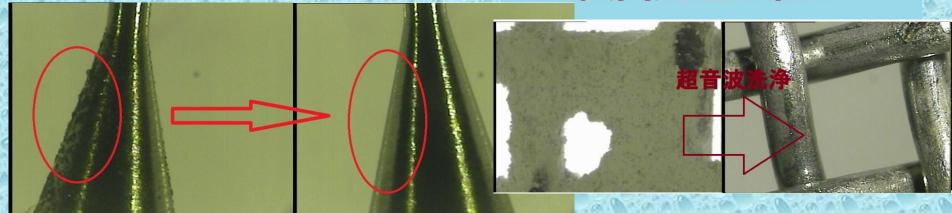
資料 超音波洗浄技術





4種類(28,38,40,72kHz)の 超音波振動子とマイクロバブルを利用した

<表面処理技術>



洗浄の目的と原理

どのような製品・部品・材料・・・の どのような汚れ・コンタミ・パーティクル・・を どのような洗浄レベル・表面状態・・・に どのような時間・費用・操作・・・で どのような装置・システム・作業・・を通して 実現するのかということを 検討・確認して「表現する」ことが重要です

この「表現(言葉による説明)」に基づいて 洗浄原理(論理モデル)、装置設計、 作業内容・・が決まります

洗浄のエネルギー

- a. 汚れと付着力
- b. 洗浄と表面エネルギー

現実的には、不明な状況での取り組みが多い状況です しかし、確実に

洗浄レベルの向上、継続的な改善・・・

を実現していくためには

「不明」という設定から始めて

「**成分の汚れ」「金属粉末の汚れ」・・・ の記録をもとに

推測・想定することが重要です

(その結果、オリジナルの洗浄システムにつながっている事例が多数あります)

洗浄の方法 物理作用

洗浄は、物理作用だけではありませんが物理作用を明確に理解(把握)したうえで相互作用による時間経過に基づいたダイナミックな変化を目視確認することが最も効果的です

(対象物の表面状態を詳しくしてていることが 目視確認による高い評価技術につながります)

洗浄の方法 化学作用

化学反応による 洗浄効果の可能性は非常に大きいのですが

各種条件設定・治工具・・・・パラメータの組み合わせが 無限にあるため見つかりません

経験と記録と観察から、直観によるアイデアが必要です

(現状では、論理的に不可能ですが 実現している事例は多数あります

各社のノウハウとして秘密扱いとなっている洗浄液があります)

洗浄の方法 マイクロバブル

マイクロバブルの効果は 溶存気体濃度に関する、液体の均一化と 液体の浄化(液体に溶存しているコンタミ除去)です

原理は、マイクロバブルの**拡散性**と **汚れを付着して浮上する性質**の利用です

不均一な洗浄液での各種洗浄方法では バラツキの発生は対処が難しく費用が膨らみます

めっき液、各種溶剤、・・・大きな成果実績があります

一般的な洗浄プロセス

汚れを除去するプロセスの検討以上に 除去した汚れを**再付着**させない 明確なプロセスが重要です

高価な洗浄装置のほとんどが 再付着の問題を抱えています 原因は、流れに対する検討不足です

現状の改善は、

洗浄液の流れに関する見直しで実現します

洗浄液(洗剤、溶剤、***)

洗浄液の各種濃度分布は非常に複雑です

広い水槽、深い水槽、・・・分布の発生しやすい場合 洗浄液の濃度分布が洗浄効果に影響を与えます

均一で安定した洗浄液の基本として 洗浄液の均一化 水槽と液循環の最適化が必要です

液循環・オーバーフロー・・の無い水槽では 洗浄効果は成行き状態です (水槽へ洗浄液を入れる方法にも注意が必要です)

注::洗剤·溶剤と超音波の組み合わせは 大きな洗浄効果ゃ新しい表面処理効果を生み出しています

洗浄効果の確認・評価方法

〈確認・評価〉
 言葉(良い、普通、悪い)、数値(1, 2, 3, 4, 5)・・目視(写真・記録・・言葉・数値)、対象物の表面測定(応力、反射、・・)、
 洗浄液の測定(透過度、沈殿物、・・)、

