

東京工業大学 CREATE

第 11 回能代宇宙イベント報告書

2015 年 9 月 8 日

PM 大村徹

構造班 岩崎陽平

電装班 久保田勇祐

推進班 安戸博紀

1 機体概要

1.1 機体名

機体名は C-07K である。

1.2 機体諸元

機体外観を図 1.1 に示す。



図 1.1 機体外観

機体概要図と期待寸法図をそれぞれ図 1.2 および図 1.3 に示す。

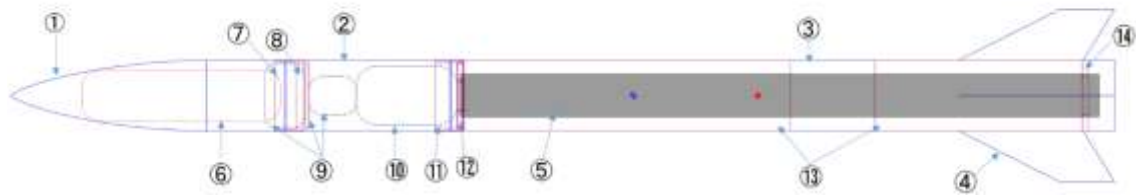


図 1.2 機体概要

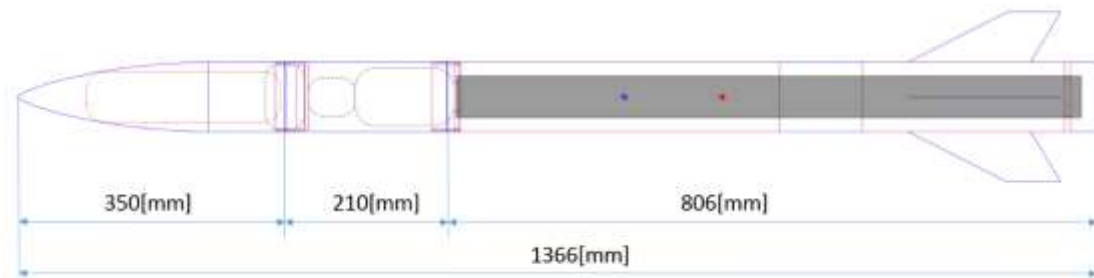


図 1.3 機体寸法

諸元表を表 1.4 に示す.

表 1.4 機体諸元

機体全長	1366[mm]
乾燥重量	2897[g]
離陸時重量	3989[g]
燃焼終了時重量	2827[g]

図 1.2 における各部品の名称と寸法・材料等を表 1.5 に記載する.

表 エラー! 指定したスタイルは使われていません。 .5

	部品名	材質	重量等
①	ノーズコーン	CFRP 製	Haack series(形状係数 0.333), 曲線長さ 250[mm], 直線長さ 100[mm], 直線部外径 91[mm], 肉厚 1[mm], (105[g])
②	ボディチューブ	GFRP 製	内径 89.5[mm], 外径 91[mm], 長さ 210[mm] (82.6[g])
③	エンジンチューブ	CFRP 製	内径 90[mm], 外径 91[mm], 長さ 870[mm] (220[g])
④	フィン	ポリカーボネード	1 枚当たり 29[g]
⑤	エンジン	HyperTEK K-240	充填前 1607[g], 酸化剤 1022[g]
⑥	パラシュート	解放を行うパラシュート	192[g]
⑦	ノーズ根元	アルミ(a5052)製	89.9[g]

	リング		
⑧	パラシュート固定板	アルミ (a5052) 製	143[g]
⑨	解放機構 RENKON	サーボモータ等	150[g]
⑩	電装	ロガー, 解放電装	600[g]
⑪	カプラー	アルミ(a5056)製	93[g]
⑫	エンジン受け(上)	アルミ(a5052)製	102[g]
⑬	エンジンブロック	スタイロフォーム(青)製	89.2[g]
⑭	エンジン受け(下)	アルミ(a5052)製	118[g]

1.3 搭載機器仕様

1.3.1 概要

C-07K の搭載機器は、50×65×55mm の防水プルボックス及び外部センサーによって構成されていた。防水プルボックスには、電装基板の「われのロガー2」、基板用電源の単 3 型リチウムフェライト電池 1 個、アクチュエータ用電源である CR2 型リチウム電池 2 個、及び飛行時のボックス内外の圧を一定に保つための電磁弁が搭載されていた。また、リチウムフェライト電池を充電するためのアンビリカルケーブル機能も実装されていた。

センサーデータの取得及び保存のサンプリング周波数を表 1.6 に示す。

表 1.6 サンプリング周波数

加速度	500Hz
ジャイロ	500Hz
地磁気	500Hz
気圧	100Hz
気温	100Hz
(GPS)	1Hz

防水プルボックス内の写真を写真 1 に示す。



写真1 防水ボックス内

1.3.2 電装基板

C-07Kの開発にあたって、本ミッション専用の電装基板である「われのロガー2」を開発した。この基板はセンサーデータの取得及び保存、開放用アクチュエータの作動、水密ボックス用電磁弁の作動、無線によるテレメトリ、の機能を搭載していた。

ただし、GPSに関してはプログラムのデバッグが間に合わず、正常に動作しないことが多かったため搭載せず、GPSデータを取得する代替手段としてSPACから借用していたQZPODを搭載した。

また、無線のテレメトリは実装時間の不足により、地上からロケットへの空データの送信及び、その信号に対するロケットから地上への返答信号の送信の機能のみであった。

次に、われのロガー2のプログラム上の飛行シーケンスについて示す。われのロガー2ではセンサーデータの保存のほかに、ロケットの飛行状態に応じてパラシュートの開放用アクチュエータの動作や、水密用電磁弁の開閉を行う。そのため、内部プログラムには飛行状態に応じて各モードが決められている。

