Armadillo-640
製品マニュアル

A6400-U00Z
A6400-D00Z
A6400-B00Z
A6400-N00Z

Version 4.4.0
2024/01/29
Armadillo Base OS 対応

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-640 製品マニュアル

株式会社アットマークテクノ

製作著作 © 2023-2024 Atmark Techno, Inc.

Version 4.4.0
2024/01/29

目次

1. はじめに 18
1.1. 本書について 18
1.1.1. 本書で扱うこと 18
1.1.2. 本書で扱わないこと 18
1.1.3. 本書で必要となる知識と想定する読者 19
1.1.4. 本書の構成 19
1.1.5. フォント 20
1.1.6. コマンド入力例 20
1.1.7. アイコン 20
1.1.8. ユーザー限定コンテンツ 21
1.1.9. 本書および関連ファイルのバージョンについて 21
1.2. 注意事項 21
1.2.1. 安全に関する注意事項 21
1.2.2. 取扱い上の注意事項 22
1.2.3. 製品の保管について 24
1.2.4. ソフトウェア使用に関しての注意事項 24
1.2.5. 電波障害について 25
1.2.6. 保証について 25
1.2.7. 輸出について 25
1.2.8. 商標について 26
1.2.9. 無線モジュールの安全規制について 26
1.3. 謝辞 27
2. 製品概要 28
2.1. 製品の特長 28
2.1.1. Armadillo とは 28
2.1.2. Armadillo-640 とは 28
2.1.3. Armadillo Base OS とは 30
2.2. 製品ラインアップ 32
2.2.1. Armadillo-640 ベーシックモデル開発セット 32
2.2.2. Armadillo-640 量産ボード 32
2.3. 仕様 32
2.4. インターフェースレイアウト 33
2.5. ブロック図 34
2.6. 使用可能なストレージデバイス 35
2.7. ストレージデバイスのパーティション構成 36
2.8. ソフトウェアのライセンス 36
3. 開発編 38
3.1. アプリケーション開発の流れ 38
3.2. 開発前に知っておくべき Armadillo Base OS の機能・特徴 40
3.2.1. 一般的な Linux OS 搭載組み込み機器との違い 40
3.2.2. Armadillo Base OS 搭載機器のソフトウェア開発手法 41
3.2.3. アップデート機能について 41
3.2.4. ファイルの取り扱いについて 45
3.2.5. インストールディスクについて 47
3.3. 開発の準備 49
3.3.1. 準備するもの 49
3.3.2. 開発環境のセットアップ 49
3.3.3. Armadillo の起動 61
3.3.4. スライドスイッチの設定について 64
3.3.5. VSCode のセットアップ 69

3.3.6. VSCode を使用して Armadillo のセットアップを行う 70
3.3.7. ユーザー登録 72
3.4. ハードウェアの設計 73
3.4.1. 信頼性試験データについて 73
3.4.2. 放射ノイズ 73
3.4.3. ESD/雷サージ 74
3.4.4. 放熱 74
3.4.5. 拡張ボードの設計 74
3.4.6. 電気的仕様 76
3.4.7. 形状図 81
3.4.8. オプション品 83
3.5. Device Tree をカスタマイズする 83
3.5.1. Linux カーネルソースコードの取得 83
3.5.2. at-dtweb のインストール 83
3.5.3. at-dtweb の起動 84
3.5.4. Device Tree をカスタマイズ 85
3.5.5. DT overlay によるカスタマイズ 92
3.6. インターフェースの使用方法とデバイスの接続方法 93
3.6.1. SD カードを使用する 94
3.6.2. Ethernet を使用する 98
3.6.3. UART を使用する 100
3.6.4. USB デバイスを使用する 102
3.6.5. WLAN を使用する 106
3.6.6. BT デバイスを使用する 108
3.6.7. Thread デバイスを扱う 111
3.6.8. 音声出力を行う 112
3.6.9. GPIO を制御する 113
3.6.10. I2C デバイスを使用する 116
3.6.11. SPI デバイスを使用する 117
3.6.12. CAN デバイスを使用する 118
3.6.13. PWM を使用する 119
3.6.14. JTAG デバッガを使用する 120
3.6.15. LCD を使用する 121
3.6.16. 電源を入力する 125
3.6.17. 起動デバイスを変更する 127
3.6.18. ユーザースイッチを使用する 128
3.6.19. LED を使用する 130
3.6.20. RTC を使用する 132
3.6.21. Wi-SUN デバイスを扱う 133
3.6.22. EnOcean デバイスを扱う 133
3.7. ソフトウェアの設計 134
3.7.1. 開発者が開発するもの、開発しなくていいもの 134
3.7.2. ユーザーアプリケーションの設計 134
3.7.3. ログの設計 135
3.7.4. ウォッチドッグタイマー 135
3.8. ネットワーク設定 136
3.8.1. ABOS Web とは 136
3.8.2. ABOS Web へのアクセス 137
3.8.3. ABOS Web のパスワード登録 140
3.8.4. ABOS Web の設定操作 143
3.8.5. ログアウト 143
3.8.6. WWAN 設定 143
3.8.7. WLAN 設定 146

3.8.8. 各接続設定（各ネットワークインターフェースの設定） 150
3.8.9. DHCP サーバー設定 152
3.8.10. NAT 設定 152
3.8.11. 状態一覧 156
3.9. Network Time Protocol (NTP, ネットワーク・タイム・プロトコル) の設定 156
3.10. CUI アプリケーションの開発 156
3.10.1. CUI アプリケーション開発の流れ 156
3.10.2. ATDE 上でのセットアップ 157
3.10.3. アプリケーション開発 158
3.10.4. Armadillo 上でのセットアップ 161
3.10.5. リリース版のビルド 165
3.10.6. 製品への書き込み 166
3.10.7. Armadillo 上のコンテナイメージの削除 166
3.11. C 言語によるアプリケーションの開発 166
3.11.1. C 言語によるアプリケーション開発の流れ 166
3.11.2. ATDE 上でのセットアップ 167
3.11.3. アプリケーション開発 168
3.11.4. Armadillo 上でのセットアップ 172
3.11.5. リリース版のビルド 176
3.11.6. 製品への書き込み 177
3.11.7. Armadillo 上のコンテナイメージの削除 177
3.12. システムのテストを行う 177
3.12.1. ランニングテスト 177
3.12.2. 異常系における挙動のテスト 178
4. 量産編 179
4.1. 概略 179
4.1.1. リードタイムと在庫 179
4.1.2. Armaidllo 納品後の製造・量産作業 180
4.2. BTO サービスを使わない場合と使う場合の違い 180
4.2.1. BTO サービスを利用しない(標準ラインアップ品) 181
4.2.2. BTO サービスを利用する 181
4.3. 量産時のイメージ書き込み手法 181
4.4. インストールディスクを用いてイメージ書き込みする 182
4.4.1. /etc/swupdate_preserve_file への追記 182
4.4.2. Armadillo Base OS の更新 182
4.4.3. パスワードの確認と変更 183
4.4.4. 開発したシステムをインストールディスクにする 183
4.4.5. インストール時に任意のシェルスクリプトを実行する 185
4.4.6. インストールディスクの動作確認 188
4.5. SWUpdate を用いてイメージ書き込みする 188
4.5.1. SWU イメージの準備 188
4.5.2. desc ファイルの記述 188
4.6. イメージ書き込み後の動作確認 189
4.7. 量産時の組み立て 189
4.7.1. オプションの組み付け 189
5. 運用編 190
5.1. Armadillo を設置する 190
5.1.1. 設置場所 190
5.1.2. ケーブルの取り回し 190
5.1.3. サージ対策 190
5.1.4. Armadillo の状態を表すインジケータ 190
5.1.5. 個体識別情報の取得 190
5.1.6. 電源を切る 192

5.2. Armadillo のソフトウェアをアップデートする 193
5.2.1. SWU イメージの作成 193
5.2.2. mkswu の desc ファイルを作成する 193
5.2.3. desc ファイルから SWU イメージを生成する 194
5.2.4. イメージのインストール 195
5.3. hawkBit サーバーから複数の Armadillo をアップデートする 195
5.3.1. hawkBit とは 195
5.3.2. データ構造 195
5.3.3. hawkBit サーバーから複数の Armadillo に配信する 196
5.4. eMMC の寿命を確認する 210
5.4.1. eMMC について 210
5.4.2. eMMC 予備領域の確認方法 210
5.5. Armadillo の部品変更情報を知る 210
5.6. Armadillo を廃棄する 211
6. 応用編 212
6.1. persist_file について 212
6.2. コンテナ 214
6.2.1. Podman - コンテナ仮想化ソフトウェアとは 214
6.2.2. コンテナの基本的な操作 214
6.2.3. コンテナとコンテナに関連するデータを削除する 229
6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する 231
6.2.5. アットマークテクノが提供するイメージを使う 237
6.2.6. alpine のコンテナイメージをインストールする 239
6.2.7. コンテナのネットワークを扱う 239
6.2.8. コンテナ内にサーバを構築する 241
6.2.9. 画面表示を行う 244
6.2.10. パワーマネジメント機能を使う 246
6.2.11. コンテナからの poweroff 及び reboot 249
6.2.12. 異常検知 250
6.3. swupdate がエラーする場合の対処 251
6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する 251
6.4.1. インストールバージョンを指定する 251
6.4.2. Armadillo へファイルを転送する 252
6.4.3. Armadillo 上で任意のコマンドを実行する 252
6.4.4. Armadillo にファイルを転送し、そのファイルをコマンド内で使用する 252
6.4.5. 起動中の Armadillo で任意のコマンドを実行する 253
6.4.6. Armadillo にコンテナイメージを転送する 253
6.4.7. Armadillo のブートローダーを更新する 253
6.4.8. SWU イメージの設定関連 253
6.4.9. Armadillo 上のコンテナイメージと自動起動用 conf ファイルを削除する 254
6.4.10. SWUpdate 実行中/完了後の挙動を指定する 254
6.4.11. desc ファイル設定例 254
6.5. swupdate_preserve_files について 256
6.6. SWU イメージの内容の確認 257
6.7. SWUpdate と暗号化について 257
6.8. Web UI から Armadillo をセットアップする (ABOS Web) 257
6.8.1. ABOS Web ではできないこと 258
6.8.2. ABOS Web の設定機能一覧と設定手順 258
6.8.3. コンテナ管理 258
6.8.4. SWU インストール 259
6.8.5. アプリケーション向けのインターフェース (Rest API) 261
6.9. ssh 経由で Armadillo Base OS にアクセスする 269
6.10. コマンドラインからネットワーク設定をする 269

6.10.1. 接続可能なネットワーク 270
6.10.2. IP アドレスの確認方法 270
6.10.3. ネットワークの設定方法 270
6.10.4. nmcli の基本的な使い方 271
6.10.5. 有線 LAN 274
6.11. ストレージの操作 275
6.11.1. ストレージ内にアクセスする 275
6.11.2. ストレージを安全に取り外す 276
6.11.3. ストレージのパーティション変更とフォーマット 276
6.12. ボタンやキーを扱う 277
6.12.1. SW1 の短押しと長押しの対応 278
6.12.2. USB キーボードの対応 278
6.12.3. Armadillo 起動時にのみボタンに反応する方法 279
6.13. 動作中の Armadillo の温度を測定する 280
6.13.1. 温度測定の重要性 280
6.13.2. atmark-thermal-profiler をインストールする 280
6.13.3. atmark-thermal-profiler を実行・停止する 281
6.13.4. atmark-thermal-profiler が出力するログファイルを確認する 281
6.13.5. 温度測定結果の分析 282
6.13.6. 温度センサーの仕様 283
6.14. Armadillo Base OS をアップデートする 283
6.15. ロールバック状態を確認する 284
6.16. Armadillo 起動時にコンテナの外でスクリプトを実行する 284
6.17. u-boot の環境変数の設定 285
6.18. SD ブートの活用 287
6.18.1. ブートディスクの作成 287
6.18.2. SD ブートの実行 289
6.19. Armadillo のソフトウェアをビルドする 290
6.19.1. ブートローダーをビルドする 290
6.19.2. Linux カーネルをビルドする 291
6.19.3. Alpine Linux ルートファイルシステムをビルドする 295
6.19.4. ビルドしたルートファイルシステムの SBOM を作成する 298
6.20. eMMC の GPP(General Purpose Partition) を利用する 299
6.20.1. squashfs イメージを作成する 299
6.20.2. squashfs イメージを書き込む 299
6.20.3. GPP への書き込みを制限する 299
6.20.4. 起動時に squashfs イメージをマウントされるようにする 300
6.21. 動作ログ 301
6.21.1. 動作ログについて 301
6.21.2. 動作ログを取り出す 301
6.21.3. ログファイルのフォーマット 301
6.21.4. ログ用パーティションについて 302
6.22. vi エディタを使用する 302
6.22.1. vi の起動 302
6.22.2. 文字の入力 302
6.22.3. カーソルの移動 303
6.22.4. 文字の削除 303
6.22.5. 保存と終了 304
6.23. eFuse を変更する 304
6.23.1. ブートモードとジャンパーピン 305
6.23.2. eFuse の書き換え 306
6.23.3. Boot From Fuses モード 307
6.24. オプション品 309

6.24.1. USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用) 310
6.24.2. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製) 311
6.24.3. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製) 315
6.24.4. LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶) 317
6.24.5. Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュール 318
6.24.6. Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール 324
6.24.7. 無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08 334
6.24.8. 外付けアンテナ固定金具 00 337

図目次

1.1. 製品化までのロードマップ 19
1.2. WLAN+BT コンボモジュール:Sterling LWB5+ 認証マーク 26
1.3. EYSKBNZWB 認証マーク 27
2.1. Armadillo-640 とは 29
2.2. Armadillo Base OS とは 30
2.3. コンテナによるアプリケーションの運用 31
2.4. ロールバックの仕組み 31
2.5. インターフェースレイアウト 34
2.6. Armadillo-640 ブロック図 35
3.1. アプリケーション開発の流れ 39
3.2. persist_file コマンド実行例 45
3.3. chattr によって copy-on-write を無効化する例 46
3.4. GNOME 端末の起動 55
3.5. GNOME 端末のウィンドウ 56
3.6. minicom の設定の起動 56
3.7. minicom の設定 56
3.8. minicom のシリアルポートの設定 57
3.9. 例. USB to シリアル変換ケーブル接続時のログ 57
3.10. minicom のシリアルポートのパラメータの設定 58
3.11. minicom シリアルポートの設定値 58
3.12. minicom 起動方法 59
3.13. minicom 終了確認 59
3.14. Armadillo-640 の接続例 61
3.15. COM7 が競合している状態 62
3.16. Bletooth に割当の COM を変更した状態 62
3.17. CON9-USB シリアル変換アダプタ接続図 63
3.18. JP1、JP2 の位置 64
3.19. スライドスイッチの設定 64
3.20. ソフトウェアをアップデートする 69
3.21. VSCode を起動する 70
3.22. VSCode に開発用エクステンションをインストールする 70
3.23. initial_setup.swu を作成する 71
3.24. initial_setup.swu 初回生成時の各種設定 71
3.25. 電源回路の構成 78
3.26. 電源シーケンス 79
3.27. 基板形状および固定穴寸法 81
3.28. コネクタ中心寸法(A 面側) 81
3.29. コネクタ中心寸法(B 面側) 82
3.30. コネクタ穴寸法 82
3.31. at-dtweb の起動開始 84
3.32. ボード選択画面 84
3.33. Linux カーネルディレクトリ選択画面 85
3.34. at-dtweb 起動画面 85
3.35. UART1(RXD/TXD)のドラッグ 86
3.36. CON9 3/5 ピンへのドロップ 86
3.37. 信号名の確認 87
3.38. プロパティの設定 88
3.39. プロパティの保存 88
3.40. 全ての機能の削除 89
3.41. UART1(RXD/TXD)の削除 90

3.42. DTS/DTB の生成 91
3.43. dtbo/desc の生成完了 91
3.44. /boot/overlays.txt の変更例 92
3.45. Armadillo-640 のインターフェース 93
3.46. カバーのロックを解除する 95
3.47. カバーを開ける 95
3.48. microSD カードの挿抜 96
3.49. カードマークの確認 96
3.50. カバーを閉める 96
3.51. カバーをロックする 97
3.52. シリアルインターフェースを扱うためのコンテナ作成例 102
3.53. setserial コマンドによるシリアルインターフェイス設定の確認例 102
3.54. USB OTG2 の接続先の変更 103
3.55. USB ホストインターフェースの電源制御 103
3.56. USB シリアルデバイスを扱うためのコンテナ作成例 104
3.57. setserial コマンドによる USB シリアルデバイス設定の確認例 104
3.58. USB カメラを扱うためのコンテナ作成例 104
3.59. USB メモリをホスト OS 側でマウントする例 105
3.60. ホスト OS 側でマウント済みの USB メモリを扱うためのコンテナ作成例 105
3.61. USB メモリに保存されているデータの確認例 105
3.62. USB メモリをマウントするためのコンテナ作成例 106
3.63. コンテナ内から USB メモリをマウントする例 106
3.64. コンソールを CON3 に移動(WLAN) 107
3.65. DT overlay の設定(WLAN) 107
3.66. コンソールを CON3 に移動(BT/TH) 108
3.67. DT overlay の設定(BT/TH) 109
3.68. BT/TH オプションモジュールの BT 機能を有効化する 109
3.69. Sterling LWB5+ の BT 機能を無効化する 110
3.70. Bluetooth を扱うコンテナの作成例 110
3.71. Bluetooth を起動する実行例 110
3.72. bluetoothctl コマンドによるスキャンとペアリングの例 111
3.73. BT/TH オプションモジュールの Thread 機能を有効化する 112
3.74. Thread デバイスを扱うためのコンテナ作成例 112
3.75. 音声出力を行うためのコンテナ作成例 112
3.76. alsa-utils による音声出力を行う例 113
3.77. GPIO を扱うためのコンテナ作成例 114
3.78. コンテナ内からコマンドで GPIO を操作する例 114
3.79. gpiodetect コマンドの実行 115
3.80. gpioinfo コマンドの実行 115
3.81. I2C を扱うためのコンテナ作成例 117
3.82. i2cdetect コマンドによる確認例 117
3.83. SPI を扱うためのコンテナ作成例 118
3.84. spi-config コマンドによる確認例 118
3.85. CAN を扱うためのコンテナ作成例 118
3.86. CAN の設定例 119
3.87. PWM を扱うためのコンテナ作成例 119
3.88. PWM の動作設定例 120
3.89. リセットシーケンス 120
3.90. LCD の接続方法 124
3.91. フレキシブルフラットケーブルの形状 125
3.92. AC アダプタの極性マーク 126
3.93. バックアップ電源供給 126
3.94. ユーザースイッチのイベントを取得するためのコンテナ作成例 129

3.95. evtest コマンドによる確認例 129
3.96. LED を扱うためのコンテナ作成例 130
3.97. LED の点灯/消灯の実行例 131
3.98. LED の状態を表示する 131
3.99. 対応している LED トリガを表示 131
3.100. LED のトリガに heartbeat を指定する 131
3.101. RTC を扱うためのコンテナ作成例 132
3.102. hwclock コマンドによる RTC の時刻表示と設定例 132
3.103. Wi-SUN デバイスを扱うためのコンテナ作成例 133
3.104. EnOcean デバイスを扱うためのコンテナ作成例 133
3.105. 開発者が開発するもの、開発しなくていいもの 134
3.106. 現在の面の確認方法 135
3.107. ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする 138
3.108. ABOSDE を使用して ABOS Web を開く 139
3.109. ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する 139
3.110. パスワード登録画面 140
3.111. パスワード登録完了画面 141
3.112. ログイン画面 142
3.113. トップページ 143
3.114. WWAN 設定画面 145
3.115. WLAN クライアント設定画面 147
3.116. WLAN アクセスポイント設定画面 149
3.117. 現在の接続情報画面 150
3.118. LAN 接続設定で固定 IP アドレスに設定した画面 151
3.119. eth0 に対する DHCP サーバー設定 152
3.120. LTE を宛先インターフェースに指定した設定 153
3.121. LTE からの受信パケットに対するポートフォワーディング設定 154
3.122. VPN 設定 155
3.123. chronyd のコンフィグの変更例 156
3.124. CUI アプリケーション開発の流れ 157
3.125. プロジェクトを作成する 158
3.126. プロジェクト名を入力する 158
3.127. VSCode で `my_project` を起動する 158
3.128. 初期設定を行う 159
3.129. VSCode で初期設定を行う 159
3.130. VSCode のターミナル 160
3.131. SSH 用の鍵を生成する 160
3.132. VSCode でコンテナイメージの作成を行う 161
3.133. コンテナイメージの作成完了 161
3.134. ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする 162
3.135. ABOSDE を使用して ssh 接続に使用する IP アドレスを設定する 163
3.136. ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する 164
3.137. `ssh_config` を編集する 164
3.138. Armadillo 上でアプリケーションを実行する 165
3.139. 実行時に表示されるメッセージ 165
3.140. アプリケーションを終了する 165
3.141. リリース版をビルドする 166
3.142. C 言語によるアプリケーション開発の流れ 167
3.143. プロジェクトを作成する 168
3.144. プロジェクト名を入力する 168
3.145. VSCode で `my_project` を起動する 168
3.146. 初期設定を行う 169
3.147. VSCode で初期設定を行う 170

3.148. VSCode のターミナル 170
3.149. SSH 用の鍵を生成する 170
3.150. C 言語による開発における packages.txt の書き方 171
3.151. VSCode でコンテナイメージの作成を行う 172
3.152. コンテナイメージの作成完了 172
3.153. ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする 173
3.154. ABOSDE を使用して ssh 接続に使用する IP アドレスを設定する 174
3.155. ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する 175
3.156. ssh_config を編集する 175
3.157. Armadillo 上でアプリケーションを実行する 176
3.158. 実行時に表示されるメッセージ 176
3.159. アプリケーションを終了する 176
3.160. リリース版をビルドする 177
3.161. メモリの空き容量の確認方法 178
4.1. Armadillo 量産時の概略図 179
4.2. BTO サービスで対応する範囲 180
4.3. 任意のファイルパスを/etc/swupdate_preserve_files に追記する 182
4.4. Armadillo Base OS をアップデートする 183
4.5. パスワードを変更する 183
4.6. 開発完了後のシステムをインストールディスクイメージにする 184
4.7. ip_config.txt の内容 186
4.8. IP アドレスの確認 186
4.9. allocated_ips.csv の内容 187
4.10. インストールログを保存する 187
4.11. インストールログの中身 188
4.12. Armadillo に書き込みたいソフトウェアを ATDE に配置 188
4.13. desc ファイルの記述例 189
5.1. 個体番号の取得方法（device-info） 191
5.2. device-info のインストール方法 191
5.3. 個体番号の取得方法（get-board-info） 191
5.4. 個体番号の環境変数を conf ファイルに追記 192
5.5. コンテナ上で個体番号を確認する方法 192
5.6. MAC アドレスの確認方法 192
5.7. 出荷時の Ethernet MAC アドレスの確認方法 192
5.8. desc ファイルから Armadillo へ SWU イメージをインストールする流れ 193
5.9. コンテナイメージアーカイブ作成例 194
5.10. sample_container_update.desc の内容 194
5.11. sample_container_update.desc の内容 195
5.12. hawkBit が扱うソフトウェアのデータ構造 196
5.13. hawkBit コンテナの TLS なしの場合（テスト用）の実行例 197
5.14. hawkBit コンテナの TLS ありの場合の実行例 198
5.15. eMMC の予備領域使用率を確認する 210
6.1. persist_file のヘルプ 212
6.2. persist_file 保存・削除手順例 213
6.3. persist_file ソフトウェアアップデート後も変更を維持する手順例 213
6.4. persist_file 変更ファイルの一覧表示例 213
6.5. persist_file でのパッケージインストール手順例 214
6.6. コンテナを作成する実行例 215
6.7. イメージ一覧の表示実行例 216
6.8. podman images --help の実行例 216
6.9. コンテナー覧の表示実行例 216
6.10. podman ps --help の実行例 217
6.11. コンテナを起動する実行例 217

6.12. コンテナを起動する実行例(a オプション付与) 217
6.13. podman start --help 実行例 218
6.14. コンテナを停止する実行例 218
6.15. podman stop --help 実行例 218
6.16. my_container を保存する例 218
6.17. podman build の実行例 219
6.18. podman build でのアップデートの実行例 219
6.19. コンテナを削除する実行例 220
6.20. イメージを削除する実行例 221
6.21. podman rmi --help 実行例 221
6.22. Read-Only のイメージを削除する実行例 221
6.23. コンテナ内部のシェルを起動する実行例 222
6.24. コンテナ内部のシェルから抜ける実行例 222
6.25. podman exec --help 実行例 222
6.26. コンテナを作成する実行例 223
6.27. コンテナの IP アドレスを確認する実行例 223
6.28. ping コマンドによるコンテナ間の疎通確認実行例 223
6.29. pod を使うコンテナを自動起動するための設定例 224
6.30. network を使うコンテナを自動起動するための設定例 224
6.31. abos-ctrl podman-rw の実行例 226
6.32. abos-ctrl podman-storage のイメージコピー例 227
6.33. Armadillo 上のコンテナイメージを削除する 230
6.34. abos-ctrl container-clear 実行例 231
6.35. コンテナを自動起動するための設定例 231
6.36. ボリュームを shared でサブマウントを共有する例 233
6.37. /proc/devices の内容例 234
6.38. add_armadillo_env で設定した環境変数の確認方法 235
6.39. at-debian-image のコンテナイメージをインストールする SWU ファイルを作成する 238
6.40. Docker ファイルによるイメージのビルドの実行例 238
6.41. ビルド済みイメージを load する実行例 239
6.42. alpine のコンテナイメージをインストールする SWU ファイルを作成する 239
6.43. コンテナの IP アドレス確認例 240
6.44. ip コマンドを用いたコンテナの IP アドレス確認例 240
6.45. ユーザ定義のネットワーク作成例 240
6.46. IP アドレス固定のコンテナ作成例 241
6.47. コンテナの IP アドレス確認例 241
6.48. コンテナに Apache をインストールする例 241
6.49. コンテナに lighttpd をインストールする例 242
6.50. コンテナに vsftpd をインストールする例 242
6.51. ユーザを追加する例 242
6.52. 設定ファイルの編集例 243
6.53. vsftpd の起動例 243
6.54. コンテナに samba をインストールする例 243
6.55. ユーザを追加する例 243
6.56. samba の起動例 244
6.57. コンテナに sqlite をインストールする例 244
6.58. sqlite の実行例 244
6.59. X Window System を扱うためのコンテナ起動例 245
6.60. コンテナ内で X Window System を起動する実行例 245
6.61. フレームバッファに直接描画するためのコンテナ作成例 246
6.62. フレームバッファに直接描画する実行例 246
6.63. タッチパネルを扱うためのコンテナ作成例 246
6.64. パワーマネジメント機能を使うためのコンテナ作成例 247

6.65. サスペンド状態にする実行例 247
6.66. サスペンド状態にする実行例、rtc で起こす 248
6.67. 180 秒後に RTC(NR3225SA)で起床する 249
6.68. コンテナから shutdown を行う 249
6.69. ソフトフェアウォッチドッグタイマーを使うためのコンテナ作成例 250
6.70. コンテナ内からソフトウェアウォッチドッグタイマーを起動する実行例 250
6.71. ソフトウェアウォッチドッグタイマーをリセットする実行例 250
6.72. ソフトウェアウォッチドッグタイマーを停止する実行例 250
6.73. コンテナ管理 259
6.74. SWU インストール 260
6.75. SWU 管理対象ソフトウェアコンポーネントの一覧表示 261
6.76. 設定管理の Rest API トークン一覧表示 262
6.77. IP アドレスの確認 270
6.78. IP アドレス(eth0)の確認 270
6.79. nmcli のコマンド書式 271
6.80. コネクションの一覧 271
6.81. コネクションの有効化 271
6.82. コネクションの無効化 271
6.83. コネクションの作成 272
6.84. コネクションファイルの永続化 272
6.85. コネクションの削除 272
6.86. コネクションファイル削除時の永続化 273
6.87. 固定 IP アドレス設定 273
6.88. DNS サーバーの指定 273
6.89. DHCP の設定 273
6.90. コネクションの修正の反映 274
6.91. デバイスの一覧 274
6.92. デバイスの接続 274
6.93. デバイスの切断 274
6.94. 有線 LAN の PING 確認 275
6.95. mount コマンド書式 275
6.96. ストレージのマウント 276
6.97. ストレージのアンマウント 276
6.98. fdisk コマンドによるパーティション変更 276
6.99. EXT4 ファイルシステムの構築 277
6.100. buttond で SW1 を扱う 278
6.101. buttond で USB キーボードのイベントを確認する 279
6.102. buttond で USB キーボードを扱う 279
6.103. buttond で SW1 を Armadillo 起動時のみ受け付ける設定例 279
6.104. atmark-thermal-profiler をインストールする 280
6.105. atmark-thermal-profiler を実行する 281
6.106. atmark-thermal-profiler を停止する 281
6.107. ログファイルの内容例 281
6.108. サーマルシャットダウン温度の確認(Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 を例に) 282
6.109. Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 で取得した温度のグラフ 283
6.110. /var/at-log/atlog の内容の例 284
6.111. local サービスの実行例 284
6.112. uboot_env.d のコンフィグファイルの例 285
6.113. 自動マウントされた microSD カードのアンマウント 288
6.114. デフォルトコンフィギュレーションの適用 290
6.115. Linux カーネルを SWU でインストールする方法 293
6.116. Linux カーネルを build_rootfs でインストールする方法 294
6.117. squashfs イメージの作成 299

6.118. mmc-utils のインストール 300
6.119. eMMC の GPP に Temporary Write Protection をかける 300
6.120. 動作ログのフォーマット 302
6.121. vi の起動 302
6.122. 入力モードに移行するコマンドの説明 303
6.123. 文字を削除するコマンドの説明 304
6.124. USB シリアル変換アダプタの配線 310
6.125. Armadillo-640 のシリアル信号線 311
6.126. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)の組み立て 313
6.127. 樹脂ケース形状図 314
6.128. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)の組み立て 315
6.129. 金属ケース(上板)寸法図 316
6.130. 金属ケース(下板)寸法図 317
6.131. RTC オプションモジュールのブロック図 319
6.132. RTC オプションモジュールのインターフェース 319
6.133. Armadillo-640 CON5 上段と RTC オプションモジュール CON3 は排他利用 321
6.134. RTC オプションモジュールの組み立て 323
6.135. 電池ホルダに電池を取り付ける 323
6.136. 電池ホルダから電池を取り外す 324
6.137. RTC オプションモジュール形状 324
6.138. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール接続時に Armadillo-640 CON5 上段は使用不可 325
6.139. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールのブロック図 327
6.140. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールのインターフェース 327
6.141. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール形状図 329
6.142. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの組み立て 330
6.143. 外付けアンテナの組み立て(OP-MNT-ANT-MET-00 使用) 331
6.144. 外付けアンテナの組み立て(オプションケース対応のアンテナ固定金具使用) 331
6.145. ケースの組み立て 332
6.146. オプションモジュールの CON2 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例 333
6.147. CON4 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例 333
6.148. CON3 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例 334
6.149. Sterling LWB5+上のコネクタの位置 335
6.150. 挿抜治具によるアンテナケーブルコネクタの嵌合 335
6.151. アンテナケーブルコネクタのセット 336
6.152. アンテナケーブルコネクタの嵌合 336
6.153. 挿抜治具によるアンテナケーブルコネクタの抜去 336
6.154. 無線 LAN 用 外付けアンテナ 08 形状図 337
6.155. 無線 LAN 用 外付けアンテナケーブル 08 形状図 337
6.156. 無線 LAN 用 外付けアンテナ 取り付け穴寸法 337
6.157. 外付けアンテナ固定金具 00 の外観 337
6.158. Armadillo-640 へのアンテナ固定金具の固定 338
6.159. Armadillo-640 へのアンテナ固定金具の固定 339
6.160. アンテナ固定金具へのアンテナの固定 339
6.161. アンテナ固定金具 形状図 340

表目次

1.1. 使用しているフォント 20
1.2. 表示プロンプトと実行環境の関係 20
1.3. コマンド入力例での省略表記 20
1.4. 推奨温湿度環境について 24
1.5. WLAN+BT コンボモジュール:Sterling LWB5+ 適合証明情報 26
1.6. EYSKBNZWB 適合証明情報 27
2.1. Armadillo-640 ラインアップ 32
2.2. 仕様 33
2.3. インターフェース内容 34
2.4. ストレージデバイス 35
2.5. eMMC の GPP の用途 36
2.6. eMMC メモリマップ 36
2.7. eMMC ブートパーティション構成 36
2.8. eMMC GPP 構成 36
3.1. 電源を切っても保持されるディレクトリ(ユーザーデータディレクトリ) 46
3.2. ユーザー名とパスワード 53
3.3. 動作確認に使用する取り外し可能デバイス 55
3.4. シリアル通信設定 56
3.5. CON8 信号配列 75
3.6. CON9 信号配列 75
3.7. CON14 信号配列 76
3.8. 絶対最大定格 76
3.9. 推奨動作条件 77
3.10. 入出力インターフェース(電源)の電気的仕様 77
3.11. 入出力インターフェースの電気的仕様(OVDD = VCC_3.3V) 77
3.12. Armadillo-640 インターフェース一覧 93
3.13. CON1 信号配列 95
3.14. CON2 信号配列 98
3.15. CON7 信号配列 99
3.16. LAN LED の動作 99
3.17. CON3 信号配列 100
3.18. CON4 信号配列 101
3.19. CON5 信号配列 103
3.20. CON9 ピンと GPIO の対応 115
3.21. I2C デバイス 116
3.22. CON10 信号配列 121
3.23. CON11 信号配列 122
3.24. CON13 信号配列 126
3.25. ジャンパの設定と起動デバイス 127
3.26. JP1 信号配列 128
3.27. JP2 信号配列 128
3.28. SW1 信号配列 128
3.29. キーコード 129
3.30. LED3、LED4、LED5 130
3.31. LED トリガの種類 131
4.1. インストールディスクと SWUpdate によるソフトウェア書き込みの比較 182
4.2. インストール中に実行される関数 185
5.1. EXT_CSD_PRE_EOL_INFO の値の意味 210
6.1. add_hotplugs オプションに指定できる主要な文字列 234
6.2. add_armadillo_env で追加される環境変数 235

6.3. 対応するパワーマネジメント状態 247
6.4. ネットワークとネットワークデバイス 270
6.5. 固定 IP アドレス設定例 273
6.6. thermal_profile.csv の各列の説明 281
6.7. u-boot の主要な環境変数 286
6.8. microSD カードのパーティション構成 288
6.9. build-rootfs のファイル説明 296
6.10. 入力モードに移行するコマンド 303
6.11. カーソルの移動コマンド 303
6.12. 文字の削除コマンド 304
6.13. 保存・終了コマンド 304
6.14. GPIO override と eFuse 306
6.15. ブートデバイスと eFuse 306
6.16. オンボード eMMC のスペック 308
6.17. Armadillo-640 関連のオプション品 309
6.18. 各ピンに対応する UART コントローラ 310
6.19. USB シリアル変換アダプタのスライドスイッチによる起動モードの設定 311
6.20. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)について 312
6.21. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)の仕様 312
6.22. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)について 315
6.23. LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)について 317
6.24. LCD の仕様 317
6.25. Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュールについて 318
6.26. RTC オプションモジュールの仕様 318
6.27. RTC オプションモジュール インターフェース一覧 320
6.28. CON1 信号配列 320
6.29. CON3 信号配列 321
6.30. 対応バッテリ例 321
6.31. CON4、CON5、CON6 信号配列 321
6.32. Armadillo-640 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの搭載デバイス 325
6.33. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの同梱物 325
6.34. 推奨外付けアンテナ 325
6.35. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの仕様 326
6.36. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール インターフェース一覧 328
6.37. CON1 信号配列 328
6.38. CON2 信号配列 329
6.39. CON2 搭載コネクタ例 329
6.40. 無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08 について 334
6.41. 外付けアンテナ固定金具 00 について 338
6.42. 外付けアンテナ固定金具 00 の仕様 338

1. はじめに

このたびは Armadillo-640 をご利用いただき、ありがとうございます。

Armadillo-640 は、NXP Semiconductors 製アプリケーションプロセッサ「i.MX6ULL」を採用し、標準インターフェースとして、USB2.0 ホストポートやイーサネットポート、microSD を搭載した小型シングルボードコンピューターです。

Armadillo-640 は、Armadillo-440 の形状を継承しつつ、処理能力や搭載メモリなどの基本機能を向上したモデルです。また、標準インターフェース以外に多くの拡張インターフェースを搭載しており、お客様の用途に合わせた柔軟な機能拡張に対応することができます。

Armadillo-640 には Linux ベースのディストリビューションとして専用設計の Armadillo Base OS を搭載しています。Armadillo Base OS はユーザーアプリケーションをコンテナとして管理する機能、Armadillo Base OS 自体とコンテナの両方を安全にリモートアップデートする機能、ネットワークや HW セキュリティに関する機能を集約したコンパクトな Armadillo 専用 OS です。

ユーザーアプリケーションは OCI 規格に準拠した Podman コンテナ内で動作するため、ライブラリの依存関係はコンテナ内に限定されます。コンテナ内では Debian Linux や Alpine Linux といった様々なディストリビューションをユーザーが自由に選択し、Armadillo Base OS とは無関係に動作環境を決定、維持することが可能です。また、コンテナ内からデバイスへのアクセスはデバイスファイル毎に決定することができるので、必要以上にセキュリティリスクを高めることなく装置を運用することが可能です。

Armadillo Base OS とユーザーアプリケーションを含むコンテナはどちらも、Armadillo Base OS のリモートアップデート機能で安全にアップデートすることができます。Armadillo Base OS はアップデートの状態を 2 面化しているので電源やネットワークの遮断でよって中断してもアップデート前の状態に復旧します。

以降、本書では他の Armadillo ブランド製品にも共通する記述については、製品名を Armadillo と表記します。

1.1. 本書について

1.1.1. 本書で扱うこと

本書では、Armadillo-640 の使い方、製品仕様(ソフトウェアおよびハードウェア)、オリジナルの製品を開発するために必要となる情報、その他注意事項について記載しています。Linux あるいは組み込み機器に不慣れな方でも読み進められるよう、コマンドの実行例なども記載しています。

また、本書では、アットマークテクノが運営する Armadillo サイトをはじめ、開発に有用な情報を得る方法についても、随時説明しています。

1.1.2. 本書で扱わないこと

本書では、一般的な Linux のプログラミング、デバッグ方法やツールの扱い方、各種モジュールの詳細仕様など、一般的な情報や、他に詳しい情報があるものは扱いません。また、(Armadillo-640 を使用した)最終製品あるいはサービスに固有な情報や知識も含まれていません。

1.1.3. 本書で必要となる知識と想定する読者

本書は、読者として Armadillo-640 を使ってオリジナルの機器を開発するエンジニアを想定して書かれています。また、「Armadillo-640 を使うと、どのようなことが実現可能なのか」を知りたいと考えている設計者・企画者も対象としています。Armadillo-640 は組込みプラットフォームとして実績のある Armadillo をベースとしているため、標準で有効になっている機能以外にも様々な機能を実現することができます。

ソフトウェアエンジニア	端末からのコマンドの実行方法など、基本的な Linux の扱い方を知っているエンジニアを対象読者として想定しています。プログラミング言語として C/C++を扱えることは必ずしも必要ではありませんが、基礎的な知識がある方が理解しやすい部分もあります。
ハードウェアエンジニア	電子工学の基礎知識を有したエンジニアを対象読者として想定しています。回路図や部品表を読み、理解できる必要があります。

1.1.4. 本書の構成

本書には、Armadillo-640 をベースに、オリジナルの製品を開発するために必要となる情報を記載しています。また、取扱いに注意が必要な事柄についても説明しています。

本書の章構成は「図 1.1. 製品化までのロードマップ」に示す流れを想定したものとなっています。

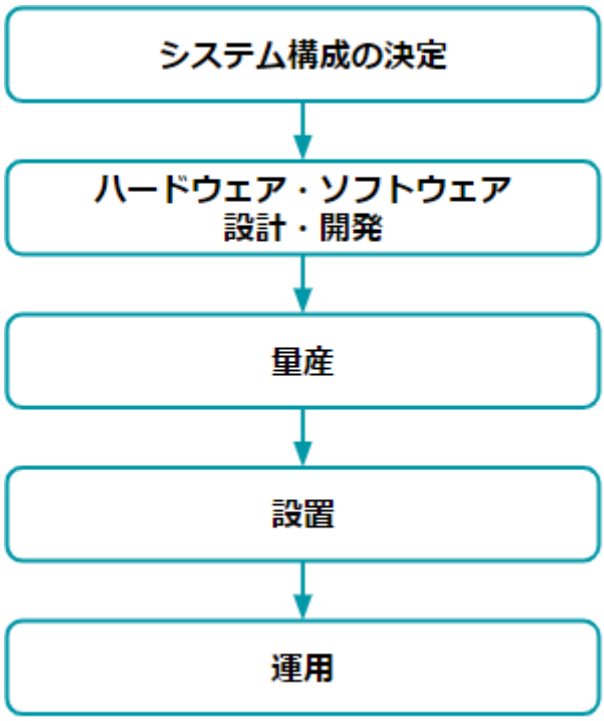


図 1.1 製品化までのロードマップ

- **「システム構成の決定」、「ハードウェア・ソフトウェア設計・開発」**

  システムが必要とする要件から使用するクラウド、デバイス、ソフトウェア仕様を決定および、ハードウェアおよびソフトウェアの開発時に必要な情報について、「3. 開発編」で紹介します。

- **「量産」**

開発完了後の製品を量産する方法について、「4. 量産編」で紹介します。

- **「設置」、「運用」**

  設置時の勘所や、量産した Armadillo を含めたハードウェアを設置し、運用する際に利用できる情報について、「5. 運用編」で紹介します。

また、本書についての概要を「1. はじめに」に、Armadillo-640 についての概要を「2. 製品概要」に、開発〜運用までの一連の流れの中で説明しきれなかった機能についてを、「6. 応用編」で紹介します。

1.1.5. 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

1.1.6. 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

1.1.7. 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。

1.1.8. 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、「3.3.7. ユーザー登録」を参照してください。

1.1.9. 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-640 ドキュメントダウンロード

https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-640/resources/documents

Armadillo サイト - Armadillo-640 ソフトウェアダウンロード

https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-640/resources/software

1.2. 注意事項

1.2.1. 安全に関する注意事項

本製品を安全にご使用いただくために、特に以下の点にご注意ください。

- ご使用の前に必ず製品マニュアルおよび関連資料をお読みになり、使用上の注意を守って正しく安全にお使いください。

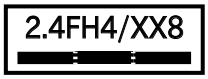
- マニュアルに記載されていない操作・拡張などを行う場合は、弊社 Web サイトに掲載されている資料やその他技術情報を十分に理解した上で、お客様自身の責任で安全にお使いください。
- 水・湿気・ほこり・油煙等の多い場所に設置しないでください。火災、故障、感電などの原因になる場合があります。
- 本製品に搭載されている部品の一部は、発熱により高温になる場合があります。周囲温度や取扱いによってはやけどの原因となる恐れがあります。本体の電源が入っている間、または電源切断後本体の温度が下がるまでの間は、基板上の電子部品、及びその周辺部分には触れないでください。
- 本製品を使用して、お客様の仕様による機器・システムを開発される場合は、製品マニュアルおよび関連資料、弊社 Web サイトで提供している技術情報のほか、関連するデバイスのデータシート等を熟読し、十分に理解した上で設計・開発を行ってください。また、信頼性および安全性を確保・維持するため、事前に十分な試験を実施してください。
- 本製品は、機能・精度において極めて高い信頼性・安全性が必要とされる用途(医療機器、交通関連機器、燃焼制御、安全装置等)での使用を意図しておりません。これらの設備や機器またはシステム等に使用された場合において、人身事故、火災、損害等が発生した場合、当社はいかなる責任も負いかねます。
- 本製品には、一般電子機器用(OA 機器・通信機器・計測機器・工作機械等)に製造された半導体部品を使用しています。外来ノイズやサージ等により誤作動や故障が発生する可能性があります。万一誤作動または故障などが発生した場合に備え、生命・身体・財産等が侵害されることのないよう、装置としての安全設計(リミットスイッチやヒューズ・ブレーカー等の保護回路の設置、装置の多重化等)に万全を期し、信頼性および安全性維持のための十分な措置を講じた上でお使いください。
- 電池をご使用の際は、極性(プラスとマイナス)を逆にして装着しないでください。また、電池の使用推奨期限を過ぎた場合や RTC の時刻を保持できなくなった場合には、直ちに電池を交換してください。そのまま使用すると、電池が漏液、発熱、破裂したり、ケガや製品の故障の原因となります。万一、漏れた液が身体に付着した場合は多量の水で洗い流してください。
- 無線 LAN 機能を搭載した製品は、心臓ペースメーカーや補聴器などの医療機器、火災報知器や自動ドアなどの自動制御器、電子レンジ、高度な電子機器やテレビ・ラジオに近接する場所、移動体識別用の構内無線局および特定小電力無線局の近くで使用しないでください。製品が発生する電波によりこれらの機器の誤作動を招く恐れがあります。

1.2.2. 取扱い上の注意事項

本製品に恒久的なダメージをあたえないよう、取扱い時には以下のような点にご注意ください。

破損しやすい箇所	microSD コネクタおよびそのカバーやフラットケーブルコネクタは、破損しやすい部品になっています。無理に力を加えて破損することのないよう十分注意してください。
本製品の改造	本製品に改造[1]を行った場合は保証対象外となりますので十分ご注意ください。また、改造やコネクタ等の増設[2]を行う場合は、作業前に必ず動作確認を行ってください。
電源投入時のコネクタ着脱	本製品や周辺回路に電源が入っている状態で、活線挿抜対応インターフェース(LAN, USB) [3]以外へのコネクタ着脱は、絶対に行わないでください。
静電気	本製品には CMOS デバイスを使用しており、静電気により破壊されるおそれがあります。本製品を開封するときは、低湿度状態にならないよう注意し、静電防止用マットの使用、導電靴や人体アースなどによる作業者の帯電防止対策、備品の放電対策、静電気対策を施された環境下で行ってください。また、本製品を保管する際は、静電気を帯びやすいビニール袋やプラスチック容器などは避け、導電袋や導電性の容器・ラックなどに収納してください。
ラッチアップ	電源および入出力からの過大なノイズやサージ、電源電圧の急激な変動等により、使用している CMOS デバイスがラッチアップを起こす可能性があります。いったんラッチアップ状態となると、電源を切断しないかぎりこの状態が維持されるため、デバイスの破損につながることがあります。ノイズの影響を受けやすい入出力ラインには、保護回路を入れることや、ノイズ源となる装置と共通の電源を使用しない等の対策をとることをお勧めします。
衝撃	落下や衝撃などの強い振動を与えないでください。
使用場所の制限	無線機能を搭載した製品は、テレビ・ラジオに近接する場所で使用すると、受信障害を招く恐れがあります。
振動	振動が発生する環境では、Armadillo が動かないよう固定して使用してください。
電池の取り扱い	電池の使用推奨期限を過ぎる前に電池の交換をしてください。使用推奨期限を超えて使用すると、電池の性能が充分に発揮できない場合や、電池を漏液させたり、製品を破損させるおそれがあります。
電波に関する注意事項(2.4GHz 帯無線)	2.4GHz 帯の電波を使用する機能(無線 LAN 等)は、自動ドアなどの自動制御電子機器に影響が出る場合、すぐに使用を中止してください。 この無線機(Sterling LWB5+)は 2.4GHz 帯を使用します。全帯域を使用し、かつ移動体識別装置の帯域が回避可能です。変調方式として DS-SS および OFDM 方式を採用し、想定される与干渉距離は 40m 以下です。

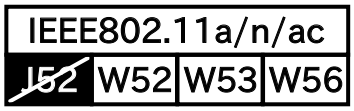
[1]本書を含めた関連マニュアルで改造方法を記載している箇所および、コネクタ非搭載箇所へのコネクタ等の増設は除く。
[2]改造やコネクタを増設する際にはマスキングを行い、周囲の部品に半田くず、半田ボール等付着しないよう十分にご注意ください。
[3]別途、活線挿抜を禁止している場合を除く



この無線機(Sterling LWB5+)は 2.4GHz 帯を使用します。全帯域を使用し、かつ移動体識別装置の帯域が回避不可です。変調方式として FH-SS 方式を採用し、想定される与干渉距離は 40m 以下です。

電波に関する注意事項(5GHz帯無線)

この無線機(Sterling LWB5+)は 5GHz 帯を使用します。



W52、W53 の屋外での利用は電波法により禁じられています。W53、W56 での AP モードは、工事設計認証を受けていないため使用しないでください。

1.2.3. 製品の保管について

- 製品を在庫として保管するときは、高温・多湿、埃の多い環境、水濡れの可能性のある場所、直射日光のあたる場所、有毒ガス (特に腐食性ガス)の発生する場所を避け、精密機器の保管に適した状態で保管してください。
- 保管環境として推奨する温度・湿度条件は以下のとおりです。

表 1.4 推奨温湿度環境について

推奨温湿度環境	5～35°C/70%RH 以下[a] [b]

[a]半田付け作業を考慮した保管温度範囲となっております。半田付けを行わない、または、すべての半田付けが完了している場合の推奨温度・湿度条件は、製品の動作温度・湿度範囲となります。

[b]温度変化の少ない場所に保管してください。保管時の急激な温度変化は結露が生じ、金属部の酸化、腐食などが発生し、はんだ濡れ性に影響が出る場合があります。

- 製品を包装から取り出した後に再び保管する場合は、帯電防止処理された収納容器を使用してください。

1.2.4. ソフトウェア使用に関しての注意事項

本製品に含まれるソフトウェアについて

本製品の標準出荷状態でプリインストールされている Linux 対応ソフトウェアは、個別に明示されている（書面、電子データでの通知、口頭での通知を含む）場合を除き、オープンソースとしてソースコードが提供されています。再配布等の権利については、各ソースコードに記載のライセンス形態にしたがって、お客様の責任において行使してください。また、本製品に含まれるソフトウェア（付属のドキュメント等も含む）は、現状有姿（AS IS）にて提供します。お客様ご自身の責任において、使用用途・目的の適合について事前に十分な検討と試験を実施した上でお使いください。アットマークテクノは、当該ソフトウェアが特定の目的に適合すること、ソフトウェアの信頼性および正確性、ソフトウェア

を含む本製品の使用による結果について、お客様に対し何らの保証も行いません。

パートナー等の協力により Armadillo ブランド製品向けに提供されているミドルウェア、その他各種ソフトウェアソリューションは、ソフトウェア毎にライセンスが規定されています。再頒布権等については、各ソフトウェアに付属する readme ファイル等をご参照ください。その他のバンドルソフトウェアについては、各提供元にお問い合わせください。

以下のソフトウェアは、オープンソースソフトウェアではありません。

ボード情報取得ツール(get-board-info)

1.2.5. 電波障害について

この装置は、クラス A 情報技術装置です。この装置を住宅環境で使用すると電波妨害を引き起こすことがあります。この場合には使用者が適切な対策を講ずるよう要求されることがあります。VCCI-A

1.2.6. 保証について

本製品の本体基板は、製品に添付もしくは弊社 Web サイトに記載している「製品保証規定」に従い、ご購入から 1 年間の交換保証を行っています。添付品およびソフトウェアは保証対象外となりますのでご注意ください。

また、製品を安心して長い期間ご利用いただくために、保証期間を 2 年または 3 年間に延長できる「延長保証サービス」をオプションで提供しています。詳細は「製品保証サービス」を参照ください。

Armadillo サイト - 製品保証サービス

https://armadillo.atmark-techno.com/support/warranty

Armadillo サイト - 製品保証規定

https://armadillo.atmark-techno.com/support/warranty/policy

1.2.7. 輸出について

- 当社製品は、原則として日本国内での使用を想定して開発・製造されています。
- 海外の法令および規則への適合については当社はなんらの保証を行うものではありません。
- 当社製品を輸出するときは、輸出者の責任において、日本国および関係する諸外国の輸出関連法令に従い、必要な手続を行っていただきますようお願いいたします。

- 日本国およびその他関係諸国による制裁または通商停止を受けている国家、組織、法人または個人に対し、当社製品を輸出、販売等することはできません。

- 当社製品および関連技術は、大量破壊兵器の開発等の軍事目的、その他国内外の法令により製造・使用・販売・調達が禁止されている機器には使用することができません。

1.2.8. 商標について

- Armadillo は株式会社アットマークテクノの登録商標です。その他の記載の商品名および会社名は、各社・各団体の商標または登録商標です。™、®マークは省略しています。

- SD、SDHC、SDXC、microSD、microSDHC、microSDXC、SDIO ロゴは SD-3C, LLC の商標です。

1.2.9. 無線モジュールの安全規制について

Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュール、Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール WLAN コンボ対応に搭載している無線モジュールは、電波法に基づく工事設計認証を受けています。

これらの無線モジュールを国内で使用するときに無線局の免許は必要ありません。

以下の事項を行うと法律により罰せられることがあります。

- 無線モジュールやアンテナを分解/改造すること。
- 無線モジュールや筐体、基板等に直接印刷されている証明マーク・証明番号、または貼られている証明ラベルをはがす、消す、上からラベルを貼るなどし、見えない状態にすること。

認証番号は次のとおりです。

表 1.5 WLAN+BT コンボモジュール:Sterling LWB5+ 適合証明情報

項目	内容
型式又は名称	Sterling LWB5+
電波法に基づく工事設計認証における認証番号	201-200402

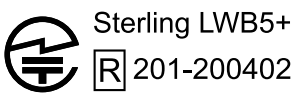


図 1.2 WLAN+BT コンボモジュール:Sterling LWB5+ 認証マーク

表 1.6 EYSKBNZWB 適合証明情報

項目	内容
型式又は名称	EYSKBN
電波法に基づく工事設計認証における認証番号	001-A14398

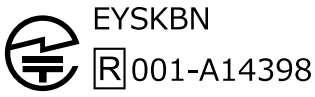


図 1.3 EYSKBNZWB 認証マーク

1.3. 謝辞

Armadillo で使用しているソフトウェアの多くは Free Software / Open Source Software で構成されています。Free Software / Open Source Software は世界中の多くの開発者の成果によってなりたっています。この場を借りて感謝の意を表します。

2. 製品概要

2.1. 製品の特長

2.1.1. Armadillo とは

「Armadillo(アルマジロ)」は、ARM コアプロセッサ搭載・Linux 対応の組み込みプラットフォームのブランドです。Armadillo ブランド製品には以下の特長があります。

- ARM プロセッサ搭載・省電力設計

  ARM コアプロセッサを搭載しています。1〜数ワット程度で動作する省電力設計で、発熱が少なくファンを必要としません。

- 小型・手のひらサイズ

  CPU ボードは名刺サイズ程度の手のひらサイズが主流です。名刺の 1/3 程度の小さな CPU モジュールや無線 LAN モジュール等、超小型のモジュールもラインアップしています。

- 標準 OS として Linux をプリインストール

  標準 OS に Linux を採用しており、豊富なソフトウェア資産と実績のある安定性を提供します。ソースコードをオープンソースとして公開しています。

- 開発環境

  Armadillo の開発環境として、「Atmark Techno Development Environment ATDE)」を無償で提供しています。ATDE は、VMware など仮想マシン向けのデータイメージです。このイメージには、Linux デスクトップ環境をベースに GNU クロス開発ツールやその他の必要なツールが事前にインストールされています。ATDE を使うことで、開発用 PC の用意やツールのインストールなどといった開発環境を整える手間を軽減することができます。

2.1.2. Armadillo-640 とは

Armadillo-600 シリーズは、フィールド向けの機器・端末のプラットフォームとして豊富な採用実績を持つ小型・省電力で Linux 採用の組み込み CPU ボード「Armadillo-400 シリーズ」の思想を継承しつつ、処理能力と搭載メモリをともに大幅にグレードアップさせた、次世代の Linux 組み込みプラットフォームです。高性能ながら省電力性能を向上、さらに耐環境性を追求するなど、量産時の使いやすさを重視した堅実な設計が特長です。

図 2.1 Armadillo-640 とは

- i.MX6ULL 搭載/Armadillo-440 と形状互換で性能向上

  Armadillo-640 は、従来の Armadillo-440 のコネクタ配置を踏襲したシングルボード型モデルです。CPU コアクロックは 528MHz にアップ、メモリは Armadillo-440 の約 4 倍の 512MB(DDR3-800)、オンボードストレージは約 4GB(eMMC)を搭載し、microSD カードスロットも備えています。従来の Armadillo-400 シリーズに比べてハードウェア性能が大幅に向上し、アプリケーション開発の自由度が高くなりました。Armadillo-440 向けと同じ形状のオプションケース(樹脂製・金属製)もラインアップしているので、Armadillo-440 から乗り換えるときも筐体を新規設計する必要がありません。

- 省電力モード搭載・バッテリー駆動の機器にも最適

  省電力モードを搭載し、「アプリケーションから Armadillo-640 本体の電源を OFF にする」「RTC(リアルタイムクロック)のアラームで決まった時間に本体の電源を ON にする」といった細かな電源制御が可能です。必要な時だけ本体を起動するといった運用が可能なので、バッテリーで稼動させるような機器にも適しています。

- 使用温度範囲-20℃〜+70℃対応

  Armadillo-640 は使用温度範囲-20℃〜+70℃をカバーしています。

- シングルボード型ながら拡張性にも十分に配慮

  Armadillo-640 は、シングルボード型ながら多くの拡張インターフェースを搭載しており、USB、LCD、シリアル、GPIO、I2C、I2S、SPI などの拡張に対応します。量産向けに、リード部品コネクタを搭載したモデルの他、リード部品非搭載のモデルも提供する予定です。

- Armadillo Base OS 搭載

  「Armadillo Base OS」を搭載しています。ユーザー自身がボードの機能を自由に設計・開発して書き込むことで、多様な製品を作ることができます。

・セキュアエレメント搭載

NXP Semiconductors 製のセキュアエレメント「SE050」を標準搭載しています。これを使用することで、ハードウェア Root of Trust による高いセキュリティを実現できます。

2.1.3. Armadillo Base OS とは

Armadillo Base OS は、アットマークテクノが提供する専用ディストリビューションです。Linux5.10 をベースに、コンテナ管理機能、ソフトウェアアップデート機能、ネットワークマネージャーなどに対応。機能を限定したコンパクトな OS で、安全性の高い運用を実現します。

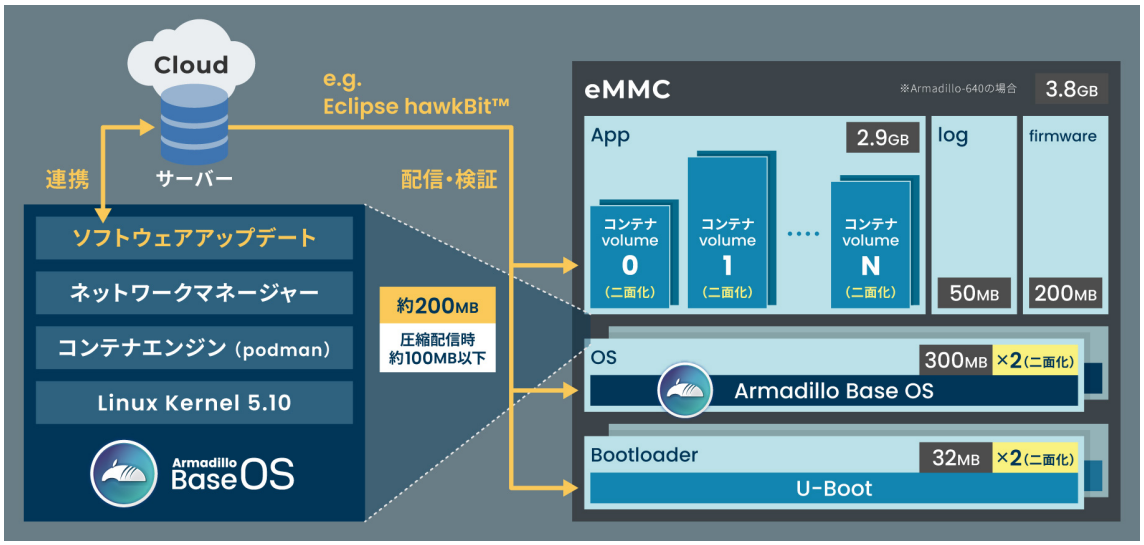


図 2.2 Armadillo Base OS とは

・OS のコンパクト化

OS 基盤の機能を最小限にしたことで、セキュリティリスクを低減しています。アットマークテクノが継続的にアップデートを提供するため、高セキュリティな IoT 機器として長期間に渡り運用することができます。

・コンテナによるアプリケーション運用

アプリケーションを「コンテナ」単位で OS から分離して管理できるため、コンテナごとのアップデートが可能です。サンドボックス化されることにより、悪意あるソフトウェアからの攻撃に対する機器全体の保護に有効性を発揮します。

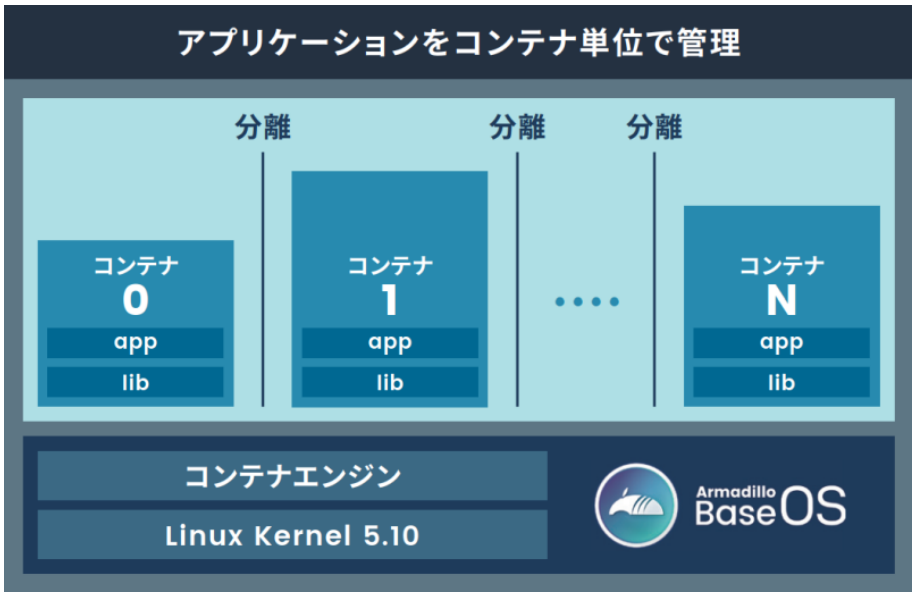


図 2.3 コンテナによるアプリケーションの運用

- アップデート機能を標準搭載

  ネットワークや USB メモリ、microSD カードによるアップデート機能を標準搭載しています。正しく署名されたソフトウェアのみアップデートできる仕組みや、差分アップデート機能も用意されています。OS・ブートローダー・コンテナ部分は、安全性を担保するため二面化し、リカバリー機能を備えています。万が一アップデートに失敗した場合でも、作業前の状態にロールバックすることができます。

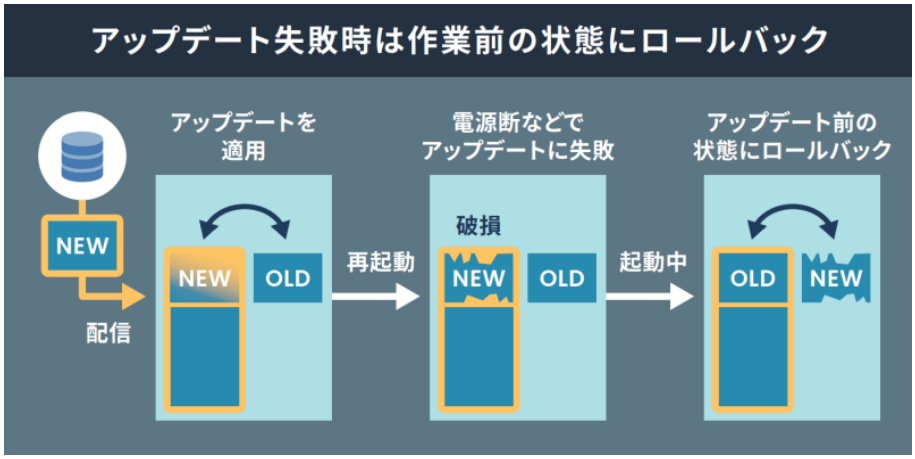


図 2.4 ロールバックの仕組み

- 堅牢性の向上

  安定性の高いファイルシステムで、ストレージへの書込みを減らして消耗を抑制するなど、高い堅牢性を有します。運用ログの記録機能も標準搭載しています。

- セキュリティ機能の向上

  コンテナにアクセス権限を設けて管理することができます。

製品開発を開始するにあたり、Armadillo Base OS に関してより詳細な情報が必要な場合は、「3.2. 開発前に知っておくべき Armadillo Base OS の機能・特徴」 を参照してください。

2.2. 製品ラインアップ

Armadillo-640 の製品ラインアップは次のとおりです。

表 2.1 Armadillo-640 ラインアップ

名称	型番
Armadillo-640 ベーシックモデル開発セット	A6400-D00Z
Armadillo-640 量産ボード	A6400-U00Z
Armadillo-640 量産ボード(リード部品未実装・部品付)	A6400-B00Z
Armadillo-640 量産ボード(リード部品未実装)	A6400-N00Z

2.2.1. Armadillo-640 ベーシックモデル開発セット

Armadillo-640 ベーシックモデル開発セット(型番: A6400-D00Z)は、Armadillo-640 を使った開発がすぐに開始できるように、開発に必要なものを一式含んだセットです。

- Armadillo-640
- Armadillo-600 シリーズオプションケース(樹脂製)
- USB(A オス-miniB)ケーブル
- USB シリアル変換アダプタ [1]
- AC アダプタ(5V/2.0A, EIAJ#2 準拠)
- ジャンパソケット
- ねじ
- ゴム足
- スペーサ

2.2.2. Armadillo-640 量産ボード

Armadillo-640 量産ボードは、Armadillo-640 ベーシックモデル開発セットのセット内容を必要最小限に絞った量産向けのラインアップです。リード部品実装(A6400-U00Z)、リード部品未実装、部品付(型番: A6400-B00Z)、リード部品未実装(型番: A6400-N00Z)の 3 種類あります。

2.3. 仕様

Armadillo-640 の主な仕様は次のとおりです。

[1]Armadillo-800 シリーズ、Armadillo-IoT シリーズなどで使用していた USB シリアル変換アダプタ(型番: SA-SCUSB-00)とはコネクタ形状が違いますので、ご注意ください。

表 2.2 仕様

プロセッサ	NXP Semiconductors i.MX6ULL
	ARM Cortex-A7 x 1 ・命令/データキャッシュ 32KByte/32KByte ・L2 キャッシュ 128KByte ・内部 SRAM 128KByte ・メディアプロセッシングエンジン(NEON)搭載 ・Thumb code(16bit 命令セット)サポート
システムクロック	CPU コアクロック(ARM Cortex-A7): 528MHz DDR クロック: 396MHz 源発振クロック: 32.768kHz, 24MHz
RAM	DDR3L: 512MByte バス幅: 16bit
ROM	eMMC: 約 3.8GB(約 3.6GiB)
LAN(Ethernet)	100BASE-TX/10BASE-T x 1 AUTO-MDIX 対応
シリアル(UART)	RS232C レベル x 1 3.3V CMOS レベル 最大 6 ポート拡張可能 [a]
USB	USB 2.0 Host x 2
SD	microSD スロット x 1
ビデオ	LCD インターフェース 最大 1 ポート拡張可能 [a] 最大解像度: WXGA (1366 x 768), 18bpp タッチパネル対応可能
オーディオ	I2S 最大 3 ポート拡張可能 [a] S/PDIF 最大 1 ポート拡張可能 [a]
GPIO	最大 61 bit 拡張可能 [a]
I2C	最大 3 ポート拡張可能 [a]
SPI	最大 4 ポート拡張可能 [a]
CAN	最大 2 ポート拡張可能 [a]
PWM	最大 8 ポート拡張可能 [a]
カレンダー時計	SoC 内蔵リアルタイムクロック [b] I2C 拡張可能
スイッチ	ユーザースイッチ x 1
LED	ユーザー LED x 3
セキュアエレメント	NXP Semiconductors SE050 [c]
電源電圧	DC 5V±5%
消費電力(参考値)	約 1.1W(待機時)、約 1.5W(LAN 通信時) [d]
使用温度範囲	-20〜+70℃(結露なきこと) [e]
外形サイズ	75×50mm(突起部を除く)

[a]i.MX6ULL のピンマルチプクレスの設定で、優先的に機能を割り当てた場合に拡張可能な最大数を記載しています。

[b]電池は付属していません。

[c]シリアルナンバー：009C01490001 以降の Armadillo-640 に搭載

[d]外部接続機器の消費分は含みません。

[e]Armadillo-600 シリーズ オプションケースセット(樹脂製)を組み合わせた場合の使用温度範囲は-10℃〜+50℃です。

2.4. インターフェースレイアウト

Armadillo-640 のインターフェースレイアウトです。各インターフェースの配置場所等を確認してください。

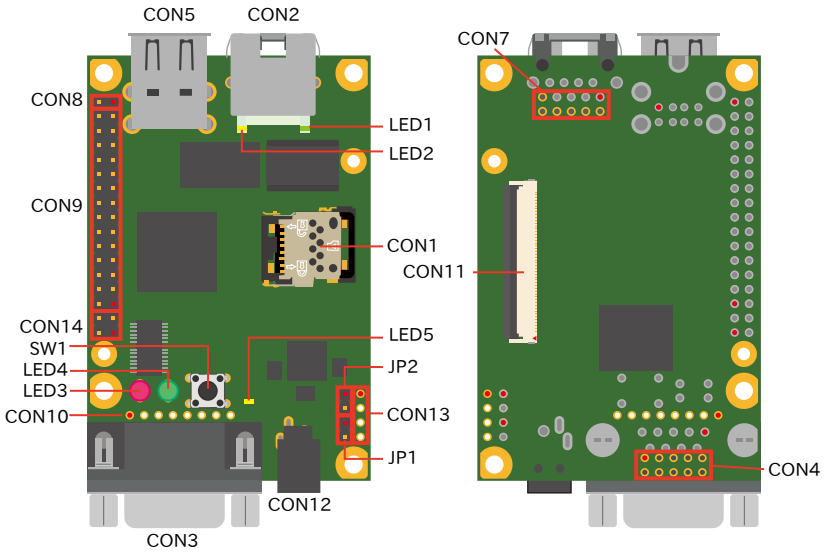


図 2.5 インターフェースレイアウト

表 2.3 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	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	D-Sub9 ピン(オス)	
CON4	シリアルインターフェース	ピンヘッダ 10 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON5	USB インターフェース	Type-A コネクタ(2 ポートスタック)	
CON7	LAN 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
CON8	拡張インターフェース	ピンヘッダ 2 ピン(2.54mm ピッチ)	
CON9	拡張インターフェース	ピンヘッダ 28 ピン(2.54mm ピッチ)	
CON10	JTAG インターフェース	ピンヘッダ 8 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON11	LCD 拡張インターフェース	FFC コネクタ 50 ピン(0.5mm ピッチ)	挿抜寿命: 20 回 [a]
CON12	電源入力インターフェース	DC ジャック	対応プラグ: EIAJ#2
CON13	電源入力インターフェース	ピンヘッダ 4 ピン(2.54mm ピッチ)	コネクタ非搭載
CON14	拡張インターフェース	ピンヘッダ 4 ピン(2.54mm ピッチ)	
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)	
JP2	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)	
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(赤)	LED(赤色,φ3mm)	
LED4	ユーザー LED(緑)	LED(緑色,φ3mm)	
LED5	ユーザー LED(黄)	LED(黄色,面実装)	
SW1	ユーザースイッチ	タクトスイッチ(h=17mm)	

[a]挿抜寿命は製品出荷時における目安であり、実際の挿抜可能な回数を保証するものではありません。

2.5. ブロック図

Armadillo-640 のブロック図は次のとおりです。

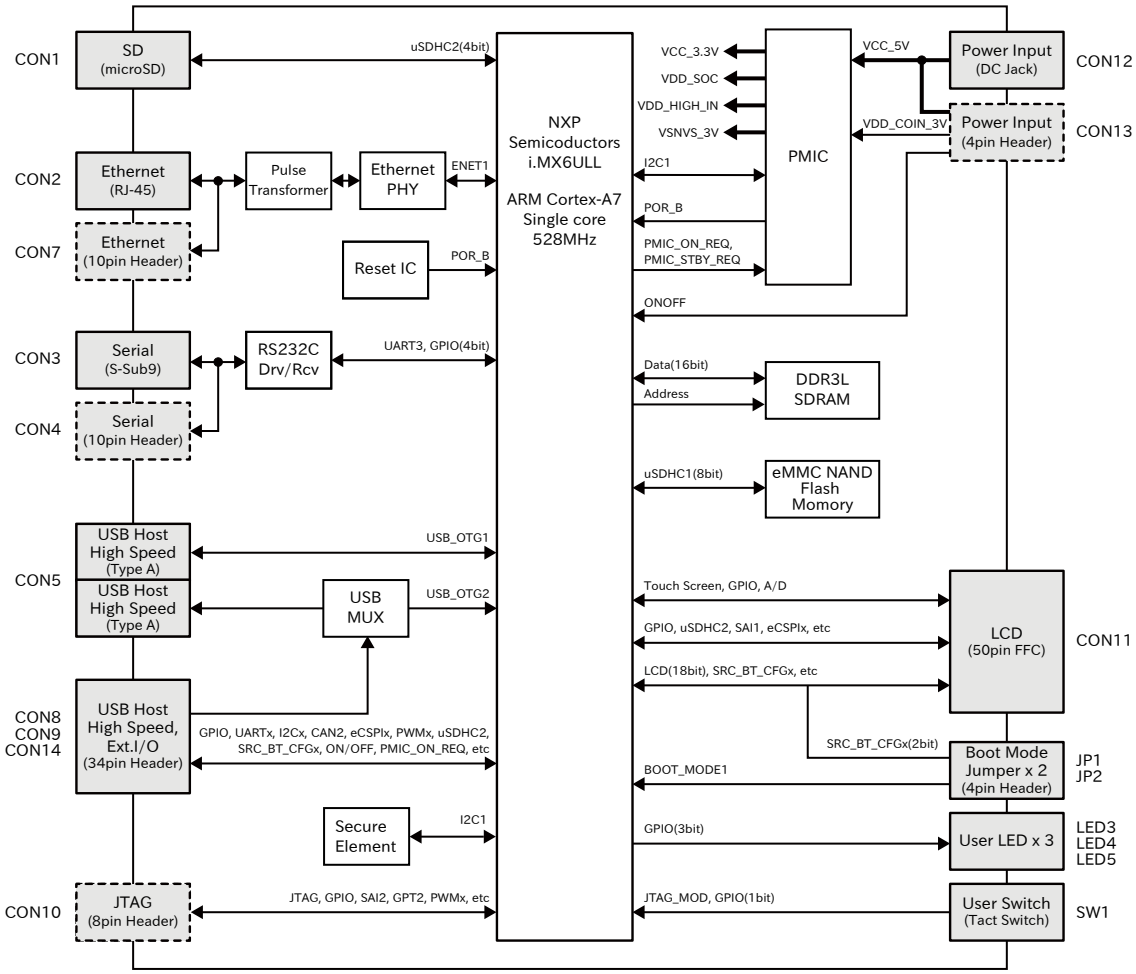


図 2.6 Armadillo-640 ブロック図

2.6. 使用可能なストレージデバイス

Armadillo-640 でストレージとして使用可能なデバイスを次に示します。

表 2.4 ストレージデバイス

デバイス種類	ディスクデバイス	先頭パーティション	インターフェース
オンボード eMMC	/dev/mmcblk0	/dev/mmcblk0p1	オンボード
オンボード eMMC (GPP)	/dev/mmcblk0gp3	なし	オンボード
microSD/microSDHC/ microSDXC カード	/dev/mmcblk1	/dev/mmcblk1p1	microSD スロット(CON1)
USB メモリ	/dev/sd* [a]	/dev/sd*1	USB ホストインターフェース (CON5)

[a]USB ハブを利用して複数の USB メモリを接続した場合は、認識された順に sda 、sdb 、 sdc … となります。

GPP(General Purpose Partition)について

GPP は、eMMC の通常の記憶領域を割譲して eMMC 内部に作られた記憶領域です。 eMMC の通常の記憶領域とはアドレス空間が異なるため、/dev/mmcblk0 および /dev/mmcblk0p* に対してどのような書き込みを行っても /dev/mmcblk0gp* のデータが書き換わることはありません。

Armadillo-640 では、8 MiB の GPP を 4 つ作成しています。各領域の用途を「表 2.5. eMMC の GPP の用途」に示します。

表 2.5 eMMC の GPP の用途

ディスクデバイス	用途
/dev/mmcblk0gp0	ライセンス情報等の為の予約領域
/dev/mmcblk0gp1	動作ログ領域
/dev/mmcblk0gp2	動作ログ予備領域[a]
/dev/mmcblk0gp3	ユーザー領域

[a]詳細は「6.21.4. ログ用パーティションについて」を参照ください。

2.7. ストレージデバイスのパーティション構成

Armadillo-640 の eMMC のパーティション構成を「表 2.6. eMMC メモリマップ」に示します。

表 2.6 eMMC メモリマップ

パーティション	サイズ	ラベル	説明
1	300MiB	rootfs_0	A/B アップデートの A 面パーティション(Linux カーネルイメージ, Device Tree Blob, Alpine Linux rootfs を含む)
2	300MiB	rootfs_1	A/B アップデートの B 面パーティション(Linux カーネルイメージ, Device Tree Blob, Alpine Linux rootfs を含む)
3	50MiB	logs	ログ書き込み用パーティション
4	200MiB	firm	ファームウェア用パーティション
5	2.7GiB	app	アプリケーション用パーティション

Armadillo-640 の eMMC のブートパーティションの構成を「表 2.7. eMMC ブートパーティション構成」に示します。

表 2.7 eMMC ブートパーティション構成

ディスクデバイス	サイズ	説明
/dev/mmcblk0boot0	31.5 MiB	A/B アップデートの A 面
/dev/mmcblk0boot1	31.5 MiB	A/B アップデートの B 面

Armadillo-640 の eMMC の GPP(General Purpose Partition)の構成を「表 2.8. eMMC GPP 構成」に示します。

表 2.8 eMMC GPP 構成

ディスクデバイス	サイズ	説明
/dev/mmcblk0gp0	8 MiB	ライセンス情報等の為の予約領域
/dev/mmcblk0gp1	8 MiB	動作ログ領域
/dev/mmcblk0gp2	8 MiB	動作ログ予備領域[a]
/dev/mmcblk0gp3	8 MiB	ユーザー領域

[a]詳細は「6.21.4. ログ用パーティションについて」を参照ください。

2.8. ソフトウェアのライセンス

Armadillo Base OS に含まれるソフトウェアのライセンスは、 Armadillo にログイン後に特定のコマンドを実行することで参照できます。

手順について、詳細は以下の Howto を参照してください。

Armadillo サイト - Howto インストール済みのパッケージのライセンスを確認する

https://armadillo.atmark-techno.com/howto_software-license-confirmation

3. 開発編

3.1. アプリケーション開発の流れ

Armadillo-640 では基本的に ATDE という Armadillo 専用開発環境と、 Visual Studio Code 向け Armadillo 開発用エクステンションを用いてアプリケーション開発を行っていきます。

基本的な Armadillo-640 でのアプリケーション開発の流れを「図 3.1. アプリケーション開発の流れ」に示します。

本章では、「図 3.1. アプリケーション開発の流れ」に示す開発時の流れに沿って手順を紹介していきます。

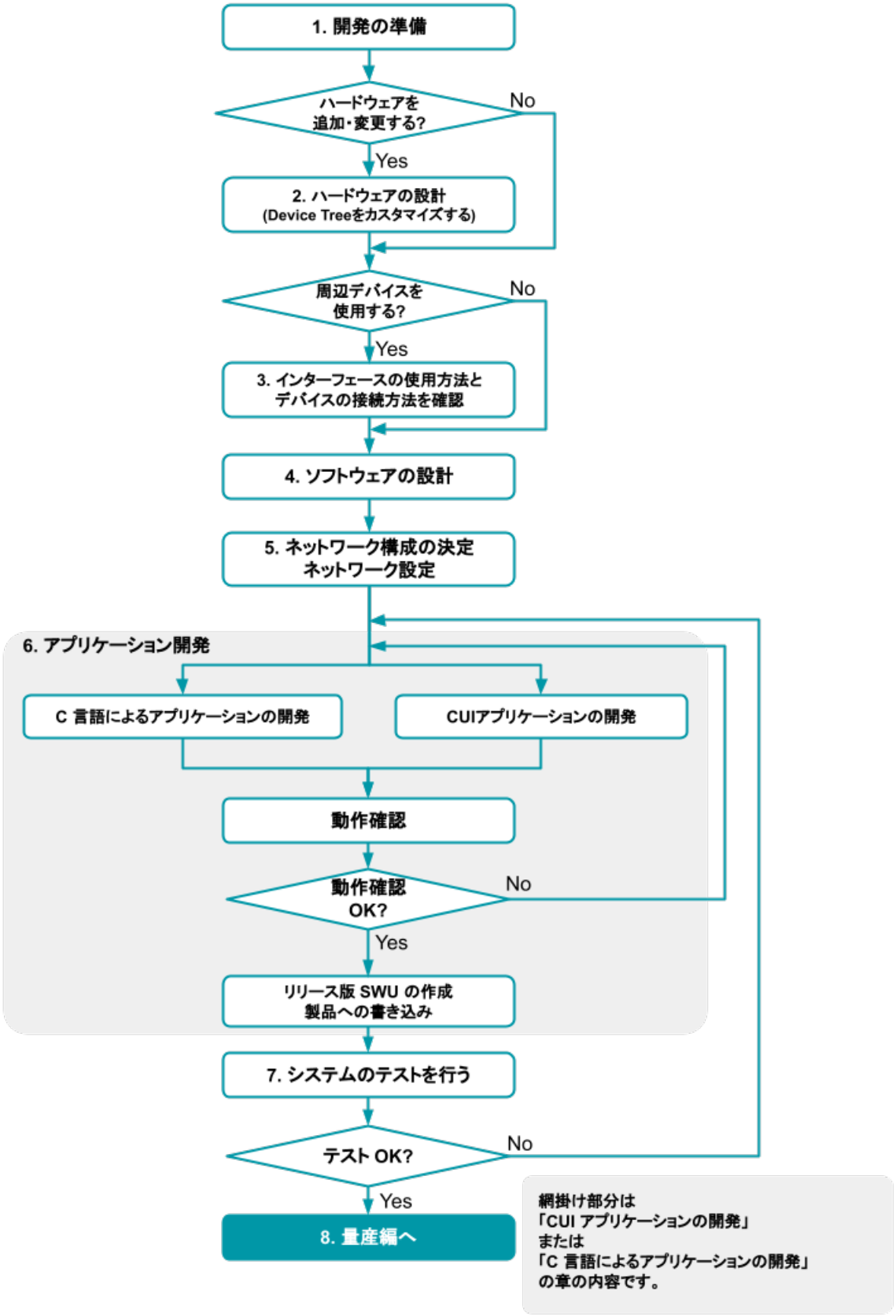
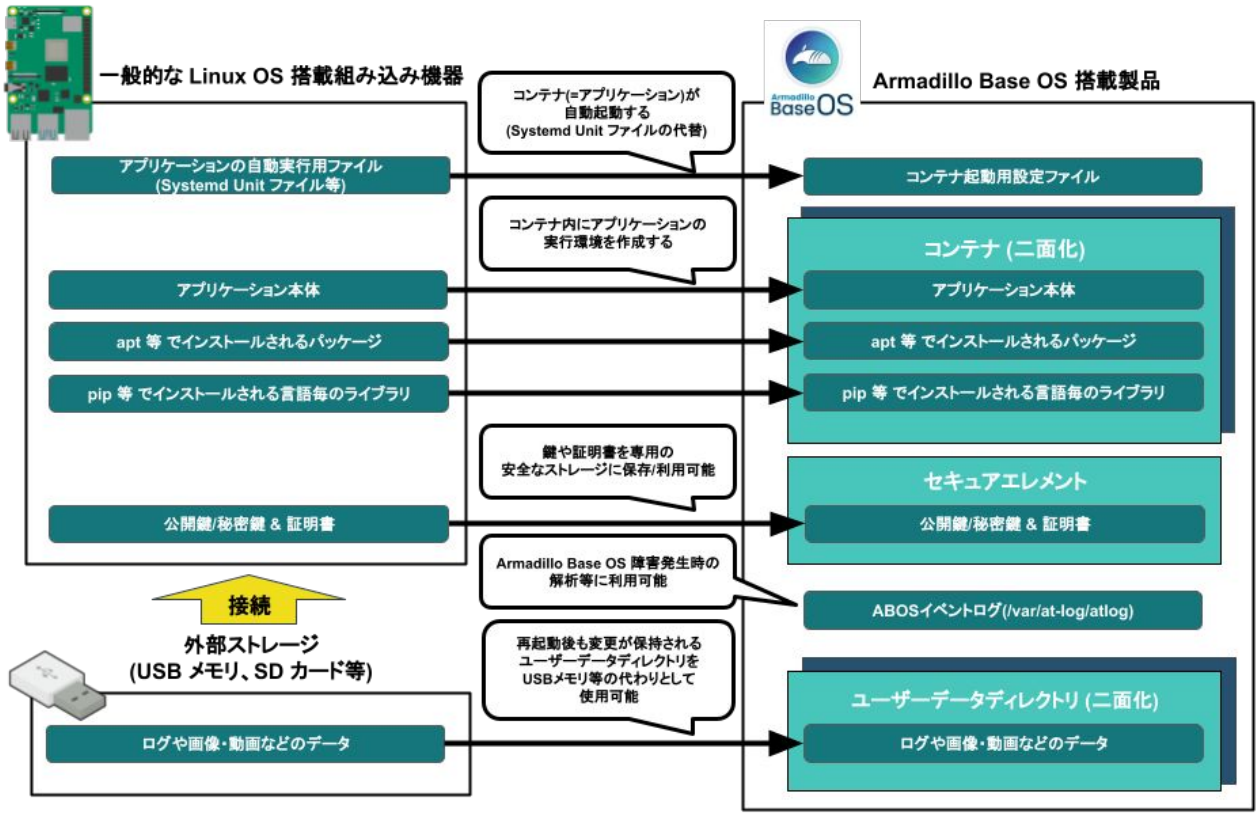


図 3.1 アプリケーション開発の流れ

3.2. 開発前に知っておくべき Armadillo Base OS の機能・特徴

「2.1.3. Armadillo Base OS とは」にて Armadillo Base OS についての概要を紹介しましたが、開発に入るにあたってもう少し詳細な概要について紹介します。

3.2.1. 一般的な Linux OS 搭載組み込み機器との違い

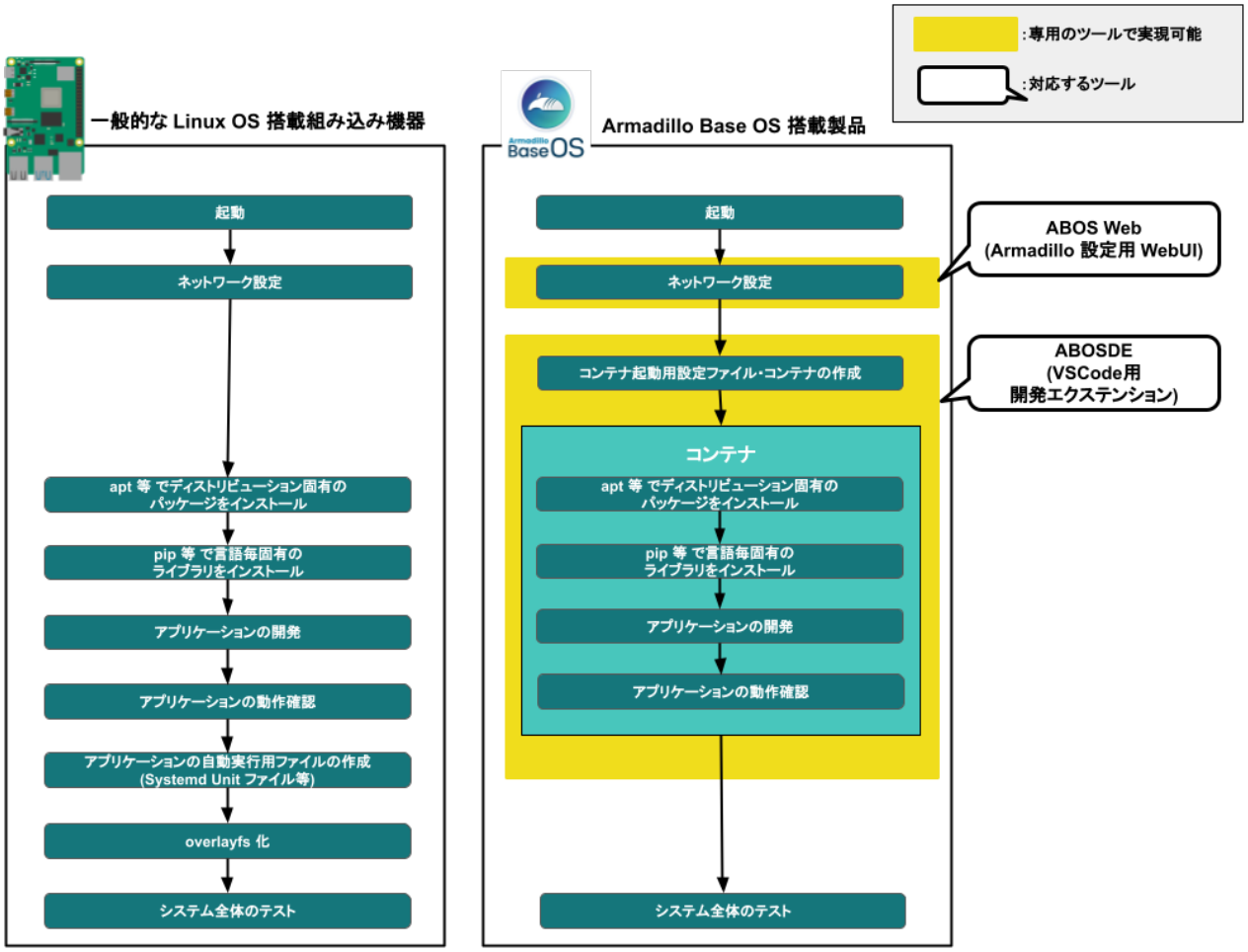


Linux OS 搭載組み込み機器ではアプリケーションの実行環境をユーザーランド上に直接用意し、Systemd などでアプリケーションを自動実行させるのが一般的です。Armadillo Base OS 搭載機器では、アプリケーションの実行環境をコンテナ内に用意して、コンテナ起動用設定ファイルを所定の場所に配置することでコンテナ(=アプリケーション)を自動実行させます。

また、Linux OS 搭載組み込み機器では、ストレージの保護のために overlayfs で運用するのが一般的です。そのため、アプリケーションが出力するログや画像などのデータは、 USB メモリなどの外部デバイスに保存する必要があります。Armadillo Base OS 搭載機器もルートファイルシステムが overlayfs 化されていますが、内部に USB メモリなどと同じように使用できるユーザーデータディレクトリを持っており、別途外部記録デバイスを用意しておく必要はありません。

Armadillo Base OS 搭載機器は、標準でセキュアエレメントを搭載しており、対応した暗号化方式の認証鍵や証明書を安全に保存・利用することが可能です。

3.2.2. Armadillo Base OS 搭載機器のソフトウェア開発手法



Armadillo Base OS 搭載機器上で動作するソフトウェアの開発は、基本的に作業用 PC 上で行います。

ネットワークの設定は ABOS Web という機能で、コマンドを直接打たずとも設定可能です。

開発環境として、ATDE(Atmark Techno Development Environment)という仮想マシンイメージを提供しています。その中で、ABOSDE(Armadillo Base OS Development Environment)という、Visual Studio Code にインストールできる開発用エクステンションを利用してソフトウェア開発を行います。

ABOSDE を使用することで、コンテナ及びコンテナ自動起動用設定ファイルの作成、コンテナ内におけるパッケージのインストール、コンテナ内で動作するアプリケーション本体の開発をすべて VSCode 内で行うことができます。

3.2.3. アップデート機能について

Armadillo-640 では、開発・製造・運用時にソフトウェアを書き込む際に、 SWUpdate という仕組みを利用します。

3.2.3.1. SWUpdate とは

SWUpdate は、デバイス上で実行されるプログラムで、ネットワーク/ストレージ経由でデバイスのソフトウェアを更新することができます。Stefano Babic, DENX software engineering, Germany によってオープンソースで開発が進められています。

Armadillo-640 では、 SWUpdate を利用することで次の機能を実現しています。

- A/B アップデート(アップデートの 2 面化)
- リカバリーモード
- ソフトウェアの圧縮、暗号化、署名付与
- Web サーバーでのリモートアップデート対応
- hawkBit でのリモートアップデート対応
- ダウングレードの禁止

3.2.3.2. SWU イメージとは

swu パッケージは、SWUpdate 独自のソフトウェアの配布フォーマットです。SWUpdate では、1 回のアップデートは 1 つの swu パッケージで行われます。

swu パッケージには、次のような様々なものを含めることができます。

- アップデート対象のイメージファイル
- アップデート対象のイメージファイルのチェックサム
- アップデート前後に実行するスクリプト
- 書き込み先ストレージの情報
- U-Boot 環境変数の書き換え情報
- ソフトウェアのバージョン情報
- etc…

SWU イメージは `swupdate` (https://sbabic.github.io/swupdate/swupdate.html) によって Armadillo Base OS 上で検証とインストールが実行されます。SWU イメージを Armadillo に転送するための方法は、用途や状況に合わせて様々な方法を用意しています。例えば、 USB メモリから読み取る、ウェブサーバーからダウンロードする、 hawkBit という Web アプリケーションを使うなどです。

3.2.3.3. A/B アップデート(アップデートの 2 面化)

A/B アップデートは、Flash メモリにパーティションを 2 面確保し、アップデート時には交互に利用する仕組みです。

常に使用していない方のパーティションを書き換えるため次の特徴を持ちます。

- ○ アップデートによって動作中のソフトウェアは破壊されない
- ○ 書き込みが電源断などで中断しても、すぐに復帰出来る
- ○ 機器が動作中に書き込みが出来る
- × 使用 Flash メモリ量が増える

3.2.3.4. ロールバック（リカバリー）

システムが起動できなくなった際に、自動的にアップデート前のシステムにロールバックします。

ロールバック状態の確認は 「6.15. ロールバック状態を確認する」 を参照してください。

ロールバックする条件は次の通りです:

- rootfs にブートに必要なファイルが存在しない場合（/boot/Image, /boot/armadillo.dtb)
- 3 回起動を試して「bootcount」サービスが 1 度も起動できなかった場合は、次の起動時にロールバックします。

  bootcount 機能は uboot の「upgrade_available」変数で管理されています。bootcount 機能を利用しないようにするには、「6.17. u-boot の環境変数の設定」 を参照して変数を消します。
- ユーザーのスクリプトなどから、「abos-ctrl rollback」コマンドを実行した場合。

ロールバックが実行されると /var/at-log/atlog にログが残ります。

3.2.3.5. SWU イメージのインストール

イメージをインストールする方法として以下に示すような方法があります。もし、作成した SWU イメージのインストールに失敗する場合は、「6.3. swupdate がエラーする場合の対処」をご覧ください。

- USB メモリまたは SD カードからの自動インストール

  Armadillo-640 に USB メモリを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-640 は自動で再起動します。

