

第 11 回能代宇宙イベント報告書



九州大学 PLANET-Q

目次

- 1 実験目的
- 2 実験概要
- 3 実験結果
 - 3.1 機体
 - 3.1.1 構造系
 - 3.1.1.1 打ち上げ結果・考察
 - 3.1.2 空力
 - 3.1.2.1 機体諸元比較
 - 3.1.2.2 落下予想範囲と打ち上げ結果
 - 3.2 分離機構
 - 3.2.1 構造
 - 3.2.2 打ち上げ結果・考察
 - 3.3 燃焼
 - 3.3.1 エンジン
 - 3.3.2 GSE
 - 3.3.2.1 燃焼試験
 - 3.3.2.2 GSE 概要
 - 3.3.2.3 GSE 運用
 - 3.4 搭載計器
 - 3.4.1 計器
 - 3.4.2 ペイロード
 - 3.4.3 打上結果・考察
- 4 今後の課題と展望
- 5 その他

1 実験目的

- ・ 自団体 GSE 運用の確立
- ・ 2 段分離機構の実証
- ・ パラフォイルの制御実験
- ・ ハイブリッドロケット製作と打ち上げのノウハウの洗練と継承

2 実験概要

陸打ち 1 日目である 8 月 14 日にて HyperTEK J250 のエンジンを用いた機体 1 機を打ち上げた。

全長 5m の TSRP ランチャを用い、予想到達高度は 237m。

展開機構には気圧計、無線 (TOCOS TWE-STRONG)、タイマーを搭載し冗長性を持たせている。またペイロードとしてパラフォイルを搭載しておりパラフォイルの制御実験を試みた。

3 実験結果

打ち上げは 2015 年 8 月 14 日 11 時 00 分に TSRP ランチャにて行われた。

打ち上げは成功し、タイマーによる展開が作動したことにより一段階目のパラシュートが開傘し機体は着陸した。しかし、実際の到達高度が予想到達高度よりも低く、二段階目のパラシュートが開く前に機体が着陸した。機体回収後には空撮動画のデータが取得できたことが確認できたが、計測機器の一つである気圧計は接触の不具合によりデータ取得に失敗した。また取得データの解析により、最高高度は約 161m であった。また、ペイロードとして一段階目に搭載されていたパラフォイルはペイロードキャリアが完全に放出されなかったため本体が放出されることなく機体とともに着陸した。GSE の運用については滞りなく行われた。

3.1 機体

3.1.1 構造系

機体寸法・仕様・搭載物・機体写真を以下の図 3.1.1, 表 3.1.1, 図 3.1.2, 写真 3.1.1 に示す。

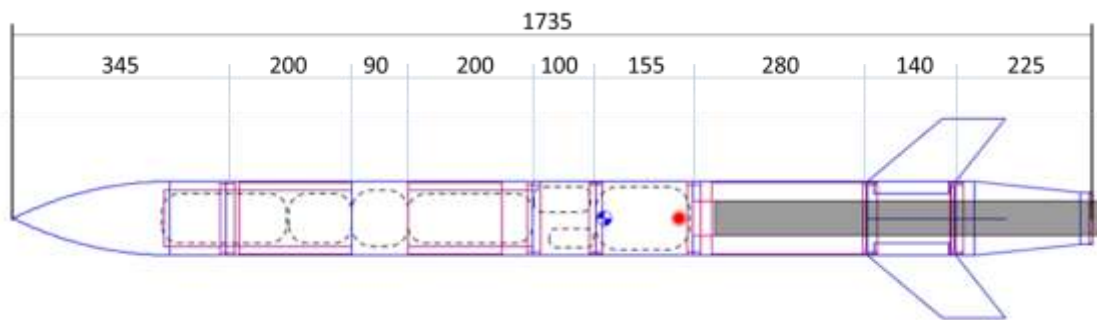


図 3.1.1 機体寸法

全長	1735mm
最大直径	118mm
最小直径(テイルコーン)	85mm
重量(酸化剤非充填)	7.275kg

表 3.1.1 仕様

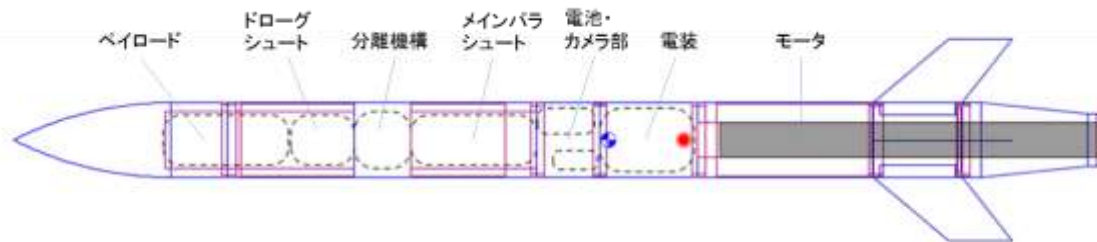


図 3.1.2 搭載物



写真 3.1.1 機体写真

ノーズ, ボディチューブ, テイルコーンは自作の GFRP を使用し, それぞれのモジュールをつなぐカプラにはジュラルミン(A2017)を使用した. ボディチューブ, カプラは M3×5 の低頭ねじを 30° ごとに 12 個つけて締結した. 最下部テイルコーンのエンジンブロックには M3×5 の低頭ねじを 90° ごとに 4 個つけて締結した.

ランチラグは M5 の超極低頭ボルトにツバ付樹脂ワッシャと樹脂ワッシャを組み合わせたものを使用し、ノーズ先端から 345 mm, 835 mm, 1370 mm の位置に取り付けた。以下の図 3. 1. 3 で示す。

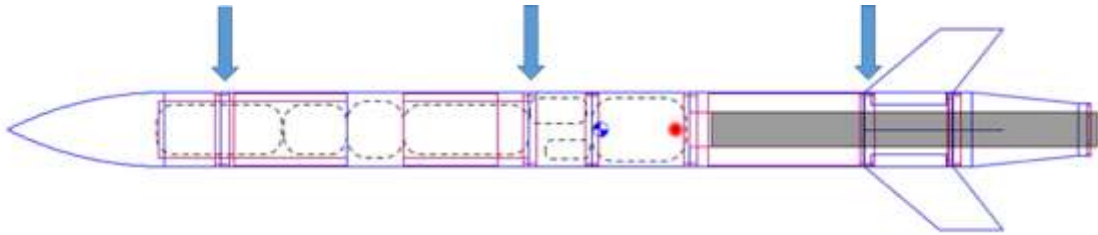


図 3. 1. 3 ランチラグ取り付け位置

フィンには 3 mm 厚のポリカーボネイトを使用した。フィンは埋め込み式にし、カプラと L 字アンゲル, M3 のトラスねじを使用して固定した。フィンの寸法・締結方法・写真は以下の図 3. 1. 4, 図 3. 1. 5, 写真 3. 1. 2 に示す。

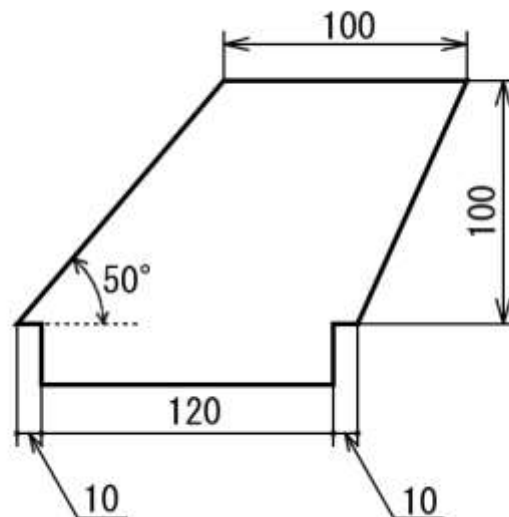


図 3. 1. 4 フィンの寸法

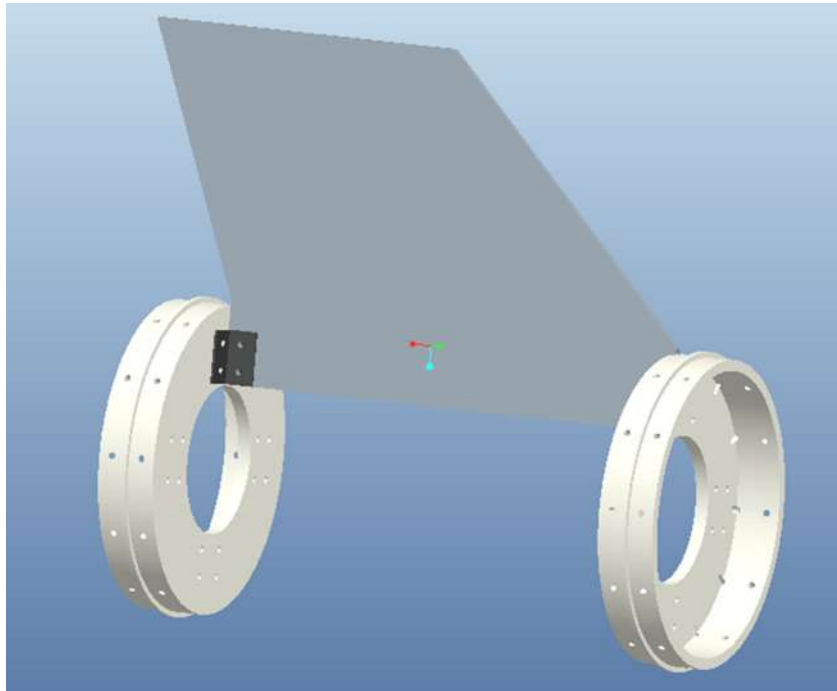


図 3.1.5 フィンの締結方法



写真 3.1.2 フィン部内部

3.1.1.1 打ち上げ結果・考察

ロケットが打ち上がり 1 段目分離機構が作動後、ドローグシュートが開傘した。そののちにペイロードが放出される予定であったが、ペイロードキャリアが十分に放出されず、パラfoilが放出されないまま減速落下した。2 段目の分離機構に関しては、予想よりも十分な高度が得られなかったために作動する前にロケットが接地しパラシュートは開傘しなかった。つまりドローグシュートのみが開傘したまま減速落下した。しか

