

一般財団法人 新技術振興渡辺記念会
平成27年度上期 科学技術調査研究助成

「小型衛星を通じた宇宙の人材育成に関する調査研究」

報告書

平成28年3月
一般財団法人 日本宇宙フォーラム

目 次

1. 調査研究の目的	1
2. 調査研究の実施内容及び方法	3
(1) 衛星設計コンテストの資料の収集整理	
(2) 衛星設計コンテストの内容、効果の分析	
(3) 小型衛星に関連する各種教育活動のマップ化	
(4) 今後の宇宙人材育成施策の検討	
3. 調査研究の結果	5
(1) 衛星設計コンテストの資料の収集整理	
(2) 衛星設計コンテストの内容、効果の分析	
(3) 小型衛星に関連する各種教育活動のマップ化	
(4) 今後の宇宙人材育成施策の検討	
4. まとめ	21
添付1 小型衛星を通じた宇宙の人材育成に関する調査（衛星開発）シート	
添付2 小型衛星を通じた宇宙の人材育成に関する調査（進路）シート	
添付3 衛星設計コンテスト資料記録集	
添付4 過去の衛星設計コンテストのミッション一覧	
添付5 衛星製作との関係調査	
添付6 衛星設計コンテスト出身者の進路調査	

1. 調査研究の目的

我が国の宇宙開発の持続的推進及び将来の技術発展のためには、人材の継続した育成が極めて重要である。

衛星の開発は、コストが高く、リスクも大きいので、過去においては国の宇宙機関や大企業が行い、大学等における宇宙教育は、講義がほとんどで具体的な衛星プロジェクトに関与することはなかった。衛星技術者は、宇宙機関や大企業に就職後、本格的に育成されていた。

しかし、近年、以下のような小型衛星に関する活動が活発化してきている。小型衛星はコストも安く、打上げ手段を独自に確保する必要がないので大学でも比較的簡単に取り組める。このため大学等における宇宙工学教育において、小型衛星の設計、製作、打上げが人材育成のための重要な活動になってきている。

- ①大型衛星打上げ時の相乗り小型衛星の打上げ（欧米、インド、中国、日本などの世界中のロケットを用いた有償での小型衛星の打ち上げや JAXA が公募する無償での国内教育機関向けの小型衛星打ち上げ）
- ②国際宇宙ステーションからの超小型の CubeSat の放出（JAXA が公募する国内教育機関向けの無償の小型衛星打ち上げと企業等向けの有償の小型衛星打ち上げ）等の機会（注 1）

小型衛星に関しては、その可能性に着目して、実際の小型衛星の製作や打上げの前段階の教育として「衛星設計コンテスト」（注 2）が、関連学会等の連携による自主的な活動として 20 年以上継続して実施されている。同コンテストでは、学生がミッションを創造し、それを実現するための小型衛星の技術的な要求事項の整理も含めた設計を行うことで、宇宙開発利用の技術的知識や経験を習得するというもので、平成 25 年には人材育成の観点からの意義が評価され、宇宙開発利用大賞の文部科学大臣賞を受賞している。同コンテストは、その名が示す通り、設計やアイデアを審査対象としている。しかし、同コンテストから実際の小型衛星の製作・打上げに繋がった例も多く、また、技術資料の作成・公開も行っており、大学等における小型衛星関連活動においては非常に重要な役割を果たしてきている。

しかしながら、同コンテストは関係機関のボランティアベースの活動であるため、フォローアップに十分なマンパワーが確保できず、貴重な資料が蓄積されているにもかかわらず、資料の散逸のおそれがあり、また、その効果の分析、内容の分析等は不十分で、外部への情報発信も不足している。いわば、「宝の持ち腐れ」状態にある。

一方、小型衛星の打上げ機会の増加に伴い、高校、高専、大学等による関連する宇宙教育関連活動も多様化しているが、全体として、それらの活動は俯瞰的にマップ化されておらず、相互の連携・協力による効果の増大も図られていない。また、国際協力のもとで実施されている活動も一部みられるが、真の国際化・グ

ローバルな科学技術人材の育成に向けて、十分にはその可能性が実現されているとは言い難い。

以上の状況を踏まえ、本調査研究では、衛星設計コンテスト実行委員会の協力を得て、同コンテストで蓄積された貴重な情報の発掘調査と有効活用を図るとともに、小型衛星に関連する各種教育活動を俯瞰し、整理・体系化すると共に、今後の宇宙の人材育成活動の効果的な推進方策を検討、提案する。

具体的な実施内容は以下のとおりである。

- ①衛星設計コンテストの資料の収集整理
- ②衛星設計コンテストの内容、効果の分析。それに基づく宇宙教育関係者用の参考資料の作成。
教育目的の小型衛星打上げ推進策の検討、提案。
- ③小型衛星に関連する各種教育活動のマップ化。連携の可能性の検討。海外との協力の機会の検討。
- ④今後の宇宙人材育成施策の検討・提言

(注1) 小型衛星等の打上げ機会

- ・ JAXA が打ち上げる大型衛星の相乗りとして、50Kg 以下の小型衛星が打ち上げられる。
- ・ CubeSat : 1 辺 10cm のサイズで規格化 (又はそれを 2~3 個つなげたもの) されており、国際宇宙ステーションからも放出可能。重量は 1~3Kg 程度。
- ・ この他、350ml のジュース缶サイズの CanSat (缶サット) を小型ロケットで上空に打ち上げ、パラシュートで回収する活動も行われている。この場合、地球を周回する軌道までには行かないので、衛星とは言えない。

(注2) 衛星設計コンテスト

- ・ 主催者：日本機械学会、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会、日本天文学会、地球電磁気・地球惑星圏学会の 5 学会及び JAXA (宇宙航空研究開発機構)、宇宙科学振興会、日本宇宙フォーラム
主催者に有識者を加えて実行委員会を組織して事業を実施。
- ・ 開始時期：平成 5 年から、毎年コンテストを実施。平成 26 年度、第 22 回を実施。
- ・ 実施内容：設計の部 (大学、高専、高校生、50Kg 以下の小型衛星が対象)、アイデアの部 (大学、高専、高校生)、ジュニアの部 (高校生) で構成され、それぞれの大賞、主催者賞等を授与している。
- ・ 技術資料：「衛星設計コンテスト技術資料」を作成・公開し、応募者の参考に供している。

- ・実際の衛星とのつながり：同コンテストは、設計、アイデアが審査対象である。しかし応募した大学等がその活動を更に進め、実際の衛星の開発・打上げにつなげた例も多い。また、同コンテストでは、優れた作品については、設計者が JAXA の相乗り小型衛星に応募する場合は、推薦状を交付している。

2. 調査研究の実施内容及び手法

(1) 衛星設計コンテストの資料の収集整理

これまで 22 回のコンテストに際して衛星設計コンテスト実行委員会に提出された様々な資料（衛星の設計・解析資料、宇宙利用のアイデアに関する資料等）や、衛星設計コンテストに関する各学会での発表記録等を調査・収集し、体系的に整理した。

