



衛星設計コンテスト 30 周年記念

衛星設計コンテスト

30 年の歩み

第 2 版

衛星設計コンテスト 30 年史編集委員会

目次

1. 「衛星設計コンテスト 30 年の歩み」発刊にあたって	
衛星設計コンテスト 30 年史編集委員会	1
2. 衛星設計コンテストとは	
衛星設計コンテスト事務局	2
3. 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて	3
3.1 実行委員会、審査委員会、企画委員会経験者及び指導教員	
3.1.1 衛星設計コンテスト創立 30 周年を迎えて	
実行委員会名誉会長 林 友直	4
3.1.2 衛星設計コンテストの現状とその将来	
第 26 回～第 28 回実行委員会会長 小山 孝一郎	5
3.1.3 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて	
第 29 回～第 30 回実行委員会会長 井上 一	7
3.1.4 30 年間—コンテストを取り巻く環境の変化	
第 1 回～第 16 回実行委員会幹事 八坂 哲雄	9
3.1.5 なぜ日本は小型衛星の現在の隆盛をリードできなかったのか？	
第 17 回～第 23 回実行委員会幹事 齋藤 宏文	11
3.1.6 衛星設計コンテストへのかかわり—創立 30 周年に寄せて—	
第 21 回～第 30 回実行委員会幹事 中島 厚	13
3.1.7 衛星設計コンテスト雑感	
第 5 回～第 7 回実行委員会委員 狼 嘉彰	15
3.1.8 30 年にも及ぶ衛星設計コンテストとのかかわりと高専衛星開発	
第 6 回～第 30 回実行委員会委員 島田 一雄	16
3.1.9 国内外の衛星開発結果も考慮した衛星設計コンテスト	
第 6 回～第 10 回及び第 13 回～第 25 回実行委員会委員 前田 惟裕	18
3.1.10 衛星設計コンテストから始まった日本の超小型衛星の歴史	
第 6 回～第 21 回実行委員会委員 中須賀 真一	20
3.1.11 老宇宙技術士の衛星設計コンテストと学生衛星の回想・備忘録	
第 10 回～第 26 回実行委員会委員 白子 悟朗	22
3.1.12 作品の思い出	
第 17 回～第 30 回実行委員会委員 佐原 宏典	24
3.1.13 日本ロケット協会宙女賞の期待	
第 27 回～第 30 回実行委員会委員 山崎 直子	
第 21 回～第 23 回及び第 25 回～第 30 回審査委員会委員 大塚 聡子	26

3.1.14	30年前の時代	
	第10回～第12回審査委員会委員長 秋葉 鎌二郎	27
3.1.15	衛星今昔物語	
	第25回～第27回審査委員会委員長 中谷 一郎	28
3.1.16	思ひて学ばざれば	
	第28回～第30回審査委員会委員長 牧島 一夫	30
3.1.17	子どもたちと衛星設計コンテスト	
	第2回～第4回審査委員会委員 的川 泰宣	32
3.1.18	衛星設計コンテスト 30周年に寄せて	
	第11回～第13回及び第17回～第18回審査委員会委員 鈴木 龍太郎	33
3.1.19	衛星設計コンテストの拡大発展を願って	
	第15回～第25回審査委員会委員 吉富 進	34
3.1.20	衛星設計コンテストへの想いと期待	
	第19回～第28回審査委員会委員 豊嶋 守生	36
3.1.21	地球の生物の研究に活用される人工衛星	
	第19回及び第21回～第30回審査委員会委員 山下 雅道	38
3.1.22	衛星設計コンテスト 30周年に寄せて	
	第21回～第28回企画委員会委員・第5回設計大賞 吉原 圭介	40
3.1.23	衛星設計コンテストを活用して高める生徒の探求力	
	山口県立岩国高等学校 児玉 伊智郎	42
3.1.24	衛星設計コンテストにむけた部活動指導について	
	長崎県立長崎西高等学校 田中 潤	44
3.2	最終審査会受賞者	
3.2.1	先生に呼ばれバッターボックスに立ったら先頭打者だった学生からみた30年	
	第1回及び第2回設計大賞 福島 洋介	46
3.2.3	衛星設計コンテストに参加して	
	第1回アイデア大賞 若林 幸子	48
3.2.3	衛星設計コンテスト 30年史に寄せて	
	第2回アイデア大賞 高野 敦	49
3.2.4	衛星設計コンテスト 30周年に寄せて：当時の思い出	
	第6回電子情報通信学会賞(アイデア部門)・第7回電子情報通信学会賞(設計部門)	
	山元 透	51
3.2.5	宇宙スタートアップ経営者からみた衛星設計コンテストの意義	
	第10回設計大賞 中村 友哉	53
3.2.6	衛星設計と私の半生	
	第15回電子情報通信学会賞(アイデア部門) 大西 俊輔	55

3.2.7 国外参加者からのコメント (Comments from outside Japan)	
第 26 回～第 28 回実行委員会会長 小山 孝一郎	56
4. フライトへの道	58
4.1 宇宙と鯨	
第 1 回衛星設計コンテスト設計部門(電子情報通信学会賞：鯨生態観測用小型衛星システム)	
林 友直	59
4.2 TSUBAME 開発私記 —2009-2014 松永研の或る学生	
第 12 回衛星設計コンテスト設計部門(設計大賞：偏光 X 線観測衛星「燕」)	
松下 将典	69
4.3 可視光通信実験衛星「ぎんれい」	
第 18 回衛星設計コンテスト設計部門(電子情報通信学会賞：森林観測衛星「こもれび」)	
中島 厚	84
4.4 衛星設計コンテストから出発した TeikyoSat プロジェクト	
第 18 回衛星設計コンテストアイデア部門(日本機械学会：微生物観察衛星～TeikyoSat～)	
久保田 弘敏、河村 政昭	97
4.5 可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」	
第 24 回衛星設計コンテスト設計部門(設計大賞：重力波天体探査衛星「ひばり」)	
中条 俊大、渡邊 奎	107
4.6 高専衛星プロジェクトについて ～高専生が作った国立高専初の超小型衛星 KOSEN-1～	
第 24 回衛星設計コンテストアイデア部門(日本天文学会賞：木星電波ビーム観測衛星「JBeam」)	
第 25 回衛星設計コンテストアイデア部門(アイデア大賞：折り紙ソーラーシステム衛星「OS3」)	
今井 一雅	114
5. 編集後記	123
付録	
A1 沿革	付 1
A2 受賞作品一覧	付 16
A3 運営体制・歴代委員一覧	付 29

1. 「衛星設計コンテスト 30年の歩み」発行にあたって

衛星設計コンテストは1993年に第1回大会が開催され2023年で30周年を迎えました。30年間の記録として「衛星設計コンテスト 30年の歩み」の発行が発案され、本コンテストが設立された当時の時代背景、参加した大学並びに学生たちの戸惑いと成長、プロの目から見た厳しい審査、現在では当たり前となった大学衛星の打ち上げ、コンテスト受賞者のその後の活躍等について、それぞれの立場で関わった多くの方たちからご投稿をいただきました。そして2023年11月25日、次のステップとなる第31回衛星設計コンテスト最終審査会が開かれる節目に「衛星設計コンテスト 30年の歩み」第1版を発行することができました。多岐にわたる内容と示唆に富んだ原稿を執筆いただいた皆様に30年史編集委員会として感謝申し上げます。

本コンテストの一つの大きな目標は、受賞作品を実際の衛星開発・打ち上げ・運用につなげる事でした。指導教員や学生たちの熱意と努力の結果、この30年間に10機の衛星が打ち上げられました。受賞から衛星開発・打ち上げ・運用までの経緯や教訓等を、7機の衛星についてプロジェクトマネージャ或いは当時参加された学生さん達に執筆いただき、その記事を第4章に追加し、第2版としました。

第2版 2024年3月30日

衛星設計コンテスト 30年史編集委員会

井上 一、 中島 厚、 小山 孝一郎、 島田 一雄、 宮崎 康行

2. 衛星設計コンテストとは

本コンテストは、全国の高校生、専門学校生、高等専門学校生、大学生、大学院生を対象としており、宇宙に係わる基礎・応用研究を積極化する機会を提供し、併せて我が国の宇宙開発のすそ野の拡大に寄与しようとするものです。学生の自由な発想による小型衛星をはじめとする様々な宇宙ミッションのコンセプト、アイデア、設計構想等を全国から募集し、審査の上優秀な作品を表彰します。

募集区分は以下の通り。

設計の部	アイデアの部	ジュニアの部
50kg 級以下の小型衛星設計	人工衛星を始めとした、幅広い宇宙利用ミッションアイデア	
(1) 制約条件: [質量] 50 kg以下 [形状] 打上げ時、50 cm × 50 cm × 50 cmの空間に収まるようにして下さい。 [打上げロケット] H-IIA ロケット (2) 対象: 課題を設けず、軌道条件は自由とします。 (3) 上記の制約条件をもとに衛星システム全体の設計を行って下さい。	(1) 制約条件: 大きさや質量は、小型ロケット、H-IIA ロケット、国際宇宙ステーションなどが利用できることを限度とします。 (2) 対象: 人工衛星に限らず、打上げロケット機体の利用、弾道飛行ミッション、月・惑星探査、衛星搭載機器、国際宇宙ステーション等、幅広く宇宙を利用するものであれば、何でも結構です。 (3) 詳細な設計は必要ありませんが、提案したアイデア実現のための技術的根拠を明らかにして下さい。	(1) 制約条件: 大きさや質量は、小型ロケット、H-IIA ロケット、国際宇宙ステーションなどが利用できることを限度とします。 (2) 対象: 人工衛星に限らず、打上げロケット機体の利用、弾道飛行ミッション、月・惑星探査、衛星搭載機器、国際宇宙ステーション等、幅広く宇宙を利用できるものであれば、何でも結構です。
大学院生、大学生、高等専門学校生、専門学校生、高校生	高校生、高等専門学校 1~2 年生	

※情報は 2023 年 6 月 30 日現在。

主催: 日本機械学会、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、日本天文学会、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

後援: 内閣府宇宙開発戦略推進事務局、文部科学省、総務省、経済産業省、防衛省

運営: 衛星設計コンテスト実行委員会

事務局: 衛星設計コンテスト事務局（一般財団法人日本宇宙フォーラム内）

3. 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて

衛星設計コンテストは、日本宇宙フォーラムが事務局となり、実行委員会、審査委員会、企画委員会に属する委員により運営されています。30年前の設立当初から活動されている委員、長年専門的な知識でもって学生の指導にあたられた指導教員、また、受賞者からは現在我が国の宇宙開発を指導する立場の人や、ベンチャー企業を立ち上げ事業化に成功した人等、幅広い分野で活躍されています。

本章では、委員、指導教員並びに受賞者から 30 年史に寄せられたメッセージを紹介します。

3.1 実行委員会、審査委員会、企画委員会経験者及び指導教員

3.1.1 衛星設計コンテスト創立30周年を迎えて

林 友直

東京大学名誉教授

第1回～第3回審査委員会委員長、第5回～第10回実行委員会委員

第11回～第21回実行委員会会長、第22回～第30回名誉会長

衛星設計コンテストなるものが機能しうるものか心配しながら出発して以来、立派に成長して30回を迎え、多くの関係者に支えられて実績を挙げつつあるに到ったことは誠に喜ばしい事です。

なんとなく先進国と呼ばれつつも、先進的なアイデアや、後押しするハードウェア不足が危惧される我が国の現状から、本コンテストの意義は大きいと思います。志を一つにした若人が力を合わせてまとめ上げる場の一つとして更なる発展を期待しております。さらに出前授業などを通じて教育の現場への協力も推進していただきたいと思います。

3.1.2 衛星設計コンテストの現状とその将来

小山 孝一郎

九州大学国際惑星宇宙環境研究センター、(株)アジア宇宙環境研究コンソーシアム
第19回～第21回審査委員会委員長、第22回～第23回実行委員会委員、
第26回～第28回実行委員会会長、第23回～第25回及び第29回～第30回監事委員

はじめに

衛星設計コンテスト30周年の節目にあたり、これまでこのコンテストを開始し、その後支えてくださった学会、および諸先輩の御尽力に改めて感謝の意を表したいと思います。本稿は筆者が審査員長であった時の意見をもとめられたものと理解していますが、拙稿は審査委員長として感じたことに加え、その後引き続き実行委員、実行委員会会長、そして監査委員としてこれまで衛星設計コンテストにかかわってきた感想と、筆者が描いている衛星設計コンテストの将来の展望です。

衛星設計コンテストの今後の運営について

1. 財政のひっ迫の現状

現在の衛星設計コンテスト運営において、費用の不足は衛星設計コンテストの活動を制限しています。たとえば事務経費は殆ど宇宙フォーラムが負担しています。最終審査会参加者のうち、すべての高校生への旅費支給が望ましいと思っています。できれば更なる参加意欲を掻き立てるため最終審査会各賞受賞者へ賞金の手当てが欲しいところです。一部実行委員、審査委員の最終審査会参加旅費支給も可能にするべきと思います。これまで費用調達は個人の行動に任せられてきましたが、実行委員会として組織的な費用調達活動が絶対的に必須でしょう。

2. 更なる発展のための外国からの参加奨励

衛星設計コンテストは宇宙教育活動の一環であり、宇宙活動は国外の情勢にも大きくかかわっています。国内で閉じるべきものではないと考えます。世界に通用する日本人を育てるためにも少しでも外国人との接触の機会を特に高校生に与えたいと思ってきました。日本の安全保障の観点からもできるだけ日本の理解者を増やしていくべきと思いますので国外からの参加を更に奨励していく必要があるのではないかと考えます。

3. 特に高校生の更なる参加奨励について

1993年にこの衛星設計コンテストが始まってから、今年で30回の衛星設計コンテストとなりますが、個人的な印象は現在の応募件数は少なすぎると思います。日本の高校の数は公立3472校、私立1321校、高専は国立57校、公立3校、私立3校、そして大学は国立82校、公立90校、私立589校(平成30年調べ)です。応募数が増えると現在の人数の審査員の負担が増えるのは事実ですが、応募数が増えることによりより多くの若い世代

が宇宙について少しでも知る機会が増えることを期待しています。底辺が広がればそれだけ、本コンテストが社会に知られる機会も増え、将来宇宙で活躍したいと思う若い世代も増えるのではと思っています。

今後の学校教育は単に覚える教育から考えさせる教育に変わりつつあるので、学校教育を側面から支える役割に役立つかもしれないと期待しています。

上記の件は今後実行委員会で議論が進むことを望みます。衛星設計コンテストの基本的な問題は運営費用の逼迫だと思いますが、この問題の解決に加え、現状の応募者数で満足すべきか、上記した外国からの学生参加を奨励すべきかの議論に加え、最終審査会を2日に伸ばすか、同窓会設立の必要性などの議論が必要ではないでしょうか。特に同窓会の設立はこれまでの参加者の交流に役立ち、同時に衛星設計コンテストの運営費用調達の一助になることを期待しております。過去の実行委員会で提案いたしました但個人情報の取り扱いが大変とこのことで実現に至りませんでした。多くの活動の始まりがそうですが、新しいことを始めるときに、まずその困難を克服するすべを積極的に考えるべきと思っています。

終わりに

拙稿の最初の文は6ページにわたって2020年8月25日に書いたものですが、ここではその要点を掲げました。

衛星設計コンテストの運営はすでに私よりはるかに若い世代に引き継がれております。衛星設計コンテストを通じて宇宙開発に携わってきた多くの諸先輩の知識と経験が更に若い世代へと引き継がれること、そして宇宙開発を通じて、特にアジアの国々の平和に貢献してくれる人材が育つことを期待しています。

参考資料

衛星設計コンテスト20年史編集委員会、衛星設計コンテスト22年の歩み、2015年。

小山孝一郎、第26回衛星設計コンテスト最終審査会報告と今後の展望、電子通信学会 Vol. 26, No. 6, P588-591, 2019

小山孝一郎、第26回衛星設計コンテスト最終審査会報告と今後の展望、日本地球電磁気地球惑星圏学会会報、2019, 234号 P38-39.

小山孝一郎、衛星設計コンテストにかかわって 一人の交わり

https://www.pr.jsforum.or.jp/blog_20200522/

Oyama, K. I., "Space Education Activities", an investment for the future,

https://global.jaxa.jp/article/interview/no10/p3_e.html

3.1.3 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて

井上 一

JAXA 宇宙科学研究所名誉教授

第 21 回～第 23 回審査委員会委員、第 26 回～第 28 回監事委員

第 29 回～第 30 回実行委員会会長

2021 年度より、衛星設計コンテスト実行委員会会長を仰せつかっています。私の衛星設計コンテストとの関りは比較的最近のことですが、衛星の製作には長年関わってきました。高校生のころ、星や宇宙の成り立ちに強い興味を持つようになり、天文学研究の道に進みたいとの夢を持ちました。幸いにも、夢を実現することができ、人工衛星に観測装置を載せてさまざまな観測をする研究を行ってきました。失敗もたびたびしましたが、すばらしい経験もたくさんしました。このような経験をいかし、この衛星設計コンテストを通じて、若い人たちが自分の夢を実現していく道を、少しでも広げて上げられたらと思うものです。

以下、衛星設計コンテスト 30 年史をまとめるにあたり、会長として、衛星設計コンテストの最近の活動状況について報告しておこうと思います。なお、衛星設計コンテスト立ち上げの経緯や、その後 22 年の歩みについては、衛星設計コンテスト 20 年史がまとめられていますので、それをご覧ください。

各年度の衛星設計コンテストは、大学院・大学・高専・高校の皆さんからの作品応募で始まります。大学院生・大学生向けの設計の部、大学院生・大学生・高等専門学校生向けのアイデアの部、高等専門学校 1～2 年生・高校生向けのジュニアの部の 3 部門あります。コンテストがはじまった頃は、20 件半ば程度だった応募件数が、今は 60 件を越えるようになりました。毎年応募して下さる常連校がある一方、新たに応募して下さる学校が毎年のように見られます。着実に、衛星設計コンテストのすそ野が広がっていると感じます。毎年のように応募して下さる学校には、応募する学生たちを熱心に指導して下さる先生がおられます。本 30 年史には、それらの先生方からの投稿もいただいています。毎年のご努力には頭が下がります。

応募作品が集まると、一次審査が始まります。審査を担当するのは審査委員会です。この衛星設計コンテストは、日本機械学会、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、日本天文学会、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、日本ロケット協会の主催で行われているわけですが、審査委員会は、これらの学会・組織から派遣された委員と、大手衛星メーカーである三菱電機と NEC から派遣された委員と、衛星設計コンテスト側から依頼した若干名の委員の総勢 13～14 名で構成されています。8 月の暑い時期に 2 回の審査委員会が開かれて、応募作品が 1 件 1 件精査され、必要なら、応募チームと質疑応答のやり取りがなされ、最終審査に残す 15 件程度の作品が選別されます。落選チームへの審査結果の伝達も含め、この審査の段階での応募チームとのやり取りが、応募者への大きな教育になっていると考えられ、衛星設計コンテストの屋台を支えているものとも言えます。今や、60 件を越える応募がありますので、審査委員の負担は大きくなっており、そのご尽力には大きな敬意を表したいと思います。

そして、一次審査で選別された応募チームが、作品内容を審査委員の前で発表し、さらなる質疑応答を受ける最終審査会が開かれることとなります。設計の部、アイデアの部では、それぞれの考える衛星の模型が製作され、それらの展示もあります。ジュニアの部では、それぞれのチームがポスターを用意し、その前で審査委員との質疑応答がなされます。これらの発表の後、審査委員会による総合判断がなされ、最終的に各種の賞を差し上げるチームが選ばれます。

最終審査会における直接の質疑応答や、引き続いて開かれる懇親会での交流を含め、応募者が、審査委員である宇宙開発に関わる一流の研究者・技術者との直接の交流を持てることは、衛星設計コンテストの大きな魅力になっていると言えるでしょう。しかし、コロナ禍のため、2020年度と2021年度には、最終審査会をオンラインで実施せざるを得なくなり、この直接交流の場を持つことはできませんでした。とは言え、事務局のたいへんな努力により、オンライン開催は大過なく実施され、2021年度には、不十分ながらオンラインでの懇親会の場も持たれました。このオンライン開催の経験を生かし、2022年度からの最終審査会はハイブリッド開催となりました。この衛星設計コンテストには、今や、海外からの応募もあり、それら遠隔地からの応募者にはオンライン参加の便宜が図られるべきと考えるからです。

衛星設計コンテストの一年間の作業を追う形で最近の活動状況を報告いたしました。これらコンテスト各段階における事務作業は、日本宇宙フォーラムから派遣された武石・佐々木のお二人が献身的に行ってくださっています。最終審査会会場費・運営費や一部旅費支援等のコンテスト運用にかかる諸経費は、JAXAをはじめとするいくつかの組織からの出資と、いくつかの企業からの協賛金でまかなわれています。これら、人材・資金を提供して下さっている組織・企業には、心から感謝申し上げます。ただし、資金はぎりぎりの状況です。宇宙に関わろうとする企業が増えつつある今、協賛していただける企業を増やす努力をする必要があります。

会長の任をいただいてから、コンテストの大きな方向については、幹事のお二人と企画委員長で議論を行い、必要なら企画委員会で案を練っていただき最終的に実行委員会で決めることをしてきました。この間、貴重なご意見を下さっていた松永幹事が、2023年春逝去されました。衛星設計コンテストにとってはもちろん、日本の宇宙開発にとってもたいへん貴重な人材を失い、まことに残念なことでした。今は、宮崎企画委員長が幹事を併任して下さり、中島幹事とともにコンテスト運営を支えてくださっています。

この衛星設計コンテスト30年史は、中島幹事が主導してまとめてくださいました。そのご努力の結果、たくさんの方のご協力をいただき、たいへんりっぱな記録を残すことができたと思います。中島幹事と、ご協力いただいた皆様にお礼を申し上げて、筆をおきたいと思います。

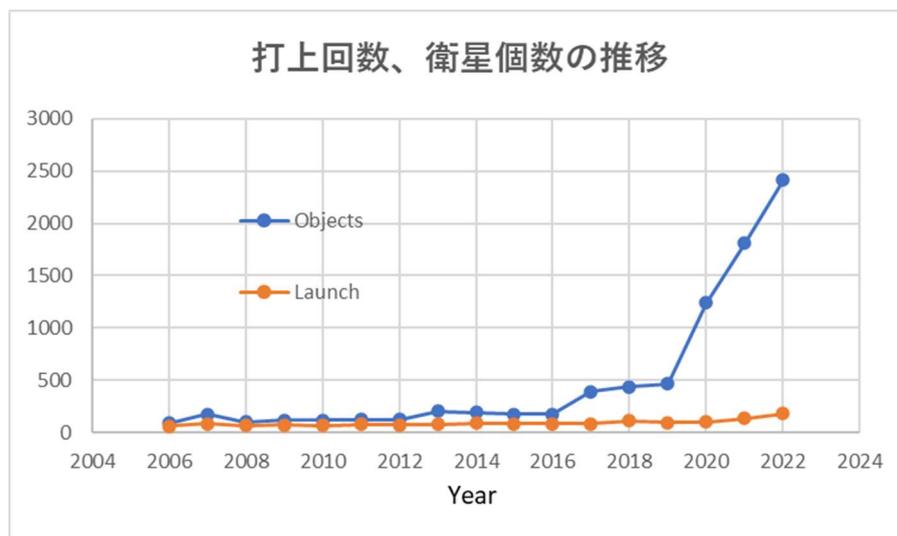
3.1.4 『30年間—コンテストを取り巻く環境の変化』

八坂 哲雄

九州大学名誉教授、(株)QPS 研究所・ファウンダー
第1回～第5回初期運営、第1回～第16回実行委員会幹事

衛星設計コンテストが始まって以来 30 年がたったということ、実に感慨深いものがあります。30 年前、いや 25 年前にも想像できなかったことが宇宙でおこっています。毎週打ち上げられるロケット、そしてそのロケットから切り離される数多くの衛星。このようなことは 30 年前に本コンテストが始まった時には全く夢にも思わないことでした。当時は衛星を設計することはできても、衛星を作ることは遠い先のことであり、ましてやそれを打ち上げるなんてことは夢に近いことでした。数年後、大学でいよいよ衛星を作り始めました。しかし、打ち上げる途はありません。NASA にピギーバック打ち上げを持ち掛けたのはこのころですが、それが実現したのは 2002 年、千葉工業大学の「観太くん」が H-IIA 4 号機で打ち上げられた時でした。本コンテストが始まってほぼ 10 年後に第一回コンテストでの優秀作品が初めて打ち上げられたのです。しかし、国内での打ち上げ機会は極めて少なく、東大、東工大で開発した CubeSat という画期的な超小型衛星は 2003 年にロシアのロケットで打ち上げられ、さらに外国依存の動きは広がってゆきます。国内で定常的に小型衛星の相乗り政策が取り込まれたのが 2006 年、JAXA において H-IIA による相乗り打ち上げの通年公募が始まった時です。

2006 年時点で年間の打ち上げ回数と、それによって軌道に載せられた衛星の個数を調べてみました。これはアメリカの軌道上物体のカタログから簡単に調べることができるので、その方法は付録として巻末に掲載します。2006 年時点での打ち上げ回数と打ち上げた衛星の個数は 63 回、93 個でした。一方 2022 年では 179 回、2415 個と打ち上げ回数が 3 倍に、衛星個数は 25 倍に増えています。この間の年間打ち上げ数と軌道に配置された衛星数の推移は下図のようになっています。



2020年以降の衛星数の急増が極めて顕著です。さらに詳細に見ると2013年以降に衛星数がかかなり増加傾向にあります。これは CubeSat などの超小型衛星が出現したためです。2020年以降の劇的な変化は Starlink と OneWeb の超大型コンステレーションの建設が第一次的要因であることは確かですが、多数の超小型衛星の存在がバックグラウンドとして寄与しています。

以上は宇宙業界を取り巻く急激な状況変化の結果として現れた一つの現象です。民間企業の参入、官需と民需、宇宙機器と宇宙利用、大型施設と小型衛星群など業界全体が大きく揺れ動き、ここ数年でシンギュラリティとも言えそうな現象がみられるわけです。それを踏まえて我々の「衛星設計コンテスト」をもう一度見直す機会かもしれません。「設計」の指針である50kg、45cmは当初「最小」を定量化したはずですが、今では大きいですね。ホーキングが提唱した数光年離れた恒星系を目指す数百機の小型探査機のような具体的ターゲットもすでに存在します。「コンテスト」が変革する宇宙業界を更にリードするように変身してゆくような気がします。今後が楽しくてしょうがないのは私だけでしょうか。

【付録】

まず、Satellite Situation Report をダウンロードする。この SSR は今日時点での値しか得られないから、その中で2006年に打ち上げた物体だけを抽出する。抽出するためには Object ID を使う。Object ID は 2006-001A の形をしており、これは2006年に第一番目に打ち上げられたメインの物体であることを示している。抽出したグループの最後の項を見ると、2006-063A となっている。すなわち、2006年に実施された打ち上げ回数は63回かとおもわれる。2006年に打ち上げられた物体の中にはすでに落下したものもあるはずである。そこで、同じカタログの中から、Decayed Object のリストをダウンロードし、その中から2006年打ち上げの物体を再度抽出する。そしてそのグループの最後の項は 2006-063B であり、2006-063A を打ち上げたロケットブースターであることがその名称から判明する。そこで、この年の打ち上げ回数は63回であったことが確定する。打ち上げた物体数を見つけ出すには少し手数がかかる。通常の SSR も Decayed Object もロケットブースターとデブリを含んでいるので、名称に R/B と DEB が添付された項目を削除する。これによりどちらのリストも半分以下になり、それらの総数とその年に打ち上げられた衛星の個数とみなすことができる。

3.1.5 なぜ日本は小型衛星の現在の隆盛をリードできなかったのか？

齋藤 宏文

宇宙研名誉教授、日大研究所研究員

第9回～第11回審査委員会委員、第17回～第23回実行委員会幹事

私は、長年 JAXA 宇宙研に勤務し、科学衛星の小型高機能化などを行ってきました。2005 年に打ち上げられ、現在の運用されている小型衛星れいめいの開発をリードしました。

2013 年頃からは小型衛星による合成開口レーダ (SAR) の開発研究を行っています。幸いにも、この技術を採用したスタートアップ企業が発足し、既に 3 機が打ち上げられています。現在は、アメリカの Aerospace Corporation と共同研究を開始したところで、超低高度軌道での小型 SAR 衛星コンステレーションの日米合弁会社が設立されることを目標に、開発活動を行っています。

近年、小型衛星の海外での隆盛は目をみはるばかりです。従来、大型中型衛星を 1 機 1 機設計製作してきたところを、共通化された CubeSat や独自仕様の小型衛星により、地球観測、通信、科学観測、そして深宇宙探査まで行われています。残念ながらそこには日本発の独創性を伴う貢献はほとんどありません。これはなぜだったのでしょうか？なぜ日本は、そして衛星設計コンテストは、現在の小型衛星の隆盛をリードできなかったのでしょうか？その期間は日本の失われた 30 年にも重なる時期であり、アメリカ、中国との国力や経済力差の問題もあり、宇宙コミュニティ内部だけの問題として考えるわけにもいきませんが、いくつか考えてみました。

イギリスの SSTL は、40 年の歴史を誇る小型衛星の老舗として有名な会社です。そのイギリスは 1970 年代以降独自の打ち上げ手段を持たずに、ESA や米国との協力で宇宙活動を推進してきました。そのような環境の中で、小型衛星開発に活路を求め SSTL は大学発の小型衛星のパイオニアとしての地位を築きました。打ち上げロケットを日本が保有することは、宇宙開発の初期のころには宇宙活動の自律性のために必要なことでした。しかしそこには、保有する打ち上げロケットに合わせた規模の衛星開発が主流になるという弊害もあったかと思えます。

宇宙研は 1970 年に日本初の人工衛星おおすみを打ち上げ、その後も、独自の固体ロケットを用いて小型中型の科学衛星で成果を上げてきました。海外の著名な科学雑誌に”Small is beautiful.” と絶賛されたこともありました。その特徴は、宇宙理学グループと宇宙工学グループが密接な関係を持ち、独創的な理学ミッションが設定され、その理学ミッション要求と自ら保有する打ち上げロケットを含めて、まさにある理学目的に最適化された “beautiful” なミッション、人工衛星を個別に設計して打ち上げ衛星運用するというものでした。

逆の視点から宇宙研の活動を見ると、この枠から外れる宇宙工学の萌芽を時間かけて育てにくい環境でした。幅広い社会や時代を変えていく視点は乏しかったと言えます。象徴的であったのは、宇宙研の工学委員会の大学での小型衛星開発への態度でした。大学での小型衛星開発に対して宇宙研工学委員会が取った態度は、「大学での小型衛星活動は教育目的であり宇宙研のいう宇宙理工学とは認められず、工学委員会の支援対象とはしない」というものでした。私も宇宙研内部で小型衛星れいめいを若手教育職や学生と開発したわけですが、宇宙研内部では「貴重な若手人材を遊ばせている」という多くの声に耐えながらの活動でした。

もっともこのような考え方は、宇宙研だけではなく、惑星ミッションで宇宙研が良き競争相手

としているアメリカのジェット推進研究所（JPL）でも、歴代の所長は「CubeSat は使える衛星ではない」という意見だったそうです。しかし、大学での教育目的の CubeSat 開発は次第にアメリカで盛んになっていきました。バス機器は共通化されるようになり、象徴的なものとして CubeSat のコンセプトの創出がなされました。宇宙研で行われてきたミッションに最適化された設計とは正反対の共通化というコンセプトが生まれたわけです。そして、その隆盛を支えたのは NASA ではなく、アメリカの軍が大学へ提供していた研究資金であったと言われていました。軍はリスクを伴う新規の観測機器やミッションの軌道上実証を大学や学生に委ねたのでした。大学発の CubeSat 開発会社も数多くアメリカに誕生しました。残念ながら、教育目的から派生した小型衛星を気長に育て上げる機関や予算が日本にはなかったと言えます。

現在の小型衛星の隆盛は、小型衛星で実施できる宇宙ミッションの広がりや経済利益が大きくなってきたことに起因しています。ここでは衛星のミッション力が重要なわけです。少なくとも私が活動していた頃には、衛星設計コンテストにアイデア部門と設計部門があり、後者の方がより格が高いという雰囲気でした。私も審査員を務めたことがありますが、衛星バスの設計に目をとられがちでした。衛星設計の個別技術の鍛錬が重要であることは事実ですが、衛星設計、衛星バス技術が汎用なものとなってくると、創造的なミッション、ミッションの高性能化の着眼点により重要になってきます。現状の衛星設計コンテストで、そのような時代の変化にふさわしい内容になっていることを希望します。

ミッション力が重要という事では、航空宇宙工学以外の電子工学、通信工学、光学、画像処理をはじめとする幅広い技術体系が重要になってきます。社会の要求する需要をよく見定め、航空宇宙以外の技術体系の中から独創的なミッションを提案してそれを育て上げていくプロセスが必要となってきます。衛星設計コンテストでも航空宇宙工学以外の分野の研究室や学生の参加を促す努力が必要であると思います。また、審査する側も学生さんのアイデアをよくくみ取り、その良さを引き出しながら、社会の現実に即した方向へ修正したり、ガイドしていくことも重要でしょう。社会や経済の動向を周知し、ベンチャー企業を育て上げたような経歴を持つ方を審査員に加える事も有効かもしれません。

次の 30 年の宇宙活動に日本が活躍できるように私も活動を継続していきますので、衛星設計コンテストの皆様も、どうか頑張ってください。

3.1.6 衛星設計コンテストへのかかわりー創立 30 周年に寄せてー

中島 厚

中島スペースエンジニアリングラボ代表

第 1 回～第 5 回初期運営、第 6 回～第 20 回実行委員会委員、第 21 回～第 30 回実行委員会幹事

衛星設計コンテストは、1993 年に第 1 回目が開催され、2023 年で 30 周年を迎えることとなった。筆者は立ち上げ時期から携わってきたが(詳細は 20 年史(22 年のあゆみ)を参照願いたい)その創立前の宇宙開発状況、筆者と衛星設計コンテストの関わりについて述べてみたい。

1957 年に世界初の人工衛星「スプートニク 1 号」が旧ソ連によって打ち上げられ、人類の宇宙への進出がスタートし、我が国においても 1970 年に打ち上げられた人工衛星「おおすみ」により宇宙開発先進国への仲間入りを果たした。2003 年に宇宙航空研究開発機構(JAXA)が発足するまでは、主に宇宙開発事業団(NASDA)、宇宙科学研究所(ISAS)及び航空宇宙技術研究所(NAL)が宇宙 3 機関として、それぞれの所掌に従って事業を進めていたが、人工衛星及びロケットの開発・打ち上げは、上記前 2 機関に限定され、NAL や他の国立研究機関、民間や大学で独自の衛星開発を行う枠組みはなかった。諸外国においては 1980 年代には既に民間や大学等が衛星開発を進め、軌道上実験や運用を進めており、国主導の宇宙開発だけでなく、より多くの機関が参加して、宇宙利用の拡大が進められていた。

筆者は 1970 年代に NAL に入所し、宇宙技術の先行研究開発に携わってきた。1970 年代は宇宙技術の国産化が推進され、筆者の研究課題であった人工衛星の姿勢制御技術においても、初期のスピン安定方式からより高度な三軸制御技術の確立が急務となっていた。1970 年代中ごろには既に欧米で三軸制御衛星が打ち上げられ、商用の通信衛星インテルサットシリーズも、1980 年には IV 号の二重スピン衛星から V 号の三軸制御衛星に移行し、大型・高性能化への道をたどることとなった。地球観測衛星等も同様の方向に向かって開発が進められてきた。

三軸制御技術の中で姿勢制御アクチュエータとして使用されるのがホイール(リアクションホイールやモーメントムホイール)であり、その中でも直接寿命に影響を与える軸受けの長寿命化が大きな課題であった。従来技術としては油潤滑を主にしたボールベアリングで回転体であるホイールを支持する方式であるが、より長寿命・低消費電力化を図る技術として、非接触の磁気軸受けに注目し、1970 年代後半から先行研究として研究・開発を進めてきた。宇宙機器としての磁気軸受けの開発は、欧米においては 1970 年代から進められており約 10 年先行している事になる。当時は多くの技術が同様に欧米の後塵を拝しており、追いつけ、追い越せが若い技術者の中に芽生えていた事は事実である。一般に宇宙用機器として実用化されるためには、宇宙実証を行う必要がある。当時先行的研究に携わっている多くの研究機関や民間でも宇宙実証の機会を求めていた。

そのような中、国産の液酸・液水エンジンを第 2 段に搭載した H-I ロケット試験機 1 号機の打ち上げに伴う、相乗り衛星の募集があった。当時、アマチュア無線連盟が我が国のアマチュア衛星の実現を目指して活発な活動を繰り広げており、H-I ロケット初号機への搭載が実現した。募集要項の中ではロケット 2 段目と主衛星(あじさい)の間の段間部が利用募集の対象となっていた(軌道投入後、2 段目とは非分離)。宇宙実証の実現を目指していたため即座に磁気軸受けフライホ

イール浮上実験の提案を行い、採用されることとなった。宇宙実証を行うためには、機器の開発ばかりでなく、実証の手段としての衛星開発も必要であり、研究機関が衛星開発まで行うのかという否定的な意見も耳にはしたが、それに介することなく自前の衛星を開発して新しい技術の宇宙実証を行うという道を選択した。困難な道ではあるがそれはまた夢でもあった。この二つの衛星が我が国初の相乗り衛星で、先に述べた NASDA、ISAS 以外の機関が初めて衛星開発・打ち上げに参加する扉が開かれたといえる。初号機は 1986 年 8 月 13 日に打ち上げられ、アマチュア衛星 1 号(JAS-1)及び磁気軸受けフライホイール実験衛星(MABES: Magnetic Bearing Flywheel Experimental Satellite)となった。その 4 年後の 1990 年 2 月 7 日には H-I ロケット 6 号機により、50kg 級小型衛星「おりづる」(DEBUT: Deployable Boom and Umbrella Test Satellite)及びアマチュア衛星 2 号(JAS-1b)が打ち上げられた。「おりづる」は、NAL、日本電気(NEC)、日産自動車(NISSAN)、日本飛行機(NIPPDI)4 機関共同開発の衛星で、筆者が全体をとりまとめていた。上記 2 回の相乗り打ち上げが実現したことにより、我が国の多くの機関、大学等が安価な打ち上げ手段としての相乗り打ち上げに注目し、各機関が独自の衛星開発を行うことの現実味が増したといえる。

このような状況下で、1990 年 1 月には、我が国の多くの宇宙関連企業や複数の大学で構成された小型衛星研究会が発足した。NAL と当時の通信総合研究所(CRL)の有志が立ち上げたもので、筆者もその一人である。当時はフランスのアリアンロケットが相乗り衛星搭載用の ASAP(Ariane Structure for Auxiliary Payload)に最大 6 機の 50kg 級小型衛星を搭載して打ち上げることを可能としており、衛星設計コンテスト技術資料でもこの ASAP 搭載条件(振動条件等)が衛星の設計条件と規定していた。小型衛星研究会は衛星設計コンテストの協力機関として技術資料作成等を行っていた。小型衛星研究会は多くの会合を重ね、小型衛星技術の抽出や国内外の技術情報の入手等を行い、また相乗り衛星打ち上げ機会の提供要望を宇宙開発委員会懇談会等に提出していた。

小型衛星研究会は主に民間企業を中心に活動する組織だが、1992 年頃から学会主導で大学での宇宙教育に焦点を絞った衛星設計コンテストを実現する組織の立ち上げを八坂先生や狼先生を中心になって提案され、中須賀先生や筆者も含めて準備を進め、1993 年 9 月 12 日の宇宙の日に第 1 回コンテストが開催される運びとなった。当初は大学の指導教官も学生たちも前例の無いゼロからのスタートだったが、コンテスト初期では、主に東大、東工大、東北大が設計大賞やアイデア大賞を競っており、回を重ねるごとに学生たちのモチベーションも上がり、コンテストのレベルアップに貢献し、今日の発展に至ったといえる。

今も記憶に残っている一つとして、故松永先生との出会いがある。NAL で筆者と同じ研究室におられた狼先生が東工大に行かれ、松永先生は当時助手として狼研究室におられたと聞いたが、第 1 回コンテスト終了後に会場出口で会い、二つの相乗り衛星打ち上げを経験したことから、大学でも衛星開発は可能なので、ぜひ頑張ってくださいと声をかけたことだった。その後は皆さんご存じ通り、世界初の CubeSat の打ち上げや、数多くの衛星開発、コンテストにおける多くの学生の受賞等、輝かしい実績を残された。

当初希望的目標であった衛星開発・打ち上げを実現した大学が出てきたことは、指導教官や学生たちの熱意と高い技術力の賜物であり、衛星設計コンテストがその役割の一部を担ったとすれば望外の喜びであり、今後も継続していく原動力となるだろう。

3.1.7 衛星設計コンテスト雑感

狼 嘉彰

慶應義塾大学 SDM 研究所・名誉顧問

第1回～第5回初期運営、第5回～第7回実行委員会委員、第7回～第9回審査委員会委員

このコンテスト設置に関わった一人として、あれこれ思い出すことがあります。このコンテストが斬新なアイデアの創出と現場作業「ハンズオン」の大切さを体験するきっかけとなったと信じています。それにも増して思い出されるのは、故松永三郎先生の優れた指導力と実績です。松永研を修了した優秀な学生が本コンテストを体験し宇宙産業関連の事業体や企業に就職しあるいはベンチャーを起業し成功しているとの報告を聴くたびに、松永先生の厳しい指導を思い出します。

今も思い出すエピソードを一つ記します。最初のマイクロ衛星をロシアのロケットで打ち上げることが決まった時に、松永先生に激励の電話をかけたところ、経緯を詳しく説明してくれました。先生は打上げ日程が気になったので、予定日の数か月前にバイコヌールの責任者に打上げに日程の変更はないかと確認したところ、先方はその質問の意味が分からなかったとのこと。その理由が、「打上げ日時の変更はあり得ないこと」が後程わかった。そもそもその打上げロケット「ドニエプル」は廃棄予定のSSミサイルの有効利用であり、地下サイロから音もなく発射されることが判明。ミサイル打上げに延期はなく、衛星が間に合わない場合には水をダミーとして打ちあげるとの事を納得されたとのこと。

余談をもう一つ。名称ドニエプルは、ソ連時代にロケット開発の拠点であったドニエプル河工業地帯を意味すると同時に、ソ連の宇宙開発を指導し人類初の人工衛星「スプートニク」を成功させた第一人者コロリョフの生まれ故郷ウクライナの象徴でもあるドニエプル河を思い起こさせます。

日本の宇宙開発は低迷し意欲的な若者が新たなチャレンジを求め得て海外に職を求める現状を打破するには、一歩進んだコンテストを立案・実現して世界を驚かせることを期待したいと思います。

3.1.8 30年にも及ぶ衛星設計コンテストとのかかわりと高専衛星開発

島田一雄

東京都立航空工業高等専門学校 名誉教授

第4回～第5回運営委員会委員、第6回～第30回実行委員会委員

1993年に始まった衛星設計コンテストに航空高専在職中に12年、日本無線協会在職中に10年、その後8年の合計30年の長きにわたりかかわってきている。

1993年2月、私が郵政省通信総合研究所を訪ねた際に、知人の机の上に刷り上がったばかりの第1回衛星設計コンテストのポスターが積み上げてあった。彼から「東大からも応募してください」と言われ、「いや、東大からシフトして、いま、航空高専にいます」と答えた私は、これはおもしろい、やろうと内心決めたのであった。これがいまに続く30年間の衛星設計コンテストと私の出会いである。

第1、2回の最終審査会は北の丸公園内の科学技術館内サイエンスホールで行われていた。航空高専は第2回最終審査会に出場が叶って準備を進めていた際に、審査会の確か10日ほど前に事務局から「最終審査会でビデオを使わないで発表できますか？」という耳を疑う電話が入ってきた。私は「こんな直前に、全国の出場学生にそんな連絡をしているんですか、さてはデッキ借用の予算がないのでは？」と尋ねたら、実はその通りとの答えに、「情けない話ですね、私がポケットマネーを出しますから、使えるようにしてやってくださいよ、責任者の方にお伝えを！」と私。翌日、「何とか借用する手当がつかしました」とお礼の電話。

第2回審査会終了後には、私が事前のはがきアンケートで提案しておいた審査会終了後の発表者と審査員等の懇親会が初めて開かれたが、肩触れ合う狭い控室での侘しい会であった。丁度、衛星設計コンテストが始まった1993年に航空高専は新校舎を落成、立派なホールが設備されていたので、私は写真入りのパンフレットを携えて行き、懇親会で運営者の方々に配布、無料で最終審査会場に使っていただくことを提案したのであった。

かくして、第3回の最終審査会が航空高専汐梨ホールで開催されることになった。教職員・学生の協力を得て、事務局の担当者の方々と無事に運営することができた安堵感と航空高専の出場学生が見事にアイデア大賞を受賞できた喜びは忘れることができない。

その後、第14回までの12年間、最終審査会の運営を事務局の担当者の方々に協力してサポートした。航空高専学生は第2回～第14回まで最終審査会に連続出場（うち4回は2作品発表）、東大、東工大と並ぶ常連校となった。全国から宇宙に夢を抱く多くの学生、生徒諸君が毎年集まって来てくれたことに加えて、初代の実行委員会会長の齋藤成文東大名誉教授から「あなたのお陰で衛星設計コンテストがここまで発展してきた」とお褒めいただいたことは非常に光栄であり、その後の私の活動のエネルギーとなった。

最終審査会のTV取材は皆無であったため、第5回の時に、私は、航空高専が高専で唯一加入していた早稲田大学が中心のデジタル衛星通信の大学間高度共同利用協議会が運用していた衛星通信システムと幕張の文部省メディア教育開発センターがハブ局として運用を始めた双方向衛星通信システム（SCS）とを接続することを提案して、最終審査会の模様をTVと同程度の

画像・音声の双方向通信で全国の SCS 設置の 8 大学・3 高専に中継配信した。この配信を、審査委員で今は亡き立花隆氏が直後の NHK 教育 TV 『メディアと教育』の番組「デジタル革命が大学を変える、立花隆が語るインターネット時代の“学びとは”」の中で、好事例として紹介、評価されたのは大変嬉しかった。

私ども教員は、学生の連続出場ならびにこれら中継配信を含む衛星設計コンテスト運営への支援により、1999 年度日本工学教育協会業績賞（「衛星設計コンテスト参加による宇宙工学推進への貢献」）を受賞できたことも嬉しいことであった。

衛星設計コンテスト参加校の中から、打ち上げを目指した学生達の衛星開発が始まった。そして、千葉工大の鯨生体観測衛星観太君を皮切りに、東大、東工大等の CubSat が順次打ち上げられた。航空高専も遅ればせながら、2009 年に、最年少衛星 KKS-1 を打ち上げることができたのは、衛星設計コンテストに長年、学生、教職員がかかわらせていただいたことによるものと深謝する次第で、いまもなお、KKS-1 が元気に“航空高専”の名をモールス信号で送信し続けていることを誇りに思う。

2014 年 1 月から、全国の国立高専が連携した「宇宙人材育成プロジェクト」が始まった。きっかけは、2013 年の第 21 回衛星設計コンテストの最終審査会後に、今井一雅高知高専教授から「高専スペース連携グループ」をつくりたいので顧問をと声をかけられたことだった。私は快諾し、「是非、国立高専衛星を上げて下さい！」と強いエールを送った。それが天に届いたのか、2014 年に文科省の宇宙航空科学技術推進委託費の公募があり、高専スペース連携グループで宇宙人材育成プロジェクトを立案、応募したところ、見事に 3 年間 3,000 万円の大型予算が獲得できた。これで、学生のための「高専スペースキャンプ」を新居浜で開催、CubeSat 製作講座や CanSat の打ち上げ実験などを実施した。

2017 年度にも 3 年間 4,500 万円の予算を獲得でき、学生対象の「高専スペースアカデミア講座」（オンラインセミナー）を毎月開催、秋には「高専スペースキャンプ」を開催した。2018 年 12 月には、JAXA のイプシロンロケットによる革新的衛星技術実証衛星 2 号機に搭載する国立高専連携超小型衛星「KOSEN-1」が見事に採択され、高知高専と群馬高専を中心とする 10 高専の学生・教員からなるプロジェクトチームが 2 年半で 98 回にも及ぶネット会議で開発を推進した。そして、2021 年 11 月 9 日に打ち上げられ、Linux マイコンボード RaspberryPi CM1 ベースの OBC の宇宙実証、DRW による超高精度姿勢制御の宇宙実証など画期的な宇宙技術の実証に成功している。

次いで開発された「KOSEN-2」は、残念ながら 2022 年 10 月 2 日に打ち上げに失敗したが、JAXA による再チャレンジの機会を得て、文科省の支援のもと、性能をアップした「KOSEN-2R」を鋭意、開発中である。プロジェクトチームは続いて打ち上げが決まっている「KOSEN-3」の開発も並行して行っている。さらに、若い高専学生が「KOSEN-X」に繋がる作品を衛星設計コンテストに提案し続けていることは大変喜ばしいことである。

3.1.9 国内外の衛星開発結果も考慮した衛星設計コンテスト

前田 惟裕

電子情報通信学会フェロー

第1回～第5回 初期運営、第6回～第10回及び第13回～第25回実行委員会委員

第1回～第2回、第11回～第13回及び第21回～第25回審査委員会委員

1. はじめに

30年も衛星設計コンテストを続けられ、参加する学校、大学も増えていることは大変うれしく思います。提案衛星の中には、打ち上げられたものもあります。アイデア部門では重量制限がありませんが、設計部門では小型衛星に限られています。国内外には各種衛星が開発利用されています。衛星設計コンテストで魅力があり、新規性のある衛星を提案するために、提案の前に、ほかの衛星、搭載機器を十分調査し、それらを超える新規性、魅力などがほしいと思います。そのようなミッションであれば、予算を獲得しやすいと思います。衛星の不具合も多いため、高信頼性の工夫が重要です。

2. 国内外の宇宙開発利用例

1980-1981年カナダのカナダ国立リモートセンシングセンター(CCRS)で研究した際、カナダの地球観測の利用技術が進んでいることを実感しました。研究者が作成したソフトウェアが登録され、誰でもアクセス、改訂できます。1983年カナダの航空機コンベア-580搭載合成開口レーダ(L/C/X)を用いて仙台空港を基地としてSARデータを取得しました。その際協定の関係で保障されないことを条件に搭乗することができました。当時大韓航空機のミサイルによる爆破が起こったので、日本に来る際南周り、帰る際北回りの飛行を実施しました。その後、地球資源衛星1号(JERS-1)搭載SAR(1992年)、ALOS搭載PALSAR(2006年)、ALOS-2搭載PALSAR-2(2014年)により、LバンドSARは世界的に評価されています。ALOS-3は打上げ不調のため、観測できませんでしたので、データの継続が図られることを期待しています。その後小型衛星(Xバンド)のコンストレクションが順次打ち上げられ、大型衛星にない特徴を有しています。

航空機に搭載された観測機器による航空機検証のための飛行が行われ、八尾空港を基地として行われました。その後衛星を用いた衛星検証を実施しました。海洋観測衛星1号(1987年)、海洋観測衛星1号b(1990年)が打ち上げられました。さらに地球資源衛星1号(JERS-1)(1992年)、地球観測プラットフォーム衛星(ADEOS)(1996年)、環境観測技術衛星(ADEOS-II)(2002年)、陸域観測技術衛星(ALOS)(2006年)、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)(2014年)、温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)(2009年)、温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)(2018年)、水循環変動観測衛星(GCOM-W)(2017年)、気候変動観測衛星(GCOM-C)(2017年)が順次打ち上げられました。この中で水に関係する観測が行えるマイクロ波放射計に着目すれば、MOS-1、MOS-1b搭載MSRの2波長から、GCOM-W搭載AMSR-2の6波長、アンテナの直径2.0mに拡大し、観測項目も7項目(海面水温、海上風速、海水、水蒸気量、降水量、積雪量、土壌水分)に拡大しました。国際的にも評価され、気象業務にも使われています。

世界に先駆けて開発されたはやぶさ1号は2003年5月9日に打ち上げられ、小惑星「イトカワ」の試料を取得し、2010年6月13日に回収しました。はやぶさ2号は2014年12月3日に打

ち上げられ、小惑星「りゅうぐう」の試料を取得し、2020年12月6日に回収しました。はやぶさ1号は数多くの不具合を経験して、それを乗り越え無事回収できました。はやぶさ2号は1号の経験を活かし、ほぼ完璧な形で成功できました。燃料は余裕があり、別の小惑星に向かっています。NASAはJAXAの協力を得て、2023年9月24日小惑星ベンヌからのサンプルの回収を成功させました。小惑星は太陽系の起源を知るだけでなく、地球に衝突する可能性があるため、回避するため国際的に検討が行われています。

ほかの科学衛星は多数ありますが、金星探査機「あかつき」(2010年5月打上げ)を紹介しします。世界最高解像度のカメラにより金星の大気の流れを初めて解明することができました。軌道制御エンジンのノズルが破壊されましたが、姿勢制御システムを用いて、2015年7月に金星周回軌道に入れることができました。5年間、あきらめないで、最後まで熱意をもって、無事観測することができました。小型衛星は完全な冗長系が難しいので、部品の十分な試験を行うとともに、部品が破損した場合の対応策を検討しておく必要があります。

3. 設計基準、無線通信規則など

衛星に関わる設計基準、国内法規、無線通信規則など、関連する基準を調べる必要があります。国際電気通信連合(ITU)の世界無線通信会議(WRC)で無線通信規則の審議に参加しました。また衛星の事前公表に必要な調整を行いました。特に、科学衛星、地球観測衛星、通信衛星の周波数などの調整を行いました。ITUを通して事前公表する前に宇宙機関周波数調整会議(SFCG)で調整し、ITU無線通信部門(ITU-R)で調整します。干渉を受けやすい受動センサ、干渉を与えやすい能動センサの円滑な運用を可能とする勧告を多数提案し、承認されました。この中には、マイクロ波放射計、降雨レーダ、合成開口レーダなどがあります。周波数、勧告などは無線通信規則に記載されています。衛星設計コンテストで提案する前に、電波法、無線通信規則の規則をよく調べる必要があります。

4. 終わりに

宇宙開発事業団(NASDA)、宇宙航空研究開発機構(JAXA)、東京大学工学部航空宇宙学科、一般財団法人航空保安無線システム協会(JRANSA)で50kg級から2t級までの衛星を開発利用した経験から、衛星設計コンテストで提案された衛星はどれも素晴らしい内容を含んでいます。衛星設計コンテストでは、電子情報通信学会の立場で出席しましたが、その中の宇宙・航行エレクトロニクス研究専門委員会(SANE)では宇宙全般が含まれています。お互いに切磋琢磨して、学んだことを将来の衛星の提案、研究、仕事に生かしていただければ幸いです。また、今後打上げ機会がいろいろとありますので、打上げまでもっていく努力に期待したいと思います。

5. 文献

- [1]前田惟裕,“衛星ミッションの動向と宇宙実証—通信、測位、観測” 電子情報通信学会論文誌 B Vol.J88-B No.1 pp.3-12, 2005.
- [2]前田惟裕,“衛星システムと高信頼性技術”, REAJ 誌 Vol.23.No.7, pp.618-627, 2001.
- [3]前田惟裕,“国際電気通信連合での衛星にかかわる検討結果について” 電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン No.3, pp.35-44, 2007.
- [4]前田惟裕、川口淳一郎,“深宇宙探査技術の現状と将来—小型衛星の通信・観測システムへの応用—” “電子情報通信学会信学技報 SANE2012-33, pp.69-76, 6月、2012.