し今回搭載のパラフォイルの傘部分はロケットから放出されていたため、ドローグシュート、パラフォイルの 2 つの減速要素により本来よりも遅く落下した。また落下地点がちょうど草が生い茂っていた部分であったことにもより、回収したロケットは無傷であり、最高の形で回収することができた。以下の写真 3.1.3 を参照。青の布がドローグシュート、オレンジの布がパラフォイルの傘部分である。



写真 3.1.3 ロケット接地後

また、パラフォイルが完全に放出されなかった原因に関して、2 つの理由が挙げられる。1 つはカンサットキャリアがノーズとロケット本体をつなぐ構造となっておりオープニングショックを受けてしまったこと。もう 1 つは弾道落下中に展開したことによりオープニングショックが本来の予定よりも大きくなってしまったことである。機体回収後ペイロードキャリアを確認したところ一部亀裂が入っておりそれが出口に引っかかってしまったためパラフォイルの放出ができなかったとわかった。この構造は完全に製作側のミスであり、オープニングショックが伝わらないような構造にしなければならない。

3.1.2 空力

3.1.2.1 機体諸元比較

表 3.1.2 機体諸元比較

	完成報告書(諸元表)	現地計測
全長[m]	1.735	1.74
直径[m]	0.118	0.1184
乾燥重量[kg]	6.781	7.275
重心[m]	0.8840	0.8788

重量が完成報告書と現地計測で異なるのは、完成報告書を提出する段階で、アイボルトをさしてなかった、展開系のロープを取り付けていなかった、充填確認用のチューブをつけていなかったなどが考えられる。

3.1.2.2 落下予想範囲と打ち上げ結果

重量等の値は実測したもの、係数等は久下洋一著『アマチュア・ロケットィアのための手作りロケット完全マニュアル』に基づいて算出したものである。圧力中心、重心はノーズ先端を0mmとしている。

表 3.1.3 機体空力特性

抗力係数	0.3
法線力係数	8.482
減衰モーメント	2.886
酸化剤充填時重心[m]	0.9029
燃焼後重心[m]	0.8788
Fst(酸化剤充填時)	12.00
Fst(酸化剤未充填時)	13.39

シミュレーションは独自に作成ものを使用した。実際に打ち上げたときの条件でシミュレーションを実施した結果を以下の図に示す。

条件 ランチャ角 87° 方位角 250° (東を 0° とする)

パラシュート開傘時間 1 段目:9s 2 段目:開傘せず

推力:加速度センサから求めた値

風速:2~4m/s



図 3.1.6 落下予想範囲

図からわかるように落下位置が落下予想範囲と明らかに違う。この原因を考える。これはランチクリア直後のロケットの姿勢変化をうまく見積もれていないのが原因だと考えられる。実際の打ち上げ1.2s後のロケットの姿勢は図3.1.6のように北方向に約 67.3° となる。しかし、シミュレーションでは、図3.1.7からわかるように大体 85° 程度になる(北北西の風 風速4m/s)。これにより水平方向速度が大きく異なり、着地点が大きくずれる結果となったと考えられる。

今後は、ランチクリア時のロケットの姿勢を正しく見積もれるようにシミュレーションは改良を加える必要がある。

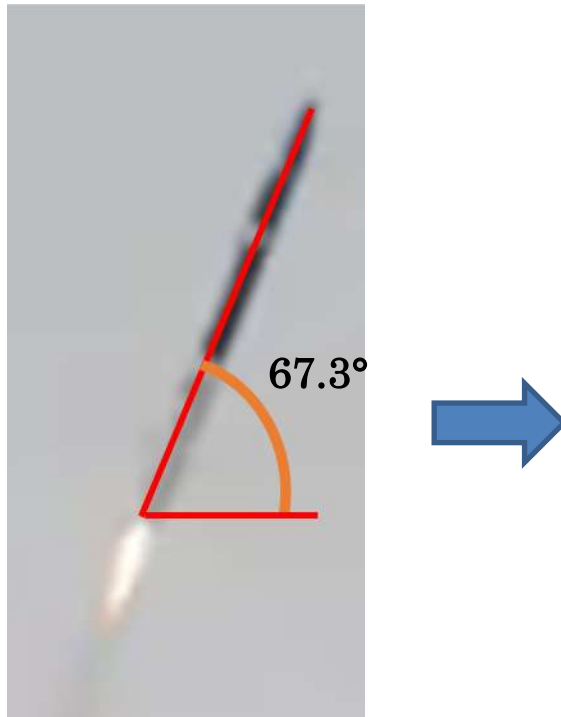


写真 3. 1. 4 打上 1. 2s 後の姿勢

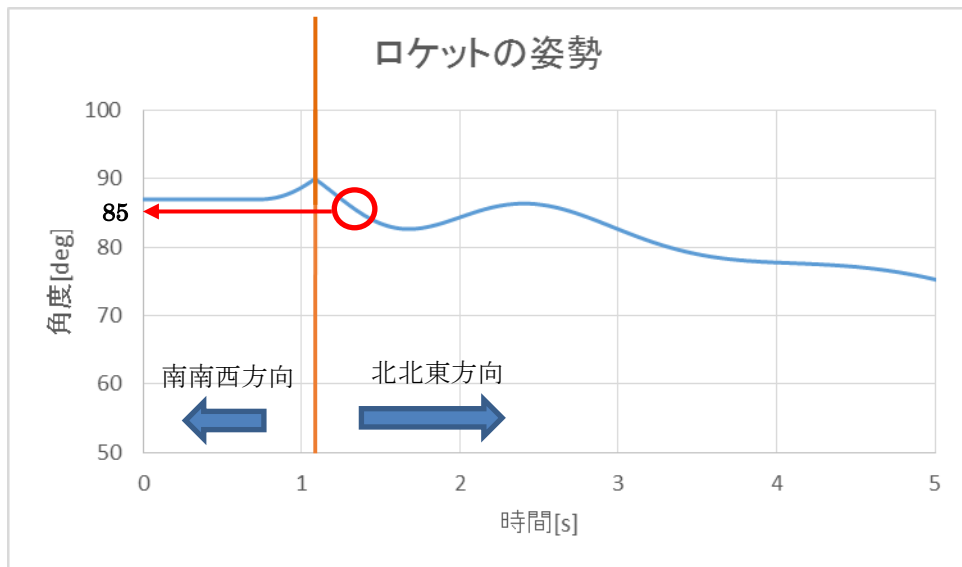


図 3. 1. 7 シミュレーションでの姿勢角

3. 2 分離機構

3. 2. 1 構造

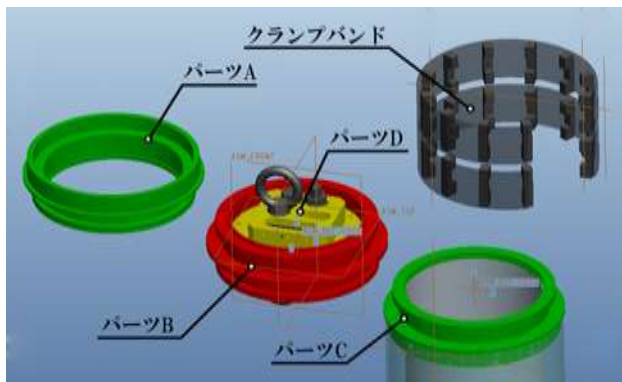


図 3.2.1 分離機構パーツ

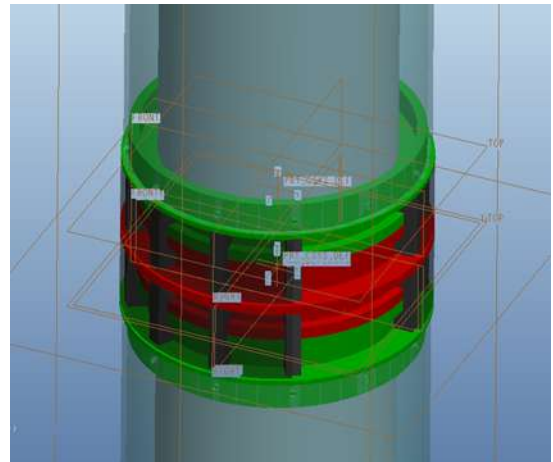


図 3.2.2 分離機構構造

本分離機構は上の図 3.2.1 に示す 4 つのパーツと、それらをつなぎ固定する 2 つのクランプバンドから成る。

そして上の図 3.2.2 に示すように、パーツ A の片面はねじ固定でノーズ方向のボディチューブに固定され、パーツ C の片面はねじ固定でエンジン方向のボディチューブに固定される。また、パーツ A・C のもう一面 (ボディチューブとねじ固定されていない面) はパーツ B とクランプバンドを介して固定される。パーツ D はパーツ B 内部にねじ固定されており、パーツ D にはテグスを巻き取るボルト、テグスを焼き切るニクロム線、およびパラシュートをつなぐアイボルトが備えられている。

バンドにはテグスが結びつけてあり、そのテグスは内部のパーツ D につながっている。内部でテグスをボルトに巻きつけ、そのボルトを締めることによりテグスの張力を高めてバンドを強固に巻きつける仕組みになっている。また、テグスはパーツ D 内でニクロム線と接触しており、展開時にはテグスを焼き切ることでバンドを解放する。

テグスの材質に関しては、ポリエチレン製の釣り糸を用いる。焼き切りにかかる時間は約 1 秒である。

寸法を以下の図 3.2.3 に示す。

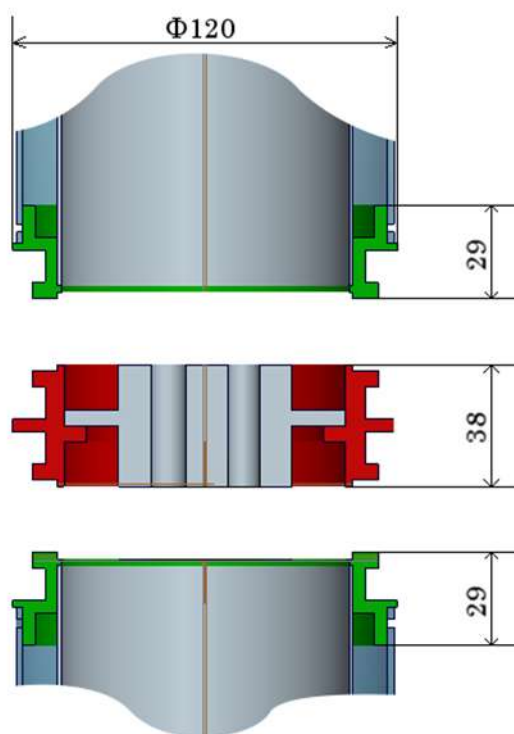


図 3.2.3 分離機構寸法

1 段目の分離ではパーツ A とパーツ B の間を分離し、ドローグシュートおよび Cansat が放出される。

具体的な順序として、

1. クランプバンドを固定しているテグスを焼き切り、クランプバンドを解放する。
2. クランプバンドが自身の復元力によってパーツ A およびパーツ B の歯から外れ、AB 間の固定を解く。なおクランプバンドはパーツ A と紐でゆるくつながっており、パーツ A・B の歯から外れた後も自由落下することはない。
3. AB 間のバネの弾性力によってパーツ A と B が分離し、その中からドローグシュートが放出される。

- ドローグシュートによる張力により Cansat のキャリアが引き出され, Cansat が放出される. なお Cansat キャリアーは, ノーズコーン側のボディーチューブ内に格納されている.

