

ACTS ~~大会成果報告書安全（予備）審査書~~

提出日：2021 年 ~~12~~11 月 ~~26~~4 日

~~● 教員による審査~~

審査コメント と アドバイス	
その他一言	

~~● 審査基準~~

安全面	● 第3章「要求項目の設定」において安全を満たすための試験が実施されているか or 実施予定か ● 実施されている or 実施予定の場合、その試験内容は十分妥当か
ミッション面	● ミニマムサクセスを実現するための性能が CanSat に搭載されているか （ミッション内容と製作予定の CanSat の性能に大きな乖離が無い）

- チーム情報

CanSat チーム名	九州工業大学 KITCATS
CanSat チーム 代表者情報	菰田凌司 komoda.ryoji394@mail.kyutech.jp, 080-4952-4856
UNISEC 団体名	KITCATS
UNISEC 団体 学生代表	菰田凌司
責任教員	豊田和弘和宏 toyoda@ele.kyutech.ac.jp

- メンバー

役割	名前（学年）
代表	菰田凌司 (B3)
副代表	鈴木雄貴 (B3)
機体構造長	西田伊織 (B2)
<u>構造班メンバー</u>	<u>庄野竜生 (B3)</u>
<u>電装班メンバー</u>	<u>佐藤大志 (B3)</u>
<u>構造班メンバー</u>	<u>桑田陽予里 (B1)</u>
<u>電装班メンバー</u>	<u>中本愛 (B1)</u>

目次

第1章 ミッションについて

1. ミッションステートメント
2. ミッションシーケンス

第2章 サクセスクライテリア

第3章 要求項目の設定

1. システム要求（安全確保、レギュレーションのための要求）
2. ミッション要求（ミッションを実現するにあたり要求される性能）

第4章 システム仕様

1. CanSat 外観
2. CanSat 外観
3. システム図
4. アルゴリズム

第5章 試験項目設定

第6章 実施試験内容

第7章 行程管理、ガントチャート（スプレッドシートを推奨）

第8章 大会結果報告

1. 目的
2. 結果
3. 考察

第9章 まとめ

1. 工夫・努力した点（ハード、ソフト、マネジメント面すべて）
2. 課題点
3. 今後の展望

第1章 ミッションについて

1. ミッションステートメント（ミッションの意義と目的）

我々の設定するミッションは、着地点から自律制御でゴールまで向かい、誤差 0m で機体を止める 0m ゴールである。

0m ゴールは、cansat を走行させたうえでプログラムや各動作の正確性などを示す最大の目標であると思われるので、今回のミッションとして設定する。

2. ミッションシーケンス

cansat 放出からランバック開始までにかけてのミッションシーケンスを以下の図に示す。



第2章 サクセスクライテリア

ミニマムサクセス	着陸前に機体とパラシュートとの分離に成功し、発進する
フルサクセス	ゴールとの距離 0mでの機体制御終了

第3章 要求項目の設定

1. システム要求（安全確保、レギュレーションのための要求）

要求 番号	自己審査項目
	ACTS 安全基準
R1	質量と容積 がレギュレーションを満たすことが確認できている
R2	ロスト対策 を実施しており、有効性が試験で確認できている（例：地上局にダウンリンクする場合、ACTS で十分な通信距離が実現できるだろうと推測できる根拠が明確に示されていること。）
R3	地表近くで危険な速度で落下させないための 減速機構 を有し、その性能が試験で確認できている
R4	打ち上げ時の 準静的荷重 によって、安全基準を充足するための機能が損なわれないことが試験で確認できている
R5	打ち上げ時の 振動荷重 によって、安全基準を充足するための機能が損なわれないことが試験で確認できている
R6	分離時の 衝撃荷重 によって、安全基準を充足するための機能が損なわれないことが試験で確認できている
R7	打ち上げ時の 無線機の電源 OFF の規定を遵守できることが確認できている（FCC 認証かつ 100mW 以下の機器は OFF しなくて良い。また、スマートフォンを用いる場合は FCC 認証かつソフトウェアまたはハードウェアスイッチで off にできること（2017 年追加））
R8	無線のチャンネル調整に応じる意思があり、また実際に調整ができることを確認できている
R9	R1-R8 の充足を確認した設計の機体によって、ロケットへの装填から打ち上げ後の回収までを模擬した End-to-end 試験を実施できている。今後、安全性に関わる大幅な設計変更はない
R10	CanSat の収納・投下準備が 5 分以内でできている
	カムバックコンペティションルールの充足
R11	ミッション時に人間が介入しない 自律制御 を実施することが確認できている（注：2014 年のレギュレーション改定以降、地上局設備に計算機能を持たせてアップリンクしても良い）
R12	ミッション後、規定された 制御履歴レポートを運営者へ提出 する準備ができている（以下の根拠の項に制御履歴レポートの例を添付すること、ダミーデータを使用しても良い）

