

大会報告書

首都大学東京 宇宙システム研究室 Tech²

内容

1	チームについて	2
2	CanSat 機体概要	2
3	大会結果	10
3.1	能代宇宙イベント	10
3.2	ARLISS	10
2	まとめ	12

2019 年 10 月 15 日
作成者名：工藤福太

1 チームについて

指導教員 佐原 宏典

学年	名前	製作担当箇所
M1	工藤福太	プロジェクトマネージャー, 機体設計, 機体加工
M1	大石明	回路, プログラム
M1	尾又由佳乃	パラシュート, 機体加工
M1	高橋勇人	機体設計, 機体加工
研究生	石川圭	機体加工

昨年, 同メンバーで ARLISS に参加しようとしたが, ミッションの設定, 時間の確保, 生活面より未参加となった. 今年の参加に向け一年間ミッションの模索を行い, 轍を乗り越える手法として提案された歩行機構を搭載した CanSat が実証できるか挑戦すべく参加した.

2 CanSat 機体概要

2.1 ミッションステートメント

歩行による CanSat を実証すること.

過去, ランバックミッションへ取り組むにあたり多くのチームが二輪ローバを用いて取り組まれてきたが, 経路中の轍や段差などにより, 走行不可能となりミッションを達成できない機体が多々あった. そこで, 当チームでは経路中の轍や段差などの障害物に対応する新しい走行手段を模索した.

その結果, 従来の二輪ローバでは機体が轍等に乗ることでタイヤが空転してスタックすることが根本的な原因であると判断し, その原理的回避を求めて, 新たにリンク機構を搭載して歩行する機体を提案し, ミッションステートメントを上記のように定めた.

