

Armadillo-610 Node-RED 開発ガイド

Version 1.2.0
2024/02/02

株式会社アットマークテクノ [<https://www.atmark-techno.com>]

Armadillo サイト [<https://armadillo.atmark-techno.com>]

Armadillo-610 Node-RED 開発ガイド

株式会社アットマークテクノ

製作著作 © 2023-2024 Atmark Techno, Inc.

Version 1.2.0
2024/02/02

目次

1. はじめに	8
1.1. Node-RED について	8
1.2. 本書について	8
1.2.1. 本書で扱うこと	8
1.2.2. 本書で扱わないこと	8
1.2.3. 本書で必要となる知識と想定する読者	8
1.2.4. フォント	9
1.2.5. コマンド入力例	9
1.2.6. アイコン	9
1.2.7. ユーザー限定コンテンツ	10
1.2.8. 本書および関連ファイルのバージョンについて	10
2. ユーザー登録	11
2.1. 購入製品登録	11
3. Armadillo のセットアップ	12
3.1. 作業の前に	12
3.1.1. 開発セット内容物の確認	12
3.1.2. 開発に必要なもの	12
3.1.3. 接続方法	12
3.2. Node-RED コンテナをインストールする	15
3.3. インターフェースレイアウト	15
3.3.1. Armadillo-610 インターフェースレイアウト	16
3.3.2. Armadillo-610 拡張ボード インターフェースレイアウト	16
3.4. ネットワークに接続する	17
3.4.1. Armadillo の有線 LAN に固定 IP アドレスを設定する	21
3.5. Node-RED に接続する	23
4. 開発を行う	24
4.1. Node-RED に接続する	24
4.2. Node-RED コンテナのログを表示する	25
4.3. Node-RED で利用可能なノードの一覧	25
4.4. フローを作成する	25
4.4.1. LED を制御する	25
4.4.2. CPU の測定温度を取得する	30
4.4.3. RS-485 modbus RTU 読み出しを行う	32
4.4.4. CPU の測定温度のグラフをダッシュボードに表示する	35
4.4.5. 外部プログラムを実行する	43
4.4.6. Node-RED を終了する	45
4.5. ユーザデータを削除する	48
5. 量産する	49
5.1. 概略	49
5.1.1. リードタイムと在庫	49
5.1.2. Armadillo 納品後の製造・量産作業	50
5.2. BTO サービスを使わない場合と使う場合の違い	50
5.2.1. BTO サービスを利用しない(標準ラインアップ品)	51
5.2.2. BTO サービスを利用する	51
5.3. 量産時のイメージ書き込み手法	51
5.4. 開発したシステムをインストールディスクにする	52
5.4.1. ATDE のインストール	52
5.4.2. VSCode のセットアップ	58
5.4.3. VSCode を使用した初期設定用 SWU の生成	59
5.4.4. 初期設定用 SWU を ABOS Web からインストール	61

- 5.4.5. VSCode を使用したインストールディスク作成用 SWU の生成 62
- 5.4.6. USB メモリ上にインストールディスクイメージを生成 66
- 5.5. インストールディスクの動作確認を行う 66
 - 5.5.1. インストールディスクを作成する 66
 - 5.5.2. インストールディスクを使用する 68
- 5.6. SD カードを使用する 68
 - 5.6.1. ハードウェア仕様 68
 - 5.6.2. SD/SDIO/MMC 69
 - 5.6.3. microSD カードの挿抜方法 69

目次

3.1. 初回起動時の Node-RED 画面	12
3.2. Armadillo-610 開発セットの接続例	13
3.3. USB シリアル変換アダプタの挿抜角度	14
3.4. スピーカーのリード線	15
3.5. Armadillo-610 インターフェースレイアウト	16
3.6. Armadillo-610 拡張ボード インターフェースレイアウト	16
3.7. パスワード登録画面	19
3.8. パスワード登録完了画面	20
3.9. ログイン画面	20
3.10. 状態一覧を選択	21
3.11. LAN 情報	21
3.12. 初回起動時の Node-RED 画面	23
4.1. 初回起動時の Node-RED 画面	24
4.2. Node-RED の画面領域	25
4.3. Armadillo-610 拡張ボード LED3	26
4.4. [inject] ノードのプロパティ内容	27
4.5. [trigger] ノードのプロパティ内容	28
4.6. [write file] ノードのプロパティ内容	29
4.7. LED を 1 秒間隔で点滅するフロー	29
4.8. [inject] ノードのプロパティ内容	30
4.9. [read file] ノードのプロパティ内容	31
4.10. [function] ノードのプロパティ内容	32
4.11. CPU の測定温度を 1 秒間隔で取得するフロー	32
4.12. [modbus-client] ノードのプロパティ内容	33
4.13. [Modbus-Read] ノードのプロパティ内容	34
4.14. RS-485 を使用した Modbus RTU 読み出し用フロー	35
4.15. [ダッシュボード]を選択する	35
4.16. ダッシュボード編集画面	36
4.17. ダッシュボードに [Tab1] を追加	36
4.18. [Tab1] プロパティ内容	37
4.19. ダッシュボード編集画面に [Armadillo] タブが追加	38
4.20. ダッシュボード編集画面に [Group1] グループが追加	39
4.21. [Group1] プロパティ内容	40
4.22. ダッシュボード編集画面に [chart] ノードが追加	41
4.23. [inject] ノードのプロパティ内容	42
4.24. CPU の測定温度のグラフをダッシュボードに表示するフロー	42
4.25. CPU の測定温度のグラフのダッシュボード	43
4.26. [exec] ノードのプロパティ内容	44
4.27. 外部プログラムを実行するフロー	44
4.28. [inject] ノードのプロパティ内容	46
4.29. [exit] ノードのプロパティ内容	47
4.30. Node-RED を任意のタイミングで終了するフロー	47
5.1. Armadillo 量産時の概略図	49
5.2. BTO サービスで対応する範囲	50
5.3. ソフトウェアをアップデートする	58
5.4. VSCode を起動する	59
5.5. VSCode に開発用エクステンションをインストールする	59
5.6. initial_setup.swu を作成する	60
5.7. initial_setup.swu 初回生成時の各種設定	60
5.8. SWU インストール	62

5.9. make-installer.swu を作成する	63
5.10. 対象製品を選択する	63
5.11. make-installer.swu 生成時のログ	63
5.12. SWU インストール	64
5.13. make-installer.swu インストール時のログ	65
5.14. Win32 Disk Imager Renewal 設定画面	67
5.15. インストールディスクを作成する	67
5.16. カバーのロックを解除する	69
5.17. カバーを開ける	70
5.18. microSD カードの挿抜	70
5.19. カードマークの確認	70
5.20. カバーを閉める	71
5.21. カバーをロックする	71

表目次

1.1. 使用しているフォント	9
1.2. 表示プロンプトと実行環境の関係	9
1.3. コマンド入力例での省略表記	9
3.1. 開発に必要なもの	12
3.2. Armadillo-610 インターフェース内容	16
3.3. Armadillo-610 拡張ボード インターフェース内容	17
3.4. シリアル通信設定	22
4.1. LED5	26
4.2. LED3	26
5.1. ユーザー名とパスワード	56
5.2. CON1 信号配列	69

1. はじめに

このたびは Armadillo をご利用いただき、ありがとうございます。

本書では、Armadillo-610 上での Node-RED を用いた開発手法を説明します。

Armadillo-610 の詳細な説明に関しては、製品マニュアルに記載しておりますので、以下の URL よりダウンロードしてください。

Armadillo サイト - Armadillo-610 ドキュメントダウンロード

<https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-610/resources/documents>

1.1. Node-RED について

Node-RED は、IoT アプリケーション開発に適した、オープンソースのローコード開発ツールです。「ノード」と呼ばれる機能ブロックを繋ぎ合わせてアプリケーションを作ります。ビジュアルプログラミング環境のため、Python や JavaScript といったプログラミングの知識がなくてもアプリケーションを作れます。PLC やリモート I/O などの産業機器からのデータ収集や、それらの制御を行うアプリケーション用のノードもあり、製造業 DX の内製ツールとしても注目されています。Armadillo-610 ですぐに使えるようにした Node-RED コンテナを提供します。



Node-RED は、OpenJS Foundation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。

1.2. 本書について

1.2.1. 本書で扱うこと

本書では Armadillo-610 へ Node-RED コンテナをインストールし、Armadillo-610 上で Node-RED を操作し開発する方法を説明します。

1.2.2. 本書で扱わないこと

Node-RED の基本的な説明は記載しておりません。Node-RED の使用法は各種書籍・Web サイトを参照ください。

また、Armadillo をご利用になられる際の注意事項は、Armadillo 製品マニュアル「注意事項」の章をご一読ください。

1.2.3. 本書で必要となる知識と想定する読者

Node-RED を使用したことがあり、使い方を把握しているエンジニアを対象読者として想定しております。

1.2.4. フォント

本書では以下のような意味でフォントを使いわけています。

表 1.1 使用しているフォント

フォント例	説明
本文中のフォント	本文
[PC ~]\$ ls	プロンプトとユーザ入力文字列
text	編集する文字列や出力される文字列。またはコメント

1.2.5. コマンド入力例

本書に記載されているコマンドの入力例は、表示されているプロンプトによって、それぞれに対応した実行環境を想定して書かれています。「/」の部分はカレントディレクトリによって異なります。各ユーザのホームディレクトリは「~」で表します。

表 1.2 表示プロンプトと実行環境の関係

プロンプト	コマンドの実行環境
[PC /]#	作業用 PC の root ユーザで実行
[PC /]\$	作業用 PC の一般ユーザで実行
[ATDE ~]#	ATDE 上の root ユーザで実行
[ATDE ~]\$	ATDE 上の一般ユーザで実行
[armadillo /]#	Armadillo 上 Linux の root ユーザで実行
[armadillo /]\$	Armadillo 上 Linux の一般ユーザで実行
[container /]#	Podman コンテナ内で実行
⇒	Armadillo 上 U-Boot の保守モードで実行

コマンド中で、変更の可能性のあるものや、環境により異なるものに関しては以下のように表記します。適宜読み替えて入力してください。

表 1.3 コマンド入力例での省略表記


表記	説明
[VERSION]	ファイルのバージョン番号

1.2.6. アイコン

本書では以下のようにアイコンを使用しています。



注意事項を記載します。



役に立つ情報を記載します。



用語の説明や補足的な説明を記載します。

1.2.7. ユーザー限定コンテンツ

アットマークテクノ Armadillo サイトで購入製品登録を行うと、製品をご購入いただいたユーザーに限定して公開している限定コンテンツにアクセスできるようになります。主な限定コンテンツには、下記のものがあります。

- ・ 各種信頼性試験データ・納入仕様書等製造関連情報

限定コンテンツを取得するには、「2. ユーザー登録」を参照してください。

1.2.8. 本書および関連ファイルのバージョンについて

本書を含めた関連マニュアル、ソースファイルやイメージファイルなどの関連ファイルは最新版を使用することをおすすめいたします。本書を読み始める前に、Armadillo サイトで最新版の情報をご確認ください。

Armadillo サイト - Armadillo-610 ドキュメントダウンロード

<https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-610/resources/documents>

Armadillo サイト - Armadillo-610 ソフトウェアダウンロード

<https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-610/resources/software>

2. ユーザー登録

アットマークテクノ製品をご利用のユーザーに対して、購入者向けの限定公開データの提供や大切なお知らせをお届けするサービスなど、ユーザー登録すると様々なサービスを受けることができます。サービスを受けるためには、「アットマークテクノ Armadillo サイト」にユーザー登録をする必要があります。

ユーザー登録すると次のようなサービスを受けることができます。

- ・ 製品仕様や部品などの変更通知の閲覧・配信
- ・ 購入者向けの限定公開データのダウンロード
- ・ 該当製品のバージョンアップに伴う優待販売のお知らせ配信
- ・ 該当製品に関する開発セミナーやイベント等のお知らせ配信

詳しくは、「アットマークテクノ Armadillo サイト」をご覧ください。

アットマークテクノ Armadillo サイト

<https://armadillo.atmark-techno.com/>

2.1. 購入製品登録

ユーザー登録完了後に、購入製品登録することで、「購入者向けの限定公開データ」をダウンロードすることができるようになります。

購入製品登録の詳しい手順は以下の URL をご参照ください。

Armadillo-610 購入製品登録

<https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-610/register>

3. Armadillo のセットアップ

Armadillo-610 上で Node-RED を使用するためのセットアップ方法を説明します。Armadillo-610 に Node-RED 対応のインストールディスクをインストールし、開発用パソコンと Armadillo-610 を有線 LAN で繋がる様にします。セットアップが完了すると Node-RED の起動画面が表示されます。

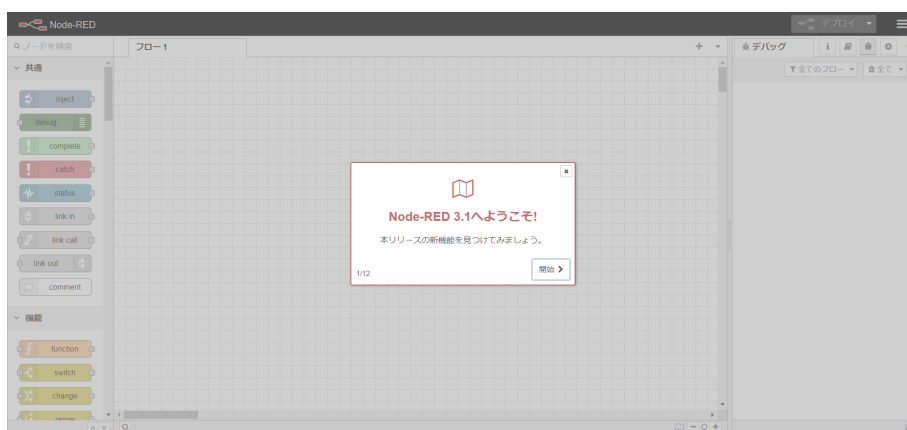


図 3.1 初回起動時の Node-RED 画面

3.1. 作業の前に

3.1.1. 開発セット内容物の確認

開発セットに同梱されている内容物は、同梱の内容物一覧でご確認いただけます。お使いになる前に、内容物がすべて揃っていることをご確認ください。万一、内容物の不足または部品の破損等がございましたら、ご購入の販売代理店までご連絡ください。

3.1.2. 開発に必要なもの

Armadillo-610 上で Node-RED を使用するためには以下のものがが必要です。

表 3.1 開発に必要なもの

品目	説明
Armadillo-610 開発セット	本製品です。
開発用パソコン	Linux または Windows が動作し、ネットワークインターフェースと 1 つ以上の USB ポート、microSD ポートを持つパソコンです。
有線 LAN ケーブル	本ガイドでは Armadillo-610 と開発用パソコンを有線 LAN で接続する前提で記載しています。
512MB 以上の microSD カード	Node-RED の開発環境をインストールするために使用します。開発用パソコンの SD ポートが microSD ではなく、SD/miniSD ポートの場合、microSD へ変換するアダプターも必要となります。