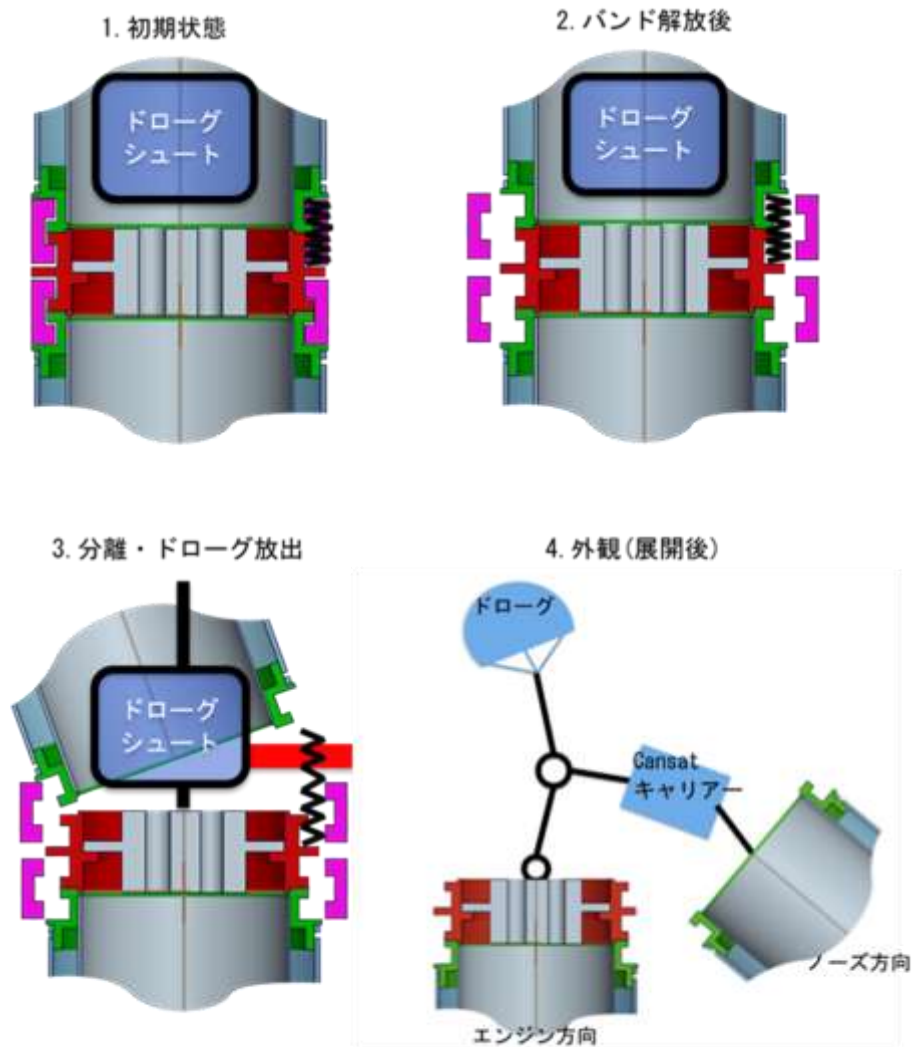


図 3.2.4 1 段階分離の流れ

2 段階目の分離ではパーツ B とパーツ C の間を分離し, メインパラシュートを放出する. 具体的な順序として,

- クランプバンドを固定しているテグスを焼き切り, クランプバンドを解放する.
- クランプバンドが自身の復元力によって, パーツ B およびパーツ C の歯から外れ, BC 間の固定を解く. なおクランプバンドはパーツ C と紐でゆるくつながっており, パーツ B・C の歯から外れた後も自由落下することはない.

ドロッグシュートの張力によってパーツ B と C が分離し、メインパラシュートが引き出される。

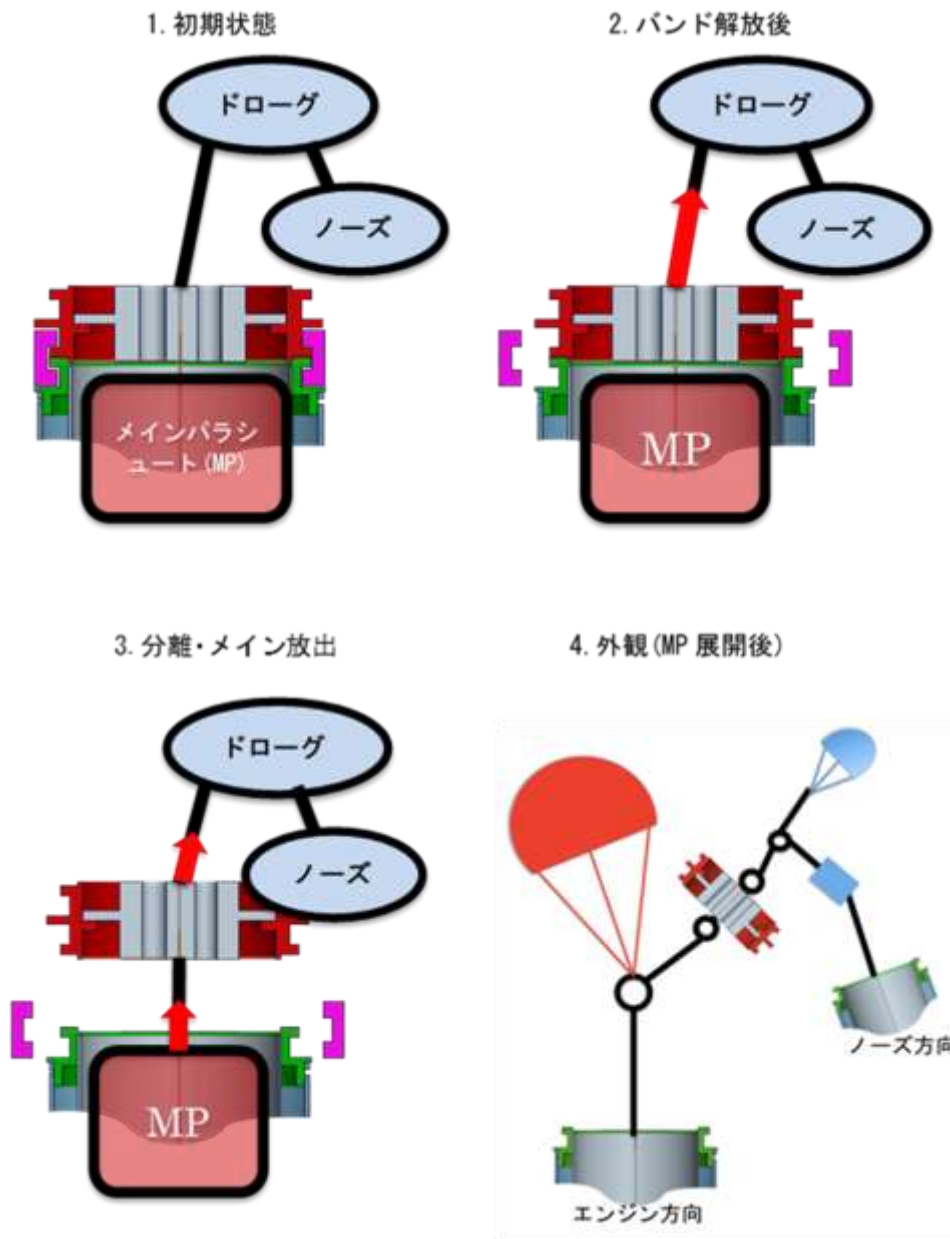


図 3.2.4 2 段目分離の流れ

3.2.2 打ち上げ結果・考察

ロケットが打ち上がったのち、タイマー検知によって飛翔後 7.5 秒後に 1 段目の分離機構が作動し、そのおよそ 2 秒後ドロッグシュートの開傘に成功した。しかし予測到達高度 237m よりもロケットの到達高度が低く、2 段目のメインパラシュートに関しては予め設定してお

いたタイミング検知より早く接地してしまい開傘はできなかった。直後の解析によって実際の到達高度は161mであるとわかった。詳しくは3.4 搭載計器を参照。

今回の結果より、2段分離機構の実証ができた。今回は1段目のみしか開くことができなかったが1段目と2段目の構造は同じのため、飛翔中に分離信号が送られれば2段目も分離し、メインパラシュートが開傘すると予想できる。また、実際に空中にて、信号送信からパラシュート開傘までの時間が約2秒であることが分かったのは貴重である。今後はこれを一つの基準として新たなロケットにも採用する際の参考とする。

1段目に搭載のペイロードが放出されなかった原因については3.1.1 構造系について述べている。

3.3 燃焼

3.3.1 エンジン

型番: HyperTEK J250 (440cc タンク, 125inオリフィス)

直径: 54mm

長さ: 640mm

燃焼時間 (s)

公称値: 3.00

ThrustCurve80%の値: 3.37

総力積 (Ns)

公称値: 745

ThrustCurve80%の値: 573.5

最大推力 (N)

