

# PRODUCT DATA

## 4447 型 人体振動計

振動に対する人体応答は、その周波数範囲、暴露量、接触部位に応じて異なります。振動の長期間暴露は、電動工具や車両のオペレータに害を及ぼす可能性があります。

EU 指令 2002/44/EC のような法令は、労働者を保護するために、職業上生じる振動暴露の危険性に対して、最小限の健康と安全の要求を規定しています。

4447 型 人体振動計は、人体に害を及ぼし得る振動の暴露を監視、低減し、確実に EU 指令に準拠することを目的として設計された、ポータブルシステムです。

本器は、国際規格 ISO 8041: 2005 "Human response to vibration – Measurement instrumentation" を満たす、効果的かつ使いやすい分析器です。



### 用途および特徴

#### 用途

- ・ 手腕振動測定
- ・ 全身振動測定
- ・ 振動暴露の評価

#### 特徴

- ・ バッテリ動作のコンパクトな機器
- ・ 4 個のボタン操作：使いやすく、現場作業用に最適で、グローブをつけたままの操作も可能

- ・ 非常に少ないケーブル：基本セットアップではトランスデューサへのケーブル 1 本のみ
- ・ 3 軸および単軸測定
- ・ EU 指令のパラメータの測定と表示
- ・ 現場での振動暴露評価 - 全ての必要なデータを表示
- ・ X, Y, Z 軸の振動とトータル値の同時表示
- ・ USB 接続：PC でのポスト処理およびデータ管理が可能で、充電も可能
- ・ PC へのデータ転送、データ管理、計算が可能な PC 用ソフトウェア BZ-5623 振動エクスペローラを同梱

## はじめに

手持ち工具、機械装置、大型車両は、振動をもたらします。この振動による悪影響は、振動の強さ、周波数成分、暴露の時間に依存します。

4447 型 人体振動計は、人体振動業務に従事し、迅速に信頼できる結果を必要とする、以下のような方々の要望に基づいて設計されました：

- ・ 労働衛生部門
- ・ 労働衛生の当局
- ・ コンサルタント
- ・ 工事請負業者
- ・ 振動の原因となる建築機械、貨物車両等の機械類の製造業者
- ・ 防振パッド、防振シート等の個人用保護器具の製造業者
- ・ 各種手持ち工具の製造業者
- ・ サービスおよび修理担当者
- ・ 教育機関
- ・ 医療機関

### EU 指令 2002/44/EC

- ・ 1 日（8 時間）の " 暴露限界値 (exposure action value) " および " 暴露対策値 (exposure limit value) " を規定し、労働者はこれらを越えて暴露されるべきではない
- ・ 測定および危険評価について雇用者の義務を規定
- ・ 確実に危険が除去される、または最小にとどめることを雇用者に対して要求。振動暴露による危険性をはらむ業務を遂行させる意思のある雇用者は、業務の前および最中に各種保護処置を取らなければならない
- ・ 振動暴露を低減または回避するための処置を定め、作業員に対する情報と教育の提供方法を詳述
- ・ 振動に起因する危険性にさらされる労働者の健康を監視するため、適切なシステムを設置することを EU 加盟国に要求

EU 指令によって以下の限界値と対策値が設定されています：

	手腕振動	全身振動
1 日（8 時間）暴露対策値 A(8)	2.5 m/s <sup>2</sup>	0.5 m/s <sup>2</sup> (または VDV = 9.1 m/s <sup>1.75</sup> )
1 日（8 時間）暴露限界値 A(8)	5 m/s <sup>2</sup>	1.15 m/s <sup>2</sup> (または VDV = 21 m/s <sup>1.75</sup> )

### 4447 型の準拠規格

EU 指令を準拠するため、関連測定パラメータは以下の国際規格を満たします：

- ・ ISO 5349 – 1:2001, Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements
- ・ ISO 2631 – 1:1997, Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements

