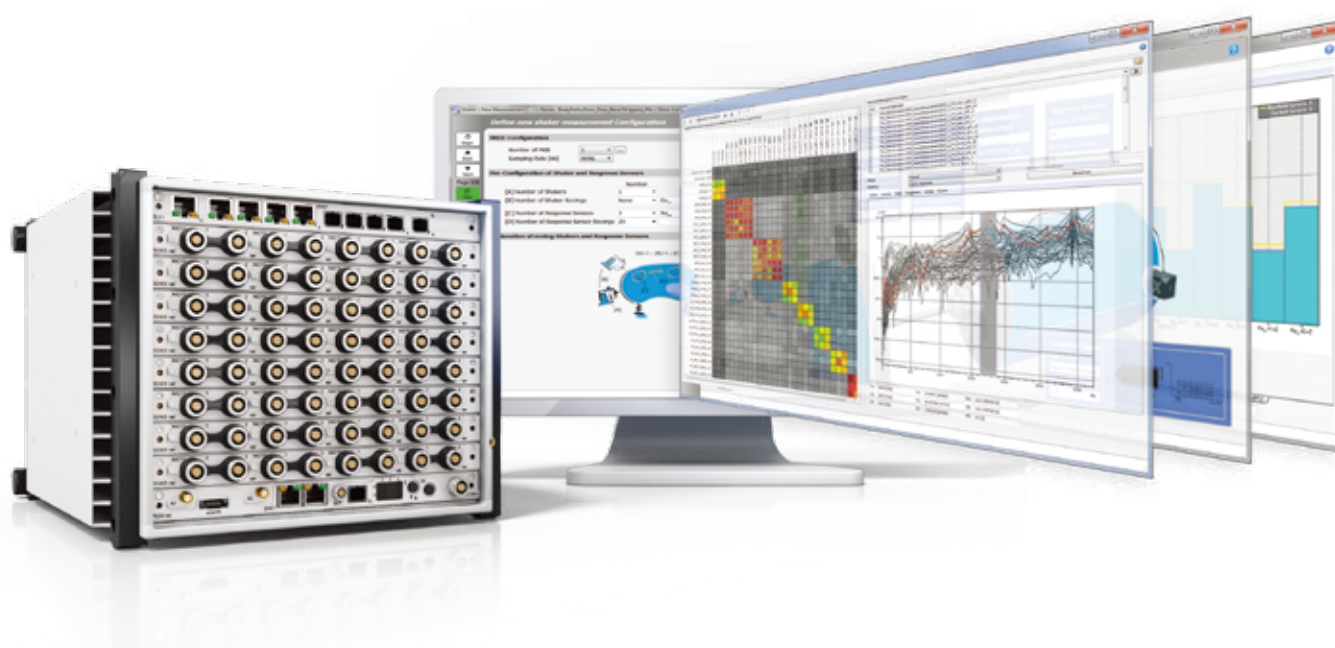


“はかる”技術で未来を創る



MÜLLER-BBM
VibroAkustik Systeme

騒音振動解析システム **PAK**



UNDERSTAND.INTERPRET.DESIGN.



MÜLLER-BBM
VibroAkustik Systeme

PAKシステムは、振動、騒音の解析・評価及び音の編集等、自動車、バイク、電気製品などの一般生活環境で使用される商品が発生する問題及び環境騒音等に焦点をあて、統合的なソリューションを提供する事を目的としたシステムです。

PAK システムの特長

- ・振動・騒音の解析及び音の評価に必要な機能、アプリケーションを提供
- ・複数の解析を同時実行可能
解析から報告書のプリントアウトまでを自動化できるので作業の効率化が可能
- ・車載型から数百chの大規模システムまで同一のソフトウェアで対応
- ・モジュール形式のフロントエンドで様々な入力信号に対応
- ・試験現場のニーズを反映した操作が可能
- ・強力なレポート作成機能
- ・各種アプリケーションの融合が可能
- ・全てのアプリケーションが同一のソフトウェアプラットフォームで実現

PAK システムの基本解析機能

- ・オンライン処理、グラフ表示
- ・高速・多チャンネルディスクスループット
- ・FFT解析、定比・定幅トラッキング解析、デジタルオクターブ解析
FFTベースの次数解析(定幅トラッキング)、オクターブ解析
- ・基本解析をベースとした各種トラッキング解析やクラスカウント処理
- ・ウェーブレット解析やユーザーベースでの任意計算
(任意計算式をソフトウェアに組み込むことができます。)
- ・複数の演算処理を同時実行

MÜLLER-BBM社が提供するサービス

・PAK family

振動・騒音評価用の様々なアプリケーションを備えており、ユーザーは計測したデータを様々な視点から評価する事ができます

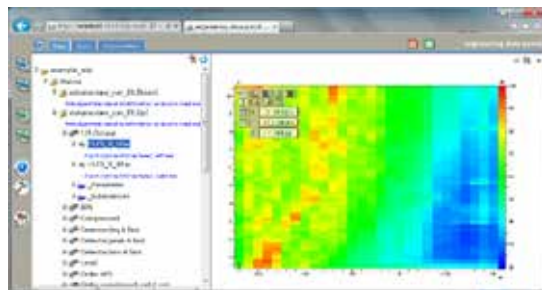


・EDP(Engineering Data Portal)

ウェブブラウザを利用した
実験データマネジメントシステムです

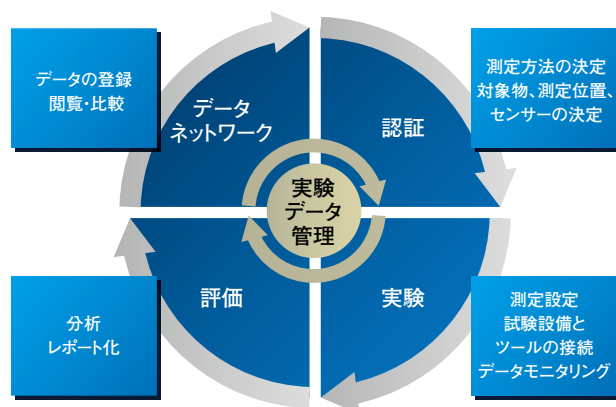


Member
of ASAM e.V.

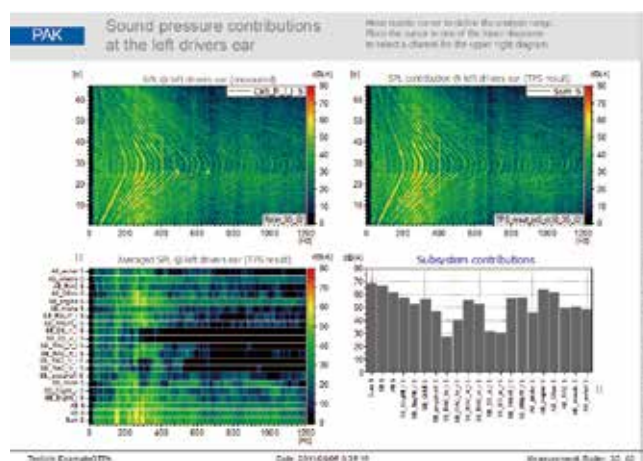


システム開発の方針

実験データベース/実験ワークフローへの親和性



先進的な計測技術開発



MÜLLER-BBM 社の紹介

本拠地 : ミュンヘン(ドイツ)

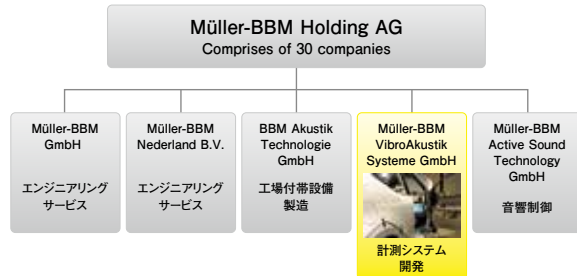
社員数 : 1255名 ※2016年末時点

業務内容 : 振動・音響コンサルティング、計測システムの開発

ANC(Active Noise Control)システムの開発、工場付帯設備の製造

1998年に東陽テクニカは日本の代理店権を取得

製品の販売だけでなく、コンサルティングや、新しい技術開発のインターフェースも担う



・グループ会社一覧

Müller-BBM

BBM Akustik Technologie

Müller-BBM VibroAkustik Systeme

M + P – raadgevende ingenieurs

Müller-BBM Active Sound Technology

Müller-BBM Projektmanagement

BBM Testlab

BBM Umweltmesstechnik GmbH

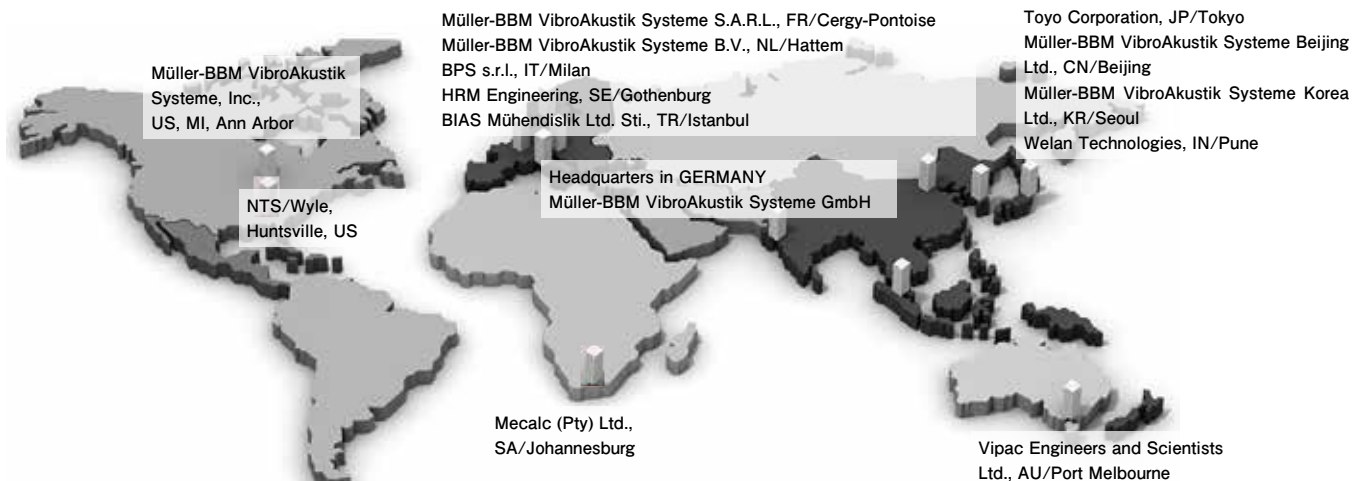
Müller-BBM Acoustic Solutions GmbH

Müller-BBM Cert GmbH

Müller-BBM IT Services GmbH

Müller-BBM Rail Technologies GmbH

MÜLLER-BBM VAS社のグローバルネットワーク



MÜLLER-BBM 社の概要

MÜLLER-BBM社は1962年、騒音振動の計測、低減を目的としたコンサルタントを業務とする会社として設立されました。設立以来、振動騒音に関連する多くのコンサルタントを行ってきておりますが、最近では、

- ・ヨーロッパ各自動車メーカーからの依頼による音、振動に関連する問題のコンサルタント
- ・心理音響解析の研究
- ・自動車に関連する規格策定作業
- ・環境騒音に関するコンサルタント
- ・建築音響

等のコンサルタント、研究を行っております。

また、心理音響解析の研究にあたっては、ドイツ・ミュンヘン工科大学のHugo Fastl 教授(旧Zwicker 研究室教授)の協力の下、最新の評価手法を提案しております。

MÜLLER-BBM社は、これら多くのコンサルタント業務を介して蓄積した計測技術、データ処理、分析手法のノウハウを基に1992年BMW社の要求をベースとしてPAKシステムを開発しました。

現在、PAKシステムは、BMW社ばかりでなく世界中の自動車メーカーで主要な音・振動解析システムあるいは、音の評価システムとしての地位を確保しております。

MÜLLER-BBM 社の歴史

- 1958年 Prof. Dr. Lothar Cremer から “Schalltechnisches Laboratorium” を引き継ぎ、H.A.Mrüllerが事業を開始。
- 1962年 H. A. Müllerは5人の株主の投資により“振動技術コンサルタント会社”としてMüller-BBN GmbHを設立。
Prof. Dr. Lothar Cremer,
Dr. Manfred Heckl,
Dr. Ludwig Schreiber,
Bolt Beranek
Newman Inc. (BBN).
- 1972年 社名をMüller-BBMに変更する。
FFT解析をベースとした最初の測定システムを開発する。
- 1976年 Müller BBM社はミュンヘンの近くのPlaneggに本社を移動。
- 1986年 Hewlett-Packard technology社のハードウェアを使用した、最初の商品を開発。
- ～1996年 Prüfstands Akustik Messsystem (test bench acoustic measurement system) - PAKシステム - の販売を開始する。
当初のPAKシステムはUnixワークステーション上で動作し、HP3565をハードウェアとして使用していました。その後PAKバージョン3.0からはVXIシステムとデジタルオーディオインターフェースをサポートし、PAKバージョン4.0からはグラフィックスと多くの新機能が追加されていきました。
- 1996年 Müller-BBM社はASAM (Association for Standardization of Automation and Measuring Systems)に参加。
ODS (Open Data Service) のワーキンググループの一員となる。
- 1997年 「ソフトウェアと測定システム」を開発する会社としてMüller-BBM VibroAkustik Systeme社を設立。
- 1999年 日本にて販売開始。
- 2014年 openMDMのワーキンググループにドライバーメンバーとして参加
- 2016年 smart testing solutionを販売開始

アプリケーション一覧



音質解析/ヒアリングテスト

アコースティックエディタ

周波数フィルタ、次数フィルタなどを組み合わせて音を加工・編集する機能です。音を視聴しながらリアルタイムに編集することが可能です。また、フィルタのゲインは時間か回転数に同期して調整することも可能です。

心理音響解析

会話明瞭度 (AI)、トナリティ、定常 (ISO532B)・非定常音 (ISO532-1) に対するラウドネス及び、シャープネス、フラクチュエーションストレングスそして、ラフネスの算出が可能です。各指標は、2msecの分解能で分析保存できます。また、心理音響解析とFFTなどの物理解析をリンクさせて表示できるので、心理音響解析結果の物理的な意味合いを確認することができます。

エンジンラフネス

エンジンの回転数に同期するノイズに起因するラフネス成分を官能評価します。

Jury Validation

複数の音を再生し、音の再生比較することができます。ヒアリングテストの際に使用します。

音源探査

オンラインサウンドロケーション分析

スパイラルアレイ (マイクロフォン36本)、デジタルビデオカメラを使用することでオンラインで測定対象物の音像を写すことが可能です。時間、回転数などに追従した表示が可能です。

オンラインサウンドインテンシティ分析

プローブマイクロフォンや粒子速度プローブを用い、リアルタイムのサウンドインテンシティ計測が可能です。また、トラバースシステムと組合せることで自動計測も可能になります。

