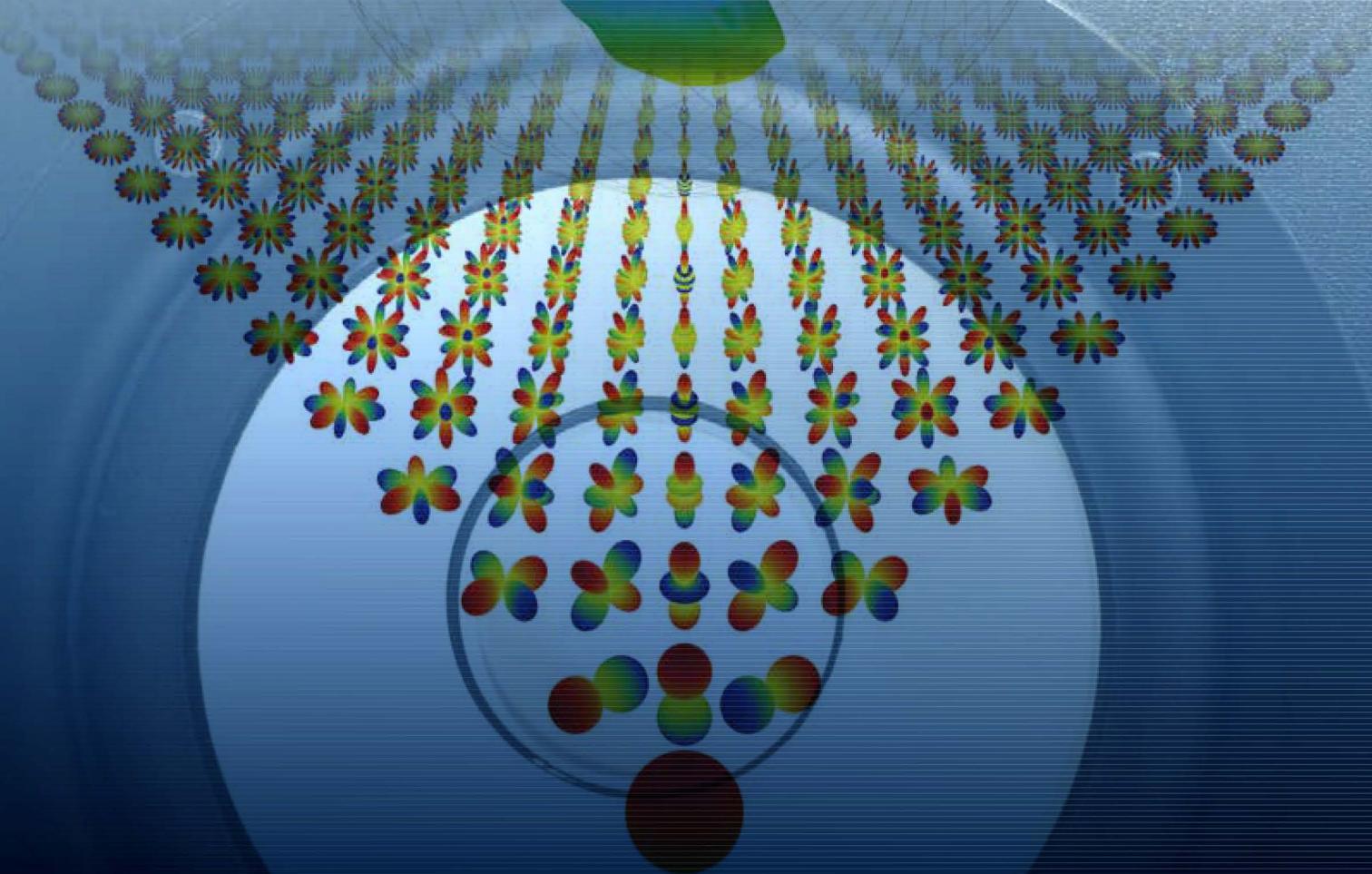
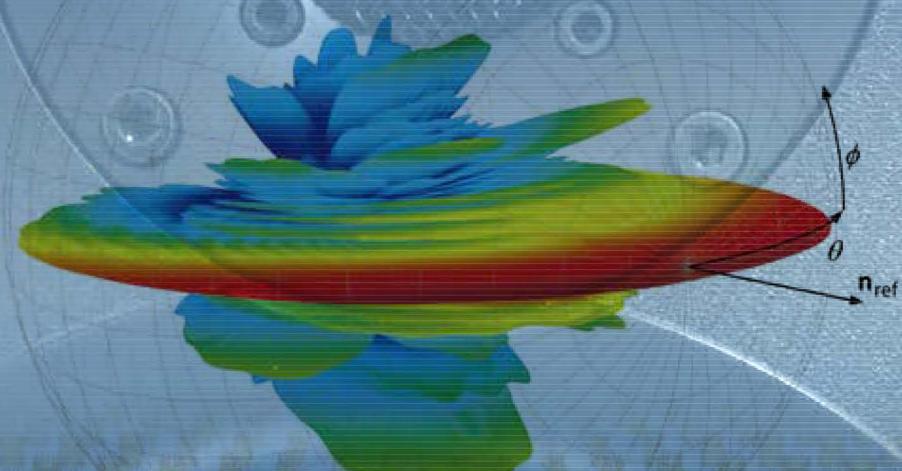
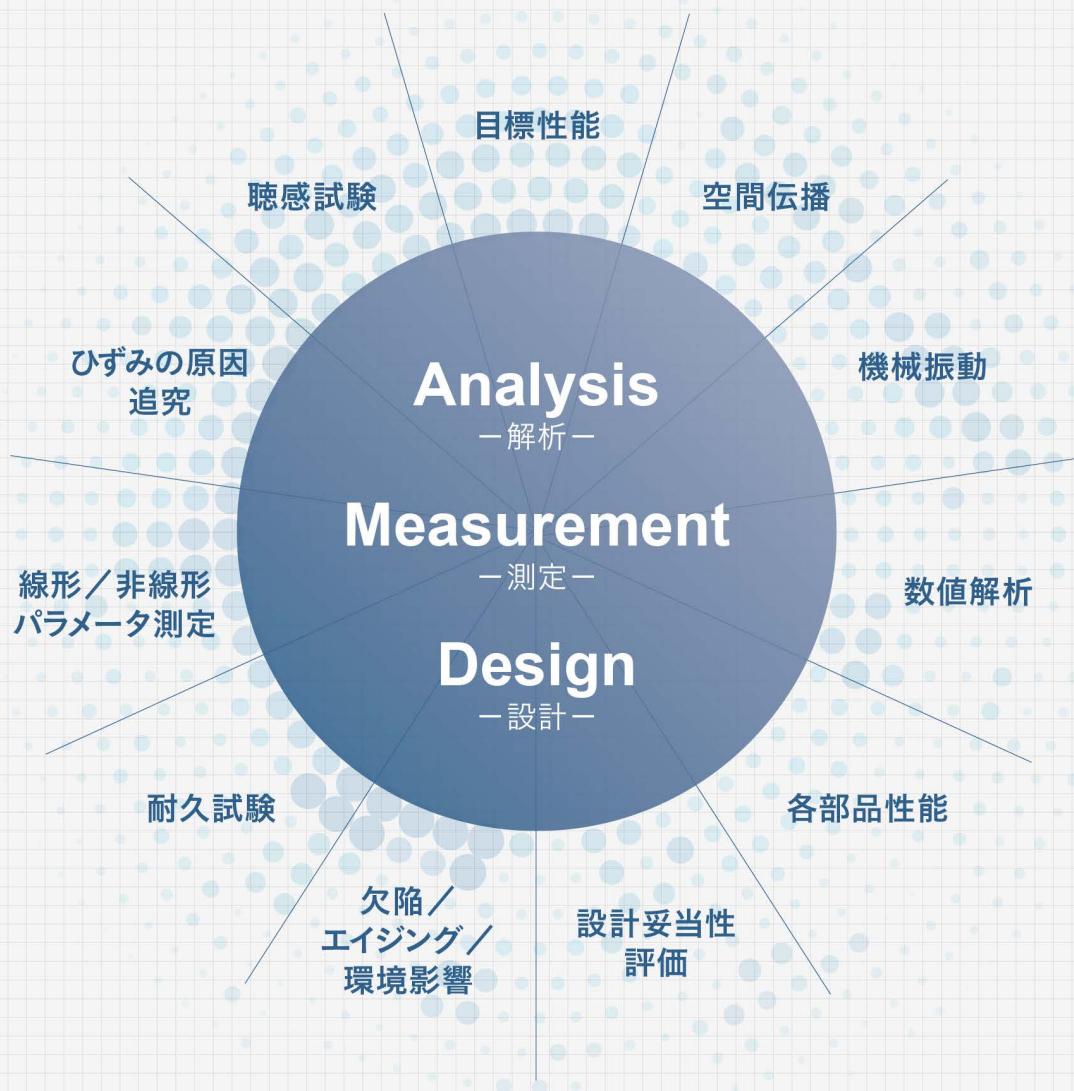


スピーカ測定／評価システム

**KLIPPEL**



# Research & Development システム



- 世界中のオーディオメーカーの大多数で導入されている標準ツール
- オーディオ製品の企画、設計、性能評価、聴感試験、生産ラインでの品質チェック等の全ての過程において活用可能
- オーディオトランステューサ部品単体の性能、ユニットとしての性能、エンクロージャに搭載した際の性能それぞれを測定
- 独自のモデリング技術によって、高精度に特性パラメータを算出するだけではなく、スピーカ性能(遠方音場特性、ひずみ率等)の推定も可能
- ウーファ、ツイータ、マイクロスピーカ等、あらゆる種類のダイナミック型トランステューサに対応
- ご要求に応じて、ソフトウェアモジュールを選定。必要最低限のシステム構築ができるため、低コストで導入が可能

R&Dシステムはスピーカの研究開発において必要となる、様々な製品評価に対応します。それにより、市場、顧客の要求に対応し、かつ低コストな製品の開発、設計を実現します。

Klippel R&Dシステムは、従来から広く使用されているようなインピーダンスや音圧の周波数特性を測定するだけの“測定器”に留まりません。

線形領域はもちろん、大信号を加えた時の非線形領域における、スピーカのあらゆる特性や状態を、測定によって得られる各種物理量による独自のモデリング技術により、高精度で推定します。更に聴感試験とスピーカの設計を結び付け、具体的な改善提案をサポートします。

