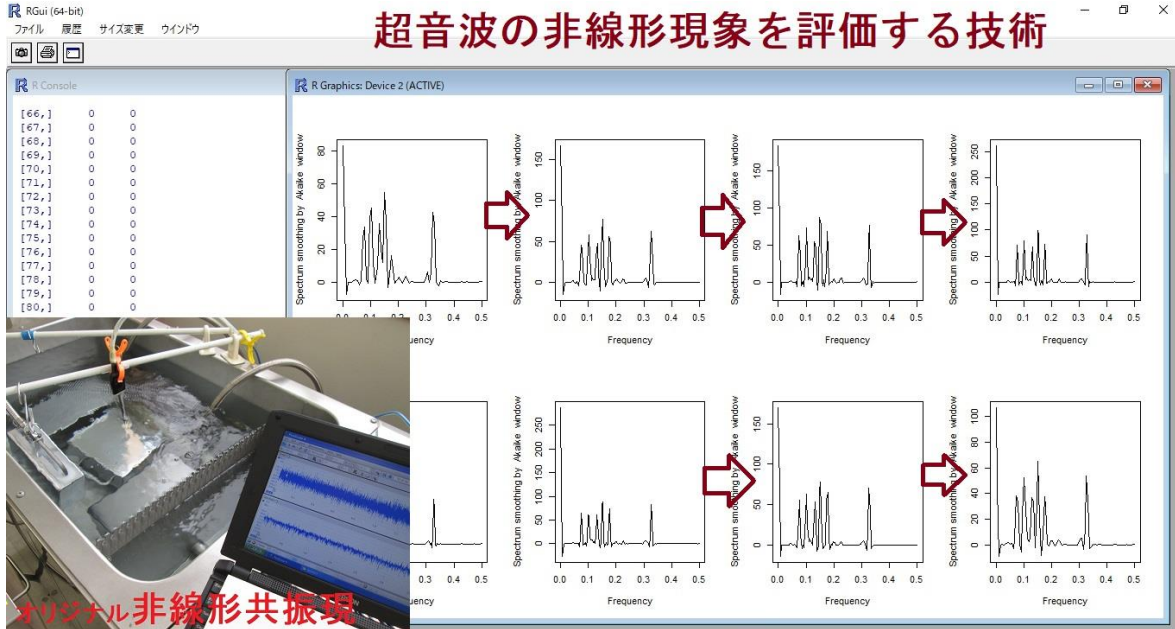
https://youtu.be/uY_cTT1jTM8

<https://youtu.be/KWAtv0cMIqc>

<https://youtu.be/LMrbjJNQqc>

<https://youtu.be/vW4irUkrvMg>

<https://youtu.be/X4mzmqkJIXI>



https://youtu.be/1yoC_aPgZys

https://youtu.be/Xy-iMW_H6Hc

<https://youtu.be/RPOF51Jf1MO>

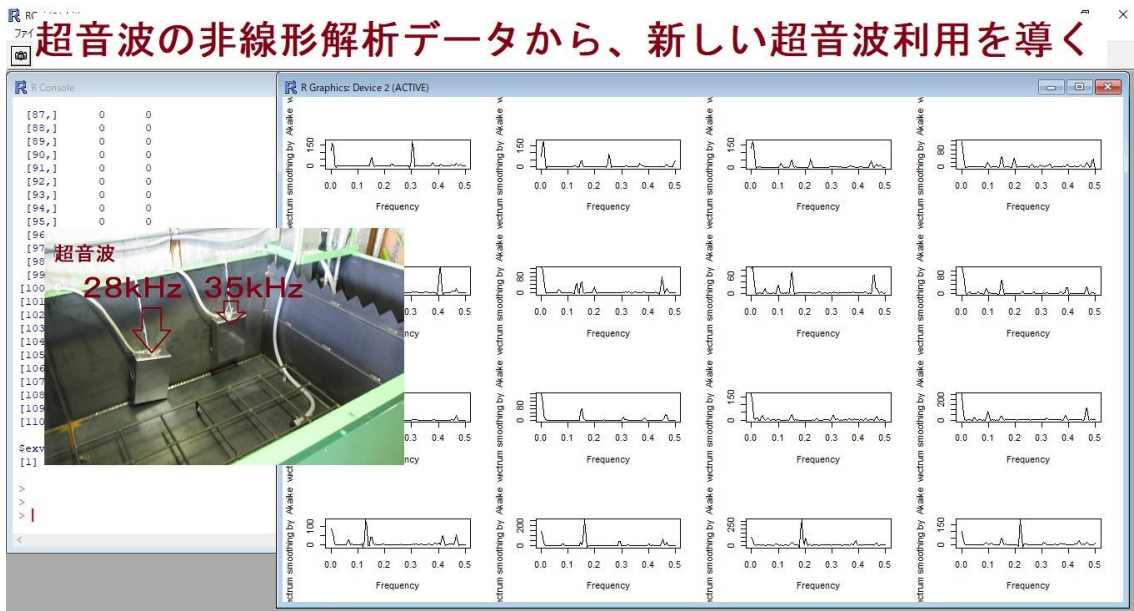
<https://youtu.be/-UsSaUmK1NY>

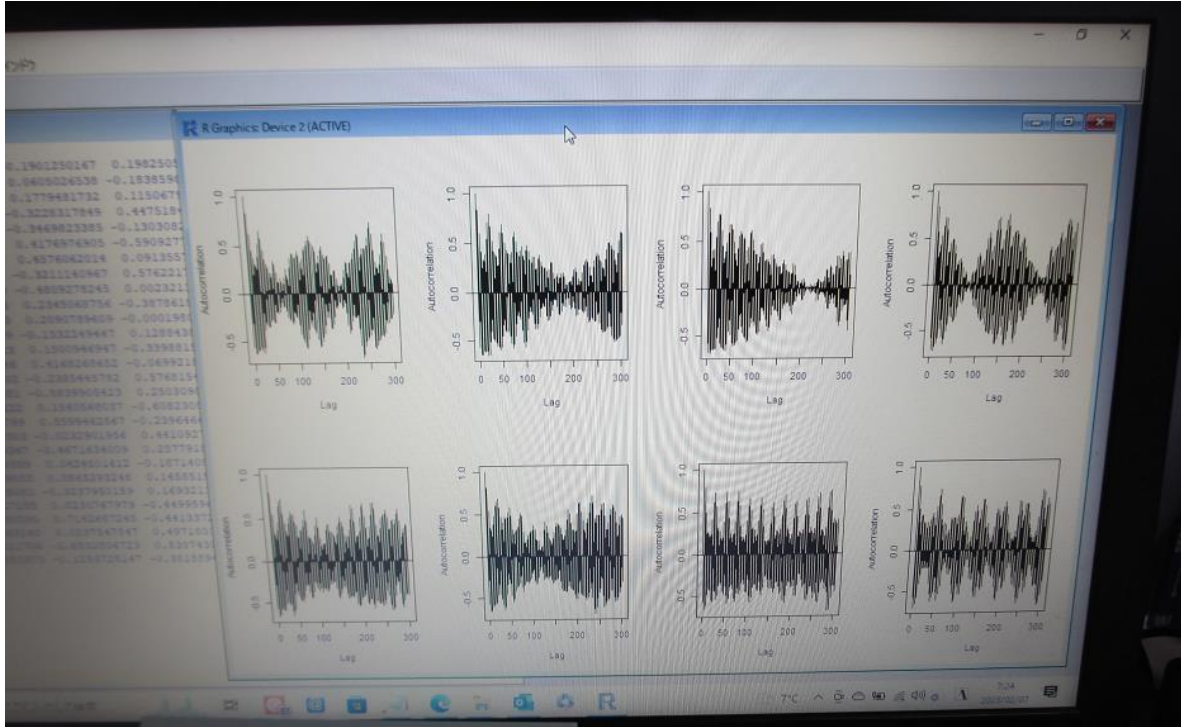
https://youtu.be/D8NMvBc_GyQ

<https://youtu.be/iXJpA1cvb-0>

<https://youtu.be/CEj1NFYkQ6M>

<https://youtu.be/YJ2Ef0rcfZU>





自己相関の変化を評価

<https://youtu.be/9icweXHyZlw>

<https://youtu.be/tbH4GmELBos>

<https://youtu.be/hHAYA1DHLWU>

