

EPSON

**Raspberry Pi 社製品を利用した
振動計測システム
オペレーションマニュアル**

1. 本評価ボード・キット、開発ツールは、お客様での技術的評価、動作の確認および開発のみに用いられることを想定し設計されています。それらの技術評価・開発等の目的以外には使用しないでください。本品は、完成品に対する設計品質に適合していません。
2. 本評価ボード・キット、開発ツールは、電子エンジニア向けであり、消費者向け製品ではありません。お客様において、適切な使用と安全に配慮願います。弊社は、本品を用いることで発生する損害や火災に対し、いかなる責も負いかねます。通常の使用においても、異常がある場合は使用を中止してください。
3. 本評価ボード・キット、開発ツールに用いられる部品は、予告なく変更されることがあります。

● 本資料のご使用につきましては、次の点にご留意願います。

本資料の内容については、予告なく変更することがあります。

1. 本資料の一部、または全部を弊社に無断で転載、または、複製など他の目的に使用することは堅くお断りします。
2. 弊社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に弊社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、弊社ホームページなどを通じて公開される最新情報に常にご注意ください。
3. 本資料に掲載されている応用回路、プログラム、使用方法などはあくまでも参考情報です。お客様の機器・システムの設計において、応用回路、プログラム、使用方法などを使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらに起因する第三者の知的財産権およびその他の権利侵害ならびに損害の発生に対し、弊社はいかなる保証を行うものではありません。また、本資料によって第三者または弊社の知的財産権およびその他の権利の実施権の許諾を行うものではありません。
4. 弊社は常に品質、信頼性の向上に努めていますが、一般的に半導体製品は誤動作または故障する場合があります。弊社製品のご使用にあたりましては、弊社製品の誤動作や故障により生命・身体に危害を及ぼすこと又は財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア、ソフトウェア、システムに必要な安全設計を行うようお願いします。なお、設計および使用に際しては、弊社製品に関する最新の情報(本資料、仕様書、データシート、マニュアル、弊社ホームページなど)をご確認いただき、それに従ってください。また、上記資料などに掲載されている製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価を行い、お客様の責任において適用可否の判断をお願いします。
5. 弊社は、正確さを期すために慎重に本資料およびプログラムを作成しておりますが、本資料およびプログラムに掲載されている情報に誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料およびプログラムに掲載されている情報の誤りによってお客様に損害が生じた場合においても、弊社は一切その責任を負いかねます。
6. 弊社製品の分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製などは堅くお断りします。
7. 弊社製品は、一般的な電子機器(事務機器、通信機器、計測機器、家電製品など)および本資料に個別に掲載されている用途に使用されることを意図して設計、開発、製造されています(一般用途)。特別な品質、信頼性が要求され、その誤動作や故障により生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産侵害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある以下の特定用途に使用されることを意図していません。お客様に置かれましては、弊社製品を一般用途に使用されることを推奨いたします。もし一般用途以外の用途で弊社製品のご使用およびご購入を希望される場合、弊社はおお客様の特定用途に弊社製品を使用されることへの商品性、適合性、安全性について、明示的・黙示的に関わらずいかなる保証を行うものではありません。

【特定用途】

宇宙機器(人工衛星・ロケットなど) / 輸送車両並びにその制御機器(自動車・航空機・列車・船舶など)

医療機器(本資料に個別に掲載されている用途を除く) / 海底中継機器 / 発電所制御機器 / 防災・防犯装置

交通用機器 / 金融関連機器

上記と同等の信頼性を必要とする用途

8. 本資料に掲載されている弊社製品および当該技術を国内外の法令および規制により製造・使用・販売が禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、弊社製品および当該技術を大量破壊兵器等の開発および軍事利用の目的その他軍用用途等に使用しないでください。弊社製品または当該技術を輸出または海外に提供する場合は、「外国為替及び外国為替法」、「米国輸出管理規則(EAR)」、その他輸出関連法令を遵守し、係る法令の定めるところにより必要な手続きを行ってください。
9. お客様が本資料に掲載されている諸条件に反したことに起因して生じたいかなる損害(直接・間接を問わず)に関して、弊社は一切その責任を負いかねます。
10. お客様が弊社製品を第三者に譲渡、貸与などをしたことにより、損害が発生した場合、弊社は一切その責任を負いかねます。
11. 本資料についての詳細に関するお問合せ、その他お気付きの点などがありましたら、弊社営業窓口までご連絡ください。
12. 本資料に掲載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

2022.08

©Seiko Epson Corporation 2023, All rights reserved.

商標

- Raspberry Pi is a trademark of Raspberry Pi Ltd.
- マイクロソフト、Windows は、マイクロソフト グループの企業の商標です。
- EPSON はセイコーエプソン株式会社の登録商標です。
- その他の製品名は各社の商標または登録商標です。

目次

商標	3
改訂履歴	6
1. 関連文書	7
2. はじめに	8
3. 仕様	9
3.1. 対応センサー	9
3.2. 全般	9
3.3. 入力仕様	9
3.3.1. M-A342VD/M-A542VR	9
3.3.2. M-A352AD/M-A552AR	9
3.4. 出力仕様	10
3.4.1. 出力フォルダ	10
3.4.2. 計測データファイル	10
3.4.3. 計測情報ファイル	12
3.4.4. 状態メッセージ	14
3.4.5. ログファイル	15
3.5. 計測仕様	15
3.5.1. 自動計測	15
3.5.2. スケジュール計測	15
3.5.3. 手動計測	15
3.5.4. 計測時間に関する注意点	16
3.5.5. センサーデータ異常検出機能	16
4. PCからの操作	17
5. 計測の実施	18
5.1. 設定項目	18
5.2. 計測の設定方法	19
5.2.1. 自動計測	19
5.2.2. スケジュール計測	19
5.2.3. 手動計測	19
5.2.4. 計測に関する注意	20
5.3. 計測	20
5.3.1. 時刻の確認	20
5.3.2. 計測の開始	20
5.3.3. 計測中	20
5.3.4. 計測の停止	20
5.4. 計測データの取得	21
6. 付属ツール：センサーセルフテスト	22
6.1. 全般	22
6.2. 入力仕様	22
6.3. 出力仕様	22
6.4. 実行仕様	23
7. 付属ツール：ハードウェア状態モニター	24
7.1. 全般	24