3. 1. 10 衛星設計コンテストから始まった日本の超小型衛星の歴史

中須賀 真一

東京大学大学院工学系研究科教授

第1回～第5回初期運営、第6回～第21回実行委員会委員

1. 衛星設計コンテストの立ち上げに関わって

欧米では1990年代より「大学による50 kgクラス衛星」という概念が芽生え、一部の大学では学生の手により手作りで衛星が開発され、大きなロケットに頼み込んで相乗り打ち上げしてもらう活動が始まっていた。欧州では、SSTL（サレーサテライトテクノロジー）となるサレー大学で、アメリカではWeber州立大学、ユタ州立大学、スタンフォード大学などで、そのような活動が行われつつあった。一方で日本では、衛星は宇宙機関や大会社が開発するものと認識され、大学の学生の手で衛星開発する可能性や意義に気が付く人は少なく、実際の活動も行われない後進国であった。

そのような状況の中、実際の衛星開発とまではいなくても、50 kgクラスの衛星のミッションのアイデアと設計を競うコンテストを大学・高専間で実施することにより、欧米の動きをキャッチアップしようという呼びかけが八坂先生（九大教授）、中島先生（当時NAL）からあり、私も日本機械学会の一人として立ち上げに参加させていただいた。当初から、ここでミッションのアイデア創成や設計の技術を磨き、やがては本当の大学・高専衛星プロジェクトを起こして、日本のロケットで打ち上げる世界を築こうという強い思いが関係者全体にあったと記憶している。

1993年に向けて、ほとんど数名のボランティアで準備を進め、北の丸公園の科学館をお借りしての1回目の開催となった。NASDAからのご支援は少しあったが、予算が非常に少ない中での企画運営だったので、懇親会は北の丸公園の周辺のコンビニ、スーパーなどで私が中心となって買い出しをし、たくさんのビニール袋を持って科学館に運び、その一部屋を借りて懇親会の準備をしたことが思い出される。文字通り「手弁当」で始まったコンテストであった。

2. 衛星設計コンテストがもたらしたもの

実プロジェクトを競うものではなかったが、衛星設計コンテストは、このあと日本で大きく花開く「超小型衛星ワールド」に、様々な意味で極めて大きな貢献をしたと考える。

まず、「50 kgクラスの衛星でできるミッション」という制約を入れたことが非常によかった。このサイズでは、当然やれることが限られるが、その中で何ができるかを徹底的に考える機会があることは、その後の超小型衛星でのミッション創成や設計論に完全につながっていった。衛星設計においては、ミッションをどのような衛星設計で実現するかアイデア創出と、各サブシステムへの要求にどうブレークダウンするか、さらには、それをもとに如何にフィージビリティを確認するか「システム設計」が極めて重要であり、机上のコンテストであってもそこは十分に鍛えられたと感じる。設計の部では、特にミッション達成のフィージビリティを専門家の目ですっきり評価するので、単なる空想ではなく、地に足の着いた設計をする方向に参加者のマインドを誘導することができた。それもその後の実衛星プロジェクト開発に好影響であったと言える。

実際に衛星開発をしない中で、学生や教員はどんなモチベーションでこのコンテストに臨んでいたのだろうか。当時を思い起こすと、それは、コンテストという枠組みがもたらす「勝ちたい」

という欲望であったと感じる。表 1 は開催当初の数年間のアイデア、設計の各部における優勝者である。ここにあるように、東工大、東北大、東大がしのぎを削り、負けた翌年には絶対勝とうというような雰囲気は大学内で生まれていた。学生にとっても、ここで勝つことが毎年の宇宙開発活動の大きな目標になっており、コンテスト当日には、我々もワクワク、ドキドキしながら結果のアナウンスを待った

表 1 1993～2004 年（初期の 12 年）における大賞受賞

年	アイデア大賞	設計大賞
1993	衛星総合安全システム 東大	フリー・フライング・ペイロード 東工大
1994	プラネタリウム衛星 横浜国大	デブリ観察衛星 東工大
1995	首都圏防災支援衛星 都立高専	希薄大気中超音速風洞実験 東大
1996	外壁点検マイクロロボット 東北大	連星型燃焼実験衛星 北大
1997	惑星堀削ロボット 東北大	南極観測衛星「しらゆき」 東工大
1998	微小天体上移動ロボット 東北大	月周回カメラ衛星 九大
1999	流星群の立体観測 東北大	GTO技術試験衛星旋風 東工大
2000	ターゲット協力化回収 東北大	JetGun Sat 突風 (Toppu) 東工大
2001	INSAR合成開口レーダ 東大	軌道上からの流星群観測 東北大
2002	重力計測衛星 MIT	パネル展開衛星PETSAT 東大
2003	OMA-Galileo 東工大	赤外線位置天文観測衛星 東大
2004	漏洩特定自律ロボット テキサス州大	偏光X線観測衛星「燕」 東工大
東工大 7勝、 東北大 6勝、 東大 5勝		

ことが思い起こされる。コンテスト形式にしたことが学生のモチベーションにつながり、真剣に設計するマインドを生み、超小型衛星設計の技術発展を加速した訳である。

もう一つ大きな成果は、「衛星設計を紙の上だけで実施するのはいやだ。実際の衛星を作りたい」というフラストレーションと次の段階への強い願望が我々の頭の中にふつふつと湧いて溜まってきたことである。コンテストの初期の目的である実プロジェクトへの移行は、予算の獲得や打ち上げ機会の確保の困難さもあり難航した。2002 年によく第一回の電子情報通信学会賞のクジラ観測衛星が林教授のご努力で打ち上げられたが、他にはなかった。このフラストレーションこそが、次に述べる CanSat、CubeSat の起爆剤となったのである。

3. 実プロジェクトへの飛翔 - CanSat と CubeSat

そんな中、JUSTSAP の小型衛星 WG の八坂先生のご尽力で、日米の大学学生が集まって実際のプロジェクトを起こそうというシンポジウム (USSS) が 1998 年秋にハワイで開かれることになり、設計コンテストでしのぎを削った学生たちが大挙参加した。すでに実衛星打ち上げの経験のあるスタンフォード大学の Twiggs 教授などの指導のもと、日米の大学がペアとなり、様々な実衛星のアイデアが検討された。その会議の中で、1998 年 (第 1 回 USSS) では CanSat が、1999 年 (第 2 回) では CubeSat のコンセプトが Twiggs 教授から出され、「実プロジェクトに飢えていた」日本の学生たちが、それにまさに没頭した。そして 1999 年 9 月のアメリカの砂漠での CanSat 打ち上げ実験を経て、2003 年 6 月、東大と東工大の 1 kg 衛星 (XI-IV と CUTE-1) がロシアのロケット ROCKOT により高度 800 km の軌道に打ち上げられ世界初の軌道上 CubeSat となり、1990 年代欧米から遅れていた状況を一気に逆転させたのである。これらのプロジェクトでは、東大では JAXA の津田君 (はやぶさ 2 プロマネ)、酒匂君 (キャノン電子で衛星打ち上げに成功)、中村君 (AXELSPACE を立ち上げ CEO に)、船瀬君 (世界初 50 kg 級深宇宙探査機に成功した東大准教授) など、衛星設計コンテストにおける東工大、東北大とのライバル関係の中で鍛えられた面々が活躍したのである。

4. まとめ

日本は大学における超小型衛星開発では世界に負けない活動を継続している。これらの大学の多くは、衛星設計コンテストでミッション創成や設計技術を鍛えられ、CanSat でものづくりやプロジェクトマネジメント、そして回路の設計に至るものづくり技術を獲得し、CubeSat に始まる超小型衛星において軌道上衛星の技術へと昇華させてきた。その中で忘れてはいけないのはこれらの活動をサポートしてきた UNISEC (大学宇宙工学コンソーシアム) の存在である。そして、日本の超小型衛星発展の歴史の基礎は衛星設計コンテストが作ったと言っても過言ではなからう。

3.1.11 老宇宙技術士の衛星設計コンテストと学生衛星の回想・備忘録

白子 悟朗

SSC(Shirako Space Consulting)

第7回～第9回審査委員会委員、第10回～第26回実行委員会委員

衛星設計コンテスト 30 年史への寄稿として、審査委員/実行委員拝命と概ねこの期間にかかわった学生衛星を包含して回想し、思いを残させていただきます。

1. 背景

私が社会人 (NEC・研究所) になった 1957 年に人類初の人工衛星「スプートニク 1 号」が打上げられ、宇宙から発信される電波を感動しながら聞いたのが宇宙への第一歩。以来宇宙技術者・宇宙技術士の道を半世紀超歩んでこられた幸せに感謝しつつ、先達や同輩の皆さんと得た技術へのこだわりと貴重な経験から私なりの永年の宇宙開発への取り組み姿勢 (信条と意志) の心の糧にした言葉たちを紹介；

- ・宇宙(環境)を侮らず
- ・宇宙システムの臍の緒は通信
- ・技術はウソをつかない。失敗は成功のもとではあるが、一寸考えれば判る悪い失敗はしてはいけない
- ・現場主義
- ・技術・信頼性文化は人の絆 (覚悟、信頼と倫理観、人づくりで継承と伝承、そして発展)
- ・リーダー観；我をもって和となす

2. 衛星設計コンテスト、そして学生衛星とのかわり

宇宙に” 手作りの衛星を打ち上げたい” というのは多くの人の共通の夢”。しかし、その夢を実現するには” 自分で何を成すか。かつその覚悟があるか” を明確に持つことが大切とっていました。既に 1980 年台には我が国を含む世界中のアマチュア無線界では多くの小型衛星作りが盛んで、青少年の宇宙への挑戦が身近になりつつありました。

一方、1990 年台後半から先達の尽力で学生を対象とした衛星設計コンテストや軌道上実証を旨とした宇宙工学コンソーシアム (UNISAT/UNISEC) 活動が始動しました。

私はプロとして貴重な機会を経験させていただいた恩返しとして衛星設計コンテストはじめ、学生衛星 (UNISAT/UNISEC) をフォローし、多くの先輩、同輩方や学生諸子との交流は、まさに人生の宝物となりました。審査会・実行委員会では極力自分の思いを忌憚なく発言させていただき活動の一助に配慮させていただいたと思っています。その一端は；

- ・審査委員活動中には、全応募者への審査結果のフィードバック、高校生応募打診にはその思いをかなえられるジュニア部門設置です。
- ・実行委員活動では；衛星設計コンテスト広報ツール；1 分でわかる～ (故目黒企画委員発案)、ジュニア部門 (13 回～)、打ち上げ機会の確保、周波数の確保、コンテスト参加者に提供する技術資料、応募作品の知的財産権保護の有り方等々で委員会議論に参加しました。
- ・一方、衛星設計コンテストと小型衛星開発そして UNISEC との橋渡しを常に考えていましたが UNISEC との組織的な連携は事務局や企画委員の積極的な働きかけも機が熟さなかったのが心残りでした。しかし衛星設計コンテスト参加者が UNISEC 活動に加わり衛星設計コンテスト OB としてその経験談や宇宙開発、研究の最前線での活躍状況を講演してくれることにつながったことは大変良かったと思っています。

3. 老技術士の学生衛星との交わりと思い入れ

長い交わりと期待を込めた思いを FAQ 形式でまとめましたので、これから宇宙に挑戦する学生諸君や教育関係者の活動のヒントになれば幸いです。

1) なぜ、学生衛星か！

我が国初の東大・東工大でのキューブサット (CubeSat) 開発の試みを、宇宙通信に関する特別講義を手始めに応援しました。ご承知の通り、衛星と言っても、その役割、機能、規模等多種

多様です。教育の場で学生諸君が挑戦する衛星という点では、何も国の計画としてや商用衛星を目指すわけではないのですから、身の丈にあった目標を立てることに無理がなければ不可能と言うことはありません。指導者と学生諸君が持つ熱意・覚悟（気持ちだけでなく、自分たちで何を勉強し、どの様な行動が、役割分担が出来るか等々）を具現化するためにどの様な応援が自分に出来るか（特に時間的な面と協力出来ること出来ないこと等）を見極めた上で、お付き合いしました。

2) ちょっと手厳しいことを言ってしまった数々

この様な手作り衛星を機会に、打上げ環境や軌道上で遭遇する宇宙環境を侮ることなく、原理原則を学び、モノ作りの原点（直ぐには壊れない物を作る）、論理的展開・工学的アプローチや費用意識などマネジメントを体験し、”やることはきちんと、だめなものはだめ”との倫理観を滋養する等、学校教育や個人スキル等の総合力を発揮しては如何かと、一寸盛り沢山の注文を機会ある毎に言い続け、ポイントをアドバイスしてきたつもりです。学生諸君の設計の技術的な「見落とし」等を指摘し、改善方法を教えることで、少しでも成功を応援することであり、若い人の柔軟な想像力のある斬新なアイデアを、古い頭で否定しない様に努めていました。また、宇宙システムにとって不可欠な通信技術の重要性を指導（講義や設計・試験等）し、簡単には死なない設計；ロバスト・サバイバビリティを前提にすること（BAT 枯渇からの立ち上げ動作や、電源電圧や温度幅の拡大、小型ならではの EMC 対策）、簡単には壊れない物づくり等の重要性を力説しました。

3) “学生が衛星開発に成功する”という事実は、どれくらい衝撃的なことだったのか

学生諸君と指導教官に加え、有形無形の多くの応援、協力があってこのようなプログラムが実現できるのだと云うことを、学生諸君が体験・理解してくれ、この経験がこれからの人生に何らかのインパクトがあると思います。形の上では、自分たちの衛星が宇宙に有ると云うことで、人創りが出来ると云うことではないでしょうか”日本の宇宙開発への影響”？と云う観点では、あまり意識していませんでしたが、多くの人の宇宙への関心に繋がってくれば良いともおもっていました。

4) 学生衛星が進展した秘訣は？

学生諸君／指導教官や応援者/協力者が、利害関係を持たずに実現に向けて熱心だったと云うことではないでしょうか。学生衛星のドラマの主役は学生諸君に有って、応援者はその実現に向けてクールに付き合うことも、夢の実現の一端かもしれません。今後は、さらに学生諸君を主役にした活動を推進し、そして、彼らに続く若人のためにも、衛星設計コンテストや UNISEC の意義、存在が注目され続ける必要があると思います。

5) 宇宙教育への想い

宇宙教育が、教育の原点である人材を継続して輩出する繰り返しに、進歩的な指導を加味して時代の要求に即した教育ポテンシャルアップする環境と、プロジェクトを継続することの必要性からベンチャーな起業を試みる環境を配することに 熟慮することが肝要と思います。私個人としては、大学等の宇宙教育では一研究室等での人材教育に徹し、基礎知識や原理原則の習得、学生の身の丈にあった実践的体験としてのプロジェクト体験、且つ、先輩から後輩への伝承とデータベースの蓄積・更新等、教育上の継承が第一と思います。教育的であったプロジェクトが進んでくると、ビジネス傾向のプロジェクトが台頭してくる事は必然ですが、これをいつまでも一研究室で消化しようとする、学生本来の教育のマンパワーが費やされることとなります。それを危惧し、留意すべきことがあるのではないかとというのが持論です。

4. さいごに

老宇宙技術士の衛星設計コンテストと学生衛星の回想・備忘録として、手前味噌な寄稿になっていることはお許しいただきたい。さいごに鬼籍に入られた諸先輩方を偲び、合わせて衛星設計コンテストが縁で交流していただいた多くの皆様に感謝し、衛星設計コンテストのますます発展を祈念して締めさせていただきます。合掌

*参考出典 SSCnote-HP ; URL で保存版公開 (since1997 年)
SSCnote. ホームページ : 宇宙をもっと身近に ! (catv.ne.jp)

3.1.12 作品の思い出

佐原 宏典
東京都立大学 システムデザイン学部 航空宇宙システム工学科 教授
第 17 回～第 30 回実行委員会委員

実行委員会委員として数多くの衛星作品を拝見して来た。どれもが斬新なミッションやアイデアを提案するものであり、非常にわくわくさせられている。しかも、第 1 回（1993 年）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」が 2002 年に「鯨生態観測衛星」として H-IIA 4 号機で打ち上げられたことを皮切りに、受賞作品が次々と実際に開発され、打ち上げられてきたことを思えば、学生が自由な発想に基づいたミッション提案を行う衛星設計コンテストが宇宙への入口として非常に大きな役割を果たしていると感じる。

その中でも個人的に特に思い出に残る衛星が 3 つあるので、中年の主観に塗れた思い出話に暫しお付き合い頂ければ幸甚である。

■パネル展開型多目的衛星 PETSAT（東京大学、第 10 回（2002 年）：設計大賞）

PETSAT（第 1 図）は機能ごとに分解され、収納されたパネルを組み合わせるだけで衛星を構成することができるプラグイン性を確保し、様々なミッションに迅速に対応することができるに加え、打上時には折り畳んで収納し、軌道上で展開することで面積や全長を必要とするミッションを小型衛星でも実現可能とするものである。



第 1 図 PETSAT¹⁾

ところで個人的なことであるが、私は学位取得後の 2000～2003 年度にかけて科学技術振興機構及び日本学術振興会の特別研究員として旧・航空宇宙技術研究所（NAL）に在籍していた。ちょうど μ -LabSat や鯨生態観測衛星、また CubeSat である XI-IV や CUTE-I が打ち上げられ、超小型衛星のまさに黎明期であった。その状況を踏まえ、今後は超小型衛星に推進系が必須となるであろうとの目論みから、プラグイン性を確保した太陽熱推進系を提案し、 μ -LabSat 2 号機の搭載検討を開始して 1st International CubeSat Symposium（2003 年 3 月 10 日～11 日）で発表を行った。一方、東京大学・中須賀先生は東大阪宇宙開発協同組合（SOHLA）とともに新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による基盤技術研究促進事業「高度製造技術と革新的設計の融合による汎用小型衛星の研究開発」（2003 年度～2007 年度）に応募されている頃であった。同シンポジウムの後、中須賀先生からお声掛けを頂き、2004 年度より東京大学にて SOHLA とも協力した衛星開発などに携わらせて頂いた。このときメインに担当したのが PETSAT であり、また 60wt%過酸化水素水を用いたその推進系モジュールであった。そこでは推進系のみならず衛星の各部における詳細やプロジェクト遂行に関する諸々など、現職に至る直前の 4 年間はまさに PETSAT を中心として成長させて頂いた。あの頃はまさに寝ても覚めても PETSAT という状況であった。

■ISM-SC（Interesting Space Mission-Spacecraft）（東京都市大学、第 20 回（2012 年）：電子情報通信学会賞・最優秀模型賞）

ISM-SC は大型展開アンテナを搭載した自律システムを国際宇宙ステーション（ISS）の曝露部に取り付けて情報を発信し、地上では安価な電子タグによりこれを受信し、ISS から撮影した写真や宇宙飛行士の音声を聞くことができるプッシュ型の情報提供を行うものである。ここで大きく目を引いたのはその大型展開アンテナ（第 2 図）であり、これが最優秀模型賞を獲得したことは大きく頷けるものである。



第 2 図 ISM-SC の大型展開アンテナ²⁾

そして最終審査会会場での模型展示にて、同大学の目黒先生が少年のように目をキラキラさせながら私にその構造について解説して下さったことは、とても印象深く記憶に刻まれている。

目黒先生は長年に渡って企画委員会委員長や審査委員、実行委員を歴任されており、衛星設計コンテストの発展に大きく寄与されたお一人である。私も実行委員の一人として多くのことを学ば

せて頂いたのだが、これからも益々コンテストや宇宙工学の発展に活躍されると当然のように思っていた矢先の訃報であった。あのときの目黒先生のキラキラを私も学生たちに示し、引き継いで行きたいと常々願って止まない。

■バイナリブラックホール探査衛星 ORBIS

(首都大学東京, 第 18 回 (2010 年): 設計大賞・日本天文学会賞・最優秀模型賞)

最後に手前味噌だが, ORBIS (第 3 図) である。私が現職に着任した 2008 年度に研究室有志が挑戦した第 16 回は一次審査を通過できなかったものの, 第 17 回で太陽偏光分光観測衛星 FLARE で日本天文学会賞を頂いた。

この頃はまだ超小型衛星といえば工学側が主体となっており, 本格的な理学ミッションは少数であった。そこで当方学生は第 16 回, 第 17 回の経験を踏まえ, また理学側にインタビューを行い, 超小型衛星でも実施可能な, いや, 現時点では超小型衛星でしかできないミッションとして, バイナリブラックホール探査という挑戦的な理学ミッションに辿り付いた。バイナリブラックホール探査では, 銀河成長理論におけるファイナル・パーセク問題を解決するために数パーセクにまで近付いたバイナリブラックホール



第 3 図 ORBIS³⁾

を探し出すものであるが, そのためには衛星をこのミッションに専念させねばならない。従来の大型衛星は多くの利用者の共用であるため, このような探査は不可能である。そこで占有性・専従性・低価格を大きな特徴とする超小型衛星が唯一解となる。学生チームは X 線観測に多大な実績を有する理学研究者と何度も協議し, 指導を受け, これを ORBIS としてまとめあげた。

最終審査会では, 実行委員である私は中立を保ちつつ, 同時に ORBIS は本格的な理学ミッションに従事するという, これからの超小型衛星の在り方を開拓するものであることを自負していた。とはいえ, 同審査会に駆けつけてくれた理学の方々とも見守っていた受賞作品発表時の緊張は凄まじかった。そして設計大賞として読み上げられたとき, やった! という声が口から漏れていた。

ORBIS での受賞以来, 当研究室は超小型衛星や搭載機器の開発, 特に推進系のほどよし衛星への搭載と打上げ, また観測ロケットの打上げなどがあり, 衛星設計コンテストには応募していないものの, 私自身は実行委員として日本の若手, そして海外からの応募作品を引き続き数多く拝見している。今もなお, 多種多様なミッションが継続して提案されていることにわくわくさせられながらも, 学生たちの提案が次第に高度化するとともに実施蓋然性の高いものになっているように思われ, 感心するばかりである。実際にも理学からの超小型衛星の開発が次々と提案される時代にもなっている。そして, 受賞作品アーカイブスを改めて眺めるに, チームメンバーの中にはいま, JAXA や大学, 企業などで実際に宇宙に関わっている方々が少なからずいることに気付く。

これを見て, 衛星設計コンテストは, まだ多くの制約に囚われることのない自由な発想で幅広い提案がなされていることを通して, これからの宇宙と宇宙人材を育むことに大きく貢献していると思われるのである。私も若い内は自身の業績を増やすことを第一とするような時期もあったものだが, いつの間にかそれ相応の年齢となり, 分野全体の発展と次世代の育成という使命を感じるようになった。マズローのいうところの第 6 の欲求であろうか。私の恩師もかつてそのように思われていたのかも知れない。些少なながらも私自身, これに貢献できればこの上ないヨロコビである。

そんな想いで, これからも衛星設計コンテストの裏方として (老害にならぬよう努めつつ) 知見と情熱を捧げ, 次世代へ繋ぎたいと思っている。若手からの挑戦を引き続きお待ちしております。

参考文献

- 1) The 10th Satellite Design Contest, 受賞作品アーカイブス, 衛星設計コンテスト.
<http://www.satcon.jp/history/list10.html> [2023 年 10 月 31 日参照]
- 2) The 20th Satellite Design Contest, 受賞作品アーカイブス, 衛星設計コンテスト.
<http://www.satcon.jp/history/list20.html> [2023 年 10 月 31 日参照]
- 3) The 18th Satellite Design Contest, 受賞作品アーカイブス, 衛星設計コンテスト.
<http://www.satcon.jp/history/list18.html> [2023 年 10 月 31 日参照]

3.1.13 日本ロケット協会宙女賞の期待

山崎 直子

元 JAXA 宇宙飛行士、日本ロケット協会理事・「宙女」委員長

第 27 回～第 30 回実行委員会委員

大塚 聡子

JAXA、日本ロケット協会・「宙女」事務局長

第 1 回～第 2 回最終審査会司会、第 21 回～第 23 回及び第 25 回～第 30 回審査委員会委員

衛星設計コンテスト 30 年、おめでとうございます。大きな節目に際し、歴代の関係者の皆様に深く敬意を表します。そして、歴代の受賞者の中で、その後の宇宙開発に大きな貢献をされている方々にも接し、本コンテストが挑戦を後押しする場になっていることを嬉しく思います。

第 27 回より、内容が優れ、かつ女性メンバーがチームに大きく貢献し、男女共同参画の促進に寄与したチームに「日本ロケット協会宙女賞」を授与してきました。「宙女（そらじょ）」は、2015 年に日本ロケット協会に設置された男女共同参画委員会の通称です。女性の数が少ない航空宇宙業界において、男女共同参画の促進を組織横断的に図るべく設置され、各組織から集まったボードメンバーを中心に、勉強会を開催したり、ネットワークを図ったりしてきました。歴史ある本コンテストにおいて賞を授与する機会を賜り、皆様のご理解、ご支援に感謝しております。

数年の実績しかない宙女賞ですが高校生（ジュニア部門）への授与が多く、また審査対象作品にも女性のみチームからのエントリーが多数あります。後進の皆さんの挑戦に宙女も刺激を受けています。コンテストの発展と共に、チームが受賞を目指すような賞となるよう宙女賞を育て、航空宇宙業界の男女共同参画に寄与しようと想いを強くしています。

宇宙の利活用の幅はとて広く、様々なアイデアと実行力が求められているからこそ、学生さんたちが豊かな発想を大切に、それを実現していくための技術的な検討を重ね、審査の過程で専門家からのフィードバックを得られる場合は、とても貴重だと感じています。私も、国際宇宙ステーションでのミッションを通じて、宇宙開発・利用の裾野の広さを実感してきましたが、本コンテストにおける「衛星」の範囲もとても広く、地球周回だけでなく深宇宙を領域とするもの、宇宙での人類の活動領域の拡大に関するもの、持続可能性をテーマにするものなど、様々な作品が応募されてきていることも印象深いです。「宇宙で暮らす」時代に、一歩ずつ近づいていると感じます。

日本では、どの分野でも同様ですが、航空宇宙業界でも人手不足が課題になっています。本コンテストに参加する学生さん達が、先輩から後輩へ挑戦のバトンを繋げていき、更に挑戦する学生さんが増え、航空宇宙業界のすそ野が広がっていくことに期待しております。改めて関係者の皆様に感謝しつつ、更なるご発展を祈念申し上げます。

3. 1. 14 30 年前の時代

秋葉 鎌二郎

北海道宇宙科学技術創成センター(HASTIC) 名誉会員

第 10 回～第 12 回審査委員会委員長

私が現役を退いてからもう四半世紀が経ちました。高齢化時代の象徴として社会とのつながりは持ちながらもかつての仲間とは疎遠になってしまった昨今ですのでこのような機会をお与えくださったことに感謝いたすとともに戸惑いを覚えますのをお許し頂きたく思います。今から 30 年前の日本は今とは全く違うバブル崩壊の直前でしたから、あらゆる社会活動が活性化していました。今はもう忘れかけている国際宇宙年が 1992 年でした。でもそれは 1980 年代までさかのぼる歴史の一成果でした。そのころ NEC などの日本の産業界は余力を駆って国際活動を支えていました。JUSTSAP (日米科学技術宇宙応用プログラム : Japan-US Science & Space Application Program) のワークショップが毎年ハワイで開催され日米の科学技術交流の場としての役割を果たしてきました。当時 NEC の関本忠弘社長時代の秘書室におられた黒田隆二さんが熱心に推進してきた活動でした。そこでその頃ハワイ選出の上院議員スパークマツナガ氏が提唱したのが国際地球年でした。最初その目的は「Mission to Planet Mars」でしたが、議論を重ねるうちに最終的に「Mission to Planet Earth」となって実現したのでした。実はこれが人間活動の気候変動へ及ぼす影響への国際的な関心を呼び起こすきっかけになりました。

今ここにその活動を説明したのはワーキンググループの中に小型衛星が含まれていて日本側では東大の中須賀真一先生が中心になって熱心に活動されていたことを指摘したかったからです。つまり衛星設計コンテストが始まる時にはそのような基盤が醸成されていたということを知っていただきかけたのです。実にこの記録をウェブ上で黒田さんの手記を検索するのも簡単ではなかったことを付け加えておきます。

私は第 10 回～12 回の三回審査委員長を務めさせていただいたとのことですが記憶はなかなか呼び戻せません。ただそれなりに斬新な発想が競われていた印象は残っています。しかしその活動が実社会に大きな影響を及ぼすことになるとは想像していなかったのは事実です。今や小型衛星は宇宙開発に主役の地位を築きつつあるという趣です。あたかもこの活動が始まる前に助走期間があったように、ひとえに長年にわたる啓蒙と教育活動を支えてこられた皆様方の努力が今実りつつあるのでしょう。

開かれた場で科学技術の発展を目指す国際活動の意義を噛みしめていただきたいものです。

3.1.15 衛星今昔物語

中谷 一郎

JAXA 名誉教授

第1回審査委員会委員、第3回～第4回実行委員会委員

第5回～第15回実行委員会幹事委員、第25回～第27回審査委員会委員長

30年の重み

本稿では、主たる読者層として宇宙に興味をもつ現代の若者たちを念頭に、衛星設計コンテストの30年を振り返ってみたいと思います。

今、衛星設計コンテストに参加しようとする学生諸君は30年前には何歳だったのだろう・・・ふとそう考えて計算を試みました。驚いたことに、何と彼ら、彼女らは、当時にはまだ生まれていなかったということに気づき、ちょっとたじろぎました。

さらに思いを巡らせると1957年に、当時のソビエトが人類初の人工衛星スプートニクを打ち上げたころには、今の学生はもちろんのこと、その学生の先生方の多くも生まれていなかったのです。

幸運にも、私は本コンテストの初期のころからその運営や審査に携わる機会を得て若者の宇宙に対する情熱とチャレンジ精神を受け止める現場を体験しました。1993年に始まった本コンテスト30年の歴史の重みを、今さらのように噛みしめる次第です。

設計の次は？

今の学生諸君には信じがたいことでしょうが、30年前には、学生が衛星を作って打ち上げるなどというのは夢のまた夢でした。本コンテストの初期の実行委員会で繰り返し議論されたのは、「設計はもちろん重要な作業だけれど、次のステップ、つまり学生が自ら衛星を製作して打ち上げるステップに進むのを支援するにはどうしたらよいだろう？」という難問です。そもそも打ち上げロケットの経費が百億円もするのが問題でした。甲論乙駁の末に最後は実行委員の先生方が頭を抱えて議論が終わるのが定番でした。

ところが、今や学生衛星が普及して日本を含む世界各国で超小型衛星の打ち上げが頻繁に行われるようになりました。30年昔には夢のまた夢にすぎなかった、学生による手作り衛星の急激な普及を目にして、まさに今昔の感に堪えません。

学生衛星が次々と実際に打ち上げられる時代になってしまうと、今度は、本コンテストで、衛星の設計やアイデアを競うのは今や時代遅れではないか？という、懸念も生じました。30年前に打ち上げ実現へのハードルが高過ぎたのとは、まったく逆の悩みですね。

しかし、その懸念は杞憂です。学生衛星の打ち上げが手の届くところに来た今こそ、しっかりした解析力、基本的な設計能力、すぐれた企画力、独創的なアイデアの提案能力などが一段と重要性を増してきているのです。

このような観点から衛星設計コンテストの最近の傾向を調べてみると、その質が30年昔に比して格段に向上してきたのが実感されます。「私達の設計したマイ衛星の打ち上げが、来年にも実現するかもしれない」と、明確に意識した上で、衛星の設計、解析、企画、アイデア提案などを

行う学生諸君の情熱と気迫が感じられるのです。

衛星設計のプロとアマの接点

衛星設計コンテストの特徴の一つは、審査委員に衛星の設計に関する超一流の人材が揃っていることです。それって当たり前でしょうと思う方は是非、次の審査員サイドの自画自賛を熟読願います。

審査に携わる衛星設計のプロフェッショナルは、毎年、学生諸君の緊張感と気迫をしっかりと受け止め、数多くの応募作品に取組みます。高い達成レベルの甲乙つけ難い作品群の中から受賞作品を選考するのは難事業ですが、またやり甲斐のある仕事です。学生諸君の若い新鮮な感覚は、しばしばプロを唸らせる閃きを見せてくれて、審査に当たる先生方を喜ばせます。

一方、審査に当たる先生方は衛星開発の第一線で活躍してきた方ばかりです。経験の浅い学生諸君の作品に対して、時には、宇宙開発の現場で得られた実践的なノウハウを伝授し、また時には衛星設計の解析結果に関して学問的に深いコメントを返すことで、今までに蓄積された我が国の宇宙開発の知見を、若い世代に還元すべく腐心します。

このように、衛星設計コンテストの審査の場は、プロとアマの貴重な出会いの現場であるということができるでしょう。

宇宙開発 2.0

衛星設計コンテスト30年の歴史は、たまたま世界の宇宙開発史の中の目くるめくような転換期に当たりました。大きなクレーンで持ち上げざるを得ない大型衛星全盛の時代から、人がどっこいしょっと持ち上げられるような小型衛星が活躍する時代への転換です。

それどころか、今では片手でヒョイと持ち上げたり、手のひらにチョコンと載るような超小型衛星すら現れました。その結果、衛星1機のコストも、大型衛星に比べて数百分の1あるいは数千分の1の桁まで下がってきました。

実は、衛星の小型化・低コスト化の必要性は、30年前にも世界中で指摘されていました。しかし、それは実用の観点からは成功したとは到底言えません。今、実現している小型衛星は、当時と比べて、ひと味もふた味も異なる優れた特徴をもっています。たとえば、低軌道化のメリットの活用、コンステレーション化による機能や性能の飛躍的な向上、デジタル技術の加速度的な進展、スマホで生まれた超小型部品の導入などにより、30年前には考えられなかったようなスグレモノに変身したのです。つまり大型衛星を諦めて小型衛星で我慢するのではなく、小型衛星でないと成り立たない革新的な機能を売り物にした宇宙開発2.0が始まったのです。

次の30年に向けて

過去の衛星設計コンテストの受賞作品がウェブサイト公開されているので、是非ご覧になってください。応募する学生諸君のチャレンジの対象は決して低軌道小型衛星だけではないことがお分かりいただけるでしょう。月・惑星ミッションや有人宇宙活動など広範囲な夢のある技術も数多く提案されています。衛星設計コンテストの委員とスタッフ一同は、若者の柔軟な頭脳と宇宙への熱い情熱を期待し、次の30年に向けての宇宙への大いなる飛躍を楽しみにしています。

3.1.16 「思ひて学ばざれば」

牧島 一夫

東京大学理学系研究科 名誉教授

第 24 回～第 27 回審査委員会委員、第 28 回～第 30 回審査委員会委員長及び実行委員会委員

孔子の教えを集めた「論語」は、昔は日本の教育の中で、重要な地位を占めていたという。私は論語をほとんど読んだことがないので、大したことは言えないけれど、その「為政第二篇」に登場する「学びて思わざれば則(すなわ)ち罔(くら)し、思ひて学ばざれば則ち殆(あやう)し」という段は、たいへん気に入っており、研究・教育活動に携わる中で、座右の銘としてきた。つまり教科書や講義で学んでも、自分の頭で考えなければ身につかず、新しい進展は得られないし、逆に規範的な知識や論理を学ばず、自分の思いつきや想像だけに頼ると、独善的で勘違いな方向に突っ走ってしまい危険だ、という意味である。「学ぶ」と「思う」のバランスが大切で、車の両輪のように、どちらか一方でも欠けてはよろしくない。私は現役時代に大学で物理学の講義をするとき、例えばある方程式を持ち出したら、簡単な例題を用いてその方程式を具体的に解いてみることに、実際に数値を入れてみることに、解の挙動をグラフで示すことなどを、しばしば宿題として課してきた。学んだのち自分で頭と手を動かす作業により、学生が「罔い」ままで終わることが、多少とも防げると思うからである。

衛星設計コンテストで、私は日本天文学会からの選出委員として、2016 年度から 2022 年度までの 7 年間、審査委員会に参加させていただき、その最後の 3 年間は審査委員長を拝命した。その中で、改めて上記の論語の段を思い出すことが多かった。無重力状態にある宇宙船内部で人や物が浮遊したり、カップラーメンを食べると麺と一緒に汁が付いてくるといった現象は、視覚的にインパクトが強いので、若者たちの「思う」力に訴える好例である。じっさい応募者の皆さんは、想像力を駆使し、いろいろな「思い」を繰り広げてくれて、審査しながら、とても楽しかったし、私自身もいろいろ学ぶところが多かった。その一方で、「思ひて学ばざれば則ち殆し」に該当する例もしばしば見られることがわかった。世の中、「学ぶ」は十分で「思う」が不足している場合が多いけれど、ここではどうやら逆のようである。さらに「殆し」の中には、わりに定型的ないくつかの思い違いがあることに気づいた。こうした点に応募者があらかじめ注意すれば、思いつきだけで勘違いな方向に突っ走ってしまう危険が、少しでも減ると思う。

最も良く遭遇するのが、「衛星は簡単に軌道変更し、ある地点から別地点へ自由に飛んで行ける」という誤解である。これはデブリ捕獲という文脈で語られることが多い。飛行機であれば急旋回など自由度の多い飛行が可能だが、それは大気という媒体が飛行機と相互作用し、運動量をやりとりできるからであって、大気の無い宇宙空間では、ロケット・衛星・探査機がジェットを噴射して実現できる軌道の解は、きわめて限られる。例えば私の携わってきた宇宙 X 線の観測衛星では、南大西洋上空の放射線異常帯を避けるため、赤道軌道を選ぶことが望ましいが、ロケットを日本など中緯度から打ち上げた場合、その飛行経路を強制的に曲げる「ドッグレッグ」を行って赤道軌道に衛星を投入しようとする、打ち上げ能力が大幅にダウンしてしまうので、採用されない。別の例として、地球周りの同じ円軌道上を衛星 A と B が等速で周回しているとき、先行する A に追いつこうと後続の B が噴射して前向きに加速しても、B の軌道高度が上がる結果、周回

の角速度が減り、かえってBはAからどんどん遅れてしまう。むしろBが逆噴射して周回速度を減らすと、高度が下がり角速度が増す結果、BはAの「腹の下」をすり抜け、うまくすれば地球半周ののち、Aの前方に浮上することができる。こうした動きは直感とは逆なので、なかなか理解しづらい。この過程を数式で表現したものは「ヒル (Hill) の方程式」と呼ばれ、ランデブー技術の基本となるようで、最終的にはこうした堅い方法を学ぶ必要があるだろう。

第2の例は、エネルギーの保存が理解できていないと思われる場面である。例えば深宇宙探査機の電力として、温度差による熱起電力を用いるアイデアが登場することがある。しかし探査機のエネルギー源は（原子力電池などの搭載が無いとして）太陽光のみだから、温度差も太陽光に起因しており、太陽光から直接に得られるエネルギーを越えて熱発電することは、論理的にできない。また近地球周回衛星が地球磁場を横切って運動するとき、誘導起電力が働くので、それを利用して発電するという、一見すると卓抜な考えが登場することもある。しかしこの場合、発電のエネルギー源は衛星の力学的エネルギーだから、それが消費されるため衛星はどんどん高度を下げ、すぐ大気圏に再突入してしまうだろう。これは強力な永久磁石を振り子の^{おもり}錘に用いた時、振り子の最下点のすぐ下に金属板を差し込むと、それがアルミや銅など非磁性体であっても、誘導起電力で渦電流が発生し、それが散逸する結果、振り子の振動に急激なブレーキがかかる現象と良く似る。

3番目に、月面基地などで「施設内部を1気圧に加圧する」という案が時おり登場する。しかし1気圧の差があると1cm²当たり1kg（1畳あたり実に16トン）の力がかかる。この巨大な圧力差に耐える設計にしない限り、犬小屋ぐらいの施設でも、瞬時に膨れて飛び散ってしまうだろうし、まして人間用の居住スペースを気密にしようとする、構造強度は重大な問題となる。日常でも、圧力差による構造破壊を防ぐため、ジェット旅客機は円形断面の胴体をもち、客室の加圧も1気圧より少し低い約0.8気圧である。実際1950年代にイギリスが開発した世界初のジェット旅客機「コメット」が、飛行中に空中分解した何回かの事故例では、飛行のたびに圧力差が繰り返し加わり、四角い窓の角に^{かど}応力が集中し金属疲労が蓄積した結果、そこから亀裂が走り機体を破壊したと結論された。その教訓により、コメットに追従したフランスの双発ジェット機「シュド・カラヴェル」では、特徴的な角の丸い「三角オムスビ」型の窓が採用された（1970年代に何度か乗ったが良い乗り心地だった）。私たち地上の生物がすべて1気圧の圧力に耐えて暮らしているためか、衛星設計コンテストの応募者の間で、この点の認識が意外に欠けている場合が見受けられる。

これらの認識は、衛星設計の大前提となる「イロハ」の部分であり、それらを知った上で初めて、機構設計や熱設計、電力収支および姿勢制御方式の検討、通信回線の確保など、より詳しく専門的な設計作業へと進むことが可能となる。そのためこれら「イロハ」に関する認識が不十分だったり、そこに誤解があったりすると、そもそも実現性のある案にたどり着くことは難しい。またこうした観点は視覚化しにくく、おもに「理屈」の領域に属する話なので、周知されにくい。したがって衛星設計コンテストのホームページなど、応募者の目につきやすい場所で、きちんと、またわかりやすく、解説しておく必要があると思われる。実はそうしたWeb記事を書くという話が、審査委員会の中で持ち上がったことがあり、言い出した私が書かねばならないと思いつつ、機を逸して今日に至ってしまった。機会があつてお手伝いできるならば、幸いである。

3.1.17 子どもたちと衛星設計コンテスト

的川 泰宣

宇宙航空研究開発機構(JAXA)名誉教授、横浜こども科学館館長

第2回～第4回審査委員会委員及び第10回実行委員会委員

衛星設計コンテストには、初めの頃に審査委員として参加させて頂きました。1990年代でしたから、日本の宇宙活動もまだ青年期だったのかもかもしれませんが、衛星設計コンテストも「みんなで一緒に宇宙へ行こうね」という雰囲気開始されたような感じでしたね。もうこのコンテストが30年を迎えると聞いて、実に感慨深いものがあります。

私が審査委員を務めたときのことで鮮明に覚えている応募アイデアがあります。「広告衛星」と題した名前の作品。数百個の小さな電球の衛星を編隊飛行させるかたちで打ち上げて、夜空に広告の文字を描かせるというもの。ある時夜空にたとえば「コカコーラ」の文字が浮かび上がったと思うと、次に周回してきた時にはたとえば「カルビー」の文字が輝くといった電球衛星の並び替えが実現しているという新鮮な感覚の提案でした。このときは確か林友直先生が審査委員長をされていたと記憶していますが、審査委員の多くがこれを「抜群のアイデア」としてグランプリに推したにも拘わらず、「そんなにたくさんの光が天体観測を邪魔すると、光公害として輦蹙をかう」という理由で、グランプリには至らなかったのではなかったかな。現在、スペースX社のスターリンクが、多くの天文ファンの抗議をもものもせず夜空を席卷している様子を見るにつけ、あの初期の設計コンテストの1シーンが懐かしく思い起こされると同時に、宇宙の普遍化は、多様で素敵な宇宙利用を産み出すと同時に、宇宙にカネの臭いをプンプンさせるものでもあるなという思いが胸にせり上げてくるのです。

衛星設計コンテストが起爆剤となって、その後小中学生を対象にした衛星設計のアイデア募集が各地で開催されるようになったことは周知のとおりです。JAXA 宇宙教育センターが主催した「子ども衛星アイデアコンテスト」もその一つです。そこでの1シーン。松本零士さんが審査委員長をされたときのことで、「流しそうめん衛星」という小学生の提案がありました。この衛星は、地球を周回しながら貧乏でおなかを空かせている子どもたちを探すのです。そのような子どもたちを見つけた途端、途轍もなく長い竹の筒が衛星から繰り出され、大量の流しそうめんが地上に向けて降下していくという筋立て。この奇想天外なアイデアは審査委員長の心をわしづかみにしてしまい、無事にグランプリを獲得したと記憶しています。その零士さんはすでに銀河鉄道に乗車して旅立たれました。零士さんとは、宇宙教育の現場で一緒に、夜まで（からおけが入れば明け方まで）お付き合いしましたが、あの「流しそうめん衛星」について、「子ども時代の測り知れぬ想像力を象徴する最高の作品」と激賞されていました。

人類の宇宙との関わりは数百万年の歴史があるのですが、現代ほど宇宙と人々の生活が近づいた時代はありません。しかしその「近づき方」を見ると、夢が実現したという素晴らしさだけでなく、宇宙への夢を運ぶ輸送技術が、同時に戦争のために必須の兵器にされています。「戦争と平和の問題を最終的に解決するのは教育である」というカントの言を待つまでもなく、大人たちの「成熟」したアイデアに支配される設計ではなく、あどけなく純粋な宇宙への憧れと、人々の幸せを願う子どもたちの心を反映する衛星設計コンテストが、いつまでも平和な宇宙活動の拠点と温床になり続けるように祈っています。

3.1.18 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて

鈴木 龍太郎

情報通信研究機構電磁波研究所

第 11 回～第 13 回及び第 17 回～第 18 回審査委員会委員

私は、通信総合研究所（現・情報通信研究機構）で衛星通信実験や研究開発を行ってきた立場で、衛星設計コンテストの第 11 回から第 13 回、第 17 回、第 18 回と職場の異動の関係で中断しながら、審査に参加させて頂きました。

衛星を用いた実験は、必ず無線通信によるリモート制御と衛星で得られたデータの伝送が必要となります。そのため衛星設計コンテスト応募作品のテーマの如何に関わらず、衛星ミッションを支える基盤として、想定している衛星と地上間の双方向通信が成立していなければなりません。そのため、事前審査等では、提案された衛星ミッションとは直接関係のない回線設計の見直しや通信方式の改良を求めるような指摘を多く行っていました。コンテスト応募者にはかなりの負担をかけたのではと反省しています。

私が担当した期間だけでも、衛星設計コンテスト入賞作品を見ますと、回を重ねるに従い提案内容も完成度の高いもの・独創性の高いものとなっており、宇宙を目指す学生さんたちの夢が着実に実現に向かっていくことが理解出来ました。また、第 19 回以降の審査結果を見させて頂くと、小型実験衛星の打ち上げを目指すことが実現可能な時代になり、益々高度な提案と実現可能な衛星設計がなされるようになったことを実感しています。

今後、衛星設計コンテスト設計大賞作品が軌道実証できる道筋を確実にして頂くことと、アイデア大賞をどのように具体化させていくかという、アイデア実現フェーズの研究開発の発展を期待しています。

3.1.19 衛星設計コンテストの拡大発展を願って

吉富 進

一般財団法人日本宇宙フォーラム 宇宙政策調査研究センター フェロー

第 15 回～第 25 回審査委員会委員

JAXA を退職後衛星設計コンテスト審査委員として 10 年以上の長きにわたり本コンテストに関わらせて頂いた立場から、本コンテストの今後の拡大・発展を願い一筆書かせて頂きます。

1. 衛星設計コンテスト草創期

1993 年に始まった本コンテストは、その中心ともいえる“設計部門”にあります。設計部門は、まず衛星のミッションを設定し、衛星のシステム設計（システム構成に始まり、構造解析、熱解析、姿勢解析、通信回線設計、電力解析、運用解析、等等）、サブシステム設計、コンポーネント設計、

提案する学生に多大な負荷をかけることとなります。そのために「衛星設計ガイドブック」まで、事務局は用意していました。設計部門の過去の実績を調べてみましたところ、第 1 回（1993 年）～第 13 回（2005 年）までの設計大賞は東工大、東大、東北大が圧勝（北大、九大がそれぞれ 1 回）でした。これらの大学はその後、自力で衛星開発・打上げを実現しています。一方、第 17 回（2009 年）、第 20 回（2012 年）、第 22 回（2014 年）と第 23 回（2015 年）は連続して設計大賞該当なしとなっています。

2. 衛星打上げ

本コンテストを経験した大学が実際の衛星開発・打上げを早々に実現しています。第 1 回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」は、林先生（宇宙科学研究所名誉教授）のご指導の下、大学生初の衛星開発・打上げを実現しています。その後、東大、東工大、日大が海外のロケットにより、CubeSat の打上げを実現しています。CubeSat は米国の大学が共通仕様として発案した“10 cm X10 cm X10 cm（“1 U”と言う）“衛星を現実の衛星として世界で初めて打上げたのが東大・東工大でした。

3. 海外からの提案

過去の事例をみて驚きました。第 3 回（1995 年）に、米国 George Washington University が参加していました。その後、第 10 回（2002 年）には、MIT（但し提案者は日本人のみ）、及び英国 University of Surry、第 12 回（2004 年）にはテキサス州立大学（提案者は日本人のみ）、第 20 回（2012 年）には台湾から参加があり、この年、同大学は審査委員長特別賞、また第 21 回（2013 年）は設計大賞受賞、第 26 回（2018 年）には文部科学大臣賞も受賞しました。その他、韓国やオーストラリアからの参加所もあったようです。台湾からの提案は、本コンテスト元審査委員長であった小山先生（ISAS 退任後台湾で教鞭を執られていた）のご指導の賜物だったと思います。そこで、アジアからの提案者を願い、JSF が一時期事務局支援させて頂いていた APRSAF（アジア太平洋地域宇宙機関会合）の機会に、10 年以上前ですが本コンテストの PR に努めましたが、本格的な参加は残念ながら得られませんでした。

4. 提案テーマで特出すべき話題（デブリ観測、無重力実験）

第2回（1994年）にデブリ観測をテーマに「デブリ観測衛星」に関する提案が、設計の部に2件提案されています。デブリ問題の解決は今では宇宙利用の持続的発展には全世界で解決すべき喫緊の課題です。皆さんご存じの“ケスラーシンドローム”（1976年、NASA デブリ研究者のドナルド・ケスラー氏が、“早ければ2000年までに指数関数的なデブリの数の増加が始まると警告”した現象）を意識しての提案だったと思います。日本で本格的なデブリ観測は、JSFが岡山県に設置したデブリ観測専用望遠鏡は2001年観測開始、同レーダーは2004年でしたから本コンテストはデブリ問題の先駆けだったと思います。また、国際宇宙ステーション組み立ては1998年から始まり、日本の実験棟（愛称：きぼう）が完成（2008年）し、日本人宇宙飛行士の活躍が始まって既に15年以上が経過した今、無重力実験は当たりまえの様に皆さんご存じですが、本コンテストが始まった1993年の第1回目には、無重力実験に関する提案がありました。これを背景としてジュニア部門が追加された現在、多くの高校生より無重力実験に関する提案です。デブリ観測及び無重力実験両テーマは、その後の課題を先取りした提案だったこととなります。

5. 相乗り小型副衛星プロジェクトとの連携

JAXAは、H-IIA ロケットでJAXAの衛星（主衛星）を打上げる際、ロケットに余剰能力がある場合に限り、そのロケットに小型の人工衛星を相乗りさせることができるプロジェクトとしてこの小型の人工衛星を「小型副衛星」と呼んでおり、JAXAでは、平成18年より小型副衛星の公募を行い、平成21年1月23日H-IIA ロケット15号機により温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）との相乗りで、公募小型副衛星6機とJAXAによる小型副衛星1機を、地球周回軌道に打上げ。H-IIA ロケットの公募小型副衛星としては初めての打上げでした。本コンテストは、モノ作りの前段階である設計に中心を置いていますが、将来的には実際の衛星開発・打上げの道を構築できないかと思いつつ、本コンテストと「相乗り小型副衛星プロジェクト」を連携出来ないかとの思いから、JSFとして本コンテストの事務局の立場からJAXAと調整させて頂きましたが、実現には至りませんでした。

6. 今後の期待

本コンテストの今後の発展を願い、以下の提案をさせていただきます。

- ① 大学生は学部生の場合基本4年、高校生の場合は3年で入れ替わりがあるわけなので、過去実績がある大学、高校であっても新入生にとっては初めて体験となるので、特に大学の場合、本コンテスト草創期に実績を上げた大学からの提案が最近減少しており、これらの大学から提案の復活を促せないか。
- ② 設計部門の優秀提案を実際の衛星開発・打上げに繋げる施策はないか。
- ③ 衛星はこれまでに実際の衛星開発・打上げを実現させて実績があるものの、高校生を中心とした無重力実験テーマを“ISS きぼう”で実際に実験できる機会を提供できないか。
- ④ 海外、特にアジア地域からの提案を促すための一環として、APRSAFでのアピールを継続的実施できないか。

3.1.20 衛星設計コンテストへの想いと期待

豊嶋 守生

国立研究開発法人情報通信研究機構ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター 研究センター長
第 18 回実行委員会委員、第 19 回～第 28 回審査委員会委員

開かれた高いレベルの人材育成

衛星設計コンテストの実行委員や審査委員として 10 年以上携わらせていただき、今から思い返しても衛星設計コンテストは非常に良い活動だと感じている。特に、熱意ある若い学生に対して、そのモチベーションに答える形でとても教育的に人を育てられ、また、学生がたとえ地方在住だとしても、その分野の第一線で活躍されている専門家から高いレベルで課題に対する回答やアドバイスをもらえ、本格的な人工衛星の設計が行える。高校、高専、大学の各学校の壁の枠を超えて横串を刺した高いレベルでの指導・アドバイスができる仕組みとなっており、開かれた人材育成の貢献ができる稀有な取り組みであると、振り返って改めてその良さを感じている。

最初のきっかけ

筆者が衛星設計コンテストに参加したのは、日本航空宇宙学会の宇宙利用部門の委員として幹事をしていた時に、第 18 回衛星設計コンテストの実行委員会に参加したのが初めてであった。日本航空宇宙学会からは、衛星設計コンテストの日本航空宇宙学会賞として表彰状とトロフィーを学会から贈呈しており、宇宙利用部門がその窓口を担っていた。また、その当時、筆者は同時に電子情報通信学会の宇宙・航行エレクトロニクス (SANE) 研究会の幹事もしており、電子情報通信学会賞の表彰状とトロフィーも学会から贈呈しており、それらの両学会からのかかわりが最初のきっかけであった。

学会イベントとのタイアップ

宇宙分野で日本最大の学会である日本航空宇宙学会の第 54 回宇宙科学技術連合講演会 (以下、宇科連) は、2010 年に「静岡グランシップ」で開催されたが、当時宇宙利用部門が担当し、筆者は宇科連の実行委員会の幹事も務めていた。熱意のある衛星設計コンテストに参加する学生達が、宇科連のイベントにも参加できるように衛星設計コンテストとタイアップし、第 18 回衛星設計コンテスト最終審査会を「静岡科学館る・く・る」で開催でき、衛星設計コンテストの参加者への魅力も増した良い取り組みとなった。その後、2019 年に開催した第 63 回宇科連では、筆者が実行委員長を務め、「アスティとくしま」にて約 1,400 名を超える参加者で、宇宙飛行士や「はやぶさ 2」の講演等で約 600 名を超える聴講で盛況にて開催でき、ここでもアフターコンベンションとして衛星設計コンテストとタイアップし、第 27 回衛星設計コンテスト最終審査会を「アスティとくしま」にて開催した。地元の高校生や大学生からの発表やボランティアもあり、また地元の高校の放送部の学生が司会進行を務めるなど、現地の高校・大学等との教育的な連携を進めることができた。

審査委員として

2011 年の第 19 回衛星設計コンテストからは、筆者が情報通信研究機構 (NICT) からの審査委員として 10 年間にわたり学生からの提案内容を審査させて頂き、主に宇宙機との通信系を中心に審査を行い、数えてみるとミッション毎に 40 回以上の衛星通信の回線解析を実施して、提案者の間違い等を検証しながらアドバイスをさせて頂いた。最初の頃は、提案の中の通信系の検討を見ると、そもそも仮定が間違っていたり、計算ミスも多く見られたが、年を経るごとに過去の資

料も参考にして提案書を作られて来たこともあり、衛星の回線設計についての成熟度は年々向上が見られとても感心した。

実際の打上げミッションへ

審査委員として担当させて頂いた中では、光衛星通信やレーザ電力伝送に関する案件が多かったが、光衛星通信関連では、衛星設計コンテストの設計の部に申請された森林観測衛星「こもれび」が、その後ロケット相乗りの応募につながり、可視光通信実験衛星として実際に打ち上げられた。また、プリズム型再帰反射材を用いたマグロの資源調査を行う超小型再帰性反射衛星「宇宙マグロ」のミッションが提案され、後に実際にキューブサットのミッションとして打ち上げられた。本衛星設計コンテストで提案されたミッションが、有識者から数多くの建設的なアドバイスにより検討内容が深化し、実際に宇宙に打ち上げられ軌道上実証が行われたことは非常に意義が高い。

多彩なアイデアの泉

私自身、審査委員として、とても元気をもらえる斬新な提案が多く、非常に楽しく審査を担当させて頂いた。レーザ電力伝送では、月エネルギー伝送衛星「AMATELUS」や、レーザ送電実証衛星「Prometheus」、宇宙探査機のためのレーザ基地衛星、聖火リレー衛星「いやちこ 壱号・弐号」など、多くのアイデアが提案された。さらに、デブリ問題に対しても多彩なアイデアが出され、隕石（小惑星）に光線を照射して部分的に破壊するアイデア、プラズマ切断をデブリに適用する Bit-Sat、レーザによるプラズマアブレーションによる反作用でデブリを加速し軌道離脱させるというデブリ除去衛星も提案された。既存の原子時計よりも 1/1000 も高精度の光格子時計を搭載する光格子時計測位衛星「ツキアカリ」も面白い。太陽光を用いるユニークなものとして、インフレーター構造の展開を広告利用するという Adver-Sat、宇宙空間で他衛星に太陽反射光を照射して宇宙空間に文字を描く親子型太陽光反射機、人類の健康維持のため太陽光が届かない地域に光を届ける神の光、太陽光を宇宙開発技術を駆使して多方面で利用する太陽光反射衛星ピカリ、大災害が発生した際に宇宙からの衛星サーチライトによって災害時の救助活動を支援する太陽光を反射する傘型衛星「MIRAR」など、光に対する多彩なアイデアが多い。さらに、宇宙滞在者の体調管理のためのサウナの提案、スポーツとして静電気を利用して宇宙でピンポンを行うスペース・ピンポン、3次元で実施するハリー・ポッターの競技クディッチを行う無重力ならではのスポーツの提案だったり、多彩なアイデアで硬直しがちな高齢審査委員の心を揺さぶる多くの提案に遭遇できた。

おわりに

衛星設計コンテストでは、論文等を書くことに慣れていない高校生から多く提案を出して頂いているが、まだ学校で書き方を習っていないことも多く、基本的な文章の書き方を含めた良い教育の場になっている。例えば、数値の有効数字の書き方から始まり、倫理的に問題な点として以前の提案のコピーの多用を指摘し、出典を入れるように指導したり、オリジナリティのあるものを投稿するという観点から重複した投稿を問題だと指摘したり、あるロケットの振動条件を考慮した構造設計を勉強してほしいという観点から不合格にしたり、審査員はすべての提案を合格にしたいところで心を鬼にして不合格にする判定を行う場合も少なくない。既に他で提案されているアイデアを出してきたときには、もう少し自分で調べてみるように、やる気を損なわないようにアドバイスしたり、審査側にも工夫が必要とされた。筆者にとっても大変貴重な経験の機会を頂き感謝申し上げますが、この様な教育の機会は学生にとっても非常に貴重であり、衛星設計コンテストの重要な役割としてしっかり継続し、より良質な教育の場として更なる今後の発展を願う次第である。

3. 1. 21 地球の生物の研究に活用される人工衛星

山下 雅道

JAXA 宇宙科学研究所名誉教授

第 19 回及び第 21 回～第 30 回審査委員会委員

身辺整理をはじめなくてはならない歳になったのだが、人生をリセットしてもう一度（マヌケな失敗はせずに）やり直すとしたら何に挑戦するかの一つに 高校時代での衛星設計コンテストへの応募がある。自分が応募するのであれば こんなところを評価してほしいなとかこれまでにいくらかこころしてきたので、うまく運べば入賞できるかもしれないという期待もある。

さて やり直しの人生でいまと同じような興味を抱くかは心もとないのだが、現在の趣味のひとつは野鳥¹⁾である。

地球に生命がはじまり 8 億年くらい前には目に見える大きさになった生物にまで進化し、爆発的な適応放散が進み さまざまな生物に分化してきた。成功した生物群かどうかを測るのにそのグループの生物体量がものさしになるのか 生物種数がよいのかはわからない。種数をもの



冬の里山でムラサキシキブの実を摂餌するルリビタキ♂

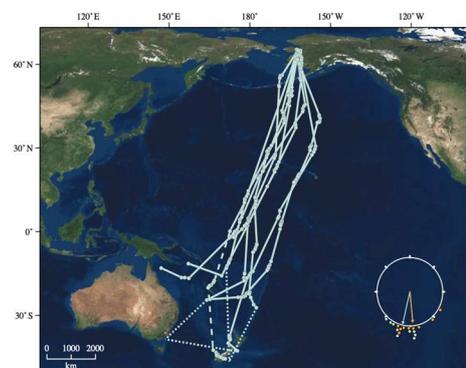
さしにすると、圧倒しているのは 昆虫と花をつける植物（被子植物）の 2 つのグループで、これらは共進化したことによる。多くの昆虫は翅をつかい空中を飛翔し、花をつける植物は蜜や花粉を送粉動物に提供するかわりにその植物の遺伝子を遠くに拡散させている。動物の大気中の飛翔運動は表面を這ったり歩いたりするよりもエネルギー効率がよい。ミツバチ（体質量 90mg）は、糖 1mg で 2km を飛翔できる²⁾という。

