Marvelmind 屋内ナビゲーションシステム
操作マニュアル

v2026_04_19

www.marvelmind.com

目次

1. 概要 16
1.1. 主な性能： 17
1.2. 凡例 18
2. システムの基礎 19
2.1. 同梱品 19
2.1.1. Starter Set Super-MP-3D： 19
2.1.2. Starter Set IA-04-2D-Badge： 20
2.2. 屋内ナビゲーションシステムのアーキテクチャ 21
2.2.1. IA アーキテクチャ（Inverse Architecture） 21
2.2.2. NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture） 22
2.2.3. Multi-Frequency NIA (MF NIA) 23
2.2.4. 超大規模ネットワーク向けのマルチモデムアーキテクチャ 24
2.2.5. アーキテクチャ比較表 25
2.3. アーキテクチャの構成要素 26
2.4. 屋内「GPS」システムの外観と内部 27
3. システムの構成要素 31
3.1. 制御システム（Dashboard） 31
3.2. 固定ビーコン 32
3.3. モバイルビーコン（別名「Hedgehog」） 33
3.4. モデム 35
3.5. モデムの種類 37
3.5.1. Super-Modem 37
3.5.2. Modem HW v5.1 39
3.5.3. Modem HW v4.9（Modem HW v5.1 に置き換え済み） 40
3.6. ビーコンの種類 41
3.6.1. Super-Beacon 42
3.6.2. Beacon Mini-RX 45
3.6.3. Beacon Mini-TX 47
3.6.4. Industrial Super-Beacon-Plastic 48
3.6.5. Beacon Industrial-RX 51
3.6.6. Industrial Super-Beacon Metal-25kHz 54
3.6.7. Beacon HW v4.9（Super-Beacon に置き換え済み） 56
3.7. ビーコンのトランスデューサー配置図 57
3.8. 外付けマイクロフォンの種類 58
3.8.1. Omni-Microphone の接続図 60
3.8.2. 外付けマイクロフォンの接続図： 61
3.8.3. Mini-RX 用の外付けマイクロフォン拡張 64
3.8.4. デュアルマイクロフォン仕様： 65
3.8.5. 外付けマイクロフォンの接続図： 67
3.8.6. Horn 69

4. ソフトウェアパック 71
4.1. ダウンロードして開く 72
4.2. Dashboard のインストールフォルダー 74
4.3. Dashboard フォルダー 75
4.3.1. 「Windows Protected Your PC」（Windows によって PC が保護されました）エラー 76
4.4. Software IA フォルダー 77
4.4.1. Industrial Super-Beacon の種類： 79
4.5. Software NIA フォルダー 80
4.6. Super-Modem フォルダー 82
5. ソフトウェア設定の説明 83
5.1. Super-Modem のソフトウェア更新と設定の説明 83
5.1.1. Super-Modem のソフトウェア更新 83
5.1.2. Super-Modem の更新方法（ソフトウェアバージョン v7.000 以降） 84
5.1.3. Super-Modem のソフトウェアの更新方法（v7.000 より古いソフトウェアバージョンの場合）： 86
5.1.4. Super-Modem の設定 87
5.2. ソフトウェアの更新（USB/無線/DFU） 88
5.2.1. USB 経由のソフトウェア更新 88
5.2.2. 無線経由のソフトウェア更新 90
5.2.3. DFU プログラミングによるソフトウェア更新 91
5.2.4. ブートローダー経由のソフトウェア更新 98
6. システムのセットアップ 99
6.1. はじめに 99
6.2. DIP スイッチの位置 100
6.2.1. ビーコンをオフにする DIP スイッチの位置 100
6.2.2. 動作時と HEX プログラミング時の DIP スイッチの位置 100
6.2.3. DFU プログラミング時の DIP スイッチの位置 100
6.3. Starter Set Super-MP-3D（NIA、IA、MF NIA） 101
6.4. Starter Set NIA-SmallDrone 111
6.5. Starter Set Industrial-NIA-01 118
7. Dashboard のメニューとパラメーター 126
7.1. Dashboard の全体画面 126
7.2. 診断メッセージウィンドウ 127
7.3. 距離テーブル 131
7.4. USB で複数のデバイスを接続する 133
7.5. デバイスリスト 134
7.6. 可視化設定 135
7.7. マップ設定 136
7.8. Dashboard 監視モード 137
7.9. モデム/ビーコンのクイックコントロールパネル 137
7.10. Dashboard の Ceiling ボタンと Mirroring ボタン 139
7.11. 詳細設定 140

7.11.1. モデムの設定 140
7.11.2. ビーコンの設定 146
7.12. 無線周波数帯と搬送波周波数 159
7.13. Dashboard でのビーコンの表示の違い 160
7.14. Dashboard でのビーコンの色の違い 161
8. マップ 162
8.1. はじめに 162
8.2. マップ欠落の表示 163
8.3. マップレイヤー 164
8.4. サブマップ 165
8.5. サブマップのサービスゾーン 166
8.6. ハンドオーバーゾーン 167
8.7. ビーコンの超音波周波数 170
9. 機能 171
9.1. マイクの設定 171
9.1.1. Marvelmind の各デバイス 172
9.1.2. 単体の Omni-Microphone 173
9.2. モデム切断時の再起動 176
9.3. ジオフェンスゾーン 177
9.4. PPS（Pulse per Second）信号 180
9.5. フロア機能 181
9.5.1. 全体画面 181
9.5.2. フロアの設定 182
9.5.3. マップレイヤー 184
9.6. フロアプラン機能 185
9.6.1. フロアプラン（背景画像）の読み込み 185
9.6.2. フロアプランのスケーリング 187
9.6.3. マップ上でフロアプランを移動する 191
9.6.4. フロアプランのその他の設定 192
9.7. フィルター 193
9.7.1. スポットフィルタリング 193
9.7.2. 平均化ウィンドウ（NIA のみ） 194
9.7.3. 静止フィルター 195
9.8. 軸回転機能 196
9.9. 垂直サブマップ機能 198
9.9.1. 安定した Z を得るための垂直サブマップの構築方法： 199
9.10. サブマップ機能 201
9.10.1. サブマップの使い始め 202
9.10.2. サービスゾーンの作成方法： 208
9.11. 部分的に重なるサブマップ 210
9.12. 完全に重なるサブマップ 211

9.13. サブマップの設定 212
9.14. ハンドオーバーゾーンの設定 213
9.15. ペアードビーコン 214
9.16. ペアードマイクロフォン 219
9.17. ジオリファレンス点 220
9.18. 背景色 221
9.19. モバイルビーコンの色の変更 223
9.20. ペイロードのストリーミング 225
9.21. IMU 機能 226
9.21.1. IMU 機能の設定 226
9.21.2. Python ライブラリでのデータ利用例 228
9.22. IMU の軸の向き 229
9.23. Player 機能 231
9.24. 絶対距離キャリブレーション 233
9.24.1. 基準点に基づく絶対距離キャリブレーション 234
9.25. Real-Time Player 機能 236
9.26. CSV 形式 238
10. インターフェース 239
10.1. Super-Beacon 外部インターフェースのピン配置（上面図） 240
10.2. Beacon HW v4.9 外部インターフェースの 4x4 ピン配置（上面図） 241
10.3. Modem HW v4.9 外部インターフェースのピン配置（上面図） 242
10.4. Mini-RX 内部のはんだ付け用ピン配置 243
11. 高度なシステム設定と最適化 244
11.1. 無線プロファイルの互換性 245
11.2. Super-Modem の Wi-Fi 設定 248
11.2.1. Dashboard の Wi-Fi 設定メニュー 248
11.2.2. 静的 IP（Static IP） 250
11.3. 時分割多元接続（TDMA）シーケンス 252
11.4. 更新レートを上げる 254
11.5. 位置更新のレイテンシを低減する 255
11.6. ビーコンの配置方法 257
11.7. オシロスコープの使用 258
11.8. 超音波信号を正しく検出する 259
11.9. システム精度の評価 260
11.10. 加速度センサーのキャリブレーション 261
11.11. 正しい北の方位を得るための設定 263
11.12. Marvelmind API 264
11.13. Pixhawk と Marvelmind モバイルビーコンの通信 265
11.14. ロボットへの経路送信 266
11.15. 適切な超音波カバレッジ 268
11.16. 特定のトランスデューサーの有効化と無効化 270

11.17.トランスデューサーの設定：2D とモバイルビーコンの例 271
11.18.ビーコンへの給電 272
11.19.電源と LED 273
11.20.ライセンス 274
11.20.1. ライセンスの有効化方法 274
11.20.2. ドローン向け 100 Hz NMEA0183 276
11.20.3. NMEA0183 で$GPHDT 方位パケットを取得する 277
11.20.4. PX4 向け UBX（u-blox）プロトコル 278
11.20.5. Advanced SW Pack（拡張ソフトウェアパック） 279
11.20.6. ジオフェンスアラーム 280
11.20.8. サブマップアイランド機能 283
11.20.9. 全モバイルビーコンの毎サイクル更新 287
11.20.10. 超音波 + IMU センサーフュージョン 289
11.20.11. 無線の代わりに RS485 290
11.20.12. 手動距離測定用 API 291
11.20.13. 位置更新レートのブースト 292
11.20.14. バーチャルペンによる描画 293
11.20.15. UDP 経由の Marvelmind API 294
11.20.16. サブマップの自動セルフキャリブレーション 295
11.20.17. UDP ストリーミング 297
12. ソリューション 298
12.1. DJI ドローンの屋内自律飛行 298
13. よくある質問 300
14. トラブルシューティングのチェックリスト 302
14.1. システムを始動する前のチェックリスト： 303
15. お問い合わせ 304

改訂履歴

V2026_04_19

- Super-Beacon-4 の IMU 軸の向きの図を追加

V2026_03_26_claude

- 産業用ビーコンの各セクション（SBP、Industrial-RX、Metal-25kHz）に RS-485 に関する注記を追加
- Super-Modem の設定：「UDP ストリーミング」と「UDP 経由の API」のセクションを拡充
- ソフトウェアの更新：封止された屋外用製品（コンパウンド充填）では DFU を利用できない旨を追記
- Starter Set NIA-SmallDrone：項目 14 を更新（Mini-TX の hedgehog mode は常に有効）
- Industrial-NIA-01：項目 8〜9 を 7.1〜7.2 に番号変更
- 軽微な修正と整理：仮のテキストを削除し、製品名を修正

V2026_03_23_claude

- 「サブマップの使い始め」の章を更新
- すべての外付けマイクロフォンを個別の章に分離。一覧に Horn を追加
- 「マイクの設定」の章を更新
- 「ジオフェンスゾーン」の章を更新
- 「Real-Time Player」の章を更新
- 記載が漏れていた箇所に Super-Beacon-4 を追記
- 軽微な修正と改善

V2026_02_10

- 軽微な修正と改善

V2026_01_17

- 「ペアードビーコン」と「ペアードマイクロフォン」の章を更新

V2025_12_17

- Omni-Mic の配線図を更新
- 「ペアードビーコン」の章を改善

V2025_12_16

- 「ジオリファレンス点」の章を追加
- ビーコンの色と表示を更新

V2025_12_08

- 「ビーコンのトランスデューサー配置図」の章を追加
- Industrial Super-Beacon-Plastic の説明の章を更新

V2025_11_10

- 「ブートローダー経由のソフトウェア更新」の章を追加

V2025_10_03

- 軽微な修正と改善

V2025_09_26

- 新しい DFU プログラミングの説明を追加
- 複数のデバイスを USB で Dashboard に接続する方法の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2025_09_15

- 静止フィルターの説明を追加
- Dashboard のユーティリティフォルダーを追加
- 軽微な修正と改善

V2025_07_21

- 「無線の互換性」の章を更新。新しいデバイスを追加

V2025_07_18

- 「TDMA シーケンス」の章を更新
- 軽微な修正と改善

V2025_07_17

- サブマップの重なりに関する章を追加
- 軽微な修正と改善

V2025_07_10

- 11.16 章を追加
- 11.17 章を改善

V2024_11_19

- 軽微な修正と改善

V2024_11_18

- 軽微な修正と改善

V2024_11_12

- 11.1 章を更新。200 kbps プロファイル、Super-Beacon-4、Beacon Mini-TX-2 を追加
- 軽微な修正と改善

V2024_11_11

- 11.14～11.22 章を 11.19「ライセンス」に移動

V2024_11_05

- 11.14～11.22 章を追加

V2024_10_31

- 11.2.3 章と 11.12 章を追加

V2024_10_30

- 12 章を追加
- 「DJI ドローンの屋内自律飛行」の章を 12.1 に移動

V2024_10_27

- 9.27 章、9.27.1 章、9.27.2 章を追加

V2024_10_16

- 軽微な修正と改善

V2024_10_14

- 4.2.1 章を追加

V2024_10_05

- 3.1 章を更新。Dashboard の最小システム要件を追加

V2024_10_04

- 軽微な修正と改善

V2024_09_30

- 軽微な修正と改善

V2024_09_27

- 軽微な修正と改善

V2024_03_31

- 全体的な推敲と更新

V2023_06_26

- 2.2.4 章を追加。新しいマルチモデムアーキテクチャの説明を追加
- 軽微な改善

V2023_06_22

- 5.1.4 章、9.27 章、9.28 章を更新
- 「hedgehog.log ファイルの使用」の章を削除
- 軽微な改善

V2023_06_21

- 誤りを修正
- 軽微な改善

V2023_03_28

- 6.3、6.4、6.5、6.6 節を更新。ビーコンで「Hedgehog mode」をオンにする手順を追加

V2023_01_16

- 2.3 節を更新。新しいリンクを追加
- 9.10 章「フロアプラン機能」を更新
- 軽微な改善

V2022_12_25

- 2.2 章「屋内ナビゲーションシステムのアーキテクチャ」を更新

V2022_08_24

- 5.2.3 章「DFU によるソフトウェア更新」を更新
- 9.17 章「ペアードビーコン」を更新

V2022_08_24

- 6 章を更新
- 8 章を更新
- 11.3 節を更新
- 軽微な改善

V2022_08_17

- 軽微な修正と改善

V2022_08_12

- 4 章を更新

V2022_08_10

- 9.11 節「フィルター」を追加
- 11.16 節「ロボットへの経路送信」を更新
- 軽微な修正と改善

V2022_08_05

- 7.2 節を更新
- 9.12 節を追加
- 9.2 節「サブマップアイランド機能」を追加
- 9.10 節「全モバイルビーコンの毎サイクル更新」を追加
- 9.14.2 節を更新
- 10 章を更新
- 11.2.2 節「静的 IP（Static IP）」を追加

V2022_06_16

- 9.4 節「モデム切断時の再起動」を追加
- 9.5 節「ジオフェンスアラーム」を追加
- 9.6 節「PPS（Pulse per Second）信号」を追加
- 11.1 節「無線プロファイルの互換性」を更新
- ソフトウェア設定の章を 5 章に移動
- 5.1.2 章を追加
- 軽微な修正と改善

V2022_06_01

- 10.2 節「Super-Modem の Wi-Fi 設定」を追加

V2022_05_20

- 2.4 節「マップ」を 7 章に移動
- 3.6.3.1 節「Beacon Mini-RX の書き込み方法」を追加
- 8.22 節を更新
- 12 章を更新
- 4.4 節を更新
- 8.6 節を更新
- 10.1 節「無線プロファイルの互換性」を追加

V2022_05_13

- 5.2 節「DIP スイッチの位置」を追加
- Industrial Beacons 3 に関する情報を追加

V2022_05_06

- 7.11 節を更新
- 2.3 節を更新
- 9.1 節を更新

V2022_04_26

- 4 節「ソフトウェアパック」を追加

V2022_04_07

- 4 節のスクリーンショットを更新
- 6.7.3 節を追加
- 6.7.4 節を追加
- 6.12 節を更新
- 6.13 節を更新
- 6.9.1 節を更新

- 5.9.2 節を更新

V2022_04_05

- 3.1 節を更新
- 3.2 節を更新
- 3.4 節を更新
- 3.5.3 節を更新
- Starter Set NIA-01-3D に関する情報を削除
- 4.3 節の上面図と側面図を適切な画像に差し替え
- 4 節に 2D 構成の例を追加
- Starter Set NIA-02-2D に関する情報を削除
- Starter Set IA-01-2D に関する情報を削除
- Starter Set IA-02-3D に関する情報を削除
- 5.1 節のスクリーンショットを更新
- 5.4 節のスクリーンショットをすべて更新
- 5.7 節のスクリーンショットを更新
- 6.7.1 節を更新
- 6.7.2 節のスクリーンショットを更新
- 新しい周波数に関する情報を追加
- 11 節を更新
- 3.6.4、3.6.5、3.6.6、3.6.7 節に 2022 年 4 月版のピン配置図を追加

V2022_02_23

- 7.2.2 節にスクリーンショットと補足説明を追加
- 9.11 節から無関係な情報を削除
- ハイパーリンクを修正
- スターターセットの製品情報を更新
- 1.1 節のビーコン間の距離を更新
- 3.2 節を更新
- 3.4 節を更新
- 9.11 節を更新
- 11.1 節を更新
- 軽微な修正と改善

V2021_08_12

- Omni-Microphone のはんだ付け図を追加
- Omni-Microphone の設定の説明を追加

V2021_07_04

- 「マイクの設定」の章を追加

V2021_06_20

- 「ペアードビーコン」の章に接続図を追加
- インターフェースマニュアルへのリンクを修正

V2021_06_10

- 「ペアードマイクロフォン」の章を追加

- マイクロフォンをオンにする設定の説明を追加

V2021_06_04

- Super-Beacon 2 のピン配置図を更新

V2021_06_03

- ビーコンのペアリングの章とビーコンのピン配置図を更新

V2021_04_25

- 「ペアードビーコン」の章を更新

V2021_02_09

- 軽微な修正と改善

V2021_01_28

- 「アーキテクチャの構成要素」の章を追加
- 「アーキテクチャ」の章を改善
- 軽微な修正と改善

V2020_12_21

- Super-Beacon の説明に FCC の注意事項を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_12_14

- Modem HW v5.1 の説明に FCC の注意事項を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_12_04

- システムの起動に関する各章を改善
- 軽微な修正と改善

V2020_12_01

- システムの起動に関する各章を改善
- 「サブマップの設定」の章を改善
- 「ソフトウェアの更新」の章に DFU プログラミングの説明を追加して改善
- 軽微な修正と改善

V2020_11_24

- 「ライセンス」の章を更新
- 「ビーコンの色の違い」の章を改善
- 軽微な修正と改善

V2020_11_11

- 「Player」の章を改善
- 「診断メッセージ」の章を追加
- 「ソフトウェアの更新」の章を追加
- 「ペアードビーコン」の章を改善
- 軽微な修正と改善

V2020_08_07

- Modem HW v5.1 の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_07_23

- 「システムの構成要素」の章を改善
- 産業用ビーコンの送信/受信パターンの説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_07_15

- Mini-RX 内部のはんだ付け用ピン配置
- 軽微な修正と改善

V2020_05_21

- Starter Set Super-MP-3D（IA）の起動手順の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_05_13

- 「位置更新のレイテンシを低減する」の章を改善
- 軽微な修正と改善

V2020_05_08

- 「IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）での大規模マップの構築」の章を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_04_24

- Dashboard 監視モードの説明を追加
- Super-Modem の説明を追加
- Super-Modem のソフトウェア更新の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_04_09

- 軽微な修正と改善

V2020_04_07

- 背景色の説明を追加
- 起動手順の各章に高さの入力方法の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2020_02_27

- ジオフェンスゾーンの説明を追加
- Super-Beacon の IMU 軸の向きの説明を追加
- Super-Beacon 用の外付けマイクロフォンのはんだ付け図を改善

V2020_02_21

- 軽微な修正と改善

V2020_02_14

- アーキテクチャ比較表を追加
- 「凡例」の章を改善
- 軽微な修正と改善
- フロアプランのヘルプ動画を追加

V2020_01_17

- Mini-RX と Super-Beacon への外付けマイクロフォンの接続方法の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2019_12_10

- 「付録」の章を改善
- 軽微な修正と改善

V2019_12_03

- 「付録」の章（プロトコル）を追加
- 軽微な修正と改善

V2019_11_18

- Mini-RX のはんだ付け用ピン配置の説明を追加
- 産業用コネクターのピン配置を改善
- 軽微な修正と改善

V2019_10_31

- Industrial Super-Beacon Metal-25kHz の説明を追加
- 各スターターセットの起動手順の章を追加

- Super-Beacon と Super-Beacon の屋外版の説明を追加
- 写真を改善
- HW v4.9 の受信パターンを改善
- 「オシロスコープ」の章を改善
- 軽微な修正と改善

V2019_07_02

- トラブルシューティングを改善
- アーキテクチャ比較を改善
- 軽微な修正と改善

V2019_06_25

- TDMA モードの説明を追加
- 固定ビーコンの色の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2019_06_13

- 遅延の調整方法の説明を追加
- 更新レートの調整方法の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2019_06_07

- よくある質問とトラブルシューティングを改善
- アーキテクチャ比較を改善
- 受信角度と送信角度の図を追加（v4.9 の章と Mini-RX の章）
- Ceiling ボタンと Mirroring ボタンの説明を追加

V2019_06_03

- TDMA の説明を追加

V2019_05_28

- IMU の軸の向きを修正
- IA の詳細を追加
- トラブルシューティングの改善
- 軽微な修正と改善

V2019_05_16

- 凡例を導入
- 34 ページに欠けていた動画を追加
- 軽微な修正と改善

V2019_04_30

- DFU プログラミングの説明を追加
- 産業用ビーコンの磁気リセットと DFU プログラミングの説明を追加
- 軽微な修正

V2019_04_04

- 各スターターセット（NIA、Industrial NIA、IA）のシステム起動手順の説明
- ロボットへの経路送信の説明を追加

V2019_03_18

- ビーコンの新しい名称：DSP => Mini-RX、Mini-beacon => Mini-TX、Beacon-TX-25-IMU-IP67-RS485 => Industrial-TX、Beacon-RX-IMU-IP67-RS485 => Industrial-RX
- 各スターターセットのシステム起動手順の説明

V2019_02_05

- ライセンスの説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2019_01_29

- Mini-RX への IA 用ソフトウェアの書き込みの説明を追加
- 新しい種類のビーコンを追加
- 軽微な修正と改善

V2019_01_12

- Mini-RX ビーコンと Mini-TX の説明を追加
- IMU の軸の説明を追加
- 軽微な修正と改善

V2018_12_02

- 主要な新機能 – モデム 1 台あたり 250 台のビーコン（モバイルビーコンと固定ビーコンの合計）と 250 個のサブマップに対応
- 新機能：複数フロアなどの複雑なマップでハンドオーバーの品質を確保するため、サブマップ間にハンドオーバーゾーンを設定する必要があります
- 新機能：無線接続のデフォルト設定が 153 kbps になりました（以前は 38 kbps）。無線プロファイル 153 kbps は、38 kbps とほぼ同等の無線到達範囲と、500 kbps に迫る更新レートを実現します。つまり、38 kbps と 500 kbps の中間に位置し、両者の長所を兼ね備えたプロファイルです。
- 修正：省電力モードでの USB ストリーミングを改善
- 修正：Dashboard の「ZERO IMU」ボタンを改善し、「Reset IMU」ボタンは完全に削除
- 修正：Default ボタンを押しても、超音波 TX が 31 kHz にリセットされなくなりました。現在は複数の超音波周波数に対応しているため、31 kHz はすべてのビーコンに共通のデフォルト超音波周波数ではなくなりました
- 改善：Power Saving モード（省電力モード）を有効にした場合の省電力性とトラッキング品質が、ともに向上
- 改善：Dashboard 下部のメニューでチェックを入れたビーコンだけがネットワークに受け入れられるようになりました（任意のアドレスは受け入れません）。ネットワークに属さないビーコンが多数ある場合でも、ネットワークの動作が予測しやすくなります。それらのビーコンがネットワークに参加しようとしても、ブロックされます
- 改善：1 つのサブマップに含められるビーコンは最大 4 台になりました。それ以上の場合は、別のサブマップを構築してください。モデム 1 台あたり最大 250 台のビーコン（モバイルビーコンと固定ビーコンの合計）と最大 250 個のサブマップに対応しています
- 不具合修正：モバイルビーコンがアクティブな状態でのマップ構築を改善
- 不具合修正：アドレスが重複している場合に、正しく動作しないことがある問題を修正

V2018_11_08

- Real-time player 機能の説明を追加

V2018_08_30

- ソフトウェアの新機能の説明を追加
- Dashboard の新しい画面の説明を追加

V2018_08_03

- 加速度計のキャリブレーションの説明を追加
- よくある質問を更新
- トラブルシューティングガイドを追加
- リンクを更新
- Player 機能の説明を追加
- IMU 機能の説明を追加
- 軽微な修正

1. 概要

Marvelmind 屋内ナビゲーションシステムは、自律型ロボット、無人搬送車（AGV）、フォークリフト、ドローンに高精度（±2 cm）な位置データを提供する、既製の屋内ナビゲーションシステムです。移動する物体にモバイルビーコンを取り付けて、その物体をトラッキングすることもできます。そのほか、クレーン、仮想現実/拡張現実（VR/AR）システム、建設作業員や鉱山作業員のヘルメットなどにも使われています。詳しくはこちら：ソリューション。

このナビゲーションシステムは、ライセンス不要の帯域（915/868 MHz）の無線インターフェースで相互に接続された固定超音波ビーコンのネットワーク、トラッキング対象の物体に取り付ける 1 台以上のモバイルビーコン、PC などのコンピューターからシステムへのゲートウェイとなる 1 台または複数台のモデムで構成されます。詳しくはこちら：アーキテクチャ。

モバイルビーコンの位置は、固定ビーコンとモバイルビーコンの間の超音波パルスの伝搬遅延（飛行時間：Time-Of-Flight、TOF）に基づき、三辺測量アルゴリズムで算出されます。

システムは固定ビーコンのマップを自動的に構築できます。単純なケースでは、手動でのデータ入力や距離の手動測定は一切不要です。一度構築したマップは固定してモデムのメモリーに保存でき、モデムの電源を入れてから 7〜10 秒でシステムが完全に動作可能になります。



図 1：Super-Beacon を使用したスターターセットの例

Marvelmind 屋内ナビゲーションシステムの性能を十分に発揮させるための最小構成要件：

- 3D（X、Y、Z）トラッキングの場合：モバイルビーコンと、30 メートル以内にある 3 台以上の固定ビーコンとの間に、遮るもののない見通し（超音波が直接届く経路）があること
- 2D（X、Y）トラッキングの場合：モバイルビーコンと、30 メートル以内にある 2 台以上の固定ビーコンとの間に、遮るもののない見通し（超音波が直接届く経路）があること
- 1D トラッキングの場合：モバイルビーコンと 1 台以上の固定ビーコンとの間に、遮るもののない見通し（超音波が直接届く経路）があること。距離は標準構成で 30 メートル以内、Horn アタッチメントを使用すると最大 100〜150 メートルです（Horn のセクションを参照）

1.1. 主な性能：

パラメーター	技術仕様
ビーコン間の距離	- 屋内条件で最大 50 メートル、Horn の使用時は最大 100 メートル（Mini-RX または Super-Beacon から Super-Beacon へ、RX4 のみを使用する場合） - 推奨距離は 30 メートルです（1 台目のビーコンの Transducer4 が 2 台目のビーコンの Transducer4 に正対し、他のトランスデューサーはオフの状態）
カバーエリア	- 最大 1000 m²（スターターセット構成の場合） - より広い範囲は、携帯電話網のセルのように、サブマップを使ってカバーします
位置精度	- 絶対精度：ビーコンまでの距離の 1～3% - 差分精度：±2 cm
位置更新レート	- 1/20 Hz～40 Hz（超音波のみの場合） - 超音波 + IMU フュージョンを有効にした場合は 100 Hz（Beacon HW v4.9-IMU のみ。販売終了） - Dashboard ソフトウェアで手動設定が可能 - モバイルビーコンと固定ビーコンの間の距離に依存します（距離が短いほど更新レートが高くなります）。詳細はこちら - モバイルビーコンの数に依存します（NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）の場合。IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）には、このような依存関係はありません） - 無線プロファイル（500 kbps、200 kbps、38 kbps）に依存します - 固定ビーコンの数にもわずかに依存します（依存の仕方はモバイルビーコンの場合とは異なります）
電源	内蔵：1000mAh の LiPo バッテリー（Super-Beacon） - バッテリー駆動時間：動作モードに応じて 2 日～数か月 1
	外部：micro-USB（常時使用の場合に推奨）
重量	スターターセットのモバイルビーコン（Super-Beacon）： - 59 グラム（1000mAh バッテリー、Super-Beacon のハウジング、50 mm アンテナを含む）2 - 27 グラム（Super-Beacon、バッテリーなしの基板のみ）
ビーコンのサイズ	サイズ：55x55x33 mm（50 mm アンテナ装着時：55x55x65 mm）（Super-Beacon）3

1,2,3 その他の種類のビーコンについては、比較表をご覧ください

1.2. 凡例

凡例では、本文の重要なポイントを示す小さなアイコンと記号を説明しています。



- 重要



- 経験豊富なユーザー向け



- デモまたはヘルプ動画

- 便利なリンク

2. システムの基礎

スターターセットの例を紹介します：

2.1. 同梱品

2.1.1. Starter Set Super-MP-3D：

- 4 x 固定用 Super-Beacon（周波数はそれぞれ異なります：19 kHz、22 kHz、25 kHz、28 kHz、31 kHz、34 kHz、37 kHz、45 kHz）。IA、NIA、MF NIA として使用できます。詳しくはアーキテクチャ比較をご覧ください。
- 1 x モバイル用 Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1（最大 250 台のビーコンに対応）



2.1.2. Starter Set IA-04-2D-Badge：

- 2 x Super-Beacon – 915/868 MHz、超音波周波数がそれぞれ異なるもの（f1 と f2、通常は 25 kHz と 31 kHz）。
- 1 x Marvelmind Badge – 915/868 MHz、モバイルビーコンとして
- 1 x Modem HW v5.1 – 915/868 MHz、システムの中央コントローラーとして



*これは 2 種類のスターターセットの一例にすぎません。その他の構成は、当社ウェブサイトでご覧いただけます：製品ページ。

2.2. 屋内ナビゲーションシステムのアーキテクチャ

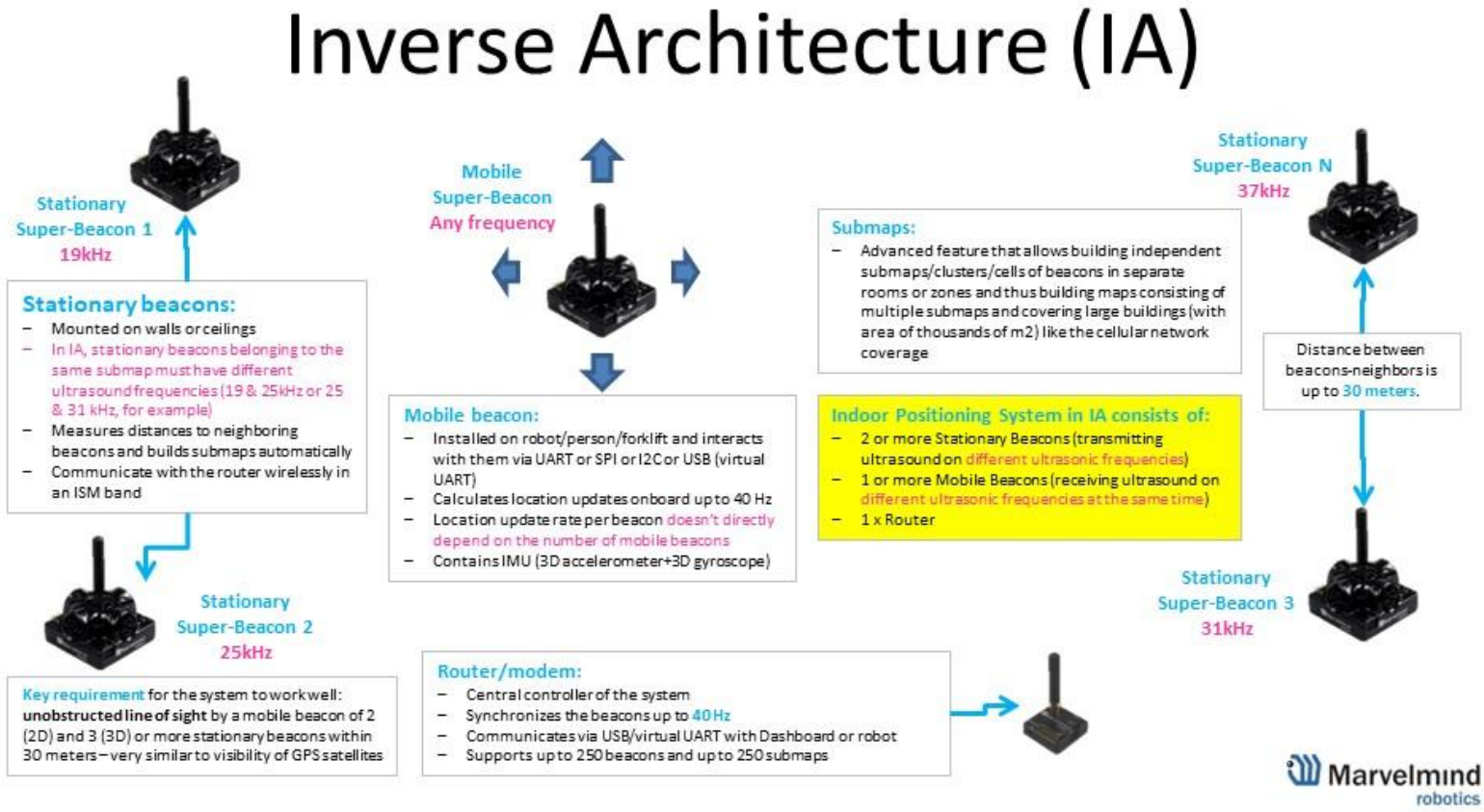
Marvelmind 屋内ナビゲーションシステムは、自律型ロボットやシステムに高精度（±2 cm）な屋内座標を提供します（「屋内 GPS」）。下の図は、システムの主要な構成要素を簡単に示しています。

IA と NIA では、ソフトウェアが異なります。
IA では、周波数の異なる固定ビーコンを使用する必要があります。

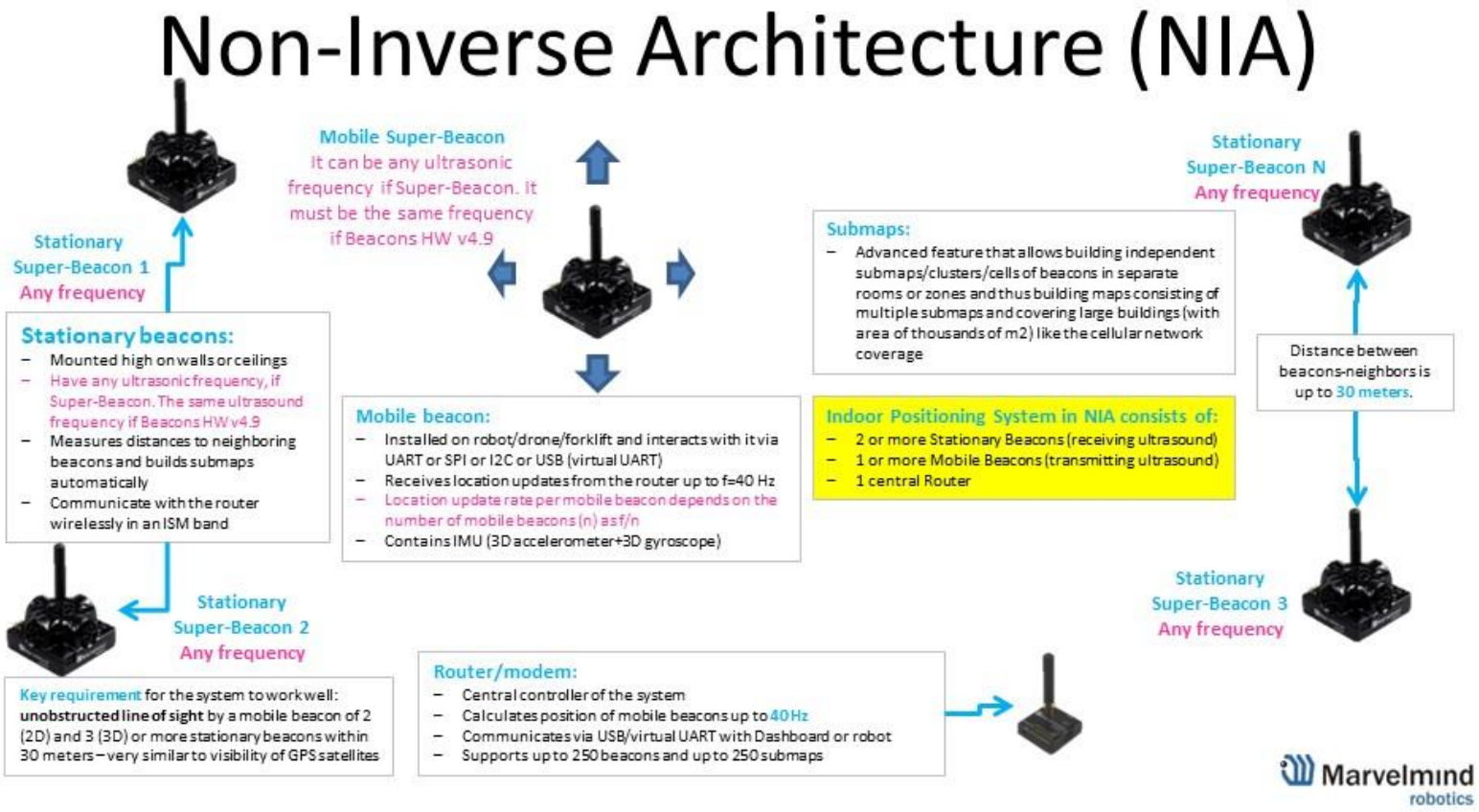
以下に、NIA（Non-Inverse）、IA（Inverse）、MF NIA（Multi-frequency NIA）の 3 種類のアーキテクチャを示します：

2.2.1. IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）

IA では、周波数の異なる固定ビーコンを使用する必要があります。

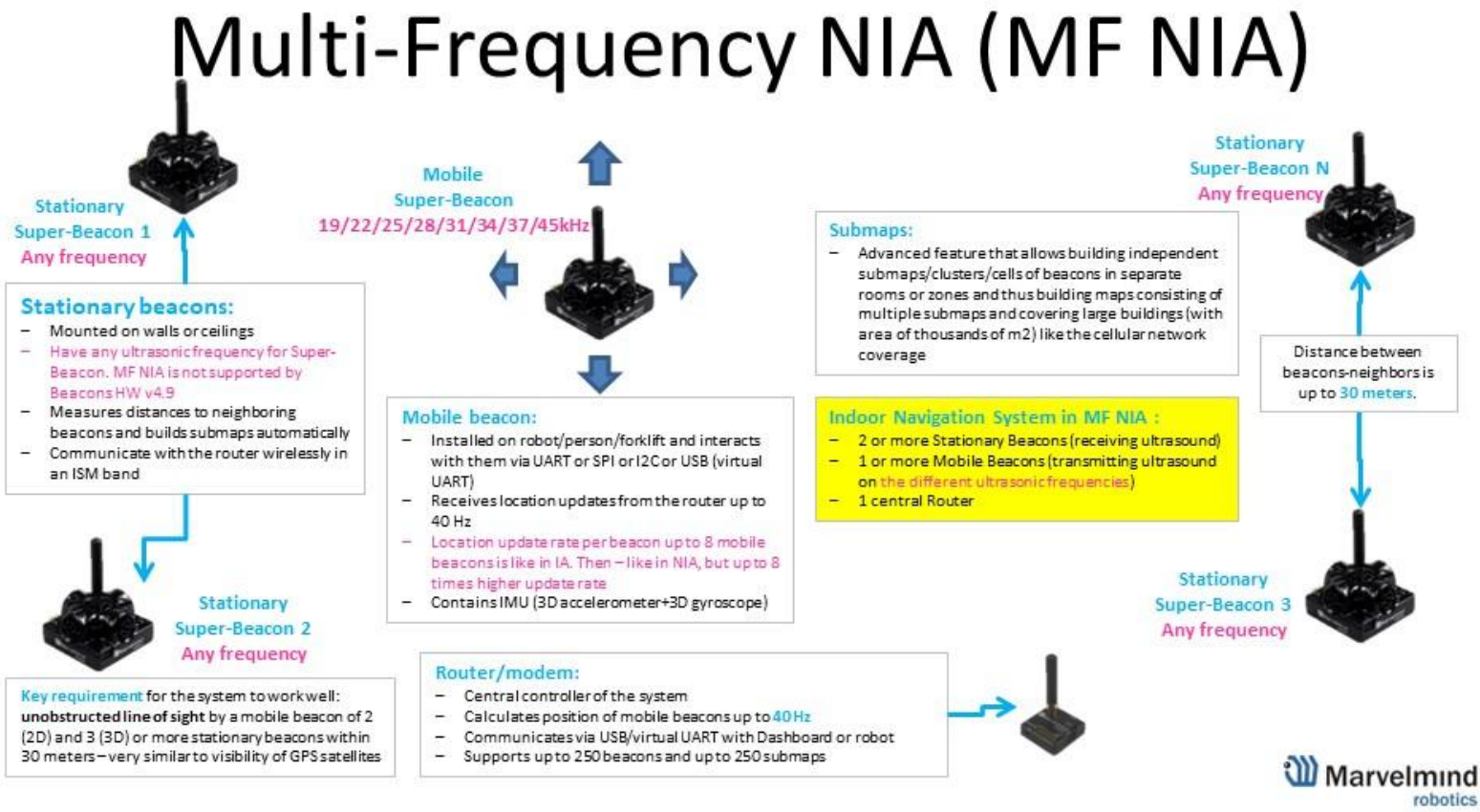


2.2.2. NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）



2.2.3. Multi-Frequency NIA (MF NIA)

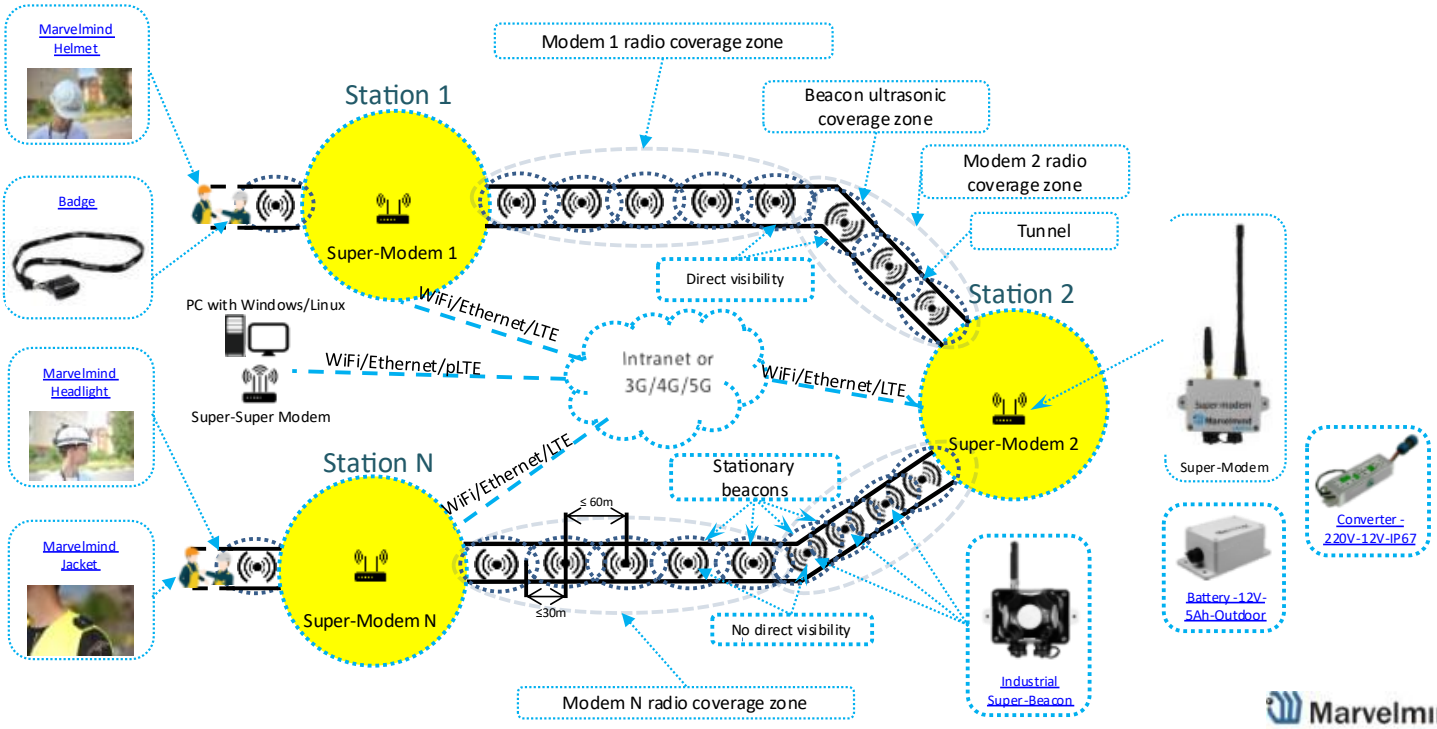
MF NIA を使用するには、ライセンス「MMSW0004：MF NIA 対応」が必要です



2.2.4. 超大規模ネットワーク向けのマルチモデムアーキテクチャ

Multi-modem architecture for very large networks

Tunnel safety example for underground tracking



4

Marvelmind robotics

Marvelmind robotics

2.2.5. アーキテクチャ比較表

Architectures comparison

	Non-Inverse (NIA)	Inverse (IA)	Multi-Frequency NIA (MF NIA)	Multi-modem architecture
Typical usage	- 1-4 autonomous robots/drones - supports up to 250 beacons (stationary+mobile) - When mobile beacon shall be installed on a noisy drone/vehicle, but stationary beacons are in relatively quieter places	- Many mobile users (people, robots, VR) and when update rate per mobile is important - supports up to 250 beacons (stationary+mobile combined) - When mobile beacons are in quieter places	- 5-16 autonomous robots/drones - supports up to 250 beacons (stationary+mobile combined) - Effectively, MF NIA combines the best from both IA and NIA. But it is still "more NIA than IA", because the mobile beacons are emitting the ultrasound	- All three previous architectures are supported - When distance from some of the beacons to the modem is too big
Not recommended	- In applications, where emitting ultrasound of mobile beacon is undesirable	- For drones – because mobile beacons are receiving ultrasound. The range may be limited to just 2-5m. May be improved with future SW releases	- In applications, where emitting ultrasound of mobile beacon is undesirable	-
Accuracy	- ±2cm or better with more averaging	- ±2cm or better with more averaging	- ±2cm or better with more averaging	- ±2cm or better with more averaging
Update rate	- Depends on the number of mobile beacons (n) as f/n –TDMA is used - Slightly depends on the radio profile - Depends on the sizes of submaps - IMU fusion is HW and SW supported	- Does not depend on the number of mobile beacons, because they are receiving ultrasound at the same time - Slightly depends on the radio profile - (the same as NIA) - Depends on the sizes of submaps (the same as NIA) - IMU fusion is HW supported. SW support is coming	- Depends on the number of mobile beacons (n) for n>8 –TDMA is used, i.e. can provide up to 8 times higher update rate than NIA with the same number of mobiles. Up to 8 mobiles the update rate per mobile is equal to IA - The rest – like NIA	- Depends on the description for other architectures
Range	- Can cover as large territory as you wish using submaps - Up to 30m in real life and up to 50m in lab conditions within a single submap, i.e. stationary beacons shall be placed every 30m or closer (in 1D with horns – up to 120m)			
Map building	- Can build submaps automatically and manually	- Can build submaps automatically and manually	- Can build submaps automatically and manually	- Can build submaps automatically and manually

Version 2023_06_26

Marvelmind robotics

アーキテクチャに関するチュートリアル動画はこちらです：

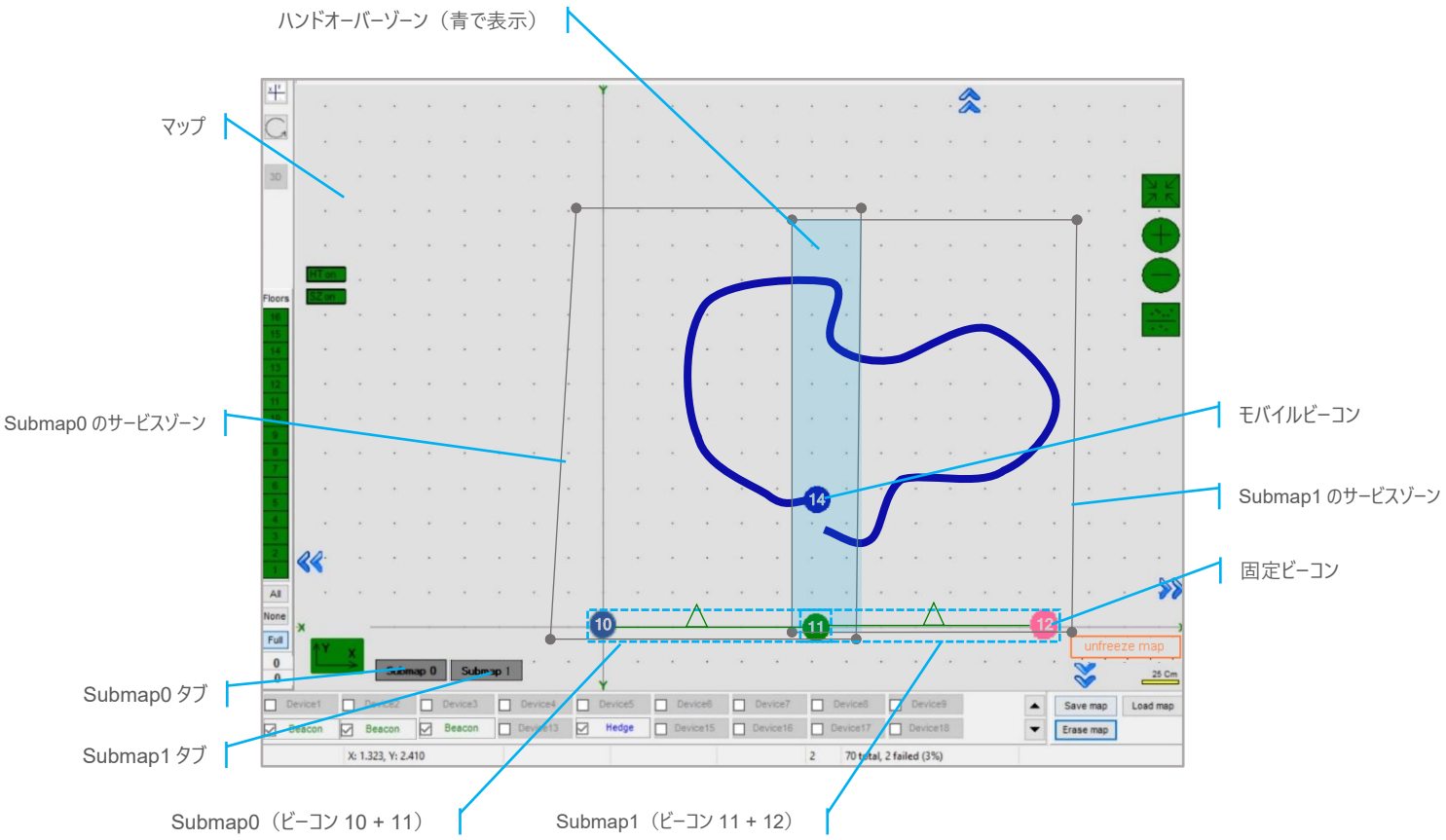
ヘルプ：IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）と NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）の比較

NIA vs. IA vs. MF NIA：どれを選ぶべきか？

Marvelmind robotics

2.3. アーキテクチャの構成要素

マップは、サブマップ、固定ビーコン、サービスゾーンを含むシステム単位です。このサブマップの固定ビーコンから発信される超音波信号によって、モバイルビーコンの測位が行われます。



サブマップの主なパラメーターは、サイズ、周波数、固定ビーコンの TDMA（Time Division Multiple Access：時分割多元接続）ポジションです。これらによって、モバイルビーコンの測位が行われるだけでなく、モバイルビーコンがどのサブマップ内にあるかも判別されます。

マップに関するメインのチュートリアル動画はこちらです：

- ヘルプ：サブマップ、サービスゾーン、ハンドオーバーゾーン

複雑なマップ構築の詳しい解説：

- サブマップの構築：パート 1
- サブマップの構築：パート 2

2.4. 屋内「GPS」システムの外観と内部

ここでは、システムの各構成要素の外観をご覧いただけます。

- Super-Beacon：



- Modem HW v5.1：



- Super-Modem：



Marvelmind robotics

- Beacon Mini-RX :



- Beacon Mini-TX :



- Beacon Industrial-RX :



- Industrial Super-Beacon Metal-25kHz :



- Industrial Super-Beacon-Plastic :

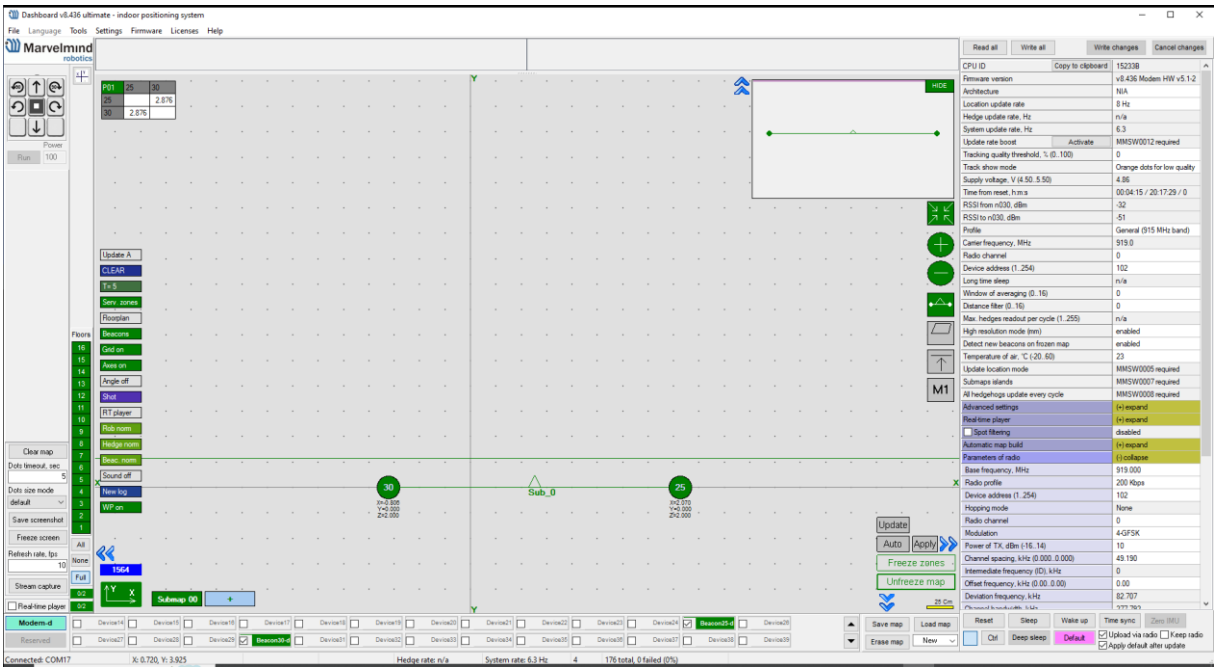


3. システムの構成要素

ここでは、システムを安定して動作させるために必要な主要構成要素を紹介します：

3.1. 制御システム（Dashboard）

Dashboard は、システムのセットアップと調整、トラッキングデータへのアクセスを行う Windows/Linux/Mac 用のアプリです。



- ソフトウェアの更新とシステムの初期設定を行う汎用アプリ
- トラッキングの表示機能を多数搭載
- 非常にきめ細かな調整・設定が可能
- すべての新機能を Dashboard アプリで利用可能

最小システム要件：

- OS：Windows 11 64 ビット、Linux Ubuntu 18.04
- プロセッサー：Intel Core i5-4200M または同等のもの
- メモリー：8 GB RAM
- ディスプレイ：1920x1080 ピクセル
- ストレージ：1 GB の空き容量
- その他：USB 2.0 ポート

データは Dashboard なしでも取得できます。セットアップ後は、システム全体が Dashboard なしで動作します。システムの運用に、パソコン、インターネット接続、クラウドは必要ありません。すべての計算はモデムとビーコンで分担して行われます。

3.2. 固定ビーコン



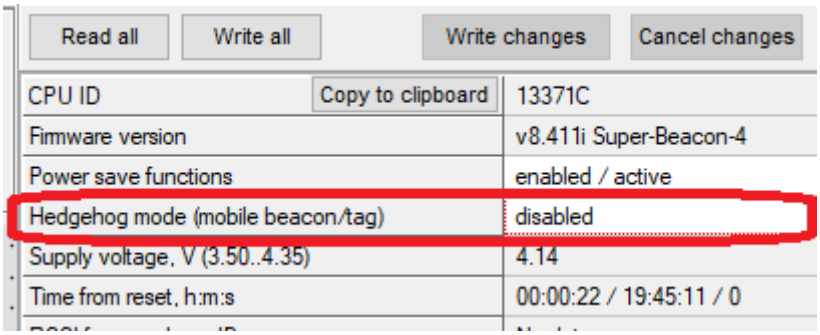
図 1：Super-Beacon の例

- 通常は、ロボットの上方の壁や天井に、超音波センサーを下向きにして取り付けます。これにより、遮るもののない安定した超音波信号のカバレッジをロボットに対して確保できます。ただし、たとえばマルチコプターの自動着陸や屋内ナビゲーションでは、モバイルビーコンをマルチコプターの機体下面に水平に取り付け、ビーコンが下を向くようにすることをお勧めします
- ビーコンの位置と向きは、超音波信号のカバレッジが最大になるように選んでください。システムの性能は、固定ビーコンが受信する超音波信号の品質に大きく左右されます
- ビーコン配置の詳しいガイドラインについては、配置マニュアルをご覧ください。
- 固定ビーコンは、マップ構築の期間中は超音波の送信と受信の両方を行います。マップが形成されて固定された後は、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）では受信機としてのみ、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）では送信機としてのみ動作します。
- 固定ビーコンとモバイルビーコンの外観に違いはありません
- モバイルビーコンと固定ビーコンは、Dashboard での設定時に簡単に入れ替えることができます
- 433 MHz 版（生産終了。ソフトウェアの更新は不具合修正のみ）と 868/915 MHz 版があります。通信と同期には独自の無線プロトコルを使用しています。その他の ISM バンドにも、ご要望に応じて対応できます
- 固定ビーコンにはフルサイズの 165 mm アンテナを取り付けることができ、モデムとビーコン間の無線接続がより安定します。

3.3. モバイルビーコン（別名「Hedgehog」）

- モバイルビーコンと固定ビーコンは、Dashboard で選択するだけで簡単に入れ替えることができます





- モバイルビーコンは、ロボット車両、コプター／ドローン、AGV、ヘルメットなどに取り付けて、その位置を追跡するためのものです。厳密に言えば、追跡されるのはロボットそのものではなく、モバイルビーコンの位置です。モバイルビーコンとロボットとでは大きさも中心点の位置も異なるため、その差はロボット側のソフトウェア（SW）で考慮します

- 上半球で最適な超音波カバレッジを得るため、モバイルビーコンは水平に設置することを推奨します

図 1：Super-Beacon の例

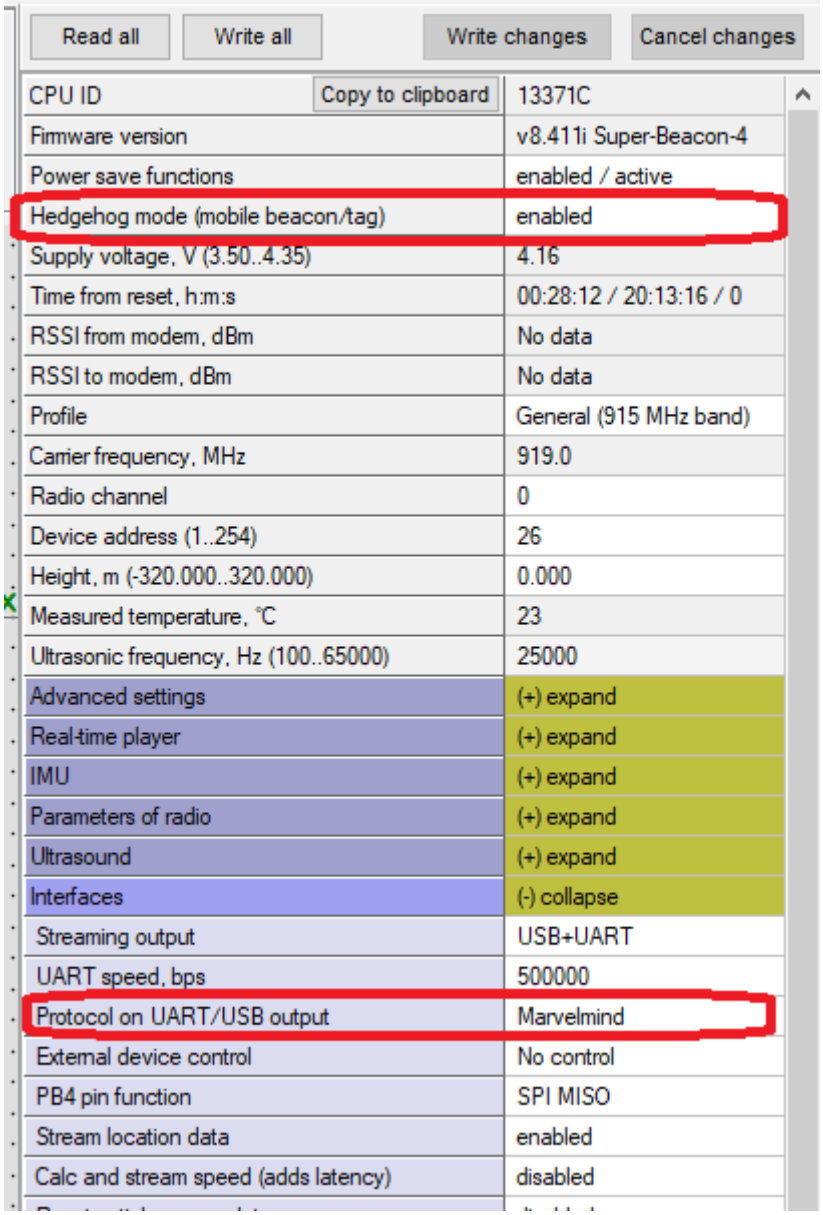
- センサーを、超音波信号の強度を弱めるようなもので覆わないでください。たとえば、モバイルビーコンをプラスチックの箱に入れると、システムはうまく動作しません

- ビーコンの座標は、Dashboard で設定したレートで更新されます

- システムには 1 台または複数台のモバイルビーコンを含めることができます。現在の実装は時分割多元接続（TDMA）方式に基づいており、NIA または MF NIA のみが対象です。そのため、2 台のモバイルビーコンを有効にすると、両者はシステムの帯域を共有します。つまり、Dashboard で 16 Hz の更新レートを選択し、システムにモバイルビーコンが 2 台ある場合、各ビーコンの位置は 16 Hz/2 = 約 8 Hz のレートで更新されます。モバイルビーコンが 3 台なら 16 Hz/3 = 約 5 Hz、という具合です。モバイルビーコンが 4 台以上の場合は、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）の使用を推奨します。詳しくは、アーキテクチャ比較をご覧ください。更新レートを上げるには、位置更新レートのブースト機能と、その他の推奨手順をご覧ください：位置更新レートを上げる方法

- 位置データは、モバイルビーコン（「hedgehog」）から USB（仮想 UART）、UART、SPI 経由で取得するか、モデムから USB（仮想 UART）経由で取得します。インターフェースの詳細はこちらをご覧ください（Mini-TX ビーコンには外部接続用のピンがなく、micro USB 経由のみです。Mini-TX 2 は除きます）

- ビーコンからのデータは、Dashboard での選択に応じて、GPS と同じストリーミング形式（NMEA 0183）、U-Blox、または Marvelmind プロトコルで送信されます



- 433 MHz 版（生産終了。ソフトウェアの更新は不具合修正のみ）と 868/915 MHz 版があります。通信と同期には独自の無線プロトコルを使用しています

- モバイルビーコン（「hedgehog」）は、Windows PC、Linux マシン、Raspberry Pi、Arduino ボード、Intel ボードなどとの統合実績があります。

3.4. モデム

- モデムはシステムの中央コントローラーです。ナビゲーションシステムの稼働中は、常に電源を供給しておく必要があります。そのためには、電源付き（セルフパワー）USBハブ、または一般的なスマートフォン用USB電源アダプターの使用を推奨します。USBモバイルバッテリーも使用できます



図1：Modem HW v5.1（例）

- モデムは、システムのセットアップや監視、Dashboard とのやり取りにも使用します

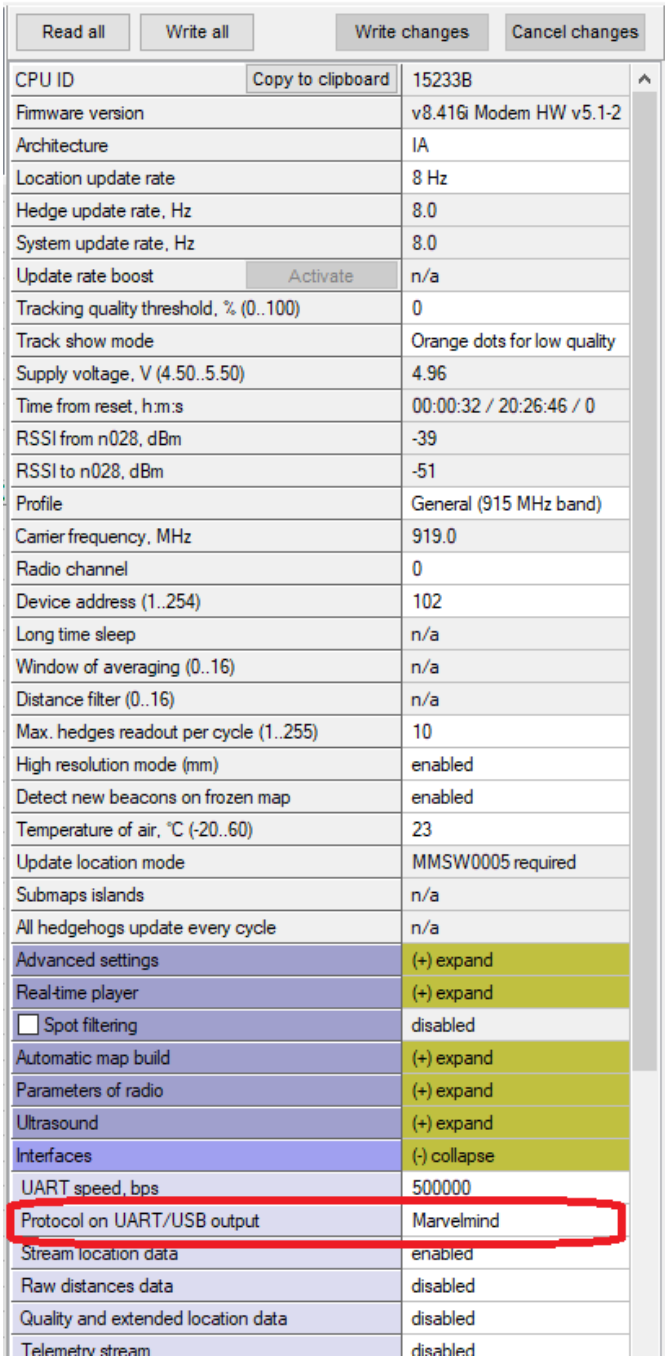
- すべてのビーコンと常時無線接続できるよう、無線の届く範囲内であればどこにでも設置できます。通常は、スターターセット付属のアンテナで半径最大 100 メートルです

- 38 kbps の低いビットレートとフルサイズのアンテナ（433 MHz 帯および 915 MHz 帯用は 165 mm）を使用することで、無線カバレッジは数百メートルまで拡大しました。理想的な条件では、最大 400 m までの通信がテストで確認されています

- 433 MHz 版（HW v4.9 のみ。生産終了。ソフトウェアの更新は不具合修正のみ）と 868/915 MHz 版があります

- モデムとビーコン間の通信と同期には、独自の無線プロトコルを使用しています

- モデムは、選択に応じて、すべてのモバイルビーコンの位置データやその他のデータを、NMEA0183 または Marvelmind プロトコルで USB および UART 経由で出力できます：



Read all	Write all	Write changes	Cancel changes
CPU ID	Copy to clipboard	15233B	
Firmware version		v8.416i Modem HW v5.1-2	
Architecture		IA	
Location update rate		8 Hz	
Hedge update rate, Hz		8.0	
System update rate, Hz		8.0	
Update rate boost	Activate	n/a	
Tracking quality threshold, % (0..100)		0	
Track show mode		Orange dots for low quality	
Supply voltage, V (4.50..5.50)		4.96	
Time from reset, h:m:s		00:00:32 / 20:26:46 / 0	
RSSI from n028, dBm		-39	
RSSI to n028, dBm		-51	
Profile		General (915 MHz band)	
Carrier frequency, MHz		919.0	
Radio channel		0	
Device address (1..254)		102	
Long time sleep		n/a	
Window of averaging (0..16)		n/a	
Distance filter (0..16)		n/a	
Max. hedges readout per cycle (1..255)		10	
High resolution mode (mm)		enabled	
Detect new beacons on frozen map		enabled	
Temperature of air, °C (-20..60)		23	
Update location mode		MMSW0005 required	
Submaps islands		n/a	
All hedgehogs update every cycle		n/a	
Advanced settings		(+) expand	
Real-time player		(+) expand	
☐ Spot filtering		disabled	
Automatic map build		(+) expand	
Parameters of radio		(+) expand	
Ultrasound		(+) expand	
Interfaces		(-) collapse	
UART speed, bps		500000	
Protocol on UART/USB output		Marvelmind	
Stream location data		enabled	
Raw distances data		disabled	
Quality and extended location data		disabled	
Telemetry stream		disabled	

3.5. モデムの種類

Marvelmind のモデムには 3 つの種類があります：

- Modem HW v5.1 – 現在主に使用されている最新バージョンのモデム
- Modem HW v4.9 – Modem HW v5.1 の旧バージョン。生産終了。ソフトウェアの更新は不具合修正のみ
- Super-Modem – Modem HW v5.1 の上位版で、高度な機能とインターフェースを備えています

3.5.1. Super-Modem

Super-Modem は、高度な機能を備えた Modem HW v5.1 の上位版です。

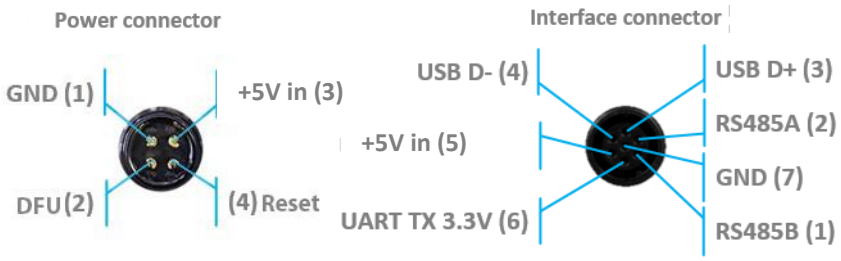


図 2：Super-Modem の同梱品

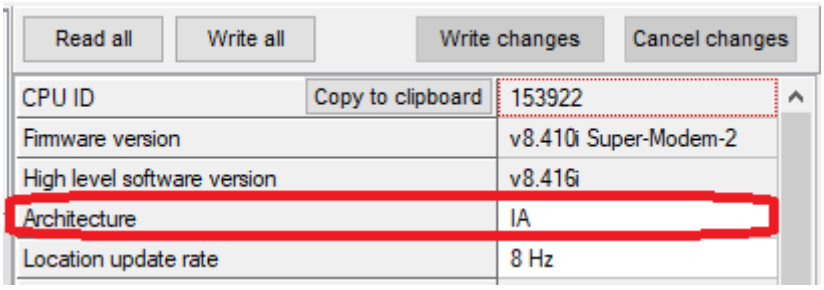
- Super-Modem は、Modem HW v5.1 の基本機能をすべてサポートしており、USB 経由で Dashboard に接続して、システムの調整や制御を行うことができます（Super-Modem には電源コネクター経由で電源を供給することを忘れないでください）。新しい Super-Modem は USB 給電にも対応しています。
- Wi-Fi 経由の UDP ストリーミング – ライセンス MMSW0016 – ユーザーが指定した IP/ポートで座標などのデータを受信できます。詳細はインターフェース資料の「Protocols of communication via UDP (Wi-Fi)」の章をご覧ください。ストリーミングの例：こちら。
- UDP 経由の Marvelmind API – ライセンス MMSW0014 – ユーザーのソフトウェアから UDP 経由で Super-Modem を制御できます。詳細はインターフェース資料の「Marvelmind API」の章をご覧ください。API アプリケーションの例：リンク。
- Bluetooth（ハードウェアは対応済み、ソフトウェアは未対応）
- Modem HW v4.9 と比べて、RAM は 1000 倍以上、フラッシュメモリも 1000 倍以上
- 標準でフルサイズの曲げられるアンテナを装備
- より高い防塵・防水性能 – 最大 IP67（オプション）
- Super-Modem のハードウェアは、マルチモデムアーキテクチャ向けの Super-Modem および Super-Super-Modem の機能に対応しています：

  https://marvelmind.com/pics/marvelmind_presentation.pdf
- 屋外・産業用途向けに設計

- 無線到達距離を延ばすための、SMA コネクター付き外付けの曲げられるアンテナが付属
- 現在、免許不要の 915 MHz ISM バンド（例：米国、日本、韓国）と、免許不要の 868 MHz SRD バンド（EU、ロシア）に対応しています。433 MHz のハードウェアも数か月後に登場する可能性がありますが、確定したスケジュールはまだありません。433 MHz 版のご注文も受け付けています。十分な数のご注文が集まり次第、433 MHz 版も生産します
- 915 MHz 帯で動作するすべての種類のビーコンに対応（Super-Beacon、すべての産業用ビーコン、Mini-RX、Beacon HW v4.9、ヘルメット、バッジ、ジャケット、ウォッチなど）
- IP67 外部コネクター×2 を装備（産業用ビーコンと同様）：



- 産業用ビーコンと同じ取り付け穴
- バッテリー非内蔵 – 外部電源（+5 V）が必要です（例：Converter-AC-5V-IP67）。消費電力が 1.5～2 W と比較的大きく、常にかかるため、外部バッテリーでの長期運用は現実的ではありません
- 新しいバージョンの Super-Modem（2023 年 6 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。本体が焼損します！
- オプションの IP67 版 – 動作温度範囲を-40C…+50C に拡張（設計上の値。試験・認証は未実施）
- リセットスイッチと DFU スイッチを内蔵 – 磁気で操作、または IP67 版では外部ピンで操作
- IA、NIA、MF NIA に対応。Dashboard でモードを簡単に切り替えられます



- ビーコンまでの無線到達距離 – 開けた空間で最大数百メートル。Wi-Fi – 開けた空間で数十メートル

3.5.2. Modem HW v5.1

Modem HW v5.1 は、Modem HW v4.9 の上位版です。

Modem HW v5.1 の外観は Modem HW v4.9 とほぼ同じです。見分けるには、底面の白いステッカーを確認してください。



図 1：Modem HW v5.1

Modem HW v5.1 と Modem HW v4.9 の簡単な比較：

- Modem HW v5.1 のほうがメモリが大きい
- Modem HW v5.1 のほうが無線到達距離が長い
- Modem HW v5.1 のほうが感度が高い
- Modem HW v5.1 は日本の TELEC T-108 認証を取得済み
- 新機能はすべて新しい Modem HW v5.1 に追加されます
- FCC に関する注意事項：

本機器は試験の結果、FCC 規則第 15 部に基づくクラス B デジタル機器の制限に適合していることが確認されています。これらの制限は、住宅地域に設置した場合に有害な干渉から適切に保護することを目的としています。本機器は無線周波エネルギーを生成・使用・放射する可能性があり、取扱説明書に従って設置・使用しない場合、無線通信に有害な干渉を引き起こすことがあります。ただし、特定の設置環境で干渉が発生しないことを保証するものではありません。本機器がラジオやテレビの受信に有害な干渉を引き起こしている場合（本機器の電源をオン・オフすることで確認できます）、次の 1 つ以上の方法で干渉の解消を試みてください：

受信アンテナの向きや位置を変える

本機器と受信機の距離を離す

受信機が接続されているコンセントとは別の回路のコンセントに本機器を接続する

販売店または経験のあるラジオ／テレビ技術者に相談する

コンプライアンスの責任者が明示的に承認していない変更や改造を行うと、ユーザーが本機器を操作する権限が無効になる場合があります。

本機器は FCC 規則第 15 部に準拠しています。動作は次の 2 つの条件に従うものとします：

（1）本機器は、有害な干渉を引き起こしてはならない。また、

（2）本機器は、望ましくない動作を引き起こす可能性のある干渉を含め、受信したすべての干渉を受け入れなければならない。

本機器は、放射体と人体との間に 20 cm 以上の距離を保って設置・操作してください。

3.5.3. Modem HW v4.9（Modem HW v5.1 に置き換え済み）



図 1：Modem HW v4.9

Modem HW v4.9 は、機能と性能のバランスが取れたモデムです。Beacon HW v4.9 も参照してください。

Modem HW v5.1 のリリース以降、Modem HW v4.9 のソフトウェア更新は不具合修正のみとなります。

- モデムは、システムのセットアップや監視、Dashboard とのやり取りにも使用します
- すべてのビーコンと常時無線接続できるよう、無線の届く範囲内であればどこにでも設置できます。通常は、スターターセット付属のアンテナで半径最大 100 メートルです
- 38 kbps の低いビットレートとフルサイズのアンテナ（433 MHz 帯用は 165 mm）を使用することで、無線カバレッジは数百メートルまで拡大します。理想的な条件では、最大 400 m までの通信がテストで確認されています
- 433 MHz 版と 915 MHz 版があります
- モデムとビーコン間の通信と同期には、独自の無線プロトコルを使用しています

3.6. ビーコンの種類

ビーコンにはさまざまな種類があります。用途やお好みに応じて使い分けます。

- Mini-RX – 超音波を受信でき、主にモバイルビーコンとして使用します。屋外仕様での製作も可能です
- Mini-TX – 超音波の送信専用です。小型なので、コプターのトラッキングに適しています
- Super-Beacon – 超音波の受信と送信の両方が可能で、ほとんどの用途で使用されます。屋外仕様での製作も可能です
- Industrial-RX – 大量生産と屋外設置に適しています。センサーを持たず、NIA アーキテクチャでは固定ビーコンとして、IA アーキテクチャではモバイルビーコンとして動作します
- Industrial Super-Beacon – Super-Beacon の全機能を備え、モバイルビーコンとしても固定ビーコンとしても動作します。大量生産と屋外設置に適しています

ここでは、各種ビーコンの詳細をご覧いただけます。

3.6.1. Super-Beacon



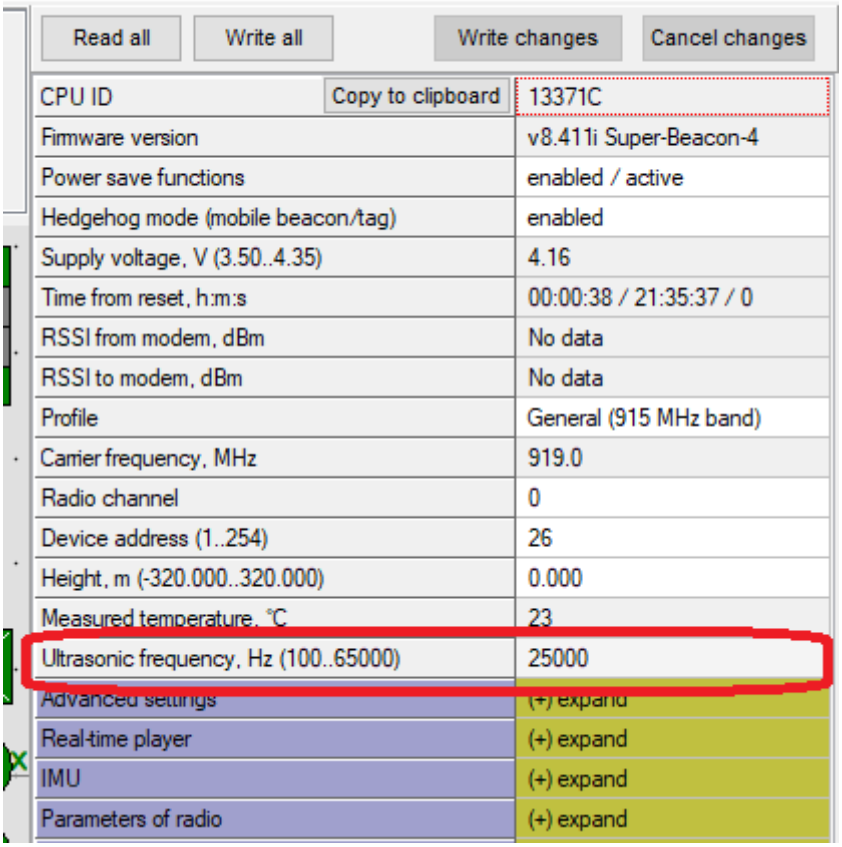
Super-Beacon は送受信両用のビーコンで、超音波パルスの受信と送信の両方が可能です。

Super-Beacon は、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）、MF NIA（Multi-Frequency NIA）、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）で使用できます：アーキテクチャ比較。

免許不要の 915 MHz ISM バンド（米国）と、免許不要の 868 MHz SRD バンド（EU）に対応しています。433 MHz ISM バンド（EU）への対応は、まとまった数量のご注文で承ります。

主な特長：

- Super-Beacon は、広い指向性を持つ単一のマイクロフォンとシャープな DSP フィルターを備えた独立した受信部を持っています（Mini-RX や Industrial-RX と同様）。そのため、Beacon HW v4.9 より感度が高く、外部ノイズに強いうえ、カバレッジと感度のバランスを取るために超音波センサーのオン／オフを気にする必要がないので、設定も簡単です
- Super-Beacon は、19 kHz、22 kHz、25 kHz、28 kHz、31 kHz、34 kHz、37 kHz、45 kHz のいずれかの超音波周波数で送信できます。周波数はハードウェアで決まり、ビーコン底面のステッカーに記載されています。この周波数は Dashboard のビーコン設定にも表示されます。重要：この設定は変更せず、ステッカーの記載どおりにしてください。
- Super-Beacon は、19 kHz、22 kHz、25 kHz、28 kHz、31 kHz、34 kHz、37 kHz、45 kHz のいずれの帯域の超音波周波数も受信できます。これにより、送信周波数の異なる複数のビーコンからの超音波信号を同時に受信できます。



- Super-Beacon は複数の超音波周波数を同時に受信できます。これにより、異なる周波数で送信するビーコンを同じサブマップ内でトラッキングできます。

- Super-Beacon は TX モードでのバッテリー寿命が、Beacon HW v4.9 と比べて数倍に向上しています
- Super-Beacon は、スターターセットの一部としても、ナビゲーションシステムの一部としても、通常の Beacon HW v4.9、Mini-RX、Industrial-RX と任意の組み合わせで使用できます。いずれの場合も、すべてのビーコンが同じ無線帯域を使用する必要があります

Super-Beacon には屋外（IP54）版もあり、ほこりや水から保護されています。

デモ動画：デモ：Super-Beacon-IPxx の IP56 試験



図 1：屋外版（IP54）1

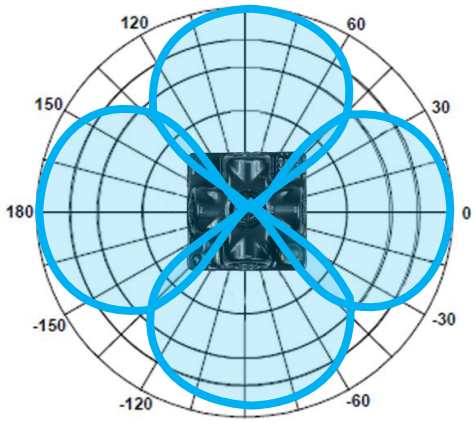


図 2：送信パターン（超音波トランスミッター搭載）

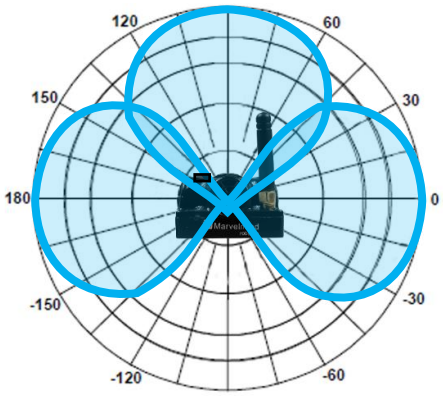


図 3：送信パターン（超音波トランスミッター搭載）

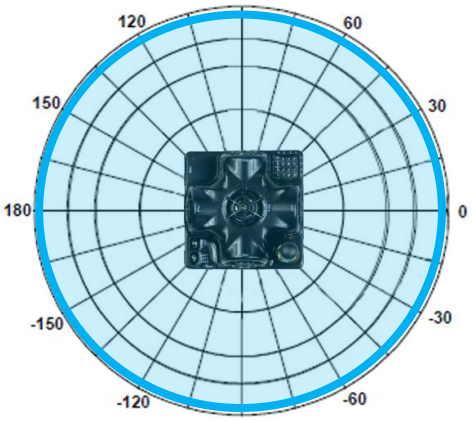


図 4：受信パターン（デジタルマイクロフォン搭載）

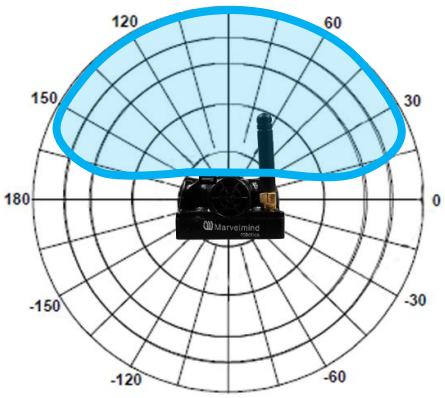


図 5：受信パターン（デジタルマイクロフォン搭載）

FCC に関する注意事項：

本機器は試験の結果、FCC 規則第 15 部に基づくクラス B デジタル機器の制限に適合していることが確認されています。これらの制限は、住宅地域に設置した場合に有害な干渉から適切に保護することを目的としています。本機器は無線周波エネルギーを生成・使用・放射する可能性があり、取扱説明書に従って設置・使用しない場合、無線通信に有害な干渉を引き起こすことがあります。ただし、特定の設置環境で干渉が発生しないことを保証するものではありません。本機器がラジオやテレビの受信に有害な干渉を引き起こしている場合（本機器の電源をオン・オフすることで確認できます）、次の 1 つ以上の方法で干渉の解消を試みてください：

- 受信アンテナの向きや位置を変える
- 本機器と受信機の距離を離す
- 受信機が接続されているコンセントとは別の回路のコンセントに本機器を接続する
- 販売店または経験のあるラジオ／テレビ技術者に相談する

コンプライアンスの責任者が明示的に承認していない変更や改造を行うと、ユーザーが本機器を操作する権限が無効になる場合があります。

本機器は FCC 規則第 15 部に準拠しています。動作は次の 2 つの条件に従うものとします：

（1）本機器は、有害な干渉を引き起こしてはならない。また、

（2）本機器は、望ましくない動作を引き起こす可能性のある干渉を含め、受信したすべての干渉を受け入れなければならない。

本機器は、放射体と人体との間に 20 cm 以上の距離を保って設置・操作してください。

3.6.2. Beacon Mini-RX

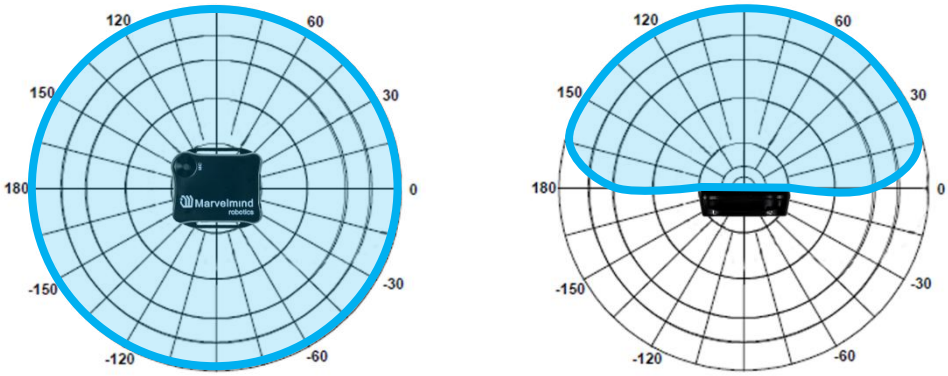


Beacon Mini-RX は、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）ではモバイルビーコンとして、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）および MF NIA（Multi-frequency Non-Inverse Architecture）では固定ビーコンとして使用できます：NIA、IA、MF NIA の比較。

ほとんどの場合、Mini-RX は 1 つ以上の外付けマイクロフォンと組み合わせて使用します。モバイルビーコン（Mini-RX + 外付けマイクロフォン）と固定ビーコンとの間の見通し（超音波が直接届く経路）を確保しやすくなるためです。

- Mini-RX は受信専用（RX 専用）のビーコンです。つまり、超音波信号を受信することはできますが、送信することはできません
- Mini-RX ビーコンは、19 kHz、22 kHz、25 kHz、28 kHz、31 kHz、34 kHz、37 kHz、45 kHz のいずれの帯域の超音波周波数も、またはすべてを同時に受信できます。
- Mini-RX ビーコンは Super-Beacon よりも大幅に小型・軽量です。これが主な利点です
- 座標を手動で入力すれば、固定ビーコンの役割を果たせます（NIA および MF NIA）
- モバイルビーコンの役割を果たせます（IA システム）
- 一般的なセンサーより感度の高いデジタルマイクロフォンを搭載
- 免許不要の 868/915 MHz 無線 ISM/SRD バンドに対応
- 防水仕様にできます
- Mini-RX は、Marvelmind Helmet、ジャケット、ヘッドライト、ウォッチ、バッジの中核となっています
- 水平方向 360°、垂直方向 120°の受信角度を持ちます

受信パターン。デジタルマイクロフォンの受信角度は、ハウジングなしで使用した場合は水平方向約 360°、垂直方向約 180°、ハウジング付きでは 360°×120°です。

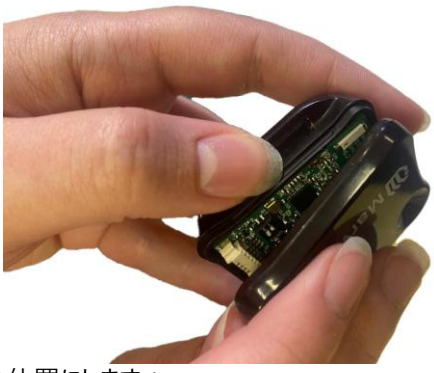
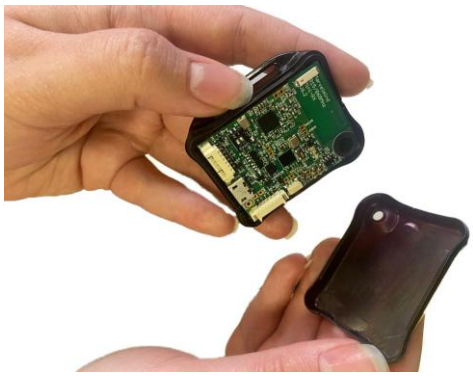


Mini-RX ビーコンが過放電している可能性があります。その場合は、次の手順を実行してください：

DIP スイッチでビーコンの電源を切り、1 時間充電してください。その後ビーコンの電源を入れ、DFU プログラミングで最新のソフトウェアを書き込み、もう一度 1 時間充電してください

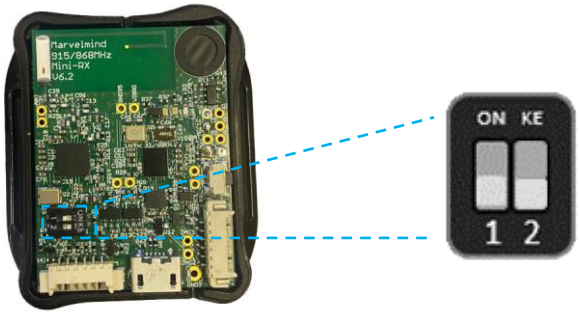
3.6.2.1. Beacon Mini-RX の書き込み方法

Beacon Mini-RX は、お届け時には電源がオフになっています。ケースを開けて DIP スイッチにアクセスしてください。

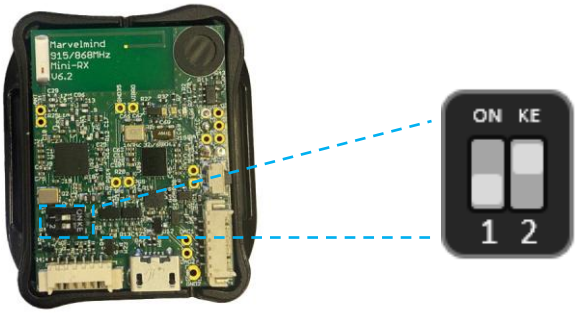
DIP スイッチを必要な位置にします：

- DIP スイッチがこの位置にあるときは、デバイスの充電のみ可能です。



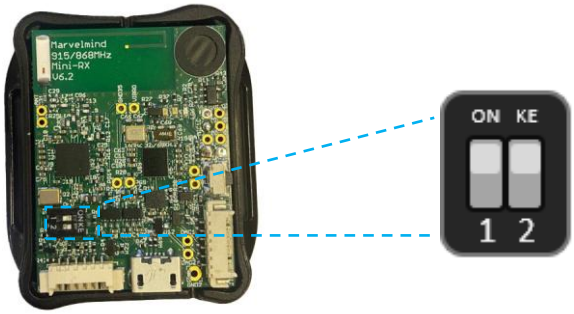
DIP スイッチを次の位置にします：

- ビーコンの電源を入れるには
- HEX 書き込み用（Dashboard 経由）



DIP スイッチを次の位置にします：

- DFU プログラミングの場合（使用ツール：DfuSe v3.0.5 または DfuSe v3.0.6）



3.6.3. Beacon Mini-TX



Mini-TX は送信専用（TX 専用）のビーコンです。つまり、超音波を送信することはできますが、受信することはできません。

Super-Beacon との比較：

- より小型・軽量：47x42x15 mm・25 g（比較：55x55x33 mm・62 g、アンテナ付きは 55x55x64 mm）
- 送信専用：Mini-TX は超音波の送信のみ可能で、受信はできません。Super-Beacon は送受信両用で、超音波の受信と送信の両方が可能です
- 31 kHz 版のみ
- バッテリー – 250mAh（通常のビーコンは 1000mAh）。ただし、Mini-TX は新しい高効率の超音波送信モジュールを搭載しているため、TX モードでのバッテリー寿命は Beacon HW v4.9 をも上回ります
- 8 Hz でのバッテリー駆動時間（実測）：96 時間。更新レートを下げると、ほぼ比例して長くなります。超音波 TX モジュールは非常に高効率です
- Mini-TX の出力は USB（仮想 UART）のみで、追加のピンはありません。Mini-TX 2 は除きます。
- Mini-TX は IMU を内蔵しています。3D 加速度センサーと 3D ジャイロスコープを搭載していますが、磁気センサーは搭載していません（磁場のひずみがあるため、そもそも屋内での使用は推奨していません）
- 内蔵アンテナ – 小型ですが無線カバレッジは狭く、通常の Modem HW v5.1 との組み合わせで約 50m です（Super-Beacon と Modem HW v5.1 の組み合わせでは約 100m）
- 超音波の到達距離は通常の Super-Beacon とほぼ同等で、RX ビーコンとして Super-Beacon を使用した場合で最大 30m です。一方、たとえば Mini-RX（RX ビーコン）+ Mini-TX（TX ビーコン）の組み合わせでは、Super-Beacon + Super-Beacon よりも広いカバレッジと強い信号が得られます
- このハードウェアは 868/915 MHz 帯専用です。433 MHz には対応しておらず、対応の予定もありません

3.6.4. Industrial Super-Beacon-Plastic

産業用ビーコンは分解しないでください。分解すると保証の対象外となります

- 送信専用ビーコン – 超音波を送信できますが、受信はできません
- 電子回路は IP55 保護
- 専用の保護膜で覆われた特殊な 16 mm 超音波トランスデューサー
- RX と TX の周波数は通常の Super-Beacon と同じ
- 無線到達距離を延ばすための、SMA コネクター付き外付けアンテナ
- 対応する IP55 コネクター（オス側）が付属
- バッテリー非内蔵
- 動作温度範囲を-40°C～+50°C に拡張（設計上の値。試験は未実施）
- リセットスイッチと DFU スイッチを内蔵 – 磁気で操作
- IP55 外部コネクター×2：
- 改訂版（2022 年 6 月以降）：バージョン 2、3、4

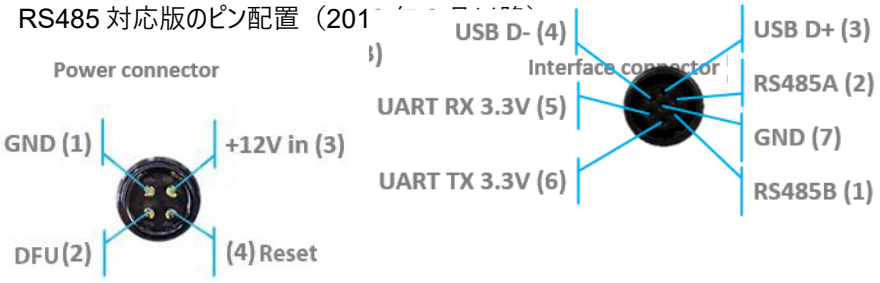




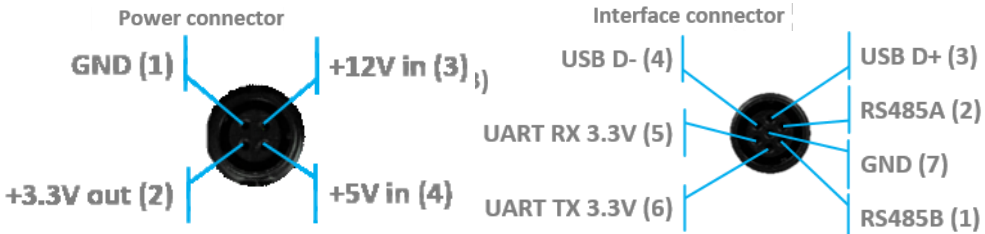
Industrial-TX-Metal のバージョン 2 および 3（2022 年 6 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！

バージョン 4 以降の Industrial Super-Beacon-Plastic では、7 ピンコネクターのピン 5 のジャンパーが標準で接続されています。そのため、+5 V は得られますが、UART RX は使えません。ただし、7 ピン USB ケーブルを接続しなければ、UART RX を使用できます。万全を期す場合は、ジャンパーを完全に取り外すこともできます。詳しくは、info@marvelmind.com までお問い合わせください

- 産業用ビーコンは、無線の代わりに RS-485 経由で Super-Modem と通信できます。参照：無線の代わりに RS485。
- RS485 対応版のピン配置（201



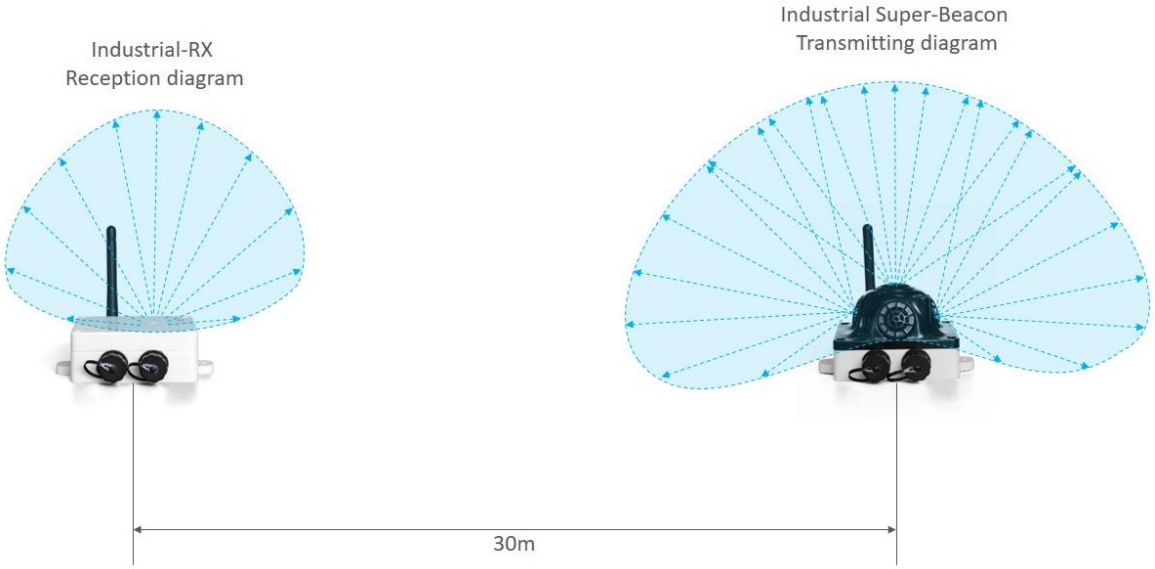
- RS485 対応版のピン配置（2019 年 9 月以前）



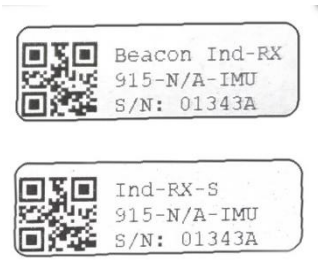
- CAN 対応版のピン配置



- あらゆる Mini-RX ビーコンまたは Super-Beacon と組み合わせて使用可能
- 特に、屋外版 Mini-RX ビーコン、および屋外用の頑丈な Industrial-TX／Industrial-RX ビーコン（無線帯域を一致させる必要があります）との組み合わせを想定して設計されています
- Beacon Mini-RX との組み合わせで最大 30m
- **オプションの外付け** Converter-220V-12V-IP67（2022 年 4 月以降のバージョンを除く。このバージョンは+5 V 電源のみに対応）
- 広い送信パターン



