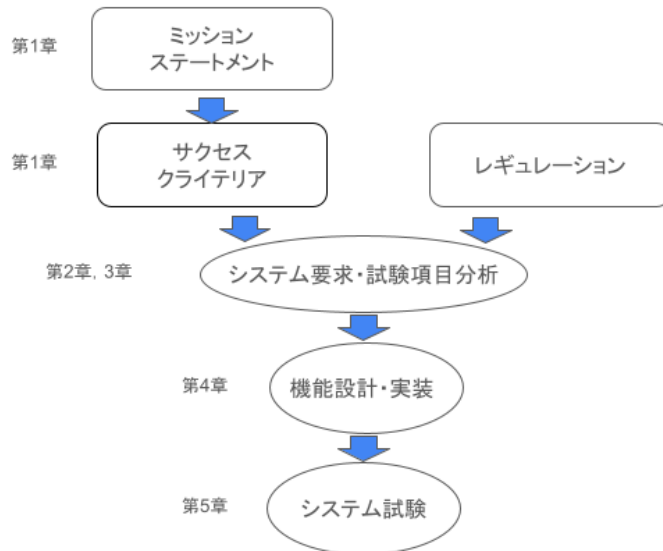


ARLISS2025大会報告書

提出日：2025年〇月〇日



開発審査書構成_ARLISS2025

- 第1章 ミッション定義
 - 第1.1節 ミッションステートメント
 - 第1.2節 ミッション内容
 - 第1.3節 サクセスクライテリア
- 第2章 システム要求
 - 第2.1節 レギュレーションを満たすためのシステム要求
 - 第2.2節 ミッションを達成するためのシステム要求
- 第3章 システム試験項目の設定
 - 第3.1節 レギュレーションを満たすためのシステム試験項目
 - 第3.2節 ミッションを達成するためのシステム試験項目
- 第4章 システム仕様
 - 第4.1節 機体概観
 - 第4.2節 機体機構
 - 第4.3節 搭載機器
- 第5章 システム試験
 - 第5.1節 レギュレーションを満たすためのシステム試験
 - 第5.2節 ミッションを達成するためのシステム試験
- 第6章 工程管理
- 第7章 責任教員による確認

チーム情報

CanSatチーム名	東京情報大学 Noah's Ark
CanSatチーム 代表者情報	達村 悠太 cansat.tuis2025@gmail.com , 080-7472-0917
UNISEC団体名	東京情報大学 斎藤研究室
UNISEC団体 学生代表	達村 悠太
責任教員	斎藤卓也 takuya@toki.waseda.jp , 043-236-4637
CanSatクラス	Open Class

目次

第1章 ミッション定義	3
第1.1節 ミッションステートメント	3
第1.2節 ミッション内容	3
第1.3節 サクセスクライテリア	3
第2章 システム要求	3
第2.1節 レギュレーションを満たすためのシステム要求	3
第2.2節 ミッションを達成するためのシステム要求	4
第3章 システム試験項目の設定	4
第3.1節 レギュレーションを満たすためのシステム試験項目	4
第3.2節 ミッションを達成するためのシステム試験項目	5
第4章 システム仕様	5
第4.1節 機体概観	5
第4.2節 機体機構	5
第4.3節 搭載機器	5
第5章 システム試験	6
第5.1節 レギュレーションを満たすためのシステム試験	6
第5.2節 ミッションを達成するためのシステム試験	6
第6章 工程管理	7
第7章 大会結果報告	7
第7.1節 目的	7
第7.2節 結果	7
第7.3節 考察	7
第8節 まとめ	7
第8.1節 工夫点・努力した点	7
第8.2節 課題点	7
第8.3節 今後の展望	7

第1章 ミッション定義

第1.1節 ミッションステートメント

GPSを使用せずに走行した際の精度を検証し、LiDARを使用してゴールを検知し到達する。

第1.2節 ミッション内容

ミッションを2つ設定し、機能を実装する。

1. GPSを使用せずに走行した際の精度の検証

落下時に取得したGPSデータを基にゴール座標との距離を計算し、9軸センサやタイヤの回転数のデータを使用したゴール座標への誘導の制度を検証する。本ミッションでは、GPSが利用できない環境での自律走行を想定しているが、スタート地点の自己位置初期化のための補助情報として、落下直後に1回だけGPSを用いて初期座標を取得する。

その後の移動にはGPSを一切使用しない。

走行を終えた際にログを保存し、2.で実施する「GPSを用いた走行」の結果と比較することで、GPSを使用しない場合の誘導の精度の検証を行う。

2. LiDARによるゴール検知・到達

GPSを使用しない走行の検証を終えた後、GPSによるゴール座標への誘導を行い、ゴール付近ではLidarでゴールを検知し、0mゴールを目指す。ある程度ゴール付近まで誘導できていることを前提に行うため、ゴール付近まで誘導するための簡易な手段としてGPSを使用するが、本質は、視覚情報に依存せず形状・距離でゴールを検知することができるLiDARを活用することである。

◆ミッションシーケンス

1. GPSを使用せずに走行した際の制度の検証

1.1 CanSatをキャリアに収納する。

1.2 キャリアからCanSat本体を放出する。

1.3 CanSatのパラシュートを開き、落下速度を減速させる。

- 1.4 機体が破損無しで着陸する。
- 1.5 CanSat保護ケースをCanSat本体から切り離し、パラシュートと分離する。
- 1.6 落下地点のGPS座標を取得し、ゴール地点までの距離を計算する。
- 1.7 スタックになりそうな大きい草をタイヤで乗り越え、轍にスタックしたと判定した時、轍脱出動作を行い、轍からの脱出を行う。
- 1.8 9軸センサ、タイヤの回転数の情報により、プログラムによって算出されたゴール地点まで走行を行う。
- 1.9 ゴール判定したら、実際のゴール座標との距離を計算し、各センサによって到達できた地点を記録する。

2. LiDARによるゴール検知・到達

- 2.1 GPS情報を使用してゴール地点へ誘導する。
- 2.2 LiDARで周囲の障害物をスキャンし、周囲360度の距離データを取得し、取得したデータの中から新ゴールの4つのボールの位置を検出する。
- 2.3 4つのボールを頂点とする正方形の重心（中心座標）を計算し、その方向に検知した距離分走行して停止する。
- 2.4 LiDARでゴールを検知できなかった場合は、GPS情報でのゴールまでの距離が1.5m以内になるとゴール判定を行い停止する。

第1.3節 サクセスクリテリア

ミニマムサクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ キャリアから放出されたかを判定する気圧センサが正常に動作できる。 ・ パラシュートから正常に分離し加速度センサ等を用いてゴールに向かい5m以上走行することができる。
フルサクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ GPSを使用せずに走行し、ゴールと判定された地点から実際のゴール座標の距離を測定できる。 ・ LiDARを使用してゴールを検知できる。
エクストラサクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 0mゴールを達成する。

第2章 システム要求

第2.1節 レギュレーションを満たすためのシステム要求

番号	レギュレーションを満たすためのシステム要求
R1	CanSatは規定のサイズと質量以内でなければならない。
R2	CanSatはロケットから放出後、位置が特定できなければならない。
R3	CanSatは規定の終端速度の範囲内で降下しなければならない。
R4	CanSatは打上げ時、パラシュート開傘時の衝撃を受けた後もその機能を維持しなければならない。
R5	CanSatはロケット搭載時に無線の送波を停止しなければならない。
R6	CanSatに搭載する全ての無線機は要求に応じて周波数の変更を行えなければならない。
R7	CanSatはロケットに搭載後メンテナンスなしにミッションを維持しなければならない。
R8	CanSatはロケットに損傷を負わせる可能性のある機構や物質を搭載してはいけない。
R9	CanSatは制御されることなく着地しなければならない。

番号	レギュレーションを満たすためのシステム要求 (Comeback Competition)
CR1	CanSatは完全に自律的に制御されなければならない。
CR2	チームはレギュレーションで指定されたコントロールレコードを提出しなければならない。

第2.2節 ミッションを達成するためのシステム要求

番号	ミッションを達成するためのシステム要求
M1	着地時の衝撃荷重によって、ミッションを実現するための機能が損なわれていないことが試験で確認できている。
M2	環境の悪い地面における走行性能を試験で確認できている。
M3	LiDARによって新ゴールの4つのボールを検知し、ゴールできることを試験で確認できている。

第3章 システム試験項目の設定

第3.1節 レギュレーションを満たすためのシステム試験項目

番号	試験項目名	対応するシステム要求番号	実施予定日
RV1	質量試験	R1	6月23日
RV2	機体の収納試験	R1, R8	6月30日
RV3	GPSデータダウンリンク試験	R2	7月24日
RV4	落下試験	R3, R9	6月28日
RV5	準静的荷重試験	R4	6月30日
RV6	振動試験	R4	7月25日
RV7	分離衝撃試験	R4	6月28日
RV8	通信周波数ch変更試験	R6	7月1日
RV9	通信ON/OFF試験	R5	7月1日

Comeback Competitionに参加する全てのCanSatは、システム要求番号がCRであるレギュレーションを満たすためのシステム要求項目に対して試験項目を設定してください。

番号	試験項目名	対応するシステム要求番号	実施予定日
CRV1	End to end 試験	R7, CR1	7月28日
CRV2	制御履歴レポート作成試験	CR2	7月28日

第3.2節 ミッションを達成するためのシステム試験項目

番号	試験項目名	対応する システム要求番号	実施予定日
MV1	着地衝撃試験	M1	6月28日
MV2	走行性能確認試験	M2	7月21日
MV3	ゴール検知試験	M4	7月31日

第4章 システム仕様

第4.1節 機体概観

直径 [mm]	195
高さ [mm]	170
質量 [g]	826

※質量はパラシュートも含む Fig.4-1-2に合計質量の画像あり

◆機体構造

- ・2輪のタイヤの間に電子回路を設置

◆測定方法

- ・全長：左右のタイヤの外側に物差しを置いて測定 (Fig.4-1-1)
- ・高さ：タイヤの上下間に物差しを置いて測定 (Fig.4-1-2)

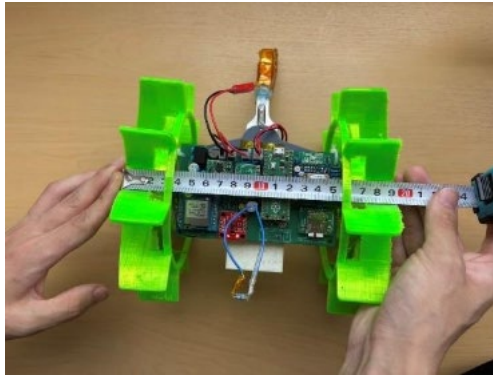


Fig.4-1-1 CanSat全長

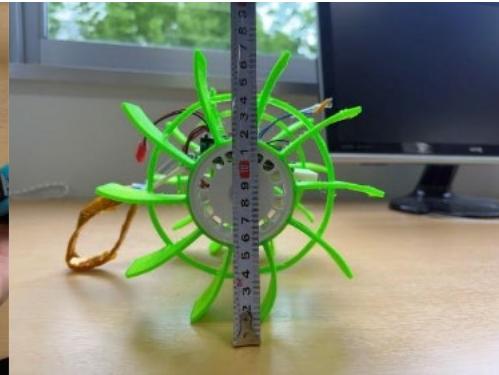


Fig.4-1-2 CanSat高さ

第4.2節 機体機構

◆機体構造

- ・モータの裏側に電子回路を搭載

◆タイヤ設計

- ・TPU素材（熱可塑性ポリウレタン）を使用
- ・3Dプリンタで複雑な造形が可能
- ・機体への衝撃緩和と草へのスタック防止を実現

- ・ 柔らかさによりキャリア収納サイズの小型化が可能
- ・ 構造の見直しを行い軽量化

◆ 図示

- ・ CanSatを斜めから見た図をFig.4-2-1に示す
- ・ CanSatを正面から見た図をFig.4-2-2に示す
- ・ CanSatを上から見た図をFig.4-2-3に示す
- ・ CanSatを下から見た図をFig.4-2-4に示す