  USB メモリや SD カードを vfat もしくは ext4 形式でフォーマットし、作成した.swu のファイルをディレクトリを作らずに配置してください。

ATDE 上で USB メモリ/microSD カードのパーティションを作成・フォーマットする方法

https://armadillo.atmark-techno.com/howto/atde-partition-howto

```
[ATDE ~/mkswu]$ df -h
Filesystem           Size  Used Avail Use% Mounted on
:（省略）
/dev/sda1        15G  5.6G  9.1G  39% /media/USBDRIVE ❶
[ATDE ~/mkswu]$ cp initial_setup.swu /media/USBDRIVE/ ❷
[ATDE ~/mkswu]$ umount /media/USBDRIVE ❸
```

❶ USB メモリがマウントされている場所を確認します。

❷ ファイルをコピーします。

❸ /media/USBDRIVE をアンマウントします。コマンド終了後に USB メモリを取り外してください。

エラーの場合、/var/log/message に保存されます。例えば、コンソールで証明の間違ったイメージのエラーを表示します：

```
[armadillo ~]# tail /var/log/messages
Nov 19 10:48:42 user.notice swupdate-auto-update: Mounting sda0 on /mnt
Nov 19 10:48:42 user.notice swupdate-auto-update: Trying update /mnt/initial_setup.swu
Nov 19 10:48:42 user.info swupdate: START Software Update started !
Nov 19 10:48:42 user.err swupdate: FAILURE ERROR : Signature verification failed ❶
Nov 19 10:48:42 user.err swupdate: FAILURE ERROR : Compatible SW not found
Nov 19 10:48:42 user.err swupdate: FATAL_FAILURE Image invalid or corrupted. Not installing ...
```

❶ 証明が間違ったメッセージ。

・外部記憶装置からイメージのインストール（手動）

USB メモリや microSD カード等の外部記憶装置のルートディレクトリ以外に swu イメージを保存して、イメージのインストールを行います。ルートディレクトリに保存すると自動アップデートが行われますので、/var/log/messages を確認してください。

以下は外部記憶装置が/dev/mmcblk1p1(microSD カード）として認識された場合に、イメージのインストールを行う例です。

```
[armadillo ~]# mount /dev/mmcblk1p1 /mnt
[armadillo ~]# swupdate -i /mnt/swu/initial_setup.swu
SWUpdate v5f2d8be-dirty

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

[INFO ] : SWUPDATE running :  [main] : Running on AGX4500 Revision at1
[INFO ] : SWUPDATE started :  Software Update started !
[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : No base os update: copying current os over
[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : Removing unused containers
[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : swupdate triggering reboot!
Killed
```

・ウェブサーバーからイメージのインストール（手動）

swu イメージをウェブサーバーにアップロードして、イメージのインストールを行います。以下は、http://server/initial_setup.swu のイメージをインストールする例です。

```
[armadillo ~]# swupdate -d '-u http://server/initial_setup.swu'
SWUpdate v5f2d8be-dirty

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

[INFO ] : SWUPDATE running :  [main] : Running on AGX4500 Revision at1
[INFO ] : SWUPDATE running :  [channel_get_file] : Total download size is 25 kB.
[INFO ] : SWUPDATE started :  Software Update started !
[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : No base os update: copying current os over
[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : Removing unused containers
[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : swupdate triggering reboot!
Killed
```

・ウェブサーバーからの定期的な自動インストール

swupdate-url を有効にしたら、定期的にチェックしてインストールします。以下はサービスの有効化とタイミングの設定の例です。

```
[armadillo ~]# rc-update add swupdate-url ❶
[armadillo ~]# persist_file /etc/runlevels/default/swupdate-url ❷
[armadillo ~]#
    echo https://download.atmark-techno.com/armadillo-640/image/baseos-640-latest.swu ¥
                        > /etc/swupdate.watch ❸
[armadillo ~]# echo 'schedule="0 tomorrow"' > /etc/conf.d/swupdate-url
[armadillo ~]# echo 'rdelay="21600"' >> /etc/conf.d/swupdate-url ❹
[armadillo ~]# persist_file /etc/swupdate.watch /etc/conf.d/swupdate-url ❺
```

❶ swupdate-url サービスを有効します。

❷ サービスの有効化を保存します。

❸ イメージの URL を登録します。一行ごとにイメージの URL を設定することができ、複数行にイメージの URL を設定することができます。

❹ チェックやインストールのスケジュールを設定します。

❺ 変更した設定ファイルを保存します。

USB メモリからのアップデートと同様に、ログは/var/log/messages に保存されます。

initial_setup のイメージを作成の際に /usr/share/mkswu/examples/enable_swupdate_url.desc を入れると有効にすることができます。

・ hawkBit を使用した自動インストール

hawkBit で Armadillo-640 を複数台管理してアップデートすることができます。「5.3.3. hawkBit サーバーから複数の Armadillo に配信する」を参考にしてください。

3.2.4. ファイルの取り扱いについて

Armadillo Base OS ではルートファイルシステムに overlayfs を採用しています。

その為、ファイルを変更した後 Armadillo の電源を切ると変更内容は保持されません。開発中などに rootfs の変更内容を保持するには、変更したファイルに対して persist_file コマンドを使用します。

```
[armadillo ~]# echo test > test
[armadillo ~]# persist_file -v test
'/root/test' -> '/mnt/root/test'
```

図 3.2 persist_file コマンド実行例

persist_file コマンドの詳細については、「6.1. persist_file について」を参照してください。

また、 SWUpdate によってルートファイルシステム上に配置されたファイルについては、 persist_file を実行しなくても保持されます。開発以外の時は安全のため、 persist_file コマンドではなく SWUpdate による更新を実行するようにしてください。

3.2.4.1. 電源を切っても保持されるディレクトリ(ユーザーデータディレクトリ)

「3.2.4. ファイルの取り扱いについて」 にて、 Armadillo Base OS 上のファイルは通常、 persist_file コマンドを実行せずに電源を切ると変更内容が保存されないと紹介しましたが、「表 3.1. 電源を切っても保持されるディレクトリ(ユーザーデータディレクトリ)」に示すディレクトリ内にあるファイルはこの限りでありません。

表 3.1 電源を切っても保持されるディレクトリ(ユーザーデータディレクトリ)

ディレクトリ	備考
/var/app/volumes	SWUpdate の最中や後も保持され続けます。ロールバックが発生しても、アップデート前の状態には戻りません。ログやデータベースなど、アプリケーションが動作中に作成し続けるようなデータの保存に向いています。
/var/app/rollback/volumes	SWUpdate の最中や後も保持され続けます。ロールバックが発生すると、アップデート前の状態に戻ります。コンフィグファイルなど、アプリケーションのバージョンに追従してアップデートするようなデータの保存に向いています。

コンテナを前のバージョンに戻した場合(ロールバック)、/var/app/rollback/volumes/ のデータの前のバージョンに戻ります。

その為、アプリケーションのバージョンに依存するようなデータは /var/app/rollback/volumes/ に入れることを推奨します。

mkswu の swdesc_files (--extra-os 無し) と podman_start の add_volumes では、相対パスはそのディレクトリをベースにします。/var/app/rollback/volumes/myvolume は myvolume で簡潔に指定できます。

Copy-on-Write (CoW) について。

この二つの volumes ディレクトリは btrfs と呼ばれるファイルシステムに保存されています。btrfs ではデータは Copy on Write（CoW）を使ってデータ完全性を保証しますが、その保証にはコストがあります。

数百 MB のファイルに小さな変更を頻繁に行う場合 CoW を無効化することを推奨します。CoW を無効化されたファイルにチェックサムが入らなくなりますので、極端な場合以外に残してください。

```
[armadillo ~]# cd /var/app/volumes/
[armadillo /var/app/volumes]# mkdir database
[armadillo /var/app/volumes]# chattr +C database ❶
[armadillo /var/app/volumes]# echo example data > database/example
[armadillo /var/app/volumes]# lsattr database/ ❷
---------------C---- database/example
```

図 3.3 chattr によって copy-on-write を無効化する例

❶ chattr +C でディレクトリに NoCow を設定します。これから作成されるファイルが NoCow で作成されます。すでに存在していたファイルに影響ないのでご注意ください。

❷ lsattr 確認します。リストの C の字があればファイルが「no cow」です。

3.2.5. インストールディスクについて

インストールディスクは、 Armadillo の eMMC の中身をまとめて書き換えることのできる microSD カードを指します。インストールディスクは、インストールディスクイメージを microSD カードに書き込むことで作成できます。

インストールディスクには以下の 2 つの種類があります。

- 初期化インストールディスク

  Armadillo を初期化する際に使用されます。

- 開発が完了した Armadillo-640 をクローンするためのインストールディスク

  量産時など、特定の Armadillo を複製する際に使用されます。詳しくは、「4. 量産編」で説明します。

3.2.5.1. 初期化インストールディスクの作成

1. 512 MB 以上の microSD カードを用意してください。

2. 標準のインストールディスクイメージを使用する場合は、Armadillo Base OS 対応 Armadillo-640 インストールディスクイメージ [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/abos-disc-image] から「Armadillo Base OS」をダウンロードしてください。

   「6.19. Armadillo のソフトウェアをビルドする」 でビルドしたイメージを使用してインストールディスクを作成したい場合は、以下のコマンドを実行して、インストールディスクイメージを作成してください。

   ```
   [ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ sudo ./build_image.sh ¥
           --firmware ~/at-imxlibpackage/imx_lib.img
   :（省略）
   [ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ ls baseos-a640*img
   baseos-640-[VERSION].img
   [ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ sudo ./build_image.sh --board a600 ¥
           --boot ~/u-boot-[VERSION]/u-boot-dtb.imx ¥
           --installer ./baseos-640-[VERSION].img
   ```

   コマンドの実行が完了すると、baseos-640-[VERSION]-installer.img というファイルが作成されていますので、こちらを使用してください。

3. ATDE に microSD カードを接続します。詳しくは「3.3.2.7. 取り外し可能デバイスの使用」を参考にしてください。

4. microSD カードのデバイス名を確認します

```
[ATDE ~]$ ls /dev/sd?
/dev/sda  /dev/sdb
[ATDE ~]$ sudo fdisk -l /dev/sdb
Disk /dev/sdb: 7.22 GiB, 7751073792 bytes, 15138816 sectors
Disk model: SD/MMC
:（省略）
```

5. microSD カードがマウントされている場合、アンマウントします。

```
[ATDE ~]$ mount
:（省略）
/dev/sdb1 on /media/52E6-5897 type ext2
(rw,nosuid,nodev,relatime,uid=1000,gid=1000,fmask=0022,dmask=0077,codepage=cp437,iocharset
=utf8,shortname=mixed,showexec,utf8,flush,errors=remount-ro,uhelper=udisks)
[ATDE ~]$ sudo umount /dev/sdb1
```

6. ダウンロードしたファイルを展開し、img ファイルを microSD カードに書き込んでください。

   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。

```
[ATDE ~]$ unzip baseos-600-installer-[VERSION].zip
[ATDE ~]$ sudo dd if=baseos-600-installer-[VERSION].img ¥
                 of=/dev/sdb bs=1M oflag=direct status=progress
```

   また、Windows の場合、エクスプローラー等で Zip ファイルから img ファイルを取り出し、「Win32 Disk Imager」などを使用して microSD カードに書き込むことができます。

インストールディスク作成時に SBOM を作成する場合は build_image.sh の引数に --sbom を渡してください。ライセンス情報等を記載するためのコンフィグファイルはデフォルトは baseos_sbom.yaml となっています。コンフィグファイルを変更する場合は --sbom-config <config> に引数を入れてください。また、コンテナイメージを含める場合等に外部の SBOM を入れる必要がある場合は --sbom-external <sbom> に引数を入れてください。SBOM のライセンス情報やコンフィグファイルの設定方法については 「6.19.4. ビルドしたルートファイルシステムの SBOM を作成する」 をご覧ください。

3.2.5.2. インストールディスクを使用する

1. JP1 と JP2 を共にジャンパーでショート(SD ブートに設定)し、microSD カードを CON1 に挿入します。
2. 電源を投入すると、1 分程度で eMMC のソフトウェアの初期化が完了します。
3. 完了すると電源が切れます(全ての LED が消灯、コンソールに reboot: Power down が表示)。
4. 電源を取り外し、続いて JP1 と JP ジャンパーと microSD カードを外してください。

5. 10 秒以上待ってから再び電源を入れると、初回起動時と同じ状態になります。

3.3. 開発の準備

3.3.1. 準備するもの

Armadillo を使用する前に、次のものを必要に応じて準備してください。

作業用 PC	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 ポートを持つ PC です。
ネットワーク環境	Armadillo と作業用 PC をネットワーク通信ができるようにしてください。
microSD カード	microSD スロットの動作を確認する場合などに利用します。
USB メモリ	USB の動作を確認する場合などに利用します。
tar.xz 形式のファイルを展開するソフトウェア	開発/動作確認環境を構築するために利用します。Linux では、tar で展開できます。Windows では、7-Zip や Lhaz などが対応しています。

3.3.2. 開発環境のセットアップ

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-640 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-640 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。

3.3.2.1. 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

[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。

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。

3.3.2.2. 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。

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。

3.3.2.3. 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。

Windows での展開方法を「3.3.2.4. Windows で ATDE のアーカイブ展開する」に、Linux での展開方法を手順「3.3.2.5. Linux で tar.xz 形式のファイルを展開する」に示します。

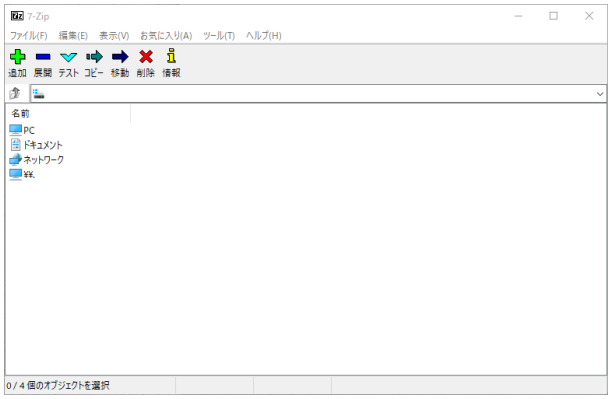
3.3.2.4. Windows で ATDE のアーカイブ展開する

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。

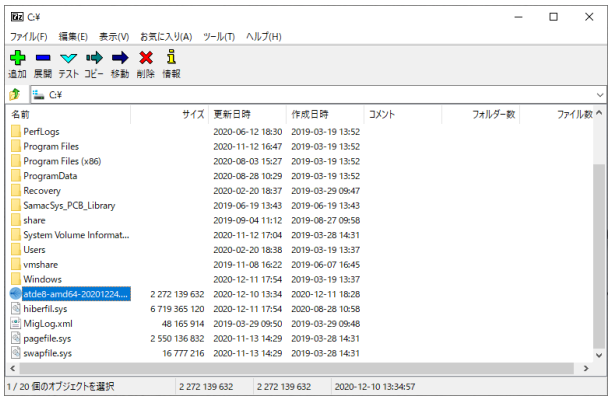
2. 7-Zip の起動

   7-Zip を起動します。



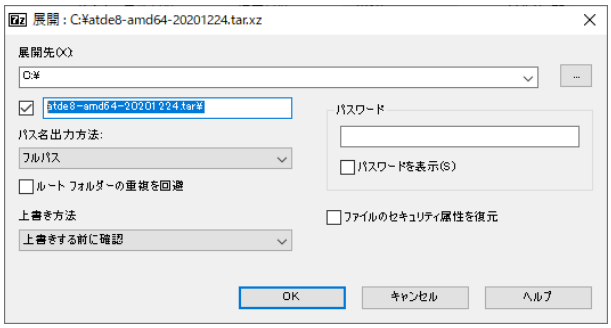
3. xz 圧縮ファイルの選択

   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。



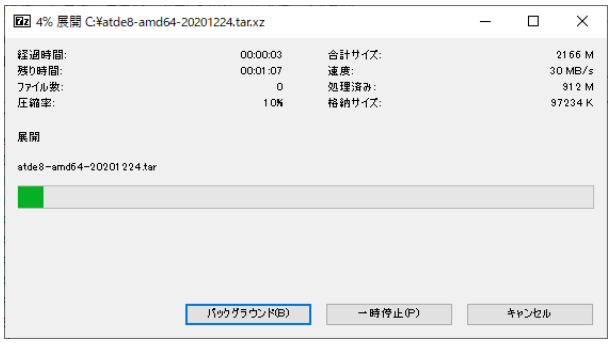
4. xz 圧縮ファイルの展開先の指定

   「展開先」を指定して、「OK」をクリックします。



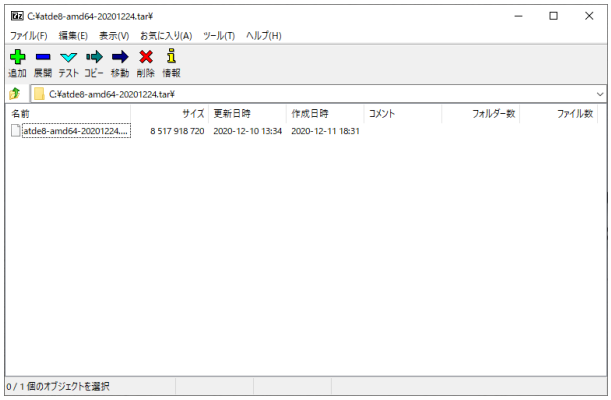
5. xz 圧縮ファイルの展開

   展開が始まります。



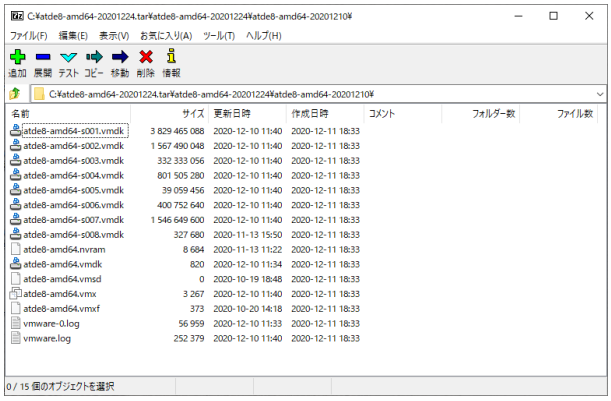
6. tar アーカイブファイルの選択

   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。



3.3.2.5. 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.vmxf
```

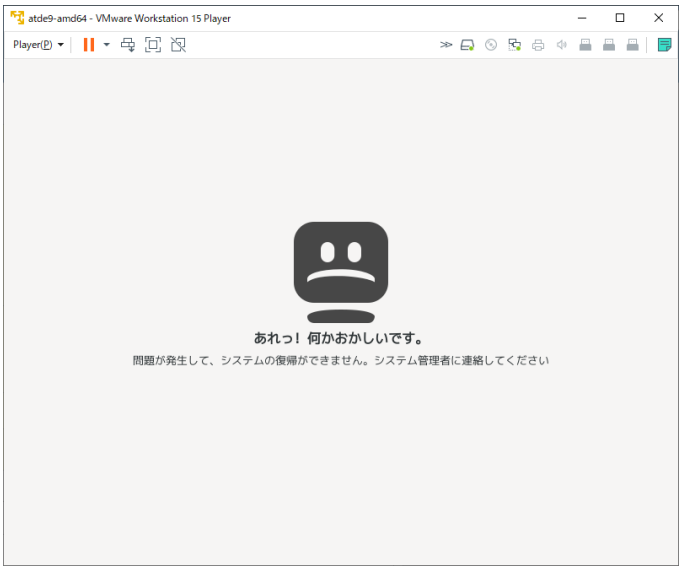
3.3.2.6. ATDE の起動

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 3.2. ユーザー名とパスワード」に示します [2]。

表 3.2 ユーザー名とパスワード

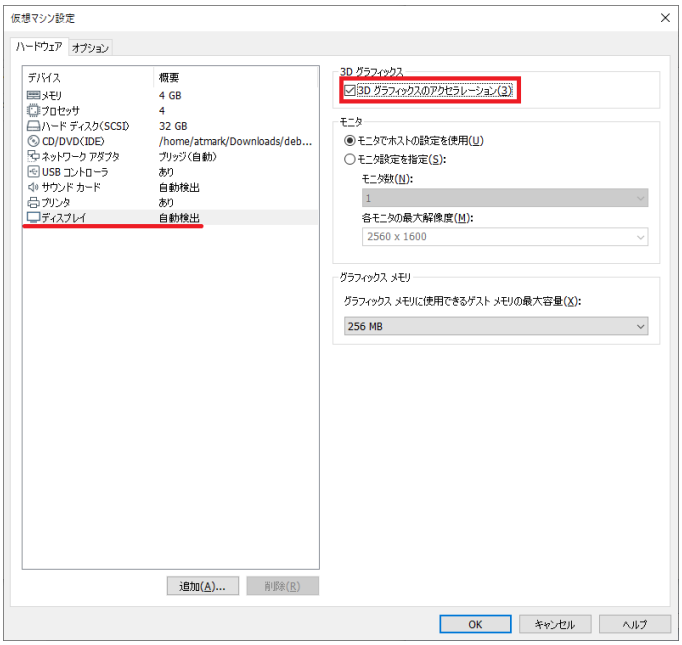
ユーザー名	パスワード	権限
atmark	atmark	一般ユーザー
root	root	特権ユーザー

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。

3.3.2.7. 取り外し可能デバイスの使用

VMware は、ゲスト OS (ATDE)による取り外し可能デバイス(USB デバイスや DVD など)の使用をサポートしています。デバイスによっては、ホスト OS (VMware を起動している OS)とゲスト OS で同時

に使用することができません。そのようなデバイスをゲスト OS で使用するためには、ゲスト OS にデバイスを接続する操作が必要になります。

取り外し可能デバイスの使用方法については、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。

Armadillo-640 の動作確認を行うためには、「表 3.3. 動作確認に使用する取り外し可能デバイス」に示すデバイスをゲスト OS に接続する必要があります。

表 3.3 動作確認に使用する取り外し可能デバイス

デバイス	デバイス名
USB シリアル変換アダプタ	Future Devices FT232R USB UART
作業用 PC の物理シリアルポート	シリアルポート

3.3.2.8. コマンドライン端末(GNOME 端末)の起動

ATDE で、CUI (Character-based User Interface)環境を提供するコマンドライン端末を起動します。ATDE で実行する各種コマンドはコマンドライン端末に入力し、実行します。コマンドライン端末にはいくつかの種類がありますが、ここでは GNOME デスクトップ環境に標準インストールされている GNOME 端末を起動します。

GNOME 端末を起動するには、「図 3.4. GNOME 端末の起動」のようにデスクトップ左上のアプリケーションの「ユーティリティ」カテゴリから「端末」を選択してください。

図 3.4 GNOME 端末の起動

「図 3.5. GNOME 端末のウィンドウ」のようにウィンドウが開きます。

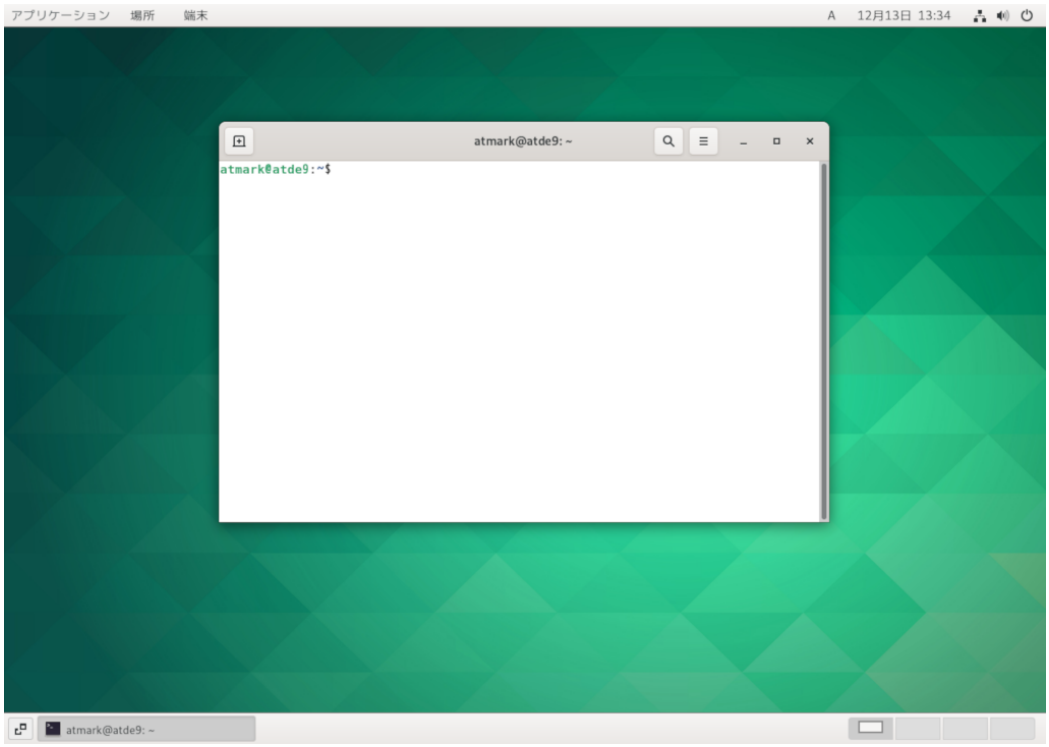


図 3.5 GNOME 端末のウィンドウ

3.3.2.9. シリアル通信ソフトウェア(minicom)の使用

シリアル通信ソフトウェア(minicom)のシリアル通信設定を、「表 3.4. シリアル通信設定」のように設定します。また、minicom を起動する端末の横幅を 80 文字以上にしてください。横幅が 80 文字より小さい場合、コマンド入力中に表示が乱れることがあります。

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. 「図 3.6. minicom の設定の起動」に示すコマンドを実行し、minicom の設定画面を起動してください。

```
[ATDE ~]$ sudo LANG=C minicom --setup
```

図 3.6 minicom の設定の起動

2. 「図 3.7. minicom の設定」が表示されますので、「Serial port setup」を選択してください。

```
            +-----[configuration]------+
            | Filenames and paths      |
```

```
            | File transfer protocols  |
            | Serial port setup        |
            | Modem and dialing        |
            | Screen and keyboard      |
            | Save setup as dfl        |
            | Save setup as..          |
            | Exit                     |
            | Exit from Minicom        |
            +--------------------------+
```

図 3.7 minicom の設定

3. 「図 3.8. minicom のシリアルポートの設定」が表示されますので、A キーを押して Serial Device を選択してください。

```
+-----------------------------------------------------------------------+
| A -    Serial Device      : /dev/ttyUSB0                              |
| B - Lockfile Location     : /var/lock                                 |
| C -   Callin Program      :                                           |
| D -  Callout Program      :                                           |
| E -    Bps/Par/Bits       : 115200 8N1                                |
| F - Hardware Flow Control : No                                        |
| G - Software Flow Control : No                                        |
|                                                                       |
|    Change which setting?                                              |
+-----------------------------------------------------------------------+
```

図 3.8 minicom のシリアルポートの設定

4. Serial Device に使用するシリアルポートを入力して Enter キーを押してください。

USB to シリアル変換ケーブル使用時のデバイスファイル確認方法

Linux で USB to シリアル変換ケーブルを接続した場合、コンソールに以下のようなログが表示されます。ログが表示されなくても、dmesg コマンドを実行することで、ログを確認することができます。

```
usb 2-1.2: new full-speed USB device number 5 using ehci-pci
usb 2-1.2: New USB device found, idVendor=0403, idProduct=6001
usb 2-1.2: New USB device strings: Mfr=1, Product=2,
SerialNumber=3
usb 2-1.2: Product: FT232R USB UART
usb 2-1.2: Manufacturer: FTDI
usb 2-1.2: SerialNumber: A702ZLZ7
usbcore: registered new interface driver usbserial
usbcore: registered new interface driver usbserial_generic
usbserial: USB Serial support registered for generic
usbcore: registered new interface driver ftdi_sio
usbserial: USB Serial support registered for FTDI USB Serial
Device
```

```
ftdi_sio 2-1.2:1.0: FTDI USB Serial Device converter detected
usb 2-1.2: Detected FT232RL
usb 2-1.2: Number of endpoints 2
usb 2-1.2: Endpoint 1 MaxPacketSize 64
usb 2-1.2: Endpoint 2 MaxPacketSize 64
usb 2-1.2: Setting MaxPacketSize 64
usb 2-1.2: FTDI USB Serial Device converter now attached to
ttyUSB0
```

図 3.9 例. USB to シリアル変換ケーブル接続時のログ

上記のログから USB to シリアル変換ケーブルが ttyUSB0 に割り当てられたことが分かります。

5. F キーを押して Hardware Flow Control を No に設定してください。
6. G キーを押して Software Flow Control を No に設定してください。
7. キーボードの E キーを押してください。「図 3.10. minicom のシリアルポートのパラメータの設定」 が表示されます。

```
+---------[Comm Parameters]----------+
|                                    |
|     Current: 115200 8N1            |
| Speed            Parity      Data  |
| A: <next>        L: None     S: 5  |
| B: <prev>        M: Even     T: 6  |
| C:   9600        N: Odd      U: 7  |
| D:  38400        O: Mark     V: 8  |
| E: 115200        P: Space          |
|                                    |
| Stopbits                           |
| W: 1             Q: 8-N-1          |
| X: 2             R: 7-E-1          |
|                                    |
|                                    |
| Choice, or <Enter> to exit?        |
+------------------------------------+
```

図 3.10 minicom のシリアルポートのパラメータの設定

8. 「図 3.10. minicom のシリアルポートのパラメータの設定」では、転送レート、データ長、ストップビット、パリティの設定を行います。
9. 現在の設定値は「Current」に表示されています。それぞれの値の内容は「図 3.11. minicom シリアルポートの設定値」を参照してください。

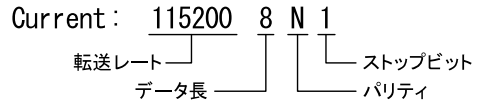


図 3.11 minicom シリアルポートの設定値

10. E キーを押して、転送レートを 115200 に設定してください。
11. Q キーを押して、データ長を 8、パリティを None、ストップビットを 1 に設定してください。
12. Enter キーを 2 回押して、「図 3.7. minicom の設定」に戻ってください。
13.「図 3.7. minicom の設定」から、「Save setup as dfl」を選択し、設定を保存してください。
14.「Exit from Minicom」を選択し、minicom の設定を終了してください。

minicom を起動させるには、「図 3.12. minicom 起動方法」のようにしてください。

```
[ATDE ~]$ sudo LANG=C minicom --wrap --device /dev/ttyUSB0
```

図 3.12 minicom 起動方法

デバイスファイル名は、環境によって /dev/ttyS0 や /dev/ttyUSB1 など、本書の実行例とは異なる場合があります。

minicom がオープンする /dev/ttyS0 や /dev/ttyUSB0 といったデバイスファイルは、 root または dialout グループに属しているユーザーしかアクセスできません。

ユーザーを dialout グループに入れることで、以降、sudo を使わずに minicom で /dev/ttyUSB0 をオープンすることができます。

```
[ATDE ~]$ sudo usermod -aG dialout atmark
[ATDE ~]$ LANG=C minicom --wrap --device /dev/ttyUSB0
```

minicom を終了させるには、まず Ctrl-a に続いて q キーを入力します。その後、以下のように表示されたら「Yes」にカーソルを合わせて Enter キーを入力すると minicom が終了します。

```
+-----------------------+
| Leave without reset? |
|     Yes       No     |
+-----------------------+
```

図 3.13 minicom 終了確認

Ctrl-a に続いて z キーを入力すると、minicom のコマンドヘルプが表示されます。

3.3.3. Armadillo の起動

3.3.3.1. Armadillo と開発用 PC を接続

Armadillo-640 と周辺装置の接続例を「図 3.14. Armadillo-640 の接続例」に示します。

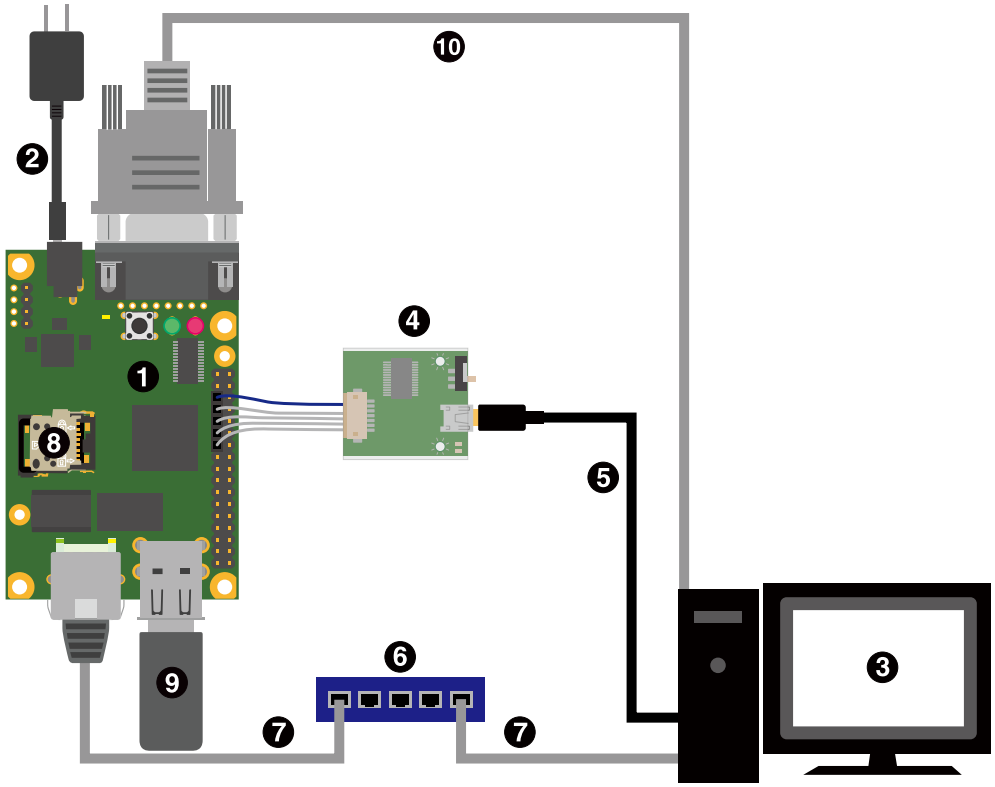


図 3.14 Armadillo-640 の接続例

1. Armadillo-640
2. AC アダプタ(5V/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. microSD カード
9. USB メモリ
10. シリアルクロスケーブル

作業用 PC が Windows の場合、一部の Bluetooth デバイスドライバが USB コンソールインターフェースと同じポート番号の COM を重複して取得し、USB コンソールインターフェースが利用できないことがあります。

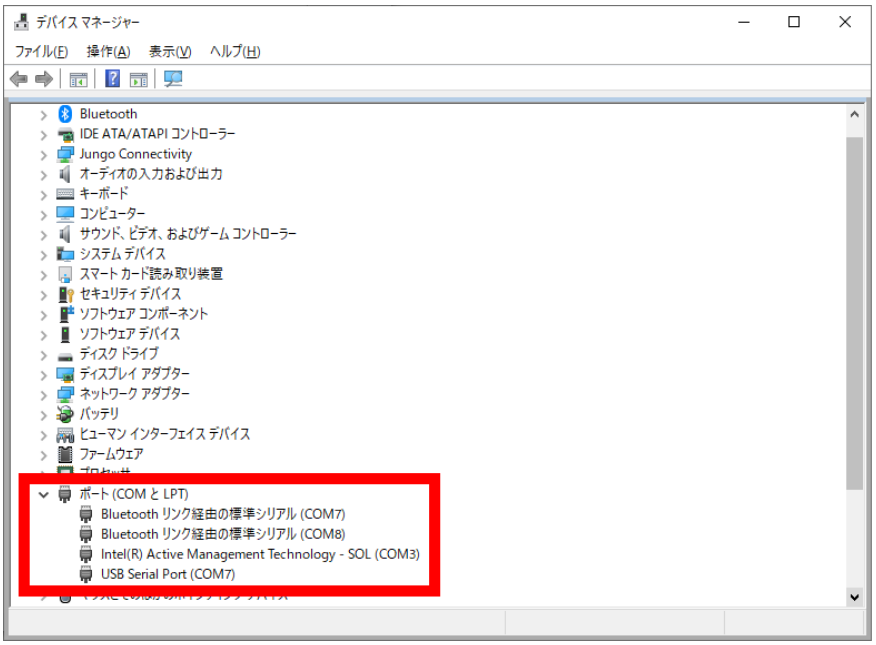


図 3.15 COM7 が競合している状態

この場合は、デバイスマネージャーから Bluetooth のデバイスを選択して「ポートの設定→詳細設定」から COM の番号を変更するか、Bluetooth デバイスを無効にしてください。

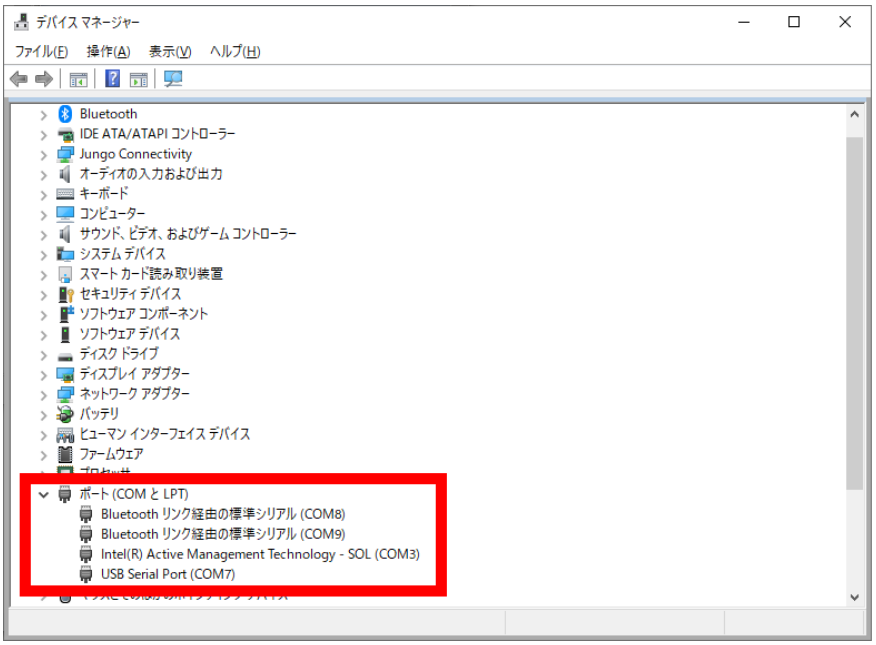


図 3.16 Bletooth に割当の COM を変更した状態

仮想マシンである ATDE に USB コンソールインターフェースデバイスを接続する場合は、この影響はありません。

3.3.3.2. USB シリアル変換アダプタの接続方法

USB シリアル変換アダプタは、青色のケーブルを 1 ピンとして、Armadillo-640 の CON9 1,3,5,7,9 ピンと接続します。

USB シリアル変換アダプタを接続するピンの隣だけ、CON9,CON14 を囲っているシルクが太くなっているのでそれを目印にして、下図のように接続してください。

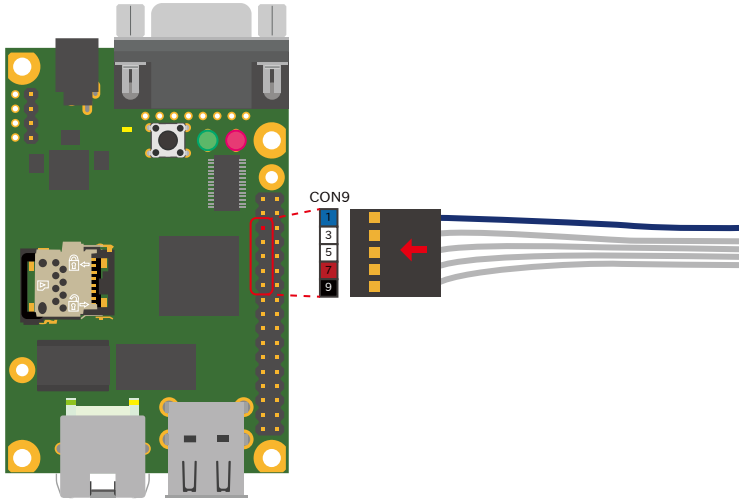


図 3.17 CON9-USB シリアル変換アダプタ接続図

3.3.3.3. ジャンパピンの設定について

ジャンパの設定を変更することで、Armadillo-640 の動作を変更することができます。ジャンパの機能については「3.6.17. 起動デバイスを変更する」を参照してください。

ジャンパピンの位置は「図 3.18. JP1、JP2 の位置」で確認してください。

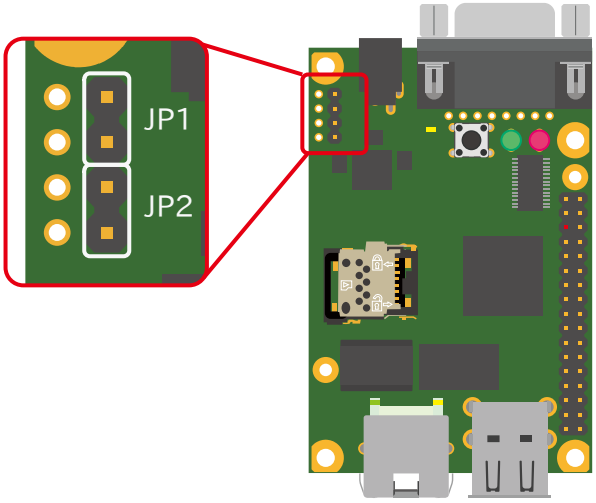


図 3.18 JP1、JP2 の位置

各ジャンパは必要に応じて切り替えの指示があります。ここでは、JP1 をオープン、JP2 をショートに設定しておきます。

ジャンパのオープン、ショートとは

「オープン」とはジャンパピンにジャンパソケットを接続していない状態です。

「ショート」とはジャンパピンにジャンパソケットを接続している状態です。

3.3.4. スライドスイッチの設定について

USB シリアル変換アダプタのスライドスイッチを操作することで、ブートローダーの起動モードを変更することができます。

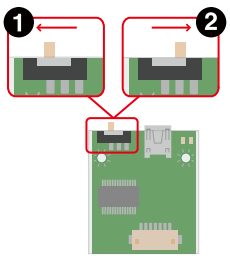


図 3.19 スライドスイッチの設定

❶ ブートローダーは保守モードになります。保守モードでは、ブートローダーのコマンドプロンプトが起動します。

❷ ブートローダーはオートブートモードになります。オートブートモードでは、ブートローダーのコマンドプロンプトが表示されず、OS を自動起動します。

USB シリアル変換アダプタが未接続の場合オートブートモードとなり、Linux が起動します。

3.3.4.1. 起動

電源入力インターフェースに電源を接続すると Armadillo-640 が起動します。

USB シリアル変換アダプタのスライドスイッチやユーザースイッチによって起動モードが変わります。 詳しくは 「3.3.3.1. Armadillo と開発用 PC を接続」 、 「3.3.4. スライドスイッチの設定について」 を参照してください。

以下に起動ログの例を示します。

```
U-Boot 2020.04-at15 (Jun 09 2023 - 18:46:32 +0900)

CPU:   i.MX6ULL rev1.1 at 396 MHz
Model: Atmark Techno {product}
DRAM:  512 MiB
setup_rtc_disarm_alarm: Can't find bus
WDT:   Started with servicing (10s timeout)
PMIC: PFUZE3000 DEV_ID=0x30 REV_ID=0x11
MMC:   FSL_SDHC: 0, FSL_SDHC: 1
Loading Environment from MMC... OK
In:    mxc_serial
Out:   mxc_serial
Err:   mxc_serial
switch to partitions #0, OK
mmc0(part 0) is current device
flash target is MMC:0
Net:
Warning: ethernet@2188000 using MAC address from ROM
eth0: ethernet@2188000
Fastboot: Normal
Normal Boot
Hit any key to stop autoboot:  0
switch to partitions #0, OK
mmc0(part 0) is current device
6859976 bytes read in 162 ms (40.4 MiB/s)
Booting from mmc ...
37363 bytes read in 6 ms (5.9 MiB/s)
Loading fdt boot/armadillo.dtb
45 bytes read in 4 ms (10.7 KiB/s)
4587 bytes read in 5 ms (895.5 KiB/s)
Applying fdt overlay: armadillo-640-lcd70ext-l00.dtbo
## Booting kernel from Legacy Image at 80800000 ...
   Image Name:   Linux-5.10.180-2-at
```

```
   Created:      2023-06-09   9:48:24 UTC
   Image Type:   ARM Linux Kernel Image (uncompressed)
   Data Size:    6859912 Bytes = 6.5 MiB
   Load Address: 82000000
   Entry Point:  82000000
   Verifying Checksum ... OK
## Flattened Device Tree blob at 83500000
   Booting using the fdt blob at 0x83500000
   Loading Kernel Image
   Loading Device Tree to 9ef1d000, end 9ef49fff ... OK

Starting kernel ...


   OpenRC 0.45.2 is starting up Linux 5.10.180-2-at (armv7l)

 * Mounting /proc ... [ ok ]
 * Mounting /run ... * /run/openrc: creating directory
 * /run/lock: creating directory
 * /run/lock: correcting owner
 * Caching service dependencies ... [ ok ]
 * Clock skew detected with `/etc/init.d/devfs'
 * Adjusting mtime of `/run/openrc/deptree' to Sun Jun 11 01:34:52 2023

 * WARNING: clock skew detected!
 * Mounting /sys ... * Remounting devtmpfs on /dev ... [ ok ]
 [ ok ]
 * Mounting security filesystem ... [ ok ]
 * Mounting config filesystem ... [ ok ]
 * Mounting /dev/mqueue ... [ ok ]
 * Mounting /dev/pts ... [ ok ]
 * Mounting /dev/shm ... [ ok ]
fsck_atlog               | * Checking at-log filesystem /dev/mmcblk0gp1 ...  [ ok ]
udev                     | * Starting udev ... [ ok ]
fsck                     | * Checking local filesystems  ... [ ok ]
root                     | * Remounting filesystems ... [ ok ]
localmount               | * Mounting local filesystems ... [ ok ]
overlayfs                | * Preparing overlayfs over / ... [ ok ]
 * WARNING: clock skew detected!
hostname                 | * Setting hostname ... [ ok ]
sysctl                   | * Configuring kernel parameters ... [ ok ]
udev-trigger             | * Generating a rule to create a /dev/root symlink ... [ ok ]
udev-trigger             | * Populating /dev with existing devices through uevents ... [ ok ]
bootmisc                 | * Migrating /var/lock to /run/lock ... [ ok ]
bootmisc                 | * Creating user login records ... [ ok ]
bootmisc                 | * Wiping /var/tmp directory ... [ ok ]
dbus                     | * /run/dbus: creating directory
dbus                     | * /run/dbus: correcting owner
syslog                   | * Starting busybox syslog ...  [ ok ]
dbus                     | * Starting System Message Bus ... [ ok ]
klogd                    | * Starting busybox klogd ... [ ok ]
networkmanager           | * Starting networkmanager ... [ ok ]
dnsmasq                  | * /var/lib/misc/dnsmasq.leases: creating file
dnsmasq                  | * /var/lib/misc/dnsmasq.leases: correcting owner
dnsmasq                  | * Starting dnsmasq ... [ ok ]
 * WARNING: clock skew detected!
buttond                  | * Starting button watching daemon ... [ ok ]
reset_bootcount          | * Resetting bootcount in bootloader env ... [ ok ]
```

```
podman-atmark            | * Starting configured podman containers ...Environment OK, copy 1
reset_bootcount          | [ ok ]
zramswap                 | [ ok ]
zramswap                 | * Creating zram swap device ...  [ ok ]
chronyd                  | * Starting chronyd ... [ ok ]
local                    | * local: waiting for chronyd (50 seconds)
local                    | * Starting local ... [ ok ]

Welcome to Alpine Linux 3.17
Kernel 5.10.180-2-at on an armv7l (/dev/ttymxc0)

armadillo login:
```

3.3.4.2. ログイン

起動が完了するとログインプロンプトが表示されます。初期状態では「root」ユーザーと、一般ユーザーである「atmark」ユーザーが存在しますが、「atmark」ユーザーは初期状態ではロックされていますので、「root」ユーザーでログインしてください。「root」ユーザーは初回ログイン時にパスワードを入力せずに新しいパスワードを促されます。

「root」ユーザーでログインし、 passwd atmark コマンドで「atmark」ユーザーのパスワードを設定することで、「atmark」ユーザーのロックが解除されます。設定するパスワードには大文字のアルファベット、小文字のアルファベット、0 から 9 までの数字、その他(記号・句読点など)を含める事ができます。

1. root でログイン

   初期パスワードを変更します。

   ```
   armadillo login: root
   You are required to change your password immediately (administrator enforced).
   New password: ❶
   Retype new password: ❷
   Welcome to Alpine!
   ```

   ❶ 新しいパスワードを入力します

   ❷ 新しいパスワードを再入力します

2. atmark でログイン

   初期状態でロックされてますので、root で一度パスワードを設定してからログインします。

   ```
   armadillo:~# passwd atmark ❶
   New password:
   Retype new password:
   passwd: password updated successfully
   armadillo:~# persist_file /etc/shadow ❷
   armadillo:~# exit

   Welcome to Alpine Linux 3.17
   Kernel 5.10.180-1-at on an armv7l (/dev/ttymxc0)
   ```

```
armadillo login: atmark
Password: ❸
Welcome to Alpine!
```

❶ atmark ユーザーのパスワード変更コマンドです。

❷ パスワードファイルを永続化します。

❸ 設定したパスワードでログインすることができます。

Armadillo BaseOS ではルートファイルシステムに overlayfs を採用しており、そのままではシステムが OFF すると内容は消えてしまいます。そのため persist_file コマンドが用意されています。このコマンドを利用することでファイル単位で変更を反映することができます。パスワードを設定した後には以下のコマンドを実行してください。

```
[armadillo ~]# persist_file /etc/shadow
```

persist_file コマンドに関する詳細は「6.1. persist_file について」を参照してください。

3.3.4.3. 終了方法

eMMC や USB メモリ等に書き込みを行っている時に電源を切断すると、データが破損する可能性が有ります。安全に終了させる場合は、次のように poweroff コマンドを実行し、「reboot: Power down」と表示されたのを確認してから電源を切断します。

```
armadillo:~# poweroff
 * WARNING: clock skew detected!
podman-atmark            | * Stopping all podman containers ...  [ ok ]
zramswap                 | * Deactivating zram swap device ... [ ok ]
local                    | * Stopping local ... [ ok ]
chronyd                  | * Stopping chronyd ... [ ok ]
dnsmasq                  | * Stopping dnsmasq ... [ ok ]
klogd                    | * Stopping busybox klogd ... [ ok ]
buttond                  | * Stopping button watching daemon ... [ ok ]
networkmanager           | * Stopping networkmanager ... [ ok ]
syslog                   | * Stopping busybox syslog ... [ ok ]
udev                     | * Stopping udev ... [ ok ]
dbus                     | * Stopping System Message Bus ... [ ok ]
nm-dispatcher: Caught signal 15, shutting down...
localmount               | * Unmounting loop devices
localmount               | * Unmounting filesystems
localmount               | *   Unmounting /var/at-log ... [ ok ]
localmount               | *   Unmounting /var/tmp ... [ ok ]
localmount               | *   Unmounting /var/app/volumes ... [ ok ]
localmount               | *   Unmounting /var/app/rollback/volumes ... [ ok ]
localmount               | *   Unmounting /var/lib/containers/storage_readonly ... [ ok ]
localmount               | *   Unmounting /var/log ... [ ok ]
localmount               | *   Unmounting /tmp ... [ ok ]
killprocs                | * Terminating remaining processes ... [ ok ]
```

```
killprocs               | * Killing remaining processes ... [ ok ]
mount-ro                | * Remounting remaining filesystems read-only ... [ ok ]
mount-ro                | *   Remounting / read only ... [ ok ]
indicator_signals       | * Signaling external devices we are shutting down ... [ ok ]
The system is going down NOW!
Sent SIGTERM to all processes
Sent SIGKILL to all processes
Requesting system poweroff
[  274.621389] imx2-wdt 20bc000.watchdog: Device shutdown: Expect reboot!
[  274.628443] reboot: Power down
```

Podman コンテナの保存先が tmpfs であり、eMMC への書き込みを行っていない場合は、poweroff コマンドを使用せずに電源を切断することが可能です。

Podman コンテナの保存先が eMMC の場合や、頻繁に rootfs 等の eMMC にあるボリュームを変更するような開発段階においては、poweroff コマンドを実行し、「reboot: Power down」と表示されたのを確認してから電源を切断してください。

halt コマンドで終了させた場合、「reboot: System halted」と表示されてから約 128 秒後、Armadillo は自動的に再起動します。確実に終了させるためにも poweroff コマンドを利用してください。

poweroff の場合、Armadillo-640 は、ONOFF ピンを GND とショートすることで電源をオフした場合と同じ状態になります。そのため、RTC_BAT ピンからバックアップ電源が供給されている限り、5V 電源を切ったのち 5V 電源を再入力しても Armadillo-640 が起動しません。詳しくは「3.4.6.5. 外部からの電源制御」を参照してください。

3.3.5. VSCode のセットアップ

Armadillo-640 の開発には、 VSCode を使用します。開発前に以下の手順を実施して、 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。

3.3.5.1. 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 3.20 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 3.21 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くることがあります。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。

3.3.5.2. 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。

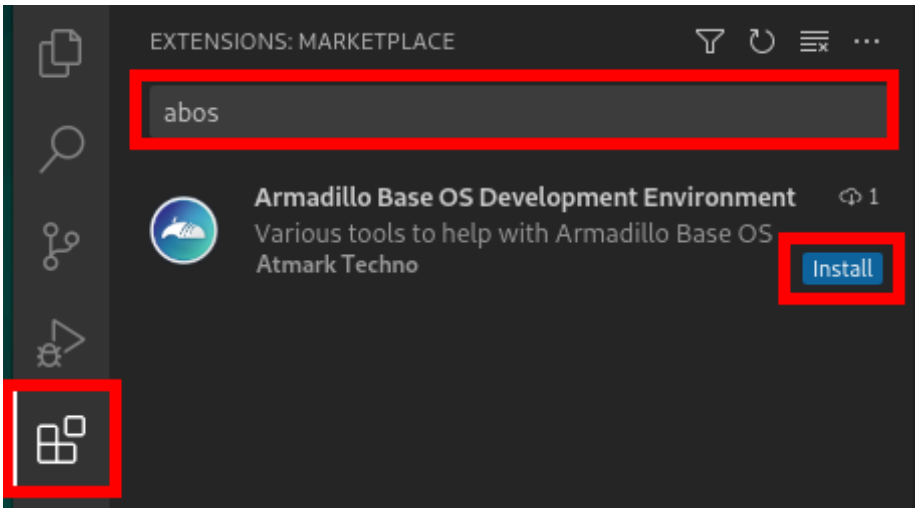


図 3.22 VSCode に開発用エクステンションをインストールする

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。

3.3.6. VSCode を使用して Armadillo のセットアップを行う

ここでは VSCode を使用した Armadillo のセットアップ方法を紹介します。

3.3.6.1. initial_setup.swu の作成

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] を実行すると、initial_setup.swu が作成されます。

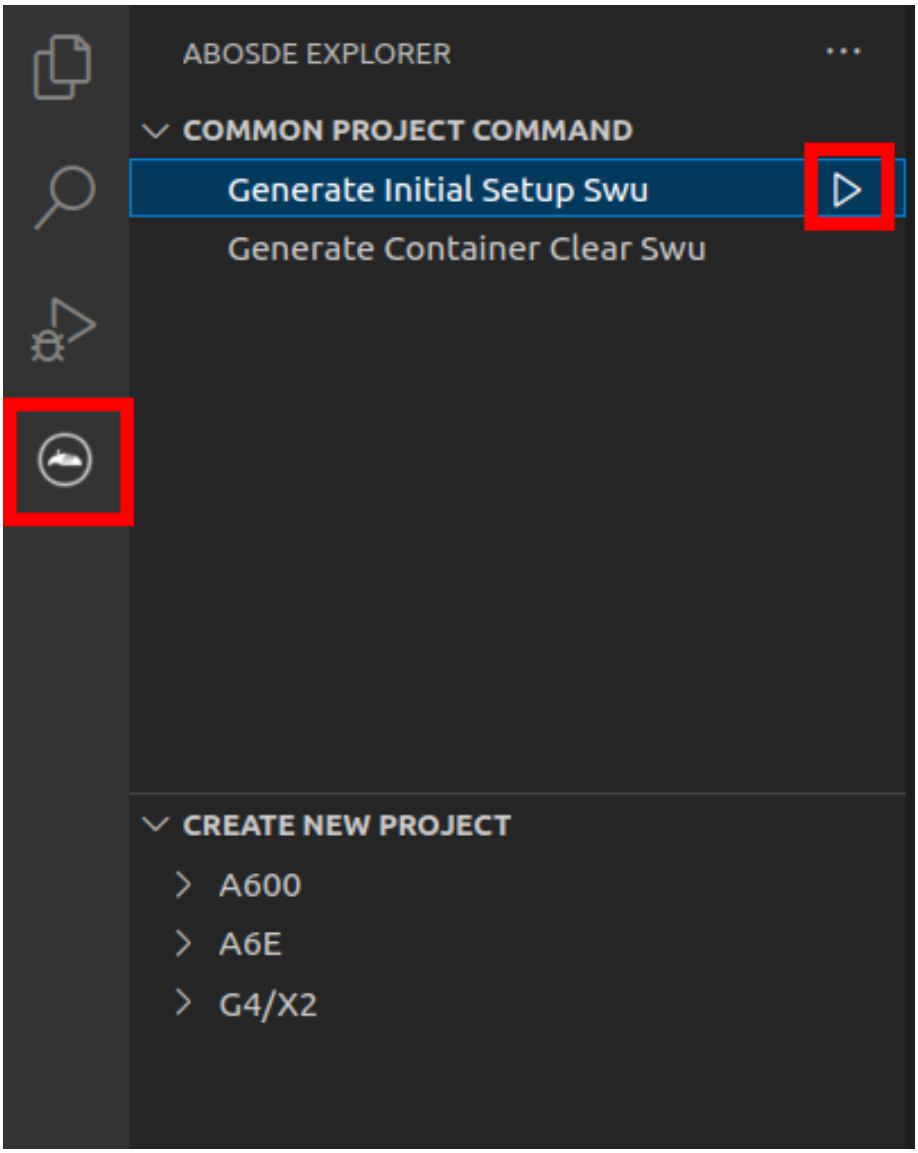


図 3.23 initial_setup.swu を作成する

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 3.24. 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
証明書のコモンネーム(一般名)を入力してください: [COMMON_NAME] ❶
証明書の鍵のパスワードを入力ください（4-1024 文字）❷
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）❸
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）❹
```

```
root パスワード: ❺
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）: ❻
atmark のパスワード（確認）:
Base0S/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) ❼
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）: ❽
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 ❾
```

図 3.24 initial_setup.swu 初回生成時の各種設定

❶ 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。

❷ 証明鍵を保護するパスフレーズを 2 回入力します。

❸ swu イメージ自体を暗号化する場合に「y」を入力します。詳細は 「6.7. SWUpdate と暗号化について」 を参考にしてください。

❹ 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。

❺ root のパスワードを 2 回入力します。

❻ 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。

❼ 自動アップデートを無効のままで進みます。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。

❽ abos-web を使用する場合はパスワードを設定してください。

❾ 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 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へ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。

3.3.7. 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/

3.3.7.1. 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-640 購入製品登録

https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-640/register

3.4. ハードウェアの設計

Armadillo-640 の機能拡張や信頼性向上のための設計情報について説明します。

3.4.1. 信頼性試験データについて

Armadillo-640 の各種信頼性試験データを、「アットマークテクノ Armadillo サイト」から「購入者向けの限定公開データ」としてダウンロード可能ですのでご確認ください。

3.4.2. 放射ノイズ

CON11(LCD 拡張インターフェース)を使用して、Armadillo-640 と拡張基板を接続すると、放射ノイズが問題になる場合があります。特に、オーディオアンプのような電力が大きく変動するデバイスを拡張基板に搭載する場合、FFC の GND 線の接続のみでは強い放射ノイズが発生する可能性があります。放射ノイズを減らすために、以下の対策が効果的です。

- シールド付 FFC を使用する
  - 長さが余る場合は、ケーブルを折りたたむ
  - シールドは拡張基板の GND に接続する
- Armadillo-640 の GND(固定穴等)と拡張基板の GND を太い導線や金属スペーサ等で接続する
- 未使用の拡張ピンは Low レベル出力とする
- 使用する拡張ピンはコンデンサ(1000pF 程度)を介して GND と接続する

3.4.3. ESD/雷サージ

Armadillo-640 の ESD 耐性を向上させるために、以下の対策が効果的です。

- Armadillo-640 を金属筐体に組み込み、GND(固定穴)を金属ねじ等で接続する
- 金属筐体を接地する

また、Armadillo-640 に接続されたケーブルが屋外に露出するような設置環境では、ケーブルに侵入した雷サージ等のストレスによりインターフェース回路が破壊される場合があります。ストレスへの耐性を向上させるには、以下の対策が効果的です。

- 通信対向機との GND 接続を強化する
- シールド付きのケーブルを使用する

3.4.4. 放熱

Armadillo Base OS には標準で、 CPU や SoC の温度をプロファイリングするソフトウェアが搭載されているので、温度設計にお役立てください。詳細は「6.13. 動作中の Armadillo の温度を測定する」を参照してください。

3.4.5. 拡張ボードの設計

Armadillo-640 の拡張インターフェース(CON8、CON9、CON14)には、複数の機能をもった信号線が接続されており、様々な機能拡張が可能です。

拡張インターフェースに接続する基板を設計する際の制限事項について、説明します。

3.4.5.1. ピンアサイン

Armadillo-640 では、「表 2.2. 仕様」の拡張インターフェースの欄にあるとおりの機能が拡張できます。ただし、ここに記載の拡張数は、優先的に機能を割り当てた場合の最大数ですので、必要な機能がすべて実現できるかは、『Armadillo-640 マルチプレクス表』で検討する必要があります。

マルチプレクス表では、各ピンに割り当て可能な機能の他に、リセット後の信号状態、プルアップ/ダウン抵抗の有無等の情報を確認することができます。

各機能の詳細な仕様が必要な場合は、NXP Semiconductors のホームページからダウンロード可能な、『i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual』をご確認ください。Armadillo-640 固有の情報を除いて、回路設計に必要な情報はこれらのマニュアルに、すべて記載されています。検索しやすいように、マルチプレクス表や「3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)」に i.MX 6ULL のピン名やコントローラー名を記載しておりますので、是非ご活用ください。

Armadillo-640 マルチプレクス表は 「Armadillo-640 マルチプレクス表」[https://armadillo.atmark-techno.com/resources/documents/armadillo-640/manual-multiplex]からダウンロードしてください。

3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)

CON8、CON9、CON14 は機能拡張用のインターフェースです。複数の機能(マルチプレクス)をもった i.MX6ULL の信号線、パワーマネジメント IC の ON/OFF 信号、i.MX6ULL の PWRON 信号等が接続されています。

複数箇所に割り当て可能な信号(USDHC2、UART1、ESPI1、I2C2 等)がありますが、同じ信号は複数ピンで同時利用できません。

表 3.5 CON8 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	GND	Power	電源(GND)
2	GND	Power	電源(GND)

表 3.6 CON9 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	GPIO1_IO22	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART2_CTS_B ピンに接続(CTS/RTS 信号線を利用する際の注意点)
2	GPIO1_IO23	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART2_RTS_B ピンに接続(CTS/RTS 信号線を利用する際の注意点)
3	GPIO1_IO17	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART1_RX_DATA ピンに接続
4	GPIO1_IO31	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART5_RX_DATA ピンに接続
5	GPIO1_IO16	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART1_TX_DATA ピンに接続
6	GPIO1_IO30	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART5_TX_DATA ピンに接続
7	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
8	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
9	GND	Power	電源(GND)
10	GND	Power	電源(GND)
11	ONOFF	In	i.MX6ULL の ON/OFF 信号、オープンドレイン入力、i.MX6ULL の ONOFF ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 100kΩ プルアップ(VDD_SNVS_3V)されています。
12	PWRON	In	パワーマネジメント IC の PWRON 信号、オープンドレイン入力、パワーマネジメント IC の PWRON ピンと i.MX6ULL の PMIC_ON_REQ ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 100kΩ プルアップ(VDD_SNVS_3V)されています。
13	GPIO3_IO23	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA18 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
14	GPIO3_IO24	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA19 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
15	GPIO3_IO25	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA20 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
16	GPIO3_IO26	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA21 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
17	GPIO3_IO27	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA22 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
18	GPIO3_IO28	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA23 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
19	GND	Power	電源(GND)
20	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
21	USB2_DN	In/Out	USB マイナス側信号、i.MX6ULL の USB_OTG2_DN ピンに接続
22	USB2_DP	In/Out	USB プラス側信号、i.MX6ULL の USB_OTG2_DP ピンに接続
23	USB2_VBUS	Power	電源(USB_OTG2_VBUS)、i.MX6ULL の USB_OTG2_VBUS ピンに接続

ピン番号	ピン名	I/O	説明
24	USB2_EN	In	USB OTG2 の切り替え信号、(Low: USB OTG2 を CON9 で使用する、High: USB OTG2 を CON5 で使用する)、基板上で 10kΩ プルアップ (VCC_3.3V)されています。
25	GPIO4_IO06	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の NAND_DATA04 ピンに接続
26	GPIO4_IO07	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の NAND_DATA05 ピンに接続
27	GPIO4_IO08	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の NAND_DATA06 ピンに接続
28	GPIO4_IO09	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の NAND_DATA07 ピンに接続

CTS/RTS 信号線を利用する際の注意点

i.MX6ULL の CTS、RTS 信号は一般的な UART の信号と名前が逆になっています。誤接続に注意してください。

CON9 のブートモード設定ピンについて

CON9 の 17 ピン (GPIO3_IO27) 及び 18 ピン (GPIO3_IO28) は、i.MX6ULL の内蔵 ROM によるブートモード設定ピンを兼用しています。電源投入時、ブードモード設定のために、基板上のプルダウン抵抗で Low レベルの状態を保持しています。意図しない動作を引き起こす原因となるため、電源投入時から U-Boot が動作するまでは、Low レベルを保持した状態でご使用ください。ブートモード設定の詳細につきましては、NXP Semiconductors のホームページからダウンロード可能な『i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual』をご参照ください。

表 3.7 CON14 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
2	GND	Power	電源(GND)
3	GPIO1_IO20	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART2_TX_DATA ピンに接続
4	GPIO1_IO21	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の UART2_RX_DATA ピンに接続

3.4.6. 電気的仕様

3.4.6.1. 絶対最大定格

表 3.8 絶対最大定格

項目	記号	Min.	Max.	単位	備考
電源電圧	VCC_5V	-0.3	6.0	V	-
入出力電圧(USB 信号以外)	VI,VO	-0.3	OVDD +0.3	V	OVDD=VCC_3.3V
入力電圧(USB 信号)	VI_USB	-0.3	3.63	V	USB_OTG1_DP, USB_OTG1_DN, USB_OTG2_DP, USB_OTG2_DN
RTC バックアップ電源電圧	RTC_BAT	-0.3	3.6	V	-
使用温度範囲	Topr	-20	70	℃	結露なきこと

絶対最大定格は、あらゆる使用条件や試験状況において、瞬時でも超えてはならない値です。上記の値に対して余裕をもってご使用ください。

3.4.6.2. 推奨動作条件

表 3.9 推奨動作条件

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位	備考
電源電圧	VCC_5V	4.75	5	5.25	V	-
RTC バックアップ電源電圧	RTC_BAT	2.75 [a]	-	3.3	V	Topr=+25℃
使用温度範囲	Ta	-20	25	70	V	結露なきこと

[a]S/N: 009C00010001~009C00060102 の Armadillo-640 では、下限電圧 2.95V です。

3.4.6.3. 入出力インターフェースの電気的仕様

表 3.10 入出力インターフェース(電源)の電気的仕様

項目	記号	Min.	Typ.	Max.	単位	備考
5V 電源電圧	VCC_5V USB_OTG1_VBUS USB_OTG2_VBUS	4.75	5	5.25	V	-
3.3V 電源電圧	VCC_3.3V	3.102	3.3	3.498	V	-

表 3.11 入出力インターフェースの電気的仕様(OVDD = VCC_3.3V)

項目	記号	Min.	Max.	単位	備考
ハイレベル出力電圧	VOH	OVDD-0.15	OVDD	V	IOH = -0.1mA, -1mA
ローレベル出力電圧	VOL	0	0.15	V	IOL = 0.1mA, 1mA
ハイレベル入力電圧[a]	VIH	0.7×OVDD	OVDD	V	-
ローレベル入力電圧[a]	VIL	0	0.3×OVDD	V	-
ローレベル入力電圧(ONOFF 信号)	VIL	0	0.9	V	-
ローレベル入力電圧 (PWRON 信号)	VIL	0	0.5	V	-
ローレベル入力電圧 (EXT_RESET_B 信号)	VIL	0	0.19	V	-
入力リーク電流(no Pull-up/ Pull-down)	IIN	-1	1	μA	-
Pull-up 抵抗(5kΩ)	-	4	6	kΩ	-
Pull-up 抵抗(47kΩ)	-	37.6	56.4	kΩ	-
Pull-up 抵抗(100kΩ)	-	80	120	kΩ	-
Pull-down 抵抗(100kΩ)	-	80	120	kΩ	-

[a]オーバーシュートとアンダーシュートは 0.6V 以下でかつ 4ns を超えないようにしてください。

3.4.6.4. 電源回路の構成

電源回路の構成は次のとおりです。電源入力インターフェース(CON12 または CON13)からの入力電圧をパワーマネジメント IC(PMIC)で各電圧に変換し、内部回路および各インターフェースに供給しています。各インターフェースやスイッチング・レギュレータの最大出力電流値を超えないように、外部機器の接続、供給電源の設計を行なってください。

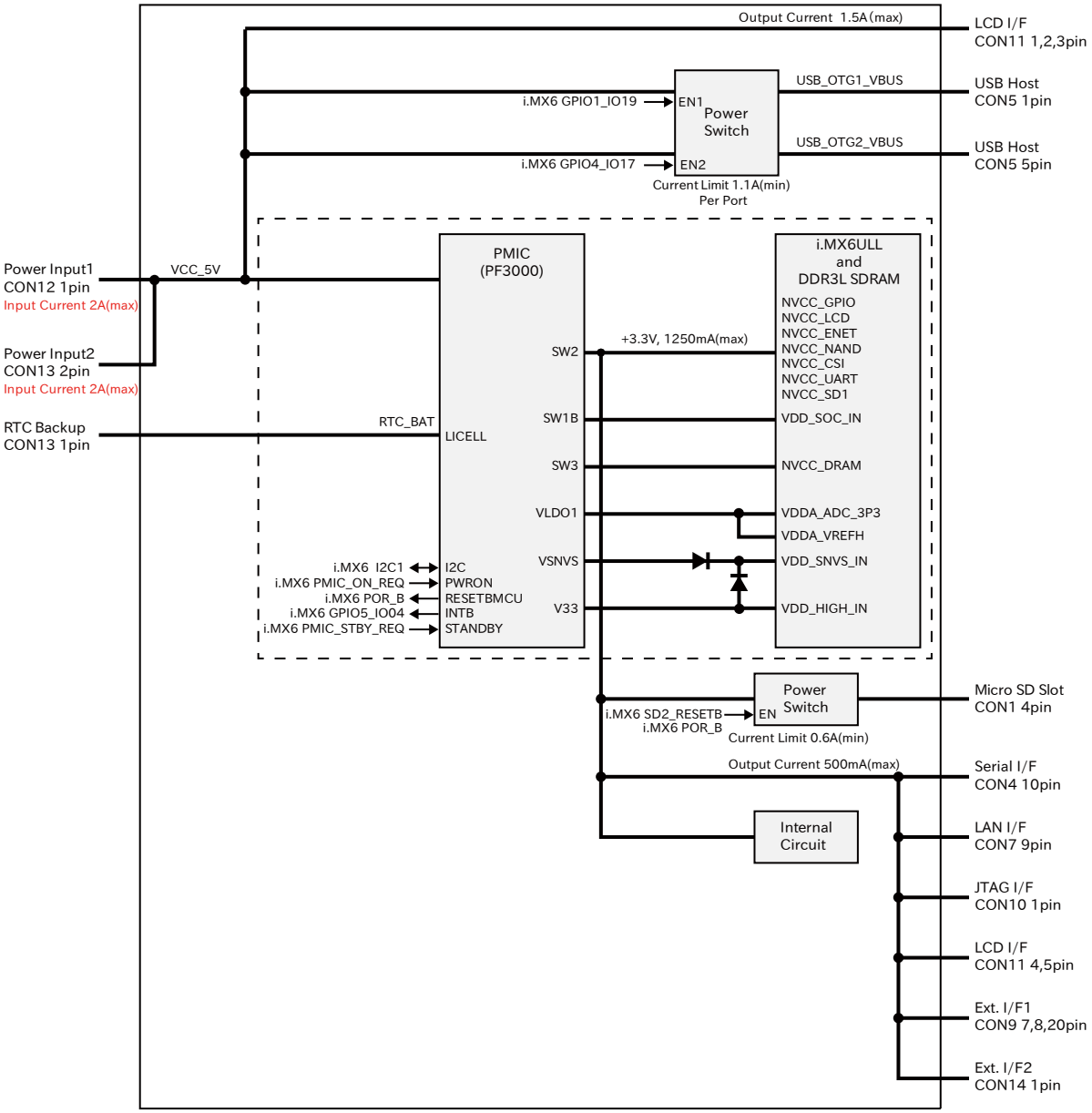


図 3.25 電源回路の構成

電源シーケンスは次のとおりです。

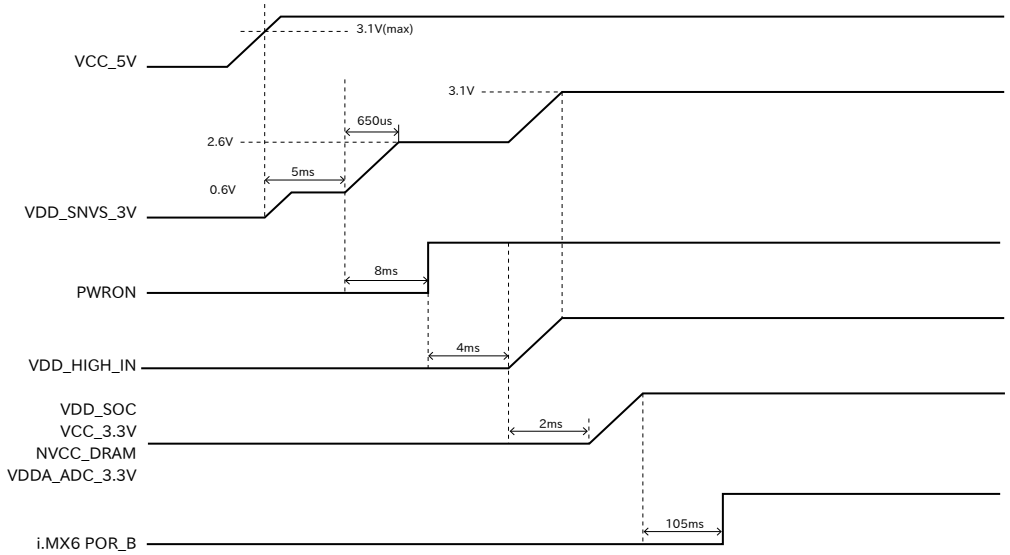


図 3.26 電源シーケンス

3.4.6.5. 外部からの電源制御

Armadillo-640 は、拡張インターフェースのピンを制御することにより電源をオンまたはオフに切り替えることができます。

ここでは、外部からの電源制御に必要な以下の項目を説明します。

- ONOFF ピンの制御
- PWRON ピンの制御
- RTC_BAT ピン
- ONOFF ピンの制御について

  ONOFF ピンは、一定時間以上 GND とショートすることで、Armadillo-640 の電源をオフまたはオンすることができます。外部から ONOFF ピンを制御する場合、電圧の印加はできませんのでオープンドレインなどの出力を接続し GND とショートする回路を接続してください。

  - 電源オンから電源オフに切り替える方法
    - ONOFF ピンを 5 秒以上 GND とショートすることで、電源がオフになります。
  - 電源オフから電源オンに切り替える方法
    - ONOFF ピンを 500 ミリ秒以上 GND とショートすることで、電源がオンになります。

連続して電源を切り替える場合、確実に動作させるため 5 秒以上空けてから ONOFF ピンを GND とショートしてください。

電源のオンまたはオフの状況は i.MX6ULL の低消費電力ドメイン(SNVS_LP)で保持されているため、電源オフの状態で 5V 電源入力を切ってもしばらくは電源オフであることを保持しています。そのため、すぐに電源を再入力した場合電源が入らない状態になる可能性があります。電源オフの状態で 5V 電源を再入力する場合は、確実に電源を入れるため、5 秒以上間隔を空けてから 5V 電源を入れてください。

電源のオンまたはオフの状況は RTC_BAT ピンからのバックアップ電源により保持されるため、RTC_BAT ピンにバックアップ電源を入力した状態で 5V 電源を切ったのち 5V 電源を再入力しても、5V 電源切断前の電源のオンまたはオフの状況が継続されます。

- PWRON ピンの制御について

  PWRON ピンは、GND とショートすることで、Armadillo-640 の電源を即座にオフすることができます。外部から PWRON ピンを制御する場合、電圧の印加はできませんのでオープンドレインなどの出力を接続し GND とショートする回路を接続してください。

  - 電源オンから電源オフに切り替える方法
    - PWRON ピンを GND とショートすることで、即座に電源がオフになります。
  - 電源オフから電源オンに切り替える方法
    - PWRON ピンをオープンにすることで、電源がオンになります。

- RTC_BAT ピンについて

  RTC_BAT ピンは、i.MX6ULL の低消費電力ドメインにある SRTC(Secure Real Time Clock)の外部バックアップインターフェースです。長時間電源が切断されても時刻データを保持させたい場合にご使用ください。

3.4.7. 形状図

3.4.7.1. 基板形状図

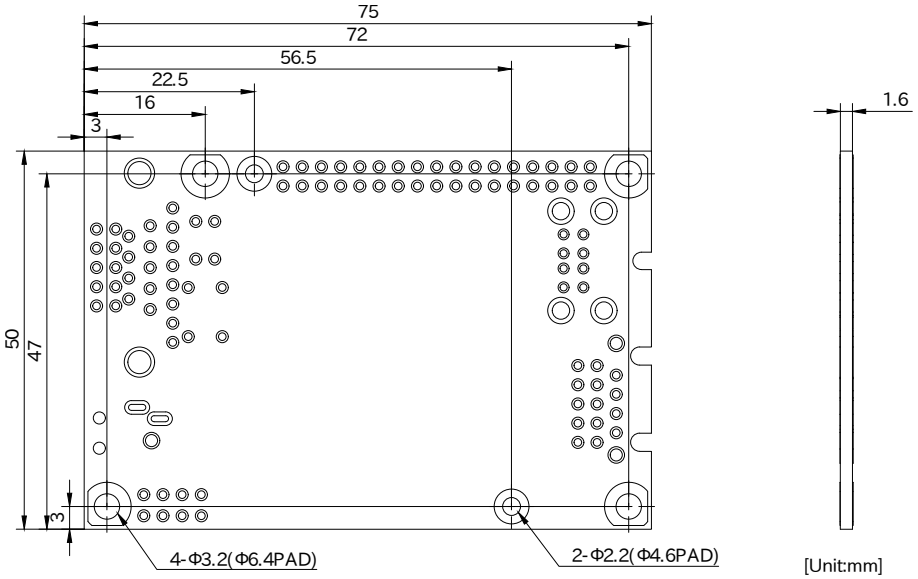


図 3.27 基板形状および固定穴寸法

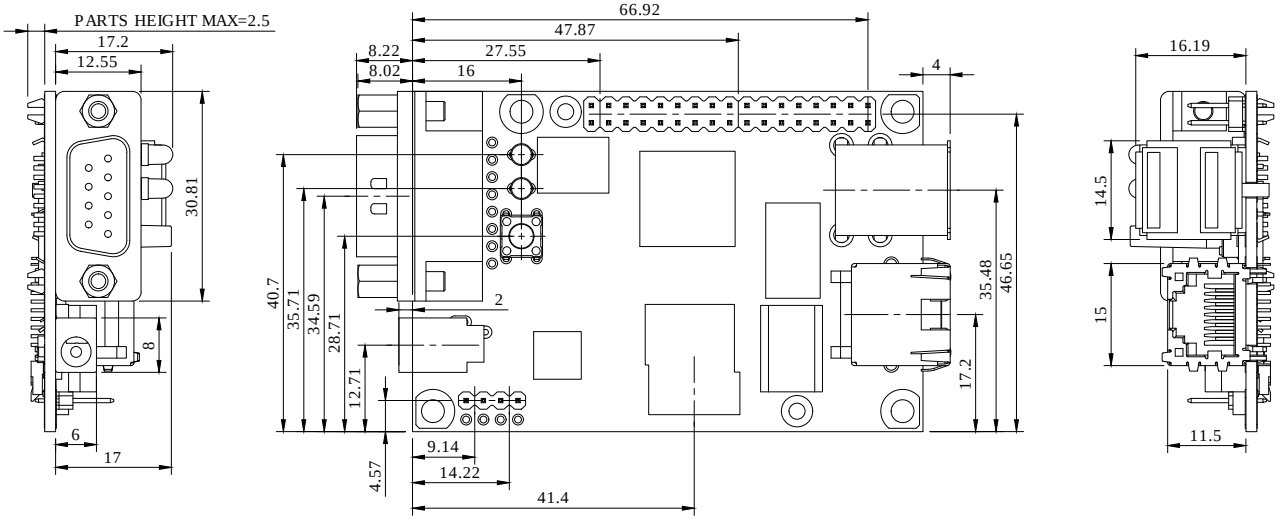


図 3.28 コネクタ中心寸法(A 面側)

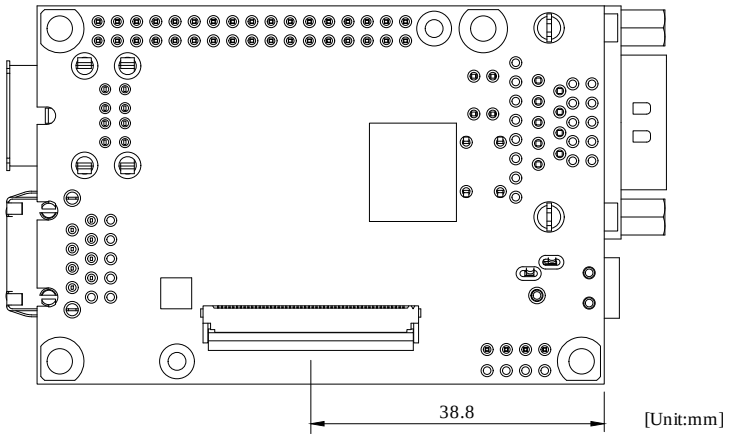


図 3.29 コネクタ中心寸法(B 面側)

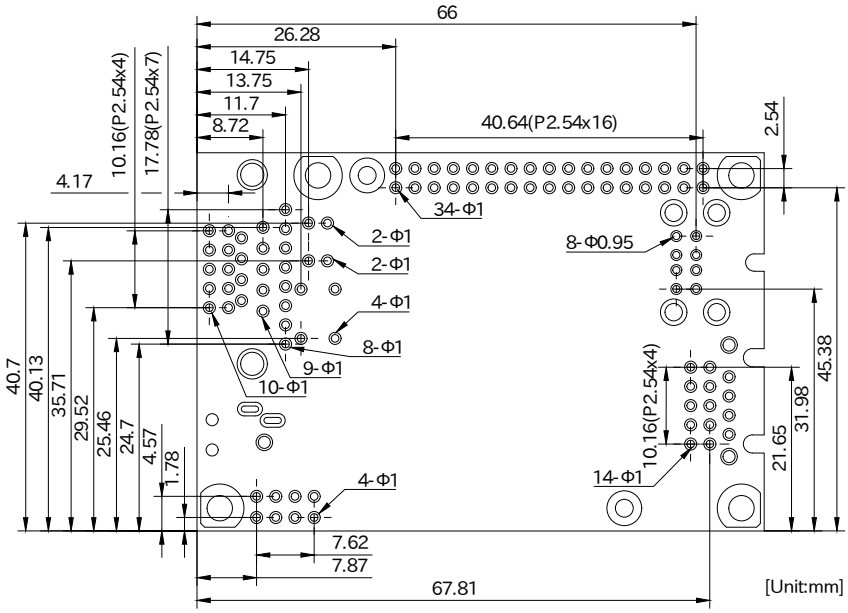


図 3.30 コネクタ穴寸法

基板改版や部品変更により、基板上の部品位置、高さは変更になることがあります。ケースや拡張基板を設計する場合、ある程度の余裕をもった寸法での設計をお願いいたします。

DXF 形式の形状図を「アットマークテクノ Armadillo サイト」から「購入者向けの限定公開データ」としてダウンロード可能です。

3.4.8. オプション品

Armadillo-640 のオプション品については、「6.24. オプション品」 を参照してください。

3.5. Device Tree をカスタマイズする

at-dtweb を利用して Device Tree をカスタマイズする方法を説明します。at-dtweb では、Web ブラウザ上のマウス操作で dtbo ファイルおよび desc ファイルを生成することができます。カスタマイズの対象は拡張インターフェース(CON9/CON14)および LCD 拡張インターフェース(CON11)です。

3.5.1. Linux カーネルソースコードの取得

at-dtweb を使用するためには、予め Linux カーネルのソースコードを用意しておく必要があります。

at-dtweb が必要とするのは Linux カーネルソースコード内の dts(Device Tree Source)ファイルと Makefile であり、Linux カーネルイメージのビルドをする必要はありません。そのため、ここでは Linux カーネルのビルドは行いません。

Linux カーネルのビルド手順については、「6.19.2. Linux カーネルをビルドする」を参照してください。

Armadillo Base OS 対応 Armadillo-640 Linux カーネル [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/abos-linux-kernel] から「Linux カーネル」ファイル (linux-at-a6-[VERSION].tar) をダウンロードして、次のコマンドを実行します。

```
[ATDE ~]$ tar xf linux-at-a6-[VERSION].tar
[ATDE ~]$ tar xf linux-at-a6-[VERSION]/linux-[VERSION].tar.gz
[ATDE ~]$ cd linux-[VERSION]
```

次のコマンドを実行して、デフォルトコンフィギュレーションを適用しておきます。

```
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ make ARCH=arm armadillo-640_defconfig
```

3.5.2. at-dtweb のインストール

ATDE9 に at-dtweb パッケージをインストールします。

```
[ATDE ~]$ sudo apt update
[ATDE ~]$ sudo apt install at-dtweb
```

インストール済みの場合は、以下のコマンドを実行し最新版への更新を行ってください。

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

3.5.3. at-dtweb の起動

1. at-dtweb の起動開始

   at-dtweb の起動を開始するには、デスクトップ左上のアプリケーションの「システムツール」から「at-dtweb」を選択してください。

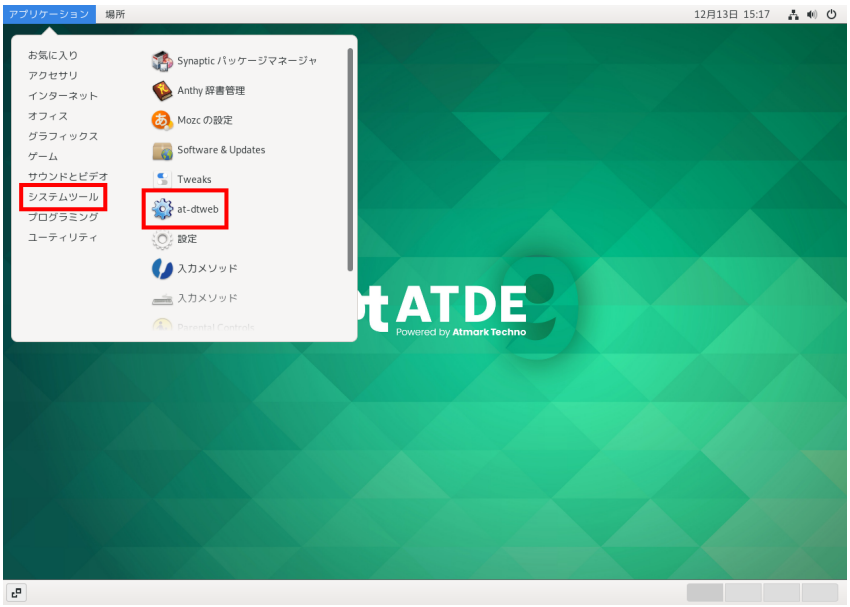


図 3.31 at-dtweb の起動開始

コマンドライン上からでも、at-dtweb コマンドで起動できます。

```
[ATDE ~]$ at-dtweb
```

1. ボードの選択

   ボードを選択します。Armadillo-640 を選択して、「OK」をクリックします。

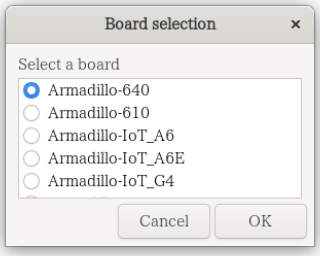


図 3.32 ボード選択画面

2. Linux カーネルディレクトリの選択

   Linux カーネルディレクトリを選択します。コンフィギュレーション済みの Linux カーネルディレクトリを選択して、「OK」をクリックします。

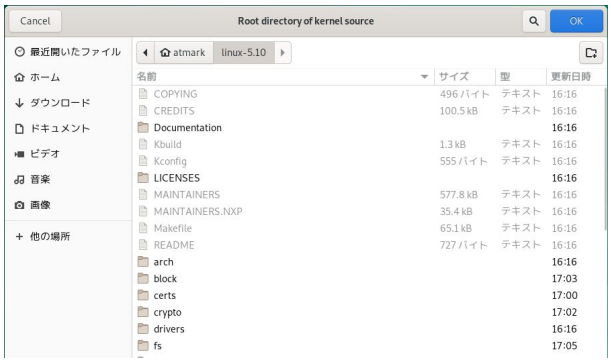


図 3.33 Linux カーネルディレクトリ選択画面

3. at-dtweb の起動完了

   at-dtweb が起動し、次のように画面が表示されます。

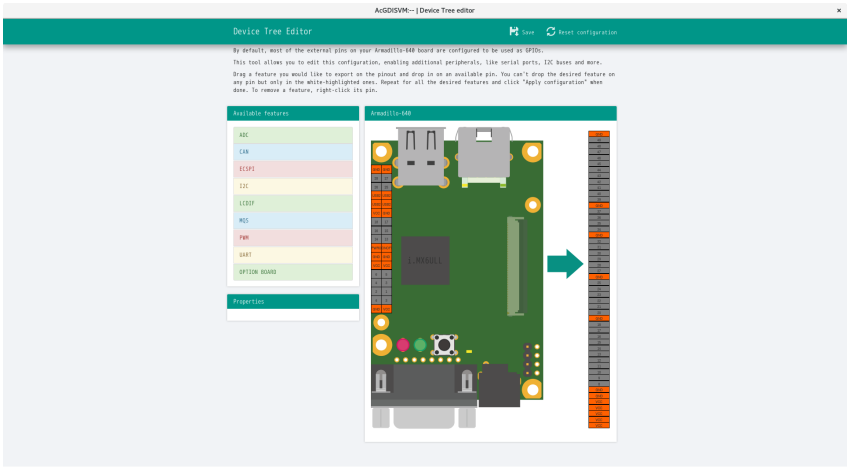


図 3.34 at-dtweb 起動画面

3.5.4. Device Tree をカスタマイズ

3.5.4.1. 機能の選択

機能の選択は、ドラッグ&ドロップで行います。画面左上の「Available features」から有効にしたい機能をドラッグし、画面右側の「Armadillo-640」の白色に変化したピンにドロップします。例として CON9 3/5 ピンを UART1(RXD/TXD)に設定します。

何も機能が選択されていないピンには GPIO の機能が割り当てられます。

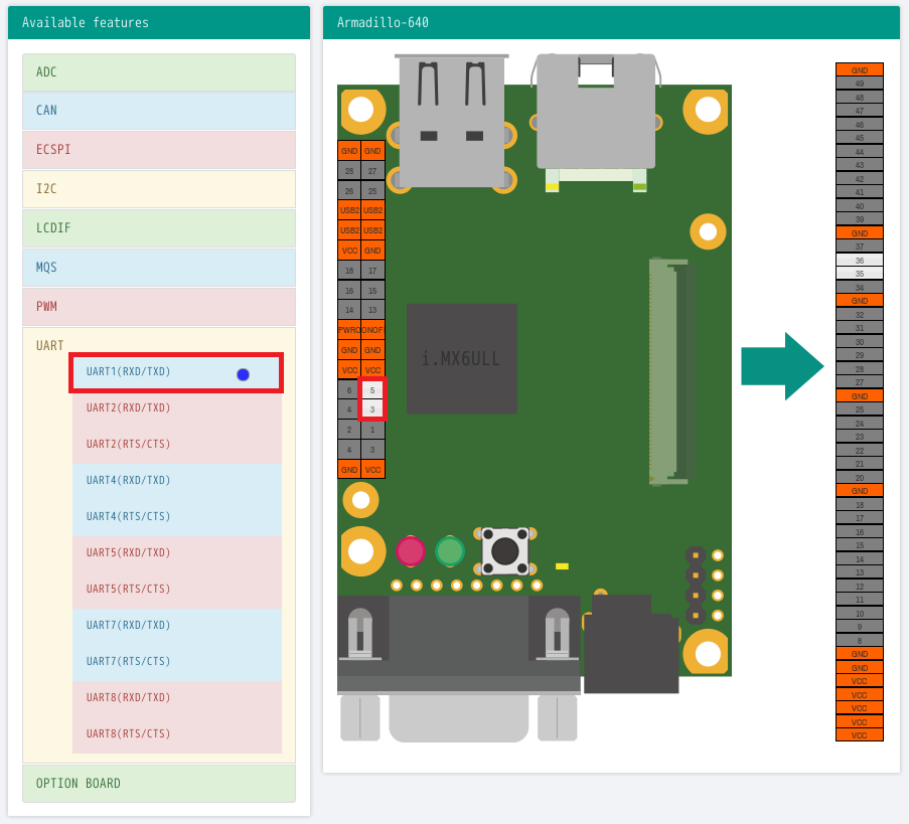


図 3.35 UART1 (RXD/TXD)のドラッグ

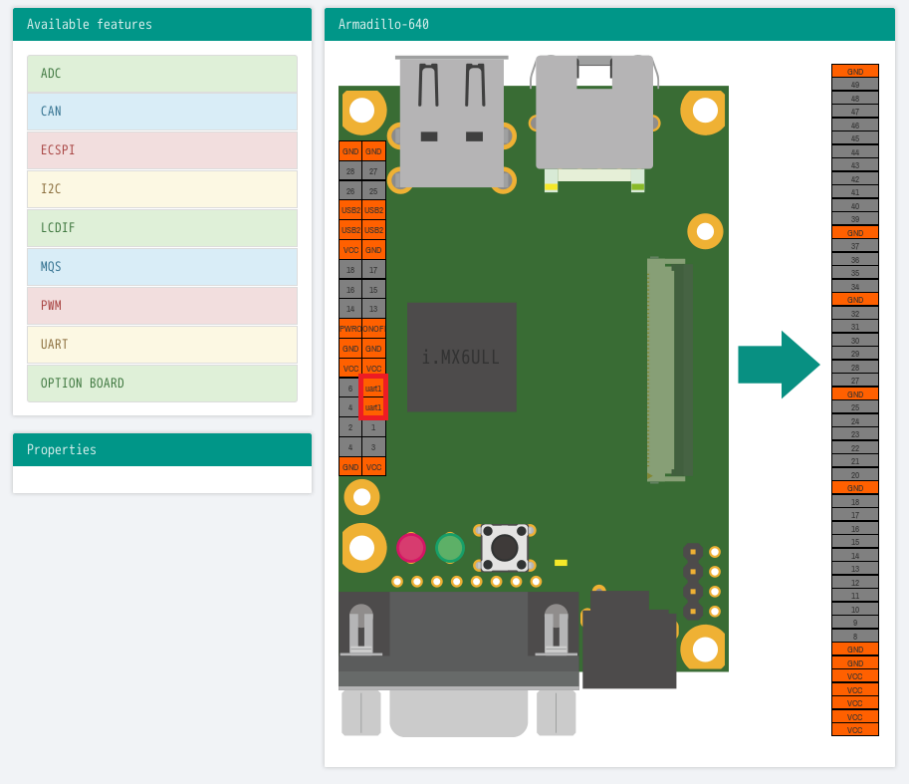


図 3.36 CON9 3/5 ピンへのドロップ

3.5.4.2. 信号名の確認

画面右側の「Armadillo-640」にドロップして設定したピンを左クリックすると信号名が表示されます。どのピンがどの信号に対応しているのかを確認することができます。