お使いの産業用ビーコンのバージョンを慎重に確認してください。2019 年 9 月より前に製造されたものと、2019 年 9 月以降に製造されたものがあります。後期ロットのビーコンには、Industrial Super-Beacon 用のソフトウェアを使用する必要があります。初期ロットのビーコンには、Industrial-RX または Industrial-TX 用のソフトウェアを使用してください。ステッカーの違い：後期ロット – Ind-RX-S または Ind-TX-S。初期ロット – Beacon Ind-RX または Beacon Ind-TX。





Industrial-TX-Metal のバージョン 2 および 3（2022 年 6 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！

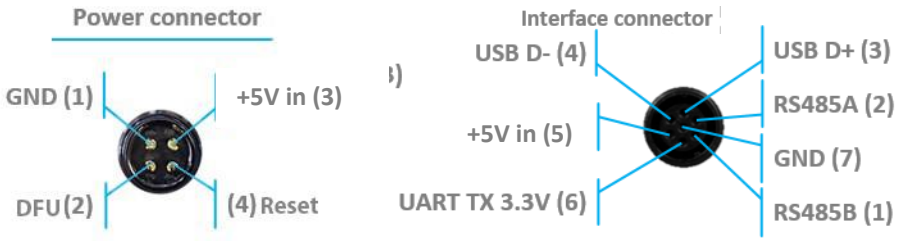
3.6.5. Beacon Industrial-RX

産業用ビーコンは分解しないでください。分解すると保証の対象外となります

- 受信専用ビーコン – 超音波を受信できますが、送信はできません
- 電子回路は IP67 保護
- 超音波センサー用の特殊な IP67 保護膜
- 無線到達距離を延ばすための、SMA コネクター付き外付けアンテナ
- 対応する IP67 コネクター（オス側）が付属
- 標準ではバッテリー非内蔵 – 外付けのモバイルバッテリーまたは外部電源（+12 V または+5 V）を使用します。ただし、オプションでバッテリー内蔵版も可能です（+5 V 電源のみに対応する 2022 年 4 月以降のバージョンを除く）



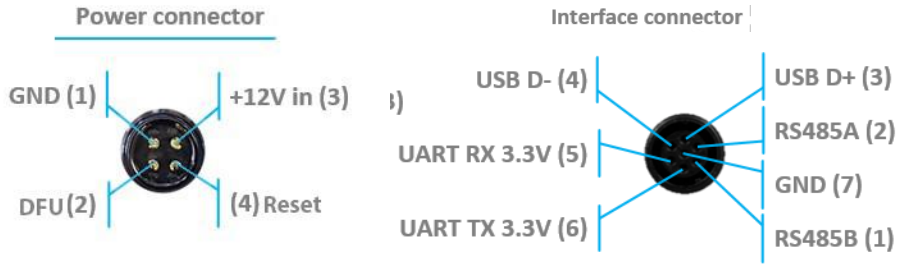
- IP67 外部コネクター×2：
- 改訂版（2022 年 4 月以降）



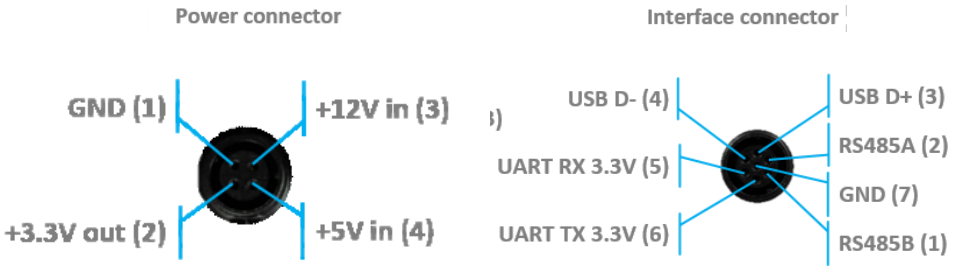
Industrial RX のバージョン 3（2022 年 4 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！

このバージョンには UART RX がありませんが、インターフェースコネクターを電源として使用できるようになりました

- 産業用ビーコンは、無線の代わりに RS-485 経由で Super-Modem と通信できます。参照：無線の代わりに RS485。
- RS485 対応版のピン配置（2019 年 9 月以降）



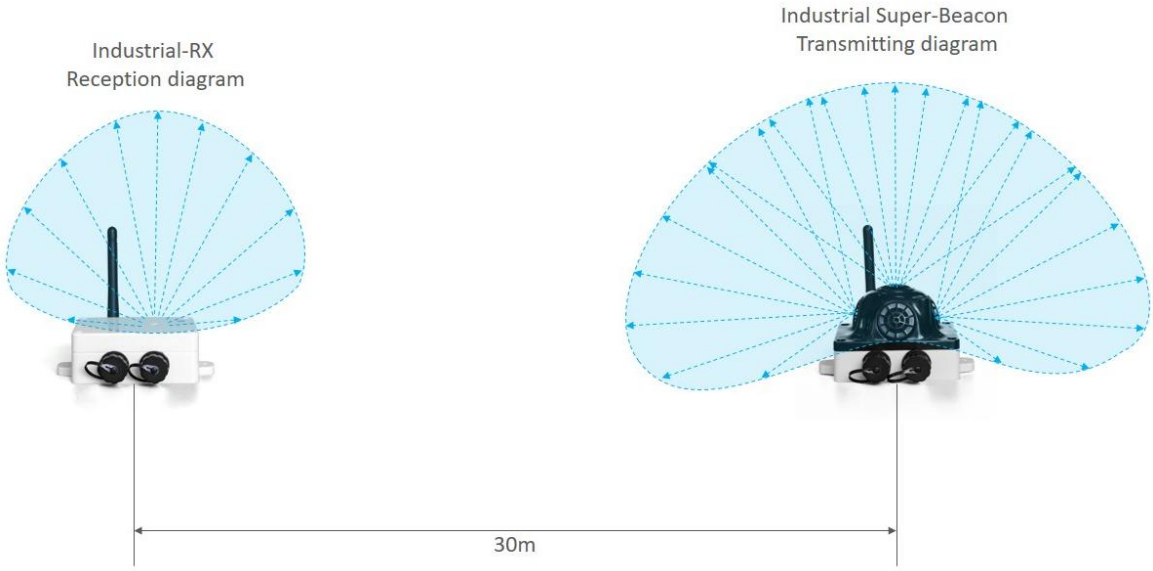
- RS485 対応版のピン配置（2019 年 9 月以前）



- CAN 対応版のピン配置

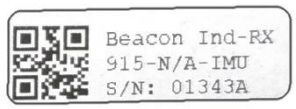


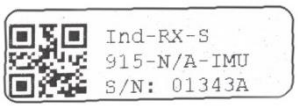
- 動作温度範囲を-40°C～+50°C に拡張（設計上の値。試験は未実施）– バッテリー非内蔵版のみ
- リセットスイッチと DFU スイッチを内蔵 – 磁気で操作
- 幅広い超音波周波数に対応：19/22/25/28/31/34/37/45 kHz
- 特に、屋外版 Mini-RX ビーコン、および屋外用の頑丈な Industrial-TX／Industrial-RX ビーコン（無線帯域を一致させる必要があります）との組み合わせを想定して設計されています
- **オプションの外付け Converter-220V-12V-IP67（2022 年 4 月以降のバージョンを除く。このバージョンは+5 V 電源のみに対応）**
- バージョン 2 および 3 用のオプションの外付け Converter-AC-5V-IP67
- 広い受信パターン



Industrial-RX または Industrial-TX 用のビーコンソフトウェアを Industrial Super-Beacon に書き込むと、Industrial Super-Beacon の基板が恒久的に損傷するおそれがあります。

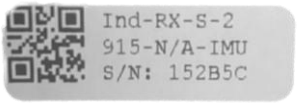
お使いの産業用ビーコンのバージョンを慎重に確認してください。2019 年 9 月より前に製造されたものと、2019 年 9 月以降に製造されたものがあります。後期ロットのビーコンには、Industrial Super-Beacon 用のソフトウェアを使用する必要があります。初期ロットのビーコンには、Industrial-RX または Industrial-TX 用のソフトウェアを使用してください。ステッカーの違い：後期ロット – Ind-RX-S または Ind-TX-S。初期ロット – Beacon Ind-RX または Beacon Ind-TX。

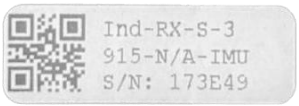




Industrial-TX-Metal のバージョン 2 および 3（2022 年 6 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！

このバージョンには UART RX がありませんが、インターフェースコネクターを電源として使用できるようになりました。





Marvelmind robotics

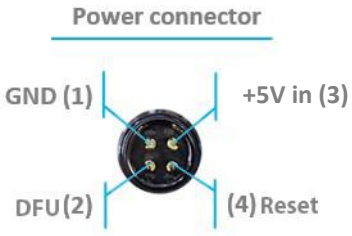
3.6.6. Industrial Super-Beacon Metal-25kHz

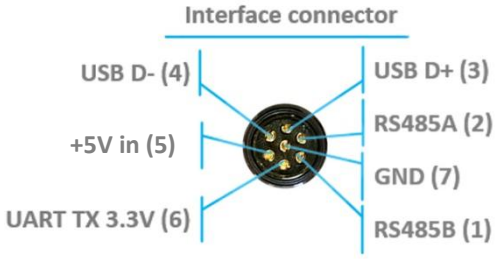
産業用ビーコンは分解しないでください。分解すると保証の対象外となります

- 送受信両用 – RX と TX の両方に対応するビーコンです。固有の超音波周波数（25 kHz）で送信し、内蔵の RX センサーで任意の超音波周波数を受信できます（Industrial-RX や Mini-RX と同様）。実質的に、Industrial Super-Beacon は内部に Industrial-TX と Industrial-RX を兼ね備えています。さらに、IA と NIA の両方のアーキテクチャに対応しています。そのため、Industrial Super-Beacon と呼ばれています

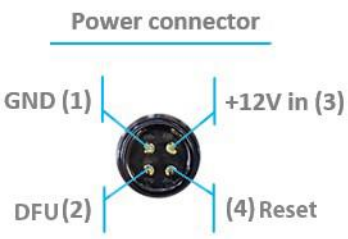


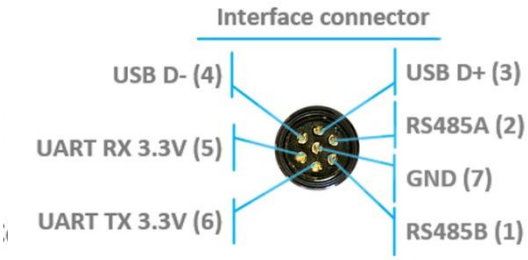
- 電子回路は IP67 保護
- IP67 保護の特殊な 25 kHz トランスデューサー
- 無線到達距離を延ばすための、SMA コネクター付き外付けアンテナ
- 対応する IP67 コネクター（オス側）が付属
- バッテリー非内蔵
- 動作温度範囲を-40°C～+50°C に拡張（設計上の値。試験は未実施）
- リセットスイッチと DFU スイッチを内蔵 – 磁気で操作
- IP67 外部コネクター×2：
- 改訂版（2022 年 4 月以降）





- Industrial RX のバージョン 3（2022 年 4 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！
- このバージョンには UART RX はありませんが、インターフェースコネクターを電源として使用できるようになりました。
  - 産業用ビーコンは、無線の代わりに RS-485 経由で Super-Modem と通信できます。参照：無線の代わりに RS485。
    - RS485 対応版のピン配置





    - 対応する無線を搭載したモデムと組み合わせて使用可能（無線帯域を一致させる必要があります）
    - あらゆる Mini-RX ビーコンまたは Super-Beacon と組み合わせて使用可能

- 特に、屋外版 Mini-RX ビーコン、および屋外用の頑丈な Industrial-TX／Industrial-RX ビーコン（無線帯域を一致させる必要があります）との組み合わせを想定して設計されています
- Beacon Mini-RX との組み合わせで最大 30m
- **オプションの外付け** Converter-220V-12V-IP67（2022 年 4 月以降のバージョンを除く。このバージョンは+5 V 電源のみに対応）

Beacon Industrial（Super ではないもの）用の DFU ソフトウェアを Industrial Super-Beacon のハードウェアに書き込むと、Industrial Super-Beacon の基板が恒久的に損傷するおそれがあります。更新時は十分に注意してください

Industrial-TX-Metal のバージョン 2 および 3（2022 年 6 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！

このバージョンには UART RX はありませんが、インターフェースコネクターを電源として使用できるようになりました。

3.6.7. Beacon HW v4.9（Super-Beacon に置き換え済み）



Beacon HW v4.9 は、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）と IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）の両方で使用できます：NIA と IA の比較

i) MF NIA では使用できません。IA では固定ビーコンとして動作しますが、モバイルビーコンとしては使用できません。

- **Beacon HW v4.9 のアーキテクチャ対応：**

	IA	NIA	MF NIA
固定	はい	はい	いいえ
モバイル	いいえ	はい	いいえ

受信パターン。各センサーの受信角度は約 90°です：

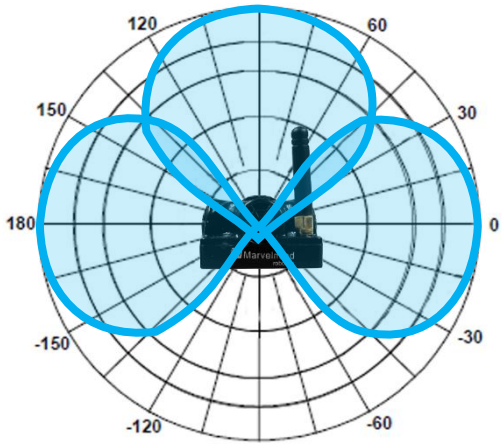


図 1：送信パターン（センサー使用時）

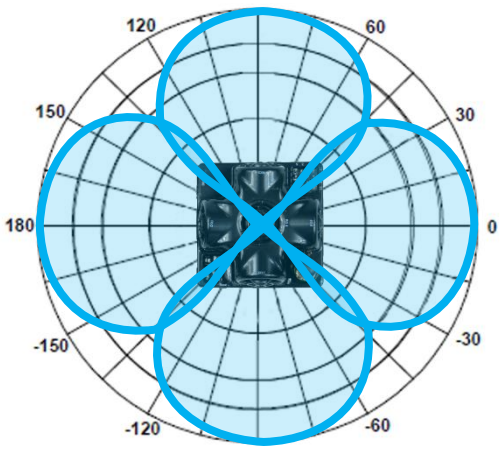
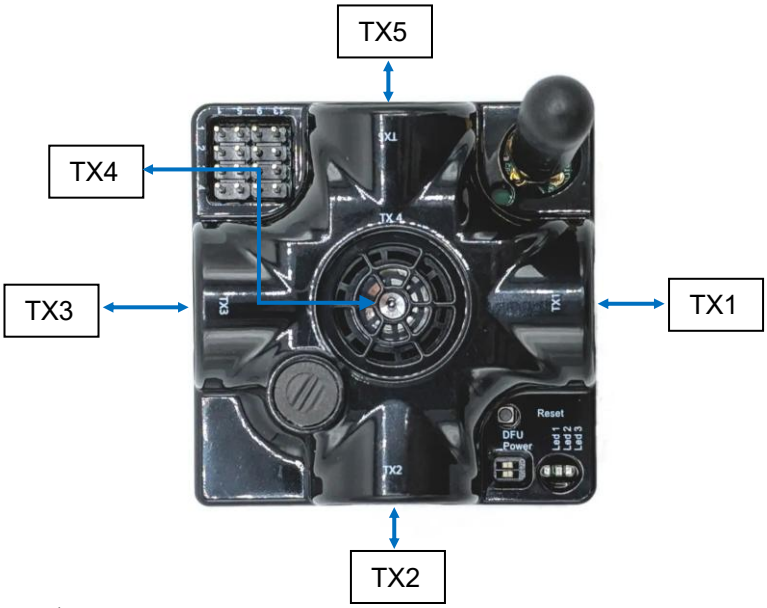


図 2：送信パターン（センサー使用時）

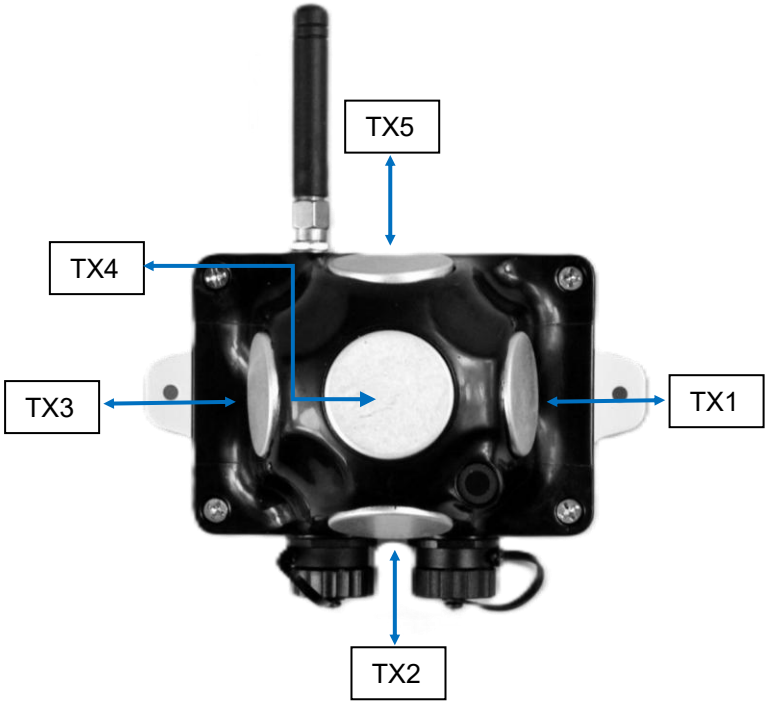
Marvelmind robotics

3.7. ビーコンのトランスデューサー配置図

Super-Beacon：



産業用ビーコン：



Marvelmind robotics

3.8. 外付けマイクロフォンの種類

Super-Beacon のこの改良版では、受信用マイクロフォンをロボットや衣服の任意の位置に配置できます。これにより、マイクロフォン本体が邪魔にならず、外から見えることもありません。より精度の高い実装が可能になります。

External Microphone-IP67、Omni-Microphone-IP67、Horn を接続できます

外付けマイクロフォンを 2 つ使用して、方向を算出したり、受信範囲を広げたりすることもできます。

Omni-Microphone-IP67 のケーブル長は 1 m で、標準構成では 4x4 ピンコネクターに接続します。

外付けマイクロフォンのケーブル長は 25 cm（標準）ですが、最大 1 m まで延長できます（オプション）。

注意：外付けマイクロフォンを基板にはんだ付けするには、はんだ付けのスキルが必要です



図 1：外付けマイクロフォンを 1 つ接続した Super-Beacon



図 2：外付けマイクロフォンを 2 つ接続した Super-Beacon



図 3：Omni-Microphone を接続した Super-Beacon

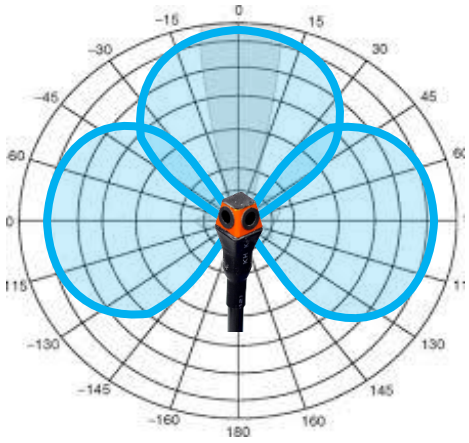


図 4：受信パターン（Omni-Mic-IP67 使用時）

3.8.1. Omni-Microphone の接続図

4x4 ピンコネクターで Omni-Microphone を接続しない場合は、この配線図に従ってはんだ付けできます。

注意：Omni-Microphone を基板にはんだ付けするには、はんだ付けのスキルが必要です。

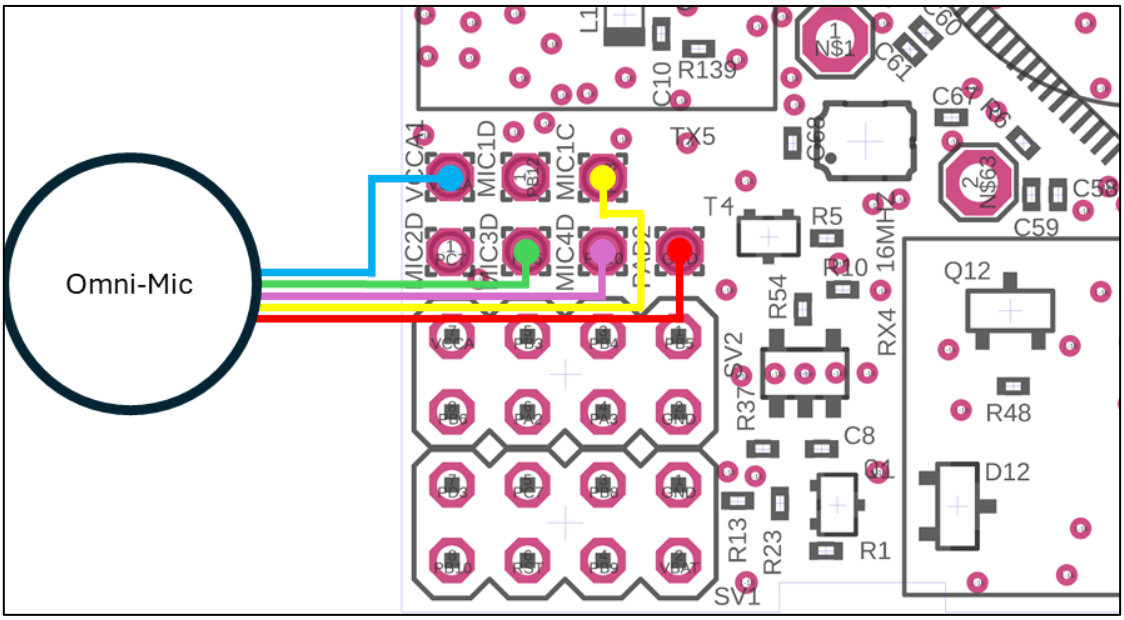


図 4：Super-Beacon 用の Omni-Microphone 接続

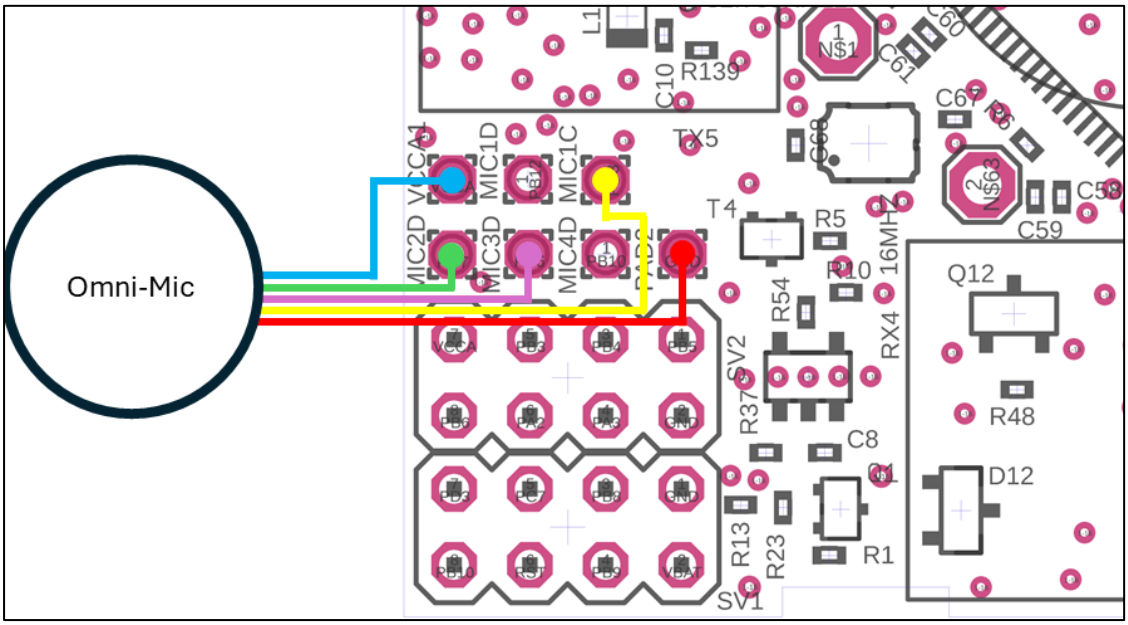


図 5：Super-Beacon-2、3、4 用の Omni-Microphone 接続

Marvelmind robotics

3.8.2. 外付けマイクロフォンの接続図：

一部のロットのビーコンでは、マイクロフォン配線の標準の色が入れ替わっている場合があります。

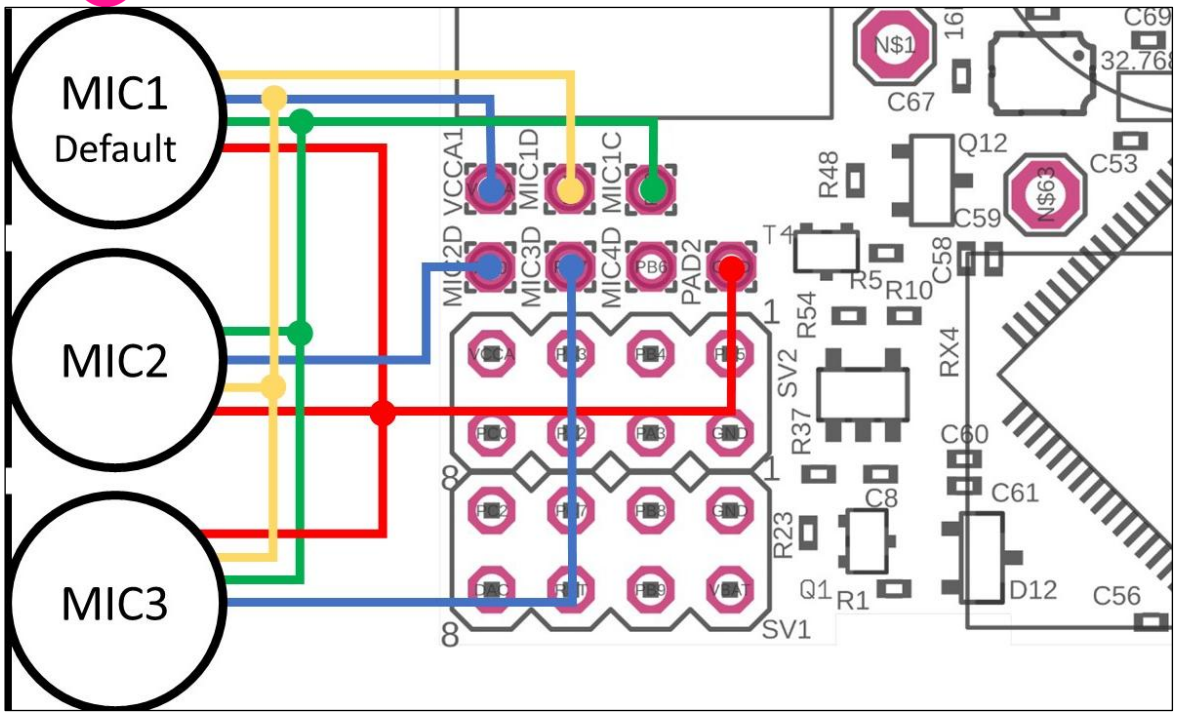


図 6：青線と黄線が入れ替わったビーコンの接続

Marvelmind robotics

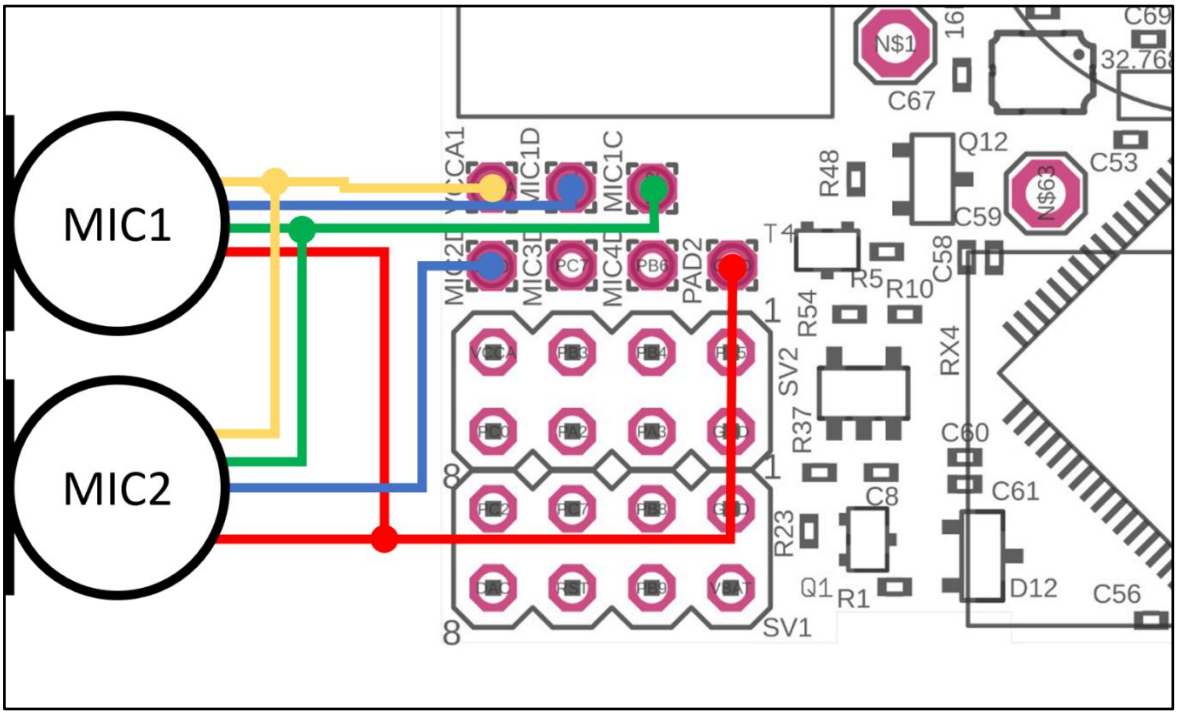


図 7：外付けマイクロフォン 1 つの接続

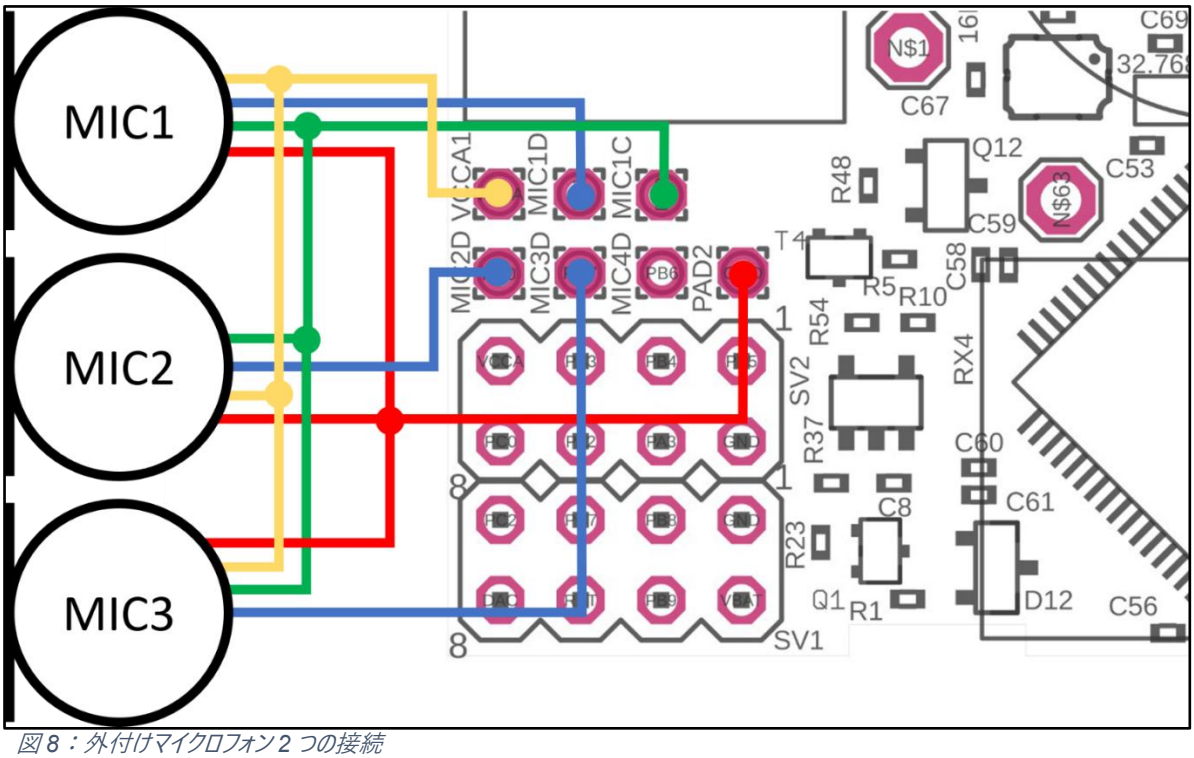
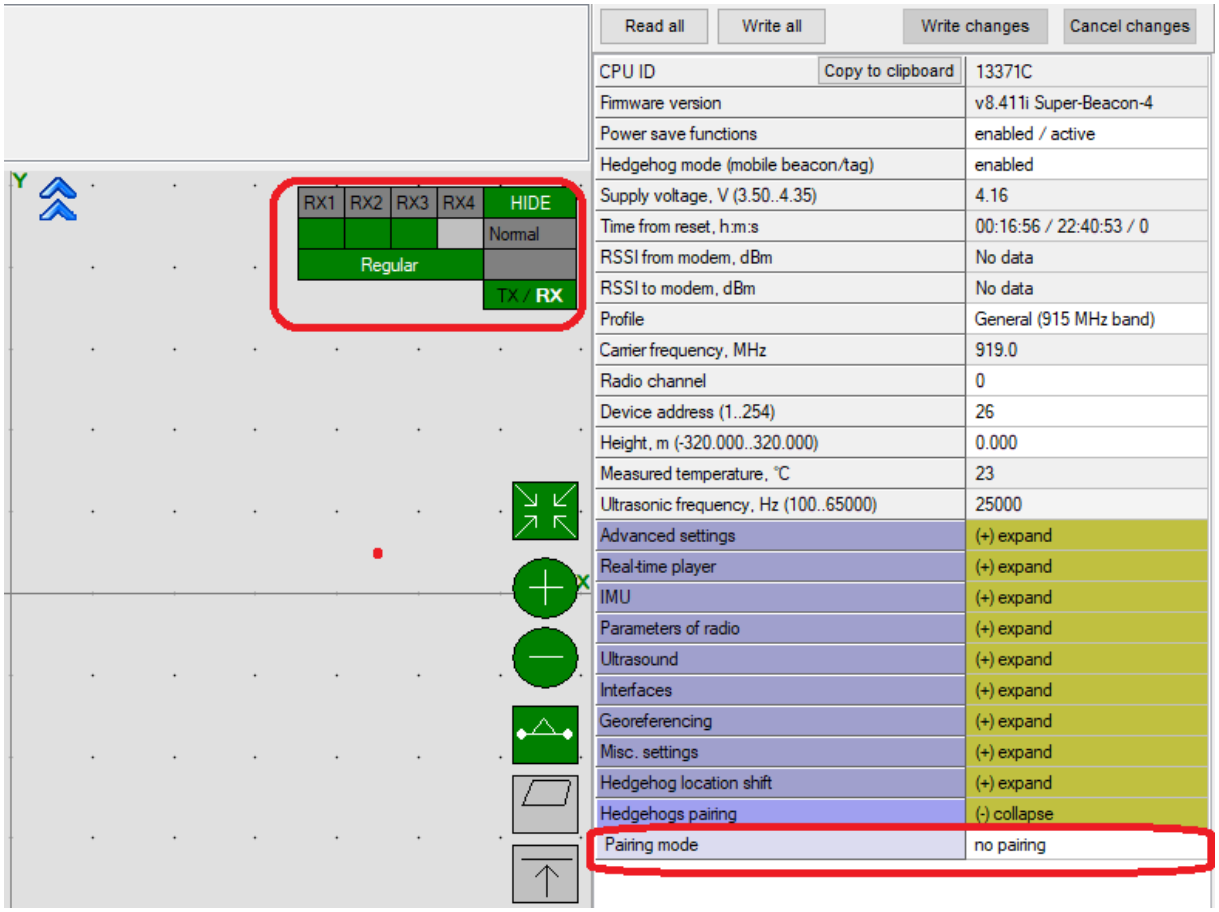


図 8：外付けマイクロフォン 2 つの接続

Marvelmind robotics

- オプション 1：3 つのマイクロフォンで並列に受信する設定：RX1 – 内蔵マイクロフォン、RX2・RX3 – はんだ付けしたマイクロフォン：



- *内蔵マイクロフォンと 2 つの外付けマイクロフォンを連動させるための設定。*

- オプション 2：ペアのマイクロフォンで方向を算出する設定：RX2 – 左マイクロフォン、RX3 – 右マイクロフォン：

3.8.3. Mini-RX 用の外付けマイクロフォン拡張

Mini-RX ビーコンのこの改良版では、受信用マイクロフォンをロボットや衣服の任意の位置に配置できます。これにより、マイクロフォン本体が邪魔にならず、外から見えることもありません。より精度の高い実装が可能になります。

外付けマイクロフォンを 2 つ使用して、方向を算出したり、受信範囲を改善・拡大したりすることもできます。

ケーブル長は 25 cm（標準）で、最大 1 m まで延長できます（オプション）。

Mini-RX は最大で 4 つのマイクロフォンに対応しています：内蔵マイクロフォンを含む 3 + 1 の構成、または内蔵マイクロフォンを取り外した場合は外付けマイクロフォン 4 つの構成です。たとえば Marvelmind Jacket では、この外付けマイクロフォン 4 つの構成を採用しています。

注意：外付けマイクロフォンを基板にはんだ付けするには、はんだ付けのスキルが必要です。



3.8.4. デュアルマイクロフォン仕様：

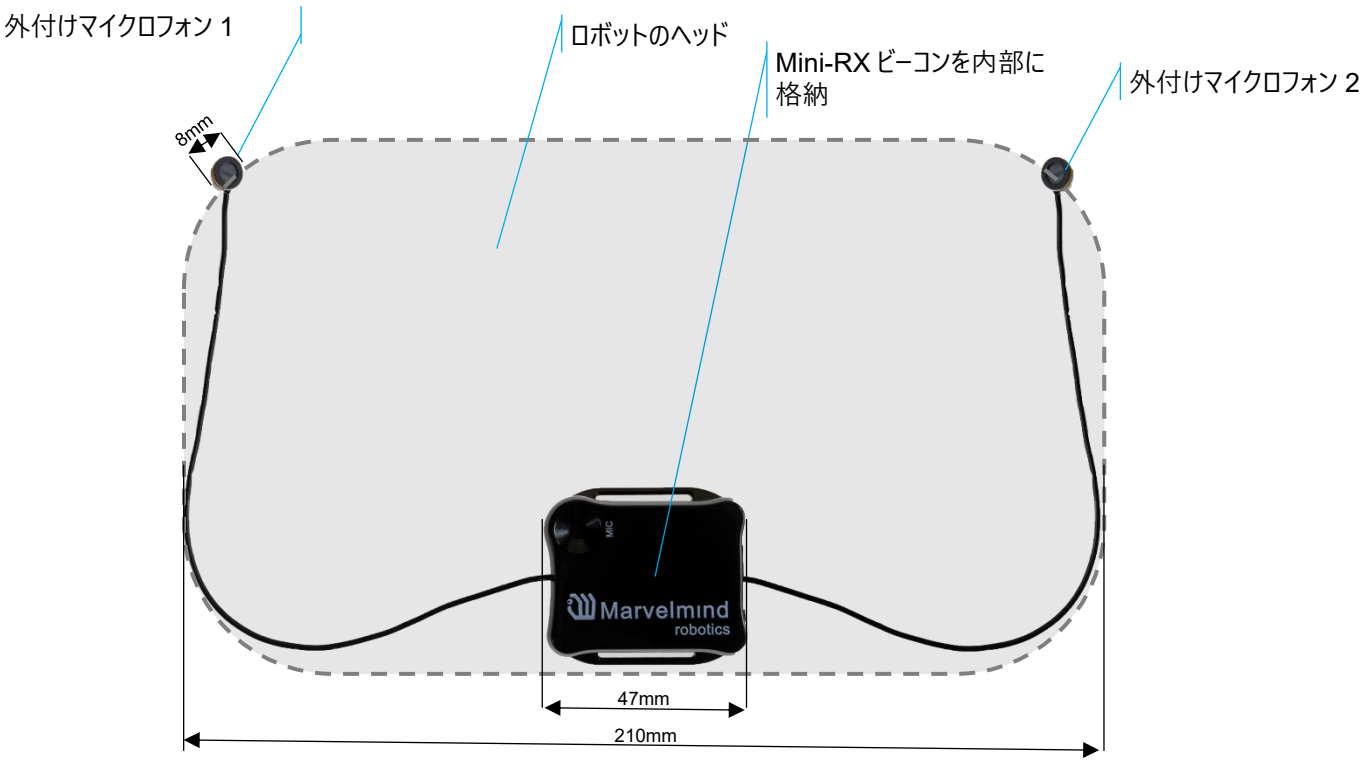




図 1：ハウジング付きの外付けマイクロフォン 1 つ



図 2：ハウジング付きの外付けマイクロフォン 2 つ

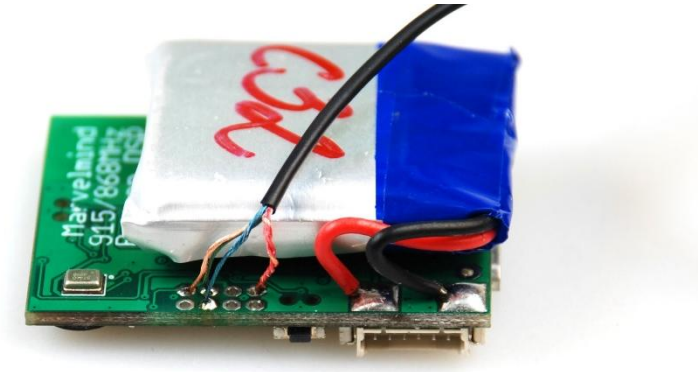


図 3：外付けマイクロフォン 1 つのはんだ付け

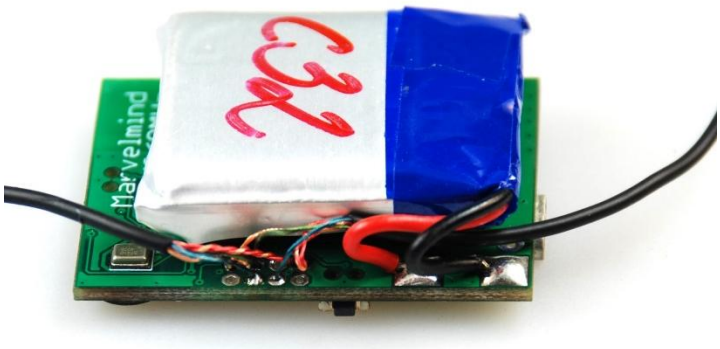


図 4：外付けマイクロフォン 2 つのはんだ付け

3.8.5. 外付けマイクロフォンの接続図：

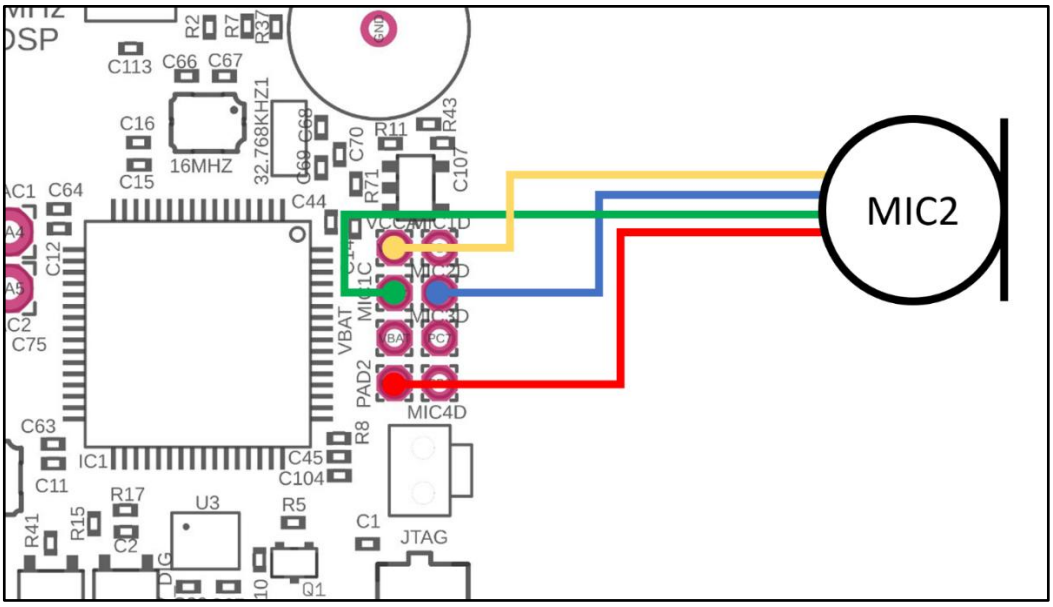


図 5：外付けマイクロフォン 1 つの接続

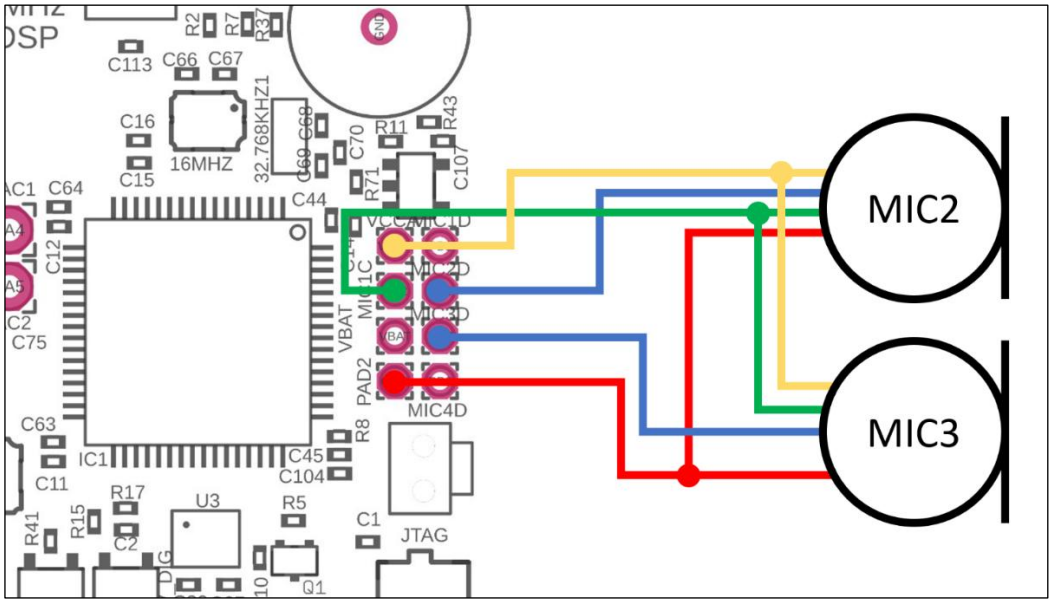


図 6：外付けマイクロフォン 2 つの接続

Marvelmind robotics



図 7：外付けマイクロフォン 2 つの完成図



図 8：外付けマイクロフォン 2 つの完成図

3.8.6. Horn

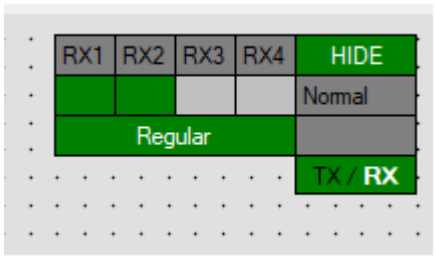
Horn は、通常 1D トラッキングに使用されます。超音波を検出できる角度は約 10 度と狭いものの、約 100～150 メートルという非常に長い距離で検出できるためです。

詳しくは、ヘルプページをご覧ください：

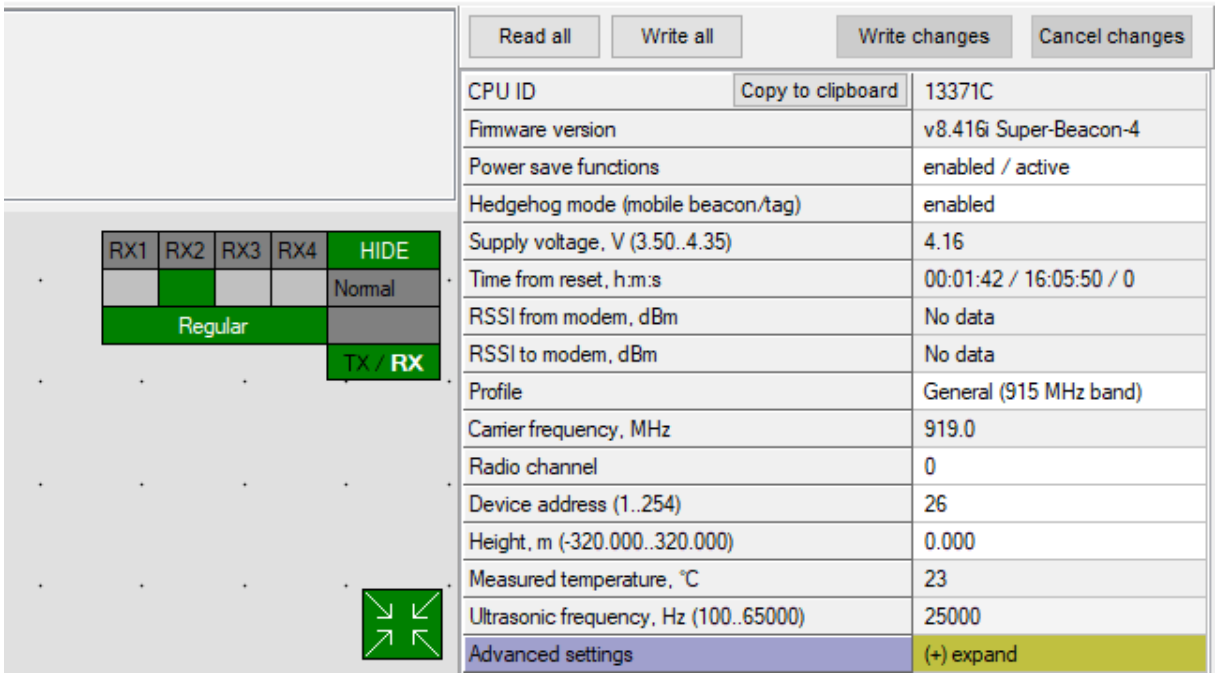
- デモ動画
- 建設現場での 1D 距離測定の動画



- Horn と内蔵マイクロフォンの両方を有効にする設定：



- *Horn と内蔵マイクロフォンの両方を有効にする設定*
- Horn のみを有効にする設定：



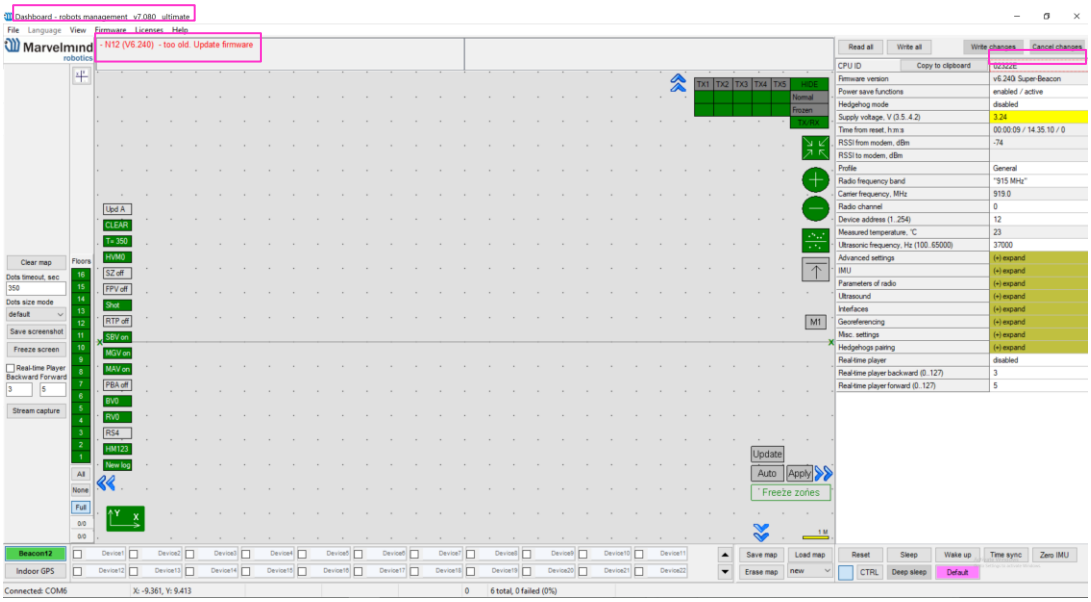
- *Horn を有効にする設定*

4. ソフトウェアパック

この章では、当社の SW パックの使い方を説明します。

必ず覚えておいてください：

- すべてのデバイスには、同じ SW パックのソフトウェアを書き込む必要があります
- ファイル名に含まれる日付は気にしないでください。日付は異なる場合があります。確認するのはデバイス名だけです。
- Dashboard より古いバージョンのファームウェアがデバイスに書き込まれている場合は、診断メッセージウィンドウにその旨が表示されます：



Marvelmind SW パックのファイルの変更点（ソフトウェアバージョン 7.200 以降）：

新しいリリースで更新の必要がないビーコン/モデム用のソフトウェアファイルは、新しい SW パックでも最新のファイルに置き換えられません。ただし、新たに導入されたソフトウェアバージョン互換性テーブルに基づいて、Dashboard がそれらに新しいバージョン番号を割り当てます。つまり、ファイル自体は物理的には同じままです。それでも最新の SW パックと互換性があれば、Dashboard は古いソフトウェアバージョン番号を自動的に最新のソフトウェアバージョン番号に置き換えて表示します。

これは、ユーザーに多い典型的な間違いを検出して防ぐためです。その間違いとは、異なる SW パックから入手した互換性のないバージョンのソフトウェアを、ビーコン、モデム、Dashboard で動かそうとすることです。つまり、Marvelmind Robotics から機器を受け取った際に、ビーコン/モデムを同じ SW パックの最新ソフトウェアバージョンに更新していないケースです。

ソフトウェアバージョンとライセンスの名称の変更（ソフトウェアバージョン 7.200 以降）：

MMSW0005 によって追加されるオプションのソフトウェア機能は、リリース名の末尾に「L」が付くようになりました。たとえば、v7.200 では、デフォルトで基本のソフトウェア機能のみが有効です。MMSW0005 ライセンスを購入するとオプション機能が有効になり、ソフトウェアバージョンは v7.200L に変わります

命名例（IA と NIA）：v7.200 と v7.200L – NIA および MF NIA 用 SW、v7.200i と v7.200Li – IA 用 SW

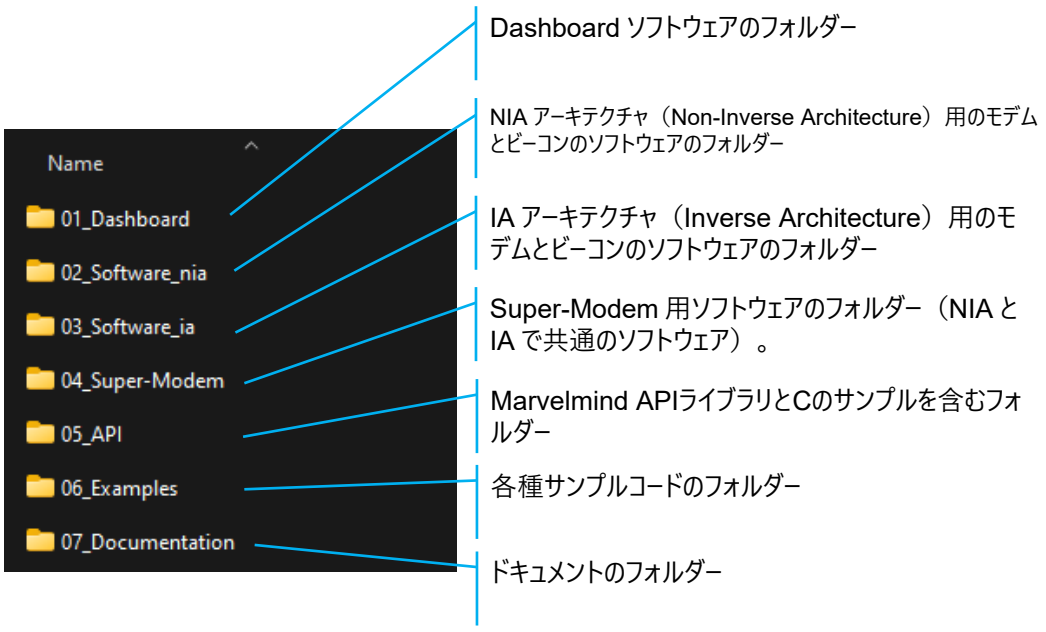
MMSW0005 ライセンスを持たないビーコンがある場合、そのアドレスが Dashboard 上部の情報ウィンドウに一覧表示されます。注：MMSW0005 ライセンスはビーコンのみに適用され、モデムには適用されません。

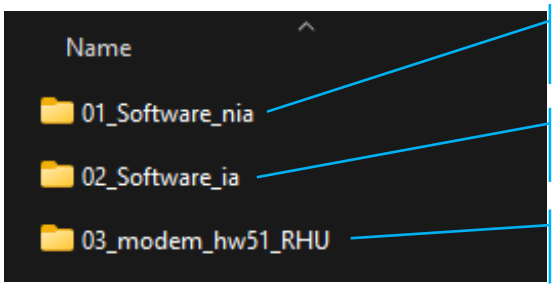
4.1. ダウンロードして開く

4.1.1. 当社ウェブサイト https://marvelmind.com/ => https://marvelmind.com/download/ から、最新の Marvelmind SW パックをダウンロードします

4.1.2. パックを解凍し、フォルダーを開きます

4.1.3. 注：以下のスクリーンショットとフォルダーの説明は、古いソフトウェアパッケージの構成を示しています。現在の SW パッケージは、IA/NIA アーキテクチャ別ではなく、デバイスの種類別（Super-Beacon、Mini-RX、Mini-TX、Modem、Super-Modem など）に整理されています。最新のフォルダー構成については、ダウンロードしたソフトウェアパッケージのルートにある PDF の readme ファイルを参照してください。

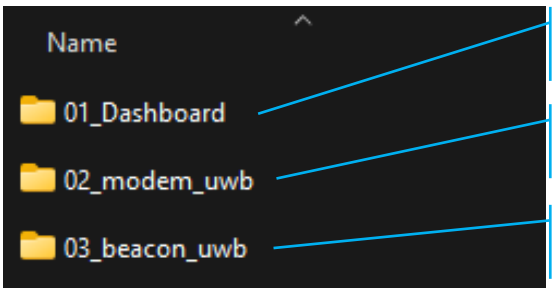




NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）用ビーコンのソフトウェアのフォルダー

IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）用ビーコンのソフトウェアのフォルダー

RHU Modem 用ソフトウェアのフォルダー（NIA と IA で共通のソフトウェア）。



Dashboard のフォルダー

UWB 用モデムのソフトウェアのフォルダー

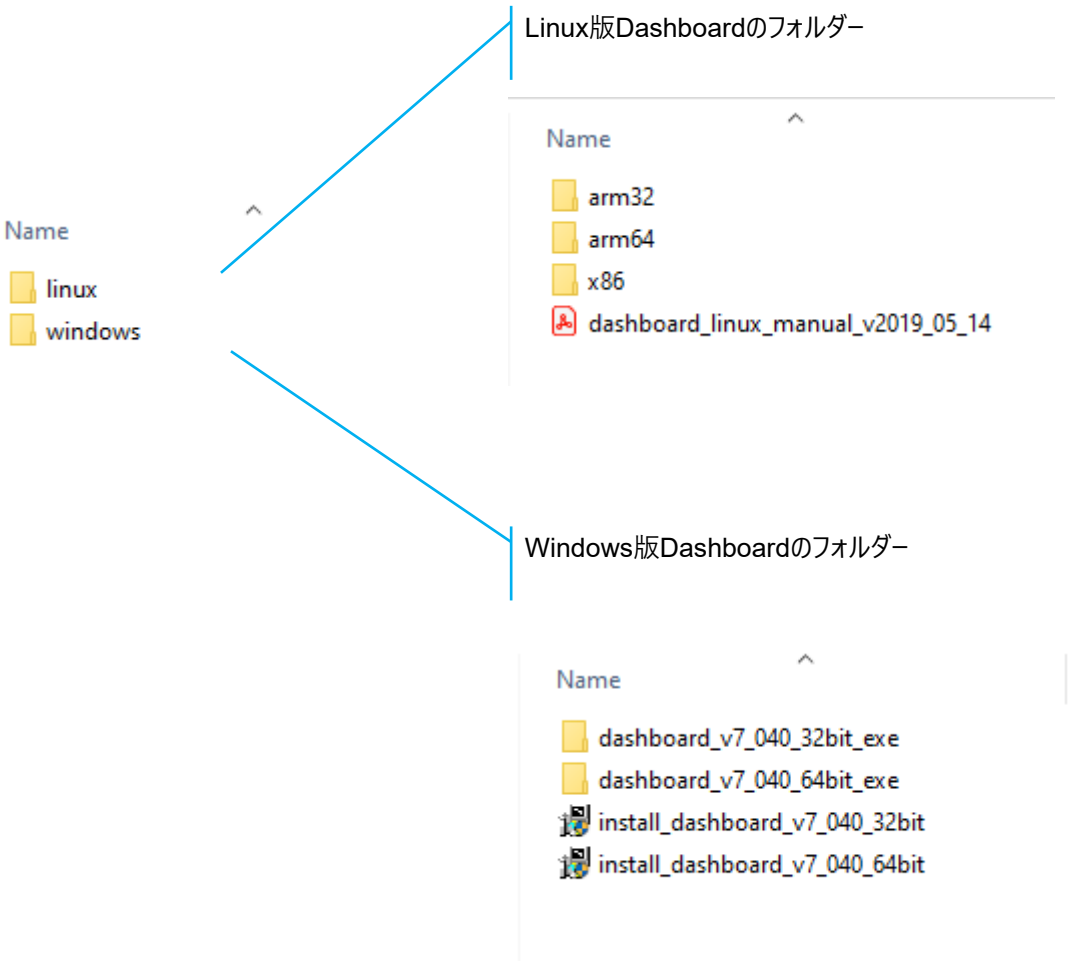
UWB 用ビーコンのソフトウェアのフォルダー

Marvelmind robotics

4.2. Dashboard のインストールフォルダー

このフォルダーには、Dashboard のすべてのバリエーションが入っています。

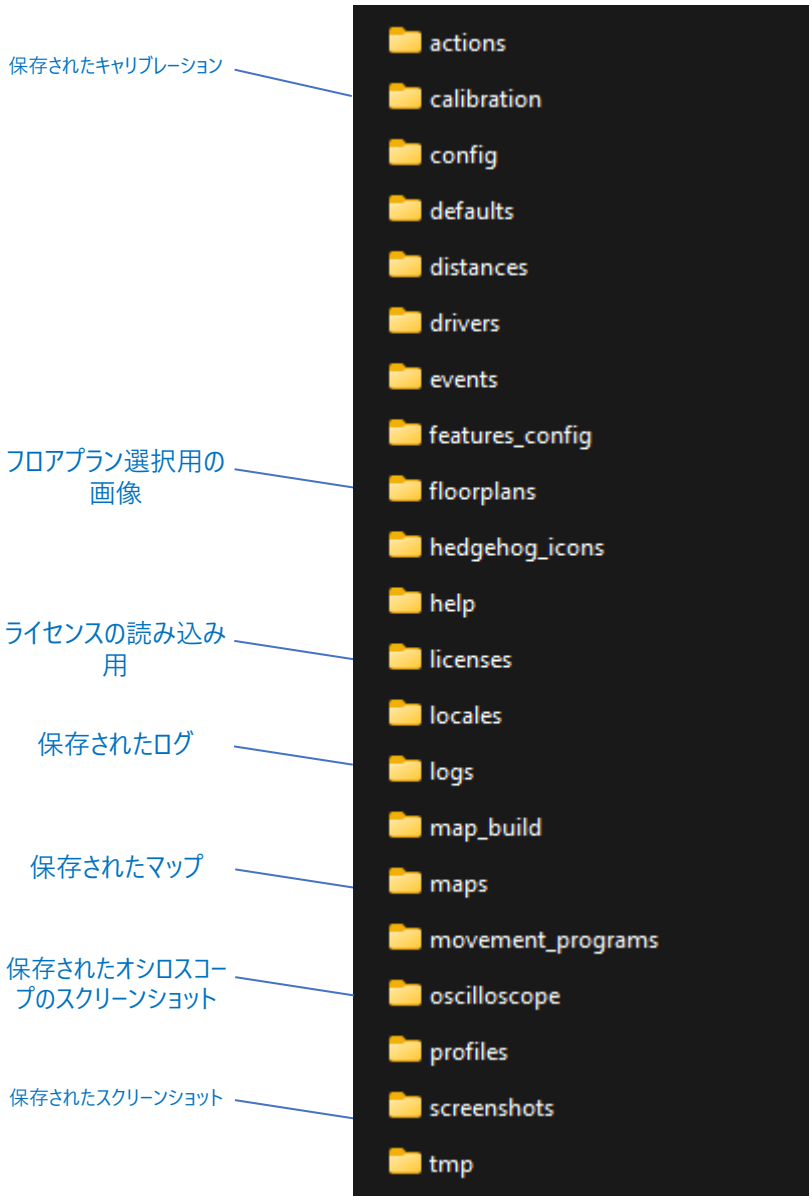
PC にインストールすることも、パッケージのフォルダーからそのまま使用することもできます。



Marvelmind robotics

4.3. Dashboard フォルダー

Dashboard を開くか、PC にインストールすると、ユーティリティフォルダーを含む Dashboard フォルダーにアクセスできるようになります。

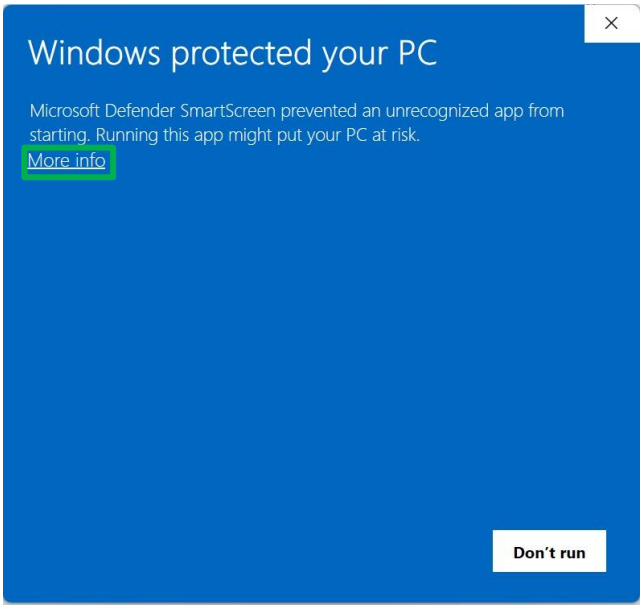


4.3.1. 「Windows Protected Your PC」（Windows によって PC が保護されました）エラー

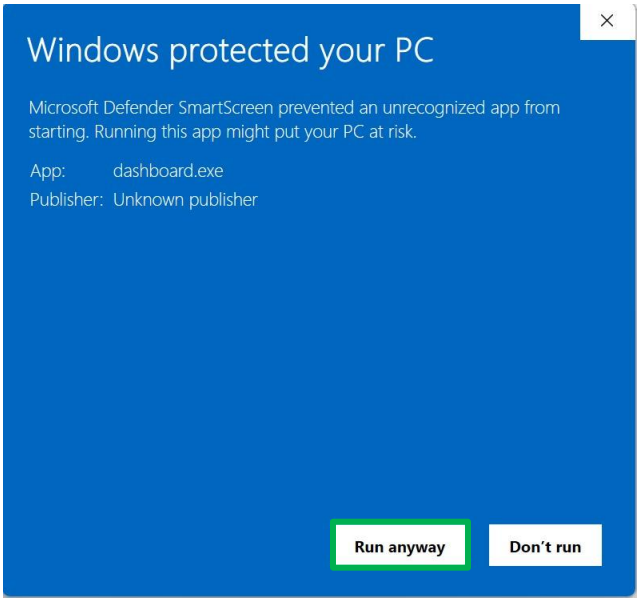
新しいソフトウェアが、Marvelmind 向けの証明書を受け取る前に公開されることがあります。その場合、Windows が警告ウィンドウを表示することがあります。

対処方法は次のとおりです：

1. 「More info」（日本語版 Windows では「詳細情報」）をクリックします



2. 「Run anyway」（日本語版 Windows では「実行」）をクリックします

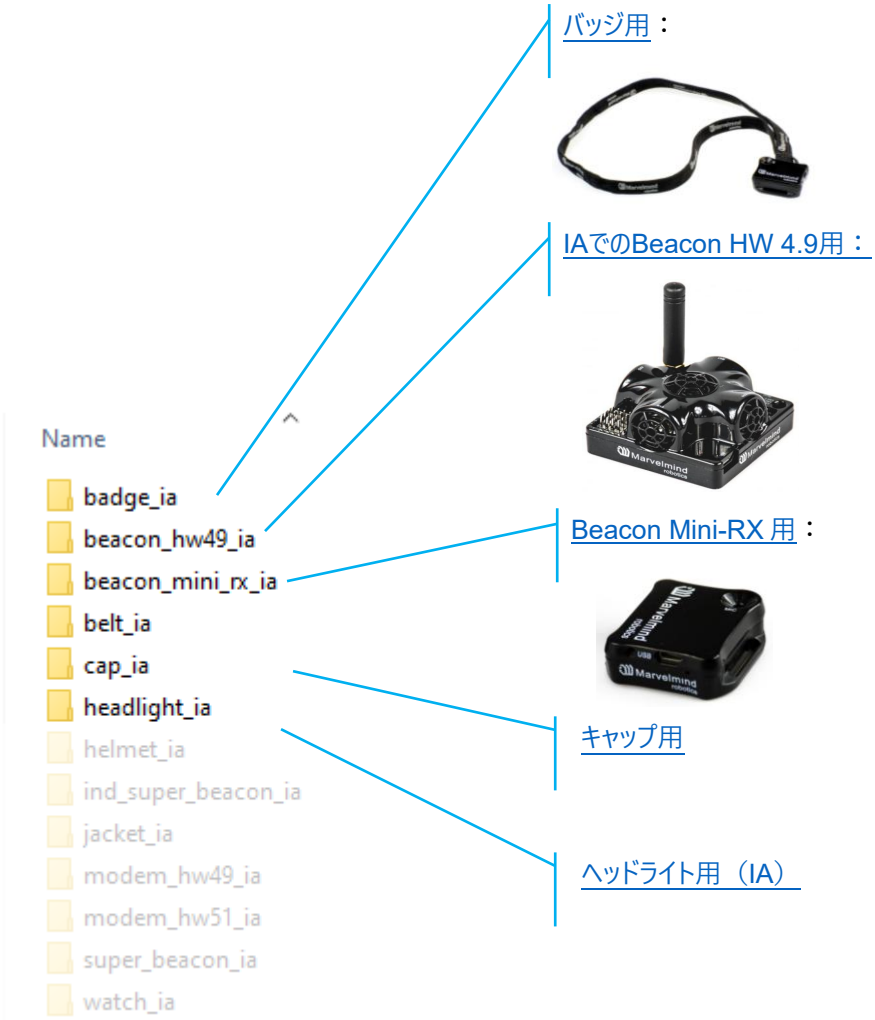


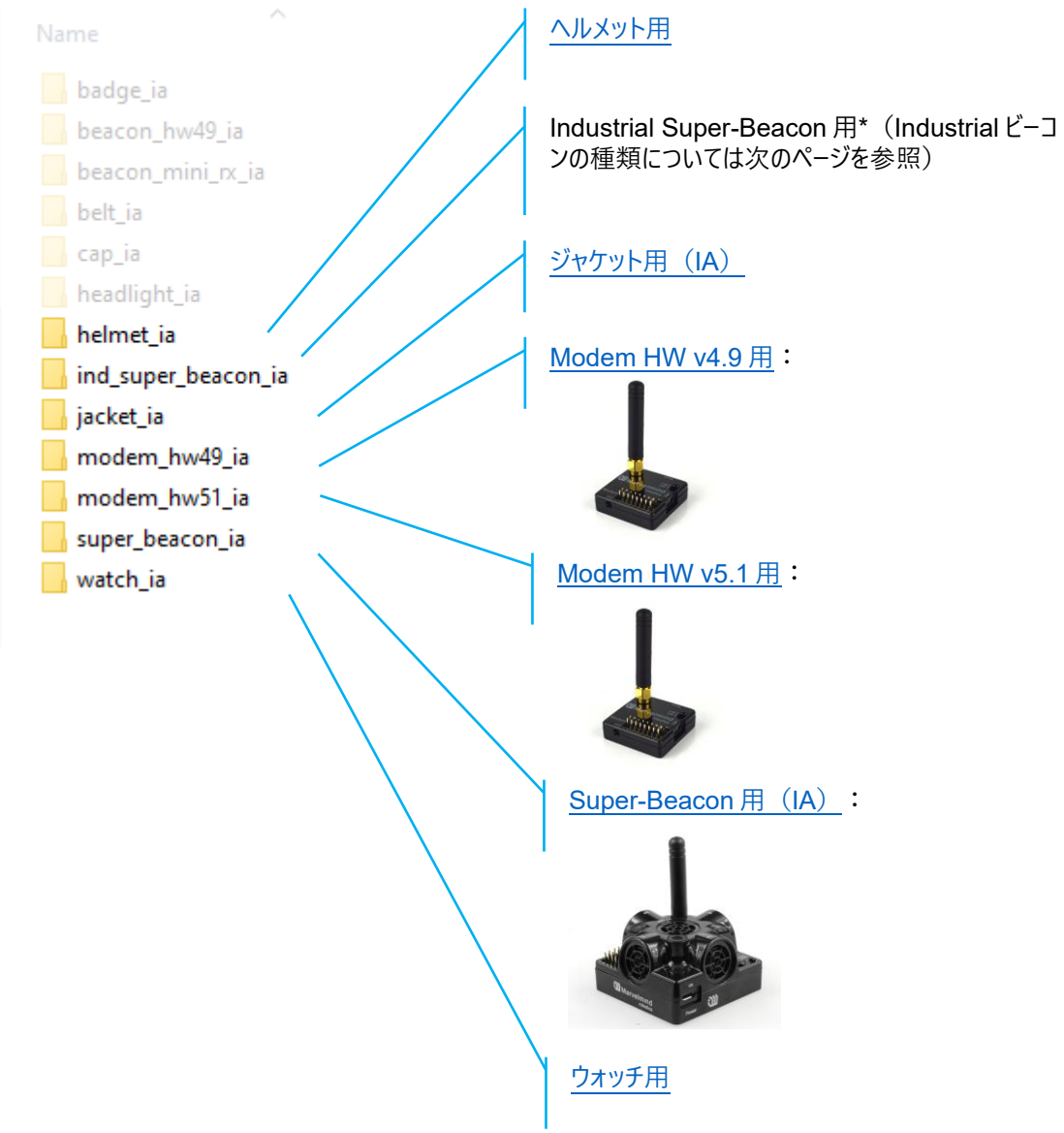
このウィンドウについてご心配は不要です。Dashboard のすべてのバージョンは、SW パックの公開前にテストと確認を行っていますが、証明書をまだ受け取っていない状態です。このようなことはときどき起こりますが、できるだけ早く解消しています。

4.4. Software IA フォルダー

このフォルダーには、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）でマップを構築するためにデバイスへ書き込むソフトウェアがすべて入っています。次のセットへの書き込みには、このフォルダーを使用します：

1) Starter Set IA-04-2D-Badge
2) IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）での Starter Set Super-MP-3D





Marvelmind robotics

4.4.1. Industrial Super-Beacon の種類：

1) Beacon Industrial-RX：



2) Industrial Super-Beacon Metal-25kHz：



3) Industrial Super-Beacon-Plastic：



4.5. Software NIA フォルダー

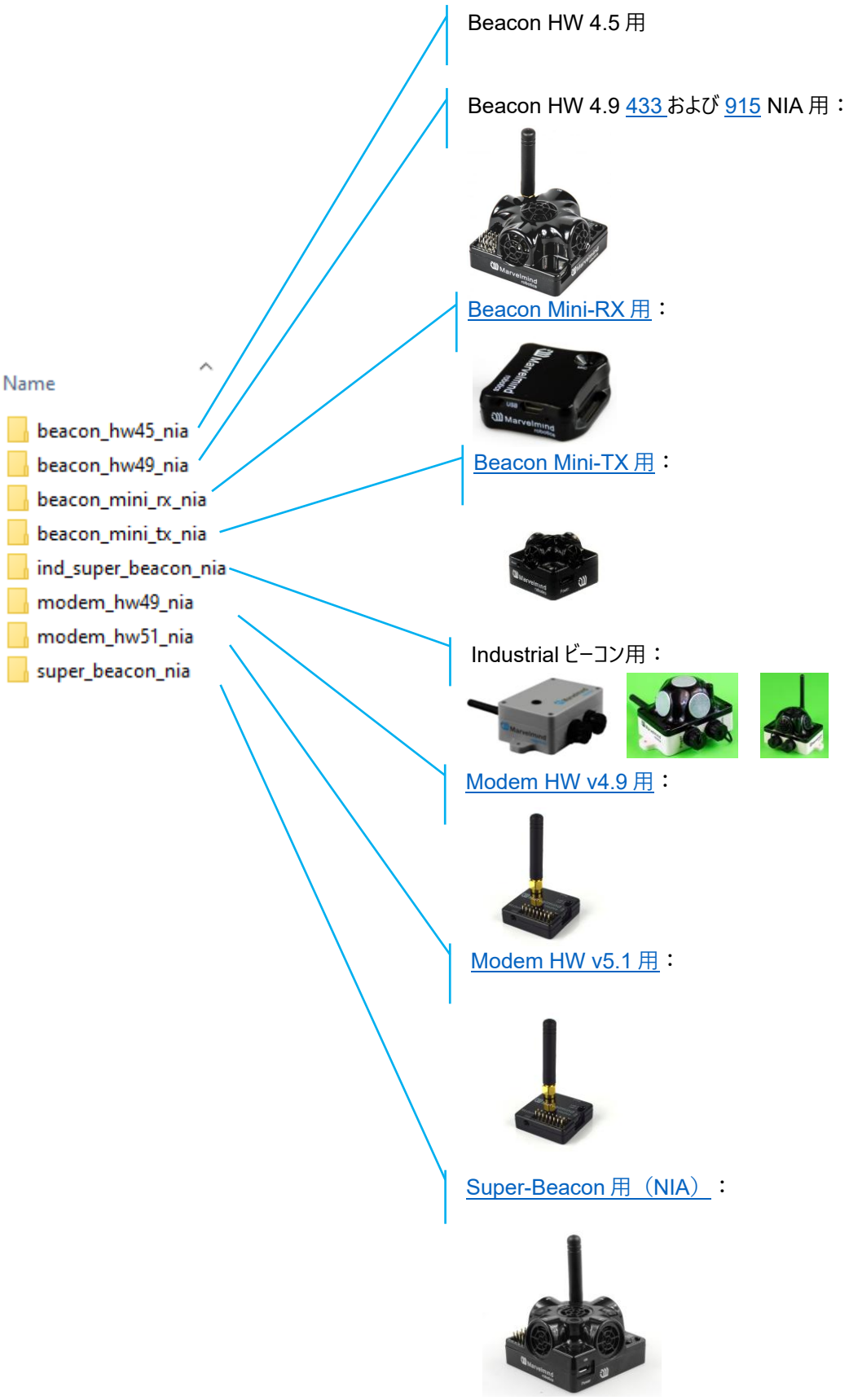
このフォルダーには、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）でマップを構築するためにデバイスへ書き込むソフトウェアがすべて入っています。次のセットへの書き込みには、このフォルダーを使用します：



1) Starter Set HW v4.9-NIA：
2) Starter Set NIA-SmallDrone：
3) Starter Set Industrial-NIA-01：
4) NIA での Starter Set Super-MP-3D：






Name
beacon_hw45_nia
beacon_hw49_nia
beacon_mini_rx_nia
beacon_mini_tx_nia
ind_super_beacon_nia
modem_hw49_nia
modem_hw51_nia
super_beacon_nia
Beacon HW 4.5 用
Beacon HW 4.9 433 および 915 NIA 用：
Beacon Mini-RX 用：
Beacon Mini-TX 用：
Industrial ビーコン用：
Modem HW v4.9 用：
Modem HW v5.1 用：
Super-Beacon 用（NIA）：

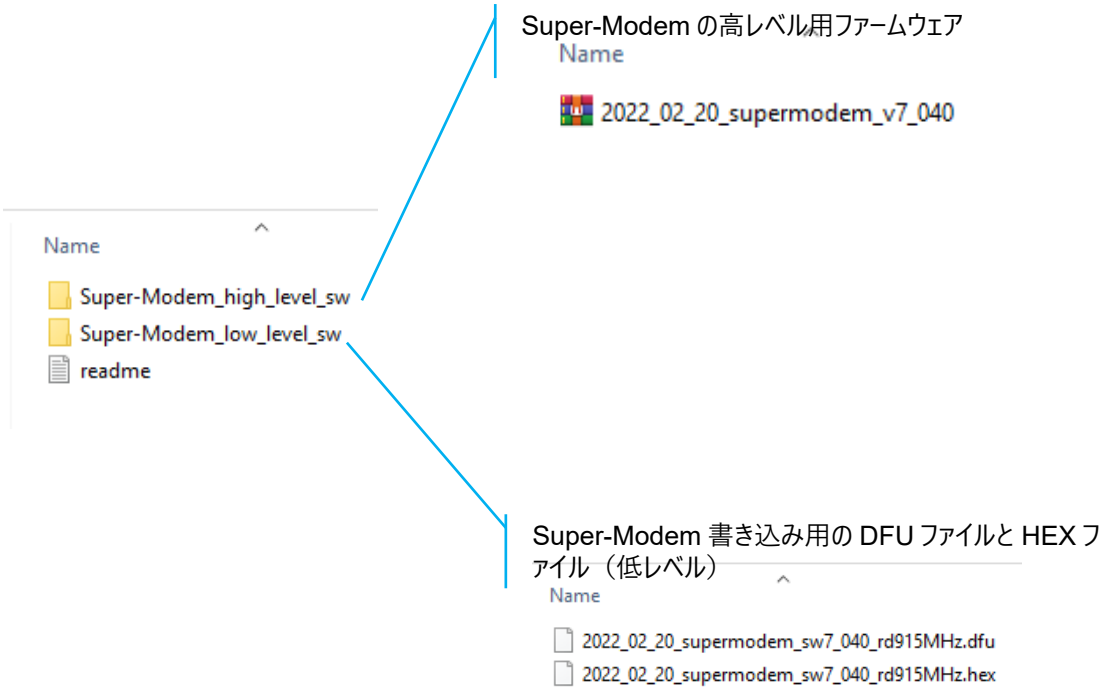
4.6. Super-Modem フォルダー

Super-Modem ソフトウェアのフォルダー（NIA と IA で共通のソフトウェア）。

警告！現在の Super-Modem のソフトウェアバージョンが 7.000 未満の場合、更新するには Super-Modem 内部の micro-SD カードを書き換える必要があります。Super-Modem の micro-SD カードのイメージは容量が大きいため、別のアーカイブで提供しています。

ソフトウェアリリース v7.040 以降は、Dashboard から Super-Modem に書き込めます。高レベルと低レベルの両方を書き込んでください。

micro-SD カードを書き換える必要がある場合は、ダウンロードページを参照し、Super-Modem 用ソフトウェアをダウンロードしてください



5. ソフトウェア設定の説明

5.1. Super-Modem のソフトウェア更新と設定の説明

5.1.1. Super-Modem のソフトウェア更新

インストールされているソフトウェアのバージョンを確認する前に、Super-Modem を分解しないでください。まず、お使いの Super-Modem のソフトウェアバージョンが最新かどうかを確認してください（最新バージョンは Marvelmind のダウンロードページに掲載されています）。最新でない場合は、以下の手順でソフトウェアを更新してください

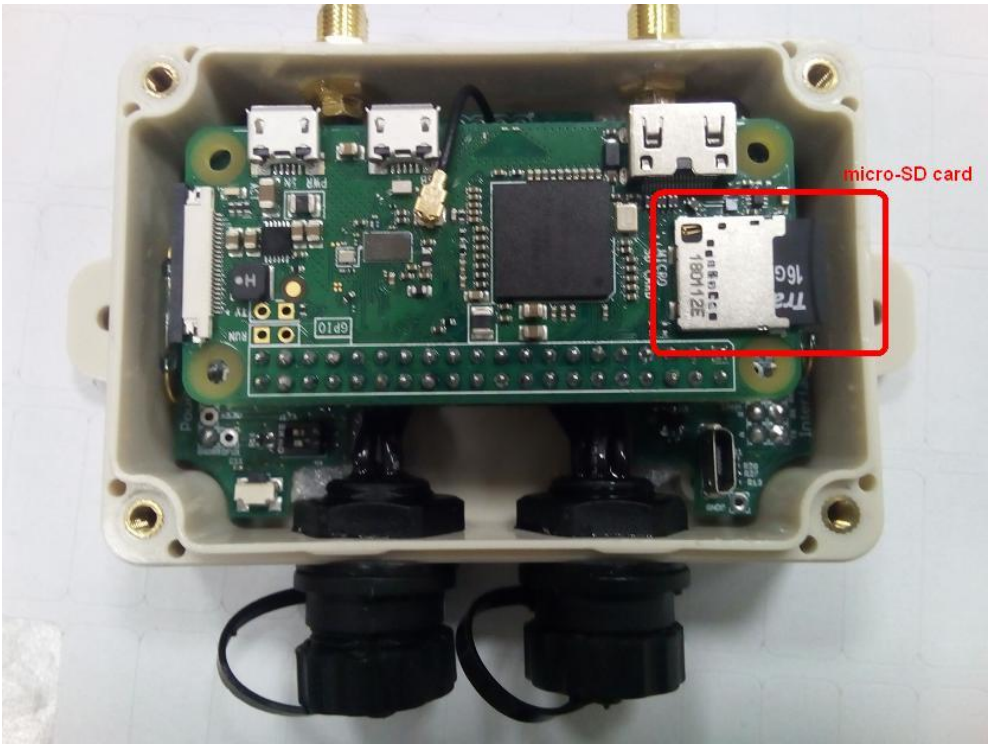
Marvelmind Super-Modem のソフトウェアは、2 つの部分で構成されています：

- 低レベルのファームウェア
- 内蔵の Raspberry Pi シングルボードコンピューター用の高レベルソフトウェア

低レベルのファームウェアは、Marvelmind の全ソフトウェアを収めた一般のソフトウェアパッケージの「Super-Modem」フォルダーに含まれています。パッケージ内の他のファームウェアと同様に、このファームウェアは Dashboard（hex ファイル）または DFU（.dfu ファイル）で更新できます。Dashboard または DFU によるソフトウェア更新の詳細は、このマニュアルの「ソフトウェアの更新（USB/無線/DFU）」の章を参照してください。

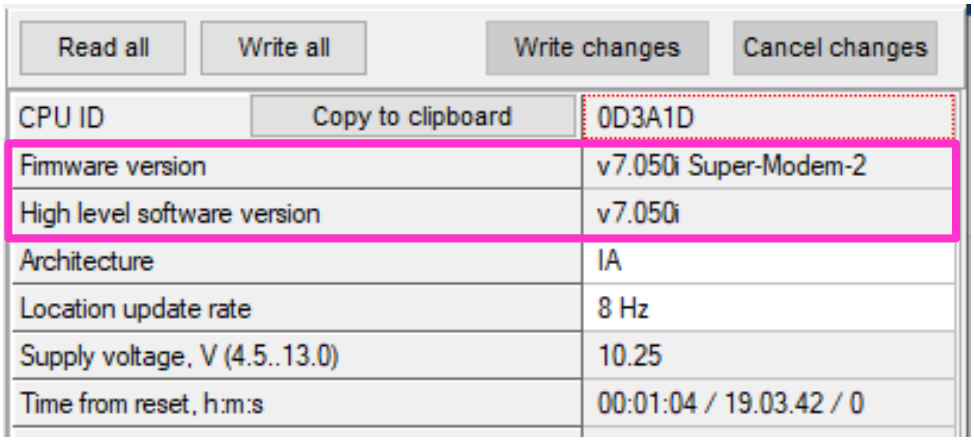
高レベルのソフトウェアは、Super-Modem 内部の Raspberry Pi シングルボードコンピューターにセットされた microSD カードに格納されています。このソフトウェアを更新するには、更新済みのソフトウェアを含む microSD カードのイメージを書き込む必要があります。イメージは、ダウンロードページからダウンロードできます。イメージは容量が大きい（約 1.5～2 GB）ため、一般のソフトウェアパッケージとは別のアーカイブに収められています。

micro-SD カードの位置

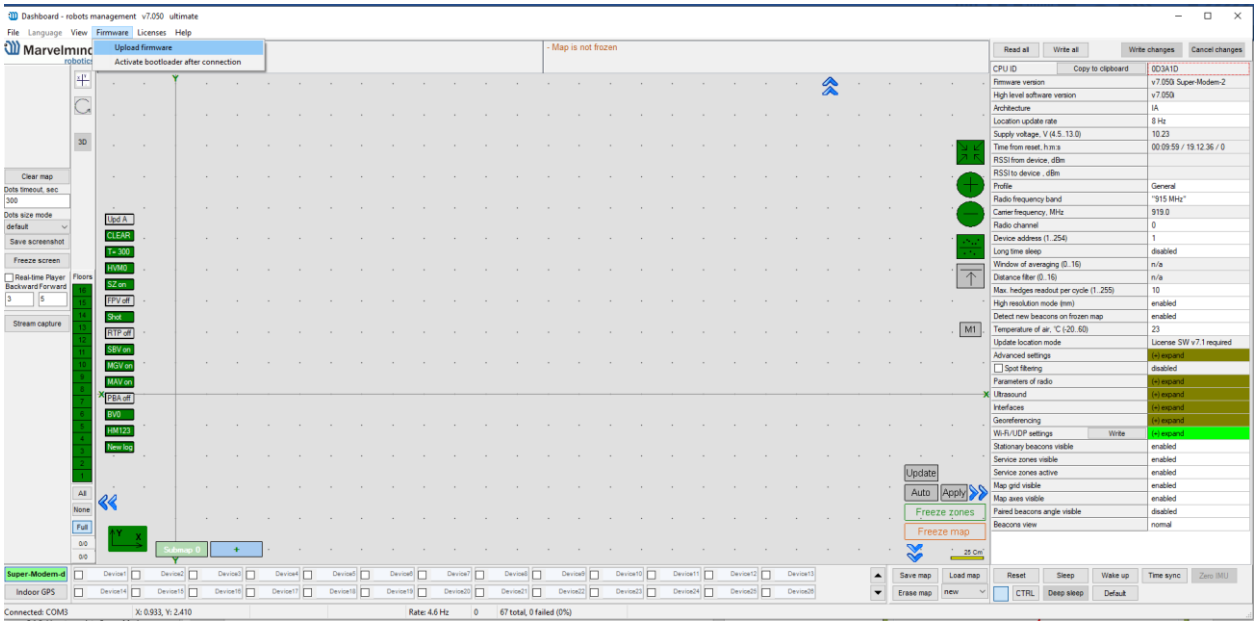


5.1.2. Super-Modem の更新方法（ソフトウェアバージョン v7.000 以降）

最新バージョンのソフトウェアでは、分解せずに Super-Modem に書き込めます。



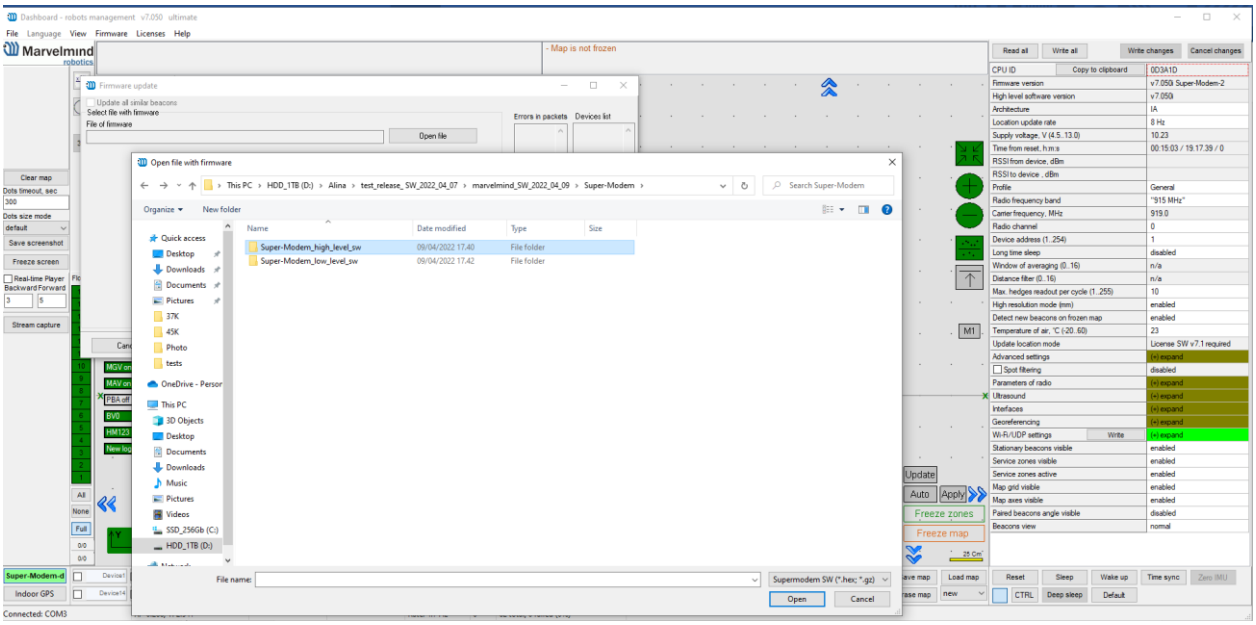
5.1.2.1. Super-Modem に電源を接続し、Super-Modem を USB で PC に接続します。Dashboard に表示されるまで 1 分ほど待ちます



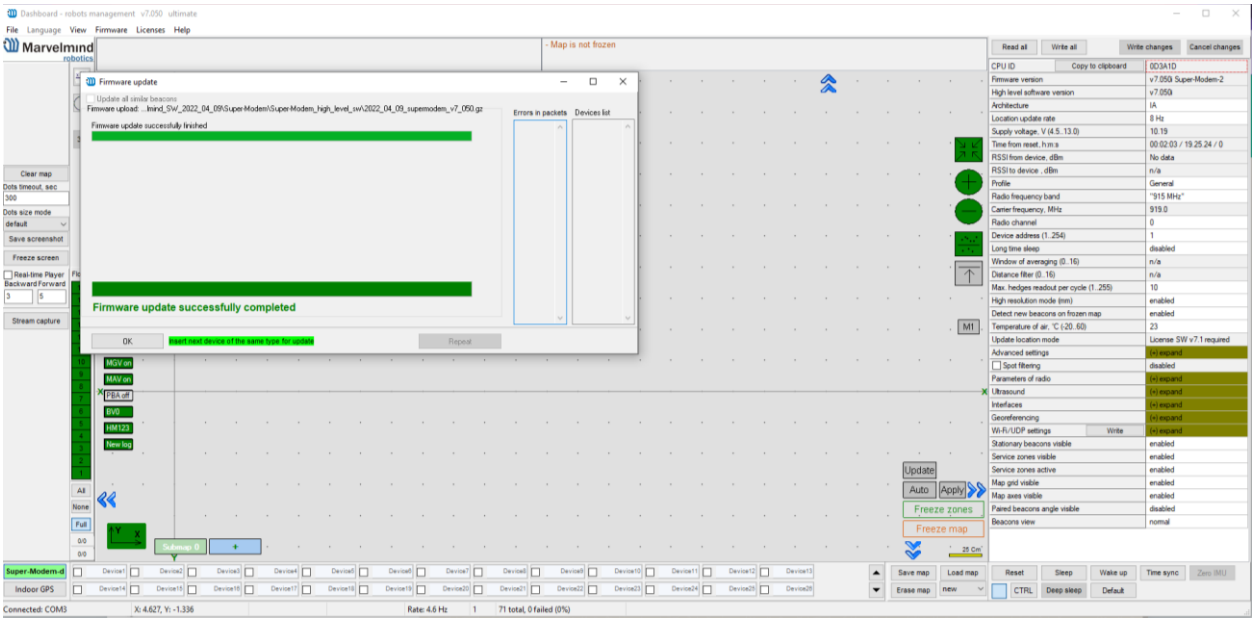
5.1.2.2. ファームウェアのバージョンは 2 つあります。低レベル（Firmware version）と高レベル（high-level software version）です。どちらも同じパックのものを書き込んでください。

5.1.2.3. Firmware => Upload firmware（ファームウェアのアップロード）を開きます

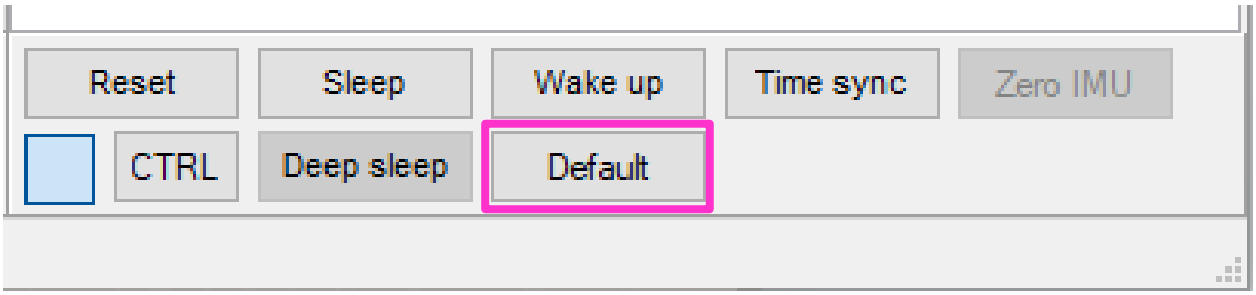
5.1.2.4. 高レベル SW を更新します（Super-Modem_high_level SW フォルダー）



5.1.2.5. 高レベルの書き込みが終わったら、Super-Modem_low_level_SW フォルダーのファイルを使用します



5.1.2.6. 両方のレベルを書き込んだら、Default ボタンを押します。



5.1.2.7. ファームウェアの更新が完了しました。

5.1.3. Super-Modem のソフトウェアの更新方法（v7.000 より古いソフトウェアバージョンの場合）：

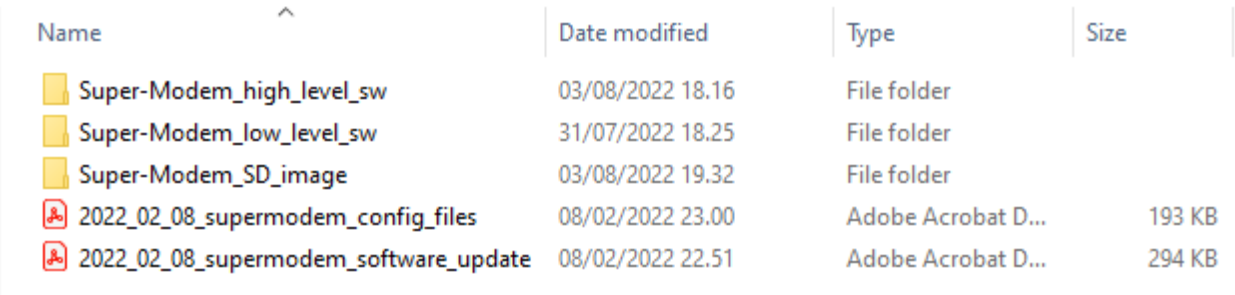
インストールされているソフトウェアのバージョンを確認する前に、Super-Modem を分解しないでください。まず、お使いの Super-Modem のソフトウェアバージョンが最新かどうかを確認してください（最新バージョンはダウンロードページに掲載されています）。最新でない場合は、以下の手順でソフトウェアを更新してください

Super-Modem のソフトウェアを更新するには、次の手順に従ってください。

5.1.3.1. Super-Modem の筐体を開けます

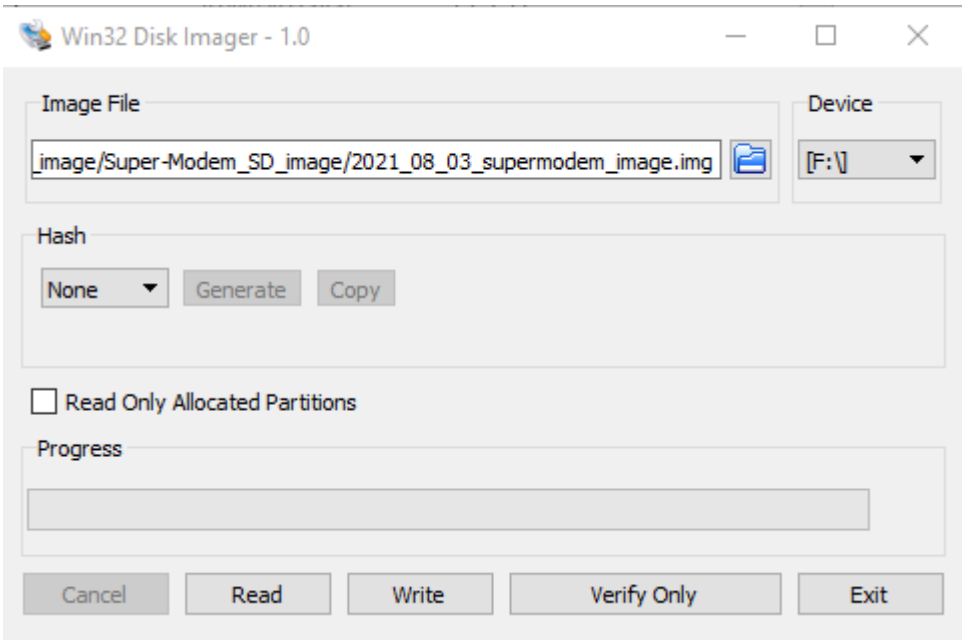
5.1.3.2. micro-SD カードを取り出します（このとき Super-Modem の電源は切っておいてください）

