

神奈川産業保健推進センター研修会

「人体振動の国際動向」

前田節雄  
 有害性評価研究グループ  
 労働安全衛生総合研究所  
 maedas@h.jniosh.go.jp

本日の予定

- 簡単な自己紹介
- 簡単な労働安全衛生総合研究所の紹介
- 国際的な振動障害予防対策の状況
- ISOとは？
- 英国での取り組み
- わが国での振動障害予防対策の必要性
- リスクアセスメントの方法
- デモ(振動計測・評価の実際)

Brief introduction about Setsuo Maeda

前田節雄



1978年4月から2000年3月  
 近畿大学工学部経営工学科勤務  
 人体振動の研究に従事

2000年4月から2006年3月: 産業医学総合研究所  
 2006年4月から現在: 労働安全衛生総合研究所  
 労働現場で働く作業者を振動暴露による疾病から予防するための  
 研究に従事

Brief introduction about JNIOASH

National Institute of Industrial Safety  
 産業安全研究所

+

National Institute of Industrial Health  
 産業医学総合研究所

=

National Institute of Occupational Safety  
 and Health, Japan (JNIOASH)  
 労働安全衛生総合研究所  
 From 1<sup>st</sup> April 2006



組織図



Japan National Institute of Occupational Safety and Health  
Institute of Industrial Health

神奈川県川崎市多摩区長尾6-21-1

Home Page:  
<http://www.jniosh.go.jp/>



Current Papers of Whole-Body Vibration

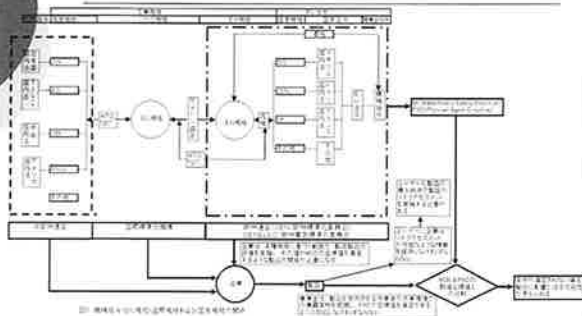
- o Whole-Body Vibration perception Thresholds of Recumbent Subjects - Part 1: Supine Posture -, Industrial Health, 1999, 37, 398-403.
- o Whole-Body Vibration perception Thresholds of Recumbent Subjects - Part 2: Effect of Vibration Direction -, Industrial Health, 1999, 37, 404-414.
- o Measurement of whole-body vibration exposure from Garbage Trucks, Journal of Sound and Vibration, 1998, 215(4), 959-964.
- o Whole-body vibration and health effects in the agricultural machinery drivers, Industrial Health, 1998, 36, 127-132.
- o Influence of frequency on difference thresholds for magnitude of vertical sinusoidal whole-body vibration, Industrial Health, 2002, 40, 313-319.

Current Papers of Hand-Arm Vibration

- o Comparison of Vibrotactile Thresholds on the Finger Obtained with ISO type Equipment and Japanese Equipment, Industrial Health, 1997, 35, 343-352.
- o A comparison of vibration magnitudes on the tool with different subject according to the ISO 8662-7 standard, Industrial Health, 2001, 39, 255-268.
- o Thermotactile perception thresholds measurement conditions, Industrial Health, 2002, 40, 353-361.

国際的な振動障害予防対策の状況

機械指令・EN規格・EU加盟国規格・ISO規格  
Non-EU加盟国規格(例:JIS規格)の関係



89/392/EEC(製造メーカー向け)

Directive 98/37/EC of the European Parliament and of the council of 22 June 1998 on the approximation of the laws of Member States relating to machinery (Machinery Safety Directive)

