

超音波プローブによる部品検査技術

—超音波データの統計数理（R言語・環境による解析・評価）—

超音波システム研究所は、

対象物の表面を伝搬する超音波データの解析実績から

超音波プローブによる、新しい部品検査技術を開発しました。

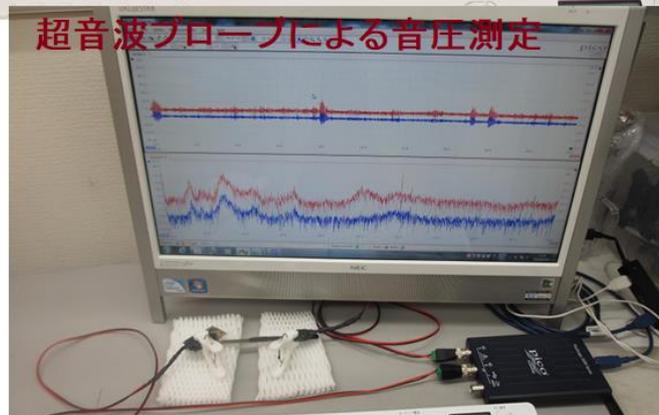
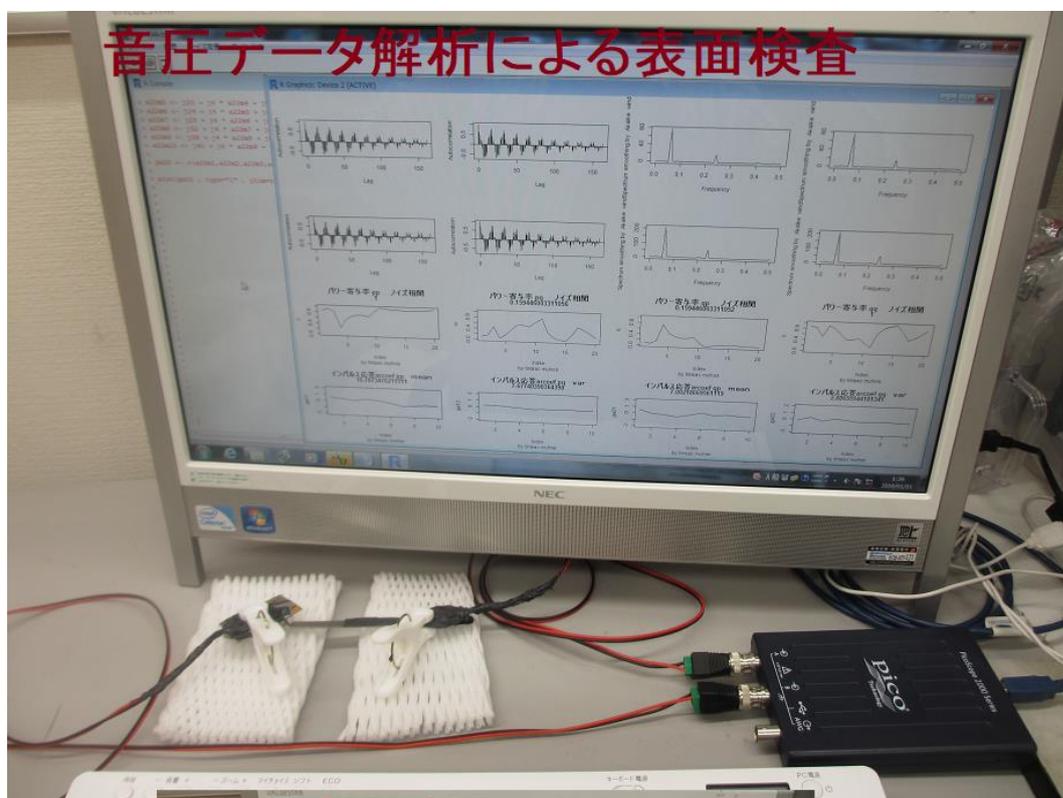
超音波プローブの超音波特性による

