振動分析計 VA-12

GREEN

2011TPM優秀商品賞 開発賞

TPM Awards

RION



VIBRATION ANALYZER



振動分析計
VA-12

設備診断や現場計測に対応したハンディタイプ

振動分析計 VA-12 は FFT 分析機能付きの振動計です。



圧電式加速度ピックアップ
PV-57I（アンプ内蔵）

マグネットアタッチメント（付属）

小型・軽量

振動分析計
VA-12

主な用途

製品開発	製品開発時の振動測定
品質保証	製品の出荷検査、設置機械の動作確認
保全部門	定期修理（点検）後の立ち上げ動作試験
簡易診断	日常点検、異常振動の監視
精密診断	異常振動発生時の振動測定、原因調査

VIBRATION METER MODE

振動計モード

■加速度・速度・変位および波高率の同時測定が可能



振動計モード

判りやすい日本語メニュー

表示器は、屋外・屋内・暗所のいずれの環境でも視認性に優れたTFTカラー液晶（240×320ドット）



日本語メニュー

FFT ANALYZER MODE

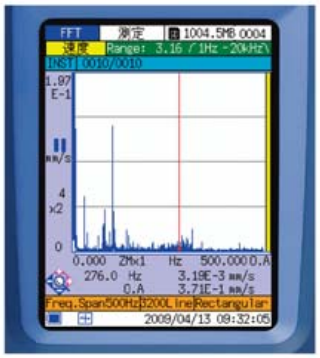
FFT モード

■リアルタイム分析周波数20 kHz

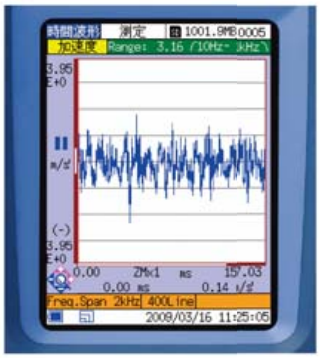
■時間波形表示やスペクトル表示ができ、
最大3 200ラインの周波数分析が可能
また包絡線（エンベロープ）処理も可能

■振動波形の記録も可能
（分析周波数20 kHz時、10秒）。
記録波形はWAVEファイルで、
メモリカード（SDカード）に保存可能

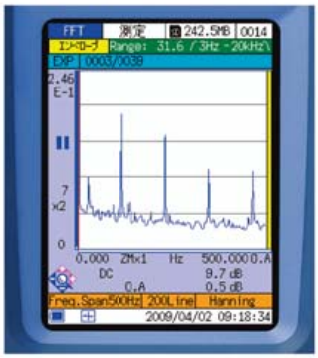
■タイマによる自動測定可能



スペクトル（3 200ライン）



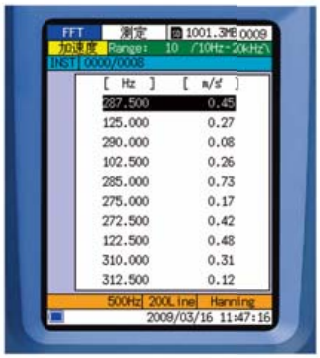
時間波形



包絡線処理後のスペクトル

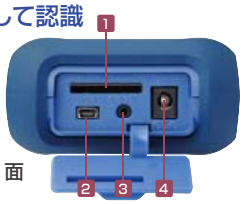


保存データとの重ね書き



リスト表示（トップ10）

USB接続により、本体をリムーバブルディスクとして認識



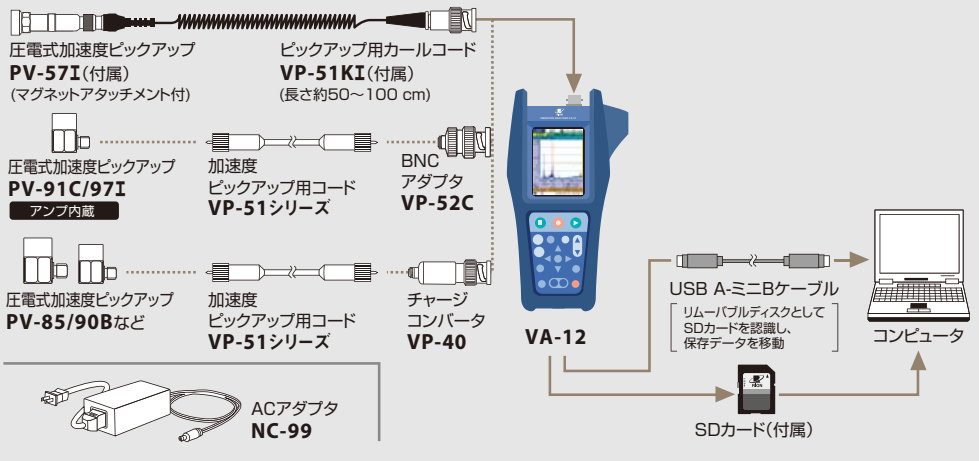
1 SDカードスロット　3 トリガ入力端子
2 USB端子　4 ACアダプタ端子