(2) 衛星設計コンテストの内容、効果の分析

上記（1）のデータをもとに、衛星設計コンテストの内容、効果等について分析を行った。

提案内容の分析

衛星設計コンテストの提案資料をもとに、どのようなミッションや技術が提案されているか、時系列的に分析した。

ミッションは、実用衛星（測位、通信・放送、リモートセンシング）、科学衛星・宇宙探査、宇宙環境利用、宇宙デブリ対策、有人宇宙活動、その他に区分する。特に「その他」については、どのようなユニークな提案がなされているか丁寧に分析した。

また、小惑星探査機「はやぶさ」の成功、日本人宇宙飛行士の活躍、スペースデブリ問題の深刻化（2007 年の中国の衛星破壊実験によるデブリの増加）等がどのような影響を与えたか、時系列的に分析するとともに、これまでの小型衛星を用いたミッション設計のトレンド分析を行った。

なお、分析結果は、高校生や大学生が宇宙開発をどうとらえているかに関する貴重な資料となるため、今後、当財団や衛星設計コンテスト実行委員会の今後の人材育成活動の改善に活用すると共に、宇宙教育関係者（教師、教員、科学館関係者、JAXA 宇宙教育センター等）に提供する。また、宇宙の人材育成施策の検討材料として、政策検討・決定者等の関係者に提供する。

実際の衛星製作との関係分析

第 1 回衛星設計コンテストで、電子情報通信学会賞を受賞した「鯨生態観測用小型衛星システム」（千葉工業大学）を始め、実際の衛星の製作、打

上げに繋がった例がかなりある。衛星設計コンテストによく応募する大学について、実際の衛星の製作との関係性について、調査を行った。調査方法としては、メールベースによるヒアリングシート（添付1参照）への記入依頼のほか、訪問調査を行った。

これらの分析結果は、当財団や衛星設計コンテスト実行委員会の今後の人材育成活動の改善に活用する他、宇宙教育関係者等にフィードバックするとともに、JAXA、文部科学省にも、今後の小型衛星推進方策として、提案していく。

【調査先大学】

- ・ 東京大学 （平成 21 年 1 月、いぶきの相乗り衛星打ち上げ ほか）
- ・ 東京工業大学 （平成 26 年 11 月、ロシアの ROCKOT にて打ち上げ ほか）
- ・ 東北大学 （平成 26 年 5 月、だいち 2 号の相乗り衛星打ち上げ ほか）
- ・ 日本大学 （平成 26 年 5 月、だいち 2 号の相乗り衛星打ち上げ ほか）
- ・ 首都大学東京
- ・ 防衛大学校
- ・ 帝京大学 （平成 26 年 2 月、GPM 衛星の相乗り衛星打ち上げ）
- ・ 信州大学 （平成 26 年 2 月、GPM 衛星の相乗り衛星打ち上げ）
- ・ 大阪府立大学 （平成 26 年 2 月、GPM 衛星の相乗り衛星打ち上げ）
- ・ 九州大学
- ・ 九州工業大学 （平成 26 年 12 月、はやぶさ 2 の相乗り衛星打ち上げ ほか）

コンテスト参加者の進路分析及び宇宙開発利用従事者からのヒアリング調査

衛星設計コンテストの参加者の実際の進学、就職等の進路及びキャリアパスについて、追跡調査を行い、分析した。設計の部、アイデアの部に参加した大学生等、ジュニアの部に参加した高校生に区分して情報を収集した。方法としては、コンテストに参加した、大学、高校の教員に協力を依頼し、調査票を配布して記入してもらった。

大学生等については、JAXA、宇宙関連団体、宇宙関係企業等に就職した割合を把握し、宇宙関係学科の平均的な割合と比較した。

調査方法としては、メールベースによるヒアリングシート（添付2参照）への記入依頼のほか、訪問調査を行った。

(3) 小型衛星に関連する各種教育活動のマップ化

宇宙の人材育成に関する活動は、種々実施されている。特に、近年、小型衛星の打上げ機会が増加したため、大学等における小型衛星に関する活動も増加している。また、衛星設計コンテストのジュニアの部（高校生）の応募については、SSH（スーパーサイエンスハイスクール）からの応募が増えている傾向が見られる。

しかし、様々な活動は、俯瞰的に把握されていないため、各活動について情報を収集・把握し、マップ化し、相互の連携の可能性、全体としての推進方策の検討を行った。

(4) 今後の宇宙人材育成施策の検討

上記の検討を踏まえ、小型衛星の設計・製作を通じた宇宙の人材育成の今後の推進方策についてとりまとめた。今後、政策検討・決定者等の各方面に提言を行っていく。

3. 調査研究の結果

(1) 衛星設計コンテストの資料の収集整理

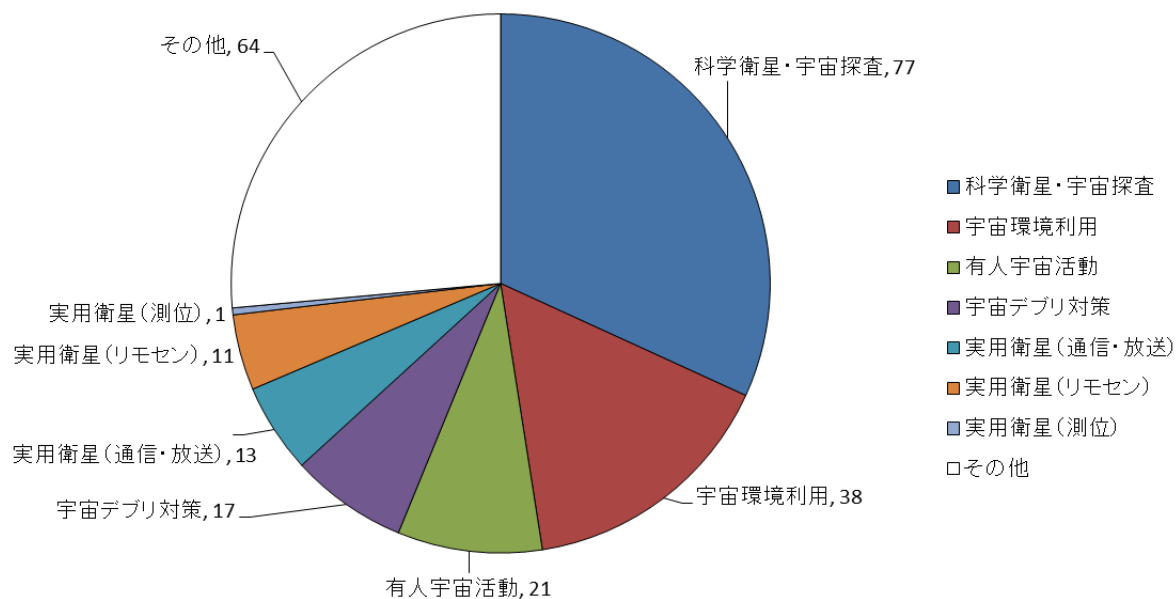
事務局として保管している過去のコンテストに関わる資料を参照、体系的に整理した。整理した資料を添付3に示す。