通過音解析

リアルバスバイテスト

実走行でのバスバイテストの計測及び分析ができます。ISO362に準拠しています。2台のハードウェアを使うことで車室内音と車外騒音を同時に計測することも可能です。

バスバイシュミレーション

シャシーダイナモ上でバスバイテストを模擬します。タイヤノイズ補正を行うことで、実走行とシャシ台でのロードノイズの違いを補正します。

構造解析

ハンマリング試験

インパクトハンマーを用いた伝達関数計測用のインターフェースです。ダブルハンマリング、オーバーロード、コヒーレンスなどのチェック機能を備えています。

シェーカー試験

加振器を用いた伝達関数計測用のインターフェースです。

MIMO (Multi input/Multi output)

多点入力、多点応答による伝達関数計測機能です。

実稼動アニメーション

各測定点の実稼動状態における挙動をアニメーション表示します。(時間ドメイン、周波数ドメイン、次数ドメイン)

実験モダリティ

PAKシステムで計測した伝達関数をMe'scope VESへ受け渡して解析します。

回転機械

次数比分析

定幅、定比次数比分析、カルマンフィルタ

回転変動・ねじり振動

回転パルスから角速度を計測することで軸のねじれ角度や回転変動を求めることが可能です。また二次処理として次数比分析を適用することが可能です。

クランクアングル (回転角度)

2種のパルス (アングルパルス、タイミングパルス) によって時間領域のデータを角度領域のデータに変換することが可能です。

ダイナミックバランシング

回転体のバランス修正を行う機能です。修正マスおよびその角度を極座標で表示します。

燃焼圧解析

筒内圧データとエンジン諸元情報からP-V線図、図示有効平均圧などを求める機能です。

モジュレーション

ヒルベルト変換を用いて変調周波数と変調度を求めます。



音響計測

デジタル1/Nオクターブ

デジタルフィルタを用いたオクターブ分析機能です。
1/1、1/3、1/6、1/12、1/24

ディテクター

実効値計算機能です。等価騒音レベルの算出が可能です。

音響パワーレベル

DIN45635、ISO3744、ISO3745、ISO3741に準拠した音響パワーレベルを算出することが可能です。

音響加振(PAK-ACS)

クローズドループによる加振制御を行うことが可能です。

短時間信号処理

ゼロパッドFFT

FFTブロックの前後に0値を追加して周波数分解能を向上させることが可能です。

ウェーブレット

時間分解能と周波数分解能を両立した解析手法です。突発的な現象や非定常的な現象を評価することに適しています。

応用評価

伝達経路解析

応答点における音源、振動源からの寄与を把握する解析手法です。寄与分離データは、周波数領域と時間領域の結果を得ることが可能です。時間領域のデータは音質評価や任意の二次処理に利用することが出来ます。

Response Modification Analysis

ユーザーが任意に設定した応答点信号を達成するために必要となる伝達関数の増減量を算出する機能です。

パネル寄与解析

粒子速度ブローブと音響加振実験を組み合わせ、応答点に対する各パネルからの寄与を算出する機能です。走行時の応答点信号を推定することも可能です。

補助機能

仮想チャンネル作成機能

計測データに仮想的なチャンネルを追加する機能です。仮想チャンネルには演算処理を適用可能です。

ファイル入出力機能

追加サンプリング

異なるサンプリングレートを設定する機能です。

Graphics2Go

グラフィビュー機能です。

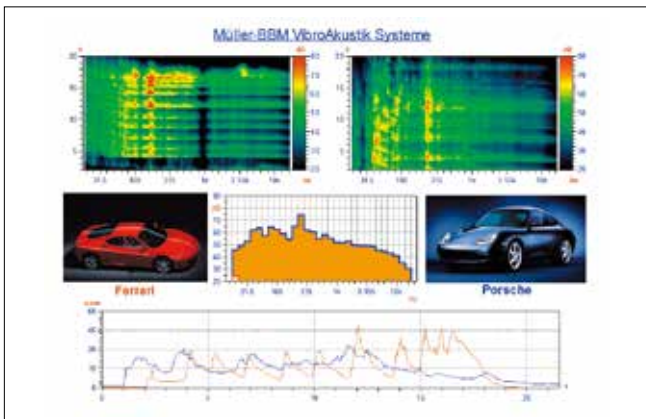
Microsoft® Office Word®、Microsoft® Office Powerpoint®に貼り付けた状態でPAKのグラフ機能を利用することが可能です。

※Microsoft、Office WordおよびOffice Powerpointは米国Microsoft Corporationの米国の米国およびその他の国における登録商標または商標です。

グラフ表示・操作機能

グラフ表示

計測したデータを見易く表示することは、計測された現象の詳細を把握する上で重要な機能になります。また、定型化されたグラフフォーマットへ対応することも、これまで蓄積されたデータとの相関を見る上で重要な要素になります。PAKシステムでは各種グラフフォーマットを登録することにより、計測されたデータを瞬時にグラフ化することができます。また、フォーマットは任意に変更できる為、定型化されたグラフフォーマットだけでなく、個々の状況や解析に合わせたグラフ出力ができます。



サポートしているグラフ表示

- ・2次元、3次元表示。バーグラフ表示、デジタル・アナログメータ表示、ポーラ表示など
- ・テキスト入力、データに付属する緒言情報の反映、関数計算値の反映
- ・Jpgやbitmapなどの画像表示
- ・異なる解析結果（FFT解析結果と心理音響解析結果など）を一つの画面上に表示可能
- ・各種データのリンク表示（3次元表示と2次元表示のカーソルリンク、切り出し表示）
- ・1画面上に最大40グラフの表示
1つのグラフに最大100個の重ね描きが可能
- ・線の種類、線の色・太さ等の変更可能

計測からグラフ表示まで

PAKシステムでは計測からグラフ出力・印刷までを効率良く行う為、以下の3つの操作を選択できます。これらの操作は単独で行うことも可能ですし、重複して行うことも可能です。

1. PAKクラシック

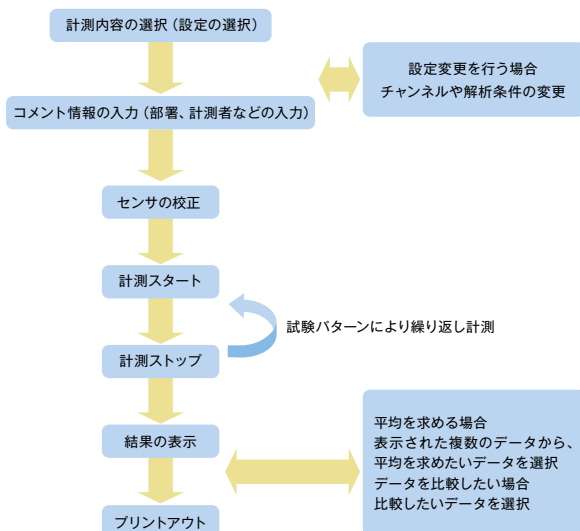
PAKの基本的なユーザーインターフェースになります。PAKが持つ全てのアプリケーションに対応しています。計測からグラフ出力・印刷までの自動化やCOMによる外部コントロールが可能です。

2. PAKグラフィックストリーミング

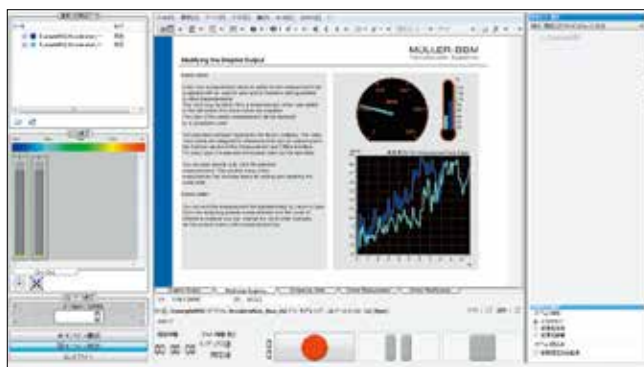
スループットデータを取得するだけで、グラフ表示時にデータを解析しながらグラフ表示します。
様々な解析結果をすばやく確認したい場合に有効です。

3. PAK MOI (Measurement & Offline Interface)

同一画面上でPAKの操作が可能になります。計測手順とグラフ表示を登録することで、シーケンス化された作業手順通りに計測からグラフ出力までを行うことができます。定型的な作業を効率良く行いたい場合に有効です。



PAK MOI (Measurement & Offline Interface) の例



オンライン計測画面

MOI機能の特長

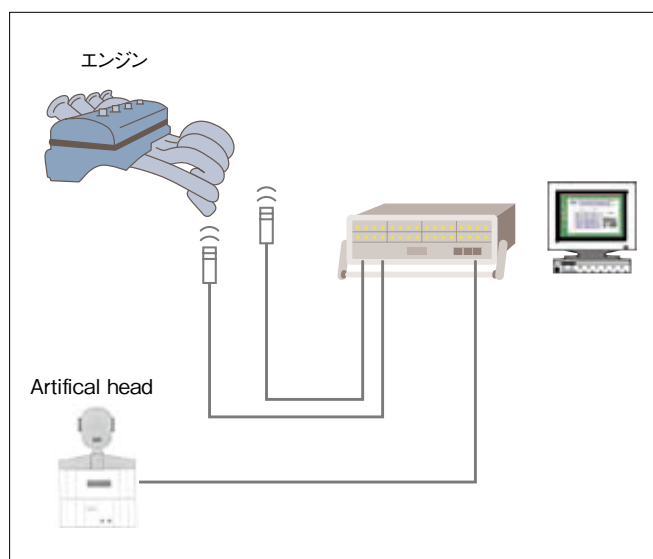
- ・操作ボタンのカスタマイズが可能
- ・各種計測に合わせたシーケンス設定が可能
- ・管理者権限を持たせ、ユーザー権限での誤操作を防止
- ・自動グラフ表示、緒言情報や設定情報をグラフに自動反映可能
- ・マウスのドラッグ&ドロップでデータ比較が可能
- ・各種演算が可能（データ間の平均、最大値、最小値など）
- ・音再生やフィルタ機能などPAKが持つ他機能とリンク

昔より車内音ノイズの低減及び一般のユーザーが使用する電気製品、機械製品等から放射される騒音ノイズの低減には、多くの努力が払われてきました。しかし、最近は、ただ単にそのレベルを下げるだけでなく、ユーザーに受け入れられる音作りもメインテーマの一つとなってきています。ここで、紹介するPAKシステムは、ダミーヘッドを使用した計測から再生、そしてリアルタイムフィルタを用いた音の編集、心理音響解析へといたる音質解析に必要な機能を高度に融合したシステムです。

信号の計測

音質解析を目的として計測する場合、次の3種類の計測方法をサポートしております。

- ・通常のマイクロフォンを用いて計測する方法
- ・ダミーヘッドからの信号を直接、PAKシステム内にデジタルオーディオ通信 (AES/EBU、SP/DIF) を介し取り込みます。ダミーヘッドからデジタル化したデータを直接、読み込みますのでより精度の高い計測が可能です。
- ・小型フロントエンドMK2を用いダミーヘッドからのデータとアナログデータを同時に計測します。MK2にデジタルオーディオレシーバモジュールと例えばICPモジュールをインストールすることによりダミーヘッドからのデジタルオーディオデータとアナログデータを同時に計測することができます。



信号の再生

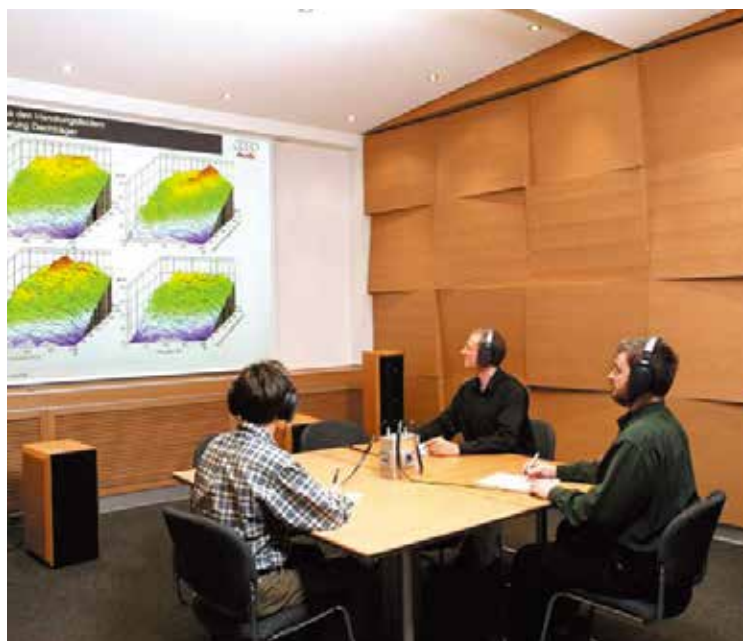
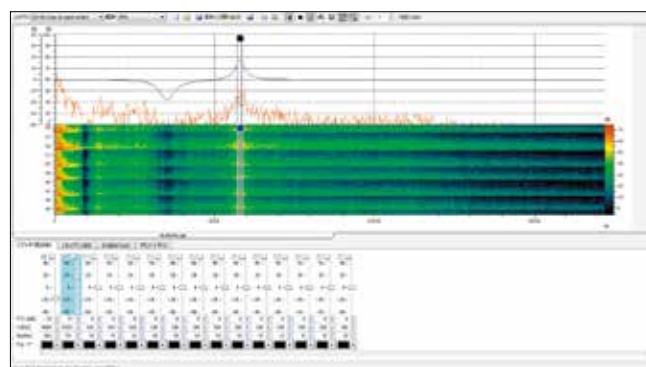
PAKシステムは、ヘッドフォンを用いた再生のほかデジタルオーディオシステムを使用し、部屋の内部を音場コントロールすることが可能です。この方法により複数のエンジニアが同時試聴することができます。また、サブウーファを用いる事によりヘッドフォンでは、体感することができない40Hz以下の現象を見ることを可能にします。

アコースティックエディタ・心理音響解析

下図は、計測したデータにリアルタイムフィルタを適用している画面を示します。

主な特長は以下のとおりです。

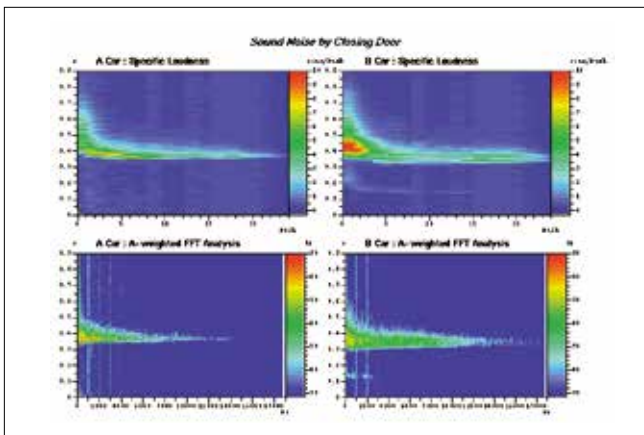
- ・音再生中フィルタ定数変更可能
- ・固定フィルタ、次数フィルタを同時に適用可能
- ・ハイパス、ローパスフィルタのほか任意の形状のフィルタを適用可能
- ・フィルタを適用する画面は、ユーザーサイドで作成可能です。画面内にオクターブスペクトラム、心理音響解析結果等任意のデータを表示することができます。
- ・フィルタのゲインを時間軸に同期し変更可能
- ・次数成分のみのゲインを変更することができます。(サウンドデザイン)
- ・再生中、フィルタ適用後の波形を表示可能
- ・異なる複数のデータにフィルタを順次適用可能
- ・再生中、フィルタの適用 ON/OFF を、個別フィルタ毎、任意のグループ毎、または全フィルタに対して行うことができます。