「音圧・振動」測定・解析技術を応用した方法です。

目的（対象物の表面を伝搬する振動モード）に合わせた

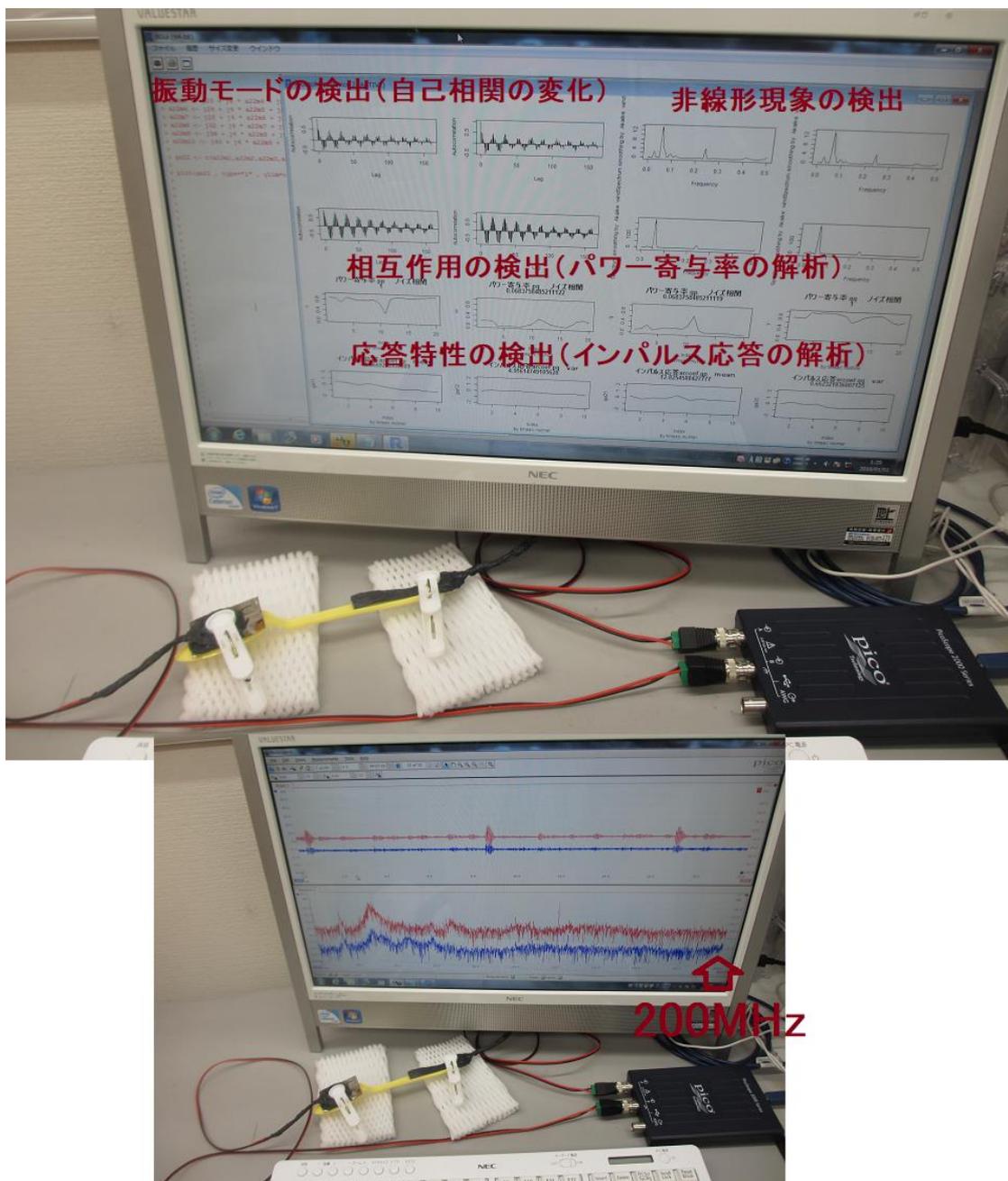
超音波プローブの開発対応による、

コンサルティング・評価技術の説明対応を行っています。



新しい超音波伝搬状態に関する測定・解析・評価技術の応用です。
超音波プローブの音響特性に合わせた、対象物の表面を伝搬する微弱な超音波による非線形現象を利用することで表面状態に関する新しい特徴を検出することが可能です。

特に、
音圧測定に関するサンプリング時間と解析周波数の範囲について複数の組み合わせを利用することで明確な特徴が検出できます。



表面弾性波の伝搬現象に関する、超音波のダイナミック特性を測定・解析・評価する経験と実績に基づいて論理モデルを構成・修正しながら検討することで目的（評価）に合わせた効果的な利用を可能にしました。

