



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

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作動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、弊社製品の誤作動や故障により生命・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無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事情況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、「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.....	5
1. 関連文書	6
2. はじめに	7
2.1. Raspberry Pi の起動と終了.....	8
2.1.1. Raspberry Pi の起動.....	8
2.1.2. Raspberry Pi の終了.....	8
2.1.3. Raspberry Pi の再起動.....	8
2.2. Raspberry Pi でのファイル編集	9
3. ハードウェアの準備	10
3.1. 共通で準備するもの.....	10
3.2. M-A370AD, M-A352AD, M-A342VD で計測する場合	11
3.3. M-A552AR, M-A542VR で計測する場合.....	11
3.4. Raspberry Pi 4B のケース及び放熱について	11
3.4.1. ケースについて	11
3.4.2. 放熱について	11
3.5. Raspberry Pi 5 のケースについて	11
4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成	12
5. 初期設定	17
5.1. Raspberry Pi OS へのログイン.....	17
5.2. 有線 LAN ケーブルを用いた PC リモート接続設定	18
5.2.1. 固定 IP アドレスの設定	18
5.2.2. Raspberry Pi と Windows PC の接続.....	18
5.3. ブロードバンド Wi-Fi ルーターを用いたインターネット接続設定.....	20
5.4. RTC-HAT による時刻設定.....	22
5.5. データ保存フォルダの作成	23
6. アプリケーション設定	24
6.1. ソースコードの展開.....	24
6.2. パッケージのインストール.....	24
6.3. サービス登録	25
6.4. 計測に必要なプログラムのインストール.....	25
6.5. 設定ファイルの作成.....	25
7. センサーの接続.....	26
7.1. M-A370AD, M-A352AD, M-A342VD と Raspberry Pi の接続.....	26
7.2. M-A552AR, M-A542VR と Raspberry Pi の接続	26
8. 付録	28
8.1. システムの状態メッセージを扱う MQTT ブローカーのセットアップ	28
8.2. ブロードバンド Wi-Fi ルーターによるリモート接続	28
8.3. 外付け USB メモリーへの計測データの保存	29
8.4. PoE による電源供給について	30
8.5. Raspberry Pi Zero 2 W を使用した計測.....	30
8.5.1. ハードウェアの準備.....	30
8.5.2. セットアップ手順.....	31
9. お問い合わせ.....	32

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	• 説明文の軽微な修正、注記の追加、図版の追加・更新
		10, 23, 29	• 計測データの保存先フォルダは内蔵 SD カードを使うことを標準とし、外付け USB メモリーを使う方法はオプションとした
		30	• Raspberry Pi Zero 2 W へのセットアップ手順を追加
20250331	2025/3/31	---	MSG002-001a_v1.2.0 リリースに対応した改訂
		6	• 関連文書を追加
		7, 10, 11, 12, 22	• Raspberry Pi 5 に対応、OS を bookworm に変更 • Raspberry Pi 5 に特化した記載を追加
		12, 18	• Raspberry Pi Imager の画像を英語版に変更 • Windows の画像を Windows 11 英語版に変更
		14, 17	• Raspberry Pi Imager による OS カスタマイズを追加
		18, 28	• OS 変更に伴いネットワーク設定方法を変更
		28	• MQTT メッセージ送信機能追加に伴い MQTT ブローカーのセットアップ手順を追加
		30	• PoE による電源供給を追加
20250731	2025/07/31	---	• MSG002-001a_v1.3.0 リリースに対応した改訂
		6, 7, 11, 26	• M-A370AD への対応を追加
		7	• 全体構成図を追加
		10	• RTC の使用を推奨する注記を追加
		12	• SD カードにインストールする OS のバージョンを更新
		17, 18, 23, 24, 28	• ユーザーが指定するユーザー名や IP アドレスについて、標準を想定することでマニュアルの記載を簡潔化
		25	• RTC を使用せず NTP で時刻同期する構成において、時刻同期までプログラムの起動を遅延させるためのサービス設定を追加
		29	• サービス定義ファイルの変更に伴い、外付け USB メモリーを使用する構成におけるサービス定義ファイルの調整方法を変更
		ALL	• その他、手順の不足を補い、実行結果への補足を追加

1. 関連文書

- 『Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム オペレーションマニュアル』 Rev.20250731
- 『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-A370AD データシート』
- 『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、セイコーエプソン社製加速度センサー M-A370AD, M-A352AD, M-A552AR、振動センサー M-A342VD, M-A542VR の計測データを、Raspberry Pi に記録するシステム（以下「本システム」と記載します）のセットアップについて説明します。

Raspberry Pi は、Raspberry Pi 4B, Raspberry Pi 5 を前提に説明します。セットアップする OS は Debian 12 (bookworm) ベースの Raspberry Pi OS で、使用する Python は 3.11 です。

USB 接続の M-A370AD, M-A352AD, M-A342VD と、RS422 接続の M-A552AR, M-A542VR では接続方法が異なるため、ハードウェア設定はそれぞれについて説明します。なお、Raspberry Pi で動作するソフトウェアは共通になります。

PC リモート接続及びインターネット接続は、それぞれ有線 LAN 経由・無線 LAN 経由が可能です。本マニュアルでは以下の構成を前提に説明します。

- 有線 LAN：Raspberry Pi と PC を有線 LAN ケーブルで直接接続し、PC からリモート接続して設定を行う
- 無線 LAN：Raspberry Pi からブロードバンド Wi-Fi ルーターに接続し、インターネットに接続する

また、付録の章では、いくつかのオプション構成のセットアップ方法を説明します。

- システムの状態メッセージを扱う MQTT ブローカーのセットアップ
- ブロードバンド Wi-Fi ルーターによるリモート接続
- 外付け USB メモリーへの計測データの保存
- PoE による電源供給について
- Raspberry Pi Zero 2 W を使用した計測

また、MQTT ブローカーに送信された状態メッセージは、「振動計測システム モニタリングアプリ」を使用して PC から Web ブラウザから確認することができます。

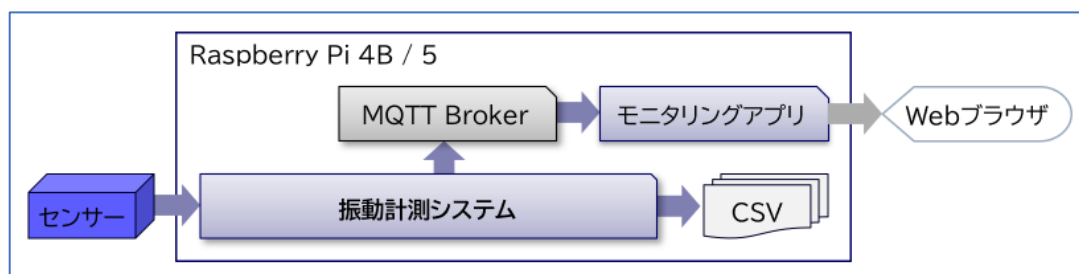


図 2-1 全体構成図

2.1. Raspberry Pi の起動と終了

本マニュアルの設定手順では Raspberry Pi を起動・終了・再起動する手順が含まれます。その詳細な手順を以下に記載します。

2.1.1. Raspberry Pi の起動

- Raspberry Pi の USB Type-C コネクタに電源（AC アダプター）を接続することで Raspberry Pi は起動します。
- OS の起動にはしばらく時間がかかります。Raspberry Pi とリモート接続する場合は電源接続後しばらく待ってから行ってください。（緑色の LED が点滅しなくなるのが目安です）
- Raspberry Pi の各コネクタへの外部デバイス接続は、必ず電源をオフにした状態で行ってください。

2.1.2. Raspberry Pi の終了

- OS のコマンドプロンプトで下記コマンドを実行することで OS が終了します。

```
sudo shutdown -h now
```


OS 終了までしばらく時間がかかります（緑色の LED が点滅しなくなるのが目安です）。
- Raspberry Pi 5 の場合、LED 横にある電源ボタンを押すことで OS を終了させることができます。
- OS 終了後、Raspberry Pi の電源をオフにしてください。