7.2. 出力仕様	24
7.2.1. ハードウェア状態モニター 計測データファイル	24
7.2.2. ハードウェア状態モニター 状態メッセージ	24
7.3. 実行仕様	25
7.3.1. ターミナル実行	25
7.3.2. OS サービス登録	25
8. 付録：ログメッセージ	26
9. お問い合わせ	30

改訂履歴

Rev. No.	改訂日	Page	改訂内容
20240315	2024/3/15	ALL	初版制定
20240927	2024/9/27	---	MSG002-001a_v1.1.0 リリースに対応した改訂
		ALL	<ul style="list-style-type: none"> • 説明文の軽微な修正、注記の追加、図版の追加・更新 • セットアップマニュアルで外付け USB メモリをオプションに変更したことに伴うデータ出力先の表現変更
		12, 16, 18	<ul style="list-style-type: none"> • センサーデータ異常検出機能の追加、それに伴う修正
		20	<ul style="list-style-type: none"> • 計測開始前に時刻を確認する手順の追加
		21	<ul style="list-style-type: none"> • 計測データを取得する手順の追加
		22	<ul style="list-style-type: none"> • センサーセルフテスト ツールの追加
		24	<ul style="list-style-type: none"> • ハードウェア状態モニター ツールの追加
20250331	2025/3/31	---	MSG002-001a_v1.2.0 リリースに対応した改訂
		14, 24	<ul style="list-style-type: none"> • MQTT メッセージ送信機能追加に伴いメッセージ仕様を追加
		12, 18	<ul style="list-style-type: none"> • 同理由で、設定項目と計測情報ファイル項目を追加
		22	<ul style="list-style-type: none"> • センサー セルフテスト ツール 注記の修正
		26	<ul style="list-style-type: none"> • 機能追加に伴うログメッセージの追加

1. 関連文書

- 『Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム セットアップマニュアル』 Rev.20250331
- 『振動計測システム モニタリングアプリ ユーザーズガイド』 Rev.20250331
- 『M-A352AD データシート』
- 『M-A342VD データシート』
- 『M-A552AR データシート』
- 『M-A542VR データシート』

2. はじめに

本マニュアルは『Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム セットアップマニュアル』にて構築した計測システムを利用するためのものです。各種仕様や計測方法について記載しています。

本マニュアルに記載されている「ロガー」とは、センサーを用いて振動を計測するため、Raspberry Pi にセンサー等の必要な機材を接続した構成のことを指します。

3. 仕様

3.1. 対応センサー

ロガーを用いて計測が可能なセンサーは以下の通りです。

- M-A352AD
- M-A342VD
- M-A552AR
- M-A542VR

3.2. 全般

本ロガーはテキスト形式の設定ファイルに設定を記載することで、入出力の設定を指定することが可能です。

設定ファイルの書き方と設定可能な項目は「5.1. 設定項目」を参照してください。

3.3. 入力仕様

USB 接続で複数台のセンサーと接続し計測が可能です。センサーの出力モードは、UART 自動サンプリングモードを使用します。

以下、センサーのモデルごとにセンサーからの入力仕様を記載します。

3.3.1. M-A342VD/M-A542VR

表 3-1

通信速度	912.6kbps または 460.8kbps
計測データ	速度または変位
出力値	RAW データ、RMS、Peak to Peak
サンプリングレート	速度 3000sps、変位 300sps

3.3.2. M-A352AD/M-A552AR

表 3-2

通信速度	460.8kbps または 230.4kbps
計測データ	加速度
出力値	RAW データ
サンプリングレート	1000sps、500sps、200sps、100sps、50sps
フィルタ設定	1000sps: FIR Kaiser TAP512 fc=460 500sps: FIR Kaiser TAP512 fc=210 200sps: FIR Kaiser TAP512 fc=60 100sps: FIR Kaiser TAP512 fc=16 50sps: FIR Kaiser TAP512 fc=9

3.4. 出力仕様

3.4.1. 出力フォルダ

設定ファイルでデータ保存フォルダに指定したフォルダに「計測開始日時」フォルダが作成され、以下の3種類のファイルが出力されます。

- 計測データファイル
- 計測情報ファイル
- ログファイル

/home/pi/measure	データ保存フォルダ
└─ 20240909_081406	「計測開始日時」フォルダ
└─ A342_00000100_R4_0_240909_081407.csv	計測データファイル (センサー1)
└─ A342_00000100_info.csv	計測情報ファイル (センサー1)
└─ A342_00000200_R4_1_240909_081407.csv	計測データファイル (センサー2)
└─ A342_00000200_info.csv	計測情報ファイル (センサー2)
└─ measure.log	ログファイル

図 3-1 出力フォルダへの出力例

3.4.2. 計測データファイル

計測データファイルのファイル名は「センサー名_シリアルナンバー_設定ファイルで指定した LOGGER ID_接続シリアル_YMMDD_hhmmss.csv」です。csv形式で以下のフォーマットで出力されます。ヘッダーは存在せず、csvファイルの区切り文字はカンマ(,)、小数点はピリオド(.)です。「5.1. 設定項目」の設定によって、1分~60分間隔で新しい計測データファイルが作成されます。

index 以外はセンサーからの受信データをそのまま記録します。index は本ロガーで付与した情報になります。

index,count,温度,x 出力値,y 出力値,z 出力値,flag (説明用に追加:ヘッダーは出力されません)
0,1,33.045598400,-0.000008106,0.000001669,-0.000015497,0b00000000
1,2,33.045598400,-0.000009298,-0.000016928,-0.000018597,0b00000000