例として UART1(RXD/TXD) の信号名を確認します。

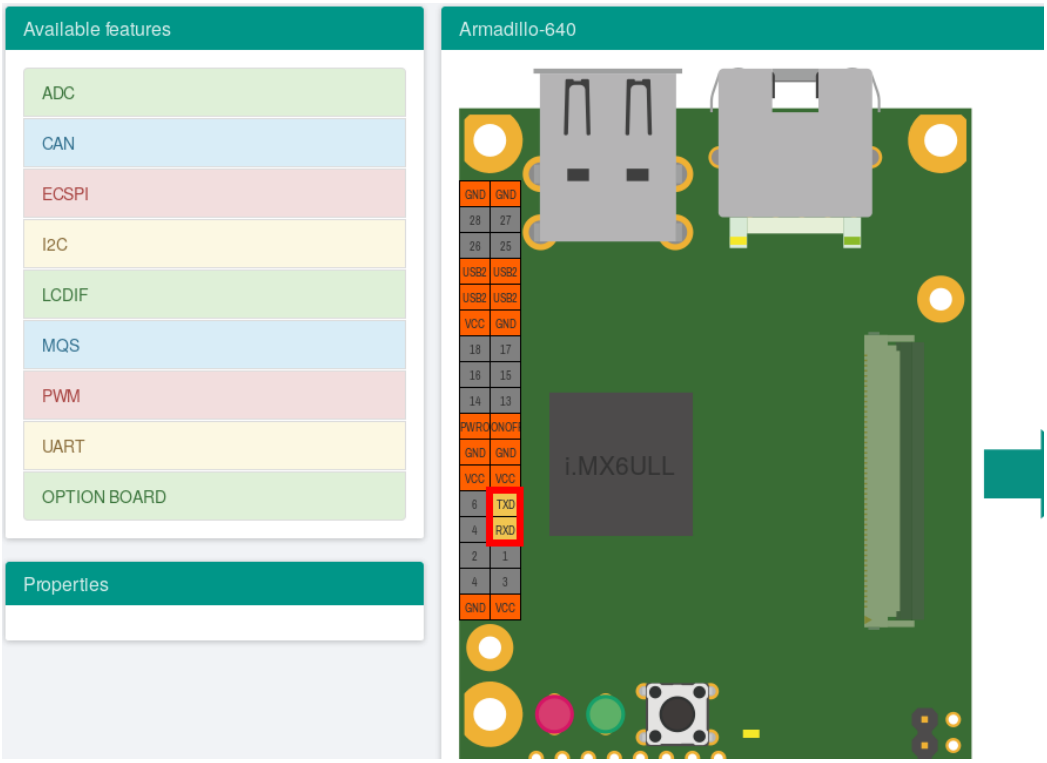


図 3.37 信号名の確認

再度ピンを左クリックすると機能名の表示に戻ります。

3.5.4.3. プロパティの設定

いくつかの機能にプロパティを設定することができます。画面右側の「Armadillo-640」に選択した機能を左クリックすると、画面左下の「Properties」からプロパティを選択することができます。

例として CON9 4/6 ピンの I2C2(SCL/SDA)の clock_frequency プロパティを設定します。

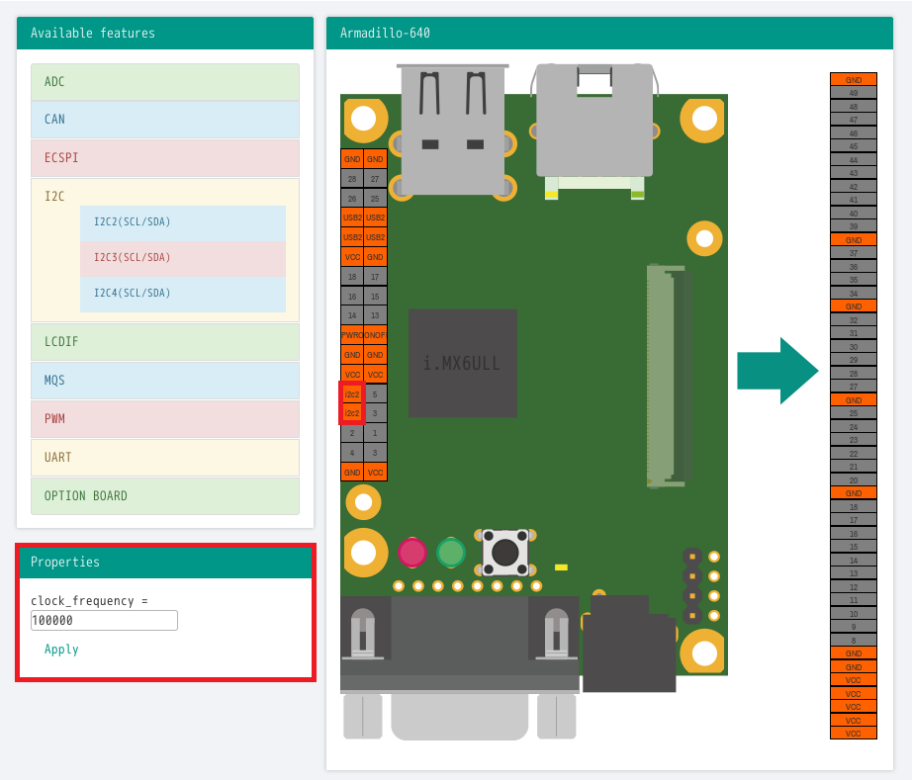


図 3.38 プロパティの設定

設定したプロパティを確定させるには「Apply」をクリックします。

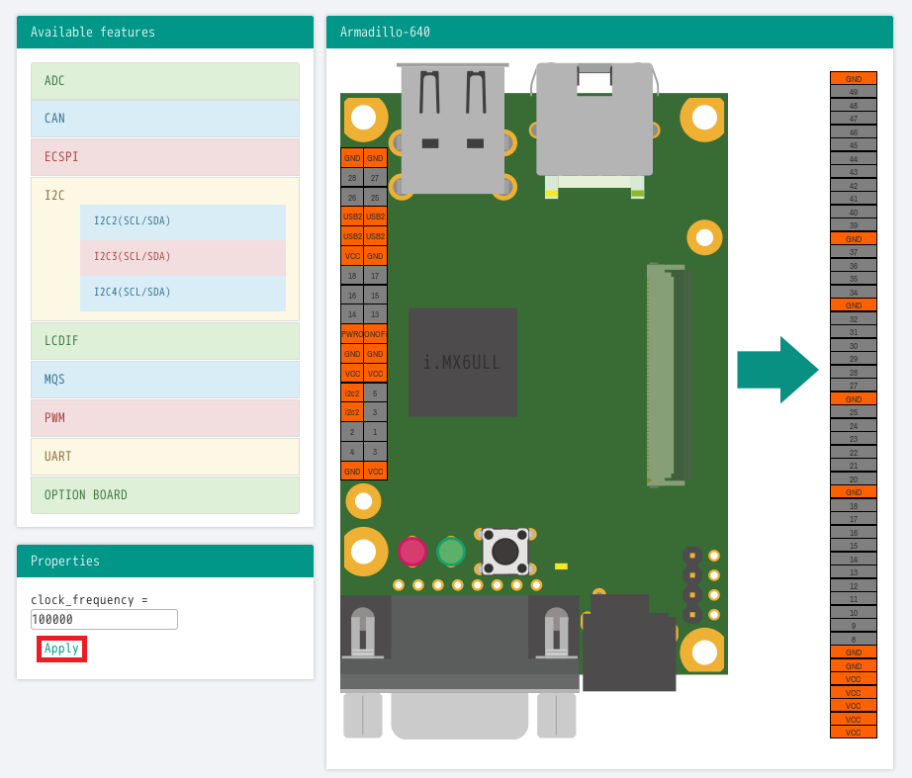


図 3.39 プロパティの保存

3.5.4.4. 機能の削除

全ての機能を削除する場合は、画面右上の「Reset configuration」をクリックします。機能ごとに削除する場合は、画面右側の「Armadillo-640」のピンを右クリックして「Remove」をクリックします。

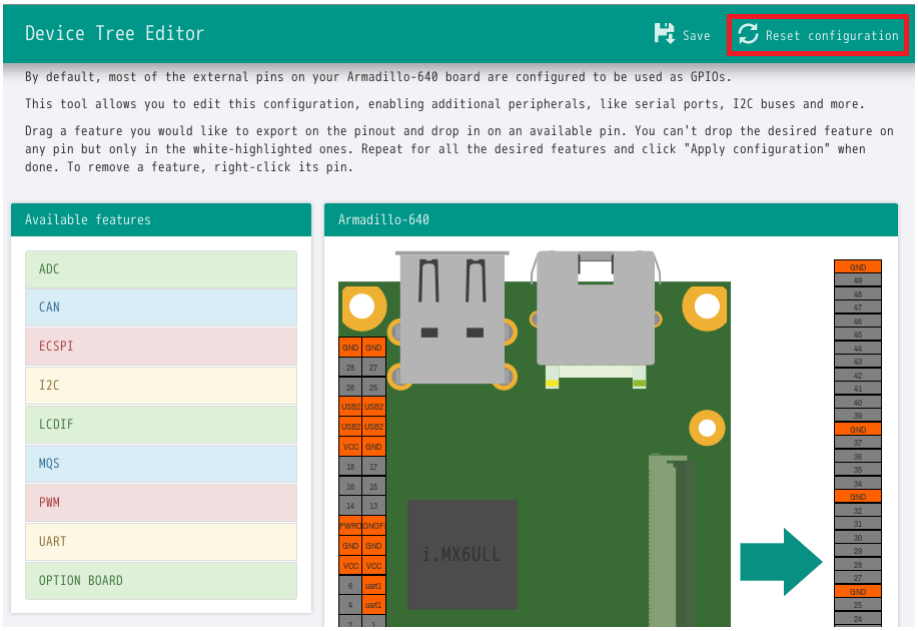


図 3.40 全ての機能の削除

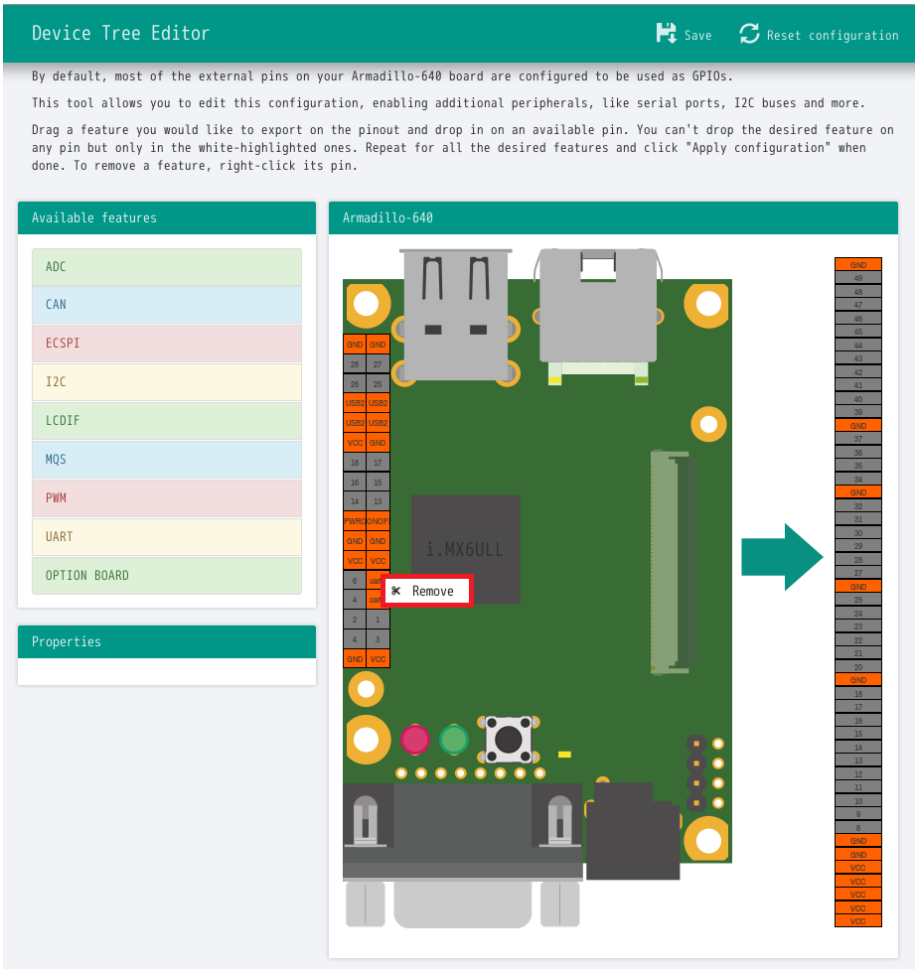


図 3.41 UART1(RXD/TXD)の削除

3.5.4.5. Device Tree のファイルの生成

Device Tree のファイルを生成するには、画面右上の「Save」をクリックします。

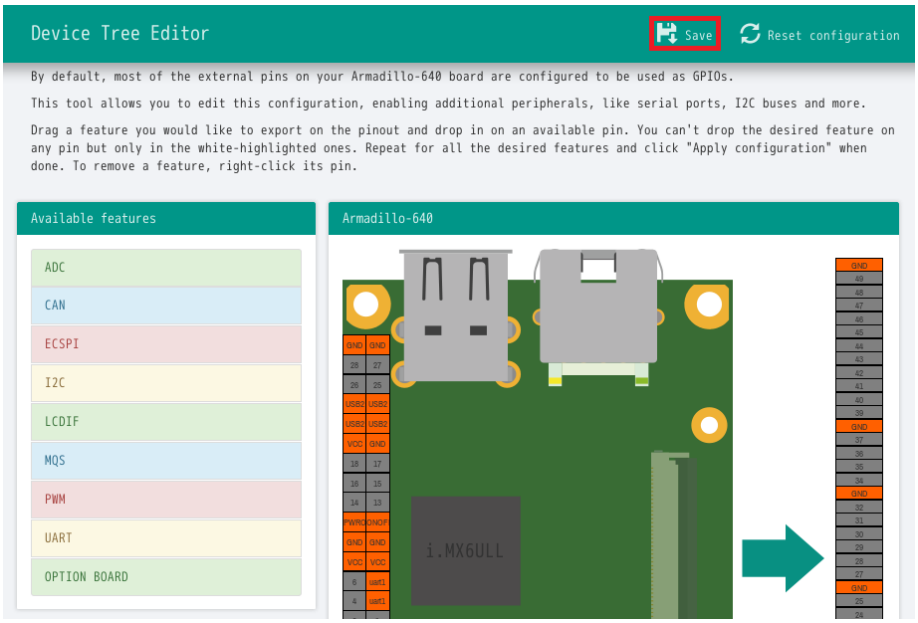


図 3.42 DTS/DTB の生成

以下の画面ようなメッセージが表示されると、dtbo ファイルおよび desc ファイルの生成は完了です。

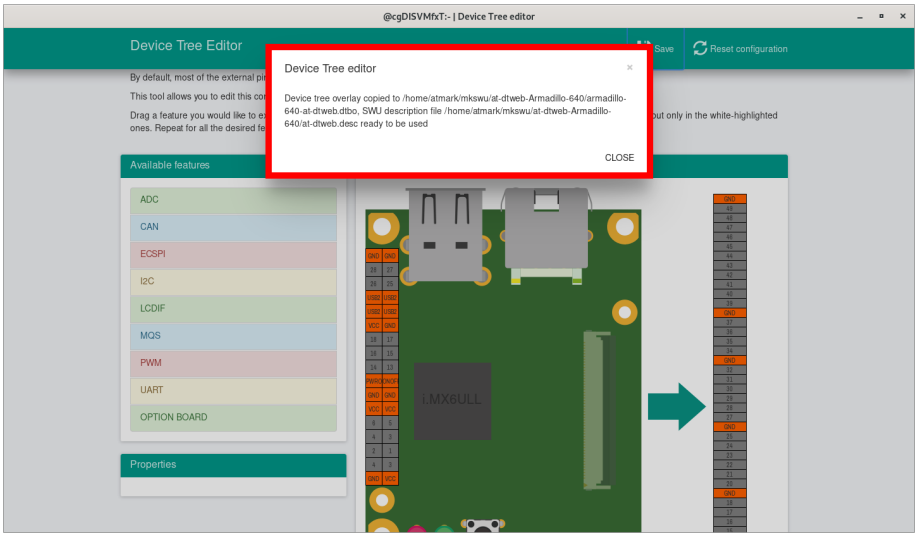


図 3.43 dtbo/desc の生成完了

ビルドが完了するとホームディレクトリ下の mkswu/at-dtweb-Armadillo-640 ディレクトリに、DT overlay ファイル(dtbo ファイル)と desc ファイルが生成されます。Armadillo-640 本体に書き込む場合は、mkswu コマンドで desc ファイルから SWU イメージを生成してアップデートしてください。

```
[ATDE ~]$ ls ~/mkswu/at-dtweb-Armadillo-640
armadillo-640-at-dtweb.dtbo  update_overlays.sh
at-dtweb.desc                update_preserve_files.sh
[ATDE ~]$ cd ~/mkswu/at-dtweb-Armadillo-640
[ATDE ~]$ mkswu at-dtweb.desc ❶
Enter pass phrase for /home/atmark/mkswu/swupdate.key:
at-dtweb.swu を作成しました。
```

❶ SWU イメージを生成します。

SWU イメージを使ったアップデートの詳細は 「3.2.3. アップデート機能について」 を参照してください。

3.5.5. DT overlay によるカスタマイズ

Device Tree は「DT overlay」(dtbo) を使用することでも変更できます。

DT overlay を使用することで、通常の dts の更新が自動的に入りつづける状態で dts の変更でしかできない設定を行うことができます。

/boot/overlays.txt に fdt_overlays を dtbo 名で設定することで、u-boot が起動時にその DT overlay を通常の dtb と結合して起動します。

複数の DT overlay を使う場合は以下の例のようにスペースで別けたファイル名を記載することができます。

```
[armadillo ~]# vi /boot/overlays.txt ❶
fdt_overlays=armadillo-640-lcd70ext-l00.dtbo armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo

[armadillo ~]# persist_file -vp /boot/overlays.txt ❷
'/boot/overlays.txt' -> '/mnt/boot/overlays.txt'
Added "/boot/overlays.txt" to /etc/swupdate_preserve_files

[armadillo ~]# reboot ❸
:(省略)
Applying fdt overlay: armadillo-640-lcd70ext-l00.dtbo ❹
Applying fdt overlay: armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo
:(省略)
```

図 3.44 /boot/overlays.txt の変更例

❶ /boot/overlays.txt ファイルに「armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo」を追加します。ファイルが存在しない場合は新規に作成してください。このファイルの詳細については 「3.5.5. DT overlay によるカスタマイズ」 を参照してください。

❷ /boot/overlays.txt を保存し、アップデートの場合でも保存します。

❸ overlay の実行のために再起動します。

❹ シリアルコンソールの場合に、u-boot によるメッセージを確認できます。

3.5.5.1. 提供している DT overlay

以下の DT overlay を用意しています：

- armadillo-640-lcd70ext-l00.dtbo: LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶を接続する場合にご使用ください。
- armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo: Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュール または、Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール WLAN コンボ対応、Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュールを接続する場合にご使用ください。

- armadillo-600-button-enter.dtbo: SW1 の動作を Debian 版と同じにします。 SW1 の押下を ENTER キーのリリースに割り当てます。

at-dtweb で作成した armadillo-640-at-dtweb.dtbo と同時にこれらの dtbo を使用する場合、at-dtweb で設定した内容との間で設定の競合が発生し、正しく動作しない場合があります。

3.6. インターフェースの使用方法とデバイスの接続方法

Armadillo を用いた開発に入る前に、開発するシステムに接続する必要のある周辺デバイスをこのタイミングで接続しておきます。

「図 3.45. Armadillo-640 のインターフェース」に Armadillo-640 の各インターフェースの位置を、「表 3.12. Armadillo-640 インターフェース一覧 」に各インターフェースの概要を示します。

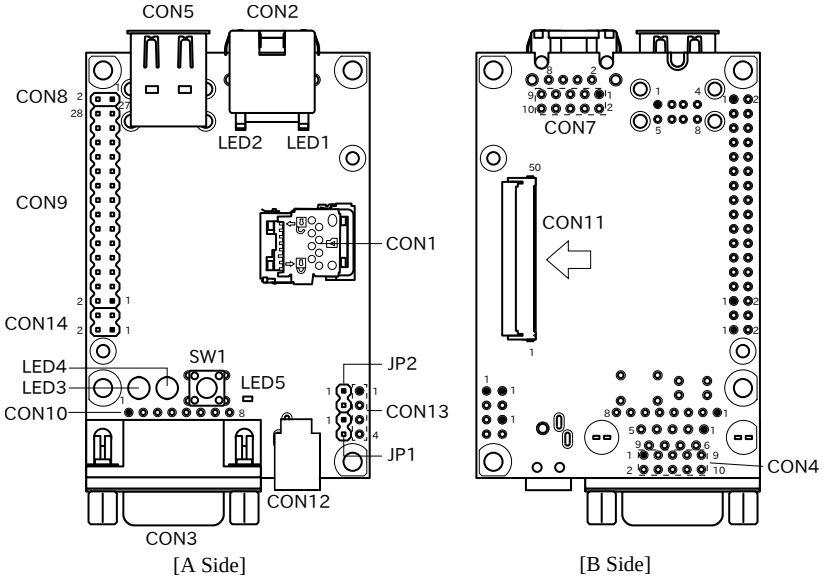


図 3.45 Armadillo-640 のインターフェース

表 3.12 Armadillo-640 インターフェース一覧 [a]

部品番号	インターフェース名	型番	メーカー
CON1	SD インターフェース	SDHK-8BNS-K-303-TB(HF)	J.S.T.Mfg.
CON2	LAN インターフェース	TM11R-5M2-88-LP	HIROSE ELECTRIC
CON7		A1-10PA-2.54DSA(71)	HIROSE ELECTRIC
CON3	シリアルインターフェース	XM2C-0942-132L	OMRON
CON4		A1-10PA-2.54DSA(71)	HIROSE ELECTRIC
CON5	USB インターフェース	UBA-4RS-D14T-4D(LF)(SN)	J.S.T.Mfg.
CON8	拡張インターフェース	A1-34PA-2.54DSA(71)	HIROSE ELECTRIC
CON9			
CON14			
CON10	JTAG インターフェース	A2-8PA-2.54DSA(71)	HIROSE ELECTRIC
CON11	LCD 拡張インターフェース	XF2M-5015-1A	OMRON
CON12	電源入力インターフェース	HEC3600-016110	HOSIDEN
CON13		A2-4PA-2.54DSA(71)	HIROSE ELECTRIC

部品番号	インターフェース名	型番	メーカー
JP1	起動デバイス設定ジャンパ	A2-4PA-2.54DSA(71)	HIROSE ELECTRIC
JP2			
LED1	LAN スピード LED	SML-310MTT86	ROHM
LED2	LAN リンクアクティビティ LED	SML-310YTT86	ROHM
LED3	ユーザー LED(赤)	SLR-342VC3F/LK-12	ROHM/MAC8
LED4	ユーザー LED(緑)	SLR-342MC3F/LK-12	ROHM/MAC8
LED5	ユーザー LED(黄)	SML-310YTT86	ROHM
SW1	ユーザースイッチ	SKHHDJA010	ALPS ELECTRIC

[a]部品の実装、未実装を問わず、搭載可能な部品型番を記載しています。

以下では、各デバイスの接続方法、仕様及び使用方法について紹介していきます。

3.6.1. 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。

3.6.1.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 の SD ホストは、i.MX6ULL の uSDHC (Ultra Secured Digital Host Controller) を利用しています。

Armadillo-640 では、オンボード microSD コネクタ (CON1) が uSDHC2 を利用しています。

機能

- 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。

SD 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 CON1 、 CON9 、 CON11 で利用可能ですが、排他利用となります。

表 3.13 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(VCC_3.3V)
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

3.6.1.2. 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。

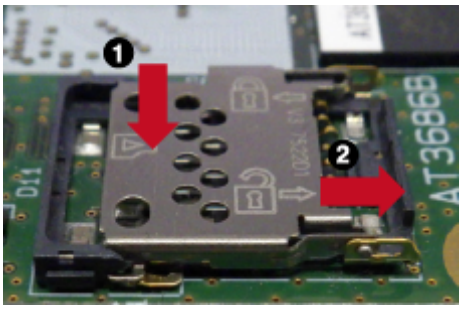


図 3.46 カバーのロックを解除する

2. カバーを開けます。

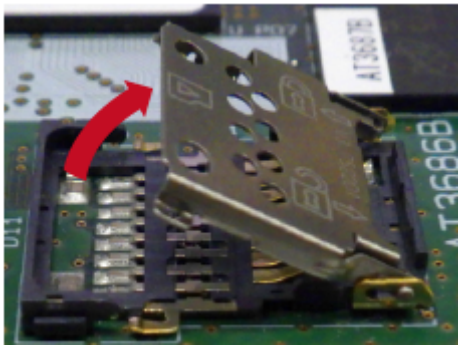


図 3.47 カバーを開ける

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 3.48 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。

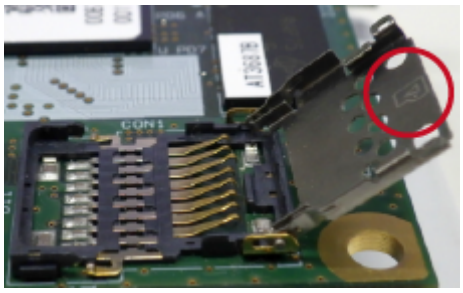


図 3.49 カードマークの確認

4. カバーを閉めます。

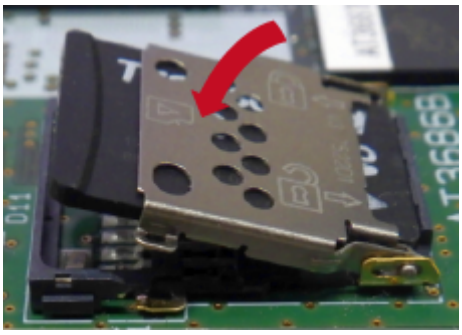


図 3.50 カバーを閉める

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。

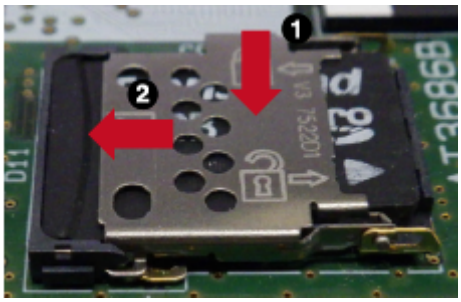


図 3.51 カバーをロックする

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。

3.6.1.3. ソフトウェア仕様

デバイスファイル	・ /dev/mmcblk1

3.6.1.4. 使用方法

ここでは、 sd_example という名称の alpine ベースのコンテナを作成し、その中で microSD カードを使用します。必要なコンテナイメージは予め `podman pull` している前提で説明します。

CON1 に microSD カードを挿入してください。

/etc/atmark/containers/sd_example.conf というファイルを以下の内容で作成します。

```
set_image docker.io/alpine
add_hotplugs mmc ❶
add_args --cap-add=SYS_ADMIN ❷
set_command sleep infinity
```

❶ add_hotplugs に mmc を指定することで、 コンテナ内で microSD カードをホットプラグで認識します

❷ コンテナ内で microSD カードをマウントするための権限を与えます

コンテナを起動し、コンテナの中に入ります。

```
[armadillo]# podman_start sd_example
Starting 'sd_example'
1d93ecff872276834e3c117861f610a9c6716c06eb95623fd56aa6681ae021d4

[armadillo]# podman exec -it sd_example sh
[container]#
```

コンテナ内で microSD カードは、 /dev/mmcblk1 として認識されますので /mnt にマウントします。

```
[container]# mount /dev/mmcblk1p1 /mnt
```

ストレージの使用方法については、「6.11. ストレージの操作」もあわせて参照してください。

3.6.2. Ethernet を使用する

3.6.2.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 の Ethernet (LAN) は、i.MX6ULL の ENET(10/100-Mbps Ethernet MAC)を利用しています。

Armadillo-640 では、LAN インターフェース(CON7)が ENET を利用しています。

機能

- 通信速度: 100Mbps (100BASE-TX), 10Mbps (10BASE-T)
- 通信モード: Full-Duplex (全二重), Half-Duplex (半二重)
- Auto Negotiation サポート
- キャリア検知サポート
- リンク検出サポート

インターフェース仕様(CON2、CON7)

CON2、CON7 は 10BASE-T/100BASE-TX に対応した LAN インターフェースです。カテゴリ 5 以上の Ethernet ケーブルを接続することができます。AUTO-MDIX 機能を搭載しており、ストレートケーブルまたはクロスケーブルを自動認識して送受信端子を切り替えます。

信号線は Ethenet PHY(LAN8720AI-CP/Microchip Technology)を経由して i.MX6ULL の Ethernet コントローラ(ENET1)に接続されています。

表 3.14 CON2 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	TX+	In/Out	送信データ(+)、CON7 の 1 ピンと共通
2	TX-	In/Out	送信データ(-)、CON7 の 4 ピンと共通
3	RX+	In/Out	受信データ(+)、CON7 の 3 ピンと共通
4	-	-	CON2 の 5 ピンと接続後に 75Ω 終端、CON7 の 5 ピンと共通
5	-	-	CON2 の 4 ピンと接続後に 75Ω 終端、CON7 の 5 ピンと共通
6	RX-	In/Out	受信データ(-)、CON7 の 6 ピンと共通
7	-	-	CON2 の 8 ピンと接続後に 75Ω 終端、CON7 の 7 ピンと共通

ピン番号	ピン名	I/O	説明
8	-	-	CON2 の 7 ピンと接続後に 75Ω 終端、CON7 の 7 ピンと共通

表 3.15 CON7 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	TX+	In/Out	送信データ(+)
2	LINK_ACTIVITY_LED	Out	LINK/ACTIVITY 表示 (High: リンクが確立されている、Low: リンクが確立されていない、Pulse：リンクが確立されており、データを送受信している)
3	RX+	In/Out	受信データ(+)
4	TX-	In/Out	送信データ(-)
5	-	-	75Ω 終端、CON2 の 4、5 ピンと共通
6	RX-	In/Out	受信データ(-)
7	-	-	75Ω 終端、CON2 の 7、8 ピンと共通
8	SPEED_LED	Out	SPEED 表示 (High: 10Mbps または Ethernet ケーブル未接続、Low: 100Mbps)
9	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
10	GND	Power	電源(GND)

CON2 と CON7 は、共通の信号が接続されており、同時に使用することはできません。どちらか一方のコネクタでのみ、ご使用ください。

インターフェース仕様(LED1、LED2)

LED1、LED2 は LAN インターフェースのステータス LED です。CON2 の上部に表示されます。信号線は Ethenet PHY(LAN8720AI-CP/Microchip Technology)の LED ピンに接続されています。

表 3.16 LAN LED の動作

LED	名称(色)	状態	説明
LED1	LAN スピード LED(緑)	消灯	10Mbps で接続されている、もしくは Ethernet ケーブル未接続
		点灯	100Mbps で接続されている
LED2	LAN リンクアクティビティ(黄)	消灯	リンクが確立されていない
		点灯	リンクが確立されている
		点滅	リンクが確立されており、データを送受信している

3.6.2.2. ソフトウェア仕様

ネットワークデバイス
- eth0

3.6.2.3. 使用方法

ネットワークの設定方法については「3.8. ネットワーク設定」を参照してください。

3.6.3. UART を使用する

3.6.3.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 のシリアルは、i.MX6ULL の UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) を利用しています。

Armadillo-640 の標準状態では、UART1 (CON9) をコンソールとして利用しています。CON3、CON4 や拡張インターフェース(CON9、CON14)及び、 LCD 拡張インターフェース(CON11)に最大 6 ポート拡張可能です。拡張インターフェースの仕様については「3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)」を、LCD 拡張インターフェースの仕様については「3.6.15. LCD を使用する」参照してください。

フォーマット
- データビット長: 7 or 8 ビット
- ストップビット長: 1 or 2 ビット
- パリティ: 偶数 or 奇数 or なし
- フロー制御: CTS/RTS or XON/XOFF or なし
- 最大ボーレート:230.4kbps

インターフェース仕様(CON3、CON4)

CON3、CON4 は非同期(調歩同期)シリアルインターフェースです。信号線は RS232C レベル変換 IC を経由して i.MX6ULL の UART コントローラ(UART3)に接続されています。

- 信号入出力レベル: RS232C レベル
- 最大データ転送レート: 230.4kbps
- フロー制御: CTS、RTS、DTR、DSR、DCD、RI

表 3.17 CON3 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	DCD	In	キャリア検出、i.MX6ULL の SNVS_TAMPER2 ピンに接続、CON4 の 1 ピンと共通
2	RXD	In	受信データ、i.MX6ULL の UART3_RX_DATA ピンに接続、CON4 の 3 ピンと共通
3	TXD	Out	送信データ、i.MX6ULL の UART3_TX_DATA ピンに接続、CON4 の 5 ピンと共通
4	DTR	Out	データ端末レディ、i.MX6ULL の GPIO1_IO00 ピンに接続、CON4 の 7 ピンと共通

ピン番号	ピン名	I/O	説明
5	GND	Power	電源(GND)
6	DSR	In	データセットレディ、i.MX6ULL の SNVS_TAMPER0 ピンに接続、CON4 の 2 ピンと共通
7	RTS	Out	送信要求、i.MX6ULL の UART3_CTS_B ピンに接続、CON4 の 4 ピンと共通
8	CTS	In	送信可能、i.MX6ULL の UART3_RTS_B ピンに接続、CON4 の 6 ピンと共通
9	RI	In	被呼表示、i.MX6ULL の SNVS_TAMPER1 ピンに接続、CON4 の 8 ピンと共通

表 3.18 CON4 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	DCD	In	キャリア検出、i.MX6ULL の SNVS_TAMPER2 ピンに接続、CON3 の 1 ピンと共通
2	DSR	In	データセットレディ、i.MX6ULL の SNVS_TAMPER0 ピンに接続、CON3 の 6 ピンと共通
3	RXD	In	受信データ、i.MX6ULL の UART3_RX_DATA ピンに接続、CON3 の 2 ピンと共通
4	RTS	Out	送信要求、i.MX6ULL の UART3_CTS_B ピンに接続、CON3 の 7 ピンと共通
5	TXD	Out	送信データ、i.MX6ULL の UART3_TX_DATA ピンに接続、CON3 の 3 ピンと共通
6	CTS	In	送信可能、i.MX6ULL の UART3_RTS_B ピンに接続、CON3 の 8 ピンと共通
7	DTR	Out	データ端末レディ、i.MX6ULL の GPIO1_IO00 ピンに接続、CON3 の 4 ピンと共通
8	RI	In	被呼表示、i.MX6ULL の SNVS_TAMPER1 ピンに接続、CON3 の 9 ピンと共通
9	GND	Power	電源(GND)
10	VCC_3.3V	Power	電源出力(VCC_3.3V)

CON3 と CON4 は、共通の信号が接続されており、同時に使用することはできません。どちらか一方のコネクタでのみ、ご使用ください。

3.6.3.2. ソフトウェア仕様

デバイスファイル

シリアルインターフェース	デバイスファイル
UART1	/dev/ttymxc0
UART3	/dev/ttymxc2
UART5	/dev/ttymxc4

3.6.3.3. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから RS-232C や RS-485 などのシリアル通信を行うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/ttymxcN を渡す必要があります。以下は、/dev/ttymxc2 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/serial_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/ttymxc2
[armadillo ~]# podman_start serial_example
Starting 'serial_example'
3999f09d51253371cacffd68967c90fdd5250770888a82f59d7810b54fcc873e
```

図 3.52 シリアルインターフェースを扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、setserial コマンドを使って現在の設定を確認することができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it serial_example sh
[container ~]# setserial -a /dev/ttymxc2
/dev/ttymxc2, Line 2, UART: undefined, Port: 0x0000, IRQ: 52
        Baud_base: 5000000, close_delay: 50, divisor: 0
        closing_wait: 3000
        Flags: spd_normal
```

図 3.53 setserial コマンドによるシリアルインターフェイス設定の確認例

3.6.4. USB デバイスを使用する

3.6.4.1. ハードウェア仕様

- USB ホスト

  Armadillo-640 の USB ホストは、i.MX6ULL の USB-PHY (Universal Serial Bus 2.0 Integrated PHY) および USB (Universal Serial Bus Controller) を利用しています。Armadillo-640 では、USB ホストインターフェース (CON5) が OTG1 (下段) と OTG2 (上段) を利用しています。OTG2 は CON5 と CON9 と排他利用になっており、外部からの信号で切り替えることができるようになっています。

  機能
  - Universal Serial Bus Specification Revision 2.0 準拠
  - Enhanced Host Controller Interface (EHCI)準拠
  - 転送レート: USB2.0 High-Speed (480Mbps), Full-Speed (12Mbps), Low-Speed (1.5Mbps)

  インターフェース仕様 CON5 は USB ホストインターフェースです。2 段のコネクタを実装しており、下段の信号線は i.MX6ULL の USB コントローラ(USB OTG1)接続されています。上段の信号線はマルチプレクサを経由して、i.MX6ULL の USB コントローラ(USB OTG2)に接続されています。

マルチプレクサのセレクトピンは CON9 の 24 ピンで制御することが可能で、オープンもしくは High レベルを入力することで CON5 の上段、Low レベルを入力することで CON9 に USB OTG2 の接続先が変更されます。

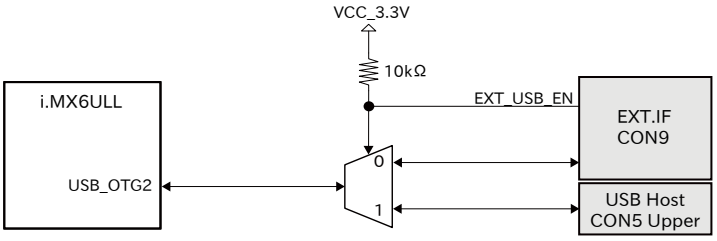


図 3.54 USB OTG2 の接続先の変更

下段に供給される電源(USB_OTG1_VBUS)は i.MX6ULL の UART1_RTS_B ピン(GPIO1_IO19)、上段に供給される電源(USB_OTG2_VBUS)は i.MX6ULL の CSI_MCLK ピン(GPIO4_IO17)で制御が可能で、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。

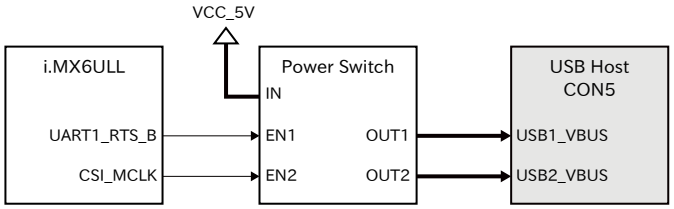


図 3.55 USB ホストインターフェースの電源制御

- データ転送モード
  - High Speed(480Mbps)
  - Full Speed(12Mbps)
  - Low Speed(1.5Mbps)

表 3.19 CON5 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	USB1_VBUS	Power	電源(USB_OTG1_VBUS)、i.MX6ULL の USB_OTG1_VBUS ピンに接続
2	USB1_DN	In/Out	USB1 のマイナス側信号、i.MX6ULL の USB_OTG1_DN ピンに接続
3	USB1_DP	In/Out	USB1 のプラス側信号、i.MX6ULL の USB_OTG1_DP ピンに接続
4	GND	Power	電源(GND)
5	USB2_VBUS	Power	電源(USB2_OTG2_VBUS)、i.MX6ULL の USB_OTG2_VBUS ピンに接続
6	USB2_DN	In/Out	USB2 のマイナス側信号、i.MX6ULL の USB_OTG2_DN ピンに接続
7	USB2_DP	In/Out	USB2 のプラス側信号、i.MX6ULL の USB_OTG2_DP ピンに接続
8	GND	Power	電源(GND)

3.6.4.2. ソフトウェア仕様

デバイスファイル
- メモリデバイスの場合は、デバイスを認識した順番で/dev/sdN (N は'a'からの連番)となります。
- I/O デバイスの場合は、ファンクションに応じたデバイスファイルとなります。

3.6.4.3. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから USB 接続のデバイスを扱うための方法について示します。

- USB シリアルデバイスを扱う

  USB シリアルデバイスをコンテナ内から扱う場合には、Podman のイメージからコンテナを作成する際に add_hotplugs に ttyUSB を設定する必要があります。この設定により、コンテナ起動後に USB シリアルデバイスを接続した場合でも正しく認識されます。以下は、alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/usb_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_hotplugs ttyUSB
[armadillo ~]# podman_start usb_example
Starting 'usb_example'
34cb0e60d6274ac1df87aed58a461bcf56d0c117c4d377af130605ea399e0950
```

図 3.56 USB シリアルデバイスを扱うためのコンテナ作成例

  コンテナ内に入り、setserial コマンドを使って現在の設定を確認することができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it usb_example sh
[container ~]# setserial -a /dev/serial/by-id/usb-067b_2303-if00-port0
/dev/serial/by-id/usb-067b_2303-if00-port0, Line 4, UART: 16654, Port: 0x0000, IRQ: 0
        Baud_base: 460800, close_delay: 0, divisor: 0
        closing_wait: infinite
        Flags: spd_normal
```

図 3.57 setserial コマンドによる USB シリアルデバイス設定の確認例

  コンテナ内からのデバイスの指定には /dev/ttyUSBN を使用することもできますが、デバイスを接続するタイミングによっては N の値が変わる可能性があります。このため上記の例のように /dev/serial/by-id/ 下にあるファイルを指定することで確実に目的のデバイスを使用することができます。

- USB カメラを扱う

  USB カメラをコンテナ内から扱う場合には、Podman のイメージからコンテナを作成する際に add_hotplugs に video4linux を設定する必要があります。この設定により、コンテナ起動後に USB カメラを接続した場合でも正しく認識されます。以下は、alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/usbcam_example.conf
set_image docker.io/alpine
```

```
set_command sleep infinity
add_hotplugs video4linux
[armadillo ~]# podman_start usbcam_example
Starting 'usbcam_example'
ffe06090b45826cc0b1c7710e9e850ba9521d36b70de4288d0dfe1fe91a35632
[armadillo ~]# podman exec -it usbcam_example sh
[container ~]# ls /dev/v4l/by-id/usb-046d_HD_Pro_Webcam_C920_78DA8CAF-video-index0
/dev/v4l/by-id/usb-046d_HD_Pro_Webcam_C920_78DA8CAF-video-index0
```

図 3.58 USB カメラを扱うためのコンテナ作成例

GStreamer などのマルチメディアフレームワークと組み合わせることで、USB カメラからの映像のキャプチャが可能となります。

コンテナ内からのデバイスの指定には /dev/videoN を使用することもできますが、デバイスを接続するタイミングによっては N の値が変わる可能性があります。このため上記の例のように /dev/v4l/by-id/ 下にあるファイルを指定することで確実に目的のデバイスを使用することができます。

- USB メモリを扱う

  ここでは、USB メモリを扱う方法について 2 つの例を示します。

  - ホスト OS 側でマウントした USB メモリをコンテナから扱う

    あらかじめホスト OS 側でマウントしてある USB メモリをコンテナから扱う場合には、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側で USB メモリをマウントしてるディレクトリを渡す必要があります。

```
[armadillo ~]# mount -t vfat /dev/sda1 /mnt
[armadillo ~]# echo test >> /mnt/sample.txt
[armadillo ~]# ls /mnt
sample.txt
```

図 3.59 USB メモリをホスト OS 側でマウントする例

上記の例では、USB メモリを /mnt にマウントしました。以下は、 /mnt を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/usbmem_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_volumes /mnt
[armadillo ~]# podman_start usbmem_example
Starting 'usbmem_example'
ef77d4bfd5b04f3b8b5ddcb5bfac321304fa64219a4b88c3130e45e5a14e1b3e
```

図 3.60 ホスト OS 側でマウント済みの USB メモリを扱うためのコンテナ作成例

ホスト OS 側の /mnt ディレクトリをコンテナ内の /mnt にマウントしています。これにより、コンテナ内からも /mnt ディレクトリを通して USB メモリを扱うことができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it usbmem_example sh
[container ~]# ls /mnt
```

```
sample.txt
[container ~]# cat /mnt/sample.txt
test
```

図 3.61 USB メモリに保存されているデータの確認例

・USB メモリをコンテナ内からマウントする

USB メモリをコンテナ内からマウントして扱う場合には、Podman のイメージからコンテナを作成する際に add_hotplugs に sd を設定する必要があります。この設定により、コンテナ起動後に USB メモリを接続した場合でも正しく認識されます。加えて、コンテナ内からマウントするためには適切な権限も設定する必要があります。以下は、 alpine イメージからコンテナを作成する例です。権限として SYS_ADMIN を渡しています。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/usbmem_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_args --cap-add=SYS_ADMIN
add_hotplugs sd
[armadillo ~]# podman_start usbmem_example
Starting 'usbmem_example'
387a2256530e9b35b5361ca681a99fba8f46d78b6a6cb8ecd60096246b9198a8
```

図 3.62 USB メモリをマウントするためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、mount コマンドで USB メモリを /mnt にマウントし、保存されているデータを確認することができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it usbmem_example sh
[container ~]# mount /dev/disk/by-label/[MYUSBMEMORY] /mnt ❶
[container ~]# ls /mnt
sample.txt
[container ~]# cat /mnt/sample.txt
test
```

図 3.63 コンテナ内から USB メモリをマウントする例

❶ [MYUSBMEMORY] の部分は USB メモリに設定しているラベルに置き換えてください。

コンテナ内からマウントするデバイスの指定には /dev/sdN を使用することもできますが、他にもストレージデバイスを接続している場合などには N の値が変わることがあります。このため、USB メモリにラベルを設定している場合は、上記の例のように /dev/disk/by-label/ 下にあるラベルと同名のファイルを指定することで確実に目的のデバイスを使用することができます。

3.6.5. WLAN を使用する

3.6.5.1. ハードウェア仕様

「Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュール」および「Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール WLAN コンボ対応」には、Laird Connectivity 製 Sterling LWB5+ が搭載されています。Sterling LWB5+ の WLAN は、USB2422 を介して「3.6.4. USB デバイスを使用する」に示す OTG2 に接続されています。

機能
- IEEE 802.11a/b/g/n/ac 準拠
- 最大通信速度(2.4GHz): 150Mbps(理論値)
- 最大通信速度(5GHz): 433.3Mbps(理論値)
- 動作モード: インフラストラクチャモード(STA/AP), アドホックモード
- チャンネル(2.4GHz): 1-13
- チャンネル(5GHz): 36-48(W52), 52-64(W53), 100-140(W56)

3.6.5.2. ソフトウェア仕様

ネットワークデバイス
- wlan0 (STA)

3.6.5.3. 使用方法

「6.24.6. Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール」に搭載されている、Laird Connectivity 製 Sterling LWB5+ を用いた使用方法を紹介します。

まずはじめに、コンソールを CON3 に移動します。「図 6.146. オプションモジュールの CON2 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例」のように接続する場合は、この設定は不要です。

```
[armadillo ~]# vi /boot/uboot_env.d/console_con3
console=ttymxc2,115200
[armadillo ~]# persist_file -v /boot/uboot_env.d/console_con3
'/boot/uboot_env.d/console_con3' -> '/mnt/boot/uboot_env.d/console_con3'
[armadillo ~]# fw_setenv -s /boot/uboot_env.d/console_con3
Environment OK, copy 1
[armadillo ~]# fw_printenv | grep console=ttymxc
console=ttymxc2,115200
```

図 3.64 コンソールを CON3 に移動(WLAN)

Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュールを利用しなくなった場合は、次のようにコンソールを CON9 に戻すことができます。

```
[armadillo ~]# vi /boot/uboot_env.d/console_con9
console=ttymxc0,115200
[armadillo ~]# persist_file -v /boot/uboot_env.d/console_con9
'/boot/uboot_env.d/console_con9' -> '/mnt/boot/uboot_env.d/console_con9'
[armadillo ~]# fw_setenv -s /boot/uboot_env.d/console_con9
Environment OK, copy 1
[armadillo ~]# fw_printenv | grep console=ttymxc
console=ttymxc0,115200
```

また、WLAN 機能を利用するには、DT overlay の設定が必要です。

```
[armadillo~]# vi /boot/overlays.txt
fdt_overlays=armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo
```

```
[armadillo~]# persist_file /boot/overlays.txt
[armadillo~]# reboot
:（省略）
Applying fdt overlay: armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo
:（省略）
```

図 3.65 DT overlay の設定(WLAN)

DT overlay の設定後、 Armadillo の電源を切り、「6.24.6. Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール」を参考に Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュールを組み付けてください。

その後のネットワークの設定方法については「3.8. ネットワーク設定」を参照してください。

3.6.6. BT デバイスを使用する

3.6.6.1. ハードウェア仕様

「Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュール」および「Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール WLAN コンボ対応」には、Laird Connectivity 製 Sterling LWB5+ が搭載されています。Sterling LWB5+ の WLAN は、USB2422 を介して「3.6.4. USB デバイスを使用する」に示す OTG2 に接続されています。

3.6.6.2. ソフトウェア仕様

デバイス
- hci0

BT 機能を利用するには、DT overlay の設定が必要です。

```
[armadillo~]# vi /boot/overlays.txt
fdt_overlays=armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo
[armadillo~]# persist_file /boot/overlays.txt
[armadillo~]# reboot
```

3.6.6.3. BT を使用する準備

「6.24.6. Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール」に搭載されている EYSKBNZWB を用いた使用方法について説明します。

EYSKBNZWB は、BT または Thread 機能を選択して利用することができます。

まずはじめに、コンソールを CON3 に移動します。「図 6.146. オプションモジュールの CON2 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例」のように接続する場合は、この設定は不要です。

```
[armadillo ~]# vi /boot/uboot_env.d/console_con3
console=ttymxc2,115200
[armadillo ~]# persist_file -v /boot/uboot_env.d/console_con3
'/boot/uboot_env.d/console_con3' -> '/mnt/boot/uboot_env.d/console_con3'
[armadillo ~]# fw_setenv -s /boot/uboot_env.d/console_con3
```

```
Environment OK, copy 1
[armadillo ~]# fw_printenv | grep console=ttymxc
console=ttymxc2,115200
```

図 3.66 コンソールを CON3 に移動(BT/TH)

Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュールを利用しなくなった場合は、次のようにコンソールを CON9 に戻すことができます。

```
[armadillo ~]# vi /boot/uboot_env.d/console_con9
console=ttymxc0,115200
[armadillo ~]# persist_file -v /boot/uboot_env.d/console_con9
'/boot/uboot_env.d/console_con9' -> '/mnt/boot/uboot_env.d/console_con9'
[armadillo ~]# fw_setenv -s /boot/uboot_env.d/console_con9
Environment OK, copy 1
[armadillo ~]# fw_printenv | grep console=ttymxc
console=ttymxc0,115200
```

また、Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュールを利用するには、DT overlay の設定が必要です。

```
[armadillo~]# vi /boot/overlays.txt
fdt_overlays=armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo
[armadillo~]# persist_file /boot/overlays.txt
[armadillo~]# reboot
:（省略）
Applying fdt overlay: armadillo-640-con9-thread-lwb5plus.dtbo
:（省略）
```

図 3.67 DT overlay の設定(BT/TH)

3.6.6.4. 使用方法

BT 機能を有効化するためのコンテナを、 Armadillo-640 コンテナ [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/container] からダウンロードします。

BT 機能を有効化するには、以下のコマンドを入力します。

```
[armadillo ~]# curl -s https://armadillo.atmark-techno.com/files/downloads/armadillo-640/container/
firmware-at-bt-writer-latest.tar | podman load
Getting image source signatures
Writing manifest to image destination
Storing signatures
Loaded image: localhost/firmware-at-bt-writer:latest
[armadillo ~]# podman run --privileged --cap-add=CAP_SYS_RWIO localhost/firmware-at-bt-writer
Updating firmware...
```

```
Updating firmware has been successful!
[armadillo ~]# podman rmi localhost/firmware-at-bt-writer
```

図 3.68 BT/TH オプションモジュールの BT 機能を有効化する

一度 BT 機能を有効化すると、再起動後も BT 機能が有効化された状態を維持します。再起動する度に BT 機能を有効化する必要はありません。

Bluetooth® version 5.0 以降で追加された Coded PHY(Long Range)などの機能は、この章に記載の手順では利用することができません。これは、BlueZ が非対応の為です。

EYSKBNZWB と Sterling LWB5+の BT 機能は同時に利用することができません。デフォルトでは EYSKBNZWB の BT 機能が利用できないようになっています。次のように、idVendor と idProduct の値を変更して再起動してください。

```
[armadillo ~]# vi /lib/udev/rules.d/80-bluetooth.rules
: (省略)
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="usb", DRIVER=="usb", ¥
    ATTRS{idVendor}=="04b4", ATTRS{idProduct}=="640c", ATTR{authorized}="0"
[armadillo ~]# persist_file /lib/udev/rules.d/80-bluetooth.rules
[armadillo ~]# reboot
```

図 3.69 Sterling LWB5+ の BT 機能を無効化する

コンテナ内から Bluetooth を扱うには、コンテナ作成時にホストネットワークを使用するために、NET_ADMIN の権限を渡す必要があります。「図 3.70. Bluetooth を扱うコンテナの作成例」に、alpine イメージから Bluetooth を扱うコンテナを作成する例を示します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/bt_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
set_network host
add_volumes /var/run/dbus/
add_args --cap-add=NET_ADMIN
[armadillo ~]# podman_start bt_example
Starting 'bt_example'
45fe1eb6b25529f0c84cd4b97ca1aef8451785fc9a87a67d54873c1ed45b70a4
```

図 3.70 Bluetooth を扱うコンテナの作成例

コンテナ内で必要なソフトウェアをインストールして、Bluetooth を起動します。

```
[armadillo ~]# podman exec -it bt_example sh
[container ~]# apk upgrade
```

```
[container ~]# apk add bluez dbus
[container ~]# mkdir /run/dbus
[container ~]# dbus-daemon --system
[container ~]# /usr/lib/bluetooth/bluetoothd &
```

図 3.71 Bluetooth を起動する実行例

これにより、bluetoothctl で Bluetooth 機器のスキャンやペアリングなどが行えるようになります。以下に、bluetoothctl コマンドで周辺機器をスキャンしてペアリングを行う例を示します。

```
[container ~]# bluetoothctl
Agent registerd
[..CHG..] Controller XX:XX:XX:XX:XX:XX Pairable: yes
[bluetooth]# power on ❶
Changing power on succeeded
[..CHG..] Controller XX:XX:XX:XX:XX:XX Powered: yes
[bluetooth]# scan on ❷
Discovery started
[..CHG..] Controller XX:XX:XX:XX:XX:XX Discovering: yes
[..NEW..] Device AA:AA:AA:AA:AA:AA AA-AA-AA-AA-AA-AA
[..NEW..] Device BB:BB:BB:BB:BB:BB BB-BB-BB-BB-BB-BB
[..NEW..] Device CC:CC:CC:CC:CC:CC CC-CC-CC-CC-CC-CC
[..NEW..] Device DD:DD:DD:DD:DD:DD DD-DD-DD-DD-DD-DD
[..NEW..] Device EE:EE:EE:EE:EE:EE EE-EE-EE-EE-EE-EE
[bluetooth]# pair AA:AA:AA:AA:AA:AA ❸
[bluetooth]# exit ❹
[container ~]#
```

図 3.72 bluetoothctl コマンドによるスキャンとペアリングの例

❶ コントローラを起動します。

❷ 周辺機器をスキャンします。

❸ ペアリングしたい機器の MAC アドレスを指定してペアリングします。

❹ exit で bluetoothctl のプロンプトを終了します。

3.6.7. Thread デバイスを扱う

3.6.7.1. Thread を使用する準備

「6.24.6. Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール」に搭載されている EYSKBNZWB を用いた使用方法について説明します。

EYSKBNZWB は、BT または Thread 機能を選択して利用することができます。

準備の手順は「3.6.6.3. BT を使用する準備」と同一なので、そちらを参照してください。

3.6.7.2. 使用方法

Thread 機能を有効化するためのコンテナを、 Armadillo-640 コンテナ [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/container] からダウンロードします。

Thread 機能を有効化するには、以下のコマンドを入力します。

```
[armadillo ~]# curl -s https://armadillo.atmark-techno.com/files/downloads/armadillo-640/container/
firmware-at-thread-writer-latest.tar | podman load
Getting image source signatures
Writing manifest to image destination
Storing signatures
Loaded image: localhost/firmware-at-thread-writer:latest
[armadillo ~]# podman run --privileged --cap-add=CAP_SYS_RWIO localhost/firmware-at-thread-writer
Updating firmware...
Updating firmware has been successful!
[armadillo ~]# podman rmi localhost/firmware-at-thread-writer
```

図 3.73 BT/TH オプションモジュールの Thread 機能を有効化する

一度 Thread 機能を有効化すると、再起動後も Thread 機能が有効化された状態を維持します。再起動する度に Thread 機能を有効化する必要はありません。

TTY デバイスは検出された順番にインデックスが割り振られます。USB シリアルデバイスなどを接続してしている場合は、デバイスファイルのインデックスが異なる可能性があります。

以下は、EYSKBNZWB のデバイスファイルである /dev/ttyACM0 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/thread_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/ttyACM0
[armadillo ~]# podman_start thread_example
Starting 'thread_example'
a808b491a100f9078d8c72a7b36966d9182614f3657fe054fb8d7f87b0d4b31c
[armadillo ~]# podman exec -it thread_example sh
[container ~]# ls /dev/ttyACM0
/dev/ttyACM0
```

図 3.74 Thread デバイスを扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内から、/dev/ttyACM0 を使って Thread データの送受信ができるようになります。

3.6.8. 音声出力を行う

Armadillo-640 に接続したスピーカーなどの音声出力デバイスへコンテナ内から音声を出力するためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/snd を渡す必要があります。以下は、/dev/snd を渡して debian イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/snd_example.conf
set_image localhost/at-debian-image
```

```
set_command sleep infinity
add_devices /dev/snd
[armadillo ~]# podman_start snd_example
Starting 'snd_example'
b921856b504e9f0a3de2532485d7bd9adb1ff63c2e10bfdaccd1153fd36a3c1d
```

図 3.75 音声出力を行うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、alsa-utils などのソフトウェアで音声出力を行えます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it snd_example /bin/bash
[container ~]# apt update && apt upgrade
[container ~]# apt install alsa-utils ❶
[container ~]# /etc/init.d/alsa-utils start ❷
[container ~]# aplay -D hw:N,M [ファイル名] ❸
```

図 3.76 alsa-utils による音声出力を行う例

❶ alsa-utils をインストールします。

❷ alsa-utils を起動します。

❸ 指定したファイル名の音声ファイルを再生します。

aplay の引数にある、M は音声を出力したい CARD 番号、N はデバイス番号を表しています。CARD 番号とデバイス番号は、aplay コマンドに -l オプションを与えることで確認できます。

3.6.9. GPIO を制御する

3.6.9.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 の GPIO は、i.MX6ULL の GPIO(General Purpose Input/Output)を利用しています。

拡張インターフェース(CON8、CON9、CON14)や、 LCD 拡張インターフェース(CON11)などで GPIO を最大 61 ボート拡張することが可能です。拡張インターフェースの仕様については「3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)」を、LCD 拡張インターフェースの仕様については「3.6.15. LCD を使用する」参照してください。

3.6.9.2. ソフトウェア仕様

デバイスファイル

デバイスファイル	GPIO 番号
/dev/gpiochip0	0～31(GPIO1_IO00～GPIO1_IO31)
/dev/gpiochip1	32～63(GPIO2_IO00～GPIO2_IO31)
/dev/gpiochip2	64～95(GPIO3_IO00～GPIO3_IO31)
/dev/gpiochip3	96～127(GPIO4_IO00～GPIO4_IO31)
/dev/gpiochip4	128～159(GPIO5_IO00～GPIO5_IO31)

sysfs GPIO クラスディレクトリ

・ /sys/class/gpio/

sysfs GPIO クラスは旧バージョンの Linux カーネルとの互換性維持の為に残っています。新しくアプリケーションを開発する際の利用はおすすめしません。

新しくアプリケーションを開発する場合は、libgpiod パッケージに含まれるアプリケーションまたは Linux カーネルのソースコードに含まれているサンプル(tools/gpio/)を参考にしてください。

3.6.9.3. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから GPIO を扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/gpiochipN を渡す必要があります。以下は、/dev/gpiochip0 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。/dev/gpiochipN を渡すと、GPIO**N+1** を操作することができます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/gpio_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/gpiochip0
[armadillo ~]# podman_start gpio_example
Starting 'gpio_example'
956a0fecc48d5ea1210069910f7bb48b9e90b2dadb12895064d9776dae0360b5
```

図 3.77 GPIO を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入ってコマンドで GPIO を操作する例を以下に示します。この例では GPIO1_IO22(CON9 1 ピン) を操作しています。

```
[armadillo ~]# podman exec -it gpio_example sh
[container ~]# apk upgrade
[container ~]# apk add libgpiod
[container ~]# gpioget gpiochip0 22 ❶
1 ❷
[container ~]# gpioset gpiochip0 22=0 ❸
```

図 3.78 コンテナ内からコマンドで GPIO を操作する例

❶ GPIO 番号 22 の値を取得します。

❷ 取得した値を表示します。

❸ GPIO 番号 22 に 0(Low) を設定します。

他にも、gpiodetect コマンドで認識している gpiochip をリスト表示できます。以下の例では、コンテナを作成する際に渡した /dev/gpiochip0 が認識されていることが確認できます。

```
[container ~]# gpiodetect
gpiochip0 [[209c000.gpio] (32 lines)
```

図 3.79 gpiodetect コマンドの実行

gpioinfo コマンドでは、指定した gpiochip の詳細な情報を表示することができます。

```
[container ~]# gpioinfo gpiochip0
gpiochip0 - 32 lines:
        line   0:      unnamed        "dtr"  output   active-low [used]
        line   1:      unnamed       unused   input  active-high
        line   2:      unnamed       unused   input  active-high
        line   3:      unnamed       unused   input  active-high
        line   4:      unnamed       unused   input  active-high
        line   5:      unnamed        "red"  output  active-high [used]
        line   6:      unnamed       unused   input  active-high
        line   7:      unnamed       unused   input  active-high
        line   8:      unnamed      "green"  output  active-high [used]
        line   9:      unnamed       unused  output  active-high
        line  10:      unnamed        "SW1"   input   active-low [used]
        line  11:      unnamed       unused   input  active-high
        line  12:      unnamed       unused   input  active-high
        line  13:      unnamed       unused   input  active-high
        line  14:      unnamed       unused   input  active-high
        line  15:      unnamed       unused   input  active-high
        line  16:      unnamed       unused   input  active-high
        line  17:      unnamed       unused   input  active-high
        line  18:      unnamed     "yellow"  output  active-high [used]
        line  19:      unnamed "regulators:regulator-usbotg1vbu" output active-high [used]
        line  20:      unnamed       unused   input  active-high
        line  21:      unnamed       unused   input  active-high
        line  22:      unnamed       unused   input  active-high
        line  23:      unnamed       unused   input  active-high
        line  24:      unnamed       unused   input  active-high
        line  25:      unnamed       unused   input  active-high
        line  26:      unnamed       unused   input  active-high
        line  27:      unnamed       unused   input  active-high
        line  28:      unnamed       unused   input  active-high
        line  29:      unnamed       unused   input  active-high
        line  30:      unnamed       unused   input  active-high
        line  31:      unnamed       unused   input  active-high
```

図 3.80 gpioinfo コマンドの実行

CON9 のピン番号と GPIO の対応を次に示します。

表 3.20 CON9 ピンと GPIO の対応

ピン番号	GPIO
1	GPIO1_IO22
2	GPIO1_IO23
3	GPIO1_IO17
4	GPIO1_IO31
5	GPIO1_IO16

ピン番号	GPIO
6	GPIO1_IO30
13	GPIO3_IO23
14	GPIO3_IO24
15	GPIO3_IO25
16	GPIO3_IO26
17	GPIO3_IO27
18	GPIO3_IO28
25	GPIO4_IO06
26	GPIO4_IO07
27	GPIO4_IO08
28	GPIO4_IO09

「表 3.20. CON9 ピンと GPIO の対応」の CON9 1, 3~6 ピンは初期出荷状態では GPIO として利用することができません。これらのピンを GPIO として利用する場合は、 at-dtweb を用います。

at-dtweb の利用方法については「3.5. Device Tree をカスタマイズする」を参照してください。

C 言語プログラムから操作する場合は、GPIO 操作ライブラリである libgpiod を使用することができます。

3.6.10. I2C デバイスを使用する

3.6.10.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 の I2C インターフェースは、i.MX6ULL の I2C(I2C Controller) および GPIO を利用した I2C バスドライバ(i2c-gpio)を利用します。また、i2c-gpio を利用することで、I2C バスを追加することができます。

拡張インターフェース(CON9、CON14)や、 LCD 拡張インターフェース(CON11)などで I2C を最大 3 ボート拡張することが可能です。拡張インターフェースの仕様については「3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)」を、LCD 拡張インターフェースの仕様については「3.6.15. LCD を使用する」参照してください。

Armadillo-640 で利用している I2C バスと、接続される I2C デバイスを次に示します。

表 3.21 I2C デバイス

I2C バス	I2C デバイス	
	アドレス	デバイス名
0(I2C1)	0x08	PF3000
4(I2C-GPIO)	0x51	GT800X480A-1013P [a]
5(I2C-GPIO1)	0x32	NR3225SA [b]

[a]CON11 に LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)を接続した場合。

[b]CON9 に Armadillo-600 シリーズ WLAN オプションモジュールまたは Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュールを接続した場合。

3.6.10.2. ソフトウェア仕様

Armadillo-640 の標準状態では、CONFIG_I2C_CHARDEV が有効となっているためユーザードライバで I2C デバイスを制御することができます。ユーザードライバを利用する場合は、Linux カーネルで I2C デバイスに対応するデバイスドライバを無効にする必要があります。

機能	・最大データ転送レート: 384kbps
デバイスファイル	・/dev/i2c-0 (I2C1) [3] ・/dev/i2c-4 (I2C-GPIO)

3.6.10.3. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから I2C を扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/i2c-N を渡す必要があります。以下は、/dev/i2c-4 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/i2c_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/i2c-4
[armadillo ~]# podman_start i2c_example
Starting 'i2c_example'
efa1eb129c1f036a709755f0d53b21a0f2a39307ecae32b24aac98c0b6567bf0
```

図 3.81 I2C を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、i2c-tools に含まれる i2cdetect コマンドを使ってスレーブアドレスを確認することができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it i2c_example sh
[container ~]# apk upgrade
[container ~]# apk add i2c-tools
[container ~]# i2cdetect -y 4
     0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:                         -- -- -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- --
```

図 3.82 i2cdetect コマンドによる確認例

3.6.11. SPI デバイスを使用する

3.6.11.1. ハードウェア仕様

拡張インターフェース(CON9、CON14)や、 LCD 拡張インターフェース(CON11)などで SPI を最大 4 ポート拡張することが可能です。拡張インターフェースの仕様については「3.4.5.2. CON8、CON9、

[3] Armadillo-640 の標準状態ではデバイスファイルが作成されません。

CON14(拡張インターフェース)」を、LCD 拡張インターフェースの仕様については「3.6.15. LCD を使用する」参照してください。

3.6.11.2. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから SPI を扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/spidevN.N を渡す必要があります。以下は、/dev/spidev1.0 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/spi_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/spidev1.0
[armadillo ~]# podman_start spi_example
Starting 'spi_example'
45302bc9f95eef0e25c5d98acf198d96fc5bec1f83e791018cbe4221cc1f4523
```

図 3.83 SPI を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、spi-tools に含まれる spi-config コマンドを使って現在の設定を確認することができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it spi_example sh
[container ~]# apk upgrade
[container ~]# apk add spi-tools
[container ~]# spi-config --device=/dev/spidev1.0 -q
/dev/spidev1.0: mode=0, lsb=0, bits=8, speed=500000, spiready=0
```

図 3.84 spi-config コマンドによる確認例

3.6.12. CAN デバイスを使用する

3.6.12.1. ハードウェア仕様

拡張インターフェース(CON9)や、 LCD 拡張インターフェース(CON11)などで CAN を最大 2 ポート拡張することが可能です。拡張インターフェースの仕様については「3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)」を、LCD 拡張インターフェースの仕様については「3.6.15. LCD を使用する」参照してください。

3.6.12.2. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから CAN 通信を行うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際に、コンテナを実行するネットワークとして host を、権限として NET_ADMIN を指定する必要があります。以下は、ネットワークとして host を、権限として NET_ADMIN を指定して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/can_example.conf
set_image dockage.io/alpine
set_command sleep infinity
set_network host
add_args --cap-add=NET_ADMIN
[armadillo ~]# podman_start can_example
```

```
Starting 'can_example'
73e7dbce86e84eef337bbc5c580a747948b94b87015bb34143da341b8301c16a
```

図 3.85 CAN を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、ip コマンドで CAN を有効にすることができます。以下に、設定例を示します。

```
[armadillo ~]# podman exec -it can_example sh
[container ~]# apk upgrade
[container ~]# apk add iproute2 ❶
[container ~]# ip link set can0 type can bitrate 125000 ❷
[container ~]# ip link set can0 up ❸
[container ~]# ip -s link show can0 ❹
4: can0: <NOARP,UP,LOWER_UP,ECHO> mtu 16 qdisc pfifo_fast state UP mode DEFAULT
group default qlen 10
    link/can
    RX: bytes  packets  errors  dropped missed  mcast
    0          0        0       0       0       0
    TX: bytes  packets  errors  dropped carrier collsns
    0          0        0       0       0       0
```

図 3.86 CAN の設定例

❶ CAN の設定のために必要な iproute2 をインストールします。すでにインストール済みの場合は不要です。

❷ CAN の通信速度を 125000 kbps に設定します。

❸ can0 インターフェースを起動します。

❹ can0 インターフェースの現在の使用状況を表示します。

3.6.13. PWM を使用する

3.6.13.1. ハードウェア仕様

拡張インターフェース(CON9)や、 LCD 拡張インターフェース(CON11)などで I2C を最大 8 ボート拡張することが可能です。拡張インターフェースの仕様については「3.4.5.2. CON8、CON9、CON14(拡張インターフェース)」を、LCD 拡張インターフェースの仕様については「3.6.15. LCD を使用する」参照してください。

3.6.13.2. 使用方法

コンテナ内で動作するアプリケーションから PWM を扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側の /sys ディレクトリを渡す必要があります。デフォルト状態でもマウントされてますが、読み取り専用になって使えませんのでご注意ください。以下は、 /sys を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。ここで渡された /sys ディレクトリはコンテナ内の同じ /sys にマウントされます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/pwm_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_volumes /sys
```

```
[armadillo ~]# podman_start pwm_example
Starting 'pwm_example'
212127a8885e106e0ef7453545db3c473aef5438f000acf4b33a44d75dcd9e28
```

図 3.87 PWM を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、/sys/class/pwm/pwmchipN ディレクトリ内の export ファイルに 0 を書き込むことで扱えるようになります。以下に、/sys/class/pwm/pwmchip0 を扱う場合の動作設定例を示します。

```
[armadillo ~]# podman exec -it pwm_example sh
[container ~]# echo 0 > /sys/class/pwm/pwmchip0/export ❶
[container ~]# echo 1000000000 > /sys/class/pwm/pwmchip0/pwm0/period ❷
[container ~]# echo 500000000 > /sys/class/pwm/pwmchip0/pwm0/duty_cycle ❸
[container ~]# echo 1 > /sys/class/pwm/pwmchip0/pwm0/enable ❹
```

図 3.88 PWM の動作設定例

❶ pwmchip0 を export します。

❷ 周期を 1 秒にします。単位はナノ秒です。

❸ PWM の ON 時間 を 0.5 秒にします。

❹ PWM 出力を有効にします。

3.6.14. JTAG デバッガを使用する

CON10 は JTAG デバッガを接続することのできる JTAG インターフェースです。信号線は i.MX6ULL のシステム JTAG コントローラ(SJC)に接続されています。

EXT_RESET_B ピンからシステムリセットを行うことが可能です。システムリセットを行う際は、「図 3.89. リセットシーケンス」のとおり、20ms 以上の Low 期間を設定してください。

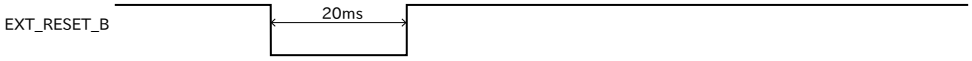


図 3.89 リセットシーケンス

CON10 に接続されている信号線は、JTAG 以外の機能でも使用可能です。詳細につきましては、「Armadillo-640 マルチプレクス表」 [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/documents/armadillo-640/manual-multiplex]をご参照ください。

システム JTAG コントローラの詳細につきましては、NXP Semiconductors のホームページからダウンロード可能な『i.MX 6ULL

Applications Processor Reference Manual』をご参照ください。モード設定に必要な i.MX6ULL の JTAG_MOD ピンは SW1 に接続されています。

表 3.22 CON10 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
2	JTAG_TRST_B	In	テストリセット、i.MX6ULL の JTAG_TRST_B ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 47kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
3	JTAG_TDI	In	テストデータ入力、i.MX6ULL の JTAG_TDI ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 47kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
4	JTAG_TMS	In	テストモード選択、i.MX6ULL の JTAG_TMS ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 47kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
5	JTAG_TCK	In	テストクロック、i.MX6ULL の JTAG_TCK ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 47kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
6	JTAG_TDO	Out	テストデータ出力、i.MX6ULL の JTAG_TDO ピンに接続
7	EXT_RESET_B	In	システムリセット、i.MX6ULL の POR_B ピンに接続、オープンドレイン入力
8	GND	Power	電源(GND)

3.6.15. LCD を使用する

3.6.15.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 の LCD ホストは、i.MX6ULL の eLCDIF(Enhanced LCD Interface)を利用しています。CON11 に LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)を接続した場合に利用できます。

インターフェース仕様　CON11 はデジタル RGB 入力を持つ液晶パネルモジュールなどを接続することができる、LCD 拡張インターフェースです。信号線は i.MX6ULL の LCD コントローラ等に接続されています。

CON11 に接続されている信号線は、LCD 以外の機能でも使用可能です。詳細につきましては、「Armadillo-640　マルチプレクス表」 [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/documents/armadillo-640/manual-multiplex] をご参照ください。

複数箇所に割り当て可能な信号(USDHC2、UART1、ESPI1、I2C2 等)がありますが、同じ信号は複数ピンで同時利用できません。

表 3.23 CON11 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	VCC_5V	Power	電源出力(VCC_5V)
2	VCC_5V	Power	電源出力(VCC_5V)
3	VCC_5V	Power	電源出力(VCC_5V)
4	VCC_3.3V	Power	電源出力(VCC_3.3V)
5	VCC_3.3V	Power	電源出力(VCC_3.3V)
6	GND	Power	電源(GND)
7	GND	Power	電源(GND)
8	LCD_CLK	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_CLK ピンに接続
9	LCD_HSYNC	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_HSYNC ピンに接続
10	LCD_VSYNC	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_VSYNC ピンに接続
11	LCD_ENABLE	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_ENABLE ピンに接続
12	PWM5_OUT	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の NAND_DQS ピンに接続
13	LCD_DATA00	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA00 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
14	LCD_DATA01	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA01 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
15	LCD_DATA02	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA02 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
16	LCD_DATA03	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA03 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
17	LCD_DATA04	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA04 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
18	LCD_DATA05	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA05 ピンに接続、JP1 がオープン時、10kΩ プルアップ(VCC_3.3V)、ショート時、10kΩ プルダウンされます。
19	GND	Power	電源(GND)
20	LCD_DATA06	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA06 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
21	LCD_DATA07	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA07 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
22	LCD_DATA08	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA08 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
23	LCD_DATA09	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA09 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
24	LCD_DATA10	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA10 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
25	LCD_DATA11	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA11 ピンに接続、JP1 がオープン時、10kΩ プルダウン、ショート時、10kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されます。
26	GND	Power	電源(GND)
27	LCD_DATA12	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA12 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。

ピン番号	ピン名	I/O	説明
28	LCD_DATA13	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA13 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
29	LCD_DATA14	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA14 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
30	LCD_DATA15	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA15 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
31	LCD_DATA16	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA16 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
32	LCD_DATA17	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の LCD_DATA17 ピンに接続、基板上で 10kΩ プルダウンされています。
33	GND	Power	電源(GND)
34	XPUL	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の GPIO1_IO04 ピンに接続、0.01uF のコンデンサが接続されています。
35	XNUR	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の GPIO1_IO03 ピンに接続、0.01uF のコンデンサが接続されています。
36	YPLL	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の GPIO1_IO02 ピンに接続、0.01uF のコンデンサが接続されています。
37	YNLR	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の GPIO1_IO01 ピンに接続、0.01uF のコンデンサが接続されています。
38	GND	Power	電源(GND)
39	GPIO4_IO18	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_PIXCLK ピンに接続
40	GPIO4_IO21	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA00 ピンに接続
41	GPIO4_IO24	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA03 ピンに接続
42	GPIO4_IO22	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA01 ピンに接続
43	GPIO4_IO23	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA02 ピンに接続
44	GPIO4_IO28	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA07 ピンに接続
45	GPIO4_IO27	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA06 ピンに接続
46	GPIO4_IO26	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA05 ピンに接続
47	GPIO4_IO25	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_DATA04 ピンに接続
48	GPIO4_IO20	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_HSYNC ピンに接続
49	GPIO4_IO19	In/Out	拡張入出力、i.MX6ULL の CSI_VSYNC ピンに接続
50	GND	Power	電源(GND)

CON11 のブートモード設定ピンについて

CON11 の 13～18、20～25、27～32 ピン(LCD_DATA00～17)は、i.MX6ULL の内蔵 ROM によるブートモード設定ピンを兼用しています。電源投入時、ブードモード設定のために、基板上のプルアップ/ダウン抵抗で、High/Low レベルの状態を保持しています。意図しない動作を引き起こす原因となるため、電源投入時から U-Boot が動作するまでは、各々

のピンを High/Low レベルに保持した状態でご使用ください。ブートモード設定の詳細につきましては、NXP Semiconductors のホームページからダウンロード可能な『i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual』をご参照ください。

3.6.15.2. ソフトウェア仕様

デバイスファイル
- /dev/dri/card0 (DRM)
- /dev/fb0 (フレームバッファ)

3.6.15.3. 使用方法

LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)を例に説明します。LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)の概要については「6.24.4. LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)」を参照してください。

「図 3.90. LCD の接続方法」を参考にし、タッチパネル LCD の CN4 の 1 ピンと Armadillo-640 の CON11 の 1 ピンが対応するように、FFC を接続します。FFC の向きは、タッチパネル LCD 側は電極が下、Armadillo-640 側は電極が上になるようにします。

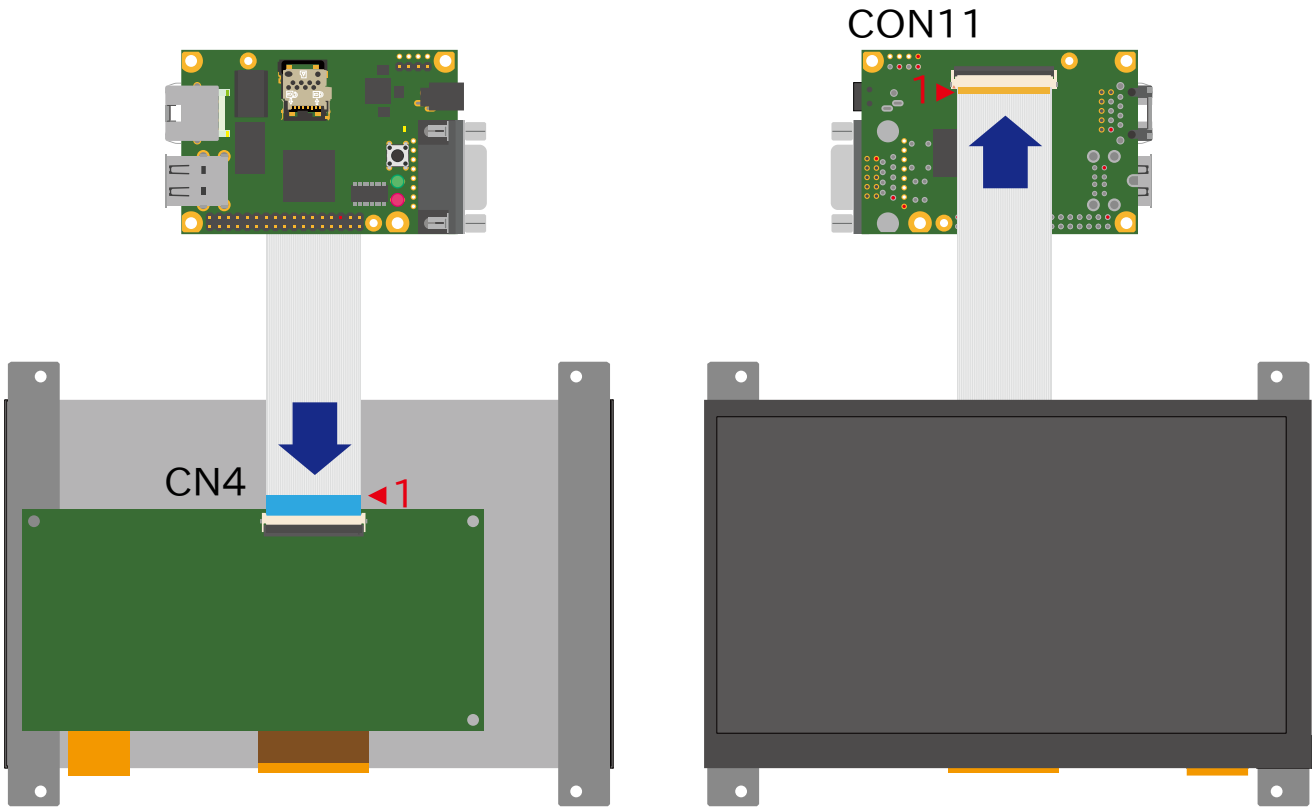


図 3.90 LCD の接続方法

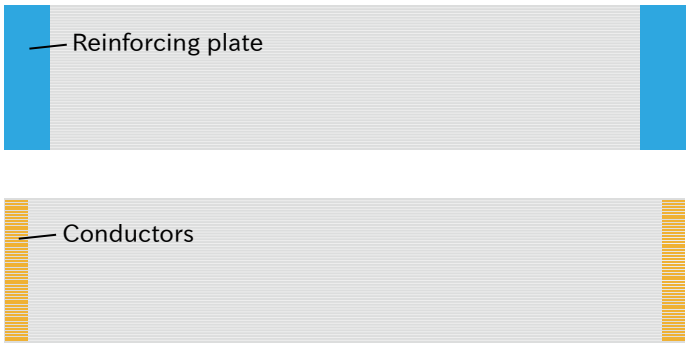


図 3.91 フレキシブルフラットケーブルの形状

必ず 1 ピンと 1 ピンが対応するように、接続してください。1 ピンと 50 ピンが対応するように接続した場合、電源と GND がショートし、故障の原因となります。

FFC の電極の上下を逆に接続した場合、Armadillo-640 の実装部品と電極が接触し、故障する可能性があります。

DT overlay の設定を行います。

```
[armadillo~]# vi /boot/overlays.txt
fdt_overlays=armadillo-640-lcd70ext-l00.dtbo
[armadillo~]# persist_file /boot/overlays.txt
[armadillo~]# reboot
```

その後の使用方法については「6.2.9. 画面表示を行う」を参照してください。

3.6.16. 電源を入力する

3.6.16.1. ハードウェア仕様

CON12、CON13 は電源供給用インターフェースです。

CON12 と CON13 の電源(VCC_5V)供給ラインは接続されていますので、同時に電源を供給することはできません。どちらか一方からのみ電源を供給してください。

CON12 には DC ジャックが実装されており、「図 3.92. AC アダプタの極性マーク」と同じ極性マークのある AC アダプタが使用できます。AC アダプタのジャック形状は JEITA RC-5320A 準拠(電圧区分 2)です。

図 3.92 AC アダプタの極性マーク

AC アダプタを使用する際は、AC アダプタの DC プラグを Armadillo-640 に接続してから AC プラグをコンセントに挿してください。

インターフェース仕様 (CON13)

CON13 からは電源(VCC_5V)供給の他、バックアップ電源(RTC_BAT)供給、i.MX6ULL の ON/OFF 制御を行うことができます。バックアップ電源供給は、長時間電源を切断しても、i.MX6ULL の一部データ(時刻データ等)を保持したい場合にご使用ください。

表 3.24 CON13 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	RTC_BAT	Power	電源(RTC_BAT)、パワーマネジメント IC の LICELL ピンに接続
2	VCC_5V	Power	電源(VCC_5V)
3	GND	Power	電源(GND)
4	ONOFF	In	i.MX6ULL の ON/OFF 用信号、i.MX6ULL の ONOFF ピンに接続、オープンドレイン入力

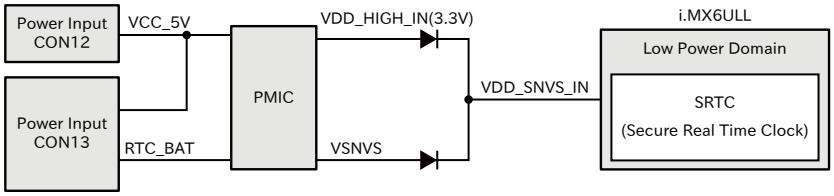


図 3.93 バックアップ電源供給

低消費電力モードに速やかに移行するためには、バックアップ電源(RTC_BAT)を供給した直後に一度、電源(VCC_5V)を 100 ミリ秒以上供給する必要があります。

RTC_BAT の入力電圧範囲は 2.75V～3.3V です。内部デバイスが正常に動作しなくなる可能性がありますので、入力電圧範囲内でご使用ください。

内蔵リアルタイムクロックの平均月差は周囲温度 25℃で±70 秒程度(参考値)です。時間精度は周囲温度に大きく影響を受けますので、ご使用の際は十分に特性の確認をお願いします。

内蔵リアルタイムクロックは、一般的なリアルタイムクロック IC よりも消費電力が高いため、外付けバッテリの消耗が早くなります。

バッテリ持続例: CR2032 の場合、約 4 か月

バッテリの消耗が製品の運用に支障をきたす場合には、消費電力が少ないリアルタイムクロック IC を外付けすることを推奨します。CON9(拡張インターフェース)に接続可能な Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュールもありますので、ご検討ください。

3.6.17. 起動デバイスを変更する

3.6.17.1. ハードウェア仕様

機能

JP1、JP2 は起動デバイス設定ジャンパです。JP1、JP2 の状態で、起動デバイスを設定することができます。

表 3.25 ジャンパの設定と起動デバイス

JP1	JP2	起動デバイス
-	オープン	i.MX6ULL の eFUSE 設定[a]に基づいたデバイス eFUSE が未設定の場合は eMMC
オープン	ショート	eMMC
ショート	ショート	microSD

[a]eFUSE 設定の詳細につきましては、NXP Semiconductors のホームページからダウンロード可能な『i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual』をご参照ください。

出荷時、i.MX6ULL の起動デバイスに関する eFUSE は未設定です。未設定のまま JP2 をオープン状態で使用すると、eMMC から起動します。

eFUSE は一度書き込むと元に戻すことができません。eFUSE の設定によってはArmadillo-640 が正常に動作しなくなる可能性がありますので、書き込みを行う際には細心の

注意を払うようお願いいたします。eFUSE の設定によって異常が起こった場合は保証対象外となります。

JP2 をオープン状態で使用する場合、JP1 の設定は無視されます。JP1 をショート状態にすると、プルアップ抵抗により消費電流が増加するため、JP1 はオープン状態で使用することをお勧めします。

インターフェース仕様 (JP1)

表 3.26 JP1 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	JP1	In	起動デバイス設定用信号、ロジック IC を経由して i.MX6ULL の LCD_DATA05 ピン、LCD_DATA11 ピンに接続(Low: LCD_DATA05 ピンはプルアップ、LCD_DATA11 ピンはプルダウンされます。High: LCD_DATA05 ピンはプルダウン、LCD_DATA11 ピンはプルアップされます。)、基板上で 47kΩ プルダウンされています。
2	JP1_PU	Out	VCC_3.3V で 1kΩ プルアップ

インターフェース仕様 (JP2)

表 3.27 JP2 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	JP2_PU	Out	VDD_SNVS_3V で 1kΩ プルアップ
2	JP2	In	起動デバイス設定用信号、i.MX6ULL の BOOT_MODE1 ピンに接続、i.MX6ULL 内部で 100kΩ プルダウンされています。

3.6.18. ユーザースイッチを使用する

3.6.18.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 に搭載されているユーザースイッチには、GPIO が接続されています。

インターフェース仕様　SW1 は、ユーザー側で自由に利用できる押しボタンスイッチです。

表 3.28 SW1 信号配列

部品番号	名称	説明
SW1	ユーザースイッチ	i.MX6ULL の JTAG_MOD ピンに接続、(Low: 押されていない状態、High: 押された状態)

3.6.18.2. ソフトウェア仕様

Linux では、ユーザー空間でイベント(Press/Release)を検出することができます。Linux では、GPIO 接続用キーボードドライバ(gpio-keys)で制御することができます。

ユーザースイッチと信号には、次に示すキーコードが割り当てられています。

表 3.29 キーコード

ユーザースイッチ	キーコード	イベントコード	X11 キーコード
SW1	KEY_ENTER	28	Return

デバイスファイル ・ /dev/input/by-path/platform-gpio-keys-event [4]

3.6.18.3. 使用方法

Armadillo-640 にはユーザースイッチが実装されています。これらのスイッチのプッシュ/リリースイベントを取得するためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側の /dev/input ディレクトリを渡す必要があります。以下は、/dev/input を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。ここで渡された /dev/input ディレクトリはコンテナ内の /dev/input にマウントされます。

Armadillo-640 にはユーザースイッチが実装されています。これらのスイッチのプッシュ/リリースイベントを取得するためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側の /dev/input ディレクトリを渡す必要があります。以下は、/dev/input を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。ここで渡された /dev/input ディレクトリはコンテナ内の /dev/input にマウントされます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/sw_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/input
[armadillo ~]# podman_start sw_example
Starting 'sw_example'
c0cd8b801883266197a3c20552b0e8b6c7dd473bb0b24e05bf3ecdb581c822b9
```

図 3.94 ユーザースイッチのイベントを取得するためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、evtest コマンドでイベントを確認できます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it sw_example sh
[container ~]# apk upgrade
[container ~]# apk add evtest
[container ~]# evtest /dev/input/event0
Input driver version is 1.0.1
Input device ID: bus 0x19 vendor 0x1 product 0x1 version 0x100
Input device name: "gpio-keys"
Supported events:
  Event type 0 (EV_SYN)
  Event type 1 (EV_KEY)
    Event code 28 (KEY_ENTER)
Properties:
Testing ... (interrupt to exit)
Event: time 1685517999.767274, type 1 (EV_KEY), code 28 (KEY_ENTER), value 0 ❶
Event: time 1685517999.767274, -------------- SYN_REPORT ------------
```

[4]USB キーボードなどを接続してインプットデバイスを追加している場合は、番号が異なる可能性があります

```
Event: time 1685517999.907279, type 1 (EV_KEY), code 28 (KEY_ENTER), value 1  ❷
Event: time 1685517999.907279, ---------- SYN_REPORT ------------
```

図 3.95 evtest コマンドによる確認例

❶ SW1 のボタン **プッシュ** イベントを検出したときの表示

❷ SW1 のボタン **リリース** イベントを検出したときの表示

ユーザースイッチ押下などに対して、細かく動作を指定できる buttond という機能があります。詳細は「6.12. ボタンやキーを扱う」を参照してください。

3.6.19. LED を使用する

3.6.19.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 に搭載されているユーザー LED には、GPIO が接続されています。

インターフェース仕様(LED3、LED4、LED5)

LED3、LED4、LED5 は、ユーザー側で自由に利用できる LED です。

表 3.30 LED3、LED4、LED5

部品番号	名称(色)	説明
LED3	ユーザー LED(赤)	i.MX6ULL の GPIO1_IO05 ピンに接続、(Low: 消灯、High: 点灯)
LED4	ユーザー LED(緑)	i.MX6ULL の GPIO1_IO08 ピンに接続、(Low: 消灯、High: 点灯)
LED5	ユーザー LED(黄)	i.MX6ULL の UART1_CTS_B ピンに接続、(Low: 消灯、High: 点灯)

3.6.19.2. ソフトウェア仕様

Linux では、GPIO 接続用 LED ドライバ(leds-gpio)で制御することができます。

sysfs LED クラスディレクトリ

- /sys/class/leds/red
- /sys/class/leds/green
- /sys/class/leds/yellow

3.6.19.3. 使用方法

Armadillo-640 には LED が実装されています。これらの LED を扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側の /sys ディレクトリを渡す必要があります。以下は、/sys を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。ここで渡された /sys ディレクトリはコンテナ内の /sys にマウントされます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/led_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_volumes /sys
[armadillo ~]# podman_start led_example
```

```
Starting 'led_example'
c770f76d7714f4cceb1229be2240382bded236c2c51bb6b866bc0098c2cb987a
```

図 3.96 LED を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、brightness ファイルに値を書き込むことで 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。

```
[armadillo ~]# podman exec -it led_example sh
[container ~]# echo 0 > /sys/class/leds/red/brightness
[container ~]# echo 1 > /sys/class/leds/red/brightness
```

図 3.97 LED の点灯/消灯の実行例

brightness ファイルを読み出すことで、現在の LED の状態を参照することも可能です。

```
[container ~]# cat /sys/class/leds/red/brightness
```

図 3.98 LED の状態を表示する

Linux では、LED をある特定のタイミングで光らせることができます。これを「トリガ」と呼びます。LED クラスディレクトリ以下の trigger ファイルへ値を書き込むことによって LED の点灯/消灯にトリガを設定することができます。 trigger でサポートされている主な値は以下の通りです。

表 3.31 LED トリガの種類

設定	説明
none	トリガを設定しません
mmc1	microSD スロットのアクセスランプにします
mmc2	eMMC のアクセスランプにします
heartbeat	心拍のように点灯/消灯を行います
default-on	主に Linux カーネルから使用します。LED が点灯します

trigger ファイルを読み出すとサポートしているトリガと、現在有効のトリガが表示されます。[] が付いているものが現在のトリガです。

```
[container ~]# cat /sys/class/leds/red/trigger
[none] rc-feedback bluetooth-power rfkill-any rfkill-none kbd-scrolllock kbd-num
lock kbd-capslock kbd-kanalock kbd-shiftlock kbd-altgrlock kbd-ctrllock kbd-altl
ock kbd-shiftllock kbd-shiftrlock kbd-ctrlllock kbd-ctrlrlock rfkill0 rfkill1 di
sk-activity disk-read disk-write ide-disk heartbeat cpu cpu0 cpu1 cpu2 cpu3 mmc2
 default-on panic mmc1
```

図 3.99 対応している LED トリガを表示

以下のコマンドを実行すると、心拍のように点灯/消灯を行います。

