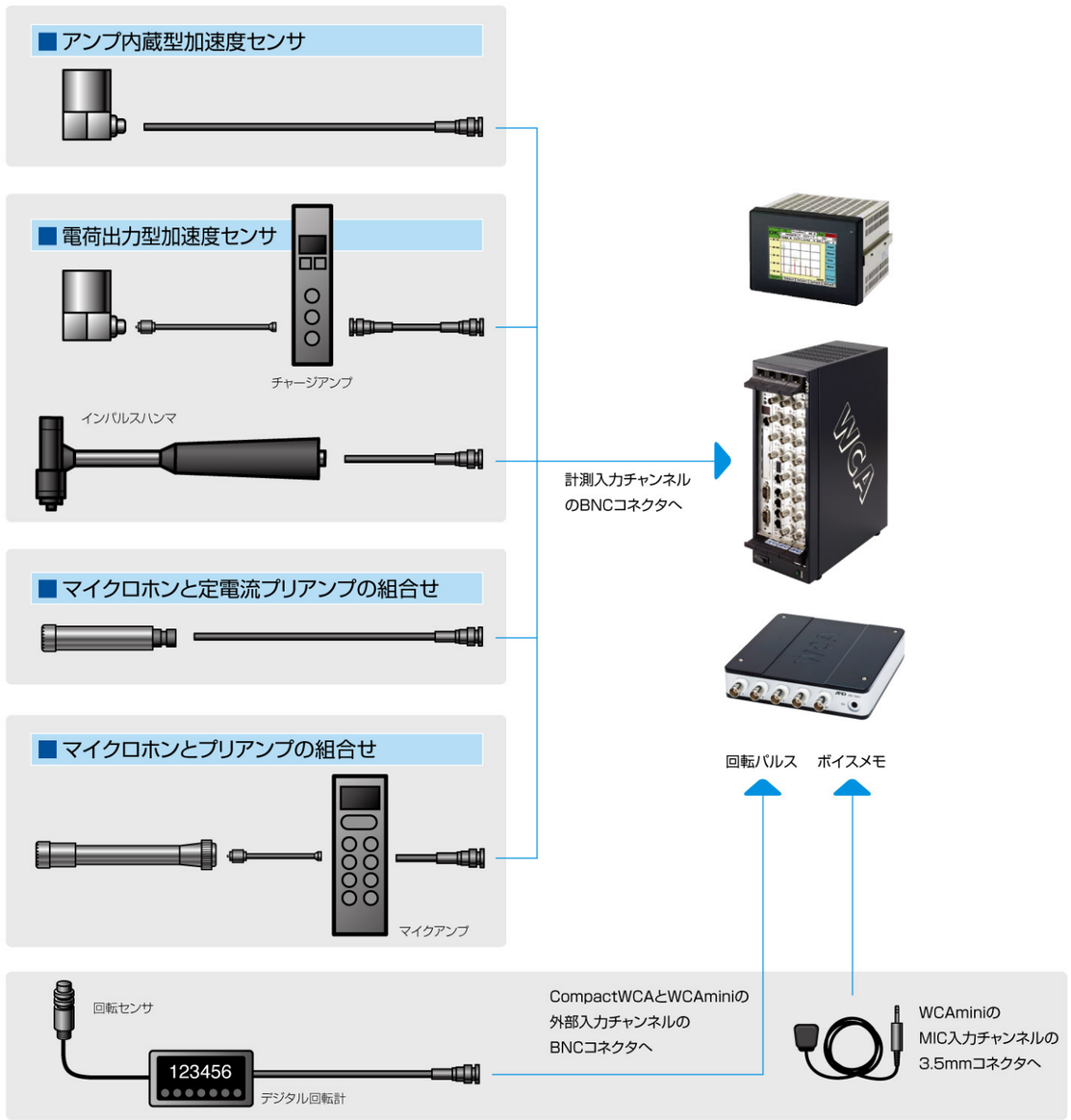
## FFTアナライザと各種センサの接続例





株式会社エー・アンド・デイ

本社:〒170-0013 東京都豊島区東池袋3丁目23番14号
TEL.03-5391-6126(代) FAX.03-5391-6129
■札幌出張所 TEL.011-251-2753(代) FAX.011-251-2759
■仙台出張所 TEL.022-211-8051(代) FAX.022-211-8052
■東京営業課 TEL.03-5391-6128(直) FAX.03-5391-6129
■東京北営業所 TEL.048-592-3111(代) FAX.048-592-3117
■東京南営業所 TEL.045-476-5231(代) FAX.045-476-5232
■静岡出張所 TEL.054-286-2880(代) FAX.054-286-2955
■名古屋営業所 TEL.052-701-5681(代) FAX.052-701-5683
■大阪営業所 TEL.06-4805-1200(代) FAX.06-4805-1201
■広島営業所 TEL.082-233-0611(代) FAX.082-233-7058
■福岡営業所 TEL.092-441-6715(代) FAX.092-411-2815

http://www.aandd.co.jp



WindowsはMicrosoft社の登録商標です。
WCAは株式会社エー・アンド・デイの登録商標です。


※ 外観及び仕様は改良のため、お断りなく変更することがあります。
● 本カタログの内容は 2010年9月 現在のものです。

＊WCA LINE-ADJC-02-CR1-1009XX


エー・アンド・デイ

Noise & Vibration Analysis System

# 振動・騒音解析 総合案内

アナログ&デジタルの変換技術を原点に **ハードウェア開発**

波形解析技術と高速デジタル信号処理技術(DSP技術)による **ソフトウェア開発**

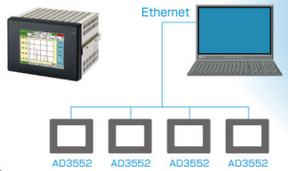
1983年 当時、世界最高レベルの性能であった

FFTアナライザ（AD3521）の開発を皮切りに、最新の計測・制御・シミュレーションシステムにいたるまで、エー・アンド・デイの計測機には高度な振動・騒音解析技術と高速デジタル信号処理技術が活かされています。

# エー・アンド・デイ 振動・騒音解析装置 ラインナップ

## 1チャンネル/AD3552

FFTコンパレータ専用機
生産ラインの良否判定で威力を発揮
振動監視、騒音監視にも利用可能




## 4チャンネル/WCAmini

小型、軽量、USBバスパワー駆動
現場計測から急な出張業務へと持ち運び自由
FFT解析からトラッキング解析まで
振動騒音解析をフルサポート

## 4～64チャンネル CompactWCA

A4サイズの16チャンネル筐体
筐体間同期で64チャンネルまで拡張可能
車載計測から多チャンネル計測まで
振動騒音解析をフルサポート

■4、8、16chシステム例　■32chシステム例

エー・アンド・デイは、創業以来培ってきた、振動・騒音解析技術と高速デジタル信号処理技術をベースとした製品群《1chコンパレータ専用機からエンジンベンチの統合計測システムまで 》を取り揃えた豊富な振動・騒音解析システムにより、お客様のご要望にお応えしております。

## ポスト処理/WCAPRO

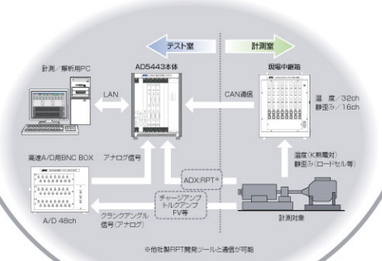
時系列データに対するオフライン解析
FFT解析からトラッキング解析まで
振動騒音解析をフルサポート

## 192ch 多チャンネル振動試験用 計測解析装置

ランダム試験
正弦波試験
衝撃試験

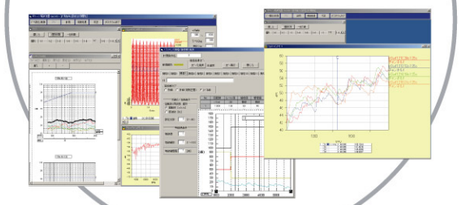
## 統合計測

エンジンテストベンチ計測を一新
AD5440ベースの計測システム
計測制御、モニタ、収集、保存、解析



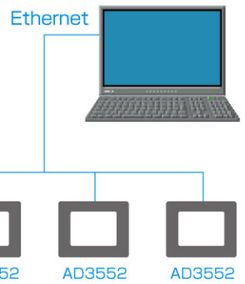

## 豊富な経験を活かした カスタム対応

CompactWCA、WCAminiを
ユーザーオリジナルの振動騒音解析システムにカスタマイズ
実験業務の効率化、自動計測



# FFTコンパレータ

## FFTコンパレータ　AD3552



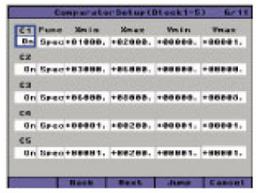

### FFTコンパレータ

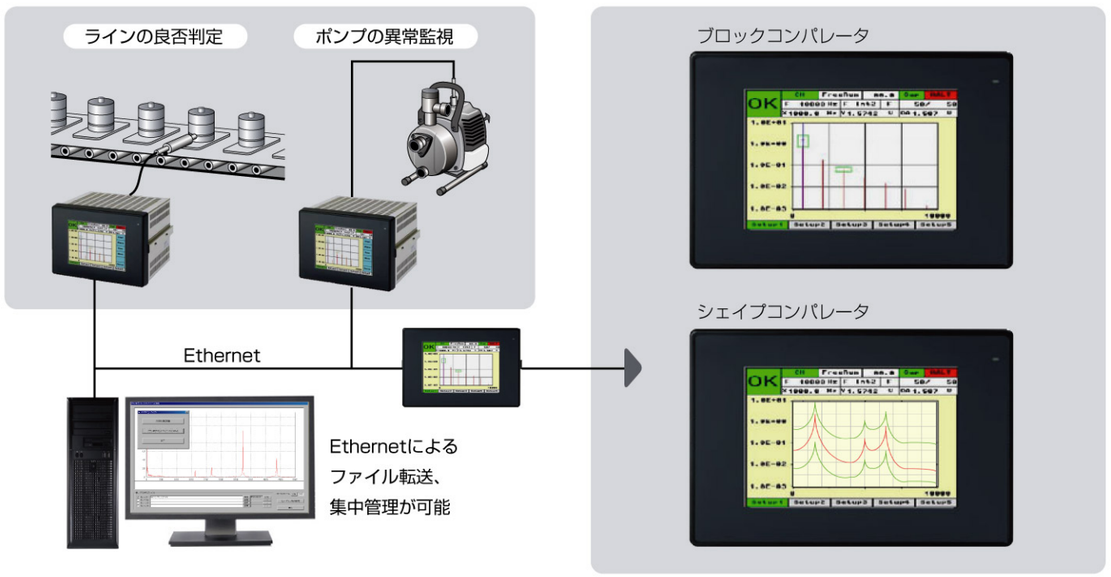
**特　長**

液晶タッチパネルによる簡単操作
インターフェースにEthernet、DIO、シリアルポートを標準装備
製造ラインの良否判定を自動化
機械の異常動作を事前に検出
異常時の設備および試験体の破損防止に貢献