5.1.3.3. カードリーダーを使って、micro-SD カードを任意の MS Windows パソコンに挿入します



5.1.3.4. 更新済みソフトウェアのイメージを含むアーカイブをダウンロードして解凍します

5.1.3.5. Win32 disk imager プログラム（イメージと同じアーカイブに同梱）をインストールして実行します



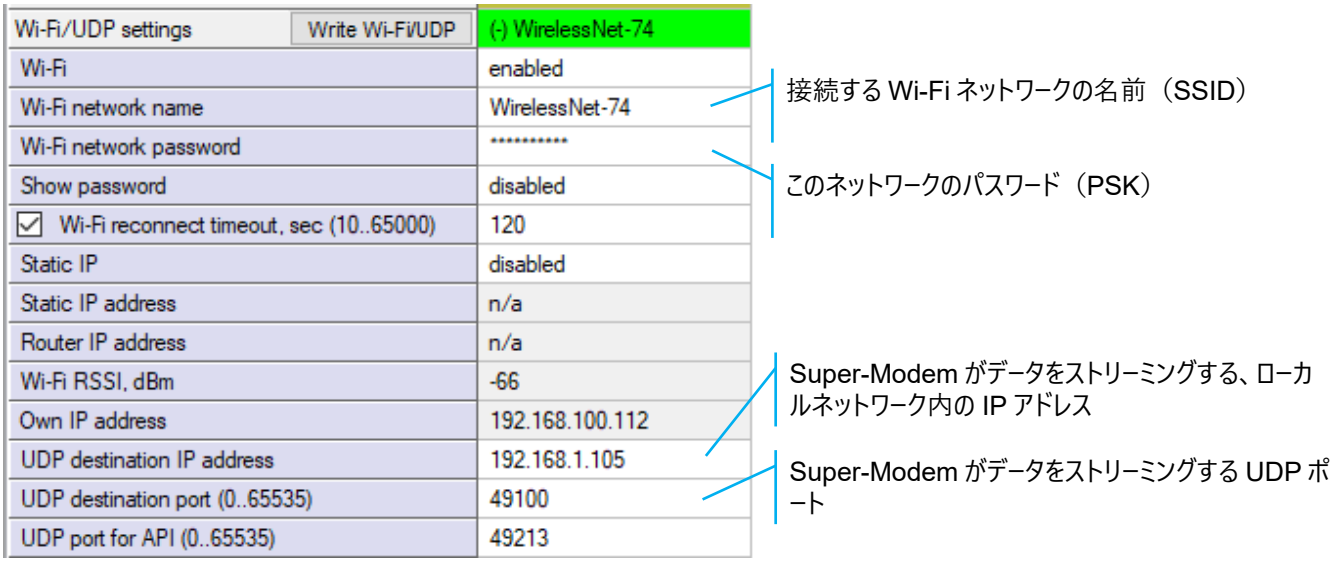
5.1.3.6. イメージファイルを開き、micro-SD カードに書き込みます（下のスクリーンショットを参照）

5.1.3.7. パソコンから micro-SD カードを取り出し、Super-Modem に戻します

5.1.3.8. Super-Modem の筐体を閉じます

5.1.4. Super-Modem の設定

Marvelmind Super-Modem には、対応するソフトウェアを搭載した Raspberry Pi シングルボードコンピューターが内蔵されています。設定は、Dashboard の設定メニューから変更できます。



API ストリーミングの詳細については、こちらをご覧ください。

5.2. ソフトウェアの更新（USB/無線/DFU）

この章では、ソフトウェアを更新する 3 つの一般的な方法を説明します。通常の方法である USB 接続または無線接続による更新と、特殊なケース（ソフトウェアのバージョン差が非常に大きい場合や、通常のソフトウェア更新がうまくいかない場合）向けの DFU プログラミングによる更新です。

5.2.1. USB 経由のソフトウェア更新

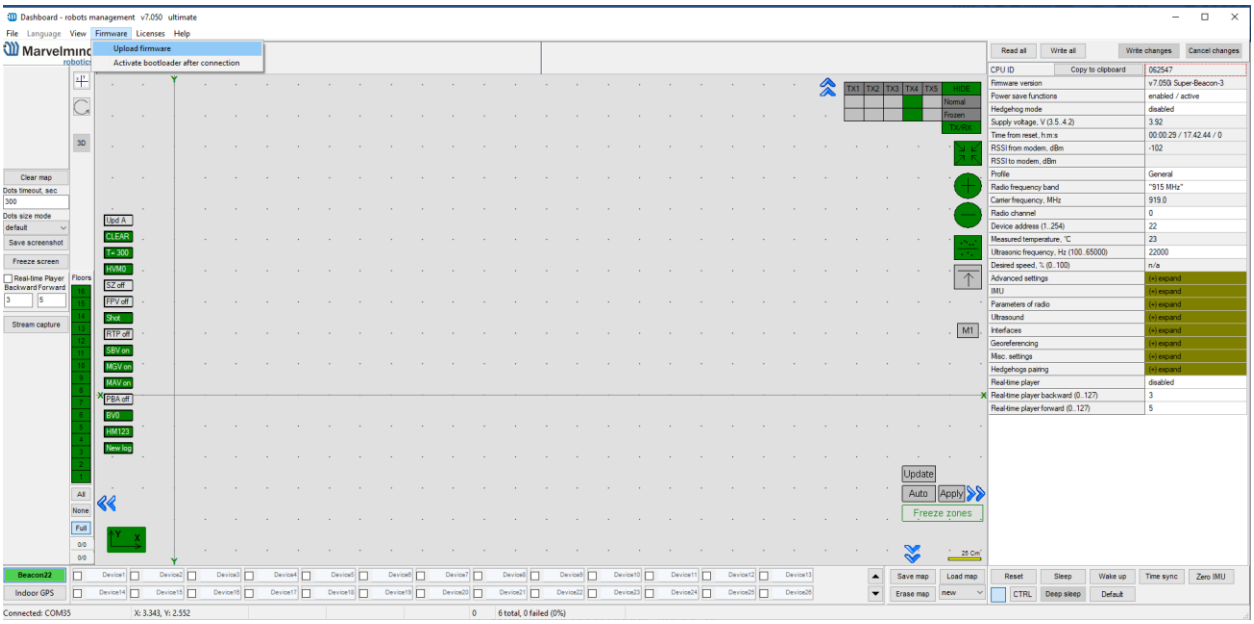
通常、USB 経由のソフトウェア更新は、システムを初めて起動するときに使用します。システムを設置する前に、現行のソフトウェアバージョンへすばやく更新できます。

メリット：ビーコンごとにすばやくソフトウェアを更新できます。

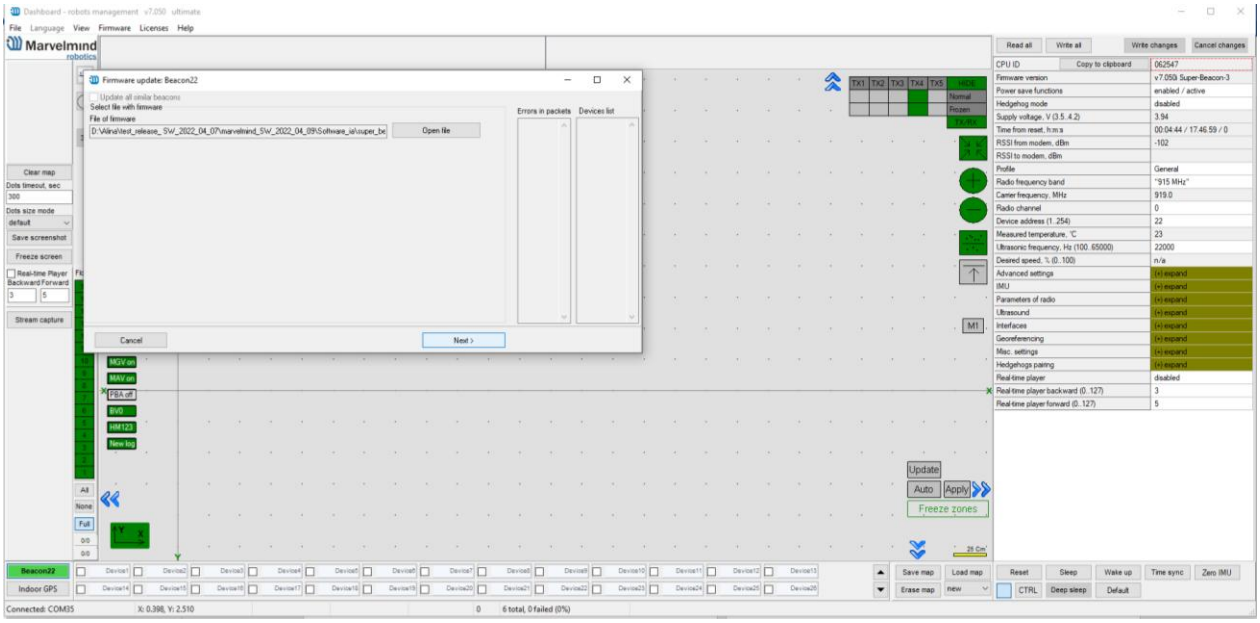
デメリット：すべてのデバイスを USB ケーブルで PC に接続する必要があります。システムをすでに設置している場合は、取り外す必要があります。

方法：

- Dashboard を起動します
- ビーコンの電源が入っていることを確認します
- ビーコンを USB ケーブルで PC に接続します
- ビーコンが Dashboard に接続されたら、「Firmware」→「Upload firmware」を開きます



- **お使いのデバイス用の.hex ソフトウェアファイルを選択します（IA と NIA のアーキテクチャに注意し、混在させないでください）**
- 「Next」をクリックします



- ビーコンの更新が完了するまで待ちます

注：ソフトウェアの更新後は、すべてのビーコンで Default ボタンを押してください

- すべてのビーコンについて繰り返します

注意：Default ボタンを押すと、アドレスを除くすべての設定がこのビーコンのデフォルト設定に戻ります。それまで無線設定をカスタマイズしていた場合は、ビーコンのハードウェアに応じたデフォルトの無線プロファイル（新しいビーコンでは 200 kbps。詳しくは無線プロファイルの互換性を参照）と、無線チャンネル 0 に変更されます。

5.2.2. 無線経由のソフトウェア更新

通常、USB 経由のソフトウェア更新は、システムを初めて起動するときに使用します。システムを設置する前に、現行のソフトウェアバージョンへすばやく更新できます。

メリット：システムを設置したまま、遠隔でソフトウェアを更新できます

デメリット：USB 経由のソフトウェア更新ほど速くありません

方法：

- Dashboard を起動します
- モデムが（USB で）Dashboard に接続されていることを確認します
- Dashboard で、無線経由でビーコンが表示されていることを確認します
- 更新したいビーコンをクリックします（画面下部のデバイス一覧で）
- 「Firmware」→「Upload firmware」を開き、お使いのデバイス用の.hex ソフトウェアファイルを選択します（IA と NIA のアーキテクチャに注意し、混在させないでください）
- 「Next」をクリックします
- ビーコンの更新が完了するまで待ちます
    - すべてのビーコンについて繰り返します
        - 注：ライセンス MMSW0005 があれば、複数のビーコン（固定ビーコンとモバイルビーコン）の同時更新を有効にできます

5.2.3. DFU プログラミングによるソフトウェア更新

もともと屋外用ではない製品の「Outdoor」版には適用できません（これらの製品では DFU による再書き込みができません。コンパウンドで封止されており、DIP スイッチを DFU モードに切り替えられないためです：Modem HW v5.1 Outdoor、Super-Beacon Outdoor、Mini-RX IP67）

通常、ソフトウェアの更新は、USB または無線による通常の方法で行います。ただし、長期間システムを更新しておらず、ソフトウェアのバージョン差が大きくなっている場合や、予期しない問題が発生した場合は、DFU プログラミングによるソフトウェア更新を行ってください。この章では、デバイスの種類ごとの DFU 更新について説明します。

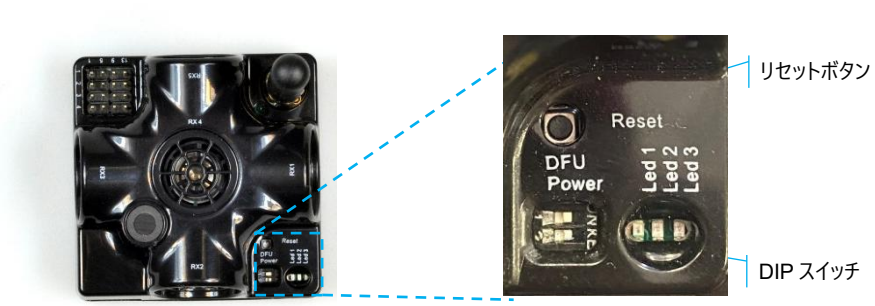
メリット：最終手段となるソフトウェア更新で、不具合や設定などをすべて消去します。「すべてがうまくいかなくなった」場合でも、ビーコンを復旧できます。

デメリット：通常のソフトウェア更新より手順が複雑で、すべての設定が消去されます。マップが失われないよう、マップファイルを保存しておいてください。

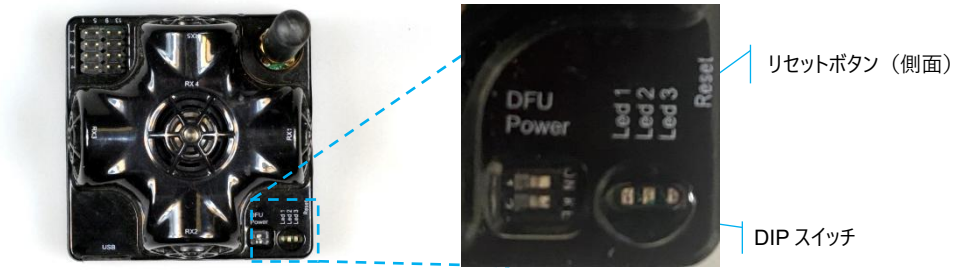
DFU プログラミングを行うには、ハードウェアのリセットボタンと DIP スイッチの位置を知っておく必要があります。

5.2.3.1. リセットボタンと DIP スイッチの位置

- Super-Beacon：



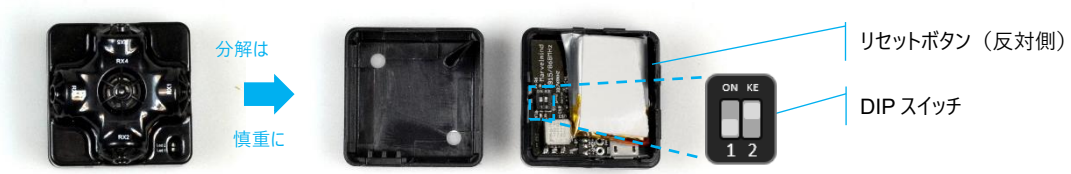
- HW v4.9 ビーコン：



- Mini-RX ビーコン：



- Mini-TX ビーコン：



Industrial ビーコンにはスイッチやリセットボタンはありませんが、磁気式の DFU スイッチと磁気式のリセットボタンがあります：

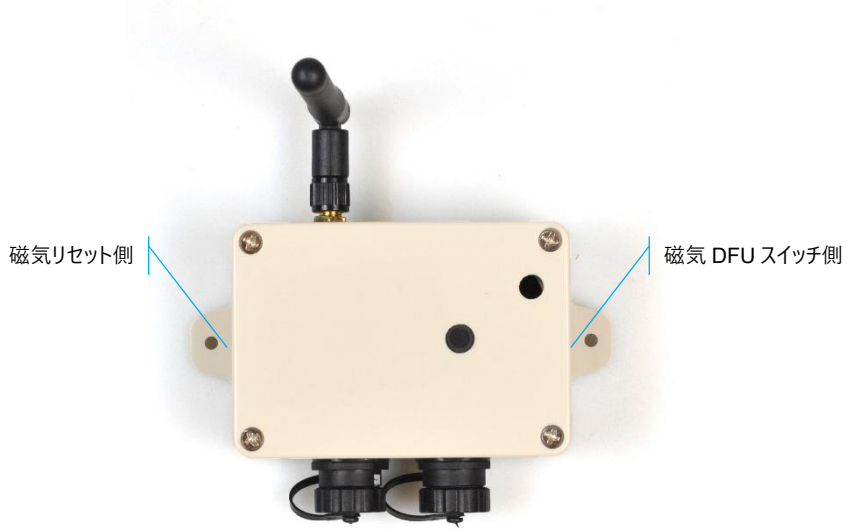
- Industrial Super-Beacon-Plastic：



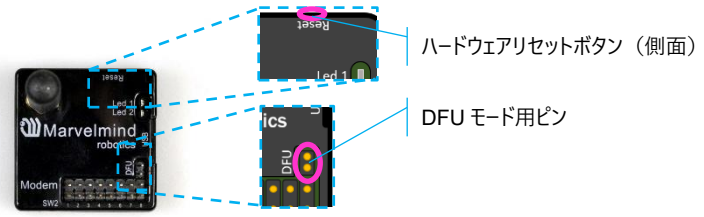
- Industrial Super-Beacon Metal-25kHz：



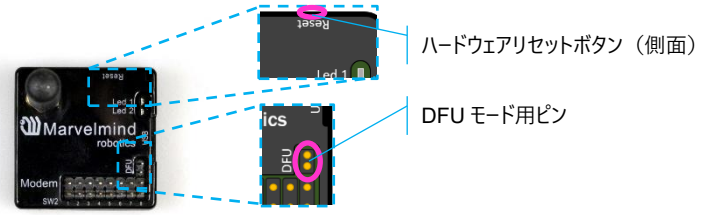
- Beacon Industrial-RX：



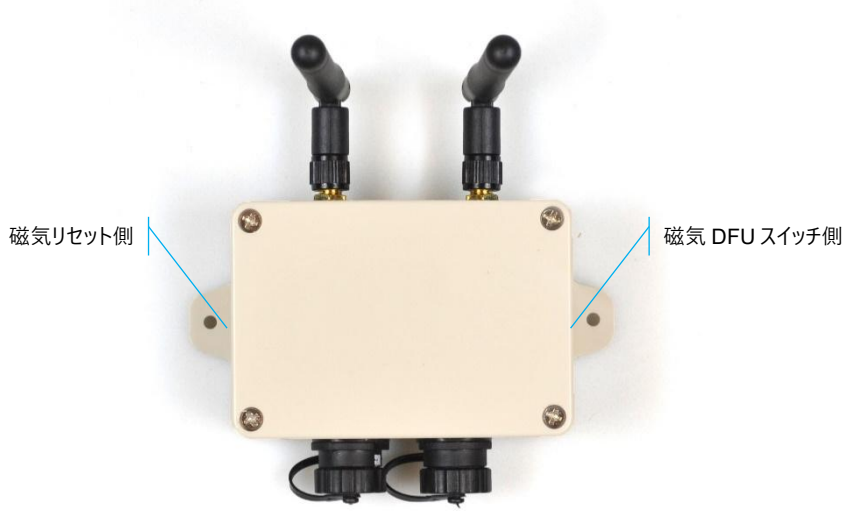
- 各種モデムを DFU モードにする方法とリセットする方法：
- Modem HW v5.1：



- Modem HW v4.9：



- Super-Modem：



5.2.3.2. DFU プログラミングの手順：

1. デバイスを DFU モードにします：

   - 通常版（Industrial 以外）のビーコンの場合：DIP スイッチを図の位置（両方とも上）に切り替えてリセットボタンを押すと、デバイスが DFU モードになります
   - Industrial 版のビーコンと Super-Modem の場合：1 つ目の磁石を DFU スイッチ側に当てたまま、2 つ目の磁石をデバイスのリセット側に 1 秒間当てると、デバイスが DFU モードになります（Industrial 版のビーコンと Super-Modem には内蔵バッテリーがないため、電源の接続を忘れないでください）
   - Modem HW v5.1 の場合：DFU モード用ピンを短絡してリセットボタンを押すと、デバイスが DFU モードになります

2. デバイスを USB で PC に接続します（Industrial 版のビーコンと Super-Modem には内蔵バッテリーがないため、電源の接続を忘れないでください）

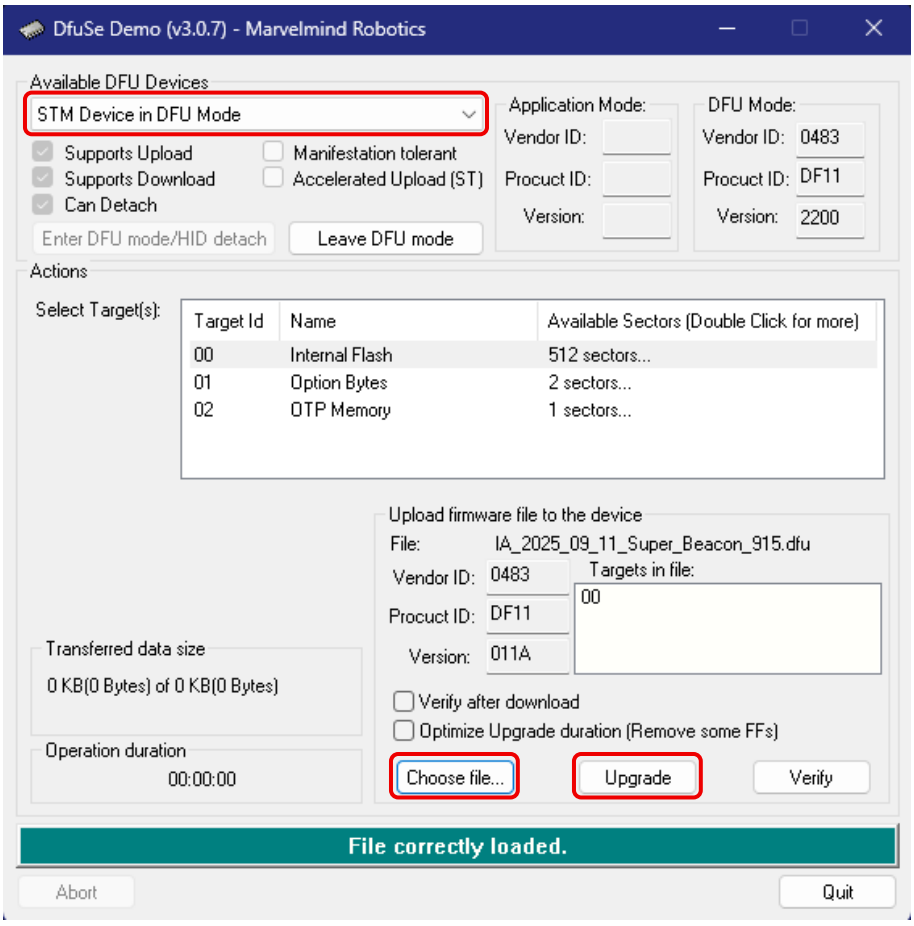
   - DfuSe を実行します（ソフトウェアパッケージに含まれる Marvelmind DfuSe）

3. DfuSe プログラムの左上に、DFU モードで接続されたデバイスが表示されます（表示されない場合は、デバイスをもう一度 DFU モードにしてください）

4. ビーコン用の DFU ファイルを選択します。注：デフォルトでは、デバイスの現在のアーキテクチャ（IA または NIA）に合った正しいファームウェアファイルが自動的に選択されます。ファイルを手動で選択する必要があるのは、デバイスを別のアーキテクチャに書き換える場合だけです

5. 「UPGRADE」ボタンをクリックします

6. 数秒後、DFU ファイルがビーコンに書き込まれます。書き込みに 1～3 秒かかり、一瞬で終わらないことを確認してください。一瞬で終わる場合は、ソフトウェアが正しく書き込まれていません。DFU の書き込みがすぐに終わるように見える場合は、使用した「Choose」ボタンを確認するか、選択した DfuSe ソフトウェアのバージョンを変更してください



7. DFU モードを終了します：

   - 通常版（Industrial 以外）のビーコンの場合：DIP スイッチを図の位置（左が下、右が上）に切り替えてリセットボタンを押すと、デバイスが DFU モードを終了します
   - Industrial 版のビーコンと Super-Modem の場合：DFU スイッチ側から磁石を外し、2 つ目の磁石をデバイスのリセット側に 1 秒間当てると、デバイスが DFU モードを終了します
   - Modem HW v5.1 の場合：DFU モード用ピンの短絡（ジャンパー）を外してリセットボタンを押すと、デバイスが DFU モードを終了します

8. Dashboard を起動します。デバイスは USB で PC に接続したままにしておきます（Industrial 版のビーコンと Super-Modem には内蔵バッテリーがないため、電源の接続を忘れないでください）。デバイスが Dashboard に表示されます

9. その後、ビーコンのソフトウェアを確認します

10. これでソフトウェアは正常な状態になっているはずです。DFU プログラミングは完了です

5.2.3.3. DFU のトラブルシューティング

DFU プログラミングがうまくいかない場合は、次を試してください：

- USB ケーブルを交換する
- パソコンの別の USB ポートを試す
- 別のバージョンの Windows、または別の OS を搭載した別のパソコンを使用する

詳しくは、DFU 更新のトラブルシューティングマニュアルを参照してください

5.2.4. ブートローダー経由のソフトウェア更新

特定のデバイスが Dashboard に表示されない場合は、ブートローダー経由で更新を試すことができます。デバイスが Dashboard に表示されない理由はいくつか考えられます。たとえば、ファームウェアが破損している場合や、そのデバイスに合わないファームウェアが書き込まれている場合（例：Super-Beacon に Mini-RX のファームウェアを書き込んだ場合）などです。

ブートローダーを有効にするには、Firmware->Activate bootloader after connection（接続後にブートローダーを有効化）を選択します：

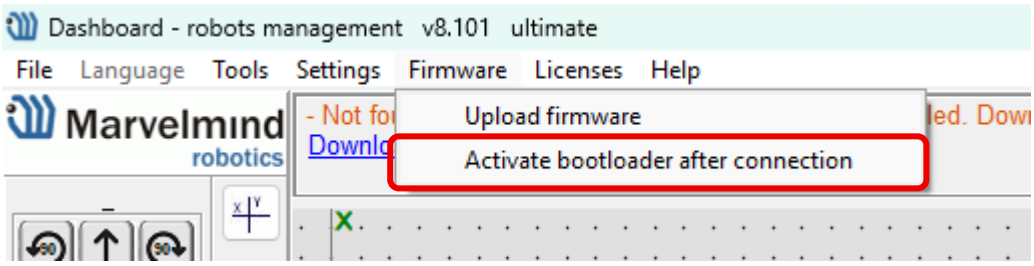


図 1：Activate Bootloader ボタン

このオプションにチェックを入れたら、次の手順に従います：

1. デバイスを接続します
2. Bootloader デバイスとして表示されます
3. 10 秒以内に、書き込むファームウェアを選択します
4. 更新後、デバイスは通常モードで表示されます
5. Activate bootloader after connection オプションのチェックを外すのを忘れないでください

デバイスが Dashboard に Bootloader として表示されない場合は、こちらの章に従ってデバイスのリセットボタンを押してください。それでもデバイスが表示されない場合は、ブートローダーのファームウェアも破損している可能性があります。その場合は、DFU プログラミングの章に従って DFU モードでデバイスを更新してください。

6. システムのセットアップ

6.1. はじめに

当社のシステムは、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）、MF NIA に対応しています。ただし、まずは NIA の 2D 構成（固定ビーコン 2 台とモバイルビーコン 1 台）から始めることを強くお勧めします。NIA で完璧な結果が得られたら、IA でシステムをセットアップできます。

確認：

開梱から自律走行・飛行までの 8 つの基本ステップ

複雑なマップを構築する方法：ステップバイステップガイド

複雑なマップ構築の詳しい解説：



サブマップの構築：パート 1

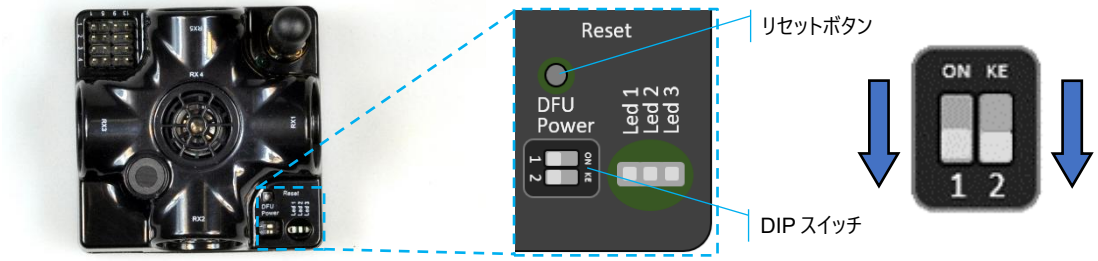
サブマップの構築：パート 2

6.2. DIP スイッチの位置

この章では、Super-Beacon を例に、デバイスの DIP スイッチのさまざまな位置を示します。

6.2.1. ビーコンをオフにする DIP スイッチの位置

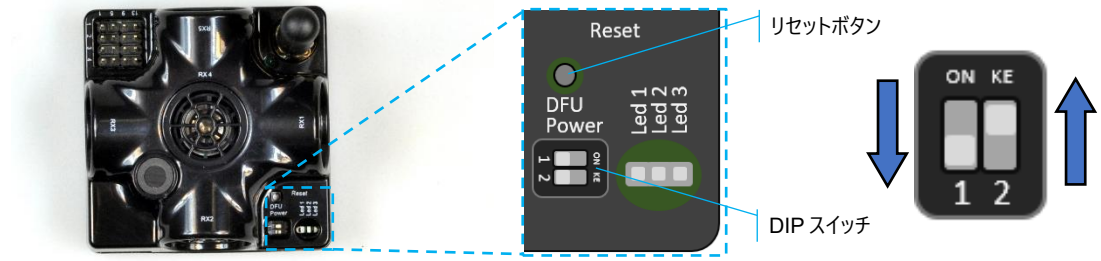
DIP スイッチがこの位置にあるときは、デバイスの充電のみ可能です。



6.2.2. 動作時と HEX プログラミング時の DIP スイッチの位置

DIP スイッチを次の位置にします：

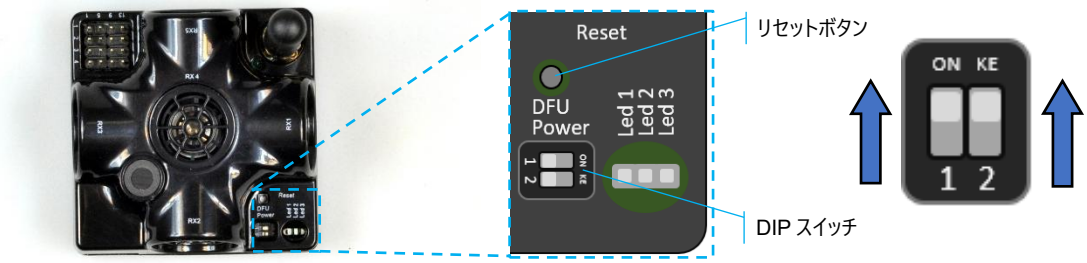
- ビーコンの電源を入れるには
- HEX 書き込み用（Dashboard 経由）



6.2.3. DFU プログラミング時の DIP スイッチの位置

DIP スイッチを次の位置にします：

- DFU プログラミングの場合（SW パッケージ内の Marvelmind DfuSe を使用）



DFU プログラミングの後は、DIP スイッチを動作位置に戻し、ビーコンを再起動します。

6.3. Starter Set Super-MP-3D（NIA、IA、MF NIA）

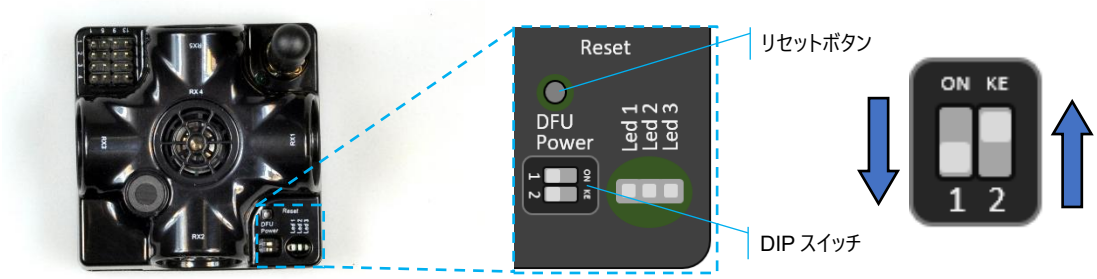
以下では、NIA で初めてシステムをセットアップする手順を説明します。

Super-Beacon と Modem HW v5.1 が必要です。

このセットは IA と NIA の両方で使用できます。NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）には NIA 用ソフトウェアを、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）には IA 用ソフトウェアを使用してください。



1. システムを開梱します。次のチュートリアル動画をご覧ください：Starter Set Super-MP-3D の開梱
2. すべてのビーコンを USB ケーブルで充電します。満充電には約 1～2 時間かかります
3. ビーコンの電源を入れます：下の図のように DIP スイッチを設定します



4. SW パックをダウンロードします
5. NIA フォルダー内の Dashboard を開きます
6. 「Windows protected your PC」（Windows によって PC が保護されました）というウィンドウが表示された場合は、この章を参照してください
7. すべてのビーコンを更新します（HEX プログラミング）：
8. Dashboard を起動し、Dashboard => Firmware => Choose the file => Program の順に操作して、すべてのビーコンとモデムのソフトウェアを更新します
9. 注意：Windows 10 以降では、STM32 USB ドライバーが OS によって自動的にインストールされるため、手動でドライバーをインストールする必要はありません。最近のバージョンの Dashboard には、ドライバーのダウンロードリンクは表示されません

10. 次の点を確認してください：

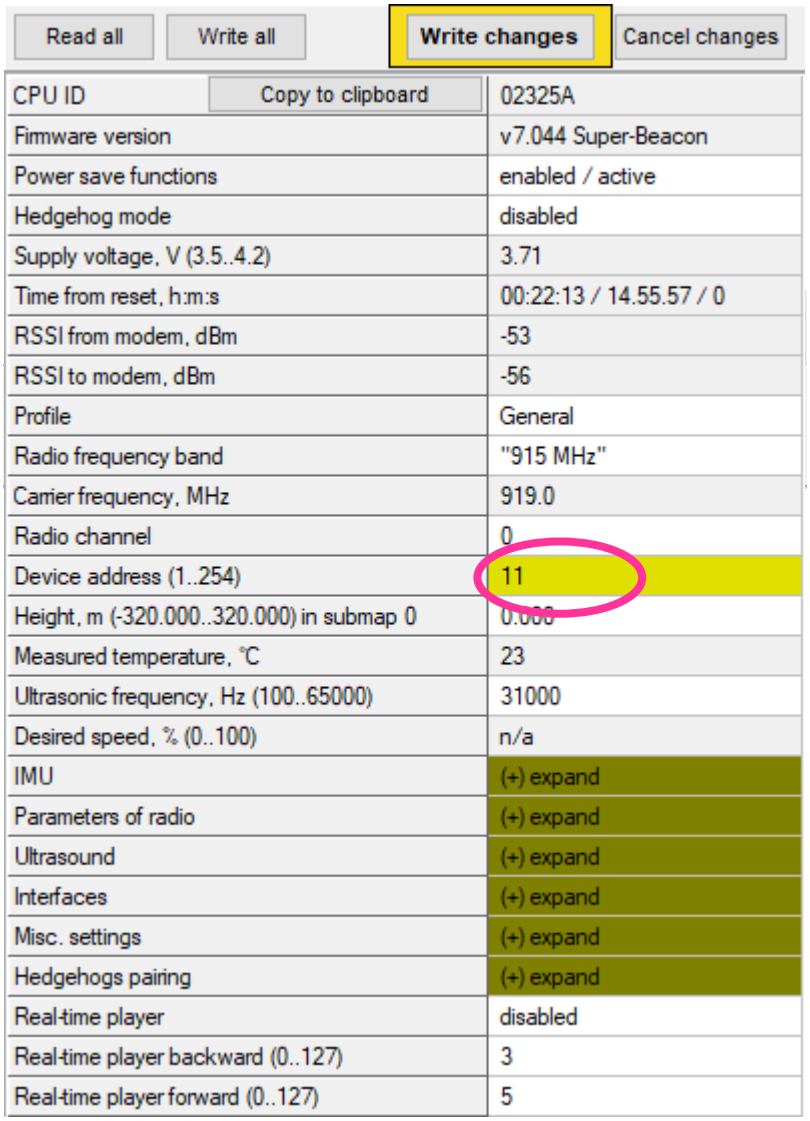
- モデムにはモデム用、ビーコンにはビーコン用のソフトウェアを書き込んでいること

- Super-Beacon には Super-Beacon 用のソフトウェアを使用していること（他のデバイスも同様）。また、すべてのソフトウェアが同じ SW パックのものであること。つまり、Dashboard、モデム、ビーコンのソフトウェアは同じ SW パックのものでなければなりません。異なるリリースのソフトウェアを混在させないでください

デバイスのソフトウェア更新がうまくいかない場合は、DFU モードで更新してください。詳しくは「DFU モードによるソフトウェア更新」の章を参照してください

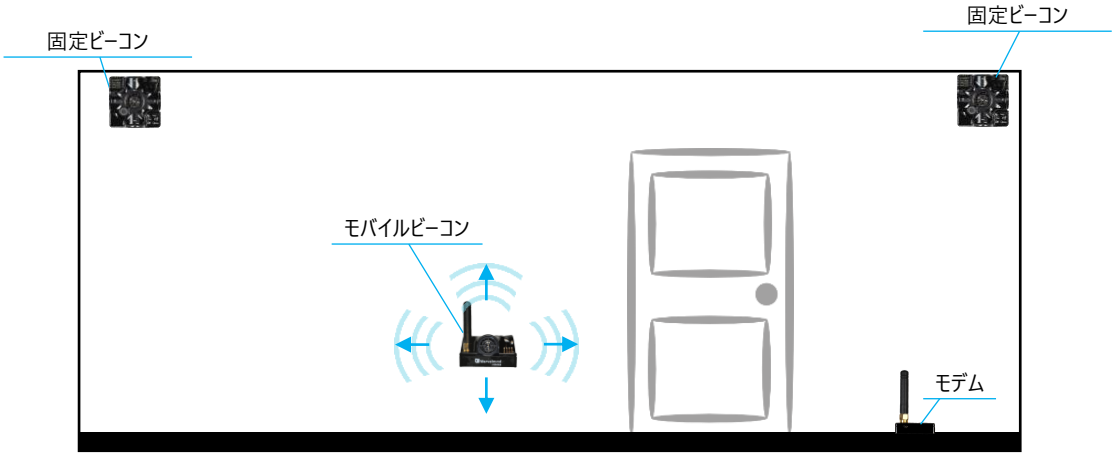
11. ビーコンまたはモデムを Dashboard に接続した状態で、DEFAULT ボタンをクリックしてデフォルト設定を書き込みます。ソフトウェアを更新するたびに、すべてのデバイスでこの操作を行ってください！

12. 後で使うためにビーコンのアドレスを書き留めておくか、使いやすいアドレスに変更します。デバイスのアドレスを入力して ENTER を押し、「Write changes」ボタンを押します。ビーコンのアドレスは重複させないでください

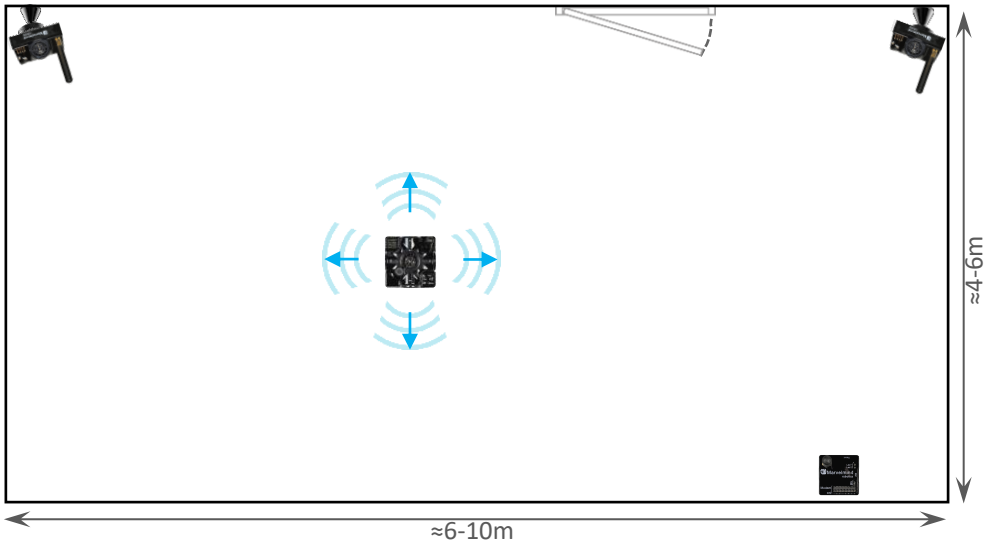


13. 超音波のカバー範囲が最適になるように、固定ビーコンを壁の高い位置に垂直に設置します。後で設定を変更するときのために、ビーコンの高さを書き留めておきます。設置に関するヘルプ動画はこちら – ヘルプ：ビーコンの設置方法

14. 2D 構成の側面図：



15. 2D 構成の上面図：



16. 設置の詳細は、配置マニュアルをご覧ください

17. Dashboard をインストールした Windows PC に、モデムを USB で接続します

18. Dashboard を起動します。Dashboard の左隅に、モデムが接続済みとして表示されます

19. Dashboard のパネルで該当するアドレスを押して、すべてのビーコンをウェイクアップします



1 つのサブマップに含められる固定ビーコンは 4 台までです。それ以上のビーコンをウェイクアップする場合は、それらのために新しいサブマップを作成してください。そうしないと、マップ上にも距離テーブルにも表示されません。

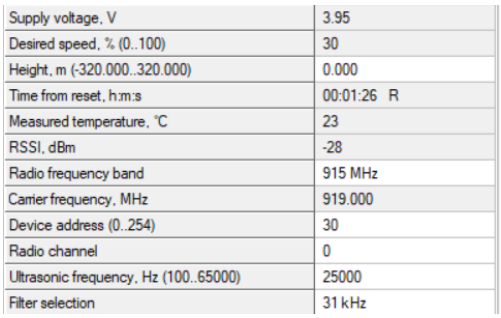
20. ビーコンがウェイクアップするまでに最大 7～10 秒かかることがあります

21. モデムが動作しておらず電源も入っていない場合、ビーコンは 1 分後に自動的にスリープモードに入ります

22. ビーコンを初めてウェイクアップする場合、システムが周波数サーチを実行することがあります。うまくいかない場合は、モデムを外し、ビーコンを再度 USB で接続します。Dashboard で DEFAULT ボタンと Read All ボタンを押して、無線設定がデフォルトになっていることを確認します

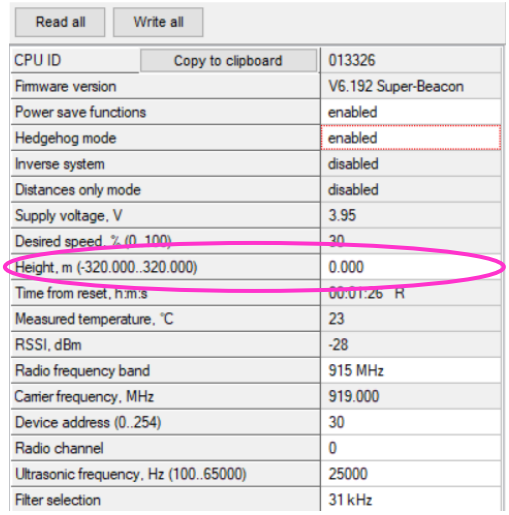
    モデムとビーコンの無線設定が同じであることを確認します

23. これで、Dashboard 右隅のパネルで、RSSI、電圧、超音波フィルターの設定などを確認できます



Supply voltage, V	3.95
Desired speed, % (0..100)	30
Height, m (-320.000..320.000)	0.000
Time from reset, h:m:s	00:01:26 R
Measured temperature, °C	23
RSSI, dBm	-28
Radio frequency band	915 MHz
Carrier frequency, MHz	919.000
Device address (0..254)	30
Radio channel	0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	25000
Filter selection	31 kHz

24. 固定ビーコンの高さを入力します。一覧でビーコンを選択し、高さの値を入力します



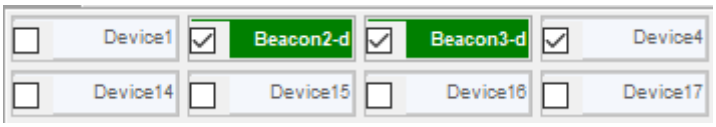
Read all | Write all

CPU ID	Copy to clipboard	013326
Firmware version		V6.192 Super-Beacon
Power save functions		enabled
Hedgehog mode		enabled
Inverse system		disabled
Distances only mode		disabled
Supply voltage, V		3.95
Desired speed, % (0..100)		30
Height, m (-320.000..320.000)		0.000
Time from reset, h:m:s		00:01:26 R
Measured temperature, °C		23
RSSI, dBm		-28
Radio frequency band		915 MHz
Carrier frequency, MHz		919.000
Device address (0..254)		30
Radio channel		0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)		25000
Filter selection		31 kHz

2D モードを使用している場合は、モバイルビーコンの高さを入力します

25. 現在のバージョンでは、1 台のモデムで 250 台のビーコン（モバイルと固定の合計）に対応しています。接続したビーコンの一部がマップ上に見当たらない場合は、スクロールしてアドレスを探す必要があることがあります

26. デバイスをダブルクリックすると、スリープモードへの切り替えとウェイクアップのどちらも行えます



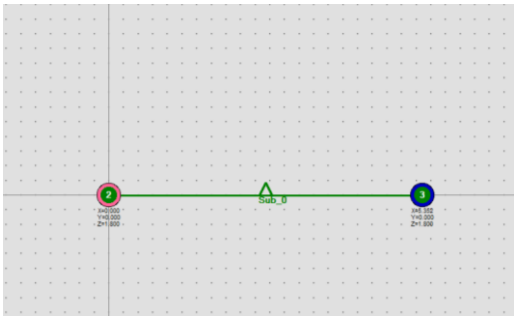
27. マップが自動的に形成され、ズームされます

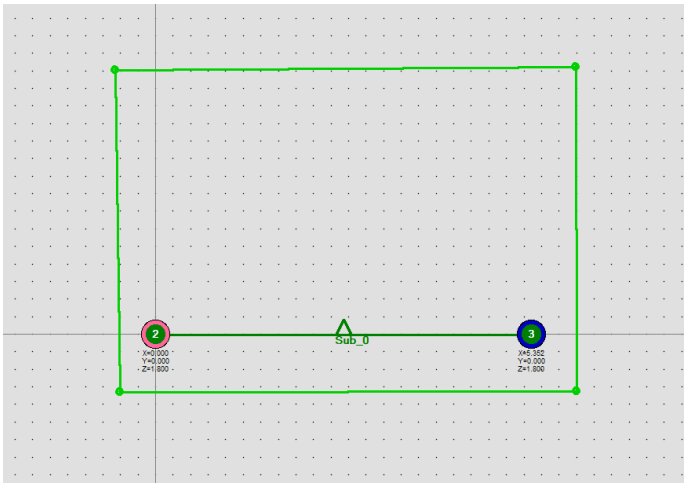
28. マップがうまく形成されない場合は、Dashboard 左隅の距離テーブルを確認してください。セルは白でなければなりません。白は、固定ビーコン間の距離が正しく測定されていることを意味します

Marvelmind robotics

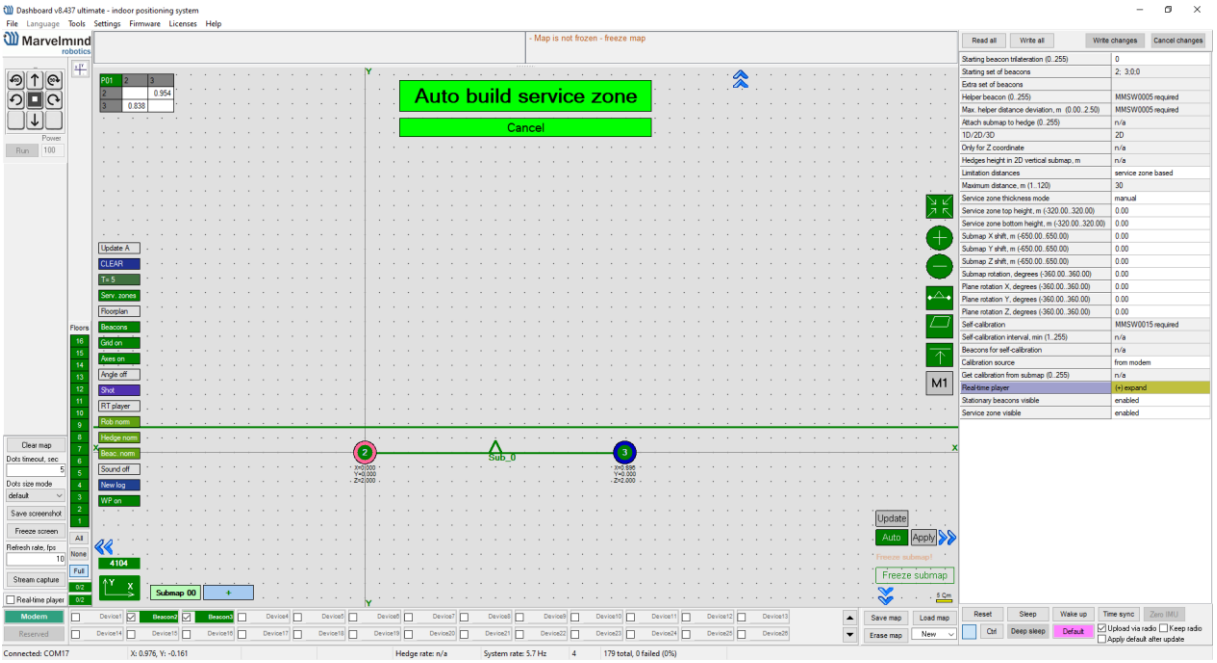
29. 表に空のセルや黄色/赤色のセルがある場合は、一部のビーコン間の距離が安定して測定されていないか、まったく測定されていないことを示しています。通常はビーコン間に何らかの障害物があるため、ビーコンの位置を変えてみてください。問題がある場合は、「距離テーブル」の章を参照してください

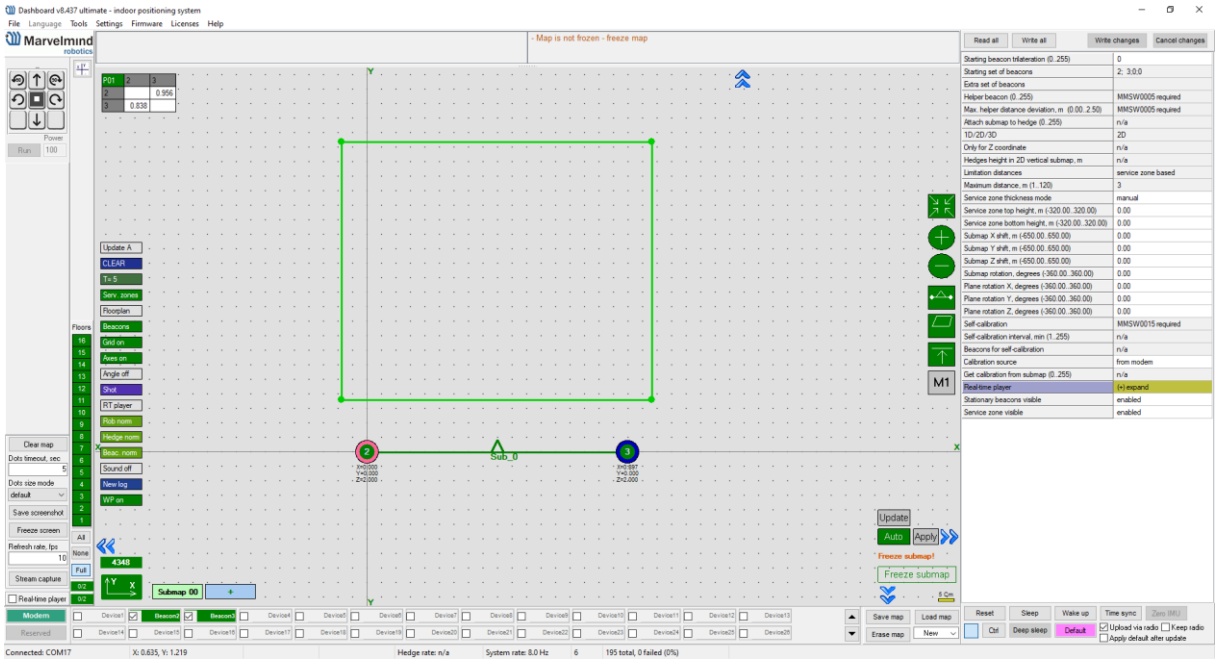
30. 重要：サービスゾーンは、サブマップを固定した「後」に作成してください（次のステップを参照）。固定前に作成すると、サブマップが変化し続けた場合にゾーンが不正確になることがあります。サービスゾーンは、Shift + マウス左ボタンでマップ上をクリックして作成します。または、新しい自動作成機能「Auto-build service zone」を使用することもできます（サブマップボタンを左クリックすると、サービスゾーンがまだ作成されていない場合は自動作成が提案されます）。Dashboard がビーコンの位置に基づいてゾーンを自動的に作成します。自動作成後は、ゾーンが実際のトラッキングエリアと一致しているかを確認し、必要に応じて調整してください。詳しくはサブマップの章を





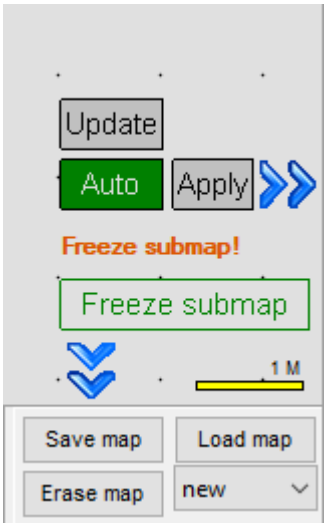
参照してください



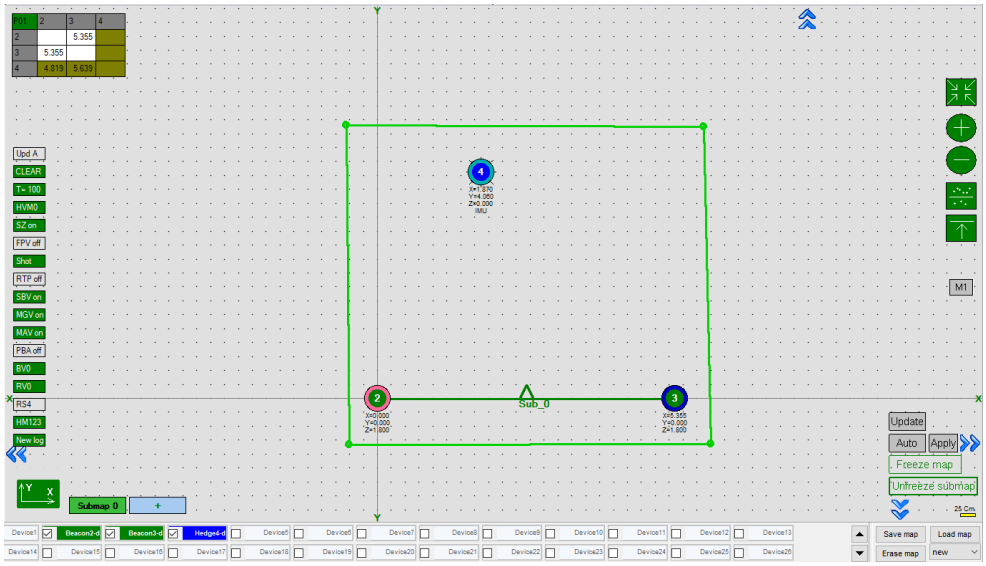


Marvelmind robotics

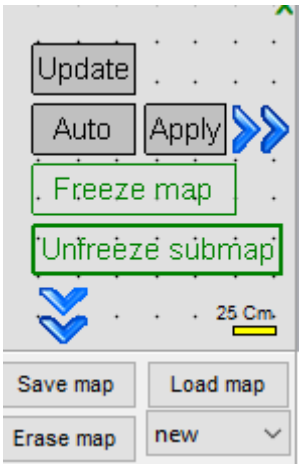
31. ボタンをクリックしてサブマップを固定します。固定ビーコンは相互の距離の測定を停止し、モバイルビーコンからの距離を測定できる状態になります



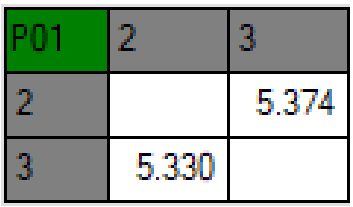
32. 固定ビーコンと同じ手順で、モバイルビーコンの電源を入れてウェイクアップします。詳しくは動画をご覧ください



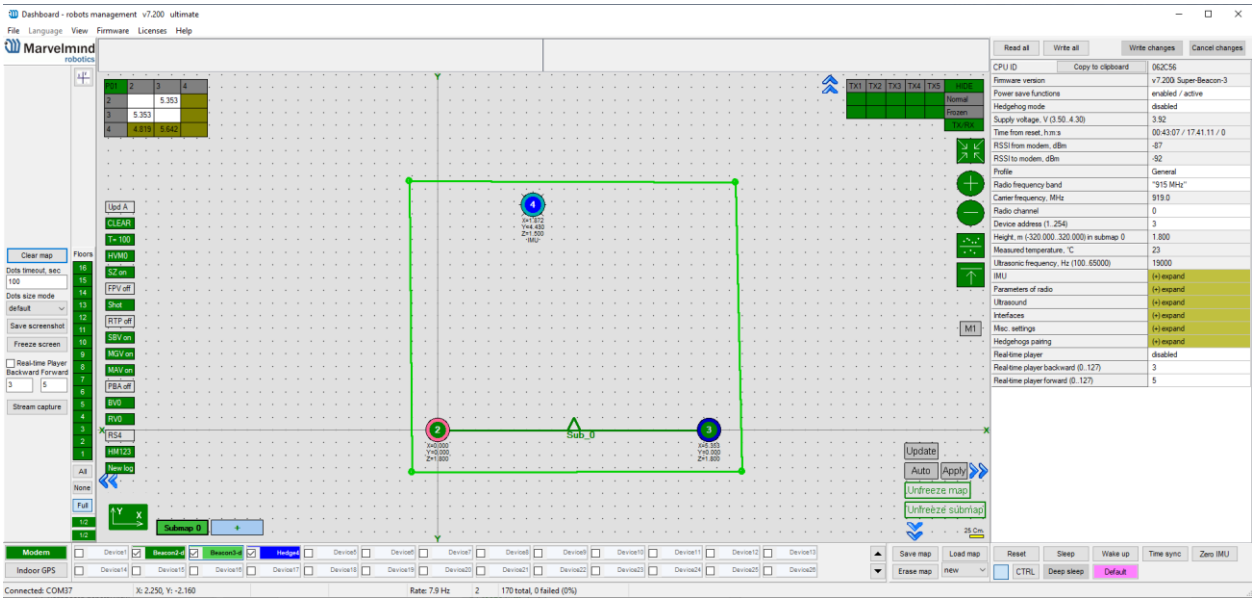
33. Dashboard のデバイスパネルでビーコンがオレンジ色で表示されている場合は、ビーコン間で一部の設定が異なっていることを意味します。たとえば、一部のセンサーがオフになっていたり、超音波や無線の設定が異なっていたりします。センサーの設定は、Dashboard 右上のパネルをクリックして手動で変更できます。セルをグレーから緑に変えると、そのセンサーがオンになります。システムを初めて使用する場合は、すべてのビーコンとモデムでデフォルト設定を使用することをお勧めします



34. すべて問題がなく、距離テーブルが白になっていれば、サブマップとマップを固定します



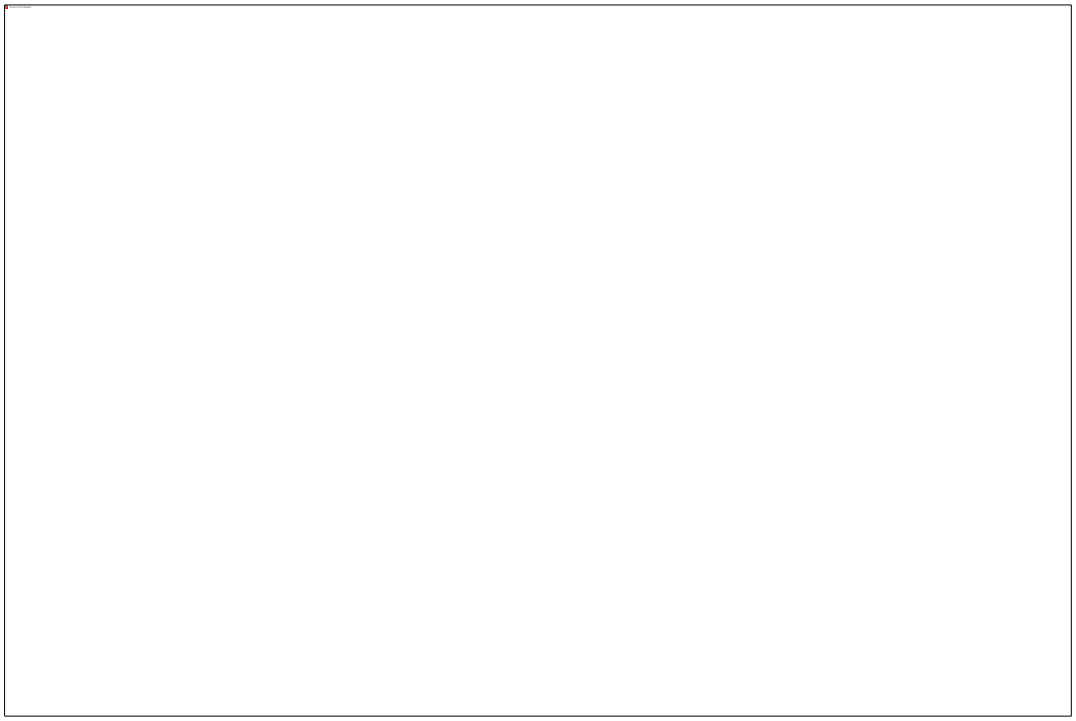
35. これでシステムは完全に動作する状態になりました



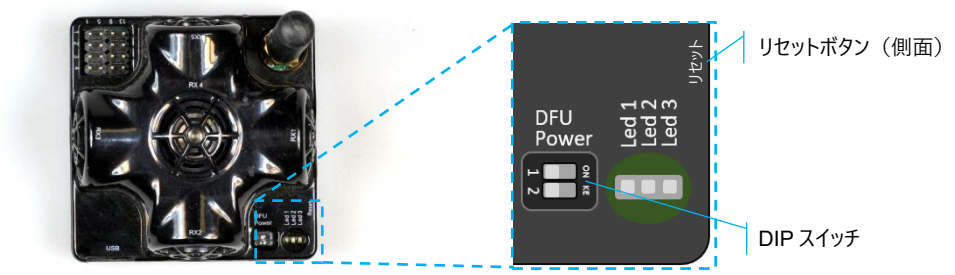
36. Dashboard には、部屋の画像や図面をアップロードできます。フロアごとに異なる画像を使用できます。詳しくは、フロアプランの読み込み（ヘルプ動画）をご覧ください

6.4. Starter Set NIA-SmallDrone

以下では、システムを初めてセットアップする手順を説明します。Super-Beacon、Mini-TX ビーコン、モデムが必要です。

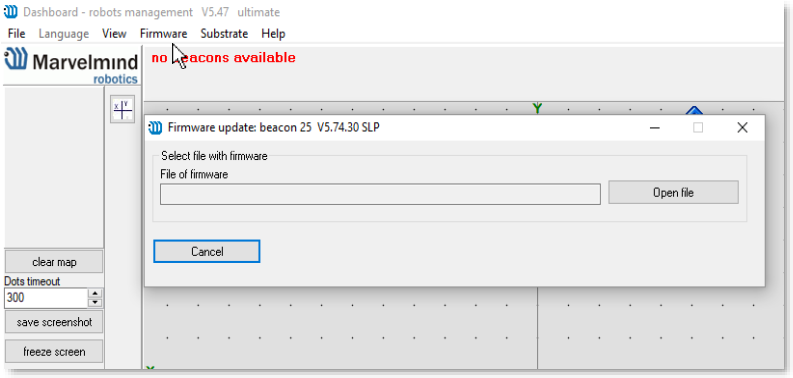


1. システムを開梱します。HW v4.9 の同様の開梱動画をご覧ください。動画には違いがありますが、基本は同じです
2. すべてのビーコンを USB ケーブルで充電します。満充電には約 1～2 時間かかります
3. ビーコンの電源を入れます
4. SW パックをダウンロードします
5. すべてのビーコンを更新します：





6. Dashboard を起動し、Dashboard => Firmware => Choose the file => Program の順に操作して、すべてのビーコンとモデムのソフトウェアを更新します



7. 「Windows protected your PC」（Windows によって PC が保護されました）というウィンドウが表示された場合は、この章を参照してください

8. 注意：Windows 10 以降では、STM32 USB ドライバーが OS によって自動的にインストールされるため、手動でドライバーをインストールする必要はありません。最近のバージョンの Dashboard には、ドライバーのダウンロードリンクは表示されません

9. 次の点を確認してください：

10. モデムにはモデム用、ビーコンにはビーコン用のソフトウェアを書き込んでいること

11. Mini-TX には Mini-TX 用のソフトウェアを使用し、すべてのソフトウェアが同じ SW パックのものであること。つまり、Dashboard、モデム、ビーコンのソフトウェアは同じ SW パックのものでなければなりません。異なるリリースのソフトウェアを混在させないでください

ソフトウェアの更新中に問題が発生した場合は、DFU を使ってデバイスを更新してください。詳しくは「**DFU モードによるソフトウェア更新」の章**を参照してください。

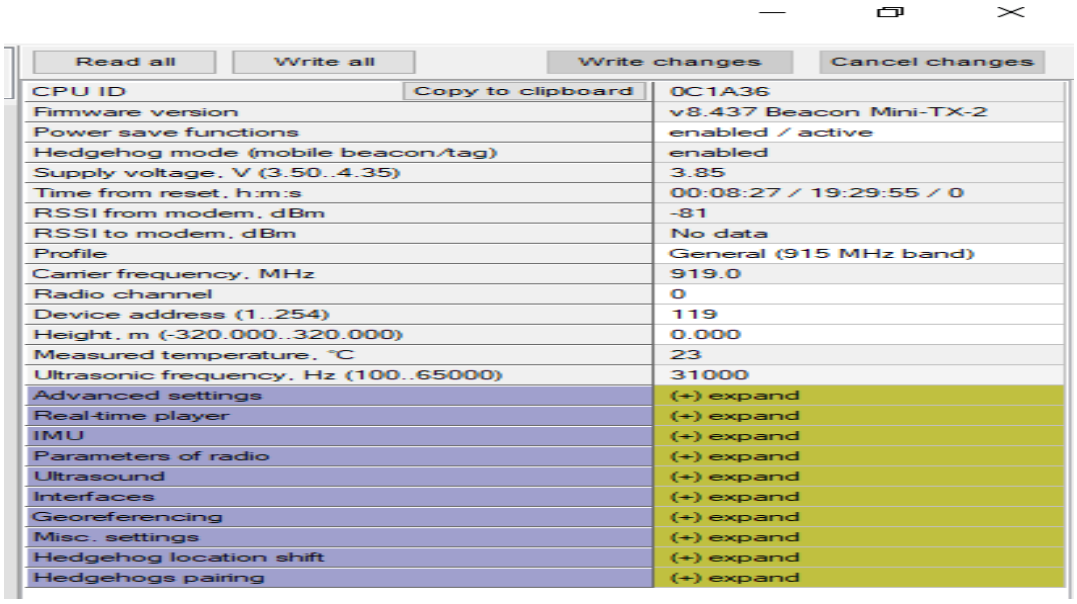
すべてのボードに最新のファームウェアを書き込んだら、システムの起動を開始できます：

12. ビーコンまたはモデムを Dashboard に接続した状態で、Dashboard の DEFAULT ボタンをクリックしてデフォルト設定を書き込みます

13. 後で使うためにビーコンのアドレスを書き留めておくか、必要に応じてアドレスを変更します。変更方法はこちらをご覧ください

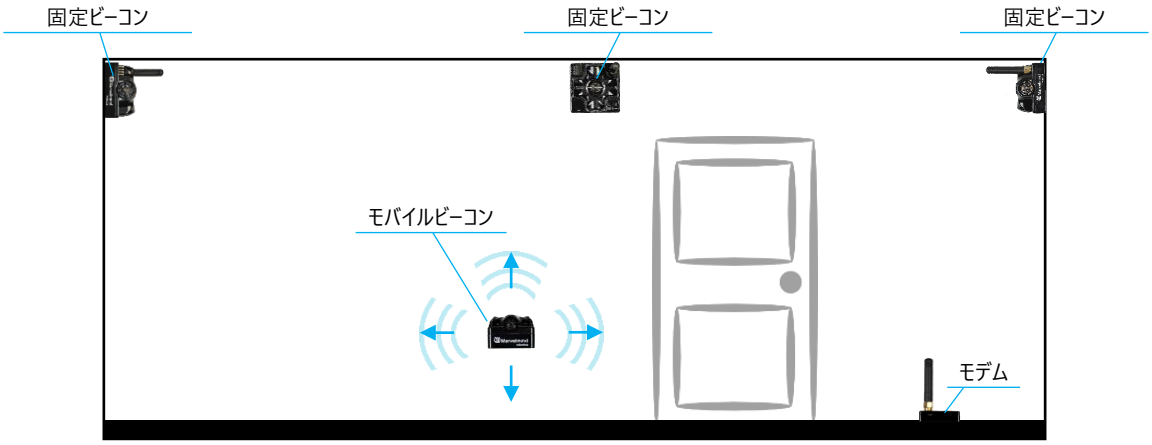
Hedgehog mode	enabled
Inverse system	enabled
Distances only mode	disabled
Supply voltage, V	3.70
Desired speed, % (0..100)	30
Time from reset, h:m:s	00:00:04 R
Measured temperature, ℃	23
RSSI, dBm	-74
Radio frequency band	915 MHz
Carrier frequency, MHz	919.000
Device address (0..254)	154
Radio channel	0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	n/a
Filter selection	n/a
IMU	(+) expand
Parameters of radio	(+) expand
Ultrasound	(+) expand
Interfaces	(+) expand
Georeferencing	(+) expand
Misc. settings	(+) expand
Hedgehogs pairing	(+) expand
Real-time player	disabled
Real-time player backward (0..127)	3
Real-time player forward (0..127)	5

14. Mini-TX はモバイルビーコンとしてのみ動作するため、「hedgehog mode」（モバイルビーコンモード）はデフォルトで有効になっており、無効にはできません。Mini-TX で手動で hedgehog mode を有効にする必要はありません。

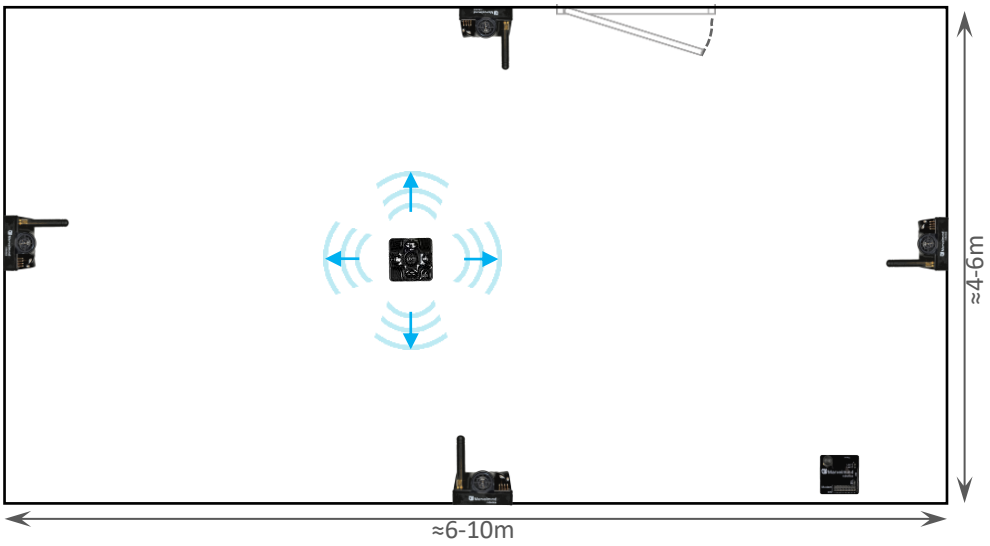


15. 超音波のカバー範囲が最適になるように、固定ビーコンを壁の高い位置に垂直に設置します。後で設定を変更するときのために、ビーコンの高さを書き留めておきます。設置に関するヘルプ動画はこちらをご覧ください

16. 側面図：



17. 上面図：



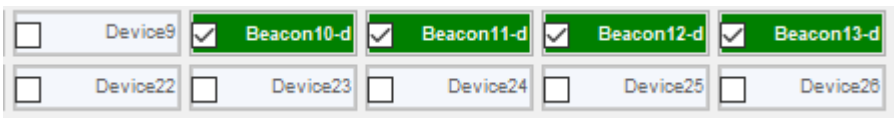
18. Dashboard をインストールした Windows PC に、モデムを USB で接続します

19. Dashboard を起動します。モデムを接続すると、Dashboard の左隅にモデムが表示されます

20. Dashboard のパネルでビーコンを選択し、すべてのビーコンをウェイクアップします

21. ビーコンがウェイクアップするまでに最大 7～10 秒かかることがあります

22. モデムが動作しておらず電源も入っていない場合、ビーコンは 1 分後に自動的にスリープモードに入ります



23. ビーコンを初めてウェイクアップするときは、システムが周波数サーチを実行することがあります。この手順でうまくいかない場合は、モデムを外し、そのビーコンを改めて USB で接続してください。Dashboard で DEFAULT ボタンと Read All ボタンを押し、無線設定がデフォルトになっていることを確認します

24. モデムとビーコンの無線設定が同じであることを確認します

25. これで、Dashboard 右隅のパネルで、RSSI、電圧、超音波フィルターの設定などを確認できます

Supply voltage, V	3.95
Desired speed, % (0..100)	30
Height, m (-320.000..320.000)	0.000
Time from reset, h:m:s	00:01:26 R
Measured temperature, °C	23
RSSI, dBm	-28
Radio frequency band	915 MHz
Carrier frequency, MHz	919.000
Device address (0..254)	30
Radio channel	0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	25000
Filter selection	31 kHz

26. 固定ビーコンの高さを入力します。一覧でビーコンを選択し、高さの値を入力します

Read all | Write all

CPU ID	Copy to clipboard	013326
Firmware version		V6.192 Super-Beacon
Power save functions		enabled
Hedgehog mode		enabled
Inverse system		disabled
Distances only mode		disabled
Supply voltage, V		3.95
Desired speed, % (0..100)		30
Height, m (-320.000..320.000)		0.000
Time from reset, h:m:s		00:01:26 R
Measured temperature, °C		23
RSSI, dBm		-28
Radio frequency band		915 MHz
Carrier frequency, MHz		919.000
Device address (0..254)		30
Radio channel		0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)		25000
Filter selection		31 kHz

27. 現在のバージョンでは、1 台のモデムで 250 台のビーコン（モバイルビーコンと固定ビーコンの合計）に対応しています。接続したビーコンの一部がマップ上に見当たらない場合は、スクロールしてそのアドレスを探す必要があるかもしれません

28. デバイスをダブルクリックすると、スリープモードにしたり、ウェイクアップしたりできます

1 つのサブマップに含められる固定ビーコンは 4 台までです。それ以上のビーコンをウェイクアップする場合は、それらのために新しいサブマップを作成してください。作成しないと、それらのビーコンはマップにも距離テーブルにも表示されません。

マップを構築します：

29. Dashboard を開きます

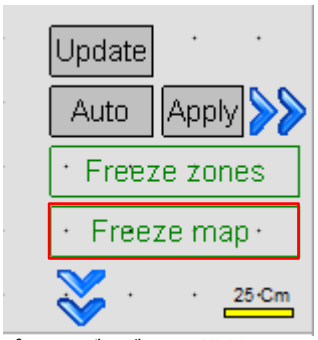
30. サブマップをクリックします。距離テーブルが表示されます

HIDE	5	22	66	77
5		7.144	12.389	10.101
22	7.144		10.122	12.151
66	12.389	10.122		6.879
77	10.101	12.151	6.879	

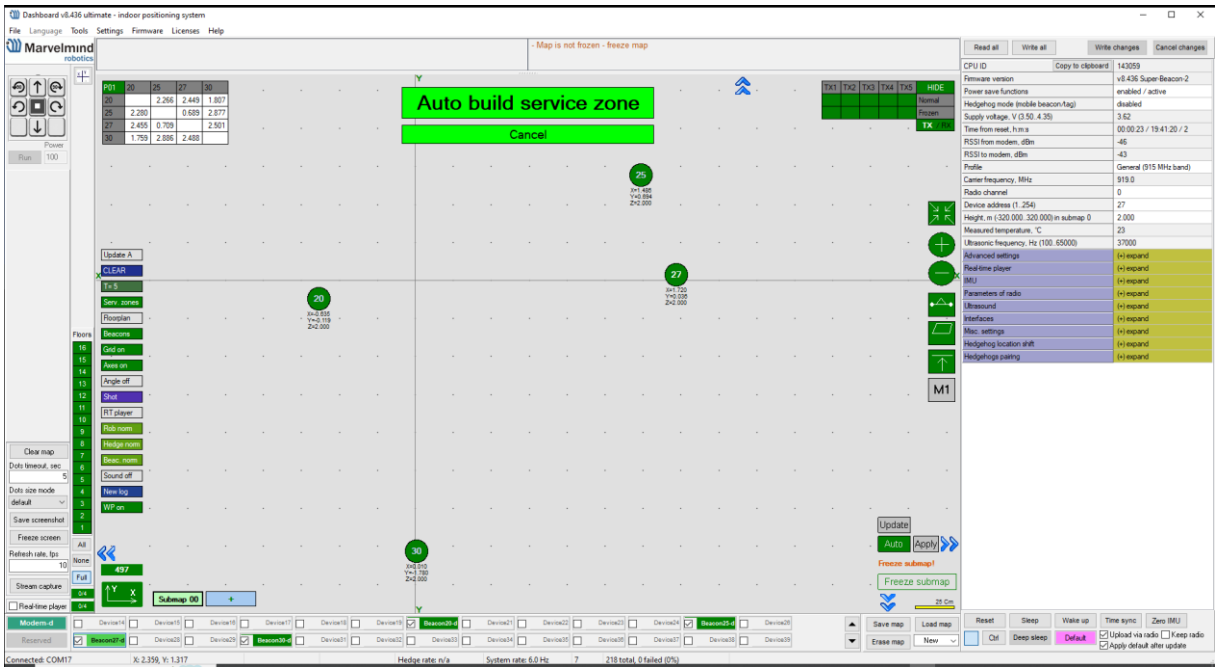
Marvelmind robotics

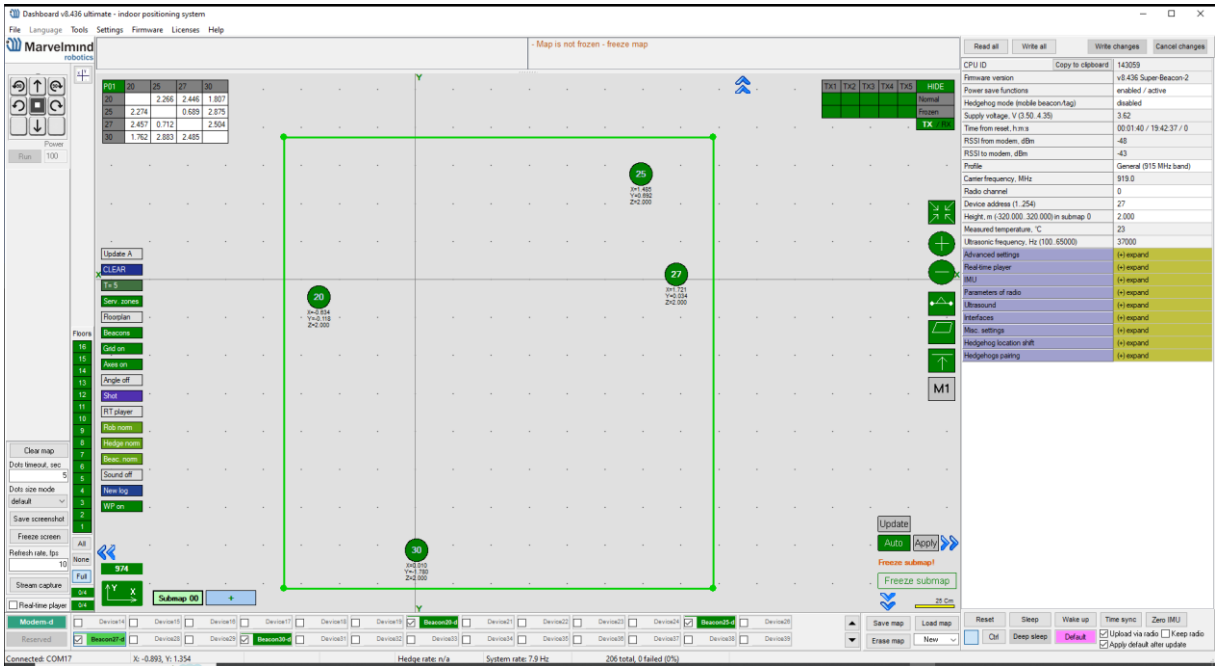
31. ビーコン間の距離が自動的に計算されます。一部のセルが赤い場合は、ビーコンが自力で距離を計算できていないことを意味します。ビーコン間に障害物がなく、見通し（超音波が直接届く経路）が確保されていることを確認してください

32. すべてのセルが白であれば、ボタンをクリックしてマップを固定します。固定ビーコンは相互の距離の測定を停止し、モバイルビーコンからの距離を計算できる状態になります



33. サブマップを固定したら、そのサブマップのサービスゾーンを構築します。マップ上で Shift+マウス左ボタンのクリックを使って、ゾーンの境界を描きます。または、Auto-build service zone（サービスゾーンの自動構築）機能を使います（サブマップボタンを左クリックします。サービスゾーンがまだ構築されていない場合は、Dashboard が自動構築を提案します）。構築後、ゾーンが目的のトラッキングエリアをカバーしていることを確認し、必要に応じて調整してください。ドローンの場合は、サービスゾーンを正しく設定することが特に重要です。詳しくはサブマップの章を参照してください





34. 固定ビーコンと同じ手順で、モバイルビーコンの電源を入れてウェイクアップします。参考：わかりやすい解説動画

35. Dashboard のデバイスパネルでビーコンがオレンジ色で表示されている場合は、ビーコン間で一部の設定に違いがあることを意味します。たとえば、一部のセンサーがオフになっていたり、超音波や無線の設定が異なっていたりします。Dashboard の右上にあるパネルをクリックしてセルをグレーから緑に切り替えると、センサーをオンにでき、センサーの設定を手動で変更できます。初めてシステムを使用する場合は、すべてのビーコンとモデムでデフォルト設定を使用することをお勧めします

36. 固定ビーコンのマップを固定したら、モバイルビーコンをウェイクアップします。5～7 秒でトラッキングできるようになります



37. これでシステムが完全に動作する状態になりました。ドローン向けのヒント：位置更新レートを上げるには、500 kbps の無線プロファイルへの切り替えを検討してください。参照：位置更新レートを上げる方法

6.5. Starter Set Industrial-NIA-01

以下の手順では、システムの初回セットアップについて説明します。

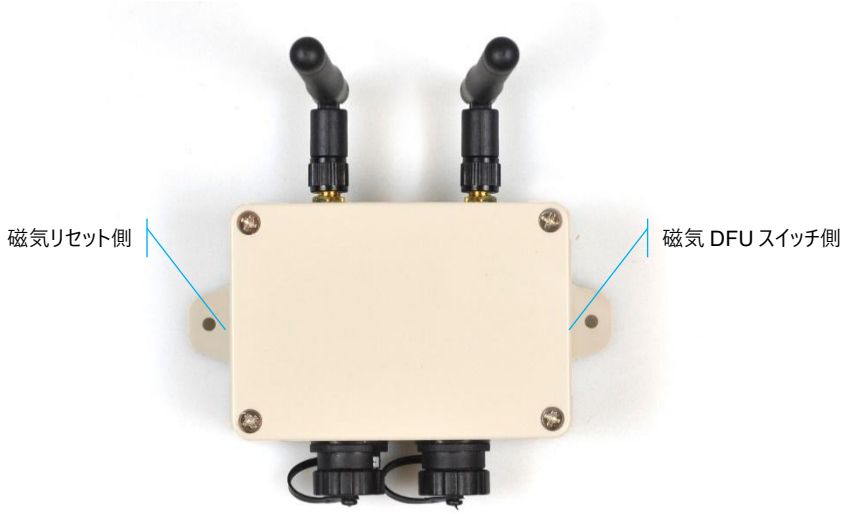
これは NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）です。各アーキテクチャの説明と比較は、こちらをご覧ください。

注意：Industrial ビーコンは、ハードウェアとソフトウェアが異なります。
詳しくは、Industrial ビーコンのページをご覧ください。
Industrial ビーコンにはバッテリーがないため、電源ケーブルを使用してください。
各 Industrial ビーコンには、その機種専用のソフトウェアを使用してください。

Industrial ビーコンは分解しないでください。分解すると保証の対象外になります。
Industrial RX のバージョン 3（2022 年 4 月以降）は、+5 V 電源のみに対応しています。このバージョンに+12 V の電源コンバーターを使用しないでください。ビーコンが焼損します！
バージョン 3 には UART RX がありませんが、このバージョンではインターフェースコネクターを電源供給に使用できるようになりました。

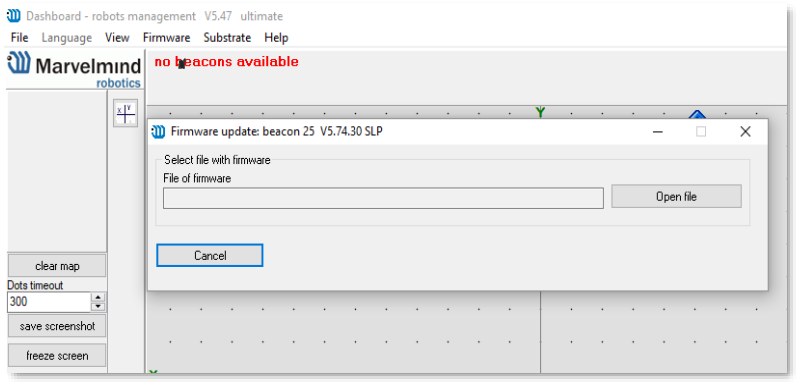


1. システムを開梱します。参考に、よく似た HW v4.9 用の開梱動画をご覧ください。製品は異なりますが、基本的な部分は共通しています
2. Industrial ビーコンは充電する必要がありません。バッテリーを内蔵していないためです
3. 電源を入れる必要はありません。Industrial ビーコンは常時オンです
4. SW パックをダウンロードします
5. すべてのビーコンを更新します：





6. Dashboard を起動し、Dashboard => Firmware => Choose the file => Program の順に操作して、すべてのビーコンとモデムのソフトウェアを更新します



「Windows protected your PC」（Windows によって PC が保護されました）というウィンドウが表示された場合は、この章を参照してください

注意：Windows 10 以降では、STM32 USB ドライバーが OS によって自動的にインストールされるため、手動でドライバーをインストールする必要はありません。最近のバージョンの Dashboard には、ドライバーのダウンロードリンクは表示されません

7. 次の点を確認してください：

   - 7.1 モデムにはモデム用のソフトウェアを、ビーコンにはビーコン用のソフトウェアを書き込んでいること
   - 7.2 Industrial ビーコンを使用する場合は Industrial ビーコン用のソフトウェアを使用し、すべて同じ SW パックのソフトウェアであること。つまり、Dashboard、モデム、ビーコンのソフトウェアは同じ SW パックのものでなければなりません。異なるリリースのソフトウェアを混在させないでください

ソフトウェアの更新中に問題が発生した場合は、DFU を使ってデバイスを更新してください。詳しくは「**DFU モードによるソフトウェア更新**」の章を参照してください。

すべてのボードに最新のファームウェアを書き込んだら、システムの起動を開始できます：

8. ビーコンまたはモデムを Dashboard に接続した状態で、Dashboard の DEFAULT ボタンをクリックしてデフォルト設定を書き込みます

9. ビーコンのアドレスは今後のために控えておくか、必要に応じて変更してください。変更方法はこちら：

Hedgehog mode	enabled
Inverse system	enabled
Distances only mode	disabled
Supply voltage, V	3.70
Desired speed, % (0..100)	30
Time from reset, h:m:s	00:00:04 R
Measured temperature, °C	23
RSSI, dBm	-74
Radio frequency band	915 MHz
Carrier frequency, MHz	[illegible]
Device address (0..254)	154
Radio channel	0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	n/a
Filter selection	n/a
IMU	(+) expand
Parameters of radio	(+) expand
Ultrasound	(+) expand
Interfaces	(+) expand
Georeferencing	(+) expand
Misc. settings	(+) expand
Hedgehogs pairing	(+) expand
Real-time player	disabled
Real-time player backward (0..127)	3
Real-time player forward (0..127)	5

11. Industrial-TX-25 ビーコンを選択し、「Hedgehog mode」（モバイルビーコンモード）を有効にします。以後、このビーコンをモバイルビーコンとして使用します。参考：ヘルプ動画

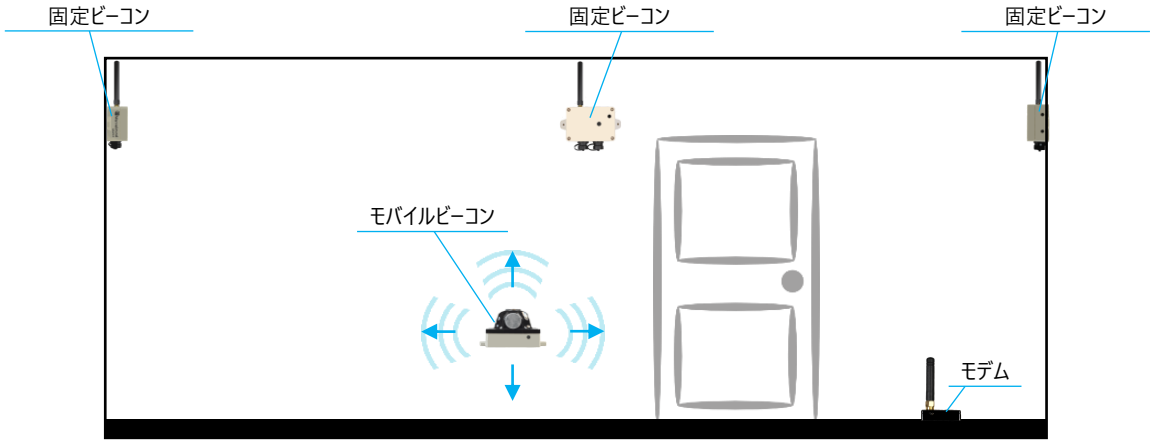
Power save functions	enabled / active
Hedgehog mode	enabled
Supply voltage, V (3.50..4.35)	4.08
Time from reset, h:m:s	00:02:55 / 19.20.54 / 0
RSSI from modem, dBm	-81
RSSI to modem, dBm	n/a
Profile	General (915 MHz band)
Carrier frequency, MHz	919.0
Radio channel	0
Device address (1..254)	104
Height, m (-320.000..320.000)	0.000
Measured temperature, ℃	23
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	45000
Advanced settings	(+) expand
IMU	(+) expand

12. 書き込みが終わったら、ビーコンとモデムの RESET ボタンを押します（Industrial ビーコンには磁気式のリセットがあります）

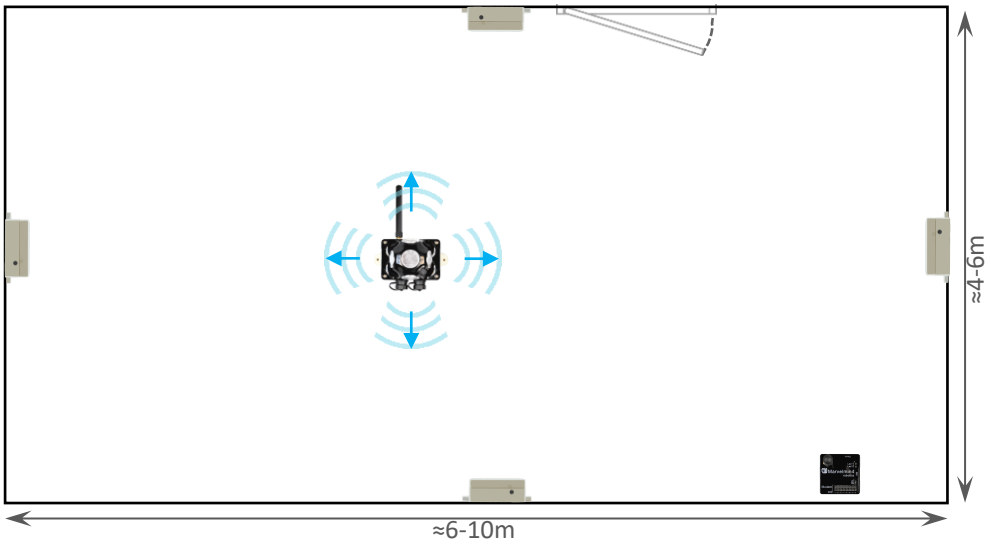
13. デバイスに最新のソフトウェアを書き込むと、モデムとビーコンを使用できる状態になります

14. 超音波のカバー範囲が最適になるように、固定ビーコンを壁の高い位置に垂直に設置します。後で設定を変更するときのために、ビーコンの高さを書き留めておきます。設置に関するヘルプ動画はこちらをご覧ください

15. 側面図：



17. 上面図：

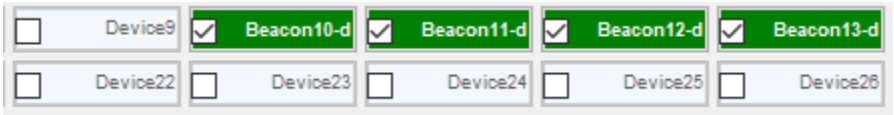


18. Dashboard をインストールした Windows PC に、モデムを USB で接続します

19. Dashboard を起動します。Dashboard の左隅に、モデムが接続済みとして表示されます

20. Dashboard のパネルでボタンをクリックし、すべてのビーコンをウェイクアップします

21. ビーコンがウェイクアップするまでに最大 7～10 秒かかることがあります



22. モデムがアクティブでなく、電源も入っていない場合、ビーコンは 1 分後に自動的にスリープモードに入ります

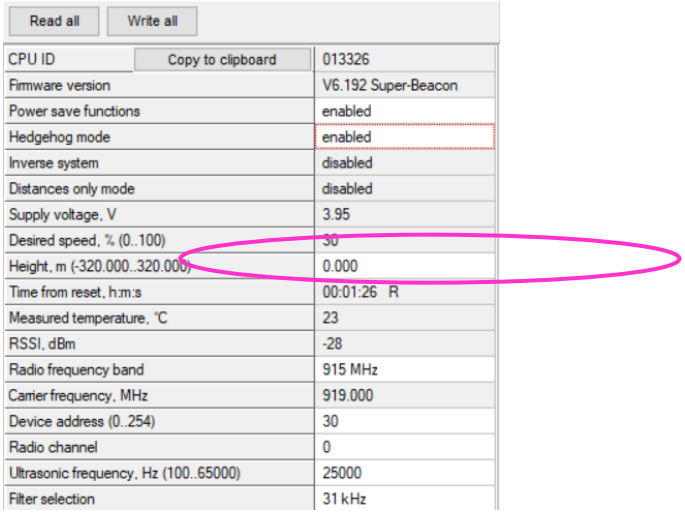
23. ビーコンを初めてウェイクアップするときは、システムが周波数サーチを実行することがあります。この手順でうまくいかない場合は、モデムを外し、そのビーコンを改めて USB で接続してください。Dashboard で DEFAULT ボタンと Read All ボタンを押し、無線設定がデフォルトになっていることを確認します

24. モデムとビーコンの無線設定が同じであることを確認します

25. これで、Dashboard 右隅のパネルで、RSSI、電圧、超音波フィルターの設定などを確認できます

Supply voltage, V	3.95
Desired speed, % (0..100)	30
Height, m (-320.000..320.000)	0.000
Time from reset, h:m:s	00:01:26 R
Measured temperature, °C	23
RSSI, dBm	-28
Radio frequency band	915 MHz
Carrier frequency, MHz	919.000
Device address (0..254)	30
Radio channel	0
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	25000
Filter selection	31 kHz

26. 固定ビーコンの高さを入力します。一覧でビーコンを選択し、高さの値を入力します



2D モードを使用する場合は、モバイルビーコンの高さを入力します

現在のバージョンでは、1 台のモデムで 250 台のビーコン（モバイルビーコンと固定ビーコンの合計）に対応しています。接続したビーコンの一部がマップ上に見当たらない場合は、スクロールしてそのアドレスを探す必要があるかもしれません

27. デバイスをダブルクリックすると、スリープモードにしたり、ウェイクアップしたりできます

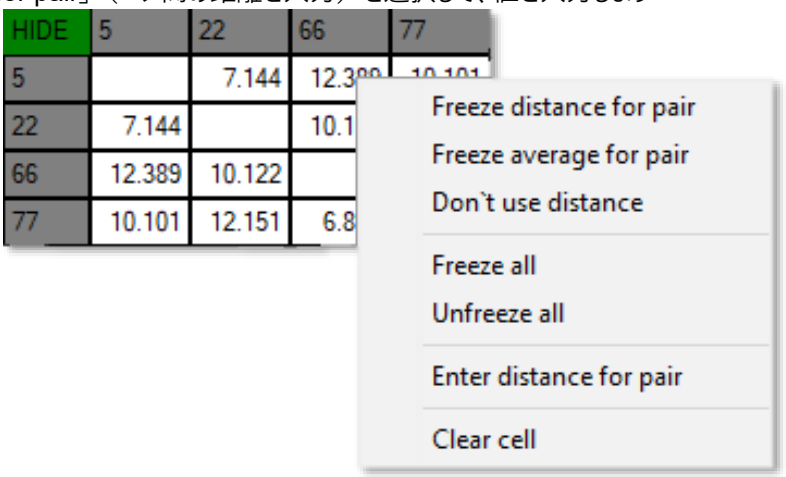
1 つのサブマップに入れられる固定ビーコンは 4 台までです。それ以上のビーコンをウェイクアップする場合は、そのための新しいサブマップを作成してください。作成しないと、それらのビーコンはマップにも距離テーブルにも表示されません。

28. これでマップの構築に進めます：

Industrial-RX ビーコンはマップを自動的に構築できないため、手動で構築する必要があります。

29. Dashboard を開きます。距離テーブルが表示されます

30. 距離を入力したいセルを右クリックします。追加のメニューが開き、そこで距離を操作できます。「Enter distance for pair」（ペア間の距離を入力）を選択して、値を入力します

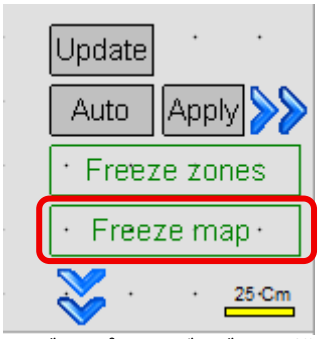


31. 次に、測定した値を入力します（レーザー距離計などで測定してください）。これらの値は、固定を解除するか消去するまで変わりません。ビーコンを動かしても、距離はそのまま残ります。わずかな誤りでもトラッキングに大きく影響するため、固定したセルには注意してください！

32. すべてのセルについて繰り返します

HIDE	6	22	66	77
6		8.000	4.200	11.400
22	8.000		13.100	6.500
66	4.200	13.100		10.800
77	11.400	6.500	10.800	

33. ボタンをクリックしてマップを固定します。固定ビーコンは相互の距離の測定を停止し、モバイルビーコンからの距離を測定できる状態になります

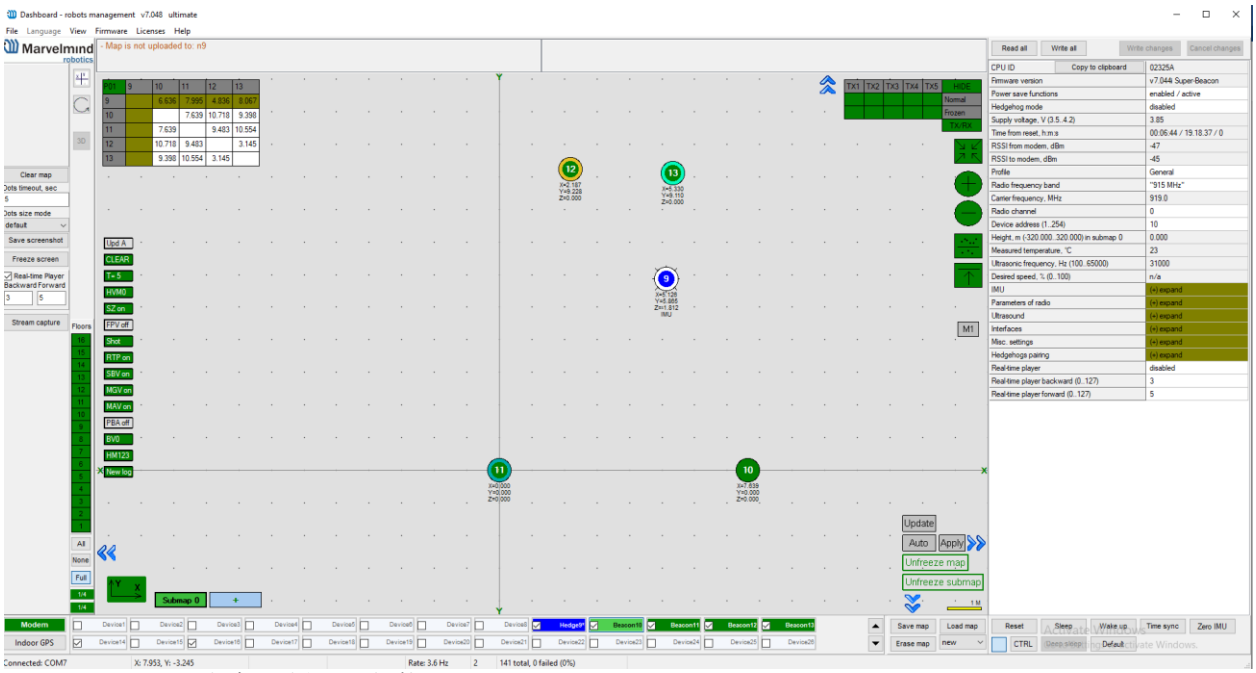


34. サブマップを固定したら、そのサブマップのサービスゾーンを構築します。マップ上で Shift+マウス左ボタンのクリックを使って、ゾーンの境界を描きます。または、Auto-build service zone（サービスゾーンの自動構築）機能（サブマップボタンを右クリック）を使うと、ビーコンの位置に基づいてゾーンが自動的に構築されます。複数のサブマップがある 3D マップでは、3D 自動構築機能を使用してください。構築後、ゾーンが目的のトラッキングエリアをカバーしていることを確認し、必要に応じて調整してください。詳しくはサブマップの章を参照してください