4447 型は国際規格 ISO8041:2005 – Human response to vibration – Measuring instrumentation の健康と安全の測定要求を満たしています。

## ユーザーインターフェース

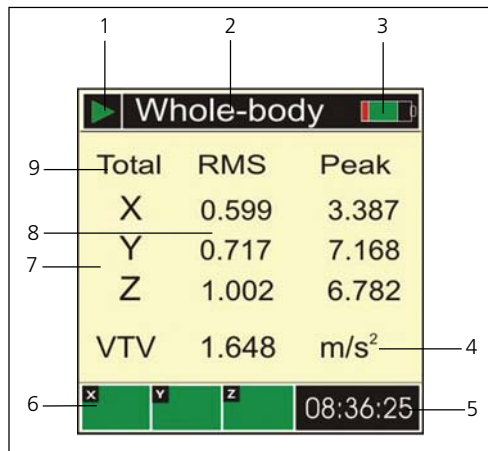
4447 型は、図 1 に示すように、4 つのボタンだけで簡単に操作できます。

**図 1**  
フロントパネル上の 4 つのボタンで 4447 型のユーザーインターフェースをコントロール



4447 型は、グラフィカルカラーインターフェースを用いて、簡単に測定をセットアップし、結果を表示します。読み値はデフォルトではメートル毎秒毎秒 ( $m/s^2$ ) とされていますが、 $g$ 、 $dB re. \mu m/s^2$ 、 $m/s^{1.75}$  または  $g \cdot s^{0.25}$  に表示を変更できます。測定中には、個別および結合軸の結果が表示されます。測定表示の例は図 2 を参照ください。測定中はいつでも、追加のスクリーン表示に移動することができます。

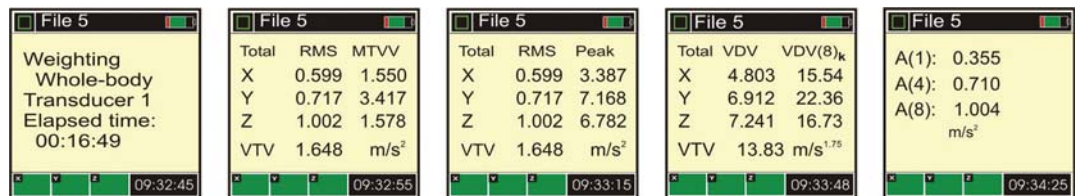
**図 2**  
測定表示の例



1. 測定状態 (測定中、一時停止、停止)
2. 周波数補正 (測定の種類)
3. 電池残量表示
4. 単位
5. 時刻または経過時間 (測定中)
6. ステータス表示:
  - 緑: CCLD モード
  - 赤: 開放回路、短絡回路、オーバーロード
  - 黄: アンダーレンジ
7. 軸
8. 結果の表示
9. パラメータ記号

測定は、約 750 回測定の容量分を不揮発性メモリに保存できます。保存された測定は、A(1)、A(4)、A(8) (それぞれ 1、4、8 時間) の計算暴露値を含めて表示できます。(図 3)

**図 3**  
保存した測定と計算暴露値の例

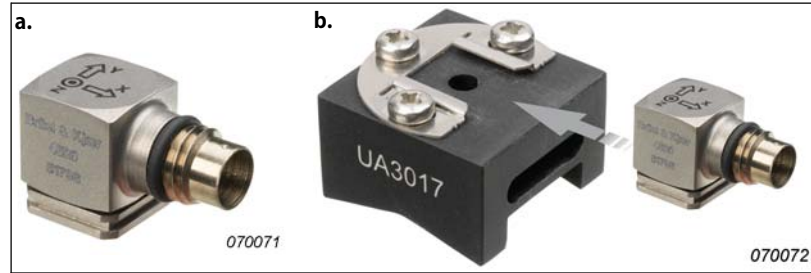


保存した結果は、USB インタフェースを用いて PC に転送することで、保管や詳細処理を行うこともできます。そのための、ソフトウェアが本器に付属されます。

## 4447 型による手腕振動測定

手腕振動を測定する場合、ISO5349 – 2:2001 Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace; ISO 20643:2005, Mechanical vibration – Handheld and hand-guided machinery – Principle for evaluation of vibration emission と評価される装置の関連製造規格を参考にしてください。