2. ミッション要求（ミッションを実現するにあたり要求される性能）

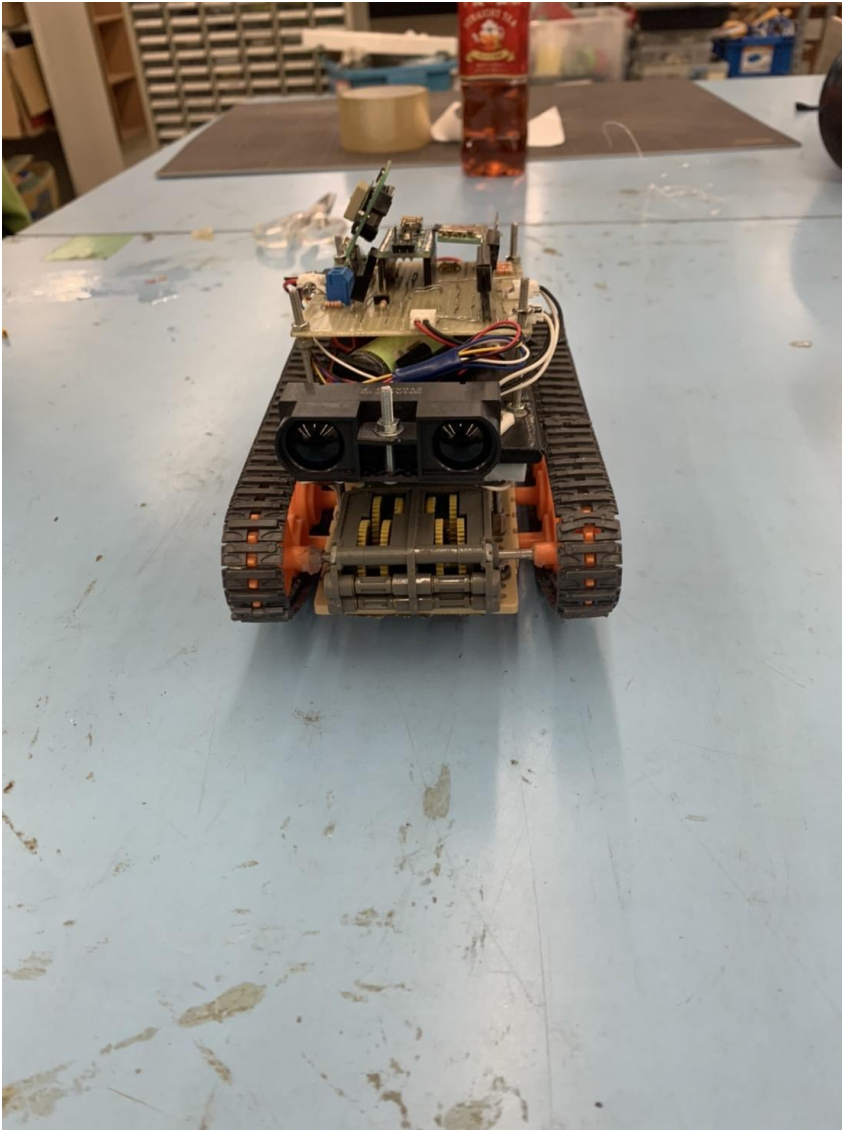
各チームでミッションを実現するための要求分析をしてください。ミッションによって、要求が大きく異なってきます。しっかりと分析して記載をお願いします。

※ここでは、システムの仕様を記述するものではありません。例えば、「1000mAhのバッテリーを搭載」と記述するのは間違いで、下記の M2 のように記述することが正しいです。