https://youtu.be/kJk_dUkRYI8

<https://youtu.be/H8YRoJk3YIg>

<https://youtu.be/q7kl-UgrEm4>

https://youtu.be/awafQ_wk-xQ

https://youtu.be/Npz7Y_lb_0o

https://youtu.be/MQtNuz8_jss

<https://youtu.be/EjsHmAoyDPM>

<https://youtu.be/IMSeqqgfZFA>

<https://youtu.be/mzoKcm1Lo1s>

<https://youtu.be/I7M4L50SGqY>

<https://youtu.be/TDXcvWkdDVs>

https://youtu.be/oCb1yMr_jg-Q

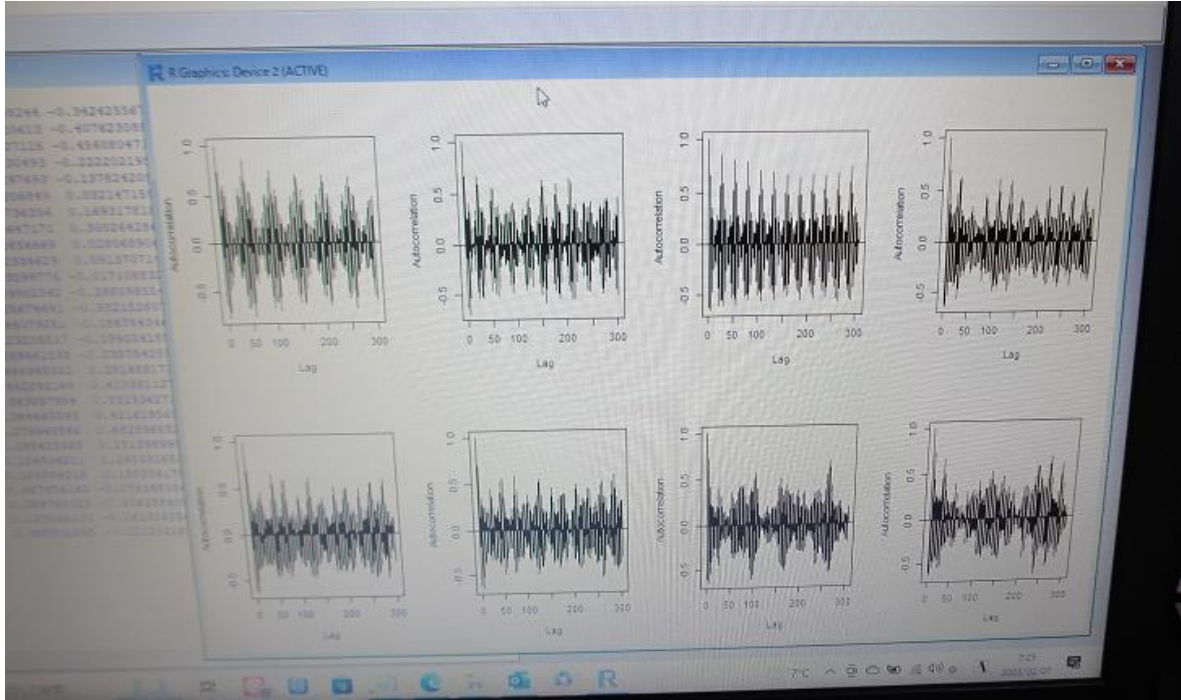
<https://youtu.be/8YFYTSRFLGc>

<https://youtu.be/B3rSVnNZk5w>

<https://youtu.be/8N5fB1ifkx0>

<https://youtu.be/3Dh-fMdsRQE>

https://youtu.be/HdASr1P_jyww



<https://youtu.be/vihwKSRx97k>

<https://youtu.be/iB2euBvgXBI>