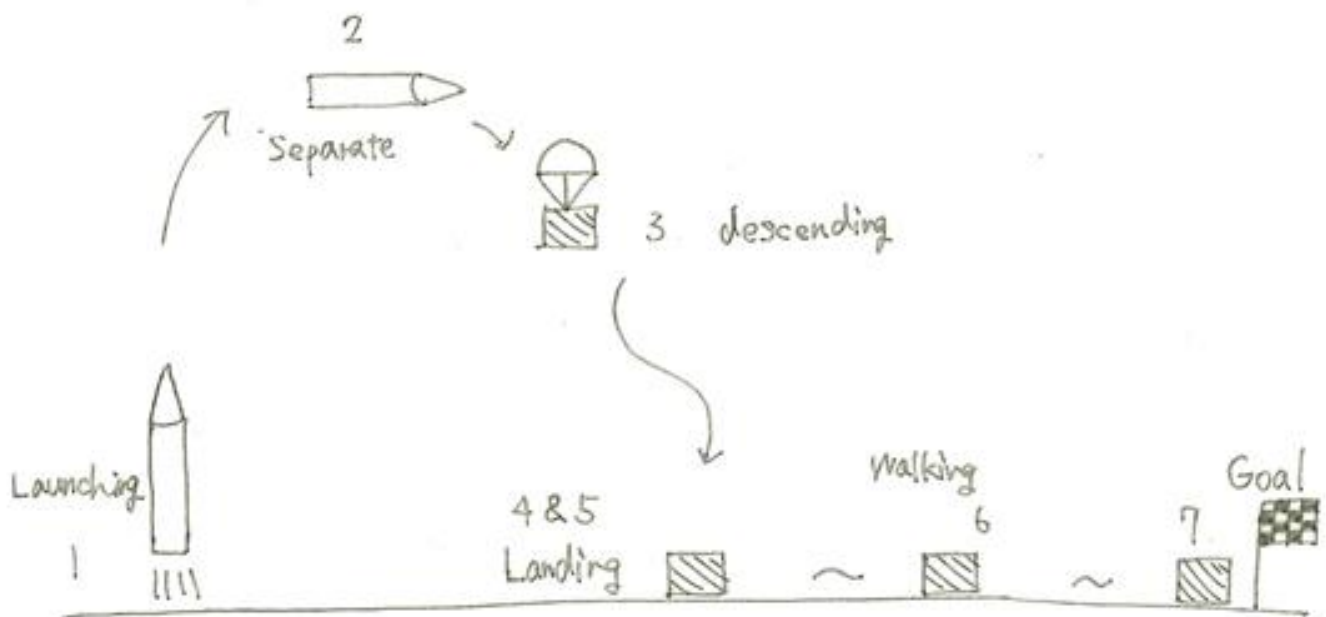
2.2 サクセスクライテリア

	ランバック	検証方法
ミニマムサクセス (50%)	減速降下の後に, 着地し歩行開始	・ 目視又は測位履歴から目標速度まで減速できたとき (10%) ・ 目視又は測位履歴からモータが正常に作動したとき (10%) ・ 目視又は状況からパラシュートから分離が確認できたとき (10%) ・ 目視又は測位履歴から歩行開始を確認できたとき (20%)
ミドルサクセス (70%)	安定した歩行を行うこと	・ 目視又は測位履歴より歩行による移動の軌跡を確認できたとき (20%)
フルサクセス (100%)	轍を踏破又は 1 km 歩行	・ 目視又は測位履歴にて, 機体が轍を踏破又は 1 km^{※1} 歩行したとき (30%)
アドバンスドサクセス (120%)	目標へ向かう歩行	・ 目視又は制御履歴より目標へ向かう歩行が確認できたとき (20%)

※1 当研究室の過去の経験から, 1 km 圏内にほぼ必ず轍が存在することに基づく.

2.3 ミッションシーケンス

- ① ロケット打ち上げ
- ② ロケットから放出
- ③ パラシュート展開
- ④ 軟着陸
- ⑤ 着地を確認後歩行開始
- ⑥ 歩行中
- ⑦ ゴール 3m 以内に到達・ゴール判定