3.1.3. 接続方法

Armadillo-610 開発セットと周辺装置の接続例を「図 3.2. Armadillo-610 開発セットの接続例」に示します。

開発用パソコンとのファイル転送やインターネットへの接続は、LAN を介して行いますので LAN ケーブルを接続してください。

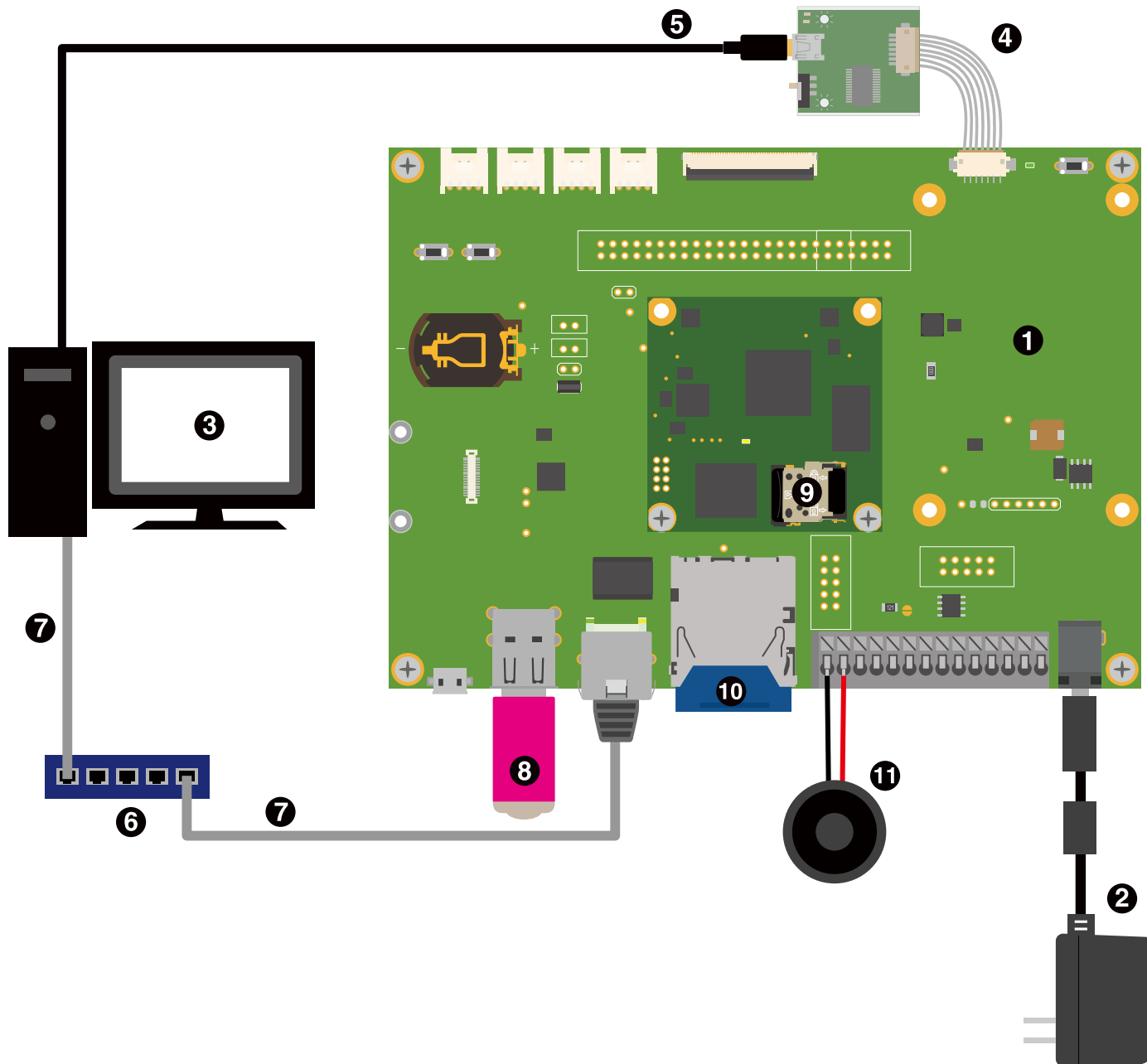




図 3.2 Armadillo-610 開発セットの接続例

- ① Armadillo-610 開発セット
- ② AC アダプタ(12V/2A)
- ③ 作業用 PC
- ④ USB シリアル変換アダプタ
- ⑤ USB2.0 ケーブル(A-miniB タイプ)

- ⑥ LAN HUB
- ⑦ Ethernet ケーブル
- ⑧ USB メモリ
- ⑨ microSD カード
- ⑩ SD カード
- ⑪ スピーカー



AC アダプタから電源を供給する際、DC プラグを Armadillo-610 拡張ボードの DC ジャックに接続してから、AC プラグをコンセントに接続してください。突入電流により、故障する可能性があります。



シリアルインターフェース(Armadillo-610 拡張ボード: CON3)に USB シリアル変換アダプタを接続する際は、ケーブルの根本を軽く握り、指先でコネクタを押すようにして挿入してください。取り外しの際は、全ケーブルが均等に引きぬかれるようにケーブルをつかみ、引き抜いてください。また、両コネクタを水平にして挿入・抜去してください。30°以上傾けた状態での斜め挿入・抜去は、端子変形、ケース破損の原因となります。

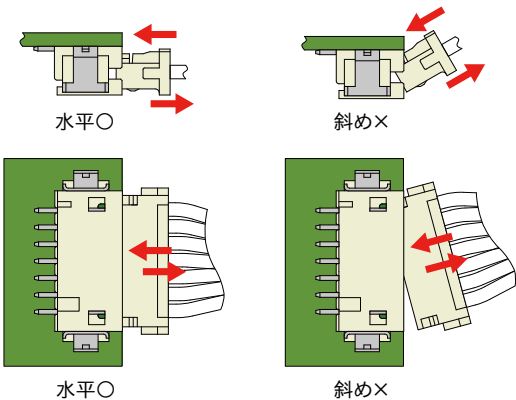



図 3.3 USB シリアル変換アダプタの挿抜角度



Armadillo-610 開発セットに同梱されているスピーカーを直接端子台に取り付ける場合、8~9mm ワイヤーストリッパー等で剥いてください。剥かずに取り付けた場合、音がでない等のトラブルの原因となります。



3.2. Node-RED コンテナをインストールする

SWUpdate の機能を使用して SWU で Armadillo Base OS を最新版にアップデートし、Node-RED コンテナをインストールします。SWUpdate で使用する SWU イメージは以下から取得可能です。

- ・ Armadillo Base OS

Armadillo-610 Armadillo Base OS [<https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-610/baseos>] から「Armadillo-610 用 SWU イメージファイル」をダウンロードしてください。

- ・ Node-RED コンテナ

Armadillo-610 Node-RED コンテナ [<https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-610/node-red-container>] から「Armadillo-610 用 SWU イメージファイル」をダウンロードしてください。

上記で取得した SWU イメージを USB メモリに配置します。USB メモリを Armadillo-610 に接続すると自動的にアップデートが始まります。アップデート終了後に Armadillo-610 は自動で再起動します。

3.3. インターフェースレイアウト

Armadillo-610 および開発セット付属の拡張ボードインターフェースレイアウトは次のとおりです。各インターフェースの配置場所等を確認してください。



コネクタの挿抜寿命を記載していますが、製品出荷時における目安であり、実際に挿抜可能な回数を保証するものではありません。また、無理な挿抜は接触不良や破損の原因となりますので、取り扱いには十分ご注意ください。

3.3.1. Armadillo-610 インターフェースレイアウト

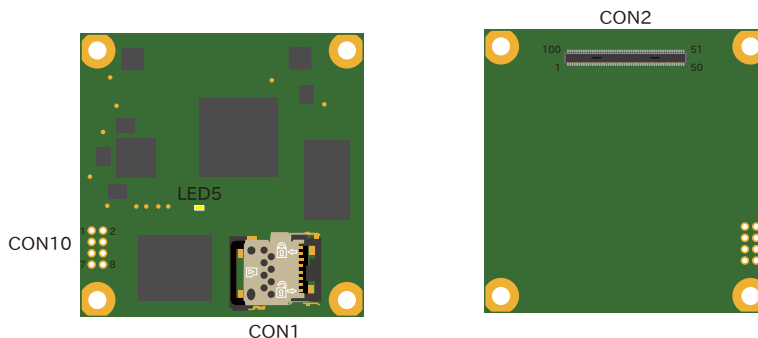


図 3.5 Armadillo-610 インターフェースレイアウト

表 3.2 Armadillo-610 インターフェース内容

部品番号	インターフェース名	形状	備考
CON1	SD インターフェース	microSD スロット(ヒンジタイプ)	
CON2	拡張インターフェース	基板間コネクタ 100 ピン(0.4mm ピッチ)	挿抜寿命: 20 回
CON10	JTAG インターフェース	ピンヘッダ 8 ピン(2mm ピッチ)	コネクタ非搭載
LED5	ユーザー LED	LED(黄色,面実装)	

3.3.2. Armadillo-610 拡張ボード インターフェースレイアウト

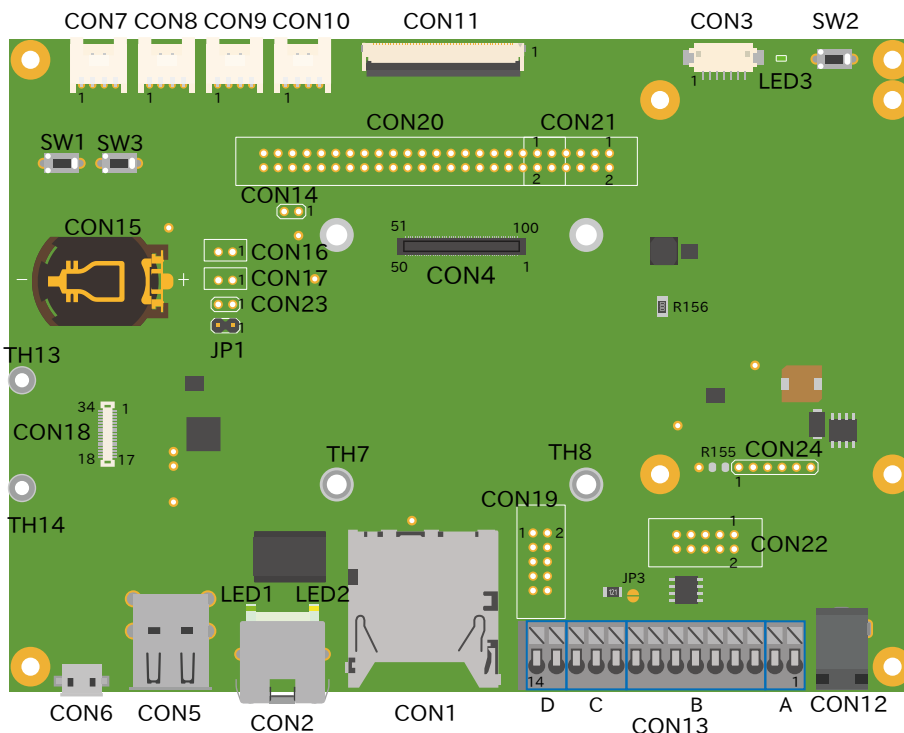


図 3.6 Armadillo-610 拡張ボード インターフェースレイアウト

表 3.3 Armadillo-610 拡張ボード インターフェース内容

部品番号	インターフェース名	形状	備考
CON1	SD インターフェース	SD スロット	
CON2	LAN インターフェース	RJ-45 コネクタ	
CON3	シリアルインターフェース	ピンヘッダ 7 ピン(1.25mm ピッチ)	挿抜寿命: 40 回
CON4	Armadillo-610 インターフェース	基板間コネクタ 100 ピン(0.4mm ピッチ)	挿抜寿命: 20 回
CON5	USB ホストインターフェース	Type-A コネクタ(2 ポートスタック)	
CON6	USB OTG インターフェース	Micro-AB コネクタ	
CON7	Grove インターフェース	ピンヘッダ 4 ピン(2.54mm ピッチ)	
CON8		ピンヘッダ 4 ピン(2.54mm ピッチ)	
CON9		ピンヘッダ 4 ピン(2.54mm ピッチ)	
CON10		ピンヘッダ 4 ピン(2.54mm ピッチ)	
CON11	LCD インターフェース	FFC コネクタ 50 ピン(0.5mm ピッチ)	挿抜寿命: 20 回
CON12	電源入力インターフェース	DC ジャック	対応プラグ: 内径 2.1 外形 5.5mm
CON13 A	電源出力インターフェース	端子台 2 ピン	
CON13 B	DIDO インターフェース	端子台 7 ピン	
CON13 C	RS485 インターフェース	端子台 3 ピン	
CON13 D	オーディオインターフェース	端子台 2 ピン	
CON14	電源出力インターフェース	ピンヘッダ 2 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON15	RTC バックアップインターフェース	電池ボックス	対応電池: CR2032
CON16		ピンヘッダ 2 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON17	内蔵 RTC バックアップインターフェース	ピンヘッダ 2 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON18	WLAN インターフェース	基板間コネクタ 34 ピン(0.5mm ピッチ)	
CON19	拡張インターフェース	ピンヘッダ 10 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON20		ピンヘッダ 40 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON21		ピンヘッダ 10 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON22		ピンヘッダ 10 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON23	リセットインターフェース	ピンヘッダ 2 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON24	電源入力インターフェース	ピンヘッダ 6 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
JP1	起動デバイス設定ジャンパ	ピンヘッダ 2 ピン(2.54mm ピッチ)	
SW1	ユーザースイッチ	タクトスイッチ	
SW2	リセットスイッチ	タクトスイッチ	
SW3	ON/OFF スイッチ	タクトスイッチ	
LED1	LAN スピード LED	LED(緑色,面実装)	
LED2	LAN リンクアクティビティ LED	LED(黄色,面実装)	
LED3	ユーザー LED	LED(緑色,面実装)	
TH7	Armadillo-610 用スタッド	スペーサー M3 (L=3mm)	
TH8		スペーサー M3 (L=3mm)	
TH13	WLAN 用スタッド	スペーサー M2 (L=1.5mm)	
TH14		スペーサー M2 (L=1.5mm)	

3.4. ネットワークに接続する

Node-RED の開発をするパソコンと Armadillo のネットワークを接続するために Armadillo-610 の IP アドレスを取得または設定します。

