抽象数学における、ペクトル系列を利用した 超音波の非線形制御技術

超音波システム研究所は、

超音波の非線形性に関する現象を含めた状態を、

抽象数学(圏論)における

Monoid(モノイドの圏)モデルとして、開発しました。

このアイデアに基づいて、

超音波制御を行う、具体的な方法を

変化する音圧の時系列データをスペクトル系列として、応用しています。

超音波制御への利用方法は、

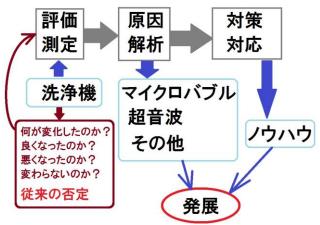
複数の超音波の発振制御に関して、

キャビテーションと音響流の効果を、

非線形現象(音圧データのバイスペクトル)をパラメータとして、

目的に合わせてダイナミックに変化(最適化)させる方法です。





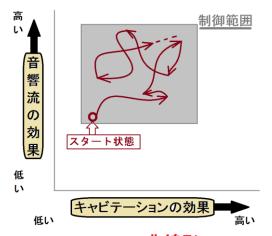
これまでのデータ解析から 効果的な利用方法を、以下のような 4つのタイプに分類してダイナミックに制御します。

1:キャビテーション主体型

2:音響流主体型

3:ミックス型

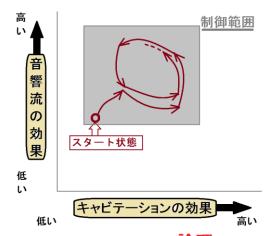
4:変動型



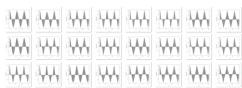
超音波の流れに関する「非線形制御モデル」



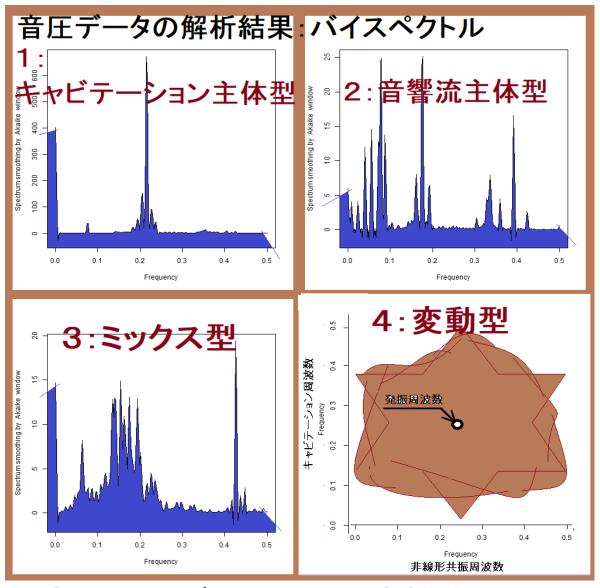
音圧データの解析結果: 自己相関



単調な超音波刺激に関する「論理モデル」



音圧データの解析結果: 自己相関



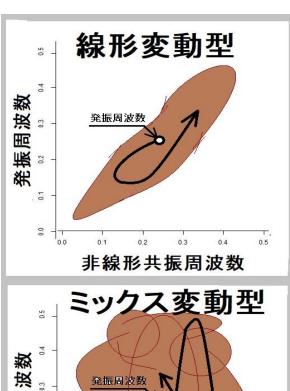
超音波(キャビテーション・音響流)の分類

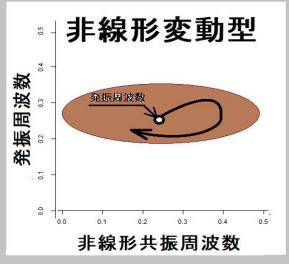
上記の各タイプについて

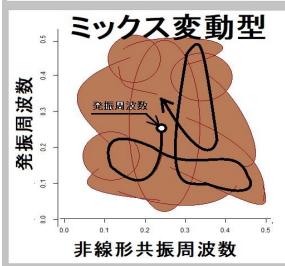
安定性・変化の状態・・・に関して、詳細な解析・評価・分類により、 目的と効果に対する、効率の良い、超音波伝搬状態を実現する 各種条件の設定・調整が可能になります。