メモリ媒体にSDカードを採用

測定値および設定条件を1組として、1ストア名あたり1 000データ名保存可能
（最大100ストア名）



システム図



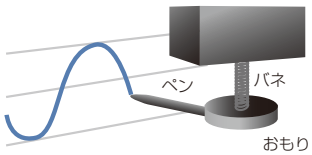
振動計モード

変位・速度・加速度
3成分同時測定可能



振動とは

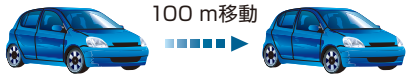
機械振動は図のようなバネとおもりが複雑に組み合わされた振動として表現できます。
振動を表現する基本的な物理量には、変位、速度、加速度があり、それぞれの値を計測することにより機械の状態を把握することができます。



変位とは

単位：μm、mmなど

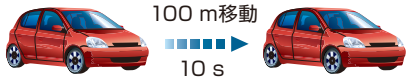
基準位置からの移動距離を表す量です。
例として、自動車が100 m移動した場合、移動距離「100 m」が変位になります。
振動では物体が静止位置から移動した距離を表し正負に変化します。



速度とは

単位：mm/s、m/sなど

単位時間当たりの変動を表す量です。振動エネルギに関係します。
例として、自動車が10秒間で100 m移動した場合、移動距離(100 m)を時間(10秒)で除算した値「10 m/s」が速度となります。振動では、短時間の内に変位の大きさや方向が変化するため、速度も一定ではなく変化します。
速度=変位×2 π×振動数の関係があります。



$= \frac{100\ \text{m}}{10\ \text{s}} = 10\ \text{m/s}$

加速度とは

単位：m/s^2、mm/s^2など

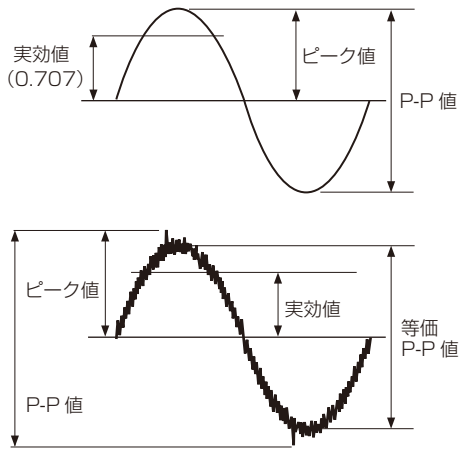
単位時間当たりの速度の変化を表す量です。
衝撃力のような力の大きさに比例します。
例として、10 m/sで移動している自動車が2秒間で30 m/sに加速した場合、速度の変化量(20 m/s)を時間(2秒)で除算した値「10 m/s^2」が加速度となります。振動では、短時間の内に速度の大きさや方向が変化するため、加速度も一定ではなく変化します。
加速度=速度×2 π×振動数の関係があります。



$= \frac{30\ \text{m/s} - 10\ \text{m/s}}{2\ \text{s}} = 10\ \text{m/s}^2$

(速度の変化は20 m/s)

振動の大きさの表現



■ピーク値……片側振幅の最大値
■実効値……瞬時値の2乗平均の平方根
■ピークtoピーク値（P-P値）…極大と極小値の差の最大
■等価ピーク値……実効値の$\sqrt{2}$倍
■等価P-P値……実効値の$2\sqrt{2}$倍
■波高率(クレストファクタ)…ピーク値／実効値

変位、速度、加速度の使用方法

変　位
- 低域振動数の測定(200 Hz以下)
- 変化量そのものが問題になる場合
- 引っ張りや圧縮などによる静的な変形による損傷問題
- 接触の危機、加工精度

速　度
- 中域振動数の測定(10 Hz～1 kHz)
- アンバランス、ミスアライメント、ボルトの緩み、ガタなどの検出
- 振動シビアリティ(ISO 10816、JIS B 0906)
- 金属疲労度