- **小型・軽量でラックに組み込み容易な1×1.4DIN筐体**
- **扱いやすいコンパレータ専用機**
- **ネットワークに対応、集中管理を実現**

アナライザ条件


コンパレータ設定




# 小型4ch振動・騒音解析システム

## WCAmini AD3661

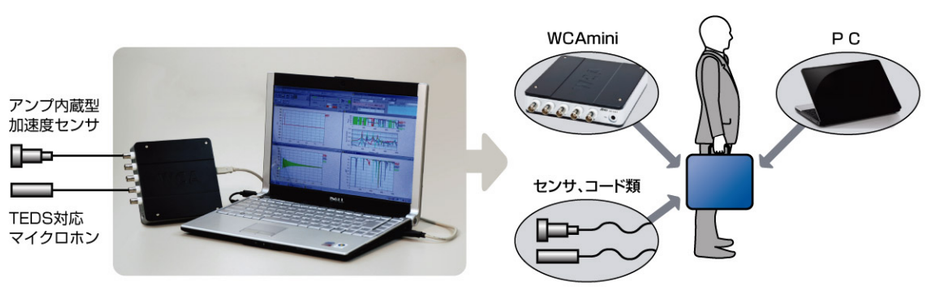
### 小型4ch振動・騒音解析システム

**特　長**

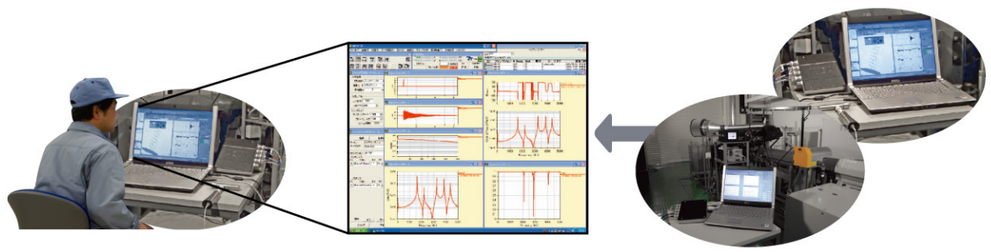
- USBバスパワーユニット（ACアダプタ不要）
- 24ビット 計測4チャンネル（TEDS対応）
- タコパルス計測専用1チャンネル
- マルチ解析ソフトウェアWCAPRO対応
- FFT解析、スループット記録・再生解析
- リアルタイムオクターブ解析（オプション）
- トラッキング解析（オプション）
- フィルタ機能（オプション）
- ボイスメモ、サウンド再生
- 簡易測定支援メニュー添付

- **小型軽量、USBバスパワー駆動**
- **操作性重視のフレンドリーGUIと簡易支援メニュー**
- **CompactWCA、WCAonPCとの互換性**
- **最小構成ながら多チャンネルシステムと同等の解析をフルサポート**

**持ち運びが鞄一つで可能**




**その場で実験＆試験**　**測定例：伝達関数測定**　**省スペースでの設置**



# 車載型リアルタイム振動・騒音解析システム

## Compact WCA　AD3651

「 車載トラッキング解析から多点加振 」まで
車載型リアルタイム振動・騒音解析システム

**特　長**

- A4サイズのコンパクト設計
- 24ビットADの採用
- リアルタイムオクターブ解析（オプション）
- トラッキング解析（オプション）
- フィルタ機能（オプション）
- スループット機能標準装備
- 車載試験用バッテリー（オプション）
- ダイナミックレンジ 100dB
- マルチタコ入力対応
- マルチインプット マルチアウトプット（MIMO）

- **車載可能な16チャンネル小型筐体**
- **筐体間同期による最大64チャンネルまでの拡張性**
- **操作性重視のフレンドリーGUI**
- **WCAmini、WCAonPCとの互換性**
- **単一筐体、複数筐体の使い分けが可能**

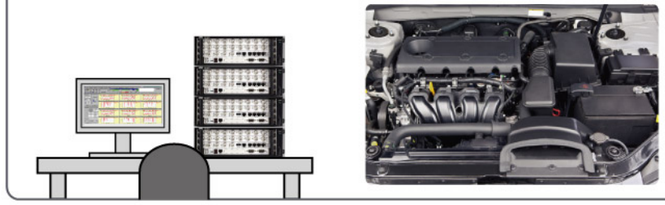
### 車載試験

※オプションで車載キットを用意しています

### 16chの構成例

- 車載トラッキング測定など、WCAPROの全機能を利用可能
- COMインターフェースを利用した画面カスタマイズで車室内の操作をボタン一つの簡単操作

### 多チャンネル同時測定試験



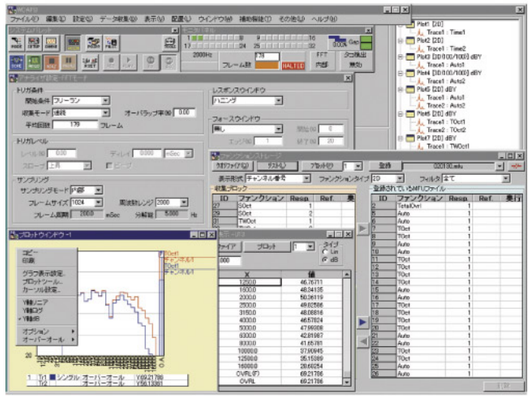
### 64chの構成例

※筐体とPCはHUBを介してLANケーブルで接続、筐体間は専用の同期信号で同期計測が可能

# マルチ解析ソフトウェア

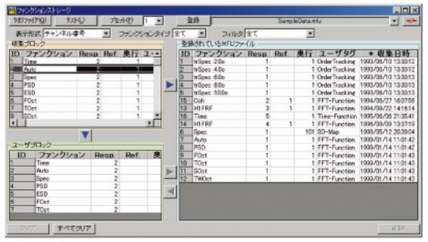
## WCAPRO

マルチ解析ソフトウェアWCAPROは、Windowsアプリケーションとして扱いやすいユーザインターフェースを実現しています。
WCAPROは、フロントエンドCompactWCA、WCAminiに接続することで、リアルタイムFFTアナライザとして、振動・騒音実験解析を支援します。
また、必要なオプション機能の追加により、リアルタイムオクターブ解析、トラッキング解析、フィルタ機能を統合的に行うことが可能です。
スループット機能により、長時間時系列データ記録（標準）を行い、繰り返し再生解析が可能です。
PC単独のオフライン後処理解析（オプション）を行うことも可能です。
WCAPROは、COMインターフェースをサポートしています。
VB、VBAなどでWCAPROをコントロールし、簡単に画面カスタマイズが可能です。

