

超音波現象と論理モデルの統合

— 抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル —
(共振現象と非線形現象の最適化技術)

2022. 11. 19 超音波システム研究所

超音波システム研究所は、

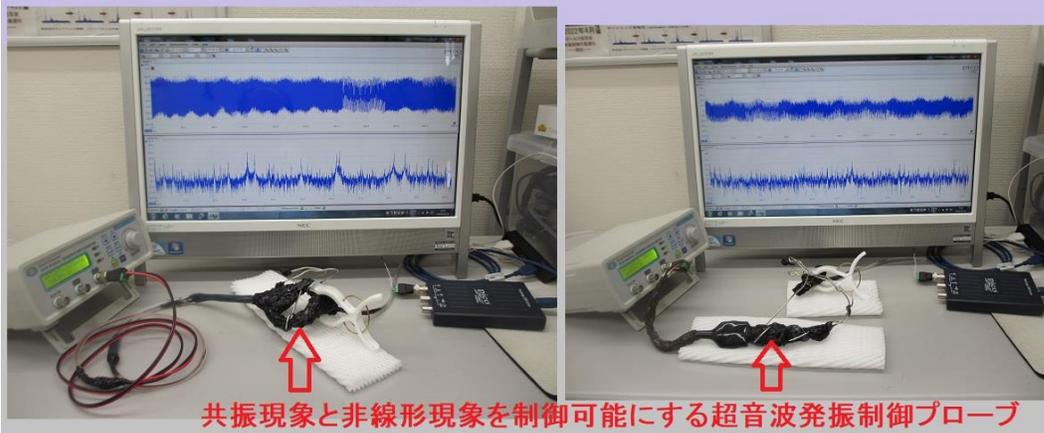
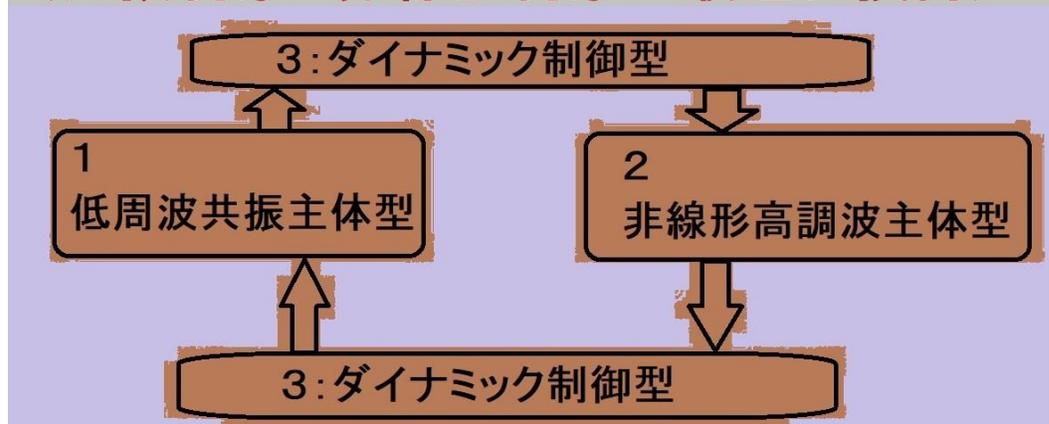
オリジナル超音波システム（音圧測定解析・発振制御）による、
超音波伝搬状態の各種解析結果を、

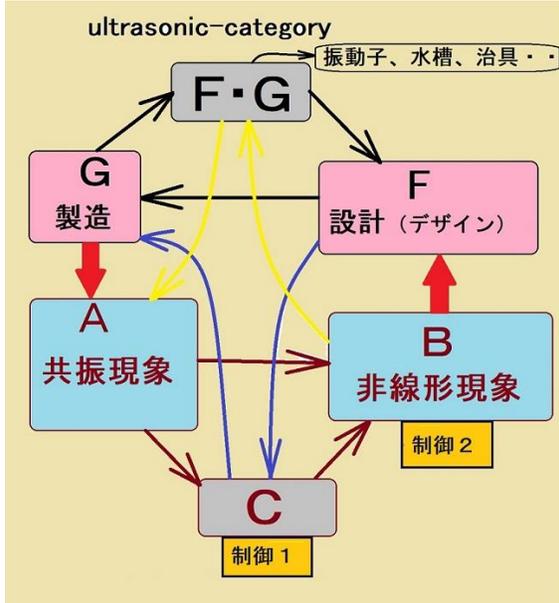
**抽象代数モデルに基づいて、超音波振動の相互作用を最適化（注）する、
超音波<動的制御>技術を開発しました。**

注：共振現象（低調波）と非線形現象（高調波）を

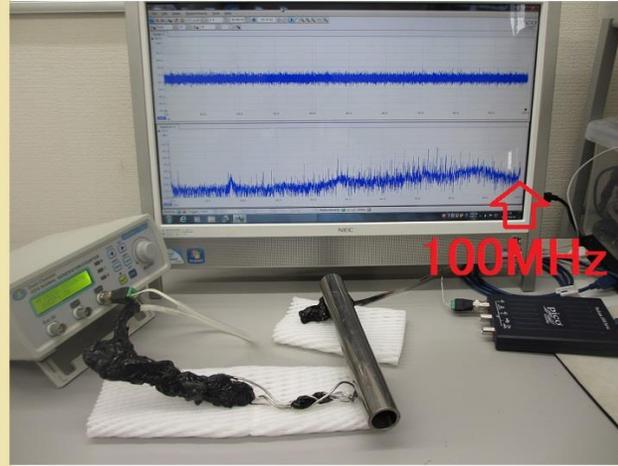
論理モデルに基づいて発振制御条件の設定によりコントロールする

— 抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル —
(共振現象と非線形現象の最適化技術)