図 3-2 計測データファイルの出力例

表 3-3 計測データファイルの項目説明

項目名	説明
index	計測開始からのレコード番号。必ず0から1ずつ採番されます。 計測データが複数のファイルで保存される場合、前のファイルの最後のレコードのindexと次のファイルの先頭のindexは連番になります。
count	センサー出力のCOUNT値。データ抜けはこの値を見て判別されます。
温度	センサー出力のTEMP値。
X 出力値	センサー出力のX軸計測値。設定に応じて物理量は変わります。
Y 出力値	センサー出力のY軸計測値。設定に応じて物理量は変わります。
Z 出力値	センサー出力のZ軸計測値。設定に応じて物理量は変わります。
flag	センサー出力のFLAG(ND/EA)値。 各桁の意味は表3-4を参照してください。

表 3-4 項目「flag」の桁の説明

桁数	M-A342VD	M-A352AD
8	X_EXI_ERR X 軸の計測値がセンサー内の構造共振により異常となった場合に表示します。 1: 構造共振による計測値の異常あり 0: 計測値は正常範囲内	未使用
7	Y_EXI_ERR Y 軸の計測値がセンサー内の構造共振により異常となった場合に表示します。 1: 構造共振による計測値の異常あり 0: 計測値は正常範囲内	未使用
6	Z_EXI_ERR Z 軸の計測値がセンサー内の構造共振により異常となった場合に表示します。 1: 構造共振による計測値の異常あり 0: 計測値は正常範囲内	未使用
5	0 (※1)	0 (※1)
4	0 (※1)	0 (※1)
3	0 (※1)	0 (※1)
2	未使用	0 (※2)
1	0 (※3)	0 (※3)

- ▶ ※1：ALARM_ERR ビットになります。本ロガーではアラーム値の設定を行うことができないため、常に 0 になります。
- ▶ ※2：ALIASI_ERR ビットになります。本ロガーでは出力レートとフィルタのカットオフ周波数は自動的に正常設定しますので、常に 0 になります。
- ▶ ※3：EA ビットになります。本ロガーでは自己診断を行うことができないため、常に 0 になります。

3.4.3. 計測情報ファイル

計測情報ファイルのファイル名は「[センサー名_シリアルナンバー_info.csv](#)」です。csv形式で以下のフォーマットで出力されます。計測情報ファイルは計測開始時に出力され、計測終了時に計測時間が更新されます。

```
OS, Linux-6.6.51+rpt-rpi-2712-aarch64-with-glibc2.36
LOGGER_VERSION, 1.2.0
LOGGER_ID, R5
START_TYPE, manual
TIME_ZONE, UTC+0900
DATE, 2024/12/13 08:14:06
MEASURE_TIME_SEC, 60
INITIAL_WAIT, 1
FILE_ROTATE_MIN, 10
BAUD_RATE, 460800
SENSOR_DATA_DIAG, True
SENSOR_DATA_DIAG_SEC, 1.000000
MESSAGE_SEND, True
MESSAGE_HOST, localhost
MESSAGE_PORT, 1883
PORT, /dev/ttyUSB0
SENSOR, A342
PRODUCT_ID, A342VD10
SERIAL_NO, 00000100
FIRM_VER, 0x0280
PHYSICAL, Velocity
OUTPUT_TYPE, Raw
SPS, 3000
FILTER,
RMS_PP_INTERVAL, 1
```

図 3-3 計測情報ファイルの出力例

表 3-5 計測情報ファイルの項目説明

項目名	説明	補足
OS	ロガーが稼働している OS	
LOGGER_VERSION	ロガーのバージョン	プログラムで固定値
LOGGER_ID	設定ファイルで指定されたラズパイを識別する文字列	
START_TYPE	計測の開始方法	auto : 自動開始 schedule : スケジュール計測 manual : 手動計測
TIME_ZONE	計測を行ったラズパイに設定されているタイムゾーン	
DATE	計測開始日時	タイムゾーン情報なし、現地時刻
MEASURE_TIME_SEC	計測時間(秒)	計測が途中で停止された場合も、実際に計測した時間が記録されます
INITIAL_WAIT	初回待機時間(秒)	スケジュール計測の場合は常に 0 になります
FILE_ROTATE_MIN	計測ファイル交替間隔(分)	
BAUD_RATE	センサーとの通信速度	
SENSOR_DATA_DIAG	センサーデータ異常検出機能の状態	True : 有効、False : 無効
SENSOR_DATA_DIAG_SEC	同機能の異常検出判定秒数	
MESSAGE_SEND	状態メッセージ送信機能の状態	True : 有効、False : 無効
MESSAGE_HOST	状態メッセージ送信先ホスト名	
MESSAGE_PORT	状態メッセージ送信先ポート番号	
PORT	ラズパイにセンサーを繋いだポート	
SENSOR	計測に使用したセンサー	
PRODUCT_ID	計測に使用したセンサーのプロダクト ID	
SERIAL_NO	計測に使用したセンサーのシリアルナンバー	
FIRM_VER	計測に使用したセンサーのファームウェアバージョン	
PHYSICAL	計測した物理量	
OUTPUT_TYPE	計測で出力した形式	
SPS	計測時のサンプリングレート	
FILTER	計測時のフィルタ	M-A352AD のみ出力、M-A342VD は空文字となる
RMS_PP_INTERVAL	M-A342VD の RMS, P-P 計測の間隔	M-A352AD は空文字、M-A342VD で生データ出力の場合も出力されますが、計測には使用されません。

