1S10 ｜ 第70回宇宙科学技術連合講演会

オープンソース開発スタイルによるGPSシステムのワンチップ化に向けた試作と実証実験

○**今村 謙之**（ISHI会／一般社団法人OpenSUSI）
飯沼 匠（宇宙技術開発株式会社）　福岡 政大（東京科学大学）
片野田 洋（鹿児島大学）　森田 洋充（鹿児島大学）

背景：ロケット用GPSが手に入らなくなっている

課題：高度の壁と価格の壁

- **機体の大型化による高度アップ：**現在は市販GPSを使用。今後の大型化で高度が上がってくると動作しなくなると予想される
- **価格：**ロケット用のお手頃価格のGPS・航法システムは入手が困難

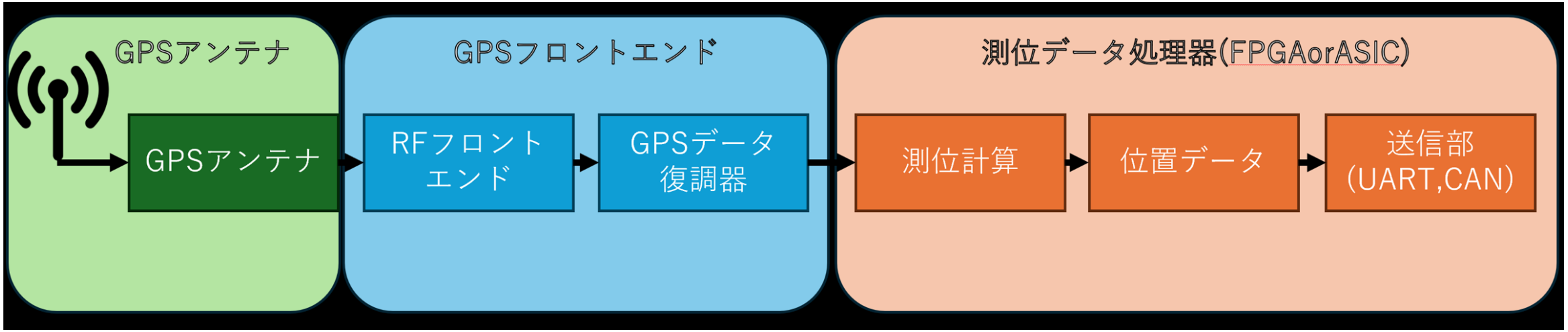
転機：オープンソース半導体の台頭

- 安価にICチップを製造できるようになった
- NDAで不可能だった設計情報の共有が可能に

オープンソース半導体コミュニティを開発母体に、GPSシステムをワンチップ化するプロジェクトを開始

