

4. 41. 東北大学 FROM THE EARTH

4. 41. 1. 伊豆大島共同打上実験 project 燕

当団体初の参加となった 2016 年 3 月の伊豆大島共同打上実験では、以下の 4 つを目的とした。

- (1) 当団体初のハイブリッドロケット高高度打上の遂行
- (2) 機体の完全回収
- (3) 搭載機器による各種データの遂行
- (4) 当団体初の GSE 自団体運用による打上の遂行

図 1 に機体の写真を、表 1 に機体諸元を示す。



図 1 機体の写真

表 1 機体概要

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| 機体名      | 燕                                   |
| 全長       | 1802[mm]                            |
| 内径       | 114[mm]                             |
| 酸化剤充填前重量 | 5.830[kg]                           |
| モータ      | HyperTEK K240                       |
| 到達予想高度   | 800[m]                              |
| 搭載計器     | 気圧センサ，加速度センサ，無線機，マイコン，microSD，GoPRO |

減速機構は横扉開放式を導入し、バネ付蝶番による復元力で扉を開放し、パラシュートを放出する仕組みになっている(図 2)。搭載機器による頂点検知・タイマーによってサーボモータが動作し、扉の固定具が外れることで扉が開く仕組みである(図 3)。搭載した計器は気圧センサ、3 軸加速度センサ、マイコン、無線である。加速度センサによる点火検知後に作動するタイマーもしくは気圧センサによる頂点検知によって減速機構が作動する仕組みに

なっている。

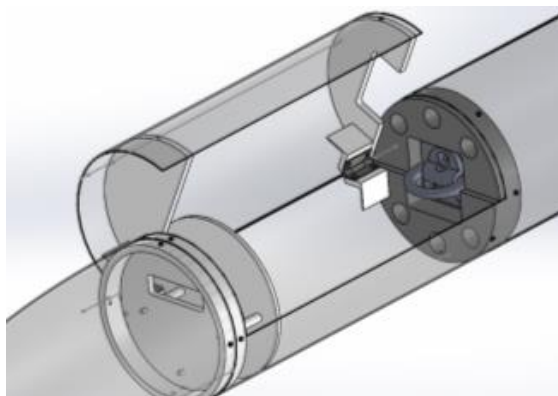


図2 開放機構概要

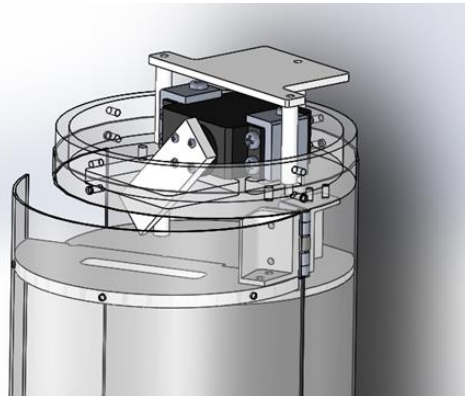


図3 開放機構サーボ周辺

打上結果であるが、点火後、機体は正常に上昇し、安定飛行を続けた。機体が目視不可能になった後、パラシュートが開いた状態で落下する機体が再度視認された。機体は、射点から北東方向に 500m 離れた場所で回収され、シミュレーションと実際の落下分散がほぼ同じであったことからシミュレーション結果は妥当だったと考えられる。また、加速度及び気圧のデータを回収することができた。回収データより到達高度は 924m と判明した。加速度の時間変化及び気圧から求めた高度の時間変化のグラフを図 4、図 5 に示す。加速度のデータより、加速度センサによる点火検知は成功しており、高度-時間データより、開放機構の動作はタイマーによって行われたと考えられ、これは最高点に至る前にタイマー作動時間に達したためと思われる。

