

添付資料6：フィールドテスト結果にもとづく改良案検討資料

1. 目的

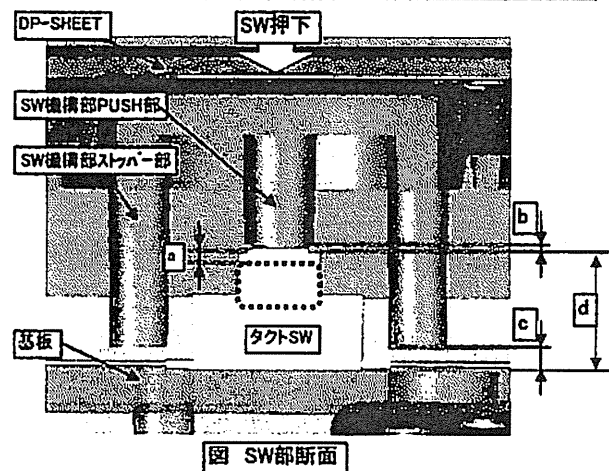
和歌山医大でのカンファレンスにおける、WSを使用したフィールドテストの結果を受けて、各課題に対する改良検討を行う。

2. フィールドテスト結果(不具合項目)

No	不具合項目	内容
1	電源投入振動作-1	カバンの中に入れて持ち歩いているだけで、いつの間にか電源が入ってしまう。
2	電源投入振動作-2	電源投入後、初期画面が出て固まってしまう。またB2音が鳴りっぱなし。
3	電源投入操作不具合-1	操作者に、ボタン「長押し」の概念が無いため、操作に混乱する。
4	電源投入操作不具合-2	PowerSW操作時に、「B2」鳴動までに2秒程掛かるため、操作に混乱する。
5	電源投入操作不具合-3	PowerSW操作時に、「クリック感」が無く、3項と相まって、操作に混乱する。
6	START/STOP操作不具合	START/STOP-SW操作時に、「クリック感」が少なく、操作に混乱する。
7	センサーケーブル不具合-1	ワンタッチコネクタ部のスリーブ保持がゆるく、抜けてくる。
8	センサーサイズ大きい	センサーサイズが大きく、アダプタハンドルヘッド大により振れが大きくなる(測定値影響)。
9	測定値大不具合	取得データが、B&K製より数値高い。
10	ハンドルアダプタ持ち難い	ヘッドが大きく、手に当たり、相対的に握り部が短くなり、持ち難い。

3. 各不具合原因および対策

① スイッチ操作不具合関連 (不具合項目No 1, 5, 6)



ワーキングサンプル品 確認結果

	設定	実測
a: SWストローク(typ)	0.25	0.25
b: 隙間	0.10	0.10
c: ストッパまでの距離	0.35	0.35
d: タクトSWの高さ	4.30	4.10

←タクトSW高さがtypより0.2低い

【原因】
タクトSW高さが公差の一方方向となっていたため、タクトSWを押す前に基板にストッパが当たり、結果、タクトSWが0.05mmしか押下出来ていないためメイクルしない。

タクトSW公差(仕様書より)

	MIN	TYP	MAX
公差(全高)	4.10	4.30	4.50
公差(ストローク)	0.15	0.25	0.45

ワーストケース

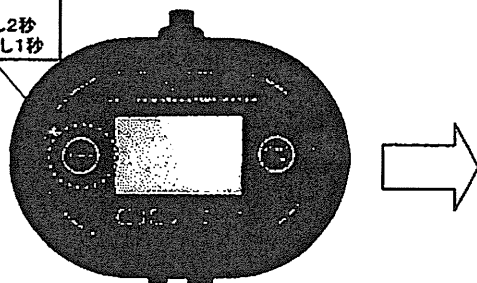
	MIN	TYP	MAX
必要ストローク	0.05		0.75

【対策】

PowerSWは、以降の対応策にて対応。
その他のSWについては、ワーストケースにて、最大必要ストロークは0.75mm必要であるため、設計値として0.8mmを設定する。

② 電源投入不具合関連 (不具合項目No 1, 3, 4)

Powerボタン
ON...長押し2秒
OFF...長押し1秒



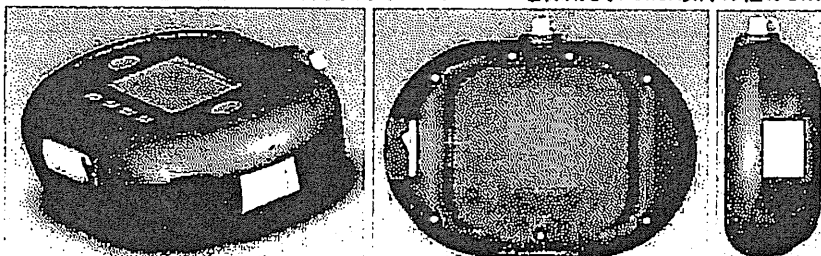
【原因】

OFF状態 → PowerSW押下 → (2秒経過) → B2鳴動 → スプラッシュ画面表示 → (2秒経過) → 測定開始画面表示
※スプラッシュ画面表示中、PowerSWを押し続けると測定開始画面に移行しない。