公称値: 501

ThrustCurve80%の値: 344.8

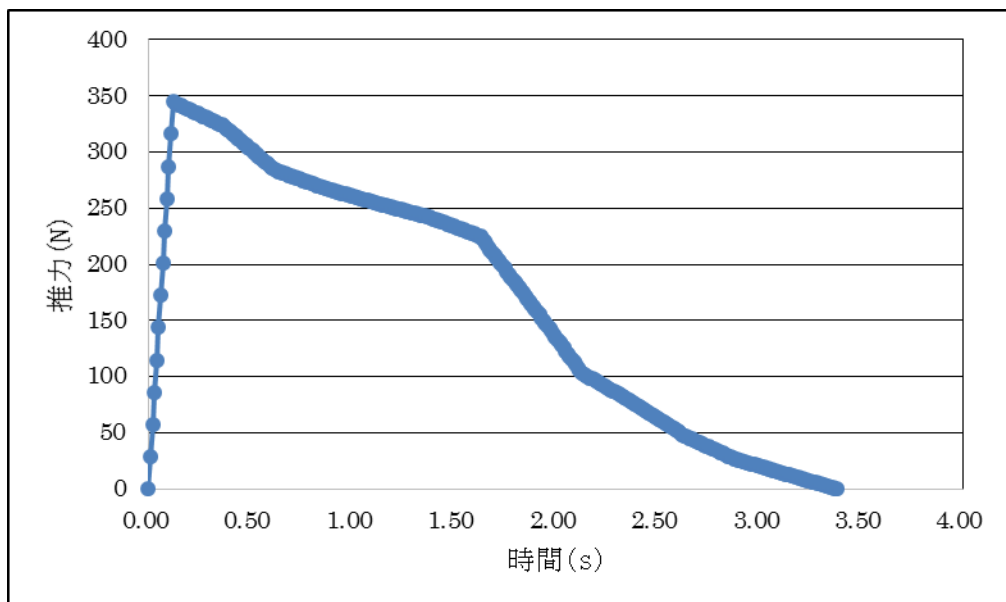


図 3.3.1 安全審査に用いた Thrustcurve の 8 割推力

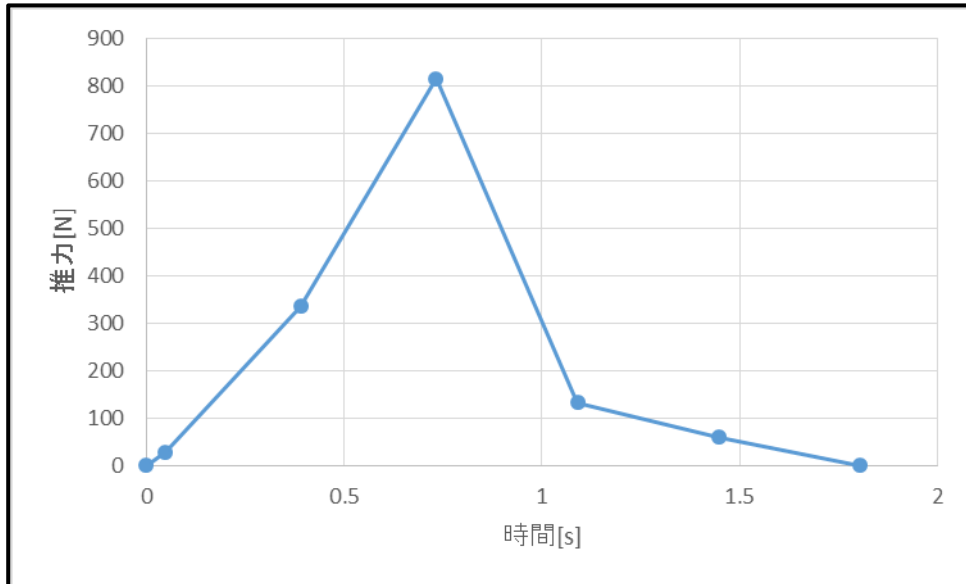


図 3.3.2 加速度計から算出した推力

燃焼前グレイン重量が 381.5 g、燃焼後グレイン重量が 347.0 g となった。燃焼試験時はグレイン重量が 43.5 g 減少したが、打ち上げ時のグレインは 34.5g しか減少しなかった。このことから何かしらの原因でエンジンは十分な推力を出すことができなかったと考えられる。この原因は現在調査中である。

3.3.2 GSE

3.3.2.1 燃焼試験

燃焼試験は 6 月 27 日に実施した。

・試験台、計測装置

装置は以下の図 3.3.3 のようなものである。エンジンを地面と垂直方向に試験台に取り付け、エンジン燃焼時にタンク上部がアルミ板を押し上げることによってできる板のひずみによる抵抗の変化をひずみゲージにて測定し、推力を求める。試験台(支柱)はエンジンが飛ばないようにするための物であり、地面に杭や土嚢を用いて固定する。また写真 3.3.1、3.3.2 は試験台の写真で、写真 3.3.2 は設置前で上下が逆になっている。



図 3.3.3 推力測定方法



写真 3.3.1 試験台設置状態



実験条件

日時	2015年6月27日 10時、11時
場所	九州大学イーストグラウンド
気温(燃焼1回目)	20.6度
気温(燃焼2回目)	20.9度
天気	雨

実験結果

得られたデータを以下に掲載する。

1回目の実験のデータは想定していたデータよりも非常に低い値が現れ、有効だと思われるデータを取得することができなかった。これはひずみゲージをとりつけたアルミ板と支柱の間のボルトが完全に締まっておらず板の固定が緩くなってしまい、板が回転してしまったためだと考えられる。正しい推力データを得るため、ボルトを締め直し、板をとりつけることで、アルミ板の固定を確実なものにして2回目を実施した。よって2回目のデータのみを有効とし、公称値の8割と比較して、落下分散に関しては安全側にとった公称値の8割のデータを利用し、ランチクリア速度に関しては性能の低い2回目のデータを利用して安全を確認した。

