

宇宙開発研究会 CANSAT「イフィコ」報告書

1. はじめに

CANSATとは、缶などに電子機器を詰め込んだ超小型模擬衛星のことである。主にマイコンで構成されるOBC、通信機、そして各ミッション機器を搭載し、ロケットや気球からの投下後、パラシュートによって降下する。

本プロジェクトの目的は、電子回路製作の経験が無い学部1年生が宇宙開発の第一歩として、CANSAT「イフィコ」(以下イフィコ)の設計・製作および実験を行い技術の向上を目指す。「イフィコ」の名前は開発メンバーの頭文字を組み合わせたものである。

2. 実験内容

実験内容は北海道十勝管内大樹町のFTB実験領域で、CAMUI型ハイブリッドロケット(以下CAMUI)にイフィコをペイロードとして搭載し、上空から投下させる。

イフィコはGPSモジュールと地磁気センサで自身の位置、方向を感知し、サーボモータでパラフォイルを操作することで目的地への降下(フライバック)を行う。イフィコ飛行中のセンサ値を取得し内部で記録する。また取得したデータを無線によって送信し、地上局で受信する。

今回はGPS、三軸加速度センサ、地磁気センサ、気圧センサのデータをXBeePRO(以下XBee)による送信とmicroSDカードに記録すること及びフライバックを重点とした。

3. 仕様

3.1 ハードウェア

表 3.1.1 にイフィコの主な仕様を示す。

表 3.1.1 イフィコ仕様

総重量[g]	532.5	本体 460.5
		パラフォイル 72
形状	円柱	$\phi 8.34\text{mm} \times 173\text{mm}$
動作電圧	OBC 系、センサ系、通信系 3.3V	
	サーボモータ 4.0V	
消費電力	1200mW	
消費電流	300mA	
記憶データ	時間、気圧、加速度、温度、地磁気、GPS	
通信	送信出力	10mW
	周波数帯域	2.4GHz
	通信速度	9600bps
動作温度	$-30 \sim 85^{\circ}\text{C}$	

図 3.1.1 にイフィコのシステムブロックを、図 3.1.2 にフローチャートを示す。

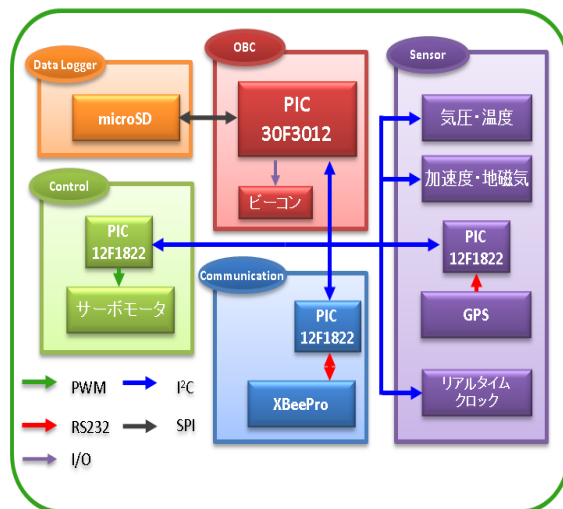


図 3.1.1 システムブロック

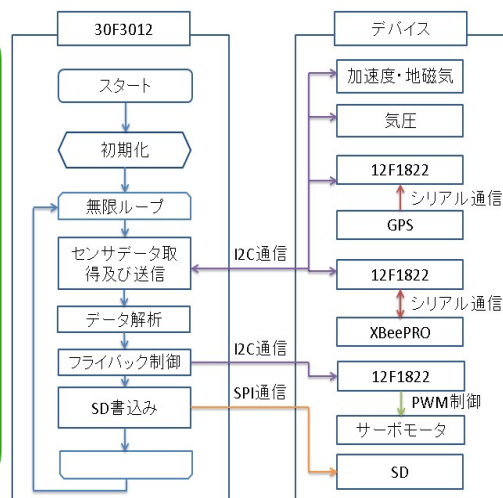


図 3.1.2 フローチャート

食缶の 3 号缶 (内径 8.34mm、高さ 113.0mm) と缶の底に自作のプラスチックケースを付けた形になる。図 3.1.3(a)に外装外観、(b)に内装外観を示す。