評価方法を明確にしない 洗浄システムの開発が行われているのが多くの現状

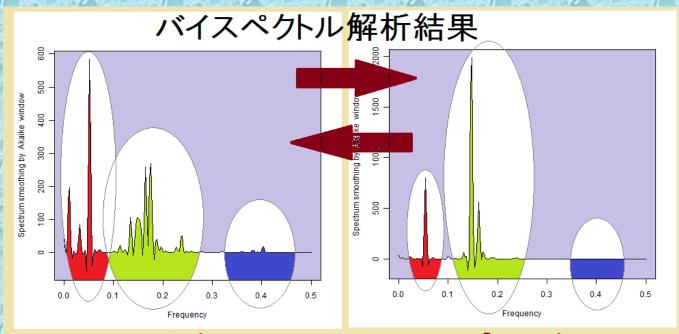
これでは、継続的な改善・改良ができない

注::洗浄技術の高いメーカーには、固有の評価技術があります

洗浄の問題と改善策

液体、気体、固体が化学反応した汚れには、 キャビテーションの変化が有効

注:単調な振動現象ではなく、洗浄対象の表面に、 ダイナミックな非線形現象を発生させることがノウハウです

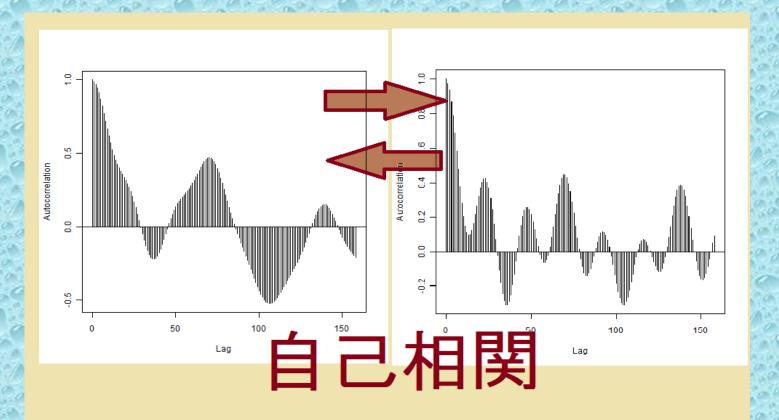


ダイナミック制御

目的に合わせた伝搬周波数のコントロール技術

洗浄の問題と改善策

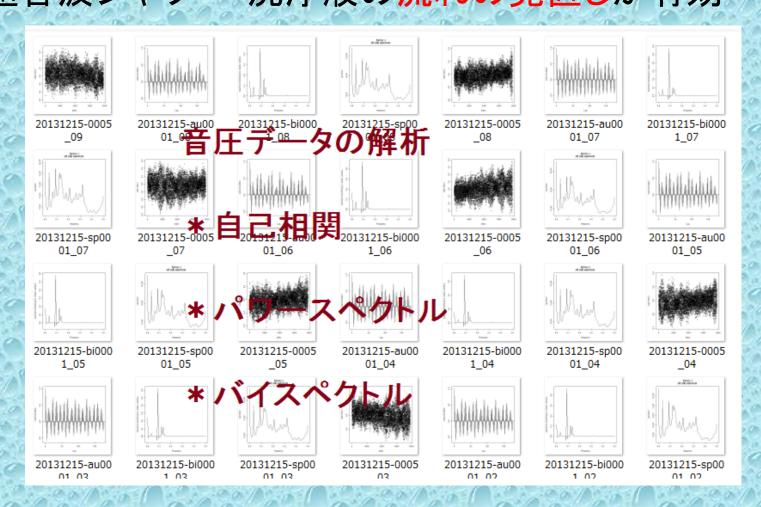
ナノレベルの精密な洗浄には、 複数の異なる超音波周波数による音響流制御が有効



目的に合わせた伝搬周波数のコントロール技術

注:1/1000秒、1/10000秒の変化

洗浄の問題と改善策 再付着には、 超音波シャワー・洗浄液の流れの見直しが有効



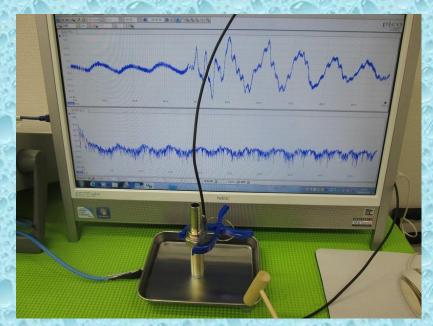
注:一瞬の状態ではなく、時間経過のなかでの非線形な変化が重要

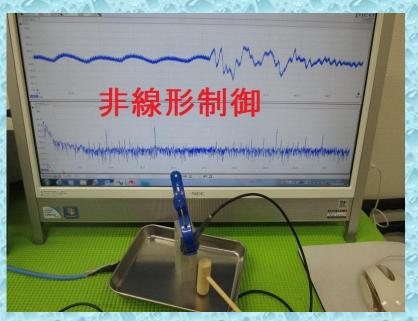
洗浄の問題と改善策

部品の隙間に入っためっき液の洗浄には、 洗浄物の音響特性に合わせた揺動操作が有効