これらの技術は従来よりある経験による設計ノウハウを定量化し、将来の製品設計指針を明確でき、意図した製品開発を可能にします。

## ハードウェア

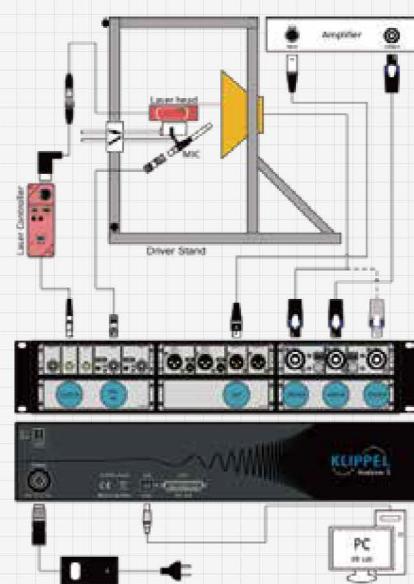


- Klippel Analyzer 3 をフロントエンドとし、測定項目に応じたアクセサリを選定しシステムを構成
  - 部品、ユニット単体、スピーカーシステムまで、幅広い製品評価に対応
  - Klippel Analyzer 3ではモジュール形式を採用し、様々な測定要求に柔軟に対応
  - ハイレゾ機器評価にも対応、192kHzサンプリング(標準仕様)
  - 高感度の測定性能を有し、幅広いユニット(2~2000Ω)に対応
  - モジュール単位での迅速な修理が可能

Klippel R&D システムは測定対象、測定要求に応じて、様々なハードウェアアクセサリを用意しております。

各アクセサリの制御及び全ての測定データは、Klippelが提供するプラットフォームソフトウェア“dB-Lab”及び専用ソフトウェアによって一括管理されます。それにより、高いデータの互換性を実現しています。関係各所とのデータのやり取りもスムーズに行えます。また、dB-Labソフトウェアはカスタマイズにより、自動測定や独自指標の導入も対応可能です。測定業務の効率化に貢献します。

## ■接続図 説明

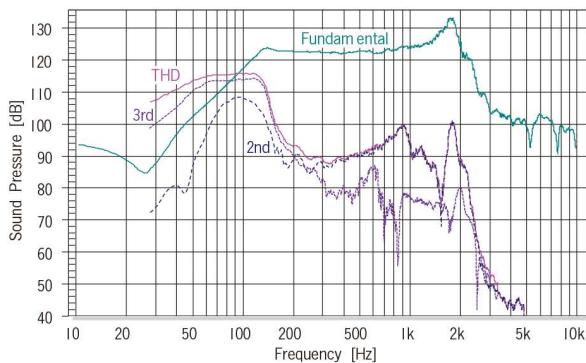


# 周波数応答、伝達関数測定

TRF

- サインスイープ波(チャーブ波)による測定
- 入力2ch(変位、音圧等)を同時測定
- 過渡応答、インパルスレスポンスの測定
- THDと高調波ひずみは、最大21次まで対応
- ピリつき音(Rub&Buzz)やエアリークが生じた際に現れる高調波成分を測定、独自の後処理により原因を追究
- 生産品質管理用QCシステムのデータと完全互換

## ■Fund & THD & 2nd, 3rd Distortion

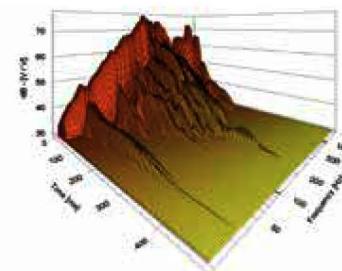


TRFモジュールは、電気特性や変位、音響特性の時間変化や周波数分析を測定するモジュールです。スイープスピードやターミナルの電圧、周波数分解能は任意に設定ができ、測定される入力2ch間の伝達関数を求めることができます。

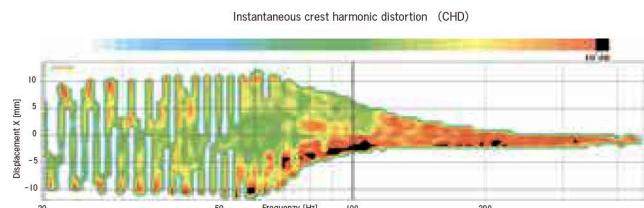
インパルス応答にウインドウを掛けることにより線形応答のみの伝達関数を得ることもできます。

また、各周波数の過渡応答(減衰の長さ)の3次元表示や、ボトミングやコイル摩擦による異音の位置特定のためのカラーマップ表示も可能です。後記するSCNやSPM、NFS等様々な測定の基礎になるモジュールです。

## ■Cumulative Decay



## ■Instantaneous Distortion 3D



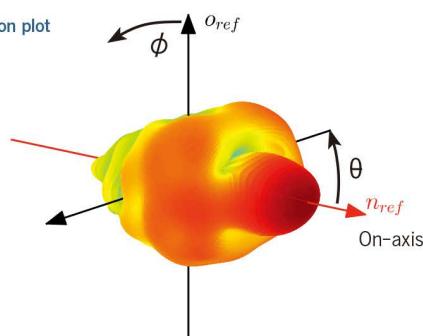
# 指向性(ポーラプロット)測定

POL

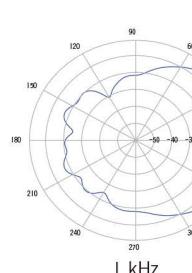
- 音圧の指向性(ポーラプロット)を測定
- ターンテーブルを自動で制御し、任意の分解能でデータ取得
- 2次元だけでなく3次元(バルーンプロット)にも対応
- ASCII形式でのエクスポートにより他のソフトでも測定データを利用可能

POLモジュールでは、自由空間における2次元/3次元の指向性のポーラプロットを自動で取得します。このモジュールでは、測定対象とマイクロфонの距離は、測定対象の最大径以上で、測定する最低周波数の波長以上の距離を持たせた状態での測定を想定しています。

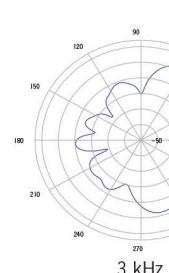
## ■3D Balloon plot



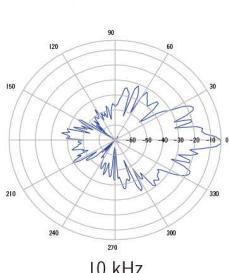
## ■Polar plot at 1kHz



## ■Polar plot at 3kHz



## ■Polar plot at 10kHz

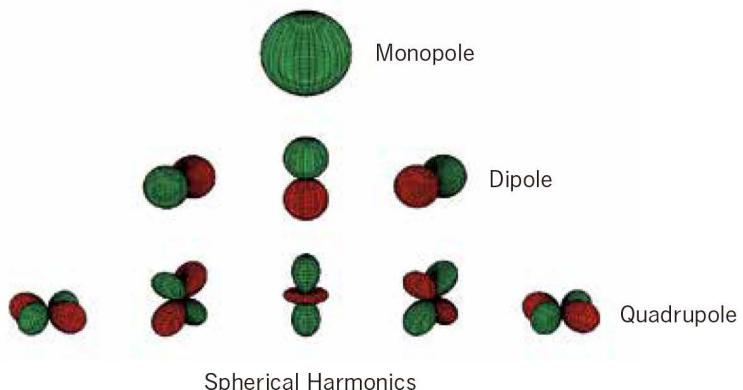


# ニアフィールドスキャナー

NFS

- 素早く、正確に自動測定
- あらゆるオーディオ製品に適用可能
- 独自アルゴリズムにより反射音を除去
- 無響室不要で直接音を測定可能
- 3次元のデータ出力
- 軽量、可搬システム（重量75kg）
- 独自モデリング技術により近接/遠方音場の予測が可能

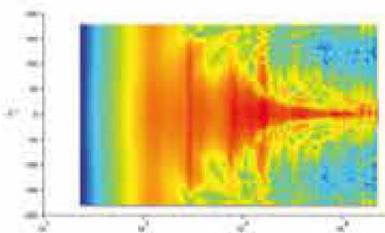
NFSモジュールでは、スピーカシステムやバッフルに設置されたユニットの近接音場を、自動で測定します。測定対象は中央に固定され、マイクロフォンが動き、測定されます。独自のアルゴリズムによって、部屋による反射の影響を低減し、直接音のみの音圧(f特)を抽出しますので、無響室で測定したのと同等かそれ以上に正確な音場を測定することができます。対応する周波数範囲は10Hz～20kHzですので、低周波であっても、無響室なしで、十分な精度を持つデータを測定できます。



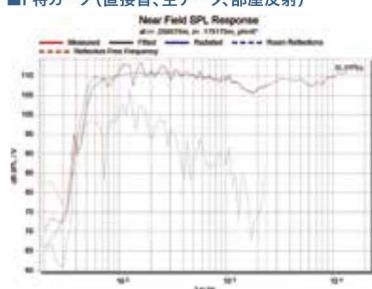
## 3次元伝播のモデル化

音源が生む音場は、波动方程式の解であるハンケル関数と球面調和関数によって測定データと比較され、モデルが作成されます。

■ Contour plot



■ F特カープ(直接音、生データ、部屋反射)



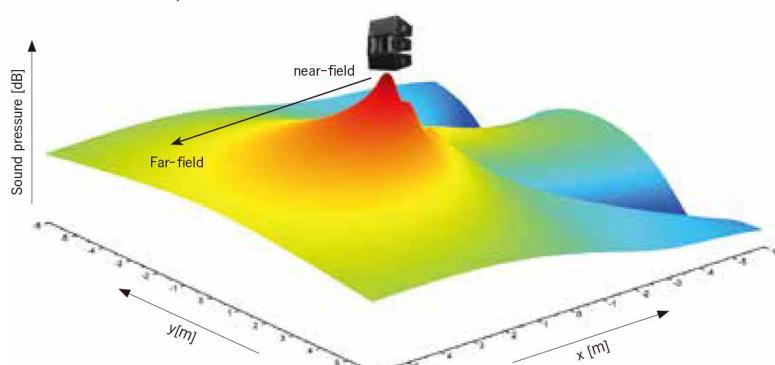
## 近接音場解析

波动方程式による音放射モデルによって、スタジオモニターやタブレット端末等のパーソナルオーディオにとって重要な、近接音場の任意点の音圧を、実際に測定することなく、得ることができます。