要求 番号	自己審査項目（ミッション実現要求項目）
M1	減速機構の設計および製作
M2	パラシュートが正常に展開し、減速をさせることができる
M3	着地時に減速機構を分離することができる

第4章 システム仕様

1. CanSat 外観



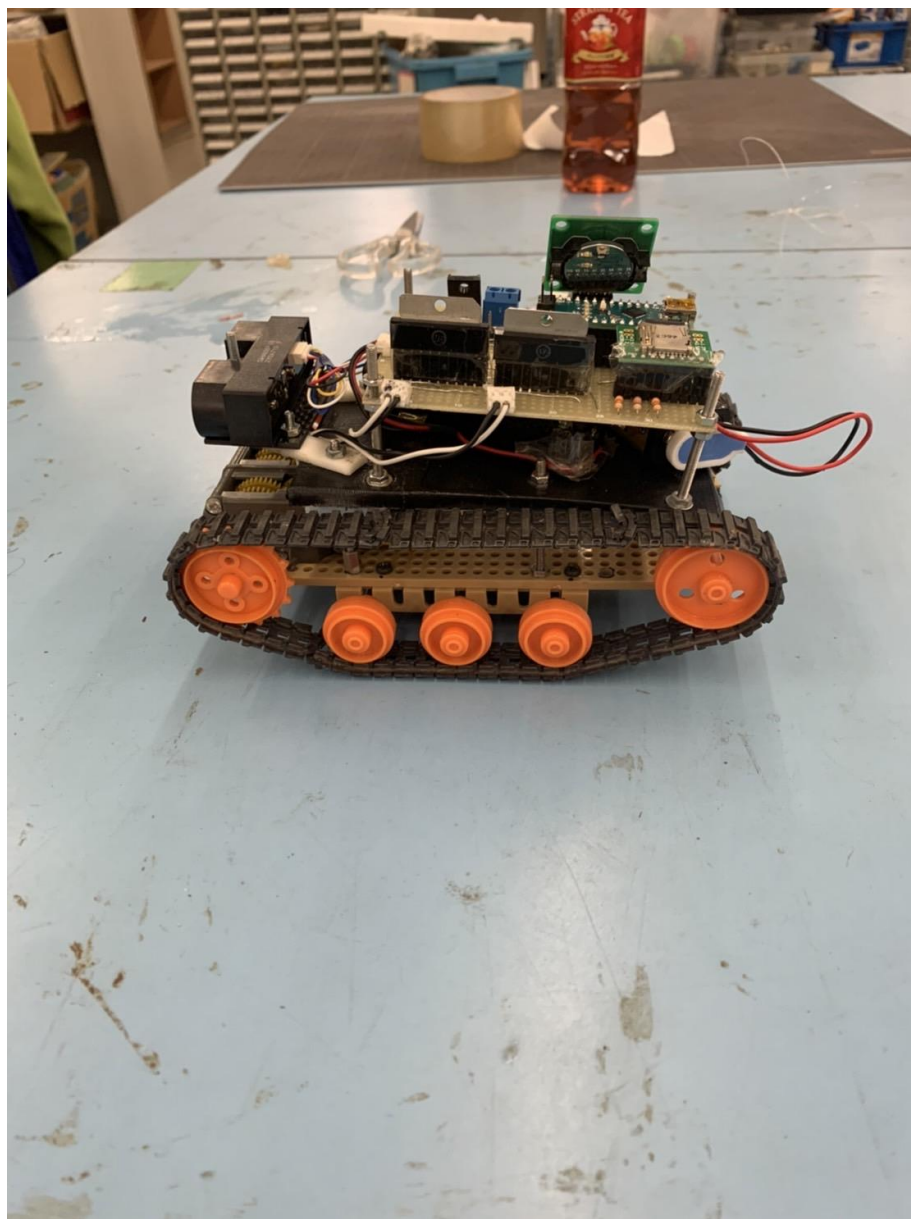


图 1. CANSAT 机体概要图

2. CanSat 内観・機構

本機体は複雑な機構を用いず簡素化することによって、不具合となりうる要素を除き、初参加で確実に結果を残すことを重視している。破損などのトラブルは特に気をつけるべき点だと考えているため、耐久性を高めることを念頭に置いて製作を進めた。