**図4**  
**a.** 4520-002 型 3 軸加速度ピックアップ  
**b.** アダプタ上のクリップに4520-002型を取付け



手腕振動は付属の4520-002型3軸加速度ピックアップによって測定されます(図4a参照)。測定する前に、この加速度ピックアップを、AO-0693 ケーブルを用いて本体の3軸入力に

接続し、付属の3つのアダプタのうちの1つに取り付けます。各アダプタはピックアップ取付け用のクリップを装備しています(図4b参照)。

手腕測定における振動トータル値(vibration total value; VTV)を計測する際、全ての軸に同じ補正を用いるので、トランスデューサの方向は重要ではありません。しかし、各直交軸の振動値は記録や工具評価のために重要となります。このため、トランスデューサを正しい方向で取り付けることを推奨します。

工具上の振動が手に伝わる点のできるだけ近くにトランスデューサを取り付けなければならないため、測定の際に加速度ピックアップと併せて利用するアダプタの選択には、注意を払う必要があります。取付け位置は例えば手の中央または人差し指と親指の間などの位置です。空間に余裕があれば、UA-3017 キューブアダプタが推奨されます。工具に取付けることが不可能な場合には、UA-3015 ハンドアダプタまたはUA-3016 ハンドルアダプタを利用してください。

**図5**  
 手腕振動測定で利用可能な加速度ピックアップアダプタの例

**a.** UA-3015:



**b.** UA-3016:



**c.** UA-3017:



1日の振動暴露を評価するためには、オペレータが振動暴露される時間の推定が必要になります。オペレータは、測定中に時間平均周波数補正実効加速度値である、VTVをモニタできます(図6)。

図6  
VTV 値の例

Hand-arm		
Total	RMS	Peak
X	1.501	23.41
Y	1.146	13.26
X	1.110	14.74
VTV	2.191	m/s <sup>2</sup>
x	y	z
00:14:51		

測定時間と暴露時間が等しく、1つの工具だけを使用した場合、表示される結果は A(8) 暴露として有効です。もしある人が複数の種類の振動に暴露される場合(1日に2種類以上の異なる工具を使用するか、複数の工程を行う場合など)、「部分振動暴露」が個々の振幅と持続時間から計算されます。部分振動値は、その人に対するオーバーオールの日暴露値 A(8) を得るために統合されます。この計算は、4447型付属の BZ-5623 振動エクスペローラの PC ソフトウェアで行えます。

## 4447 型による全身振動測定

全身振動を測定する場合には、ISO 2631 - 1:1997, Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements; EN 14253:2003, Mechanical vibration - Measurement and calculation of occupational exposure to whole-body vibration with reference to health - Practical guidance と評価される装置の関連製造規格を参考にしてください。

振動が人体へ伝わる接触面に対し、相対的に定義される 3つの直交方向に沿って、振動を測定します。人体振動を測定する場合には、4515-B-002型 3軸 DeltaTron シートパッド加速度ピックアップを利用します(図7参照)。

図7  
4515-B-002 型 3軸  
DeltaTron シートパッド  
加速度ピックアップ



その実効振動振幅は、座位のシートまたは立位の足元における周波数補正加速度として、m/s<sup>2</sup>の単位で表現されます。実効振動振幅は測定期間での平均加速度を表します。ISO2631-1は X軸と Y軸の全身測定のために kファクタの乗算を要求しています。X軸と Y軸の kファクタはともに 1.4です。リスク評価に使