## 遠方音場予測

近接音場の解析結果を元に、遠方の直接音も予測できるようになります。従来の測定方法で問題となる回折の影響を受けない結果を得ることができます。

■ Far field color map



# スピーカ表面振動スキャニング

SCN

- 形状と振動を自動測定
- モーダル解析による多彩な解析項目
- ロッキングと円周モードを評価
- 音圧出力と指向性を予測
- 機械的/音響的に生じる問題を明確化
- 有効放射面積Sdの正確な測定

## 振動解析

レーザ変位計により測定された各測定点の変位から、累積加速度レベルを算出します。この結果を元に、各種モーダル解析を行います。ボイスコイルのロッキングモードによる異音の発生についても、その原因となる、不釣り合いやスティフネス/磁束密度の不均一それぞれのモーメントの大きさをモデル化することができ、原因の特定と改善方法について、具体的に解を得ることができます。

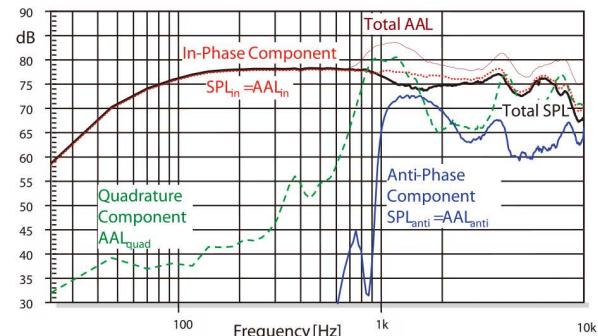
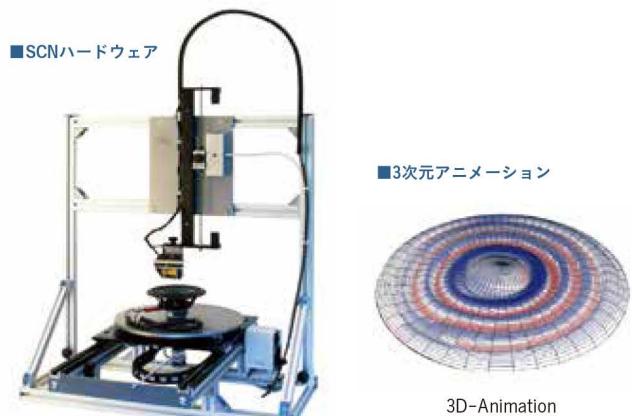
## 音放射解析

累積加速度レベル(AAL)からレイリー積分を用いて、音圧(SPL)を算出します。AALとSPLに差が生じている場合、分割振動による音の打消しが起きていることを意味します。この原因追究には、表面の振動を下記の3つに分ける処理が大変有効です。

- (1) 同位相成分: 音圧を生む振動
- (2) 逆位相成分: 音圧を打消す振動
- (3) 直交成分: 音圧を生まない振動

上記の3つを本システムでは自動で演算し、それぞれの振動成分をアニメーション化します。これにより、スピーカ形状や材質の改善方法についても具体的な解を得ることができます。

SCNモジュールでは、レーザ変位計による非接触での測定により、コーンやエッジ、エンクロージャのパネル等の振動アニメーションを得ることができます。25kHzまで対応し可聴領域内を全てカバーしています。FEA/BEAで使用できる形状データを測定と同時に得ることもできます。解析は専用のソフトウェアにより行われ、各周波数における振動形状をアニメーションを自由に表示できます。



# 磁場スキャニング

BFS

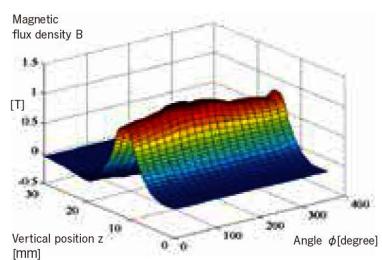
- 自動スキャニング及び任意点測定に対応
- ホール素子センサにより狭いギャップでの測定にも対応
- 磁気、磁場に関する問題を追及
- $BI(x)$ の予測

BFSモジュールでは、ギャップ近傍における静的な磁束密度 $B(\phi, z)$ を測定します。設計や生産の問題による磁束密度の不均一はロッキングモードの原因となります。その根本原因追究に役立ちます。

■BFS測定図



■磁束密度マップ



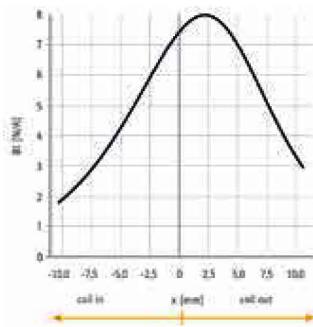
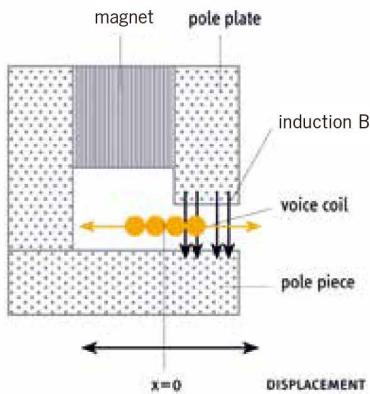
# 大信号パラメータ測定

- 線形/非線形パラメータを自動測定
- 温度上昇を算出すための熱パラメータも評価可能
- ボイスコイル振動中心位置測定
- サスペンションのスティフネスの非対称性評価
- 温度や変位等の静的特性測定
- 機械的/熱的破壊を自動で保護
- 非線形ひずみの発生原因の追究

LSIモジュールでは、線形/非線形におけるスピーカの特性を測定するだけでなく、ボイスコイル温度などの温度特性も測定可能です。IEC62458に則って、ランダムノイズをドライバに印加し、そのときの電流と電圧を測定、各種パラメータを算出します。ドライバ単体、エンクロージャに組み付けた状態の双方の測定に対応します。ドライバーの共振周波数に応じて、2つの測定モードを用意しております。

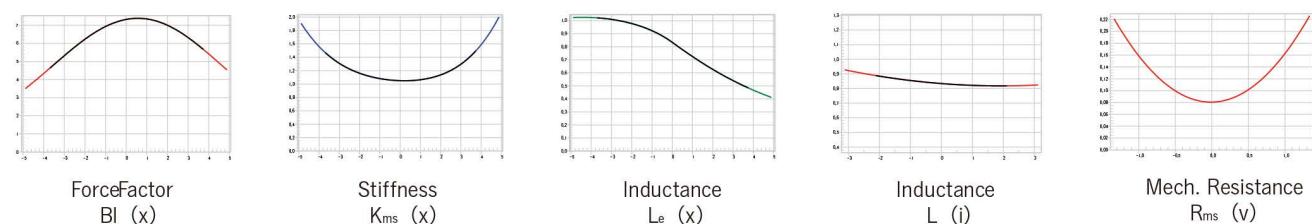
LSI woofer :  $f_s = 15 \sim 400\text{Hz}$

LSI tweeter :  $f_s = 100 \sim 1,500\text{Hz}$



Force factor  $BI(x)$  shows an offset  $x_{off}$  in the voice coil rest position

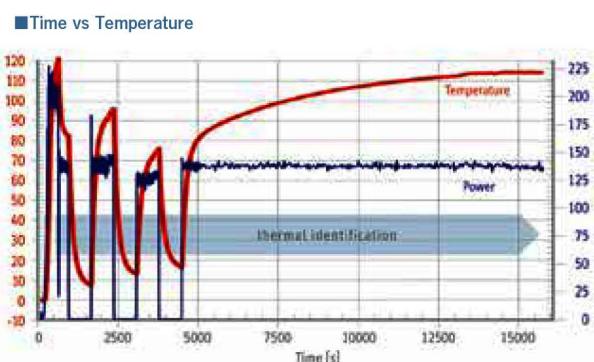
測定される非線形特性は、力係数 $BI(x)$ 、インダクタンス $Le(x,i)$ 、スティフネス $Kms(x)$ 、機械抵抗 $Rms(v)$ 等です。これらの非線形特性が、大信号時にスピーカから発生するひずみTHDや相互変調ひずみIMDの大きさ、更には最大音圧や不安定性(DC変位成分)等を決定します。非線形特性を表す以下のようないくつかの曲線は、設計に直結したパラメータであり、ボイスコイルオフセット量や非対称性等の理解を容易にします。



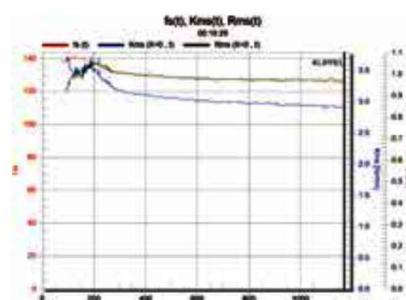
LSIは温度や入力パワー、変位等の静的特性の時間変化を自動で取得します。

この時間変化から、ユニット内部のボイスコイル、ポール、マグネット等の熱伝導や熱伝達による冷却特性を知ることができます。

他にも、エイジング、経年変化による $f_s$ 、 $Kms(0)$ 、 $Rms(0)$ 等のユニット特性の変化も追跡できます。



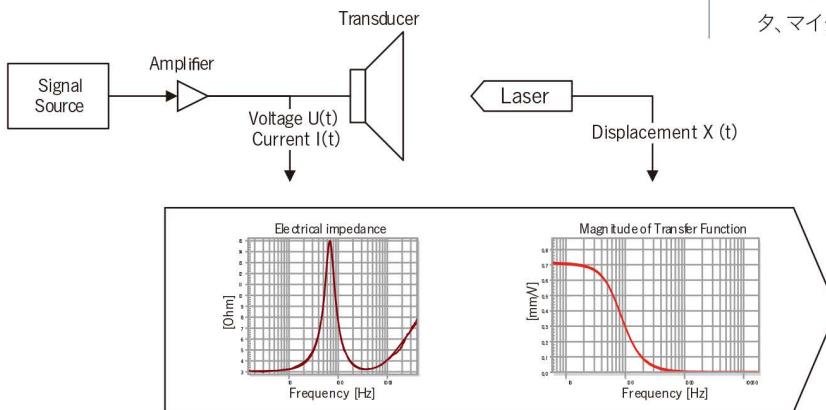
■ Time vs  $f_s$ ,  $Kms(0)$ ,  $Rms(0)$



# 線形パラメータ(Thiele/Smallパラメータ)測定

LPM

- 小信号時の特性を高感度で測定
- 実測値から理論値フィッティングし、小信号時の特性を同定
- クリープの評価、Lossy inductanceの測定
- S/N比自動チェック及び、理論値との誤差評価によってパラメータの精度を保証
- マルチトーン信号での高速測定



LPMモジュールでは、Thiele/Smallパラメータやクリープの影響、Lossy inductance(ボイスコイルのインダクタンスと渦電流による損失を考慮したインピーダンスの抵抗値と位相を示したもの)の測定を行います。マルチトーン信号がスピーカに印加され、十分なS/N比があるかどうかを自動で検知することで、小信号であっても高精度な測定が行えます。また、LPMはThiele/Smallパラメータをレーザ法によって高速、高精度で測定します。従来より用いられてきた付加質量法と同等の値を一度の測定で得ることができます。(付加質量法も実施可能)ウーファーだけでなく、ツイータ、マイクロスピーカにも対応します。

## Thiele/Smallパラメータ

Mms	0.107	g
Rms	0.093	kg/s
Cms	1.18	mm/N
Kms	0.8	N/mm
Bl	0.647	N/A
...	...	...

