

SUB-ARU MISSION

福井県立高志高等学校 物理部

# 研究発表

発表者 多田 優仁、佐々木 康成、森下 優斗、原 誠仁

15, Sep, 2024

## CONTENT 01 ミッション概要

缶サットにおける  
親機、子機、地上間の  
通信技術の確立

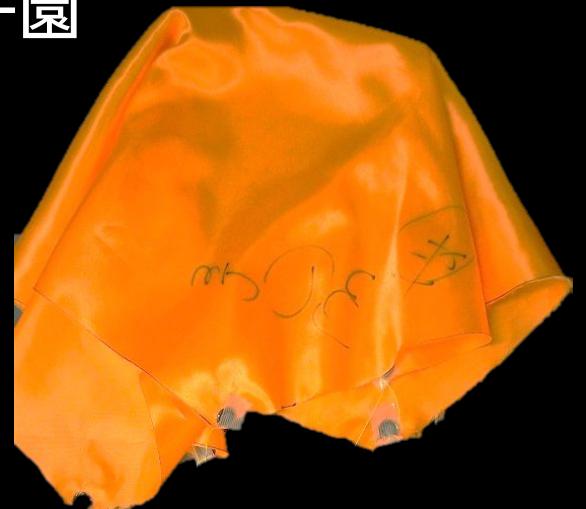
# 缶サットとは？

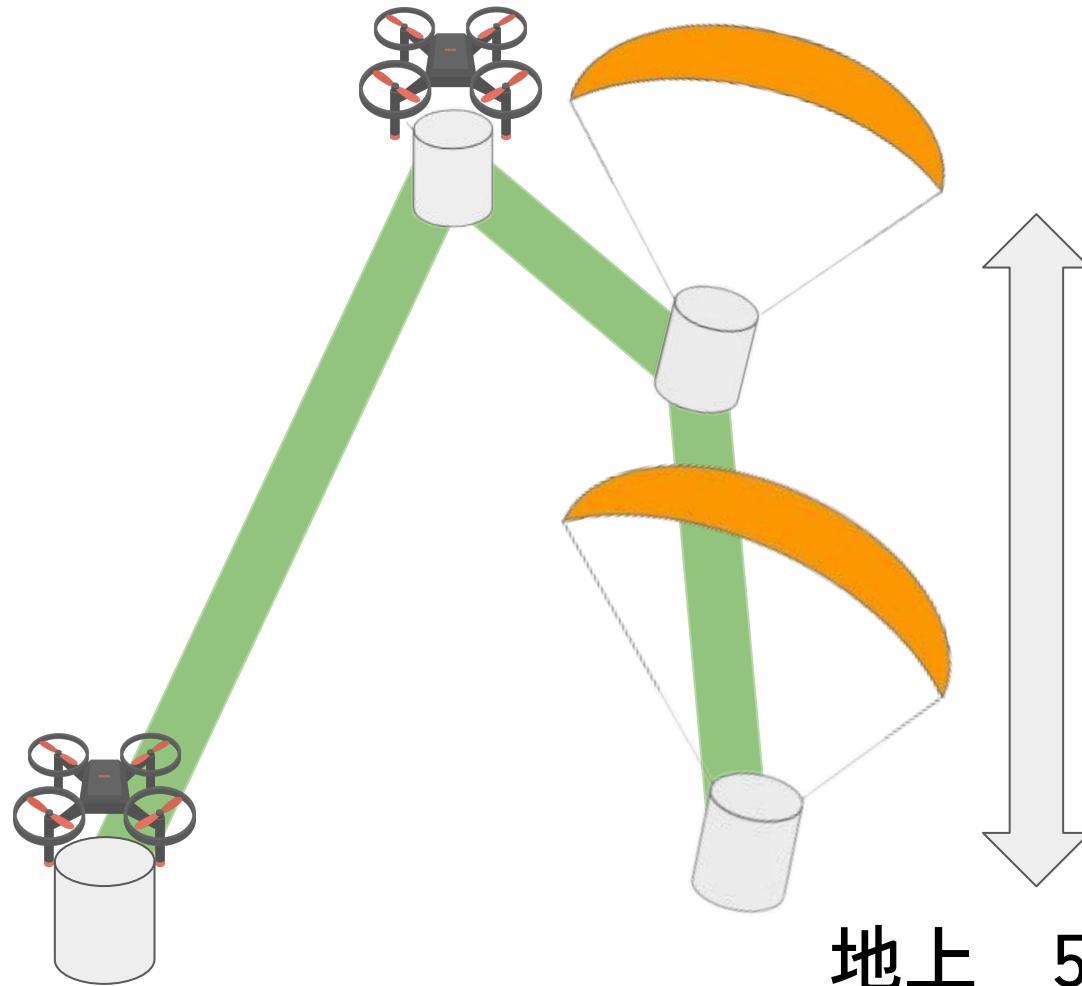
超小型模擬人工衛星

色々な大学、企業で開発が行われている

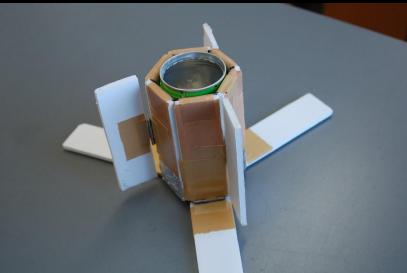
ふくい缶サットグランプリ、缶サット甲子園

(全国大会)、ARLISS(世界大会)





# 実際の人工衛星との共通点



◆周囲を把握するセンサー

- ・カメラ
- ・GPS
- ・IMU
- etc...

◆人が直接操縦せずとも動ける

- ・無線
- ・マイクロコンピューター

◆限られたスペースと資源でミッションを遂行する

- ・電気
- ・大きさ
- ・構造
- etc...

## CONTENT 01 ミッション概要

缶サットにおける  
親機、子機、地上間の  
通信技術の確立

## CONTENT 01 ミッション概要

\*ミッションの目的・意義

子機、親機、地上の通信を確立する

リアルタイムかつ高速に通信

テレメトリデータの可視化

# CONTENT 01 ミッション概要

## \*ミッションの目的・意義

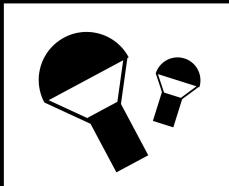
1 回収不可能なミッションにおいて通信は必須

2 重いデータを送りやすい（サイエンスデータ）

3 誰が見てもわかりやすい 視認性

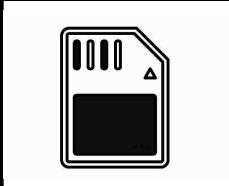
# CONTENT 01 ミッションの4つの軸

01



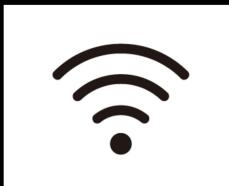
子機、親機の分離機構

02



データの取得と保存

03



子機↔親機↔地上の通信

04



テレメトリーのDB化, 視覚化

# CONTENT 缶サットの名称

## Subaru 計画



# CONTENT 缶サットの名称

## スバル 計画



機体 すばる君  
親機 すばるマザー  
子機 すばるキッズ

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



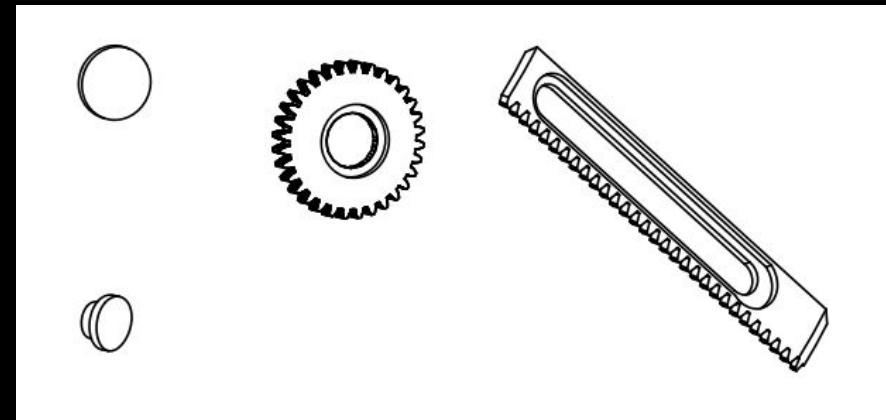
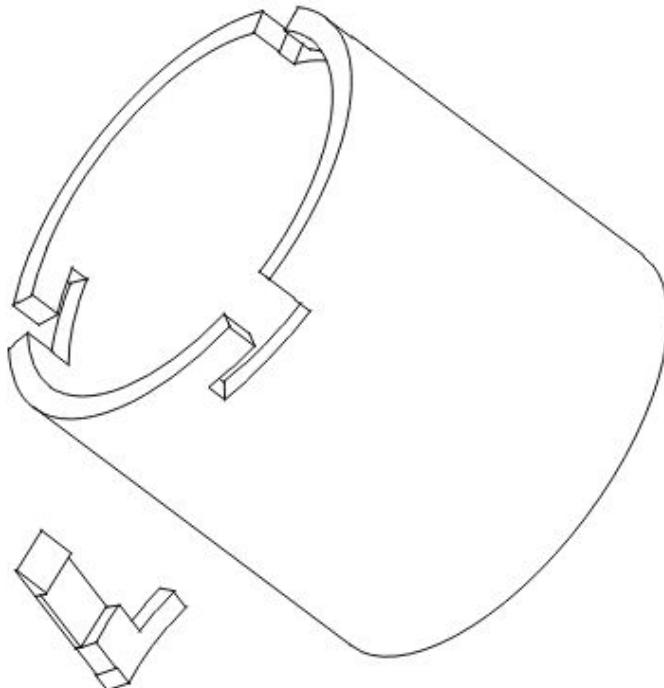
達成