2.1.3. Raspberry Pi の再起動

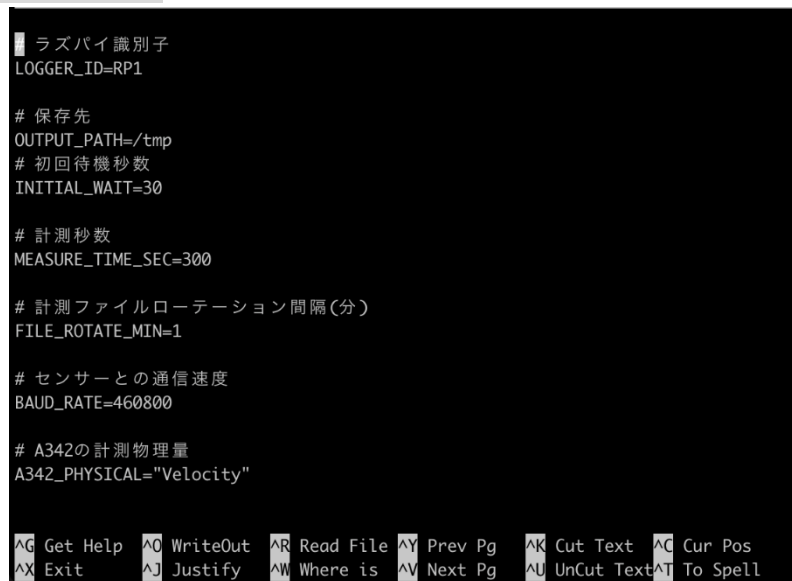
- OS のコマンドプロンプトで下記コマンド実行することで OS が再起動します。

```
sudo reboot
```
- OS 再起動までしばらく時間がかかります（緑色の LED が点滅、消灯を 2 回繰り返すのが目安です）。

2.2. Raspberry Pi でのファイル編集

本マニュアルの設定手順では Raspberry Pi 上でファイルを編集する手順が含まれます。本マニュアルではファイル編集に「nano」コマンドを使用します。nano の使用方法を以下に説明します。

1. nano 編集したいファイル名 と入力すると下図の画面が開きます。



```
ラズパイ 識別子
LOGGER_ID=RP1

# 保存先
OUTPUT_PATH=/tmp
# 初回待機秒数
INITIAL_WAIT=30

# 計測秒数
MEASURE_TIME_SEC=300

# 計測ファイルローテーション間隔(分)
FILE_ROTATE_MIN=1

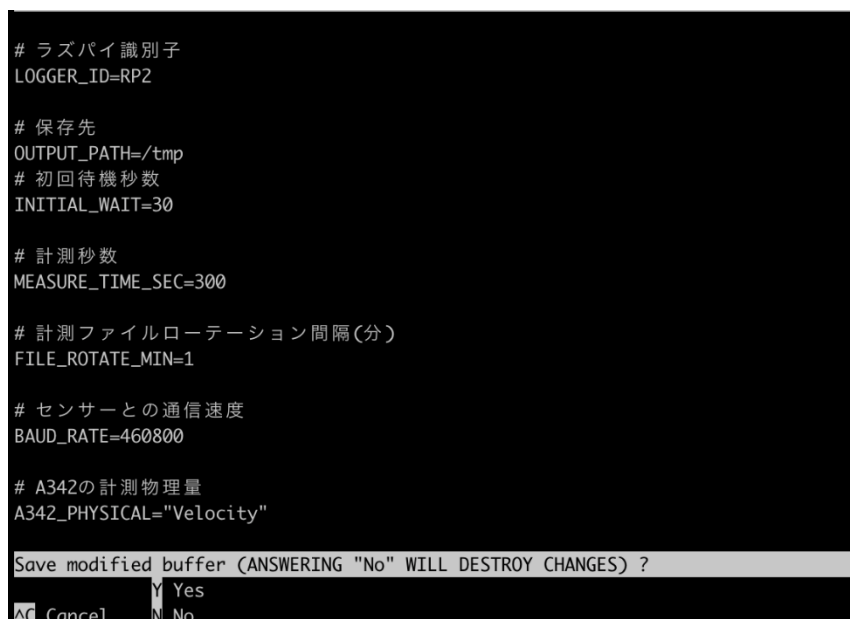
# センサーとの通信速度
BAUD_RATE=460800

# A342の計測物理量
A342_PHYSICAL="Velocity"

^G Get Help  ^O WriteOut  ^R Read File  ^Y Prev Pg   ^K Cut Text   ^C Cur Pos
^X Exit       ^J Justify   ^W Where is   ^V Next Pg   ^U UnCut Text ^T To Spell
```

図 2-2

2. キーボードを使用しファイルを編集します。マウスは使用できないのでご注意ください。
3. 保存する際は `Ctrl+X` を入力すると下図のように画面が変わるので `y` を入力します。



```
# ラズパイ 識別子
LOGGER_ID=RP2

# 保存先
OUTPUT_PATH=/tmp
# 初回待機秒数
INITIAL_WAIT=30

# 計測秒数
MEASURE_TIME_SEC=300

# 計測ファイルローテーション間隔(分)
FILE_ROTATE_MIN=1

# センサーとの通信速度
BAUD_RATE=460800

# A342の計測物理量
A342_PHYSICAL="Velocity"

Save modified buffer (ANSWERING "No" WILL DESTROY CHANGES) ?
^Y Yes
^C Cancel  ^N No
```

図 2-3

4. 以上でファイルの編集が完了します。

3. ハードウェアの準備

3.1. 共通で準備するもの

表 3-1

項目	製品型番	メーカー	備考
Raspberry Pi	Raspberry Pi 4B Raspberry Pi 5	Raspberry Pi Foundation	メモリーサイズ 4GB 以上
microSD カード	Extreme	SanDisk	(動作確認済み製品) 512GB
RTC-HAT	103030278	Seeed Studio	(動作確認済み製品)
リチウム電池	CR1225	—	RTC-HAT の電源保持に使用する
PC	—	—	Windows10 以降を推奨
Wi-Fi ルーター	WMR-433W2-BK	Buffalo	(動作確認済み製品) PC と Raspberry Pi を Wi-Fi で 接続する場合

※ 注意：電源 OFF 時でも時刻を維持するために、バッテリーでバックアップされた RTC の使用を強く推奨します。

この他、Raspberry Pi の動作環境として以下のものが必要となります。それぞれ、Raspberry Pi の仕様に合ったものをご準備ください。

- 電源 (AC アダプター) (必ずご利用の Raspberry Pi モデルに合った AC アダプターをご準備ください)
- Raspberry Pi の初期セットアップにのみ必要な機材：USB キーボード、ディスプレイ、micro HDMI アダプター
- Raspberry Pi と PC を有線 LAN で接続する場合に必要な機材：Ethernet ケーブル

本マニュアルで説明する標準的な手順では、SD カードに計測データを記録します。以下を参考に、SD カードのサイズは十分なものをご用意ください。

表 3-2

種別	詳細	サイズ
OS 領域	手順「4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成」にて推奨するもの	約 3GB
計測データ	振動センサー M-A342、速度測定、3000sps、10 分間	約 130MB
計測データ	加速度センサー M-A370, M-A352、加速度測定、1000sps、10 分間	約 50MB

手順「8.3. 外付け USB メモリーへの計測データの保存」に沿って外付け USB メモリーにデータを保存する場合、別途外付け USB メモリーが必要です。(動作確認済み製品：SanDisk SDCZ430-512G-J57)

また、商用電源の瞬停や短時間の停電でも計測が維持できるよう、無停電電源装置 (UPS) の使用を推奨します。

3.2. M-A370AD, M-A352AD, M-A342VD で計測する場合

表 3-3

項目	製品型番	メーカー	備考
加速度センサー	M-A370AD M-A352AD	Seiko Epson	M-A370AD, M-A352AD, M-A342VD のいずれか
振動センサー	M-A342VD	Seiko Epson	
中継ボード	M-G32EV51	Seiko Epson	M-G32EV51 と M-G32EV41 をセットで使用する
評価ボード	M-G32EV41	Seiko Epson	
USB ケーブル	—	—	Type A – Type C