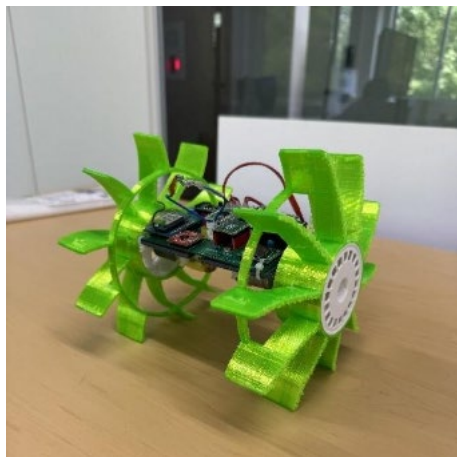


Fig.4-2-1 CanSatを斜めから見た図

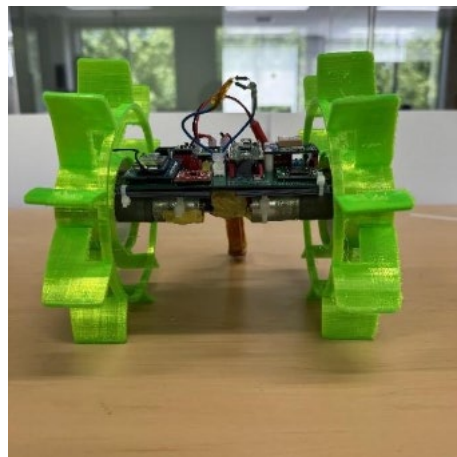


Fig.4-2-2 CanSatを正面から見た図

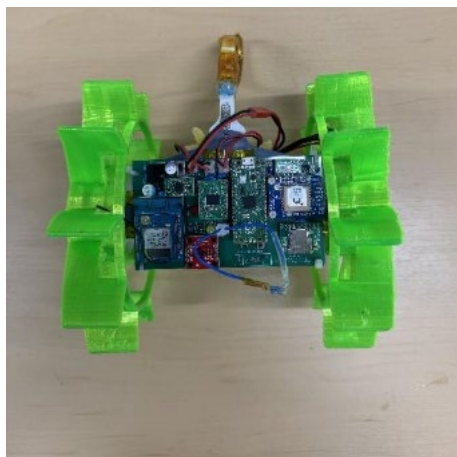


Fig.4-2-3 CanSatを上から見た図

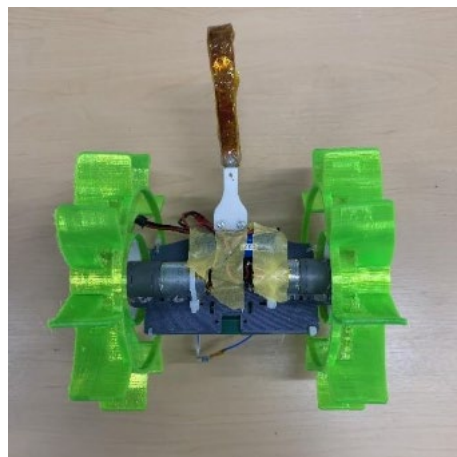


Fig.4-2-4 CanSatを下から見た図

【減速機構パラシュート】

減速機構のパラシュートにはCanSatとの絡まり防止のための
素材や構造を取り入れている。

パラシュートの画像をFig.4-2-6に示す。

◆パラシュート生地

- ・ 衝撃に耐える破れにくい素材を使用
- ・ 固くてさらさらとした生地で、CanSatが上を走行してもタイヤに巻き付きにくい

◆ひも1

- ・ 曲がりにくい金属ワイヤーを使用して機体に巻き付くことを防止
- ・ 生地との接続部は6つのクランプカンで頑丈に圧着されている

◆ひも2

- ・ 曲がらない金属メジャーを使用してCanSatとの絡まりを防止
- ・ 強い力を加えないと曲がらず、CanSat上にパラシュートが落下せず遠ざかって着地できる構造

◆CanSatケース

- ・ 機体上へパラシュートが落下しても、開いたときに弾かれることで直接の絡まりを防止
- ・ CanSatとパラシュート紐の接続部と分離機構部分をケース越しに2か所設け、開傘衝撃がCanSat分離部分へ加わらないようにし、衝撃緩和を行う

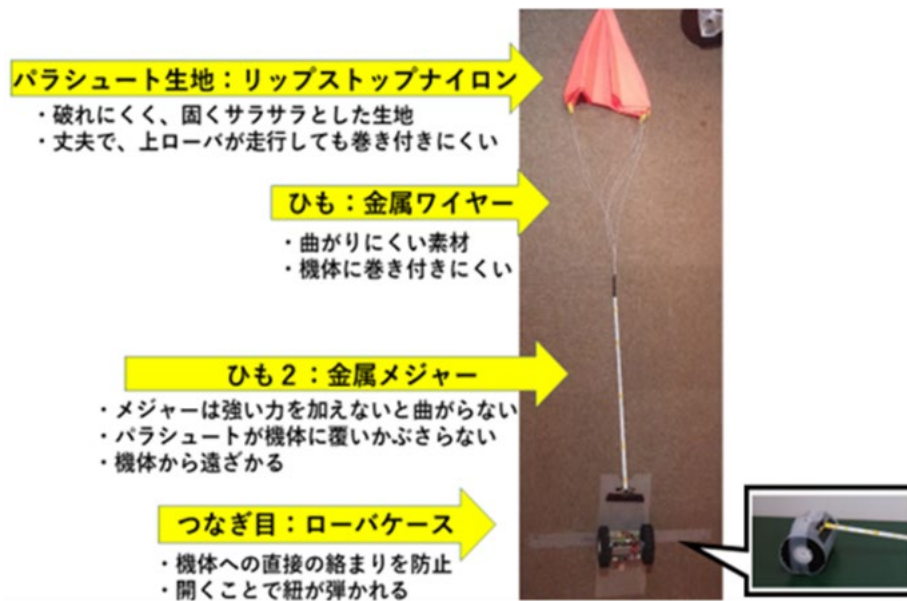


Fig.4-2-6 パラシュート

第4.3節 搭載機器

CanSatに搭載する回路構造を以下に示す。

【マイコン、モータ】

- ・マイコン: Raspberry Pi Picoを使用
- ・GPSモジュール: Adafruit Ultimate GPSを使用して位置情報を取得
- 計算処理: 現在位置と目標位置の角度を計算
- ・モータ制御: TB6612のDual Motor Driverを使用して目標位置への
 旋回PWM制御値を計算
- 計算した制御値をモータに出力

【センサ類】

◆センサの取得

- ・BNO055の9軸センサで加速度(3軸)・ジャイロ(3軸)・地磁気(3軸)を取得
- ・BME280で気圧・気温を取得

◆センサの利用

- ・ 加速度・ジャイロ: CanSatの衝撃値や上下反転時の姿勢補正に利用
- ・ 値を使用して, 現在位置を推定しながらゴール座標まで誘導
- ・ 気圧・気温: CanSatの高度と熱の温度の参考に利用

◆ ゴール検知

- ・ LIDARを使用してゴールを検知
- ・ 検知したゴール方向に走行できるように制御

【長距離通信無線】

◆ 位置情報の送信

- ・ IM920sLワイヤレス通信を使用して, 長距離へ落下した際に位置情報を送信
- ・ 送信した位置情報を利用して現在位置を特定

◆ システム図: Fig.4-3-1にシステム図を示す

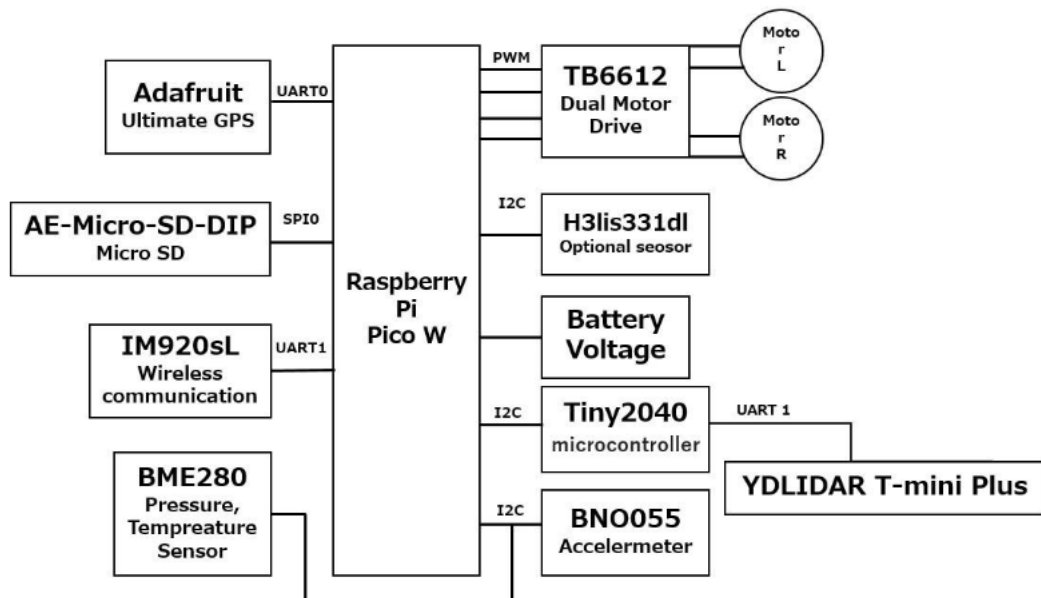


Fig.4-3-1システム図

◆ 使用電子部品一覧: Table 4-3-1に実際に使用している電子部品を示す

Table 4-3-1 使用部品

分類	名称・型番	入手先・参考情報等	URL
GPS	ADA-746	SWITCH SCIENCE	ssci.to/1085
マイコン	Raspberry Pi Pico	SWITCH SCIENCE	https://www.switch-science.com/products/6900?_pos=1&_sid=b852904f1&_ss=r
マイコン	Tiny 2040	秋月電子	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g116761/
マイクロSD	AE-MICRO-SD-DIP	秋月電子	https://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-05488/
16G加速度センサ	AE-BNO055-BO	秋月電子	https://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-16996/
200G加速度センサ	H3LIS331DL	SWITCH SCIENCE	https://www.switch-science.com/products/3628
モータドライバ	TB6612	秋月電子	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g116947/
5V3端子レギュレータ	NJM2845DL1-05	秋月電子	https://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-11298/

気圧センサ	AE-BME280	秋月電子	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g109421/
無線通信機	IM920sL	interplun	https://www.interplan.co.jp/solution/wireless/im920sl/
モータ	POLOLU ギアードモータ75:1	POLOLU	https://www.pololu.com/product/3230
バッテリー (モータ用)	Hyperion 550mAh 3S 11.1V	Hyperion	https://www.hs-alfa.com/menew/batt/hp-batt/0850s3.htm
LIDAR	WayPonDEV YDLIDAR Tmini Plus lidar 360	秋月電子・Amazon	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g130098/

第5章 システム試験

<注意点>

試験条件は別紙の「CanSat Regulations at ARLISS」を参考にしてください。

耐久試験については、何を満たせば耐久できたと見做せるのか、その基準についても記載してください。

試験結果は、動画だけでなく取得データを用いて、その試験の妥当性について示してください。

End-to-End試験では、以下の過程を本番と同じ手順で行い各シーケンスを行えることを確認できる動画を提出してください。また、動画内では、少なくともミニマムサクセスを達成できることが確認できるようにしてください。

CanSatの投下

パラシュート展開

ミッションの実施

データの取り出し

動画で試験結果を提出する場合は、URLを載せてください。審査書の提出は本ファイルのみに行ってください。URLはGoogle driveやYouTube等に動画を上げることで発行できます。共有範囲の設定を適切に行ってください。

第5.1節 レギュレーションを満たすためのシステム試験

RV1 質量試験

- 目的
CanSatとパラシュートを合わせた質量が規定質量である1050g以下を満たすことを確認する。
- 試験内容
CanSatとパラシュートを質量計で計測をし、レギュレーションに記載されている質量(1050g)以下であることを確認する。
規定の質量(1050g以下)を満たしているか確認する。
計測は、CanSatが保護ケースに覆われた状態で行う。
保護ケースにはパラシュートも含む。