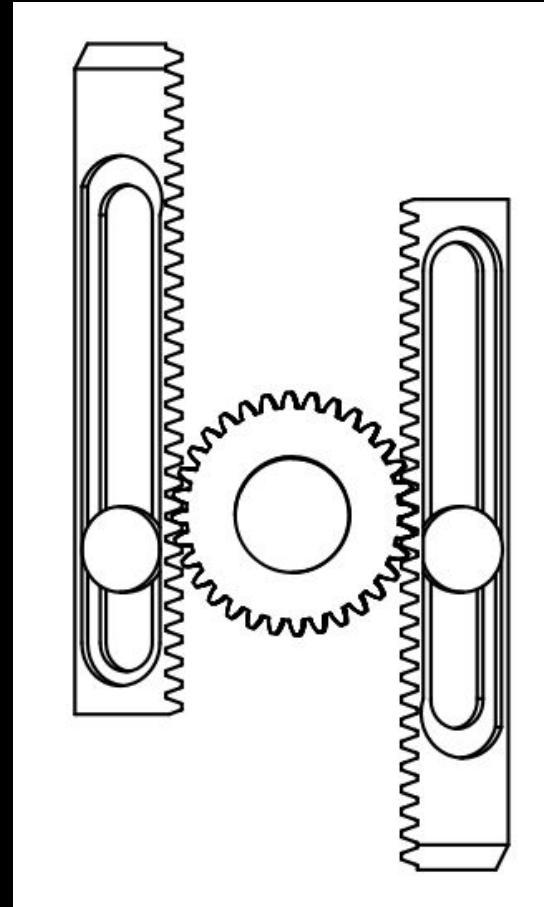
達成見込み

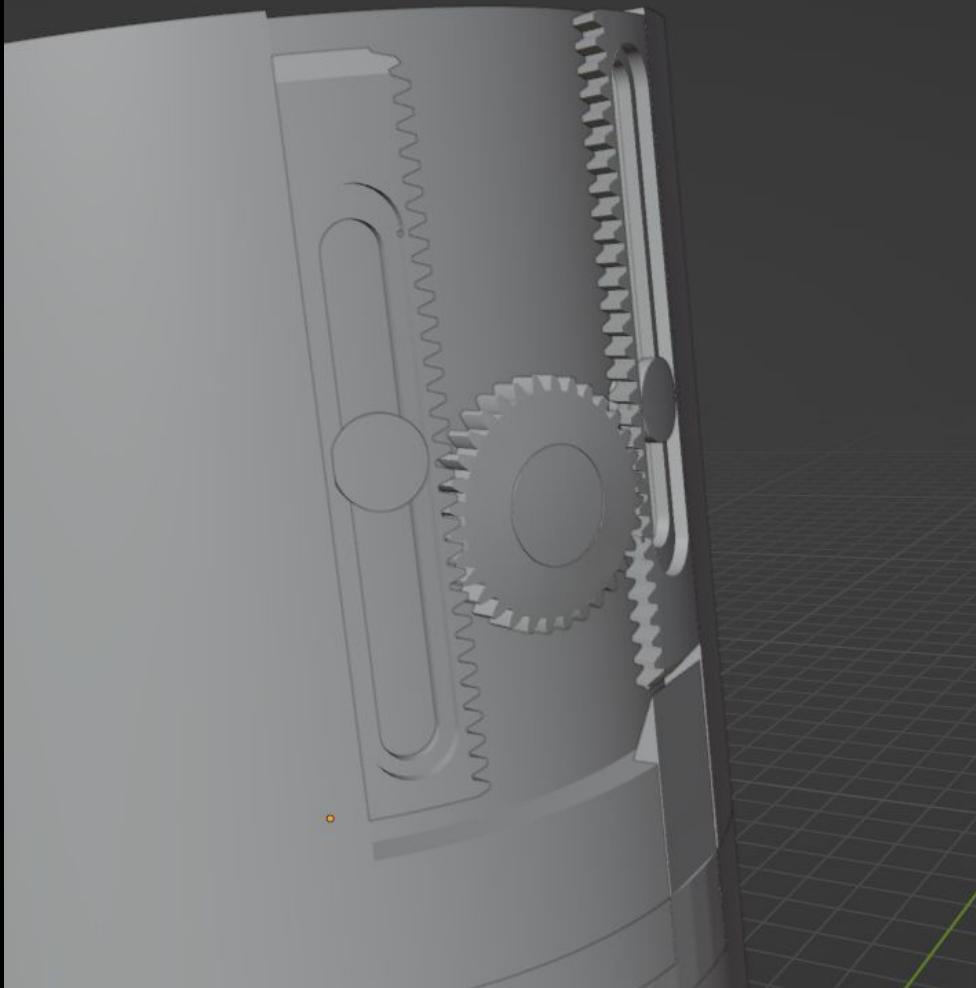


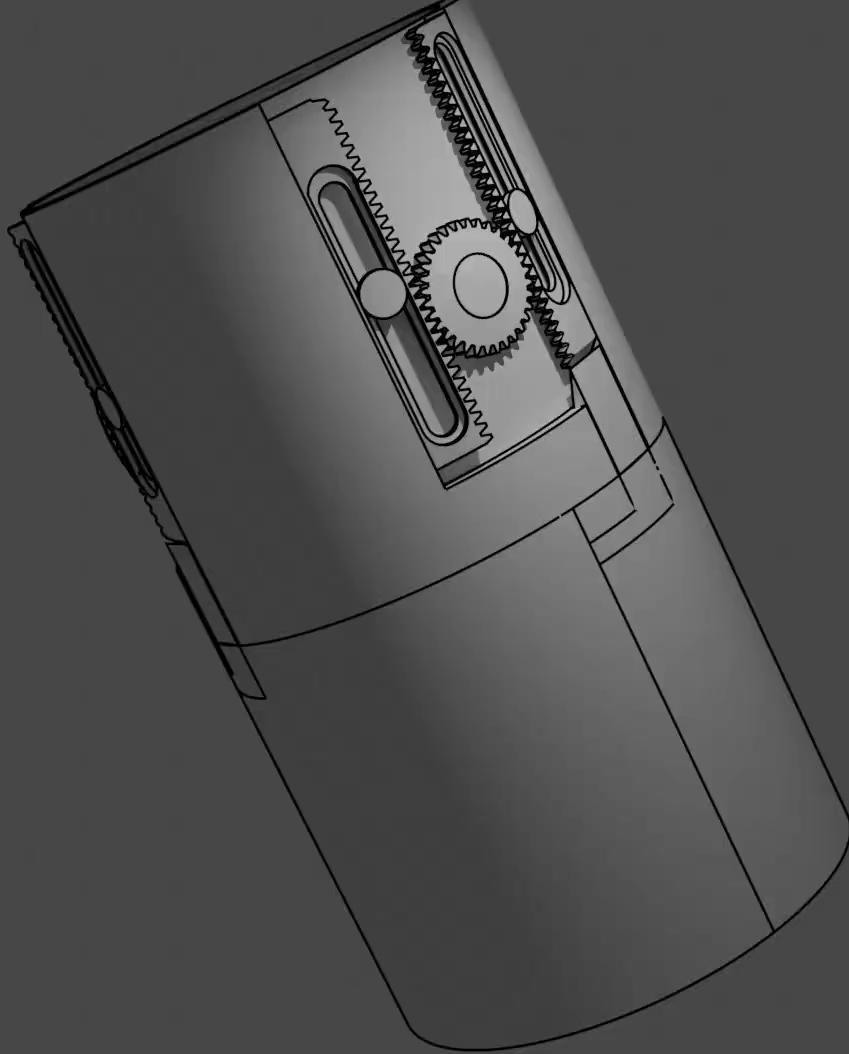
# 01 子機と親機の分離機構



mainBody\*1 subBody\*1  
gear1\*6 gear1Parts\*6  
gear2\*3 gear2Parts\*3  
subParts\*3 nomal sum 23



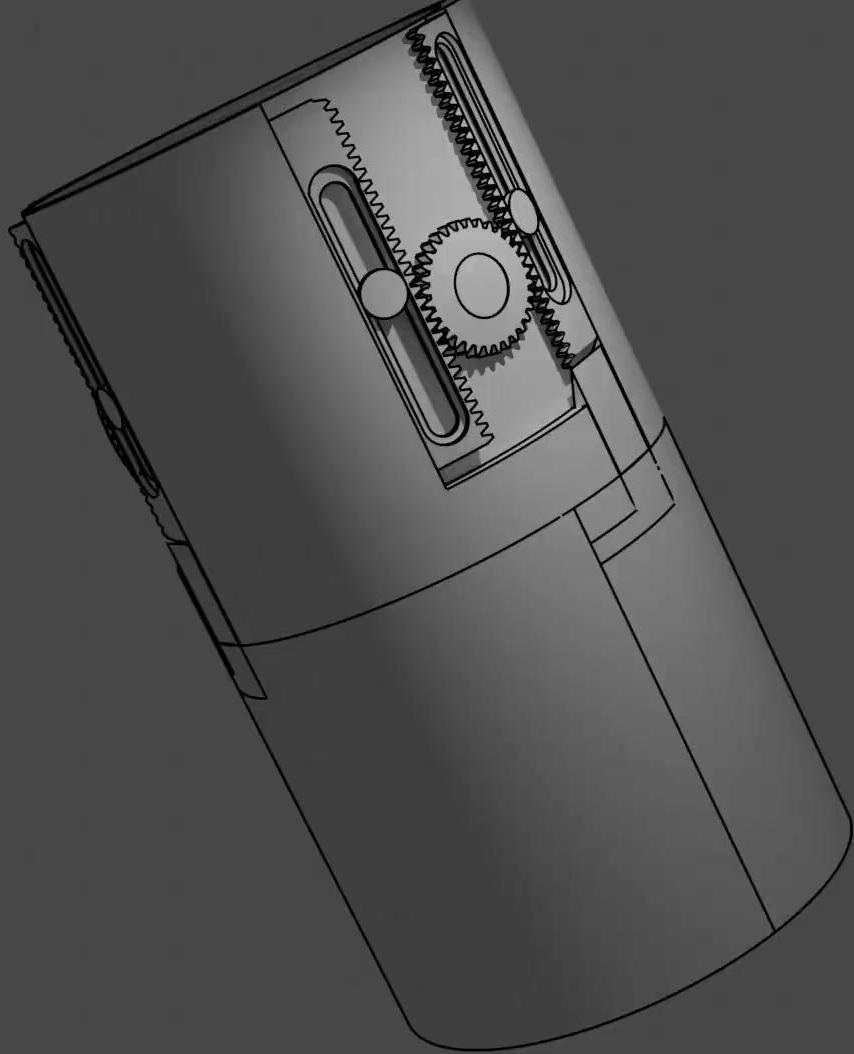






## 【達成】 大きさの規格に沿っているか

- ・プリント基板の使用 (省スペース化)
- ・構造のみで分離する機構  
(衝撃に耐えるかつ降下したしたときのみ開く)
- ・光造形プリンターの使用 (リソースの関係4mm)





# 【達成】フルサクセス 空中で分離したか



【達成】



離したか



# 【一部達成】EX 壊れない、何回も使える

親機



子機



| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



## 02 HKデータの取得とSDへの保存

\*今回収集するテレメトリについて

HKデータ(House Keeping data)

すばる君の機能性、健全性をモニタ

- ・通信強度
- ・加速度
- ・角速度
- ・地磁気
- ・高度
- ・位置

ミッションデータ

すばる君が収集するデータ

- ・気温
- ・湿度

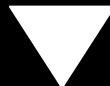


## 02 HKデータの取得とSDへの保存

親機と子機を載せる



省スペース化が必須



プリント基板の設計

## \*プリント基板のメリット

省スペース化

はんだづけの手間削減



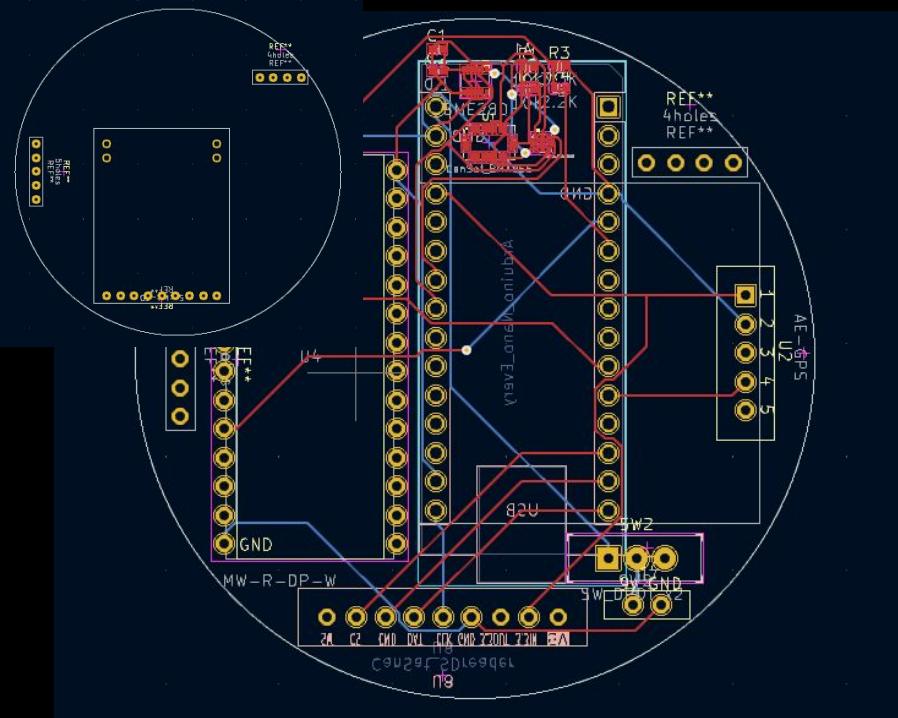
はんだミスの削減

全体的な安定性の向上

衝撃につよい

# \*本体の構造

## すばるマザー（親機）

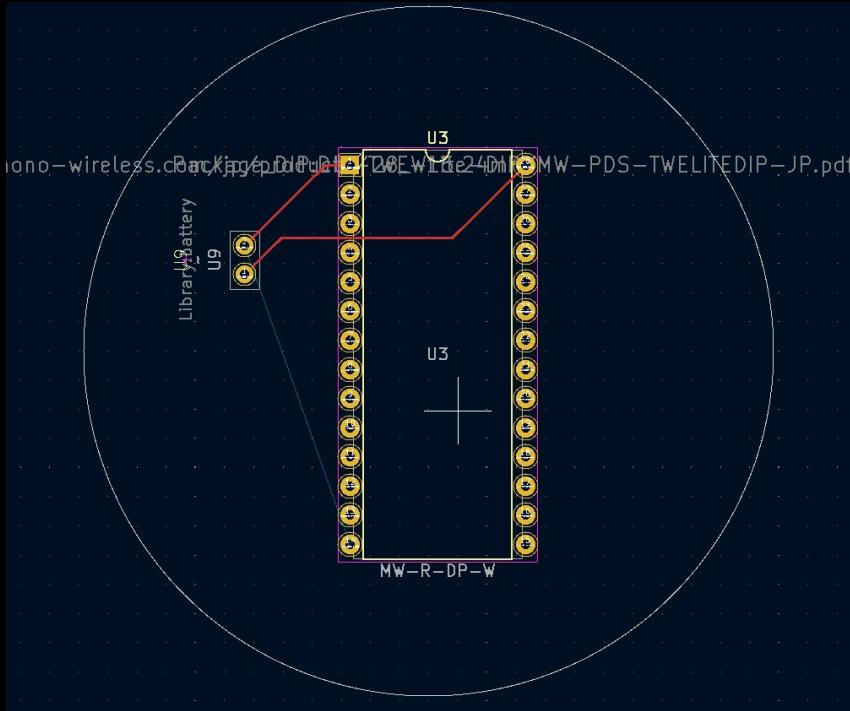


Arduino Nano Every  
TWELITE  
IMU  
気圧湿度温度計  
GPS  
SD

電源

# \*本体の構造

## すばるキッズ（子機）



通信に特化

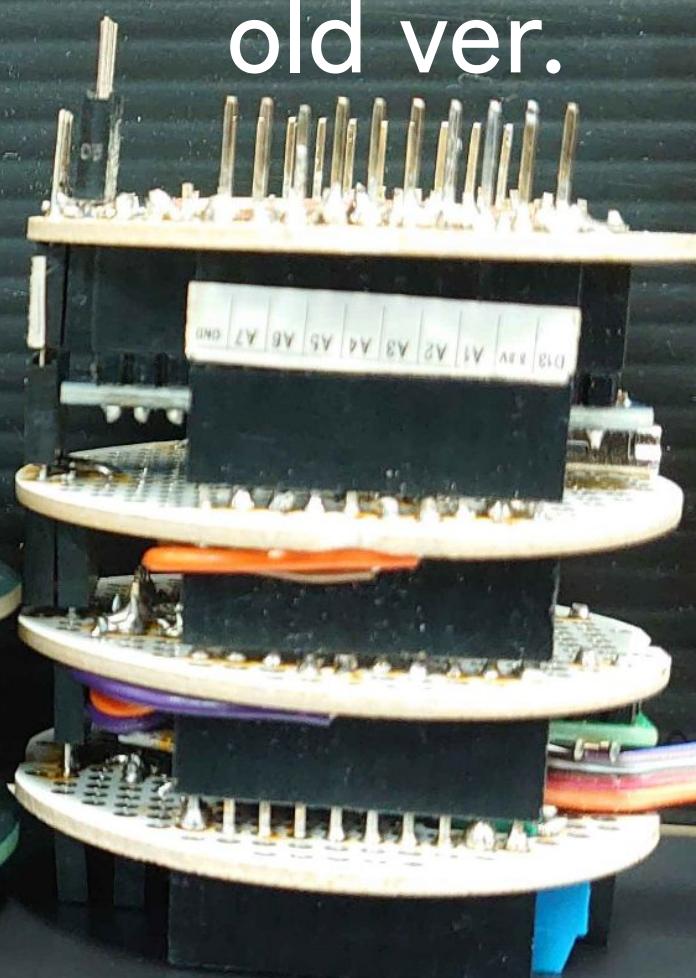
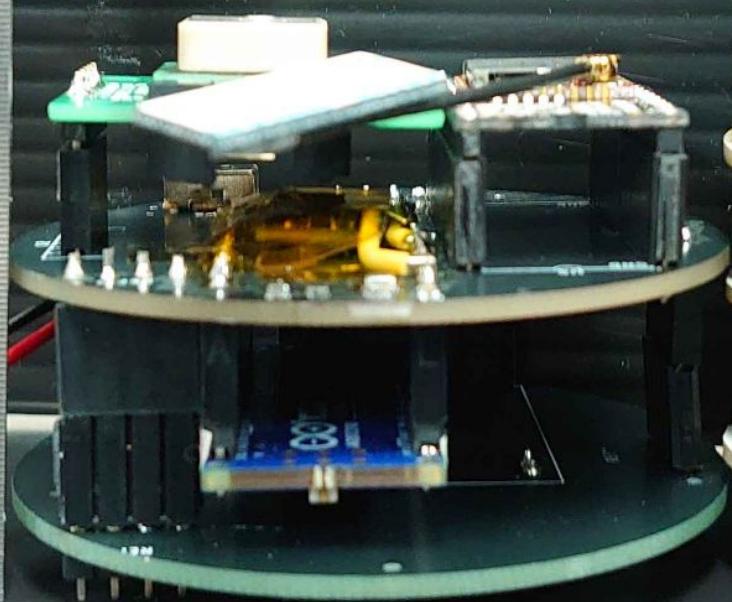
Arduino Nano Every  
TWELITE

Lipo battery 3.7V

old ver.

new ver.