測定開始状態になるまで時間が掛かり、SW操作に対してリニアに反応する感覚が無い。

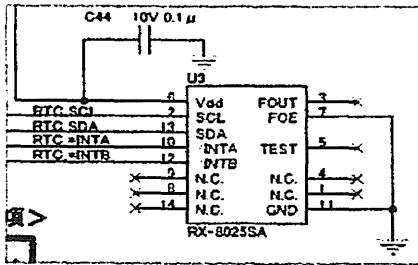
【対策】

電源投入における操作性向上と、簡略化(判りやすさ)を図るため、現行のボタン長押し式から、単純なロッカー-SWに変更する。但し、防水レベルを確保するため、防水対応のロッカー-SWを採用し、Power以外の他のSWについては、現方式を維持する。



③ 電源投入不具合関連 (不具合項目No. 2)

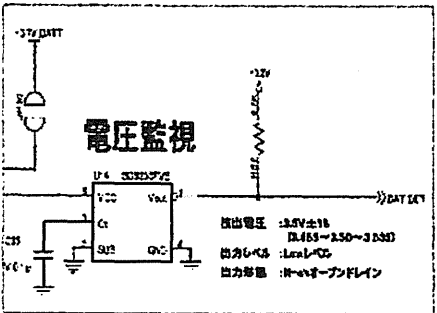
A) RTC-ICとのI2C通信異常による不具合



【原因】
 ・稀に起動直後のRTCのI2C通信が不安定となり、RTCが異常値を返す。
 ・異常値が返された後、再取得間隔が短い場合、RTCが応答しない場合あり。
 ・RTC応答が無い場合、いつまでも待機状態となりフリーズする。

【対策】
 ・返却された値が日時として問題がない値がチェック。
 ・不正な値の場合は、一定時間後に再取得。

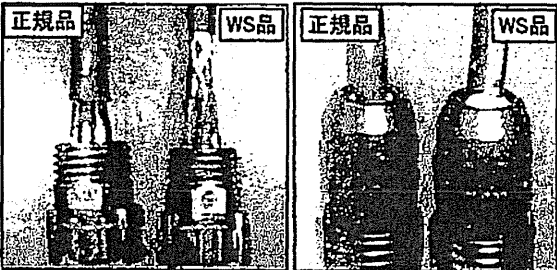
B) 電源電圧監視IC 機能無効化(評価検証のため)による不具合



【原因】
 ・消費電流削減評価の中で、電源電圧監視ICの機能を一時停止していた。
 ・連続動作の中で電池電圧が低下し、起動に必要な電力を確保出来ない領域においてPowerONした場合、電圧低下により動作不安定となる。

【対策】
 ・正規状態では、電圧監視ICによる制御が掛かるため、電池電圧低下時は、不安定な起動はしないものとなる。
 ・電圧監視ICの設定電圧は、連続動作時間最大化のため、3.5V→3.3Vへ変更。

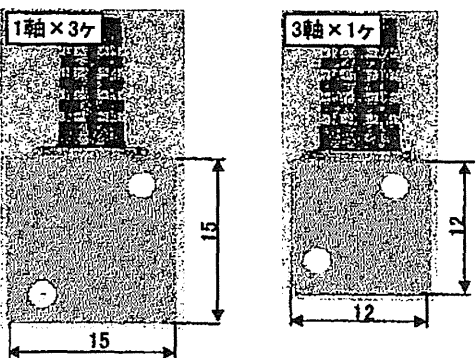
④ センサーケーブル不具合関連 (不具合項目No. 7)



【原因】
 ・WS品(ワーキングサンプル)であり、センサーケーブルは市販ロボットケーブル採用。
 ・仕上り外径が細く(φ3.3)、スリーブ固定甘い。
 ・コネクタ部終端処理で、被覆剥き取り量長過ぎにより、スリーブ固定不可。

【対策】
 ・正規品にて対応 仕上り外径φ3.5。
 ・正規品にて対応 コネクタ部終端処理

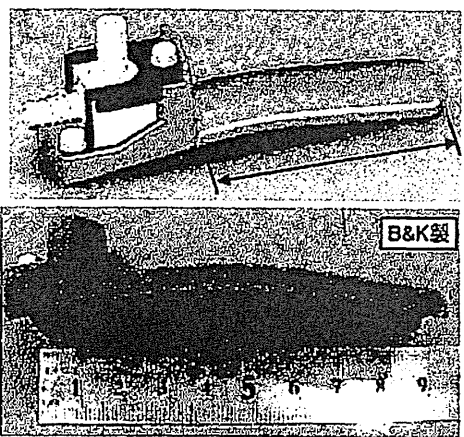
⑤ センサーサイズ不具合関連 (不具合項目No. 8, 9)



【原因】
 ・センサー特性評価のため、7種類のセンサーに対応
 ・測定可能周波数帯域の制限より、1軸センサ×3ヶ使い+電源IC内蔵のため内部構成複雑化。→ センサーサイズ大

【対策】
 ・センサー評価より、ADXL377(3軸・200g)×1ヶ使用。
 ・本体基板より指定電源給電により、センサ内電源ICを排除。
 ・上記センサーにて問題ない場合、□12mmにて対応可予定。
 注)本変更は、あくまでもセンサーが3軸品×1ヶのみとなった場合のみ。これ以外のセンサーが採用される場合は、現行通り変更無し。

⑥ ハンドルアダプタ不具合関連 (不具合項目No. 10)



【原因】
 ・WS評価品は、単にPPS材の貼合わせ/削出しのため精度なし。
 ・センサーヘッドサイズが大きく、これに併せるためヘッド部が大きくなる。
 ・全長をB&K製に併せる事で、握り部が短くなる。