ISHI会（オープンソース半導体コミュニティ）と**KROX**（鹿児島ハイブリッドロケット研究会）で、**共同研究を開始**しました

ワンチップ化のねらい：アンテナサイズのGPSシステム



- 一般的なGPSシステムの構成：アンテナ＋フロントエンド＋FPGAによる測位データ処理器

ワンチップ化

GPSフロントエンド＋測位データ処理器を1チップに集約

小型化

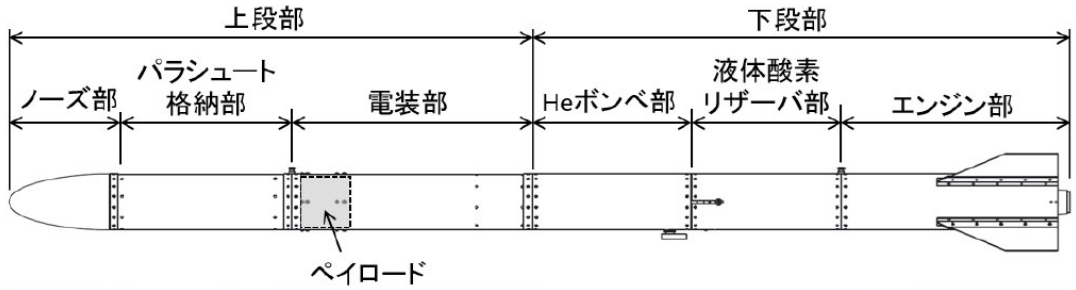
アンテナ一体化基板に実装し、アンテナサイズのGPSシステムを実現

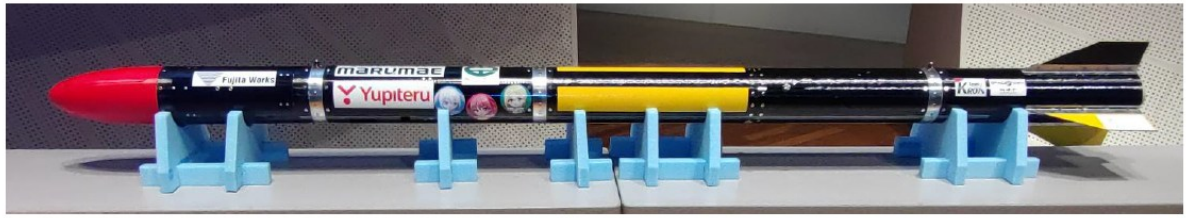
航法システム

本GPSシステムを複数個所に搭載し、6軸IMU・電子コンパスと組み合わせることで、柔軟に安価・高精度に航法システムを構築可能

今回の実証と測定対象：鹿児島ロケット7号機に搭載

ハイブリッドロケットにRF部の検証システムを試作・搭載し、基本3項目に絞って測定





● 鹿児島ロケット7号機「ユピテル 羽衣シックス号」

ハイブリッドロケット

酸化剤：LOX／燃料：アクリル・パラフィンワックス