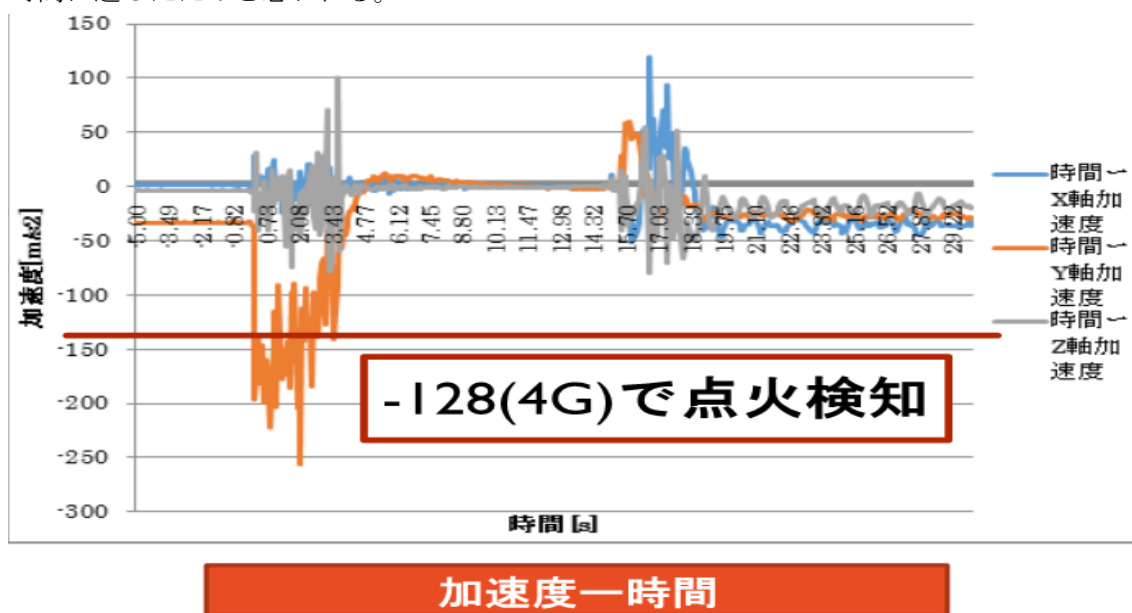


図4 加速度-時間グラフ

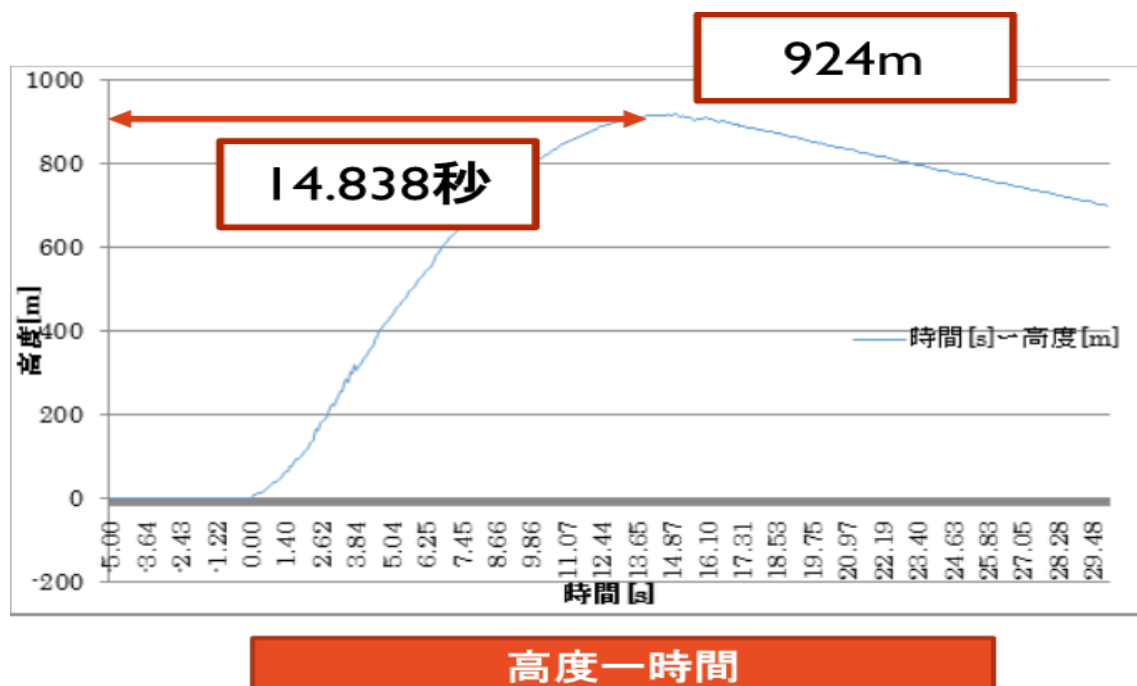


図 5 高度-時間グラフ

また、GSE 運用については、GSE 部品の納期が遅れたことで、燃焼実験の実施が困難になったことから、自団体での GSE 運用を断念し、CORE 様に打上を委託する形となった。

#### 4.41.2. 能代宇宙イベント

##### 4.41.2.1. ハイブリッドロケット陸打ち project 雀

Project 雀は、気体の完全回収、電熱線を用いてノーズを分離する新たな機構によるカンサットの放出等を目的とするプロジェクトである。

表 2 に機体諸元を、図 6 に機体の写真を示す。パラシュート放出機構は伊豆大島共同打上実験で打ち上げた「燕」の放出機構と同様のものを採用した。搭載機器は 10DOF、無線、GoPro である。

表 2 機体諸元

| 機体名      | 雀             |
|----------|---------------|
| 全長       | 1480[mm]      |
| 直径       | 143[mm]       |
| 酸化剤充填前質量 | 6.152[kg]     |
| モータ      | HyperTEK J250 |
| 到達予想高度   | 300[m]        |

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| 搭載物 | 10DOF, 無線(XBee), GoPro, カンサット |
|-----|-------------------------------|