本体

本体は、マイコンなどの各種機器を積載する上段部をプリント基板に、バッテリーなどを積載する下段部の木の板を、その下にモーターや固定部を固定しやすいユニバーサルプレートを用いた三段構造となっている。

タイヤは、タミヤのトラック&ホイールセットを使用し、スタビライザーがなくとも安定した走行ができるようにした。

パラシュート

材料にはサバイバルシートを用いており、ゴアの枚数は6枚、各ゴアにそれぞれハトメパンチで穴をあけ、パラコードを通してキャリアとつなげている。

終端速度を5[m/s]において設計をしたが、試験ではおよそ4[m/s]しかなく、5[m/s]でも少々遅いのではと懸念されたため、先輩の前年度の速度を基準に目標を6[m/s]としてパラシュートの開口面積を小さくした。ポッドチェックで体積がレギュレーションを超えないギリギリであったため、ゴアを一枚ずつ切り取るのではなくサバイバルシートから正七角形を切り取る仕様にした。

表 1 パラシュートの概要

開傘荷重	$F[N]$	9.81
パラシュート開口面積	$S[m^2]$	0.479
降下速度	$v[m/s]$	6.50
吊下荷重	$m[kg]$	1.00
パラシュート直径	$D[m]$	0.781
ゴア枚数	枚	6
抗力係数	C	0.75
流体密度	$\rho[kg/m^3]$	1.29
重力加速度	$g[m/s^2]$	9.81



図 2 : パラシュート

3. システム図 (CanSat 搭載計器仕様一覧)

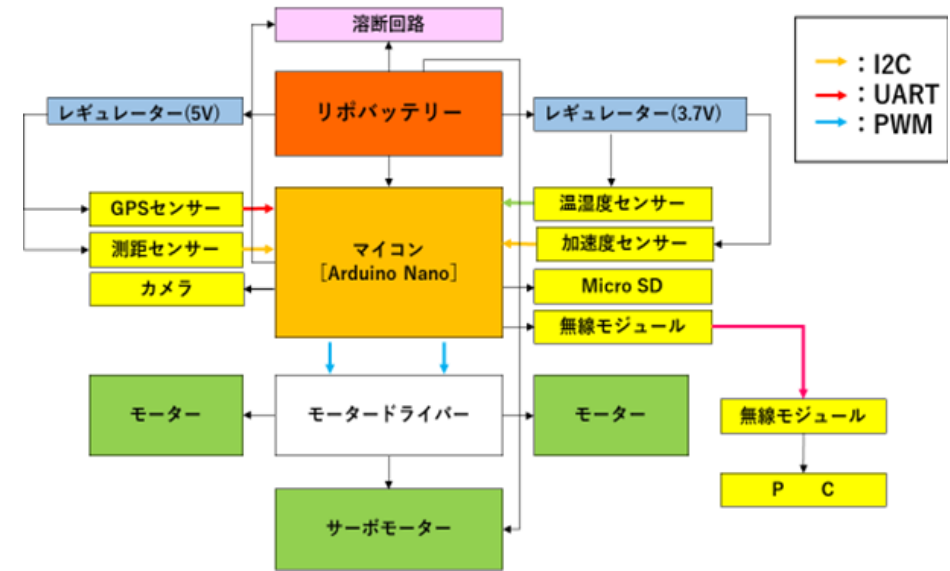


表 2 電装搭載物

電装搭載物	個数
Arduino nano	1
GPS	1
microSD スロット	1
スターターピン	1
モータードライバ	2
9V 角電池	1
タミヤギアボックス	2
microSD カード	1
ニクロム線(熔断回路)	1
3 軸加速度センサ	1

