

# 加速度計校正用機器 及び 校正サービス

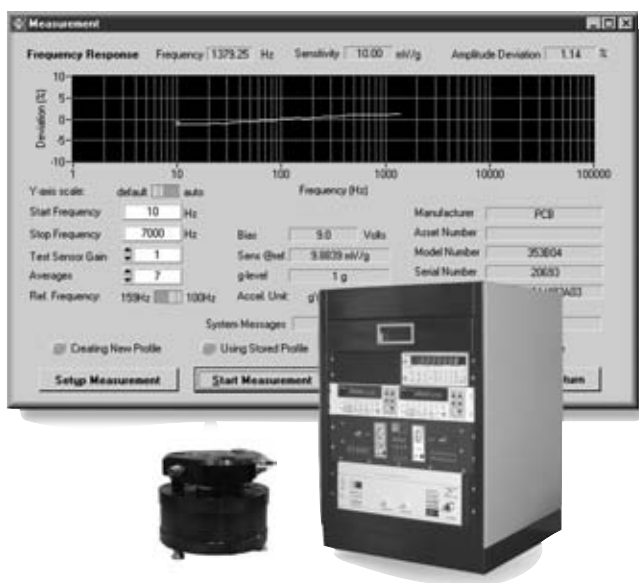
- ハンドヘルドキャリブレータ
- 標準加速度計
- 加速度校正ワークステーション
- 高衝撃キャリブレータ
- 校正サービス
- 特注試験サービス

PCB社は業界で最も精度の高い校正サービスを実施しております。納入するセンサ及び機器が保証仕様を満たし、ISO規格や各種工業規格に準拠し、さらにNISTトレーサブルに適合する校正を実施して出荷しています。

80～81ページに多くのセンサに添付される「校正証書」あるいは特性証明書を示します。そのほかにも、特殊な用途に特化した試験サービスも行っています。例えば：極低周波まであるいは高周波までの振幅応答、高いレベルの衝撃応答、高圧下での漏れ試験等は可能です。各モデルにより追加可能な校正サービスのリストは82ページをご参照ください。

さらにPCB社では各種の校正作業をユーザ側がルーチンでできるように、自社で使用している各種校正用機器を販売しております。各種使用センサは使用毎に手元で校正するのが理想です。

以下のページに加速度計校正用の簡易なハンドヘルドキャリブレータからPCワークステーションを用いたハイエンドの校正装置まで紹介してあります。



 **PCB PIEZOTRONICS** INC.  
VIBRATION DIVISION

 **東陽テクニカ** チームPCB

# 加速度計校正用機器

## ポータブル 10m/s<sup>2</sup> ハンドヘルドキャリブレータ

M394C06型ハンドヘルドキャリブレータは加速度計の校正を簡易に行えるよう設計された、小型で電池駆動の動電加振器です。210グラムまでの加速度計を10m/sec<sup>2</sup> で加振します。センサ感度チェック、多チャンネルデータ収録装置の信号経路チェック、同じくシステムゲインの設定などに有効です。

### M394C06

- 10 m/sec<sup>2</sup> rms あるいは 10m/sec<sup>2</sup> pkで加振
- 固定159.2 Hz 周波数
- 4個の単三アルカリ電池で駆動
- 自動停止あるいは連続動作をモード切り替え
- オーバーロードで機械的に停止・保護
- AC 電源アダプタ 073A16型(別売)
- 394C06 1g 加振用