超音波プローブの伝搬特性

- 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）

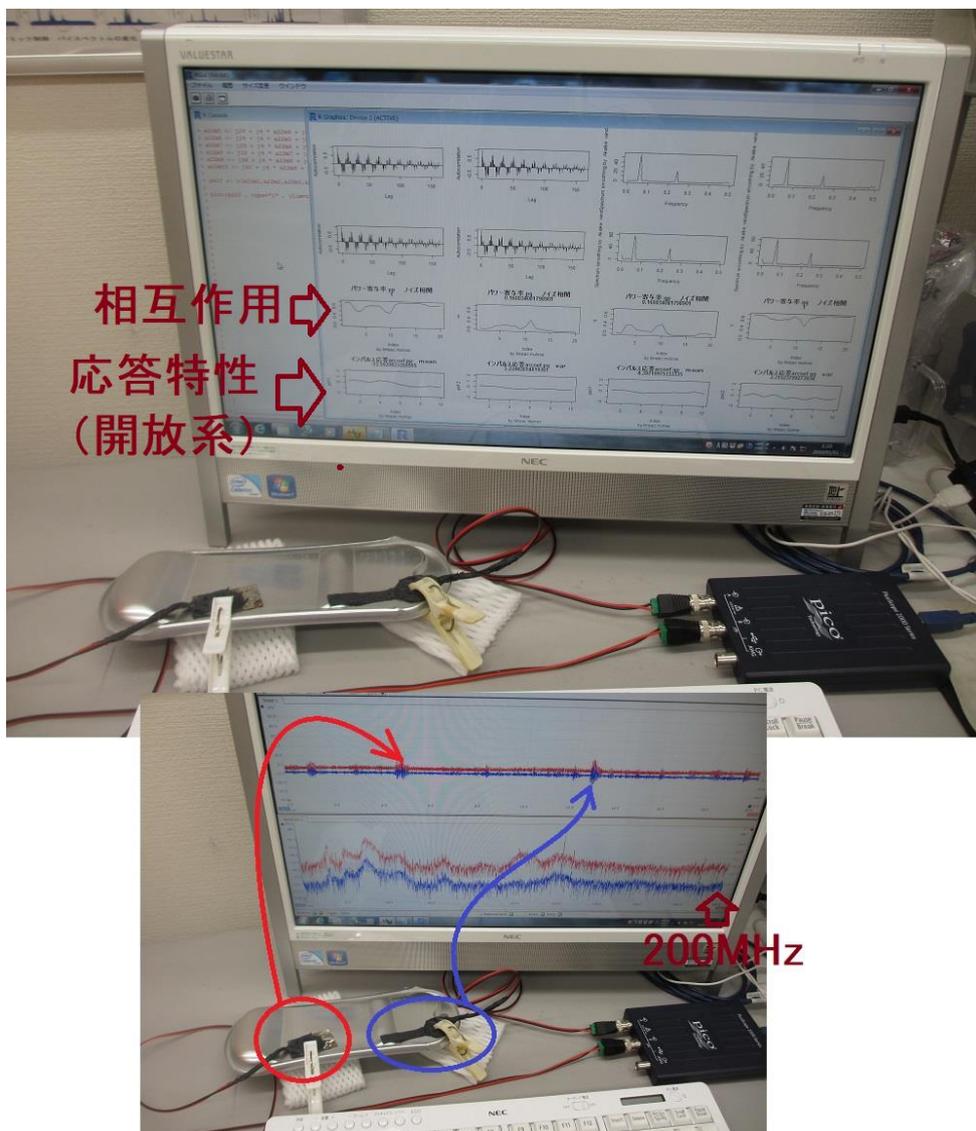
注：「R」フリーな統計処理言語かつ環境

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



超音波プローブ：概略仕様

測定範囲 0.01Hz~200MHz

発振範囲 1.0kHz~25MHz

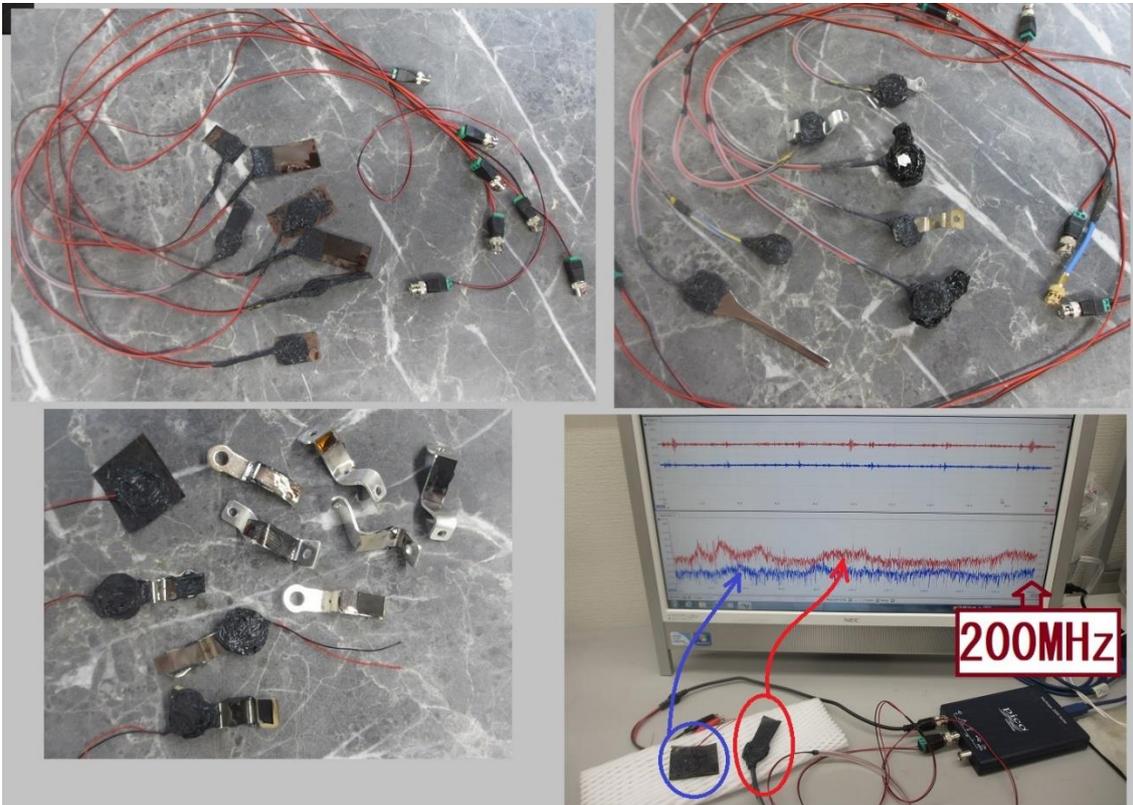
伝搬範囲 0.5kHz~900MHz以上（音圧データ解析確認）

材質 ステンレス、LCP樹脂、シリコン、テフロン、ガラス・・・

発振機器 例 ファンクションジェネレータ



超音波伝搬特性による分類



ポリイミドフィルムに鉄めっきを行った部材を利用した超音波プローブ

<< 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。

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。

注：解析には下記ツールを利用します

注：OML (Open Market License)