3.3. M-A552AR, M-A542VR で計測する場合

表 3-4

項目	製品型番	メーカー	備考
加速度センサー	M-A552AR	Seiko Epson	M-A552AR, M-A542VR のいずれか
振動センサー	M-A542VR	Seiko Epson	
RS422 変換ケーブル	TBD	TBD	個別にお問い合わせください
AC アダプター	ATS065T-P120	Adapter Technology	(動作確認済み製品)
RS422 – USB コンバーター	ICUSB422	StarTech	

3.4. Raspberry Pi 4B のケース及び放熱について

3.4.1. ケースについて

- RTC-HAT と干渉するため、ケース内の熱伝導突起を CPU に密着させるタイプは使用できません（例：タカチ電機工業・型番 RPH-4B-H）。
ケース内の熱伝導突起のないタイプを使用してください（例：タカチ電機工業・型番 RPH-4B-N）。
- ケースを使用すると、ケース内に熱がこもり電子デバイスが高温になり誤動作する可能性がありますので、動作中のケース内温度を確認することをおすすめします。

3.4.2. 放熱について

- CPU 等の IC にはヒートシンクをつけることをおすすめします。（例：Seeed Studio・型番 110991329）
- 放熱は Raspberry Pi 基板表面（部品実装面）だけでなく、裏面（ハンダ面）からも行われるので、基板裏面に空間を設けることをおすすめします。
- 高温環境下で長時間動作させる場合は、ファンによる放熱もご検討ください。
なお、RTC-HAT と干渉しないかご確認ください。
- 計測中の時刻精度が必要ない場合は、RTC-HAT を外して、ケース内の熱伝導突起を CPU に密着させて CPU の放熱を行うタイプのケース（例：タカチ電機工業・型番 RPH-4B-H）の使用も可能です。
RTC-HAT を外して計測した場合の時刻精度は、Raspberry Pi 内蔵のクロック精度となります。

3.5. Raspberry Pi 5 のケースについて

Raspberry Pi 5 のケースは、DFROBOT 社製 型番 FIT0963（スイッチサイエンス商品コード DFROBOT-FIT0963）で動作確認済みであり推奨します。

4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成

PC を使用し、Raspberry Pi OS を起動するための SD カードを作成します。

1. 「Raspberry Pi 社製品を利用した振動計測システム」を動作させる推奨の OS イメージを、以下からダウンロードします。

https://downloads.raspberrypi.com/raspios_lite_arm64/images/raspios_lite_arm64-2025-05-13/

・ 末尾が「.img.xz」となっているリンクをクリックしてダウンロードしてください。

2. Raspberry Pi の OS イメージを SD カードへ書き込むため、PC ソフトウェア「Raspberry Pi Imager」を以下よりダウンロードします。

<https://www.raspberrypi.com/software/>

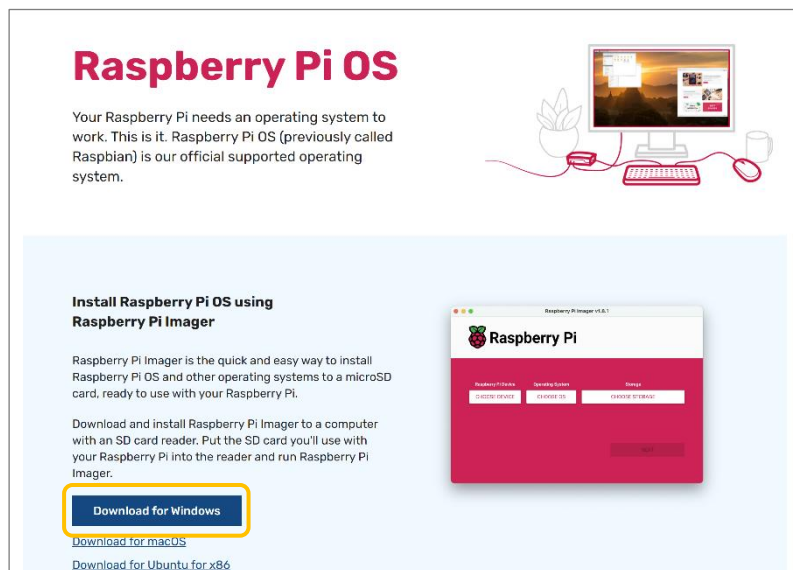


図 4-1

- ・ 本マニュアルで使用している画面は Windows 版バージョン 1.8.5 です。画面は予告なく変更される場合があります。
3. ダウンロードした「Imager_バージョン名.exe」をダブルクリックして Raspberry Pi Imager をインストールします。
 4. Raspberry Pi Imager を起動します。
 5. SD カードを PC にセットします。
 6. 「デバイスを選択」をクリックしてセットアップする Raspberry Pi のモデルを選択します。