加速度
- 高域振動数の測定(1 kHz以上)
- 軸受や歯車などの欠陥検出

振動計モードの応用

簡易診断

振動の大きさ

機械の稼働状態が正常であるか、または異常現象が発生しているかを、振動の大きさを計測することによって判断する技術です。
具体的に、速度領域の周波数（1 000 Hz以下）に基準値より高い振動がある場合は「アンバランス、ミスアライメント、ゆるみ」など、また加速度領域の周波数（1 kHz～10数kHz）の振動値が高ければ軸受や歯車の異常であるなど、要因や部位を明確にすることができます。



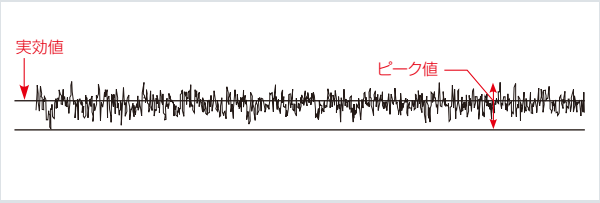
波高率

クレストファクタ（C.F.）とも呼ばれ,波形の衝撃性を表す指標の一つです。
実効値とピーク値の比によって定義されます。
値が大きいほど衝撃性が高いことを意味します。
加速度の波高率は、軸受けの初期的な傷を診断するのに有効です。

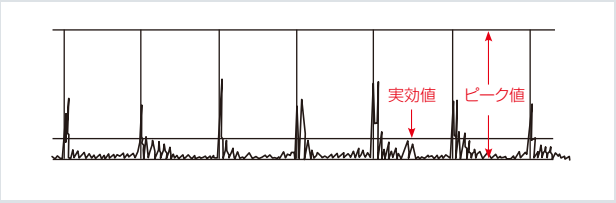
$$波高率 = \frac{ピーク値}{実効値}$$

軸受に傷が付いた初期段階の振動波形は図のようになり、正常な軸受けに比べて波高率が大きくなります。

正常な軸受け（ピーク値／実効値=波高率が小さくなる）



軸受けにスポット傷（ピーク値／実効値=波高率が大きくなる）



機械設備の保守管理　振動を定期的に測定して異常を発見します。

絶対判定基準

ISO 10816-1 (JIS B 0906 機械振動−非回転部分における機械振動の測定)
測定された振動値が正常値または異常値であるかを判定する絶対判定基準です。振動速度の実効値で判定します。

《クラスの分類》
クラスⅠ：0～15 kWの小型モータ
クラスⅡ：15～75 kWのモータ、300 kW迄の機械で強固な基礎の上に据え付けられた設備
クラスⅢ：大型機械で強固な基礎の上に据え付けられた設備
クラスⅣ：大型機械で柔軟構造の基礎の上に据え付けられた設備

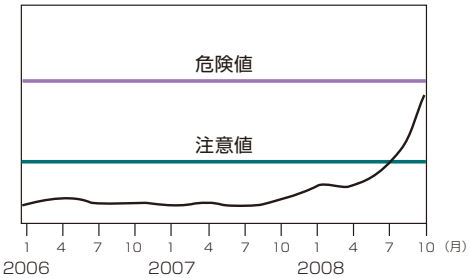
代表的なゾーン境界値

区分境界の値 (mm/s)	クラスⅠ	クラスⅡ	クラスⅢ	クラスⅣ
0.28	A	A	A	A
0.45				
0.71				
1.12	B			
1.8		B	B	
2.8	C			B
4.5		C	C	
7.1				C
11.2	D	D	D	D
18.0				
28.0				
45.0				

A：良好(優)	B：順調(良)	C：不調(可)	D：危険(不可)
正常状態、何もする必要がない 新しく設置された機械の振動値	やや正常状態、補修の必要がない 長期運転に許容される振動値	要注意状態、近い日時に修理が必要 長期運転に問題のある振動値	危険な状態、直に修復が必要

相対判定基準（傾向管理）

正常状態を基準にして注意値や危険値などの判定基準を決める方法です。
注意値を超えた場合は監視を強め、危険値を超えた場合は精密診断を行います。一般的に正常値の2～3倍を注意値、注意値の2～3倍を危険値とします。
機械の振動測定部位、測定方向、測定周期を決め、測定値などを時系列的に書き込んだグラフ（傾向管理図）を作成して管理します。

