
PLANET-Q CANSAT「ふぐ1号」開発プロジェクト 能代宇宙イベント参加報告書

大学名：九州大学 指導教官：平山寛 助教 文責：上津原正彦(ue2hara@aero.kyushu-u.ac.jp)

開発メンバー：上津原正彦*(M1, PM), 田川真(B4), 小淵拓海*(B3), 竹下俊弘*(B3), 上原広大(B2), 大江健吾*(B1), 大江広明*(B1)

(* : 能代宇宙イベントへ現地参加した者を示す)

1 概要

PLANET-Q は、Cansat 用コールドガス供給システム(Cold Gas Supply System for Cansat [GASCAN])を開発した。GASCAN 実証機「ふぐ1号」を開発し、第5回能代宇宙イベントへ臨んだ。

1.1 ミッション

ふぐ1号のミッションの目的と方法を次のように定めた。

- 目的：GASCAN の実証
- 方法：インフレーター(エアバッグ)の展開による軟着陸

Cansat の11年の歴史において、ガス供給機構を有する Cansat の競技参加はふぐ1号が史上初である。今回のミッションで GASCAN の正常動作が確認されると、今後 Cansat の新デバイスとして GASCAN が Cansat のミッションの可能性を拡張することや、将来的には大学生による宇宙機器開発への応用へと発展していくことが期待される。

1.2 開発体制

九州大学の宇宙開発体験サークル PLANET-Q の有志7名が、ふぐ1号の開発プロジェクトに参加した。ふぐ1号の開発体制の詳細を表1に示す。開発体制の特徴として、学部生主体であることが挙げられる。

表1. ふぐ1号開発体制

開発系	担当者(学年)	役割
プロジェクトマネージャー	上津原正彦 (M1)	プロジェクト管理
ミッション機器	上津原正彦 (M1) 竹下俊弘 (B3)	GASCAN の開発
	インフレーター 大江広明 (B1)	インフレータブルの設計, 製作
パラフォイル	上原広大 (B2)	Cansat 飛行用パラフォイルの実装
電装	田川真 (B4) 大江健吾 (B1)	OBC(On Board Computer)回路の設計, 製作
C&DH	小淵拓海 (B3)	OBC プログラムの設計, 実装
構体	上津原正彦 (M1)	Cansat 構体の設計, 製作
	竹下俊弘 (B3)	
	大江広明 (B1)	

2 ふぐ1号概要

2.1 主要諸元

ふぐ1号はオープンクラス・フライバックタイプの Cansat である。ふぐ1号の外観を図1に示す。また、主要諸元を表2に示す。

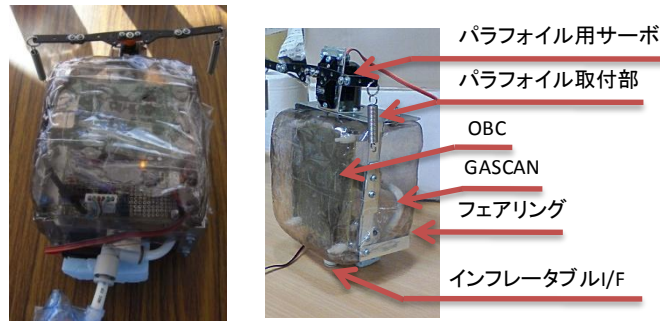


図1. ふぐ1号外観

表2. ふぐ1号主要諸元

クラス / タイプ	オープンクラス / フライバック(パラフォイル)
全備重量	790 g
構造体	主要部材 Lアングル材, アルミ板
	主要寸法 縦 100mm, 横 80mm, 高さ 110mm
OBC	CPU ARM7/LPC2388 (5V 駆動, クロック数:72MHz)
	主要機能 外部メモリ(SD カード), センサ(GPS, 気圧), 2ch サーボ I/F
電源	9V 角電池×2 個, 3 端子レギュレータで 5V へ降圧
	方式 電動弁(サーボモータ駆動)による CO2 ガス流量制御
GASCAN ガス源	CO2 ボンベ, 16g
	作動圧力 < 0.7MPa

2.2 ふぐ1号の特徴

2.2.1 GASCAN

ふぐ1号は GASCAN 実証用の Cansat である。GASCAN のガス源には汎用の小型二酸化炭素ポンペを用いている。また、ガスの流量制御には、ボンベのねじ規格に合う汎用の手動バルブにサーボモータを取り付けた自作電動弁を使用する。