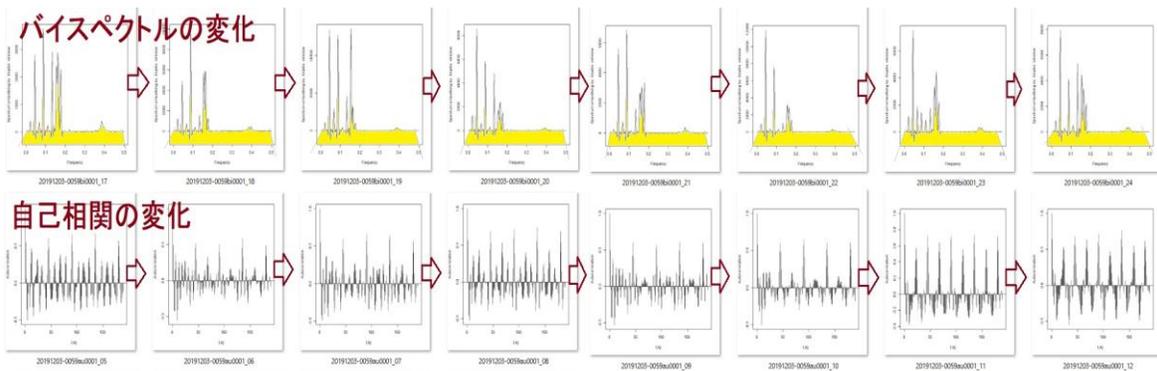
共振現象と非線形現象を制御可能にする
超音波発振制御プローブ

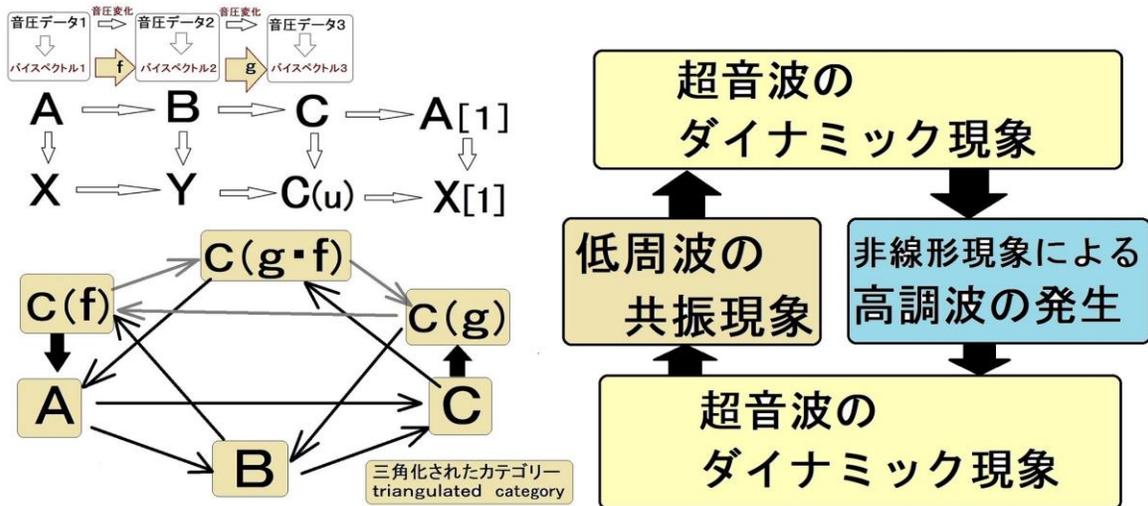


これまでの制御技術に対して、
各種伝搬用具を含めた、超音波振動の伝搬経路全体に関する
新しい測定・評価パラメータ (注) により
超音波利用の目的 (洗浄、攪拌、加工...) に合わせた、
最適な制御状態を設定・実施する技術です。

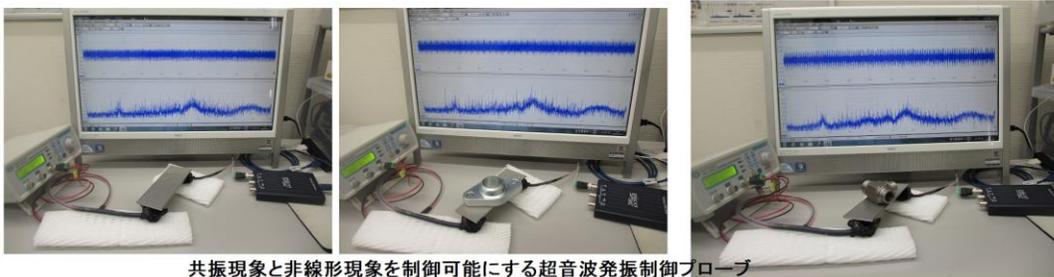
これは具体的な応用がすぐにできる方法・技術です
コンサルティングとして提案・対応しています
(ナノレベルの精密洗浄や攪拌...実績が増えています)

注：オリジナル技術 (超音波テスター) により
水槽、振動子、対象物、治工具...の
伝搬状態に関するダイナミックな変化を測定・解析・評価します。
(パラメータ：**パワースペクトル、自己相関、パワースペクトル、**
パワー寄与率、インパルス応答特性、ほか)