```
[container ~]# echo heartbeat > /sys/class/leds/red/trigger
```

図 3.100 LED のトリガに heartbeat を指定する

3.6.20. RTC を使用する

3.6.20.1. ハードウェア仕様

Armadillo-640 のリアルタイムクロックは、i.MX6ULL の RTC 機能を利用しています。

機能	・アラーム割り込みサポート
インターフェース仕様	CON13 からは電源(VCC_5V)供給の他、バックアップ電源(RTC_BAT)供給、i.MX6ULL の ON/OFF 制御を行うことができます。バックアップ電源供給は、長時間電源を切断しても、i.MX6ULL の一部データ(時刻データ等)を保持したい場合にご使用ください。詳細は「3.6.16. 電源を入力する」を参照してください。

3.6.20.2. ソフトウェア仕様

デバイスファイル	・/dev/rtc (/dev/rtc0 へのシンボリックリンク) ・/dev/rtc0

アラーム割り込みは、デバイスファイル経由で利用することができます。

詳細な情報については、Linux カーネルのソースコードに含まれているドキュメント(Documentation/admin-guide/rtc.rst)やサンプルプログラム(tools/testing/selftests/rtc/rtctest.c)を参照してください。

3.6.20.3. 使用方法

コンテナ内から RTC を扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/rtcN を渡すと同時に、RTC への時刻の設定を行うための権限も渡す必要があります。以下は、/dev/rtc0 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。権限として SYS_TIME も渡しています。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/rtc_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_args --cap-add=SYS_TIME
add_devices /dev/rtc0
[armadillo ~]# podman_start rtc_example
Starting 'rtc_example'
025209e0d96f43c2911239a8397b7002c3eaab057e031d8abb765df5707d75bd
```

図 3.101 RTC を扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内に入り、hwclock コマンドで RTC の時刻表示と設定ができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it rtc_example sh
[container ~]# hwclock ❶
Thu Feb 18 05:14:37 2021  0.000000 seconds
[container ~]# date --set "2021-04-01 09:00:00" ❷
Thu Apr  1 09:00:00 UTC 2021
[container ~]# hwclock --systohc ❸
```

```
[container ~]# hwclock ❹
Thu Apr  1 09:00:28 2021  0.000000 seconds
```

図 3.102 hwclock コマンドによる RTC の時刻表示と設定例

❶ RTC に設定されている現在時刻を表示します。

❷ システム時刻を 2021 年 4 月 1 日 9 時 0 分 0 秒に設定します。

❸ システム時刻を RTC に反映させます。

❹ RTC に設定されている時刻が変更されていることを確認します。

3.6.21. Wi-SUN デバイスを扱う

ここでは、Wi-SUN デバイスが UART で接続されている場合の例を示します。この場合、コンテナ内で動作するアプリケーションから Wi-SUN デバイスで通信を行うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/ttymxcN のうち、Wi-SUN と対応するものを渡す必要があります。以下は、/dev/ttymxc1 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/wisun_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/ttymxc1
[armadillo ~]# podman_start wisun_example
Starting 'wisun_example'
ef9a5a2f7eee4236cb28c1fbf5090a6f0db9d6dfe7f3a34573867e0833dd3122
[armadillo ~]# podman exec -it wisun_example sh
[container ~]# ls /dev/ttymxc1
/dev/ttymxc1
```

図 3.103 Wi-SUN デバイスを扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内から、/dev/ttymxc1 を使って Wi-SUN データの送受信ができるようになります。

3.6.22. EnOcean デバイスを扱う

ここでは、EnOcean デバイスが UART で接続されている場合の例を示します。この場合、コンテナ内で動作するアプリケーションから EnOcean デバイスで通信を行うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/ttymxcN のうち、EnOcean と対応するものを渡す必要があります。以下は、/dev/ttymxc1 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/enocean_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/ttymxc1
[armadillo ~]# podman_start enocean_example
Starting 'enocean_example'
a808b491a100f9078d8c72a7b36966d9182614f3657fe054fb8d7f87b0d4b31c
[armadillo ~]# podman exec -it enocean_example sh
```

```
[container ~]# ls /dev/ttymxc1
/dev/ttymxc1
```

図 3.104 EnOcean デバイスを扱うためのコンテナ作成例

コンテナ内から、/dev/ttymxc1 を使って EnOcean データの送受信ができるようになります。

3.7. ソフトウェアの設計

Armadillo-640 を用いた製品のソフトウェア設計は、一般的な組み込み開発と基本的には変わりません。しかし、 Armadillo Base OS という独自 OS を搭載しているため、ソフトウェアの設計には特有のポイントがいくつかあります。本章では、それらの設計時に考慮すべき Armadillo Base OS 特有のポイントについて紹介していきます。

3.7.1. 開発者が開発するもの、開発しなくていいもの

Armadillo Base OS では、組み込み機器において必要になる様々な機能を標準で搭載しています。

「図 3.105. 開発者が開発するもの、開発しなくていいもの」は、 Armadillo Base OS 搭載製品において、開発者が開発するものと開発しなくていいものをまとめた図です。

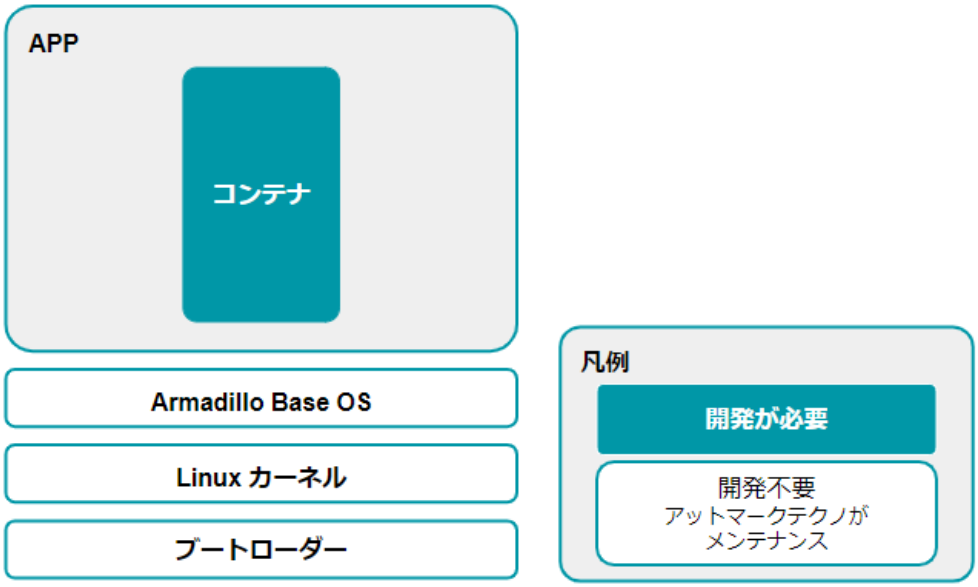


図 3.105 開発者が開発するもの、開発しなくていいもの

開発しなくていいものについては設計を考える必要はありません。開発するものに絞って設計を進めることができます。

3.7.2. ユーザーアプリケーションの設計

Armadillo Base OS では基本的にユーザーアプリケーションを Podman コンテナ上で実行します。そのため、実行環境として Armadillo Base OS を意識する必要はありません。

Podman は、同じくコンテナを扱えるソフトウェアである Docker [https://www.docker.com/] と基本的に互換性があります。

Docker Hub [https://hub.docker.com/search?type=image&image_filter=official] などから使い慣れたディストリビューションのコンテナイメージを取得して開発することができます。

3.7.3. ログの設計

ユーザーアプリケーションのログは、不具合発生時の原因究明の一助になるため必ず残しておくことを推奨します。

3.7.3.1. ログの保存場所

ユーザーアプリケーションが出力するログは、「3.2.4.1. 電源を切っても保持されるディレクトリ(ユーザーデータディレクトリ)」にも記載があるとおり、 /var/app/volumes/ 以下に配置するのが良いです。

コンテナの中から /var/app/volumes/ ディレクトリにアクセスすることになります。手順についての詳細は実際に開発を行う箇所にて紹介します。

3.7.3.2. 保存すべきログ

- Ethernet、LTE、BT、WLAN などのネットワーク系のログ

  一般に不具合発生時によく疑われる箇所なので、最低でも接続・切断情報などのログを残しておくことをおすすめします。

- ソフトウェアのバージョン

  /etc/sw-versions というファイルが Armadillo Base OS 上に存在します。これは、 SWUpdate に管理されている各ソフトウェアのバージョンが記録されているファイルです。このファイルの内容をログに含めておくことで、当時のバージョンを記録することができます。

- A/B 面どちらであったか

  アップデート後になにか不具合があって、自動的にロールバックしてしまう場合があります。後でログを確認する際に、当時 A/B 面どちらであったかで環境が大きく変わってしまい解析に時間がかかる場合があるので、どちらの面で動作していたかをログに残しておくことをおすすめします。

  「図 3.106. 現在の面の確認方法」に示すコマンドを実行することで、現在 A/B どちらの面で起動しているかを確認できます。

```
[armadillo ~]# abos-ctrl
rollback Currently booted on /dev/mmcblk0p1 ❶
: (省略)
```

図 3.106 現在の面の確認方法

❶ この実行結果から今の面は/dev/mmcblk0p1 であることが分かります。

3.7.4. ウォッチドッグタイマー

Armadillo-640 のウォッチドッグタイマーは、i.MX6ULL の WDOG(Watchdog Timer)を利用しています。

ウォッチドッグタイマーは、U-Boot によって有効化されます。標準状態でタイムアウト時間は 10 秒に設定されます。

何らかの要因でウォッチドッグタイマーのキックができなくなりタイムアウトすると、システムリセットが発生します。

ウォッチドッグタイマーの設定変更は、ioctl システムコール経由で行うことができます。詳細な情報については、Linux カーネルのソースコードに含まれているドキュメント(Documentation/watchdog/watchdog-api.rst)を参照してください。

ウォッチドッグタイマーを停止することはできません。

3.8. ネットワーク設定

必要であれば、 Armadillo のネットワークの設定を行います。

3.8.1. ABOS Web とは

Armadillo Base OS(以降、 ABOS) には、 Armadillo と作業用 PC が同一 LAN 内に存在していれば Web ブラウザからネットワークの設定や、 SWU イメージのインストールなどを行うことが可能となる、 ABOS Web という機能があります。この機能は、バージョン v3.17.4-at.7 以降の ABOS に標準で組み込まれています。

現在、ネットワークに関して ABOS Web で設定できるのは以下のものです。

- WWAN 設定
- WLAN 設定
- 各接続設定（各ネットワークインターフェースの設定）
- DHCP サーバー設定
- NAT 設定
- VPN 設定

ABOS Web で設定できる項目はネットワーク関連以外にもありますが、それらについては「6.8. Web UI から Armadillo をセットアップする(ABOS Web)」で紹介します。

バージョン v3.17.4-at.7 以前の ABOS から、v3.17.4-at.7 以降へアップデートした場合、アップデートよって新しく avahi サービスが追加されますが、新しく追加されたサービスが自動起動されることによる影響を防ぐため avahi は自動起動しない設定になっています。ABOS Web にアクセ

スできるようにするためには、この avahi サービスを自動起動する必要があるため、以下の手順で有効にしてください。

```
[armadillo ~]# rc-update add avahi-daemon
[armadillo ~]# rc-service avahi-daemon start
[armadillo ~]# persist_file /etc/runlevels/default/avahi-daemon
```

また、バージョン v3.17.4-at.7 以降の ABOS に、バージョン 4.13 以前の mkswu --init で作成した initial_setup.swu をインストールした場合、ABOS Web にパスワードが設定されておらず、自動起動しません。この場合は ABOS Web のパスワードを以下のように設定してください。

```
[armadillo ~]# passwd abos-web-admin
[armadillo ~]# persist_file /etc/shadow
[armadillo ~]# rc-service abos-web restart
```

LTE モジュールを搭載した Armadillo をお使いで、LTE モジュールによる WWAN 接続でインターネットにアクセスする場合に、Armadillo に LAN で接続した機器から Armadillo をルーターとして利用したい場合には、NAT 設定機能が役に立つでしょう。LTE モジュールによる WWAN 通信でクラウドサービスに接続し、WLAN や LAN で接続した機器から集めたデータをクラウドサービスに転送したり、それらの機器を、クラウドサービスから Armadillo 経由で遠隔制御するようなシステムを構成する場合にご利用ください。

以下では、 ABOS Web を利用した各種ネットワーク設定の方法について紹介します。

3.8.2. ABOS Web へのアクセス

Armadillo と PC を有線 LAN で接続し、Armadillo の電源を入れて PC で Web ブラウザを起動した後、Web ブラウザのアドレスバーに次の URL を入力してください： https://armadillo.local:58080

ABOS Web は、初期状態では同一サブネットのネットワークのみアクセス可能です。
サブネット外からのアクセスを許可したい場合は、 /etc/atmark/abos_web/init.conf を作成し、ABOS Web のサービスを再起動してください。

以下の例ではコンテナとループバックからのアクセスのみを許可します：

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/abos_web/init.conf
command_args="--allowed-subnets '10.88.0.0/16 127.0.0.0/8 ::1/128'"
[armadillo ~]# persist_file -v /etc/atmark/abos_web/init.conf
'/mnt/etc/atmark/abos_web/init.conf' -> '/target/etc/atmark/abos_web/init.conf'
[armadillo ~]# rc-service abos-web restart
```

ABOS Web が動作する Armadillo が、同じ LAN 上に複数あると、ABOS Web に接続する URL のホスト名部分（armadillo.local）は、2 台めでは armadillo-2.local、3 台めでは armadillo-3.local のように、違うものが自動的に割り当てられます。どのホスト名が、どの Armadillo のものなのかを判別するのが難しいので、複数台の Armadillo で同時に ABOS

Web を動かすときは、LAN に固定 IP アドレスを設定して、IP アドレスで指定できるようにするのがよいでしょう。

また、VSCode 上で ABOSDE(Armadillo Base OS Development Environment) から、ABOS Web が動作している Armadillo の一覧を確認し、指定した Armadillo の ABOS Web を Web ブラウザ で開くことが出来ます。ただし、ATDE のネットワークを NAT に設定している場合は Armadillo がリストに表示されません。

「図 3.107. ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする」 の赤枠で囲われているボタンをクリックすることで、ローカルネットワーク上で ABOS Web が実行されている Armadillo をスキャンすることができます。

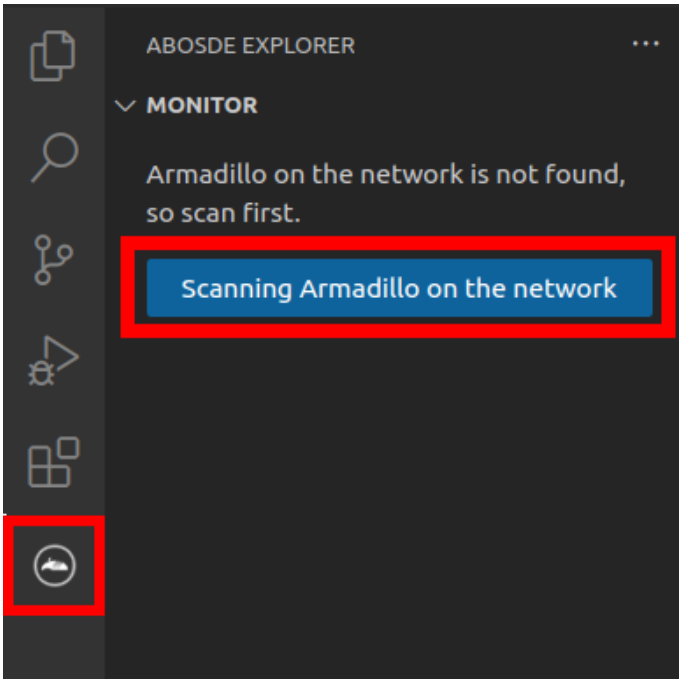


図 3.107 ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする

「図 3.108. ABOSDE を使用して ABOS Web を開く」 の赤枠で囲われているマークをクリックすることで、ABOS Web を Web ブラウザで開くことができます。

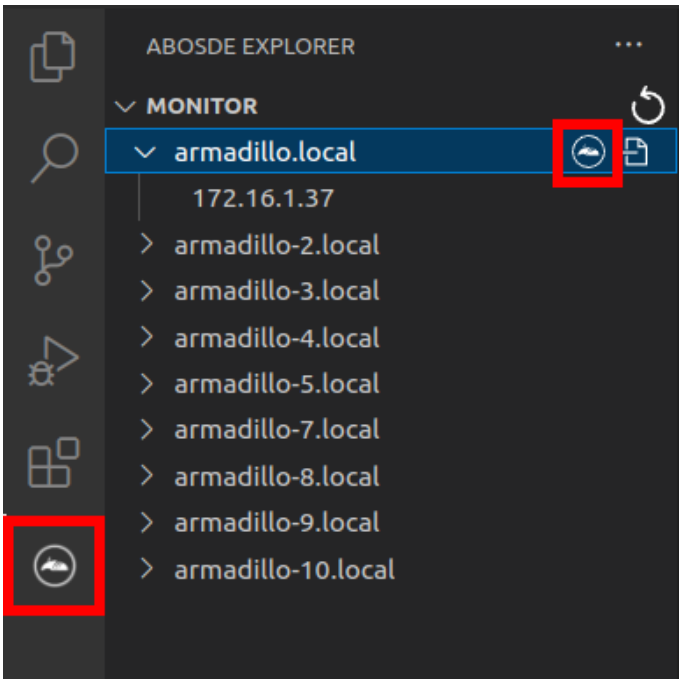


図 3.108 ABOSDE を使用して ABOS Web を開く

「図 3.109. ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する」 の赤枠で囲われているマークをクリックすることで、ABOSDE に表示されている Armadillo を更新することができます。

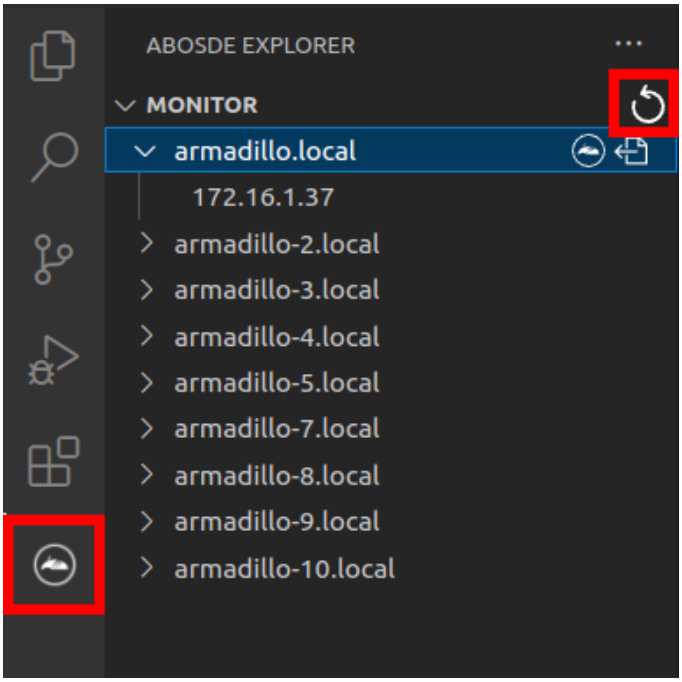


図 3.109 ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する

3.8.3. ABOS Web のパスワード登録

「3.3.6.1. initial_setup.swu の作成」で ABOS Web のログイン用パスワードを設定していない場合、 ABOS Web 初回ログイン時に、 "初回ログイン"のパスワード登録画面が表示されますので、パスワードを設定してください。

図 3.110 パスワード登録画面

"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 3.111 パスワード登録完了画面

パスワード登録完了画面にある "ログインページ" というリンクをクリックすると、ログイン画面が表示されますので、先ほど登録したパスワードを入力して "ログイン" ボタンをクリックしてください。

ABOS Web に対応した Armadillo が正常に起動していれば、Web ブラウザに ABOS Web のログイン画面が表示されます。

図 3.112 ログイン画面

ログイン画面で ABOS Web のパスワードを入力して認証されれば、ABOS Web の設定画面に表示が変わり、設定操作を行うことができます。

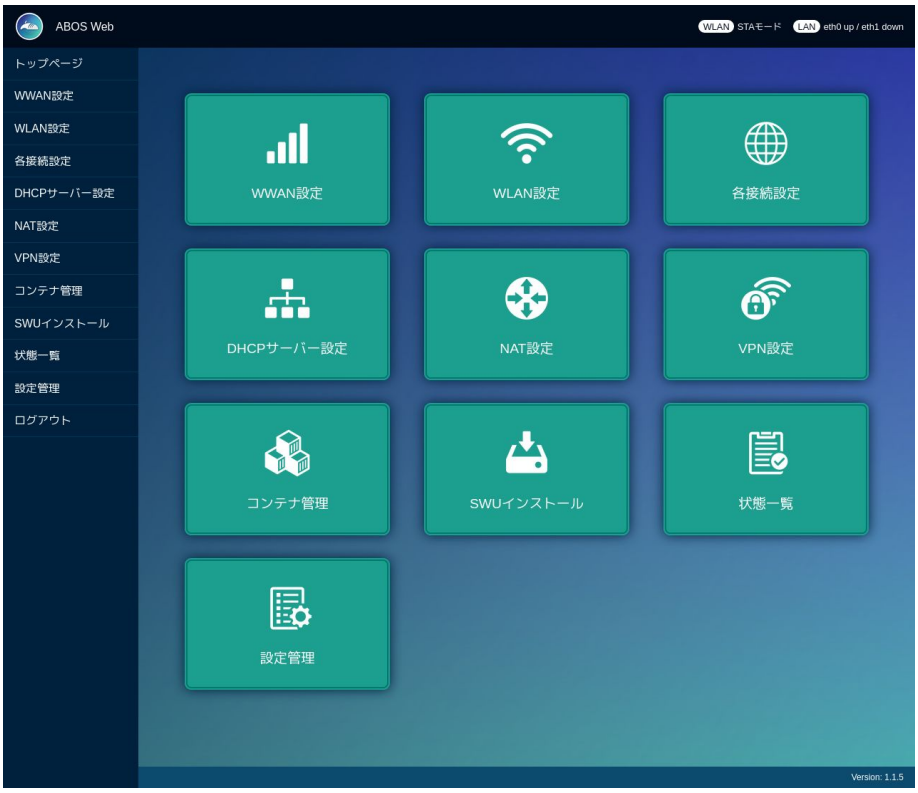


図 3.113 トップページ

3.8.4. ABOS Web の設定操作

ABOS Web で Armadillo の動作設定を行うには、ログイン後に表示されるトップページで、設定したい機能へのリンクをクリックしてください。リンクをクリックすると、リンク先の設定画面が表示されますので、設定画面で、現在の設定内容の確認や設定変更を行ってください。現在の設定内容を確認するには、"各接続設定"をクリックしてください。各機能の設定ページへのリンクは、それぞれの設定ページでも、左端にサイドメニュー形式で表示されます。以後、サイドメニュー形式で表示されたリンクをクリックすることを、「サイドメニューから xxx を選択する」と表記します。ログイン後に表示されるトップページと、それぞれの設定ページには、左端のサイドメニューに加え、上端右側に、現在の接続状態が表示されます。現在の接続状態は、WWAN、WLAN、LAN、のそれぞれについて表示されます。WWAN と WLAN は、それらの通信モジュールが Armadillo に搭載されていなければ、表示されません。

3.8.5. ログアウト

ABOS Web で必要なセットアップを行なったら、サイドメニューから "ログアウト" を選択してログアウトしてください。ログアウトすると、ログイン画面が再び表示されますので、ABOS Web をすぐに使わないのであれば、Web ブラウザを閉じてください。

3.8.6. WWAN 設定

LTE をはじめとする WWAN 通信モジュールを搭載した Armadillo の、WWAN 設定を行います。この設定画面では、WWAN 接続設定の登録と、WWAN 接続の状態（現在のアドレス情報）の表示、登録済み WWAN 接続設定の編集と削除を行うことができます。設定項目のうち、"MCC/MNC" は、通常は空欄にしてください。MCC/MNC 以外の項目を正しく設定しても WWAN 通信が動作しない場合、特に SIM カードがマルチキャリア SIM の場合は、ご契約の通信事業者に MCC/MNM を問い合わせ、通信事業者から提示された MCC/MNC の値を設定してください。それぞれの入力フィールドに設定値を

入力して "接続して保存" ボタンをクリックすると、WWAN 接続の設定を登録して、WWAN 接続動作を実行します。WWAN 通信設定が行われ、ネットワーク接続が確立した状態では、割当たっている IP アドレスなどを "現在の WWAN 接続情報" に表示します。「図 3.114. WWAN 設定画面」に、WWAN 設定を行った状態を示します。

図 3.114 WWAN 設定画面

3.8.7. WLAN 設定

無線 LAN モジュールを搭載した Armadillo の、WLAN（無線 LAN）設定を行います。この設定画面では、WLAN クライアント（子機）としての設定または、WLAN アクセスポイントとしての設定を行うことができます。クライアントとアクセスポイントのどちらか一方について、接続設定の登録と接続の状態の表示、登録済み設定の削除を行なえます。クライアントとアクセスポイントのどちらに設定するかは、"動作モード選択"欄で指定します。

クライアント設定とアクセスポイント設定の、それぞれについて、以下に説明します。

3.8.7.1. WLAN 設定（クライアントとしての設定）

"動作モード選択"欄で"クライアントとして使用する"を選択すると、クライアント設定画面が表示されます。もしアクセスポイントに設定済みの場合は、アクセスポイントの設定を削除してください。そうしないと、動作モードをクライアントに切り替えることができません。設定項目のうち、ネットワーク名(SSID) は、リストから選択してください。WLAN アクセスポイントを Armadillo が何も検出できない場合は、このリストが空になります。セキュリティ方式も、リストから選択してください。DHCP と 固定 は、DHCP を選択すると DHCP サーバーから IP アドレスを取得します。固定 を選択すると、固定 IP アドレス設定用の入力フィールドを表示します。それぞれの入力フィールドに設定値を入力して "接続して保存" ボタンをクリックすると、WLAN クライアント設定を登録して、WLAN 接続動作を実行します。WLAN 接続設定が行われ、WLAN 接続が確立した状態では、割当たっている IP アドレスなどを "現在の WLAN 接続情報" に表示します。

ABOS-WEB 上では複数のネットワーク設定を保存することが可能です。設定項目のうちにネットワーク情報を入力した後、 "保存" ボタンをクリックすると、入力した内容の登録のみを行い、接続は行いません。登録した設定の一覧は WLAN ページの中央にあるリストに表示されます。このリストでは WLAN 設定の接続／編集／削除を行うことができます。保存した設定に接続先を変更したい場合はリストから選択して、"接続" ボタンをクリックしてください。保存した設定を編集したい場合はリストから選択して、"設定を編集" ボタンをクリックしてください。保存した設定を削除したい場合はリストから選択して、"設定を削除" ボタンをクリックしてください。

「図 3.115. WLAN クライアント設定画面」に、WLAN クライアント設定を行った状態を示します。

図 3.115 WLAN クライアント設定画面

登録済み WLAN クライアント設定を削除して、WLAN アクセスポイントとの接続を切断するには、"設定を削除" ボタンをクリックしてください。

3.8.7.2. WLAN 設定（アクセスポイントとしての設定）

"動作モード選択"欄で"アクセスポイントとして使用する"を選択すると、アクセスポイント設定画面が表示されます。もしクライアントに設定済みの場合は、クライアントの設定を削除してください。そうしないと、動作モードをアクセスポイントに切り替えることができません。設定項目のうち、ブリッジアドレス は、WLAN アクセスポイントに割り当てる IP アドレスを入力してください。サブネットマスクは、アクセスポイントのサブネットのものを入力してください。使用周波数は、5GHz と 2.4GHz のうち使用するものを選択してください。両方の周波数を同時に使用することはできません。使用チャンネルは、リストから選択してください。SSID と パスワード に入力した値は、アクセスポイントに設定した Armadillo に WLAN 子機を接続する際に使用します。

それぞれの入力フィールドに設定値を入力して "設定" ボタンをクリックすると、WLAN アクセスポイント設定を登録して、WLAN アクセスポイント動作を開始します。WLAN アクセスポイント設定が行われ、アクセスポイント動作中の状態では、"現在のアクセスポイント情報" に設定内容を表示します。

「図 3.116. WLAN アクセスポイント設定画面」に、WLAN アクセスポイント設定を行った状態を示します。

図 3.116 WLAN アクセスポイント設定画面

アクセスポイントモードのセキュリティ方式は、WPA2 を使用します。

3.8.8. 各接続設定（各ネットワークインターフェースの設定）

設定されたネットワーク接続の一覧を表示します。表示した接続のそれぞれについて、接続の有効化（「接続」）や無効化（「切断」）、および接続設定内容の編集や削除を行うことができます。接続の操作を行う時は、操作したい接続をラジオボタンで選択してください。

図 3.117 現在の接続情報画面

ここで、「ネットワーク接続」は、Linux のネットワーク接続管理機能（NetworkManager）が管理するコネクションです。ネットワーク接続に対する設定項目の詳細は、NetworkManager のリファレンス（https://developer-old.gnome.org/NetworkManager/stable/nmcli.html）をご覧ください。接続設定内容を編集したい接続を選択して "設定を編集" ボタンをクリックすると、設定内容の編集画面を表示します。LAN の接続以外、つまり、WWAN と WLAN の接続に対する設定は、"WWAN 設定" や "WLAN 設定" の設定画面をお使いいただくのが簡単です。

それぞれの接続設定画面では、IPv4 と IPv6 のそれぞれについて、IP アドレスを自動割り当てするかまたは固定 IP アドレスにするかを選択して設定できます。IP アドレスの割り当ては、デフォルトでは自動割り当てです。Armadillo を接続した LAN や WLAN で、Armadillo を DHCP サーバーとして運用する場合は、それらのネットワーク接続を固定 IP アドレスに設定してください。

3.8.8.1. LAN 接続設定

LAN 接続の接続名は、デフォルトでは "Wired conneciton 1" です。LAN ポートを二つ搭載した Armadillo では、二つめの LAN ポートに対応する "Wired connection 2" も有効です。Armadillo を LAN と WWAN との間で IPv4 ルーターとして運用する場合は、LAN 接続の設定で IPv4 アドレスを固定 IP アドレスに設定して下さい。「図 3.118. LAN 接続設定で固定 IP アドレスに設定した画面」に、LAN 接続の設定編集画面で固定 IP アドレスに設定した状態を示します。

図 3.118 LAN 接続設定で固定 IP アドレスに設定した画面

3.8.8.2. WWAN 接続設定

WWAN 接続の接続名は、デフォルトでは "gsm-ttyCommModem" です。

3.8.8.3. WLAN 接続設定

WLAN 接続の接続名は、デフォルトでは、クライアントモードが "abos_web_wlan"、アクセスポイントモードが "abos_web_br_ap" です。

3.8.9. DHCP サーバー設定

ネットワークインターフェースごとに、接続したネットワーク上で Armadillo を DHCP サーバーとして動作させる設定を行うことができます。接続済みの DHCP サーバー情報を、画面上部の"現在の DHCP 情報"に表示します。DHCP サーバーの設定を登録する場合は、"DHCP 情報入力"欄に設定内容を入力して"設定"ボタンをクリックしてください。「図 3.119. eth0 に対する DHCP サーバー設定」に、一つめの LAN ポート（eth0）に対する設定を行った状態を示します。

図 3.119 eth0 に対する DHCP サーバー設定

たとえば、LAN ポートが二つある Armadillo で、それぞれの LAN ポートを異なる LAN に接続して、それぞれの LAN 上で Armadillo を DHCP サーバーとして運用する場合は、eth0 と eth1 に対して DHCP サーバー設定を行ってください。DHCP サーバー設定を削除するには、"現在の DHCP 情報"の一覧で削除したい設定を選択して、"削除"ボタンをクリックしてください。

3.8.10. NAT 設定

この設定画面では、ルーター機能での宛先インターフェース設定と、Armadillo を接続した LAN 上の機器用のポートフォワーディング設定を行うことができます。Armadillo を LAN や WLAN と WWAN との間でルーターとして運用する場合は、NAT 設定の宛先インターフェースを WWAN のインターフェー

スに設定してください。そして、LAN や WLAN 上の機器を、WWAN 接続したインターネットにサーバーとして公開したい場合は、ポートフォワーディング設定を使ってください。

3.8.10.1. NAT 設定

ルーター機能での宛先インターフェース設定を行なえます。「図 3.120. LTE を宛先インターフェースに指定した設定」に、宛先インターフェースに ppp0 を指定した場合の画面を示します。

図 3.120 LTE を宛先インターフェースに指定した設定

3.8.10.2. ポートフォワーディング設定

受信インターフェースごとに、ポートフォワーディング設定を登録できます。「図 3.121. LTE からの受信パケットに対するポートフォワーディング設定」 に、受信インターフェース ppp0 について、ポート 8080 番宛の tcp パケットをポートフォワーディングする設定を行った状態を示します。

図 3.121 LTE からの受信パケットに対するポートフォワーディング設定

3.8.10.3. VPN 設定

Armadillo の VPN 接続設定を行います。この設定画面では、認証方式や VPN クライアントの設定ファイル、認証用の証明書と鍵の設定を行うことができます。VPN 接続を設定していれば、現在の接続状態も表示します。現在の接続状態表示欄にある "接続" ボタンと "切断" ボタンで、VPN 接続の接続と切断を行なえます。VPN クライアントは、現在 OpenVPN [https://openvpn.net/community/] をサポートしています。

「図 3.122. VPN 設定」に、VPN 接続設定を行った状態を示します。

図 3.122 VPN 設定

認証方式は、"ユーザ名とパスワード" と "証明書" のどちらか一方を選択できます。認証方式が "証明書" の場合、.ovpn ファイルに証明書や鍵が埋め込まれていれば、それらのファイルを指定する必要はありません。

ABOS Web は、VPN 接続を設定する際に abos_web_openvpn という名前のコンテナを自動的に作成し、このコンテナで VPN クライアントを実行します。VPN 接続動作を実行する時には、進行状況を示すログを表示します。

登録済み VPN 設定を削除して、VPN 接続を切断するには、"設定を削除" ボタンをクリックしてください。

3.8.11. 状態一覧

各設定画面で行った設定の現在状態を、設定ごとに区切って一覧表示します。

3.9. Network Time Protocol (NTP, ネットワーク・タイム・プロトコル) の設定

Armadillo Base OS では chronyd を使っています。

デフォルトの設定（使用するサーバーなど）は /lib/chrony.conf.d/ にあり、変更用に /etc/chrony/conf.d/ のファイルも読み込みます。/etc/chrony/conf.d/ ディレクトリに /lib/chrony.conf.d/ と同じファイル名の設定ファイルを置いておくことで、デフォルトのファイルを読まないようになります。

例えば、 NTP サーバーの設定は servers.conf に記載されてますので、変更する際は/etc/chrony/conf.d/servers.conf に記載します：

```
[armadillo ~]# vi /etc/chrony/conf.d/servers.conf ❶
pool my.ntp.server iburst
[armadillo ~]# persist_file /etc/chrony/conf.d/servers.conf ❷
[armadillo ~]# rc-service chronyd restart ❸
chronyd          | * Stopping chronyd ... [ ok ]
chronyd          | * Starting chronyd ... [ ok ]
armadillo:~# chronyc sources ❹
MS Name/IP address         Stratum Poll Reach LastRx Last sample
===============================================================================
^? my.ntp.server                 1   6     3     2    +88ms[  +88ms] +/-  173ms
```

図 3.123 chronyd のコンフィグの変更例

❶ コンフィグファイルを作成します。

❷ ファイルを保存します。

❸ chronyd サービスを再起動します。

❹ chronyc で新しいサーバーが使用されていることを確認します。

3.10. CUI アプリケーションの開発

ここではシェルスクリプトおよび Python を使った CUI アプリケーションの開発方法を紹介します。開発手順としてはシェルスクリプトと Python で同じであるため、シェルスクリプトの場合の例で説明します。

3.10.1. CUI アプリケーション開発の流れ

Armadillo 向けに CUI アプリケーションを開発する場合の流れは以下のようになります。

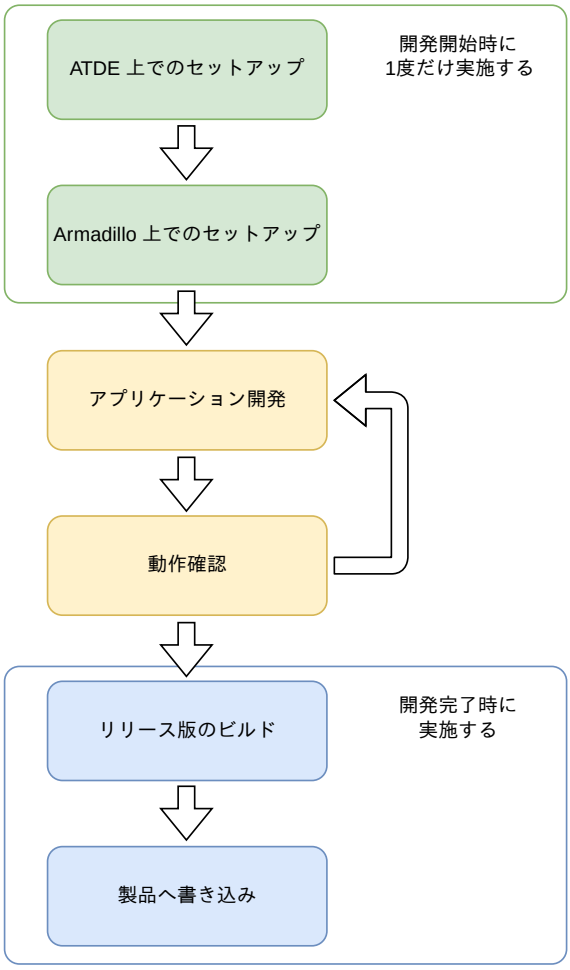


図 3.124 CUI アプリケーション開発の流れ

3.10.2. ATDE 上でのセットアップ

ここでは、開発開始時の ATDE 上でのセットアップ手順について説明します。ATDE をお使いでない場合は、先に 「3.3. 開発の準備」 を参照して ATDE 及び、 VSCode のセットアップを完了してください。

3.10.2.1. プロジェクトの作成

VSCode の左ペインの [A600] から [Shell New Project] を実行し、表示されるディレクトリ選択画面からプロジェクトを保存するディレクトリを選択してください。実行するためには右に表示されている三角形ボタンを押してください。Python の場合は [Python New Project] を実行してください。保存先を選択すると、プロジェクト名を入力するダイアログが表示されるので、任意のプロジェクト名を入力してエンターキーを押してください。ここでは、ホームディレクトリ直下に `my_project` として保存しています。

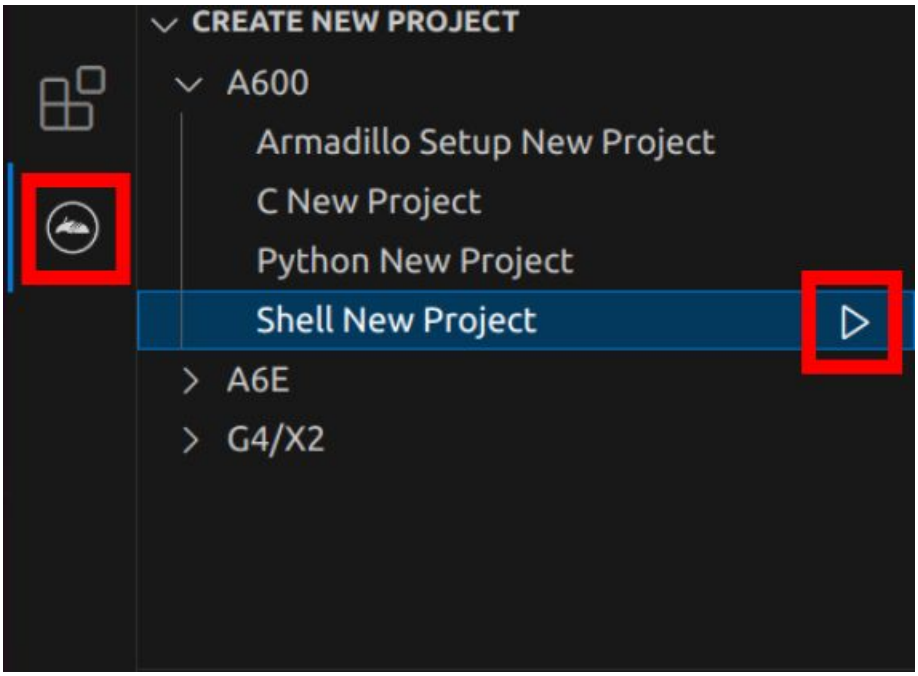


図 3.125 プロジェクトを作成する

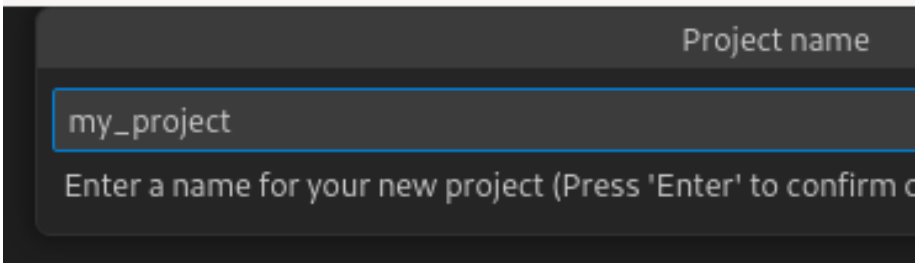


図 3.126 プロジェクト名を入力する

3.10.3. アプリケーション開発

3.10.3.1. VSCode の起動

ここでは、実際に Armadillo 上でサンプルアプリケーションを起動する場合の手順を説明します。プロジェクトディレクトリへ移動し VSCode を起動します。

```
[ATDE ~]$ code ./my_project
```

図 3.127 VSCode で `my_project` を起動する

3.10.3.2. ディレクトリ構成

プロジェクトには下記のディレクトリがあります。

- **app**：アプリケーションのソースです。Armadillo ではビルドしたアプリケーションが `/var/app/rollback/volumes/my_project` にコピーされます。

  - **requirements.txt** : Python プロジェクトにのみ存在しており、このファイルに記載したパッケージは pip を使用してインストールされます。

- **config** : 設定ファイルです。各ファイルが設定するものは以下のとおりです

  - **app.conf** : コンテナのコンフィグです。記載内容については 「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」 を参照してください。

  - **app.desc** : SWU イメージを生成するための .desc ファイルです。記載内容については 「6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する」 を参照してください。

  - **ssh_config** : Armadillo への ssh 接続に使用します。「3.10.4.2. ssh 接続に使用する IP アドレスの設定」 を参照してください。

- **container** : スクリプトを実行するコンテナの設定ファイルです。 packages.txt に記載されているパッケージがインストールされます。 Dockerfile を直接編集することも可能です。

デフォルトのコンテナコンフィグ（ app.conf ）ではシェルスクリプトの場合は app の src/main.sh または Python の場合 src/main.py を実行しますので、リネームが必要な場合にコンテナのコンフィグも修正してください。

このサンプルアプリケーションは、CPU と SOC の温度を /vol_data/log/temp.txt に出力し、LED4 を点滅させます。

3.10.3.3. 初期設定

初期設定では主に Armadillo と SSH で接続するための秘密鍵と公開鍵の生成を行います。

作成したプロジェクトディレクトリへ移動して VSCode を起動してください。

```
[ATDE ~]$ cd my_project
[ATDE ~/my_project]$ code ./
```

図 3.128 初期設定を行う

VSCode の左ペインの [my_project] から [Setup environment] を実行します。

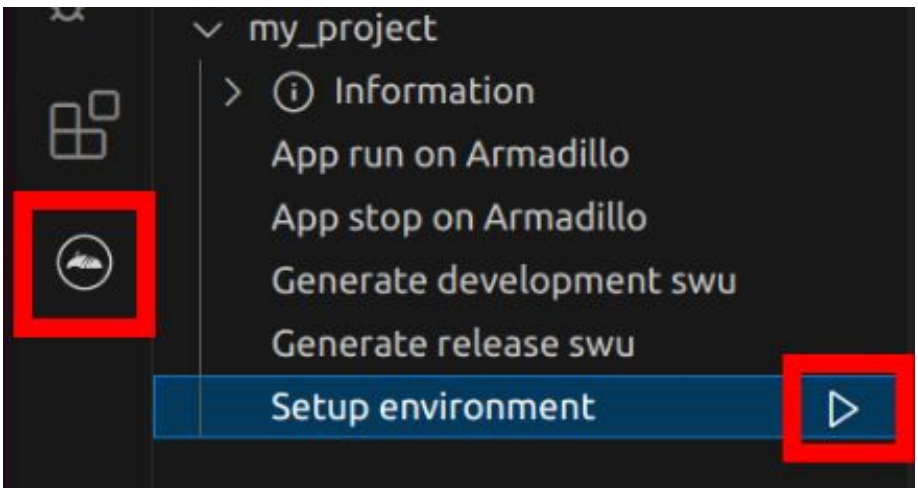


図 3.129 VSCode で初期設定を行う

選択すると、 VSCode の下部に以下のようなターミナルが表示されます。

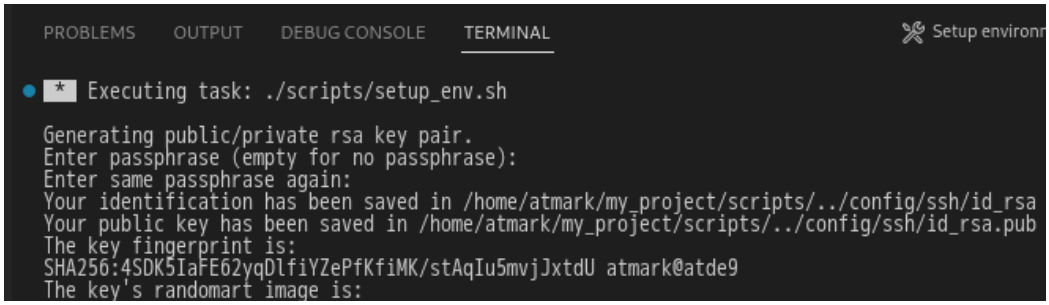


図 3.130 VSCode のターミナル

このターミナル上で以下のように入力してください。

```
 *  Executing task: ./scripts/setup_env.sh

Generating public/private ed25519 key pair.
Enter passphrase (empty for no passphrase): ❶
Enter same passphrase again: ❷
Your identification has been saved in /home/atmark/.ssh/id_ed25519_vscode
:(省略)

 *  Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.  ❸
```

図 3.131 SSH 用の鍵を生成する

❶ パスフレーズを設定します。設定しない場合は何も入力せず Enter を押します。

❷ 1 でパスフレーズを設定した場合は、確認のため再度入力してください。

❸ ここで何か任意のキーを押すとターミナルが閉じます。

パスフレーズを設定した場合は、アプリケーションを Armadillo へ転送する時にパスフレーズの入力を求められることがあります。

ssh の鍵は $HOME/.ssh/id_ed25519_vscode (と id_ed25519_vscode.pub) に保存されていますので、プロジェクトをバックアップする時は $HOME/.ssh も保存してください。

3.10.3.4. アプリケーション実行用コンテナイメージの作成

Armadillo 上でアプリケーションを実行するためのコンテナイメージを作成します。ここで作成したコンテナイメージは SWU イメージを使用して Armadillo へインストールするため、事前に 「5.2.1. SWU イメージの作成」 を参照して SWU の初期設定を行ってください。

コンテナイメージの作成および SWU イメージの作成も VSCode で行います。VSCode の左ペインの [my_project] から [Generate development swu] を実行します。

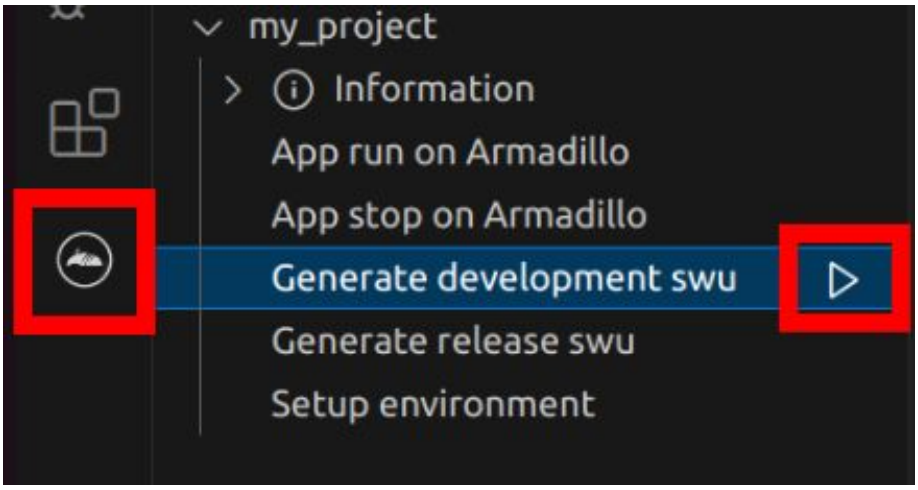


図 3.132 VSCode でコンテナイメージの作成を行う

コンテナイメージの作成にはしばらく時間がかかります。VSCode のターミナルに以下のように表示されるとコンテナイメージの作成は完了です。

```
コンテナイメージを ./swu/my_project.tar に保存しました。
./swu/app.desc のバージョンを 1 から 2 に変更しました。
./development.swu を作成しました。
次は Armadillo に ./development.swu をインストールしてください。
 *  Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.
```

図 3.133 コンテナイメージの作成完了

作成した SWU イメージは my_project ディレクトリ下に development.swu というファイル名で保存されています。

3.10.4. Armadillo 上でのセットアップ

3.10.4.1. アプリケーション実行用コンテナイメージのインストール

「3.10.3.4. アプリケーション実行用コンテナイメージの作成」 で作成した development.swu を「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールしてください。

インストール後に自動で Armadillo が再起動します。

3.10.4.2. ssh 接続に使用する IP アドレスの設定

VSCode 上で ABOSDE(Armadillo Base OS Development Environment) から、ABOS Web が動作している Armadillo の一覧を確認し、指定した Armadillo の IP アドレスを ssh 接続に使用することができます。ただし、ATDE のネットワークを NAT に設定している場合は Armadillo がリストに表示されません。

「図 3.134. ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする」 の赤枠で囲われているボタンをクリックすることで、ローカルネットワーク上で ABOS Web が実行されている Armadillo をスキャンすることができます。

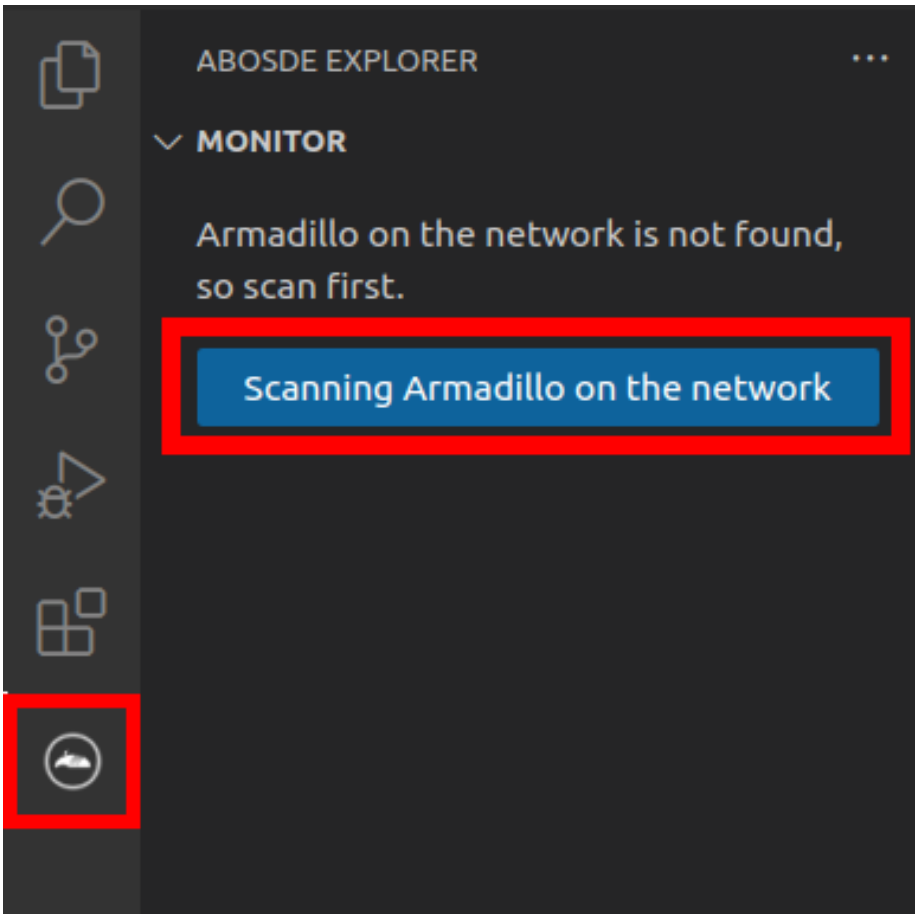


図 3.134 ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする

「図 3.135. ABOSDE を使用して ssh 接続に使用する IP アドレスを設定する」 の赤枠で囲われているマークをクリックすることで、指定した Armadillo の IP アドレスを ssh 接続に使用する IP アドレスに設定することができます。

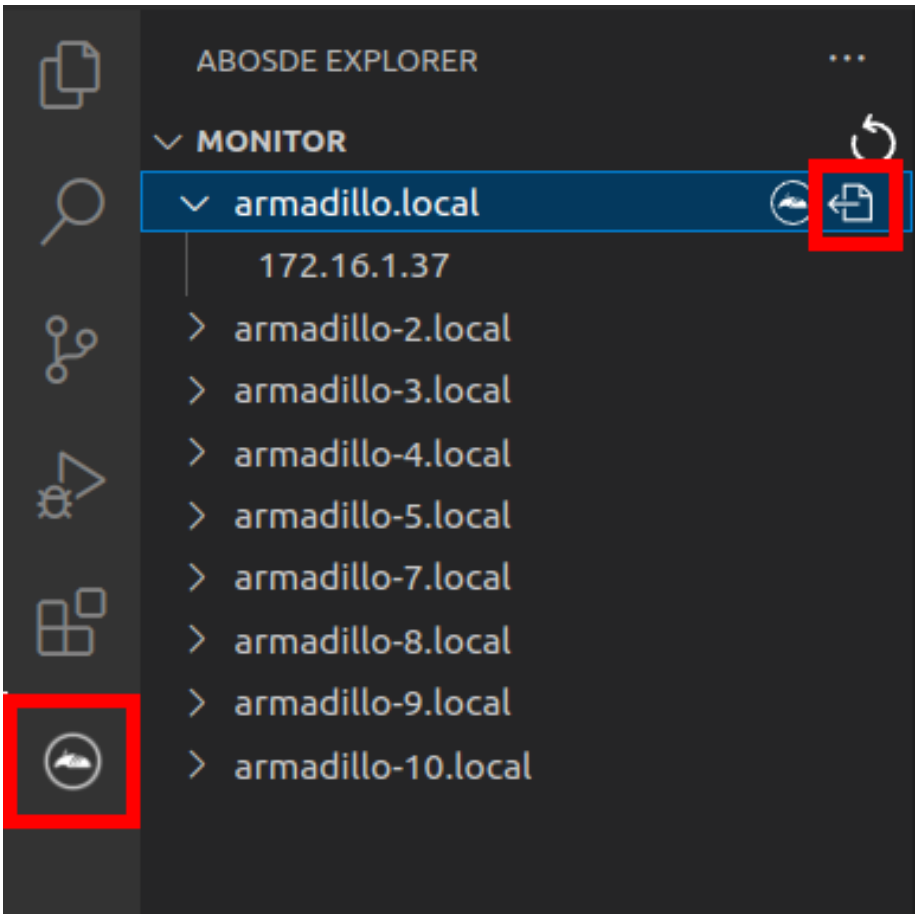


図 3.135 ABOSDE を使用して ssh 接続に使用する IP アドレスを設定する

「図 3.136. ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する」 の赤枠で囲われているマークをクリックすることで、ABOSDE に表示されている Armadillo を更新することができます。

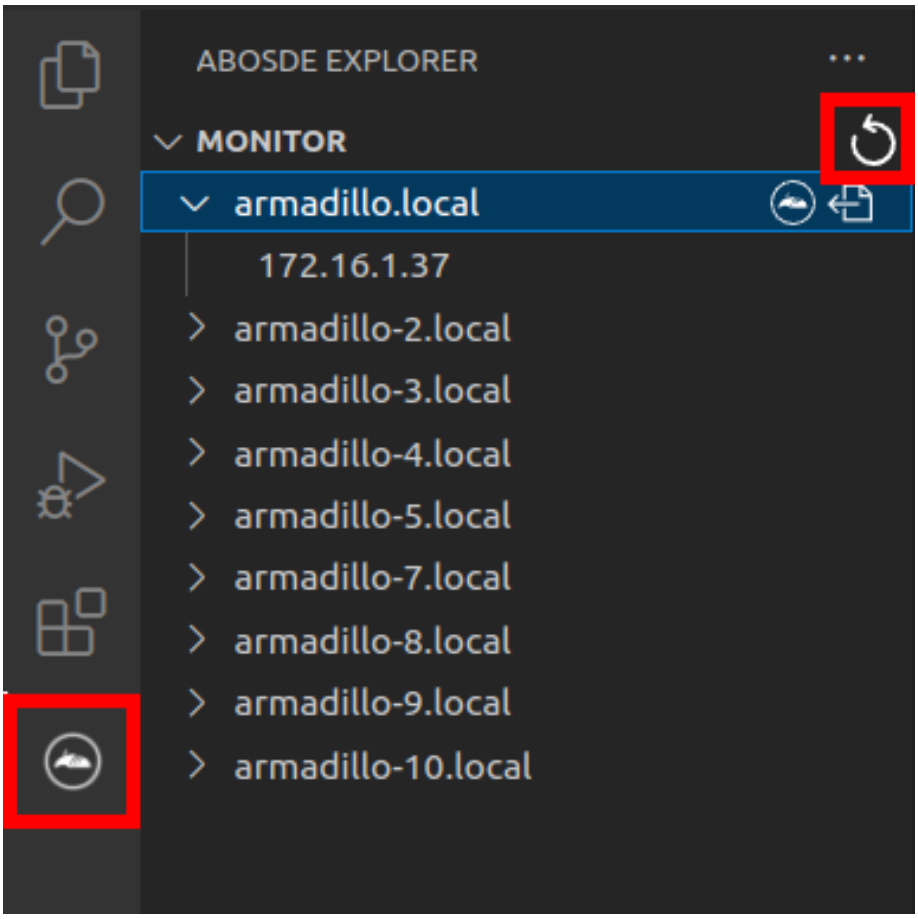


図 3.136 ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する

ATDE のネットワークを NAT に設定している場合や、ABOS Web を起動していない場合等、ABOSDE のリストに Armadillo が表示されない場合は、プロジェクトディレクトリに入っている config/ssh_config ファイルを編集して IP アドレスを書き換えてください。

```
[ATDE ~/my_project]$ code config/ssh_config
Host Armadillo
    Hostname x.x.x.x ❶
    User root
    IdentityFile ${HOME}/.ssh/id_ed25519_vscode
    UserKnownHostsFile config/ssh_known_hosts
    StrictHostKeyChecking accept-new
```

図 3.137 ssh_config を編集する

❶ Armadillo の IP アドレスに置き換えてください。

Armadillo を初期化した場合や、プロジェクトを実行する Armadillo を変えた場合は,プロジェクトの config/ssh_known_hosts に保存されている公開鍵で Armadillo を認識できなくなります。その場合はファイルを削除するか、「Setup environment」タスクを再実行してください。

3.10.4.3. アプリケーションの実行

VSCode の左ペインの [my_project] から [App run on Armadillo] を実行すると、アプリケーションが Armadillo へ転送されて起動します。

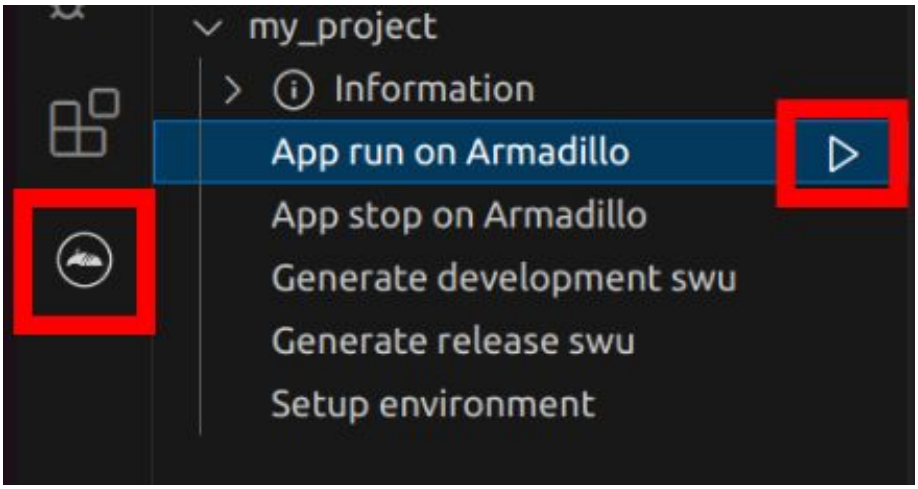


図 3.138 Armadillo 上でアプリケーションを実行する

VSCode のターミナルに以下のメッセージが表示されることがあります。これが表示された場合は yes と入力して下さい。

```
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])?
```

図 3.139 実行時に表示されるメッセージ

アプリケーションを終了するには VSCode の左ペインの [my_project] から [App stop on Armadillo] を実行してください。

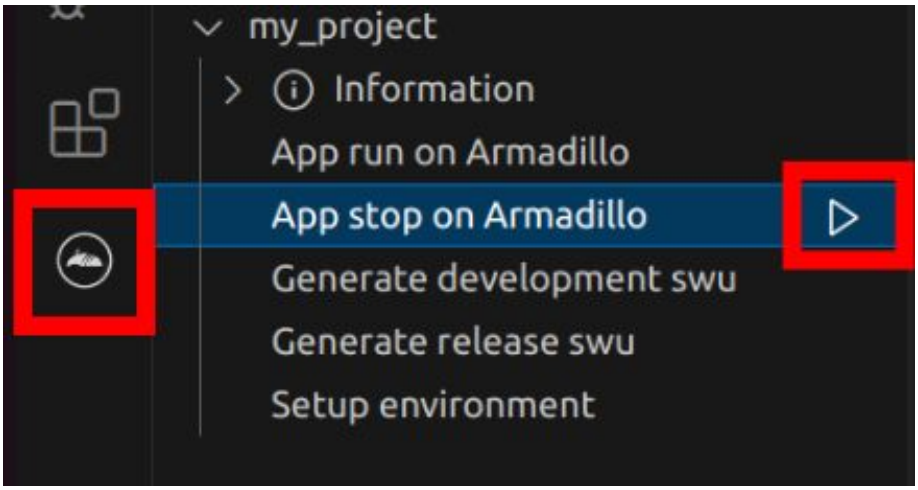


図 3.140 アプリケーションを終了する

3.10.5. リリース版のビルド

ここでは完成したアプリケーションをリリース版としてビルドする場合の手順について説明します。

VSCode の左ペインの [my_project] から [Generate release swu] を実行すると、リリース版のアプリケーションを含んだ SWU イメージが作成されます。事前に 「5.2.1. SWU イメージの作成」 を参照して SWU の初期設定を行ってください。

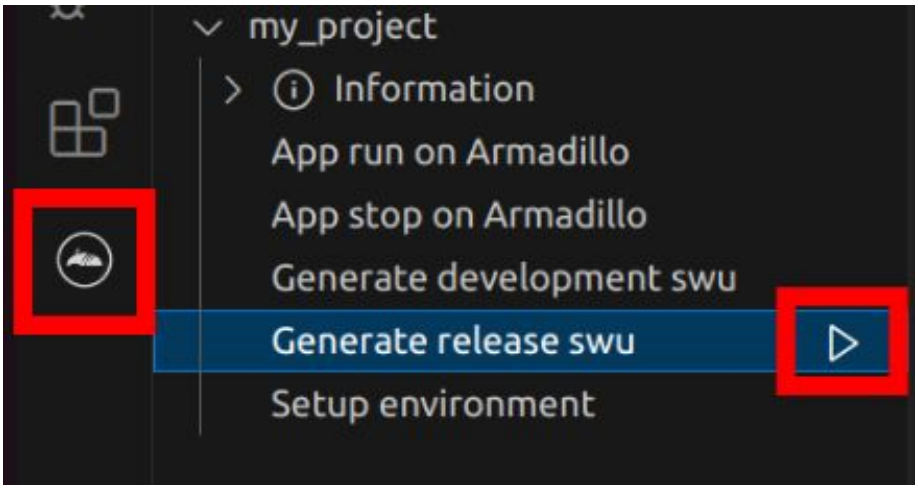


図 3.141 リリース版をビルドする

3.10.6. 製品への書き込み

作成した SWU イメージは `my_project` ディレクトリ下に `release.swu` というファイル名で保存されています。

この SWU イメージを 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールすると、Armadillo 起動時にアプリケーションも自動起動します。

3.10.7. Armadillo 上のコンテナイメージの削除

`development.swu` または `release.swu` を Armadillo にインストールすることで保存されたコンテナイメージを削除する方法は、 「6.2.3.1. VSCode から実行する」 を参照してください。

3.11. C 言語によるアプリケーションの開発

ここでは C 言語によるアプリケーション開発の方法を紹介します。

C 言語によるアプリケーション開発は下記に当てはまるユーザーを対象としています。

- 既存の C 言語によって開発されたアプリケーションを Armadillo で動作させたい
- C 言語でないと実現できないアプリケーションを開発したい

上記に当てはまらず、開発するアプリケーションがシェルスクリプトまたは Python で実現可能であるならば、「3.10. CUI アプリケーションの開発」を参照してください。

3.11.1. C 言語によるアプリケーション開発の流れ

Armadillo 向けに C 言語によるアプリケーションを開発する場合の流れは以下のようになります。

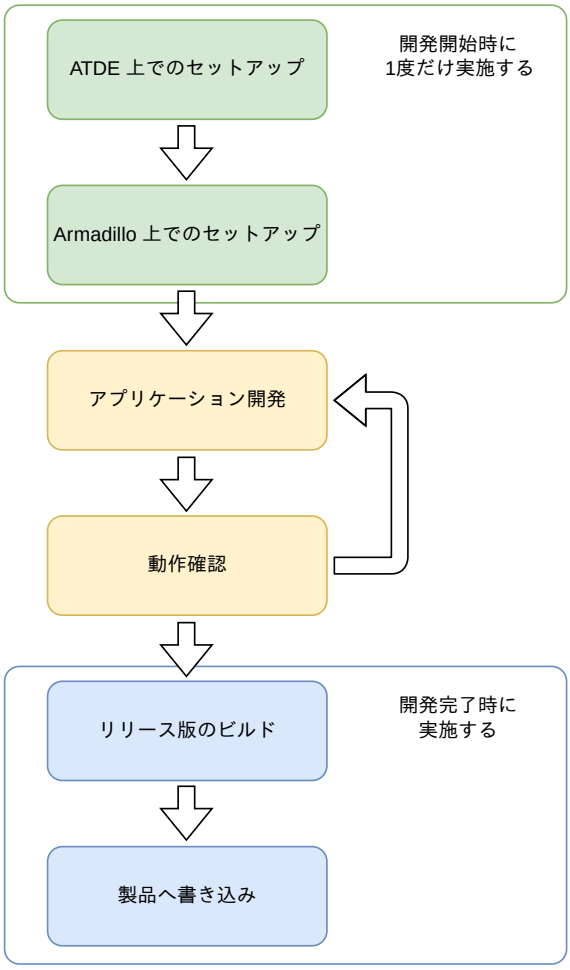


図 3.142 C 言語によるアプリケーション開発の流れ

3.11.2. ATDE 上でのセットアップ

ここでは、開発開始時の ATDE 上でのセットアップ手順について説明します。ATDE をお使いでない場合は、先に 「3.3. 開発の準備」 を参照して ATDE 及び、 VSCode のセットアップを完了してください。

3.11.2.1. プロジェクトの作成

VSCode の左ペインの [A600] から [C New Project] を実行し、表示されるディレクトリ選択画面からプロジェクトを保存するディレクトリを選択してください。実行するためには右に表示されている三角形ボタンを押してください。保存先を選択すると、プロジェクト名を入力するダイアログが表示されるので、任意のプロジェクト名を入力してエンターキーを押してください。ここでは、ホームディレクトリ直下に `my_project` として保存しています。

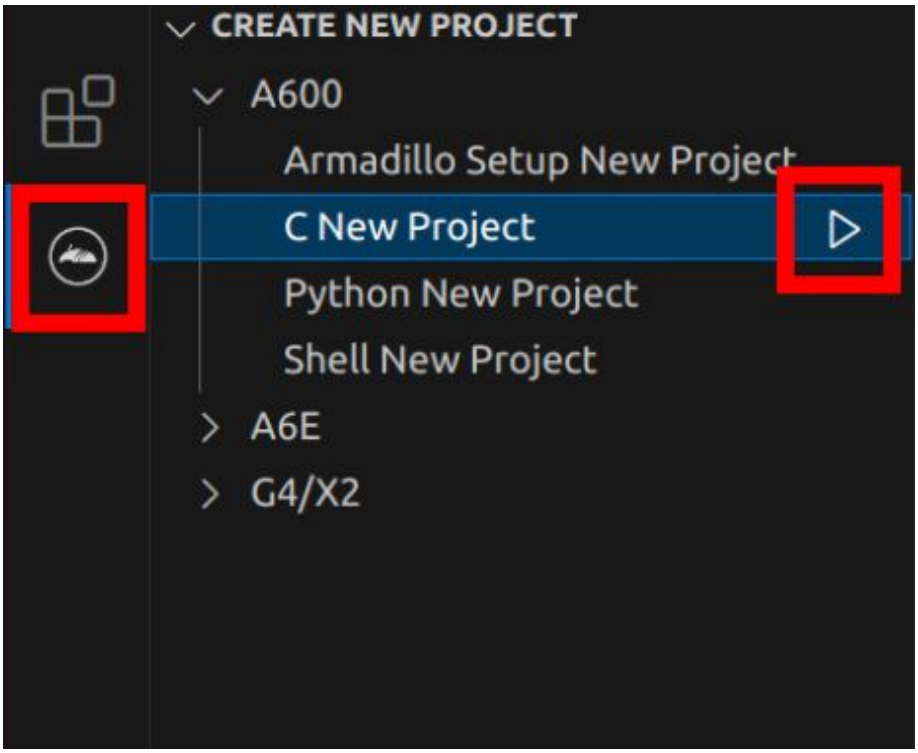


図 3.143 プロジェクトを作成する

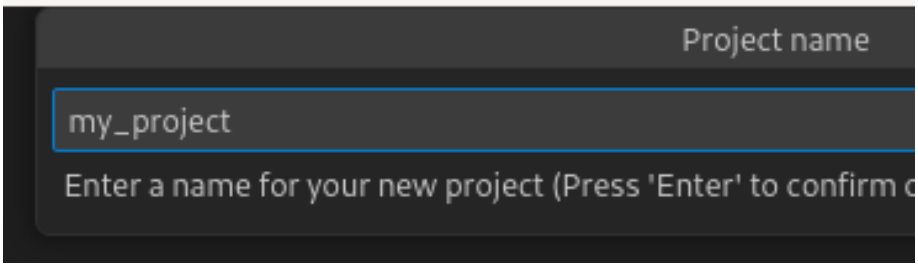


図 3.144 プロジェクト名を入力する

3.11.3. アプリケーション開発

3.11.3.1. VSCode の起動

ここでは、実際に Armadillo 上でサンプルアプリケーションを起動する場合の手順を説明します。プロジェクトディレクトリへ移動し VSCode を起動します。

```
[ATDE ~]$ code ./my_project
```

図 3.145 VSCode で `my_project` を起動する

3.11.3.2. ディレクトリ構成

プロジェクトには下記のディレクトリがあります。

- **app**：各ディレクトリの説明は以下の通りです。

- **src** : アプリケーションのソースファイル（拡張子が .c ）と Makefile を配置してください。
- **build** : ここに配置した実行ファイルが Armadillo 上で実行されます。
- **lib** : 共有ライブラリの検索パスとしてこのディレクトリを指定しているので、ここに共有ライブラリ（拡張子が .so ）を配置することができます。

- **config** : 設定ファイルです。各ファイルが設定するものは以下のとおりです
  - **app.conf** : コンテナのコンフィグです。記載内容については 「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」 を参照してください。
  - **app.desc** : SWU イメージを生成するための .desc ファイルです。記載内容については 「6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する」 を参照してください。
  - **ssh_config** : Armadillo への ssh 接続に使用します。「3.11.4.2. ssh 接続に使用する IP アドレスの設定」 を参照してください。
- **container** : スクリプトを実行するコンテナの設定ファイルです。 packages.txt に記載されているパッケージがインストールされます。 Dockerfile を直接編集することも可能です。

デフォルトのコンテナコンフィグ（ app.conf ）では C 言語の場合は build/main を実行しますので、リネームが必要な場合にコンテナのコンフィグも修正してください。

このサンプルアプリケーションは、CPU と SOC の温度を /vol_data/log/temp.txt に出力し、LED4 を点滅させます。

3.11.3.3. 初期設定

初期設定では主に Armadillo と SSH で接続するための秘密鍵と公開鍵の生成を行います。

作成したプロジェクトディレクトリへ移動して VSCode を起動してください。

```
[ATDE ~]$ cd my_project
[ATDE ~/my_project]$ code ./
```

図 3.146 初期設定を行う

VSCode の左ペインの [my_project] から [Setup environment] を実行します。

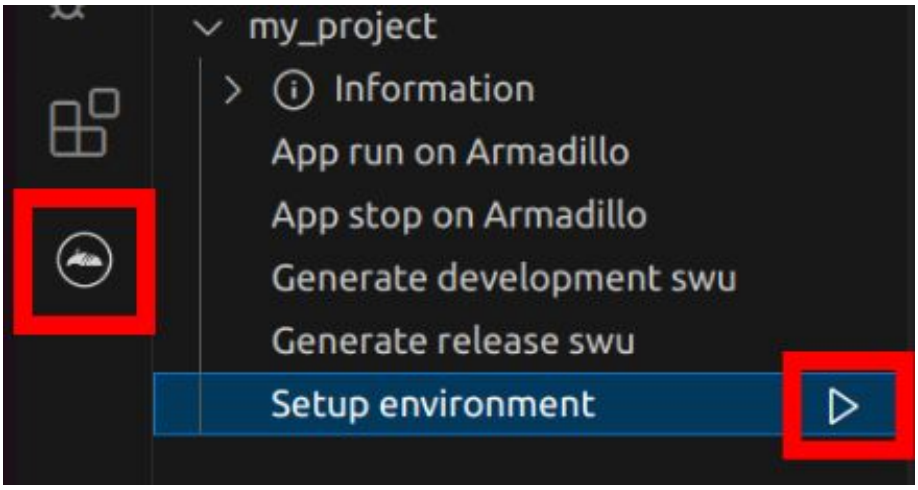


図 3.147 VSCode で初期設定を行う

選択すると、 VSCode の下部に以下のようなターミナルが表示されます。

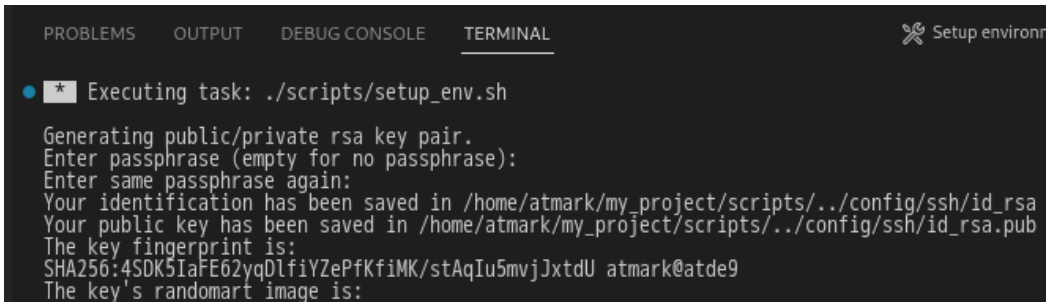


図 3.148 VSCode のターミナル

このターミナル上で以下のように入力してください。

```
 *  Executing task: ./scripts/setup_env.sh

Generating public/private ed25519 key pair.
Enter passphrase (empty for no passphrase): ❶
Enter same passphrase again: ❷
Your identification has been saved in /home/atmark/.ssh/id_ed25519_vscode
:(省略)

 *  Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.  ❸
```

図 3.149 SSH 用の鍵を生成する

❶ パスフレーズを設定します。設定しない場合は何も入力せず Enter を押します。

❷ 1 でパスフレーズを設定した場合は、確認のため再度入力してください。

❸ ここで何か任意のキーを押すとターミナルが閉じます。

パスフレーズを設定した場合は、アプリケーションを Armadillo へ転送する時にパスフレーズの入力を求められることがあります。

ssh の鍵は $HOME/.ssh/id_ed25519_vscode (と id_ed25519_vscode.pub) に保存されていますので、プロジェクトをバックアップする時は $HOME/.ssh も保存してください。

3.11.3.4. packages.txt の書き方

ABOSDE ではコンテナイメージにパッケージをインストールするために container ディレクトリにある packages.txt を使用します。packages.txt に記載されているパッケージは "apt install" コマンドによってコンテナイメージにインストールされます。

C 言語による開発の場合、packages.txt に [build] というラベルを記載することで、ビルド時のみに使用するパッケージを指定することが出来ます。

「図 3.150. C 言語による開発における packages.txt の書き方」に C 言語による開発の場合における packages.txt の書き方の例を示します。ここでは、パッケージ名を package_A 、package_B 、package_C としています。

```
package_A
package_B

[build]    ❶
package_C
```

図 3.150 C 言語による開発における packages.txt の書き方

❶ このラベル以降のパッケージはビルド時のみに使用されます。

上記の例の場合、Armadillo 上で実行される環境では package_A 、package_B のみがインストールされ、package_C はインストールされません。

"[build] package_C" のように [build] の後に改行せずに、一行でパッケージ名を書くことは出来ませんのでご注意ください。

3.11.3.5. ABOSDE での開発における制約

Makefile は app/src 直下に配置してください。app/src 直下の Makefile を用いて make コマンドが実行されます。ABOSDE では make コマンドのみに対応しています。

app/build と app/lib 内のファイルが Armadillo に転送されますので、実行ファイルは app/build 、共有ライブラリ（ 拡張子が .so ファイル ）は app/lib に配置してください。

3.11.3.6. アプリケーション実行用コンテナイメージの作成

Armadillo 上でアプリケーションを実行するためのコンテナイメージを作成します。ここで作成したコンテナイメージは SWU イメージを使用して Armadillo へインストールするため、事前に 「5.2.1. SWU イメージの作成」 を参照して SWU の初期設定を行ってください。

コンテナイメージの作成、 実行ファイルや共有ライブラリの作成および SWU イメージの作成も VSCode で行います。VSCode の左ペインの [my_project] から [Generate development swu] を実行します。

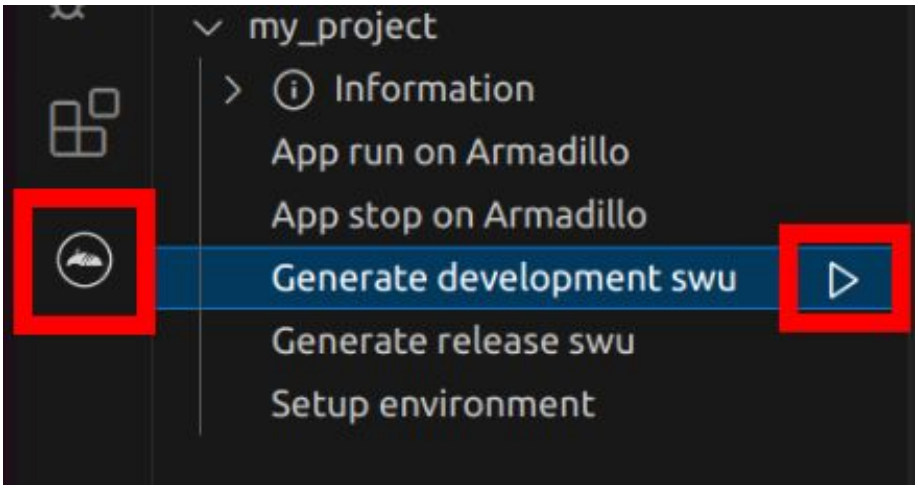


図 3.151 VSCode でコンテナイメージの作成を行う

コンテナイメージの作成にはしばらく時間がかかります。VSCode のターミナルに以下のように表示されるとコンテナイメージの作成は完了です。

```
コンテナイメージを ./swu/my_project.tar に保存しました。
./swu/app.desc のバージョンを 1 から 2 に変更しました。
./development.swu を作成しました。
次は Armadillo に ./development.swu をインストールしてください。
 *  Terminal will be reused by tasks, press any key to close it.
```

図 3.152 コンテナイメージの作成完了

作成した SWU イメージは my_project ディレクトリ下に development.swu というファイル名で保存されています。

3.11.4. Armadillo 上でのセットアップ

3.11.4.1. アプリケーション実行用コンテナイメージのインストール

「3.11.3.6. アプリケーション実行用コンテナイメージの作成」 で作成した development.swu を「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールしてください。

インストール後に自動で Armadillo が再起動します。

3.11.4.2. ssh 接続に使用する IP アドレスの設定

VSCode 上で ABOSDE(Armadillo Base OS Development Environment) から、ABOS Web が動作している Armadillo の一覧を確認し、指定した Armadillo の IP アドレスを ssh 接続に使用することができます。ただし、ATDE のネットワークを NAT に設定している場合は Armadillo がリストに表示されません。

「図 3.153. ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする」 の赤枠で囲われているボタンをクリックすることで、ローカルネットワーク上で ABOS Web が実行されている Armadillo をスキャンすることができます。

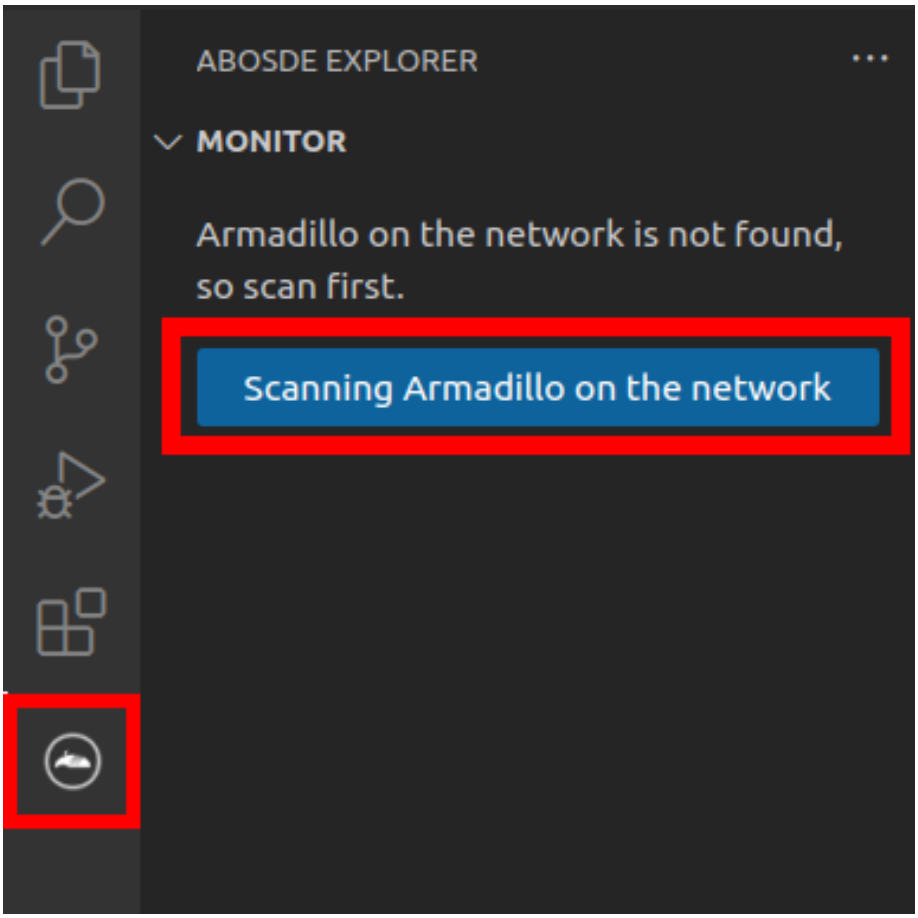


図 3.153 ABOSDE で ローカルネットワーク上の Armadillo をスキャンする

「図 3.154. ABOSDE を使用して ssh 接続に使用する IP アドレスを設定する」 の赤枠で囲われているマークをクリックすることで、指定した Armadillo の IP アドレスを ssh 接続に使用する IP アドレスに設定することができます。

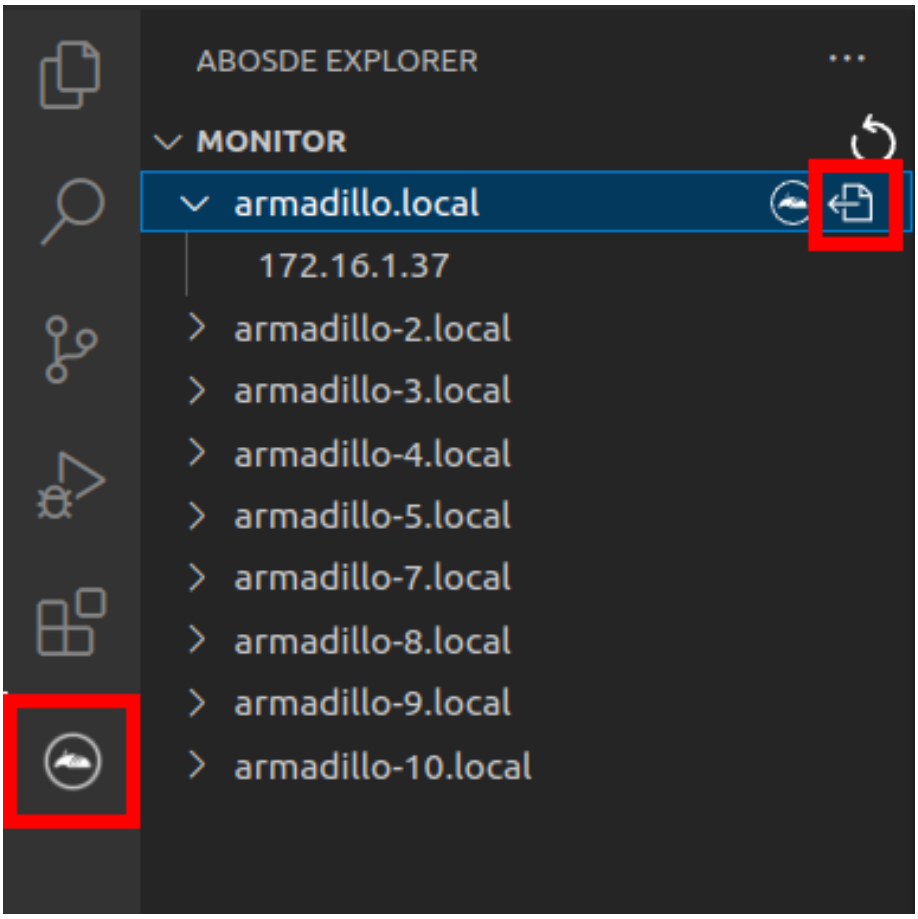


図 3.154 ABOSDE を使用して ssh 接続に使用する IP アドレスを設定する

「図 3.155. ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する」 の赤枠で囲われているマークをクリックすることで、ABOSDE に表示されている Armadillo を更新することができます。

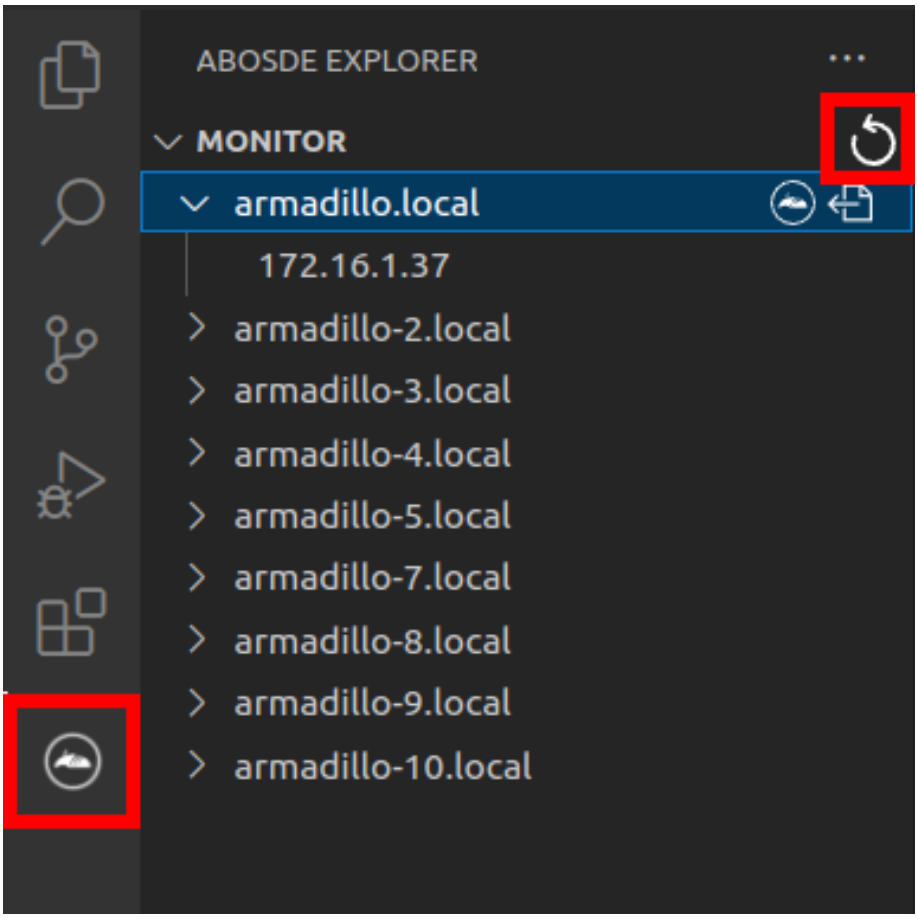


図 3.155 ABOSDE に表示されている Armadillo を更新する

ATDE のネットワークを NAT に設定している場合や、ABOS Web を起動していない場合等、ABOSDE のリストに Armadillo が表示されない場合は、プロジェクトディレクトリに入っている config/ssh_config ファイルを編集して IP アドレスを書き換えてください。

```
[ATDE ~/my_project]$ code config/ssh_config
Host Armadillo
    Hostname x.x.x.x ❶
    User root
    IdentityFile ${HOME}/.ssh/id_ed25519_vscode
    UserKnownHostsFile config/ssh_known_hosts
    StrictHostKeyChecking accept-new
```

図 3.156 ssh_config を編集する

❶ Armadillo の IP アドレスに置き換えてください。

Armadillo を初期化した場合や、プロジェクトを実行する Armadillo を変えた場合は,プロジェクトの config/ssh_known_hosts に保存されている公開鍵で Armadillo を認識できなくなります。その場合はファイルを削除するか、「Setup environment」タスクを再実行してください。

3.11.4.3. アプリケーションの実行

VSCode の左ペインの [my_project] から [App run on Armadillo] を実行すると、実行ファイルや共有ライブラリを作成した後、アプリケーションが Armadillo へ転送されて起動します。

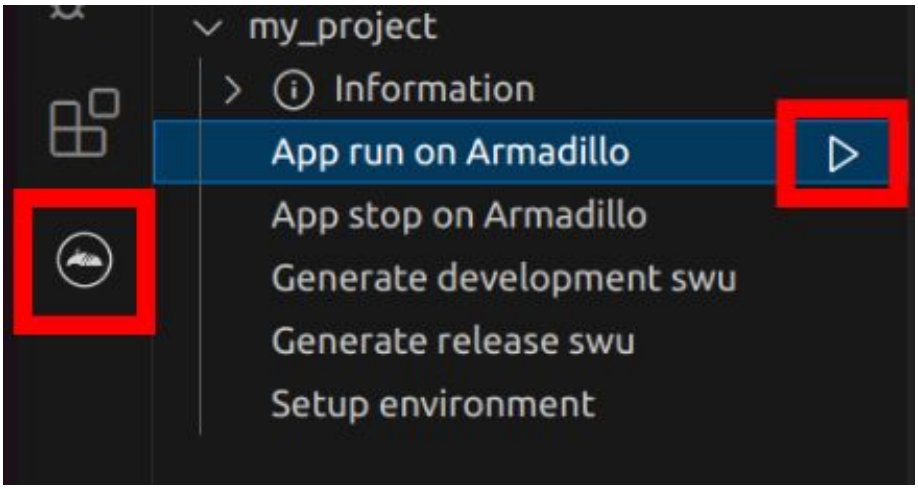


図 3.157 Armadillo 上でアプリケーションを実行する

VSCode のターミナルに以下のメッセージが表示されることがあります。これが表示された場合は yes と入力して下さい。

```
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])?
```

図 3.158 実行時に表示されるメッセージ

アプリケーションを終了するには VSCode の左ペインの [my_project] から [App stop on Armadillo] を実行してください。

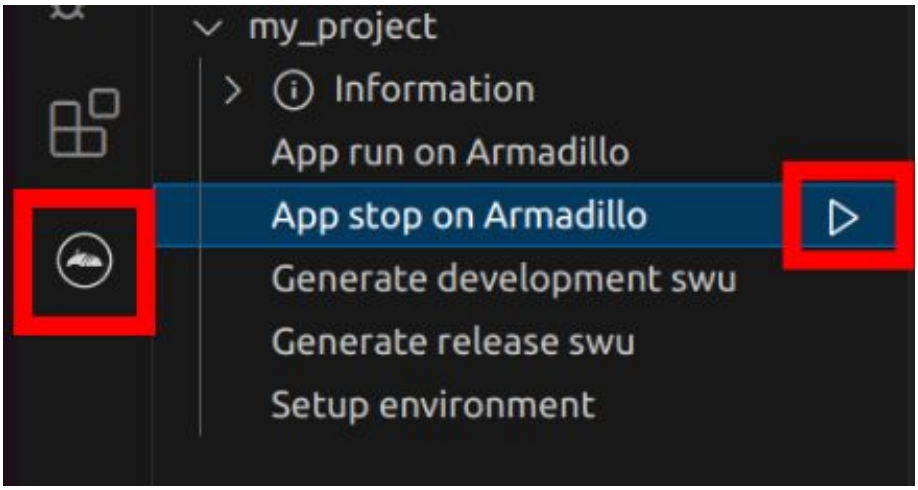


図 3.159 アプリケーションを終了する

3.11.5. リリース版のビルド

ここでは完成したアプリケーションをリリース版としてビルドする場合の手順について説明します。

VSCode の左ペインの [my_project] から [Generate release swu] を実行すると、リリース版のアプリケーションを含んだ SWU イメージが作成されます。事前に 「5.2.1. SWU イメージの作成」 を参照して SWU の初期設定を行ってください。