大会当日も同様に保護ケースを覆った状態でキャリアへ収納する。

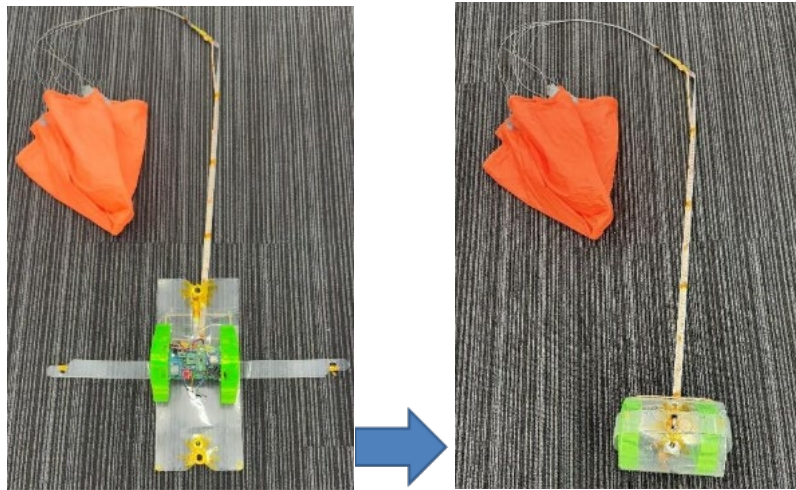


Fig. 5-1-1 保護ケースへ収納させたCanSat

- 試験結果

CanSatとパラシュートの総重量は826gであり、レギュレーションの1050g以下であることを確認した。Fig. 5-1-2に質量測定結果の結果の様子を示す。



Fig. 5-1-2 パラシュートとCanSatの質量

- 結論

パラシュートの質量を含めたCanSatの総重量が、レギュレーションを満たしていることがわかった。

RV2 機体の収納試験

- 目的

キャリア内(内径: 146mm 高さ: 240mm)に収納可能かを確認

CanSatが自身の重さでキャリアから放出されることを確認

CanSatの収納が5分以内で完了することを確認

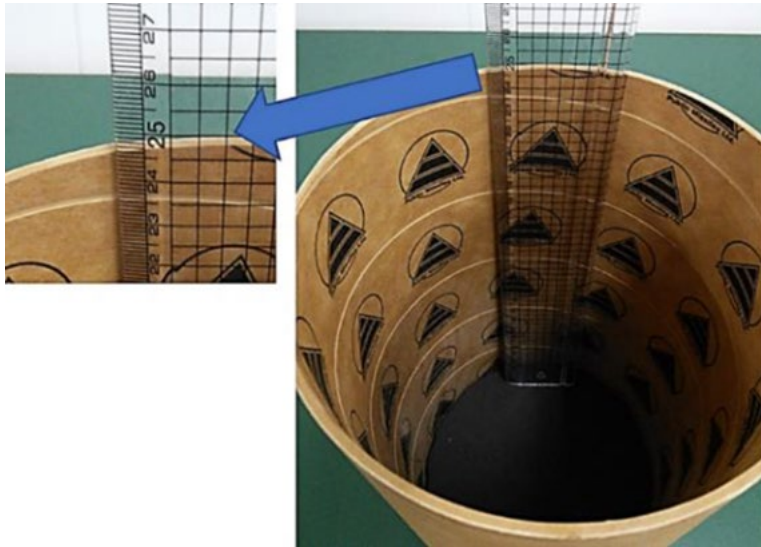
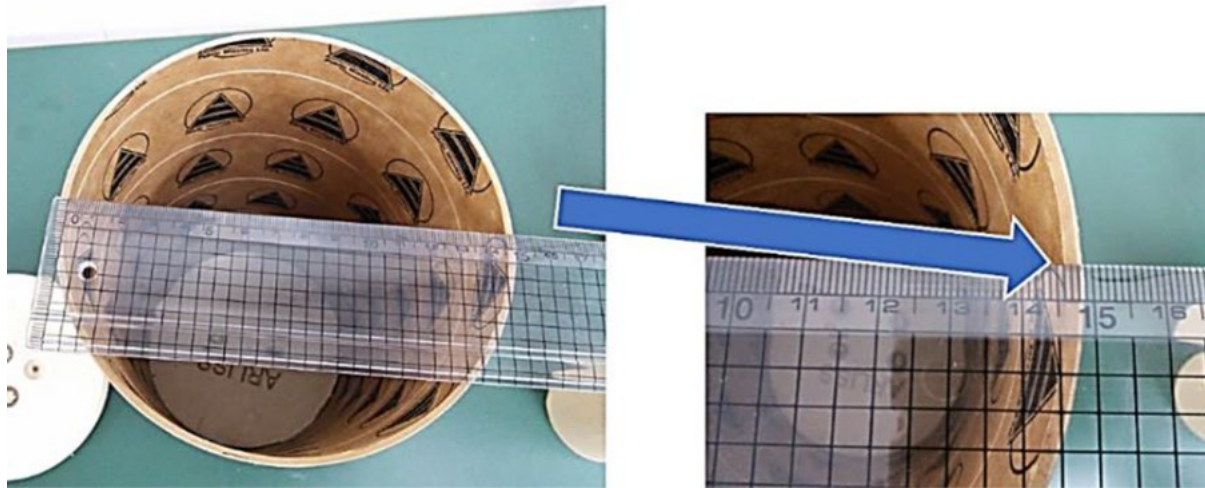


Fig.5-2-1 キャリア収納ケースの奥行寸法



- 試験内容

ARLISSで購入したキャリアを使用して、CanSatが規定の寸法内に
収まるかを確認

キャリアの寸法についての確認

奥行き寸法: Fig. 7-2-1 外径寸法: Fig. 7-2-2に示す

Fig.5-2-2キャリア収納ケースの外径寸法

○キャリアの寸法

Fig. 5-2-1: キャリアの寸法（奥行き240mm）

Fig. 5-2-2: キャリアの外径（146mm）

○奥行き計測

Fig. 5-2-2では定規が奥行き245mmを指しているが、定規の余白が5mmあるため、実際のキャリアの奥行きは240mm

○保護ケースでの収納

CanSatは保護ケースに覆った状態でキャリアに収納する。
保護ケースも含めた状態での寸法を確認する。

○自重での放出確認

規定サイズ内のキャリア収納ケースにCanSatを収納した後、CanSatが自重で落下できることを確認する。

○収納時間の確認

キャリアへの収納が5分以内で完了することを確認する。

● 試験結果

表5-2-1に示すように、CanSatを収納後、自重で放出することが3回中3回確認できた。

表5-2-1 キャリア放出実験の結果

回数	実験動画	放出判定
1	https://www.youtube.com/watch?v=4uAa-0nujAQ	自重で放出できた
2	https://youtu.be/z0FILpbx6r8	自重で放出できた
3	https://youtu.be/2RoGCWf9nws	自重で放出できた

● 結論

寸法測定結果より 機体は既定のキャリアに収納可能であること

機体収納5分以内であることが確認できた

RV3 GPSデータダウンリンク試験

- 目的

CanSatがロケットから放出された後,ロストせずに,無線機IM920sLを使用して長距離においてGPSデータにより現在位置を特定できることを確認する.

- 試験内容

目標: 高度4000mからCanSatを放出した後,見通しの良い4kmの距離で無線通信が可能であることを確認する.

送信機: CanSatに搭載されたInterplan IM920sL (親機)

受信機: PCと接続されたInterplan IM920sL (子機)

データ確認: 受信データはTera Term上で表示される.

通信距離目標: 4.5km

高度の根拠: 打ち上げ高度が4kmであり,4.5kmでの通信が可能であれば4kmでの通信も可能と判断.

試験場所: 蓮沼海浜公園の展望台

特記事項: 公共施設であるため,観光者の迷惑を避けるためにモータ動作を行わないテストモードでの起動とする(モータ以外の基板部分,センサ,マイコンは起動) .

受信機 (Interplan IM920sL): Fig. 5-3-1

送信機 (Interplan IM920sL) を搭載したCanSat: Fig. 5-3-2



Fig.5-3-1 interplunIM920sL (受信側)

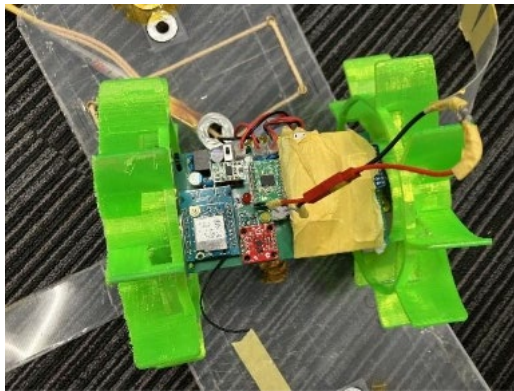


Fig.5-3-2 interplun IM920sLを搭載したCanSat(送信側)

● 試験結果

○送信側の位置

- CanSatの位置: 北緯 35.5889239, 東経 140.5022390
- 蓮沼海浜公園の展望台からの眺め: Fig. 5-3-3
- 蓮沼海浜公園の展望台のGPS座標: Fig. 5-3-4

○受信側の位置

- PCの位置: 北緯 35.5523427, 東経 140.4727273
- 受信側からの眺め: Fig. 5-3-5
- 受信側のGPS座標: Fig. 5-3-6

○確認方法: 4.5kmの距離があるかどうかはGoogle Mapsで確認.

- 地図の様子: Fig. 5-3-7

- 通信試験の結果：無線通信は成功し、CanSatの位置情報データを受信できた



Fig. 5-3-3 蓮沼海浜公園の展望台からの眺め



Fig. 5.3.4蓮沼海浜公園の展望台のGPS座標



Fig. 5-3-5 受信側からの眺め



Fig. 5-3-6 受信側のGPS座標



距離を測定
 < 地図をドラッグして [地点を追加] を
 タップ



4.516 km

地点を追加

Fig. 5-3-7 4.5km地点を示す GoogleMap図

また試験を行った動画（受信機視点）を以下のリンクから確認できる.

動画URL<https://youtu.be/whPLr1Iqe0o?si=NJw02LRJFTNwQ-iv>

結果として4.5kmの長距離通信ができることを確認できた.

- 結論

- IM920sLの性能確認

- IM920sLをCanSatに搭載し、目標である4.5kmの通信が可能であることを実証.

- 試験モード

- 今回の通信では、長距離モードでの通信のみを使用.
 - 長距離モードでの4.5km通信が成功した.

RV4 落下試験

- 目的

- パラシュートの開傘と減速が可能で、終端速度が5m/s程度であることを確認する.

- 試験内容

- CanSatをつけたパラシュートを落下させ、開いて数秒経過した後から測定した加速度が5m/s程度減速して終端速度になっているか確認した.

- 試験結果

- 実験結果をTable5-4にまとめた.

回数	終端速度	5[m / s] 以上か	実験データグラフ	動画URL

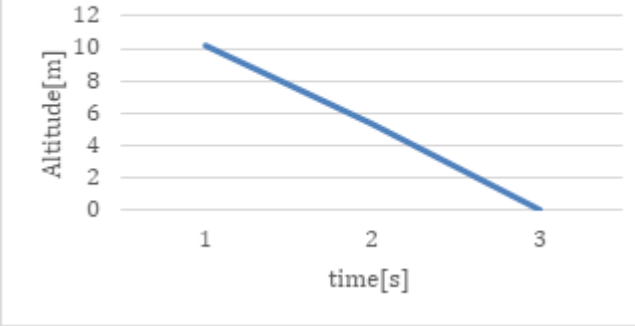
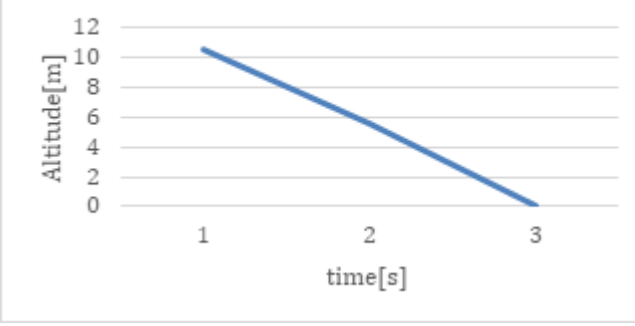
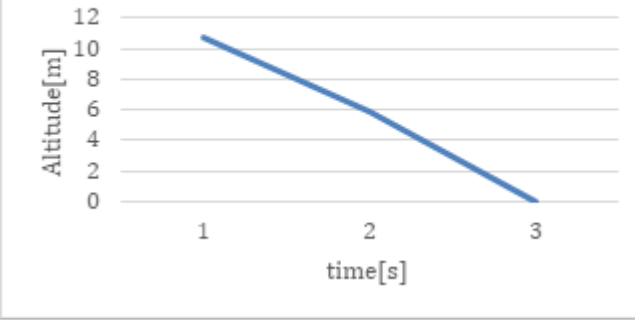
1	5.3 [m/s]	○	<p style="text-align: center;">落下試験1</p> 	https://youtu.be/M8pHzKjObBc
2	5.6 [m/s]	○	<p style="text-align: center;">落下試験2</p> 	https://youtu.be/Nu418uUIGGo
3	5.9 [m/s]	○	<p style="text-align: center;">落下試験3</p> 	https://youtu.be/NbMZjPEfQ8

Table5-4 落下試験

【1回目】

グラフ中の最後の1s間の落下距離は5.3mであり,終端速度は5.3[m/s]

【2回目】

グラフ中の最後の1s間の落下距離は5.6mであり,終端速度は5.6[m/s]

【3回目】

グラフ中の最後の1s間の落下距離は5.9mであり,終端速度は5.9[m/s]

以上のことから三回の試験で5[m/s]以上の終端速度であることが確認できた.