超音波のダイナミック制御



共振現象と非線形現象を制御可能にする超音波発振制御プローブ
 ——抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル——
 (共振現象と非線形現象の最適化技術)

基本的な考え方（現象とモデルの統合）

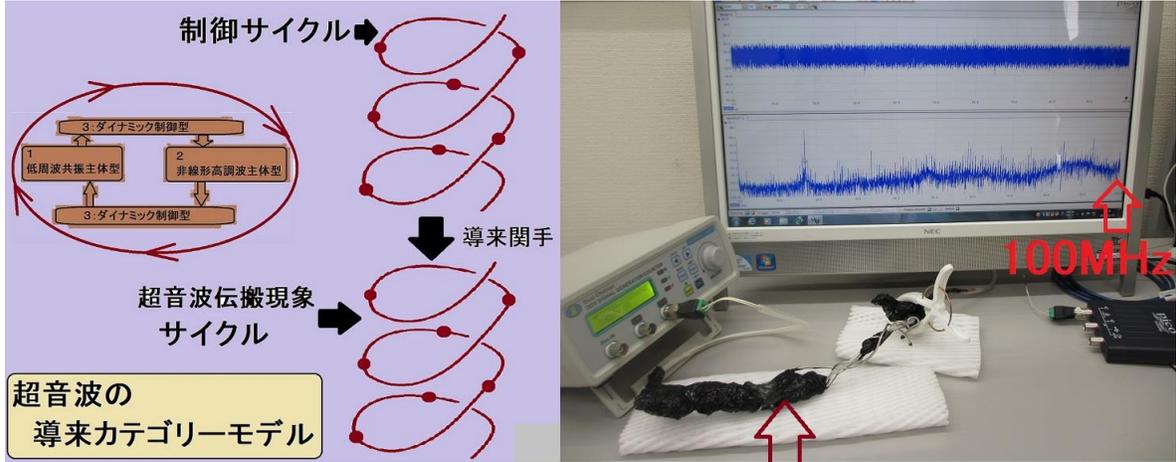
振動現象の継続により、共振現象が成長することで、より大きな共振現象の発生とともに

振動波形の崩れ・変化による、共振現象の減衰し、非線形現象が発生します。

非線形現象による振動の伝搬（流れ）が発展すると伝搬の分布・バラツキによる**非線形現象の小さい部分から共振現象が生まれ、非線形現象は減衰します。**

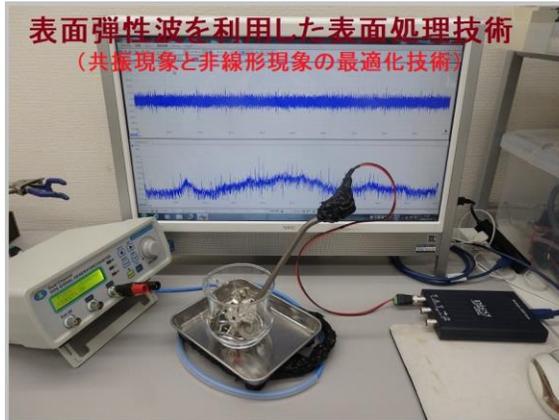
時間経過とともに、以上の経過を繰り返します。

このサイクルをコントロールすることが共振現象と非線形現象の最適化技術となります。

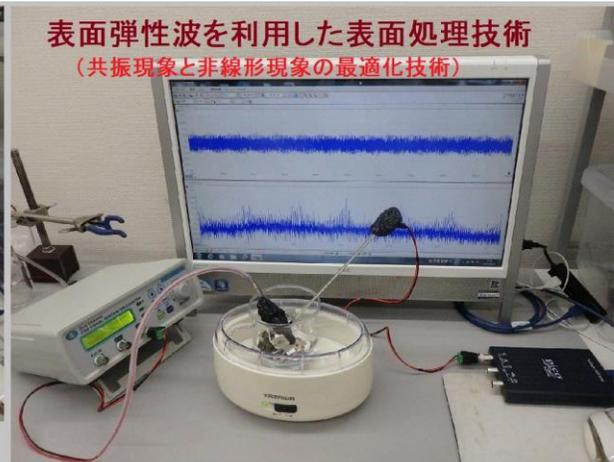


共振現象と非線形現象を制御可能にする超音波発振制御プローブ

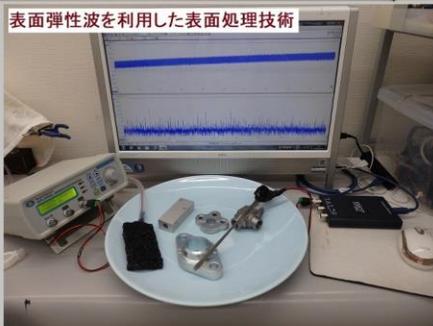
この技術を応用して
共振現象と非線形現象の組み合わせを実現する
新しい超音波発振制御プローブの製造方法を開発しました。



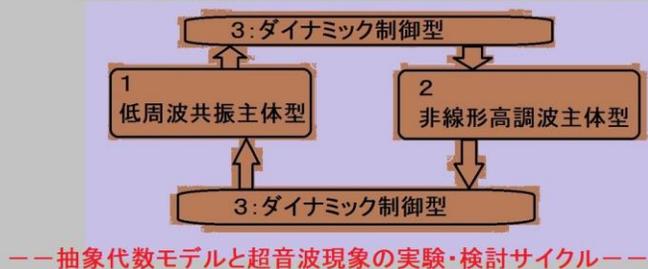
表面弾性波を利用した表面処理技術
(共振現象と非線形現象の最適化技術)