3.4.4. 状態メッセージ

本ロガーは、計測やセンサーの状態、エラーの発生状況などを、MQTT プロトコルのメッセージとして送信します。送信されたメッセージは、弊社製『振動計測システム モニタリングアプリ』を使って Web ブラウザから確認できます。詳細は『振動計測システム モニタリングアプリ ユーザーズガイド』を参照ください。

本ロガーの状態メッセージの仕様を以下に記載します。

表 3-6 状態メッセージ仕様

メッセージ種類	トピック名	メッセージ内容
ロガー 計測状態	logger/\$LOG	status: "START" "STOP"
ロガー エラー発生状態	logger/\$LOG/error	level: "CRITICAL" "ERROR" "WARNING", message: "実際のエラーメッセージ"
センサー 計測状態	logger/\$LOG/sensor/\$MDL/\$SNO	status: "OK" "NG"
センサー エラー発生状態	logger/\$LOG/sensor/\$MDL/\$SNO/error	level: "CRITICAL" "ERROR" "WARNING", message: "実際のエラーメッセージ"
センサー データ欠落発生状態	logger/\$LOG/sensor/\$MDL/\$SNO/lost	message: "データ欠落時のメッセージ"
センサー 異常検知発生状態	logger/\$LOG/sensor/\$MDL/\$SNO/abnormal	message: "異常検知時のメッセージ"

- トピック名の中の \$ 要素は、それぞれ以下の値が設定されます：
 - \$LOG : 設定ファイルの LOGGER_ID 設定値、\$MDL : センサーモデル名、\$SNO : センサーシリアル NO
- メッセージ内容は、以下の詳細事項が適用されます：
 - メッセージ形式はいずれも JSON 文字列です。
 - すべてのメッセージに「timestamp: "yyyy/mm/dd hh:mm:ss.nnnnnn"」項目を含みます。
 - そのため「ロガー 計測状態」は、実際には以下のような文字列が送信されます：

```
{"timestamp": "2025/01/01 00:00:00.000000", "status": "START"}
```

図 3-4 状態メッセージ サンプル

- 付属ツール「ハードウェア状態モニター」の状態メッセージは、「7.2.2. ハードウェア状態モニター 状態メッセージ」を参照ください。

3.4.5. ログファイル

ログファイルのファイル名は「measure.log」です。テキスト形式で出力されます。
計測中は「/app/MSG002-001a/tmp_log」フォルダに「計測開始日時.log」ファイルとして出力され、計測終了時にデータ保存フォルダ内の「計測開始日時」フォルダ内に「measure.log」ファイルとして保存されます。

ログメッセージの種類と説明は「8. 付録：ログメッセージ」を参照してください。

```
LOG_LEVEL | イベント発生時刻(YYYY-MM-DD hh:mm:ss,xxx) MODULE_NAME: MESSAGE (説明用に追加)
INFO | 2024-09-09 08:13:52,366 controller: Start initialization
INFO | 2024-09-09 08:13:52,477 controller: Found product: A342VD10 port=/dev/ttyUSB0 baud=460800
INFO | 2024-09-09 08:13:53,863 controller: Found product: A342VD10 port=/dev/ttyUSB1 baud=460800
INFO | 2024-09-09 08:14:05,279 controller: Initial wait for 1 sec
INFO | 2024-09-09 08:14:06,286 controller: Start measurement
INFO | 2024-09-09 08:14:07,182 A342.00000100.writer: Initial output to
      /home/pi/measure/20240909_081406/A342_00000100_R4_0_240909_081407.csv
INFO | 2024-09-09 08:14:07,396 A342.00000200.writer: Initial output to
      /home/pi/measure/20240909_081406/A342_00000200_R4_1_240909_081407.csv
```

図 3-4 ログファイルの出力例

3.5. 計測仕様

以下の3種類の計測が可能です。

- 自動計測
- スケジュール計測
- 手動計測

計測方法に応じて、計測時間の指定方法が異なります。

3.5.1. 自動計測

Raspberry Pi の電源投入時に自動的に計測を開始する方法です。計測時間は設定ファイルによって指定します。
電源投入から計測開始まで、およそ 30 秒の遅延があります。

3.5.2. スケジュール計測

Linux のコマンドを使用して起動時刻を設定することで、計測を開始する方法です。詳しいコマンドの入力方法は「5.2.2. スケジュール計測」を参照してください。計測時間は起動時刻の設定時に指定します。

指定した計測開始時間から計測開始まで、およそ 5~15 秒の遅延があります。

3.5.3. 手動計測

Linux のコマンドを使用して、手動で計測を開始する方法です。計測時間は設定ファイルによって指定します。
コマンド実行から計測開始までおよそ 5~10 秒の遅延があります。

3.5.4. 計測時間に関する注意点

計測開始コマンドがセンサーに送られてから、実際にデータを受信できるまで下記の時間（過渡応答時間）がかかります。出力されるデータ行数は下記の時間だけ設定した計測時間より短くなります。

表 3-7

センサーと計測設定	データを受信するまでの過渡応答時間
M-A342VD 速度計測	177ms
M-A342VD 変位計測	1736ms
M-A352AD 1000SPS 計測	127ms
M-A352AD 500SPS 計測	126ms
M-A352AD 200SPS 計測	155ms
M-A352AD 100SPS 計測	150ms
M-A352AD 50SPS 計測	140ms

3.5.5. センサーデータ異常検出機能

センサーデータ異常検出機能は、センサーから一定時間連続して同一の値が得られた場合に、異常と判断してログファイルに WARN レベルでメッセージを出力する機能です。値の判定は XYZ 軸それぞれで行われます。