チーム内ミーティングの頻度・・・週1回程度

・ 审查会等

構想開始・・・2019年4月

設計開始・・・2019年5月

MDR(第一回研究室内部审查会)・・・2019年5月23日

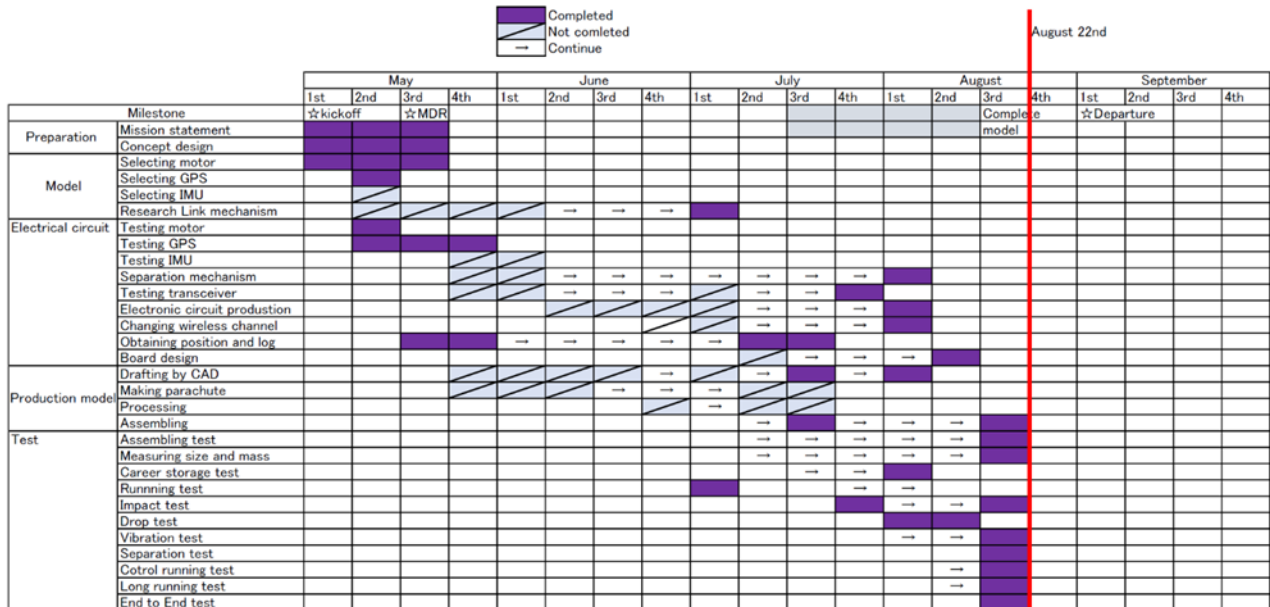
BBM(機能モデル)製作開始・・・2019年5月24日～

(第二回研究室内部審査会)・・・2019年7月4日

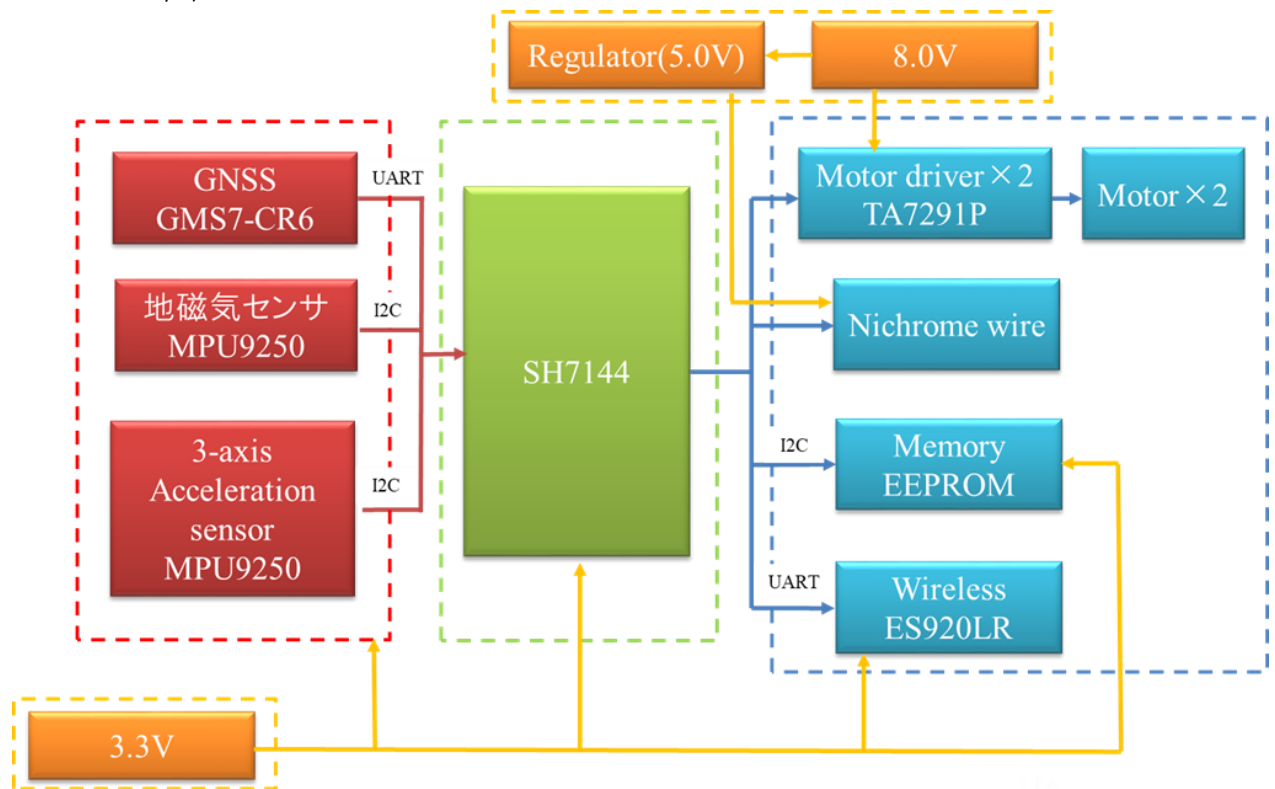
