

水槽と超音波と液循環に関する 最適化・評価技術を開発

2024/8/22 超音波システム研究所

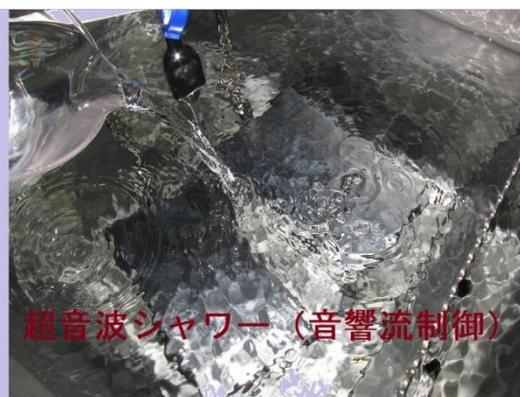
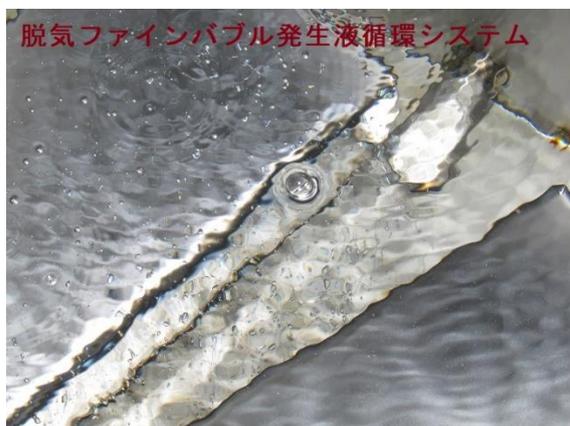
超音波システム研究所は、
オリジナル超音波システム（音圧測定解析・発振制御）による、
超音波伝搬状態の各種解析結果から、
共振現象と非線形現象を制御可能にする超音波伝搬システムについて、
目的に合わせて最適化する技術を開発しました。

さらに、上記の技術を発展させ、
水槽と超音波と液循環に関する最適化・評価技術を開発しました。

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、
超音波のダイナミックな伝搬状態を実現する技術です。

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
（超音波加工、ナノレベルの精密洗浄、攪拌。・・・実績が増えています）

注：オリジナル技術製品（超音波の音圧測定解析システム）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、バイスペクトル、
パワー寄与率、インパルス応答特性、ほか）