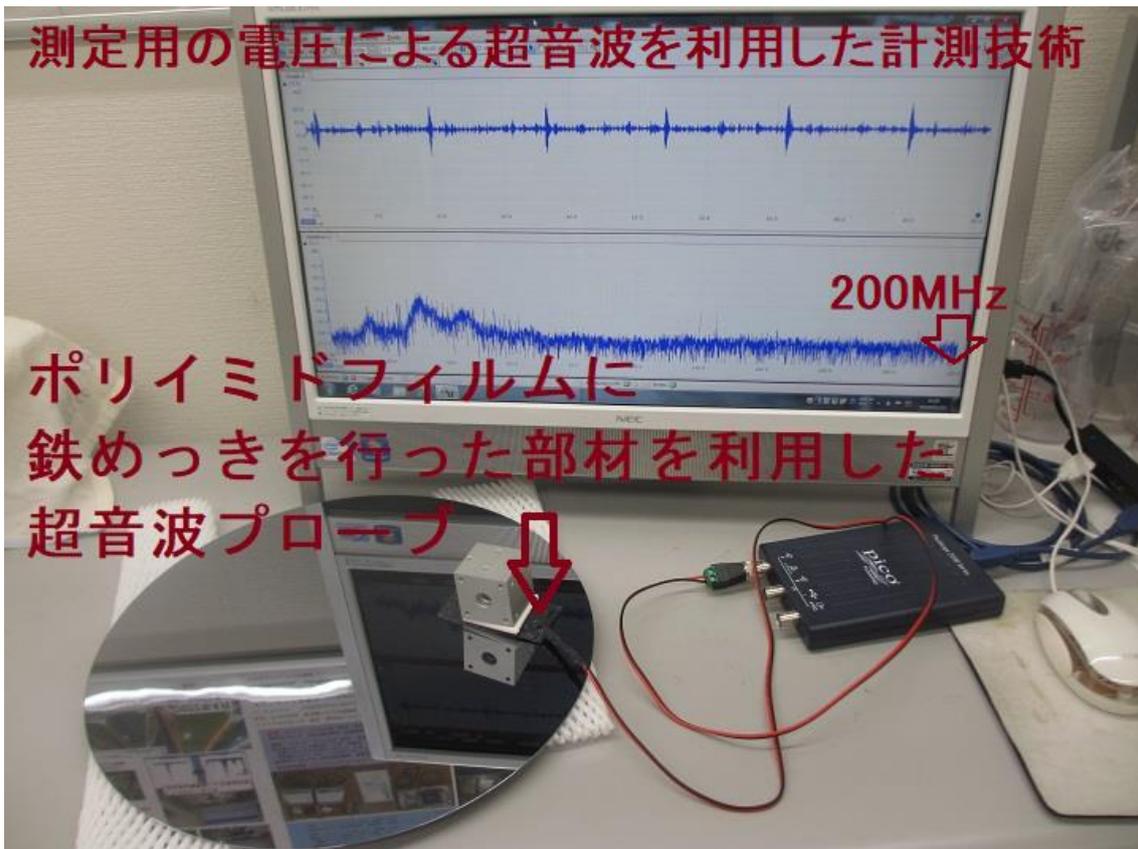
<https://www.ism.ac.jp/ismlib/jpn/ismlib/license.html>

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://ja.wikipedia.org/wiki/R%E8%A8%80%E8%AA%9E>