Machinery Safety Directive

(機械設備に関する加盟国の法律を近似させるための指令)  
"振動:機械の設計・製作は、特に振動源での振動低減技術の発展とその方法の利用可能性を考慮の上、振動による危険を最低レベルに抑えるようにすること。"  
"人が受ける周波数補正振動加速度実効値が適当な試験規則で求めた際に、2.5 m/s<sup>2</sup> rms [手腕](0.5 m/s<sup>2</sup> rms [全身])を超える場合はその値、加速度が2.5 m/s<sup>2</sup> rms (0.5 m/s<sup>2</sup> rms)を超えない場合はその旨記すこと。"

## 物理的要因(振動)から生じる危険に対する労働者の暴露に対する安全衛生の最低必要条件について

Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration)  
Physical Agent Directive (Vibration) 2005年7月6日からスタート

- 1: この指令は、評議会指令89/391/EEC第16条(1)の目的における個別指令であり、機械的振動曝露から生じる、あるいは生じる可能性がある安全と健康への危険から労働者を保護するための最低必要条件を定めている。
- 2: 1日8時間の等価振動加速度として、手振動暴露の場合、振動暴露限界値(exposure limit value)を $5 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$ とし、振動暴露対策値(exposure action value)を $2.5 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$ とする。また、全身振動暴露の場合、暴露限界値を $1.15 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$ あるいは $21 \text{ m/s}^4 \text{ rms}$ 、暴露対策値を $0.5 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$ あるいは $9.1 \text{ m/s}^4 \text{ rms}$ としている。
- 3: 測定は手振動暴露の場合は、ISO 5349-1:2001およびISO 5349-2に従い、全身振動暴露の場合は、ISO 2631-1に従い、周波数補正加速度(rms)の3軸合成値の8時間等価暴露量で評価する。
- 4: 振動の暴露量が振動暴露対策値を超える場合、雇用者は労働者に対し、情報の提供、リスクの低減、健康診断を実施する。

## MSD & PADを採択し、自国の法律を策定した国々

- 1: イギリス
- 2: フランス
- 3: フィンランド
- 4: スウェーデン
- 5: イタリア
- 6: ベルギー
- 7: ポーランド
- 8: ボルトガル
- 9: ノルウェー
- 10: アメリカ
- 11: 日本(?)

## ISOとは?

## ISOの目的

ISOとは、"物質及びサービスの国際交換を容易にし、知的、科学的、技術的及び経済的活動分野の協力を助長させるために世界的な標準化及びその関連活動の発展開発を図ること"を目的に、1947年2月23日に発足した、国際的に通用させる規格や標準類を制定するための国際機関である。

## ISOとは?

ISOの英語表現は、International Organization for Standardizationでなされるが、単純に頭文字を取ると"IOS"になる。"ISO"とは、"相等しい"という意味を表すギリシャ語である"isos"から取られたものである。また、この"isos"は、英語のisonomy(法の下での平等)あるいはisometric(同じくらいの大さき)などの接頭語の"iso-"の語源でもある。最初に、国際標準化を進めた人たちが、"ISO"を選択した理由には、"相等しい"、"平等"、"同等の大さき"などの概念から、"規格"あるいは"標準化"の推進を考へて、"ISO"という略号が決まったといわれている。

## ISOの組織

TC: Technical Committee: about 200  
SC: Subcommittee: about 600  
WG: Working Group: about 2000

## ISO規格の考え方

- 1: Measurement(測定)
- 2: Evaluation(評価)
- 3: Assessment(影響評価)





## What is Occupational Vibration?

Whole-body vibration  
Hand-arm vibration

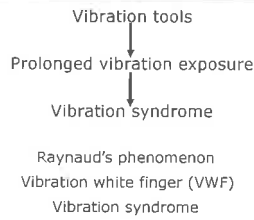
日本のこれからの振動障害  
予防対策について？



## Practical of hand-arm vibration



## Hand-Arm Vibration

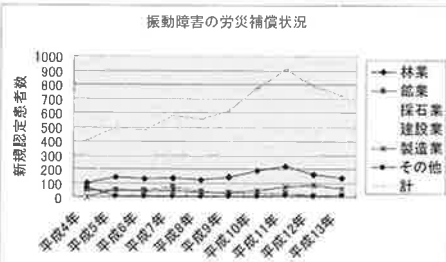


## Hand-Arm Vibration Syndrome



## 振動障害予防対策の必要性

各国内メーカーは、建設業を中心とする最近の振動障害発生状況より、低振動の努力をしているが、測定方法が各社で異なると納入先の評価と異なる結果となり、取り引き上問題となりやすい。よって、各社が同じ評価が出来る規格を必要としている。厚生労働省：第10次労働災害防止計画>新規認定患者数の減少  
Risk Assessmentのための工具のラベリングの実施を考えている