ヒトに近いところではコウモリが飛ぶ能力をもっている。ヒトが進化の頂点に位置するとはとてもいえず、飛行機という機械を発明することで飛べる動物の仲間入りした。人力飛行機の航続距離は鳥と勝負できるところではない。人間が宇宙に飛び出して初めてちょっと胸をはれるようになったといえるだろう。

左の写真は、近くの平山城址公園で冬に撮影した♂のルリビタキで、幸せを運ぶという青い鳥のなかでも山下の好みの鳥で、渡りをして夏には高い山か 遠く外国で生活する。一年を通して同じ地域で暮らし 子育てする鳥も多いのに、小さな体で遠距離を渡るメリットはなになのか、どのようにしてそれを可能にしているのかは 不思議なところだ。

左の写真は、近くの平山城址公園で冬に撮影した♂のルリビタキで、幸せを運ぶという青い鳥のなかでも山下の好みの鳥で、渡りをして夏には高い山か 遠く外国で生活する。一年を通して同じ地域で暮らし 子育てする鳥も多いのに、小さな体で遠距離を渡る

驚く鳥の渡りとしては、アラスカからニュージーランドに太平洋の上を 平均 7.8 日かけて 10,153km 一気に渡るオオソリハシシギがいる³⁾。風向きとかもあるのだが、平均飛翔速度は 54.2km/hr になる。オオソリハシシギの姿は 山下の住まい近くの川でもみられるイソシギによく似ているが 体は少し大きい。



Gill ら (2008)³⁾より

次に紹介する渡り鳥はヨーロッパアマツバメで、近い種としては、山下の近くの鉄道のガード下に営巣するヒメアマツバメがいるが、体はヨーロッパアマツバメのほうが少し大きい。ツバメと名にあり 姿もツ

バメなのだが、アマツバメはアマツバメ目、ツバメやイワツバメはスズメ目にわかれて分類される。ヨーロッパアマツバメはヨーロッパとアフリカの間の渡りをしながら、10ヶ月の長い間 着地することなく翔び続ける⁴⁾。その間摂餌しないということではなく、もちろん空中で摂餌する。

アホウドリは大きくて 翼開長が 2m 以上にもおよび、一回の飛翔距離が 15,000km に達し、平均飛翔速度は 80km/hr ともいわれている。アホウドリは、高度な飛翔方法であるソアリングをする能力も持っている⁵⁾。話はそれるが、アルバトロス（アホウドリの英名）は、1979年にドーバー海峡 35.8km を飛行横断した人力飛行機ゴッサマー・アルバトロスの名の中にもふくまれている。山下は人力飛行機設計の基本的な考え方とその成功を紹介した首謀者の講演を1980年ころに聴き、大いに感心した覚えがある。人力飛行機の方は本家のソアリングの技にはとどかず、表面効果をねらって海表面すれすれの飛行であったようだ。

ここに紹介したオオソリハシギ、ヨーロッパアマツバメ、アホウドリともに その行動などの研究に人工衛星が利用されている。鳥ではないが、衛星設計コンテストでは第一回に「鯨生態観測用小型衛星システム」（千葉工業大学）が電子情報通信学会賞を受賞している。地球の生物に関する研究への宇宙の貢献は2つあるだろう。ひとつはGPS衛星などによる測位から動物の行動が解析できることであり、もう一つは全球規模でのデータの収集に人工衛星が利用できることだ。

生物にセンサー類をとりつけてデータを収集するバイオリギングは 必ずしも人工衛星によるデータ収集を要求しないが、人工衛星の利用は研究対象を格段に広げる。重要な開発要素は、小さな動物にも負担なく装着できるように小型軽量のセンサー・処理回路・送信系・電池をつくることかもしれない。電池の性能はどんどんあがり、電子素子の大きさ・質量はのきなみ小さくなり 一方で機能は増強されているのだが、なかには物理的な大きさが小さくできない部分もあるだろう。

山下が人生をやり直す前に、元気で有能な若い人たちが仕上げてしまうかもしれない。いずれにせよ、キモは どのようなことを調べると多くの人たちを驚嘆させる科学的な発見ができるのかを見つけることである。

科学者の偉さは 実験や探査がされて正否がわかるまではホラがバレないできるだけ大きな仮説を立てることで測られる。例えばアインシュタインのように、教科書でも できれば出版冊数の多い高校や中学の教科書を書き換えられる仮説であるとよい。科学者に期待される能力は突拍子もない仮説=ホラを吹くことであるのに対して、工学者（エンジニア）の能力は 数あるホラのなかからアタリそうで 努力に対して成果の大きいことを見込まれるホラを選びとる鋭いカンをもち、しかもその仮説を検証する事業を首尾よく成し遂げることで測られる。見込みのないホラからは早くに撤退するのも能力の一つである。求められるのは、キットを説明書どおりに組み立てて動かしてみる能力では断じてない。

衛星設計コンテストが 30 年を超えて ますますその意義を発揮し、偉い科学者と優れた工学者を輩出するのを 大いに期待している。

参照情報・文献

- 1) <https://sites.google.com/view/yugi-kankyo-shiminkaigi/>自然観察会/由木大栗川の野鳥
- 2) 佐々木正己：ミツバチにおける翅と飛翔筋の多機能化、比較生理生化学（1997）.
- 3) Gill ら：Extreme endurance flights by landbirds crossing the Pacific Ocean: ecological corridor rather than barrier?, Proc R Soc B. (2008).
- 4) Hedenstrom ら：Annual 10-Month Aerial Life Phase in the Common Swift *Apus apus*. Curr Biol (2016).
- 5) Bousquet ら：Optimal dynamic soaring consists of successive shallow arcs, J R Soc Interface (2017)

3.1.22 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて

吉原 圭介

JAXA 宇宙科学研究所 宇宙科学プログラム室 技術領域主幹

第 21 回～第 28 回企画委員会委員

第 5 回設計大賞：南極観測衛星「しらゆき」(DIME)(東京工業大学)

第 6 回審査員長特別賞：南極観測支援衛星「はやて」(TISAT)(東京工業大学大学院)

第 7 回日本機械学会宇宙工学部門表彰コンペティションの部：ロボット衛星群システム(東京工業大学大学院)

衛星設計コンテストとの関わり（参加者として）

私の衛星設計コンテストとの関わりは、学部学生時代、1997 年の第 5 回（設計の部）への参加から始まりました。当時は、人工衛星の設計に必要な基本的な知識も十分ではなく、また、(チームメンバーであった諸先輩方含めて) プロジェクトマネジメントやシステムズエンジニアリングについても全くの知識・経験がない中で、何から手を付けて良いか途方に暮れたことをよく覚えています。第 5 回では、南極観測衛星「しらゆき」にて、ミッション設計とペイロード検討を中心に担当しました。全くの素人ながら、国立極地研究所に押しかけ、衛星を用いた南極の氷床厚の精密広域計測の可能性について研究者の方のご意見を伺ったり、雪上車・航空機にて氷床を計測するためレーダ機器を開発されていたメーカーの技術者の方に、素人なりの検討結果を手に、衛星搭載センサの技術的成立性についての質問をぶついたり、今振り返ると大変ご迷惑であったことは間違いないと思いますが、寝ても覚めても（夢の中でも）ミッションの検討をしていた必死さが伝わったのか、関係の皆様には大変親切にご対応頂きました。また、「しらゆき」で設計大賞を頂いた際には、過分な労いの言葉を頂き、自身の宇宙開発に係る初めての成功体験としても大変印象に残っています。その後、第 6 回の南極観測支援衛星「はやて」、第 7 回の「ロボット衛星群システム」にて 3 回にわたりコンテストに参加させて頂き、ミッション定義、ミッション要求からのシステム要求へのフローダウン、小型衛星レベルでのシステム概念設計をひととおり経験できたことは、その後、NASDA/JAXA での小型技術実証衛星、中型科学衛星、小惑星探査機、大型の地球観測衛星の開発というキャリアを歩むうえでの技術的基盤となったことは間違いありません。

衛星設計コンテストとの関わり（実行側として）

参加者としての衛星設計コンテストを卒業したのち、時を経ること 14 年、衛星設計コンテストの企画委員にとお声がけ頂き、第 21 回からの 7 年間、企画委員としてコンテストの実施を支える側から関わらせて頂くことができました。この中では、実行委員や審査委員に名を連ねられている我が国の宇宙開発を代表するような方々が、応募要項の詳細、会場の選定、審査・評価の方針など、細部にわたり非常に熱心に議論されているのを目の当たりにし、学生として参加していた際には想像も及ばなかった実行サイドの情熱に触れたことは大きな驚きでした。また、コンテスト当日の審査においても非常に熱心な議論が繰り広げられ、特に、学生にどのようなフィードバ

ックを提示することが今後の成長につながるかという点の議論については大変勉強になりました。宇宙開発を職務とし、若手にアドバイスをを行う立場になった今でも、衛星設計コンテストからは多くを学ばせて頂いていることに感謝しています。

今後の更なる発展への期待

2023年現在、超小型衛星に係る技術開発の進展により、学生やベンチャー企業が、自身の手により衛星を開発して打上げることのハードルは、以前に比べてはるかに低くなっています。自身が学生だった頃には夢物語であったような環境が整ってきていることは非常に素晴らしく、我が国における宇宙開発利用が加速的に発展する起爆剤になっているものと心強く感じています。一方で、このようなエキサイティングな取組み・体験が先行することで、学生時代に宇宙システム共通の基盤となる設計技術を丁寧に学びながら十分に咀嚼し、自身のものとして体得する機会が少なくなっていることはないかとの危惧を感じることがあります。衛星設計コンテストにおける「設計」は机上の検討であり、実際の宇宙ミッションに参加できる環境を得た学生にとっては地味で、興味を引きにくい面もあるかもしれません。しかしながら、将来、先鋭的なミッションを実現する大規模かつ複雑な宇宙システムの開発など、挑戦的な仕事に立ち向かうために必要となる基盤的能力の蓄積やシステム設計の訓練という観点においては、日本を代表する専門家からのアドバイスも受けることができる本コンテストへの参加は、依然として非常に有効な機会となるものと、自身の経験も踏まえて確信しています。

今後の衛星設計コンテストのさらなる発展に強く期待すると共に、自身としても、再び本コンテストに貢献できる機会があることを願っております。

3.1.23 衛星設計コンテストを活用して高める生徒の探究力

児玉 伊智郎

山口県立岩国高等学校 副校長

1 生徒に導かれて宇宙教育へ

平成14年(2002年)に宇宙開発事業団(NASDA)が実施した「スペースシャトル(STS-107)を利用した宇宙実験教育プログラム」は、上位6チームが宇宙実験に参加できる大変魅力的な内容でした¹⁾。当時勤務していた厚狭高校生物部の生徒に紹介したところ、「宇宙で実験してもらえなんてすごい！ぜひ、参加したい。」と部員の意見が一致し、挑戦がスタートしました。「宇宙実験に参加する」という目標を達成するために、生徒たちはチームメイトと協力して試行錯誤しながら実験を繰り返し、きれいで大きなタンパク質(リゾチーム)の結晶を作成する条件を夢中になって探索していました。実験が思い通りに進まない時にも挫けることなく、最後まで粘り強く取り組む生徒の様子を見て、「宇宙」には生徒の心を惹きつける魅力があり、科学的な探究力を育成するための教材として、大きな可能性を秘めていることを実感しました。以来、衛星設計コンテストをはじめ、衛星データの活用など、「宇宙」に関連した教育に取り組むようになりました。

2 衛星設計コンテストを活用した科学的探究力の育成について

ジュニアの部への応募で提出する「ジュニア概要書」は、総ページ数が3ページ以内と少なく、科学研究の経験のない高校生でもまとめることが可能な分量です。また、コンテストのホームページ上に過去の応募作品のジュニア概要書やポスターが掲載されており、それらをお手本として参照しながら応募書類をまとめることもできます。さらに、内容については、実験を行うことは必須ではなく、アイデアの提案で応募することができるなど、自由度が高いことも魅力の一つです。なお、特筆すべきは、一次審査の結果に添えて、審査員の先生方から数多くのコメントやアドバイスをいただけることです。科学的に探究するために必要な見方・考え方を、様々な観点から教えてくださり、最終審査会に向けた準備の過程で、生徒の科学的な探究力は飛躍的に向上するようになります。

一次審査を通過したチームで競い合う最終審査会では、高校生と大学生が同じ会場で発表するようになっており、互いの発表を見学することができます。大学生が発表する内容は高校生にとって難解だと思われそうですが、緻密な計算に基づく興味深い提案、動画を用いた説得力のあるプレゼンテーション、審査員からの質問に対して適確に回答する大学生の理解度の高さを目の当たりにし、高校生は大いに刺激を受けるようです。少しでも理解しようとしてメモを取りながら聞いたり、休憩時間に大学生に質問したりする高校生もいます。また、審査員の方々から大学生への質問は、提案したミッションを実現させることを想定した内容であり、審査員の方々の真剣な思いが高校生や高校生を指導する教員にも伝わってきます。高校生だけで人工衛星や宇宙に関する取り組みについて考えていると、未来の社会を空想する状況に陥ってしまいがちですが、宇宙でのミッションに取り組む専門家の方々や大学生と最終審査会で交流することにより、高校生も社会実装に繋げることを意識するようになり、空想から科学へ、取り組みの質が転換することがあります。

3 衛星設計コンテストの今後への期待について

AIやIoTなどの急速な技術の進展により社会が激しく変化し、多様な課題が生じている今日においては、これまでの文系・理系といった枠にとらわれず、各教科等の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用しながらそれを統合し、課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結びつけていく資質・能力の育成が求められています(中央教育審議会答申(令和3年1月26日)抜粋)³⁾。

衛星設計コンテストに応募するために、高校生が授業で学んだ各教科の内容を統合して活用

し、情報を収集しながら仲間と協働してアイデアをまとめる過程は、まさに、現在求められている資質・能力の育成に合致しています。そのため、「衛星設計コンテスト」は、高校生の科学的な資質・能力の育成に関して、今後ますます重要な役割を担うと考えられます。ぜひ、末永く継続して実施していただき、多くの高校生が参加できる場を提供し続けてくださることを期待しています。

4 衛星データを活用した教育の推進について

地球の周りにある人工衛星に搭載しているセンサーを使用してリモートセンシングすれば、地球環境や人間の活動などについて様々な情報を得ることができます。「ひまわり」や「ランドサット」などの人工衛星が収集しているデータの一部は一般に公開されており、生徒がそれらのデータを利用して探究的な学習に取り組むことが可能であり、教材としての利用価値が高いと考えました。そこで、衛星データを活用して地球規模で環境を捉える視点を育み、併せて、データを活用する力を育成することを目的として、衛星データを用いた環境学習を実施しました²⁾。今後も衛星データを活用した教育を継続し、生徒と共に、宇宙をテーマにした探究を深めたいと思っています。

5 生徒の「受賞作品一覧表」

大会	年	高校名	テーマ	受賞した賞
13回	2005	厚狭高校	宇宙創業衛星	ジュニア部門賞
14回	2006	厚狭高校	宇宙での生活が動物社会に与える影響	ジュニア部門賞
14回	2006	厚狭高校	品種改良衛星	ジュニア部門奨励賞
16回	2008	厚狭高校	宇宙での再生医療	ジュニア部門賞
18回	2010	山口高校	宇宙水族館	ジュニア部門賞
19回	2011	山口高校	ヒドラの重力走性	ジュニア部門賞
20回	2012	山口高校	コバンザメロボット	ジュニア大賞
20回	2012	山口高校	スペースリーフ	宇宙科学振興会賞
21回	2013	山口高校	重力から解放された宇宙での思考	日本宇宙フォーラム賞
21回	2013	山口高校	花咲く人工衛星	ジュニア部門奨励賞
22回	2014	山口高校	プラナリアを用いたバイオアッセイ	日本宇宙フォーラム賞
22回	2014	山口高校	イシマキガイの行動を応用した探査ロボット	ジュニア部門奨励賞
23回	2015	山口高校	ヨーヨーの原理を用いた探査ロボット	ジュニア部門奨励賞
24回	2016	山口高校	宇宙でのボルボックスのダンス	ジュニア大賞
24回	2016	山口高校	宇宙における野菜と昆虫の生産	日本宇宙フォーラム賞
25回	2017	山口高校	ロケットの空気抵抗の低減	ジュニア実験賞
25回	2017	山口高校	宇宙での長期滞在がミジンコに与える影響	ジュニア部門奨励賞
26回	2018	山口高校	宇宙におけるタンパク質の劣化	審査委員長特別賞
26回	2018	山口高校	開花機構を応用した太陽光発電シーツの展開	ジュニア部門奨励賞
27回	2019	山口高校	人工衛星オープンネットワークシステム	日本ロケット協会宙女賞
27回	2019	山口高校	熱電発電による火星での最良発電	ジュニア実験賞
28回	2020	萩商工高校	着物の船内服	日本ロケット協会宙女賞

6 参考文献

- (1) 宇宙航空研究開発機構「スペースシャトル(STS-107)を利用した宇宙実験教育プログラムの実施について」https://www.jaxa.jp/press/nasda/2002/sts107_020220j.html(参照 2023-8-14)
- (2) 児玉伊智郎、武田科学振興財団 2019 年度高等学校理科教育振興助成「衛星データを用いた探究活動の推進」
- (3) 文部科学省、STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進について
https://www.mext.go.jp/content/20230515-mxt_kyouiku01-000016477.pdf

3. 1. 24 衛星設計コンテストにむけた部活動指導について

田中 潤

長崎県立長崎西高等学校 物理部顧問

本校物理部は、2013年の第21回大会から2022年の第30回大会まで10年連続で最終審査会に出場しており（表1）、この10年間でともに活動してきた物理部員は65名に上ります。私と衛星設計コンテストとの出会いは、現勤校に赴任した初年度の、当時2年生だった物理部部长からの提案でした。「中学生の頃から出てみたいと思っていたコンテストがあるんです。」そう言って彼女が見せてくれたのは、衛星設計コンテストのチラシでした。生徒とともに募集要項を熟読してエントリーし、初参加の第21回大会で「お家で簡単 無重力農園」がジュニア大賞を受賞したことをきっかけに、コンテストへの参加と東京遠征が、本校物理部にとって毎年の恒例行事となりました。

本校物理部の、最終審査会までの活動スケジュールについて紹介します。

4月 チーム編成は新学期に入ってから行い、3～6名からなるチームを毎年必ず2チーム編成します。2チームとも最終審査会へ進出できたのは10年間のうち7回です。この時点では研究テーマはまだ決まっていません。

5月 アイデアをひたすら出し続けます。コンテストHPを見ながら、過去の作品とアイデアが重複していないかチェックします。チームごとに方向性が定まってくるので、部顧問チェックを行い、アイデア概要説明書が3ページ分書けそうな内容であれば研究テーマを仮決定とします。

6月 定期テストとの両立に苦労しながら概要説明書を執筆します。基本は生徒が書いて顧問が添削します。以前はUSBメモリーで文書を受け渡していましたが、コロナ禍以降はタブレット端末の全員配付とクラウド利用による文書の同時編集のおかげで、かなり作業効率が上がりました。

7月 概要説明書の提出期限がやってきます。部活動は平日の放課後に実施していますが、期限に間に合わなさそうなときは、直前の土日に部活動をすることがあります（毎年している気がします）。提出後は、1次審査の結果通知まではコンテストからしばらく離れ、9月の文化祭の準備をします。

9月 審査結果と同時に審査委員からの講評が届き、改善にむけて再検討を始めます。1次審査で提出した内容どおりに進むことは少なく、大きな変更を余儀なくされる場合や、アイデアの付け加えが必要な場合がほとんどです。概要説明書の改訂が終わると、部員間で分担してポスターとプレゼンテーション原稿を作成します。

11月 最終審査会へは、長崎から2泊3日の日程で参加します。コンテスト前日の夜はホテルでプレゼンや質疑応答の練習をします。当日は、ジュニアの部や大学生の発表を聞くことも大変参考になりますが、私の楽しみは大会終了後の懇親会です。高校生が専門家の先生方と直接お話ができる貴重な機会ですし、宇宙産業の最新動向について知ることができるため、アイデアの独創性とタイムリーさが求められるジュニアの部においては、次年度の研究テーマのヒントが見つかることが多いです。コンテストの翌日にあたる日曜日には、長崎へ帰る前に大学の研究室訪問等の自主研修（図1）を行うようにしています（生徒は都内観光をしたかったでしょうけれど）。これまでも、東京大学、東京工業大学、大阪大学の研究室を訪問させていただき、



図1：大学での研修

次年度の研究テーマのヒントを得るとともに、生徒の進路意識を高める活動を行ってきました。休日にも関わらず対応して下さった研究室の皆様、本当にお世話になりました。

以上のようなコンテストまでの一連の流れの中で、私をもっとも助けられているのが、1次審査の結果通知と一緒に送付される審査委員の先生方からのコメントです。詳細なご指摘やアドバイスに加え、最終審査会までに解決すべき課題が具体的に示されているため、今後の活動方針が明確になりますし、本物の宇宙教育に高校生を触れさせる場として、教育効果が大変高い取り組みであると感じています。このように、専門分野を正しく学ぶ道筋を示してくださる教育の場を兼ねたコンテストは、他には無さそうです。

この10年間で、ためになったことも大変だったこともたくさんありました。英語でのプレゼンに挑戦した年もありましたし、5分しかない貴重なプレゼン時間の中で、架空の製品紹介CMを2分間流した年もありました。最近ではジュニア大賞よりも学会賞をいただくことが増えたような気がします。個人的には、第21回大会（会場：相模原市立博物館）のときに行われたISAS見学ツアー（図2）が今でも忘れられない思い出で、当時の部長も大興奮でした。本校物理部の部員の多くは理系ですが、宇宙法の整備に携わりたいと言って法学部へ進学した文系の部員もいます。文系・理系を問わず、将来の自分の活躍の場の選択肢の中に「宇宙」を入れてくれたことは衛星設計コンテストへの参加経験があつたことだと考えています。



図2：ISAS 見学ツアーにて

そういえば昔の自分は宇宙少年だったな、というのを大人になってから久しぶりに思い出させてくれた衛星設計コンテストに、今後も高校生とともに挑戦し続けたいと思います。

表1：受賞作品

大会	年	テーマ	受賞した賞
21回	2013	・お家で簡単 無重力農園 ・高校生が共同利用できる小型通信衛星	ジュニア大賞 宇宙科学振興会賞
22回	2014	・宇宙植物学実験の新たな実施方法の提案 ・磁気トルカ方式姿勢制御の簡素化について	ジュニア大賞 宇宙科学振興会賞
23回	2015	・無重力環境でアリは巣を掘るのか ・小型疑似静止衛星システム「HEXAGON」	日本宇宙フォーラム賞 審査委員長特別賞
24回	2016	・小型衛星で作るデブリ分布図 DEB-MAP	ジュニア部門奨励賞
25回	2017	・全天球画像送信衛星「DIVE」	ジュニア大賞
26回	2018	・飛び出せ！フジイ折り ・衛星軌道可視化MRシステム「MOVE」	ジュニア大賞 宇宙科学振興会賞
27回	2019	・地球公転軌道上 スペースVLBI衛星 ・「ねじれない折り」を用いた立体建造物	宇宙科学振興会賞 ジュニア部門奨励賞
28回	2020	・宇宙電光掲示板 L L L ・My宇宙望遠鏡	地球電磁気・地球惑星圏学会賞 宇宙科学振興会賞
29回	2021	・宇宙タイムカプセル μ (ミュー) ・小型人工衛星を用いた大気圏内の実測	日本航空宇宙学会賞 ジュニア部門奨励賞
30回	2022	・月の自然エネルギーによる発電方法について	日本航空宇宙学会賞

3.2 最終審査会受賞者

3.2.1 先生に呼ばれバッテリーボックスに立ったら先頭打者だった学生からみた 30 年

福島 洋介

JAXA/ISAS 宇宙機応用工学研究系助教

第 1 回設計大賞：フリーフライング・ペイロード技術の基礎実験(東京工業大学大学院)

第 2 回設計大賞：デブリ観測衛星(東京工業大学大学院)

衛星設計コンテストへの参加の話が研究室の先生から出たとき、私を含む学生は「はい。でも、それは具体的に何を競うのですか？」と意味が分からなかったです。「設計コンテストなんだから設計図を提出するのかわか？」、「機械製図の授業すらちゃんと出ていな...」、「衛星の実物なんて見たことないよ」と反応しました。私たちはその技術を学ぶ側の学生であり、衛星を設計する側の心理的な準備はなく、「設計」なんて大それたことができるのか？と少し困惑しました。UoSAT をはじめとするピギーバック衛星のプロジェクトで学生たちが活動していることは知っていましたが、「衛星の設計や製造は、自分とはずいぶんと大きな距離があるだろう」と感じていました。令和時代の学生から見れば、当時の私たちの反応に「何言ってるのだろう、弱いな」と感じるかもしれません。しかし、コンテストの第 1 回の頃は、CubeSat、CanSat、それどころか学生が直接参加する宇宙活動という発想自体がまだない時代でした。だから、衛星設計という言葉に対して困惑したのも無理はないと、今は思います。

コンテスト初回なので先行する参加者の提出物や参考資料は一切存在していません。提出資料に求められる項目や基準についても、具体的な指示はなかったように記憶しています。研究室の狼嘉彰教授や松永三郎助手（いずれも当時の立場）に具体的な提出物について教えを求めたところ、試験要項説明のような詳細な回答はいただけませんでした。しかし、「ミッションの説明、衛星の機体のサイズや機器の配置、ミッションを実現するための各種計算。そして、模型があるといいかも」というアドバイスはもらえました。そこで、自分たちは「通常の研究活動と同じ要領と基準」で取り組み、その結果を提出して発表することにしました。

コンテストでの発表は、学会のプレゼンテーションと同じだと捉えました。オーディションや口頭試験では、その結果によって将来が左右される可能性があるため、特有の緊張感・悲壮感があります。しかし、このコンテストでは学会と同じように発表をするだけです。そのため、用意したスライドを時間内に効率よく説明することに焦点を当て、発表終了後には予期せぬ質問が来ないことを願っていました。幸い、プレゼンテーションを行ったリーダーは発表に慣れていたので、聴衆を楽しませることを心掛け、可能な限り笑いを取るよう注力し、そしてそれが効いたのか、私の所属していたチームは大賞を受賞しました。しかし、「次は衛星を作ろう」という話にはならず、ましては自分たちで「動く衛星を作ろう」という考えも及びませんでした。第 2 回コンテストでは、第 1 回よりも「ミッション自体」に焦点を当てて検討しましたが、提出物の基準は第 1 回と変わっていないと記憶しています。

それから 30 年。その間に、学生が宇宙活動に直接参加することへの社会的認識が大きく変わりました。かつては「学生が直接参加するなんて考えられない」でしたが、徐々に「学生の参加

は非常に貴重な経験となるため、その機会をなんとか捻出しよう」という気運が高まり、そして今は「良い提案と条件があれば学生参加は普通にある」という状態です。

かつて「不可能」とされていたことが、今では「当たり前」となっている。この変化はどう起きたのか。その変化に不思議さを感じます。そして、この変化はただ自然に進行した結果ではなく、当時の宇宙分野で活動していた先生方や研究者、関係者たちが目指して取り組んできた成果だなど私は納得しています。これらの先生方は、学会や会議で小型衛星やピギーバック衛星、学生が参加する宇宙活動の重要性を説明し、その意義を伝え、具体的な活動を提案していました。特に印象深く記憶しているある先生は、学会などで発表される際、直接話題が違うときであっても「大学衛星の実現のため、ピギーバック衛星の打ち上げ機会を真剣に考えるべきだ」という趣旨のお話を常に最後にされていました。私はその先生の熱意を見て、「古代ローマの大カトーのようだ」と、少し冗談めかして思ったこともありました。そのような先生方や関係者の方々には、さらに各界からの支援を求め、衛星コンテストを通じて学生の興味を引き出し、その活動を継続的に評価してきました。学生が衛星開発を行うという取り組みは、先生方や関係者たちの持続的な努力によって実現されたのです。そして私自身は、その活動においてたまたま最初に踊った、あるいは、バッテリーボックスに入ったら先頭打者だったという運が良い人でした。そして、このような活動はその後も継続して行われ、現在の状況はその結果として存在しており、偶然今のようなものではないです。

今の時代では、学生による CubeSat の開発は「普通にありえること」となっており、CubeSat よりも少し大きな小型衛星の打ち上げ実績も複数存在しています。また、このような宇宙活動を体験した学生たちの中には、従来大手の衛星開発メーカーへの就職を考えていた人々が、仲間とともに新たなベンチャーを立ち上げることも増えました。そして、そのようなベンチャー企業は次々と実績を築き上げています。こうして 30 年の間に、衛星設計コンテストの関係者が活動する分野の裾野はそこまで広がりました。なるほど、こうやって現実を変えるのか。このコンテストは「現実・認識を変える活動の一つの成功例」でした。

現在、衛星コンテストに参加している方々は、どのような心境で参加しているのでしょうか。また、将来どのような活動を予想しているのか、あるいは望んでいるのでしょうか。コンテストに参加することで、自分の未来が特定の方向に進むと予感しているのでしょうか。確かに、フォン・ブラウンのように自らの目標や夢を現実化させる人もいます。しかし、多くの人は 30 年後を振り返ったとき、「あの時はこうなるとは思わなかったな」と感じる人も多いでしょう。私も実際のところ、そう感じる一人です。

ここ 10 年で Space-X が何を成し遂げたのか、そして今日現在でも日常の作業を変えている生成系 AI が今後何をやるだろうかと考えれば、今我々が想定していることは 30 年後には外れているでしょう。そうした状況を踏まえて、これから衛星設計コンテストに参加する際、内容を検討する上での視点として、「今振り返ればあれが嚆矢だった」と感じるような提案をされてはいかがでしょうか。現在の状況を基にした予想は外れるでしょう。それだったら大胆に、ありえないだろうことを語っておく。そして、現実には何が起きたのか。衛星設計コンテストが還暦 (60 回目) を迎えるとき、その結果を振り返り語ってくれたら面白い。30 年前、今のようになるとは思っていませんでしたよ、というように。

3.2.2 衛星設計コンテストに参加して

若林 幸子

宇宙航空研究開発機構 月極域探査機プロジェクトチーム

第1回アイデア大賞:人工衛星を利用した総合安全システム(東京大学大学院)

30周年を迎えられましたことお慶び申し上げます。その貴重な折に寄稿の機会をいただき感謝申し上げます。

第1回の募集当時を振り返ると、大学ではまだ今のように CanSat や小型衛星等を打ち上げ運用も行うような機会はほとんど無く、ロケットや衛星の設計も机上のみで行う時代でした。インターネット環境も充実しておらず、集められる資料は限られ、自分の考えを表現する場はさらに限られていました。学会発表も、今のように在学中に海外発表経験があるような人は少なく、私も国内で1回発表したかな、とはっきり思い出せないほどです。私がコンテストの募集ポスターを見たのはそのような時で、特に迷いもせずに応募を決めた記憶があります。

第1回の利点は前例が無かったことでしょうか。個人応募が少数派とは思わず、応募資料の分量も分からないので、一人で応募し、かなりの量の資料を作りました。空力の研究室にいたため、指導教官から「修士論文は別に書いてくださいよ」と釘を刺され、空力の数値計算をしながらコンテストの模型を作るような生活を送ったのは懐かしい思い出です。孤軍奮闘でしたが、実際には、相談に乗ってくださった先生や協力してくれた友人がいました。思い出すと感謝の気持ちが湧きます。

コンテストのインパクトは、受賞時点よりむしろ就職してから強く感じました。「アイデア大賞の人ね」と数年は言われたのでしょうか。多くの人が知ってくださっていることに驚きましたが、それはコンテストに対する注目度のおかげであったと思います。私の社会人生活のスタートを円滑にしてくれた大きな要素の1つであったと思います。

受賞後に評価者からコメントをいただいたのですが、応募したアイデアの実現を願うコメントがありました。当時の私には、意義と技術的実現性の視点はありましたが、事業化の視点はなく、おそらく評価にも含まれていなかったらと思います。今の時代であれば、インターネットを活用して売り込んだり起業を行うという発想も芽生えたかもしれません。当時の宇宙開発は、限られた企業や人が行っている特殊な分野であったと思います。

当時に比べて今は、集められる情報量も格段に増え、自分の考えの発信手段も広がりました。大学の専門も限定されず、誰もが自分の得意な分野を宇宙につなげられるいい時代になったと思います。宇宙技術と地上技術の境目はなくなってきました。コンテストの参加者の広がりにも、それが反映されていると思います。

そのように時代が変わっても、自分の考えをまとめ、適切な場で評価を受ける意義・効果は変わらないと思います。特に大学では論文執筆が主になりがちですが、アイデア・設計といった実務につながる経験にも大きな意義があるので、学問とまた違うベクトルの活動が可能な本コンテストのような場が期待され続けるのだと思います。

私は現在、月探査のプロジェクトチームに所属し探査機開発を行っています。衛星には就職後の数年は関わりましたが、その後は長く探査機の研究開発に携わってきました。また、今は民間企業が輸送機を月に飛ばす時代です。そろそろコンテスト名を「衛星設計」から「宇宙機設計」に変更されてもよいのかもしれない、と最後に提案を付け加えさせていただきたいと思います。

今後の本コンテストの発展を願っております。

3.2.3 衛星設計コンテスト 30 年史に寄せて

高野 敦

神奈川大学工学部機械工学科 教授

第 2 回アイデア大賞・電子情報通信学会賞：プラネタリウム衛星(横浜国立大学)

衛星設計コンテストに初めて参加したのは私が横浜国立大学工学部建設学科海洋工学コースに入学して間もない 1 年生の夏ごろだったと思います。ちょうどその年、1993 年は衛星設計コンテストが始まったばかりで、どのような経路でその情報を知ったか記憶が定かでないですが、当時座学だけの授業に飽き足りなかった私は、とにかく参加してみようと何とか書類を書いて応募しました。その年は書類審査で落選しましたが、勉強だと思ってプレゼンのある最終審査は聴講しに行きました。しかし学部入りたて 5 か月目の学生には何のことやらわからないという状態でした。翌年は仲間を集め、アイデア出しをした結果、アイデアの部で「プラネタリウム衛星」と題して応募しました。ミッションは軌道上に高解像度 CCD カメラを打ち上げてのそのデータを地上に送ってプラネタリウムで上映するというものでした。その段階では前回第 1 回のコンテスト落選から 1 年の期間が取れたので、それなりに書籍を図書館で借りたり、購入したりして勉強し、高解像度 CCD カメラについてメーカーに電話で問い合わせをしたりしたうえで、重量配分やら電力配分、回線計算などをしてそれなりのものに仕上げて応募しました。その年は書類では合格し、次回は発表というところに進みましたが、なにぶん学部 2 年生ですのでそもそも聴衆の前でプレゼンするという経験もなく、まだ当時は OHP シートに印刷してプロジェクターで映写、というものでしたので、本番前に 1 度現地で練習をしたいと思い、当時おそらくコンテストの問い合わせ先だった中須賀先生に無理をお願いして、事前に会場である科学技術館内の発表会場の見学と予行演習をお願いしました。当日は真夏の暑い日だったのですが、一足先に科学技術館に着いて中須賀先生を待っていたところ、突然大雨となり、その大雨の中、中須賀先生が傘もささずにびしょ濡れで現れたことが今でも印象に残っています。

本番の発表は、自分なりにうまくいったつもりでしたが、審査員の先生方からいただいた最初のコメントは、的川先生からの「プレゼンの最中にプロジェクターの前に立つな」というものでした。これはだめだな、と思ったのですがその後の質疑にはそれなりに答えられ、結果的にアイデア大賞および電子情報通信学会賞の 2 つをいただくことができました。

その後、小型衛星研究会という会合に参加させていただき、中島厚先生や中須賀先生はじめ大学の先生方、NEC や東芝、三菱電機などのメーカーの方々とも交流させていただくことができました。しばらくは超小型衛星打ち上げのための検討に参加させていただいたのですが、修士に進み修論に追われる中、なかなか参加できないまま、三菱電機に就職となりました。

就職後は運よく衛星の機構設計・構造設計部門に配属されましたが、業務が多忙なこと、本務とのすみ分けも難しくなることもあり小型衛星研究会には携われなかったのですが、数年後に中須賀先生のチームと松永先生のチームがそれぞれ開発された超小型衛星を打ち上げられたという報を聞き、衛星設計コンテストが始まってから 10 年以上経ちましたがようやく、と感慨深く感じたものでした。

三菱電機での衛星設計の業務は、やはり打ち上げ質量 2ton の観測衛星や、5 ton の静止衛星など、超小型衛星からかけ離れたもので、かつ一要素技術の担当で、徐々に現場から離れた管理業務に割り当てられてきたこと、開発の全体を見渡せる機会もなかなかなかったこともあり、社会人 15 年目を期に神奈川大学工学部に移りました。

神奈川大学工学部では自分で全体が見渡せる開発がしたかったので、超小型衛星の開発、という選択肢もあったのですが、その分野はすでに衛星設計コンテスト出身の方々はじめ多くの方により活況を呈していたため、驥尾に付してもあまり意味がないと思い、当時盛んになり始めていたハイブリッドロケットの開発に取り組みました。

ハイブリッドロケットの開発は、最終的には超小型衛星を大型ロケットの相乗りによらず、超小型衛星専用のロケットを開発することで好きな時期に、好きな軌道に投入する、ということを最終目標に掲げて取り組んでいます。そのハイブリッドロケットの開発も今年で 10 年目となるのですが、まだ超小型衛星の軌道投入には程遠いものの、2021 年にはこれまでの国内高度記録を更新する 10.1km の記録を達成することができました。

こうして今となって振り返ってみますと、私が衛星やロケットの分野に携われるようになったのも、当時衛星設計コンテストを支えてくださった中島先生や中須賀先生はじめ多くの先生方に大変献身的な指導をいただいていたものだと思えます。この場を借りて御礼させていただきます。また、衛星設計コンテスト 30 年の間に超小型衛星の開発に取り組み、超小型衛星における現在の世界的な盛況を招来された皆様に敬意を表したいと思います。

3.2.4 衛星設計コンテスト 30 周年に寄せて：当時の思い出

山元 透

宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第一研究ユニット 研究領域主幹
第 6 回アイデア部門 電子情報通信学会賞：全方位通信衛星の提案(東京大学)
第 7 回設計部門 電子情報通信学会賞：放射線環境試験衛星の提案(東京大学大学院)

まだ Cansat も Cubesat なかった 1998 年、宇宙開発がやりたくて工学部航空宇宙工学科に進学した私は、衛星設計コンテストに参加することになりました。当時、学部 4 年生でした。東大工学部 4 年生チームの参加メンバーは、井伊宏光氏、池田一郎氏、永島隆氏、田中秀幸氏、山本秀典氏それに私の 6 名で、私だけが荒川・小紫研究室所属で、他の 5 名の皆さんは中須賀研究室所属でした。このコンテストには大学の研究室単位で参加することが多かったと思いますので、私は、いわば外の研究室からわざわざ参加した、という形でした。このときの私には、「参加したい」という、強い動機があったのだろーと思っっています。

長沼伸一郎著「物理数学の直感的方法」という書籍があります。序文が『多分私はこういうことを強硬に主張するから、本の「著者の略歴」の欄がこうなってしまうのだけれど、まあ話を聞いていただきたい。』という書き出しから始まるユニークな本で、ベクトル解析、フーリエ変換、複素積分など、便利な物理学の道具となる数学概念について、イメージしやすい直観的な説明をしてくれる、私が好きな工学書の一つです。この序文の、大学の授業への不満について語られた箇所を少し引用します。「・・・フラストレーションの主たる源は、先生が初めに、これから作るものが初期の白熱電球のフィラメントなのだということについて、一言コメントしておいてくれなかったことにある。大学の講義というのはえてしてこのようなものであり、一体何のためにそういうことを行うのかについて、あまり明確に語ってくれないのである。」つまり、大学の授業では、そもそもその数学的道具がどう便利なのか、なぜそれをいま教えようとしているのかの説明がなく、数学的な厳密さを重視した説明から入ってしまいがちで、学生は途方に暮れて興味を失ってしまう、という問題点を、ユーモアをまじえて指摘している一節です。

私は、これと類似の問題意識があっ、て、わざわざ外の研究室から、衛星設計コンテストに参加したいと考えたのだっ、たと思います。宇宙開発がやりたくて工学部の航空宇宙工学科に進学し、授業では構造、材料、熱力学、流体、制御といった分野別に、基礎を学んでいくのですが、学生だった私は、日々の勉強の内容から、その先に実現するはずの宇宙ミッションや、ロケットや人工衛星などの宇宙機システムの姿を、具体的にうまくイメージできず、もどかしい気持ちを抱えていたのです。教授して下さっている先生方から見れば、それらの学習内容はまさに基礎の基礎であって、それらを複合的に組み合わせた先に、コンポーネントがあり、サブシステムがあり、システムがあり、ミッションがある、という姿が容易に想像でき、その高みから振り返ってみれば、先生方が日々教授している内容は、一つとして外すことのできない工学の基礎的概念であるという構造になっていることは、私も今になって振り返ってみれば実感として分かります。しかし、それは、一通り学び終えて、実践も豊富に経験されている先生方だからこそで、当時、ひとりの学生だった私には、日々の授業や実験から、なかなか現実の宇宙ミッションや、宇宙機システム

への接続が見えにくいのでした。そうした、工学部で航空宇宙工学を学ぶ、学生としての日々の不満足感、あるいは、前向きな言葉で言い換えれば「もうちょっと実感として宇宙に近付きたい」という気持ちから、衛星設計コンテストに参加したい、という強い気持ちを持つに至った、ということであったと思います。衛星設計コンテストは、私には、それに応えてくれる素晴らしい機会でした。

1998年のコンテストでは、私達の東大学部4年生チームは「全方位通信衛星」を提案しました。これは、球状にちかい多面体形状の衛星構体の表面全体にフェーズドアレイアンテナを具備し、位相制御して通信方向をステアリングすることで、「姿勢制御が要らない人工衛星」を実現する、というアイデアでした。私は主に、衛星自体の設計作業ではなくて、プレゼンテーション用の3DCG制作を担当しました。といっても、3DCGを制作するためのソフトウェアは手元になく、荒川・小紫研究室の中でも高速な部類のワークステーションに、OpenGLをインストールさせてもらって、C言語で3DCGアニメーションを作りました。OpenGLは、非常にローレベルなグラフィックスライブラリですので、平面や球体のようなプリミティブな形状をひとつひとつC言語で描画命令して、それらを組み合わせて、人工衛星、地球、軌道、電波といった要素が動き回るミッションシーケンスの3DCGアニメーションを作るという作業でした。ツールが発達した現在からすると、相当、非効率的な方法でしたが、しかし、3DCGアニメーションを自分で作ることで自分が当時は新鮮な経験で、コツコツと、長時間、研究室の端に居残って楽しんで作業したことを覚えています。

最終審査会には、航空高専の立派なホールに緊張を感じながら出向き、3DCGアニメーションは無事に披露されて、それがどう貢献したかは分かりませんが、結果として電子情報通信学会賞を頂きました。ただ、そこでの記憶としてはっきりと覚えているのは、「負けた！」という気持ちでした。東工大大学院（松永研究室）からの発表（審査委員長特別賞を受賞された、南極観測支援衛星「はやて」（TISAT）だったと思います）が、衛星設計のレベルが非常に高く、それに比べると、自分達のチームの発表は、アイデアは面白いところがあるものの、衛星設計のレベル、工学的な検討のレベルが、段違いだと感じました。個人的には、このときに感じた悔しさが、その翌年、1999年の初のCanSatでの、東大チームの東工大松永研究室への強烈なライバル意識に繋がりと、それが、CanSatやCubesatの初期の活動における、東大・東工大の切磋琢磨の火付け役になった側面があったのでは、と思っています。

この当時から考えると、現在の大学生の皆さんの宇宙開発関連活動は、人工衛星を実際に作って飛ばすなど飛躍的にレベルが向上し、裾野も広がって、衛星設計コンテストの位置付けも、様変わりしているのかもしれませんが。当時を懐かしむとともに、この成長の機会を与えて下さった衛星設計コンテストの、その運営に長きにわたり携わり、日本の宇宙開発業界に多大な貢献を下された諸先輩方に、あらためて感謝を申し上げたいと思います。

3.2.5 宇宙スタートアップ経営者からみた衛星設計コンテストの意義

中村 友哉

株式会社アクセルスペースホールディングス 代表取締役 CEO

株式会社アクセルスペース 代表取締役 CEO

第 10 回設計大賞：パネル展開型多目的衛星 PETSAT (東京大学大学院)

2002 年のコンテスト応募から宇宙ビジネス進出に至るまで

この度、めでたくコンテスト創設 30 周年を迎えられたとのこと、心よりお祝い申し上げます。また、この節目の機会に拙稿を寄せる機会を賜りましたこと、関係各位に感謝を申し上げます。

私は現在、株式会社アクセルスペースの経営者として、“Space within Your Reach ～宇宙を普通の場所に～”をビジョンに掲げ、小型衛星技術を活用したビジネスに取り組んでいます。私自身も修士課程在籍中の 2002 年に、衛星設計コンテストに応募した経験があり、日本の宇宙開発の最前線で活躍する方々に評価いただいたことは大変励みになりました。コンテストはもちろんのこと、CanSat や CubeSat などの超小型衛星プロジェクトに関わるなかで衛星開発の魅力にとりつかれ、またさまざまな幸運にも巡り合い、博士課程修了後に起業することになりました。

弊社は今年創業 15 年を迎え、現在は 2 つの事業を中心に行っています。一つは小型衛星の設計・製造から運用までをワンストップで提供する Axelliner 事業。もう一つは、自社で多数の衛星を打ち上げ、それが取得したデータを提供する AxelGlobe 事業です。2008 年の創業当時と比較すると、小型衛星への注目や期待は格段に高まりました。“Space within Your Reach”を目指す取り組みが実を結びつつあるという手応えを感じます。

小型衛星技術による宇宙の活用は、気候変動や食糧危機などの課題に対する画期的なアプローチとしても期待されています。地球規模の深刻な課題に事業を通じて向き合うためには、若い世代の知恵と発想が不可欠です。衛星設計コンテストが、30 年の長きにわたって宇宙開発の将来を担う若者たちの育成に貢献し、その結果多くの優れた技術者・研究者を世に輩出し続けられてこられたことを、大変ありがたく、また心強く思います。

小型衛星に込めた情熱と工夫

衛星設計コンテストには、研究室の同期や先輩たちとチームを組んで参加しました。先輩方が代々参加してきたコンテストのため、ごく自然な流れで応募を決めたと記憶しています。

私たちが提出した作品は「パネル展開型多目的衛星 PETSAT (Panel ExTension SATellite)」です。特徴は、衛星の構体となるパネルに CPU、メモリ、通信、電力、制御など種々の機能を埋め込み、それを必要枚数つなぎ合わせた構造です。打ち上げ時に小さく折り畳まれたこれらのパネルを軌道上で展開する仕組みです。



図 1 パネル展開型多目的衛星 PETSAT

折り畳み式には数多くのメリットがあります。まず従来、大型衛星でしか実現できないと思われていた長さや大きさが必要なミッションを小型衛星でも実現できます。畳み方次第で多様なミッションに対応可能で、共通のパネルによる標準化もしやすい。また、開発コストの圧縮や開発期間の短縮にもつながります。私たちは、このアイデアを応用して、高解像度リモートセンシング衛星を設計しました。審査では、小型衛星の特徴を活かしつつ汎用化がしやすい点と、模型を作りアイデアを設計解として示した点が評価されました。

設計時に苦勞したのは、パネル構造であるが故に、各機能がそれぞれのパネルに分散してしまうことです。構造的・熱的なインターフェースを取るのが難しく、電氣的につながった状態に持っていくまでは試行錯誤の連続でした。それでも諦めずに、小型衛星の可能性を示そうとチームで奮闘した結果、設計大賞をいただきました。大型衛星が主流の時代に、小型衛星に期待をかけてくださった方々に感謝しています。

コンテストへの参加を通じて得た実践的な経験

学生が衛星設計コンテストに参加する意義の一つは、実際の衛星プロジェクトでなくても、それを疑似体験できることだと思います。プロジェクトマネジメントやチームワークはコンテストでも必要ですが、これらは教科書だけでは身につけません。また、衛星として成立するシステム設計を衛星プロジェクトよりも圧倒的に少ない人数で行わなければならないため、実は実際の衛星プロジェクトに一メンバーとして関わるよりも、広範な知識を必要とします。そのため、コンテストに参加することによって、プロジェクト全体を見渡す力が磨かれることは間違いありません。

システム工学を実践的に学ぶ機会になることも、重要な点だと思います。もちろん、CanSat や CubeSat などの実際のプロジェクトの方がより効果的ではありますが、そうしたプロジェクトを直接経験できる立場にない学生にとっては、コンテストは貴重な機会です。実際のモノづくりでは、サブシステムやプロセス単位で役割分担して進められます。しかし、自分の範囲だけを考えればよいというものではありません。それらのすべてを最終的に統合することで、初めて1つの衛星が完成するからです。

振り返ると、コンテストや実際の衛星プロジェクトを通し、修士の段階でシステム工学的な視点を養えたことは、その後の衛星プロジェクトでも大いに役立ちました。衛星設計コンテストを通じて設計作業を経験したことにより、他のメンバーが担当するサブシステムとのインターフェースや、システム全体としての整合性を自然に意識できるようになったのです。

第10回大会ではブリティッシュ・カウンシルより設計大賞の受賞特典として、特別にイギリスへの研修旅行の機会をいただき、レスター大学とサレー大学で衛星やコンポーネントの開発現場を見学しました。当時は所属研究室以外の衛星開発について知る機会があまりなかったため、海外の大学の見学は非常に興味深く、勉強になりました。

未来の宇宙産業をリードする皆さんへ

近い将来、人工衛星は量産時代を迎えます。あらゆる産業で宇宙利用が進み、小型衛星は社会インフラの一つとして、一般社会に浸透していくことになるでしょう。

弊社が Axelliner 事業を昨年ローンチした背景には、衛星の社会インフラ化を目指すという目標があります。

エンジニアの視点から考えれば、衛星のビジネス利用の浸透とニーズの多様化は、システム設計時の検討・検証事項の増大を意味します。システムに対する多くの要件をより短い期間で実際の衛星の形に実現していくために、今後はシステム設計をサポートする自動化ツールなども出てくるでしょう。しかし、エンジニアがそれらを使いこなすためには、原理の理解が不可欠です。つまり、エンジニア志望者がシステム設計を学ぶことの重要性は、今後も変わりません。

人工衛星の量産時代におけるエンジニアに求められるのは、システム全体を体系的に理解し、チームで衛星を作り上げられるマネジメント能力です。衛星設計コンテストは、システム工学の奥深さに触れ、システム思考を学ぶための素晴らしいきっかけになります。さらに踏み込んで、実際のモノづくりにも挑戦したいという方は、ぜひ大学の衛星プロジェクトに参加してください。

宇宙ビジネスを持続可能なものに変え、人類の可能性を切り拓く未来のリーダーである皆さんの夢の第一歩を応援するとともに、衛星設計コンテストを支える皆さまにあらためて心からの感謝を申し上げ、お祝いの言葉とさせていただきます。

3.2.6 衛星設計と私の半生

大西 俊輔

株式会社 QPS 研究所 代表取締役社長 CEO

第 15 回アイデア部門 電子情報通信学会賞：深宇宙高精度位置決定システム(九州大学大学院)

航空宇宙工学を学びたく大学に入り、色々と学んでいく中で何やら小型人工衛星の開発を行っている宇宙機ダイナミクス研究室があると分かり、是が非でも入りたいと思って学部 4 年生に入る時にこの研究室の選択希望を出し、結果として入ることができました。これが私の人工衛星開発の始まりです。研究室に入ってから早速小型人工衛星 QSAT の開発プロジェクトに参加しました。このプロジェクトでは熱・構造系に所属し、そこで QPS 研究所の創業者の一人である八坂哲雄先生と出会い、以後衛星開発に関わる様々なことを学ぶことになり、振り返ると、ここで私の人生の道筋が決まっていたと思います。

衛星設計コンテストには、修士 1 年の先輩方が中心となり、私を含む学部 4 年生も参加することになりました。授業で一度衛星設計なるものを実施したことはあったものの、実際に小型人工衛星プロジェクトに従事する方々と一緒にコンテストにエントリーする衛星設計はこれが初めてでしたから、本当に嬉しく思ったことを鮮明に覚えています。設計を進める上で多岐に渡って調べていくのですが、私にとってはどれも新鮮で新しいものだらけで、時間に追われることが常ではありましたが、楽しさによる興奮の中で作業を進めることができたと記憶しています。例えば、通信系の中の回線計算の式に出会った時に個別のパラメータが何を指しているのか、色々な文献や本を調べましたが理解することが難しく、特に雑音温度に関しては私の中で納得できるところまでには至らず、もどかしい思いをしたこともありました。その後、有難いことに数多くの小型人工衛星プロジェクトに携わらせていただくことができ、現在は小型 SAR 衛星の開発をしています。実際に設計・製造・試験・運用を通してそれらのパラメータを理解することができるようになりました。専門家から見ると理解度はまだまだだと思えますが、例えば前述の雑音温度についても腹落ちできるぐらいの経験を積むことができたのかなと思っています。

小型人工衛星のプロジェクトの規模感は衛星開発の全体を把握するのにちょうど良いものであり、衛星設計コンテストへの参加を通じて、「衛星全体の設計とは何か」を学んだ経験は、今現在の仕事に生きています。衛星開発だけでなく、現在手がけている小型 SAR 衛星のコンステレーションによる準リアルタイム観測のシステム構築を進めるために、そしてその事業を中核に会社を経営していく中で大いに役立っていると思います。これらの経験があったからこそ、会社の成長に伴い、全体把握する範囲が広がっていくなかでも、良いステップを踏みながら事業を進められています。

何事も最初は小さなことから始まり、一步ずつ階段を上っていくものと思います。衛星設計コンテストを通して宇宙機的设计や開発とは何かを楽しく学んでいただき、一緒に宇宙業界を盛り上げていただけるような方が増えていくと嬉しいです。

3.2.7 国外参加者からのコメント (Comments from outside Japan)

小山 孝一郎 (Koichiro Oyama)

国外の参加者に下記の質問をしたところ、以下のような回答をいただきました。今後のコンテスト運営に参考にしていただきたいと思います(Comments of leaders from Taiwan and Singapore, who attended Satellite Design Contest before are below)

質問内容は(The questions are)

Q1: How are the students benefited by joining the Satellite Design Contest?

Q2: Should we go ahead to further strengthen our activities in Asian countries? If this is the case, what kind of items should we include to our activities ?

Q3: Can you manage to send students in case your students remain at the final stage ?

Q4: Was it useful to your students so that you can be encouraged to join next year again?

回答者及び回答内容は下記の通りです(The answers and comments are below)。

回答者(1) Mr. TAN Hoe Teck, Lead Specialist (Applied Research), School of Science and Technology, Singapore

A1. Students learnt about the satellite design, launch and the data that could be collected.

A2. The event could be expanded into an international event.

The timeline of the competition needs to be extended as schools arrange for flights to the competition.

As for the program, you can add in visitation to places of interest relevant to satellite design.

The presentations should be conducted in English.

The competition should involve a physical development of a low-cost satellite so that there is a proof of concept.

There should be training packages or materials for participants to use to develop their prototypes.

A3. Bringing students should not be a problem.

But there should be a lead time of about 3 months after the announcements of the qualification for the final competition.

This is to allow the purchase of air tickets and other necessary approval processes.

A4. Yes, it was useful.

I would highly recommend that the categories are not too strict.

Most countries would have 3 years of middle school and 3 years of high school.

However, in commonwealth countries, there are 4 years of middle school and 2 years of high school.

If the level of participation of students is restricted to high school students, some international students might not be able to participate as they are still in middle school although they are of the same age.

A more useful approach is to have one category of participation for Middle and High School students.

回答者(2) Dr. Sun Mie Park, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Dept. of Physics and Earth Science, 105-47 Baeyangwanmun-ro, Busan, Korea, Rep of Korea

Students from Korea is a 2019 Satellite Design Contest Winner “Grand Prize and the SGEPS award”

A1: They learned a lot while preparing for the Contest. And winning big prizes in competition can be a personal achievement. It could be a good activity in university application letter (personal statement).

A2: I hope the Contest develops into an international event. It will be a good opportunity for students to participate in international events and grow into leading scientists in space development in the future. For international event, it would be good if the presentations are conducted in English. If it is difficult in Junior section, just Idea and Design sections for university students, including Junior section for international teams could be conducted in English. The program including oral and poster presentations was good. However, a day is short a little as an international event. If you could include institute visit or tour, the event will become more abundant.

A3: My school mission is "nurturing future scientists and global leaders who will contribute to world society". So my school runs many research programs as regular program. In addition, students do a lot of research activities on themselves.

This time, I gave information about the Contest to students who conduct research on LP and TeNeP with me and Dr. Ryu. They gathered other students to study together. The students were interested and participated in the Contest by themselves. However, students and I did not receive financial support from school because it's not a school-supported competition.

A4: It was very useful to my students since they learned and felt a lot in the Contest. You can see it from a student's answers to the questions attached below.

一方、学生たちの下記質問に対する意見は以下の通りです(The followings are the comments from the students)。

Q1: How are the students benefited by joining Satellite Design Contest.

A1: I could get various information from very wide range. Even if most of the presentation were presented as Japanese, I was very impressed form the other English presentation. This experience may help me to grow up to very good researcher.

Q2: Should we go ahead for further strengthen our activities to Asian countries.

A2: If you try to invite other Asian countries' universities, the overall level of the competition will be improved since most of the universities' researches are better than ours. And also, listening other countries research can be good experience for the Japanese students.

Q3: If this is the case what kind of items should we include to our activities ?

A3: I think, you should support the some expenses used to our travel. We used almost 400\$ for our traveling. This was quite big money to us and this made me to consider the participation to this contest.

