

# 9 軸 IMU/AHRS haya\_imu マニュアル v3.4

新規作成日：2023 年 4 月 26 日

更新日：2024 年 9 月 20 日

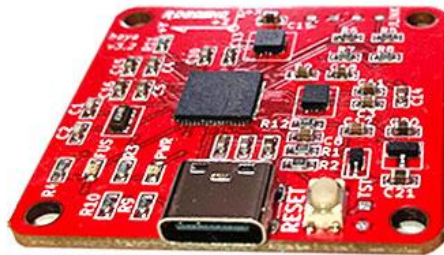
株式会社 翔雲

# 内容

1. 使用環境 .....	3
2. 使用手順 .....	3
2.1 ROS/ROS2 パッケージのインストール .....	3
2.2 USB での接続 .....	4
2.3 USB シリアルポート番号の固定 .....	4
2.4 パラメータの確認 .....	5
2.5 ROS ローンチ .....	5
2.6 Topic、tf の確認 .....	7
2.7 初期バイアスの測定(キャリブレーションモード) .....	8
2.8 (オプション)ROS2 における DDS の切り替え .....	10
3. LED 表示 .....	11
4. 追加説明 .....	11
5. 参考情報 .....	11
5.1 主な規格 .....	11
5.2 ROS/ROS2 パッケージ .....	12
6. ファームウェアの書き換え .....	14
6.1 書き換えモードへの切り替え .....	12
6.2 書き換え手順 .....	12
7. リビジョン履歴 .....	14

## 0. はじめに

haya\_imu v3.x は Microchip 製 Cortex-M4(クロック周波数 120MHz)、TDK 製 6 軸 ICM-42688、Memsic 製高精度 3 軸 AMR 方式地磁気センサ MMC5983MA の実装により、通常出力モード、デモンストレーションモード、キャリブレーションモード(初期バイアス測定モード)、6 軸フュージョン回転ベクトルクォータニオン、9 軸フュージョン回転ベクトルクォータニオン、3 軸オイラー角は最大 1000Hz(Best Effort)まで同時出力可能な 9 軸 IMU/AHRS です。本マニュアルは、haya\_imu の扱い方を示す資料とします。



## 1. 使用環境

- UBUNTU 24.04、22.04、20.04、18.04、16.04 推奨
- ROS noetic、melodic、kinetic、ROS2 jazzy humble 推奨

## 2. 使用手順

### 2.1 ROS/ROS2 パッケージのインストール

#### ※ROS

```
$cd ~/catkin_ws/src
```

```
$git clone https://github.com/soarbear/haya\_imu\_ros2.git
```

```
$cd ~/catkin_ws
```

```
$catkin_make
```

## ※ROS2

```
$cd ~/ros2_ws/src
```

```
$git clone https://github.com/soarbear/haya\_imu\_msgs.git
```

```
$git clone https://github.com/soarbear/haya\_imu\_ros2.git
```

```
$cd ~/ros2_ws
```

```
$colcon build --packages-select haya_imu_msgs haya_imu_ros2
```

## 2.2 USB での接続

haya\_imu を対向装置へ USB で接続できた場合、赤 LED が常時点灯することを確認できます。

## 2.3 USB シリアルポート番号の固定

### ※ROS

- 以下ルールの作成によって、ttyACM\_haya に固定します。

```
$chmod +x ~/catkin_ws/src/haya_imu_ros/script/create_rules.sh
```

```
$~/catkin_ws/src/haya_imu_ros/script/create_rules.sh
```

```
$sudo udevadm control --reload-rules && sudo udevadm trigger
```

- また、以下ルールの削除によって、固定した USB シリアルポート番号を解除します。

```
$chmod +x ~/catkin_ws/src/haya_imu_ros/script/delete_rules.sh
```

```
$~/catkin_ws/src/haya_imu_ros/script/delete_rules.sh
```

```
$sudo udevadm control --reload-rules && sudo udevadm trigger
```

## ※ROS2

- 以下ルールを作成によって、ttyACM\_haya に固定します。

```
$chmod +x ~/ros2_ws/src/haya_imu_ros2/script/create_rules.sh
```

```
$~/ros2_ws/src/haya_imu_ros2/script/create_rules.sh
```

```
$sudo udevadm control --reload-rules && udevadm trigger
```

- また、以下ルールの削除によって、固定した USB シリアルポート番号を解除します。

```
$chmod +x ~/ros2_ws/src/haya_imu_ros2/script/delete_rules.sh
```

```
$~/ros2_ws/src/haya_imu_ros2/script/delete_rules.sh
```

```
$sudo udevadm control --reload-rules && udevadm trigger
```