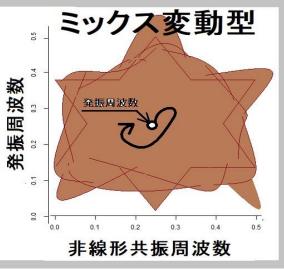
特に、洗浄に関しては

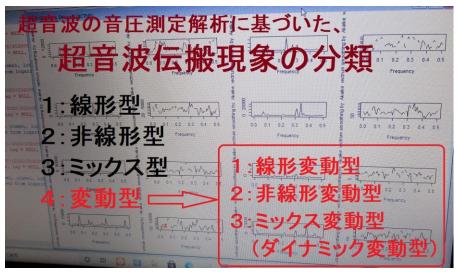
汚れの特性やバラツキに関する情報が得られにくいため このような分類・解析をベースに実験確認することで 効果的な超音波制御が、実現します。











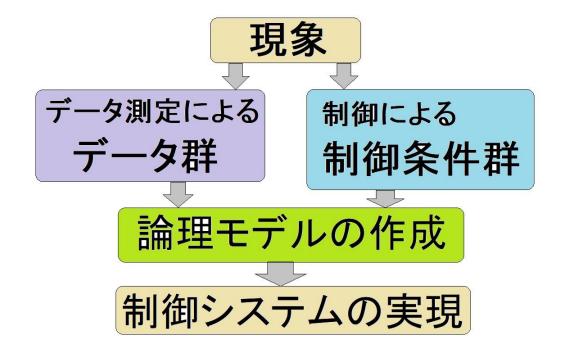
この分類・制御の本質的なアイデアは、

超音波による定在波の特徴を、

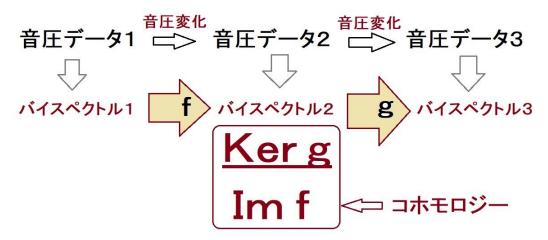
抽象代数学の「導来関手」に適応させるということと、

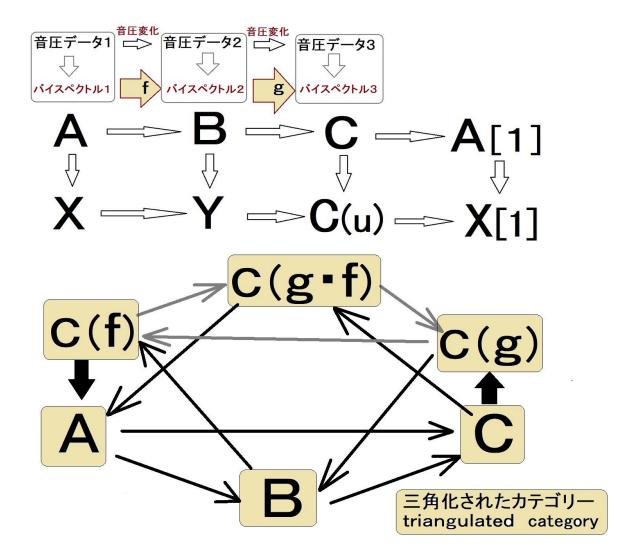
非線形現象の特徴を、

Monoid(モノイドの圏)モデルに適応させるということです。



<u>核(kernel)</u> 像(image)





複雑な超音波の変化を

時系列の音圧データから得られるスペクトル系列として表現することで時間経過で変わっていく、変化する超音波の状態を 目的に合わせて、コントロール(最適化)できるようになりました。