また、異常と判断している状態でこれまでとは異なる値が得られると、異常状態が解消したと判断してログファイルに INFO レベルでメッセージを出力します。

設定ファイルでは、機能の ON/OFF と連続判定する時間（秒）を設定します。

4. PC からの操作

『Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム セットアップマニュアル』の「4.2.有線 LAN ケーブルを用いた PC リモート接続設定」が完了している場合、Windows PC から Raspberry Pi を操作することが可能です。

1. Windows PC で、PowerShell または コマンドプロンプトを起動します。
2. `ssh RaspberryPi 初期設定時に指定したユーザー名@設定した固定 IP` と入力します。
3. パスワードの入力が求められるので、Raspberry Pi 初期設定時に設定したパスワードを入力します。
4. 上記の手順で、以降の項目に記載する計測の開始や終了、ログの確認を Windows PC から行えます。
5. Raspberry Pi との接続を解除する場合は `exit` と入力します。

5. 計測の実施

5.1. 設定項目

「/app/MSG002-001a/.env」ファイルに「KEY=VALUE」形式で設定を記載します。計測に用いるセンサーの製品型番に関わらず、LOG_LEVEL を除くすべての項目について設定可能な値を記載する必要があります。設定項目はプログラム起動時にチェックされ、設定可能な値以外の値の場合はエラーとなりプログラムが終了します。

※ 注意：「=」の前後に空白を入れる、設定 KEY 名を変更すると、エラーが発生します。

設定可能な項目は以下の通りです。

表 5-1

設定 KEY 名	説明	設定可能な値(VALUE)	補足
LOGGER_ID	どのラズパイで計測したかの識別子	1 文字以上の 63 文字以下の英数大文字小文字数字の組み合わせ	
OUTPUT_PATH	データ保存フォルダ	存在するディレクトリパス	
INITIAL_WAIT	初回待機秒数	0 から 3600 秒までの整数値	
MEASURE_TIME_SEC	自動起動、手動起動時の計測時間 (秒) ※スケジュール計測時は使用しない	0 から 2 の 63 乗-1 までの整数	0 を設定した場合はエンドレス計測になります。計測設定により計測データ間隔が最大 255 秒になります。計測設定毎の計測データ間隔を考慮して設定してください。
BAUD_RATE	センサーとの通信に使うボーレート (baud)	921600, 460800, 230400	センサーのボーレート設定と合わせる必要があります。
FILE_ROTATE_MIN	1 ファイルに出力する時間 (分)	1 から 60 までの整数値	
A342_PHYSICAL	M-A342VD/M-A542VR の計測物理量	Velocity, Displacement	
A342_MODE	M-A342VD/M-A542VR の出力データ種類	Raw, RMS, P-P	
A342_RMSPP_OUTPUT_INTERVAL	M-A342VD/M-A542VR で RMS, P-P 出力を選択した場合の出力間隔秒数	1 から 255 の整数	物理量が Velocity (速度) の場合、設定値の 1/10 の間隔で出力されます。
A352_SPS	M-A352AD/M-A552AR 通信のサンプリングレート (SPS)	1000, 500, 200, 100, 50	サンプリングレート毎のフィルタ設定値は「3.3.2. M-A352AD/M-A552AR」を参照してください。
SENSOR_DATA_DIAG	センサーデータ異常検出機能を有効にするか	True, False	True の場合に有効になります。
SENSOR_DATA_DIAG_SEC	同機能で連続して何秒間同じ値が続いたら異常とするか	0 より大きい 10 以下の小数値	
MESSAGE_SEND	状態メッセージ送信機能を有効にするか	True, False	デフォルトでは False に設定されています。
MESSAGE_HOST	状態メッセージ送信先ホスト	ホスト名として有効な文字列	localhost: ラズパイ本体

MESSAGE_PORT	状態メッセージ送信先ポート番号	0 から 65535 の整数	1883: MQTT プロトコルの標準ポート番号
LOG_LEVEL	ログ出力を行う最低レベル	CRITICAL, ERROR, WARN, INFO, DEBUG	設定可能な値以外の場合、INFO が適用されます。

5.2. 計測の設定方法

5.2.1. 自動計測

`sudo systemctl enable logger@auto.service` コマンドを実行することによって、次の Raspberry Pi の電源投入時から自動で計測が開始されます。

自動起動をオフにするには、`sudo systemctl disable logger@auto.service` を実行します。

5.2.2. スケジュール計測

5.2.2.1. 周期計測

`crontab -e` コマンドを実行し、定期計測の設定画面を開きます。以下の形式で入力します。

繰り返しを行う場合は、`*` を入力します。一行ごとに個別の周期計測を設定することができます。

```
分 時 日 月 曜日 sudo systemctl start logger@計測時間.service
```

図 5-1

計測時間は、設定ファイルの `MEASURE_TIME_SEC` と同様に 1 から 2 の 63 乗-1 までの数字を指定してください。

例：毎日 8:00 と 16:00 に 60 秒の計測を行う場合

```
0 8 * * * sudo systemctl start logger@60.service
0 16 * * * sudo systemctl start logger@60.service
```

図 5-2

5.2.2.2. 一回計測

`at 時刻 日付` コマンドを実行し、一回実行の設定画面を開きます。

`sudo systemctl start logger@計測時間.service` と入力します。

`Ctrl+D` で設定画面を終了します。

例：2024 年 4 月 15 日 18:15 分に 60 秒の計測を行う場合

```
at 18:15 04152024
sudo systemctl start logger@60.service
Ctrl+D
```

図 5-3

5.2.3. 手動計測

`sudo systemctl start logger@manual.service` を実行します。

5.2.4. 計測に関する注意

同時に実行できる計測は1つのみです。別の名前の計測サービスを同時に実行しようとした場合、ERRORレベルでログを出力して、計測を行わず終了します。

(例：自動計測の「logger@auto.service」が実行されている時に、スケジュール計測の「logger@3600.service」が開始された場合)