対象物と洗浄液と水槽の**音響特性**に合わせた 超音波の変化と、マイクロバブルの液循環により 様々な表面処理効果とともに実績が増えています

写真下:音響特性の計測例





洗浄の問題と改善策

超音波が大きく減衰する洗浄液を使用する場合は、 水槽の設置・治工具の工夫が必要

超音波の共振で、大きな音や波が発生している状態も 超音波(エネルギー)の減衰状態です

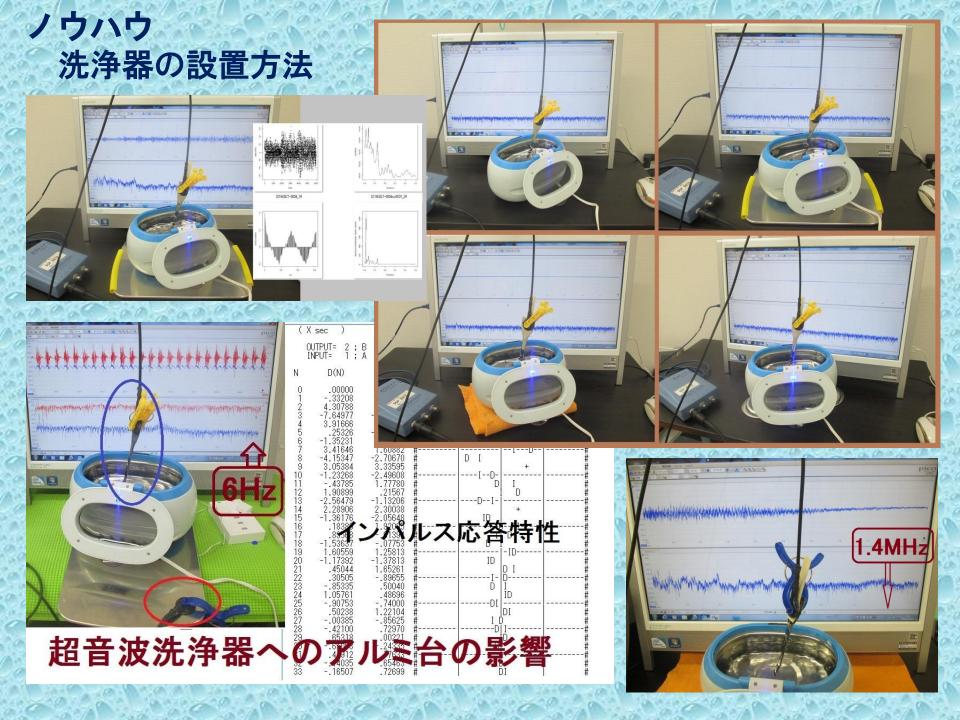
音圧レベルが高くても洗浄効果が小さい場合の原因に 水槽・治工具との共振現象による超音波の減衰 洗浄液(洗剤・・)と超音波のバランスの悪さ 高調波による洗浄液(洗剤・・)の分解・・があります

洗浄で使われる超音波 超音波の利用ノウハウ 設置

超音波の発生部分(振動子、振動板・・)を どのように設置するかということは 振動現象を利用する装置にとって 最も重要ですが、あまり検討されていません

(振動するものを固定するという 矛盾を技術的に解決する必要:ノウハウがあります)

従って、共振・干渉・うねり・・・ 超音波の伝搬状態が実現していない装置が多い状況です



洗浄で使われる超音波 超音波の利用ノウハウ マイクロバブル発生システム

揚程の高い、マグネットポンプの 吸い込み側のバルブ(配管)を絞る

と言う、ポンプメーカーの禁止事項を行います (通常のマグネットポンプで10年以上機能します 揚程の高さとバルブの絞り状態の設定で マイクロバブルの発生量とサイズを調整できます)

特許の問題はありません(公知とされています)