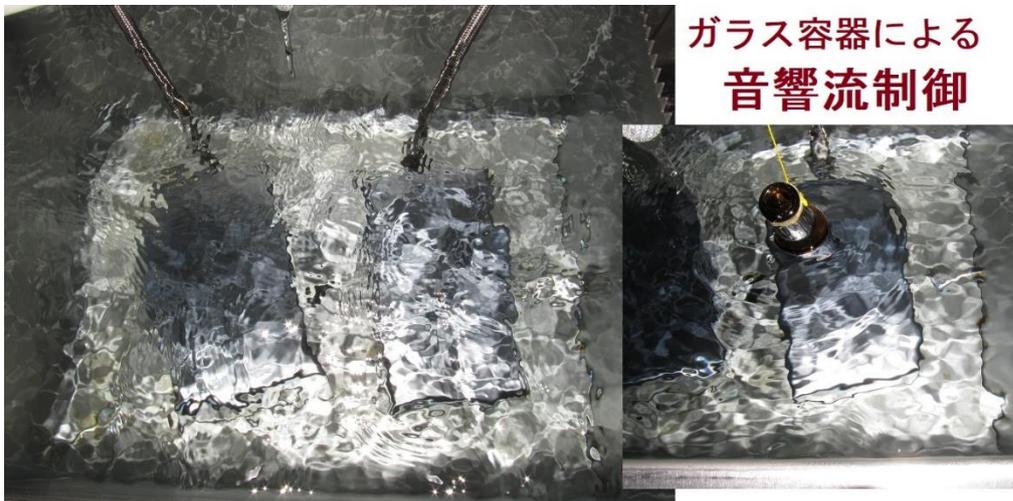
基本的な考え方（現象とモデルの統合）

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、非線形現象の発生が起きます。

非線形現象による振動の伝搬（流れ）が発展すると伝搬状態のダイナミックな変化により、共振現象と非線形現象の複雑な状態になります。

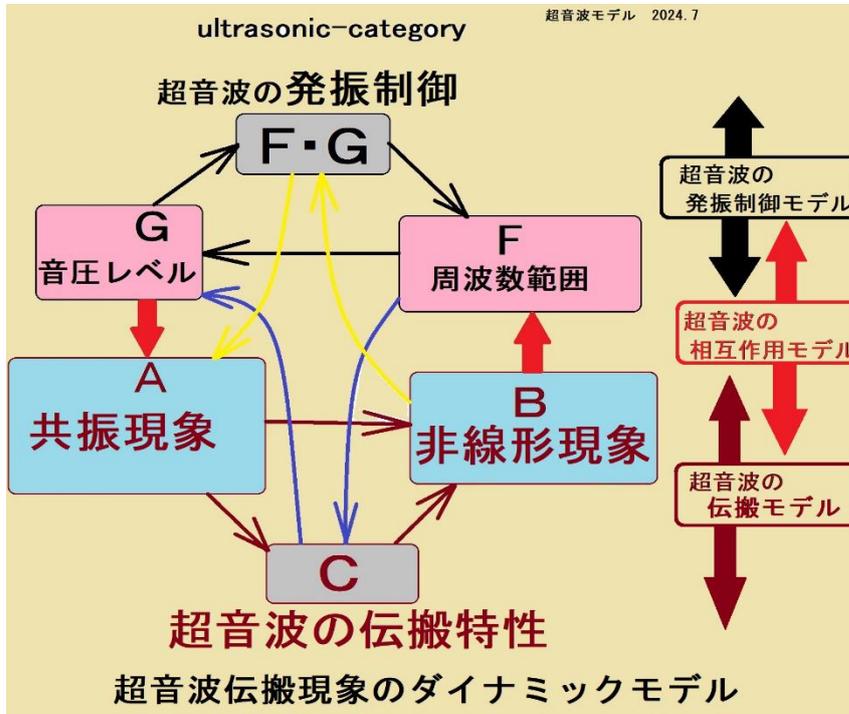