BBM(機能モデル)検証完了・・・2019年7月30日

EFM(実物大モデル、負荷検証)完了・・・2019年8月22日

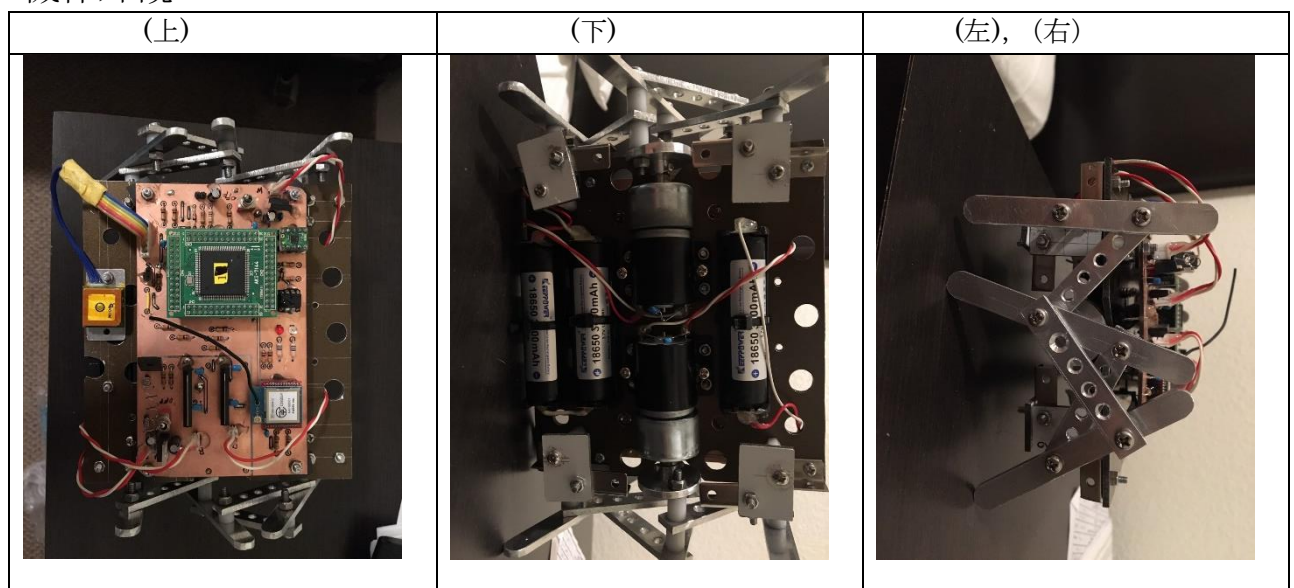
ガントチャート



2.5 システム図



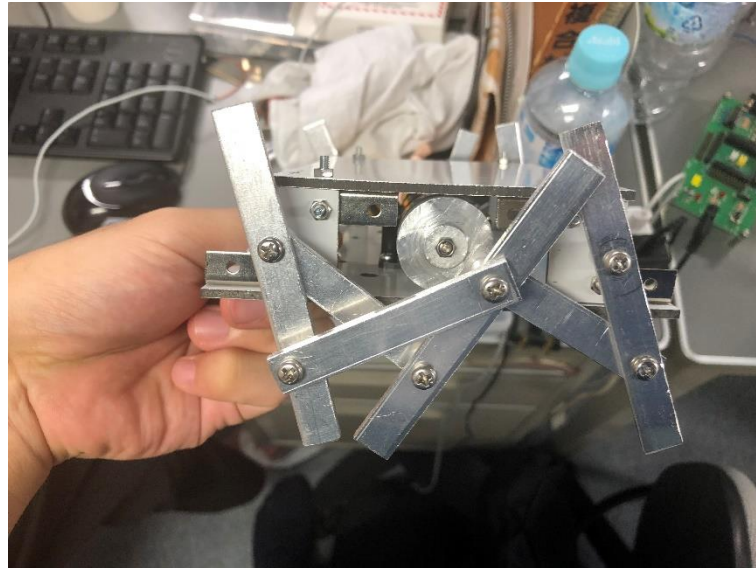
2.6 機体外観



2.7 機体構造・仕組み

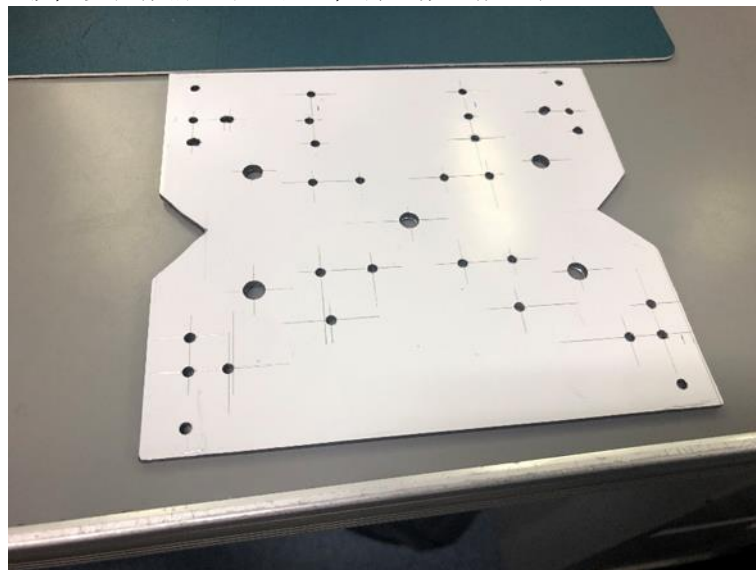