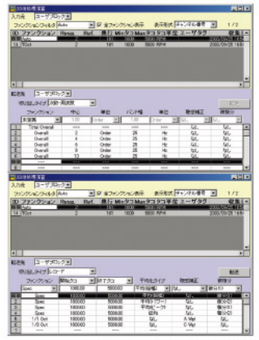


### ■ ユーザインターフェース

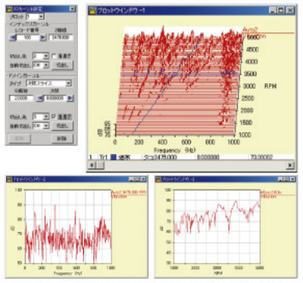




データ管理画面



3Dデータ後処理画面



3Dカーソル表示と2Dデータ切り出し画面

2Dカーソル表示とデータリスト画面

### ■ リアルタイムFFTアナライザ

CompactWCA　AD3651

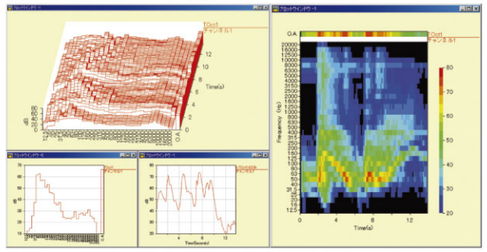
WCAmini　AD3661

# マルチ解析ソフトウェア

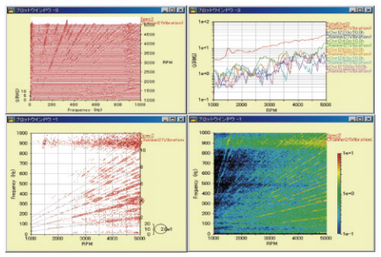
## WCAPRO

### ■ オプション機能

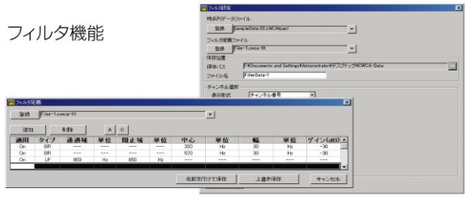
リアルタイムオクターブ解析

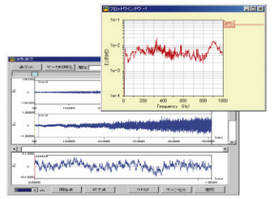


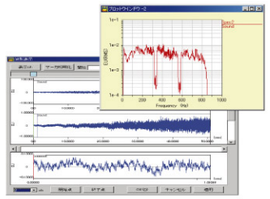
トラッキング解析



フィルタ機能

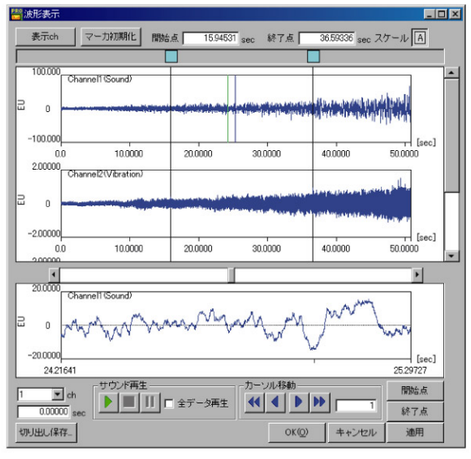






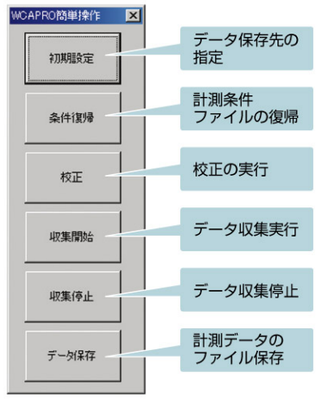
### ■ スループット機能

下図は、時系列データを全波形表示、拡大表示した画面です。長時間データの確認、解析範囲の指定、サウンド再生、指定した範囲を別ファイルに出力することが可能です。
また、時系列データをCSVファイル、WAVファイル、MATファイル(Level 4)に変換することや、CSVファイルを時系列データとして読み込むことも可能です。




### ■ 画面カスタマイズ

下記カスタマイズ画面は、決まった条件ファイルを復帰して収集を繰り返す例です。ボタン6個だけの操作でFFT分析、トラッキング解析などが可能になります。
無償COMサンプルを用意しています。

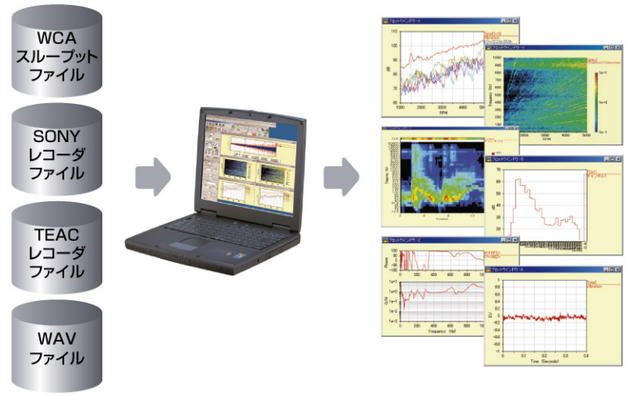




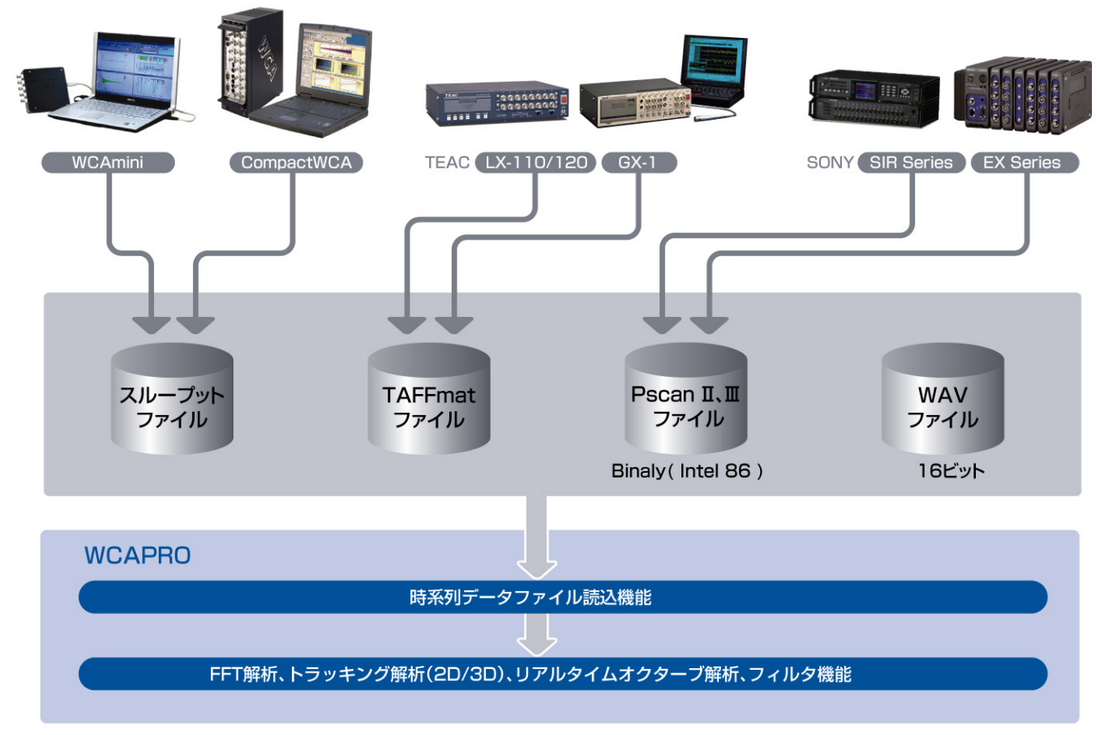

# オフライン後処理解析ソフトウェア

## WCAPRO

WCAPROをフロントエンドに接続しない場合、WCAPROはオフライン後処理解析(オプション)として動作します。
長時間の時系列データ、解析データファイルに対して、WCAPROの機能をフルに使うことが可能です。




### ■ データ解析までの流れ



# 多チャンネル振動試験用計測解析装置

## シンプルな操作で多チャンネルデータ計測・解析・グラフ印刷、CSVファイル保存

### ■ 振動試験

● ランダム試験

FFT解析（時間波形、実効値、スペクトル、パワースペクトル、PSD、クロススペクトル、伝達関数、コヒーレンス、自己相関、相互相関）

● 正弦波試験

正弦波掃引試験の周波数に対する応答特性の解析

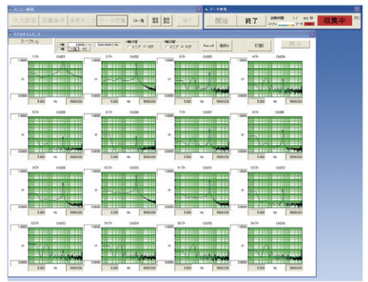
● 衝撃試験

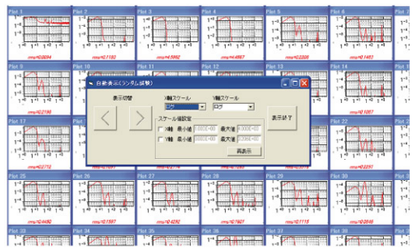
衝撃応答スペクトル（SRS）解析で供試体が受けた衝撃励振に対するダメージポテンシャルを評価

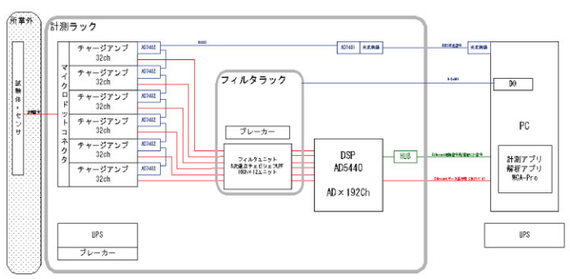
### ■ 主な仕様

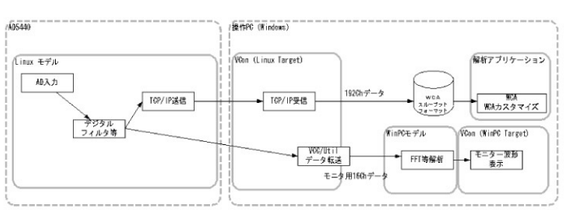
最大192chのチャージアンプとAD入力（アンチエイリアシングフィルタ含む）
5120Hzサンプリングまでの連続収集（最大15分）
最高40960Hzの同時サンプリング（192ch×40960Hzの収集バッファ容量：最大10秒）
最大16chの波形モニタ機能（時間波形、スペクトル、PSD、伝達関数、コヒーレンスなど）
データ保存形式はWCAPROスループットファイル

※振動試験装置、制御は含みません







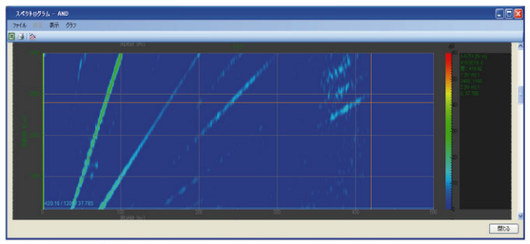



# エンジンベンチ統合計測システム

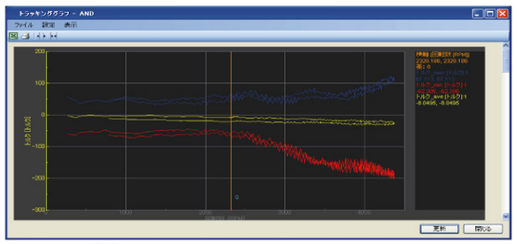
## エンジンテストベンチ計測環境の改善

回転、トルク、角度など、サンプリング速度の異なる様々な信号を、AD5440ベースのシステムで、計測制御、データのモニタ、収集、保存、解析を行います。解析アプリケーションでは、ユーザ名、諸元データ等をデータベースにて一元管理、作業効率が上がります。