時間経過とともに、以上の経過を繰り返す中で、振動系としてのシステムによる、固有の振動モードが発生します。

この振動モード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。

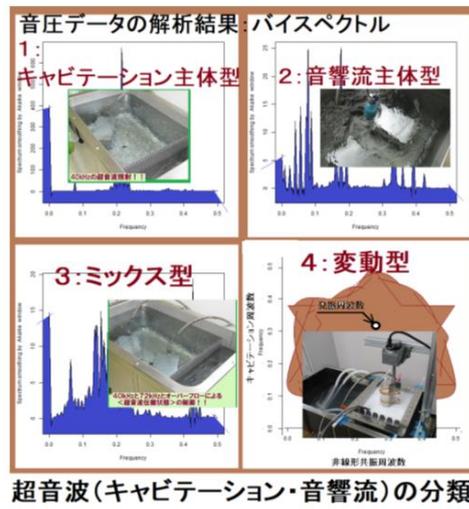
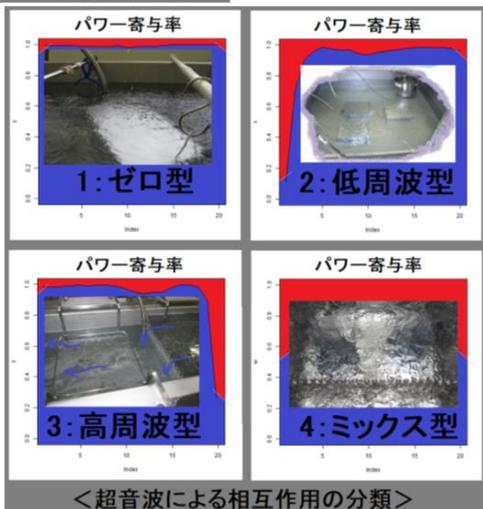
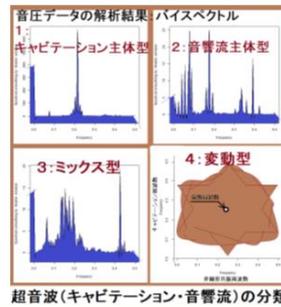
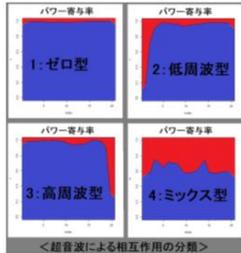