2.72 m	全長（直径 140 mm）
20.3 kg	質量（LOX充填後）
2.6 km	計画到達高度

1 受信ゲイン

アンテナ状況、ロケット内の配線やノイズを含めても、受信ゲインがGPS電波の受信限界を超えていないか？

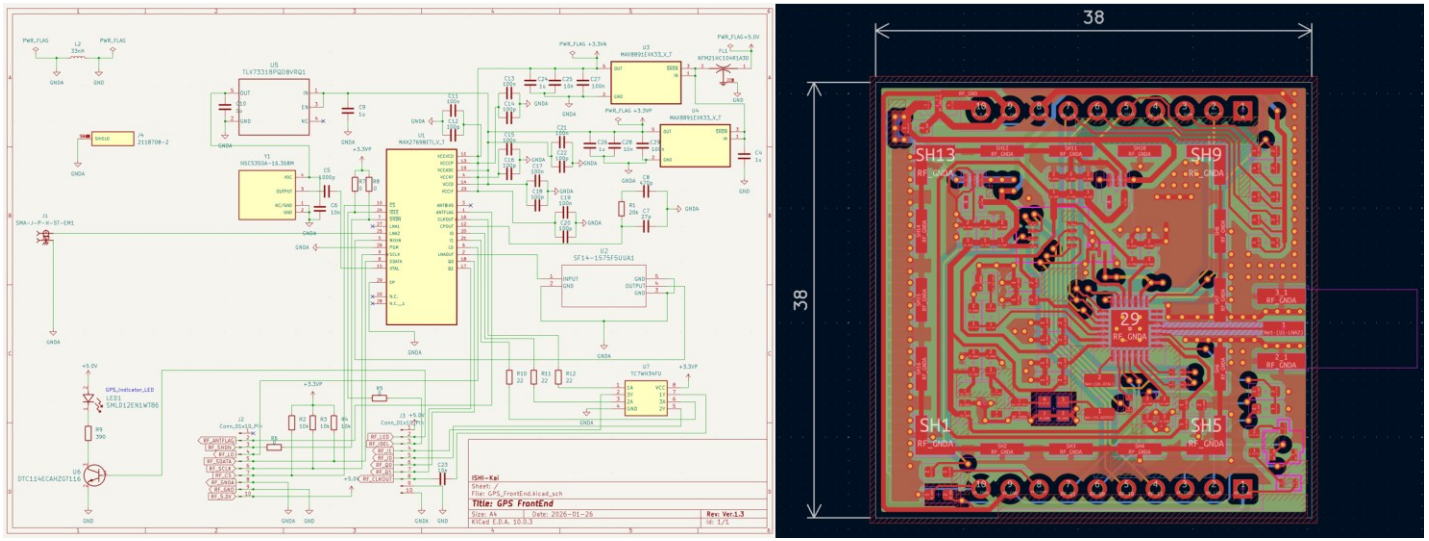
2 ドップラーシフト耐性

飛行中にドップラーシフトが起きても、DLLロックがかかるか？

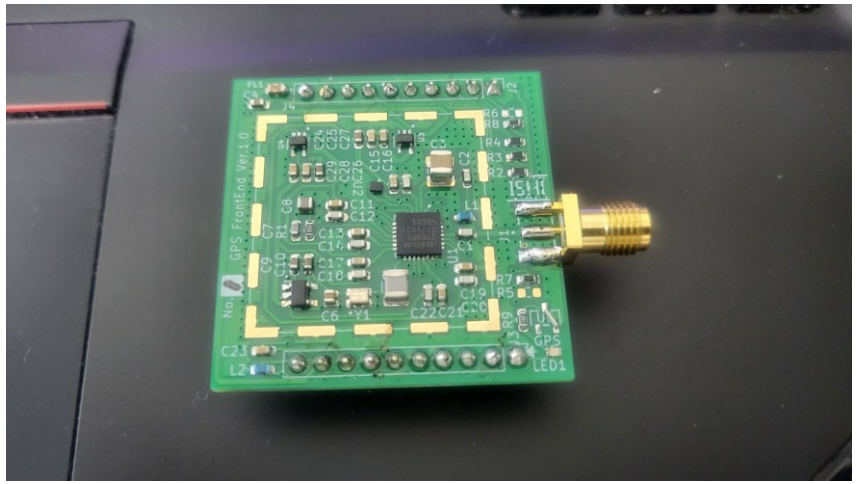
3 捕捉GPS衛星数

搭載アンテナの向きや機体のロールがあっても、4機以上の衛星を捕捉できるか？

開発対象１：GPS RFフロントエンド基板



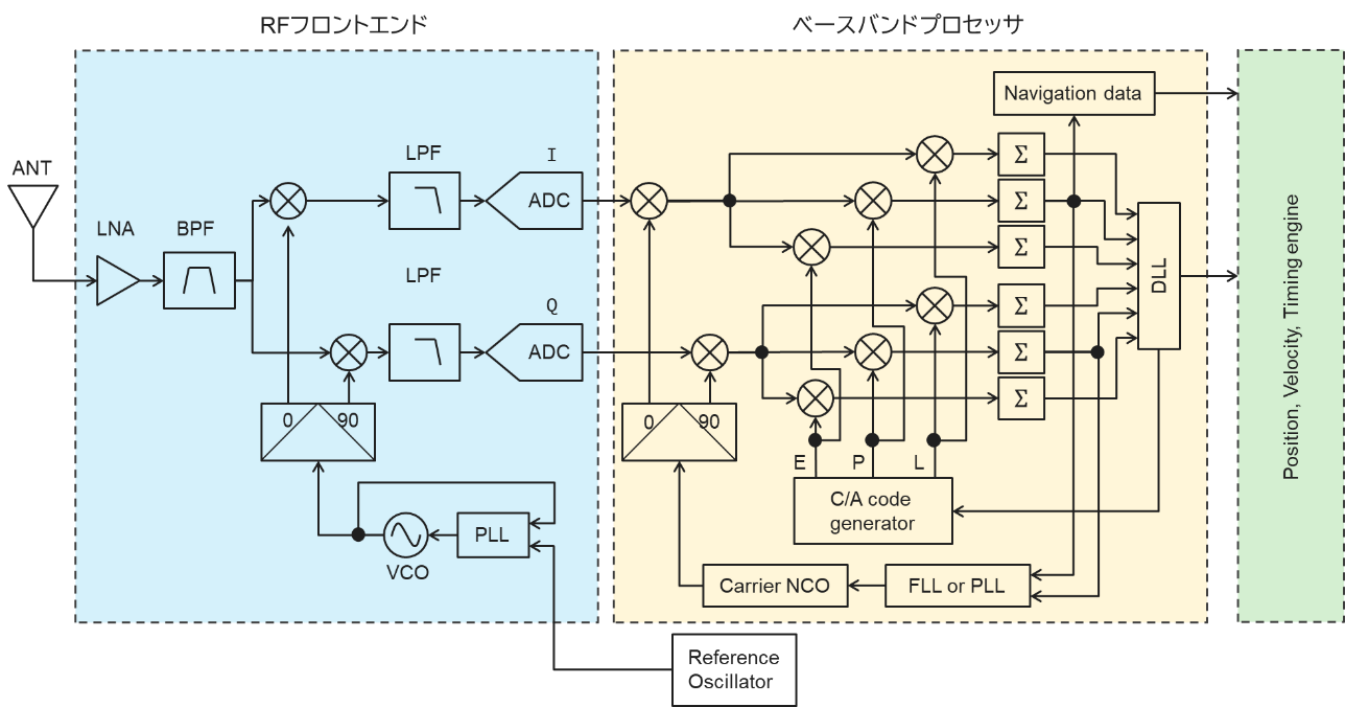
● 回路図と基板レイアウト



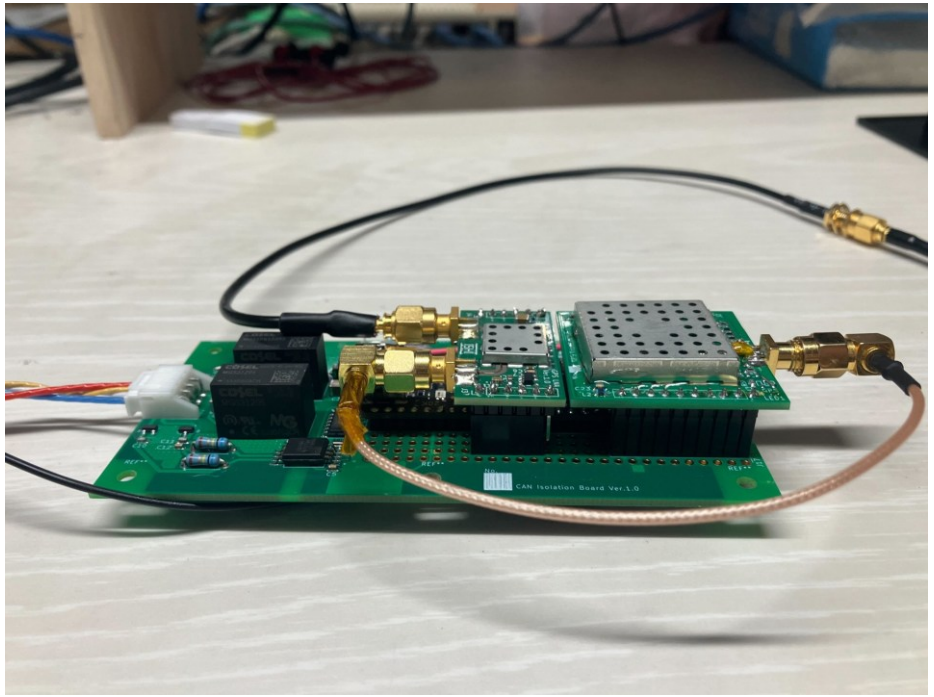
● 製作したRFフロントエンド基板

GPSシステムのRFフロントエンド基板 —— GPSのRF部に必要なスペックを検証するための試作