70  
60  
50  
40  
30  
20  
10





# 【達成】センサすべてに電源供給される

| Accx  | Accy  | Accz  | Gyrx   | Gyry   | Gyrz   | Magx | Magy  | Magz | tmp   | hum   | pre     | lat   | lng    | height |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|
| -0.57 | 1.01  | 9.58  | 0.01   | -0.77  | -0.5   | 787  | -756  | -503 | 23.15 | 86.23 | 669.9   | 0     | 0      | 0      |
| -0.41 | 0.92  | 9.6   | -0.27  | -0.17  | 0.16   | 789  | -756  | -502 | 34.43 | 65.98 | 1011.66 | 36.12 | 136.22 | 51.3   |
| 1.17  | 1.57  | 10.02 | 23.94  | 2.79   | -11.16 | 788  | -759  | -503 | 34.44 | 65.77 | 1011.64 | 36.12 | 136.22 | 43     |
| 0.14  | -1.18 | 9.61  | -15.55 | 6.25   | 75.07  | 798  | -1268 | -497 | 34.46 | 65.76 | 1011.68 | 36.12 | 136.22 | 76.5   |
| -1.58 | -0.7  | 9.35  | 2.01   | -13.02 | 3.34   | 529  | -1519 | -491 | 34.49 | 65.34 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | 67.5   |
| -1.42 | -0.22 | 9.47  | -0.48  | -3.23  | -7.84  | 536  | -1518 | -492 | 34.51 | 65.25 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | 80.9   |
| -1.29 | 0.27  | 9.22  | 2.09   | 2.43   | 3.32   | 776  | -1277 | -495 | 34.53 | 65.12 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | 19.1   |
| 0.64  | 0.73  | 10.53 | -26.44 | 17.74  | 8.64   | 770  | -1506 | -495 | 34.57 | 65.06 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | 13.2   |
| -0.43 | 1.24  | 9.83  | -11.74 | -2.69  | 38.23  | -228 | -1268 | -496 | 34.66 | 65.41 | 1011.63 | 36.12 | 136.22 | 17.9   |
| 2.3   | 2.69  | 9.46  | -10.31 | 2.31   | -17.57 | -256 | -764  | -495 | 34.78 | 64.84 | 1011.61 | 36.12 | 136.22 | 26.1   |
| -3.14 | -2.88 | 8.92  | 15.62  | 52.03  | 26.07  | 10   | -768  | -499 | 34.79 | 64.86 | 1011.66 | 36.12 | 136.22 | -32.4  |
| -9.78 | -3.11 | -0.19 | -0.79  | -0.35  | 2.81   | 526  | -1525 | -495 | 34.82 | 64.77 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -19.5  |
| -9.82 | -3.28 | -0.09 | 0.17   | -0.17  | 0.61   | 529  | -1522 | -495 | 34.8  | 64.7  | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | -11.9  |
| -9.51 | -4.16 | -0.05 | 0.24   | 0.57   | 0.19   | 541  | -1516 | -496 | 34.82 | 64.85 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | -17.1  |
| -9.54 | -4.09 | -0.07 | 0.18   | 0.08   | 0.12   | 539  | -1516 | -496 | 34.81 | 65.09 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -16.4  |
| -9.96 | -2.94 | 0.09  | -1.28  | -0.87  | -37.75 | 530  | -1522 | -495 | 34.83 | 65.65 | 1011.64 | 36.12 | 136.22 | -40.2  |
| -9.66 | -3.93 | -0.37 | 1.81   | 0.99   | 3.73   | 530  | -1523 | -495 | 34.84 | 66.57 | 1011.61 | 36.12 | 136.22 | -25.3  |
| -9.86 | -3.21 | -0.25 | -1.34  | 0.02   | -13.29 | 532  | -1522 | -495 | 34.85 | 66.79 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | -24.5  |
| -9.6  | -3.9  | -0.27 | -0.48  | -1.39  | -2.3   | 535  | -1520 | -495 | 34.88 | 66.93 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | -23.7  |
| -9.56 | -4.07 | -0.29 | 0.74   | 0.29   | -1.07  | 535  | -1521 | -495 | 34.92 | 67.1  | 1011.62 | 36.12 | 136.22 | -23.9  |
| -9.59 | -3.94 | -0.15 | 0.37   | -0.23  | 0.12   | 534  | -1522 | -495 | 34.92 | 67.47 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | -24.2  |
| -9.58 | -3.95 | -0.13 | -0.32  | 0.23   | -0.09  | 534  | -1521 | -495 | 34.96 | 67.45 | 1011.73 | 36.12 | 136.22 | -24.3  |
| -9.58 | -3.96 | -0.13 | -0.19  | -0.02  | 0.14   | 535  | -1521 | -495 | 34.97 | 67.07 | 1011.51 | 36.12 | 136.22 | -24.3  |
| -9.57 | -3.98 | -0.1  | 0.02   | 0.23   | -0.01  | 538  | -1522 | -495 | 35.01 | 67.12 | 1011.71 | 36.12 | 136.22 | -24.2  |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.1   | 0.03   | 0.29   | 536  | -1522 | -495 | 35.05 | 66.9  | 1011.6  | 36.12 | 136.22 | -24.1  |
| -9.57 | -3.99 | -0.13 | -0.11  | -0.21  | 0.39   | 535  | -1521 | -495 | 35.08 | 66.61 | 1011.57 | 36.12 | 136.22 | -24    |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.12  | -0.06  | 0.38   | 533  | -1519 | -495 | 35.09 | 66.31 | 1011.57 | 36.12 | 136.22 | -23.8  |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.04  | 0.05   | -0.05  | 530  | -1519 | -495 | 35.12 | 65.94 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -23.6  |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.23  | -0.12  | 0.21   | 535  | -1521 | -495 | 35.17 | 65.87 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -23.3  |



## 【達成】 02 HKデータの取得とSDへの保存

\*今回収集したテレメトリについて

HKデータ(House Keeping data)

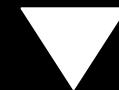
すばる君の機能性、健全性をモニタ

- ・通信強度 [無線]
- ・加速度 [SD] [無線]
- ・角速度 [SD] [無線]
- ・地磁気 [SD] [無線]
- ・高度 [SD] [無線]
- ・位置 [SD] [無線]

ミッションデータ

すばる君が収集するデータ

- ・湿度 [SD] [無線]
- ・気温 [SD] [無線]



確実なデータ保存



# 【達成】 02 HKデータの取得とSDへの保存

```

SD_Write(", "
+ String(acc_x) + ","
+ String(acc_y) + ","
+ String(acc_z) + ","
+ String(gyr_x) + ","
+ String(gyr_y) + ","
+ String(gyr_z) + ","
+ String(mag_x) + ","
+ String(mag_y) + ","
+ String(mag_z) + ","
+ String(tmp) + ","
+ String(hum) + ","
+ String(prs) + ","
+ String(lat) + ","
+ String(lng) + ","
+ String(height)+ ","
int value = digitalRead( DIN_PIN );
if ( value == LOW){
    MNSerial.println("BME,"
        + String(tmp) + ","
        + String(hum) + ","
        + String(prs)
    );
    MNSerial.println("ACC,"
        + String(acc_x) + ","
        + String(acc_y) + ","
        + String(acc_z)
    );
    MNSerial.println("GYR,"
        + String(gyr_x) + ","
        + String(gyr_y) + ","
        + String(gyr_z)
    );
    MNSerial.println("MAG,"
        + String(mag_x) + ","
        + String(mag_y) + ","
        + String(mag_z)
    );
    MNSerial.println("GPS,"
        + String(lat) + ","
        + String(lng) + ","
        + String(height)
}
$ACC,0.23,-0.51,9.73,099
['0.23', '-0.51', '9.73']
$GYR,-0.05,0.16,-0.04,093
['-0.05', '0.16', '-0.04']
$MAG,279,-1521,-487,093
['279', '-1521', '-487']
$GPS,36.12,136.22,21.50,093
['36.12', '136.22', '21.50']
$BME,42.30,49.75,1007.04,102
['42.30', '49.75', '1007.04']
$ACC,0.18,-0.51,9.74,102
['0.18', '-0.51', '9.74']
$GYR,-0.23,0.59,-0.33,108
['-0.23', '0.59', '-0.33']
$MAG,273,-1521,-487,120
['273', '-1521', '-487']
$GPS,36.12,136.22,21.50,120
['36.12', '136.22', '21.50']
$BME,42.34,49.80,1007.07,114
['42.34', '49.80', '1007.07']
$ACC,0.31,-0.46,9.73,123
['0.31', '-0.46', '9.73']
$GYR,-0.27,0.05,-0.15,114
['-0.27', '0.05', '-0.15']
$MAG,275,-1522,-487,123
['275', '-1522', '-487']
$GPS,36.12,136.22,21.50,120

```

SDと無線はまったく同じ内容



リスクマネジメント

| [48] START | [ACK] | Accx  | Accy   | Gyrx  | Gryt   | Magn  | Magn   | Magn | Magn  | Imp | Hum   | Pre     | Imp     | Q      | Q      | height |
|------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|-------|-----|-------|---------|---------|--------|--------|--------|
| [784]      |       | -0.57 | 1.01   | 9.56  | -0.27  | -0.77 | -0.5   | 787  | -755  | 503 | 23.15 | 85.23   | 668.9   | 0      | 51.3   | 0      |
| [803]      |       | -0.41 | 0.92   | 9.56  | -0.27  | -0.17 | 0.16   | 789  | -756  | 502 | 34.43 | 65.98   | 1011.66 | 36.12  | 136.22 | 0      |
| [809]      |       | -0.47 | 0.92   | 9.56  | -0.27  | -0.17 | 0.16   | 790  | -756  | 502 | 34.43 | 65.77   | 1011.66 | 36.12  | 136.22 | 0      |
| [779]      |       | -0.14 | -1.18  | 9.61  | -11.55 | 6.25  | 75.07  | 798  | -1268 | 497 | 34.46 | 65.76   | 1011.68 | 36.12  | 136.22 | 76.5   |
| [742]      |       | -1.56 | -0.7   | 9.35  | -1.02  | -1.02 | 0.34   | 529  | -1519 | 491 | 34.49 | 65.34   | 1011.53 | 36.12  | 136.22 | 67.5   |
| [743]      |       | -1.42 | -0.27  | 9.47  | -0.27  | -0.27 | 0.27   | 530  | -1519 | 491 | 34.49 | 65.34   | 1011.53 | 36.12  | 136.22 | 66.5   |
| [1365]     |       | -1.29 | 0.27   | 9.22  | -2.09  | -2.43 | 3.32   | 775  | -1277 | 495 | 34.53 | 65.12   | 1011.59 | 36.12  | 136.22 | 19.1   |
| [1022]     |       | 0.64  | 0.73   | 10.53 | -26.44 | 17.74 | 8.64   | 770  | -1506 | 495 | 34.57 | 65.06   | 1011.59 | 36.12  | 136.22 | 13.2   |
| [1724]     |       | -0.43 | -1.24  | 9.83  | -2.69  | 38.23 | -228   | 1268 | -1268 | 496 | 34.66 | 1011.63 | 36.12   | 136.22 | 17.9   |        |
| [1023]     |       | -2.3  | -2.39  | 9.46  | -0.51  | -2.91 | 17.57  | 742  | -1520 | 494 | 34.67 | 64.41   | 1011.63 | 36.12  | 136.22 | 26.1   |
| [1284]     |       | -3.14 | -3.88  | 8.92  | 15.62  | 0.23  | 26.07  | 10   | -768  | 499 | 34.79 | 64.86   | 1011.66 | 36.12  | 136.22 | 32.4   |
| [3229]     |       | -8.78 | -11.11 | -0.19 | -0.35  | -2.81 | 2.81   | 526  | -1525 | 495 | 10.73 | 1011.58 | 36.12   | 136.22 | -8.6   |        |
| [2023]     |       | -8.51 | -10.28 | -0.09 | -0.17  | -0.17 | 0.61   | 529  | -1522 | 495 | 34.8  | 64.7    | 1011.58 | 36.12  | 136.22 | 11.9   |
| [5914]     |       | -9.51 | -10.41 | -0.02 | -0.24  | -0.17 | 0.19   | 541  | -1519 | 491 | 34.84 | 64.65   | 1011.63 | 36.12  | 136.22 | 17.1   |
| [5915]     |       | -9.54 | -10.49 | -0.02 | -0.24  | -0.17 | 0.19   | 541  | -1519 | 491 | 34.84 | 64.65   | 1011.63 | 36.12  | 136.22 | 16.4   |
| [3169]     |       | -8.96 | -9.94  | 0.09  | -1.28  | -0.87 | 37.74  | 530  | -1520 | 495 | 34.83 | 65.65   | 1011.64 | 36.12  | 136.22 | -40.2  |
| [3170]     |       | -8.86 | -9.85  | -0.07 | -0.27  | -0.17 | 0.19   | 530  | -1520 | 495 | 34.83 | 65.65   | 1011.64 | 36.12  | 136.22 | 39.2   |
| [3124]     |       | -8.86 | -9.21  | -0.25 | -1.34  | -0.02 | -15.29 | 532  | -1522 | 495 | 34.85 | 66.79   | 1011.63 | 36.12  | 136.22 | 24.0   |
| [3744]     |       | -8.6  | -8.9   | -0.27 | -0.48  | -1.39 | -2.3   | 535  | -1520 | 495 | 34.88 | 66.93   | 1011.59 | 36.12  | 136.22 | 23.7   |
| [3916]     |       | -8.66 | -4.07  | -0.29 | -0.29  | -0.29 | -0.07  | 535  | -1521 | 495 | 34.92 | 67.1    | 1011.62 | 36.12  | 136.22 | 23.9   |
| [3917]     |       | -8.66 | -4.07  | -0.29 | -0.29  | -0.29 | -0.07  | 535  | -1521 | 495 | 34.92 | 67.1    | 1011.62 | 36.12  | 136.22 | 24.0   |
| [3407]     |       | -9.58 | -9.58  | -0.15 | -0.35  | -0.29 | 0.12   | 534  | -1524 | 495 | 34.94 | 67.07   | 1011.59 | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [4505]     |       | -9.58 | -9.58  | -0.15 | -0.35  | -0.29 | -0.09  | 534  | -1521 | 495 | 34.96 | 67.45   | 1011.73 | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [4506]     |       | -9.58 | -9.58  | -0.15 | -0.35  | -0.29 | -0.09  | 535  | -1521 | 495 | 34.97 | 67.07   | 1011.51 | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [4507]     |       | -9.58 | -9.58  | -0.15 | -0.35  | -0.29 | -0.09  | 535  | -1522 | 495 | 34.97 | 67.07   | 1011.73 | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [4508]     |       | -9.58 | -9.58  | -0.15 | -0.35  | -0.29 | -0.09  | 536  | -1522 | 495 | 34.98 | 65.05   | 1011.6  | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [4509]     |       | -9.58 | -9.57  | -0.13 | -0.1   | -0.03 | 0.29   | 536  | -1522 | 495 | 34.98 | 66.9    | 1011.6  | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [6014]     |       | -9.57 | -9.59  | -0.13 | -0.11  | -0.21 | 0.39   | 536  | -1521 | 495 | 34.98 | 66.61   | 1011.57 | 36.12  | 136.22 | 24.5   |
| [2296]     |       | -9.58 | -9.57  | -0.13 | -0.12  | -0.26 | 0.39   | 533  | -1519 | 495 | 35.09 | 66.31   | 1011.57 | 36.12  | 136.22 | 23.6   |

