

模擬人工衛星での親機子機間の通信技術の確立

福井県立高志高等学校 佐々木康成 森下優斗 多田優仁 原誠仁

1 要旨・概要

近年の宇宙産業の発達は目覚ましく、今や国家プロジェクトとしてではなく、民間企業が参入して将来性の見込まれる大きな産業となっている。その中でも超小型衛星の研究開発が、全世界において驚異的な勢いで活発に進められている。本研究では、TWELITEを用いて安定した通信を行うことが目的である。また、それに付随して、地上へのデータ送信を想定した環境の構築や別の機体との通信も行う。

2 問題提起・研究目的

近年の民間企業等の宇宙開発産業における今後解決すべき課題として、衛星の活動範囲のさらなる拡大と情報収集の安定化の2つがあげられる。この2つの課題の解決には無線通信技術の機能の発達と通信の安定化が重要である。広大かつ過酷な宇宙環境では、衛星が回収不能に陥る可能性が高い。そのような環境の中でも確実に安定して情報を得るために、複数の機体との無線通信を行えるようにすることで、広範囲の情報収集を可能にするだけでなく衛星破損時のリスクマネジメントにもなる。さらに高速かつリアルタイムに情報を収集できることが、データの整理の容易性かつ正確性を確保することで、情報処理技術を向上させることを可能にする。以上の理由より無線通信技術の機能の発達と通信の安定化が重要と言える。そのため私たちは模擬人工衛星を作成して、2機体間での安定した通信を試みる。

3 研究方法

機体の作成

今回模擬人工衛星の作成にあたり、破損時のリスクを踏まえ機体の作成に3Dプリンターを使用し、組み立て方を標準化することで、一定の品質を保った機体を作成できるようにすることを意識した。また、親機子機間の通信環境を提供するため、機体に分離機構を設けた。

* 機体本体(資料1参照)

親機と子機の計2機を作成した。両機の内径を統一化することで一部パーツの流用をできるようにした。

* 保護機構

一辺30cm正六角形のパラシュートの格角と機体本体の間に30cmの釣り糸を装着した。

* 分離機構

両機器をツメで止め、ラックでツメを曲げることで接合部の引っ掛かりを外し分離するようにした。ラックはパラシュートの糸が機体にはたらく張力で作動する。分離検知はタクトスイッチによる電気回路の変化で検知する予定。

データの取得及び保存

* 基盤開発

親機と子機の2機を搭載するには、機体の制限から省スペース化が必須となった。そのためプリント基板による省スペース化を図った。写真のように従来の手回りの基盤と比べて、省スペース化に成功した。

*** ソフトウェア**

親機のTWELITEは通信に専念させるため、Arduinoでデータの取得を行った。
CanSatForHighSchoolStudentsを元にしてプログラムを作成した。
子機はTWELITEAPPを元にしてプログラムを作成した。

子機↔親機↔地上の通信

通信にはTWELITE REDを使用した。TWELITE REDは、最大3kmの通信距離と約300kbpsの通信速度を持ち、他の中距離通信技術と比べて通信速度が速く、コストが低いため採用した。

リアルタイムデータの可視化

TWELITEを通信に専念させ、Arduinoでデータの取得を行った。
リアルタイムデータをpythonAPIを用いてInfluxDBにローカルで保存した。
InfluxDBからGrafanaに接続しデータの可視化を行った

4 結果

ミニマムサクセス、フルサクセス100%達成、エクストラサクセス50%達成とした。詳細については以下の通り

*** 構造目標項目について**

ミニマムサクセスのレギュレーションに沿った機構(缶サットの全体サイズは、外形φ68mm以下、高さ124mm以下、総重量250g以上300g以下)ができたため、達成とした。