## 2.4 パラメータの確認

params.yaml に載ってあるパラメータの値を確認して、目的、必要に応じて変更します。

## 2.5 ROS ローンチ

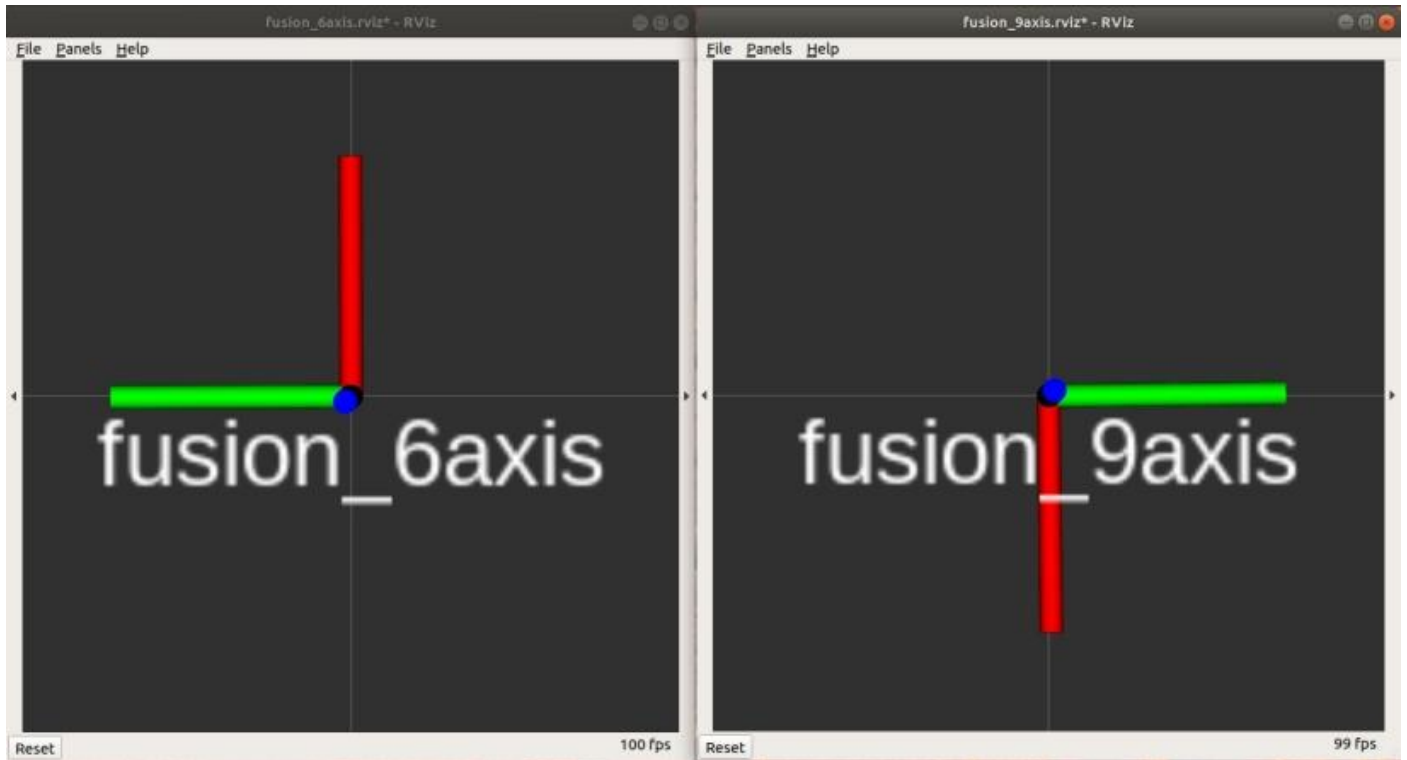
### ※ROS

- 通常出力モード、キャリブレーションモードに設定された場合

```
$roslaunch haya_imu_ros haya_imu.launch
```

- デモンストレーションモードに設定された場合

```
$roslaunch haya_imu_ros haya_imu_demo.launch
```



## ※ROS2

- 通常出力モード、キャリブレーションモードの場合

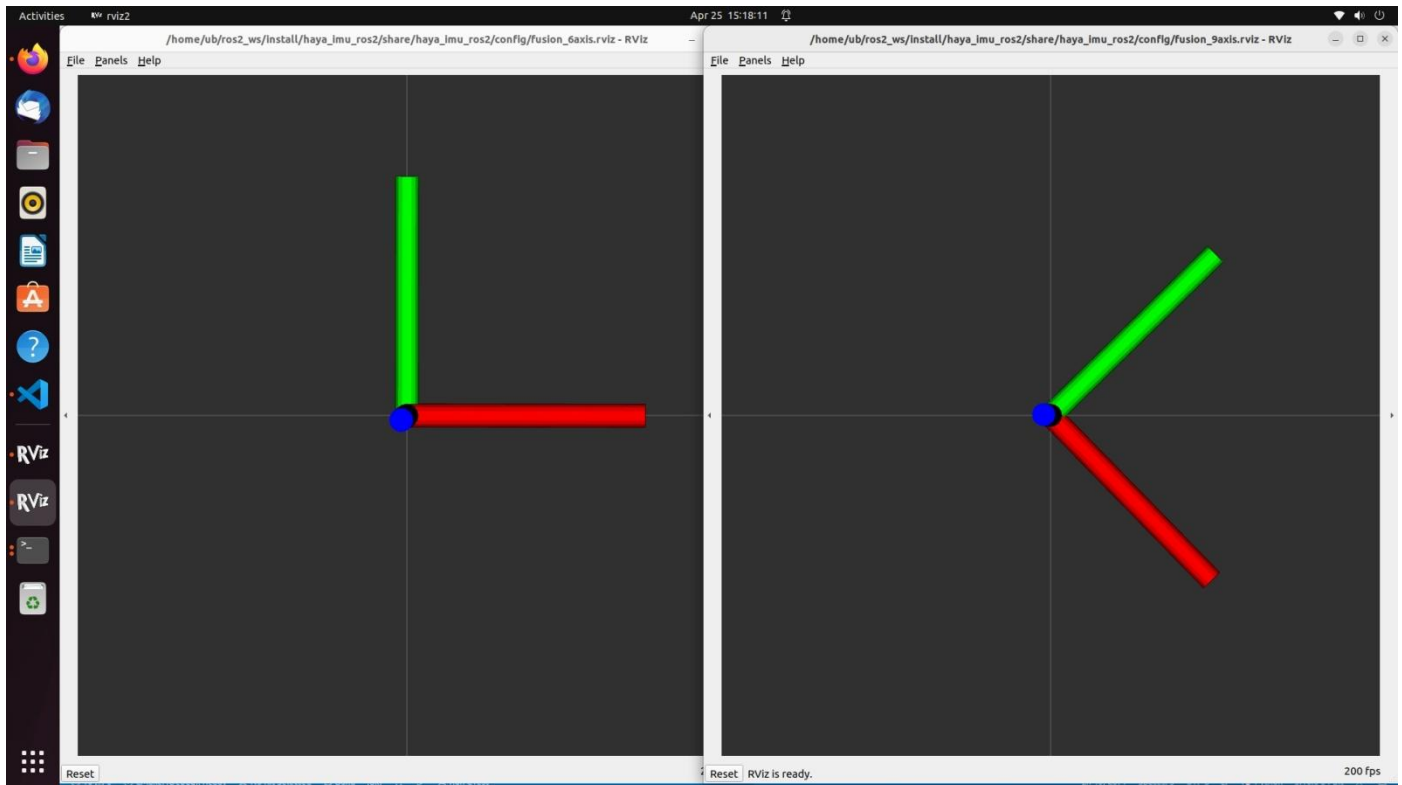
```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_imu_launch.py
```

- デモンストレーションモードの場合

```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
ros2 launch haya_imu_ros2 haya_imu_demo_launch.py
```



## 2.6 Topic、tf の確認

### ※ROS

- メッセージのタイプ

imu\_data(Message: haya\_imu\_ros/ImuData)、通常出力モード、キャリブレーションモード用

tf(Message: geometry\_msgs/TransformStamped)、デモンストレーションモード用

- Topic のデータを確認する例

```
$rostopic echo imu_data
```

- Topic の出力レートを確認する例

```
$rostopic hz -w 100 imu_data
```

### ※ROS2

- メッセージのタイプ

imu\_data(Message: haya\_imu\_msgs/msg/ImuData), 通常出力モード、キャリブレーションモード用

tf(Message: geometry\_msgs/msg/TransformStamped), デモンストレーションモード用

- Topic のデータを確認する例

```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_topic_echo_launch.py
```

もしくは、\$ros2 topic echo /imu\_data

- Topic の出力レートを確認する例

```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_topic_hz_launch.py
```