## Not Recognize the Vibration Tool Hazard

**Industrial Accident Prevention Plan  
(10th Industrial Accident Prevention Plan, from 2003 to 2007)**  
Ministry of Health, Labour and Welfare  
March 24, 2003  
第10次労働災害防止計画：厚生労働省  
The plan will aim to steadily reduce work-related diseases such as health disorders caused by excessive work or stress in the workplace.

厚生労働省  
振動障害等の防止に係る作業管理の  
あり方検討会（平成18年3月29日スタート）

- 1: 作業や事業主が、購入の購入時点で、工具の振動による危険度が把握できるようなラベリングシステムの構築
- 2: 作業や事業主が、現場で使用する予定の工具の種類と時間とから、1日の使用による危険度を事前に予測できるシステムの

今後、わが国で検討が必要になること

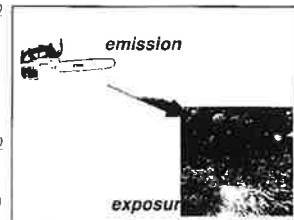
- 1: わが国の工具メーカーは、国際整合性のある試験規則による振動工具別の宣言値を出すことが可能か？
- 2: わが国には、そのような試験規則のJIS規格は存在しているのか？
- 3: わが国には、英国のようなレンタル会社がないので、工具メーカーからの宣言値をどこが窓口になり受け取り、評価し、ラベリングするのか？
- 4: 工具メーカーにラベリングをさせるのか？（工具メーカーのカタログ表示は可能であると思われる）
- 5: また、零細企業で、自社にて宣言値を出せないような企業に関しては、どのように対応するのか？

リスクアセスメントの方法

Emission値とExposure値

**Emission値 (MSDで規定)**  
メーカーからの試験規則に基づいて測定された宣言値（最初の段階のリスク評価）  
作業や事業主が工具購入時点で工具のリスク評価が可能になる。

**Exposure値 (PADで規定)**  
実現場での作業者へ実際に暴露される振動値（作業方法などにより振動暴露値が変動する。いい測定器が待たれている。



手持振動工具の試験規則

- ISO 8662-1:1998 Hand-held portable power tools -- Measurement of vibrations at the handle -- Part 1: General
- ISO 8662-2: Chipping hammers and riveting hammers
- ISO 8662-3: Rock drills and rotary hammers
- ISO 8662-4: Grinders
- ISO 8662-5: Pavement breakers and hammers for construction work
- ISO 8662-6: Impact drills
- ISO 8662-7: Wrenches, screwdrivers and nut runners with impact, impulse or ratchet action
- ISO 8662-8: Polishers and rotary orbital, or random orbital sanders
- ISO 8662-9: Rammers
- ISO 8662-10: Nibblers and shears
- ISO 8662-11: Fastener driving tools
- ISO 8662-12: Saws and files with reciprocating action and saws with oscillating or rotating action
- ISO 8662-13: Die grinders
- ISO 8662-14: Stone-working tools and needle scalars

振動測定の実際



振動の評価 (Evaluation)

振動レベル(各軸: x、y、z軸)

↓

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2}$$

$$a_{hv} = (a_{hvx}^2 + a_{hvy}^2 + a_{hvz}^2)^{1/2}$$

2002/44/EC Physical Agent Directive(Vibration)

EU振動指令 (Directive 2002/44/EC of the European Parliament and the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risk arising from physical agents (vibration)) では、