表面弾性波を利用した表面処理技術
(共振現象と非線形現象の最適化技術)

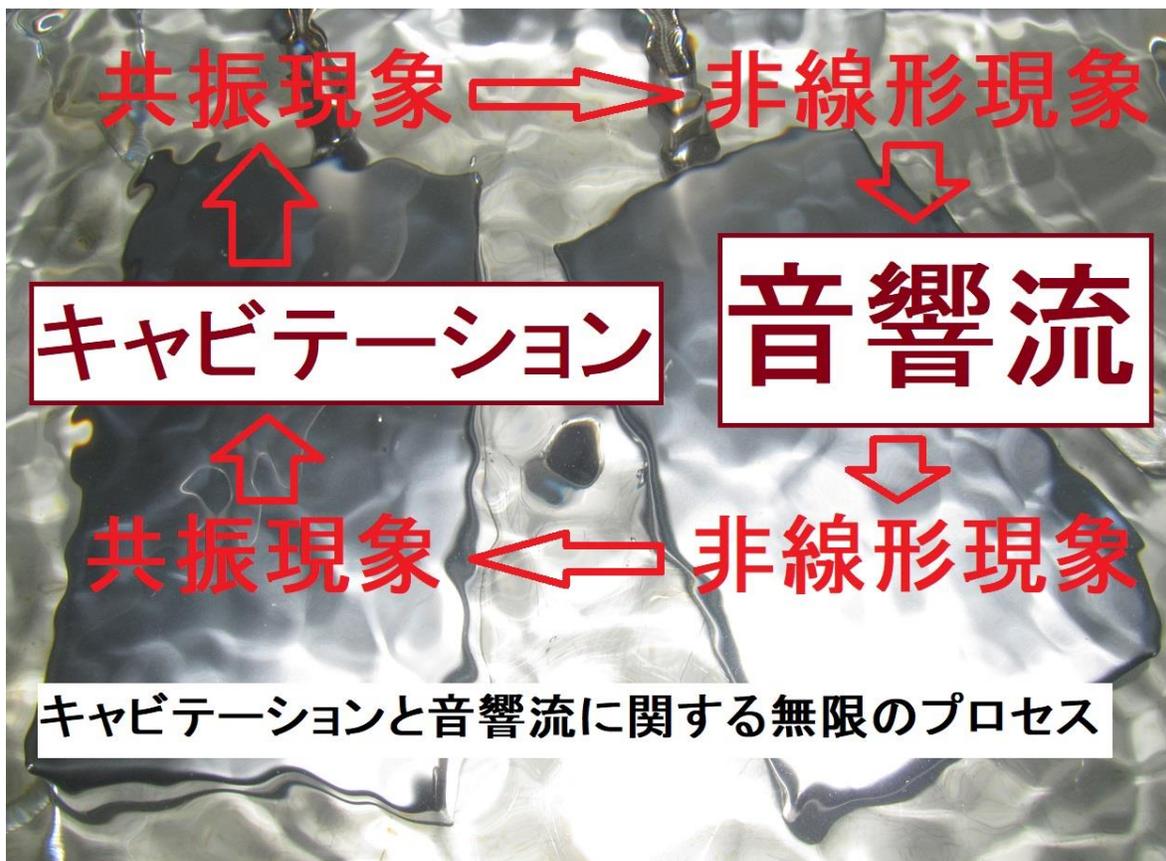


表面弾性波を利用した表面処理技術



— 抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル —

超音波プローブの表面弾性波を利用した、表面改質技術



超音波洗浄の場合

(キャビテーションと音響流に関する無限のプロセス)

超音波を発振する

単調な振動を継続すると、共振現象が発生する

(超音波振動による、キャビテーションが共振現象を起こす) ->

その結果: -> **共振現象が継続して成長すると、非線形現象が発生する**

(波形の変化・キャビテーションの破壊が起きる) ->

その結果: -> 音響流が発生する

その結果: -> 音響流が継続して成長すると、流れの分布が発生する

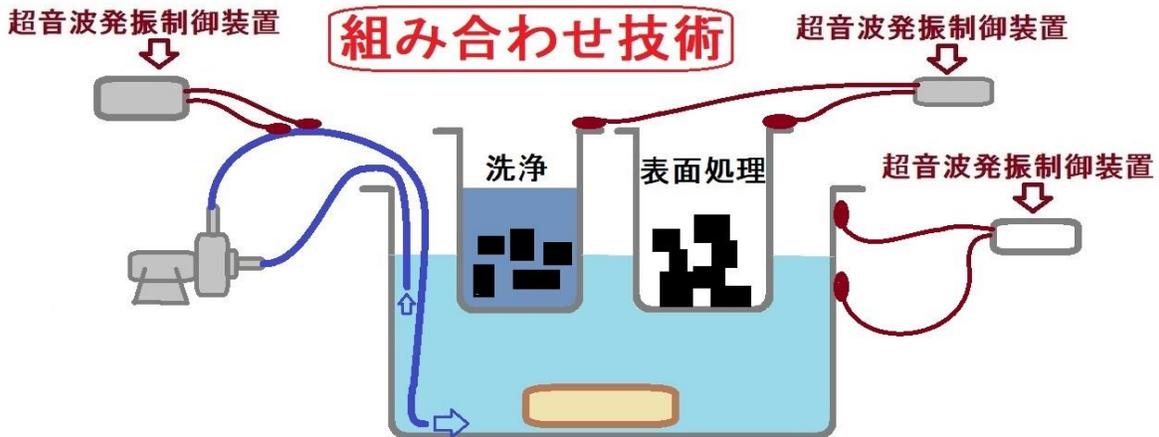
その結果: -> **流れの小さい部分から、キャビテーションが発生する**

その結果: -> キャビテーションが継続すると、共振現象が発生する

...