この技術を応用して
共振現象と非線形現象の組み合わせを実現する
新しい超音波発振制御技術（注）を開発しました。

注：共振型伝搬システム、非線形型伝搬システム



音圧測定・解析に基づいた、超音波の分類



超音波洗浄の場合

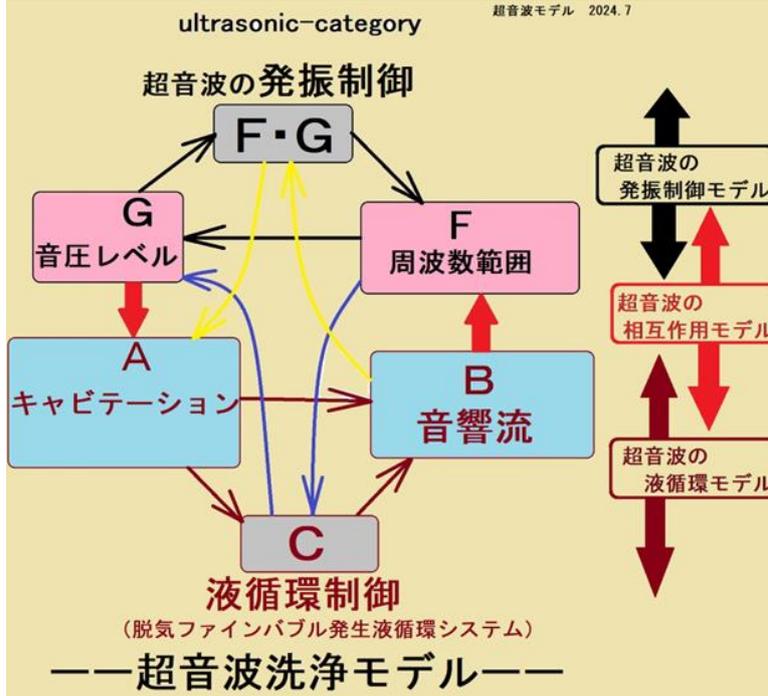
共振型伝搬状態：キャビテーションモード

非線形型伝搬状態：音響流モード

上記の振動モードに関する無限のプロセス

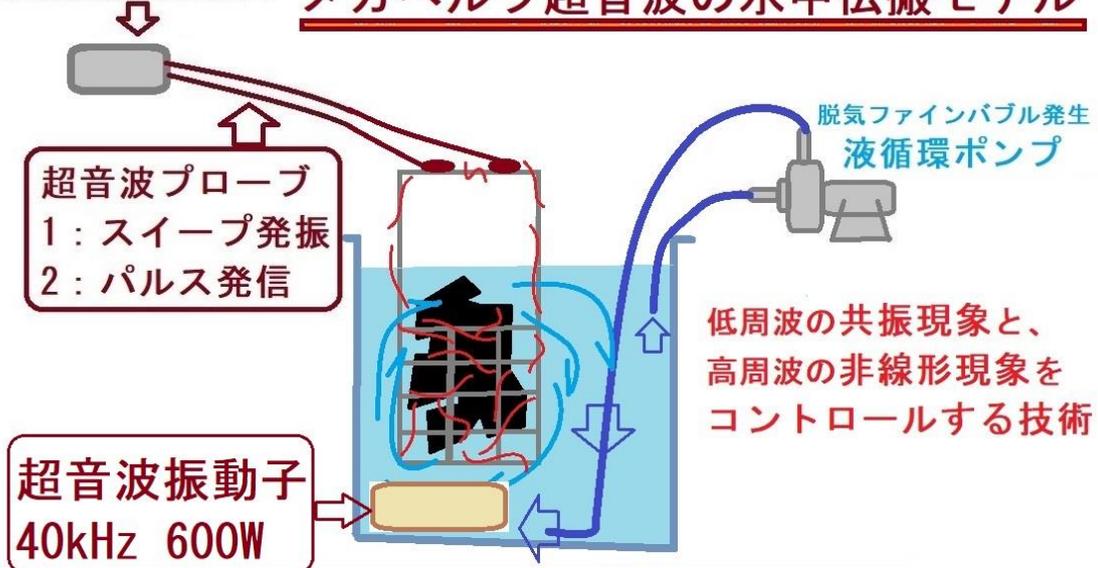
無限のプロセスの測定解析評価により

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ます。



超音波発振制御装置

メガヘルツ超音波の水中伝搬モデル



40kHz超音波・メガヘルツ超音波・ファインバブルの相互作用を音圧測定解析に基づいて、最適化するダイナミック制御技術

例 超音波洗浄

脱気ファインバブル発生液循環装置 2台 ONOFF制御

ON : 213秒 OFF : 31秒

ON : 313秒 OFF : 51秒

ベースとなる超音波振動子 1台 ONOFF制御

40kHz 600W (40%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

7.7MHz (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

7MHz~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

11.3MHz (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

500kHz~13MHz (出力12W)