今回習得できたデータは以下の通りである。

表 3.3.1 実験データ

	1回目	2回目
トータルインパルス (Ns)	250.4	475.3
最大推力 (N)	187.1	318.9

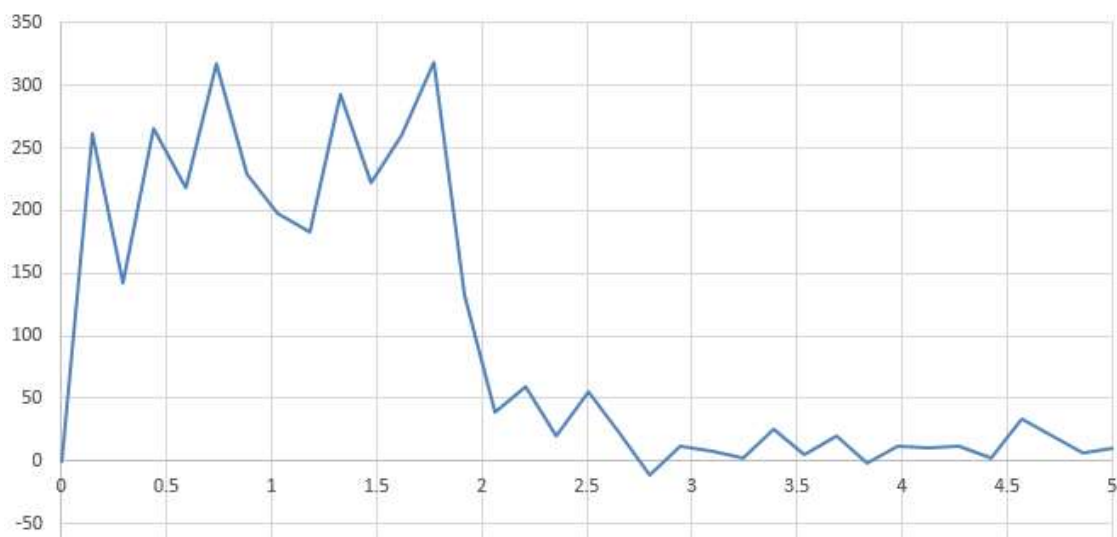


図 3.3.4 2回目の推力履歴

3.3.2.2 GSE 概要

以下に配管の概略図を載せ、部品の仕様を示す。

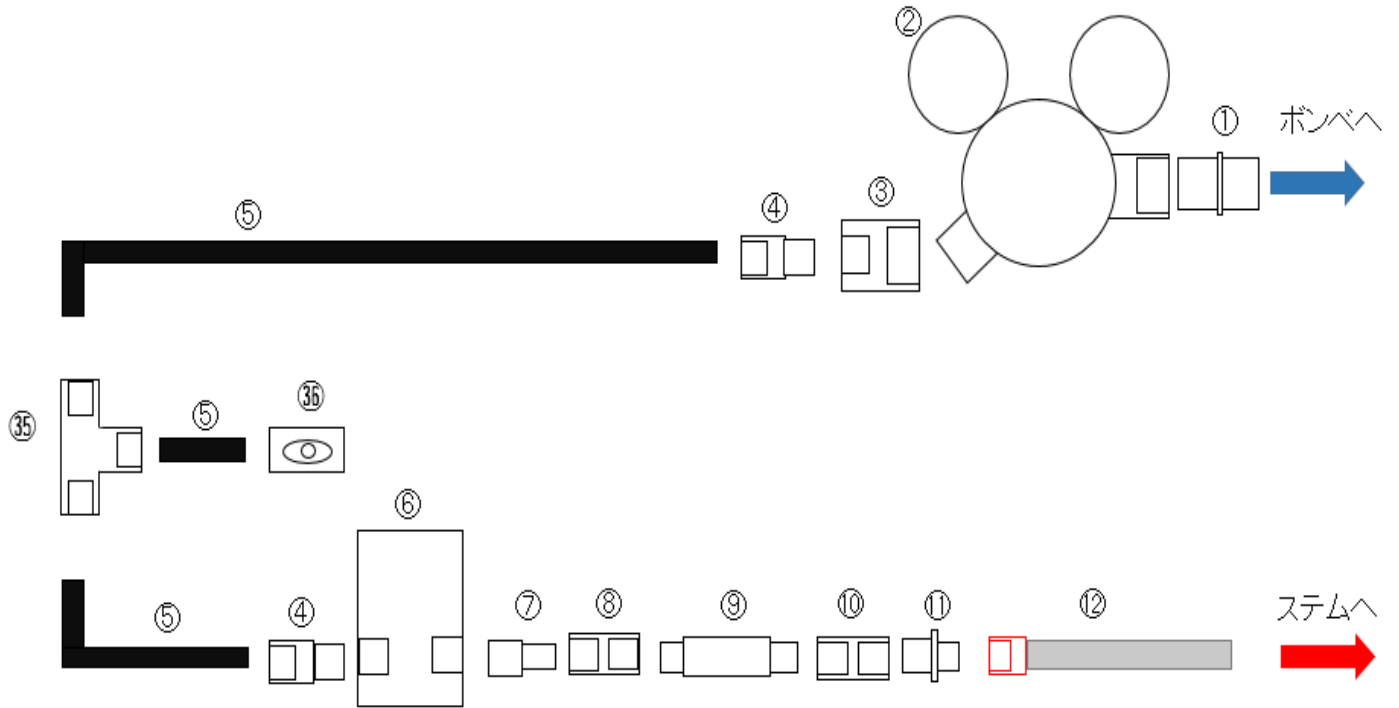


図 3.3.5 O₂系配管図

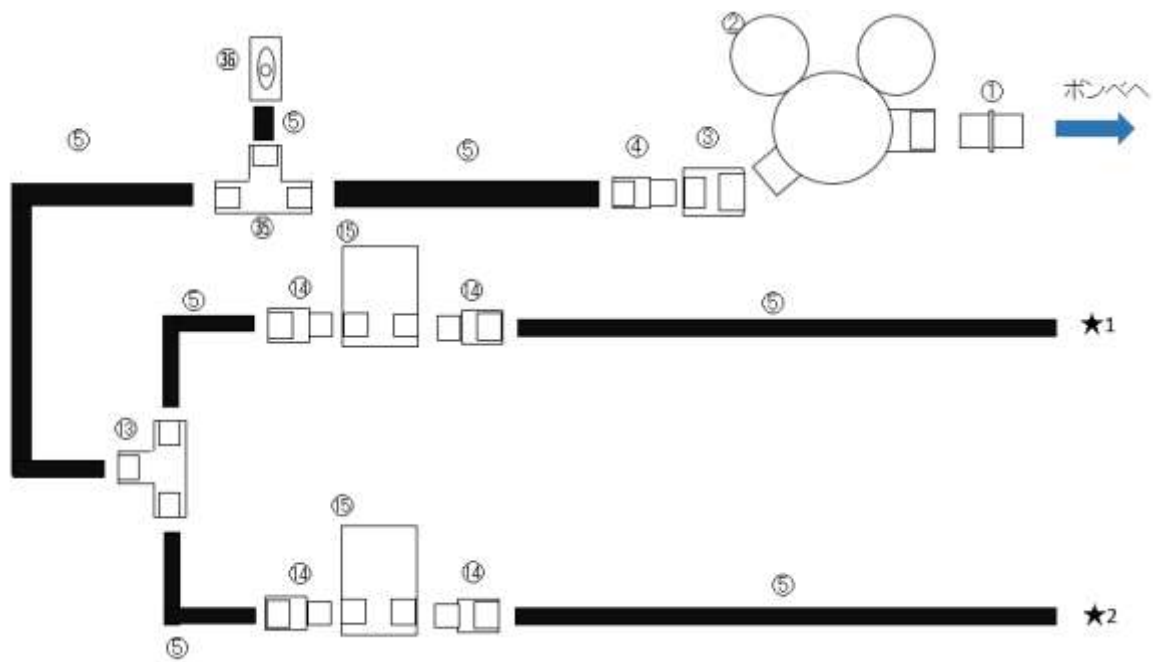


図 3.3.6 N₂系配管図

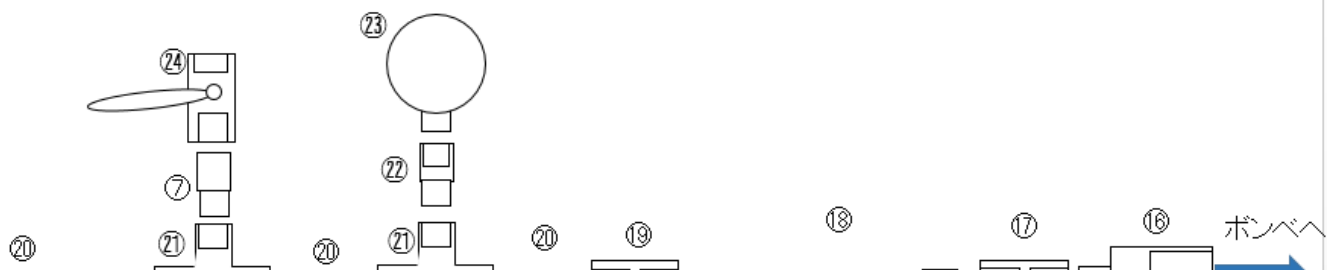


図 3.3.7 N₂O 系配管図

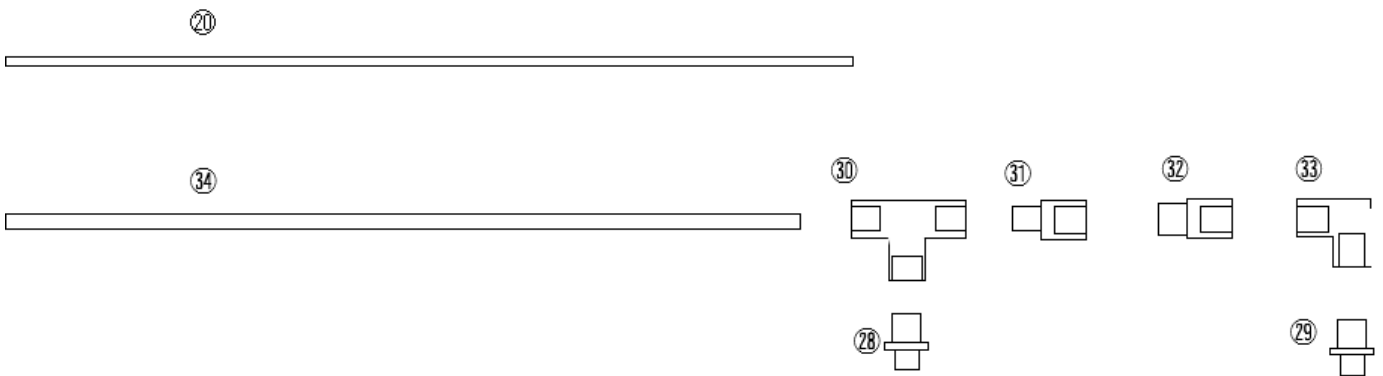


図 3.3.8 ステム配管図

以下は部品の仕様である。

表 3.3.2 部品仕様

番号	型番	数	形状	メーカー	材質
1	O2, N2 ポンベ用変換継手	2	W23 めねじ-W22 おねじ	福岡酸素	真鍮
2	YR-70	2	W22/14-W16	ヤマト産業	真鍮
3	TB163	2	W16×1.5-Rc1/4	ヤマト産業	真鍮
4	B-6MO-1-4RT	3	R1/4-6mm チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
5	F-1506 外径φ6×内径φ4 黒	12	φ6mm ナイロンチューブ	プロフレックス	ポリアミド
6	VT317-5G-02	1	両 Rc1/4	SMC	不明
7	B-4-TA-1-4RT	2	R1/4-φ1/4 チューブ	Swagelok	真鍮
8	B-400-71-4	1	NPT1/4め-1/4 チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
9	B-4CP2-25	1	両 NPT1/4 おねじ	Swagelok	真鍮
10	B-4-HCG	1	両 NPT1/4 めねじ	Swagelok	真鍮
11	SS-4-AN-1-4	1	7/16-20JIC おねじ-1/4NPT おねじ	Swagelok	ステンレス鋼
12	ステンレスホース	2	両 7/16-20JIC めねじ	HyperTek	ステンレス鋼
13	PY6M	1	三方 6mm チューブコネクタ	ピスコ (PISCO)	樹脂
14	B-6MO-1-2RT	4	Rc1/8-6mm チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
15	VT307-5G1-01	2	両 Rc1/8	SMC	不明
16	N20 ポンベ用変換継手	1	W22/14-R1/4	福岡酸素	不明
17	SS-4-HCG-RT	1	両 Rc1/4	Swagelok	ステンレス鋼
18	SS-FJ4MT4MT4-60CM	1	両 R1/4	Swagelok	ステンレス鋼
19	SS-400-7-4RT	1	Rc1/4-1/4 チューブコネクタ	Swagelok	ステンレス鋼
20	ステンレスパイプ	6	φ1/4 厚さ 1.0mm	モノタロウ	ステンレス鋼
21	B-400-3	3	三方 1/4 チューブコネクタ	Swagelok	真鍮

22	B-4-TA-7-4RT	1	Rc1/4-φ1/4 チューブ	Swagelok	真鍮
23	SPA1/4R50×10MPa	1	R1/4	TOKO	ブルドン管
24	4823 11 13JP	1	両 Rc1/4	日本レグリ	BVU20-0606
25	SS-4BK-1C	2	両 1/4 チューブコネクタ、NPT1/8 めねじ	Swagelok	ステンレス鋼
26	B-6MO-1-2	2	NPT1/8 めねじ-6mm チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
27	B-400-6-4AN	1	AN1/4 おねじ-1/4 チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
28	SS-6-TA-1-4AN	1	AN1/4 おねじ-3/8 チューブコネクタ	Swagelok	ステンレス鋼
29	B-4-TA-1-4AN	1	AN1/4 おねじ-1/4 チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
30	B-600-3	1	三方 3/8 チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
31	B-6-TA-7-6RT	1	Rc3/8-φ3/8 チューブ	Swagelok	真鍮
32	30-6MCT6-C	1	R3/8-1/4 チューブコネクタ	フロウエル	不明
33	B-400-9	1	両 1/4 チューブコネクタ	Swagelok	真鍮
34	ステンレスパイプ	1	φ9.53 厚さ:0.5 mm	不明	ステンレス鋼
35	PE6M	2	三方チューブコネクタ	ピスコ(PISCO)	樹脂
36	BVU20-0606	2	両 6mm チューブコネクタ	ピスコ(PISCO)	樹脂