35. 固定ビーコンと同じ手順で、モバイルビーコンの電源を入れてウェイクアップします。参考：ヘルプ動画

36. Dashboard のデバイスパネルでビーコンがオレンジ色で表示されている場合は、ビーコン間で一部の設定に違いがあることを意味します。たとえば、一部のセンサーがオフになっていたり、超音波や無線の設定が異なっていたりします。Dashboard の右上にあるパネルをクリックしてセルをグレーから緑に変えると、センサーがオンになり、センサーの設定を手動で変更できます。初めてシステムを使用する場合は、すべてのビーコンとモデムでデフォルト設定を使用することをお勧めします

37. 固定ビーコンのマップを固定したら、モバイルビーコンをウェイクアップします。5～7 秒以内にトラッキングできるようになります

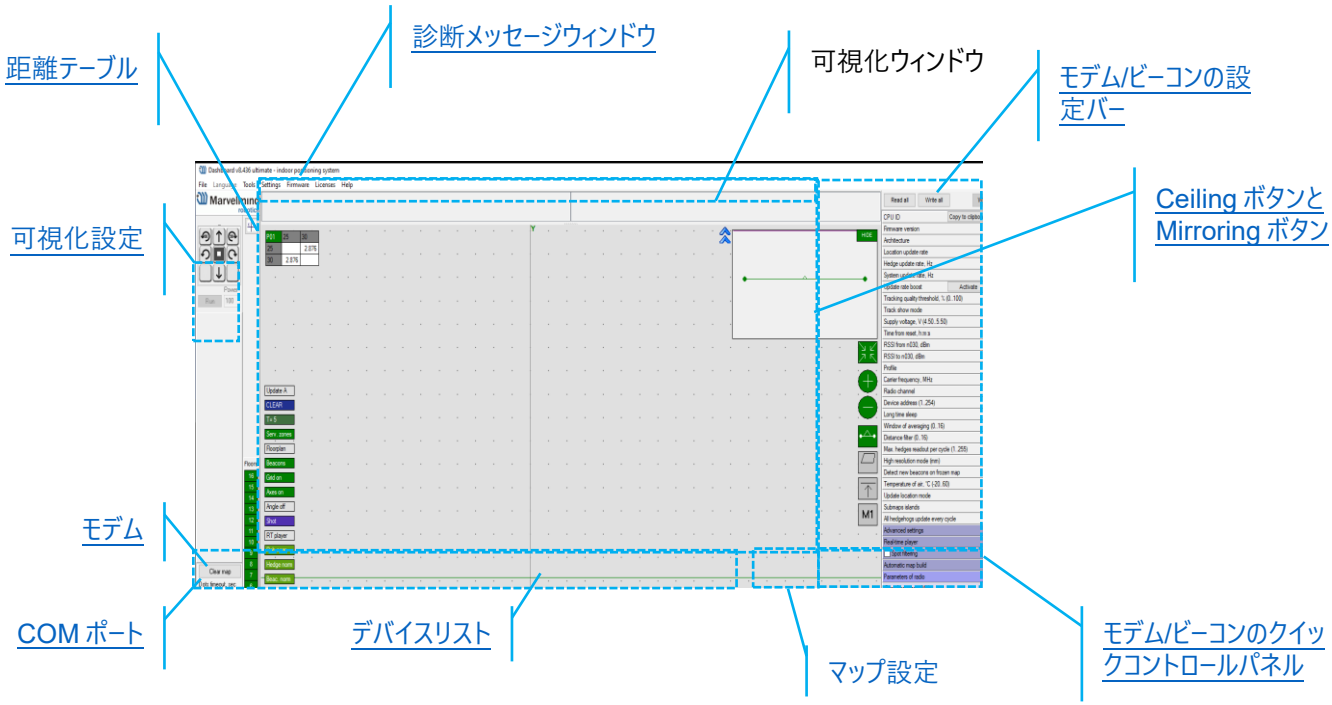


38. これでシステムは完全に動作する状態になりました

7. Dashboard のメニューとパラメーター

7.1. Dashboard の全体画面

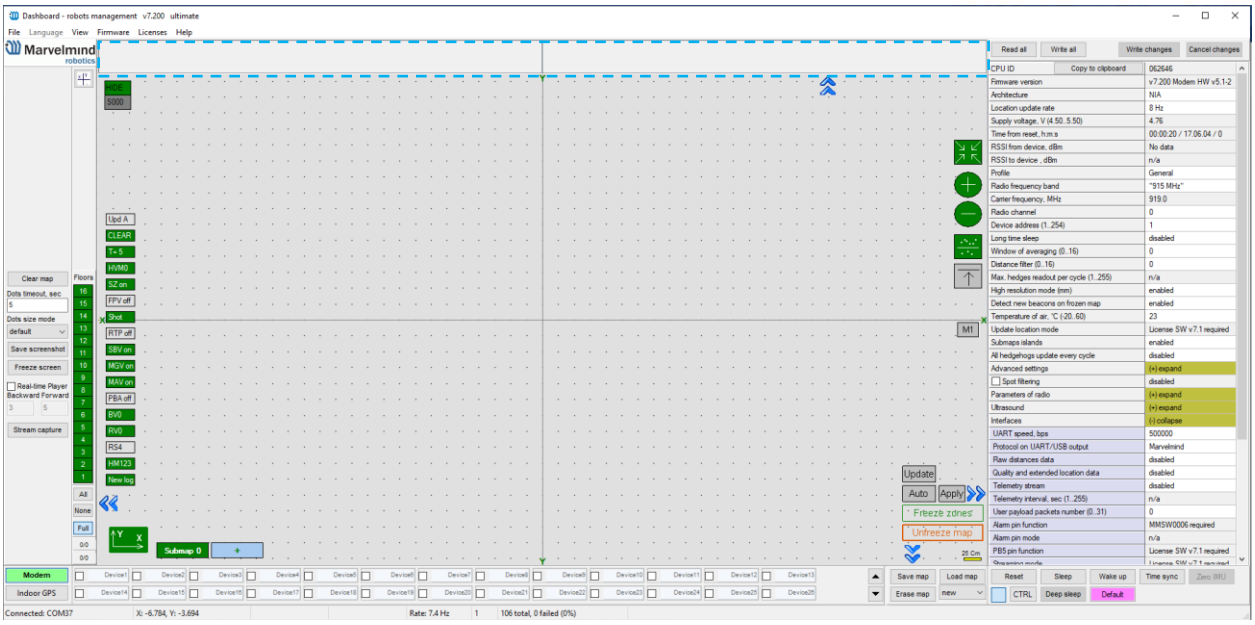
この図は、Dashboard の全体的なインターフェースと各項目の配置を示しています。



7.2. 診断メッセージウィンドウ

診断メッセージウィンドウは、システムの重要なメッセージが表示される領域です。役に立つ情報が多く含まれていることがあります。

診断ウィンドウは、Dashboard の上部にあります。



この欄が空であれば、起動時にシステムは問題を検出していません。オレンジまたは赤のメッセージがある場合は、内容をよく確認して問題を解決してください。

メッセージには 4 つのカテゴリーがあります：

- オレンジ – 軽微な問題
- 赤 – 重大な問題
- 緑 – 設定が正常に完了
- 青 – 処理が正常に完了

メッセージの一覧です（Dashboard v7.200 時点）。画面に表示される英語のメッセージに、日本語の意味を併記しています：

左側の診断ウィンドウ：

- Same ultrasonic frequency in submap0 beacons: n2, n3 – use beacons with different frequencies in IA submaps（submap0 のビーコン n2、n3 の超音波周波数が同じです。IA のサブマップでは、周波数の異なるビーコンを使用してください）
- Paired beacons 25/26 ultrasonic and IMU fusion not completed. Angular difference: 45 degrees（ペアードビーコン 25/26 の超音波と IMU のフュージョンが完了していません。角度差：45 度）：ビーコン間の角度差が 5 度を超えると表示されます
- IA architecture can't be selected. Upload IA firmware to modem（IA アーキテクチャを選択できません。モデムに IA ファームウェアを書き込んでください）
- NIA architecture can't be selected. Upload NIA firmware to modem（NIA アーキテクチャを選択できません。モデムに NIA ファームウェアを書き込んでください）
- MF NIA architecture can't be selected. Upload NIA firmware to modem（MF NIA アーキテクチャを選択できません。モデムに NIA ファームウェアを書き込んでください）
- No MF NIA license (MMSW0004) for beacons n5, n6, n7. Buy the license（ビーコン n5、n6、n7 に MF NIA ライセンス（MMSW0004）がありません。ライセンスをご購入ください）：システム内の 1 台のビーコンでもライセンスが有効化されていなければ、MF NIA は動作しません
- Device N10 (V7.000) not supported（デバイス N10（V7.000）はサポートされていません）
- N10 (V7.000) – too old. Update firmware（N10（V7.000）は古すぎます。ファームウェアを更新してください）
- N10 (V7.000) – newer than the dashboard. Update dashboard（N10（V7.000）は Dashboard より新しいバージョンです。Dashboard を更新してください）
- N10 (V7.000) – older than modem. Update firmware（N10（V7.000）はモデムより古いバージョンです。ファームウェアを更新してください）
- N10 (V7.000) – newer than modem. Update modem firmware（N10（V7.000）はモデムより新しいバージョンです。モデムのファームウェアを更新してください）
- Mixed IA and NIA devices（IA と NIA のデバイスが混在しています）
- UBX protocol for PX4 requires license MMSW0003. Buy the license（PX4 用の UBX プロトコルには、ライセンス MMSW0003 が必要です。ライセンスをご購入ください）
- Beacons not assigned to submaps: n10, n11. All submaps frozen. Unfreeze or add a submap（サブマップに割り当てられていないビーコン：n10、n11。すべてのサブマップが固定されています。固定を解除するか、サブマップを追加してください）
- Beacons not assigned to submaps: n10, n11. Maximum 4 beacons per submap. Add submap（サブマップに割り当てられていないビーコン：n10、n11。1 つのサブマップに入れられるビーコンは最大 4 台です。サブマップを追加してください）
- Beacons too close: n10, n11. Place beacons at least 2 meters from the modem（ビーコンが近すぎます：n10、n11。ビーコンはモデムから 2 メートル以上離して設置してください）
- Devices with duplicated addresses: n10, n11（アドレスが重複しているデバイス：n10、n11）
- FEC mismatch to modem: n10, n11 – change FEC in radio parameters（n10、n11 の FEC がモデムと一致しません。無線パラメーターで FEC を変更してください）
- Discharged devices: n10, n11（バッテリーが放電しているデバイス：n10、n11）
- Distances were changed in frozen submap0（固定された submap0 で距離が変化しました）
- Sleeping beacons in frozen submap0（固定された submap0 に、スリープ中のビーコンがあります）

- Network setting read failed（ネットワーク設定の読み取りに失敗しました）：Super-Modem のネットワーク設定の読み取りエラー
- Network setting write failed（ネットワーク設定の書き込みに失敗しました）：Super-Modem のネットワーク設定の書き込みエラー

- Not found UWB device（UWB デバイスが見つかりません）：Modem HW v5.1 に UWB ビーコンまたは UWB モデムを接続してください（Marvelmind UWB デバイスのみ。開発中）
- Single hedge readout per cycle – increase the value and refreeze the map（1 サイクルあたりのモバイルビーコンの読み出し数が 1 です。値を増やしてマップを固定し直してください）：IA で、モデム設定の「1 サイクルあたりに送信するモバイルビーコン座標の数」が 1 になっています。この場合、Dashboard でのモバイルビーコン座標の更新が大幅に遅くなります（モバイルビーコンが多い場合）。このパラメーターのデフォルトは 10 です
- Modem HW v4.9 は MF NIA に対応していません
- You need at least 3 beacons for MF NIA. Add beacons（MF NIA には 3 台以上のビーコンが必要です。ビーコンを追加してください）
- Uploading map to beacons n10, n11, n12（ビーコン n10、n11、n12 にマップをアップロードしています）
- Check the table of distances for submap 0（submap 0 の距離テーブルを確認してください）– 距離テーブルが白になっていません（距離に不一致があります）
- More than one beacon nailed to floorplan: n10, n11. Unnail for scaling（複数のビーコンがフロアプランにピン留めされています：n10、n11。スケーリングするにはピン留めを解除してください）
- Floorplan scaling: click the first point on the floorplan. ESC to cancel（フロアプランのスケーリング：フロアプラン上の 1 点目をクリックしてください。ESC でキャンセルします）
- Floorplan scaling: click the second point on the floorplan. ESC to cancel（フロアプランのスケーリング：フロアプラン上の 2 点目をクリックしてください。ESC でキャンセルします）
- Floorplan is glued. Can't scale（フロアプランが固定されています。スケーリングできません）
- Floorplan is glued. Can't move（フロアプランが固定されています。移動できません）
- Can't move submap – beacons n10, n11 are nailed to floorplan（サブマップを移動できません：ビーコン n10、n11 がフロアプランにピン留めされています）
- Can't move submap – beacons n10, n11 are fixed（サブマップを移動できません：ビーコン n10、n11 の位置が固定されています）
- Can't rotate submap – beacons n10, n11 are nailed to floorplan（サブマップを回転できません：ビーコン n10、n11 がフロアプランにピン留めされています）
- Can't rotate submap – beacons n10, n11 are fixed（サブマップを回転できません：ビーコン n10、n11 の位置が固定されています）
- Can't move: beacon n10 is nailed to floorplan（移動できません：ビーコン n10 がフロアプランにピン留めされています）
- More than one fixed beacon in submap0. Submap doesn't automatically rebuild（submap0 に位置を固定したビーコンが複数あります。サブマップは自動では再構築されません）
- Not found USB connection. Possibly, the driver was not installed. Download and install driver（USB 接続が見つかりません。ドライバーがインストールされていない可能性があります。ドライバーをダウンロードしてインストールしてください）
- Can't set manual location. Beacon 10 is in frozen submap0. Unfreeze for manual location（位置を手動で設定できません。ビーコン 10 は固定された submap0 にあります。位置を手動で設定するには、固定を解除してください）
- Enable Interfaces/IMU via modem/Raw IMU data to see gyro（ジャイロを表示するには、Interfaces/IMU via modem/Raw IMU data を有効にしてください）

- Enable Interfaces/IMU via modem/Raw IMU data to see the accelerometer（加速度計を表示するには、Interfaces/IMU via modem/Raw IMU data を有効にしてください）
- Beacon n10 has no license MMSW0007. Buy the license（ビーコン n10 にライセンス MMSW0007 がありません。ライセンスをご購入ください）
- Beacon n10 has no license MMSW0008. Buy the license（ビーコン n10 にライセンス MMSW0008 がありません。ライセンスをご購入ください）

- Map upload finished（マップのアップロードが完了しました）
- Switch to recorded state 719（記録された状態 719 に切り替えました）：CTRL+Z で前の状態に戻せます（ライセンス 7.1 が必要）
- Licenses updated（ライセンスが更新されました）

- Paired beacons 25/26 ultrasonic and IMU fusion completed. Angular difference: 2 degrees（ペアードビーコン 25/26 の超音波と IMU のフュージョンが完了しました。角度差：2 度）
- Network setting read completed（ネットワーク設定の読み取りが完了しました）
- Network setting write completed（ネットワーク設定の書き込みが完了しました）

右側の診断ウィンドウ：

- Adding beacons on frozen map disabled（固定されたマップへのビーコンの追加は無効になっています）
- Stream capture mode was disabled（Stream capture モードが無効になりました）
- Map is not frozen（マップが固定されていません）
- Submaps not frozen: 0, 1, 2（固定されていないサブマップ：0、1、2）
- No optional SW pack license (MMSW0005) for beacons: n10, n11（ビーコン n10、n11 に、オプションの SW パックのライセンス（MMSW0005）がありません）
- Stream capture mode enabled（Stream capture モードが有効になりました）

7.3. 距離テーブル

距離テーブルには、すべてのビーコン間で測定された距離が表示されます。距離はシステムの重要な要素であり、マップとそのグラフィカルな表示は距離に基づいています。

測定方法は 2 つあります：

- 超音波による測定（自動）
- ユーザーによる測定（手動）

Mini-RX ビーコンと Industrial-RX ビーコンでは、超音波による測定はできません。
ノイズが多い場合や距離が長い場合は、手動入力を使用することをお勧めします。

超音波による測定：

1. ほとんどの場合、システムが距離テーブルを自動的に作成します。すべて正常であれば、各セルに数値が表示され、その値はわずかに変動します。各セルの色は白になります

HIDE	5	22	66	77
5		7.144	12.389	10.101
22	7.144		10.122	12.151
66	12.389	10.122		6.879
77	10.101	12.151	6.879	

2. 色が異なる場合は、色の定義（下記）を確認して問題を解決してください
3. マップを固定するのは、セルが白い場合だけにしてください

ユーザーによる測定（Mini-RX ビーコン、Industrial-RX ビーコン、ノイズが多い場合に必要）：

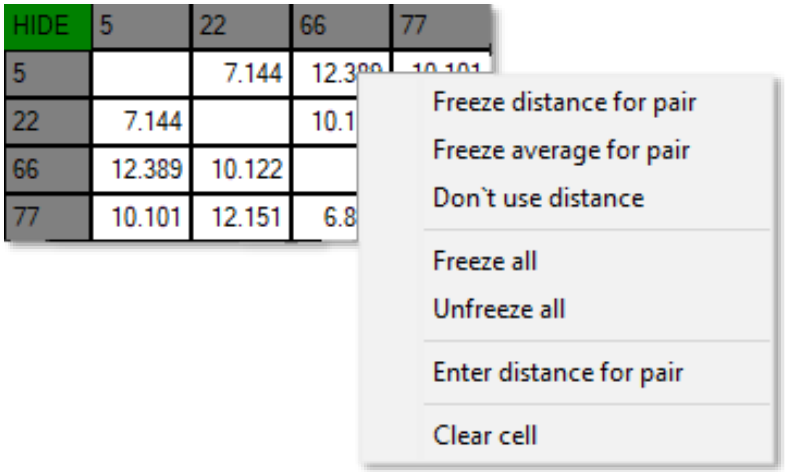
- 距離テーブルが作成されなかった場合は、手動入力を使用してください。これは、環境のノイズが非常に大きい場合や、距離がビーコンの最大到達距離を超えている場合に起こることがあります。その場合、セルの色は緑になります
- 値のわずかな誤りが位置の誤差につながるため、数値には十分注意してください！

正確な距離測定については、サブマップの自動セルフキャリブレーションのライセンスをご覧ください

距離を手動で固定・入力する方法：

7.3.1.1. Dashboard を開きます。距離テーブルが表示されます

7.3.1.2. 固定または入力したいセルを右クリックすると、追加メニューが開きます。このメニューで距離テーブルを操作できます。「Freeze distance for the pair」（ペアの距離を固定）を選択すると、そのペアの距離が固定されます



7.3.1.3. これでセルが固定されました。固定を解除するまで、これらの値は変わりません。ビーコンを動かしても距離はそのままです。小さな誤りでもトラッキングに大きく影響するため、固定したセルには十分注意してください！

HIDE	6	22	66	77
6		8.000	27.378	5.054
22	8.000		28.688	18.739
66	33.772	29.794		18.741
77	17.315	7.585	3.522	

7.3.1.4. すべてのセルについて繰り返します

HIDE	6	22	66	77
6		8.000	4.200	11.400
22	8.000		13.100	6.500
66	4.200	13.100		10.800
77	11.400	6.500	10.800	

- 白：すべて正常です。マップを固定できます
- 黄：何らかの問題があるようです。固定する前に、距離とセンサーを確認してください
- 赤：重大な問題があります。マップを固定しないでください。距離を手動で測定して入力してください
- 緑：距離が固定されています。マップを固定できますが、値には注意してください

Marvelmind robotics

7.4. USB で複数のデバイスを接続する

複数のデバイスを USB で Dashboard に接続し、Dashboard で COM ポートを切り替えることで、操作するデバイスを選択できます。

そのためには、左下にあるデバイスを右クリックして使用する COM ポートを選択するか、左下の COM ポート表示を右クリックします：

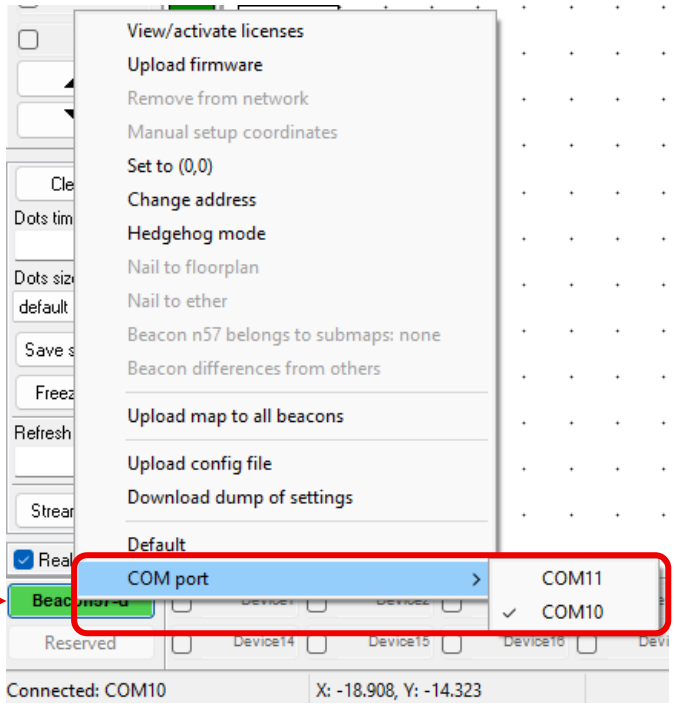


図 1：デバイスボタンをクリックして COM ポートを選択

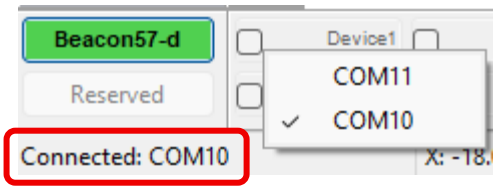
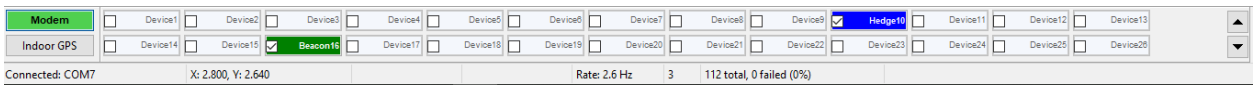


図 2：COM ポートのステータス表示をクリックして COM ポートを選択 2

Marvelmind robotics

7.5. デバイスリスト

デバイスリストには、システム内のすべてのビーコンの情報が表示されます。ここでビーコンの検索、追加、削除ができます。



電源が入っているビーコンは、モデムが自動的にウェイクアップします。

ここに表示されるデバイスは、次の 2 種類に分けられます：

- 固定ビーコン（beacon）
- モバイルビーコン（hedge）

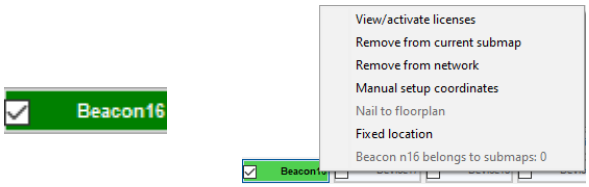
デバイスリストでデバイスを管理できます
ダブルクリックすると、ビーコンがスリープモードになります

7.5.1.固定ビーコン（beacon）

- 右クリックすると、追加メニューが開きます

  このメニューでは、次の操作ができます：

- 現在のサブマップからビーコンを削除
- ネットワーク全体からビーコンを削除



- 座標（x、y、z）を手動で設定

7.5.2.モバイルビーコン（hedge）

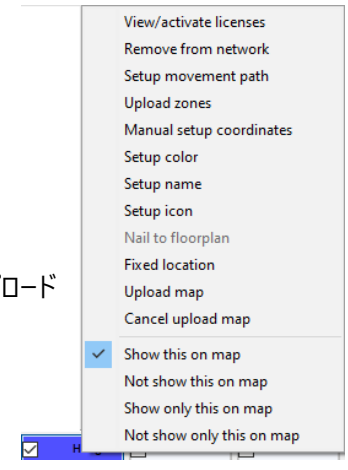
- 右クリックすると、追加メニューが開きます

  このメニューでは、次の操作ができます：

- ネットワークからビーコンを削除
- 移動経路を設定
- ゾーン（許可ゾーンと禁止ゾーン）をアップロード



- 座標（x、y、z）を手動で設定

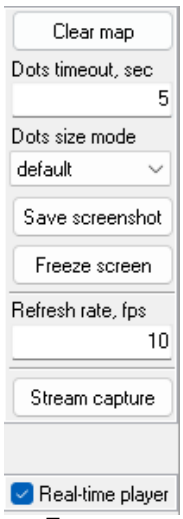


Marvelmind robotics

7.6. 可視化設定

可視化設定ウィンドウには、表示を制御するための機能があります：

- Clear map（マップをクリア） – すべての移動経路を消去します
- Dots timeout（点の表示時間） – 経路の点が表示されている時間（動画：ヘルプ：Dots timeout）
- Dots size mode（点のサイズ） – 点の大きさ
- Save screenshot（スクリーンショットを保存） – スクリーンショットを保存します。保存先：Dashboard フォルダ/screenshots

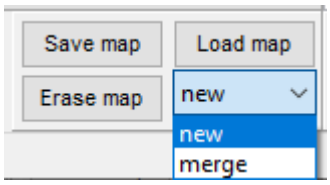


- Freeze screen（画面を静止） – マップの表示が静止し、経路が更新されなくなります

7.7. マップ設定

マップ設定には、便利なツールがあります：

- Save map（マップを保存） – マップを.ini ファイルとして Dashboard フォルダ/maps に保存します
- Load map（マップを読み込み） – .ini 形式のファイルからマップを読み込みます
- Erase map（マップを消去） – マップを消去してクリアします
- New/merge（新規/統合） – 新しいマップを作成するか、現在のマップを更新します



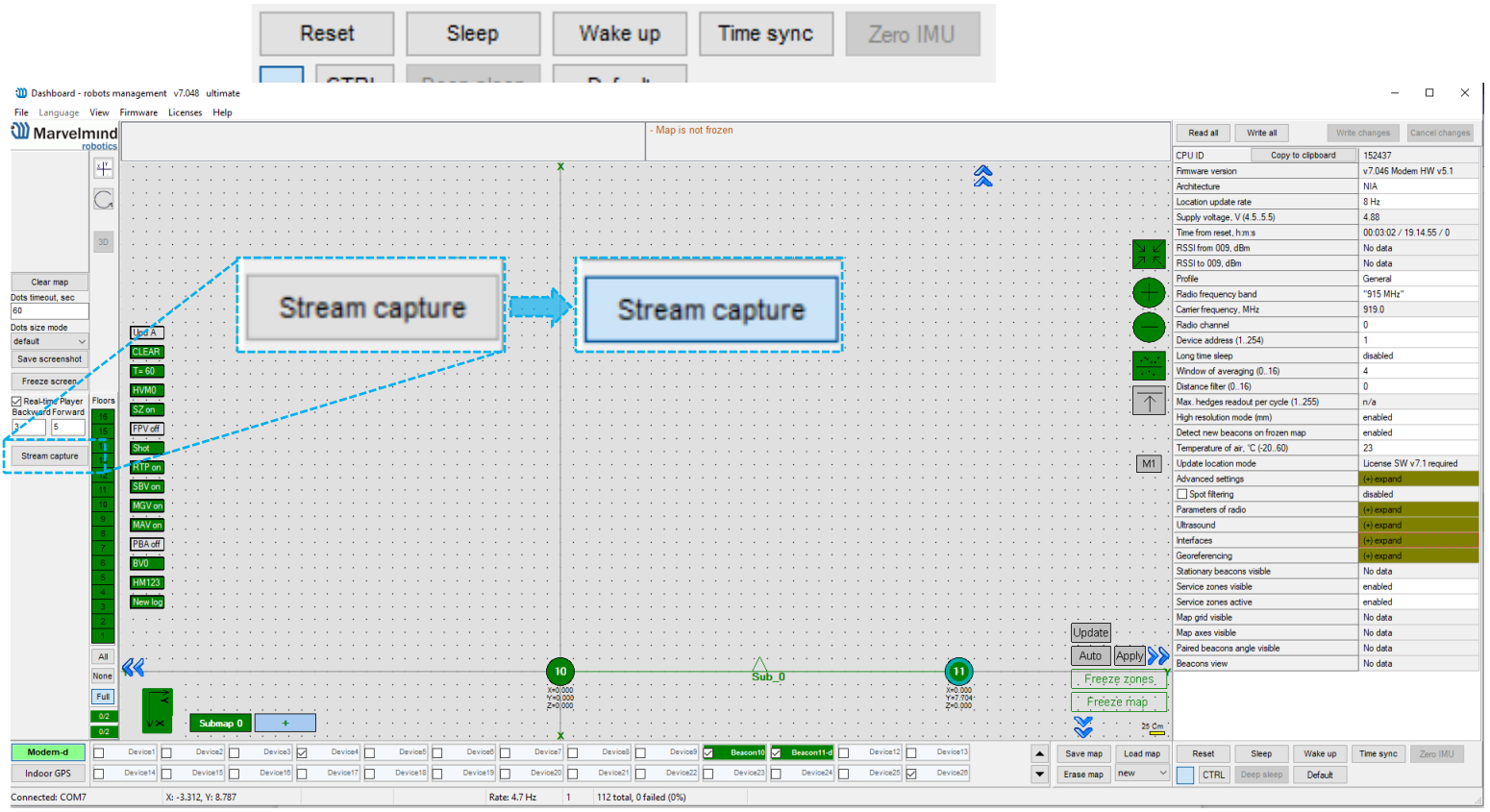
7.8. Dashboard 監視モード

Dashboard 監視モード（Dashboard Monitoring Mode）は、システムを操作・変更することなく、トラッキングを観察するためのモードです。

これにより、ユーザーごとに権限を分けて、誤って設定を変更したりシステムを壊したりするのを防げます。いわば安全ボタンのようなものです。

これは Dashboard 監視モードの最初のバージョンです。今後のソフトウェア更新で、新しい機能や外観が追加される可能性があります

Dashboard 監視モードを有効にする方法：



- 「Stream capture」ボタンをクリックします（今後の更新で「Dashboard Monitoring Mode」に名称変更される予定です）

- ユーザーが設定を変更すると、Dashboard 監視モードは自動的に無効になり、右上の情報欄にその旨のメッセージが表示されます。

7.9. モデム/ビーコンのクイックコントロールパネル

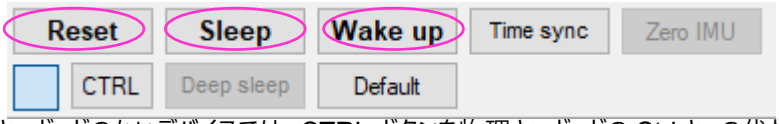
コントロールパネルでは、デバイスを操作できます。1 台のデバイスに対しても、システム内のすべてのデバイスに対しても操作できます。

機能一覧：

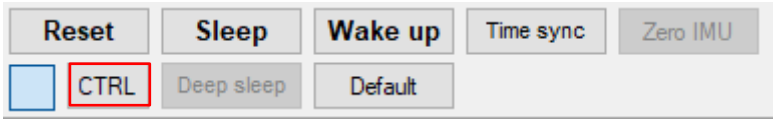
- Reset – デバイスをリセットします
- Sleep – デバイスをスリープさせます（バッテリー節約モード）
- Wake up – デバイスをスリープモードからウェイクアップします
- Default – デバイスのすべての設定を工場出荷時の状態に戻します
- Time sync – PC の時刻をモバイルビーコン（hedgehog）に送信します（UART 経由で出力するため）

Ctrl キーによる追加機能：

- システム内のすべてのビーコンに操作を適用するには、ボタンを Ctrl + 左クリックします。これは、Ctrl を押している間に太字になるボタンにのみ適用されます。

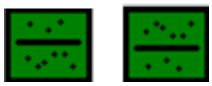


- キーボードのないデバイスでは、CTRL ボタンを物理キーボードの Ctrl キーの代わりに使用できます。



7.10. Dashboard の Ceiling ボタンと Mirroring ボタン

- Mirroring ボタンを使うと、マップを鏡像として表示できます



- Ceiling ボタンは、固定ビーコンに対してモバイルビーコンがどの位置にあるかを示します



- 矢印が上向きの場合は、モバイルビーコンが固定ビーコンより下にあることを意味します



- 矢印が下向きの場合は、モバイルビーコンが固定ビーコンより上にあることを意味します



- **Center Map（マップを中央に表示）ボタン**



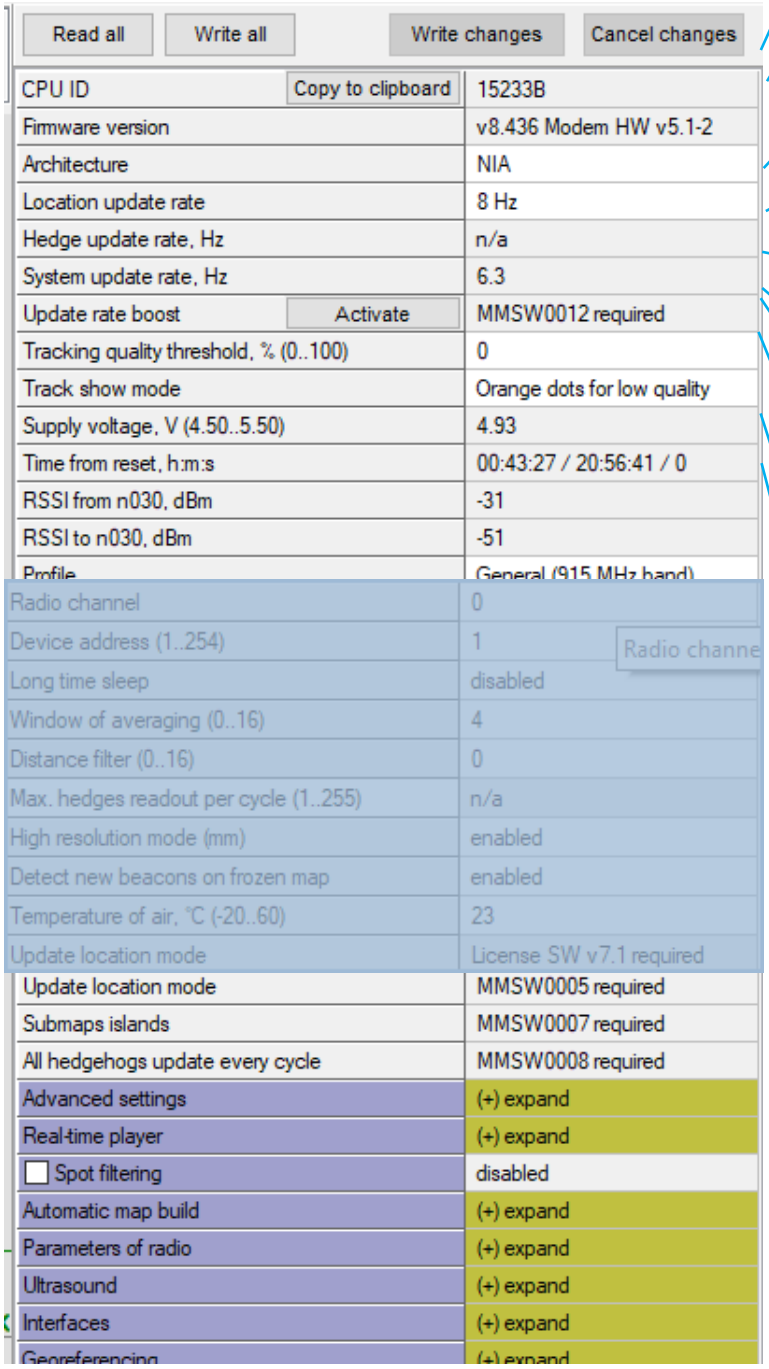
Marvelmind robotics

7.11. 詳細設定

このバーでは、デバイスを細かく調整できます。上級者向けのパラメーターが多数含まれています

7.11.1. モデムの設定

7.11.1.1. 基本設定



デバイス（ビーコンまたはモデム）ごとに固有のプロセッサーID

デバイス（ビーコンまたはモデム）のファームウェアバージョン

アーキテクチャの種類（IA または NIA）

位置更新レートの設定：1/20 Hz～16 Hz+。
実際の更新レートは、ビーコン間の距離や無線プロファイルによって制限される場合があります

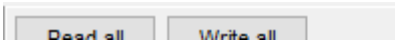
デバイスの電源電圧。5 V±0.2 V であれば正常です

最後のリセットからの経過時間

ビーコンからモデムへの（およびその逆の）無線信号の強度。-25 dBm～-80..-90 dBm の範囲に保ってください。値が高すぎると過負荷になる可能性があり、低すぎるとパケットロスが発生します

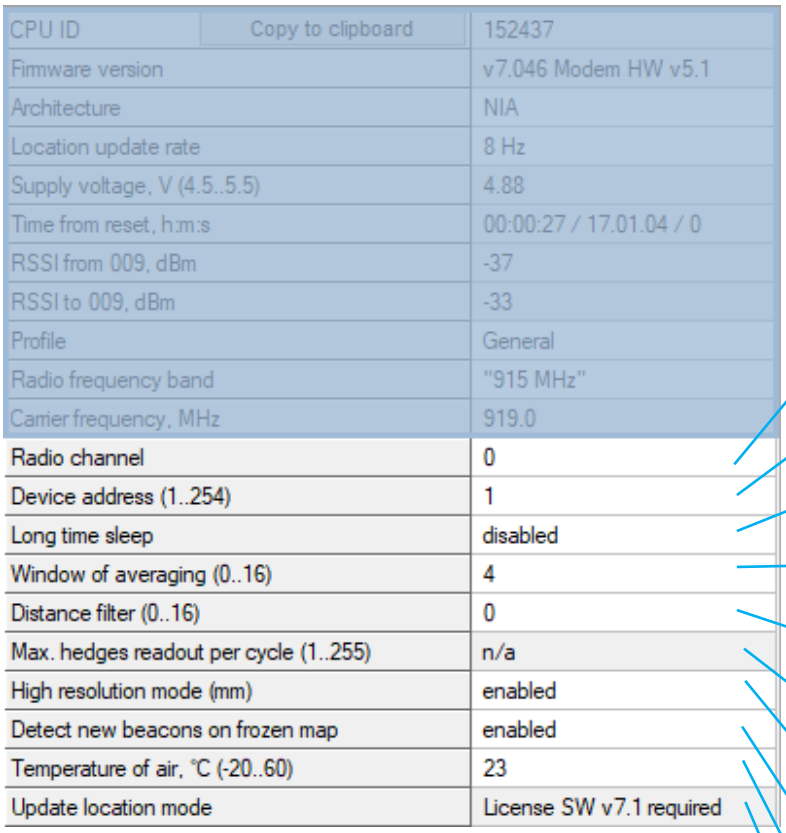
モデムからビーコンへの（およびその逆の）無線信号の強度。-25 dBm～-80..-90 dBm の範囲に保ってください。値が高すぎると過負荷になる可能性があり、低すぎるとパケットロスが発生します

選択した動作帯域



正確な動作周波数

Marvelmind robotics



事前に選択されたチャネル：モデムとビーコン間の通信に使用する無線チャネルの 1 つ

デバイスの論理アドレス。ビーコンは 2..255 の範囲にしてください。アドレス

未定

位置更新の測定値間の平均化。値を大きくすると位置のジッターは減りますが、レイテンシが大きくなります

距離のフィルター（位置のフィルターとは別）。値を大きくするとフィルタリング効果が高まりますが、保守的になりすぎて正しい測定値まで「除去」してしまうことがあります

未定

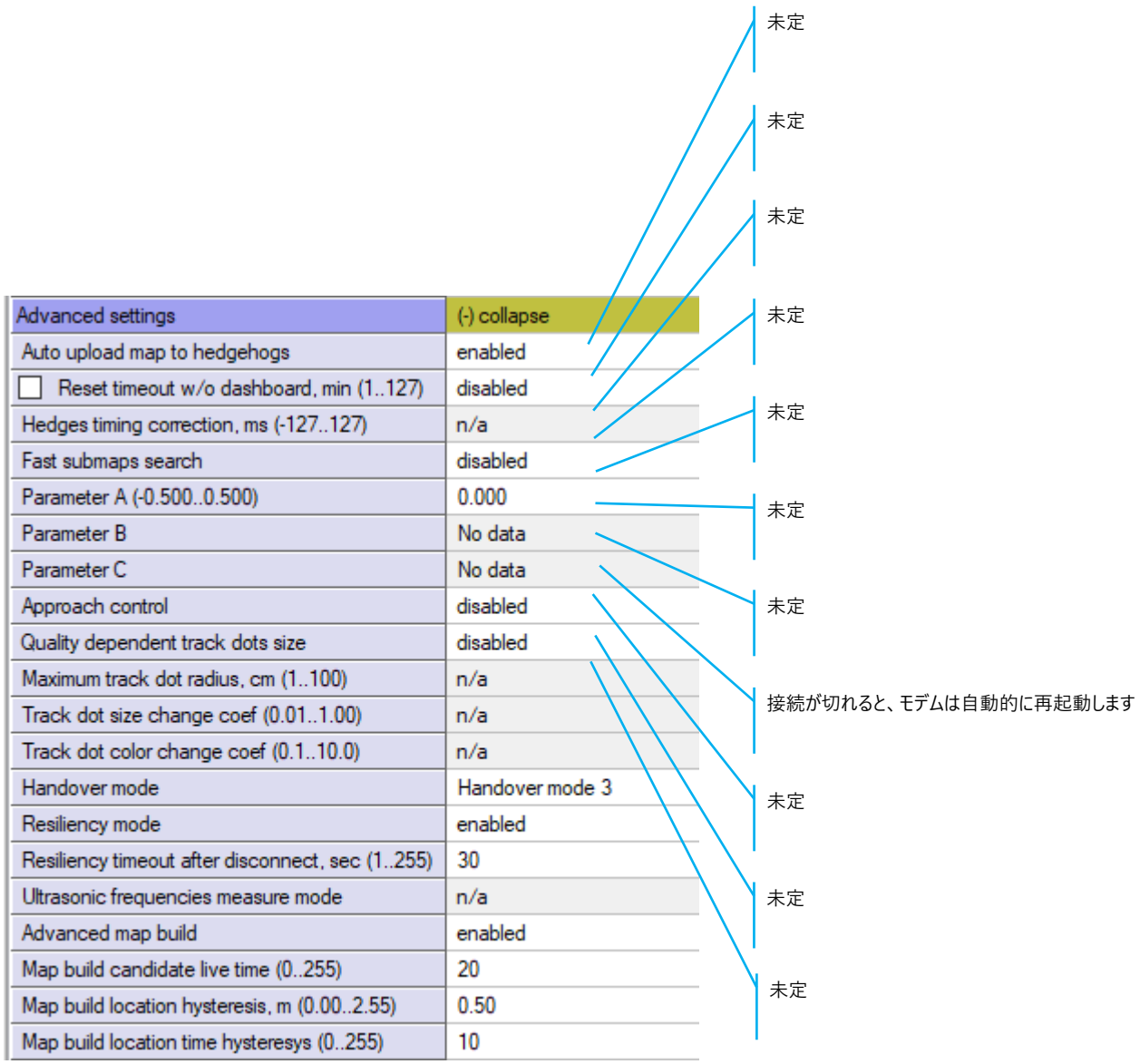
通常は有効のままにしてください。旧バージョンとの互換性が必要な場合は cm に切り替えてください

有効にすると、マップが固定されていても新しいビーコンがマップに追加されます

プロセッサーのチップ温度の測定値

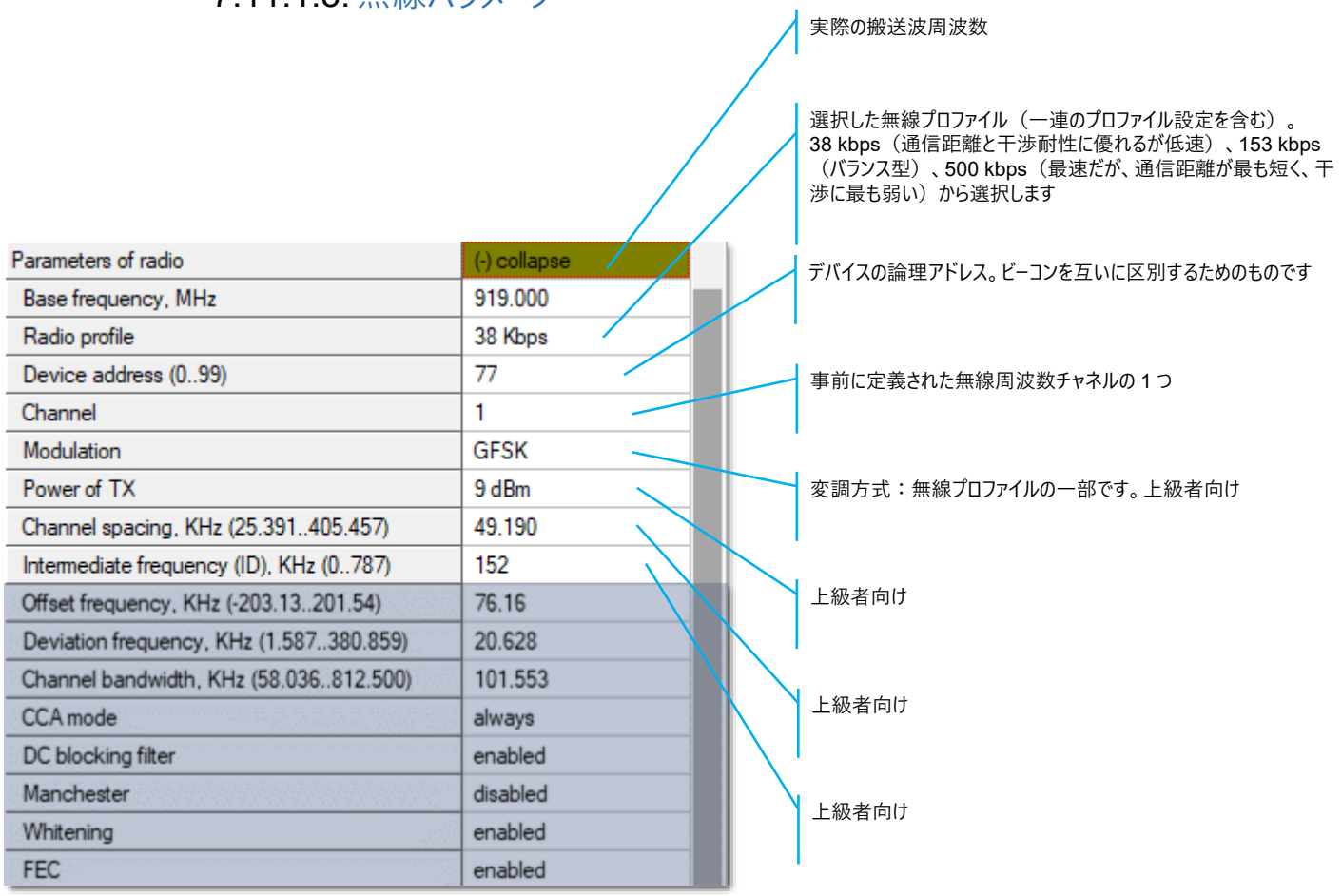
未定

7.11.1.2. 高度な設定



Advanced settings	(-) collapse
Auto upload map to hedgehogs	enabled
Reset timeout w/o dashboard, min (1..127)	disabled
Hedges timing correction, ms (-127..127)	n/a
Fast submaps search	disabled
Parameter A (-0.500..0.500)	0.000
Parameter B	No data
Parameter C	No data
Approach control	disabled
Quality dependent track dots size	disabled
Maximum track dot radius, cm (1..100)	n/a
Track dot size change coef (0.01..1.00)	n/a
Track dot color change coef (0.1..10.0)	n/a
Handover mode	Handover mode 3
Resiliency mode	enabled
Resiliency timeout after disconnect, sec (1..255)	30
Ultrasonic frequencies measure mode	n/a
Advanced map build	enabled
Map build candidate live time (0..255)	20
Map build location hysteresis, m (0.00..2.55)	0.50
Map build location time hysteresys (0..255)	10

7.11.1.3. 無線パラメーター



Marvelmind robotics

Parameters of radio	(-) collapse
Base frequency, MHz	919.000
Radio profile	38 Kbps
Device address (0..99)	77
Channel	1
Modulation	GFSK
Power of TX	9 dBm
Channel spacing, KHz (25.391..405.457)	49.190
Intermediate frequency (ID), KHz (0..787)	152
Offset frequency, KHz (-203.13..201.54)	76.16
Deviation frequency, KHz (1.587..380.859)	20.628
Channel bandwidth, KHz (58.036..812.500)	101.553
CCA mode	always
DC blocking filter	enabled
Manchester	disabled
Whitening	enabled
FEC	enabled

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

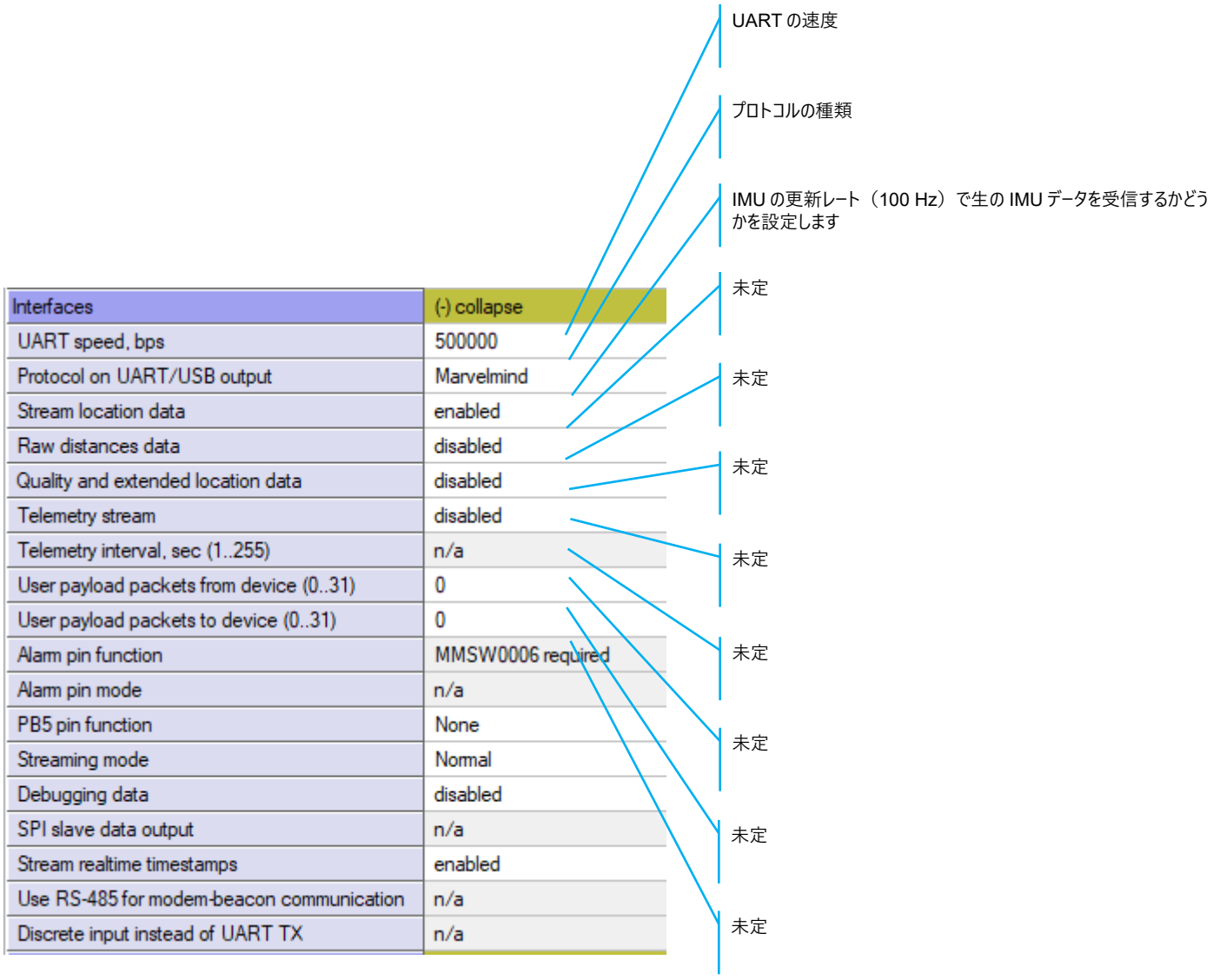
無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

Marvelmind robotics

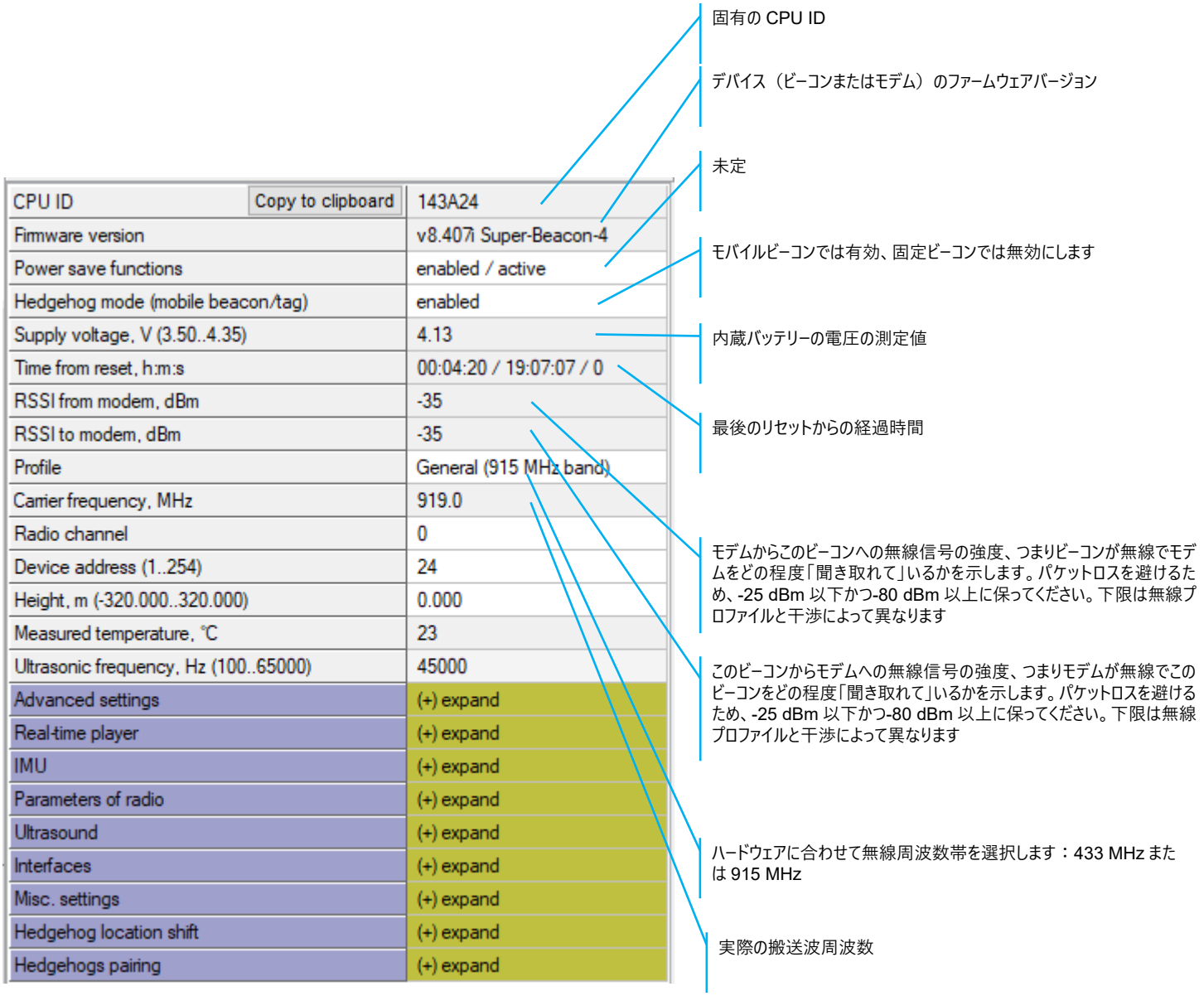
7.11.1.4. インターフェース

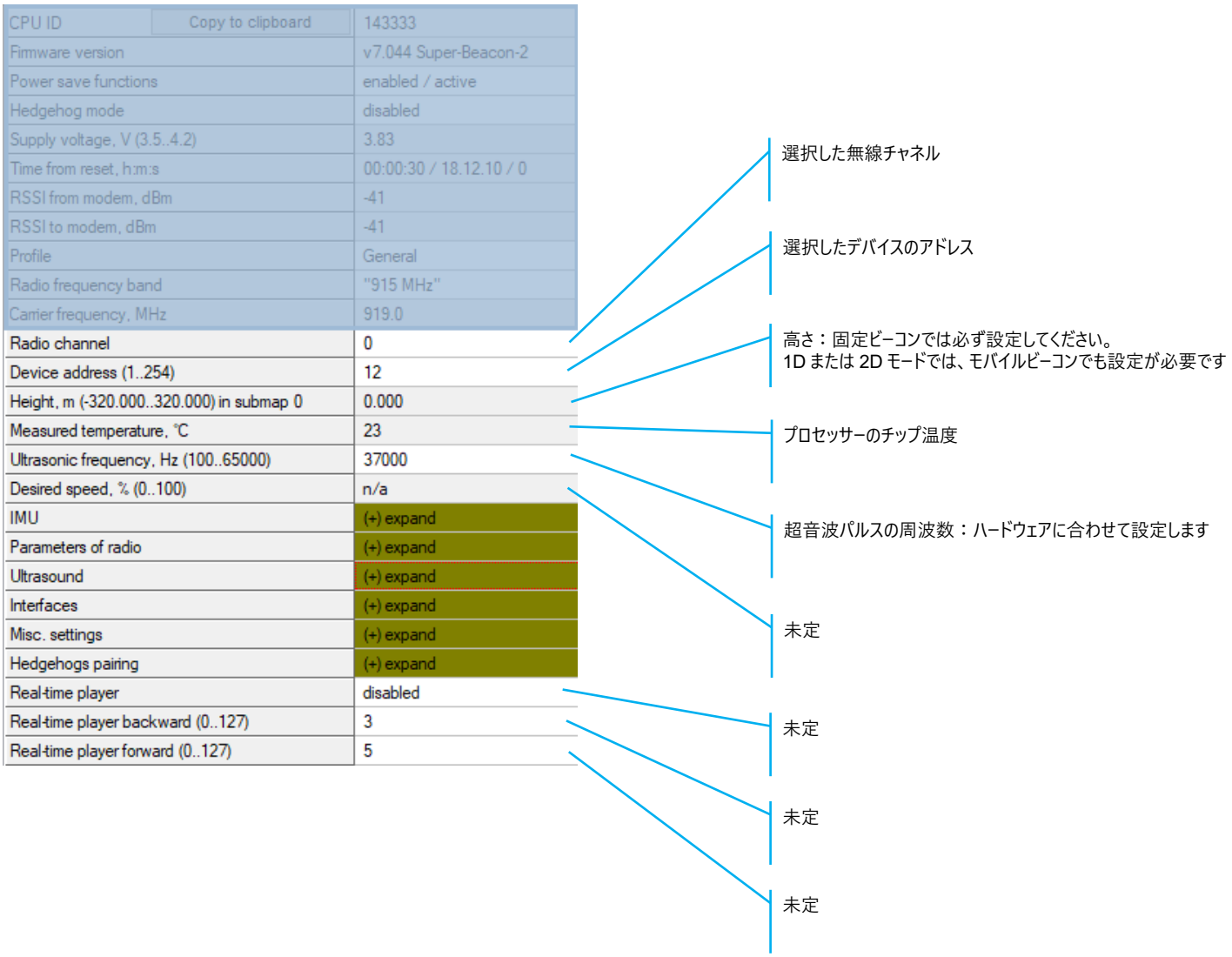


Interfaces	(-) collapse
UART speed, bps	500000
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
Stream location data	enabled
Raw distances data	disabled
Quality and extended location data	disabled
Telemetry stream	disabled
Telemetry interval, sec (1..255)	n/a
User payload packets from device (0..31)	0
User payload packets to device (0..31)	0
Alarm pin function	MMSW0006 required
Alarm pin mode	n/a
PB5 pin function	None
Streaming mode	Normal
Debugging data	disabled
SPI slave data output	n/a
Stream realtime timestamps	enabled
Use RS-485 for modem-beacon communication	n/a
Discrete input instead of UART TX	n/a

7.11.2. ビーコンの設定

7.11.2.1. 基本設定



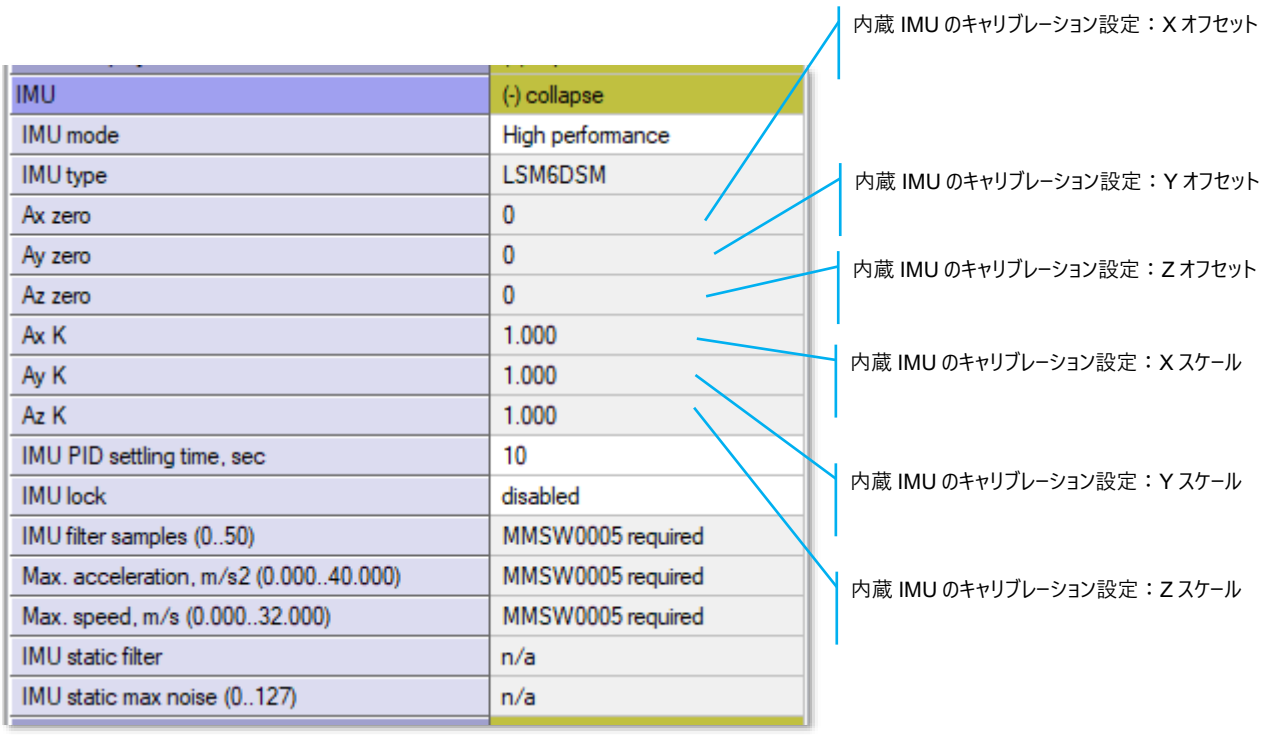

CPU ID
Copy to clipboard
143333
Firmware version
v7.044 Super-Beacon-2
Power save functions
enabled / active
Hedgehog mode
disabled
Supply voltage, V (3.5..4.2)
3.83
Time from reset, h:m:s
00:00:30 / 18.12.10 / 0
RSSI from modem, dBm
-41
RSSI to modem, dBm
-41
Profile
General
Radio frequency band
"915 MHz"
Carrier frequency, MHz
919.0
Radio channel
0
Device address (1..254)
12
Height, m (-320.000..320.000) in submap 0
0.000
Measured temperature, °C
23
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)
37000
Desired speed, % (0..100)
n/a
IMU
(+) expand
Parameters of radio
(+) expand
Ultrasound
(+) expand
Interfaces
(+) expand
Misc. settings
(+) expand
Hedgehogs pairing
(+) expand
Real-time player
disabled
Real-time player backward (0..127)
3
Real-time player forward (0..127)
5
選択した無線チャネル
選択したデバイスのアドレス
高さ：固定ビーコンでは必ず設定してください。
1D または 2D モードでは、モバイルビーコンでも設定が必要です
プロセッサーのチップ温度
超音波パルスの周波数：ハードウェアに合わせて設定します
未定
未定
未定
未定

Advanced settings	(-) collapse
Approach control	disabled
Virtual pen drawing	MMSW0013 required
Virtual pen mode selection	MMSW0013 required
Virtual pen draw diameter, cm (1..100)	MMSW0013 required
Virtual pen erase diameter, cm (1..100)	MMSW0013 required
Resiliency mode	enabled
Resiliency timeout after disconnect, sec (1..255)	30
High rate extrapolation	MMSW0017 required
Extrapolation backward, US samples (0..31)	n/a
Max. speed, m/s (0.000..32.000)	MMSW0017 required
Extrapolation timeout, samples (1..255)	MMSW0017 required
Extrapolation error correction (0.00..1.20)	MMSW0017 required

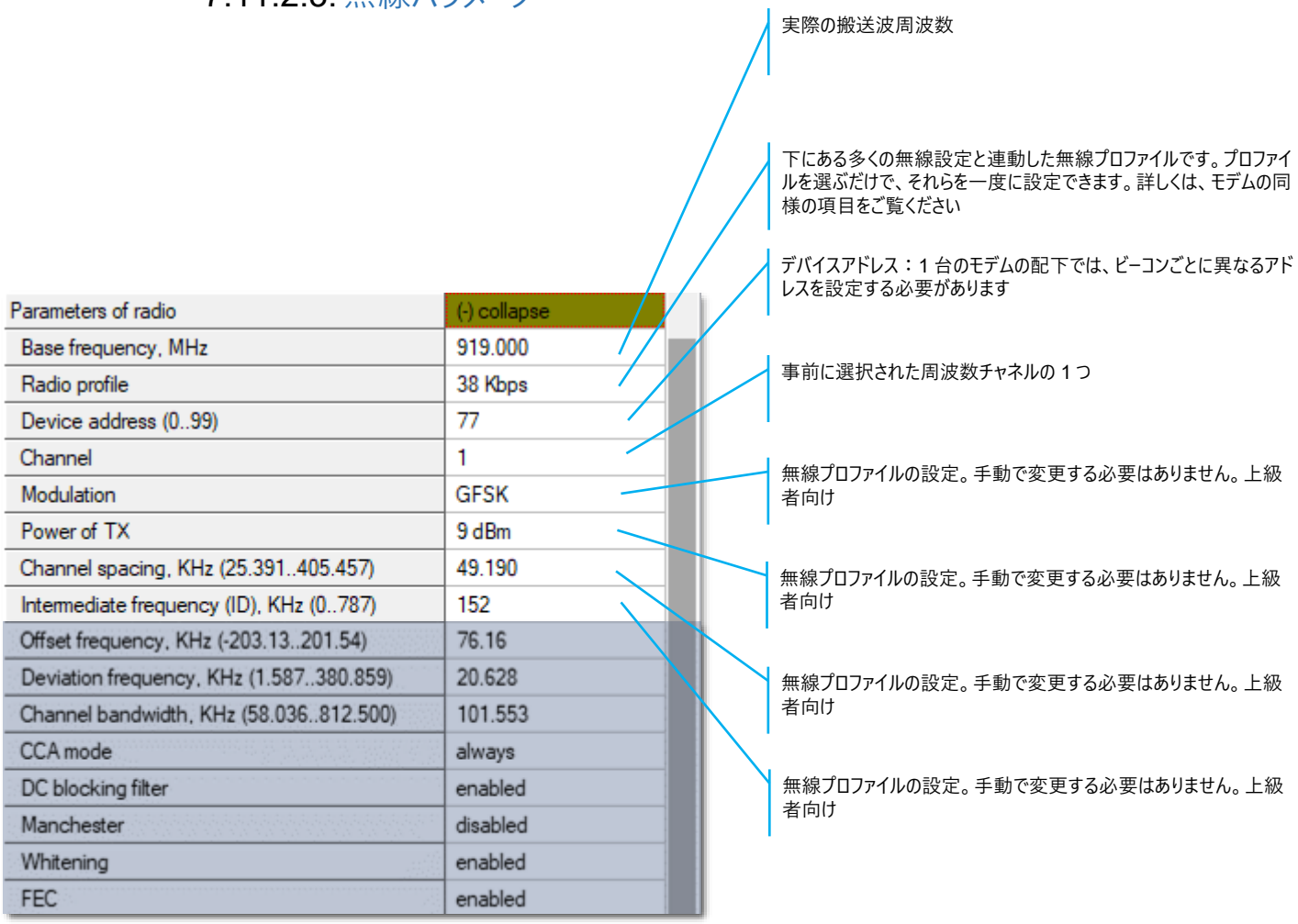
Real-time player	(-) collapse
Real-time player streaming	disabled
Real-time player for gaps	disabled
Real-time player for speed	disabled
Real-time player backward, US samples (0..31)	5
Real-time player forward, US samples (1..31)	5

Advanced settings	(-) collapse
Approach control	disabled
Virtual pen drawing	disabled
Virtual pen mode selection	By orientation
Virtual pen draw diameter, cm (1..100)	3
Virtual pen erase diameter, cm (1..100)	3
Resiliency mode	enabled
Resiliency timeout after disconnect, sec (1..255)	30
High rate extrapolation	MMSW0017 required
Extrapolation backward, US samples (0..31)	n/a
Max. speed, m/s (0.000..32.000)	MMSW0017 required
Extrapolation timeout, samples (1..255)	MMSW0017 required
Extrapolation error correction (0.00..1.20)	MMSW0017 required

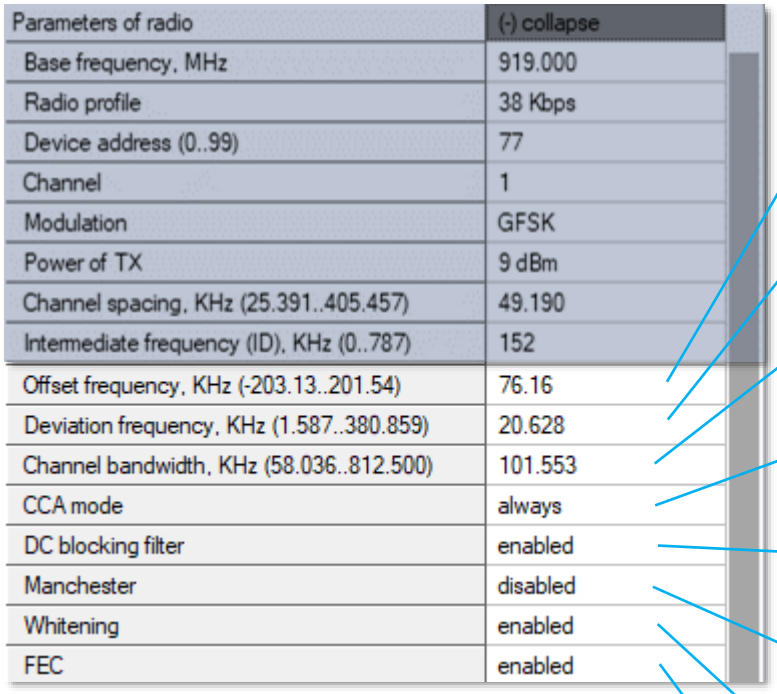
7.11.2.2. IMU


IMU
(-) collapse
IMU mode
High performance
IMU type
LSM6DSM
Ax zero
0
Ay zero
0
Az zero
0
Ax K
1.000
Ay K
1.000
Az K
1.000
IMU PID settling time, sec
10
IMU lock
disabled
IMU filter samples (0..50)
MMSW0005 required
Max. acceleration, m/s2 (0.000..40.000)
MMSW0005 required
Max. speed, m/s (0.000..32.000)
MMSW0005 required
IMU static filter
n/a
IMU static max noise (0..127)
n/a
内蔵 IMU のキャリブレーション設定：X オフセット
内蔵 IMU のキャリブレーション設定：Y オフセット
内蔵 IMU のキャリブレーション設定：Z オフセット
内蔵 IMU のキャリブレーション設定：X スケール
内蔵 IMU のキャリブレーション設定：Y スケール
内蔵 IMU のキャリブレーション設定：Z スケール

7.11.2.3. 無線パラメーター



Parameters of radio	(-) collapse
Base frequency, MHz	919.000
Radio profile	38 Kbps
Device address (0..99)	77
Channel	1
Modulation	GFSK
Power of TX	9 dBm
Channel spacing, KHz (25.391..405.457)	49.190
Intermediate frequency (ID), KHz (0..787)	152
Offset frequency, KHz (-203.13..201.54)	76.16
Deviation frequency, KHz (1.587..380.859)	20.628
Channel bandwidth, KHz (58.036..812.500)	101.553
CCA mode	always
DC blocking filter	enabled
Manchester	disabled
Whitening	enabled
FEC	enabled



Parameters of radio	(-) collapse
Base frequency, MHz	919.000
Radio profile	38 Kbps
Device address (0..99)	77
Channel	1
Modulation	GFSK
Power of TX	9 dBm
Channel spacing, KHz (25.391..405.457)	49.190
Intermediate frequency (ID), KHz (0..787)	152
Offset frequency, KHz (-203.13..201.54)	76.16
Deviation frequency, KHz (1.587..380.859)	20.628
Channel bandwidth, KHz (58.036..812.500)	101.553
CCA mode	always
DC blocking filter	enabled
Manchester	disabled
Whitening	enabled
FEC	enabled

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

無線プロファイルの設定。手動で変更する必要はありません。上級者向け

Marvelmind robotics

7.11.2.4. 超音波

Quality hysteresis	(-) collapse
Quality threshold, % (0..100)	100
Window size (1..15)	3

TX-RX：通常モードです。こちらを使用してください。その他は内部用です

未定

省電力機能。よくわからない場合は、デフォルトのままにしてください

省電力機能。よくわからない場合は、デフォルトのままにしてください

未定

超音波パルスの周波数：ハードウェアに合わせて設定します

50%：デフォルト。1%…99%で超音波の強度を下げます。
デフォルトのままにしてください

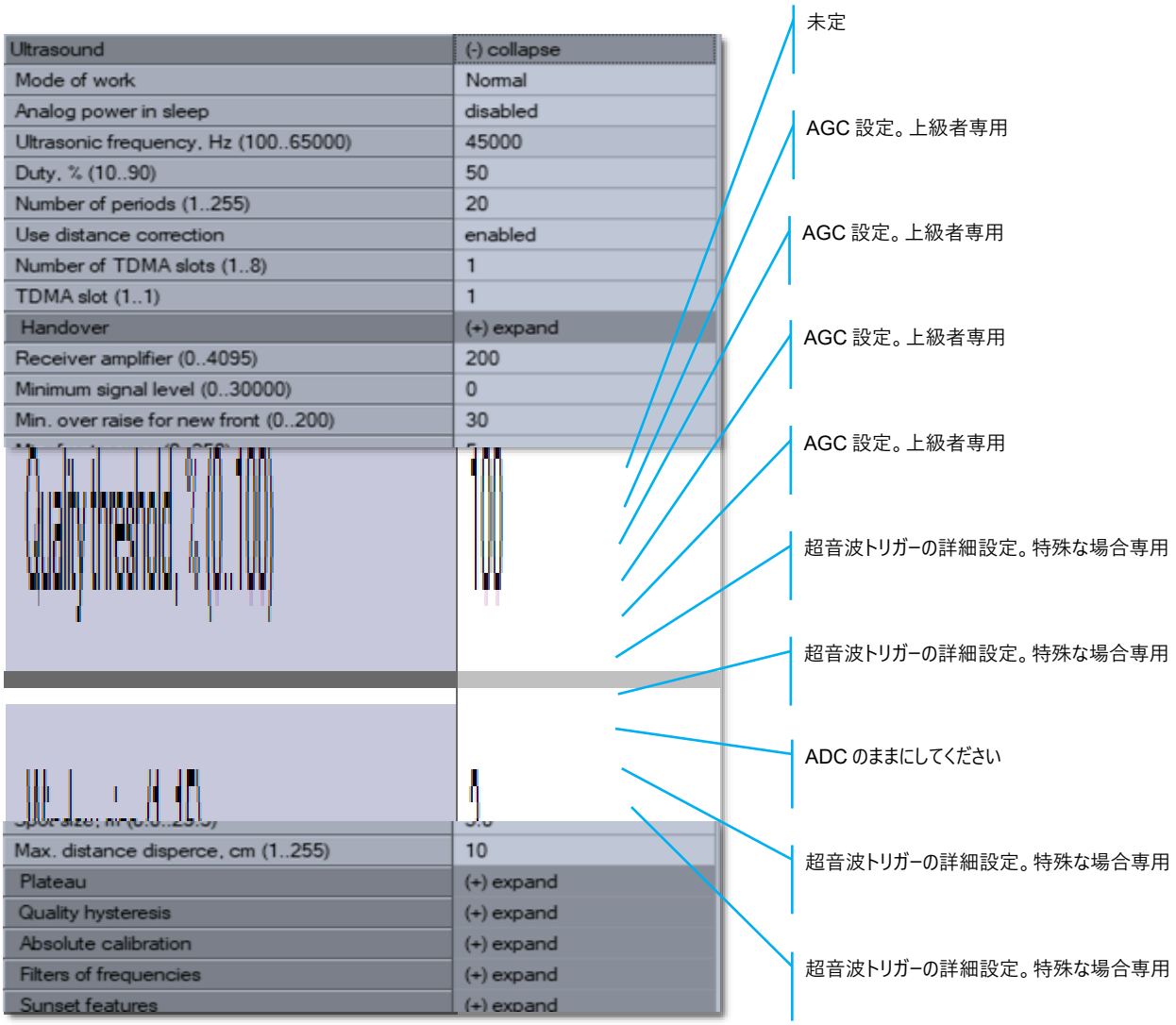
Ultrasound	(-) collapse
Mode of work	Normal
Analog power in sleep	disabled
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	45000
Duty, % (10..90)	50
Number of periods (1..255)	20
Use distance correction	enabled
Number of TDMA slots (1..8)	1
TDMA slot (1..1)	1
Handover	(+) expand
Receiver amplifier (0..4095)	200
Minimum signal level (0..30000)	0
Min. over raise for new front (0..200)	30
Min. front power (0..250)	5
Prefiltration coefficient (0..127)	0
Minimum signal quality (0..200)	2
Maximum line gradient down, % (0..200)	0
Max. speed, m/s (0.000..32.000)	5.000
Expand trigger search area	enabled
Don't show filtered location	enabled
Candidate filters	(+) expand
Toggle TX4/TX1,2,3,5	disabled
Minimum distance limitation	disabled
Minimum distance, m (0.0..25.5)	0.0
Auto measurements when radio gaps	enabled
Spot size, m (0.0..25.5)	3.0
Max. distance disperce, cm (1..255)	10
Plateau	(+) expand
Quality hysteresis	(+) expand
Absolute calibration	(+) expand
Filters of frequencies	(+) expand
Sunset features	(+) expand

TX ビーコンが発信する超音波パルスの数。多いほど信号は強くなりますが、エコーも長くなります。短距離では 1～10 周期、10～20 メートルでは 20～30 周期、20 m 以上では 50 周期が目安です

内部設定

自動または手動のゲイン制御。
手動は、特殊な条件下で役立つことがあります（例：外部の音響ノイズが大きすぎる場合）

Marvelmind robotics


Ultrasound
(-) collapse
Mode of work
Normal
Analog power in sleep
disabled
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)
45000
Duty, % (10..90)
50
Number of periods (1..255)
20
Use distance correction
enabled
Number of TDMA slots (1..8)
1
TDMA slot (1..1)
1
Handover
(+) expand
Receiver amplifier (0..4095)
200
Minimum signal level (0..30000)
0
Min. over raise for new front (0..200)
30
Max. distance disperce, cm (1..255)
10
Plateau
(+) expand
Quality hysteresis
(+) expand
Absolute calibration
(+) expand
Filters of frequencies
(+) expand
Sunset features
(+) expand
未定
AGC 設定。上級者専用
AGC 設定。上級者専用
AGC 設定。上級者専用
AGC 設定。上級者専用
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用
ADC のままにしてください
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用

Ultrasound	(-) collapse
Mode of work	Normal
Analog power in sleep	disabled
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	45000
Duty, % (10..90)	50
Number of periods (1..255)	20
Use distance correction	enabled
Number of TDMA slots (1..8)	1
TDMA slot (1..1)	1
Handover	(+) expand
Receiver amplifier (0..4095)	200
Minimum signal level (0..30000)	0
Min. over raise for new front (0..200)	30
Min. front power (0..250)	5
Prefiltration coefficient (0..127)	0
Minimum signal quality (0..200)	2
Maximum line gradient down, % (0..200)	0
Max. speed, m/s (0.000..32.000)	5.000
Expand trigger search area	enabled
Don't show filtered location	enabled
Candidate filters	(+) expand
Toggle TX4/TX1,2,3,5	disabled
Minimum distance limitation	disabled
Minimum distance, m (0.0..25.5)	0.0
Auto measurements when radio gaps	enabled
Spot size, m (0.0..25.5)	3.0



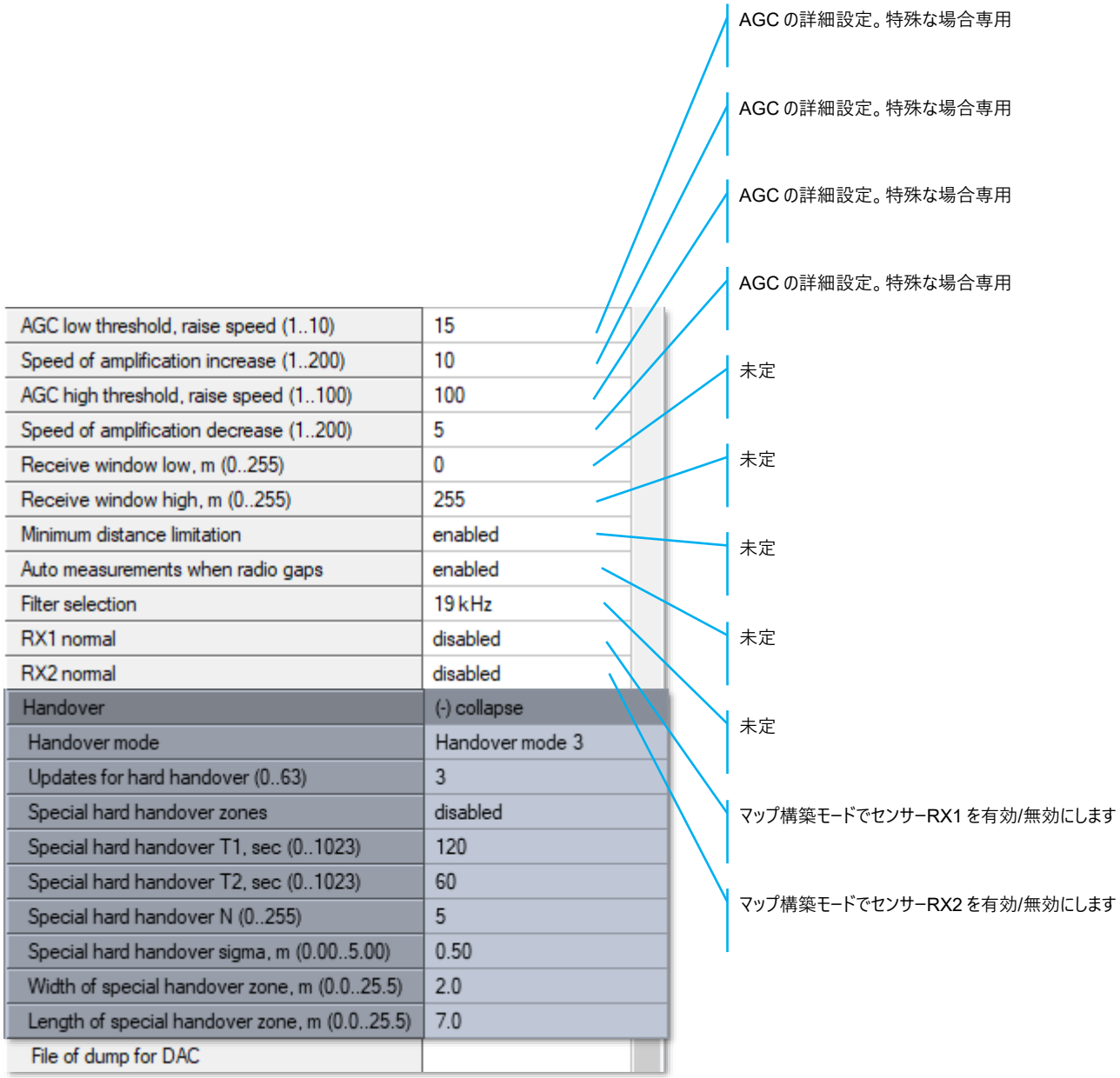
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用

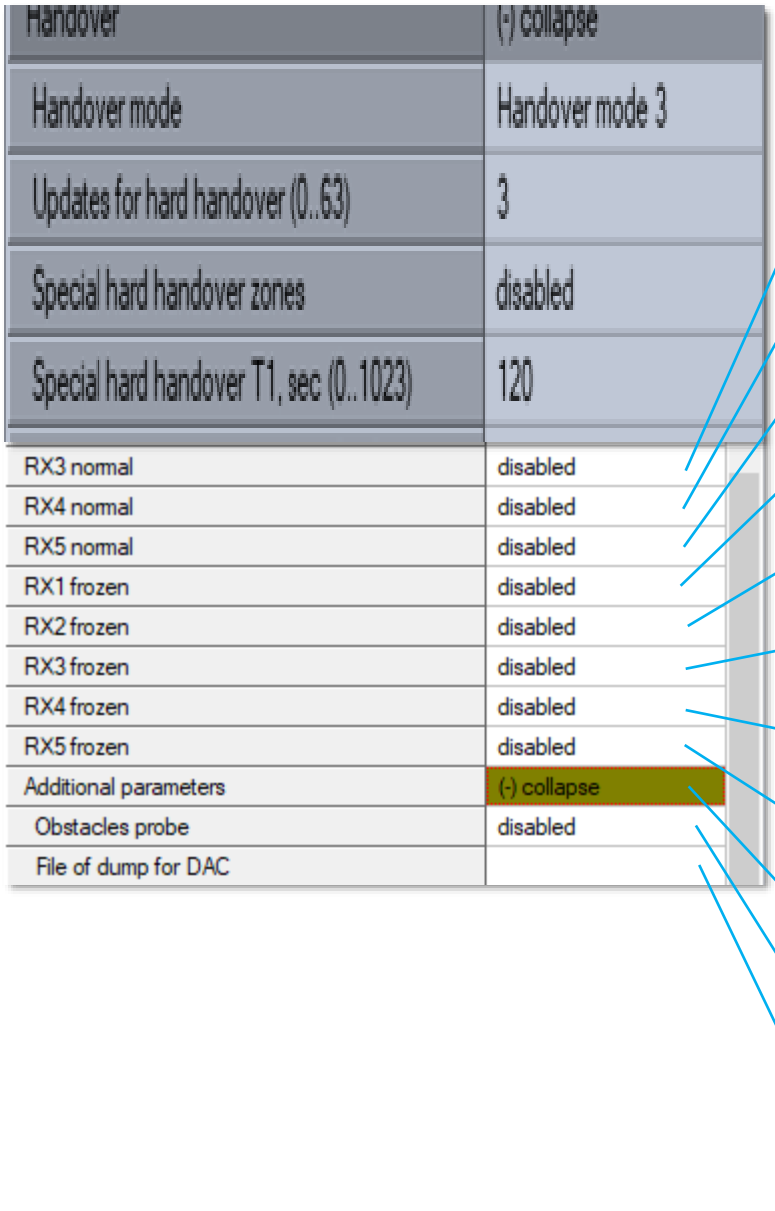
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用

超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用

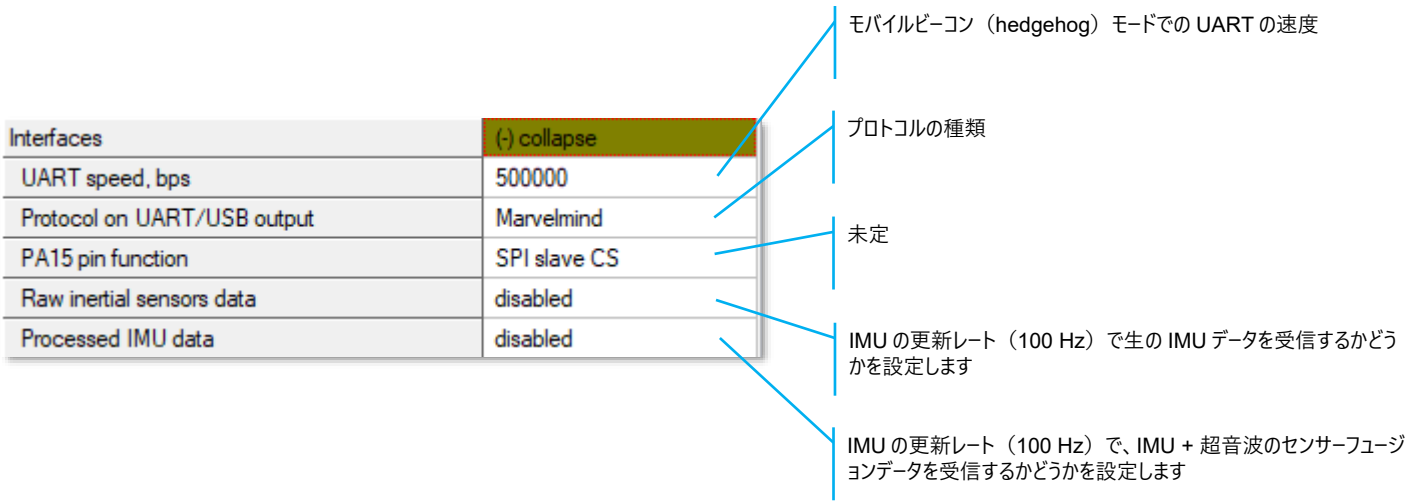
超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用

超音波トリガーの詳細設定。特殊な場合専用

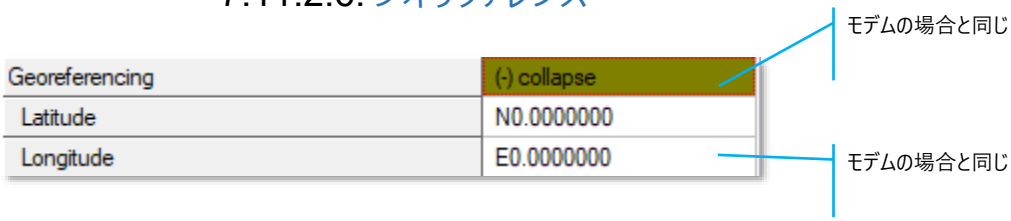

AGC low threshold, raise speed (1..10) 15
Speed of amplification increase (1..200) 10
AGC high threshold, raise speed (1..100) 100
Speed of amplification decrease (1..200) 5
Receive window low, m (0..255) 0
Receive window high, m (0..255) 255
Minimum distance limitation enabled
Auto measurements when radio gaps enabled
Filter selection 19 kHz
RX1 normal disabled
RX2 normal disabled
Handover (-) collapse
Handover mode Handover mode 3
Updates for hard handover (0..63) 3
Special hard handover zones disabled
Special hard handover T1, sec (0..1023) 120
Special hard handover T2, sec (0..1023) 60
Special hard handover N (0..255) 5
Special hard handover sigma, m (0.00..5.00) 0.50
Width of special handover zone, m (0.0..25.5) 2.0
Length of special handover zone, m (0.0..25.5) 7.0
File of dump for DAC
AGC の詳細設定。特殊な場合専用
AGC の詳細設定。特殊な場合専用
AGC の詳細設定。特殊な場合専用
AGC の詳細設定。特殊な場合専用
未定
未定
未定
未定
未定
マップ構築モードでセンサーRX1 を有効/無効にします
マップ構築モードでセンサーRX2 を有効/無効にします


Handover
(-) collapse
Handover mode
Handover mode 3
Updates for hard handover (0..63)
3
Special hard handover zones
disabled
Special hard handover T1, sec (0..1023)
120
RX3 normal
disabled
RX4 normal
disabled
RX5 normal
disabled
RX1 frozen
disabled
RX2 frozen
disabled
RX3 frozen
disabled
RX4 frozen
disabled
RX5 frozen
disabled
Additional parameters
(-) collapse
Obstacles probe
disabled
File of dump for DAC
マップ構築モードでセンサーRX3 を有効/無効にします
マップ構築モードでセンサーRX4 を有効/無効にします
マップ構築モードでセンサーRX5 を有効/無効にします
マップ固定時/通常動作モードでセンサーRX1 を有効/無効にします
マップ固定時/通常動作モードでセンサーRX2 を有効/無効にします
マップ固定時/通常動作モードでセンサーRX3 を有効/無効にします
マップ固定時/通常動作モードでセンサーRX4 を有効/無効にします
マップ固定時/通常動作モードでセンサーRX5 を有効/無効にします
未定
未定
未定

7.11.2.5. インターフェース



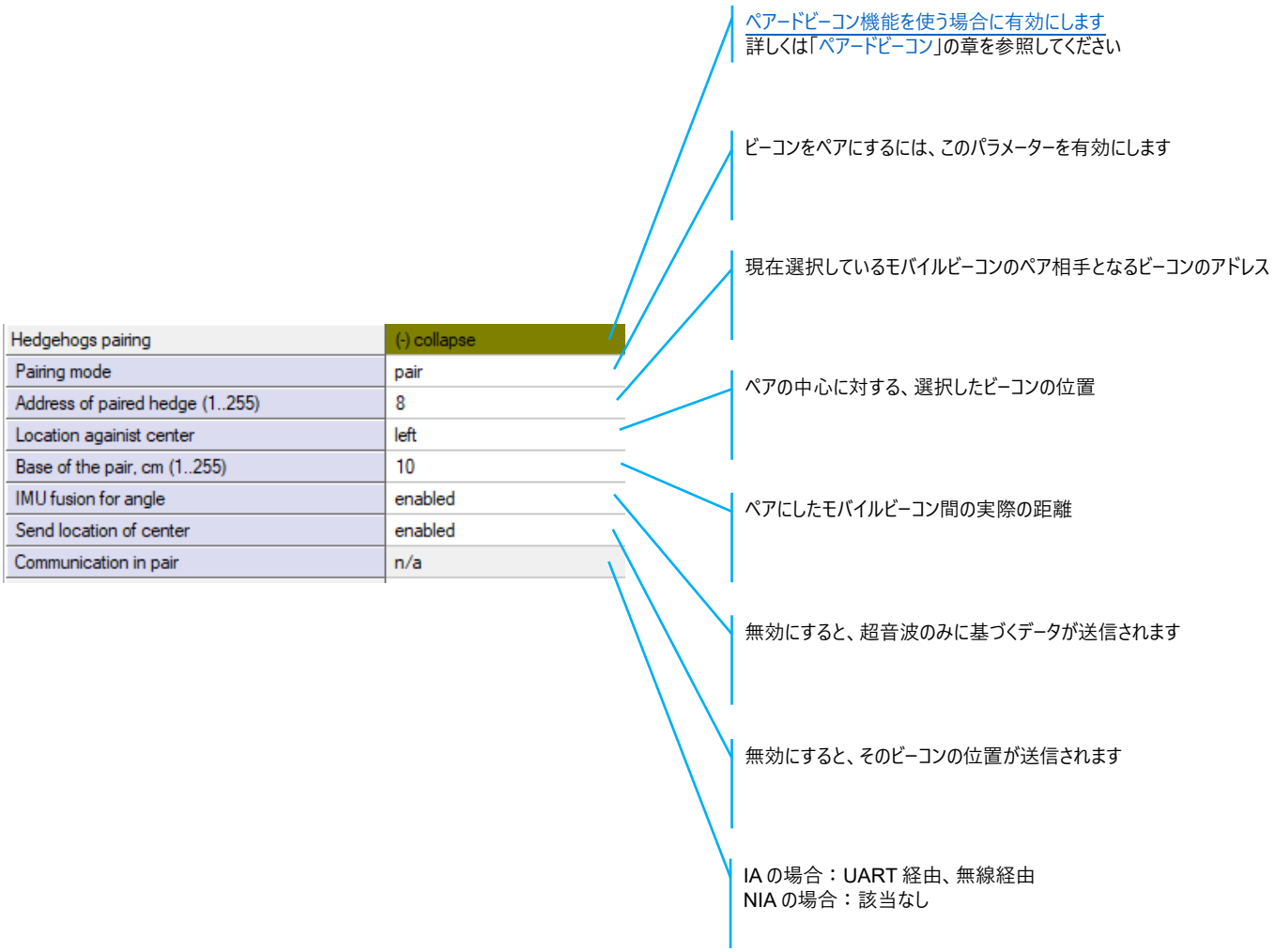
7.11.2.6. ジオリファレンス



7.11.2.7. その他の設定



7.11.2.8. モバイルビーコンのペアリング設定



7.12. 無線周波数帯と搬送波周波数

- 433 MHz ハードウェアのデバイスで使用できる無線帯域：433
- 915 MHz ハードウェアのデバイスで使用できる無線帯域：868 と 915。ただし、433 MHz 用のアンテナを使用すれば、433 MHz も使用できます

*Mini-RX ビーコンと Super-Beacon は 868/915 MHz 専用です

無線周波数を変更することは可能ですが、無線性能が大幅に低下するおそれがあります。10～20 メートル程度までの短い距離なら十分な場合もありますが、それ以上の距離には向きません。

Radio frequency band	433 MHz
Carrier frequency, MHz	433.400

Radio frequency band	915 MHz
Carrier frequency, MHz	919.000

Radio frequency band	868 MHz
Carrier frequency, MHz	869.504

7.13. Dashboard でのビーコンの表示の違い

モバイルビーコン（hedge）の色は自由に選べますが、トラッキングの問題を知らせるための固定の色もあります：

- **青 – 通常モードで、確実にトラッキングできている状態**
- **オレンジ – システムは可能な範囲で最良の位置データを提供していますが、信頼度は青より低い状態です**
- **半透明の青 – 無線パケットの損失**
- **半透明のオレンジ – 超音波のカバーが弱い**
- **黄色の点滅 – ビーコンからのデータがない**
- **赤 – ビーコンがジオフェンスゾーンの外にある**
- **グレーの点滅 – ビーコンとの接続がない**

7.14. Dashboard でのビーコンの色の違い

ビーコンの超音波周波数は、それぞれ異なる場合があります。そのため、区別しやすいように色分けされています：

- 固定ビーコン – 中心が緑 – 
- モバイルビーコン – 中心が濃い青 – 
- 固定ビーコンが色分けされるのは IA アーキテクチャだけです。NIA では、固定ビーコンはすべて緑になります。逆に IA では、モバイルビーコンがすべて青になります。

例：

- 固定ビーコン：

 19 kHz

 22kHz

 25 kHz

 28kHz

 31 kHz

 34kHz

 37 kHz

 45 kHz

- モバイルビーコン：

 19 kHz

 22kHz

 25 kHz

 28kHz

 31 kHz

 34 kHz

 37 kHz

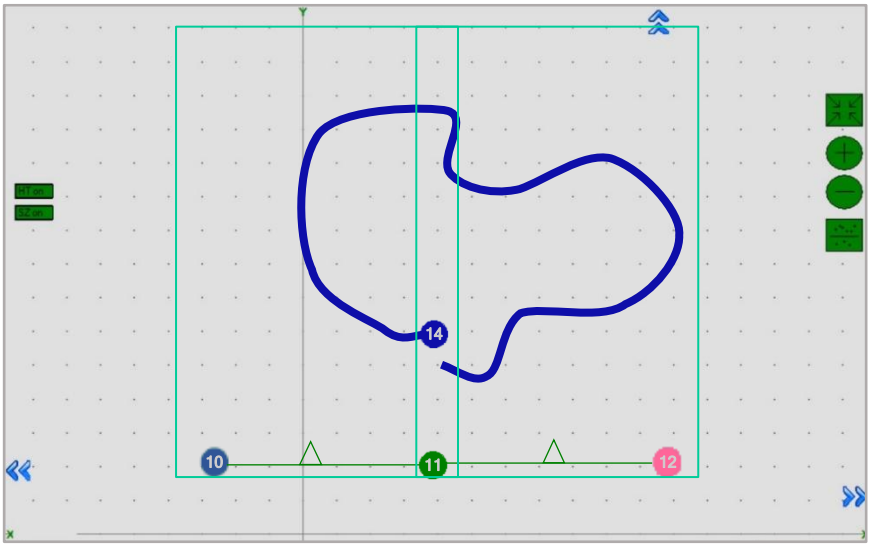
 45 kHz

Marvelmind robotics

8. マップ

8.1. はじめに

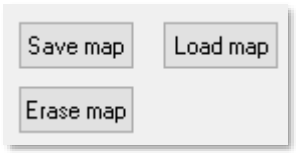
マップは、Marvelmind 屋内 GPS の中心となる単位です。サブマップで構成され、お持ちのすべての固定デバイスを含む完全なマップを形成します。すべてのサブマップを構築・調整し、モバイルビーコンをウェイクアップしたら、モデムのアイコンをクリックしてマップを固定する必要があります。これがシステム構築の最終段階です。マップを固定すると、トラッキングが表示されます。