4. アルゴリズム

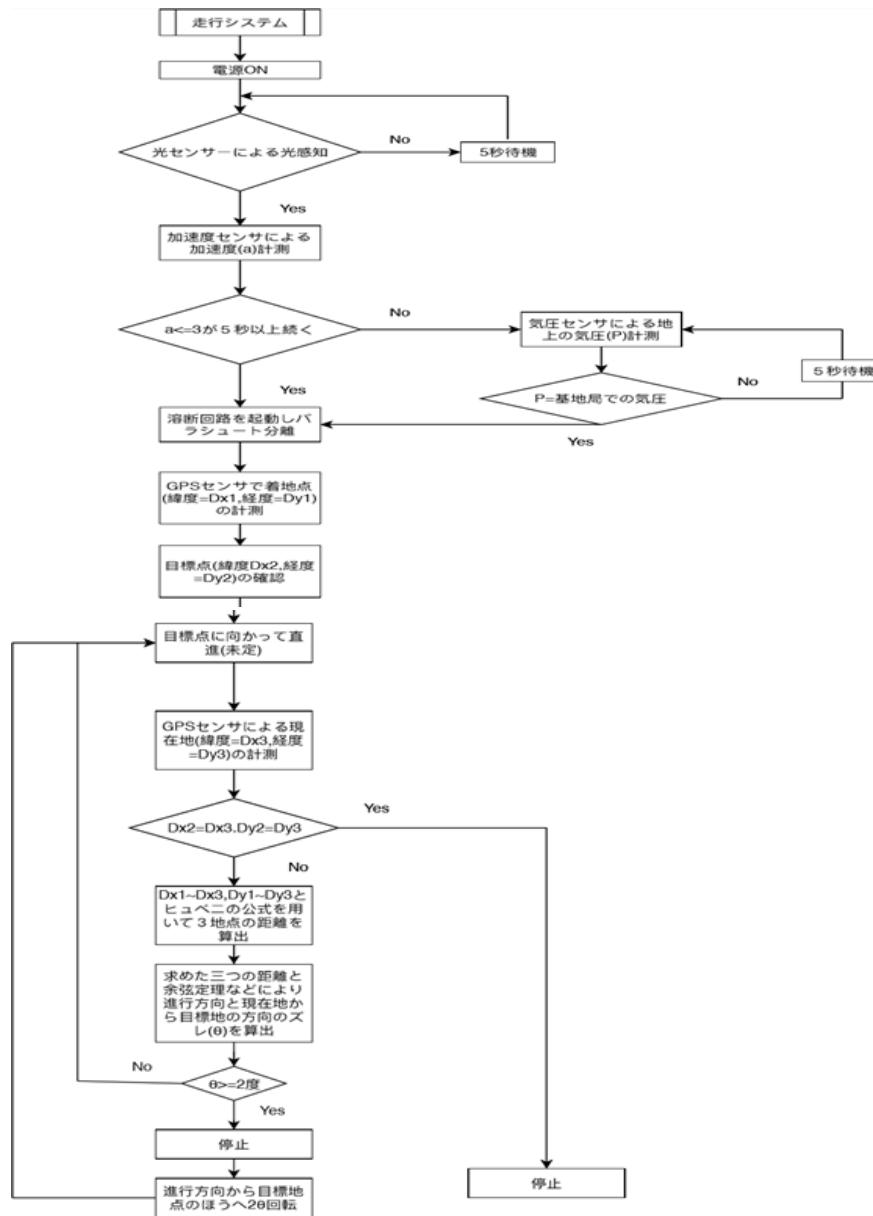


図 4. 機体制御フローチャート

第5章 試験項目設定

番号	検証項目名	対応する自己審査項目の 要求番号（複数可）	実施予定日
V1	質量試験	R1	
V2	キャリア収納試験	R1, R10	
V3	減速機構分離試験	R3, R4, R5, M1, M3, M4	
V4	投下試験	R3, R4, R5, M2	
V5	ロングラン試験	R11	
V6	走行制御試験	R11	
V7	制御ログ保存試験	R11	
V8	投下走行統合試験	R3, R4, R5, R11, M1, M2, M3, M4	
V9	ENDTOEND 試験	R9	

第6章 実施試験内容

(未実施の場合でも目的、内容までではできる限り記入してください)

1. システム要求を満たすための試験内容

(V1) 質量試験

○ 目的

質量がレギュレーションを満たしていることを確認する。

○ 試験/解析内容

質量計で測定を実施し、機体とパラシュートを含めた全ての質量が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。