抽象的ですが

超音波の伝搬状態を計測解析するなかで

線形現象と非線形現象(音響流)に関する明確な特性により

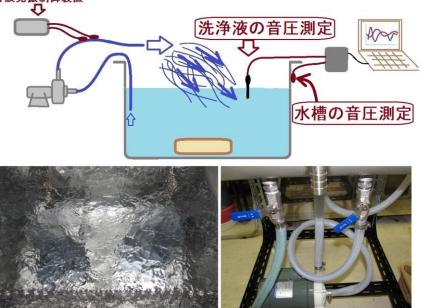
キャビテーションを主体とした超音波の効果、音響流を主体とした超音波の効果・を 効率良くコントロールできる事例が増えたことから

公表することにしました。

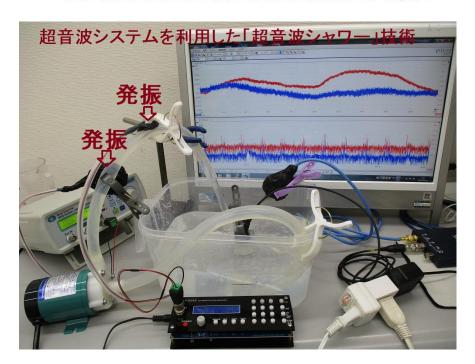
なお、超音波システム研究所の「非線形制御技術」は、 この方法による、

具体的な技術(流水式超音波、超音波シャワー)として対応しています。

超音波発振制御装置



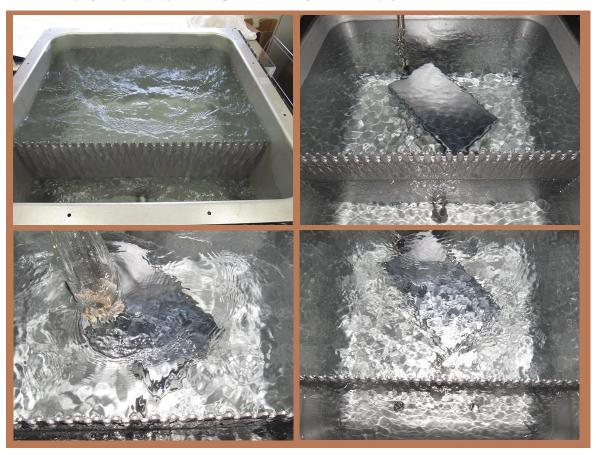
液循環ポンプの吸い込み側のバルブを絞ることで ファインバブル(マイクロバブル)を発生する装置