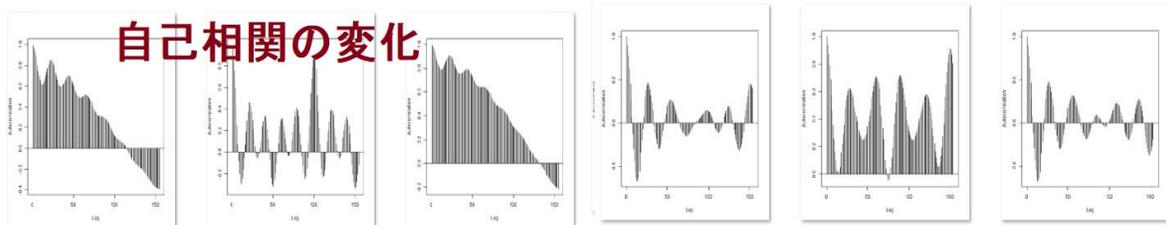
以上のような、無限のプロセスの測定解析評価により

超音波 (キャビテーションと音響流) のダイナミック制御が実現出来る



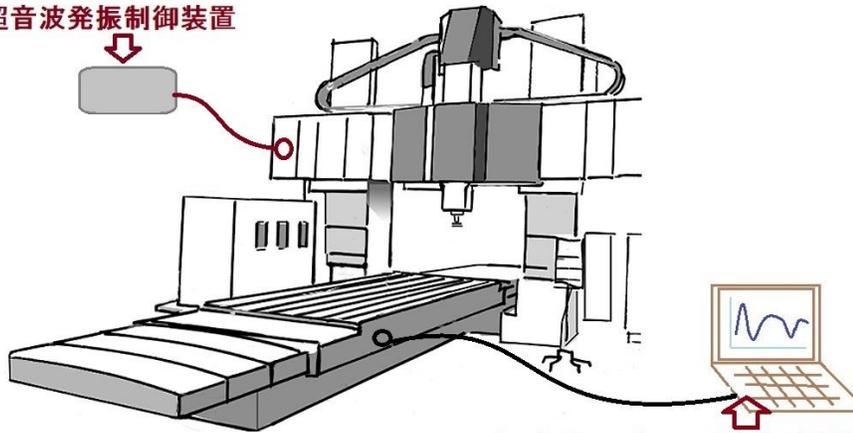
音響流(洗浄効果の主要因)に対するシステムの最適化技術
音圧測定解析に基づいて、コンサルティング対応しています

- 例 標準システム (水槽内の液量 2000リットルまでの場合)
 超音波とファインバブルで表面改質処理した水槽
 (水槽材質は、ステンレスでも、ガラス・塩ビ・アクリル・・・でも可能)
脱気ファインバブル発生液循環装置 1台 ONOFF制御
 ON: 213秒 OFF: 31秒
ベースとなる超音波振動子 1台 ONOFF制御
 40kHz 600W (出力150W)
 ON: 57秒 OFF: 17秒
メガヘルツの超音波発振制御プローブ 4本
 メガヘルツの超音波発振制御**プローブ1 パルス発振**
 3MHz (出力10W)
 メガヘルツの超音波発振制御**プローブ2 スイープ発振**
 60kHz~20MHz (出力12W)
 メガヘルツの超音波発振制御**プローブ3 パルス発振**
 11MHz (出力10W)
 メガヘルツの超音波発振制御**プローブ4 スイープ発振**
 4~20MHz (出力12W)

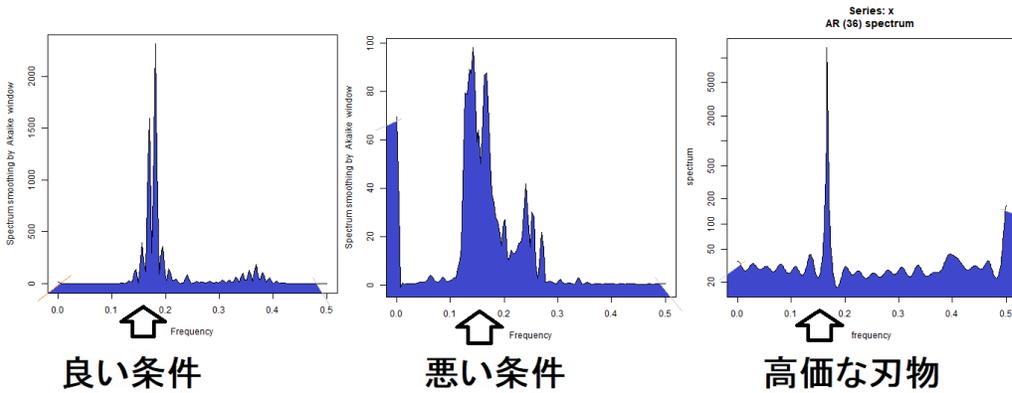


超音波プローブによる超音波発振(制御)