● 結論

パラシュート減速の終端速度が平均で,5[m/s]以上であることが確認できた.

RV5 準静的荷重試験

● 目的

- 耐荷重試験: CanSatがロケット打ち上げ時に想定される静荷重 (10G) に耐えられることを実証する.

● 試験内容

- 準静荷重設定: 準静的荷重を10Gとし, CanSatに10秒間かける.

参考データ: 荷重をかける時間と大きさの設定には, ARLISS2019のロケット打ち上げデータを参考にする

1回目 最大約9.78[G] で7[s]

2回目 最大約8.93[G] で8[s]

3回目 最大約8.32[G] で8[s]

荷重の選定: ARLISS2019のデータによると, 準静的荷重の最大値は9.78Gであり, 持続時間は10秒以内である.

試験の荷重設定: これを踏まえ, より安全を見込んで10Gの準静的荷重を10秒間与える試験を行う.

耐久性の確認: CanSatが10Gの準静的荷重に10秒間耐えることで, ロケット打ち上げ時の荷重にも耐えられると判断する.

共同開発団体がARLISS 2019にて測定した準静的荷重を以下に示す。

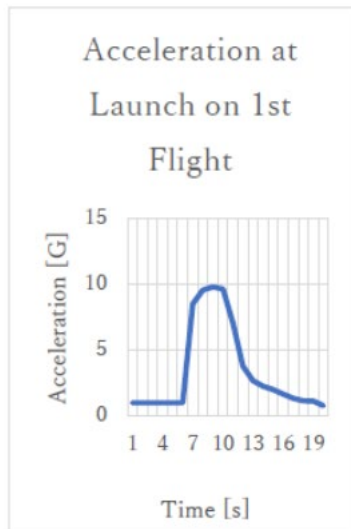


Fig.5-5-1 準静的荷重1回目

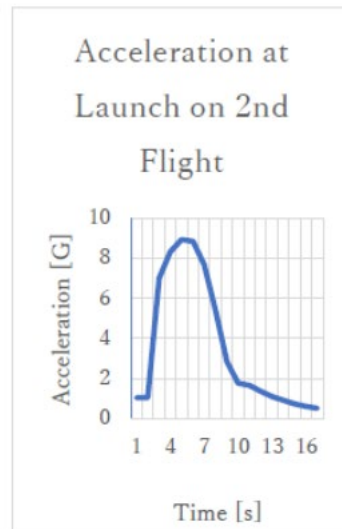


Fig.5-5-2 準静的荷重2回目

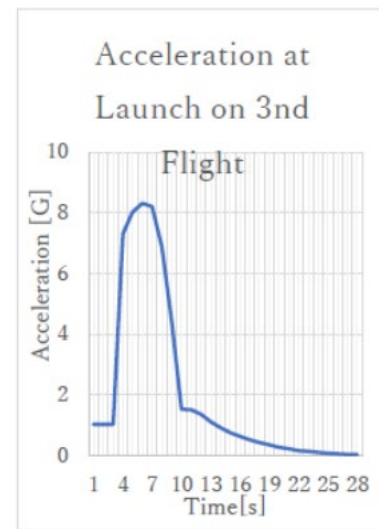


Fig.5-5-3 準静的荷重3回目

○10Gの静荷重試験手順

- ① CanSatのセンサと動作系が正常に動作することを確認
- ② CanSatをキャリア（保護ケース）に収納
- ③ キャリアを長いロープでトートバッグに取り付け、トートバッグに収納
- ④ 方法: ロープを持ち、トートバッグを振り回して回転運動をさせる
- ⑤ 目標加速度: 遠心力で10Gの加速度を10秒間与える。
- ⑥ 監視方法: CanSatに搭載された加速度センサの値を無線通信でPC画面に表示。
- ⑦ 操作: 10Gを超えた時点から、力を緩めず10秒間回転運動を続け、連続的な遠心力による加速度を与える。

※⑤～⑦を3回繰り返す

- ⑧ プログラム作動のために、数十秒キャリアを暗い環境に置く。

※今回はジャージとカバンに入れることで作動

- ⑨ CanSatの放出: 試験後にCanSatをキャリアから取り出す。

- ⑩ 動作確認: センサと動力系が正常に動作することを確認

※①～⑩を行って CanSat が静荷重に耐えることを確認する

● 試験結果

- 実際に10G を10 秒以上観測している加速度データのログをグラフFig.5-5-4 に示す

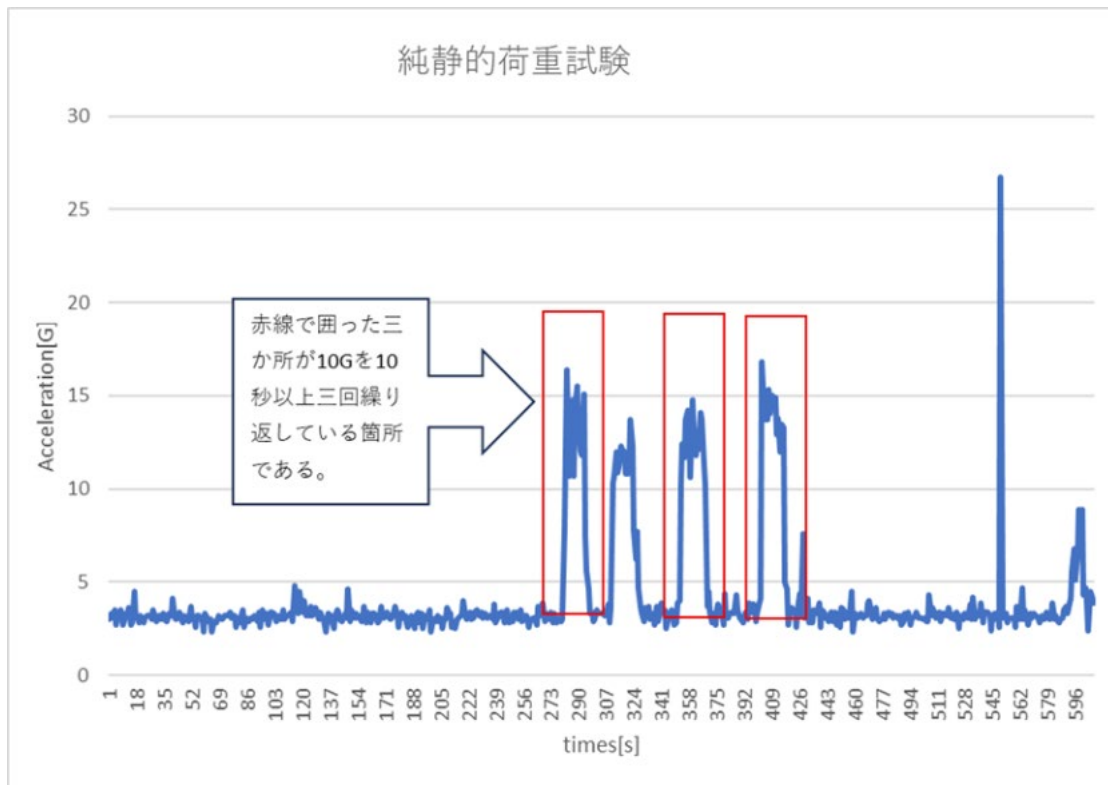


Fig. 5-5-4 加速度センサの数値 縦軸はかかった加速度 [G], 横軸は時間 [1s]

準静的荷重試験の様子は動画に撮影し異常の有無を確認し、結果機体に異常は見られなかった。下記のURLを参照

○準静的荷重試験の動画URL : <https://youtu.be/AwKni1xoDeo>

- 結論
 - 実際の衛星さながらロケットの打ち上げに想定される大きさの静荷重をCanSat に与え、耐えられることが確認できた。

RV6 振動試験

- 目的
 - 実際の衛星さながらロケットによる打ち上げを想定して打ち出しにかかる機体が耐えうる確認する。
- 試験内容
 - この試験ではロケットによる打ち上げを想定した際にかかる振動に機体が耐えられるか実際に振動を加える。

推奨試験条件：正弦波振動：20Hz～2,000Hz まで6.8G

または同等のランダム振動：20Hz～2,000Hz まで6.8Grms

となっているため今回CanSatへ加える振動をランダム振動：フラットパターンで30Hz30Hz～2000Hzの15Gとして実験を行う。

CanSatへの振動条件が定まったところで次は時間条件を示す。

今回は共同開発チームのデータを参考にするのとARLISS2019の3回分データでのロケット打ち上げ時間では10秒以下であることが確認できるが誤差や試験機のパラメータを確認するため、考慮し多く設定した。今回は1分間を時間条件とする。

振動を与えた後はCanSatの電子回路部品の動作確認、パラシュートの離脱機構、モータ、機体に問題がないかの確認を行う。

以上の条件の下で試験を行う。

振動機については日本高度信頼性評価試験センターの振動機を利用した。

試験に利用した振動機をFig. 5-6-1に

振動条件設定の制御条件のモニター写真をFig.5-6-2に

加振システム設定をFig.5-6-3に

制御目標、全体をFig.5-6-4に

入力チャンネルをFi. 5-6-5に示す。

また、振動機については日本高度信頼性評価試験センターの振動機を利用した。



Fig. 5-6-1 実際の振動機 (茶色筒の中にCanSat収納)