マップの保存（Save）、読み込み（Load）、消去（Erase）ができます：

「Map Settings」（マップ設定）には便利なツールがあり、Dashboard の右下にあります：

- Save map（マップを保存） – マップを.ini ファイルとして Dashboard フォルダ/maps に保存します
- Load map（マップを読み込み） – .ini 形式のファイルからマップを読み込みます
- Erase map – マップを消去してクリアします



マップに関するメインのチュートリアル動画はこちらです：

- ヘルプ：サブマップ、サービスゾーン、ハンドオーバーゾーン

確認：

- 開梱から自律走行・飛行までの 8 つの基本ステップ
- 複雑なマップを構築する方法：ステップバイステップガイド

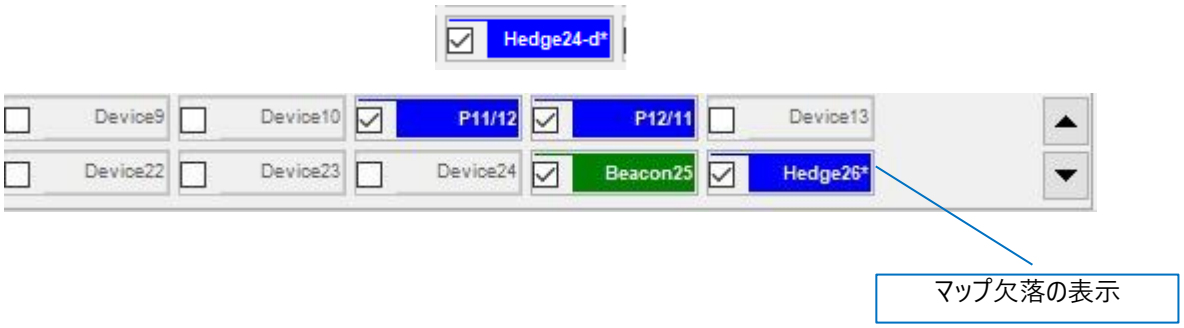
複雑なマップ構築の詳しい解説：

- サブマップの構築：パート 1
- サブマップの構築：パート 2

8.2. マップ欠落の表示

ビーコンにマップがない場合、パネル上のそのビーコンの上にアスタリスク（*）が表示されます。

通常、マップは変更されるたびに自動でビーコンにアップロードされます。マップを変更した後にアスタリスクが表示される場合は、ビーコンを右クリックして手動でマップをアップロードしてみてください。手動でアップロードしてもアスタリスクが消えない場合は、無線に問題があります。



8.3. マップレイヤー

マップは複数のレイヤーで構成されています。各レイヤーは他のレイヤーに関連付けることができます。

4) サービスゾーン

3) ビーコンとサブマップ

2) Floorplan – ビーコンを設置したフロアの平面図・図面・画像

1) Ether – マップのグリッド



Marvelmind robotics

8.4. サブマップ

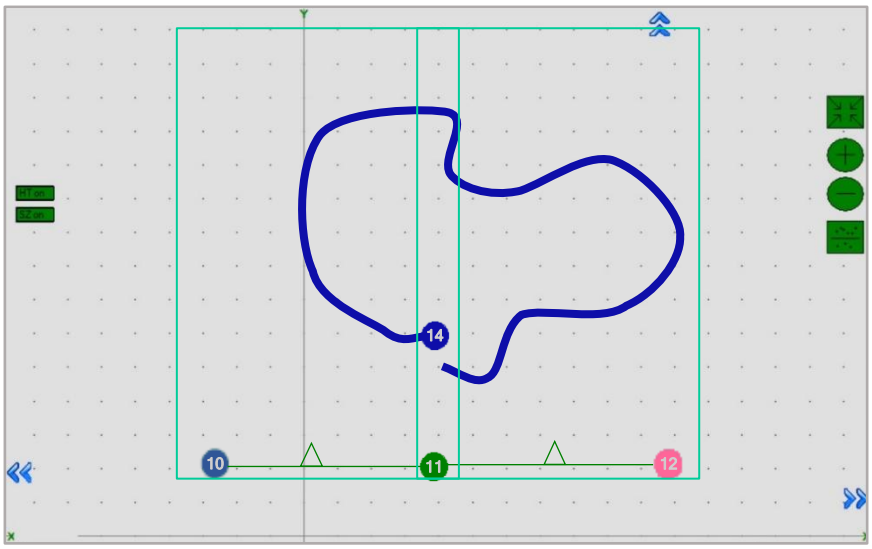
サブマップは論理的な単位で、マップの一部です。システム内で連携して動作するビーコンをまとめます。サブマップには 1～4 台のビーコンを含めることができ、1D、2D、3D のいずれにもできます。

詳しくは、以下のリンクをご覧ください：

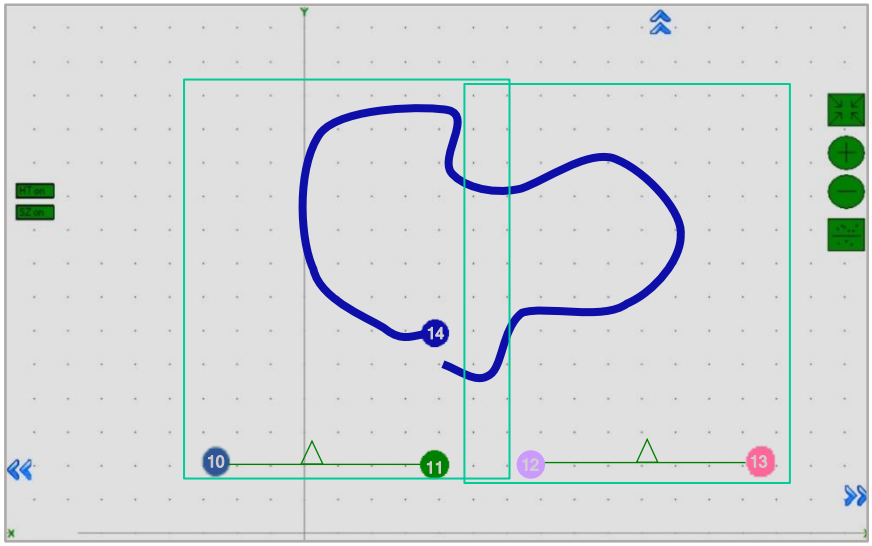
- サブマップ
- サブマップの構築
- サブマップの構築 ヘルプ動画 パート 1
- サブマップの構築 ヘルプ動画 パート 2

種類の異なるサブマップを組み合わせて使用できます。1D、2D、3D を自由に組み合わせてください。たとえば、オフィスフロアのマップに、廊下の 1D サブマップと各部屋の 2D/3D サブマップを含めることができます。これらのサブマップ全体で、必要な範囲をカバーする大きなマップになります。

サブマップ同士はビーコンを共有できるため、4 台ではなく 3 台で済みます。超音波周波数が 8 種類に限られる IA では、これが非常に役立ちます。



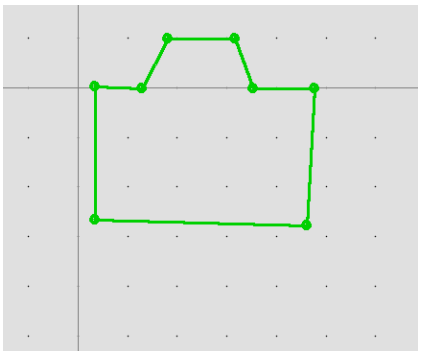
例 1：2 つの 2D サブマップに 3 台のビーコンを使用しています。ビーコン 11 は共有ビーコンで、Submap 0 と Submap 1 の両方に同時に属しています。空き周波数が 2 つ残ります：

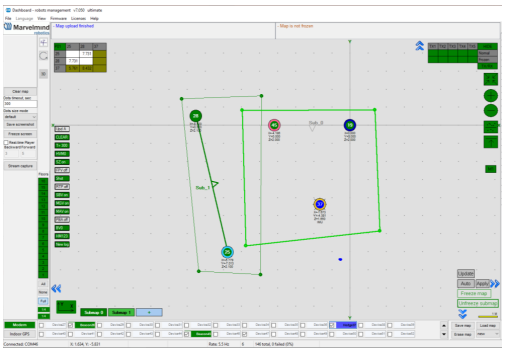


例 2：2 つの 2D サブマップに 4 台のビーコンを使用しています。Submap 0 と Submap 1 は独立しています。空き周波数が 1 つ残ります：

8.5. サブマップのサービスゾーン

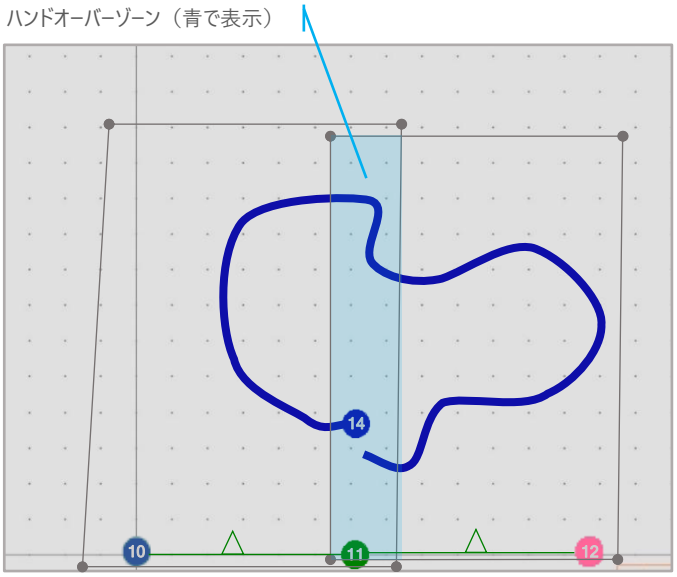
サービスゾーン（サービスエリア）とは、サブマップが担当するエリアです。構築するすべてのサブマップについて、サービスゾーンを描画する必要があります。サービスゾーンによって、各サブマップのトラッキングを分担し、それぞれの担当エリアを明確にできます。





8.6. ハンドオーバーゾーン

ハンドオーバーゾーンとは、サービスゾーン同士が重なることでできるエリアです。モバイルビーコンが、あるサブマップのサービスゾーンから別のサブマップのサービスゾーンへスムーズに移れるようにします。

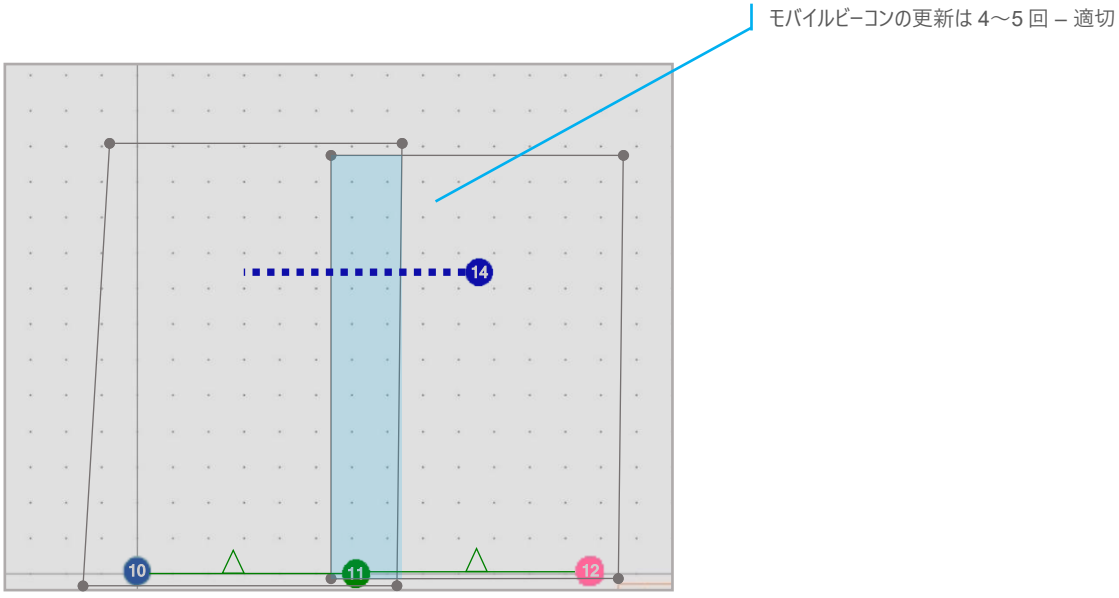


ハンドオーバーゾーンを正しく作成する方法：

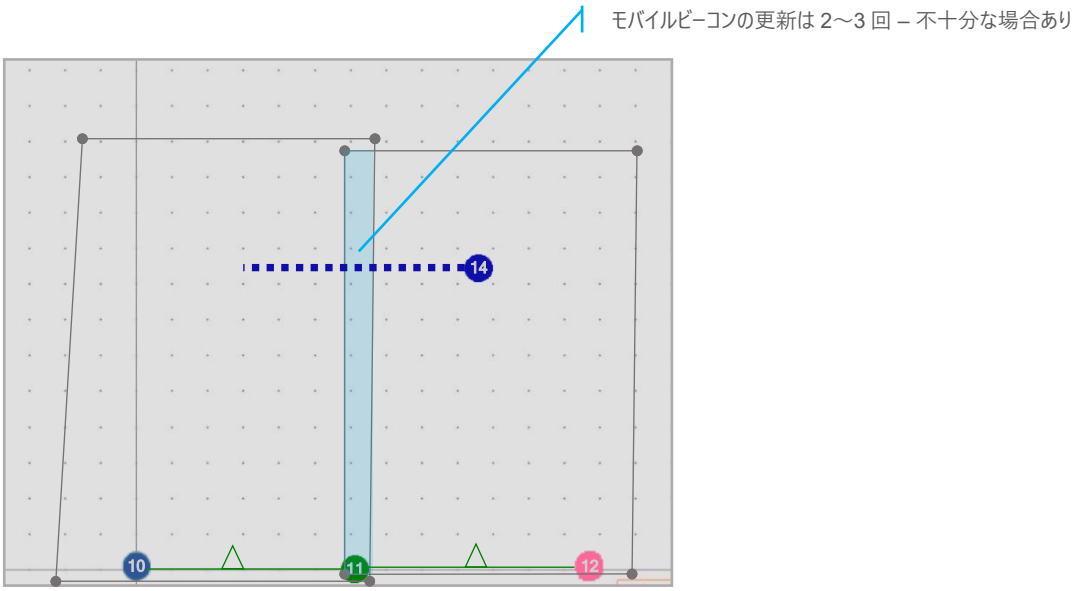
ハンドオーバーゾーンの大きさは、モバイルビーコンの速度とシステムの更新レートによって異なります。人・ロボット・コプターに取り付けたモバイルビーコンの実際の速度でテストすることをお勧めします。ハンドオーバーをスムーズかつ正確に行うための一般的な目安は、ハンドオーバーゾーン内でモバイルビーコンの位置が少なくとも 4 回更新されるようにすることです。

次の例をご覧ください：

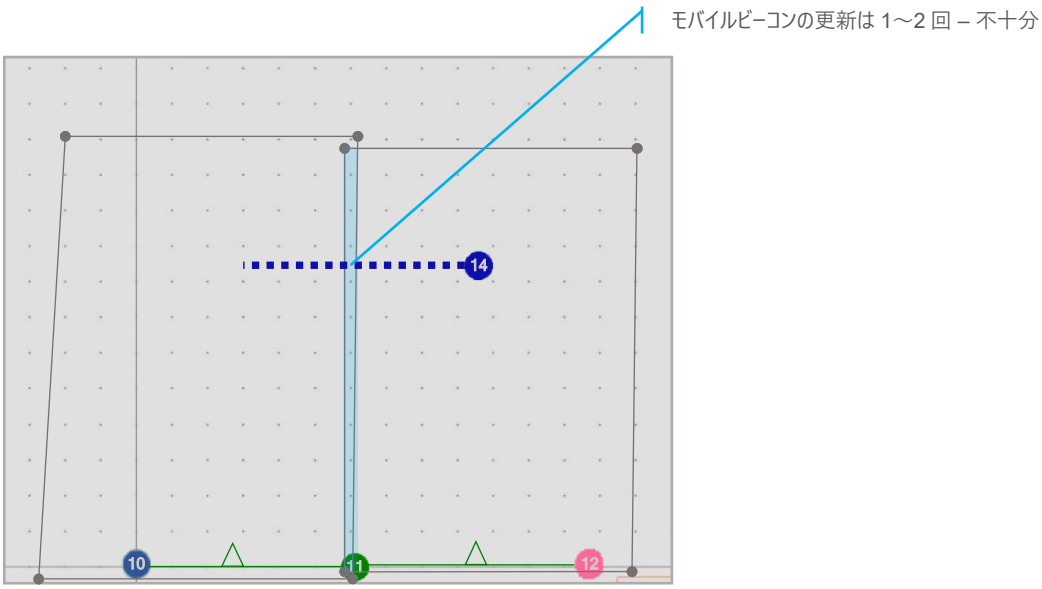
- **例 1：適切なハンドオーバーゾーン：**



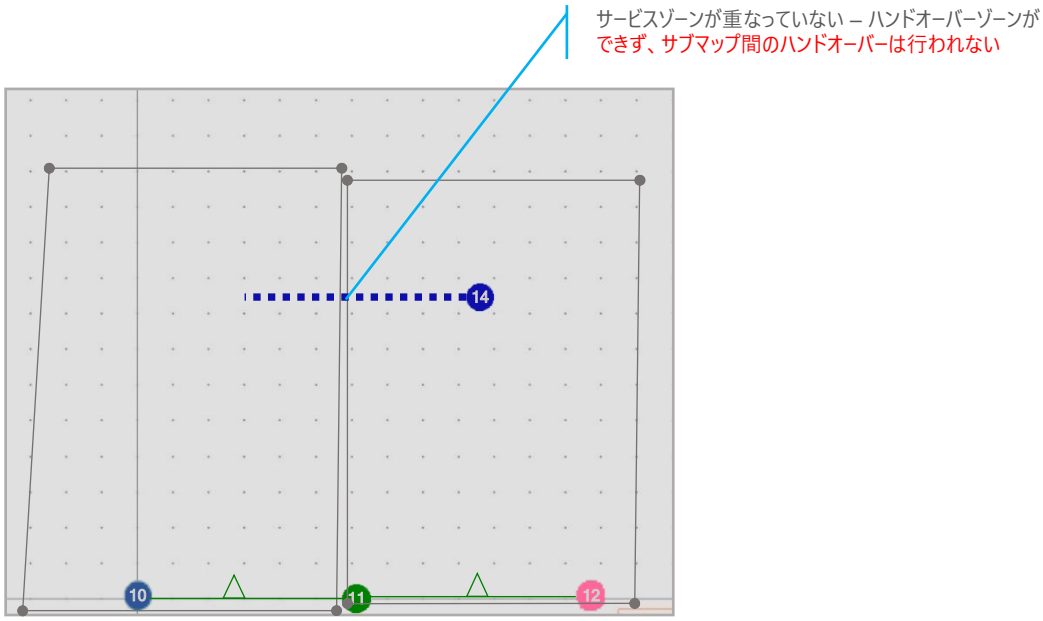
- 例 2：小さいハンドオーバーゾーン：



- **例 3：小さすぎるハンドオーバーゾーン：**



- **例 4：ハンドオーバーゾーンなし：**



Marvelmind
robotics

8.7. ビーコンの超音波周波数

システムでは、ビーコンごとに異なる超音波周波数を使用できます。これはさまざまな目的や用途に活用できます。IA では、固定ビーコンの周波数がそれぞれ異なっている必要があります。

周波数はハードウェアで決まっており、Dashboard の設定だけでは変更できない点にご注意ください

異なる周波数は次の用途に使用されます：

- IA で、IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）の動作の基本ルールとして
- Multi-frequency NIA で、複数のモバイルビーコンの更新レートを上げるため

見分けやすくするため、Dashboard では周波数の異なる固定ビーコンがそれぞれ異なる色で表示されます：

- 19 kHz ビーコン
- 22 kHz ビーコン
- 25 kHz ビーコン
- 28 kHz ビーコン
- 31 kHz ビーコン
- 34 kHz ビーコン
- 37 kHz ビーコン
- 45 kHz ビーコン

サブマップ、サービスゾーン、ハンドオーバーゾーンの詳細はこちら：屋内ナビゲーションマップの作成方法

30x30 m を超えるマップの詳細はこちら：30x30 m を超えるマップの構築方法

大規模な屋内測位システムの構築の詳細はこちら：大規模屋内測位システムの構築方法

マップに関するメインのチュートリアル動画はこちらです：

- ヘルプ：サブマップ、サービスゾーン、ハンドオーバーゾーン

確認：

- 開梱から自律走行・飛行までの 8 つの基本ステップ
- 複雑なマップを構築する方法：ステップバイステップガイド

複雑なマップ構築の詳しい解説：

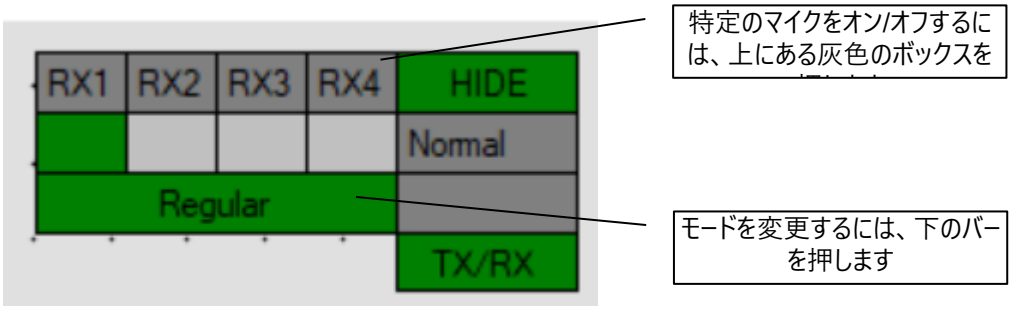
- サブマップの構築：パート 1
- サブマップの構築：パート 2

9. 機能

9.1. マイクの設定

ビーコンに外付けマイクロフォンを取り付けて、Dashboard で有効にできます。外付けマイクロフォンの詳細については、この章を参照してください。

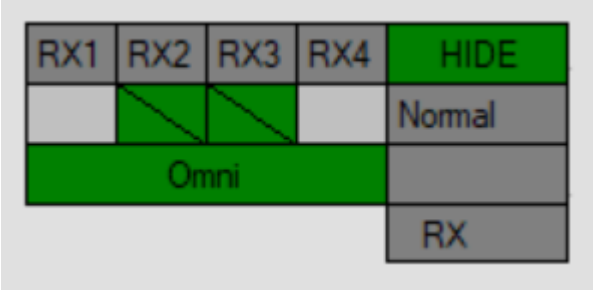
以下は、デフォルトのマイク、つまりビーコンに内蔵された唯一のマイクの設定です。



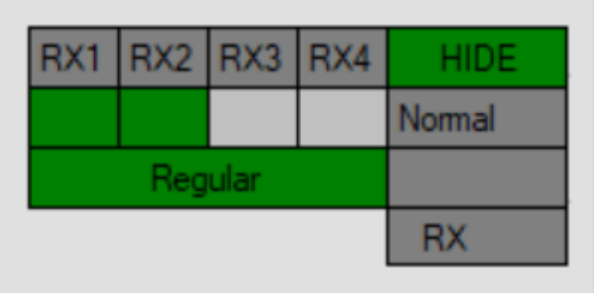
9.1.1. Marvelmind の各デバイス

以下は、Marvelmind の各デバイスのマイク設定です：

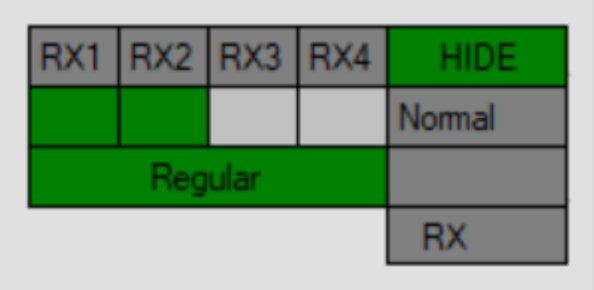
バッジ：



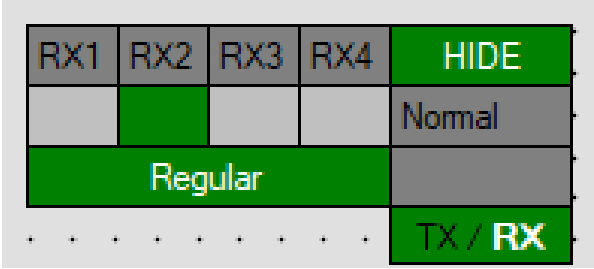
ジャケット：



ヘルメット：



Horn：



9.1.2. 単体の Omni-Microphone

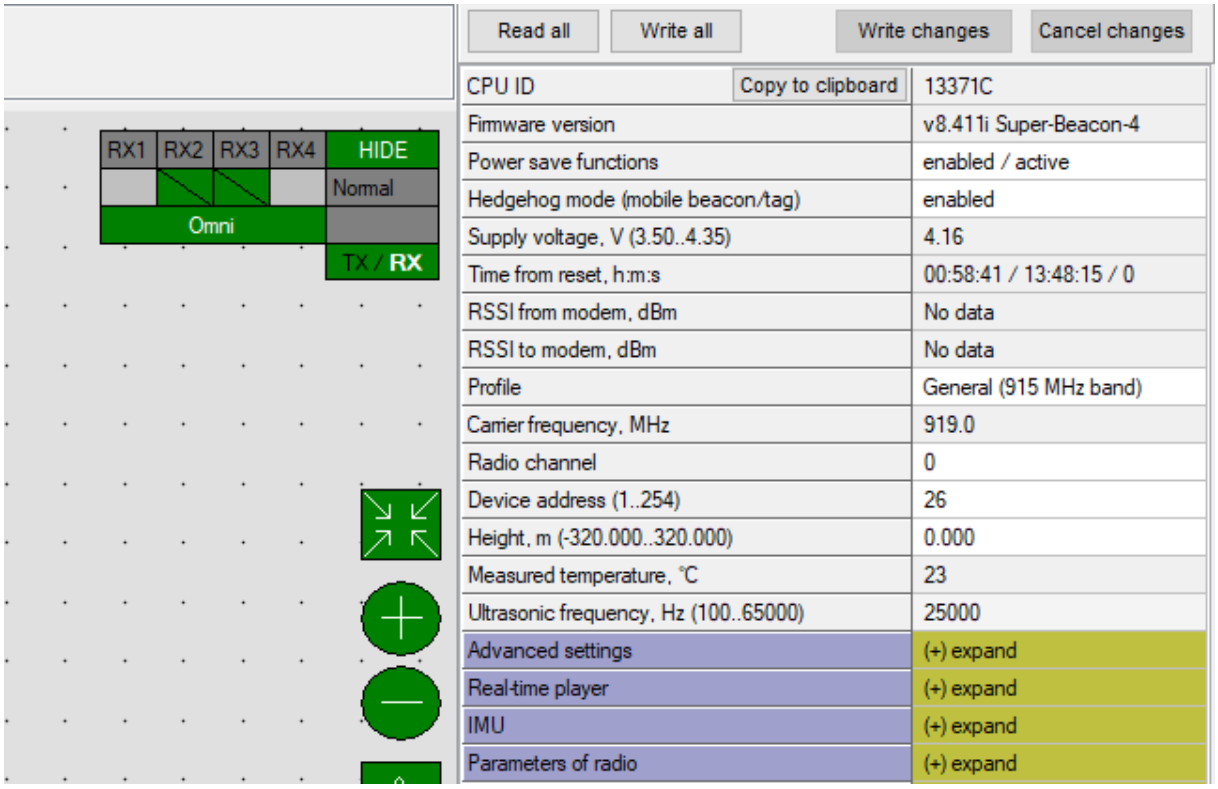
性能を向上させるために、別売りの Omni-Microphone を追加でご購入いただけます。

ご購入の前に、Omni-Microphone をどのデバイスで使用する予定か、お知らせください。マイクロフォンの物理的な接続方法については、該当の章を参照してください。

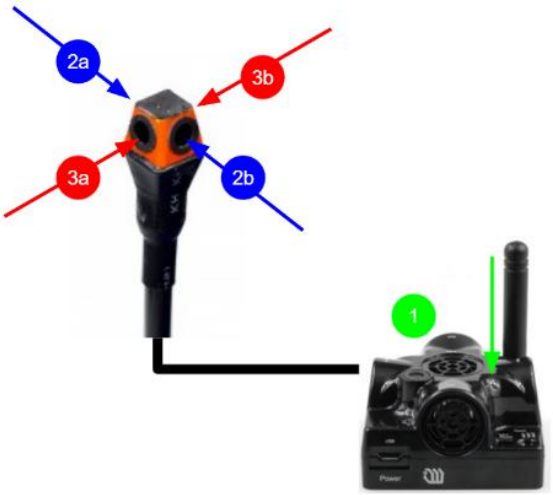
Super-Beacon では、Omni-Microphone は RX3 と RX4 で Omni モードで動作します。Super-Beacon-2、3、4 では、Omni-Microphone は RX2 と RX3 で Omni モードで動作します。

- ご注意ください。Omni-Microphone を基板にはんだ付けするには、はんだ付けの技術が必要です。

- Omni-Microphone を選択するための設定：



Omni-Microphone 上の各マイクの位置は、以下のとおりです：

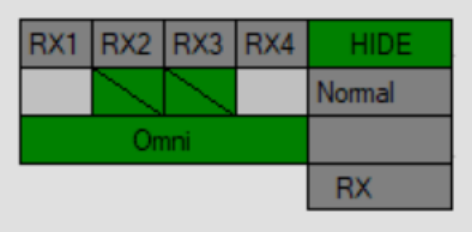


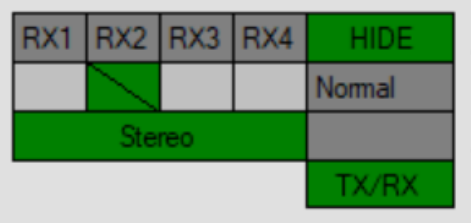
Marvelmind robotics

Super-Beacon-2、3、4 で Omni-Microphone を Omni モードで使う場合の正しい設定例：

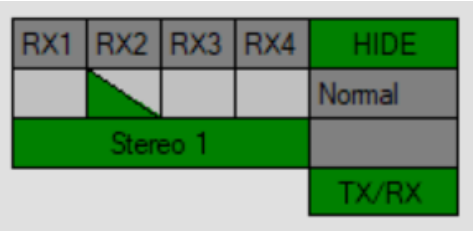
また、Omni-Microphone の特定のマイクを使いたい場合は、Stereo モードに切り替えて、いずれかのペア、またはペア内の 1 つのマイクだけをオンにすることもできます。

Omni-Microphone のいずれかのペアをオンにするには、お使いの Super-Beacon とオンにしたいペアに応じて、RX2…RX4 と表示されたボックスをクリックします：





特定のペアのマイクのうち 1 つだけをオンにするには、CTRL ボタンを押しながら、RX2…RX4 の下にある該当するボックスを押します：



9.2. モデム切断時の再起動

この機能は、ビーコンがモデムとの接続を失ったときに、ビーコンをリセットします。

この機能をオンにするには、次の手順に従います。

9.2.1.USB または無線でビーコンに接続し、設定バーの「Misc. settings」を展開します：

Misc. settings	(-) collapse
Sleep by timeout	60 sec no connection
Sleep with external power	60 sec no connection
Status LED	enabled
Restart if modem is disconnected	disabled
Timeout of restart without modem, sec (5..250)	n/a

9.2.2.「Restart if modem is disconnected」オプションを有効にします：

Misc. settings	(-) collapse
Sleep by timeout	60 sec no connection
Sleep with external power	60 sec no connection
Status LED	enabled
Restart if modem is disconnected	enabled
Timeout of restart without modem, sec (5..250)	10

9.2.3.「Timeout of restart without modem」（モデムなしで再起動するまでのタイムアウト）

Misc. settings	(-) collapse
Sleep by timeout	60 sec no connection
Sleep with external power	60 sec no connection
Status LED	enabled
Restart if modem is disconnected	enabled
Timeout of restart without modem, sec (5..250)	10

に、秒単位で値を入力します：

9.2.4.これで「Restart if modem is disconnected」機能の設定は完了です。

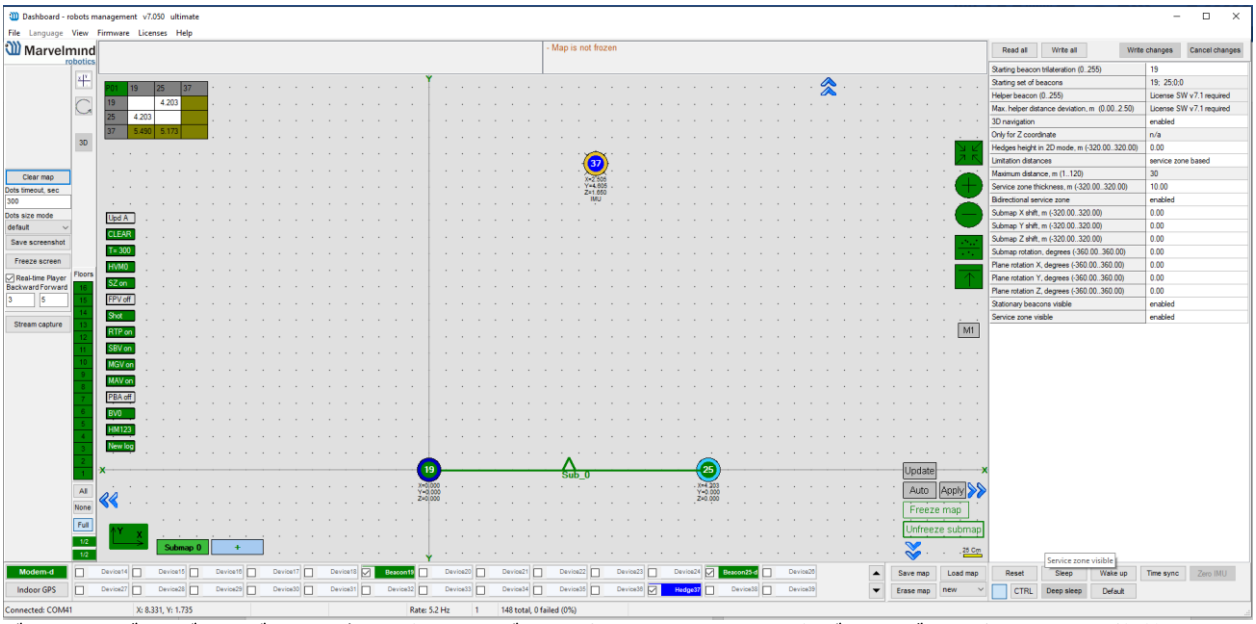
Marvelmind robotics

9.3. ジオフェンスゾーン

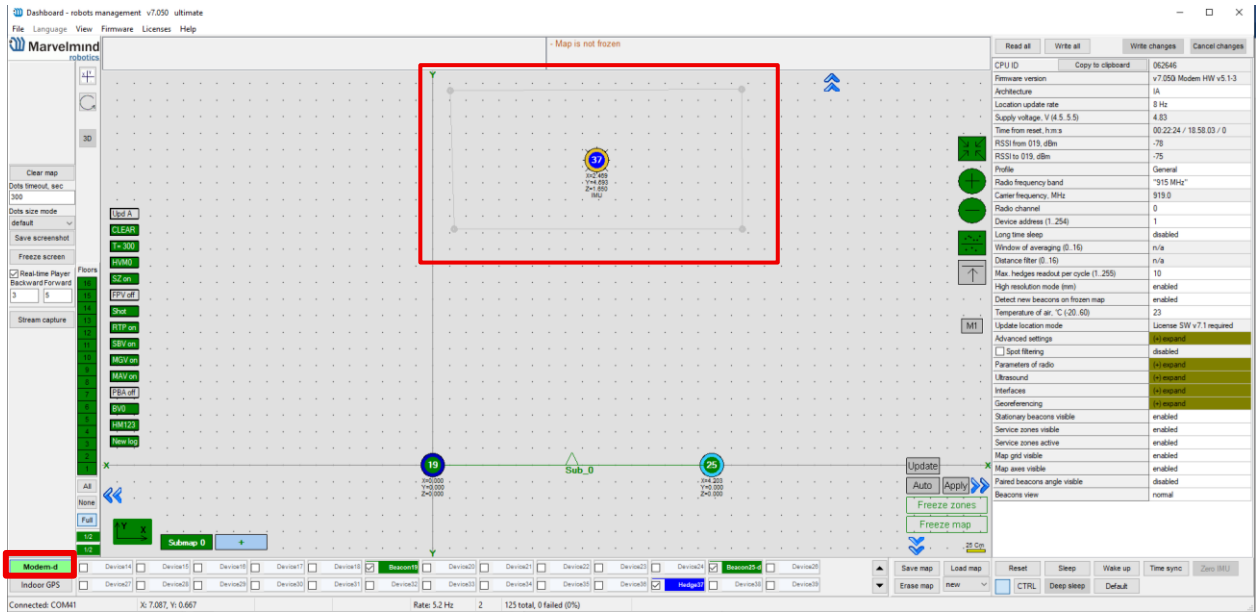
ジオフェンスゾーンはゾーンの一種で、人員が危険区域に立ち入るのを防ぐために作成できます。ゾーン違反が発生するとアラームが作動し、CSV ファイルに記録されます。

ジオフェンスゾーンの作成方法：

- マップの固定を解除します。サブマップは固定したままでもかまいません

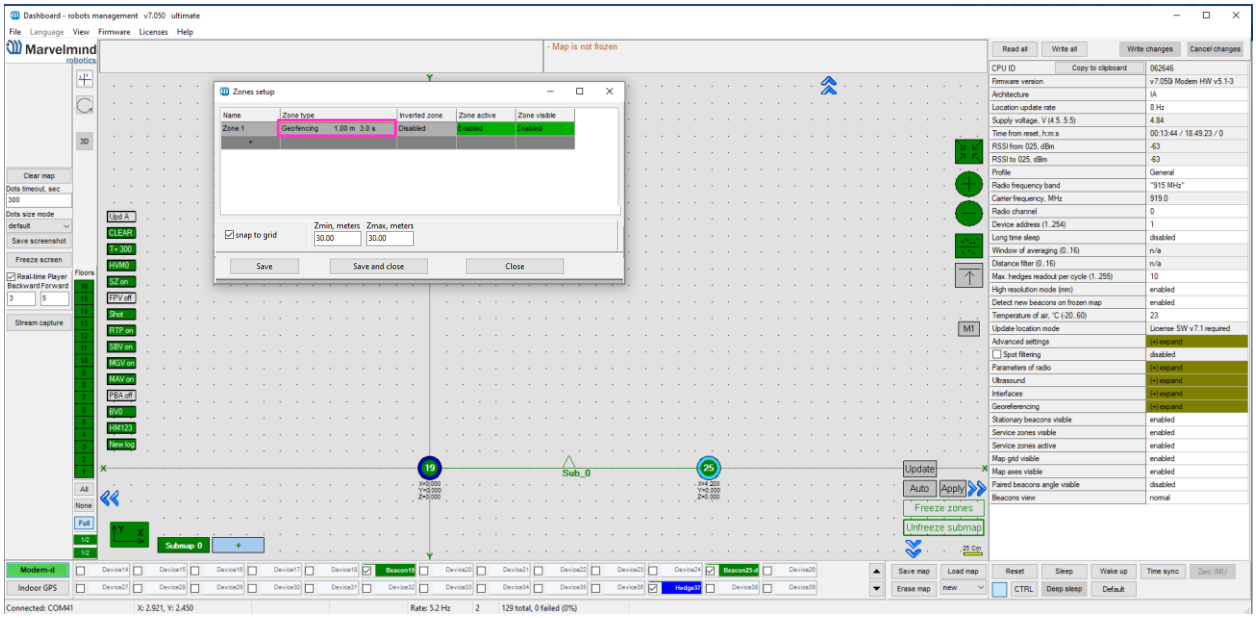


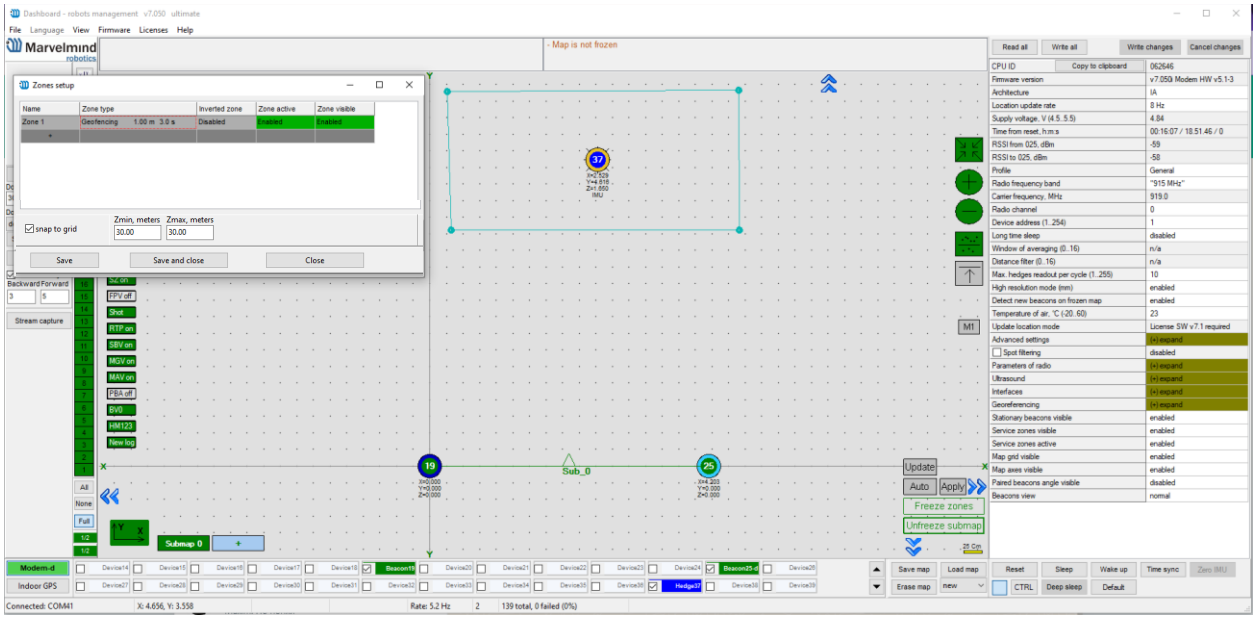
- ジオフェンスゾーンが 1 つだけの場合は、左下でモデムを選択し、Shift + マウス左ボタンでゾーンを描画します。複数のゾーンを作成する場合は、以下の手順を確認してください！



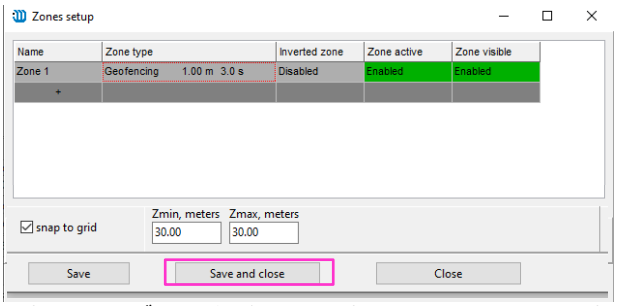
Marvelmind robotics

- マップを右クリック -> **Zones setup**（ゾーン設定）



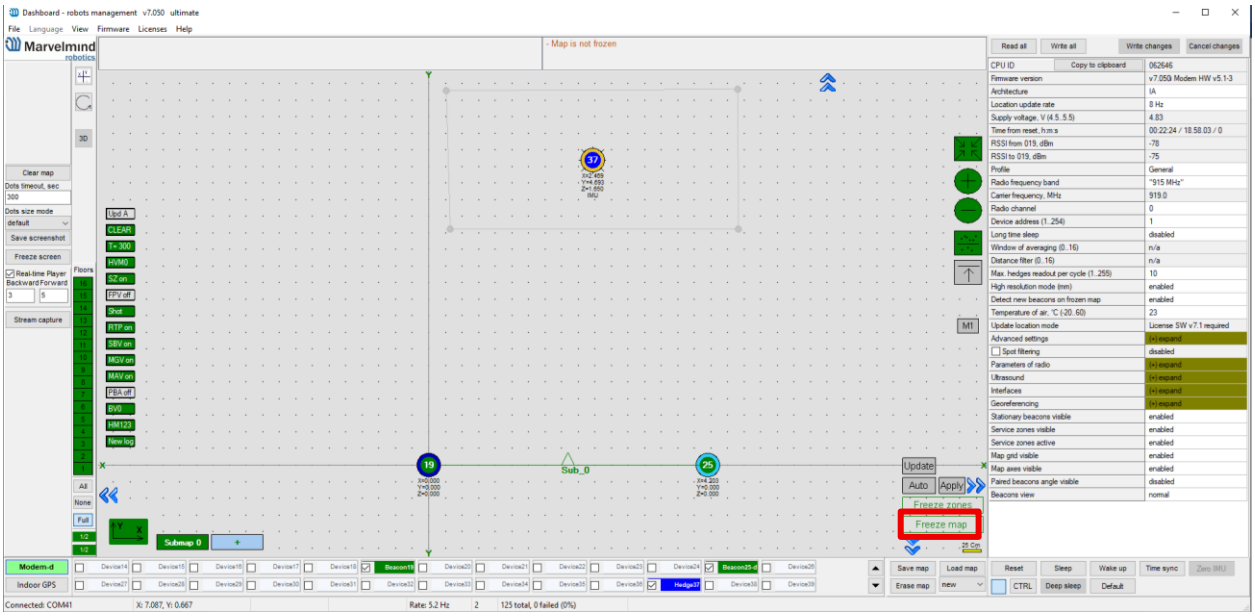


- 「Zone type」を左クリックして、「Geofencing」を選択します

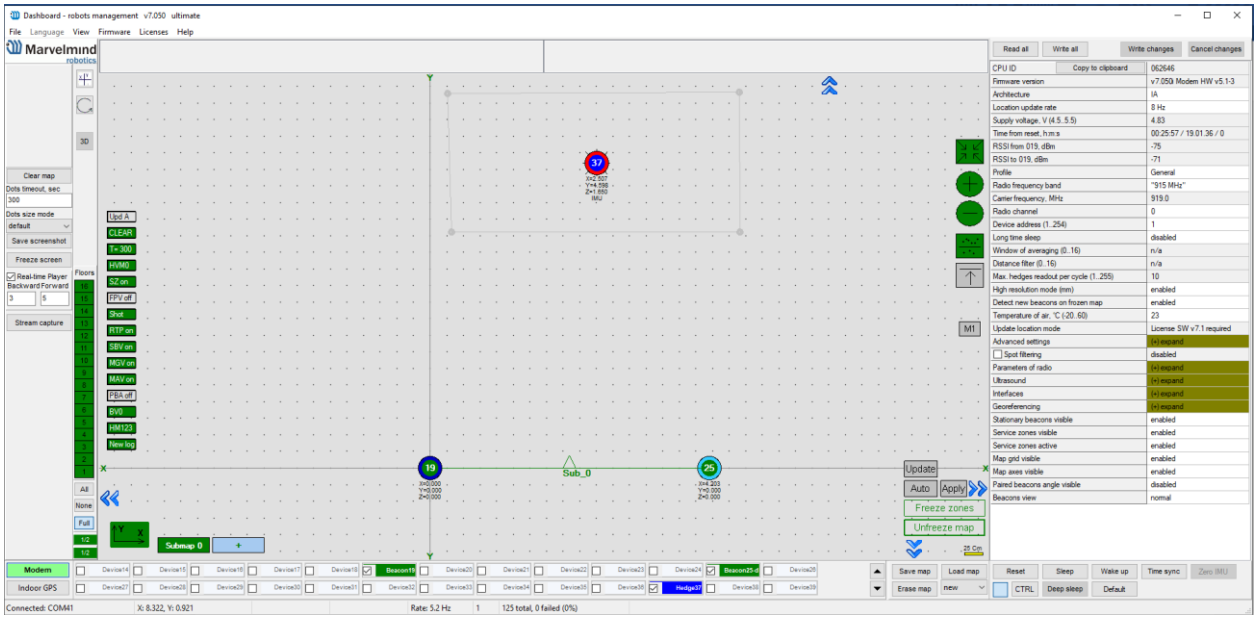


- マップ上で Shift + 左クリックして点を置き、ゾーンを作成します。点をクリックすると、その点が削除されます
- 距離と時間を入力してゾーンを調整できます。ゾーンを作成したら、「Save and close」（保存して閉じる）を押してゾーンを保存します

- 「Zones setup」ウィンドウで「Save and close」を押すと、ゾーンが灰色になります。マップを固定します



- ゾーンが作成され、使用できる状態になりました。モバイルビーコンが設定した距離と時間を超えてゾーンに入ると、その違反が CSV ファイルに記録され、Dashboard 上でモバイルビーコンが赤で表示されます

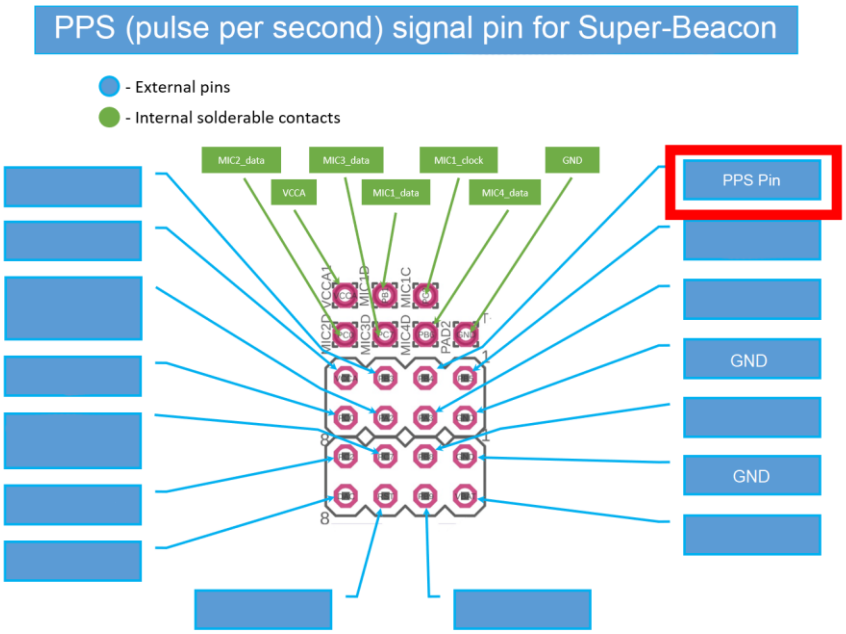


9.4. PPS（Pulse per Second）信号

この機能は、Super-Beaconから毎秒パルス信号を得るために使用します。NIAのSuper-Beaconでのみ動作します。

PPSをオンにするには、以下の手順に従います：

9.4.1.図に従って、Super-Beaconの4x4ピン配置にスピーカーを接続します：



9.4.2.Dashboardまたは無線でビーコンに接続し、設定バーの「Interfaces」を展開します：

Interfaces	(-) collapse
UART speed, bps	500000
Streaming output	USB+UART
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
PB4 pin function	SPI MISO
Quality and extended location data	disabled
Alarm pin function	None
Alarm pin mode	n/a
Streaming mode	License SW v7.1 required
Debugging data	disabled
SPI data output	disabled

9.4.3.「PB$ pin function」オプションで「PPS output」を選択します：

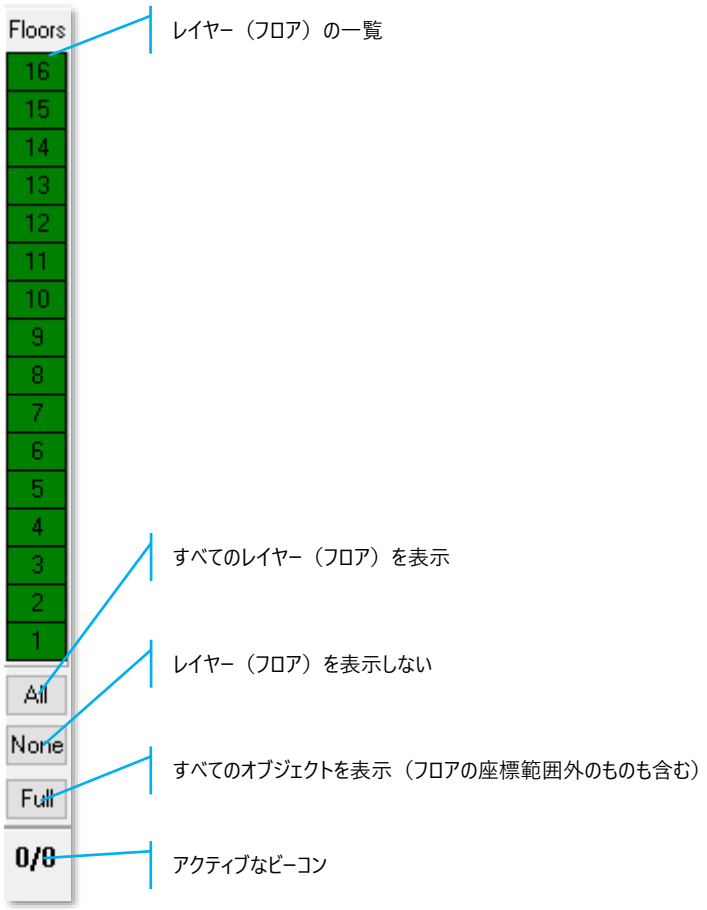
Interfaces	(-) collapse
UART speed, bps	500000
Streaming output	USB+UART
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
PB4 pin function	PPS output
Quality and extended location data	disabled
Alarm pin function	None
Alarm pin mode	n/a
Streaming mode	License SW v7.1 required
Debugging data	disabled
SPI data output	disabled

9.4.4.これでPPSピンの設定は完了です。

9.5. フロア機能

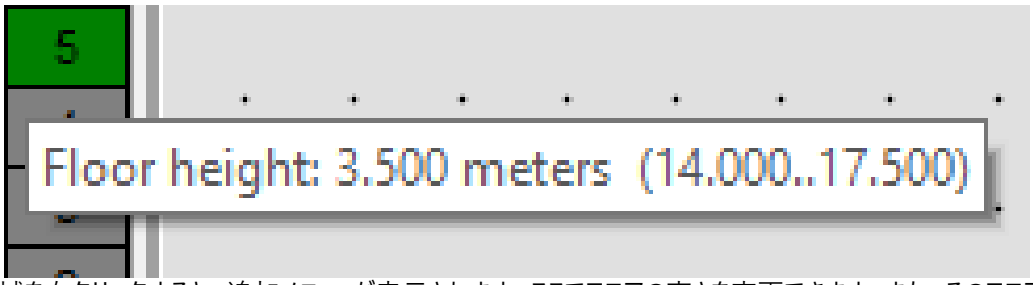
9.5.1. 全体画面

フロア機能を使うと、建物の複雑な多層マップを作成できます。各サブマップは特定の高さに対応し、高さはフロアに対応します。



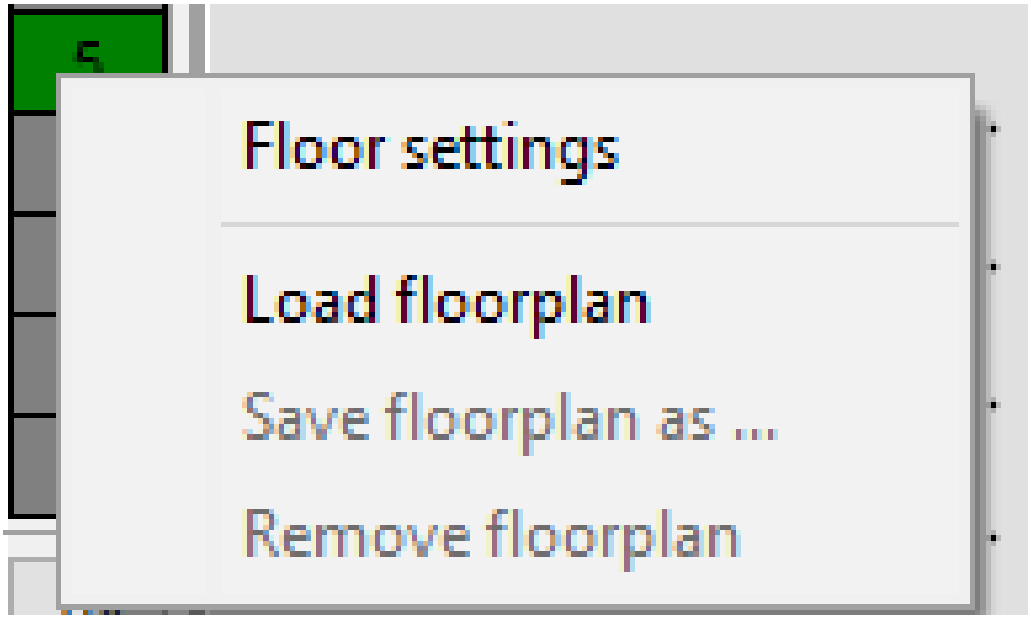
9.5.2. フロアの設定

- 各フロアには、調整可能な高さとフロアプランがあります



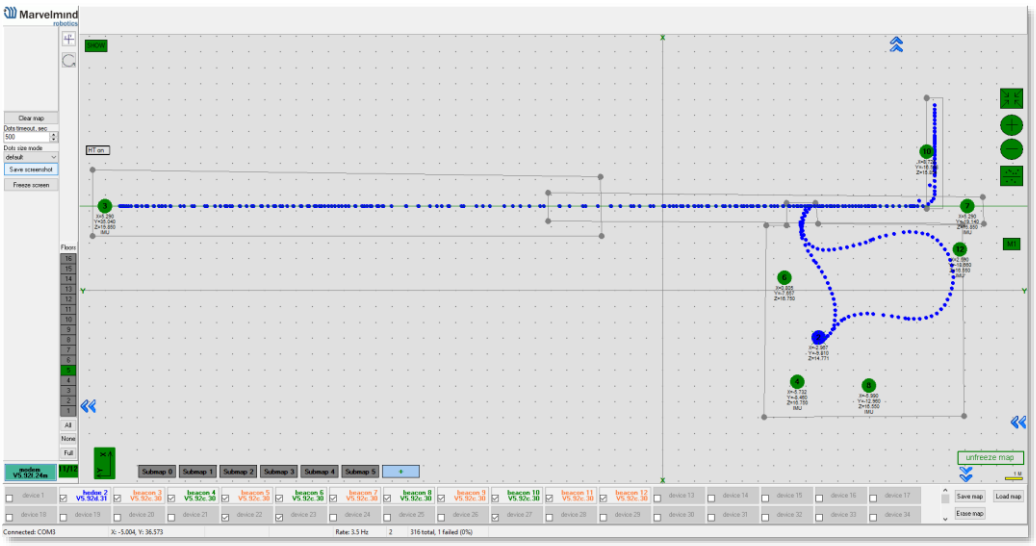
- フロアの領域を右クリックすると、追加メニューが表示されます。ここでフロアの高さを変更できます。また、そのフロアのフロアプラン（png、.jpeg、.bmp、.tiff）を挿入することもできます

- フロア 4 と 5 を有効にした状態：

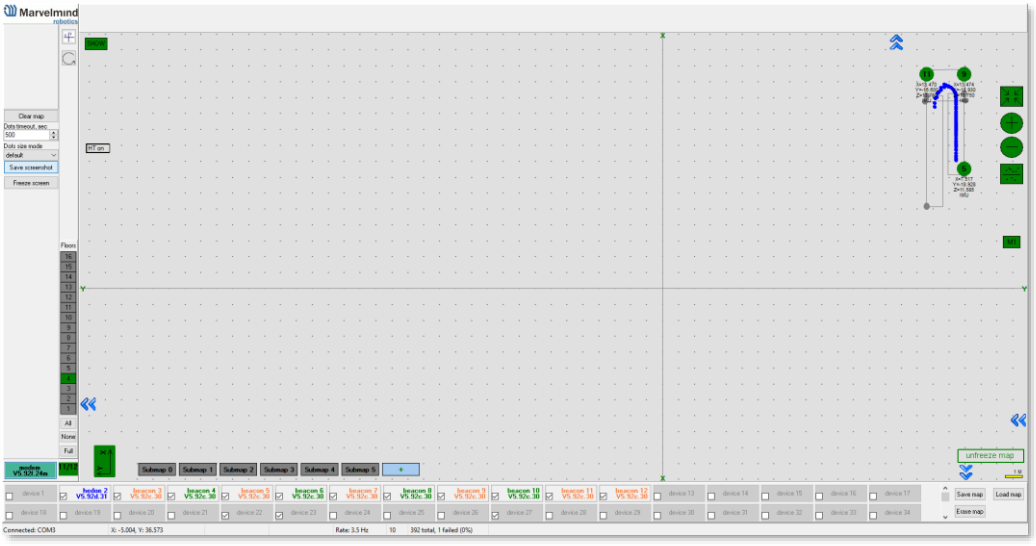




- フロア 5 を有効にした状態：



- フロア 4 を有効にした状態：



9.5.3. マップレイヤー

マップは複数のレイヤーで構成されています。各レイヤーは他のレイヤーに関連付けることができます。

4) サービスゾーン

3) ビーコンとサブマップ

2) Floorplan – ビーコンを設置したフロアの平面図・図面・画像

1) Ether – マップのグリッド



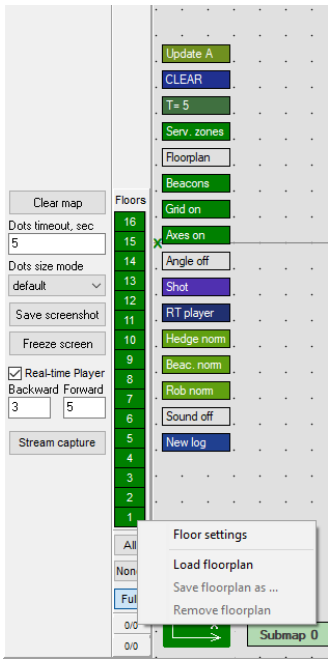
Marvelmind robotics

9.6. フロアプラン機能

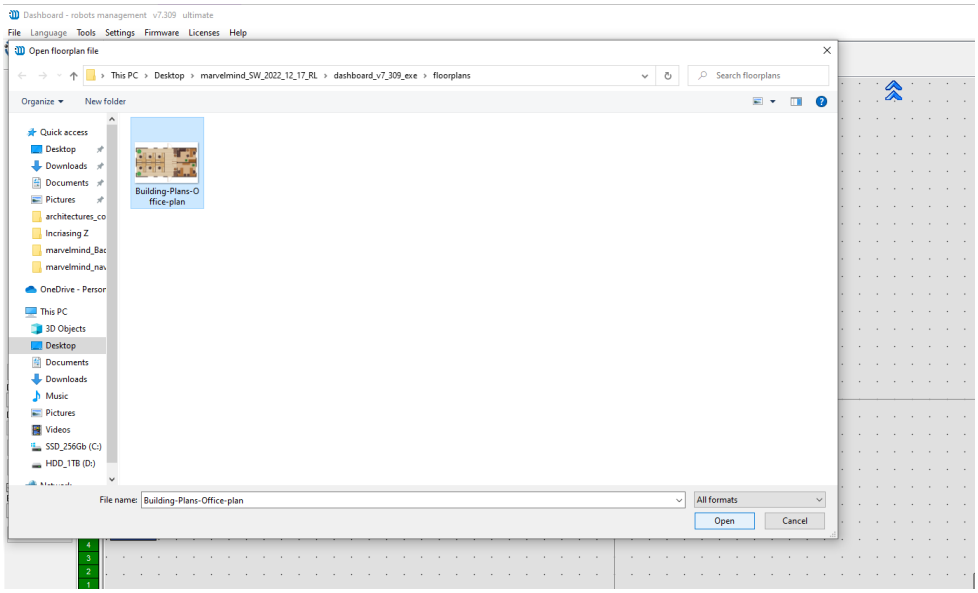
この章では、Dashboard でフロアプランを読み込んで使用する方法を説明します。

9.6.1. フロアプラン（背景画像）の読み込み

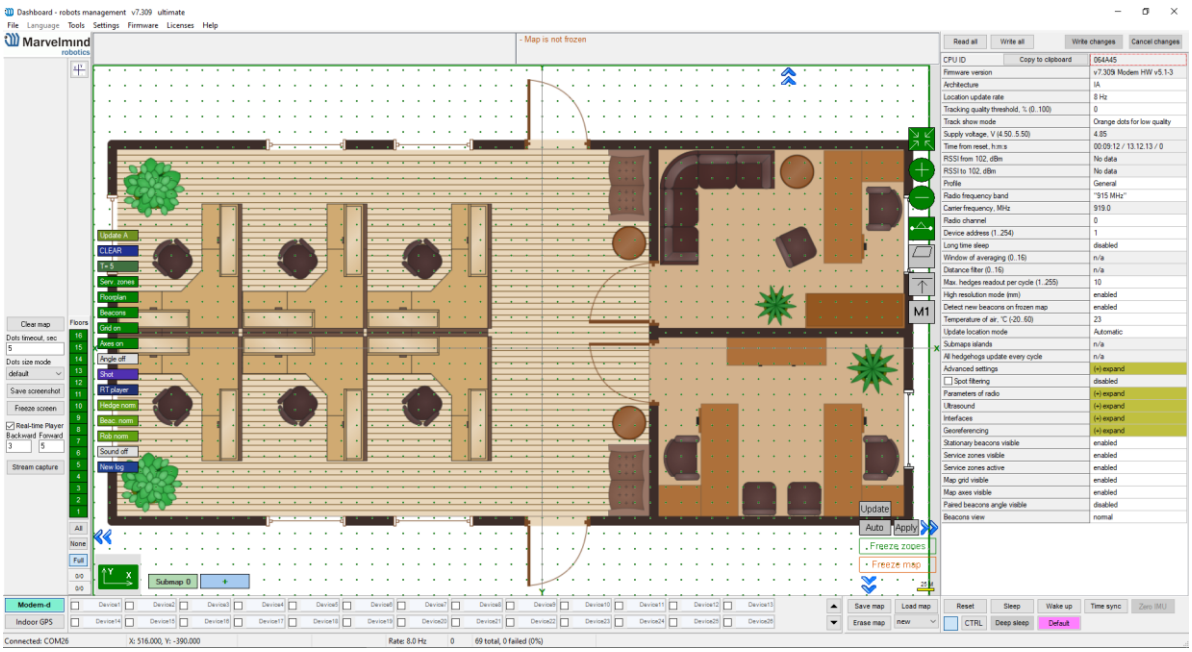
フロアプランを読み込むには：



- 左側の「Floors」パネルで、対象のフロアを右クリックします
- 「Load floorplan」->ファイルを選択します（.png、.jpeg、.bmp、.tiff）。



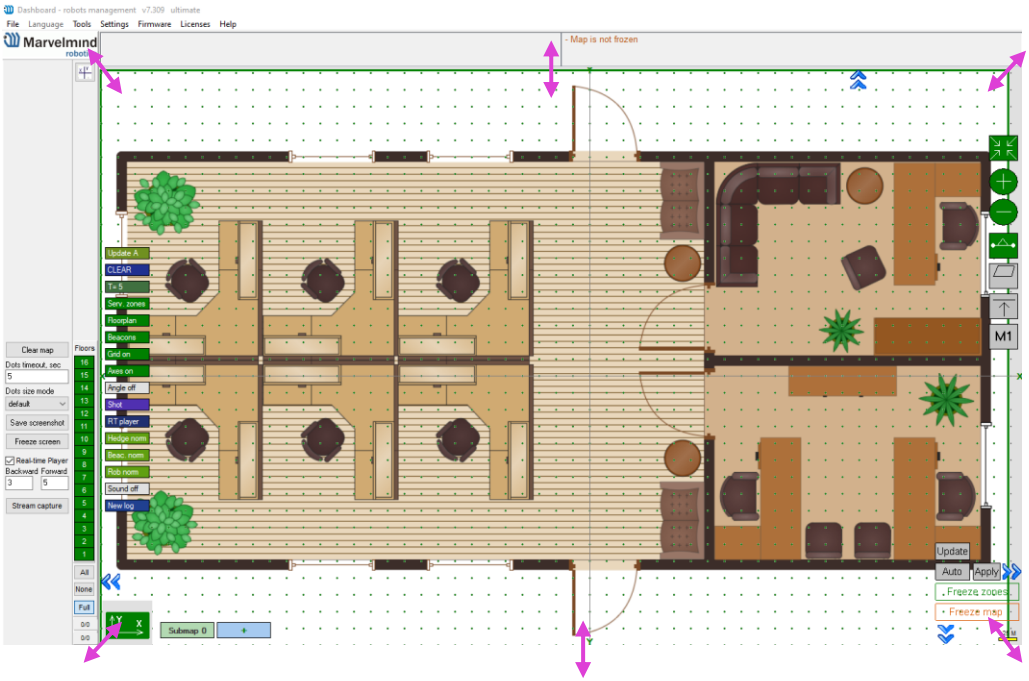
- フロアプランが読み込まれました：



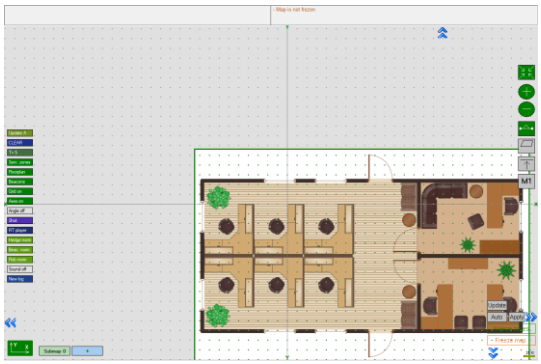
9.6.2. フロアプランのスケーリング

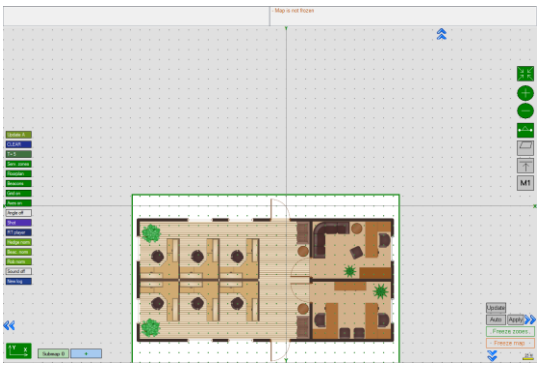
Dashboard でフロアプランのサイズを変更する方法は 2 つあります。

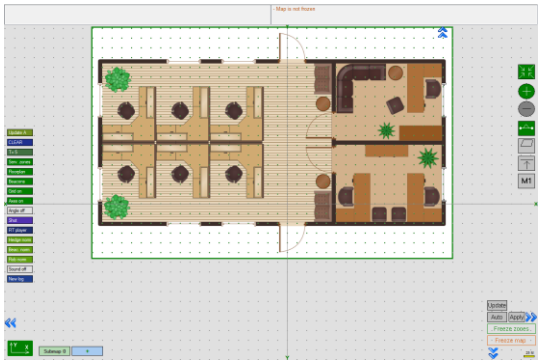
1) 画像のいずれかの辺から、フロアプランをドラッグします：



図面は縦横均等に拡大・縮小され、画像がゆがむことはありません：

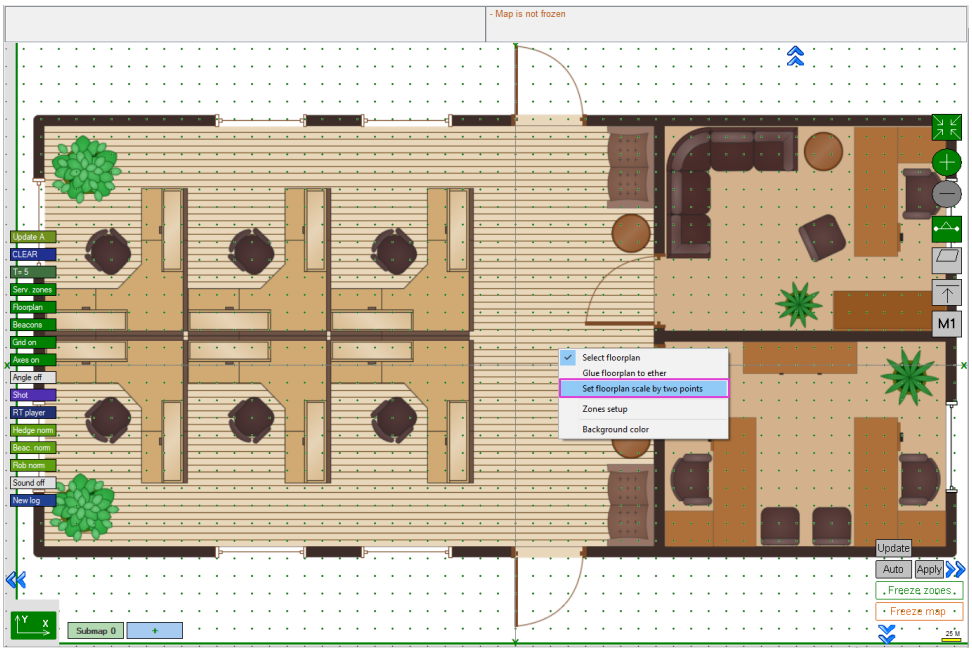




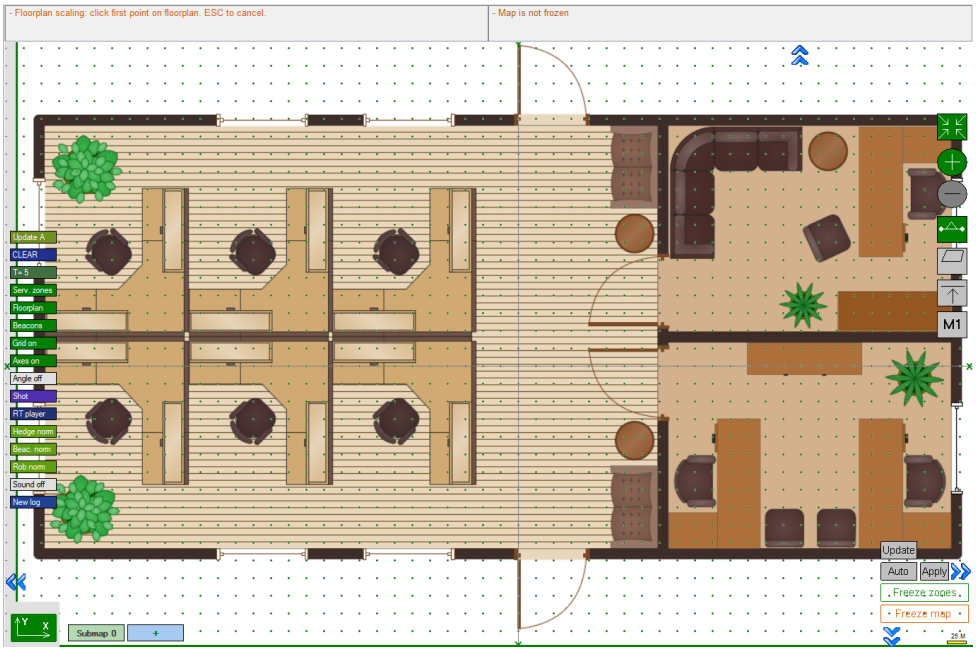


2) 2 点でフロアプランの縮尺を設定する：

- フロアプランを右クリック =>「Set floorplan scale by two points」：



- フロアプラン上の 1 点目をクリックします（ESC でキャンセル）：

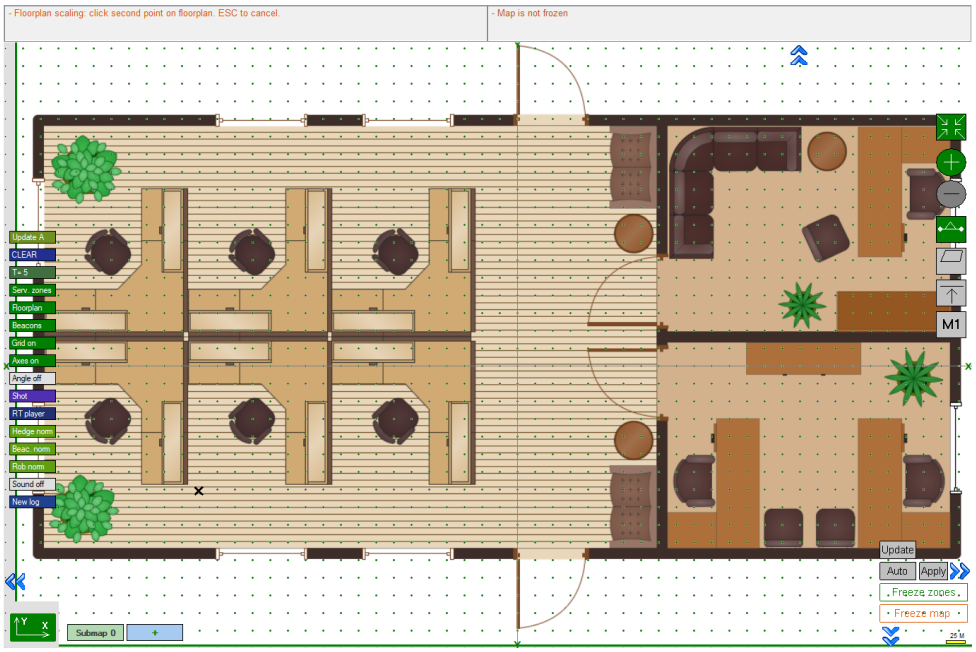


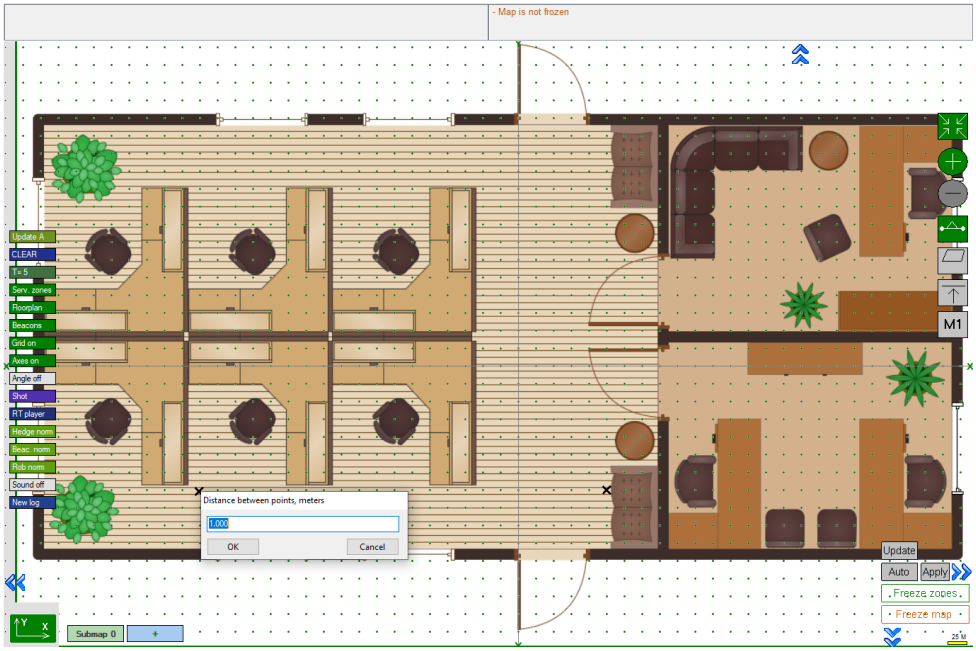
- 選択した点に黒い十字が表示されます：



Marvelmind robotics

- フロアプラン上の 2 点目をクリックします：

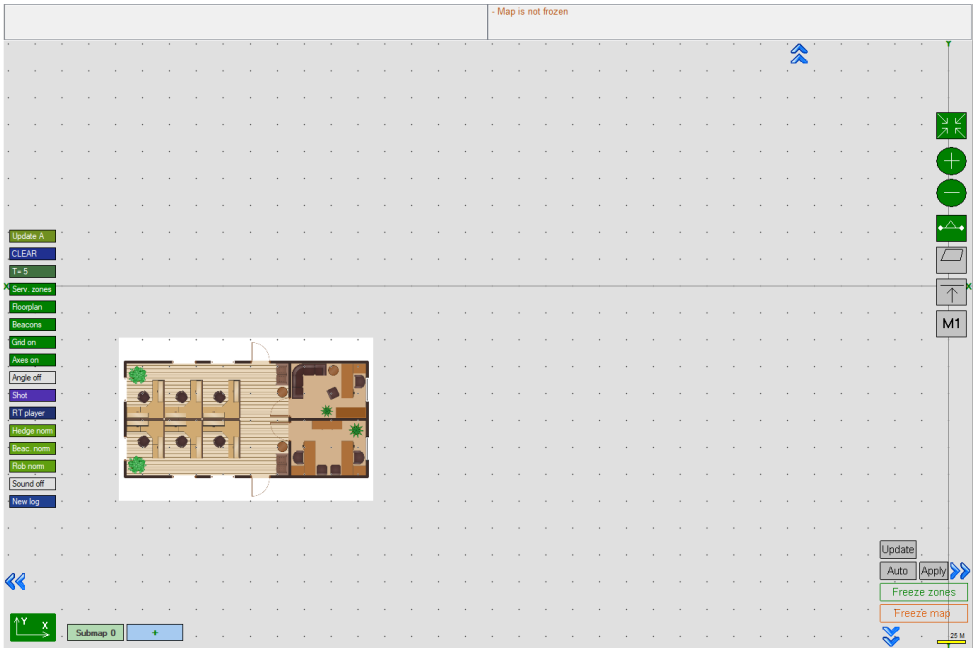




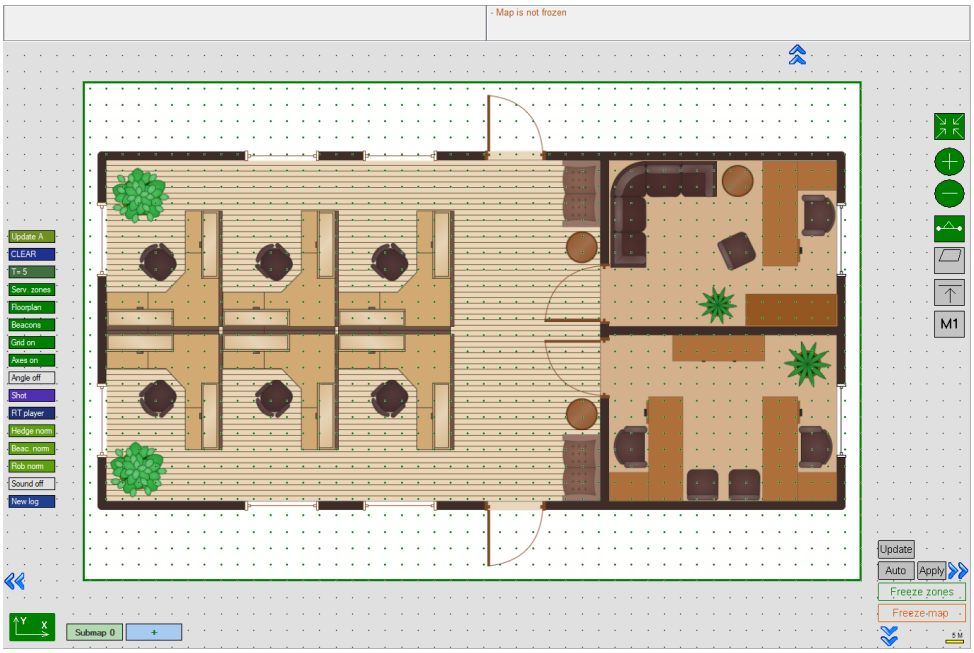
- 2 点間の距離を入力します：

Marvelmind robotics

- 指定したパラメーターに合わせて、図面の縮尺が調整されます：



- マウスホイールで、マップの縮尺を変更します：

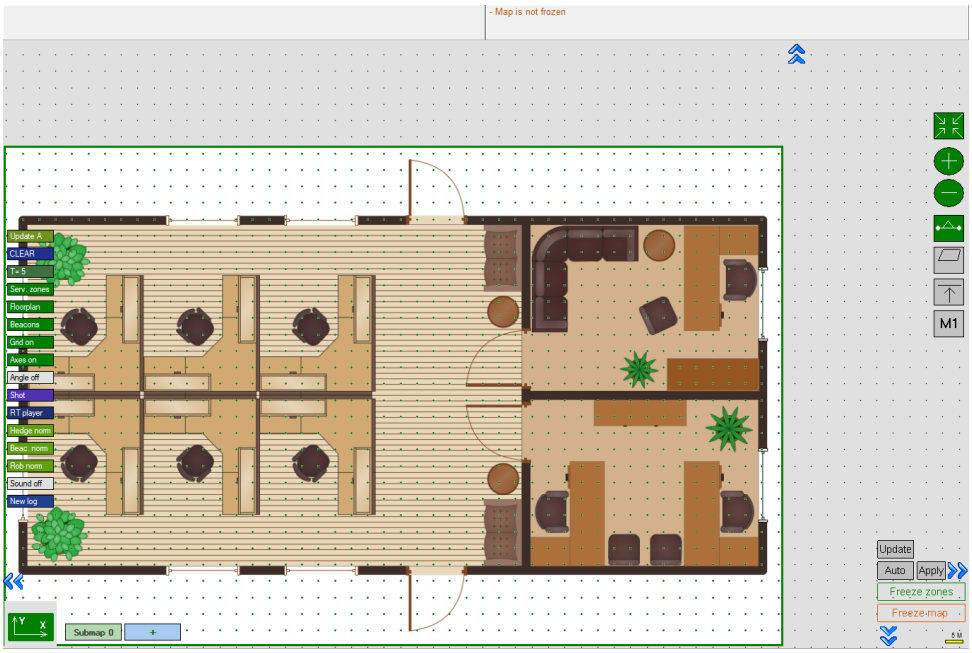


- これで縮尺の設定は完了です。

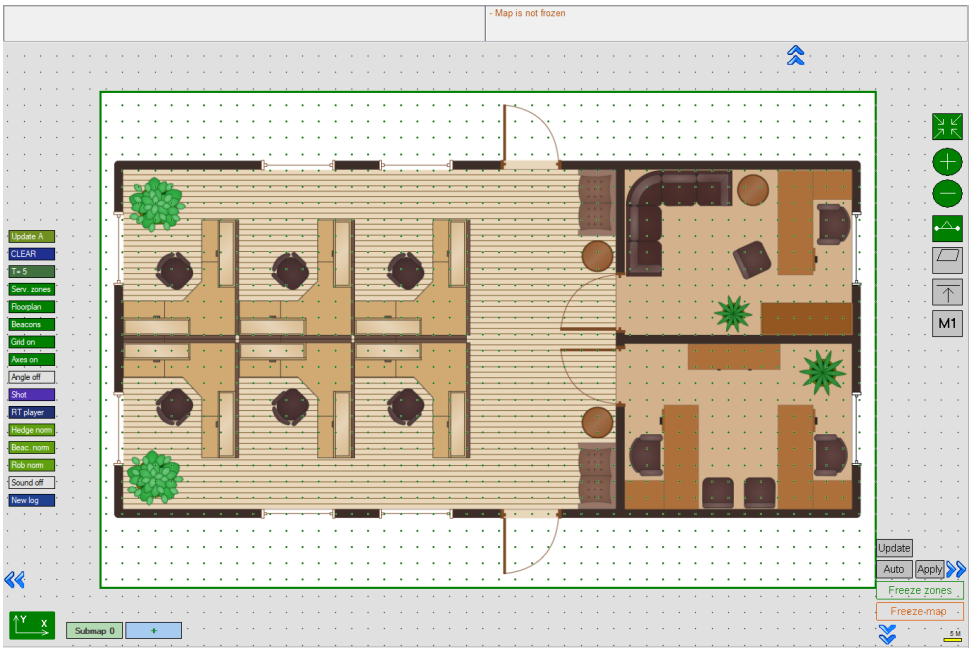
Marvelmind robotics

9.6.3. マップ上でフロアプランを移動する

- フロアプランを移動するには、フロアプランをマウスの左ボタンでクリックし、そのまま押し続けます：



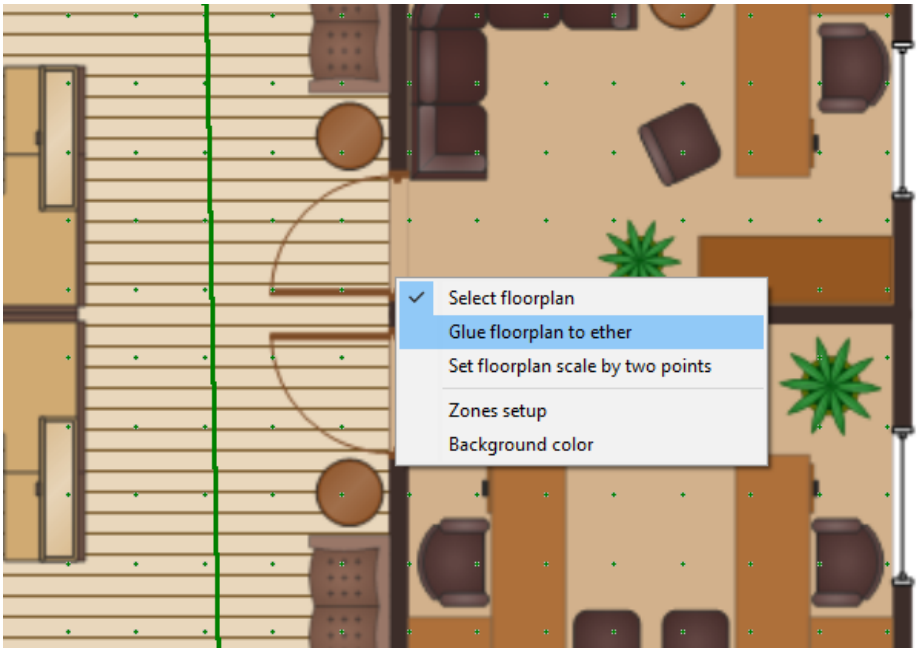
- 図面を目的の位置までドラッグします：



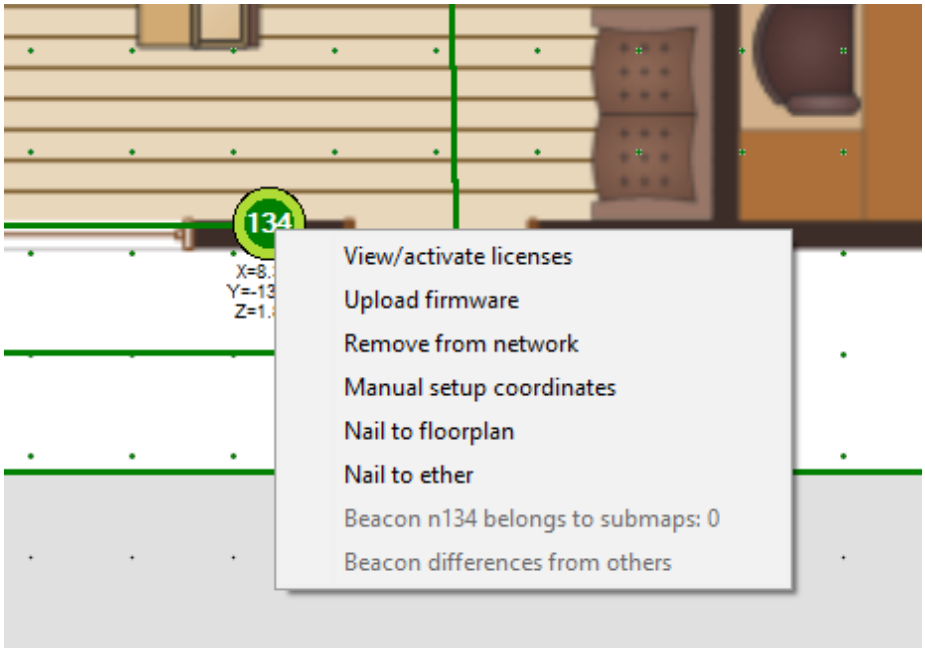
Marvelmind robotics

9.6.4. フロアプランのその他の設定

- フロアプランの領域を右クリックすると、追加メニューが表示されます。「Glue floorplan to ether」を押すと、フロアプランの位置がマップのグリッド（Ether）に合わせて固定されます。



- ビーコンを右クリックすると、追加メニューが表示されます。ここで、ビーコンをフロアプランまたは Ether にピン留めできます。



9.7. フィルター

これらの機能は、トラッキングをより安定させ、モバイルビーコンの位置の「飛び」を防ぐのに役立ちます。

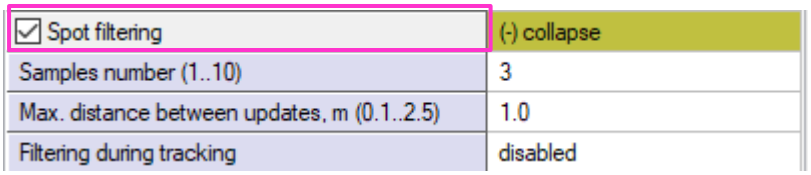
9.7.1. スポットフィルタリング

この機能は、Dashboard 上でのモバイルビーコンの「飛び」を除去するために使用します。IA、NIA、MF NIA で利用できます。

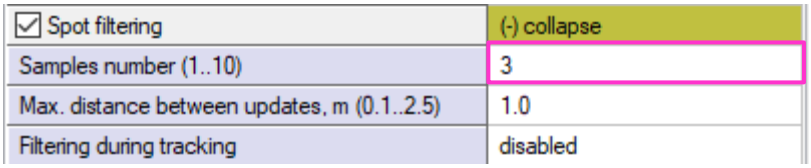
この機能はモデム側で動作します。

使い方：

- モデムを PC に接続した状態で Dashboard でモデムを選択し、「Spot filtering」パラメーターにチェックを入れます。フィルターに関係する点の数は、次のとおりです：

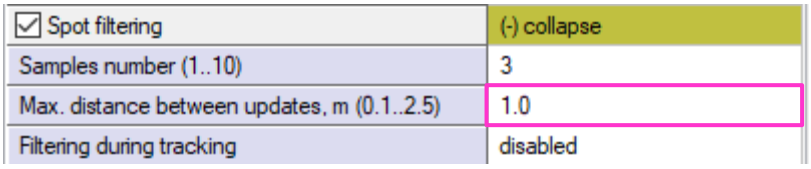


Spot filtering	(-) collapse
Samples number (1..10)	3
Max. distance between updates, m (0.1..2.5)	1.0
Filtering during tracking	disabled



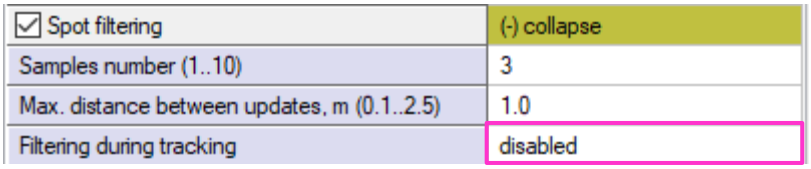
Spot filtering	(-) collapse
Samples number (1..10)	3
Max. distance between updates, m (0.1..2.5)	1.0
Filtering during tracking	disabled

- 「Samples number」（フィルタリングを開始する最小の点数）を入力します：



Spot filtering	(-) collapse
Samples number (1..10)	3
Max. distance between updates, m (0.1..2.5)	1.0
Filtering during tracking	disabled

- 「Max. distance between updates」（点と点の間の最大距離）を入力します：



Spot filtering	(-) collapse
Samples number (1..10)	3
Max. distance between updates, m (0.1..2.5)	1.0
Filtering during tracking	disabled

- デバイスの移動中にもフィルタリングするには、「Filtering during tracking」を有効にします。

Marvelmind robotics

9.7.2. 平均化ウィンドウ（NIA のみ）

モバイルビーコンの位置を平均化するスライディングウィンドウのサイズです。

使い方：

- モデムを PC に接続した状態でモデムを選択し、「Window of averaging」欄にスライディングウィンドウのサイズを入力します：

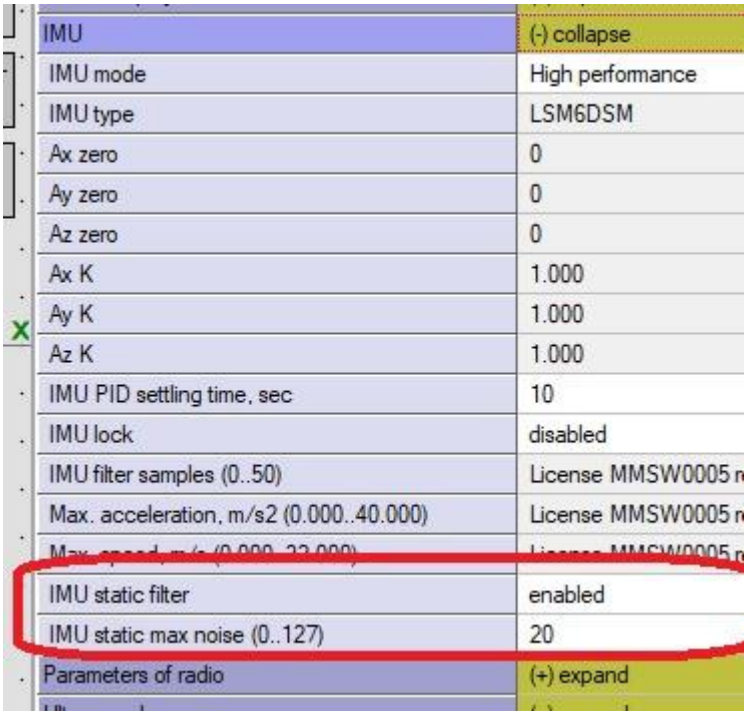
Radio channel	0
Device address (1..254)	1
Long time sleep	disabled
Window of averaging (0..16)	0
Distance filter (0..16)	0

この機能をオンにすると、レイテンシが大きくなることに注意してください。

9.7.3. 静止フィルター

バージョン 4 以降のビーコンには、IMU でビーコンが静止しているかどうかを検出し、Dashboard 上での静止時の位置の飛びを除去する静止フィルター（Static Filter）が搭載されています。