振動暴露限界値を  $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$   
 振動暴露対策値を  $A(8) = 2.5 \text{ m/s}^2$   
 としている。

EU Directiveに基づいたリスク評価方法1  
メーカーの宣言値より

Emission値からの評価

$$t = (2.5^2 \times T_8) / (a_{hv}^2)$$

$$t = (5^2 \times T_8) / (a_{hv}^2)$$

$a_{hv}$ は、振動工具メーカーからの宣言値  
 振動暴露対策値、振動暴露限界値からみた、  
 メーカーからの宣言値からみた1日の許容作業時間を推定することが可能

EU Directiveに基づいたリスク評価方法2  
現場での測定値より(工具が1つの時)

Exposure値からの評価

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{t/T_8} < 2.5 \text{ (振動暴露対策値)}$$

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{t/T_8} < 5.0 \text{ (振動暴露限界値)}$$

$a_{hv}$ : 測定振動加速度実効値  
 t: 測定時間(hours)

EU Directiveに基づいたリスク評価方法3  
現場での測定値より(工具が複数の時)

Emission値あるいはExposure値からそれぞれのA(8)値を求めることが出来る

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{t/T_8}$$

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + \dots + A_n(8)^2}$$

EU Directiveに基づいたリスク評価方法3  
現場での測定値より(工具が複数の時)

The diagram illustrates the process of calculating the overall A(8) value from multiple tools. It includes a table with columns for tool type, exposure value, and time. Below the table, there are numbered steps: 1. Calculate A(8) for each tool, 2. Square each A(8) value, 3. Sum the squared values, 4. Take the square root of the sum to get the final A(8) value.





スライド2 (蓮見先生)

## 人体振動計測とVM-54

リオン株式会社 蓮見敏之  
http://www.rion.co.jp

 RION CO., LTD.

### 人体振動とは・・・

**手腕振動**  
チェーンソー、削岩機、  
手持ち振動工具

**全身振動**  
長距離トラック、建設機械、  
農業用機械など

白ろう病、末梢神経障害、腰痛、脊柱障害

原因は人体への振動暴露

2006.12.16 株式会社リオン 2

### 人体振動計測の目的

作業者を振動から守る

↓

EU Directiveでは振動暴露値に対策値、限界値を定めている

手腕振動 対策値  $2.5\text{m/s}^2$ (RMS) 限界値  $5\text{m/s}^2$ (RMS)

全身振動 対策値  $0.5\text{m/s}^2$ (RMS)  $9.1\text{m/s}^{1.75}$

限界値  $1.15\text{m/s}^2$ (RMS)  $21\text{m/s}^{1.75}$

↓

計測を行い、さまざまな作業工程での振動暴露値を知ることが必要 → 予防

2006.12.16 株式会社リオン 3

### 測定器の規格、構成例

測定器の関連規格	ISO 8041:2005 JIS B 7760-1:2004(全身振動) JIS B 7761-1:2004(手腕振動)
----------	---

測定器の構成例



2006.12.16 株式会社リオン 4

### 昔の手腕振動測定装置



手持ち工具用振動レベル計 VM-50  
<ISO 8041:2005、JIS B 7761:2004に適合しない>

2006.12.16 株式会社リオン 5

### 人体振動測定装置 VM-54

特徴

人体振動の規格に適合

4種類のプログラムカード

CFカードへのデータ保存

2種類の液晶画面






全身振動

手腕振動

船舶居住区

FFT



振動計 (VM-54)