心理音響解析適用例 1 — ドア閉まり音への適用

下図は2車種のドア締まり音に心理音響解析、FFT解析を適用した例です。図の上側に非定常ラウドネスのカラーソナグラムを、下側にFFT解析結果を表示しています。

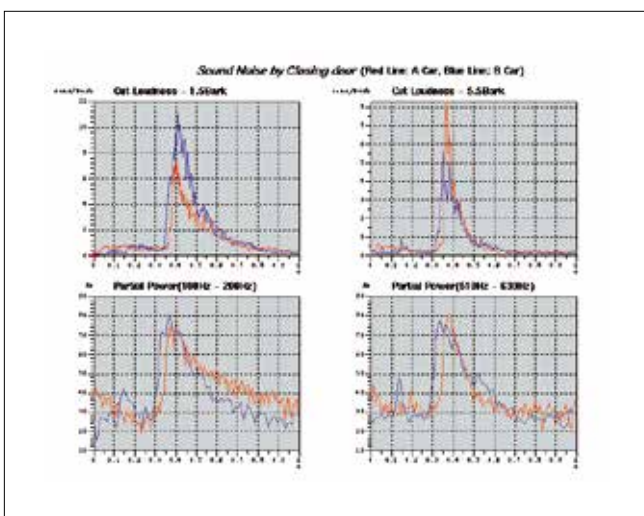


A CarとB CarのFFT解析結果を比較するとA Carのドア締まり音の方が継続時間が短くレベル的には若干高い値を示しています。しかし、周波数的な分布はほぼ同様です。

実際の音を再生するとB Carの方が周波数的に低く重量感のあるドア締まり音になっています。

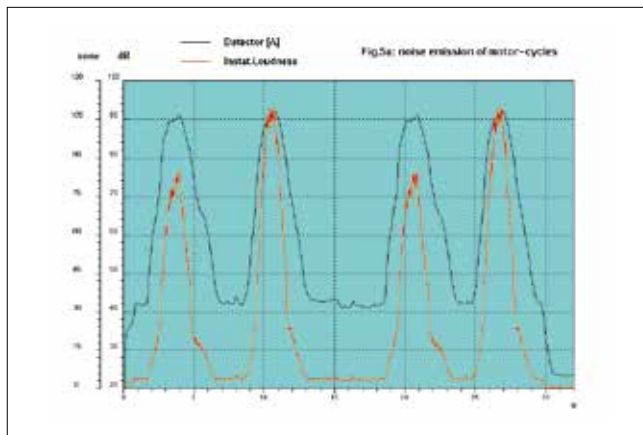
ここで、心理音響解析の結果を見るとA Carに比べB Carのラウドネス主成分が明らかに周波数軸上低い方に分布している事が分かります。心理音響解析の結果は、再生音から感じる官能の評価結果とほぼ一致しました。

下図は、上記図の1.5Bark 5.5Barkの値を横軸時間に対しプロットしたものを上側に、また、100～200Hz及び510～630Hzのパーシャルパワーの値を横軸時間に対し、プロットしたものを下側に表示しました。物理評価(下側)では、A、B Carともあまり差が見られませんが心理音響解析による評価では、大きな差が示されます。



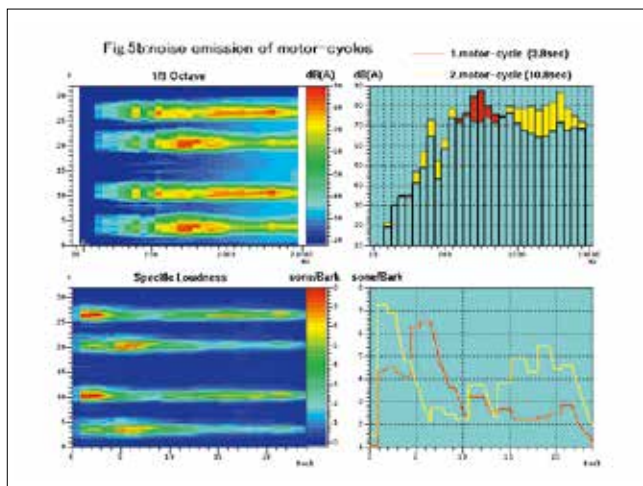
心理音響解析適用例 2 — モーターバイク通過音への適用

2台のモーターバイクの通過音を物理評価(Aスケール実効値レベル：黒)及び官能評価(非定常ラウドネス：赤)で解析した結果を示しています。時間軸上2台のモーターバイクの通過音がそれぞれ2回計測されています。



図上、1つ目と3つ目のピーク値が1台目、2つ目と4つ目のピーク値が2台目から放射される通過音を示しております。

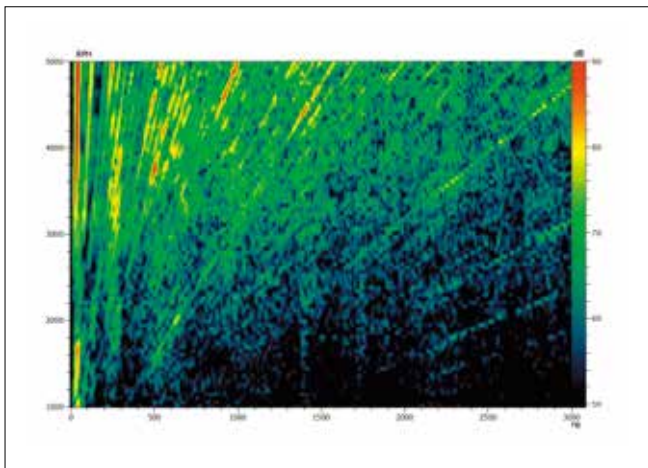
図から物理評価の結果では、両者ともほぼ同一騒音レベルになっております。しかし、官能評価では、1台目約85soneに対し、2台目約105soneのうささになっております。両バイク間に約20%の差があることを意味します。この差は、聞く人すべてが、その差を認識できる大きなレベル差です。どちらが、私達が感じる結果をより正しく表しているのでしょうか？実際に、上記の音を複数の方に試聴してもらうと非定常ラウドネスの結果が、我々の官能評価に近いことが分かります。



上図は両者の解析結果を異なる観点から表示したものです。上側左のグラフは、A特性1/3オクターブ解析結果のカラーソナグラム、上側右は、左のカラーソナグラムを時間方向に平均した結果を示しています。一方、下側右に示すグラフは、前記同様非定常ラウドネスの解析結果を時間軸方向に平均した結果です。両者を比較すると、後者の方が、500Hz以下の低周波領域でうささの度合いが高くなっているのが分ります。この差が、官能評価の差となって表れております。

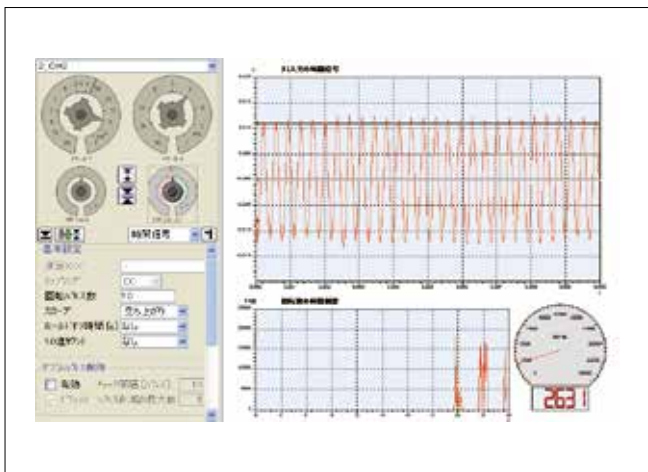
モータやエンジンなどの回転機器から発生する音・振動問題を評価・解析するために、様々な手法が用いられています。音・振動の解析で一般的に使用されているFFT解析の他に次数比解析やトラッキング解析が回転機器の解析によく使われている手法になります。

PAKシステムでは回転機器から発生する音・振動を解析・評価する上で重要な機能である以下のような解析ツールを備えています。



タコシロスコープ機能

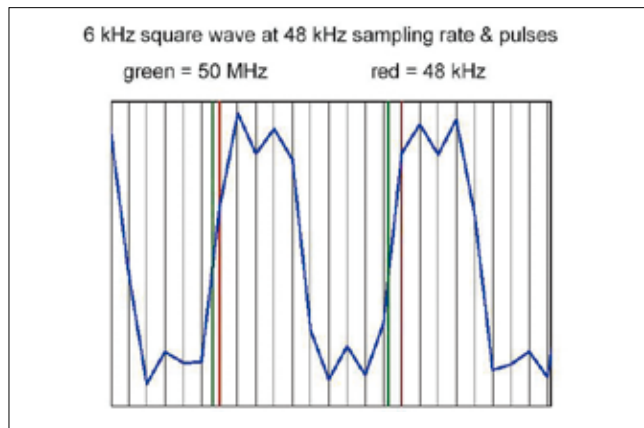
タコ信号にはノイズがのる場合や回転数により信号レベルが変わることがありますが、PAKシステムでは回転パルスの認識トリガレベルをオンラインで波形をモニタしながら調整することができます。



回転パルスの精度

精度の良い回転パルスを計測する事により音・振動（もしくはトルク変動など）が発生する回転数や各回転角度、複数の歯車が組み合わさった構造体のような場合には各回転体の回転変動や時間遅れなどを正確に把握することが可能になります。

PAKシステムのハードウェアMKIIでは回転パルスを精度良く計測する為に回転パルスを50MHzでカウントすることが可能です。

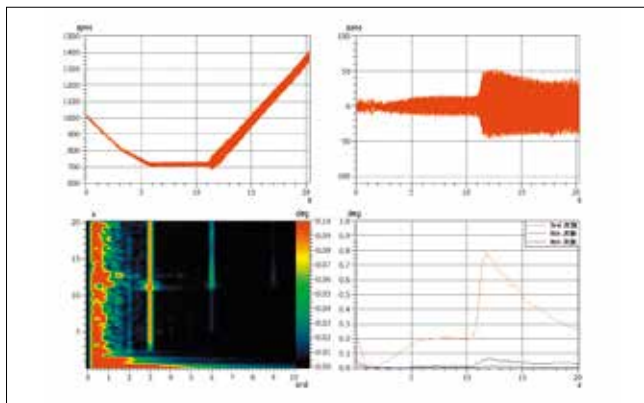


上図は6kHzの方形波（青色）を48kHzでサンプリングした図になります。この波形に対し、48kHzのサンプリングでレベルトリガを適用した場合（赤色）、50MHzのサンプリングでレベルトリガを適用した場合（緑色）を比べると48kHzの場合はトリガが適用されるレベルが大きく違っていますが、50MHzの場合はほぼ同じレベルでトリガが適用されていることが分かります。このトリガが適用されるレベル差により回転パルスを精度良く計測し、回転数・角度情報を正確に把握できるかが決まります。例えば、1回転60パルスを出力するエンコーダを使い計測を行った場合、以下のような差があります。

- ・ 1回転 60パルスの場合
6000rpm → 6000Hz (約167μs)
48kHz (20.8μs) でサンプリングすると最大12.5%の誤差
50MHz (0.02μs) でサンプリングすると最大0.012%の誤差

回転変動・ねじり振動

一定回転で回転しているように思えても微妙な回転変動を起こしており、様々な影響を及ぼすことがあります。ドライブシャフトのように動力源からの回転を伝える伝達系ではドライブ側とドリブン側でのねじり振動による負荷が発生し、耐久性能にも大きな影響を及ぼします。PAKシステムでは回転変動やねじり振動を精度良く解析・評価できるように50MHzで回転パルスをカウントすることで、FVコンバータを使用せずに計測を行うことが可能です。また、角変位、角速度、角加速度を簡単に表示できます。



上図は角速度の次数比解析データになります。

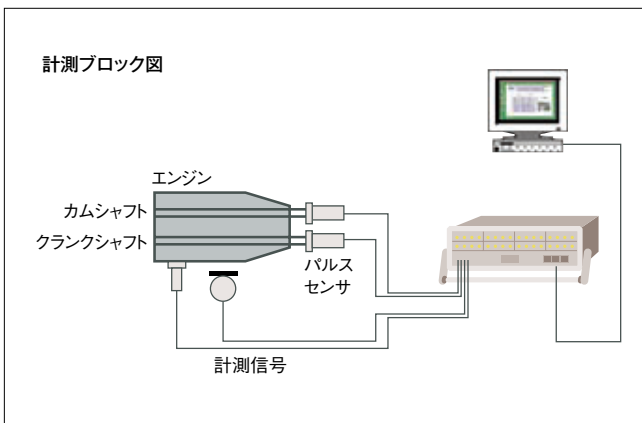


クランクアングル関連解析(回転角度解析)

回転機器の回転に起因する音・振動問題を考えるには回転数毎に対する評価だけでなく、角度毎の評価も必要になります。PAKシステムのクランクアングル関連解析(回転角度解析)では、ガイドパルス(カムパルス)とアングルパルス(クランクパルス)を用いて、音、振動、指圧信号などを入力する事で簡単にクランクアングル関連解析(回転角度解析)を行うことが可能です。

計測システム

下図はクランクアングル関連解析の計測ブロック図を示しています。エンジンからのカムパルス、クランクパルス信号をTach入力にまた解析対象信号(振動、音、指圧など)をそれぞれ適切な入力モジュールに接続することにより簡単な構成にてクランクアングル関連解析を実行することができます。

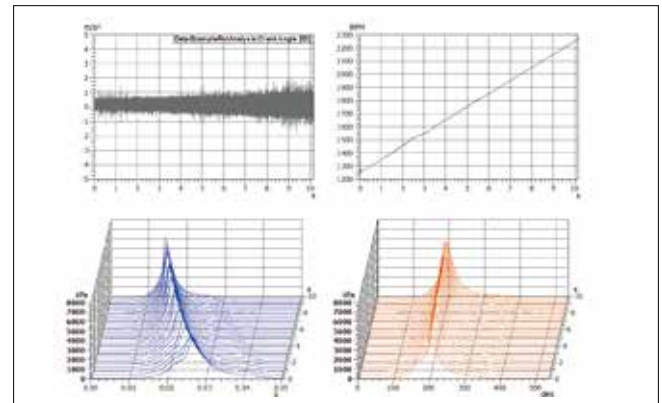


計測システムとしての操作性を考慮し以下の条件にても解析実行できるようにしております。

- ・1回転当り1パルスのクランクパルスに対応します。
- ・クランクパルスのみによる解析(カムパルスを取れない場合)が可能です。
- ・クランクパルス数によらず常に高いサンプルレートで解析信号の計測が可能です。また、フロントエンドとして小型車載型MK2を使用することにより以下の仕様で計測を実行できます。
- ・最大計測可能パルス周波数:200KHz
1回転当り720パルスとしても16000rpm以上まで計測可能です。
- ・入力モジュールを任意に組み合わせ、音、振動、圧力などの信号をセンサーから直接MK2に入力できます。(最大96KHzサンプル可能)