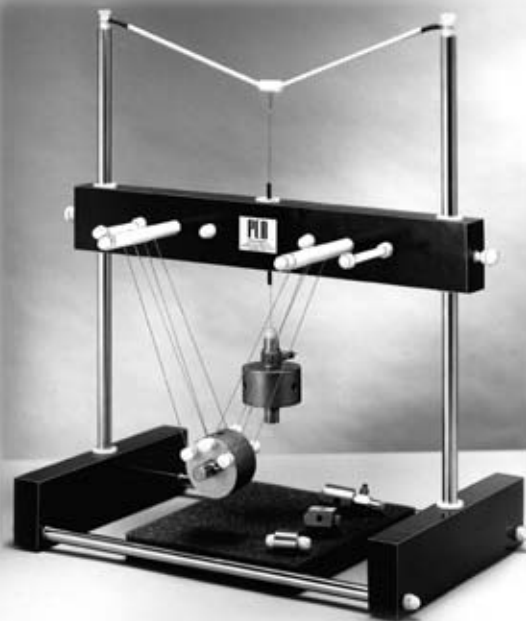
M394C06

76

## グラビメトリック校正装置

9961C型グラビメトリック校正装置は加速度計、ロードセル、インパクトハンマーなどを低周波から中くらいの周波数領域まで校正するのに有効です。地球の重力を基準に加速度計やロードセルは垂直吊り紐での落下で校正されます。インパクトハンマーは既知のマスを取り下げ、校正された加速度計を付け校正します。ニュートンの第二法則  $F=ma$  より既知のマスの重量  $m$  と校正された加速度値  $a$  からハンマーの力  $f$  を校正します。この装置には調節型フレーム、各種吊り紐と基準マスが含まれます。最も経済的で、教育的にも優れた校正装置です。詳細はお問い合わせください。

- 加速度計、ロードセル、ハンマー校正
- 地球の重力加速度を基準に測定
- "落下"と"比"を活用
- ニュートンの第二法則 ( $F=ma$ ) を適用
- センサの特性を認証
- センサの挙動を確認、物理現象の教育に最適



9961C

## BACK-TO-BACK 比較校正の基準

Back-to-back 比較校正用標準加速度計を用いることで加速度計及び他の振動センサを N.I.S.T. トレーサブルで校正することができます。back-to-back 比較校正の基準加速度計を動電加振器にマウントし、この基準加速度計に被校正加速度計を装着します。この両者の信号を比較し感度、周波数応答の校正を行います。back-to-backとは基準加速度計のベース部分を被校正加速度計のベースと直結させ、加速度計自身の伝達誤差を最小にして、比較校正する手法です。又、基準加速度計用シグナルコンディショナも特殊なものを用いており、より精度の高い校正を可能にしています。この比較校正装置 9150C型の詳細は78ページをご参照ください。

### 394A11型

- 100 mV/(m/s<sup>2</sup>) 感度
- 0.5 Hz ~ 10 kHz (±5%) 周波数範囲
- 100 ~ 240 Vac, 50 ~ 60 Hz 電源
- 電池駆動(オプション)
- CE 適合



394A11型

システム型式	394A11
構成機器:	
センサ型式	301A11
センサケーブル (3m)	003C10
シグナルコンディショナ	482A23
出力ケーブル (90cm)	003D03

オプション:	
記号	詳細はviii~xページ参照
M	メトリックマウント
F	230 Vac電源
記号は型式の頭につけてください。(例) M394A11型	

# 振動センサ校正システム

## 加速度計校正ワークステーション

Model 9155はISO16063-21に準拠したback-to-back比較校正による校正ワークステーションです。Model 9155は、圧電型加速度計のみならず、 piezoresistive、容量タイプ、また、変位センサの校正もオプションのシグナルコンディショニングユニットやソフトウェアの追加により可能です。TEDSに対応したセンサの自動的な情報の更新や、直線性、0.5Hzまでの低周波校正、100,000m/s<sup>2</sup>までの衝撃加速度校正オプションも用意しています。

ISO 16063-21に準拠した校正手順を自動的に行うことができます。ISO 17025の要求に基づいた校正証明書をプリントアウトします。

コントロールソフトウェアは、個々の加速度計の試験パラメータを自動的に保存や読み込みを可能にし、校正手順を出来る限り簡素化しています。

精度のよい校正を行うため、エアベアリングシェーカーを加振器として用いることで、ISO 16063が推奨する横軸モーションリミット以内での校正が可能です。このシステムで使われるエアベアリングシェーカーはローレンツ力で振動部を浮かせるための電流値調整、規定の圧力のエア調整以外は調整が不要です。校正作業は、センサの取り付けから校正終了まで約1分で行うことができます。

このシステムは、全ての構成ユニットが分割されていて、ターンキーソリューションを提供します。9155Dシステムの主なコンポーネントはWindows PC、コントロールソフトウェア、プリンター、データ収録用A/Dで構成されています。個々のユーザーが必要となるグレードの加振器や、基準加速度計、シグナルコンディショニングユニット等の周辺機器、ソフトウェアの追加が可能のためコストを最小限に抑えることができます。

収録されたデータはMS Accessで管理されMS Excelで校正データをプリントアウトします。テンプレートを変更することでオリジナルの校正データを出力することが可能です。