2.2.2 インフレーターバルブ

GASCAN のアプリケーションとして、エアバッグとして機能する 20cm 四方の座布団型インフレーターバルブを自作した。インフレーターバルブの素材には軟質塩化ビニルシートを用いている。ガス流入用アダプタは、ビーチボール等に用いられているアダプタを移植して使用している。

2.2.3 スライドイン基板



図2. 機構概観

基板を構体に簡単に組付けることが可能な「スライドイン基板」の機構を製作し、作業性の効率化を図った。基板がマウントされた亚克力板を、構体に設けられたガイドレールに差し込むという機構になっている。スライドイン機構の概観を図2に示す。

2.2.4 フェアリング



図3. フェアリング概観

Cansat の各機器を保護する役割を担うフェアリングを、バキュームフォーム加工により自作した。フェアリングの素材には、0.5mm 厚の硬質塩化ビニルシートを用いている。フェアリングの概観を図3に示す。

2.3 システム概念

ふぐ1号のシステム概念を図4に示す。システム全体を制御するCPUにはARM7/LPC2388を採用した。センサはGPSと圧力センサの2種類があり、GPSはフライトシステムの制御のために、また圧力センサはGASCAN作動タイミングの制御のために用いている。制御履歴や飛行経路などのフライトデータはSDカードに保存される。

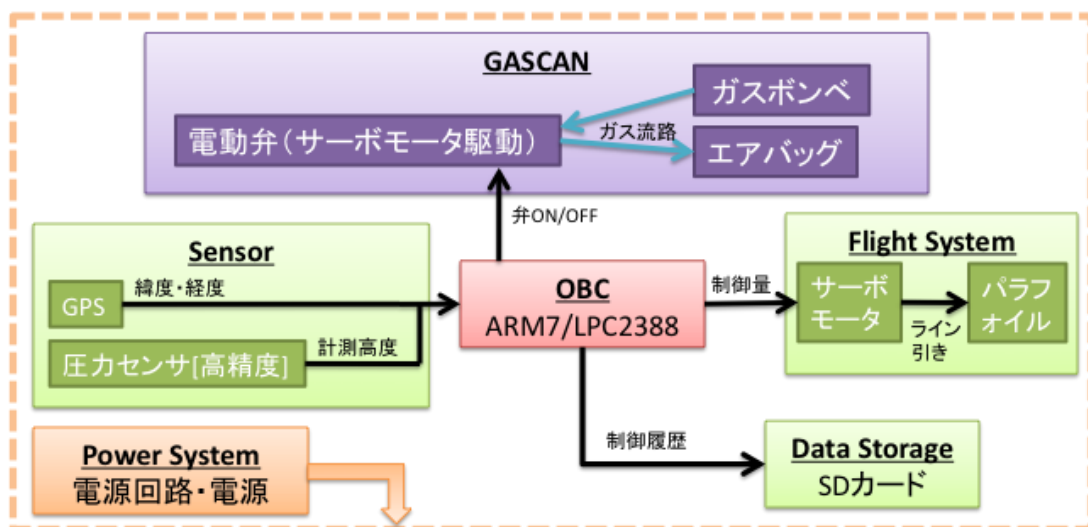


図4. ふぐ1号システム概念

2.4 運用シーケンス

ふぐ1号の想定する運用シーケンスを次に示す。

1. OBC 電源 ON, GPS・気圧センサ較正, SDカードへデータ記録開始, 気球に取付
2. 気球から投下, パラフォイル展開
3. パラフォイル制御開始
4. 高度10m(目標点基準)でGASCAN作動, エアバッグ展開
5. 着陸, データ提出

3 開発の軌跡

今回の開発は、メンバー集めから始まりFMの開発に至るまでを5ヶ月の期間で行った。活動の頻度は、7月のEM開発までは1回3時間程度×週2回を基本とした。7月末の期末試験が終了すると1回5～7時間×週3～5日のペースでFMの開発を進めた。開発軌跡の概要を表3に示す。開発の進捗具合に関して、構体・ミッション機器の開発は比較的順調に進んだ。一方、今回の開発で一番の問題として上げられるのは、OBCの開発である。FMに搭載するOBCのハードウェアの製作

が終了したのが8月中旬であり，そこからハードウェアのデバッグ，ソフトウェアの開発・デバッグを行い，OBCの開発は大会中まで続いた．この開発の遅延の問題の反省は次章に記述する．