○ 結果

612g



図 5. 質量試験の様子

○ 結論

レギュレーション内である

(V2) キャリア収納試験

- 目的

CanSat を素早く収納できるようにする。

- 試験/解析内容

CanSat を 5 分以内で収納し、投下準備ができることを動画に撮って示す。

- 結果

以下の URL に、投下準備の様子を写した動画をアップロードした。

収納キャリアは、レギュレーションを満たす自作のものである。

https://youtu.be/Fc36P_Nvv9U<https://www.youtube.com/watch?v=TyWKzKt22RE>

- 結論

47s で収納が完了し、5 分以内であった。

(V3) 減速機構分離試験

- 目的

CanSat と減速機構の分離が可能かを確認する。

- 試験/解析内容

CanSat と減速機構を、溶断回路を用いて分離できることを確認する。また、分離にかかる時間を測定し、落下試験に備える。

- 結果

電源オンから 23s で溶断回路が作動し、分離した。

- 結論

分離は可能である。

(V4) 投下試験

- 目的

パラシュートが正常に展開し、機体を減速させることを確認する。

- 試験/解析内容

CanSat を地上 10m 以上の高さから投下し、パラシュートが正常に展開し機体が減速することを目視で確認する。

- 結果

投下後、パラシュートが展開し、減速した。以下の URL に様子を写した動画をアップロードした。

https://youtu.be/eTWaCM0-N_E

○ 結論

パラシュートで減速することができる未実施

コメントの追加 [tk1]: これであって？

(V6) 走行制御試験

○ 目的

GPS センサと加速度センサが正常に作動し、任意の目的地まで機体が自立して走行することを確認する。

○ 試験/解析内容

任意の目的地を設定し、機体が自立制御により目的地から半径 5m 以内で静止することを示す。

○ 結果

任意の目的地に方向を修正することができたが、修正を繰り返し、目的地に近づかず、目的地 7m 周辺より近づくことがなかった

○ 結論

GPS による誘導プログラムの見直しが必要である。

(V7) 制御ログ保存試験

○ 目的

GPS センサ、加速度センサと気圧センサが正常に作動し、落下から走行終了までのログがメモリに保存されていることを確認する。

○ 試験/解析内容

落下、走行試験後にメモリを確認し、制御ログが保存されていることを示す。

○ 結果

制御ログのファイルが確認できなかった。

○ 結論

GPS による誘導プログラムの見直しが必要である。

(V8) 投下走行統合試験

○ 目的

上記 V4-V7 の試験を通して行い、機体の投下からゴール到達までのシーケンスにおいて機体が破損することなく実施できることを確認する。また、自立制御され、ログが取れていることを確認する。

○ 試験/解析内容

V4-V7 の試験を連続して行い、それぞれの試験/解析内容を満たしていることを確認する。

○ 結果

落下から分離までを行えることが確認できた。
落下のあとにパラシュートの紐が本体キャリアに絡まったのに加えて、上下逆の状態
で着陸したので、発信ができなかった。

○ 結論

パラシュートの紐の本体キャリアへの取り付け位置を見直し、上下反転状態で着陸
しないように見直す。

(V9) ENDTOEND 試験

○ 目的

上記 V1-V7 の試験を通して行い、機体の装填からゴール到達までのシーケンスにお
いて機体が破損することなく実施できることを確認する。また、自立制御され、ログ
が取れていることを確認する。

○ 試験/解析内容

V1-V7 の試験を連続して行い、それぞれの試験/解析内容を満たしていることを確認
する。

○ 結果

<https://youtu.be/1tMEKdJNZfU>

変更されたフィールド コード

上記野動画の通り、落下から分離までを行えることが確認できた。
投下試験を行える場所の下の地面が、長い雑草が生えていたので、ゴールを落下地点
の近くに置いた。
落下のあとに走行し、スタックした。スタック時に人力で走行可能な場所まで戻した
が、ゴール 1.5 程の場所で停止した。パラシュートの紐が本体キャリアに絡まったの
に加えて、上下逆の状態に着陸したので、発信ができなかった。

○ 結論

~~落下から離走までおこなうことができ、パラシュートの紐が機体からの取付位置を見直し、上下向きを確認できるようになる。~~

2. ミッション要求を満たすための試験内容

(V3) 減速機構分離試験

- 目的
投下時に機体と減速機構が正常に分離し、着陸後にこれらが絡まることなく走行を開始することを確認する。
- 試験/解析内容
V4と同様の条件で投下試験を行い、パラシュートによって機体が減速することを確認する。また、着陸後にパラシュートが分離し、機体と絡まらないことを確認する。
- 結果
落下から 1m04s で溶断回路が作動し、分離した。
- 結論
分離は可能である。