# パワーテスト(耐久試験)

PWT

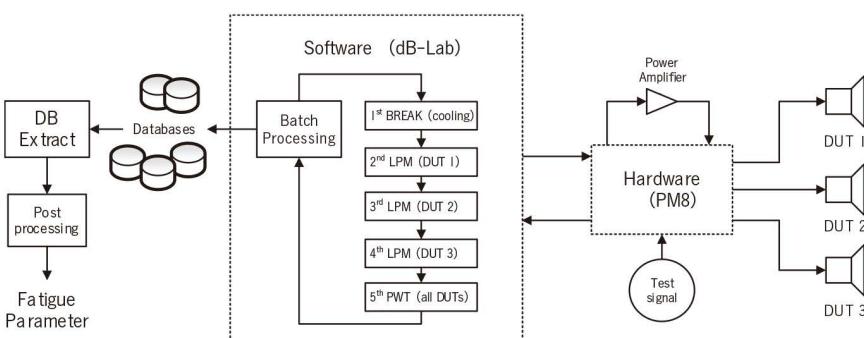
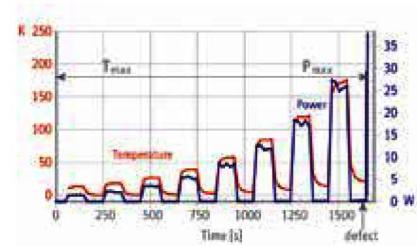
- 長時間自動試験
- 内部信号、外部信号(音楽等)に対応
- 試験中の特性の変化を測定
- 初期不良、経年劣化
- 周辺環境及び負荷の変化の影響
- 耐久性と信頼性の評価
- サスペンションのエイジングと欠陥の評価

PWTモジュールでは、最大で8台のユニットやアンプ、スピーカシステムの試験を同時に行えます。IECやEIAに準拠したノイズ信号の印加が可能です。ターミナルの電圧はもちろん、ステップの仕方やON/OFFのサイクルを指定できます。測定中は電圧、電流、パワーをはじめ、Reやfs、Qts、Bl(x)等の線形/非線形パラメータ、インピーダンスから算出されるボイスコイル温度を、電流と電圧の測定のみで算出し、モニタリングします。測定間隔も任意に指定が可能。バッチ処理による様々な測定モジュールを組み合わせた自動試験にも対応します。

## ■PM8写真



## ■PWT測定画面



# サスペンションパーツ測定

SPM  
&  
MSPM

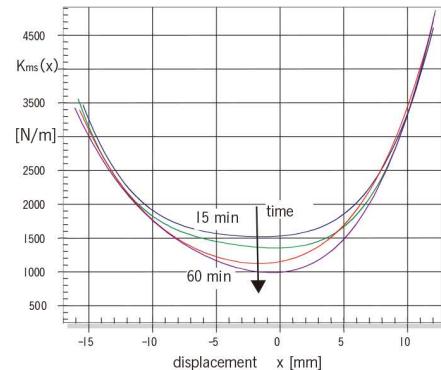
- サスペンションパーツの動的試験
- 線形/非線形両方の特性を取得
- 長時間の疲労試験に対応
- 適切な部品選定と品質維持
- シンプルかつ費用対効果の高い測定系

SPM&MSPMモジュールでは、従来よりある静的なスティフネスの評価ではなく、動的なスティフネスをIEC62459に則って測定します。スパイダー、エッジ+コーンやパッシブラジエータに対応。 $\phi 1\sim 8$  inchに対応するSPMと、 $\phi 4$ mm以下のマイクロスピーカに対応したMSPMの2種類を用意しています。本測定モジュールによって、線形/非線形領域のスティフネス特性だけではなく、粘弾性の影響や、温度/湿度等の外部要因に対する性能依存の評価も可能です。

■SPM set



■MSPM set

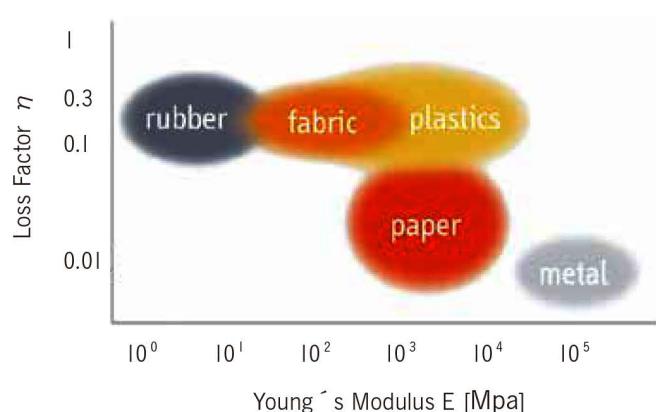
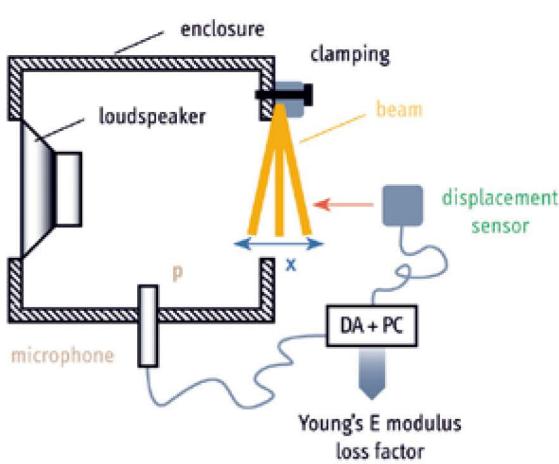


# 材料特性測定

MPM

- 動的な測定手法による評価
- シンプルに堅牢性を試験
- スピーカ材料に特化したシステム
- 部品特性を簡単に取得

MPMモジュールではスピーカ部品で使用される材料のみ特性を、ビーム法(ASTM E 756-93)による動的な測定で取得します。ヤング率E、損失係数 $\eta$ を求めることが可能です。プラスチック薄膜やゴム、各種紙材、含浸された材料や複合材料にも対応。1cm程度の短冊状に材料を切り抜き、測定用の治具に取り付けた上で測定します。シンプルな測定方法によって、信頼性の高い材料特性を取得できますので、スピーカ設計者と材料メーカーのやり取りもシンプルにします。

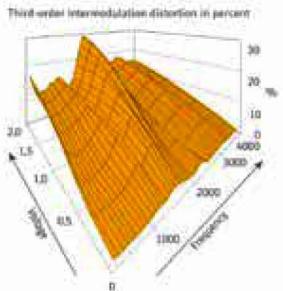
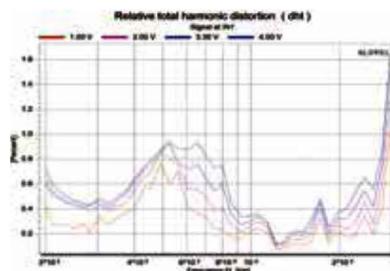
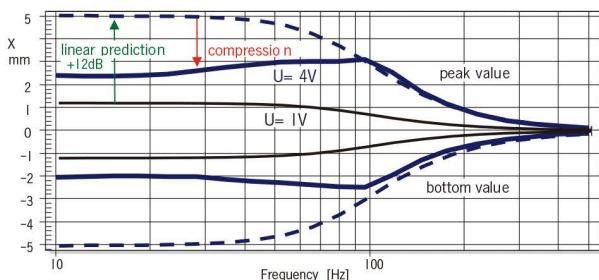


# 3次元ひずみ測定

DIS

- 定常状態におけるひずみを測定
- 大信号時における振る舞いの解析
- 高調波ひずみ、相互変調ひずみ測定のための自由度の高い印加電圧/信号設定
- ボイスコイル変位測定(ピーク、RMS、DC成分)
- 振幅出力の圧縮(コンプレッション)を測定
- 自動でユニットへの過負荷を防止

DISモジュールでは、いつもしくは2つの正弦波を、周波数と振幅をスイープさせることで、ユニットもしくはオーディオシステムの大信号時の振る舞い(音圧、振幅等)を測定できます。ターミナルの電圧は自動で指定の値に調整されます。ボイスコイルの温度をインピーダンスより測定し、温度が上昇し、過度な負荷がかかっている場合には、自動で試験をストップします。定常状態におけるDC成分や基本波、高調波、相互変調ひずみを結果として得ることができます。