Armadillo の有線 LAN は、初期状態で DHCP の設定となっておりますので、DHCP が稼働している有線 LAN に接続した場合は、なんらかの IP アドレスが付与された状態になっています。

DHCP で IP アドレスが付与される環境の場合、ABOS Web を使用することで IP アドレスの確認が可能です。

1. Armadillo-610 を「3.2. Node-RED コンテナをインストールする」でセットアップを済ませた場合は ABOS Web が起動しています。再起動がまだの場合は電源を再投入します。
2. 開発用パソコンで Web ブラウザーを起動し <https://armadillo.local:58080> にアクセスします。



ABOS Web が動作する Armadillo が、同じ LAN 上に複数ある場合、ABOS Web に接続する URL のホスト名部分 (armadillo.local) は、2 台目は armadillo-2.local、3 台目は armadillo-3.local と、違うものが自動的に割り当てられます。この場合どの URL がどの Armadillo かを判別するのは難しいので固定 IP アドレスを設定し、IP アドレスで指定できるようにする方法があります。固定 IP アドレスの設定方法は「3.4.1. Armadillo の有線 LAN に固定 IP アドレスを設定する」を参照ください。

3. 初回接続時は、ABOS Web のパスワードを設定する必要がありますので、設定します。



図 3.7 パスワード登録画面

4. "初回ログイン"のパスワード登録画面で、"パスワード" フィールドと "パスワード(確認)" フィールドに、登録したいパスワードを入力してから、"登録" ボタンをクリックしてください。パスワード登録完了画面が表示されたら、パスワード登録の完了です。



図 3.8 パスワード登録完了画面

5. ログインします。



図 3.9 ログイン画面

6. 左のメニューから「状態一覧」を選択します。



図 3.10 状態一覧を選択

7. 「LAN 情報」の「IP アドレス」の欄に有線 LAN の IP アドレスが表示されていますのでメモしておいてください。



図 3.11 LAN 情報

3.4.1. Armadillo の有線 LAN に固定 IP アドレスを設定する

DHCP サーバーが存在しない環境で開発を行う場合、Armadillo-610 に固定の IP アドレスを付与して開発を行います。

Armadillo にシリアルコンソールを接続してコマンドを入力する必要があります。USB シリアル変換アダプタの接続方法は「3.1.3. 接続方法」を参照ください。

1. Armadillo-610 と開発用パソコンを開発セットに同梱されています USB(A オス-microB)ケーブルで接続します。Armadillo-610 側は 「図 3.2. Armadillo-610 開発セットの接続例」 に示す「④USB シリアル変換アダプタ」に microB を、開発用パソコン側は Type-A を接続してください。
2. 開発用パソコンでシリアルコンソールを開きます。対応しているソフトウェアは、Windows OS であれば TeraTerm、Linux であれば minicom などがありますので、インストールしてご利用ください。
3. ソフトウェアのシリアル設定を「表 3.4. シリアル通信設定」に示します。

表 3.4 シリアル通信設定

項目	設定
転送レート	115,200bps
データ長	8bit
ストップビット	1bit
パリティ	なし
フロー制御	なし

1. Armadillo-610 の AC アダプターをコンセントに繋ぎ電源を投入します。
2. シリアルコンソールに以下のようにログインプロンプトが表示されましたら、root ユーザーでログインします。特に設定していない場合の root ユーザーの初期パスワードは root です。

```
Welcome to Alpine Linux 3.18
Kernel 5.10.197-0-at on an armv7l (/dev/ttyxc2)

armadillo login:
```

3. "Wired connection 1" に固定 IP アドレスを設定します。

```
[armadillo ~]# nmcli connection modify "Wired connection 1" \
  ipv4.method manual ipv4.addresses 192.0.2.10/24 ipv4.gateway 192.0.2.1
```

4. 有線 LAN eth0 を再起動します。

```
[armadillo ~]# nmcli connectio down "Wired connection 1"
[armadillo ~]# nmcli connectio up "Wired connection 1"
```

5. 設定された IP アドレスは ip addr コマンドで確認できます。

```
[armadillo ~]# ip addr show eth0
2: eth0: ... 中略...
   inet 192.0.2.10/24 brd 192.0.2.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
   ... 後略 ...
```

6. 設定を永続化するために、persist_file コマンドを実行してください。

```
[armadillo ~]# persist_file /etc/NetworkManager/system-connections/"Wired connection
1.nmconnection"
```



3.5. Node-RED に接続する

パソコンの Web ブラウザから、「3.4. ネットワークに接続する」 で取得した IP アドレスを使用し、`http://<ip アドレス>:1880/` にアクセスしてください。

Node-RED の起動画面が表示されたらセットアップは終了です。

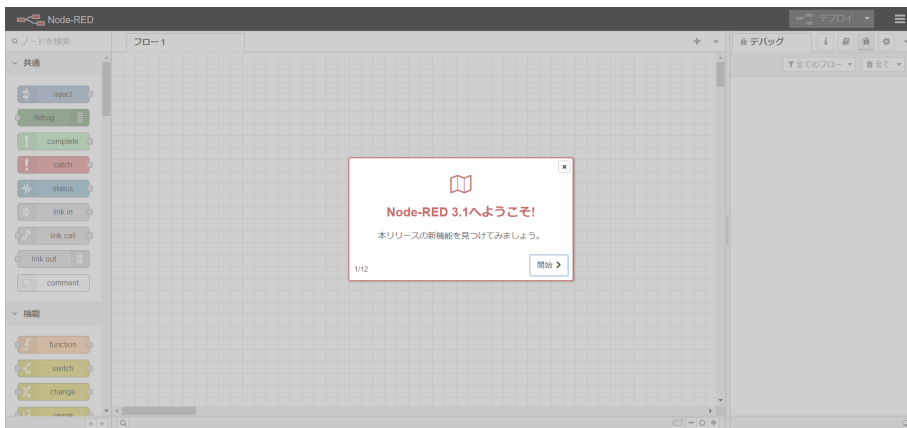


図 3.12 初回起動時の Node-RED 画面

4. 開発を行う

4.1. Node-RED に接続する

「3. Armadillo のセットアップ」を完了している場合は Armadillo を起動すると、自動的に Node-RED コンテナが起動します。Node-RED への接続には「3.4. ネットワークに接続する」で取得した IP アドレスを使用します。

パソコンの Web ブラウザから、`http://<ip アドレス>:1880/` にアクセスしてください。

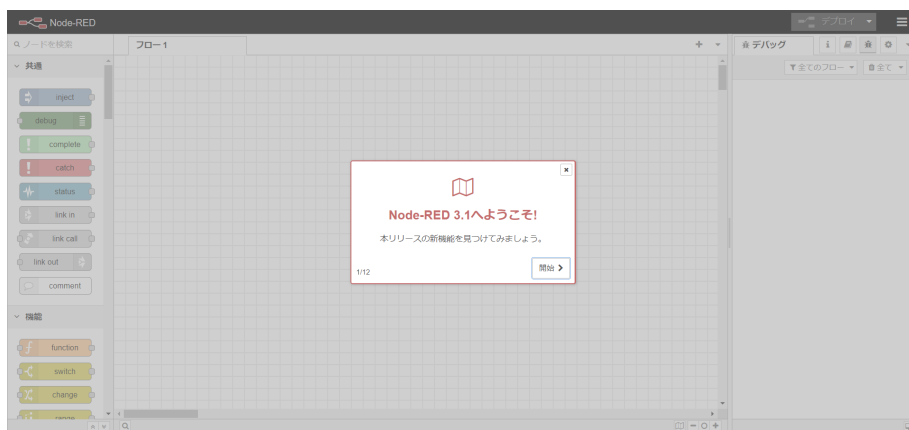


図 4.1 初回起動時の Node-RED 画面

Node-RED には大きく 3 つの領域があります。

- ・ パレット

使用可能なコアノード、カスタムノードの一覧を表示します。

- ・ ワークスペース

Node-RED では一つのアプリケーションの流れをフローという単位で表します。ワークスペース上にノードを繋げてフローを作成します。パレットから必要なノードをワークスペースにドラッグ、ドロップで配置します。

- ・ サイドバー

選択したノードの情報や、デバッグメッセージを表示します。



図 4.2 Node-RED の画面領域

4.2. Node-RED コンテナのログを表示する

パソコンの Web ブラウザから、<http://<ip アドレス>:1880/node-red.log> にアクセスすると Node-RED コンテナのログが表示されます。

このログファイルは `/var/app/rollback/volumes/node-red/log` に保存されています。ログのサイズが 5MB を超えると新しいログファイルに移行します。古いログファイルを表示したい場合は、<http://<ip アドレス>:1880/node-red.log.1> にアクセスしてください。

4.3. Node-RED で利用可能なノードの一覧

「3. Armadillo のセットアップ」でインストールした Node-RED コンテナには Node-RED のコアノードの他にインストールされているカスタムノードがあります。インストール済のカスタムノードは以下になります。

- ・ Dashboard ノード

Dashboard を表示するノードです。

- ・ exit ノード

Node-RED を終了するためのノードです。

4.4. フローを作成する

Node-RED では一つのアプリケーションの流れをフローという単位で表します。各ノードを使用したフローの作成方法について紹介します。

4.4.1. LED を制御する

ここでは、LED を 1 秒間隔で点滅するフローを作成します。すべて Node-RED のコアノードを使用します。Armadillo-610 の LED は LED5 と拡張ボードの LED3 があり、今回対象にするのはユーザー LED(緑)です。ユーザー LED(緑)の場所については「3.3. インターフェースレイアウト」をご確認ください。

ユーザー LED(緑)は `/sys/class/leds/green/brightness` ファイルへ値を書き込むことによって、LED の点灯/消灯を行うことができます。0 を書き込むと消灯、0 以外の値 (1~255) を書き込むと点灯します。

表 4.1 LED5

部品番号	名称(色)	説明
LED5	ユーザー LED(黄)	i.MX6ULL の UART1_CTS_B ピンに接続、(Low: 消灯、High: 点灯)

Armadillo-610 拡張ボードに搭載されているソフトウェア制御可能な LED については「[図 4.3. Armadillo-610 拡張ボード LED3](#)」を参照してください。

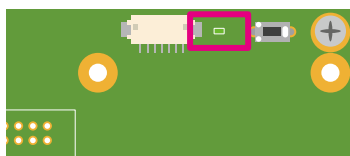


図 4.3 Armadillo-610 拡張ボード LED3

表 4.2 LED3

部品番号	名称(色)	説明
LED3	ユーザー LED(緑)	i.MX6ULL の GPIO1_IO08 ピンに接続、(Low: 消灯、High: 点灯)

1. パレットから [inject] ノードをワークスペースにドラッグ、ドロップします。
2. [inject] ノードのプロパティを編集します。[inject] は 2 秒間隔で実行します。

名前: LED Blink
 繰り返し: 指定した時間間隔
 時間間隔: 2 秒



図 4.4 [inject] ノードのプロパティ内容

3. [trigger] ノードをドラッグ、ドロップします。
4. [trigger] ノードのプロパティを編集します。[trigger] は 1 を送信して 1 秒待機後、0 を送信します。これにより点滅動作を実現します。

送信データ : 1
 送信後の処理 : 指定した時間待機
 1 秒
 再送信データ : 0



図 4.5 [trigger] ノードのプロパティ内容

5. [LED Blink] ノードの右側にある端子をクリックし、[trigger] ノードの左側の端子を選択して放します。
6. [write file] ノードをドラッグ、ドロップします。
7. [write file] ノードのプロパティを編集します。/sys/class/leds/green/brightness ファイルへ [trigger] からの送信データを書き込みます。

ファイル名: /sys/class/leds/green/brightness
 動作: ファイルを上書き
 文字コード: デフォルト
 名前: green LED

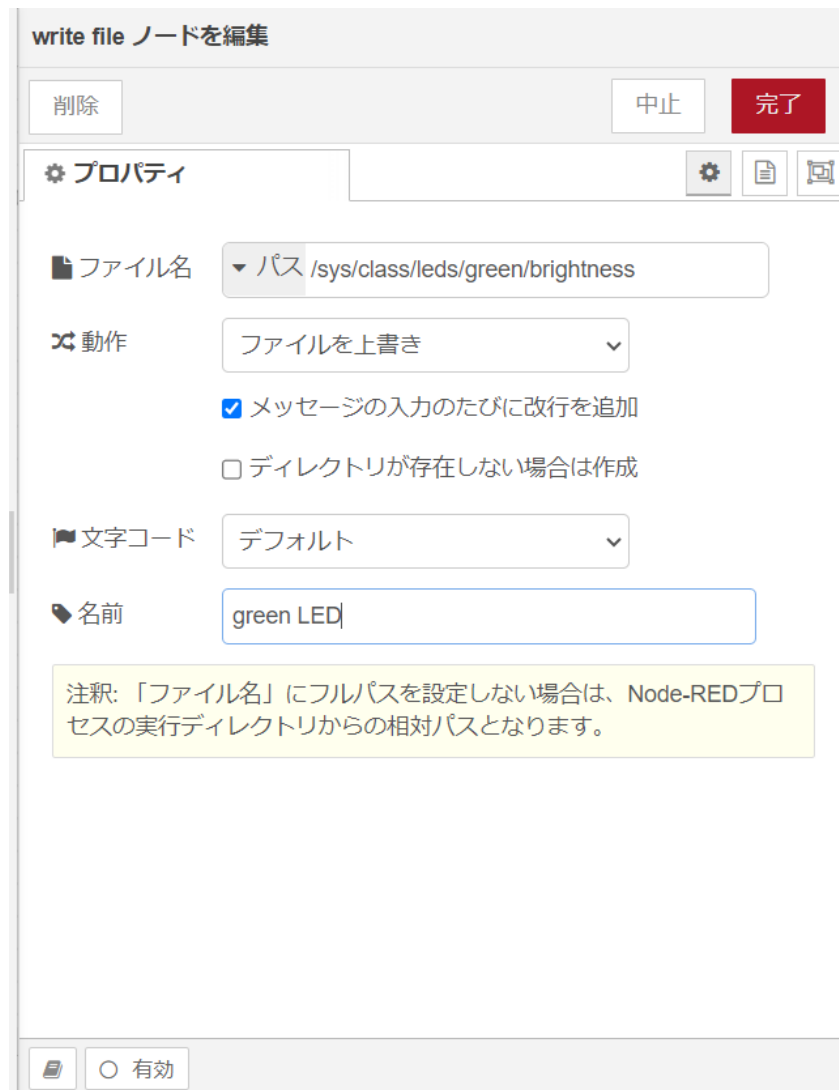


図 4.6 [write file] ノードのプロパティ内容

8. [trigger] ノードの右側にある端子をクリックし、[green LED] ノードの左側の端子を選択して放します。
9. [debug] ノードをドラッグ、ドロップします。
10. [green LED] ノードの右側にある端子をクリックし、[debug] ノードの左側の端子を選択して放します。