<https://youtu.be/j-nppSyHNjs>

<https://youtu.be/p0RoB0r9BI4>

<https://youtu.be/q6WJzvFAIia>

<https://youtu.be/rGataPj0jgE>

<https://youtu.be/Zm6k12z07eI>

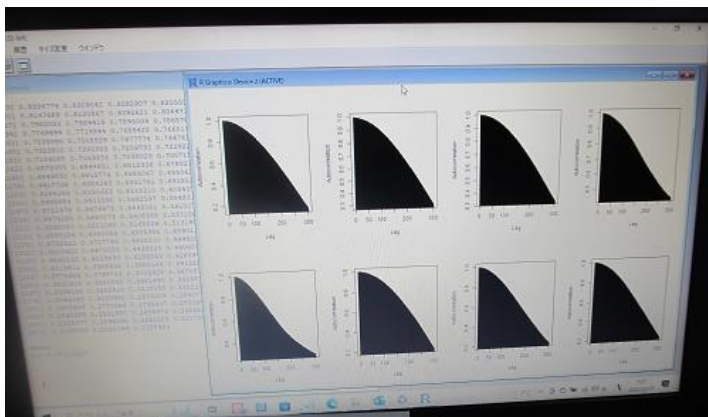
https://youtu.be/7_IS-RVPYtw

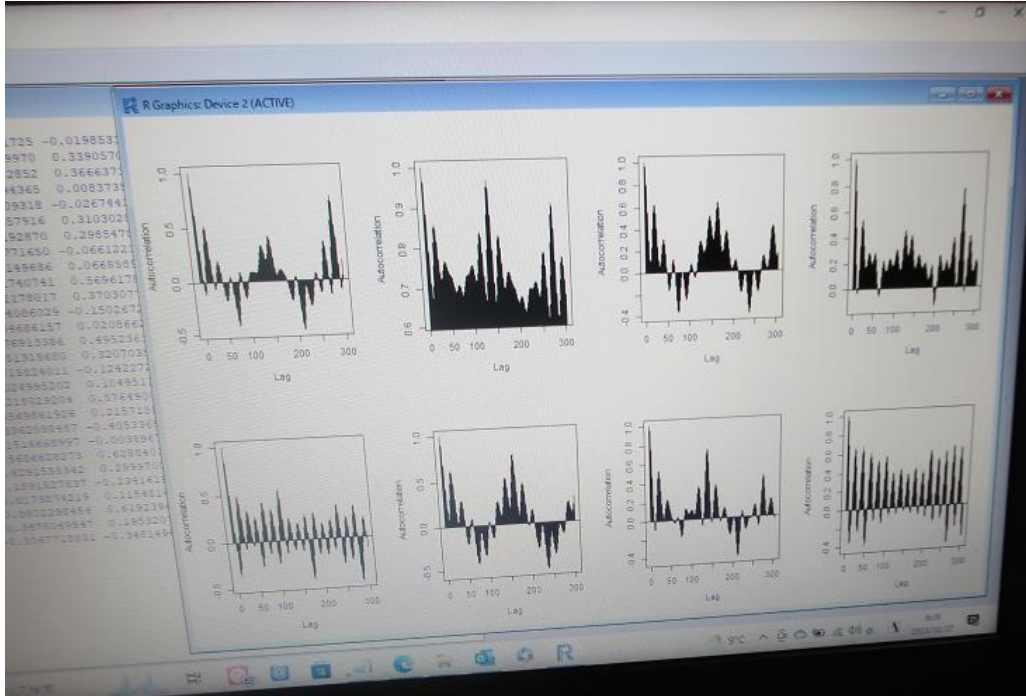
<https://youtu.be/GOBGaHWamQk>

https://youtu.be/awafQ_wk-xQ

https://youtu.be/Npz7Y_Ib_0o

<https://youtu.be/8N5fB1ifkx0>





<https://youtu.be/3Dh-fMdsRQE>

<https://youtu.be/EjsHmAoyDPM>

<https://youtu.be/xcwh-AcrM1A>

<https://youtu.be/X3vWvOf6VR8>

<https://youtu.be/PSc9W1i iLDA>

<https://youtu.be/ENgy-GqAE1w>

<https://youtu.be/mfmSWQ-vyho>