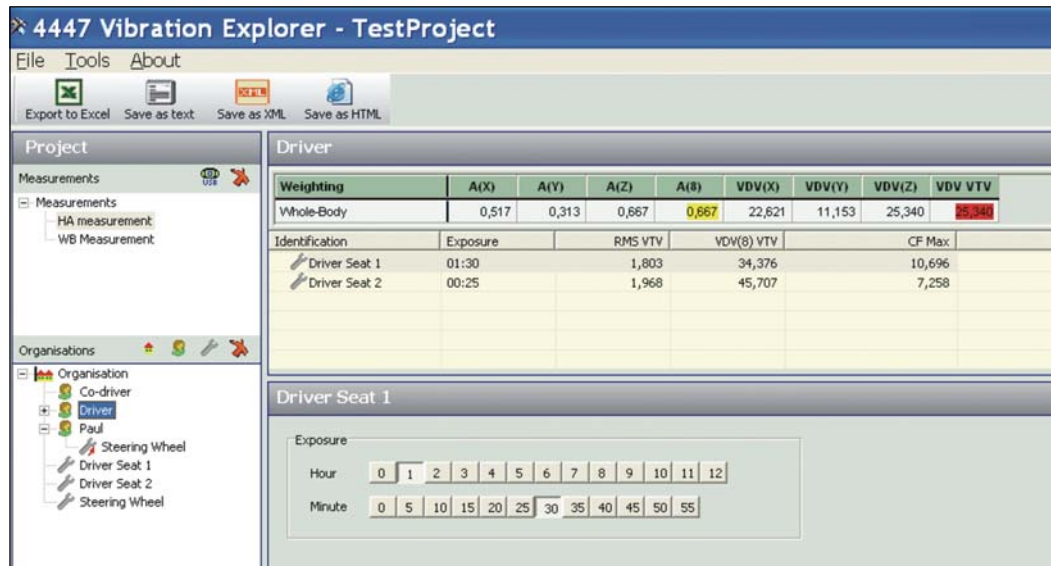
われるのは、3つの直交軸(4447型では  $1.4a_{wx}$ ,  $1.4a_{wy}$  または  $a_{wz} - 1.4 \times \text{Total RMS X}$ ,  $1.4 \times \text{Total RMS Y}$  または  $\text{Total RMS Z}$ )のうちの最高値です。

振動ドーズ値 (VDV) は振動暴露を表す代替指標です。VDV 測定の単位は、メートル毎秒の 1.75 乗 (m/s<sup>1.75</sup>) です。実効振動振幅とは異なり、測定された VDV は累積値であるため、測定時間に依存して増加します。よって、VDV 測定においては、値の測定継続時間を知ることが重要です。リスク評価のために使われるのは、3つの直交軸の値 ( $1.4VDV_{wx}$ ,  $1.4VDV_{wy}$  または  $VDV_{wz}$ )のうちの最高値です。4447型のディスプレイには、その時の VDV と、それぞれの kファクタ (1.4, 1.4, 1) が乗算された、8時間換算の  $VDV(8)_k$  の両方を示します。測定された VDV は、他の暴露状況に関連した全体のリスク評価を計算するために PC ソフトウェア 振動エクスペローラが利用できます。


## PC ソフトウェア : BZ-5623 振動エクスペローラ

BZ-5623 振動エクスペローラは、4447 型に付属しており、PC への結果の転送とデータ操作を行うことができます。例えば、異なる作業の測定ポイントの振動レベルを結合し、各作業に対する暴露時間を割り当てることで結合暴露を計算し、結合した作業に対する暴露限界を与えることができます（図 8 参照）。この測定は、異なる作業ポイントまたはオペレータに対して割り当てることができ、手腕振動と全身振動のどちらに対しても使用することができます。