第7章 工程管理、ガントチャート（スプレッドシートを推奨）

各担当（ハード・ソフト・全体などの進行状況・予定を記入）

[全体スケジュール ver1.0 のコピー](#)

第8章 結果報告

1. 目的

投下試験を通して、基本的な CanSat の動作を行えるようにすること

2. 結果

投下一日目

パラシュートは展開し着地あわせて、溶断回路も作動していたがプラ板キャリアを閉じていた部分で接地したため、発進しなかった。
下の図6に着地後の CanSat 機体を示す。



図6. 一日目着地後の CanSat

投下二日目

パラシュートは展開し着地したが、一日目同様に横転して着地していた。溶断回路も作動していなかった。
下の図7に着地後の CanSat 機体を示す。



図6. 一日目着地後の CanSat

3. 考察

投下一日目

溶断回路は作動していたため、着地姿勢が発進できなかった一番の要員である。また、GPS センサからデータを受信したのを確認してから発進するというプログラムだったため、GPS 受信部にキャリアやパラシュートが覆い被さってしまうと動かないという問題点が浮かび上がった。

ミニマムサクセス	着陸前に機体とパラシュートとの分離に成功し、発進する
フルサクセス	ゴールとの距離 0mでの機体制御終了

ここで、以上の状況を先ほどのサクセスクライテリアを比較すると、ミニマムサクセスも達成できていないことが分かる。

投下二日目

一日目の反省を活かして、着地判定ができれば、GPS が受信できていなくても、モーターを回し、直進させるプログラムに変更した。また、キャリア下部に重心がよるように、おもりを接地し、タイヤ面で着地するように工夫した。

だが、着地後の CanSat を見ると横転して着地し、溶断回路も作動せず止まっていた。フライトピンは抜けていて、回収後の動作確認ではしっかり着地判定から直進まで動作したので、接触不良により電源から電力がとれなかったと思われる。

ミニマムサクセス	着陸前に機体とパラシュートとの分離に成功し、発進する
フルサクセス	ゴールとの距離 0mでの機体制御終了

ここで、以上の状況を先ほどのサクセスクライテリアを比較すると、ミニマムサクセスも達成できていないことが分かる。

三日目の投下に向けて、着地時にタイヤが接地するように、プラ板キャリアをくりぬいて、テグスを通す+下部のおもりで着地時にタイヤ接地ができるように加工したが、悪天候により投下が中止となった。

第9章 まとめ

1. エフ・努力した点（ハード、ソフト、マネジメント面すべて）

ハード面では、駆動部をキャタピラにすることで、ある程度の石や段差などを乗り越えられるような機体にした。また、機体板に配線を通す穴を開けることで、配線が絡まらないようにした。

ソフト面では、本番時に発進プログラムに問題点があることを迅速に判断し、プログラムフローチャートから見直し、実装プログラムを変更することができた。

マネジメント面は、大会当日に、機体の直進関数（どれだけモーターを回せば何 m すすむかの関数）の設定や整備などやるべきことをまとめたチェックリストをあらかじめ作成しておき、みなで確認しあいながら本番投下試験に向けての準備をおこなった。

2. 課題点

投下試験を行った際に機体が大破したため、修理に時間がかかり、投下走行試験を十分回行えなかった。大破にも備え、各部品の予備を組み上げ、構造物と電装物で予備を作成しておく必要がある。

機体本体は、機体を包むキャリアが着地した際にバウンドしてしまい、キャタピラ駆動部の本機体との整合性がないものであった。こういった整合性の検討も設計段階からしていく必要がある。機体をキャリアで包む場合は、キャリアが接地した際に、タイヤ駆動部も地面に接地していなければ、発進が安定せず運任せになってしまう。

3. 今後の展望

あらかじめ開発スケジュールに投下発進誘導試験を行い、試行錯誤を行う期間を設けておくことで、最後の開発の詰めを、余裕を持って行えるようにしたい。

確実にパラシュートを分離し、発信までできるように、着地前にパラシュートを分離し発進するような機体を開発したい。その際は、パラシュートのひもが絡まるなどの発進エラーをすべて挙げて、すべとを回避できるようなシステムを考える必要がある。