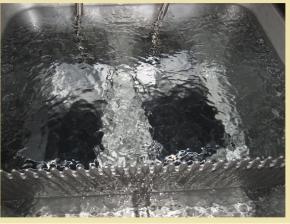
応用技術として

非線形現象の発生状態に関する研究開発を進めています。

「超音波利用の最も大きな効果が、非線形状態の変化にある」 という考え方が、さらに一歩進んだと考えています。







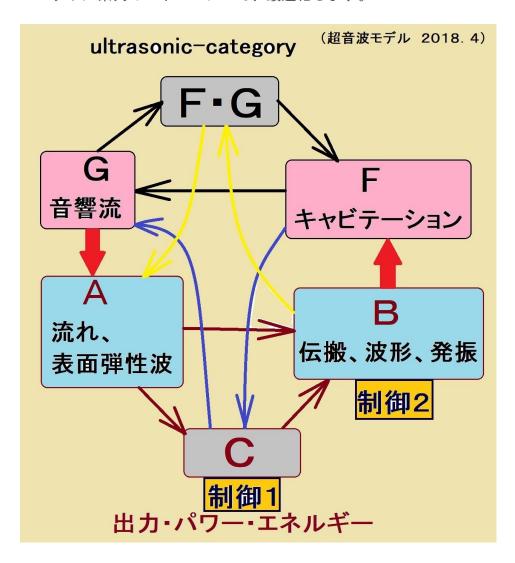
<< 超音波のMonoid (モノイドの圏) モデル >>

基本的な超音波発振による現象全体をRing(環の圏)として、 キャビテーション・・による(発振周波数を主体とした)現象を 「アーベル群の圏」

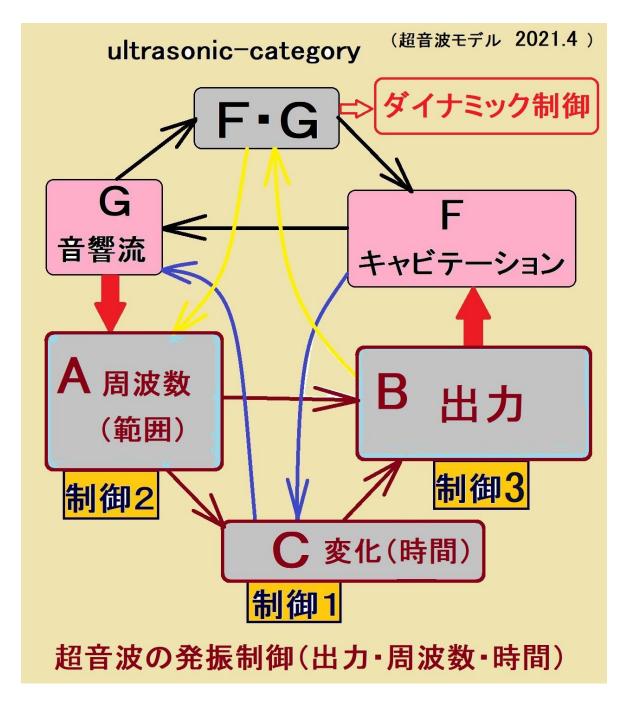
加速度・音響流・・による(伝搬周波数の変化を主体とした)現象を「Monoid (O元をもつ乗法の一元体)」とするモデルを開発しました。

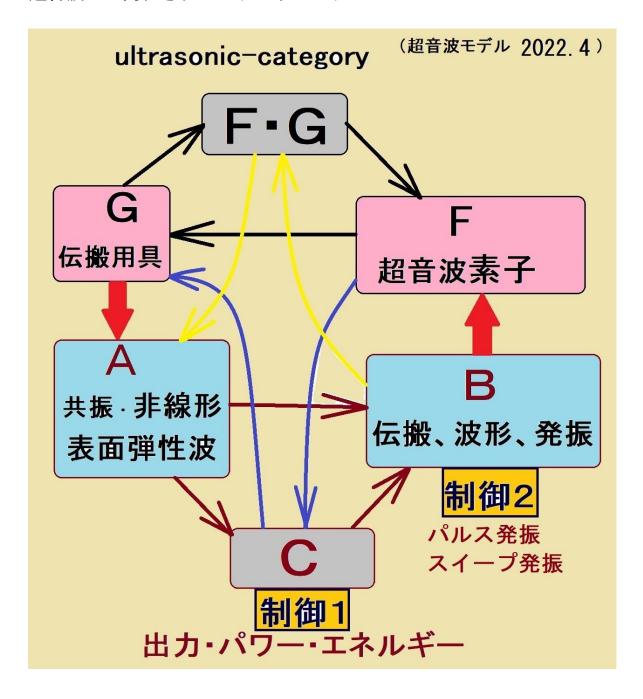
<< 超音波の三角化されたカテゴリーモデルによる制御 >>

キャビテーションと音響流による現象について 三角化された加法的カテゴリーモデルにより 制御パラメータ(流れ・表面弾性波、出力・パワー、周波数・発振)を スペクトル系列のコホモロジーで、最適化します。