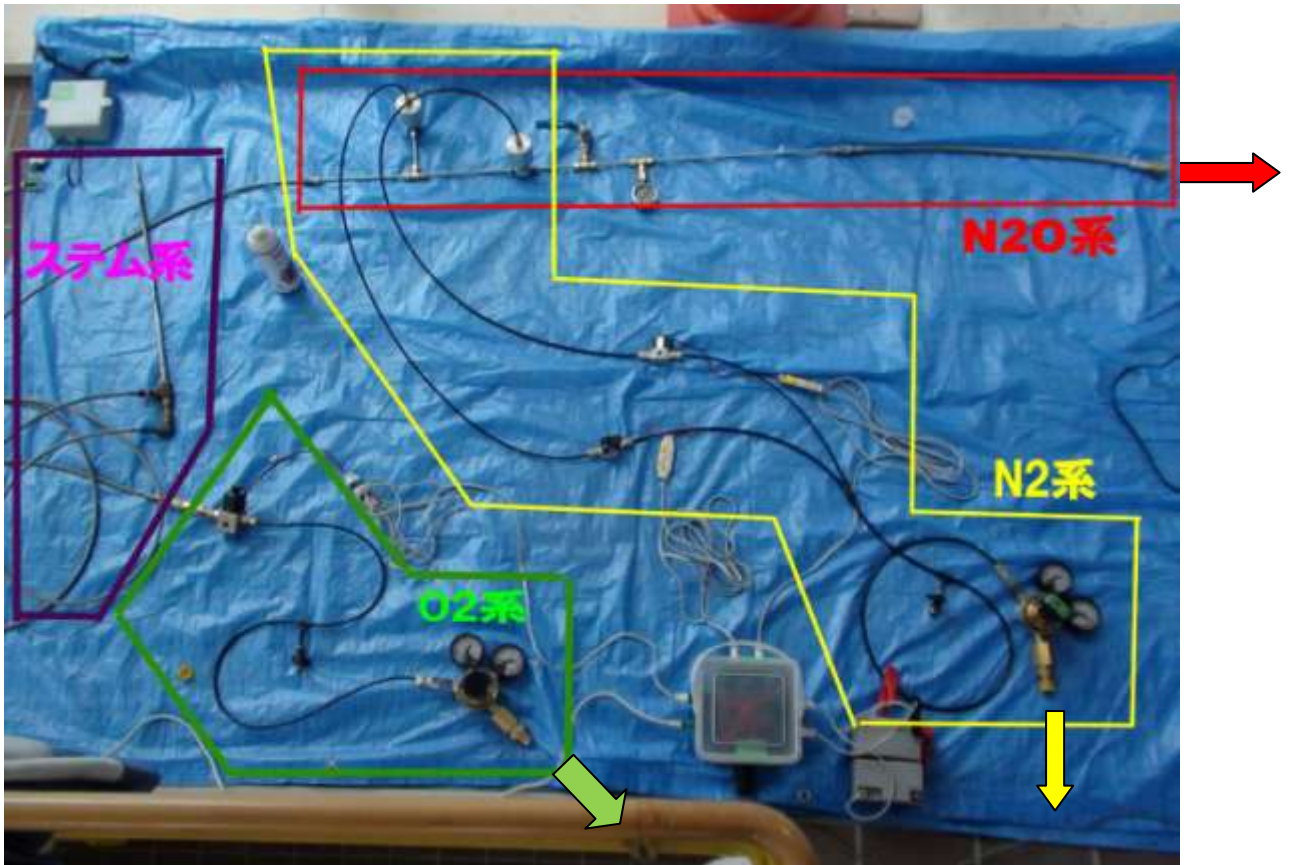


図 3.3.9 全体写真

※矢印はポンペがある方向。

3.3.2.3 GSE 運用

リハーサル、本番ともに GSE 運用が予定より遅れることはなかった。一度、 N_2 系の DAMP 用配管の電磁弁手前のワンタッチ継手部分でリークがあったが、ポリウレタンチューブを切断し、差し直すとリークしなくなった。このほかの問題は発生しなかった。打ち上げ直前のガスの状態は N_2O の圧は約 5.5MPa、 N_2 、 O_2 は約 0.6MPa であった。

自団体の打ち上げ後、自団体 GSE を用いて東北大 FTE の打ち上げの GSE 運用を行った。

3.4 搭載計器

3.4.1 計器

搭載計器は以下の項目を目的として作成した.

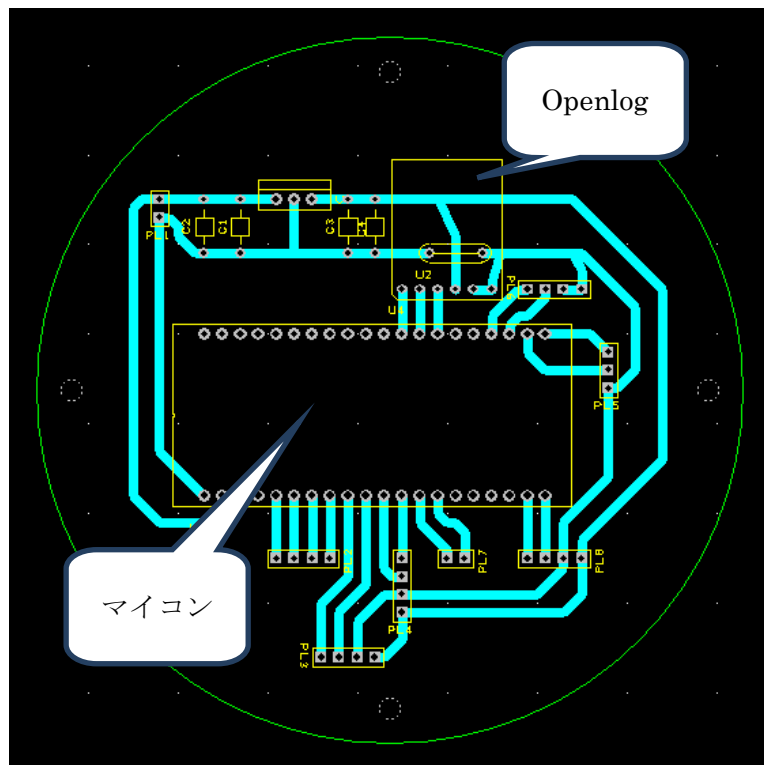
- ・ ロケットの飛翔時に、適切なタイミングで分離機構を作動させる命令を送る
- ・ ロケット飛翔時の気圧・加速度・角速度・地磁気・位置情報のデータを取得し記録する
- ・ 打上準備中から飛翔後までの搭載計器やプログラムの状態を無線通信で監視する
- ・ 飛翔中、ロケットから動画を撮影する

搭載した電子機器類を表 3.4.1 に示す.

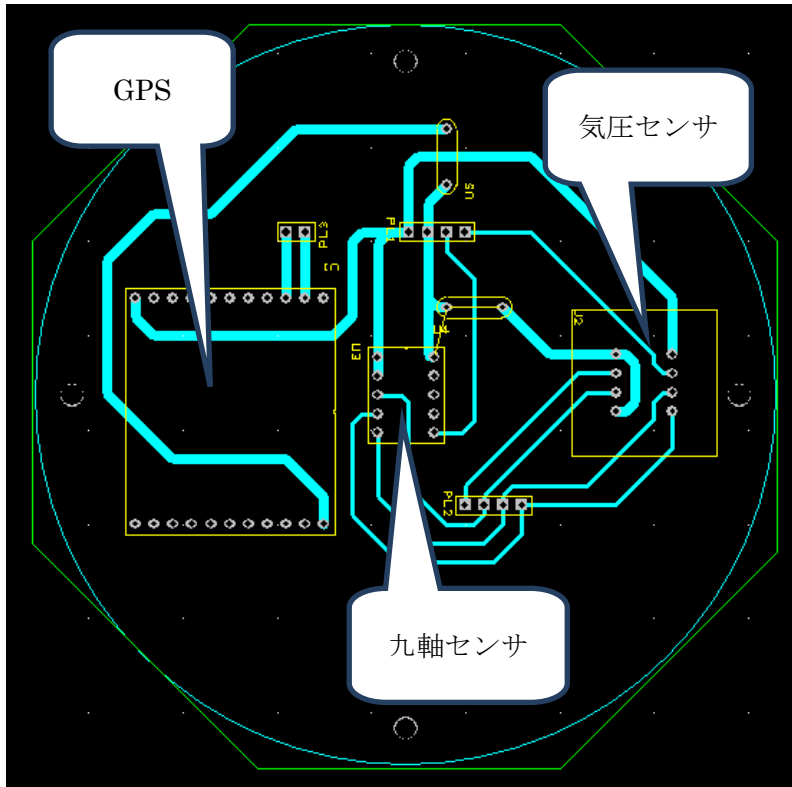
表 3.4.1 搭載した電子機器類

使用用途	型番
マイコン	mbed LPC1768
気圧計測	SCP1000-D01
加速度・角速度・地磁気計測	MPU-9250
無線通信	TWE-Strong
GPS	SGM3339T
データ記録 (microSD カードへの記録)	Openlog
動画撮影	GoPro

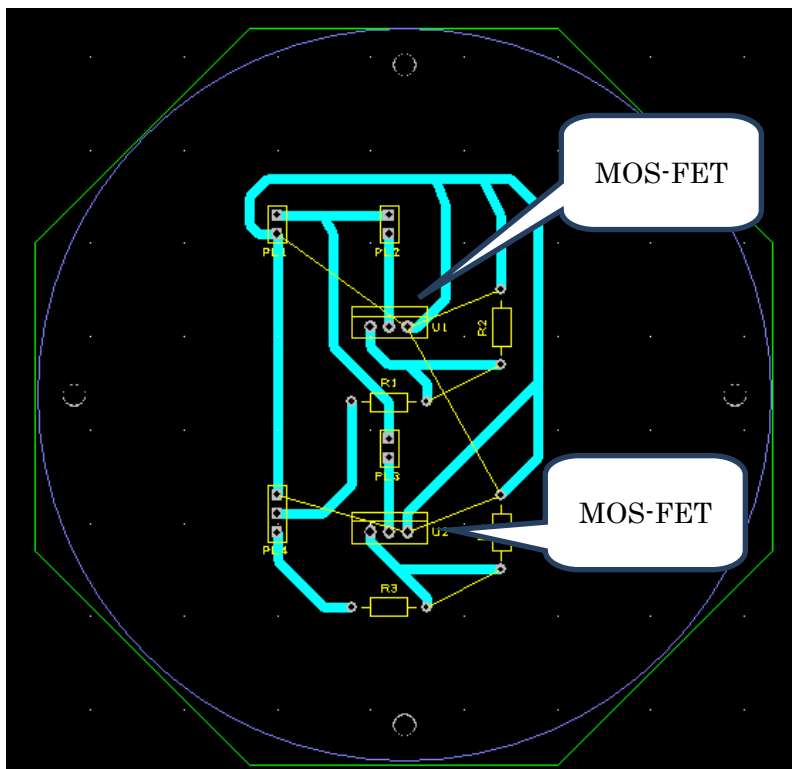
また、搭載計器の基板図の概略を以下に示す.