必要に応じて、ビーコンの設定でこのフィルターを無効にし、より生に近いデータを得ることができます：



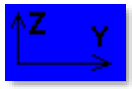
9.8. 軸回転機能

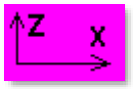
9.8.1.全体画面

軸の拡張機能により、マップを回転できます。ビューは 90°刻みで切り替わるため、側面からの表示が重要な複数フロアのトラッキングで役立ちます。

表示方向は 3 つあります：



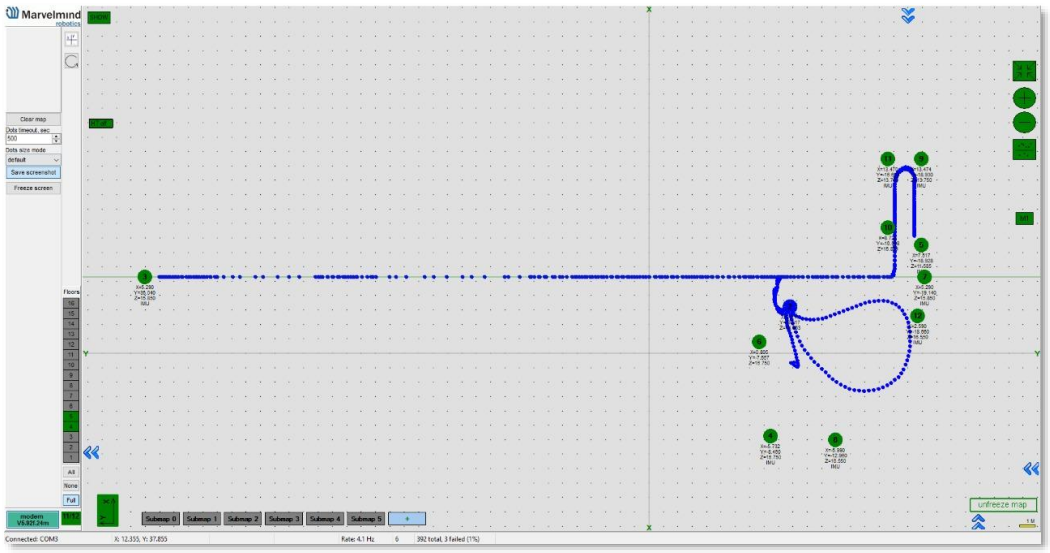




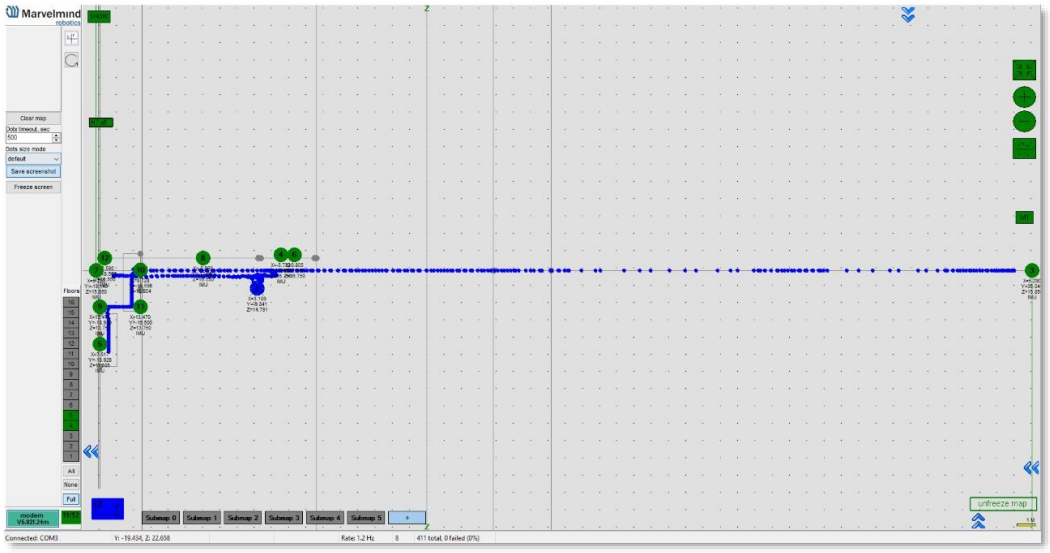
ビューを変更するには、アイコンをクリックします

9.8.2.ビューの例：

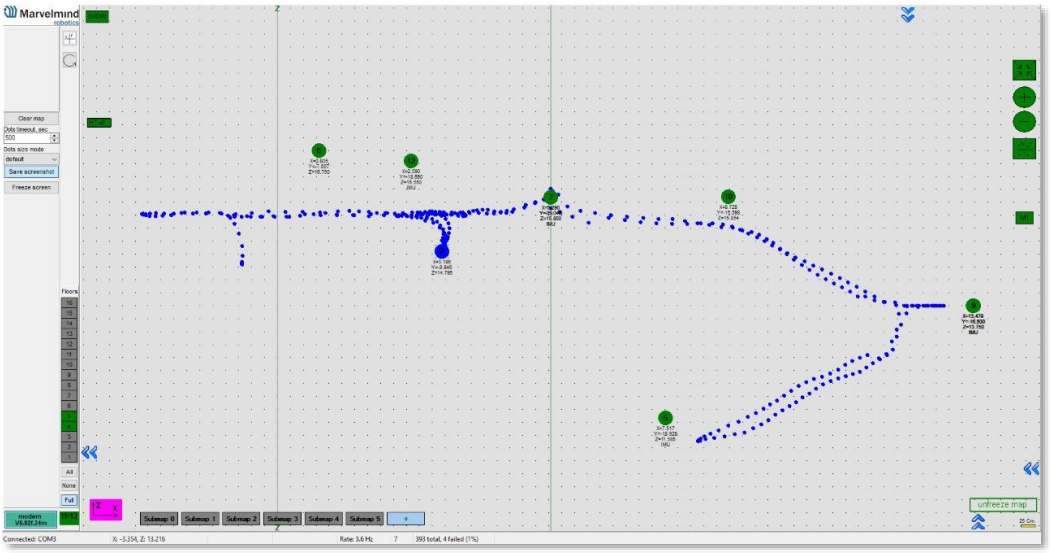
Y, X



X, Y



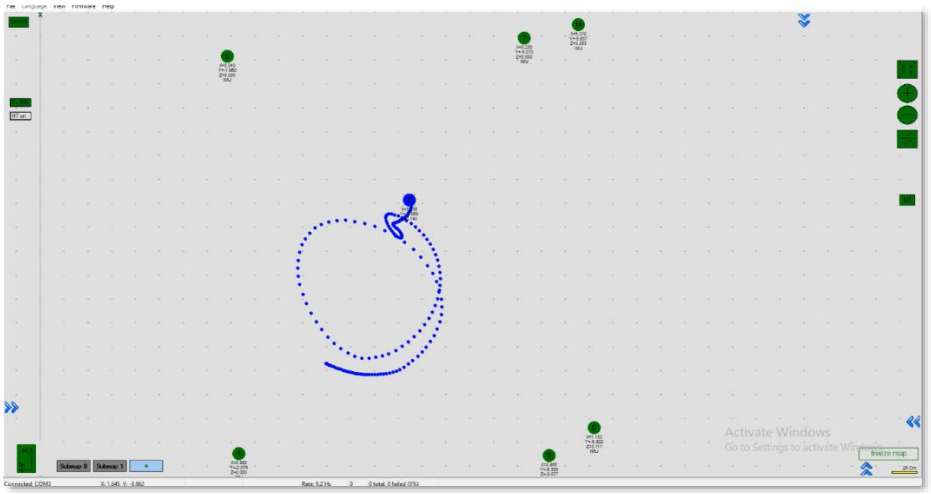
Z, X

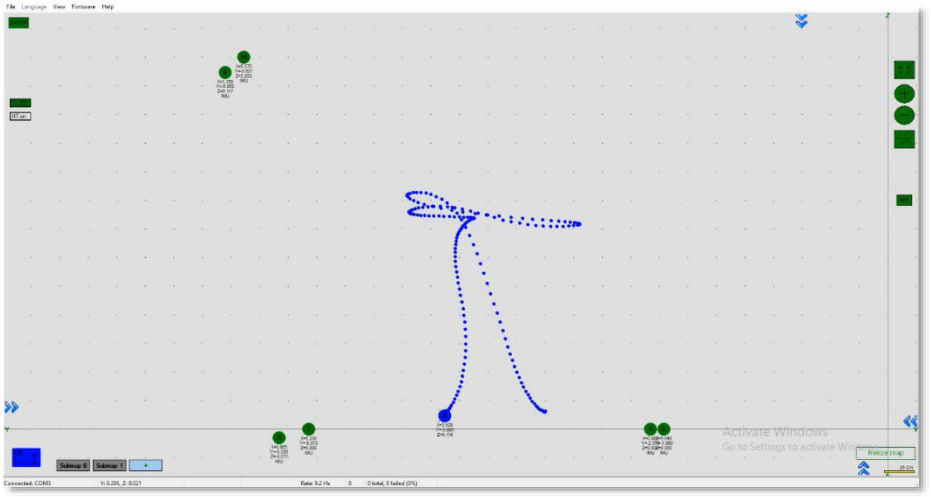

Marvelmind
robotics
Clear map
Data timeout, sec
500
Dots size mode
default
Save screenshot
Freeze screen
Floors
All
None
Full
modem
Submap 0
Submap 1
Submap 2
Submap 3
Submap 4
Submap 5
Unfreeze map

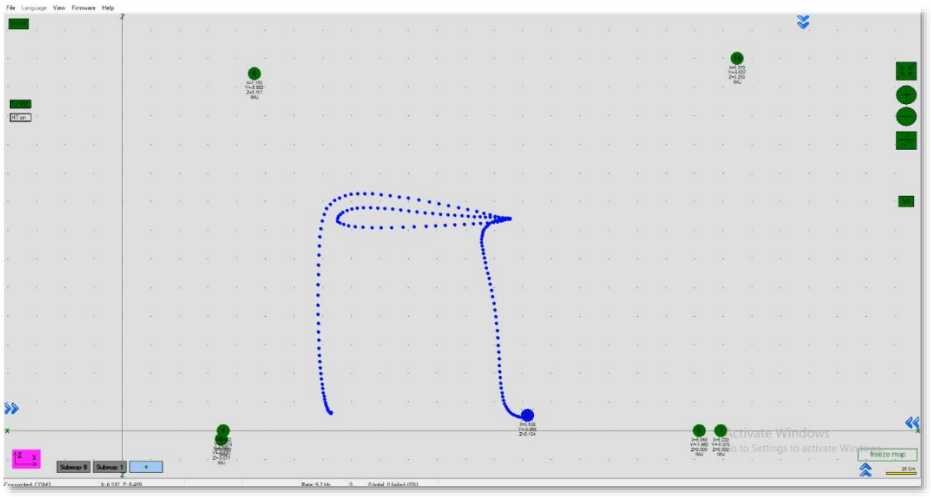
9.9. 垂直サブマップ機能

垂直サブマップは、ドローンの飛行などの特定のケース向けの新機能です。垂直方向の移動について、安定した Z データを得ることができます

- 例：ドローンの飛行

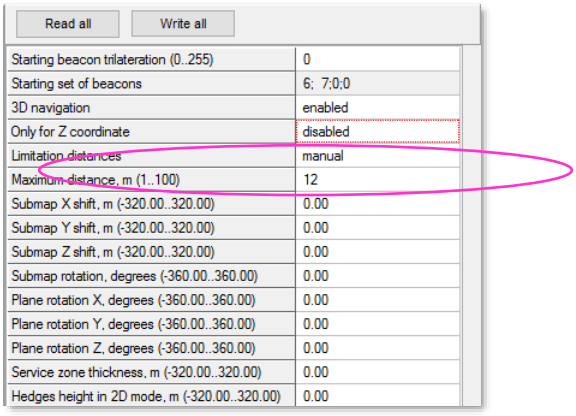






9.9.1. 安定した Z を得るための垂直サブマップの構築方法：

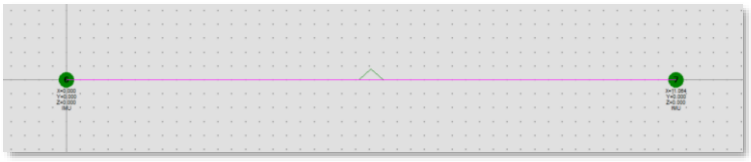
- この構成には、6 台の固定ビーコンが必要です
- 4 台のビーコンを、互いに向かい合うように地面に設置します（ビーコンを角とする正方形を作り、各ビーコンを中心に向けます）
- 2 台のビーコンを壁の高い位置に設置します
- 地面のビーコンは RX4 のみ、壁のビーコンは RX4 と RX2 をオンにします
- 地面のすべてのビーコンで、1 つ目のサブマップ（水平）を構築します
- サブマップの設定で「Limitation distance」（距離制限）を「manual」（手動）に変更し、値を入力します



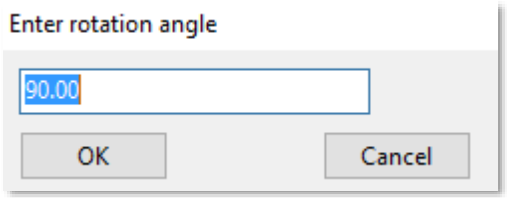
- 固定してロックします



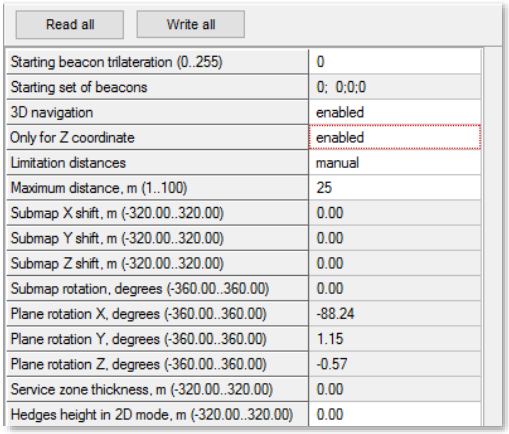
- 壁の 2 台のビーコンと、それに隣接する地面の 2 台のビーコンで、2 つ目のサブマップ（垂直）を水平の状態で構築します
- これを固定します
- 軸回転ボタンを押します 
- サブマップを回転させる軸をクリックします（カーソルを軸に合わせると、軸がピンク色で表示されます）



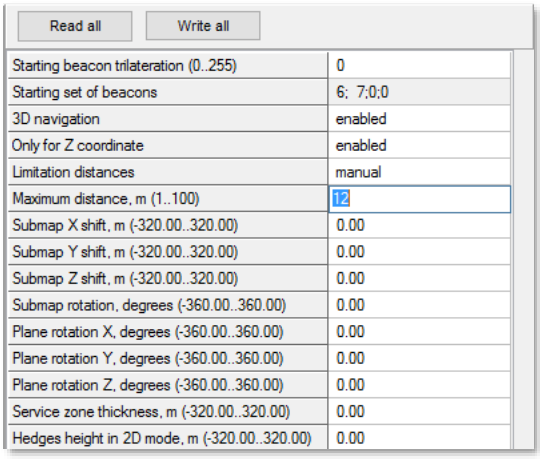
- 角度の値を入力します（通常は 90°）



- サブマップ 2 を選択し、「Only for Z coordinates」（Z 座標のみ）モードを有効にします

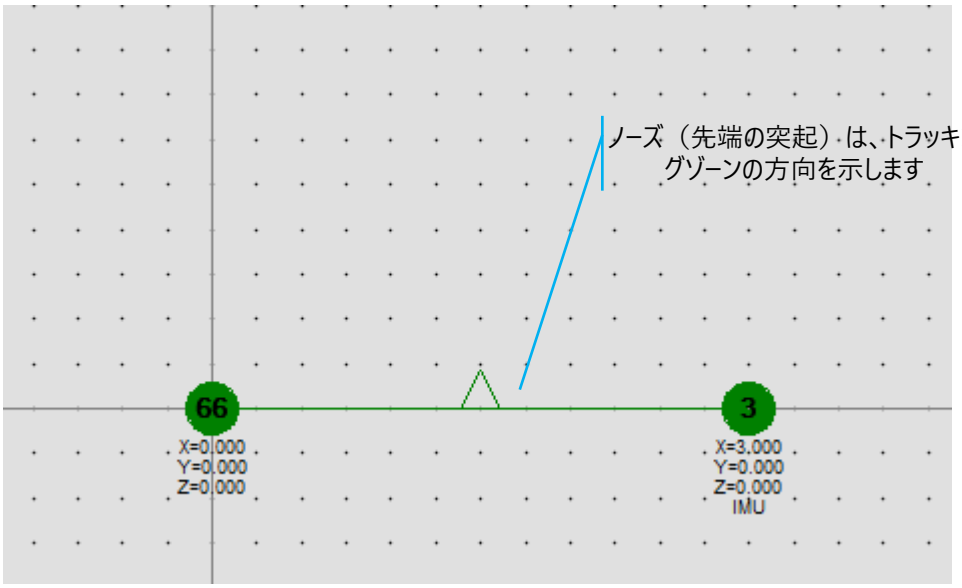


- 「Maximum distance」（最大距離）の値を変更します



- ビューを切り替えて、マップを確認します
- モバイルビーコンをウェイクアップします
- トラッキングします

9.10. サブマップ機能



2D サブマップの例

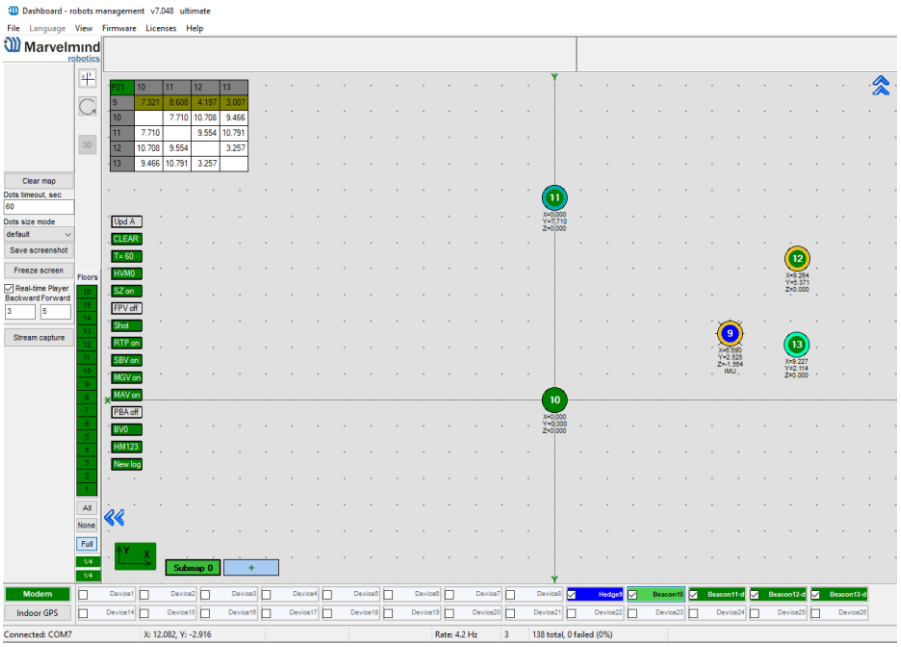
サブマップは、小さなサブマップ（30 m²、1000 m²）を組み合わせて、大規模なマップ（総面積 10,000 m²、300,000 m²以上のビジネスセンター全体、工場、倉庫など）を構築できる強力な機能です。

サブマップはマップの一部です。使用するビーコンの一部を含み、ナビゲーションエリアの一部をカバーします。現在のバージョンの Marvelmind システムでは、最大 10 個のサブマップを含めることができます。あわせて、ヘルプ動画もご覧ください。

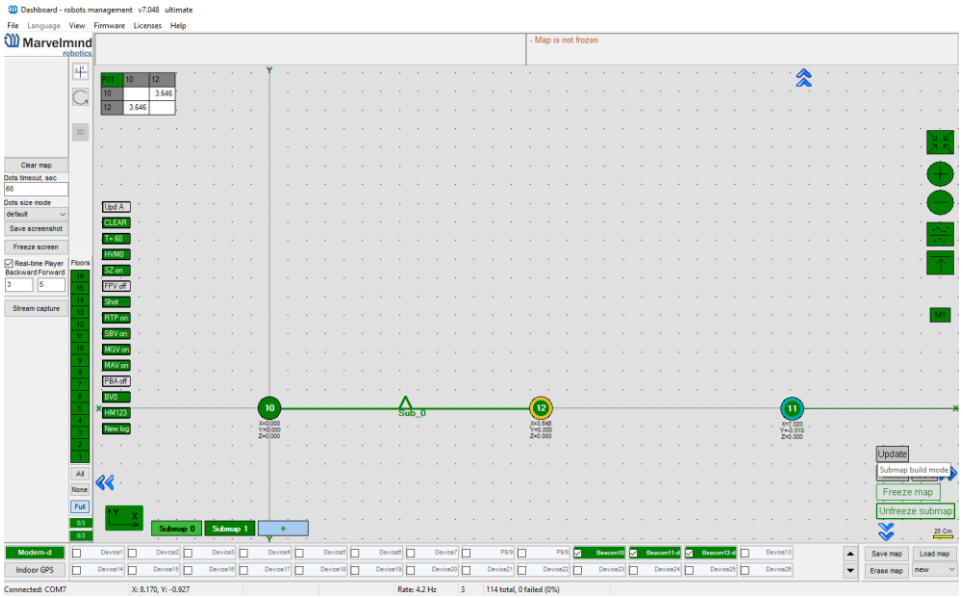
9.10.1. サブマップの使い始め

モバイルビーコンはどのサブマップにも属さず、サブマップのエリア間を移動できます。モバイルビーコンは、同時に複数のサブマップでカバーされることもあります。デフォルトでは、マップは 1 つのサブマップ（Submap0）で構成されます

- 新しいビーコンをシステムに追加（ウェイクアップ）すると、固定されていない最初のサブマップに追加されます。すべてが固定されている場合は Submap 0 に追加されます



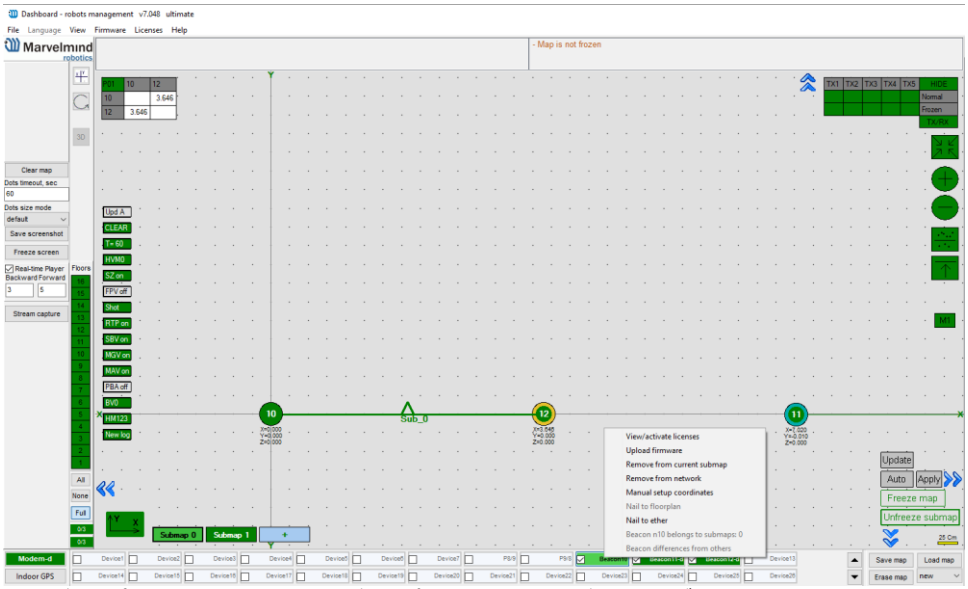
- 「+」ボタンを押すと、空の新しいサブマップがシステムに追加されます
- サブマップ番号のボタン（Submap 0、Submap 1 など）を押すと、対応するサブマップが



選択されます

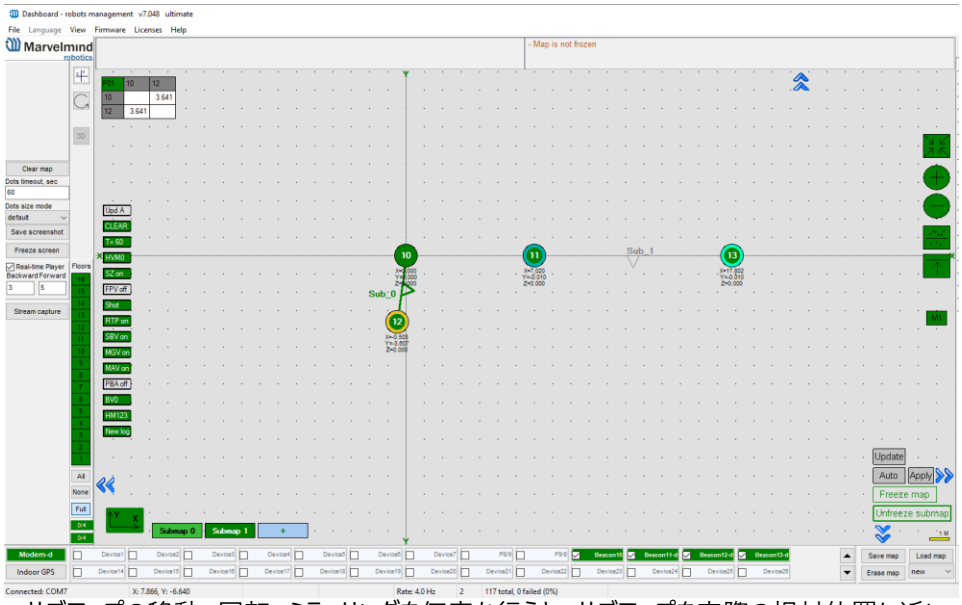
- この状態でモデムのボタンを押すと、右側のパラメーター一覧に、選択したサブマップのパラメーターの一部（例：「Starting beacon trilateration」「Starting set of beacons」など）が表示されます。

- ビーコンを Submap 0 に追加し、新しいサブマップを追加して、Submap 0 を選択した後のシステム
- これでビーコンは 4 台になり、すべて Submap0 に属しています（距離テーブルの近くに表示されます）
- サブマップを選択した状態では、ビーコンボタンのコンテキストメニュー（右クリックで表示）に、サブマップへのビーコンの追加と削除の機能があります。上の図では、Submap0 からビーコン 3 を削除しています。続いて Submap1 に切り替え、このビーコンをそのサブマップに追加します



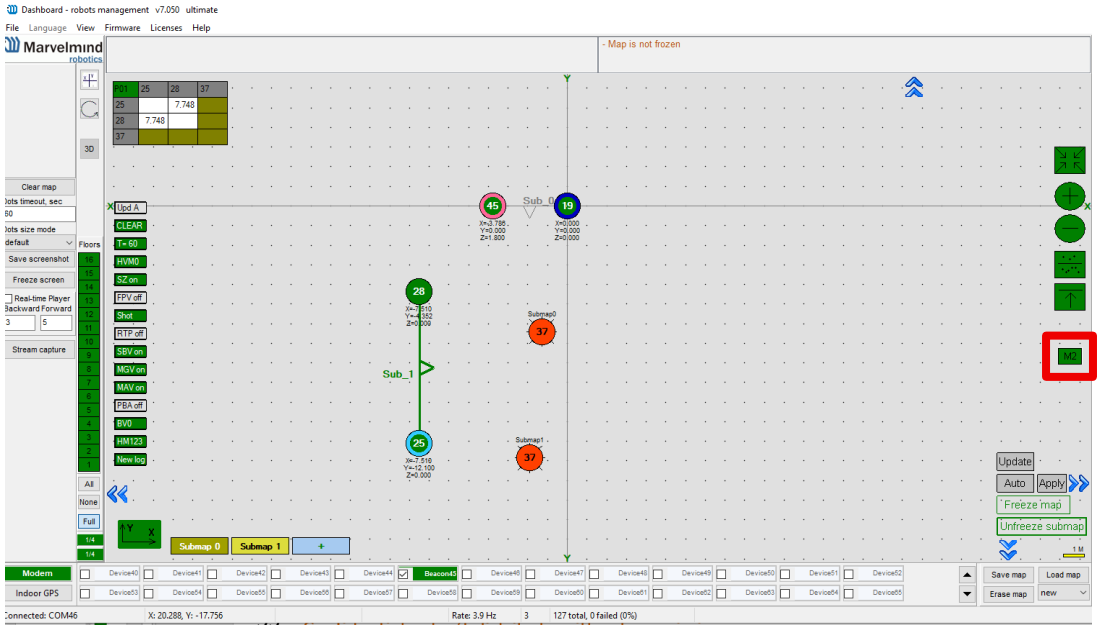
- サブマップを選択すると、そのサブマップに属していないビーコンはグレーで表示されます。同じ要領で、続けてビーコン 10 を Submap0 から削除し、Submap1 に追加します
- これで Submap1 には 2 台のビーコンがあり、このサブマップは構築されました。「Submap 0」も構築済みです。これで両方のサブマップを固定できます
- サブマップを選択した状態で「freeze map」（マップを固定）ボタンを押すと、そのサブマップだけが固定されます。モデムを選択した状態で「freeze map」ボタンを押すと、すべてのサブマップが固定されます。
- これで正しいサブマップが 2 つできましたが、互いの位置関係はまだ正しくありません。右側には、選択したサブマップのシフト（移動）と回転のパラメーターがあり、手動で入力できます。ただし、CTRL キーを押しながら、選択したサブマップをマウスでドラッグ＆ドロップする方法のほうが簡単です。

- サブマップはマウスホイールで回転できます。ミラーリング（反転）ボタンも使用でき、選択したサブマップにのみ作用します。

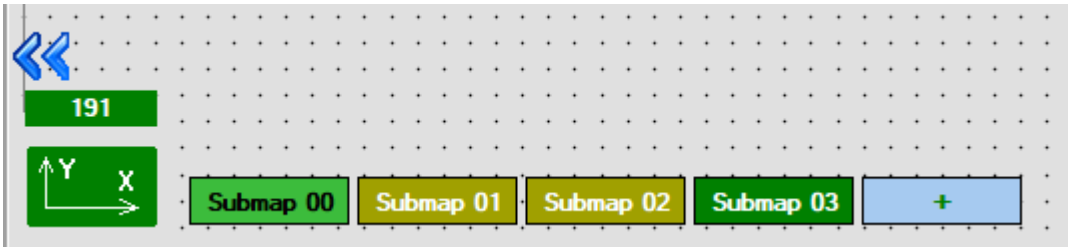


- サブマップの移動、回転、ミラーリングを何度か行うと、サブマップを実際の相対位置に近い位置に配置できます
- これでシステムを使用する準備ができました。モバイルビーコンをウェイクアップしてトラッキングできます
- そのエリアをカバーするサブマップがない場合、サブマップ同士の間でモバイルビーコンが見失われることがあります。
- サブマップは、サブマップ選択ボタンのコンテキストメニュー（右クリックで表示）を使ってシステムから削除できます
- M1/M2 パラメーターは、共通のビーコンを持たないサブマップを正確に重ね合わせるために使用します。つまり、こうしたサブマップは自動では位置合わせできません。

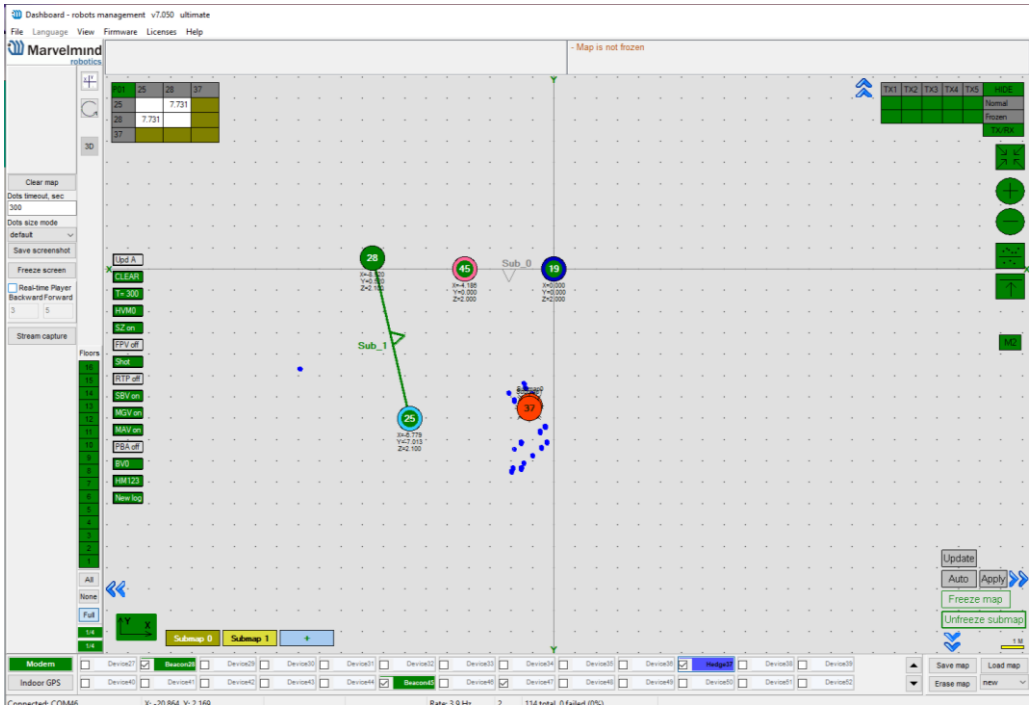
- **サブマップの位置合わせ手順：**
- 前の手順と同様にシステムを構築します
- アイコンをクリックして M2 を「on」モードにします。モバイルビーコンを 2 つのサブマップの境界付近に置きます。赤いモバイルビーコンが 2 つ点滅して表示されます。これは、1 台のモバイルビーコンが 2 つのサブマップでそれぞれどう見えているかを示しています



- サブマップが 3 つ以上ある場合は、Shift + マウス左ボタンでクリックして、対象のサブマップを選択できます

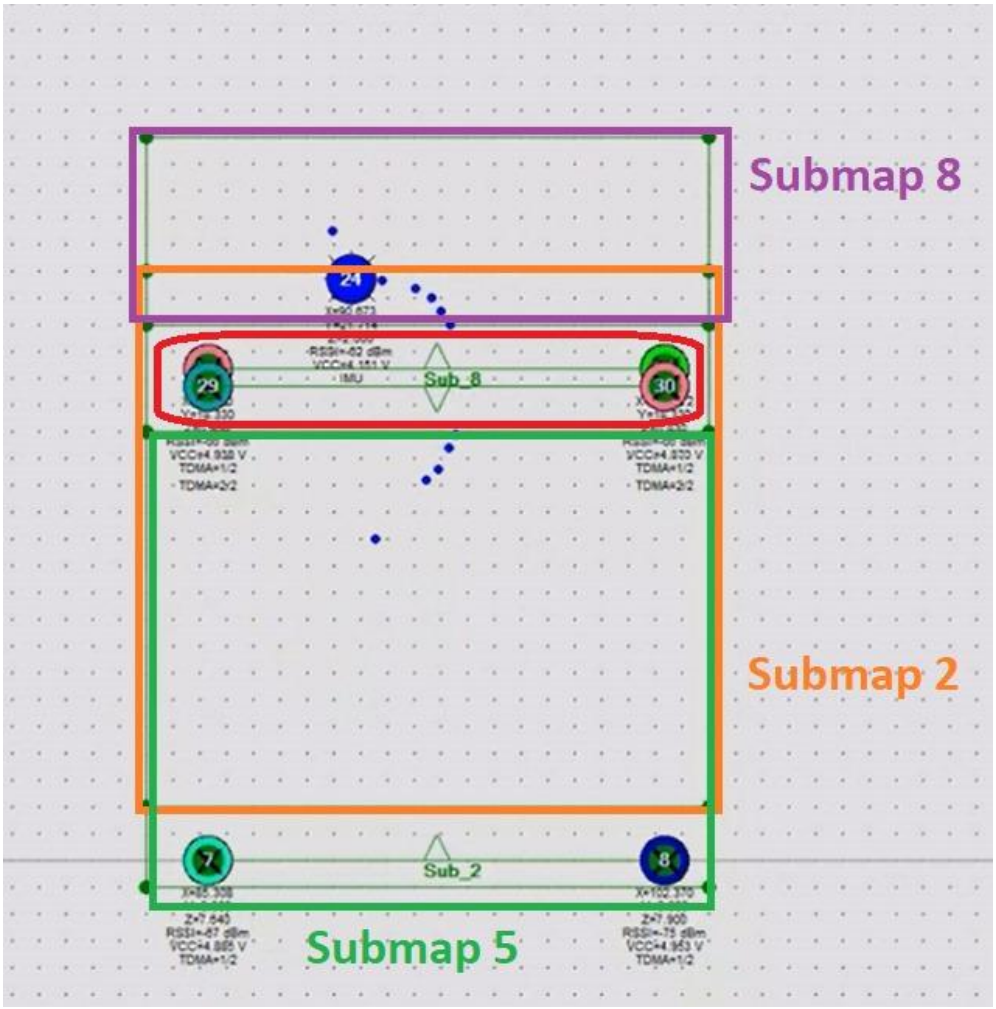


- 赤いモバイルビーコンが完全に重なるまで、サブマップ同士の位置を正しく合わせます（CTRL + スクロール／ドラッグ）



- より正確に重ね合わせるため、モバイルビーコンを別の 1〜2 か所に移して、サブマップの位置合わせを繰り返します
- 次のステップでは、トラッキングが可能な範囲であるサービスゾーンを設定します。モバイルビーコンがサービスゾーンの外にあると、トラッキングできません。複雑なマップを構築する場合は、サービスゾーンを正しく作成する必要があります。正確でスムーズなトラッキングのためには、サービスゾーン同士を重ねる必要があります。

重要な注意：サブマップ同士が干渉し、別のサブマップに誤った信号を発信するような配置は避けてください



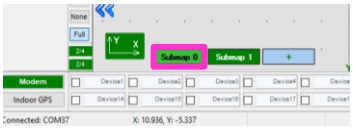
上の図は誤ったマップの例です。Submap 5 が Submap 8 の背後に向けて信号を発信しているため、モバイルビーコン 24 が Submap 5 と Submap 8 の両方から同時に信号を受信し、エラーになります。この場合、システムはモバイルビーコンが Submap 8 と Submap 5 のどちらにあるのかを判断できず、位置を正しく推定できません

誤った信号による干渉を防ぐため、2 つの解決策をお勧めします：

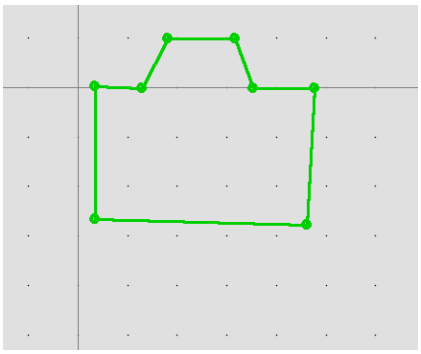
1. 誤った信号を通さない仕切りを使用する（推奨）
2. 特定のサブマップで不要なトランスデューサー（たとえば、壁に向けて信号を発信するものや、モバイルビーコンが来ない方向に発信するもの）のうち、別のサブマップに誤った信号を発信するおそれがあるものをオフにします（「特定のトランスデューサーの無効化と有効化」の章を参照）

9.10.2. サービスゾーンの作成方法：

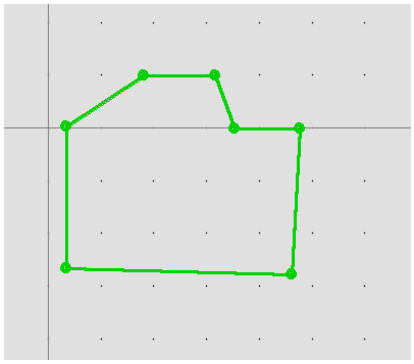
- サブマップを選択します（サブマップのアイコンをクリック）。



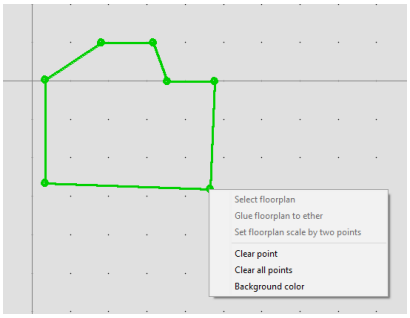
- マップ上で SHIFT + 左クリックすると、点が作成されます。



- 点を SHIFT + 左クリックすると、その点が削除されます。

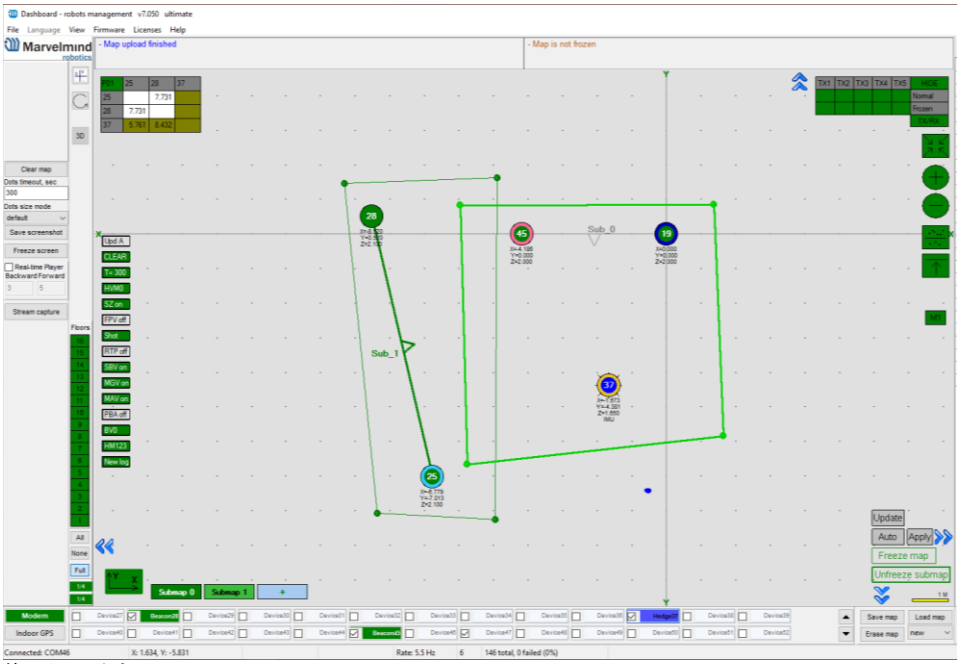


- サービスゾーンを削除するには、点を右クリックして「Clear all points」（すべての点を消去）を選択します



Marvelmind robotics

- サブマップの周囲に点を置き、それらを動かして、現在のサブマップのサービスエリアを設定します。サービスエリアは互いに重なります。2 つのサブマップの間でモバイルビーコンが見失われる場合は、サービスエリアを広げてください。



詳しくはこちら：

- サービスゾーンの定義と編集の方法 – サービスゾーンの定義と編集の方法：詳しい手順
- ヘルプ：サブマップ、サービスゾーン、ハンドオーバーゾーン – 次の内容を詳しく説明した長めの動画です：
  - サブマップとは
  - サービスゾーンとは
  - ハンドオーバーゾーンとは
  - 大規模なマップをすばやく確実に構築する方法：実践的なアドバイス多数

9.11. 部分的に重なるサブマップ

サブマップの重なり方やサービスゾーンは、さまざまに設定できます。

重なりの設定方法はいくつかあります：

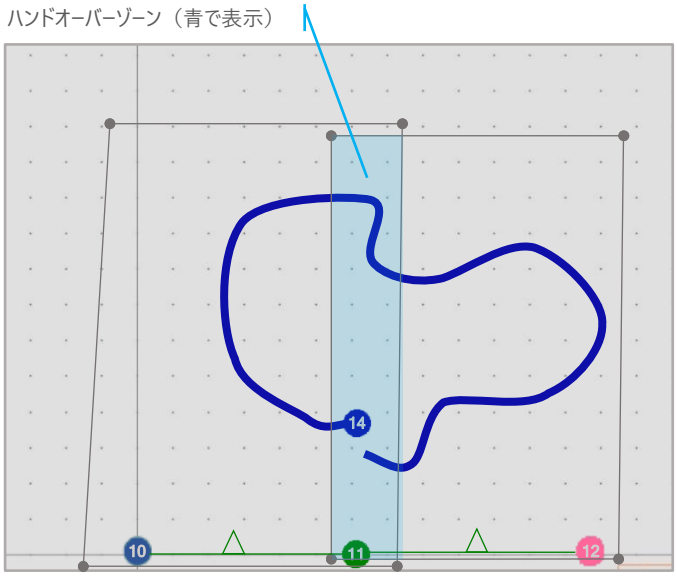
1. 部分的に重なるサブマップ（推奨）
2. 完全に重なるサブマップ

この章では、部分的に重なるサブマップについて説明します。この方式では、サブマップ間にスムーズなハンドオーバーゾーンができ、モバイルビーコンはいずれか 1 つのサブマップでトラッキングされます。

ハンドオーバーゾーンの設定方法は、該当する章を参照してください。

これらは、システムを正しく動作させるための推奨デフォルト設定です。

ハンドオーバーゾーンの大きさは、マップの大きさとトラッキング対象の速度によって決まります。システムが少なくとも 4 回分の位置を処理できるだけの時間が必要です。そうでないと、トラッキングが不正確になることがあります。

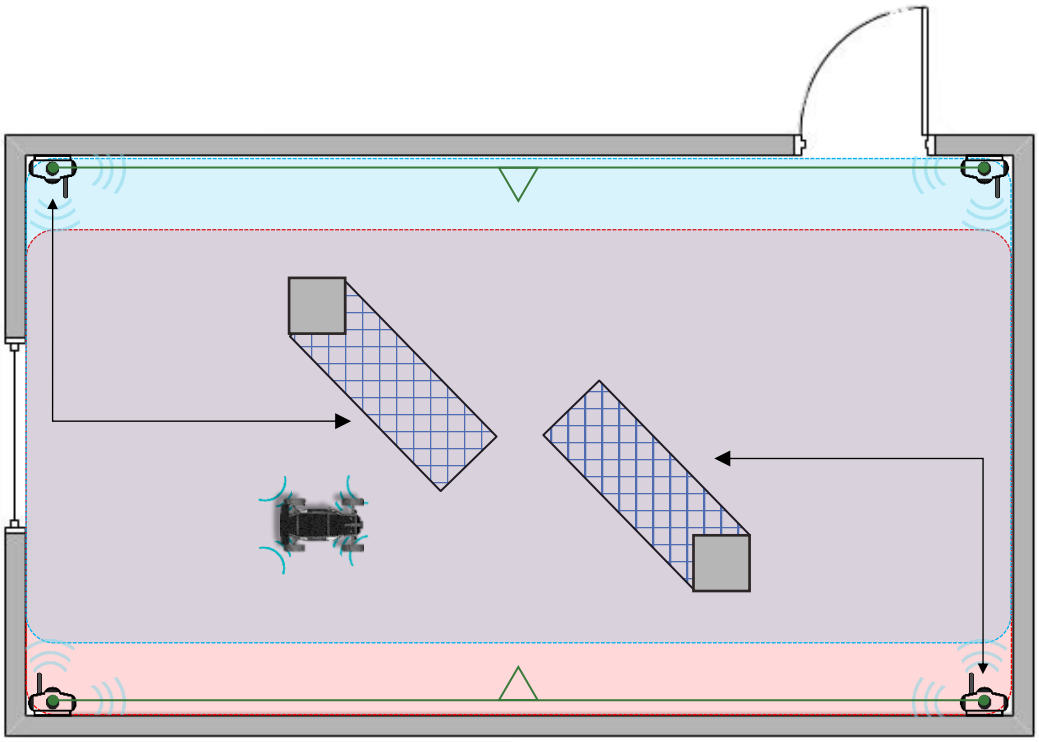


9.12. 完全に重なるサブマップ

この章では、サービスゾーンが両方のサブマップをカバーする、完全に重なるサブマップについて説明します。この方式は、柱など取り除けない障害物があり、モバイルビーコンをトラッキングできない「影」の領域が生じる場合に非常に有効です。

また、固定ビーコンを結ぶ線上でモバイルビーコンをトラッキングする場合にも有効です。そうした線上（たとえば壁の近く）では、システムが位置を計算しにくいためです。下の図のように、各サブマップのサービスゾーンは、影の原因となる柱の背後のエリアをカバーするとともに、互いのビーコンを結ぶ線上もカバーしています。つまり、この構成では部屋の 100%をカバーできます。

この構成では、モバイルビーコンが 2 つのサブマップで同時にトラッキングされるため、余分な誤差が生じることがあります。そのため、取り除けない障害物がある場合にのみ使用することをお勧めします。



9.13. サブマップの設定

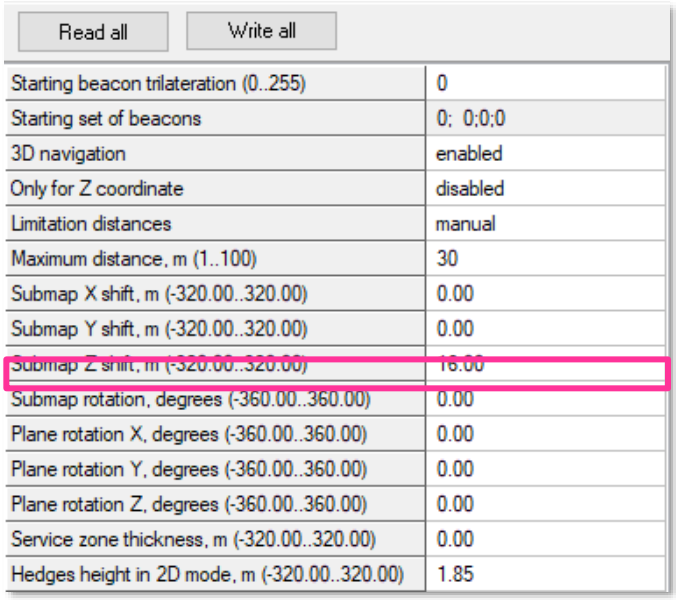
Starting beacon trilateration (0..255)	0	原点（0; 0; 0）の座標を持つビーコン
Starting set of beacons	60; 61;0;0	このサブマップを構成するビーコンのアドレス
3D navigation	enabled	このサブマップの 3D（X; Y; Z）トラッキングモード
Only for Z coordinate	disabled	「Z 座標を安定させる垂直サブマップ」構成を有効にします
Hedges height in 2D mode, m (-320.00..320.00)	0.00	「Z 座標を安定させる垂直サブマップ」でのモバイルビーコンの高さ
Limitation distances	service zone based	最大測定距離の制限モード
Maximum distance, m (1..120)	30	固定ビーコンとモバイルビーコン間の最大測定距離
Service zone thickness, m (-320.00..320.00)	10.00	サービスゾーンの厚さ（m）
Submap X shift, m (-320.00..320.00)	0.00	サブマップの X シフト値（m）
Submap Y shift, m (-320.00..320.00)	0.00	サブマップの Y シフト値（m）
Submap Z shift, m (-320.00..320.00)	0.00	サブマップの Z シフト値（m）
Submap rotation, degrees (-360.00..360.00)	0.00	サブマップの回転値（度）
Plane rotation X, degrees (-360.00..360.00)	0.00	平面の回転、X 値（「Z 座標を安定させる垂直サブマップ」）
Plane rotation Y, degrees (-360.00..360.00)	0.00	平面の回転、Y 値（「Z 座標を安定させる垂直サブマップ」）
Plane rotation Z, degrees (-360.00..360.00)	0.00	平面の回転、Z 値（「Z 座標を安定させる垂直サブマップ」）
Stationary beacons visible	enabled	固定ビーコンの表示／非表示（表示のみの設定）
Service zone visible	enabled	サービスゾーンの表示／非表示（表示のみの設定）

サブマップごとに個別の設定があります。

たとえば、サブマップを特定のフロアに対応させるには、高さを調整する必要があります：

- サブマップのアイコンを左クリックして設定を開きます – 

- サブマップの Z シフト値を変更します



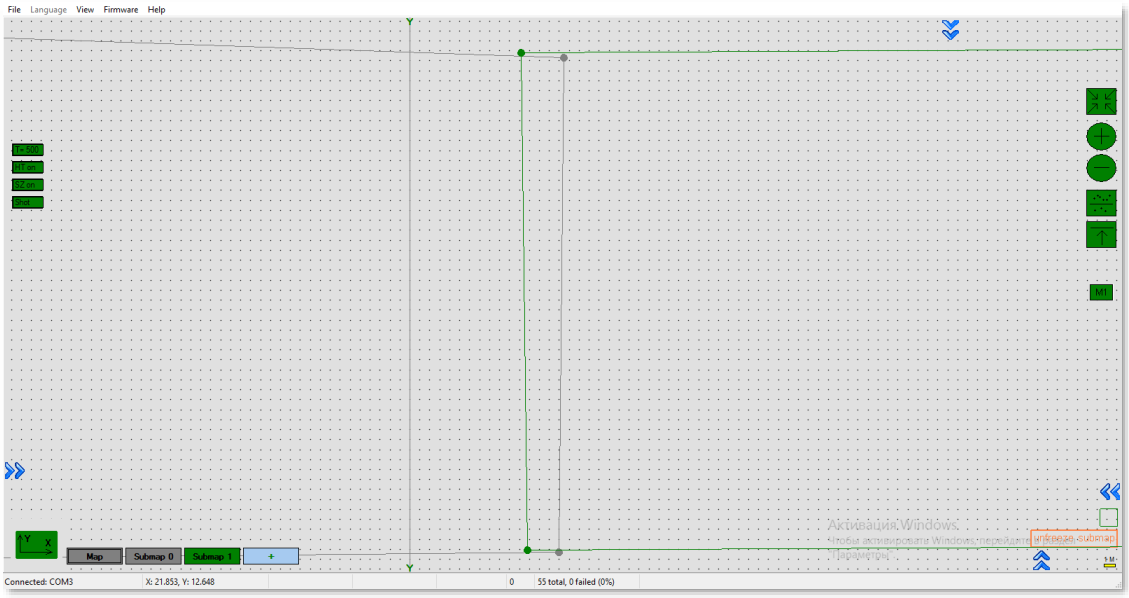
Marvelmind robotics

9.14. ハンドオーバーゾーンの設定

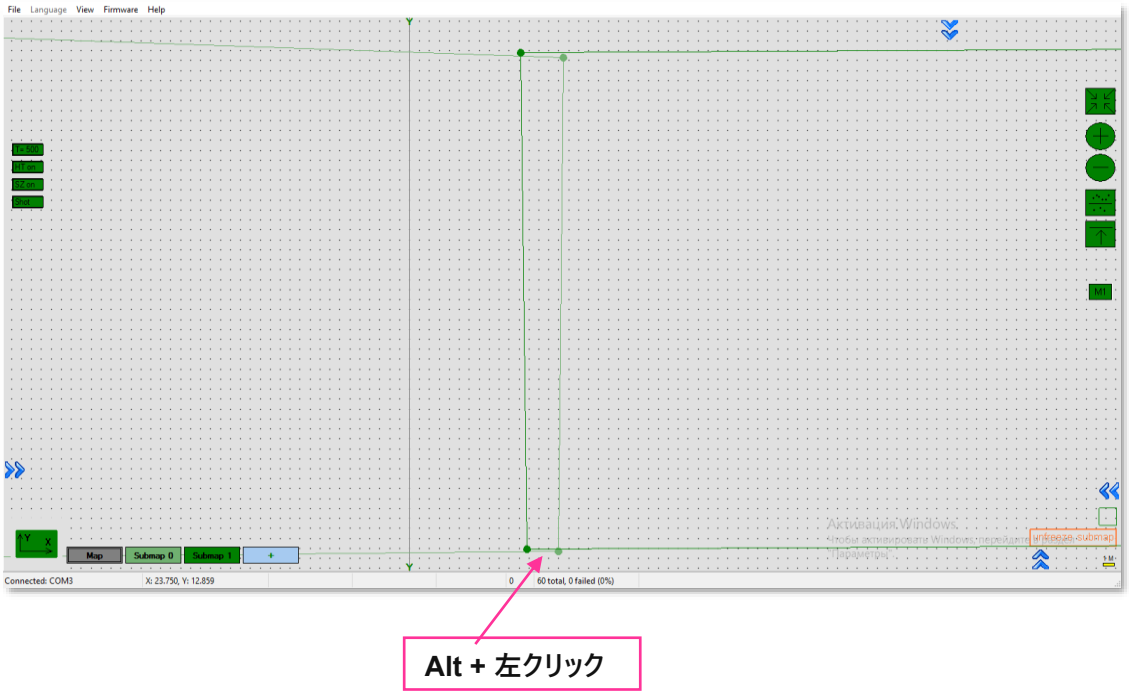
複数フロアなどの複雑なマップでハンドオーバーの品質を確保するには、サブマップ間にハンドオーバーゾーンを設定する必要があります。

ハンドオーバーゾーンの設定方法：

- 任意のサブマップを選択します



- 隣接する別のサブマップのサービスゾーンの境界上で Alt + 左クリックします
- これで、隣接するサービスゾーンが緑色で表示されます（選択したサブマップは濃い緑、隣接するサブマップは薄い緑）

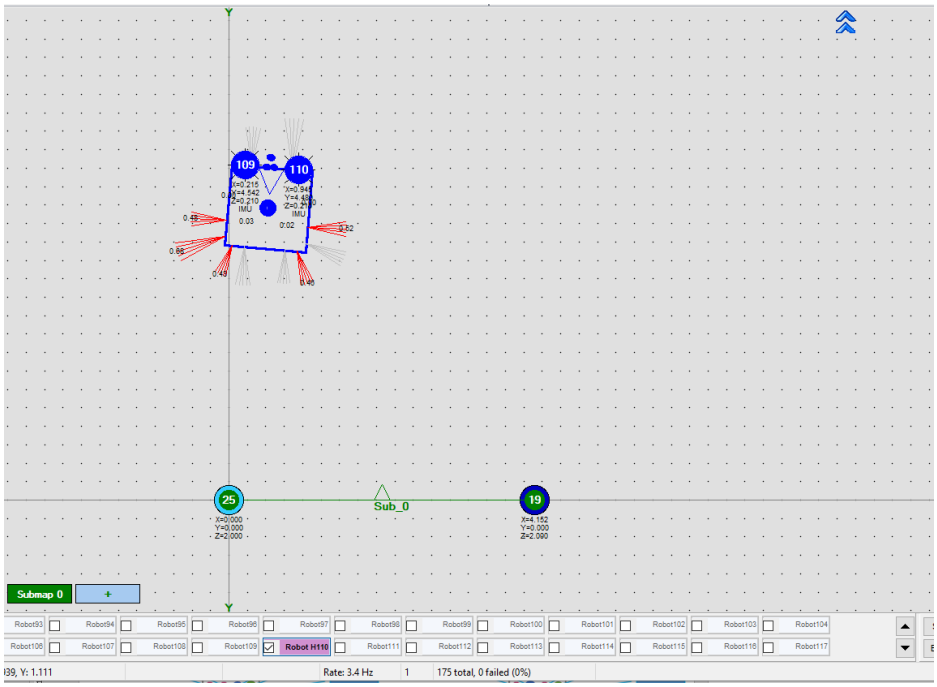


9.15. ペアードビーコン

2 台のモバイルビーコンをペアにすると、更新レートを下げることなく 1 台のビーコンとして動作させることができます。この場合、位置だけでなく、方向と安定したヨー角も得られます。

詳しくは、以下のリンクをご覧ください：

- ペアードビーコン：ステップバイステップガイド
- 開梱から自律走行・飛行までの 8 つの基本ステップ
- 段階的なアプローチ
- ヘルプ：PixHawk + PX4 + ペアードビーコンで、磁気センサーの代わりに位置 + 方向を取得



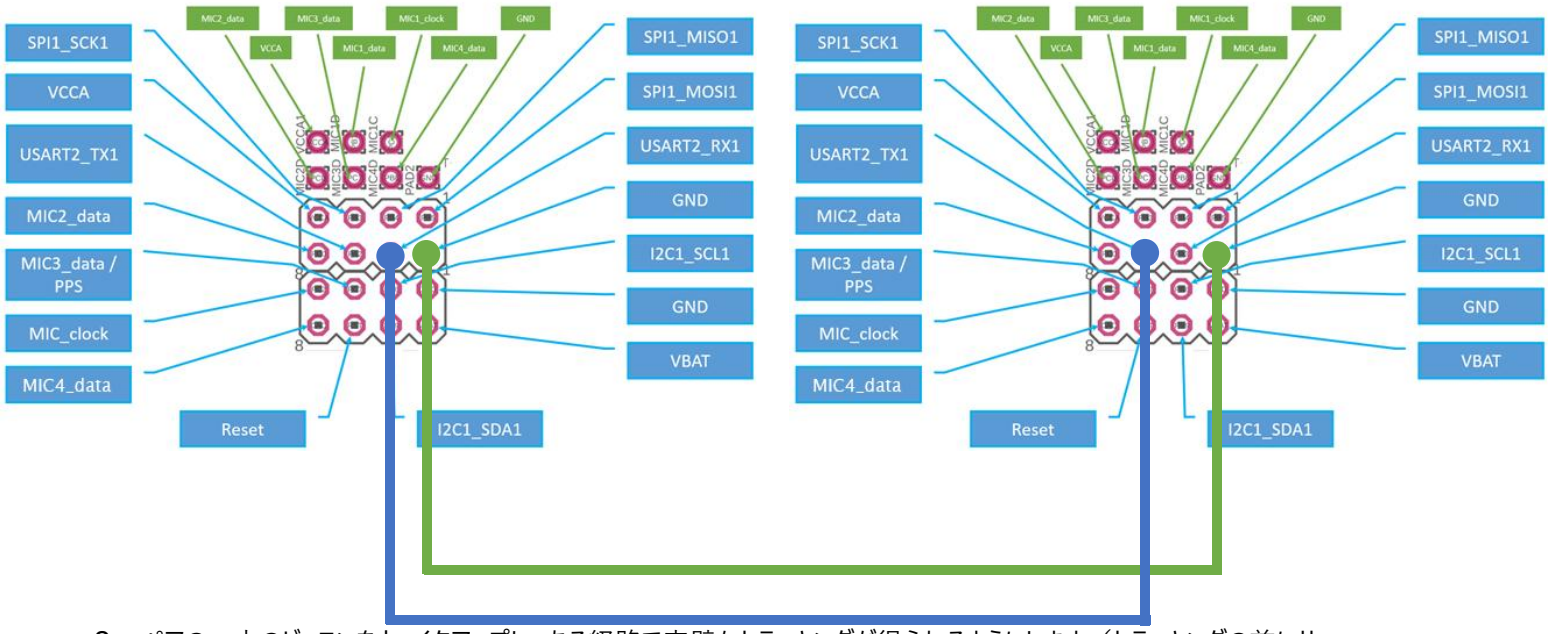
さらにこのモードでは、各ビーコンが自身の位置だけでなく、ペアが向いている方向もストリーミングします。この機能により、自律走行や自律飛行が大幅に簡単になります。変更点を反映した最新のプロトコルはこちらです。

あわせて、ヘルプ動画もご覧ください。

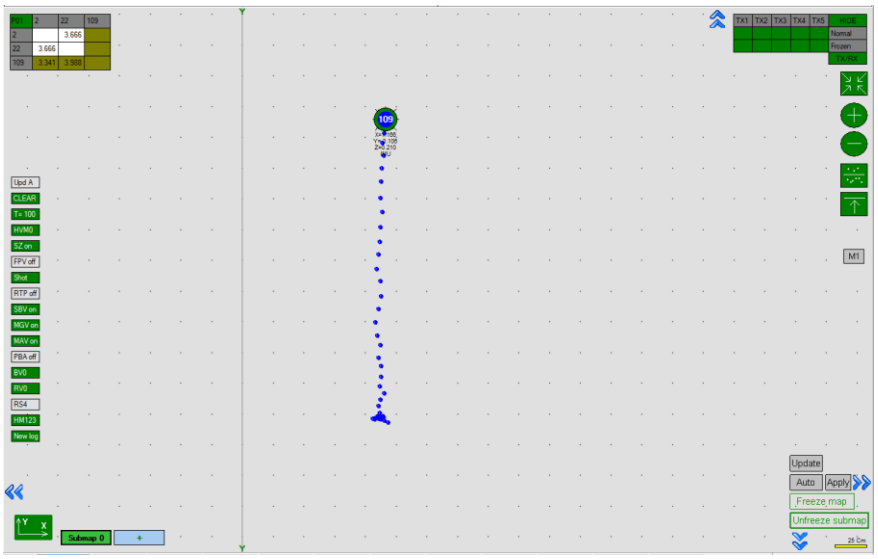
UART または無線でビーコンをペアリングする方法：

1. （推奨）UART でペアリングする場合は、Super-Beacon 同士をケーブルで接続します。アドレスで決まる後続ビーコン（Following、アドレス番号の小さい方）の USART_TX を先行ビーコン（Leading、アドレス番号の大きい方）の USART_RX に、また各ビーコンの GND 同士をつなぎます（下の図を参照）。IA でのみ適用されます

   無線でペアリングする場合は、ビーコン同士を何も接続せず、後で「Communication in pair」（ペア間の通信）を「via radio」に変更します。NIA と IA で適用できます（IA では、ビーコン間の距離が 1 m を超える場合のみ）。

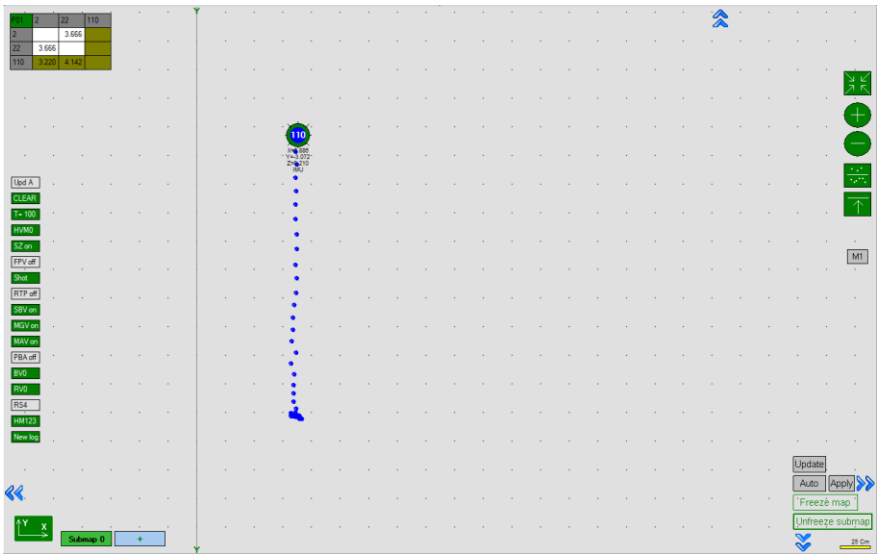


2. ペアの一方のビーコンをウェイクアップし、ある経路で完璧なトラッキングが得られるようにします（トラッキングの前にサブマップを固定することを忘れないでください）。トラッキングが完璧であれば、このビーコンをスリープモードにし、ペアのもう一方のビーコンに移ります。より正確なデータを得るため、Real-Time Player はオフにしてください。

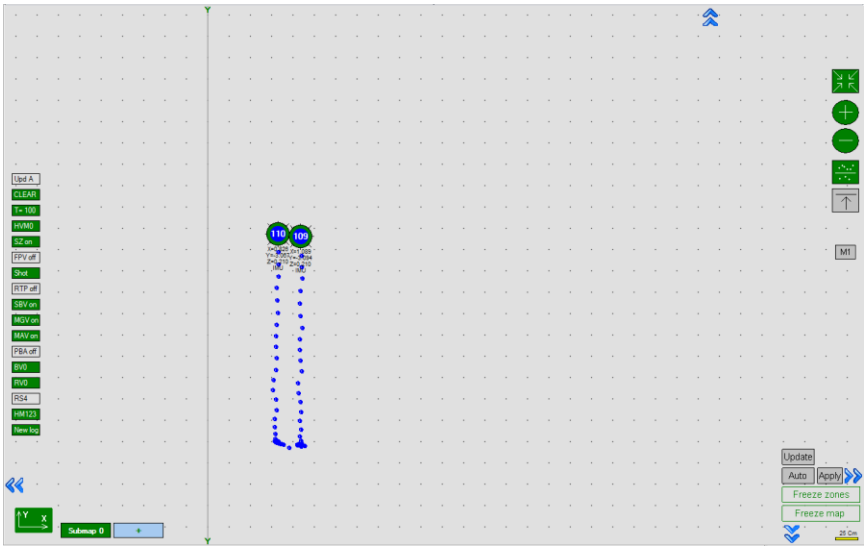


Marvelmind robotics

3. そのビーコンをウェイクアップし、1 台目のビーコンで通った経路を繰り返します。すべて問題なければ、次のステップに進みます



4. 両方のビーコンをウェイクアップします。まだペアリングはしません。両方のビーコンで同じ経路を繰り返します。トラッキングが良好であれば、ビーコンをペアリングします



ビーコン同士は 20 cm 以上離す必要があります。ビーコン間の距離が大きいほど、角度の精度が高くなります。また、IA でビーコン間の基線長が 1 m 未満の場合は、UART の使用を強くお勧めします。IA で基線長が 1 m を超える場合は、無線で通信を設定できます。

先行ビーコン（Leading）は、ペアが向いている方向に対して左側に配置する必要があります。その位置は、ステップ 1 の図に示したとおりにしてください。

5. ビーコンを 1 台選択して「Pairing mode」パラメーター（ペアリングモード）を開き、ペアリングモードを有効にします：

Hedgehogs pairing	(-) collapse
Pairing mode	no pairing

Marvelmind robotics

6. 接続方法に応じて、「Communication in pairs」で「via UART」または「via radio」を選択します。NIA では適用されません！次のステップに進みます

Hedgehogs pairing	(-) collapse
Pairing mode	pair
Address of paired hedge (1..255)	1
Location against center	left
Base of the pair, cm (1..255)	10
IMU fusion for angle	enabled
Send location of center	enabled
Communication in pair	via radio

7. 「Address of paired beacon」（ペア相手のビーコンのアドレス）に、現在モバイルビーコンとして選択しているビーコンのペア相手となるビーコンの番号を入力します：

ビーコン 110 の設定

Hedgehogs pairing	(-) collapse
Pairing mode	pair
Address of paired hedge (1..255)	109
Location against center	left
Base of the pair, cm (1..255)	10
IMU fusion for angle	enabled
Send location of center	enabled
Communication in pair	via radio

8. 次に、パラメーターで、2 台目のビーコンに対する中心からの位置（Location against center）を選択します：

ビーコン 110 の設定

Hedgehogs pairing	(-) collapse
Pairing mode	pair
Address of paired hedge (1..255)	109
Location against center	left
Base of the pair, cm (1..255)	10
IMU fusion for angle	enabled
Send location of center	enabled
Communication in pair	via radio

9. 「Base of the pair」パラメーター（ペアの基線長）を開き、ペアにしたモバイルビーコン間の実際の距離を入力します：

ビーコン 110 の設定

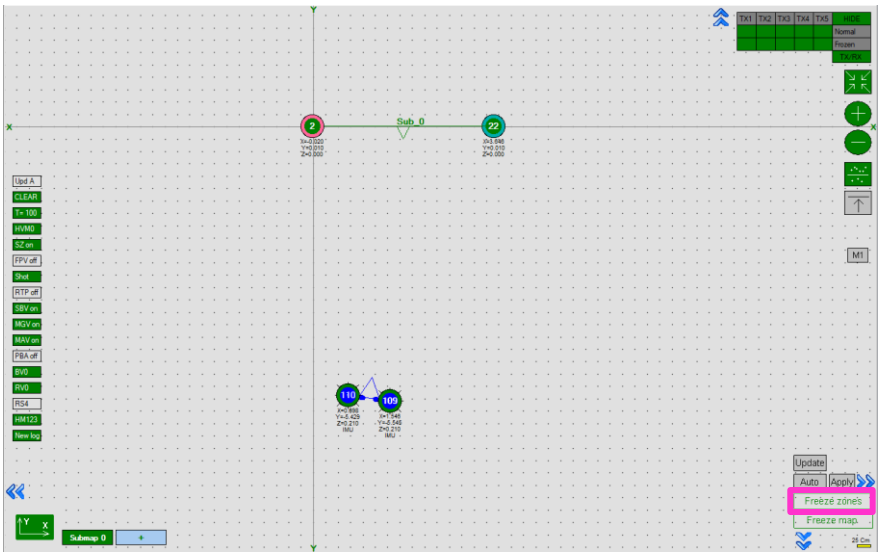
Hedgehogs pairing	(-) collapse
Pairing mode	pair
Address of paired hedge (1..255)	109
Location against center	left
Base of the pair, cm (1..255)	30
IMU fusion for angle	enabled
Send location of center	enabled

Marvelmind robotics

10. ペア相手のビーコンでも、すべての設定が同じになっていることを確認します（Location against center を除く）：

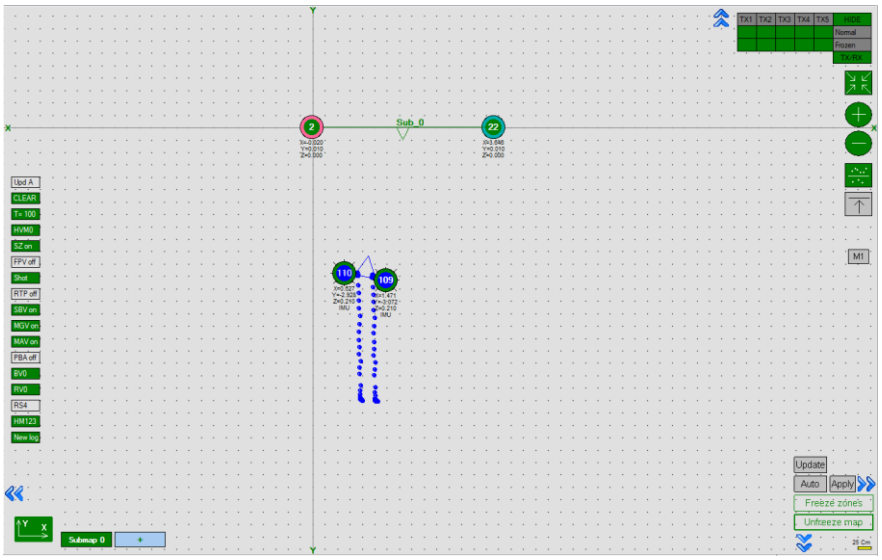
ビーコン 109 の設定

Hedgehogs pairing	(-) collapse
Pairing mode	pair
Address of paired hedge (1..255)	110
Location against center	right
Base of the pair, cm (1..255)	30
IMU fusion for angle	enabled
Send location of center	enabled
Communication in pair	via radio



11. マップを固定します：

12. ペアリングが正常に完了しました：



Marvelmind robotics

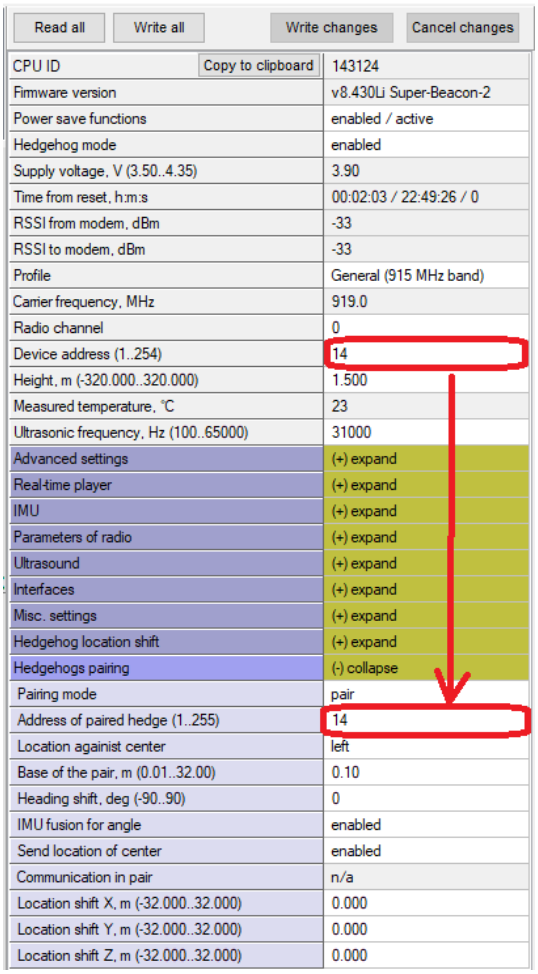
9.16. ペアードマイクロフォン

追加のマイクロフォンを接続して「Paired microphones」モードをオンにすると、2 台目のビーコンを使わずに方向を得ることもできます（IA のみ）。

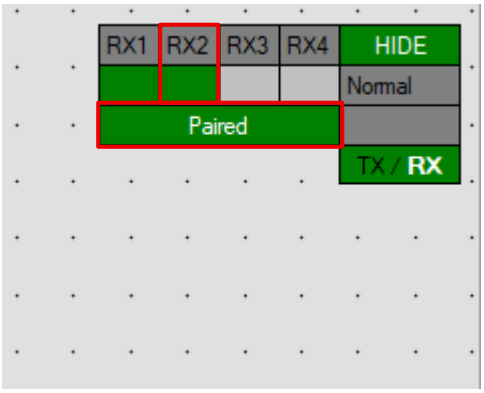
詳しくは、Multi-head Mini-RX ビーコンのヘルプ動画をご覧ください

マイクロフォンのペアリング方法：

- ビーコンパネルでビーコンを選択します
- 追加で接続したマイクロフォンをオンにします
- 「Hedgehogs pairing」（モバイルビーコンのペアリング）を開きます
- 「Address of paired hedge」に、設定中のビーコン自身のアドレス（同じアドレス）を入力します



- マイクロフォンの設定で、次を有効にします：



Marvelmind robotics

9.17. ジオリファレンス点

外部システムが GPS などの GNSS を使用している場合は、基準としてジオリファレンス点を設定できます。データは NMEA0183 形式で直接ストリーミングされるため、追加の統合作業は不要です。

点 X=0, Y=0 の地理的位置を指定します。

座標を正しく変換するには、Y 軸が真北を向いている必要があります。ご注意ください。

この向きになるように、マップまたはサブマップを回転させます。詳しくは、こちらの章を参照してください：

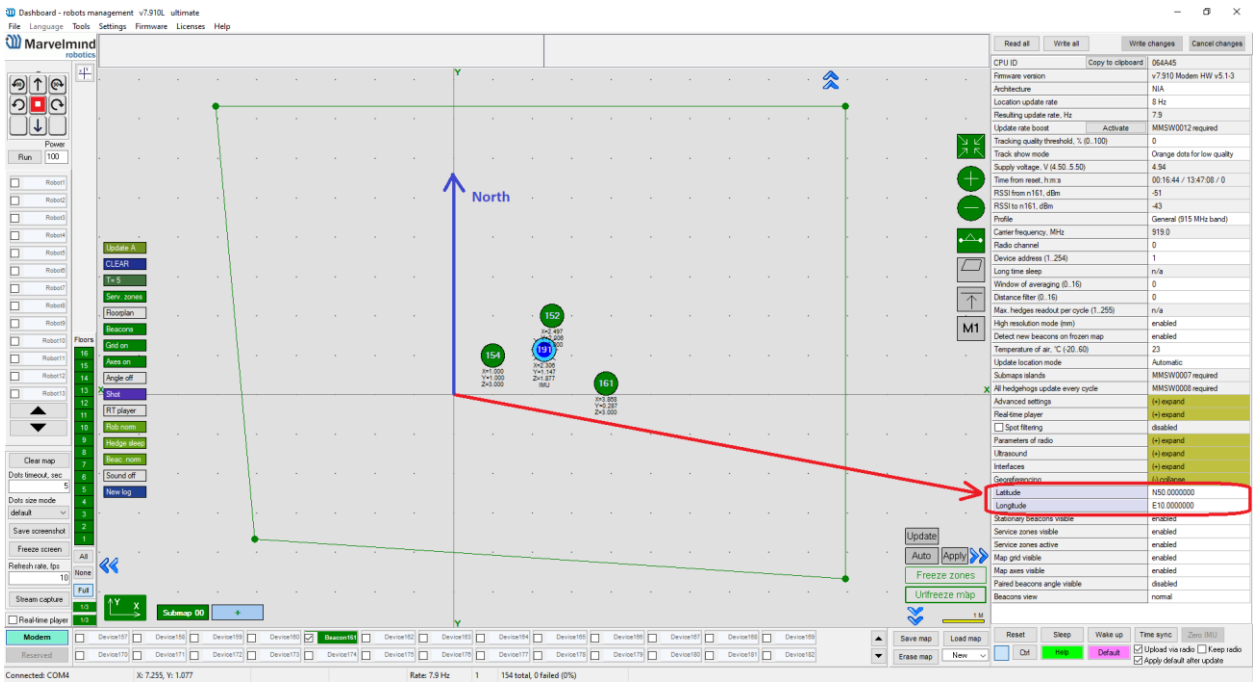
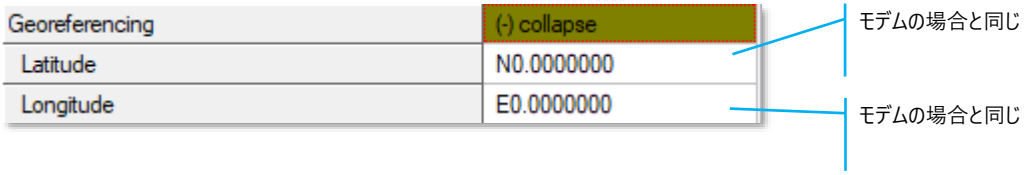


図 3：北の向きの正しい設定 3

下のスクリーンショットのように、モデムの設定でジオリファレンスを設定すると、地理的位置を指定できます。



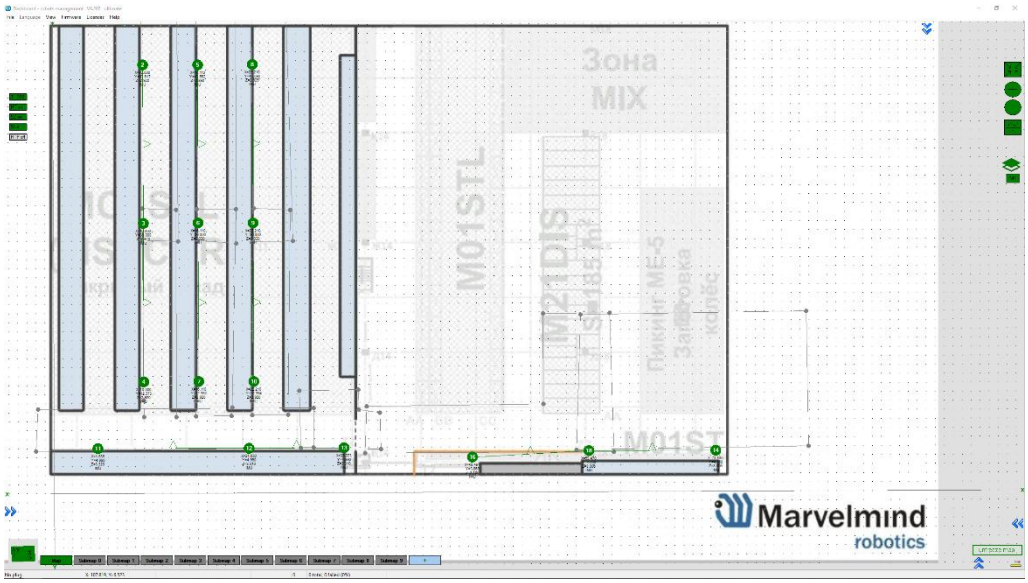
9.18. 背景色

Dashboard v6.200 以降では、背景色を変更できます。

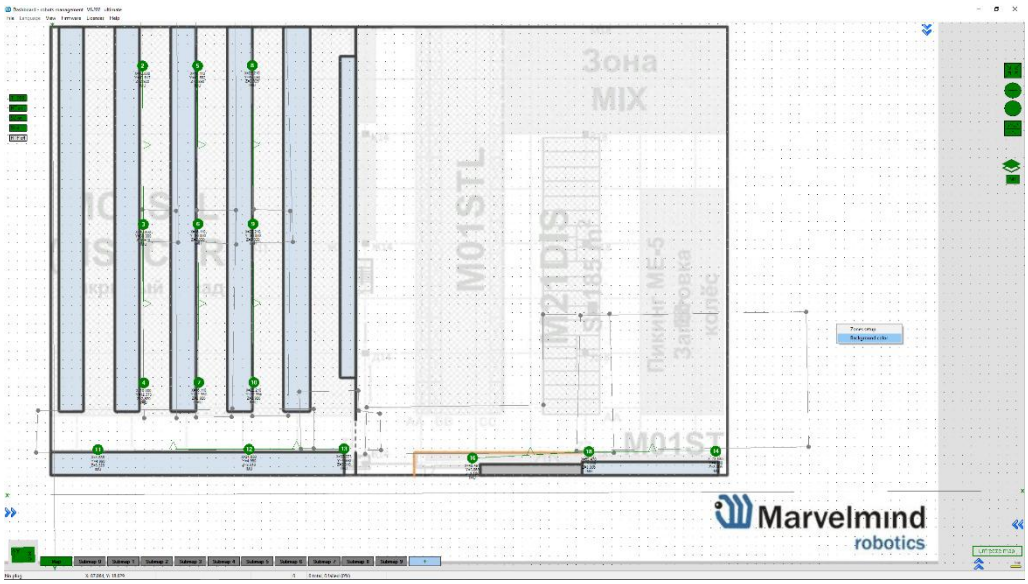
トラッキングの見た目を良くするための小さな機能です。白いフロアプランを読み込んだ場合は、それに合わせて Dashboard の背景色を調整できます。

背景色の選び方：

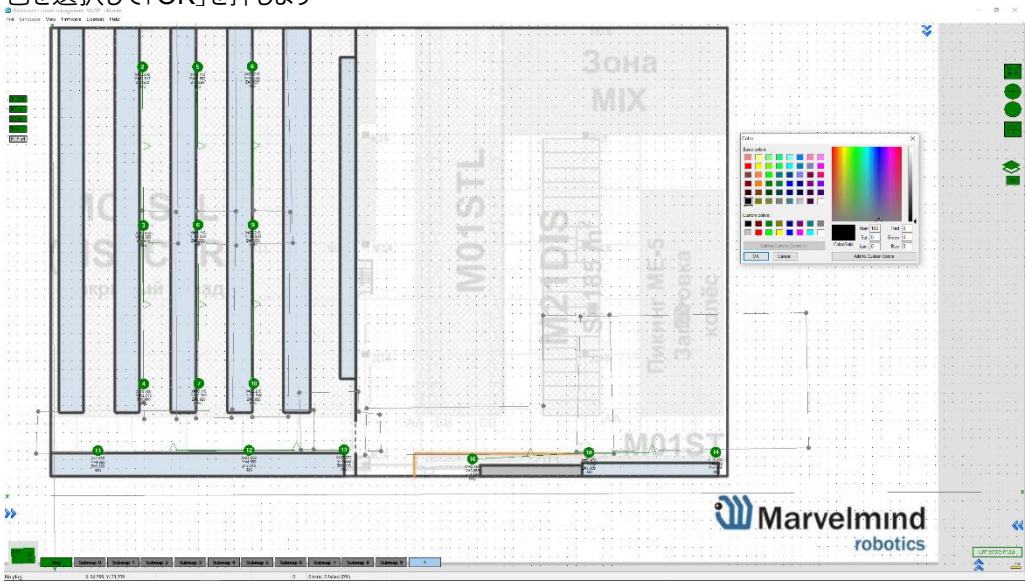
- フロアプランを読み込みます



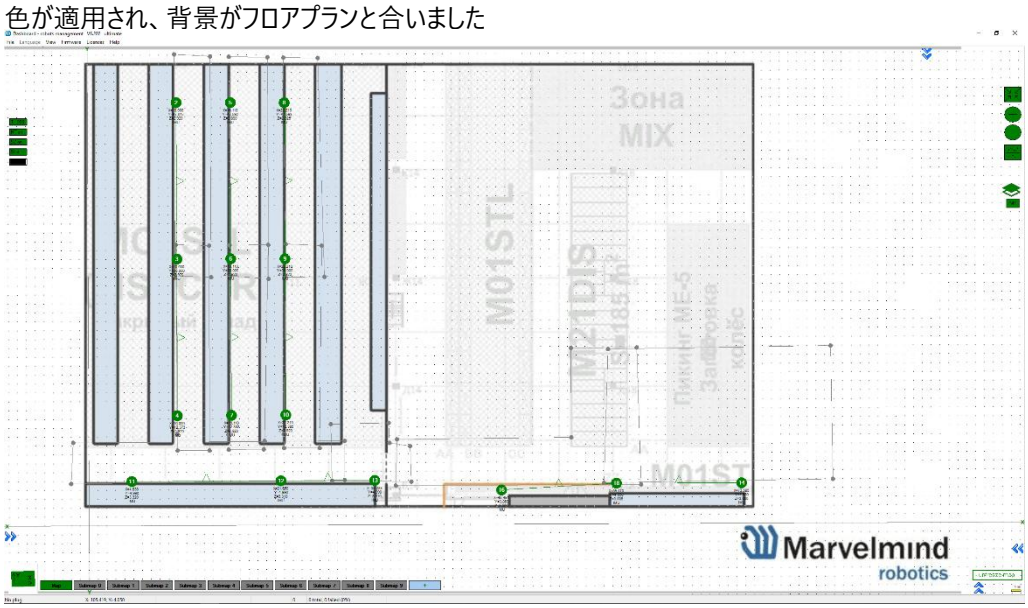
- **背景を右クリックします**



- 色を選択して「OK」を押します

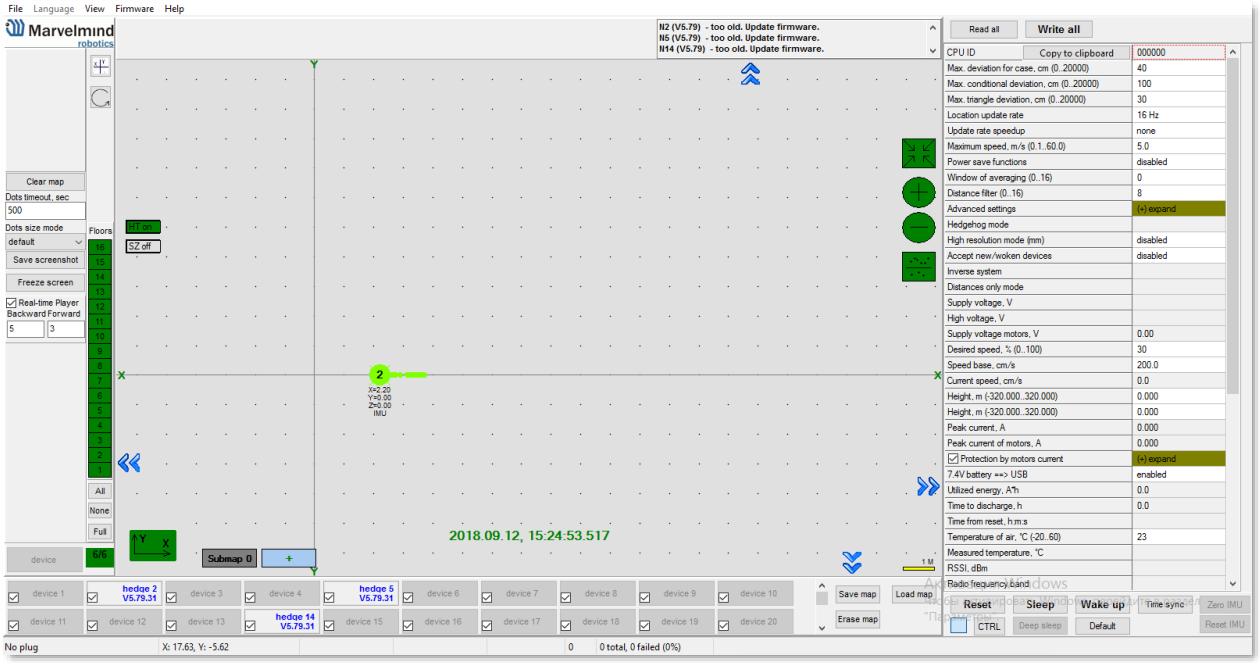


- 色が適用され、背景がフロアプランと合いました



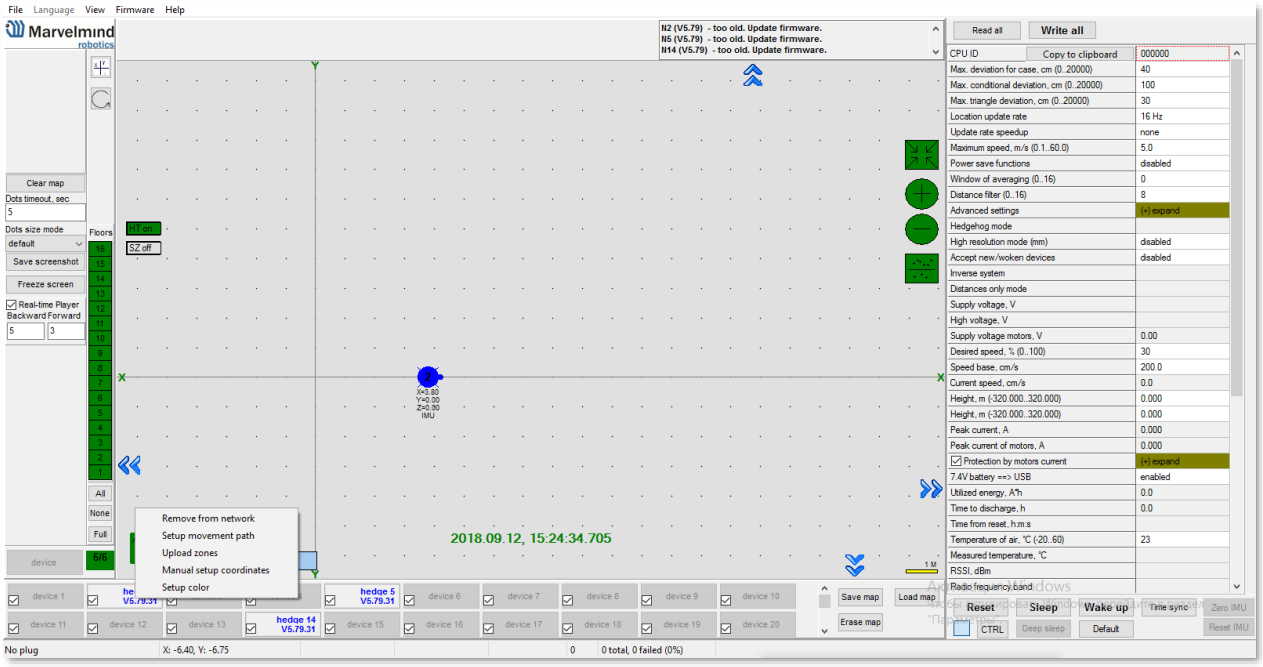
9.19. モバイルビーコンの色の変更

モバイルビーコンが複数ある場合は、それぞれに別の色を割り当てて、マップ上で見分けやすくできます

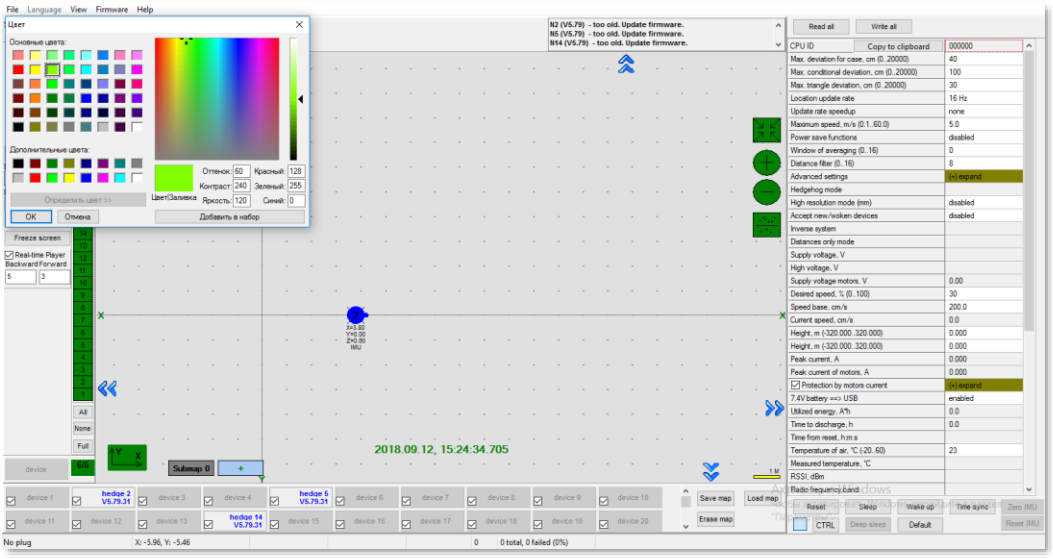


モバイルビーコンの色の変更方法：

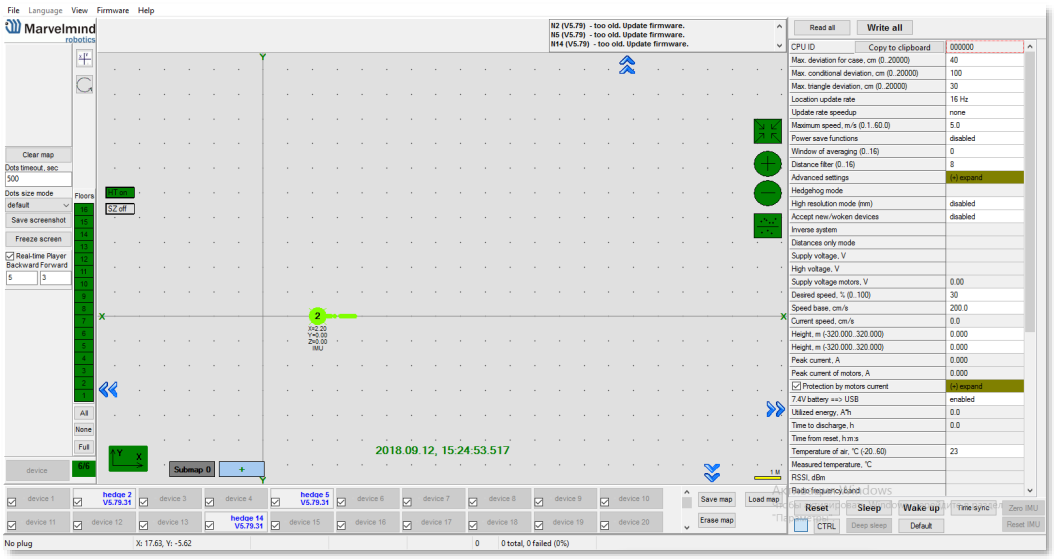
- **デバイスリストでモバイルビーコンを右クリック -> Setup color（色の設定）**



- お好みの色を選択して、「OK」を押します



- これで、モバイルビーコンとその軌跡が選んだ色で表示されます

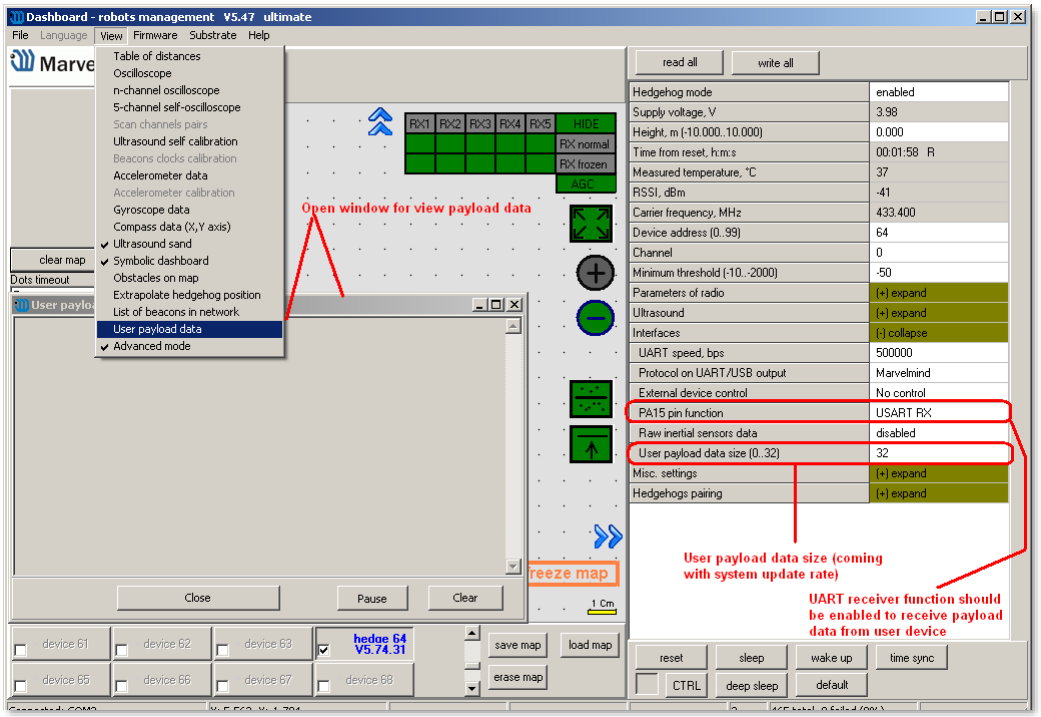


-

9.20. ペイロードのストリーミング

モバイルビーコンからモデムへのユーザーペイロードのストリーミングです。速度とペイロードの関係は表をご覧ください。

- すべての測定は、更新レートを 16 Hz に設定して行いました。実際の更新レートは、距離、無線プロファイル、ペイロードのデータサイズによって制限されます
- さらに、MMSW0005 ライセンスがあれば、モバイルビーコンのペイロードが CSV 形式で記録されます



システム構成	無線プロファイル、kbps	1 サイクルあたりのユーザーペイロード、バイト	実際の更新レート、Hz	ユーザーペイロードの最大データレート（バイト/秒）
固定ビーコン 2 台、最大距離 3 m	500 (FEC)	0	16	0
		32	16	512
	153 (FEC)	0	16	0
		32	16	512
	38.4 (FEC)	0	9	0
		32	8	256
	38.4（FEC なし）	0	14	0
		32	13	416
固定ビーコン 4 台、距離 11 m	500 (FEC)	0	14	0
		32	14	448
	153 (FEC)	0	12	0
		32	12	384
	38.4 (FEC)	0	6	0
		32	6	192
	38.4（FEC なし）	0	9	0
		32	9	288

Marvelmind robotics

9.21. IMU 機能

この機能では、慣性センサー（加速度計、ジャイロスコープ）を使ったセンサーフュージョンにより、IMU 付き超音波ビーコンから受け取るデータの更新レートを最大 100 Hz まで高めることができます。

9.21.1. IMU 機能の設定

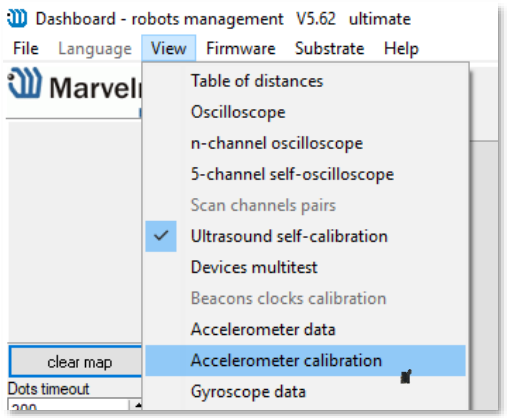
加速度計のキャリブレーション

必要なもの：

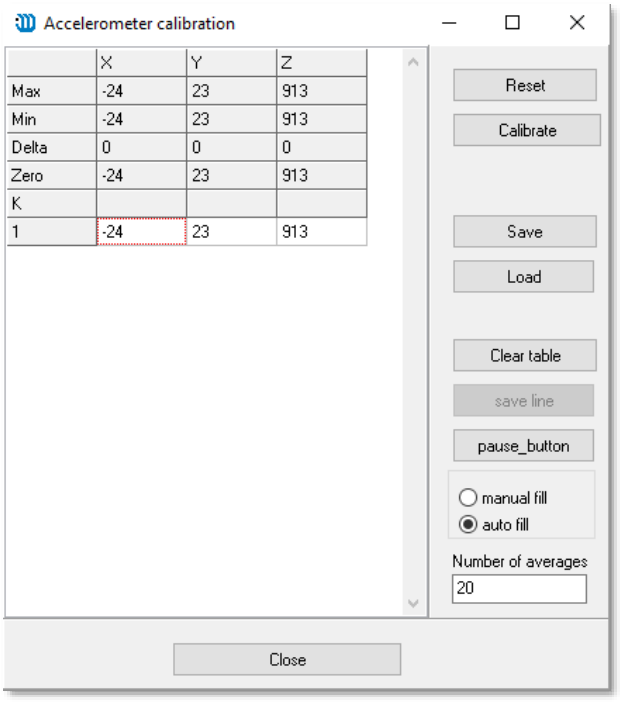
- スターターセット
- IMU 付きモバイルビーコン
- ソフトウェアとファームウェアのバージョン 5.85 以降
- 超音波の更新レート 4 Hz 以上

この機能を使い始める前に、加速度計がキャリブレーション済みかどうかを確認してください

- モバイルビーコンが過去にキャリブレーションされていないか、損傷や落下がなかったかを確認します
- モバイルビーコンを平らな面に置き（アンテナを上向きに）、PC に接続します。Dashboard を起動します
- view => Accelerometer calibration を開き、表示されたウィンドウで「autofill」をクリックして、表をクリアします。