78

### 9155D型

- NIST, PTB トレーサブル
- ISO17025 準拠の校正証明を出力
- 短時間での加速度計自動校正
- 2~20 000Hzの広い校正周波数範囲 (9155C-831)
- ~50kHzまでの共振周波数試験 (9155C-83X)
- 0.5~10Hzの低周波校正 (9155C700)
- 200~100,000m/s<sup>2</sup>の衝撃加速度校正 (9155C-525)



9155D型

### 9155D型

#### 加速度計校正システム:

周波数範囲 (1)	2 ~ 20 000 Hz
加速度レベル	1 m/s <sup>2</sup> ~ 100 m/s <sup>2</sup>
最大変位	10 mm
トータル校正精度: (2)	
5 ~ 10 Hz	2.2 %
10 ~ 100 Hz	1.9 %
100 ~ 2 000 Hz	1.4 %
2 000 ~ 10 000 Hz	2.7 %

校正方式	Back-to-back比較校正 ISO16063-21準拠
測定パラメータ	感度、振幅、位相、バイアス、共振周波数、直線性、衝撃加速度
対応加速度計	ICP、電荷、電圧、容量型、piezoresistive
対応TEDS	IEEE 1451.4, IEEE P1451.4
加振方法	ステップサイン、マルチサイン

#### 構成各機器:

- Windows PC
- 収録用ハードウェア
- システム検証用加速度計
- 9155校正ソフトウェア
- データベースソフトウェア
- センサー取り付け用アダプタ
- ハードウェア/ソフトウェア取扱説明書

#### オプション:

お問い合わせください

注記: (1) K394A31加振器を使用した場合  
(2) 測定環境等によります

# 衝撃加速度校正システム

## ホプキンソン バー 衝撃加速度校正装置

925A01型校正装置は高衝撃加速度計あるいは小型・軽量加速度計を10,000m/s<sup>2</sup> から1,000,000m/s<sup>2</sup> まで自動で校正するための装置です。トリガピンにより特殊成形されたプラスチックあるいは金属の衝突棒が空気圧によりホプキンソンバーに衝突します。この衝突で圧縮波が生じ、棒の逆先端に装着された加速度計に高いレベルの衝撃加速度が生じます。基準として棒の中心部に一組のストレインゲージを貼り付け圧縮波の伝播を測定します。PCベースのデータ収録装置は5MHzのサンプリング速度を持ち、ナショナル インストゥルメント社のLabViewをベースに組まれたソフトウェアで感度、周波数応答、ゼロシフト、直線性などの衝撃加速度計の特性を自動解析しプロットします。