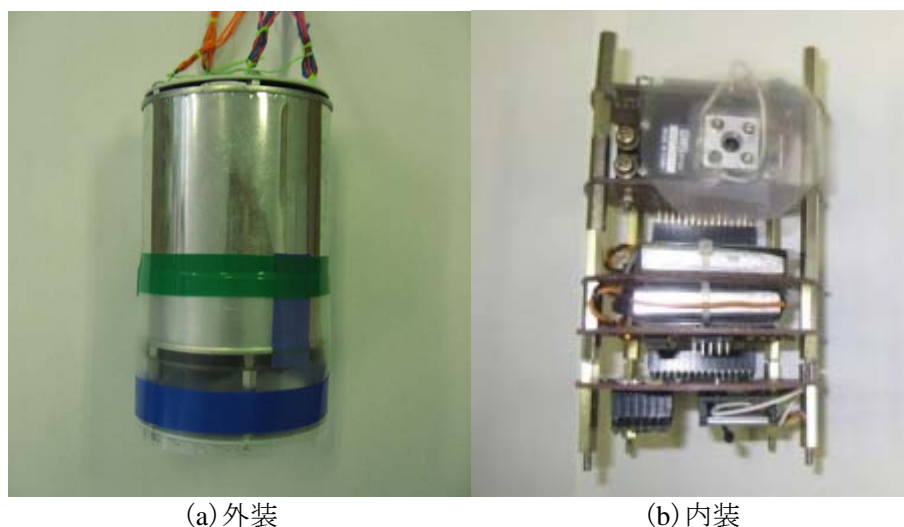


図 3.1.3 イフィコ外観

最下層の Xbee、センサ類がある基板は缶から出る構造になっていて、その基板はプラスチックで制作したケースを被せる。図 3.1.4 に内装の図を示す。

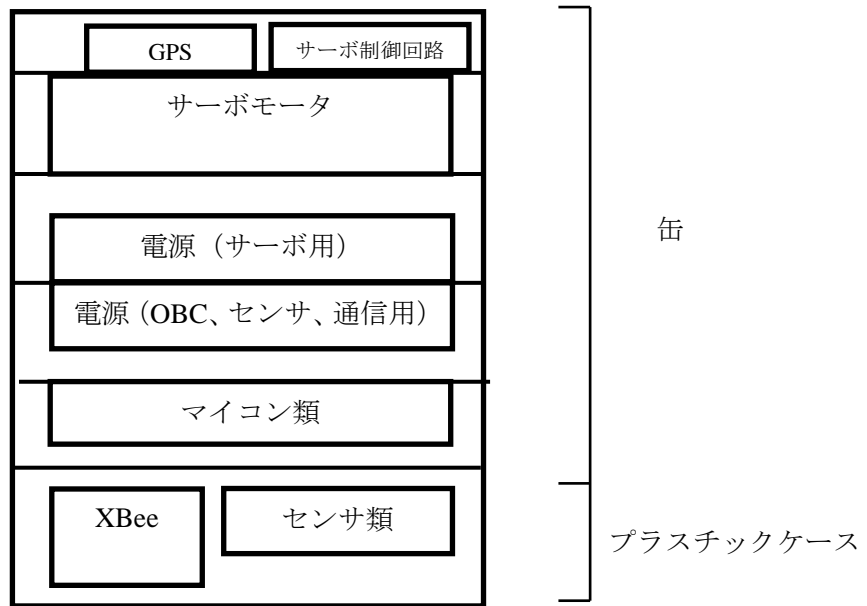


図 3.1.4 イフィコ内装

3.2 ソフトウェア

受信したテレメトリをリアルタイムで表示する自作ターミナルソフト「O-Term(オーターム)」を使用する。開発環境は Microsoft .NET Framework 3.5 である。仕様は GPS によるイフィコの地図表示、センサ情報を用いた姿勢推定、高度情報などのグラフ化、受信テレメトリの保存を主な目的とする。を図 3.2.1 に O-Term のスクリーンショット示す。