打上げは成功し、カンサットの放出及びパラシュートの放出は成功したものの、カンサットのパラシュートと機体本体のパラシュートが絡まってしまった。機体はほぼ無傷で回収され、3軸加速度、3軸ジャイロ、気圧、気温のデータが回収された。回収データより、到達高度は270mであった。落下分散についてであるが、回収地点は予想落下地点より約150m 射点に近い位置であった。この理由として、機体が直上飛行していたことから、風による迎角変化(風見効果)が生じたことが考えられる。また、ランチラグが破損していたことから、発射直後に大きく減速し、到達高度が小さくなった結果、落下分散が小さくなった可能性も考えられる。

また、回収されたデータから、飛翔中の推力履歴の推定や開傘衝撃力を運動量と力積の関係から算出する方法等について考察を進めることができ、多くの知見を得ることができた。



図 6 組立後の機体

#### 4.41.2.2. ハイブリッドロケット海打ち FTE-05(愛称「鷗」)

伊豆大島共同打上実験での高高度打上の成功を受け、より高高度に特化した機体の製作を目指したプロジェクトである。本プロジェクトは高高度打上に対応する汎用機体の製作及び電装部の作動、データ回収をミッションとする。

表 3 に機体諸元を、図 7 に機体の写真を示す。

表 3 機体諸元

| 機体名      | 鷗             |
|----------|---------------|
| 全長       | 2061.5[mm]    |
| 直径       | 57.6[mm]      |
| 酸化剤充填前質量 | 2.5[kg]       |
| モータ      | HyperTEK K240 |

|        |                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|
| 到達予想高度 | 2500[m]                                             |
| 搭載物    | 気圧・加速度・気温複合センサ(10DOF), GPS,<br>錠剤蛍光塗料, 発泡スチロール製フロート |



図 7 組立後の機体の写真

目標到達高度は 2500m と当団体初の 1000m 超えを目指した。減速機構には燕のパラシュート放出機構を応用した上下分離機構を採用しており(図 8)、トーションバネの復元力を利用した機構となっている。10DOF、GPS マイコンを搭載し、気圧による頂上検知もしくはタイマーによって減速機構を作動させる。

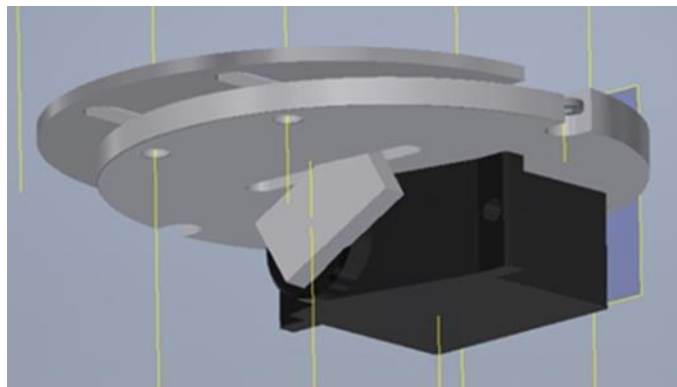


図 7 分離機構

点火後、ロケットはランチクリアしたが、その後空中分解し、不安定な軌道を描いた後弾道落下した。その後、打ち上げ時の写真や動画からエンジンが機体から抜け飛翔していたことが判明した。機体分離の原因として、一つには、振動しながら飛行したことによってフィンにかかる空気抵抗が増加し下部チューブには進行方向逆向きの力が加わったのに対し、このチューブに接続されているスラストプレートが進行方向に推力を受けたことによりチューブとスラストプレートを分離したことがあげられる。

搭載機器から回収されたデータは点火検知から 940 ミリ秒間のみであった。しかし、上昇中に気圧が上昇しているデータもあり、正確なデータが取得されていない可能性があるが、得られたデータの数が少ないため原因を断定することはできなかった。

#### 4.41.2.3. カンサット project カンカン日和

当団体は今年度からカンサットの開発に参入した。初のカンサット開発プロジェクトと

なった本プロジェクトでは、着地後にソーラーパネルを展開し、ソーラーパネルから得られた電力で、搭載したセンサを動かしデータを取得することを目標とした。

1回目の投下ではパラシュートが機体内部に入り開傘せず、減速に失敗し、落下の衝撃でソーラーパネルの展開部分が破損、また、無線とマイコンが抜け落ちてしまったために動作不能となった。着地後の写真を図8に示す。



図8 一回目の投下後の機体



図9 機体に増設されたフィルム

2回目の投下では、機体とパラシュートが絡まるのを防ぐためにフィルムを増設(図9)したことでパラシュートの開傘には成功したものの、ソーラーパネルの展開は出来なかった。しかし当日の天気良かったため、ソーラーパネルが展開されない状態でもセンサの稼働に必要な電力が確保されたためデータの取得には成功した。

ソーラーパネル展開失敗の原因は、検知用マイコンのオーバーフローしたことであった。マイコンの容量が小さいため、プログラムの改善かマイコンの変更が必要であると考えた。