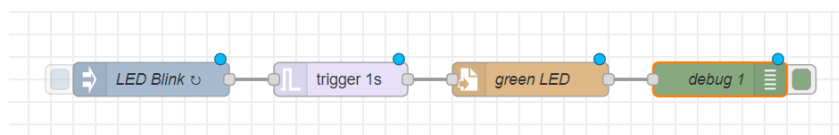


図 4.7 LED を 1 秒間隔で点滅するフロー

11. 画面右上の [デプロイ] を押します。ユーザー LED(緑) が 1 秒毎に点滅を繰り返す動きをすれば成功です。

4.4.2. CPU の測定温度を取得する

ここでは、Armadillo-610 の CPU の測定温度を 1 秒間隔で取得するフローを作成します。全て Node-RED のコアノードを使用します。/sys/class/thermal/thermal_zone0/temp ファイルの値を読み出すことによって測定温度を取得することができます。温度はミリ°C の単位で表示されるため、°C 単位への変換も行います。

1. パレットから [inject] ノードをワークスペースにドラッグ、ドロップします。
2. [inject] ノードのプロパティを編集します。[inject] は 1 秒間隔で実行します。

繰り返し: 指定した時間間隔
時間間隔: 1 秒



図 4.8 [inject] ノードのプロパティ内容

3. [read file] ノードをドラッグ、ドロップします。
4. [read file] ノードのプロパティを編集します。/sys/class/thermal/thermal_zone0/temp ファイルの値を読み出します。

ファイル名: /sys/class/thermal/thermal_zone0/temp
 出力形式: 文字列
 文字コード: デフォルト
 名前: CPU temp



図 4.9 [read file] ノードのプロパティ内容

5. [Get CPU temp] ノードの右側にある端子をクリックし、[CPU temp] ノードの左側の端子を選択して放します。
6. [function] ノードをドラッグ、ドロップします。
7. [function] ノードのプロパティを編集します。CPU の測定温度がミリ°C の単位のため、°C の単位へ変換します。msg.payload で渡された値を 1000 で割り、msg.payload に戻します。

名前: CPU temp calc
 コード:

```
msg.payload = msg.payload / 1000;
return msg;
```



図 4.10 [function] ノードのプロパティ内容

8. [CPU temp] ノードの右側にある端子をクリックし、[CPU temp calc] ノードの左側の端子を選択して放します。
9. [debug] ノードをドラッグ、ドロップします。
10. [CPU temp calc] ノードの右側にある端子をクリックし、[debug] ノードの左側の端子を選択して放します。

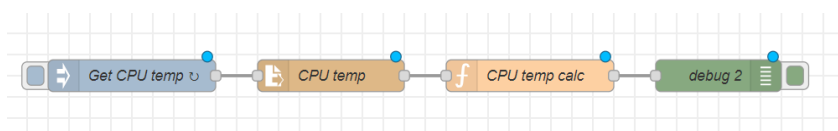


図 4.11 CPU の測定温度を 1 秒間隔で取得するフロー

11. 画面右上の [デプロイ] を押します。デバッグメッセージに 1 秒毎に CPU の測定温度が表示されます。

4.4.3. RS-485 modbus RTU 読み出しを行う

ここでは、USB RS-485 変換器を使用した Modubus RTU 読み出し用フローを作成します。Node-RED のコアノードのほかに modbus-client ノード、Modbus-Read ノード、 modbus-response ノー

ドを使用します。RS-485 シリアルインターフェースのデバイスファイルは、`/dev/ttyUSB0` を使用します。USB の場所については「3.3. インターフェースレイアウト」をご確認ください。今回は以下の RS-485 通信対応デバイスを想定した場合の設定内容となります。実際に動作確認する場合は、使用する RS-485 通信対応デバイスの設定に変更してください。

```

ユニット ID: 1
通信プロトコル: Modbus RTU
ボーレート: 9600
読み出しアドレス: 0x00
ファンクションコード: 1
    
```

1. パレットから [Modbus-Read] ノードをワークスペースにドラッグ、ドロップします。
2. [Modbus-Read] ノードのプロパティを編集します。
3. 先に Server を設定する必要があります。[新規に modbus-client を追加] の右隣の編集ボタンを押して [modbus-client] を作成します。

```

名前: RS485 slave device
Type: Serial
Serial port: /dev/ttyUSB0
Serial type: RTU
Baud rate: 9600
Unit-Id: 1
    
```

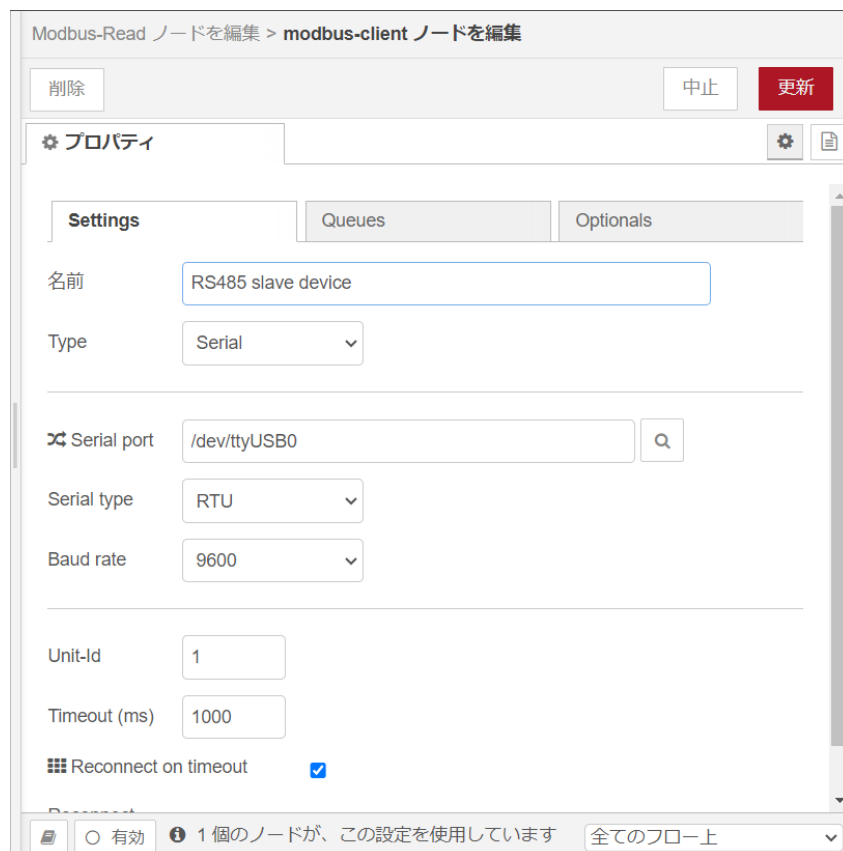


図 4.12 [modbus-client] ノードのプロパティ内容

4. [Modbus-Read] ノードのプロパティを編集します。

名前: slave device
トピック:
Unit-Id:
FC: FC 1:Read Coil Status
Address: 0
Quantity: 1
Poll Rate: 1 Second(s)
Server: RS485 slave device

Modbus-Read ノードを編集

削除 中止 完了

プロパティ

Settings Optionals

名前 slave device

トピック Topic

Unit-Id

FC FC 1: Read Coil Status

Address 0

Quantity 1

Poll Rate 1 second(s)

Delay to activate input

Server RS485 slave device

有効

図 4.13 [Modbus-Read] ノードのプロパティ内容

5. [Modbus-Response] ノードをドラッグ、ドロップします。
6. [slave device] ノードの右側にある端子をクリックし、[Modbus-Response] ノードの左側の端子を選択して放します。

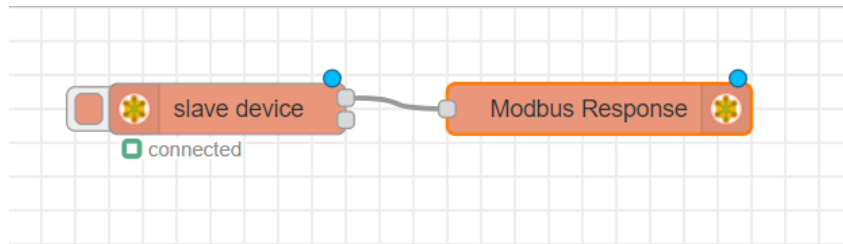


図 4.14 RS-485 を使用した Modbus RTU 読み出し用フロー

7. 画面右上の [デプロイ] を押します。読み出しに成功すると 1 秒毎に読みだした値が更新され [Modbus-Response] ノードの下に表示されます。

4.4.4. CPU の測定温度のグラフをダッシュボードに表示する

「4.4.2. CPU の測定温度を取得する」 で取得した CPU 温度をダッシュボードにグラフとして表示するフローを作成します。

1. サイドバーの右端にある三角形のボタンを押し、[ダッシュボード] を選択します。

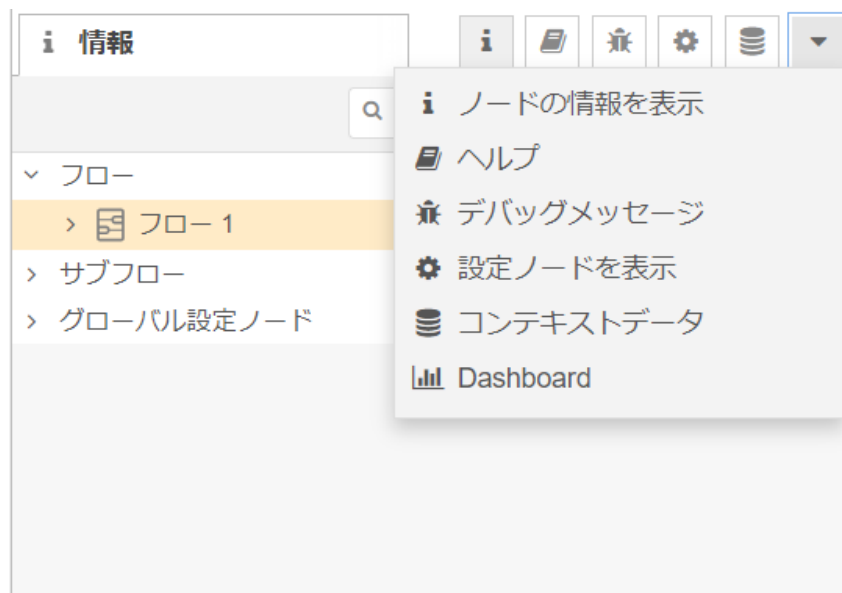


図 4.15 [ダッシュボード]を選択する

2. [ダッシュボード] 編集画面が表示されることを確認します。



図 4.16 ダッシュボード編集画面

3. [+タブ] ボタンを押して [Tab1] を追加します。



図 4.17 ダッシュボードに [Tab1] を追加

4. [Tab1] プロパティを編集します。

名前: Armadillo
 アイコン: dashboard



図 4.18 [Tab1] プロパティ内容

5. [Armadillo] タブが追加されました。

名前: Armadillo
 アイコン: dashboard



図 4.19 ダッシュボード編集画面に [Armadillo] タブが追加

6. [Armadillo] 横の [+グループ] ボタンを押して [Group1] を追加します。

名前: Armadillo
アイコン: dashboard



図 4.20 ダッシュボード編集画面に [Group1] グループが追加

7. [Group1] プロパティを編集します。

名前: Group 1
 タブ: Armadillo
 種類:
 幅: 15
 グループ名を表示する



dashboard group ノードを編集

削除 中止 更新

プロパティ

名前 Group 1

タブ Armadillo

種類 ウィジェット用のCSSクラス名 (オプション)

幅 15

グループ名を表示する

有効 1 個のノードが、この設定を使用しています

図 4.21 [Group1] プロパティ内容

- [chart] ノードをワークスペースにドラッグ、ドロップします。ダッシュボード編集画面の [Group1] グループに追加されたことを確認します。



図 4.22 ダッシュボード編集画面に [chart] ノードが追加

9. [chart] ノードのプロパティを編集します。

グループ: [Armadillo] Group 1
サイズ: 自動
ラベル: CPU temp
種類: 折れ線グラフ
X 軸: 直近 1 時間
X 軸ラベル: HH:mm:ss
Y 軸: 最小 20 最大 50
凡例: 非表示 補完: 直線



図 4.23 [inject] ノードのプロパティ内容

10. [CPU temp calc] ノードの右側にある端子をクリックし、[CPU temp] ノードの左側の端子を選択して放します。

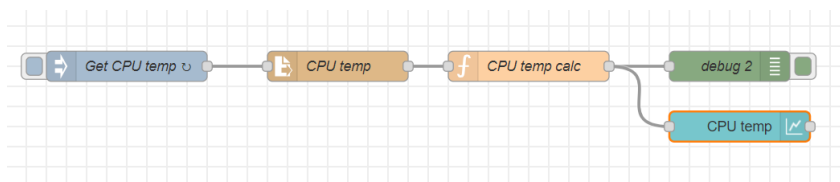


図 4.24 CPU の測定温度のグラフをダッシュボードに表示するフロー

11. 画面右上の [デプロイ] を押します。ダッシュボード編集画面の [テーマ] タブの右側にある四角に矢印が重なったボタンを選択すると、ダッシュボードが表示されます。

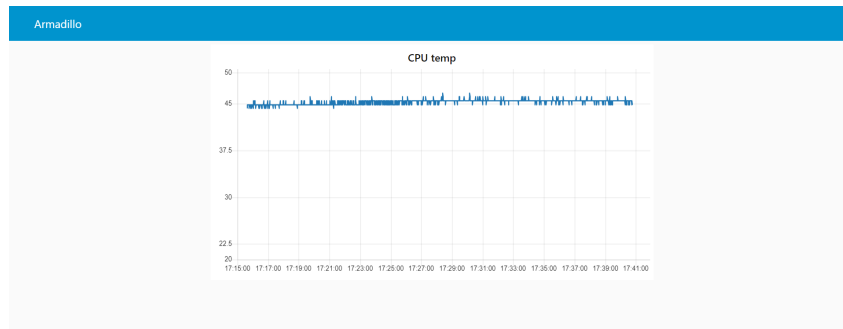


図 4.25 CPU の測定温度のグラフのダッシュボード

12. ダッシュボードの CPU 温度のグラフは一秒毎に更新されます。

4.4.5. 外部プログラムを実行する

ここでは、外部プログラムを実行しその結果を取得するフローを作成します。外部プログラムは [exec] ノードで実行することができます。ここでの外部プログラムとはシステムコマンドやユーザー自身が作成したプログラムのことを指します。