2006.12.16 株式会社リオン 6

RION

## CFカードへのデータ保存

- CFカードにCSVファイル形式でデータストア
- パソコンで、ストアデータの読み込みが可能  
Microsoft EXCELなどで表示、編集可能

2006.12.16 神奈川県産業振興協会

RION

## 2種類の液晶画面

メイン画面      サブ画面

- メイン画面で選択1軸の測定値を大きく表示
- サブ画面で、3軸のバーグラフや測定値、操作メニュー、リコールデータなどを表示

2006.12.16 神奈川県産業振興協会

RION

## サブ画面 多彩な画面表示

3方向バーグラフ      3方向測定値      演算値リスト

操作メニュー      リコールデータ      FFTデータ

2006.12.16 神奈川県産業振興協会

RION

## 測定における注意点

**ピックアップ**  
 手腕測定では小型軽量、3軸ピックの使用が望ましい

**測定ポイント**  
 人体に入力される部分で計測  
 手腕振動ではアタッチメントが有効  
 ケーブル取り扱い

2006.12.16 神奈川県産業振興協会

RION

## 手腕振動測定

2006.12.16 神奈川県産業振興協会

RION

## 全身振動測定

2006.12.16 神奈川県産業振興協会

測定における計測器の操作

- ①感度設定
- ②動作チェック、加振校正
- ③周波数補正特性の設定
- ④レンジ設定
- ⑤演算に関する設定
- ⑥測定(演算測定)
- ⑦評価値の算出

2008.12.16 株式会社 神奈川県産業振興協会 13

① 感度設定

ピックアップには種類と感度があり、適切な設定を振動計本体で行う必要がある。

種類と感度値  
 $pC/m/s^2 \rightarrow Charge$   
 $mV/m/s^2 \rightarrow CCLD$

振動計本体に、ピックアップの種類と感度を設定します。

ピックアップ付属の感度表

VM-54メニュー画面

2008.12.16 株式会社 神奈川県産業振興協会 14

② 動作チェック、加振校正

簡単な動作チェック  
 ピックアップ接続後、ピックアップを3方向それぞれに振り、振動計本体で動作を確認する。

加振校正  
 基準振動を出力する加振器で、測定器全体の校正が可能

VE-10 基準信号 10m/s<sup>2</sup>で加振する装置

2008.12.16 株式会社 神奈川県産業振興協会 15

③ 周波数補正特性の設定

周波数補正特性の設定  
 手動振動ではWh特性

周波数補正特性の切替スイッチ

操作パネル

2008.12.16 株式会社 神奈川県産業振興協会 16

④レンジ設定

レンジ設定

OVERのしないレンジに設定する。

レンジ設定スイッチ

2008.12.16 株式会社 神奈川県産業振興協会 17

⑤ 演算に関する設定

演算時間の設定  
 対象機器の振動測定時間を設定

STARTスイッチON

停止

演算時間

Time

2008.12.16 株式会社 神奈川県産業振興協会 18

**⑥ 測定**

**測定**  
Startスイッチを押すと、測定(演算)が開始します。

**データの保存**  
VM-54はCFカードへ、測定データを保存することができます。その場合は、STOREスイッチを押します。

2005.12.16 神奈川測量学会 19

**⑦ 評価値の算出**

演算結果の算出  
(測定終了後、液晶に表示)

エクセルマクロにて、A(8)の算出

2005.12.16 神奈川測量学会 20

**FFT分析機能(オプション)**

3ch同時分析

ライン数400  
表示ズーム有り

ハニングまたは  
レクタンギュラ

時間領域のO.A.値とFFT合成のO.A.値、分析データの同時表示

2005.12.16 神奈川測量学会 21

**最後に・・・ 使用上の注意点**

・使用上の注意点  
落下(精密機器のため落下や衝撃に注意)  
ケーブルを引っ張ったり、無理な力をかけない

メンテナンスでの注意点  
定期的な校正

2005.12.16 神奈川測量学会 22

**お問い合わせ先**

■本資料のお問い合わせ、技術のお問い合わせ  
リオン株式会社 計測器開発課 担当 蓮見 敏之  
TEL 042-359-7025 FAX 042-359-7462

■ご購入等に関するお問い合わせ  
リオン株式会社 本社営業部  
TEL 042-359-7887 FAX 042-359-7458

■技術相談窓口  
TEL 0120-26-1566  
(当社の休日および土・日・祝祭日を除く 9:00~17:00)

2005.12.16 神奈川測量学会 23

スライド3 (尾崎先生)

ブリュエル・ケアー 社

Human Vibration Analyzer — Type 4447  
人体振動計

2006年12月

Brüel & Kjær

B&K測定器が役立つこと?