クランクアングル解析例

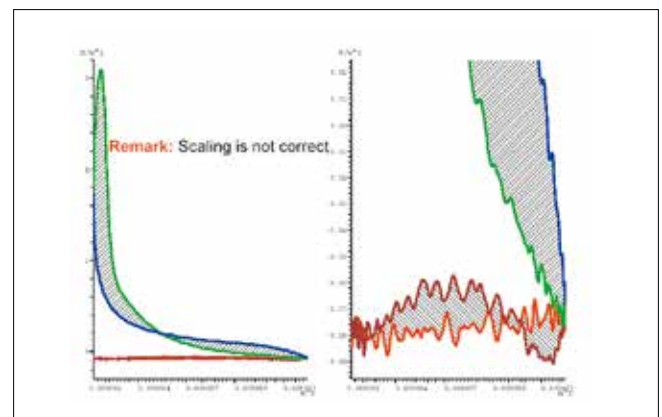
右上図は、上側グラフの時系列データを一定時間間隔でカラーマップ化した図(左下:時間ベース)とクランク表示した図(右下:クランクベース)を表します。時間ベースの図では、ノイズがランダムに表示されますが、クランクベースでは、ほぼ190deg近辺に発生していることが分かります。



解析上の主な特長は以下のとおりです。
計測中リアルタイムに以下の解析・表示が可能です。

- ・任意のアングル範囲(ゲーティング範囲)に対しクランクアングルベースの解析結果を表示できます。
- ・TDCの位置に対しオフセットを設定可能です。
- ・任意の数のデューティサイクルを連続解析可能です。
- ・任意のゲーティング範囲を設定し以下の値を抽出・表示可能です。
Peak to peak、RMS、最大値、最小値

下図のグラフは筒内圧と角度データを元に算出したP-V線図です。



また、後処理にて以下の解析を実行可能です。

- ・回転数変動をクランクアングル表示できます。
- ・チャンネル別にゲーティング範囲を設定し解析表示可能です。
- ・ゲーティング範囲のデータに対し周波数解析を適用可能です。

音源探査

リアルタイムサウンドロケーション(リアルタイム非定常音源探査)

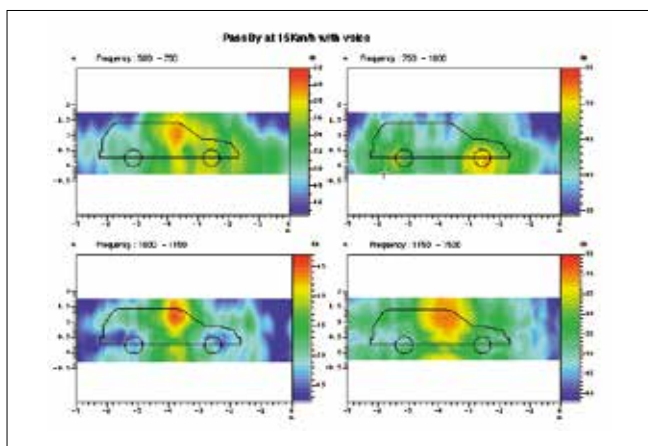
加速中のエンジンから放射されるノイズは、エンジンのどこから発生しているか、回転数によってそのノイズ分布がどのように変化していくか、また、走行中の車から放射されるノイズは車体のどこから発生しているか？ここで紹介するサウンドロケーションは、このような非定常音源の探査を可能にするアプリケーションです。



各種音響ホログラフィに比べ格段に容易かつ低コストのセッティングで非定常信号に対する音圧マッピングを行います。また、このシステムでは36個のマイクロフォンからなるマイクロフォンアレイシステムとデジタルビデオカメラ(上記写真)を使い、画像と音圧マッピングを計測中リアルタイムに表示することが可能です。

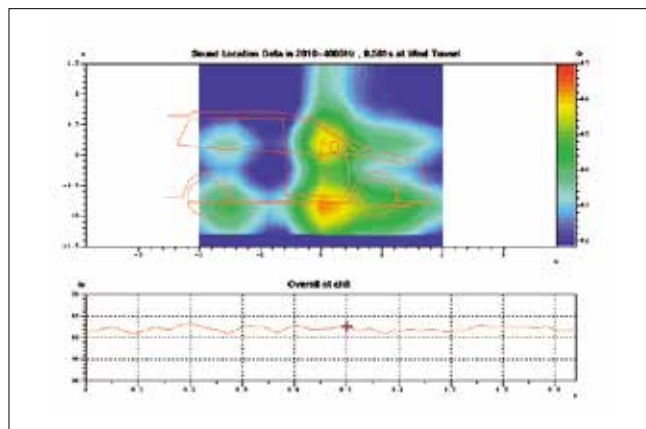
・解析周波数範囲: 500—10000Hz

通過音試験



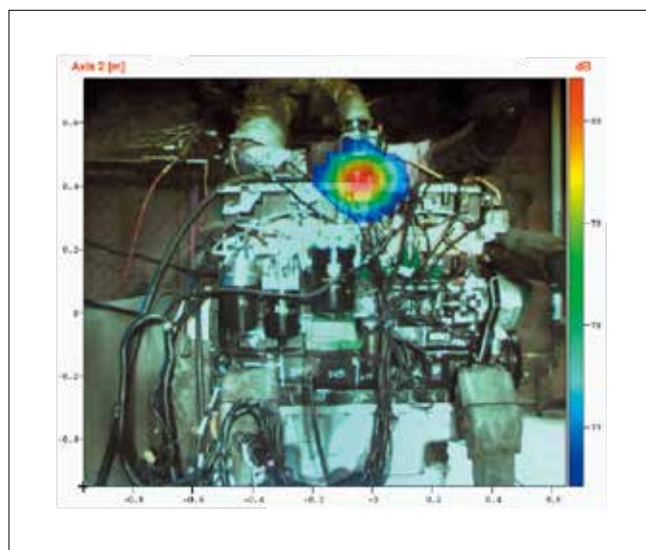
上図は、車通過時、発生する放射ノイズを解析したグラフです。運転席側の窓を5cmほど開け、そこから意図的にノイズを放射しています。

風洞実験



上図は約80Km/hでの走行をシミュレートした車の風切り音にサウンドロケーション解析を適用した例です。実験は風洞内に車を入れ、マイクロフォンアレイを車から3m離れたところに設置を行いました。グラフ内下図のデータ上をカーソルでなぞる事により約20ms毎の音圧マップの変化を見ることが出来ます。

エンジン

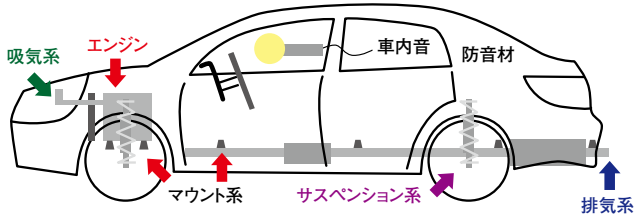


上図はエンジンから発生する音の音圧マップになります。この図では指定した周波数範囲内の音圧マップを表示していますが指定周波数だけでなく、指定次数の音圧マップを表示することもできます。

伝達経路解析

振動・騒音対策について

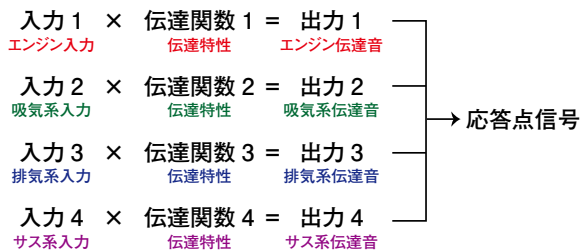
振動や騒音を低減するためには様々な音源や伝達経路の対策が必要です。
しかし、関連する部位を全て対策するには、コスト、時間、質量が必要となり非効率な対策となってしまいます。



効率良く対策するには…
各音源(振動源)からの影響(寄与)の把握が重要です。

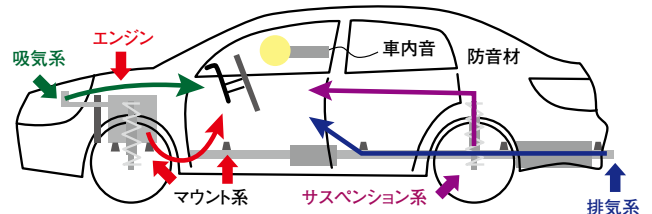
伝達経路解析(TPA)の考え方

前提条件：
入力データに伝達関数を畳込んだものを出力(寄与)とする。
出力を1～Nまで足し合わせたものが応答点信号を形成する。



影響度合い(寄与)の把握＝高効率な振動・騒音対策

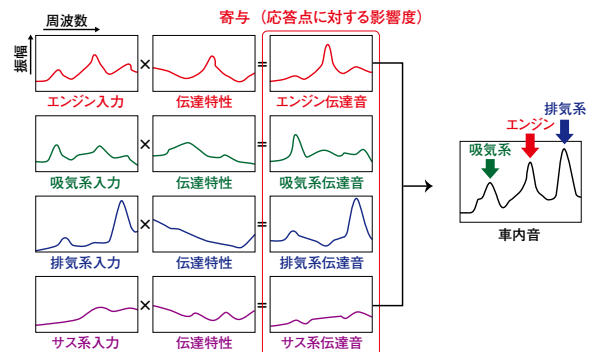
寄与を把握することで…
影響の高い部位のみ対策することができ、短時間で低コストにて対策が可能になります(高効率な対策)



寄与を分離するための手法として伝達経路解析(Transfer Path Analysis: TPA)が考案されました。これは各音源、振動源からの寄与を明らかにすることができる解析手法です。

伝達経路解析(TPA)のイメージ図

各周波数でTPAを実施することにより応答点の寄与が把握できる



様々な伝達経路解析(TPA)

伝達経路解析

旧手法

動バネ法

動バネ法の特長

- 理論的に理解しやすい
- ×計測に多大な時間を要する(実稼動計測、動バネ計測、伝達関数計測)
- ×高周波の動バネ計測は困難→高周波の寄与分離は困難
- ×相対変位が測定困難な場合適用が難しい

逆行列法

逆行列法の特長

- 理論的に理解しやすい
- 相対変位が測定困難な場合も適用可能
- ×クロストークの影響による精度低下
- ×計測に多大な時間を要する(実稼動計測、伝達関数計測×2)
- ×入力点近傍に加振できるだけのスペースが必要

新手法(2006年～)

主成分回帰法(実稼動TPA)

実稼働法の特長

- 実稼働データのみで寄与分離→(加振実験を行わないため実験時間が少ない)
- 加振実験を行わない→スペースが少ない部位にも適用可能
- クロストークの影響を考慮している→高い精度で寄与分離が可能
- 稼働条件、センサ設置のノウハウで技術移管が可能
- ×理論的な解釈が少し困難→間違った解釈で実際と異なる寄与分離が行われる可能性がある

実稼動TPAの特長

1. 実験期間の短縮

音源と思われる部分にセンサを取り付け、実稼動状態（シャシーダイナモによる走行、テストコースでの実走行）で計測を行うことで、これまでは車両1台で2～3週間かかっていた計測が1日で終わるようになりました。ハンマリング試験、スピーカによる音響伝達特性の計測を行う必要はありません。

2. 精度の向上

音・振動の伝達を考える上で一つの問題となるのはクロストークです。PAKシステムではクロストークキャンセレーション（CTC）機能を用いることで、シミュレーションの精度が圧倒的に向上しました。

3. 適用周波数範囲

適用周波数範囲は、実験対象により異なりますが、車両においては、約2kHz、エンジン単体では、約5kHzまで適用可能です。

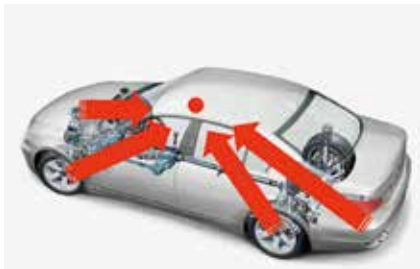
4. シミュレーション結果の応用

タイムドメインTPAの為、シミュレーション結果は時系列データになります。シミュレーション結果を解析することで、各音源の寄与を求めたり、音再生、フィルタを適用することで音の予測や加工シミュレーションが可能です。計測から解析、シミュレーションまでをPAKシステムのみで実施できます。

Response Modification Analysis (RMA)

伝達経路解析(TPA)を実施する事により各振動源・音源からの寄与を把握する事が出来るようになりますが、より能動的で無駄のない振動・騒音対策を施すために、TPAを発展させた手法です。

ユーザーが応答点の目標信号を編集・設定し、様々な運転条件において、目標信号を満足させるために必要な参照点の増減量、及び伝達特性が一斉に求められる手法です。



現状の応答点に対する各参照点からの寄与を把握する手法は、TPAのアプローチです。

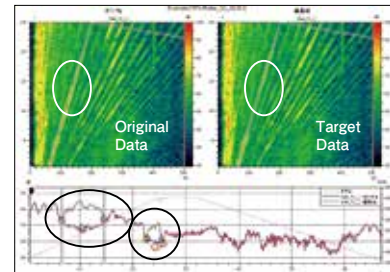


ユーザーが設定した目標信号を実現するための参照点と伝達特性を導出する手法は、Reversed TPAのアプローチです。

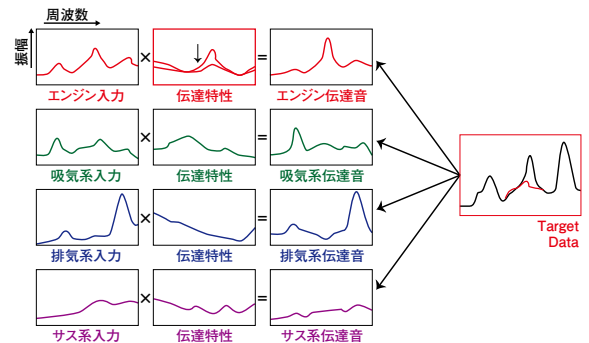
Response Modification Analysis (RMA)