メガヘルツ超音波を利用しためっき処理



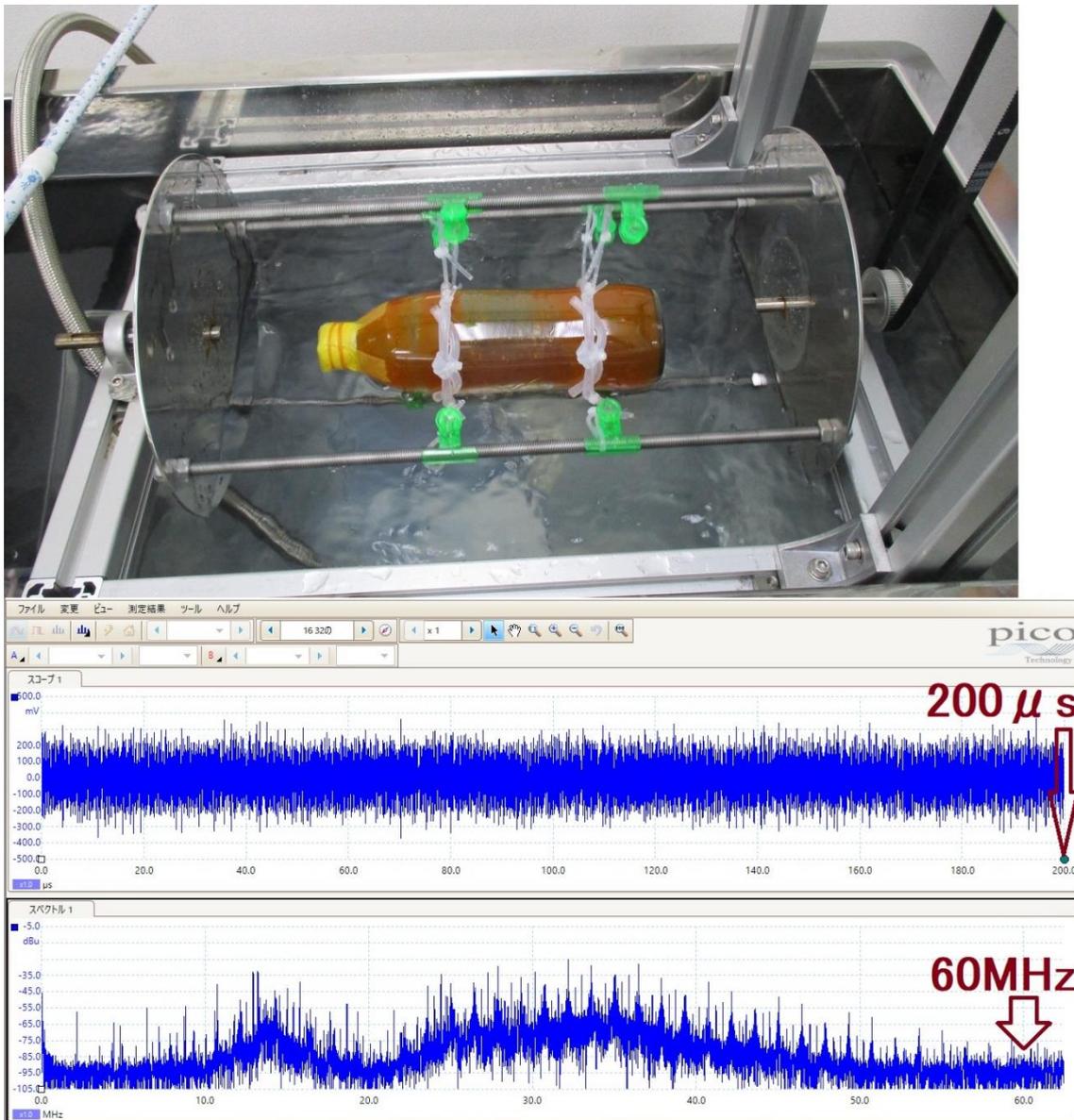
FeelTech 信号発生器 24MHz

例 超音波攪拌

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
120kHz 600W (30%出力180W)
ON : 43秒 OFF : 14秒

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3 パルス発振
15.3MHz (出力13W)
メガヘルツの超音波発振制御プローブ4 スイープ発振
60kHz~18MHz (出力12W)



例 超音波加工・溶接

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

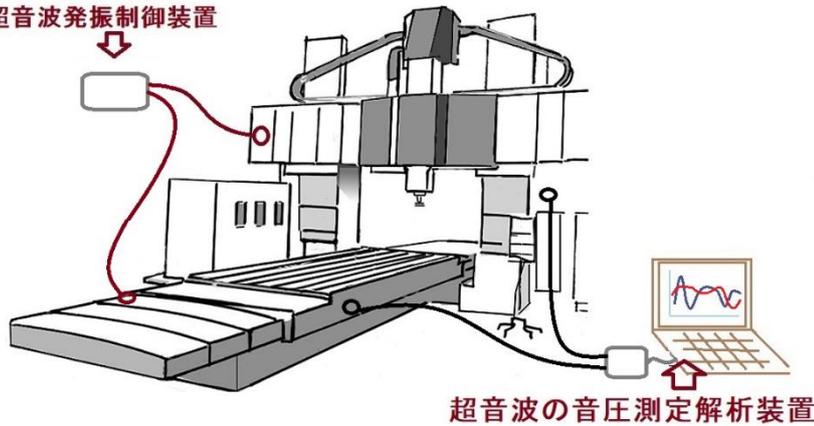
13MHz (出力10W)