4. フライトへの道

衛星設計コンテストの受賞作品の中で、実際の衛星開発・打ち上げ・運用まで進められたプロジェクトについて紹介します。第2版で掲載する衛星は表1の通りです。受賞作品名と実際打ち上げられた衛星名は異なっているケースが多いのがわかります。これはフライトを実現するにあたって、経費、開発期間、人材、体制等、多くの課題を克服しなければならず、必ずしも受賞作品通りの衛星開発ではなく、その中でキーとなる開発目標を明確にし、より現実的な判断に基づいた結果です。記事の中にはそのような過程も明記されています。

衛星設計コンテストに参加する学生、生徒の皆さんのあこがれ、目標となっている、自分たちの衛星開発がどのように行われてきたか、またどのような苦難があったか等、先輩たちの生の声を聴き、それを励みに新たな挑戦を続けて欲しいと願っています。

表1 受賞作品と打ち上げられた衛星名

	受賞作品・大学	大会・受賞年	衛星名・打ち上げ年月日他
4.1	鯨生態観測用小型衛星システム 千葉工業大学	第1回大会(1993年)設計部門 電子情報通信学会賞	鯨生態観測衛星「観太くん」 約50kg。国際標識2002-056C 2002年12月14日(H-IIA ロケット4号機) 2008年春 運用終了
4.2	偏光X線観測衛星「燕」 東京工業大学	第12回大会(2004年)設計部門 設計大賞	地球・天体観測技術実証衛星 TSUBAME 48.6kg。国際標識2014-070E 2014年11月6日(ロシア DNEPR ロケット) 約3ヶ月後停波
4.3	森林観測衛星「こもれび」 信州大学	第18回大会(2010年)設計部門 電子情報通信学会賞	可視光通信実験衛星「ぎんれい」 32.9kg。国際標識2014-009A 2014年2月28日(H-IIA ロケット23号機) 2014年11月24日大気圏再突入
4.4	微生物観察衛星～TeikyoSat～ 帝京大学 本受賞作品がベースとなって TeikyoSat-3とTeikyoSat-4 が開発された	第18回大会(2010年)アイデア 部門 日本機械学会宇宙工学部門一 般表彰スペースフロンティア の部	微生物観察衛星 TeikyoSat-3 21.7kg。国際標識2014-009E 2014年2月28日(H-IIA ロケット23号機) 2014年10月25日大気圏再突入 多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4「お おるり」 52.1kg。国際標識2021-102B 2021年11月9日(イブシロンロケット5号機) 運用中(2024年3月30日現在)
4.5	重力波天体探査衛星「ひばり」 東京工業大学	第24回大会(2016年)設計部門 設計大賞	可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」 約55kg。国際標識2021-102F 2021年11月9日(イブシロンロケット5号機) 運用中(2024年3月30日現在)
4.6	木星電波ビーム観測衛星「JBeam」 高知高専・群馬高専 折り紙ソーラーシステム衛星「OS3」 高知高専 2件の受賞作品がベースとな って、KOSEN-1が開発された	第24回大会(2016年)アイデア 部門 日本天文学会賞 第25回大会(2017年)アイデア 部門 アイデア大賞	KOSEN-1 2.6kg(2Uキューブサット)。国際標識2021-102H 2021年11月9日(イブシロンロケット5号機) 運用中(2024年2月29日現在)

4.1

宇宙と鯨

林 友直



はじめに

衛星設計コンテストが発足してから30年が経った。私の宇宙開発との関わりを振り返るとともに、第一回衛星設計コンテストの設計の部で電子情報通信学会賞を受賞した千葉工業大学の鯨生態観測用小型衛星システムを作り上げる学生の取り組みをご紹介します

宇宙への参入

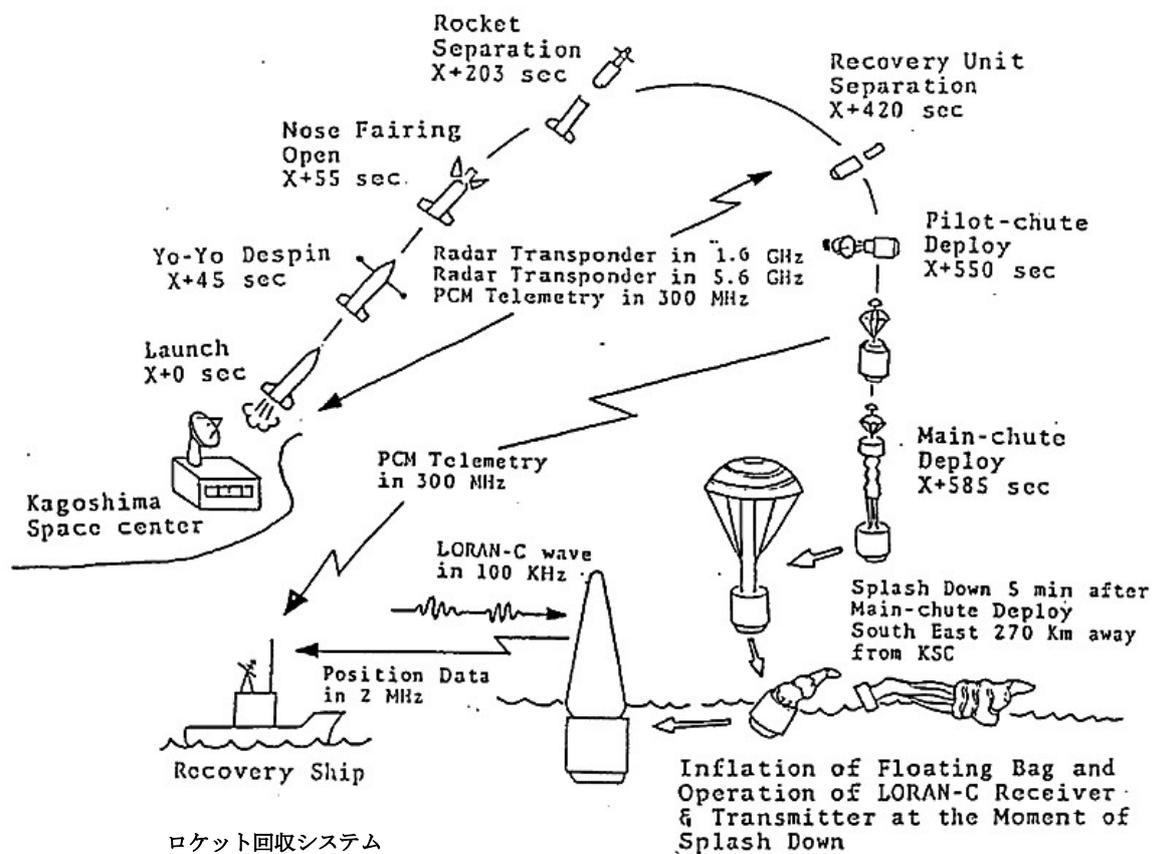
昭和 25 年(1950 年)東京大学卒業後しばらく本郷の電気工学科でお世話になっている間、岡村総吾先生のもとでマイクロ波を勉強させて頂いた。その後 7 年間ほど駒込の理化学研究所に勤務し、質量分析装置を中心として真空や高電圧技術の実際に触れる機会を得た。そのころ千葉にあった東大の生産技術研究所では糸川先生を中心として固体ロケットの開発が進められていたが、開発成果が挙がり、人工衛星の打ち上げも夢ではないということになったらしい。そこで丁度当時本郷に舞い戻っていた私に声がかかり、駒場にあった航空研究所を拡大した宇宙航空研究所に移ることになった。これは私が宇宙に足を踏み入れた初めて、昭和 40 年(1965 年)のことである。東大宇宙航空研究所はその後文部省直轄の宇宙科学研究所に衣替えして、キャンパスもやがて駒場から相模原に移転したが、定年までの 25 年間というものはトップリと宇宙



漬けになり、科学衛星や観測ロケットの開発、ロケットの海上回収、ハレー彗星観測のための地上局の建設など、東京、鹿児島県内之浦、長野県白田と休む暇もない状況であった。

ロケットの海上回収

衛星と並んで、やや高度の低いところの科学観測を受け持っていた観測ロケットも、年とともに次第に高性能になってきた。十分間そこそこの観測のあと観測機器を海に沈めてしまうのも惜しく、回収して次の手法を開発しようという発想も生まれた。そこで当時の位置認定システムとしての定番であった双曲線航法（ロラン C）用の受信機をロケットの頭の搭載機器部に同居させ、ロケットが放物線軌道の頂点を過ぎて落下をはじめたら頭部を切り離してパラシュートで緩く降下させる。底面が海に触れるとゴム袋が膨らんで内蔵したアンテナワイヤが伸びて海面にブイが



直立する。ロラン C 受信機はそのアンテナを使って自分の緯度経度を求め、その値を 2 メガヘルツの電波でそのアンテナから送信する。回収に向かう船はこの電波を受信するとともに、自分でもロラン C 受信機で船の緯度経度を定め、船上の X・Y プロッターには目的物と自船の位置を表示する。両者の緯経度の違いを縮めるように船を進め、その差がゼロになればそこに目的物が浮かんでいるという一種のゼロ・メソッドの



仕組みを考案した。これを实地に確かめようと、小さな船で海に親しむことも回を重ねて回収成果を挙げた。このやり方をさらに発展させればかなり確実に人命救助もできるという確信が持てるようになった。

海難救助システム

私より 10 年先輩で東大を退官されたのち千葉工業大学で教授をしておられた丹羽登先生からお誘いを頂きやがて同大学の電気工学科に奉職することになった。そこでまずは海難救助システムの設計という研究テーマで電気工学科の大学院生に取り組んでもらった。そのころ位置の評定法もロラン C から GPS に進化していた。ただしロケットの回収と海難救助との違いは、遭難はどこで起こるか決まっていないという点にある。そこで GPS 受信機と 400MHz の小型送信機を救命ボートに取り付けておき、GPS で求めた緯度・経度を、船の識別符号と一緒に送信機の電波で静止軌道衛星「ひまわり」に送信する。「ひまわり」はこれを埼玉県鳩山町の気象センターに送る。同センターでは遭難位置から最寄の港に救助船の出動を要請する。そこから先はロケット回収の場合と同じで、救助船の上では救命ボートの出す電波を傍受して遭難位置を知るとともに、自分の緯度・経度も GPS 受信機で求めればゼロ・メソッドで救助活動ができるわけである。そのころ運輸多目的衛星という構想が論議されていたので、これこそ船舶を扱う運輸省下の気象庁と海上保安庁を取り込んだ絶妙なシステムだと考えてこの方式を提案した。しかしその頃国際的に論議されていた別の計画もあり、話は自然消滅してしまった。元来このようなシステムを実験的に追求し、実証しようとするとかかなり大げさになり、また相談相手は運輸省ということになり少々付き合いが薄い。そこで文部省がらみの仕事になるよう仕立て直しが出来ないものかと思案の末に辿り着いたのが鯨の生態を科学的に観測するという小型衛星システムであった。

小型衛星への取り組み

ここで小型にこだわったのにはわけがある。そもそも衛星と名の付く金のかかるものを作りたいなどと一私立大学で持ち出しても通るわけがない。それというのも衛星はいったん軌道に上がれば具合が悪くなくても修理に行かれない。何年間使い続けても絶対故障せず働き続けるものでなければならない。それには極端に信頼性の高い部品が必要となる。その事情は 40 年前に米国の NASA でたっぷり聞かされてきた。当時の情勢ではまことに無理からぬことで、わが国でも宇宙認定部品を仕上げるべく壮大な製造ラインが各製造会社で整備された。以来きわめて高価な認定部品を用いた機器と、それを組み合わせた衛星が営々と製造されてきた。そのおかげで宇宙のものは非常に高価であるという一般常識が出来上がってしまった。こうなると当然のことながら認定部品の進化も望めなくなる。

一方身の回りの電子部品は周知のように日進月歩である。大枚を投じたつもりの電子計算機が、あっという間に下取りもしてくれなくなって悔しい思いをしたり、以前は机から落しただけでも挙動不審になるカメラが、何度地面に落しても問題なく使えたりするほどに進歩している。小型、軽量、小電力、廉価、しかも長持ちして高性能といった美德はいわゆる民生品では常識化しており、日本バッシングを誘発するほどに世界に雄飛したこともある。ただしこれらの先進技術は地上でこそ活躍しているが宇宙環境に耐えられるか否かはテストしなければならない。これをクリ

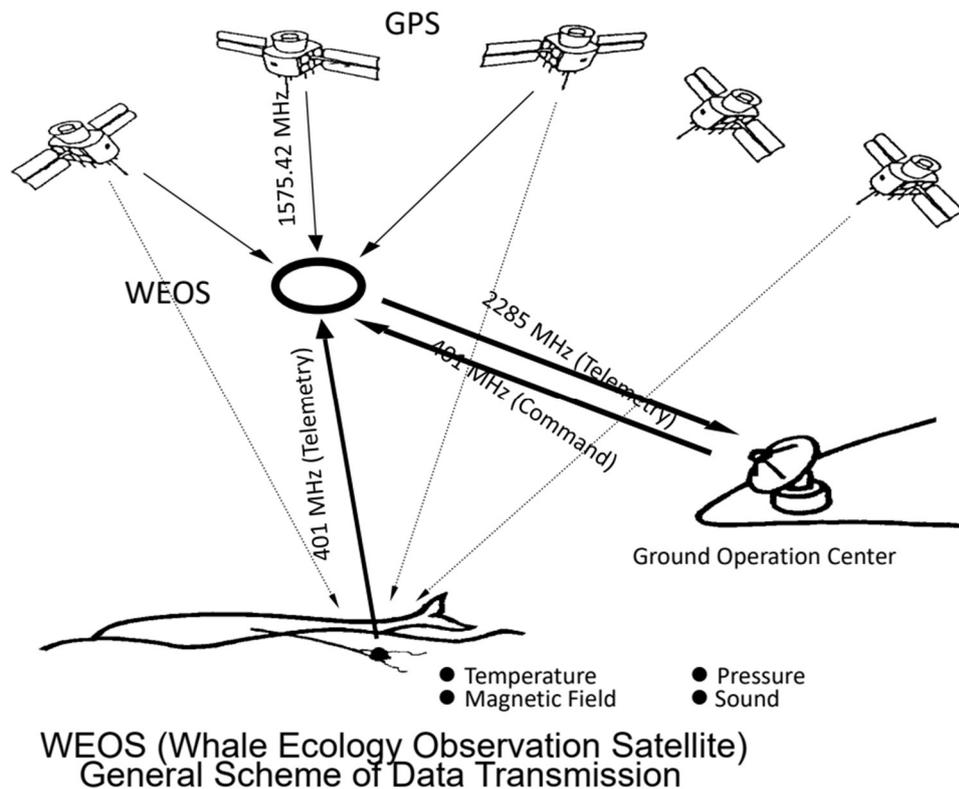
ヤしさえすれば衛星の値は二桁近く下がるばかりでなく。全体が小型で軽くしかも機能の拡大を望むことができる。以上のような狙いで、ほどほどの予算で小型の衛星によって鯨の生態を観測するという構想を提案し、千葉工大が取り組むことになった。

鯨生態観測衛星の仕組み

このシステムは宇宙、地上、海上という三つの分野からできている。宇宙分野というのは小型人工衛星で、これを地球の北極と南極の上を通るような、つまり地球を縦に回る軌道に乗せる。地面からの高さを 800km にすると 1 時間半ほどで地球を一周する。地球はその内側で横向きに自転しているの、衛星のアンテナがいつも地球を向くように姿勢を整えてやれば、地球表面は衛星との間でいつも交信可能の状態に保たれ、地球全面がその守備範囲となるわけである。姿勢を望みの向きに保持する方法にはいろいろあるが、小さな衛星の中に小さな予算で実現するためには重力傾度法という手段が適している。これは先端に「おもり」のついたマストを伸ばすというものである。それにより、地球の中心から「おもり」までの距離と、衛星全体の重心までの距離に、マストの長さに対応した僅かな違いができる。そこで距離の二乗に逆比例する万有引力の働きがそれぞれの力点に対して僅かばかり違うので、衛星の縦長の軸が地球中心を向いたところで 落ち着くような回転トルクが働く。したがってマストと反対側の面にアンテナを取り付けておけば、アンテナはいつも地球中心を向いて安定し、衛星と地球表面との間では常に通信可能というお膳立てができる。ただし、まったくの逆立ち状態も実はもうひとつの安定点である。ロケットからの切り離しの条件によってはこちらの場合もありうるので、向きを反転させる仕組みも備えていなければならない。

それには衛星内部の軸周りにコイルを取り付け、これに適当な向きの電流を流す。すると衛星自体が磁石となり、地磁気との間に力が働くのでこれを利用して姿勢を反転させるのである。

さらに海に棲む鯨には発信器をとりつけて、その中に位置、圧力、温度、音標などの センサをつけておく。位置を知るには GPS



受信機を用い、鯨が呼吸のため浮上したときその場所の緯度・経度を求める。その他のセンサは鯨が海に潜ったときに働いて、計測したデータは発信器内部の記録装置に蓄える。浮上したときには緯度・経度のデータに海中で取れた温度や映像のデータを組み合わせ、さらに鯨ごとの識別符号を付けて衛星に向けて送信するのである。位置が分かっている場合でもおおよそと電池の交換に向かうわけにはいかないという事情もあるのでそれは鯨の運動を利用し、プロペラを回転して発電することを考えた。鯨につけた発信機からの電波を軌道上の衛星が受信すると、含まれている一切のデータは衛星搭載の記録装置に蓄えられる。

地上局の上空を衛星が通過するとき地上局から司令電波を送れば、衛星は海の上空で拾い集めてきた鯨生態データをまとめて地上局に送信する。この電波を受信解析すれば、鯨の回遊経路を初め、その間の生き様を地上にいながらにして知ることができるというわけである。これにより回遊経路から鯨が好んで集まる場所、決して行かない場所なども見えてくるかもしれない。それらを通じてまだ人類の知らない海の中の様子を垣間見ることが出来る可能性もある。

たまたま平成5年(1993年)に電子情報通信学会、機械学会、航空宇宙学会が共同の企画で大学・高専の学生を対象とした衛星設計コンテストが発足した。そこで千葉工大で海難救助システムに取り組んでいた大学院生に鯨生態観測衛星システムというテーマで応募をすすめてみたところ、電気、電子、機械、精密機械、工業デザイン、建築など約20名の学生からなる勉強会が発足した。初めは何回か集めて概要を説明したがそのうち学生だけで結構熱心に討議を重ねていたようである。彼ら学生グループはなんとか期日までに設計計画書と模型を仕上げコンテストに応募し、発表会をおえた。その結果コンテストからはめでたく電子情報通信学会賞を受賞した。

システム計画書をまとめるにあたり鯨の生物学的な知識は欠くことができない。その収集のほうは私が受け持つことにして日本鯨類研究所、国立極地研、科学博物館、水産庁などに出向いて資料を集めた。行く先々での専門家からも、これは大変興味深く、また意義のある計画だから是非とも実現してほしいとの励ましを受けた。

上のような狙いで、ほどほどの予算で小型の衛星によって鯨の生態を観測するという構想を提案し、千葉工大が取り組むことになった。

ノルウェー行き

かくして平成8年(1996年)の8月下旬には事務系の人たちにも語らって、北緯70度に位置す



画像右下に広がるのがアンドーヤ・スペースセンター

るノルウェイのアンデネスという町を訪れた。実はその前の年オスロで開かれた宇宙の国際会議でこの鯨生態観測衛星計画を発表したあと、アンドーヤという島にある宇宙基地を訪問したとき、偶々近くのアンデネスにあったホエール・センタという施設を目にしていたからである。あらかじめ連絡を取っておく事により地元のノルウェイばかりでなくスウェーデン、アメリカ、ドイツなどの諸国からの研究者とも交流することができた。ほぼ一週間という短い期間ではあったが、海に出てマッコウクジラに何度も遭遇し



た。これにより鯨への接近の可能性についての概念をつかむことが出来たし、また宇宙センターの片隅でエア・ガンを使ってミンククジラの皮にピンを装着する実験をさせてもらうなど北極圏で充実した日々を過ごすことができた。

実現へ向けて（衛星と地上局）

千葉工大や私学振興財団などからの資金援助のもとで行った研究をまめに学会で発表し続け、国の内外からも大変関心をもって頂けたようである。

平成 10 年(1998 年)に宇宙開発事業団から H2 ロケットの相乗りペイロードの公募があり、これに応募したところ幸い受理され、地球観測衛星 ADEOS-2 の打ち上げる際にピギーバックという方式で軌道に運んでもらえることになった。その後は私学振興共済事業団の学術フロンティア助成研究の支援も受けることが出来て、やっと計画は現実味を帯びてきた。長い間宇宙の仕事に携わる中で何とか効率の高い宇宙開発の方法はないものかと模索し続けてきたが、その考えに賛同する若い人たちが進んで鯨衛星の計画に手を貸してくれた。おかげで衛星の概念設計は順調に進み、多少宇宙にかかわりを持っていたことのあるいくつかのベンチャー企業の協力を得て、構造、通信、熱、データ処理、電源などの機器類が順次仕上げられた。平成 13 年(2001 年)の半ばに組み付けを終えて衛星は姿を現した。一辺 50cm の立方体、重さ 50kg の小型衛星を相模原にある宇宙科学研究所に運び、振動、温度、熱真空など、宇宙での耐性を調べるための環境試験を実施した。一部の装置については別個に高崎の原子力研究所で放射線照射試験を行っている。

地上装置、つまり衛星に対して指令電波を送る送信装置と、それに応じて衛星から返送されてくる電波を受ける受信装置も作り上げた。構造も予算もともにスリムになるよう配慮して大学校

内のビルの屋上に据え、光ケーブルで研究室の管制卓に接続した。

実現へ向けて（海）

鯨に取り付けるプローブの構成を考える前に、まずは取り付け方をどうするかについて決断しなければならない。鯨の体に埋め込む、接着する、吸盤で吸い付ける、ポルト・ナットで固定する、ピンで止めるなどいろいろな示唆を頂いて逐一検討した。アロン・アルファによる接着を考えたときは有機材料接着剤専門とする友人の手を煩わしたこともある。結局生きている鯨の新陳代謝や排出機構によって離脱しないようにするためにはピンによる固定法に頼るほかないことがわかってきた。鯨の体は、すこぶる頼りない表皮の下に、体長に対して1%弱の厚さをもった複合材のような脂肪層がある。その裏側には筋膜という丈夫な膜があってその奥に筋肉が据わっているという構造である。そこで脂肪層の厚さを少し超える長さのピンを用意し、先端近くに数枚の板ばね状の“かえし”を火事場の纏いよろしく付けておく。これには形状記憶合金で出来ていて、30°Cより温度が上がると下端が反り返るよう仕組んである。エアガンでピンを筋膜の少し奥まで打ち込み、返しとなる板バネの長さ程度引き戻せば“かえし”は反り返りながら筋膜に寄りかかって固定される。何と言っても鯨にとってピンは迷惑な異物であろうから、人体における“とげ”と同じく排除する機序が働いて押し出されてしまうおそれがある。しかし取り付け側としてはせめて一回りの回遊周期のあいだくらいは外れないで欲しい。そこで生体適合性を考えて、ピン本体にはパイプ状のチタンを、さらに“かえし”にはチタン・ニッケル合金の板ばねを用いることにした。これらの材料は人間も入れ歯の固定用にお世話になっているそうである。さらにチタン・パイプの中には感染防止のため抗生物質を封入して“かえし”の周辺から沁み出すように出来ている。ピンの取り付けは *minimally invasive* という発想で進めている。これは侵襲性を極力抑えるという医学方面の用語らしいが、近年シドニー・シェルダンの小説の中で用例を発見し、いらい愛用させていただいている。non-invasive という嘘になるので、*minimally* で誠意を示そうという訳である。

つぎは船の上からピンをエアガンで打ち込むことになるが、鯨の皮の強さに関しては全然データがない。やむなく機械工学科の卒業研究を通じ、およそ3年がかりでやっと設計方針が得られた。これは一種の落下試験によるもので、床面に試料を据え、いろいろの高さから錘をつけたピンを落下させ、刺さった深さを測定するのである。まずは千葉県のと田浦で手に入れたツチクジラの皮について実験した。この鯨は国際捕鯨委員会の規制対象外の小型鯨類であるが、日本国内での自主規制として年間、と田浦で27頭、宮城県のと田川で27頭の捕獲が許されている。当初はこれしかなかったので比較する相手として、工業デザイン学科から貰った彫塑用の粘土、電話帳、畳などいろいろな固さをもった厚みのあるものを用いて比較検討した。

ただし畳は過去の歴史によって質にばらつきがあるので途中でやめにした。電話帳のよいところはピンの刺さった深さがページ数からやたらと精度よく測れる点であった。この実験から鯨の皮の抵抗は硬い粘土と電話帳との中間的性質をもっていることが分った。そのうち網にかかったミンククジラや、座礁したマッコウクジラの皮が手に入り、鯨皮相互間の違いが分ってきた。ピンの刺さった深さを錘の目方で割った値を縦軸に、ピンが試料に当たるときの速度を横軸にとってプロットするとツチクジラ、ミンククジラ、マッコウクジラごとに明らかに異なる曲線を描く。

これらの曲線からピンが皮脂の中を通り抜けるとき、速度に関係しない抵抗と、速度の二乗に比例する抵抗を求めることが出来る。つぎにエアガンのガス圧を変えながら、いろいろな目方のピンを発射してその速度を測り、エアガン自体のエネルギー変換効率を求める。これさえ分れば、たとえばマッコウクジラならばどれくらいの目方の錘をつけて、どれくらいのガス圧で打ち出せば何 cm 刺さるかということが直ちに分る図表が用意できる。エアガンは多少大きな音を出すので千葉大弓道部の了解を得てその塀の中を借りた。発射したピンの速度測定には野球部からスピード・ガンを借りることにした。これは高価なもので壊されると困るといって難色を示すので、それならばと野球部員ごと借り出して手伝って貰った。100g 程度のピンが跳ね返ることなく所定の深さに刺さるためには、後ろに 1~2 kg の錘をつけて打ち出さなければならない。したがってエアガンで遠くから狙いを定めて鯨に取り付けるといわけにはいかず、10 ~ 20m という至近距離まで鯨に接近する必要がある。

鯨の専門家である日本鯨類研究所の大隈清治氏にこの計画への期待をお尋ねしたところ、シロナガスクジラの生態調査が最大の目標であるが、とりあえず最初はミンククジラから手がけては、とのご意見であった。平成 12 年(2000 年)には北海道の標津を何度か訪れ、ホエール・ウオッチングの船に便乗してミンククジラに対するピン装着の可能性を調査した。ミンククジラはあまり群れを作らず、しかもかなりすばしこいので、魚の群れの中で夢中になって餌を採っている場合以外は近寄ることが難しいということが分った。ただ魚が群れている上空には “ミズナギドリ” が群れて、いわゆる鳥山をつくるのでホエール・ウオッチングのためにもよい目標になるとのことであった。誰かに呼ばれて一散に駆けつけるかのようにせわしなく泳ぐミンククジラを追っていくとき「もうここまで」という船長さんの声に気がつく前方に国後島がくっきりと見えていた。拿捕されても困るのでやむなく U ターン。



エアガンを操る長岡さん



観測用受信アンテナ



返しのついたピン



量に狙いを定める筆者

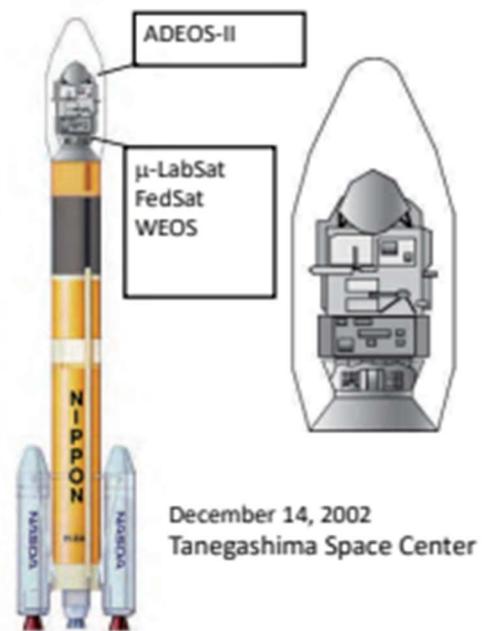
もう少し易しいところから始めようとマッコウクジラに目を向けた矢先に、さるヨーロッパのテレビ局から取材の申し込みがあった。鯨には愛護団体がらみの微妙な問題があり、どのような扱われ方をするのか制御しきれない要素もある。そこで取材に関してはまだ機が熟していないからと郑重にお断りしたが、話のついでに長岡友久さんという方が室戸神でホエール・ウオッチングの船を出しているという情報を得た。さっそく高知県室戸市佐基浜のお宅に伺い、当方の計画を説明して発信機の取り付け作業へのご協力をお願いした。かつて捕鯨の砲手としても豊かな経験のある長岡氏にご快諾いただき勇んで宿に戻った。夕食のときに耳にして驚いたことに、同氏は元大関朝潮（当時若松親方、現南砂現方）のお父上とのことであった。そういえば朝潮は近畿大学の学生相撲出身で、もとは、長岡という名で出ていたことを遅まきながら思い出した次第である。長岡さんとの共同作業はさらに進み、千葉工大の弓道場でエアガンの試射をして頂いたこともある。

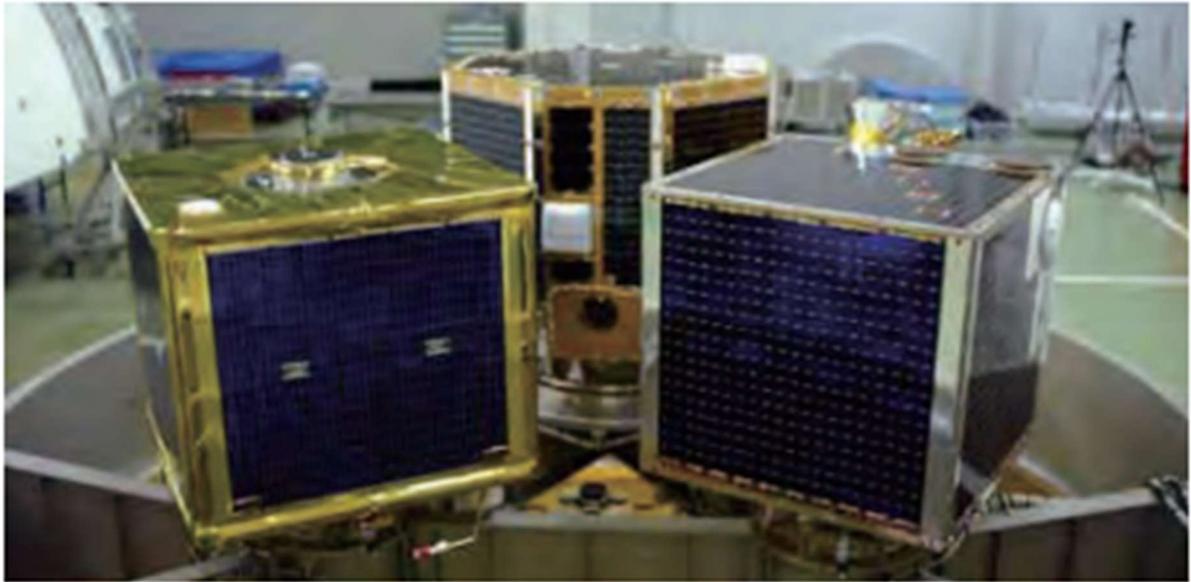
平成 13 年(2001 年)には長岡さんの 9 トンの船で鯨を求めて佐喜浜から潮岬をかすめ紀州の太地まで 2 回ほど航海した。大きなマッコウクジラには何回か遭遇したが 20 m という所期の距離までは接近できず、まだピンの装着にははたっていない。平成 14 年(2002 年)の 11 月には長岡さんと一緒に小笠原近海のマッコウクジラに対する装着実験を行なっている。

相模原の宇宙科学研究所で環境試験を終えた鯨生態観測衛星は津田沼の千葉工大の研究室で打上を待った。種子島から地球観測衛星 ADEOS-2 を打ち上げる時に、オーストラリアの宇宙機関が仕上げた 50 kg 級小型科学衛星 FED-SAT と、宇宙開発事業団がまとめた LabSat という 60 kg の試験衛星と一緒に相乗りとして軌道に乗せて貰うことになった。いままでひとがあまり手がけていなかったテーマに取り組んだため、何をすることも過去のデータが乏しく矢鱈と手間はかかった。しかしまめに学会発表を行ったところ多くの方々から関心をもって頂くことができた。平成 14 年(2002 年)1 月のネイチャー誌には好意的な紹介記事が載った。

しかし海上での装着はなかなか成功せず未だに自信を持って取り組める状態とはなっていない。

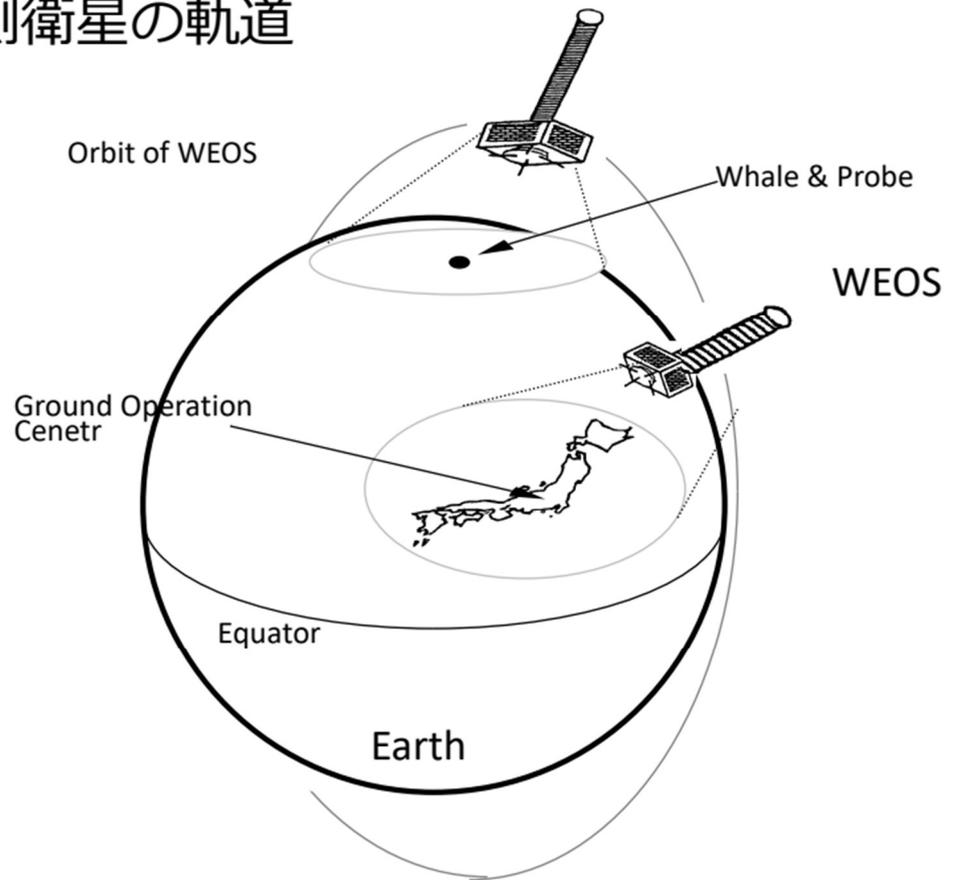
このシステムによって今まで多くの謎に包まれていた鯨の生態が解明され、ついでに海の環境についてのデータの取得も期待できる。重さは 50 kg と小柄ではあるが性能のよい衛星が数千万円という桁で出来るということを示すことによって、宇宙をより身近な存在として引き寄せ、若い人たちの多くが取り組める舞台にするというのも衛星設計コンテストのひとつの狙いである。





H2A-4 ピギーバック衛星

鯨生態観測衛星の軌道



WEOS mission overview

4.2 TSUBAME 開発私記 —2009-2014 松永研の或る学生

松下将典

東京大学 航空宇宙工学専攻 特任研究員

第 12 回衛星設計コンテスト設計部門：設計大賞受賞作品 偏光 X 線観測衛星「燕」

1. 本稿について

本稿は TSUBAME 開発の個人的体験記である。紙幅の制約から多くを割愛したが、2009~2014 年に学生として開発に参加していた頃の主観をつづる。なお、TSUBAME の開発や運用結果は学会などで多く報告され、総括^{1,2)}もなされている。学術的な詳細を求める場合は、それらの報告を参照されたい。また、開発の過程や様子は東工大の谷津先生が [Web](#) に興味深くまとめている。私が新たに提供できるのは、個人体験や所感(偏見)を書いた恥の多い駄文であり、脱線が多く、客観性や正確性に欠けるかもしれない。失礼な表現があれば謝りたく、訂正したい。

想定読者は、衛星設計コンテスト(以下 SatCon と略)や衛星開発に興味をもつ学生である。一般向けに書いたつもりだが、実際には開発経験者にのみ理解できる文章になったかもしれない。本稿が大学生として衛星を開発する感じの参考になれば幸いである。私にとって衛星開発は、遊びであり楽しいものだった。一方で、働いて働いて手に入れたものは絶望と奨学金という名の借金という側面も一時あった(現在では学生への経済支援は改善されているだろう)。苦楽を超越して呼吸のような行為になっていたし、やらずにいられないだけだった気もする。とにかく、自分の限界を超えようとし続け、とてもできそうにない仕事を果たして得た実力や自信、それにとまなう恒常的な幸福感の上昇(有能感の向上)は財産である。また、TSUBAME 開発の時代には、超小型衛星向けの機器がまだ販売されておらず、開発環境は現在と異なっていた。そうした状況は新しい宇宙システムを開発する際の参考にもなるかもしれない。

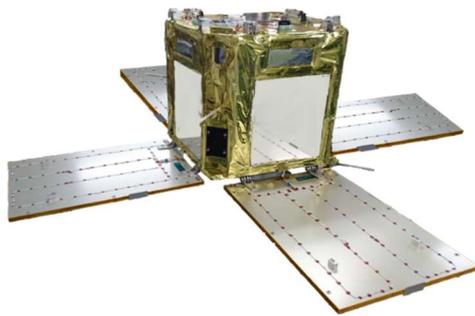
本来であれば松永先生が TSUBAME について執筆するのが望ましいが、それは叶わなかった。原稿依頼は松永・中条研究室の中条先生の元に来たが、研究室には既に TSUBAME 経験者がいなかった。私がホップ数 1 で近くにいたこともあり、僥越ながら寄稿することにした。

以下、2,3 章は補足説明であり流し読みでも構わない。4 章が本題である。

2. TSUBAME プロジェクト概要

2004 年、第 12 回衛星設計コンテストに偏光 X 線観測衛星「燕」という作品が東京工業大学 松永研究室および河合研究室から提出され、大賞を受賞した。この 50kg 級衛星は 2009 年から開発が本格始動し、東京理科大学 木村研究室がカメラを開発する地球観測技術実証ミッションも追加して、「地球・天体観測技術実証衛星 TSUBAME」に正式名称が変更された。当初は 2012 年打上げの予定だったが度々延期され、2014 年 11 月 6 日にロシアのヤスネ宇宙基地から発射されたドニエプルロケットで相乗り衛星の 1 つとして打上げられた。打上げ直後、不可視中に完全自律での 4 枚の太陽電池パドル展開、磁気トルカによるデタンプリング・スピニアップ・太陽指向を正常動作させ、11 月 7 日には東工大地上局にて CW 受信、コマンド・テレメトリの送受信に成功した。しかし、当初のアイデアである、コントロールモーメントジャイロ(CMG)を用いた高速姿勢変更により偏光 X 線を観測するという挑戦的なミッションの達成には至らなかった。

■TSUBAME ミッション、システム

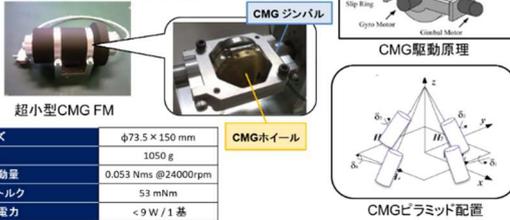


サイズ	450 × 450 × 560 mm ³ (打上げ時)
質量	48.6 kg
設計寿命	1 年
想定軌道	太陽同期準回帰軌道 (高度500 kmの円軌道)
電源供給	太陽電池セル(最大130 W @ EOL) Li-Poバッテリー(16.2 Ah, 360 Wh)
最大消費電力	68 W
通信	アマチュア帯通信(1200 bps) S-Band通信(最大100 kbps)
打上げ	2014年11月6日

図1 地球・天体観測技術実証衛星 Tsubame

超小型コントロールモーメントジャイロ(CMG)の軌道上実証

- 超小型CMG: 新規開発
- 多摩川精機(株)との共同開発
- 4基のCMGをピラミッド配置した冗長設計

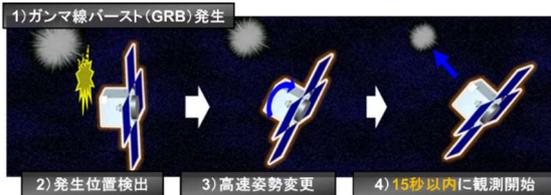


サイズ	φ73.5 × 150 mm
質量	1050 g
角運動量	0.053 Nms @24000rpm
発生トルク	53 mNm
消費電力	<9 W / 1 基

ガンマ線バーストの硬X線偏光観測

- ガンマ線バースト (GRB): 全天で最も明るい突発的爆発現象
- 突発的現象であるため、発生箇所・時期の予測が困難
- バーストの継続時間は数秒~数十秒と言われる

高速姿勢変更によりGRBの有意なX線偏光観測を目指す



高分解能小型光学カメラを用いた地球観測

- 新規開発の光学カメラを軌道上実証
 - 高分解能 GSD: < 10m@高度500km
 - 小型, 軽量
 - 民生部品の使用: 低コスト
- CMGとの組み合わせによる地球観測
 - 一点連続指向撮影: ある地点の詳細な情報を取得
 - パノラマ合成撮影: 高分解能・広範囲の地球観測



	工学系	理学系	カメラ系	初期運用・定常運用 ミッション運用
ミニマムサクセス	1. 小型衛星バスの実証 ・ バトル展開、熱制御 ・ 初期運用での電力確保 ・ FPGAを利用したC&DH ・ 姿勢安定化 ・ アマチュア通信	1. 観測系の動作実証 ・ WBMの正常動作 ・ HXCPの正常動作	1. 光学カメラが模擬宇宙環境(熱真空条件下)で機能し、軌道上での健全性が確認できること	
フルサクセス	1. 定常運用時の太陽指向制御の確立 2. 衛星-地上局間の高速度通信回線の確立 3. 超小型CMGの基本性能確認	1. GRBの検出および発生方向の決定 2. 散乱されたX線の異方向性検出 3. WBMで検出したGRBをHXCPで観測	1. 地上面の画像が取得でき、その場所が判別できること	
アドバンスドサクセス	1. ガンマ線観測での高速姿勢制御の実証 2. 地球観測での高精度姿勢安定化の実証	1. 少なくとも1個のGRBに対して、MDP30%以下で偏光の有無を観測する	1. 地上分解能10mが確認できること	

図2 Tsubame ミッション、サクセスクライテリア

TSUBAME の外観や諸元を図 1 に示す。地球周回低軌道の約 50cm, 50kg 級衛星である。TSUBAME は、超小型衛星の高度化やミッション拡大を目指す早期実証衛星であり、高速姿勢変更と高精度姿勢指向の両立を目的としている。図 2 の通り、TSUBAME のミッションは、高性能 50kg 級衛星バスの実証に加えて、下記がある。

- ① 超小型 CMG による高速姿勢変更技術の実証 (要求:角速度~6deg/s)
 - ② ガンマ線バースト(GRB)の硬 X 線偏光観測 (要求:位置決定精度±5deg)
 - ③ 高分解能小型光学カメラを用いた地球観測 (要求:指向精度<0.72deg, 姿勢安定度<0.5deg/s)
- CMG による高速姿勢変更と組み合わせることで、いつ・どこで起きるか予測できない GRB の初期観測が可能となり、広範囲パノラマ撮影(多地点にカメラを振る)や指向撮影(一地点にカメラを向け続ける)という地球観測が可能になる。

TSUBAME システムと地上局システムの構成は図 3 及び図 4 の通り。松永研はこれまでに CubeSat を 3 機開発してきたが(図 5)、検討を深めるにつれ、50kg 級の TSUBAME には CubeSat バスの流用が難しいと判断し、ほぼ全てが新規設計となった。地上局は、難航していたが複数準備していた。

当時、大学衛星には 10kg から壁があり、生存日数が短くなる傾向が示唆されていた(図 6)。TSUBAME は 50kg 級なので 10kg を超えており、この観点からも挑戦的と言える。実感としても、衛星を手で持てなくなると、労力が桁違いに大きくなる。

TSUBAME の運用モードは図 7 の通り。衛星が回転してスピン安定する磁気トルカ(MTQ)で姿勢制御する運用モード、三軸姿勢制御で衛星が回転せずに CMG で姿勢制御する運用モードに大別される。CMG は挑戦的なので、より確実な MTQ 姿勢モードを基礎的な運用モードに設定している。なお、TSUBAME 開発時には、松永研は MTQ を使用した定常的な太陽指向制御を行った経験がなかったが、Cute-1.7 + APD II で一時的な MTQ 姿勢制御実験には成功している。

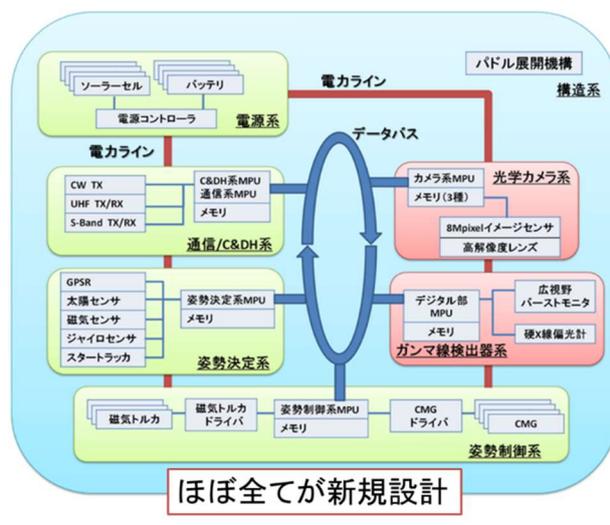


図 3 TSUBAME システム構成

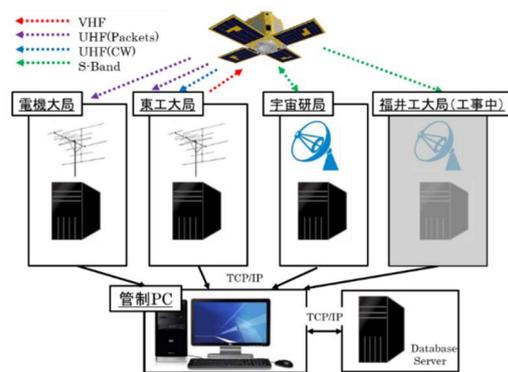
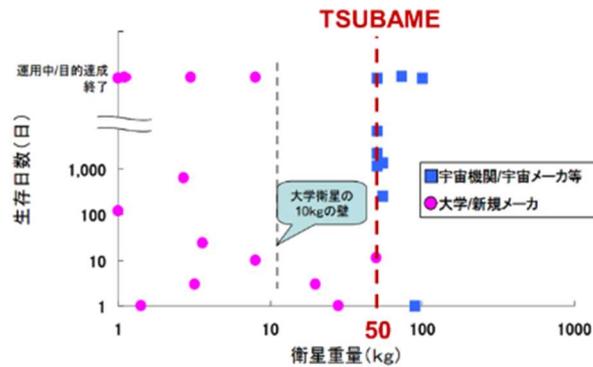


図 4 地上局システム構成



図5 松永研 CubeSat から TSUBAME への飛躍



小型衛星の重量と生存日数 齋藤ら (2011)

図6 小型衛星の質量と生存日数

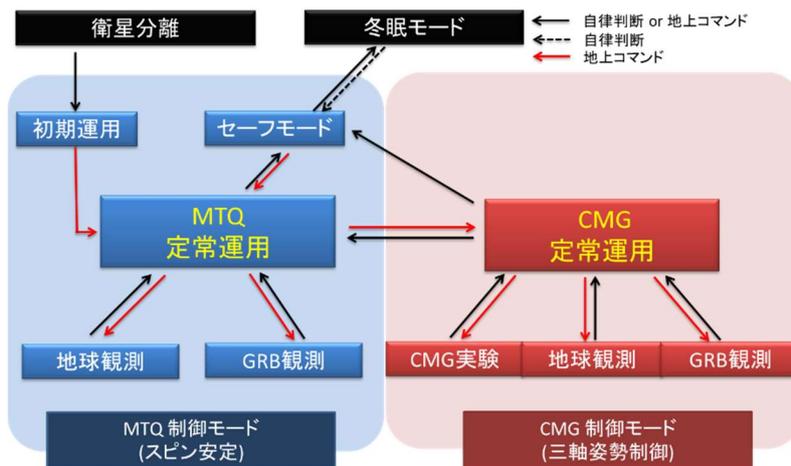


図7 運用モード

■ 開発記録集

参考資料集として、開発の進捗実績や様子を図 8~12 に示す。





a) 輸送直前のクリーンルーム b) 空輸見送り

図9 2014年度PFM開発メンバー



図10 輸送作業：衛星を専用コンテナに入れ、エアサス車両で運送し、アントノフで空輸



図11 射場作業：構造系・電源系の学生1,2名で現地対応



図12 運用

3. 衛星設計コンテスト 偏光 X 線観測衛星「燕」

第12回衛星設計コンテスト作品 偏光 X 線観測衛星「燕」(2004年 設計大賞)を元に、TSUBAME は開発された。衛星設計コンテスト時代について、当時 15 歳の私は知る由もないが、松永研は CUTE-I 運用および Cute-1.7 + APD 開発の最中に「燕」を提出している。

現状、作品が開発・運用までつながることは稀であり、作品に関わった学生は卒業し、アイデア段階のことを知らない学生が衛星を開発する可能性が高いだろう。

衛星設計コンテスト「燕」の頃 — 谷津先生 談

SatCon 提案時は河合先生・片岡先生(当時助教)がサイエンスチームをリードしていました。当時、2004年に太陽観測衛星 RHESSI がガンマ線バーストの偏光らしき兆候を捉え、その粒子加速機構を探るには偏光計測が決め手になるだろうと考えて提案しました。ガンマ線バーストからの放射は長くて数十秒~数百秒程度であり、その間に到来位置を決定して、望遠鏡をその方向に向けて光軸上で観測する必要がありました。

これは、2004年当時世界最先端の観測衛星であった NASA の Swift 衛星(日本語で「あまつばめ」のこと)と同様の離れ業(軌道上位置決め・自律観測制御)であり、これをなんと超小型衛星でやってしまおうというとてもなくチャレンジングなものでした。ちなみに、TSUBAME という名前は、この Swift に対抗するという気持ちに由来し、理学系からの発案でした。理学系にいた我々としては、これほどのアクロバティックな衛星制御であったにも関わらず、「工学系ができると言ってるなら、多分出来るんだろう」程度の認識しか持っておりませんでした。その後5年にわたる地獄のような産みの苦しみを一緒に味わうこととなったわけです。

■作品「燕」と実機「TSUBAME」の比較

コンテスト作品の燕(図13)について、ミッションは CMG による高速姿勢変更でガンマ線バーストを観測することであり、TSUBAME に継承されている。燕は 20kg, 30×30×20 cm(打上げ時包絡域), 最大消費電力 25W である。CUTE-I, Cute-1.7 + APD という数 kg 級 CubeSat をベースに検討されており、太陽電池をボディマウントし、分離機構は CUTE-I と同じものを使用している。ロケットは H-IIA である。一方、TSAUBAME は 48.6kg, 45×45×56 cm, 最大消費電力 68W なので、質量 2.4 倍、包絡域の容積 6.3 倍、最大消費電力 2.7 倍になっている。TSUBAME は、現実の CMG とそのドライバの質量・消費電力が想定よりも大きく、熱の観点で太陽電池をボディマウントできず、SAP は 4 枚構成であり、分離機構には PAF を使っており、スタートラッカや地球観測カメラ等も追加搭載している。ロケットは DNEPR(ドニエプル)に変更となった。

作品と実機に乖離が生じた原因について、谷津先生の談話を元にするると以下のとおり。サイズが変わってしまった主な要因は、やはり、CMG の寸法と電力が想定を超えて大きくなったことである。また、ガンマ線センサについても浜松ホトニクスと協力して耐震・耐衝撃化したマルチアノード光電子増倍管を世界で初めて搭載して世界最高のガンマ線偏光検出感度を目指した。この結果として、センサの体積も徐々に大きくなり、提案時のサイズには収まらなくなってしまった。

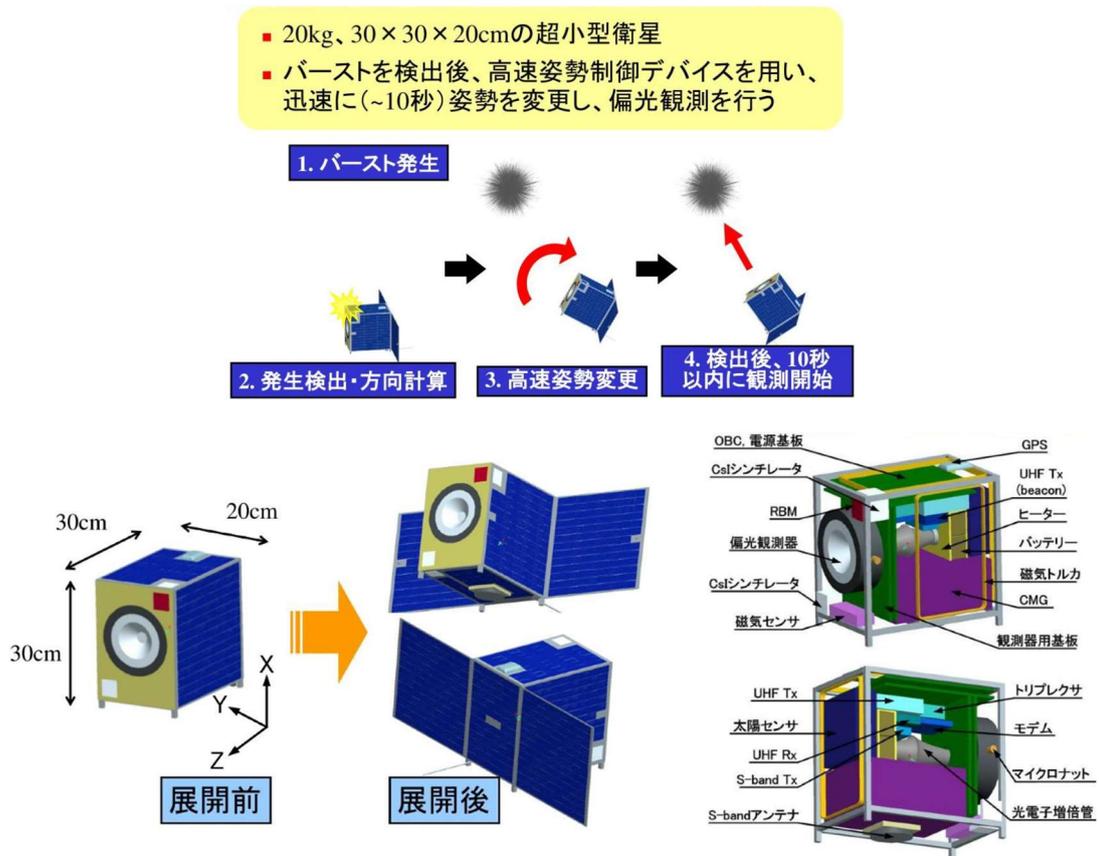


図 13 第 12 回衛星設計コンテスト作品 偏光 X 線観測衛星「燕」 (出典:コンテスト発表資料)

4. TSUBAME 開発私記

TSUBAME を開発するために生まれてきた。そう信じかけるくらい、私は衛星 TSUBAME に大学時代の全てを捧げていた。

■開発初期の頃

高校生の時、松永研 Web サイトの TSUBAME 紹介記事を見て、これは自分の衛星だと感じた。その後、TSUBAME の開発を目的として、2009 年 4 月、東京工業大学に入学した。松永研のサイトには、「衛星プロジェクトに参加してくれる方を募集しています。最後までやりぬく気持ちさえあれば、どなたでも大歓迎です。前提知識はいりません。(中略)本物の衛星開発に携わることができます。」と書かれていた。すぐにメールして松永研学生室に行き、M2 の先輩と話して目的を伝え、TSUBAME 開発メンバーになることができた。B1 の 4 月時点での衛星開発への参加は RTA in Japan で走者になれるくらいの松永研史上最速記録だろう、意味ないけど。

最初は松永研の新人研修として、H8 マイコン(AK I - H 8 / 3 0 5 2 F 開発セット)を作って苦労しながら遊んでいた。ほぼ毎日、松永研に通うようになり、自分の席をもらうことができた。

少し経ってから、先輩のはからいで松永先生と面会することになった。当時の私は研究室の先生を部活の顧問のような存在だろうと思っていたが、松永先生にとっては急に知らない学生が机を使っている状況だったらしい。先生の部屋に何うと、「なんでそんなに急いでるの」と言われた。私は少し驚いたが、当時は 2012 年に TSUBAME が打ち上げられる予定だったので、今から開発

に参加しないと間に合わないと思っていた。何を話したか忘れたが、参加を歓迎してもらえた。いつものように先生の話は95%が雑談とニヤニヤ笑いで楽しい時間であっただろう。

毎週の衛星開発の定例会(SSPM, Small Satellite Program Meeting)に参加することになった。最初は専門用語ばかりでよく分からなかったが、数ヶ月で慣れてきた。SSPMでは、全体や各系の進捗報告・計画、問題点など全てを全員で議論するので、多くを学ぶことができた。

私の担当するサブシステムを決めることになったが、人手不足だったので、電源系にした。TSUBAMEでの最初の仕事は、電子部品の放射線試験のため、DsubやIL-Gコネクタ付きハーネスを大量に作ることだった。夜遅くまで連日作業して間に合わせたが、試験前日には先輩たちが泊り込みで作業していた。

また、研修の一環として、ARLISSという大会でCanSat(模擬人工衛星)を作ることにになり、松永研チームの構造系として参加することになった。CanSat用部品を自ら加工するため、B1の夏休みの8月は機械工作室にはほぼ毎日通い、機械加工していた。あるとき先輩の指示にしたがい丸型中空スペーサを旋盤で苦労して何個も拵えたが、買えるはずなので今思うと謎である。