【対策】
 ・センサーヘッドを小さくする事が可能となった場合、若干の調整可能。
 ・握り部は、全体の寸法調整ではなく、握り部としての寸法確保を検討する。

注記

- 1) 作図は第三角法で描くこと
- 2) 指示がない角はC0. 2面取り加工のこと

5	..			一般寸法公差 (切削加工) mm	
4	..			呼び寸法の区分	寸法差 中 級
3	..			1F~2	40T
2	..			4F~14	160T
1	..			16F~24	900T
訂号	年月日	訂正記事	担当	63E~24	2500T
				250E~24	10000T


センサーのレンジ交換や断線などの場合に表示

バッテリー残量表示

測定時間表示

測定値表示

各軸の測定値表示



測定時間 00:00:00

センサーを交換してください

000.000 m/s²

X軸 000.000
 Y軸 000.000
 Z軸 000.000

接続センサー
 A B C

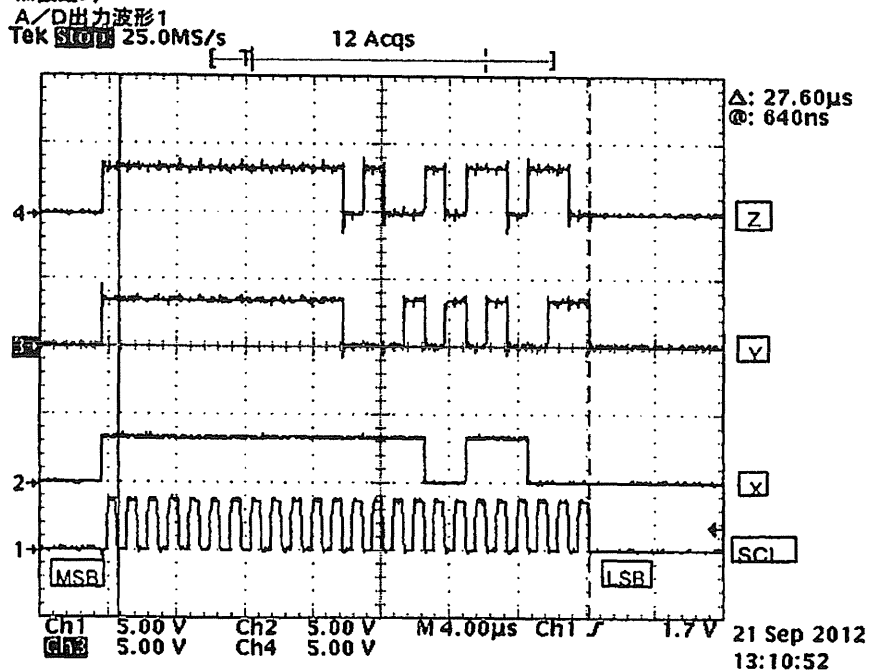
接続されているセンサーの表示

表面処理		図面尺度		製図		..
熱処理		材質		設計		..
熱処理硬度		相材寸法		検図		..
硬化深さ		相材変量	g	承認		..

株式会社 DEED	品名		図番	
-----------	----	--	----	--

1. 目的
A/Dの出力データを解析しノイズレベルとの関連を調査する。

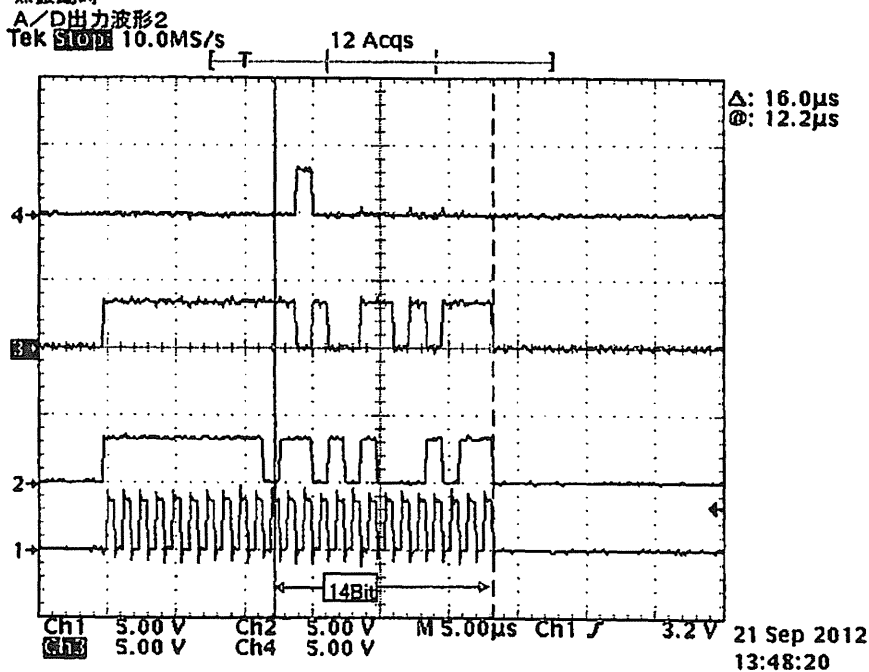
2. 内容
A/D: ADS1274IPAPT (24Bit AD)
AD22279 35gセンサー接続
無振動時