(2) 衛星設計コンテストの内容、効果の分析

① 提案内容の分析

過去の衛星設計コンテストの提案資料をもとに、どのようなミッションや技術が提案されているか、分析を行った。過去の衛星設計コンテストのミッション一覧を添付4に示す。

以下に過去のコンテストで採択されたミッションのテーマ別の採択数を円グラフに示す。



1993年から2014年の22年間で合計242ミッションの提案が採択された。提案のうち、最も多かったテーマは「科学衛星・宇宙探査」の77ミッション(約32%)で全体のほぼ3分の1を占めている。その後、「宇宙環境利用」、「有人宇宙活動」と続いている。どちらかというところ、通信、測位、リモートセンシングといった実用的なミッションより、科学、宇宙空間という特殊環境の活用といった、よりチャレンジングなミッションが好まれる傾向にあることが分かる。設計の部では、特にチャレンジングな科学・宇宙探査ミッションに挑戦する傾向がある。また、アイデアの部では、他のミッションと差別化したアイデアでないと評価されないため、微小重力という特殊環境を活かした独自のアイデアをミッションとする傾向があると思われる。

続いて、時系列での提案テーマの傾向を示す。

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
科学衛星・宇宙探査	1	2	1	1	2	8	2	2	5	4	4
宇宙環境利用	1	1	3	1	1	1	3	0	1	1	1
有人宇宙活動	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
宇宙デブリ対策	1	3	0	1	0	0	0	2	2	1	0
実用衛星(通信・放送)	2	0	1	0	0	2	0	1	0	1	0
実用衛星(リモセン)	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
実用衛星(測位)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
その他	4	1	5	3	3	0	4	5	2	3	5
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
科学衛星・宇宙探査	5	4	5	5	5	2	3	4	3	6	3
宇宙環境利用	2	4	2	1	5	2	1	2	1	2	2
有人宇宙活動	0	1	2	3	1	1	2	1	2	2	3
宇宙デブリ対策	2	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
実用衛星(通信・放送)	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1
実用衛星(リモセン)	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1
実用衛星(測位)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	2	4	4	1	1	1	1	3	5	3	4

2007年の中国の衛星破壊実験によるデブリの増加など、近年宇宙デブリへの関心が急速に高まってきており、調査前までは2000年以前に比べて、2000年以降はデブリ対策をテーマにしたミッション提案が増加しているとの仮説を立てていたが、実際には1990年代からデブリ対策に関するミッションはコンスタントに提案されており、時系列トレンドによる変化はほとんど見られなかった。

他方、「有人宇宙活動」に関するテーマは1990年代から2000年前半まではほとんど提案が見られなかったが、2005年以降は毎年、平均2ミッションほどの提案があり、明らかに有人宇宙活動に関するミッションが増えていることが分かる。2000年頃から国際宇宙ステーション（ISS）の建設が始まり、日本人宇宙飛行士もコンスタントにISSに打ち上げられている他、2000年代後半には若田光一宇宙飛行士が初のISSでの長期滞在を行うなど、2000年代にはメディアを含めて、有人宇宙飛行が注目を集めた。そういったメディアでの露出効果もあり、一般に日本人の宇宙飛行士の活躍や有人宇宙活動が注目を集めたため、有人宇宙活動に関するミッションが増えたことが想像される。また、ISS空間も含めた「宇宙環境利用」に関するミッションも2004年頃から増えているトレンドがあり、こちらもISSでの宇宙飛行士の活動が一般に広く認知されてきたことの表れと考えられる。

こちらで設定したテーマに合致しない「その他」に分類した過去のミッション

提案は 64 件あった。特にアイデアの部においてはユニークなミッション提案が多く含まれており、以下にいくつかをピックアップして紹介する。

(a) 作曲支援衛星

宇宙空間に存在する電波を衛星により受信し、それを地上へ電送し、周波数変換を行うことにより曲として一般ユーザに対して音楽を提供する。衛星はユーザ指示によりコントロールされる。受信されたデータは地上受信局内のサーバに蓄積され、ユーザはそれを自分のコンピュータ上の音楽データ変換ソフトによって曲として聞くことができる。

(b) 軌道上掲示板 ～Space Dream Networks (宇宙、夢つながり)～

次世代エンターテイメントスタイルの衛星である。宇宙空間に飛び出した衛星は軌道に投入後膜面を展開、するとそこには夢あるスクリーンが出来あがる。地球上にいる人々は膜面上に配置された光源(LED)が描き出した画像を見ながら宇宙に対してのロマンを感じ、制御部下に設置されたカメラからの画像はインターネットやテレビで見ることが可能である。そしてそれは宇宙開発に対する人々の理解をより深めることになり、かつこの衛星はビジネスモデルとしても有効である。

(c) ITU-SAT(Intelligent Truncated-icosahedral Usher Satellite)電波マッピング衛星

宇宙のインフラ利用が急激に進んでいる現在、静止軌道上の衛星の配置は非常に窮屈になっており、また、通信に使用される周波数帯も逼迫している。そこで、電波の交通整理という観点から、電波マッピング衛星を提案する。この衛星は、静止衛星から地上に照射されている電波の使用状況を詳細にマッピングする衛星である。本衛星によって取得されたデータは、電波の有効利用、平和利用を目指し、ITU (国際電気通信連合) を通じて広く公開し、国際的な参照情報として利用されることを目的とする。

(d) ケータイを衛星にしよう！

君のケータイを改造して、人工衛星を作ろう！ 身近でハイテク機器の詰まった携帯電話には、宇宙への可能性があふれている。宇宙望遠鏡も気象衛星も、自分で作れる時代かもしれない。巨大な技術も、多くの整理された基礎技術で成り立つ。衛星開発をキーワードに、技術を本質的にブレークダウンし、個人や学校・クラブで参加できる仕様を策定する。21世紀、誰もが巨大なシステム開発に参加し、自分の力を発揮するための基盤が必要である。

(e) 五輪紋章創造衛星 武蔵

60年前の東京五輪では、航空自衛隊のブルーインパルスがスモークによってオリンピックシンボルを東京上空に描いた。それからおよそ60年後の現在、宇宙機を用いて宇宙にオリンピックシンボルを描くミッションを提案する。その内容は、2020年に開催される東京五輪の開会式において、東京上空の高度300kmの宇宙空間に、5機の衛星でリチウム蒸気の太陽光共鳴散乱光を利用した人工発光雲を生成することで、35km×15kmの大きさの地上から視認可能なオリンピックシンボルを描くというものである。

②実際の衛星製作との関係分析

衛星設計コンテストによく応募する大学について、実際の衛星の製作との関係性について、調査を行った。調査方法として、コンテストに参加した、大学等の教員に協力を依頼し、ヒアリングもしくは調査票を配布して記入してもらった。調査集計表については添付5参照。