B3まではそんな調子で色々と開発を手伝っており、週2くらいで大学に泊まっていた気がする。当時の私は土日に休むという日本で最近できた風習を疑い捨てるくらいには作業した。連日泊まり込んでいる先輩もいた。たいてい深夜2時頃まで作業した後、机の下で寝る人が数人いて、朝になるとやって来る学生に起こされていた。

机上の概念検討から物体としての衛星が開発されていく過程は興味深かった。最初は、打上げ未定の中で、多くの人可以实现できるか半信半疑だっただろう。BBM開発で部分的に回路を試作・試験し、段ボールや紙で衛星モックアップを作り、EM開発で衛星構造を組み上げたときに初めて実感が湧いたはずだ。

最初は作業しているだけでも思えたが、B2の頃には衛星を作っていると思えた。B3の頃には自分が衛星を作ると同時に、衛星が自分を作っていることを自覚し、B4の頃には指導教員は衛星だと思った。M1の頃には自分と衛星が一体化して感じられ、M2の頃には衛星システムは世界システムの一部であり、その境界線は幻想に過ぎないことも自覚できるようになった。ちょっと何言ってるか分からないかもしれないが、禅修行に近いことを言っている。本気で衛星を作れば自然と体得できることに思える。

紙幅の制限もあるので、開発の過程やその考察など、以下に印象に残った点のみ離散的に書く。

■松永研におけるTSUBAME開発の特徴

私見だが、超小型衛星の本質は開発姿勢に現れ、寸法・質量は形式に過ぎない(Small sat is attitude, not style 的な)。いかに開発して運用結果をどうフィードバックするか等について、開発組織やそれを取り巻くコミュニティの態度・思想が重要になる。以下、当時の開発の特徴を良かれ悪しかれ、いくつか挙げる。2.~4.は体制が脆弱という見方もできるだろう。

1. 開発当初からミッションとその要求が明確でブレなかった。

SatConの寄与があるかもしれない。衛星開発は「スナーク狩り」になりがちだ。白紙の地図を持って、誰も見たことのないスナークを探す状況、つまり要求仕様が分からない状況での開発を余儀なくされる。また、学生が作業するにも、「民生品で良いから安く作る」な

ど含め上位レベルでの方針がないと動きようがない。少なくとも、衛星 TSUBAME を納品して打上げまで漕ぎ着けられたのは、明確なミッション・要求が一因だろう。これらは研究計画やプログラムレベルの話なので教職員の力量による。

2. 全員がサブシステム兼システム担当だった(全体を調整する衛星システム専任者はいない)。SSPM では、全体および各系の進捗や問題など全てを議論することもあり、全員がシステム全体を理解しながら各系を開発した。システム担当者を介さず各系で直接議論することで、仕事が早く進み、不都合は無かったように思う。網羅性などに危なっかしさはあるが、シームレスな小規模組織で自律的な開発者が素早く対応できるゆえの体制だろう。人員不足なのでサブシステムの作業に追われること、超小型衛星なので全体を見やすいことから自然に構築されたと思われる。

3. 学生が主体的に開発していた。

松永研は学生が自発的に衛星を作り始めた歴史的経緯がある。学生が起業して衛星を作ったら、似た開発環境になるのかも知れない。修士以下の学生 8 名(平均値)が代替わりしながら開発した。松永研教職員は松永先生のみであり、たまに SSPM に参加するぐらいで、基本は学生に任せていた。これはふつう怖くなるので胆力が要る。忙殺されていただけかも知れないが、学生が自由に研究できる土壌を作る意図もあったように思う。もちろん学生だけでは難しいので、学生からメーカーや専門家に相談していた。マネジメントも学生が行い、学生プロマネ 1 名がとりしきる。

4. バス系・ミッション系が一体となって衛星を開発した。

東工大・理 旧河合研の谷津助教(三菱電機から戻った)は精力的に SSPM に参加され、PFM 開発あたりでは実質的な技術指導を全系へ行っていた。理学系ながら河合研は高い技術力を持っていた。このことは日本の X 線天文学の研究者が歴代の宇宙研衛星を手作りしてきた歴史的背景による。そのため、バス開発への理解および貢献が大きく、理工一体となって衛星開発したことは重要である。また、木村研からの貢献(予算、放射線試験、衛星バス内 CAN 通信不通のデバッグ等)も非常に大きかった。ミッション機器開発者はお客様の立場でミッション・機器の要求を出すだけではダメで、要求を衛星開発者が作業できるように現実的なシステム要求に落としこむ必要がある。それには衛星バスを作れるほどの知見がいるし、バス開発への献身がないと衛星が完成しないように思えた。Skin in the game という雰囲気が充満し、寓話 The Chicken and the Pig における鶏は少なかった。

■TSUBAME の技術課題

プロジェクトは BBM 開発しながら、大手宇宙企業 OB も招聘して概念設計を詳細化していたが、激論があった。最大の懸念点は図 14 のものだ。CMG の発熱が大きく、小型衛星の割に消費電力が大きくて変動もするため、熱設計が問題になった。放熱面を確保する都合、太陽電池をボディマウントできず、大電力発生のため太陽電池パドル 4 枚をつけた。これは定常的な太陽指向姿勢制御を要求し、それができなければバッテリーが枯渇するので、松永研としては挑戦的だった(ちなみに、後の衛星ひばりは、CMG ではなく太陽電池パドル駆動による省電力な高速姿勢制御で、上記問題を解消している)。開発チームが最も警戒した技術課題は、ロケット放出後、衛星が

完全自律制御で衛星の回転を止め(デタンプリング)、パドル展開し、スピナップして、MTQで太陽指向できるかだった(図15)。MTQはトルクが弱く、ロケット放出から太陽指向までに悪条件で約8時間かかり、バッテリー枯渇するリスクがあった(リアクションホイールが使えれば難易度は下がったろう)。また、衛星システム設計としては、太陽電池アレイレギュレータの発熱が大きいため、高効率なシリーズレギュレータを新規開発し(民生品が無かった)、その発熱する半導体を並列構成とし、分散配置で構体側面に固定して放熱させ、衛星内部と断熱する方針で着した。衛星構体は、慣性モーメントを極力小さくするべく高密度な機器配置とした結果、直方体の角を落とした八角形状で内部パネルは井桁構造が採用された(図16)。実際に衛星を組むと、ハーネスがすし詰めになり、パネルで押し込まないと組めなかった。大電力な上で慣性モーメント最小化を図ったので、他衛星と比較すると電力密度が高くなり(図17)、開発難易度は上がった。衛星質量あたりのバッテリー容量が異様に高いのはバッテリー枯渇に対する警戒心の現れともいえよう。

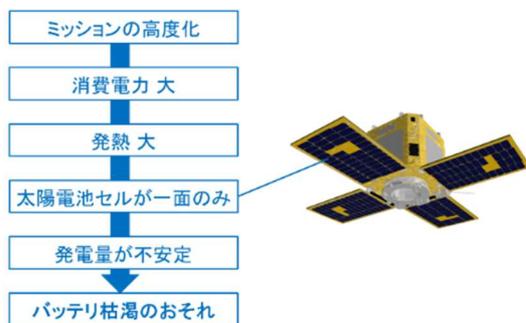


図14 技術課題



図15 軌道投入後の自動シーケンス

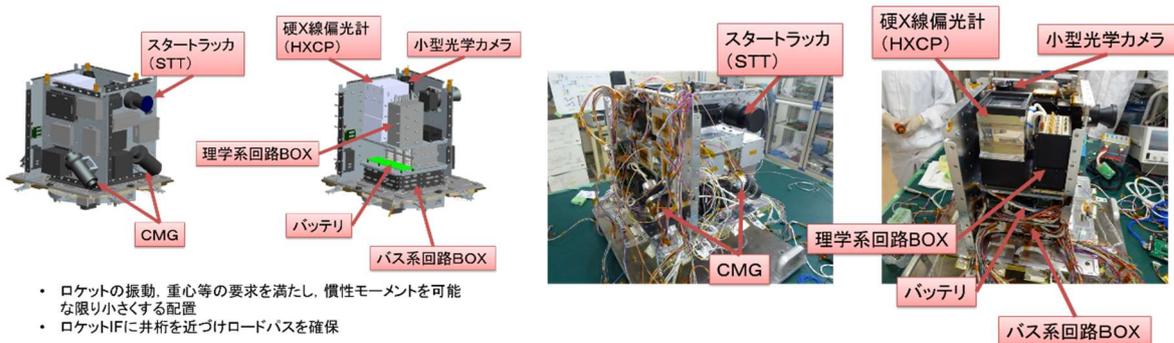


図16 機器配置(左:CAD, 右:実機)

結果的に運用で太陽指向できたが、盲点となった所で不具合が出ている。この現象は「十分な目玉があれば、全てのバグは洗い出される」という俗信に従っているように思われる。私見では、むしろ、誰も目を向けていないこと(特に目を背けていること)に対処すること、知らないことを自覚して知ろうとすることが重要だった。

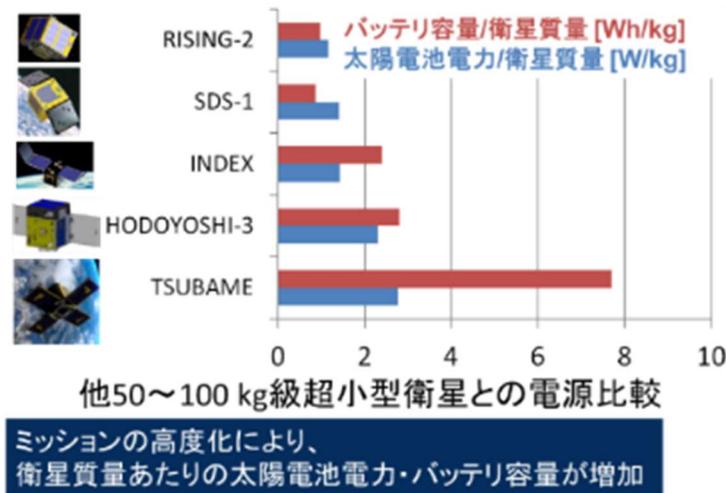


図 17 電源系の比較

■開発の愉しみ

開発は、問題を発見して解決することの連続であり、長く苦しいが、愉しみはデバッグにある。開発者がバグを入れるのは、自身の認識や理解不足のためであり、虫のせいではない。よって、理解度を上げない限り、解決できない。つまり、設計時の自分を超越することが求められ、問題解決の戦闘力を上げる必要が生じる。暗中模索で理解を深め、仮説を立て、テストで検証し、問題解決できたときに分かったと歓喜する。このようなアハ体験の積み重ねが衛星を作る上での最大の愉しさだったと思うし、修行になった。デバッグ後、類似問題は未然に防げ、遭遇しても「フリーザていどなら一撃でたおせるほどのウデ」になる。

■電源系のデバッグ

PFM 統合試験で、リチウムイオン組電池を急速充電(CV:25.2V, CC:3A)した瞬間、衛星全体がリセットされ、電源系の動作がおかしくなった。衛星をバラして調査すると、電池管理基板上のパワー半導体が焼損していた。この辺りは先輩が詳細設計したが、バグ発生直後に卒業してしまったので、2013年4月にM1となった私が電源系の全てを1人で担当し、この致命的な問題を解決する必要があった。 SHIPPINGが2013年12月と当時言われていた(後で延期)ので、時間的にも厳しかった。多くの人が心血を注いだ、数億円規模のプロジェクトの成否が私にかかっている感覚があった。開発初期に電源系の根幹設計を検討した、大手企業OBの電源系アドバイザーへのはなむけにも完成させたかった。病床でも検討を続けていたらしく生涯現役で逝去されていた。不適切かもしれないが「格好いい、こうありたい」と思った。

さらに調査すると、充電回路のスイッチング動作によって強烈なスパイクノイズが生成されており、悪さをしていた。色々勉強した後に[この記事](#)を読んで仮説を立てた結果、原因は、電圧サージを発生させる寄生インダクタンスの未考慮、つまり充電回路周辺のパターン設計・ケーブル設計の配慮不足だった。回路図は正しいので、わからん殺しされやすいバグだ。他人が作った詳細設計を完全に理解するのが大変だし、時間をかけて試作しても壊れるし、脳漿を絞っても手がかりすら掴めなかったので身投げしたくなったが、理学系の谷津先生が助けにきてくれたお陰

でなんとかあった。基板改修や作り直し、抜本的な電源系の見直しを図ることになり、電池管理回路は新設計で製作、EPS 基板(いわゆる PCDU 相当)はツギハギによる改修となった(図 18)。なお、EPS 基板は私がカッターでパターンカットしており、フライト品とは信じがたい見た目だが、軌道上での異常動作は確認されていない。なお、新規製作した電池管理基板の納品後の動作確認および電源系全体での検証作業は、14 日連続で 1 日 14 時間ほど作業してデバッグを完了した記憶がある。

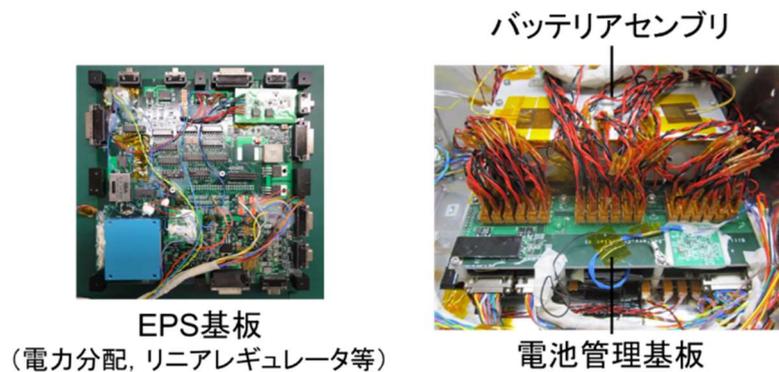


図 18 電源系基板(フライト品)
バッテリーアセンブリ含め全て学生が設計・製作

■PFM の End to End 試験

2014 年度には M2 の私が学生プロマネも兼ねた。2014 年 8 月の SHIPPING までに衛星を完成させる必要があり、そのためには模擬地上局と衛星をつないだ End to End 試験(E2E 試験)で全機能の健全性確認をする必要があるが、試験日数が足りないことは明らかだった。非常に迷ったが、1,2 ヶ月ほど 24 時間体制で試験し続けることを他の学生に提案し、受け入れられた。2 名ずつ 3 交代での 24 時間試験とし、私は深夜~早朝枠だった(昼間も作業していた気がする)。深夜枠はほとんど作業がなくテレメトリを見守るだけだったので、相方は寝てることもあった。

その夏は寒かった。バッテリーの劣化防止という理由で、クリーンルームはエアコン 20°C 設定にしておき、特に夜はこごえながら作業していた。今思うとそこまでする必要は無いが、それぐらい衛星を優先していた。

ある日、クリーンルームの外から E2E 試験の様子を見ていた。「あれ、安定化電源の電流値が急増し、薄白い煙が出てるような...」と思った刹那、大きな破断音、後に「ぬわー！！」とか「縛り縛り縛り！」という UTF-8 の文字化けみたいな叫び声が聞こえてきた。静寂の後、状況を理解したが、誤ってパドル展開させたのだ。衛星はロケット放出つまり電源投入後、一定時間経過後にパドル展開のため自動的にテグス溶断する設計にしておき、高張力のテグス破断時に大きな音が生じる。E2E 試験では、電源投入後にパドル展開を回避するコマンドを送っていたが、忘れたとのこと。ストッパーを用意していたのでパドルは無傷だったが、前兆をすぐに察知できるくらい感覚を研ぎ澄ませていたのだと思う。

奇跡にも思えたが、結果的に計画した全試験項目を達成し、全機能の健全性確認ができた。とは言え、72 時間くらいしか連続運転できなかった。犠牲は大きく体調不良になった学生も出たが、

SHIPPING前日は、徹夜で学生それぞれが完成した TSUBAME とのツーショット写真を撮って誰も帰ろうとせず、衛星を愛で、健闘を讃え、出荷して目の前から無くなるのが信じられないといった異様な高揚感に包まれていて、(早く帰りたいけど)とても印象的だった。こんなもんじゃないという気持ちもあったが、完成した衛星の美しさは、ルーヴルで見たモナ・リザを超えていた。自分で作ったカレーが一番うまいのと同じ理屈に加えて、工学的論理美が分かるのだ。

■運用の前後

衛星 SHIPPING後、東工大地上局の整備に大きな労力を要したが、主担当した学生 1 名の尽力で打上げに間に合った。地上局整備は見過ごされやすいが大きなタスクだ。本当は、運用計画における異常対応の具体化や運用訓練をすべきだが、その知見や余力はなかった。

運用で何が生じたかやその反省の正確な記述は 1), 2)を参照されたい。衛星が打ち上がり、無事に太陽指向でき、7日間ほどは大きな異常がなかったが、アマチュア帯受信機が故障し、アマチュア帯のアップリンクが通らなくなった。もう 1 つの通信系統の S 帯からアップリンクすれば問題ないが、そのための地上局は使えない状態であり、使えるように準備していた。悪いことに、衛星がセーフモードに移行した場合、S 帯受信機を OFF にする設計だった。これは、S 帯地上局はやむを得ない事情があって使用を諦めていたことや電池枯渇リスクの最小化を重視する考えが影響している。何が安全かの判断は難しい。打上げ後、S 帯地上局が使える見通しが無い前提で、セーフモード中に S 帯受信機が ON 状態でも消費電力が増えるだけではといった議論を交わし、反対意見も一部出た中で私が決断した。ただ、射場作業の時、本当に OFF でいいのか、ソフト書換を依頼しようかギリギリまで迷った記憶がある。太陽指向後すぐ、セーフモード中に S 帯受信機 ON となるコマンドを送信する計画として納得したが、その時間的余裕がなかった(その優先度をより高めれば良かったのかもしれない)。そして、打上げから約 1 ヶ月後にセーフモードに入り、S 帯受信機 OFF となってアップリンク機能を喪失した。約 3 か月後には CW 送信も途絶した。

気が滅入った状態でも不具合解析をしないと次の機会をつかめない。膨大な作業をして原因解明に目処をつけ、総括にも長い時間をかけた。私は、建設的な議論も非難に聞こえるくらい精神に異常をきたしていたが、燃え尽き症候群に近かったのだろう。終戦直後の落胆、混乱、価値観の一変はこんな感じだろうかと思った。私は信念体系を見直さざるを得なかった。

個人的な振り返りの 1 つとして、自然科学の知識や技術力だけでプロジェクトの成否は決まらず、間違った前提や認識していない問題をどう発見するかなど正確な事実認識や将来予測も重要であり、また、プロジェクトを進めるには人文科学の知見なども含め総合的に問われると感じた。

■終わりに

TSUBAME は無駄だったのか。短期的にはそう思ったが、SatCon のひばりは、TSUBAME の PFM 開発・運用者が検討した。TSUBAME で得た技術や知見は東工大の [ひばり](#)、[DLAS](#) に活用され、成果を上げた。私が捧げているプロジェクト(HELIOS-R, OPENS 等)にもその技術や経験を活かしている。このような形でも、意志があれば、先人からの技術を継承・発展させて次世代に受け渡せる。研究開発プロジェクトは、成功/失敗という 1bit での評価はほとんど意味がなく、経時的に bit 反転する。結果に一喜一憂せず、その背後にある技術力や人が長期的に右肩上がり

で成長するかが重要だろう。成功と判断して改善を怠るのは致命的に思える。あえて挑戦して一時的に技術力が下がることもあるし、枯れた技術で成功し続けるのは停滞とも言える。

無謀だという批判もあるだろう。ただ、無謀にも思われる挑戦をしないと、社会における大学研究室の存在理由が無く、他に生きる道がない気もする。譬えば、厳しい環境へ最初に侵入する植物として先駆植物がいる。土壌を豊かにして生態系ができた後、他の植物に席卷され、別の裸地へ追いやられる。松永研は衛星設計コンテスト・CanSat・衛星開発・研究で独創的な宇宙システムを常に重視していたし、学生にもそれを考えることが求められた。松永研の様な資本を持たない組織が生き残るには、辺境を開拓し続けるしか無いのかもしれない。

誤解ないよう改めて書くが、私は衛星開発して良かったと思っている。それは、「こだわりがあるなら、それを踏潰すまで進まなければ駄目ですよ。」と漱石が『私の個人主義』において説いている意味で、つまり自己を確立する意味でも良かった。モノ作り経験や興味が全くなかった私でも、TSUBAME 開発が正しいのかは分からないが、楽しいかはすぐに分かった。憧れを実現させようとする幻滅が待っている。名峰は遠くから見ると美しいが、近づくと汚いし、登るのは辛い。それでも、やらないより、生活費のためだけに仕事をするより遥かにマシだった。賽の河原の石積みもシーシュポスの岩も好きでやったりや、記録を目指せば道楽だ。「騙された気分はどうだい」と松永先生に嗤われたとしても(そんなことは一切無いけど)、今度は私が手品で騙し、楽しませる番だろう。

「軌道上で動く CUTE-I を目で見て、手で掴むのが夢だ。そういうシステムを実現してよ」と松永先生は何度か言っていた気がする。スペースデブリ問題も注目される現在、衛星回収・再利用システムは、私達の世代で実現できる夢かもしれない。

参考文献

- 1) 松永三郎, 河合誠之, 谷津陽一, "超小型衛星 TSUBAME の開発と軌道上運用の総括," 第 59 回宇宙科学技術連合講演会, 2I08, 鹿児島, 2015 年 10 月 5-7 日.
- 2) Y. Yatsu, N. Kawai, S. Kimura, M. Matsushita, S. Kawajiri, K. Tawara, K. Ohta, M. Koga and S. Matunaga, "What We Learned from the Tokyo Tech 50 kg-satellite "TSUBAME"," SSC17-WK-41, 31st Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, Utah, USA, Aug. 5-10, 2017.

4.3 可視光通信実験衛星「ぎんれい」の開発

中島 厚

中島スペースエンジニアリングラボ代表

元信州大学大学院教授。「ぎんれい」プロジェクトマネージャ

第 18 回衛星設計コンテスト設計部門：電子情報通信学会賞受賞作品「こもれび」

1. 衛星設計コンテスト参加までの道のり

衛星設計コンテストの立ち上げを行い、運営側から関わってきた一人として、今度は自身の研究室の学生を指導しつつ応募側に立つ機会に恵まれたことは、偶然の巡り合わせであったのであろうか。1990年代の宇宙開発の世界的な動きとしては、大型ロケット、大型衛星開発指向が続く中、新たな芽生えとして、短期開発、低価格をキーワードとした小型衛星への関心が強くなり、国指導のプロジェクトから、公的研究機関、民間、大学等といったすそ野の広いプレイヤーの参加が可能となってきたことである。我が国においては、1986年及び1990年のH-Iロケットで相乗り衛星の打ち上げが行われ、国家プロジェクト以外でも衛星開発が可能であることが実証された。筆者は国立研究機関の研究者(当時の科学技術庁航空宇宙技術研究所 NAL、現在の宇宙航空研究開発機構 JAXA)として我が国初の相乗り衛星の開発に携わったが、自身の研究や新たな知見を求めている多くの研究者や技術者がそのアイデアと能力を生かして衛星開発が実現できる道筋の模索も続けてきた。1990年には国内外の相乗り小型衛星の打ち上げや、安価な打ち上げ手段としての小型ロケットに関する技術課題の抽出や情報交換を行うために、主に宇宙開発に関係した国立研究機関や民間企業が主体となった小型衛星研究会を立ち上げ、また、教育目的を主として学会主導で設立・運営されてきた衛星設計コンテストが1993年に第1回大会を迎えたことは周知の事実である。そして2023年には創立30周年を迎え、その間に多くの学生が参加し、現在、我が国の宇宙開発のリーダーとして活躍していることから、本コンテストが果たしている役割は大変意義があるといえる。

2008年、筆者はJAXAを退職し、国立大学法人信州大学に新たな寄付講座が開講されるにあたり、その専任教授として赴任し、学生の指導を行う立場になった。本講座は、多摩川・萩本寄付講座で、宇宙用ジャイロ機器メーカーである多摩川精機(株)(本社、長野県飯田市)と萩本博幸会長個人の寄付に基づくもので、別名モバイル制御講座と称される(開講期間は2008年4月から2013年3月までの5年間)。(トランスファー)モバイル：移動体(宇宙機、航空機、自動車、車両、船舶等)の制御に必須のセンサ、アクチュエータについて学び、実践的な教育を行って人材育成に寄与することを目的としている。2008年4月11日に信州大学工学部(長野市)において寄付講座開設記念講演会が開催されたが、講演者の東工大松永教授(2023年逝去)から「信州大学も是非衛星開発に挑戦して欲しい」とエールが送られたことは記憶に新しい。本講座は衛星開発を主目的としているものではないが、萩本博幸会長をはじめ、多くの方がその実現を切望されていることは容易に読み取ることが出来、筆者もそれを念頭に教育活動を続けた。

2008年10月から約2年間にわたってNEDO資金により小型地球観測衛星ASNARO(外観を図1に示す)に搭載される機器(2軸ジンバル付きXバンドアンテナ)の開発に、多摩川精機(株)と中島研が共同で着手した。中島研では、Thermal Desktop[®]による熱解析、熱真空試験及び熱数学

モデルの構築を担当した。2009年4月から研究室に学生が2名配属され(中島研第1期生)、本プロジェクトの熱解析に携わり、この経験が後の信大衛星の熱解析技術として継承された。

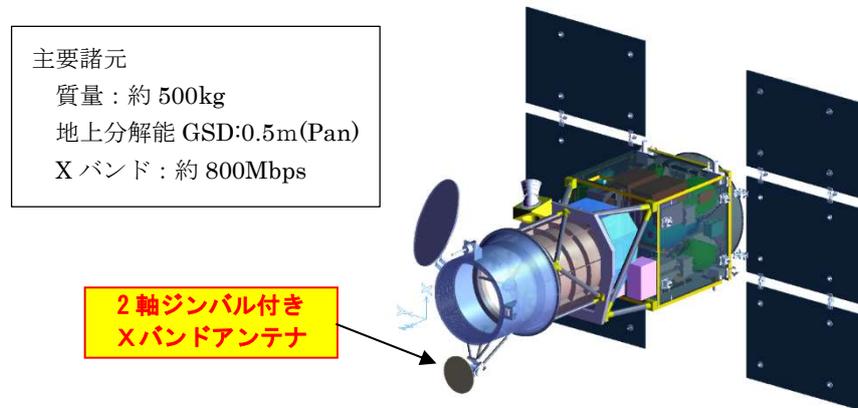
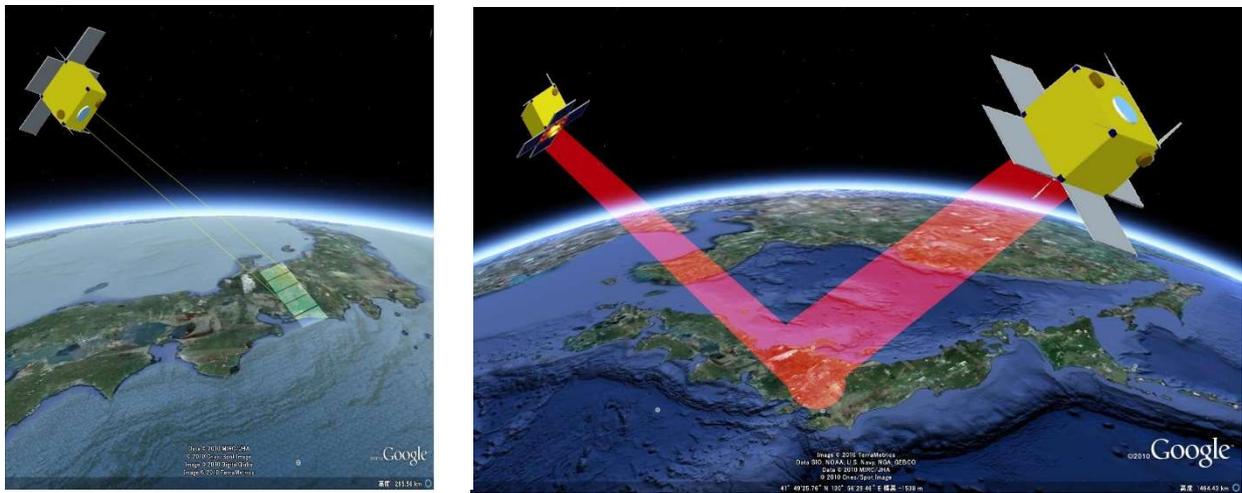


図1 小型地球観測衛星 ASNARO-1
(Advanced Satellite with New system Architecture for Observation)

2010年4月から酒匂信匡准教授(元東京大学大学院工学系研究科助手)と橋本英一非常勤講師(元JAXA宇宙実証研究共同センター長)を迎え、学部生2名、大学院生2名の体制で、信州に根付いたミッションと新たな技術の創出とその宇宙実証を目指した信大衛星の検討を開始した。議論を進めていく中で、学生たちにも自分たちの手で衛星の設計を行い、打ち上げ、運用したいという強い要望が芽生え、その成果をこの年に開催される第18回衛星設計コンテストに応募すべく、長野県の地域性を生かしたミッション、信州大学内の技術・研究内容を取り入れたミッションの検討を行った。その結果、長野県の森林、特に木曾ヒノキの分布を正確に把握すると共に、全国の森林状況を把握するための森林リモートセンシングがミッションの一つとして設定された。この分野では、信州大学農学部において森林観測データの解析が進められている²⁾。もう一つのミッションとして、衛星が発する光を地上から肉眼で観測できないかとの議論が起り、大学内でもLED可視光による通信実験が行われており(短距離)、衛星からの光を観測すると同時にデータ伝送が可能なLED可視光通信のミッションが盛り込まれた。数百kmにおよぶ超長距離可視光通信の実績は国内外でまだ実現されていないので、世界初を目指すミッションである。その結果、光学望遠鏡による森林リモートセンシングとLED可視光によるデータ伝送実験を盛り込んだ、森林観測衛星「こもれび」の骨格が決まり、残り数か月で、衛星設計コンテスト一次審査通過を目指した設計検討に入った。中島・酒匂研の4名の学生その他、他の研究室の学生も交えて設計、解析を進めた。その結果、一次審査は無事通過し、2010年11月20日に静岡科学館る・く・るで開催された第18回衛星設計コンテスト最終審査会設計の部で、「こもれび」は電子情報通信学会賞を受賞した。

衛星設計コンテスト設計の部で最終審査会まで進んだことは、学生たちにとって大きな自信となったことは勿論、信州大学においてもその成果が評価され、学生たちが表彰されたことにより、信州大学における衛星開発の認知度が上がり、今後の信大衛星の実現に向けて大きなステップとなった。この事実から、衛星設計コンテストへの参加、受賞は新たに衛星開発を目指すための登竜門であるとともに、多くの専門家からの直接的な指導・コメントが頂ける非常に貴重な教育の

場として捉えることが出来る。「こもれび」の詳細は、衛星設計コンテスト HP のアーカイブスに掲載されているので参考にさせていただきたい³⁾。図 2 に「こもれび」の運用モードを示す。



(a) 地球観測モード

(b) 可視光通信モード

図 2 森林観測衛星「こもれび」の運用モード

2. 衛星開発までの歩み

「こもれび」受賞後の 2010 年 12 月、実現可能な信大衛星として、「こもれび」のミッションから可視光通信ミッションのみに特化した、20 cm 級の可視光通信実験衛星の設計検討を開始した。本コンセプトが後の「ぎんれい」のベースになっている。2011 年 3 月 10 日に ISS「きぼう」から放出するミッションの公募があり、20 cm 級の衛星開発に必要な基礎技術を習得するための位置づけとして、2U サイズの可視光通信実験衛星の概念設計を行い、5 月には個別ヒアリング等に対応したが、結果として採用には至らなかった(この時 1 U で採択された福岡工業大学の FITSAT(にわか衛星)が国内最初の LED 点灯衛星となった⁴⁾)。

2011 年 4 月 21 日、信州大学主催、長野県テクノ財団共催の、第一回信大衛星ワークショップが開催された。本ワークショップの目的は、信州大学初の超小型衛星開発を進めるにあたって、主に県内の企業との連携を深めてその実現を目指すための情報交換並びに具体的な研究開発の進め方について議論する場で、信州衛星研究会設立の提案が行われた。その後、7 月に信州衛星研究会が立ち上がり、大学と企業が連携して衛星開発を実現する体制が整った。

2011 年 6 月、平成 25 年度(2013 年度)打ち上げ予定の H-IIA ロケットに相乗り機会があることがアナウンスされ、信州大学は LED 可視光による衛星・地上間の双方向通信並びにアマチュア無線サービスをミッションとした、20kg 級超小型衛星「可視光通信実験衛星」の提案を行った。同年 8 月のヒアリングを経て、12 月 14 日、GPM 主衛星の相乗り副衛星として信州大学を含む 7 大学の衛星が採択された⁵⁾。当日、信州大学松本キャンパスにおいて記者会見の場が設定され、打ち上げ決定と衛星概要について報告し、多くのメディアから報道された。

2011 年 12 月 21 日、JAXA 産業連携センターの担当者を交えてキックオフミーティングが開かれ、衛星開発が本格的にスタートした。打ち上げ予定の約 2 年前であり、タイトなスケジュール管理が必要とされる事は容易に想像できる船出であった。

3. 可視光通信

近年の高輝度 LED の急速な発展により、高輝度 LED を用いた長距離間の通信が可能となっている。2007 年 9 月より灯台サブプロジェクト⁶⁾(海上保安庁, カシオ計算機(株), 日本電気(株), (株)東芝)が立ち上がり、既存の LED 灯台を応用した長距離可視光通信の実現へ向けて活動を開始している。2008 年 10 月、千葉県九十九里浜において、LED 灯器を使用している灯台からの発光信号に情報を載せて、長距離通信が可能であることを確認する基礎実験が行われた。受光素子としてイメージセンサが使用された(通信距離 2km では通信速度 1022bps、通信距離 1km では通信速度 1200bps を記録)。また、(株)アウトスタンディングテクノロジーは 2010 年に 3w 高輝度 LED を使用して千葉県東金市と九十九里浜の間 13km、通信速度 5kbps で通信を成功させ⁷⁾、更に 2011 年には 42km の距離を 5kbps の音声通信に成功している⁸⁾。

信州大学は、(株)アウトスタンディングテクノロジーとの共同研究により、変調方式の研究や長距離通信の実現可能性等について検討を進めてきた。可視光通信は、レーザー光と比較し、光の照射角が広がるため高速のデータ伝送には制約があるが、高精度指向なしに通信が可能であるという特徴を生かす事で、簡易な装置で比較的低い通信速度(数 kbps~数 Mbps)での長距離通信に適していると考えられ、新たな応用分野が開けるものとして期待されてきている。また、数 W 程度の LED で照射角を数度程度に絞る事により、数十 km 離れた距離からも視認できるため、受信側の集光能力を高める事により十分な通信回線の確保が可能となる。

光を宇宙通信に利用するという考えは宇宙開発の初期から検討されていたが、天候に左右されることから定常運用に使われる通信手段としての採用は見送られてきた。その後、高速データ伝送手段の確保のためレーザー光を使った光通信の開発が進められ、2005 年 8 月に打ち上げられた、JAXA 開発の光衛星間通信実験衛星「きらり」(OICET)と欧州宇宙機関の静止衛星 ARTEMIS との間で、同年 12 月に双方向光衛星間通信実験が成功している⁹⁾。また、2006 年には、東京都小金井市にある(独)情報通信研究機構(NICT)の宇宙光通信地上局の上空において、世界初の地上-低軌道衛星間でレーザー通信実験が行われている。しかしながらレーザー光は 200 μ rad 程度の超狭照射角のため、高精度の衛星姿勢制御が必要である。

LED 可視光通信実験衛星「ぎんれい」は、より簡便な、安価なシステム構成で宇宙通信を実現すると共に、大学衛星としてのユニークさを特徴としている。具体的には、

- (1) 小型・軽量・長寿命・安価な LED(汎用品)の利用
- (2) 「ぎんれい」からの光が直接目で見えるための可視光をそのまま使用
- (3) 照射角を 6 度程度と広げて地上での可視範囲を広げる(直径 40km 程度)
- (4) FSK 変調されたデジタル情報と CW(モールス)によるメッセージ伝送
- (5) 簡易な姿勢センサを用いた 3 軸姿勢制御方式による指向制御(± 3 度程度)
- (6) データ伝送量は 1.2/9.6kbps
- (7) 本質的に eye safety であり、不用意な事故を防ぐ

等を挙げることができる。将来的にはよりデータ伝送量を多くする必要があるが、そのためには照射角を狭めて追尾精度を高めることが必要となる。

4. 「ぎんれい」プロジェクトの始動^{10)~25)}

衛星開発には、資金の確保と開発体制(人材も含む)の確立が必要である。資金としては、寄付講

座運用経費、大学からの交付金、外部機関の競争的資金の獲得並びに信州衛星研究会参加企業の好意(部品、コンポーネントの無償供与等)により賄う事ができた。開発体制としては既に信州大学と信州衛星研究会の連携が進んでおり、また指導者も含む人材確保も進んでほぼ万全な体制が整っているといえるが、年度ごとに替わる学生の技術継承と安全審査を含む打ち上げまでのスケジュール管理が大きな課題であり、そこに傾注する必要がある。図3に開発体制を示す。

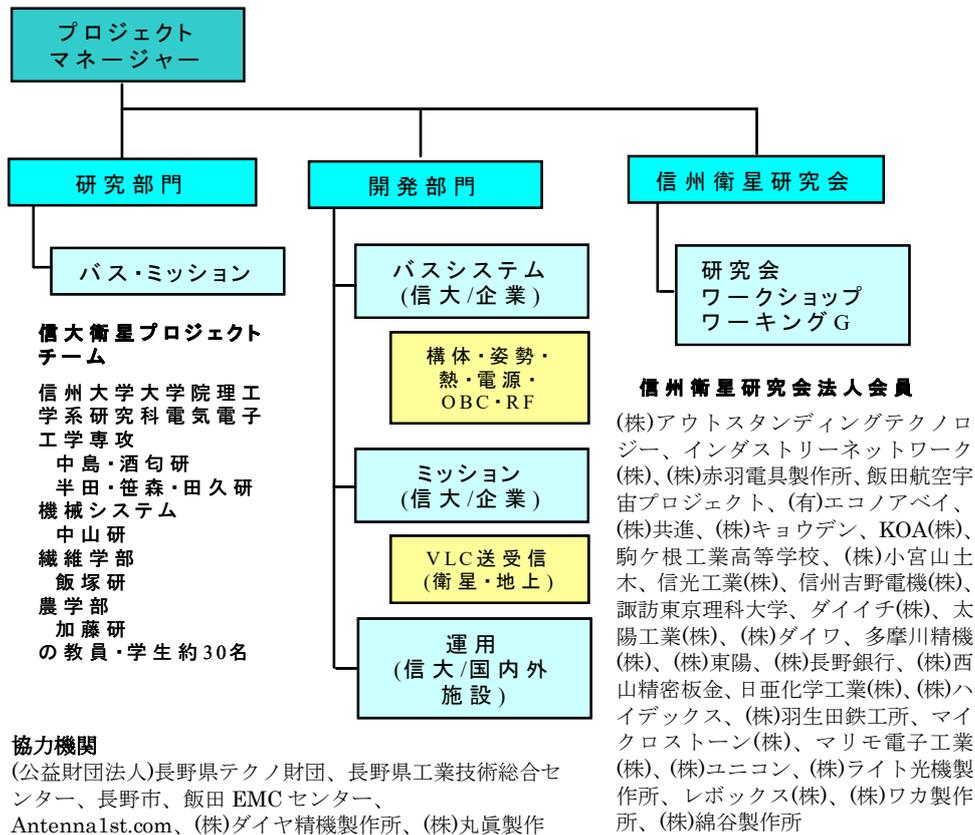


図3 開発体制と参加機関

4.1 衛星開発

信州衛星研究会は平成2011年7月5日に第1回研究会を開催し、可視光通信をミッションとした CubeSat クラスから 50kg 級の超小型衛星について検討し、9月16日開催の第2回研究会及び12月9日開催の第3回研究会においては 30cm/20kg 級超小型衛星の開発を目指してシステム検討を行った。その直後の12月14日に GPM 主衛星の相乗り打ち上げが採択され、本格的にプロジェクトがスタートした。2012年3月16日の第4回研究会では開発状況が報告され、8月21日開催の第5回研究会は第1回衛星設計確認会と位置付けて、各サブシステムの検討内容が議論された。その後、10月17日に JAXA の Phase0/1 システム安全審査会が開催され、衛星システム説明とハザード項目の確認並びにいくつかの A/I が課せられた。審査会は NASA/JAXA 関係者との合同会議である。

図4は衛星外観と各部の名称、図5は内部機器配置を示す。地球指向面(上面パネル)には LED/凹面鏡が 32 セット (High Gain LED) 取り付けられ、約 100W の電力が供給される。また側面パネルの各面には Low Gain LED ユニットが取り付けられ、CW 送信が行われる。側面パネルは CFRP 製で 7 シリーズ 3 パラレルの GaAs 太陽電池セルが貼り付けられている。管制用の RF アンテナはロ

ケットから分離後 200 秒後に展開され、アマチュア無線サービス用として衛星上下にループアンテナが固定されている。

プロジェクトの進行は、衛星引き渡し時期の設定から安全審査会のスケジュールがベースにあり、それに沿って衛星開発を進めていく必要に迫られた。12月26日に第6回、翌年2013年3月21日に第7回研究会が開催され、各サブシステムの開発状況、A/Iの対応状況等が報告された。6月20日の第8回研究会は、第2回衛星設計確認会としてより詳細な検討結果が報告され、7月25日開催のJAXAのPhase2システム安全審査会の準備が行われた。Phase2審査後、フライト品の

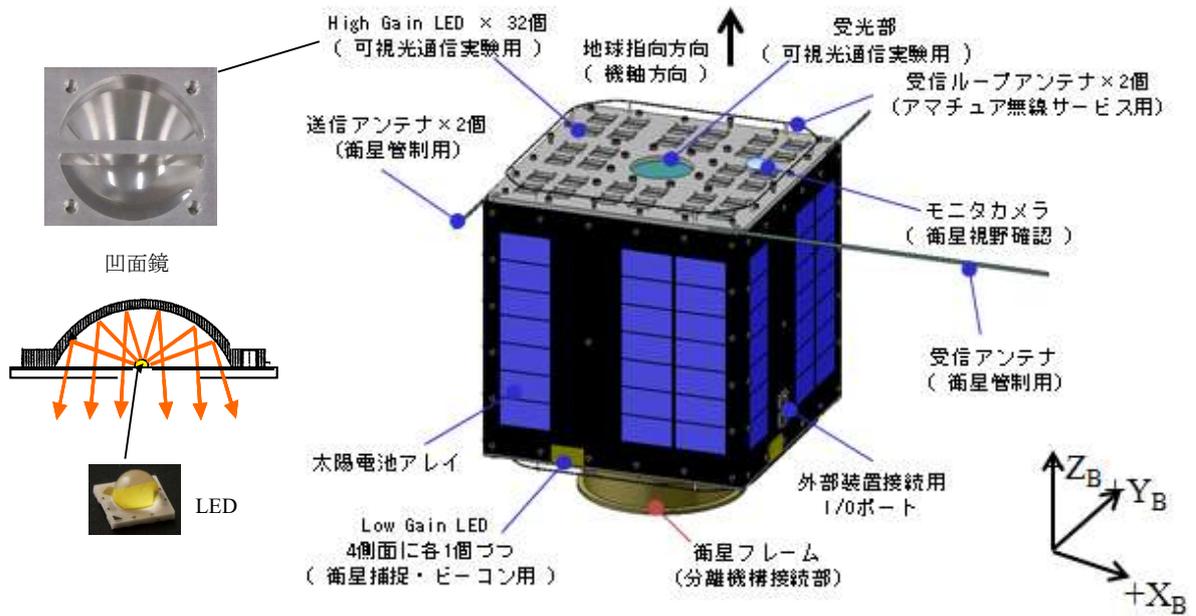


図4 「ぎんれい」 外観

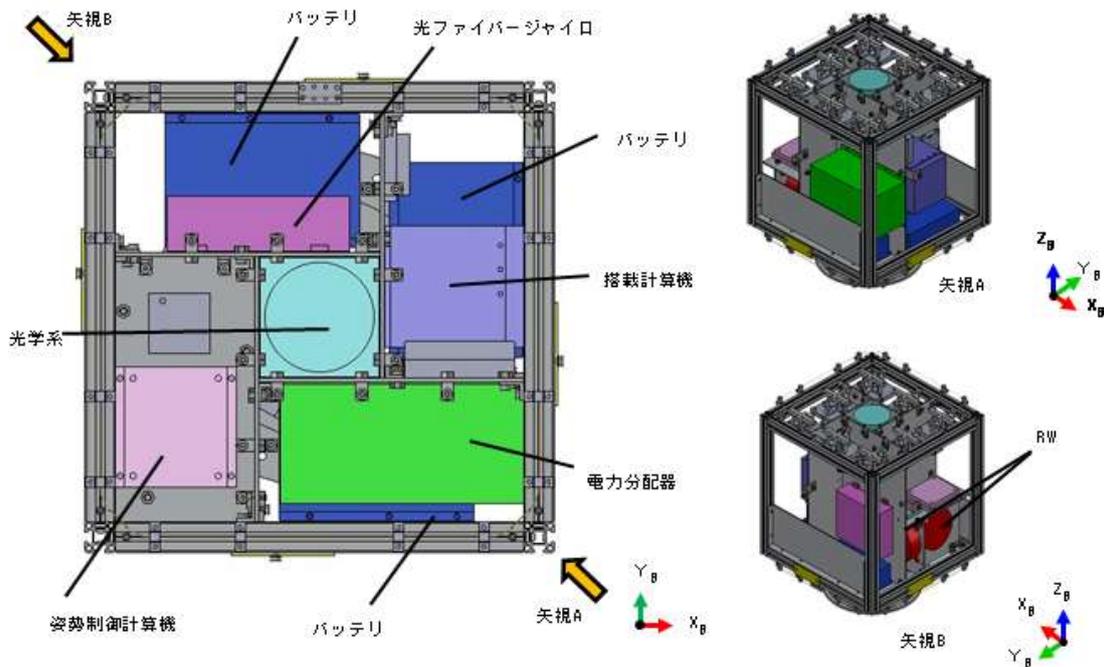


図5 内部機器配置図

組立が開始され約1カ月半で完了した。組立作業は全て学生の手で行われ、極めて短期間にも関わらず重大なミスの無い作業であった事は称賛に値する。尚、Phase2 で完了できなかった項目があったため、8月29日に△Phase2が開催された。9月から10月にかけて熱真空試験、振動試験、アウトガス測定、分離衝撃試験が実施され、12月5日のPhase3 審査会、翌年2014年1月23日の安全確認審査会を経て、1月30日に衛星はJAXAに引き渡された。その間、2013年9月26日に第9回研究会、2014年1月10日に第10回研究会を開催し、逐次進捗報告並びに技術的内容等について確認を行った。



図6 ロケット搭載の「ぎんれい」(JAXA提供)

可視光通信衛星は英語名が ShindaiSat、愛称は「ぎんれい」である(2012年9月から3か月間愛称募集を行い、全国から4,000件以上の応募があり、2013年1月に「ぎんれい」と命名された)。図6はH-IIAロケットに取り付けられた「ぎんれい」の写真で、表1に「ぎんれい」の主要諸元を示す。

表1 「ぎんれい」主要諸元

外形寸法 ^o		398×398×445 mm(機軸方向が 445 mm) ^o (包絡域設計要求: 400×400×450 mm) ^o	
質量 ^o		32.9 kg ^o (質量設計要求: 30±6kg) ^o	
姿勢制御 ^o	待機時 ^o	地心指向 (粗制御) ^o	
	ミッション時 ^o	地上局指向 (精制御) ^o	
軌道 ^o		高度 400km, 軌道傾斜角 65deg. ^o	
通信 ^o	アップリンク: 145MHz 帯 ^o	1200bps ^o	
	ダウンリンク: 430MHz 帯 ^o	1200bps ^o	
電力 ^o	消費電力 ^o	待機時最大消費電力 ^o	9.4 W ^o
		ミッション時最大消費電力(瞬間) ^o	152 W ^o
	最小発生電力(1 周回平均) ^o	7.9~19.3 W ^o	
ミッション ^o	受光用光学系 ^o		φ 80×200 mm ^o
	発光用 ^o 光学系 ^o	High Gain LED ^o 高速通信(モールス, FSK)用 ^o	φ 35 凹面鏡 (半値角 3deg.)×32 個 (地球指向面) ^o 15wpm, 1,200/9,600bps ^o
		Low Gain LED ^o ビーコン(モールス)用 ^o	LED 単体 (半値角 55deg.)×16 個 (側面パネル各 4 個) ^o 15wpm ^o
その他 ^o 機能 ^o	アマチュア無線サービス ^o		衛星情報ビーコン(モールス信号)送信, コマンドに対する自動応答 ^o
	モニタカメラ (衛星の視野確認用) ^o		CMOS カメラ ^o

4.2 打ち上げと運用

「ぎんれい」は2014年2月28日未明にH-IIAロケット23号機によりGPM主衛星の相乗り副衛

星として他の大学の 6 機の衛星と共に高度 400km、軌道傾斜角 65 度の軌道に投入された(国際登録: ShindaiSat、国際標識: 2014-009A、衛星カタログ番号: 39572、愛称: GINREI(ぎんれい)、コールサイン: JR0ZST)。

「ぎんれい」は軌道投入後約 1.5 か月の初期チェックを受け、4 月下旬から可視光通信実験を開始した。図 7 は 2014 年 4 月 26 日に実施された第 2 回 LED 点灯実験において、午前 1 時 46 分 37 秒に北海道陸別町の銀河の森天文台で撮影された画像である(ビデオカメラ出力を編集: モールス信号 SHINDAISAT の内の ISAT を示す)。「ぎんれい」の地上指向面に取り付けられた 32 個の LED(High Gain LED)の点灯により、予想通り

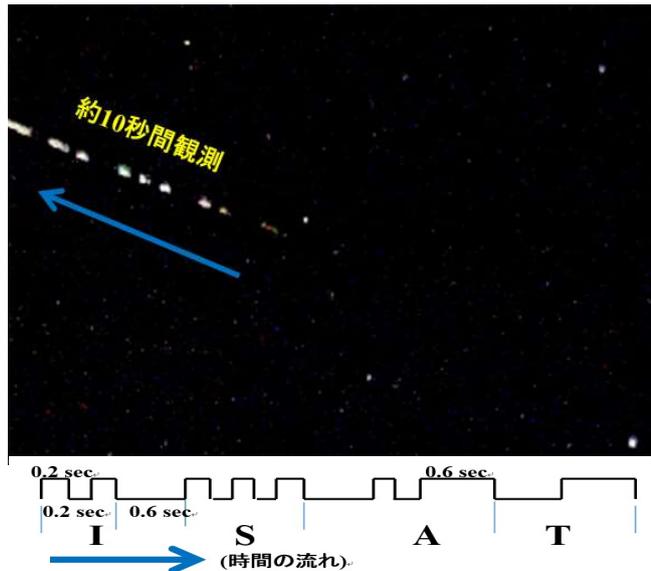


図 7 銀河の森天文台で観測された「ぎんれい」 High Gain LED 光のモールス信号

約 1 等星の明るさで地上からモールス信号の視認並びに撮影することが出来た。2014 年 7 月 24 日に実施された第 15 回 LED 点灯(午後 10 時台)では宮城県丸森町と北海道陸別町でそれぞれ観測された。前者は薄雲の中写真撮影され、後者はビデオ撮影と眼視観測が行われた。その後、大気圏再突入した 2014 年 11 月 24 日までのおよそ 9 か月間に 58 回の可視光通信実験を実施し、地上からは 7 回観測されたが、FSK 変調されたデジタル信号受光のために、光学系/受光素子から成る地上受信装置が準備されたが、主に気象条件の影響を受けて受光が確認できず、デジタル通信データの取得には至らなかった。

4.3 バス系

運用期間中、一部の機器を除いて、バスシステムは正常に動作し、全日照もクリアできて再突入直前まで、信号を送り続けた。軌道投入後の初期運用時に、GPS 受信機の位置情報と太陽センサ出力に不具合があり、姿勢制御モードの中で地心及び地上局追尾モードが実現できなかった。そのため、衛星 LED 光の連続観測(数分間)が出来ず、沿磁力線制御によるモードのみのため、10 秒程度の短時間観測しか出来なかった。図 8 に運用初期の温度変化を示す。運用中で最も緊張した事例が、ビーコン電波の停止であった。数日間「ぎんれい」からの電波が受信できず何らかの重大トラブル発生かと思われたが、OBC のリセットにより解決した。原因としては、LED 点灯後、時間管理で自動的に LED の通電は OFF になるように設計されていたが、バッテリー電圧の異常低下が発生したと思われ、それにより通信系が OFF 状態になったと考えられる。

2014 年 5 月 14 日 15 時 5 分から 5 月 23 日 11 時 43 分までの長期にわたる全日照では過酷な温度環境に置かれたが、内部機器を OFF にし、十分な熱設計に基づく機器配置により、何ら問題も発生せず、全日照終了後も通常の運用が継続できた。全日照中のパネル温度も 45℃程度に抑えられた。

2014 年 11 月 24 日日本時間 14 時 53 分に南アフリカで受信されたモールス信号を最後に大気圏

に再突入した。通常 20°C程度で推移していた表面パネル温度だが、最後は約 60°Cまで上昇したというビーコンを受信して運用は終了した。

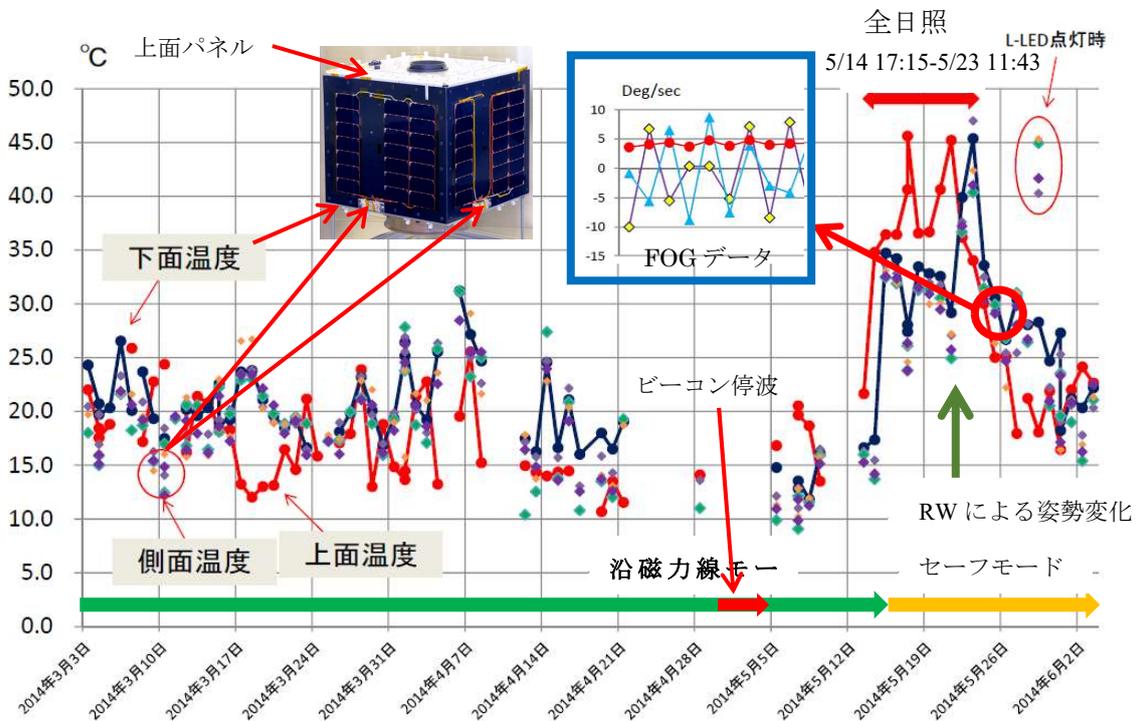


図 8 「ぎんれい」 構体温度変化(2014.02.28-2014.06.03)

4.4 ミッション系：超長距離可視光通信の実現性

高度約 400 kmの「ぎんれい」の LED 光(モールス信号)は地上において約 1 等星の明るさで観測することが出来たが、FSK 変調された LED 光を地上の光学系で追尾する機会が訪れなかったため、データの復調が出来なかった。「ぎんれい」の発する明るさで衛星-地上間のデータ通信が可能かどうかを検証するために、地上実験を行って、光学系、受光素子の適切な組み合わせにより実現可能であることを示す。

可視光通信の受信電力減衰特性として、

$$10 \log P_{out} = 10 \log P_0 - 40 \log r - 20 \alpha r \log e \quad (1)$$

$$P_0 = R (S \beta I_0)^2 \quad (2)$$

ここで

P_{out} : 受信電力、 r : 距離、 R : 内部抵抗、 β : 変換効率、 S : 照射面積、

I_0 : 単位距離での光源の放射照度、 α : 大気減数係数

である。(1)式第 2 項は距離減衰、第 3 項は大気減衰に相当する。

図 9 にダウンリンクを確立するための受光素子を選択するために、フォトダイオード(PD)、アバランシェフォトダイオード(APD)及び光電子増倍管(PMT)について S/N を測定した。室内(距離 25m)において、発光側は「ぎんれい」搭載凹面鏡 1 個、受光側は口径 80mm/焦点距離 100mm のレンズを用い、各受光素子の出力をスペクトルアナライザで測定した(減光フィルタを用いた距離

換算)。PMT を用いる事により、PD に比較して約 50dB の感度向上が見込めるため、PMT を使用した場合の「ぎんれい」からの LED 光の受信電力を推定する。

図 10 の減衰ラインは距離 11.7km の実測値及び室内での測定値のフィルタ距離換算値をプロットしたものである。発光側は凹面鏡 1 個、受光側は口径 80mm の光学系を使用し、スペクトルアナライザで測定。PMT のフロアレベルは -103dBm であり、「ぎんれい」の 32 個の LED 点灯時は 300km の距離でも口径 80mm のレンズで受光した場合の受信電力は -81dBm で復調可能な $S/N > 20\text{dB}$ を満足するが、この中には大気減衰(6dB 以上)、並行光からのずれの影響が考慮されていないため、より受信電力に余裕を持たせる必要がある。口径 28cm の小口径望遠鏡を使用する場合は、受信電力が -60dBm と推算され、十分な余裕があると言える。実際の運用においては、口径 28cm の望遠鏡並びに口径 1m の望遠鏡(銀河の森天文台、富山市天文台)に PMT を取り付けて実験を行ったが、天候不順により受光できる機会がなく大気圏再突入を迎えてしまい、データ取得には至らなかったのは大変残念である。