* A/DはSPIインターフェース接続ディスクリートモードで出力する。
SCLKがHi時のXYZの状態がBitに対応し全24Bitシリアル出力される。
出力は±極性付の片側23Bitで分解能は下記になる。

$$2.5V/8388608 = 0.0002980mV$$

AD22279 35gセンサー接続
無振動時



* センサー接続ノイズで下位14Bitが変化する。
14Bitでの最大電圧は下記になる。

$$0.0002980mV \times 16384 = 4.882mV$$

この時の振動計XYZ表示はおおよそ下記なる。

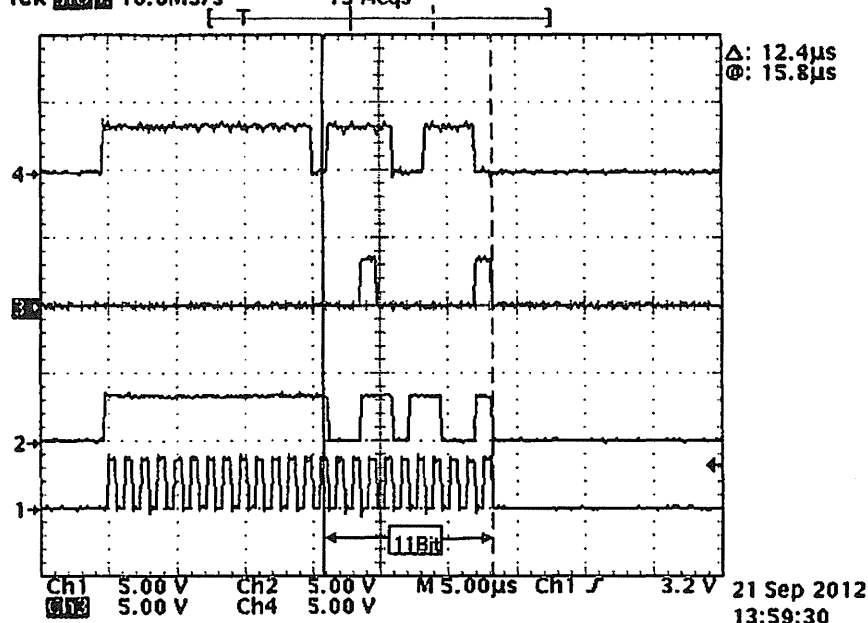
X: -0.15~+0.15
Y: -0.15~+0.15
Z: -0.15~+0.15

この表示値はセンサーノイズ+スイッチングノイズ電圧の実効値をgに変化し補正した値と思われる。
(スイッチングノイズ = FPGA、DC/DC等のノイズ)

センサーの代わりにVrefをXYZに接続

A/D出力波形3

Tek 51001 10.0MS/s



* Vref接続ノイズで下位11Bitが変化する。
(センサーを接続していない為センサーノイズは発生しない)
最大の11Bitでの電圧は下記になる。

$$0.0002980\text{mV} \times 2048 = 0.610\text{mV}$$

この時の振動計XYZ表示はおおよそ下記なる

X: $\pm 0.039 \sim 0.061$
Y: $\pm 0.039 \sim 0.061$
Z: $\pm 0.039 \sim 0.061$

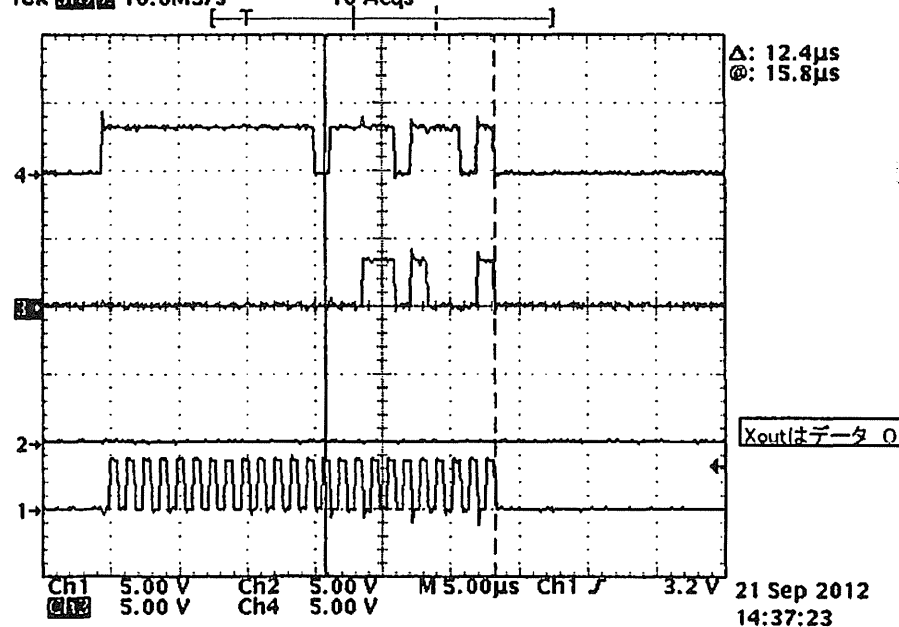
この表示値はスイッチングノイズ電圧の実効値をgに
変換し補正した値と思われる。
(センサーノイズは無し)

センサーの代わりにVrefをXYZに接続

FPGAのX入力をGNDに落とす。

A/D出力波形4

Tek 51001 10.0MS/s



* FPGAのX入力をGNDに落とす事で見かけ上A/Dの
Xoutを0Vにする
Xのみgが0となり振動計XYZ表示はおおよそ下記なる。

X: $\pm 0.000 \sim 0.000$
Y: $\pm 0.039 \sim 0.061$
Z: $\pm 0.039 \sim 0.061$

表示がXのみ0.00となり、この事から明らかにスイッチング
ノイズ成分が表示されていると考えられる。

3. 考察

センサー無振動時における表示のバラツキ及び、センサーの代わりにVrefを入力した場合本来の0.000
と表示されない原因は、ノイズ成分を24Bitの高分解能A/Dで変換し表示させている事が原因と思われる。