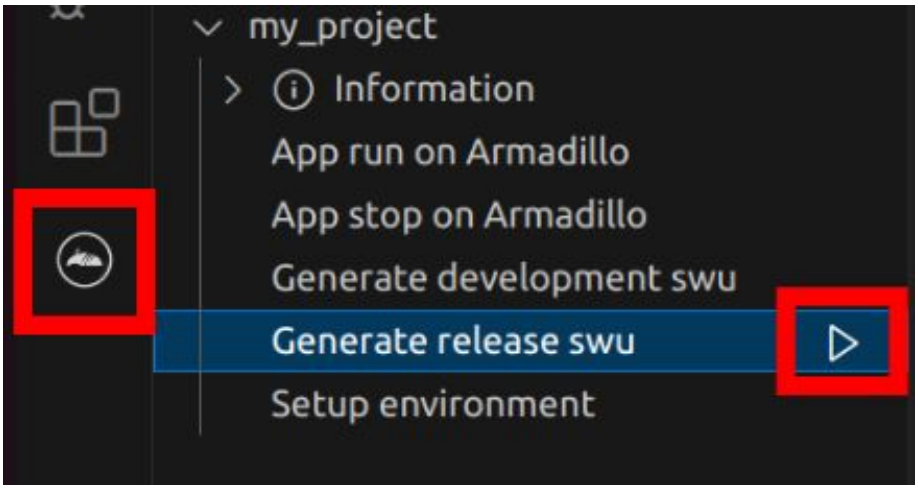


図 3.160 リリース版をビルドする

3.11.6. 製品への書き込み

作成した SWU イメージは `my_project` ディレクトリ下に `release.swu` というファイル名で保存されています。

この SWU イメージを 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールすると、Armadillo 起動時にアプリケーションも自動起動します。

3.11.7. Armadillo 上のコンテナイメージの削除

`development.swu` または `release.swu` を Armadillo にインストールすることで保存されたコンテナイメージを削除する方法は、 「6.2.3.1. VSCode から実行する」 を参照してください。

3.12. システムのテストを行う

Armadillo 上で動作するシステムの開発が完了したら、製造・量産に入る前に開発したシステムのテストを行ってください。

テストケースは開発したシステムに依ると思いますが、 Armadillo で開発したシステムであれば基本的にテストすべき項目について紹介します。

3.12.1. ランニングテスト

長期間のランニングテストは実施すべきです。

ランニングテストで発見できる現象としては、以下のようなようなものが挙げられます。

- 長期間稼働することでソフトウェアの動作が停止してしまう

  開発段階でシステムを短い時間でしか稼働させていなかった場合、長期間ランニングした際になんらかの不具合で停止してしまう可能性が考えられます。

開発が完了したら必ず、長時間のランニングテストでシステムが異常停止しないことを確認するようにしてください。

コンテナの稼働情報は `podman stats` コマンドで確認することができます。

- メモリリークが発生する

  アプリケーションのなんらかの不具合によってメモリリークが起こる場合があります。

  また、運用時の Armadillo は基本的に overlayfs で動作しています。そのため、外部ストレージやボリュームマウントに保存している場合などの例外を除いて、動作中に保存したデータは tmpfs (メモリ)上に保存されます。よくあるケースとして、動作中のログなどのファイルの保存先を誤り、 tmpfs 上に延々と保存し続けてしまうことで、メモリが足りなくなってしまうことがあります。

  長時間のランニングテストで、システムがメモリを食いつぶさないかを確認してください。

  メモリの空き容量は「図 3.161. メモリの空き容量の確認方法」に示すように free コマンドで確認できます。

```
[armadillo ~]# free -h
               total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           1.9G      327.9M        1.5G        8.8M       97.4M        1.5G
Swap:       1024.0M           0     1024.0M
```

図 3.161 メモリの空き容量の確認方法

3.12.2. 異常系における挙動のテスト

開発したシステムが、想定した条件下で正しく動作することは開発時点で確認できていると思います。しかし、そのような正常系のテストだけでなく、正しく動作しない環境下でどのような挙動をするのかも含めてテストすべきです。

よくあるケースとしては、動作中に電源やネットワークが切断されてしまった場合です。

電源の切断時には、 Armadillo に接続しているハードウェアに問題はないか、電源が復旧した際に問題なくシステムが復帰するかなどをよくテストすると良いです。

ネットワークの切断時には、再接続を試みるなどの処理が正しく実装されているか、 Armadillo とサーバ側でデータなどの整合性が取れるかなどをよくテストすると良いです。

この他にもシステムによっては多くの異常系テストケースが考えられるはずですので、様々な可能性を考慮しテストを実施してから製造・量産ステップに進んでください。

4. 量産編

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。

- 「4.1. 概略」では、量産の進め方に関する概略を記載します。
- 「4.2. 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。
- 「4.3. 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。
  - 「4.4. インストールディスクを用いてイメージ書き込みする」は、インストールディスクを使用する方法を説明します。
  - 「4.5. SWUpdate を用いてイメージ書き込みする」は、SWUpdate を使用する方法を説明します。

4.1. 概略

量産の進め方の概略図を「図 4.1. 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。

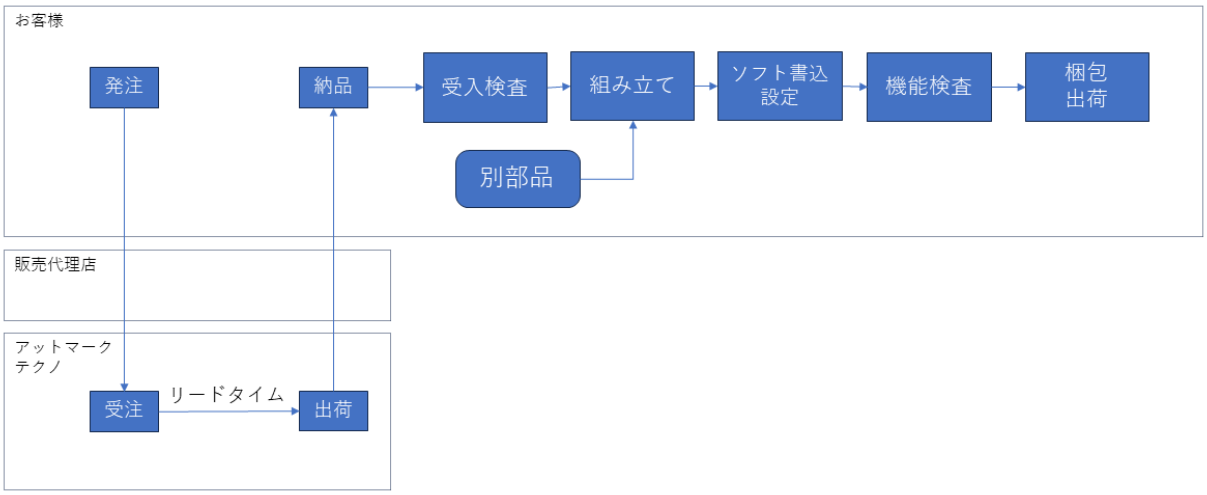


図 4.1 Armadillo 量産時の概略図

4.1.1. 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。

4.1.2. Armaidllo 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ッティング作業、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ッティング、検査、作業については、実施可能な業者をご紹介する等、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。

4.2. BTO サービスを使わない場合と使う場合の違い

図 4.2 BTO サービスで対応する範囲

4.2.1. 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。ラインアップ一覧については「2.2. 製品ラインアップ」をご確認ください。

4.2.1.1. 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「4.3. 量産時のイメージ書き込み手法」をご確認ください。

4.2.2. 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。

4.3. 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。

それぞれの手法の特徴を「表 4.1. インストールディスクと SWUpdate によるソフトウェア書き込みの比較」にまとめます。ソフトウェア書き込み工程を決定する際の参考にしてください。

表 4.1 インストールディスクと SWUpdate によるソフトウェア書き込みの比較

	Pros	Cons
インストールディスク	・インストールの前後処理を行なうシェルスクリプトのテンプレートが用意されている ・インストールの前後処理は、SD カード内にシェルスクリプトを配置するだけなので製造担当者にも編集しやすい	・インストール実行にはジャンパピンをショートにするために Armadillo のケースを開ける必要がある ・動いているシステムをそのままインストールディスクにするため、出荷時の標準イメージから手動で同じ環境を構築する手順が残らない
SWUpdate	・ジャンパピンをショートにせずに実行できるため、Armadillo のケースを開ける必要がない ・必ず必要となる初回アップデートを別途実行する必要がない	・swu イメージの作成には、mkswu を使用できる環境と desc ファイルの記述方法を知る必要があるため、開発担当者以外に swu イメージを更新させるハードルが少し高い ・ログの取得など、インストール前後の処理が必要な場合は自分で記述する必要がある

量産時のイメージ書き込みにインストールディスクを使用する場合は、「4.4. インストールディスクを用いてイメージ書き込みする」に進んでください。

量産時のイメージ書き込みに SWUpdate を使用する場合は、「4.5. SWUpdate を用いてイメージ書き込みする」に進んでください。

4.4. インストールディスクを用いてイメージ書き込みする

「3.2.5. インストールディスクについて」でも紹介したとおり、 Armadillo Base OS 搭載製品では、開発が完了した Armadillo のクローン用インストールディスクを作成することができます。

以下では、クローン用インストールディスクを作成する手順を準備段階から紹介します。

4.4.1. /etc/swupdate_preserve_file への追記

Armadillo Base OS のバージョンを最新版にしておくことを推奨しています。最新版でない場合は、バージョンが古いゆえに以下の作業を実施出来ない場合もありますので、ここで Armadillo Base OS のバージョンをアップデートしてください。

ここでは SWUpdate を使用して Armadillo Base OS のアップデートを行ないますが、このアップデートを行なうと、/etc/swupdate_preserve_files に記載の無いファイルは消えてしまいます。Armadillo Base OS のルートファイルシステム上に消えてほしくないファイルを開発中に配置していた場合は、「図 4.3. 任意のファイルパスを/etc/swupdate_preserve_files に追記する」に示すコマンドを実行することで /etc/swupdate_preserve_files にそのファイルが追記され、アップデート後も保持し続けるようになります。

一部のファイルやディレクトリは初めから /etc/swupdate_preserve_files に記載されている他、`podman commit` したコンテナイメージについてもアップデート後に引き継がれるので、本ドキュメントのサンプルアプリケーションの場合は実行する必要はありません。

```
[armadillo /]# persist_file -p <ファイルのパス>
```

図 4.3 任意のファイルパスを/etc/swupdate_preserve_files に追記する

4.4.2. Armadillo Base OS の更新

Armadillo-640 Armadillo Base OS [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/baseos]から「Armadillo-640 用 SWU イメージイメージファイル」の URL

をコピーして、「図 4.4. Armadillo Base OS をアップデートする」に示すコマンドを実行することで Armadillo Base OS を最新版にアップデートできます。

```
[armadillo /]# swupdate -d '-u https://armadillo.atmark-techno.com/files/downloads/{url-product-dir}/image/baseos-x2-[VERSION].swu'
```

図 4.4 Armadillo Base OS をアップデートする

正常に実行された場合は自動的に再起動します。

4.4.3. パスワードの確認と変更

「3.3.6.1. initial_setup.swu の作成」 で SWUpdate の初回アップデートを行った際に、各ユーザーのパスワード設定をしました。開発中はログインしやすいような単純なパスワードにしていることがよくあるので、製品に適用しないようにこのタイミングで強固なパスワードに変更しておきましょう。

```
[armadillo /]# passwd ❶
Changing password for root
New password: ❷
Retype password: ❸
passwd: password for root changed by root

[armadillo /]# passwd atmark ❹
Changing password for atmark
New password: ❺
Retype password: ❻
passwd: password for atmark changed by root

[armadillo /]# persist_file /etc/shadow ❼
```

図 4.5 パスワードを変更する

❶ root ユーザのパスワードを変更します。

❷ 新しい root ユーザ用パスワードを入力します。

❸ 再度新しい root ユーザ用パスワードを入力します。

❹ atmark ユーザのパスワードを変更します。

❺ 新しい atmark ユーザ用パスワードを入力します。

❻ 再度新しい atmark ユーザ用パスワードを入力します。

❼ パスワードの変更を永続化させます。

4.4.4. 開発したシステムをインストールディスクにする

Armadillo Base OS では、 `abos-ctrl make-installer` コマンドを実行することで、現在起動しているルートファイルシステム及びブートローダーをそのままインストールディスクイメージとして出力し、microSD カードに書き込むことができます。

`abos-ctrl make-installer` コマンドを実行する前に、Armadillo がインターネットに接続されており、かつ 10GB 以上の空き容量がある microSD カードが挿入されていることを確認してください。microSD

カード内のデータはインストールディスク作成時に上書きされて消えてしまうので、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。

```
[armadillo /]# abos-ctrl make-installer
An installer system is already available on SD card. Use it? [Y/n] ❶

Would you like to create a windows partition?
That partition would only be used for customization script at the end of
install, leave at 0 to skip creating it.
Custom partition size (MB, [0] - 30026): 500 ❷
Checking and growing installer main partition
GPT data structures destroyed! You may now partition the disk using fdisk or
other utilities.
The operation has completed successfully.
Trying to install mkfs.exfat (exfatprogs) in memory from internet
fetch https://download.atmark-techno.com/alpine/v3.16/atmark/aarch64/APKINDEX.tar.gz
fetch https://dl-cdn.alpinelinux.org/alpine/v3.16/main/aarch64/APKINDEX.tar.gz
fetch https://dl-cdn.alpinelinux.org/alpine/v3.16/community/aarch64/APKINDEX.tar.gz
(1/1) Installing exfatprogs (1.1.3-r0)
Executing busybox-1.35.0-r14.trigger
OK: 159 MiB in 215 packages
exfatprogs version : 1.1.3
Creating exFAT filesystem(/dev/mmcblk1p2, cluster size=32768)

Writing volume boot record: done
Writing backup volume boot record: done
Fat table creation: done
Allocation bitmap creation: done
Upcase table creation: done
Writing root directory entry: done
Synchronizing...

exFAT format complete!
Resize device id 1 (/dev/mmcblk1p1) from 400.00MiB to max
Currently booted on /dev/mmcblk2p1
Copying boot image
Copying rootfs
314572800 bytes (315 MB, 300 MiB) copied, 11 s, 28.5 MB/s
300+0 records in
300+0 records out
314572800 bytes (315 MB, 300 MiB) copied, 11.0192 s, 28.5 MB/s
Copying /opt/firmware filesystem
Copying appfs
At subvol app/snapshots/volumes
At subvol app/snapshots/boot_volumes
At subvol app/snapshots/boot_containers_storage
Cleaning up and syncing changes to disk...
Installer updated successfully!
```

図 4.6 開発完了後のシステムをインストールディスクイメージにする

❶ Enter キーを押下します。

❷ インストールディスク内にインストールログを保存したい場合など、自由に使用できる第 2 パーティションを指定したサイズ作成します。詳細は「4.4.5. インストール時に任意のシェルスクリプトを実行する」を参照してください。

「Installer updated successfully!」と表示されれば、正常に microSD カードにインストールディスクイメージを書き込むことができています。Armadillo から microSD カードを抜去してください。

4.4.5. インストール時に任意のシェルスクリプトを実行する

作成したインストールディスクの所定の場所に、 installer_overrides.sh というファイル名でシェルスクリプトを配置することで、インストール処理の前後で任意の処理を行なうことができます。

installer_overrides.sh に記載された「表 4.2. インストール中に実行される関数」に示す 3 つの名前の関数のみが、それぞれ特定のタイミングで実行されます。

表 4.2 インストール中に実行される関数

関数名	備考
preinstall	インストール中、eMMC のパーティションが分割される前に実行されます。
postinstall	send_log 関数を除く全てのインストール処理の後に実行されます。
send_log	全てのインストール処理が完了した後に実行されます。指定した場所にインストールログを保存できます。

installer_overrides.sh を書くためのサンプルとして、 インストールディスクイメージの第 1 パーティション及び、「4.4.4. 開発したシステムをインストールディスクにする」で作成したのであれば第 2 パーティション直下に installer_overrides.sh.sample を用意してあります。このサンプルをコピーして編集するなどして、行ないたい処理を記述してください。

作成した installer_overrides.sh は、インストールディスクの第 1 パーティション(ラベル名は "rootfs_0")か、「4.4.4. 開発したシステムをインストールディスクにする」で作成したのであれば第 2 パーティション(ラベル名は"INST_DATA")の直下に配置することで実行されます。両方に配置した場合は、第 2 パーティションに配置した記述が適用されます。

インストールディスクの第 1 パーティションは btrfs、第 2 パーティションは exfat でフォーマットされているため、第 2 パーティションのみ Windows PC でもマウントして読み書きすることができます。

製造担当者が installer_overrides.sh を記述する場合に、仮に Windows PC しか作業環境がない場合でも、第 2 パーティションを作成しておくことで作業を行なうことができるというメリットもあります。

これを利用することで、複数台の Armadillo に対してそれぞれに異なる固定 IP アドレスを設定したり、各種クラウドへの接続鍵などを個体ごとに配置したりしたいなど、個体ごとに異なる設定を行なうなど柔軟な製造を行なうことも可能です。以下ではこの機能を利用して、個体ごとに異なる固定 IP アドレスを設定する方法と、インストール実行時のログを保存する方法を紹介します。必要がない場合は「4.4.6. インストールディスクの動作確認」に進んでください。

4.4.5.1. 個体ごとに異なる固定 IP アドレスを設定する

インストール時に任意のシェルスクリプトを実行できる機能を利用して、複数の Armadillo に対して異なる固定 IP アドレスを割り当てる例を紹介します。

INST_DATA 内の installer_overrides.sh.sample と ip_config.txt.sample は個体ごとに異なる IP アドレスを割り振る処理を行なうサンプルファイルです。それぞれ installer_overrides.sh と

ip_config.txt にリネームすることで、 ip_config.txt に記載されている条件の通りに個体ごとに異なる固定 IP アドレスを設定することができます。全てをここでは説明しませんので、詳細はそれぞれのファイル内の記述も参照してください。

今回はそれぞれのファイルの内容は変更せず使用します。サンプルそのままですが、 ip_config.txt の内容を「図 4.7. ip_config.txt の内容」に示します。

```
# mandatory first IP to allocate, inclusive
START_IP=10.3.4.2 ❶

# mandatory last IP to allocate, inclusive
END_IP=10.3.4.249 ❷

# netmask to use for the IP, default to 24
#NETMASK=24 ❸

# Gateway to configure
# not set if absent
GATEWAY=10.3.4.1 ❹

# DNS servers to configure if present, semi-colon separated list
# not set if absent
DNS="1.1.1.1;8.8.8.8" ❺

# interface to configure, default to eth0
#IFACE=eth0 ❻
```

図 4.7 ip_config.txt の内容

❶ このインストールディスクで割り振る IP アドレスの範囲の始まりを指定します。

❷ このインストールディスクで割り振る IP アドレスの範囲の終わりを指定します。

❸ ネットマスクを指定します。指定しない場合は 24 になります。デフォルトでコメントアウトされています。

❹ ゲートウェイアドレスを指定します。

❺ DNS アドレスを指定します。セミコロンで区切ることでセカンダリアドレスも指定できます。

❻ IP アドレスの設定を行なうインターフェースを指定します。指定しない場合は eth0 になります。デフォルトでコメントアウトされています。

インストール作業の並列化の為に、複数枚のインストールディスクで固定 IP アドレスを割り振る場合は、それぞれのインストールディスクが割り振る IP アドレスの範囲が被らないように ip_config.txt を設定してください。

これらのファイルを配置したインストールディスクでインストールを実行した Armadillo が、正しく設定できていることを確認します。

```
[armadillo /]# ip addr show eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP qlen 1000
```

```
    link/ether 00:11:22:33:44:55 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.3.4.2/24 brd 10.3.4.255 scope global noprefixroute eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ffff::ffff:ffff:ffff:ffff/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

図 4.8 IP アドレスの確認

また、サンプルスクリプトをそのまま使用すると、インストールディスクの第 2 パーティションに allocated_ips.csv というファイルが生成されます。このファイルには、このインストールディスクを使用して IP アドレスの設定を行なった個体のシリアル番号、MAC アドレス、設定した IP アドレスが追記されていきます。

```
SN,MAC,IP
00C700010009,00:11:22:33:44:55,10.3.4.2
```

図 4.9 allocated_ips.csv の内容

2 台目以降の Armadillo にこのインストールディスクで IP アドレスの設定を行なう際に、 allocated_ips.csv を参照して次に割り振る IP アドレスを決めますので、誤って削除しないように注意してください。

4.4.5.2. インストール実行時のログを保存する

installer_overrides.sh 内の send_log 関数は、インストール処理の最後に実行されます。インストールしたルートファイルシステムやファームウェアのチェックサムなどの情報が記録されたログファイルのパスが LOG_FILE に入るため、この関数内でインストールディスクの第 2 パーティションに保存したり、外部のログサーバにアップロードしたりすることが可能です。

「図 4.10. インストールログを保存する」は、インストールディスクの第 2 パーティションにインストールログを保存する場合の send_log 実装例です。

```
send_log() {
        : "This function is called after aggregating logs for archival"
        local LOG_FILE="$1"

        if [ -n "$USER_MOUNT" ]; then
                        mount /dev/mmcblk1p2 "$USER_MOUNT" ❶
                        cp $LOG_FILE $USER_MOUNT/${SN}_install.log ❷
                        umount "$USER_MOUNT" ❸
        fi
}
```

図 4.10 インストールログを保存する

❶ send_log 関数中では、SD カードの第 2 パーティション(/dev/mmcblk1p2)はマウントされていないのでマウントします。

❷ ログファイルを <シリアル番号>_install.log というファイル名で第 2 パーティションにコピーします。

❸ 第 2 パーティションをアンマウントします。

これらの変更を行なったインストールディスクでインストールを実行した後に、インストールディスクを PC などに接続して正しくログを保存できていることを確認してください。保存したログファイルの中身の例を「図 4.11. インストールログの中身」に示します。

```
RESULT:OK
abos-ctrl make-rootfs on Tue Jun 21 17:57:07 JST 2022 4194304 6b8250df711de66b
abos-ctrl make-rootfs on Tue Jun 21 17:57:24 JST 2022 314572800 58a9b6664158943e
firm 8e9d83d1ba4db65d
appfs 5108 1fa2cbaff09c2dbf
```

図 4.11 インストールログの中身

4.4.6. インストールディスクの動作確認

作成したインストールディスクの動作確認は必ず行なってください。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。

「3.2.5.2. インストールディスクを使用する」を参照して、クローン先の Armadillo にインストールディスクを適用してください。

その後、実際にクローンした Armadillo が想定した通りの動作をすることを確認してください。

ここまで完了したら、「4.6. イメージ書き込み後の動作確認」に進んでください。

4.5. SWUpdate を用いてイメージ書き込みする

4.5.1. SWU イメージの準備

ここでは、sample-container という名称のコンテナの開発を終了したとします。コンテナアーカイブの作成方法は 「6.2.2.7. コンテナの自動作成やアップデート」 を参照ください。

1. sample-containe-v1.0.0.tar (動かしたいアプリケーションを含むコンテナイメージアーカイブ)
2. sample-container.conf (コンテナ自動実行用設定ファイル)

これらのファイルを /home/atmark/mkswu/sample-container ディレクトリを作成して配置した例を記載します。

```
[ATDE ~/mkswu/sample-container]$ ls
sample-containe-v1.0.0.tar  sample-container.conf
```

図 4.12 Armadillo に書き込みたいソフトウェアを ATDE に配置

4.5.2. desc ファイルの記述

SWUpdate 実行時に、「4.5.1. SWU イメージの準備」で挙げたファイルを Armadillo に書き込むような SWU イメージを生成します。

SWU イメージを作成するためには、SWUpdate 時に実行する処理等を示した desc ファイルを記述し、その desc ファイルを入力として mkswu コマンドを実行することで、SWU イメージが出来上がります。

```
[ATDE ~/mkswu/sample-container]$ cat sample-container.desc
swdesc_option component=sample-container
swdesc_option version=1
swdesc_option POST_ACTION=poweroff ❶

swdesc_embed_container "sample-container-v1.0.0.tar" ❷
swdesc_files --extra-os --dest /etc/atmark/containers/ "sample-container.conf" ❸
```

図 4.13 desc ファイルの記述例

❶ SWUpdate 完了後に電源を切るように設定します。

❷ コンテナイメージファイルを swu イメージに組み込み、Armadillo に転送します。

❸ コンテナ自動起動用設定ファイルを Armadillo に転送します。

ここまで完了したら、「4.6. イメージ書き込み後の動作確認」に進んでください。desc ファイルの詳細な書式については、「6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する」を参照してください。また、作成された SWU イメージの内容を確認したい場合は、「6.6. SWU イメージの内容の確認」を参照してください。

4.6. イメージ書き込み後の動作確認

インストールディスクまたは、 SWUpdate によってイメージ書き込みを行った後には、イメージが書き込まれた Armadillo が正しく動作するか、実際に動かして確認してみます。

再度電源を投入して、期待したアプリケーションが動作することを確認してください。

ここまで完了したならば、量産時のイメージ書き込みは完了です。

4.7. 量産時の組み立て

Armadillo-640 を組み立てる際に必要な情報を紹介します。

4.7.1. オプションの組み付け

Armadillo-640 に組み付けることができるオプション品の仕様と組み付け方法については、「6.24. オプション品」を参照してください。

5. 運用編

5.1. Armadillo を設置する

Armadillo を組み込んだ製品を設置する際の注意点や参考情報を紹介します。

5.1.1. 設置場所

開発時と同様に、水・湿気・ほこり・油煙等の多い場所に設置しないでください。火災、故障、感電などの原因になる場合があります。

本製品に搭載されている部品の一部は、発熱により高温になる場合があります。周囲温度や取扱いによってはやけどの原因となる恐れがあります。本体の電源が入っている間、または電源切断後本体の温度が下がるまでの間は、基板上の電子部品、及びその周辺部分には触れないでください。

5.1.2. ケーブルの取り回し

一般的に以下の点を注意して設置してください。また、「3.4. ハードウェアの設計」に記載していることにも従ってください。

- 設置時にケーブルを強く引っ張らないでください。
- ケーブルはゆるやかに曲げてください。
- ケーブルを結線する場合、きつくせず緩く束ねてください。

5.1.3. サージ対策

サージ対策については、「3.4.3. ESD/雷サージ」を参照してください。

5.1.4. Armadillo の状態を表すインジケータ

LED にて状態を表示しています。

有線 LAN の状態は「表 3.16. LAN LED の動作」を参照ください。

5.1.5. 個体識別情報の取得

設置時に Armadillo を個体ごとに識別したい場合、以下の情報を個体識別情報として利用できます。

- 個体番号
- MAC アドレス

これらの情報を取得する方法は以下のとおりです。状況に合わせて手段を選択してください。

- 本体シールから取得する
- コマンドによって取得する

5.1.5.1. 本体シールから取得

Armadillo の各種個体番号、 MAC アドレスなどの個体識別情報は、ケース裏や基板本体に貼付されているシールに記載されています。製品モデル毎に記載されている内容やシールの位置が異なるので、詳細は各種納入仕様書を参照してください。

5.1.5.2. コマンドによる取得

シールだけでなくコマンドを実行することによっても個体識別情報を取得することができます。以下に個体番号と MAC アドレスを取得する方法を説明します。

個体番号を取得する場合、「図 5.1. 個体番号の取得方法（device-info）」に示すコマンドを実行してください。device-info はバージョン v3.18.4-at.7 以降の ABOS に標準で組み込まれています。

```
[armadillo ~]# device-info -s
00C900010001 ❶
```

図 5.1 個体番号の取得方法（device-info）

❶ 使用している Armadillo の個体番号が表示されます。

device-info がインストールされていない場合は「図 5.2. device-info のインストール方法」に示すコマンドを実行することでインストールできます。

```
[armadillo ~]# persist_file -a update
[armadillo ~]# persist_file -a add device-info
```

図 5.2 device-info のインストール方法

上記の方法で device-info をインストールできない場合は最新のバージョンの ABOS にアップデートすることを強く推奨します。非推奨ですが、ABOS をアップデートせずに個体番号を取得したい場合は「図 5.3. 個体番号の取得方法（get-board-info）」に示すように get-board-info を実行することでも取得できます。

```
[armadillo ~]# persist_file -a add get-board-info
[armadillo ~]# get-board-info -s
00C900010001 ❶
```

図 5.3 個体番号の取得方法（get-board-info）

❶ 使用している Armadillo の個体番号が表示されます。

コンテナ上で個体番号を表示する場合は、個体番号を環境変数として設定することで可能となります。「図 5.4. 個体番号の環境変数を conf ファイルに追記」に示す内容を/etc/atmark/containers の下の conf ファイルに記入します。

```
add_args --env=SERIALNUM=$(device-info -s) ❶
```

図 5.4 個体番号の環境変数を conf ファイルに追記

❶ コンテナ起動毎に環境変数 SERIALNUM に値がセットされます。

「図 5.5. コンテナ上で個体番号を確認する方法」に示すコマンドを実行することでコンテナ上で個体番号を確認することができます。

```
[container ~]# echo $SERIALNUM
00C900010001
```

図 5.5 コンテナ上で個体番号を確認する方法

次に MAC アドレスを取得する方法を説明します。「図 5.6. MAC アドレスの確認方法」に示すコマンドを実行することで、各インターフェースの MAC アドレスを取得できます。

```
[armadillo ~]# ip addr
:（省略）
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP qlen 1000
    link/ether 00:11:0c:12:34:56 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff ❶
:（省略）
```

図 5.6 MAC アドレスの確認方法

❶ link/ether に続くアドレスが MAC アドレスです。

また、出荷時にアットマークテクノが書き込んだ Ethernet MAC アドレスは「図 5.7. 出荷時の Ethernet MAC アドレスの確認方法」に示すコマンドを実行することで取得することができます。

```
[armadillo ~]# device-info -m
eth0: 00:11:0C:12:34:56 ❶
```

図 5.7 出荷時の Ethernet MAC アドレスの確認方法

❶ 出荷時にアットマークテクノが書き込んだ Ethernet MAC アドレスが表示されます。

ただし、「図 5.7. 出荷時の Ethernet MAC アドレスの確認方法」で示すコマンドでは、お客様自身で設定した Ethernet MAC アドレスを取得することはできないのでご注意ください。お客様自身で設定した Ethernet MAC アドレスを取得したい場合は「図 5.6. MAC アドレスの確認方法」に示すコマンドを実行してください。

5.1.6. 電源を切る

Armadillo の電源を切る場合は、 poweroff コマンドを実行してから電源を切るのが理想的です。しかし、設置後はコマンドを実行できる環境にない場合が多いです。この場合、条件が整えば poweroff コマンドを実行せずに電源を切断しても安全に終了できる場合があります。

詳細は、「3.3.4.3. 終了方法」を参照してください。

5.2. Armadillo のソフトウェアをアップデートする

設置後の Armadillo のソフトウェアアップデートは SWUpdate を使用することで実現できます。

ここでは、ソフトウェアのアップデートとして以下のような処理を行うことを例として説明します。

- すでに Armadillo に sample_container_image というコンテナイメージがインストールされている
- sample_container_image のバージョンを 1.0.0 から 1.0.1 にアップデートする
- sample_container_image からコンテナを自動起動するための設定ファイル(sample_container.conf)もアップデートする

5.2.1. SWU イメージの作成

アップデートのために SWU イメージを作成します。SWU イメージの作成には、 mkswu というツールを使います。「3.3. 開発の準備」で作成した環境で作業してください。

5.2.2. mkswu の desc ファイルを作成する

SWU イメージを生成するには、 desc ファイルを作成する必要があります。

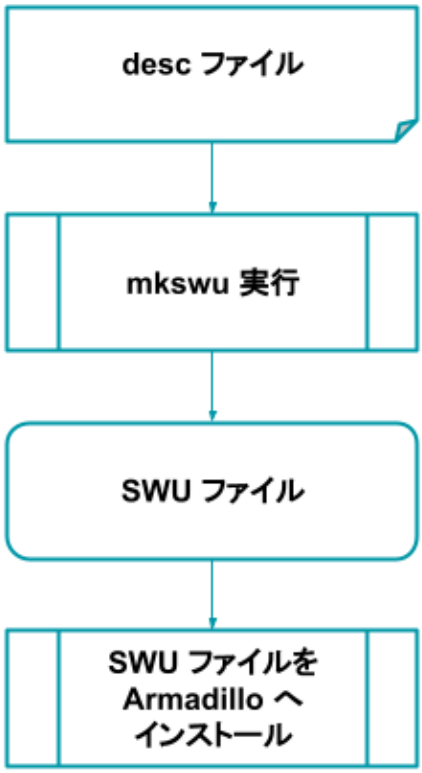


図 5.8 desc ファイルから Armadillo へ SWU イメージをインストールする流れ

desc ファイルとは、 SWU イメージを Armadillo にインストールする際に行われる命令を記述したものです。/usr/share/mkswu/examples/ ディレクトリ以下にサンプルを用意していますので、やり

たいことに合わせて編集してお使いください。なお、 desc ファイルの詳細な書式については、「6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する」を参照してください。

まず、以下のようなディレクトリ構成で、 sample_container.conf を作成しておきます。設定ファイルの内容については割愛します。

```
[ATDE ~/mkswu]$ tree container_start
container_start
└── etc
    └── atmark
        └── containers
            └── sample_container.conf
```

このような階層構造にしているのは、インストール先の Armadillo 上で sample_container.conf を /etc/atmark/containers/ の下に配置したいためです。

次に、アップデート先のコンテナイメージファイルである sample_container_image.tar を用意します。コンテナイメージを tar ファイルとして出力する方法を「図 5.9. コンテナイメージアーカイブ作成例」に示します。

```
[armadillo ~]# podman save sample_container:[VERSION] -o sample_container_image.tar
```

図 5.9 コンテナイメージアーカイブ作成例

次に、sample_container_update.desc という名前で desc ファイルを作成します。「図 5.10. sample_container_update.desc の内容」に、今回の例で使用する sample_container_update.desc ファイルの内容を示します。sample_container_image.tar と、コンテナ起動設定ファイルを Armadillo にインストールする処理が記述されています。

```
[ATDE ~/mkswu]$ cat sample_container_update.desc
swdesc_option version=1.0.1

swdesc_usb_container "sample_container_image.tar" ❶
swdesc_files --extra-os "container_start" ❷
```

図 5.10 sample_container_update.desc の内容

❶ sample_container_image.tar ファイルに保存されたコンテナをインストールします。

❷ container_start ディレクトリの中身を転送します。

コマンドは書かれた順番でインストールされます。

5.2.3. desc ファイルから SWU イメージを生成する

mkswu コマンドを実行することで、 desc ファイルから SWU イメージを生成できます。

```
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu -o sample_container_update.swu sample_container_update.desc ❶
[ATDE ~/mkswu]$ ls sample_container_update.swu ❷
sample_container_update.swu
```

図 5.11 sample_container_update.desc の内容

❶ mkswu コマンドで desc ファイルから SWU イメージを生成

❷ sample_container_update.swu が生成されていることを確認

作成された SWU イメージの内容を確認したい場合は、「6.6. SWU イメージの内容の確認」を参照してください。

5.2.4. イメージのインストール

インストールの手順については、「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」を参照してください。

5.3. hawkBit サーバーから複数の Armadillo をアップデートする

5.3.1. hawkBit とは

hawkBit は、サーバー上で実行されるプログラムで、ネットワーク経由で SWU イメージを配信し、デバイスのソフトウェアを更新することができます。

hawkBit は次のような機能を持っています。

- ソフトウェアの管理
- デバイスの管理
  - デバイス認証 (セキュリティトークン、証明書)
  - デバイスのグループ化
- アップデート処理の管理
  - 進捗のモニタリング
  - スケジューリング、強制アップデート
- RESTful API での直接操作

5.3.2. データ構造

hawkBit は、配信するソフトウェアを次のデータ構造で管理します。

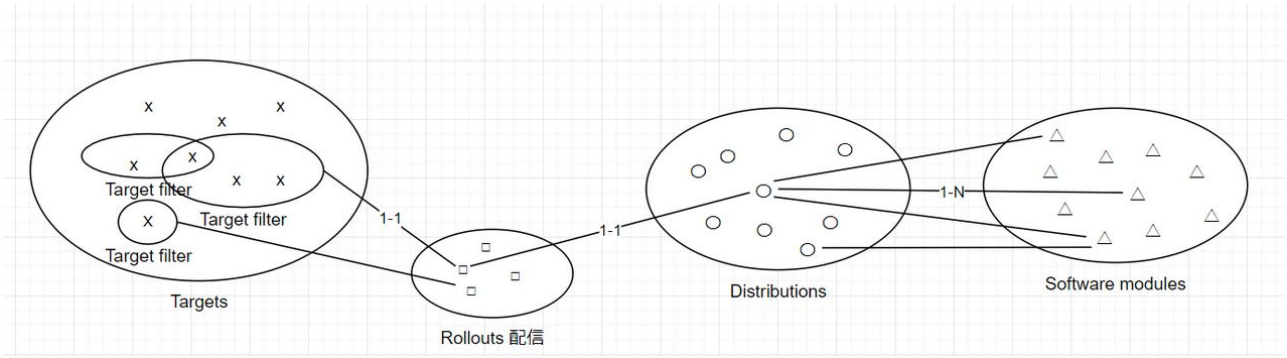


図 5.12 hawkBit が扱うソフトウェアのデータ構造

5.3.3. hawkBit サーバーから複数の Armadillo に配信する

hawkBit サーバーを利用することで複数の Armadillo のソフトウェアをまとめてアップデートすることができます。

手順は次のとおりです。

1. コンテナ環境の準備

   Docker を利用すると簡単にサーバーを準備できます。Docker の準備については https://docs.docker.com/get-docker/ を参照してください。

   Docker の準備ができたら、要件に合わせてコンテナの設定を行います。

   - ATDE の場合
     - `apt update && apt install mkswu` で最新のバージョンを確認してください。
     - ポート転送も必要です。一番シンプルな、プロキシを使用しない場合は 8080、TLS を使う場合は 443 を転送してください。

       vmware を使う場合は vmware の NAT モードのネットワークを使用している仮想マシン上で Web サーバを構成する [https://kb.vmware.com/s/article/2006955?lang=ja]ページを参考にしてください。
     - ホスト PC の IP アドレスを控えておいてください。
   - ATDE 以外の場合
     - Armadillo-640 開発用ツール [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/tools] から「Hawkbit docker-compose コンテナ」 をダウンロードして展開してください。この場合、以下に `/usr/share/mkswu/hawkbit-compose` を使う際に展開先のディレクトリとして扱ってください。
     - docker がアクセスできるホストネームやアドレスを控えておいてください。

2. hawkBit サーバーの準備

   `/usr/share/mkswu/hawkbit-compose/setup_container.sh` を実行して、質問に答えてください。

   以下に簡単な（TLS を有効にしない）テスト用の場合と、TLS を有効にした場合の例を示します。

setup_container.sh を一度実行した場合はデータのディレクトリにある setup_container.sh のリンクを実行して、ユーザーの追加等のオプション変更を行うこともできます。詳細は`--help`を参考にしてください。

```
[ATDE ~]$ /usr/share/mkswu/hawkbit-compose/setup_container.sh
docker-compose の設定ファイルと hawkBit のデータをどこに保存しますか？ [/home/atmark/hawkbit-compose] ❶
setup_container.sh へのリンクを /home/atmark/hawkbit-compose に作ります。
docker サービスに接続できませんでした。sudo でもう一度試します。
[sudo] atmark のパスワード: ❷
OK!
Hawkbit admin user name [admin] ❸
admin ユーザーのパスワード: ❹
パスワードを再入力してください:
追加の管理人アカウントのユーザーネーム（空にすると追加しません） ❺
hawkBit の「device」ユーザーを登録しますか？（自動登録用） [Y/n] ❻
device ユーザーのパスワード:
パスワードを再入力してください:
hawkBit の「mkswu」ユーザーを登録しますか？（swu のアップロード用） [Y/n] ❼
ユーザーにロールアウトの権限を与えますか？（インストール要求を出すこと） [Y/n] ❽
mkswu ユーザーのパスワード:
パスワードを再入力してください:
Setup TLS reverse proxy? [y/N] ❾

コンテナの設定が完了しました。docker-compose コマンドでコンテナの管理が可能です。
/home/atmark/hawkbit-compose/setup_container.sh を再び実行すると設定の変更が可能です。
hawkBit コンテナを起動しますか？ [Y/n] ❿
Creating network "hawkbit-compose_default" with the default driver
Pulling mysql (mysql:5.7)...
: (省略)
Creating hawkbit-compose_hawkbit_1 ... done
Creating hawkbit-compose_mysql_1   ... done
```

図 5.13 hawkBit コンテナの TLS なしの場合（テスト用）の実行例

❶ コンテナのコンフィグレーションとデータベースの場所を設定します。

❷ docker の設定によって sudo が必要な場合もあります。

❸ admin ユーザーのユーザー名を入力します。

❹ admin ユーザーのパスワードを二回入力します。

❺ 追加のユーザーが必要な場合に追加できます。

❻ examples/hawkbit_register.desc で armadillo を登録する場合に作っておいてください。詳細は 「5.3.3.2. SWU で hawkBit を登録する」 を参考にしてください。

❼ hawkbit_push_update でアップデートを CLI で扱う場合は、「Y」を入力してください。詳細は「5.3.3.1. hawkBit のアップデート管理を CLI で行う」 を参照してください。

❽ hawkbit_push_update でアップデートを実行する場合は、「Y」を入力してください。

❾ ここでは http でテストのコンテナを作成するので、「N」のままで進みます。

❿ コンテナを起動します。初期化が終わったら <IP>:8080 でアクセス可能になります。

```
[ATDE ~]$ /usr/share/mkswu/hawkbit-compose/setup_container.sh
docker-compose の設定ファイルと hawkBit のデータをどこに保存しますか？ [/home/atmark/hawkbit-compose]
setup_container.sh へのリンクを /home/atmark/hawkbit-compose に作ります。
docker サービスに接続できませんでした。sudo でもう一度試します。
OK!
Hawkbit admin user name [admin]
admin ユーザーのパスワード:
パスワードを再入力してください:
パスワードが一致しません。
admin ユーザーのパスワード:
パスワードを再入力してください:
追加の管理人アカウントのユーザーネーム（空にすると追加しません）
hawkBit の「device」ユーザーを登録しますか？（自動登録用） [Y/n]
device ユーザーのパスワード:
パスワードを再入力してください:
hawkBit の「mkswu」ユーザーを登録しますか？（swu のアップロード用） [Y/n]
ユーザーにロールアウトの権限を与えますか？（インストール要求を出すこと） [Y/n]
mkswu ユーザーのパスワード:
パスワードを再入力してください:
Setup TLS reverse proxy? [y/N] y ❶
lighttpd が起動中で、リバースプロキシ設定と競合しています。
lighthttpd サービスを停止しますか？ [Y/n] ❷
Synchronizing state of lighttpd.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install disable lighttpd
Removed /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/lighttpd.service.
リバースプロキシの設定に証明書の domain name が必要です。
この domain はこのままデバイスからアクセスできる名前にしてください。
例えば、https://hawkbit.domain.tld でアクセスしたら hawkbit.domain.tld、
https://10.1.1.1 でしたら 10.1.1.1 にしてください。
証明書の domain name: 10.1.1.1 ❸
証明書の有効期限を指定する必要があります。Let's encrypt を使用する場合、
この値は新しい証明書が生成されるまでしか使用されないので、デフォルトの値
のままにしておくことができます。Let's encrypt を使用しない場合、
数年ごとに証明書を新しくすることが最も好ましです。
証明書の有効期間は何日間にしますか？ [3650] ❹
クライアントの TLS 認証を設定するために CA が必要です。
署名 CA のファイルパス（空にするとクライアント TLS 認証を無効になります） [] ❺
サーバーが直接インターネットにアクセス可能であれば、Let's Encrypt の証明書
を設定することができます。TOS への同意を意味します。
https://letsencrypt.org/documents/LE-SA-v1.2-November-15-2017.pdf
certbot コンテナを設定しますか？ [y/N] ❻

/home/atmark/hawkbit-compose/data/nginx_certs/proxy.crt を /usr/local/share/ca-certificates/ にコピーして、 update-ca-certificates を実行する必要があります。
この base64 でエンコードされたコピーを examples/hawkbit_register.sh の
SSL_CA_BASE64 に指定する手順が推奨されます。

LS0tLS1CRUdJTiBDRVJUSUZJQ0FURS0tLS0tCk1JSUJlekNDQVNHZ0F3SUJBZ0lVQTByZ0cwcTJF
SFNnampmb0tUZWg3aGlaSVVVd0NnWUlLb1pJemowRUF3SXcKRXpFUk1BOEdBMVVFQXd3SU1UQXVN
UzR4TGpFd0hoY05Nakl3TXpJMU1EVXhOVFU0V2hjTk16SXdNekl5TURVeApOVFU0V2pBVE1SRXdE
d1lEVlFRRERBZ3hNQzR4TGpFdU1UQlpNQk1HQnlxR1NNNDlBZ0VHQ0NxR1NNNDlBd0VICkEwSUFC
SDFFREhBN3NOTlFJUDlTdlhlUnNmWjl2dVVFWkRkMVE2TzViRlV2RTh4UjUwUlBCLzNlajMzd0VI
NEoKYmZqb296bEpXaExlSG5SbGZsaHExVDlKdm5TalV6QlJNQjBHQTFVZERnUVdCQlFBUmYvSkdT
dkVJek5xZ2JMNQpQamY2VGRpSk1EQWZCZ05WSFNNRUdEQVdnQlFBUmYvSkdTdkVJek5xZ2JMNVBq
```

```
ZjZUZGlKTURBUEJnTlZIUk1CCkFmOEVCVEFEQVFIL01Bb0dDQ3FHU0000UJBTUNBMGdBTUVVQ0lD
Nis3ZzJlZk1SRXl0RVk5WDhDNC8vUEw1U1kKWUlGZHUxVFZiUEZrSlV0SUFpRUE4bm1VSnVQSFlz
SHg2N2ErZFRwSXZ1QmJUSG1KbWd6dUl3bTJ2RXppRnZRPQotLS0tLUVORCBDRVJUSUZJQ0FURS0t
LS0tCg== ❼


Let's encrypt の設定は後で足したい場合に setup_container.sh を--letsencrypt で実行してください。

コンテナの設定が完了しました。docker-compose コマンドでコンテナの管理が可能です。
/home/atmark/hawkbit-compose/setup_container.sh を再び実行すると設定の変更が可能です。
hawkBit コンテナを起動しますか？ [Y/n]
```

図 5.14 hawkBit コンテナの TLS ありの場合の実行例

❶ 今回は TLS を有効にするので、「y」を入力します。

❷ lighttpd サービスが起動している場合に聞かれます。不要なので、停止します。

❸ 証明書の common name を入力してください。ATDE の場合、ポート転送によってホストの IP アドレスで接続しますのでそのアドレスを入力します。Let's encrypt を使用する場合には外部からアクセス可能な DNS を入力してください。

❹ 証明書の有効期間を設定します。デフォルトでは 10 年になっています。Let's encrypt を使用する場合には使われていません。

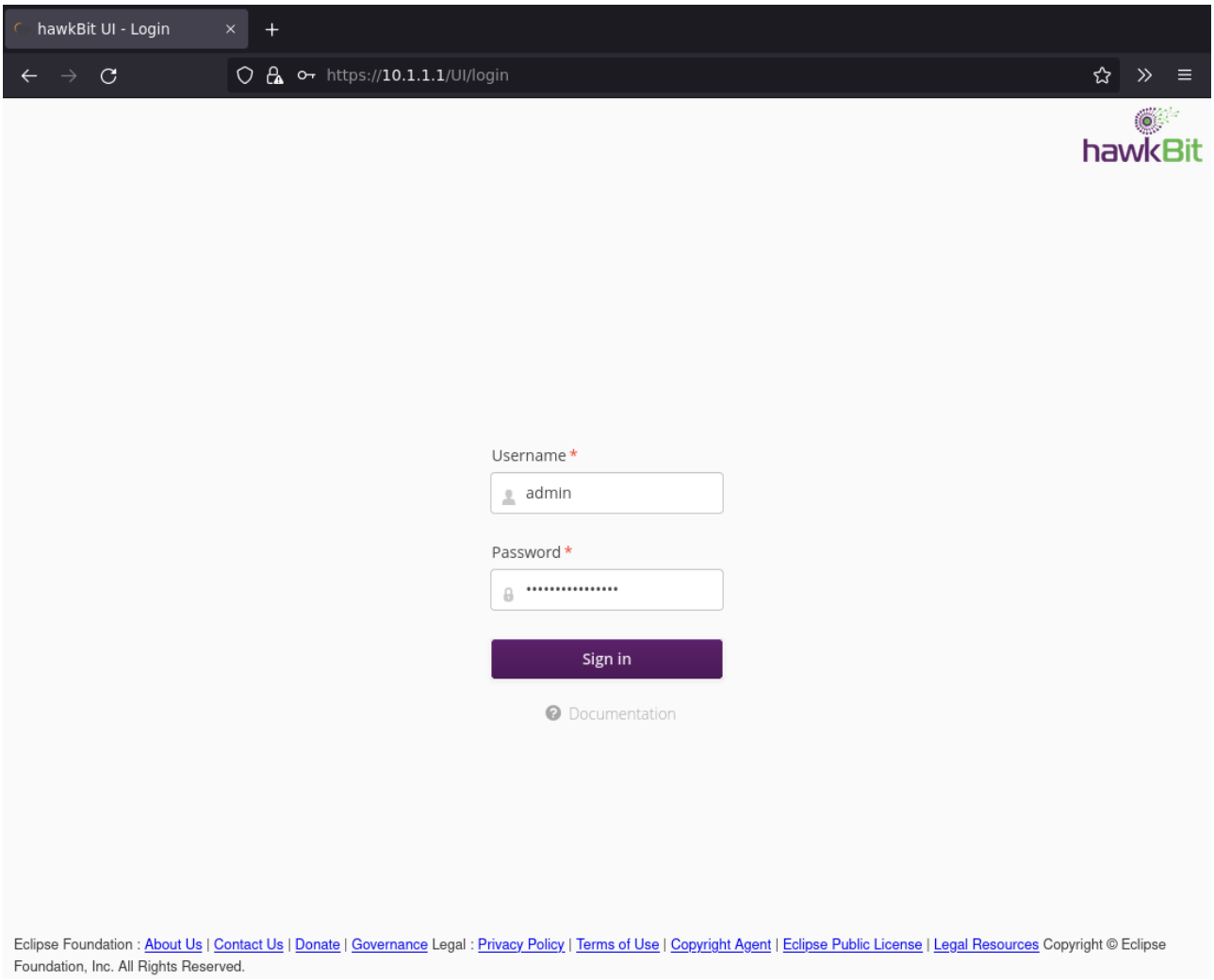
❺ クライアント側では x509 証明書で認証をとることができますが、この例では使用しません。

❻ Let's encrypt による証明書を作成できます。ATDE の場合は外部からのアクセスが難しいので、この例では使用しません。

❼ 自己署名証明書を作成したので、 Armadillo に設置する必要があります。この証明書の取扱いは 「5.3.3.2. SWU で hawkBit を登録する」 を参照してください。

3. hawkBit へのログイン

   作成したコンテナによって http://<サーバーの IP アドレス>:8080 か https://<サーバーのアドレス> にアクセスすると、ログイン画面が表示されます。

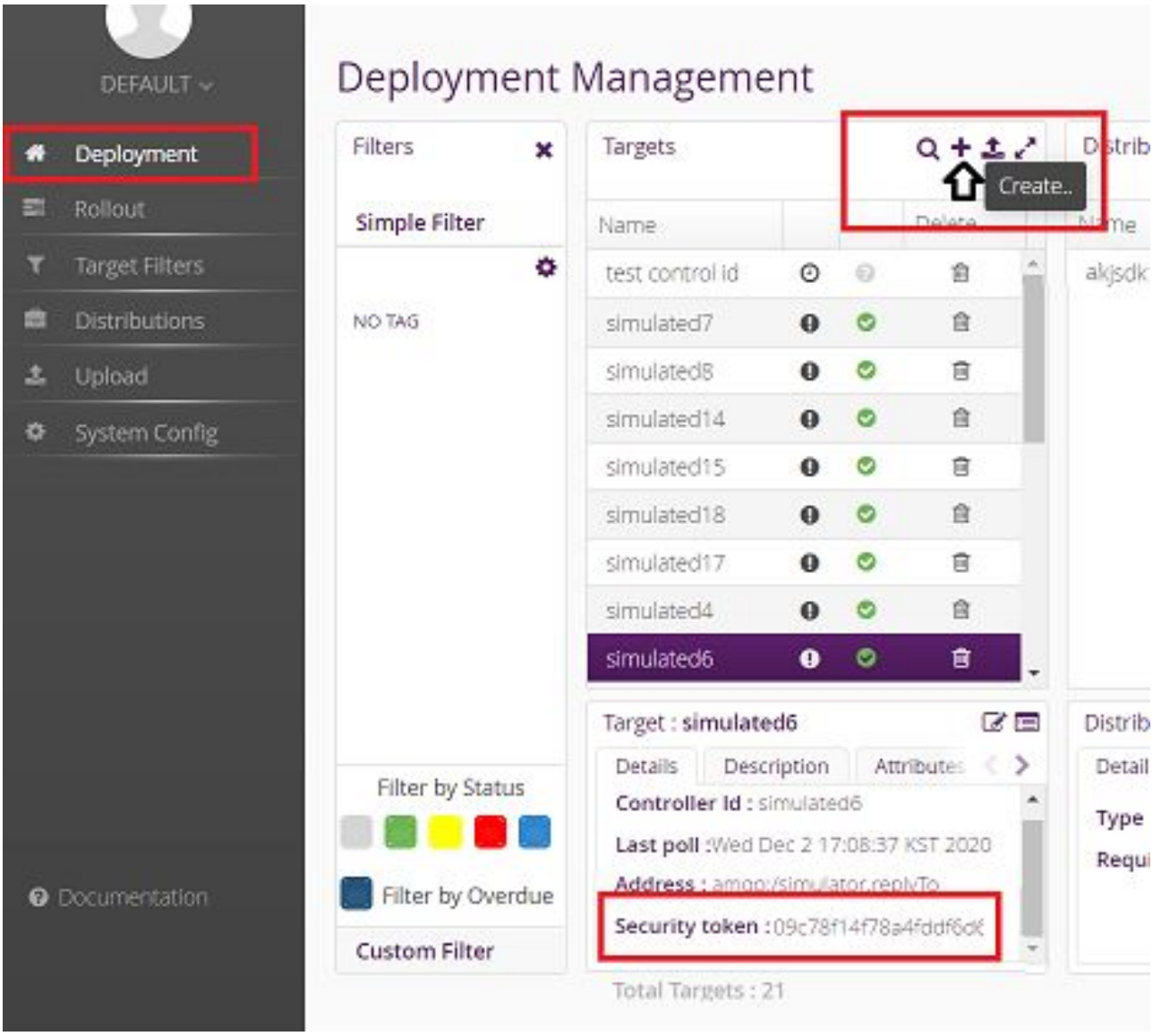


デフォルトでは次のアカウントでログインできます。

ユーザー	admin
パスワード	admin

4. Armadillo を Target に登録する

   左側のメニューから Deployment をクリックして、Deployment の画面に移ります。



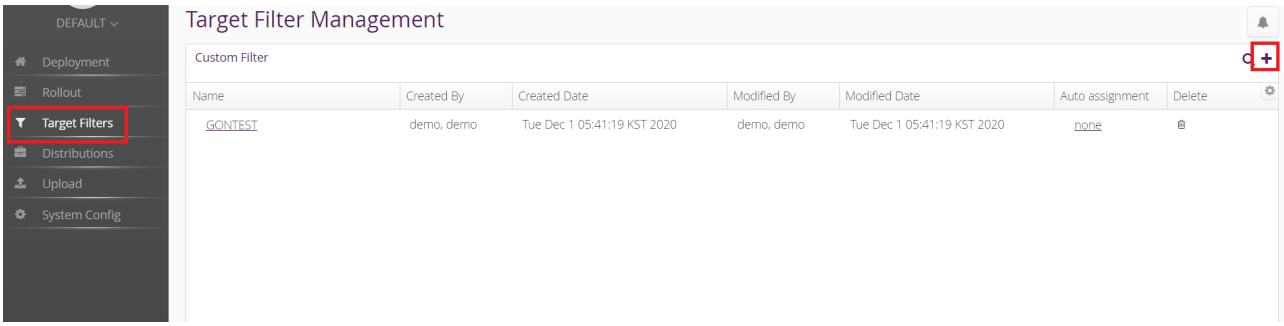
"+"をクリックして Target を作成します。

作成したターゲットをクリックすると、下のペインに "Security token:<文字列>" と表示されるので、<文字列>の部分をメモします。

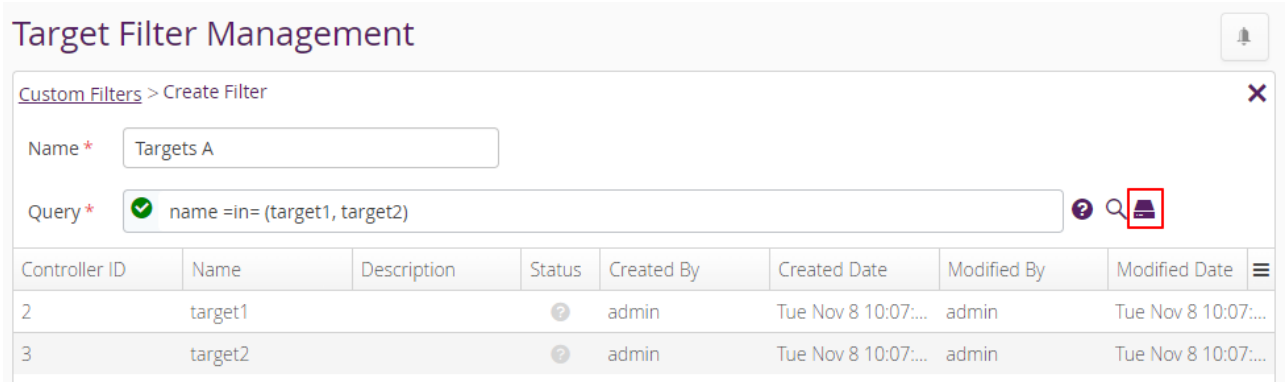
メモした<文字列>を Armadillo の /etc/swupdate.cfg に設定すると Hawkbit への接続認証が通るようになります。

5. Target Filter を作成する

左側のメニューから"Target Filters"をクリックして、Target Filters の画面に移ります。



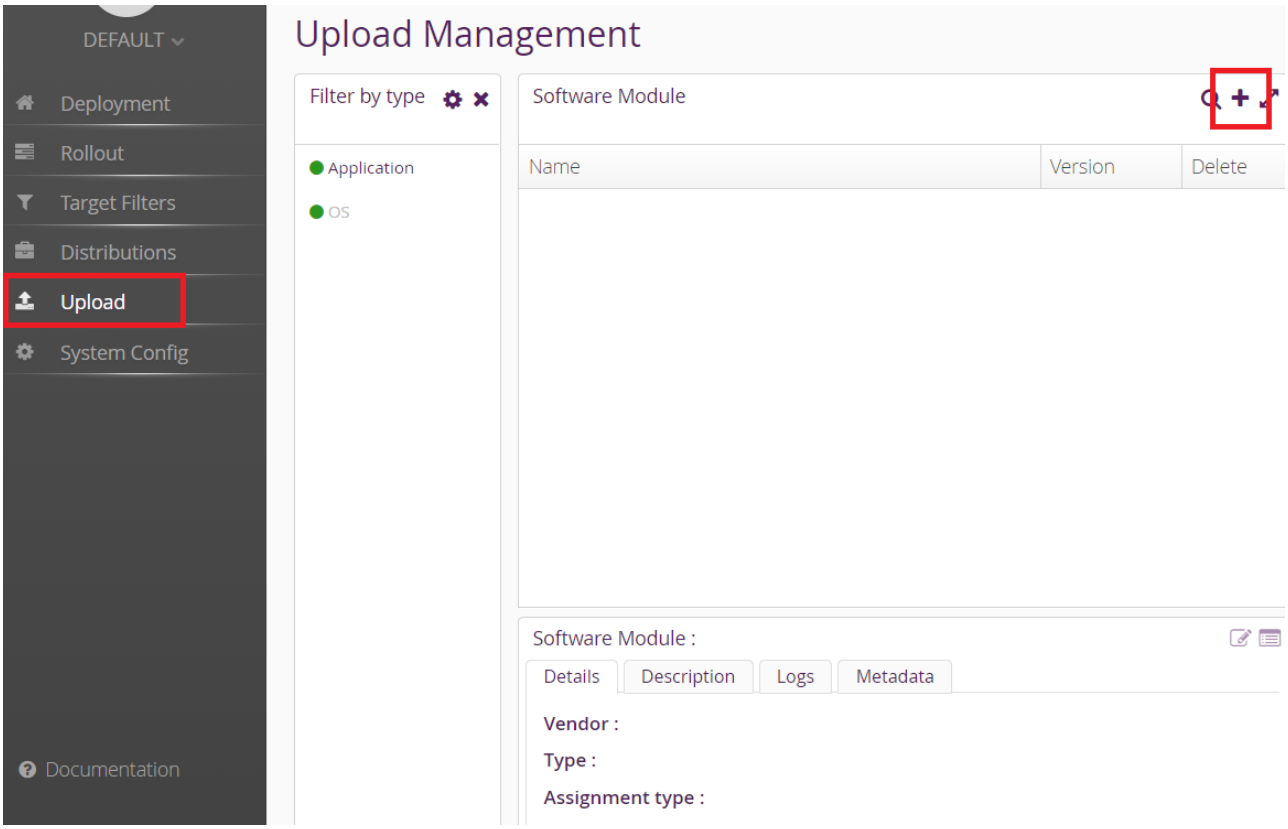
"+" をクリックして新規に Target Filter を作成します。



Filter name と フィルタリング条件を入力して保存します。

6. Software module を作成する

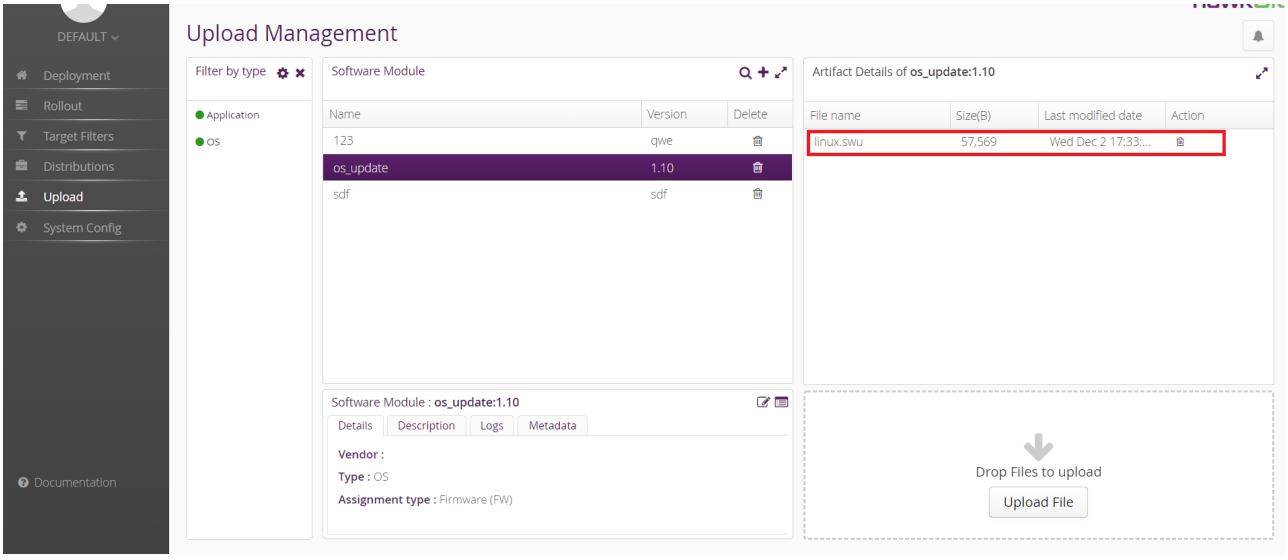
左側のメニューから"Upload"をクリックして、Upload Management の画面に移ります。



"+" をクリックして Software module を作成します。type には OS/Application、version には任意の文字列を指定します。

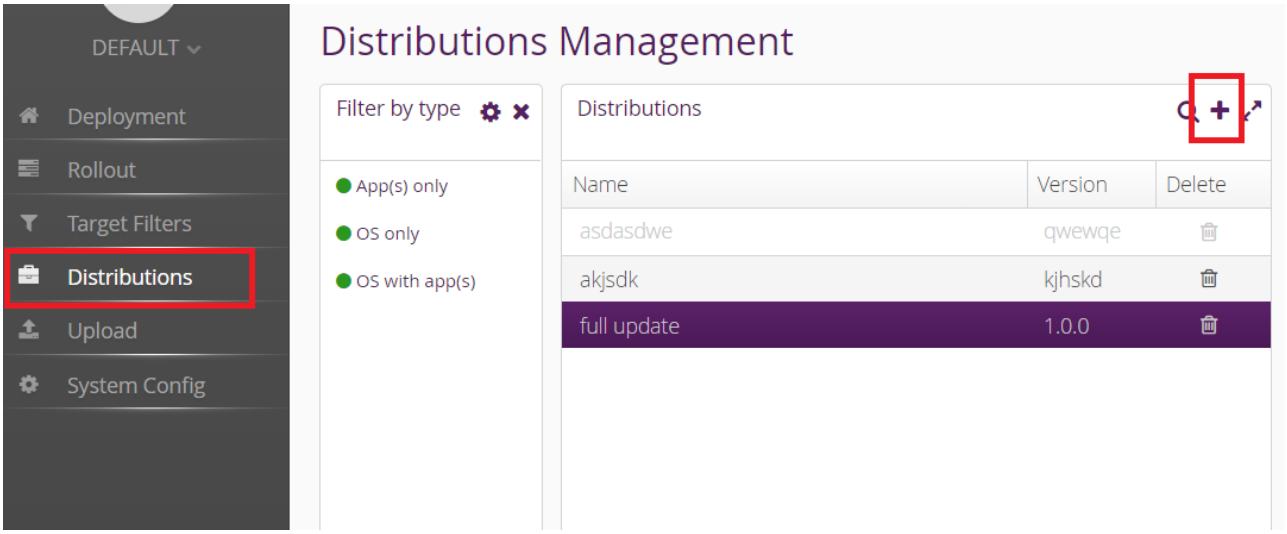
7. swu パッケージをアップロードして Software module に関連付ける

   先程作成した Software module を選択して、ハイライトされた状態で、"Upload File"ボタンをクリックするか、ファイルをドラッグアンドドロップしてアップロードします。

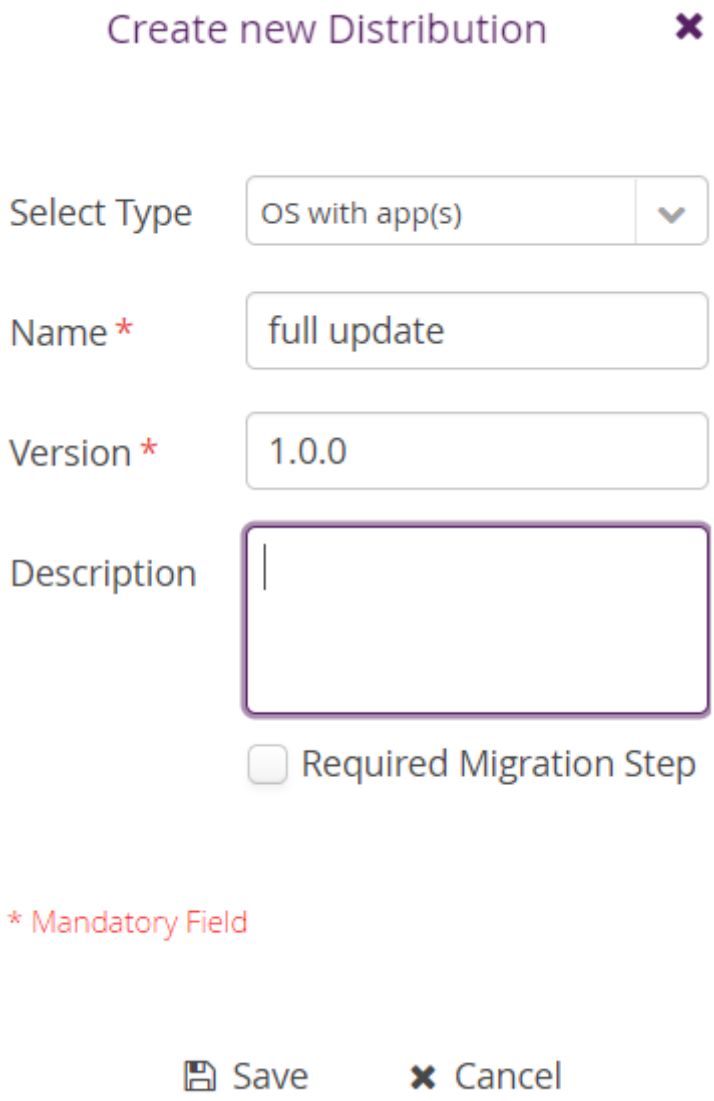


8. Distribution を作成して Software module を関連付ける

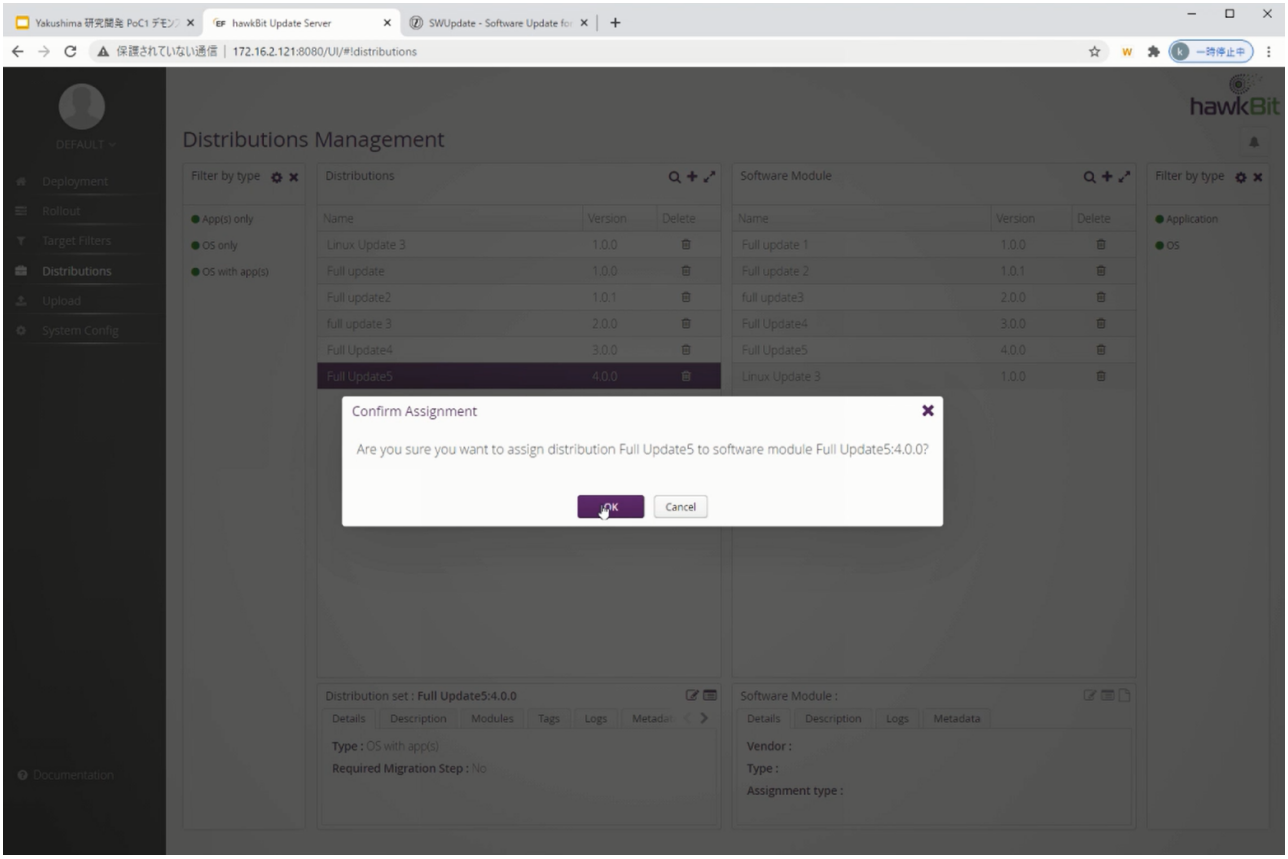
左側のメニューから"Distribution"をクリックして、Distribution Management の画面に移ります。



"+" をクリックして Distribution を作成します。type には OS/OSwithApp/Apps、version には任意の文字列を指定します。

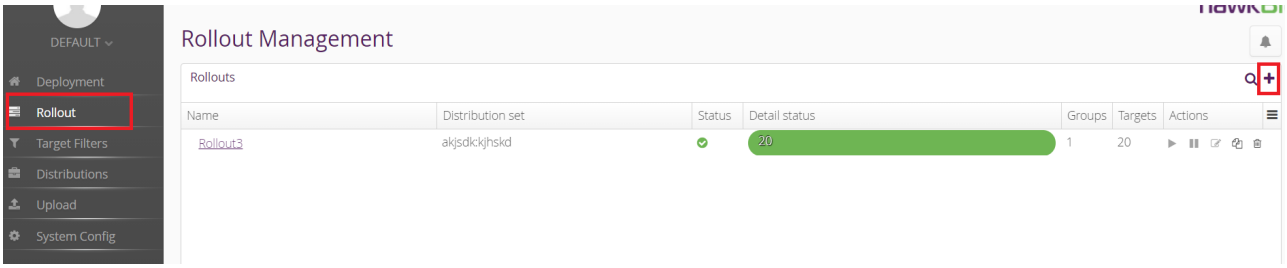


"Software module"のペインから先程作成した Software をドラッグして、作成した Distribution の上にドロップします。

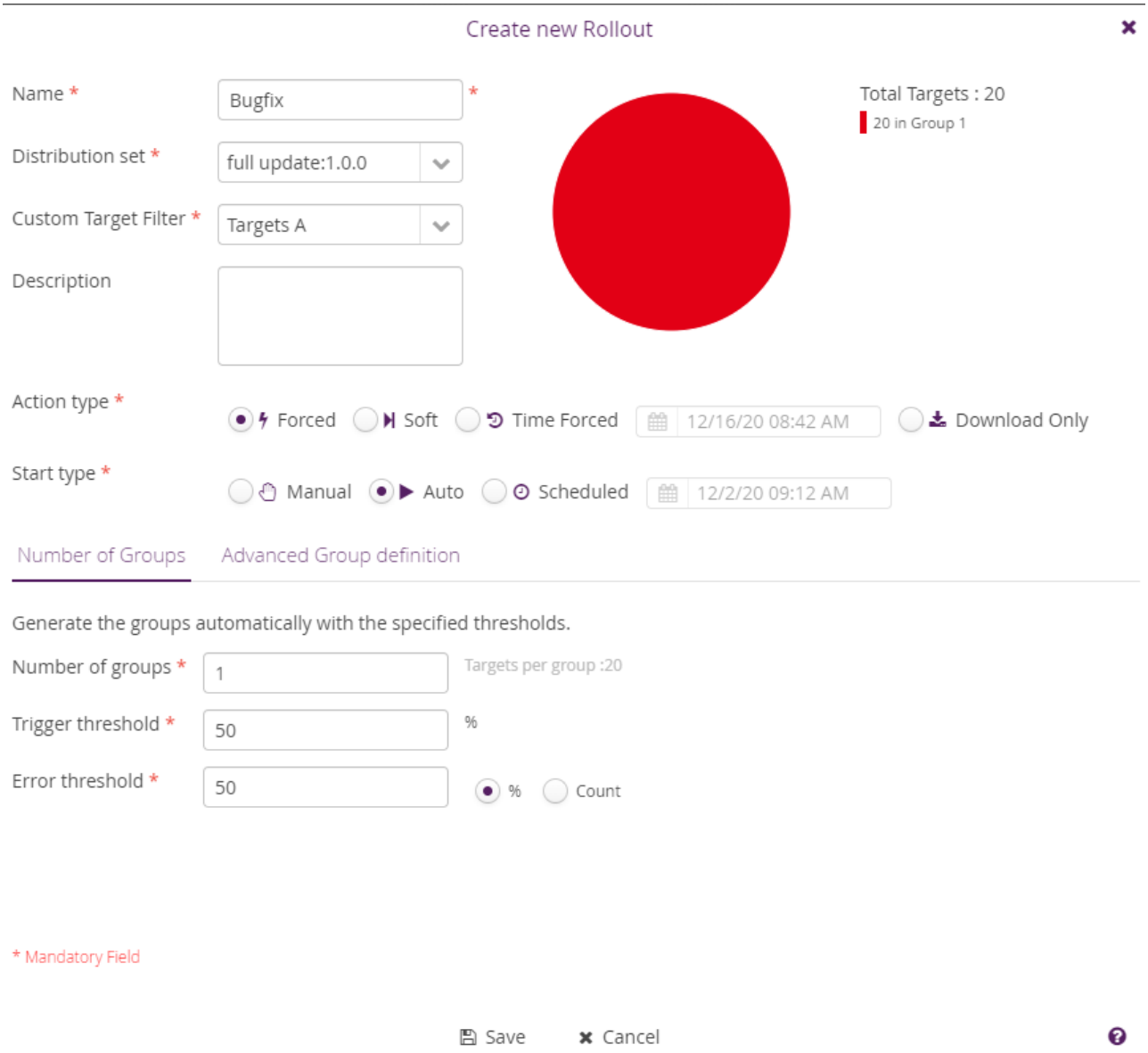


9. Rollout を作成してアップデートを開始する

   左側のメニューから"Rollout"をクリックして、Rollout Management の画面に移ります。



   "+"をクリックして Rollout を作成します。



項目	説明
Name	任意の文字列を設定します。
Distribution Set	先程作成した Distribution を選択します。
Custom Target Filter	先程作成した Target Filter を選択します。
Action Type	アップデート処理をどのように行うかを設定します。 ・Forced/Soft: 通常のアップデート ・Time Forced: 指定した時刻までにアップデートする ・Download only: ダウンロードのみ行う
Start Type	Rollout の実行をどのように始めるかを設定します。 ・Manual: 後で手動で開始する ・Auto: Target からのハートビートで開始する ・Scheduled: 決まった時間から開始する

10. アップデートの状態を確認する

    Rollout Management の画面の Detail Status で、各 Rollout のアップデートの状態を確認できます。

    アップデート中は黄色、アップデートが正常に完了すると緑色になります。

5.3.3.1. hawkBit のアップデート管理を CLI で行う

一つのアップデートを登録するには、hawkBit の Web UI で必要な手順が長いので CLI で行うことで効率よく実行できます。

サーバーの設定の段階では、「mkswu」のユーザーを作成する必要があります。作成していない場合は `setup_container.sh --add-user mkswu` で作成してください。

1. hawkbit_push_update の実行例

```
[ATDE ~/mkswu]$ ls enable_sshd.swu ❶
enable_sshd.swu

[ATDE ~/mkswu]$ hawkbit_push_update --help
Usage: /usr/bin/hawkbit_push_update [options] file.swu

rollout creation:
  --no-rollout: only upload the file without creating a rollout ❷
  --new: create new rollout even if there already is an existing one ❸
  --failed: Apply rollout only to nodes that previously failed update ❹

post action:
  --start: start rollout immediately after creation ❺

[ATDE ~/mkswu]$ hawkbit_push_update --start enable_sshd.swu ❻
Uploaded (or checked) image extra_os.sshd 1 successfully
Created rollout extra_os.sshd 1 successfully
Started extra_os.sshd 1 successfully
```

❶ この例ではあらかじめ作成されている enable_sshd.swu を hawkBit に登録します。

❷ --no-rollout を使う場合に SWU を「distribution」として登録します。デフォルトでは rollout も作成します。テストする際、デバイスがまだ登録されていなければ rollout の段階で失敗します。

❸ 同じ SWU で rollout を二回作成した場合にエラーが出ます。もう一度作成する場合は `--new` を使ってください。

❹ 一度 rollout をスタートして、 Armadillo で失敗した場合には失敗したデバイスだけに対応した rollout を作れます。

❺ 作成した rollout をすぐ実行します。このオプションには追加の権限を許可する必要があります。

❻ スタートまで行う実行例です。実行結果は Web UI で表示されます。

5.3.3.2. SWU で hawkBit を登録する

デバイスが多い場合は、SWU を一度作って armadillo を自己登録させることができます。

サーバーの設定の段階では、「device」のユーザーを作成する必要があります。作成していない場合は `setup_container.sh --add-user device` で作成してください。

1. hawkbit_register.desc で hawkBit の自己登録を行う例

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

```
[ATDE ~/mkswu]$ cp /usr/share/mkswu/examples/hawkbit_register.* . ❶

[ATDE ~/mkswu]$ vi hawkbit_register.sh ❷
# Script configuration: edit this if required!
# user given here must have CREATE_TARGET,READ_TARGET_SECURITY_TOKEN permissions
HAWKBIT_USER=device
HAWKBIT_PASSWORD="CS=wC,zJmrQeeKT.3" ❸
HAWKBIT_URL=https://10.1.1.1 ❹
HAWKBIT_TENANT=default
# set custom options for suricatta block or in general in the config
CUSTOM_SWUPDATE_SURICATTA_CFG="" # e.g. "polldelay = 86400;"
CUSTOM_SWUPDATE_CFG=""
# set to non-empty if server certificate is invalid
SSL_NO_CHECK_CERT=
# or set to cafile that must have been updated first
SSL_CAFILE=
# ... or paste here base64 encoded crt content
SSL_CA_BASE64="
LS0tLS1CRUdJTiBDRVJUSUZJQ0FURS0tLS0tCk1JSUJlakNDQVNHZ0F3SUJBZ0lVYTMvYXpNSHZ0
bFFnaFZnZDhIZWhMaEwxNm5Bd0NnWUlLb1pJemowRUF3SXcKRXpFUk1BOEdBMVVFQXd3SU1UQXVN
UzR4TGpFd0hoY05Nakl3TWpFNE1EVTFNakV6V2hjTk16SXdNakUyTURVMQpNakV6V2pBVE1SRXdE
d1lEVlFRRERBZ3hNQzR4TGpFdU1UQlpNQk1HQnlxR1NNNDlBZ0VHQ0NxR1NNNDlBd0VICkEwSUFC
RFJGcnJVV3hHNnBHdWVoejRkRzVqYkVWTm5scHUwYXBHT1c3UVBPYUF4cWp1ZzJWYjk2UHNScWJY
Sk8KbEFDVVo2OStaMHk3clBqeDJHYnhDNms0czFHalV6QlJNQjBHQTFVZERnUVdCQlJtZzhxL2FV
OURRc3EvTGE1TgpaWFdkTHROUmNEQWZCZ05WSFNNRUdEQVdnQlJtZzhxL2FVOURRc3EvTGE1TlpY
V2RMdE5SY0RBUEJnTlZIUk1CCkFmOEVCVEFEQVFIL01Bb0dDQ3FHU000OUJBTUNBMGNBTUVRQ0lB
ZTRCQ0xKREpWZnFTQVdRcVBqNTFmMjJvQkYKRmVBbVlGY2VBMU45dE8rN0FpQXVvUEV1VGFxWjhH
UFYyRUg1UWdOMFRKS05SckJDOEtpNkZWcFlkRUowYWc9PQotLS0tLUVORCBDRVJUSUZJQ0FURS0t
LS0tCg== ❺
"
# ... or add your own options if required
CURLOPT=-s

:（省略）

[ATDE ~/mkswu]$ cat hawkbit_register.desc ❻
:（省略）
swdesc_script hawkbit_register.sh --version extra_os.hawkbit 1

[ATDE ~/mkswu]$ mkswu hawkbit_register.desc ❼
hawkbit_register.swu を作成しました。

[ATDE ~/mkswu]$ mkswu initial_setup.desc hawkbit_register.desc ❽
hawkbit_register.desc を組み込みました。
initial_setup.swu を作成しました。
```

❶ hawkbit_register.sh と .desc ファイルをカレントディレクトリにコピーします。

❷ hawkbit_register.sh を編集して、設定を記載します。

❸ hawkBit の設定の時に入力した「device」ユーザーのパスワードを入力します。この例のパスワードは使用しないでください。

❹ hawkBit サーバーの URL を入力します。

❺ TLS を使用の場合に、コンテナ作成の時の証明書を base64 で入力します。

❻ hawkbit_register.desc の中身を確認します。hawkbit_register.sh を実行するだけです。

❼ SWU を作成して、initial_setup がすでにインストール済みの Armadillo にインストールできます。

❽ または、initial_setup.desc と合わせて hawkbit_register を含んだ initial_setup.swu を作成します。

5.4. eMMC の寿命を確認する

5.4.1. eMMC について

eMMC とは embedded Multi Media Card の頭文字を取った略称で NAND 型のフラッシュメモリを利用した内蔵ストレージです。当社で使用しているものは長期間運用を前提としている為、使用する容量を半分以下にして SLC モードで使用しています。(例えば 32GB 製品を 10GB で使用、残り 22GB は予備領域とする)。

eMMC は耐性に問題が発生した個所を内部コントローラがマスクし、予備領域を割り当てて調整しています。絶対ではありませんが、この予備領域がなくなると書き込みが出来なくなる可能性があります。

5.4.2. eMMC 予備領域の確認方法

Armadillo Base OS には emmc-utils というパッケージがインストールされています。

に「図 5.15. eMMC の予備領域使用率を確認する」示すコマンドを実行し、 EXT_CSD_PRE_EOL_INFO の内容を確認することで eMMC の予備領域の使用率がわかります。 EXT_CSD_PRE_EOL_INFO の値と意味の対応を「表 5.1. EXT_CSD_PRE_EOL_INFO の値の意味」に示します。

```
[armadillo ~]# mmc extcsd read /dev/mmcblk0 | grep EXT_CSD_PRE_EOL_INFO
eMMC Pre EOL information [EXT_CSD_PRE_EOL_INFO]: 0x01
```

図 5.15 eMMC の予備領域使用率を確認する

表 5.1 EXT_CSD_PRE_EOL_INFO の値の意味

値	意味
0x01	定常状態(問題無し)
0x02	予備領域 80% 以上使用
0x03	予備領域 90% 以上使用

5.5. Armadillo の部品変更情報を知る

Armadillo に搭載されている部品が変更された場合や、製品が EOL となった場合には以下のページから確認できます。

Armadillo サイト - 変更通知(PCN)/EOL 通知

https://armadillo.atmark-techno.com/change_notification

また、Armadillo サイトにユーザー登録していただくと、お知らせをメールで受信することが可能です。変更通知についても、メールで受け取ることが可能ですので、ユーザー登録をお願いいたします。

ユーザー登録については「3.3.7. ユーザー登録」を参照してください。

5.6. Armadillo を廃棄する

運用を終了し Armadillo を廃棄する際、セキュリティーの観点から以下のようなことを実施する必要があります。

- 設置場所に Armadillo を放置せず回収する
- Armadillo をネットワークから遮断する
  - SIM カードが挿入されているのであれば抜き、プロバイダーとの契約を終了する
  - 無線 LAN の設定を削除する
  - 接続しているクラウドのデバイス証明書を削除・無効にすることでクラウドに接続できなくする
- 物理的に起動できなくする

6. 応用編

本章では、ここまでの内容で紹介しきれなかった、より細かな Armadillo の設定方法や、開発に役立つヒントなどを紹介します。

各トピックを羅列していますので、目次の節タイトルからやりたいことを探して辞書的にご使用ください。

6.1. persist_file について

Armadillo BaseOS ではルートファイルシステムに overlayfs を採用しています。

そのため、ファイルを変更した後 Armadillo の電源を切ると変更内容は保持されません。開発中などに rootfs の変更内容を保持するには、変更したファイルに対して persist_file コマンドを使用します。

開発以外の時は安全のため、ソフトウェアアップデートによる更新を実行してください。SWUpdate に関しては 「3.2.3. アップデート機能について」 を参照してください。

rootfs の内容を変更しても、ソフトウェアアップデートを実施した際に変更した内容が保持されない可能性があります。ソフトウェアアップデート実施後も変更内容を保持する手順に関しては 「6.5. swupdate_preserve_files について」 を参照してください。

persist_file コマンドの概要を 「図 6.1. persist_file のヘルプ」 に示します。

```
[armadillo ~]# persist_file -h
Usage: /usr/bin/persist_file [options] file [more files...]