超音波の利用ノウハウ液循環

電気工学の研究者・技術者を中心とした 超音波利用技術の問題点は 流体力学、材料力学・・機械系の基礎事項に関する 注意事項が不足していることです

水槽の設計・設置、振動子の設計・設置に関する 振動工学に基づいた低周波の振動に関する 具体的な現象の理解が不十分なために、 液循環の問題(重要性)・・に発展しません

水槽と振動子に合わせた液循環の最適化により 目的に合わせた超音波の制御が可能になります

洗浄で使われる超音波 超音波振動の伝搬現象 液体

無群探知機、赤ちゃんの診断・・・ 液体中を伝搬する超音波は 非常にわかりやすく便利です

理由は、以下の通りです

- 1)液中は縦波だけで検討できる
- 2)ほとんどの液体の音速は

1000-1500m/sの範囲に入る

(従って、水の1500m/sは最大である)

超音波振動の伝搬現象 気体

気体中を伝搬する超音波は 大きな減衰とともに複雑です

理由は、

- 1)もの(弾性体)の表面は気体に包まれています
- 2) 境界面はインピーダンスの違いにより 超音波のく透過・反射・屈折>が起きます

現実として

洗浄水槽の表面、洗浄液の液面、・・・ 超音波が複雑に変化しています

(複雑な変化を、洗浄効果として利用した成功事例があります)

超音波振動の伝搬現象 弾性体

物の表面を伝搬する音(振動)は、 骨伝導・探傷・・・実用化されていますが 学習する機会(書籍、大学、セミナー・・)が 非常に少ない状況です

理由は以下の通りです

- 1)地震の研究に見られるように複雑で難しい (重畳性、縦波・横波、モード変換・・・)
- 2) 形状、表面、端部、構造、強度、硬度・・・・ 結合、接触、・・・により大きく変化するため 対象物に対する一般論は難しい

(十分な理解でなくても、学習した分だけ洗浄技術は発展すると考えています)