センサー接続では、A/Dの14Bit目が変化する事から、下位13Bitは全てのBitが立つと思われ
その時の最大電圧は、 $0.0002980\text{mV} \times 8192 = 2.441\text{mV}$ となるので最低2.4mV以上のノイズ成分がある。
A/Dの仕様決定に関しては、センサーRMSノイズ + スwitchングノイズから分解能を決めると
仕様に適したA/Dは、±極性付の片側13Bitで分解能 0.3mV程度の14BitA/Dが良いと思われる。

センサーの応答周波数帯域を下げる(100Hz以下)とセンサーRMSノイズが1/2以下に減少する為
16BitのA/Dの分解能が必要な領域になるが、この場合はスイッチングノイズの影響が問題となり
このノイズ対策が必要と思われる。

資料 点検整備が簡単にできる装置であるかどうかと、
実現場での作業員自身が振動管理が容易になる装置であるかの検討

研究分担者 宮下和久 和歌山県立医科大学医学部 教授

研究要旨：本研究では、国内外でいまだ開発がなされていない、作業現場において容易に工具振動の大きさ(周波数補正振動加速度実効値の3軸合成値)が測定できる安価な機器を3年間で研究開発する事が目的である。この分担研究では、開発機器を実作業現場に持ち込み、手持振動工具の点検整備が簡単にできる装置であるかどうかと、実現場での振動工具管理責任者が振動管理が容易に実施出来る装置であるかの検討を、事業所等で実施し、機器を完成させた。

A. 研究目的

本研究の目的は、作業現場において容易に工具振動の大きさを測定できる安価な機器の開発である。平成21年7月10日に厚生労働省より発出された振動の新指針では、振動の大きさ(周波数補正振動加速度実効値の3軸合成値)及び振動のばく露時間で規定される1日8時間の等価振動加速度実効値である日振動ばく露量A(8)の考え方を取り入れ、日振動ばく露限界値及び日振動ばく露対策値に基づく作業管理等を推進しているが、海外においては、振動リスクを、実作業の観察、振動の予想される大きさに関する情報、振動の大きさの測定によって評価するとされている。また、振動の大きさは、点検・整備、作業の状況によって変化すると考えられることから、作業現場においての工具の振動計測が必要である。この計測には、現在市販されている人体振動計などでも可能であるが、市販されてきている人体振動計の価格は100万円前後の非常に高価な機器である。このような現状から、事業者に対し一律に振動測定を求めるのは困難な状況である。

本研究では、国内外でいまだ開発がなされていない、作業現場において容易に工具振動の大きさ(周波数補正振動加速度実効値の3軸合成値)が測定できる安価な機器を3年間で研究開発する事が目的である。

この分担研究では、開発機器を実作業現場に持ち込み、手持振動工具の点検整備が簡単に

できる装置であるかどうかと、実現場での振動工具管理責任者が振動管理が容易に実施出来る装置であるかの検討を、事業所等で実施し、機器を完成させた。

B. 研究方法

この分担研究では、開発機器を実作業現場に持ち込み、図1に示す「手腕振動計測装置の使用性に関するアンケート」を用いて、手持振動工具の点検整備が簡単にできる装置であるかどうかと、実現場での振動工具管理責任者等が振動管理に容易に使用出来る装置であるかの検討を、事業所等で実施し、機器を完成させた(図2)。添付資料1には、今回の開発機器の作業員の方々への取扱説明資料を示した。

C. 研究結果 及び D. 考察

開発機器を実作業現場に持ち込み、図1に示す「手腕振動計測装置の使用性に関するアンケート」を用いて、手持振動工具の点検整備が簡単にできる装置であるかどうかと、実現場での振動工具管理責任者等が振動管理に容易に使用出来る装置であるかの検討を、事業所等で実施し、表1のアンケート結果を機器の完成に反映させた。

E. 結論

開発機器を実作業現場に持ち込み、図1に示す「手腕振動計測装置の使用性に関するア

ンケート」を用いて、手持振動工具の点検整備が簡単にできる装置であるかどうかと、現場での振動工具管理責任者等が振動管理に容易に使用出来る装置であるかの検討を、事業所等で実施し、表1のアンケート結果に基づいて機器を完成させた。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表 なし

2. 学会発表

- A : Jin Fukumoto, Setsuo Maeda, Shigeki Takemura, Kouichi Yoshimasu, Kazuhisa Miyashita, Nobuyuki Miyai, Ting Anselm Su, Ryuichi Nakajima, Makoto Tateno, Kyoji Yoshikawa, Yoshiro Nasu : Comparison of Hand-arm vibration syndrome (HAVS) among foresters between tropical and temperate climate. Proceedings of internoise2012 (CD-ROM) (2012)
- B : Takayuki Mori, Setsuo Maeda, Masatomo Komai : Results of vibration measurement of Wire Brushes mounted on hand held power tools. Proceedings of the 20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012), pp. 23-29 (2012)
- C : Tadayoshi Mae, Setsuo Maeda, Shigenobu Yoshida, Keisuke Fujimoto, Kazuya Shimizu, Kazuhisa Miyashita : Development of simple type hand-arm vibration measurement device For person in charge of the vibration tool management. Proceedings of the 20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012), pp. 30-37 (2012)

D : Atushi Yoshioka, Setsuo Maeda, Kazuhisa Miyashita : Calculation system for A(8) using email system. Proceedings of the 20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012), pp. 38-46 (2012)