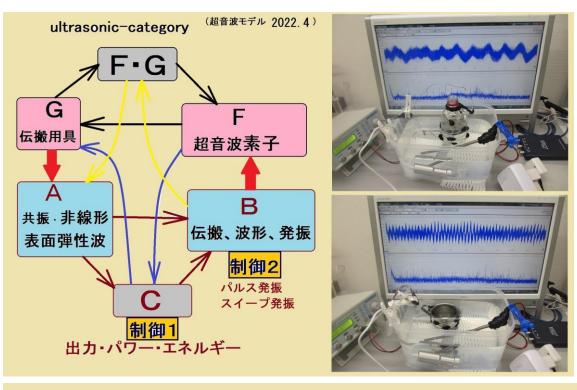


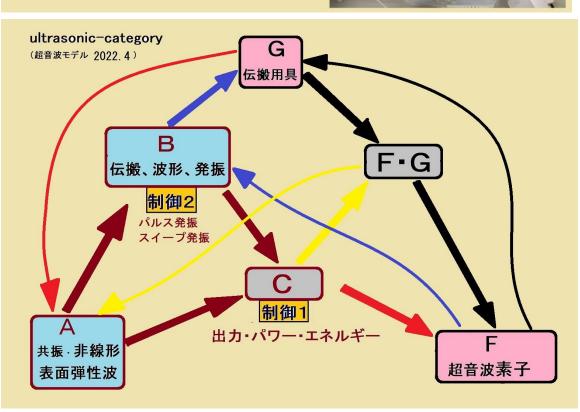
超音波の三角化されたカテゴリーモデル2



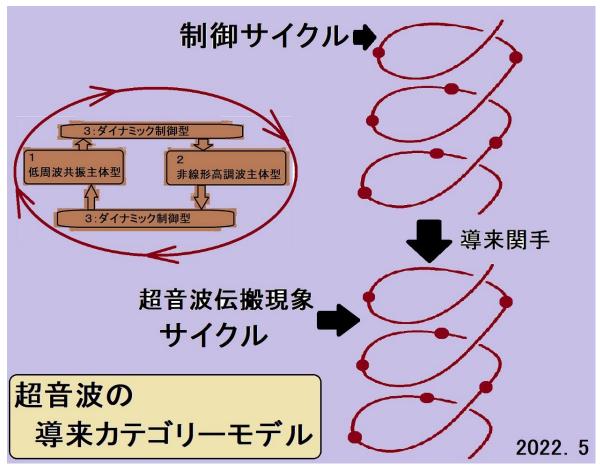


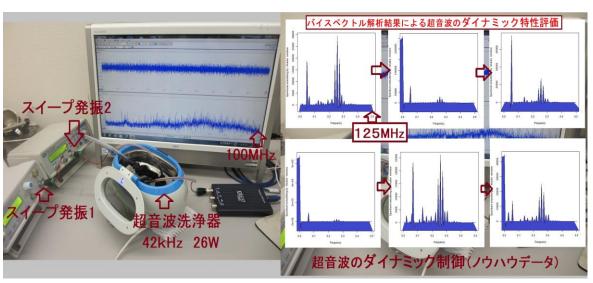
超音波の三角化されたカテゴリーモデル3





超音波モデル4

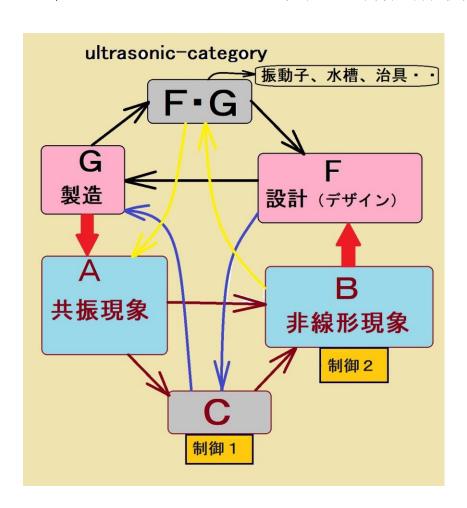




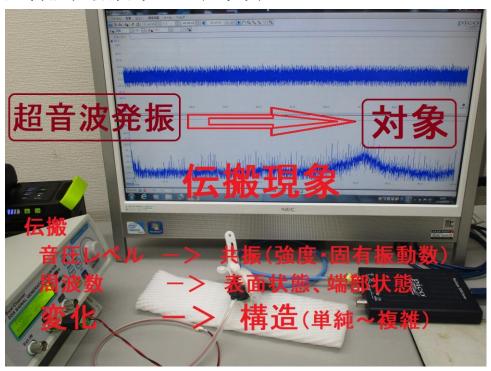
コンサルティング対応として

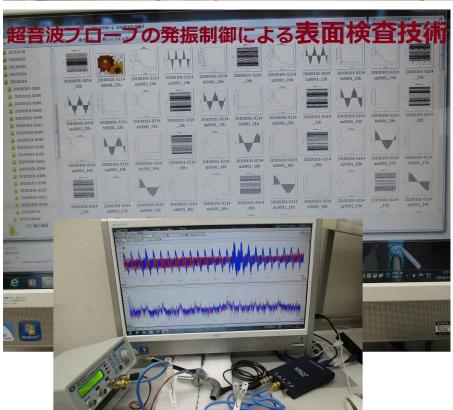
上記のモデルを適切に設定することで、以下の技術を対応します。

- 1) ジャグリング定理を応用した「超音波制御」技術
- 2) 音と超音波の組み合わせ制御技術
- 3)「脱気・ファインバブル発生装置」の技術
- 4) 超音波の<計測・解析・評価>技術
- 5) 超音波洗浄機の設計・製造・開発技術
- 6) 超音波プローブの製造技術
- 7) 超音波とファインバブルによる表面処理技術
- 8) メガヘルツの超音波発振制御による表面改質技術
- 9) 超音波システムの開発技術
- 10) 0. 1 Hz から 100 MH z の振動測定・解析・評価技術