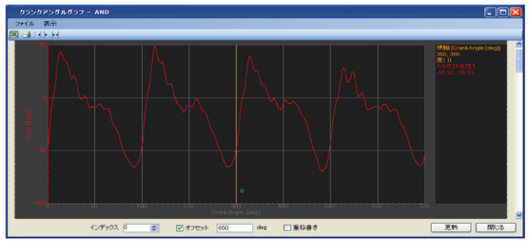
クランクアングルグラフ、トラッキンググラフ、フィルタ機能、演算処理、FFT解析、オーダートラッキングなど、豊富な解析機能を用意しています。データをエクセルに転送することも可能です。
RTSトルクセンサを使うことで、高精度なトルク波形の計測が可能です。



カラーマップ

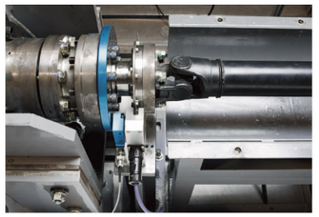


トラッキンググラフ



クランクアングルとトルクグラフ

RTSトルクセンサ

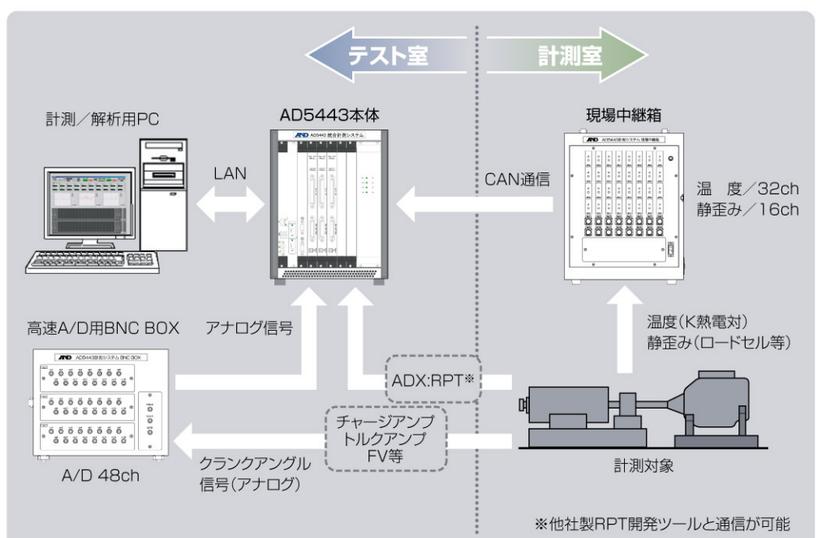


ダイナモ中間軸取付例

フィルタ機能

数式演算

### 計測システム構成



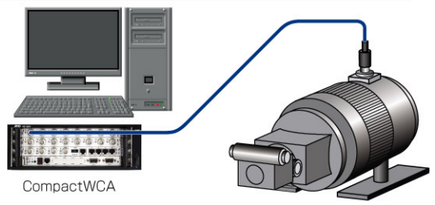
# アプリケーションのご紹介

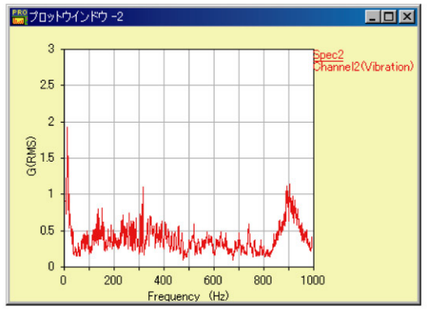
## ■ FFT解析

振動や騒音などの周波数分析をする上で、広範囲に利用されているのがFFT解析です。FFTとは、Fast Fourier Transform（高速フーリエ変換）の略で、信号の中にどの周波数成分がどれだけ含まれているかを高速に計算するアルゴリズムです。
FFTで求めた各周波数成分は、周波数帯域が狭いことから線スペクトルと表現し、FFT解析のことをナローバンド（狭帯域）解析とも呼びます。振動や騒音などの周波数成分を把握するのに役立ちます。また、騒音の解析では、人間の耳の判別（聴感）との相関が高いことから、1/3オクターブバンド解析が良く使われます。FFTで求めたスペクトルからオクターブバンドを計算するためFFT方式のオクターブとも呼びます。

### モーター、ポンプの振動測定例

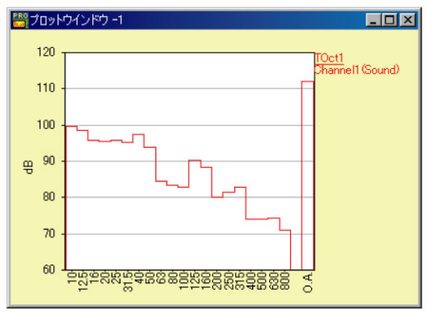
加速度センサ、FFTアナライザ
（WCAminiまたはCompactWCA）



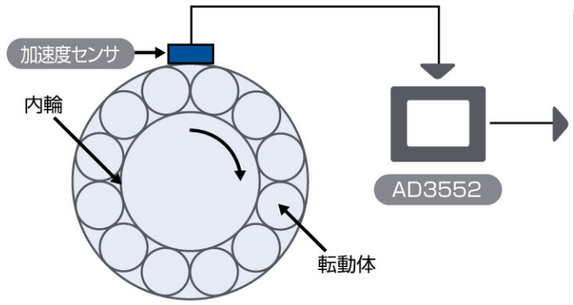

### ミッションの騒音測定例

マイクロホン、FFTアナライザ
（WCAminiまたはCompactWCA）




## ■ ベアリング検査ラインでFFT解析を用いた良否判別自動化

ベアリングの製品としての価値は、いかにスムーズに回転するかで決まります。ベアリング内部にキズ等があると回転時に振動が発生します。キズの位置（内輪、外輪、転動体）と発生周波数との関係は明らかにされておりますので、AD3552で発生振動数を解析することにより自動良否判別が可能です。

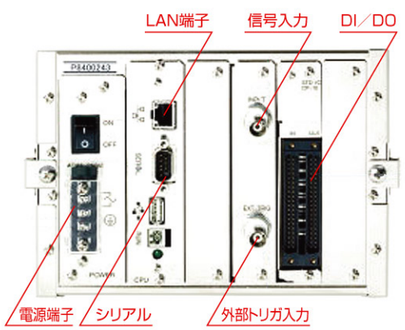



$$INNER = \frac{z \cdot N/60}{2}\left(1+\frac{d}{D}\cos\alpha\right)$$

$$OUTER = \frac{z \cdot N/60}{2}\left(1-\frac{d}{D}\cos\alpha\right)$$

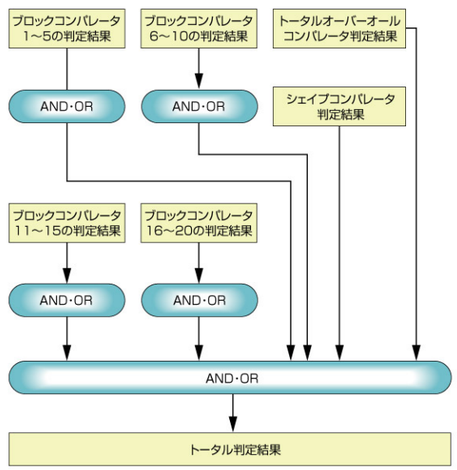
$$BALL = \frac{D \cdot N/60}{d}\left(1-\frac{d^2}{D^2}\cos^2\alpha\right)$$

N：内輪回転数
d：転同体直径
Z：転同体個数
D：軸受のピッチ円径
α：接触角
n：1、2、3、4…




【DIO通信】
**入 力**：データ収集開始/停止、データ保存など
**出 力**：個別判定結果、総合判定結果など

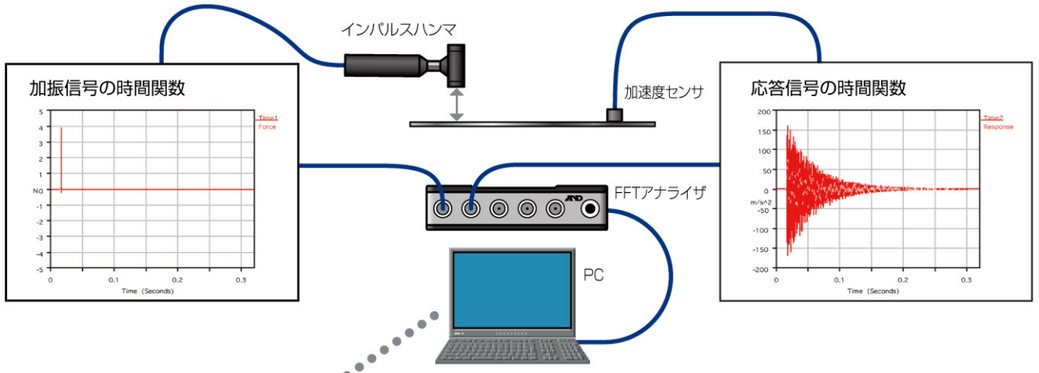
【シリアル（RS232C）通信】
**入 力**：データ収集開始/停止、データ保存など
**出 力**：個別判定結果、総合判定結果など



# アプリケーションのご紹介

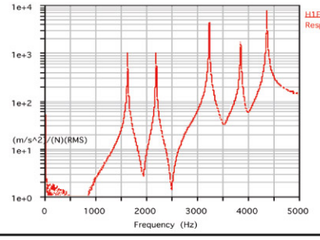
## ■ インパルス加振法による伝達関数測定と実験モーダル解析

比較的システム構成もシンプルで手軽に行える実験モーダル解析の方法として、インパルスハンマで測定対象物に加振力を与え、その時の加振信号と応答信号を計測するものがあります。インパルスハンマ先端の力センサで加振力、加速度センサ等で応答信号を計測します。これらの信号をFFTアナライザに取り込むことにより、構造物の各周波数の応答特性を表す伝達関数を求めることが可能です。また、計測した伝達関数をモーダル解析ソフトウェアに取り込むことにより、FEM等の数値解析から求めた特性との対比や共振時の構造物の動きをアニメーションで確認することが可能です。