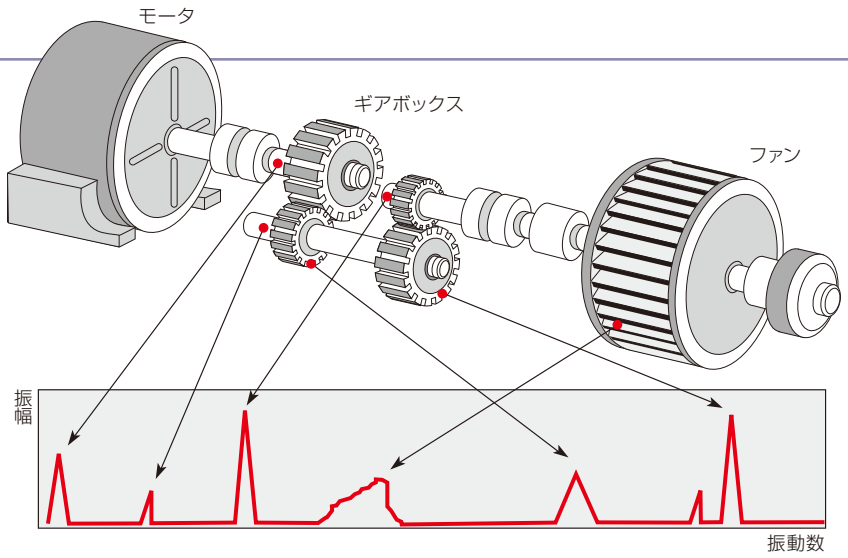


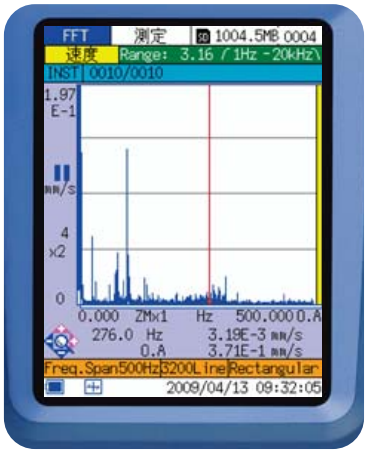
傾向管理図

FFT モード

周波数分析の必要性

機械には、モータ·ギア·軸受·ファンなど、いろいろな振動発生源が含まれています。振動低減対策や異常振動の原因調査を行う場合、振動の大きさを測定しているだけでは必要な情報を得ることができません。周波数分析を行い、どのような周波数の振動がどの程度発生しているのかを知る必要があります。
図のように、機械から発生する振動周波数は各部位によって異なり、周波数分析を行うことによって振動源を特定することが可能となります。

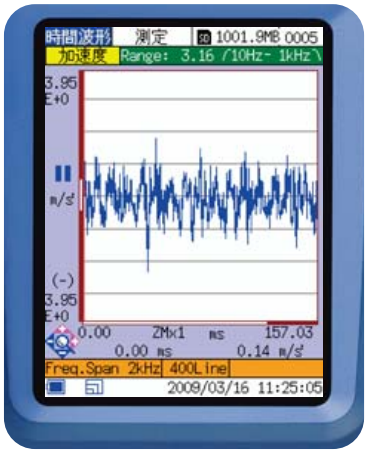




スペクトル

周波数ごとの振動振幅を表示します。
時間波形を一定時間ごとに区切り、その部分をFFT分析*した結果です。正弦波の場合は1本の線スペクトルになりますが、機械振動では色々な周波数にピークが現れます。