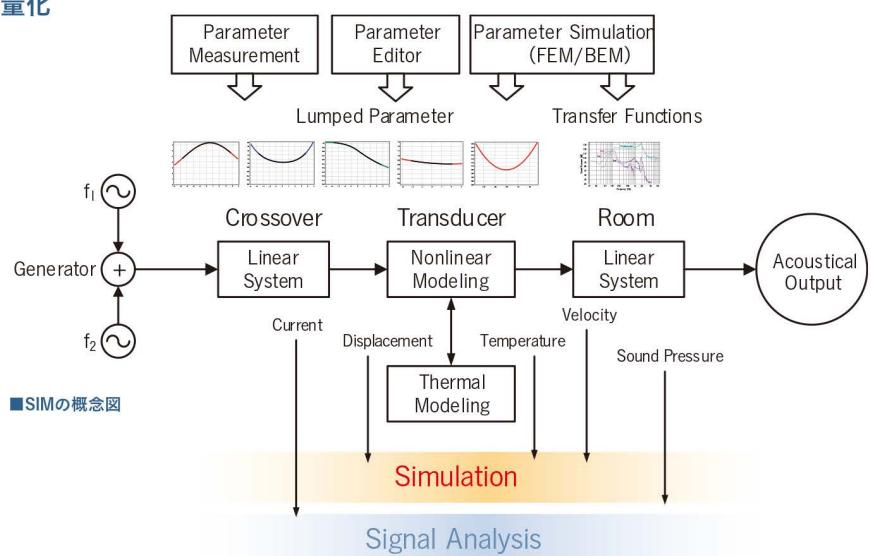


# シミュレーション

SIM

- 非線形のモデルを用いることで、大信号時のドライバの挙動をシミュレーション可能
- 実測データで取得したパラメータを元に、任意特性を自由に変更可能
- ドライバ設計の最適化/コスト削減、更に、エンクロージャを含むシステムの設計に応用可能
- 各非線形性のひずみに対する寄与を定量化

SIMモジュールでは、LSIでの測定データを元に、作り上げたドライバモデルの任意特性( $K_{ms}(x)$ や $B_I(x)$ 等)を編集し、新しいドライバとして大信号時のひずみ量等をシミュレーションすることができます。シミュレーションされたドライバへの印加電圧、スイープ周波数等も任意に設定が可能です(DISモジュールと同様の設定方法)。更に、ひずみ量だけではなく、ボイスコイル変位、温度変化などの機械的特性も、実測せずにシミュレーションにより求めることができます。

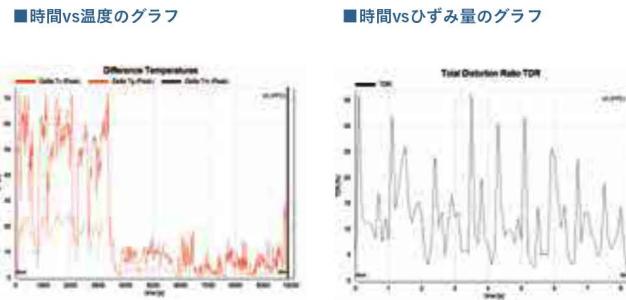
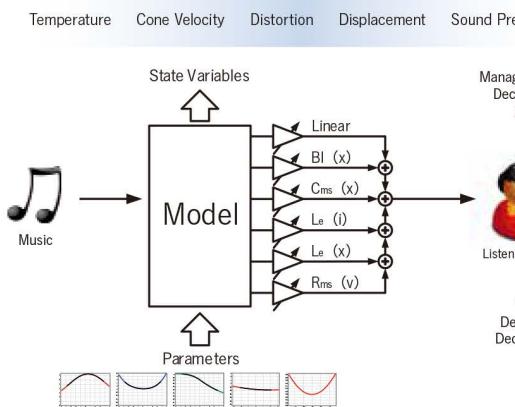


# モデルベース聴感試験

SIM-AUR

- 非線形/温度モデルを考慮した聴感試験用音源の出力
- 磁気回路及びサスペンションなどの非線形性を考慮
- 各非線形性それぞれのひずみに対する寄与を分離することで、原因特定を容易に
- 設計及びコストパフォーマンスの最適化

SIM-AURモジュールでは、LSIで測定したデータもしくはSIMによって作り上げたスピーカモデルに対して、音楽などの任意音源をソフトウェア上で入力すると、音源の時間毎のひずみ量や内部温度、各非線形性の変化をシミュレーションすることができます。実際に試作品を製作せずに、性能を知ることができますので、コスト削減に大きく貢献します。さらに、ひずみ量を自由に増減させた時の音楽を用いた聴感試験も可能ですので、経営/マーケティング部門と設計開発部門のインターフェースとして最適なツールとなっております。

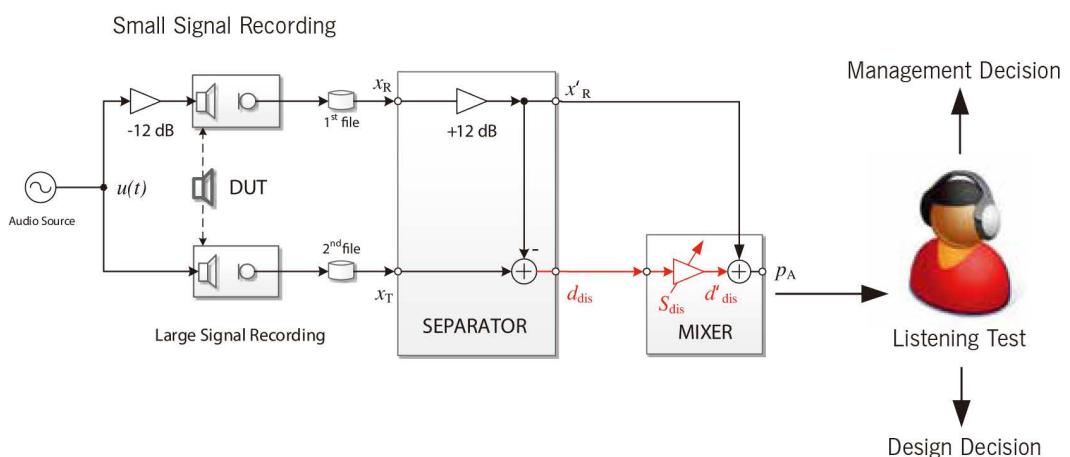


# 非定常ひずみ聴感試験

DIF-AUR

- スピーカモデル不要の解析手法
- モデル化のできない、ボトミングやボイスコイル擦れ、エアリーク等の異音に特化した聴感試験
- 生産ライン試験にも応用可能

DIF-AURモジュールでは、リファレンスとなる音源と、実際に試験で得られた音源の差分をとることで、線形/非線形ひずみだけではなく、モデル化のできない、ボトミングやボイスコイル擦れ、エアリーク等の非定常なひずみ(異音)を抽出し、聞くことができます。ひずみの音量は自由に増減が可能なため、品質維持の閾値をどのように設定するか、聴感試験と組み合わせることで、定量的に、判断することができるようになります。スピーカだけではなく、車室内インテリアのビリつきに対しても、応用が可能です。



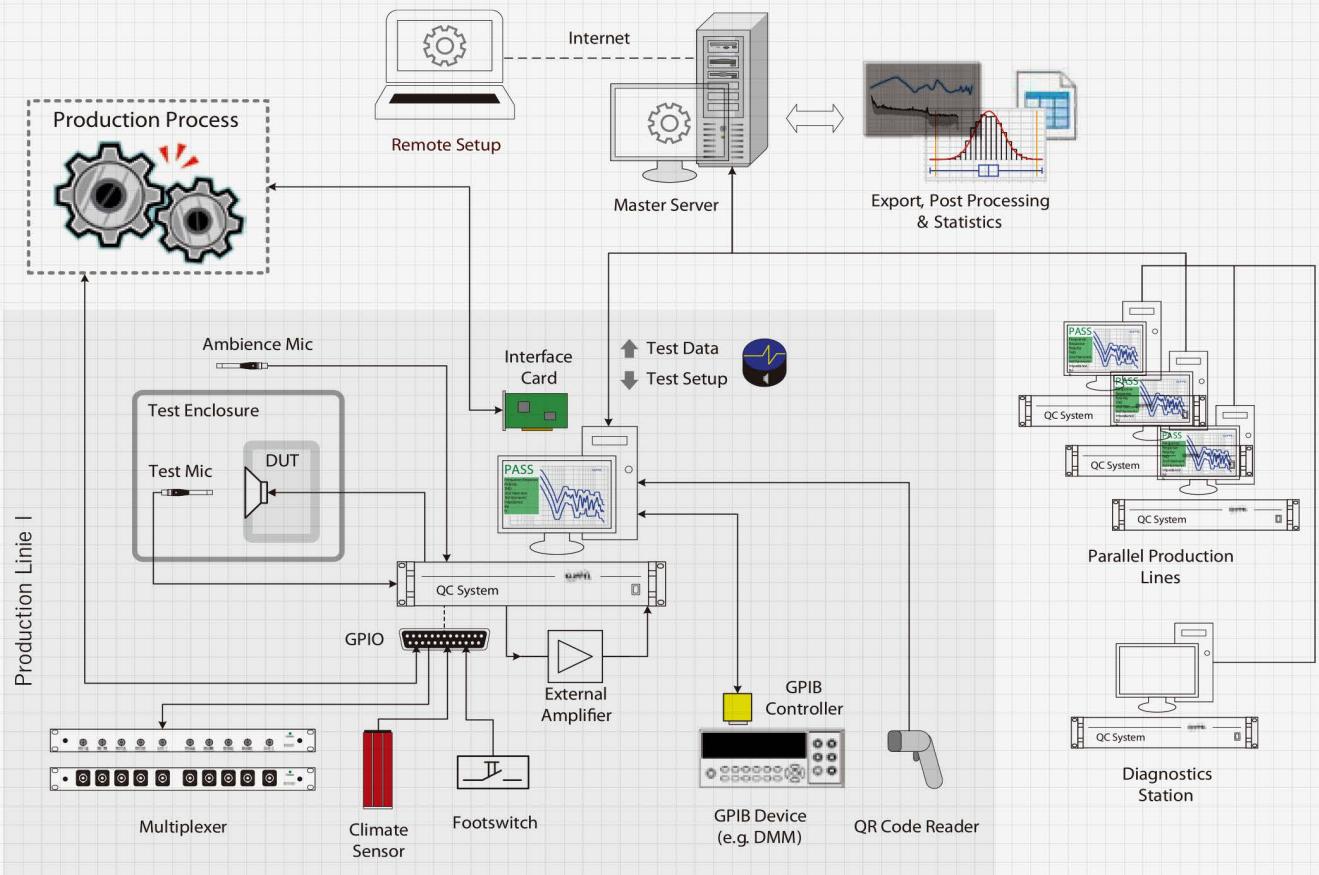
# Quality Control システム



- 世界中のオーディオメーカーの生産ラインで多数導入事例あり
- 生産ライン上で行われる共通の試験内容は全て対応
- 生産ライン上の試験に特化することで低価格を実現
- 独自アルゴリズムでビリつき音(Rub&Buzz)を超高感度で検出可能
- 生産ラインだけではなく、研究開発における基本性能測定でも実績多数
- 合否判定閾値の自動計算及び自由度の高いカスタマイズが可能
- 外部ノイズ自動除外機能、統計処理等、多数のオプションにより要求に対応
- 複雑なテストプロセスにも柔軟に対応