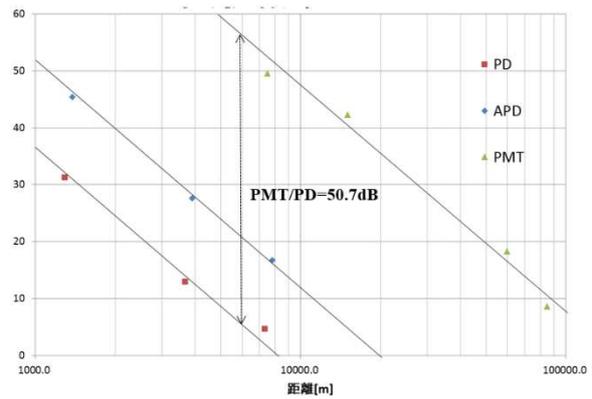


図 9 各受光素子の S/N 比較

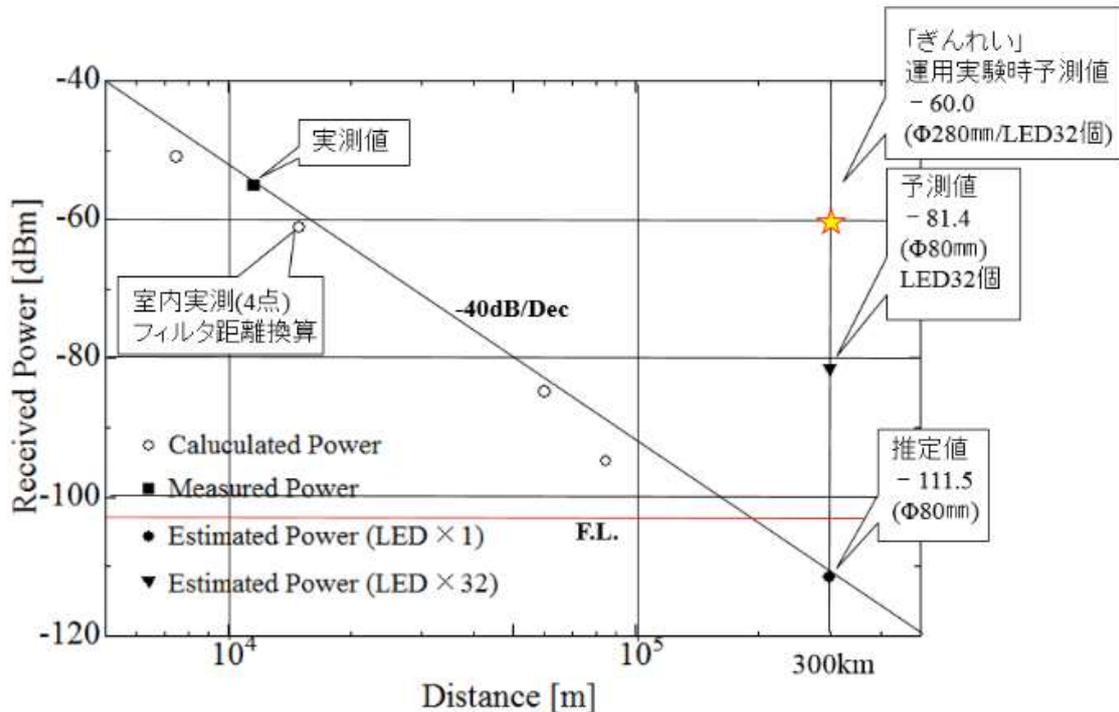


図 10 PMT の受信電力

5. まとめと雑感

「ぎんれい」は世界で初めて地上から肉眼で観測できる明るさの可視光を利用して、衛星—地上間の通信実験に成功した。姿勢制御系の一部不具合により 3 軸制御モードに移行できず、沿磁力線制御のみのため地上局指向モードが実現できず、地上から観測できる時間が 10 秒以下と短か

ったため、観測者にとっては発見できるチャンスが少なくなってしまったことは残念であった。将来の可視光宇宙通信を実現するためにも「ぎんれい」で計画していた全てのミッションを成功させる必要があり、そのためにも再チャレンジしたいと考えている。

「ぎんれい」は信州大学初の衛星であるが、新規参加者が2年程度の短期間で衛星を開発することは、多くの困難を伴う。相乗り副衛星として打ち上げられるためには、多くの時間をかけて厳しい安全審査に対応しなければならないことは勿論であるが、衛星バス系を含む各種地上実験を十分に行う必要があり、そのための時間とマンパワーの確保が重要である。「ぎんれい」においても時間的な制約を受けて必要最小限の対応はできたものの、十分な地上実験を重ねる事ができなかったことが悔やまれる。

運用時は、世界中のアマチュア無線家からモールス信号受信報告をしていただく事により、常時衛星の充電状況や温度情報が得られたことに謝意を表したい。また、運用中の予期せぬ事態(今回の場合は、ビーコンの停波)も冷静に対応できたことは、ソフトウェアの作り込みが十分に出来、様々な事態に対応できることを示しており、学生並びに信州衛星研究会メンバーの努力に感謝したい。

「ぎんれい」プロジェクトを振り返ると、数々の困難な場面に遭遇したが、プロジェクトメンバーの努力によりそれらを乗り越えて、大気圏再突入まで運用することが出来たことは幸運であった。以下、雑感として記憶に残っている幾つかを紹介したい。

一つは、開発中の振動試験についてである。「ぎんれい」の開発期間は約2年という非常に短い時間軸の中で進められたが、メンバー全員がプロジェクトを共有するためには時間を要し、開発初期は作業の進捗が遅れがちであり、テーブルサット、ましてやEMの組み立てもままならず、直接FMの組み立てという離れ業を行わなければならなかった。部品がすべて揃い、FMの組み立てが始まったのは衛星引き渡しの約半年前の2013年7月後半からであり、一か月半程度で組み立ては終了した。9月に入り、熱真空試験、10月には振動試験、アウトガス測定、分離衝撃試験と実施された。試験データの整理中に、振動試験で取り付けボルトの一部脱落が判明した。「ぎんれい」は衛星フレーム(外枠)と中心部に主構体である井桁構造があり、そこに各機器が取り付けられ、LEDが搭載されている上面パネルは周囲を衛星フレームに、井桁構造とは中央付近でボルト締めされている。設計では後者は12本のボルトで井桁構造に取り付けられるようになっていたが、実際に組み立ててみると、パネル上下からボルト締めができるスペースが十分に無く、結局2か所のみが確保されただけであった。振動試験当日の朝まで衛星組立作業が続けられ、その2か所のボルト締めもトルク管理されないまま試験に臨んだため、振動に耐え切れずボルトが脱落してしまった。最終的には2本のボルト締めであるが、本来の12本、2本及び0本(脱落ケース)の3ケースについて構造解析を行い、後2者の方が前者に比較してストレス、変異は数倍大きくなってしまいが、許容値の1/10以下であり、11月下旬の再振動試験でも、問題の無いことが確認された。12月5日に開催されたPhase3会議ではNASA/JAXAへの説明を行い、無事安全審査が終了した。会議後、NASA担当者が握手を求めてきたことには驚いたが、認可する側としてもしっかりした解析が行われ、納得して、ダミー搭載とならなかったことに安堵したのかもしれない、とも解釈した。

学生が衛星開発に参加する場合、どの程度集中するか、場合によっては学生生活(人生)をかけ

て取り組んでくれるかが大きなカギである。一人でも、この衛星は自分の衛星である、と言い切れるほど没頭できる学生が欲しかったが、S 君はまさにそのような学生であった。彼は学部3年生の時に研究室公開に訪れ、是非衛星開発に参加したいと言ってきたことは記憶していたが、運よく当卒研に配属された。FMの組み立てや、各種試験を主体的に行い、運用時には最後まで全てのオペレーションを行ってくれた。特にFM開発から運用終了までの約2年間は全ての時間を費やしてくれたのではないだろうか。卒業後、社会人となって活躍していると思われるが、最近になってリーマンサットに参加しているという記事を目にすることが出来、宇宙への興味を持ち続けていてくれることにホッとした。改めてS君には感謝したい。

「ぎんれい」のLED光は地上で約1等星の明るさで見えるため、観測し易いと思っていたが、実際は観測報告が少なかった。その原因は衛星の姿勢運動にある。沿磁力線制御であるためLED面は軌道上から概略斜め下方の地上を指向するが、スピン制御を行っていないため、スピンによるニューテーション運動が発生し、地上のトレースが予測と異なったため、算出された予報位置・時刻での観測が出来なかったと推定される。本文中図8に光ファイバージャイロFOGのレート出力が示されているが、これは典型的なニューテーション運動を示している。毎回FOGデータをダウンリンクしていなかったため、正確なニューテーション運動が把握できず正確な予報位置・時刻を算出することが出来なかった。何度か天文愛好家の人たちと共に観測に臨んだが残念な結果に終わってしまった。しかし、幸運なことに一度だけ自分の目で確認することが出来た。2014年9月に入って、モールスではなくFSK変調されたデータ伝送実験を主に行っていたが、9月29日午前3時12分、自宅(長野県)の庭で予報位置方向を見ていると、「ぎんれい」からの連続光が数秒間光って通り過ぎていくのが目撃でき、感無量であった。当日は富山市天文台に観測依頼を出していたがこちらでは残念ながら観測機器による受光は出来なかった。

2024年2月28日、「ぎんれい」打ち上げ10周年にあたる当日、信州大学工学部において「ぎんれい」打ち上げ10周年記念講演会を開催した。「ぎんれい」開発には長野県内の多くの企業が参加したが、いくつかの企業からはその後宇宙開発への展開を進めているという発表があり、このように本プロジェクトを契機に独自に宇宙開発に進む企業が現れることが一つの目標でもあったのでそれが達成されつつあると感じた。

6. 参考文献

- 1) H.Masuda et.al : Development of Antenna Pointing Mechanisms for Small Satellite, 8th IAA Symposium on Small Satellite for Earth Observation, IAA-B8-0908P, Berlin, 2011
- 2) 加藤正人: 森林リモートセンシング第3版. J-FIC(Japan Forestry Investigation Committee)、2010
- 3) 第18回衛星設計コンテスト(<http://www.satcon.jp/history/list18.html>)
- 4) 田中卓史他: 超小型衛星 FITSAT-1(にわか)の開発と運用. UNISEC Space Takumi J. 4 (1) 1-25, 2013
- 5) GPM 相乗り公募小型副衛星の概要、平成26年2月、JAXA (https://www.satnavi.jaxa.jp/gpmdpr_special/links/files/gpm_project_small_satellite.pdf)
- 6) 灯台サブプロジェクト (<http://www.vlcc.net/modules/xpage2/index.php?id=3>)
- 7) OTC News & Information (<http://www.ot-c.co.jp/pg64.html>)
- 8) OTC News & Information (<http://www.ot-c.co.jp/pg69.html>)

- 9) 光衛星間通信実験衛星「きらり」(http://www.jaxa.jp/press/2006/11/20061101_sac_kirari.pdf)
- 10) K.Okamoto et.al : Preliminary Concept of Shinshu University Microsatellite for Forest Monitoring, 8th IAA Symposium on Small Satellite for Earth Observation, IAA-B8-0801, Berlin, 2011
- 11) K.Okamoto,A.Nakajima et al : Preliminary Concept of Shinshu University Microsatellite for Forest Monitoring, 2011-n-04, 28th International Symposium on Space Technology and Science, Okinawa, 2011
- 12) 亀村誠人他 ; 信大衛星のシステム設計、1L16 第 56 回宇宙科学技術連合講演会、大分、2012
- 13) 若山裕記他 ; 超長距離可視光通信光学系及び回線設計、2L02 第 56 回宇宙科学技術連合講演会、大分、2012
- 14) 福澤新他 : 可視光通信実験衛星「ShindaiSat」の熱解析、3M19 第 56 回宇宙科学技術連合講演会、大分、2012
- 15) 中島厚 : 可視光通信実験衛星 ShindaiSat の開発、3I06、第 56 回宇宙科学技術連合講演会、大分、2012
- 16) 中島厚 : 可視光通信実験用超小型衛星の開発、Space Japan Review 4 & 5, pp1-9, No.79, April/May, 2012(日本語版 SJR4&5 月号(No.79))
- 17) A.Nakajima et.al : ShindaiSat : A Visible Light Communication Experimental Micro-Satellite, ICSOS(International Conference on Space Optical Systems and Applications), 1569603077, Ajaccio, 2012
- 18) A.Nakajima et.al : "ShindaiSat", a Visible Light Communication Micro-satellite, 9th IAA Symposium on Small Satellite for Earth Observation, IAA-09-0209P, Berlin, 2013
- 19) A.Nakajima et al : R&D on Visible Light Communication Micro-Satellite, ShindaiSat, 2013-f-06, 29th International Symposium on Space Technology and Science, Nagoya, 2013
- 20) 杉山洋憲他 ; 信大衛星の開発状況、1A09 第 57 回宇宙科学技術連合講演会、米子、2013
- 21) 福澤新他 ; 可視光通信実験衛星「ShindaiSat」の熱設計、1A10 第 57 回宇宙科学技術連合講演会、米子、2013
- 22) 清水悠介他 ; 可視光通信実験衛星「ShindaiSat」の姿勢制御系、1A11 第 57 回宇宙科学技術連合講演会、米子、2013
- 23) 杉山洋憲他 : 可視光通信実験衛星「ぎんれい」の運用状況、1 K19、第 58 回宇宙科学技術連合講演会、長崎、2014
- 24) 中島厚他 : 超小型衛星「ぎんれい」を用いた長距離可視光通信実験、3C03、第 58 回宇宙科学技術連合講演会、長崎、2014
- 25) 中島厚 : 「ぎんれい」による可視光通信実験結果とその応用について、3F03、第 59 回宇宙科学技術連合講演会、鹿児島、2015

4.4 衛星設計コンテストから出発した TeikyoSat プロジェクト

久保田 弘敏

元帝京大学理工学部航空宇宙工学科元教授

衛星設計コンテスト応募時および TeikyoSat-3 開発時の宇宙システム研究会顧問

TeikyoSat-3 プロジェクト代表者

河村 政昭

帝京大学理工学部航空宇宙工学科准教授

TeikyoSat-3 および TeikyoSat-4 開発時の宇宙システム研究会顧問

TeikyoSat-4 プロジェクト代表者

第 18 回衛星設計コンテストアイデア部門：日本機械学会宇宙工学部門
一般表彰スペースフロンティアの部受賞作品：微生物観察衛星 ～TeikyoSat～

1. 衛星概要

1-1. 参加経緯

久保田は 2003 年 3 月に東京大学工学系研究科を定年退職し、2007 年 4 月から栃木県宇都宮市にある帝京大学理工学部航空宇宙工学科に勤め始めました。東京大学時代は空気力学、空気熱力学を専門としていましたので、軌道上システムとはあまり縁がないと言っても良い状態でした。しかし、帝京大学に勤め始めた頃の 2008 年のある日、「宇宙システム工学」の授業の後で、ある女子学生が、もっと宇宙らしいことをやりたいので何とかしてほしいと言ってきました。そこで考えたのは、大きなロケットを作るのは無理だが、小型衛星なら大学でもやれるかな、ということでした。東大在職中に同僚の中須賀教授らが超小型衛星の開発を学生とともに始めていたのを見ていたからです。

そこで、前記女子学生（宮越早希さん）を中心とする 4 人がグループを作り、卒業論文で超小型衛星を扱うことになりました。ただ、全くの白紙からの出発でしたから、先ず始めたのは、次の 2 つのことでした。

- ① 缶サットキットを購入し、これを用いて基礎的な実験を行う。これを、TeikyoSat-1 号および 2 号と名付ける。
- ② 実衛星を作るとすれば、どういうミッションが有効かを検討する。

このうち、②については、その時点で各大学で作っている超小型衛星のミッションを調べてその特性を「基礎」、「応用」、「確実」、「挑戦」という座標で整理しました。そうすると、「基礎的で確実」なものと「応用的で挑戦的」なものが多く、「基礎的で挑戦的」なものと「応用的で確実」なものが少ないことがわかりました。そこで、実衛星のミッションを今までにないものとするなら、「基礎的で挑戦的」なものか、「応用的で確実」なものとするれば、我々の特色が出せるのではないかと結論付けました¹⁾。

翌年（2009 年）には人工衛星をやりたいという学生も増えてきて、宇宙システム研究会（会長：山本和也君）が立ち上がり、久保田は顧問という役目で、具体的に TeikyoSat-3 号の衛星ミッションの検討に取り掛かりました。その際、前年度卒論でのミッション検討結果を踏まえて、

「我々は“基礎的で挑戦的（チャレンジング）”なもので行こう！ それは、超小型衛星で生物を観察することだ！」と決めました。超小型衛星で生物観察をすることは世界で初めてだと考えたからです。

ところが、どんな生物を搭載してよいか分かりません。そこで、バイオサイエンス学科の若林健之教授に相談したところ、粘菌（キイロタマホコリカビ）を搭載することを奨められました。宇宙での粘菌観察はそれまでもスペースシャトル内で有人で行われたことがあります。超小型衛星を使用した無人の実験はもちろん世界で初めてでした。

それから1年間の検討期間を経て、2010年の第18回衛星設計コンテストアイデア部門に応募しました（提案者：南茂司、佐野智紀、伊東晃平、狩谷祐輔、伊藤篤史、酒本隆史、玉井智久、樋口美菜子）。タイトルは「微生物観察衛星～TeikyoSat～」です。

1-2. 微生物観察衛星～TeikyoSat～の概念設計

衛星設計コンテストに提出した解析書²⁾では、ミッションの説明は次のように行いました。「粘菌(キイロタマホコリカビ)の生活環は図1-2-1のように増殖期と分化期の二つのサイクルから成り、増殖期には動物的な性質を持ち、アメーバ状となり増殖するが、飢餓状態になると分化期に入り、ストリーム、マウンド、移動体等を経て子実体を形成する。子実体は球状の生細胞とそれを支える細い柄から成り、地上(重力環境下)では地面から垂直に伸びることが観察されている。

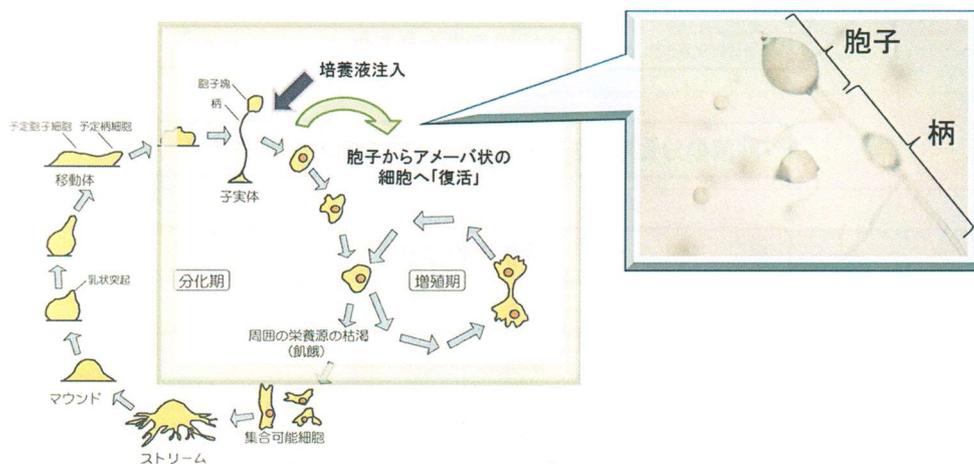


図 1-2-1 キイロタマホコリカビの生活環と子実体地上顕微鏡写真³⁾

一方、通常の植物は微小重力下では垂直に立たないことが知られているので、もし、キイロタマホコリカビの子実体が微小重力下でも直立するとすれば、それは通常の植物とは異なる挙動なので、もしかしたら、分子生物学上の新しい知見が見つかるかもしれない。したがって、軌道上での粘菌の写真を撮って地上に送信し、地上での振舞いと比較する必要がある。このため、粘菌保持用シャーレ、撮像用カメラシステム（鏡筒と画像データ処理系で構成）、照明用 LED 等を内蔵するミッションモジュールを作成し、これを地上と同様の温度、湿度、気圧に保つことのできるモジュール容器に収納することとする。モジュール容器内の温度調節のためにヒートパイプ、ペルティエ素子を使用したパネル型の冷却機を使用する。また、宇宙放射線の効果を調べるために線量計 RADFET(Tyndall National Institute 製) を搭載する。

粘菌写真の地上への送信および衛星と地球局との通信はアマチュア無線帯を用いることとし、衛星の姿勢制御は行わない。」

衛星概要を表 1-2-1 に示します。

表 1-2-1 衛星設計コンテスト応募作品の衛星概要

衛星名称	微生物観察衛星～TeikyoSat～
外形寸法	W300mm×D300mm×H300mm
質量	19.2kg
ミッション	微小重力と宇宙放射線が粘菌に与える影響を観察
熱制御系	モジュールの冷却のためにペルティエ素子を使用したパネル型の冷却機を使用
運用軌道	高度 600km、傾斜角 90°（放射線量最大 100～100Gy/年：線量計 RADFET（Tyndall National Institute 製）を搭載）
ミッション期間	約 30 日間
姿勢制御	制御は行わない
通信	アマチュア無線 ダウンリンク Transmitter 437MHz 帯 アップリンク Receiver 145MHz 帯

2010年11月20日（土）に静岡県科学館「る・く・る」で開催された審査会では、佐野智紀、伊東晃平、狩谷祐輔の3君がプレゼンを行いました。3君は何度も何度もプレゼン練習を行っていましたが、思いがけなくも日本機械学会宇宙工学部門一般表彰 スペースフロンティアの部を受賞することができました。微生物観察というミッションが評価されたものと、一同感激に浸りました（図 1-2-2、図 1-2-3）。



図 1-2-2 第 18 回衛星設計コンテスト表彰式後の記念撮影（2010年11月20日）



図 1-2-3 機械学会誌 2011 年 2 月号 掲載記事

1-3. 微生物観察衛星「TeikyoSat-3」の開発と運用 4)

衛星コンテスト受賞に気をよくした宇宙システム研究会の学生たちは、これを実際に打ち上げるべく努力を始め、2010年度にはTeikyoSat 3号のBBM（ブレッドボードモデル）製作・試験を開始しました。並行してJAXAのH-IIAロケット打上げ機会に応募したところ、2011年12月、H-IIAロケット23号機に、主衛星GPMおよび6機の超小型衛星（鹿児島大学、香川大学、信州大学、筑波大学、大阪府立大学、多摩美術大学）とともに相乗りできることになりました。そこで、衛星名称を「微生物観察衛星 TeikyoSat-3」と定め、具体的な設計に入りました。その概要を表1-3-1に示します。

表 1-3-1 TeikyoSat-3 の概要

衛星名称	微生物観察衛星 TeikyoSat-3
外形寸法	W320mm×D320mm×H440mm
質量	約 21kg
ミッション	微小重力と宇宙放射線が粘菌に与える影響を観察
運用軌道	高度約 400km、傾斜角 65°（放射線量最大 20～30Gy/年）
ミッション期間	約 1 か月
軌道上運用期間	239 日（計画では約 440 日）
姿勢制御	ネオジウム永久磁石による地磁気を利用した沿磁力線制御
通信	アマチュア無線 ダウンリンク Transmitter 437.45MHz、巻込み式ダイポールアンテナ アップリンク Receiver 145MHz 帯、巻込み式モノポールアンテナ

観察すべき粘菌は、衛星設計コンテスト応募作品と同様、ミッションモジュール内に収納し、それをミッション容器に内蔵することとし、ミッション容器内はできるだけ地上での粘菌の生育環境に等しくする必要があり、気圧は1気圧、温度12～25℃、湿度50%程度に保つようにしました。図1-3-1は構体外形図、ミッションモジュールおよび最終振動試験時のFM（フライトモデル）の写真を示しています。

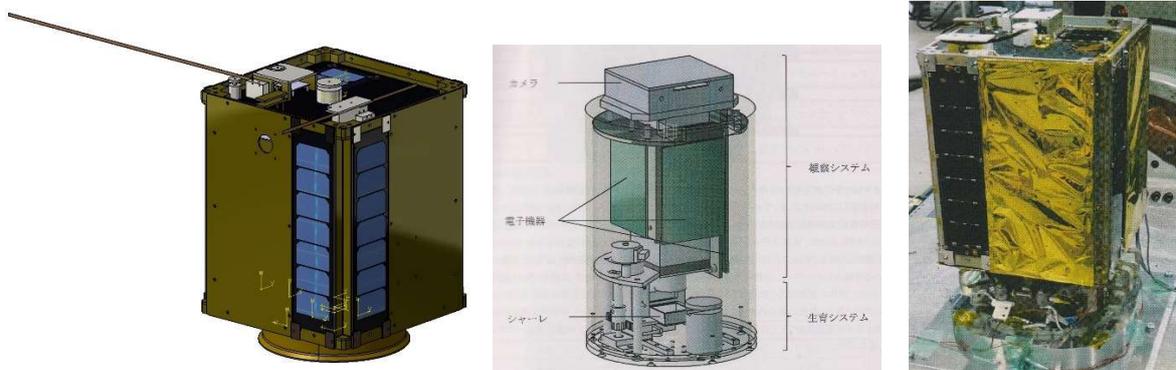


図 1-3-1 TeikyoSat-3 構体外形図、ミッションモジュールおよび FM 写真

TeikyoSat-3 プロジェクトでは、久保田が代表者となり、当時赴任したばかりだった河村（当時助教）がプロマネを務め、宇宙システム研究会（会長：吉村弘之君）とともに 2012 年度から 2013 年度にわたって TeikyoSat-3 STM（構造・熱モデル）製作・試験、EM（エンジニアリングモデル）製作・試験、FM（フライトモデル）製作・試験を大急ぎで行いました。資金については、帝京大学から学長特別配算を受ける等、大学から全面的な協力・支援をいただいたことに深く感謝しています。

衛星は 2014 年 2 月 28 日（金）に JAXA 種子島宇宙センターより打ち上げられ（図 1-3-2）、打ち上げ時は午前 3 時 37 分という早朝にも拘わらず、約 140 名の市民がパブリックビューイングに参加してくれました。



図 1-3-2 TeikyoSat-3 打ち上げのようす

この時以降、帝京大学航空宇宙工学科 308 号室に置いた地球局から運用を開始しました。TeikyoSat-3 は 2014 年 10 月 25 日（金）まで軌道上に 239 日間滞在し、大気圏に再突入し消滅しましたが、その間のハウスキーピングデータを図 1-3-3 と図 1-3-4 に示します。

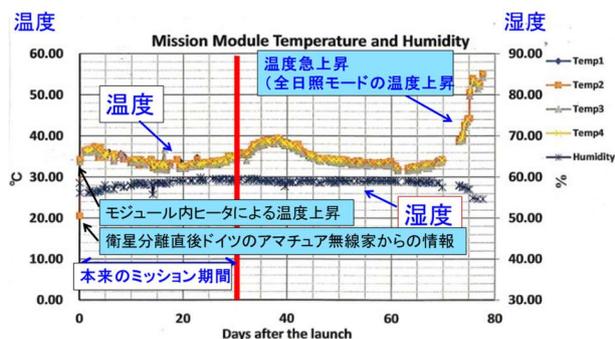


図 1-3-3 衛星内温度、湿度

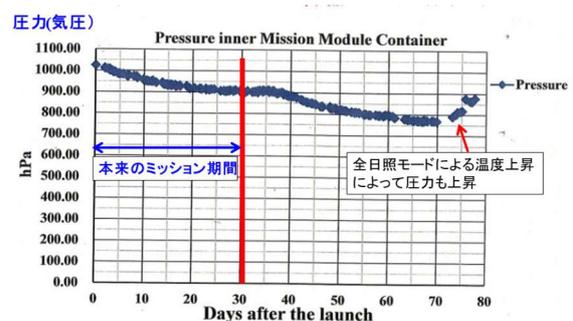


図 1-3-4 衛星内気圧

上記ハウスキーピングデータを見るとミッションモジュール内の温度はミッション要求温度範囲から逸脱してはいるものの、温度変動幅やモジュール内・湿度はミッション遂行に適したものであることがわかりました。運用時にはいくつかの不具合が見られましたが、初期のモジュール内の温度上昇はシートヒータの誤作動、打上げ後 75 日頃の温度急上昇は、衛星が全日照軌道に入ったためと推定されました。

残念なことに地球局からのコマンドが通らず、衛星内での粘菌の振舞いを観察するというミッションは果たせませんでした。その原因は、事後の FTA 解析によって、コマンドの受信系統（モノポールアンテナ、FM 受信機、SATCOM（AXELSPACE 社の送受信コントローラ）、FM 送信機および Main OBC で構成）の複合的な不具合であると推測されました。

以上のことから、TeikyoSat-3 の成果は

(1) 小型衛星としては世界初となる微生物観察衛星の設計製作にチャレンジしたこと、
 (2) 栃木県初の人工衛星打ち上げにチャレンジし、地域の宇宙科学と産業振興に貢献したこと、
 ですが、次のことが課題としては残されました。

- (1) 小型衛星での微生物観察を行い、後継機で再チャレンジし、ミッション成功に務め、我が国の科学技術の振興に寄与することが必要であること、および
 (2) 栃木県内で行える試験設備・実験設備が少ないことが分かったので、それを解決することが必要であること。

1-4. 多目的宇宙環境利用実験衛星「TeikyoSat-4」の開発と運用⁵⁾

そこで、2015 年度から 5 年間の予定で、河村が代表者となり、文部科学省の 2015 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「多目的宇宙環境利用実験衛星の開発」のもとで TeikyoSat-4 プロジェクトが開始されました。久保田は研究支援者で、プロジェクトの性格上、開発実施体制は帝京大学航空宇宙工学科の教員（平本隆教授、中宮賢樹講師、鶴田佳宏講師、柴田克哉研究員）が主体となり、宇宙システム研究会（会長：青木諒平君、杉本秀真君）と生物研究部（顧問：梶谷正行教授）のメンバーが参加しました。衛星概要を表 1-4-1 に示します。

表 1-4-1 TeikyoSat-4 の概要

衛星名称	多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4（愛称「おおるり」）
外形寸法	W520mm×D520mm×H520mm
質量	約 52kg
ミッション	1.多目的宇宙環境利用実験衛星用バスシステムの軌道上実証 2.アマチュア無線高速通信帯の軌道上実証 3.生命科学分野ミッションの軌道上実証
運用軌道	Apogee 高度 574km、Perigee 高度 558km、傾斜角 97.56°、周期 95.98 分（放射線量最大 30~40Gy/年）
ミッション期間	Main Mission：衛星の健全性確認期間（1 週間程度）を含んで約 100 日（初期運用および中期運用）

	New Mission：約3年（中期運用および後期運用）
軌道上滞在期間	軌道離脱用展開機構展開前：約10年程度 軌道離脱用展開機構展開後：約6年半程度
姿勢制御	磁気トルカを用いた能動制御
通信	アマチュア無線 ダウンリンク Transmitter 437MHz帯、巻込み式ダイポールアンテナおよび固定式逆Fアンテナ、5.8GHz帯パッチアンテナ アップリンク Receiver 145MHz帯、巻込み式モノポールアンテナおよび固定式逆Lアンテナ、1.2GHz帯パッチアンテナ

ミッションは表中に示されるように拡大され、構体も大きくなりました。図1-4-1は衛星構体外観と内観の図です。50cm・50kgのサイズで生命科学分野ミッションを行うモジュール容器のサイズが可能な限り最大となるよう設計し、TeikyoSat-3の経験から、モジュール容器や機器配置パネルは引き出し式として効率化・低コスト化を図りました。また、デブリ化防止のため軌道上滞在期は25年以内と定めているJAXA基準に合致させるため展開膜機構も備えています。

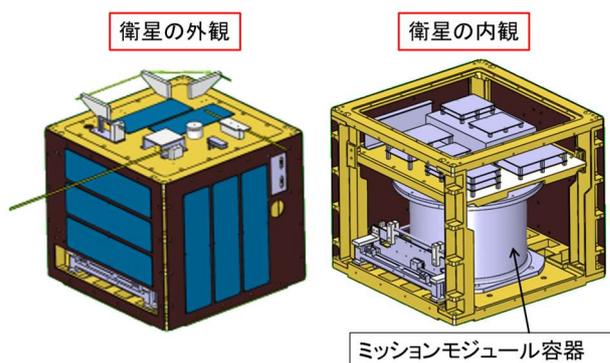


図1-4-1 TeikyoSat-4 外観図、内観図



図1-4-2 JAXA引き渡し前の衛星と宇宙システム研究会メンバー

モジュール容器に対する温度要求は $19\pm 5^{\circ}\text{C}$ と従来の超小型衛星では類を見ない厳しさを課し、そのため外板パネルを断熱性の良いCFRPにし、磁気トルカを用いた能動姿勢制御を行うなど、TeikyoSat-3から大幅に発展した機能を有しています。通信系はTeikyoSat-3で地上からのコマンドが通らなかった教訓から、Main Missionのアンテナは冗長性を持たせ、巻込み式と固定式の2種類を備えました。

TeikyoSat-3の開発時に課題となった試験設備の少なさを解決するために、帝京大学内に環境試験装置が設置され、熱真空試験は自前で行うことができ、栃木県産業技術センターでの振動試験と電波特性試験と合わせて、主要な試験は県内で行えることになりました。図1-4-2はJAXA引き渡し前のクリーンルームでの衛星本体と宇宙システム研究会メンバーの写真です。

TeikyoSat-4は2021年11月9日（火）にJAXA革新的宇宙技術実証2号機（イプシロン5号

機)で打ち上げられました。当初の運用計画を図 1-4-3 に示します。打上げ後 2 年経過した現在 (2023 年 11 月 9 日)、運用計画通り進んでいないフェーズもありますが、衛星の動作確認、TLE の取得、CW データの受信とデコード、双方向通信は可能となりました。まだ粘菌の写真の受信はできていませんが、それも含めて次の課題の解決に向けて努力しているところです。

- ① TeikyoSat-4 の詳細な状態推定
- ② アマチュア無線技術向上への貢献
- ③ パケット通信の安定化

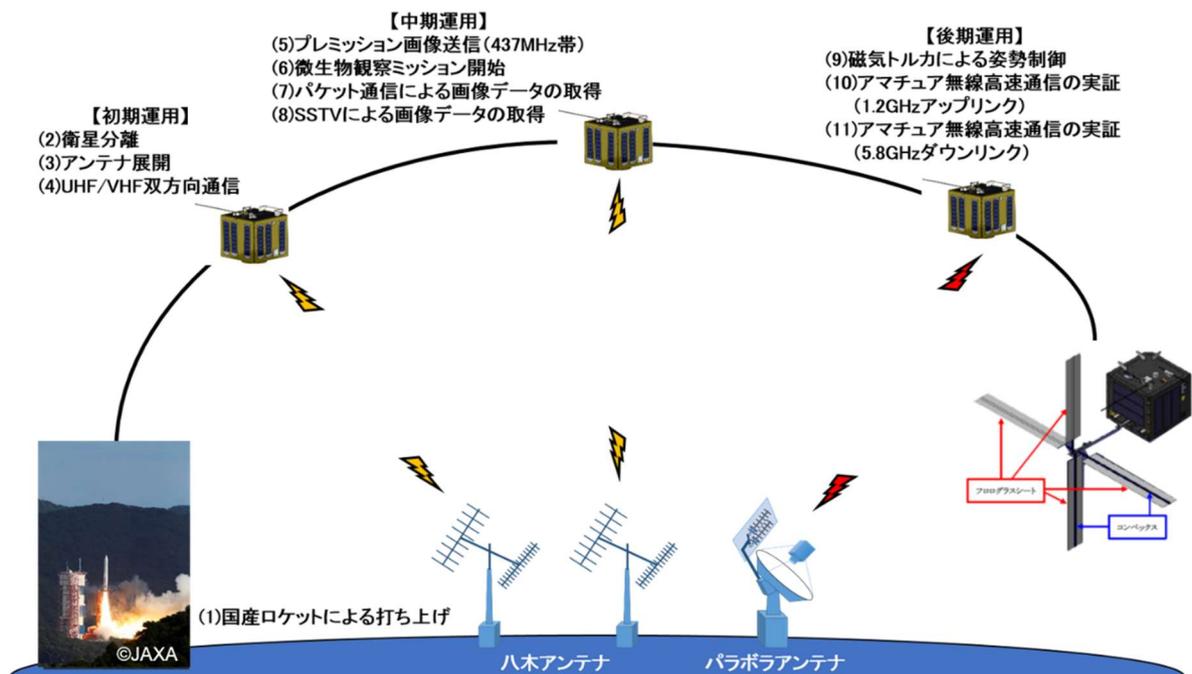


図 1-4-3 TeikyoSat-4 運用計画

1-5. 学外との連携およびアウトリーチ活動

TeikyoSat-3 および TeikyoSat-4 は栃木県で作り、栃木県から打上げた衛星として、栃木県の科学技術および産業の振興にも貢献してきました。TeikyoSat-3 および-4 を題材にしたアウトリーチ活動は表 1-5-1 の通りで、このことは地域の関心・意識の高揚に役立ち、同時に地域や小・中・高校生の科学的リテラシーの涵養に寄与しています。

TeikyoSat-3 開発には栃木県内外の約 10 社の企業、TeikyoSat-4 でも約 10 社の協力を得ましたが、同時に一般の人々には、TeikyoSat-3 打ち上げ時には「一緒に宇宙に行きませんか?」と呼びかけて約 700 の組織、個人の名前を銘板に刻印し、衛星に搭載しました。

TeikyoSat-4 打ち上げに際しては、衛星の愛称を公募したところ、1088 件の応募があり、最終的に栃木県の県鳥である「おおりり」が選ばれ、県民の関心の高さが感じられました。

表 1-5-1 TeikyoSat-3 および TeikyoSat-4 によるアウトリーチ活動

	TeikyoSat-3	TeikyoSat-4
論文発表	19	23
講演会での講演	35	23
小・中・高校のサイエンスキャンプ	40	8
メディア報道	55	49
広報誌掲載	15	23
展示	15	7
表彰	7	3
計	186	136

TeikyoSat は地域産の衛星であると考えていますが、その主体である帝京大学を核とした地域における宇宙活動の拠点形成・産学連携・産官学連携の例を図 1-5-1 に示します。2021 年に発足した帝京大学宇宙機研究開発センターは、その中核として機能し始めています。

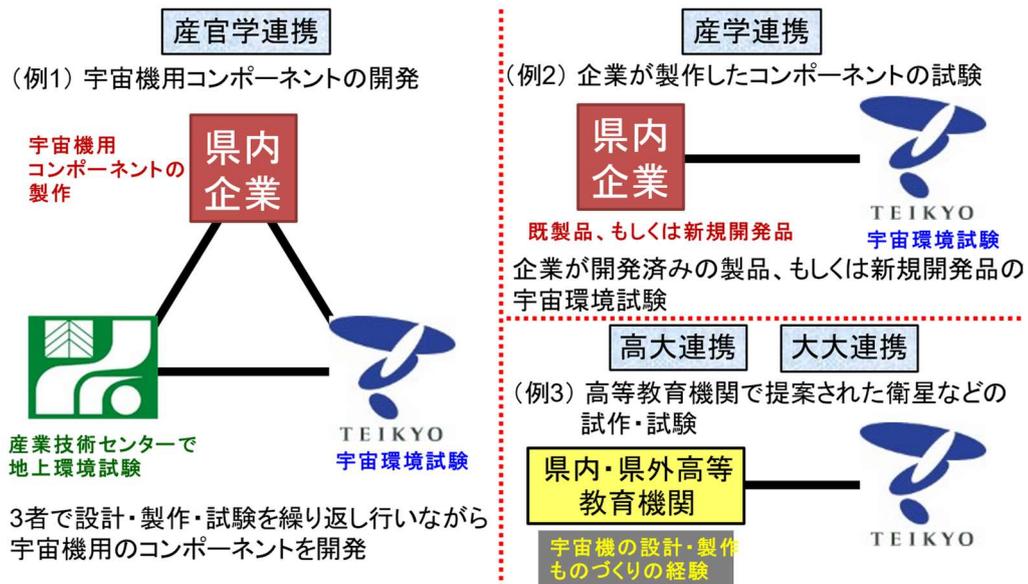


図 1-5-1 栃木県内の産業、研究、教育連携の例

2. プロジェクトを通じて得られた教訓

2-1. 国際周波数調整および通信免許取得には時間的要素も考慮すること

TeikyoSat-3 および TeikyoSat-4 とも、通信にはアマチュア無線帯を使用しました。アマチュア無線帯を使用するためには、あらかじめ JARL（日本アマチュア無線連盟）で了解を得た上で国際アマチュア無線連合（IARU）から周波数の割り当てを受ける必要があります。その上で国際電気通信連合（ITU）で事前公表資料（API）の承認を受ける必要があります。これには意外に長い時間がかかり、TeikyoSat-3 の時に承認を得たのは打ち上げの直前でした。その苦い経験がありました

ので、TeikyoSat-4 ではかなり余裕を持って周波数調整を行いました、やはりギリギリ間に合ったという次第でした。通信の免許も含め、これらは他機関・他組織の事情によることで、自分達ではコントロールできないことですので、かなり余裕を持って準備しなければなりません。

2-2. システム安全の観点に留意すること

TeikyoSat-3 も TeikyoSat-4 も副衛星としてそれぞれ H-IIA ロケットおよびイプシロンロケットに搭載されました。従って、それぞれのロケットの環境条件および搭載他衛星の要求に合わせる必要がありました。TeikyoSat-3 の主構造としてのアルミ合金の応力腐食割れ防止のために開発途中で材料の変更を余儀なくされたことも良い経験となりました。

3. これからフライトを目指す人たちへのメッセージ

私たちの衛星のミッションは、衛星設計コンテストに応募した微生物観察から始まり、TeikyoSat-3 および TeikyoSat-4 を通して、多目的宇宙環境利用実験衛星用バスシステムの軌道上実証、アマチュア無線高速通信帯の軌道上実証、生命科学分野ミッションの軌道上実証へと発展してきました。生物、特に微生物を扱うことは全く専門外で慣れないことも多かったのですが、新しいことに取り組むのは、それはまた楽しみでもありました。

いろいろな要素を組み合わせて、超小型の衛星を作り上げるというのは、まさにシステム工学の面白さと難しさを体験する場です。例えば、ロケットの環境条件に収めるために何度も衛星構体の設計変更を行ったこと、構造条件と熱条件の兼ね合いを考慮しなければならなかったこと、安全審査をクリアすることなどの経験は得難いものです。

学生の研究会主体での開発は学業との関係が課題となりますが、スケジュール管理、コスト管理、マネジメント管理の恰好の訓練の場となります。未知への可能性を求めて頑張ってください。自分たちの作った衛星が宇宙へ飛び立った時や、宇宙からデータが送られてきた時の喜びは特別のものがあります。TeikyoSat-3 開発中に開発メンバーが詠んだ句を贈ります。

宇宙(そら)の橋 青春の汗 衛星(ほし)渡る

4. 参考文献

- 1) 小野輝良、蔵町 良、中山 翼、宮越早希：小型人工衛星の研究 ～ CanSat-Kit 「TeikyoSat1号、2号」の機能拡張 ～、2008年度帝京大学理工学部航空宇宙工学科卒業論文、2009年2月。
- 2) 帝京大学宇宙システム研究会：微生物観察衛星～TeikyoSat～ 解析書、第18回衛星設計コンテスト、2010。
- 3) 前田靖男：パワフル粘菌、東北大学出版会、2009。
- 3) Teikyo University TeikyoSat Project：微生物観察衛星”TeikyoSat-3”開発活動報告書、2016年3月。
- 4) 河村政昭：多目的環境利用実験衛星の開発、平成27年度～平成31年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業研究成果報告書、令和2年（2020年）年3月31日。

4.5 可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」

中条 俊大

東京工業大学 工学院 機械系 助教

可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」の研究開発に従事

渡邊 奎

東京工業大学 科学技術創成研究院 特任助教

同上及びプロジェクトマネージャ

第 24 回衛星設計コンテスト設計部門:設計大賞受賞作品 重力波天体探査衛星「ひばり」

はじめに

本稿は、「ひばり」衛星を着想され、第 24 回大会設計チームの指導教員であり、その後可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」として打ち上げに至る衛星プロジェクトの代表者でおられました、故・松永三郎先生(東京工業大学 工学院 機械系 教授)に代わりまして、中条、渡邊が共同で執筆いたします。両名は衛星設計コンテスト出品当時は「ひばり」の研究グループに所属しておらず、可変形状姿勢制御実証衛星「ひばり」として開発を開始してから一連の活動に従事しております。衛星設計コンテスト参加当時も含め、「ひばり」の歴史を調べ振り返りながらの執筆となりますので、拙文ではありますがご容赦ください。

「ひばり」の誕生経緯

衛星設計コンテスト開始当時から、東工大は数多くの衛星設計を出品し、大変ありがたいことにこれまで多くの賞をいただきました。松永研の活動としてのコンテスト参加に加え、工学院機械系の講義(宇宙システムイニシアティブ、現在は休講中)の活動の一環として履修学生のチームが参加しており、東工大と衛星設計コンテストは長らくともに歩んできたといえます。中でも、偏光 X 線観測衛星「燕」(別稿参照、後の「TSUBAME」衛星)と重力波天体探査衛星「ひばり」は、それぞれ第 12 回大会、第 24 回大会で設計大賞を受賞しており、また後に実際の衛星として打ち上げまでこぎ着けている特別な衛星です。

「ひばり」の着想は、2015 年に研究室旅行中のゼミで松永先生が披露された「モータ付き展開機構とその応用」が初めだといわれています。松永先生は当時から、「TSUBAME」衛星で実証を予定していたコントロール・モーメント・ジャイロ(CMG)による迅速な姿勢制御を上回る迅速性をもつ姿勢制御法を考えておられ、そのアイデアとして太陽電池パドルなどの衛星の付属物を回転駆動させるこの方法(可変形状姿勢制御)を提案されたと思われます。原理は単純ですが、従来の姿勢制御と全く異なる発想です。

この着想を、まず衛星設計コンテストに出品することで具体化したのが松永研の学生たちです。松永研では毎週 1 回、理学院の河合研(現在は谷津研)と合同で学生主導の衛星開発ミーティングを行っており、当時は衛星設計コンテスト出品のための「ひばり」衛星設計の議論を行っていました(なお、この毎週行われているミーティングは現在も続いており、現在は実際に開発している衛星プロジェクトの会議となっています)。迅速な姿勢制御を活かした理学観測とそれを支える地上速報通信を実現するシステムとして設計が進みました。設計大賞の受賞は、衛星設計の完成度だけでなく、可変形状姿勢制御のアイデアそのものの価値を評価いただいたものでもあり、その後の活動の励みとなったと思われます。コンテストの設計資料は、筆者を含め当時参加してない後の世代も、「ひばり」衛星活動の原点として参照しています。

衛星設計コンテストと並行し、「ひばり」衛星の実現に向けた活動も進めていました。衛星開発には莫大

な資金が必要です。松永先生は可変形状姿勢制御の優位性を主張され大型の科研費を複数回獲得し、加えて文部科学省の宇宙航空科学技術推進委託費として採択された「新宇宙産業を創出するスマート宇宙機器・システムの研究開発拠点」では、可変形状姿勢制御の応用による新たなビジネスの創出を主軸の一つとした活動を始めました。さらに、2018年にはJAXAの革新的技術実証プログラム2号機搭載の超小型衛星として「ひばり」衛星が採択され、ついに打ち上げ機会を獲得することができました。これらの資金や打ち上げ機会を基盤として研究開発活動を行っていたのも、主体は学生でした。可変形状姿勢制御の原理の理解を目指す基礎研究から、衛星搭載のコンポーネントの開発・試験に至るまで、数多くの研究室学生が従事し卒業していきました。衛星設計コンテストの時から変わらず、全体の大きな舵取りは松永先生、その指導の下で細部に至るまで実働するのは学生という役割ははっきりしていたと思います。実働の多くが学生であるということが、学生のモチベーションにもなるとともに、実プロジェクトで研究成果を上げられる環境を生み出す良い効果をもたらしていたと感じます。

衛星開発は、特に新型コロナウイルス感染拡大の影響による活動制限、およびその状況下での厳しいスケジュールに大変な苦勞がありました。その後2年半の期間を経て開発が完了し、2021年11月9日、イプシロンロケット5号機により打ち上げられ、「ひばり」衛星はようやく軌道の上に誕生しました。開発期間が短いといわれる超小型衛星ですが、衛星設計コンテスト出品から5年の月日を要しました。衛星は現在でも健全に軌道上を周回し、可変形状姿勢制御をはじめとする工学実験を日々実施しております。

衛星概要

「ひばり」の概要を記します。より詳細な内容は論文等での発表を参照してください。

まず最終的な「ひばり」の外観図を図1に、システム諸元を表1に示します。「ひばり」は50kg級の超小型衛星であり、4本の太陽電池パドルはモータにより根本から回転駆動できます。この駆動を利用して、表2のサクセスクライテリアに従い可変形状姿勢制御技術実証に関するミッションを行います。ミニマムサクセスでは、パドルを能動的に駆動し、可変形状機能を利用した姿勢マヌーバが可能であることを確認します。フルサクセスでは15deg/10secの姿勢変更迅速性の達成を目標とし、姿勢制御性能を評価します。エクストラサクセスでは、さらに30deg/10secを目標とした迅速性および300 arcsec /1secを目標とした安定性の評価に加え、非ホロノミック性を利用した大角度・任意の3軸姿勢へのマヌーバを実証します。また後期運用では、衛星形状を変化させ有効断面積を変更することによって大気抵抗を制御し、衛星の軌道・姿勢が変化することの確認も行います。

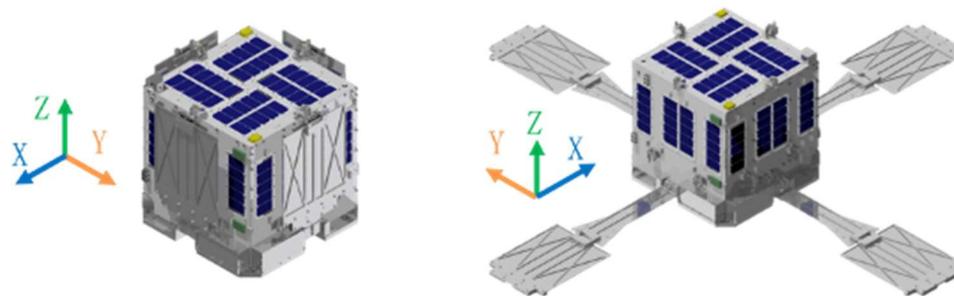


図1 「ひばり」外観(左:パドル収納時, 右:パドル展開時)

表 1 衛星システム諸元

サイズ	570×570×550 mm ³ (パドル収納時)
質量	55 kg (バス 45kg, パドル 2.5kg×4)
通信	S-band Tx/Rx ANT ×2
	Globalstar Tx ANT
電源	Li-ion Battery 161Wh
	太陽指向時/ミナル発生電力 40W
軌道	太陽同期軌道(近地点高度 547 km, 遠地点高度 565 km, 降交点地方太陽時 9:30)

表 2 ミッションサクセスクライテリア

ミニマム	<ul style="list-style-type: none"> ・可変形状アクチュエータの基本性能評価, 仕様確認
フル	<ul style="list-style-type: none"> ・可変形状姿勢制御 ・迅速性: $\geq 15\text{deg}/10\text{sec}$ (超小型衛星用 CMG 相当) ・指向精度: $\leq 5\text{deg} \times 5\text{deg}$ (カメラ画角)
エクストラ	<ul style="list-style-type: none"> ・可変形状姿勢制御 <ul style="list-style-type: none"> ・迅速性: $\geq 30\text{deg}/10\text{sec}$ (超小型衛星用 CMG の 2 倍) ・安定度: $\leq 300 \text{ arcsec} / 1\text{sec}$ (地球観測/指向) ・ノンホロノミック制御を用いた大角度マヌーバ: $\geq 40\text{deg}$ ・RW 併用制御 <ul style="list-style-type: none"> ・安定度: $\leq 300 \text{ arcsec} / 10\text{sec}$ ・大気抵抗を制御した軌道・姿勢制御確認

また参考情報として、衛星設計コンテスト時の衛星概要およびミッションサクセスクライテリアをそれぞれ図 2, 表 3 に示します. ひばりフライトモデルと比較しますと、工学ミッション部はほぼ変わらず、大きな変更点としては理学ミッションのグレードダウンと、バス部の信頼性担保があります. コンテスト時には重力波天体観測として口径 200mm の紫外線望遠鏡を搭載していましたが、工学ミッション実証成功の可能性を高めるため、実際のひばり衛星への搭載は見送りました. ただし、将来の紫外線による時間領域天文学観測の予備実証として口径 25mm の紫外線カメラを搭載し、地球オーロラ観測を行っています. また、実際のミッションでは速報通信系の予備実証としても Globalstar 送信機を搭載し、地球全土にわたってデータ送信実験を行い、送信から 1 分以内で日本でデータを受信できていることを確認しています. これらの知見を生かしたより本格的な突発天体紫外線観測ミッションは、東工大の次期衛星であるうみつばめ衛星へ託しています.