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス                       | フルサクセス                  | エクストラサクセス               |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | 大きさ、重さ、耐久度<br>の規格に沿った機構<br>の作成 | 空中での分離                  | 地上に落下しても壊<br>れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源<br>投入される             | SDに保存される                | N/A                     |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                         | 親機↔管制局の通信               | 子機↔親機↔管制局<br>の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成         | ローカルでのテレメト<br>リのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化      |



達成



達成見込み

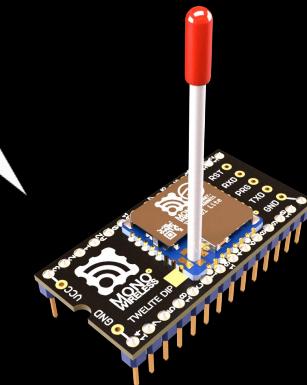
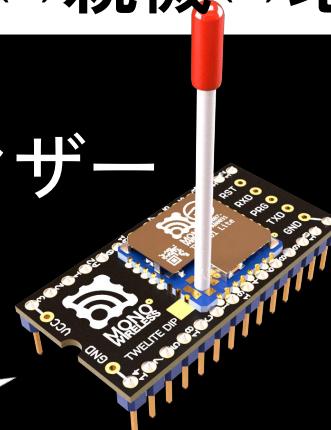
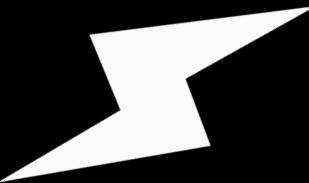


# 【一部達成】03 子機↔親機↔地上の通信

地上



すばるマザー

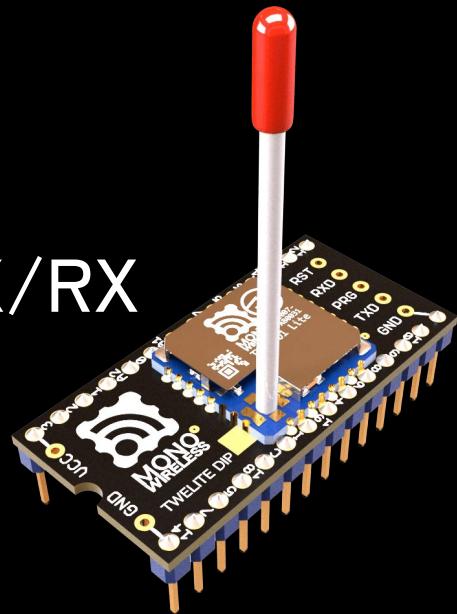


すばるキッズ



## 03 子機↔親機↔地上の通信

TX/RX



TWE-LITE DIP



RX  
monostick

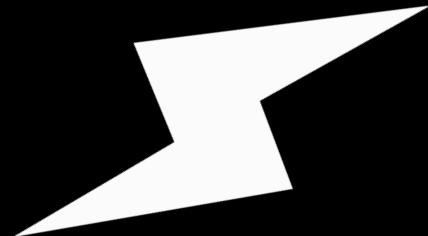


# 【達成】03 子機↔親機↔地上の通信

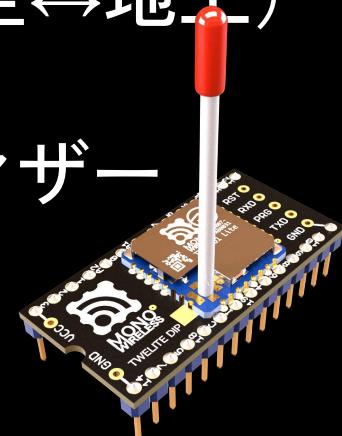
ミニマムサクセス 地上での通信

フルサクセス 親機↔管制局の通信（上空↔地上）

地上局



すばるマザー



# \*通信の工夫

## 同軸コネクタ



親機に使用



\*通信の工夫

ワイヤアンテナ



子機に使用



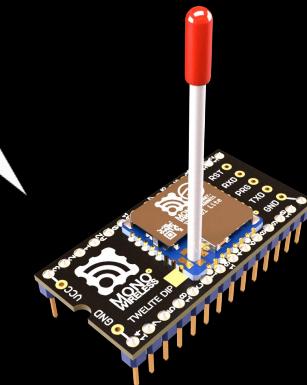
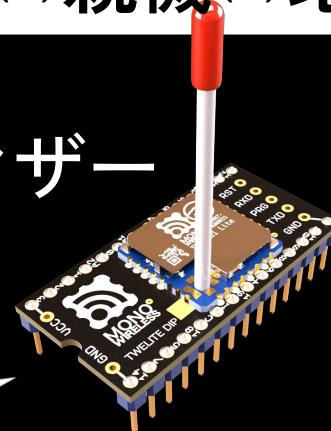
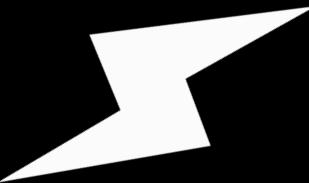


# 【一部達成】03 子機↔親機↔地上の通信

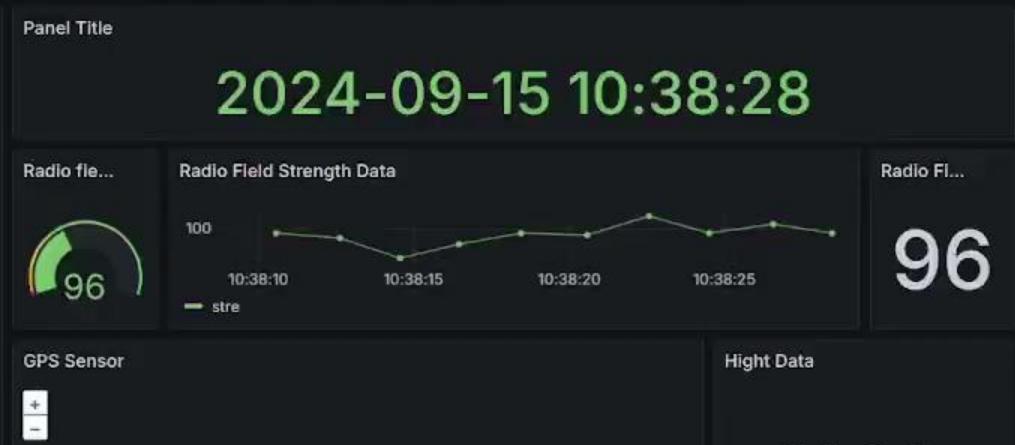
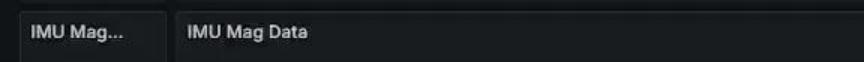
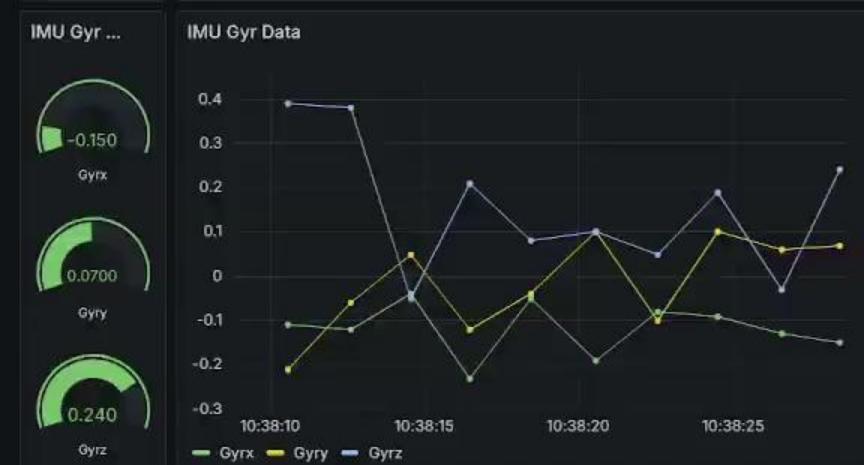
地上



すばるマザー



すばるキッズ



| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化、<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