開発対象２：測位データ処理器とワンボード化



● GPSシステムの処理器のブロック図



測定対象に合わせた最低限の実装

ベースバンド処理

FPGAで処理（相関器・DLLなど）

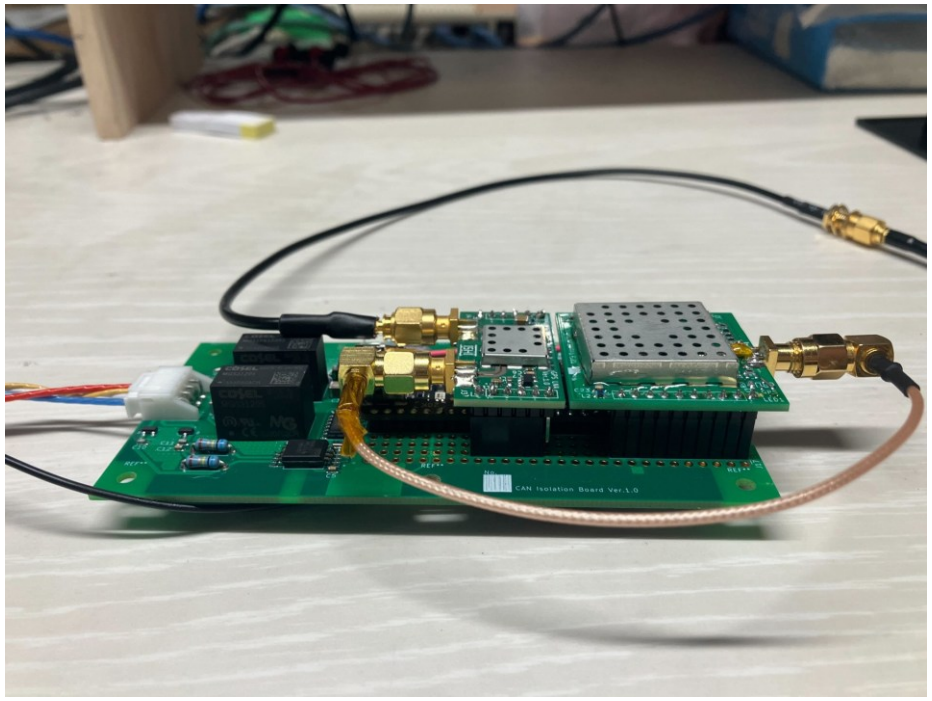
測位エンジン

マイコンで処理（位置・速度・時刻）

試作基板（4つの機能を1枚に集約）

- RFフロントエンド
- FPGA（ベースバンド処理）
- マイコン（測位エンジン）
- 電源＋CAN

フライトモデルと機体への組み込み

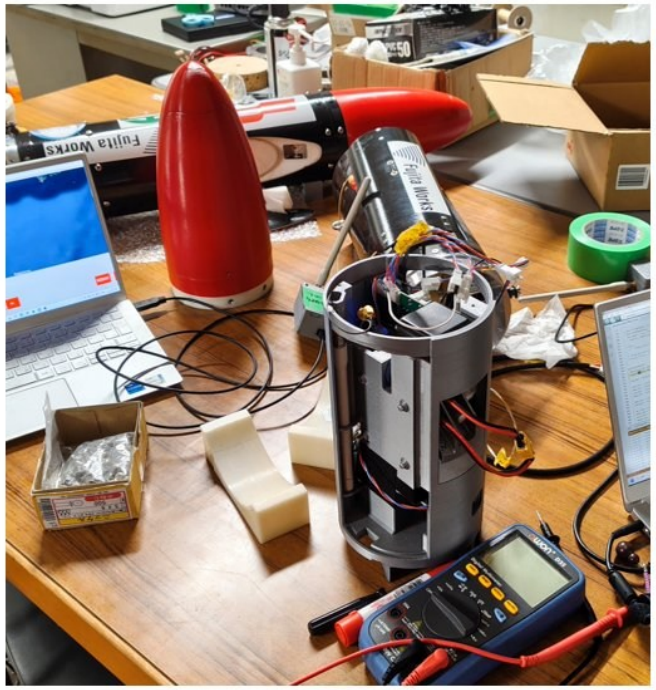


● GPSシステムのフライトモデル

電源・CAN通信基板を統合







● 鹿児島ロケットへの組み込み

右側の写真の灰色の円筒の中に本GPSシステムを搭載

打ち上げ：2026年2月24日

日時 2026年（令和8年）2月24日（火）17:10

場所 鹿児島県南種子町 前之浜海浜公園付近海岸

方位 迎角 南南東 水平から 80°