図 8  
組み合わせ作業の暴露  
限界を計算、表示する  
BZ-5623 PC ソフトウエ  
ア



## 適合規格

	CE マークは EMC 指令および低電圧指令に適合することを示す。 C-チックマークはオーストラリアおよびニュージーランドの EMC 要求事項に適合することを示す。
安全	EN/IEC 61010-1: 測定、制御、研究室における電子装置に対する安全要求 ANSI/UL 61010-1: 測定、制御、研究室における電子装置に対する安全要求
EMC エミッション	EN/IEC 61000-6-3: 住居、商業および軽工業環境に対する共通エミッション規格 EN/IEC 61000-6-4: 工業環境に対する共通エミッション規格 CISPR 22: 情報技術装置における高周波妨害特性 クラス B 制限 FCC Rules, Part 15: クラス B デジタル装置における制限への適合
EMC イミュニティ	EN/IEC 61000-6-1: 共通規格—住居、商業および軽工業環境に対するイミュニティ EN/IEC 61000-6-2: 共通規格—産業環境に対するイミュニティ EN/IEC 61326: 測定、制御、研究室用の電子装置 - EMC 要求事項 <b>注意 1:</b> 上記は、このプロダクトデータシートに表記された付属品を用いる場合のみに保証されます。
温度	IEC 60068-2-1 及び IEC 60068-2-2: 環境試験。寒冷および乾熱。 動作温度: -10 から +50 °C (14 から 122 °F) 保管温度: -25 から +70 °C (-13 から 158 °F)
湿度	IEC 60068-2-78: Damp Heat: 93% RH (40 °C (104 °F) にて結露なし)
機械	非動作時: IEC 60068-2-6: 振動: 0.3 mm, 20 ms <sup>-2</sup> , 10-500 Hz IEC 60068-2-27: 衝撃: 1000 × 40g IEC 60068-2-29: 衝突: 6 × 1000 回 40g にて
筐体	IEC 60529: 筐体による保護: IP44

## 仕様 - 4447 型 人体振動計

4447 型は次の国家および国際規格に適合します：

- ISO8041-2005: Human response to Vibration - Measuring Instrumentation
- ISO5349-1: 2001: Mechanical Vibration - Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand-transmitted Vibration - Part 1: General Requirements
- ISO5349-2: 2001: Mechanical Vibration - Measurement and Evaluation of Human Exposure to Hand-transmitted Vibration - Part 2: Practical Guidance for Measurement at the Workplace
- ISO2631-1: 1997: Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration - Part 1: General Requirements
- EU Directive 2002/44/EC

### 付属加速度ピックアップ

	4520-002	4515-B-002
	手腕振動	全身振動
公称感度	1 mV/(ms <sup>-2</sup> )	10 mV/(ms <sup>-2</sup> )
フィルタ	W <sub>h</sub>	W <sub>d</sub> , W <sub>k</sub>
周波数範囲	2 Hz ~ 7 kHz	0.25 Hz ~ 900 Hz
直線動作範囲 <sup>a</sup>	1 ms <sup>-2</sup> ~ 3200 ms <sup>-2</sup>	0.1 ms <sup>-2</sup> ~ 320 ms <sup>-2</sup>
自己ノイズ	<0.1 ms <sup>-2</sup>	<0.01 ms <sup>-2</sup>

a. 直線動作範囲が本器の測定範囲。ISO8041:2005 に準拠して規定。この範囲外は、'オーバーロード' または 'アンダーレンジ' を示す。

### 衝撃限界

推奨トランスデューサの最大衝撃レベル (± peak) : 50 km/s<sup>2</sup>

### 入力チャンネル

4447 型は 3 個および 1 個のアナログ入力チャンネルと 1 つの USB デジタル I/O を備えます。この入力には 3 軸およびまたは単軸の加速度ピックアップ用に設計され、CCLD 電源供給の選択も可能。入力チャンネルの感度は人体振動測定に利用される代表的トランスデューサに合うように設計されています。