【実際の衛星製作につながった事例】

以下に、衛星設計コンテストの経験が少なからず実際の衛星製作につながった事例を示す。

大学名	衛星設計コンテスト経験	実際の衛星
千葉工業大学	「鯨生態観測用小型衛星システム」 第1回衛星設計コンテスト。電子情報通信学会賞	鯨生態観測衛星「観太くん」
東北大学	「地球大気流出観測衛星」 第13回衛星設計コンテスト。設計部門。地球電磁気・地球惑星圏学会賞	SPRITE-SAT 「雷神1号」
日本大学	PRIMROSE 第14回衛星設計コンテスト設計大賞	SPROUT (衛星設計コンテスト提案ミッションの小型実証版)
首都大学東京	バイナリブラックホール探査衛星 「ORBIS」 第18回衛星設計コンテスト	ORBIS
信州大学	こもれび 第18回コンテスト。設計部門。電子情報通信学会賞	ShindaiSat(可視光通信実験衛星)。愛称：ぎんれい

創価大学	第4回、第5回、第8回衛星設計コンテスト参加	Negai ☆ “
------	------------------------	-----------

衛星設計コンテストの作品が直接的にそのまま実際の衛星につながった事例はそれほど多くないが、表のように、幾つかのケースで衛星設計コンテストの作品をベースにして、その後更に検討を加え、実際の衛星として打ち上げが実現した（これから実現するであろう）ものがある。また、創価大学の実際の衛星については、直接的にコンテストの作品とは関係ないものの、ヒアリングの中で、コンテストへの参加経験により、多くの知見が得られ、実際の衛星製作に大きく貢献したと評価している。

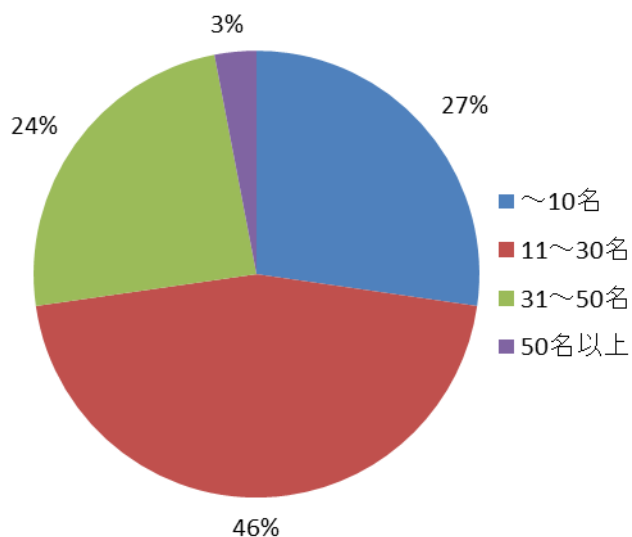
【製作、打上げの必要資金、資金獲得方法、製作期間】

製作資金については、衛星の大きさや複雑さ等によって幅があるが、数百万円～約5億円の規模になっている。初期に打ち上げられた東京大学の「XI-IV」といったキューブサットは数百万円の資金で製作されているが、最近の「ほどよし」や「PRISM」は少しずつ大型化しており、ミッションも複雑になっているため、数億円のオーダーとなっている。製作期間もプロジェクトの規模によって、1年～5年程度と幅がある。ほとんどの開発プロジェクトにおいて、文部科学省を始めとする政府機関からの予算を獲得して開発されたものか、もしくはJAXAやJSTを始めとする独立行政法人等の機関からの研究予算を用いて開発されたものである。例外として、以下の特別なケースがある。

- ・DIWATA（北海道大学、東北大学）：フィリピン政府からの資金で開発支援
- ・KKS-1（東京都立産業技術高等専門学校）：内部プロジェクト予算，企業寄付，OB寄付，地域寄付

【製作、打上げの必要人員、参加機関】

33の衛星開発プロジェクトについて整理したところ、プロジェクトに参与している人員の数は以下の円グラフの通りであった。



大学が中心となって実施しているプロジェクトということもあり、30名以下の人員で衛星製作や打上げ対応を行っているケースが約4分の3を占めた。

【製作、打上げにつながらなかった事例、その要因】

製作、打上げにつながらなかった理由	回数
資金不足	5
スケジュールの都合	1
体制	3
製作環境、試験環境	1

※有効回答数6。複数回答あり

製作できなかった理由として最も多かった理由は「資金不足」であった。複数回答のため、理由のほぼ全てで資金不足が挙げられていた。また、資金不足と共に、プロジェクトに必要な人員が確保できないという体制の問題も多く挙げられた。また、その他として、複数の衛星プロジェクトを同時に走らせていたが、ある衛星が実現の方向となったため、他の衛星プロジェクトはキャンセルしたという、特定衛星プロジェクトに集中するために製作しなかったという理由もあった。

【大学（研究室）内での世代間での技術の伝承方法】

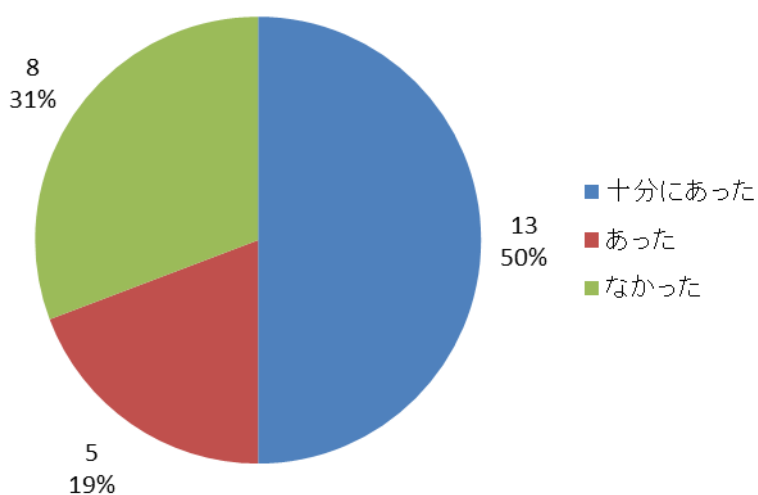
大学（研究室）内での世代間での技術の伝承方法として、a)データベース等デジタ

ルファイル、b)紙ファイル、c)教職員・研究員の交流、d)学生同士の交流、を挙げ、それぞれ当てはまるかどうかをヒアリングしたが、回答したほぼすべての大学において、それらすべてを実施し、有効に機能しているということであった。

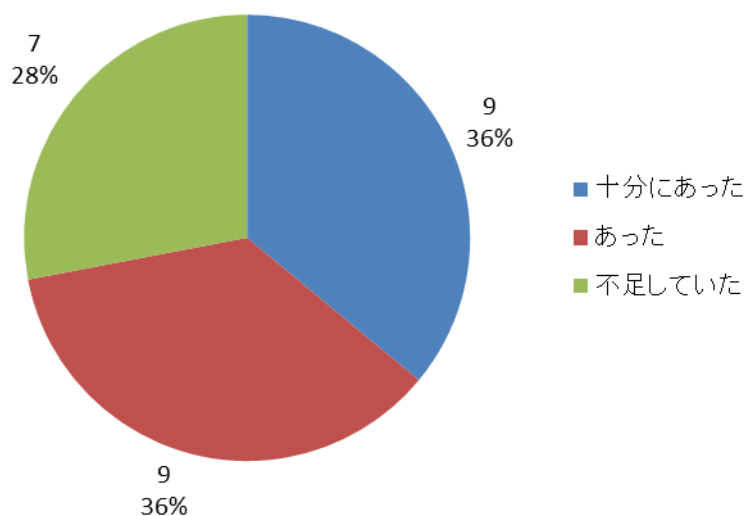
【開発・製作～打上げ・運用の結果とその要因】

開発・製作～打上げ・運用の結果とその要因に関連するヒアリング項目として、a)製作に関する知見・経験、b)製作資金、c)製作時間、d)製作体制、e)製作環境、f)専門機関の協力、g)地上試験の機会、h)打ち上げ後の運用、についてそれぞれ十分だった（できた）かどうかを整理した。結果は以下の通り。