*FFT分析（高速フーリエ変換）は周波数分析の1手法です。特に機械振動の分析に用いられます。



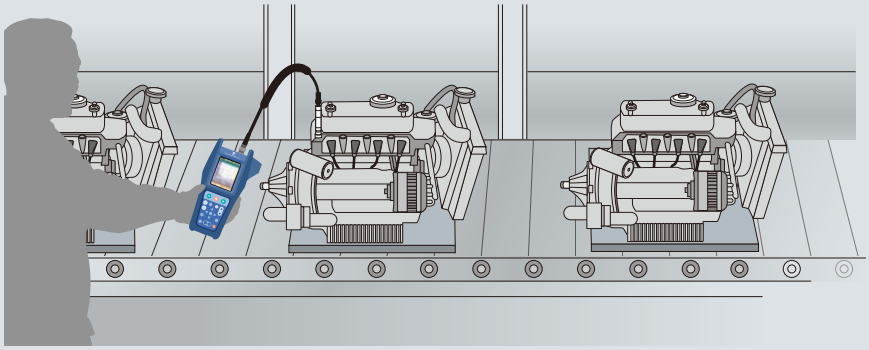
時間波形

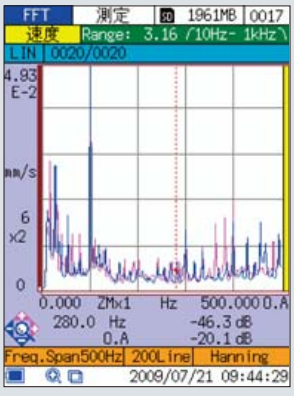
ピックアップが置かれている場所の時間的な変化を表示します。
振動が定常的なのか、あるいは衝撃的なのか、上下のどちらかに偏っているかなど、スペクトルでは分からない情報を得ることができます。

FFT モードの応用

製品の品質検査

製造ライン上の製品検査や異常振動の検出を周波数分析によって行うことができます。
例えば、ある特定の周波数に注目して、その近傍の周波数成分が発生しているかを判定します。また、良品の周波数スペクトルを基準データとし、基準データと比較することにより製品の良否判定を行います。





基準スペクトルとの比較
（保存データとの重ね書き）

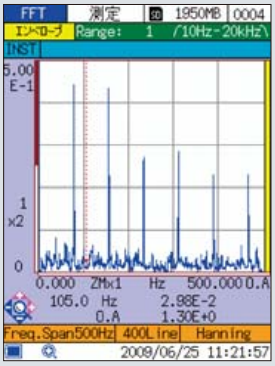
FFT モードの応用

回転機械の精密診断

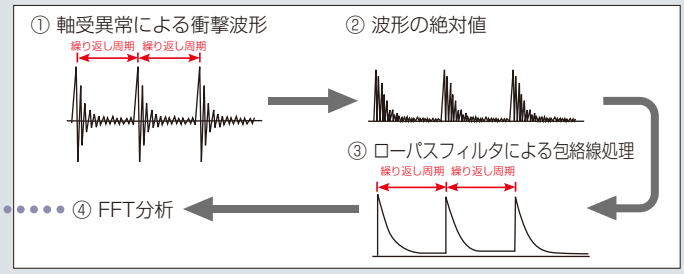
精密診断によって、異常原因の特定と程度、発生位置の特定などを行います。

軸受(ベアリング)

軸受異常は、加速度が大きく現れます。
エンベロープ分析を行うと図のようにピークが等間隔に並びます。
軸受各部位の大きさ、転動体数、軸の回転数などが分かると、並んだピークの一次周波数より故障部位が分かります。

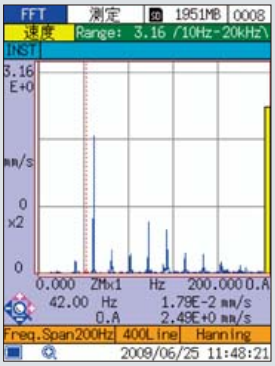


軸受の故障診断では、衝撃波形の繰り返し周期を知る必要があるためエンベロープ(加速度包絡線処理)を使用します。エンベロープ処理は図のような手順で行われます。



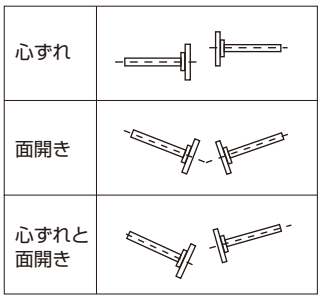
ミスアライメント

ミスアライメントは、軸方向において、回転周波数の整数倍の振動が大きく現れます。
何倍の振動数が出るのかは、軸受けの継ぎ手の種類によって変わります。
この例では3倍の振動数が大きく現れています。



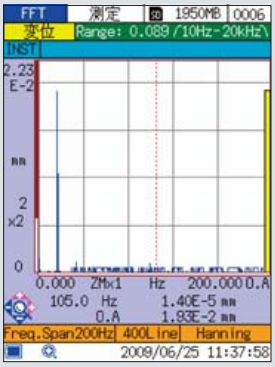
ミスアライメントとは?