メガヘルツの超音波発振制御プローブ2 スイープ発振

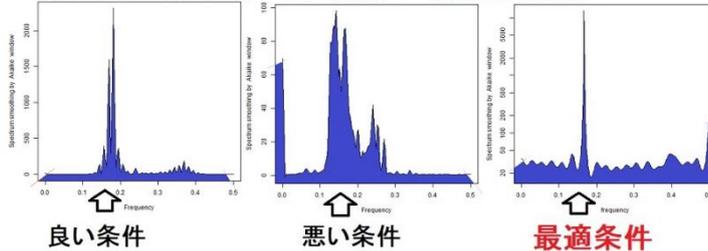
8~20MHz (出力10W)

超音波プローブによる超音波発振(制御)

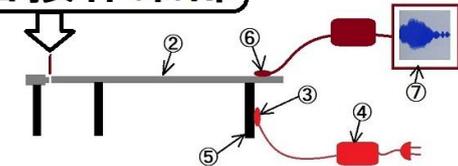
超音波発振制御装置



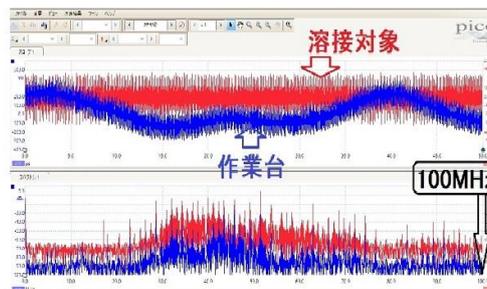
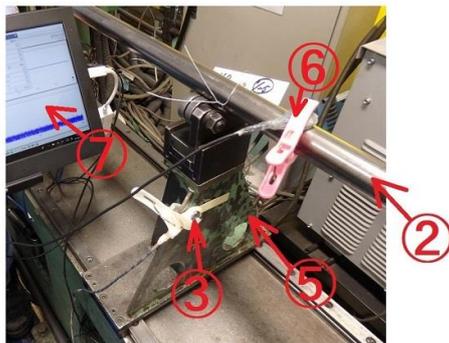
音圧データの解析(バースペクトル)結果 ---非線形現象による評価---



溶接作業部



参考：超音波による事例





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) no2

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8496>

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、超音波システムの開発技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1522>

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>

0. 1Hz～100MHzの振動測定解析システム



超音波（キャピテーション・音響流）の分類

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

超音波による化学反応をコントロールする技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18071>

超音波のダイナミック制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1575>

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>

超音波振動子のファンクションジェネレーター発振

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1179>

超音波洗浄について

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

超音波技術（コンサルティング対応）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1401>

シャノンのジャグリング定理を応用した「メガヘルツの超音波制御」方法

メガヘルツ超音波1
メガヘルツ超音波2
メガヘルツ超音波3
超音波洗浄器 (40kHz)
磁気ファインバブル発生液循環ポンプ

共振現象の伝搬(流れ)
非線形現象の伝搬(流れ)

超音波現象の伝搬モデル 2023.11.26

制御サイクル

3-ダイナミック制御型
1-低周波共振主体型
2-非線形高調波主体型
3-ダイナミック制御型

導来関手

超音波伝搬現象
サイクル

超音波の
導来カテゴリーモデル

2022. 5

200MHz

シャノンのジャグリング定理を応用した「メガヘルツの超音波制御」方法
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1996>

超音波プローブによる、スイープ発振システム
<http://ultrasonic-labo.com/?p=1690>

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>



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
<http://ultrasonic-labo.com/?p=13404>

超音波とファインバブルによる表面改質処理 脱気ファインバブル発生液循環システム

専用水槽 **液循環システム**

流動デザイン

...オリジナル超音波洗浄装置

オリジナル製品：音圧測定解析システム

音圧測定解析

洗浄効果の高い
 <<音圧データ>>

500kHz 2MHz

洗浄・表面改質（応力緩和）効果の根拠

28kHzと38kHzによるメガヘルツ発生音の音圧データ

以上