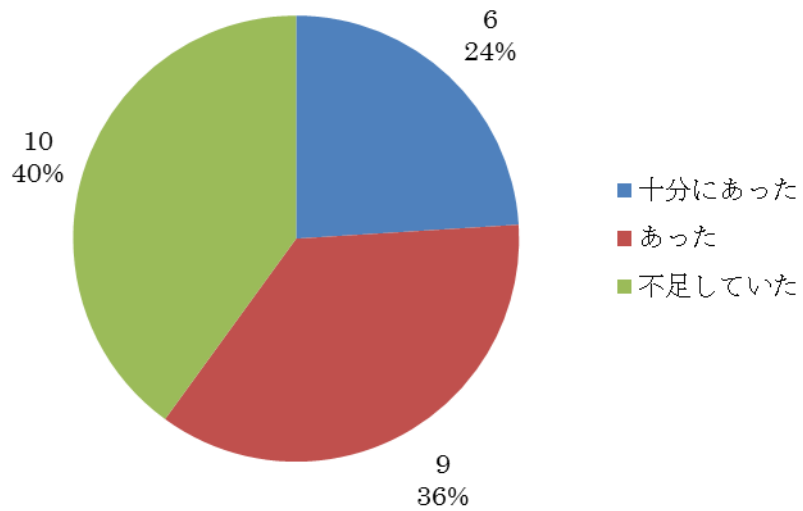
a) 製作に関する知見・経験（有効回答数：26）



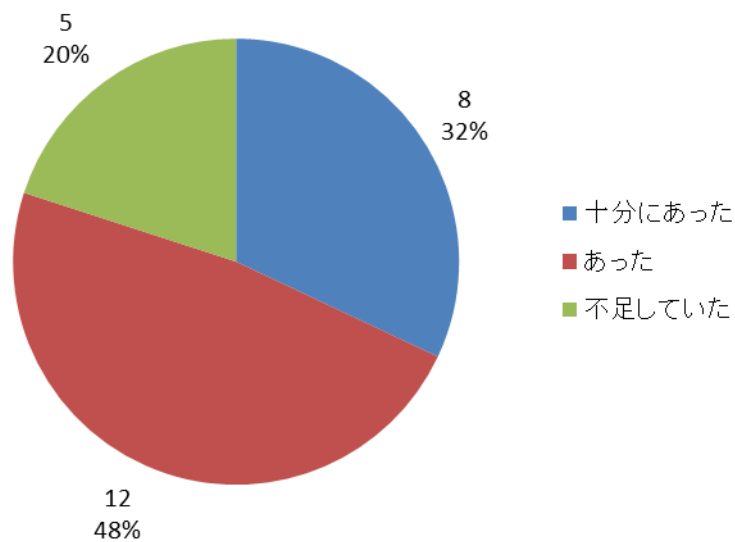
b) 製作資金、製作時間（有効回答数：25）



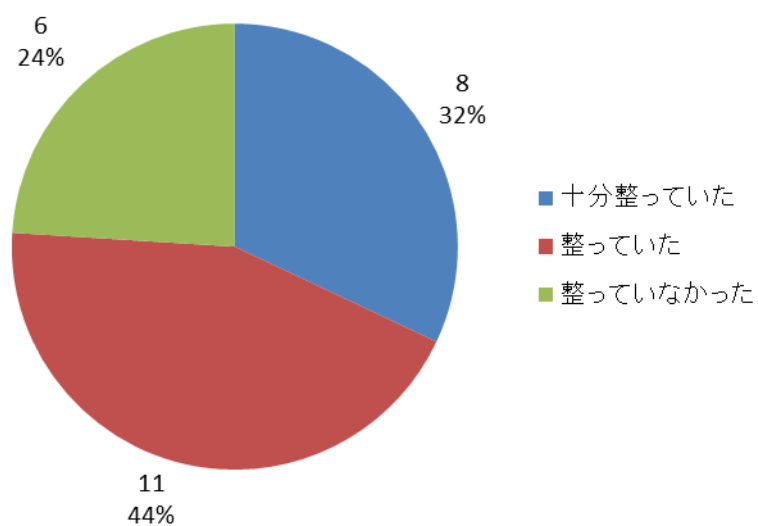
c) 製作時間 (有効回答数 : 25)



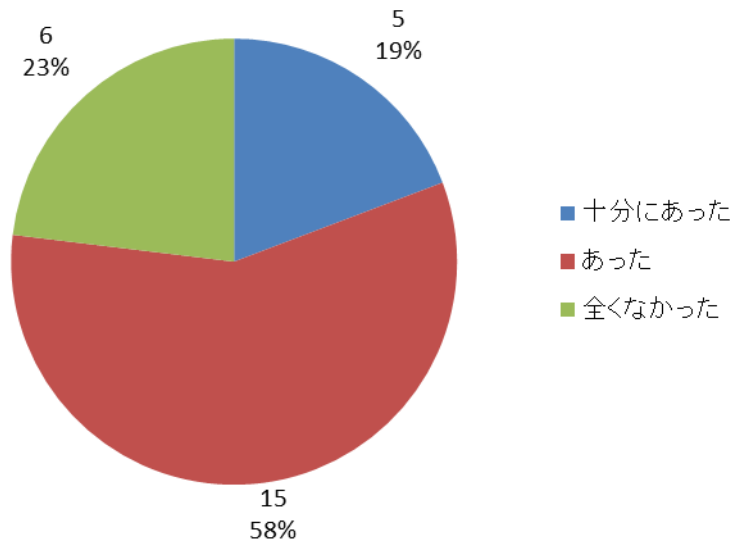
d) 製作体制 (有効回答数 : 25)



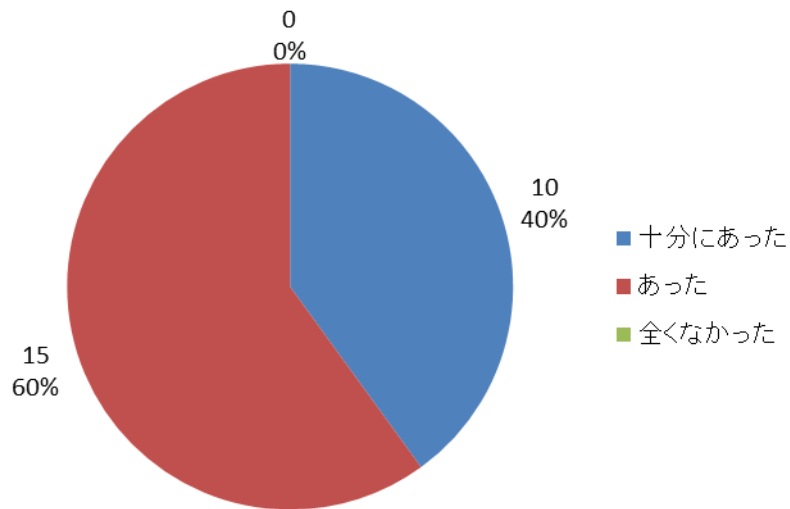
e) 製作環境 (有効回答数 : 25)



