

# 学生衛星における開発方法論の研究

宮崎研究室

上原 拓郎

## 1. 緒言

近年、長期間、高コスト、大人数の従来大型人工衛星の開発に対して、短期間、低コスト、少人数で実現可能とする超小型人工衛星(Cubesat)の開発が日本の大学で行われている。研究室単位で教育目的や新技術の宇宙実証として利用できるためである。2003年には学生衛星として初の東京大学の XI-IV、東京工業大学の CUTE-1 の打上げに成功し現在も運用されている。日本大学でも 2008 年に SEEDS-II が打上げに成功し運用されている。

しかし、打ち上げられる学生衛星が増える中で、ミッション未達成や失敗する衛星も出てきている。原因としては各プロジェクトによって様々なものが考えられる。

## 2. 問題点, 課題

前章でも述べている通り、学生衛星がいくつも打ちあがる中で、打ち上げ数とともにミッション未達成や失敗する衛星が出てきている。しかし、いまだ成功する学生衛星と失敗する学生衛星の違いを生み出す重要な要因・原因がどんなものなのか、統計的な検証は行われているが[1]、明確にはなっていない。

## 3. 研究目的と意義

本研究では学生衛星が成功するために必要だと考えられる仮説を立て、開発援助ツールを選定し、それを NEXUS プロジェクト(以下 NEXUS)を遂行しながら実施し、明らかにすることが目的である。適用できると判断できた開発援助ツールは、学生主体の衛星プロジェクトの衛星開発を円滑に進めるために活用できるとともに学生衛星開発に限らず、模擬衛星(Cansat)開発や新入生教育の場面でも役立てることができると考えている。さらに 5 章で述べる学生衛星の成功定義と同様に、異なる環境条件、制約条件でも検証を行い、成功定義を明らかにすれば、他

分野のプロジェクトでも十分に活用することができると考えている。

## 4. NEXUS の概要

NEXUS は、日本大学 3 機目の人工衛星プロジェクトであり、学内向け新入生教育プログラムを経験した学生より立案された衛星プロジェクトである。日本大学と日本アマチュア衛星通信協会(以下 JAMSAT)で共同開発しており、バス系開発は日本大学が担当し、ミッション系の一部の製作に JAMSAT のご支援を頂いている。(Fig.1)

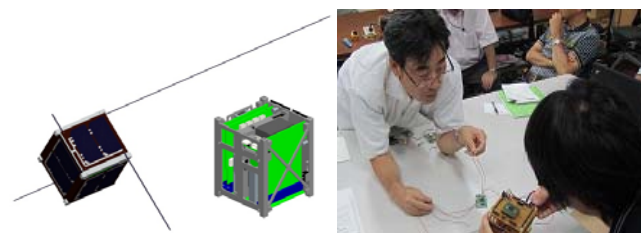


Fig.1. NEXUS 外観, 作業風景

## 5. 学生衛星の成功定義

まず、学生衛星が成功するために必要だと考える仮説を立てるために学生衛星の検証を行い、研究対象となる「学生衛星」の成功定義を定める。

学生衛星の特徴として以下のような特徴がある。

- I. 学生は研究・開発にかかわれる期間が短いこと。
- II. 開発体制は研究室単位などでのプロジェクトが多く、人数が少人数に限られること。
- III. 開発メンバは金銭的報酬を受け取ることはなく、自主的な動機が必要なこと。
- IV. 開発当初を知らない学生が引き継ぐ可能性が高く、技術継承が必要となること。
- V. 学生は開発より優先すべき授業や就職活動があり、柔軟なスケジュール調整が必要なこと。
- VI. 既存技術を疑うことなく引用してしまうことを防止するための確認が必要なこと。

上記した学生衛星の特徴の共通点は、どれも人的



日時		担当者名	
A	B	C	E
日時	曜日	研究室	PM(上原) STR(高崎)
2013/01/08	火	コアタイム	
2013/01/09	水		
2013/01/10	木	NEXUS(レビュー会)	システム工学提出
2013/01/11	金		PF送る
2013/01/12	土		有限要素法提出
2013/01/13	日	JAMSAT合同MTG	
2013/01/14	月	SPROUT	
2013/01/15	火	コアタイム(ケーブル対策)	
2013/01/16	水		バイト17:30~
2013/01/17	木	NEXUS	システム工学
2013/01/18	金		システム工学
2013/01/19	土		システム工学
2013/01/20	日		システム工学
2013/01/21	月	SPROUT	EPS, CDH, FMR部品
2013/01/22	火	コアタイム	表先生に提出
2013/01/23	水		ROM基板加工
2013/01/24	木		バイト17:30~
2013/01/25	金		システム工学課題?