フルサクセス、テスト時6回も本番時も問題なく子機、親機が分離したため、達成とした

エクストラサクセス、自由落下する子機が破損、親機は5回のテスト時、破損しなかったため達成見込みとした。

*** 電子系目標1について**

ミニマムサクセスについてはセンサすべて電源投入されたため、達成とした

フルサクセス、データが欠損なくSDに保存されたため、達成とした

*** 電子系目標2について**

ミニマムサクセスについては、地上でのTWELITE-PC間の通信は欠損なく実行されたため、達成とした。

フルサクセスについては、親機と管制局との通信は1秒間に2回の通信が確認されたため、達成とした。

エクストラサクセスについては、本来親機に使用するはずのTWELITEが破損してしまい、急遽子機のTWELITEを親機に使ったため、

*** ソフト系目標について**

ミニマムサクセスについては、InfluxDBの作成、grafanaで表示させるdashbordの作成はできたため、達成とした。

フルサクセスについては、ローカルでのデータのDB化、可視化は問題なくできたため、達成とした。

エクストラサクセスについては、リアルタイムでのDB化と可視化が問題なくできたため達成とした。

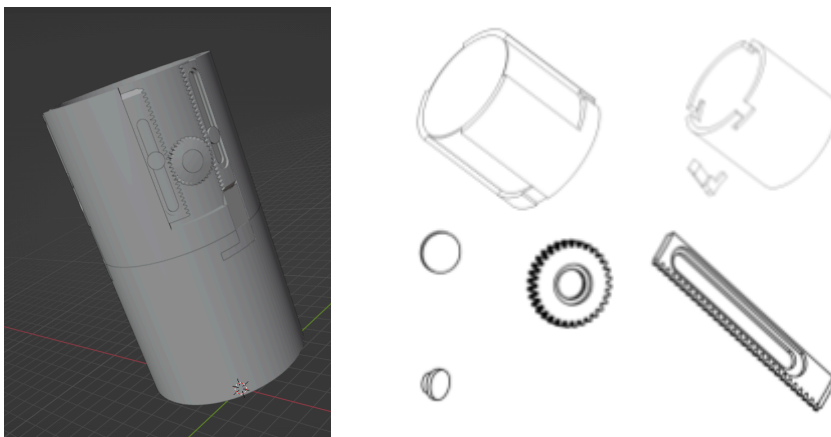
6 結論・課題

福井地方大会では通信に成功し、複数のデータを取得することができたが、通信が安定しなかったため、アンテナの改良などさらなる改善が必要。また、子機に減速機構をつけなかったため地面との衝突時に破損してしまった。そのため子機にパラシュート等の減速機構をつけるなどの改善が必要。分離機構に関しても、分離がうまく起きなかったり、意図しない分離であったりしたため、分離機構の動作を検知する構造を追加する必要がある。フロントエンド・バックエンドに関して、テレメトリへの親機の姿勢制御の表示を行う予定。

7 謝辞

本研究に当たり、活動資金を一部提供してくださった高志高校同窓会の皆様、助言をしてくださった先生方、福井県教育総合研究所の皆様に厚く御礼申し上げます。

8 図表・画像



図表1 機体の全体図(左)、各部品(右)

ミッション目標	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス
【構造目標】 子機、親機の分離	レギュレーションに沿った機構の作成	空中での分離	地上に落下しても壊れない、何回も使える
【電子系目標1】 データの取得と保存	センサすべてに電源投入される	SDに保存される	N/A
【電子系目標2】 通信機構	地上での通信	親機↔管制局の通信	子機↔親機↔管制局の通信
【ソフト系目標】 データのDB化,視覚化	DBの用意、 Dashboardの作成	ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化	リアルタイムのDB化、 視覚化

図表2 サクセスクライテリア

	目標項目	達成状況
ミニマムサクセス	レギュレーションに沿った機構の作成	達成
	センサすべてに電源投入される	達成
	地上での通信	達成
	DBの用意、Dashboardの作成	達成
フルサクセス	空中での分離	達成
	取得したデータがSDに保存される	達成
	親機↔管制局の通信	達成
	ローカルでのテレメトリのDB化、視覚化	達成
エクストラサクセス	地上に落下しても壊れない、何回も使える	達成見込み
	子機↔親機↔管制局の通信	未達成
	リアルタイムのDB化、視覚化	達成

図表3 目標達成状況