例として date コマンドを実行するフローを作成します。

1. パレットから [inject] ノードをワークスペースにドラッグ、ドロップします。プロパティはデフォルトから変更ありません。
2. [exec] ノードをドラッグ、ドロップします。
3. [exec] ノードのプロパティを編集します。

コマンド: date
引数: なし



図 4.26 [exec] ノードのプロパティ内容

4. [infect] ノードの右側にある端子をクリックし、[exec] ノードの左側の端子を選択して放します。
5. [debug] ノードをドラッグ、ドロップします。
6. [exec] ノードの右側の一番上にある端子をクリックし、[debug] ノードの左側の端子を選択して放します。

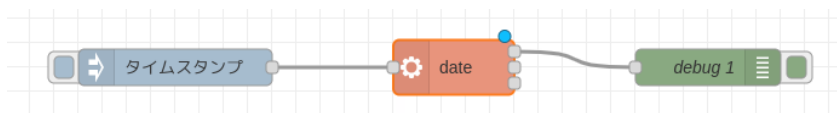


図 4.27 外部プログラムを実行するフロー

7. 画面右上の [デプロイ] を押します。

- [inject] ノードの左の四角を押すと [exec] ノードに設定した date コマンドが実行され標準出力の結果がデバッグメッセージに表示されます。

[exec] ノードの右の端子は上からそれぞれ「標準出力」「標準エラー出力」「返却コード」となっており、取得したい出力によって使い分けることができます。

4.4.6. Node-RED を終了する

ここでは、Node-RED を任意のタイミングで終了するフローを作成します。Node-RED のコアノードのほかに exit ノードを使用します。



Node-RED 終了後、Node-RED を再起動するためには Armadillo-610 の電源を再投入する必要があります。

- パレットから [inject] ノードをワークスペースにドラッグ、ドロップします
- [inject] ノードのプロパティを編集します。

名前: Finish Node-RED
繰り返し: なし



図 4.28 [inject] ノードのプロパティ内容

3. [exit] ノードをドラッグ、ドロップします。
4. [exit] ノードのプロパティを編集します。

```
Name: exit  
Exit code: 0
```

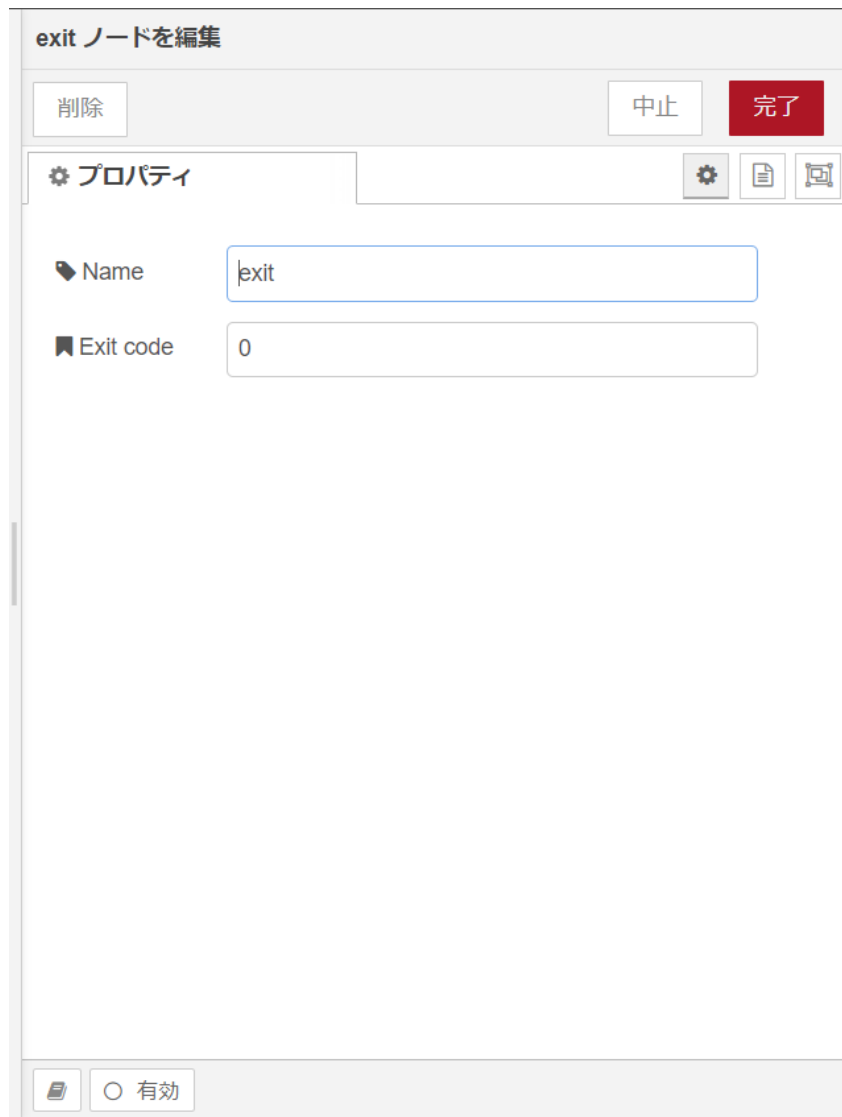


図 4.29 [exit] ノードのプロパティ内容

5. [Finish Node-RED] ノードの右側にある端子をクリックし、[exit] ノードの左側の端子を選択して放します。

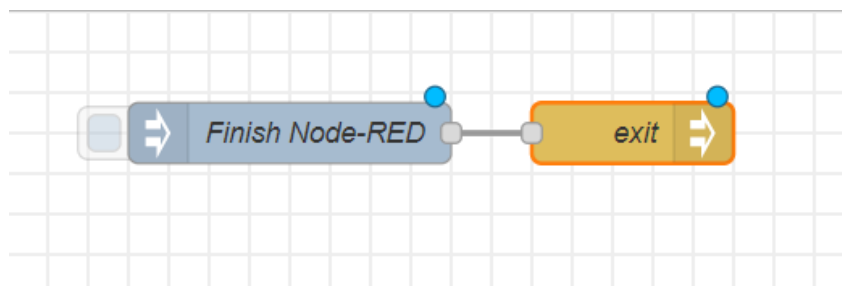


図 4.30 Node-RED を任意のタイミングで終了するフロー

6. 画面右上の [デプロイ] を押します。[Finish Node-RED] ノードの左側にあるボタンを押すと Node-RED が終了します。

4.5. ユーザデータを削除する

Node-RED に関するユーザデータは `/var/app/rollback/volumes/node-red/root` に保存されます。当該ディレクトリを削除した場合はユーザデータは全て削除されます。この場合 Node-RED のブラウザからインストールしたカスタムノードは削除されます。

5. 量産する

本章では Armadillo を組み込んだ最終製品をお客様が製造・量産するうえで、必要となる情報や作業について記載します。

- ・「5.1. 概略」では、量産の進め方に関する概略を記載します。
- ・「5.2. BTO サービスを使わない場合と使う場合の違い」では、BTO(Build To Order) サービスに関する説明をします。
- ・「5.3. 量産時のイメージ書き込み手法」では、開発を完了したソフトウェアの量産用イメージ作成・書き込み方法を説明します。

5.1. 概略

量産の進め方の概略図を「図 5.1. Armadillo 量産時の概略図」に示します。お客様の製品仕様や製造工程の要件によってはこの例とは違った工程順となる場合や、工程の追加・削除がある可能性があります。

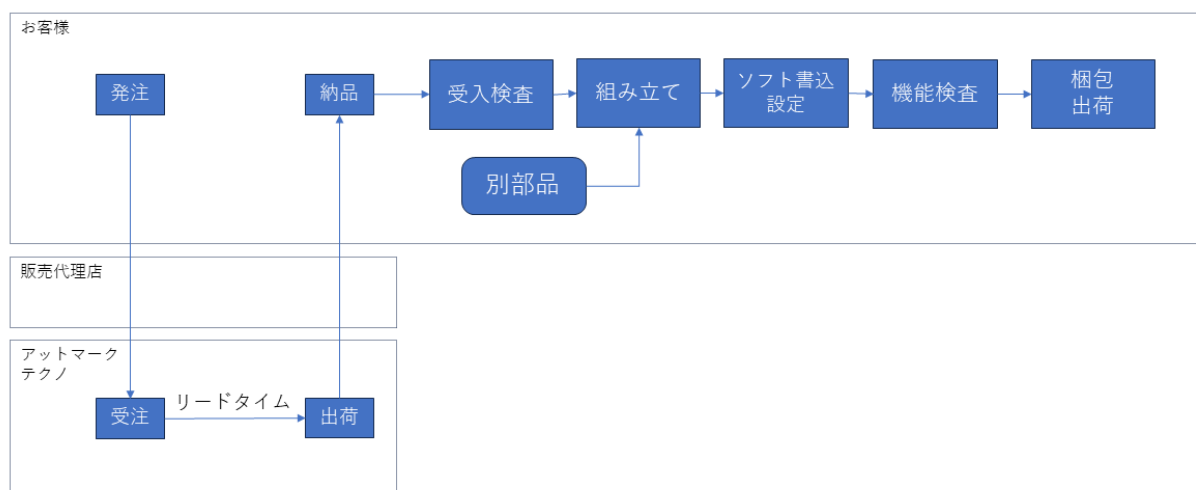


図 5.1 Armadillo 量産時の概略図

5.1.1. リードタイムと在庫

量産モデルを発注後、お客様に納品されるまでにリードタイムが発生します。開発セットや少量の量産モデル購入の場合、アットマークテクノや代理店在庫によって、短期間で納品できることもあります。しかし、まとまった数量の量産モデルの場合、納品までにお時間をいただくことがあります。新規に製品を量産・出荷する場合はリードタイムを考慮したスケジューリングをお願いします。また、リピート製造をする場合でも、欠品を起こさないよう適切な在庫の確保をお願いいたします。

リードタイムは状況・タイミングによって異なりますので、都度、弊社営業、ご利用の販売代理店にお問い合わせください。

5.1.2. Armadillo 納品後の製造・量産作業

お客様が Armadillo を納品後に次に示すようなキitting作業、組み立て、検査を実施し出荷を行います。

- ・ ソフトウェア書き込み
 - ・ Armadillo Base OS やアプリケーションコンテナイメージの書き込み
 - ・ 設定ファイルの書き込み
- ・ 別部品の組み立て
 - ・ SD カード/ SIM カード/ RTC バックアップ電池等の接続
 - ・ 拡張基板接続やセンサー・外部機器の接続
 - ・ お客様専用筐体への組み込み
- ・ 検査
 - ・ Armadillo の受け入れ検査
 - ・ 組み立て後の通電電検・機能検査
 - ・ 目視検査
- ・ 梱包作業
- ・ 出荷作業

有償の BTO サービスを利用することで、これらの作業の一部をアットマークテクノへ委託・実施済みの状態で Armadillo を納品することも可能です。費用はいただきますがお客様による工程立ち上げ、場所の確保、作業者の教育、品質管理等のトータルコストを考えると委託した方が安く済むケースが多いです。

また、BTO サービスではお受けできないようなキitting、検査、作業については、実施可能な業者を紹介する等、個別の対応をすることで解決できる場合もございます。詳しくは弊社担当の営業、またはご利用の販売代理店にご相談ください。

5.2. BTO サービスを使わない場合と使う場合の違い

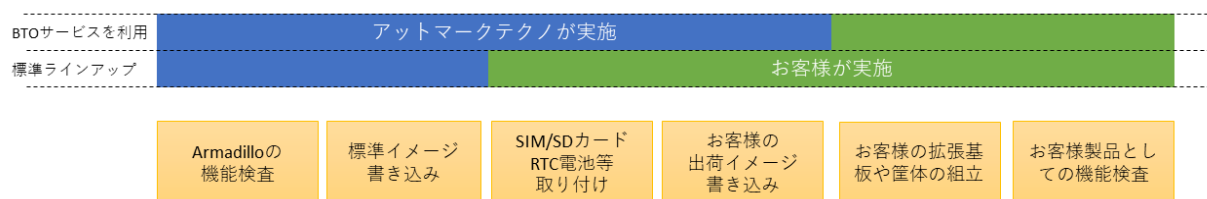


図 5.2 BTO サービスで対応する範囲

5.2.1. BTO サービスを利用しない(標準ラインアップ品)

有償の量産サービスを利用しない場合、標準ラインアップ仕様での納品となります。大きく分けて試作開発用途で使う「開発セット」と量産向けの「量産モデル」の2種類があります。量産用途では「量産モデル」をご利用ください。

「量産モデル」には AC アダプタ等のオプション品が付属されておりませんので、内容物を確認の上、発注をお願いいたします。高速通信が可能な「Cat.1 モデル」、LTE-M 通信モジュール搭載の「Cat.M1 モデル」、モバイル通信モジュール非搭載の「WLAN モデル」、モバイル通信モジュールと WLAN どちらも非搭載で、最もシンプルな「LAN モデル」をラインアップしています。

設計開発時には、開発に必要なものを一式含んだ「開発セット」、量産時には、必要最小限のセット内容に絞った「量産用」もしくは「量産ボード」をご購入ください。「量産用」はケース有、「量産ボード」はケース無となります。

5.2.1.1. 標準ラインアップ品に書き込まれているソフトウェア

標準ラインアップ品に書き込まれるソフトウェアイメージ(Armadillo Base OS)は、アットマークテクノで公開している標準イメージとなります。また、ソフトウェアバージョンは指定することができず、ランニングチェンジで随時最新版を適用していきます。このため、納品後の Armadillo 個体では、開発段階で評価した Armadillo Base OS と異なるバージョンが書き込まれている可能性があります。

また、アプリケーションコンテナについては何も書き込まれていない状態となります。

納品後、お客様の量産工程でソフトウェアの書き込み作業が必要となります。詳しくは「5.3. 量産時のイメージ書き込み手法」をご確認ください。

5.2.2. BTO サービスを利用する

BTO サービスは、セミオーダー式メニューから選択して Armadillo の量産品を一括手配いただける有償サービスです。標準ラインアップ品の仕様をベースとして、搭載するモジュールの種類やケース、ACアダプタの有無、お客様支給品の SD カードや SIM カードの接続、お客様ご指定のソフトウェアイメージ書き込みなど、メニュー内から指定可能なキッティング項目を選択・指定することが可能です。

販売代理店またはアットマークテクノの窓口からお申し込みいただけます。

製品ごとに、対応できる作業とできない作業がございます。また、販売直後の製品の場合など BTO サービスに未対応である場合もあります。詳しくは Armadillo サイトの BTO サービス [<https://armadillo.atmark-techno.com/services/customize/bto>] をご確認ください。

5.3. 量産時のイメージ書き込み手法

量産時に必要な手順は最終製品によって異なりますが、開発したソフトウェアを Armadillo に書き込む手順は必ず実施することになります。Armadillo Base OS 搭載製品において、量産時に任意のソフトウェアを書き込む際には、以下の2つの手法のどちらかを用いると実現できます。