Mode selection:
  (none) single entry copy
  -d, --delete   delete file
  -l, --list     list content of overlay
  -a, --apk      apk mode: pass any argument after that to apk on rootfs
  -R, --revert   revert change: only delete from overlay, making it
                 look like the file was reverted back to original state

Copy options:
  -r, --recurse  recursive copy (note this also removes files!)
  -p, --preserve make the copy persist through baseos upgrade
                 by adding entries to /etc/swupdate_preserve_files
  -P, --preserve-post   same, but copy after upgrade (POST)

Delete options:
  -r, --recurse  recursively delete files

Common options:
  -v, --verbose  verbose mode for all underlying commands

Note this directly manipulates overlayfs lower directories
so might need a reboot to take effect
```

図 6.1 persist_file のヘルプ

1. ファイルの保存・削除手順例

```
[armadillo ~]# echo test > test
[armadillo ~]# persist_file -rv /root
'/root/test' -> '/mnt/root/test' ❶
'/root/.ash_history' -> '/mnt/root/.ash_history'
[armadillo ~]# rm -f test
[armadillo ~]# persist_file -rv /root
removed '/mnt/root/test' ❷
removed '/mnt/root/.ash_history' ❸
'/root/.ash_history' -> '/mnt/root/.ash_history'
```

図 6.2 persist_file 保存・削除手順例

❶ 追加・変更したファイルを rootfs へコピーします。

❷ -r を指定すると、ひとつ前の rm -f コマンドで削除したファイルが rootfs からも削除されますのでご注意ください。

❸ すでに rootfs に存在するファイルも一度削除してからコピーするため、このようなメッセージが表示されます。

2. ソフトウェアアップデート後も変更を維持する手順例

```
[armadillo ~]# vi /etc/conf.d/podman-atmark ❶
[armadillo ~]# persist_file -P /etc/conf.d/podman-atmark ❷
[armadillo ~]# tail -n 2 /etc/swupdate_preserve_files ❸
# persist_file 20211216
POST /etc/conf.d/podman-atmark
```

図 6.3 persist_file ソフトウェアアップデート後も変更を維持する手順例

❶ 何らかのファイルの内容を変更します。

❷ -P オプションを付与して persist_file を実行します。

❸ swupdate_preserve_files に追加されたことを確認します。

3. 変更ファイルの一覧表示例

```
[armadillo ~]# mkdir dir
[armadillo ~]# persist_file -l
directory          /
directory          /root
opaque directory   /root/dir ❶
whiteout           /root/test ❷
regular file       /root/.ash_history
directory          /etc
regular file       /etc/resolv.conf
directory          /var
```

```
symbolic link      /var/lock
:（省略）
```

図 6.4 persist_file 変更ファイルの一覧表示例

❶ rootfs のファイルを見せないディレクトリは opaque directory と表示されます。

❷ 削除したファイルは whiteout と表示されます。

4. パッケージをインストールする時は apk コマンドを使用してメモリ上にインストールできますが、persist_file コマンドで rootfs に直接インストールすることも可能です。

```
[armadillo ~]# persist_file -a add strace
(1/3) Installing fts (1.2.7-r1)
(2/3) Installing libelf (0.185-r0)
(3/3) Installing strace (5.14-r0)
Executing busybox-1.34.1-r3.trigger
OK: 251 MiB in 188 packages
Install succeeded, but might not work in the running system
Please reboot if installed program does not work ❶
[armadillo ~]# strace ls
:（省略）
exit_group(0)                           = ?
+++ exited with 0 +++
```

図 6.5 persist_file でのパッケージインストール手順例

❶ この例では Armadillo を再起動せずにインストールしたコマンドを使用できましたが、Armadillo の再起動が必要となるパッケージもありますので、その場合は Armadillo を再起動してください。

6.2. コンテナ

Armadillo Base OS において、ユーザーアプリケーションは基本的にコンテナ内で実行されます。「3. 開発編」で紹介した開発手順では、基本的に SWUpadate を使用してコンテナを生成・実行していました。

以下では、より自由度の高いコンテナの操作のためにコマンドラインからの操作方法について紹介します。

6.2.1. Podman - コンテナ仮想化ソフトウェアとは

コンテナとはホスト OS 上に展開される仮想的なユーザ空間のことです。コンテナを使用することで複数の Armadillo-640 でも同一の環境がすぐに再現できます。ゲスト OS を必要としない仮想化であるため、アプリケーションの起動が素早いという特徴があります。

Podman とはこのようなコンテナを管理するためのソフトウェアであり、使用方法はコンテナ管理ソフトウェアの 1 つである Docker と互換性があります。

6.2.2. コンテナの基本的な操作

この章では、コンテナ仮想化ソフトウェアの 1 つである Podman の基本的な使い方について説明します。Armadillo-640 で実行させたいアプリケーションとその実行環境自体を 1 つの Podman イメー

ジとして扱うことで、複数の Armadillo-640 がある場合でも、全てのボード上で同一の環境を再現させることが可能となります。

この章全体を通して、イメージの公開・共有サービスである Docker Hub [https://hub.docker.com] から取得した、Alpine Linux のイメージを使って説明します。

6.2.2.1. イメージからコンテナを作成する

イメージからコンテナを作成するためには、podman_start コマンドを実行します。podman や docker にすでに詳しいかたは podman run コマンドでも実行できますが、ここでは 「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」 で紹介するコンテナの自動起動の準備も重ねて podman_start を使います。イメージは Docker Hub [https://hub.docker.com] から自動的に取得されます。ここでは、簡単な例として "ls /" コマンドを実行するコンテナを作成します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/my_container.conf ❶
set_image docker.io/alpine
set_command ls /
[armadillo ~]# podman pull docker.io/alpine ❷
Trying to pull docker.io/library/alpine:latest...
Getting image source signatures
:（省略）
Writing manifest to image destination
Storing signatures
a6215f271958c760a2975a6765016044115dbae4b90f414eba3a448a6a26b4f6
[armadillo ~]# podman_start my_container ❸
Starting 'my_container'
b141e899b5ef7c9ec5434bda8f6a83d3e6bfc94f74bfb5dcef2a22041c71fdbf
[armadillo ~]# podman logs my_container ❹
bin
dev
:（省略）
usr
var
[armadillo ~]#
```

図 6.6 コンテナを作成する実行例

❶ コンテナのコンフィグを作成します。このファイルでは、コンテナのイメージやコマンド、デバイスへのアクセス権限を設定します。詳しい設定の説明には 「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」 を参照ください。

❷ コンテナのイメージを取得します。イメージが Armadillo に置いてない場合は「Error: docker.io/alpine: image not known」の様なエラーで失敗します。

❸ コンテナを起動します。これは Armadillo 起動時に自動的に起動されるコンテナと同じものになります。自動起動が不要な場合には set_autostart no で無効化できます。

❹ podman logs コマンドで出力を確認します。

"ls /" を実行するだけの "my_container" という名前のコンテナが作成されました。コンテナが作成されると同時に "ls /" が実行され、その結果がログに残ります。ここで表示されているのは、コンテナ内部の "/" ディレクトリのフォルダの一覧です。

> コンフィグファイルの直接な変更と podman pull によるコンテナの取得はデフォルト状態ではメモリ上でしか保存されません。
>
> ファイルは persist_file で必ず保存し、コンテナイメージは abos-ctrl podman-storage --disk で podman のストレージを eMMC に切り替えるか abos-ctrl podman-rw で一時的に eMMC に保存してください。
>
> 運用中の Armadillo には直接に変更をせず、 SWUpdate でアップデートしてください。
>
> コンフィグファイルを保存して、 set_autostart no を設定しない場合は自動起動します。

> podman_start でコンテナが正しく起動できない場合は podman_start -v <my_container> で podman run のコマンドを確認し、 podman logs <my_container> で出力を確認してください。

6.2.2.2. イメージ一覧を表示する

コンテナを作成するためのイメージは、イメージ一覧を表示する podman images コマンドで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                TAG     IMAGE ID      CREATED      SIZE
docker.io/library/alpine  latest  9c74a18b2325  2 weeks ago  4.09 MB
```

図 6.7 イメージ一覧の表示実行例

podman images コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman images --help
```

図 6.8 podman images --help の実行例

6.2.2.3. コンテナ一覧を表示する

作成済みコンテナ一覧を表示するためには podman ps コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# podman ps -a
CONTAINER ID  IMAGE                                 COMMAND     CREATED        STATUS          ⏎
PORTS     NAMES
```

```
d6de5881b5fb  docker.io/library/alpine:latest  ls /       12 minutes ago  Exited (0) 11 minutes ago          my_container
```

図 6.9 コンテナ一覧の表示実行例

一覧表示により、コンテナ名やコンテナ ID を確認することができます。-a オプションを付けない場合は、動作中のコンテナのみ表示されます。podman ps コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman ps --help
```

図 6.10 podman ps --help の実行例

6.2.2.4. コンテナを起動する

作成済みのコンテナを起動するためには podman start コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# podman start my_container
podman start my_container
[ 3119.081068] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_CHANGE): vethe172e161: link becomes ready
[ 3119.088214] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_CHANGE): eth0: link becomes ready
[ 3119.094812] cni-podman0: port 1(vethe172e161) entered blocking state
[ 3119.101231] cni-podman0: port 1(vethe172e161) entered disabled state
[ 3119.107745] device vethe172e161 entered promiscuous mode
[ 3119.113185] cni-podman0: port 1(vethe172e161) entered blocking state
[ 3119.119546] cni-podman0: port 1(vethe172e161) entered forwarding state
my_container
[ 3119.620731] cni-podman0: port 1(vethe172e161) entered disabled state
[ 3119.627696] device vethe172e161 left promiscuous mode
[ 3119.632762] cni-podman0: port 1(vethe172e161) entered disabled state
```

図 6.11 コンテナを起動する実行例

-a オプションを与えると、コンテナ内で実行されたアプリケーションの出力を確認できます。

```
[armadillo ~]# podman start -a my_container
[ 3150.303962] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_CHANGE): vetha9ef8f8e: link becomes ready
[ 3150.311106] IPv6: ADDRCONF(NETDEV_CHANGE): eth0: link becomes ready
[ 3150.317703] cni-podman0: port 1(vetha9ef8f8e) entered blocking state
[ 3150.324139] cni-podman0: port 1(vetha9ef8f8e) entered disabled state
[ 3150.330687] device vetha9ef8f8e entered promiscuous mode
[ 3150.336085] cni-podman0: port 1(vetha9ef8f8e) entered blocking state
[ 3150.342443] cni-podman0: port 1(vetha9ef8f8e) entered forwarding state
bin    etc    lib    mnt    proc   run    srv    tmp    var
dev    home   media  opt    root   sbin   sys    usr
[ 3150.804164] cni-podman0: port 1(vetha9ef8f8e) entered disabled state
[ 3150.811249] device vetha9ef8f8e left promiscuous mode
[ 3150.816349] cni-podman0: port 1(vetha9ef8f8e) entered disabled state
```

図 6.12 コンテナを起動する実行例(a オプション付与)

ここで起動している my_container は、起動時に "ls /" を実行するようになっているので、その結果が出力されます。podman start コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman start --help
```

図 6.13 podman start --help 実行例

6.2.2.5. コンテナを停止する

動作中のコンテナを停止するためには podman stop コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# podman stop my_container
my_container
```

図 6.14 コンテナを停止する実行例

podman stop コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman stop --help
```

図 6.15 podman stop --help 実行例

6.2.2.6. コンテナの変更を保存する

コンテナに対して変更が行われた状態で、そのままコンテナを停止してしまうと変更が失なわれてしまいます。

変更を保存するには二つの方法があります。

1. podman commit コマンドで保存する。

   ```
   [armadillo ~]# podman commit my_container image_name:latest
   Getting image source signatures
   Copying blob f4ff586c6680 skipped: already exists
   Copying blob 3ae0874b0177 skipped: already exists
   Copying blob ea59ffe27343 done
   Copying config 9ca3c55246 done
   Writing manifest to image destination
   Storing signatures
   9ca3c55246eaac267a71731bad6bfe4b0124afcdd2b80c4f730c46aae17a88f3
   ```

   図 6.16 my_container を保存する例

   podman commit で保存する度に、変更が行なわれた差分が保存されます。繰り返し差分を保存すると、イメージサイズが大きくなってしまいます。ストレージ容量が不足する場合は、ベースとなる OS のイメージから作り直してください。

2. 「3.2.4.1. 電源を切っても保持されるディレクトリ(ユーザーデータディレクトリ)」を使用する。

   podman_start の add_volumes コマンドでコンテナに Armadillo Base OS のディレクトリをコンテナで使うことができます。

保存するデータの性質によって、保存先を選択してください。

1. /var/app/volumes/myvolume: アップデートした場合はコピーされません。ログやデータベースなど、アプリケーションが作成し続けるようなデータの保存に向いています。

2. myvolume か /var/app/rollback/volumes/myvolume: アップデートの際にコピーしてアップデートを行うので、アップデート中でも安全に使いつづけます。アプリケーションと一緒にアップデートするようなデータの保存に向いています。

6.2.2.7. コンテナの自動作成やアップデート

podman run, podman commit でコンテナを作成できますが、定期的にアップデートをする際にはコンテナの作成やアップデートを自動化できると便利です。

これを実現するために、Dockerfile と podman build を使います。この手順は Armadillo で実行可能です。

1. イメージを docker.io のイメージから作りなおします

```
[armadillo ~/podman-build]# cat Dockerfile
FROM docker.io/arm64v8/alpine:latest

# update & install dependencies (example: usbutils)
RUN apk upgrade && apk add usbutils && rm -f /var/cache/apk/*

# copy our application and set it to run on start
COPY my_application /my_application
ENTRYPOINT /my_application

[armadillo ~/podman-build]# podman build -t my_image:1 -t my_image:latest .
STEP 1: FROM docker.io/arm64v8/alpine:latest
STEP 2: RUN apk upgrade && apk add usbutils && rm -f /var/cache/apk/*
--> 234bf79175e
STEP 3: COPY my_application /my_application
--> 05ab31bb278
STEP 4: ENTRYPOINT /my_application
STEP 5: COMMIT my_image:latest
--> 590e3ba6d55
Successfully tagged localhost/my_image:1
Successfully tagged localhost/my_image:latest
590e3ba6d55f3e29bdef158d7283e9c4f7515567b2d3f978cfab2510dc02376b

[armadillo ~/podman-build]# podman save my_image:latest -o my_image_1.tar
```

図 6.17 podman build の実行例

2. イメージを前のバージョンからアップデートします

```
[armadillo ~/podman-build-update]# cat Dockerfile
FROM localhost/my_image:latest

# update OS packages
RUN apk upgrade --no-cache

# update application
```

```
COPY my_application /my_application
[armadillo ~/podman-build-update]# podman build -t my_image:2 -t my_image:latest .
STEP 1: FROM localhost/my_image:latest
STEP 2: RUN apk upgrade --no-cache
--> cf1dc0d7296
STEP 3: COPY my_application /my_application
STEP 4: COMMIT my_image:latest
--> 9e9d9366072
Successfully tagged localhost/my_image:2
Successfully tagged localhost/my_image:latest
9e9d9366072751007b2e70544d76c46b95a7a5a02df658ef0fa3f7dcccf8850a

[armadillo ~/podman-build-update]# podman save -o my_image_2.tar my_image:2
```

図 6.18 podman build でのアップデートの実行例

この場合、 podman_partial_image コマンドを使って、差分だけをインストールすることもできます。

```
[armadillo ~/podman-build-update]# podman_partial_image -b my_image:1 ¥
        -o my_image_2_partial.tar my_image:2

[armadillo ~/podman-build-update]# ls -lh
-rw-r--r-- 1 root root   88 Dec 21 15:24 Dockerfile
-rw-r--r-- 1 root root 9.4M Dec 21 15:26 my_image_1.tar
-rw-r--r-- 1 root root 9.4M Dec 21 15:26 my_image_2.tar
-rw-r--r-- 1 root root  51K Dec 21 15:26 my_image_2_partial.tar
```

作成した .tar アーカイブは 「6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する」 の swdesc_embed_container と swdesc_usb_container で使えます。

6.2.2.8. コンテナを削除する

作成済みコンテナを削除する場合は podman rm コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# podman rm my_container
d6de5881b5fb973227b84d1d74abf269ac3183aad7e18b7a9d85208632641d94
[armadillo ~]# podman ps -a
CONTAINER ID  IMAGE                          COMMAND    CREATED        STATUS
PORTS    NAMES
```

図 6.19 コンテナを削除する実行例

podman ps コマンドの出力結果より、コンテナが削除されていることが確認できます。podman rm コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

1. podman rm --help 実行例

```
[armadillo ~]# podman rm --help
```

6.2.2.9. イメージを削除する

podman のイメージを削除するには podman rmi コマンドを実行します。イメージを削除するためには、そのイメージから作成したコンテナを先に削除しておく必要があります。podman rmi コマンドにはイメージ ID を指定する必要があるため、podman images コマンドで確認します。

```
[armadillo ~]# podman rm my_container
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED      SIZE
docker.io/library/alpine  latest      02480aeb44d7  2 weeks ago  5.62 MB
[armadillo ~]# podman rmi 02480aeb44d7
Untagged: docker.io/library/alpine:latest
Deleted: 02480aeb44d78f1a44b8791af7edf7d6e1b18707397a1dfb3ff4f21c5ce4a44f
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED      SIZE
```

図 6.20 イメージを削除する実行例

podman images コマンドの出力結果より、コンテナが削除されていることが確認できます。podman rmi コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman rmi --help
```

図 6.21 podman rmi --help 実行例

SWU で転送されたイメージは podman images で Read-Only として表示されますので、podman rmi を実行するとエラーとなります。その場合は abos-ctrl podman-rw rmi をご使用ください。 abos-ctrl podman-rw については 「6.2.2.16. イメージを eMMC に保存する」 を参照してください。

```
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY              TAG       IMAGE ID     CREATED     SIZE      R/O
docker.io/library/alpine  latest     02480aeb44d7  2 weeks ago  5.62
MB    true
[armadillo ~]# podman rmi docker.io/alpine
Error: cannot remove read-only image
"02480aeb44d78f1a44b8791af7edf7d6e1b18707397a1dfb3ff4f21c5ce4a44f"
[armadillo ~]# abos-ctrl podman-rw rmi docker.io/alpine
Untagged: docker.io/library/alpine:latest
Deleted:
02480aeb44d78f1a44b8791af7edf7d6e1b18707397a1dfb3ff4f21c5ce4a44f
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED      SIZE
```

図 6.22 Read-Only のイメージを削除する実行例

6.2.2.10. 実行中のコンテナに接続する

実行中のコンテナに接続し、コンテナ内で指定したコマンドを実行するには podman exec コマンドを実行します。podman exec コマンドでコンテナ内部のシェルを起動すると、コンテナ内部を操作できるよ

うになります。ここでは、sleep infinity コマンドを実行して待ち続けるだけのコンテナを作成し、そのコンテナに対して podman exec コマンドでシェルを起動する例を示します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/sleep_container.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
[armadillo ~]# podman_start sleep_container
Starting 'test'
f62e7a666d7156d261905c8406c72fc271534fa29e69771c76f4f6660a2da41a
[armadillo ~]# podman exec -it sleep_container sh
[container ~]# ps
PID   USER     TIME  COMMAND
    1 root      0:00 /run/podman-init -- sleep infinity
    2 root      0:00 sleep infinity
    3 root      0:00 sh
    4 root      0:00 ps
```

図 6.23 コンテナ内部のシェルを起動する実行例

podman_start コマンドでコンテナを作成し、その後作成したコンテナ内で sh を実行しています。sh を実行すると、コンテナ内のプロンプトが表示されコンテナ内部を操作できるようになります。上記ではコンテナ内で、ps コマンドを実行しています。コンテナ作成時に実行した sleep と podman exec で実行した sh がプロセスとして存在していることが確認できます。

コンテナ内のシェルから抜ける時は exit コマンドを実行します。

```
[container ~]# exit
```

図 6.24 コンテナ内部のシェルから抜ける実行例

podman exec コマンドから抜けても、コンテナがまだ実行中です。コンテナを停止したい場合は podman stop sleep_container か podman kill sleep_container で停止して podman rm sleep_container でそのコンテナを削除してください。

podman exec コマンドの詳細は --help オプションで確認できます。

```
[armadillo ~]# podman exec --help
```

図 6.25 podman exec --help 実行例

6.2.2.11. コンテナ間で通信をする

複数のコンテナを実行している環境で、それらのコンテナ間で通信を行う方法を示します。これにより、例えば SQL サーバを実行しているコンテナに対し別のコンテナから接続するといった使い方ができます。

コンテナには作成した時点でローカル IP アドレスが割り当てられるので、コンテナの名前かその IP アドレスで通信を行うことができます。

準備として、2 つのコンテナを作成します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/my_container_1.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/my_container_2.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
[armadillo ~]# podman_start my_container_1 my_container_2
Starting 'my_container_1'
cbe0802f4e2d2fec88f4e300dabeba3b48865359dc02cbd99375b1b38c2c28eb
Starting 'my_container_2'
5e645f5e40fc096ad0bea323a00bebebbda4bd825a5e8d12103f752d8868692e
```

図 6.26 コンテナを作成する実行例

コンテナに割り当てられた IP アドレスを確認するには podman inspect コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# podman inspect --format='{{.NetworkSettings.IPAddress}}' my_container_1
10.88.0.108
[armadillo ~]# podman inspect --format='{{.NetworkSettings.IPAddress}}' my_container_2
10.88.0.109
```

図 6.27 コンテナの IP アドレスを確認する実行例

これらの IP アドレスを使って、一方のコンテナからもう一方のコンテナへ対し ping コマンドで疎通確認を行うことができます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it my_container_1 sh
[container ~]# ping -c 2 my_container_2
PING my_container_2 (10.88.0.109): 56 data bytes
64 bytes from 10.88.0.109: seq=0 ttl=42 time=0.144 ms
64 bytes from 10.88.0.109: seq=1 ttl=42 time=0.210 ms

--- my_container_2 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.144/0.177/0.210 ms
[container ~]# ping -c 2 10.88.0.109
PING 10.88.0.109 (10.88.0.109): 56 data bytes
64 bytes from 10.88.0.109: seq=0 ttl=42 time=0.140 ms
64 bytes from 10.88.0.109: seq=1 ttl=42 time=0.138 ms

--- 10.88.0.109 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.138/0.139/0.140 ms
```

図 6.28 ping コマンドによるコンテナ間の疎通確認実行例

このように、my_container_1(10.88.0.108) から my_container_2(10.88.0.109) への通信が確認できます。

6.2.2.12. pod でコンテナのネットワークネームスペースを共有する

podman_start で pod 機能を使うことができます。

pod を使うことで、複数のコンテナが同じネットワークネームスペースを共有することができます。同じ pod の中のコンテナが IP の場合 localhost で、 unix socket の場合 abstract path で相互に接続することができます。

```
[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/mypod.conf
set_type pod
add_ports 80:80

[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/nginx.conf
set_image docker.io/library/nginx:alpine
set_readonly no
set_pod mypod

[armadillo ~]# podman ps
CONTAINER ID  IMAGE                           COMMAND               CREATED      STATUS                  ⏎
PORTS               NAMES
0cdb0597b610  localhost/podman-pause:4.3.1-1683096588              2 hours ago  Up 2 hours ago          ⏎
0.0.0.0:80->80/tcp  5ba7d996f673-infra
3292e5e714a2  docker.io/library/nginx:alpine  nginx -g daemon o...  2 hours ago  Up 2 hours ago          ⏎
0.0.0.0:80->80/tcp  nginx
```

図 6.29 pod を使うコンテナを自動起動するための設定例

コンテナと同じく、 /etc/atmark/containers/[NAME].conf ファイルを作って、 set_type pod を設定することで pod を作成します。

pod を使う時にコンテナの設定ファイルに set_pod [NAME] の設定を追加します。

ネットワークネームスペースは pod を作成するときに必要なため、 ports, network と ip の設定は pod のコンフィグファイルに入れなければなりません。

必要であれば、他の podman pod create のオプションを add_args で設定することができます。

.conf ファイルで使用できる各種パラメータについては、「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」を参照してください。

6.2.2.13. network の作成

podman_start で podman の network も作成ことができます。

デフォルトの 10.88.0.0/16 が使えない場合、あるいはコンテナ同士で接続できないようにしたい場合は使ってください。

```
[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/mynetwork.conf
set_type network
set_subnet 192.168.100.0/24

[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/nginx.conf
set_image docker.io/library/nginx:alpine
add_ports 80:80
set_ip 192.168.100.10
set_network mynetwork

[armadillo ~]# podman ps
CONTAINER ID  IMAGE                           COMMAND               CREATED      STATUS                  ⏎
```

```
PORTS               NAMES
3292e5e714a2  docker.io/library/nginx:alpine  nginx -g daemon o...  2 hours ago  Up 2 hours ago
0.0.0.0:80->80/tcp  nginx
```

図 6.30 network を使うコンテナを自動起動するための設定例

コンテナと同じく、 /etc/atmark/containers/[NAME].conf ファイルを作って、 set_type network を設定することで network を作成します。

そのネットワークを使う時にコンテナの設定ファイルに set_network [NAME] の設定をいれます。

ネットワークのサブネットは set_subnet [SUBNET] で設定します。この設定は set_type network の後しか使えませんので、set_type はファイルの最初のところに使ってください

他の podman network create のオプションが必要であれば、 add_args で設定することができます。

.conf ファイルで使用できる各種パラメータについては、「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」を参照してください。

6.2.2.14. コンテナからのコンテナ管理

podman では REST API による管理アクセスも可能です。

自分のコンテナから他のコンテナの管理が必要な場合に、ホストの podman サービスを有効にして、コンテナに /run/podman をボリュームマウントすれば podman --remote で管理できます。

コンテナの設定によって podman の socket へのパスが自動設定されない場合もあります。podman --remote でエラーが発生した場合に CONTAINER_HOST=unix:/path/to/podman.sock で socket へのパスを設定してください。

Armadillo のホスト側の udev rules からコンテナを起動する場合は podman_start 等を直接実行すると udev の子プロセス管理によってコンテナが停止されますので、その場合はサービスを有効にし、podman_start --create <container> コマンドまたは set_autostart create の設定でコンテナを生成した上 podman --remote start <container> で起動してください。

6.2.2.15. リモートリポジトリにコンテナを送信する

1. イメージをリモートリポジトリに送信する：

```
[armadillo ~]$ podman image push <localimage> docker://<registry>/<remoteimage>:<tag>
```

2. set_pull always を設定しないかぎり、SWUpdate でダウンロードの命令を送らないとアップデートを行いません。

   (mkswu については「5.2. Armadillo のソフトウェアをアップデートする」を参考にしてください)

```
[ATDE ~/mkswu]$ cp /usr/share/mkswu/examples/pull_container_nginx.desc .
[ATDE ~/mkswu]$ cp -r /usr/share/mkswu/examples/nginx_start .
```

```
[ATDE ~/mkswu]$ cat pull_container_nginx.desc
swdesc_option version=1

swdesc_pull_container "docker.io/nginx:alpine"
swdesc_files --extra-os nginx_start
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu pull_container_nginx.desc
Enter pass phrase for /home/atmark/mkswu/swupdate.key:
pull_container_nginx.swu を作成しました。
```

6.2.2.16. イメージを eMMC に保存する

Armadillo Base OS のデフォルトでは、Podman のデータは tmpfs に保存されます。

起動時にコンテナを起動するにはイメージを eMMC に書き込む必要があります。開発が終わって運用の場合は 「6.2.2.17. イメージを SWUpdate で転送する」 でコンテナのイメージを転送します。この場合は読み取り専用の app パーティションのサブボリュームに展開します。

開発の時に以下の abos-ctrl podman-rw か abos-ctrl podman-storage --disk のコマンドを使って直接にイメージを編集することができます。

ここで紹介する内容はコンテナのイメージの管理の説明です。データベース等のコンテナから書き込みが必要な場合には 「6.2.2.6. コンテナの変更を保存する」 にあるボリュームの説明を参照してください。

- abos-ctrl podman-rw

`abos-ctrl podman-rw` を使えば、read-only になっているイメージを扱う事ができます。

```
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED           SIZE        R/O
[armadillo ~]# mount /dev/sda1 /mnt
[armadillo ~]# abos-ctrl podman-rw load -i /mnt/at-debian-image.tar
Getting image source signatures
Copying blob 63c098a71e7b done
Copying blob 837e73dd4d20 done
Copying blob a25086e65f63 done
Copying config b5a30f8581 done
Writing manifest to image destination
Storing signatures
Loaded image(s): localhost/at-debian-image:latest
[armadillo ~]# podman image list
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED      SIZE        R/O
localhost/at-debian-image  latest      b5a30f8581cc  2 hours ago  233 MB      true
```

図 6.31 abos-ctrl podman-rw の実行例

- abos-ctrl podman-storage

`abos-ctrl podman-storage` はメモリとディスクの切り替えの他に、読み書きストレージから読み取り専用ストレージへのコピーもできます。

```
[armadillo ~]# podman pull docker.io/alpine ❶
Trying to pull docker.io/library/alpine:latest...
Getting image source signatures
Copying blob f97344484467 done
Copying config 3d81c46cd8 done
Writing manifest to image destination
Storing signatures
3d81c46cd8756ddb6db9ec36fa06a6fb71c287fb265232ba516739dc67a5f07d
[armadillo ~]# abos-ctrl podman-storage ❷
List of images configured on development storage:
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED     SIZE
docker.io/library/alpine  latest      3d81c46cd875  3 days ago  5.56 MB

What should we do? ([C]opy (default), [N]othing, [D]elete)
copy ❸
Create a snapshot of '/mnt/boot_1/containers_storage' in '/mnt/new_storage'
Getting image source signatures
Copying blob 8ec3165d6e61 done
Copying config 4a49b68e7c done
Writing manifest to image destination
Storing signatures
Delete subvolume (no-commit): '/mnt/new_storage'
Merging development images to readonly storage succeeded
Feel free to adjust the result with abos-ctrl podman-rw commands

Now freeing up original data...
Podman is in tmpfs mode ❹
[armadillo ~]# podman image list ❺
REPOSITORY                TAG         IMAGE ID      CREATED     SIZE        R/O
docker.io/library/alpine  latest      3d81c46cd875  3 days ago  5.56 MB     true
```

図 6.32 abos-ctrl podman-storage のイメージコピー例

❶ イメージを書き込み可能ストレージに取得します。

❷ abos-ctrl podman-storage をオプション無しで実行します。

❸ 書き込み可能ストレージにイメージがある場合に対応を聞かれます。今回はコピー（copy)します。

❹ abos-ctrl podman-storage にオプションを指定しなかったので、ストレージが tmpfs のままになります。すでに --disk で切り替えた場合にディスクのままでも可能です。

❺ コピーの確認します。イメージが読み取り専用（R/O, Read only）になりました。

podman が壊れやすいので、デフォルトの「abos-ctrl podman-storage --tmpfs」で運用することを推奨しますが、tmpfs の容量が小さくてイメージの操作には向いてません。

開発時には「abos-ctrl podman-storage --disk」の状態で作業を行い、運用時には「abos-ctrl podman-storage --tmpfs」に戻してください。戻る際に「copy」を選択肢する場合は一時的なストレージをそのまま使いつづけますので、すべての変更が残ります。

SWUpdate でアップデートをインストールする際には、/var/lib/containers/storage_readonly ディレクトリの不要になったイメージを自動的に削除します。

自動起動させる予定がなくても、「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」 を参考にして、 /etc/atmark/containers/*.conf を使ってください。 set_autostart no を設定することで自動実行されません。

6.2.2.17. イメージを SWUpdate で転送する

1. イメージをファイルに保存する：

```
[armadillo ~]$ podman image save -o <myimage>.tar <localimage>
```

2. ファイルを SWUpdate のイメージに入れる。

   二つのやり方があります：

   a. swu イメージ内に組み込む

```
[ATDE ~/mkswu]$ cp /usr/share/mkswu/examples/embed_container_nginx.desc .
[ATDE ~/mkswu]$ cp -r /usr/share/mkswu/examples/nginx_start .
[ATDE ~/mkswu]$ cat embed_container_nginx.desc
swdesc_option version=1

swdesc_embed_container "nginx_alpine.tar"
swdesc_files --extra-os nginx_start
[ATDE ~/mkswu]$ podman pull --arch arm64 docker.io/nginx:alpine
[ATDE ~/mkswu]$ podman run --rm docker.io/nginx:alpine uname -m
aarch64
[ATDE ~/mkswu]$ podman save docker.io/nginx:alpine > nginx_alpine.tar
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu embed_container_nginx.desc
Enter pass phrase for /home/atmark/mkswu/swupdate.key:
embed_container_nginx.swu を作成しました
```

   b. USB ドライブに保存する

```
[ATDE ~/mkswu]$ cp /usr/share/mkswu/examples/usb_container_nginx.desc .
[ATDE ~/mkswu]$ cp -r /usr/share/mkswu/examples/nginx_start .
[ATDE ~/mkswu]$ cat usb_container_nginx.desc
swdesc_option version=1

swdesc_usb_container "nginx_alpine.tar"
swdesc_files --extra-os nginx_start
[ATDE ~/mkswu]$ podman pull --arch arm64 docker.io/nginx:alpine
[ATDE ~/mkswu]$ podman run --rm docker.io/nginx:alpine uname -m
aarch64
[ATDE ~/mkswu]$ podman save docker.io/nginx:alpine > nginx_alpine.tar
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu -o usb_container_nginx.swu usb_container_nginx.desc
Enter pass phrase for /home/atmark/mkswu/swupdate.key:
```

```
以下のファイルを USB メモリにコピーしてください：
'/home/atmark/mkswu/usb_container_nginx.swu'
'/home/atmark/mkswu/nginx_alpine.tar'
'/home/atmark/mkswu/.usb_container_nginx/nginx_alpine.tar.sig'

usb_container_nginx.swu を作成しました。
```

6.2.2.18. 開発時に有用な—privileged オプション

コンテナに、全権限と全てのデバイスへのアクセスを許可するオプション `--privileged` があります。このオプションを利用すると、コンテナに与えるべき最小の権限を洗い出す必要が無いため、開発時に有用です。

実運用の際、このオプションを利用することはセキュリティー上問題がある為、開発時にのみご利用ください。コンテナに必要な最低限の権限を与えることをおすすめします。

6.2.3. コンテナとコンテナに関連するデータを削除する

全てのコンテナとコンテナイメージ、コンテナに関するデータが削除されるため、充分に注意して使用してください。

6.2.3.1. VSCode から実行する

VSCode 上で ABOSDE(Armadillo Base OS Development Environment) から、Armadillo のコンテナイメージを全て削除する SWU イメージを作成することができます。

VSCode の左ペインの [COMMON PROJECT COMMAND] から [Generate Container Clear Swu] を実行すると、SWU イメージが作成されます。SWU イメージは `~/mkswu/container_clear.swu` に保存されます。

この SWU イメージを 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールしてください。

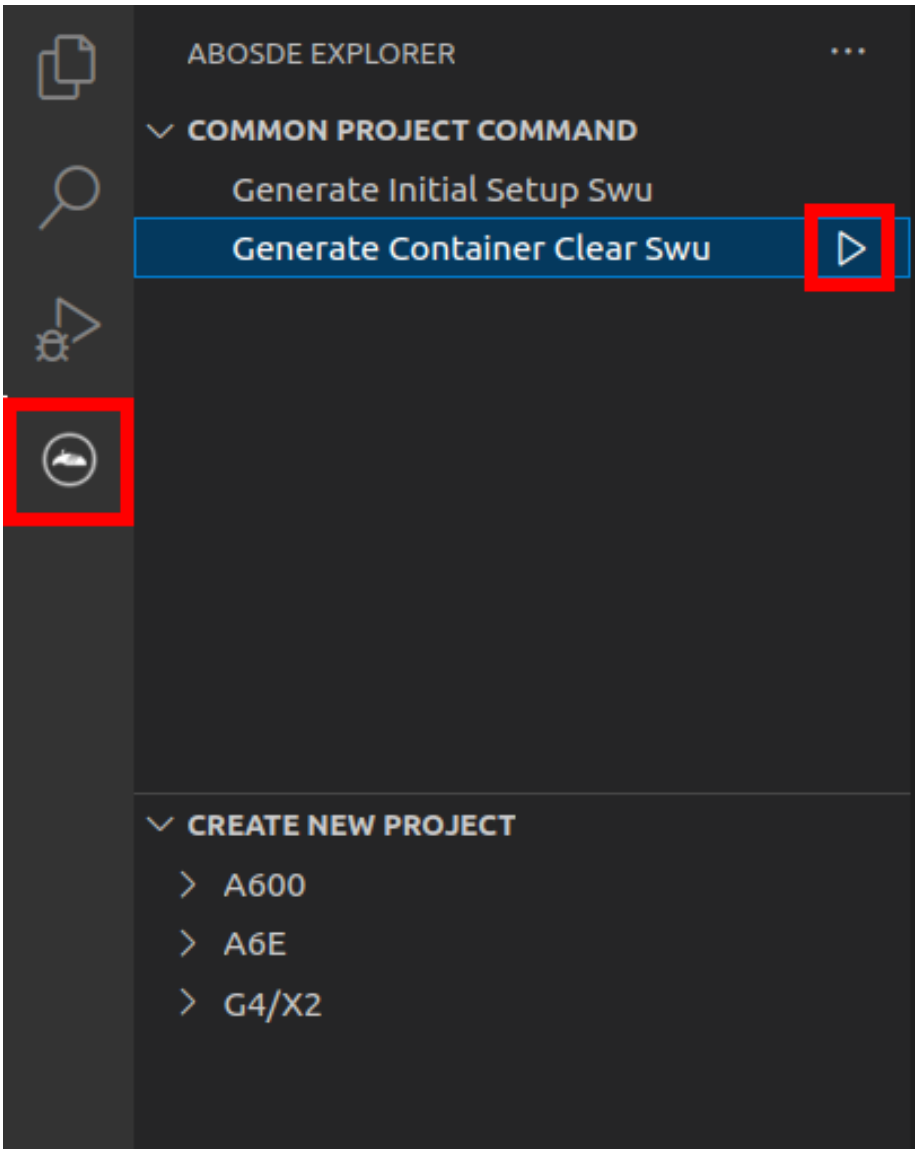


図 6.33 Armadillo 上のコンテナイメージを削除する

6.2.3.2. コマンドラインから実行する

`abos-ctrl container-clear` を使用すると、コンテナ、コンテナイメージ、コンテナに関するデータを削除することができます。

`abos-ctrl container-clear` は以下の通り動作します。

- 以下のファイル、ディレクトリ配下のファイルを削除
  - /var/app/rollback/volumes/
  - /var/app/volumes/
  - /etc/atmark/containers/*.conf
- 以下のファイルで `container` を含む行を削除
  - /etc/sw-versions

・ /etc/swupdate.watch

```
[armadillo ~]# abos-ctrl container-clear
This command will remove all containers and related data.
 - The following file and directories will be removed:
   - /var/app/rollback/volumes/
   - /var/app/volumes/
   - /etc/atmark/containers/*.conf
 - Lines containing the word "container" will be deleted from the following files:
   - /etc/sw-versions
   - /etc/swupdate.watch
Continue? [y/N]
y
Remove all container data succeeded
```

図 6.34 abos-ctrl container-clear 実行例

6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する

Armadillo Base OS では、/etc/atmark/containers/*.conf ファイルに指定されているコンテナがブート時に自動的に起動します。nginx.conf の記載例を以下に示します。

```
[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/nginx.conf
set_image docker.io/library/nginx:alpine
set_readonly no
add_ports 80:80
```

図 6.35 コンテナを自動起動するための設定例

.conf ファイルは以下のパラメータを設定できます。

6.2.4.1. コンテナイメージの選択

set_image [イメージ名]

イメージの名前を設定できます。

例: set_image docker.io/debian:latest, set_image localhost/myimage

イメージを rootfs として扱う場合に --rootfs オプションで指定できます。

例: set_image --rootfs /var/app/volumes/debian

6.2.4.2. ポート転送

add_ports [ホストポート]:[コンテナポート]

設定したポートで外部からコンテナへのアクセスが可能となります。

デフォルトは TCP で、UDP も /udp を付けて使えます。スペースで分けて複数のポートを設定することができます。

以下の例では、ポート 80、443(web)、UDP の 69(tftp)にアクセスすることができ、コンテナのポート 22(ssh)にはポート 2222 からアクセスすることができます。

例: add_ports 80:80 443:443 2222:22 69:69/udp

pod を使う場合、このオプションは pod の設定にしないと有効になりませんのでご注意ください。

6.2.4.3. デバイスファイル作成

add_devices [ホストパス]:[コンテナパス]

コンテナでデバイスを作成して、使用可能となります。

コンテナパスを設定しない場合はホストと同じパスを使います。

複数のデバイスを作成したい場合はスペースで分けて設定してください。

例: add_devices /dev/galcore /dev/v4l/by-id/usb-046d_HD_Pro_Webcam_C920_78DA8CAF-video-index0:/dev/video3

ホストパスに「:」を含む場合は add_device "[ホストパス]" "[コンテナパス]" で追加できます。

例: add_device "/dev/v4l/by-path/platform-xhci-hcd.1.auto-usb-0:1.1:1.0-video-index1" "/dev/video3"

コンテナパスに「:」を含むようなパスは設定できません。

6.2.4.4. ボリュームマウント

add_volumes [ホストパス]:[コンテナパス]:[オプション]

指定するパスをコンテナ内でマウントして、データの保存や共有することができます。

ホストパスは以下のどちらかを指定してください。

- /var/app/rollback/volumes/<folder> か <folder>:

  アップデートの際に新しくコピー（snapshot）した場合、コピー先のみ変更しますので、アップデート中でもこのデータを使うことができます。途中で電源が落ちた場合でも、このデータに影響はありません。

  SWUpdate でアップデートするデータに向いています。

- /var/app/volumes/<folder>: app パーティションに書きます。

  アップデートの際にコピーされませんので、アップデート中の新たな変更は更新されたコンテナ内のアプリケーションで見れます。

  ログやデータベースに向いています。

- /tmp/<folder>: 複数のコンテナでメモリファイルシステムを共有したい場合に使ってください。

- /opt/firmware: 学習能力に必要なファムウェアライブラリーのパス。

コンテナパスを設定しない場合はホストパスと同じパスを使います。

オプションは podman run の --volume のオプションになりますので、 ro (read-only), nodev, nosuid, noexec, shared, slave 等を設定できます。

例：add_volumes /var/app/volumes/database:/database: ロールバックされないデータを/database で保存します。

例: add_volumes assets:/assets:ro,nodev,nosuid /opt/firmware: アプリケーションのデータを/assets で読み取り、/opt/firmware のファームウェアを使えます。

「:」はホスト側のパスとコンテナのパスを別ける意味があるため、ファイル名やデバイス名に「:」を使うことはできません。

複数のコンテナでマウントコマンドを実行することがあれば、shared のフラグで起動後のマウントを共有することができます。

```
[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/mounter.conf
set_image docker.io/alpine
add_args -ti
add_volumes /tmp/mnt:/mnt:shared ❶
add_args --cap-add SYS_ADMIN
add_device /dev/sda1
[armadillo ~]# cat /etc/atmark/containers/client.conf
set_image docker.io/alpine
add_volumes /tmp/mnt:/mnt:slave ❷
add_args -ti
[armadillo ~]# podman exec mounter mount /dev/sda1 /mnt ❸
[armadillo ~]# podman exec client ls /mnt ❹
file_on_usb
```

図 6.36 ボリュームを shared でサブマウントを共有する例

❶ マウントを行うコンテナに shared の設定とマウント権限 (SYS_ADMIN) を与えます。

❷ マウントを使うコンテナに slave だけを設定すれば一方にしか共有されません。

❸ USB デバイスをマウントします。

❹ マウントされたことを確認します。

6.2.4.5. ホットプラグデバイスの追加

add_hotplugs [デバイスタイプ]

コンテナ起動後に挿抜を行なっても認識される(ホットプラグ)デバイスを設定できます。

通常、コンテナ内からデバイスを扱うためには、あらかじめ Armadillo 本体に当該のデバイスを接続した状態で、コンテナを起動する必要がありますが、 add_hotplugs を使用することでホットプラグに対応できます。

例: add_hotplugs input

add_hotplugs に指定できる主要な文字列とデバイスファイルの対応について、「表 6.1. add_hotplugs オプションに指定できる主要な文字列」に示します。

表 6.1 add_hotplugs オプションに指定できる主要な文字列

文字列	引数の説明	対象のデバイスファイル
input	マウスやキーボードなどの入力デバイス	/dev/input/mouse0, /dev/input/event0 など
video4linux	USB カメラなどの video4linux デバイスファイル	/dev/video0 など
sd	USB メモリなどの SCSI ディスクデバイスファイル	/dev/sda1 など

「表 6.1. add_hotplugs オプションに指定できる主要な文字列」に示した文字列の他にも、/proc/devices の数字から始まる行に記載されている文字列を指定することができます。「図 6.37. /proc/devices の内容例」に示す状態の場合、デバイスタイプを示す文字列としては、各行の先頭の数字を除いた mem や pty などを指定できることがわかります。

```
[armadillo ~]# cat /proc/devices
Character devices:
  1 mem
  2 pty
  3 ttyp
  4 /dev/vc/0
  4 tty
  4 ttyS
  5 /dev/tty
  5 /dev/console
  5 /dev/ptmx
  7 vcs
 10 misc
 13 input
 29 fb
 81 video4linux
: (省略)
```

図 6.37 /proc/devices の内容例

デバイスタイプと実際のデバイスファイルの対応については、 カーネルドキュメント: devices.txt(Github) [https://github.com/torvalds/linux/blob/master/Documentation/admin-guide/devices.txt] を参照してください。

複数のデバイスタイプを指定したい場合はスペースで分けて設定してください。

例: add_hotplugs input video4linux sd

6.2.4.6. 個体識別情報の環境変数の追加

add_armadillo_env

アットマークテクノが設定した個体識別情報をコンテナの環境変数として追加することができます。

例: add_armadillo_env

add_armadillo_env を設定することで追加されるコンテナの環境変数について、「表 6.2. add_armadillo_env で追加される環境変数」に示します。

表 6.2 add_armadillo_env で追加される環境変数

環境変数	環境変数の説明	表示例
AT_ABOS_VERSION	ABOS のバージョン	3.18.4-at.5
AT_LAN_MAC1	アットマークテクノが設定した LAN1（eth0）の MAC アドレス	00:11:0C:12:34:56
AT_PRODUCT_NAME	製品名	Armadillo-640
AT_SERIAL_NUMBER	個体番号	00C900010001

「表 6.2. add_armadillo_env で追加される環境変数」に示した環境変数をコンテナ上で確認する場合、「図 6.38. add_armadillo_env で設定した環境変数の確認方法」に示すコマンドを実行してください。ここでは、個体番号の環境変数を例に示します。

```
[container ~]# echo $AT_SERIAL_NUMBER
00C900010001
```

図 6.38 add_armadillo_env で設定した環境変数の確認方法

お客様が独自の環境変数をコンテナに追加する場合は「図 5.4. 個体番号の環境変数を conf ファイルに追記」を参考に conf ファイルを編集してください。

6.2.4.7. pod の選択

set_pod［ポッド名］

「6.2.2.12. pod でコンテナのネットワークネームスペースを共有する」で作成した pod の名前を入れてコンテナを pod 内で起動します。

例: `set_pod mypod`

6.2.4.8. ネットワークの選択

set_network［ネットワーク名］

この設定に「6.2.2.13. network の作成」で作成したネットワーク以外に `none` と `host` の特殊な設定も選べます。

`none` の場合、コンテナに `localhost` しかないネームスペースに入ります。

`host` の場合は OS のネームスペースをそのまま使います。

例: `set_network mynetwork`

6.2.4.9. IP アドレスの設定

set_ip［アドレス］

コンテナの IP アドレスを設定することができます。

例: set_ip 10.88.0.100

コンテナ間の接続が目的であれば、pod を使って localhost か pod の名前でアクセスすることができます。

6.2.4.10. 読み取り専用設定

set_readonly yes

コンテナ内からのファイルシステムへの書き込み許可を設定します。

デフォルトで書き込み可能となっています。

コンテナ内からのファイルシステムへの書き込みを禁止することで、tmpfs として使うメモリの消費を明示的に抑えることができますが、アプリケーションによっては読み込み専用のファイルシステムでは動作しない可能性もあります。

6.2.4.11. イメージの自動ダウンロード設定

set_pull［設定］

この設定を missing にすると、イメージが見つからない場合にイメージを自動的にダウンロードします。

always にすると、イメージがすでにダウンロード済みでも起動前に必ず更新の確認を取ります。

デフォルトでは never で、イメージが見つからない場合にエラーを表示します。

例：set_pull missing か set_pull always

6.2.4.12. コンテナのリスタート設定

set_restart［設定］

コンテナが停止した時にリスタートさせます。

podman kill か podman stop で停止する場合、この設定と関係なくリスタートしません。

デフォルトで on-failure になっています。

例: set_restart always か set_restart no

6.2.4.13. 信号を受信するサービスの無効化

set_init no

コンテナのメインプロセスが PID 1 で起動していますが、その場合のデフォルトの信号の扱いが変わります: SIGTERM などのデフォルトハンドラが無効です。

そのため、init 以外のコマンドを set_command で設定する場合は podman-init のプロセスを PID 1 として立ち上げて、設定したコマンドをその子プロセスとして起動します。

例: set_init no

6.2.4.14. 自動起動の無効化

set_autostart no または **set_autostart create**

Armadillo の起動時にコンテナを自動起動しないように設定できます。

create を指定した場合はコンテナは生成されており、podman start <name> で起動させることができます。

no を指定した場合は podman_start <name> で起動させることができます。

コンフィグに記載していないイメージはアップデートの際に削除されますので、そういったイメージに対して設定してください。

6.2.4.15. 実行コマンドの設定

set_command [コマンド]

コンテナを起動するときのコマンド。設定されなかった場合、コンテナイメージのデフォルトを使います。

例: set_command /bin/sh -c "echo bad example"

6.2.4.16. podman run に引数を渡す設定

add_args [引数]

ここまでで説明した設定項目以外の設定を行いたい場合は、この設定で podman run に直接引数を渡すことができます。

例：add_args --cap-add=SYS_TTY_CONFIG --env=XDG_RUNTIME_DIR=/run/xdg_home

6.2.5. アットマークテクノが提供するイメージを使う

アットマークテクノは、動作確認環境として使用できる Debian ベースのイメージを提供しています。ここでは以下の 3 つの手順について説明します。

- ABOSDE からインストールする方法
- Docker ファイルからイメージをビルドする方法
- すでにビルド済みのイメージを使う方法

6.2.5.1. ABOSDE からインストールする

「3.3.6. VSCode を使用して Armadillo のセットアップを行う」を参照して、 Armadillo のセットアッププロジェクトを作成しておいてください。

VSCode の左ペインの [my_project] から [Generate at-debian-image container setup swu] を実行してください。

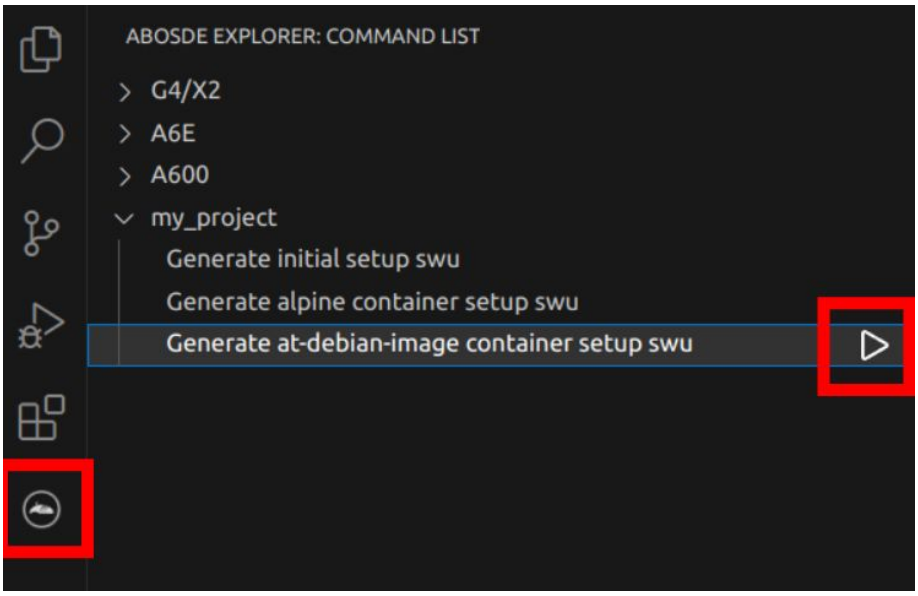


図 6.39 at-debian-image のコンテナイメージをインストールする SWU ファイルを作成する

作成した SWU ファイルは container_setup/at-debian-image/at-debian-image.swu に保存されています。この SWU イメージを 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールしてください。

6.2.5.2. Docker ファイルからイメージをビルドする

Armadillo-640 コンテナ [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/container] から「Debian [VERSION] サンプル Dockerfile」 ファイル (at-debian-image-dockerfile-[VERSION].tar.gz) をダウンロードします。その後 podman build コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# tar xzf at-debian-image-dockerfile-[VERSION].tar.gz
[armadillo ~]# cd at-debian-image-dockerfile-[VERSION]
[armadillo ~]# abos-ctrl podman-storage --disk
[armadillo ~]# podman build -t at-debian-image:latest .
:
:（省略）
:
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                 TAG         IMAGE ID      CREATED             SIZE
localhost/at-debian-image  latest      c8e8d2d55456  About a minute ago  233 MB
docker.io/library/debian   bullseye    723b4a01cd2a  18 hours ago        123 MB
```

図 6.40 Docker ファイルによるイメージのビルドの実行例

podman images コマンドにより at-debian-image がビルドされたことが確認できます。library/debian イメージはベースとなっている Debian イメージです。

6.2.5.3. ビルド済みのイメージを使用する

Armadillo-640 コンテナ [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/container] から「Debian [VERSION] サンプルコンテナイメージ」 ファイル (at-debian-image-[VERSION].tar) をダウンロードします。その後 podman load コマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# podman load -i at-debian-image-[VERSION].tar
:
:（省略）
:
[armadillo ~]# podman images
REPOSITORY                 TAG         IMAGE ID      CREATED       SIZE
localhost/at-debian-image  [VERSION]   93a4ec873ac5  17 hours ago  233 MB
localhost/at-debian-image  latest      93a4ec873ac5  17 hours ago  233 MB
```

図 6.41 ビルド済みイメージを load する実行例

podman images コマンドにより at-debian-image がビルドされたことが確認できます。

6.2.6. alpine のコンテナイメージをインストールする

alpine のコンテナイメージは、 ABOSDE を用いてインストールすることが可能です。「3.3.6. VSCode を使用して Armadillo のセットアップを行う」を参照して、 Armadillo のセットアッププロジェクトを作成しておいてください。

VSCode の左ペインの [my_project] から [Generate alpine container setup swu] を実行してください。

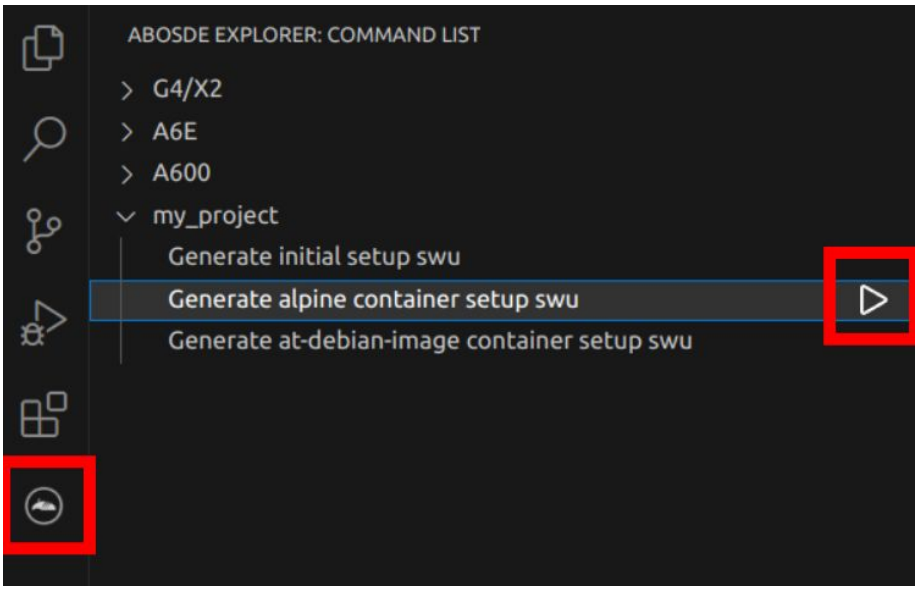


図 6.42 alpine のコンテナイメージをインストールする SWU ファイルを作成する

作成した SWU ファイルは container_setup/alpine/alpine.swu に保存されています。この SWU イメージを 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照して Armadillo へインストールしてください。

6.2.7. コンテナのネットワークを扱う

この章では、コンテナ内のネットワークを扱う方法について示します。

6.2.7.1. コンテナの IP アドレスを確認する

基本的にコンテナの IP アドレスは Podman イメージからコンテナを作成したときに自動的に割り振られます。コンテナに割り振られている IP アドレスはホスト OS 側からは podman inspect コマンドを用いて、以下のように確認することができます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/net_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
[armadillo ~]# podman_start net_example
Starting 'net_example'
48ae479af65445674323567c17c5418dd4624292351e061bd2bd8a0add4cf150
[armadillo ~]# podman inspect --format '{{ .NetworkSettings.IPAddress }}' net_example
10.88.0.17
```

図 6.43 コンテナの IP アドレス確認例

コンテナ内の ip コマンドを用いて確認することもできます。

```
[armadillo ~]# podman exec net_example ip addr show eth0
3: eth0@if8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP,M-DOWN> mtu 1500 qdisc noqueue state UP
    link/ether xx:xx:xx:xx:xx:xx brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.88.0.17/16 brd 10.88.255.255 scope global eth0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::40e5:98ff:feec:4b17/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

図 6.44 ip コマンドを用いたコンテナの IP アドレス確認例

6.2.7.2. コンテナに固定 IP アドレスを設定する

podman はデフォルトで 10.88.0.0/16 を使います。

他に使用している IP アドレスと被った場合等はコンテナに別の IP アドレスを設定してください。

コンテナに固定 IP アドレスを設定するためには、最初にユーザ定義のネットワークを作成する必要があります。以下に 192.168.1.0/24 にユーザ定義のネットワークを作成する例を示します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/my_network.conf
set_type network
set_subnet 192.168.1.0/24
[armadillo ~]# podman_start my_network
Creating network 'my_network'
my_network
```

図 6.45 ユーザ定義のネットワーク作成例

コンテナを作成する際に、上記で作成したネットワークと設定したい IP アドレスを渡すことで、コンテナの IP アドレスを固定することができます。以下の例では、IP アドレスを 192.168.1.10 に固定します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/network_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
set_network my_network
set_ip 192.168.1.10
[armadillo ~]# podman_start network_example
Starting 'network_example'
3ea8c9031bf833228908bd73d8929b1d543b189b436c218e0634e0d39409e100
```

図 6.46 IP アドレス固定のコンテナ作成例

コンテナの IP アドレスが、192.168.1.10 に設定されていることが確認できます。

```
[armadillo ~]# podman inspect --format '{{ .NetworkSettings.Networks.my_network.IPAddress }}'
network_example
192.168.1.10
```

図 6.47 コンテナの IP アドレス確認例

6.2.8. コンテナ内にサーバを構築する

この章では、コンテナ内で様々なサーバを構築する方法について示します。この章で取り上げているサーバは alpine の apk コマンドでインストールすることが可能です。

6.2.8.1. HTTP サーバを構築する

ここでは、HTTP サーバとして Apache と lighttpd の 2 種類を使用する場合について説明します。

・ Apache を使用する

alpine イメージからコンテナを作成し、そのコンテナ内に Apache をインストールします。コンテナ作成の際に、ホスト OS の 8080 番ポートをコンテナ内の 80 番ポートに転送する指定を行っています。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/apache_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_ports 8080:80
[armadillo ~]# podman_start apache_example
Starting 'apache_example'
ea0a1ed9c2fe170a6db02e480300467510f4e844900efb35c7a24cc1a8653af2
[armadillo ~]# podman exec -it apache_example sh
[container ~]# apk upgrade && apk add apache2
[container ~]# httpd
AH00558: httpd: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name, using
10.88.0.2. Set the 'ServerName' directive globally to suppress this message
```

図 6.48 コンテナに Apache をインストールする例

他の PC などの Web ブラウザから、ホスト OS の IP アドレスの 8080 番ポートに接続すると、動作確認用ページが表示されます。デフォルトでは、/var/www/localhost/htdocs ディレクトリにファイルを置くことで Web ブラウザから閲覧できます。Apache の詳細な設定は、/etc/apache2 ディレクトリにある設定ファイルを編集することで変更可能です。

・ lighttpd を使用する

alpine イメージからコンテナを作成し、そのコンテナ内に lighttpd をインストールします。コンテナ作成の際に、ホスト OS の 8080 番ポートをコンテナ内の 80 番ポートに転送する指定を行っています。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/lighttpd_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_ports 8080:80
[armadillo ~]# podman_start lighttpd_example
Starting 'lighttpd_example'
fd7ea338d09c5e8962654ed54bba17fb6a9ed4fca1b344e350bbf8f943d2f12b
[armadillo ~]# podman exec -it lighttpd_example sh
[container ~]# apk upgrade && apk add lighttpd
[container ~]# echo "<html><body>It works!</body></html>" > /var/www/localhost/htdocs/index.html
[container ~]# lighttpd -f /etc/lighttpd/lighttpd.conf
```

図 6.49 コンテナに lighttpd をインストールする例

lighttpd はデフォルトでは動作確認用ページが用意されていないため、上記の手順では簡単なページを /var/www/localhost/htdocs ディレクトリの下に配置しています。他の PC などの Web ブラウザから、ホスト OS の IP アドレスの 8080 番ポートに接続すると表示されます。lighttpd の詳細な設定は、/etc/lighttpd ディレクトリにある設定ファイルを編集することで変更可能です。

6.2.8.2. FTP サーバを構築する

ここでは、FTP サーバとして vsftp を使用する場合について説明します。alpine イメージからコンテナを作成し、そのコンテナ内に vsftpd をインストールします。コンテナ作成の際に、FTP 通信で使用するポートについてホスト OS 側からコンテナ内のポートに転送する指定と、コンテナ内の環境変数として PASV_ADDRESS にホスト OS 側の IP アドレスの指定を行っています。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/ftp_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_ports 21:21 21100-21110:21100-21110
add_args --env=PASV_ADDRESS=<ホストの IP アドレス>
[armadillo ~]# podman_start ftp_example
Starting 'ftp_example'
efcf1ba752c2db9ae1a33ac11af3be71d95ac7b737ce9734730ebca602e57796
[armadillo ~]# podman exec -it ftp_example sh
[container ~]# apk upgrade && apk add vsftpd
```

図 6.50 コンテナに vsftpd をインストールする例

コンテナ内にユーザアカウントを作成し、このユーザで ftp ログインできるようにします。

```
[container ~]# adduser atmark
Changing password for atmark
```

```
New password: （パスワードを入力）
Retype password: （パスワードを入力）
passwd: password for atmark changed by root
```

図 6.51 ユーザを追加する例

作成したユーザで ftp ログインできるように、vsftpd の設定ファイルを編集します。

```
[container ~]# sed -i -e 's/anonymous_enable=YES/#anonymous_enable=YES/g' /etc/vsftpd/vsftpd.conf
[container ~]# sed -i -e 's/#local_enable=YES/local_enable=YES/g' /etc/vsftpd/vsftpd.conf
[container ~]# sed -i -e 's/#write_enable=YES/write_enable=YES/g' /etc/vsftpd/vsftpd.conf
[container ~]# echo "pasv_enable=YES" >> /etc/vsftpd/vsftpd.conf
[container ~]# echo "pasv_min_port=21100" >> /etc/vsftpd/vsftpd.conf
[container ~]# echo "pasv_max_port=21110" >> /etc/vsftpd/vsftpd.conf
[container ~]# echo "pasv_address=$PASV_ADDRESS" >> /etc/vsftpd/vsftpd.conf
```

図 6.52 設定ファイルの編集例

編集した設定ファイルを指定して vftpd を起動することにより、ftp 接続可能となります。ftp ログイン時のアカウントは前述の手順で作成したものを使用します。

```
[container ~]# vsftpd /etc/vsftpd/vsftpd.conf
```

図 6.53 vsftpd の起動例

6.2.8.3. Samba サーバを構築する

ここでは、Samba サーバの構築方法について説明します。alpine イメージからコンテナを作成し、そのコンテナ内に samba をインストールします。コンテナ作成の際に、samba で使用するポートについてホスト OS 側からコンテナ内のポートに転送する指定を行っています。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/smb_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_ports 139:139 445:445
[armadillo ~]# podman_start smb_example
Starting 'smb_example'
6d81c01fe27b5a92ee6ea69de2f9a8dbb569d420c2f5f630ece1966c81824a1f
[armadillo ~]# podman exec -it smb_example sh
[container ~]# apk upgrade && apk add samba
```

図 6.54 コンテナに samba をインストールする例

コンテナ内にユーザアカウントを作成し、このユーザで samba にログインできるようにします。

```
[container ~]# adduser atmark
Changing password for atmark
New password: （パスワードを入力）
Retype password: （パスワードを入力）
passwd: password for atmark changed by root
```

```
[container ~]# pdbedit -a atmark
new password: （パスワードを入力）
retype new password: （パスワードを入力）
```

図 6.55 ユーザを追加する例

samba を起動すると、前述の手順で作成したユーザアカウントで他の PC などからログインすることができます。

```
[container ~]# smbd
```

図 6.56 samba の起動例

共有するディレクトリの指定などの詳細設定は /etc/samba/smb.conf ファイルを編集することで変更可能です。

6.2.8.4. SQL サーバを構築する

ここでは、RDMS として sqlite を使用する場合について説明します。alpine イメージからコンテナを作成し、そのコンテナ内に sqlite をインストールします。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/sqlite_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_volumes /var/app/volumes/sqlite_db:/db
[armadillo ~]# podman_start sqlite_example
Starting 'sqlite_example'
114c5f1dbb7e81293dcb8fbe0c600b861626375b14cfe4023761acaa84fdcad1
[armadillo ~]# podman exec -it sqlite_example sh
[container ~]# apk upgrade && apk add sqlite
```

図 6.57 コンテナに sqlite をインストールする例

コンテナ内に入り、sqlite3 コマンドを実行すると sqlite のプロンプトが表示されデータベースの操作ができるようになります。

```
[container ~]# sqlite3 /db/mydb.sqlite
SQLite version 3.34.1 2021-01-20 14:10:07
Enter ".help" for usage hints.
sqlite>
```

図 6.58 sqlite の実行例

6.2.9. 画面表示を行う

この章では、コンテナ内で動作するアプリケーションから Armadillo-640 に接続されたディスプレイに出力を行う方法について示します。

6.2.9.1. X Window System を扱う

コンテナ内から、X Window System を起動し画面表示を行う例を示します。ここではアットマークテクノが提供するイメージからコンテナを作成します。このイメージに関しては 「6.2.5. アットマークテクノが提供するイメージを使う」 を参照してください。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/x_example.conf
set_image at-debian-image
set_command sleep infinity
add_devices /dev/tty7 ❶
add_devices /dev/fb0 ❷
add_devices /dev/input ❸
add_volumes /run/udev:/run/udev:ro ❹
add_args --cap-add=SYS_ADMIN ❺
[armadillo ~]# podman start x_example
Starting 'x_example'
26847e21bd519f99466af32fdf0d809e2216d3e8ddf05c185e5428fe46e6a09b
```

図 6.59 X Window System を扱うためのコンテナ起動例

❶ X Window System に必要な tty を設定します。どこからも使われていない tty とします。

❷ 画面描画先となるフレームバッファを設定します。

❸ キーボードやマウスなどを使用可能にするためのデバイスを設定します。

❹ ホスト OS 側の /run/udev をコンテナ内からマウントするように設定します。

❺ X Window System の動作に必要な権限を設定します。

次に、以下のように X Window System を起動します。オプションである vt に設定する値は、コンテナ作成時に渡した tty の数字にします。

```
[armadillo ~]# podman exec -ti x_example bash
[container ~]# apt install xorg
[container ~]# X vt7 -retro

X.Org X Server 1.20.11
X Protocol Version 11, Revision 0
Build Operating System: linux Debian
Current Operating System: Linux 25297ceb226c 5.10.52-1-at #2-Alpine SMP PREEMPT Thu Nov 18 09:10:13 ⏎
UTC 2021 aarch64
Kernel command line: console=ttymxc1,115200 root=/dev/mmcblk2p1 rootwait ro
Build Date: 13 April 2021  04:07:31PM
xorg-server 2:1.20.11-1 (https://www.debian.org/support)
Current version of pixman: 0.40.0
        Before reporting problems, check http://wiki.x.org
        to make sure that you have the latest version.
Markers: (--) probed, (**) from config file, (==) default setting,
        (++) from command line, (!!) notice, (II) informational,
        (WW) warning, (EE) error, (NI) not implemented, (??) unknown.
(==) Log file: "/var/log/Xorg.0.log", Time: Sun Nov 21 23:51:18 2021
(==) Using system config directory "/usr/share/X11/xorg.conf.d"
```

図 6.60 コンテナ内で X Window System を起動する実行例

Armadillo-640 に接続しているディスプレイ上に、デスクトップ画面が表示されます。

6.2.9.2. フレームバッファに直接描画する

コンテナ内で動作するアプリケーションからフレームバッファに直接描画するためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/fbN を渡す必要があります。以下は、/dev/fb0 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/fb_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/fb0
[armadillo ~]# podman_start fb_example
Starting 'fb_example'
e8a874e922d047d5935350cd7411682dbbeb90fa828cef94af36acfb6d77476e
```

図 6.61 フレームバッファに直接描画するためのコンテナ作成例

コンテナ内に入って、ランダムデータをフレームバッファに描画する例を以下に示します。これにより、接続しているディスプレイ上の表示が変化します。

```
[armadillo ~]# podman exec -it fb_example sh
[container ~]# cat /dev/urandom > /dev/fb0
cat: write error: No space left on device
```

図 6.62 フレームバッファに直接描画する実行例

6.2.9.3. タッチパネルを扱う

タッチパネルが組み込まれているディスプレイを接続している環境で、コンテナ内からタッチイベントを取得するためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側の /dev/input を渡す必要があります。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/touch_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/input
[armadillo ~]# podman_start touch_example
Starting 'touch_example'
cde71165076a413d198864899b64ff9c5fecdae222d9ee6646e189b5e976d94a
```

図 6.63 タッチパネルを扱うためのコンテナ作成例

X Window System などの GUI 環境と組み合わせて使うことで、タッチパネルを利用した GUI アプリケーションの操作が可能となります。

6.2.10. パワーマネジメント機能を使う

この章では、コンテナ内からパワーマネジメント機能を使う方法について示します。

6.2.10.1. サスペンド状態にする

パワーマネジメント機能を使ってサスペンド状態にするには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側の /sys ディレクトリを渡す必要があります。以下は、/sys を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。ここで渡された /sys ディレクトリはコンテナ内の /sys にマウントされます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/pm_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_volumes /sys
[armadillo ~]# podman_start pm_example
Starting 'pm_example'
ab656f08a6cba2dc5919dbc32f8a6209782ba04baa0c6c21232a52046a21337e
```

図 6.64 パワーマネジメント機能を使うためのコンテナ作成例

コンテナ内から、/sys/power/state に次の文字列を書き込むことにより、サスペンド状態にすることができます。

表 6.3 対応するパワーマネジメント状態

パワーマネジメント状態	文字列	説明
Suspend-to-RAM	mem	最も消費電力を抑えることができる
Power-On Suspend	standby	Suspend-to-RAM よりも短時間で復帰することができ、Suspend-to-Idle よりも消費電力を抑えることができる
Suspend-to-Idle	freeze	最も短時間で復帰することができる

サスペンド状態を 128 秒以上継続する場合は、Suspend-to-RAM か +Power-On Suspend+を利用してください。

+Suspend-to-Idle+を利用している状態で 128 秒経過すると再起動してしまいます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it pm_example sh
[container ~]# echo mem > /sys/power/state
```

図 6.65 サスペンド状態にする実行例

6.2.10.2. 起床要因を有効化する

サスペンド状態から起床要因として、利用可能なデバイスを以下に示します。

UART1 (CON9)　起床要因　データ受信

有効化

```
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/drivers/imx-uart/2020000.serial/tty/ttymxc0/power/wakeup
```

USB OTG1（下段）　起床要因　USB デバイスの挿抜

有効化

```
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/devices/
2184000.usb/power/wakeup
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/drivers/
ci_hdrc/ci_hdrc.0/power/wakeup
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/drivers/
ci_hdrc/ci_hdrc.0/usb1/power/wakeup
```

USB OTG2（上段）　起床要因　USB デバイスの挿抜

有効化

```
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/devices/
2184200.usb/power/wakeup
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/drivers/
ci_hdrc/ci_hdrc.1/power/wakeup
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/drivers/
ci_hdrc/ci_hdrc.1/usb2/power/wakeup
```

RTC(i.MX6ULL)　起床要因　アラーム割り込み

有効化

```
[container ~]# echo enabled > /sys/bus/platform/devices/
20cc000.snvs¥:snvs-rtc-lp/power/wakeup
```

実行例

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/rtc_pm_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_volumes /sys
add_devices /dev/rtc0
[armadillo ~]# podman_start rtc_pm_example
Starting 'rtc_pm_example'
8fbef3edda3b7fcea5b1f8cbf960cf469b7e82c4d1ecd35477076e81fc24e3
9f
[armadillo ~]# podman exec -ti rtc_pm_example sh
[container ~]# apk add util-linux
[container ~]# rtcwake -m mem -s 5
:（省略）
[  572.720300] printk: Suspending console(s) (use
no_console_suspend to debug)
<ここで 5 秒を待つ>
[  573.010663] OOM killer enabled.
...
```

図 6.66 サスペンド状態にする実行例、rtc で起こす

RTC(NR3225SA)　起床要因　アラーム割り込み

有効化

```
[armadillo ~]# echo enabled > /sys/bus/i2c/devices/1-0032/
power/wakeup
```

実行例

```
[armadillo ~]# echo +180 > /sys/class/rtc/rtc0/wakealarm
[armadillo ~]# poweroff
```

図 6.67 180 秒後に RTC(NR3225SA)で起床する

RTC(i.MX6ULL)と RTC(NR3225SA)はサスペンド状態だけではなく、poweroff コマンドを使用した電源の切断状態から復帰が可能です。RTC_BAT ピンからバックアップ電源が供給されている状態で、ONOFF ピンまたは poweroff コマンドを使用して電源を切った場合、5V 電源を入れなおしても再起動しません。この状態から再起動する方法は上記の RTC(i.MX6ULL)、RTC(NR3225SA)または以下を参照してください。

・ ONOFF ピンの制御による電源の ON

詳細は、「3.4.6.5. 外部からの電源制御」参照してください。

6.2.10.3. パワーマネジメントの仕様

Armadillo-640 のパワーマネジメント機能は、Linux の SPM(System Power Management)および DPM(Device Power Management)を利用しています。パワーマネジメント状態を省電力モードに遷移させることにより、Armadillo-640 の消費電力を抑えることができます。

パワーマネジメント状態を省電力モードに遷移させると、アプリケーションの実行は一時停止し、Linux カーネルはサスペンド状態となります。起床要因が発生すると、Linux カーネルのリジューム処理が行われた後、アプリケーションの実行を再開します。

sysfs ファイル	・ /sys/power/state

6.2.11. コンテナからの poweroff 及び reboot

Armadillo Base OS は busybox init で shutdown と reboot を対応します。

busybox init で PID 1 に signal を送ることで shutdown や reboot となります。コンテナから signal を送るように、pid namespace を共有する必要がありますが、共有されたら kill で実行できます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/shutdown_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_args --pid=host
[armadillo ~]# podman_start shutdown_example
Starting 'shutdown_example'
c8e3b9b418fc72395db9f3c22b1eb69eb41eaaf790d3b7151047ef066cc4c8ff
[armadillo ~]# podman exec -ti shutdown_example sh
[container ~]# kill -USR2 1  (poweroff)
[container ~]# kill -TERM 1  (reboot)
```

図 6.68 コンテナから shutdown を行う

6.2.12. 異常検知

この章では、コンテナ内で動作しているアプリケーションに何らかの異常が発生し停止してしまった際に、ソフトウェアウォッチドックタイマーを使って、システムを再起動する方法について示します。

6.2.12.1. ソフトウェアウォッチドッグタイマーを扱う

コンテナ内で動作するアプリケーションからソフトウェアウォッチドックタイマーを扱うためには、Podman のイメージからコンテナを作成する際にホスト OS 側のデバイスファイル /dev/watchdogN を渡す必要があります。以下は、/dev/watchdog0 を渡して alpine イメージからコンテナを作成する例です。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/containers/watchdog_example.conf
set_image docker.io/alpine
set_command sleep infinity
add_devices /dev/watchdog0
[armadillo ~]# podman_start watchdog_example
Starting 'watchdog_example'
a5d329cca49d60423ce4155d72a119b8049a03dbd1d0277817a253e96dce7bc7
```

図 6.69 ソフトフェアウォッチドッグタイマーを使うためのコンテナ作成例

ソフトウェアウォッチドックタイマーは、プログラム内からデバイスファイル /dev/watchdog0 を open した時点で起動します。コンテナ内に入ってソフトウェアウォッチドックタイマーを echo コマンドで起動する例を以下に示します。

```
[armadillo ~]# podman exec -it watchdog_example sh
[container ~]# echo > /dev/watchdog0
```

図 6.70 コンテナ内からソフトウェアウォッチドッグタイマーを起動する実行例

ソフトウェアウォッチドックタイマーを起動した後、/dev/watchdog0 に任意の文字を書き込むことでソフトウェアウォッチドッグタイマーをリセットすることができます。10 秒間任意の文字の書き込みがない場合は、システムが再起動します。

```
[armadillo ~]# podman exec -it watchdog_example sh
[container ~]# echo a > /dev/watchdog0
```

図 6.71 ソフトウェアウォッチドッグタイマーをリセットする実行例

ソフトウェアウォッチドックタイマーを停止したい場合は、/dev/watchdog0 に V を書き込みます。

```
[armadillo ~]# podman exec -it watchdog_example sh
[container ~]# echo V > /dev/watchdog0
```

図 6.72 ソフトウェアウォッチドッグタイマーを停止する実行例

6.3. swupdate がエラーする場合の対処

SWU イメージのインストール動作は、「3.2.3.2. SWU イメージとは」で述べたように swupdate が実行します。mkswu で作成した SWU イメージの内容が適切でなかったり、あるいは、ストレージの空き容量が不足していたりするなど、いくつかの理由で swupdate のインストール動作が失敗することがあります。インストールに失敗すると、swupdate は /var/log/messages にエラーメッセージのログを残しますので、エラーメッセージを見ると、エラーの内容・原因が分かります。

エラーの原因ごとに、エラーメッセージとエラーの内容および対処方法を記した FAQ ページ (https://armadillo.atmark-techno.com/faq/swupdate-troubleshooting-abos) を公開しています。SWU イメージのインストールに失敗して対処法が分からないときは、この FAQ ページをご覧ください。

6.4. mkswu の .desc ファイルを編集する

mkswu で SWU イメージを生成するためには、 desc ファイルを正しく作成する必要があります。以下では、 desc ファイルの記法について紹介します。

6.4.1. インストールバージョンを指定する

```
swdesc_option component=<component>
swdesc_option version=<version>
か
swdesc_xxx --version <component> <version> [options]
```

- <component>は以下のどれかにしてください (デフォルトでは .desc ファイルのファイル名を使います)

  1. `base_os`: rootfs (Armadillo Base OS)を最初から書き込む時に使います。現在のファイルシステムは保存されていない。

     この場合、/etc/swupdate_preserve_files に載ってるファイルのみをコピーして新しい base OS を展開します。

     この component がないと現在の rootfs のすべてがコピーされます。

  2. `extra_os.`<文字列>: rootfs の変更を行う時に使います。<文字列> には任意の文字列を指定します。

     rootfs を変更を行う時に使います。 `swdesc_*` コマンドに `--extra-os` オプションを追加すると、 component に自動的に `extra_os.` を足します。

  3. <文字列> (コンテナの名前などの任意の文字列) : rootfs の変更がないときに使います。

     この component を使うと rootfs の変更ができませんのでご注意ください。

- アップデートを行う際にこのバージョンと現在のバージョンを比べてアップデートの判断を行います。

  <component> がまだインストールされてなかった時や <version> が上がる時にインストールします。

  デフォルトではダウングレードはできませんが、 `--install-if=different` オプションを追加することで <version> が変わる際にインストール可能になります。

アップデートの一部をインストールすることもありますので、複数の component で管理し、いくつかの古いバージョンに対応するアップデートも作成可能です。

6.4.2. Armadillo へファイルを転送する

- swdesc_tar と swdesc_files でファイルを転送します。

```
swdesc_tar [--dest <dest>] <tar_file>
swdesc_files [--dest <dest>] [--basedir <basedir>] ¥
             <file> [<more files>]
```

swdesc_tar の場合、予め用意されてある tar アーカイブをこのままデバイスで展開します。

--dest <dest> で展開先を選ぶことができます。デフォルトは / （--extra-os を含め、バージョンの component は base_os か extra_os.* の場合）か /var/app/rollback/volumes/ （それ以外の component)。後者の場合は /var/app/volumes と /var/app/rollback/volumes 以外は書けないので必要な場合に --extra-os を使ってください。

swdesc_files の場合、mkswu がアーカイブを作ってくれますが同じ仕組みです。

--basedir <basedir> でアーカイブ内のパスをどこで切るかを決めます。

- 例えば、swdesc_files --extra-os --basedir /dir /dir/subdir/file ではデバイスに /subdir/file を作成します。
- デフォルトは <file> から設定されます。ディレクトリであればそのまま basedir として使います。それ以外であれば親ディレクトリを使います。

6.4.3. Armadillo 上で任意のコマンドを実行する

- swdesc_command や swdesc_script でコマンドを実行します。

```
swdesc_command <command> [<more commands>]
swdesc_script <script>
```

アップデート先の環境でコマンドやスクリプトファイルを実行します。

バージョンの component は base_os と extra_os 以外の場合、 /var/app/volumes と /var/app/rollback/volumes 以外は変更できないのでご注意ください。

コマンドの実行が失敗した場合、アップデートも失敗します。

6.4.4. Armadillo にファイルを転送し、そのファイルをコマンド内で使用する

- swdesc_exec でファイルを配り、コマンド内でそのファイルを使用します。

```
swdesc_exec <file> <command>
```

swdesc_command と同じくコマンドを実行しますが、<file> を先に転送してコマンド内で転送したファイル名を"$1"として使えます。

6.4.5. 起動中の Armadillo で任意のコマンドを実行する

- swdesc_command_nochroot, swdesc_script_nochroot, swdesc_exec_nochroot で起動中のシステム上でコマンドを実行します。

  このコマンドは nochroot なしのバージョンと同じ使い方で、現在起動中のシステムに変更や確認が必要な場合にのみ使用してください。

nochroot コマンドは確認を一切しないため、Armadillo が起動できない状態になる可能性もあります。充分にご注意ください。

例が必要な場合は /usr/share/mkswu/examples/firmware_update.desc を参考にしてください。

6.4.6. Armadillo にコンテナイメージを転送する

- swdesc_embed_container, swdesc_usb_container, swdesc_pull_container で予め作成したコンテナを転送します。

```
swdesc_embed_container <container_archive>
swdesc_usb_container <container_archive>
swdesc_pull_container <container_url>
```

  例は「6.2.2.15. リモートリポジトリにコンテナを送信する」、「6.2.2.17. イメージを SWUpdate で転送する」を参考にしてください。

6.4.7. Armadillo のブートローダーを更新する

- swdesc_boot で imx-boot を更新します。

```
swdesc_boot <boot image>
```

  このコマンドだけはバージョンは自動的に設定されます。

6.4.8. SWU イメージの設定関連

コマンドの他には、設定変数もあります。以下の設定は /home/atmark/mkswu/mkswu.conf に設定できます。

- DESCRIPTION="<text>": イメージの説明、ログに残ります。
- PRIVKEY=<path>, PUBKEY=<path>: 署名鍵と証明書
- PRIVKEY_PASS=<val>: 鍵のパスワード（自動用）

  openssl の Pass Phrase をそのまま使いますので、pass:password, env:var や file:pathname のどれかを使えます。pass や env の場合他のプロセスに見られる恐れがありますので file をおすすめします。

- ENCRYPT_KEYFILE=<path>: 暗号化の鍵

6.4.9. Armadillo 上のコンテナイメージと自動起動用 conf ファイルを削除する

以下のオプションも mkswu.conf に設定できますが、.desc ファイルにも設定可能です。swdesc_option で指定することで、誤った使い方をした場合 mkswu の段階でエラーを出力しますので、必要な場合は使用してください。

- swdesc_option CONTAINER_CLEAR: インストールされたあるコンテナと /etc/atmark/containers/*.conf をすべて削除します。

  このオプションは簡単な初期化と考えてください。通常の運用では、不要になったイメージは自動的に削除されますのでこのオプションを設定する必要はありません。

6.4.10. SWUpdate 実行中/完了後の挙動を指定する

以下のオプションは Armadillo 上の /etc/atmark/baseos.conf に、例えば MKSWU_POST_ACTION=xxx として設定することができます。

その場合に swu に設定されなければ /etc の設定で実行されますので、アットマークテクノが用意している Base OS のアップデートでも動作の変更は可能です。swu に特定のオプションが設定された場合は設定されたオプションが優先されますので、一時的な変更も可能です。

- swdesc_option POST_ACTION=container: コンテナのみのアップデート後に再起動を行いません。コンテナの中身だけをアップデートする場合、Armadillo-640 を再起動せずにコンテナだけを再起動させます。
- swdesc_option POST_ACTION=poweroff: アップデート後にシャットダウンを行います。
- swdesc_option POST_ACTION=wait: アップデート後に自動的に再起動は行われず、次回起動時にアップデートが適用されます。
- swdesc_option POST_ACTION=reboot: デフォルトの状態に戻します。アップデートの後に再起動します。
- swdesc_option NOTIFY_STARTING_CMD="command", swdesc_option NOTIFY_SUCCESS_CMD="command", swdesc_option NOTIFY_FAIL_CMD="command": アップデートをインストール中、成功した場合と失敗した場合に実行されるコマンドです。

  コマンドを実行する事で、アプリケーションやユーザーにアップデートを知らせることができます。

  LED で知らせる例を /usr/share/mkswu/examples/enable_notify_led.desc に用意してあります。

6.4.11. desc ファイル設定例

6.4.11.1. 例: sshd を有効にする

/usr/share/mkswu/examples/enable_sshd.desc を参考にします。

desc ファイルを編集する必要がありませんが自分の公開鍵を指定された場所に配置してください。

```
[ATDE ~/mkswu]$ cp -r /usr/share/mkswu/examples/enable_sshd* .
[ATDE ~/mkswu]$ cat enable_sshd.desc
swdesc_option component=extra_os.sshd version=1

# add your public key in enable_sshd/root/.ssh/authorized_keys
if [ -z "$SWDESC_TEST" ]; then
```

```
    grep -qE '^ssh-' enable_sshd/root/.ssh/authorized_keys ¥
        || error "Add your keys in enable_sshd/root/.ssh/authorized_keys"
fi
swdesc_files --dest /root enable_sshd/root ❶

swdesc_command "ssh-keygen -A" ¥ ❷
        "rc-update add sshd" ❸
[ATDE ~/mkswu]$ cp ~/.ssh/id_rsa.pub ¥
                        enable_sshd/root/.ssh/authorized_keys ❹
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu enable_sshd.desc ❺
Enter pass phrase for /home/atmark/mkswu/swupdate.key:
enable_sshd.swu を作成しました。
```

❶ 自分の公開鍵を転送します。デフォルトのオプションなので enable_sshd/root ディレクトリの中身をこのまま /root に転送されます。

❷ 再起動する度に新しいサーバーの鍵が変わらないように、アップデートの時に一回作成します。

❸ サービスを有効にします。

❹ 自分の公開鍵を指定された場所に配置します。

❺ イメージを作成します。パスワードは証明鍵のパスワードです。

6.4.11.2. 例: Armadillo Base OS アップデート

ここでは、「6.19. Armadillo のソフトウェアをビルドする」でメインシステム向けのビルドで作成したファイルを使用します。

/usr/share/mkswu/examples/OS_update.desc を参考にします。

```
[ATDE ~/mkswu]$ cp /usr/share/mkswu/examples/OS_update.desc update-[VERSION].desc
[ATDE ~/mkswu]$ vi update-[VERSION].desc
# uboot image can be generated with atmark imx-boot script
swdesc_uboot imx-boot_armadillo_x2 ❶

# base OS is a tar that will be extracted on a blank filesystem,
# after copying just a few key config files.
#
# OS updates are only installed if version is greater than previous update
# so if you install your own updates atmark-techno provided Armadillo Base OS
# updates might not get installed
swdesc_tar "baseos-x2-[VERSION].tar.zst" ¥ ❷
           --version base_os [VERSION] ❸
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu update-[VERSION].desc ❹
Enter pass phrase for /home/atmark/mkswu/swupdate.key:
update-[VERSION].swu を作成しました。
```

❶ imx-boot でビルドしたイメージを使います。

❷ build-rootfs でビルドしたイメージを使います。

❸ バージョンが上がるときにしかインストールされませんので、現在の/etc/sw-versions を確認して適切に設定してください。

❹ イメージを作成します。パスワードは証明鍵の時のパスワードです。

6.4.11.3. 例: swupdate_preserve_files で Linux カーネル以外の Armadillo-640 向けのイメージをインストールする方法

Armadillo-640 向けのアップデートイメージに Linux カーネルが含まれています。

swupdate_preserve_files を使って、以下のコマンドでインストール後に現在のカーネルをコピーして更新させないようにします。

```
[armadillo ~]# echo 'POST /boot' >> /etc/swupdate_preserve_files
[armadillo ~]# echo 'POST /lib/modules' >> /etc/swupdate_preserve_files ❶
[armadillo ~]# persist_file /etc/swupdate_preserve_files ❷
```

❶ swupdate_preserve_files に /boot と /lib/modules を保存するように追加します。

❷ 変更した設定ファイルを保存します

/usr/share/mkswu/examples/kernel_update*.desc のように update_preserve_files.sh のヘルパーで、パスを自動的に /etc/swupdate_preserve_files に追加することができます。

```
[ATDE ~/mkswu]$ cat example.desc
swdesc_script "$SCRIPT_DIR/examples/update_preserve_files.sh" -- ¥ ❶
        "POST /boot" ¥
        "POST /lib/modules"
```

❶ スクリプトの内容確認する場合は /usr/share/mkswu/examples/update_preserve_files.sh を参照してください。

Armadillo Base OS のカーネルを再び使用したい場合は同じスクリプトの --del オプションで行を削除することができます。

```
[ATDE ~/mkswu]$ cat example.desc
swdesc_script "$SCRIPT_DIR/examples/update_preserve_files.sh" -- ¥
        --del "POST /boot" "POST /lib/modules"
```

6.5. swupdate_preserve_files について

extra_os のアップデートで rootfs にファイルを配置することができますが、次の OS アップデートの際に削除される可能性があります。

デフォルトでは、 /etc/atmark と、 swupdate 、 sshd やネットワークの設定を保存しますがそれ以外はコピーされてません。

そうでないファイルを更新する際には /etc/swupdate_preserve_files に記載します。「6.4.11.3. 例: swupdate_preserve_files で Linux カーネル以外の Armadillo-640 向けのイメージをインストールする方法」 を参考にしてください。

コピーのタイミングによって、以下のどれかを使用してください：

1. 単にファイルを記載する

   この場合、アップデートする前にファイルをコピーします。 baseos のイメージと同じ swu にアップデートしたいファイルを記載していても、このファイルが Armadillo Base OS に含まれないのであれば問題なくアップデートできます。

   例: echo "/root/.profile" >> /etc/swupdate_preserve_files

2. POST のキーワードの後に記載する

   この場合、アップデートの最後でコピーします。 Armadillo Base OS に含まれてるファイルであれば、インストール前にコピーしても保存されないのでコピーのタイミングをずらします。

   そのコピーが最後に行われるので、同じアップデートでファイルの変更ができません。アップデートを別けて、 baseos のイメージをインストールしてからこのファイルを更新することができます。

   例: echo "POST /etc/conf.d/podman-atmark" >> /etc/swupdate_preserve_files

6.6. SWU イメージの内容の確認

mkswu --show [file.swu] で SWU イメージの内容を確認することができます。

出力は desc ファイルに似ていますが、そのまま desc ファイルとして利用できませんので確認用としてお使いください。

```
[ATDE ~/mkswu]$ mkswu --show enable_sshd.swu
enable_sshd.swu

# built with mkswu 4.1

swdesc_files --dest /root enable_sshd/root
  --version extra_os.sshd 1
  (encrypted)

swdesc_command ssh-keygen -A && rc-update add sshd default
  --version extra_os.sshd 1
```

6.7. SWUpdate と暗号化について

mkswu --init の時に暗号化を有効にする場合は AES でファイルを暗号化します。

現在使われてる SWUpdate の暗号化はコマンドやメタデータを含む sw-description ファイルは暗号化されてません。そのため、通信の暗号化（HTTPS で送信するなど）を使うことを推奨します。

6.8. Web UI から Armadillo をセットアップする (ABOS Web)

ABOS Web は、Web ブラウザから Armadillo の動作設定を行う機能で、ABOS (Armadillo Base OS) を搭載する全ての Armadillo に対応しています。

詳細は、「3.8.1. ABOS Web とは」を参照してください。

6.8.1. ABOS Web ではできないこと

ABOS Web は、ABOS の詳細や Linux のコマンドシェルの操作に詳しくない方でも、簡単に Armadillo のセットアップを行なえることを目的にしています。そのための、Armadillo の動作設定を行う機能ですから、動作設定以外のこと、たとえば、Armadillo の動作状態を監視したりすることは、できません。さらに、Armadillo をインターネットから設定操作する、リモート操作もできません。セキュリティの観点から、ABOS Web は、同じ LAN 内からの接続しか受け付けないように実装しています。

ABOS Web でできる Armadillo の設定については、「6.8.2. ABOS Web の設定機能一覧と設定手順」を参照してください。なお、ABOS Web は OSS で提供していますので、現在の ABOS Web に無い設定機能を、ご自分で実装して機能追加することも可能です。

6.8.2. ABOS Web の設定機能一覧と設定手順

現在、ネットワークに関して ABOS Web で設定できるのは以下のものです。

- WWAN 設定
- WLAN 設定
- 各接続設定（各ネットワークインターフェースの設定）
- DHCP サーバー設定
- NAT 設定
- VPN 設定

これらについては、「3.8. ネットワーク設定」で紹介していますので、そちらを参照してください。

ネットワーク以外にも ABOS Web は以下の機能を持っています。

- コンテナ管理
- SWU インストール
- アプリケーション向けのインターフェース (Rest API)

本章では、これらのネットワーク以外の設定項目について紹介します。

6.8.3. コンテナ管理

ABOS Web から Armadillo 上のコンテナを一覧表示して、コンテナごとに起動・停止を行うことができます。

ABOS Web のトップページから、"コンテナ管理"をクリックすると、「図 6.73. コンテナ管理」の画面に遷移します。

図 6.73 コンテナ管理

この画面では、ABOS 上にあるコンテナ全てについて、イメージ名やコンテナ名、現在状態を一覧表示します。コンテナの一覧表示欄で選択したコンテナに対し、起動と停止、および、コンテナから出力されたログの表示を行うことができます。

「3.8.10.3. VPN 設定」に記載のとおり、VPN 接続を設定すると、abos_web_openvpn のコンテナが作成されます。VPN 接続中は、このコンテナが動作状態になっており、このコンテナをコンテナ管理画面で停止すると、VPN 接続が切断されます。

6.8.4. SWU インストール

ABOS Web から 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。

SWU イメージについては、「3.2.3.2. SWU イメージとは」を参照してください。

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 6.74. SWU インストール」の画面に遷移します。

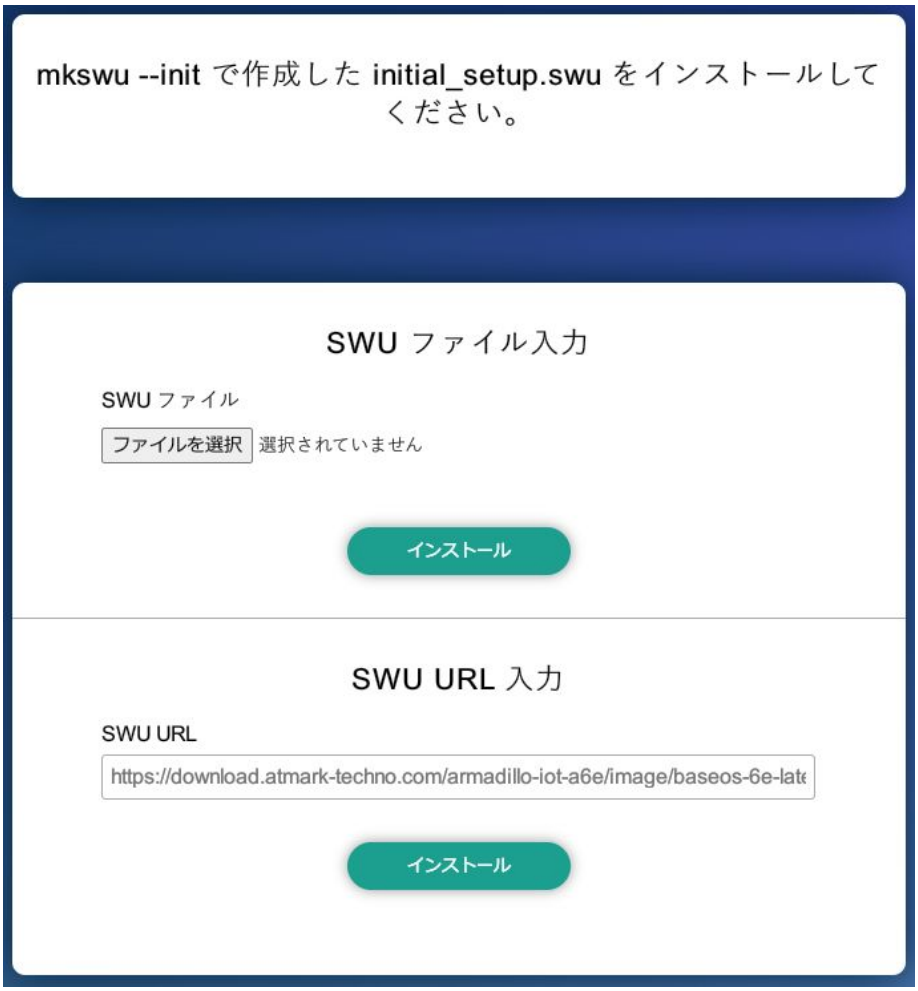


図 6.74 SWU インストール

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ければ、"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。

SWU イメージのインストール動作を実行する時には、進行状況を示すログを表示します。"現在の SWU で管理されているバージョン" 欄には、ABOS の各ソフトウェアコンポーネントの名前とバージョン情報を一覧表示します。

図 6.75 SWU 管理対象ソフトウェアコンポーネントの一覧表示

6.8.5. アプリケーション向けのインターフェース (Rest API)

コンテナやスクリプトから ABOS Web の一部の機能を使用できます。

6.8.5.1. Rest API へのアクセス権の管理

Rest API は ABOS Web のパスワードと Rest API 用のトークンで認証されます。

また、接続可能なネットワークにも制限をかけております。初期状態では、同一サブネットからのアクセスのみ許容しています。同一サブネット外の IP アドレスからアクセスしたい場合は設定が必要です。設定方法は 「3.8.2. ABOS Web へのアクセス」 を参照してください。

各リクエストは以下のどちらかの `Authorization` ヘッダーで認証されます：

- `Basic` (パスワード認証) : `curl` の `-u :<password>` 等で認証可能です。`<password>` の文字列は ABOS Web で設定したパスワードです。
- `Bearer` (トークン認証) : `curl` の `-H "Authorization: Bearer <token>` 等で認証可能です。`<token>` は `/api/tokens` であらかじめ生成した文字列です。

また、トークンには権限も設定できます。`Admin` で生成されたトークンはすべてのインターフェースにアクセスできますが、一部のインターフェースしか使用しない場合はそのインターフェースに必要な権限だけを持つトークンを生成してください。

トークンの管理は ABOS Web の「設定管理」ページで行えます:

図 6.76 設定管理の Rest API トークン一覧表示

6.8.5.2. Rest API 使用例の前提条件

各 Rest API の使用例を説明します。使用例では以下を前提としています。:

- ABOS Web に https://armadillo.local:58080 でアクセスします。
- 「 AUTH 」環境変数に ABOS Web で生成したトークンを設定します。例： AUTH="Authorization: Bearer 35ac39a8-1eeb-4bb2-84d2-cb542cdbc873"
- curl コマンドを省略するため、以下のように alias を使用します：

```
[ATDE ~]$ alias curl_rest='curl -k -H "$AUTH" -w "¥nhttp code: %{http_code}¥n" '
```

この章で説明する例では、curl のオプションに -k を指定して証明書を無視するようにしています。もし、証明書を使用したい場合は以下のように設定してください。

```
[ATDE ~]$ openssl s_client -showcerts -connect armadillo.local:58080 </
dev/null 2>/dev/null | openssl x509 -outform PEM > abosweb.pem
[ATDE ~]$ CERT="$PWD/abosweb.pem"
[ATDE ~]$ alias curl_rest='curl -H "$AUTH" --cacert "$CERT" -w "¥nhttp
code: %{http_code}¥n" '
```

6.8.5.3. Rest API の入力と出力

インターフェースの一部にはパラメータを取るものがあります。パラメータがある場合は json (Content-Type を application/json に設定する) と form（デフォルトの application/x-www-form-urlencoded でのパラメータ）のどちらでも使用可能です。

インターフェースの出力がある場合は json object で出力されます。今後のバージョンアップで json object のキーが増える可能性があるため、出力された値を処理する場合はその点に留意してください。

エラーの場合は json object の「error」キーに文字列のエラーが記載されています。http のステータスコードも 50x になります。

エラーの例：

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X DELETE https://armadillo.local:58080/api/tokens/
3b2d830d-2f64-4e76-9e59-316da82eefc4
{"error":"No such token"}
http code: 500
```

6.8.5.4. Rest API : トークン管理

トークン管理のためのインターフェースは以下のとおりです：

- **トークン一覧**
  GET "/api/tokens"
  必要権限: Admin
  パラメータ: 無し
  出力: トークンリスト

  ```
  [ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/tokens
  {"tokens":[{"token":"35ac39a8-1eeb-4bb2-84d2-cb542cdbc873","permissions":["Admin"]},
  {"token":"5c426ce5-8fcb-4e54-9ff6-80aba50935ee","permissions":["Reboot","NetworkView"]}]}
  http code: 200
  ```

- **トークン取得**
  GET "/api/tokens/<token>"
  必要権限: Admin
  パラメータ: 無し
  出力: トークン情報

  ```
  [ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/tokens/35ac39a8-1eeb-4bb2-84d2-
  cb542cdbc873
  {"token":"35ac39a8-1eeb-4bb2-84d2-cb542cdbc873","permissions":["Admin"]}
  http code: 200
  ```