KLIPPEL QCシステムは、生産ラインにおける測定および製造前に実施する定型の測定作業に特化したシステムです。要求に応じて機能を追加するモジュラー形式の採用によりコストを抑え、かつ、あらゆるオーディオ機器(マイクロスピーカ、ウーファ、ツイータ、スピーカボックス/システム、ヘッドホン、PC、スマートフォン等)の性能評価に対応します。R&Dシステムと比べ、シンプルなインターフェースを採用し、エンジニアだけではなくオペレータにもご使用いただきやすくなっています。生産ラインのノイズ環境下で聞こえないような信頼性に対する欠陥を高精度で抽出するだけではなく、生産における究極の目的である、歩留り改善にも貢献します。測定結果から、欠陥の原因追究を即座に行い、ボイスコイル中心位置の修正を生産ライン上で実施するといった応用も可能。従来より聴感で評価してきた定性的な測定を、本システムにより定量化します。これらの測定結果はR&Dシステムと完全互換、それにより開発設計者へのフィードバックが容易にでき、将来の製品改善に生かすことができます。

## ハードウェア



- 堅牢性の高いハードウェア群
- GPIOを持ち、様々な機器からの入力に対応
- GPIOからのデータ出力により生産システムのフレームワークとの連携
- 作業定型化により生産時間のばらつきを低減
- 複数の生産ラインと同期したデータ管理
- 統計的な処理を用いたプロセスコントロールと欠陥検知
- 遠隔監視に対応

QCシステムは生産ラインにおける試験の完全自動化を実現します。様々なハードウェア、自由度の高いソフトウェアによって、ライン上でデータ監視および遠隔操作に対応します。複数の生産ラインは、マスターサーバーと同期され、マスターサーバーで設定した測定プロセスは全ての生産ラインと同期します。また、オフラインでの統計処理により欠陥把握、製品のクラス分けを実施。歩留りを最大化します。

## アクセサリー覧

- |            |               |                          |
|------------|---------------|--------------------------|
| ● オーディオアンプ | ● QRバーコードスキャナ | ● マイクロフォン                |
| ● I/Oテスター  | ● GPIBコントローラ  | ● マルチプレクサ(信号分岐)          |
| ● フットスイッチ  | ● 溫度/湿度センサ    | ● 高感度カスタマイズ(2000Ωまで対応) 等 |

# スタンダードシステム

QC

## シンプルな操作

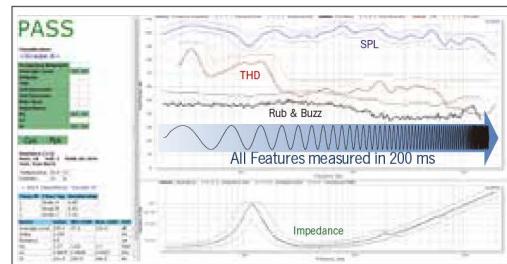
測定設定設計者には自由度の高い設定画面を、作業者に対してはできるだけシンプルな設定画面を、別々のアイコンからアクセスしますので、管理が容易に行えます。また、あらかじめ用意された代表的な測定設定をカスタマイズできるので、素早く測定設定を作成できます。各測定設定をバーコード情報とリンクさせることで、自動で設定を読み込ませることもできます。



QCスタート画面

## 瞬時に測定完了

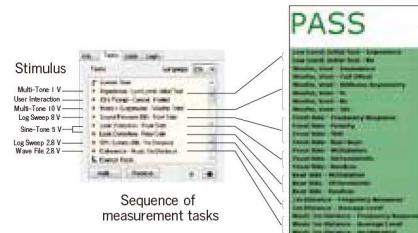
一般的なユニットに対する試験はサインスイープによって、約200msecで完了できます。もちろん、測定対象によってはより長い時間試験時間をつけ、大振幅時に発生するビリつき音の検出するような設定をすることも可能です。周波数範囲毎にスイープ速度や振幅値をカスタマイズすることも可能で、システムに縛られない、試験対象に合わせたスイープ設定を行えます。



Using one ultrashort stimulus, basic electrical and acoustical characteristics as well as difficult to measure defect symptoms (Rub & Buzz) are checked.

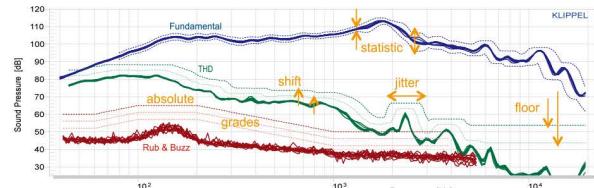
## 多種多様な測定を一括管理

基本的なインピーダンス、音圧の測定だけではなく、極性、感度、任意音源に対する音圧、高調波ひずみ、相互変調ひずみ、T/Sパラメータなど、様々な指標の測定を自動で順番に行なうよう、設計が可能になっています。外部ハードウェアより得られる指標も一括で管理され、閾値を設け、合否判定に用いることができます。



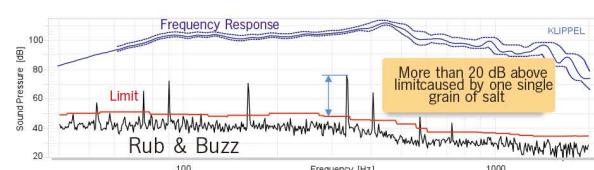
## 合否判定閾値の自動設定

QCシステムでは標準スピーカ（ゴールデンユニット）の測定データから、閾値を自動で算出します。ゴールデンユニットは1つだけではなく、複数のゴールデンユニットの測定データを平均した値に対する閾値を自動で計算することも可能です。それではなく、任意の閾値曲線の作成/読み込みや、ジッターに対する公差、グレード毎の閾値等、高い自由度を持った閾値設定が可能です。



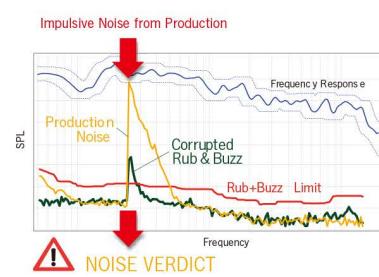
## 高感度Rub&Buzz(ビリつき音)検出

生産品質の悪化によるBI値やスティフネス、振動質量の不釣り合いは、時としてボイスコイルの接触やボトミングを発生させます。その他にも部品の接触や異物は、高調波の可聴音となり、オーディオ音質を悪化させます。それに対し、10次以上の高調波に着目し、高精度かつ高感度で上記の異音（Rub&Buzz）を検出します。聴感では検知できない、微小な異音も検知可能。潜在的な欠陥を持った製品を市場に出してしまうことを防ぎます。



## 外部ノイズ自動特定

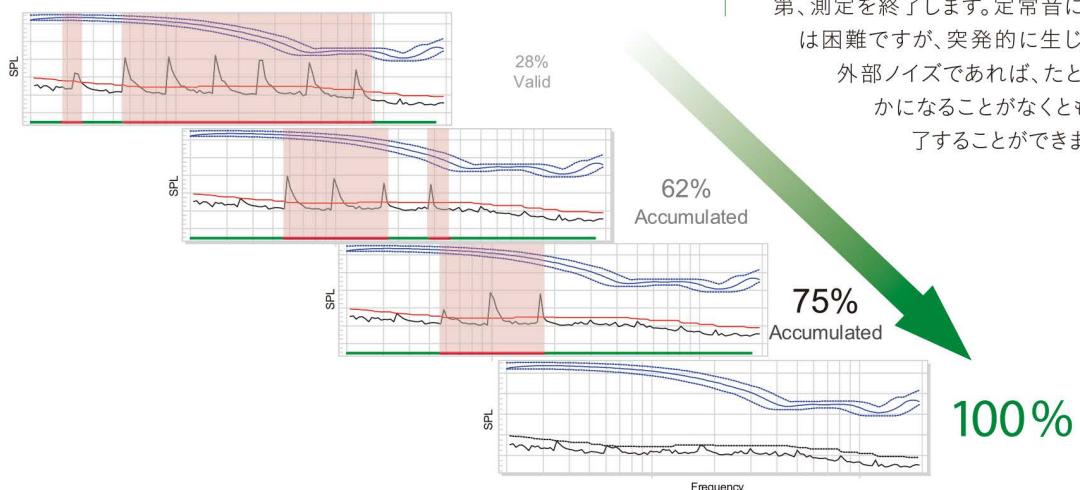
生産環境下では、時として、他の機器からのノイズが入ることがあります。QCシステムでは、測定用マイクロфонの他に外部ノイズ測定用のマイクを設けることが可能。差分から、外部ノイズが入ったのか否かを判断し、警告を出します。



## 外部ノイズ自動除外

PNI

- 外部ノイズを受けたことを検知し、自動で再測定
- ノイズの影響を受けた周波数に関しては測定データを除外
- 測定対象の欠陥は除外せず、外部からのノイズのみを除外
- 非定常ノイズに対する確実な対策