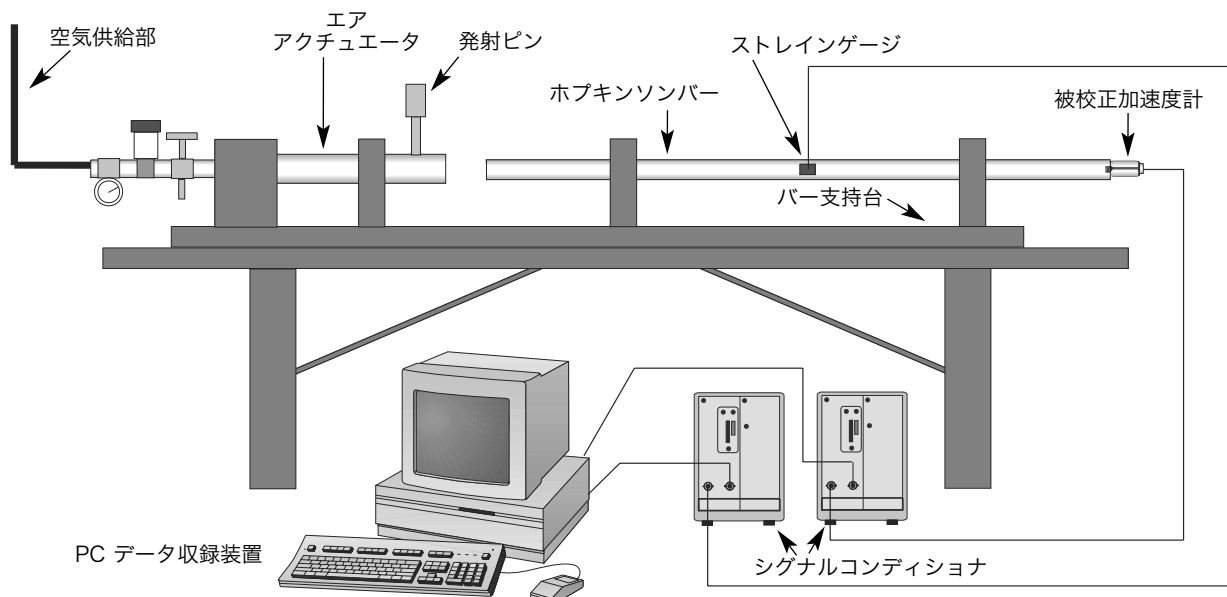
### 925A01型

- 感度校正 10,000 ~ 1,000 000 m/s<sup>2</sup>
- 周波数応答検証
- ゼロシフトと非直線性を試験
- 高耐久性の衝突棒
- 自動データ収録・解析
- Windows PC、Labview ソフトシステム

925A01型	
衝撃加速度校正装置:	
加速度レベル	
(プラスチック 衝突棒)	10,000~100,000 m/s <sup>2</sup>
(金属 衝突棒)	100,000~1,000,000 m/s <sup>2</sup>
パルス幅	
(プラスチック 衝突棒)	150~200 μ秒
(金属衝突棒)	30~40 μ秒
供給空気圧	7~140 kPa
最大速度	15 m/sec
校正精度	± 5%
供試体最大重量	15 グラム
ホプキンソンバー	
(形状)	19mm 径 x 203mm長
(材質)	6AL-4V チタン
構成機器・アクセサリ:	
ホプキンソンバー、スチール台、テーブル付き	
エア-アクチュエータ アセンブリトリガリリースピン付	
衝突棒 (4)	
支持台	
Windows PC データ収録装置	
NI Labview ソフトウェア	
シグナルコンディショナ	
エアコンプレッサ	

校正例は次ページをご参照ください。

79

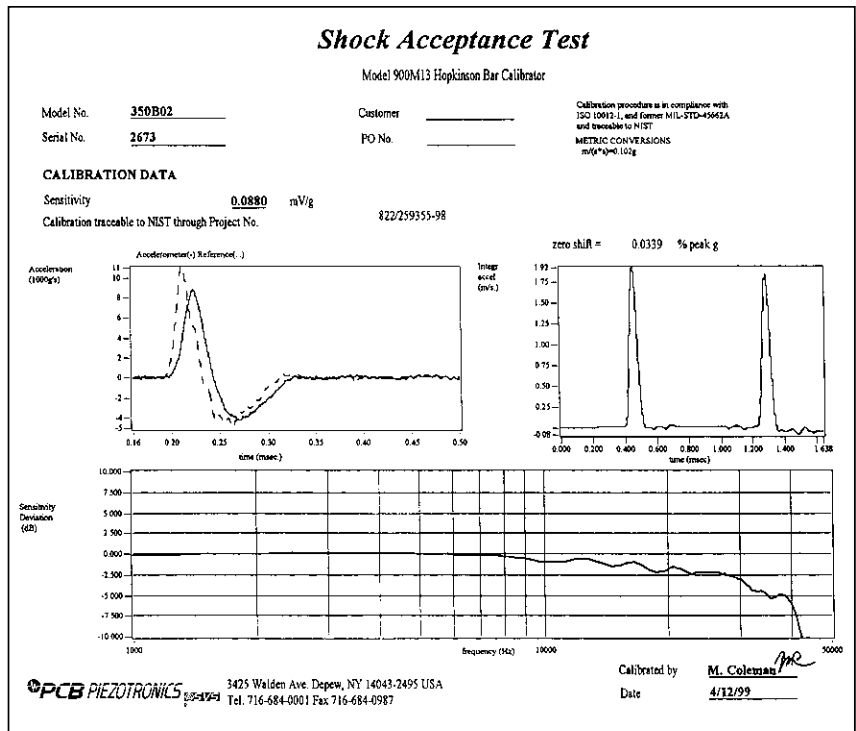


# 校正サービス

## 校正方法

PCB社の校正法は ISO規格 10012-1:1992 - 計測機器の品質保証要求を満足しており、さらにMIL-STD-45662A規格で定められている計量品質保証要求に合致しています。又校正基準器および校正に使用している機器はすべてはNISTトレーサブルで、周波数ポイント44点でNISTトレーサブルの認証を受けています。