基板一枚目



基板二枚目



基板三枚目(展開制御用)

また、搭載計器・分離機構の電源は eneloop pro BK-3HCC を用いた。

搭載計器

1本:1.2V × 6本 = 7.2V として使用した。

分離機構

1本:1.2V × 4本 = 4.8V として使用した。

分離機構を作動させるタイミングの検知として以下の3種類を実装した。

- ・ 気圧の計測による分離タイミングの検知
- ・ 事前に飛翔のシミュレーションをして得られた値を用いた、タイマーによる分離タイミングの検知

タイマー検知は飛翔開始から一段目は7.5秒後に二段目は14秒後に分離機構を作動させるように設定した。

- ・ 無線を用いた地上からの強制展開

3.4.2 ペイロード

ペイロードとしてフライバック型カンサットを搭載した。

フライバック型カンサットのミッションは以下である。

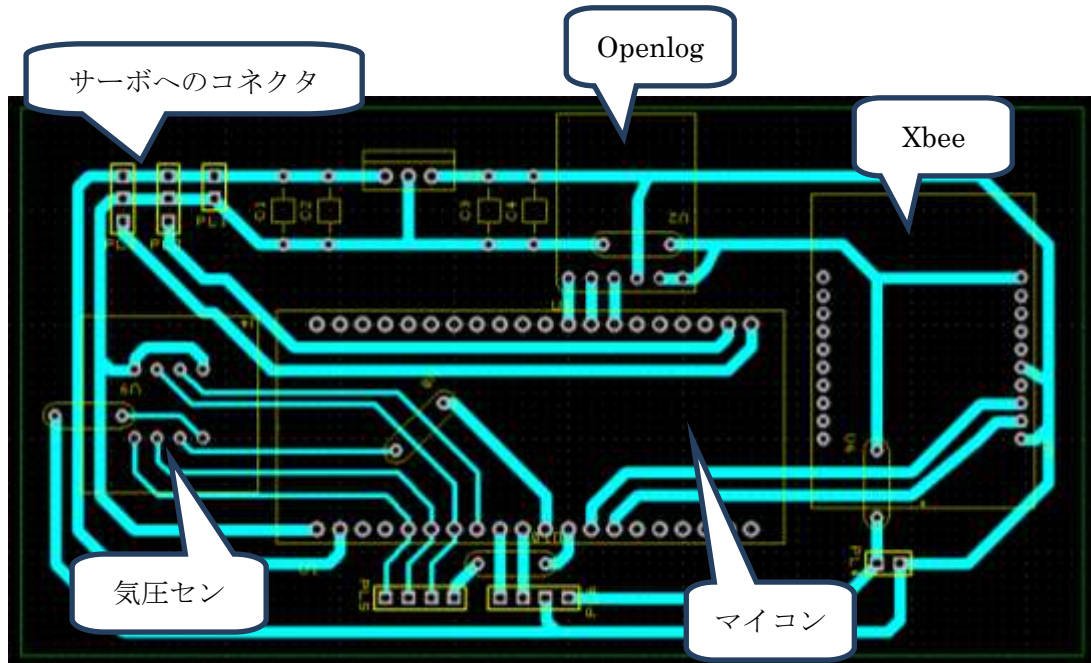
- ・ GPS, 加速度, 角速度, 地磁気等のデータを用い, パラfoilをサーボモーターにより制御し, 目標座標へ軟着陸させる
- ・ 飛翔中動画を撮影する
- ・ フライバック型カンサットの開発を通してパラfoil制御のノウハウを身につける

カンサットに搭載した電子機器類を表3.4.2に示す。

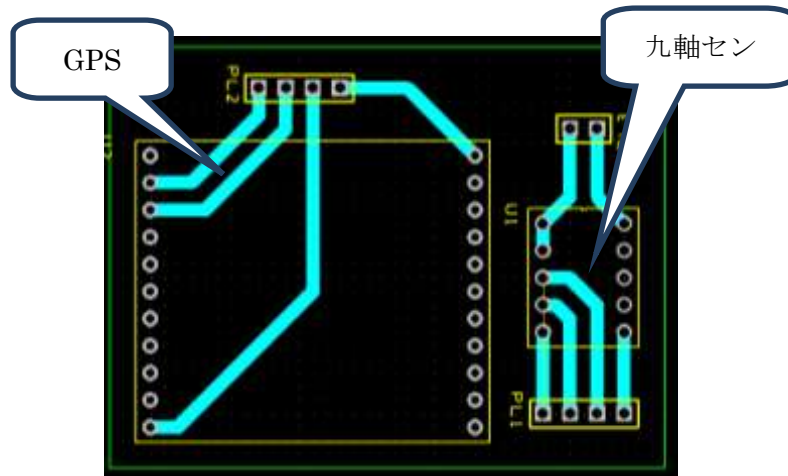
表 3.4.2 搭載した電子機器類

使用用途	型番
マイコン	mbed LPC1768
気圧計測	SCP1000-D01
加速度・角速度・地磁気計測	MPU-9250
無線通信	XBee-PRO ZB S2B
GPS	SGM3339T
データ記録(microSD カードへの記録)	Openlog

また, カンサットの制御基板の概略図を以下に示す.



メイン基板



サブ基板

カンサットの電源は eneloop pro BK-3HCC を用いた.
 1本:1.2V × 6本 = 7.2V として使用した.

また, 気圧, 九軸のデータからペイロード放出の判断を行う.

3.4.3 打上結果・考察

打上後、タイマーによるタイミング検知によって 1 段目の分離機構が作動した。また、分離機構作動後にドローグシュートの開傘に成功したが、2 段目のメインパラシュートに関しては予め設定しておいたタイミング検知より早く接地してしまい開傘はできなかった。また、着陸時の衝撃により搭載計器は一度リセットされたが、気圧データを除く飛翔時のデータの取得及び保存に成功した。気圧データの取得に失敗した理由としては後日行った動作テストにより接触不良と考えられる。

図 3.4.1 に加速度データから数値積分したロケットの高度履歴を示す。ランチャに設置された状態を高度 0m として示した。

なお、最高到達高度は約 161m と算出された。

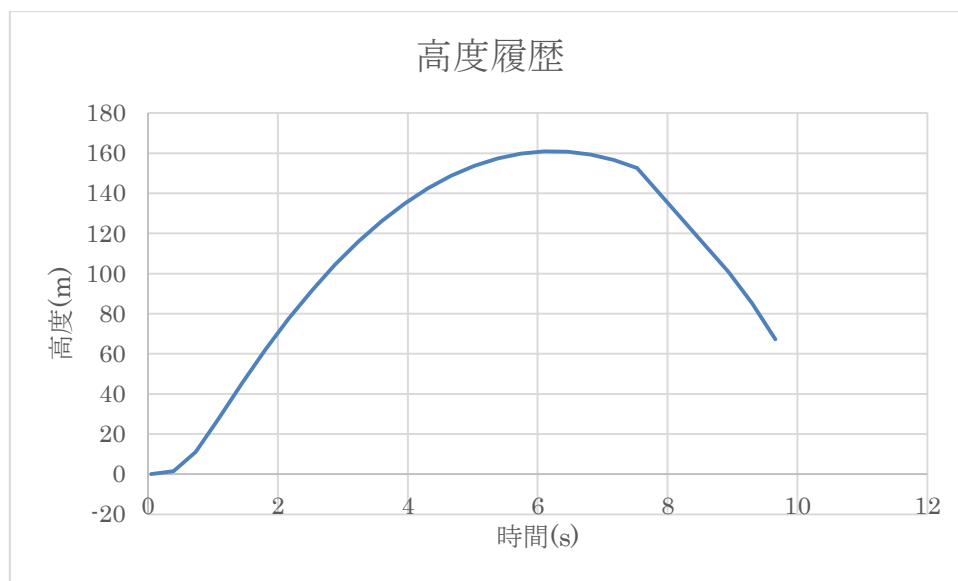


図 3.4.1 ロケットの高度履歴

次に、ロケットの X 軸、Y 軸、Z 軸の加速度データをそれぞれ図 3.4.2 として、X 軸、Y 軸、Z 軸まわりの角速度のデータを図 3.4.3 に示す。なお、軸の方向は図 3.4.4 のように設定した。