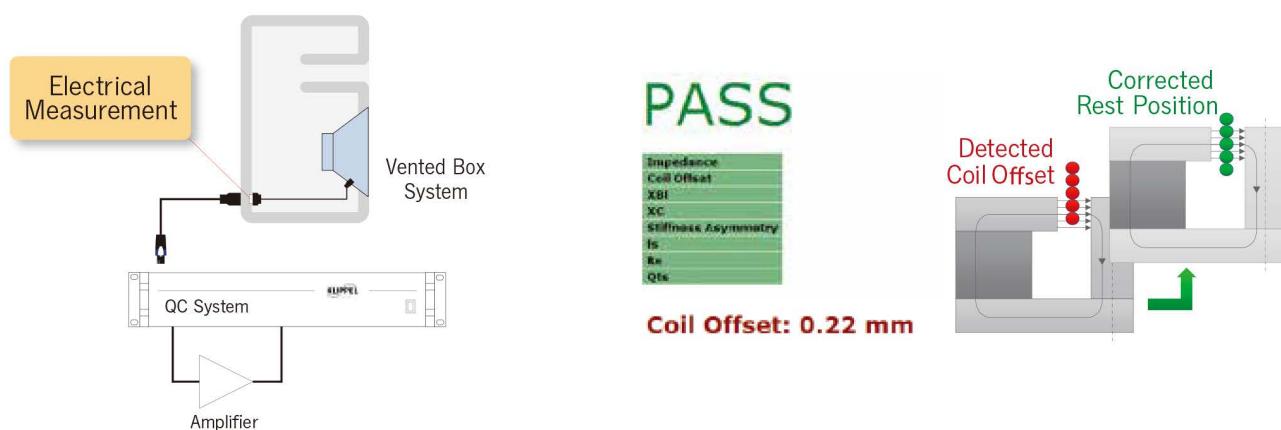
PNIモジュールは、スタンダードシステムに搭載された外部ノイズ検知機能に基づき、外部ノイズを除外した測定データを、自動で得ることができます。外部ノイズと判断された周波数領域については測定結果を保存せず、それ以外の周波数領域の結果は保存します。自動で再測定を行うことで、上記の作業を繰り返します。全周波数領域のデータがそろい次第、測定を終了します。定常音に対する除外は困難ですが、突然に生じる非定常な外部ノイズであれば、たとえ完全に静かになることがなくとも、測定を完了することができます。

## モータサスペンションチェック

MSC

- ユニットの非線形性の検査
- 変位計不要、高速で測定完了
- ボイスコイルオフセットの絶対値算出
- スティフネス対称性の算出
- 欠陥の原因追究に活用可能

MSCモジュールでは、Klippeの特許技術によって、ボイスコイルオフセット量を絶対値[mm]で、しかも電気計測のみ、変位計不要で測定可能です。更に、ボイスコイルの非対称性がどの程度生じているか、パーセントで表示します。これらはユニットの大信号時の音質に直結します。生産ライン上でオフセット量の検査ができ、その修正もできますので、生産品質の向上に大きく貢献します。



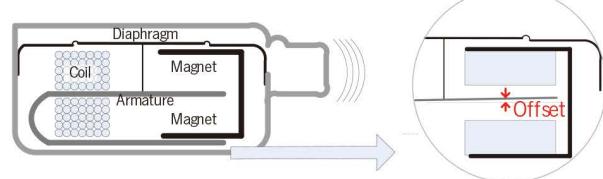
## バランスドアマチュアドライバ オフセット検査

BAC

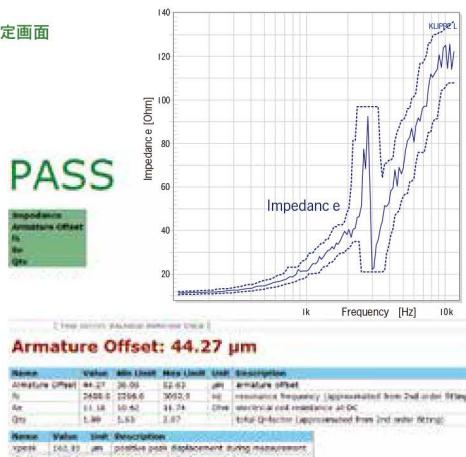
- BA型ユニット内のアマチュアのオフセットを  $\mu\text{m}$ オーダで測定可能
- 電気計測のみ、変位計測不要
- 高速(0.5~2秒)で測定を完了
- 線形特性( $\text{Re}$ ,  $\text{fs}$ ,  $\text{Qts}$ ,  $\text{Le}$ )測定可能
- 外部ノイズの影響を受けず測定可能

BA型のドライバ内部の梁(アマチュア)と磁石間のオフセットは、ドライバの性能を左右する特性であり、最大の音圧(変位)やひずみの発生に影響を与えます。音質のいいBA型のドライバを実現するためには、磁石間の中心位置に梁あることが重要です。通常、オフセット位置は機械的な計測が必須となります。しかし、Klippelの特許技術により、電気測定のみから、アマチュアのオフセット位置を絶対値で求めることができます。生産ラインでも応用できる、短時間計測手法ですので、不良品の流出を抑え、生産品質の向上に貢献します。

■BA断面図



■BAC測定画面

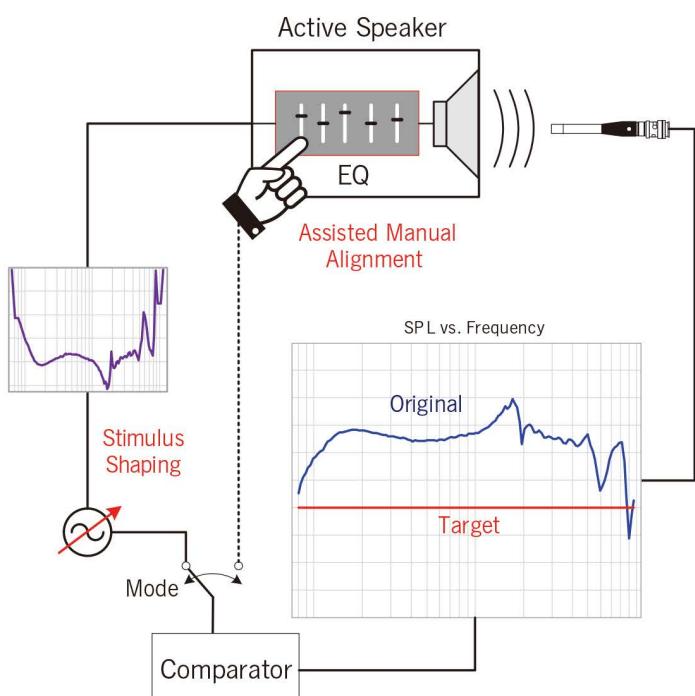


## 入力信号イコライジング

EQ

- 印加電圧の周波数特性を自由に調整可能
- 目標値以内の音圧/電気特性となるまで自動で補正をリピート
- ケーブル長が長い場合の電圧補正
- マイクロフォンの感度測定

EQモジュールでは、音圧、電圧等の周波数応答を、目標値以内に収まるような印加電圧に自動で調整を行います。例えば、システムとターミナル間のケーブル長が長い場合、ケーブルの容量の影響で電圧の低下が生じますが、ターミナルでの印加電圧が全周波数で一定となるよう補正曲線を算出し、それを元にターミナルに一定の電圧を供給します。その他にも、基準となるスピーカからの音圧が一定になるような補正曲線を算出できるので、マイクロフォンの周波数応答の測定にも応用可能です。

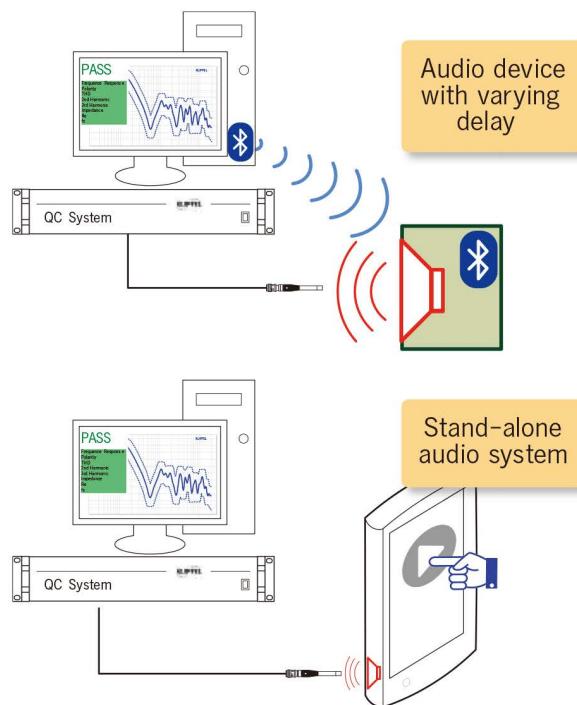


## 外部機器同期計測

SYN

- 同期用信号をトリガーとした自動計測
- 測定用信号の印加の為の直接接続ができない機器(Bluetooth, スマートフォン, AUX非搭載ヘッドユニット等)に対しても同期計測が可能
- 同期/計測用信号はWaveファイルを使用

Bluetooth搭載のオーディオ機器のように、QCシステムとケーブルで接続できない場合、その遅延時間がわからぬため、システムとの同期が必要となる特にひずみの計測が正確に行えません。そのような機器の同期計測のために、SYNモジュールでは、試験信号の前に同期用の信号を付加、その信号をシステムが検知し、同期計測を開始します。データ再生しか対応しない機器に対しては、Waveファイルで同期/測定用信号を出し、その音源をリピートさせることで測定が可能です。

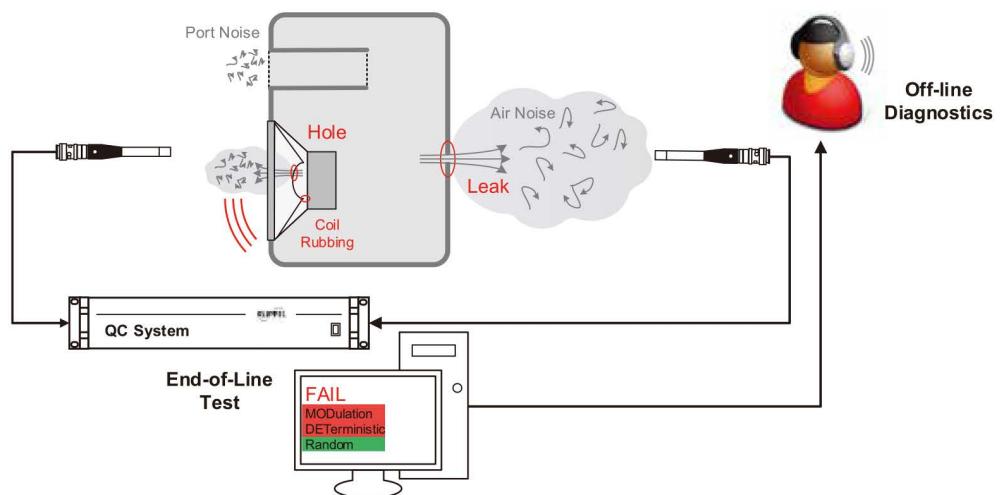


## エアリーク検知／エアリーク位置特定

ALD  
ALS

- エアリークの有無を特定
- 外乱を検知すると自動で再測定
- 原因箇所特定用途で使用するALS
- 他の欠陥との切り分け可能
- 生産ライン上の検査で使用するALD
- エアリーク音等の異音を増幅し試聴可能