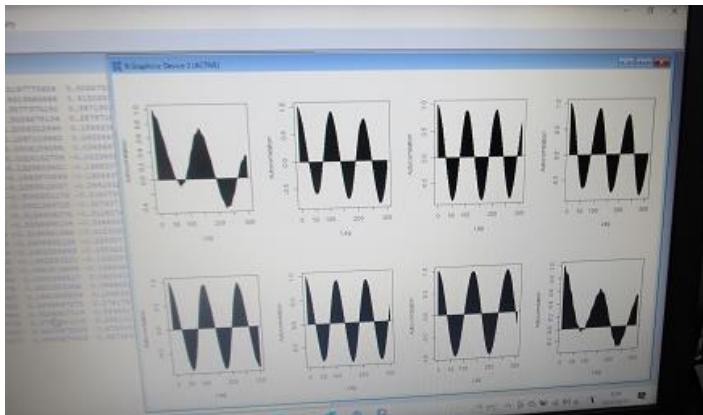
<https://youtu.be/WB4E2xfpZo8>

<https://youtu.be/1boJBTOYfio>

<https://youtu.be/BCTxGNNJ6Y8>

<https://youtu.be/yMqfk9yWDQA>

<https://youtu.be/m0-48aMnnIU>



<<超音波システム>>

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）

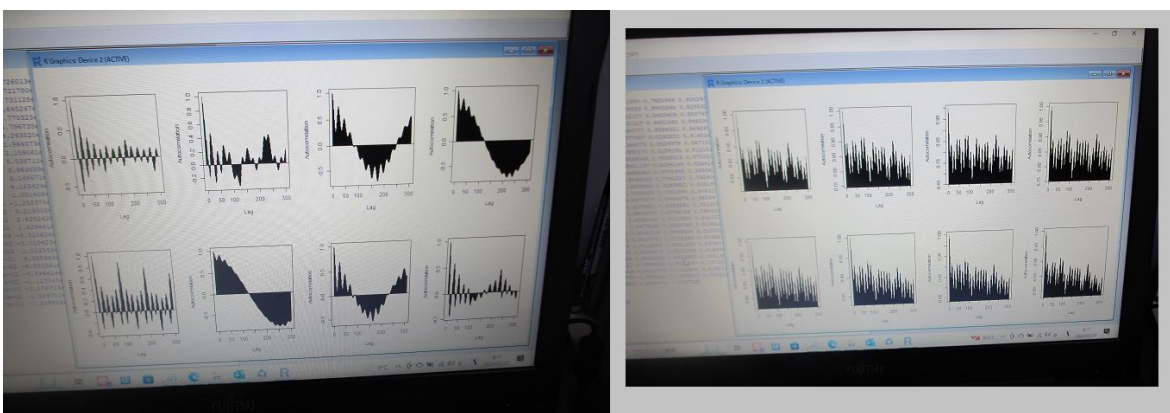
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17972>

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>

統計的な考え方を利用した超音波

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



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>

音圧測定解析に基づいた、超音波システムの開発技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15767>