Fig.3. NEXUS メンバスケジュール表の一部

### 7.3.作業記録

仮説②に対応する作業記録は、開発期間中行ったタスク、確認項目を記録し書類化することができる。NEXUS ではメンバスケジュール表と同様、Googleドライブを利用している。Googleドライブのフォーム作成機能を用いて作業記録投稿フォームを作成した。項目として氏名、日付、開始時間、終了時間、何をしたのか?、どうやってしたのか?、他の担当に聞きたいことは?、またなぜしたのか?など記入してもらうことで仮説④にも対応する作業記録を作成できた。投稿フォームの送信ボタンを押すことでNEXUS 作業記録一覧に追加され、インターネット上でExcelを開くことができ、アカウントに登録されている者であれば観覧できる。(Fig.4)

また、フォームの項目に進捗度を追加し、開発メンバによる自己採点を行った。以下にメンバ別の進捗度を時系列に表したグラフを Fig.5.に示す。グラフより記録を開始し始めてから開発メンバ全員の進捗度は右肩上がりでは上がっていることが分かる。作業記録を書くことでその次に記録を書くときに前回の記録を思い出し、進捗に実感が湧いていくのだと考えられる。しかし、タスクが多くなると更新ができなくなるメンバがおり、グラフに表せないメンバも存在する。更新してもらうための対策が必要である。

なぜしましたか?/Why	項目
送信機などの機器動作時、どの程度の電圧降下があるかを知りたい。	1200bpsダウンリンク時: 4.805V 0.83~0.86A 9600bpsダウンリンク時: 4.812V 0.86~0.89A デジタル方時: 4.78V 0.94~0.95A からファンタム-0H+デジタル+カ 1.1A FIFOを動かす寸と電流値は0.1A増える。 CDHの0.05A程度の電流増れがあった。 レギュレータでの電圧。システムをつないだ際の電流値: 4.98V, 0.29A 定電圧直後の電圧値: 3.67V トランスポンダの動作電圧、動作電流: 3.27V, 0.23A 高速送信機の動作電流0.07A トランスポンダ動作時のシステム全体の動作電圧、電流: 4.94V, 0.53A 高速送信機動作時のシステム全体の動作電圧: 4.935V
レギュレータからのノイズがトランスポンダに影響しているかを調りたい。	高速送信機動作時のシステム全体の動作電圧: 4.935V
ソフトウェアプロテクトが解除できなかった原因はレジスタを書き換える前にwrite enableコマンドを送る必要があったから。	ソフトウェアプロテクトが解除できなかった原因はレジスタを書き換える前にwrite enableコマンドを送る必要があったから。
タイミング調整が終わりに、データが移っていることを確認した。	タイミング調整が終わりに、データが移っていることを確認した。
先読みのアドレスが「11111111」が入ってしまっているのでものバグのみ残っている。原因は書き込みアドレスが何かの原因で0番地ではなく1番地からになっているか、0番地を書き込む時に全てhighになっているかどちらかかと思う。	先読みのアドレスが「11111111」が入ってしまっているのでものバグのみ残っている。原因は書き込みアドレスが何かの原因で0番地ではなく1番地からになっているか、0番地を書き込む時に全てhighになっているかどちらかかと思う。
画像1枚を1分12秒で分散保存する事に成功した。	画像1枚を1分12秒で分散保存する事に成功した。
あとはROM読み出し表示プログラムを作って、画像がそっくりそのまま移動できるようにしたい。	あとはROM読み出し表示プログラムを作って、画像がそっくりそのまま移動できるようにしたい。

Fig.4. NEXUS 作業記録一覧の一部

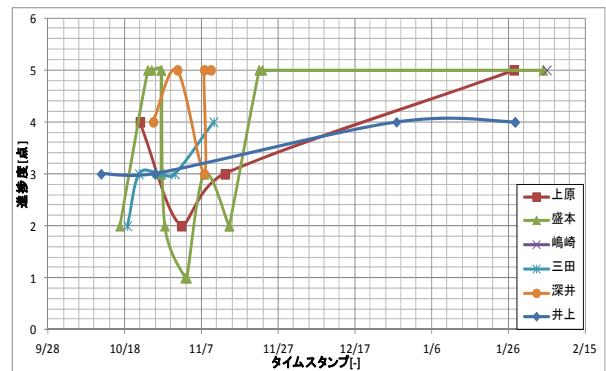


Fig.5.時系列とメンバ別進捗度の関係

作業記録に関してNEXUSはJAMSATの方と共同開発する際、この作業記録一覧を通して、遠距離でも情報共有することができるようになった。作業記録は書類化とともに自身のタスクの確認に活用されており、Fig.4.からも分かるように進捗の実感がモチベーション維持にも貢献していると考えられる。

### 7.4.パーソナリティ・ファンデーション

仮説③に対応するパーソナリティ・ファンデーションは、価値観を4つの部類に分けることができる4-Dシステムと呼ばれるものの中の診断法である。(Fig.6)自身は何を考えやすく、何が足りなく、どう衝突しやすいのか知ることが出来る。4-Dシステムの基本法則は Fig.7.のように構成されている。人間が重要な決断を下す時には、情報収集が欠かせない。その情報収集でも私達には「知覚」のような五感で感じる経験則と「直感」のような想像力が備わっている。また意思決定の傾向も違う。