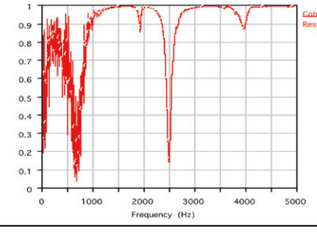



### WCAPROによる解析

入力と応答の時間関数により
求められた伝達関数

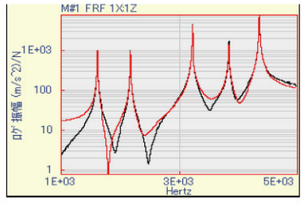



実験の信頼性の評価を行うコヒーレンス関数

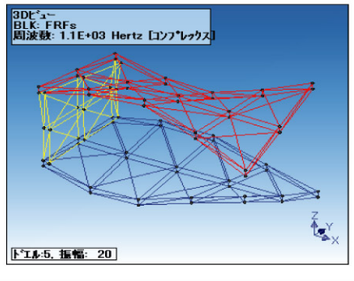



### ME' scopeによる解析

測定した伝達関数にカーブフィットを行い、
モーダルパラメータの抽出

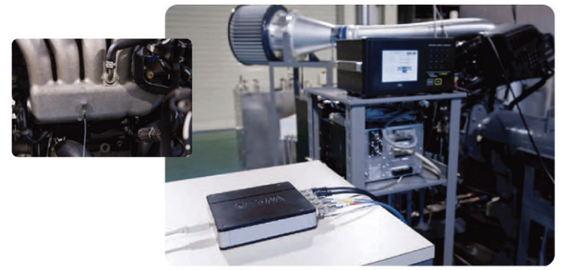



モードシェープアニメーション

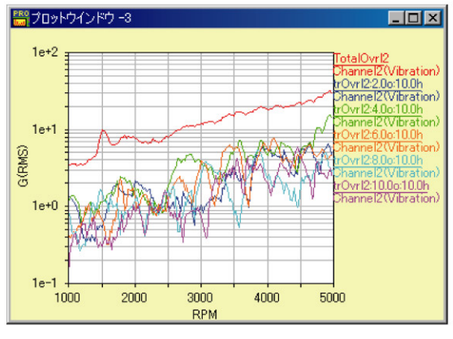



## ■ トラッキング解析

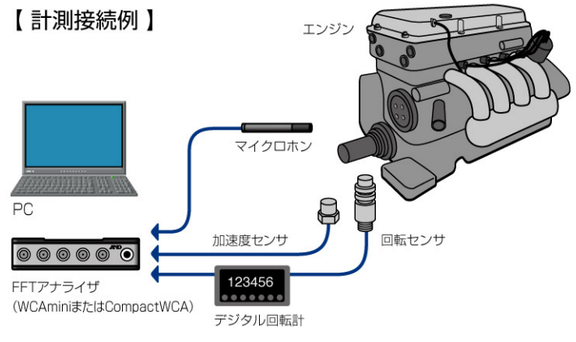
回転機械の次数成分の特性、固有振動数との関係を理解するには、トラッキング解析が有効です。エンジン、モーターなどの回転体は、固有振動とは異なり、回転数が変化すると周波数も変化する回転成分が存在します。1回転で1回発生する現象を回転1次、n回発生する現象を回転n次と定義し、回転成分のことを次数成分と言います。横軸：周波数を次数にしたものが次数スペクトルであり、回転数に追従して、この次数スペクトルの各成分のレベル変化を求めることがトラッキング解析です。回転体の次数成分と固有振動数の関係を理解し、次数成分の共振点を把握することは重要です。



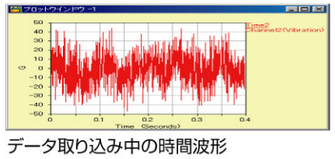
【 リアルタイムに次数成分を処理した例 】



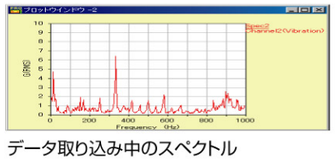

【 計測接続例 】



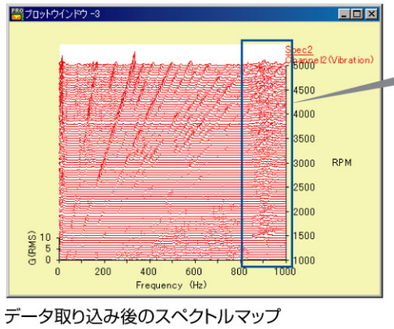

【 3Dスペクトルを取り込み共振周波数と回転成分を確認した例 】




データ取り込み中の時間波形




データ取り込み中のスペクトル




900Hz付近に
固有振動が
存在している

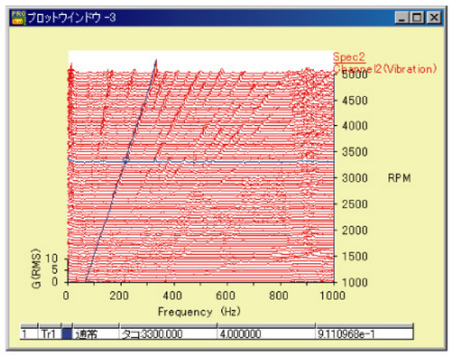
データ取り込み後のスペクトルマップ

# アプリケーションのご紹介

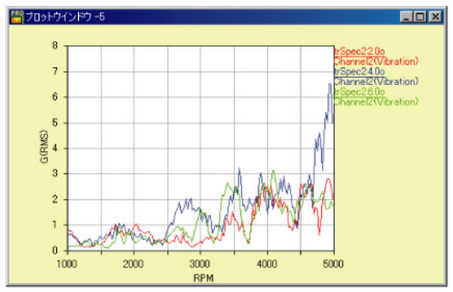
## ■トラッキング解析

### 3Dカーソルによる次数成分切り出し例

スペクトルマップと
3Dカーソル

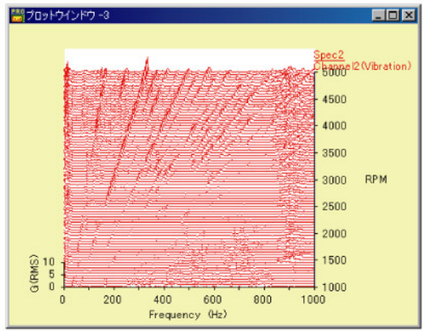



3Dカーソルで切り出したトラッキング線図

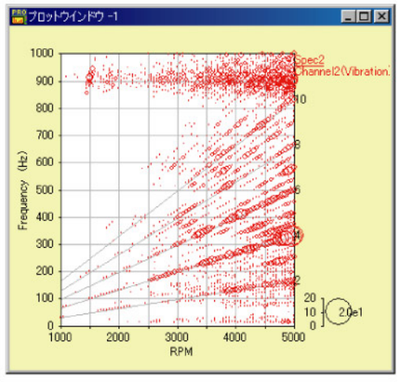



### 3Dデータ表示例

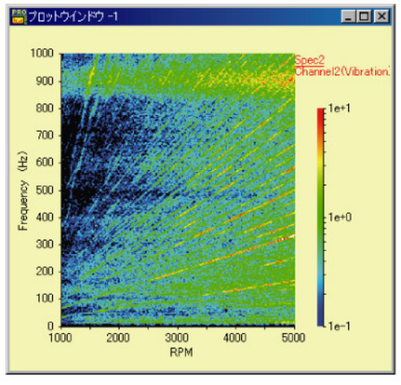
スペクトルマップ




キャンベル線図



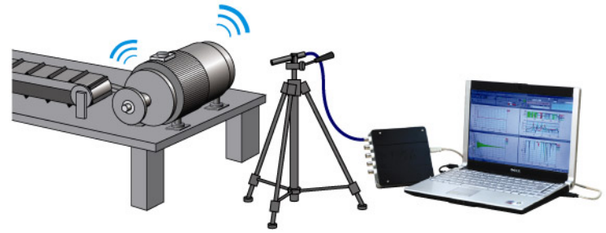

スペクトログラム



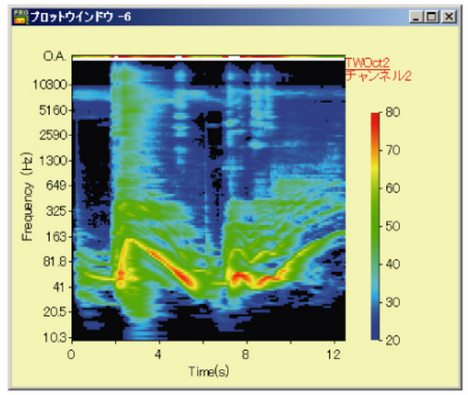

## ■リアルタイムオクターブ解析

リアルタイムオクターブとは、オクターブバンドの計算を時系列のデータに時間軸のデジタルフィルタを掛けて求める方式のことです。FFTで求めたスペクトルからオクターブバンドを計算するFFT方式のオクターブと区別するため、デジタルフィルタオクターブとも呼びます。
FFT方式のオクターブは、求まるオクターブバンドの数がFFT処理するフレームサイズで異なり、低域のバンドを求めるにはフレームサイズを大きくする必要があります。フレームサイズを大きくすると、1フレームの計測時間が長くなるため、時々刻々と変化する音の解析には不向きです。
FFT方式のオクターブは定常音の解析に適しています。