- **トークン生成**
  POST "/api/tokens"
  必要権限: Admin
  パラメータ: 付与したい permissions 権限リスト(ない場合は「Admin」で生成されます)
  出力: 生成されたトークン情報

  ```
  [ATDE ~]$ curl_rest -H "Content-type: application/json" -d '{"permissions": ["SwuInstall",
  "ContainerView"]}' https://armadillo.local:58080/api/tokens
  {"token":"3b2d830d-2f64-4e76-9e59-316da82eefc4","permissions":
  ["SwuInstall","ContainerView"]}
  http code: 200
  ```

- **トークン編集 (存在しない場合は指定のトークンで生成されます)**
  POST "/api/tokens/{token_id}"

必要権限: Admin
パラメータ: 付与したい permissions 権限リスト(ない場合は編集しません)
出力: 編集か生成されたトークン情報

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X POST -d permissions=Poweroff -d permissions=ContainerAdmin https://
armadillo.local:58080/api/tokens/3b2d830d-2f64-4e76-9e59-316da82eefc4
{"token":"3b2d830d-2f64-4e76-9e59-316da82eefc4","permissions":["Poweroff","ContainerAdmin"]}
```

- **トークン削除**
  DELETE "/api/tokens/{token_id}"
  必要権限: Admin
  パラメータ: 無し
  出力: 無し

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X DELETE https://armadillo.local:58080/api/tokens/
3b2d830d-2f64-4e76-9e59-316da82eefc4
http code: 200
```

- **abos-web パスワード変更**
  POST "/api/password"
  必要権限: Admin
  パラメータ: password でハッシュ済みのパスワード文字列か hashed=false が設定されている場合は平文の文字列
  出力: 無し

```
[ATDE ~]$ PWD_HASH=$(openssl passwd -6)
Password:
Verifying - Password:
[ATDE ~]$ echo $PWD_HASH
$6$LuXQduN7L3PwbMaZ$txrw8vLJqEVUreQnZhM0CYMQ5U5B9b58L0mpVRULDiVCh2O46GKscq/
xsDPskjxg.x8ym0ri1/8NqFBu..IZE0
[ATDE ~]$ curl_rest --data-urlencode "password=$PWD_HASH" -X POST https://armadillo.local:
58080/api/password
http code: 200
```

6.8.5.5. Rest API : SWU

- **インストール済み SWU のバージョン情報取得**
  GET "/api/swu/versions"
  必要権限: SwuView
  パラメータ: 無し
  出力: Swupdate の各バージョン情報

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/swu/versions
{"extra_os.custom":"54","extra_os.container":"1","custom":"54","extra_os.initial_setup":"4",
"boot":"2020.4-at19","base_os":"3.18.4-at.6","extra_os.sshd":"1"}
http code: 200
```

- **アップデートステータス取得**
  GET "/api/swu/status"

必要権限: SwuView
パラメータ: 無し
出力: rollback_ok: ロールバック状態 (false の場合は rollback されています)、last_update_timestamp: UTC の unix epoch (数字での日付)、 last_update_versions: 最新のアップデートで更新されたバージョン情報 (コンポーネント → [更新前のバージョン, 更新後のバージョン]。 更新前に存在しなかったコンポーネントの場合は null で記載されています)

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/swu/status
{"rollback_ok":true,"last_update_timestamp":1703208559,"last_update_versions":{"custom":
[null,"54"],"extra_os.custom":["53","54"]}}
http code: 200
```

- SWU をファイルアップロードでインストール
  POST "/api/swu/install/upload"
  必要権限: SwuInstall
  パラメータ: multipart/form-data で swu の転送
  出力: swupdate プロセスの出力 (stdout または stderr)、またはアップデートプロセスの出力ステータス (exit_code または exit_signal)

```
[ATDE ~]$ curl_rest -F swu=@"$HOME/mkswu/file.swu" https://armadillo.local:58080/api/swu/
install/upload
{"stdout":"SWUpdate v2023.05_git20231025-r0¥n"}
{"stdout":"¥n"}
{"stdout":"Licensed under GPLv2. See source distribution for detailed copyright notices.¥n"}
{"stdout":"¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [main] : Running on AGX4500 Revision at1¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE started :  Software Update started !¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [install_single_image] : Installing pre_script¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : No base os update: copying
current os over¥n"}
: (省略)
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [install_single_image] : Installing post_script¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : Removing unused containers¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : swupdate triggering reboot!¥n"}
{"stderr":"Killed¥n"}
{"exit_code":0}

http code: 200
```

- SWU を URL でインストール
  POST "/api/swu/install/url"
  必要権限: SwuInstall
  パラメータ: url=<SWU をダウンロードできる URL>
  出力: swupdate プロセスの出力 (stdout または stderr)、またはアップデートプロセスの出力ステータス (exit_code または exit_signal)

```
[ATDE ~]$ curl_rest -d url=https://url/to/file.swu https://armadillo.local:58080/api/swu/
install/url
{"stdout":"Downloading https://url/to/file.swu...¥n"}
{"stdout":"SWUpdate v2023.05_git20231025-r0¥n"}
{"stdout":"¥n"}
{"stdout":"Licensed under GPLv2. See source distribution for detailed copyright notices.¥n"}
{"stdout":"¥n"}
```

```
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [main] : Running on AGX4500 Revision at1¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE started :  Software Update started !¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [install_single_image] : Installing pre_script¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : No base os update: copying current os over¥n"}
: (省略)
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [install_single_image] : Installing post_script¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : Removing unused containers¥n"}
{"stdout":"[INFO ] : SWUPDATE running :  [read_lines_notify] : swupdate triggering reboot!¥n"}
{"stderr":"Killed¥n"}
{"exit_code":0}

http code: 200
```

6.8.5.6. Rest API : コンテナ操作

- **コンテナ一覧**
  GET "/api/containers"
  必要権限: ContainerView
  パラメータ: 無し
  出力: 各コンテナの id, name, state, command, image 情報

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/containers
{"containers":
[{"id":"02616122dcea5bd75c551b29b2ef54f54e09f59c50ce3282684773bc6bfb86a8","name":"python_app","state":"running","command":["python3","/vol_app/src/main.py"],"image":"localhost/python_arm64_app_image:latest"}]}
http code: 200
```

- **コンテナログ取得**
  GET "/api/containers/{container}/logs"
  必要権限: ContainerView
  パラメータ: **follow=true** (podman logs -f と同様の効果)
  出力: podman logs プロセスの出力 (stdout または stderr)、またはアップデートプロセスの出力
  ステータス (exit_code または exit_signal)

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/containers/python_app/logs
{"stdout":"Some message¥n"}
{"exit_code":0}

http code: 200
```

  follow=true を付与する例

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/containers/python_app/logs?follow=true
{"stdout":"Some message¥n"}
Ctrl-C で終了
```

- **コンテナ起動**
  POST "/api/containers/{container}/start"
  必要権限: ContainerAdmin

パラメータ: 無し
出力: 無し

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X POST https://armadillo.local:58080/api/containers/python_app/start

http code: 200
```

- **コンテナ停止**
  POST "/api/containers/{container}/stop"
  必要権限: ContainerAdmin
  パラメータ: 無し
  出力: 無し

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X POST https://armadillo.local:58080/api/containers/python_app/stop

http code: 200
```

6.8.5.7. Rest API : ネットワーク設定

- **ネットワーク接続一覧**
  GET "/api/connections"
  必要権限: NetworkView
  パラメータ: 無し
  出力: ネットワーク接続一覧と各接続の uuid, name, state, ctype, あれば device 情報

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/connections
{"connections":[{"name":"Wired connection
1","state":"activated","uuid":"18d241f1-946c-3325-974f-65cda3e6eea5","ctype":"802-3-
ethernet","device":"eth0"},{"name":"lo","state":"activated","uuid":"529ec241-f122-4cb2-843f-
ec9787b2aee7","ctype":"loopback","device":"lo"},
{"name":"podman0","state":"activated","uuid":"be4583bc-3498-4df2-
a31c-773d781433aa","ctype":"bridge","device":"podman0"},
{"name":"veth0","state":"activated","uuid":"03446b77-b1ab-47d0-98fc-
f167c3f3778a","ctype":"802-3-ethernet","device":"veth0"},{"name":"Wired connection
2","state":"","uuid":"181f44df-850e-36c1-a5a4-6e461c768acb","ctype":"802-3-ethernet"},
{"name":"Wired connection 3","state":"","uuid":"e4381368-6351-3985-
ba6e-2625c62b8d39","ctype":"802-3-ethernet"}]}

http code: 200
```

- **ネットワーク接続詳細取得**
  GET "/api/connections/{connection}"
  必要権限: NetworkView
  パラメータ: 無し（URL の connection は UUID または接続名で使用可能）
  出力: 接続の詳細情報（Network Manager のプロパティ）

```
[ATDE ~]$ curl_rest https://armadillo.local:58080/api/connections/Wired%20connection%201
{"name":"Wired connection
1","state":"activated","uuid":"18d241f1-946c-3325-974f-65cda3e6eea5","ctype":"802-3-
ethernet","device":"eth0","props":{"802-3-ethernet.accept-all-mac-addresses":"-1","802-3-
ethernet.auto-negotiate":"no","802-3-ethernet.cloned-mac-address":"","802-3-
```

```
ethernet.duplex":"","802-3-ethernet.generate-mac-address-mask":"","802-3-ethernet.mac-
address":"","802-3-ethernet.mac-address-blacklist":"","802-3-ethernet.mtu":"auto","802-3-
ethernet.port":"","802-3-ethernet.s390-nettype":"","802-3-ethernet.s390-options":"","802-3-
ethernet.s390-subchannels":"","802-3-ethernet.speed":"0","802-3-ethernet.wake-on-
lan":"default","802-3-ethernet.wake-on-lan-password":"","GENERAL.CON-PATH":"/org/
freedesktop/NetworkManager/Settings/1","GENERAL.DBUS-PATH":"/org/freedesktop/NetworkManager/
ActiveConnection/
6","GENERAL.DEFAULT":"yes","GENERAL.DEFAULT6":"no","GENERAL.DEVICES":"eth0","GENERAL.IP-
IFACE":"eth0","GENERAL.MASTER-PATH":"","GENERAL.NAME":"Wired connection 1","GENERAL.SPEC-
OBJECT":"","GENERAL.STATE":"activated","GENERAL.UUID":"18d241f1-946c-3325-974f-65cda3e6eea5"
,"GENERAL.VPN":"no","GENERAL.ZONE":"","IP4.ADDRESS[1]":"198.51.100.123/16","IP4.DNS[1]":"192
.0.2.1","IP4.DNS[2]":"192.0.2.2","IP4.GATEWAY":"198.51.100.1","IP4.ROUTE[1]":"dst =
198.51.100.0/16, nh = 0.0.0.0, mt = 100","IP4.ROUTE[2]":"dst = 0.0.0.0/0, nh = 198.51.100.1,
mt = 100","IP6.ADDRESS[1]":"fe80::211:cff:fe00:b13/64","IP6.GATEWAY":"","IP6.ROUTE[1]":"dst
= fe80::/64, nh = ::, mt = 1024","connection.auth-
retries":"-1","connection.autoconnect":"yes","connection.autoconnect-
priority":"-999","connection.autoconnect-retries":"-1","connection.autoconnect-
slaves":"-1","connection.dns-over-tls":"-1","connection.gateway-ping-
timeout":"0","connection.id":"Wired connection 1","connection.interface-
name":"eth0","connection.lldp":"default","connection.llmnr":"-1","connection.master":"","con
nection.mdns":"-1","connection.metered":"unknown","connection.mptcp-
flags":"0x0","connection.multi-connect":"0","connection.permissions":"","connection.read-
only":"no","connection.secondaries":"","connection.slave-type":"","connection.stable-
id":"","connection.timestamp":"1703208824","connection.type":"802-3-
ethernet","connection.uuid":"18d241f1-946c-3325-974f-65cda3e6eea5","connection.wait-
activation-delay":"-1","connection.wait-device-
timeout":"-1","connection.zone":"","ipv4.addresses":"198.51.100.123/16","ipv4.auto-route-
ext-gw":"-1","ipv4.dad-timeout":"-1","ipv4.dhcp-client-id":"","ipv4.dhcp-
fqdn":"","ipv4.dhcp-hostname":"","ipv4.dhcp-hostname-flags":"0x0","ipv4.dhcp-
iaid":"","ipv4.dhcp-reject-servers":"","ipv4.dhcp-send-hostname":"yes","ipv4.dhcp-
timeout":"0","ipv4.dhcp-vendor-class-
identifier":"","ipv4.dns":"192.0.2.1,192.0.2.2","ipv4.dns-options":"","ipv4.dns-
priority":"0","ipv4.dns-search":"","ipv4.gateway":"198.51.100.1","ipv4.ignore-auto-
dns":"no","ipv4.ignore-auto-routes":"no","ipv4.link-local":"0","ipv4.may-
fail":"yes","ipv4.method":"manual","ipv4.never-default":"no","ipv4.replace-local-
rule":"-1","ipv4.required-timeout":"-1","ipv4.route-metric":"-1","ipv4.route-
table":"0","ipv4.routes":"","ipv4.routing-rules":"","ipv6.addr-gen-
mode":"eui64","ipv6.addresses":"","ipv6.auto-route-ext-gw":"-1","ipv6.dhcp-
duid":"","ipv6.dhcp-hostname":"","ipv6.dhcp-hostname-flags":"0x0","ipv6.dhcp-
iaid":"","ipv6.dhcp-send-hostname":"yes","ipv6.dhcp-timeout":"0","ipv6.dns":"","ipv6.dns-
options":"","ipv6.dns-priority":"0","ipv6.dns-search":"","ipv6.gateway":"","ipv6.ignore-
auto-dns":"no","ipv6.ignore-auto-routes":"no","ipv6.ip6-privacy":"-1","ipv6.may-
fail":"yes","ipv6.method":"auto","ipv6.mtu":"auto","ipv6.never-default":"no","ipv6.ra-
timeout":"0","ipv6.replace-local-rule":"-1","ipv6.required-timeout":"-1","ipv6.route-
metric":"-1","ipv6.route-table":"0","ipv6.routes":"","ipv6.routing-
rules":"","ipv6.token":"","proxy.browser-only":"no","proxy.method":"none","proxy.pac-
script":"","proxy.pac-url":""}}
http code: 200
```


- **ネットワーク接続の変更**
  PATCH "/api/connections/{connection}"
  必要権限: NetworkAdmin
  パラメータ: Network Manager で編集可能な値
  出力: 無し

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X PATCH -d ipv4.method=manual -d ipv4.addresses=198.51.100.123/16 ⏎
https://armadillo.local:58080/api/connections/Wired%20connection%201

http code: 200
```

6.8.5.8. Rest API : 電源制御

- **再起動**
  POST "/api/reboot"
  必要権限: Reboot
  パラメータ: 無し
  出力: 無し

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X POST https://armadillo.local:58080/api/reboot

http code: 200
```

- **停止**
  POST "/api/poweroff"
  必要権限: Poweroff
  パラメータ: 無し
  出力: 無し

```
[ATDE ~]$ curl_rest -X POST https://armadillo.local:58080/api/poweroff

http code: 200
```

6.9. ssh 経由で Armadillo Base OS にアクセスする

Armadillo-640 には openssh がインストールされていますが、デフォルトでは SSH サーバーが起動していません。

SSH サーバーを自動的に起動するようにするためには、以下のコマンドを実行してください。

```
[armadillo:~]# rc-update add sshd
 * service sshd added to runlevel default
[armadillo ~]# persist_file /etc/runlevels/default/sshd
[ 2819.277066] EXT4-fs (mmcblk2p1): re-mounted. Opts: (null)
[armadillo ~]# reboot
```

上記の例では、再起動後も設定が反映されるように、 `persist_file` コマンドで eMMC に設定を保存しています。

6.10. コマンドラインからネットワーク設定をする

基本的に、 Armadillo-640 のネットワーク設定は、「3.8. ネットワーク設定」で紹介したとおり、ABOS Web で行います。しかし、 ABOS Web で対応できない複雑なネットワーク設定を行いたい場合などは、コマンドラインからネットワークの設定を行うことも可能です。

ここでは、コマンドラインからネットワークを設定する方法について説明します。

6.10.1. 接続可能なネットワーク

Armadillo-640 は、1 つの Ethernet ポートが搭載されています。Linux からは、 eth0 に見えます。

表 6.4 ネットワークとネットワークデバイス

ネットワーク	ネットワークデバイス	出荷時の設定
Ethernet	eth0	DHCP

6.10.2. IP アドレスの確認方法

Armadillo-640 の IP アドレスを確認するには、ip addr コマンドを使用します。

```
[armadillo ~]# ip addr
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP qlen 1000
    link/ether 00:11:0c:00:0b:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.16.1.84/16 brd 172.16.255.255 scope global dynamic noprefixroute eth0
       valid_lft 28786sec preferred_lft 28786sec
    inet6 fe80::e9c0:7b3c:c0c9:3c4/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

図 6.77 IP アドレスの確認

inet となっている箇所が IP アドレスです。特定のインターフェースのみを表示したい場合は、以下のようにします。

```
[armadillo ~]# ip addr show dev eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc mq state UP qlen 1000
    link/ether 00:11:0c:00:0b:79 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.16.1.84/16 brd 172.16.255.255 scope global dynamic noprefixroute eth0
       valid_lft 28656sec preferred_lft 28656sec
    inet6 fe80::e9c0:7b3c:c0c9:3c4/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

図 6.78 IP アドレス(eth0)の確認

6.10.3. ネットワークの設定方法

Armadillo-640 では、通常の Linux システムと同様、ネットワークインターフェースの設定は NetworkManager を使用します。NetworkManager はすべてのネットワーク設定をコネクションとして管理します。コネクションには「どのようにネットワークへ接続するか」、「どのようにネットワークを作成するか」を記述し、 /etc/NetworkManager/system-connections/ に保存します。また、1 つのデバイスに対して複数のコネクションを保存することは可能ですが、1 つのデバイスに対して有効化にできるコネクションは 1 つだけです。

NetworkManager は、従来の /etc/network/interfaces を使った設定方法もサポートしていますが、本書では nmcli を用いた方法を中心に紹介します。

6.10.3.1. nmcli について

nmcli は NetworkManager を操作するためのコマンドラインツールです。「図 6.79. nmcli のコマンド書式」に nmcli の書式を示します。このことから、 nmcli は「オブジェクト (OBJECT) というものが存在し、それぞれのオブジェクトに対してコマンド (COMMAND) を実行する。」という書式でコマンドを入力することがわかります。また、オブジェクトそれぞれに help が用意されていることもここから読み取れます。

```
nmcli [ OPTIONS ] OBJECT { COMMAND | help }
```

図 6.79 nmcli のコマンド書式

6.10.4. nmcli の基本的な使い方

ここでは nmcli の、基本的な使い方を説明します。

6.10.4.1. コネクションの一覧

登録されているコネクションの一覧を確認するには、次のようにコマンドを実行します。[1]

```
[armadillo ~]# nmcli connection
NAME                UUID                                  TYPE      DEVICE
Wired connection 1  a6f99120-b4ed-3823-a6f0-0491d4b6101e  ethernet  eth0
```

図 6.80 コネクションの一覧

表示された NAME については、以降 [ID] として利用することができます。

6.10.4.2. コネクションの有効化・無効化

コネクションを有効化するには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# nmcli connection up [ID]
```

図 6.81 コネクションの有効化

コネクションを無効化するには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# nmcli connection down [ID]
```

図 6.82 コネクションの無効化

6.10.4.3. コネクションの作成

コネクションを作成するには、次のようにコマンドを実行します。

[1] nmcli connection show [ID] によって、より詳細な情報を表示することもできます。

```
[armadillo ~]# nmcli connection add con-name [ID] type [type] ifname [interface name]
```

図 6.83 コネクションの作成

[ID] にはコネクションの名前(任意)、[type] には ethernet、wifi といった接続タイプ、[interfacename] にはインターフェース名(デバイス)を入力します。これにより /etc/NetworkManager/system-connections/ に[ID]の名前でコネクションファイルが作成されます。このファイルを vi などで編集し、コネクションを修正することも可能です。

Armadillo-640 を再起動したときにコネクションファイルが消えてしまわないように、persist_file コマンドで永続化する必要があります。persist_file コマンドに関する詳細は「6.1. persist_file について」を参照してください。

```
[armadillo ~]# persist_file /etc/NetworkManager/system-connections/<コネクションファイル名>
```

図 6.84 コネクションファイルの永続化

別の Armadillo-640 からコネクションファイルをコピーした場合は、コネクションファイルのパーミッションを 600 に設定してください。600 に設定後、 nmcli c reload コマンドでコネクションファイルを再読込します。

```
[armadillo ~]# chmod 600 /etc/NetworkManager/system-connections/<コネクションファイル名>
[armadillo ~]# persist_file /etc/NetworkManager/system-connections/<コネクションファイル名>
[armadillo ~]# nmcli c reload
```

swu イメージを使用してコネクションファイルのアップデートを行う場合は、swu イメージに含めるコネクションファイルのパーミッションを 600 に設定してから、swu イメージを作成してください。アップデート実行時には swu イメージ作成時のパーミッションが維持されるため、上記のコマンド実行手順は不要です。swu イメージに関しては 「3.2.3. アップデート機能について」 を参考にしてください。

6.10.4.4. コネクションの削除

コネクションを削除するには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# nmcli connection delete [ID]
```

図 6.85 コネクションの削除

これにより /etc/NetworkManager/system-connections/ のコネクションファイルも同時に削除されます。コネクションの作成と同様に persist_file コマンドで永続化する必要があります。

```
[armadillo ~]# persist_file -d /etc/NetworkManager/system-connections/<コネクションファイル名>
```

図 6.86 コネクションファイル削除時の永続化

6.10.4.5. 固定 IP アドレスに設定する

「表 6.5. 固定 IP アドレス設定例」の内容に設定する例を、「図 6.87. 固定 IP アドレス設定」に示します。

表 6.5 固定 IP アドレス設定例

項目	設定
IP アドレス	192.0.2.10
マスク長	24
デフォルトゲートウェイ	192.0.2.1

```
[armadillo ~]# nmcli connection modify [ID] ¥
ipv4.method manual ipv4.addresses 192.0.2.10/24 ipv4.gateway 192.0.2.1
```

図 6.87 固定 IP アドレス設定

6.10.4.6. DNS サーバーを指定する

DNS サーバーを指定する例を、「図 6.88. DNS サーバーの指定」に示します。

```
[armadillo ~]# nmcli connection modify [ID] ipv4.dns 192.0.2.1
```

図 6.88 DNS サーバーの指定

6.10.4.7. DHCP に設定する

DHCP に設定する例を、「図 6.89. DHCP の設定」に示します。

```
[armadillo ~]# nmcli connection modify [ID] ipv4.method auto
```

図 6.89 DHCP の設定

-ipv4.addresses のように、プロパティ名の先頭に "-" を付けることで設定したプロパティを削除することができます。反対に "+" を付けることでプロパティを追加することができます。

6.10.4.8. コネクションの修正を反映する

有効化されているコネクションを修正した場合、かならず修正したコネクションを再度有効化してください。

```
[armadillo ~]# nmcli connection down [ID]
[armadillo ~]# nmcli connection up [ID]
```

図 6.90 コネクションの修正の反映

6.10.4.9. デバイスの一覧

デバイスの一覧(デバイス名、タイプ、状態、有効なコネクション)を確認するには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# nmcli device
DEVICE  TYPE      STATE        CONNECTION
eth0    ethernet  connected    Wired connection 1
lo      loopback  unmanaged    --
```

図 6.91 デバイスの一覧

6.10.4.10. デバイスの接続

デバイスを接続するには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# nmcli device connect [ifname]
```

図 6.92 デバイスの接続

デバイスを接続するには、接続しようとしているデバイスの有効なコネクションが必要です。"Error: neither a valid connection nor devicegiven" というメッセージが表示された場合には、 `nmcli connection` などで有効なコネクションがあるかを確認してください。

6.10.4.11. デバイスの切断

デバイスを切断するには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo ~]# nmcli device disconnect [ifname]
```

図 6.93 デバイスの切断

6.10.5. 有線 LAN

有線 LAN で正常に通信が可能か確認します。設定を変更した場合、必ず変更したインターフェースを再度有効化してください。

同じネットワーク内にある通信機器と PING 通信を行います。以下の例では、通信機器が「192.0.2.20」という IP アドレスを持っていると想定しています。

```
[armadillo ~]# ping -I eth0 -c 3 192.0.2.20 ❶
PING 192.0.2.20 (192.0.2.20): 56 data bytes
64 bytes from 192.0.2.20: seq=0 ttl=64 time=3.056 ms
64 bytes from 192.0.2.20: seq=1 ttl=64 time=1.643 ms
64 bytes from 192.0.2.20: seq=2 ttl=64 time=1.633 ms

--- 192.0.2.20 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 1.633/2.110/3.056 ms
```

図 6.94 有線 LAN の PING 確認

❶ -I オプションでインターフェースを指定できます。

有線 LAN 以外のインターフェースが有効化されている場合、ルーティングの設定などにより、ネットワーク通信に有線 LAN が使用されない場合があります。設定を必ず確認してください。確実に有線 LAN の接続確認をする場合は、有線 LAN 以外のインターフェースを無効化してください。

6.11. ストレージの操作

ここでは、microSDHC カードを接続した場合を例にストレージの使用方法を説明します。以降の説明では、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。

6.11.1. ストレージ内にアクセスする

Linux では、アクセス可能なファイルやディレクトリは、一つの木構造にまとめられています。あるストレージデバイスのファイルシステムを、この木構造に追加することを、マウントするといいます。マウントを行うコマンドは、 mount です。

mount コマンドの典型的なフォーマットは、次の通りです。

```
mount [-t fstype] device dir
```

図 6.95 mount コマンド書式

-t オプションに続く fstype には、ファイルシステムタイプを指定します。ファイルシステムタイプの指定は省略可能です。省略した場合、mount コマンドはファイルシステムタイプを推測します。この推測は必ずしも適切なものとは限りませんので、事前にファイルシステムタイプが分かっている場合は明示的に指定してください。FAT32 ファイルシステムの場合は vfat 、EXT3 ファイルシステムの場合は ext3 を指定します。

通常、購入したばかりの microSDHC カードは FAT32 または exFAT ファイルシステムでフォーマットされています。

device には、ストレージデバイスのデバイスファイル名を指定します。microSD カードのパーティション 1 の場合は /dev/mmcblk1p1 、パーティション 2 の場合は /dev/mmcblk1p2 となります。

dir には、ストレージデバイスのファイルシステムをマウントするディレクトリを指定します。

SD インターフェース (CON1) に microSD カードを挿入し、以下に示すコマンドを実行すると、 /mnt ディレクトリに microSD カードのファイルシステムをマウントすることができます。 microSD カード内のファイルは、/mnt ディレクトリ以下に見えるようになります。

```
[armadillo ~]# mount -t vfat /dev/mmcblk1p1 /mnt
[armadillo ~]# ls /mnt
  :
  :
```

図 6.96 ストレージのマウント

6.11.2. ストレージを安全に取り外す

ストレージを安全に取り外すには、アンマウントという作業が必要です。アンマウントを行うコマンドは、 umount です。オプションとして、アンマウントしたいデバイスがマウントされているディレクトリを指定します。

```
[armadillo ~]# umount /mnt
```

図 6.97 ストレージのアンマウント

6.11.3. ストレージのパーティション変更とフォーマット

通常、購入したばかりの microSD カードや USB メモリは、一つのパーティションを持ち、FAT32 ファイルシステムでフォーマットされています。

パーティション構成を変更したい場合、 fdisk コマンドを使用します。 fdisk コマンドの使用例として、一つのパーティションで構成されている microSD カードのパーティションを、2 つに分割する例を「図 6.98. fdisk コマンドによるパーティション変更」に示します。一度、既存のパーティションを削除してから、新たにプライマリパーティションを二つ作成しています。先頭のパーティションには 100MByte、二つめのパーティションに残りの容量を割り当てています。先頭のパーティションは /dev/mmcblk1p1 、二つめは /dev/mmcblk1p2 となります。

```
[armadillo ~]# fdisk /dev/mmcblk1

Welcome to fdisk (util-linux 2.37.2).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.


Command (m for help): d
Selected partition 1
Partition 1 has been deleted.

Command (m for help): n
Partition type
   p   primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
```

```
   e   extended (container for logical partitions)
Select (default p): p
Partition number (1-4, default 1): 1
First sector (2048-15138815, default 2048):
Last sector, +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-15138815, default 15138815): +100M

Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 100 MiB.

Command (m for help): n
Partition type
   p   primary (1 primary, 0 extended, 3 free)
   e   extended (container for logical partitions)
Select (default p): p
Partition number (2-4, default 2): 2
First sector (206848-15138815, default 206848):
Last sector, +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (206848-15138815, default 15138815):

Created a new partition 2 of type 'Linux' and of size 7.1 GiB.

Command (m for help): w
The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
[  305.798606] mmcblk1: p1 p2
Syncing disks.
```

図 6.98 fdisk コマンドによるパーティション変更

FAT32 ファイルシステムでストレージデバイスをフォーマットするには、 mkfs.vfat コマンドを使用します。また、EXT2 や EXT3、EXT4 ファイルシステムでフォーマットするには、mkfs.ext2 や mkfs.ext3 、mkfs.ext4 コマンドを使用します。microSD カードのパーティション 1 を EXT4 ファイルシステムでフォーマットするコマンド例を次に示します

```
[armadillo ~]# mkfs.ext4 /dev/mmcblk1p1
```

図 6.99 EXT4 ファイルシステムの構築

6.12. ボタンやキーを扱う

buttond サービスを使用することで、ボタンやキー入力をトリガーとする処理を簡単に実装できます。

/etc/atmark/buttond.conf に BUTTOND_ARGS を指定することで、動作を指定することができます:

- --short <key> --action "command": 短押しの設定。キーを 1 秒以内に離せば短押しと認識し "command"を実行します。認識する最大時間は --time <time_ms> オプションで変更可能です。
- --long <key> --action "command": 長押しの設定。キーを 5 秒押し続けたタイミングで "command" を実行します。長押しと認識する最低時間は --time <time_ms> オプションで変更可能です。
- 1 つのキーに対して複数の設定が可能です。長押しの設定が複数ある場合、押したままの状態だと一番長い時間に設定されている "command" を実行します。途中でキーを離した場合は、キーを離した時間に応じた "command" を実行します。(例：buttond --short <key> --action "cmd1" --long <key> --time 2000 --action "cmd2" --long <key> --time 10000 --action "cmd3" <file> を実行した場合、1 秒以内に離すと "cmd1"、2 秒以上 10 秒以内に離すと "cmd2"、10 秒を越えたら "cmd3" を実行します)。

・ 短押し設定を複数指定する場合、時間の短い設定を先に指定してください。 0.5 秒、1 秒を設定したい場合、1 秒 → 0.5 秒の順番で指定すると 0.5 秒が無視されます。

・ --exit-timeout <time_ms> : 設定した時間の後に buttond を停止します。起動時のみに対応したい場合に使えます。

・ キーの設定の --exit-after オプション : キーのコマンドを実行した後に buttond を停止します。キーの対応を一回しか実行しないように使えます。

6.12.1. SW1 の短押しと長押しの対応

以下にデフォルトを維持したままで SW1 の短押しと長押しのそれぞれの場合にコマンドを実行させる例を示します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/buttond.conf ❶
BUTTOND_ARGS="$BUTTOND_ARGS --short prog1 --action 'date >> /tmp/shortpress'"
BUTTOND_ARGS="$BUTTOND_ARGS --long prog1 --time 5000 --action 'date >> /tmp/longpress'"
[armadillo ~]# persist_file /etc/atmark/buttond.conf ❷
[armadillo ~]# rc-service buttond restart ❸
buttond          | * Stopping button watching daemon ...                    [ ok ]
buttond          | * Starting button watching daemon ...                    [ ok ]
[armadillo ~]# cat /tmp/shortpress ❹
Tue Mar 22 17:16:42 JST 2022
Tue Mar 22 17:16:43 JST 2022
[armadillo ~]# cat /tmp/longpress
Tue Mar 22 17:16:48 JST 2022
```

図 6.100 buttond で SW1 を扱う

❶ buttond の設定ファイルを編集します。この例では、短押しの場合 /tmp/shotpress に、5 秒以上の長押しの場合 /tmp/longpress に日付を出力します。

❷ 設定ファイルを保存します。

❸ buttond サービスを再起動させます。ここでは再起動後短押しを 2 回、長押しを 1 回行ったとします。

❹ 押された回数を確認します。

Debian 版と ABOS 3.18.4-at.4 以前では、 SW1 の押下を ENTER キーのリリースとして割り当てていました。ABOS 3.18.4-at.4 以降の ABOS で同じ動作にしたい場合は armadillo-600-button-enter.dtbo を /boot/overlays.txt に追加してください。詳細は 「3.5.5. DT overlay によるカスタマイズ」 を参照ください。

6.12.2. USB キーボードの対応

USB キーボードや他の入力デバイスにも対応できます。

1. デバイスを接続してから、 buttond でデバイス名とキーコードを確認します。

```
[armadillo ~]# buttond -vvv /dev/input/* /dev/input/by-*/* ❶
Skipping directory /dev/input/by-id
Skipping directory /dev/input/by-path
[78972.042] /dev/input/event2 4 4 458976: non-keyboard event ignored
[78972.042] /dev/input/event2 LEFTCTRL (29) pressed: ignored ❷
[78972.042] /dev/input/by-id/usb-0566_3029-event-kbd 4 4 458976: non-keyboard event ignored
[78972.042] /dev/input/by-id/usb-0566_3029-event-kbd LEFTCTRL (29) pressed: ignored
[78972.042] /dev/input/by-path/platform-xhci-hcd.1.auto-usb-0:1:1.0-event-kbd 4 4 458976:
non-keyboard event ignored
[78972.042] /dev/input/by-path/platform-xhci-hcd.1.auto-usb-0:1:1.0-event-kbd LEFTCTRL
(29) pressed: ignored
[78972.130] /dev/input/event2 4 4 458976: non-keyboard event ignored
[78972.130] /dev/input/event2 LEFTCTRL (29) released: ignored
[78972.130] /dev/input/by-id/usb-0566_3029-event-kbd 4 4 458976: non-keyboard event ignored
[78972.130] /dev/input/by-id/usb-0566_3029-event-kbd LEFTCTRL (29) released: ignored
[78972.130] /dev/input/by-path/platform-xhci-hcd.1.auto-usb-0:1:1.0-event-kbd 4 4 458976:
non-keyboard event ignored
[78972.130] /dev/input/by-path/platform-xhci-hcd.1.auto-usb-0:1:1.0-event-kbd LEFTCTRL
(29) released: ignored
```

図 6.101 buttond で USB キーボードのイベントを確認する

❶ buttond を -vvv で冗長出力にして、すべてのデバイスを指定します。

❷ 希望のキーを押すと、LEFTCTRL が三つのパスで認識されました。 一番安定する by-id のパスを控えておきます。

2. USB デバイスを外すこともありますので、-i (inotify) で管理されてる入力デバイスとして追加します。そうしないとデバイスを外したときに buttond が停止します。

```
[armadillo ~]# vi /etc/atmark/buttond.conf
BUTTOND_ARGS="$BUTTOND_ARGS -i /dev/input/by-id/usb-0566_3029-event-kbd"
BUTTOND_ARGS="$BUTTOND_ARGS --short LEFTCTRL --action 'podman_start
button_pressed_container'"
[armadillo ~]# persist_file /etc/atmark/buttond.conf
[armadillo ~]# rc-service buttond restart
```

図 6.102 buttond で USB キーボードを扱う

6.12.3. Armadillo 起動時にのみボタンに反応する方法

Armadillo 起動時にのみ、例として SW1 の長押しに反応する方法を紹介します。

/etc/local.d/boot_switch.start に稼働期間を指定した buttond を起動させる設定を記載します。

buttond が起動してから 10 秒以内に SW1 を一秒以上長押しすると myapp のコンテナの親プロセスに USR1 信号を送ります（アプリケーション側で信号を受信して、デバッグモードなどに切り替える想定です）。SW1 が Armadillo 起動前に押された場合は、buttond の起動一秒後に実行されます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/local.d/boot_switch.start
#!/bin/sh

buttond /dev/input/by-path/platform-gpio-keys-event ¥ ❶
```

```
        --exit-timeout 10000 ¥ ❷
        --long PROG1 --time 1000 --exit-after ¥ ❸
                --action "podman exec myapp kill -USR1 1" & ❹
[armadillo ~]# chmod +x /etc/local.d/boot_switch.start
[armadillo ~]# persist_file /etc/local.d/boot_switch.start
```

図 6.103 buttond で SW1 を Armadillo 起動時のみ受け付ける設定例

❶ SW1 の入力を /dev/input/by-path/platform-gpio-keys-event ファイルの PROG1 として認識できます。

❷ buttond 起動後 10 秒経過すると終了します。

❸ SW1 を一度検知した後すぐに終了します。

❹ サービスとして動作させる必要がないため & を付けてバックグラウンド起動します。

6.13. 動作中の Armadillo の温度を測定する

この章では、Armadillo Base OS 搭載製品を組み込んだユーザー製品の熱設計時に役立つ温度プロファイラツールである「atmark-thermal-profiler」について紹介します。

6.13.1. 温度測定の重要性

Armadillo は製品ごとに動作温度範囲が設定されていますが、それらはあくまでも標準筐体に放熱材と共に取り付けて使用した場合の目安であり、実運用時には自作の筐体の使用や放熱の有無などで記載のスペック通りにならない場合があります。また、 Armadillo には CPU または SoC が特定の温度以上になると、自動的にシャットダウンするサーマルシャットダウン機能が搭載されています。そのため、現実的には Armadillo を組み込んだ製品を運用時と同等の環境で動作させつつ、実際に温度を計測して実運用時の CPU 及び SoC 温度がどの程度まで上がるか、サーマルシャットダウンは起こらないかを確かめる必要があります。

Armadillo Base OS 搭載製品では、動作中の Armadillo の各種温度等を取得し CSV 形式で出力する atmark-thermal-profiler を利用することができますので、温度測定に役立てることができます。

6.13.2. atmark-thermal-profiler をインストールする

atmark-thermal-profiler は apk パッケージで公開されていますので、apk add コマンドでインストールすることが可能です。

```
[armadillo ~]# apk upgrade
[armadillo ~]# apk add atmark-thermal-profiler
```

図 6.104 atmark-thermal-profiler をインストールする

atmark-thermal-profiler はデバッグ(開発)用途で温度情報を収集及び解析するツールです。atmark-thermal-profiler は、他の apk パッケージと同様に persist_file -a コマンドで永続的にインストールしておくことが可能ですが、ログの保存のために Armadillo が起動している間 eMMC への書き込みを続けるので、 Armadillo を組み込んだ製品の運用時に動かしたままにしておくことは推奨しません。

atmark-thermal-profiler を永続的にインストールする場合は、運用時には必ず削除してください。

6.13.3. atmark-thermal-profiler を実行・停止する

「図 6.105. atmark-thermal-profiler を実行する」に示すコマンドを実行することで、 atmark-thermal-profiler が動作を開始します。

```
[armadillo ~]# rc-service atmark-thermal-profiler start
```

図 6.105 atmark-thermal-profiler を実行する

「図 6.106. atmark-thermal-profiler を停止する」に示すコマンドを実行することで、 atmark-thermal-profiler が動作を停止します。

```
[armadillo ~]# rc-service atmark-thermal-profiler stop
```

図 6.106 atmark-thermal-profiler を停止する

6.13.4. atmark-thermal-profiler が出力するログファイルを確認する

atmark-thermal-profiler は、インストール直後から自動的に温度や CPU 負荷率、Load Average などの情報を 30 秒に 1 度の周期で集め、/var/log/thermal_profile.csv に追記していきます。

```
[armadillo ~]# head /var/log/thermal_profile.csv
DATE,ONESHOT,CPU_TMEP,SOC_TEMP,LOAD_AVE,CPU_1,CPU_2,CPU_3,CPU_4,CPU_5,USE_1,USE_2,USE_3,USE_4,USE_ ⏎
5
2022-11-30T11:11:05+09:00,0,54,57,0.24,/usr/sbin/rngd -b -p /run/rngd.pid -q -O jitter:buffer_size: ⏎
4133 -O jitter:refill_thresh:4133 -O jitter:thread_count:1,/usr/sbin/chronyd -f /etc/chrony/ ⏎
chrony.conf,[kworker/1:3H-kb],podman network inspect podman,/usr/sbin/NetworkManager -n,22,2,2,0,0,
:（省略）
```

図 6.107 ログファイルの内容例

thermal_profile.csv の 1 行目はヘッダ行です。各列についての説明を「表 6.6. thermal_profile.csv の各列の説明」に記載します。

表 6.6 thermal_profile.csv の各列の説明

ヘッダ	説明
DATE	その行のデータ取得日時です。 "年-月-日 T 時:分:秒+タイムゾーン" の形式で出力されます。
ONESHOT	この列が 1 の行のデータは、サーマルシャットダウンを含むシャットダウンが実行された時に取得されたことを示します。
CPU_TEMP	計測時点の CPU 温度を示します。単位は℃です。
SOC_TEMP	計測時点の SoC 温度を示します。単位は℃です。製品よっては非対応で、その場合は空白になります。
LOAD_AVE	計測時点から直近 1 分間の Load Average です。
CPU_1	計測時点の CPU 使用率 1 位のプロセスです。
CPU_2	計測時点の CPU 使用率 2 位のプロセスです。

ヘッダ	説明
CPU_3	計測時点の CPU 使用率 3 位のプロセスです。
CPU_4	計測時点の CPU 使用率 4 位のプロセスです。
CPU_5	計測時点の CPU 使用率 5 位のプロセスです。
USE_1	計測時点の CPU 使用率 1 位のプロセスの CPU 使用率です。
USE_2	計測時点の CPU 使用率 2 位のプロセスの CPU 使用率です。
USE_3	計測時点の CPU 使用率 3 位のプロセスの CPU 使用率です。
USE_4	計測時点の CPU 使用率 4 位のプロセスの CPU 使用率です。
USE_5	計測時点の CPU 使用率 5 位のプロセスの CPU 使用率です。

6.13.5. 温度測定結果の分析

atmark-thermal-profiler を使用して得られたログファイルの内容を分析してみます。

6.13.5.1. サーマルシャットダウン温度の確認

予め、使用している Armadillo が何℃でサーマルシャットダウンするか確認しておきます。ここでは、 Armadillo Base OS を搭載している Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 を例とします。他の製品では得られる結果が異なる場合があることに注意してください。

```
[armadillo ~]# cat /sys/class/thermal/thermal_zone0/trip_point_1_temp
105000 ❶
[armadillo ~]# cat /sys/class/thermal/thermal_zone1/trip_point_1_temp
105000 ❷
```

図 6.108 サーマルシャットダウン温度の確認(Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 を例に)

❶ CPU のサーマルシャットダウン温度です。ミリ℃で表記されているので、105℃でサーマルシャットダウンすることがわかります。

❷ SoC のサーマルシャットダウン温度です。ミリ℃で表記されているので、105℃でサーマルシャットダウンすることがわかります。

6.13.5.2. 温度測定結果のグラフ化

atmark-thermal-profiler が出力するログ(thermal_profile.csv)は CSV ファイルなので、各種表計算ソフトでインポートしてグラフ化することが可能です。これにより Armadillo 動作中の温度の変化が可視化され、得られる情報が見やすくなります。

「図 6.109. Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 で取得した温度のグラフ」は Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 上で一定期間 atmark-thermal-profiler を実行して取得した thermal_profile.csv を Google スプレッドシートでグラフ化したものです。例のために、途中で stress-ng コマンドを実行して CPU に負荷を与えた後、 stress-ng コマンドを停止して CPU と SoC の温度が下がるのを待った際のデータです。

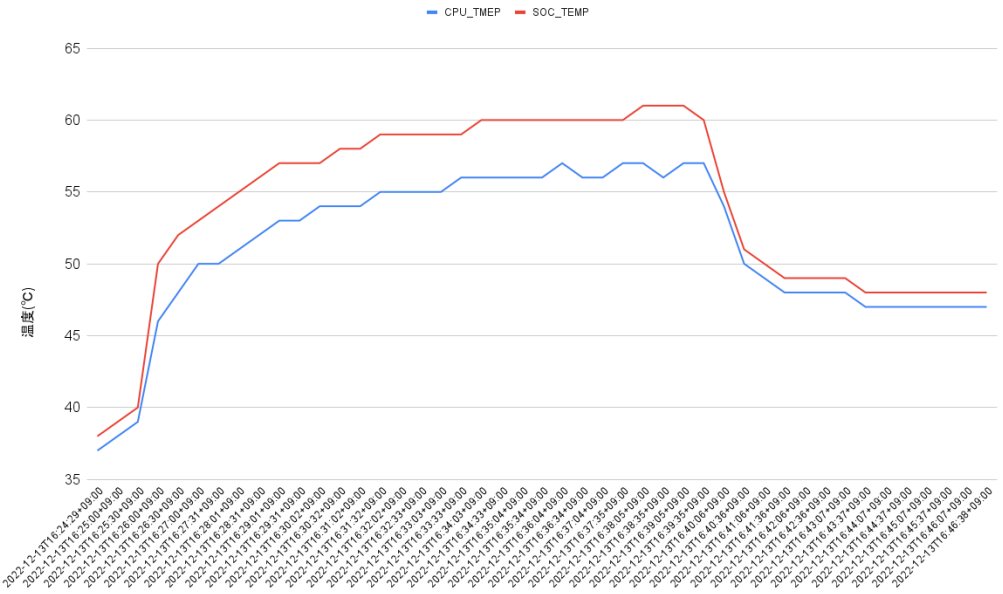


図 6.109 Armadillo-IoT ゲートウェイ G4 で取得した温度のグラフ

グラフの縦軸は温度(℃)で、横軸は時間です。青い線は CPU の温度、赤い線は SoC の温度を表しています。このグラフと、「6.13.5.1. サーマルシャットダウン温度の確認」で得たサーマルシャットダウン温度を見比べると、 CPU に負荷をかけた際であっても SoC の温度は 60℃ 前後ほどまでしか上がらず、この条件で動く Armadillo が温度的にどれほど余裕を持っているかをひと目で確認できます。

6.13.5.3. CPU 使用率の確認

atmark-thermal-profiler は、時間毎の温度だけでなく CPU 使用率と CPU 使用率の高いプロセスについても取得して記録します。CPU 使用率については thermal_profile.csv の CPU_1～CPU_5 列と、USE_1～USE_5 列を参照してください。各列について詳しくは「表 6.6. thermal_profile.csv の各列の説明」にまとまっています。

一般的に CPU 使用率が高くなると、 CPU 周辺の温度も高くなります。そのため、測定した温度が高い場合は、 CPU 使用率の高いプロセスに注目して、 CPU を無駄に使用している意図しない処理が行なわれていないかなどを確認することをおすすめします。

6.13.6. 温度センサーの仕様

Armadillo-640 の温度センサーは、i.MX6ULL の TEMPMON(Temperature Monitor)を利用しています。

起動直後の設定では、ARM または SoC の測定温度が 105℃ 以上になった場合、Linux カーネルはシステムを停止します。

機能	・ 測定温度範囲: -40～+105℃
sysfs thermal クラスディレクトリ	・ `/sys/class/thermal/thermal_zone0`

6.14. Armadillo Base OS をアップデートする

Armadillo Base OS は SWUpdate によってアップデートすることができます。

アップデートする際には、rootfs ファイルシステムにインストールされたファイルをすべて消して、アップデートの中身と /etc/swupdate_preserve_files に記載されているファイルで新しい rootfs を作ります。「6.5. swupdate_preserve_files について」 を参照してください。

アップデートでファイルを削除してしまった場合に abos-ctrl mount-old で前のシステムを read-only でマウントして、削除されたファイルをコピーすることもできます。

6.15. ロールバック状態を確認する

Armadillo Base OS の ルートファイルシステムが壊れて起動できなくなった場合に自動的に前のバージョンで再起動します。

自分で確認する必要がある場合に abos-ctrl status でロールバックされてるかどうかの確認ができます。

必要な場合（例えば、自分のアプリケーションがアップデート直後に問題があった場合)、 abos-ctrl rollback で手動のロールバックも可能です。ロールバックにエラーがなければ、再起動してロールバックを完了します。

なお、/var/at-log/atlog に切り替えの際に必ずログを書きますので、調査の時に使ってください。

```
[armadillo ~]# cat /var/at-log/atlog
Mar 17 14:51:35 armadillo NOTICE swupdate: Installed update to /dev/mmcblk0p2: ¥
extra_os.sshd: unset -> 1, extra_os.initial_setup: unset -> 1
Mar 17 16:48:52 armadillo NOTICE swupdate: Installed update to /dev/mmcblk0p1: ¥
boot: 2020.04-at5 -> 2020.04-at6, base_os: 3.15.0-at.3 -> 3.15.0-at.4
Mar 17 17:42:15 armadillo NOTICE swupdate: Installed update to /dev/mmcblk0p2: ¥
other_boot: 2020.04-at5 -> 2020.04-at6, container: unset -> 1, extra_os.container: unset -> 1
```

図 6.110 /var/at-log/atlog の内容の例

6.16. Armadillo 起動時にコンテナの外でスクリプトを実行する

起動時に何かスクリプトを走らせるためにはコンテナとして実行することを推奨します。 「6.2.4. コンテナ起動設定ファイルを作成する」 を参照してください。

コンテナで実行不可能な場合に、「local」サービスを使うことができます: /etc/local.d ディレクトリに.start ファイルを置いておくと起動時に実行されて、 .stop ファイルは終了時に実行されます。

```
[armadillo ~]# vi /etc/local.d/date_test.start ❶
#!/bin/sh

date > /tmp/boottest
[armadillo ~]# chmod +x /etc/local.d/date_test.start ❷
[armadillo ~]# persist_file /etc/local.d/date_test.start ❸
[armadillo ~]# reboot
: (省略)
[armadillo ~]# cat /tmp/boottest ❹
Tue Mar 22 16:36:12 JST 2022
```

図 6.111 local サービスの実行例

❶ スクリプトを作ります。

❷ スクリプトを実行可能にします。

❸ スクリプトを保存して、再起動します。

❹ 実行されたことを確認します。

6.17. u-boot の環境変数の設定

u-boot の環境変数を変更するには /boot/uboot_env.d/ ディレクトリに環境変数が書かれた設定ファイルを配置します。

ファイルの構文は fw_setenv が扱うことができるもので、以下のとおりです：

- # で始まる行はコメントと扱われる為、無視されます。また、 環境変数への代入を示す = がない場合も無視されます。
- [変数]=[値] で変数を設定します。スペースや引用符を含め他の文字は有効ですので、変数の名前と値に不要な文字を入れないように注意してください。
- [変数]= で変数を消します。値がない場合に変数が消去されます。

このファイルによるアップデート内容は swupdate でアップデートする際に適用されます。

実行中のシステムに影響がありませんので、設定ファイルを swupdate で転送しない場合はファイル永続化後に fw_setenv -s /boot/uboot_env.d/[ファイル名] で変数を書き込んでください。

swupdate でファイルを転送した場合には、変数はすぐに利用されます。

```
[armadillo ~]# vi /boot/uboot_env.d/no_prompt ❶
# bootdelay を -2 に設定することで u-boot のプロンプトを無効化します
bootdelay=-2
[armadillo ~]# persist_file -v /boot/uboot_env.d/no_prompt ❷
'/boot/uboot_env.d/no_prompt' -> '/mnt/boot/uboot_env.d/no_prompt'
[armadillo ~]# fw_setenv -s /boot/uboot_env.d/no_prompt ❸
Environment OK, copy 0
[armadillo ~]# fw_printenv | grep bootdelay ❹
bootdelay=-2
```

図 6.112 uboot_env.d のコンフィグファイルの例

❶ コンフィグファイルを生成します。

❷ ファイルを永続化します。

❸ 変数を書き込みます。

❹ 書き込んだ変数を確認します。

mkswu バージョン 4.4 以降が必要です。必要な場合はアップデートしてください。

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

書き方は、 /usr/share/mkswu/examples/uboot_env.desc を参考にしてください。

「6.19.1. ブートローダーをビルドする」 の際に u-boot のデフォルトを変更した場合や、u-boot のプロンプトで「setenv」や「saveenv」を実行しても、 /boot/uboot_env.d/00_defaults によって変更がアップデートの際にリセットされます。

00_defaults のファイルは Base OS の一部で更新されることもありますので、変更を望む場合は別のファイルを作って設定してください。ファイルはアルファベット順で処理されます。 00_defaults にある変数を後のファイルにも設定した場合はそのファイルの値だけが残ります。

主要な u-boot の環境変数を以下に示します。

表 6.7 u-boot の主要な環境変数

環境変数	説明	デフォルト値
console	コンソールのデバイスノードと、UART のボーレート等を指定します。	ttymxc0,115200
bootcount	起動回数を示します。初回起動時に 1 となり、起動に失敗する度にインクリメントされます。ユーザーランドの bootcount サービスが起動されると、この値はクリアされます。この値が"bootlimit"を越えた場合はロールバックします。ロールバックの詳細については、「3.2.3.4. ロールバック（リカバリー）」を参照してください。	1
bootlimit	"bootcount"のロールバックを行うしきい値を指定します。	3
bootdelay	保守モードに遷移するためのキー入力を待つ時間を指定します(単位:秒)。次の値は特別な意味を持ちます。 ・ -1: キー入力の有無に関らず保守モードに遷移します。 ・ -2: キー入力の有無に関らず保守モードに遷移しません。 ・ -3: キー入力の有無に関らず保守モードに遷移しません。ただし、SW1 が押下されている場合は保守モードに遷移します。	0
image	Linux カーネルイメージファイルのパスです。"mmcdev"で指定されたデバイスの、"mmcpart"で指定されたパーティションのルートディレクトリからの相対パスで指定します。	boot/ulmage
fdt_file	DTB ファイルのパスです。"mmcdev"で指定されたデバイスの、"mmcpart"で指定されたパーティションのルートディレクトリからの相対パスで指定します。	boot/armadillo.dtb
overlays_list	DT overlay の設定ファイルのパスです。"mmcdev"で指定されたデバイスの、"mmcpart"で指定されたパーティションのルートディレクトリからの相対パスで指定します。DT overlay の詳細については、「3.5.5. DT overlay によるカスタマイズ」を参照してください。	boot/overlays.txt
mmcautodetect	mmc デバイスの自動検出機能の有効/無効を指定します。yes を指定した場合のみ、u-boot が起動された mmc デバイスが自動的に mmcdev として利用されます。	yes
mmcdev	"image"や"fdt_file"で指定されたファイルが配置してある mmc デバイスのインデックスを指定します。インデックスと mmc デバイスの対応は次の通りです。 ・ 0: eMMC ・ 1: microSD/microSDHC/microSDXC カード "mmcautodetect"に yes が指定されている場合は、u-boot の起動時に上書きされます。	0

環境変数	説明	デフォルト値
mmcpart	"image"や"fdt_file"で指定されたファイルが配置してある、"mmcdev"で指定された mmc デバイスのパーティション番号を指定します。"mmcautodetect"に yes が指定されている場合は、u-boot の起動時に上書きされます。	1
mmcroot	ルートファイルシステムが配置されているデバイスノードと、マウントオプションを指定します。"mmcautodetect"に yes が指定されている場合は、u-boot の起動時に上書きされます。overlayfs が正しく機能しなくなる場合があるので、ro の指定は変更しないでください。	/dev/mmcblk0p1 rootwait ro
optargs	Linux カーネル起動時パラメータを指定します。"quiet"を削除すると、コンソールに起動ログが出力されるようになりますが、起動時間が長くなります。	quiet
loadaddr	Linux カーネルが RAM にロードされる物理アドレスを指定します。	0x80800000
fdt_addr	DTB が RAM にロードされる物理アドレスを指定します。	0x83500000
overlay_addr	DT overlay のワーク領域として利用される RAM の物理アドレスを指定します。	0x83520000

6.18. SD ブートの活用

本章では、microSD カードから直接起動(以降「SD ブート」と表記します)する手順を示します。SD ブートを活用すると、microSD カードを取り替えることでシステムイメージを変更することができます。本章に示す手順を実行するためには、容量が 8Gbyte 以上の microSD カードを必要とします。

SD ブートを行った場合、ブートローダーの設定は **microSD カード** に保存されます。

6.18.1. ブートディスクの作成

1. ブートディスクイメージのビルドします

   「6.19.3. Alpine Linux ルートファイルシステムをビルドする」 で説明されているソースツリー alpine/build-rootfs にあるスクリプト `build_image` と 「6.19.1. ブートローダーをビルドする」でビルドした `u-boot-dtb.imx` を利用します。

```
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ sudo ./build_image.sh --board a600 ¥
          --boot ~/u-boot-[VERSION]/u-boot-dtb.imx
:（省略）
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ ls baseos-640*img
baseos-640-[VERSION].img
```

2. ATDE に microSD カードを接続します。詳しくは「3.3.2.7. 取り外し可能デバイスの使用」を参考にしてください。

3. microSD カードのデバイス名を確認します

```
[ATDE ~]$ ls /dev/sd?
/dev/sda  /dev/sdb
[ATDE ~]$ sudo fdisk -l /dev/sdb
Disk /dev/sdb: 7.22 GiB, 7751073792 bytes, 15138816 sectors
```

```
Disk model: SD/MMC
:（省略）
```

4. microSD カードがマウントされている場合、アンマウントします。

```
[ATDE ~]$ mount
:（省略）
/dev/sdb1 on /media/52E6-5897 type ext2
(rw,nosuid,nodev,relatime,uid=1000,gid=1000,fmask=0022,dmask=0077,codepage=cp437,iocharset
=utf8,shortname=mixed,showexec,utf8,flush,errors=remount-ro,uhelper=udisks)
[ATDE ~]$ sudo umount /dev/sdb1
```

図 6.113 自動マウントされた microSD カードのアンマウント

5. ブートディスクイメージの書き込み

```
[ATDE ~]$ sudo dd if=~/build-rootfs-[VERSION]/baseos-640-[VERSION].img ¥
                 of=/dev/sdb bs=1M oflag=direct status=progress
```

microSD カードの性能にもよりますが、書き込みには 5 分程度かかります。

microSD カードのパーティション構成は次のようになっています。

表 6.8 microSD カードのパーティション構成

パーティション	オフセット	サイズ	説明
-	0	10MiB	ブートローダー
1	10MiB	300MiB	A/B アップデートの A 面パーティション
2	310MiB	300MiB	A/B アップデートの B 面パーティション
3	610MiB	50MiB	ログ用パーティション
4	660MiB	200MiB	ファームウェア
5	860MiB	残り	アプリケーション用パーティション

gdisk で確認すると次のようになります。

```
[ATDE ~]$ sudo gdisk -l /dev/sdb
GPT fdisk (gdisk) version 1.0.8

Partition table scan:
  MBR: protective
  BSD: not present
  APM: not present
  GPT: present

Found valid GPT with protective MBR; using GPT.
Disk /dev/mmcblk1: 15319040 sectors, 7.3 GiB
```

```
Sector size (logical/physical): 512/512 bytes
Disk identifier (GUID): 309AD967-470D-4FB2-835E-7963578102A4
Partition table holds up to 128 entries
Main partition table begins at sector 2 and ends at sector 33
First usable sector is 34, last usable sector is 15319006
Partitions will be aligned on 2048-sector boundaries
Total free space is 20446 sectors (10.0 MiB)

Number  Start (sector)    End (sector)  Size       Code  Name
   1           20480          634879   300.0 MiB   8300  rootfs_0
   2          634880         1249279   300.0 MiB   8300  rootfs_1
   3         1249280         1351679   50.0 MiB    8300  logs
   4         1351680         1761279   200.0 MiB   8300  firm
   5         1761280        60485632   28.0 GiB    8300  app
```

6.18.2. SD ブートの実行

「6.18.1. ブートディスクの作成」で作成したブートディスクから起動する方法を説明します。

1. Armadillo-640 に電源を投入する前に、ブートディスクを CON1(microSD スロット)に挿入します。また、JP1 と JP2 を共にジャンパでショートします。

2. 電源を投入します。

```
U-Boot 2020.04-at15 (Jun 09 2023 - 18:46:32 +0900)

CPU:   i.MX6ULL rev1.1 at 396 MHz
Model: Atmark Techno {product}
DRAM:  512 MiB
setup_rtc_disarm_alarm: Can't find bus
WDT:   Started with servicing (10s timeout)
PMIC: PFUZE3000 DEV_ID=0x30 REV_ID=0x11
MMC:   FSL_SDHC: 0, FSL_SDHC: 1
Loading Environment from MMC... OK
In:    mxc_serial
Out:   mxc_serial
Err:   mxc_serial
switch to partitions #0, OK
mmc1 is current device
flash target is MMC:1
Net:   eth0: ethernet@2188000
Fastboot: Normal
Saving Environment to MMC... Writing to MMC(1)... OK
Normal Boot
Hit any key to stop autoboot:  0
switch to partitions #0, OK
mmc1 is current device
Cannot lookup file boot/boot.scr
6859976 bytes read in 1420 ms (4.6 MiB/s)
Booting from mmc ...
37363 bytes read in 93 ms (391.6 KiB/s)
Loading fdt boot/armadillo.dtb
Cannot lookup file boot/overlays.txt
## Booting kernel from Legacy Image at 80800000 ...
   Image Name:   Linux-5.10.180-2-at
```

```
   Created:      2023-06-09   9:48:24 UTC
   Image Type:   ARM Linux Kernel Image (uncompressed)
   Data Size:    6859912 Bytes = 6.5 MiB
   Load Address: 82000000
   Entry Point:  82000000
   Verifying Checksum ... OK
## Flattened Device Tree blob at 83500000
   Booting using the fdt blob at 0x83500000
   Loading Kernel Image
   Loading Device Tree to 9ef1d000, end 9ef49fff ... OK

Starting kernel ...

...中略...

Welcome to Alpine Linux 3.17
Kernel 5.10.180-2-at on an armv7l (/dev/ttymxc0)

armadillo login:
```

6.19. Armadillo のソフトウェアをビルドする

ここでは、Armadillo-640 で使用するソフトウェアのビルド方法を説明します。

6.19.1. ブートローダーをビルドする

ここでは、Armadillo-640 向けのブートローダーイメージをビルドする方法を説明します。

1. ソースコードの取得

   Armadillo Base OS 対応 Armadillo-640 ブートローダー [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/abos-boot-loader] から「ブートローダーソース」ファイル (u-boot-[VERSION].tar.gz) を次のようにダウンロードします。

```
[ATDE ~]$ wgets https://armadillo.atmark-techno.com/files/downloads/armadillo-640/source/u-boot-[VERSION].tar.gz
[ATDE ~]$ tar xf u-boot-[VERSION].tar.gz
[ATDE ~]$ cd u-boot-[VERSION]
```

2. デフォルトコンフィギュレーションの適用

   「図 6.114. デフォルトコンフィギュレーションの適用」に示すコマンドを実行します。

```
[ATDE ~/u-boot-[VERSION]]$ make ARCH=arm armadillo-640_defconfig
  HOSTCC  scripts/basic/fixdep
  HOSTCC  scripts/kconfig/conf.o
  YACC    scripts/kconfig/zconf.tab.c
  LEX     scripts/kconfig/zconf.lex.c
  HOSTCC  scripts/kconfig/zconf.tab.o
  HOSTLD  scripts/kconfig/conf
#
```

```
# configuration written to .config
#
```

図 6.114 デフォルトコンフィギュレーションの適用

3. ビルド

   次のコマンドを実行します。

```
[ATDE ~/u-boot-[VERSION]]$ make CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabihf-
:
:（省略）
:
  LD      u-boot
  OBJCOPY u-boot-nodtb.bin
  CAT     u-boot-dtb.bin
  MKIMAGE u-boot-dtb.imx
  OBJCOPY u-boot.srec
  COPY    u-boot.bin
  SYM     u-boot.sym
  CFGCHK  u-boot.cfg
```

4. インストール

   ビルドしたブートローダーは、以下に示すどちらかの方法でインストールしてください。

   - swupdate でインストールする

     mkswu の初期化を行った後に 提供されているスクリプトを使って SWU イメージを作成してください。

```
[ATDE ~/u-boot-[VERSION]]$ echo 'swdesc_boot u-boot-dtb.imx' > boot.desc
[ATDE ~/u-boot-[VERSION]]$ mkswu boot.desc
boot.swu を作成しました。
```

     作成された boot.swu のインストールについては 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」を参照ください。

   - 「6.18.1. ブートディスクの作成」 でインストールする

     手順を参考にして、ビルドされた u-boot-dtb.imx を使ってください。

6.19.2. Linux カーネルをビルドする

ここでは、Armadillo-640 向けの Linux カーネルイメージをビルドする方法を説明します。

Armadillo-640 では、基本的には Linux カーネルイメージをビルドする必要はありません。「6.19.3. Alpine Linux ルートファイルシステムをビルドする」の手順を実施することで、標準の Linux カーネルイメージがルートファイルシステムに組み込まれます。

> 標準の Linux カーネルイメージは、アットマークテクノが提供する linux-at という Alpine Linux 用のパッケージに含まれています。
>
> カスタマイズした Linux カーネルイメージを利用する場合は、以下に示す手順を参照してください。

1. ソースコードの取得

   Armadillo Base OS 対応 Armadillo-640 Linux カーネル [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/abos-linux-kernel] から「Linux カーネル」ファイル (linux-at-a6-[VERSION].tar) をダウンロードして、次のコマンドを実行します。

   ```
   [ATDE ~]$ tar xf linux-at-a6-[VERSION].tar
   [ATDE ~]$ tar xf linux-at-a6-[VERSION]/linux-[VERSION].tar.gz
   [ATDE ~]$ cd linux-[VERSION]
   ```

2. デフォルトコンフィギュレーションの適用

   次のコマンドを実行します。

   ```
   [ATDE ~/linux-[VERSION]]$ make ARCH=arm armadillo-640_defconfig
   ```

3. カーネルコンフィギュレーションの変更

   次のコマンドを実行します。カーネルコンフィギュレーションの変更を行わない場合はこの手順は不要です。

   ```
   [ATDE ~]$ make ARCH=arm menuconfig
   ```

   コマンドを実行するとカーネルコンフィギュレーション設定画面が表示されます。カーネルコンフィギュレーションを変更後、"Exit"を選択して「Do you wish to save your new kernel configuration? (Press <ESC><ESC> to continue kernel configuration.)」で"Yes"とし、カーネルコンフィギュレーションを確定します。

   ```
   .config - Linux/arm 5.10.145 Kernel Configuration
   ──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
     ┌──────────────────── Linux/arm 5.10.145 Kernel Configuration ─────────────────────┐
     │  Arrow keys navigate the menu.  <Enter> selects submenus ---> (or empty submenus  │
     │  ----).  Highlighted letters are hotkeys.  Pressing <Y> includes, <N> excludes, <M> │
     │  modularizes features.  Press <Esc><Esc> to exit, <?> for Help, </> for Search.   │
     │  Legend: [*] built-in  [ ] excluded  <M> module  < > module capable               │
     │  ┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐     │
     │  │          General setup  --->                                             │     │
     │  │          System Type  --->                                               │     │
     │  │          Bus support  --->                                               │     │
     │  │          Kernel Features  --->                                           │     │
     │  │          Boot options  --->                                              │     │
     │  │          CPU Power Management  --->                                      │     │
     │  │          Floating point emulation  --->                                  │     │
     │  │          Power management options  --->                                  │     │
   ```

```
    |  |          Firmware Drivers  --->                                    |  |
    |  |      [ ] ARM Accelerated Cryptographic Algorithms  ----            |  |
    |  |          General architecture-dependent options  --->              |  |
    |  |      [*] Enable loadable module support  --->                      |  |
    |  |      [*] Enable the block layer  --->                              |  |
    |  |          IO Schedulers  --->                                       |  |
    |  |          Executable file formats  --->                             |  |
    |  |          Memory Management options  --->                           |  |
    |  |      [*] Networking support  --->                                  |  |
    |  |          Device Drivers  --->                                      |  |
    |  |          File systems  --->                                        |  |
    |  |          Security options  --->                                    |  |
    |  |      -*- Cryptographic API  --->                                   |  |
    |  |          Library routines  --->                                    |  |
    |  |          Kernel hacking  --->                                      |  |
    |  |                                                                    |  |
    |  └────────────────────────────────────────────────────────────────────┘  |
    ├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
    |             <Select>    < Exit >    < Help >    < Save >    < Load >    |
    └──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Linux Kernel Configuration メニューで"/"キーを押下すると、カーネルコンフィギュレーションの検索を行うことができます。カーネルコンフィギュレーションのシンボル名(の一部)を入力して"Ok"を選択すると、部分一致するシンボル名を持つカーネルコンフィギュレーションの情報が一覧されます。

4. ビルド

   次のコマンドを実行します。

```
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ make ARCH=arm CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabihf-
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ make ARCH=arm CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabihf- ⏎
LOADADDR=0x82000000 uImage
```

5. インストール

   ビルドしたカーネルは、以下に示すどちらかの方法でインストールしてください。

   ・ swupdate でインストールする

   mkswu の初期化を行った後に 提供されているスクリプトを使って SWU イメージを作成してください。

```
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ /usr/share/mkswu/examples/kernel_update_plain.install.sh ~/ ⏎
mkswu/kernel.desc
Installing kernel in /home/atmark/mkswu/kernel ...
'arch/arm/boot/uImage' -> '/home/atmark/mkswu/kernel/uImage'
'arch/arm/boot/dts/armadillo-640-at-dtweb.dtb' -> '/home/atmark/mkswu/kernel/ ⏎
armadillo-610-at-dtweb.dtb'
: (省略)
```

```
  INSTALL arch/arm/crypto/chacha-neon.ko
  INSTALL arch/arm/crypto/curve25519-neon.ko
: (省略)
  DEPMOD  [VERSION]
Updated /home/atmark/mkswu/kernel.desc version from [PREV_VERSION] to [VERSION]
Done installing kernel, run `mkswu "/home/atmark/mkswu/kernel.desc"` next.
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ mkswu ~/mkswu/kernel.desc
/home/atmark/mkswu/kernel.swu を作成しました
```

図 6.115 Linux カーネルを SWU でインストールする方法

作成された kernel.swu のインストールについては 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」を参照ください。

この kernel.swu をインストールする際は /etc/swupdate_preserve_files の更新例 の様に /boot と /lib/modules を維持するように追加します。カーネルをインストールした後に Armadillo Base OS を更新しても、この kernel.swu のカーネルが維持されます。

標準のカーネルに戻りたいか、以下の 「図 6.116. Linux カーネルを build_rootfs でインストールする方法」 で Armadillo Base OS の更新のカーネルを使用したい場合は /etc/swupdate_preserve_files から /boot と /lib/modules の行を削除してください。

- build_rootfs で新しいルートファイルシステムをビルドする場合は build_rootfs を展開した後に以下のコマンドでインストールしてください。

```
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ BROOTFS=$HOME/build-rootfs-[VERSION] ❶
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ sed -i -e '/^linux-at-a6/d' "$BROOTFS/a600/packages" ❷
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ cp -v arch/arm/boot/uImage "$BROOTFS/a600/resources/boot/"
'arch/arm/boot/uImage' -> '/home/atmark/build-rootfs-v3.17-at.7/a600/resources/boot/
uImage'
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ cp -v arch/arm/boot/dts/armadillo*.{dtb,dtbo} "$BROOTFS/a600/
resources/boot/"
'arch/arm/boot/dts/armadillo-640-at-dtweb.dtb' -> '/home/atmark/build-rootfs-v3.17-at.7/
a600/resources/boot/armadillo-640-at-dtweb.dtb'
: (省略)
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ rm -rfv "$BROOTFS/a600/resources/lib/modules" ❸
[ATDE ~/linux-[VERSION]]$ make ARCH=arm CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabihf-
INSTALL_MOD_PATH="$BROOTFS/a600/resources" -j5 modules_install
  INSTALL arch/arm/crypto/chacha-neon.ko
  INSTALL arch/arm/crypto/curve25519-neon.ko
: (省略)
  DEPMOD  [VERSION]
```

図 6.116 Linux カーネルを build_rootfs でインストールする方法

❶ build_rootfs のディレクトリ名を設定します。これによって、長いディレクトリ名を何度も入力する必要が無くなります。

❷ アットマークテクノが提供するカーネルをインストールしない様に、 linux-at-a6@atmark と記載された行を削除します。

❸ 別のカーネルをすでにインストールしている場合は、新しいモジュールをインストールする前に古いモジュールを削除する必要があります。

6.19.3. Alpine Linux ルートファイルシステムをビルドする

ここでは、alpine/build-rootfs を使って、Alpine Linux ルートファイルシステムを構築する方法を説明します。

alpine/build-rootfs は、ATDE 上で Armadillo-640 用の Alpine Linux ルートファイルシステムを構築することができるツールです。

1. ルートファイルシステムのビルドに必要な Podman のインストール

   次のコマンドを実行します。

```
[ATDE ~]$ sudo apt install podman btrfs-progs xxhash
```

2. alpine/build-rootfs の入手

   Armadillo Base OS 対応 Armadillo-640 開発用ツール [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/abos-tools] から「Alpine Linux ルートファイルシステムビルドツール」 ファイル (build-rootfs-[VERSION].tar.gz) を次のようにダウンロードします。

```
[ATDE ~/]$ wget https://armadillo.atmark-techno.com/files/downloads/armadillo-640/tool/
build-rootfs-latest.tar.gz
[ATDE ~/]$ tar xf build-rootfs-latest.tar.gz
[ATDE ~/]$ cd build-rootfs-[VERSION]
```

3. Alpine Linux ルートファイルシステムの変更

   a600 ディレクトリ以下のファイルを変更することで、ルートファイルシステムをカスタマイズすることができます。

common と a600 ディレクトリ直下にある fixup や packages などの同名ファイルは、それぞれのファイルを連結して利用されます。パッケージの削除などを行う場合は、common ディレクトリ以下のファイルも確認してください。

common と a600 内のサブディレクトリにある同名ファイルは、a600 のファイルが利用されます。

   build-rootfs に含まれるファイルの説明は次の通りです。

表 6.9 build-rootfs のファイル説明

ファイル	説明
a600/resources/*	配置したファイルやディレクトリは、そのままルートファイルシステム直下にコピーされます。ファイルを追加する場合は、このディレクトリに入れてください。
a600/packages	このファイルに記載されているパッケージはルートファイルシステムにインストールされます。パッケージを追加する場合はこのファイルに追加してください。
a600/fixup	このファイルに記載されているコマンドはパッケージのインストールが完了した後に実行されます。
a600/image_firstboot/*	配置したファイルやディレクトリは、「6.18.1. ブートディスクの作成」や「3.2.5.1. 初期化インストールディスクの作成」の手順のようにブートディスクイメージを作成する際、そのままルートファイルシステム直下にコピーされます。
a600/image_installer/*	配置したファイルやディレクトリは、「3.2.5.1. 初期化インストールディスクの作成」の手順のようにインストールディスクイメージを作成する際、そのままインストーラーにコピーされます。ルートファイルシステムに影響はありません。
a600/image_common/*	配置したファイルやディレクトリは、ブートディスクイメージおよびインストールディスクイメージを作成する際、ルートファイルシステム、インストーラにそれぞれコピーされます。

利用可能なパッケージは以下のページで検索することができます。

Alpine Linux Packages https://pkgs.alpinelinux.org/packages

Alpine Linux ルートファイルシステムを起動している Armadillo でも検索することができます。

```
[armadillo ~]# apk update
[armadillo ~]# apk search ruby
ruby-test-unit-rr-1.0.5-r0
ruby-rmagick-5.1.0-r0
ruby-public_suffix-5.0.0-r0
:
:（省略）
:
ruby-mustache-1.1.1-r5
ruby-nokogiri-1.13.10-r0
```

4. ビルド

次のコマンドを実行します。

パッケージをインターネット上から取得するため回線速度に依存しますが、ビルドには数分かかります。

```
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ sudo ./build_rootfs.sh -b a600
use default(outdir=/home/atmark/git/build-rootfs)
use default(output=baseos-600-ATVERSION.tar.zst)
:
:（略）
:
```

```
> Creating rootfs archive
-rw-r--r--    1 root     root     231700480 Nov 26 07:18 rootfs.tar
ERROR: No such package: .make-alpine-make-rootfs
=========================================
footprint[byte]  tarball[byte]  packages
      229904000       74942331  alpine-base coreutils chrony ...(省略)
=========================================
done.
```

リリース時にバージョンに日付を含めたくないときは --release を引数に追加してください。

インターネットに接続できない環境か、テスト済みのソフトウェアのみをインストールしたい場合は Armadillo Base OS 対応 Armadillo-640 開発用ツール [https://armadillo.atmark-techno.com/resources/software/armadillo-640/abos-tools] からキャッシュアーカイブもダウンロードして、build_rootfs.sh --cache baseos-600-[VERSION].cache.tar で使ってください。

任意のパス、ファイル名で結果を出力することもできます。

```
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ ./build_rootfs.sh -b a600 ~/
alpine.tar.zst
:
: (略)
:
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ ls ~/alpine.tar.zst
~/alpine.tar.zst
```

「Alpine Linux ルートファイルシステムビルドツール」のバージョンが 3.18-at.7 以降を使用している場合は、ビルドが終わると SBOM も [output].spdx.json として出力されます。ライセンス情報等を記載するためのコンフィグファイルはデフォルトは baseos_sbom.yaml となっています。コンフィグファイルを変更する場合は --sbom-config <config> に引数を入れてください。SBOM が不要な場合は --nosbom を引数に追加してください。

SBOM のライセンス情報やコンフィグファイルの設定方法については 「6.19.4. ビルドしたルートファイルシステムの SBOM を作成する」 をご覧ください。

5. インストール

ビルドしたルートファイルシステムは、以下に示すどちらかの方法でインストールしてください。

・ swupdate でインストールする

mkswu の初期化を行った後に 提供されているスクリプトを使って SWU イメージを作成してください。

```
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ vi OS_update.desc
swdesc_tar --version base_os [VERSION] ¥
    --preserve-attributes baseos-600-[VERSION].tar.zst
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ mkswu OS_update.desc
OS_update.swu を作成しました。
```

作成された OS_update.swu のインストールについては 「3.2.3.5. SWU イメージのインストール」 を参照ください。

- 「6.18.1. ブートディスクの作成」 でインストールする

  手順を実行すると、ビルドされた baseos-600-[VERSION].tar.zst が自動的に利用されます。

6.19.4. ビルドしたルートファイルシステムの SBOM を作成する

ここでは例として、「6.19.3. Alpine Linux ルートファイルシステムをビルドする」 で作成した OS_update.swu の SBOM を作成します。SBOM を作成するには、作成する対象のファイルとライセンス情報等を記載するためのコンフィグファイルが必要となります。また、baseos-600-[VERSION].package_list.txt から、パッケージの情報を記載することができます。

ライセンス情報等を記載するためのコンフィグファイルの例は以下のコマンドで確認することができます。各項目に関する説明はコメントに記載しておりますので、必要に応じて値を変更してください。各項目の詳細な説明については SPDX specification v2.2.2 (https://spdx.github.io/spdx-spec/v2.2.2/) をご覧ください。

```
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ cat submodules/make-sbom/config.yaml
```

作成した コンフィグファイルとパッケージ情報から SBOM を作成するには以下のコマンドを実行します。

```
[ATDE ~/build-rootfs-[VERSION]]$ ./make_sbom.sh -i OS_update.swu -c <コンフィグファイル> -p
baseos-600-[VERSION].package_list.txt
INFO:root:created OS_update.swu.spdx.json
```

このツールで作成される SBOM は json 形式で ISO/IEC5962 で国際標準となっている SPDX2.2 のフォーマットに準拠しています。

当ツールで読み取ることが可能なライセンスは SPDX License List (https://spdx.org/licenses/) に含まれており、SPDX license expressions (https://spdx.github.io/spdx-spec/v2.2.2/SPDX-license-expressions/#d4-composite-license-expressions) に従っている必要があります。ライセンスが読み取れなかった場合は make_sbom.sh 実行時に以下のログが表示され、.spdx.json では NOASSERTION と記載されます。

```
WARNING:root:Failed to parse <パッケージ名> license: <ライセンス名>
```

アットマークテクノが提供している SBOM はソフトウェアダウンロード [https://armadillo.atmark-techno.com/armadillo-640/resources/software]の各ソフトウェアダウンロードページからダウンロードすることができます。

6.20. eMMC の GPP(General Purpose Partition) を利用する

GPP に squashfs イメージを書き込み、Armadillo の起動時に自動的にマウントする方法を紹介します。

6.20.1. squashfs イメージを作成する

この作業は ATDE 上で行います。

squashfs-tools パッケージに含まれている mksquashfs コマンドを使用して squashfs イメージを作成します。

```
[ATDE]$ mkdir sample
[ATDE]$ echo "complete mounting squashfs on eMMC(GPP)" > sample/README
[ATDE]$ mksquashfs sample squashfs.img
```

図 6.117 squashfs イメージの作成

6.20.2. squashfs イメージを書き込む

以降の作業は Armadillo 上で行います。

「6.20.1. squashfs イメージを作成する」で作成した squashfs イメージを、USB メモリ利用するなどして Armadillo-640 にコピーし、GPP に書き込みます。

ユーザー領域として使用可能な GPP は /dev/mmcblk0gp3 のみです。

GPP への書き込みを行う際は、誤って /dev/mmcblk0gp0 などに書き込みを行わないよう、十分に注意してください。

```
[armadillo]# mount /dev/sda1 /mnt
[armadillo]# dd if=/mnt/squashfs.img of=/dev/mmcblk0gp3 conv=fsync
[armadillo]# umount /mnt
```

6.20.3. GPP への書き込みを制限する

GPP の全ブロックに対して Temporary Write Protection をかけることにより、GPP への書き込みを制限することができます。Temporary Write Protection は電源を切断しても解除されません。

Temporary Write Protection をかけるには、mmc-utils パッケージに含まれている mmc コマンドを使用します。

```
[armadillo]# apk add mmc-utils
```

図 6.118 mmc-utils のインストール

GPP の全ブロックに対して Temporary Write Protection をかけるには、次のようにコマンドを実行します。

```
[armadillo]# mmc writeprotect user get /dev/mmcblk0gp3 ❶
Write Protect Group size in blocks/bytes: 16384/8388608
Write Protect Groups 0-0 (Blocks 0-16383), No Write Protection
[armadillo]# mmc writeprotect user set temp 0 16384 /dev/mmcblk0gp3 ❷
```

図 6.119 eMMC の GPP に Temporary Write Protection をかける

❶ /dev/mmcblk0gp3 のブロック数を確認します。コマンドの出力を見ると /dev/mmcblk0gp3 が 16384 ブロックあることがわかります。

❷ /dev/mmcblk0gp3 の全ブロックに Temporary Write Protection をかけます。

Temporary Write Protection を解除するには、次のコマンド実行します。

```
[armadillo]# mmc writeprotect user set none 0 16384 /dev/mmcblk0gp3
```

6.20.4. 起動時に squashfs イメージをマウントされるようにする

/etc/fstab を変更し、起動時に squashfs イメージがマウントされるようにします。

```
[armadillo]# mkdir -p /opt/sample ❶
[armadillo]# persist_file /opt/sample/
[armadillo]# vi /etc/fstab
:
:(省略)
:
/dev/mmcblk0gp3 /opt/sample squashfs defaults,nofail 0 0 ❷
[armadillo]# persist_file /etc/fstab
```

❶ squashfs イメージをマウントするディレクトリを作成します

❷ 最終行にこの行を追加します。これで、/dev/mmcblk0gp3 が /opt/sample にマウントされるようになります。

Armadillo の再起動後、 /opt/sample/README の内容が正しければ完了です。

```
[armadillo]# reboot
:
:（省略）
:
[armadillo]# ls /opt/sample
README
[armadillo]# cat /opt/sample/README
complete mounting squashfs on eMMC(GPP)
```

6.21. 動作ログ

6.21.1. 動作ログについて

Armadillo-640 ではシステムが出力するログの一部は、一般的な /var/log ディレクトリではなく、/var/at-log ディレクトリに出力されます。/var/at-log は、ルートファイルシステムとは別のパーティションになっているので、ルートファイルシステムに障害が発生した場合でも、/var/at-log のパーティションが無事であれば、ログファイルを取り出して、不具合等の解析に利用することができます。

通常のログは /var/log/messages に出力されます。

/var/log/messages はファイルサイズが 4MB になるとローテートされ /var/log/messages.0 に移動されます。

/var/log/messages.0 が存在する状態で、更に /var/log/messages のファイルサイズが 4MB になった場合は、 /var/log/messages の内容が /var/log/messages.0 に上書きされます。 /var/log/messages.1 は生成されません。

6.21.2. 動作ログを取り出す

ログファイルは /var/at-log ディレクトリ内に atlog というファイル名で作成されているので、これを任意のディレクトリにコピーすることで取り出せます。もし、eMMC 上のルートファイルシステムが壊れてしまい起動できない場合は、microSD カードから起動することでログファイルを取り出すことができます。

/var/at-log/atlog はファイルサイズが 3MB になるとローテートされ /var/at-log/atlog.1 に移動されます。

/var/at-log/atlog.1 が存在する状態で、更に /var/at-log/atlog のファイルサイズが 3MB になった場合は、 /var/at-log/atlog の内容が /var/at-log/atlog.1 に上書きされます。 /var/at-log/atlog.2 は生成されません。

6.21.3. ログファイルのフォーマット

ログファイルの内容はテキストデータであり、以下のようなフォーマットになっています。

```
日時 armadillo ログレベル 機能: メッセージ
```

図 6.120 動作ログのフォーマット

atlog には以下の内容が保存されています。

- インストール状態のバージョン情報
- swupdate によるアップデートの日付とバージョン変更
- abos-ctrl / uboot の rollback 日付
- uboot で wdt による再起動が合った場合にその日付

6.21.4. ログ用パーティションについて

ログ出力先である /var/at-log ディレクトリには、GPP である /dev/mmcblk0gp1 パーティションがマウントされています。このパーティションに論理的な障害が発生した場合は、/dev/mmcblk0gp1 のデータを /dev/mmcblk0gp2 にコピーし、/dev/mmcblk0gp1 は FAT ファイルシステムでフォーマットされます。このパーティションの障害チェックはシステム起動時に自動的に実行されます。

6.22. vi エディタを使用する

vi エディタは、Armadillo に標準でインストールされているテキストエディタです。本書では、Armadillo の設定ファイルの編集などに vi エディタを使用します。

vi エディタは、ATDE にインストールされてる gedit や emacs などのテキストエディタとは異なり、モードを持っていることが大きな特徴です。vi のモードには、コマンドモードと入力モードがあります。コマンドモードの時に入力した文字はすべてコマンドとして扱われます。入力モードでは文字の入力ができます。

本章で示すコマンド例は ATDE で実行するよう記載していますが、Armadillo でも同じように実行することができます。

6.22.1. vi の起動

vi を起動するには、以下のコマンドを入力します。

```
[ATDE ~]# vi [file]
```

図 6.121 vi の起動

file にファイル名のパスを指定すると、ファイルの編集(+file+が存在しない場合は新規作成)を行います。vi はコマンドモードの状態で起動します。

6.22.2. 文字の入力

文字を入力するにはコマンドモードから入力モードへ移行する必要があります。コマンドモードから入力モードに移行するには、「表 6.10. 入力モードに移行するコマンド」に示すコマンドを入力します。入力モードへ移行後は、キーを入力すればそのまま文字が入力されます。

表 6.10 入力モードに移行するコマンド

コマンド	動作
i	カーソルのある場所から文字入力を開始
a	カーソルの後ろから文字入力を開始

入力モードからコマンドモードに戻りたい場合は、ESC キーを入力することで戻ることができます。現在のモードが分からなくなった場合は、ESC キーを入力し、一旦コマンドモードへ戻ることにより混乱を防げます。

日本語変換機能を OFF に

vi のコマンドを入力する時は ATDE の日本語入力システム(Mozc)を OFF にしてください。日本語入力システムの ON/OFF は、半角/全角キーで行うことができます。

「i」、「a」それぞれのコマンドを入力した場合の文字入力の開始位置を「図 6.122. 入力モードに移行するコマンドの説明」に示します。

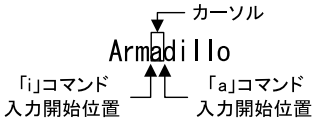


図 6.122 入力モードに移行するコマンドの説明

vi での文字削除

コンソールの環境によっては BS(Backspace)キーで文字が削除できず、「^H」文字が入力される場合があります。その場合は、「6.22.4. 文字の削除」で説明するコマンドを使用し、文字を削除してください。

6.22.3. カーソルの移動

方向キーでカーソルの移動ができますが、コマンドモードで「表 6.11. カーソルの移動コマンド」に示すコマンドを入力することでもカーソルを移動することができます。

表 6.11 カーソルの移動コマンド

コマンド	動作
h	左に 1 文字移動
j	下に 1 文字移動
k	上に 1 文字移動
l	右に 1 文字移動

6.22.4. 文字の削除

文字を削除する場合は、コマンドモードで「表 6.12. 文字の削除コマンド」に示すコマンドを入力します。

表 6.12 文字の削除コマンド

コマンド	動作
x	カーソル上の文字を削除
dd	現在行を削除

「x」コマンド、「dd」コマンドを入力した場合に削除される文字を「図 6.123. 文字を削除するコマンドの説明」に示します。

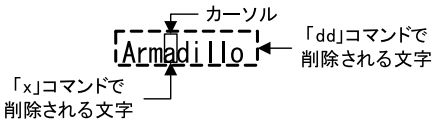


図 6.123 文字を削除するコマンドの説明

6.22.5. 保存と終了

ファイルの保存、終了を行うコマンドを「表 6.13. 保存・終了コマンド」に示します。

表 6.13 保存・終了コマンド

コマンド	動作
:q!	変更を保存せずに終了
:w[file]	ファイルを+file+に指定して保存
:wq	ファイルを上書き保存して終了

保存と終了を行うコマンドは「：」(コロン)からはじまるコマンドを使用します。"："キーを入力すると画面下部にカーソルが移り入力したコマンドが表示されます。コマンドを入力した後 Enter キーを押すことで、コマンドが実行されます。

6.23. eFuse を変更する

Armadillo-640 で採用している CPU (i.MX6ULL) には、一度しか書き込むことのできない eFuse が搭載されています。 eFuse には、 CPU がブートする時の設定や MAC アドレスなどが書かれます。Armadillo-640 は組み込み機器を作り込むエンジニアを対象にした製品ですので、 eFuse もユーザーに開放し、細かな制御を可能にしています。しかし eFuse はその性質上、一度書き間違うと直すことができません。十分に注意してください。

eFUSE は一度書き込むと元に戻すことができません。eFUSE の設定によっては Armadillo-640 が正常に動作しなくなる可能性がありますので、書き込みを行う際には細心の注意を払うようお願いいたします。eFUSE の設定によって異常が起こった場合は保証対象外となります。

MAC アドレスは Armadillo-640 の出荷時に書き込まれているので、新たに書き込む必要はありません。この章では U-Boot を使って eFuse の書き換えを行い、ブートモードを制御する方法を説明します。

eFuse を変更する場合は、必ず「i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual [https://www.nxp.com/docs/en/reference-manual/IMX6ULLRM.pdf]」を参照してください。重要な章は、以下の 4 つです。

- Chapter 5: Fusemap

- Chatper 8: System Boot
- Chapter 37: On-Chip OTP Controller
- Chapter 58: Ultra Secured Digital Host Controller

以降、本章では i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual を「リファレンスマニュアル」と呼びます。

章番号や章タイトルは、i.MX 6ULL Applications Processor Reference Manual Rev. 1, 11/2017 現在の情報です。異るリビジョンのリファレンスマニュアルでは、章番号およびタイトルが異なる場合があります。

6.23.1. ブートモードとジャンパーピン

6.23.1.1. ブートモードと JP2

i.MX6ULL にはブートモードを決める BOOT_MODE0 と BOOT_MODE1 というピンがあります。 BOOT_MODE0 は GND になっているので必ず 0 になります。BOOT_MODE1 は JP2 に接続されています。 JP2 がショートされていると BOOT_MODE1 は 1 になり Internal Boot モードになります。開放されていると 0 となり、Boot From Fuses というモードになります。

Internal Boot モードでは、 on-chip boot ROM に書き込まれているコードが実行し、ブート可能なデバイスを検索します。リファレンスマニュアル「8.5 Boot devices (internal boot)」に、i.MX6ULL がブートできるデバイスの一覧が記載されています。Armadillo-640 では、そのうちオンボード eMMC と microSD カードに対応しています。Internal Boot モードでは、GPIO によって eFuse の設定を上書き (override) できるようになっています。つまり eFuse の設定がどうなっていようと、GPIO のピンでブートデバイスを決めることができます。

Boot From Fuses モードでは、単純に言えば GPIO による override が禁止され eFuse に書き込まれた状態でしかブートしません。この機能を有効にすることで、フィールドに出した製品が悪意ある人によって意図していないブートをし、被害が出ることを防ぐことができます。(もちろん、ブート後に root アカウントを乗っ取られるような作りでは、意味がありませんが…)

6.23.1.2. ブートデバイスと JP1

Internal Boot モードでは、GPIO によって eFuse の設定を上書き (override) できるようになってると紹介しましたが、JP1 はまさにこの機能を使っています。 JP1 は LCD1_DATA05 と LCD1_DATA11 の制御をしていますが、これらのピンはそれぞれ BOOT_CFG1[5] と BOOT_CFG2[3] を override しています。「8.3.2 GPIO boot overrides」の 表「8-3. GPIO override contact assignments」を確認してください。

ややこしい事に、この BOOT_CFG で始まる eFUSE は、リファレンスマニュアルの中では eFuse のアドレスでも表記されています。 BOOT_CFG1 は eFuse のアドレスで言うと 0x450 の下位 8 bit つまり 0x450[7:0] であり、 BOOT_CFG2 は上位 8 bit つまり 0x450[15:8] にあたります。これは「5.1 Boot Fusemap」の表「5-5. SD/eSD Boot Fusemap」または表「5-6. MMC/eMMC Boot Fusemap」を確認することでわかります。

さらにややこしい事に、eFuse を書き込む場合にはこれら全ての値が使えず、On-Chip OTP Controller の bank と word の値が必要になります。これらの値は リファレンスマニュアルの「On-Chip OTP Controller」を参照してください。後で出てきますが Boot From Fuses で使用する BT_FUSE_SEL という eFuse のように GPIO による override ができないものもあります。

表 6.14 GPIO override と eFuse

信号名	eFuse 名	eFuse アドレス	OCOTP 名	Bank	Word
LCD1_DATA05	BOOT_CFG1[5]	0x450[5]	OCOTP_CFG4	0	5
LCD1_DATA11	BOOT_CFG2[3]	0x450[11]	OCOTP_CFG4	0	5
N/A	BT_FUSE_SEL	0x460[4]	OCOTP_CFG5	0	6

Armadillo-640 では microSD カード または eMMC からのブートになるので、ブートデバイスを選択する eFuse BOOT_CFG1[7:4] は、010x または 011x になります。

リファレンスマニュアル「8.5.3.1 Expansion device eFUSE configuration」には、さらに詳しく SD/MMC デバイスの設定について記載されています。テーブル「8-15. USDHC boot eFUSE descriptions」によれば、eFuse の 0x450[7:6] が 01 の場合に SD/MMC デバイスからブートすることを決めています。さらに 0x450[5] が 0 なら SD が、 0x450[5] が 1 なら MMC が選択されます。つまり、4 から 7 bit までの間で 5 bit 目だけが MMC か SD かを決めています。 BOOT_CFG1[5] が 0 の場合はコントローラーは SD デバイスが繋がっている前提で、 BOOT_CFG1[5] が 1 の場合は MMC デバイスが繋っている前提で動作します。

i.MX6ULL には、SD/MMC のコントローラーである uSDHC が 2 つ搭載されています。Armadillo-640 では、eMMC が uSDHC1 に、 microSD カードが uSDHC2 に接続されています。ブート時にどちらのコントローラーからブートするかを決めている eFuse が 0x450[12:11] です。0x450[12:11] が 00 であれば uSDHC1 つまりオンボード eMMC から、01 であれば uSDHC2 つまり microSD カードからブートします。言い換えると Armadillo-640 でオンボード eMMC からブートしたい場合は、0x450[5] を 1 に、 0x450[12:11] を 00 にします。逆に microSD カードから起動したい場合は 0x450[5] を 0 に、0x450[12:11] を 01 にします。

表 6.15 ブートデバイスと eFuse

ブートデバイス	eFuse 0x450[5]	0x450[12:11]
オンボード eMMC	1	00
microSD カード	0	01

6.23.2. eFuse の書き換え

Armadillo-640 では、U-Boot のコマンドによって eFuse の書き換えをサポートしています。 「3.3.4. スライドスイッチの設定について」 を参照して U-Boot を保守モードで起動してください。

eFuse の書き換えは、 fuse コマンドを使います。

U-Boot の fuse コマンドのソースコードは、以下の 2 つです。

- cmd/fuse.c
- drivers/misc/mxc_ocotp.c

```
=> help fuse
fuse - Fuse sub-system

Usage:
fuse read <bank> <word> [<cnt>] - read 1 or 'cnt' fuse words,
    starting at 'word'
fuse sense <bank> <word> [<cnt>] - sense 1 or 'cnt' fuse words,
    starting at 'word'
```

```
fuse prog [-y] <bank> <word> <hexval> [<hexval>...] - program 1 or
    several fuse words, starting at 'word' (PERMANENT)
fuse override <bank> <word> <hexval> [<hexval>...] - override 1 or
    several fuse words, starting at 'word'
=>
```

`fuse read` eFuse の値を Shadow Register から読み出します。i.MX6ULL の eFuse は、すべて Shadow Register を持ち、起動時に eFuse から Shadow Register に値がコピーされます。詳しくはリファレンスマニュアル「37.3.1.1 Shadow Register Reload」を確認してください。

`fuse sense` eFuse の値を eFuse から読み出します

`fuse prog` eFuse の値を書き換えます

`fuse` コマンドは、 `bank` 、 `word` 、`cnt` 、 `hexval` を引数に取ります。

`bank` eFuse のバンク番号

`word` eFuse のワード番号

`cnt` eFuse を読み出す個数

`hexval` 書き込む値

6.23.3. Boot From Fuses モード

6.23.3.1. BT_FUSE_SEL

Boot From Fuses を有効にするには、 eFuse に書き込んだ値が正しいことを i.MX6ULL に教える必要があります。そのための eFuse が `BT_FUSE_SEL` (`0x460[4]`) です。`BOOT_MODE` が `00` 、つまり JP2 がオープンで、且つこのビットが 1 であれば Boot From Fuses モードになります。 `BOOT_MODE` が `00` でもこのビットが `0` であれば Boot From Fuses モードにはならず、 SD/MMC マニュファクチャリングモードやシリアルダウンロードモードになってしまいます。SD/MMC マニュファクチャリングモードについては 「8.12 SD/MMC manufacture mode」に、シリアルダウンロードモードについては「8.9 Serial Downloader」に記載されています。

Armadillo-640 では `BOOT_MODE` が `00` で、且つ `BT_FUSE_SEL` が `0` の場合は SD/MMC マニュファクチャリングモードで eMMC から起動します。Internal Boot モードで起動する場合は、JP2 をショートしてください。

6.23.3.2. eMMC からのブートに固定

オンボード eMMC からだけブートさせたい場合は、ブートデバイスの種類で MMC と、コントローラーで uSDHC1 を選択することで可能です。忘れずに `BT_FUSE_SEL` を 1 にします。

オンボード eMMC のスペックは、以下の通りです。リファレンスマニュアル 8.5.3 Expansion device および 表「5-6. MMC/eMMC Boot Fusemap」を確認してください。「可変」列が「不」となっている値は、変更しないでください。例えば、オンボード eMMC は 1.8 V に対応していません。 bit 9 の SD Voltage Selection で 1 の 1.8 V では動作しません。

表 6.16 オンボード eMMC のスペック

名前	Bit	eFuse	値	bit 列	可変
BOOT_CFG2	[15:13]	Bus Width	8 bit	010	不
	[12:11]	Port Select	uSDHC1	00	不
	[10]	Boot Frequencies	500 / 400 MHz	00	可
	[9]	SD Voltage Selection	3.3 V	0	不
	[8]	-	-	0	-
BOOT_CFG1	[7:5]	eMMC	-	011	不
	[4]	Fast Boot	Regular	0	可
	[3]	SD/MMC Speed	High	0	不
	[2]	Fast Boot Acknowledge Disable	Enabled	0	可
	[1]	SD Power Cycle Enable	Enabled	1	可
	[0]	SD Loopback Clock Source Sel	SD Pad	0	不

値を見易いように、 BOOT_CFG2 を上にしています。 BOOT_CFG1 と BOOT_CFG2 は、OCOTP_CFG4 にマップされており Bank 0 Word 5 です。つまり 010000000 01100010 の 16 bit (0x4062) を Bank 0 Word 5 に書き込めば良いことが分ります。 BOOT_CFG3 と BOOT_CFG4 はここでは無視します。

BT_FUSE_SEL は Bank 0 Word 6 の 4 bit 目になるので 0x10 を書き込みます。

```
=> fuse read 0 5
Reading bank 0:

Word 0x00000005: 00000000
=> fuse prog 0 5 0x4060
Programming bank 0 word 0x00000005 to 0x00004060...
Warning: Programming fuses is an irreversible operation!
         This may brick your system.
         Use this command only if you are sure of what you are doing!