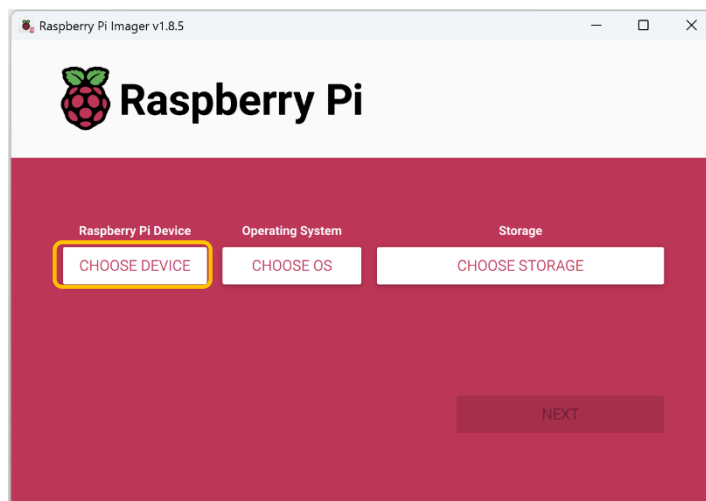


図 4-2

7. 「OS を選択」をクリックして一番下の「Use Custom」から 1 でダウンロードしたファイルを選択します。

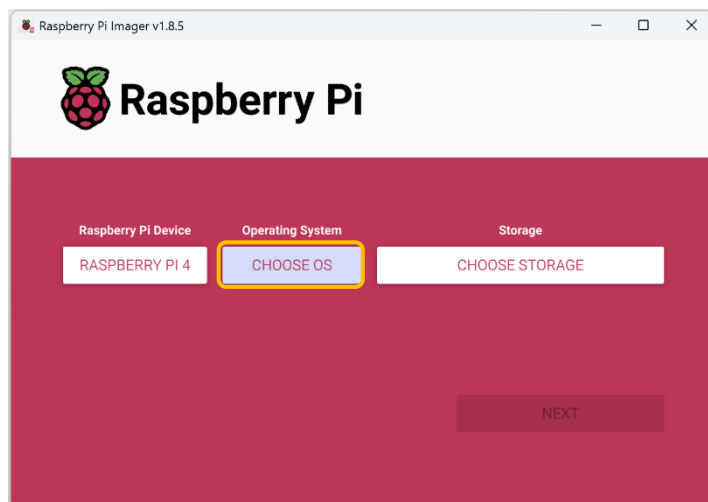


図 4-3

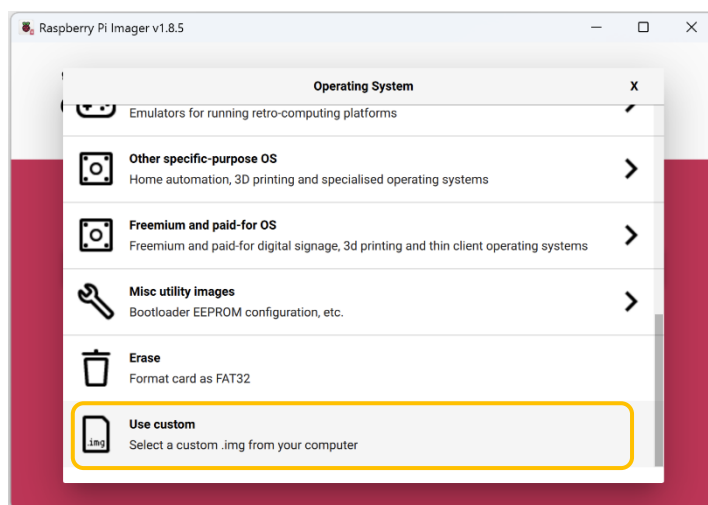


図 4-4

8. 「ストレージを選択」をクリックして OS イメージを書き込むための SD カードを選択します。

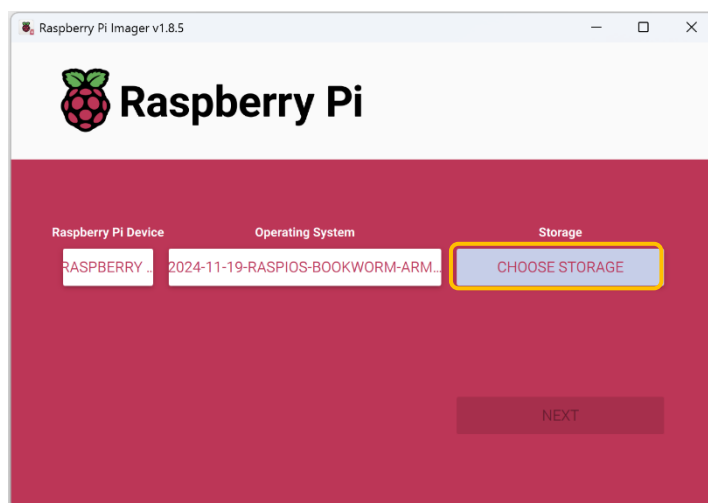


図 4-5

9. 「次へ」をクリックします。

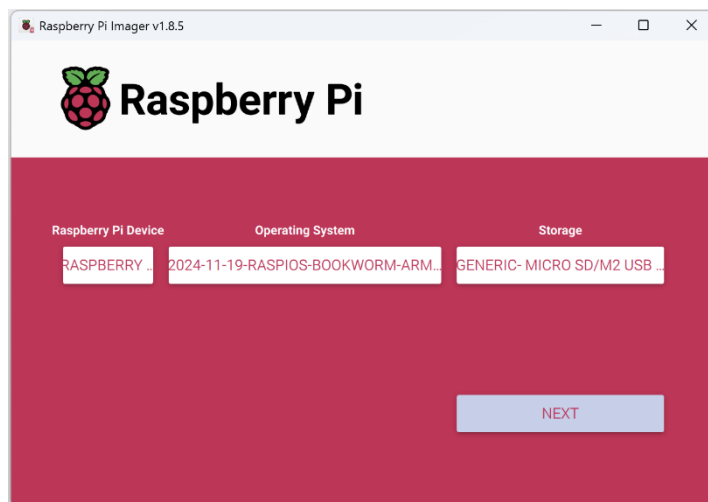


図 4-6

10. OSのカスタマイズを行うか確認するダイアログが表示されるので、「設定を編集する」をクリックします。

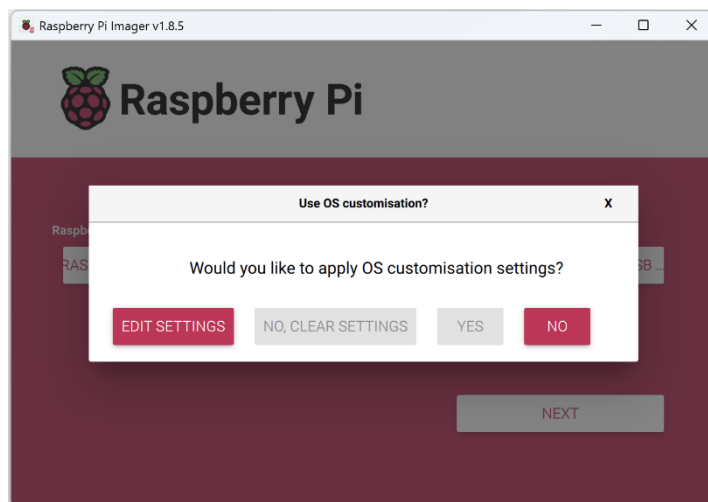


図 4-7

11. 表示された画面の「一般」のタブでは以下の項目を入力します。

The screenshot shows the 'OS Customisation' window with the 'GENERAL' tab selected. The window has three tabs: 'GENERAL', 'SERVICES', and 'OPTIONS'. Under 'GENERAL', there are several settings:

- ☒ Set hostname: raspberrypi .local
- ☒ Set username and password
 - Username: pi
 - Password: [masked]
- ☒ Configure wireless LAN
 - SSID: SSID
 - Password: [masked]
 - ☐ Show password ☐ Hidden SSID
 - Wireless LAN country: JP
- ☒ Set locale settings
 - Time zone: Asia/Tokyo
 - Keyboard layout: jp

A red 'SAVE' button is at the bottom.

図 4-8

- ・ ホスト名：Raspberry Pi に設定するホスト名を指定します
- ・ ユーザー名とパスワード：OS 起動後に使用するユーザー名、パスワードを指定します
- ・ Wi-Fi：インターネット接続に使用する Wi-Fi ルーターの SSID とパスワードを指定します
また、Wi-Fi を使う国を適切に設定します（日本の場合：JP）
（Wi-Fi の設定は後の手順で再度設定することが可能です）
- ・ ロケール：タイムゾーン、キーボードレイアウトをそれぞれ指定します

12. 続いて、「サービス」タブでは以下を入力します。

The screenshot shows the 'OS Customisation' window with the 'SERVICES' tab selected. The window has three tabs: 'GENERAL', 'SERVICES', and 'OPTIONS'. Under 'SERVICES', there are settings for SSH:

- ☒ Enable SSH
 - ☒ Use password authentication
 - ☐ Allow public-key authentication only
 - Set authorized_keys for 'pi':
 - [empty text field]

A greyed-out 'RUN SSH-KEYGEN' button is below the public-key authentication option. A red 'SAVE' button is at the bottom.

図 4-9

- ・ SSH：SSH を使用するため、有効化し、パスワード認証を選択します

13. 「オプション」タブは特に変更する必要がないため、「保存」をクリックします。
14. OSのカスタマイズを確認するダイアログが再度表示されるので、今度は「はい」をクリックします。
15. メディアが消去されることを警告するダイアログが開くので、「はい」を選択して書き込みを開始します。
16. 書き込みが終わるのを待ちます。

以上で OS イメージの書き込みは終わりです。

5. 初期設定

本マニュアルの以下の手順では、次の想定で記載しています：

- Raspberry Pi に作成したユーザー名：`pi`
- Raspberry Pi に設定する固定 IP アドレス：`192.168.1.52`

ユーザー名・固定 IP アドレスに異なるものを使用する場合には、適宜読み替えてください。

※ 注意： 手順「5.2.2. Raspberry Pi と Windows PC の接続」が終わるまでは Raspberry Pi を PC から操作できません。ディスプレイとキーボードをご用意ください。

5.1. Raspberry Pi OS へのログイン

Raspberry Pi の SD カードスロットに「4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成」で作成した SD カードを挿入し、Raspberry Pi にディスプレイとキーボードを接続し、AC アダプターを接続して電源を投入します。

数回の再起動後にログインプロンプトが表示されるので、設定したユーザー名・パスワードでログインします。

続いて「4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成」で設定した OS カスタマイズが適用されているか確認します。

1. コマンドプロンプトに `date` と入力します。

・ 日付の表示が設定したタイムゾーンで出力されていることを確認します（Asia/Tokyo の場合は `JST`）

※ 注意： インターネットに接続していない場合、表示される時刻は正確ではありません。

2. コマンドプロンプトに `nmcli` と入力します。

・ 現在のネットワーク設定が表示されます（Wi-Fi の接続状況に応じて次のように表示されます）

```
Wi-Fi を設定し、Wi-Fi に接続している場合：
wlan0: connected to preconfigured
        "Broadcom Wi-Fi"
        wifi (brcmfmac), _MAC_ADDRESS_, hw, mtu 1500
        ip4 default, ip6 default
        (ネットワーク設定が表示される)

Wi-Fi に接続していない場合：
wlan0: disconnected
        "Broadcom Wi-Fi"
```