E : Jin Fukumoto, Setsuo Maeda, Shigeki Takemura, Kouichi Yoshimasu, Kazuhisa Miyashita, Ting Anselm Su, Ryuichi Nakajima : Vibratory tools total operation time (TOT) and hand arm vibration syndrome (HAVS) in Japanese Wakayama forestry workers. Proceedings of the 20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012) pp. 92-95 (2012)

F : 前田節雄、宮下和久 : 手腕振動測定装置の国内外の動向. 第52回近畿産業衛生学会(和歌山県立医科大学保健看護学部) 39頁 (2102)

G : 吉岡淳、前田節雄、宮下和久 : 電子メールを利用した日振動ばく露量A(8)の計算システム. 第52回近畿産業衛生学会(和歌山県立医科大学保健看護学部) 40頁 (2012)

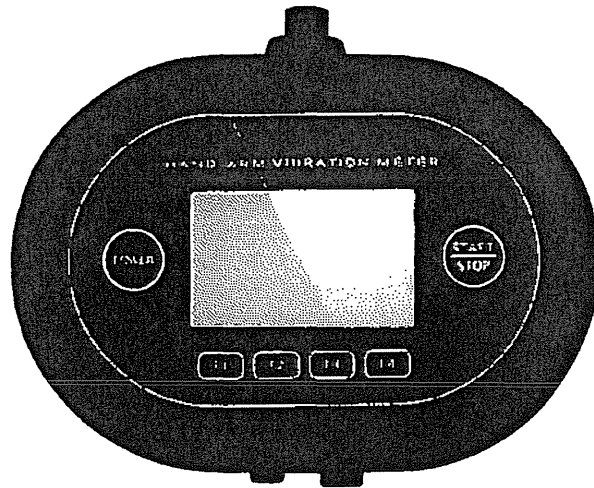
H : 福元仁、前田節雄、竹村重輝、吉益光一、宮下和久 : 手腕振動障害を訴える手指ごとに検証した検査データの特徴について. 第52回近畿産業衛生学会(和歌山県立医科大学保健看護学部) 41頁 (2012)

I : 前田節雄 : 振動工具管理責任者向け機器の開発状況. 安全と健康 2013年3月号(印刷中) (2013)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

特になし。

手腕振動計測装置の使用性に関するアンケート



1：手腕振動計測装置の使用説明はわかりやすかったですか？

はい いいえ どちらでもない

2：手腕振動計測装置は使いやすかったですか？

はい いいえ どちらでもない

3：今回使用された手腕振動計測装置に関しての意見（こうあればいいとか等）をお書き下さい。

ご協力ありがとうございました。

図1 手腕振動計測装置の使用性に関するアンケート

(a) 取扱説明風景



(b) 今回開発機器の説明風景



図2 現場での調査風景 (1)

(c) 今回開発機器の計測風景



(d) 今回開発機器の計測風景

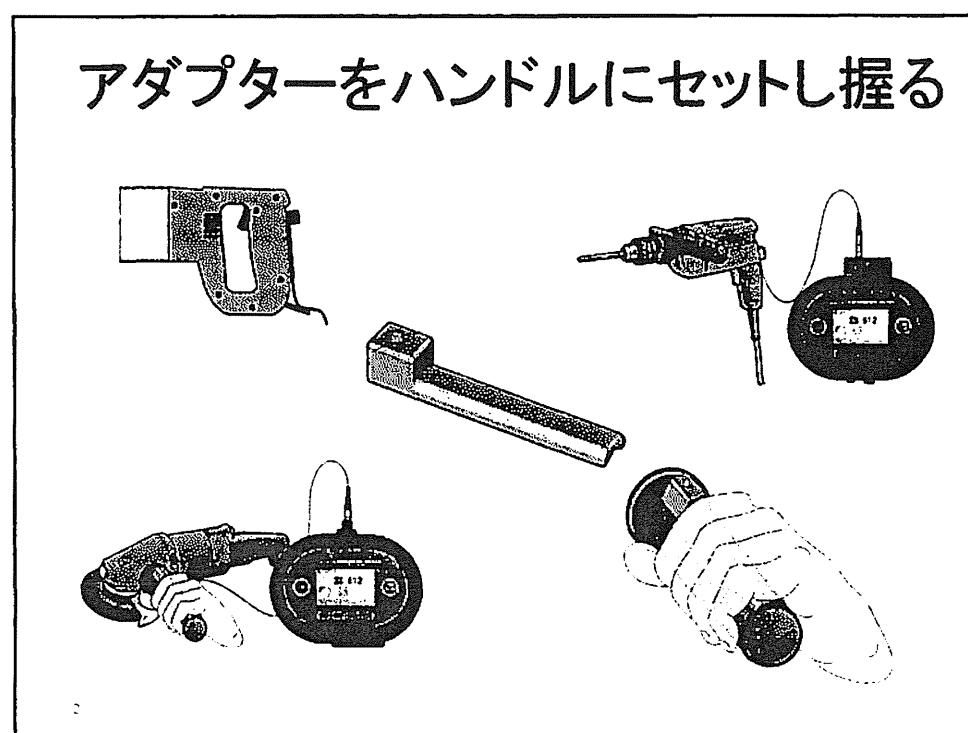
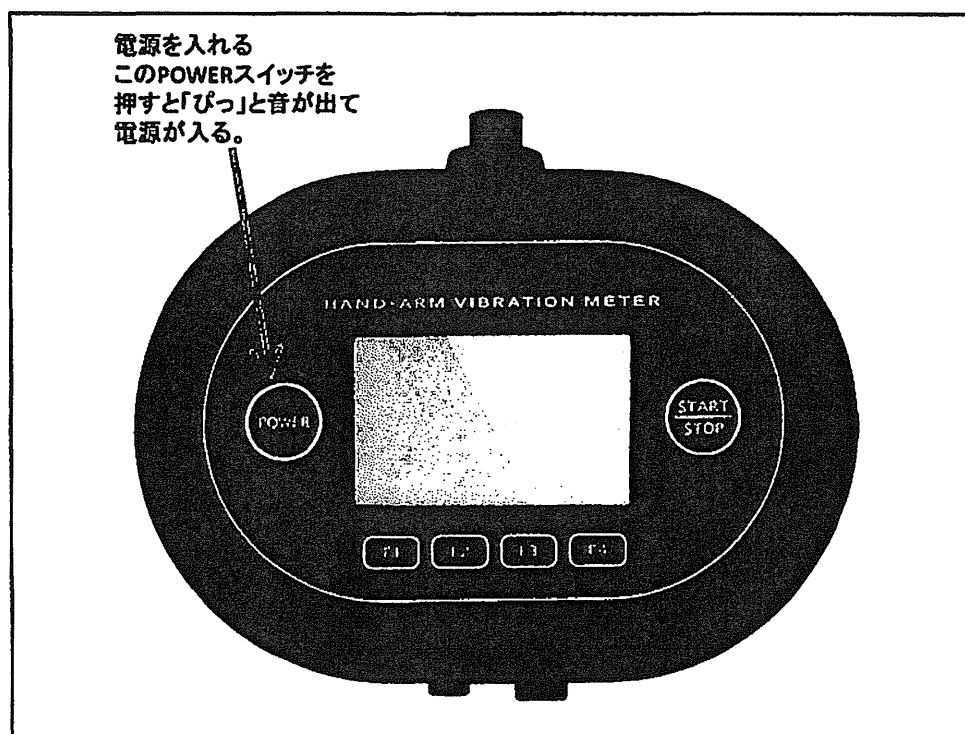