回収 回収船により機体を無事回収



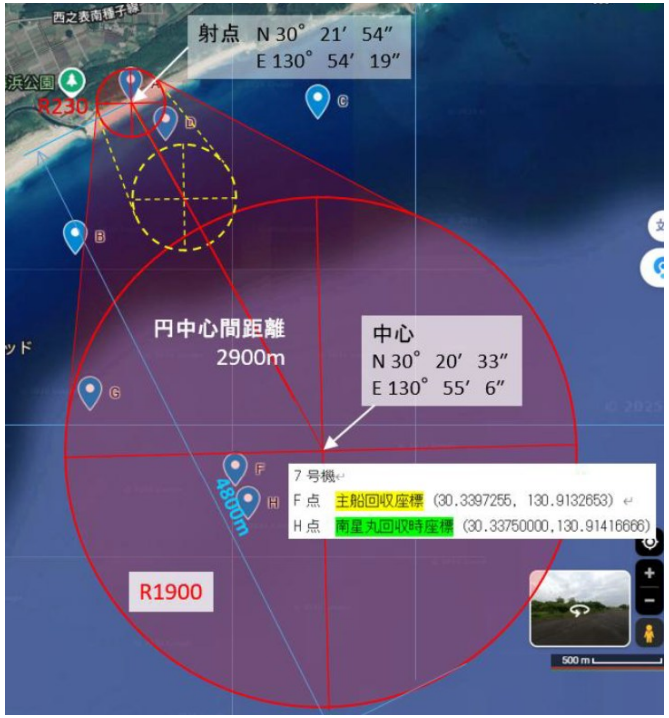
● 打ち上げ前のブリーフィング



● 組付け・組み立ての様子



● ランチャーに搭載したロケット



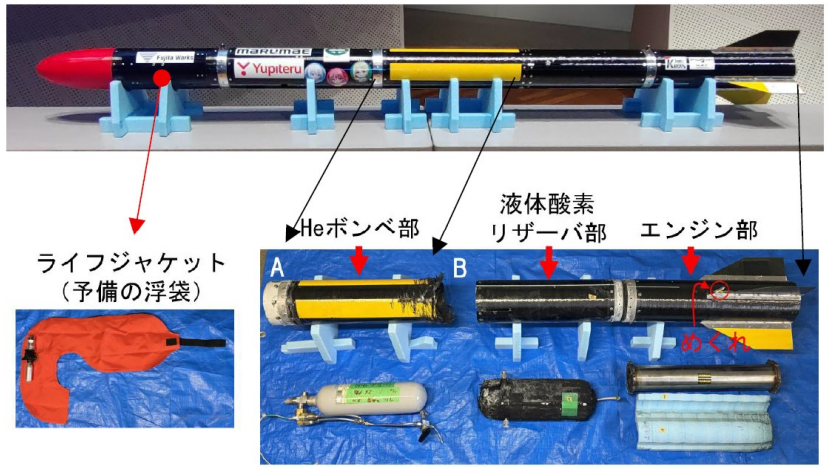
● 射点と回収船の座標



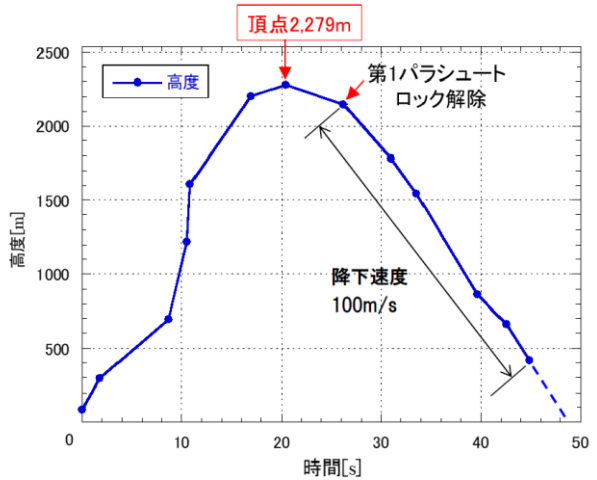
● 回収された機体

参考文献：鹿児島ロケット7号機 ユピテル羽衣シックス号 打上げ実験報告書（鹿児島大学 片野田研究室）

結果と考察：機体は破損、最低限の基準は満たされたと推測



● 回収された鹿児島ロケット



● 高度履歴（頂点 2,279 m）

測定対象	今回の評価
受信ゲイン	最低限の基準を満たすと推測
ドップラーシフト耐性	最低限の基準を満たすと推測
捕捉GPS衛星数	データを復元できず未評価

※ フルデータは得られていないため、定量評価は次回以降

オンボードデータ

機体破損のため回収不能

ダウンリンク

数秒に1点と非常に少ないサンプル数

GPS関連データ

受信はできたが、分割送信のため復元できず

考察：GPSデータ未受信時はヘッダー後に0のみを送る仕様で、飛行中にGPS関連データの受信を確認。
「受信ゲイン」と「ドップラーシフト耐性」の最低限の基準は満たされていると推測。

参考文献：鹿児島ロケット7号機 ユピテル羽衣シックス号 打上げ実験報告書（鹿児島大学 片野田研究室）

まとめと今後の展望

まとめ

- オープンソース半導体コミュニティを母体に、GPSシステムのワンチップ化プロジェクトを開始
- RF部のスペック検証用システムを試作し、鹿児島ロケット7号機で飛行実証
- 機体破損でフルデータは得られなかったが、受信ゲイン・ドップラーシフト耐性は最低限の基準を満たすと推測

今後の展望

無線データシステムの見直し

有意なデータを確実に取得する

現在開発中

- 新型無線器はリソース不足で間に合わず
- データ処理系を見直した新型地上局を構築中

実チップ実装へ向けた開発

RF部＋処理器を1チップ化

現在開発中

- RF部の試作チップを設計中