<<超音波技術>>

超音波の音圧・振動データから、新しい超音波利用を導く

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1811>

抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15065>

超音波の非線形現象を評価する技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=13919>

超音波の音圧測定解析

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1705>

コンサルティング対応<音圧測定・実験・解析・評価>

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

超音波伝搬状態の測定・解析・評価システム

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

超音波洗浄のメカニズムと効果的な活用法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18171>



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=1484>

超音波を利用した「振動計測技術」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16046>

超音波（キャビテーション・音響流）の分類

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

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）の利用技術

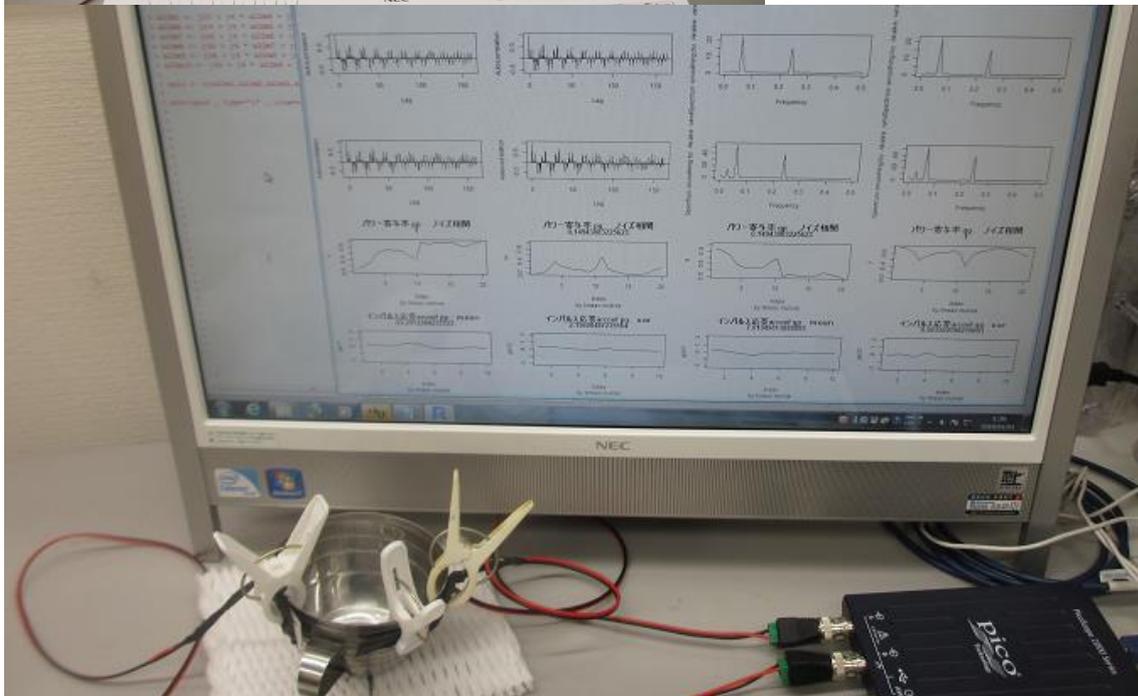
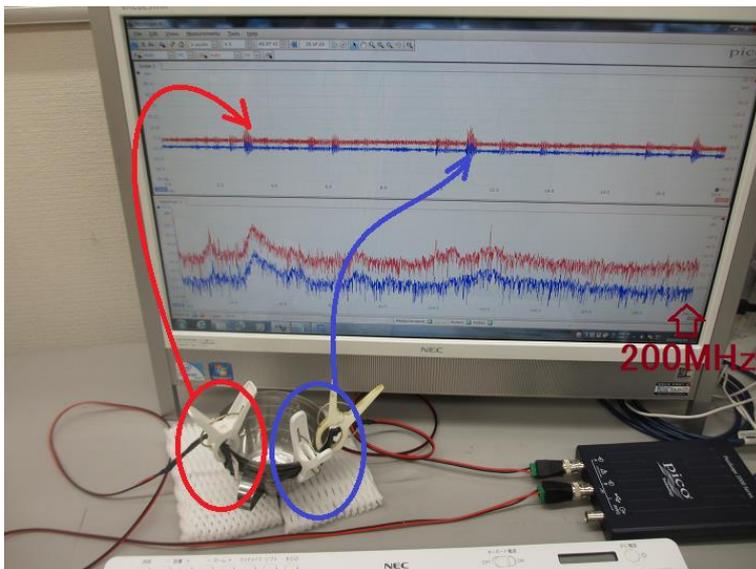
<http://ultrasonic-labo.com/?p=16477>