同じ名前の計測サービスを同時に実行しようとした場合、後から実行した計測サービスは実行されることはありません。(例：スケジュール計測で「logger@3600.service」の開始・終了時間が重複していた場合)

5.3. 計測

5.3.1. 時刻の確認

計測を開始する前に、可能であれば `date` コマンドなどを用いて Raspberry Pi の時刻が正しく維持されているか確認してください。

時刻が正確でない場合、インターネットに接続することで NTP による時刻合わせを行うことができます。スマートフォンの Wi-Fi テザリング機能を利用してインターネットに接続することもできます。また、RTC-HAT の動作不良が疑われる場合は、設定や装着の状態を確認してください。

詳細な手順については『Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム セットアップマニュアル』を参照ください。

5.3.2. 計測の開始

上記の計測設定に従い、コマンドを入力して計測を開始してください。

`systemctl status logger@起動方法に応じた値.service` を実行し「active (running)」と緑色の文字で出力されれば、計測が開始されています。

- または簡易的に `systemctl status "logger*"` を実行することで、起動方法によらず状態を確認できます。

スケジュール計測の場合は、設定した計測開始時刻になるまで「active (running)」にならないことに注意してください。

5.3.3. 計測中

計測中のログ出力は `journalctl -f -u logger@起動方法に応じた値.service` を実行することで確認できます。

例：

- 自動起動の場合：`journalctl -f -u logger@auto.service`
- スケジュール起動の場合：`journalctl -f -u logger@指定した計測時間.service`
- 手動起動の場合：`journalctl -f -u logger@manual.service`

ログ出力を停止する場合は、`Ctrl+C` を入力します。

5.3.4. 計測の停止

計測の開始方法によらず `sudo systemctl stop logger@起動方法に応じた値.service` を実行することで計測を停止できます。

`systemctl status logger@起動方法に応じた値.service` を実行し「inactive (dead)」と出力されれば、計測は終了しています。M-A342VD/M-A542VR で RMS, P-P 計測を行った場合は、最大で A342_RMSPP_OUTPUT_INTERVAL で設定した秒数の間計測が終了しないことに注意してください。

※ 注意：上記コマンドを実行せずに、Raspberry Pi の終了コマンドや再起動コマンドを実行することでも自動的に計測は停止します。ただし、ログファイルがデータ保存フォルダに保存されず、計測時間が正しく記録されなくなる可能性があるため、停止する場合は上記コマンドを実行してください。

5.4. 計測データの取得

『Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム セットアップマニュアル』に沿ってセットアップした場合、計測データは内蔵 SD カードに保存されています。Raspberry Pi ユーザーのホームディレクトリに保存されたすべての計測データを、PC の PowerShell でカレントディレクトリにコピーするコマンドは以下です。

- ▶ `scp -r 設定した RaspberryPi のユーザー名@設定した RaspberryPi の IP アドレス:measure .`

6. 付属ツール：センサーセルフテスト

6.1. 全般

センサーセルフテストツールは、ロガープログラムとは独立して動作するプログラムです。センサーに備わっているセルフテスト機能を実行し、テストの結果をターミナルに出力します。

※ 注意：本機能は、テスト中に環境振動レベルが急激に変化する場合や、環境振動レベルが本製品のフロアノイズを下回る場合は、診断結果に判定不能を示したり、誤った診断結果を示す場合があります。
詳しくは各センサーのデータシートを参照ください。

なお、センサーセルフテストツールは、ロガープログラムの設定項目を参照して動作します。参照するのは設定ファイルの全項目で、ロガープログラムと同等の設定内容チェックがツールの起動時に行われます。

6.2. 入力仕様

センサーセルフテストツールは、以下のセンサーに対応します：

- M-A352AD
- M-A342VD
- M-A552AR
- M-A542VR

Raspberry Pi にセンサーが複数台接続されている場合は、1台ごとにテストが行われます。

6.3. 出力仕様

Raspberry Pi に接続したセンサーごとに、セルフテスト結果を以下の形式でターミナルに出力します。

```
Model: A342
SerialNo.: XXXXXX
Acceleration: OK
Sensitivity: Not Available
Temperature: OK
Power Voltage: OK
Flash Memory: OK
Structural Resonance: X:OK,Y:OK,Z:OK
```

図 6-1 セルフテストの出力例

表 6-1 セルフテストの項目説明

項目	説明	値の種類	備考
Model	センサーのモデル	A352, A342	A552 の場合は A352、A542 の場合は A342 と出力される
SerialNo	センサーのシリアルナンバー	---	
Acceleration	加速度値センサーの異常有無	OK, NG	
Sensitivity	感度の異常有無 (XYZ 軸それぞれに出力)	OK, NG, Not Available	A342 の場合は利用できない (Not Available)
Temperature	温度センサーの異常有無	OK, NG	
Power Voltage	電源電圧レベルの異常有無	OK, NG	
Flash Memory	不揮発性メモリの異常有無	OK, NG	
Structural Resonance	構造共振レベルの異常有無 (XYZ 軸それぞれに出力)	OK, NG, Not Available	A352 の場合は利用できない (Not Available)

6.4. 実行仕様

1. セルフテスト実行中は計測が行われないよう、計測の設定を調整します。
2. センサーを Raspberry Pi に接続します。
3. PC から Raspberry Pi にログインし、「/app/MSG-002-001a」フォルダに移動します。
4. 次のコマンドを入力し、セルフテストツールを実行します：`python -m logger.tool.selftest`
5. セルフテスト結果がターミナルに出力されます。