● 歩行機構

歩行機構は次図に示すような構造とした。ここで駆動部にはm4 ねじを軸として使用し、u ナットを用いて固定することで長時間の安定固定を可能にした。



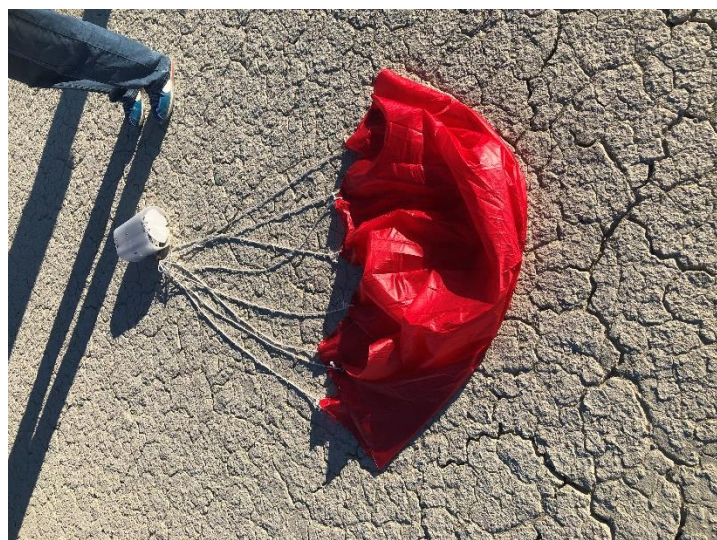
- 基準層

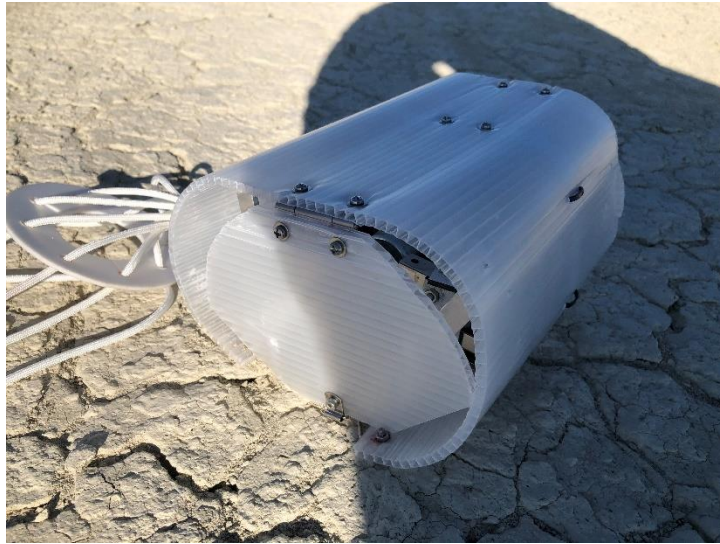
モータ、バッテリー、基板、歩行機構を取り付け、部品数を減らすことでメンテナンス性を高めた。