はじめ、ランチャー挿入時は点火検知モードとなっている。このモードでは常に機体にかかる加速度を監視しており、3軸の加速度の大きさが4Gを0.5秒以上検出することによって点火検知を行う。その後上昇モードに入り、ロケットが降下して気圧が0.5秒間にわたって継続的に上昇するまでこのモードは継続し、次の下降モードに移行する。点火検知から17秒経過しても気圧の上昇が確認できない場合、強制的に下降モードへと移行する。下降モードになるとすぐに開放用アクチュエータが作動し、パラシュートが解散する。その後18秒経過すると、次の着

水モードへと移行する。着水モードになると、ボックス内外の気圧を一定に保っていた電磁弁が閉となり、防水ボックス内が完全に密閉される。その後、加速度が 0.8~1.2G になったことを検知すると着水が完了したとみなし、その 300 秒後にセンサーのログデータの取得を終了する。

2 結果

2.1 構造

2.1.1 組立

構造の組立は 03:45 ごろから開始した。電装統合までは問題なく行われたが、サーボモータを使用してノーズを固定する際に 30 分程度時間がかかった。機体挿入時には特に問題は見られなかった。

2.1.2 打上

点火後上昇し、ランチャーを離脱後に機体が海側に傾いた。その直後ノーズが飛散した。同時にパラシュートのコードがちぎれて、ノーズ以外の機体の上昇を続け、弾道落下した。

2.1.3 回収

回収できたのはエンジンマウントとパラシュートのみである。ボディーチューブは着水時の衝撃で圧縮破壊されたと考えられる。また、ランチラグも着水時に脱落した。パラシュートに関しては、コードが切れているが布は無傷であることから、ノーズと機体を結んでいた金属ワイヤーがコードと絡まったことによって切れたと考えられる。



図 2.1 回収した機体

2.1.4 今後に向けて

2分割するノーズの側面に隙間があった。上昇中に隙間から空気が入り込むことでノーズの内側の圧力が高まり、ノーズが飛散したと考えられる。今回新たに組み立てた開放機構は構造上の問題や制作精度から、機体に対する横方向の振動に弱く、ノーズの固定が完全にはできていなかった。

今後の機体は、横方向への振動にも強い構造や、側面からも空気が入らない構造を採用することを検討する。



図 2.2 ノーズ隙間

2.2 電装

2.2.1 組み立ておよびランチャー挿入

組み立ては順調に進行した。ランチャー挿入が完了後、すぐに点火できる状況でありさらに充電回路が正常動作しないことが多かったため、アンビリカルケーブルを接続するよりも接続しないほうがリスク回避につながると考えてアンビリカルケーブルは接続しなかった。

2.2.2 打ち上げ

打ち上げ後、点火点に設置された地上局より ping 信号を送信し続けてロケットの応答を確認していた。打ち上げ後約 10 秒まではロケットからの応答があったものの、その後ロケットからの応答はなかった。これは、ロケットが無線機器の電波の届かないところにあったからであると考えられる。その後機体が弾道落下し、ふたたび電波の届く範囲に戻ってきたあとに通信が再開しなかった理由は、無線のプログラムにタイムアウト機能を実装しなかったために通信プログラムが、一度通信が切断した状態のままになっていたためであると考えられる。回収後、電

装部分は固定されていた上部エンジン受けから完全に外れていたため、電装部品は着水時に衝撃で破壊されたのではないかと考えられる。

2.2.3 回収

前述のとおり、回収されたロケットには電装部分が固定されていなく、電装部分を回収することはできなかった。同時に搭載した QZPOD もロストした。

2.2.4 今後の展望

今回の打ち上げでは電装部の破壊およびロストという海打ち特有の問題点が発覚した。CREATE の今までの打ち上げでは、本体が完全にロストする場合を除いては電装部分がロストするという経験はなく、電装部分が破壊されることはあってもデータを得ることができないということが多かった。電装の破壊およびロストという結果を想定せずにロガーのプログラムを実装していたために、データのテレメトリの実装は優先順位の低いものとなってしまう、結果的に実装できずにロケットのログをとることができなかった。

今回の打ち上げでは、ロケットのログデータはロケットが破壊したときにこそ解析の材料として有効に活用されるものであって、ロケットに搭載する電装は最終的に完全に破壊されてもデータは残るようなものでなければならないということを経験させられた。この経験を踏まえ、今後の CREATE では無線機能の充実化や、小型で耐衝撃性のある航空機におけるブラックボックスのようなロガーの開発を進めようと考えている。

2.3 推進

2.3.1 GSE 設置および点火シーケンス

03:00 から GSE の展開を開始。途中、 N_2O のボンベの元栓からの漏れを確認したが、焦ることなく手順通りに対処した。他は特にトラブルが発生することもなく、スムーズに進行した。04:30 過ぎには GSE の設置が完了。

点火シーケンスは予備充填、本充填、点火、安全確認と、難なく行った。

2.3.2 今後に向けて

今回の秋田遠征を通して、 O_2 ラインに可燃物を用いている、テフロンホースに欠陥が見つかる等、GSE の設備に関して多くの問題が指摘された。これらは推進班だけでなく、部員全員の初歩的な知識不足、物品管理が不十分だったことによるものである。この機会に GSE 全体を見直して、10月に予定している燃焼試験までに反映させる方針である。知識の補充は、作成した資料をサークル内で共有する等の方法で対処したい。

3.まとめ

今回の打上結果は成功とはいえないものであり、前述の失敗への対処・対策が

不十分の点が多く見られた.各項目について具体的に対策を立て,今後の **CREATE** および **UNISEC** 内での共有を行うことで再発防止を進めていく予定である.