超音波測定解析の推奨システム

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

スイープ発振の組み合わせによる超音波制御技術

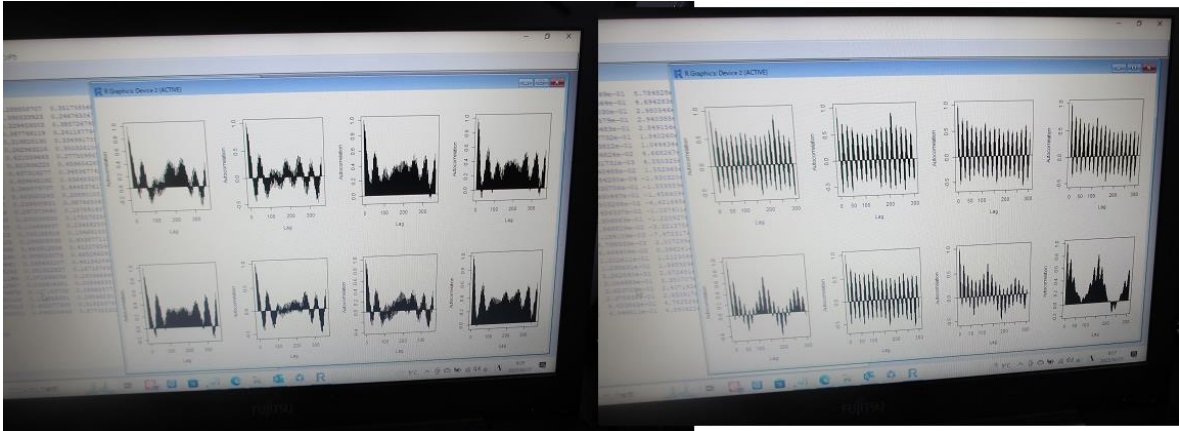
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1685>

超音波発振・計測・解析システム（超音波テスター）

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

超音波の音圧測定解析データを公開

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



超音波の非線形振動

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

超音波<測定・解析>システム

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1000>

超音波プローブの発振制御による振動評価技術

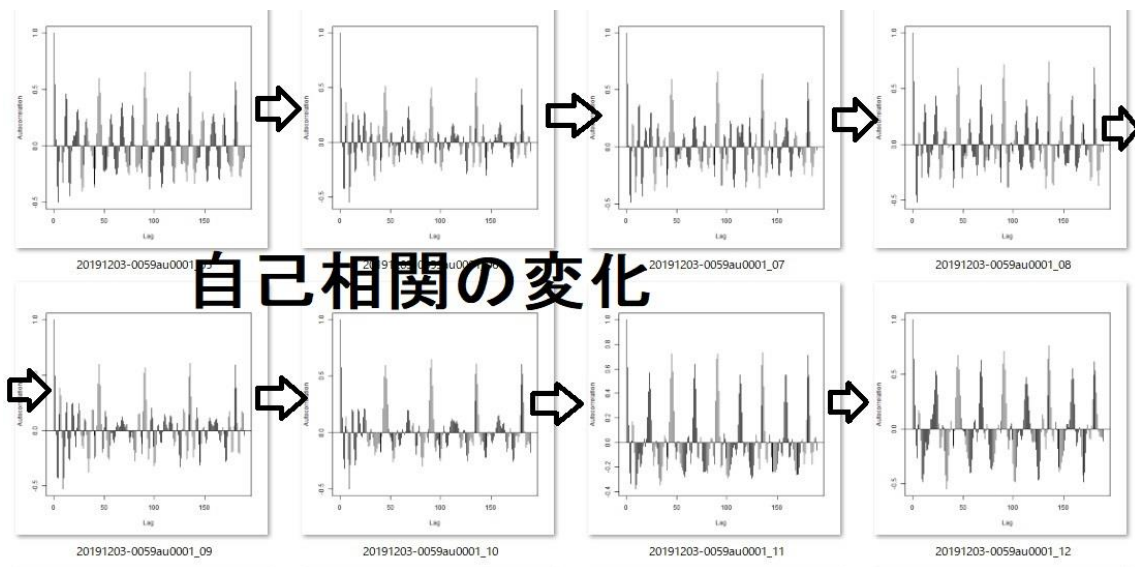
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15285>