- パラシュート展開・分離機構

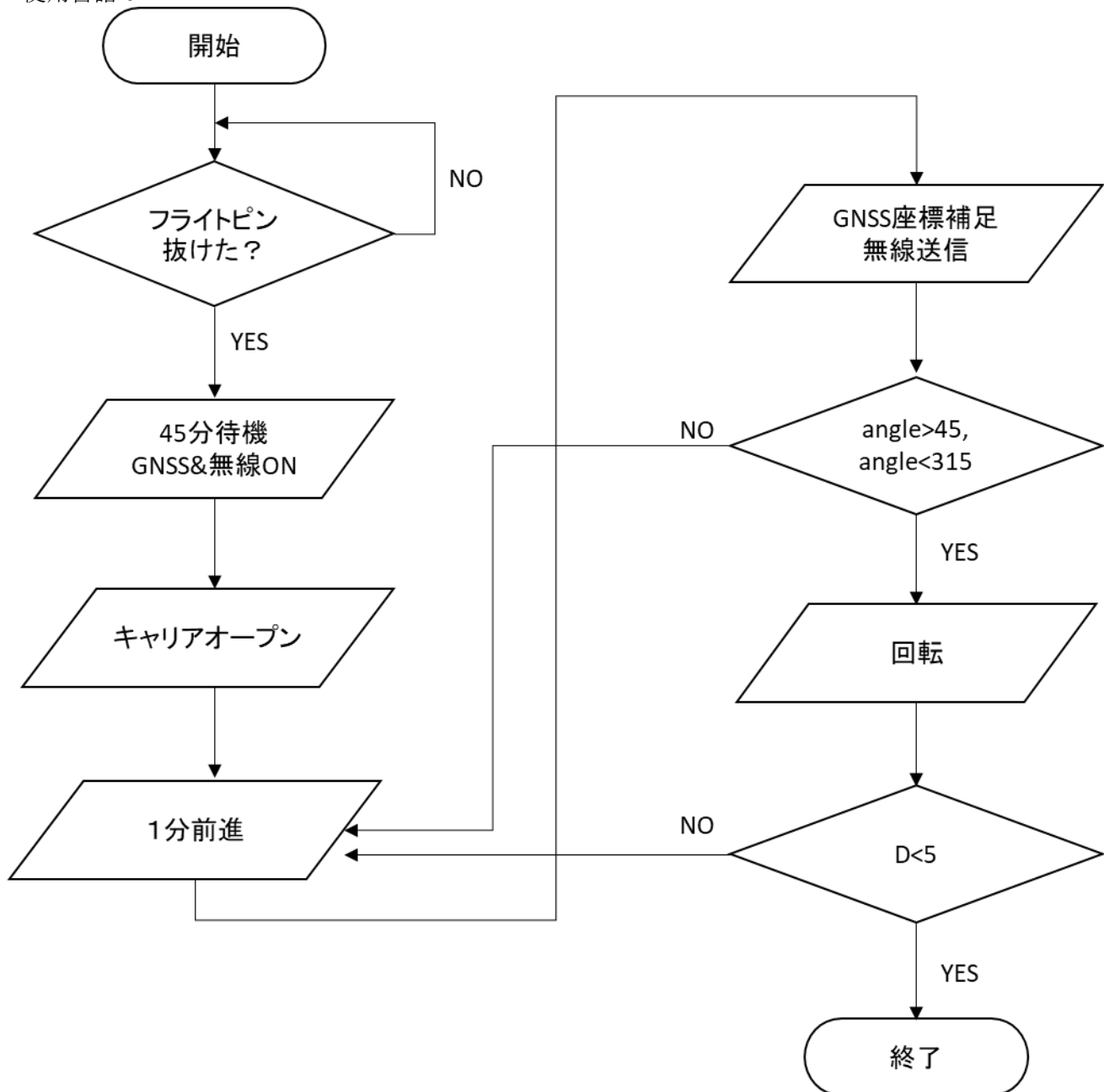
CanSat 本体を衝撃吸収ケースに入れ、ケースに取り付けられた D リングにテグスでフライトピンとともに固定した。打ち上げ後、キャリアから放出されたタイミングでフライトピンが抜け、その 30 分後にテグスを銅線により焼き切る仕組みとした。





2.8 プログラム・アルゴリズム

使用言語:C



※angleはGNSS座標によるゴールまでの角度と地磁気センサによるカンサットの向いている角度の差
※Dはカンサットとゴールの距離(m)

2.9 特に工夫した点・苦労した点

例年製作していた CanSat は二輪ローバであったため歩行機構を有する CanSat を製作するにあたり，従来の技術を応用させにくかった．また，歩行機構を一つのモータで動かすためには，機構をリンク機構にする必要があり，脚同士が干渉しないように設計することに一番の時間を要した．さらに，モータを動かすためには高い電圧を与えるかつ進む速さがとても遅かったため大容量のバッテリーを搭載する必要があり，既定の重量以内に抑えるために試行錯誤を繰り返した．