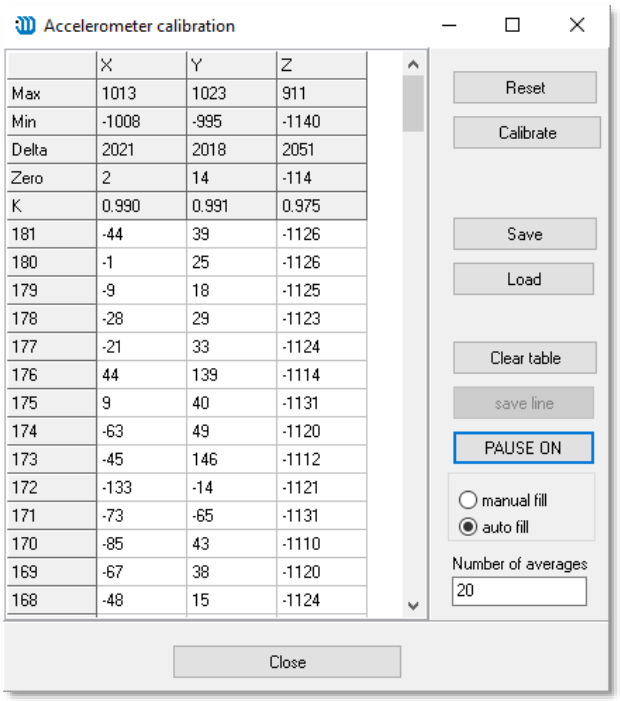


- すべての値が更新されたら、Pause（shift + space）をクリックします



次に、ビーコン（モバイルビーコン）を手に取り、各面を地面に向けるように傾けます（約 6 回）。少しずつ回転させます。x、y、z の値が次のようになるようにします：

- アンテナが下向きのとき z ≈ -1000 => アンテナが上向きのとき z ≈ 1000
- つまり、いずれか 1 つの軸の値は常に約±1000 になります。その他の軸は ⩽ 10 とします（10 未満が望ましいですが、25 でも許容範囲です）
- モバイルビーコンをキャリブレーションする前には、毎回「Pause」をクリックします
- 加速度計キャリブレーターが各軸に最適な値を選択します。最後に「Calibrate」をクリックし、ウィンドウを閉じます
- キャリブレーションは、加速度計の各軸の g 値を求めるために行います



システムの起動：

通常どおりシステムをセットアップします。手順は「システムのセットアップ」の項で説明しています。

超音波によるトラッキングが始まったら、Dashboard でモバイルビーコンを選択し、右側のメニュー「Interfaces」を開いて、「Processed IMU data」を有効にします。その後、モバイルビーコンを静止させ、右下の「ZERO IMU」ボタンを押して、ジャイロの追加のサブキャリブレーションを行うことをお勧めします。5 秒後、モバイルビーコンは処理済みの IMU データのストリーミングを開始します。

「Raw inertial sensors」モードを有効にすることもできます。このモードでは、加速度計とジャイロスコープの生データを、モバイルビーコンから直接 USB/UART 経由で最大 100 Hz でストリーミングします。

または、「IMU via modem」を有効にします。IMU データをモデム経由でストリーミングし、モデムに接続した USB/UART で受信できるほか、Dashboard にもログとして記録されます。

9.21.2. Python ライブラリでのデータ利用例

データを扱うには、既製のライブラリを使うか、記載のプロトコルに対応したソフトウェアツールを開発する必要があります。

サンプルは、当社のソフトウェアパッケージに含まれています。

当社では、IMU を扱うための既製ライブラリを次の言語で提供しています：

- python
- c ++
- java

IMU による経路を 100 Hz でリアルタイムに 3D 表示する例は、こちらです：
https://marvelmind.com/pics/marvelmind-imu-tracker.zip

9.22. IMU の軸の向き

Super-Beacon 1、2、3 の IMU 軸の向き



Super-Beacon 4 の IMU 軸の向き



HW v4.9 の IMU 軸の向き



Mini-TX の IMU 軸の向き



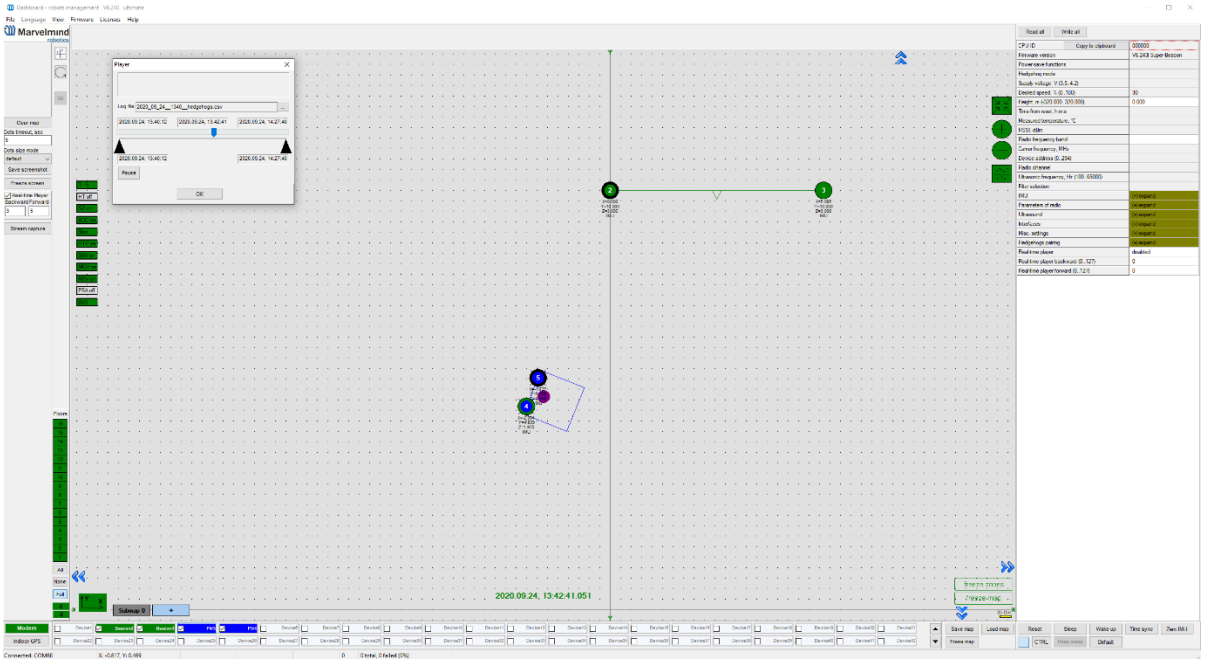
Mini-RX ビーコンの IMU 軸の向き



9.23. Player 機能

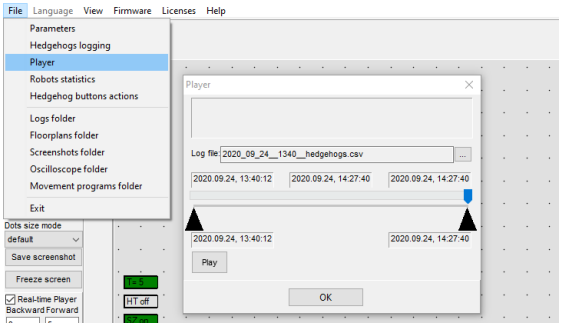
この機能は、移動した距離やコプターの飛行などを確認するために使用します。Player には、最高速度、平均速度、移動経路の統計が表示されます。

Dashboard v6.240 以降、ログファイルは.csv 形式で書き込まれます



Player の使い方：

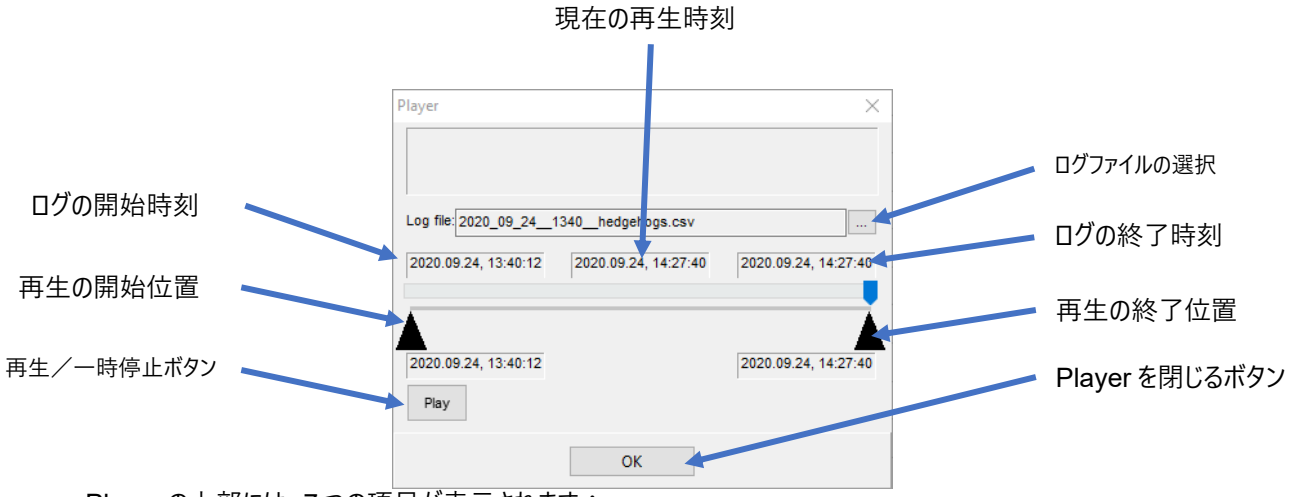
- File=>Player を開きます



Player の初期メニューはこのように表示されます

Select log – 保存済みのログファイルを開きます
Play – 再生を開始します

- 「Select log」ボタンをクリックし、ファイルを選択します
- これでログが読み込まれました。重要：ログファイルを記録するには、「Save map」をクリックして、すべてのビーコンの位置を保存し、すべてのビーコンをログに関連付けます。ログファイルは、「Freeze map」を押したときにも作成されます。



Player の上部には、7 つの項目が表示されます：

範囲の制限：スライダーの下にある黒い三角形の間の区間です。三角形は移動でき、スライダーにカーソルを置いてマウスホイールを回すとズームできます。Player の再生と統計の計算は、三角形で区切られた範囲で行われます

9.24. 絶対距離キャリブレーション

温度が頻繁に変化する場合、正確なトラッキングを得るのに絶対キャリブレーションが役立つことがあります。

絶対キャリブレーションには 2 つの種類があります：

- 基準点に基づく方法：いくつかの点の既知の絶対座標を使います
- サブマップに基づく方法：ユーザーがサブマップ内のビーコン間の絶対距離を把握している場合に使います

次の 2 つの章で、手順を含めてこれらの方法を詳しく説明します。

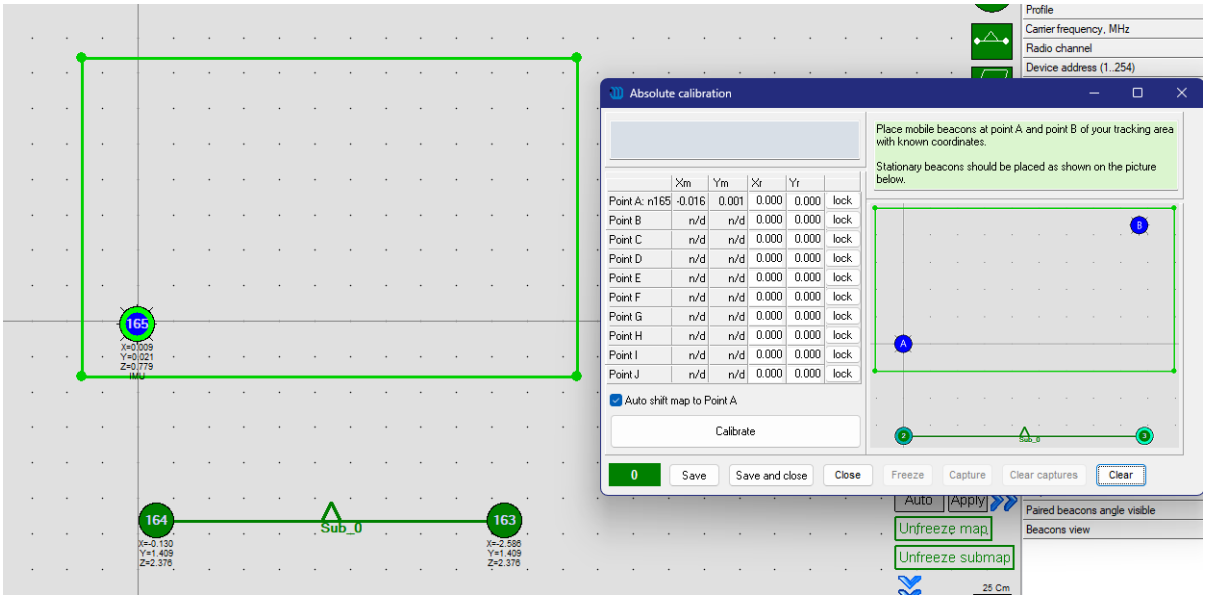
9.24.1. 基準点に基づく絶対距離キャリブレーション

モバイルビーコンを基準点に置いてキャリブレーションを適用すると、報告される位置が絶対値と一致するように、システムが位置の測定値を補正します。

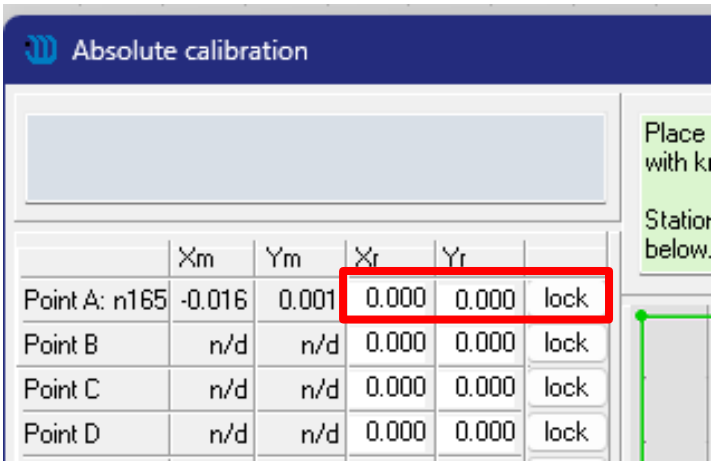
キャリブレーションには、できるだけ多くの点を使うことが非常に重要です（例：サブマップの四隅に 4 点 + 中央に 1 点）。これにより、トラッキングがより正確になります。

基準点に基づく絶対距離キャリブレーションの手順は次のとおりです：

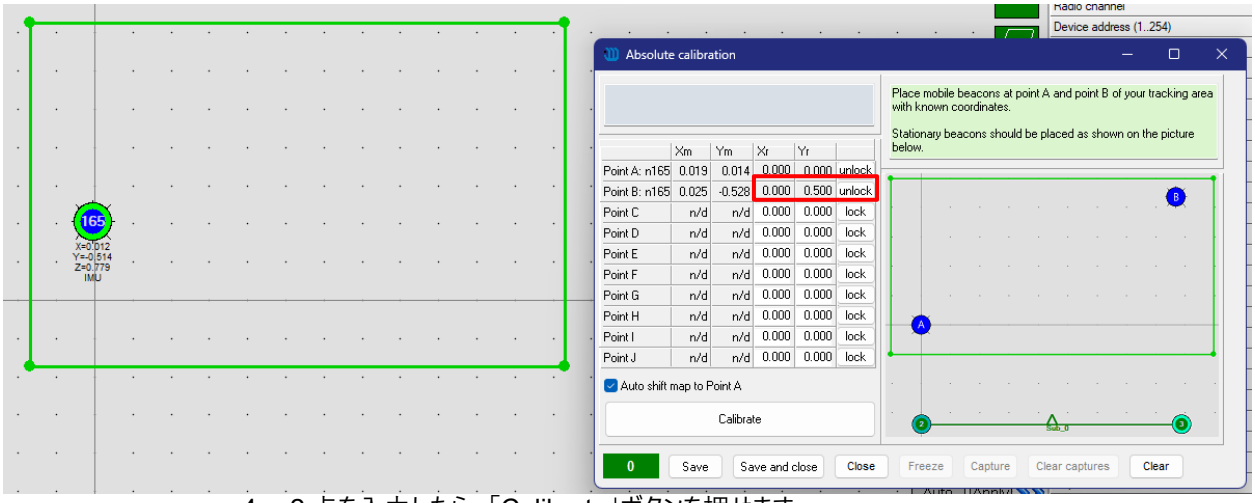
1. Tools -> Absolute calibration を開きます



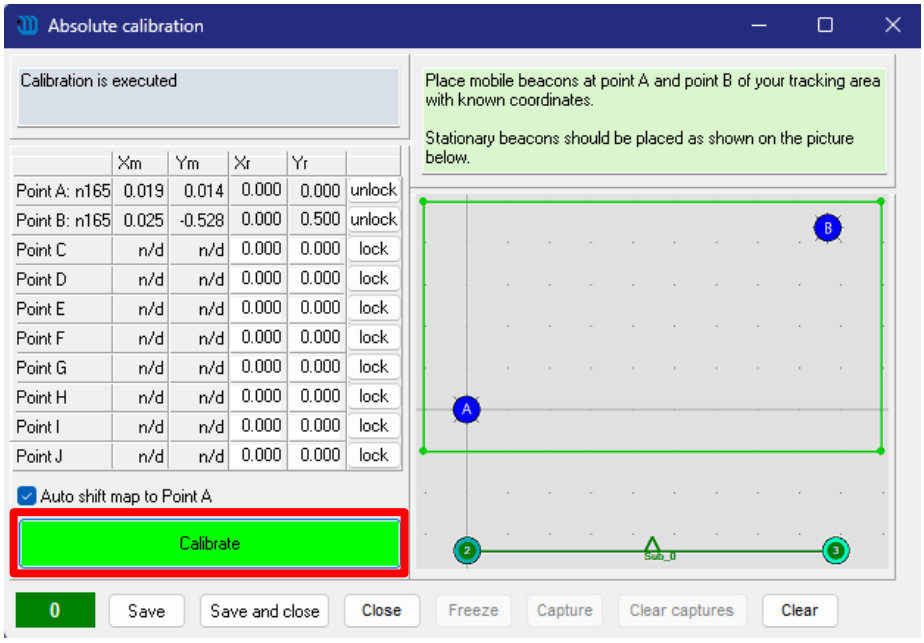
2. 1 つ目の点（ビーコンが現在ある最初の点）の座標を入力し、「lock」ボタンを押します



3. モバイルビーコンを 2 つ目の点に移動し、その座標を入力して「lock」ボタンを押します



4. 2 点を入力したら、「Calibrate」ボタンを押せます



	Xm	Ym	Xr	Yr	
Point A: n165	0.019	0.014	0.000	0.000	unlock
Point B: n165	0.025	-0.528	0.000	0.500	unlock
Point C	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point D	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point E	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point F	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point G	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point H	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point I	n/d	n/d	0.000	0.000	lock
Point J	n/d	n/d	0.000	0.000	lock

5. 絶対距離キャリブレーションのファイルがモデムに読み込まれます



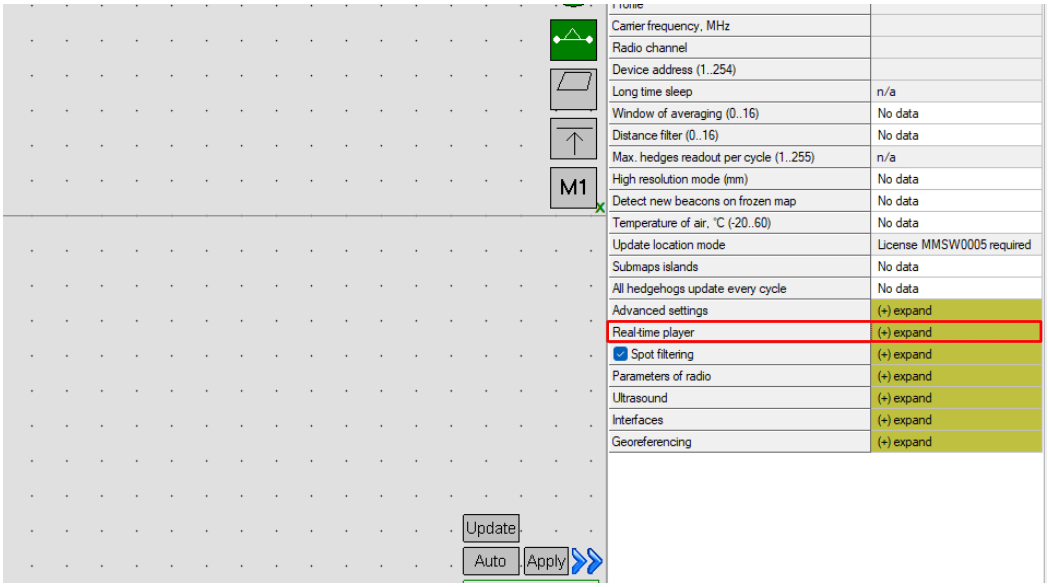
点の数が多いほど、トラッキングは正確になります。

Marvelmind robotics

9.25. Real-Time Player 機能

Real-Time Player は、軌跡を滑らかにする機能です。前後のデータを参照するため、選択したパラメーターに応じた一定のレイテンシが生じます。

Real-Time Player には、RTP_1 と RTP_2 の 2 つの層があります。より精密に平滑化するには、RTP_2 を有効にできます。



Real-time player	(-) collapse
RTP_1	enabled
Forward_1 (0..50)	5
Backward_1 (0..50)	3
Use for direction	disabled
Show raw track	disabled
RTP_2	disabled
RTP_2 Auto	disabled
Forward_2 (0..50)	10
Backward_2 (0..50)	10
Sigmoid length (5..999)	100
Tmin, sec (1.0..10.0)	3.0
Colored	disabled
Jump filter threshold, % (5..999)	50

Real-time player 1 を有効にします

滑らかなトラッキングのために Player が前方を「参照」する点の数

滑らかなトラッキングのために Player が後方を「参照」する点の数

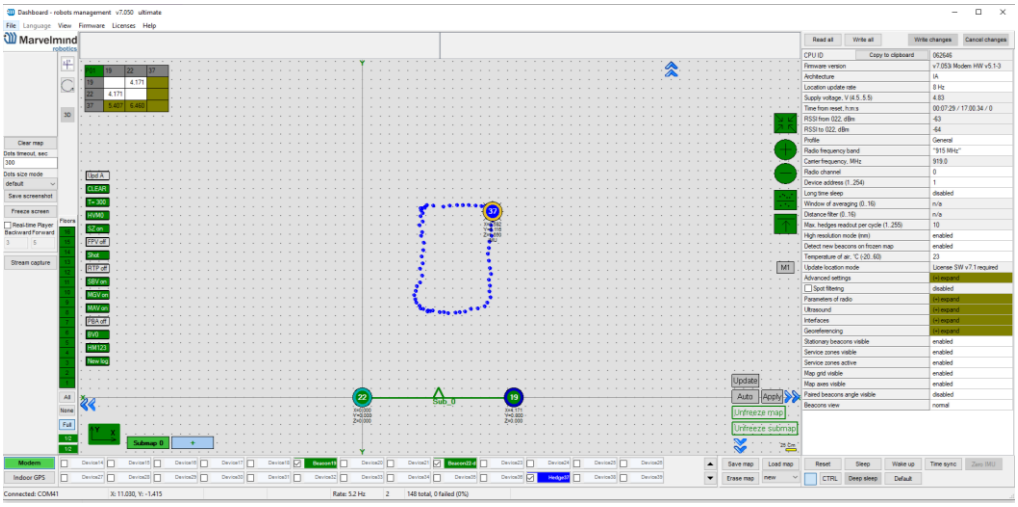
Real-time player 2 を有効にします

滑らかなトラッキングのために Player が前方を「参照」する点の数

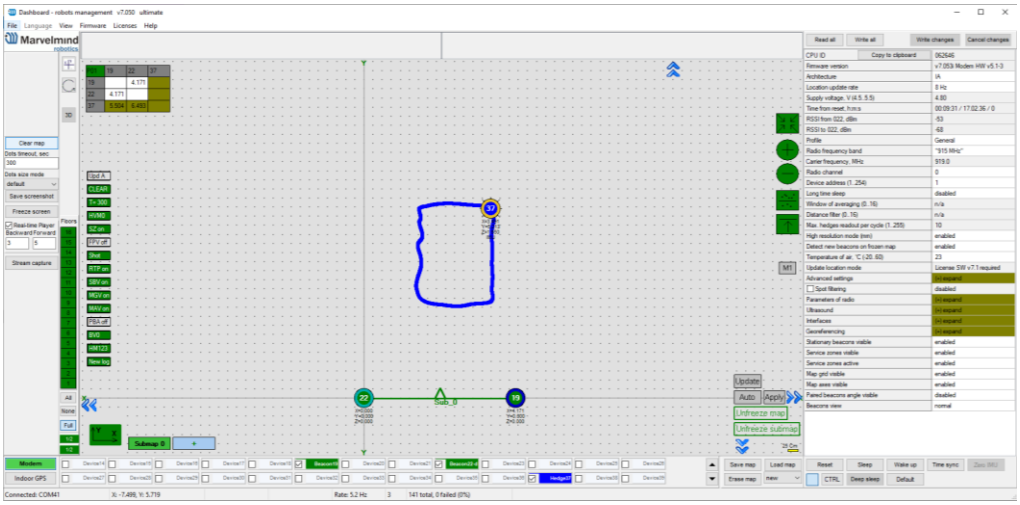
滑らかなトラッキングのために Player が後方を「参照」する点の数

トラッキングの例：

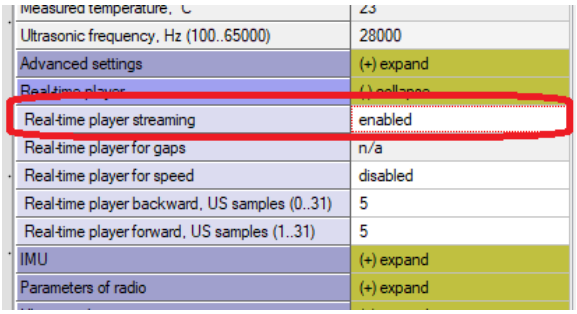
- Real-Time Player をオフにした状態



- Real-Time Player をオンにした状態



Real-Time Player はモバイルビーコン側でも有効にできます。これは RTP_1 に相当し、UART および USB 経由でストリーミングされるデータに適用されます。



Measured temperature, C	23
Ultrasonic frequency, Hz (100..65000)	28000
Advanced settings	(+) expand
Real-time player	(-) collapse
Real-time player streaming	enabled
Real-time player for gaps	n/a
Real-time player for speed	disabled
Real-time player backward, US samples (0..31)	5
Real-time player forward, US samples (1..31)	5
IMU	(+) expand
Parameters of radio	(+) expand

9.26. CSV 形式

Dashboard V7.000 以降の CSV ログファイルでは、各イベントが 1 行の CSV として記録され、イベントの種類ごとに行の形式が異なります。ただし、行の先頭部分はすべての行タイプで共通です。

CSV ログファイルの数行の例を示します：

```
T2021_11_04__173001_581,user,41,17,14,4.675,2.714,0.250,2,975,100
T2021_11_04__173001_581,user,41,17,15,4.665,2.708,0.250,2,975,114
T2021_11_04__173001_581,user,41,17,26,4.073,1.987,0.250,2,3462,128
T2021_11_04__173001_581,user,41,17,27,4.075,1.987,0.250,2,3462,141
T2021_11_04__173001_581,user,41,17,28,3.588,1.979,0.250,2,3496,155
T2021_11_04__173001_581,user,41,17,29,3.592,1.978,0.250,2,3496,169
T2021_11_04__173001_701,user,43,15,nl
T2021_11_04__173001_728,user,43,27,nl
T2021_11_04__173001_756,user,43,29,nl
```

行の共通部分は、最初の 3 つのフィールドです：

「T2021_11_04__173001_581」– この行のデータのタイムスタンプ：2021.11.04、17:30:01.581。

「user」– ユーザー名（将来用に予約）。今後のバージョンの Dashboard では、ユーザーのログインに対応する予定です。

「41」– 行タイプの ID。行タイプによって、以降のフィールドの形式が異なります。

データフィールドには、いくつかの共通の特殊コードがあります：

「nl」– no license（ライセンスなし）。このフィールドを埋めるには、何らかのライセンスが必要です。

「na」– not applicable（該当なし）。このフィールドに該当するデータがありません。たとえば、モバイルビーコンの位置が特定できなかった場合、X、Y、Z 座標のフィールドには「na」が入ります。

詳しくは、当社の Marvelmind インターフェースマニュアルの第 9 章をご覧ください。

10. インターフェース

屋内「GPS」システムは、測定した位置データを外部システム（ロボット、コプター、VR など）に送るための多くの外部インターフェースに対応しています。

システムからモバイルビーコンの位置データを取得する方法は 2 つあります：

- **モバイルビーコンから**
  - 各モバイルビーコンは自身の位置を把握していますが、他のモバイルビーコンの位置は把握していません
- **モデムから**
  - システム内のすべてのモバイルビーコンの位置を把握しています

必要に応じて、モバイルビーコンとモデムの両方から同時にデータを取得できます。

ソフトウェアバージョン v7.200 以降では、リアルタイムのタイムスタンプがデフォルトで有効になっています。古いソフトウェアとの互換性のために、ローカルのタイムスタンプを使う旧ストリーミング形式が必要な場合は、Dashboard のデバイス設定でこのオプションを無効にできます：

UART speed, bps	500000
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
Raw distances data	disabled
Quality and extended location data	disabled
Telemetry stream	disabled
Telemetry interval, sec (1..255)	n/a
User payload packets number (0..31)	0
Alarm pin function	MMSW0006 required
Alarm pin mode	n/a
PB5 pin function	None
Streaming mode	Normal
Debugging data	disabled
SPI data output	n/a
Stream realtime timestamps	enabled

対応しているインターフェースの一覧を以下に示します。

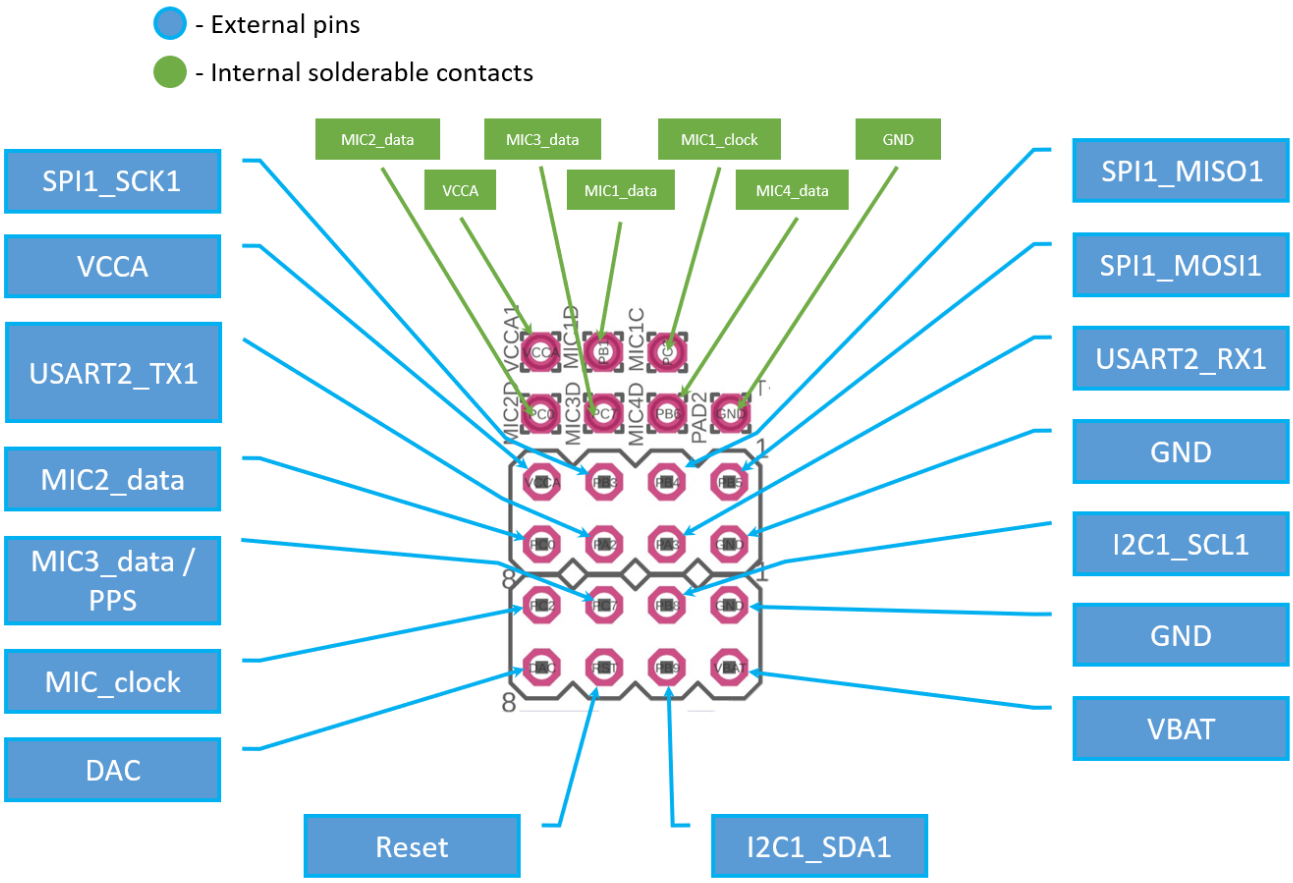
インターフェースの詳細はこちらをご覧ください。

Supported interfaces

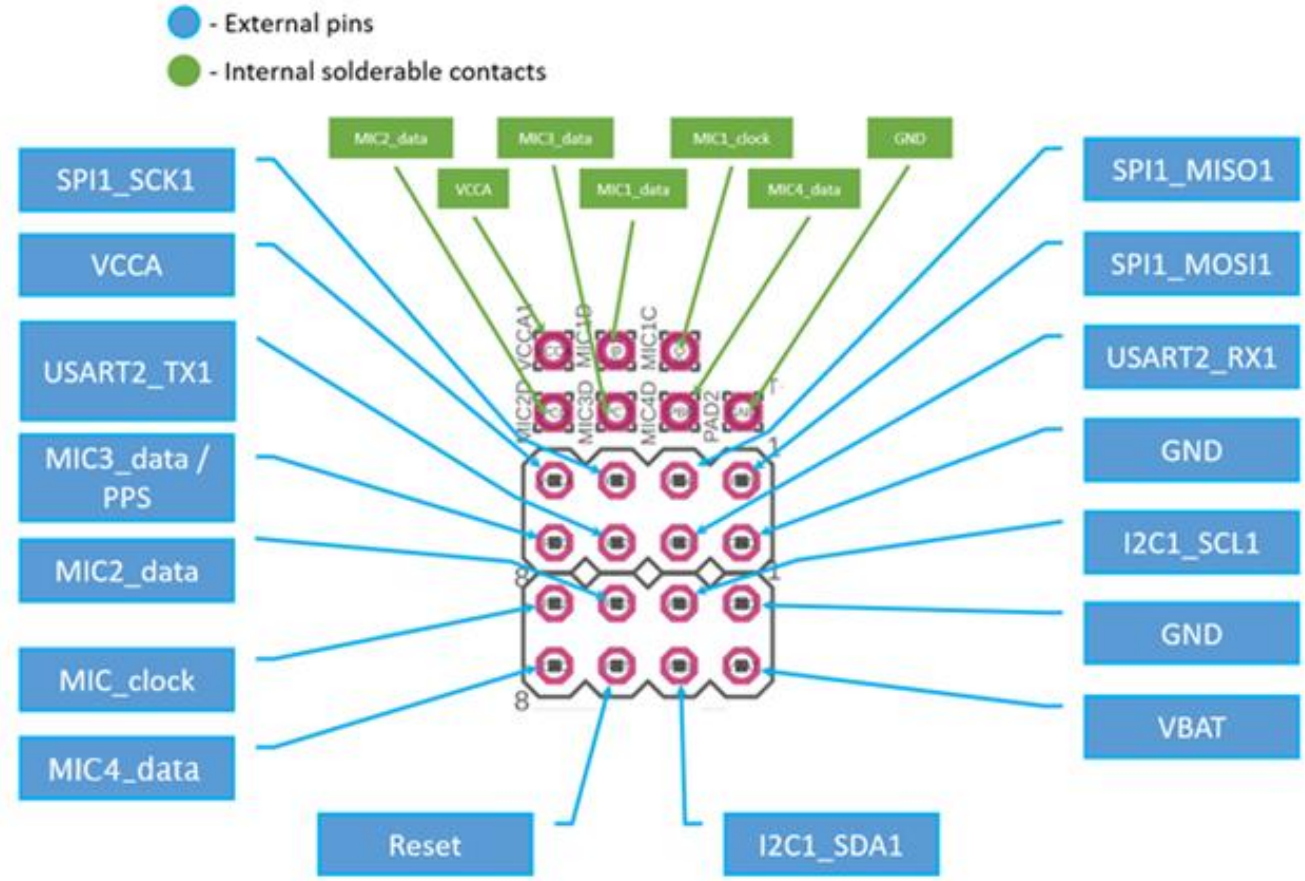
- **Mobile beacon:**
  - UART
  - SPI
  - Virtual UART via USB
  - NMEA
- **Modem:**
  - UART
  - SPI
  - Virtual UART via USB
- **Integrated with:**
  - Windows (PC & tablets)
  - Linux
  - Mac OS
  - Android (beacon)
  - ROS (beacon)
  - Raspberry (beacon)
  - Arduino (beacon)
  - PixHawk (beacon)
- **Sample code:**
  - C
  - Python

10.1. Super-Beacon 外部インターフェースのピン配置（上面図）

Super-Beacon の 4x4 ピン配置：

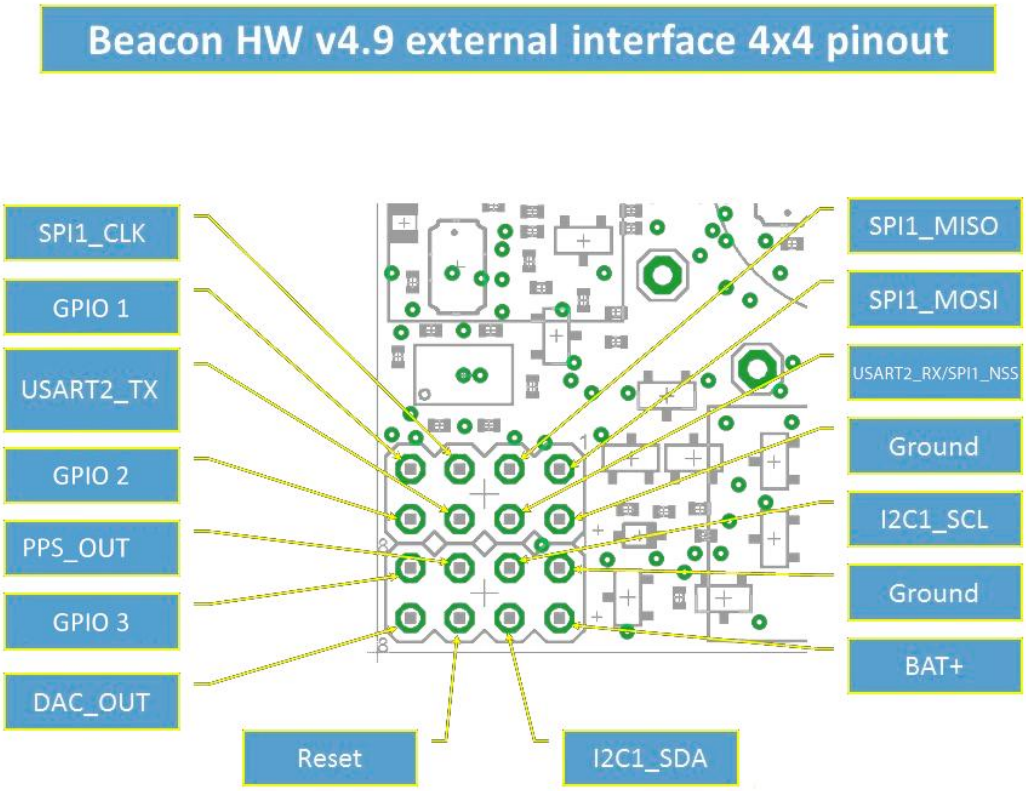


Super-Beacon-2、3、4 の 4x4 ピン配置：



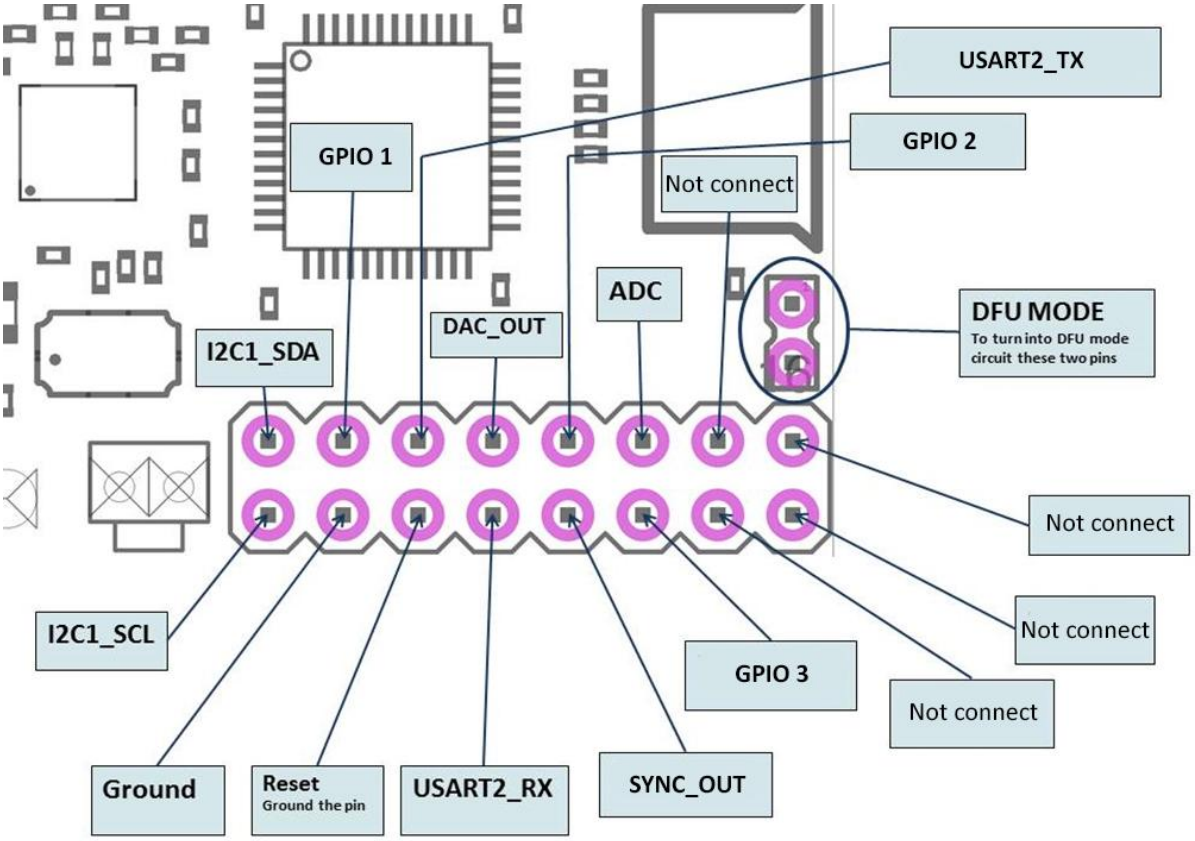
Marvelmind robotics

10.2. Beacon HW v4.9 外部インターフェースの 4x4 ピン配置（上面図）



Marvelmind robotics

10.3. Modem HW v4.9 外部インターフェースのピン配置（上面図）

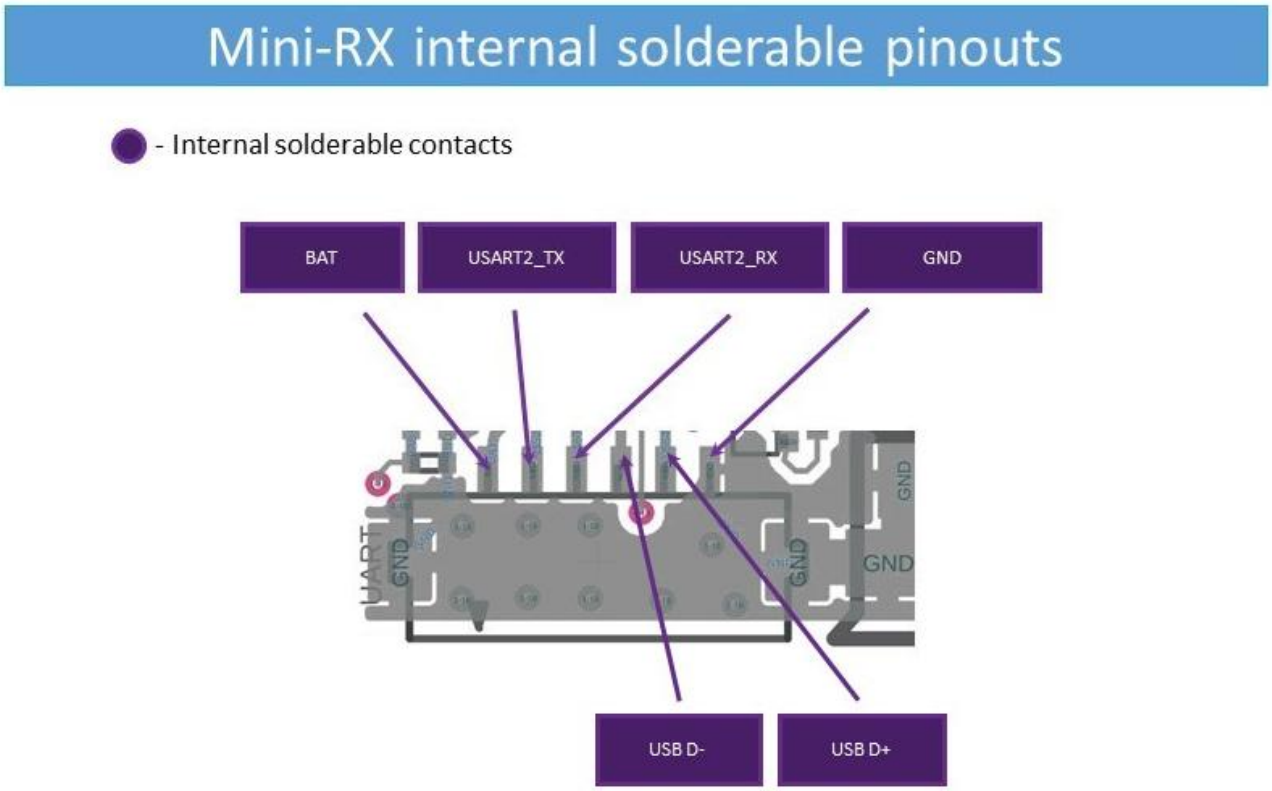


Marvelmind robotics

10.4. Mini-RX 内部のはんだ付け用ピン配置

正しくはんだ付けできる自信がある場合にのみ使用してください。DIP スイッチでビーコンの電源を切ることを忘れないでください。はんだ付けの不備によりビーコンが故障した場合、Marvelmind は責任を負いかねます。

Mini-RX ビーコンから UART データストリーミングを取得するには、基板上のピンにはんだ付けする必要があります。

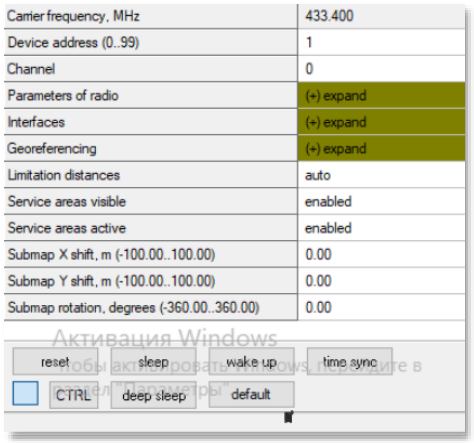


*BAT - 内蔵バッテリーを外し、この点に 3.5 V-5.2 V、最大 50 mA の外部電源を供給できます

11. 高度なシステム設定と最適化

高度な設定は、システムを十分に使いこなせるようになってから使い始めてください。

問題が発生した場合は、ビーコンまたはモデムを USB で PC に接続し、「DEFAULT」ボタンを使用してください。デバイスのアドレスはそのままで、ボードに「工場出荷時の設定」が書き込まれます。



11.1. 無線プロファイルの互換性

このセクションでは、各製品のさまざまな HW バージョンを紹介します：

11.1.1. 注：製品名の末尾の「-3」「-4」（例：Super-Beacon-3、Super-Beacon-4、Modem HW v5.1-3）は、デバイスのハードウェアバージョンを示します。現在提供しているのは、ハードウェアバージョン 3 とハードウェアバージョン 4 です。ハードウェアバージョンはデバイスのラベルに印字され、Dashboard にも表示されます。ハードウェアバージョンによって、対応する無線プロファイルが異なる場合があります。下の互換性表を参照してください。

	38 Kbps	100 Kbps	200 Kbps	400 Kbps *	500 Kbps
Modem HW v4.9	対応	**対応**	非対応**	非対応**	対応
Modem HW v5.1	対応	対応	**対応**	対応	対応
Modem HW v5.1-3	対応	対応	**対応**	非対応**	非対応**
Super-Modem	対応	対応	非対応**	対応	対応
Super-Modem-2	対応	対応	**対応**	対応	対応
Super-Modem-3	対応	対応	**対応**	非対応**	非対応**
Beacon Mini-RX	対応	**対応**	非対応**	対応	対応
Beacon Mini-RX-2	対応	対応	**対応**	対応	対応
Beacon Mini-RX-3	対応	対応	**対応**	非対応**	非対応**
Super-Beacon	対応	**対応**	非対応**	対応	対応
Super-Beacon-2	対応	対応	**対応**	対応	対応
Super-Beacon-3	対応	対応	**対応**	非対応**	非対応**
Super-Beacon-4	対応	対応	**対応**	対応	対応
Industrial Super-Beacon	対応	**対応**	非対応**	対応	対応
Industrial Super-Beacon-2	対応	対応	**対応**	対応	対応
Industrial Super-Beacon-3	対応	対応	**対応**	非対応**	非対応**
Industrial Super-Beacon-4	対応	対応	**対応**	対応	対応
Industrial-RX	対応	**対応**	非対応**	対応	対応
Industrial-RX-2	対応	対応	**対応**	対応	対応
Industrial-RX-3	対応	対応	**対応**	非対応**	非対応**
Industrial-RX-4	対応	対応	**対応**	対応	対応
Industrial-RX-4 with Omni	対応	対応	**対応**	対応	対応
Beacon HW v4.9	対応	**対応**	非対応**	非対応**	対応
Beacon Mini-TX	対応	**対応**	非対応**	非対応**	対応
Beacon Mini-TX-2	対応	対応	**対応**	対応	対応

Marvelmind robotics

*日本では、500 kbps の代わりに 400 kbps を使用します

**無線チップの構成上、今後も利用できません

太字かつ下線付きのものが、各デバイスのデフォルトの無線プロファイルです

さまざまな構成の例：

スターターセットを構成するデバイスはセットごとに異なります。お手元のデバイスの種類を確認してください。使用できる無線プロファイルは、デバイスの種類によって決まります

例 1 – Modem HW v5.1 と Super-Beacon-2、4

	38 Kbps	100 Kbps	200 Kbps	400 Kbps *	500 Kbps
Modem HW v5.1	対応	対応	対応	対応	対応
Super-Beacon-2	対応	対応	対応	対応	対応

この表から、この構成では両方のデバイスがすべてのプロファイルに対応しているため、すべてのプロファイルを使用できることがわかります。

例 2 – Modem HW v5.1 と Super-Beacon-3

	38 Kbps	100 Kbps	200 Kbps	400 Kbps *	500 Kbps
Modem HW v5.1	対応	対応	対応	対応	対応
Super-Beacon-3	対応	対応	対応	非対応	非対応

この表から、この構成では 38 kbps と 100 kbps の無線プロファイルを使用できることがわかります。Super-Beacon-3 が 400 kbps と 500 kbps に対応していないためです（プロセッサーの構成上、これらは利用できません）。

例 3 – Modem HW v5.1-3 と Beacon Mini-RX-3

	38 Kbps	100 Kbps	200 Kbps	400 Kbps *	500 Kbps
Modem HW v5.1-3	対応	対応	対応	非対応	非対応
Beacon Mini-RX-3	対応	対応	対応	非対応	非対応

この表から、この構成では 38 kbps と 100 kbps の無線プロファイルを使用できることがわかります。Modem HW v5.1-3 と Beacon Mini-RX-3 が 400 kbps と 500 kbps に対応していないためです（プロセッサーの構成上、これらは利用できません）。

例 4 – Modem HW v5.1、Super-Beacon-2、Beacon Mini-RX-3

	38 Kbps	100 Kbps	200 Kbps	400 Kbps *	500 Kbps
Modem HW v5.1	対応	対応	対応	対応	対応
Super-Beacon-2	対応	対応	対応	対応	対応
Beacon Mini-RX-3	対応	現時点では非対応*	対応	非対応	非対応

この表から、この構成では 38 kbps と 100 kbps の無線プロファイルを使用できることがわかります。Beacon Mini-RX-3 が 400 kbps にも 500 kbps にも対応していないためです（プロセッサーの構成上、これらは利用できません）。

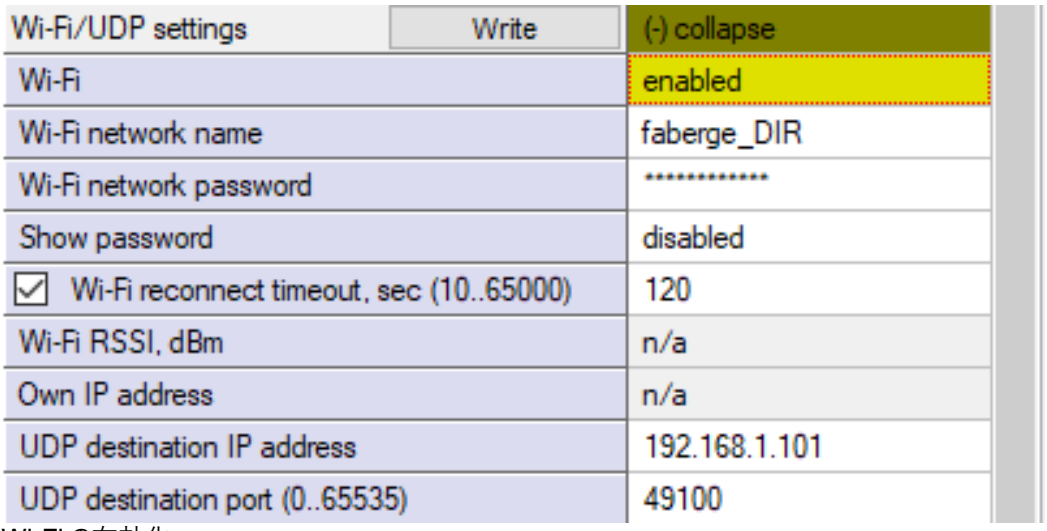
Marvelmind robotics

11.2. Super-Modem の Wi-Fi 設定

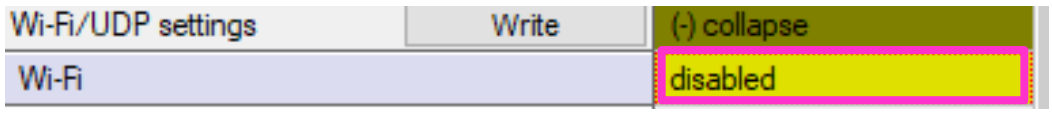
Wi-Fi を使って、座標を別の PC へストリーミングできます。この章では、その方法を説明します。詳しくは、5.1 章を参照してください。

11.2.1. Dashboard の Wi-Fi 設定メニュー

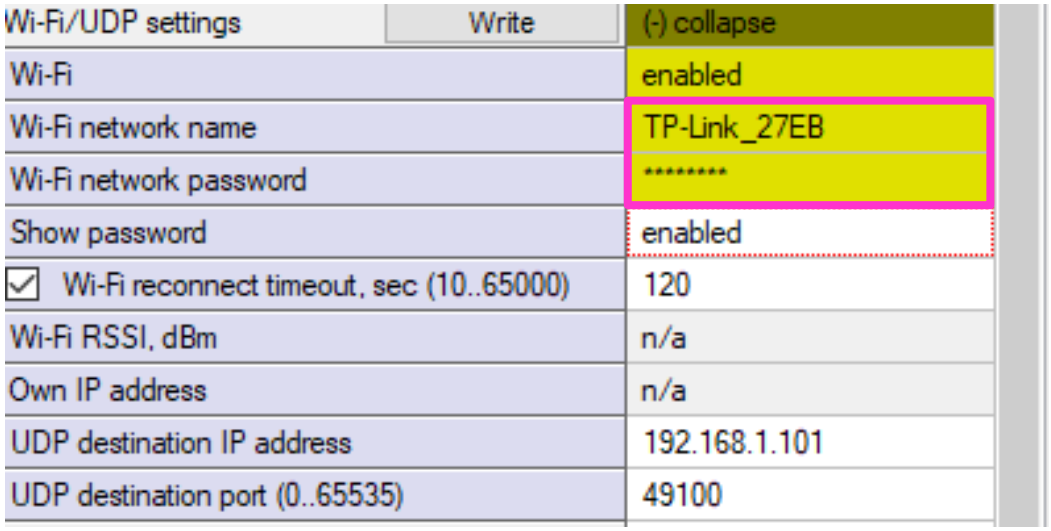
- Super-Modem を USB で PC に接続した状態で、設定バーの「Wi-Fi/UDP settings」を展開します。

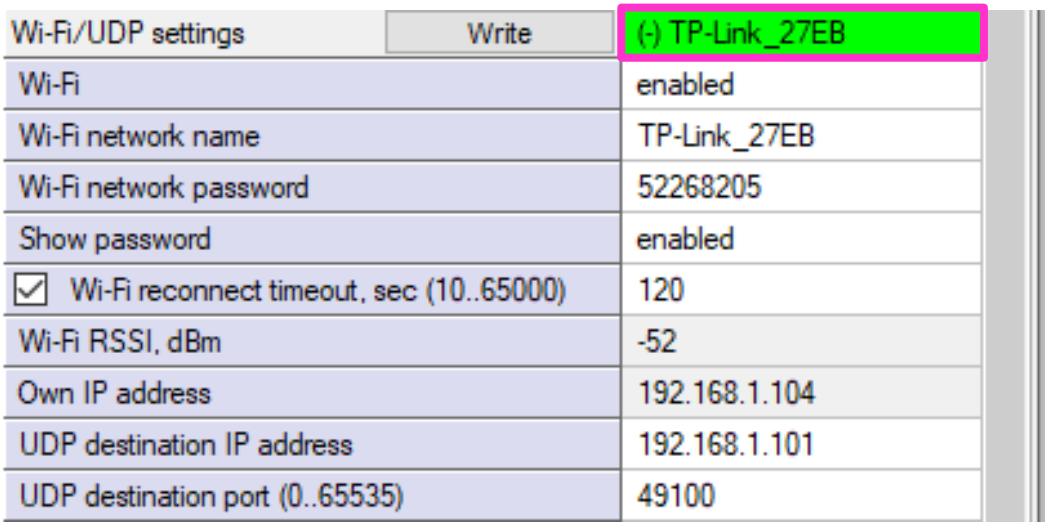


- Wi-Fi の有効化

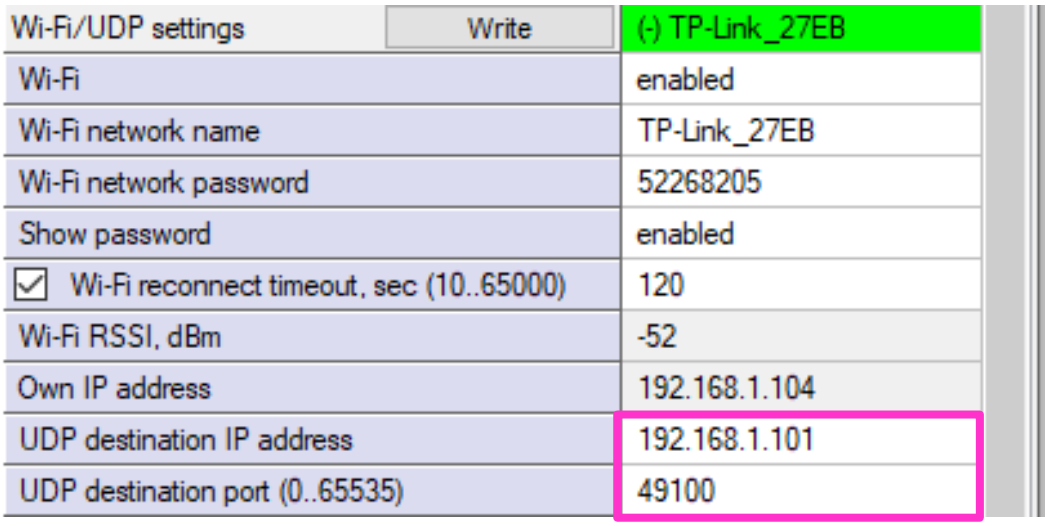


- 使用する無線 LAN の Wi-Fi ネットワーク名とパスワードを入力し、「Write」ボタンを押します





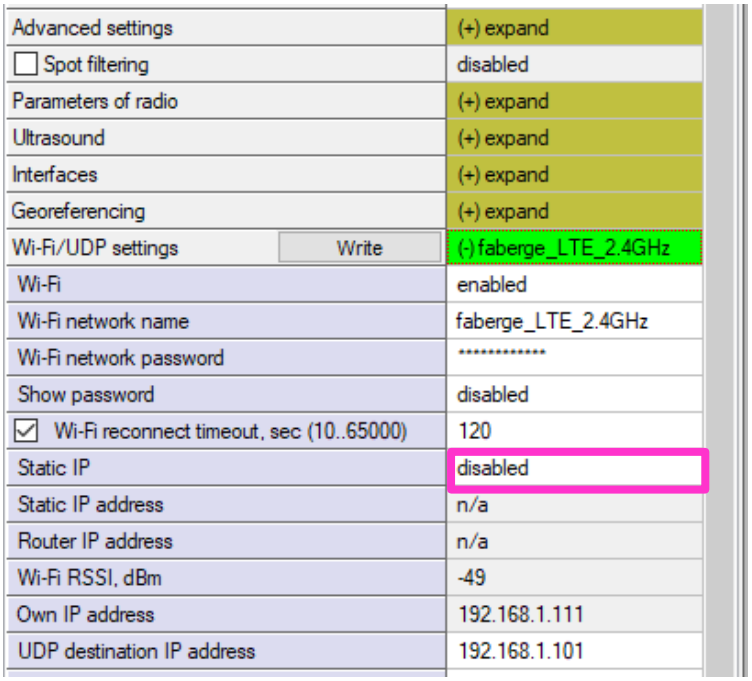
- その後、「Wi-Fi/UDP settings」バーが緑色になり、ネットワーク名が表示されます。



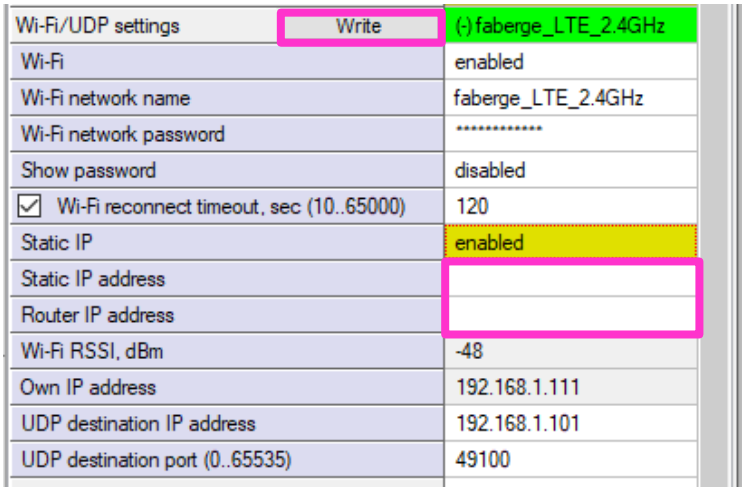
- 座標のストリーミング先となるデバイスの UDP 送信先 IP アドレスと UDP 送信先ポートを入力し、「Write」ボタンを押します。
- Wi-Fi の設定は以上で完了です。

11.2.2. 静的 IP（Static IP）

- Wi-Fi を有効にした状態で「Static IP」を有効にし、10 秒ほど待ちます：

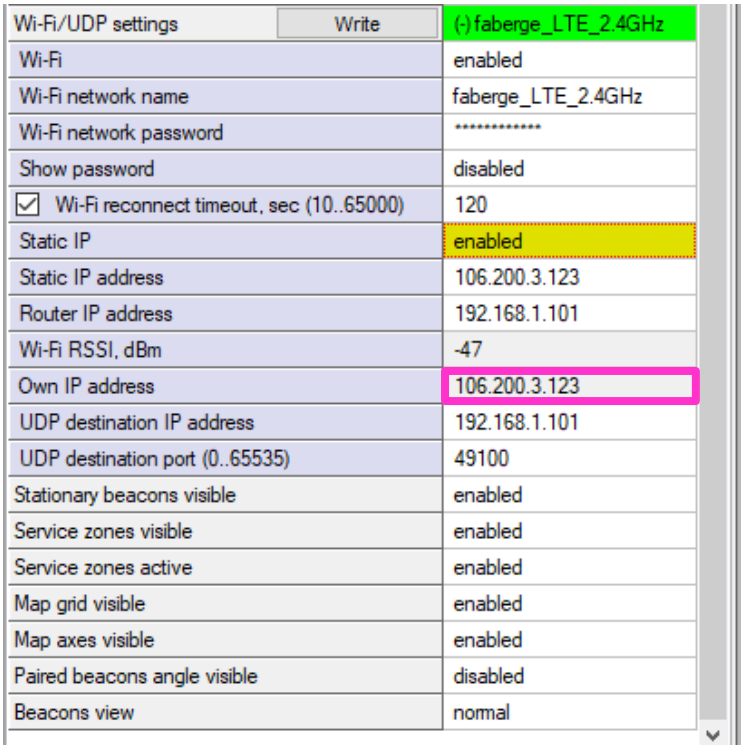


- IP アドレスを IPv4 形式で入力し（IPv4 アドレスの形式は x . x . x . x で、x はオクテットと呼ばれ、0～255 の 10 進数である必要があります）、Wi-Fi 接続に使用するルーターの IP アドレスも入力します。「Write」ボタンを押します：



Marvelmind robotics

- すべて正しく設定されると、「Own IP address」（自身の IP アドレス）が変わります：



- 静的 IP の設定は完了です。

Marvelmind robotics

11.3. 時分割多元接続（TDMA）シーケンス

IA でのみ適用されます。

超音波周波数は 8 種類しかないため、大規模なマップを構築する場合や、超音波信号が互いに干渉する場合には、TDMA を使用する必要があります。TDMA では、サブマップが順番に信号を発信するため、固定ビーコンに同じ周波数を使うサブマップ同士でも一緒に動作できます。なお、更新レートは TDMA シーケンスの数に応じて低下します。TDMA なしの基本更新レートが 8 Hz の場合、TDMA シーケンスが 3 つあると 8/3 Hz になります。

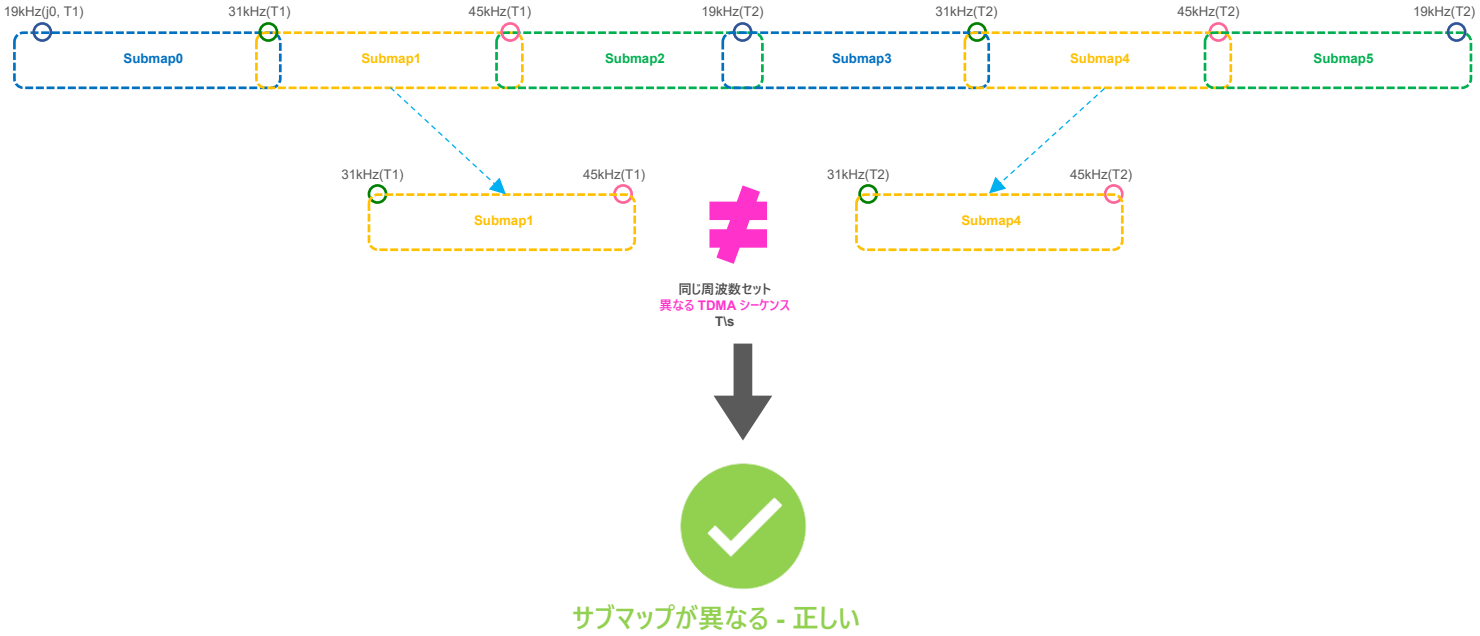
同じ周波数セットのサブマップが重なる場合は、TDMA を使用する必要があります。より一般的には、任意のサブマップ X について、X のサービスエリア内のどの地点においても、次の条件をすべて同時に満たす他のサブマップのビーコンが存在してはなりません：

- X が使用する周波数のうち 1 つ以上で動作する
- X と同じ TDMA スロットで送信する
- X に属するビーコンよりもその地点の近くにある

サブマップ内で動作するモバイルビーコンは、そのサブマップから発信されたものと解釈されうる信号を、他のサブマップから受信してはなりません。この要件は、周波数の再利用とビーコン間の空間的な位置関係の両方を考慮した適切な TDMA スケジューリングによって満たす必要があります。

TDMA とは信号を順番に発信するモードで、固定ビーコンごとに、発信サイクルの番号と、シーケンスが繰り返されるまでのサイクルの総数を定義します。

例 1：



- 例 2：

たとえば、開けたエリアにある 100x100 m のマップは 55 個のサブマップで構成されています。サブマップの縦の列は同じ構成ですが、それぞれ異なる TDMA ループで動作します。この例では、シーケンス内の TDMA の順番ごとに異なる色を使っています。TDMA 1（赤）のサブマップが最初に、TDMA 2（緑）のサブマップが 2 番目に、TDMA 3（青）のサブマップが 3 番目に発信します：



さらに、このマップは 6x11 = 66 台の固定ビーコンで構成されています。つまり、各周波数のビーコン 11 台ずつがサブマップにまとめられています：19-31 kHz、31-45 kHz、45-19 kHz、19-37 kHz、37-25 kHz。

TDMA を有効にする方法（両方のサブマップで同じ周波数を使用する、2 つのサブマップによる小規模な設定例）：

11.3.1. 固定ビーコンを、配置マニュアルの TDMA の章に従って設置します。

11.3.2. サブマップを 2 つ設定します。距離テーブル、高さなどを確認します。サービスゾーンを描画します（詳細：サブマップ機能の説明）。

11.3.3. 固定ビーコンでは、TDMA スロット数と TDMA スロットの 2 つのオプションを選択する必要があります。選択できる TDMA スロットは、選んだ総スロット数によって決まります。ビーコンごとに、総スロット数と、そのビーコンが信号を発信する TDMA スロットを選択します。

TDMA mode	TDMA mode 1
Number of TDMA slots (1..8)	1
TDMA slot (1..1)	1

11.3.4. モバイルビーコンを起動します。

11.3.5. マップ全体を固定します。これで使用できます。

11.3.6. 位置が飛ぶ場合は、固定ビーコンに正しい TDMA スロットが選択されているか確認してください。また、サブマップ自体が正しいかどうかも確認してください（距離テーブル、高さなど）

11.4. 更新レートを上げる

更新頻度は、主に次の 2 つのパラメーターに左右されます：

1) 無線プロファイル

2) 部屋の広さ（トラッキングエリア）

トラッキングの更新レートを調整する必要がある場合は、次の手順を行います：

1) 無線プロファイル：

利用できる無線プロファイルは、38 kbps、153 kbps、500 kbps の 3 つです：

- **38 kbps は最も低速ですが、より長い距離をカバーできます**
- **153 kbps - 中程度の速度で、中程度の距離に対応します（デフォルト）**
- **500 kbps は最も高速ですが、通信距離は短くなります**

したがって、更新レートを上げるには、500 kbps への切り替えをお勧めします。

方法：

- 各システムデバイス（モデムを含む）の設定バーで、「Radio profile」パラメーター（無線プロファイル）を 500 kbps（または必要な値）に変更します。設定バーは Dashboard 画面の右側にあります。

  ヒント：ビーコンとの接続を失わないよう、モデムより先にビーコンのプロファイルを変更してください。こうすることで、リモートで変更できます

2) 部屋の広さ（トラッキングエリア）

更新レートは、トラッキング距離（固定ビーコンとモバイルビーコンの間の距離）にも線形に依存します：

- **距離が長い – 更新レートが低い**
- **距離が短い – 更新レートが高い**

部屋が 10x10 m の場合は、最大距離の設定を変更します。これにより、システムの測定距離が設定した最大値までに制限されます。

方法：

- サブマップの設定を開きます（サブマップのアイコンをクリック）
- 最大距離の値をメートル単位で変更します（デフォルトは 20）

  ヒント：極端に小さな値は入力せず、1～2 m の余裕を持たせてください。また、トラッキングエリアが狭い場合は 20 m のままにしないでください。慎重に調整してください

詳しくはこちら：位置更新レートを上げるには？

11.5. 位置更新のレイテンシを低減する

実際のレイテンシは、多くの要因に左右されます：

- IA か NIA か
- モデムからかビーコンからか
- IMU センサーフュージョンか、通常の超音波のみか
- 無線プロファイル
- 実際に得られる更新レート
- 平均化や Real-time player の有効/無効

範囲は次のとおりです：

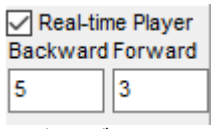
約 12 ms：IMU フュージョンを有効にし、平均化をまったく行わずに、モバイルビーコンから USB 経由でデータを取得する場合

約 150 ms：30 m のサブマップで、超音波の更新レートが 7 Hz、平均化なしの場合

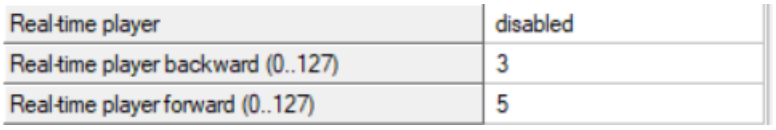
約 2 秒：(b)と同じ設定で、Real-Time Player を 16 に設定した場合。つまり、新しい値を出力する前に、最大 16 個の過去の測定値を考慮します

遅延に影響するもの：

- *Dashboard の Real-Time Player（NIA 用）*



- *モバイルビーコンの Real-Time Player（IA 用）*





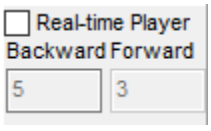
- モデムの「Window of averaging」と「Distance filter」の設定（NIA 用）



- モバイルビーコンの「Prefiltration coefficient」と「Ultrasonic filtering」の設定（IA 用）

レイテンシを下げる方法：





- *Real-Time Player をオフにします（IA と NIA の両方で有効）*
- 「Window of averaging」と「Distance filter」の設定値を 0 に変更します（NIA 用）：
- モデムを選択 -> Window of averaging（右側のタブ）-> 0 を入力
- モデムを選択 -> Distance filter（右側のタブ）-> 0 を入力

- 「Prefiltration coefficient」と「Ultrasonic filtering」の設定値を 0 に変更します（IA 用）：
- モバイルビーコンを選択します。Ultrasound -> Prefiltration coefficient -> 0 を入力
- モバイルビーコンを選択します。Ultrasound -> Ultrasonic filtering -> 0 を入力
- 完了です。レイテンシが低減されます

詳しくはこちら：位置更新レートを上げるには？

11.6. ビーコンの配置方法

音を伝えやすい長い物体の上にビーコンを設置しない

ごくまれですが、例外的な状況で起こることがあります。

ビーコン（固定・モバイル）は、基板やケースから空気以外の媒体を通じて取り付け面へ超音波のエネルギーが直接伝わらない場所に設置することが推奨されます。例えば、長い水平の金属パイプにビーコンをしっかり固定すると、次のような現象が起こることがあります：

- ビーコンから発せられた音が、金属パイプに直接伝わります。
- 金属内部の伝搬損失は、空気中よりもはるかに小さくなります。さらに、パイプが低損失の導波路として働くことがあります。
- パイプが十分に硬く、十分に長い場合、受信側のビーコンが想定より早く、つまり距離を空気中の音速で割った時間より早く信号を受信するという異常な現象が起こることがあります。これは、金属中の音速が空気中の音速よりもはるかに速いためです。また、金属中の超音波の損失は空気中より少ないため、空気中を伝わってきた実際の信号よりも強く見えることさえあります。
- ビーコンは、比較的柔らかいものや、音を伝えにくいものの上に設置するのが良い方法です。

適切な超音波カバレッジが得られるようにビーコンを配置します。1 台のビーコンは、少なくとも 2 台のビーコンとの間に見通し（超音波が直接届く経路）が確保されている必要があります。遮蔽物による影や壁などの影響を避けるため、天井の下に設置するようにしてください。

- 狭い部屋と広い部屋での固定ビーコンの最適な設定。
- 広い場所では超音波パルスを 30～50 に、狭い場所ではデフォルトの 5 パルスを使用します。
- ノイズの多い環境での最適な設定。

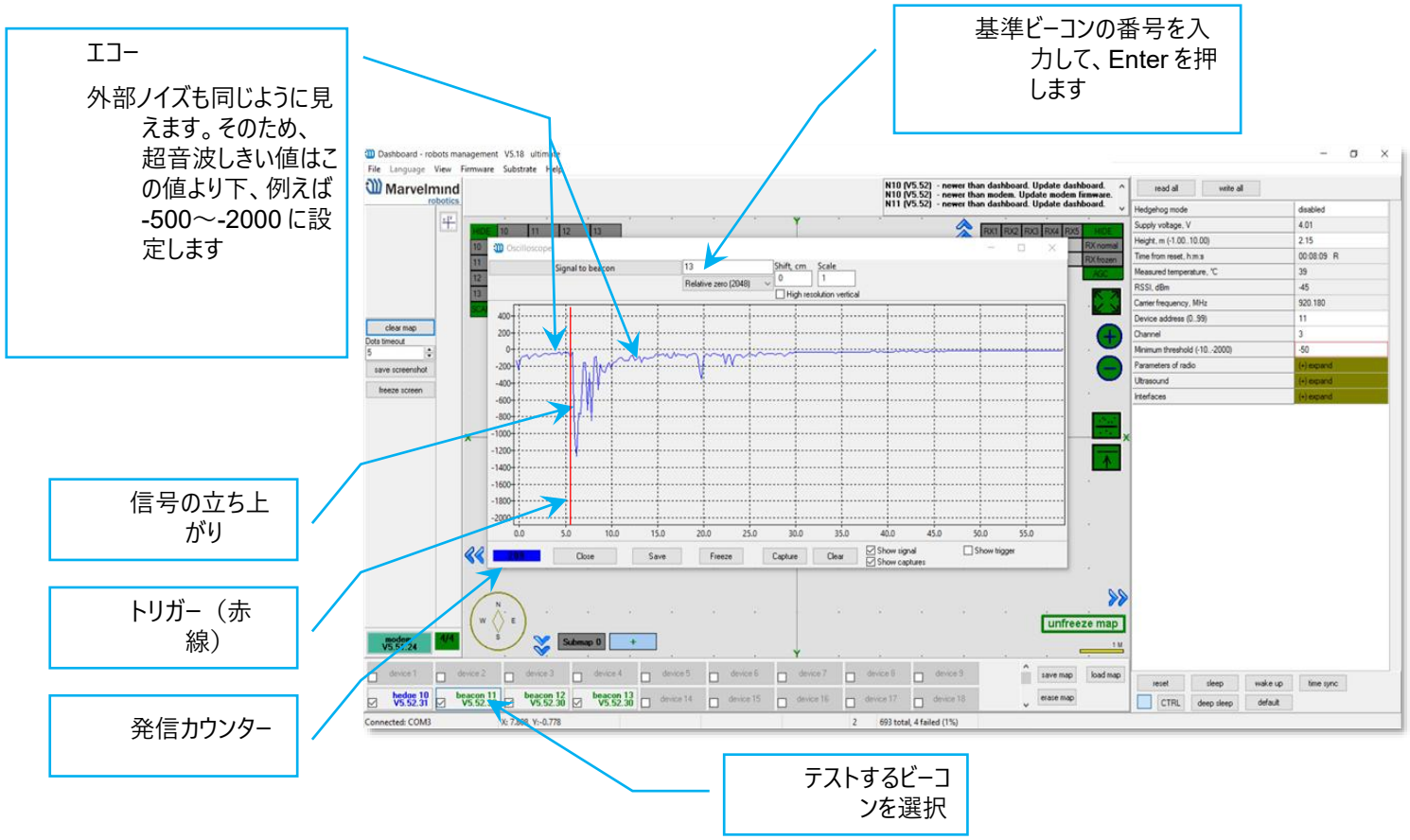
影響を軽減する方法はいくつかあります：

- モバイルビーコンはノイズ源の近くに置いても問題ありませんが、固定ビーコンは超音波を受信する側なので、ノイズ源から離して設置してください。一方、モバイルビーコンは超音波を発信する側です

ビーコンの配置について詳しくはこちら：高精度屋内測位システムの精度を高めるには

11.7. オシロスコープの使用

- ビーコン間の超音波信号を監視する
- Dashboard => View => Oscilloscope で、ビーコン間の超音波信号を監視します
- バックグラウンドノイズ、信号レベル、エコーなどの情報も得られる、非常に強力なツールです。このツールを使えば、Dashboard で適切な超音波しきい値を簡単に設定できます。



11.8. 超音波信号を正しく検出する

この章は主に HW v4.9 ビーコンに関するものです。Super-Beacon と Industrial Super-Beacon は、ノイズ除去と正確な信号検出のための高性能デジタルマイクを搭載しています。とはいえ、信号検出に問題がある場合は、どのビーコンを使用していても本章をお読みください
これらの推奨事項は、NIA にのみ適用されます

Marvelmind 屋内ナビゲーションシステムは、超音波信号に独自のマルチ周波数方式を採用し、さらに外部ノイズを抑えるための追加フィルタリングも行っています。そのため、よくあるノイズ源に対しても比較的高い耐性があります。ただし、外部ノイズが強すぎる場合、ノイズ源が近すぎる場合、または 19、25、31、37、45 kHz に近い周波数で連続した信号やホワイトノイズを発している場合は、システムの機能に影響が出ることがあります。

外部ノイズが大きい場合は、その発生源を特定してください。よくある発生源は次のとおりです：

- 超音波式の空間監視・動体検知アラームシステム
- 超音波を使用する他のロボット
- 駐車支援センサー（パークトロニック）
- 非常に強いホワイトノイズやインパルスノイズの発生源（エアガン、エアプレス、カッター、掃除機など）
- ドローン/マルチコプターのローター

この場合に有効な対処法：

- 影響を受けているビーコンを特定します。通常は、ノイズ源に最も近いビーコンです。それらの位置を変えてみてください
- 影響を受けている固定ビーコンのゲインを手動で下げ、モバイルビーコンからの信号の振幅が 1000～1800 になるようにします。これで信号対雑音比（S/N 比）が最も良くなります。ゲインを上げすぎないでください。ノイズは増幅される一方で目的の信号は飽和してしまい、S/N 比が悪化します
- ビーコン間の距離を手動で入力します。詳細：距離テーブル

ゲイン設定は、非常に非線形な場合があります。4000 から 3000 まではほとんど変化しませんが、2500 付近から（HW バージョンによっては 1200 付近から）ゲインが急激に下がり始めます。ゲインを手動で設定すれば、S/N 比が最も高くなる最適なゲインを見つけることができ、非常に厳しい外部条件下でもシステムを動作させられます。

マップの構築後は、モバイルビーコンだけが超音波を発し、固定ビーコンは発しません。そのため、モバイルビーコンがノイズ源にどれだけ近いかは問題になりません。しかし、固定ビーコンがノイズ源にどれだけ近いかは重要です。固定ビーコンの位置はこの点を考慮して選び、ノイズ源から離して設置してください。

11.9. システム精度の評価

距離測定の精度：

- Marvelmind のナビゲーションシステムは、正しい超音波の速度（音速）を使用していれば、ビーコン間の距離を±2 cm の精度で測定できます。
- 超音波の速度は、温度、気圧、湿度によって変わります。その他の要因の影響はごくわずかです。
- 主な要因は温度です。-20～+50 °C の温度範囲では、超音波の速度は約 0.6 m/(s·°C)変化します。これにより、距離の誤差は約(0.6 / 340) × 100% ≈ 0.17%/°C となります。つまり、温度設定が正しくないことによる距離測定の絶対誤差は、温度誤差 1 °C につき、ビーコン間の実際の距離の 0.17%になります。例えば、距離が 30 m で温度誤差が 5 °C の場合、誤差は 0.85% × 30 ≈ 0.25 m になります。Marvelmind システムでは、システム設定で気温を設定できます。

位置測定の精度：

- Marvelmind システムは、三辺測量アルゴリズムを用いて距離から位置を計算します。位置計算の誤差は、距離測定の誤差と、固定ビーコンとモバイルビーコンの相対的な位置関係（ジオメトリ）に関係します
- 三辺測量の基本式は、次の記事に掲載されています：
  https://en.wikipedia.org/wiki/Trilateration
- ご覧のとおり、モバイルビーコンの位置 X、Y、Z は、d、i、j の値で設定される 3 台の固定ビーコンの位置から計算されます。記事では、式を簡単にするために、ビーコンの 1 台を(0,0)の位置に移動しています。X と Y の式では、d と j が分母になっています。つまり、d と j の値が小さいと、その値のわずかな誤差が大きな位置誤差につながるおそれがあります
- 記事にあるビーコンの図をご覧ください。簡単に言えば、3 台のビーコンのうち 1 台が他の 2 台を結ぶ線の近くにあると、モバイルビーコンの位置特定の誤差が大きくなるということです

例：

- d= 10, i= 5, j= 0.1, r1= 7, r2= 7, r3= 4.8 とします
- すると、x= 5, y= 2.4375, z = 4.25 となります
- j=0.101（誤差 0.1 cm）とすると、x= 5, y= -0.06, z= 4.89 となります
- Y に大きな誤差が生じているのがわかります

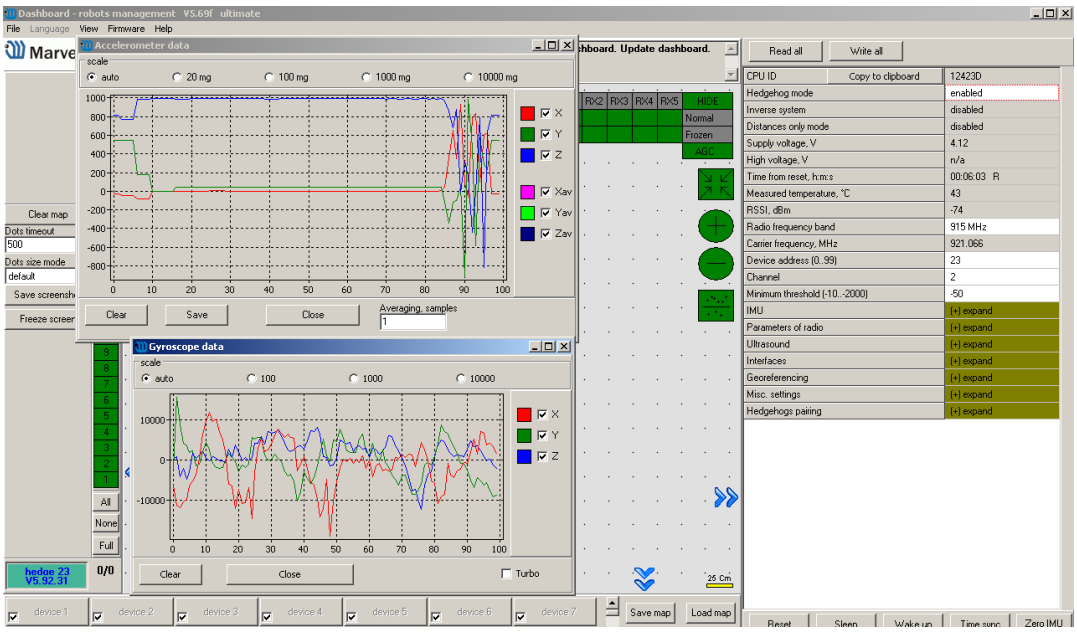
Z についての別の例です。モバイルビーコンが固定ビーコンの平面に比較的近い位置にあるとします：

- d= 8, i= 4, j= 6, r1= 5.02, r2= 5.02, r3= 3.01
- この場合、X=4, Y= 3.01169, Z= 0.36 となります
- r3= 3.0（誤差 1 cm）とすると、X=4, Y= 3.016, Z= 0.44 となります。Z の誤差は約 8 cm です

また、r1= 5, r2= 5, r3= 3 の場合、Z は 0 になります。このように、平面の近くでは、距離のわずかな変化が Z の値を大きく変化させます。

精度について詳しくはこちら：絶対精度と相対精度

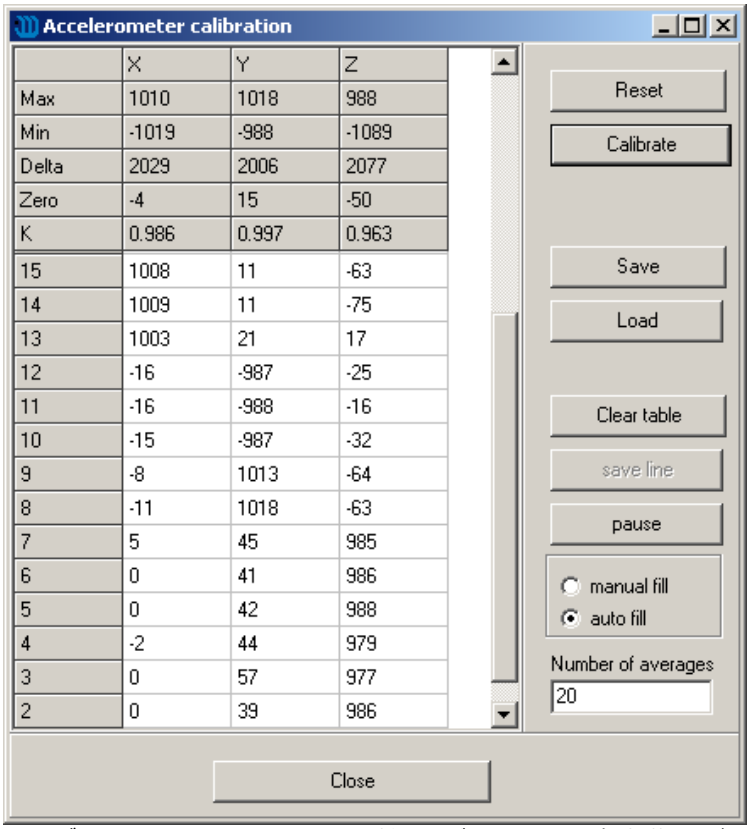
11.10. 加速度センサーのキャリブレーション



IMU 搭載ビーコンの加速度センサーをキャリブレーションするには、次の手順を行います：

- モバイルビーコンを USB で Dashboard に接続します
- ビーコンに IMU が搭載されていることを確認します。「View / Accelerometer」メニューと「view/gyro data」を開きます。IMU が搭載されていれば、モバイルビーコンを動かす（手で回す）と、これらのウィンドウのグラフに角速度と加速度が表示されます。加速度とジャイロデータのウィンドウを閉じます。

- キャリブレーションウィンドウを開きます：View / calibrate the accelerometer



	X	Y	Z
Max	1010	1018	988
Min	-1019	-988	-1089
Delta	2029	2006	2077
Zero	-4	15	-50
K	0.986	0.997	0.963
15	1008	11	-63
14	1009	11	-75
13	1003	21	17
12	-16	-987	-25
11	-16	-988	-16
10	-15	-987	-32
9	-8	1013	-64
8	-11	1018	-63
7	5	45	985
6	0	41	986
5	0	42	988
4	-2	44	979
3	0	57	977
2	0	39	986

- キャリブレーションでは、X、Y、Z の 3 軸それぞれについて、自由落下（地球の重力）のデータを測定します。これらの計算結果から、表に「Zero」として示される補正オフセットと、「K」として示される補正係数が記憶されます

- ウィンドウ右下のスイッチは「AutoFill」の位置にしておきます
- キャリブレーションを開始する前に、ウィンドウ上部の「Reset」ボタンをクリックして、現在のキャリブレーション結果をゼロにします

キャリブレーションの手順：ビーコンを手でゆっくりと、急に動かさないように 6 つの姿勢に順に向け、各姿勢で 1〜2 秒間静止させます：

  - 開始姿勢 – ビーコンをテーブルに置き、アンテナを上に向けます（キャリブレーション Z +）
  - ビーコンを裏返し、アンテナを下に向けます（キャリブレーション Z-）
  - ビーコンを立て、センサーRX1 をテーブル側に向けます（キャリブレーション Y +）
  - ビーコンを立て、センサーRX3 をテーブル側に向けます（キャリブレーション Y-）
  - ビーコンを立て、センサーRX2 をテーブル側に向けます（キャリブレーション X +）。USB コネクターが邪魔にならないよう、ケーブルが下に垂れるようにビーコンをテーブルの端に置いてもかまいません
  - ビーコンを立て、センサーRX5 をテーブル側に向けます（キャリブレーション X-）
- 各測定で、加速度センサーの読み取り値は Zero と K で補正されます。6 点（7.1 ... 7.6）の測定が終わったとき、加速度センサーが正常であれば、Zero は 0 に近く、K は 1 に近い値になります。スクリーンショットをご覧ください。そうならない場合は、7.1 ... 7.6 のいずれかの手順を抜かしていないか確認してください。

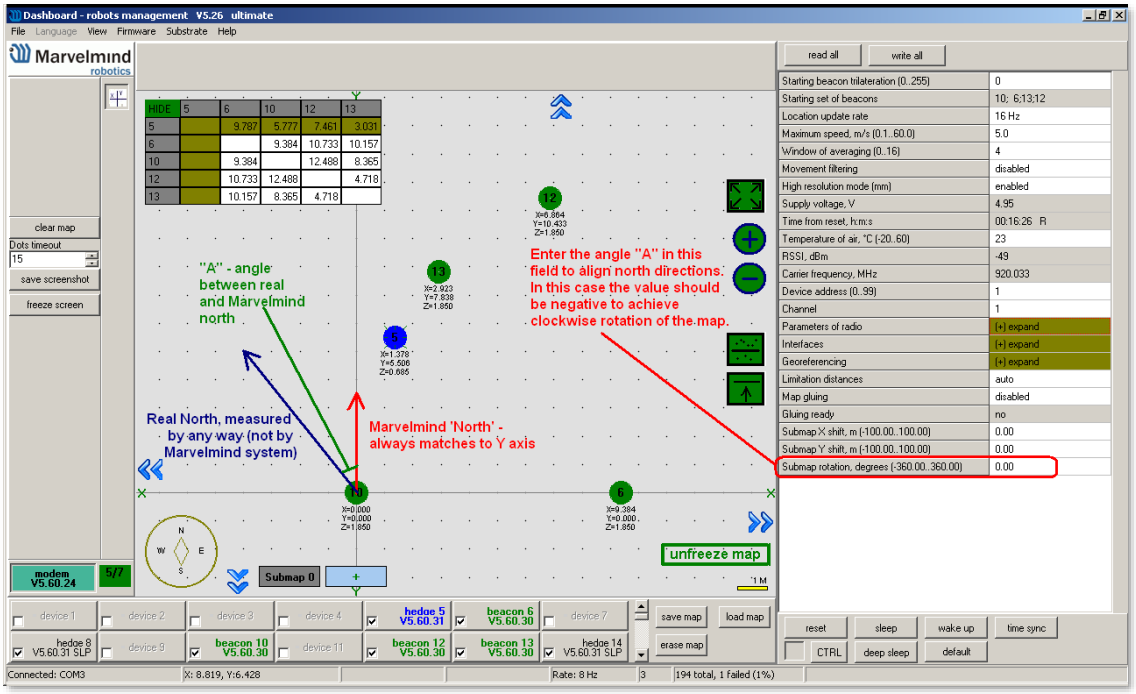
- 結果を保存するには、「Calibrate」をクリックします。

11.11. 正しい北の方位を得るための設定

場合によっては、Marvelmind システムからの NMEA 出力のために、マップの北の向きを正しく合わせる必要があります。例えば、マルチコプターに搭載した Pixhawk のナビゲーションデータ源として Marvelmind のモバイルビーコンを使用する場合、マルチコプターのヨーを正しく制御するには、正しい北の方位が必要です。Marvelmind システムは北を自動的に判別できないため、マップを構築して固定した後に、ユーザーが補正を行う必要があります。補正方法は次の 2 つです：

方法 1

- 下のスクリーンショットのように、Dashboard で Marvelmind のマップを回転させます
- ヘルプ動画もご覧いただけます



方法 2

- Pixhawk 側で、Mission Planner または APM Planner から角度補正（スクリーンショットに示した角度）を入力します
- パラメーター「BCN_ORIENT_YAW」を参照してください。リンク：ArduPilot

11.12. Marvelmind API

Marvelmind API ライブラリは、Marvelmind Dashboard ソフトウェアで使用されているライブラリで、ユーザーのソフトウェアにインターフェースを提供します。API は、MS Windows 向けにはダイナミックリンクライブラリ（DLL）、Linux（x86 および ARM プラットフォーム）向けには共有ライブラリとして提供されます。API は USB（仮想シリアルポート）経由でモデムに接続し、モデムとの通信プロトコルを実装しています。

ソフトウェアパッケージには、API ライブラリに加えて C のサンプルソフトウェアも含まれています。これは API のテストに使用したもので、すべての API 関数の呼び出しを含んでいます。

このサンプルは、ユーザーのソフトウェア開発のベースとして、また API ライブラリのインターフェース（ファイル「marvelmind_api.c」）を他のプログラミング言語に移植する際のベースとして使用できます。

詳しくは、以下のリンクをご覧ください：

- Marvelmind インターフェース（第 10 章）
- GitHub

動作確認済み：

1. MS Windows 10、CPU：Intel Core i5
2. Ubuntu 20.04、CPU：Intel Core i5
3. Raspbian（2018-11-13-raspbian-stretch-full）、プラットフォーム：Raspberry Pi 3 Model B+

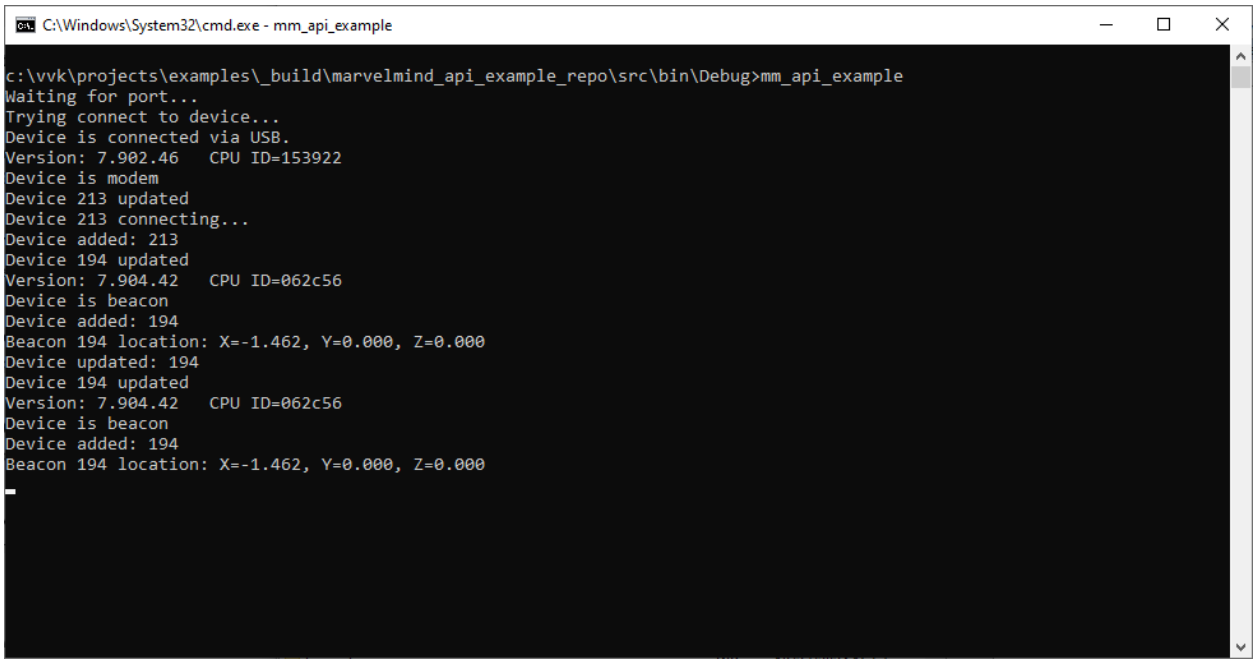
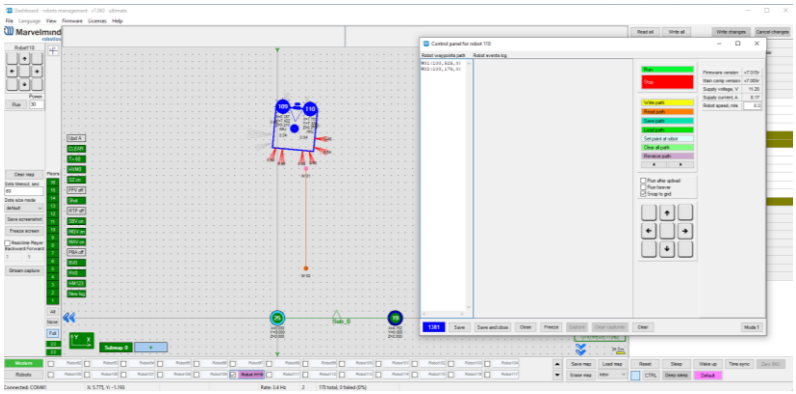