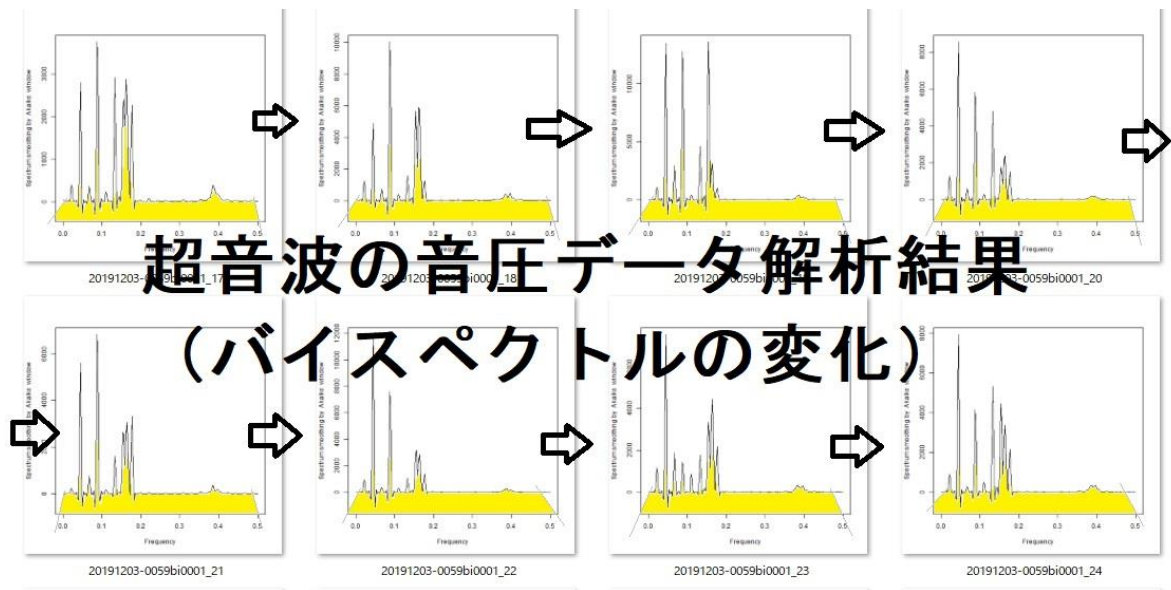
超音波プローブ（発振型、測定型、共振型、非線形型）の製造技術

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

超音波制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16309>





超音波の音圧データ解析結果 (バイスペクトルの変化)

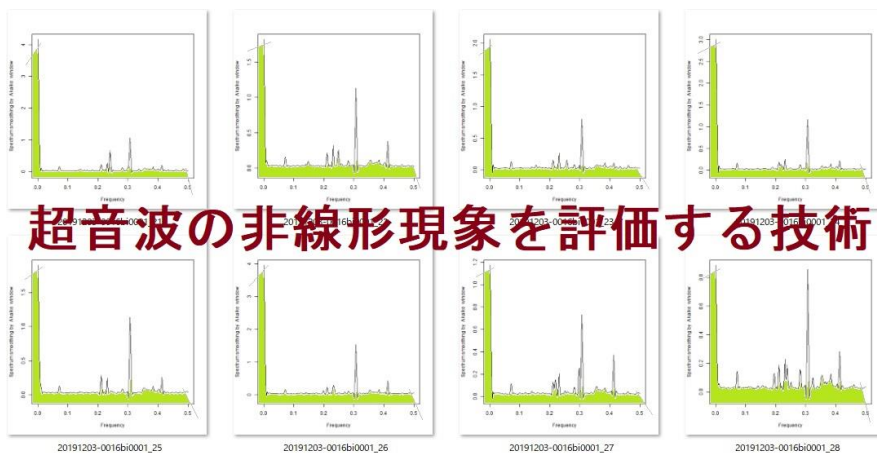
メガヘルツの超音波発振制御プローブ
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14570>

メガヘルツの超音波を利用する超音波システム技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14350>

超音波発振システム（20MHz）の製造販売
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1648>

超音波発振システム（1MHz、20MHz）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

200MHz以上の超音波伝搬現象による表面改質処理
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2433>



超音波の非線形現象を評価する技術

超音波伝搬現象の分類

2023. 2. 10 超音波システム研究所

超音波システム研究所は、超音波の音圧測定データをハイスpekトル解析することで、超音波振動が伝播する現象に関する分類方法を開発しました。

音圧データの解析結果 ハイスpekトル

1: キャピテーション主体型 2: 音響流主体型

3: ミックス型 4: 変動型

超音波(キャピテーション・音響流)の分類

この分類方法は、超音波の伝播状態に関する、主要となる周波数(ハイスpekトル)のダイナミック特性(非線形現象の変化)により、線形(共振現象)と、非線形(空 cavitation の発生現象)状態を推定し、以下のような、4つのタイプに分類しています。

1: 線形型 2: 非線形型 3: ミックス型 4: 変動型

超音波の伝搬特性テスト

オリジナル超音波プローブのダイナミック特性を評価する技術
超音波の伝搬特性(非線形特性、応答特性、ゆらぎの特性、相互作用)

2023. 2. 10 超音波システム研究所

超音波プローブの伝搬特性テスト

超音波システム研究所は、超音波伝搬現象の分類に基づいた、500Hzから100MHzの超音波伝播状態を制御可能にする超音波プローブの製造技術(超音波の伝搬特性テスト)を開発しました。

目的に合わせた、オリジナル超音波発振制御プローブを製造開発が可能です。

参考

超音波システム研究所は、
超音波資料を、BtoB データベースサイト
「イプロス」からダウンロードできるように公開しています。

超音波伝搬現象の分類

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/691522>

超音波の伝搬特性テスト

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/691289>

超音波システム(音圧測定解析、発振制御)一仕様書一

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/691268>

配管の保守・メンテナンスへの超音波利用技術

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/691237>

叩いて(低周波刺激で)超音波を制御する

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/691022>

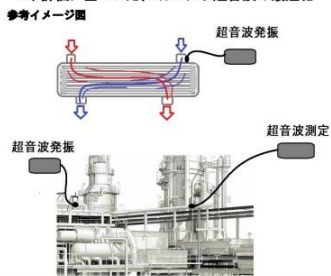
超音波の伝搬現象について - N o 2

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/690989>



配管の保守・メンテナンスへの超音波利用技術
2023.2.9 超音波システム研究所

- <配管保守・メンテナンスへの超音波利用技術>**
 配管内部に堆積物が生じる現象の対策
 配管内部を流れる流体の流動性改善
 配管内部を流れる流体の均一化処理
 配管の金属疲労強度の向上(残留応力の緩和)
 ...
 メガヘルツの超音波発振制御技術を応用
 1) 配管の振動状態を測定・解析
 2) 計測に基づいた超音波発振制御
 3) 超音波計測により、内部流体の状態を評価
 4) 評価に基づいた、メガヘルツ超音波の最適化