3 大会結果

3.1 能代宇宙イベント

未参加

3.2 ARLISS

3.2.1 目的

歩行による CanSat を実証すること

3.2.2 結果

	<u>パラシュート開傘</u>	<u>壊れずに着地</u>	<u>パラシュート分離</u>	<u>走行開始</u>	<u>10m 以上制御走行</u>	<u>100m 以上制御走行</u>	<u>1km 以上制御走行</u>	<u>ゴール</u>
1 回目	×	×	×	×	×	×	×	×
2 回目	○	×	×	×	×	×	×	×

一回目の打ち上げでは、パラシュートと CanSat を保護する着地衝撃軽減ケース、CanSat を結ぶテグスが切れてしまい、機体本体が自由落下したため破損しミッションはリタイアとなった。

二回目の打ち上げでは、パラシュートと CanSat を保護する着地衝撃軽減ケースは分離せず自由落下にはならなかったが、軟着陸ではなかったため歩行部が曲がり、また CanSat が着地衝撃軽減ケースから分離することができなかったためリタイアとなった。

3.2.3 取得データ

- 一回目の打ち上げ

自由落下し全損したため、取得データなし

落下地点座標：北緯 45.87295DD,西経 119.102932DD

- 二回目の打ち上げ

一回目の打ち上げと異なり、軟着陸地点まで無線機通信により CanSat の座標を得ることができたが、EEPROM に保存されたデータを取り出すことができず取得データなし。

落下地点座標：北緯 40.878534DD,西経 119.124932

3.2.4 故障原因解析

- 一回目打ち上げ

自由落下してしまい機体破損しリタイア

1. 自由落下し機体破損
2. 自由落下した原因として、上空でケースから放出してしまった。
3. 機体がケースから放出してしまった原因として、キャリアからの放出衝撃にテグスが耐えられなかった。
4. これらを解決するために二回目のフライトではテグスを二重にすることで強度を高めた。

- 二回目打ち上げ

パラシュートにより減速し着陸することができたが、軟着陸ではなかったため脚が曲がってしまい、ケースと機体が分離することができなかつたためリタイア

☆ パラシュートに関して

1. 減速降下することができたが、軟着陸とすることができなかつた。
2. 落下試験は繰り返し行つたが、降下速度を厳密に測定しきれていなかったため、本番では十分な降下速度に達していなかつた。また、降下中パラシュートにぶら下がっている機体が振り子のように大きく動くことを考慮していなかつたため、着陸時に片方の脚に負担がかかつてしまった。
3. これらを解決するために、落下試験の際にはより厳密に測定しかつ現地では真下に落下するわけではないことを考慮した降下速度に設定する必要がある。

☆ テグスに関して

1. ケースと機体が分離できなかつた。
2. 一回目の打ち上げよりテグスを二重にしたが、銅線により焼き切れず分離することができなかつた。
3. これらを解決するためにテグスを二重にしていたため、銅線による焼き切る時間を一回目と同じにするのではなく、焼き切る時間を長くする必要があつた。

☆ 歩行部について

1. 脚が曲がってしまい歩行することができなかつた。
2. 脚が曲がつた原因として軟着陸できなかつたことがあげられる。しかし、落下試験の際に垂直落下では1.5Gまで耐えることができていたことから、歩行部の強度に問題があつたと考えられる。
3. これらを解決するために、歩行部に用いる材質としてアルミを用いたことは根本的な問題ではないが、どの方向から力を加えても曲がりにくく軽量の仕組みにする必要があつた。

2 まとめ

- ミッション結果に関して
 - ✓ 今回の打ち上げではどちらも機体が破損、歩行不可能となってしまうリタイアという結果になった。
 - ✓ 今後の対策として、歩行機構、分離機構の改良、パラシュート設計の見直しが必要であると考えられる。
 - ✓ 今回の機体では新しい移動手段として歩行の可能性を探ることができた。課題点として多々挙げられたが、実現した場合着実な移動ができると考えられる。
- チーム運営に関して
 - ✓ チームのマネジメントを行うにあたり、スケジュール通りに進まなかったことがあげられるが、これは根本的な問題ではないといえる。理由として、チームが始動し始めた時点で時間が限られていることは明白だったためである。そこで、限られた時間の中でチームメンバーがどのように動くかのスケジュール調整する必要があったが、試作機の製作に一番の時間がかかってしまい細かく調整することができなかった。また、作業が遅れていたこともあり、本来制御歩行を組み込む予定であったが、間に合わせることはできなかった。しかし、当日までに CanSat 本体を完成させることができ打ち上げすることができたのでよかった。