図 1. USB 経由での Marvelmind API への接続例

11.13. Pixhawk と Marvelmind モバイルビーコンの通信

Marvelmind のモバイルビーコンは、Pixhawk（および NMEA0183 プロトコルに従って GPS を入力するその他のハードウェアやソフトウェア）に接続できます。GPS データは、UART および USB（仮想 UART）インターフェース経由で送信できます。詳しくは、次のドキュメントをご覧ください：PixHawk と Marvelmind の統合マニュアル、Marvelmind と PX4 の統合。

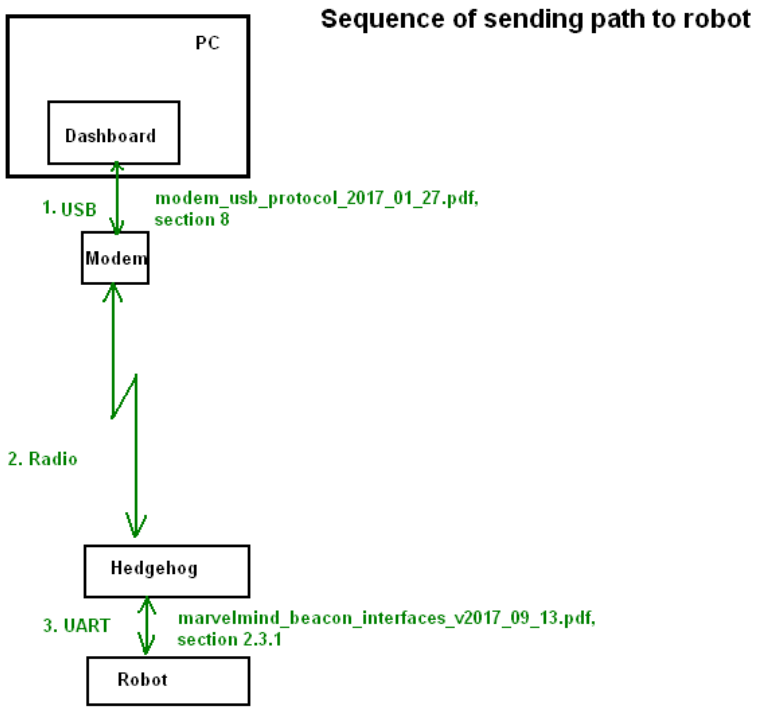
11.14. ロボットへの経路送信



Dashboard からロボットに経路を送信できます

ヘルプ動画をご覧ください。

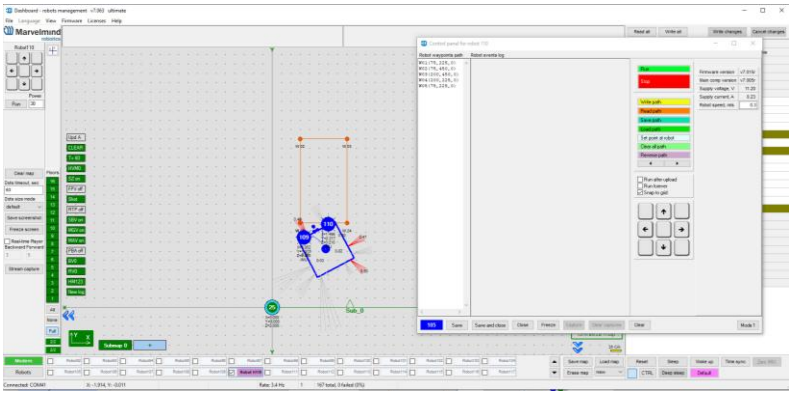
- Dashboard は USB 経由でモデムにリクエストを送信します。
- Dashboard でこれらのリクエストを送信する手順は、2 枚目のスクリーンショットに示しています。
- このリクエストの形式は、モデムプロトコルのセクション 8 に記載されています：
    - モデムは、当社の独自プロトコルを使用して、無線でモバイルビーコンにデータを送信します



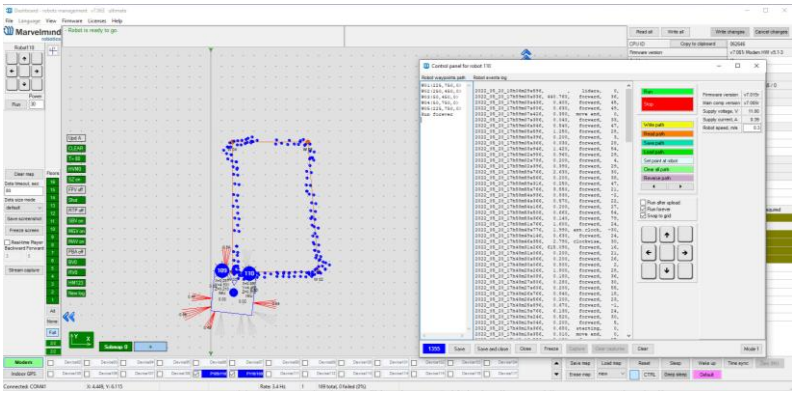
- モバイルビーコンは、UART 経由でロボットと通信します。モバイルビーコンは、このプロトコルのセクション 2.3.1 に従ってデータを送信します
- ロボットは、セクション 2.3 に示す応答パケットでデータの受信を確認する必要があります
- ロボット側のこの通信は、当社サイトの Arduino サンプルに実装されています。プロトコルからわかるように、ロボットがウェイポイントを要求する必要はありません。Dashboard からウェイポイントが送信されると、モバイルビーコンがウェイポイントを送ってきます。ただし、ロボットは各ウェイポイントの受信を、次のパケットで確認する必要があります：
- [0x03,0x47,0x01,0x02,0x00, <チェックサム 2 バイト>]

ロボット Boxie について詳しくは、Marvelmind Boxie 操作マニュアルをご覧ください

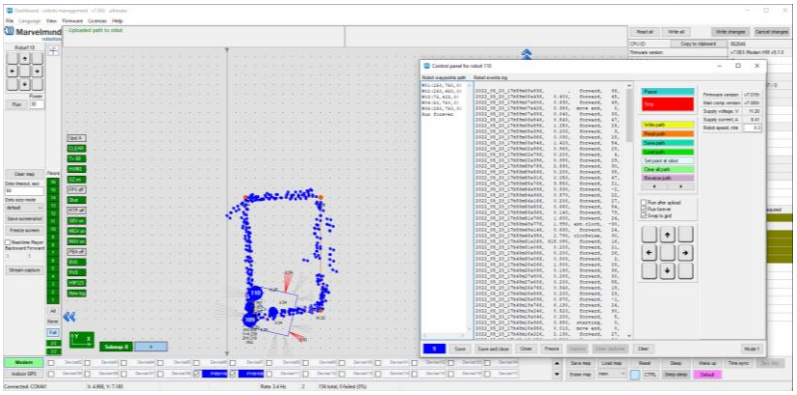
経路の送信方法：



1) Marvelmind 屋内「GPS」システムをセットアップします



2) Boxie の電源を入れ、1 分間待ちます



3) 経路とポイントを設定します（Shift+マウス左クリックでポイントを作成、ポイントをクリックすると削除）：

4) 「Run」を押します。ロボットが、描いた経路に沿って移動します：

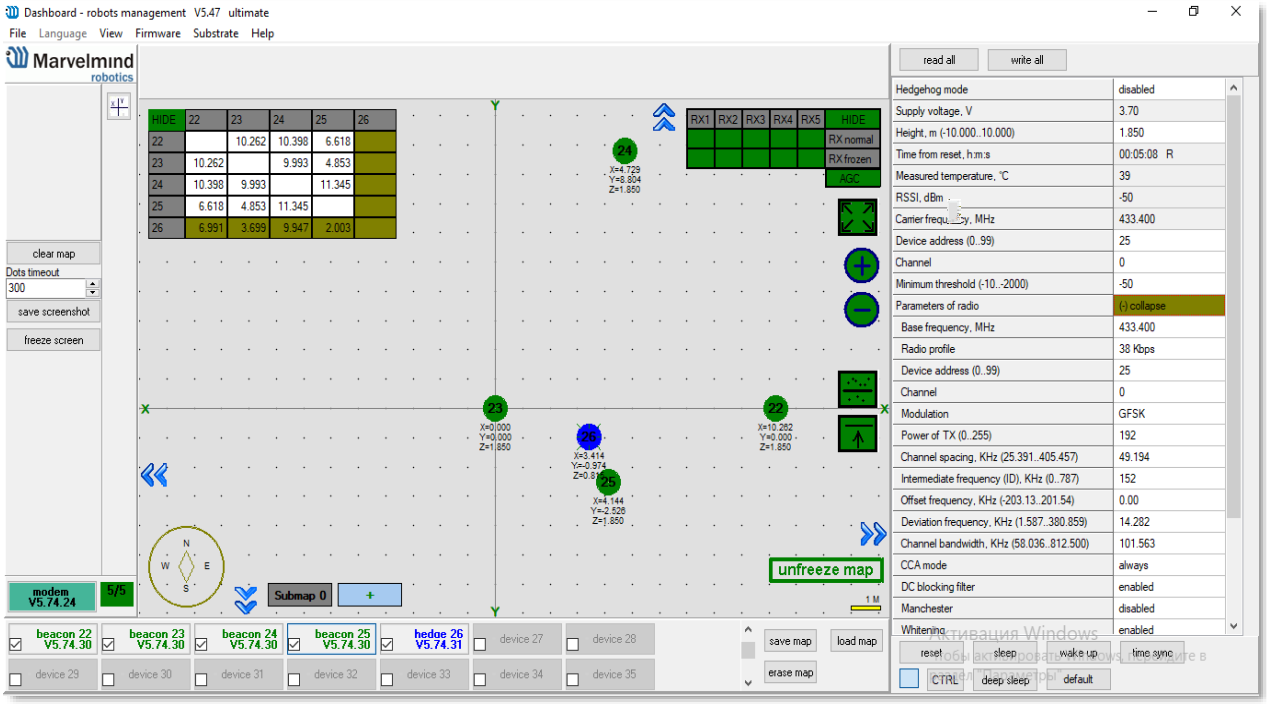
5) 「Run forever」にチェックを入れると、コントロールパネルの停止ボタンを押すか障害物を検知するまで、ロボットは動き続けます：

11.15. 適切な超音波カバレッジ

システムを良好に動作させるための最も重要な要件は、適切な超音波カバレッジを確保することです。

各センサーの超音波ビームは約 90 度です。その範囲外では、送信出力と感度がかなり急激に低下します。超音波センサーの左右や背面からの信号は大きく減衰します。そのため、ロボットが移動するエリアに適切な超音波カバレッジを確保することが非常に重要です。

- マップの構築中に、固定ビーコンに対して適切な超音波カバレッジを確保することも非常に重要です
- **モバイルビーコン（「hedgehog」または「hedge」）は、水平に設置するように設計されています**
- モバイルビーコンには、水平方向のセンサーが 4 つと垂直方向のセンサーが 1 つあり、それぞれが自分のセクターをカバーします。これらを合わせて、水平方向に 360 度、上半球に 180 度をカバーします。下半球では信号が大きく減衰するため、その領域での超音波カバレッジは期待しないでください
- 固定ビーコンがモバイルビーコンより上にある場合は、モバイルビーコンをロボット上のできるだけ高い位置に取り付けることをお勧めします。これにより、他の物体や人などによる遮蔽を最小限に抑えられます。



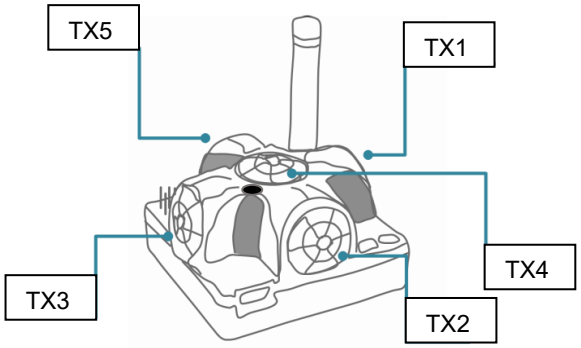
- モバイルビーコンの適切な配置例はこちらです
- ビーコンは水平に、かつ固定ビーコンへの経路を遮る可能性のある他の物体よりも高い位置に設置されています
- **無線信号の強度を管理する**
- どのビーコン/モデムでも、RSSI（Dashboard => 右側のメニュー）は-25 dBm を超えてはなりません。超えると、システムが誤動作するおそれがあります
- モデムとビーコンの距離は、0.5～1 m 以上離すことをお勧めします。ビーコン同士は、必要なだけ近づけて設置できます。ビーコンがモデムに極端に近い場合は、ビーコンからアンテナを外してください。受信信号強度インジケーター（RSSI）を監視してください。RSSI は-25～-70 dBm の範囲内である必要があります。-70 dBm 未満でも動作しますが、パケットロスが発生することがあります。使用する帯域は ISM 帯（915 MHz または 433 MHz）で、共存するシステムが多数あるため、無線接続の品質は外部からの干渉にも左右されます。
- 設定で、デフォルトの 5 ではなく 30～50 周期（パルス）を使用します。次を選択します：
- **Ultrasound settings => Number of periods**

Ultrasound	(-) collapse
Mode of work	TX+RX normal
Analog power in sleep	enabled
Power after transmission	not turn off
Frequency, Hz (100..65000)	31000
Duty, % (1..99)	50
Number of periods (1..100)	5
Amplifier limitation (calibrated)	4000
Amplification	AGC
AGC desired level (-1800..0)	-500
AGC hysteresis (10..2000)	130
AGC step, dB (1..20)	3
Mode of threshold	automatic
Minimum threshold (-10..-2000)	-50

- 位置推定の誤差が大きい場合（1 m を超える誤差）は、内蔵のオシロスコープ（Dashboard => View）を使用して、どの固定ビーコンが妨害を受けているかを特定します
- システムに応じて、超音波のゲインを手動で下げます

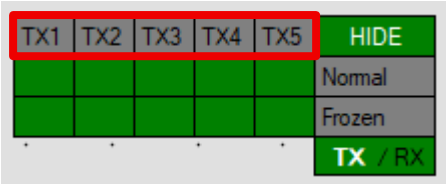
11.16. 特定のトランスデューサーの有効化と無効化

トラッキング精度を高め、誤信号を防ぐため、ビーコンの不要なトランスデューサー、つまり壁に向けて信号を発信して反射を引き起こすものや、モバイルビーコンが存在しない方向に向いているものは、無効にすることをお勧めします（サブマップの設定手順中は除きます。トランスデューサーの無効化は、サブマップを設定した後に始めてください）。



上の図は、Super-Beacon 上の各トランスデューサーの位置を示したものです。

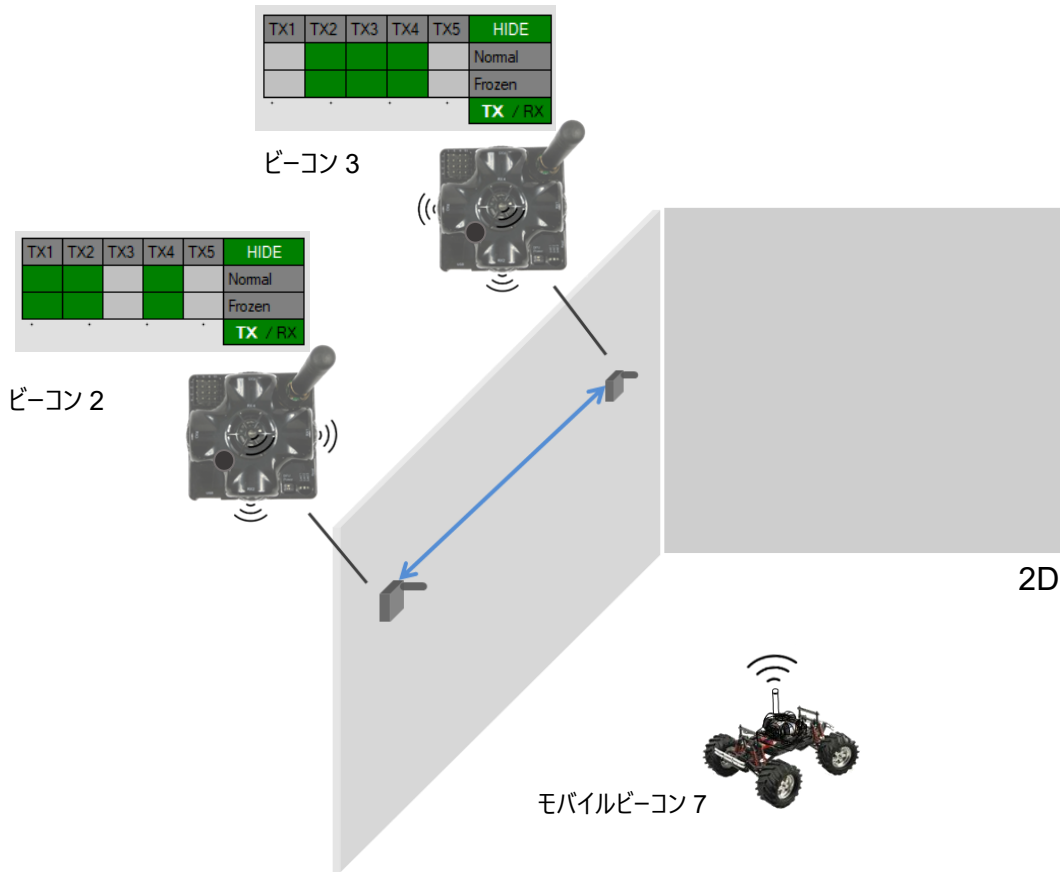
特定のトランスデューサーを無効化または有効化するには、下部パネルで対象のビーコンを選択するか、ビーコンを USB でコンピューターに接続します。右上に、トランスデューサー用のパネルがあります。



トランスデューサー（TX1…TX5）を押すと、無効化/有効化を切り替えられます。デフォルトでは、すべてのトランスデューサーが有効です。

次の章では、特定のトランスデューサーを有効にした設定例を紹介します。

11.17. トランスデューサーの設定：2D とモバイルビーコンの例



上の例では、Hedgehog 7（モバイルビーコン）が Beacon 2 と Beacon 3 の間でトラッキングされています。

この場合、Beacon 2 の TX3 と TX5 は不要です。TX3 はモバイルビーコンが存在しない左側に信号を発信し、TX5 は天井に向けて信号を発信するため、過剰な反射が生じて精度低下の原因となるからです。

Beacon 3 も同様で、TX1 と TX5 が不要です。TX1 と TX5 はそれぞれ壁と天井に向けて信号を発信し、その反射によってトラッキングが不正確になる可能性があります。

11.18. ビーコンへの給電

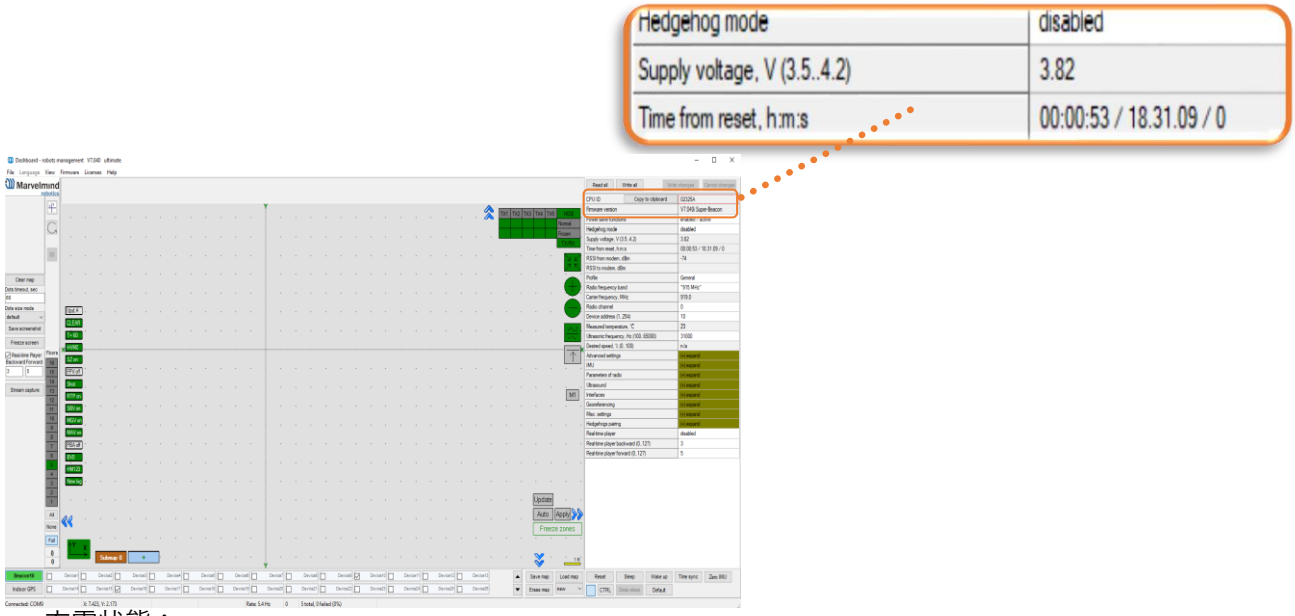
ビーコンの種類によって、内蔵バッテリーまたは外部 USB 電源で給電します。詳しくは比較表をご覧ください

バッテリーの持続時間は動作モードによって異なり、数日から数か月（特殊な用途ではそれ以上）になります

詳しくはこちら：ビーコンの電源オプション

11.19. 電源と LED

- モデムにはバッテリーがないため、コンピューターに接続されている間は電源 LED が常に点灯しています
- バッテリー用の電源 LED（Super-Beacon、Beacon HW v.4.9、Mini-RX ビーコン）は、バッテリーの充電中は点灯し、充電していないときは消灯します。バッテリーは満充電になると充電を停止し、そのとき LED が消えます。そのため、LED が周期的に消灯と点灯を繰り返す場合は、ビーコンが満充電であることを意味します。バッテリー電圧が数ミリボルト下がると、LED が再び点灯します
- バッテリー残量は、USB または無線で Dashboard に接続すれば、いつでも確認できます



充電状態：

- 4.1 V - 4.2 V – 完全に満充電
- 3.6 V – 4 V – 十分に充電済み
- 3.2 V – 3.6 V – 残量がかなり少ない
- 3.2 V – 完全に放電

詳しくはこちら：ビーコンの電源オプション

11.20. ライセンス

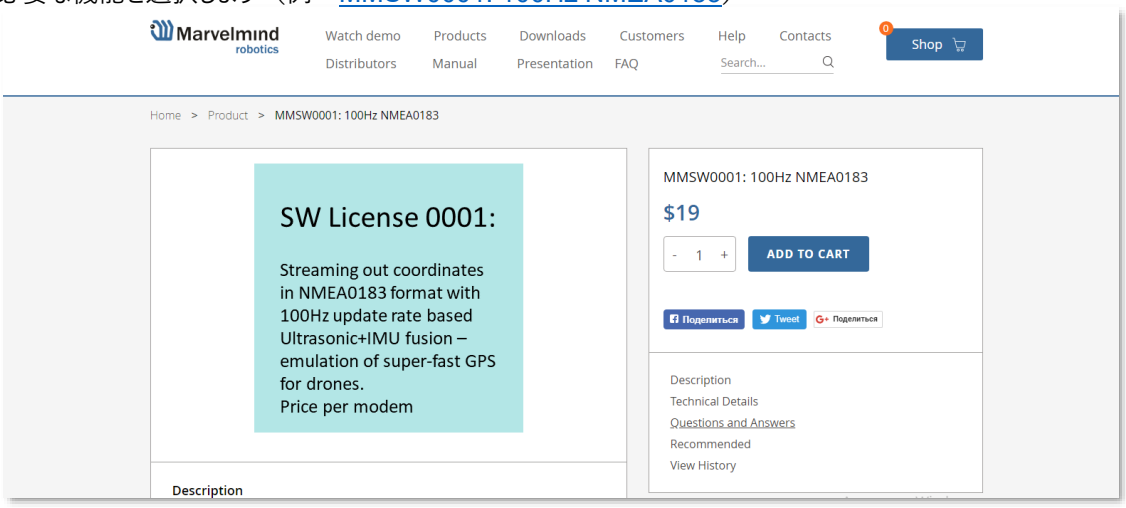
11.20.1. ライセンスの有効化方法

モデム用とビーコン用では、ライセンスの種類が異なりますのでご注意ください。ビーコンのライセンスを有効化する場合は、対象のビーコンを Dashboard に接続し、そのビーコン用のライセンスを選択します。モデムのライセンスの場合は、モデムを接続します。

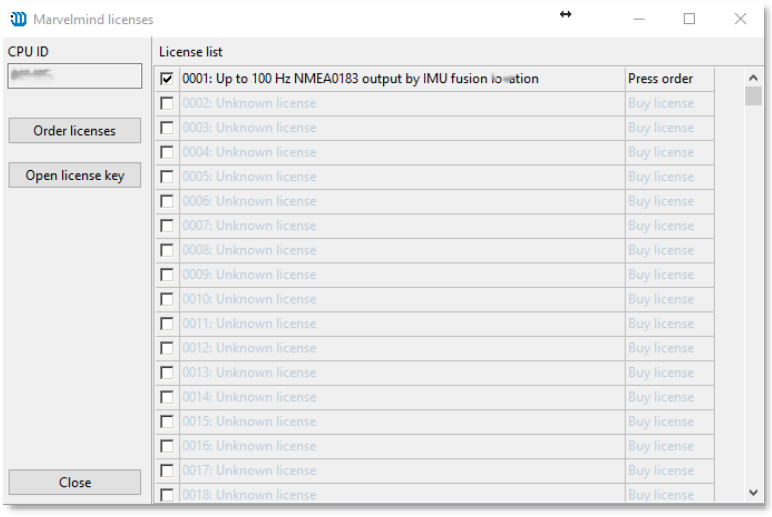
ライセンスシステムを導入しました。追加機能を注文できます。追加機能は基本の Dashboard では利用できませんが、必要に応じて簡単に購入できます。一覧は Marvelmind.com -> 製品でご覧いただけます

注文方法：

- Marvelmind.com -> 製品を開きます
- 必要な機能を選択します（例：MMSW0001: 100Hz NMEA0183）

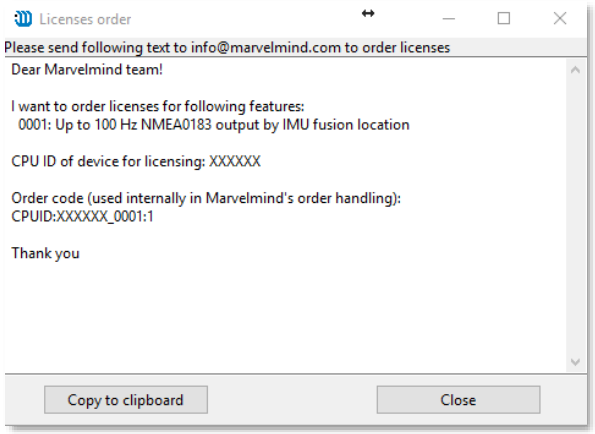


- 注文します。
- 機能の代金を支払います（PayPal またはその他の方法）。
- デバイスの CPU ID を指定して Dashboard から機能を注文するか、デバイスの CPU ID をメールでお送りください：
    - Dashboard SW を開きます
    - ライセンスを注文するデバイスを、USB で Dashboard に接続します
    - 「Licenses → View/activate licenses」を開きます



    - 購入したライセンスを選択します。

- 「Order licenses」を押します。
- Dashboard がテキストを生成します



- 生成されたテキストを info@marvelmind.com に送信します
- 当社でライセンスキーを生成し、メールでお送りします
- ライセンスキーを、Dashboard/Licenses フォルダーに置きます：
- デバイスを USB で Dashboard に接続します
- 「Licenses → View/activate licenses」を開きます
- 「Open license key」を選択します
- ライセンスファイルを選択します（複数のデバイスのライセンスがある場合は、CPU ID をよく確認してください）
- Dashboard で機能が有効になります。

11.20.2. ドローン向け 100 Hz NMEA0183

SW License 0001:

Streaming out coordinates in NMEA0183 format with 100Hz update rate based Ultrasonic+IMU fusion – emulation of super-fast GPS for drones.
Price per modem

この機能を使用するには、MMSW0001 ライセンスが必要です。
Beacon HW v4.9-IMU でのみ動作します。

超音波 + IMU フュージョンに基づき、100 Hz の更新レートで NMEA0183 形式の座標を出力します。ドローン向けの超高速 GPS のエミュレーションです。

説明：

- 屋内「GPS」システムの通常の位置更新は超音波のみに基づいており、更新レートはシステムあたり通常 4～16 Hz です。超音波 + IMU フュージョンのデータも利用できますが、Marvelmind の内部形式であるため、PixHawk や Ardupilot など、NMEA0183（GPS のネイティブ形式）に対応するデバイスでは通常そのままでは受け付けられません
- この機能は、100 Hz の更新レートで出力される超音波 + IMU フュージョンの位置データを NMEA0183 に変換し、超高速の GPS 信号をエミュレートします
- この機能は、Beacon HW v4.9-IMU でのみ動作します。将来的には Super-Beacon や Industrial Super-Beacon への対応も考えられますが、具体的なロードマップはまだ決まっていません

11.20.3. NMEA0183 で$GPHDT 方位パケットを取得する

SW License 0002:

Heading packet GPHDT for NMEA0183.

Price per streaming beacon.

この機能を使用するには、MMSW0002 ライセンスが必要です。

この機能により、NMEA0183 で$GPHDT パケット（方位）を取得できます。

位置+方向のためのペアードビーコン構成で動作します。詳しくはペアードビーコンの章をご覧ください。

動画：

- デモ：屋内での高精度（±2cm）位置 + 方向
- SW 機能デモ：ペアードビーコン – 位置 + 方向

対応デバイス：

- Super-Beacon
- Beacon Mini-RX
- Industrial Super-Beacon
- Beacon Industrial-RX

11.20.4. PX4 向け UBX（u-blox）プロトコル

SW License 0003:

Support of UBX (u-blox) protocol for PX4.

Price per streaming beacon.

この機能を使用するには、MMSW0003 ライセンスが必要です。

この機能により、モバイル Super-Beacon から UBX（u-blox）プロトコルでデータを出力できます。PX4 スタックを搭載した PixHawk で使用します。また、屋内では機能しないことがある u-blox コンパスを、ペアードビーコンからの信号で置き換えることもできます。PixHawk は、I2C 経由で u-blox コンパスから方位データを受け取っているものとして動作します。

Super-Beacon でのみ動作します。

ペアードビーコンの章をご覧ください。

動画：

- デモ：屋内での高精度（±2cm）位置 + 方向
- SW 機能デモ：ペアードビーコン – 位置 + 方向

リンク：

- PixHawk と Marvelmind モバイルビーコンの通信
- ドローン

11.20.5. Advanced SW Pack（拡張ソフトウェアパック）

SW License 0005:

Advanced SW pack.

Price per beacon.

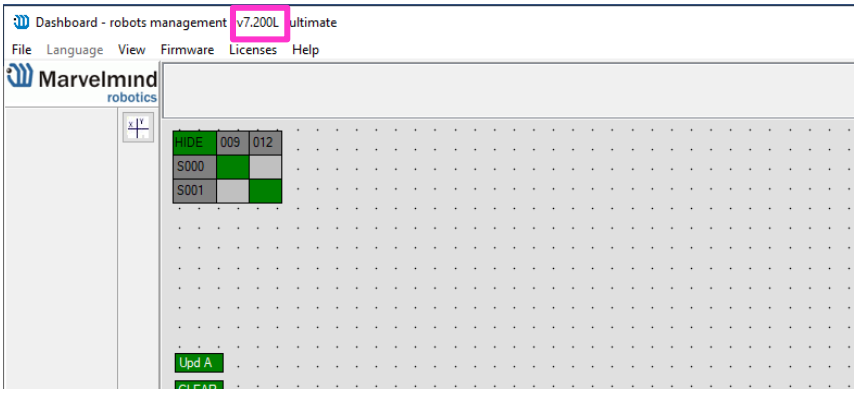
MMSW0005 – Marvelmind SW の中でも重要なライセンスの 1 つです。

詳細：SW Pack 7.0/7.1 リリースノート

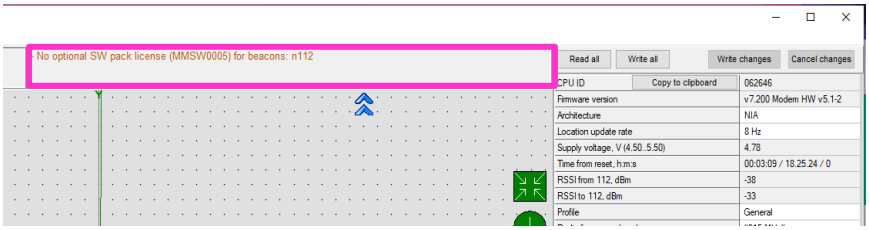
以前のバージョンの SW（7.200 より前）では、ライセンスを有効化すると、SW のバージョンが 7.0xx から 7.1xx に変わりました。

バージョン 7.200 以降では、有効化されたライセンスは Dashboard に「L」と表示されます

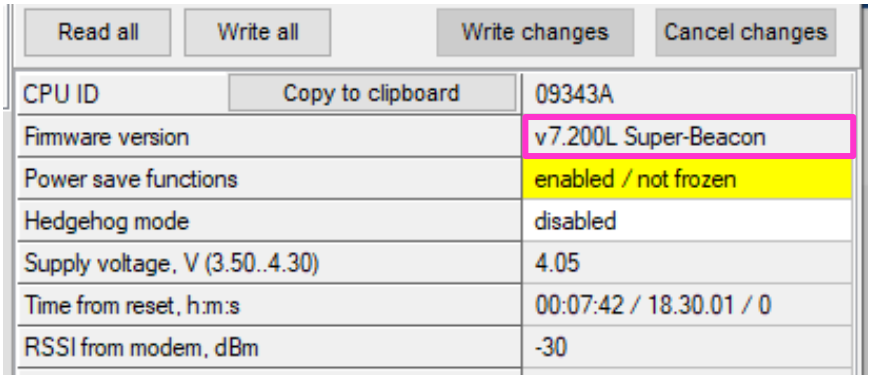
- すべてのデバイスでライセンス MMSW0005 が有効化されている場合、Dashboard のウィンドウタイトルで、Dashboard のバージョンの横に「L」と表示されます：



- システム内の 1 台以上のビーコンでライセンスが有効化されていない場合は、右側の情報ウィンドウにその旨が表示されます：



- また、ライセンスが有効化された各ビーコンのファームウェアバージョンの横に「L」が表示されます：



Marvelmind robotics

11.20.6. ジオフェンスアラーム

SW License 0006:

Dedicated pin for geofencing alarm

Price per beacon or modem.

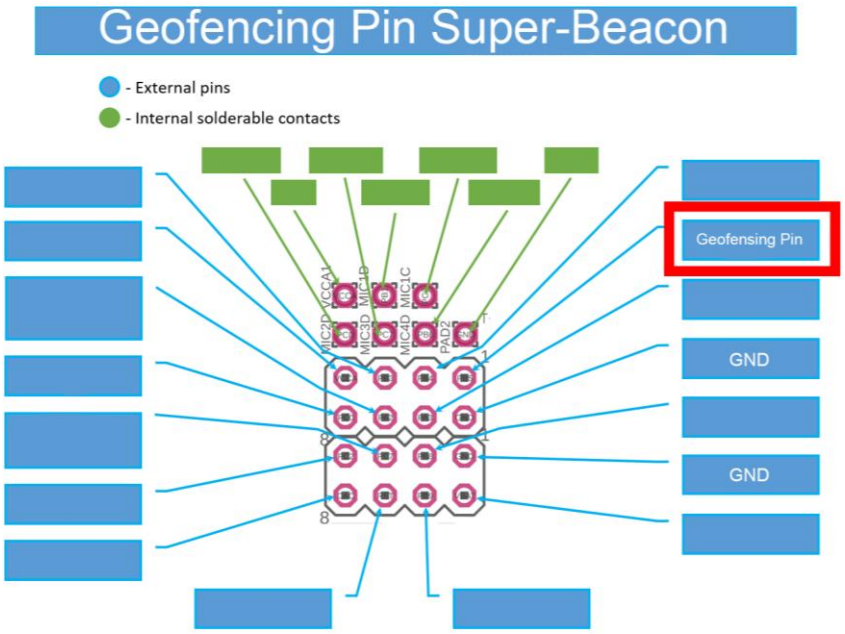
SW ライセンス MMSW0006 は、ジオフェンスゾーン違反用の専用ピンのサポートを有効にします。プロトコルで位置データのストリームを読み取る代わりに、ジオフェンスゾーンのルールに違反したとき、Super-Beacon の 4X4 コネクターのピン、モデムのピン、または Mini-RX の内部ピンを、タイムリセットのたびに自動的に「0」または「1」に切り替えられるようになりました。

対応ハードウェア：

- Super-Beacon
- Modem HW v5.1
- Mini-RX

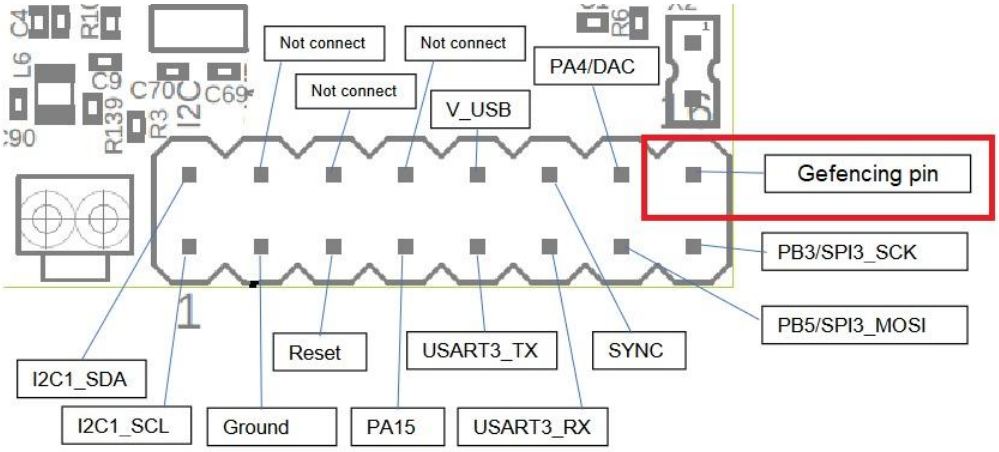
この機能を使用するには、以下の手順に従ってください：

- 次の図に従って、アラームをデバイスに接続します：
- Super-Beacon のジオフェンス用ピン配置図（ライセンスを有効化すると、SPI は使用できなくなります）：

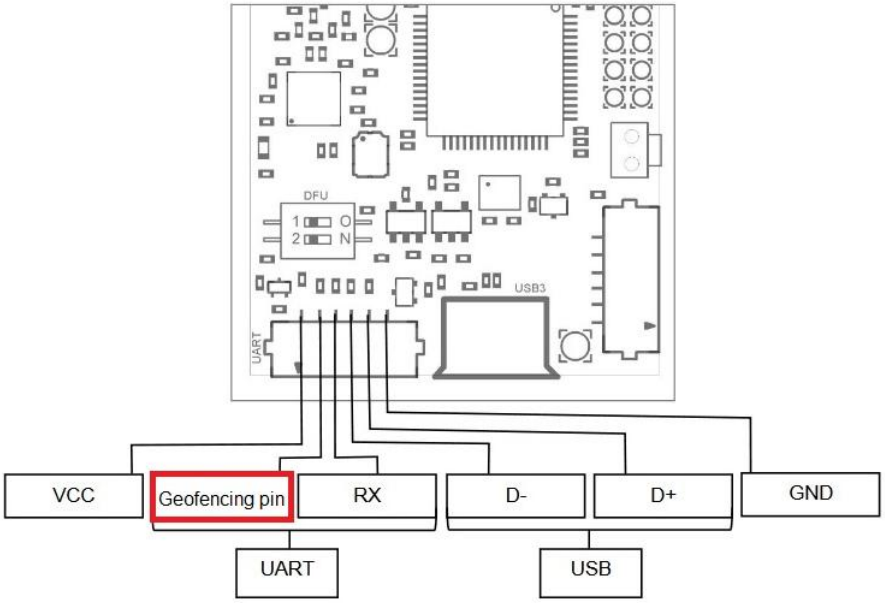


Marvelmind robotics

- Modem HW v5.1 のジオフェンス用ピン配置図：



- Mini-RX のジオフェンス用ピン配置図：



- Dashboard または無線でビーコンに接続し、設定バーの「Interfaces」を展開します：

Interfaces	(-) collapse
UART speed, bps	500000
Streaming output	USB+UART
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
PB4 pin function	SPI MISO
Quality and extended location data	disabled
Alarm pin function	None
Alarm pin mode	n/a
Streaming mode	License SW v7.1 required
Debugging data	disabled
SPI data output	disabled

- 「Alarm pin function」パラメーターをオンにします：

Interfaces	(-) collapse
UART speed, bps	500000
Streaming output	USB+UART
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
PB4 pin function	SPI MISO
Quality and extended location data	disabled
Alarm pin function	Geofencing alarm
Alarm pin mode	Low level on alarm
Streaming mode	License SW v7.1 required
Debugging data	disabled
SPI data output	disabled

- 下の表に従って、必要なアラームピンモードを選択します：

Interfaces	(-) collapse
UART speed, bps	500000
Streaming output	USB+UART
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
PB4 pin function	SPI MISO
Quality and extended location data	disabled
Alarm pin function	Geofencing alarm
Alarm pin mode	Low level on alarm
Streaming mode	License SW v7.1 required
Debugging data	disabled
SPI data output	disabled

- アラームピンモード	- アラーム時のピン状態	- 通常時のピン状態
- **Low レベルアラーム**	- +3.3V	- Z 状態（ハイインピーダンス）
- **High レベルアラーム**	- 0.0V	- Z 状態（ハイインピーダンス）

- ジオフェンスアラームの設定は完了です。

11.20.8. サブマップアイランド機能

SW License 0007:

Submap islands

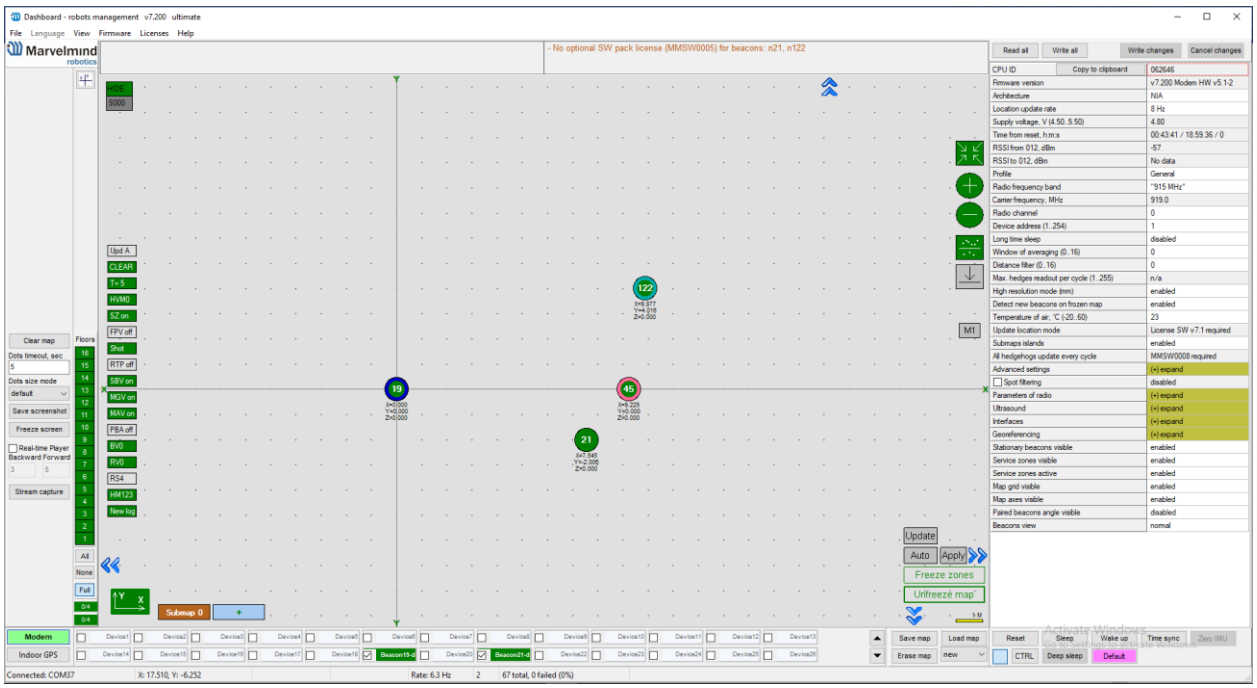
Price per beacon.

サブマップアイランド機能を使用するには、ライセンス MMSW0007 と、バージョン 7.200 以降の Marvelmind SW が必要です。

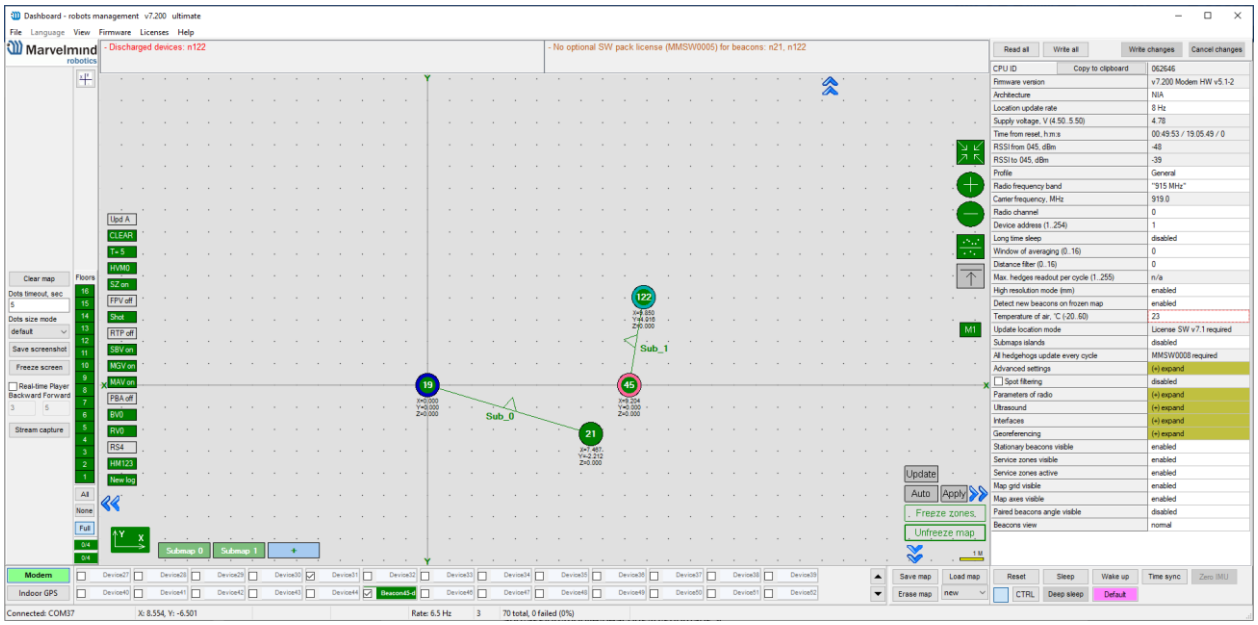
この機能により、モバイルビーコンごとに別々のサブマップを使用できます。

設定方法（2 つのサブマップ、4 台の固定ビーコン、2 台のモバイルビーコンによる例）：

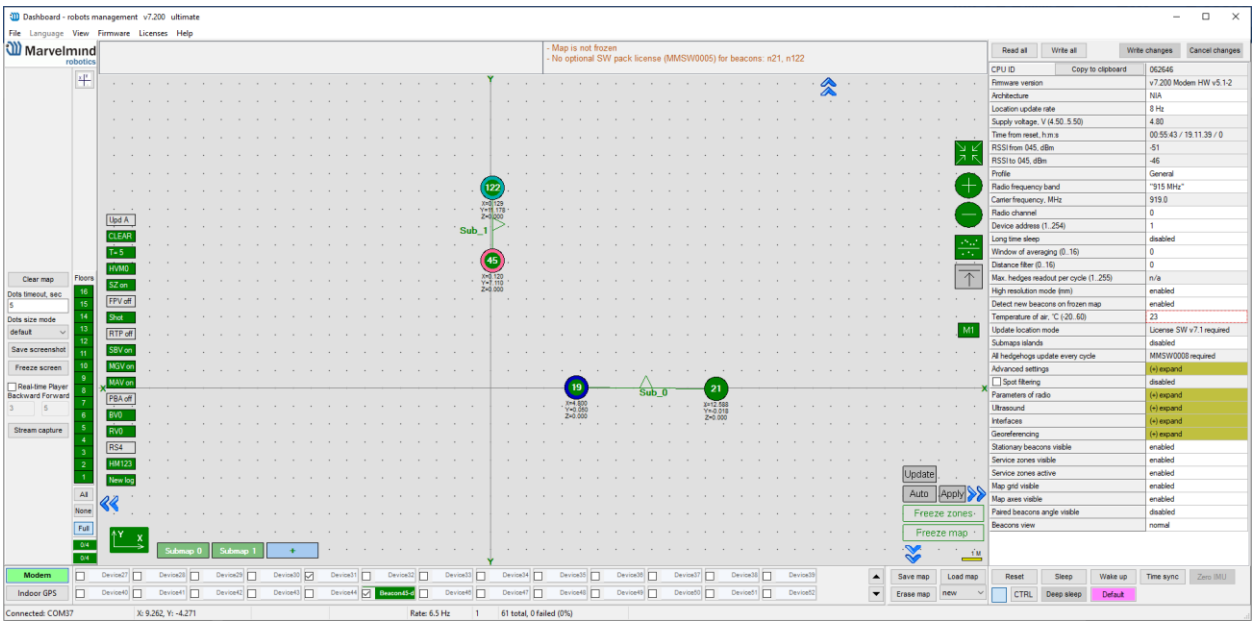
- 4 台の固定ビーコンをすべて起動します（ビーコンを左クリック）：



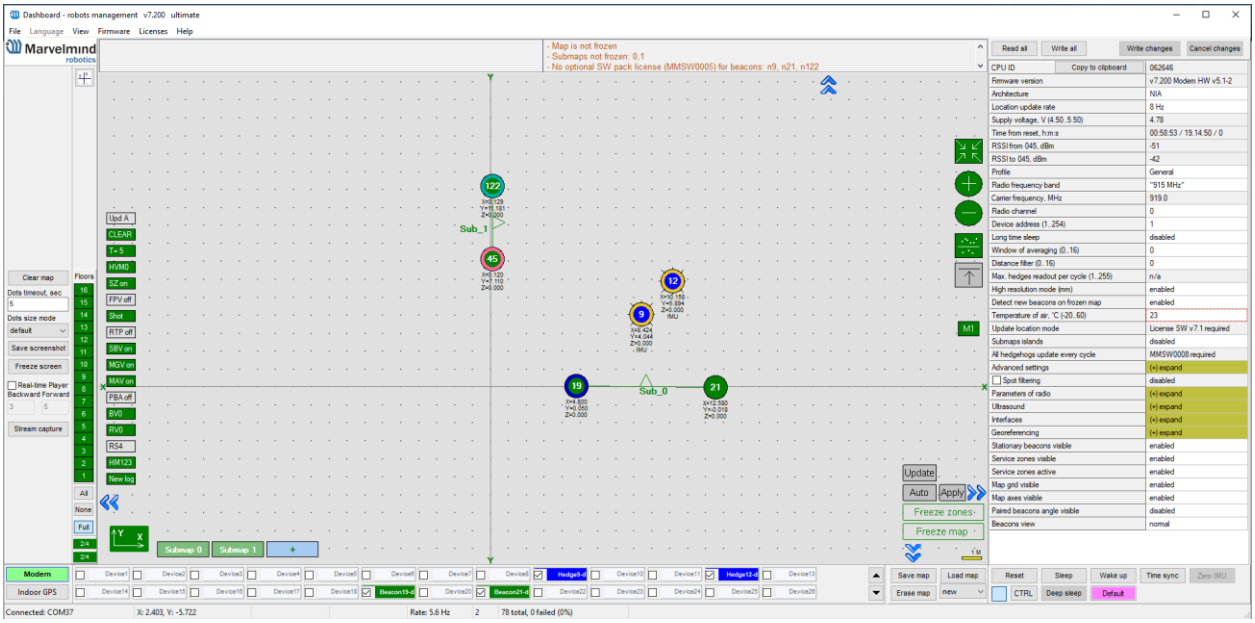
- 2 台を Submap0 に残し、残りの 2 台を Submap1 に移動します。これで 2 つの独立したサブマップができます。



- サブマップを自由に移動します。回転は CTRL + マウスホイールで行います。



- モバイルビーコンを起動します。マップ上に表示されます。

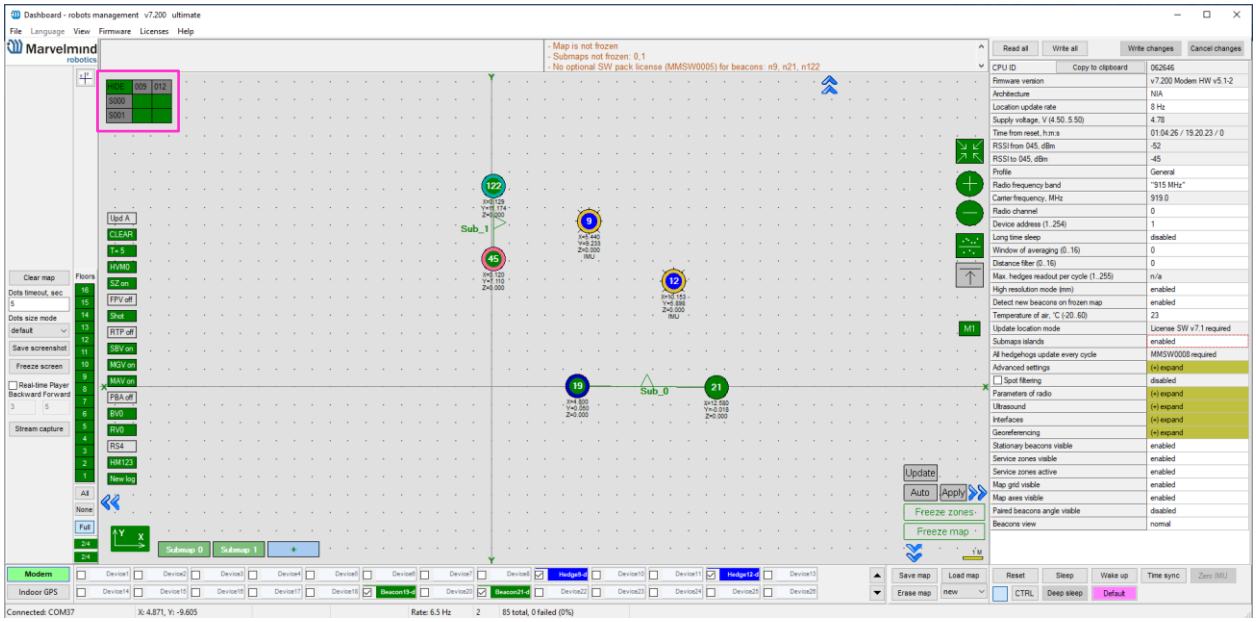


- ライセンスが正しく有効化されていれば、モデムを選択した状態で「islands」モードを選択し、モバイルビーコンをサブマップに割り当てられます。

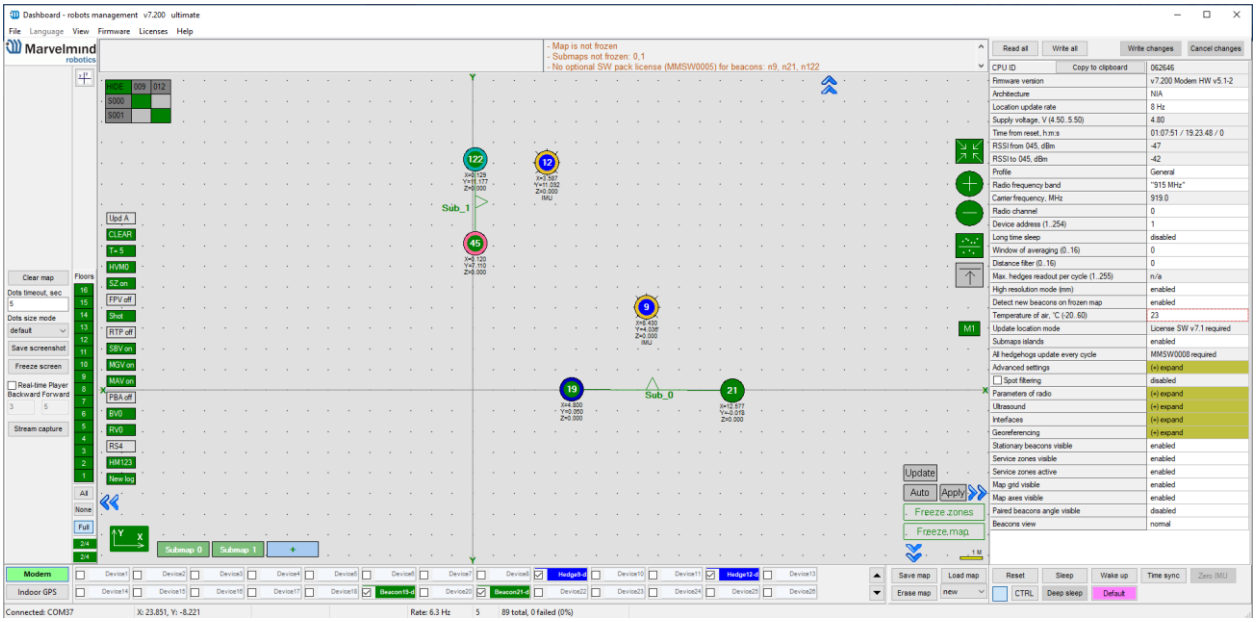
- 「Submaps islands」を有効にします。

Max. hedges readout per cycle (1..255)	n/a
High resolution mode (mm)	enabled
Detect new beacons on frozen map	enabled
Temperature of air, °C (-20..60)	23
Update location mode	License SW v7.1 required
Submaps islands	disabled
All hedgehogs update every cycle	MMSW0008 required
Advanced settings	(+) expand
☐ Spot filtering	disabled
Parameters of radio	(+) expand
Ultrasound	(+) expand
Interfaces	(+) expand
Georeferencing	(+) expand

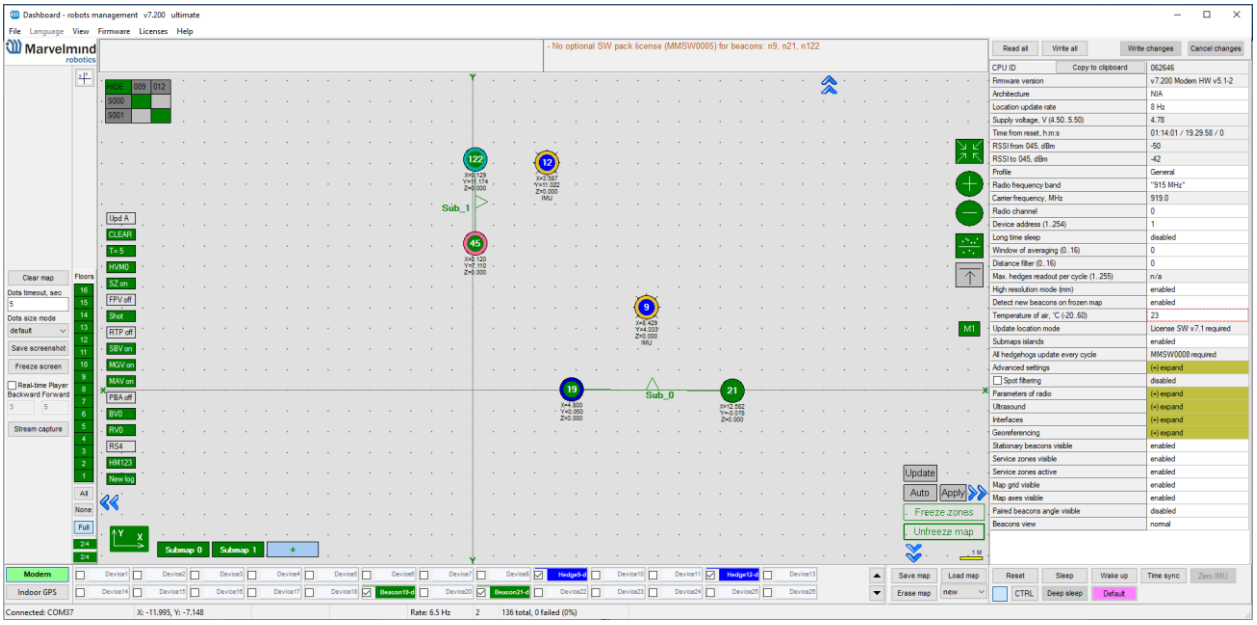
- 「Submaps Islands」モードが有効な場合、ビーコンごとにサブマップを選択できます。



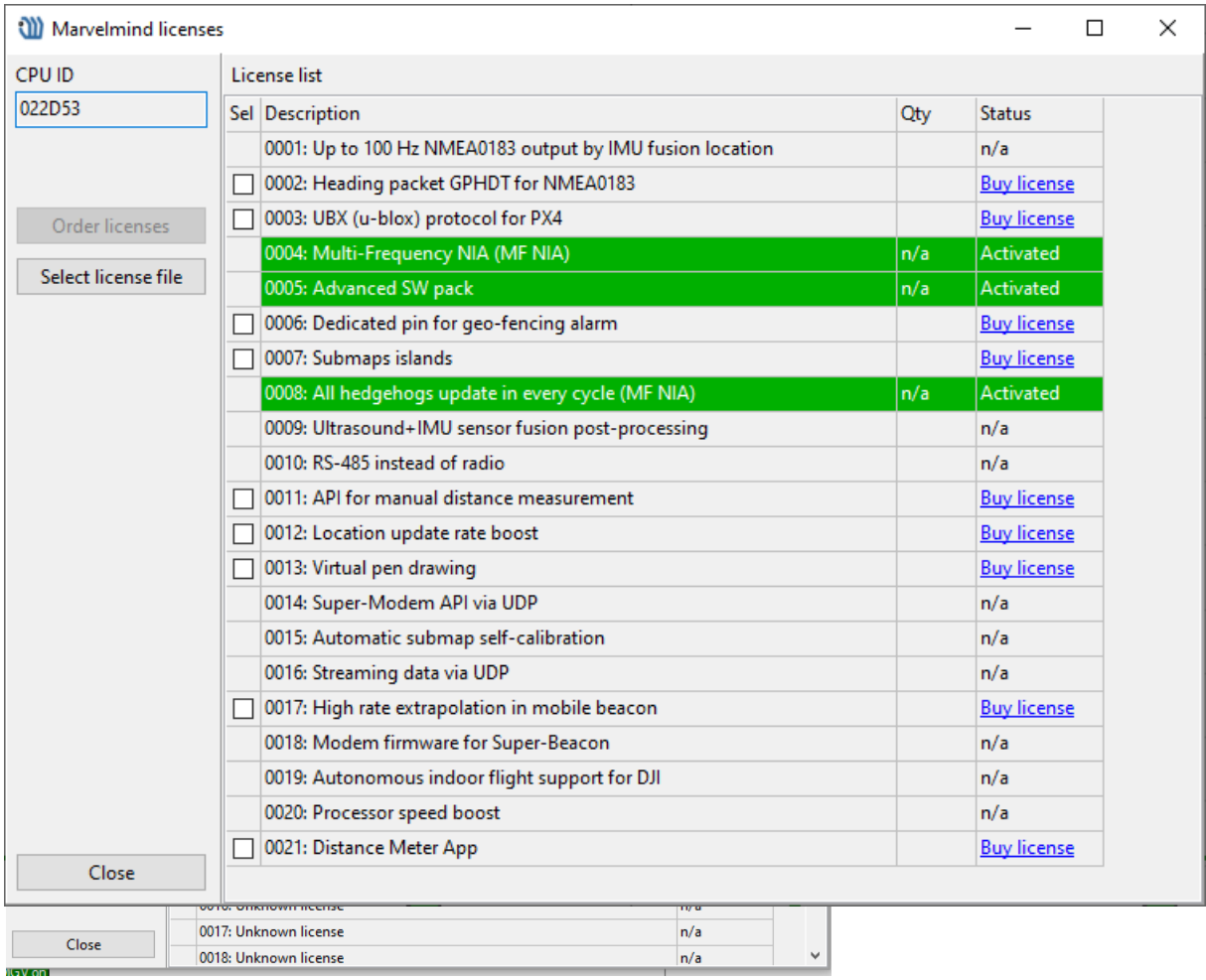
- これで、モバイルビーコン 12 は Submap 1 で、モバイルビーコン 9 は Submap 0 で動作します。



- 各サブマップを固定し、マップを固定します。



- サブマップアイランド機能の設定は完了です。



11.20.9. 全モバイルビーコンの毎サイクル更新

「All hedgehogs update every cycle」機能を使用するには、ライセンス MMSW0004（MF NIA）と MMSW0008、およびバージョン 7.200 以降の Marvelmind SW が必要です。

この機能は、MF NIA ですべてのモバイルビーコンに同時に発信させます（互いに干渉しないことがわかっている場合に、更新レートを上げるため）。

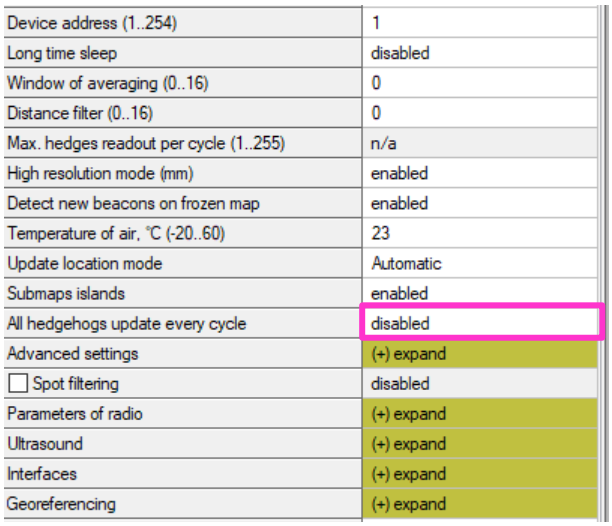
使用方法：

- ライセンス MMSW0004 と MMSW0008 が、システム内のすべてのビーコンで有効化されていることを確認します：

- モデムを選択します：



- 設定バーで「All hedgehogs update every cycle」を有効にします。機能がオフの場合は「disabled」を左クリックします



Device address (1..254)	1
Long time sleep	disabled
Window of averaging (0..16)	0
Distance filter (0..16)	0
Max. hedges readout per cycle (1..255)	n/a
High resolution mode (mm)	enabled
Detect new beacons on frozen map	enabled
Temperature of air, °C (-20..60)	23
Update location mode	Automatic
Submaps islands	enabled
All hedgehogs update every cycle	disabled
Advanced settings	(+) expand
☐ Spot filtering	disabled
Parameters of radio	(+) expand
Ultrasound	(+) expand
Interfaces	(+) expand
Georeferencing	(+) expand

- これで、すべてのモバイルビーコンが毎サイクル更新されます。

11.20.10. 超音波 + IMU センサーフュージョン

SW License 0009:

Ultrasound+IMU sensor fusion post-processing.

Price per mobile beacon.

この機能を使用するには、MMSW0009 ライセンスが必要です。

屋内測位システムや GPS の一般的な位置更新レートは約 8～16 Hz で、ほとんどの産業用途には十分ですが、すべての用途に十分というわけではありません。

位置更新レートを 100 Hz 以上に高める実用的な方法は、IMU と超音波のセンサーフュージョンを使用することです。これは、両方のデータソースの長所、つまり IMU の非常に速い更新レートと堅牢性、そして超音波測位システムの絶対座標とドリフトのなさを組み合わせたものです。

センサーフュージョンを用いた高速屋内測位システムの代表的な用途：

- 高速で移動する物体：カートや動きの速い産業機械
- 高速スポーツ：ハーフパイプのスキージャンプ、屋内バイクパーク、BMX コース、スケートパークなど

詳細情報：

- IMU センサーフュージョンによる高速屋内測位システム
- IMU センサーフュージョンによる高速屋内測位システム（動画）

現在、テスト済みでサポートされているのは IA のみです。NIA と MF NIA への対応は今後予定されています。また、テスト済みでサポートされているハードウェアは Super-Beacon と Modem HW v5.1 で、その他のハードウェアはご要望に応じて対応できる場合があります。

11.20.11. 無線の代わりに RS485

SW License 0010:

RS485 instead of radio.

Price per beacon.

この機能を使用するには、MMSW0010 ライセンスが必要です。

この機能により、ISM 帯の無線の代わりに RS485 有線インターフェースを使って、Super-Modem と固定設置の Industrial ビーコンを接続できます。無線接続が利用できない場合、干渉を受けやすい場合、または無線を使わずに秘匿する必要がある場合に有効です。

注：RS485 モードを有効にするには、Dashboard でデバイスを選択して設定を開き、「Configuration → Communication → RS485 Instead of Radio」を選択します。詳しくは、MMSW0010 のライセンスページもご覧ください。

対応デバイス：

- Super-Modem
- Industrial Super-Beacon-Plastic
- Beacon Industrial-RX

Interfaces	(-) collapse
Streaming output	USB+UART
UART speed, bps	500000
Protocol on UART/USB output	Marvelmind
External device control	No control
PB4 pin function	n/a
Stream location data	enabled
Calc and stream speed (adds latency)	disabled
Raw inertial sensors data	disabled
Processed IMU data	disabled
Raw distances data	disabled
Quality and extended location data	disabled
Telemetry stream	disabled
Telemetry interval, sec (1..255)	n/a
Locations of other hedgehogs	disabled
IMU via modem	(+) expand
User payload packets from device (0..31)	0
Alarm pin function	MMSW0006 required
Alarm pin mode	n/a
Streaming mode	MMSW0005 required
Debugging data	disabled
SPI slave data output	n/a
Stream realtime timestamps	enabled
Use RS-485 for modem-beacon communication	disabled
Discrete input instead of UART TX	disabled

11.20.12. 手動距離測定用 API

SW License 0011:

API for manual distance measurement.

Price per beacon.

この機能を使用するには、MMSW0011 ライセンスが必要です。

この機能により、API コマンドを使って、ビーコン間の距離を手動で測定できます。

システムの通常の使用では、動作は次の 2 つのモードに分かれています：

1. 固定ビーコンのマップを構築する
2. 固定ビーコンのマップを使って、モバイルビーコンの位置を測定する

モード 1 では、システムがサブマップ内の固定ビーコン間の距離テーブルを自動的かつ継続的に構築します。これは、ユーザーがサブマップを固定するか、距離テーブルの距離が正しいことを確認して確定するまで続きます。

手動距離測定用 API を使うと、システム内のビーコンと他の任意のビーコンとの間で、手動で測定ができます。この機能では、サブマップはもう存在しないことを前提としています。任意のビーコンから任意のビーコンまでの距離を測定できます。

対応デバイス：

- Super-Beacon
- Industrial Super-Beacon-Plastic
- Beacon Industrial-RX
- Beacon Mini-RX
- Modem HW v5.1
- Super-Modem

11.20.13. 位置更新レートのブースト

SW License 0012:

Location update rate boost.

Price per beacon.

この機能を使用するには、MMSW0012 ライセンスが必要です。

この機能は、位置更新の間隔を最適化（最小化）します。その結果、位置更新レートが 20〜100%向上します。向上の幅は初期構成によって異なります：Marvelmind 屋内測位システムの位置更新レートとユーザーデータ転送レートの表。

これは、通常は高度なテレメトリーとデータ転送に使われるタイムスロットをなくすことで実現しています。そのため、高度なテレメトリー（例えば、マップを固定した後に新しいビーコンを起動するなど）やユーザーペイロードのデータ転送は利用できません。マップを固定した後は、構成を変更できません。その代わり、より高い位置更新レートを実現できます。

小規模なサブマップで 40 Hz 以上の高い位置更新レートを確実に実現するには、この機能とあわせて他の推奨事項もすべて実施することをお勧めします。

詳しくは次をご覧ください：

- 位置更新レートを上げ、レイテンシを下げるには？
- Marvelmind 屋内測位システムの位置更新レートとユーザーデータ転送レートの表

対応デバイス：

- Super-Beacon
- Industrial Super-Beacon-Plastic
- Beacon Industrial-RX
- Beacon Mini-RX
- Modem HW v5.1
- Super-Modem

対応アーキテクチャ：

- IA
- NIA
- MF NIA

11.20.14. バーチャルペンによる描画

SW License 0013:

Virtual pen drawing.

Price per mobile beacon.

この機能を使用するには、MMSW0013 ライセンスが必要です。

この機能により、モバイルビーコンをバーチャルペンとして使い、ディスプレイやプロジェクターに軌跡を描くことができます。モバイルビーコンを約±90°回すと、消去したり、軌跡を残さずに移動したりできます。

対応デバイス：

- Super-Beacon
- Industrial Super-Beacon-Plastic
- Beacon Industrial-RX
- Beacon Mini-RX
- Omni-Microphone-IP67
- External Microphone-IP67
- Modem HW v5.1
- Super-Modem

対応アーキテクチャ：

- IA

推奨構成：

インフラとして：

- Super-Beacon 2 台：周波数の異なるもの（例：31 kHz と 45 kHz）を、スクリーン上方の壁に設置
- Modem HW v5.1 1 台：Dashboard またはコンピューターに接続するコントローラーとして

「バーチャルペン」として：

- Super-Beacon 1 台（Omni-Microphone-IP67 付き、はんだ付け不要）、または
- Super-Beacon 1 台（External Microphone-IP67 付き、はんだ付けが必要）、または
- Mini-RX 1 台（Omni-Microphone-IP67 付き、はんだ付けが必要）、または
- Mini-RX 1 台（External Microphone-IP67 付き、はんだ付けが必要）

External Microphone-IP67 または Omni-Microphone-IP67 が「ペン先」となり、簡単に描画できます。

位置更新レートのブーストとあわせて使用することをお勧めします（更新レートをできるだけ高く、レイテンシをできるだけ低くして、快適に描画するため）。

詳しくは次をご覧ください：

- 位置更新レートを上げ、レイテンシを下げるには？
- Marvelmind 屋内測位システムの位置更新レートとユーザーデータ転送レートの表

11.20.15. UDP 経由の Marvelmind API

SW License 0014:

Super-Modem API via UDP.

Price per Super-Modem.

この機能を使用するには、MMSW0014 ライセンスが必要です。

Super-Modem は、UDP 経由の Marvelmind API にも対応しています。将来的には、Dashboard 経由で、システム全体を TCP または UDP で利用できるようになる予定です。

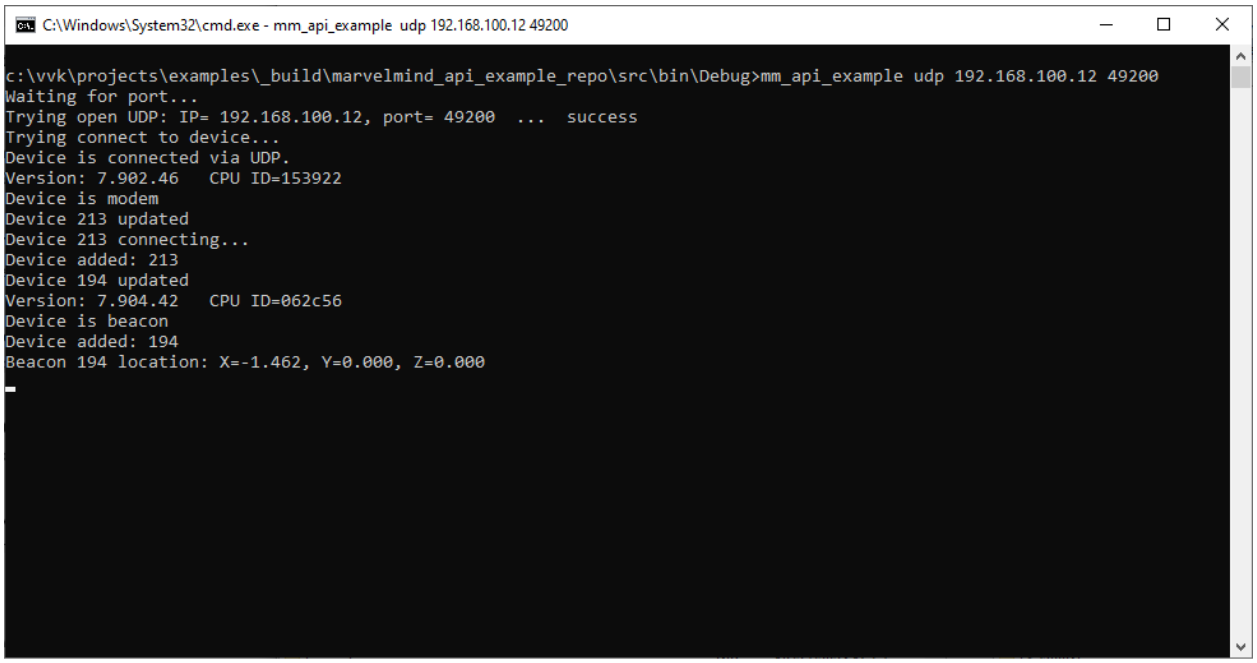
Marvelmind API の章はこちらです。

この機能を有効にするには、Super-Modem の設定で IP アドレスと API ポートを入力します：

Wi-Fi/UDP settings	Write Wi-Fi/UDP	(-) WirelessNet-80
Wi-Fi		enabled
Wi-Fi network name		WirelessNet-80
Wi-Fi network password		**********
Show password		disabled
☑ Wi-Fi reconnect timeout, sec (10..65000)		120
Static IP		disabled
Static IP address		n/a
Router IP address		n/a
Wi-Fi RSSI, dBm		-56
Own IP address		192.168.100.12
UDP destination IP address		192.168.100.24
UDP destination port (0..65535)		49100
UDP port for API (0..65535)		49200

詳しい手順はこちら（第 10 章）をご覧ください

以下は、UDP 経由で Marvelmind API を Super-Modem に接続する例です：



Marvelmind robotics

11.20.16. サブマップの自動セルフキャリブレーション

SW License 0015:

Automatic submap self-calibration.

Price per self-calibrating submaps.

この機能には、ライセンス MMSW0015 が必要です。

サブマップは、そのビーコン間の距離を定期的に測定し、ユーザーが手動で入力した基準距離と比較して、キャリブレーション係数を算出します。この係数は、そのサブマップおよび他のサブマップでのトラッキングに使用できます。

基準サブマップで得られた係数は、より正確なトラッキングのために他のサブマップへ送信されます。複数の基準サブマップの間で温度が異なる場合などに備えて、基準サブマップは必要なだけ設定できます。基準でないサブマップは、任意の基準サブマップを参照できます。

また、セルフキャリブレーションの間隔も調整できます。値を大きくすると係数の調整頻度が下がり、逆に値を小さくすると調整頻度が上がりますが、システムの負荷も大きくなります。

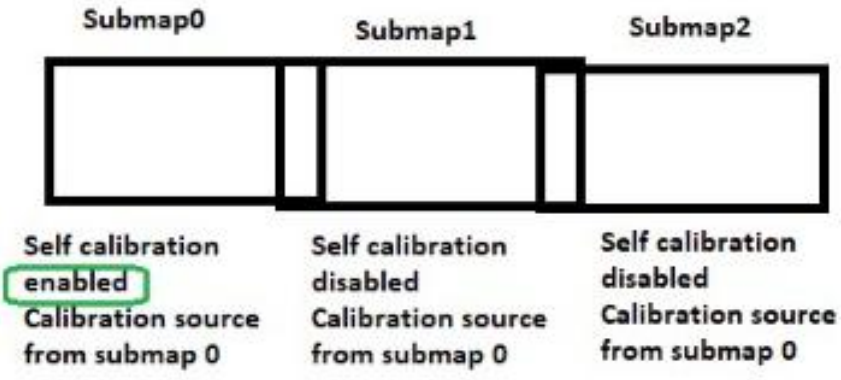


図 1. 基準サブマップ 0 に基づく絶対キャリブレーション

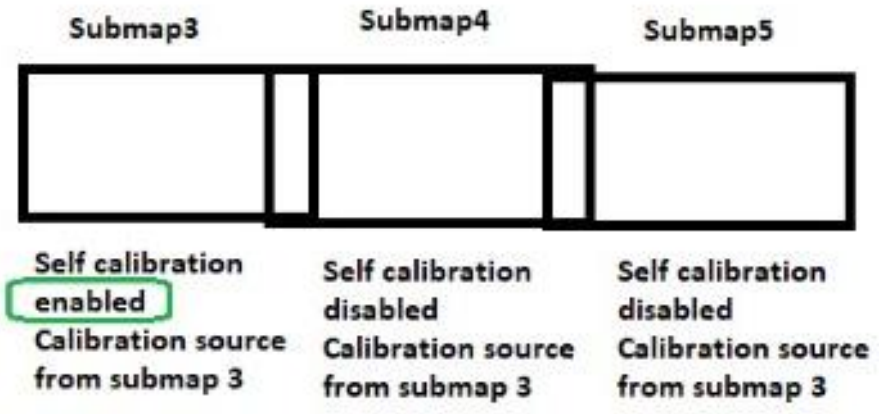


図 4. 基準サブマップ 3 に基づく絶対キャリブレーション 4

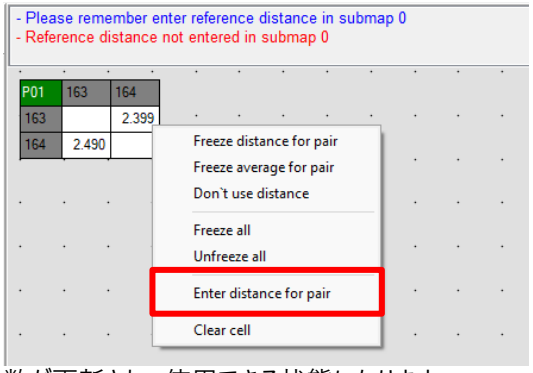
Marvelmind robotics

この機能を有効にする手順は以下のとおりです：

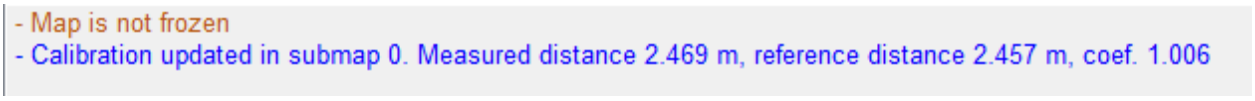
1. モデムで MMSW0015 ライセンスを有効化します（サブマップごとに 1 つ）
2. 基準サブマップを選択し、「Self-calibration」を有効にします

Plane rotation Y, degrees (-360.00..360.00)	0.00
Plane rotation Z, degrees (-360.00..360.00)	0.00
Self-calibration	enabled
Self-calibration interval, min (1..255)	5
Calibration source	from submap
Get calibration from submap (0..255)	0
Stationary beacons visible	disabled
Service zone visible	enabled

3. 基準サブマップでは、「Get calibration from submap」の値を、そのサブマップ自身の番号にします（例：基準サブマップの番号が 0 なら、「Get calibration from submap」= 0）
4. 必要に応じて「Self-calibration interval」を変更します
5. 基準サブマップ内のビーコンペア間の絶対距離（実際に測った距離）を入力します



6. 係数が更新され、使用できる状態になります



7. 基準でないサブマップを選択し、「Calibration source」を「from submap」に変更して、番号を基準サブマップの番号に変更します

Self-calibration	MMSW0015 required
Self-calibration interval, min (1..255)	n/a
Beacons for self-calibration	n/a
Calibration source	from submap
Get calibration from submap (0..255)	0
Real-time player	(+) expand

これで、サブマップ 1 は基準サブマップ 0 の絶対距離係数を参照します。1 つの基準サブマップは、いくつのサブマップからでも参照できます。

11.20.17. UDP ストリーミング

SW License 0016:

UDP streaming support.

Price per modem.

この機能を使用するには、MMSW0016 ライセンスが必要です。

この機能により、UDP 経由でデータをストリーミングできます。

対応デバイス：

- Super-Modem：Super-Modem から Wi-Fi 経由の UDP で直接ストリーミング（ネイティブ UDP ストリーミング）
- Modem HW v5.1：Dashboard から任意の IP ネットワーク（例：Wi-Fi や Ethernet）経由でストリーミング

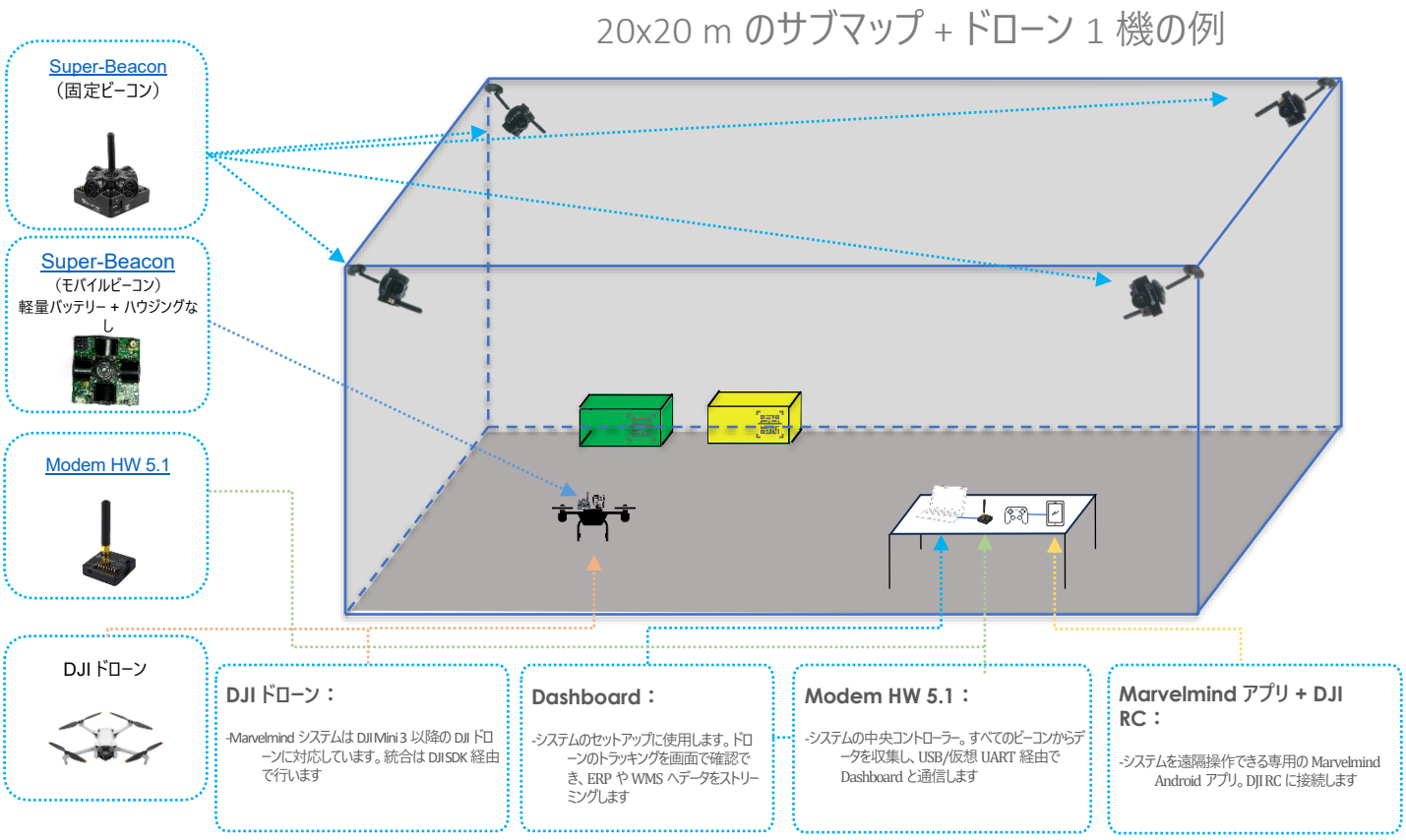
詳細情報：

- Marvelmind インターフェース

12. ソリューション

12.1. DJI ドローンの屋内自律飛行

Marvelmind は、Marvelmind の屋内「GPS」システムを DJI ドローンと統合するソリューションを提供しています。DJI SDK を利用し、DJI RC と Marvelmind アプリを入れた Android スマートフォンで、DJI ドローンのトラッキングと制御を行います。



課題：

- DJI ドローンの屋内自律飛行を実現する
- 写真の自動撮影、QR コードのスキャン、位置データの送信

解決策：

- Marvelmind の屋内「GPS」システムと、自律飛行用の Marvelmind アプリ

動作原理：

- この構成の Marvelmind 屋内 GPS システムは、DJI SDK を利用して、DJI ドローンのトラッキングと自律飛行を実現します

結果：

- DJI ドローンが Dashboard で設定したウェイポイントに従って自律飛行し、写真を撮影したり、QR コード/バーコードをスキャンして認識したりして、その結果を正確な座標とともに WMS や ERP に送信します
- ベースへの自律帰還

構成：

1. 4 x Super-Beacon – 固定ビーコン
2. 1 x Super-Beacon（軽量化版）– モバイルビーコン
3. 1 x Modem HW 5.1 – システムの中央コントローラー
4. 1 x DJI ドローン – トラッキング対象（対応する DJI ドローンの一覧は下記を参照）
5. 1 x DJI RC + Marvelmind DJI アプリを入れた Android スマートフォン – ドローンの自律飛行パターンを制御するコントローラー
6. 1 x Windows/Linux ノートパソコン – Dashboard のインストールとシステムのセットアップに使用

対応ドローンの一覧：

ドローン	送信機	対応 MSDK の最低バージョン
MATRICE 350 RTK*	DJI RC Plus	5.4.0
MATRICE 300 RTK*	DJI RC Plus	5.4.0
MATRICE 300 RTK*	DJI RC Enterprise（画面付き）	5.0.0
DJI MINI 3	DJI RC N1	5.3.0
DJI MINI 3 PRO	DJI RC N1 DJI RC Pro	5.3.0
DJI MAVIC 3 M*	DJI RC Pro Enterprise	5.2.0
DJI MAVIC 3 ENTERPRISE シリーズ*	DJI RC Pro Enterprise	5.1.0
MATRICE 30 シリーズ*	DJI RC Plus	5.0.0

**MSDK 5.0 に対応しているため問題なく動作すると見込まれますが、テストは行っていません。ご要望に応じてテストを実施できます。info@marvelmind.com までメールでご依頼ください*

13. よくある質問

ここでは、よくいただく質問にお答えします

1 ビーコンの正しい配置方法は？

- ビーコン間の実際の距離は 30 m 以下にしてください。各ビーコンから少なくとも他の 2 台のビーコンへの見通し（超音波が直接届く経路）を確保してください

2 ビーコンはモデムからどのくらい離せますか？

- 開けた空間では、モデムからビーコンまでの距離は数百メートルに達することもあります

3 Dashboard でモバイルビーコンがオレンジ色の円や透明で表示される場合は？

- **青 - 通常モードで、確実にトラッキングできている状態**
- **オレンジ – システムは可能な範囲で最良の位置データを提供していますが、信頼度は青より低い状態です**
- **透明 - 無線パケットが失われているか、超音波のカバレッジがない状態**

4 超音波の障害物になるものは？

- 超音波にとって障害物になるのは、壁（コンクリート）、ガラス、金属です。複数のフロアにまたがるエリアをカバーする必要がある場合は、サブマップ機能を使用できます。その場合、トラッキングは途切れません

5 非常に低い温度や高い温度でもシステムは動作しますか？

- システムは、一般的なオフィスと同様の環境、温度 0 °C～40 °C を想定して設計されています
- その他の種類のビーコン（屋外用、防爆仕様など）については、比較表をご覧ください
- お客様の用途に合わせた特別仕様の製品も製作できます。info@marvelmind.com までご連絡ください

6 ビーコンは、防爆、防塵、防汚、防水、耐ノイズに対応していますか？

- – 低周波ノイズ（モーターの騒音、産業機器）は、システムの通常の動作を妨げません
- その他の種類のビーコン（屋外用、防爆仕様など）については、比較表をご覧ください

7 測位から応答までの遅延（レイテンシ）はどのくらいですか？

- 遅延は更新レートによって決まります（更新周期に比例します）。たとえば、更新レートが 16 Hz の場合、遅延は 1.2～1.5×60 ms です
- 上限は、固定ビーコン間の最大距離の 1.5 倍です。サービスエリアを広げるには、添付のスクリーンショットの手順に従ってください。なお、モバイルビーコンが固定ビーコンから遠く、かつ固定ビーコンの平面に近い位置にあると、測定の幾何条件が悪くなるため、測位誤差が大きくなることがあります

8 IMU 搭載ビーコンかどうかを見分けるには？

- 箱とビーコン底面の白いステッカーを確認してください。「/IMU」とあれば IMU 搭載です
- ビーコンを USB で接続し、Dashboard => View => Accelerometer data（加速度センサーのデータ）を確認します

9 IMU 非搭載のビーコンをモバイルビーコンとして使用できますか？

- はい、使用できます（https://www.youtube.com/watch?v=A4aRsjH2-_E）

10 915 MHz 版と 433 MHz 版はどう選べばよいですか？

- 915 MHz 版は、米国、カナダ、および南北アメリカ全般向けに設計されています。これらの国々の ISM 帯（産業・科学・医療用途向けの免許不要の周波数帯）は 915 MHz です
- ヨーロッパでは 433 MHz です

11 デバイスが USB で接続できない場合は？

- 金属部分の長い USB ケーブルを使用してください。USB 接続に問題がある場合は、まずケーブルを交換してください。あるデバイスでは使えるケーブルが、別のデバイスでは使えないこともあります

12 ビーコンの向きは重要ですか？

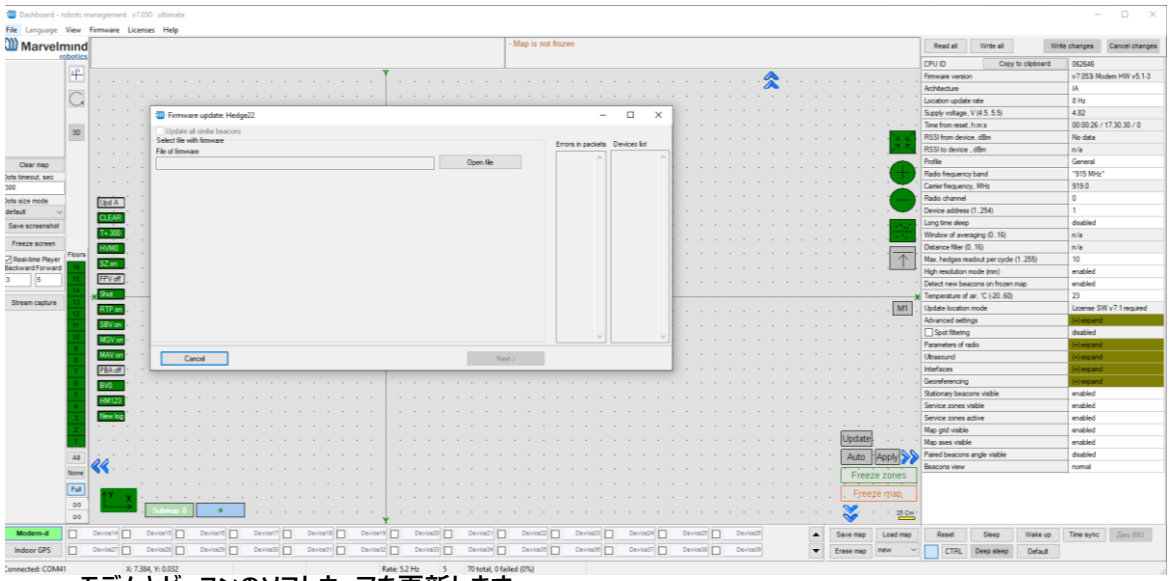
- はい、重要です。センサー同士が互いに「聞こえる」位置と向きに設置してください。v4.9 ビーコンのカバー範囲は、センサー1 つあたり約 90°です（図）。Mini-RX と Industrial-RX のカバー範囲は約 180°です（図）

13 Dashboard に 4 台を超えるビーコンが表示されないのはなぜですか？

- システムには、1 つのサブマップにつきビーコン 4 台までという制限があります。ビーコンが 4 台を超える場合は、別のサブマップを作成すると、ビーコンが表示されます

14. トラブルシューティングのチェックリスト

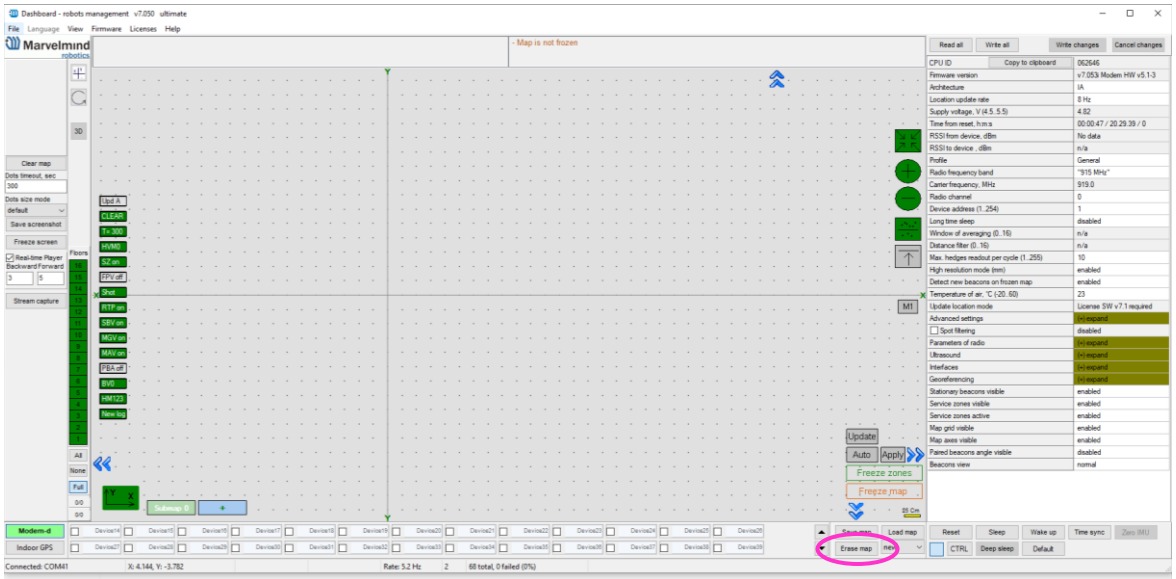
システムに問題がある場合は、次の簡単な手順に従ってください：



- **モデムとビーコンのソフトウェアを更新します**

- 次に、すべてのビーコンとモデムを 1 台ずつ接続し、Dashboard で「Default」ボタンを押します（ソフトウェアを更新する際は、Default ボタンを押して、ビーコンが確実にデフォルト設定になるようにしてください。そうしないと、モデムが誤ったチャンネルで呼び出すなどの問題が起こるおそれがあります）

- モデムを PC に接続した状態で「Erase map」を押します



ヘルプ動画をご覧ください：

高精度屋内「GPS」でよくある間違い

14.1. システムを始動する前のチェックリスト：

IA と NIA ではソフトウェアが異なります
IA では、超音波の周波数がそれぞれ異なる固定ビーコンを使用してください
正しいソフトウェアを使用していることを確認してください。IA アーキテクチャ（Inverse Architecture）のシステムには IA 用、NIA アーキテクチャ（Non-Inverse Architecture）のシステムには NIA 用のソフトウェアを使います（アーキテクチャ比較）
使用前に、ビーコンの電圧が 3.5 V 以上あることを確認してください。不足している場合は、2〜3 時間充電してください。

- モデムはビーコンから 1〜2 m 離してください。近すぎると、ビーコンの無線が過負荷になることがあります
- アンテナに関する推奨事項：
  - アンテナはできるだけまっすぐに保ってください。そうしないと、有効な通信距離が短くなります
  - アンテナは、金属やカーボンなどの導電性の素材から少なくとも 0.5 インチ（約 1.3 cm）離してください
  - アンテナは、モーターなどのノイズ源からできるだけ離してください
- 金属部分の長い USB ケーブルを使用してください。USB 接続に問題がある場合は、まずケーブルを交換してください。あるビーコンでは使えるケーブルが、別のビーコンでは使えないこともあります
- 必ず同じパックのソフトウェアを使用してください
- ソフトウェアを更新する際は、Default ボタンを押して、ビーコンが確実にデフォルト設定になるようにしてください。そうしないと、モデムが誤ったチャンネルで呼び出すなどの問題が起こるおそれがあります
- シンプルな構成から始めてください（10×10 m の正方形、固定ビーコン 2 台）
- ビーコン間の見通し（超音波が直接届く経路）を遮らないでください
- まずマップを構築して固定し、その後でモバイルビーコン（hedge）をウェイクアップします
- 周期数（Number of periods）。デフォルトは、HW v4.9 が 5、Super-Beacon が 20、Mini-TX が 50 です。より長い距離では 10〜50 に設定できます

Mini-RX ビーコンが過放電している可能性があります。その場合は、次の手順を実行してください：

- DIP スイッチでビーコンの電源を切ります
- 1 時間充電します
- ビーコンの電源を入れ、DFU プログラミングで最新のソフトウェアを書き込み、もう一度 1 時間充電します

15. お問い合わせ

当社の詳細については、会社概要をご覧ください

その他のサポートについては、info@marvelmind.com までご質問をお送りください