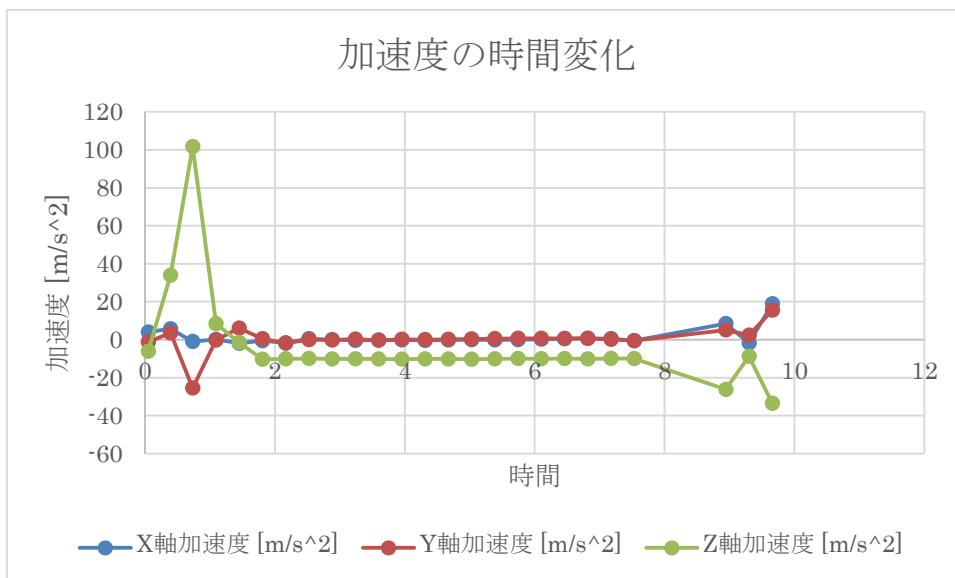


図 3.4.2

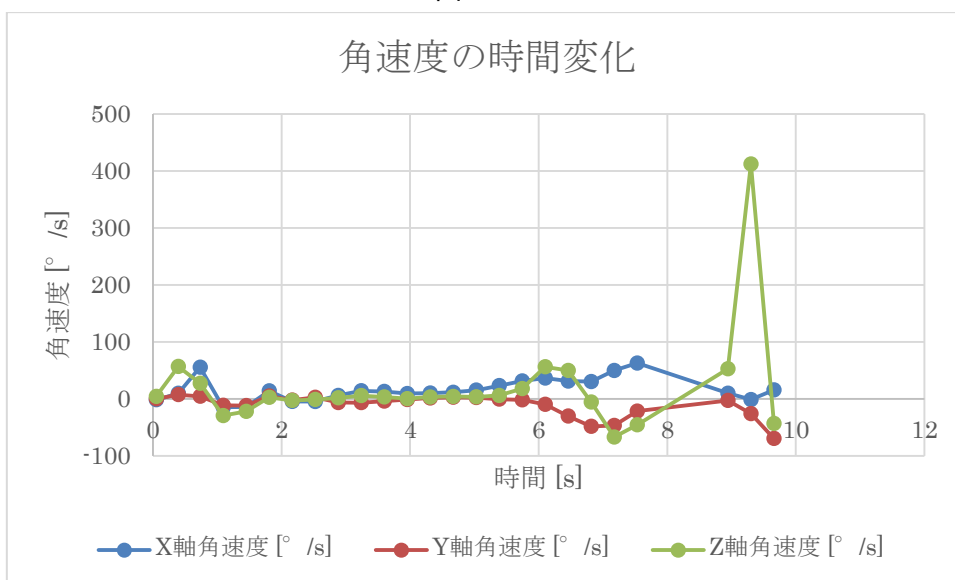


図 3.4.3

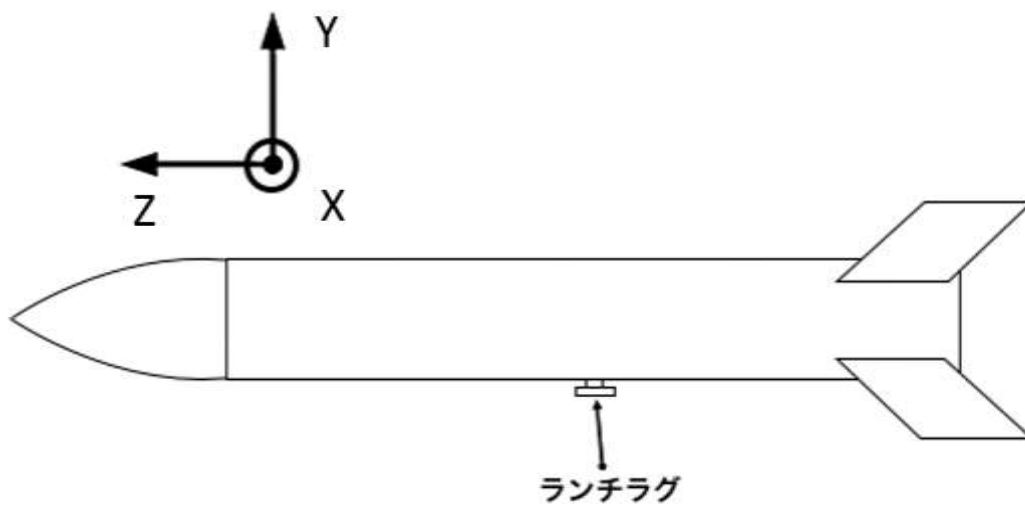


図 3.4.4

また，X軸，Y軸，Z軸の地磁気のデータを図 3.4.5 に示す．なお，軸の方向は図 3.4.6 のように設定した．

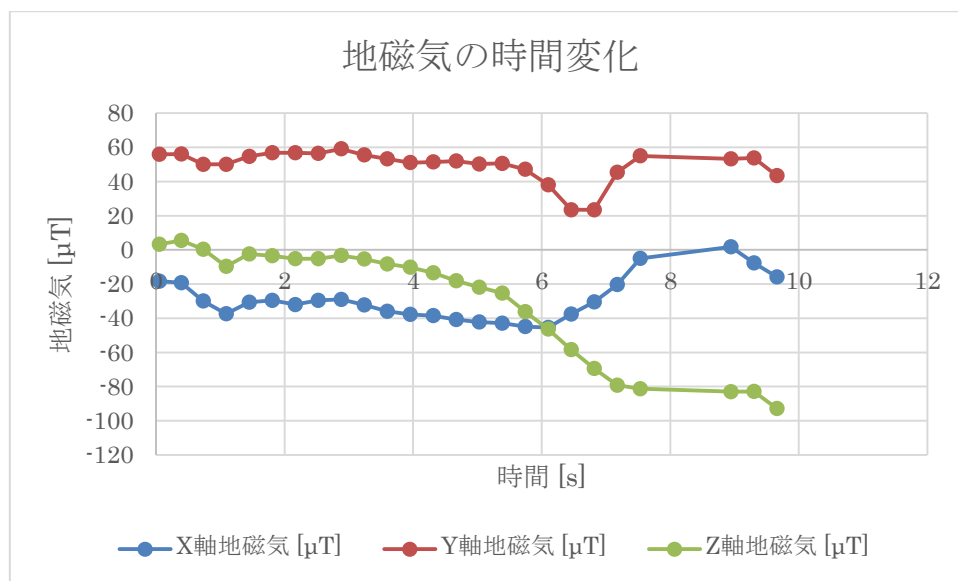


図 3.4.5

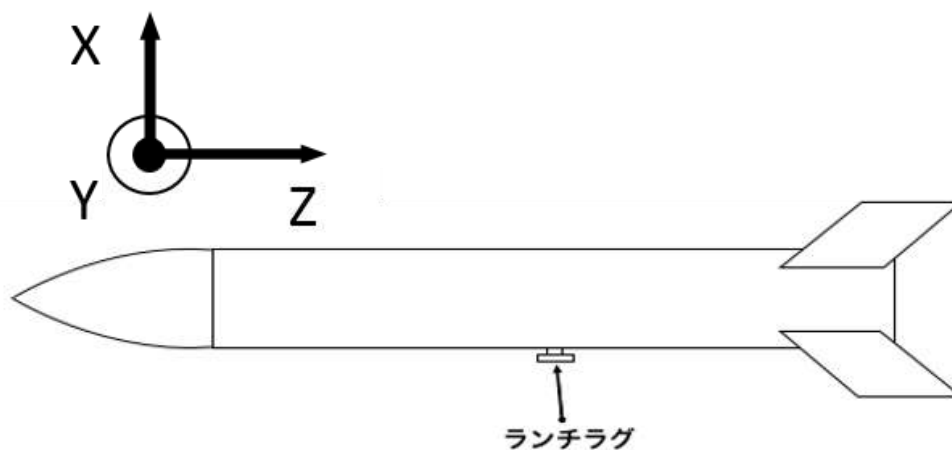


図 3.4.6

上記のデータより加速度, 各加速度が大きく変動していることからパラシュートの開傘は打上後約 9.5 秒後と推測される. 動画でも確認したところ同じようなタイミングであった. また, タイマーによる分離機構への命令は打上後 7.5 秒後に送られるため, 分離命令後パラシュートの開傘まで約 2.0 秒要していたことがわかった.

2 段目のメインパラシュートに関しては予想到達高度が 237m だったのに対して 161m しか到達できなかったこと, パラシュートの開傘に数秒要したことから予定より早くロケットが接地し開くことができなかった. パラシュート展開の判断はタイマーの他にも気圧によるものも用意していたが気圧データは取得できていなかったので作動しなかった.

このことから今後は様々な状況を予測しより広い冗長系を有した展開のアルゴリズムを構築し確実にすべてのパラシュートを展開できるようにしていく必要がある.

また, 今回は接触不良で気圧データが取得できなかったことから満足のいくデータ解析が行えなかった. 今後より良いロケットを製作していくうえで質の高いデータ解析は必要不可欠である. そのために確実に各データが所得できるよう基板の信頼性を向上させる仕組みを模索していく必要がある.

ペイロードに関してはうまく放出することができなかったため制御履歴を得ることができなかった.

4 今後の課題と展望

今回の打上実験では, 初めて自団体の GSE を用いて打ち上げができた. さらに東北大学 F. T. E. さんの GSE 運用を担当し, 円滑に運用できた. この経験を活かし, 今後もミスのない運

用ができるよう心掛ける。

機体については、設計時と現地計測時で重量が異なっていたため、今後は製作スケジュールを見直して事前に実測値を量り、実測値を設計や運営の方に提出する書類に反映できるようにする。また、今回のようなペイロードキャリア部分の設計ミスは次回までに必ずなくしたい。そのために各班同士の情報共有をより強めるシステムを構築する。そして今回、2段分離機構の実証ができたので、今後より高高度を狙うロケットに実装する。

シミュレーションに関して、落下地点の誤差を解消するため、ランチクリア時のロケットの姿勢を正しく見積もれるようにシミュレーションは改良を加える。

エンジンに関しては十分な推力が得られなかったため原因究明を急ぎ、今後の打ち上げでシミュレーション、燃焼試験でのデータとの誤差を解消する。

電装に関して、今回は接触不良で気圧データが取得できなかったことから満足はいくデータ解析が行えなかった。確実に各データが所得できるよう基板の信頼性を向上させる仕組みを模索していく必要がある。また、本番は30分のX遅延があり、この原因は電装部分の不具合であった。これを解消するため、特に現地でのデータ取得の不具合を見つけるため、前日リハーサルでデータ取得まで本番さながらに行うことが求められる。そして、今後は様々な状況を予測しより広い冗長系を有した展開のアルゴリズムを構築し確実にすべてのパラシュートを展開できるようにしていく。

次回は3月の打上を目指し、上記の課題の克服とともに高度を目指した機体の製作を行う。

5 その他

最後に、ランチャを使わせてくださった東海大TSRP様、打上の機会を与えてくださった運営の皆様、資料を残してくださったPLANET-Q OBの方々をはじめ、打上までにお世話になった皆様に深くお礼を申し上げます。