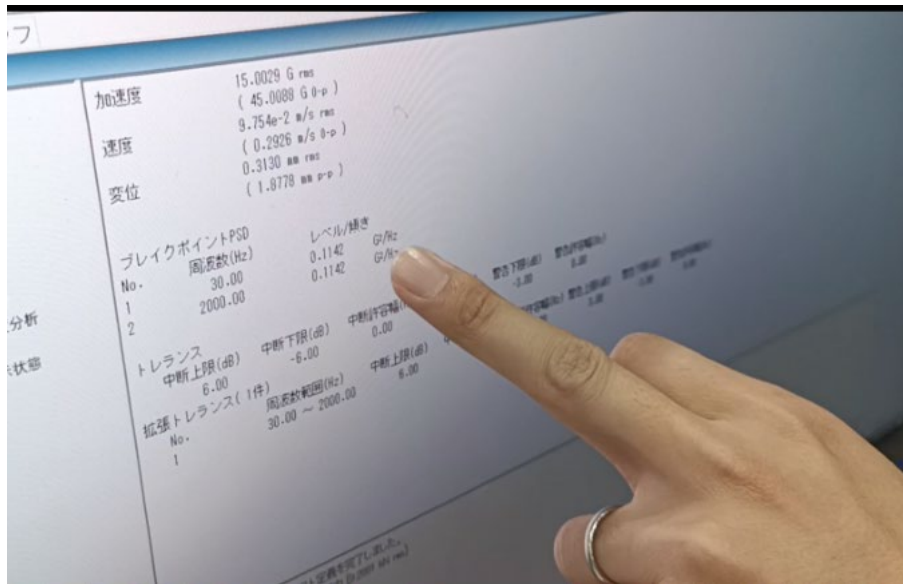


Fig. 5-6-2 基本・制御条件

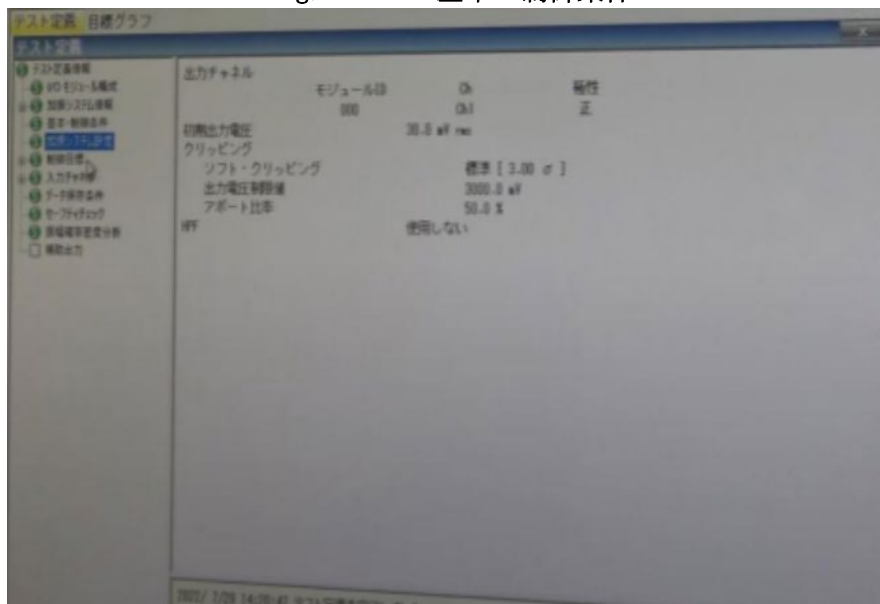


Fig. 5-6-3 加速システム設定

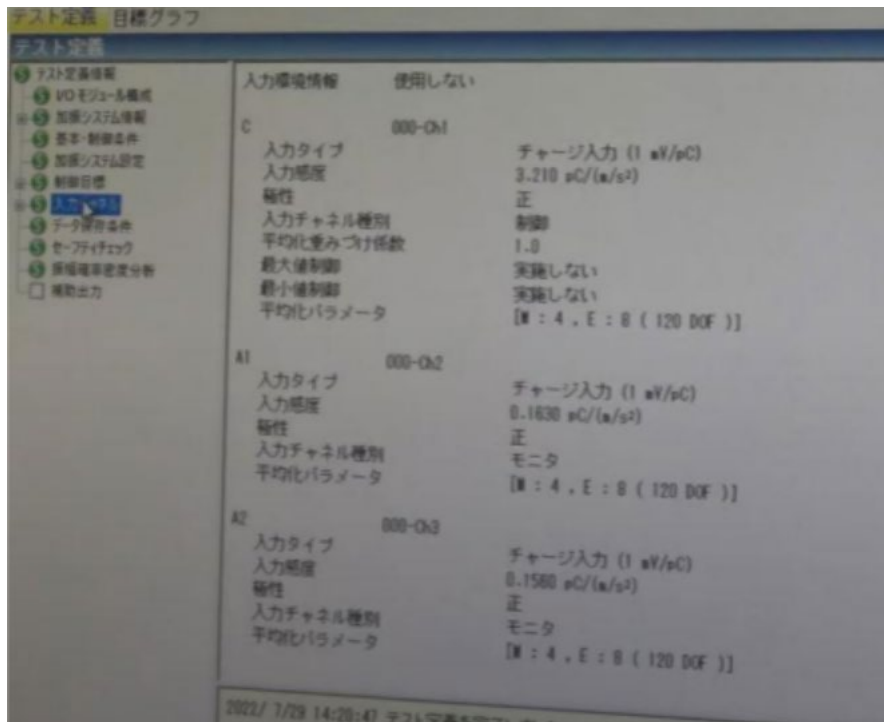


Fig. 5-6-4 制御目標_全体

また実際に振動試験を行った様子を撮影した動画を下記URLに示す。

○振動試験：https://www.youtube.com/watch?v=HTYUEj_kFVw

- 試験結果

- CanSatに振動を与え、その後電子回路の動作、モータ動作の確認、機体に異常が見られないかの確認を行ったところ問題はなかった。パラシュートの離脱機構に関しては持参したパラシュート離脱用焼き切り抵抗が欠陥があり動作がしなかったが振動の影響はないとみられる。実際に動作を与えた振動機からの制御、及び出力データを示す。（IMV社提供データを使用）出力レベルをFig.5-6-6目標のGをFig.5-6-7に、制御応答のGをFig.5-6-8に、制御のm/s²をFig.5-6-9に示す。



Fig.5-6-6 出力レベル

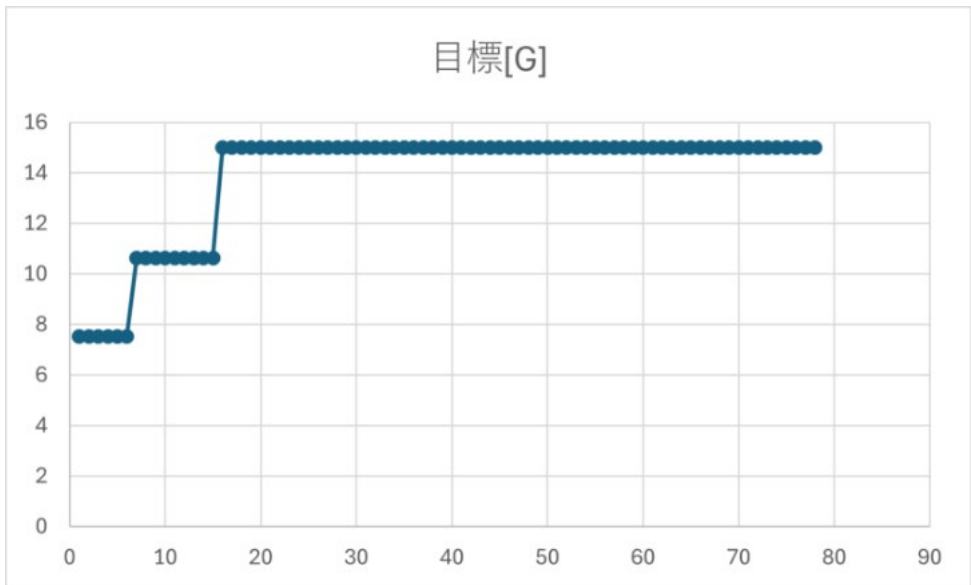


Fig.5-6-7 目標のG

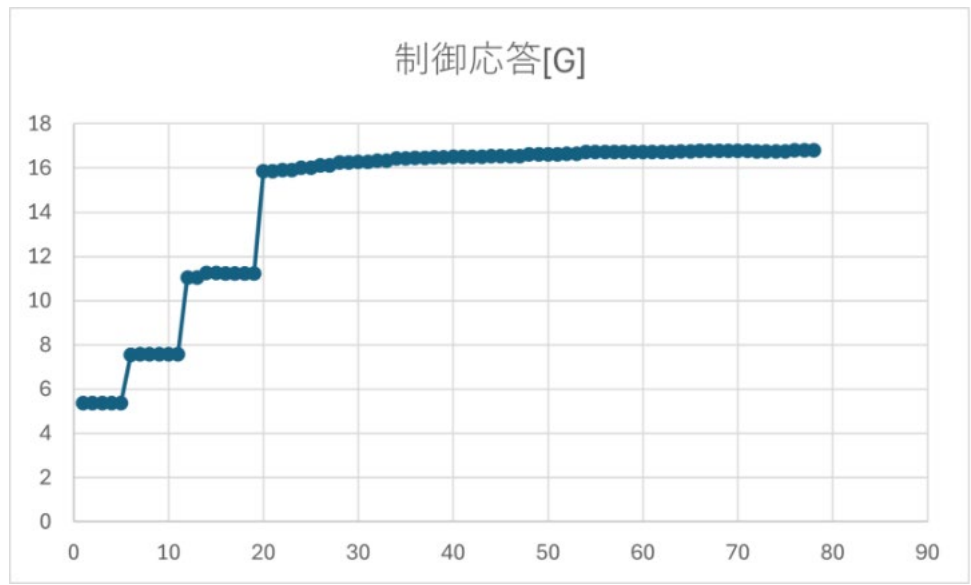


Fig.5-6-8 制御応答

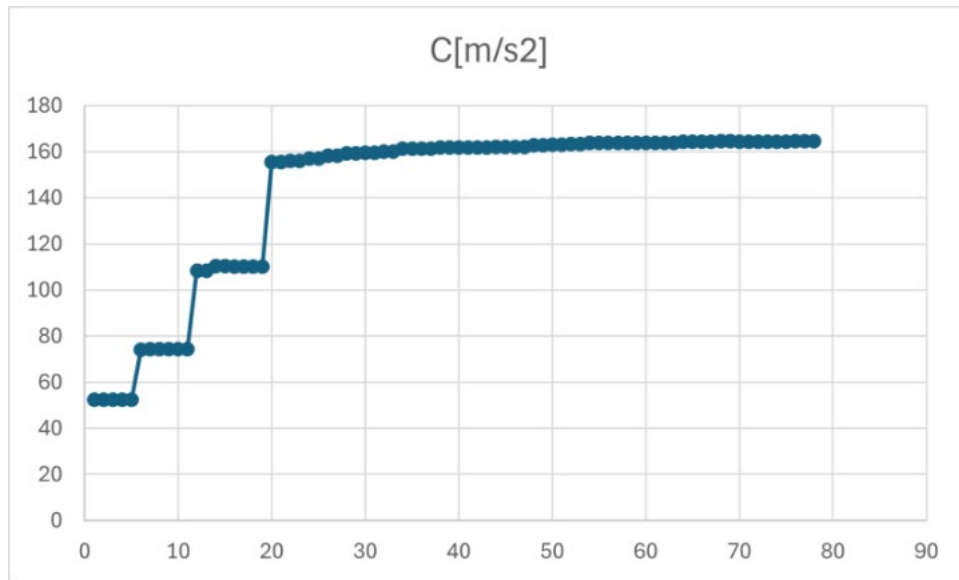


Fig.5-6-9 制御の m/s^2

振動を与える際にIMV社の加速度センサA1,A2,A3をそれぞれ機体の基盤前, 基盤の裏側, タイヤの間に設置した. その際のそれぞれの加速度センサのデータをFig.5-6-10に示す.