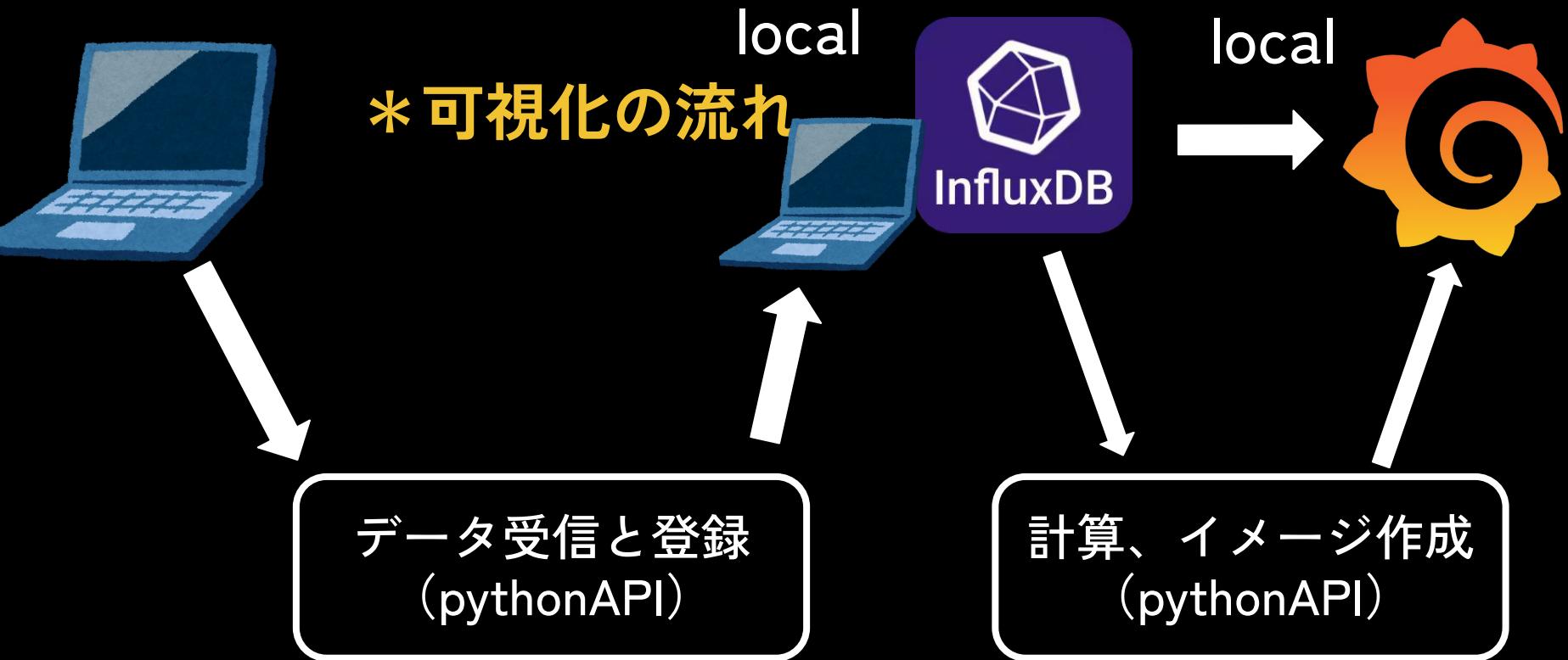
達成



達成見込み



# 【達成】 04 テレメトリデータのDB化と視覚化





実演！！！！！

# 実演

guestwifiに接続  
password:smdfec0212



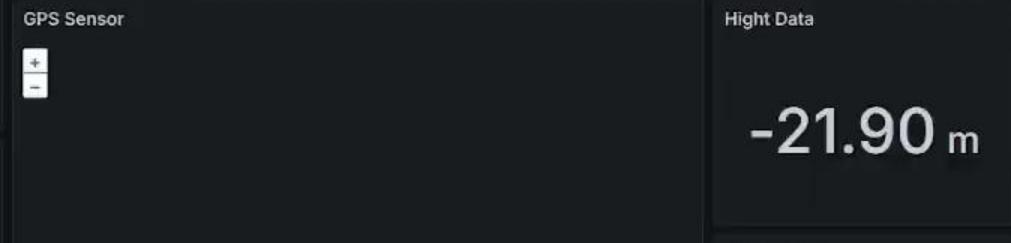
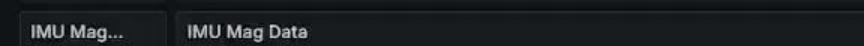
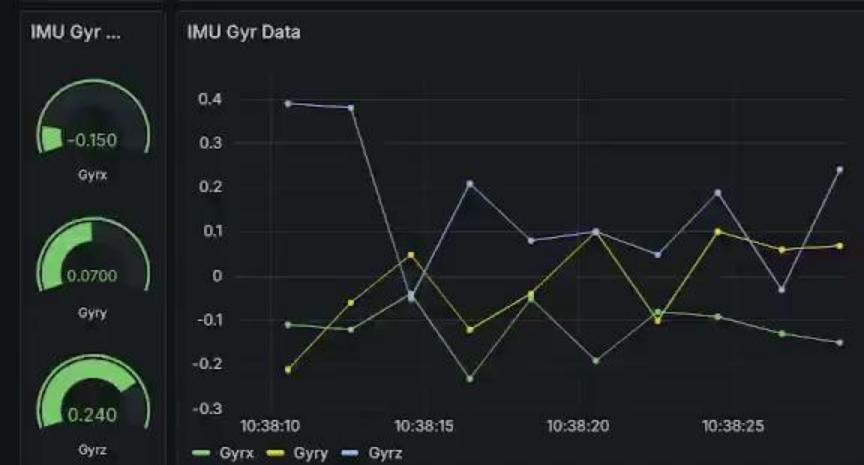
# 実演！！！！！

gustwifiに接続  
ブラウザで

<http://10.56.3.140:3000>

user name : user  
pass:12345678





| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



# 目指す未来 「缶サット甲子園」「世界」への展望

【子機へのパラシュート搭載】

リソースは十分

子機と親機の絡まりの解消  
親機と子機の間にパラシュートを入れる



# 目指す未来 「缶サット甲子園」「世界」への展望

現状 ローカルでしかみれない

今後 WEBアプリ化

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | 大きさ、重さの規格に沿った機構の作成     | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



# CONTENT Fukui Regional Convention

These are the results from when we participated in the Fukui regional competition of the CanSat Koshien. We received the top award and are set to compete in the national competition



# Thank you for listening!

## physics club.Fukui Prefectural Koshi High school



We would like to express our deep gratitude to the Koshi High School Alumni Association for providing part of the funding for this research, to the teachers who gave us advice, and to the Fukui Educational Research Institute. As young people responsible for the advancement of science and technology in Fukui and Japan, we will continue to act with



---

---

SUB-ARU MISSION

---

福井県立高志高等学校 物理部

# 理科クラブ研究発表会

発表者 多田 優仁、佐々木 康成、森下 優斗、原 誠仁

21, Oct 2024

---

---

## CONTENT 01 ミッション概要

親機、子機、地上間の  
基本技術の確立

## CONTENT 01 ミッション概要

\*ミッションの目的・意義

子機、親機、地上の通信を確立する

リアルタイムかつ高速に通信

テレメトリデータの可視化

# CONTENT 01 ミッション概要

## \*ミッションの目的・意義

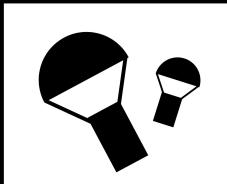
1 回収不可能なミッションにおいて通信は必須

2 重いデータを送りやすい（サイエンスデータ）

3 誰が見てもわかりやすい 視認性

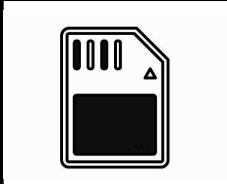
# CONTENT 01 ミッションの4つの軸

01



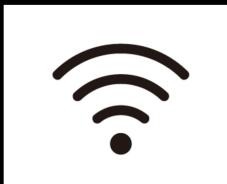
子機、親機の分離機構

02



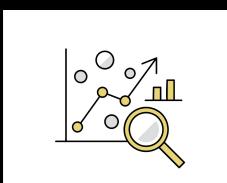
データの取得と保存

03



子機↔親機↔地上の通信

04



テレメトリーのDB化, 視覚化

## CONTENT 缶サットの名称

# Subaru 計画



# CONTENT 缶サットの名称

スバル計画  
機体 すばる君  
親機 すばるマザー  
子機 すばるキッズ



# CONTENT ミッション概要

ミッション：十分達成可能

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み

## CONTENT ミッション概要

十分な水準、達成できた点

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



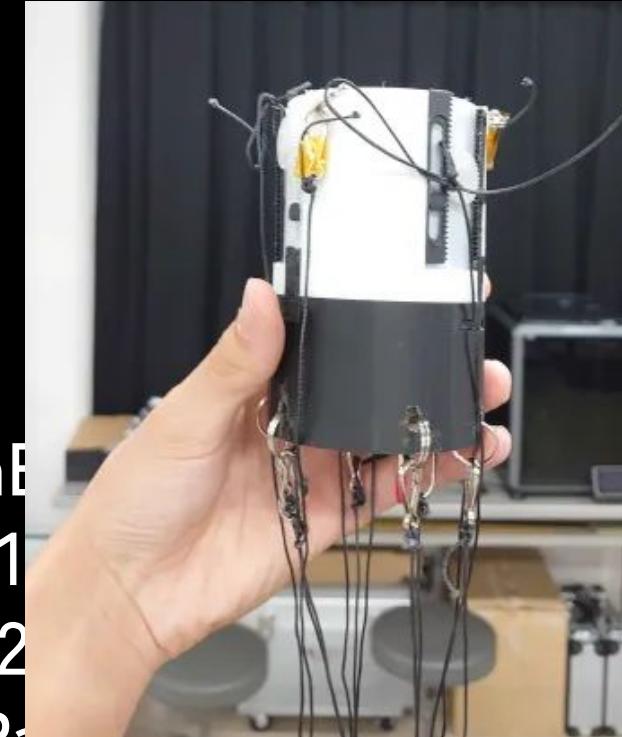
達成



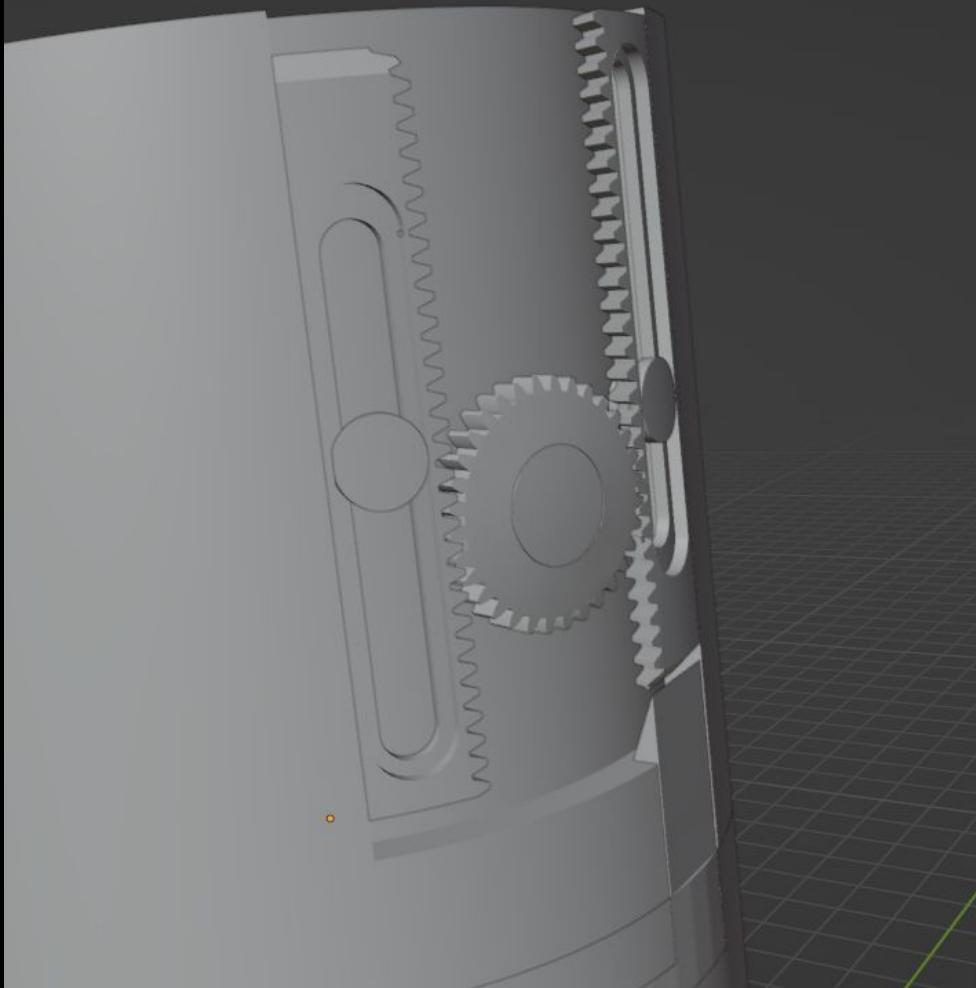
達成見込み

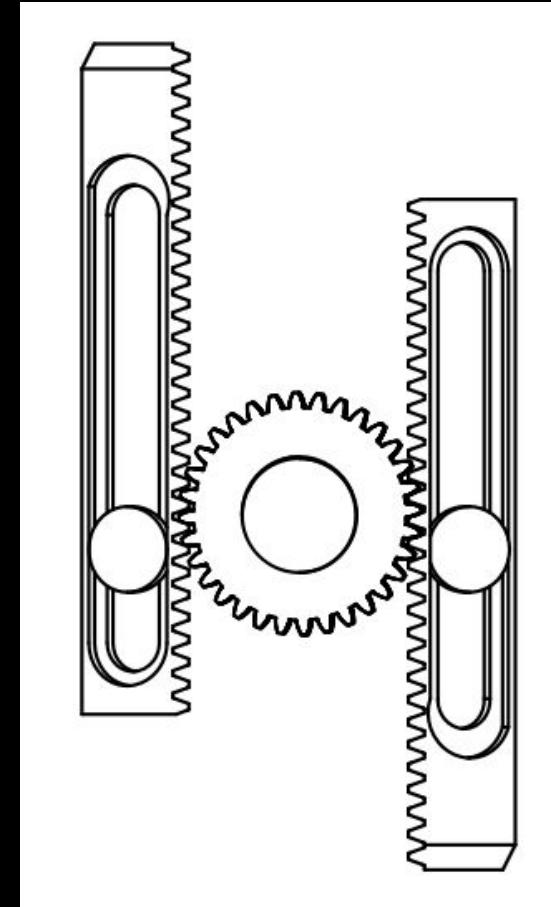


# 【達成】 01 子機、親機の分離機構



mainBody  
gear1  
gear2  
subPartC 3set  
計23\*3set



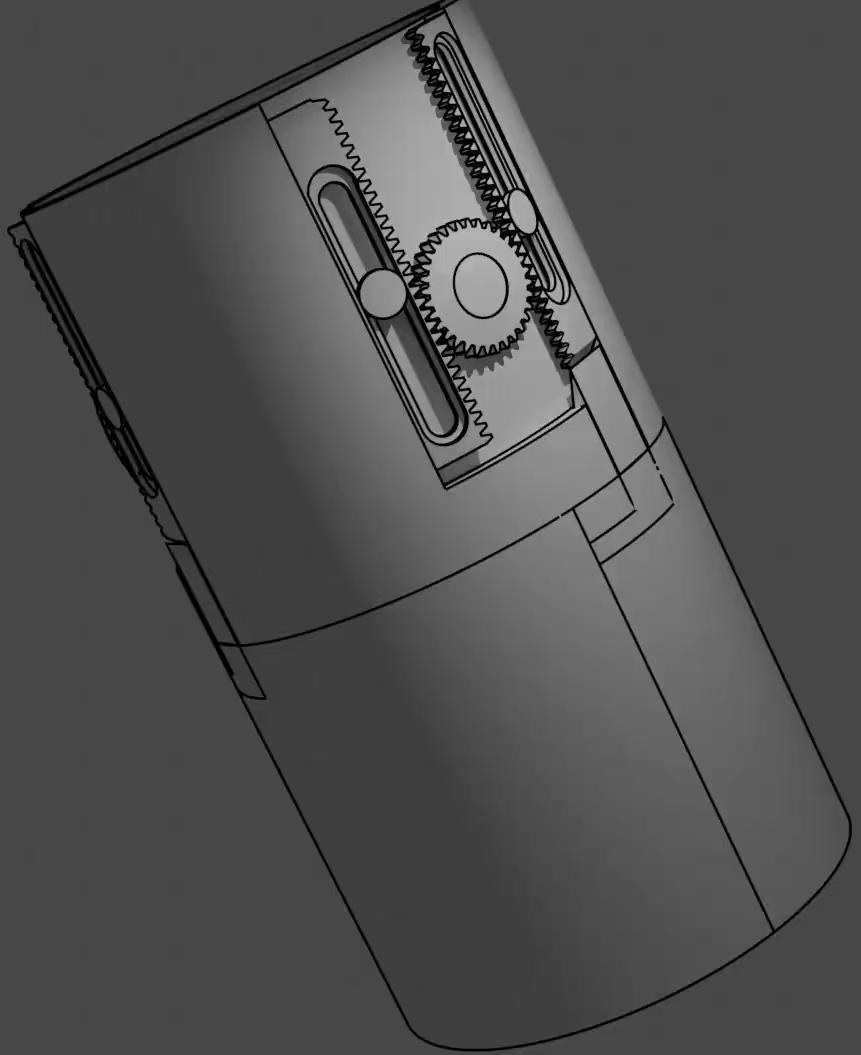






## 【達成】 レギュレーションに沿っているか

- ・プリント基板の使用 (省スペース化)
- ・構造のみで分離する機構  
(衝撃に耐えるかつ降下したしたときのみ開く)
- ・光造形プリンターの使用 (リソースの関係4mm)