また、最終的には衛星バスはコンテスト時より安全側に設計・開発しています. 特にミッション上、衛星形状が変化することによるバスへの影響を考えることが重要でした. 例えば形状が変化すると発電能力が変化するため、あらゆる形状でも生き残れるよう設計しました. 具体的には、コンテスト時の設計から太陽電池セルはボディマウントへ変更し、また低消費電力で太陽指向ができる設計としました. 同様に通信アン

テナのパターン変化や放熱視野も変化するので、ロバストな配置設計を行っています。余談ですが、同じような構造駆動ミッションを持つ海外の超小型衛星プロジェクトとして、2018年の Rsat-P、2021年の CAPsat と打ち上げられましたが、それらは軌道上で駆動ミッションを行えずロストするという結果になっています。このロストは軌道上で構造を駆動しようとしたことが直接原因ではないと思いますが、駆動機構を搭載することによって間接的にバス部の信頼性が低下したのではないかと予想しています。

これらの事例を聞くと、ひばりが軌道上で可変形状ミッションを行えていることは運が良かったとも感じますが、挑戦性と確実性のバランス感覚、線引きが必要であることを改めて感じました。ただこのバランスはかなり難しく、大学の衛星設計プロジェクトでは特に悩みの種になると思います。挑戦が少ないプロジェクトだと、メンバーの士気が上がらず、バイトのような責任を負わない参加となってしまう、これはこれで失敗のもととなってしまいます。ひばりでは太陽電池パドルを駆動して姿勢制御を行うという松永先生の突飛な発想が、メンバーの心を掴み、そのミッションを世界で初めて成功させるためならと、皆が率先して確実に動かさないとイケない(が、一見研究テーマになりにくい)ところへも尽力したことが功を奏したのではないかと思います。確実性側に綱を引くのは実際に開発プロジェクトが進行してからできるので、最初にいかに挑戦性に振り切ったミッション、アイデアを出せるかがやはり重要だと感じます。

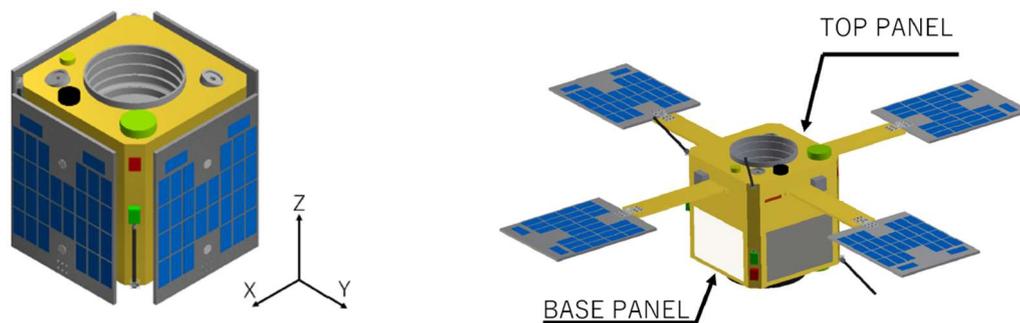


図2 衛星設計コンテスト時の「ひばり」外観

表3 衛星設計コンテスト時のミッションサクセスクライテリア

	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス
形状可変姿勢制御の技術実証	a. 軌道上で形状可変機能の動作が確認できること b. 軌道上で形状可変機能由来の姿勢変動が確認できること 達成判断時期：打上げ1日以内 実施主体：東工大 松永研	a. 形状可変機能を用いて迅速に3軸姿勢制御が行えること 達成判断時期：打上げ1ヶ月以内 実施主体：東工大 松永研	a. 本解析書で設計する姿勢制御系を用いて重力波天体観測ミッションをより高効率に実施すること 達成判断時期：ミッションライフ終了時 実施主体：東工大 松永研
重力波天体の位置決定と光学観測	a. 軌道上で紫外線観測を行えること 達成判断時期：初期運用終了後 実施主体：東工大 河合研	a. 超新星Shock Breakoutを発見し、地上へ速報すること b. 重力波望遠鏡の速報を受け、即時サーベイ観測を行うこと 達成判断時期：ミッションライフ終了時 実施主体：東工大 松永研	a. 重力波天体の位置を 10 arcsec精度で決定し、地上との連携観測を実現すること b. 高速姿勢制御を用いて、観測効率をより高くすること 達成判断時期：ミッションライフ終了時 実施主体：東工大 河合研

開発の振り返り

衛星設計コンテスト後、実際の開発フェーズ、打ち上げから現在の運用状況について簡単に書きます。設計コンテスト後の2017年は、JAXA 革新的衛星技術実証プログラム1号機搭載のDLASのFM開発があったため、実際にひばりのミッション検討が始まったのは2018年からでした。まだ、打ち上げの機会も予算も見えていなかったため、最初はキューブサットの可能性なども広く考えていました。キューブサットは開発コストが比較的抑えられますが、搭載できる機器が限られるなど、様々な点でトレードオフを行い、結局50kg級衛星に考えが寄りつつありました。そしてJAXA革新プログラム2号機にて50kg級超小型衛星の枠で応募をし、採択されたところで、メンバーの覚悟が決まりました。

活動初期段階では、衛星設計コンテストの資料を大変参考にしました。ミッション要求からシステム要求を出し、それらを満たすシステムの設計が既に1周してあるので、それをもとにさらにイタレーション的にシステム検討をし、MDR・SRR相当のレビュー会を開催しました。前述の通り、この時点で工学ミッション部はほぼ変わらず、理学ミッションを縮小しました。

その後2019年はBBMフェーズとして、特にミッション部のパドル駆動試験、展開試験、パドル含む筐体を模擬したアンテナパターン試験などを行い、設計を具体化していきました。2020年は世界的な新型コロナウイルス流行のため、大学での現地作業が数ヶ月できなかつたり、半導体不足が重なり製品の購入が滞ったりと、計画が難航しましたが、リモートでの密なミーティングや各自の思考実験、ソフトウェア部の作り込みなど柔軟にやれることをやり、なんとか2021年にFMフェーズへと漕ぎ着けました。大学へ入れるようになってからは、今までのリモート開発でのストレスを解消するかのように、逆により集中した開発ができたように思えます。

FMフェーズではより本格的な電気統合試験を中心に、環境試験や性能評価試験を行いました。しかし、最終振動試験を通過後、電気試験中に人的ミスでバッテリー・PCUが故障したり、EMC試験にてある機器の高周波成分がSバンド送信機と干渉したりと数々のトラブルが起きました。このフェーズでの試験は規模が大きくなるので、不具合原因がより分かりにくく、また不具合が波及する範囲も広いので本当に大変でした。しかし、学生やOB、先生方の尽力、革新プログラム関係者の協力を受け、なんとか2021年8月21日に内之浦にて衛星の引き渡しを迎えられました。このときになると、不具合が起きない日は逆に不安になるという精神であったことが思い出されます。開発の中で一番苦しく、楽しい時期であったと当時の開発メンバーは皆言います。

衛星 SHIPPING のときも、引き渡し組だけが最後まで頑張ったというわけではありません。引き渡し組が内之浦に到着後、搭載しているリアクションホイールの動作に懸念点が確認されました。もちろんFMでデバッグする時間も場所もないので、大学に残ってくれた当時修士の学生が1人で夜通しでEMを用いてデバッグしてくれました。普通、学生にデバッグをしてもらい結果を報告してもらおうと、2、3点つつこみどころが散見し再度デバッグをしてもらおう、という流れになるのですが、そのような点もクリアになっている最高のレポートを引き渡し当日の朝に貰いました。結局は杞憂であったのですが、その集中力と体力は簡単に真似できるものではなく、最高のチームであったと誇りを持っていえます。また、ぎりぎりまで初期シーケンスの姿勢シミュレーションを大学のPCを総動員して行い、不安なケースがないか洗いざらい確認してもらいました。チーム全員が心から成功を願っていました。

そして2021年11月9日9時16分(JST)、JAXA内之浦宇宙センターからイプシロンロケット5号機によって「ひばり」は軌道の上に打ち上げられ、所定の太陽同期軌道に投入されました。

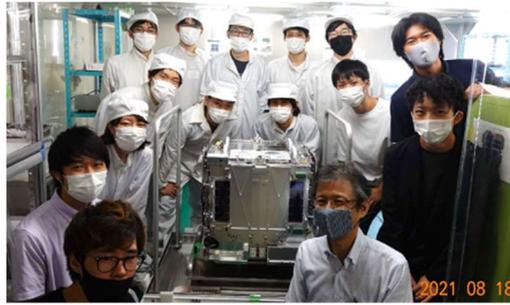


図3 射場への輸送直前の集合写真



図4 引き渡し後の記念撮影

初期運用の振り返り

運用は、東北大学、北海道大学に協力をいただき、東工大から遠隔で東北大局アンテナ、キルナ局アンテナを使用させていただいています。打ち上げ日の午後4時に、キルナ局にてファーストパスを迎えました。分離時情報をもとに軌道情報を修正し、アンテナを追尾し、ひばりのHKダウンリンクを確認できました。急ぎHK内容を確認し、電力や熱、姿勢が健全であることをチェックしました。ひばりの産声を聞いたときは嬉しく、歓声をあげたかったのですが、東工大には過去「TSUBAME」衛星の軌道上ロストの例もあるので、決して気は抜けませんでした。そして、当然のように不具合が続々と出てきました。それらは枚挙にいとまがないですが、例えば、パドル展開フェーズにて、折りたたんだパドルを保持・展開するためのダイニーマ線の溶断が行われませんでした。一瞬、溶断機構のパドル展開が振動や熱環境起因で故障してしまった可能性が頭をよぎりましたが、HKの監視や地上再現試験、過去の地上試験結果の見直しを行い、翌日にはバッテリーの過電流制限に引っかかっていると判断しました。対策として、日陰でバッテリー電圧を極力下げてから溶断コマンドを実行し(溶断電圧はバッテリーから直の非定常電圧を用いているため、バッテリー電圧が下がることで溶断電流が下がり制限にかかりにくくなる)結果、無事パドル展開を終了できました。その後もトラブルが起りつつもミッションを進めることができ、一部の後期運用エクストラサクセスを除き達成できました。現在も日々ミッションを行っていますが、全体として「ひばり」ミッションは大成功であったと思います。

軌道上で不具合が起こったときは、運用によって対処をするしかないのが(少なくとも現状の)宇宙機の特徴ですが、工夫によってはなんとか先に進むことができることもあれば、当然対処できないものもあります。ジャイロセンサや一部のパドル駆動部の故障など、ひばりがボロボロになっていきますが、あと何をやるかを常に吟味しています。しかし、そのような状態でも、2024年2月現時点でいまだに根幹であるパ

ドル駆動ミッションをやれていることは、チームが一丸となり重箱の隅をつつくような故障ケースを想定したシステム的设计、試験をやり尽くしたことのご褒美をいただけてるのではないかと考えております。

「ひばり」の次の衛星たち

「ひばり」の成功を背景に、東工大では現在新たな衛星プロジェクトが複数進行しています。まず、前述したうみつばめ衛星プロジェクトです。ミッションは、「ひばり」の衛星設計コンテスト時にも主眼としていた紫外線望遠鏡による天体観測、およびマルチスペクトル地球観測です。「ひばり」と同様 50kg 級衛星として開発しており、バスや Globalstar 速報系ではひばりの技術を流用、発展させています。また JST ERATO 片岡ラインX線ガンマ線イメージングプロジェクトでは、東工大がガンマ線観測をおこなう超小型衛星の開発を担当しており、観測の傍らで「ひばり」の変形状機能を応用したフォーメーションフライトの工学実証実験を計画しております。さらに、東工大を代表機関として、「超小型ソーラーセイルによる姿勢・軌道統合制御」の提案が JAXA SMASH 超小型衛星ミッション公募#2 のフィービリティ・スタディに採択されており、「ひばり」から着想を得た駆動機構を有するソーラーセイルの航行技術実証ミッションを計画しております。いずれも「ひばり」の技術を起点にしており、それが余すところなく活かされる多数のミッションが始まろうとしていることを感慨深く思います。

これから打ち上げを目指す人たちへのメッセージ

ひばりの歴史を振り返ると、前述したように打ち上げに向けた具体的な活動は衛星設計コンテストから始まっています。コンテストに出品することは、短期間で集中的に概念設計を行う良いきっかけだと思います。「ひばり」衛星のように設計大賞を受賞するものとなれば、その後の設計変更は多くあるとしても、打ち上げに繋がり得る質のものであるといえます(逆にそれぐらいでないとフライトを狙うには不十分なのかもしれません)。ここで重要なのは、ミッションの学術的意義です。衛星設計はもちろんですが、その衛星によってどんなミッションを実現したいのか、それが宇宙工学・理学にどれほどのインパクトをもたらすのか(世界に先駆けているのか)といった議論が最も重要です。設計や研究開発を進めていく中で、ふとなぜこんなことをしているのかと思うことがありますが、その時にミッションの重要性を再認識することで確信を持って前進することができます。そのためには、活動の初期段階からチームメンバーで時間をかけてアイデア出しを行い、多くの人たちと意見交換をすることが大切です。ミッションの大枠が決まって衛星設計を進めていても、設計の実現性とあわせてミッションを練り直すこともあります。衛星設計を始める前も始めてからも、いつでもミッションをよく考えることを忘れずにいてもらいたいです。

ただし衛星設計コンテストはあくまできっかけの一つだと思います。もし受賞できれば箔が付きますが、それで打ち上げ機会が用意されることはありません。衛星開発には金銭的コスト、人的コストが多くかかりますが、いずれも同程度に重要だと思います。まず活動の原資となる研究費の獲得はもちろん大前提であり、それを獲得するために研究のビジョン(および予備的な研究成果)を常に磨き続ける必要があります(結局、良いミッションを創出しないとお金がついてこない、ということもあると思います)。また、「ひばり」衛星ではありがたいことに多くの人たちに様々なご協力、ご支援をいただきました。こうした助けをいただいたことは幸運だったことと思いますが、程よく大きな(大きすぎない程度の)チームを作ることはやはり大切だと思います。衛星設計コンテストは、こうした打ち上げに向けた(金銭的、人的)基盤構築のいいきっかけになり得ると考えます。そのきっかけから、是非一步踏み込んだ活動につなげてもらいたいです。

4.6 高専衛星プロジェクトについて ～高専生が作った国立高専初の超小型衛星 KOSEN-1～

今井 一雅

高知工業高等専門学校 客員教授・名誉教授

KOSEN-1 衛星プロジェクトマネージャ

第 24 回衛星設計コンテストアイデア部門：

日本天文学会賞受賞作品 木星電波ビーム観測衛星「JBeam」

第 25 回衛星設計コンテストアイデア部門：

アイデア大賞受賞作品 折り紙ソーラーシステム衛星「OS3」

はじめに

2021年11月9日9時55分16秒に、高専生が作った国立高専初の超小型衛星となる KOSEN-1 衛星【写真 1】が、宇宙に旅立った。3度の延期を経て、鹿児島にある JAXA の内之浦宇宙空間観測所からイプシロンロケット 5 号機で打ち上げられた。

私は、この KOSEN-1 衛星の責任者となるプロジェクトマネージャとして、打ち上げのライブ中継（パブリックビューイング）を、高知高専の開発に携わった学生 4 人と一緒に見守った。イプシロンロケット 5 号機の打ち上げは成功し、搭載されている 9 機の衛星が予定の時刻に次々と軌道に投入されていった。KOSEN-1 衛星が放出される時刻が過ぎた後、内之浦の管制センターで「全機軌道投入成功！」の拍手が起こった。



写真 1 国立高専初の超小型衛星 KOSEN-1

宇宙人材育成事業での取り組み

今から 10 年前となるが、文部科学省の 2014 年度実践的若手宇宙人材育成プログラムに、私が代表者として応募した「国立高専超小型衛星実現に向けての全国高専連携宇宙人材育成事業」が採択され、3 年プロジェクトの事業がスタートした。このプロジェクトは、全国の高専教員の中で

宇宙に関する理工学の研究者グループ（現在では 27 高専から 42 名が参加）である「高専スペース連携」に参加している 10 高専の教員が、取り組むことになったものである。

その当時、超小型衛星では最も小さい部類となる 10cm 立方体サイズ (1Unit) の 1U-CubeSat が、大学等で開発され話題となっていた。それは、本物の人工衛星を手作りし、宇宙に飛ばすことができるという、とても夢のある魅力的なものであった。高専は、ものづくり教育が中心となるユニークな教育をしているが、高専生による衛星開発は、もしかしたら新しいものづくり教育になるのではないかというのが、その時に感じていたことであった。

この宇宙人材育成事業では、パラシュート付きの CanSat (空き缶サイズの模擬人工衛星) を、係留する気球で 50m 位の高さまで引き上げ、CanSat が地上に落下する間に、いろいろなセンサーでデータをとるコンテストを行った。このイベントは、夏休みに「高専スペースキャンプ」【写真 2】という 4 日間の合宿形式で、新居浜高専の若林誠先生が世話役となり、愛媛県新居浜市のマリパーク新居浜を中心に行われた。



写真 2 2015 年夏に初めて開催された高専スペースキャンプの集合写真
(愛媛県新居浜市の黒島海浜公園での CanSat コンテスト会場にて)

最初の 2015 年度は、全国のいろいろな高専から集まった 44 名の高専生が、各高専でチームを組んだり、他の高専との混成メンバーでチームを結成したりした。そしてそのチームで、CanSat で行うミッションを話し合い、皆で協力してオリジナルな CanSat の組み立てを行った。4 日目の最終日のコンテストの前の晩は、時間との戦いということで大変な状態であったが、学生達の目はいつもの授業では見られない位とても輝いて見えた。

幸いなことに、この宇宙人材育成事業は、先進的な取り組みを継続的に行うことにより、2022 年度まで 3 回連続 (9 年間) して採択され (2 回目の代表者は徳山高専の北村健太郎先生 (現在、九工大)、3 回目の代表者は新居浜高専の若林誠先生)、全国の高専生がオンラインで参加できる「高専スペースアカデミア」という宇宙工学講座に発展している。また今年度 (2023 年度) は、

企業と連携した4回目の宇宙人材育成事業（代表者は新居浜高専の若林誠先生）が採択され、3年プロジェクトでスタートしている。

超小型衛星を開発しようという実際の取り組みは、2017年度からの2回目の宇宙人材育成事業から行っていたが、2018年に本物の衛星を開発する機会に巡り合うことができた。それは、JAXAが行っている「革新的衛星技術実証プログラム」の公募で、10高専が連携して2UサイズのCubeSat「KOSEN-1衛星」を開発し、新しい宇宙技術実証を行う提案を行った。

衛星設計コンテストでの取り組み

この時、KOSEN-1衛星を提案できたのは、衛星設計コンテストのおかげである。私の研究室では、毎年のように学生チームが衛星設計コンテストへ作品の応募をしており、その過程で多くのアイデアが生まれ、それがKOSEN-1衛星の提案につながっていったと実感している。その作品の中でも、衛星設計コンテストの一次審査をパスして、最終審査会で発表することができたものが、下記の5件となっている。

第15回（2007年）衛星設計コンテスト 高知高専チーム（久保、東、今井、中田）

アイデア部門：月面電波天文台「すぷりんぐはずかむ〜ん」（日本天文学会賞）

第19回（2011年）衛星設計コンテスト 高知高専チーム（福島、東、濱口、野中）

アイデア部門：ラグランジュポイント衛星「LAPOS」（地球電磁気・地球惑星圏学会賞）

第21回（2013年）衛星設計コンテスト 高知高専チーム（島内、森國、南）

アイデア部門：木星電波観測システムLIMITLESS（奨励賞）

第24回（2016年）衛星設計コンテスト 高知高専・群馬高専チーム

（ラグワドルジ、中山、藤田、安藤、チアング、竹崎、片岡、中平、西森）

アイデア部門：木星電波ビーム観測衛星「JBeam」（日本天文学会賞）

第25回（2017年）衛星設計コンテスト 高知高専チーム（コバーン、高橋）

アイデア部門：折り紙ソーラーシステム衛星「OS3」（アイデア大賞）

KOSEN-1衛星の開発

幸運なことに、JAXAの「革新的衛星技術実証プログラム」に提案していたKOSEN-1衛星は、2018年12月に採択され、10高専（高知高専、群馬高専、徳山高専、岐阜高専、香川高専、米子高専、新居浜高専、明石高専、鹿児島高専、苫小牧高専）が連携したKOSEN-1衛星の開発が、2019年にスタートした。初めての衛星開発ということで、正にゼロからのスタートであった。

中心となるのは、高知高専の私の研究室の学生と群馬高専の平社信人先生の研究室の学生で、高知高専は衛星に搭載する電子機器の開発を担当し、群馬高専は機械工学科ということで衛星のボディとなる構体系を担当することになった。平社研の学生は、卒研生と専攻科生を入れると総勢10名規模の大世帯であった。衛星開発における宇宙環境の機械的な試験として熱真空試験、振動試験などを4回行ったが、その中心的な役割を平社研の学生が担った。彼らは、期限が限られている宇宙環境試験の準備から実施まで熱心に取り組み、大活躍してくれた。

そして、他の高専の学生とも連携して衛星開発を行うために、ネット会議システムを活用して

毎週火曜日の放課後、20名規模の衛星開発会議も行った。これによって、学生達の交流の輪が広がっていった。このオンラインの衛星開発会議は、KOSEN-1衛星の打ち上げ前までの2年半の間に、98回を数えることになった。この間に衛星開発に関わった学生は50名を超えていた。

このKOSEN-1衛星【写真3】では、木星からの自然電波放射を受信して木星電波放射機構を解明するための木星電波観測技術実証衛星として、次の3つの先進的な宇宙技術の実証を目指しており、高専生のアイデアが随所に生かされている。

- (1) 超小型Linuxマイコンボード Raspberry Pi CM1によるOBCの宇宙実証
- (2) デュアル・リアクションホイールによる超高精度姿勢制御の宇宙実証
- (3) 木星電波観測用6.6m長ダイポールアンテナ展開技術の宇宙実証

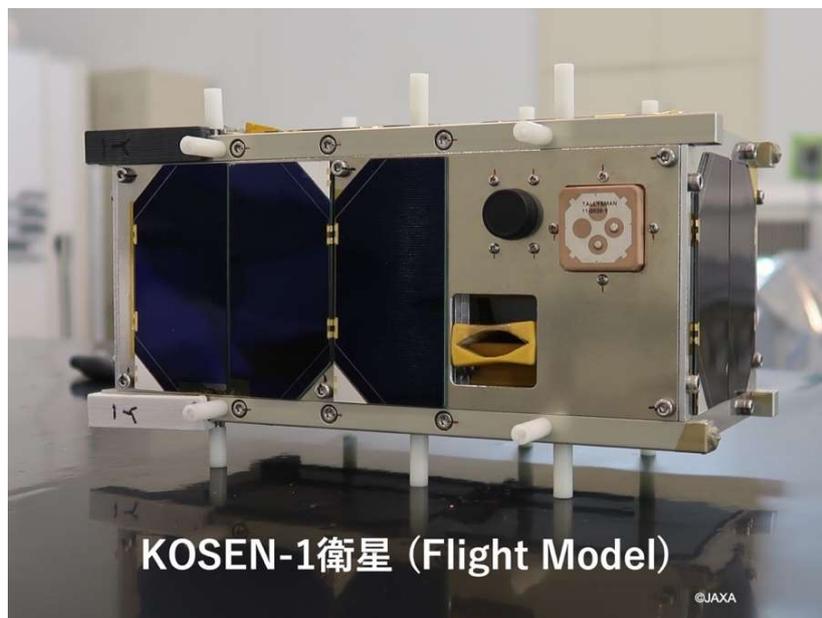


写真3 完成した Flight Model の KOSEN-1 衛星
(JAXA 内之浦宇宙空間観測所での引き渡し時の写真)

KOSEN-1 衛星の初期運用での成果

最初の技術実証となる、衛星の心臓部に市販のLinuxマイコンボードを使うという先進的な宇宙技術実証は、KOSEN-1衛星の打ち上げ後4ヶ月の間に成功した。この技術実証では、超小型で低消費電力となるLinuxマイコンボード(Raspberry Pi CM1)を、衛星の心臓部となるOBC(Onboard Computer)に使用し、常時衛星で運用することができた。また、衛星地球局からのコマンドにより、【写真4】のようにOBCと連動した搭載カメラによる地球の写真撮影にも成功した。

なお、このLinuxマイコンボードには、Raspberry Pi CM1を使用していることから、Raspberry Piを活用した作品やアイデアを競う「みんなのラズパイコンテスト2021」に、KOSEN-1チームの学生が「ラズパイ衛星KOSEN-1」というタイトルで応募し、最高賞のグランプリ賞に匹敵する特別賞を、2021年11月23日に受賞した。



写真4 KOSEN-1衛星に搭載された160度広角カメラにより日本上空で撮影された地球の画像（左の中央上の小さな点は三日月）

次の技術実証となる新しい衛星用姿勢制御装置「デュアル・リアクションホイール」を使った、宇宙での高速かつ高精度な姿勢制御の実証実験にも成功した。このデュアル・リアクションホイールは、群馬高専の平社研究室で開発されたもので、衛星に搭載されるのは初めてで、世界初の姿勢制御の実験成功となる。このデュアル・リアクションホイール【写真5】は、2つの平面モー



写真5 KOSEN-1衛星の中央部に搭載された新しい方式の姿勢制御装置「デュアル・リアクションホイール」

タを反対に回すタイミングによって姿勢制御を行うユニークな方式で、平面モータは群馬高専の学生が手作りで製作したものである。

【写真6】は、姿勢制御装置「デュアル・リアクションホイール」の実証実験の1例で、2つのリアクションホイールの動作の時間差を「3秒間」に設定して姿勢制御を実施した。実施前の地球の画像をKOSEN-1衛星に搭載された広角カメラ（画角160度）で撮影した地球の連続写真（10秒間で衛星の静止状態を確認）と、姿勢制御実施後の連続写真の撮像データから、目標の姿勢制御角45度が1度の誤差内で合うことが確認され、このミッションのエクストラサクセスを達成することができた。

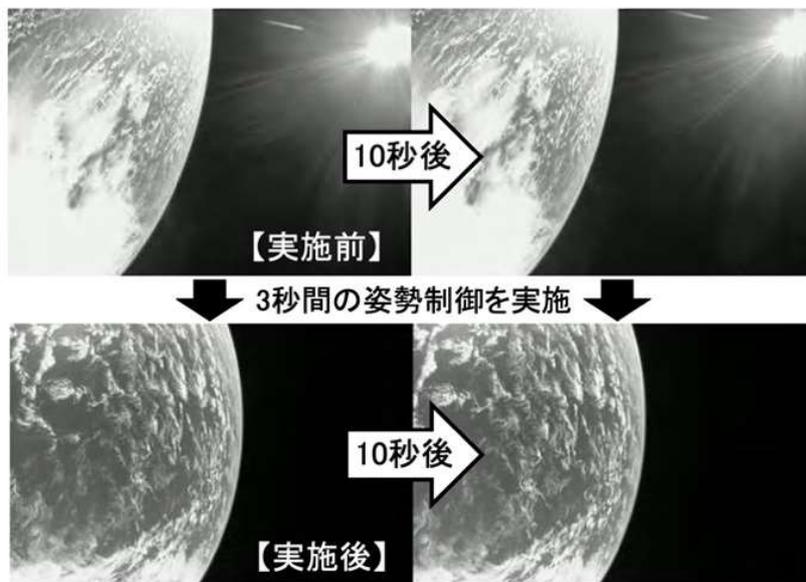


写真6 姿勢制御装置「デュアル・リアクションホイール」の実証実験例
(10秒後の地球の連続撮影写真の比較により姿勢角の変化を検出)

おわりに

今回のKOSEN-1衛星開発においては、高専本科5年の卒業研究や専攻科の特別研究に取り組む学生だけでなく、【写真7】のような各高専の宇宙科学研究部などの部活動に参加する学生（1年生から5年生までの16歳から20歳までの広い年齢層）も参加した。本格的な衛星開発に携わる学生の中では、16歳は最年少だと思われるが、学年にかかわらず本物の衛星を開発する学生達は皆、真剣に取り組む多くの知識を獲得したと考えている。そして、各高専の学生チームが分担して衛星の各部分を担当し、多くのネット会議を通して、情報共有を行いながら衛星を開発するという、ものづくり教育の新しい方向性を示すことができた。

KOSEN-1衛星の後継となるKOSEN-2R衛星（プロジェクトマネージャ：米子高専の徳光政弘先生）が、2025年度にJAXAのイプシロンSロケットで打ち上げられることになっており、現在開発の佳境を迎えている。また、その後に打ち上げられるKOSEN-3衛星（プロジェクトマネージャ：香川高専（高松）の村上幸一先生）も開発が進みつつある。このように、全国の高専が参加する継続的な衛星開発は、究極のものづくり教育であり、高専の特徴を生かせる最高の教育システムと位置付け、独創的な発想ができる高専生をこれからも輩出していきたいと考えている。



写真7 KOSSEN-1衛星開発に携わった高知高専・宇宙科学研究部の学生



写真8 高知県南国市の海洋堂 SpaceFactory なんこくでの宇宙展 (2024年1月2日から3月4日まで開催) のKOSSEN-1衛星展示コーナーに立つ筆者(今井一雅)

本稿の校正中の2024年2月27日、内閣府より第6回宇宙開発利用大賞の受賞事例が発表された。この受賞事例において、KOSSEN-1衛星から始まったKOSSEN衛星シリーズによる次世代宇宙人材育成が評価され、筆者【写真8】は文部科学大臣賞を受賞した。この受賞は、高専衛星プロジェクトに参加・協力されている皆さんと一緒に受賞できたもので、大変うれしく思っている。特に、JAXAの革新的衛星技術実証プログラムに参加させていただき、ご支援をいただいたJAXAの皆さんに厚く御礼を申し上げたい。

謝辞

島田一雄先生（衛星設計コンテスト実行委員、都立航空高専・元校長）には、「高専スペース連携」や「宇宙人材育成事業」の顧問を長年お願いしており、多くのアドバイスと応援をしていただき、大変感謝しております。また、このような寄稿の機会をいただいた、衛星設計コンテスト実行委員会の皆様に感謝いたします。

参考資料

(1) JAXA ホームページ：

- ・木星電波観測技術実証衛星「KOSEN-1」インタビュー記事
https://www.kenkai.jaxa.jp/kakushin/interview/02/interview02_16.html
- ・JAXA 革新的衛星技術実証 2 号機/イプシロンロケット 5 号機特設サイト
<https://fanfun.jaxa.jp/countdown/kakushin2-epsilon5/index.html>
- ・JAXA 革新的衛星技術実証 2 号機
<https://www.kenkai.jaxa.jp/kakushin/kakushin02.html>

(2) YouTube：JAXA 革新的衛星技術実証 2 号機／イプシロンロケット 5 号機

フライトシーケンス CG の紹介 <https://youtu.be/pLghraclhXs>

(3) 新居浜高専ホームページ：

文部科学省「宇宙航空人材育成プログラム」に採択されました
<https://www.niihama-nct.ac.jp/2020/07/22/entry-topics-19090/>

(4) 高知高専ホームページ：

- ・KOSEN-1 衛星・地球 1 万周記念動画の公開とイベントについて
<https://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/995>
- ・第 1 回全国高専宇宙コンテストで優良賞を受賞
<http://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/688>
- ・10 高専が開発した「超小型衛星 KOSEN-1」の打ち上げ成功について
<http://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/649>
- ・国立高専初の人工衛星 KOSEN-1 の JAXA イプシロンロケットによる打ち上げ予定について <http://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/607>
- ・JAXA のホームページに KOSEN-1 衛星のインタビュー記事が公開されました
<https://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/581>
- ・文部科学省「宇宙航空人材育成プログラム」に採択されました
<https://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/468>
- ・高知高専・群馬高専を中心とする 10 高専による超小型衛星が JAXA 革新的衛星技術実証 2 号機に搭載される実証テーマに選定されました
<https://www.kochi-ct.ac.jp/news/archives/247>

(5) 「みんなのラズパイコンテスト 2021」発表、「特別賞」は小型ラズパイ衛星

<https://project.nikkeibp.co.jp/pc/atcl/19/06/21/00003/110400290/?P=4>

(6) KOSEN-1 衛星関係の情報発信

KOSEN-1 衛星の Twitter(X) <https://twitter.com/kosen1gp>

KOSEN-1 衛星の HP <http://space.kochi-ct.jp/kosen-1/>

高専衛星の HP <http://space.kochi-ct.jp/kosen-sat/>

KOSEN-SAT の YouTube チャンネル <https://www.youtube.com/@kosen-sat>

(7) 第 6 回宇宙開発利用大賞

第 6 回宇宙開発利用大賞の HP

<https://www.s-riyoutaishou.jp>

第 6 回宇宙開発利用大賞 受賞事例

<https://www8.cao.go.jp/space/prize/prize.html>

第 6 回宇宙開発利用大賞・文部科学大臣賞 受賞事例

「高専発の超小型衛星開発を通じた次世代宇宙人材育成の展開」

<https://www8.cao.go.jp/space/prize/sixth/jirei4.pdf>

5. 編集後記

衛星設計コンテスト 30 年史を編集するにあたって、この間、実行委員・審査委員・企画委員をそれぞれお引き受け頂いた方々、応募する学生を指導されてきた方々、最終審査会で受賞された方々、受賞作品を実際の衛星開発・打ち上げ・運用まで結びつけられた方々等に、原稿の執筆をお願いしました。この 30 年間で我が国の宇宙開発は、初期の国家プロジェクトのみの時代から、大学や民間が積極的に関与したさまざまな形の宇宙利用が考えられる時代に成長してきました。

皆さんからいただいた原稿を読ませていただくと、そのような敷居の低い宇宙開発の時代の到来を見据え、その底辺拡大に貢献する衛星設計コンテストを作るべく、多くの努力・工夫がなされてきたことを知ることができます。そして、本コンテストの今後の在り方について、多くの貴重なご意見もいただきました。これら、これまでの蓄積や将来への提言を活かし、本コンテストをますますよいものにしていかなければならないと強く思うところです。

衛星設計コンテスト 30 年史編集委員会委員長 井上 一

衛星設計コンテスト30周年記念

衛星設計コンテスト30年の歩み

発行日：2024年3月30日（第二版）

衛星設計コンテスト30年史編集委員会

本書に掲載されている一切の無断転載を禁じます。

資料使用をご希望の方、また本書に関するお問合せは衛星設計コンテスト事務局までお願いします。

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台3-2-1 新御茶ノ水アーバントリニティビル

日本宇宙フォーラム内 衛星設計コンテスト事務局 satconjimu@jsforum.or.jp

衛星設計コンテスト公式ウェブサイト <https://www.satcon.jp/>

付 録

A1 沿革

以下に掲載しているのは1993年9月12日(宇宙の日)に開催された第1回衛星設計コンテスト最終審査会の様子である。28作品の応募のうち、9作品が第一次書類審査を通過し、科学技術館の会議室で行われた最終審査会で発表を行った。



齋藤成文実行委員会会長 挨拶



林友直審査委員長 挨拶



表彰状授与



会場の様子

2005年の第13回大会からは高校生を対象にしたジュニアセッションを新設し、底辺拡大をはかり、毎年斬新なアイデアが提案されてきた。

2013年には内閣府主催「平成25年度宇宙開発利用大賞」にて文部科学大臣賞を受賞し、継続的な開催が高く評価された。その受賞内容と表彰式の様子を下記に示す。

平成25年度宇宙開発利用大賞

文部科学大臣賞

文部科学省

事例名 高校生から大学院生までを対象とした「衛星設計コンテスト」による、宇宙の啓蒙と次世代宇宙工学技術者等の育成事業

受賞者 衛星設計コンテスト実行委員会

事例の概要.....

受賞者は、高校生から大学院生を対象とした衛星ミッションや衛星設計を競うコンテストを行い、衛星設計や宇宙ミッションの創造を通じて、将来の宇宙開発を担う人材を育成してきた。「衛星設計コンテスト」は1993年の設立以来、20年以上に亘り毎年実施されてきており、現在は日本機械学会、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、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の主催団体のほか、有識者によって組織される受賞者によって運営されている。

選考委員会講評 / 受賞のポイント

- ▶長い歴史の中で、設計・技術に関してきちんとした考え方・道筋を学ぶためのきっかけを若手に提供し続けてきた活動がすばらしい。また実際に設計に終わらず、そこからキューブサットや様々な小型探査機が生まれてきていることも重要な成果で、そこから新しい市場も生まれてきていると考える。市場拡大や高度化・効率化に関しては他との連携も必要であるが、設計コンテストとしての役割を、今後も継続的に実施して欲しい。
- ▶20年にわたり若者の宇宙への関心を高め、宇宙関連の人材育成のすそ野の拡大に貢献してきたことを評価する。

ポイント・具体的成果等

- 1. 市場拡大への貢献**
将来の日本の宇宙開発分野の担い手となる優秀な人材を育てる登龍門としての役割を果たし、これまでに延べ1,000名を超える学生に手厚い教育・指導を行ってきた。大学グループがコンテストに出品したアイデアを具体化させて開発した衛星が、実際に打ち上げられる事も多くなり、宇宙の市場拡大に大きく貢献している。
- 2. 産業、生活、行政の高度化及び効率化への貢献**
コンテスト参加者から、JAXAや宇宙産業に就職する若者を多数輩出しており、世界初のソーラーセイル実証機「IKAROS」や「はやぶさ2」プロジェクトに参画している者もでてきている。
- 3. 技術への貢献**
本コンテストではエントリーした全ての作品に対して、宇宙開発の実践に即した厳しい指摘を示すとともに、学生たちの意欲継続・将来へのステップアップにつながる指導を行うこととしている。その結果、本コンテストを巣立った学生たちの知識や経験がベースとなって継承され、実際の小型衛星の開発や打上げ・運用にまで発展する事例も数多く出てくるなど、技術開発の裾野拡大に大きく貢献している。
- 4. 普及啓蒙への貢献**
近年では、本コンテストへの参加をSSH（スーパーサイエンス・ハイスクール）の活動の一環として取り入れている高校も存在する。「宇宙」を教育に取り入れ、また若年層への宇宙開発への興味を促進することに貢献している。特に、本コンテストには「ジュニアの部」があり、高校生らの宇宙利用のアイデアを大事にして、育て上げるプロセスを重視している。



第20回衛星設計コンテスト 最終審査会の様子

問合せ先 **衛星設計コンテスト事務局**
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台3-2-1 新御茶ノ水アーバントリニティビル2F (一財)日本宇宙フォーラム内
03-6206-4902 <http://www.satcon.jp/>

平成 25 年 10 月 10 日（木）に開催された表彰式の様子



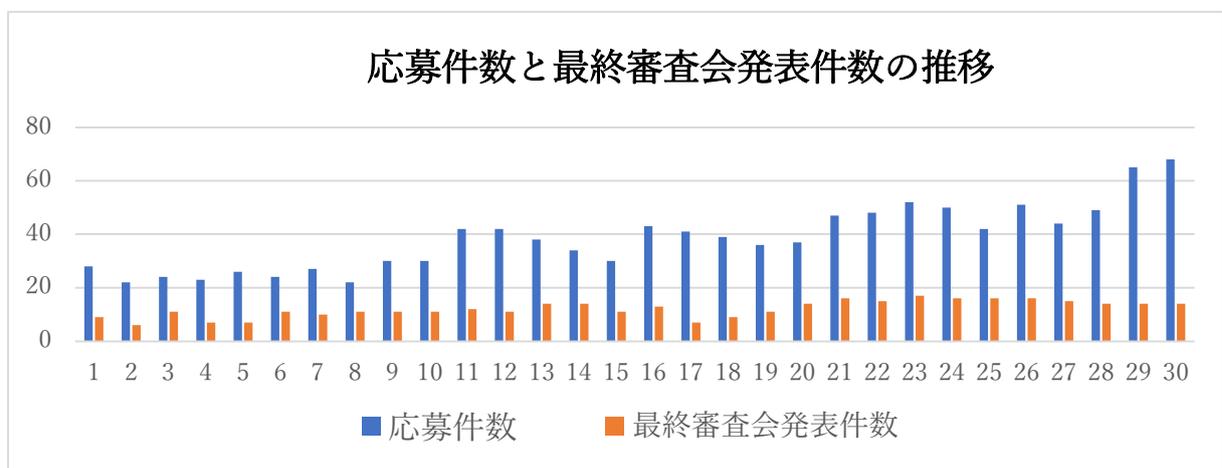
表彰状・副賞



衛星設計コンテスト創立 30 周年にあたる 2023 年 11 月 25 日には、一橋記念講堂で第 31 回衛星設計コンテスト最終審査会が催され、60 作品の応募のうち、審査を通過した 16 作品が発表された。第 30 回までの応募件数と受賞件数等の推移を下記に示す。

応募件数と最終審査会の発表件数

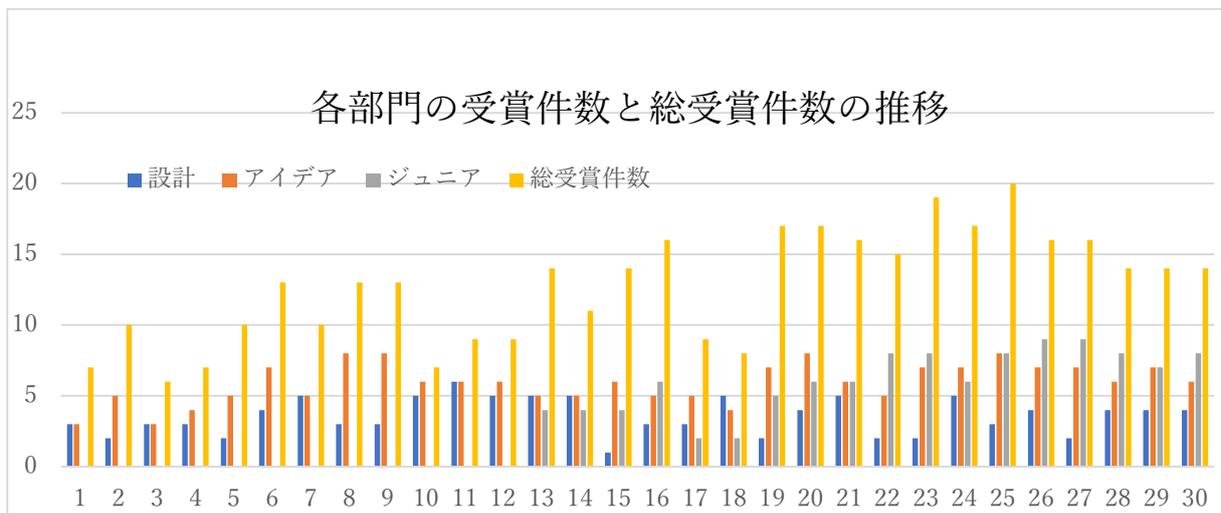
	応募件数			最終審査会発表件数			総数	
	設計	アイデア	ジュニア	設計	アイデア	ジュニア	応募件数	発表件数
第1回	10	18	—	4	5	—	28	9
第2回	7	15	—	2	4	—	22	6
第3回	4	20	—	4	7	—	24	11
第4回	5	18	—	3	4	—	23	7
第5回	8	18	—	2	5	—	26	7
第6回	7	17	—	4	7	—	24	11
第7回	10	17	—	5	5	—	27	10
第8回	3	19	—	3	8	—	22	11
第9回	5	25	—	3	8	—	30	11
第10回	7	23	—	5	6	—	30	11
第11回	13	29	—	6	6	—	42	12
第12回	14	28	—	5	6	—	42	11
第13回	8	21	9	5	5	4	38	14
第14回	7	19	8	5	5	4	34	14
第15回	3	19	8	1	6	4	30	11
第16回	5	22	16	3	5	5	43	13
第17回	5	29	7	2	3	2	41	7
第18回	8	22	9	3	4	2	39	9
第19回	6	20	10	2	5	4	36	11
第20回	3	22	12	3	6	5	37	14
第21回	8	23	16	4	6	6	47	16
第22回	5	20	23	2	5	8	48	15
第23回	10	27	28	2	7	8	65	17
第24回	7	24	19	4	6	6	50	16
第25回	3	22	17	1	8	7	42	16
第26回	9	28	23	1	8	7	60	16
第27回	7	30	16	2	5	8	53	15
第28回	7	25	27	3	4	7	59	14
第29回	8	43	21	3	4	7	72	14
第30回	8	14	51	3	4	7	73	14



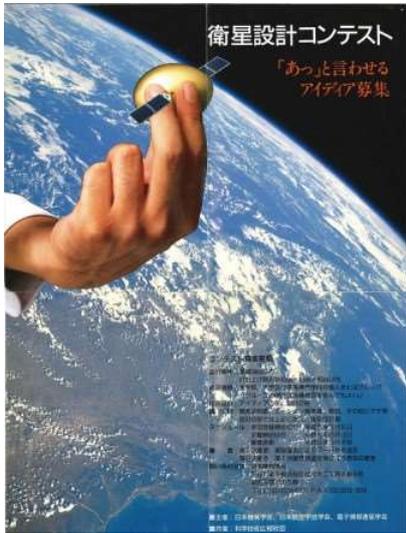
受賞件数

※1 作品の複数受賞者を含む

	受賞件数			総受賞件数
	設計	アイデア	ジュニア	
第1回	3	3	-	6
第2回	2	5	-	7
第3回	3	3	-	6
第4回	3	4	-	7
第5回	2	5	-	7
第6回	4	7	-	11
第7回	5	5	-	10
第8回	3	8	-	11
第9回	3	8	-	11
第10回	5	6	-	11
第11回	6	6	-	12
第12回	5	6	-	11
第13回	5	5	4	14
第14回	5	5	4	14
第15回	1	6	4	11
第16回	3	5	6	14
第17回	3	5	2	10
第18回	5	4	2	11
第19回	2	7	5	14
第20回	4	8	6	18
第21回	5	6	6	17
第22回	3	7	8	18
第23回	2	7	8	17
第24回	5	7	6	18
第25回	3	8	8	19
第26回	4	7	9	20
第27回	2	7	9	18
第28回	4	6	8	18
第29回	4	7	7	18
第30回	3	4	7	14



衛星設計コンテスト最終審査会の開催を案内するポスターを当時の画像や写真を交えて紹介。



1993年（平成5年）

第1回衛星設計コンテスト

応募件数：28 受賞件数：6

最終審査会開催日：1993年9月12日（日）

最終審査会場：科学技術館 会議室

日本機械学会・日本航空宇宙学会・電子情報通信学会の主催により第1回コンテストを開催。



1994年（平成6年）

第2回衛星設計コンテスト開催

応募件数：22 受賞件数：7

最終審査会開催日：1994年8月28日（日）

最終審査会場：科学技術館内サイエンスホール



1995年（平成7年）

第3回衛星設計コンテスト開催

応募件数：24 受賞件数：6

最終審査会開催日：1995年7月30日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校 汐梨ホール



第3回より第14回まで計12回、東京都立航空工業高等専門学校 汐梨ホールにて最終審査会を開催



1996年（平成8年）

第4回衛星設計コンテスト開催

応募件数：23 受賞件数：7

最終審査会開催日：1996年10月27日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール



1997年（平成9年）

第5回衛星設計コンテスト開催

応募件数：26 受賞件数：7

最終審査会開催日：1997年10月26日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール



1998年（平成10年）

第6回衛星設計コンテスト開催

設計の部テーマ：「月周回カメラ衛星」

応募件数：24 受賞件数：11

最終審査会開催日：1998年10月18日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール

特別講演：航空宇宙技術研究所
宇宙研究グループ 中島厚 主任研究員





1999年（平成11年）

第7回衛星設計コンテスト開催

設計の部テーマ：「GTO 衛星ミッション」

応募件数：27 受賞件数：10

最終審査会開催日：1999年10月17日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール

特別講演：宇宙開発事業団 衛星システム本部
衛星ミッション推進部 小暮 聡 開発部員



2000年（平成12年）

第8回衛星設計コンテスト開催

応募件数：22 受賞件数：11

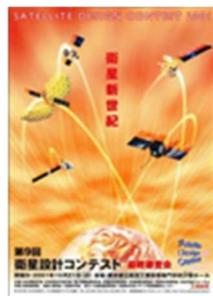
最終審査会開催日：2000年10月22日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール

特別講演：東京大学 工学部

中須賀 真一 助教授

宇宙科学振興会賞を新設。



2001年（平成13年）

第9回衛星設計コンテスト開催

応募件数：30 受賞件数：11

最終審査会開催日：2001年10月21日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール

特別講演：Prof. Martin Sweeting, University of
Surrey（英国）

日本宇宙フォーラム賞を新設。





2002年（平成14年）

第10回衛星設計コンテスト開催

応募件数：30 受賞件数：11

最終審査会開催日：2002年10月27日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐黎ホール



環境観測技術衛星「みどりII」と相乗りで、第1回コンテストで電子情報通信学会賞を受賞した「鯨生態観測衛星「観太くん」(WEOS)」が大学衛星として初めて打ち上げ。



2003年（平成15年）

第11回衛星設計コンテスト開催

応募件数：42 受賞件数：12

最終審査会開催日：2003年10月26日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐黎ホール



地球電磁気・地球惑星圏学会賞を新設。

東京大学「XI-IV」と東京工業大学「CUTE-I」が世界初のキューブサットとして打ち上げ。



2004年（平成16年）

第12回衛星設計コンテスト開催

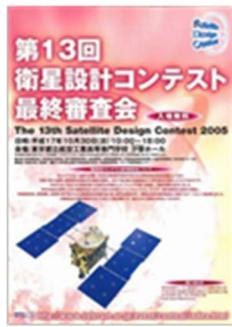
応募件数：42 受賞件数：12

最終審査会開催日：2004年10月24日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐黎ホール



企画委員会を新設。



2005年（平成17年）

第13回衛星設計コンテスト開催

応募件数：38 受賞件数：14

最終審査会開催日：2005年10月30日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール



高校生を対象としたジュニアの部を新設。初回のジュニアの部応募は9作品であった。



2006年（平成18年）

第14回衛星設計コンテスト開催

応募件数：34 受賞件数：14

最終審査会開催日：2006年10月29日（日）

最終審査会場：東京都立航空工業高等専門学校
汐梨ホール



2007年（平成19年）

第15回衛星設計コンテスト開催

応募件数：30 受賞件数：11

最終審査会開催日：2007年10月28日（日）

最終審査会場：一橋記念講堂



特別講演： JAXA /宇宙科学研究本部
固体惑星科学研究系 加藤 學 教授

日本天文学会賞を新設。



2008年（平成20年）

第16回衛星設計コンテスト開催

応募件数：43 受賞件数：14

最終審査会開催日：2008年11月2日（日）

最終審査会場：一橋記念講堂

特別講演：JAXA/宇宙科学研究本部

宇宙航行システム研究系 川口 淳一郎 教授

最も優れた模型を製作したチームに贈られる最優秀模型賞を新設。



2009年（平成21年）

第17回衛星設計コンテスト開催

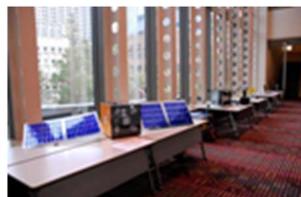
応募件数：41 受賞件数：10

最終審査会開催日：2009年11月1日（日）

最終審査会場：一橋記念講堂

特別講演：国立天文台ひので科学プロジェクト

渡邊 鉄哉 教授



2010年（平成22年）

第18回衛星設計コンテスト開催

応募件数：39 受賞件数：11

最終審査会開催日：2010年11月20日（土）

最終審査会場：静岡科学館る・く・る（宇宙科学技術連合講演会にあわせて開催）

特別講演：JAXA/JSPEC 研究開発室

澤田 弘崇 氏



東京以外で初めて最終審査会を開催。



2011年（平成23年）

第19回衛星設計コンテスト開催

応募件数：36 受賞件数：14

最終審査会開催日：2011年11月12日（土）

最終審査会場：一橋記念講堂

特別講演：JAXA/宇宙科学研究所

宇宙機応用工学研究系 齋藤 宏文 教授、

ルネサスエレクトロニクス 長尾 剛司 氏、

『れいめい』機体設計、CAD担当 米津啓子 氏



2012年（平成24年）

第20回衛星設計コンテスト開催

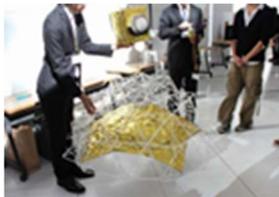
応募件数：37 受賞件数：18

最終審査会開催日：2012年11月10日（土）

最終審査会場：相模原市立博物館

特別講演：JAXA/宇宙科学研究所小型科学衛星

プロジェクトチーム中谷 幸司 主任開発員



2013年（平成25年）

第21回衛星設計コンテスト開催

応募件数：47 受賞件数：17

最終審査会開催日：2013年11月9日（土）

最終審査会場：相模原市立博物館

特別講演：JAXA 有人宇宙ミッション本部

宇宙船技術センター 植田 聡史 開発員



内閣府主催「平成25年度宇宙開発利用大賞」にて文部科学大臣賞、日本機械学会主催「平成25年度日本機械学会賞」にて日本機械学会教育賞を受賞。

コンテスト20周年



2014年（平成26年）

第22回衛星設計コンテスト開催

応募件数：48 受賞件数：15

最終審査会開催日：2014年11月8日（土）

最終審査会場：機械振興会館ホール

特別講演：

JAXA 宇宙輸送ミッション本部

イプシロンロケットプロジェクトチーム

宇井 恭一 主任開発員



2015年（平成27年）

第23回衛星設計コンテスト開催

応募件数：65 受賞件数：17

最終審査会開催日：2015年11月14日（土）

最終審査会場：一橋大学一橋講堂

特別講演：

株式会社アクセルスペース

取締役 宮下 直己 氏



2016年（平成28年）

第24回衛星設計コンテスト開催

応募件数：50 受賞件数：16

最終審査会開催日：2016年11月12日（土）

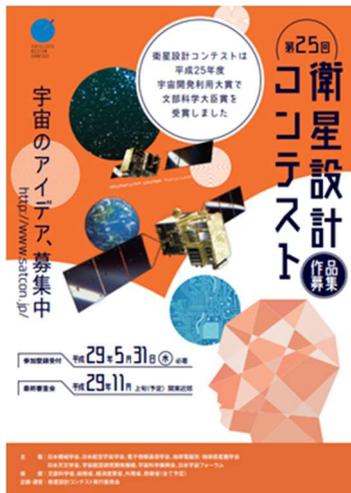
最終審査会場：機械振興会館ホール

特別講演：

JAXA 宇宙科学研究所

「はやぶさ2」プロジェクトマネージャー

津田 雄一 氏



2017年（平成29年）

第25回衛星設計コンテスト開催

応募件数：42 受賞件数：16

最終審査会開催日：2017年11月4日（土）

最終審査会場：日本工学院専門学校 片柳記念ホール

特別講演：

東京大学大学院 新領域創成科学研究科
今村 剛 教授



2018年（平成30年）

第26回衛星設計コンテスト開催

応募件数：60 受賞件数：16

最終審査会開催日：2018年10月27日（土）

最終審査会場：福岡県久留米市
久留米シティプラザ 久留米座

特別講演：

JAXA 気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)
プロジェクトマネージャ 杵野 正明 氏



2019年（平成31年／令和元年）

第27回衛星設計コンテスト開催

応募件数：53 受賞件数：15

最終審査会開催日：2019年11月9日（土）

最終審査会場：徳島県徳島市
アスティとくしま ときわプラザ

特別講演：

インターステラテクノロジズ株式会社
代表取締役社長 CEO 稲川 貴大 氏



2020年（令和2年）

第28回衛星設計コンテスト開催

応募件数：59 受賞件数：14

最終審査会開催日：2020年10月31日（土）

最終審査会場：オンライン

特別講演：

日本ロケット協会(男女共同参画委員会(宙女)委員長) / 元宇宙飛行士

山崎 直子 氏



2021年（令和3年）

第29回衛星設計コンテスト開催

応募件数：71 受賞件数：14

最終審査会開催日：2021年11月13日（土）

最終審査会場：オンライン

特別講演：

株式会社 ispace 取締役 & COO

中村 貴裕 氏

※講演内容、肩書は2021年11月時点の内容です。



2022年（令和4年）

第30回衛星設計コンテスト開催

応募件数：68 受賞件数：14

最終審査会開催日：2022年11月12日（土）

最終審査会場：X-NIHONBASHI(ハイブリッド)

特別講演：

東京大学大学院工学系研究科

航空宇宙工学専攻 中須賀 真一 教授

A2 受賞作品一覧

以下に、第1回～第30回大会で一次審査を通過し、最終審査会へと進んだ作品の一覧を示す。

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第1回 (1993年)	設計大賞	設計	フリーフライング・ベイロード技術の基礎実験	東京工業大学大学院 井澤克彦、福島洋介、青木岳人
	アイデア大賞	アイデア	人工衛星を利用した総合安全システム	東京大学大学院 若林幸子
	日本機械学会賞	アイデア	宇宙花火衛星	東京工業大学大学院 宮崎隆雄、柳沢宏、神谷英行
	日本航空宇宙学会賞	設計	ブラシ機構によるスピン衛星の捕獲実験	東京大学大学院 大和光輝、加藤博光
	電子情報通信学会賞	設計	鯨生態観測用小型衛星システム	千葉工業大学大学院 渡辺一尊
	審査員長特別賞	アイデア	微小重力下実験用小型衛星	東京工業高等専門学校 榎木直人、西田進、木部幸雄、倉田憲一、下山哲平、高橋菊正、田中政裕
	最終審査会参加	アイデア	Ophiuchus計画	東京大学大学院 岩本隆史、中村仁彦、伊藤聡、鈴木高広、松井啓、横内禎明、渡邊泰之
	最終審査会参加	設計	衛星間電力伝送実験	東京大学大学院 野上潤
	最終審査会参加	アイデア	Project "ITES"(小型衛星による文明活動観測実験の試み)	上智大学大学院 西堀俊幸、青山純一、寺蘭淳也、臼井基文、永松弘行

第2回 (1994年)	設計大賞	設計	デブリ観測衛星	東京工業大学大学院 柳沢宏、福島洋介、石井淳也、今村征寛、高橋孝、三木淳司
	アイデア大賞	アイデア	プラネタリウム衛星	横浜国立大学 高野敦、安光亮一郎、松本裕悟、日高伴紀、阿部寛之
	日本機械学会賞	アイデア	微小重力下における液滴の分裂実験	東京都立航空工業高等専門学校 苗木龍、石川孝一郎、白川栄生、宗像良延、森誠二郎、木原仁、金井秀夫、羽賀憲利、中野隆文、中村高志、酒井隆司、大古殿秀穂、渡辺静意、島田一雄、斎藤敏治、笠原美左和
	日本航空宇宙学会賞	設計	デブリ観測用小型衛星	東京大学大学院 矢木一博、近藤喜太、高石武久、藤原健、渡部聡彦
	電子情報通信学会賞	アイデア	プラネタリウム衛星	横浜国立大学 高野敦、安光亮一郎、松本裕悟、日高伴紀、阿部寛之
	審査員長特別賞	アイデア	広告衛星	東京大学 圓岡大治、尾曲弘子、宮城忍、矢入健久、大段克己
	努力賞	アイデア	ターミネーターD	東京大学大学院 渡辺泰之、祝谷和宏、小嶺徳晃、伊藤聡、鈴木高宏、神村明哉、中村仁彦

第3回 (1995年)	設計大賞	設計	Aerocaptureを利用した希薄大気中超音速風洞実験衛星	東京大学大学院 小畑俊裕、大橋正法、鯨井俊裕、吉増大
	アイデア大賞	アイデア	首都圏防災活動支援複合衛星システム	東京都立航空工業高等専門学校 徳山一龍、有馬卓司、及川典泰、小野孝一、蔵田佳恵子、平尾健治、古河哲平、小山重美、溝口崇、西堀俊幸、渡辺静意、斎藤敏治、大古殿秀穂、笠原美左和
	日本機械学会賞	アイデア	軌道上での膜状構造物の運動特性実験	東京大学大学院 永村知之、輪島裕之、田村貴志
	日本航空宇宙学会賞	設計	超低速落下衛星	東京工業大学 高橋孝、松本勇治、武井智哉、鶴丸大介
	電子情報通信学会賞	設計	A small communication satellite with capability of monitoring natural hazards	George Washington University Hung-Sheng Chern, Geoffery M. Cook, Mark A. Johnson, Katherine L. Karr
	審査員長特別賞	アイデア	微小重力下における液体の薄膜の性質	東京都立航空工業高等専門学校 吉田健一、藤井晴信、山下弘明、大古殿秀穂、渡辺静意、斎藤敏治、西堀俊幸、笠原美左和
	最終審査会参加	設計	タグロボット衛星	東京工業大学 福島洋介、山本宏、林良一
	最終審査会参加	アイデア	キャッチボール衛星	東北大学 島大介、小坂俊介、郷緒昭夫
	最終審査会参加	アイデア	テザーを用いた宇宙探測衛星	九州大学大学院 中村泰則、池田祐次、佐々木敬、森田有紀
	最終審査会参加	アイデア	Tumble Orbit Transferの理論検証	九州大学大学院 後藤弘毅、池田祐次、佐々木敬、森田有紀
	最終審査会参加	アイデア	忍者ロボット	東京工業大学 谷脇滋宗、五月女剛、伊藤辰馬

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第4回 (1996年)	設計大賞	設計	連星型燃焼実験衛星	北海道大学大学院 相川直樹、安倍聡、萩田誉俊、高野昌宏
	アイデア大賞	アイデア	スペースウォーム(宇宙構造物外壁点検マイクロロボット)	東北大学 志和知子、藤島幸一、平岡忠志
	日本機械学会賞	設計	フレキシブル太陽電池パドルを対象とする故障試験衛星「けんめい」	東京大学 小坪秀明、河本献太、小林将志、胡焯、立花隆輝、中村卓史、三宅貴浩、本橋聡美、山中泰介
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	Space Gas Station-H-II 第2段の再利用計画	九州大学大学院 西原秀信、小笹哲彦、高木望
	電子情報通信学会賞	アイデア	人工衛星を利用した自動車事故情報システム	創価大学大学院 笠井隆之、大原信夫、牧野孝雄、濱田英一、中山哲也
	審査員長特別賞	アイデア	惑星探査ミッションのための宇宙通信ネットワーク	東京都立航空工業高等専門学校 江口和幸、杉野保、若林良二
		設計	テザー利用浮遊物体捕獲衛星「くさりがま」	東京工業大学大学院 林良一、伊藤辰馬、砂押貴光、森治
	最終審査会参加	設計	テザー衛星によるオーロラの観測	九州大学大学院 中村揚介、佐々木敬、中村泰則、松岡敬、西原秀信、小笹哲彦、小西祐二、原田新太郎、西山剛
	最終審査会参加	設計	ぶんぶん回し	横浜国立大学 高野敦、安光亮一郎、柳田史昭、青木朋子、金子太郎、村上奈緒、大辻高志、磯村誠、橋村勝彦、福田勉大、樋口大浩
	最終審査会参加	アイデア	宇宙におけるGPSの利用について	東京工業大学大学院 鶴丸大介、武井智哉、泉守、志田大輔
最終審査会参加	アイデア	テザーロボットを用いた静止軌道観測	東北大学 佐藤大祐、猿橋直哉、高橋三恵	