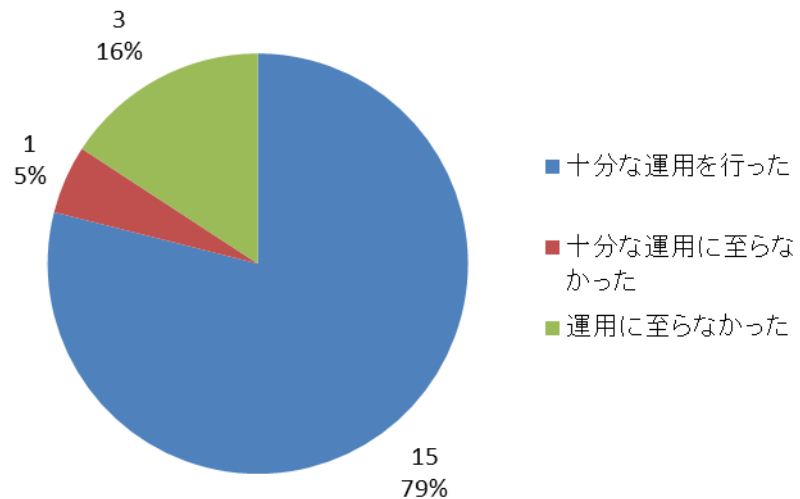
f) 専門機関の協力（有効回答数：26）



g) 地上試験の機会（有効回答数：25）



h) 打ち上げ後の運用（有効回答数：19）



③コンテスト参加者の進路分析

衛星設計コンテストの参加者の実際の進学、就職等の進路及びキャリアパスについて、追跡調査を行い、分析を行った。調査方法として、コンテストに参加した、大学等の教員に協力を依頼し、調査票を配布して記入してもらった。調査集計表については添付 6 参照。

実際の調査結果では、コンテスト参加者が具体的に何名どの進路に進んだかまでは特定することはできなかったが、大まかにどの程度の割合がどの進路に進んだかを整理することができた。

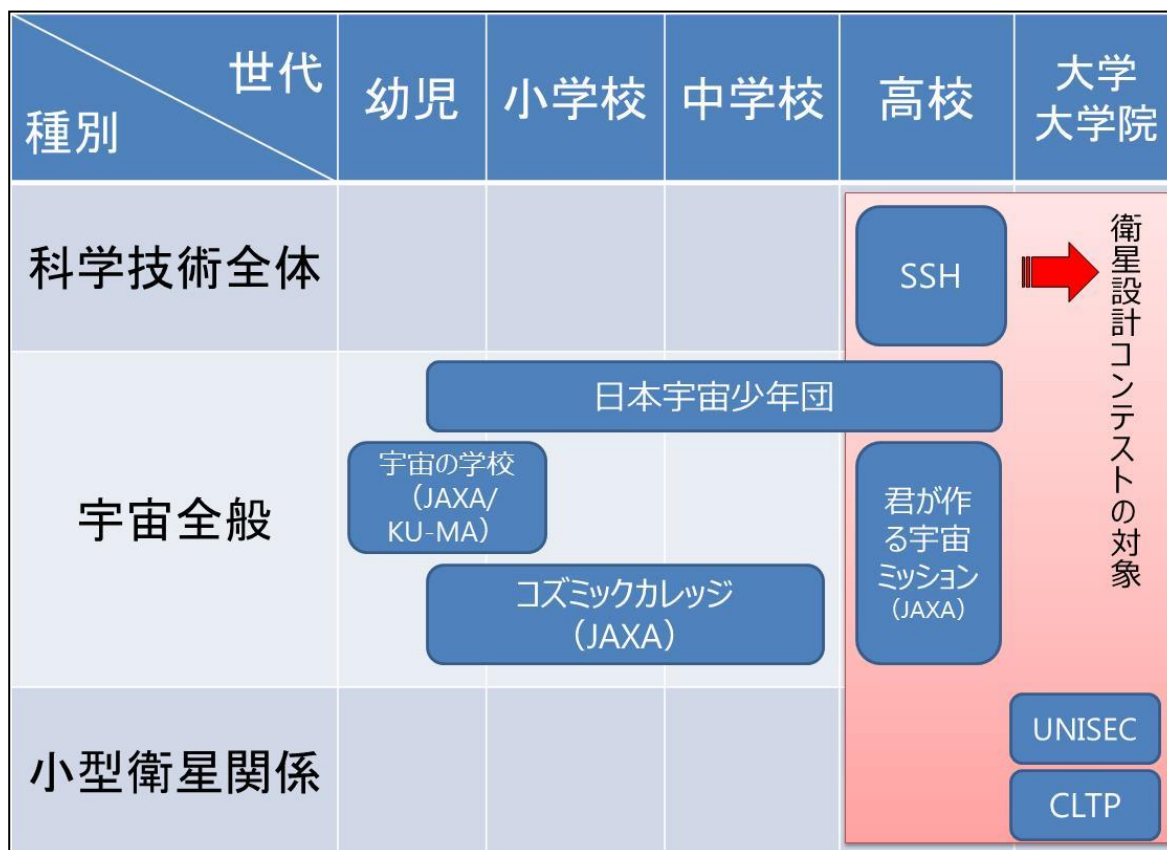
有効回答があった 14 校からの回答を整理し、調査結果を集計したところ、衛星設計コンテストに参加した学生のうち、平均すると全体の約 20%がその後、直接的に JAXA や企業の宇宙関連部門に進み、就職していることが分かった。なお、14 校には高等専門学校も含まれるが、高等専門学校卒業生で宇宙関連団体に直接就職した人数は極めて少ない（ほぼゼロに近い）ため、純粋に大学・大学院の卒業生で集計すると割合はもっと上がり、平均で約 26%となる。なお、この割合には教職に進んだものは含まれていないため、教職に進み、宇宙を教えている人材を含めるともう少し割合は上がると思われる。

古くから小型衛星の開発・製作に携わり、多くの宇宙関連の人材を輩出してきている東京大学では卒業生が宇宙関連団体に就職する割合が多く、50%を超えている。また、これまでに衛星を実際に製作している大阪府立大学も 40%を超える人材が宇宙関連に就職している。

大学の宇宙関連学科の卒業生の宇宙関連団体に進んだ人数は正確には把握できるわけではないが、平均で 4 分の 1 が直接的に宇宙関連団体に就職するというのは考えにくく、衛星設計コンテストの卒業生が宇宙関連の団体に就職する率は高いと言えるかと推察される。