ユーザーが予め目標信号を設定

設定した目標信号を実現する伝達関数を算出

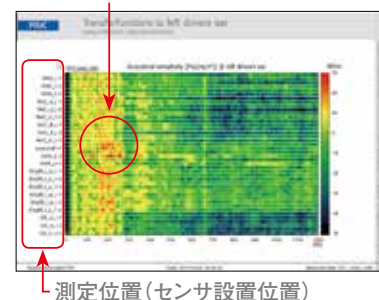


周波数バンドフィルタ、次数フィルタを駆使して時間領域で評価点のターゲットデータを作成

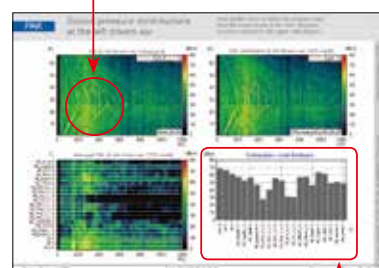


分析結果の例

寄与が大きい部位をカラーマップで判断可能



寄与の大きさを確認したい範囲(時間、周波数)を指定する



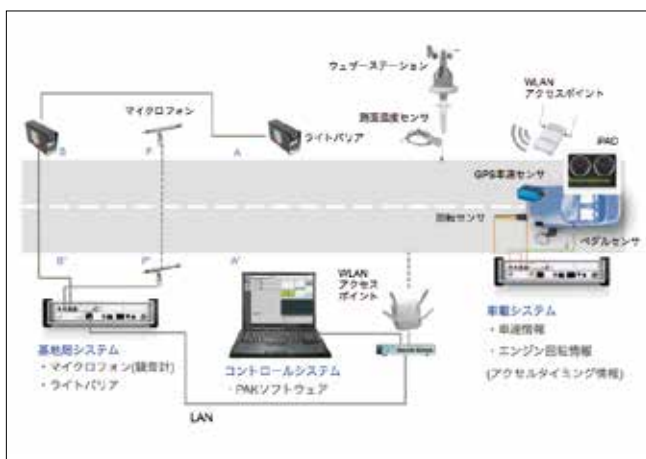
バーグラフで寄与の大きさを確認

パスバイ試験

PAKシステムでは、車外騒音の評価として実計測パスバイとパスバイシミュレーションを用意しております。ISO362の規格改正により、パスバイ試験は以前より複雑化しました。M-BBM社では、この改正にいち早く対応し、高度化する試験を簡潔かつスムーズに行えるように、システムの構築をしております。

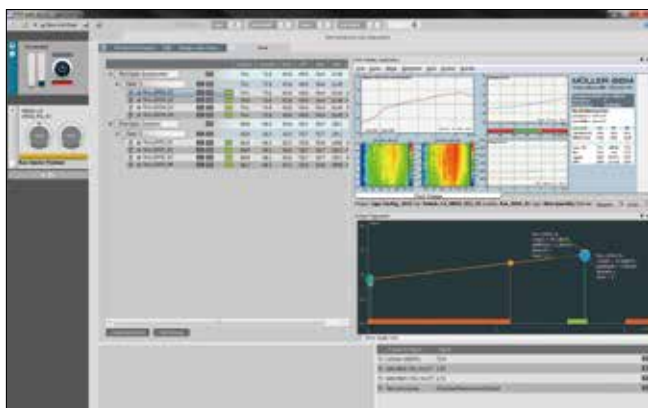
実計測パスバイ試験

PAKの実計測パスバイは、車外音計測と同時に無線LANで接続した車載したシステムで車室内の音や振動を同時に計測することが可能です。車載システムを追加することにより、テストコースを周回する複数の車両を同時に試験することができます。また音源と考えられる車両の各部位に加速度計やマイクを設置して、実稼動データを計測することにより、車外騒音に対する音源同定と寄与解析をポスト解析で行うことができます。



特長

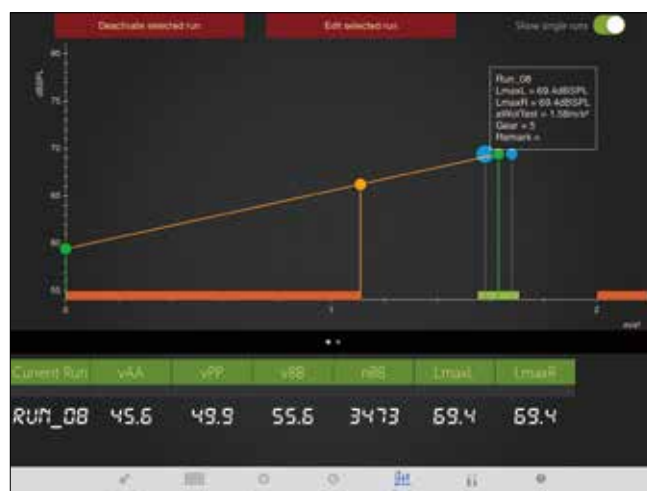
- ・新規格に完全対応
- ・他の規格(北米仕様など)にも対応可能
- ・時系列上でドップラー効果の補正が可能
- ・Coast運転による計測に対応
- ・テストエリアの暗騒音の計測可能
- ・iPad®でドライバー単独での試験が可能



ユーザーインターフェイス

規格に対応し、ドライバー単独での試験を可能にさせるアシスタントソフトを始め、PAKの表示機能を使い、様々なインターフェイス・グラフの作成が可能です。

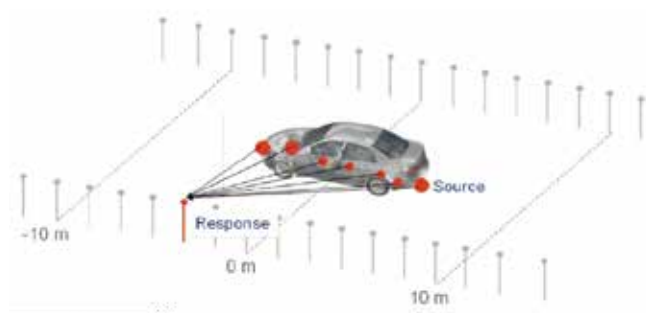
- ・PMRの計算からaurbanの算出まで一連の作業を簡潔に実行(下記画面参照)
- ・実走試験のOK、NGを判定し、必要な次工程をアシスト
- ・各マイクの時系列データを自由にポスト解析可能
- ・任意のグラフにて数値データの外部出力可能



パスバイシミュレーション

無響室内などの台上で、パスバイ試験をシミュレートするシステムです。

- ・多様なサイズの無響室に対応可能(7.5m未満など)
- ・独自のアルゴリズムで各マイク間の音圧データを補間可能
- ・実計測パスバイ試験データに対する高い互換性を実現
- ・タイヤとローラから発生するノイズをキャンセレーション

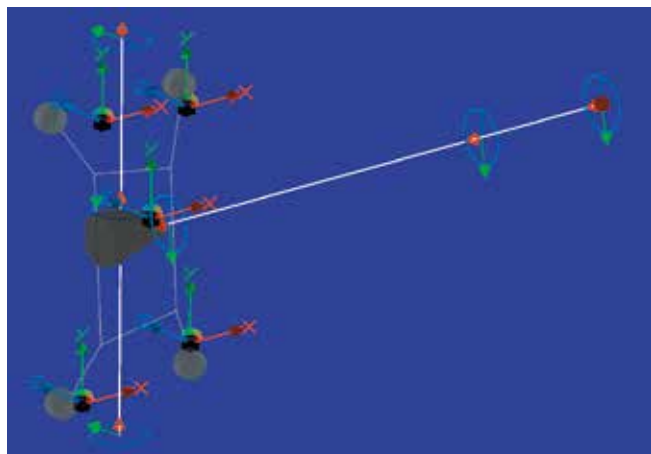


車両側センサ設置位置:
エンジン近傍、吸気系、排気系近傍、タイヤ近傍など

※iPadは、Apple Inc.の商標です。

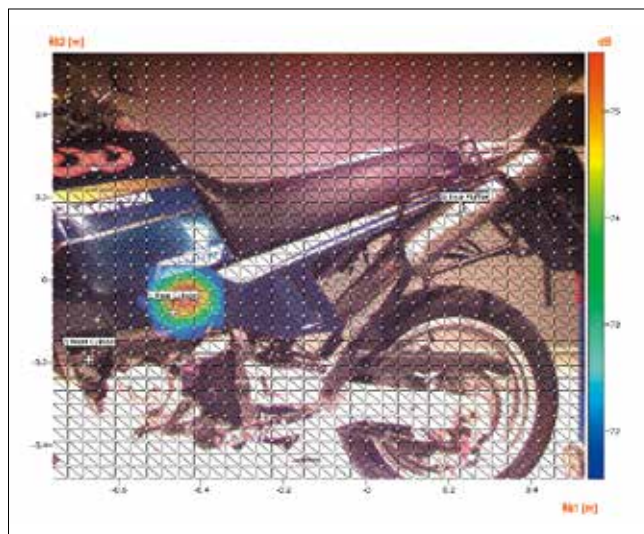


PAKシステムではデータ計測から各種アプリケーション解析までを同一のユーザーインターフェースで行うことができます。各種解析を同一のソフトウェア上で実行することができる為、様々な角度からデータを解析・確認することが可能です。また、各種アンプやCANバス、GPSにも対応している為、振動・騒音データの解析だけでなく他の信号と組合せてデータを解析できます。



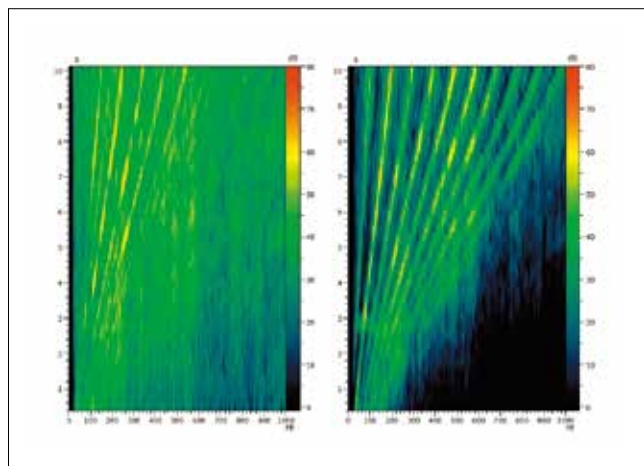
ねじり振動(回転変動)解析と実稼動アニメーション

音源探査機能と実稼動データによる伝達経路解析

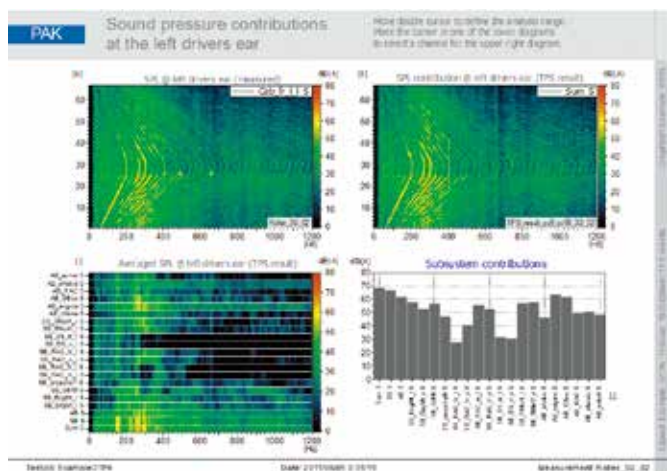


音源探査機能にて音を可視化する際に音源と思われる部分に加速度センサやマイクロフォンを設置し、計測を行います。可視化した音のスループットデータを出力し、出力した音と設置した加速度センサやマイクロフォンとで実稼動データによる伝達経路解析を行うことにより、可視化した放射音だけでなく、各部の振動や音がどの程度、放射音に寄与しているのかが分かります。

オーダーセパレーション機能



計測した騒音、振動には回転次数成分の信号とバックグラウンドノイズが含まれています。オーダーセパレーション機能は次数成分の信号とバックグラウンドノイズを分離することが可能です。この機能を使用したデータを伝達経路解析に用いる音源データとして使用することで、音源の騒音、振動が変更した場合のシミュレーションを行うことが可能です。また、アクティブサウンドデザインシステム(ASD)のデータとして使用することもできます。



各種データのリンク

上図では車室内音と車室内音における各部位の騒音、振動レベルをリンクしています。

各種アプリケーションの組合せ例

- ・音源探査結果と実稼動データによる伝達経路解析を合わせた寄与解析
- ・パスバイシミュレーションと実稼動データによる伝達経路解析を合わせた寄与解析
- ・リアルパスバイと音源探査の組合せ
- ・CANバス信号やGPS信号との同期計測

仕 様

ソフトウェア仕様

一般操作部

各データに対してコメント入力と入力したコメントのグラフ表示
入力したコメントに対する検索機能
測定ファイル名の自動ナンバリング
グラフ表示位置の指定
ユーザー指定によるプロジェクト設定
ユーザー指定による物理値の入力
指定した複数のグラフを自動出力、自動印刷
音再生チャンネル、音量、フェードイン、フェードアウトの指定

測定部

FFTブロックサイズ	64-262144
ライン数	25-102400
オーバーラップ率	任意
ウェイト関数	レクタングラ、ハニング、フラットトップ、 フォースエクスポネンシャル
アベレージ	なし、リニア、エクスポネンシャル、ピークホールド
トラック	時間、回転数など各種入力信号、出力信号

分析機能

時間信号のモニタ、オービット、自己・相互相関関数、DC測定
周波数分析 (FFT、APS、CPS、PRS)
リサンプリング次数比分析
デジタルオクターブフィルタ (1/1、1/3、1/6、1/12)
次数比トラッキング、定バンドトラッキング、任意周波数バンドトラッキング、
オクターブバンドトラッキング
カルマンフィルタによる次数比トラッキング
心理音響解析 定常ラウドネス、非定常ラウドネス、シャープネス、
ラフネス、フラクチュエーション、エンジンラフネス
トナリティ、Tone to Noise Ratio、Prominence Ratio
実効値解析、モジュレーション解析、マルチコヒーレンス
任意形状のFIR FILTERによる波形成形
ウェーブレット、Wigner-Ville、Choi-Williames

グラフ表示

上記分析結果に対し各種表示が可能です。
例 伝達関数、コヒーレンス、PSD、……
カラーソナグラム、カラーウォーターフォール、ウォーターフォール

ファイル入力

Wav , UFF , CSV , SDF , HMS

ファイル出力

Wav , UFF , CSV , SDF , HMS , Matlab ,
Me'Scope , RPC3

その他

聴感補正 A、B、C
ユーザー定義による各種演算
四則演算・微積分
平均処理
統計・頻度処理
行列演算など
ファイルインポート、ファイルエクスポート
仮想チャンネルの設定によるオンライン演算
パルス補正
信号作成
サイン、サインスイープ、三角波、ホワイトノイズ、ピンクノイズ…
スループットデータのミキシング
スループットデータのシンクロ (マニュアル、絶対時間、パルス)
次数成分とバックグラウンドノイズの切り分け
次数データから伝達関数の計算

ライセンス形態

PC固定ライセンス
フローティングライセンス

コンピュータ関係

OS : Windows Vista , 7 , 8 , 10 (32bit , 64bit)
メモリー : 2GB
記憶容量 : 128GB (HDD or SSD)
オーディオ入出力 AES/EBU、S/PDIF
アナログ出力
オーディオ入出力用ボード RME社 Firefaceシリーズ