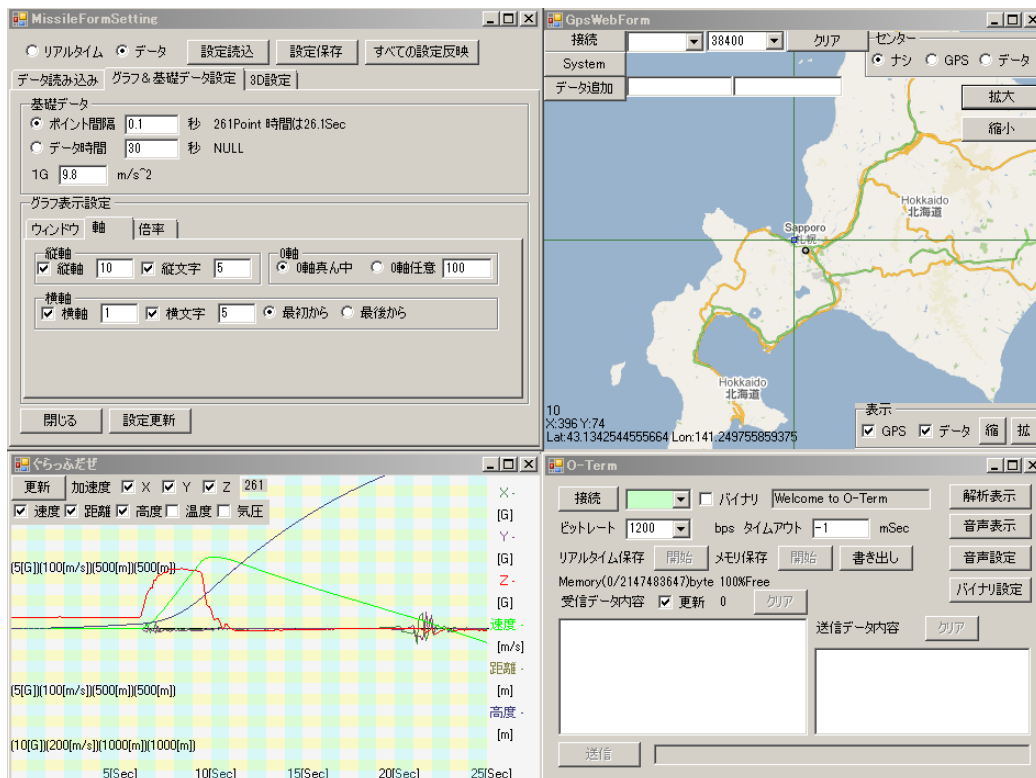


図 3.2.1 O-Term 外観

4. 結果

4.1 制御

GPS のデータ取得ができなかった。しかし、南の風と反時計回りから、北上したイフィコは、2 軸だけで計算された地磁気のデータだけによって、制御していることを確認できた。今後、確実に補足できる GPS を選定し、パラフォイルの変形、異常があった場合も瞬時判断できるプログラムを制作することを考える。

4.2 通信系

CAMUI の打ち上げから地面に落ちるまでのデータ受信は成功した。今後はアンテナの受信範囲の拡大などの受信アンテナの改良を加えたい。

4.3 構体系

大きな破損は見られず、内部も無事であった。しかし、イフィコを分解するとき、スペーサーを全て分解する必要がある、組立て分解に多くの時間を要した。今後は組立て、分解に時間のかからない設計をしたい。

4.4 回収系

フライバックが行われなかった。回収後、モータの動きを確認したところ、異常な動きは見られなかった。そのためフライバック失敗の原因はパラフォイルにあったと思われる。考えられる原因は加工によって変わったパラフォイルの特性、もしくは紐が引っ掛かる、伸びる等の理由でパラフォイルが左右不均等な形で落下していた可能性が大きいと考えられる。

今回の失敗点は、落下実験が諸事情により低い場所からの断片的な動きのみの観察だったため、長期的な制御状態が見られなかったことが大きいと思われる。以上の失敗点を踏まえ、イフィコは今後のフライバックの参考にしたい。

5. まとめ

本プロジェクト CANSAT「イフィコ」は microSD の回収、パラシュートの展開及びイフィコの回収、GPS 以外のセンサ値取得に成功したが、フライバックは失敗と判断した。

フライバックはパラフォイルが左右不均等だったことが原因であった。また、GPS は CAMUI の打ち上げ時の加速度で捕捉不能になり、温度センサも高度に必要な外気温度を取得できず、内部温度の取得という結果となった。しかし、加速度、地磁気によるイフィコの姿勢を取得できたのは今後のフライバック開発において、大きな飛躍になったといえる。

開発途中でメンバーの欠員があった中、フライトモデルを 1 週間前に作り終ったことは評価できるが、パラフォイル設計を担当する回収系が予定スケジュールより遅れ、結果として制御が失敗に繋がってしまったことは大きな反省点である。今後は今回のミッションの失敗点である GPS、温度センサの配置の改善。パラフォイルの改善、規格化の他、通信系、構体系も更なる改良を加え、フライバックを続けていきたい。



着地前のイフィコ

イフィコ打ち上げまでの活動報告

打ち上げ実験

イフィコの打ち上げ実験は 2011 年 12 月 17 日に北海道十勝管内大樹町の FTB 実験領域にて行われた。イフィコは、CAMUI に搭載された。

イフィコの打ち上げまでの活動報告

ここでは、イフィコ打ち上げ実験までの工程を記録したものである。

12 月 16 日

- 08:00 ～ 大学出発
- 12:30 ～ 大樹町多目的航空公園に到着
- 13:00 ～ カムイロケットとの最終かみ合わせ試験
- 15:00 ～ 旅館にて、植松専務から借りたアンテナ試験
- 16:30 ～ 夜間打ち上げに同行
- 21:30 ～ 明日の予定を確認
- 22:30 ～ イフィコの充電を確認し消灯

12 月 17 日

- 04:00 ～ 起床
- 05:30 ～ 実験場へ出発
- 06:00 ～ 寒さのため延期
- 09:45 ～ 遅れながらカムイ 200P にイフィコを搭載
- 10:40 ～ 打ち上げ
- 10:48 ～ イフィコ回収

謝辞

このたび北海道工業大学宇宙開発研究会の CANSAT「イフィコ」を CAMUI ロケットに搭載・打ち上げの機会をご提供いただきました、北海道宇宙科学技術創成センターの方々を始め、株式会社植松電機 植松努 専務、安中俊彦 氏、植松電機の皆様、北海道大学 大学院 工学院 機械宇宙工学専攻 宇宙環境システム工学研究室 永田晴紀 教授，助成して頂いた北海道工業大学同窓会に心より感謝致します。

そして、本実験を成功させるにあたり多くのアドバイスと協力をいただいた北海道工業大学 創生工学部 電気デジタルシステム工学科 佐鳥新 教授、佐鳥ゼミの皆様、及び未来デザイン学部 メディアデザイン学科 三橋龍一 教授、三橋ゼミの皆様、北海道宇宙連合の皆様深く感謝いたします。