図 5-1

5.2. 有線 LAN ケーブルを用いた PC リモート接続設定

Raspberry Pi に PC から有線 LAN ケーブルを使ってリモートでアクセスするための設定を行います。

5.2.1. 固定 IP アドレスの設定

1. 以下のコマンドを入力し、有線 LAN 接続の IP アドレスを設定します。

```
sudo nmcli connection modify "Wired connection 1" \  
  ipv4.addresses 192.168.1.52/24 \  
  ipv4.route-metric 1000 \  
  ipv4.method manual \  
  ipv6.method disabled
```

※ 注意： 行の末尾でバックスラッシュ（または ¥ マーク）を入力し、改行して複数行入力します。

※ 注意： Wi-Fi 接続したネットワークが「192.168.1」のサブネットを使用している場合、「192.168.2」などの異なるサブネットに変更してください。（以降の説明でも読み替えてください）

※ 注意： 複数台の Raspberry Pi を設定する場合、IP アドレスの「52」の数字を「2～255」のいずれかに変更してください。

2. Raspberry Pi を再起動します（参照：2.1.3. Raspberry Pi の再起動）。

5.2.2. Raspberry Pi と Windows PC の接続

Raspberry Pi と PC をリモート（SSH）接続するために以下の設定を行います。

1. Raspberry Pi と PC をイーサネットケーブルで接続します。

2. 「設定」から「ネットワークとインターネット」を開き、「イーサネット」をクリックします。

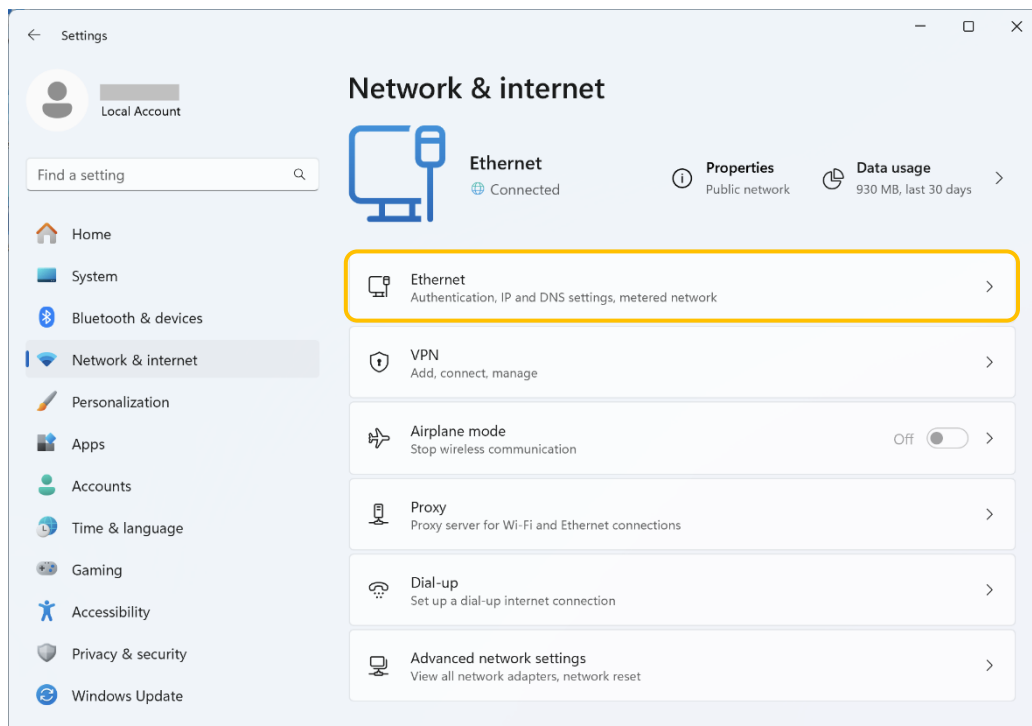


図 5-2

3. 「IP 割り当て」の「編集」をクリックします。

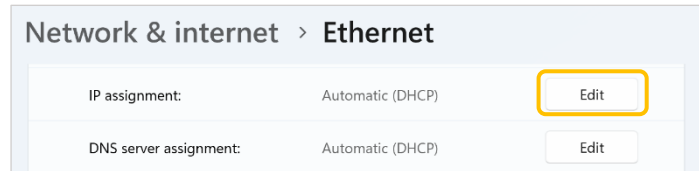


図 5-3

4. 「IP 設定の編集」で「自動 (DHCP)」を「手動」に変更し、「IPv4」を選択、「IP アドレス」と「サブネット マスク」を下図のように入力し、「保存」を押します。

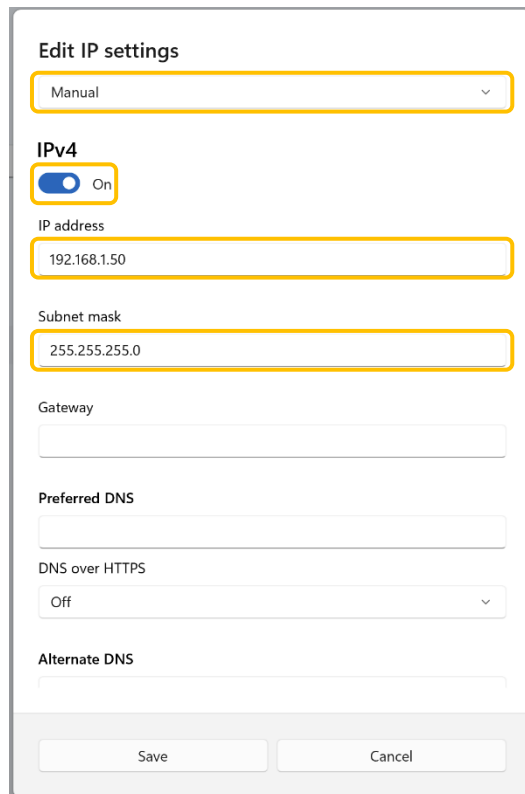


図 5-4

- ▶ IP アドレスは「192.168.1」までは Raspberry Pi に設定した固定 IP アドレスと同じものを、4 番目は Raspberry Pi に設定したものと異なるものを指定してください。
5. PC の PowerShell から以下のコマンドを実行し、LAN 接続されているか確認します。
- ▶ `ping 192.168.1.52`
 - 送信先から応答が得られて、パケットの損失がなければ成功です
6. PC の PowerShell から以下のコマンドを実行して Raspberry Pi にログインします。
- ▶ `ssh pi@192.168.1.52`
 - 初回アクセス時は SSH の確認メッセージが出力されるため、`yes` と入力して進めます
 - パスワードの入力を要求されるので、Raspberry Pi に設定したパスワードを入力します

この設定以降は、Raspberry Pi にディスプレイとキーボードを接続しなくても、PC と有線 LAN ケーブルで接続することで SSH ログインが可能になります。

5.3. ブロードバンド Wi-Fi ルーターを用いたインターネット接続設定

インターネットに接続するために、Wi-Fi への接続設定を行います。

「4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成」で Wi-Fi を設定した場合、この手順は省略可能です。

1. ブロードバンド Wi-Fi ルーターを接続可能な状態にします。
2. Raspberry Pi のターミナルに `sudo raspi-config` と入力し、設定ツールを開きます。
3. 「System Options」から「Wireless LAN」を選択します。