フロントエンド MKII

MKIIフロントエンドは小型で持ち運びに便利な2スロットタイプからラボでの多ch計測に適した10スロットまで幅広い環境に適応することができます。また多彩な入力モジュールを組み合わせることでユーザーの要求に合った計測システムを構築する事が可能です。

主な特長

- ・ 1筐体で最少4chから最大128chまで幅広いチャンネル数に対応
- ・ 電圧入出力、ICP型センサ（振動加速度、音圧、力）に対応
- ・ CAN, FlexRay, EtherCATなどのデジタルバスの測定に対応
- ・ 最大40MByte/secの高速スループットレートにより多ch、高速サンプリングの計測に対応
- ・ 筐体内にSSD (128GB or 256GB)を内蔵可能
- ・ 筐体に無線LANを内蔵可能、計測中のデータを無線でPCなどへ転送可能
- ・ スマートフォンやタブレットを用いたスタンドアローン計測が可能



測定項目	1モジュール あたりのch数	最大データレート	分解能	モジュール名
ICP [®] センサ （マイクロフォン、加速度計、ロードセル、圧力センサ）	2	102.4kSa/s	24-bit	ICT 42 ² G2
	4	102.4kSa/s	24-bit	ICP 42 G2
	2	204.8kSa/s	24-bit	ICT 42S ² G2 , MIC42X G2
	4	204.8kSa/s	24-bit	ICP 42S G2 , WSB42X G2
	16	204.8kSa/s	24-bit	ICM 42S ⁴
±10V 電圧	8	3.2kSa/s	24-bit	THM42 G2
	2	102.4kSa/s	24-bit	ICT42 ² G2
	4	102.4kSa/s	24-bit	ICP42 G2 ; WSB42 G2
	2	204.8kSa/s	24-bit	ICT42S ² G2 ; MIC42X G2
	4	204.8kSa/s	24-bit	ICP42S G2 , WSB42X G2
	16	204.8kSa/s	24-bit	ICM42S ⁴
±60V 電圧	2	204.8kSa/s	24-bit	ICT42S ² G2
	4	204.8kSa/s	24-bit	ICP42S G2
タコパルス 204.8kSa/sスコープモード	2	up to 700kPulse/s ³	20 ns	ICT42 ¹ G2
タコパルス 4.9MSa/sスコープモード	2	up to 1MPulse/s ³	14 ns	ICT42S ¹ G2
200V 外部分極型マイクロフォン	2	204.8kSa/s	24-bit	MIC42X G2
電荷出力型センサ （加速度計、ロードセル） シングルエンド	4	204.8kSa/s	24-bit	CHG42S G2
電荷出力型センサ （加速度計、ロードセル） 差動入力	2	204.8kSa/s	24-bit	DCH42S G2
歪ゲージ、ロードセル、圧力センサ、ひずみ式加速度計、 渦電流式変位センサ、rope式変位センサ	4	102.4kSa/s	24-bit	WSB42 G2
	4	204.8kSa/s	24-bit	WSB42X G2
熱電対 (E,J,K,T) Pt100白金測温抵抗	8	3.2kSa/s	24-bit	THM42 G2
±10V 電圧+加振制御信号	4	204.8kSa/s	24-bit	ALO42S G2
出力モニタ	16	Analog	NA	ICM42S ⁴
位置情報 GPS	1	4Hz	NA	GPS42 G2 ; IRG42 G2
タイムコード IIRIG-A/IRIG-B	1	Standard specific	NA	IRG42 G2
CAN	2networks	1Mbit/s	NA	CAN42 G2
FlexRay [™]	1pair	10Mbit/s	NA	FLX42 G2
EtherCAT [®]	NA	Application specific	NA	ECT42 G2
デジタルオーディオ	2stereo	96kFrames/s	24-bit	DAR42 G2

注記

Note:1 2chのICPもしくは電圧入力を備えています

Note:2 2chのタコパルス入力を備えています

Note:3 2ch合計のバースサンプルレートです

Note:4 SCボードは不要です

スマートデバイスを使ったスタンドアロンモード

以下の図はタブレット端末やスマートフォンを用いたMKIIとの接続例です。
スマートデバイスとMKIIは無線LANを通じて接続します。
測定データはMKIIに内蔵されたSSDにストレージされます。



イーサネットを使った基本接続

以下の図はPCとMKIIとの基本接続例です。
PCとMKIIの通信にはギガビットEthernetを使用します。



SYNCLINKボードを使った同期運転

SYNCLINKボードを使うことにより複数台のMKIIを同期運転することができます。



1枚のSYNCLINKボードで最大4台のMKIIを同期することができます。



GPSモジュールを利用した同期運転

GPS42モジュール、もしくはIRG42モジュールをMKIIに追加することによって、時刻と位置情報を取得することが可能です。

時刻情報を元に複数台の測定データを同期する事が可能です。

マスターとなるPCと各MKIIとの接続は無線LAN、もしくは有線LANによるEthernet接続を選択することができます。



1



メインフレーム

測定規模に合わせてメインフレームを選択してください。
持ち運びに便利な2slotフレームから、ラボでの多ch計測に適した10slotフレームまで幅広い選択肢からお選びいただけます。

詳細は20ページをご覧ください。

2



電源供給・通信用ボード シグナルコンディショニングボード

通信速度に合わせて電源供給ボードとシグナルコンディショニングボードを選択してください。

詳細は22ページをご覧ください。

3



入力モジュール

接続するセンサや入力する信号に合わせて入力モジュールを選択してください。

入力モジュールは22種から選択することが出来ます。

詳細は25ページをご覧ください。

4



同期計測

SYNCLINKボードを使うことにより複数台のMKIIを同期運転することができます。1枚のSYNCLINKボードで最大4台のMKIIを同期することができます。

詳細は31ページをご覧ください。

5



サブモジュール、アクセサリ

入力モジュールや接続するセンサに合わせてサブモジュールや変換ケーブルを選択してください。

またMKII制御用のモニターミナルやラックマウントもご用意しております。

詳細は33ページをご覧ください。

MKⅡメインフレーム一覧

ラボ環境や現場での計測など、様々な計測環境に合わせて5種のメインフレームを用意しております。

MF02



MF02

MF02:2-slot メインフレーム

スロット数	2	使用可能なPQボード	全てのPQボードが使用可能
最大チャンネル数 ※全て4ch入力 of モジュールを使用した場合	16	使用可能なSCボード数	1
空冷ファン	無	重量 (モジュール充填)	4.8kg
形状 (WHD)	291 × 68 × 267mm	バッテリー容量	16Wh
重量 (モジュール充填、バッテリー搭載)	5.1kg		
容量	5.3L		

MF03



MF03

MF03:3-slot メインフレーム

スロット数	3	使用可能なPQボード	全てのPQボードが使用可能
最大チャンネル数 ※全て4ch入力 of モジュールを使用した場合	32	使用可能なSCボード数	2
空冷ファン	無	重量 (モジュール充填)	6.3kg
形状 (WHD)	307 × 88 × 267mm	バッテリー容量	33Wh
重量 (モジュール充填、バッテリー搭載)	7.1kg		
容量	7.2L		

MF04

MF04:4-slot メインフレーム

スロット数	4	使用可能なPQボード	PQ12 G2 PQ20 G2 PQ30 G2
最大チャンネル数 ※全て4ch入力 of モジュール を使用した場合	48	使用可能なSCボード数	3
空冷ファン	有	重量 (モジュール充填)	9.1kg
形状 (WHD)	307 × 109 × 287mm	バッテリー容量	33Wh
重量 (モジュール充填、バッテリー搭載)	9.9kg		
容量	9.6L		



MF04

MF06

MF06:6-slot メインフレーム

スロット数	6	使用可能なPQボード	PQ12 G2 PQ20 G2 PQ30 G2
最大チャンネル数 ※全て4ch入力 of モジュール を使用した場合	80	使用可能なSCボード数	5
空冷ファン	有	重量 (モジュール充填)	12.6kg
形状 (WHD)	307 × 151 × 287mm	バッテリー容量	72Wh
重量 (モジュール充填、バッテリー搭載)	15.2kg		
容量	13.3L		



MF06

MF10

MF10:10-slot メインフレーム

スロット数	10	使用可能なPQボード	PQ20 G2 PQ30 G2
最大チャンネル数 ※全て4ch入力 of モジュール を使用した場合	128	使用可能なSCボード数	8
空冷ファン	有	重量 (モジュール充填)	20.2kg
形状 (WHD)	291 × 231 × 333mm	バッテリー容量	72Wh
重量 (モジュール充填、バッテリー搭載)	22.7kg		
容量	22.3L		



MF10

PQボード一覧

PQボードは電源供給と通信のためのモジュールです。
モデルによって制御可能なSCボードの数と通信速度が異なります。

PQ11



モデル	PQ11	スループットレート	8MB/s
対応するメインフレーム	MF02 MF03	記憶容量	無
制御可能なSCボード数	2	外部記憶容量	無
最大ch数	32	無線LAN	無
電源	10-32VDC		

PQ20



モデル	PQ20	スループットレート	20MB/s
対応するメインフレーム	MF02 MF03 MF04 MF06 MF10	記憶容量	128GB SSD (オプション)
制御可能なSCボード数	8	外部記憶容量	無
最大ch数	128	無線LAN	IEEE 802.11bgn (オプション)
電源	10-32VDC		

PQ20 G2 オプション



PQ20 G2



PQ20 G2 + 128 GB



PQ20 G2 + WLAN



PQ20 G2 + WLAN + 128 GB



PQ12



モデル	PQ12	スループットレート	10MB/s
対応するメインフレーム	MF02 MF03 MF04 MF06	記憶容量	128GB SSD (オプション)
制御可能なSCボード数	5	外部記憶容量	無
最大ch数	80	無線LAN	IEEE 802.11bgn (オプション)
電源	10-32VDC		

PQ12 G2 オプション

	PQ12 G2		PQ12 G2 + 128 GB
	PQ12 G2 + WLAN		PQ12 G2 + WLAN + 128 GB

PQ30



モデル	PQ30	スループットレート	45MB/s
対応するメインフレーム	MF02 MF03 MF04 MF06 MF10	記憶容量	128GB or 256GB SSD (オプション)
制御可能なSCボード数	8	外部記憶容量	SATA
最大ch数	128	無線LAN	IEEE 802.11bgn (オプション)
電源	10-32VDC		

PQ30 G2 オプション

	PQ30 G2		PQ30 G2 + 128 GB or 256 GB
	PQ30 G2 + WLAN		PQ30 G2 + WLAN + 128 or 256 GB

SC42



モデル	SC42	制御可能な入力モジュール	4
対応するメインフレーム	全て	最大サンプルレート	102.4kSa/s

SC42S



モデル	SC42S	制御可能な入力モジュール	4
対応するメインフレーム	全て	最大サンプルレート	204.8kSa/s

同期用ボード

SL21は複数のMKIIを同期させるためのボードです。
1つのSL21ボードでマスターを含む計4台のMKIIを同期することができます。
クロック信号を同期させるための光ケーブルが別途必要です。

SL21



モデル	SL21	制御可能なMKII	5(マスター1,スレーブ4)
対応するメインフレーム	MF03 MF04 MF06 MF10		

ICP42



ICP42はICP[®]タイプのセンサか、アナログ電圧を測定するモジュールです。全てのチャンネルには個別に測定レンジやカップリングを設定することが可能です。

チャンネル数	4
測定モード	ICPモードと電圧モードから選択(ソフトウェア)
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class1
分解能	24bit
サンプルレート	最大102.4kSa/s
測定レンジ	±10V ±1V ±100mV (ICPモード、電圧モード共通)
コネクタ形状	SMB

ICP42S



ICP42SはICP[®]タイプのセンサか、アナログ電圧を測定するモジュールです。全てのチャンネルには個別に測定レンジやカップリングを設定することが可能です。

チャンネル数	4
測定モード	ICPモードと電圧モードから選択(ソフトウェア)
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class1
分解能	24bit
サンプルレート	最大204.8kSa/s
測定レンジ	±60V ±10V ±1V ±100mV (60Vは電圧モードのみ)
コネクタ形状	Lemo3pin EHG.0B

ICS42



チャンネル数	6
測定モード	ICPモードと電圧モードから選択(ソフトウェア)
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class1
分解能	24bit
サンプルレート	最大102.4kSa/s
測定レンジ	±10 ±1V ±100mV (ICPモード、電圧モード共通)
コネクタ形状	Lemo9pin EHG.0B

CHS42X



チャンネル数	6
測定モード	ICPモードor電圧モード、電荷入力モード
分解能	24bit
サンプルレート	最大102.4kSa/s
測定レンジ1	±10 ±1V ±100mV (ICPモード、電圧モード共通)
測定レンジ2	1mV/pC 0.1mV/pC 0.01mV/pC
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B

ICM42S



ICM42Sは16チャンネルの入力と16チャンネルのモニタ用出力を備えたモジュールです。入力がDsubコネクタになっているため多チャンネルの測定を行う際に省配線化することができます。またスピーカーなどの外部機器へ測定中の電圧を出力することができます。

チャンネル数	16(入力)、16(モニタ)
測定モード	ICPモードと電圧モードから選択(ソフトウェア)
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class1
分解能	24bit
サンプルレート	最大204.8kSa/s
測定レンジ	±10V ±1V ±100mV (ICPモード、電圧モード共通)
コネクタ形状	DB50(入力チャンネル)、Lemo7pin EH.G.0B(出力チャンネル)
対応するサブモジュール	BBOX10、ICPM10

ICT42



ICT42は2チャンネルのタコパルス専用入力と2チャンネルのICP[®]タイプのセンサか、アナログ電圧を測定するモジュールです。

チャンネル数	4 [2(タコパルス入力) 2(ICP、電圧)]
パルスカウント	50MHz
サンプルレート	700kPulse/s (2チャンネルの合計)
測定レンジ	±60V ±30V ±12V ±2V (タコチャンネル)
供給電圧	±12V、12Vをセンサに供給可能
コネクタ形状	Lemo4pin EH.G.0B

ICT42S



ICT42Sは2チャンネルのタコパルス専用入力と2チャンネルのICP[®]タイプのセンサか、アナログ電圧を測定するモジュールです。

チャンネル数	4 [2(タコパルス入力) 2(ICP、電圧)]
パルスカウント	70MHz
サンプルレート	1MPulse/s (2チャンネルの合計)
測定レンジ	±60V ±30V ±12V ±2V (タコチャンネル)
供給電圧	±12V、12Vをセンサに供給可能
コネクタ形状	Lemo4pin EH.G.0B



CHG42S



CHG42は電荷出力タイプのセンサを使って測定するモジュールです。シングルエンド入力のセンサに対応しています。

チャンネル数	4
分解能	24bit
サンプルレート	最大204.8kSa/s
測定レンジ	0.1mV/pC 1mV/pC 10mV/pC
コネクタ形状	10-32microdot

DCH42S



DCH42は電荷出力タイプのセンサを使って測定するモジュールです。差動入力のセンサに対応しています。

チャンネル数	4
分解能	24bit
サンプルレート	最大204.8kSa/s
モード	シングルエンド入力、差動入力
測定レンジ	0.1mV/pC 1mV/pC 10mV/pC シングルエンド入力 0.2mV/pC 2mV/pC 差動入力
コネクタ形状	BNC