いわゆる芯出し不良で、カップリングで結合される2つの回転軸の回転中心線が一直線になっていない状態を指します。心ずれや面開き、およびその複合状態などがあります。
ミスアライメントが起こると面振れの影響で軸受へのスラスト荷重が増加し、軸受寿命が低下します。



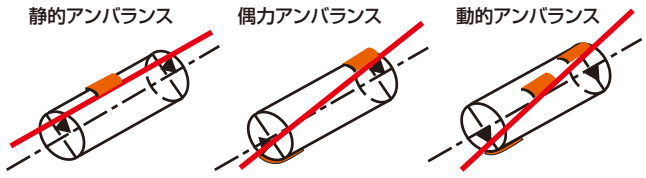
アンバランス

アンバランスは、円周方向において、回転周波数と同一の振動数成分のみが大きく現れます。
その他の周波数は殆ど発生しません。振幅はアンバランス量に比例します。
回転数が増加すると振幅は回転数の2乗に比例します。



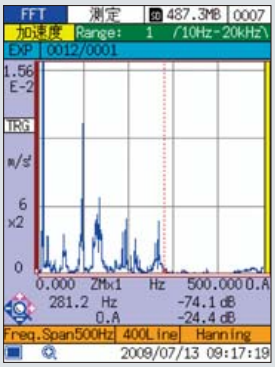
アンバランスとは?

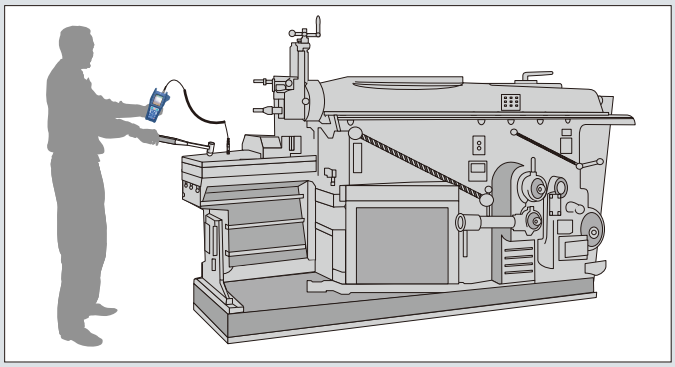
回転体の重心が中心からずれている時に起こる不均衡によって発生します。静的アンバランス、偶力アンバランス、動的アンバランスなどがあります。
アンバランスが起こると軸受けの円周方向の荷重が増加し、軸受寿命が低下します。



構造体の共振周波数測定

共振周波数に近い周波数の外力が加わると構造物が大きく振動します。これによって、機械の破損、製品の不良などが発生します。そのようなことを起こさないために、共振周波数を測定することは重要です。
右図では8 Hz、98 Hzなど複数の共振周波数が存在しています。