1. リスク評価 — 一般手順  
2. 1日曝露の変動評価:  
- 曝露時間  
- 曝露経緯  
- 測定  
- 測定データ  
- 値の評価  
- 1日曝露の計算  
- A(8)  
- VDV  
3. 削減計画:  
- リスク管理  
- 置き換え  
- 作業の選択  
- 購入方針  
- メンテナンス  
- トレーニングなど  
4. 監視およびリスク変動評価の繰り返し:

Brüel & Kjær

リスク評価に必要とされるツール

関連規格による要求事項:

- 振動評価用装置 (ISO 8041: 2005 振動に対する人体応答 — 測定機器)
- 測定方法:
  - 手振動 (ISO 5349)
  - 全身振動 (ISO 2631)
- リスク評価 (EU Vibration Directive 2002/44/EC)

Brüel & Kjær

装置

ISO 8041: 2005  
(振動に対する人体応答 — 測定機器)

これは以下を定義する:

- 測定パラメータ (TAWAV, MTVV, MSDV, VDV)
- 技術仕様 (ダイナミックレンジ、リニアリティなど)
- フィルタ特性 (補正曲線)
- 型式評価試験
- 校正および検証
- 取付け方法の試験

Brüel & Kjær

必要なパラメータは?

振動指令は2つの方法を認めている

- 1日曝露A(8) — 1日8時間で正規化された等価加速度振動
- 累積量である四乗則曝露値 (VDV) (ある国では全身振動で利用)

Brüel & Kjær

指令で設定される対策値および限界値

	手振	全身
1日曝露限界値 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> )
1日曝露対策値 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> )

通達:  
振動指令は、振動のリスクが解消されるかまたは最小にまで減少させることを確保するように、雇用者に要求を課す

Brüel & Kjær

### 手腕振動




振動に対する一定の長期曝露は手腕の組織損傷の原因となる。  
振動は、白癩病などのいくつかの既知の病状または振動性白癩病の原因となる。

症 状:  
冷え性 (Oversensitivity to cold)  
白癩  
色の変化

www.bkav.com  
Brüel & Kjær 7

### 全身振動

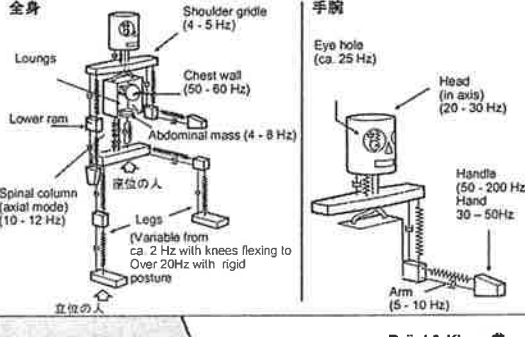


全身振動の長期曝露は、脊椎下部や人体の腹部に変化をもたらす:

症 状:  
疲労  
頭痛  
より遅い反応 (Slower reaction)  
不眠症

www.bkav.com  
Brüel & Kjær 8

### 人体の機械モデル



全身

- Shoulder girdle (4 - 5 Hz)
- Chest wall (50 - 60 Hz)
- Abdominal mass (4 - 8 Hz)
- Spinal column (axial mode) (10 - 12 Hz)
- Legs (Variable from ca. 2 Hz with knees flexing to Over 20 Hz with rigid posture)

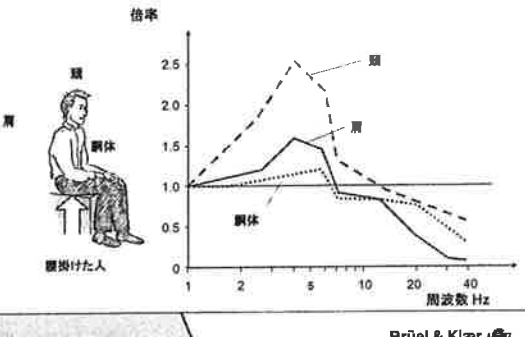
腕

- Eye hole (ca. 25 Hz)
- Head (in axis) (20 - 30 Hz)
- Hand (50 - 200 Hz)
- Hand (30 - 50 Hz)
- Arm (5 - 10 Hz)