THM42



THMモジュールは温度を測定するためのモジュールです。

チャンネル数	8
測定モード	熱電対、Pt100、電圧入力
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class2
分解能	24bit
サンプルレート	3.2kSa/s
測定レンジ	±10V ±100mV
供給電圧	±12V、12Vをセンサに供給可能
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B
対応するサブモジュール	THM×10 THMP10 THMS10

WSB42



WSBモジュールは歪ゲージを使った測定、またはアナログ電圧を測定するためのモジュールです。

チャンネル数	4
測定モード	電圧入力、AC・DCブリッジ、差動変圧式変位センサ
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class2
分解能	24bit
サンプルレート	102.4kSa/s
測定レンジ1	±200mV ±20mV ±2mV 歪測定モード
測定レンジ2	±10V 電圧測定モード
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B

WSB42X



WSBモジュールは歪ゲージを使った測定、または、ICP[®]タイプのセンサかアナログ電圧を測定するためのモジュールです。

チャンネル数	4
測定モード	電圧入力、ICP、AC・DCブリッジ、差動変圧式変位センサ
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class2
分解能	24bit
サンプルレート	204.8kSa/s
測定レンジ1	±10V ±100mV ±10mV 歪測定モード
測定レンジ2	±(10V、1V、100mV、10mV) 電圧測定モード
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B

ALI42



チャンネル数	2
測定モード	電圧モード、DCブリッジモード
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class1
分解能	24bit
サンプルレート	最大1MSa/s@1ch使用時、409.6kSa/s@2ch使用時
測定レンジ	±10 ±1V ±100mV
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B

ALI42B



チャンネル数	2
測定モード	電圧モード(入力抵抗無し、入力抵抗50Ω)
分解能	24bit
サンプルレート	最大1MSa/s@1ch使用時、409.6kSa/s@2ch使用時
測定レンジ	±10 ±1V ±100mV
コネクタ形状	50Ω BNC



MIC42X



MICモジュールは外部分極型のマイクロフォンを使うためのモジュールです。

チャンネル数	2
測定モード	マイクロフォン(200V)、ICP、電圧入力
TEDS	IEEE 1451.4 V0.9 V1.0 Class1,2
分解能	24bit
サンプルレート	204.8kSa/s
測定レンジ	±12V ±1.2V、±120mV
コネクタ形状	Lemo7pin EGG.1B

ALO42S



ALOモジュールは加振試験などで使用する信号出力用のモジュールです。

チャンネル数	4
分解能	24bit
サンプルレート	204.8kSa/s
供給電圧	±10V@30mA
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B
対応するサブモジュール	QBNC20、ALOP10

CAN42



CANモジュールはCAN信号を計測するためのモジュールです。

ノード数	2
対応	ISO1189802 CAN2.0B 11bit or 29bitに準拠
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B
対応するサブモジュール	FLXB20

FLX42



FLXモジュールはFlexRayバスの信号を計測するためのモジュールです。

ノード数	2
対応	V2.1Aに準拠
ビットレート	2.5、5、8、10 Mbit/s
コネクタ形状	Lemo7pin EHG.0B
対応するサブモジュール	FLXB20

GPS42



GPSモジュールはGPSによる絶対時刻と位置情報をMKIIへ入力するためのモジュールです。GPSモジュールを使用する事で複数台のMKIIを同期することも可能です。

プロトコル	NMEA
更新レート	1Hz、4Hz
分解能	5 μ s
アンテナへの供給電圧	3.3V、5V
位置精度	3m以下
コネクタ形状	SMA

IRG42



IRGモジュールはGPSモジュールの機能にIRIG信号の入力機能を備えたモジュールです。

IRIGフォーマット	A003、A133、B003、B123
更新レート	1Hz、4Hz
分解能	5 μ s
供給電圧	$\pm 10V@30mA$
コネクタ形状	SMB for IRIG、SMA for GPS、Lemo7pin for external

ECT42



ECTモジュールはEtherCAT[®]に対応した機器と同期して測定を行う際に使用します。MKIIはスレーブデバイスとしてデータを取得することが可能です。

入出力モード	Slave to Slave
対応	IEC61158 ISO15745-4 SEMI E54.20
ビットレート	135-400 kB/s
コネクタ形状	ERNI M12 (IP57)

DAR42



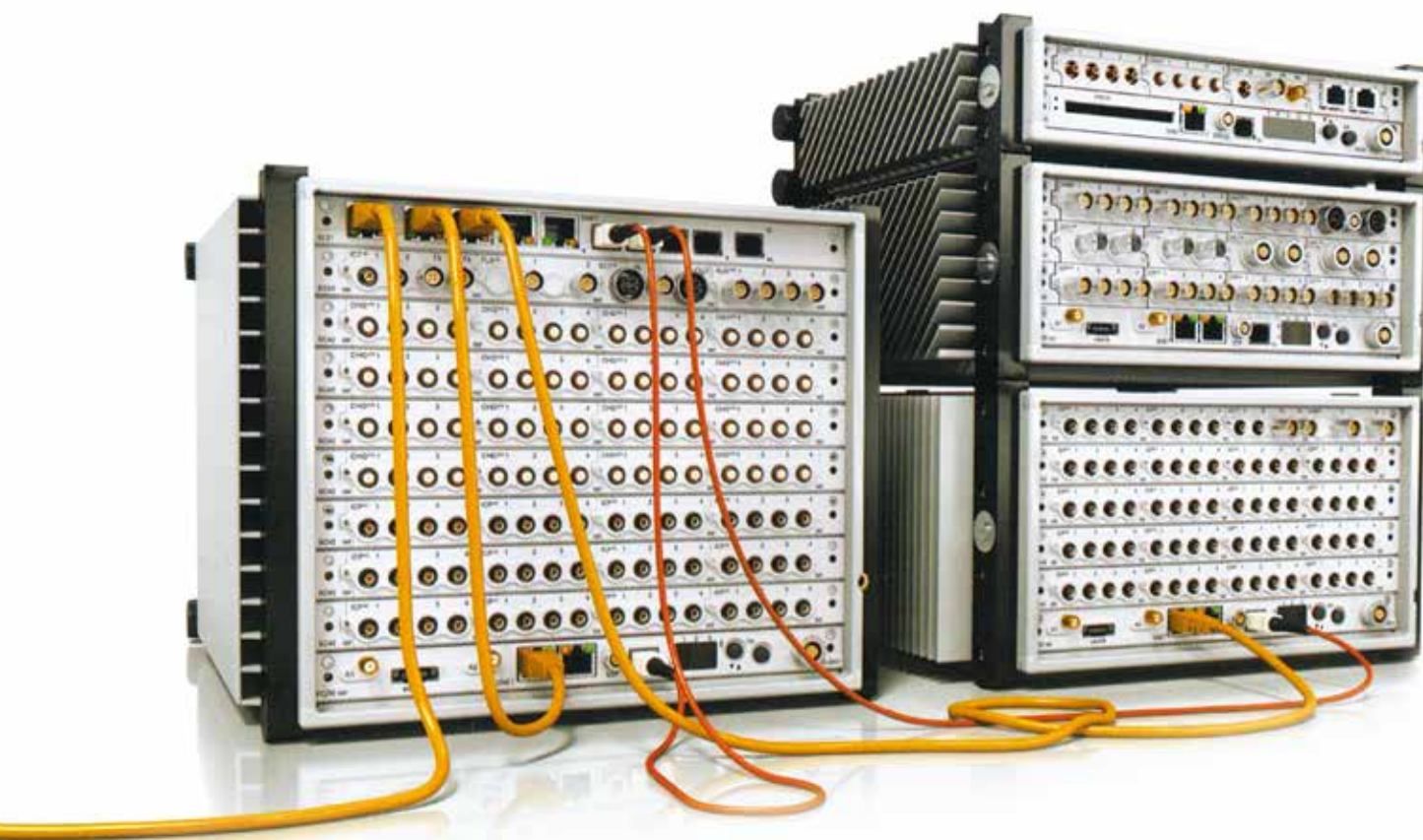
DARモジュールはAES3に対応したデジタルオーディオを用いた測定を行う際に使用します。ダミーヘッドが出力する信号も測定することが可能です。

チャンネル数	2
フレームレート	44.1 48.0 88.2 96.0 kHz
コネクタ形状	Lemo 3pin EGG.0B

MKIIフロントエンドの同期

複数のMKIIフロントエンドを同期する場合は、GPS42,IRG42モジュールを用いて絶対時刻を元に同期する方法とSL21を用いることにより、複数のMKIIでクロックを共有する方法があります。

	光同期ケーブル	GPS	PTP (IEEE 1588-2008)
同期精度	筐体間のずれは非常に小さい	4.0 m CEP2, 5.0 m SEP3 DGPS/SBASを使用した場合 < 2.0 m CEP, 3.0 m SEP	0.2°
対応するソフトウェア	PAK 5.x	PAK 5.8, PAK live	PAK 5.10～、PAK device、PAK cloud
必要なハードウェア	SL21	GPS42 G2	PQボード with PTP
特長	もっとも高精度に同期 Ethernetと光同期ケーブルが必要	同期精度は定義できず 同期ケーブル不要 筐体間距離の制限無し	高精度 Ethernetケーブルのみで同期可能(最長100m) MK2のホットスワップ可能 PQボードに内蔵されたPTPスイッチと外部PTPスイッチの両方に対応



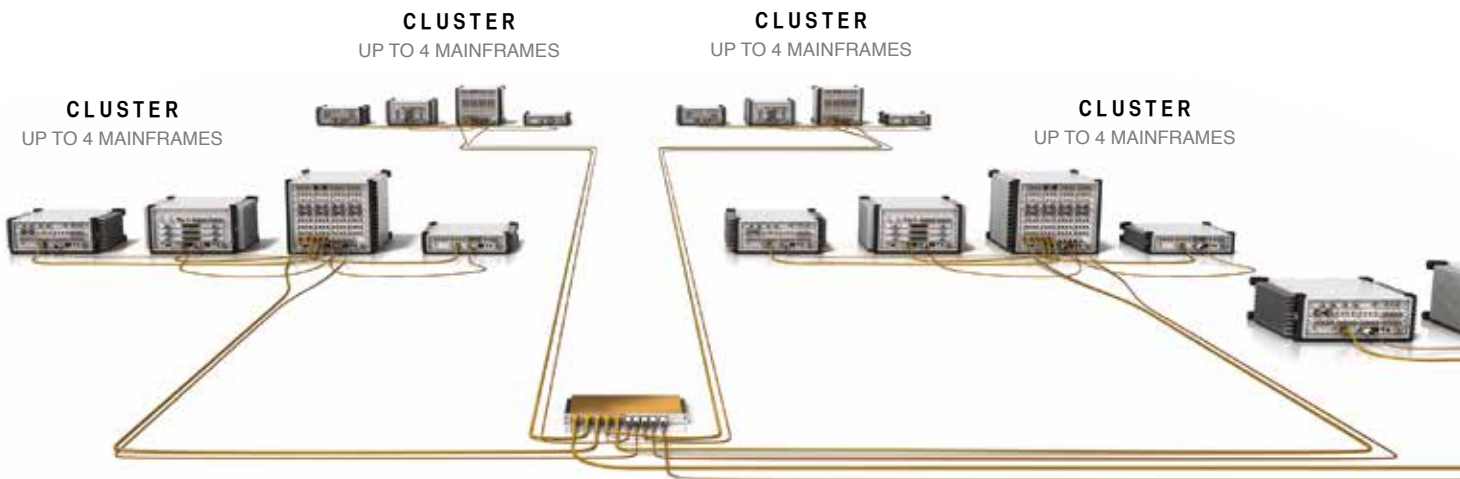
クラスター

HUNDREDS OF CHANNELS



スーパークラスター

THOUSANDS OF CHANNELS



アクセサリ一覧

サブモジュール

モデル	用 途	対応モジュール
BBOX10	19インチラック対応 SMBコネクタ 変換パネル	ICM42S
ALOP10	19インチラック対応 SMBコネクタ 変換パネル	ALO42S、ALO42S G2
ICPM10	Dsub50ピンコネクタ 変換ボックス	ICP42、ICP42 G2
ICPM10S	Dsub50ピンコネクタ 変換ボックス	ICP42S、ICP42S G2
ICTV11	耐圧BNCコネクタ 変換ケーブル	ICT42、ICT42S、ICT42 G2、ICT42S G2
FLXB20	Dsub9ピンコネクタ 変換ケーブル ※長さを3m、30cmから選択	FLX42 G2
PSDP10	19インチラック対応 電源供給ボード	MKII
PSDP20	19インチラック対応 電源供給ボード	BBOX10、ALOP10
THMx10	熱電対用 変換ケーブル	E、J、K、T、Uタイプ熱電対
THMP10	熱電対用 変換ケーブル	Pt100タイプセンサ
THMS10	熱電対用 変換ケーブル	E、J、K、T、Uタイプ熱電対、Pt100タイプセンサ
QBNC11	BNCコネクタ 変換ケーブル	ALO42S、ICM42S

ミニターミナル

MT12はMKIIをコントロールするための小型端末です。
測定のスタート、ストップ、一時停止、また回転数をモニタすることができます。





当社の技術サポート体制について

東陽テクニカでは1960年代から、振動信号解析装置を初めとして多くの計測器を自動車メーカー、自動車部品メーカーへ向け納入してまいりました。当社では、エレクトロニクスの技術力強化に努め 1985年には、最新鋭の設備をそなえた「電子技術センター」を開設し、より一層の技術レベルの向上を目指しています。当センターには、100名を超える技術スタッフが集結し、サポート技術の開発を行っています。温度・湿度テスト・チェンバ、電磁シールド付恒温・恒湿校正室、コンピュータルームなどを完備し、空輸されてきた製品はすべて一貫した体制のもとで性能・品質テストが行われます。また、アフターサービス、メンテナンスに万全のサポート体制をもって安心かつ使いやすい製品をお届けできるよう努めています。さらに、ソフトウェアを含むトータル計測システムの設計・製作に取り組み、振動・騒音など多くの特注計測アプリケーションに対応したデータ処理、ユーザーインターフェイス、データベースなどのソフトウェアを開発しており、当社で開発されたシステムが世界中の自動車会社で多数使用されています。