Really perform this fuse programming? <y/N>
y
=> fuse read 0 6
Reading bank 0:

Word 0x00000006: 00000000
=> fuse prog -y 0 6 0x10
Programming bank 0 word 0x00000006 to 0x00000010...
=> fuse read 0 6
Reading bank 0:

Word 0x00000006: 00000010

（電源入れなおしても、SD からブートしない）
```

fuse prog にオプション -y を付けると 「 Really perform this fuse programming? <y/N> 」と聞かれません。

これで eMMC からしか起動しない Armadillo-640 ができあがりました。

eMMC からしか起動しないので、あやまって eMMC に書き込まれている U-Boot を消してしまうと、二度と起動しないようになります。注意してください。

eMMC Fast Boot 機能を使う場合や Power Cycle を Enable にする場合は、当該ビットを 1 に変更してください。

同じ要領で、SD からだけしかブートしないようにすることも可能です。しかし eFuse によるブートデバイスの固定は、意図しないブートを防ぐことが目的です。 Armadillo-640 で microSD からのブートに固定することは可能ですが、別の microSD カードを挿入されてしまうと、その別の microSD カードからブートしてしまうので目的を達成できません。理解してお使いください。

6.23.3.3. eFuse のロック

書き込んだ eFuse の値を変更されてしまっては、Boot From Fuse モードにしている意味がありません。i.MX6ULL では eFuse を変更できなくするビットも用意されています。

リファレンスマニュアル「5.3 Fusemap Descriptions Table」を確認してください。

6.24. オプション品

本章では、Armadillo-640 のオプション品について説明します。

表 6.17 Armadillo-640 関連のオプション品

名称	型番	備考
USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用)	SA-SCUSB-10	Armadillo-640 ベーシックモデル開発セットに付属
Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)	OP-CASE600-PLA-00	Armadillo-640 ベーシックモデル開発セットに付属
Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)	OP-CASE600-MET-00	
LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)	OP-LCD70EXT-L00	
Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュール	OP-A600-RTCMOD-00	
Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュール	OP-A600-AWLMOD-20	
Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール	OP-A600-BTTHMOD-20	
Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール WLAN コンボ対応	OP-A600-BTTHMOD-21	
D-Sub9/10 ピン シリアル変換ケーブル（ロックなし）	OP-SCDSUB-00	

名称	型番	備考
AC アダプタ 05（5V/2.0A EIAJ#2）	OP-AC5V5-00	Armadillo-640 ベーシックモデル開発セットに付属
無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08	OP-ANT-WLAN-08K	Sterling LWB5+用
外付けアンテナ固定金具 00	OP-MNT-ANT-MET-00	

6.24.1. USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用)

6.24.1.1. 概要

FT232RL を搭載した USB-シリアル変換アダプタです。シリアルの信号レベルは 3.3V CMOS です。

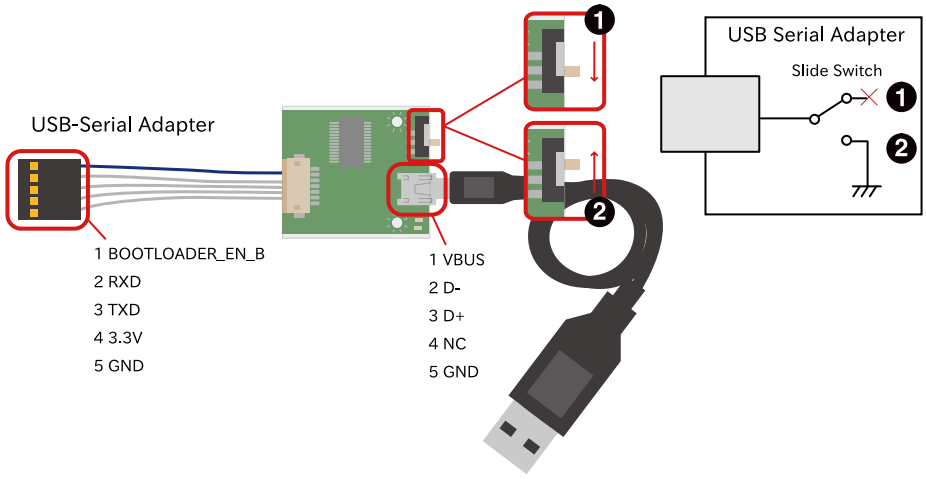


図 6.124 USB シリアル変換アダプタの配線

❶ オープン

❷ GND ショート

Armadillo-640 の CON9 の「1、3、5、7、9」または「2、4、6、8、10」ピンに接続して使用することが可能です。

各ピンに対応する UART コントローラは以下のとおりです。

表 6.18 各ピンに対応する UART コントローラ

CON9 ピン番号	UART 名
1、3、5、7、9	UART1
2、4、6、8、10	UART5

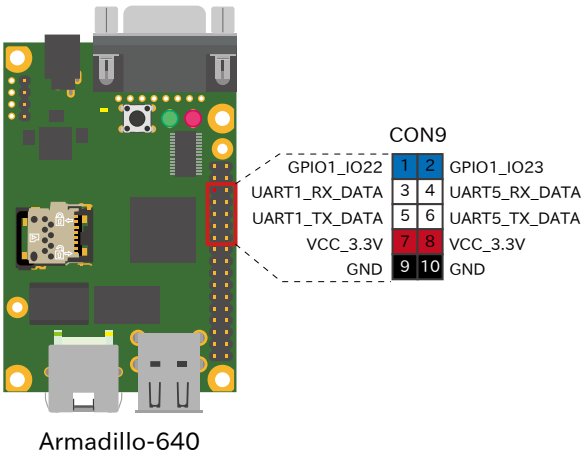


図 6.125 Armadillo-640 のシリアル信号線

ご使用の際は、USB シリアル変換アダプタの 5 ピンコネクタ(青いケーブル側)を Armadillo-640 CON9 の 1 ピンもしくは 2 ピンに合わせて接続してください。UART1 側で使用した場合、USB シリアル変換アダプタのスイッチで、電源投入時の起動モードを設定することが可能です。スライドスイッチの状態に対応した起動モードは以下のとおりです。

表 6.19 USB シリアル変換アダプタのスライドスイッチによる起動モードの設定

スライドスイッチ	起動モード
オープン	オートブートモード
GND ショート	保守モード

USB シリアル変換アダプタは、Armadillo-640 の電源を切断した状態で接続してください。故障の原因となる可能性があります。

USB シリアル変換アダプタは、試作・開発用の製品です。外観や仕様を予告なく変更する場合がありますので、ご了承ください。

6.24.2. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)

6.24.2.1. 概要

Armadillo-640 用のプラスチック製小型ケースです。Armadillo-640 の基板を収めた状態で、DC ジャック、シリアルインターフェース(D-Sub9 ピン)、USB インターフェース、LAN インターフェースにアクセス可能となっています。

取り外しが可能なパーツにより、CON9(拡張インターフェース)等の機能を外部に取り出すための開口部も用意しています。

Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)は Armadillo-640 ベーシックモデル開発セットに付属しています。樹脂ケースのみ必要なお客様のためにオプション品として別売りもしています。

表 6.20 Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)について

商品名	Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)
型番	OP-CASE600-PLA-00
内容	樹脂ケース、ネジ、ゴム足

表 6.21 Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)の仕様

材質	難燃 ABS 樹脂
難燃性	UL94 V-0
色	白
使用温度範囲	-10～50℃

最高使用温度よりも高い温度で保管または使用した場合、樹脂ケースが変形する可能性があります。

6.24.2.2. 組み立て

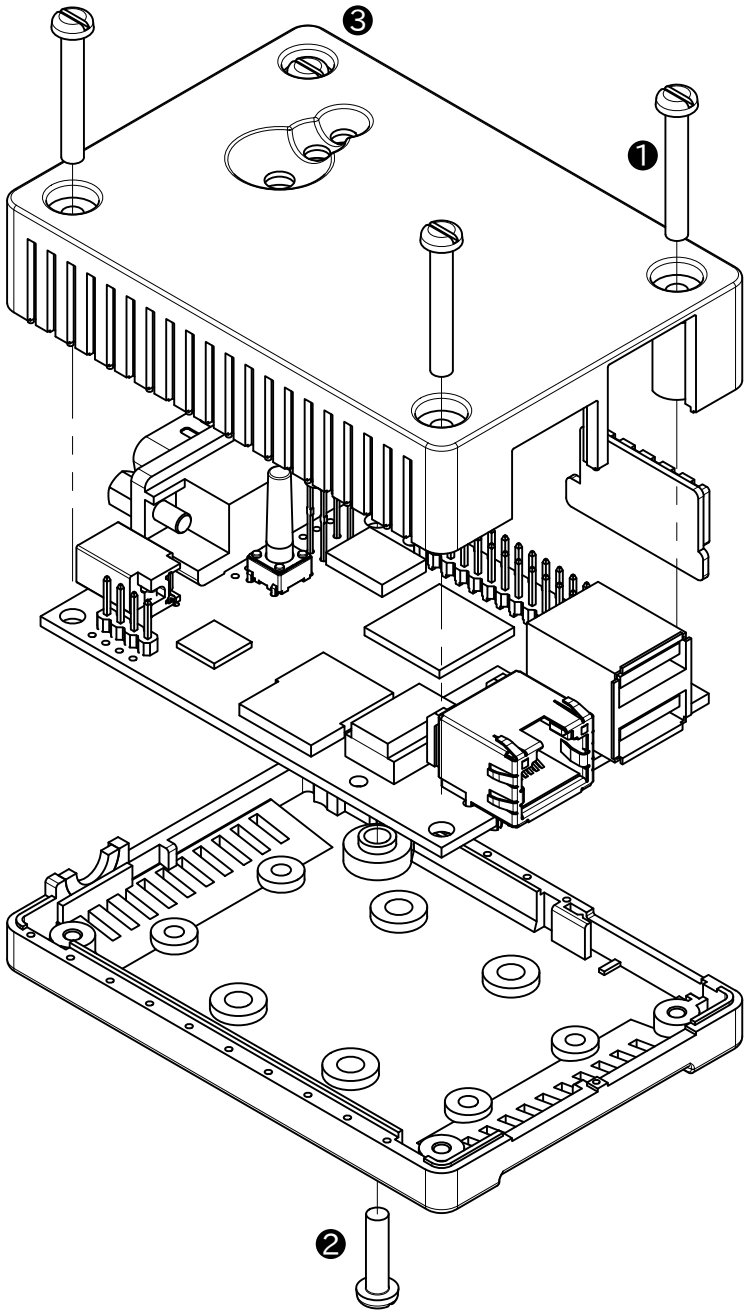


図 6.126 Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)の組み立て

❶ タッピングねじ(M2.6、L=20mm) x 3

❷ タッピングねじ(M3、L=12mm) x 1

❸ 飾りねじ x 1

ネジをきつく締め過ぎると、ケースが破損する恐れがありますので、十分にご注意ください。

飾りネジはボンド止めされておりますので、無理に取り外さないで下さい。

6.24.2.3. 形状図

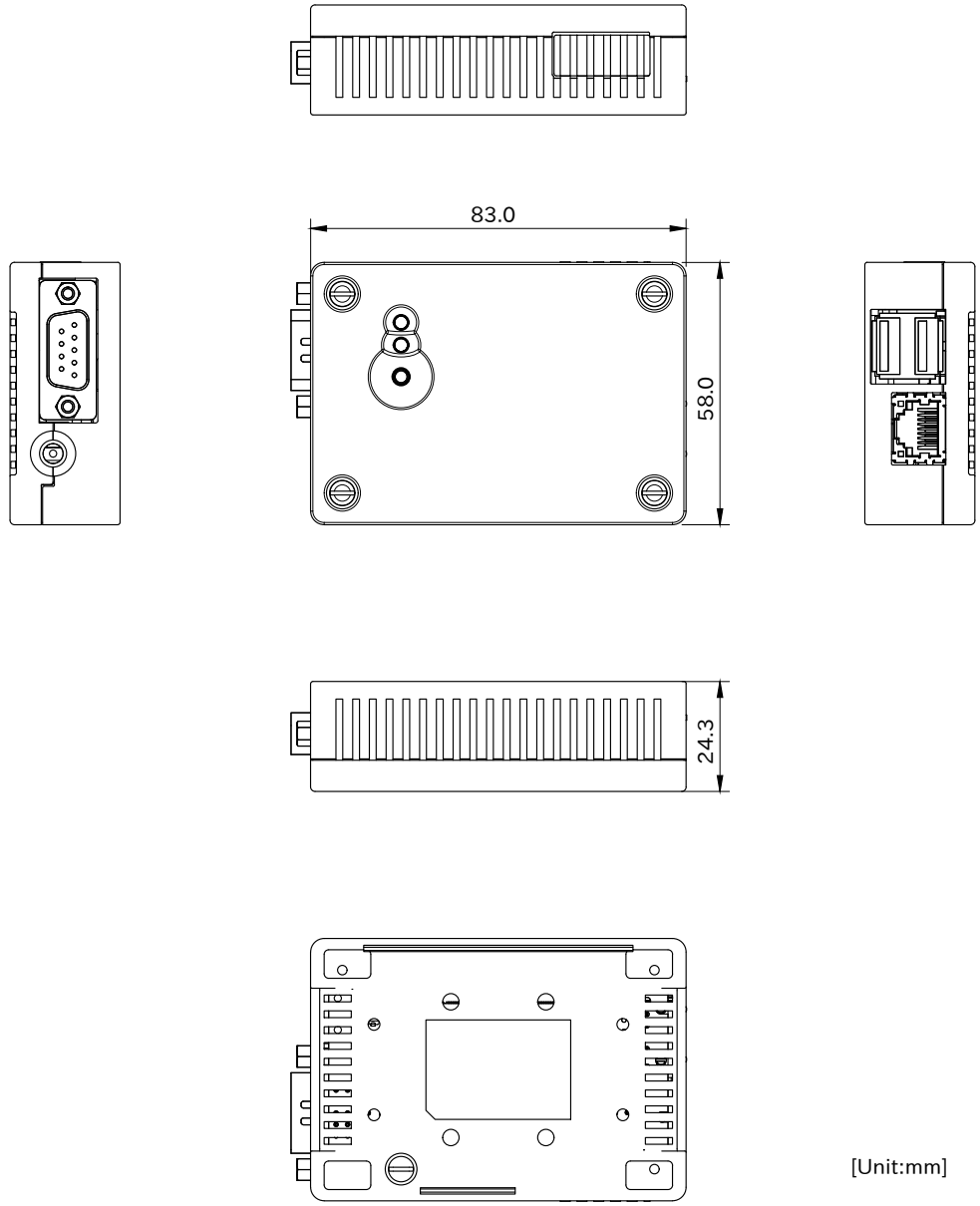


図 6.127 樹脂ケース形状図

6.24.3. Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)

6.24.3.1. 概要

Armadillo-640 用のアルミ製小型ケースです。Armadillo-640 の基板を収めた状態で、DC ジャック、シリアルインターフェース(D-Sub9 ピン)、USB インターフェース、LAN インターフェースにアクセス可能となっています。ケース固定ネジを利用して、AC アダプタ固定用パーツおよびアース線を接続することが可能です。

金属ケースはオプション品として別売りしています。

表 6.22 Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)について

商品名	Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)
型番	OP-CASE600-MET-00
内容	アルミケース、ネジ、ゴム足、AC アダプタケーブル固定用パーツ

6.24.3.2. 組み立て

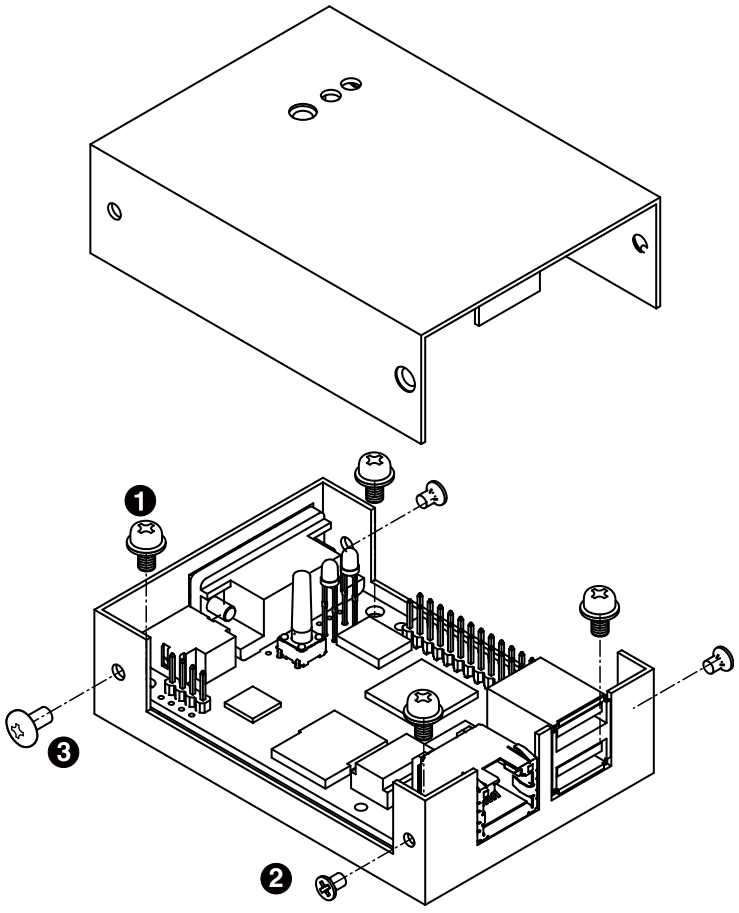


図 6.128 Armadillo-600 シリーズ オプションケース(金属製)の組み立て

❶ なべ小ネジ、スプリングワッシャ付き(M3、L=5mm) x 4

❷ 皿ネジ(M2.6、L=4mm) x 3

❸ トラス小ネジ(M3、L=5mm) x 1

6.24.3.3. 形状図

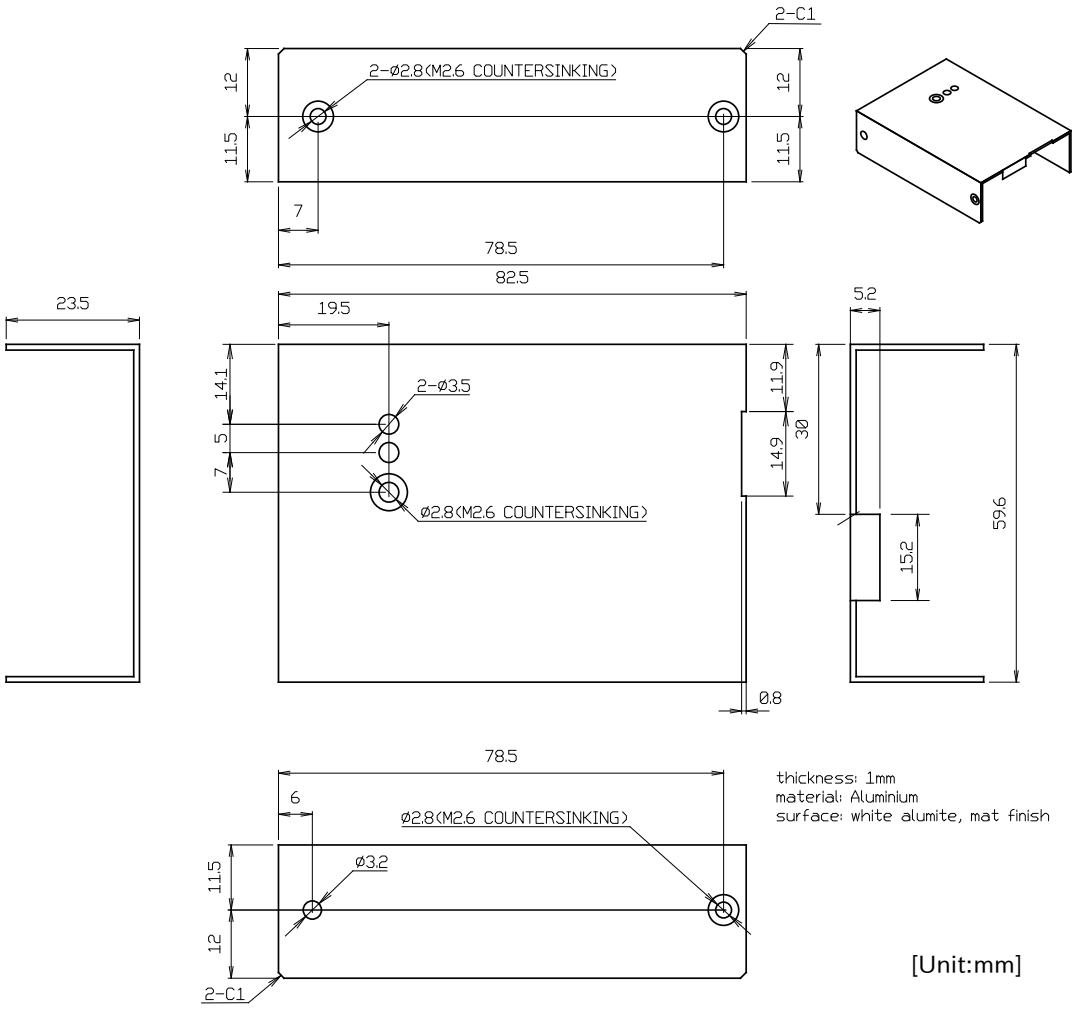


図 6.129 金属ケース(上板)寸法図

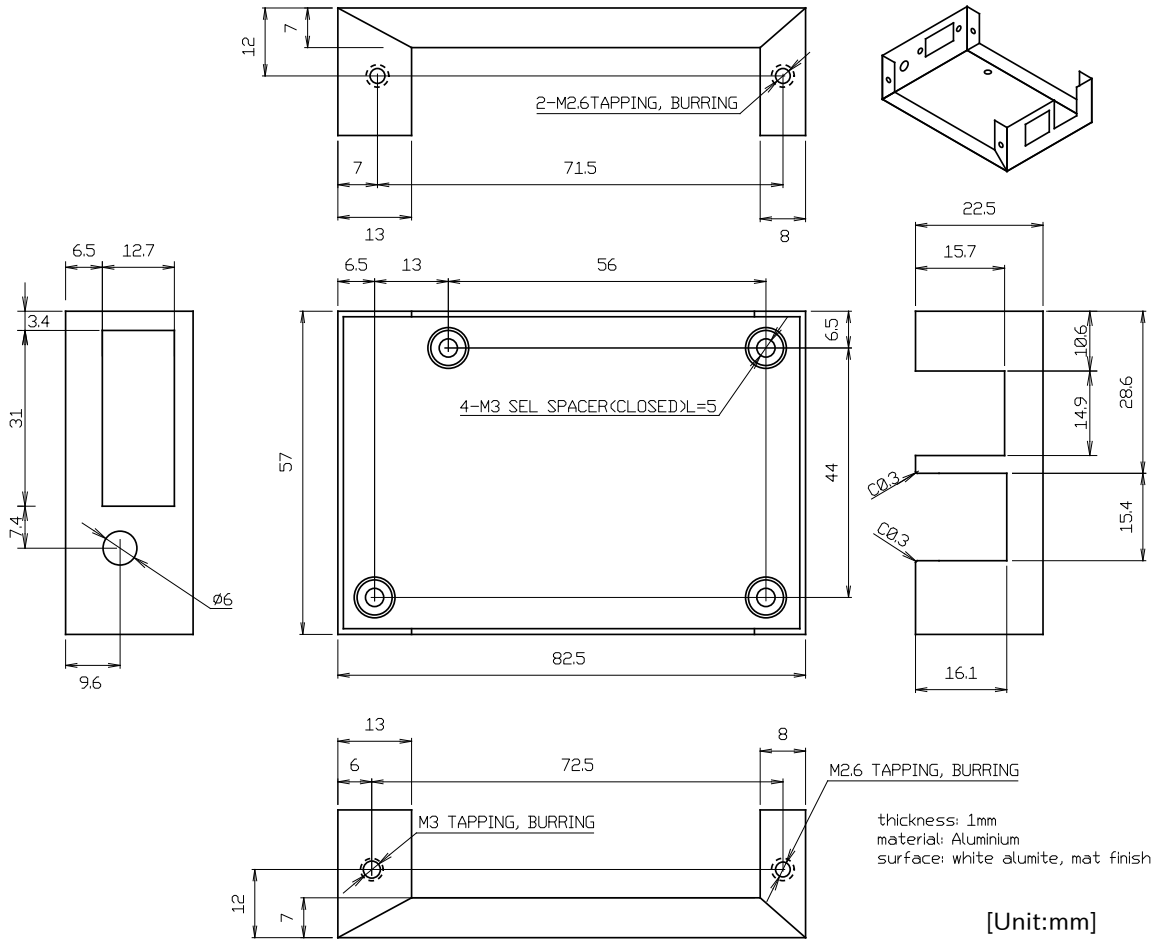


図 6.130 金属ケース(下板)寸法図

6.24.4. LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)

6.24.4.1. 概要

ノリタケ伊勢電子製のタッチパネル LCD とフレキシブルフラットケーブル(FFC)のセットです。Armadillo-640 の CON11(LCD 拡張インターフェース)に接続して使用することが可能です。

ソフトウェアからの利用方法については、「3.6.15. LCD を使用する」を参照してください。

表 6.23 LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)について

商品名	LCD オプションセット(7 インチタッチパネル WVGA 液晶)
型番	OP-LCD70EXT-L00
内容	7インチ タッチパネル LCD、FFC

表 6.24 LCD の仕様

型番	GT800X480A-1013P
メーカー	ノリタケ伊勢電子
タイプ	TFT-LCD
表示サイズ	7 インチ
外形サイズ	164.8 x 99.8 mm
解像度	800 x 480 pixels

表示色数	約 1677 万色
使用温度範囲	-20～+70℃
輝度	850cd/m^2 (Typ.) 25℃
電源	DC 5V±5%/500mA (Typ.), DC 3.3V±3%/35mA (Typ)
映像入力インターフェース	RGB パラレル(18bit/24bit)[a]
タッチパネルインターフェース	I2C(HID 準拠)
タッチ方式	投影型静電容量方式
マルチタッチ	最大 10 点対応

[a]Armadillo-640 は 18bit 対応です。

タッチパネル LCD をご使用になる前に、『GT800X480A-1013P 製品仕様書』にて注意事項、詳細仕様、取扱方法等をご確認ください。

『GT800X480A-1013P 製品仕様書』は「アットマークテクノ Armadillo サイト」の「[オプション] LCD オプションセット (7 インチタッチパネル WVGA 液晶) 製品仕様書」からダウンロード可能です。

6.24.4.2. 組み立て

「3.6.15. LCD を使用する」を参照してください。

6.24.5. Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュール

6.24.5.1. 概要

温度補償高精度リアルタイムクロック(RTC)と USB コネクタを搭載したオプションモジュールです。時刻データを保持するための電池ホルダも搭載しています。Armadillo-640 の CON9(拡張インターフェース)に接続して使用することが可能です。

Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュールの回路図、部品表は「アットマークテクノ Armadillo サイト」からダウンロード可能です。

表 6.25 Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュールについて

商品名	Armadillo-600 シリーズ RTC オプションモジュール
型番	OP-A600-RTCMOD-00
内容	RTC オプションモジュール、ネジ、スペーサ

6.24.5.2. 仕様

RTC オプションモジュールの仕様は次のとおりです。

表 6.26 RTC オプションモジュールの仕様

リアルタイムクロック	型番	NR3225SA
	メーカー	日本電波工業

バックアップ	電池ホルダ、外部バッテリ接続コネクタ搭載(対応電池: CR2016、CR2032 WK11 等)
平均月差(参考値)	約 21 秒@-20℃、約 8 秒@25℃、約 21 秒@70℃
USB	Type A コネクタ搭載
電源電圧	DC 3.3V±6%(RTC)、DC 2.0～3.5V(RTC バックアップ)、DC 5V±5%(USB)
使用温度範囲	-20～+70℃(結露なきこと) [a]
外形サイズ	42 x 50 mm

[a]Armadillo-600 シリーズ オプションケースセット(樹脂製)を組み合わせた場合、USB デバイスの発熱量によっては、使用温度範囲が狭くなる可能性があります。

RTC の時間精度は周囲温度に大きく影響を受けますので、ご使用の際には十分に特性の確認をお願いします。

6.24.5.3. ブロック図

RTC オプションモジュールのブロック図は次のとおりです。

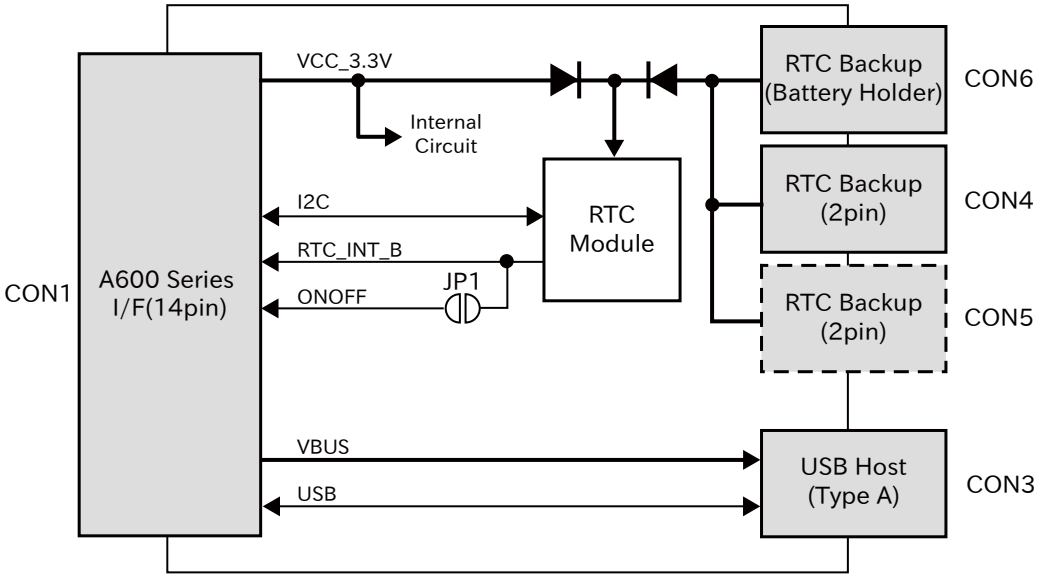


図 6.131 RTC オプションモジュールのブロック図

6.24.5.4. インターフェース一覧

RTC オプションモジュールのインターフェースについて説明します。

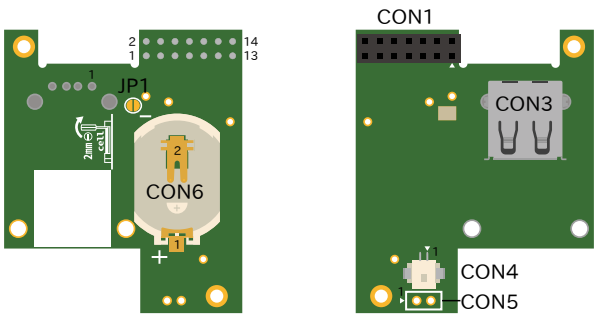


図 6.132 RTC オプションモジュールのインターフェース

表 6.27 RTC オプションモジュール インターフェース一覧 [a]

部品番号	インターフェース名	型番	メーカ
CON1	Armadillo-600 シリーズ接続インターフェース	PPPC072LFBN-RC	Sullins Connector Solutions
CON3	USB ホストインターフェース	SS-52100-001	Stewart Connector
CON4	RTC バックアップインターフェース	DF13A-2P-1.25H(21)	HIROSE ELECTRIC
CON5		B2B-EH(LF)(SN)	J.S.T.Mfg.
CON6		BLP2016SM-G	Memory Protection Devices

[a]部品の実装、未実装を問わず、搭載可能な部品型番を記載しています。

6.24.5.5. CON1(Armadillo-600 シリーズ接続インターフェース)

CON1 は Armadillo-600 シリーズの基板と接続するためのインターフェースです。Armadillo-640 の CON9(拡張インターフェース)の 11 ピンから 24 ピンに接続して使用します。

表 6.28 CON1 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	ONOFF	Out	JP1 を経由して RTC の割り込みピンに接続、オープンドレイン出力 [a]
2	NC	-	未接続
3	I2C_SCL	In	RTC の I2C クロックに接続、基板上で 2kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
4	I2C_SDA	In/Out	RTC の I2C データピンに接続、基板上で 2kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
5	Reserved	-	-
6	RTC_INT_B	Out	RTC の割り込みピンに接続、オープンドレイン出力、基板上で 2kΩ プルアップ(VCC_3.3V)されています。
7	NC	-	未接続
8	USB2_PORT_EN	In	CON1 の 14 ピン(USB2_EN_B)に接続されているバッファのイネーブルピンに接続 (High: USB2_EN_B が Hi-Z、Low: USB2_EN_B が Low)
9	GND	Power	電源(GND)
10	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
11	USB2_DN	In/Out	USB のマイナス側信号、CON3 の 2 ピン(D-)に接続
12	USB2_DP	In/Out	USB のプラス側信号、CON3 の 3 ピン(D+)に接続
13	USB2_VBUS	Power	電源(VBUS)、CON3 の 1 ピン(VBUS)に接続
14	USB2_EN_B	Out	バッファの出力ピンに接続、CON1 の 8 ピン(USB_PORT_EN)で設定した値が出力されます

[a]出荷時 JP1 はオープンですので、使用する場合は JP1 をショートする必要があります。

6.24.5.6. CON3(USB ホストインターフェース)

CON3 は USB ホストインターフェースです。

CON1 の 8 ピン(USB2_PORT_EN)から USB コントローラ(USB OTG2)の接続先を変更して使用します。Low レベルを入力すると RTC オプションモジュールの CON3、High レベルを入力すると Armadillo-640 の CON5 の上段に USB OTG2 が接続されます。詳細については、「3.6.4. USB デバイスを使用する」および回路図をご確認ください。

RTC オプションモジュール CON3 と Armadillo-640 CON5 上段は同じ USB コントローラ(USB_OTG2)に接続されており、同時に使用できません。

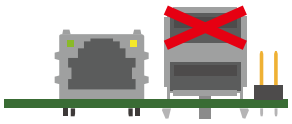


図 6.133 Armadillo-640 CON5 上段と RTC オプションモジュール CON3 は排他利用

CON3 は活線挿抜非対応となっております。ユースケースとして活線挿抜を想定していないため、突入電流に耐えるだけのコンデンサを搭載しておらず、活線挿抜した場合には Armadillo 本体の電圧が降下してしまいます。そのため、電源を切断した状態でデバイスを挿抜してください。

表 6.29 CON3 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	VBUS	Power	電源(VBUS)
2	D-	In/Out	USB のマイナス側信号、CON1 の 11 ピンに接続
3	D+	In/Out	USB のプラス側信号、CON1 の 12 ピンに接続
4	GND	Power	電源(GND)

6.24.5.7. CON4、CON5、CON6(RTC バックアップインターフェース)

CON4、CON5、CON6 は RTC のバックアップ電源供給用のインターフェースです。別途バックアップ用のバッテリを接続することで、電源(VCC_3.3V)が切断された場合でも、時刻データを保持することが可能です。3 つの形状のインターフェースがありますので、お使いのバッテリに合わせてご使用ください。

表 6.30 対応バッテリ例

部品番号	対応電池	バックアップ時間(参考値)
CON4	CR2032 WK11	6.2 年
CON5 [a]	-	-
CON6	CR2016	2.5 年

[a]CON5 には部品が実装されていません。2.5mm ピッチのコネクタを実装してご使用ください。

表 6.31 CON4、CON5、CON6 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	RTC_BAT	Power	電源(RTC_BAT)、リアルタイムクロックの電源ピンに接続
2	GND	Power	電源(GND)

CON4、CON5、CON6 は共通の端子に接続されており、同時に使用できません。

CON4、CON5、CON6 はリチウムコイン電池からの電源供給を想定したインターフェースです。リチウムコイン電池以外から電源を供給する場

合、回路図、部品表にて搭載部品をご確認の上、絶対定格値を超えない範囲でご使用ください。

CON6 に搭載している電池ホルダは、大変破損しやすい部品となっております。電池の取り付け、取り外しの手順について、「6.24.5.10. 電池の取り付け、取り外し」をご確認ください。

6.24.5.8. JP1(ONOFF ピン接続ジャンパ)

JP1 は RTC のアラーム割り込み端子と Armadillo-640 の ONOFF ピン(Armadillo-640 CON9 11 ピン)を接続するジャンパです。JP1 をショートすることで、RTC のアラーム割り込みによる i.MX6ULL の電源制御が可能になります。

JP1 は、はんだジャンパになります。半分に割れたパッドになっておりますので、はんだごてでパッドを熱し、はんだを盛ってショートしてください。

6.24.5.9. Armadillo-640 と RTC オプションモジュールの組み立て

RTC オプションモジュールは Armadillo-640 の CON9 の 11 ピンから 24 ピンに接続します。「図 6.134. RTC オプションモジュールの組み立て」のようにコネクタ接続後、金属スペーサで固定してください。

Armadillo-640 CON1(microSD スロット)に microSD カードを挿抜する際には、RTC オプションモジュールを取り外してください。組み立て後は、RTC オプションモジュールと Armadillo-640 の間隔が狭いため、無理に挿抜した場合、microSD カードが正常に挿入されないなどの原因で、動作不良を起こす場合があります。

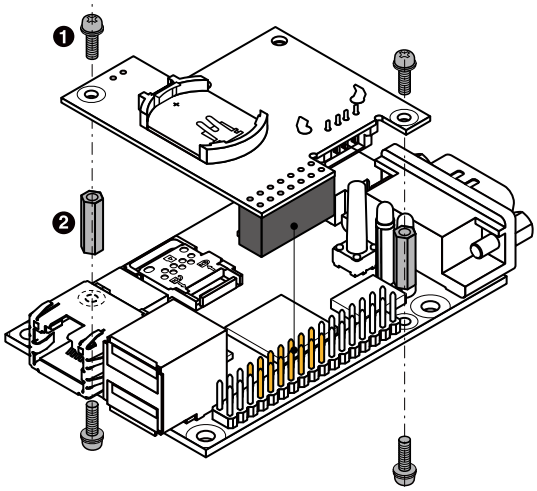


図 6.134 RTC オプションモジュールの組み立て

❶ なべ小ネジ、スプリングワッシャー、小径平ワッシャー付(M2、L=6mm) x 4

❷ 金属スペーサ(M2、L=11mm) x 2

6.24.5.10. 電池の取り付け、取り外し

RTC オプションモジュールの CON6(RTC バックアップインターフェース)には CR2016 等のリチウムコイン電池を搭載可能です。電池を取り付ける手順は以下のとおりです。

1. プラス端子側に電池を入れる
2. 電池ホルダのツメの下に電池を押し込む

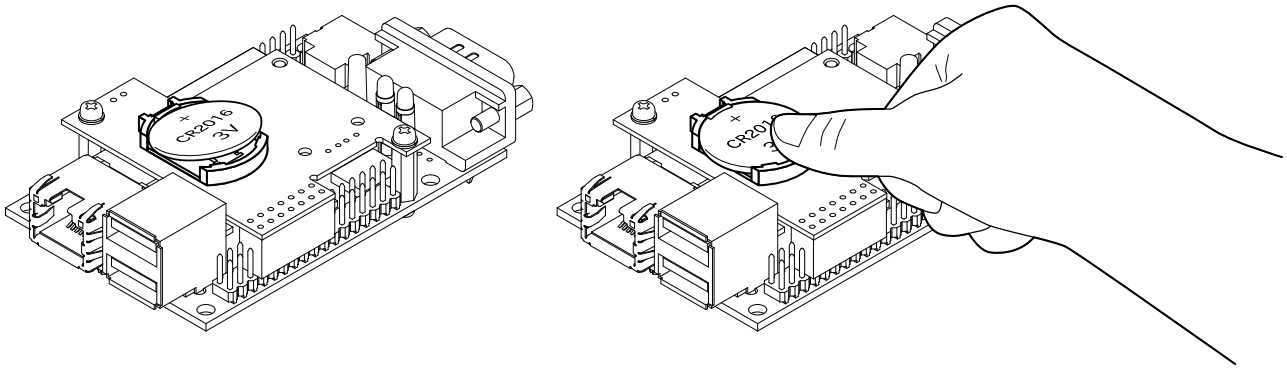


図 6.135 電池ホルダに電池を取り付ける

電池を取り外す手順は以下のとおりです。

1. プラスチック製もしくは絶縁テープを巻き付けたマイナスドライバー(2mm)を用意する
2. 電池を軽く押さえる
3. 電池ホルダの縁の中央部分と電池の間にマイナスドライバーを挿入する
4. マイナスドライバーで電池を持ち上げる

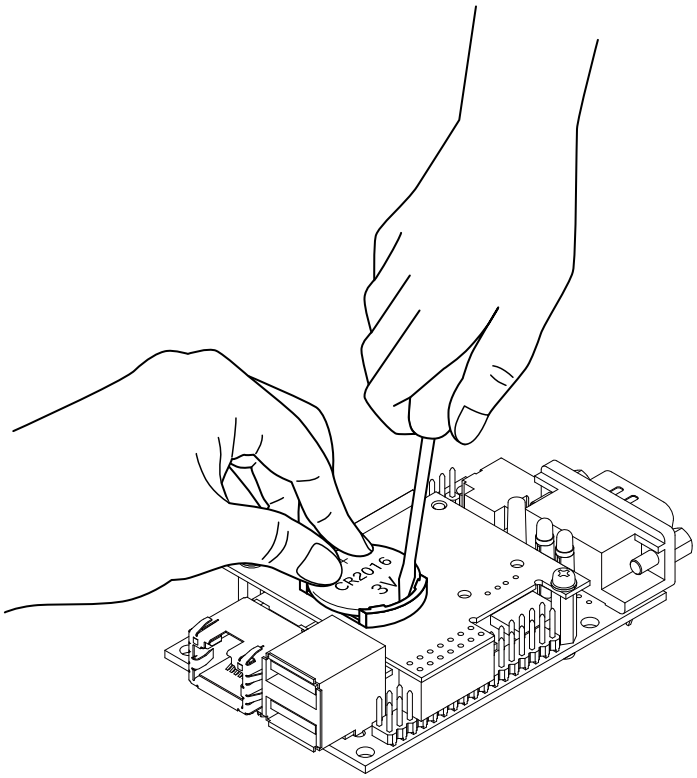


図 6.136 電池ホルダから電池を取り外す

6.24.5.11. 形状図

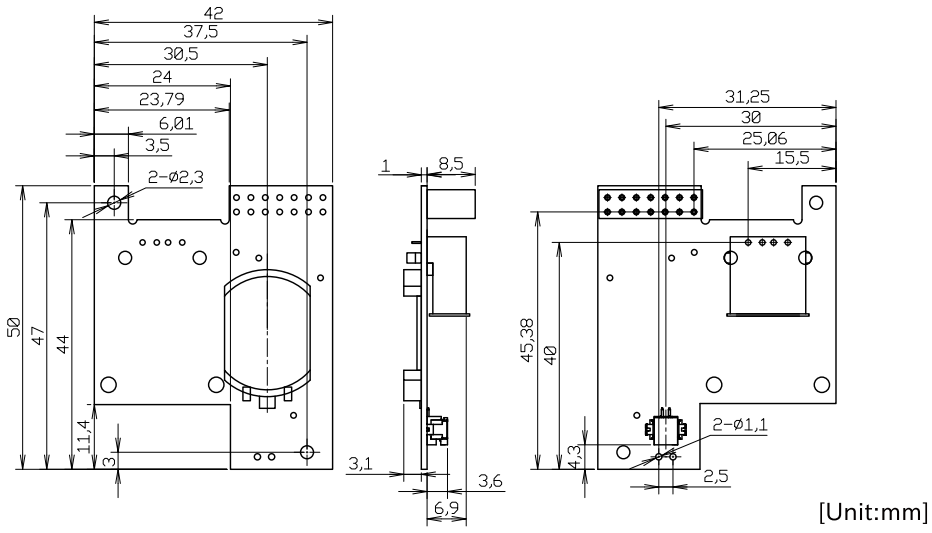


図 6.137 RTC オプションモジュール形状

6.24.6. Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール

6.24.6.1. 概要

Laird Connectivity 製の無線 LAN/BT コンボモジュール Sterling LWB5+、加賀 FEI 製の BT/TH モジュール EYSKBNZWB の実装/未実装で、3 種類のオプションモジュールがあります。

表 6.32 Armadillo-640 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの搭載デバイス

名称	型番	搭載デバイス
Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボオプションモジュール	OP-A600-AWLMOD-20	Sterling LWB5+
Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール	OP-A600-BTTHMOD-20	EYSKBNZWB
Armadillo-600 シリーズ BT/TH オプションモジュール WLAN コンボ対応	OP-A600-BTTHMOD-21	Sterling LWB5+および EYSKBNZWB

無線 LAN および BT 機能を使用したい場合は、Sterling LWB5+を搭載したオプションモジュール、BT 機能もしくは Thread 機能を使用したい場合は、EYSKBNZWB を搭載したオプションモジュールを選択してください。

ソフトウェアからの利用方法については、Sterling LWB5+搭載のオプションモジュールを利用している場合は「3.6.5. WLAN を使用する」を、EYSKBNZWB 搭載のオプションモジュールを利用している場合は「3.6.6. BT デバイスを使用する」または、「3.6.7. Thread デバイスを扱う」を参照してください。

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの同梱物は「表 6.33. WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの同梱物」のとおりです。Sterling LWB5+を使う場合は、外付けアンテナが必須となりますので別途ご用意ください。

表 6.33 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの同梱物

内容物	個数	用途
なべ小ネジ、スプリングワッシャー、小径平ワッシャー付(M2、L=6mm)	4	Armadillo-640 との固定
金属スペーサ(M2、L=11mm)	2	Armadillo-640 との固定
USB コネクタ用キャップ	1	Armadillo-640 CON5 上段の穴隠し用

表 6.34 推奨外付けアンテナ

商品名	無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08
型番	OP-ANT-WLAN-08K
セット内容	アンテナ(WAND2DBI-SMA-2NB/OxfordTEC)、アンテナケーブル(ケーブル長 60mm)

Sterling LWB5+で使用可能なアンテナにつきましては、「アットマークテクノ Armadillo サイト」 [https://armadillo.atmark-techno.com/]で公開しているアンテナリストをご確認ください。

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールは Armadillo-640 の CON14(拡張インターフェース)、CON9(拡張インターフェース)に接続して使用します。

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールが Armadillo-640 の USB コントローラ(USB OTG2)を使用するため、Armadillo-640 の CON5(USB ホストインターフェース)の上段は使用できなくなります。詳細については、「3.6.4. USB デバイスを使用する」および回路図をご確認ください。

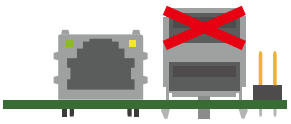


図 6.138 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール接続時に Armadillo-640 CON5 上段は使用不可

Armadillo-600 シリーズ WLAN、BT/TH オプションモジュールの回路図、部品表は「アットマークテクノ Armadillo サイト」 [https://armadillo.atmark-techno.com/]からダウンロード可能です。

また、「6.24.1. USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用)」を CON9 に接続することができなくなります。シリアルコンソールが必要な場合、WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの CON2(拡張インターフェース)か Armadillo-640 の CON3 もしくは CON4(シリアルインターフェース)をご使用ください。詳細につきましては、「6.24.6.11. シリアルコンソールの使用方法」をご確認ください。

Armadillo-640 は量産向けに、搭載するモジュールやケースの有無、部品実装の一部変更、ROM イメージの書き込みなどを選択・指定できる BTO サービスを提供しています。詳細につきましては、「アットマークテクノ BTO サービス」 [https://armadillo.atmark-techno.com/services/customize/bto]をご確認ください。

6.24.6.2. 仕様

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの仕様は次のとおりです。

表 6.35 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの仕様

無線 LAN/BT コンボモジュール	型番	Sterling LWB5+
	メーカー	Laird Connectivity
	無線規格	IEEE 802.11a/b/g/n/ac and Bluetooth 5.2
BT/TH モジュール	型番	EYSKBNZWB
	メーカー	加賀 FEI
	無線規格	Bluetooth 5.0 or IEEE 802.15.4(Thread) [a]
電源電圧	DC 5V±5%	
使用温度範囲(基板単体)	-20～+70℃(結露なきこと) [b]	
外形サイズ	41 x 49.7 mm	

[a]ファームウェアの書き換えにより、どちらか一方を利用することができます。

[b]Armadillo-600 シリーズ オプションケースセット(樹脂製)を組み合わせた場合の使用温度範囲は-10℃～+50℃です。

Laird Connectivity 製 Sterling LWB5+および加賀 FEI 製 EYSKBNZWB の詳細な仕様については、デバイスのメーカーサイトにてご確認ください。

6.24.6.3. ブロック図

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールのブロック図は次のとおりです。

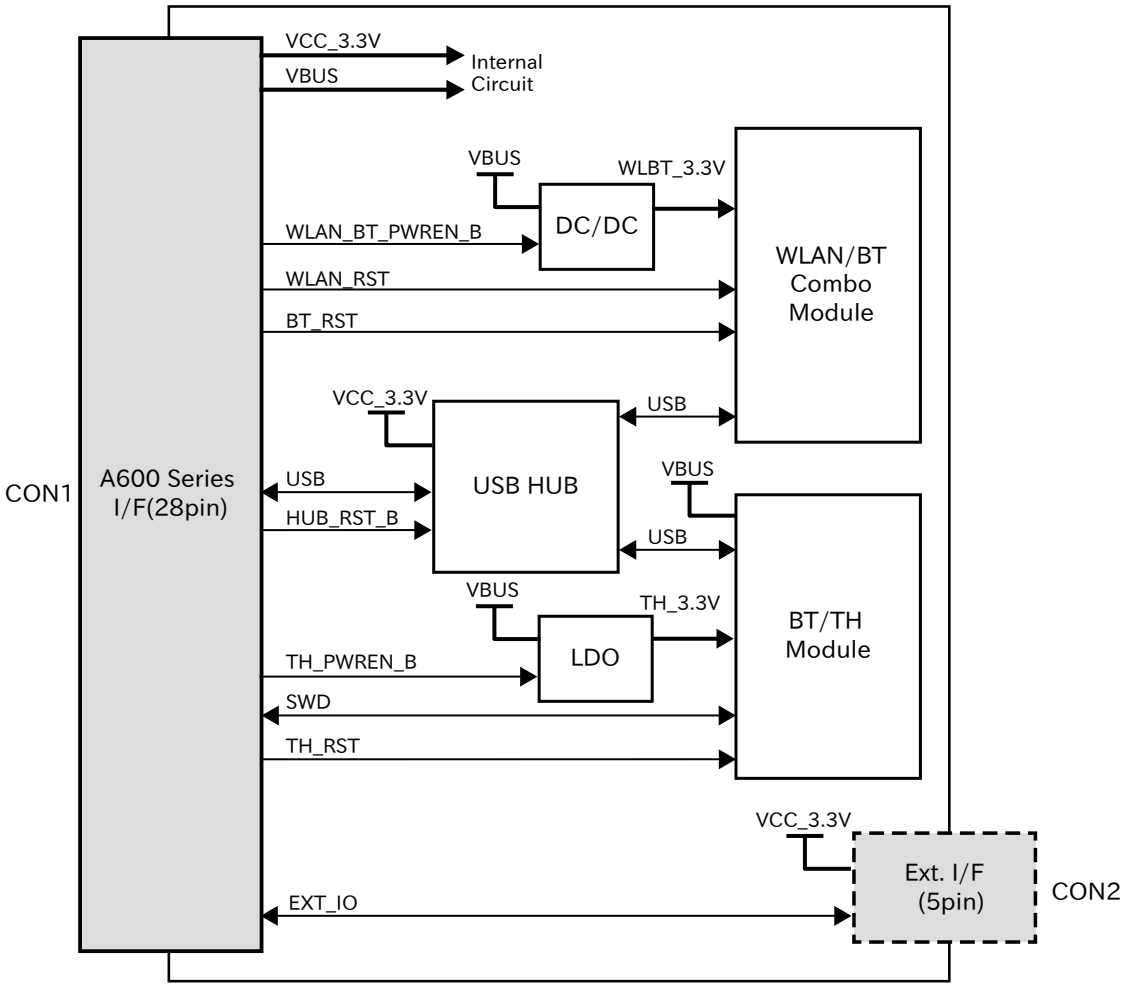


図 6.139 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールのブロック図

6.24.6.4. インターフェース一覧

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールのインターフェースについて説明します。

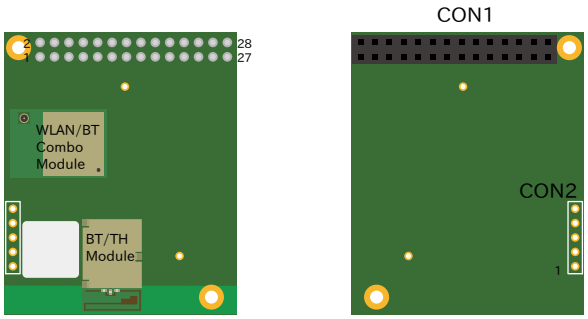


図 6.140 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールのインターフェース

表 6.36 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール インターフェース一覧 [a]

部品番号	インターフェース名	型番	メーカー
CON1	Armadillo-600 シリーズ接続インターフェース	PPPC142LFBN-RC	Sullins Connector Solutions
CON2	拡張インターフェース	61300511021	Wurth Electronics

[a]部品の実装、未実装を問わず、搭載可能な代表型番を記載しています。

6.24.6.5. CON1 (Armadillo-600 シリーズ接続インターフェース)

CON1 は Armadillo-600 シリーズの基板と接続するためのインターフェースです。

表 6.37 CON1 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明
1	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
2	GND	Power	電源(GND)
3	NC	-	未接続
4	NC	-	未接続
5	UBOOT_EN_B	In/Out	CON2 の 1 ピンに接続されています。
6	SWDCLK	In	BT/TH モジュールの SWDCLK に接続されています。
7	UART1_RX	In/Out	CON2 の 2 ピンに接続されています。
8	SWDIO	In/Out	BT/TH モジュールの SWDIO に接続されています。
9	UART1_TX	In/Out	CON2 の 3 ピンに接続されています。
10	HUB_RST_B	In	USB HUB をリセットするための信号です。 (High: リセット解除、Low: リセット)
11	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
12	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
13	GND	Power	電源(GND)
14	GND	Power	電源(GND)
15	NC	-	未接続
16	NC	-	未接続
17	WLAN_RST	In	WLAN/BT コンボモジュールの WL_REG_ON 信号に接続されています。
18	BT_RST	In	WLAN/BT コンボモジュールの BT_REG_ON 信号に接続されています。
19	WLAN_BT_PWREN_B	In	WLAN/BT コンボモジュールの電源を ON/OFF 制御するための信号です。 (High: 電源切断、Low: 電源供給)
20	TH_RST	In	BT/TH モジュールをリセットするための信号です。 (High: リセット、Low: リセット解除)
21	TH_PWREN_B	In	BT/TH モジュールの電源を ON/OFF 制御するための信号です。 (High: 電源切断、Low: 電源供給)
22	NC	-	未接続
23	GND	Power	電源(GND)
24	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)
25	USB2_DN	In/Out	USB のマイナス側信号です。
26	USB2_DP	In/Out	USB のプラス側信号です。
27	USB2_VBUS	Power	電源(VBUS)
28	USB2_EN_B	Out	Armadillo-640 の USB OTG2 の接続先を切り替えるための信号です。GND に接続されています。

6.24.6.6. CON2(拡張インターフェース)

CON2 は機能拡張用インターフェースです。Armadillo-640 と接続した場合、UART1 の信号線が利用可能です。

表 6.38 CON2 信号配列

ピン番号	ピン名	I/O	説明	Armadillo-640 CON9 接続ピン名
1	UBOOT_EN_B	In/Out	拡張入出力	GPIO1_IO22
2	UART1_RX	In/Out	拡張入出力	GPIO1_IO17
3	UART1_TX	In/Out	拡張入出力	GPIO1_IO16
4	VCC_3.3V	Power	電源(VCC_3.3V)	-
5	GND	Power	電源(GND)	-

コネクタは実装されておりませんので、必要であればコネクタを実装してください。「表 6.39. CON2 搭載コネクタ例」に記載したコネクタ等が実装可能です。61300511021 等のピンヘッダを実装すると、「6.24.1. USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用)」を接続してシリアルコンソールとして使用することができます。S5B-XH-A、S5B-EH を使用する場合、実装面によっては Armadillo-600 シリーズ オプションケースセット(樹脂製)の蓋が閉まらなくなりますので、オプションケースへの収納を検討している場合はご注意ください。

表 6.39 CON2 搭載コネクタ例

型番	メーカー
61300511021	Wurth Electronics
S5B-XH-A	J.S.T.Mfg.
S5B-EH	J.S.T.Mfg.

6.24.6.7. 形状図

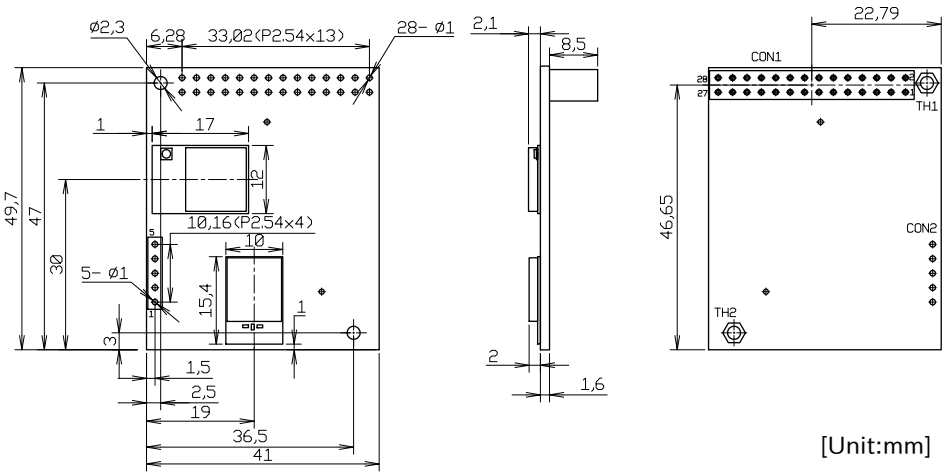


図 6.141 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュール形状図

6.24.6.8. オプションボードの組み立て

WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールは Armadillo-640 の CON14(拡張インターフェース)の 1 ピンから 4 ピン、CON9(拡張インターフェース)の 1 ピンから 24 ピンに接続します。電波強度等に影響がでますので、Armadillo-640 と WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールは、金属スペーサで固定してください。

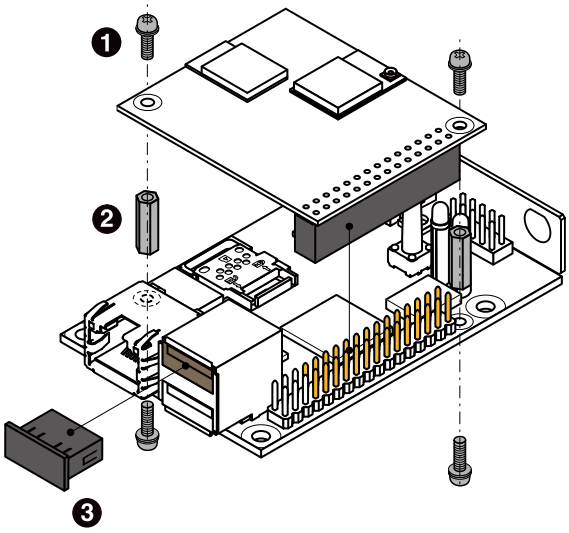


図 6.142 WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの組み立て

❶ なべ小ネジ、スプリングワッシャー、小径平ワッシャー付(M2、L=6mm) x 4

❷ 金属スペーサ(M2、L=11mm) x 2

❸ USB コネクタキャップ

> Armadillo-640 CON1(microSD スロット)に microSD カードを挿抜する際には、WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールを取り外すことを推奨します。組み立てたまま挿抜した場合、microSD カードが正常に挿入されないなどの原因で、動作不良を起こす可能性があります。

> 付属の USB コネクタキャップは一度嵌めると簡単に取り外すことができません。取り付け箇所に間違いがないか、十分にご確認の上ご使用ください。

6.24.6.9. アンテナの組み立て

Sterling LWB5+を使用する場合、外付けアンテナが必要になります。アンテナケーブルコネクタは Sterling LWB5+上のコネクタに接続します。

アンテナは外付けアンテナ固定金具 00(OP-MNT-ANT-MET-00)で Armadillo-640 のねじ穴に固定することが可能です。

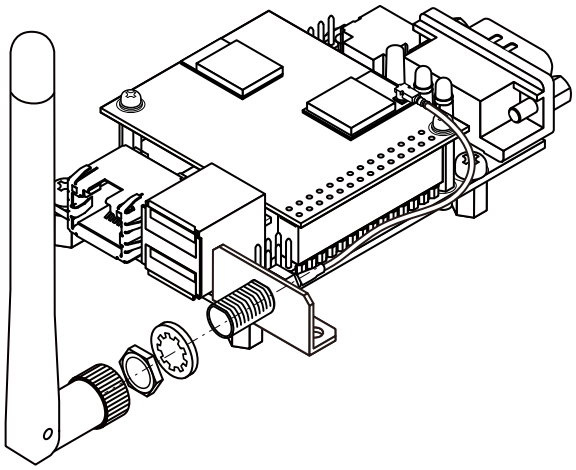


図 6.143 外付けアンテナの組み立て(OP-MNT-ANT-MET-00 使用)

CON3 に実装されている D-Sub9 ピンコネクタの替わりにオプションケース対応のアンテナ固定金具を装着して、アンテナを固定することも可能です。

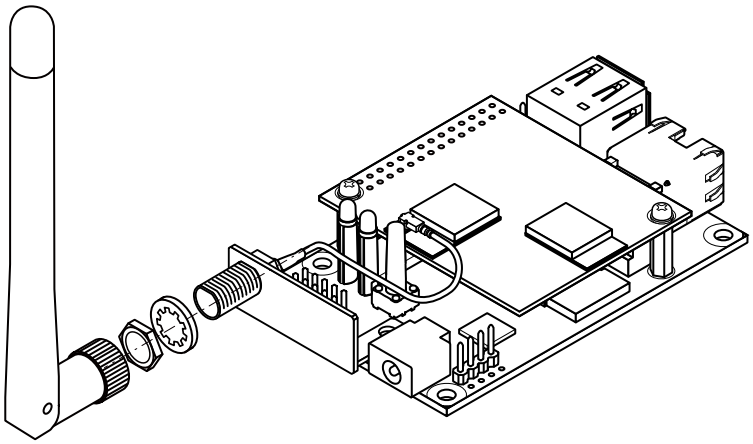


図 6.144 外付けアンテナの組み立て(オプションケース対応のアンテナ固定金具使用)

BTO サービスで、オプションケース対応のアンテナ固定金具を、D-Sub9 ピンコネクタの替わりに装着することが可能です。詳細につきましては、「アットマークテクノ BTO サービス」 [https://armadillo.atmark-techno.com/services/customize/bto]をご確認ください。

6.24.6.10. ケースの組み立て

オプションケース対応のアンテナ固定金具を使用した場合、組み立て後でも Armadillo-600 シリーズオプションケース(樹脂製)に収めることが可能です。

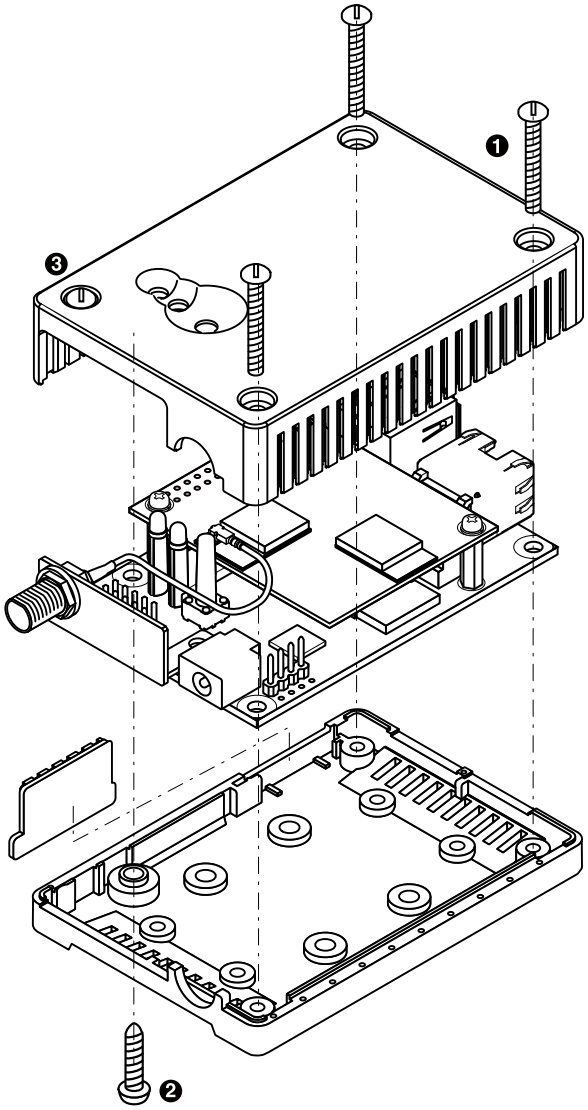


図 6.145 ケースの組み立て

❶ タッピングねじ(M2.6、L=20mm) x 3

❷ タッピングねじ(M3、L=12mm) x 1

❸ 飾りねじ x 1

6.24.6.11. シリアルコンソールの使用方法

シリアルコンソールが必要な場合、WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールを Armadillo-640 の CON9 に接続するため、「6.24.1. USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用)」を接続することができません。

これらの信号線は WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールの CON2(拡張インターフェース)から使用可能です。CON2 に 5 ピンのピンヘッダを実装することで、「6.24.1. USB シリアル変換アダプタ(Armadillo-640 用)」を接続することができます。

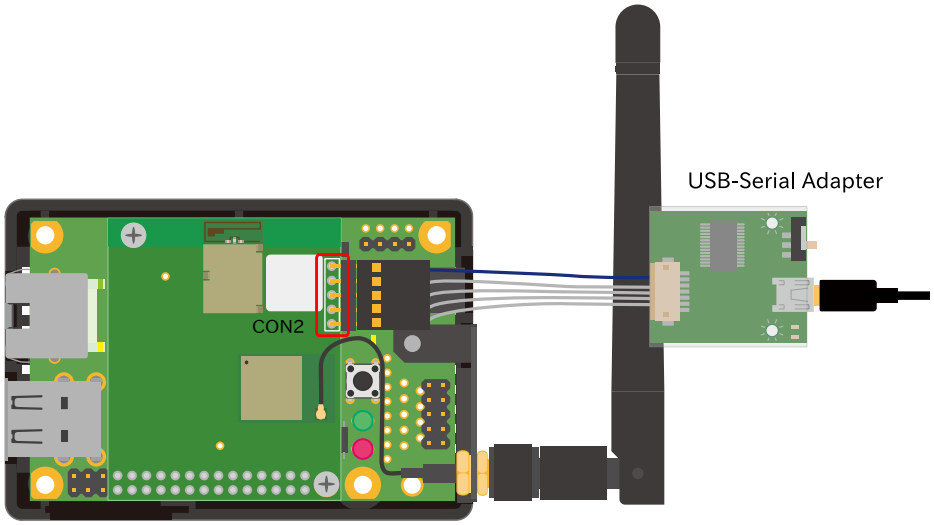


図 6.146 オプションモジュールの CON2 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例

CON3 の D-Sub9 ピンコネクタの替わりにオプションケース対応のアンテナ固定金具を装着している場合、CON4(シリアルインターフェース)に 10 ピンのピンヘッダを実装することで、シリアルコンソールとして使用することができます。CON4 を使用する場合は、シリアルクロスケーブルと D-Sub9/10 ピンシリアル変換ケーブルが必要になります。

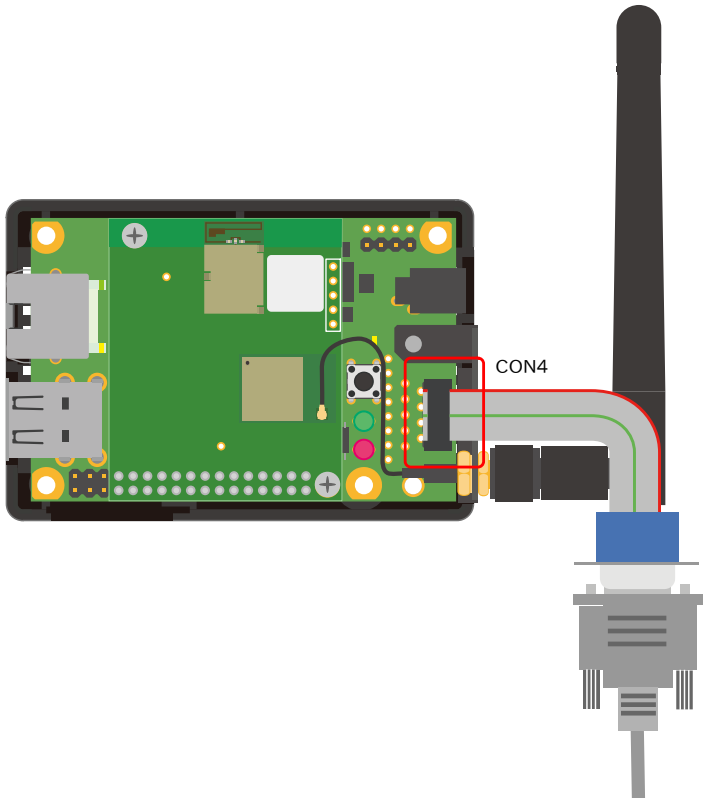


図 6.147 CON4 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例

アンテナの固定が不要な場合は、Armadillo-640 の CON3(シリアルインターフェース)をシリアルコンソールとして使用すると Armadillo-600 シリーズ オプションケース(樹脂製)に入れたままでも、シリ

アルコンソールを利用することが可能です。CON3 を使用する場合は、シリアルクロスケーブルが必要になります。

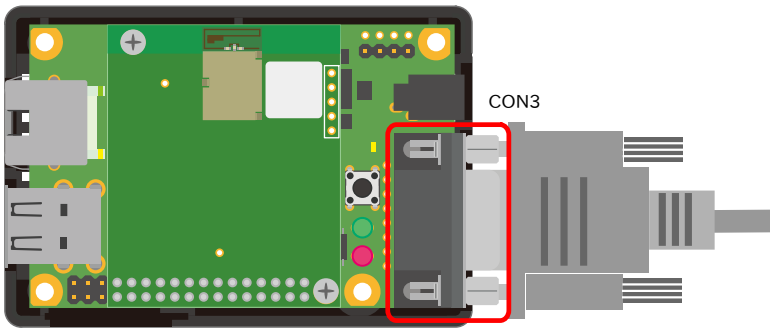


図 6.148 CON3 をシリアルコンソールとして使用する場合の接続例

6.24.7. 無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08

6.24.7.1. 概要

無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08 は、Armadillo-600 シリーズ WLAN コンボ、BT/TH オプションモジュールに搭載している Laird Connectivity 製の無線 LAN/BT コンボモジュール Sterling LWB5+対応のアンテナセットです。

表 6.40 無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08 について

商品名	無線 LAN 用 外付けアンテナセット 08
型番	OP-ANT-WLAN-08K
セット内容	アンテナ(WAND2DBI-SMA-2NB/OxfordTEC)、アンテナケーブル(ケーブル長 100mm)
対応製品	OP-A600-AWLMOD-20, OP-A600-BTTHMOD-21

BTO サービスで、ケーブル長 60mm のアンテナケーブルを選択することが可能です。オプションケースおよびオプションケース対応のアンテナ固定金具を使用する場合は、ケーブルの挟み込みによる断線や、意図しないコネクタ外れを防ぐため、ケーブル長 60mm のアンテナケーブルの使用を推奨いたします。詳細につきましては、「アットマークテクノ BTO サービス」 [https://armadillo.atmark-techno.com/services/customize/bto]をご確認ください。

6.24.7.2. アンテナケーブルコネクタの嵌合

アンテナケーブルコネクタは、Sterling LWB5+上のコネクタに接続します。

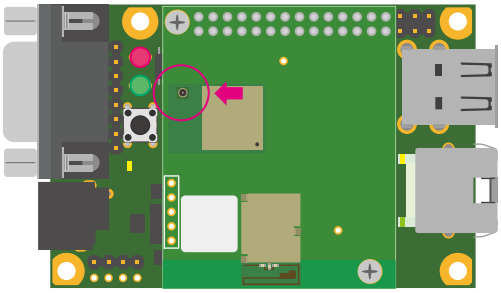


図 6.149 Sterling LWB5+上のコネクタの位置

アンテナケーブルコネクタは、挿抜治具(90609-0001/IPEX)を使用して嵌合するか、手で直接嵌合します。

挿抜治具による嵌合

アンテナケーブルコネクタのストッパーに当たるまで挿抜治具をスライドさせ、コネクタ全体を抱えるようにします。アンテナケーブルコネクタが基板に対し平行になっていることを確認し、垂直に挿抜治具を押してコネクタを嵌合します。

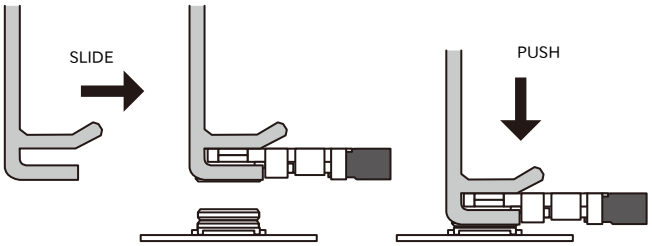


図 6.150 挿抜治具によるアンテナケーブルコネクタの嵌合

アンテナケーブルコネクタは基板に対して平行してから嵌合してください。曲がったまま嵌合すると、コネクタ破損の原因となります。

手で直接嵌合

アンテナケーブルを持ち、Sterling LWB5+上のアンテナコネクタにアンテナケーブルのコネクタをセットします。セットしたら前後に軽く動かし、動かないことを確認します。

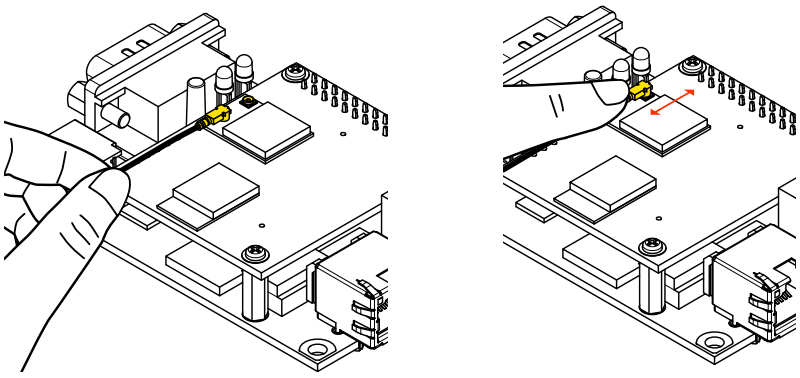


図 6.151 アンテナケーブルコネクタのセット

コネクタのセンターを真上から押し、カチッという音がすると嵌合完了です。

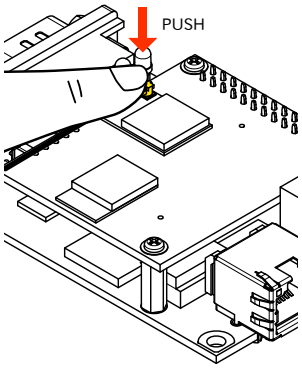


図 6.152 アンテナケーブルコネクタの嵌合

6.24.7.3. アンテナケーブルコネクタの抜去

アンテナのケーブルコネクタは、ケーブルコネクタ首部へのストレスを避けるため、挿抜治具(90609-0001/IPEX)を使用して抜去してください。

ケーブルコネクタのストッパーに当たるまで挿抜治具をスライドさせ、ケーブルコネクタ全体を抱えるようにします。基板と垂直に挿抜治具を引き上げてコネクタを抜去します。

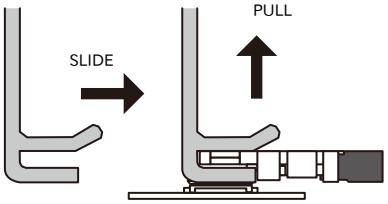


図 6.153 挿抜治具によるアンテナケーブルコネクタの抜去

挿抜治具は必ず基板と垂直に引き上げてください。ひねったり、ななめに引き上げたりした場合、コネクタ破損の原因となります。

6.24.7.4. 形状図

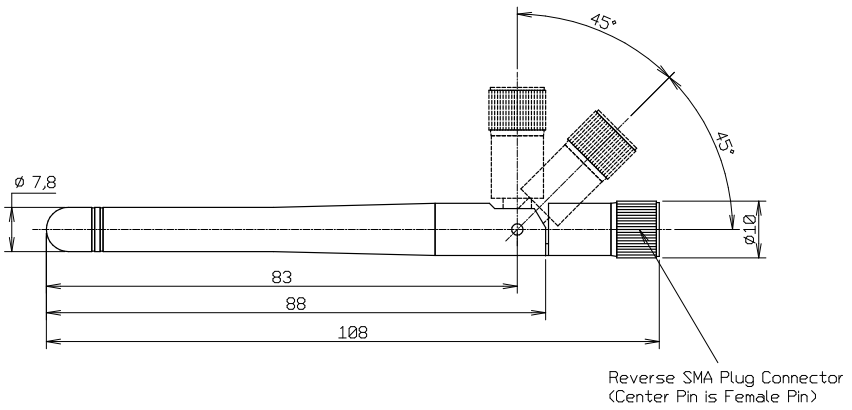


図 6.154 無線 LAN 用 外付けアンテナ 08 形状図

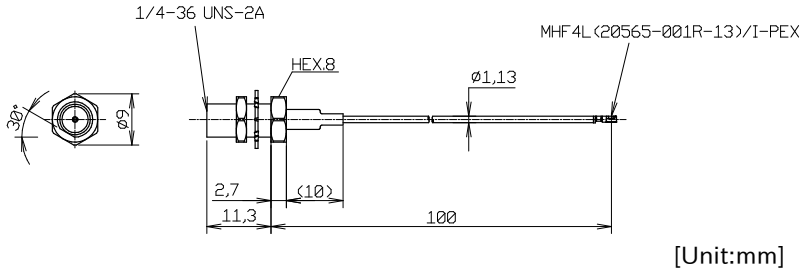


図 6.155 無線 LAN 用 外付けアンテナケーブル 08 形状図

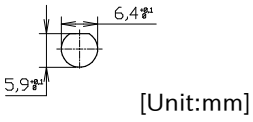


図 6.156 無線 LAN 用 外付けアンテナ 取り付け穴寸法

6.24.8. 外付けアンテナ固定金具 00

6.24.8.1. 概要

アンテナを固定する金具です。

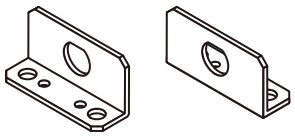


図 6.157 外付けアンテナ固定金具 00 の外観

アンテナ固定金具を使用すると、Armadillo-640 の USB コネクタ横のねじ穴にアンテナを固定することができます。

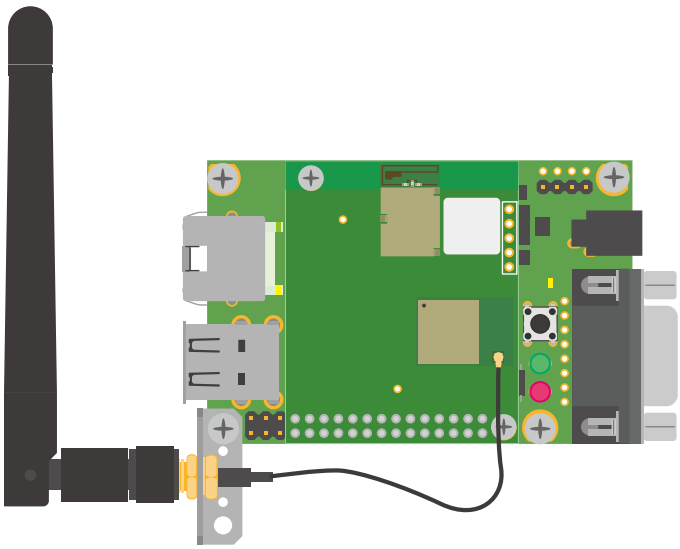


図 6.158 Armadillo-640 へのアンテナ固定金具の固定

表 6.41 外付けアンテナ固定金具 00 について

商品名	外付けアンテナ固定金具 00
型番	OP-MNT-ANT-MET-00
セット内容	アンテナ固定金具本体[a]

[a]固定用のねじ、スペーサはセットに含まれません。別途ご準備ください。Armadillo-640 ベーシックモデル 開発セットに含まれるねじ、スペーサで固定することができます。

表 6.42 外付けアンテナ固定金具 00 の仕様

材質	鉄
板厚	1.0mm

オプションケース対応のアンテナ固定金具とは違う金具です。オプションケース対応のアンテナ固定金具が必要な場合は、BTO サービスをご利用ください。

6.24.8.2. 組み立て

「図 6.159. Armadillo-640 へのアンテナ固定金具の固定」のように M3 のねじとスペーサで Armadillo-640 のねじ穴に固定します。

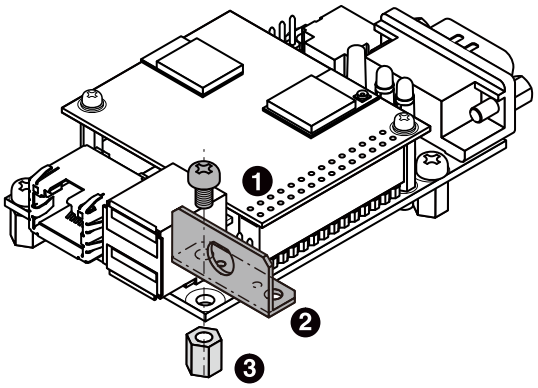


図 6.159 Armadillo-640 へのアンテナ固定金具の固定

❶ なべ小ねじ(M3、L=5)

❷ アンテナ固定金具

❸ スペーサ(M3、L=8mm)

アンテナは「図 6.160. アンテナ固定金具へのアンテナの固定」のように固定します。

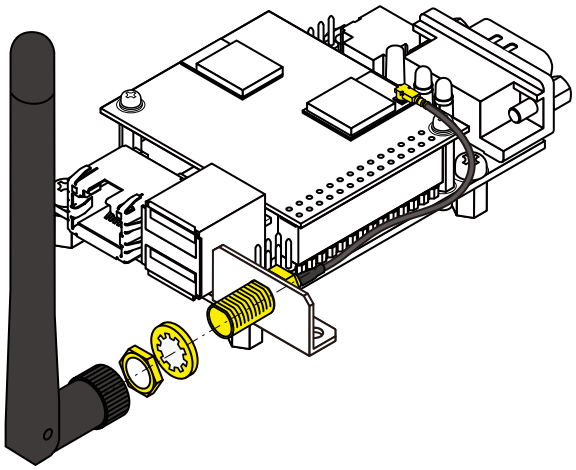


図 6.160 アンテナ固定金具へのアンテナの固定

6.24.8.3. 形状図

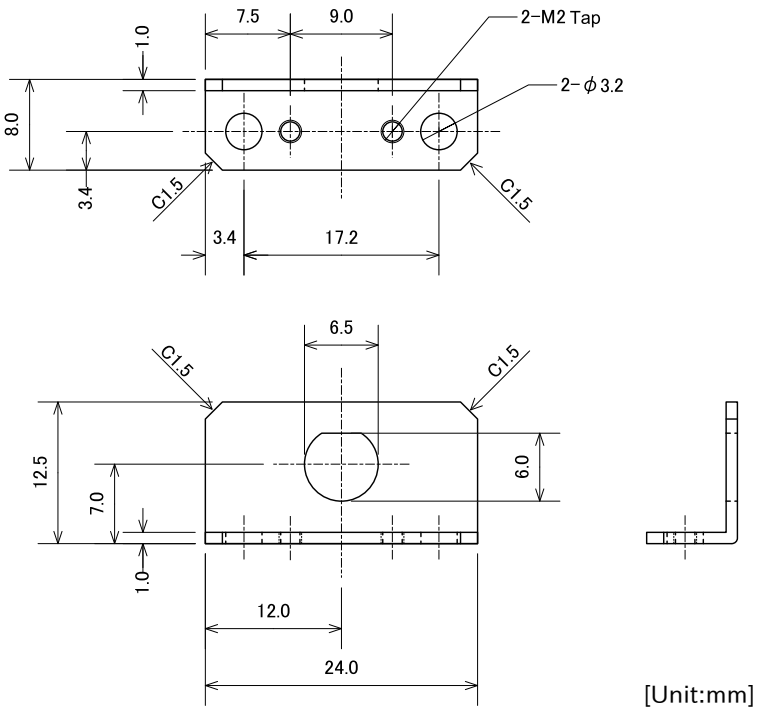


図 6.161 アンテナ固定金具 形状図

改訂履歴

バージョン	年月日	改訂内容
3.0.0	2023/06/29	・初版発行
3.1.0	2023/07/26	・「6.8.2. ABOS Web の設定機能一覧と設定手順」 に 「3.8.10.3. VPN 設定」 を追加 ・「6.8. Web UI から Armadillo をセットアップする (ABOS Web)」 に 「6.8.3. コンテナ管理」 を追加 ・「6.8. Web UI から Armadillo をセットアップする (ABOS Web)」 に 「6.8.4. SWU インストール」 を追加 ・「3.10. CUI アプリケーションの開発」の内容を最新のソフトウェアのものに更新 ・「3.10. CUI アプリケーションの開発」に ssh_known_hosts に関する注意を追加 ・「6.2.2.12. pod でコンテナのネットワークネームスペースを共有する」の説明を set_infra_image を使わないものに変更 ・誤記修正
3.2.0	2023/08/29	・文章全体の構成を変更 ・「3.6.10. I2C デバイスを使用する」 の最大転送レートを 384kbps に修正 ・「3.10.4.2. ssh 接続に使用する IP アドレスの設定」 に VSCode から IP アドレスを設定する方法を追加 ・「6.2.5. アットマークテクノが提供するイメージを使う」 に「6.2.5.1. ABOSDE からインストールする」 を追加 ・「6.2.6. alpine のコンテナイメージをインストールする」 を追加 ・誤記修正
4.0.0	2023/09/05	・前回の更新で章構成を大きく変更したため、メジャーバージョンを変更 ・「3.5.5.1. 提供している DT overlay」 にある WLAN コンボ/BT/TH オプションモジュール用の dtbo ファイルのファイル名を修正
4.1.0	2023/10/30	・一部の章構成を変更 ・本文中にあるマルチプレクス表のダウンロードページのリンク先を修正 ・「3.3.6.1. initial_setup.swu の作成」 の説明文を修正 ・「3.5.5.1. 提供している DT overlay」 に armadillo-600-button-enter.dtbo を追加 ・「3.5.5.1. 提供している DT overlay」 に at-dtweb で作成した dtbo を使用する場合の注意事項を追加 ・「3.6.4. USB デバイスを使用する」 に記載しているコンテナの作成例を、add_hotplugs を使用した例に修正 ・「3.10. CUI アプリケーションの開発」 内にある 「3.10.3.2. ディレクトリ構成」 の説明文を修正 ・「6.2.3. コンテナとコンテナに関連するデータを削除する」 に VSCode から削除する方法を追加 ・「6.12. ボタンやキーを扱う」 に SW1 に関する説明を追加 ・「3.9. Network Time Protocol (NTP, ネットワーク・タイム・プロトコル) の設定」に記載している chrony の設定ファイルに関する説明を修正 ・誤記および分かりにくい表記の修正
4.2.0	2023/11/28	・「図 4.10. インストールログを保存する」 内の umount コマンド例から -R オプションを削除 ・「6.2.2.14. コンテナからのコンテナ管理」 の説明文を修正

		・「6.2.4.14. 自動起動の無効化」 の説明文を修正 ・「表 6.7. u-boot の主要な環境変数」に bootdelay=-3 の説明を追加 ・「6.19.4. ビルドしたルートファイルシステムの SBOM を作成する」 を追加 ・誤記および分かりにくい表記の修正
4.3.0	2023/12/26	・「表 2.2. 仕様」にセキュアエレメントの項目追加 ・「図 2.6. Armadillo-640 ブロック図」に Secure Element 追加 ・「図 2.5. インターフェースレイアウト」の DC ジャック部分変更 ・「図 3.14. Armadillo-640 の接続例」の DC ジャック部分変更 ・「図 3.17. CON9-USB シリアル変換アダプタ接続図」 の DC ジャック部分変更 ・「図 3.18. JP1、JP2 の位置」の DC ジャック部分変更 ・「図 3.45. Armadillo-640 のインターフェース」の DC ジャック部分変更 ・「表 3.12. Armadillo-640 インターフェース一覧 」の CON12 の型番を HEC3600-016110 に変更 ・「図 3.27. 基板形状および固定穴寸法」の DC ジャック部分変更 ・「図 3.28. コネクタ中心寸法(A 面側)」の図名変更及び、DC ジャック部分変更 ・「図 3.29. コネクタ中心寸法(B 面側)」を追加 ・「図 3.30. コネクタ穴寸法」の DC ジャック部分変更 ・「図 6.125. Armadillo-640 のシリアル信号線」の DC ジャック部分変更 ・「図 3.90. LCD の接続方法」の DC ジャック部分変更 ・「3.2.5. インストールディスクについて」 に SBOM の自動生成に関する説明を追記 ・「3.8.1. ABOS Web とは」 に ABOS をバージョンアップした際の注意点を追記 ・「5.1.5. 個体識別情報の取得」 内の個体識別情報取得方法を修正 ・「6.2.4.6. 個体識別情報の環境変数の追加」 を追加 ・「6.8.5. アプリケーション向けのインターフェース (Rest API)」を追加 ・「6.19.3. Alpine Linux ルートファイルシステムをビルドする」に SBOM の自動生成に関する説明を追記 ・「図 6.67. 180 秒後に RTC(NR3225SA)で起床する」を追加 ・誤記および分かりにくい表記の修正
4.4.0	2024/01/29	・「3.8.2. ABOS Web へのアクセス」 にアクセス可能なネットワークに関する説明を追記 ・「3.10.3.2. ディレクトリ構成」 に requirements.txt に関する説明を追記 ・「3.11. C 言語によるアプリケーションの開発」 を追加 ・「6.8.5.1. Rest API へのアクセス権の管理」 にアクセス可能なネットワークに関する説明を追記 ・誤記および分かりにくい表記の修正

Armadillo-640 製品マニュアル
Version 4.4.0
2024/01/29