- ・ インストールディスクを用いてソフトウェアを書き込む
- ・ SWUpdate を用いてソフトウェアを書き込む

ただし、SWUpdate は運用中の Armadillo のアップデート機能であり、量産時のイメージ書き込みは本来の用途でないため、基本的にはイメージ書き込みに特化しているインストールディスクを用いた方法を選択してください。そのため、インストールディスクイメージの作成、書き込み方法について「5.4. 開発したシステムをインストールディスクにする」に記します。

5.4. 開発したシステムをインストールディスクにする

ATDE と VSCode を使用して、開発したシステムのインストールディスクイメージを生成します。「5.4.2. VSCode のセットアップ」を参考に、ATDE に VSCode 開発用エクステンションをインストールしてください。VSCode を使用してインストールディスクを生成する場合は以下の手順になります。

- ・ ATDE のインストール
- ・ VSCode のセットアップ
- ・ VSCode を使用した初期設定用 SWU の生成
- ・ 初期設定用 SWU を ABOS Web からインストール
- ・ VSCode を使用したインストールディスク作成用 SWU の生成
- ・ Armadillo に USB メモリを挿入
- ・ インストールディスク作成用 SWU を ABOS Web からインストール
- ・ USB メモリ上にインストールディスクイメージを生成



Armadillo-610 では、WLAN 搭載モデルはインストールディスク以外で microSD を使用できないため、一旦 USB メモリへインストールディスクイメージを書き出し、ATDE にて microSD カードへコピーして動作確認する手順としております。



この機能を使用するには、以下に示すバージョンのソフトウェアが必要です。

- ・ ABOSDE 1.6.0 以上
- ・ mkswu 5.3 以上
- ・ abos-base 2.3 以上

5.4.1. ATDE のインストール

アットマークテクノ製品のソフトウェア開発や動作確認を簡単に行うために、VMware 仮想マシンのデータイメージを提供しています。この VMware 仮想マシンのデータイメージを ATDE (Atmark Techno Development Environment) と呼びます。ATDE の起動には仮想化ソフトウェアである VMware を使用します。ATDE のデータは、tar.xz 圧縮されています。環境に合わせたツールで展開してください。



仮想化ソフトウェアとして、VMware の他に Oracle VM VirtualBox が有名です。Oracle VM VirtualBox には以下の特徴があります。

- ・ GPL v2(General Public License version 2)で提供されている ^[1]
- ・ VMware 形式の仮想ディスク(.vmdk)ファイルに対応している

Oracle VM VirtualBox から ATDE を起動し、ソフトウェア開発環境として使用することができます。

ATDE は、バージョンにより対応するアットマークテクノ製品が異なります。本製品に対応している ATDE は、ATDE9 の v20230328 以降です。

ATDE9 は Debian GNU/Linux 11 (コードネーム bullseye) をベースに、Armadillo-610 のソフトウェア開発を行うために必要なクロス開発ツールや、Armadillo-610 の動作確認を行うために必要なツールが事前にインストールされています。

5.4.1.1. VMware のインストール

ATDE を使用するためには、作業用 PC に VMware がインストールされている必要があります。VMware 社 Web ページ(<http://www.vmware.com/>)を参照し、利用目的に合う VMware 製品をインストールしてください。また、ATDE のアーカイブは tar.xz 圧縮されていますので、環境に合わせたツールで展開してください。



VMware は、非商用利用限定で無償のものから、商用利用可能な有償のものまで複数の製品があります。製品ごとに異なるライセンス、エンドユーザー使用許諾契約書(EULA)が存在するため、十分に確認した上で利用目的に合う製品をご利用ください。



VMware や ATDE が動作しないことを未然に防ぐため、使用する VMware のドキュメントから以下の項目についてご確認ください。

- ・ ホストシステムのハードウェア要件
- ・ ホストシステムのソフトウェア要件
- ・ ゲスト OS のプロセッサ要件

VMware のドキュメントは、VMware 社 Web ページ (<http://www.vmware.com/>)から取得することができます。

5.4.1.2. ATDE のアーカイブを取得

ATDE のアーカイブは Armadillo サイト(<http://armadillo.atmark-techno.com>)から取得可能です。



本製品に対応している ATDE のバージョンは ATDE9 v20230328 以降です。

[1]バージョン 3.x までは PUEL(VirtualBox Personal Use and Evaluation License)が適用されている場合があります。



作業用 PC の動作環境(ハードウェア、VMware、ATDE の対応アーキテクチャなど)により、ATDE が正常に動作しない可能性があります。VMware 社 Web ページ(<http://www.vmware.com/>)から、使用している VMware のドキュメントなどを参照して動作環境を確認してください。

5.4.1.3. ATDE のアーカイブを展開

ATDE のアーカイブを展開します。ATDE のアーカイブは、tar.xz 形式の圧縮ファイルです。実行環境に基づいて以下のどちらかの方法でアーカイブを展開してください。

- ・ Windows で ATDE のアーカイブ展開する
- ・ Linux で tar.xz 形式のファイルを展開する

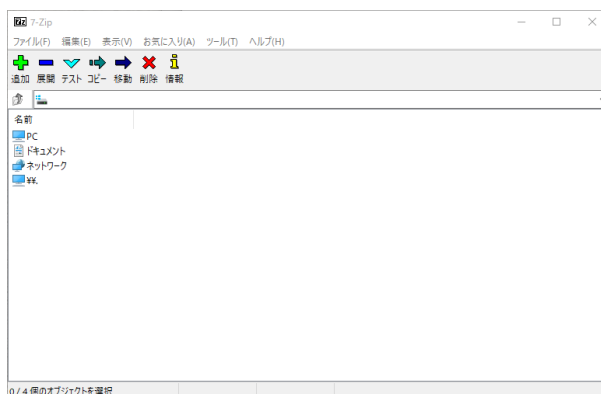
5.4.1.4. Windows で ATDE のアーカイブ展開する

1. 7-Zip のインストール

7-Zip をインストールします。7-Zip は、圧縮解凍ソフト 7-Zip のサイト (<http://sevenzip.sourceforge.jp>)からダウンロード取得可能です。

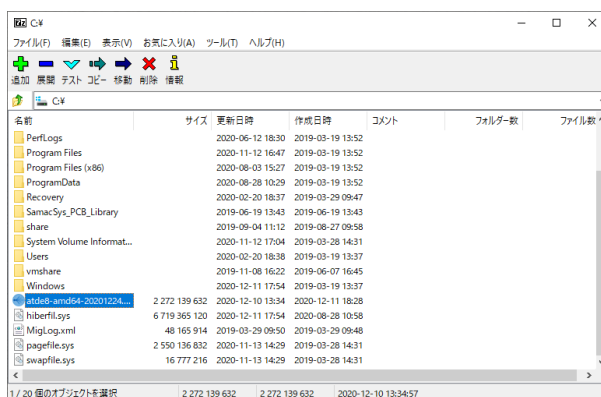
2. 7-Zip の起動

7-Zip を起動します。



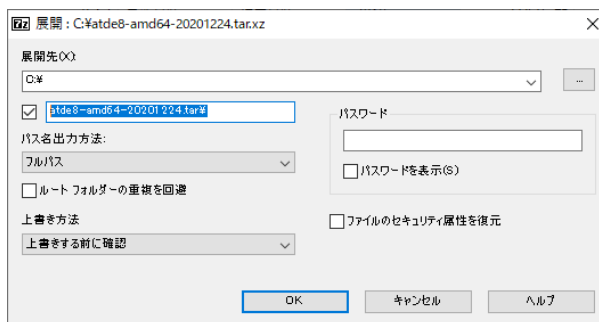
3. xz 圧縮ファイルの選択

xz 圧縮ファイルを展開して、tar 形式のファイルを出力します。tar.xz 形式のファイルを選択して、「展開」をクリックします。



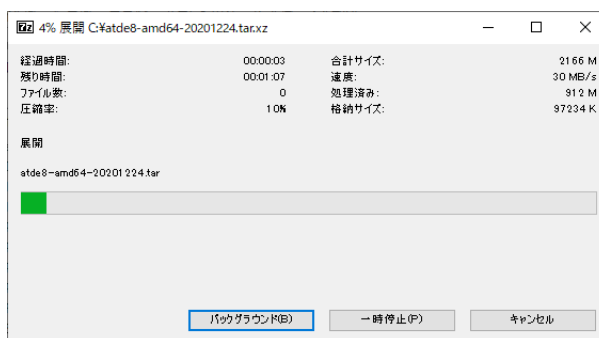
4. xz 圧縮ファイルの展開先の指定

「展開先」を指定して、「OK」をクリックします。



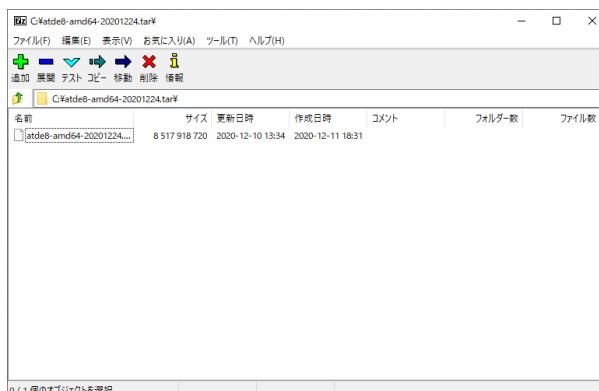
5. xz 圧縮ファイルの展開

展開が始まります。



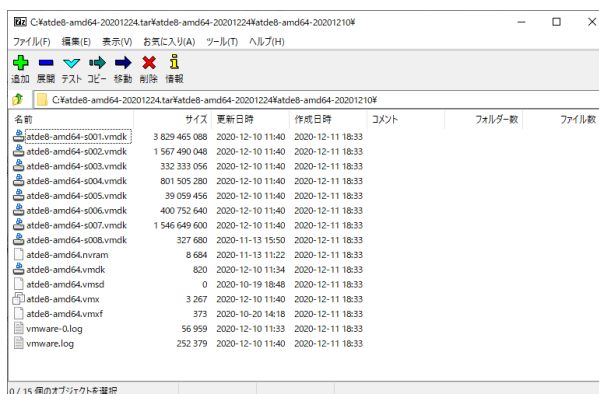
6. tar アーカイブファイルの選択

xz 圧縮ファイルの展開が終了すると、tar 形式のファイルが出力されます。tar アーカイブファイルを出力したのと同様の手順で、tar アーカイブファイルから ATDE のデータイメージを出力します。tar 形式のファイルを選択して「展開」をクリックし、「展開先」を指定して、「OK」をクリックします。



7. 展開の完了確認

tar アーカイブファイルの展開が終了すると、ATDE アーカイブの展開は完了です。「展開先」に指定したフォルダに ATDE のデータイメージが出力されています。



5.4.1.5. Linux で tar.xz 形式のファイルを展開する

1. tar.xz 圧縮ファイルの展開

tar の xf オプションを使用して tar.xz 圧縮ファイルを展開します。

```
[PC ~]$ tar xf atde9-amd64-[VERSION].tar.xz
```

2. 展開の完了確認

tar.xz 圧縮ファイルの展開が終了すると、ATDE アーカイブの展開は完了です。atde9-amd64-[VERSION] ディレクトリに ATDE のデータイメージが出力されています。


```
[PC ~]$ ls atde9-amd64-[VERSION]/
atde9-amd64-s001.vmdk  atde9-amd64-s008.vmdk
atde9-amd64-s002.vmdk  atde9-amd64-s009.vmdk
atde9-amd64-s003.vmdk  atde9-amd64.nvram
atde9-amd64-s004.vmdk  atde9-amd64.vmdk
atde9-amd64-s005.vmdk  atde9-amd64.vmsd
atde9-amd64-s006.vmdk  atde9-amd64.vmx
atde9-amd64-s007.vmdk  atde9-amd64.vmx
```

5.4.1.6. ATDE の起動

ATDE のアーカイブを展開したディレクトリに存在する仮想マシン構成(.vmx)ファイルを VMware 上で開くと、ATDE を起動することができます。ATDE9 にログイン可能なユーザーを、「表 5.1. ユーザー名とパスワード」に示します [2]。

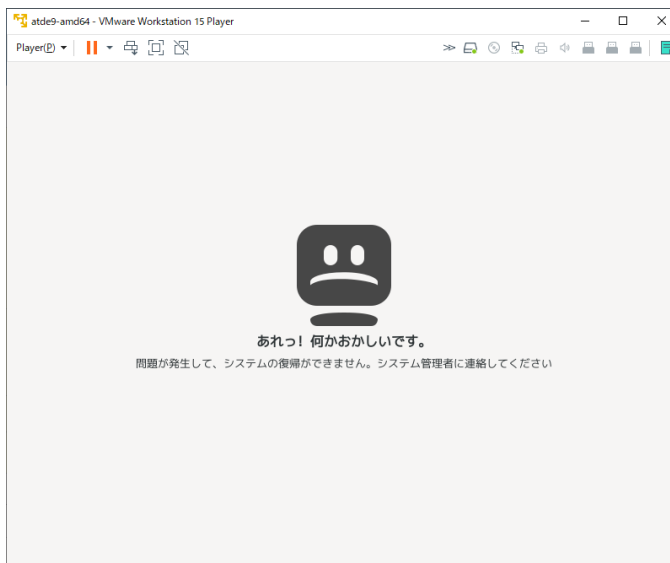
表 5.1 ユーザー名とパスワード

ユーザー名	パスワード	権限
atmark	atmark	一般ユーザー
root	root	特権ユーザー



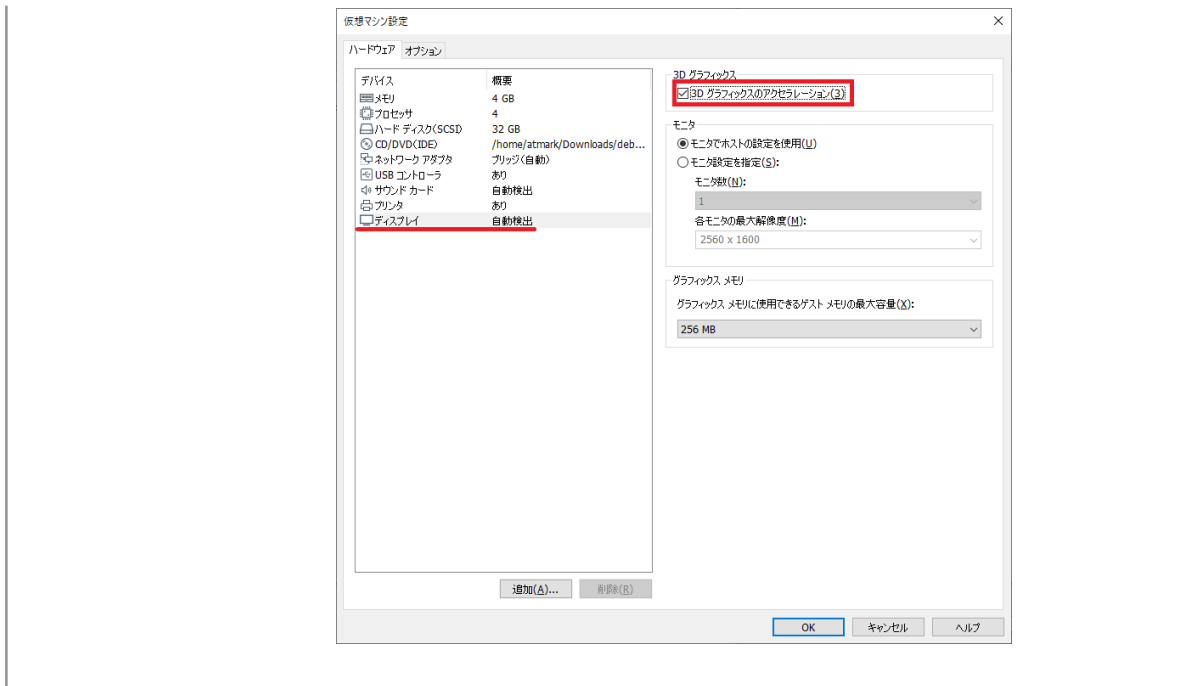
ATDE を起動する環境によっては、GUI ログイン画面が表示されずに以下のようなエラー画面が表示される場合があります。