図2 現場での調査風景 (2)

表1 使用性のアンケート結果（被験者数：12人）

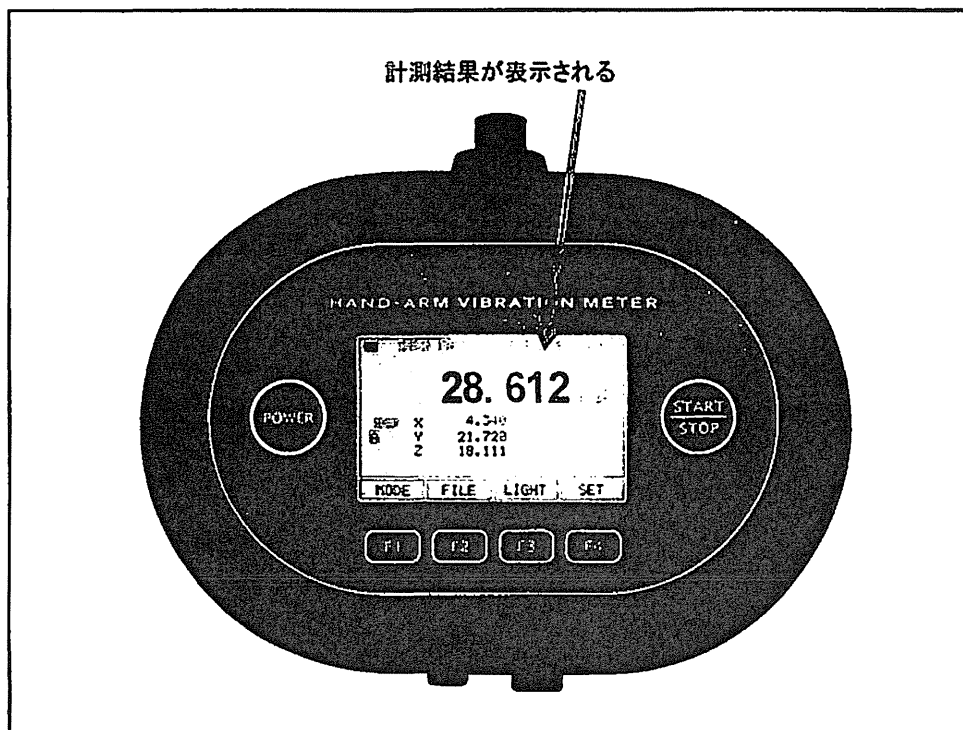
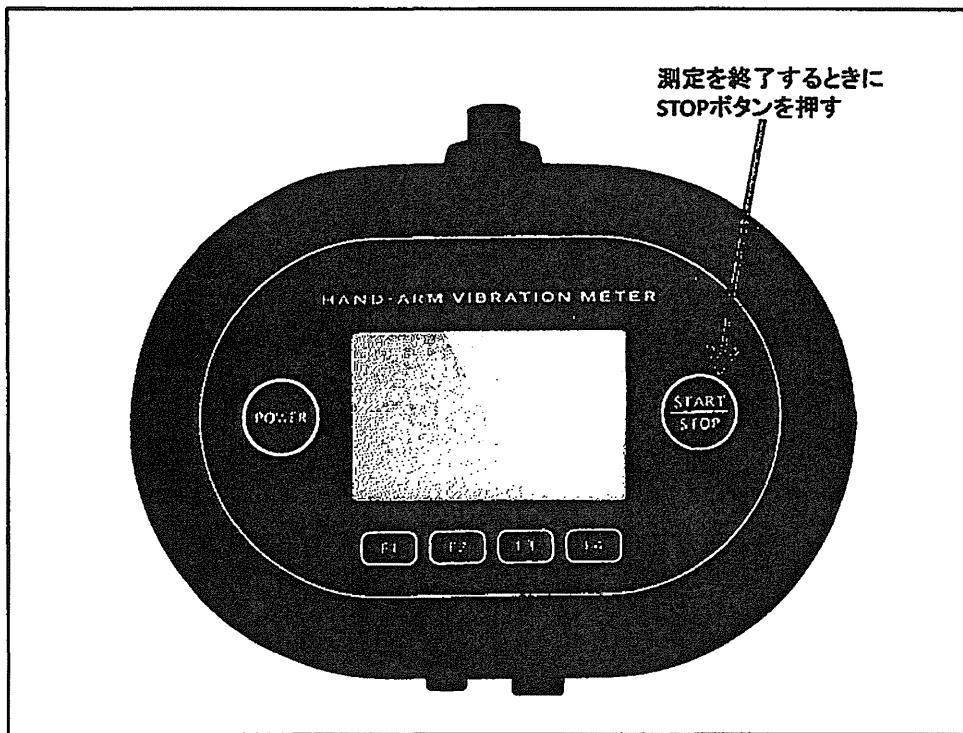
設問	はい	いいえ	どちらでもない
1：手腕振動計測装置の使用説明はわかりやすかったですか？	12	0	0
2：手腕振動計測装置は使いやすかったですか？	12	0	0