（3）小型衛星に関連する各種教育活動のマップ化

我が国には衛星設計コンテストを始めとした宇宙を含む科学技術に関連する教育プログラムやコンテスト等が多数存在する。そこで、宇宙に関連する科学技術教育プログラム全体をマップ化し、本コンテストとその他プログラムとの関連性について整理した。



(ア) 各プログラムの概要

①スーパーサイエンスハイスクール (SSH)

将来の国際的な科学技術関係人材を育成するため、先進的な理数教育を実施する高等学校等を「スーパーサイエンスハイスクール」として指定し、学習指導要領によらないカリキュラムの開発・実践や課題研究の推進、観察・実験等を通じた体験的・問題解決的な学習等を平成14年度から支援している文部科学省のプログラム。

②日本宇宙少年団

次世代を担う子どもたちを対象にした、宇宙および科学に関する教育実践活動や国際交流の実施を行う公益財団法人。宇宙をテーマにした体験プログラム、水ロケットコンテスト、スペースキャンプ、宇宙飛行士との交流、衛星データを利用した学習プログラムなど、宇宙のホンモノを題材としたさまざまな事業への取り組みを通じて、未来を担う青少年の育成に寄与することを目的とする。

③宇宙の学校

JAXA 宇宙教育センターと子ども・宇宙・未来の会 (KU-MA) が連携して行っている社会教育支援プログラム。1年間に複数回行われるスクーリングと、親子一緒に家庭で取り組んで行ってもらう家庭学習によって構成。宇宙のみならず、日常、身

の回りで起こる事や、子どもが不思議に思う現象など、一見宇宙とは関わりがない教材もプログラムにしている。

④コズミックカレッジ

宇宙をテーマにした科学教育を通して、科学の楽しさや不思議さに触れ、科学への関心や探究意欲を喚起し、子どもたちが豊かな心を育むことを目的に行う JAXA の科学教育プログラム。コズミックカレッジの特徴は、知識の修得に偏らず、実験・体験による感動を与えることを重視した体験型プログラムで、いのちの大切さを基盤に、好奇心、冒険心、匠の心を備えた創造的な青少年の育成を目指している。

⑤君が作る宇宙ミッション

JAXA 宇宙科学研究所と JAXA 宇宙教育センターが主催する高校生向けの合宿型体験学習プログラム。4泊5日の合宿形式で、「自ら考え、自ら決定し、自ら作業する」をモットーに高校生が数人のチームを組んで自分達の宇宙ミッションを作り上げていく。

⑥UNISEC（大学宇宙工学コンソーシアム（University Space Engineering Consortium））

大学・高専学生による手作り衛星（超小型衛星）や缶サット（超小型の模擬人工衛星）、ロケットなど宇宙工学の分野で、“実践的な”教育活動の実現を支援することを目的とする特定非営利活動法人（NPO）。加盟大学・高専の学生への支援活動に加え、「ほどよしプロジェクト」の研究活動を行っているほか、海外の大学や研究機関等との協力体制を築き、宇宙工学教育の実現・普及に貢献している。

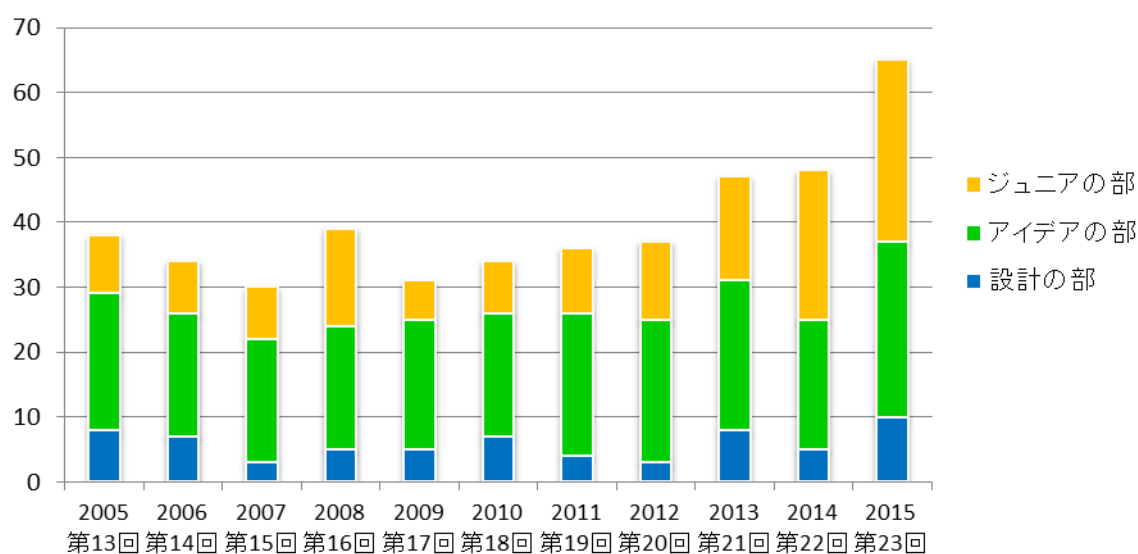
⑦CLTP（CanSat Leader Training Program）

宇宙技術の能力開発プログラムの一つとして研究者や教育者のための研修コースを提供するために UNISEC と UNISEC に加盟している大学で編成し共同で実施しているプログラム。設計、製造、そしてモデルロケットの打ち上げや気球での試験などの CanSat 開発全サイクルを経験することができる。プログラムを通じて、参加者は CanSat を利用した体験を通じて宇宙工学教育手法を学び、自国の宇宙技術開発のリーダーになることを目的としている。

（イ）各プログラムとコンテストの関わり

本コンテストへの参加数は近年増加傾向にあるが（グラフ参照）、その中でも平成 24 年以降は高校生等（※）からの応募作品総数のうち約半数が SSH 指定校からの応募となっており顕著である（表参照）。

（※）高等学校 1～2 年生相当学年を含む。



過去11年の応募数推移

過去5年のSSH指定校からの応募状況

年	SSH指定校からの 応募作品数	高校生等からの 応募作品総数
27年 (23回)	17件 (58%)	29件
26年 (22回)	10件 (43%)	23件
25年 (21回)	7件 (43%)	16件
24年 (20回)	7件 (58%)	12件
23年 (19回)	1件 (10%)	10件

このことから、SSH指定校には本コンテストが浸透していることがうかがえる。今後は、SSHとの更なる連携に加え、本コンテストの対象年齢や主旨とも合致する他のプログラム（「君が作る宇宙ミッション」、「UNISEC」、「CLTP」等）とも連携を図ることで、双方のプログラムが更なる発展をしていくことが望まれる。

（4）今後の宇宙人材育成施策の検討

上記の調査を踏まえ、以下の通り分析し、小型衛星の設計・製作を通じた宇宙の人材育成の今後の推進方策についてとりまとめた。

①衛星設計コンテスト継続の必要性と国際化推進

既に記述した通り、衛星設計コンテストに参加した経験や知見をもとに、実際の衛星製作を行った事例がいくつか存在する。いくつかの衛星は衛星設計コンテストの設計アイデアをそのままベースとして発展させたもので、衛星設計コンテストが大