もしくは、\$ros2 topic hz -w 1000 /imu\_data

## 2.7 初期バイアスの測定(キャリブレーションモード)

src/config/params.yaml の imu\_mode: 10(キャリブレーションモード)に設定して、ジャイロスコープ→

加速度センサ→地磁気センサの順に、以下要領のとおり初期バイアスの測定を行います。

### ※ ROS

```
$roslaunch haya_imu_ros haya_imu.launch
```

```
$rostopic echo /imu_data
```

### ※ ROS2

```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_imu_launch.py
```

```
$ros2 topic echo /imu_data
```

### ※ ステップ 1: ジャイロスコープ 初期バイアスの測定の要領

上記 roslaunch をリリースして、IMU を動かさず、平らに 30 秒ほど置いて、**calibration\_index** は「48」



に変わると、ジャイロスコープ 初期バイアスの測定は完了とします。

### ※ ステップ 2: 加速度センサ 初期バイアスの測定の要領

XYZ 軸のプラス方向にそれぞれ-1.0G をかけて測定を行ってください。

- ・ X 軸のプラス側を上に向けて

加速度出力の `linear_acceleration` の第 1 引数がほぼ 1.0 になると、10 秒ほど静止状態キープ

- ・ Y 軸のプラス側を上に向けて

加速度出力の `linear_acceleration` の第 2 引数がほぼ 1.0 になると 10 秒ほど静止状態キープ

- ・ Z 軸のプラス側を上に向けて

加速度出力の `linear_acceleration` の第 3 引数がほぼ 1.0 になると 10 秒ほど静止状態キープ

3 軸プラス方向を上に向けることを 1 組として、`calibration_index` は「60」に変わると、加速度センサの初期バイアスの測定は完了とします。また、1 組で 3 に変わらないと、もう 1 組を追加する場合があります。

如何に 1.0 または-1.0 に近けることは、精度の良さに繋がります。

### ※ ステップ 3: 地磁気センサ 初期バイアスの測定の要領

「8 字回し」： XY 平面、YZ 平面、XZ 平面すなわち 3 次元空間の各平面（順番関係なし）において、各平面ずつ、8 字の形で haya\_imu を 10 回程回します。8 字の幅は 70-100cm 程とします。`Calibration_index` は「63」に変わると、地磁気センサの初期バイアスの測定は完了とします。測定完成時の画面は下図に示します。

```

アクティビティ 端末 ▾ 2023-04-26_17:21:14 en ㊚ ㊚ ㊚
ub@ubuntu18: ~
---
header:
  seq: 63007
  stamp:
    secs: 1682497274
    nsecs: 735146404
  frame_id: "imu_link"
angular_velocity:
  x: -0.0412902832031
  y: -0.0370025634766
  z: -0.0153961181641
angular_velocity_covariance: [0.0007840000000000001, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0007840000000000001, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0007840000000000001]
linear_acceleration:
  x: -0.00274658203125
  y: 0.00811767578125
  z: 1.00457763672
linear_acceleration_covariance: [4.0576900000000015e-05, 0.0, 0.0, 0.0, 4.0576900000000015e-05, 0.0, 0.0, 0.0, 4.7059600000000006e-05]
magnetic_field:
  x: -5.70635986328
  y: -23.7878417969
  z: 12.0328979492
magnetic_field_covariance: [0.0144, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0144, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0144]
orientation:
  x: 0.00389323662966
  y: 0.00107160676271
  z: 0.0446005314589
  w: 0.998996734619
  x: -0.00162210129201
  y: 0.00369776878506
  z: 0.982103049755
  w: -0.188301086426
euler_ypr:
  x: 0.00787434395384
  y: 0.00179378344995
  z: 0.0892384536019
temperature imu: 20.0
calibration index: 63
---

```

初期バイアスは測定完了後に自動的に MCU フラッシュに保存して、IMU 再起動の際に MCU フラッシュから自動的に読み込みます。

## 2.8 (オプション)ROS2 における DDS の切り替え

以下の手順より、Fast DDS(デフォルト)を Cyclone DDS(例)あるいは他の DDS へ切り替えます。

- Fast DDS(デフォルト) → Cyclone DDS

```
$export RMW_IMPLEMENTATION=rmw_cyclonedds_cpp
```

```
$printenv RMW_IMPLEMENTATION
```

```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_imu_launch.py
```

- Cyclone DDS → Fast DDS(デフォルト)

```
$export -n RMW_IMPLEMENTATION
```

```
$printenv RMW_IMPLEMENTATION
```

```
$source ~/ros2_ws/install/setup.bash
```

```
$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_imu_launch.py
```