キャビテーションと音響流 測定

測定・解析による数値化・グラフ化が重要です

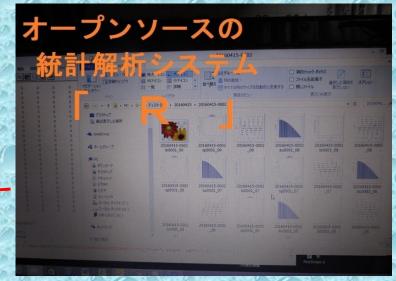
オリジナル製品: 超音波テスター

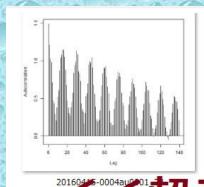
水槽内の2か所を同時に24時間連続で測定可能です

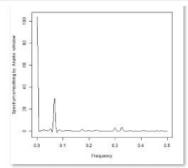


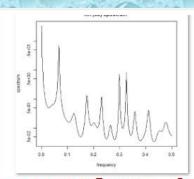
洗浄で使われる超音波 キャビテーションと音響流 解析

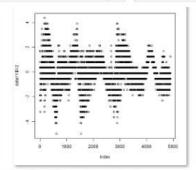
超音波の伝搬状態は変化します く時系列データの統計数理>



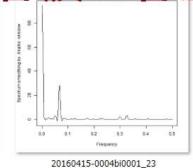


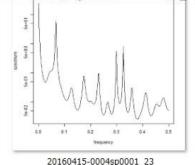


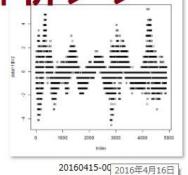




20160415-0004au0001 23







キャビテーションと音響流

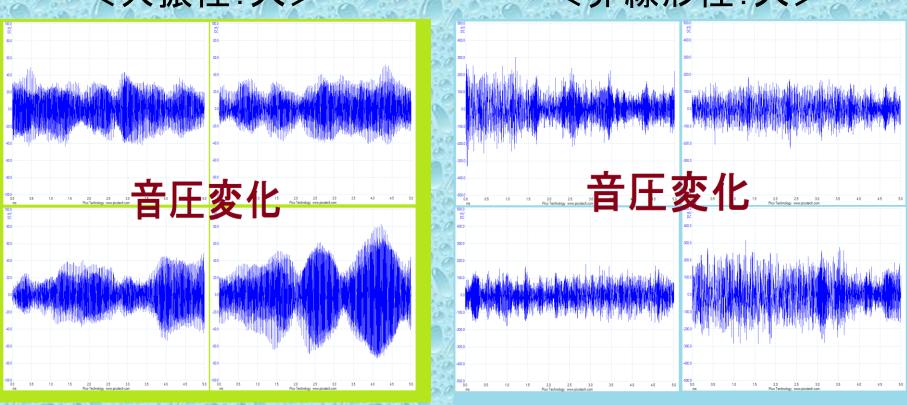
評価 ポイント:表面弾性波の理解



洗浄で使われる超音波 キャビテーションと音響流 具体例

<共振性:大>

<非線形性:大>



慣れてくると、音圧グラフの目視確認でも、様々な確認ができます

洗浄の問題解決テクニック

変動する要因の管理方法

- a. 季節や時間 b. 洗浄物の数量変化
- c. 汚れの付着状況



洗浄の問題解決テクニック

対象物の変化

(加工方法や 素材の材質変更など) に対する管理方法

個別の対象に対して 具体的な固有のモデルを作成する 初歩的なレベルから 自分で考え自分で作る!

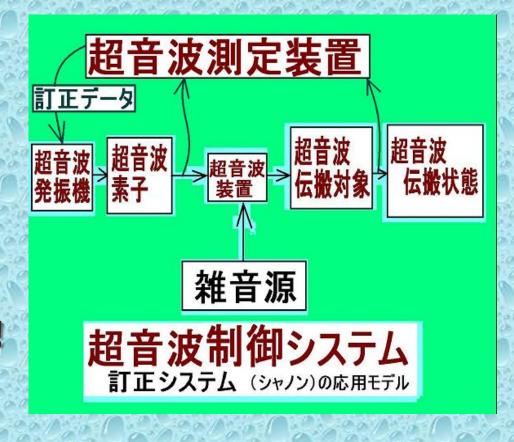
くモデルについて>

モデルは対象に関する

理解、予測、制御等を効果的に進めることを目的として構築されます。 正確なモデルの構築は難しく、

常に対象の複雑さを適当に"丸めた"形の表現で検討を進めます。 その意味で、

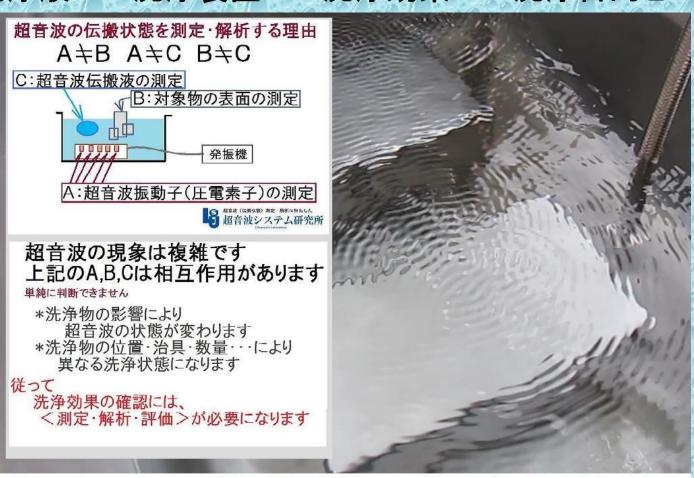
モデルの構成あるいは構築の過程は統計的思考が必要です。



洗浄の問題解決テクニック

具体的な管理方法

a. 洗浄液 b. 洗浄装置 c. 洗浄効果 d. 洗浄目的とレベル



超音波伝搬状態の最適化技術

洗浄の問題解決テクニック 音圧・振動測定に基づいた管理

- a. 統計数理 b. 時系列データの解析・評価
- c. 具体例

超音波利用状態を生み出すシステムの仕組みは、

社会の仕組みのように無数の部分の繋がりで出来上がっています。

この複雑なシステムの動きを、

その構成部分の動きの総和として捉えようとするのが統計的な見方です。

この場合、最終的には超音波の対象物への動きを生み出すための 単純化したイメージが必要になります。

このイメージの構築の基本要素は、超音波の仕組みの知識と、

これまで強調して来た最終的な超音波利用(洗浄・・)に関する動きの目的意識です。 これらによって試行錯誤的にイメージの改善を進めることになります。

こんな面倒な話は聞きたくもないと思うかも知れませんが、

「天は自らを助けるものを助ける」と言うように、

超音波洗浄・・は人から教えられるものだけでは不十分で、

自分で考えて仕上げることが不可欠です。

その場合に「統計的な見方の有効利用」が成功へのキーワードになります。 (故赤池弘次先生ブログより抜粋)