# 【達成】フルサクセス 空中で分離したか



【達成】



離したか



# 【一部達成】EX 壊れない、何回も使える

親機



子機



| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



# 【達成】センサすべてに電源供給される

| Accx  | Accy  | Accz  | Gyrx   | Gyry   | Gyrz   | Magx | Magy  | Magz | tmp   | hum   | pre     | lat   | lng    | height |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|-------|--------|--------|
| -0.57 | 1.01  | 9.58  | 0.01   | -0.77  | -0.5   | 787  | -756  | -503 | 23.15 | 86.23 | 669.9   | 0     | 0      | 0      |
| -0.41 | 0.92  | 9.6   | -0.27  | -0.17  | 0.16   | 789  | -756  | -502 | 34.43 | 65.98 | 1011.66 | 36.12 | 136.22 | 51.3   |
| 1.17  | 1.57  | 10.02 | 23.94  | 2.79   | -11.16 | 788  | -759  | -503 | 34.44 | 65.77 | 1011.64 | 36.12 | 136.22 | 43     |
| 0.14  | -1.18 | 9.61  | -15.55 | 6.25   | 75.07  | 798  | -1268 | -497 | 34.46 | 65.76 | 1011.68 | 36.12 | 136.22 | 76.5   |
| -1.58 | -0.7  | 9.35  | 2.01   | -13.02 | 3.34   | 529  | -1519 | -491 | 34.49 | 65.34 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | 67.5   |
| -1.42 | -0.22 | 9.47  | -0.48  | -3.23  | -7.84  | 536  | -1518 | -492 | 34.51 | 65.25 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | 80.9   |
| -1.29 | 0.27  | 9.22  | 2.09   | 2.43   | 3.32   | 776  | -1277 | -495 | 34.53 | 65.12 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | 19.1   |
| 0.64  | 0.73  | 10.53 | -26.44 | 17.74  | 8.64   | 770  | -1506 | -495 | 34.57 | 65.06 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | 13.2   |
| -0.43 | 1.24  | 9.83  | -11.74 | -2.69  | 38.23  | -228 | -1268 | -496 | 34.66 | 65.41 | 1011.63 | 36.12 | 136.22 | 17.9   |
| 2.3   | 2.69  | 9.46  | -10.31 | 2.31   | -17.57 | -256 | -764  | -495 | 34.78 | 64.84 | 1011.61 | 36.12 | 136.22 | 26.1   |
| -3.14 | -2.88 | 8.92  | 15.62  | 52.03  | 26.07  | 10   | -768  | -499 | 34.79 | 64.86 | 1011.66 | 36.12 | 136.22 | -32.4  |
| -9.78 | -3.11 | -0.19 | -0.79  | -0.35  | 2.81   | 526  | -1525 | -495 | 34.82 | 64.77 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -19.5  |
| -9.82 | -3.28 | -0.09 | 0.17   | -0.17  | 0.61   | 529  | -1522 | -495 | 34.8  | 64.7  | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | -11.9  |
| -9.51 | -4.16 | -0.05 | 0.24   | 0.57   | 0.19   | 541  | -1516 | -496 | 34.82 | 64.85 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | -17.1  |
| -9.54 | -4.09 | -0.07 | 0.18   | 0.08   | 0.12   | 539  | -1516 | -496 | 34.81 | 65.09 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -16.4  |
| -9.96 | -2.94 | 0.09  | -1.28  | -0.87  | -37.75 | 530  | -1522 | -495 | 34.83 | 65.65 | 1011.64 | 36.12 | 136.22 | -40.2  |
| -9.66 | -3.93 | -0.37 | 1.81   | 0.99   | 3.73   | 530  | -1523 | -495 | 34.84 | 66.57 | 1011.61 | 36.12 | 136.22 | -25.3  |
| -9.86 | -3.21 | -0.25 | -1.34  | 0.02   | -13.29 | 532  | -1522 | -495 | 34.85 | 66.79 | 1011.53 | 36.12 | 136.22 | -24.5  |
| -9.6  | -3.9  | -0.27 | -0.48  | -1.39  | -2.3   | 535  | -1520 | -495 | 34.88 | 66.93 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | -23.7  |
| -9.56 | -4.07 | -0.29 | 0.74   | 0.29   | -1.07  | 535  | -1521 | -495 | 34.92 | 67.1  | 1011.62 | 36.12 | 136.22 | -23.9  |
| -9.59 | -3.94 | -0.15 | 0.37   | -0.23  | 0.12   | 534  | -1522 | -495 | 34.92 | 67.47 | 1011.59 | 36.12 | 136.22 | -24.2  |
| -9.58 | -3.95 | -0.13 | -0.32  | 0.23   | -0.09  | 534  | -1521 | -495 | 34.96 | 67.45 | 1011.73 | 36.12 | 136.22 | -24.3  |
| -9.58 | -3.96 | -0.13 | -0.19  | -0.02  | 0.14   | 535  | -1521 | -495 | 34.97 | 67.07 | 1011.51 | 36.12 | 136.22 | -24.3  |
| -9.57 | -3.98 | -0.1  | 0.02   | 0.23   | -0.01  | 538  | -1522 | -495 | 35.01 | 67.12 | 1011.71 | 36.12 | 136.22 | -24.2  |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.1   | 0.03   | 0.29   | 536  | -1522 | -495 | 35.05 | 66.9  | 1011.6  | 36.12 | 136.22 | -24.1  |
| -9.57 | -3.99 | -0.13 | -0.11  | -0.21  | 0.39   | 535  | -1521 | -495 | 35.08 | 66.61 | 1011.57 | 36.12 | 136.22 | -24    |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.12  | -0.06  | 0.38   | 533  | -1519 | -495 | 35.09 | 66.31 | 1011.57 | 36.12 | 136.22 | -23.8  |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.04  | 0.05   | -0.05  | 530  | -1519 | -495 | 35.12 | 65.94 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -23.6  |
| -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.23  | -0.12  | 0.21   | 535  | -1521 | -495 | 35.17 | 65.87 | 1011.58 | 36.12 | 136.22 | -23.3  |



## 【達成】 02 HKデータの取得とSDへの保存

\*今回収集したテレメトリについて

HKデータ(House Keeping data)

すばる君の機能性、健全性をモニタ

- ・通信強度 [無線]
- ・加速度 [SD] [無線]
- ・角速度 [SD] [無線]
- ・地磁気 [SD] [無線]
- ・高度 [SD] [無線]
- ・位置 [SD] [無線]

ミッションデータ

すばる君が収集するデータ

- ・湿度 [SD] [無線]
- ・気温 [SD] [無線]



確実なデータ保存



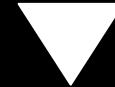
# 【達成】 02 HKデータの取得とSDへの保存

```

SD_Write(", "
+ String(acc_x) + ","
+ String(acc_y) + ","
+ String(acc_z) + ","
+ String(gyr_x) + ","
+ String(gyr_y) + ","
+ String(gyr_z) + ","
+ String(mag_x) + ","
+ String(mag_y) + ","
+ String(mag_z) + ","
+ String(tmp) + ","
+ String(hum) + ","
+ String(prs) + ","
+ String(lat) + ","
+ String(lng) + ","
+ String(height)+ ","
int value = digitalRead( DIN_PIN );
if ( value == LOW){
    MNSerial.println("BME,"
        + String(tmp) + ","
        + String(hum) + ","
        + String(prs)
    );
    MNSerial.println("ACC,"
        + String(acc_x) + ","
        + String(acc_y) + ","
        + String(acc_z)
    );
    MNSerial.println("GYR,"
        + String(gyr_x) + ","
        + String(gyr_y) + ","
        + String(gyr_z)
    );
    MNSerial.println("MAG,"
        + String(mag_x) + ","
        + String(mag_y) + ","
        + String(mag_z)
    );
    MNSerial.println("GPS,"
        + String(lat) + ","
        + String(lng) + ","
        + String(height)
}
$ACC,0.23,-0.51,9.73,099
['0.23', '-0.51', '9.73']
$GYR,-0.05,0.16,-0.04,093
['-0.05', '0.16', '-0.04']
$MAG,279,-1521,-487,093
['279', '-1521', '-487']
$GPS,36.12,136.22,21.50,093
['36.12', '136.22', '21.50']
$BME,42.30,49.75,1007.04,102
['42.30', '49.75', '1007.04']
$ACC,0.18,-0.51,9.74,102
['0.18', '-0.51', '9.74']
$GYR,-0.23,0.59,-0.33,108
['-0.23', '0.59', '-0.33']
$MAG,273,-1521,-487,120
['273', '-1521', '-487']
$GPS,36.12,136.22,21.50,120
['36.12', '136.22', '21.50']
$BME,42.34,49.80,1007.07,114
['42.34', '49.80', '1007.07']
$ACC,0.31,-0.46,9.73,123
['0.31', '-0.46', '9.73']
$GYR,-0.27,0.05,-0.15,114
['-0.27', '0.05', '-0.15']
$MAG,275,-1522,-487,123
['275', '-1522', '-487']
$GPS,36.12,136.22,21.50,120

```

SDと無線はまったく同じ内容



リスクマネジメント

| [46] START | [ACC] | Accx  | Accy  | Accz   | Gyrx  | Gryy   | Gryz  | Magn  | Magn  | Magn    | Magn    | Imp     | Hum     | Pre     | Imp     | Q      | Q      | Q  | Q | height |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|----|---|--------|
| [784]      | -0.57 | 1.01  | 9.58  | -0.27  | -0.17 | 0.16   | -0.5  | 787   | -755  | -503    | 23.15   | 85.23   | 668.9   | 0       | 668.9   | 0      | 51.3   | 0  | 0 |        |
| [803]      | -0.41 | 0.92  | 9.56  | -0.27  | -0.17 | 0.16   | -0.5  | 789   | -756  | -502    | 34.43   | 65.98   | 1011.66 | 36.12   | 1011.66 | 36.12  | 150.22 | 40 | 0 |        |
| [809]      | -0.47 | 0.92  | 9.56  | -0.27  | -0.17 | 0.16   | -0.5  | 790   | -757  | -501    | 34.43   | 65.77   | 1011.54 | 36.12   | 1011.54 | 36.12  | 150.22 | 40 | 0 |        |
| [779]      | -0.14 | -1.18 | 9.61  | -11.55 | 6.25  | 75.07  | -788  | -1268 | -497  | 34.46   | 65.76   | 1011.68 | 36.12   | 1011.68 | 36.12   | 76.5   | 76.5   | 0  |   |        |
| [742]      | -1.56 | -0.7  | 9.35  | -20.1  | -1.02 | 3.34   | -529  | -1519 | -491  | 34.49   | 65.34   | 1011.53 | 36.12   | 1011.53 | 36.12   | 67.5   | 67.5   | 0  |   |        |
| [743]      | -1.42 | -0.7  | 9.47  | -20.1  | -1.02 | 3.34   | -529  | -1519 | -491  | 34.49   | 65.34   | 1011.53 | 36.12   | 1011.53 | 36.12   | 67.5   | 67.5   | 0  |   |        |
| [1365]     | -1.29 | 0.27  | 9.22  | -2.09  | -2.43 | 3.32   | -776  | -1277 | -495  | 34.53   | 65.12   | 1011.59 | 36.12   | 1011.59 | 36.12   | 59.1   | 59.1   | 0  |   |        |
| [1022]     | 0.64  | 0.73  | 10.53 | -26.44 | 17.74 | 8.64   | -770  | -1506 | -495  | 34.57   | 65.06   | 1011.59 | 36.12   | 1011.59 | 36.12   | 53.2   | 53.2   | 0  |   |        |
| [1724]     | -0.43 | -1.24 | 9.83  | -2.69  | 38.23 | -228   | -1268 | -496  | 34.66 | 64.91   | 1011.63 | 36.12   | 1011.63 | 36.12   | 57.9    | 57.9   | 0      |    |   |        |
| [1048]     | -2.3  | -2.59 | 9.46  | -0.51  | 2.91  | 17.57  | -256  | -764  | -494  | 34.67   | 64.81   | 1011.63 | 36.12   | 1011.63 | 36.12   | 56.1   | 56.1   | 0  |   |        |
| [1284]     | -3.14 | -3.88 | 8.92  | 15.62  | 0.23  | 26.07  | -10   | -768  | -499  | 34.79   | 64.86   | 1011.66 | 36.12   | 1011.66 | 36.12   | 32.4   | 32.4   | 0  |   |        |
| [3229]     | -8.78 | -3.11 | -0.19 | -1.79  | -0.35 | -0.35  | -2.81 | -526  | -1525 | 1011.58 | 36.12   | 1011.58 | 36.12   | 150.22  | 40      | 0      |        |    |   |        |
| [2023]     | -8.51 | -3.28 | -0.09 | -1.67  | -0.17 | 0.01   | -651  | -1502 | -495  | 34.8    | 64.7    | 1011.58 | 36.12   | 1011.58 | 36.12   | 11.9   | 11.9   | 0  |   |        |
| [5914]     | -9.51 | -4.14 | -0.02 | -0.24  | -0.17 | 0.19   | -541  | -1519 | -491  | 34.84   | 64.65   | 1011.63 | 36.12   | 1011.63 | 36.12   | 150.22 | 40     | 0  |   |        |
| [5916]     | -9.54 | -4.09 | -0.02 | -0.24  | -0.17 | 0.19   | -541  | -1519 | -491  | 34.84   | 64.65   | 1011.63 | 36.12   | 1011.63 | 36.12   | 16.4   | 16.4   | 0  |   |        |
| [3169]     | -8.96 | -2.94 | 0.09  | -1.28  | -0.87 | 37.76  | -500  | -1520 | -494  | 34.83   | 65.65   | 1011.64 | 36.12   | 1011.64 | 36.12   | 40.2   | 40.2   | 0  |   |        |
| [3170]     | -8.86 | -2.91 | -0.07 | -1.27  | -0.86 | 37.76  | -500  | -1520 | -494  | 34.83   | 65.65   | 1011.64 | 36.12   | 1011.64 | 36.12   | 40.2   | 40.2   | 0  |   |        |
| [3124]     | -8.86 | -3.21 | -0.25 | -1.34  | -0.02 | -15.29 | -532  | -1522 | -495  | 34.85   | 66.79   | 1011.63 | 36.12   | 1011.63 | 36.12   | 24.0   | 24.0   | 0  |   |        |
| [7741]     | -9.6  | -3.9  | -0.27 | -0.48  | -1.39 | -2.3   | -535  | -1520 | -495  | 34.88   | 66.93   | 1011.59 | 36.12   | 1011.59 | 36.12   | 23.7   | 23.7   | 0  |   |        |
| [3504]     | -8.66 | -4.07 | -0.29 | -0.48  | -0.29 | -1.07  | -535  | -1521 | -495  | 34.92   | 67.1    | 1011.62 | 36.12   | 1011.62 | 36.12   | 23.9   | 23.9   | 0  |   |        |
| [4384]     | -9.54 | -3.24 | -0.23 | -0.37  | -0.23 | -0.12  | -534  | -1524 | -495  | 34.94   | 67.17   | 1011.62 | 36.12   | 1011.62 | 36.12   | 24.5   | 24.5   | 0  |   |        |
| [4307]     | -9.58 | -3.95 | -0.15 | -0.32  | -0.23 | -0.09  | -534  | -1521 | -495  | 34.96   | 67.45   | 1011.73 | 36.12   | 1011.73 | 36.12   | 24.5   | 24.5   | 0  |   |        |
| [4505]     | -9.58 | -3.96 | -0.15 | -0.31  | -0.19 | -0.04  | -535  | -1521 | -495  | 34.97   | 67.07   | 1011.51 | 36.12   | 1011.51 | 36.12   | 24.5   | 24.5   | 0  |   |        |
| [4703]     | -9.57 | -3.98 | -0.13 | -0.31  | -0.19 | -0.03  | -536  | -1522 | -495  | 34.98   | 67.07   | 1011.73 | 36.12   | 1011.73 | 36.12   | 24.5   | 24.5   | 0  |   |        |
| [4902]     | -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.31  | -0.19 | -0.03  | -536  | -1522 | -495  | 34.98   | 65.05   | 1011.6  | 36.12   | 1011.6  | 36.12   | 24.5   | 24.5   | 0  |   |        |
| [5014]     | -9.57 | -3.99 | -0.13 | -0.31  | -0.19 | -0.03  | -536  | -1521 | -495  | 34.98   | 66.61   | 1011.57 | 36.12   | 1011.57 | 36.12   | 24.5   | 24.5   | 0  |   |        |
| [2296]     | -9.58 | -3.97 | -0.13 | -0.32  | -0.26 | -0.06  | -535  | -1519 | -495  | 35.09   | 66.31   | 1011.57 | 36.12   | 1011.57 | 36.12   | 23.6   | 23.6   | 0  |   |        |