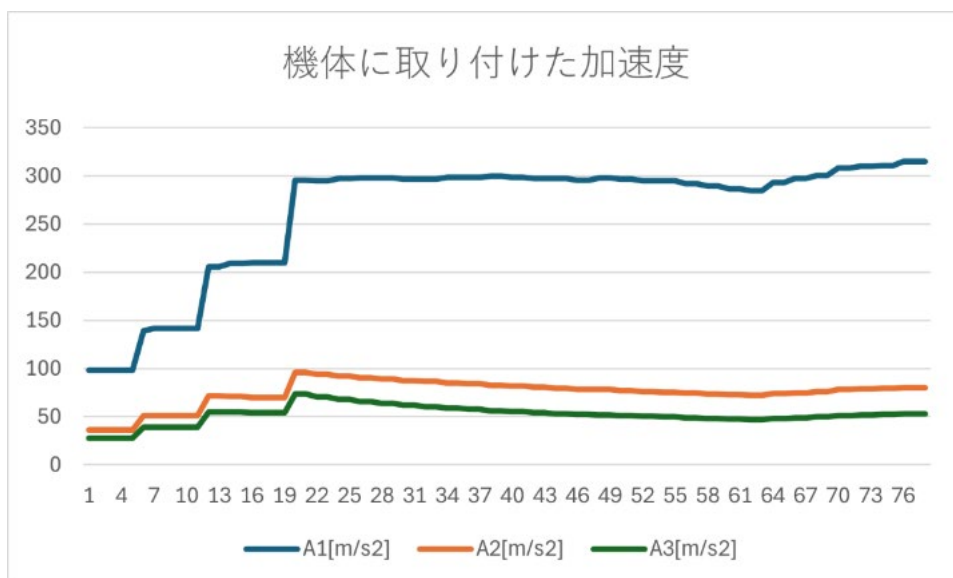


Fig.5-6-10 機体に取り付け加速度

また、CanSatに搭載している加速度センサの振動時データをFig5-6-13に示す。

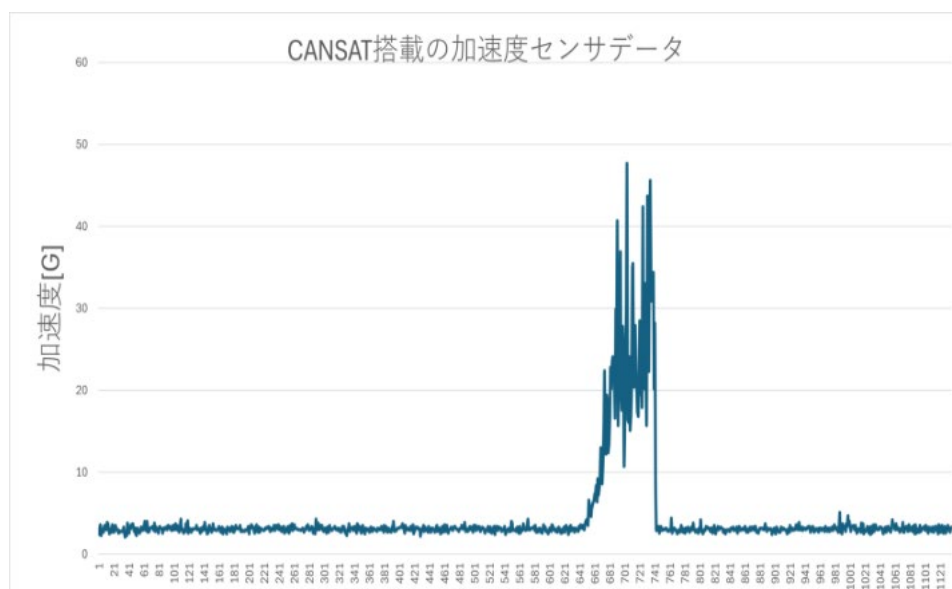


Fig. 5-6-13 加速度センサの振動時データ

- 結論
 - CanSatが実際のロケットの打ち上げを想定してかかる振動に機体が耐えうることを確認した。

RV7 分離衝撃試験

- 目的
 - CanSatがロケットから放出される時の衝撃に機体が耐えうるかを衝撃試験により確認する。また、ロケットから放出され、パラシュートが開傘する際の衝撃に結合部が耐えられ、パラシュートや機体に損傷がないことを確認する。
- 試験内容
 - この試験では機体がロケット分離時に生じる衝撃に耐えられ、パラシュート 開傘する際の衝撃にパラシュート、機体に損傷がないことを確認する。 CanSatがロケットから分離した後、パラシュートが開傘する際に生じる瞬間的な分離衝撃の大きさは共同開発団体がARLISS2019に行った3回の打ち上げ から得たデータから決定する。 ARLISS2019 3回の打ち上げにて生じた分離衝撃はそれぞれ、 1回目 最大約 23.48[G] 2回目 最大約 25.41[G] 3回目 最大約 21.67[G] 3回の分離衝撃はどれも30[G]を下回っていることから、今回の試験では分離 衝撃の誤差を考慮したうえで最大30[G]相当と想定し、評価試験を行う。 共同開発団体が2019ARLISSにて測定した放出時の加速度データを以下のFig. 5-7-1, Fig.5-7-2, Fig.5-7-3に示す。

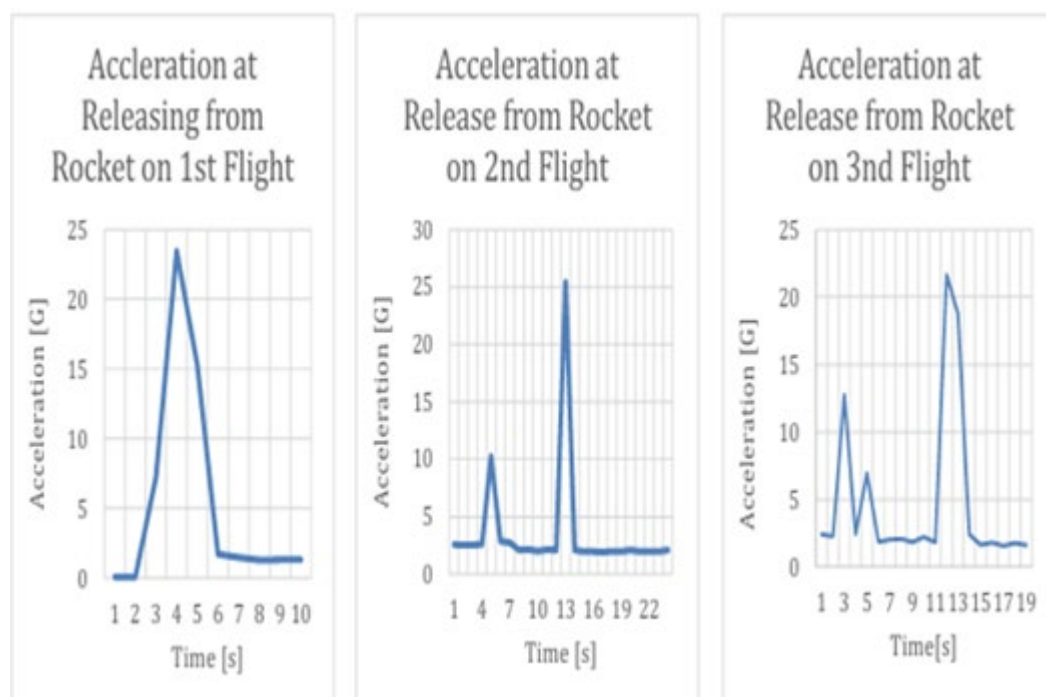


Fig.5-7-1 分離衝撃1回目 Fig.5-7-2 分離衝撃2回目 Fig.5-7-3 分離衝撃3回目

30[G]の加速度を基準値としてCanSatのパラシュートを手で持ったまま、

Can Satを高い位置から自由落下させ、その際にCanSatの加速度センサが測定した値が30[G]を超えた衝撃を観測できたとき、パラシュート、CanSatの状態に異常がないか評価し、問題が確認されなければ、成功とし試験を行う。

- 試験結果

- 3回の自由落下をかけ約30Gの加速度をかけるようにした。実際にかかった加速度データのログをグラフに示す。30G以上の数値を観測している部分が分離衝撃を与えた部分として捉える。

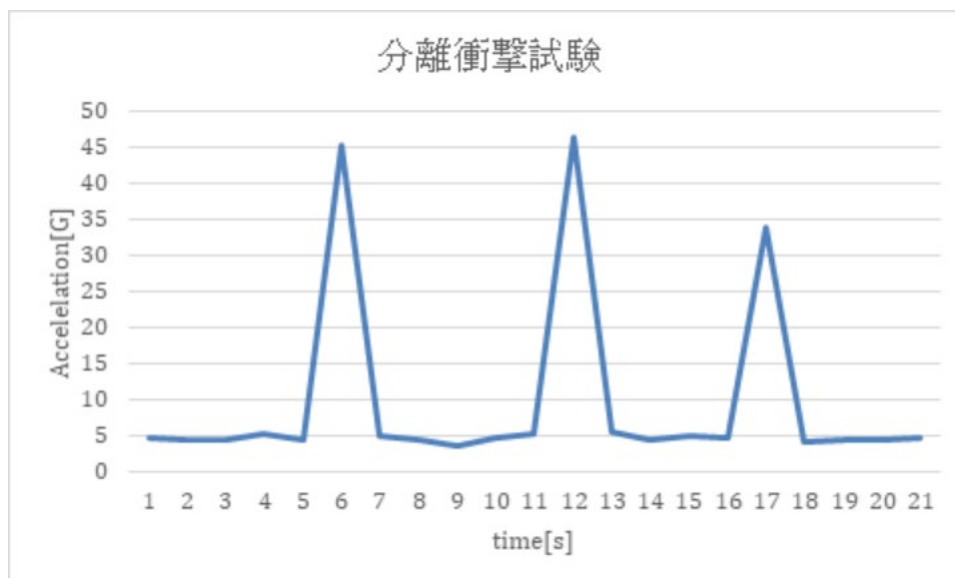


Fig. 5-7-4 分離衝撃3回目

Fig.5-7-4から3回与えた衝撃の値がそれぞれ45.5G, 46.5G, 33.9Gという結果になった。30G以上の衝撃を3回与えた後、パラシュートの結合部分、CanSat保護カバーとの結合部分には異常はみられなかった。また機体、センサ等にも損傷が見られずその後のパラシュート焼き切りから機体の走行まで異常がないことが確認できた。(下記のURLを参照)

○分離衝撃試験の動画URL：<https://youtu.be/AzXIRmUqcfY>

- 結論

- 試験結果より、基板や電子部品及び機体、モータ、バッテリーに損傷がないことが確認でき、ロケットから放出されパラシュートが開傘する際の衝撃にパラシュ

ートとの結合部，パラシュート及び機体が耐えられると判断した。

RV8 通信周波数ch変更試験

- 目的
 - CanSat に搭載した無線通信機のチャンネル変更ができることを確認し，レギュレーションを満たすことを確認する。
- 試験内容
 - 使用機器：CanSatに搭載されたInterplan IM920sL無線機。

目的：状況に応じて通信周波数チャンネルを切り替え，通信の継続性を確認する。

操作：Tera Term上で「stch チャンネル数」のコマンドを入力。

結果：コマンドによりチャンネルが切り替わり，データを受信可能にする。

プログラムの確認：周波数チャンネルをプログラムで変更し，その動作を確認

通信の確認：チャンネル変更後に，データが正常に受信されていることを確認

結果：無線通信の周波数チャンネルを切り替える機能が正常に動作することを確認。

○試験手順の簡単な流れ

- ①**準備：**Interplan IM920sLをCanSatに搭載。
- ②**設定：**Tera Termでコマンドを使ってチャンネルを変更。
- ③**確認：**データ受信が正常に行われることを確認。

- 試験結果
 - ①IM920 sl と接続されたRaspberry Pi pico のパラプログラム上でチャンネル数【IM920_CH】の値を変更しメインプログラムでコンパイルすることでチャンネルが変更される。今回は35から31へ変更した。

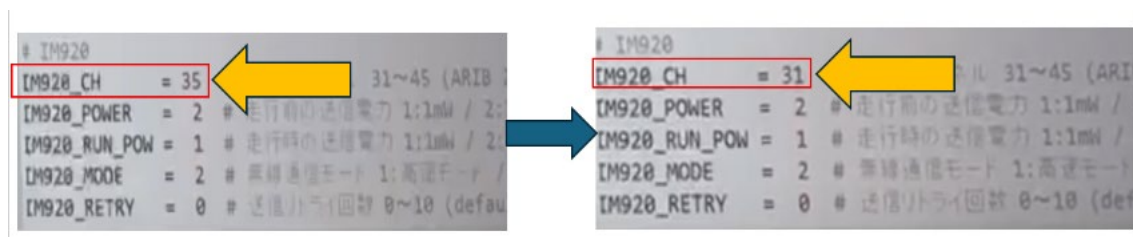


Fig. 5-8-1 チャンネル変更のプログラム

- ② IM920 sl が接続されたPC のTeraTerm 上で【STCH 31】とコンパイルすると，チャンネルが31になる。実際のデータログをFig. 5-8-2 に示す。

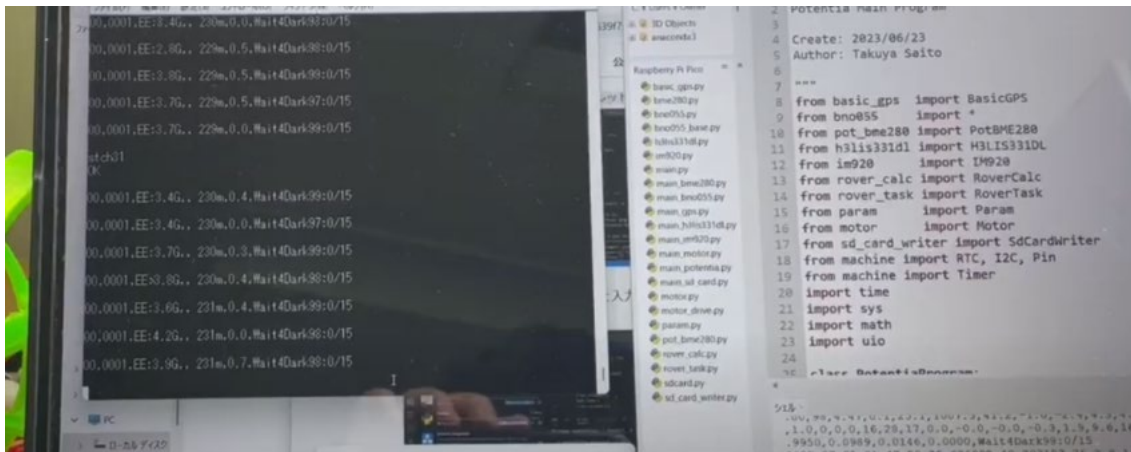


Fig. 5-8-2 実験でチャンネル変更したデータログ

無線(interplan IM920 sl)のチャンネル変更については、プログラムによりチャンネルを変更し実際に通信できることを確認した。

また、この試験の様子を動画にまとめた。(下記URLを参照)