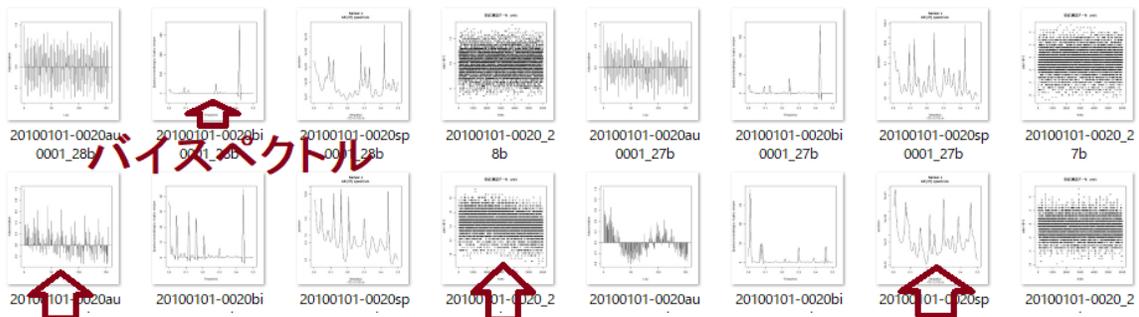
超音波発振制御装置



超音波の音圧測定解析装置



- 例
- メガヘルツの超音波発振制御プローブ 2本
 - メガヘルツの超音波発振制御プローブ1 パルス発振
13MHz (出力10W)
 - メガヘルツの超音波発振制御プローブ2 スイープ発振
5~20MHz (出力10W)

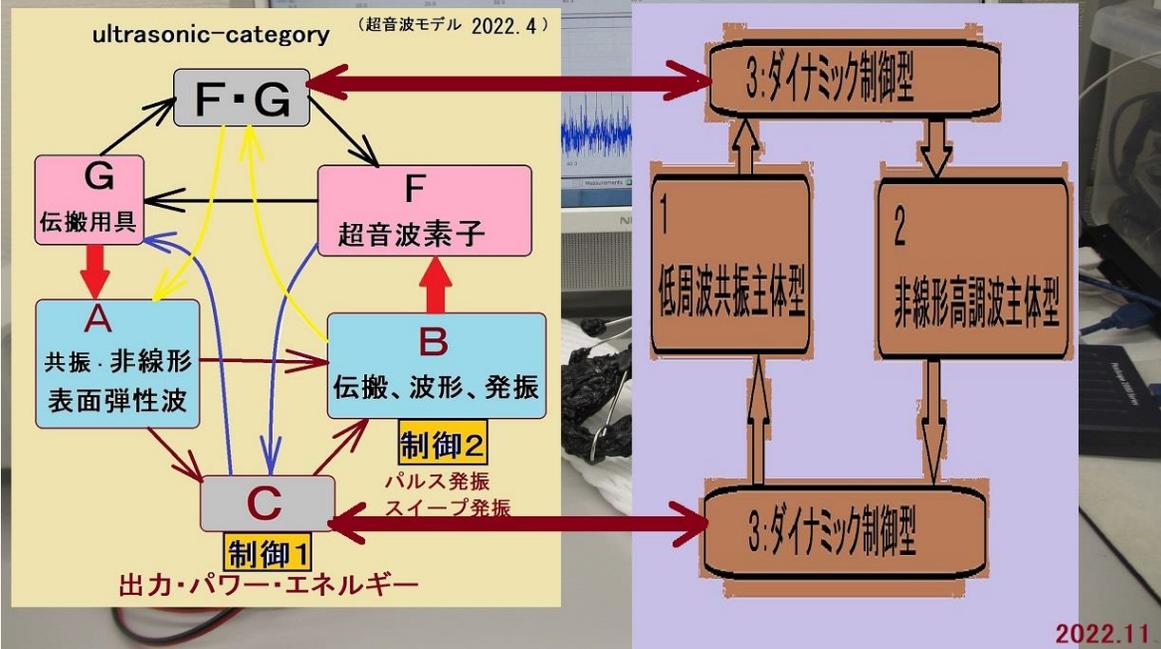


自己相関

音圧測定データ

パワースペクトル

— 抽象代数モデルと超音波現象の実験・検討サイクル —
(共振現象と非線形現象の最適化技術)



<<< 論理モデル >>>

通信の数学的理論

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1350>

音色と超音波

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1082>

モノイドの圏

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1311>

物の動きを読む<統計的な考え方>

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

超音波の洗浄・攪拌・加工に関する「論理モデル」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=3963>

超音波（論理モデルに関する）研究

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

共振現象と非線形現象を制御可能にする 超音波発振制御プローブ



<<< 超音波技術 >>>

超音波制御技術

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

メガヘルツの超音波発振制御プローブ

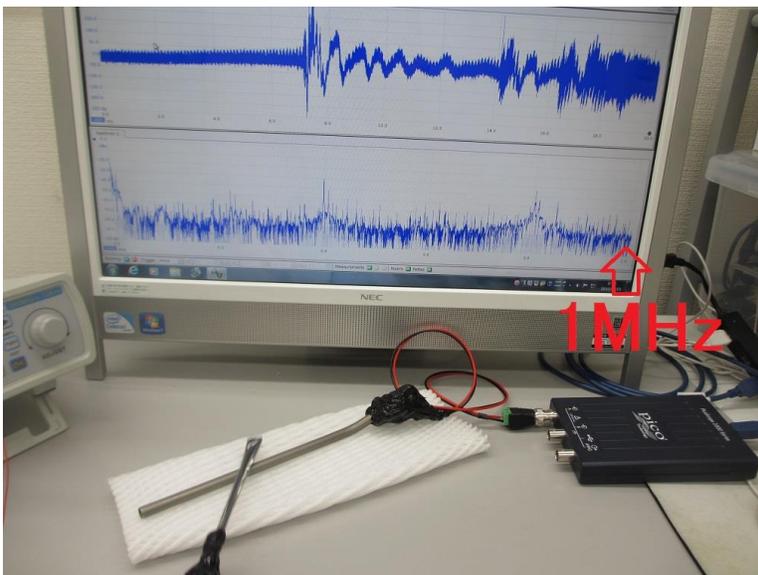
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14570>