PCB社は各種工業規格に準拠した、最も高精度で信頼性のある校正データを提供し続けることをお約束します。

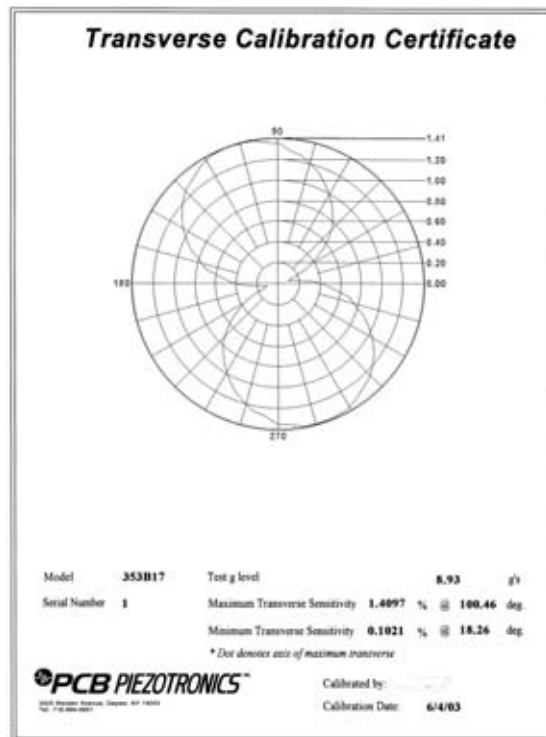


925A01型ホプキンソンバー校正システムで得られた校正プロット例

横軸感度校正のプロット例 (ATS-7)

## 校正証書

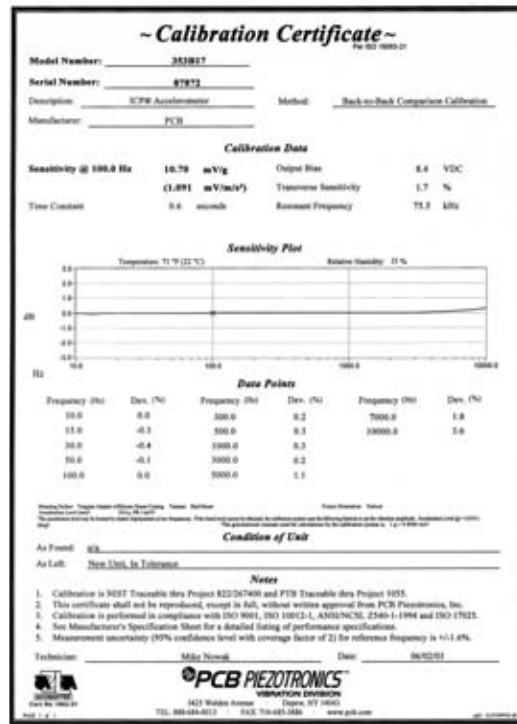
個々のセンサの校正試験データは参考特性データとし校正証書に添付されます。全自動コンピュータ制御校正装置により、個々の加速度計の使用周波数範囲での校正を行い、自動で周波数応答をプロットをします。さらに、別の試験で軸感度、横軸感度、共振周波数、出力バイアスレベル、絶縁抵抗、低周波数限界を規定する放電時定数の測定などを行っています。



## 特性試験

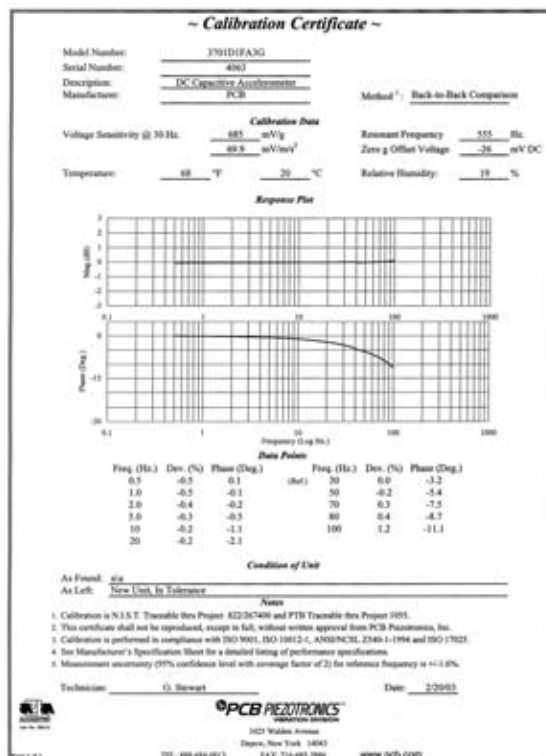
校正により、個々の加速度計が公表されている仕様を満足していることを確認します。その場合気をつけるべきことは測定環境です。加速度計の低周波限界はシグナルコンディショナ内回路の放電時定数によるハイパスフィルタ特性により決まります。この回路は ICP<sup>®</sup> センサ内部に組み込まれているか、電荷出力センサの場合は外部チャージアンプ内にあります。高周波限界は加速度計の共振周波数に依存しており、加速度計は一自由度系の構造特性を示します。もし、加速度計に自身の共振周波数以上の加速度を加えた場合、その共振を励起し誤差の多いデータが得られてしまいます。他の誤差要因としてはベースストレインの影響、熱衝撃、EMI、RFI等があります。それ故、測定に際しては常にセンサの置かれる環境を考慮に入れておく必要があります。環境の加速度計に対する影響を試験することで、実計測データをより良く理解できるようになります。