○通信周波数変更試験の動画URL：<https://youtu.be/mUvzOxTqkVs>

- 結論
 - 無線のチャンネル調整が可能であることが確認できた。

RV9 通信ON/OFF試験

- 目的
- CanSatに搭載した、通信システムの電源が、発射時には切れており、機体がロケットから放出された時点で通信が行われることを検証する
- 試験内容
- 本機体では、ロケットからの放出を光センサで感知する仕組みを採用している。そのため、機体をキャリア内に格納し、ロケット内部にある状態を再現して通信機能が停止していることを確認する。その後、キャリアから機体を取り出し、通信装置の電源が入り、信号の送受信が可能になるかを確認する

- 試験結果
- 光センサが放出を感知し、通信装置の電源が入り、信号の送信を開始したことを確認した。また、この試験の様子を動画にまとめた。（下記URL を参照）

○通信ON/OFF試験の動画URL：<https://youtu.be/OnUIZnbsf00>

- 結論
- 放出の感知と通信電源の起動、そして通信の開始が問題なく行われたことを確認できたことにより、CanSatは通信ON/OFF試験のレギュレーションを満たす。

RV10,CRV1 End to end 試験

- 目的
 - CanSatの投下、自重での落下、着地衝撃、uu走行、ゴール判定、データの取り出しまでを本番と同じ手順で行う。今回は高所での投下が難しいと判断したためパラシュートによるシーケンスを
 - 1:自重での落下できるか
 - 2:着地衝撃に耐えられるか
 という2項目に簡略化して試験を行った。
- 試験内容
 - この試験では本番の動作を実際に行い各シーケンスが自律で行えることを確認する。以下に各シーケンスを示す。
 - ① CanSatをキャリアへ収納
 - ②CanSatをキャリアから自重で放出
 - ③CanSatに着地衝撃を与え、CanSatが衝撃に耐えられるか
 - ④CanSatとパラシュートが正常に分離できるか
 - ⑤キャリアブレイションを行い,加速度を用いて設定したゴールを目指す.それでもゴールへ行かなければゴールまでGPS位置情報を頼りに自律走行.
 - ⑥Lidarに切り替え,0mゴールを目指す.
 - ⑦ログデータの取り出しを行えるか
 以上のシーケンスを通してできるかを確認する。

- 試験結果

試験結果をTable5-10に示す.

回数	成功or 失敗	詳細	動画URL
1	成功	<p>【キャリア収納～パラシュート分離】</p> <p>①キャリアへ収納</p> <p>②自重で落下</p> <p>③落下衝撃を与え, 光センサの変動によってキャリアから放出されたことを判定</p> <p>④パラシュートと分離</p> <p>【キャリブレーション～ゴール判定,ログの取り出し】</p> <p>⑤今いる位置を特定するためキャリブレーションを行い,GPSを取得し加速度を用いて最初に取得した目標位置まで走行する.目標位置についてもコーンが見つからない場合はGPSのデータを頼りに走行する.</p> <p>⑥Lidarに切り替え,0mゴールまで走行.</p> <p>⑦ゴール判定後ログデータの取り出し,走行奇跡のグラフ作成プログラムを実行させる.</p>	動画の録画ができていなかった
2	成功	<p>・一回目より精度を上げようとして の二度目の試み</p>	<p>https://youtu.be/Gi_Guy</p>

		<p>①～④一回目と同様</p> <p>⑤今いる位置を特定するためキャリブレーションを行い,GPSを取得し加速度を用いて最初を取得した目標位置まで走行しようとしたが,取得したGPSと実際に目標位置だと判断した場所に大きな誤差が生まれてしまいうまくいかなかった</p>	<p>d3Cmw?si=</p> <p>ptYiwMEwH</p> <p>xgpzce-</p>
--	--	---	--

Table5-10 End to End 試験結果

- またログデータ,ログデータをもとにしたグラフは制御履歴レポート試験に記載する.
- 結論

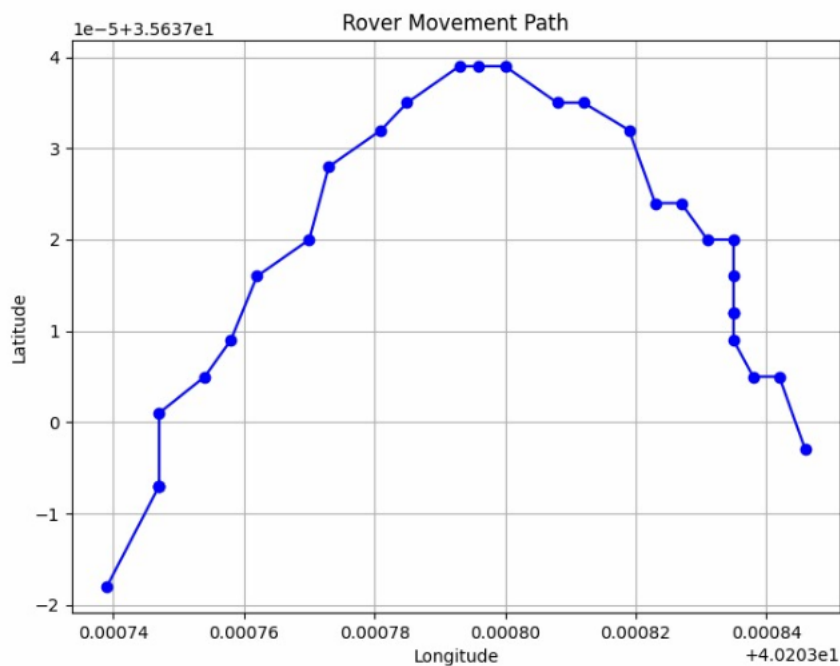
End to End試験にて各シーケンスを通して行うことができ,一連の流れに問題がないことを確認した.

本番まで回数を重ねより精度が上がる方法を模索する.

CRV2 制御履歴レポート作成試験

- 目的
 - End to End試験にて得られたログデータがどういった内容なのか, またログデータから作成したグラフを示し, 大会本番の制御履歴の提出ができることを確認する.
- 試験内容
 - この試験ではEnd to End試験により得られたログデータをSDカード経由でPCに保存し走行軌跡をグラフ化させるプログラムが正常に動作し制御履歴のレポートを作成できることを確認した.
- 試験結果
- SDカードからPCへ正常に保存することができ,プログラムも正常に動作し,ログデータからグラフの作成を行うことができた.

走行軌跡のグラフログデータから得られた走行軌跡のグラフをFig.5-11に示す。
走行軌跡のグラフでは縦軸を緯度，横軸を経度とし軌跡を表している。



● Fig.5-11-1 制御履歴

制御履歴値

SDカードから取り出したデータログは拡張子が.txtとなっているため.xlsx
へ変換し見やすくまとめた。

それぞれの列に関して説明を行う。

A～F列: 時系列に関するデータ

G～H行: GPSより得られた緯度，経度に関するデータ

J～AV列: CanSatの制御に関するデータ

AW列: CanSatの状態に関するデータ

	A	B	C	D	E	F
1	Potentia Log File at 20230717_072924					
2	year	month	day	hour	minute	second

G	H
latitude	longitude

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1											
2	satellite	hdop	goal dist	move dist	goal angl	light	batt volt	alt280	temp	pressure	humidity

U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
g200x	g200y	g200z	G200Max	accX	accY	accZ	GIMUMax	gyroX	gyroY	gyroZ

AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP
magX	magY	magZ	linAccX	linAccY	linAccZ	gravX	gravY	gravZ	upside dc	heading

AQ	AR	AS	AT	AU	AV
roll	pitch	eW	eX	eY	eZ

AU
Description

● Fig.5-11-2 制御履歴データ

制御出力系データの項目の説明を下記に示す.

- ・ J列 CanSatがキャッチしている衛星数
- ・ K列 HDOP (水平方向精度劣化指標)
- ・ L列 CanSatとゴールまでの距離
- ・ M列 CanSatがどれくらい動いたか
- ・ N列 ゴールとCanSatの向いている方向との角度(rad)ラジアン
- ・ O列 光センサの値
- ・ P列 バッテリーの電圧
- ・ Q列 高度センサの値
- ・ R列 温度

- S列 気圧
- T列 湿度
- U～W列 200Gまで計測可能な加速度センサの値
- X列 200Gまで計測可能な加速度センサで求めた最大値
- Y～AA列 通常の加速度センサの値
- AB列 通常の加速度センサで求めた最大値
- AC～AE列 ジャイロセンサの値
- AF～AH列 地磁気センサの値
- AI～AK列 線形加速度の値
- AL～AN列 重力加速度の値
- AO列 重力に対する角度
- AP列 地磁気センサより求めた自分の方角
- AQ～AR列 横, 縦方向の角度
- AS～AV列 クォータニオン

なおAI～AK列, AP～AV列の値はプログラムでは使用していない。

GPSによりゴール付近まで制御

- GPSでローバの位置を求める
- ゴールへの方向ベクトルを求め
ローバの方向ベクトルは
コンパスセンサで求めている
- ローバの方向ベクトルとの
なす角 θ から
図のようにゴールの方向ベクトル
より反時計回りのときは
右にハンドルを切る制御
- ハンドルを切る量は θ に比例



Fig5-11-3 GPSによる制御方法

- 結論

- CanSatが自律走行が可能であり,グラフ作成プログラムも問題なく動作し, グラフとして制御履歴を表すことができた.

第5.2節 ミッションを達成するためのシステム試験

1 1 MV1 着地衝撃試験

- 目的
 - 着地時に衝撃に機体が耐えられるかどうか実際にドローンを使用してパラシュートを投下して着地した際に機体に異常がないか確認する.
- 試験内容
 - この試験の落下試験を参考にする. その際に, 着地衝撃が加わっても期待が損傷なく動作することを確認する.
- 試験結果

着地衝撃を3回与え, 実際に電子回路のGPSセンサ類の値, パラシュート離脱機構, モータに異常がないか, CanSat機体が破損していないかの確認を行い, 故障なくCanSatに問題がなく正常に動作したことを確認した. 着地衝撃試験は落下試験と同じ動画から確認できる.

○落下試験の動画URL

1回目(1分00秒頃): <https://youtu.be/M8pHzKjObBc>

2回目(0分50秒頃): <https://youtu.be/Nu418uUIGGo>

3回目(0分40秒頃): <https://youtu.be/-bNMZjPEfQ8>
- 結論

CanSatが着地衝撃に耐え, 問題なく動作することを確認した.

MV2 走行性能確認試験

- 目的
 - CanSatを本番のフィールドで問題なく走行できることを確認する.