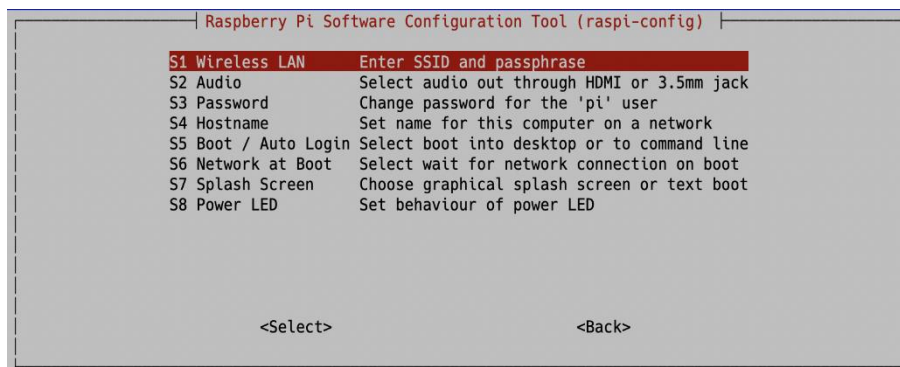


図 5-5

4. Raspberry Pi を使用する国の選択画面が表示された場合、「JP」を選択して「<Ok>」します。
(この画面は表示されない場合もあります)

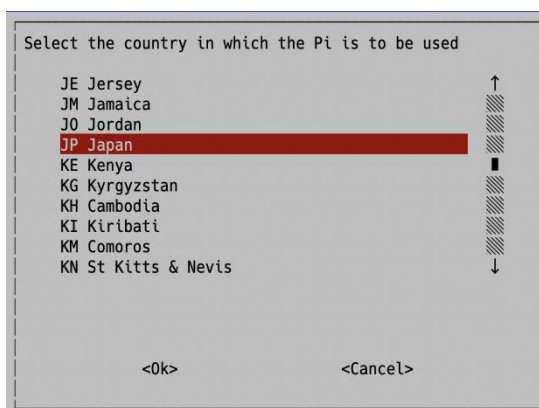


図 5-6



図 5-7

5. 続いて、接続したい Wi-Fi ルーターの SSID とパスワードを入力します。

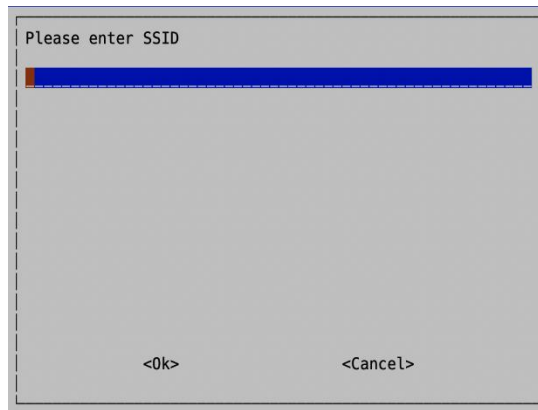


図 5-8

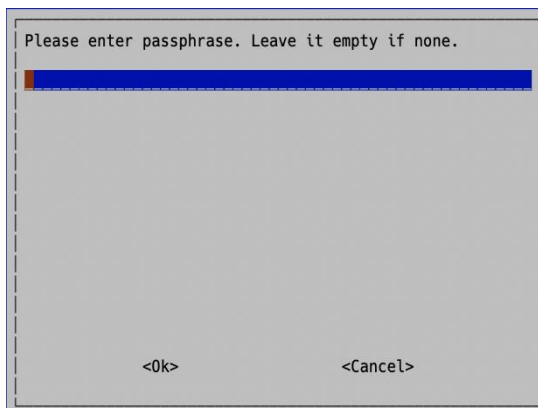


図 5-9

6. 「<Finish>」を選択して設定ツールを終了します。

7. Raspberry Pi のターミナルから以下のコマンドを実行し、無線 LAN 接続されているか確認します。

- ▶ `ping -w 4 www.google.com`
 - 送信先から応答が得られて、最終的に「packet loss」が 0% ならば成功です

5.4. RTC-HAT による時刻設定

Raspberry Pi の内部クロックは誤差が大きいため、Raspberry Pi 4B に拡張モジュールを接続して正確な時刻を設定するための手順を記載します。

※ 注意：本設定は、Raspberry Pi がインターネットに接続されている必要があります。

なお、Raspberry Pi 5 には RTC が搭載されています。Raspberry Pi 5 の RTC 用バッテリーコネクタに Raspberry 財団製 SC1163 等のバッテリーモジュールを接続することで、Raspberry Pi 5 が電源オフの期間に時刻を保持することができます。Raspberry Pi 5 搭載の RTC を使用する場合は、Web に公開されている情報等を参照してセットアップしてください。

また、RTC-HAT の接続不良やリチウム電池装着不良は本ロガーソフトウェアでは検出されません。これらによる RTC の動作不良があった場合、計測時刻精度は Raspberry Pi の内部クロック精度となります。正確な時刻が維持されているか、計測の前に `date` コマンドなどを用いて確認することを推奨します。

1. RTC-HAT の設定スクリプトをダウンロードするために、以下のコマンドを実行します。

- ▶ `sudo apt update`
- ▶ `sudo apt install git -y`

2. `git clone https://github.com/Seeed-Studio/pi-hats.git` を実行し、設定スクリプトをダウンロードします。

※ 注意：このリポジトリは 2024/10 にアーカイブされ、現在ではメンテナンスが終了しています。

3. `sudo ~/pi-hats/tools/install.sh -u rtc_ds3231` を実行します。

※ 注意：このスクリプトは新しい OS に対応していないため、以下の修正が必要です。
なお、この修正はメーカーが推奨する手順ではないことに注意してください。

- ▶ `cat /boot/config.txt` コマンドを実行し、ファイルの内容を参照します。

```
DO NOT EDIT THIS FILE

The file you are looking for has moved to /boot/firmware/config.txt
dtparam=i2c_arm=on
dtoverlay=i2c-rtc,ds3231
```

図 5-10

- ▶ `sudo nano /boot/firmware/config.txt` コマンドで本来のファイルを開き、上のファイルの末尾 2 行をファイルの先頭付近に挿入します。

```
# For more options and information see
# http://rptl.io/configtxt
# Some settings may impact device functionality. See link above for details

# Uncomment some or all of these to enable the optional hardware interfaces
#dtparam=i2c_arm=on
#dtparam=i2s=on
#dtparam=spi=on
※このあたりに上のファイルの末尾 2 行の内容を挿入してください
```

図 5-11

4. `sync` を実行します。

5. Raspberry Pi の電源をオフにし（参照：2.1.2. Raspberry Pi の終了）、下図のように Raspberry Pi の GPIO ポートの左端に RTC-HAT を装着した後、RTC-HAT にリチウム電池を装着します。



図 5-12

※ 注意： Raspberry Pi の電源やリチウム電池が装着された状態で RTC-HAT を着脱すると、RTC がリセットされる恐れがあるため、注意して取り扱ってください。

- ・ RTC-HAT の説明書 https://wiki.seeedstudio.com/High_Accuracy_Pi_RTC-DS3231/ も参照ください。

6. Raspberry Pi の電源を再度投入します。
7. `sudo hwclock -s` を実行し、Raspberry Pi の時刻を RTC-HAT の時刻と同期します。
8. `date` を実行し、正しく現在時刻が表示されるか確認します。
9. Raspberry Pi の内部クロックを定期的に修正するため、`crontab -e` を実行し、定期コマンド実行の設定画面を開き、以下の内容を追記します。（nano と同じ操作で編集が可能です）

```
0 * * * * sudo hwclock -s
```

図 5-13

5.5. データ保存フォルダの作成

本システムが計測データを保存するフォルダを作成します。本システムは任意のフォルダを計測データの保存先として設定できますが、ここでは設定した Raspberry Pi のユーザーのホームディレクトリに作成します。

1. Raspberry Pi のターミナルで `cd` と入力してホームディレクトリに移動します。
2. `mkdir measure` を実行して、計測データを保存するフォルダを作成します。
 - ・ 本システムは保存フォルダを自動的に作成しないため、あらかじめ手動で作成しておく必要があります。
 - ・ 本システムの設定ファイルには、「/home/pi/measure」を設定します。