立位の人  
深位の人  
腕掛けの人

www.bkav.com  
Brüel & Kjær 9

### 人体を経た伝達

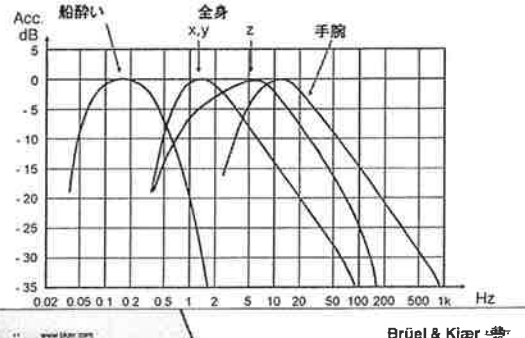


倍率

周波数 Hz

www.bkav.com  
Brüel & Kjær 10

### 補正曲線



Acc. dB

船酔い

全身 x,y,z


手腕

Hz

www.bkav.com  
Brüel & Kjær 11

### 振動測定の実施

- 測定は、オペレータの作業期間中の全体にわたる平均振動を代表する、振動値を得るように実施されるべきである。よって、稼働条件と測定期間がこれを達成するように選択することが重要。
- 測定は、少なくとも20分以上の期間で実施されるべきであるが、短い測定の場合には、少なくとも3分間の測定を行い、20分以上の総測定時間を得るように繰り返されるべきである。(詳細のアドバイスはEN 14253を参照)
- 可能であれば2時間以上の長い測定が望ましい。



www.bkav.com  
Brüel & Kjær 12

### 利用すべき機器は？

- 手腕振動の測定装置はEN ISO 8041:2005(手腕振動測定機器の仕様)に適合すべき。
- 加速度ピックアップ(振動トランスデューサ)は注意深く選択することが重要。ハンドヘルドおよびハンドガイドの機械振動は非常に大きいため、不適切なトランスデューサを簡単にオーバーロードさせる。機械のハンドルへのトランスデューサの固定は、剛体、軽量かつコンパクトな取り付けシステムが必要。トランスデューサの選択と取り付け方法の詳細情報とガイドはEN ISO 5349-2:2001で得られる。
- 全身振動の人体曝露は国際規格ISO 2631-1:1997に定義された方法を用いて評価されるべき。また、EN 14253:2003の職場の振動測定方法の実用ガイドに詳細される。

13 www.bkav.com

Brüel & Kjær 13

### 4447 B型の詳細と付属品

4515型シートパッド

ハンドル

ハンド

4524型

キユーブ

3軸加速度ピックアップ用入力

1軸加速度ピックアップ入力

14 www.bkav.com

Brüel & Kjær 14

### 4447型ハンドヘルド人体振動分析器

電源および充電器

USBケーブルおよび付属品

4524型3軸シートアクセルメータ

シートパッド

4294型自動校正器

ハンドアダプタ

ハンドアダプタ

キユーブアダプタ

15 www.bkav.com

Brüel & Kjær 15

### 4447型による測定の実施

Step 1: アプリの選択

Step 2: フィルタの選択

Step 3: 入力番号の選択

Step 4: 校正

Step 5: 測定を開始

Step 6: 測定を保存

Step 7: 結果の表示

Step 8: データの転送

16 www.bkav.com

Brüel & Kjær 16

### 4447型 人体振動計

- 装置の外観

- 物理寸法
- 寸法: 70 × 135 × 28 mm (2.7 × 5.3 × 1.1")
- 重量: 260 g (9.2 oz), バッテリーを含む

17 www.bkav.com

Brüel & Kjær 17

### 装置の装着

- 実際の作業現場での例

18 www.bkav.com

Brüel & Kjær 18