メガヘルツの超音波を利用する超音波システム技術

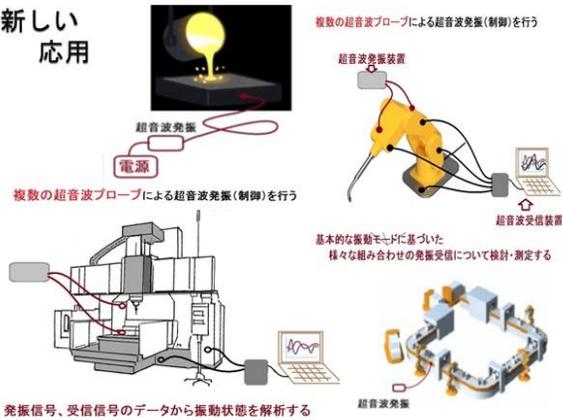
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14350>

超音波の音圧測定・解析システムと超音波発振制御システム

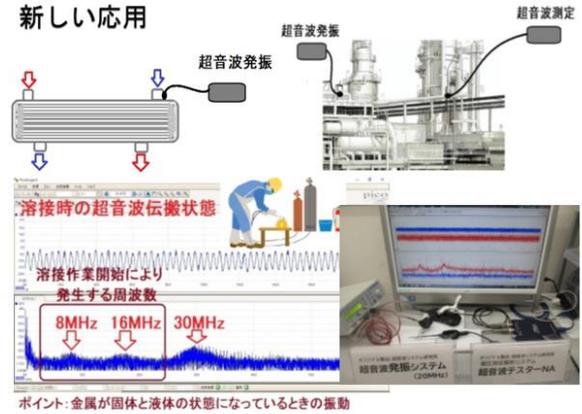
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1546>



新しい 応用



新しい応用



超音波発振システム (1MHz、20MHz)

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波システム (音圧測定解析、発振制御)

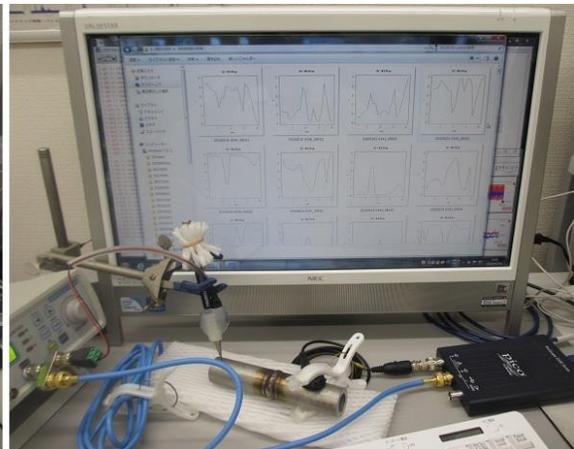
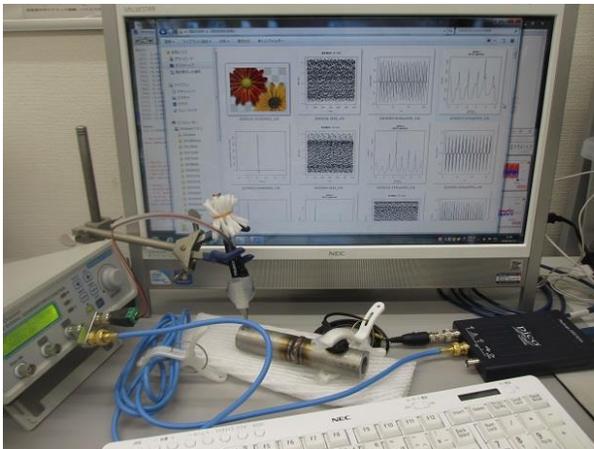
<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