- 試験内容

- この試験ではARLISS本番を再現したフィールドにてタイヤの半径以下の轍，穴といったところでも走行できるか，実際に学内のグラウンドにて轍を再現し走破ができるかの試験を行う．実験での轍の画像の例をFig.5-13-1に示す．



- Fig.5-13-1 実験にて使用した轍

- 試験結果


- ARLISSのような地面での轍を再現し，6cm-10cmの各深さの轍を，走行しながら轍内で停止させた状態からの走行で，轍を乗り越えられるか試験を行った．轍の走行性能確認試験の結果を，表5-13-1に示す．走行性能確認試験を動画に撮り，YouTubeにて確認できるようにした．実際の試験の様子を下のURLに示す．

○ 走行性能確認試験の動画URL：<https://youtu.be/voUgQCMgxGE>




○ 轍から走行を確認したURL：<https://youtu.be/QzjsaztTLx8>

表 5-13-1 轍の乗り越え

試験回数	走破	轍の大きさ	結果詳細
1回目	○	深さ6cm 幅30cm	走行しながら乗り越え 深さ6c

			m 幅30cm の轍を 走行し相 良乗り越 えた
	○	深さ6cm 幅30cm 走行しながら乗り越え(1回目逆方向から) 	深さ6cm 幅30cm の轍を 走行しな がら乗り 越えた(1 回目逆方 向から)
2回目	○	深さ8cm 幅30cm 走行しながら乗り越え 	深さ8cm 幅30cm の轍を 走行しな がら乗り 越えた
	○	深さ8cm 幅25cm 走行しながら乗り越え(2回目逆方向から)	深さ8cm 幅30cm の轍を

			走行しながら乗り越えた(2回目逆方向から)
3回目	×	<p>深さ10cm 幅30cm走行しながら乗り越え</p> 	深さ10cm 幅30cm走行しながら乗り越えることはできなかった
	×	<p>深さ10cm 幅25cm 走行しながら乗り越え(2回目逆方向から)</p> 	深さ10cm 幅30cm走行しながら乗り越えることはできなかった(1回目逆方向から)
4回目	○	深さ6cm 幅30cm 轍の中から乗り越え	深さ6cm 幅30cm

			m の轍を 轍の中か ら乗り越 えた
	○	深さ6cm 幅30cm 轍の中から乗り越え(4回目逆方向 から) 	深さ6c m幅30c mの轍を 轍の中か ら乗り越 えた(4回 目逆方向 から)
5回目	○	深さ8cm 幅30cm轍の中から乗り換え 	深さ8c m幅30c mの轍を 轍の中か ら乗り越 えた
	○	深さ8cm 幅30cm轍の中から乗り越え(5回目逆方向か ら)	深さ8c m幅30c mの轍を

			轍の中 から乗り越 えた(5回 目逆方向 から)
6回目	×	深さ10cm 幅30cm轍の中から乗り越え 	深さ10c m 幅30c mの轍の 中から乗 り越える ことはで きなかつ た
	×	深さ10cm 幅30cm 轍の中から乗り越え(6回目逆方向 から) 	深さ10c m 幅30c mの轍を 轍の中か ら乗り越 えること はできな かった(6 回目と逆 方向から)

- 結論

- タイヤの半径を多少超える轍なら走破ができることが確認できた。

MV3 ゴール検知試験

- 目的

CanSatに搭載されたLiDARによってゴールを検知し、CanSatがゴールできることを確認する。本来は、4つのボールで構成されるゴールの認識を目指す。現時点ではそのアルゴリズムが未実装のため、単一物体の検知アルゴリズムを用いた簡易的な検証を行う。

- 試験内容

ゴールの代用として1つのカラーコーンを地面に設置し、CanSatを数メートル離れた位置に配置する。

CanSatのLiDARを用いて周囲をスキャンし、対象物体の方向（角度）と距離を検出する。スキャン結果をログファイルとして保存し、検出された物体の位置情報（角度・距離）を記録する。

- 試験結果

CanSatから1.5mほど離れたゴール想定のコーンを、Lidarを用いて検出することができた。その様子をFig.5-14に示す。



● Fig.5-14 Lidarによるゴール検知

- 結論

CanSatに搭載されたLiDARによってゴールを検知することができた.

第6章 工程管理

【全日程の概要】

- ・大学の試験日と休日は活動日にしない
- ・1日1試験かかる所を2日以上余裕を持ったスケジュールで設定している
- ・研究室50人の中から1試験約5人ずつ割り当てて試験を実施する
- ・アークス参加のメンバー(8人)と能代参加(4人)のメンバーが実験以外の書類を担当する
- ・5-6月: プロトタイプ作成&テスト, 予備審査試験
- ・6月下旬: UNISEC賞審査項目の審査試験&振動試験
- ・7月上旬: ミッション試験
- ・7月中旬: End-to-End試験とリカバリー
- ・7月下旬: 最終調整
- ・ガントチャートをFig.6に示す

【5月】

- ・5月: ミッションの考案&部品発注, プロトタイプ作成, テストと確認, 改良
- ・第1週: ミッションの考案 → 5月10日完了 (4日遅れ)
- ・第2週: 部品や材料の発注 → 5月14日完了 (4日遅れ)
- ・5月第4週-6月第3週: テストCanSat作成, 問題点の確認と改良 (NSE予備審査書提出)
→ 6月25日完了 (4日遅れ)

【6月】

- ・6月: プロトタイプ作成&確認終了, 予備審査・衝撃耐久関係試験実施 (1週間約2試験)
- ・5月第4~6月第3: テストCanSat作成, 問題点の確認と改良 (NSE予備審査書提出) → 6月25日完了 (4日遅れ)
- ・第3週: テスト用実験 → 6月29日完了 (8日遅れ)
- ・第4週: 質量試験・キャリア収納試験 → 7月3日完了 (9日遅れ)
- ・第4-5週: 準静的荷重試験・分離衝撃試験 → 7月31日完了 (34日遅れ)
- ・第4週: パラシュート投下試験・開傘衝撃試験 → 7月29日完了 (31日遅れ)
- ・6月第5週-7月2週: 着地衝撃試験・走行性能確認試験 → 7月29日完了 (22日遅れ)

【7月】

・7月: 本審査に向け, ミッション関係・End to End試験実施(1週間約2試験), 本番用CanSat製作

- ・第1週: 振動試験・GPSデータダウンリンク試験 → 7月26日完了(19日遅れ)
- ・第1-2週: 通信機電源OFF/ON試験・通信周波数ch変更試験 → 7月1日完了
- ・第3週: 制御履歴試験・End to End試験 → 8月29日完了(48日遅れ)
- ・第4-5週: 試験結果から本番用CanSatを製作, 最終調整(NSE本審査書提出)

【8月】

- ・8月: 本番への最終調整と準備
- ・第1-2週: 最終調整や準備(NSE本審査書再提出締め切り)
- ・第3週: 能代宇宙イベントへ出発

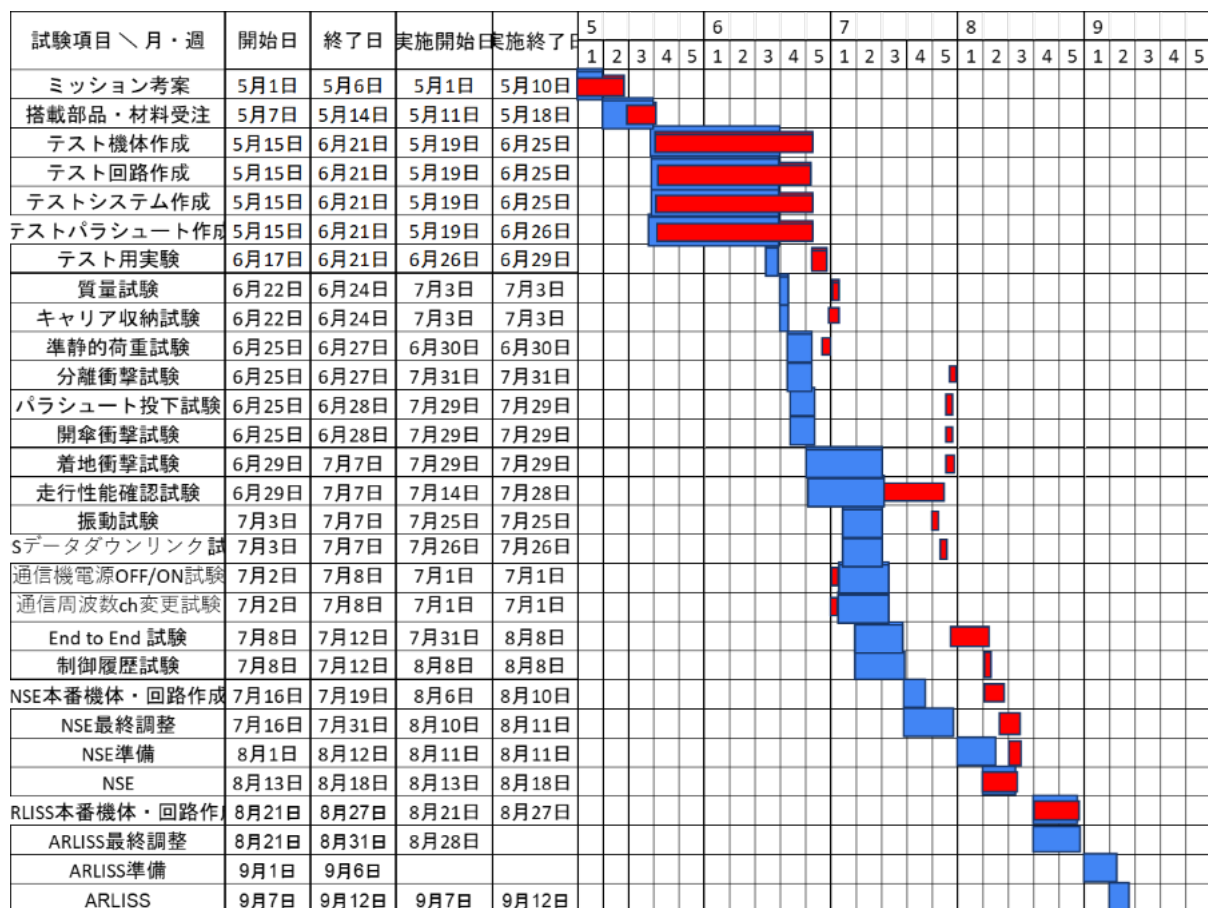


Fig.6ガントチャート

第7章 大会結果報告

第7.1節 目的

本大会ではGPSを使用できない環境を想定してGPSを使用せずに走行した際の精度を検証し、4つのボールを用いた新ゴールをLIDARを使用して達成することを目的とした。

第7.2節 結果

二回行った打ち上げそれぞれの結果を記載する。

項目	打ち上げ1回目	打ち上げ二回目
キャリアから放出されたかを判定する気圧センサが正常に動作できる。	○	○
パラシュートから正常に分離し加速度センサ等を用いてゴールに向かい5m以上走行することができる。	○	○
GPSを使用せずに走行し、ゴールと判定された地点から実際のゴール座標の距離を測定できる。	×	○
LiDARを使用してゴールを検知できる。	×	×
0mゴールを達成する。	×	×

第7.3節 考察

打ち上げ1回目では、CanSatの走行中にバッテリーが切れ、機体が停止した。LiDARの追加や蛇行して走行していたなどの理由にバッテリー消費量が増えたことが原因だと思われる。

2回目の打ち上げでは、バッテリー消費を削減するために、蛇行を減らすように走行プログラムを変更した。ゴールに接近した際に、ゴールを正常に検知できず、ゴール判定を行い走行を終了した。

第8節 まとめ

第8.1節 工夫点・努力した点

従来の機体では、GPS の過去座標との変化から走行方向を推定していた。しかし今回の機体は走行に GPS を使用しないため、この方法は採用できなかった。そこで代替として地磁気データの利用を試みたが、走行中にタイヤの回転数測定用の磁石が干渉し、正確な方角を取得できないことが分かった。そのため、最終的に 9 軸センサから得られる値を元に走行方向を推定しながら走行する方式へと改良した。

また今回新ゴール検知にLidarを使用した。従来マイコンで利用している Raspberry Pi Picoでは膨大なLidarのメモリがデータを保持できずエラーが起きてしまうため、tiny2040という Raspberry Pi Picoと同設計のマイコンをLidar専用マイコンとして使用し、さらにtiny2040ではプログラムをC++言語で書くことで安定した動作をするようにした。

第8.2節 課題点

二回目の走行で、衝撃でLidarの接続不良が起き上手く動作をすることができず、新ゴールの達成はできなかった。一回目の走行終了時点ではLidarの接続は正常であったため、Lidarと機体の接続を安定した方式に改善の必要がある。

GPSを使用せずに走行する際にBNO055の電子コンパスを使用した。取り付けが機体の中心ではなく端に着ける構造のため、長距離の測位ではその差が大きくなってしまい一定の誤差があり正しいゴールの方向へ走行をしなかった。機体の基板の構成や測位の方式に見直しが必要であると考え。

第8.3節 今後の展望

前節で述べた改善点を活かして新ゴールでの0mゴールの達成とGPSに依存しない走行を確実なものにする。

今後の予定として種子島ロケットコンテストに参加があるが、そこで今回のフィードバックを基に優秀な機体を作り上げ良い結果を残せるように努める。