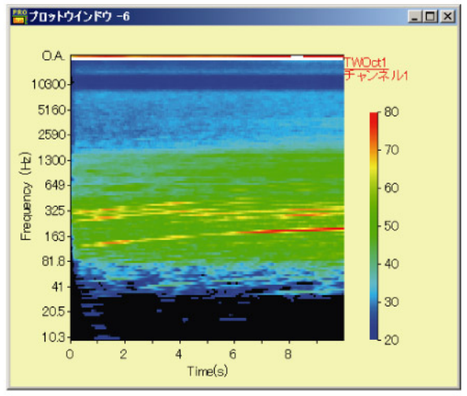
デジタルフィルタオクターブは、FFT処理を行わず、時間軸のデジタルフィルタを掛けて処理しているため、過渡的な音が時間経過でどのように変化するかを見ることが可能です。また、常に低域のバンドから高域のバンドまで求めることが可能です。



発進加速排気音の解析



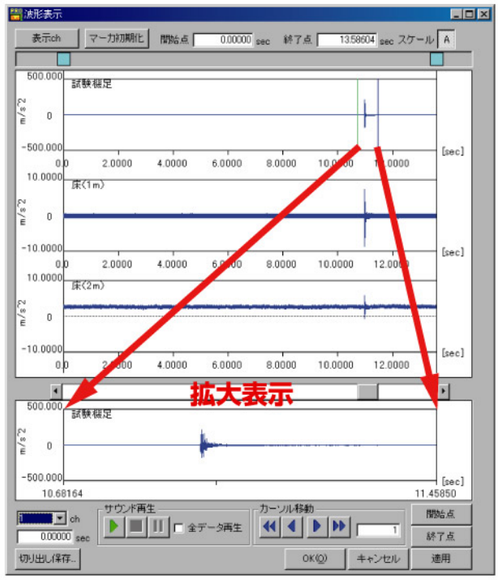

過渡データの解析



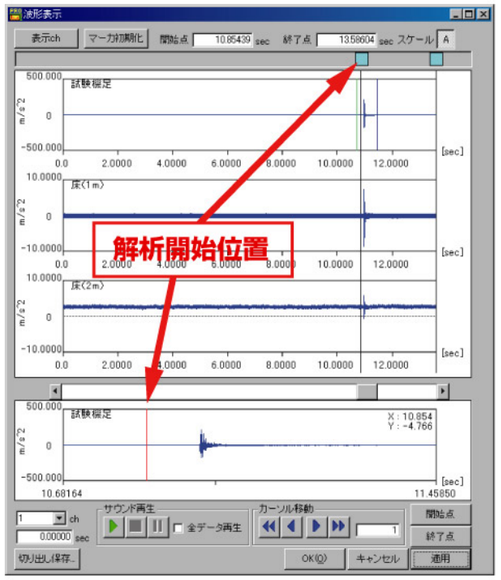
# アプリケーションのご紹介

## ■ スループット機能を使った振動解析

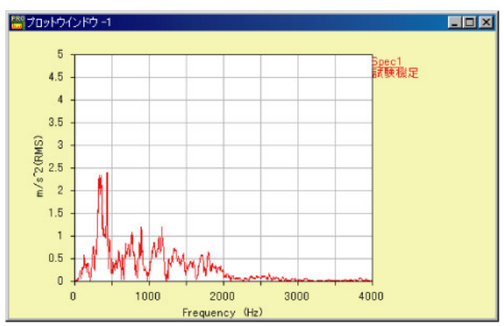
時系列データを直接パソコンのハードディスクに記録、再生解析する機能を利用して、衝撃波形の計測、解析を簡単に行えます。トリガ機能を使って計測することも可能ですが、衝撃波形の発生するタイミングが大体判っている場合は、少し前から時系列データを記録し、波形を確認して必要データだけを簡単に解析することが可能です。トリガの設定も不要なため、予備計測なしの簡単操作で、短時間に解析が可能です。



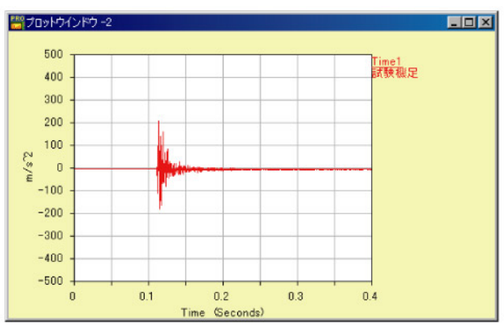

記録した時系列データの全波形表示と衝撃波形の拡大表示




衝撃波形の拡大表示画面で解析開始位置を指定




衝撃波形のスペクトル




衝撃波形の時間波形

## ■ 機械・構造物の振動/音響現象の実験解析

CompactWCA、WCAminiによるデータ計測、ME' scopeVESによる解析処理で、
機械・構造物の振動/音響現象を簡単に解析可能です。

*ME' scopeはバイブラントテクノロジー社の製品です。(弊社にて販売・サポート)

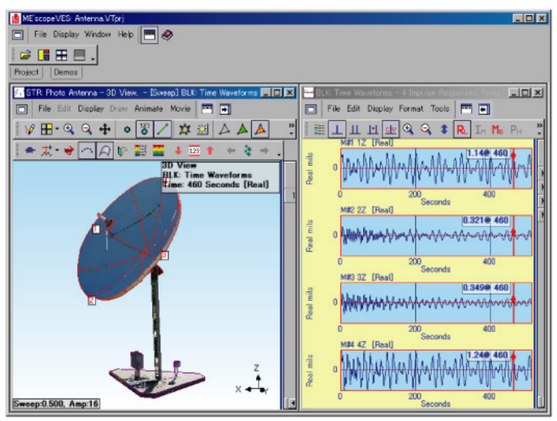
### 実稼動解析

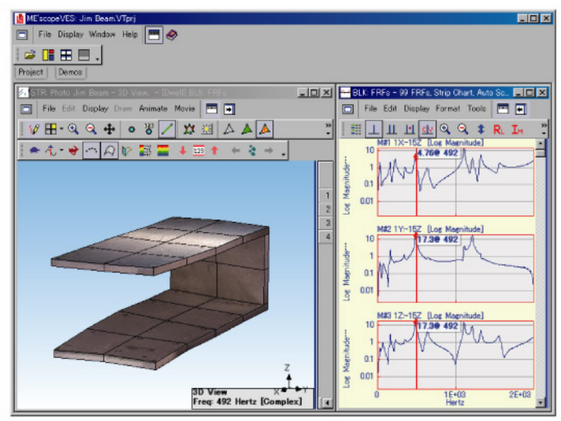
CompactWCA、WCAminiで計測したデータを基に構造物や面の実稼動状態を視覚的にアニメーション化が可能です。実稼動状況の把握には、時間アニメーション、周波数アニメーション、オーダーアニメーションがあります。
実稼動解析は、試験体の実稼動状態の応答を測定し、解析するだけです。試験体に加振力を与えて応答を計測することが困難なケースで良く利用されますが、簡単に試験体の変形パターン(曲げ、ねじれなど) を把握することが可能なので、実験モーダル解析を始める方の入門ツールとしても効果を発揮します。

**時間アニメーション**
機械・構造物の実稼動状態の時刻暦データで変形パターンをアニメーション化が可能。

**周波数アニメーション**
機械・構造物の実稼動状態の周波数領域データで特定の周波数に対する変形パターンをアニメーション化が可能。

**オーダーアニメーション**
機械・構造物が回転体の場合、回転変化に対する次数成分毎の変形パターンをアニメーション化が可能。



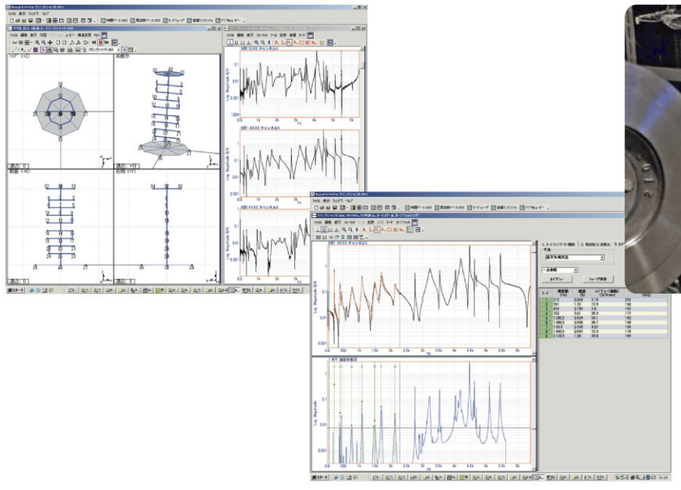


# アプリケーションのご紹介

## 実験モーダル解析

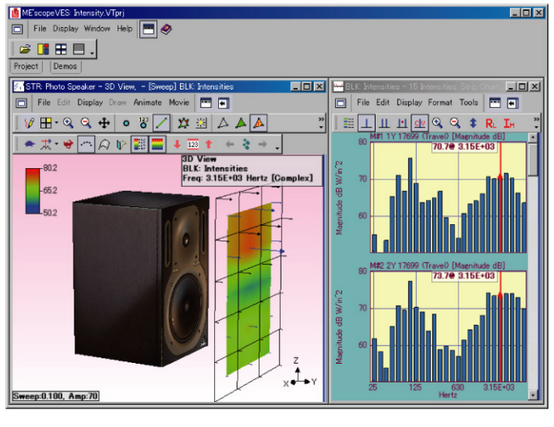
CompactWCA、WCAminiで計測したデータを基に構造物の固有振動数（モードの周波数）、減衰比およびモードシェイプを同定することが可能です。

実験モーダル解析は、試験体に加振力を与えて応答を計測し、加振力に対する応答の伝達関数データから機械・構造物の動特性（固有振動数、減衰比、モードシェイプ）を求めます。モードシェイプからは、固有振動数毎に異なる変形パターン(曲げ、ねじれなど) を把握できます。減衰比からは、外力を取り除かれた機械・構造物が静止するまでの時間を把握できます。動特性を把握することで、振動問題の根本的な原因を絞り込むトラブルシューティングや、解析結果と数値解析結果の相関を取り、最適な設計に活かすなど、製品開発に役立ちます。