6. アプリケーション設定

※ 注意：本設定は、Raspberry Pi がインターネットに接続されている必要があります。

6.1. ソースコードの展開

Raspberry Pi 上で本システムを実行するために、ダウンロードしたソースコードを Raspberry Pi にコピーします。

1. ダウンロードしたソースコードの zip ファイルを、PC の任意のフォルダで解凍します。
2. 「5.2. 有線 LAN ケーブルを用いた PC リモート接続設定」に従い、Raspberry Pi と PC を接続します。
3. Raspberry Pi のターミナルで以下のコマンドを実行して、ソースコードを置くフォルダを作成します。
 - `sudo mkdir /app`
 - `sudo chown pi:pi /app`
4. PC に戻り、解凍した zip ファイルの「MSG002-001a_バージョン名」フォルダを PowerShell で開きます。
 - エクスプローラーでフォルダを選択し、Shift キーを押しながら右クリックすると表示される「ターミナルを開く」を選択します。
5. PowerShell で以下のコマンドを実行し、ソースコードを Raspberry Pi にコピーします。
 - `scp -r MSG002-001a pi@192.168.1.52:/app`
6. Raspberry Pi のターミナルに戻り、「/app/MSG002-001a」フォルダに展開したソースコード一式がコピーされていれば、本手順は完了です。
 - `ls /app/MSG002-001a` を実行し、内容が表示されるか確認します。

6.2. パッケージのインストール

Python の仮想環境を作成し、本システムが利用するパッケージを仮想環境にインストールします。

1. Raspberry Pi のターミナルで「/app/MSG002-001a」フォルダに移動し、以下のコマンドを実行して仮想環境を作成し、有効化します。
 - `cd /app/MSG002-001a`
 - `python -m venv venv`
 - `source venv/bin/activate`
2. 以下のコマンドを実行して、パッケージをインストールするためのツールをアップデートし、本システムが利用するパッケージを仮想環境にインストールします。
 - `pip install -U pip`
 - `pip install .`

※ 注意：作成する仮想環境の名前は他のものに変更可能ですが、その場合は次の「6.3. サービス登録」の手順でパスの修正が必要です。

6.3. サービス登録

本システムを OS サービスとして起動するために必要な設定を行います。

1. `nano /app/MSG002-001a/bin/logger@.service` を実行してサービス定義ファイルを編集し、保存します。
 - ▶ Raspberry Pi に作成したユーザー名が「pi」と異なる場合、13 行目の「User=pi」を、作成したユーザー名に変更します
 - ▶ 仮想環境を「venv」以外の名前で作成した場合、10 行目の「ExecStart=…/venv/…」を、作成した仮想環境に合わせて変更します
2. `sudo cp /app/MSG002-001a/bin/logger@.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。
4. `systemctl status logger@auto.service` を実行し、「Loaded: loaded」と表示されれば成功です。

※ 注意： RTC を使用せず、NTP によりインターネットの時刻に同期して計測する場合、NTP の同期が完了するまで本システムの起動を遅延させるため、以下のコマンドを実行して追加のサービスを有効化します。

- ▶ `sudo systemctl enable systemd-time-wait-sync.service`

6.4. 計測に必要なプログラムのインストール

一部の計測実行方法は追加の Linux のプログラムを利用します。以下のコマンドを実行して、`at` プログラムをインストールします。

- ▶ `sudo apt update`
- ▶ `sudo apt install at -y`

6.5. 設定ファイルの作成

以下のコマンドを実行し、本システムが読み込む設定ファイルを作成します。

- ▶ `cp /app/MSG002-001a/.env.default /app/MSG002-001a/.env`

本システムは「/app/MSG002-001a/.env」ファイルの内容を設定値として動作します。設定可能な値については『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』を参照ください。

7. センサーの接続

7.1. M-A370AD, M-A352AD, M-A342VD と Raspberry Pi の接続

1. センサーと M-G32EV51・M-G32EV41 を下図のように接続します。

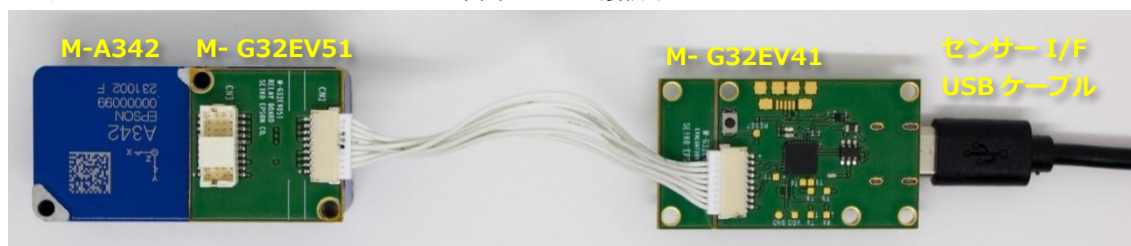


図 7-1

2. OS 終了及び Raspberry Pi の電源をオフにし、USB Type A – Type C ケーブルで M-G32EV41 と Raspberry Pi を接続します。Raspberry Pi の USB2.0 のコネクタに接続してください。

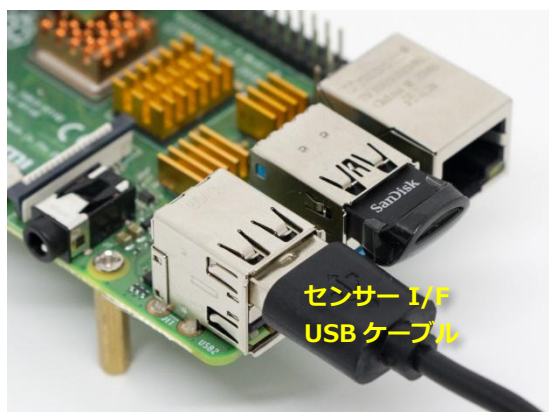


図 7-2

7.2. M-A552AR, M-A542VR と Raspberry Pi の接続

1. センサーと ICUSB422 を RS422 変換ケーブルで接続します。



図 7-3

2. ICUSB422 のディップスイッチを設定します。

表 7-1

Dip SW no	設定
1	422
2	NO ECHO
3	TERM
4	- (ON/OFF どちらでもよい)



図 7-4

3. OS 終了及び Raspberry Pi の電源をオフにし、ICUSB422 を Raspberry Pi に接続します。Raspberry Pi の USB2.0 のコネクタに接続してください。
4. ICUSB422 と RS422 変換ケーブルを接続し、次に AC アダプターを接続します。

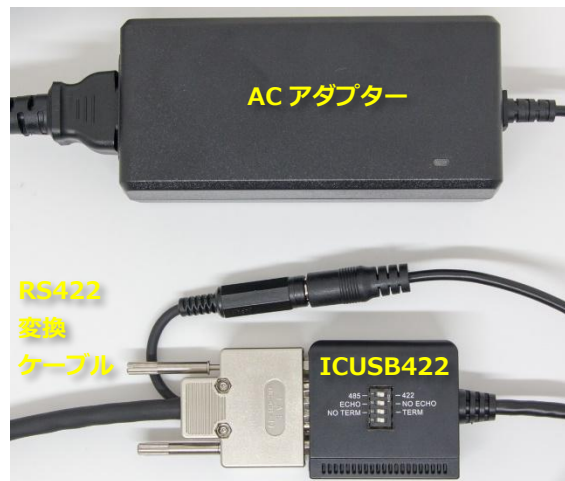


図 7-5

以上でセットアップは完了です。『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』を参照し、振動計測を実施してください。

8. 付録

8.1. システムの状態メッセージを扱う MQTT ブローカーのセットアップ

本システムは、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する機能を備えています。MQTT メッセージを扱うには、メッセージを媒介する MQTT ブローカーが必要になりますが、本マニュアルでは Raspberry Pi 内に MQTT ブローカー「mosquitto（モスキート）」をセットアップする手順を説明します。

1. 以下のコマンドを実行し、Raspberry Pi に mosquitto をインストールします。

- `sudo apt update`
- `sudo apt install mosquitto`

2. インストールに成功するとすぐに mosquitto が起動するため、以下のコマンドで確認します。

- `systemctl status mosquitto`
 - 「Active: active (running)」と表示されていれば起動しています

3. 以下のコマンドを実行し、最小限の設定を記述したファイルを適用します。

- `sudo cp /app/MSG002-001a/bin/mosquitto-logger.conf /etc/mosquitto/conf.d`

4. 設定を反映させるため、サービスを再起動します。

- `sudo systemctl restart mosquitto`

以上で mosquitto のセットアップは終了です。

なお、本システムのメッセージ送信機能はデフォルトで無効に設定されています。本システムの設定項目やどのような種類のメッセージを送信するかは、『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』を参照ください。