[2]特権ユーザーで GUI ログインを行うことはできません



この場合は、VMware の設定で「3D グラフィックスのアクセラレーション」を ON にした後、ATDE を起動すると正常に GUI ログイン画面が表示されます。設定箇所を以下に示します。







ATDE に割り当てるメモリおよびプロセッサ数を増やすことで、ATDE をより快適に使用することができます。仮想マシンのハードウェア設定の変更方法については、VMware 社 Web ページ (<http://www.vmware.com/>)から、使用している VMware のドキュメントなどを参照してください。

5.4.2. VSCode のセットアップ

ATDE に VSCode 及び、開発用エクステンションとクロスコンパイル用ライブラリをインストールしてください。

以下の手順は全て ATDE 上で実施します。

5.4.2.1. ソフトウェアのアップデート

ATDE のバージョン v20230123 以上には、VSCode がインストール済みのため新規にインストールする必要はありませんが、使用する前には最新版へのアップデートを行ってください。

```
[ATDE ~]$ sudo apt update
[ATDE ~]$ sudo apt upgrade
```

図 5.3 ソフトウェアをアップデートする

VSCode を起動するには code コマンドを実行します。

```
[ATDE ~]$ code
```

図 5.4 VSCode を起動する



VSCode を起動すると、日本語化エクステンションのインストールを提案してることがあります。その時に表示されるダイアログに従ってインストールを行うと VSCode を日本語化できます。

5.4.2.2. VSCode に開発用エクステンションをインストールする

VSCode 上でアプリケーションを開発するためのエクステンションをインストールします。

エクステンションはマーケットプレイスからインストールすることができます。VSCode を起動し、左サイドバーのエクステンションを選択して、検索フォームに「abos」と入力してください。

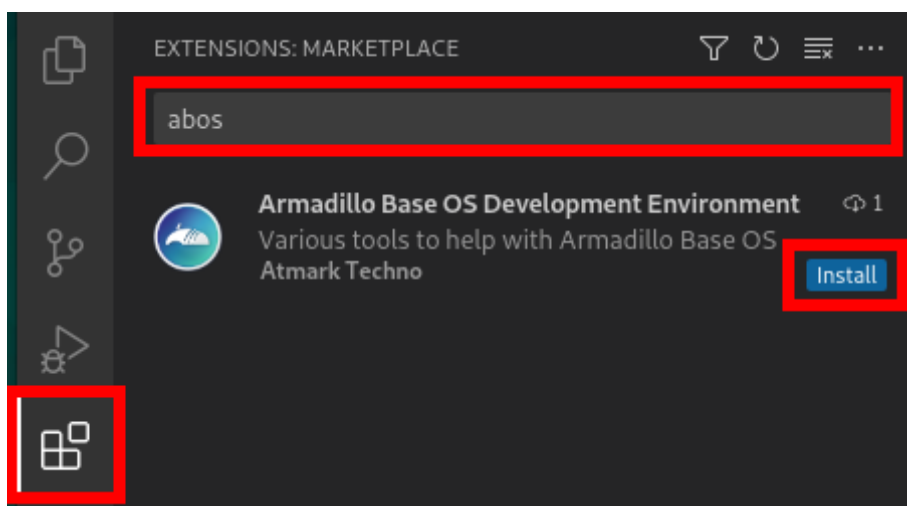


図 5.5 VSCode に開発用エクステンションをインストールする

表示された「Armadillo Base OS Development Environment」の「Install」ボタンを押すとインストールは完了します。

5.4.3. VSCode を使用した初期設定用 SWU の生成

initial_setup.swu はログインパスワードやユーザー固有の証明書などの初期設定を Armadillo にインストールするためのファイルです。initial_setup.swu でインストールされるユーザー固有の証明書がない場合、ユーザーが開発したアプリケーションをインストール、またはアップデートすることができません。このため、開発開始時に initial_setup.swu のインストールを行う必要があります。

VSCode の左ペインの [COMMON PROJECT COMMAND] から [Generate Initial Setup Swu] を実行します。

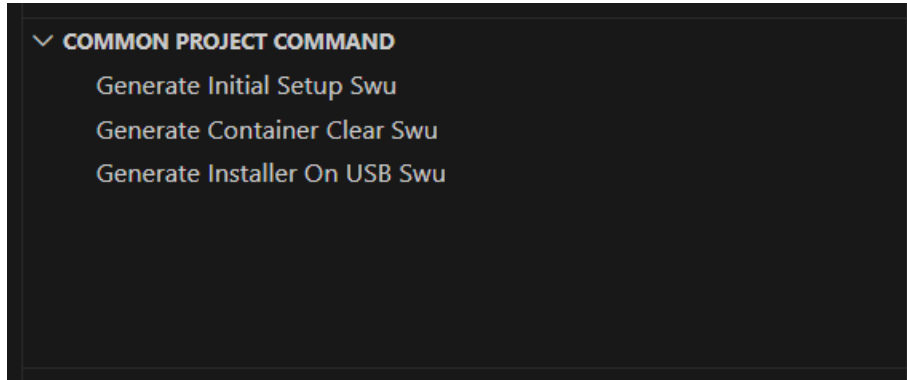


図 5.6 initial_setup.swu を作成する

初回実行時には各種設定の入力を求められます。入力する設定の内容を「図 5.7. initial_setup.swu 初回生成時の各種設定」に示します。

```

Executing task: ./scripts/generate_initial_setup_swu.sh

mkdir: ディレクトリ '/home/atmark/mkswu' を作成しました
設定ファイルを更新しました: /home/atmark/mkswu/mkswu.conf
証明書の共通ネーム(一般名)を入力してください: [COMMON_NAME] ①
証明書の鍵のパスワードを入力ください (4-1024 文字) ②
証明書の鍵のパスワード (確認) :
Generating an EC private key
writing new private key to '/home/atmark/mkswu/swupdate.key.tmp'
-----
アップデートイメージを暗号化しますか? (N/y) ③
アットマークテクノが作成したイメージをインストール可能にしますか? (Y/n) ④
root パスワード: ⑤
root のパスワード (確認) :
atmark ユーザのパスワード (空の場合はアカウントをロックします) : ⑥
atmark のパスワード (確認) :
BaseOS/プリインストールコンテナを armadillo.atmark-techno.com サーバーから自動アップデートしますか?
(N/y) ⑦
abos-web のパスワードを設定してください。
abos-web のパスワード (空の場合はサービスを無効にします) : ⑧
abos-web のパスワード (確認) :
/home/atmark/mkswu/initial_setup.swu を作成しました。

"/home/atmark/mkswu/initial_setup.swu" をそのまま使うことができますが、
モジュールを追加してイメージを再構築する場合は次のコマンドで作成してください :
mkswu "/home/atmark/mkswu/initial_setup.desc" [他の.desc ファイル]

インストール後は、このディレクトリを削除しないように注意してください。
鍵を失うと新たなアップデートはデバイスの /etc/swupdate.pem
を修正しないとインストールできなくなります。
* Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.

[ATDE ~]$ ls ~/mkswu
    
```

```
initial_setup.desc  initial_setup.swu  mkswu.conf
swupdate.aes-key   swupdate.key      swupdate.pem  ⑨
```

図 5.7 initial_setup.swu 初回生成時の各種設定

- ① COMMON_NAME には証明鍵の「common name」として会社や製品が分かるような任意の名称を入力してください。
- ② 証明鍵を保護するパスフレーズを 2 回入力します。
- ③ swu イメージ自体を暗号化する場合に「y」を入力します。
- ④ アットマークテクノのアップデートをインストールしない場合は「n」を入力します。「y」を選択した場合プリインストールコンテナである Node-RED コンテナが自動アップデートされます。
- ⑤ root のパスワードを 2 回入力します。
- ⑥ atmark ユーザーのパスワードを 2 回入力します。何も入力しない場合はユーザーをロックします。
- ⑦ 自動アップデートを無効のままに進みます。ここで「y」を入れると、定期的にアットマークテクノのサーバーからアップデートの有無を確認し、自動的にインストールします。
- ⑧ abos-web を使用する場合はパスワードを設定してください。
- ⑨ 作成したファイルを確認します。「swupdate.aes-key」は暗号化の場合にのみ作成されます。

ファイルは ~/mkswu/initial_setup.swu に保存されています。この SWU イメージを「5.4.4. 初期設定用 SWU を ABOS Web からインストール」を参照して Armadillo ヘインストールしてください。

インストール後に ~/mkswu ディレクトリ以下にある mkswu.conf と、鍵ファイルの swupdate.* をなくさないようにしてください。

5.4.4. 初期設定用 SWU を ABOS Web からインストール

ABOS Web を使用して、PC 上の SWU イメージや HTTP サーバー上の SWU イメージを Armadillo にインストールすることができます。生成した initial_setup.swu をインストールします。

ABOS Web のトップページから、「SWU インストール」をクリックすると、「図 5.8. SWU インストール」の画面に遷移します。



図 5.8 SWU インストール

この画面では、PC 上の SWU イメージファイルまたは、HTTP サーバー上の SWU イメージファイルの URL を指定して、Armadillo にインストールすることができます。Armadillo のソフトウェアのアップデート用に最初に行う設定で作成する initial_setup.swu が、まだ Armadillo にインストールされていない場合は、"mkswu --init で作成した initial_setup.swu をインストールしてください。" というメッセージを画面上部に表示します。

生成した initial_setup.swu を選択します。実行中のログが ABOS Web 上に表示されます。インストールに成功したら完了です。

5.4.5. VSCode を使用したインストールディスク作成用 SWU の生成

VSCode の左ペインの [COMMON PROJECT COMMAND] から [Generate Installer On USB Swu] を実行します。

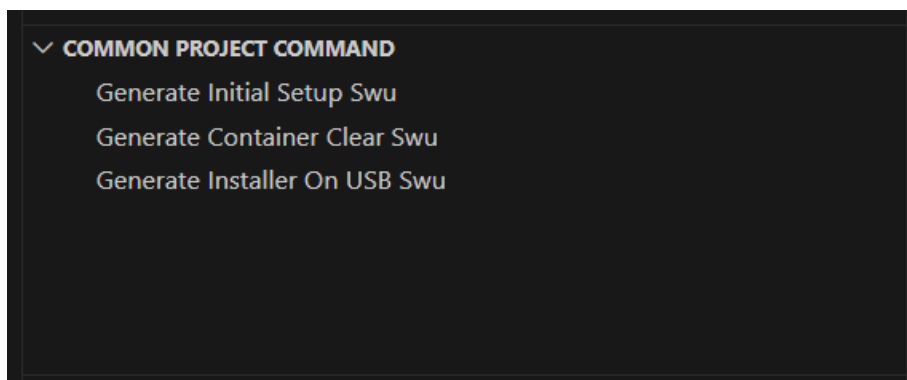


図 5.9 make-installer.swu を作成する

次に、対象製品を選択します。

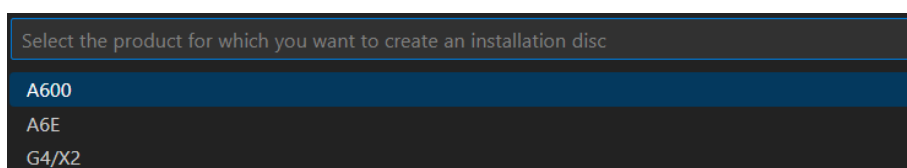


図 5.10 対象製品を選択する

無事に生成された場合、コンソールに以下のログが出力されます。

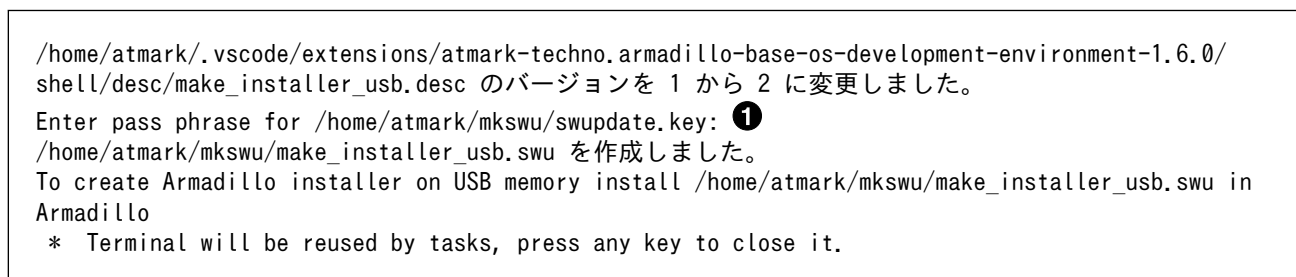


図 5.11 make-installer.swu 生成時のログ

❶ パスワードの入力を求められますので、初期化用 swu を生成したときと同じパスワードを入力します

/home/atmark/mkswu ディレクトリ内に make-installer.swu が作成されます。



Node-RED ではポート番号 1880 を使用して、ネットワーク上からアクセスして開発します。しかし、量産時にポートを開けておくと外部からアクセスできてしまう危険性があります。そのため、make-installer.swu を使用してインストールディスクイメージを生成する場合は、このポートを閉じます。