PCB社の振動センサ事業部で行っている試験サービスに関しては82ページをご参照ください。



一般的なICP<sup>®</sup>加速度計の校正証 (ACS-1)

低周波試験による校正証 (ACS-4)



# 校正 及び 試験サービス

## 校正と各種試験

加速度計の校正はその各種仕様を検証するための一連の試験から成ります。この一連の試験結果は“校正証書”で表します。“校正証書”例は80～81ページをご参照ください。

PCB社での加速度計の通常の校正では10Hzから5%上限周波数までの振幅応答 (ACS-1), 横軸感度試験、時定数計測などを行います。地震計測用加速度計では、さらに低周波応答として0.5Hzまで試験を行います (ACS-4)。衝撃用加速度計では高レベル衝撃試験 (ACS-14)を行います。ある種の低価格加速度計では一点振幅校正 (ACS-2)のみ行います。

PCB社での校正はすべてNISTトレーサブルでISO及び各種工業規格に適合し、その精度は保証されています。又PCB社では比較校正の基準加速度計では44の周波数点でNISTトレーサブルを取得しております。そして、校正用機器すべてにもNISTトレーサブルを取得しています。

PCB社では各種加速度計に右表の各種校正試験サービスを行っております。

校正試験サービス委託の詳細は弊社チームPCB までお問い合わせください。

## 校正及び試験サービス

コード	内容
ACS-1	一軸振幅応答校正 10 Hz から 5% 上限周波数まで。NISTトレーサブル
ACS-1T	三軸振幅応答校正 10 Hz から 5% 上限周波数まで。NISTトレーサブル
ACS-2	一軸一点振幅応答校正 @ 100 Hz, NISTトレーサブル
ACS-2T	三軸一点振幅応答校正 @ 100 Hz, NISTトレーサ
ACS-3	一軸位相校正、10 Hz から 5% 上限周波数まで。
ACS-3T	三軸位相校正、10 Hz から 5% 上限周波数まで。
ACS-4	一軸低周波位相・振幅校正 0.5 から10 Hz
ACS-4T	三軸低周波位相・振幅校正 0.5 から10 Hz
ACS-5	一軸高周波振幅校正 5%上限周波数 から15 kHz NISTトレーサブル
ACS-5T	三軸高周波振幅校正 5%上限周波数 から15 kHz NISTトレーサブル
ACS-6	一軸高周波振幅校正 15kHzから20 kHz
ACS-6T	三軸高周波振幅校正 15kHzから20 kHz
ACS-7	一軸高周波振幅校正 100Hzから50 kHz 重さ12グラムまで
ACS-8	一軸高周波振幅校正 100Hzから100 kHz 重さ3グラムまで
ACS-11	370シリーズDCセンサー軸周波数振幅校正、0.5 Hz から 5% 上限周波数まで。
ACS-14	衝撃加速度計ホプキンソンバー校正、1,000,000 m/s <sup>2</sup> まで
ATS-1	高温感度試験, 21°Cから204°Cまでの任意の温度での温度係数を計測
ATS-1A	ATS-1に測定温度点を追加
ATS-2	高温感度試験, 204°Cから343°Cまでの任意の温度での温度係数を計測
ATS-2A	ATS-2に測定温度点を追加
ATS-3	低温感度試験, -6°Cから-196°Cまでの任意の温度での温度係数を計測
ATS-3A	ATS-3に測定温度点を追加
ATS-4	トータル漏れ試験
ATS-5	ハーメチックシールの漏れ試験
ATS-6	水中加圧試験 — センサ/ケーブルを210kg/cm <sup>2</sup> に加圧し30分間放置
ATS-7	360° 横軸感度試験 極座標プロット