共振周波数はハンマなどで構造物を加振し、発生する振動を周波数分析することにより求めることができます。

仕様

適合規格		CEマーキング(EMC指令 2004/108/EC) 中国版RoHS(中国輸出向け) WEEE指令
入力		
	測定チャンネル数	1チャンネル
	コネクタおよび種類など	BNC、CCLD 18 V 2 mA(CCLD 24V 4 mAはファクトリオプション)
	センサ	圧電式加速度ピックアップPV-57I(付属)
	入力レンジ	
	感度が0.100～0.999 mV/(m/s²)の場合	
	ACC (加速度)	10、31.6、100、316、1 000、3 160、10 000 m/s²(rms)
	VEL (速　度)	31.6、100、316、1 000、3 160、10 000、31 600 mm/s(rms)
	DISP (変　位)	0.89、2.83、8.94、28.3、89.4、283、894 mm(EQp-p)
	PV-57I使用時、感度が1.00～9.99 mV/(m/s²)の場合	
	ACC (加速度)	1、3.16、10、31.6、100、316、1 000 m/s²(rms)
	VEL (速　度)	3.16、10、31.6、100、316、1 000、3 160 mm/s(rms)
	DISP (変　位)	0.089、0.283、0.894、2.83、8.94、28.3、89.4 mm(EQp-p)
	感度が10.0～99.9 mV/(m/s²)の場合	
	ACC (加速度)	0.1、0.316、1、3.16、10、31.6、100 m/s²(rms)
	VEL (速　度)	0.316、1、3.16、10、31.6、100、316 mm/s(rms)
	DISP (変　位)	0.0089、0.0283、0.0894、0.283、0.894、2.83、8.94 mm(EQp-p)
	測定範囲(PV-57I使用時、ハイパスフィルタ 3 Hz、ローパスフィルタ 20 kHz)	
	ACC (加速度)	0.02～141.4 m/s²(rms) 連続測定、1 Hz～5 kHz
	瞬間最大加速度	700 m/s²
	VEL (速　度)	0.2～141.4 mm/s(rms)159.15 Hz時
	DISP (変　位)	0.02～40.0 mm(EQp-p)15.915 Hz時
	測定周波数範囲(電気特性)	
	ACC (加速度)	1 Hz～20 kHz
	VEL (速　度)	3 Hz～3 kHz
	DISP (変　位)	3 Hz～500 Hz
	加速度包絡線	1 kHz～20 kHz
	フィルタ	
	前置フィルタ	
	ハイパスフィルタ	1Hz(加速度のみ)、3 Hz、10 Hz、1 kHz (−10 %点)　遮断特性 −18 dB/oct
	ローパスフィルタ	1 kHz、5 kHz、20 kHz (−10 %点)　遮断特性 −18 dB/oct
	加速度包絡線用フィルタ	
	ハイパスフィルタ	1 kHz (−10 %点)　遮断特性 −18 dB/oct
	自己雑音	ハイパスフィルタ 3 Hz、ローパスフィルタ 20 kHz、最小レンジの時
	ACC (加速度)	0.01 m/s²(rms)以下
	VEL (速　度)	0.1 mm/s(rms)以下
	DISP (変　位)	0.01 mm(EQp-p)以下
	A/D変換	24 bit ΔΣ方式51.2 kHz
	ダイナミックレンジ	最大110 dB(加速度)
振動計モード		
	ACC (加速度)	m/s²　rms値、波形ピーク値、波高率
	VEL (速　度)	mm/s　rms値
	DISP (変　位)	mm　EQp-p
FFTモード		時間波形、スペクトル、加速度包絡線処理
	分析点数	512、1 024、2 048、4 096、8 192(3 200ライン)
	時間窓関数	レクタンギュラ(矩形)、ハニング、フラットトップ
	演　算	リニア平均、最大値、指数平均、瞬時値
	分析周波数	100 Hz、200 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、5 kHz、10 kHz、20 kHz
	表示	
	スペクトル	トップ10リスト、グラフ表示(DCを除く)
	ズーム	X軸：×1、×2、×4、×8、×16
		Y軸：2^N、N＝0～10　(1～1 024倍)
	スペクトルモードにおけるストアデータとの重ね合わせ表示	
	時間波形	グラフ表示
	ズーム	X軸：×1、×2、×4、×8、×16、×32
		Y軸：2^N、N＝0～14　(1～16 384倍)
トリガ		
	トリガソース	
	外部信号	TTLレベルの立ち下がり信号で外部トリガ制御
	入力レベル	時間波形が設定レベルを横切るとトリガが発生 設定レベルは片側振幅フルスケールの1/8ステップで設定可能
	スロープ	＋／－トリガ動作
	トリガ動作	
	フリーラン	トリガに関係なく、常時演算
	リピート	トリガ発生ごとに演算を行なう
	シングル	トリガが発生すると1回のみ演算
	タイマ	開始時刻、ストア間隔、ストア個数によるデータ保存
	プリトリガ	フレーム時間の1/8以前のデータから演算を開始

表示器		カラーTFT液晶、240ドット× 320ドット、バックライト付き 日本語表示、英語表示、時計表示
警告表示		LED(OVER時赤点灯)
メモリ		
	メモリ媒体	SDカード(最大2 GB)*
	ストアファイル	測定値および設定条件を一組としたデータをメモリカードに保存 1 000データを1ストア名に保存。100ストア名まで保存可能
	設定条件メモリ	本体内部に5個までの設定条件を保存 設定条件はメモリカードに保存可能
	WAVEファイル	1ファイルに付き10秒記録可能(分析周波数20 kHz) FFT演算時の振動波形を記録 再分析はコンピュータ上で行なう。
	BMPファイル	表示中の画面をBMPファイル形式で保存
	リコール機能	測定データをメモリカードから読み出し、画面上への表示を行なう。
	レジューム機能	各種設定を記憶し、電源再投入時は、前回電源OFFの設定で起動
入出力		
	トリガ入力端子	外部トリガ入力端子、超ミニジャックφ2.5 mm(CC-24使用)
	USB端子(ミニB)	リムーバブルディスク機能　ストレージデバイスクラスを利用して、本体に装着されたメモリカードをリムーバブルディスクとして接続
電源		
	DC12 V(11～15 V)	ACアダプタ NC-99、単3形乾電池×8(23 ℃、アルカリ乾電池、バックライトOFF)
	電池寿命	約12時間
	消費電流	145 mA (通常動作時、バックライトOFF)
	消費電力(1次側)	約10 VA (NC-99、AC100 Vにおいて)
使用温湿度範囲		−10 ～ +50 ℃、90 %RH以下(結露のないこと)
大きさ・重さ		214(H)×105(W)×36(D)mm (プロテクトカバーなし)・ 約850 g(電池含む、プロテクトカバー付き、PV-57I接続時)
付属品		圧電式加速度ピックアップ PV-57I、カールコード、マグネットアタッチメント、 単3形乾電池×8本、SDカード、プロテクトカバー、肩掛けバンド
希望小売価格(税別)		500,000円