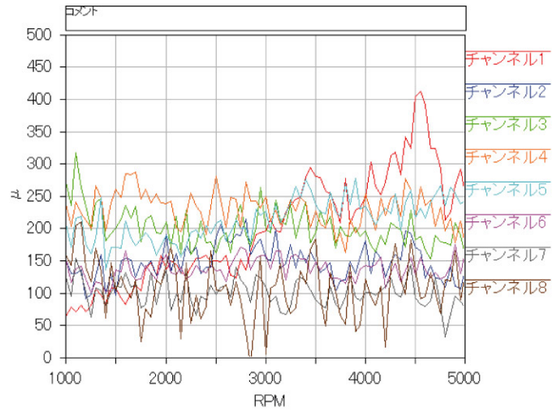
## 音響解析

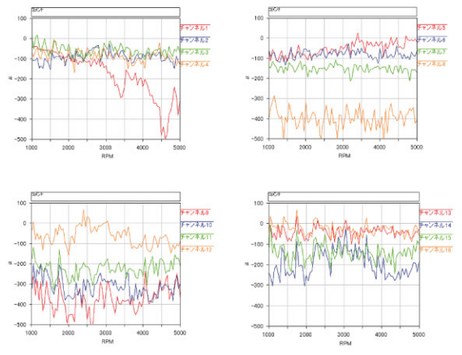
CompactWCA、WCAminiで計測したデータを基に音響インテンシティ、音圧レベル(SPL)、音響パワーを求め、機械・構造物の表面の振動と音響データとの関係を効果的に表示することが可能です。また、振動と音響データを同時にアニメーションすることで振動音響問題を検証することが可能です。

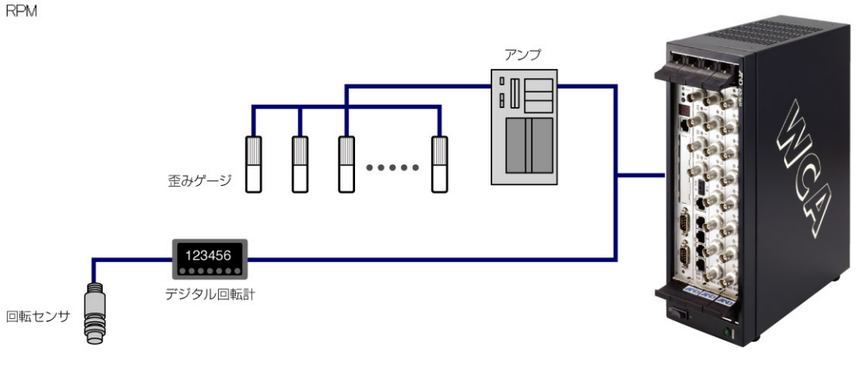



## ■ 応力トラッキング

CompactWCA、WCAminiのトラッキング解析機能を利用した応力トラッキングです。回転数に同期した最大応力、最小応力を計測し、回転機械の部品に対する強度を確認することが可能です。最大応力、最小応力から平均、差を求め、横軸を回転数とした応力トラッキング線図を表示します。



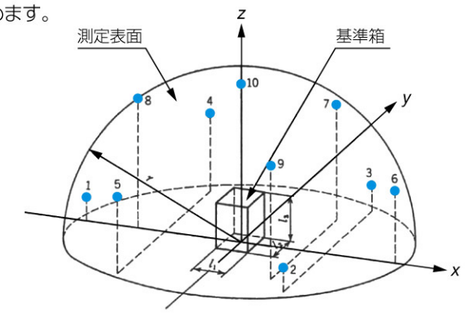





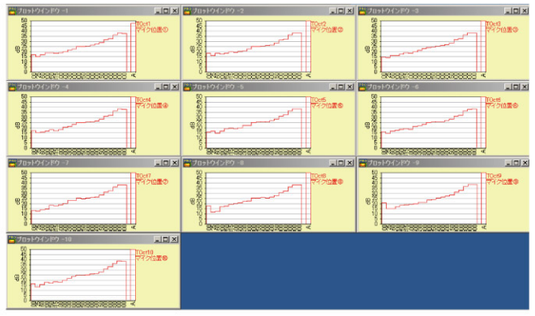
# アプリケーションのご紹介

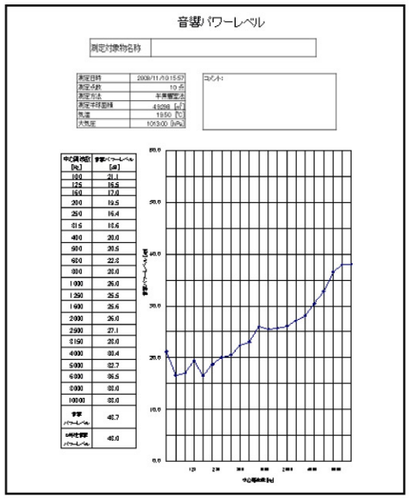
## ■ 音響パワーレベル計測

CompactWCA、WCAminiのリアルタイムオクターブ解析を利用した音響パワーレベル計測です。測定半球面上に設置された10本のマイクから収録される音圧レベルより音響パワーレベルを求めます。

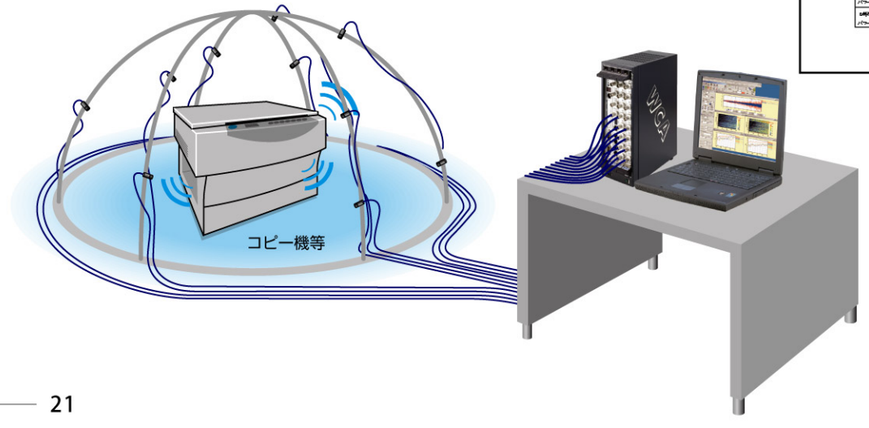



● 基本マイクロホン位置



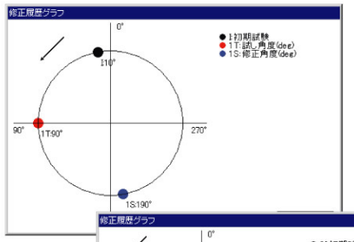


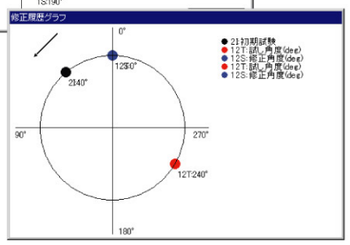

接続例

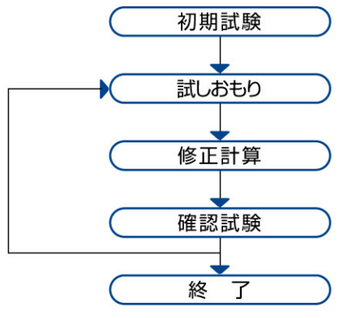



## ■ フィールドバランス

CompactWCA、WCAminiのトラッキング解析機能を利用したフィールドバランスです。回転体のアンバランス量を計測し、試しおもりを使うことで、アンバランス量の特定（位置、量）を行い、アンバランス量を減少させることが可能です。1面バランス、2面バランス、いずれも1速度での修正が可能です。




**【 1面バランスの処理フロー 】**

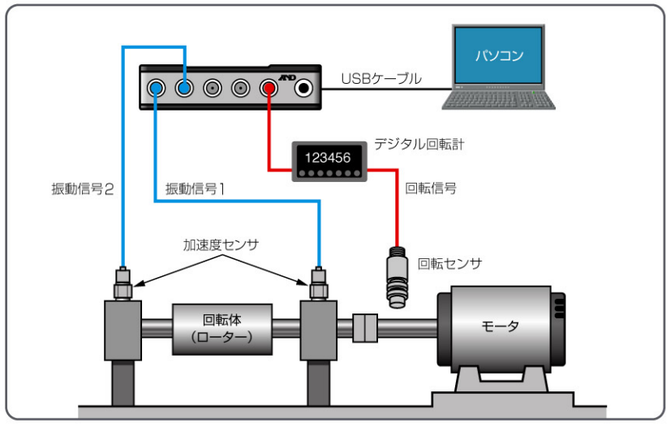
1面1測定点 の計測で、計測チャンネル1chとタコ入力1ch を使います。

（1）初期試験：アンバランスの状態でデータ収集

（2）試しおもり：試しおもりを取り付けてのデータ収集

（3）修正計算：上記の結果を元に修正おもり量／位置を計算

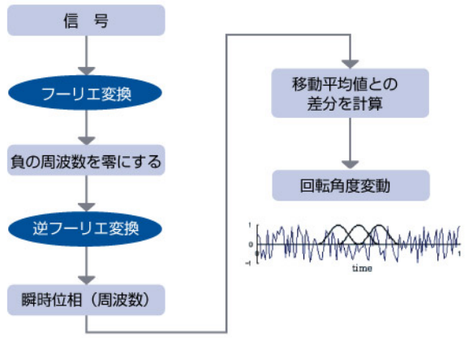
（4）確認試験：修正おもりを取り付けてのデータ収集



# アプリケーションのご紹介

## ■ 回転変動・ねじり振動解析

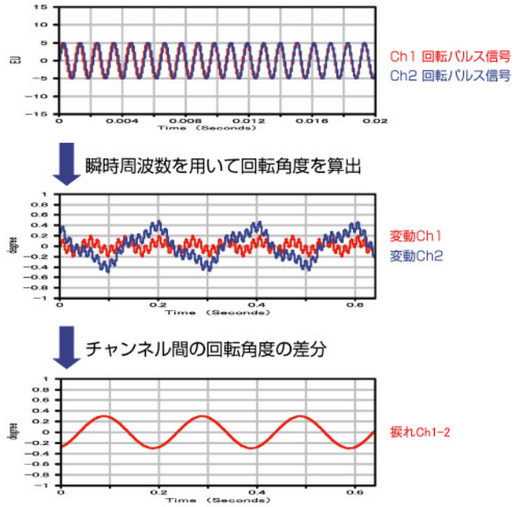
CompactWCA、WCAminiのスループット機能で記録した回転信号（時系列データ）から回転変動成分の解析が可能です。