### 3. LED 表示

- Red = 電源供給 USB+5V
- Yellow = 6 軸または、9 軸フュージョン四元数出力

### 4. 追加説明

- 6 軸フュージョンの基準 0 度方位=IMU の初期方位、9 軸フュージョンの基準 0 度方位=磁東方向。

最大出力レートは haya\_imu の実力値、実効値は対向装置のリソースパフォーマンスに関わります。

- `ros2 topic echo` と `ros2 topic hz` の出力値は「過小評価」と見られる際に、かわりに `$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_topic_echo_launch.py` と、  
`$ros2 launch haya_imu_ros2 haya_topic_hz_launch.py` が代用できます。

- 掲載規格はセンサの検証または特性評価から得られたデータであり生産での保証ではありません。
- 令和 5 年 9 月までは ICM-42688-V 実装、令和 5 年 9 月以降は ICM-42688-V、ICM-42688-P

区別せず出荷します。

### 5. 参考情報

#### 5.1 主な規格

- 型番 haya\_imu v3.x
- 内蔵 IC Microchip Cortex-M4(120MHz)、ICM-42688V/ICM-42688P/MMC5982MA
- 外部接続 USB2.0+ Type-C、USB+5V 給電、消費電力 150mW(環境温度 21℃ 実測値)
- 最大出力レート(Best Effort)
  - 6 軸フュージョン / 9 軸フュージョン回転ベクトル四元数 1000Hz
  - 3 軸オイラー角(Z 軸回り→Y 軸回り→X 軸回り順) 1000Hz
  - 加速度センサ 1000Hz
  - ジャイロスコープ 1000Hz
  - IMU 内部温度データ 1000Hz
  - 3 軸地磁気センサ 500Hz(セトリセット機能使用)

- 測定レンジ
  - 加速度センサ  $\pm 8g$
  - ジャイロスコープ  $\pm 2000dps$
  - 地磁気センサ  $\pm 800\mu T$
- バイアス測定補正 初期バイアス測定、動作時即時測定、内蔵補正機能あり
- 寸法 38.0mm × 39.0mm × 4.8mm(突起物含む)
- 取付穴 M3x4、隣り合う穴の中心間距離 32.0mm

## 5.2 ROS/ROS2 パッケージ

- ROS 専用パッケージの置き場所: [https://github.com/soarbear/haya\\_imu\\_ros.git](https://github.com/soarbear/haya_imu_ros.git)
- ROS2 専用パッケージの置き場所: [https://github.com/soarbear/haya\\_imu\\_ros2.git](https://github.com/soarbear/haya_imu_ros2.git)
- ROS2 専用メッセージの置き場所: [https://github.com/soarbear/haya\\_imu\\_msgs.git](https://github.com/soarbear/haya_imu_msgs.git)

## 6. ファームウェアの書き換え

### 6.1 書き換えモードへの切り替え方

RESET ボタンをダブルタップ（1回目と2回目タップの時間間隔 0.5s 以内）して、オレンジ LED は 5 回点滅して（点灯 1s、消灯 1s、5 回繰り返し）、通常モード→ファーム書き換えモードに切り替わります。

### 6.2 書き換え手順

- OS 環境、UBUNTU 18.04 以降.
- Clone

```
$mkdir ~/upload_haya
```

```
$cd ~/upload_haya
```

```
$git clone https://github.com/soarbear/bossac\_samg55.git
```

- Make & Upload

```
$sudo apt-get update
```

```
$sudo apt-get install build-essential
```

```
$sudo apt-get install libwxbase3.0-dev
```

```
$sudo apt-get install libwxgtk3.0-gtk3-dev
```

```
$sudo apt-get install libwxgtk3.0-dev
```

```
$sudo apt-get install libreadline-dev
```

```
$cd ~/upload_haya/bossac_samg55
```

```
$make clean
```

```
$make bin/bossac -j4
```

```
Upload→ $bin/bossac -e -w -v -b -i --offset=0x2000 [file_name].bin
```

- Reconnect

Upload して約 10 秒後、ターミナルウィンドから Reset 文字が見えたら、USB コネクタを抜き挿します。

## 7. リビジョン履歴

リビジョン	日付	内容	担当者
V3.4	2024年9月20日	PCB改造、ROS2/Jazzy対応	(株)翔雲・Yanata
V3.2	2023年5月25日	新規作成	(株)翔雲・Yanata