## 02 HKデータの取得とSDへの保存

親機と子機を載せる



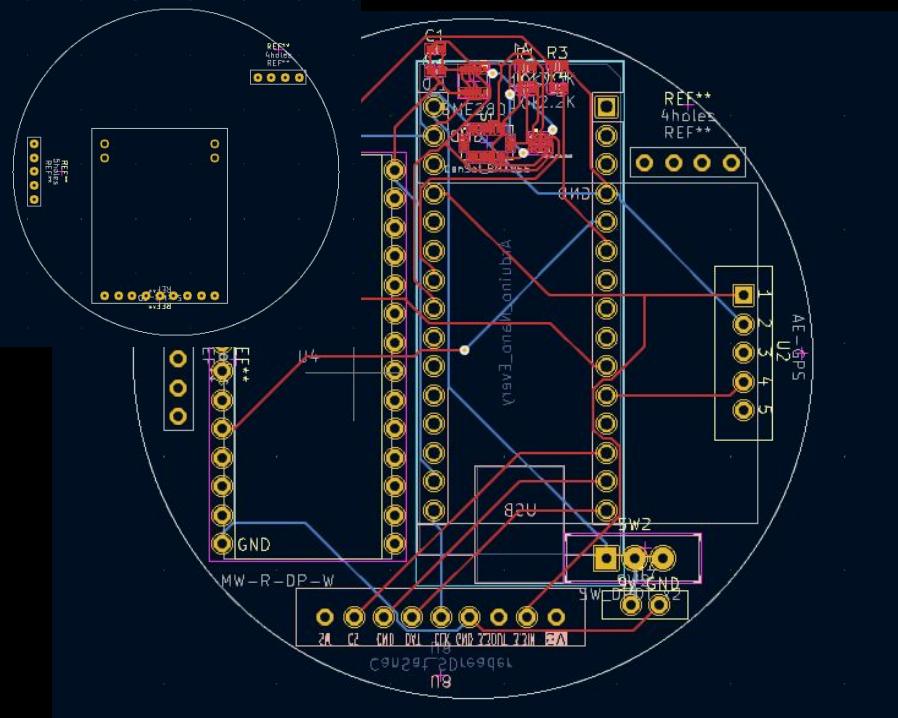
省スペース化が必須



プリント基板の設計

# \*本体の構造

## すばるマザー（親機）



マイコン

(Arduino Nano Every)  
無線モジュール(TWELITE)

9軸センサ

気圧湿度温度計

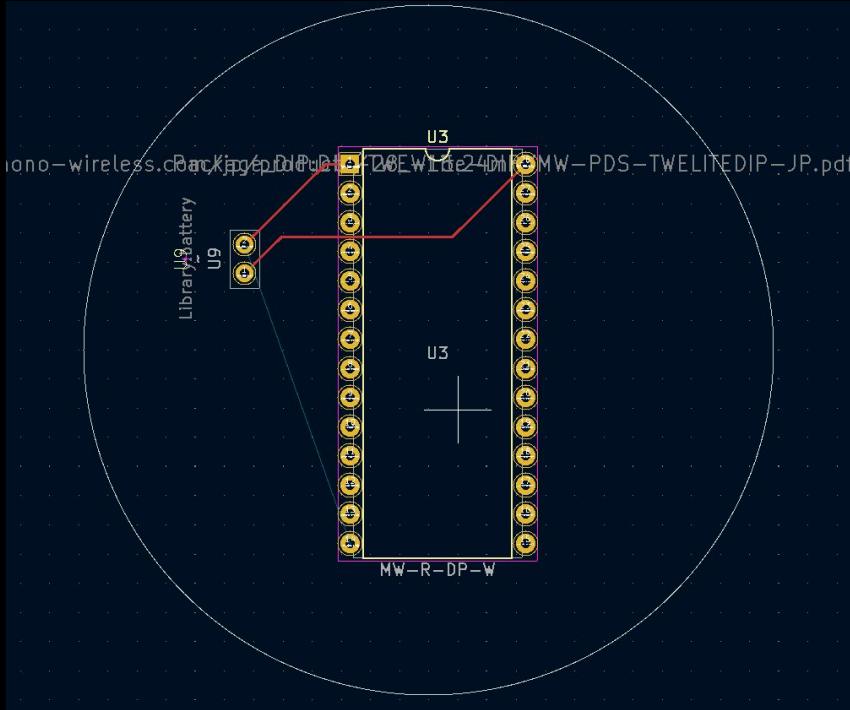
GPS

SD

9V電源

# \*本体の構造

## すばるキッズ（子機）



すばるマザー  
との通信を重点的に

無線モジュール(TWELITE)

Lipoバッテリー3.7V

## \*プリント基板のメリット

省スペース化

はんだづけの手間削減

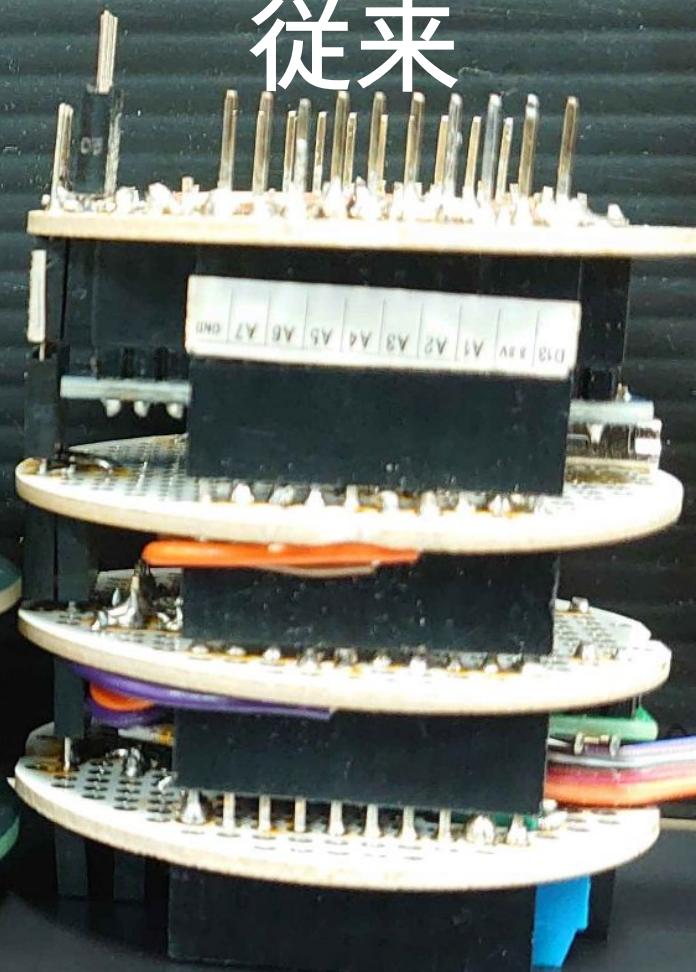


はんだミスの削減

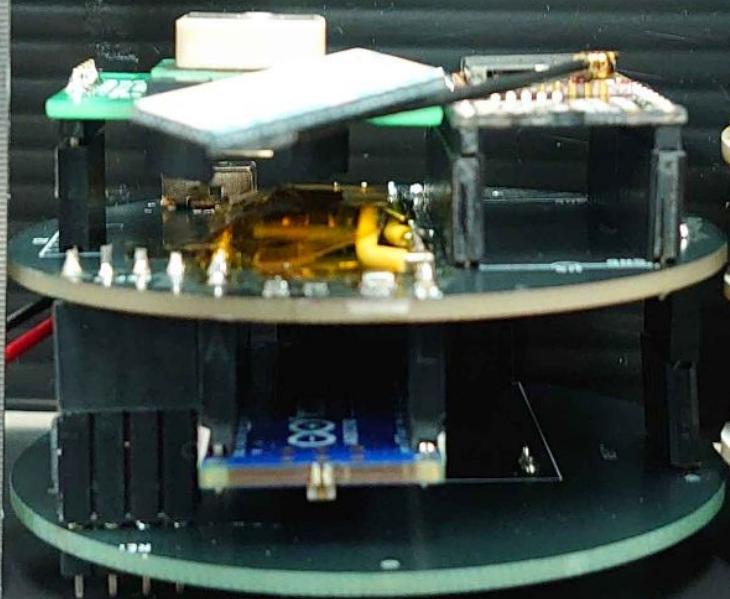
全体的な安定性の向上

衝撃につよい

従来



今回



70

60

50

40

30

20

10

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化、<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み

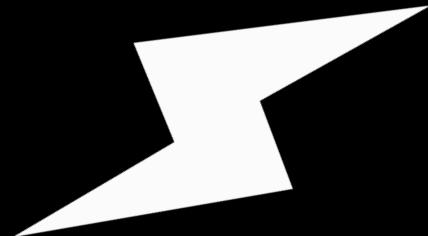


# 【達成】03 子機↔親機↔地上の通信

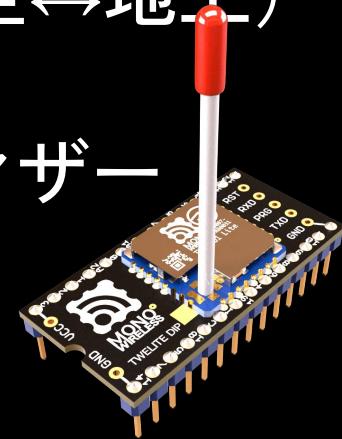
ミニマムサクセス 地上での通信

フルサクセス 親機↔管制局の通信（上空↔地上）

地上局



すばるマザー



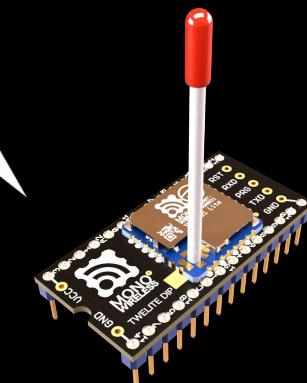
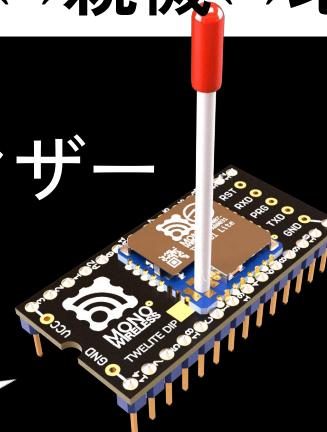
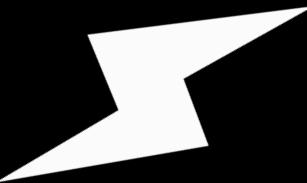