～音・振動計測は次の時代へ～

スマートデバイスを用いた新しい計測コンセプト

MÜLLER-BBM社製 PAK Capture Suite

PAK Capture Suiteが開発された背景1 ～フィールド計測に適した計測機器とは?～

NVH用の計測機器は大規模チャンネル型と、小規模チャンネル・小型に2極化する時代となりました。

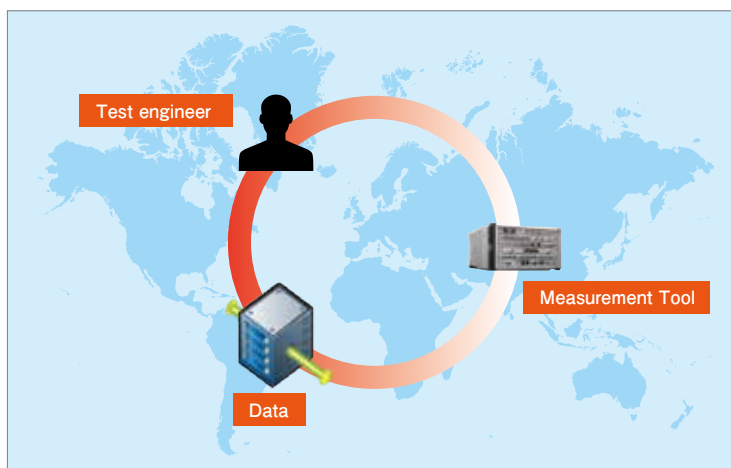
生産現場や販売店での計測には、機材輸送に伴うエンジニアの負担を軽減するために小型であることが適しているといえます。

また、突発の事態には不慣れな担当者へ計測を依頼するケースが出てきます。計測システムは初心者にも分かり易い設定手順と、GUIを備えていなければなりません。更に計測が適切に行われたかを現場で判断できる機能も必要です。

PAK Capture Suiteが開発された背景2 ～データ管理・運用の重要性～

近年の自動車業界は、ハイブリッドシステムなどの新しい技術が投入されるだけでなく、世界規模でのプラットフォームや部品の共通化が進められるなど、業界全体で様々な取り組みが行われています。

また、海外調達・海外生産にシフトすることにより、研究・開発における組織構造も見直され、これまでは特定の地域に集約されていた実験・評価部門が世界各地に点在するようになりました。それに伴って、海外のサプライヤ、海外拠点と国内開発拠点間での、データの受け渡しがより頻繁に行われるようになり、“データの管理・運用”は短期間で高品質な製品を開発するために重要な要素となっています。



PAK Capture Suiteが開発された背景 ～これからの計測機器に求められる要件～

以上の背景を踏まえてこれからの計測機器には以下の要件が求められています。

- ・小型で可搬性に富む
- ・操作方法が簡便である
- ・計測した結果をその場ですぐに確認できる

- ・データをスムーズに後処理の過程へ受け渡すことができる
- ・諸元情報を付加する事ができる
- ・各部門で共有できるように素早くデータベースへ登録できる

Solution

スマートデバイス
データの標準化

PAK Captureの特長

スマートデバイス

- ・PCレス/遠隔操作
- ・直観的な操作
- ・その場で測定結果をチェック



データの標準化

- ・ファイルフォーマット変換せず
解析ソフトウェアへ引継ぎ
- ・緒元情報とのリンク

- ・チャンネル数は任意
大きなボタン、指でなぞるだけでグラフの拡大・縮小
- ・WLANを利用して遠隔操作可能
- ・端末のイヤホンジャックで音再生可能
- ・ASAM ODSに準拠したデータフォーマットでデータをストレージ
(ファイル変換せずに様々な後解析ソフトウェアにimport可能)
- ・ファイル変換せずにPAKソフトウェア、データベースに受け渡し可能



システム構成

1. Apple®のiOS®, Google®のAndroid™に対応する端末

役割:測定設定の反映、校正、試験中のモニタリング、測定データのチェック、音視聴

※Macは、米国および他の国々で登録されたApple Inc.の商標です。

※iOSは、Apple Inc.のOS名称です。IOSは、Cisco Systems, Inc.またはその関連会社の米国およびその他の国における登録商標または商標であり、ライセンスに基づき使用されています。

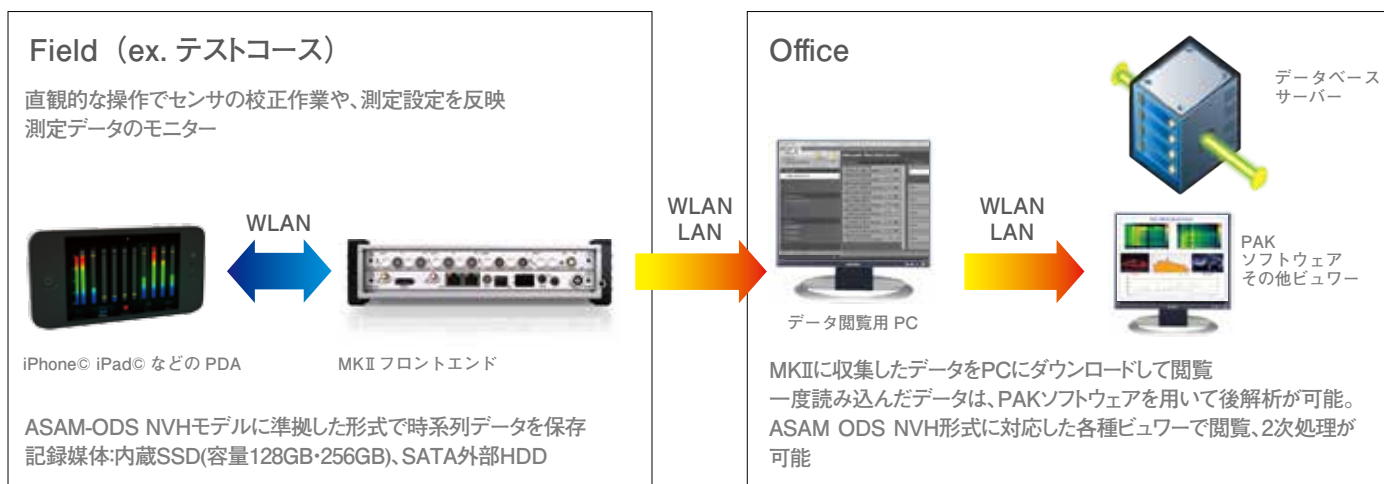
※Googleは、Google Inc.の登録商標です。Androidは、Google Inc.の登録商標です。

2. MKIIフロントエンド

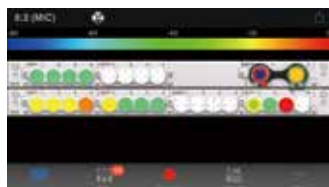
役割:各種センサに対するシグナルコンディショニング、A/D変換、データストレージ(内蔵SSD)

3. データ閲覧用PC

役割:データ閲覧、後解析、データベースサーバーへのデータ登録



操作画面 sample



PAK cloud IO service ~計測システムの稼働率を最適化~



PAK cloud IO serviceは複数のアプリケーションと複数のハードウェアを繋ぐインターフェースです。

PAK cloud IO serviceを用いることでユーザーは所持している計測ツール群を柔軟に組み合わせて、最適な状態で活用できるようになりました。

※PTP: Precision Time ProtocolはIEEE 1588によって規定されており、ネットワーク上に存在するデバイスを高精度に同期させるための方法です

特長

- 様々なハードウェアとPAKアプリケーションは、PAK cloud IO serviceに接続することが可能です。
- ユーザーはPAK cloud IO serviceから各ハードウェア、各チャンネルの測定設定を確認することが出来ます。
- PAK cloud IO serviceに接続されているハードウェアは同期計測を行うことが可能です。

PAK cloud IO serviceに接続できる主なアプリケーション

PAK 5.10

- 従来のPAKソフトウェアのグラフ機能と解析機能
- アナログ・デジタルデータ、タコデータのストリーミング
- 従来のトラッキングパラメーターをサポート



PAK monitoring

- 任意の物理量をオンラインモニタリング
- 周波数、チャンネル、次数など、設定した値を超えた場合に警告表示



PAK scope

- 時系列データのモニター
- FFTデータのモニター
- 複数のチャンネルをグルーピングして一括表示
- 多チャンネル測定向けに複数ウィンドウに分割可能



PAK pass-by

- インドア、およびアウトドアの車外騒音試験で必要となるグラフ・表を標準装備
- 様々な車外騒音試験のレギュレーションに準拠
(e.g. UN-ECE R51.03, ASEP, R117, Silent Car, country specific standards)



PAK recording

- 外部の記憶媒体にデータを保存
- スタンドアローンでの動作、および他のPAKアプリケーションと並行動作の両方に対応
- ASAM ATfX formatに対応
- 任意サイズのリングバッファ設定



PAK device configuration

- PAK cloud IO service接続されているアプリケーションの設定 (e.g. PAK recorder, PAK monitoring...)
- スタンドアローンでの動作、および他のPAKアプリケーションと並行動作の両方に対応
- AtfXで定義された試験依頼情報の読み込み

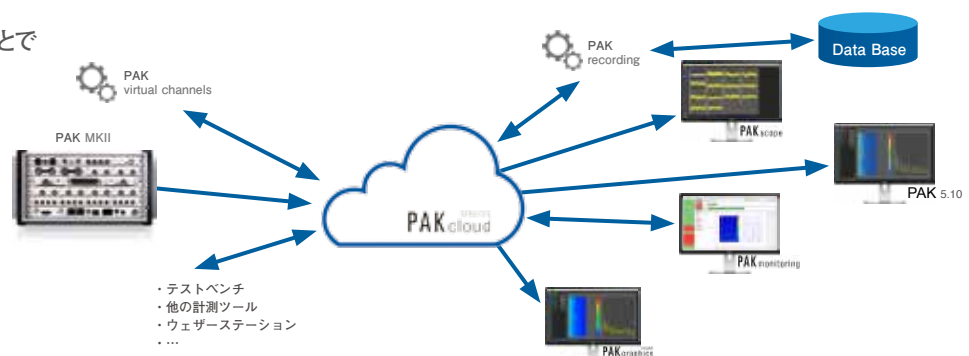


PAK virtual channels

- 仮想的なチャンネル
- 測定されたデータに仮想チャンネルが追加・記録される
- 任意の重み付けや演算処理が可能

PAK cloud IO serviceを利用した場合のイメージ図

PAK cloud IO serviceを利用することで非常にフレキシブルな計測環境を構築することが可能です。



PAK cloud ～実験のワークフローを効率化～

PAK cloudは実験のワークフロー(プロセス)に対して様々なサービスを提供するためのプラットフォームです。

OpenMDMをベースとしたPAK cloudは柔軟性があり、異なるデータソースを横断するデータアクセスを実現しました。

それぞれのサービスはOpenMDM上で利用できるPAK cloud adapterとして提供されます。

OpenMDM® Open Measurement Data Management

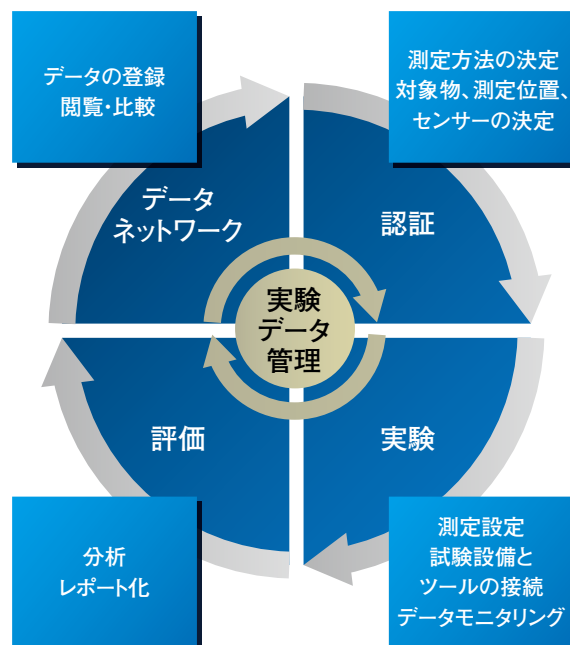


OpenMDMはASAM ODSにより標準化された、試験環境に合わせたワークフローや実験データ管理システムを構成するための開発キットです。

特長

- ・ユーザー管理(認証と役割定義)
- ・データベースへのアクセスと運用(PAKネイティブフォーマット、ASAM ODS ATFx)
- ・実験設備、ツールの管理
- ・測定対象物の説明(メタデータ)と測定位置の管理
- ・タスクの依頼と通知

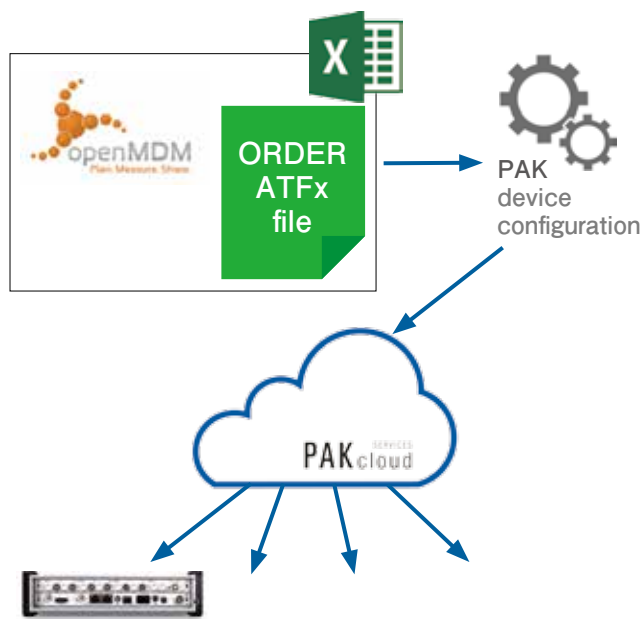
実験のワークフローの一例



PAK cloud Order Service

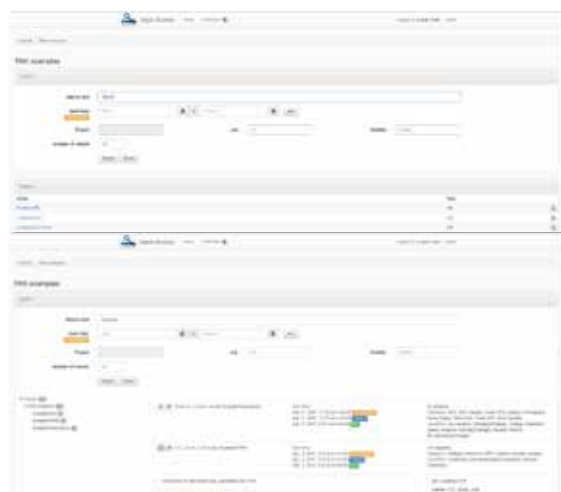
90%以上のユーザーはExcelを用いて試験計画書(依頼書)を作成しています。そして、Excelに記載された内容は手動で計測ツールへ反映されてきました(入力ミス、移行時間大)

PAK cloud Order Serviceを利用することでExcelに記述した内容をフロントエンドに自動で反映することが出来るようになりました。



PAK cloud Depot Service

PAK cloud Depot Serviceはデータベースへ登録された実験・解析データの閲覧と検索を行うサービスです。本サービスは一般的なWebブラウザ上で実行することが可能です。



株式会社 東陽テクニカ 機械計測部

〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6
TEL.03-3279-0771 FAX.03-3246-0645 E-Mail : web-car@toyo.co.jp

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 支 店	〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄2-3-1 (名古屋広小路ビルヂング)	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
テクノロジーイ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。