表3. 開発軌跡概要

開発軌跡	
4月	メンバー集め
5月	アイデア出し，概念設計
6～7月	BBM，EM 開発
7月末	GASCAN 単体動作試験・飛行試験(EM で成功)
7月末～8月	FM 開発




図5. EM 概観



図6. FM 概観

4 大会結果・反省

4.1 結果

1回目のフライトに臨む段階では，OBCのプログラムの統合が間に合っていなかったため，OBCの電源を投入せずに，パラフォイルの飛行性能と本体の耐久性を確認することに留めた．フライトの結果として，強風時(当日は平均風速5m以上)においてもパラフォイルが機能すること，ならびに構体に破損箇所が無いことが確認された．

2回目のフライト時には，OBCのプログラムの統合を断念して，GASCANをタイマー制御により作動させるのみの命令をOBCに書き込んでフライトに臨んだ．タイマーの設定時間は，電源投入・フェアリング取付け・気球のある場所への移動・気球からの投下にかかる時間を考慮して20分と設定した．結果は，GASCANは正常に作動せず，飛行中にインフレーターを開くことは出来なかった．原因としては，タイマーの設定時間が長かったために，サーボ用電源の電池の電力消費が大きくなり，電動弁のサーボが想定トルクを発生させることが出来なかったことが，フライト後に行った追試験で確認された．計2回のフライトの概要を表4に示す．

競技翌日に開かれた，競技の評定対象でもある結果報告会で行った発表に対して，GASCANの将来性を評価して頂き，アイデア賞とIAC派遣権利を獲得することが出来た．評価して下さった方々の期待に応えるためにも，今後も勢いを増して開発を続けていきたい．

表4. フライト結果概要

フライト	1回目	2回目
目標点との距離	97.5m	90.5m
制御の有無	飛行制御無／制御履歴記録無	飛行制御無／制御履歴記録無
各フライト時のふぐ1号仕様概要	<ul style="list-style-type: none"> ➢ OBCはプログラム未統合のため電源投入せず ➢ パラフォイルの飛行性能，本体の耐久性の確認を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ OBCはGASCANをタイマー制御により作動するのみのプログラムを実装
結果	<ul style="list-style-type: none"> ➢ パラフォイルによる定常滑空を確認 ➢ 着地による本体の破損箇所無し 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ パラフォイルによる定常滑空を確認 ➢ 着地による本体の破損箇所無し ➢ GASCAN正常に作動せず，インフレーター未展開

4.2 反省

今回の反省すべき点は OBC のハードウェアの開発の遅れとそれに伴うソフトウェアの開発の遅れの雪崩が起こり、OBC の開発が本番に間に合わなかったことに尽きる。プロジェクト管理の観点から具体的な反省点を考える。OBC の開発体制は、ハードウェア 2 人・ソフトウェア 1 人の体制の OBC グループを作った。まず、ふぐ 1 号のシステムの要素数を考えると、ソフトウェア担当者を 1 人ではなく 2 人にすべきであった。次に、PM は開発を進める上で構体やミッション機器の開発を優先させるために、OBC の開発に関しては OBC グループに一任し、毎回の活動後に OBC グループから簡単な進捗報告を受けるといった受け身の態勢をとった。OBC の開発状況が芳しくなかった際に PM が不安材料を指摘した場合には OBC グループからは「できます」「やれます」「その前の段階は出来ているので、(次の段階もきっと)出来ます」等のコメントを受け、それを鵜呑みにしてしまうことが多々あった。プロジェクトを管理する以上、今回の場合、PM は OBC グループに対して希望的観測を排除して工学的視点から客観的に問題点を解析・指摘する、または担当者にそれらをさせるといった積極的なアプローチを取るべきであった。今回の失敗で得た教訓を、これから続けて行われる Cansat 開発にすぐに反映させていく。

5 今後の展望

能代宇宙イベントではふぐ 1 号の想定運用シーケンスでの正常動作は未確認に終わったので、UNISEC ワークショップ前までに大学内で追実験を行い、想定運用シーケンスの遂行を目指す。ワークショップでは追実験の結果と IAC 派遣の体験記について報告する予定である。

次に、2010年3月に種子島で開かれる予定である種子島ロケットコンテストの Cansat カムバック競技参加へ向けて、GASCAN のアプリケーションとしてインフレータブル翼を有するフライバック Cansat の開発を進めていく。