超音波発振システム (20MHz) の製造販売

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

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>



液晶樹脂による<メガヘルツの超音波制御>技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14210>

共振現象と非線形現象を制御可能にする 超音波発振制御プローブ



超音波と表面弾性波

<http://ultrasonic-labo.com/?p=14264>

超音波＜発振制御＞技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=5267>

表面弾性波の利用技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=7665>

超音波の非線形現象をコントロールする技術

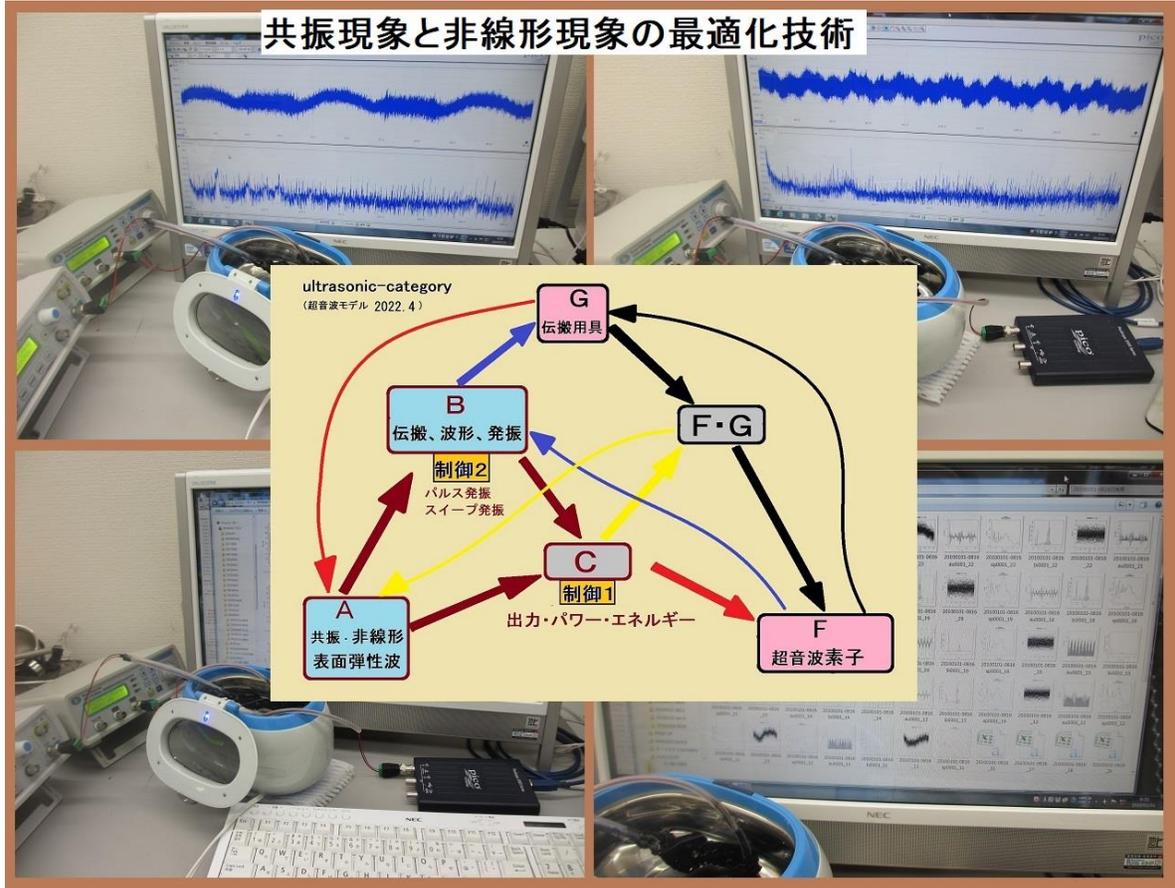
<http://ultrasonic-labo.com/?p=14878>

超音波洗浄器による＜メガヘルツの超音波＞技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1879>

オリジナル超音波実験

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17535>



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

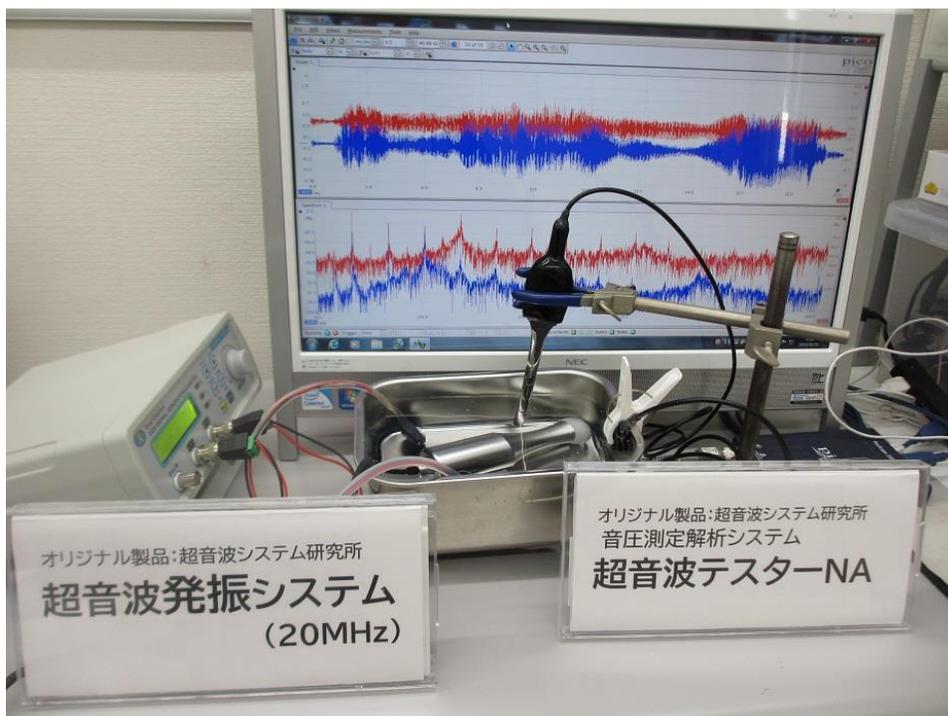
<http://ultrasonic-labo.com/?p=15226>

超音波の最適化技術 2

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16557>

超音波を利用した「振動計測技術」

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



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>

超音波洗浄に関する非線形制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1497>

非線形共振型超音波発振プローブ 実験動画

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



【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

以上