超音波洗浄について

<http://ultrasonic-labo.com/?p=15233>

超音波洗浄効果について-no2

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2878>

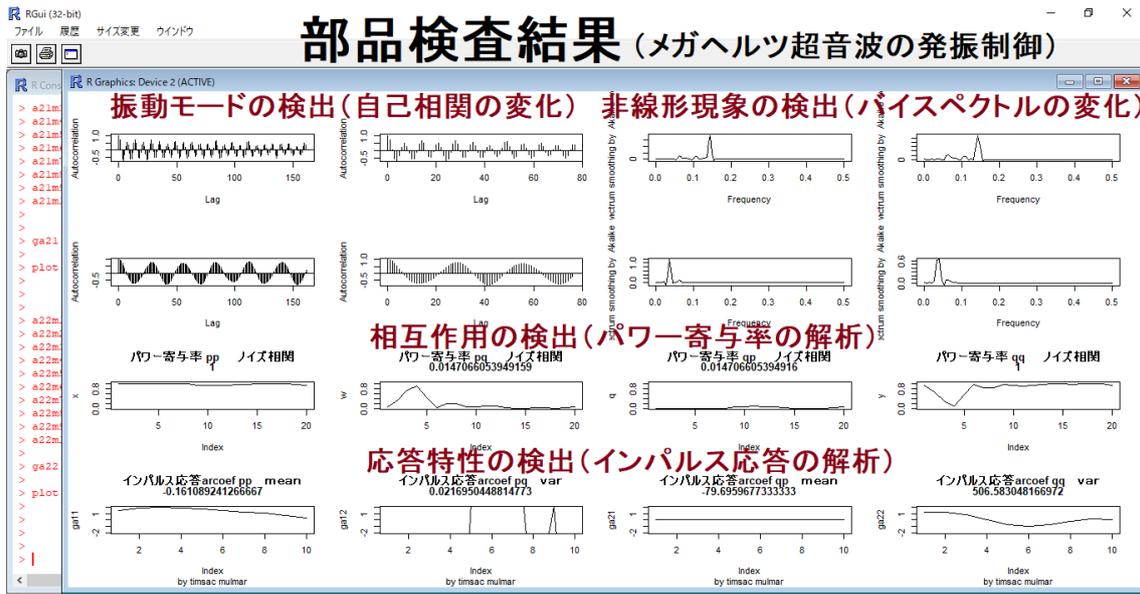


超音波技術（コンサルティング対応）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1401>

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

超音波洗浄セミナーテキストの公開
<http://ultrasonic-labo.com/?p=12973>

キャビテーションと音響流の制御技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2947>



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>

新しい超音波発振制御プローブの製造方法

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1184>

水槽と超音波と液循環に関する最適化・評価技術

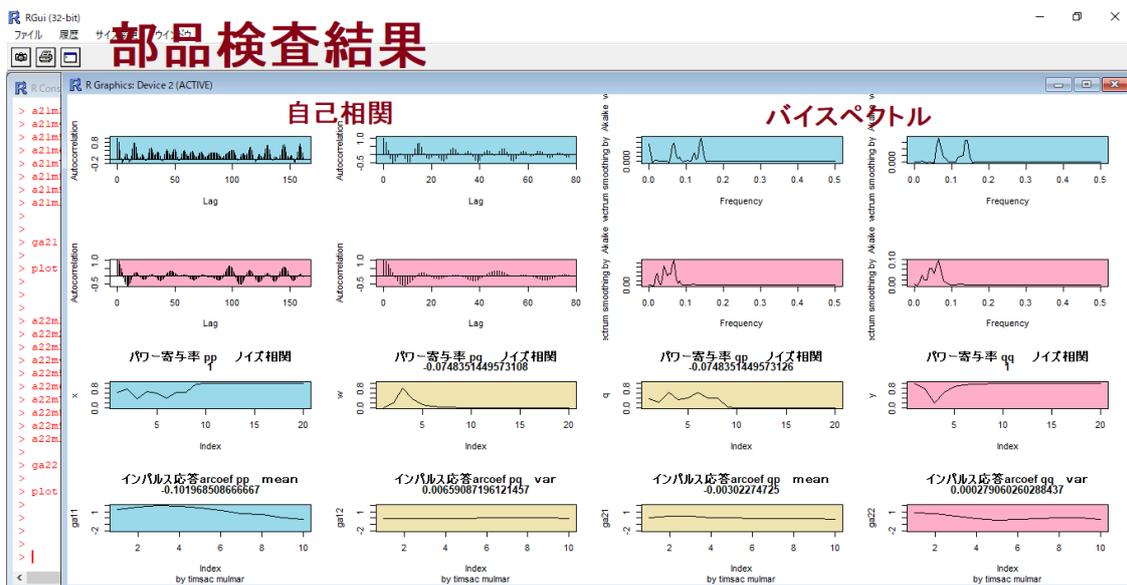
<http://ultrasonic-labo.com/?p=7277>

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>

鉄めっき技術を利用した、新しい超音波伝搬用具

<http://ultrasonic-labo.com/?p=11803>



超音波技術資料「イプロス 資料2」
<http://ultrasonic-labo.com/?p=17379>

超音波技術資料（アペルザカタログ）
<http://ultrasonic-labo.com/?p=8496>

オンラインセミナー：超音波洗浄 20240903
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14513>