### ケーブル

4447 型は最長 3 m (9.84 ft) のケーブルを利用可能

### 検波器

各チャンネルにおいて補正された実効値振動値およびピークを同時測定

### 周波数補正

周波数補正フィルタは、W<sub>h</sub>、W<sub>d</sub>、W<sub>k</sub> フィルタを含む、ISO 8041-2005 準拠の周波数補正用

### 表示

124 × 124 pixel 分解能のカラーグラフィカルディスプレイ

本器状態を示す以下の基本情報をアイコンで表示：

- 電池残量表示
- 測定状態：測定、一時停止、停止
- 入力タイプ：直接または電圧入力の際 'V'、または DeltaTron® 入力の際 'OK'
- オーバーロード (O)
- アンダーレンジ (U)
- 経過時間：00:00:00

### セットアップモード

補正フィルタ (測定の種類)

表示単位

### 測定パラメータ

測定パラメータはセットアップモードの選択に準じます。次のパラメータは測定、測定中および測定後に計算されて表示されます：

パラメータ	表示	単位
リア平均による測定期間中の時間平均補正加速度値	Total RMS X, Y, Z	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
トータル RMS (自乗和の平方根) の振動トータル値：直交 3 軸値 × それぞれの k ファクタ	Total RMS VTV	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
ランニング RMS 値：1 秒時定数の指数平均による周波数補正瞬時振動	Curr RMS X, Y, Z	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
最大過渡振動値：測定期間中の Curr RMS の最大値	MTVV	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
ピーク振動値：周波数補正加速度の瞬時 (正および負) ピークの最大絶対値。測定期間中を通じて測定。	Peak	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
振動ドーズ値 (VDV)：瞬時周波数補正振動加速度の 4 乗を時間積分したものの 4 乗根。測定期間中を通じて測定。	VDV	m/s <sup>1.75</sup> , g·s <sup>0.25</sup> または dB <sup>a</sup>
トータル VDV の振動トータル値：3 直交値の RMS × それぞれの k ファクタ	Total VDV VTV	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
8 時間振動ドーズ値：任意の測定期間中に測定された VDV を、測定時間が 8 時間の場合に得られる値に外挿 / 補間し、各 k ファクタを乗算。	VDV(8)k	m/s <sup>1.75</sup> , g·s <sup>0.25</sup> または dB <sup>a</sup>
測定時間	経過時間	時間：分：秒
8 時間 1 日振動暴露 A(8)：手腕振動の結果では、A(8) = トータル RMS VTV。全身振動の結果では、A(8) = 3 軸トータル RMS の最大値 × 各 k ファクタ	A(8)	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
4 時間 1 日振動暴露：4 時間暴露に対して再計算された A(8)。	A(4)	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>
1 時間 1 日振動暴露：1 時間暴露に対して再計算された A(8)。	A(1)	m/s <sup>2</sup> , g または dB <sup>a</sup>

a. dB の基準は 1 μm/s<sup>2</sup> (VDV の場合：1 μm/s<sup>1.75</sup>)

### 校正

校正チェック振動値：10 m/s<sup>2</sup>

校正チェック周波数：159.2 Hz

電気校正チェック電圧：100 mV (4515-B-002 型の場合) および 10 mV (4520 型の場合)

### メモリ

64 kB または 750 回 (3 軸) 測定を不揮発メモリに保存可能

### USB インタフェース

USB 2.0 に適合

コネクタ：Mini B

### クロック

リアルタイムクロックおよびタイムスタンプ測定

### バッテリー

再充電可能 Li-ion バッテリ 3.7 V, 2150 mA。付属 ZG-0459 充電器により 6 時間以上の充電後に、室温時の連続使用にて最長 2.5 時間。