また、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。

8.2. ブロードバンド Wi-Fi ルーターによるリモート接続

本マニュアルでは、PC リモート接続は有線 LAN 経由、インターネット接続はブロードバンド Wi-Fi ルーターへの無線 LAN 接続で記載しましたが、Wi-Fi ルーターを用いた PC とのリモート接続も可能です。

推奨品の WMR-433W2-BK を用いたリモート接続の設定を記載します。

1. 手順「4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成」の OS カスタマイズ設定か、手順「5.3. ブロードバンド Wi-Fi ルーターを用いたインターネット接続設定」により無線 LAN を設定します。
2. 以下のコマンドを入力し、無線 LAN 接続の固定 IP アドレスを設定します。

```
sudo nmcli connection modify "preconfigured" \
  ipv4.addresses 192.168.13.135/24 \
  ipv4.gateway 192.168.13.1 \
  ipv4.dns 192.168.13.1 \
  ipv4.method manual
```

※ 注意： 上記は無線 LAN のコネクション名が “preconfigured” の前提で記載しています（OS カスタマイズ設定で適用される名称）。手順「5.3」の方法で無線 LAN を登録した場合、使用中のコネクション名を `nmcli connection show` コマンドにより調べて置き換えてください。

※ 注意： IP アドレスの 3 番目「13」は本マニュアル作成時のものです。

WMR-433W2-BK 付属の説明書に記載のルーターの IP アドレスを確認の上、設定ください。

※ 注意： PC に複数の Raspberry Pi を接続して操作するには、Raspberry Pi ごとに IP アドレスの「135」の数字を「66～255」の任意の数字に変更してください。

3. Raspberry Pi を再起動します。
4. PC を Wi-Fi ルーターのネットワークに接続します。
5. PowerShell で `ssh pi@上記で設定した IP アドレス` でリモート接続します。

8.3. 外付け USB メモリーへの計測データの保存

計測データの保存先として外付け USB メモリーを使用する方法を説明します。外付け USB メモリーを使用することで、PC から計測データを参照することが容易になります。

以下の手順では「/media/usb0」に USB メモリーを接続し、「/media/usb0/measure」に計測データを保存します。

1. `sudo mkdir /media/usb0` を実行し、USB メモリーを認識させるためのフォルダを作ります。
2. `sudo chmod 777 -R /media/usb0` を実行します。
3. exfat でフォーマットされた USB メモリーを、USB3.0 のコネクタに接続してください。



図 8-1

4. USB メモリーが接続された状態で `lsblk -o UUID,NAME,FSTYPE,SIZE,MOUNTPOINT,LABEL,MODEL` を実行し、USB メモリーの UUID を取得します。
 - ・ 実行結果には USB メモリー以外も表示されます（SD カード等）。MODEL や容量等から USB メモリーであることを確認して UUID を取得してください。
5. `sudo nano /etc/fstab` で fstab ファイルを開き、以下の内容を追記します。

```
UUID=調べた UUID /media/usb0 exfat defaults,nofail,uid=1000,gid=1000 0 2
```

図 8-2

- ・ fstab に記載することで、次回の OS 起動以降自動的に USB メモリーが認識されます。
6. `sudo mount -a` を実行し、USB メモリーを Raspberry Pi で認識させます。
 7. `mount -v` を実行し、以下から始まる出力があることを確認します。（マウントされる他のデバイスも表示されます。）

```
/dev/sda1 on /media/usb0 type exfat ...
```

図 8-3

- ・ 「/dev/sda1」は USB メモリー以外の USB 接続デバイスが存在する場合、異なることがあります。
8. `mkdir /media/usb0/measure` を実行し、計測データの保存フォルダを作成します。
 - ・ 本システムは保存フォルダを自動的に作成しないため、あらかじめ手動で作成しておく必要があります。

- ・ 本システムの設定ファイルには、「/media/usb0/measure」を設定します。

※ 注意： 外付け USB メモリーに計測データを保存する場合、「6.3. サービス登録」の手順で OS にインストールしたサービス設定ファイルに、USB メモリーのマウントを待つ設定を追加する必要があります。

- ・ `sudo nano /etc/systemd/system/logger@.service` を実行し、インストールしたサービス定義ファイルを開きます。
- ・ 5 行目の「After=…」行に「/media/usb0」へのマウントを示す定義を追加します。
 - After=time-sync.target `media-usb0.mount`
- ・ ファイルを保存し、`sudo systemctl daemon-reload` を実行します。

※ 注意： 「/media/usb0」以外を USB メモリーの接続先とした場合は、以下のコマンドを実行した結果を確認し、上記のマウント定義をお使いの環境に合わせて変更してください。

- ・ `systemctl list-units --type=mount`

8.4. PoE による電源供給について

Raspberry Pi 4B に関して、下記の機材により PoE での電源供給は動作確認済みです。

※ 注意： 他の Raspberry Pi 機種については未確認です。

表 8-1

項目	製品型番	メーカー	備考
PoE injector	500-SWH011	Sanwa Supply	
PoE HAT	SC1022	Raspberry Pi 財団	
LAN ケーブル	-	-	Cat.5e 以上のケーブルを使用

8.5. Raspberry Pi Zero 2 W を使用した計測

本システムのソフトウェアは Raspberry Pi Zero 2 W でも実行可能です。以下を参考に Raspberry Pi Zero 2 W（以下 Zero とする）へのセットアップを行ってください。

※ 注意： 4B や 5 と比較して Zero はハードウェアの性能が低いため、長時間の計測や複数のセンサーを接続した計測ではデータの欠損が発生する可能性があることにご注意ください。

8.5.1. ハードウェアの準備

Zero をセットアップするにあたり、以下のハードウェアが必要になります。

表 8-2

項目	説明
Raspberry Pi	Raspberry Pi Zero 2 W
microSD カード	計測データを SD カードに記録するため、十分な容量があるものが必要になります。 (動作確認済み製品: SanDisk Extreme)
AC アダプター	Zero に適したものを用意してください。
ディスプレイ	Zero の mini HDMI に接続できる (必要に応じて変換コネクタを使用) ディスプレイが必要になります。
キーボード	USB-A 端子に接続できるキーボードが必要になります。
USB ハブ	Zero の micro USB 端子に接続可能 (必要に応じて変換コネクタを使用) で、USB-A 端子を複数備えた USB ハブが必要になります。(センサーの接続は USB2.0 端子を推奨しています) 本マニュアルで説明したように PC と有線 LAN ケーブルで接続する場合は、さらにイーサネット端子を備えたものが必要になります。(無線 LAN のみでもセットアップは可能です)
PC	Windows10 以降を推奨
無線 LAN	Wi-Fi ルーター等、PC と Raspberry Pi を接続可能で、インターネットに接続できる無線 LAN 環境が必要になります。

8.5.2. セットアップ手順

Zero へのセットアップ手順を以下に記載します。

- 「4. Raspberry Pi OS 用 SD カードの作成」の手順に従い、SD カードを作成します。
 - 対象のデバイスは「Raspberry Pi Zero 2 W」を選択します。
- ハードウェア類を接続します。
 - Zero に SD カードをセットします。
 - Zero にディスプレイを接続します。
 - Zero に USB ハブを接続し、USB ハブにキーボードを接続します。
 - 最後に Zero に AC アダプターを接続し、電源を投入します。
- 「5. 初期設定」の手順に従い、Zero のセットアップを行います。
 - Zero にキーボードとディスプレイを接続した状態で使用する場合、「5.2. 有線 LAN ケーブルを用いた PC リモート接続設定」の手順は省略可能です。
 - 「5.2」の手順を省略した場合、PC とは無線 LAN 経由でアクセスすることになります。
「5.3. ブロードバンド Wi-Fi ルーターを用いたインターネット接続設定」の手順の後、Zero に設定された IP アドレスを調べるには、Zero のターミナルから `ifconfig` コマンドを実行し、先頭が「wlan0」のブロックの「inet」項目を参照します。

```
wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
        inet 192.168.50.XXX netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.50.255
```

図 8-4 ifconfig 実行結果

- 「6. アプリケーション設定」以降の手順は、そのまま実施します。

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/