超音波技術 (R 言語) — 超音波の音圧測定データ解析手順 —

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/690806>

超音波テスター (SSP) 解析ガイド

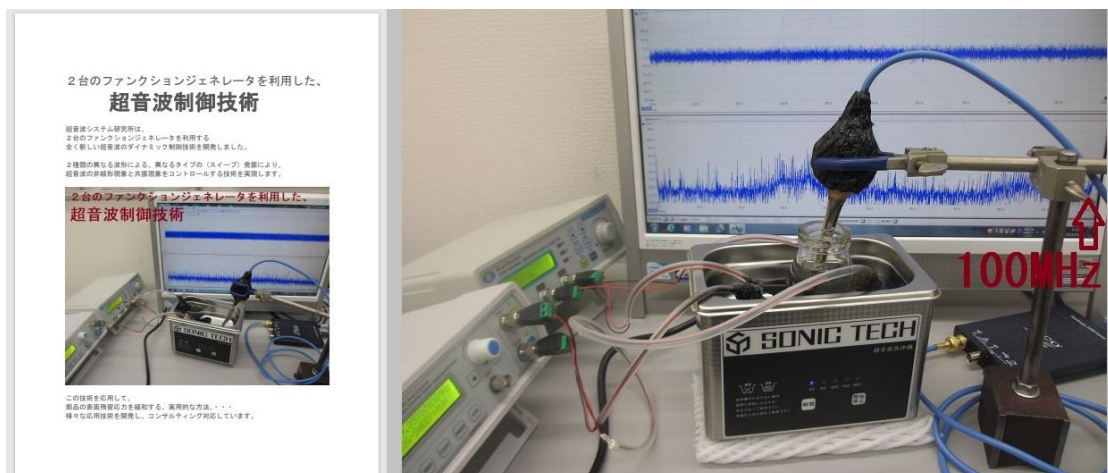
<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/690592>

超音波洗浄機 (脱気ファインバブル発生液循環システム)

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/689846>

【本件に関するお問合せ先】 超音波システム研究所

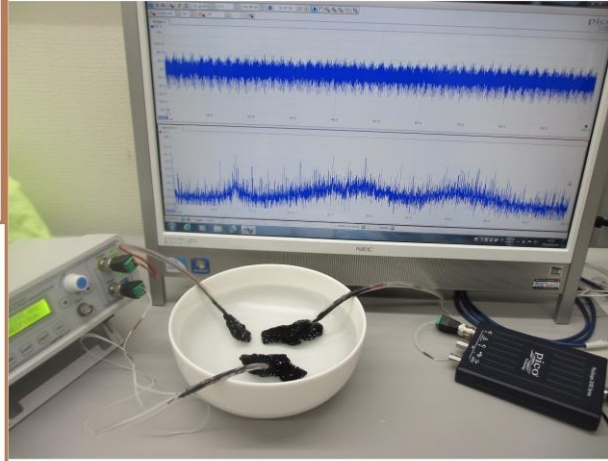
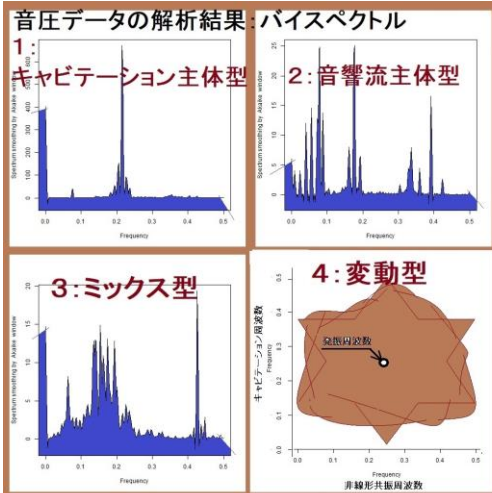
メールアドレス info@ultrasonic-labo.com