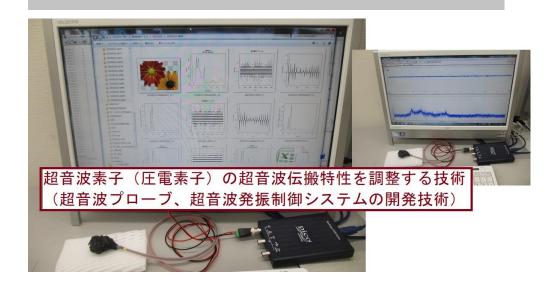
超音波伝搬現象の基礎事項





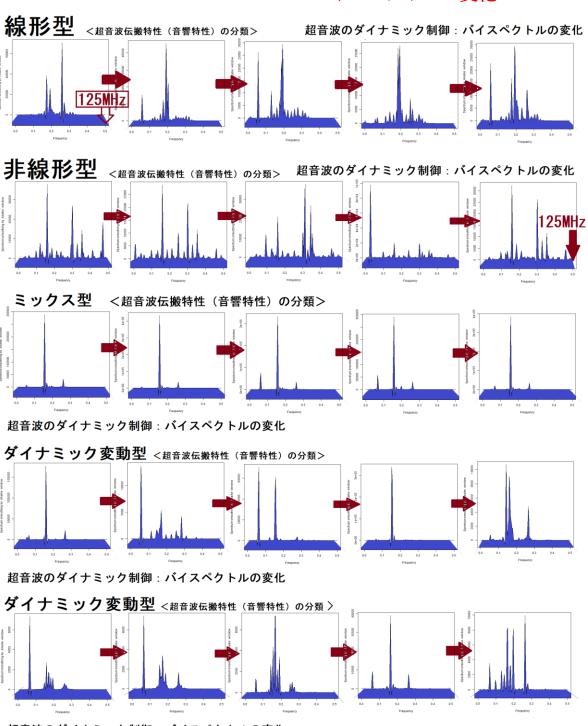
超音波プローブの製造に関する基礎事項





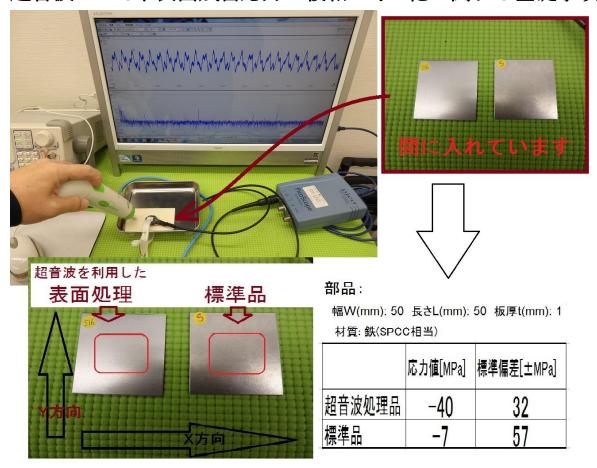
超音波のダイナミック制御に関する基礎事項

<バイスペクトルの変化>

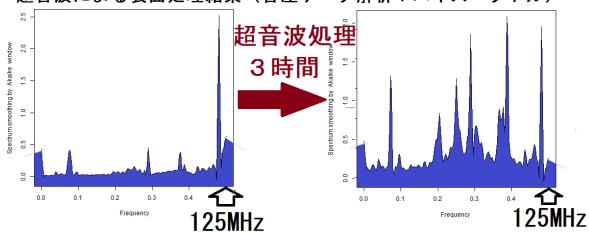


超音波のダイナミック制御:バイスペクトルの変化

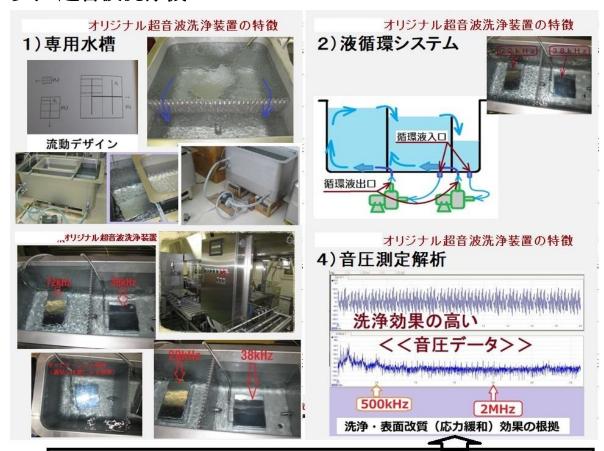
超音波による、表面残留応力の緩和・均一化に関する基礎事項



超音波による表面処理結果(音圧データ解析:バイスペクトル)



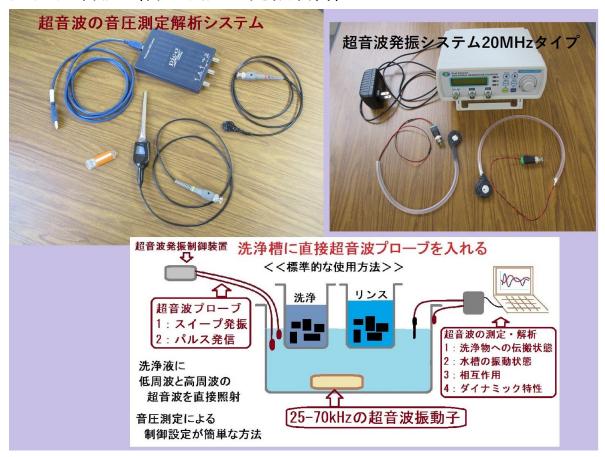
参考:超音波洗浄機



28kHzと38kHzによるメガヘルツ発生の音圧データ



参考: 超音波(音圧測定・発振制御)システム



超音波伝搬現象の分類 1 超音波伝搬現象の分類 2 超音波伝搬現象の分類 3 超音波の最適化技術 1 超音波の最適化技術 2

超音波発振システム(20MHz) 超音波システム(1MHz、20MHz) 超音波伝搬現象による表面改質処理 音圧測定解析・発振制御システム

http://ultrasonic-labo.com/?p=10908 http://ultrasonic-labo.com/?p=17496 http://ultrasonic-labo.com/?p=17540

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

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

http://ultrasonic-labo.com/?p=1648 http://ultrasonic-labo.com/?p=18817

http://ultrasonic-labo.com/?p=2433

http://ultrasonic-labo.com/?p=1337

興味のある方はメールでお問い合わせ下さい

超音波システム研究所 メールアドレス

info@ultrasonic-labo.com