7. 付属ツール：ハードウェア状態モニター

7.1. 全般

ハードウェア状態モニター ツールは、ロガープログラムとは独立して動作するプログラムです。1 分間隔でハードウェアの状態を計測し、CSV ファイルに出力します。

なお、ハードウェア状態モニター ツールは、ロガープログラムの設定項目を参照して動作します。参照するのは設定ファイルの全項目で、ロガープログラムと同等の設定内容チェックがツールの起動時に行われます。

7.2. 出力仕様

7.2.1. ハードウェア状態モニター 計測データファイル

設定項目「データ保存フォルダ」下に「hardware」フォルダを作成し、「[モニター開始年月日_時分秒](#)_hwmonitor.csv」ファイルに計測結果を出力します。出力データ量が小さいため、ファイルの切り替えは行われません。

```
Time,CPU Temperature(deg C),CPU Usage(%),Memory Usage(%),Disk Usage(%)
2024-08-19 12:22:48,37.485,0.2,2.5,0.0
2024-08-19 12:23:48,36.998,0.1,2.5,0.0
2024-08-19 12:24:48,39.433,0.1,2.5,0.0
```

図 7-1 ハードウェア状態モニターの出力例

表 7-1 ハードウェア状態モニターの項目説明

項目	説明
Time	計測した年月日時分秒
CPU Temperature(deg C)	CPU 温度 (°C)
CPU Usage(%)	CPU 使用率
Memory Usage(%)	メモリ使用率
Disk Usage(%)	保存フォルダのディスク使用率

7.2.2. ハードウェア状態モニター 状態メッセージ

ハードウェア状態モニター ツールは、ロガープログラム同様、MQTT プロトコルのメッセージとしてハードウェアの状態を送信します。

表 7-2 ハードウェア状態モニター 状態メッセージ仕様

メッセージ種類	トピック名	メッセージ内容
H/W 計測 計測状態	hwmonitor/\$LOG	status: "START" "STOP"
H/W 計測 計測データ	hwmonitor/\$LOG/data	cpu_temperature: 99.999, cpu_usage: 99.9, memory_usage: 99.9, disk_usage: 99.9
H/W 計測 エラー発生状態	hwmonitor/\$LOG/error	level: "CRITICAL" "ERROR" "WARNING", message: "実際のエラーメッセージ"

- メッセージ仕様表についての詳細は「3.4.4. 状態メッセージ」に準じます。

7.3. 実行仕様

ハードウェア状態モニター ツールは、利用形態に応じて 2 種類の実行方法が可能です。

7.3.1. ターミナル実行

Raspberry Pi のターミナルからコマンド実行する方法です。

1. PC から Raspberry Pi にログインし、「/app/MSG-002-001a」フォルダに移動します。
2. 次のコマンドを入力し、ハードウェア状態モニターを実行します：`python -m logger.tool.hwmonitor`
3. 1 分間隔でハードウェアの状態がターミナルに出力されると共に、CSV ファイルに記録されます。
4. ハードウェア状態モニターを終了するには、`Ctrl+C` を入力します。

7.3.2. OS サービス登録

ロガープログラムと同様 Raspberry Pi の OS にサービス登録し、バックグラウンド実行する方法です。

1. 「/app/MSG002-001a/bin/hwmonitor.service」ファイルの 12 行目の「User=pi」を、Raspberry Pi の初期設定で作成したユーザー名に変更します。
2. `sudo cp /app/MSG002-001a/bin/hwmonitor.service /etc/systemd/system/` を実行し、サービス設定ファイルをインストールします。
3. `sudo systemctl daemon-reload` を実行し、サービス設定を読み込ませます。

サービス登録後、以下の 2 種類の方法で実行することができます。

- すぐに実行したい場合：`sudo systemctl start hwmonitor.service` コマンドを実行します。
 - 実行を停止したい場合は、`sudo systemctl stop hwmonitor.service` を実行します。
 - OS 再起動後は、サービスは停止した状態になります。
- OS 起動後、常に実行したい場合：`sudo systemctl enable hwmonitor.service` コマンドを実行します。
 - 常時実行を解除したい場合は、`sudo systemctl disable hwmonitor.service` を実行します。

サービス登録された状態では、ハードウェア状態モニターが出力した内容を以下のコマンドで確認することができます。

- `journalctl -f -u hwmonitor.service`
 - 出力を停止するには `Ctrl+C` を入力します。

8. 付録 : ログメッセージ

ログ出力のメッセージは重要度に応じて 5 段階のレベルに分かれます。レベルと意味を以下の表に記載します。

表 8-1

レベル	意味
CRITICAL	Raspberry Pi を再起動する必要があるエラーの発生
ERROR	設定項目の誤り、センサーの故障や接続不良などによる計測が開始できない、計測が強制終了する発生
WARN	不正パケットの発生またはデータ欠落の発生
INFO	計測開始、計測終了、計測データファイルのローテーション
DEBUG	開発中に確認のために出力された任意の項目

以下にログメッセージの一覧をレベル別に記載します。(DEBUG レベルのメッセージは省略)
 青字の日本語は変数を表し、出力される状況に応じて実際に出力されるメッセージが異なります。

表 8-2 INFO レベル メッセージ

出力メッセージ	メッセージの意味と対処方法
Start initialization	センサーの初期化を開始した。
Connected to message broker	MQTT メッセージブローカーに接続した。
Set measurement configuration	センサーに計測設定を設定し始めた。
Found product: 製品型番 port=接続 USB ポート baud=設定したボーレート	USB ポートと指定のボーレートでセンサーが見つかった。
Sensor initialized:製品型番 #センサーのシリアル ナンバー @接続 USB ポート	センサーの初期化が完了した。
Initial wait for 初回待機時間 sec	初回計測待機が開始した。
Start measurement	計測が開始した。
Initial output to 出力ファイル名	最初出力ファイル名を通知。
Output file is rotated to 出力ファイル名	出力ファイルが変わった。
Sensor on axis: 軸 is fixed	センサーデータ異常検出機能で、異常状態が解消した。
Terminate measurement	利用者の操作やエラーによって計測が中断された。
Finish measurement	設定された計測時間が完了したことで計測が終了した。