オプション

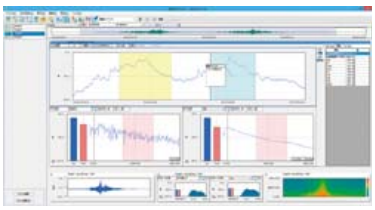
品 名	型 式	希望小売価格 (税別)
波形処理ソフトウェア	AS-70	200,000円
波形分析ソフト	CAT-WAVE	250,000円
圧電式加速度ピックアップ	各種	お問い合わせください
BNCアダプタ	VP-52C	3,500円
チャージコンバータ	VP-40	60,000円
SDカード　512 MB*	MC-51SS1	15,000円
SDカード　2 GB*	MC-20SS2	30,000円
BNC-ピン出力コード	CC-24	3,600円
ACアダプタ	NC-99	17,000円

※動作を保証する当社販売品をお使いください

オプション

波形処理ソフトウェア AS-70

AS-70は、WAVEファイルを読み込み、グラフ表示、レベル化処理、周波数分析(FFT分析・オクターブ分析)、ファイル出力および再生が可能。



■波形分析
演算：最大値、最小値、平均値、実効値、分散、微積分、HPF、LPF

■オクターブバンド分析
分析周波数範囲：オクターブバンド：0.5 Hz ～ 16 kHz (16バンド)
1/3 オクターブバンド：0.4 Hz ～ 20 kHz (48バンド)

■FFT分析
表示データ：パワースペクトル，パワースペクトル密度、スペクトログラム
分析点数：32 ～ 65 536ポイント

リオン株式会社
http://svmeas.rion.co.jp/

JCSS 0197

当社は、認定基準としてISO/IEC 17025(JIS Q 17025)を用い、認定スキームをISO/IEC 17011に従って運営されているJCSSの下で認定されています。JCSSを運営している認定機関(IAJapan)は、アジア太平洋試験所認定協力機構(APLAC)及び国際試験所認定協力機構(ILAC)の相互承認に署名しています。当社の品質・環境統括センターは、国際MRA対応JCSS認定事業者です。JCSS0197は品質・環境統括センターの認定番号です。

ISO14001 本社・東海営業所・西日本営業所 認証取得
ISO9001 本社・東海営業所・西日本営業所・九州リオン・リオンサービスセンター 認証取得

＊本カタログに掲載されている価格はメーカが希望する小売価格です。＊本カタログ掲載の各製品のデザイン・仕様などは予告なく変更する場合があります。

技術相談受付 フリーコール 0120-26-1566　当社の休日および土・日・祝日を除く 9:00～12:00 / 13:00～17:00

本社・営業部　〒185-8533　東京都国分寺市東元町 3 丁目 20 番 41 号　TEL.042-359-7887　FAX.042-359-7458
西日本営業所　〒530-0001　大阪市北区梅田 2 丁目 5 番 5 号　横山ビル　TEL.06-6346-3671　FAX.06-6346-3673
東海営業所　〒460-0002　名古屋市中区丸の内 2 丁目 3 番 23 号　和波ビル　TEL.052-232-0470　FAX.052-232-0458
九州リオン(株)　〒812-0039　福岡市博多区冷泉町 5 番 18 号　TEL.092-281-5366　FAX.092-291-2847
上海理音科技有限公司　郵編200233　中国上海市徐匯区宜山路900号 科技産業文化大楼 C区501室　TEL.021-5423-5082　FAX.021-5423-5266
リオンサービスセンター(株)　〒192-0918　東京都八王子市兵衛 2 丁目 22 番 2 号　TEL.042-632-1122　FAX.042-632-1140

この製品は当社基準の有害化学物質を含有していないグリーンな製品です。
この印刷物は環境に配慮したUVインキを使用しています。
0904-12　1705.P.D