超音波プローブの相互作用を利用する技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14311>

部品表面の音響特性に基づいた超音波発振制御による洗浄技術
<http://ultrasonic-labo.com/?p=2098>

【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/>

新しい応用

複数の超音波プローブによる超音波発振(制御)を行う

超音波発振装置

電源

超音波受信装置

基本的な振動モードに基づいた様々な組み合わせの発振受信について検討・測定する

超音波発振

発振信号、受信信号のデータから振動状態を解析する

新しい応用

超音波発振

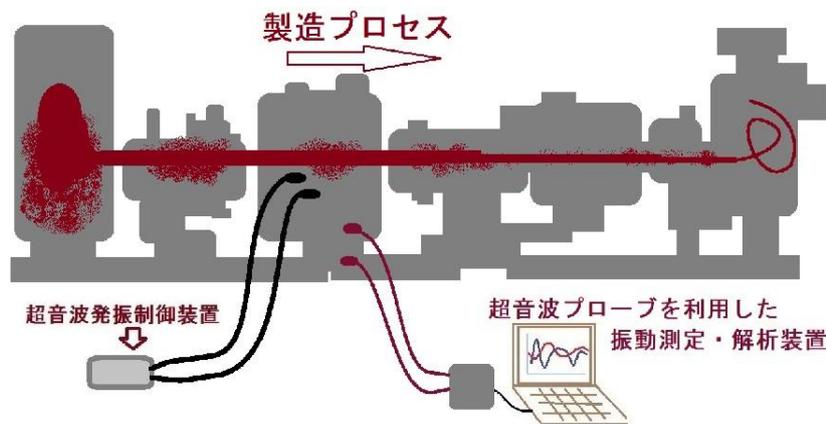