**注意 1**：ノイズ発生の原因となる可能性があるため、測定中に外部電源 (ZG-0459 充電器) の利用は推奨されません。

**注意 2**：ユーザーによるバッテリー交換はできません。ブリュエル・ケアー・ジャパンに本体とバッテリーをお送りください。

### 物理寸法

寸法：70 × 135 × 28 mm

重量：260 g バッテリを含む

ご注文のための情報



**4447-A 型**

4515-B-001 型

**人体振動計、以下を含む：**

3 軸 DeltaTron シートパッド加速度ピックアップ、4524-B 型内蔵、10 mV/(ms<sup>2</sup>)、TEDS、3m 専用ケーブル (4-pin LEMO 出力) および DH-0411 シートパッド加速度ピックアップ用ストラップ

4520-002 型

AO-0693-D-025

小型 3 軸 DeltaTron 加速度ピックアップ、1 mV/(ms<sup>2</sup>) LEMO 対 4-pin ¼-28 MicroTech コネクタケーブル、2.5 m 付属品は以下のとおり：

- AO-1476: USB 標準 A 対 USB Mini B インタフェースケーブル、1.8 m
- UA-3015: ハンドアダプタ
- UA-3016: ハンドルアダプタ
- UA-3017: 直接固定用キューブアダプタ
- BZ-5623: 4447 振動エクスプローラ (データ転送、測定サイトの組織化および計算用ソフトウェア)
- ZG-0459: 充電器、100-240 V、50-60 Hz
- QA-0232: スクリュードライバ
- YJ-0216: 取付け用ビーズワックス
- DB-0756: セメンティングスタッド、10-32 UNF

- DH-0750:
  - DG-0517:
- 4447-B 型**

- 4294 型：
- DV-0459:

**4447-C 型**

4447 型用リストストラップ

マジックテープストラップ

**人体振動計、以下を含む：**

4447-A 型のすべての構成部品と付属品に加えて：

- 校正用加振器
- 小型校正用クリップ

**人体振動計、以下を含む：**

4447-A 型のすべての構成部品と付属品から、4515-B-001 型 3 軸 DeltaTron シートパッド加速度ピックアップおよび DH-0411 シートパッド加速度ピックアップ用ストラップを除く

**オプションアクセサリ**

4294 型

校正用加振器 (4447-B 型に含まれる)

DV-0459

小型校正用クリップ (4447-B 型に含まれる)

4515-B-001 型

3 軸 DeltaTron シートパッド加速度ピックアップ、4524-B 型内蔵、10 mV/(ms<sup>2</sup>)、TEDS、3m 専用ケーブル (4-pin LEMO 出力)

AO-0694-D-012

3 × 10-32 UNF LEMO メス、1.2 m

AO-0693-D-025

LEMO オス 対 4-pin ¼-28 コネクタケーブル、2.5 m (単軸測定、第 4 チャンネル用)

DV-0459

小型校正用クリップ (4447-B 型に含まれる)

DV-0463

UA-3015、UA-3016、UA-3017 アダプタ用スプリングクリップ

DV-0497

分析器用ベルトクリップ

UA-2085

10 × UA-3015、UA-3016、UA-3017 アダプタ用スクリュー

DH-0411

シートパッド加速度ピックアップ用ストラップ (4447-A および 4447-B 型に付属)

**サービス製品**

4447-CVF

加速度ピックアップの認証校正および分析器の検証

4447-CVI

加速度ピックアップの認証初期校正および分析器の初期検証

4447-TCF

証明付き適合試験

4447-EW1

拡張保証 (1 年延長)

ブリュエル・ケアーは予告なく仕様および付属品を変更する権利を保有します。

HEADQUARTERS: DK-2850 Nærum · Denmark · Telephone: +45 4580 0500  
 Fax: +45 4580 1405 · www.bksv.com · info@bksv.com

**ブリュエル・ケアー・ジャパン**

スペクトリス株式会社 ブリュエル・ケアー事業部  
 東京都品川区北品川1丁目8番地11号 TEL.03(5715)1612  
 大阪府大阪市淀川区宮原3丁目5番地24号 TEL.06(4807)3261  
 愛知県名古屋市中区錦1丁目20番19号 TEL.052(220)6081  
 http://www.bksv.jp info\_jp@bksv.com