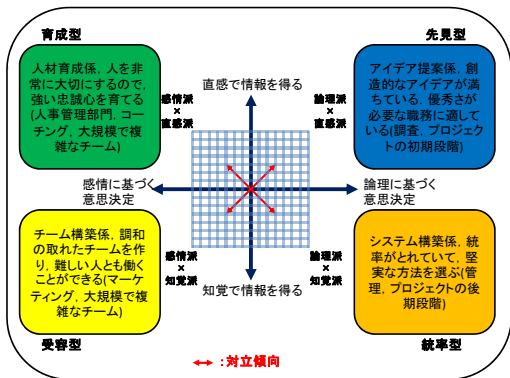


Fig.6. パーソナリティ・ファンデーション診断図

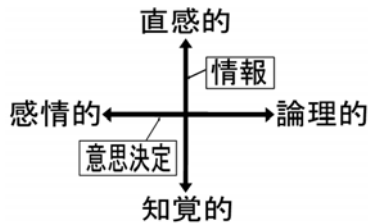


Fig.7. 「4-D システム」の基本法則

NEXUS では PPP と組み合わせてフェーズ毎に診断を行う。また自分自身の色を評価した後、開発メンバー内で他己評価も行う。(Fig.8)

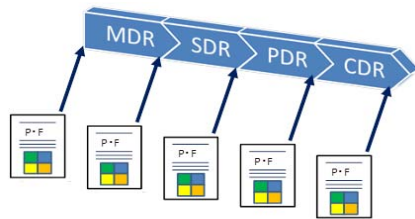


Fig.8. パーソナリティ・ファンデーションの時期

NEXUS は現在BBM 統合段階にまで開発が進んでいるため、3回の診断を行った。メンバー内で実施したことで自身の価値観を知れたこと、また他メンバーの色を評価したり、知ることでお互いのコミュニケーションを手助けすることができた。

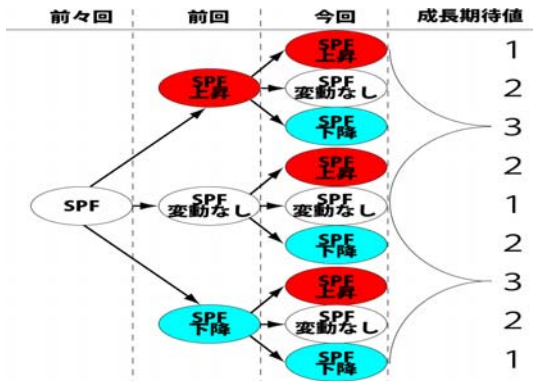


Fig.9. SPF と成長の関係概念図

また SPF(Special Personality Factor)という値を置き、成長との関係性を評価することができた。(Fig.9)

### 8. 通信実証衛星 NEXUS の開発

NEXUS プロジェクトを遂行しつつ様々なツールを検証してきたが、変更・修正、トラブルなどは存在した。そこで開発の流れの記録も行った。(Fig.10)

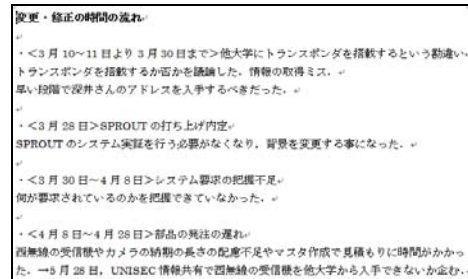


Fig.10. 変更・修正の時間の流れ

### 9. 結果

学生衛星の成功定義としては「学生が合理的に納得が行く衛星開発であること」とし、学生衛星が成功するために必要だと考えられる4つの仮説を立てた。PPP、メンバスケジュール表、作業記録、パーソナリティ・ファンデーションをNEXUSで今後も活用し検証していく。作業記録に関しては仮説②のみでなく、③、④に対しても対応していることが分かった。今回、検証した開発援助ツールはすべて無償で利用できるものであるため、学生主体の衛星プロジェクトへの導入も簡単に行える。

### 10. 結言

学生衛星と失敗する学生衛星の違いを生み出す重要な要因・原因がどんなものなのかまだ明確になっていない。今後、NEXUS 開発を進めるとともに学生衛星の成功定義をよりの確にするため学生主体の衛星プロジェクト団体にアンケート調査を行い、明らかにする必要がある。

### 11. 参考文献

[1]石井亮介,佐原宏典,超小型人工衛星のミッション成否分析に基づく現状把握と将来予測,日本航空宇宙学会論文集 Vol.60,No.2,pp.65-73,2012  
 [2]チャールズ・J・ペレリン,NASA のチームビルディング,アチーブメント出版株式会社,2010  
 [3]Google ドライブ  
<http://www.google.com/intl/ja/drive/start/features.html>