表 8-3 WARN レベル メッセージ

出力メッセージ	メッセージの意味と対処方法
Failed to connect message broker: rc=理由コード, messaging is disabled and measurement will continue.	MQTT メッセージブローカーへの接続に失敗したが、計測は継続される。 MQTT を使用する場合はメッセージ接続設定を確認し、使用しない場合はメッセージ機能を無効にしてください。
Invalid packet boundary: beg=不正なパケットの先頭バイト, end=不正なパケットの終了バイト. Fix packet.	データ飛びが発生してデータに変換できない不正なパケットになっている。 このメッセージが頻繁に出る場合はセンサーが故障している可能性があります。

Missing 欠落データ数 data from index: 開始インデックス. Complement them.	カウント値をチェックした結果データ欠損が破損したため、補完を行なった。 このメッセージが頻繁に出る場合はセンサーが故障している可能性があります。
Sensor on axis: 軸 is possibly broken	センサーデータ異常検出機能で、軸のデータが一定時間同じ値だったため、異常が発生している可能性がある。

表 8-4 ERROR レベル メッセージ

出力メッセージ	メッセージの意味と対処方法
Another measurement is running, cannot start measurement	他の計測の実行中にプログラムが起動されたため計測が実行できなかった。 他の計測が終了するのを待つか、計測時間が重ならないよう設定を見直してください。
Measurement time argument must be an integer	スケジュール計測時の計測時間指定の引数が整数ではなかったため計測を開始できなかった。 スケジュール計測の設定に誤りがないか確認してください。
Config file has wrong value, cannot start measurement	設定ファイルに誤りがあり計測が開始できなかった。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must be defined	設定値が設定されていない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must be one of とりうる値の一覧	設定値がとりうる値のいずれかではない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must be between 設定の下限値 and 設定の上限値	設定値がとりうる値の範囲に一致しない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must be less than or equal to 設定の最大値	設定値が最大値以下ではない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must match to pattern: 正規表現パターン	設定値が正規表現に一致しない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must satisfy constraint: 設定の制約条件	設定値が制約条件を満たしていない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
設定キー名 must be an existing directory: ディレクトリ名	与えられた名前のディレクトリが存在しない。 設定ファイルに誤りがあるため、設定ファイルを確認してください。
Failed to connect: 接続ポート	利用可能なはずのポートで接続に失敗した。 センサーが通信できない状態になっている可能性があります。センサーへの電源共有を停止して再度接続してください。
Sensor device: NOT_READY センサーの出力値	センサーが利用可能な状態ではない。 しばらく待ってから再度計測を実行してください。
Sensor device: HARD_ERR センサーの出力値	センサーが故障している。

Sensor: 製品型番 #センサーのシリアルナンバー @接続 USB ポート failed to start measurement	センサーの計測開始に失敗した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
Sensor: 製品型番 #センサーのシリアルナンバー @接続 USB ポート got error during measurement	計測中にエラーが発生してそのセンサーの計測が終了した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている、または保存先のディスクに異常がある可能性があります。
Sensor: 製品型番 #センサーのシリアルナンバー @接続 USB ポート failed to stop measurement	センサーの計測停止に失敗した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。センサーの電源を入れ直してください。
No sensor found	センサーが見つからなかった。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
Failed to initialize: 接続ポート	そのポートに接続しているセンサーの初期化に失敗した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
Failed to initialize measurement	センサーの初期化に失敗した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
All sensor failed to start measurement	センサーの計測開始に失敗した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
All sensor failed to measure	計測開始の失敗または計測中のエラーで計測が停止した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
Failed to measure	計測中にエラーが発生した。 同時にエラーの詳細なログが出力されるので、内容を確認してください。
Unknown error occurred	プログラムの実行中に想定外のエラーが発生した。 同時にエラーの詳細なログが出力されるので、内容を確認してください。
An error occurred during stop measurement	計測終了処理中にエラーが発生した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。センサーの電源を入れ直してください。
An error occurred while reading data	データの読み込み中にエラーが発生した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。
An error occurred while writing data	データの書き込み中にエラーが発生した。 保存先のディスクの異常や、容量がいっぱいになっている可能性があります。
Failed to send stop command	計測停止命令の送信に失敗した。 センサーの故障や USB ケーブルが外れている可能性があります。センサーの電源を入れ直してください。
Failed to disconnect device connection	センサーとの切断に失敗した。 Raspberry Pi の電源を入れ直してください。
Can't start measurement	計測が開始できなかった。 同時にエラーの詳細なログが出力されるので、内容を確認してください。

Can't continue measurement	計測が続けられなくなった。 同時にエラーの詳細なログが出力されるので、内容を確認してください。
An error occurred while initializing logging	ログ出力の初期化中にエラーが発生した。 保存先のディスクの異常や、容量がいっぱいになっている可能性があります。
An error occurred within listener process	内部処理プロセスの実行中にエラーが発生した。 同時にエラーの詳細なログが出力されるので、内容を確認してください。

表 8-5 CRITICAL レベル メッセージ

出力メッセージ	メッセージの意味と対処方法
Failed to notify finishing writer process	書き込み処理の終了に失敗した。 Raspberry Pi の電源を入れ直してください。
Failed to get reader process finish message	読み込み処理の終了に失敗した。 Raspberry Pi の電源を入れ直してください。

9. お問い合わせ

セイコーエプソン株式会社

営業本部 MD 営業部

インターネットによるお問い合わせ先

https://www.epson.jp/prod/sensing_system/contact/