5.4.5.1. Armadillo に USB メモリを挿入

Armadillo に電源を投入し、インストールディスクを保存するために USB メモリを挿入してください。



USB メモリは vfat もしくは ext4 形式でフォーマットし、空き容量が 10GB 以上のものを使用してください。Armadillo-610 への USB メモリのマウントは不要です。

インストールディスクイメージは `installer.img` という名前で保存します。すでに同名のファイルが存在する場合は上書きされます。

5.4.5.2. インストールディスク作成用 SWU を ABOS Web からインストール

「5.4.4. 初期設定用 SWU を ABOS Web からインストール」 で実行したように、今度は生成した `make-installer.swu` をインストールします。

ABOS Web のトップページから、「SWU インストール」をクリックすると、「図 5.12. SWU インストール」の画面に遷移します。実行時は ABOS Web 上に「図 5.13. `make-installer.swu` インストール時のログ」ようなログが表示されます。

mkswu --init で作成した `initial_setup.swu` をインストールしてください。

SWU ファイル入力

SWU ファイル

ファイルを選択 選択されていません

インストール

SWU URL 入力

SWU URL

`https://download.atmark-techno.com/armadillo-iot-a6e/image/baseos-6e-late`

インストール

図 5.12 SWU インストール

生成した `make-installer.swu` を選択します。


```
make_installer_usb.swu をインストールします。  
SWU アップロード完了
```

```
SWUpdate v2023.05_git20231025-r0
```

```
Licensed under GPLv2. See source distribution for detailed copyright notices.
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [main] : Running on iot-a6e Revision at1
```

```
[INFO ] : SWUPDATE started : Software Update started !
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [install_single_image] : Installing pre_script
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : No base os update: copying current os over
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Waiting for btrfs to flush deleted subvolumes
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [install_single_image] : Installing Copying installer to USB device
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [install_single_image] : Installing swdesc_command_nochroot 'podman  
kill -a'
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [install_single_image] : Installing swdesc_command_nochroot --stdout-  
info 'abos-ctrl make-installer --noprompt --output /target/mnt/installer.img'
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Using installer image on image file.
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Would you like to create a windows partition?
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : That partition would only be used for  
customization script at the end of
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : install, leave at 0 to skip creating it.
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Custom partition size (MB, [0] or 16 - 364): 0
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Checking and growing installer main partition
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Resize device id 1 (/dev/loop0p1) from 513.00MiB  
to max
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Copying boot image
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Copying rootfs
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Copying appfs
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : At subvol app/snapshots/volumes
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : At subvol app/snapshots/boot_volumes
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : At subvol app/snapshots/boot_containers_storage
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Trying to shrink the installer partition...
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Shrinking the installer partition...
```

```
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Cleaning up and syncing changes to disk...
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Installer updated successfully!
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : -rwxr-xr-x 1 root root 687.0M Jan 23 15:12 /
target/mnt/installer.img
[INFO ] : SWUPDATE running : [install_single_image] : Installing post_script
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Removing unused containers
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] : Command 'command podman rm -a -f' output:
[INFO ] : SWUPDATE running : [read_lines_notify] :
9f4f64ec1926d17e75de4060dac4a448e66ca3d9535c408f632e4e2de4bafa4f
[INFO ] : SWUPDATE running : Installation in progress
[INFO ] : SWUPDATE successful ! SWUPDATE successful !
[INFO ] : No SWUPDATE running : Waiting for requests...

swupdate exited

インストールが成功しました。
```

図 5.13 make-installer.swu インストール時のログ

完了後、USB メモリを抜いてください。もし、エラーが出た場合は Armadillo-610 の電源を再投入してやり直してください。

5.4.6. USB メモリ上にインストールディスクイメージを生成

無事に生成が完了した場合、USB メモリ上に installer.img が保存されています。この installer.img を microSD カードに書き込むことでインストールディスクを作成することができます。動作確認については「5.5. インストールディスクの動作確認を行う」をご参照ください。これで、VSCoDe を使用してインストールディスクを生成する方法については終了です。

5.5. インストールディスクの動作確認を行う

生成したインストールディスクの動作確認を実施するには、開発に使用した Armadillo 以外の個体が必要になります。また、インストール先の Armadillo の eMMC 内のデータは上書きされて消えるため、必要なデータは予めバックアップを取っておいてください。

開発したシステムをインストールディスクにする手順を無事に終了している場合、USB メモリ中に installer.img が存在します。microSD カードに`installer.img` を書き込んで、インストールディスクを作成します。

5.5.1. インストールディスクを作成する

5.5.1.1. Windows PC 上でインストールディスクを作成する

Windows PC の場合、[Win32 Disk Imager Renewal] を使用して img ファイルを microSD カードに書き込みます。[Win32 Disk Imager Renewal] は以下からダウンロードしてください。

- ・ Win32 Disk Imager Renewal リリースページ

Win32 Disk Imager Renewal リリースページ [https://github.com/dnobori/DN-Win32DiskImagerRenewal/releases/]

最新版の EXE ファイルをダウンロードして起動します。以下に img ファイルの書き込み手順について示します。

1. [image File] に installer.img ファイルを指定します。
2. [Device] には microSD が挿入されているスロットを指定します。

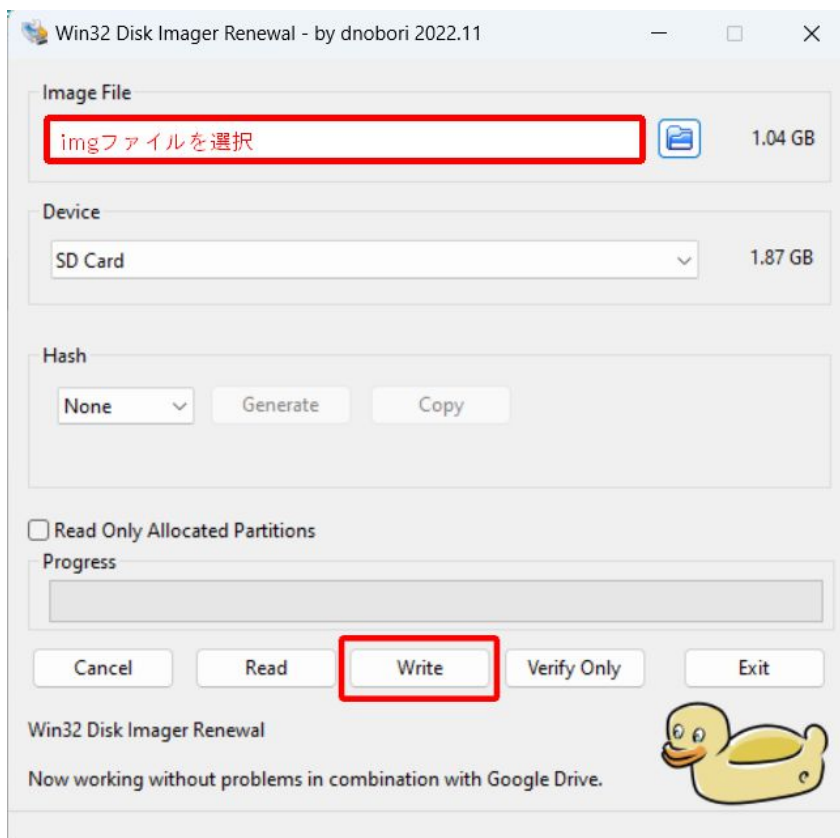


図 5.14 Win32 Disk Imager Renewal 設定画面

3. [write] ボタンを押すと警告が出ますので、問題なければ[はい]を選択して書き込みます。
4. 書き込み終了ダイアログが表示されたらインストールディスクの作成は完了です。

5.5.1.2. Linux PC 上でインストールディスクを作成する

Linux PC の場合、以下のように microSD カードに書き込むことができます。sd[X] の [X] は microSD のドライブを指定してください。

```
[PC ~]$ sudo dd if=installer.img of=/dev/sd[X] bs=1M oflag=direct status=progress
```

図 5.15 インストールディスクを作成する

書き込みが終了したらインストールディスクの作成は完了です。

5.5.2. インストールディスクを使用する

1. インストールディスクを Armadillo-610 の microSD に挿入します。microSD の挿抜方法は「5.6.3. microSD カードの挿抜方法」を参照してください。
2. Armadillo-610 の起動デバイス設定ジャンパをジャンパーでショート(SD ブートに設定)します。起動デバイス設定ジャンパの場所は、「3.3. インターフェースレイアウト」の JP1 です。
3. Armadillo-610 の AC アダプターをコンセントに繋ぎ電源を投入すると、20 分程度でインストールが完了します。
4. インストールが完了すると電源が切れて、全ての LED が消灯します。
5. Armadillo-610 の AC アダプターをコンセントから抜き、続いて起動デバイス設定ジャンパをオープンし、microSD カードを外してください。
6. 10 秒以上待ってから再び電源を投入すると、Armadillo-610 が起動します。

5.6. SD カードを使用する

以下の説明では、共通の操作が可能な場合に、microSD/microSDHC/microSDXC カードを microSD カードと表記します。

5.6.1. ハードウェア仕様

Armadillo-610 の SD ホストは、i.MX6ULL の uSDHC (Ultra Secured Digital Host Controller) を利用しています。

「5.6.2. SD/SDIO/MMC」も合わせて参照してください。

Armadillo-610 開発セットでは、SD インターフェース(Armadillo-610: CON1) と SD インターフェース(Armadillo-610 拡張ボード: CON1)が uSDHC2 を共用しています。そのため、どちらか一方しか利用することができません。Armadillo-610 開発セットの標準状態では、SD インターフェース(Armadillo-610: CON1)が有効になっています。


- | | |
|----|--|
| 機能 | <ul style="list-style-type: none">・ カードタイプ: microSD/microSDHC/microSDXC/microSDIO・ バス幅: 1bit or 4bit・ スピードモード: Default Speed (24.75MHz), High Speed (49.5MHz)・ カードディテクトサポート |
|----|--|

インターフェース仕様	CON1 はハイスピード(最大クロック周波数: 49.5MHz)に対応した SD インターフェースです。信号線は i.MX6ULL の SD ホストコントローラ(uSDHC2)に接続されています。
------------	--

microSD カードに供給される電源は i.MX6ULL の NAND_ALE ピン(GPIO4_IO10)で制御が可能です。High レベル出力で電源が供給され、Low レベル出力で電源が切断されます。



CON1 は活線挿抜に対応していません。microSD カードの挿抜は、電源を切断してから行ってください。



SD コントローラ(uSDHC2)は CON2(拡張インターフェース)でも利用可能ですが、排他利用となります。

表 5.2 CON1 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	DAT2	In/Out	SD データバス(bit2)、i.MX6ULL の NAND_DATA02 ピンに接続
2	CD/DAT3	In/Out	SD データバス(bit3)、i.MX6ULL の NAND_DATA03 ピンに接続
3	CMD	In/Out	SD コマンド/レスポンス、i.MX6ULL の NAND_WE_B ピンに接続
4	VDD	Power	電源(+3.3V_IO)
5	CLK	Out	SD クロック、i.MX6ULL の NAND_RE_B ピンに接続
6	VSS	Power	電源(GND)
7	DAT0	In/Out	SD データバス(bit0)、i.MX6ULL の NAND_DATA00 ピンに接続
8	DAT1	In/Out	SD データバス(bit1)、i.MX6ULL の NAND_DATA01 ピンに接続

5.6.2. SD/SDIO/MMC

CON1(SD インターフェース)と排他で SD/SDIO/MMC を 1 ポート拡張することが可能です。信号線は i.MX6ULL の SD ホストコントローラ(uSDHC2)に接続されています。

- ・ 最大クロック周波数: 49.5MHz
- ・ 信号レベル: +3.3V_IO

5.6.3. microSD カードの挿抜方法

1. 上からカバーを軽く押し、約 1.2mm スライドさせて、ロックを解除します。

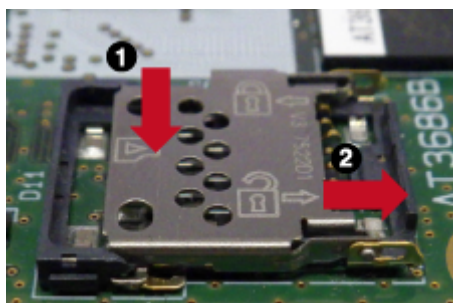


図 5.16 カバーのロックを解除する

2. カバーを開けます。

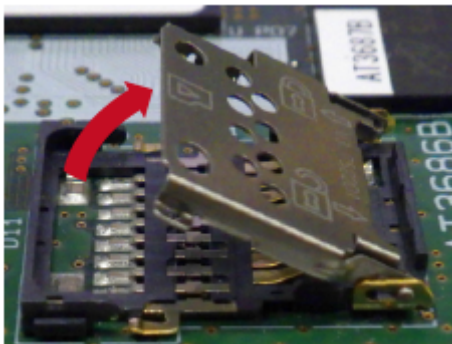


図 5.17 カバーを開ける



カバーは過度な力で回転させたり、回転方向以外の方向へ力を加えると、破損の原因となりますので、ご注意ください。

3. 任意の角度までトレイを開いた状態で、microSD カードを挿抜します。



図 5.18 microSD カードの挿抜



microSD カード挿入方向については、カバーに刻印されているカードマークを目安にしてください。



図 5.19 カードマークの確認

4. カバーを閉めます。

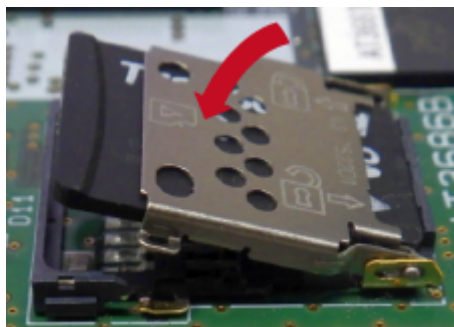


図 5.20 カバーを閉める

5. 上からカバーを軽く押し、約 1.2mm スライドさせて、ロックします。

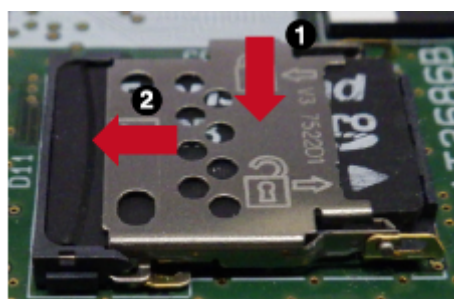


図 5.21 カバーをロックする



microSD カード装着後のカードの抜き取り手順は挿入時と同じです。

改訂履歴

バージョン	年月日	改訂内容
1.0.0	2023/12/26	・ 初版発行
1.1.0	2024/01/29	・ 「4.4.5. 外部プログラムを実行する」 を追加
1.2.0	2024/02/02	・ 「5. 量産する」 を追加