洗浄の問題解決のテクニック (ポイント1) 製造工程全体からの検討

- 1) 工程間の保管方法 (エアコン、風、人の移動、・・)
- 2) 加工治具・加工油・・の特徴・特性 (治具の汚れ、工作機械の取り出し部の汚れ・・)
- 3) バラツキ(環境変化・・・)による 汚れの付着状態 製品・部品・・の表面状態 の確認・検討・モデル化
- 4)日常管理の中で、 効果的な表面状態の改善点を 統計数理の考え方と 経験と実績を組み合わせて、検出する (例 部品Aと部品Bの違いを追及する)

洗浄の問題解決のテクニック (ポイント2)

対象物の設計(構造・形状・材質・・)検討

- 1)設計者が、製造方法・製造工程まで 十分に理解して、設計思想に基づいた判断で 設計が行われる必要があります
- 2) 思慮深い設計には ユーザー・作業者の取り扱いや 加工・洗浄・組み立て・・良く考慮されています
- 3)製品の複雑化、担当の専門化・・により全体を見てまとめる力が弱くなっています
- 4)対象に合わせた洗浄装置・洗浄システムを開発できる技術者がほとんどいなくなっています

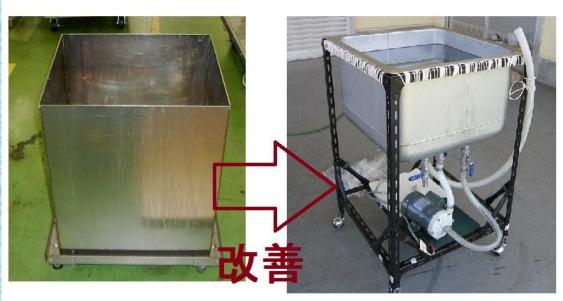
く提案>

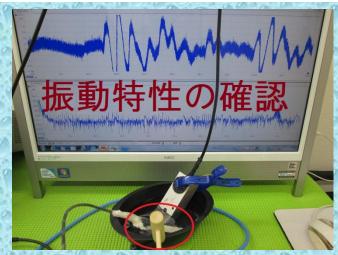
異なる部門の関係者と相談・ディスカッションすることが 重要です(良い設計には、良いコミュニケーションがあります)

洗浄の問題解決のテクニック(流れによる改善事例)

対象物の設計(構造・形状・材質・・)検討







最重要ポイント:洗浄の問題点と対策 考え方:洗浄装置で様々な洗浄物を、

同様な洗浄レベルに洗浄することはできません

汚れの形状・材質・・・・が異なると、汚れの動きが異なります 洗浄物の形状・材質・・・が異なると、汚れの動きが異なります 数量・治工具・・・が異なると、振動モードが変わります 液温・環境(湿度・室温・)が異なると、表面の化学反応・・が変わります 洗浄水槽・装置の設置・隣接装置・・が変わると、振動モードが変わります

実験で確認していることは、特別な事実だと考えます

日常の製造・洗浄ラインのデータや観察測定データを

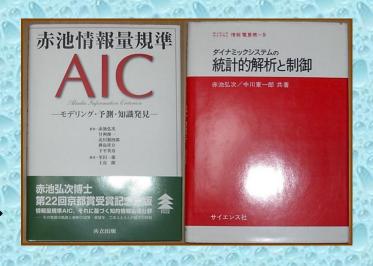
統計数理に基づいて検討解析することが必要です

不良品、不良率と洗浄物・治工具・洗浄条件・・の関係 朝、昼、晩、春、夏、秋・・・と洗浄効果の比較・検討 「**洗浄液・汚れの管理**」「<u>実験確認・評価技術の向上</u>」

参考 統計的な見方

<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



<<u>キャビテーションの効果を安定させるには統計的な見方が不可欠</u>>

参考 故赤池弘次先生記念ウェブサイト

http://www.ism.ac.jp/akaikememorial/index.html 故赤池弘次先生ブログ http://ameblo.jp/linear/

複雑な現象に対する取り組み方としてのバイブルだと考えています

くモデルについて>

モデルは対象に関する理解、予測、制御等を効果的に進めることを目的として構築されます。正確なモデルの構築は難しく、

常に対象の複雑さを適当に"丸めた"形の表現で検討を進めます。 その意味で、

モデルの構成あるいは構築の過程は統計的思考が必要です。