添付資料 1 : 今回の開発機器の取扱説明資料



工具を普段のように動かす





Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Seiichi Fujimotol, Shigenobu Yoshida, Kazuya Shimizu, Kazuhisa Miyashita, KazumaIshimatsu, Setsuo Maeda	Development of hand-arm vibration measurement device,	Proceedings of the 18th Japan Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2010)		13-20	2010年8月4日
Setsuo Maeda, Thomas Koch	New Japanese Guidelines for Preventing Hand-Arm Vibration Syndrome	Proceedings of the 18th Japan Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2010)		66-85	2010年8月4日
前田節雄	振動の機械指令の変遷 とわが国への影響	安全と健康	Vol. 12, No. 10	pp. 59-61.	2011年10月
前田節雄	振動工具の現状と課題	安全と健康	Vol. 12, No. 2	pp. 62-64	2011年2月
Atsushi Yoshioka, Setsuo Maeda, Kazuhisa Miyashita	Measurement System used MEMS Acceleration Sensor with ZigBee	Proceedings of 19th Japan Conference on Human Response to Vibration	Proceedings	pp. 1-7	2011年8月

Setsuo Maeda, Serap Gunger Geridonmez, Kazuhisa Miyashita, Kazuma Ishimatsu	Transition of Frequency-Weighting Curves of Hand-Arm Vibration Evaluation	Proceedings of 19th Japan Conference on Human Response to Vibration	Proceedings	pp. 1-10	2011年8月
Setsuo Maeda, Thomas Koch	Implementation and Influences of Machinery Safety Directive of 2006/42/EC	Proceedings of 19th Japan Conference on Human Response to Vibration	Proceedings	pp. 1-9	2011年8月
Setsuo Maeda, Serap Gunger Geridonmez, Kazuhisa Miyashita, Kazuma Ishimatsu	Validation of frequency weightings of hand-transmitted vibration for evaluating comfort	Proceedings of internoise 2011	Proceedings	pp. 1-6	2011年9月
Jin Fukumoto, Setsuo Maeda, Shigeki Takemura Kouichi Yoshimasu Kazuhisa Miyashita Nobuyuki Miyai, Ting Anselm Su, Ryuichi Nakajima Makoto Tateno, Kyoji Yoshikawa, Yoshiro Nasu	Comparison of Hand-arm vibration syndrome (HAVS) among foresters between tropical and temperate climate	Internoise 2012	Proceedings (CD-ROM)	pp. 1-6	2012年8月
Takayuki Mori, Setsuo Maeda, Masatomo Komai	Results of vibration measurement of Wire Brushes mounted on hand held power tools	20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHR2012)	Proceedings	pp. 23-29	2012年9月

Tadayoshi Mae, Setsuo Maeda, Shigenobu Yoshida, Keisuke Fujimoto, Kazuya Shimizu, Kazuhisa Miyashita	Development of simple type hand-arm vibration measurement device For person in charge of the vibration tool management	20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012)	Proceedings	pp. 30-37	2012年9月
Atushi Yoshioka, Setsuo Maeda, Kazuhisa Miyashita	Calculation system for A(8) using email system	20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012)	Proceedings	pp. 38-46	2012年9月
Jin Fukumoto, Setsuo Maeda, Shigeki Takemura , Kouichi Yoshimasu, Kazuhisa Miyashita Ting Anselm Su, Ryuichi Nakajima	Vibratory tools total operation time (TOT) and hand arm vibration syndrome (HAVS) in Japanese Wakayama forestry workers	20th JAPAN Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2012)	Proceedings	pp. 92-95	2012年9月
前田節雄、宮下和久	手腕振動測定装置の国 内外の動向	第52回近畿産 業衛生学会 (和歌山県立医 科大学保健看 護学部)	抄録集	39頁	2012年11月
吉岡淳、前田節雄、 宮下和久	電子メールを利用した 日振動ばく露量A(8) の計算システム	第52回近畿産 業衛生学会 (和歌山県立医 科大学保健看 護学部)	抄録集	40頁	2012年11月