学・大学院での宇宙技術開発に与える影響は大きい。また、創価大学のように、アイデアがそのまま衛星製作につながらなくとも、衛星設計コンテストの参加経験で様々な衛星開発に関する知見を得られたことが大学から評価されており、今後も継続的にコンテストを開催していくことが必要と考えられる。

なお、これまでの参加者を見てみると、衛星設計コンテストは国内外問わず門戸が開かれているにもかかわらず、海外の大学からの参加は過去4件にとどまっている。CanSatやCubeSatなど、国際的なコンテストやシンポジウム、実際の協力が進められており、国際協力がますます活発化していることから、今後海外からの衛星設計コンテストへの参加者を増やす方策が必要になる。そのためには、①精力的な広報活動、②コストをあまりかけずに参加できる方法の検討、が必要になる。これまでほとんど海外に対して広報活動をしてこなかったことから、日本で開催されている衛星設計コンテストは認知度が極めて低いと思われる。そのため、広報を積極的に行うため、アジア太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）等の海外の宇宙教育関係者が集まる集会等を活用して衛星設計コンテストの参加募集や発表を行うことは効果的と考えられる。また、大学宇宙工学コンソーシアム（UNISEC）も海外との連携で様々なコンテストやシンポジウム等を開催してきており、ナノサットシンポジウムやミッションアイデアコンテスト等との連携などを推進していく必要がある。

②実際の製作につなげるための方策

既に記述した通り、実際の衛星製作・打上げにつながらない理由として一番大きいのは資金の不足である。大学・大学院の小型衛星製作は、大型の実用衛星とは異なり、学生の宇宙開発技術の向上といった教育的な側面や科学的成果・研究といった点が主な目的となる。そのため、スポンサーとして民間企業が出資することは基本的には難しいと考えられるが、次世代の人材の育成という意味で社会貢献的に企業が支援する可能性はある。主な資金源としては、ほとんどのケースでは大学の研究費用及び文部科学省を始めとする政府からの補助金となっている。繰り返しになるが、大学による小型衛星製作は教育的な側面や科学的成果・研究の側面が強いため、引き続き、教育という意味での公的な組織から支援が必要になってくる。また、北海道大学／東北大学がフィリピンからの要請で製作したDIWATA衛星といった、海外からの要求で衛星を製作する事例も出てきている。これは海外の公的機関もしくは民間企業等からの予算で国内の小型衛星開発技術を向上させる非常に良い機会であり、日本政府と大学が一丸となって、海外からの受託機会を増加させることを推進していく必要がある。

③実際の打上げにつなげるための方策

衛星設計コンテスト参加者へのヒアリングやアンケートを通して、実際の衛星プロ

プロジェクトを実現させるために資金不足を訴える声が多かったが、とりわけ、衛星は何とか工面してできたとしても打上げ手段の確保で苦労しているという声が多かった。小型衛星のプロジェクトでは、実際に打ち上げられないと衛星による観測成果が出ないため、単なる机上の検討や設計のみでは学生たちのモチベーションが上がらないのも事実である。そのため、衛星設計コンテストの優秀作品や実際の衛星の実現性が高い提案など、打上げまでの機会が確保されていれば小型衛星製作をやってみたいという理工系の学生は増えていくことが想定される。これまで JAXA は小型衛星を H-II ロケットのピギーバックとして打上げの機会を提供しているが、このような機会の提供を衛星設計コンテストと強く連動させることにより、打上げまでの一貫した支援を推進していく必要がある。また、近年ではファルコンロケット等の民間の低コスト宇宙輸送機も市場に出てきていることから、それらの海外のロケットの打上げ業者との協力・連携も視野にいれて、国際協力活動を広げていくことが望まれる。H-IIA ロケットの打上げは今のところ年間 3~4 回程度にとどまり、ピギーバック衛星が搭載できる機会となると更に機会は絞られるため、海外ロケットとの連携は重要になってくる。

④衛星設計コンテスト以外の教育プログラムとの連携

衛星設計コンテストの対象である高校生以上の関連した宇宙教育プログラムとしては、SSH、日本宇宙少年団、君が作る宇宙ミッション、UNISEC、CLTP 等がある。既に SSH の高校には衛星設計コンテストがかなり浸透しており、参加者の多くが SSH の学生である。一方、日本宇宙少年団、君が作る宇宙ミッション、UNISEC、CLTP との直接的なつながりは無く、今後、連携していくことが求められる。UNISEC との協力の可能性は既に記述の通りだが、日本宇宙少年団、君が作る宇宙ミッション、CLTP との連携も検討する必要がある。日本宇宙少年団は全国に団員を抱え、参加している青少年の裾野が広い。そのため、日本宇宙少年団との協力により、参加している団員に広く衛星設計コンテストの周知・広報活動をしてもらうことで、認知度が向上する効果が期待できる。君が作る宇宙ミッションは合宿で自分達の宇宙ミッションを創造するというもので、衛星設計コンテストのアイデアの部との親和性が高い。君が作る宇宙ミッションで考えたミッションアイデアを毎年衛星設計コンテストのアイデアの部への参加に招待するなどの連携が考えられる。CLTP は主に CanSat の製作・打上げが主な活動だが、CanSat は実際の衛星を製作する前段階としての教育効果が高く、例えば衛星設計コンテストに新たに CanSat 設計の部のようなものを設置すれば、CLTP との連携も進むと思われる。いずれにしても、同様の宇宙教育プログラムとの有機的な連携により、宇宙教育の全体の効果を向上させることが可能と考えられる。

4. まとめ

今回の調査研究では、これまで20年以上にわたって続けられている衛星設計コンテストのアーカイブの整理、効果の検証、さらに効果を高めるための方策の検討を行った。

衛星設計コンテストは実際に教育効果や学生の将来のキャリアアップのための一つの教育ツールとしてある一定の役割を果たしていることが分かった。一方、今後さらに効果を高めていくために、いくつかの課題も浮き彫りになっている。一つの大きな課題は衛星設計コンテストの国際化の推進である。宇宙の分野はもともと国際協力が活発な分野であり、グローバル化が進んでいる近年ますます国際協力の重要性が増している。海外からの参加者を増やすような取り組みの増加が重要になってくる。また、実際の衛星製作や打上げまで一貫したプログラムとして整備することで衛星設計コンテスト参加のモチベーションを高めること、また製作した衛星の科学・研究的成果や教育的効果を目に見える形で実感できることが必要になってくる。最後にこれらを効率的に発展させるためにはすでに行われている宇宙教育プログラムとの連携が非常に重要となってくる。有機的に連携することにより、それぞれのプログラムを盛り上げ、結果として宇宙教育を受ける人が増えるようなシナジー効果を生み、さらに教育の質が高められるような取り組みが求められる。今後、衛星設計コンテストがますます発展し、将来の科学技術向上につなげられるような新しい仕組みを作っていければ、我が国の宇宙開発利用がますます盛り上がり、より良い社会になるようなシステムや取り組みが増えてくるものと考えられる。

今回の調査研究にあたっては、調査研究の機会を与えていただいた一般財団法人新技術振興渡辺記念会殿に改めて御礼申し上げます。