超音波測定

溶接時の超音波伝搬状態

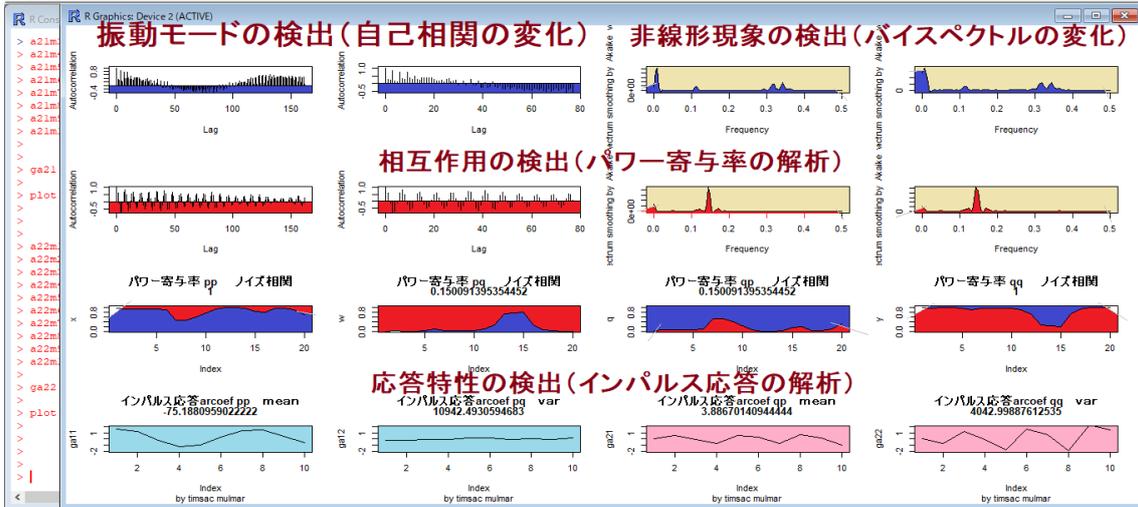
溶接作業開始により発生する周波数

8MHz 16MHz 30MHz

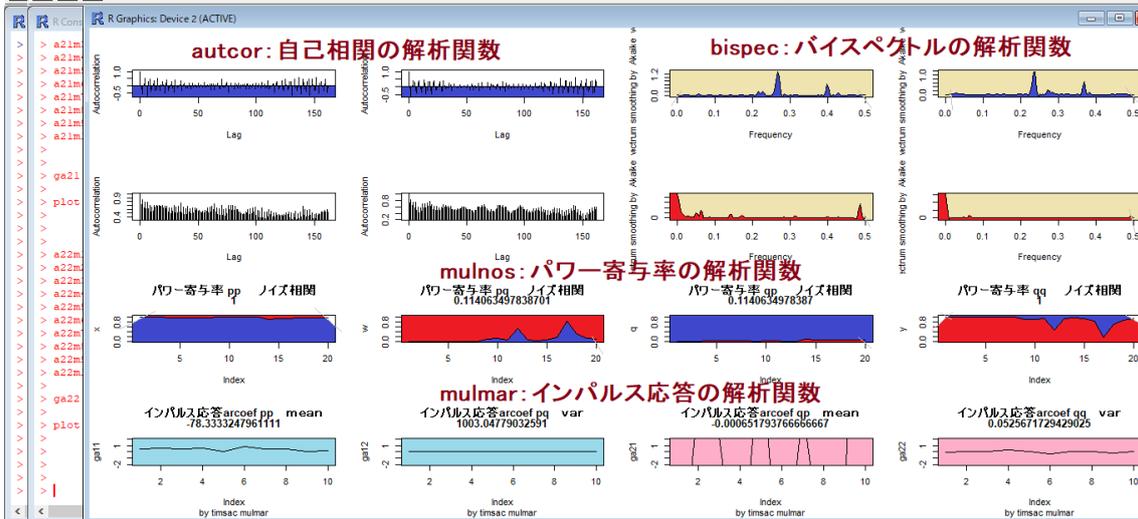
ポイント: 金属が固体と液体の状態になっているときの振動



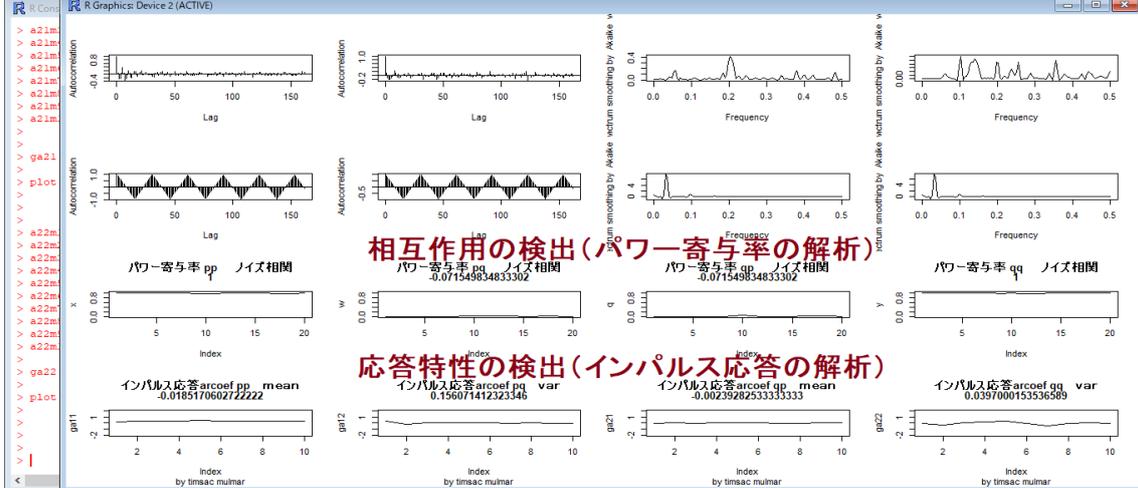
超音波プローブによる装置の振動特性テスト

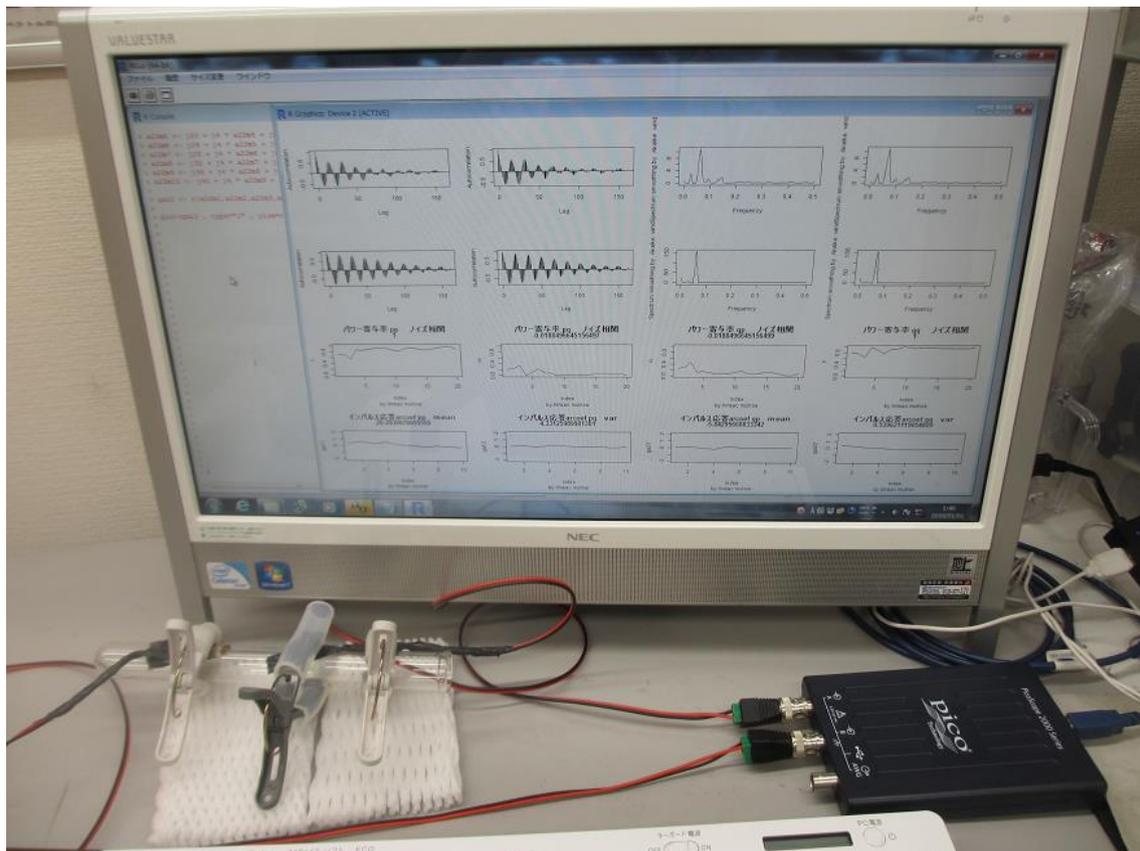
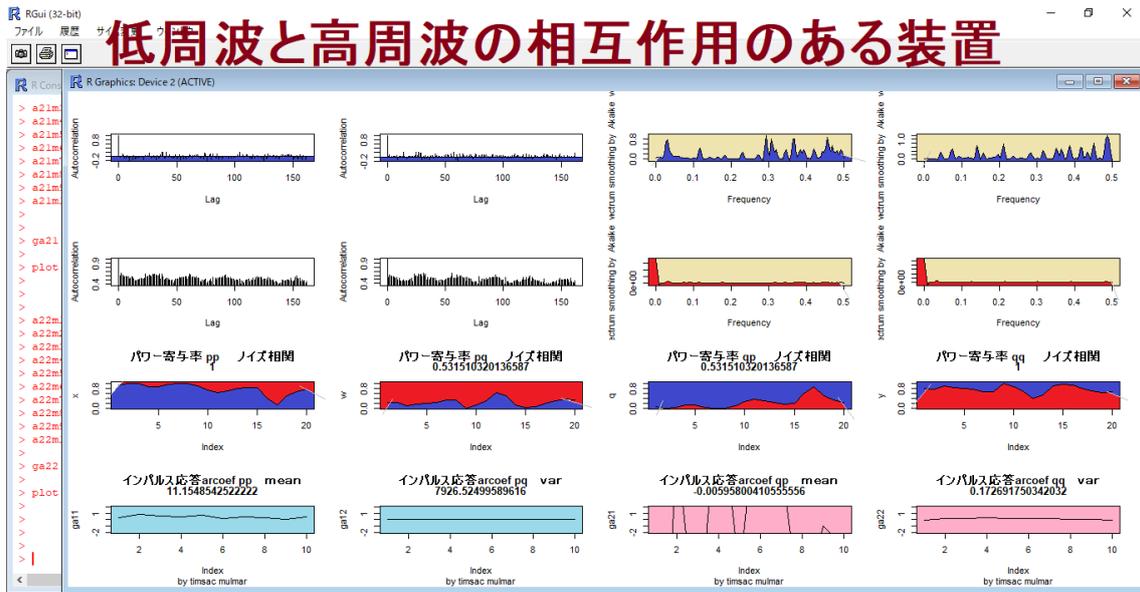


超音波の伝搬特性 「R」フリーな統計処理言語かつ環境



相互作用・応答特性が小さい装置の解析結果





以上