ALD/ALSモジュールでは、エアリークなどにより生じる空気ノイズを含む異音を、独自の処理により分離、定量化します。それにより、生産ライン上での検査にも導入が可能です。この定量化技術を応用し、通常のマイクロフォンで異音の発生源を特定することも可能です。測定対象にマイクロフォンを近づけ、センシングすると、異音の発生源でのみ、異音の大きさを示す指標が大きくなります。抽出した異音はヘッドホンによって、その場で聞くことができます。

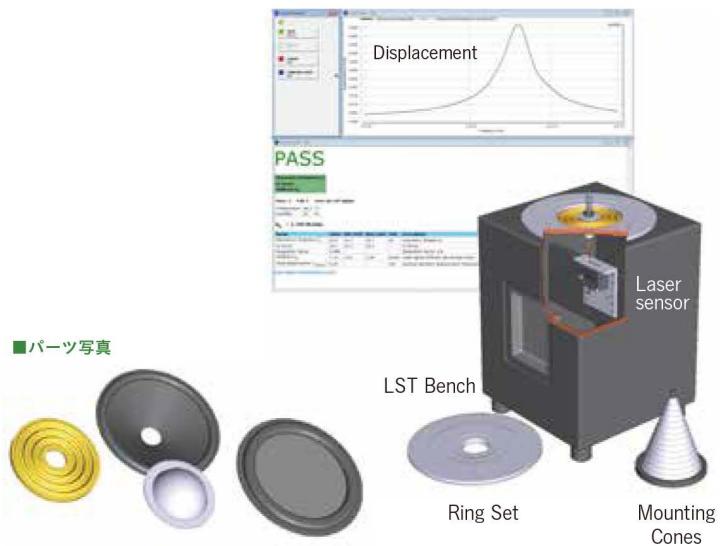


# サスペンションパーツ線形特性測定

LST

- 組立前のサスペンション部品の試験
- スティフネス及び共振( $f_r$ ,  $Q$ )の測定
- パッシブラジエータの振動質量
- 部品のセット及び測定は超短時間で完了
- サプライヤーとの仕様のやり取りに有効

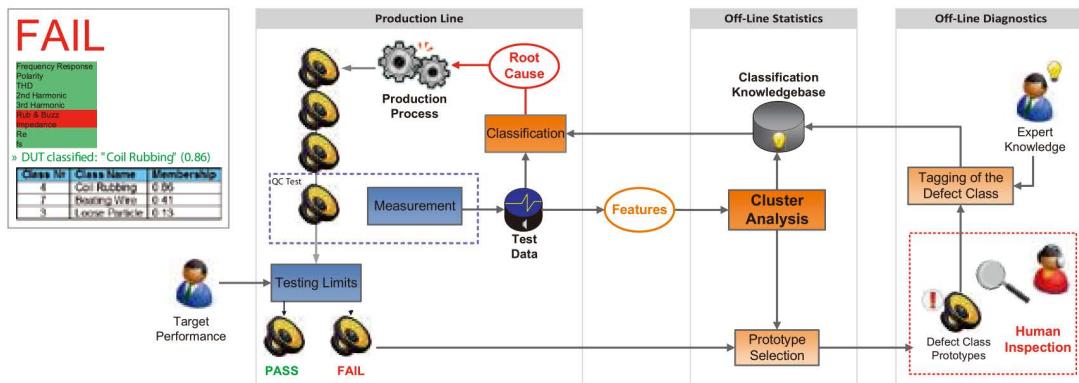
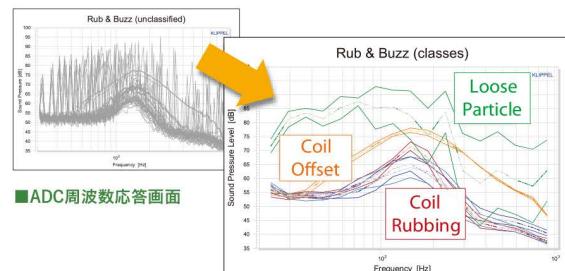
LSTモジュールでは、スパイダーやコーン、サラウンド、パッシブラジエータ等のサスペンション部品単体の生産品質チェックをシンプルかつ素早く完了できます。サスペンション部品は空気圧により加振され、レーザ変位計により測定されます。それにより、共振周波数やスティフネス、振動質量の変化等の動的な線形機械特性を算出します。治具へのサスペンション部品の固定は置くだけで完了しますので、生産ライン上でも効率よく短時間で測定を行えます。



# 欠陥原因の自動クラス分け

ADC

- 測定結果の傾向を自動で検出
- 根本原因の解析
- 生産ラインでの測定結果から欠陥を瞬時に同定
- 生産製造時に情報の蓄積をし、研究開発にとって有用な情報をフィードバック



ADCモジュールでは、統計処理の一種であるクラスター分析によって、欠陥の根本原因解析を行います。生産ライン上で取得した大量のデータから、傾向を見つけ、クラス分けを自動で行います。クラス分け後の傾向から、根本原因を分析することで、例えば、理想的な特性を持つクラスや、異物が混入しているクラス、コイル接触による

ピリつき音が発生しているクラス等に分けることができ、生産ライン上で瞬時に原因を判断します。この情報は、生産ラインにおける改善点を明確にするだけではなく、研究開発にとっても有用な情報をフィードバックします。

# 測定項目ガイド

測定したい特性	モジュール	バーツ	ユニット	システム
	R&D システム			
	QC システム			
線形特性パラメータ (T/S パラメータを含む)	LPM, MMT, LSI, PWT, SPM	○	○	○
	QC, MSC, BAC, LST			
非線形特性パラメータ (Bl(x) 等)	LSI, PWT, SPM, BFS	○	○	○
	MSC, BAC			
磁束密度 (磁場のマッピング)	BFS	○	○	
ボイスコイルオフセット (Bl 対称性)	LSI	○	○	○
	MSC, BAC			
ボイスコイル最大変位 Xmax	LSI, DIS, SIM, PWT	○	○	○
	MSC, BAC			
温度/熱パラメータ	LSI, PWT		○	○
粘動性の影響 (クリープ現象等)	LPM, MMT, LSI, SPM	○	○	○
材料特性 (ヤング率、減衰率)	MPM, MPI	○		
電気インピーダンス	LPM, TRF	○	○	○
	QC, MSC, BAC			
振幅/位相応答 (感度等)	TRF, DIS, LPM	○	○	○
	QC			
過渡解析 (インパルス応答、減衰スペクトラム)	TRF	○	○	○
	QC			
遠方音場指向性 (ポーラプロット、バルーンプロット)	POL, NFS, SCN, TRF	○	○	
三次元音場 (近接/遠方)	NFS		○	○
音圧パワー	NFS, SCN, LPM		○	○
高調波ひずみ (n次, THD, THDN)	TRF, DIS, SIM	○	○	○
	QC			
相互変調ひずみ	DIS, SIM	○	○	○
	QC			
インコヒーレンス	QC		○	○
振幅変調	DIS-PRO, SIM		○	○
マルチトーンひずみ	LPM	○	○	○
	QC			
ひずみ全般の原因 (Bl(x), Cms(x), Le(x), Le(i) 等のひずみに対する寄与)	LSI, SIM, AUR, SIM-AUR		○	○
異音 (ビリつき音(rub & buzz), エアリーク, 異物混入)	TRF-PRO, DIF-AUR	○	○	○
	QC, MHT, LD, Stethoscope			
極性, 時間減衰	TRF	○	○	○
	QC			
HI-2 (重みづけしたひずみ解析)	DIS		○	○
不安定性 (駆動時のDC変位解析等)	DIS, SIM, TRF, LSI, AUR	○	○	○
	AUR, SIM-AUR, DIF-AUR			
聴感試験, ひずみの聴感評価	Stethoscope	○	○	○
	DIS, LSI, PWT, SIM, TRF			
振幅の圧縮 (温度、非線形による)	QC		○	○
コーンの表面振動	SCN, TRF		○	○
コイル、マグネット温度	LSI, PWT, DIS, SIM		○	○
加速寿命試験, エイジング, 欠陥, 環境試験	PWT, SPM		○	○



## Klippel GmbHについて

Klippel社はスピーカーのための新しい、制御・測定システムを実現するためにWolfgang Klippel氏によって1997年に設立された会社です。同社の製品は20年以上にわたる研究に基づき、多数の学術文献と特許を有しています。その高度な測定技術とスピーカーの理論モデル化によって、多数のオーディオメーカーの研究開発、生産ラインに導入されており、世界的な業界標準システムとして、その地位を確立しています。

近年ではスピーカーの線形化及び自己保護を実現するアクティブコントロールアルゴリズムを開発し、スピーカーをはじめとする音響製品の更なる発展に、大きく貢献しています。

## 株式会社 東陽テクニカ 機械制御計測部

〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6

TEL.03-3245-1242(直通) FAX.03-3246-0645 E-Mail : ele2@toyo.co.jp

[www.toyo.co.jp/mecha/](http://www.toyo.co.jp/mecha/)

大阪支店 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-6-1(新大阪ブリックビル) TEL.06-6399-9771 FAX.06-6399-9781

名古屋営業所 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄2-3-1(名古屋広小路ビルディング) TEL.052-253-6271 FAX.052-253-6448

宇都宮営業所 〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷2-4-3(宇都宮大塚ビル) TEL.028-678-9117 FAX.028-638-5380

電子技術センター 〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6 TEL.03-3279-0771 FAX.03-3246-0645

テクノロジーアンターフェースセンター 〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町1-1-2 TEL.03-3279-0771 FAX.03-3246-0645



※本カタログに記載された商品の機能・性能は断りなく変更されることがあります。  
※本カタログに記載されている社名・ロゴは各社の商標及び登録商標です。各社の商標及び登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。