# 【一部達成】03 子機↔親機↔地上の通信

地上



すばるマザー

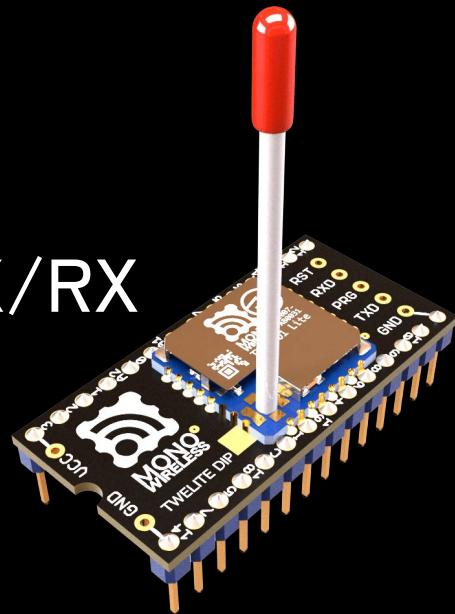


すばるキッズ



## 03 子機↔親機↔管制局の通信

TX/RX



TWE-LITE DIP



monostick

# 一日目に破損＆紛失

同軸コネクタ用アンテナ

TWELITEは問題なし

しかし

TWELITEに通信用のコード

が入っている

技術的には十分可能





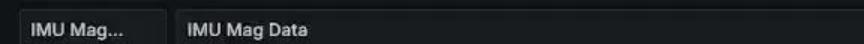
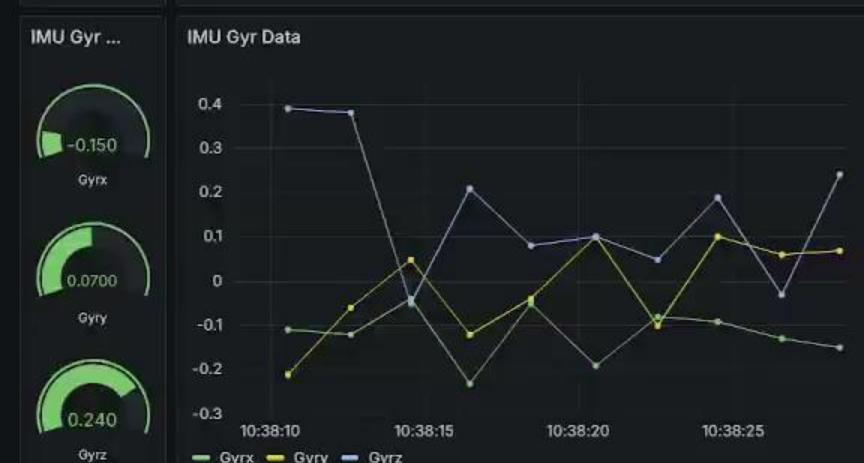
ワイヤアンテナ

子機に使用



親機に使用





| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化、<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



# 【達成】 04 テレメトリデータのDB化と視覚化



Cloud

\* 可視化の流れ

データの欠損がひどい



Cloud



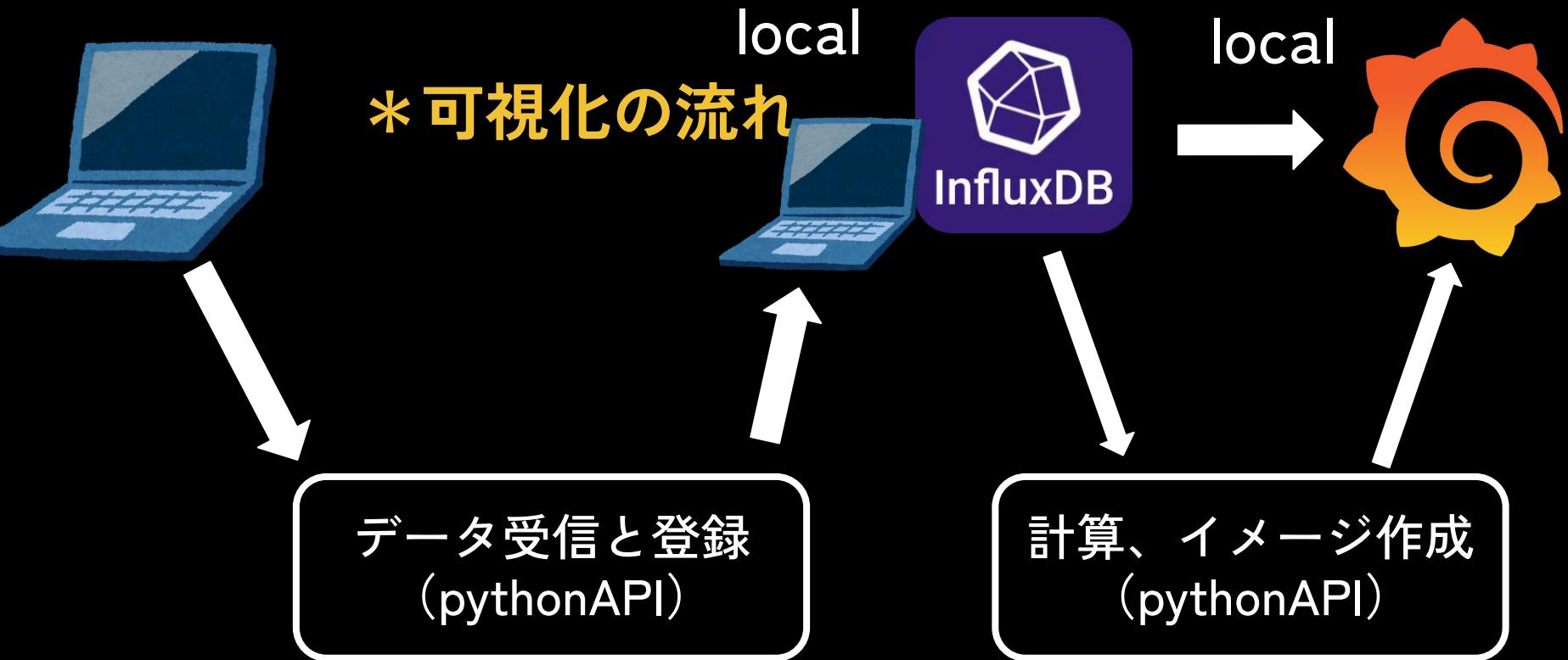
Wifi

データ受信と登録  
(pythonAPI)

計算、イメージ作成  
(pythonAPI)



# 【達成】 04 テレメトリデータのDB化と視覚化





実演！！！！！

# 実演

guestwifiに接続  
password:smdfec0212



# 実演！！！！！

gustwifiに接続  
ブラウザで

<http://10.56.3.140:3000>

user name : user  
pass:12345678



| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



# 目指す未来 「缶サット甲子園」「世界」への展望

【子機へのパラシュート搭載】

リソースは十分

子機と親機の絡まりの解消  
親機と子機の間にパラシュートを入れる



| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



達成



達成見込み



# 目指す未来 「缶サット甲子園」「世界」への展望

【人工衛星のテレメトリのWEBアプリ化】

現在 同じWifiに接続しないとできなかった

今後 どこからでも見える

| ミッション目標                       | ミニマムサクセス               | フルサクセス              | エクストラサクセス           |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 【構造目標】<br>子機、親機の分離            | レギュレーションに沿った機構の作成      | 空中での分離              | 地上に落下しても壊れない、何回も使える |
| 【電子系目標1】<br>データの取得と保存         | センサすべてに電源投入される         | SDに保存される            | N/A                 |
| 【電子系目標2】<br>通信機構              | 地上での通信                 | 親機↔管制局の通信           | 子機↔親機↔管制局の通信        |
| 【ソフト系目標】<br>テレメトリのDB化,<br>視覚化 | DBの用意、<br>Dashboardの作成 | ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化 | リアルタイムのDB化、<br>視覚化  |



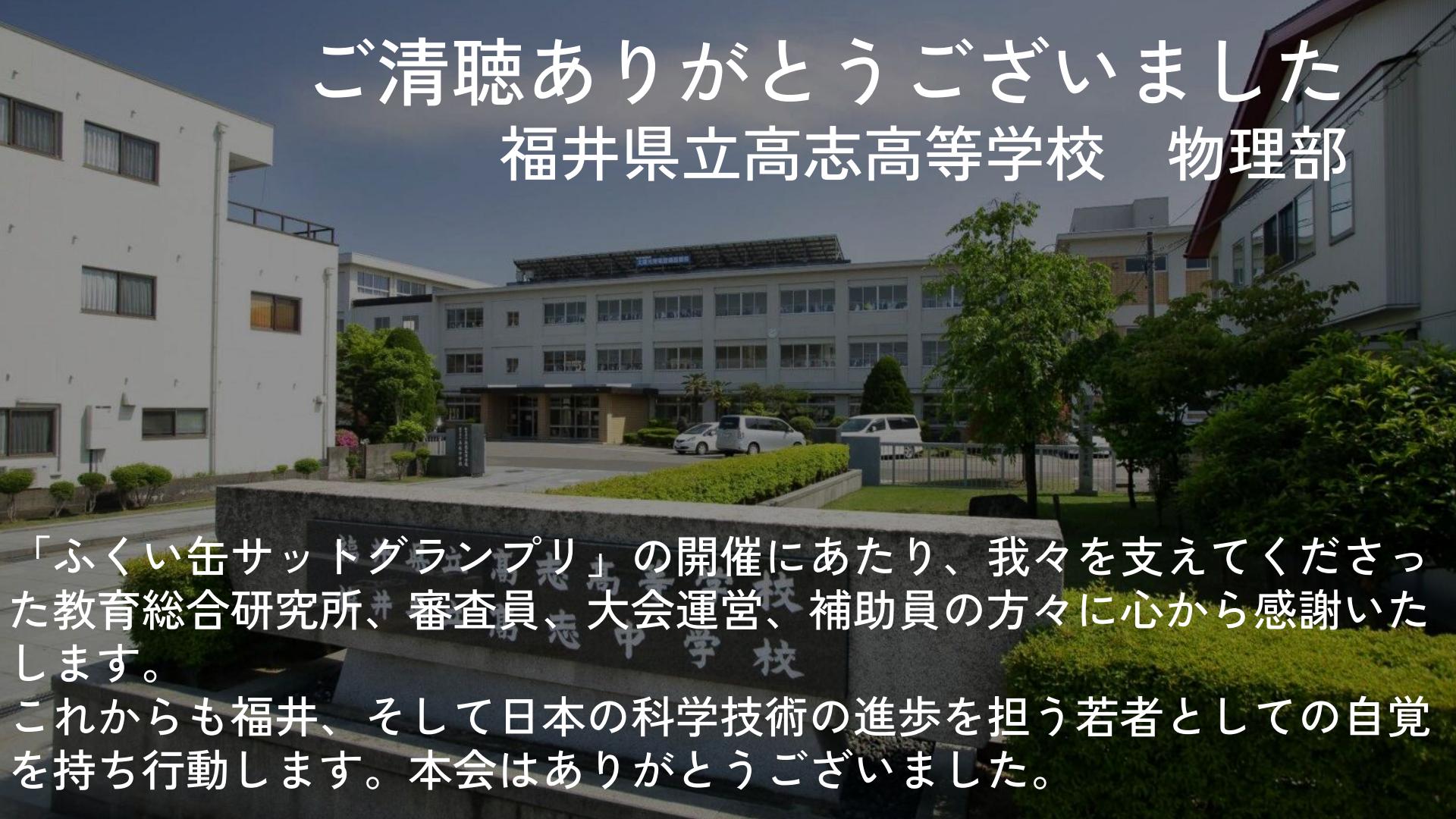
達成



達成見込み

# ご清聴ありがとうございました

## 福井県立高志高等学校 物理部



「ふくい缶サットグランプリ」の開催にあたり、我々を支えてくださった教育総合研究所、審査員、大会運営、補助員の方々に心から感謝いたします。

これからも福井、そして日本の科学技術の進歩を担う若者としての自覚を持ち行動します。本会はありがとうございました。

meno

- ・学校の端、180m、届く

Horizon

[https://mono-wireless.com/jp/products/TWE-ANTE\\_NNAS/wire/index.html](https://mono-wireless.com/jp/products/TWE-ANTE_NNAS/wire/index.html)

ワイヤアンテナ



# 「はやぶさ2」のサクセスクライテリア達成状況



| ミッション目標   | ミニマムサクセス                               | フルサクセス   | エクストラサクセス   |
|---|--|--|---|
| 【理学目標1】<br>C型小惑星の物質科学的特性を調べる。特に鉱物・水・有機物の相互作用を明らかにする。          | 小惑星近傍からの観測により、C型小惑星の表面物質に関する、新たな知見を得る。 | 採取試料の初期分析において、鉱物・水・有機物相互作用に関する新たな知見を得る。                          | 天体スケールおよびミクロスケールの情報を統合し、地球・海・生命の材料物質に関する新たな科学的成果を上げる。                                 |
| 【理学目標2】<br>小惑星の再集積過程・内部構造・地下物質の直接探査により、小惑星の形成過程を調べる。          | 小惑星近傍からの観測により、小惑星の内部構造に関する知見を得る。       | 衝突体の衝突により起こる現象の観測から、小惑星の内部構造・地下物質に関する新たな知見を得る。                   | ・衝突破壊・再集積過程に関する新たな知見をもとに小惑星形成過程について科学的成果を挙げる。<br>・探査ロボットにより、小惑星の表層環境に関する新たな科学的成果を挙げる。 |
| 【工学目標1】<br>「はやぶさ」で試みた新しい技術について、ロバスト性、確実性、運用性を向上させ、技術として成熟させる。 | イオンエンジンを用いた深宇宙推進にて、対象天体にランデブーする。       | ・探査ロボットを小惑星表面に降ろす。<br>・小惑星表面サンプルを採取する。<br><br>・再突入カプセルを地球上で回収する。 | N/A   |
| 【工学目標2】<br>衝突体を天体に衝突させる実証を行う。                                 | 衝突体を対象天体に衝突させるシステムを構築し、小惑星に衝突させる。      | 特定した領域に衝突体を衝突させる。  | 衝突により、表面に露出した小惑星の地下物質のサンプルを採取する。  |

達成済み

達成見込み

- ・赤枠は、小惑星離脱までの運用で達成される成果目標。
- ・(今後まとまる学術成果を除いて)探査機運用としては、小惑星近傍フェーズで達成すべきすべての成果をすべて完了した。