2台のファンクションジェネレータを利用した、超音波制御技術

<https://my.ipros.jp/client/2027025/publicinfo/catalog/create/691537>

参考：超音波技術開発に関する西田幾多郎モデル



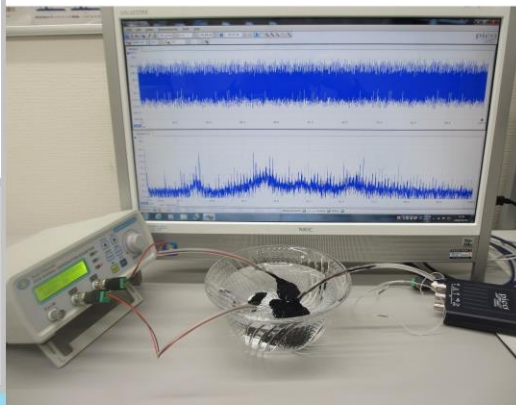
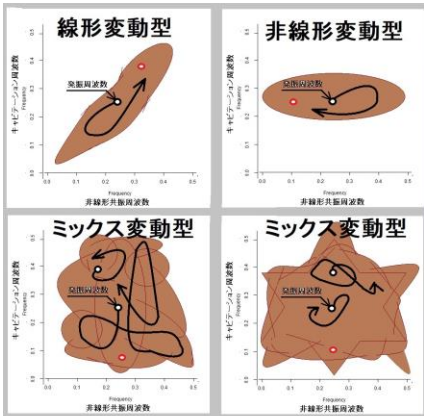
超音波(キャビテーション・音響流)の分類

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



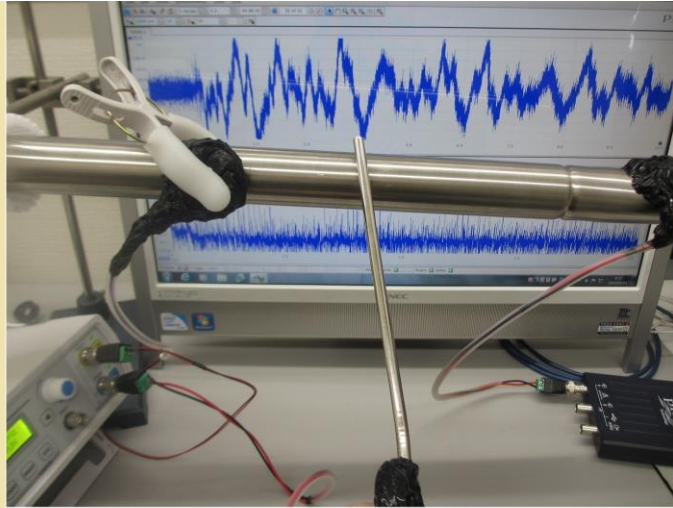
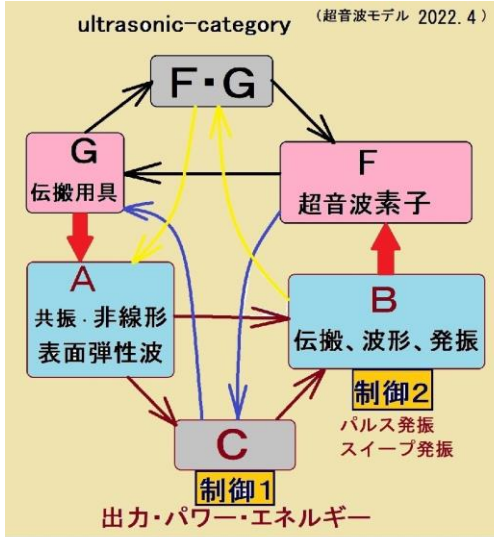
スweep発振 ○パルス発振

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



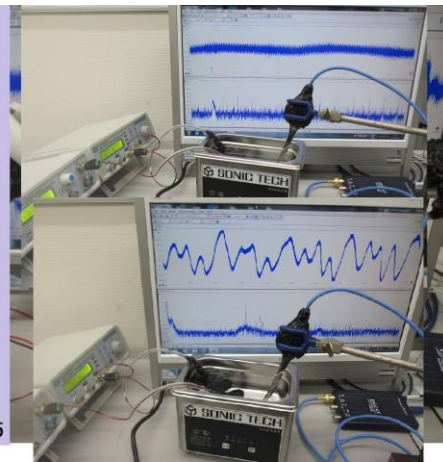
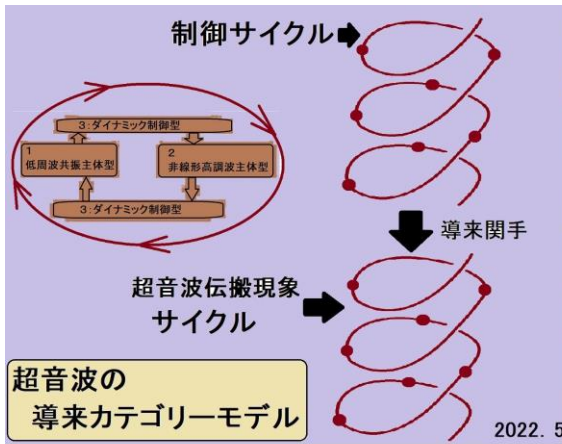
論理モデルにおいて**実験**を見る

実験において論理モデルを見る



現象の自覚
新しい技術開発

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



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



現象の自覚
新しい技術開発

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

以上