解析的信号を用いた瞬時周波数法により、回転体の瞬時回転角度を求められます。回転角度変動は瞬時回転角度とその移動平均値の差として求められます。

ねじり振動成分は、回転軸の2点間、例えば、駆動側、負荷側の回転角度の差から求められます。

ねじり振動成分をトラッキング分析することで、軸の2点間の強度が、どの回転数付近で剛から柔に移るかなどを知ることが可能です。




【ねじり振動解析例】

回転変動、ねじり振動は、振動騒音の原因に留まらず、回転機械の耐久性に影響し、時にはシステムを破壊する可能性もあります。軸の固有振動数、次数成分の共振点を把握することは重要です。

**用途：**船舶エンジンの回転変動解析
自動車エンジンのクランクシャフトのねじり振動解析

## ■ 豊富な経験を活かしたカスタム対応

CompactWCA、WCAminiをユーザーオリジナルの振動騒音解析システムにカスタマイズします。

- COMインターフェースでWCAPROを自由にコントロール
- FFTアナライザ 27年の歴史と豊富なサポート経験を活かしたオリジナルシステムのご提案

### 振動騒音総合解析システム

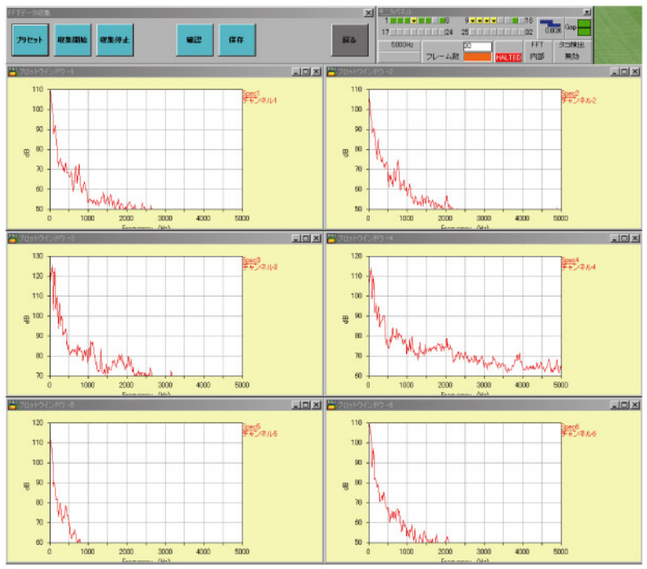
FFT解析、ハンマリング解析、トラッキング解析、オクターブバンド解析、
ユーザーオリジナル解析を、ユーザー独自の操作体系で実現します。

**カスタマイズ例：**
①チャンネル設定　②キャリブレーション　③収集条件設定　④解析条件設定
⑤データ収集　⑥計測データ確認　⑦データ保存　⑧後処理
⑨グラフ表示/印刷　⑪データ管理

メインメニュー

FFT解析メニュー

計測中の画面



設定項目は必要な機能のみとし、その他の設定はカスタマイズアプリ側で自動設定、作業効率が上がります。

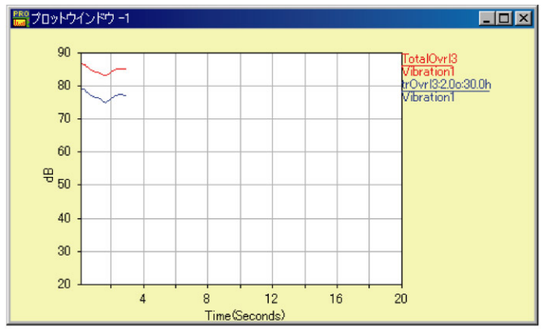
異なる解析でも同じ操作体系にすることでマニュアルレスを実現します。

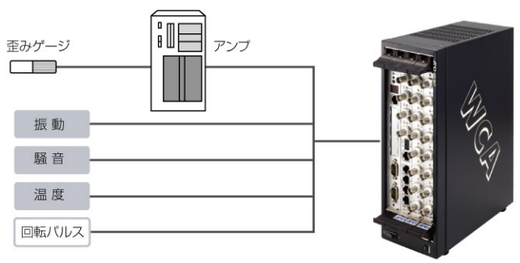
# アプリケーションのご紹介

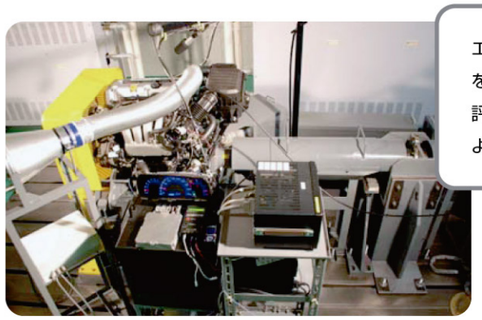
## ■ 豊富な経験を活かしたカスタム対応

### 耐久運転性能試験システム

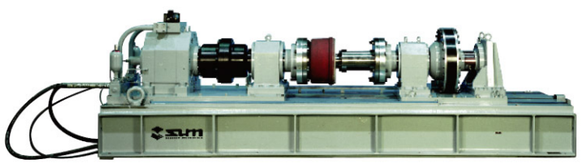
振動、騒音、応力、温度、荷重データなどを長時間計測し、性能試験を行います。
異常値をアラーム出力、試験装置を停止させることで、装置のダメージを
最小限に食い止めることが可能です。

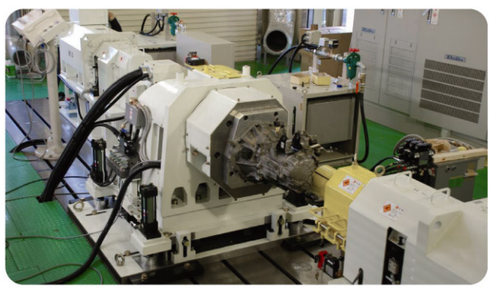


エンジン、トランスミッション、ブレーキなどの耐久試験を行う時に音・振動の連続解析を実施することで、異常や評価のバックデータとして活用することができます。
より安全な試験環境と合わせて耐久評価の一助になります。

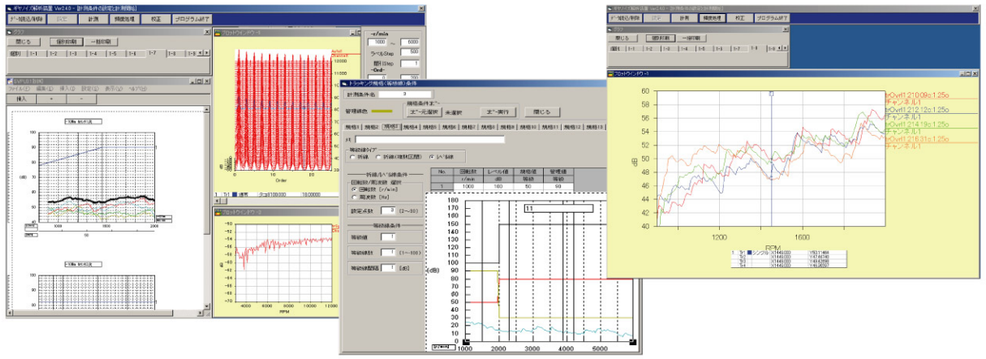




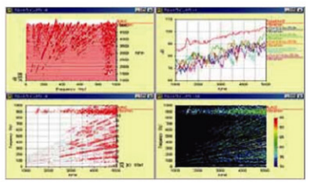
### 性能試験システム

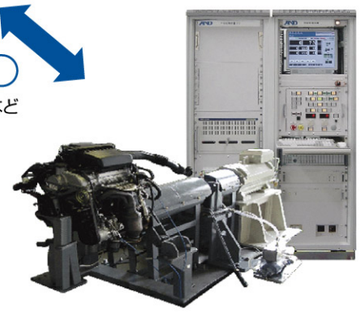
ミッションベンチなどで運転パターンに連動したトラッキング解析を自動で繰り返し、性能試験を行うことが可能です。

- 振動、騒音を同時にトラッキング解析し、規格値などによる判定が可能
- スペクトルマップを収集して後処理で次数処理が可能
- 定常回転時の次数スペクトル分析が可能
- 指定区間毎のピーク値抽出、統計処理が可能
- 分析データの保存、テキスト出力が可能
- 保存データの再表示、重ね書き表示が可能
- グラフ表示の印刷が可能（個別または一括）



CompactWCA



お客さま独自の操作体系を実現させた振動・騒音解析システムを構築しませんか?
社内共通の操作手順、設定項目の絞込み、データ管理で実験業務の効率化を図れます。
繰り返しの実験は、事前に計測パターンを定義することで、自動計測を実現します。
エー・アンド・デイは豊富な経験を活かしたカスタム対応で皆様のお役に立ちます。

通信方法
DIO、Ethernet、シリアルなど