第5回 (1997年)	設計大賞	設計	南極観測衛星「しらゆき」(DIME)	東京工業大学大学院 砂押貴光、長谷川誠幸、杉浦嘉紀、吉原圭介
	アイデア大賞	アイデア	The Antlion(ありじごく型惑星掘削ロボット)	東北大学 工藤拓、小田光範、黒須明英
	日本機械学会賞	設計	極高真空場を利用したCold Welding実験衛星	北海道大学大学院 細川博、岡田啓治、高橋健太郎、中村聡介、渡辺桂史
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	中高層大気観測衛星	東京大学 太田衆一郎、前田幸一郎、清水俊之、津田雄一、平間康介
	電子情報通信学会賞	アイデア	電離層の電子密度測定による地震予測ネットワーク	東京都立航空工業高等専門学校 羽田佳史、玄永将人、栗原まり子、大角謙、倉又和大、内藤健市、若林良二
	審査員長特別賞	アイデア	作曲支援衛星	愛媛大学 手嶋健太郎、青井孝之、浅川幸紀、久保田慎一、小原孝則、高橋徳幸、田中紀行、日高康隆、藤井快、松本俊樹、横田洋志
		アイデア	可視・赤外画像による衛星搭載機器の故障警報システム	創価大学大学院 三海英和、牧野孝雄、中嶋賢治、小西法人、當間大作、前田建作
	最終審査会参加	設計	海洋投棄物観測衛星	日本大学大学院 柳場康成、中新貴裕、星野美土里、鈴木忠義、広瀬佳紀、山田哲也、オズワルドエルナンデス
	最終審査会参加	設計	隊列変形テザー衛星“やみくも”	東京工業大学大学院 森治、平社信人、泉守、此上一也
	最終審査会参加	アイデア	人工彗星	九州大学大学院 高木淳治、北平誠、下村慎吾、城井洋生、中野健二
最終審査会参加	アイデア	衛星回収支援バルーンシステム-RSBS	東京工業大学大学院 袖澤拓也、児島光法、関口正人	

第6回 (1998年)	設計大賞	設計	月周回カメラ衛星LUNA2001の提案	九州大学大学院 坂本祐二、中野健二
	アイデア大賞	アイデア	The Jumping Turtle ~微小天体を移動探査するロボット	東北大学 浅井央章、久宮美穂
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	設計	月周回カメラ衛星	北海道大学大学院 伊丹雅洋、潮敏之、加藤隆博、三田崇
	日本航空宇宙学会賞	設計	月周回軌道における飛来物観測衛星	日本大学大学院 桶田昌利、山添由紀子、石井幸生、水野妙子、恩田建作
	電子情報通信学会賞	アイデア	全方位通信衛星(Uni-directional Communication Satellite)の提案	東京大学 井伊宏光、池田一郎、永島隆、田中秀幸、山本秀典、山元透
	審査員長特別賞	アイデア	南極観測支援衛星「はやて」(TISAT)	東京工業大学大学院 吉原圭介、杉浦嘉紀、宇井森一、関口正人、中谷孝司、鶴見辰吾、森淳
		アイデア	微小重力がイチゴの成長に与える影響	東京都立航空工業高等専門学校 古賀哲平、石塚孝裕、渡辺由紀江、富永貴博、齋藤美咲
	奨励賞	アイデア	地球近傍小惑星(NEO)検出人工衛星	九州大学大学院 城井洋生、下村慎吾、赤木寛、平山寛
		アイデア	Antipodean Planet(対蹠惑星)の活用	創価大学 村上健自、牧野孝雄、中嶋賢治、森博子
		アイデア	月面体感衛星	東京都立航空工業高等専門学校 溝口崇、齋藤美咲、佐藤康治、豊島克幸、長原聖宜、花田一磨、早川卓、三村茂雄、杉村匡洋
	設計	月面極域撮像衛星「つきみそう」	東京工業大学大学院 前田幸一郎、加藤義清、酒匂信匡、清水俊之、津田雄一、平間康介、太田衆一郎	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第7回 (1999年)	設計大賞	設計	GTO技術試験衛星 旋風(つむじ)	東京工業大学大学院 鶴見辰吾、澤田弘崇、中谷孝司、森淳、宇井恭一、黒川健也、前田直秀
	アイデア大賞	アイデア	BottleSat(B-Sat)による流星群の立体観測	東北大学 浜野博史、安孫子聡子
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	アイデア	ロボット衛星群システム	東京工業大学大学院 吉原圭介、神澤拓也、高橋孝
	日本航空宇宙学会賞	設計	テザーによる衛星軌道変換TOSS	九州大学大学院 高木望、中村揚介、古賀光、鳴海智博
	電子情報通信学会賞	設計	放射線環境試験衛星の提案	東京大学大学院 池田一郎、井伊宏光、永島隆、田中秀幸、山元透、山本秀典
	審査員長特別賞	設計	サブバイバル衛星	日本大学大学院 山添由紀子、水野妙子、桶田昌利、生井沢正樹、濱田秀樹、磯部洋、小林正心、野村晃司、藤井俊彰
		アイデア	小物体射出衛星を利用した流星現象の解析	鹿児島大学 森崎悟、大平耕平、中間昇平
		アイデア	衛星3兄弟	東京都立航空工業高等専門学校 山口誠司、上田ひさこ、氏家健吾、江村知子、小田美香、鈴木大志、鈴木真、徳蔵由明、奈良橋亨、西原亮輔、林秀樹、三浦嘉代子、森田将展、山際正信、渡辺智恒
	奨励賞	設計	魚動観察衛星	北海道大学大学院 丹羽由樹子、笹木正裕、橋本望、吉川茂雄、渡辺三樹生
		アイデア	宇宙水族館“アクアリウム”	東京都立航空工業高等専門学校 鈴木大志、上田ひさこ、氏家健吾、江村知子、小田美香、鈴木真、徳蔵由明、奈良橋亨、西原亮輔、林秀樹、三浦嘉代子、森田将展、山際正信、山口誠司、渡辺智恒

第8回 (2000年)	設計大賞	設計	JetGun Sat 突風(Toppu)	東京工業大学大学院 宇井恭一、程島竜一、前田直秀、居相政史、岡田英人、宮下直己
	アイデア大賞	アイデア	The TAKO (Target Collaborativize)-Flyer (ターゲットを協力化させる衛星回収システム)	東北大学 中西洋喜、小笠原克久、沼田亜紀子、野口新
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	アイデア	Space Factory 宇宙空間における大型建造物の組み立て	東京大学大学院 植田聡史、松井崇雄
	日本航空宇宙学会賞	設計	停波した衛星の調査	北海道大学大学院 中村大輔、草野善之、中山久広、藪田茂
	電子情報通信学会賞	設計	マイクロ波送電技術を応用した軌道上サービス衛星の基礎実験	東京都立科学技術大学 白石卓也、荒井秀夫、中嶋伸幸、藤井雅也、村瀬知彦、山口友範
	宇宙科学振興会賞	アイデア	衛星写真を利用した人口密度分布の観測	東京都立航空工業高等専門学校 有住聖子、谷貝晃広、鈴木理浩
	審査員長特別賞	アイデア	双方向デジタル放送を用いた地球鑑賞システム(Global Eye System)	東京大学大学院 坂本啓、武市昇
	奨励賞	アイデア	太陽へのデブリ衛星投入計画	日本文理大学 後藤裕臣、井野口秀昌、谷澤教彰、松木早苗
		アイデア	ストーム・インサイダー	日本大学大学院 野村晃司、磯部洋、水野妙子、山添由紀子、植松太郎、打木通晴、児玉剛、芳賀康二、日沼俊介、水見暢志
		アイデア	人工衛星によるレーザ干渉計型重力波検出システム Gravitational-Wave Satellite (GRA-SAT)	創価大学大学院 佐々木博幸、森博子、藤田司、村松慶子、小瀬木淳也、口中伸一、吉田誠一、米津啓子、長尾剛司、杉本浩輝、井出武敏、中山伸一
アイデア		ゼーベック効果による宇宙空間での発電補助システム	東京都立航空工業高等専門学校 篠崎亮蔵、飯島孝一、江原則夫、内村宙志	

第9回 (2001年)	設計大賞	設計	LEOLEO(Leonid-meteor Observer in Low Earth Orbit)-Sat~小型衛星を用いた軌道上からの流星群観測~	東北大学大学院 中西洋喜、加藤治久、渡辺敏暢、丸木武志、石上玄也、西牧陽一
	アイデア大賞	アイデア	フォーメーションフライトによる、干渉合成開口レーダ(INSAR)地球観測ミッション	東京大学大学院 金色一賢、桑田良昭、鴨川晋一、石川早苗
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	アイデア	軌道上掲示板 ~Space Dream Networks(宇宙、夢つながり)~	関西大学 羽田野玲、今村俊介、斎藤俊哉、斎藤光、馬場文典、山中理代
	日本航空宇宙学会賞	設計	卵型衛星スクスク	日本大学 平城雅隆、大川祐輔、井上昌久、境野正法、野村晃司、日沼俊介
	電子情報通信学会賞	アイデア	ITU-SAT(Intelligent Truncated-icosahedral Usher Satellite)電波マッピング衛星	電気通信大学大学院 池田満久
	宇宙科学振興会賞	アイデア	The HEBI(Highly Effective Bending Investigator) 小天体探査用ヘビ型ロボット	東北大学 水野昇幸、色部暁義、伊藤有沙
	日本宇宙フォーラム賞	設計	1cm級静止デブリの分布状況観測衛星	東京都立科学技術大学大学院 熊谷直紀、白石卓也、藤井雅也、村瀬知彦、橋本智昭
	審査員長特別賞	アイデア	気球を用いた長期金星観測システム(Balloon-Based Long Duration Venus Observation System)	武蔵工業大学大学院 赤澤公彦、高橋威、片淵健二、井田聡、太田公平、本田真一、松本千香子
	奨励賞	アイデア	フランクリン衛星(Franklin-Sat)による成層圏-電離層間誘雷実験	大阪府立大学 青田昭仁、田川哲也、藤井信治、秋田久美子、大塚雅也、三浦有美子
		アイデア	微小デブリ回収衛星(Cleaner Satellite)	日本大学 醍醐加奈子、岩井優佳、遠藤まゆみ
アイデア		火星探査ロボット計画	東京都立航空工業高等専門学校 林田幹章、伊藤直敏、植藤崇、菅原敬之	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第10回 (2002年)	設計大賞	設計	パネル展開型多目的衛星PETSAT	東京大学大学院 中村友哉、船瀬龍、永井将貴、田中秀幸
	アイデア大賞	アイデア	Microscopic Test of Newtonian Gravitation and the Casimir Effect (MITONGACE)	Massachusetts Institute of Technology 桑田良昭、合田圭介、松永慶子(Boston University)
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	設計	A Low-Cost Microsatellite Flyby Mission of 4179 Toutatis	University of Surrey Fred Kennedy、Ian Coxhill、Egemen Imre、Sofiane Atek、Jeremy Fielding、Vaios Lappas、Marie Freebody
	日本航空宇宙学会賞	設計	ガンマ線バースト観測衛星「風鈴」	東京工業大学大学院 岡田英人、宮下直己、占部智之、柏宗孝、立川智章、山口伸吾、尾曲邦之、森田幾太郎、山本佳久
	電子情報通信学会賞	アイデア	METHANE…通信・ネットワーク・電力ステーション～火星探査インフラストラクチャーの構築～	東京大学 新井達也、程毓梁、江野口章人、中田賢治
	宇宙科学振興会賞	アイデア	宇宙リハビリテーションシステム～微小重力環境における身体障害の有利性～	東京大学大学院 石川成道
	日本宇宙フォーラム賞	設計	自由航行型宇宙ロボット試験衛星	東京大学大学院 松本道弘、吉岡謙介、柏木寛之、佐藤大輔、村上千景、山本晃司、石藤諭
	審査員長特別賞	設計	テザー衛星を用いた2点デブリ観測システム	九州大学大学院 宮崎基樹、矢野宏、板橋孝昌、
	奨励賞	アイデア	再構成モジュラー型太陽発電システム	東京工業大学大学院 澤田弘崇、中谷幸司、宇井恭一、此上一也、駒津敬子
アイデア		夜光・やこう・YAKO～地震の前兆現象の観測～	日本大学大学院 朝倉泰代、橋本和明	
アイデア		宇宙ステーション内での静電霧化の実験	東京都立航空工業高等専門学校 浜辺誠士、渡辺未来織、伊藤賢一、林加代子、渡辺敬	

第11回 (2003年)	設計大賞	設計	赤外線位置天文観測衛星 あさがお (Astrometry Satellite for Galaxy Observation)	東京大学 永山枝里、藤巻達平、佐々木史記、野尻悠太、舟根司、山本貴也、西塚要、山本勲隆
	アイデア大賞	アイデア	OMA-Galileo	東京工業大学大学院 青山絢子、由川格、尾曲邦之、宮澤航、山田真太郎
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	アイデア	小惑星探査ローバ「Asteroid Cowboy」	仙台電波工業高等専門学校 菅野優太
	日本航空宇宙学会賞	設計	軌道間エレベータ実証衛星 Q-SET	九州大学大学院 河村知浩、田中陽介、坂本祐二、宮崎基樹、板橋孝昌、黒田智史
	電子情報通信学会賞	設計	CUTE-II「風見」	東京工業大学大学院 宮澤航、占部智之、居相政史、山本佳久、柏宗孝、山口伸吾、尾曲邦之、金子正、東ヶ崎優、森田幾太郎、矢野秀幸、倉本祐輔
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	PIKA-SAT (Physical Investigation for the Keystone of Atmospheric-electricity)	東北大学大学院 佐藤洋一郎、吉田純、足立透、石上玄也、色部暁義、水野昇幸、三輪章子、渡辺純充
	宇宙科学振興会賞	アイデア	Space Cooking	日本大学大学院 醍醐加奈子、平城雅隆、岩井優佳、内山茂紀、沖野聡、佐瀬一真、中根昌克、丸木武士
	日本宇宙フォーラム賞	アイデア	傾斜機能材料による宇宙空間における比較実験	東京大学大学院 小林純士、渡辺未来、進藤浩崇、酒家延之、田沼聡美、佐藤弘樹
	審査員長特別賞	アイデア	ケータイを衛星にしよう!	和歌山大学大学院 (with 和歌山県立大成高等学校美里分校) 豊増伸治、小庄竜司(大成高等学校)、小椋啓史(大成高等学校)
奨励賞	設計	LIVE-Sat (Let's Introduce Vision of the Earth!)	日本大学大学院 岩井優佳、平城雅隆、濱本洋平、醍醐加奈子、内山茂紀、沖野聡、佐瀬一真、中根昌克	
	アイデア	無重力下での導電性複合材料の製造実験の提案	鳥羽商船高等専門学校 木下友喜、松山晃大、永田一守、高橋太伸	
	設計	大気圏突入消失時のデータ取得衛星	北海道大学大学院 村木祐介、宮岡俊輔、伊藤光紀、児玉拓也、辻下裕人	

第12回 (2004年)	設計大賞	設計	偏光X線観測衛星「燕」	東京工業大学大学院 今井勝俊、齊藤孝男、宮元徑、矢部秀幸、飯沼大、船木勇佑、有元誠、臼田武史、藤原謙、樹本晋嗣
	アイデア大賞	アイデア	宇宙機の空気漏洩箇所特定用自律型ロボット	テキサス州立テキサス大学アーリントン校 井上寿、佐藤慎也、恩田公治
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	アイデア	小型天体望遠鏡衛星KST (Keio Space Telescope)	慶應義塾大学大学院 美馬幸一郎、松下みづえ、清水誠一、金城直史、初鳥陽一、近藤陽介
	日本航空宇宙学会賞	設計	惑星電波干渉計衛星システム	東北大学大学院 荘司泰弘、野村詩穂、飛山泰亮、鍵谷将人、柚口智史、川崎公平、庄子佳実理、田中大輔、島崎圭一、宋碩昊
	電子情報通信学会賞	アイデア	耐宇宙放射線実証衛星 PARASOL	静岡大学大学院 宮田健太郎、清原美恵、佐藤亮、小林瑞人、福代諒佑、堀啓一
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	Q-TEAM	九州大学大学院 若槻太健、肥山雄一郎、黒田智史、田中陽介、板橋孝昌、大瀬裕久、折口太郎、公田浩子、小松唯可、城田裕子
	宇宙科学振興会賞	アイデア	カスピ海ヨーグルト	東京大学大学院 西山耕平、横山幸司、大張聡、坂本治、館野裕介、本田真之、行武宏訓
	日本宇宙フォーラム賞	アイデア	無重力下で製造する宇宙基地用断熱材の提案	鳥羽商船高等専門学校 篠原幹英、坂本恭介、小嶋純平、佐藤航紀、伊藤友仁
	審査員長特別賞	アイデア	北極振動観測衛星	東京都立航空工業高等専門学校 渡辺未来、田沼聡美、徳永宏、齋藤暁、幕田龍、湯田永晶
奨励賞	設計	カーボンナノチューブの生成実験	北海道大学大学院 伊藤雄介、譜久山尚、飯田恭平、前田剛典、渡辺健介	
	設計	スペース☆ジャンボ	九州工業大学大学院 福重進也、藤江智宏、松田英二、右田裕文、水田義之、井手英介、後藤尚史、齋藤悠介、神野裕紀	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第13回 (2005年)	設計大賞	設計	地球大気流出観測衛星	東北大学大学院 堀内貴史、田所裕康、上田真也、佐藤由佳、田村大輔、大木智久、佐藤隼人、島崎隼一、樋田敏浩、吉川岳
	アイデア大賞	アイデア	宇宙で洗濯!	鳥羽商船高等専門学校 山田浩之、宮城慎伍、辻井祥子、インドラ・ヘルマワン、大田佳奈、中村早紀、伊藤友仁
	ジュニア部門賞	ジュニア	宇宙創薬衛星	山口県立厚狭高等学校 篠田翔平、重村直毅、篠田匡史、阿部美弥子、植田奈津美、西森実穂子、沖本亜由美、中道育美、園田志津代、山永絵里子
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	設計	ソーラーセイル技術実証衛星「MUSE」	東京工業大学大学院 樹本晋嗣、山中富夫、藤原謙、Thomas Ilic、根田康美、杉田沙織、島田将央、臼田武史
	日本航空宇宙学会賞	設計	流星「紐」	九州大学大学院 今津貴文、四元和彦、林健太郎、大石篤、山崎夕紀、中嶋恭柄、山本佳奈、沖野誠心、鶴田佳宏
	電子情報通信学会賞	設計	プラズマ監視衛星 PON de SAT	九州工業大学大学院 池田耕一郎、廣木侑、石井麻起子、神谷俊宏、原口祐樹、小田原健二、熊谷大地、高井努、冷水陵馬、水田義之
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	アイデア	超高層域浮遊採取計画「月下美人」	静岡大学大学院 川嶋一誠、堀啓一、永田靖典、岩田昌典、小林瑞人、佐野裕彰、福代諒佑、谷口諒、小林曜
	宇宙科学振興会賞	アイデア	微小重力環境における霜柱の成長について	学習院大学大学院 市村豊
	日本宇宙フォーラム賞	アイデア	宇宙空間での音による通信	東京都立航空工業高等専門学校 徳永宏、湯田永晶、田中萌生、轟田龍、横田裕哉、長谷川謙
	審査員長特別賞	設計	プロトタイプ無人実験システム衛星	九州工業大学大学院 倉原直美、大瀬貴之、木原正裕、中村陽一、藤健太、奥村哲平
	奨励賞	アイデア	ジョセフソン素子コンピュータサーバー衛星	電気通信大学 高崎和之、古平晃洋、斎藤貴夫、栗川洋平、中山心太、加藤史洋、細川嵩、小松昭浩、佐藤文哉、小出洋資
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	細菌観察衛星	神奈川県立神奈川総合産業高等学校 竹田裕希、船岡唯、佐藤良識、佐藤春菜、今泉直哉、瀬古晋平、上杉真平、新庄隼仁、佐藤亮介、小原伸也
		ジュニア	きのこパンザイ	神奈川県立神奈川総合産業高等学校 相原和也、大木麻路、坂根小百合、北村麻衣、渡辺徹也、渡辺由基、赤坂俊哉、稲次翠良、中島希、船山元樹
ジュニア		超小型探査機	京都府立工業高等学校 島嶋真也	

第14回 (2006年)	設計大賞	設計	PRIMROSE	日本大学 山崎政彦、山口晃、荒木友太、有田公輔、瓜田彰、岡崎一高、亀山尚志、種田惇也、千葉悠太、増田敬史
	アイデア大賞	アイデア	宇宙旅行で心を癒す「ミジンコが棲む小さな地球」	鳥羽商船高等専門学校 三村恭弘、弓場豊大、大山雄佑、宮本賢太郎、加藤圭一、伊藤友仁
	ジュニア部門賞	ジュニア	宇宙での生活が動物社会に与える影響	山口県立厚狭高等学校 篠田匡史、西森実穂子、沖本亜由美、阿部美弥子、植田奈津美、井上真理子、田村千尋、河村裕太、黒石卓、篠田翔平
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 フロンティアの部	設計	LAISIN	東北大学大学院 金澤知明、中野藤之、大石ほなみ、佐藤和也、吉田暁洋、氏家恵理子、首藤伸一、Saisutjarit Phongsatorn、山口智史、吉川岳
	日本航空宇宙学会賞	設計	軌道上振動試験実証衛星 BIRD	静岡大学大学院 川嶋一誠、大塚元気、岩田昌典、加藤久登、小池雅敏、宇野由起、松村健壮、小嶋茂稔
	電子情報通信学会賞	アイデア	CUMO-Sat (Cloud's Utility Modeling Satellite)	防衛大学校 阪中友也、前田健
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	小型宇宙天文台「完全星覇」	大阪府立大学 古川琢也、小泉拓郎、久保良介、吉村一幸、山口智宏、本田徹、福西瑛司、波々伯部広隆、江藤力、和田貴行
	宇宙科学振興会賞	アイデア	流星バースト粉塵散布衛星「流星号」	東京都立航空工業高等専門学校 葛巻拓也、中元隆介、大倉徹也、降矢敏秀、堀裕介、渡辺雄太
	日本宇宙フォーラム賞	設計	彗星トレイル観測衛星	北海道大学大学院 榊原隆浩、柿倉彰仁、岩城裕樹、片野光、金子雄大、川上哲史、森一大、由利泰史
	審査員長特別賞	アイデア	Bugs' Nest	長岡技術科学大学 石井峻信、菅井光信
	奨励賞	アイデア	人工衛星落とす「落火生」	高知工科大学 森永隆裕、川隅慎司、禁口和弥、和泉好則、山岡勝、近藤裕士
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	品種改良衛星	山口県立厚狭高等学校 篠田匡史、篠田翔平、西森実穂子、沖本亜由美、阿部美弥子、植田奈津美、井上真理子、河本雄貴、西知行、藤村直裕
		ジュニア	マッスルカーニバル	神奈川県立神奈川総合産業高等学校 北崎亜唯斗、石墨大地、瀧沢由彬、鈴木諒、山本翔吾、佐藤叶太
ジュニア		宇宙医学推進衛星	群馬県立前橋工業高等学校 須田泰行	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第15回 (2007年)	設計大賞	設計	宇宙ほたる	名古屋大学大学院 高塚直樹、木全敏章、米原慧紀、金炯鎮、富田昌美、中山佳洋、藤井悠太
	アイデア大賞	アイデア	金星大気の空力加熱測定惑星 VADER	津山工業高等専門学校 三浦陽比古、原田匠、柴田悠次、廣野有基、丸山寛輝、水嶋祐弥、青井一樹、藤原裕也、渡邊優人
	ジュニア部門賞	ジュニア	YAGO	神奈川県立神奈川総合産業高等学校 増淵夢丸、野呂未来、田中瀬菜、古山綾香、中村翠、大符涼音、金子洋大、平野早紀、比嘉杏子
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	イオ火山噴煙回収衛星「かすみ」	東京大学大学院 井手和幸、崔大宇
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	宇宙野菜工場 (Made in Space)	鳥羽商船高等専門学校 三村恭弘、弓場豊大、宮本賢太郎、伊藤有基、今井優志、濱口亮太、三宅俊哉、刑部宏亮、伊藤友仁
	電子情報通信学会賞	アイデア	深宇宙高精度位置決定システム	九州大学大学院 宮田喜久子、加藤貴裕、三樹裕也、有吉雄哉、大西俊輔、近藤亮、森永幸
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	アイデア	オールト雲観測衛星「てんぐ」	慶應義塾大学大学院 田中雅貴、七森泰之、増田大雅、楠田洋一郎
	日本天文学会賞	アイデア	月面電波天文台「すぶりんぐほずかむ〜ん」	高知工業高等専門学校 久保洋晶、東純平、今井雅文、中田祐樹
ジュニア部門奨励賞	ジュニア	strike ball	神奈川県立神奈川総合産業高等学校 芦村成寿、竹内翔平、鎌田哲人、堂本航大、清水太樹、川崎雄樹、高橋洋、山崎知里、鈴木泰樹、小澤亜香里	
	ジュニア	マッスルイリュージョン	神奈川県立神奈川総合産業高等学校 原田愛実、笹田悠美子、小澤礼穂、大澤俊介、橋本邦雄、友成恭介、田口礼、岩崎詩穂、平野理沙、高尾智希	
	ジュニア	DROPS〜デプリの雫〜	香川県立丸亀高等学校 森里文哉、沖津陽香、鎌谷裕子、横関幸久、浅野成美、荒木英恵	

第16回 (2008年)	設計大賞	設計	立体編成飛行衛星「TETRA」	東京工業大学大学院 水沼慎太郎、川久保学、稲川慎一、三浦尚幸、久我楽南、秋山恭平、木佐允彦
	アイデア大賞	アイデア	HATCH	名古屋市立大学大学院 原佑希、田辺竜司、濱口皓太、森隆志、嶋野宇一郎、平井里奈、朴東錫、國本桂史
	ジュニア部門賞	ジュニア	宇宙での再生医療	山口県立厚狭高等学校 松本千恵、足立弥代、太田ひかり、河上嵩、植田宏伸、折込正太郎、北村直樹、春日美沙登
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	月面における微小天体2次散乱物の調査計画	東京工業大学 木佐允彦、川久保学、赤城弘樹、岡田佑樹、原口大輔、水沼慎太郎
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	月周回小型衛星	東京大学大学院/創価大学大学院/九州大学大学院/大阪府立大学大学院/秋田大学 草川靖大、山本典子、三樹裕也、古川琢也、小林さやか、鈴木晴隆
	電子情報通信学会賞	設計	北辰	名古屋大学大学院 木全敏章、中山佳洋、富田昌美、稲波大悟、島倉諭、林正樹、船見祐輝、松島寛樹、森島駿一、若杉一真
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	太陽極大期における放射線測定衛星「ソラマメ」	大阪府立大学 藤本卓也、江藤力、福西瑛司、磯野隆章、小野達也、荘司大輔、田中康平、柳田将志、小泉拓郎
	日本天文学会賞	アイデア	黄道面脱出型天文観測探査機 high-Z	東京大学/総合研究大学院大学 津村耕司、中宮賢樹、南部陽介
	宇宙科学振興会賞	アイデア	CIROS衛星	防衛大学校 渡辺聡一、高野泰典
	日本宇宙フォーラムジュニア賞	ジュニア	〜HAE〜宇宙への進出	東京都立八王子東高等学校 西賢太郎、櫻井祐也、玉井速汰
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	宇宙で生物は成長できるのか	立命館高等学校 島本優太郎
		ジュニア	泡につまった不思議	広島県立広島国泰寺高等学校 南結香子
		ジュニア	無重量状態でのゾウリムシの観察	広島県立広島国泰寺高等学校 佐藤有理
最優秀模型賞	アイデア	月面における微小天体2次散乱物の調査計画	東京工業大学 木佐允彦、川久保学、赤城弘樹、岡田佑樹、原口大輔、水沼慎太郎	

第17回 (2009年)	設計大賞	設計	該当なし	
	アイデア大賞	アイデア	小惑星サンプル回収機「SPIDER」	東京工業大学 石坂和也、森下拓往、北晃治、大橋太郎、高岡峻一、山隅允裕、中村淳、宮崎哲郎
	ジュニア部門賞	ジュニア	微小重力場における煙の拡散	京都府立洛北高等学校 山口晴生、野口美紗都、壁阿紀、川内瑠奈、松本理沙、森田健斗、竹村祐亮
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	小惑星サンプル回収機「SPIDER」	東京工業大学 石坂和也、森下拓往、北晃治、大橋太郎、高岡峻一、山隅允裕、中村淳、宮崎哲郎
	日本航空宇宙学会賞	設計	ε-SAT 月詠	名古屋大学大学院 若杉一真、西面敦義、稲波大悟、木村将哉、寺部亮佑、郭沃圭、北村憲司、宮北健、宮園恒平、木全敏章
	電子情報通信学会賞	アイデア	みんなの宇宙絵本	鳥羽商船高等専門学校 岡田翼、山口康太、松本裕介、ファム フィオアン、亀川歩惟、伊藤友仁
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	太陽偏光分光観測衛星「FLARE」	首都大学東京大学院 寅谷敬紀、猪股壮太、田中純平、浅沼匡、岡野仁庸、花田行弥、鈴木信義、小杉幸寛、吉田翔
	日本天文学会賞	設計	太陽偏光分光観測衛星「FLARE」	首都大学東京大学院 寅谷敬紀、猪股壮太、田中純平、浅沼匡、岡野仁庸、花田行弥、鈴木信義、小杉幸寛、吉田翔
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	宇宙での生物の成長を細胞・組織レベルから	立命館高等学校 島本優太郎
	日本宇宙フォーラム賞	アイデア	SPACE OFURO	日本大学大学院 池田雅央、伊藤美樹、加瀬康裕、早瀬亮
最優秀模型賞	アイデア	SPACE OFURO	日本大学大学院 池田雅央、伊藤美樹、加瀬康裕、早瀬亮	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第18回 (2010年)	設計大賞	設計	バイナリブラックホール探査衛星「ORBIS」	首都大学東京 花田行弥、浅沼匡、岡野仁庸、杉山透、鈴木信義、石井亮介、内田佳秀、小松一史、養王田一尚、若林祐介
	アイデア大賞	アイデア	該当なし	
	ジュニア部門賞	ジュニア	宇宙水族館	山口県立山口高等学校 池田慧、田中翔一朗、陳育勤、桐原史瑛、西山祐太、大藏孝太、石井正哉、大野善彦
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	微生物観測衛星～Teikyo Sat～	帝京大学 南茂司、佐野智紀、伊東晃平、狩谷祐輔、伊藤篤史、酒本隆史、玉井智久、樋口美菜子
	日本航空宇宙学会賞	設計	ブラックアウト回避実験衛星「TWINS」	名古屋大学大学院 西面敦義、上野宙輝、犬飼耕平、服部友哉、青野正寛、市原大輔、栗原理也、岡原卓矢、鈴木秀明、森拓也
	電子情報通信学会賞	設計	こもれび	信州大学大学院 岡本賢太、増田秀和、那真吾、篠原正樹、堀聖弘、亀村誠人、若山裕記、岡野恵至、東川千夏
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	アイデア	電離圏観測衛星群 Ionoss	防衛大学校 石黒巧真、滝口謙介、齋藤健太
	日本天文学会賞	設計	バイナリブラックホール探査衛星「ORBIS」	首都大学東京大学院 花田行弥、浅沼匡、岡野仁庸、杉山透、鈴木信義、石井亮介、内田佳秀、小松一史、養王田一尚、若林祐介
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	火星に存在する生命の探査	大阪電気通信大学高等学校 大西耕平、藤原拓矢、星野大地、土谷圭亮
	日本宇宙フォーラム賞	アイデア	衛星コンステレーションによる津波観測	東京工業大学大学院 小宮悠太、神宮健、小俣正輝、関口翔太、西原俊幸、牟田梓、森井翔太
	奨励賞	アイデア	宇宙用携帯脱臭装置	鳥羽商船高等専門学校 山口康太、野呂泰史、青木元、伊藤友仁
	最優秀模型賞	設計	バイナリブラックホール探査衛星「ORBIS」	首都大学東京大学院 花田行弥、浅沼匡、岡野仁庸、杉山透、鈴木信義、石井亮介、内田佳秀、小松一史、養王田一尚、若林祐介

第19回 (2011年)	設計大賞	設計	電気力学テザー実証衛星「Pisces」	名古屋大学大学院 岡原卓矢、中島博文、齊川秀司、鈴木秀明、鴨志田和彦、坂本拓史、藤井健太、食野古史
	アイデア大賞	アイデア	小惑星深部CT観測衛星「ACTIS」	東京工業大学大学院 本田瑛彦、宮本大樹、朝賀龍太郎、小笠原一憲
	ジュニア大賞	ジュニア	ヒドラの重力走性	山口県立山口高等学校 池田慧、陳育勤、田中翔一朗、桐原史瑛、中野真凜、安部日向子、林美鈴、安永さくら
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	設計	微小デブリ環境モニタリング	九州大学大学院 上津原正彦、土井彰、有吉雄哉、田川真、堤祐樹、日南川英明、池田沙織、陳泓儒、池村晋吾、中庭好崇
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	月面基地におけるスターリング発電システム	徳山工業高等専門学校 大山達也、森本祐平、有金聡、廣政拓郎
	電子情報通信学会賞	アイデア	月エネルギー伝送衛星AMATELUS	東京工業大学大学院 荒川清一郎、武井悠人、堅田佑樹、川口正浩
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	アイデア	ラグランジュポイント衛星「LAPOS」	高知工業高等専門学校 福島光一、東瑞樹、滝口彰宏、野中貴元
	日本天文学会賞	アイデア	小惑星深部CT観測衛星「ACTIS」	東京工業大学大学院 本田瑛彦、宮本大樹、朝賀龍太郎、小笠原一憲
	宇宙科学振興会賞	アイデア	Blue Space Ratio	名古屋市立大学大学院 山下利佳、城愛美、中島徳士、福永祐希、中尾知世、江口奈津美、落合章吾
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	ヒドラの重力走性	山口県立山口高等学校 池田慧、陳育勤、田中翔一朗、桐原史瑛、中野真凜、安部日向子、林美鈴、安永さくら
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	SATOM-X(サトム エックス)	岐阜県立高山工業高等学校 熊崎大輔、後藤和樹、細江亮汰、山腰成美、南裕介、松葉貴信、藤本港、細江信二
		ジュニア	木星探査機 Hooke	東京都立戸山高等学校 大村徹、菅原麻莉
		ジュニア	月面情報局	長野県伊那北高等学校 北原美那美、高橋勇人、林将太、宮澤翼矢、松島梨野、上條圭子、木下優奈、原田拓海、埋橋優希、小松智帆
最優秀模型賞	アイデア	月面基地におけるスターリング発電システム	徳山工業高等専門学校 大山達也、森本祐平、有金聡、廣政拓郎	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第20回 (2012年)	設計大賞	設計	該当なし	
	アイデア大賞	アイデア	月の縦孔・溶岩チューブ探査機「Diana」	徳山工業高等専門学校 有金聡、大山達也、森本祐平、國次佑輔、穠吉真矢、御手洗真人
	ジュニア大賞	ジュニア	コバンザメロボット	山口県立山口高等学校 赤崎剛、金石暁典、田中沙耶香、陳育勤、池田慧、田中翔一郎、山本賢、中野真凜、安部日向子、林美鈴
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースロケットの部	アイデア	デブリ軌道変更衛星	防衛大学校 安平浩義、渡邊真敏、グエンバティンロン
	日本航空宇宙学会賞	設計	レーザー送電実証衛星「Prometheus」	名古屋大学大学院 藤井健太、塚原拓矢、浅野雄太、森本祐貴、浅井崇、吉田健太、松井慎太郎
	電子情報通信学会賞	アイデア	ISM-SC(Interesting Space Mission-Spacecraft)	東京都市大学 小林久鷹、中山真敏、江藤智哉、加藤千智、平本成実
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	CKUSAT (Cheng Kung University SATellite)	National Cheng Kung University Yun-Peng Tsai, Hui-Kuan Fang, Hoang The Huynh, Jiun-Hao Huang, Bo-Yi Tseng, Tse-Wei Wu, Jesus Sanchez, Ting-Yang Lin, Yan-Wei Tseng
	日本天文学会賞	アイデア	月の縦孔・溶岩チューブ探査機「Diana」	徳山工業高等専門学校 有金聡、大山達也、森本祐平、國次佑輔、穠吉真矢、御手洗真人
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	スペーススリーフ	山口県立山口高等学校 赤崎剛、金石暁典、赤崎剛、田中沙耶香、陳育勤、池田慧、田中翔一郎、飯田直子、中野真凜、安部日向子、林美鈴
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	コバンザメロボット	山口県立山口高等学校 赤崎剛、金石暁典、田中沙耶香、陳育勤、池田慧、田中翔一郎、山本賢、中野真凜、安部日向子、林美鈴
	審査委員長特別賞	設計	CKUSAT (Cheng Kung University SATellite)	National Cheng Kung University Yun-Peng Tsai, Hui-Kuan Fang, Hoang The Huynh, Jiun-Hao Huang, Bo-Yi Tseng, Tse-Wei Wu, Jesus Sanchez, Ting-Yang Lin, Yan-Wei Tseng
	奨励賞	設計	放電画像撮影衛星「鳳龍式号-X」	九州工業大学大学院 世利祐樹、岩井俊輔、奥村裕太、高橋明敏、木元新伍、田中雄三、田中有十夢、石原弘士、西尾治果、山本一貴
		アイデア	資源探査機『Blue Bird』	帝京大学 猪野雄伍、渡邊拓也、高橋亮、松岡航、齋藤僚也、大津輝敏
		アイデア	宇宙探査機のためのレーザー基地衛星	防衛大学校 グエンバティンロン、安平浩義、渡邊真敏
		アイデア	宇宙で淹れたてのコーヒーを！	鳥羽商船高等専門学校 吉村美紅、小山恵里、中西雄大、岡崎研人、杉浦秀哉、伊藤友仁
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	宇宙太陽光発電技術実証衛星『STEPS』	四天王寺高等学校/奈良工業高等専門学校/横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 山川真以子、三上拓朗、原勇心
ジュニア		Return-E	吉祥女子高等学校/津山工業高等専門学校 植村千尋、内田悠斗	
ジュニア		宇宙用調理器具の開発～安全刃物～	東京工業大学附属科学技術高等学校/埼玉県立熊谷高等学校 近藤那央、関航佑	
最優秀模型賞	アイデア	ISM-SC(Interesting Space Mission-Spacecraft)	東京都市大学 小林久鷹、中山真敏、江藤智哉、加藤千智、平本成実	

第21回 (2013年)	設計大賞	設計	Atmosphere Ionosphere Coupling Explorer (AICE)	National Cheng Kung University Peng Kang-Ming, Lin Ting-Yang, Jesus Alberto Sanchez Pacheco, Tsai Chiung-Hui, Chen Li-Wei, Fang Hui-Kuan, Lin Chia-Ting, Yeh Tsung-Lin, Chen Ming-Te
	アイデア大賞	アイデア	月面砂掘削機「月面潜行体1号」	立命館大学大学院 中島翔太、横山隆明、建山和由
	ジュニア大賞	ジュニア	お家で簡単 無重力農園	長崎県立長崎西高等学校 福澤真知子、森川竣介、松尾凜汰朗、春野絢、太田勝之、横山晃生、鈴木翔
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースロケットの部	アイデア	太陽炉を用いた火星での製鐵	群馬工業高等専門学校 新井浩平、天野俊一、岩崎真也、上杉広大
	日本航空宇宙学会賞	設計	地震先行電離圏異常検証衛星	東京学芸大学/創価大学/東海大学/芝浦工業大学/慶應義塾大学 須藤雄志、門倉美幸、東郷翔帆、天白勤、松井一吹、川本直樹、小野優子、由井庸介、大河原正篤、熊川遼太郎
	電子情報通信学会賞	アイデア	地上電波利用電離圏リモートセンシング衛星	電気通信大学 猪狩諒弘、山中拓也、山幡琢也、横山貴文、渡口暢人、藤井厚太郎
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	地球周辺磁場マップ作成衛星「Pyxis」	東海大学大学院 小林正和、近藤圭佑、内田H.陽仁、草野悠太、高木啓佑、水森主、吳喆、内藤佑貴、福田吉記、桑原瑞季
	日本天文学会賞	設計	軌道上微粒子サンプリングリターン衛星「BALAENA」	日本大学 吉原嘉唯、河原林大思、関口幸輝、立松裕基、田村明寛、山田諭、山田将太
	宇宙科学振興会賞 (ジョイント受賞)	ジュニア	全国の高校生でつくる小型人工衛星システム 高校生が共同利用できる小型通信衛星	長野県長野工業高等学校 松澤千晶、吉澤美菜 長崎県立長崎西高等学校 春野絢、太田勝之、松尾凜汰朗、福澤真知子、森川竣介、鈴木翔、横山晃生
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	重力から解放された宇宙での思考	山口県立山口高等学校 金石暁典、岩崎七海、吉信智史、陳育勤、末永大良、高橋遼太郎、金谷啓之、富田耕作、小林遼、赤崎剛
	奨励賞	アイデア	無重力下の噴水で癒し空間	摂南大学 森田真維斗、岩佐六郎太
		アイデア	木星電波観測システムLIMITLESS	高知工業高等専門学校 島内良章、森國健吾、南光成
		アイデア	姿勢制御回復衛星「てだすけ」	東京都市大学 内田光、横松卓、伊藤和樹、黒澤宏太、西島彬、林貴裕、和田拓弥
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	災害時用FMラジオ衛星	茗溪学園高等学校 皆川勇太、古谷泰斗
		ジュニア	花咲く人工衛星	山口県立山口高等学校 陳育勤、金谷啓之、金石暁典、赤崎剛、末永大良、高橋遼太郎、富田耕作、吉信智史、岩崎七海、小林遼
	最優秀模型賞	設計	軌道上微粒子サンプリングリターン衛星「BALAENA」	日本大学 吉原嘉唯、河原林大思、関口幸輝、立松裕基、田村明寛、山田諭、山田将太

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第22回 (2014年)	設計大賞	設計	該当なし	
	アイデア大賞	アイデア	五輪紋章創造衛星 武蔵	東京工業大学大学院 田中優一郎、俵京佑、河尻翔太、長洲孝、河野洋行、金柔真、鈴木聡太、濱島大輝、上田直樹、太田佳
	ジュニア大賞	ジュニア	宇宙植物学実験の新たな実施方法の提案	長崎県立長崎西高等学校 吉田涼佑、檜林龍太、森永俊太郎、綾部晃大、富田夏帆、新井絢子、森愛月
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	月面の建材製造プラントと着陸港建設ローバ	東京工業大学大学院 古賀洋一郎、松下将典、大沢耕介、横松卓、QURUI、鮫島三郎、倉重宏康、古賀将哉
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	H2Aを再利用した軌道上サービス実証実験	東京工業大学大学院 濱島大輝、田中優一郎、武井悠人、本田瑛彦、唐鎌聡太郎、吉川健人、QURUI、上田直樹、小沢亮也、GEERS Martijn Arian
	電子情報通信学会賞	アイデア	無人航空機と連携したモニタリング衛星	防衛大学大学院 坂本諒太郎、麻生篤、宮野裕貴、伊藤駿、柴原健人
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	アイデア	五輪紋章創造衛星 武蔵	東京工業大学大学院 田中優一郎、俵京佑、河尻翔太、長洲孝、河野洋行、金柔真、鈴木聡太、濱島大輝、上田直樹、太田佳
	日本天文学会賞	設計	衛星-地上間光通信技術実証キューブサット "OPT-CUBE"	東北大学大学院 藤田伸哉、郷内稔也
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	磁気トルカ方式姿勢制御の簡素化について	長崎県立長崎西高等学校 横山晃生、井手祐太、坂本悠衣、服部瑛一郎、山本峻太郎
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	プラナリアを用いたバイオアッセイ	山口県立山口高等学校 金谷啓之、藤村志穂、原田要、末永大良、高橋遼太郎、福本朱夏、岡原潤、富田耕作、増田祐一郎、森田孝明
	審査委員長特別賞	設計	衛星-地上間光通信技術実証キューブサット "OPT-CUBE"	東北大学大学院 藤田伸哉、郷内稔也
		ジュニア	次世代の新構想 膨張性流体防衛シールド	立命館守山高等学校 竹本智志
		ジュニア	火星の環境における植物の栽培方法の検討	熊本県立第二高等学校 脇山加奈子、佐藤佑季乃、岩永渚沙
	奨励賞	設計	ソーラーセイルによる月周回軌道遷移実証衛星	名古屋大学大学院 幅口雄太、堀部貴雅、立花将規、山田裕也、中村和也、松井慎太郎、岩崎慶多、佐藤洸貴、富岡拓也、新居舜
		アイデア	宇宙での粉体操作	鳥羽商船高等専門学校 西川農也、石島拓哉、杉浦秀也、吉川波希、伊藤友仁
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	微小重力学習システムの開発	和歌山県立海南高等学校 清水佳祐、佐々見和也、上野大和、川尻悠真、谷口陽亮、西本太一、福本大智
ジュニア		宇宙空間での洗濯と分解	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 根本研司	
ジュニア		イシマキガイの行動を応用した探査ロボット	山口県立山口高等学校 濱田尚輝、村田康徳、中野海藍、松本久也、川上聡生、原田要、金谷啓之、藤村志穂、福本朱夏、岡原潤	
最優秀模型賞	アイデア	五輪紋章創造衛星 武蔵	東京工業大学大学院 田中優一郎、俵京佑、河尻翔太、長洲孝、河野洋行、金柔真、鈴木聡太、濱島大輝、上田直樹、太田佳	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第23回 (2015年)	設計大賞	設計	該当なし	
	アイデア大賞	アイデア	ミュオグラフィによる小惑星の3次元透視	東京大学大学院 長原翔伍
	ジュニア大賞	ジュニア	宇宙空間における植物の栽培方法の提案	熊本県立第二高等学校 吉野有咲、山口薫、新川悠香、吉住朱、磯崎涼介、伊藤瑞輝
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	微小重力環境下加熱調理器Dekitate	東京工業大学大学院 小沢亮也、小川睦大、石井友、後藤宏太、渡邊輔祐太、佐々木謙一
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	熱の実験室KelviN	名古屋大学大学院 山田雄平、藤井啓太、木澤雅文、福嶋一貴、小田切公秀、中村和也、常新雨
	電子情報通信学会賞	アイデア	電離層観測衛星「HATO SATs」	東京電機大学 石川卓磨、倉崎大樹、木村慶也、高橋悠太、小林実樹哉、須賀洋文、浜田政利
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	新惑星探査衛星「SORA」	大阪大学大学院 井上脛、小林洋、小幡宇宙、河村昌典、谷口智哉、KWAK SEUNGJO
	日本天文学会賞	設計	新惑星探査衛星「SORA」	大阪大学大学院 井上脛、小林洋、小幡宇宙、河村昌典、谷口智哉、KWAK SEUNGJO
	宇宙科学振興会賞	設計	非射出型衛星によるロケット上段の姿勢計測	九州大学大学院 榎本稔也、原田隆佑、古本政博、北島志樹、板谷優輝、児玉豊、山根基暉、花田俊也、藤田浩輝
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	無重力環境でアリは巣を掘るのか	長崎県立長崎西高等学校 檜林龍太、山本峻太郎、新井絢子、坂本悠衣、大嶺太聖、吉岡航輝
	審査委員長特別賞	アイデア	対デブリ宇宙機防衛システム「ひらいし」	立命館守山高等学校 竹本智志
		ジュニア	宇宙ステーション工場化計画	新潟県立新津工業高等学校 片山雄樹、浅野祐稀、酒井莉碧、井嶋未来、石田魁音、佐藤利樹
		ジュニア	小型疑似静止衛星システム「HEXAGON」	長崎県立長崎西高等学校 井手祐太、森永俊太郎、富田夏帆、森愛月、大嶺太聖、吉岡航輝
	奨励賞	アイデア	共役性オーロラの観測衛星	防衛大学校 北尾彰浩、居居亮輔、山近大生、金澤健太、高木健太郎
		アイデア	Scissors型太陽電池パネル	東京都市大学 山口広太郎、杉田修也、市川啓太、澁谷優樹、菅原洋平、陳諾、長澤由裕、森元
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	宇宙でシャワーを快適に使う方法	東京都立武蔵高等学校 篠原良太、坂本隼也、久高碧月、赤岩佑河、赤松郁美、篠宮桜、宇津木真之、園部夏未、粕谷朱里、栗山萌
ジュニア		熱発電モジュールを用いた標準プラットフォームの開発	岡山県立倉敷天城高等学校 野崎信吾、永山龍那、中村友哉、川上幸起、小西悠斗	
ジュニア		ヨーヨーの原理を用いた探査ロボット	山口県立山口高等学校 木谷太祐、村本剛毅、柳田翔平、宮木偉広、八嶽理希、石津智基、宮本翔一郎	
ジュニア		金星の地表探査における小型ヘリの活用	立命館守山高等学校 北村章吾、高橋美凜	
最優秀模型賞	設計	新惑星探査衛星「SORA」	大阪大学大学院 井上脛、小林洋、小幡宇宙、河村昌典、谷口智哉、KWAK SEUNGJO	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第24回 (2016年)	設計大賞	設計	重力波天体探査衛星「ひばり」	東京工業大学 依 京佑、針田 聖平、河尻 翔太、松下 将典、古賀 将哉、渡邊 輔祐太、菊谷 侑平、林 雄希、小池 毅彦、新谷 勇介
	アイデア大賞	アイデア	小型月・惑星探査ローバ-GOA-	芝浦工業大学 中村 貴裕、藤原大佑、北川翔太、三浦 太志、池田哲之、大島哲也
	ジュニア大賞	ジュニア	宇宙でのボルボックスのダンス	山口県立山口高等学校 西山 奈那、竹田 紗織、牛島 慧
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	月面の傾斜地移動に特化したローバの提案	信州大学 渡邊 智洋、榊枝 裕太、近藤 晃弘、坂田 雅志
	日本航空宇宙学会賞	設計	楕円軌道による超低高度利用実験衛星「翔」	大阪大学 小林 雅弥、木本 崇、野々村 将、後藤 洋志、四方 謙吾、西村 和真、東山 大輝
	電子情報通信学会賞	設計	宇宙線雲観測衛星	神戸大学 松本 明佳
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	全天周宇宙映像収集衛星「Sachika」	慶應義塾大学 山崎 竜輔、伊東 健一、小山田 朱里、吉谷 遼、荒木 信乃、中西 伶奈、山本 匡養、吉岡 誠、小川 卓馬、前川 雄音
	日本天文学会賞	アイデア	木星電波ビーム観測衛星「JBeam」	高知工業高等専門学校 スフツォドル ラグワドルジ、中山 雄晟、藤田 龍之介、安藤 瑞基、エリック タン カイ チアング、竹崎 翔、片岡 翔太郎、中平 凱斗、西森 和重
	宇宙科学振興会賞	アイデア	小型衛星による宇宙線量マップの作成	群馬工業高等専門学校 田嶋 健佑、緑川 俊貴、吉永 尚矢、松本 国朗、高原 泉、小野塚 隆太
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	宇宙における野菜と昆虫の生産	山口県立山口高等学校 村藤 海人、福田 悠稀、西田朱也子、遠藤 愛美、坂井 登哉、阿南 太士、上田 晃綺
	審査委員長特別賞	設計	宇宙線雲観測衛星	神戸大学 松本 明佳
	奨励賞	アイデア	足湯装置「轟 -Todoroki-」	金沢工業大学 湯田 晴也、大内健太郎、池田壮伸、菊池涼介、梅田佳奈、佐々木貴志、佐藤周、武田 光希、牧島亮太
		アイデア	ラジオメーター効果実験衛星「宙車」	香川大学 山下 日菜子、柳瀬 裕太、神村 知皓
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	宇宙でのメンテナンス及びデブリの3R計画	新潟県立新津工業高等学校 小林 竜貴、神代 優太、石本 卓也、石田 魁音、佐藤 利樹
		ジュニア	地球外における植物栽培方法と栽培槽の提案	熊本県立第二高等学校 神尾 雅史、磯崎 涼介、伊藤 瑞輝、小林 準、只隈 千聖、豊田 奈央、島川 久範、南 涼雅
ジュニア		小型衛星で作るデブリ分布図DEB-MAP	長崎県立長崎西高等学校 宮田 悠佳、藤原 裕花、趙 玲美、森 俊将、清田 智紀、宮田 健太郎、細井 明延	
最優秀模型賞	アイデア	月面の傾斜地移動に特化したローバの提案	四天王寺高等学校 渡辺 日菜子、大畑 怜未、夏 依帆、太田 美伶、出来 悠果、森脇 楓子 信州大学 渡邊 智洋、榊枝 裕太、近藤 晃弘、坂田 雅志	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第25回 (2017年)	設計大賞	設計	8位節展開構造体実験衛星「あすと」	大阪大学大学院 東山 大輝、谷口 明日斗、杉浦 大貴、西村 和真、野瀬 勇斗、小林 雅弥、岩郷 浩武、田坂 直也
	アイデア大賞	アイデア	折り紙ソーラーシステム衛星「OS3」	高知工業高等専門学校 コバーン マイクジョン、高橋 省吾
	ジュニア大賞	ジュニア	全天球画像送信衛星「DIVE」	長崎県立長崎西高等学校 趙 玲美、宮田 悠佳、藤原 裕花、川原 早織、近藤 さき、江頭 史彦、森永 智大、上野 若夏那
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	設計	8位節展開構造体実験衛星「あすと」	大阪大学大学院 東山 大輝、谷口 明日斗、杉浦 大貴、西村 和真、野瀬 勇斗、小林 雅弥、岩郷 浩武、田坂 直也
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	衛星の非デブリ化用バルーン立体展開装置	東京都立産業技術高等専門学校 肥沼 晃史、ジェイン マヤンク、佐藤 未悠、小野 鴻希、小林 大輝、佐久間 隆友、結城 健斗、吉田 智将、若松 大和、長田 光希
	電子情報通信学会賞	アイデア	海洋生物の衛星リアルタイム追跡と海洋牧場	近畿大学 アカデミックシアター・宇宙マクロプロジェクト 高本 采実、日比野 良彦、角至 悠希、村上 友亮、西川 裕介、松岡 祐貴、鶴飼 理央、新地 翔矢、船井 遼太郎、栗原 侑也
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	アイデア	超小型熱圏大気構造解析衛星の提案	香川大学 柳瀬 裕太、神村 知皓、山下 日菜子、和田 洋行
	日本天文学会賞	アイデア	宇宙粉末冶金実験「EMPEROR」	徳山工業高等専門学校 田中 怜、田中 章浩、藤原 汰智、石田 篤弘
	宇宙科学振興会賞	アイデア	孔があったら入りたい！	名古屋市立北高等学校 ほか3校 山田 かん奈(名古屋市立北高等学校)、竹内 菜摘、渡邊 真隆(山梨県立吉田高等学校)、藤原 慎(愛光学園愛光高等学校)、井口 蓮(大阪府立豊中高等学校)
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	火星におけるドローン運用について	熊本県立第二高等学校 清田 六連星、島川 久範、安倍 響佑、嶋野 匡伸、土屋 敬河
	審査委員長特別賞	アイデア	永遠の美の追求を通した教育ミッション	防衛大学校 瀬川 昌学、小山 将弘、宮内 嶺成、村松 泰輔、高橋 岬佑、木島 玲
	奨励賞	アイデア	土壌採取機体「ノヴァ～nova～」	金沢工業大学 佐々木 貴志、梅田 佳奈、池田 壮伸、菊池 涼介、辻 直哉、原野 貴洗、矢崎 由実子、湯田 晴也、湯中 圭介
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	無重力空間での2足歩行とスポーツ(卓球)	新潟県立新津工業高等学校 齋藤 椋太、神田 運哉、石田 魁音、佐藤 利樹、平賀 匠、本間 尉記、山崎 南々海
		ジュニア	スペースシルクロード計画	四天王寺高等学校 野間 光葉、洲崎 遥那、杉本 七音、堂野 真由佳、田中 真優
		ジュニア	ロケットの空気抵抗の低減	山口県立山口高等学校 吉岡 潤哉、岡村 真碧、溝部 壮太郎、光田 圭佑、岩村 明優果、三原 知也、柳井 悠、阿南 太士、村藤 海人、福田 悠稀
ジュニア		宇宙における海藻を用いた自給自足の提案	大阪星光学院高等学校、四天王寺高等学校 藤澤 翔(大阪星光学院高等学校)、奈良 昌弘(大阪星光学院高等学校)、北山 智也(大阪星光学院高等学校)、大畑 怜未(四天王寺高等学校)、夏 依帆(四天王寺高等学校)、大守 琴葉(四天王寺高等学校)	
ジュニア		宇宙での長期滞在がミジンコに与える影響	山口県立山口高等学校 光田 圭佑、渡邊 雄大、阿南 太士、岩村 明優果、溝部 壮太郎、岡村 真碧、三原 知也、柳井 悠、村藤 海人、吉岡 潤哉	
最優秀模型賞	アイデア	8位節展開構造体実験衛星「あすと」	大阪大学大学院 東山 大輝、谷口 明日斗、杉浦 大貴、西村 和真、野瀬 勇斗、小林 雅弥、岩郷 浩武、田坂 直也	
ジュニア実験賞※	ジュニア	ロケットの空気抵抗の低減	山口県立山口高等学校	

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第26回 (2018年)	文部科学大臣賞※	設計	Lunar ION Explorer (LIONER)	National Cheng Kung University Chan-Yu, Liu / Hao-Hsiang, Hsu / Shin-You, Chiu / Cheng-Yuan, Chou / Po-Lin, Chen / Chih-Yun, Chen / Bing-Hong, Pan
	設計大賞	設計	地球-月系L2点ハロー軌道周回衛星「颯」	大阪大学大学院/大阪大学 岩淵 真和、岩郷 浩武、北村 颯太、田坂 直也、西下 敦青、分領 勇貴、齋藤 涼、楢 大樹
	アイデア大賞	アイデア	月面探査ローバ-SeW-	芝浦工業大学 村中 優里子、齋藤 真衣、佐々木 航平、金子 綾乃、小松 龍世
	ジュニア大賞	ジュニア	飛び出せ！フジ折り	長崎県立長崎西高等学校 山口 凜、藤井 歩希、上野 若夏那、中島 瑠南、西村 樹、福田 隼士
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	月面探査ローバ-SeW-	芝浦工業大学 村中 優里子、齋藤 真衣、佐々木 航平、金子 綾乃、小松 龍世
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	A SmallSat Technology Demonstrator for Space-Based Solar Power	東京大学大学院/早稲田大学 Matthew P.RICHARDSON、河野 麗、Chang-Chin WANG、元木 嵩人、濱島 優大
	電子情報通信学会賞	アイデア	A SmallSat Technology Demonstrator for Space-Based Solar Power	東京大学大学院/早稲田大学 Matthew P.RICHARDSON、河野 麗、Chang-Chin WANG、元木 嵩人、濱島 優大
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	Lunar ION Explorer (LIONER)	National Cheng Kung University Chan-Yu, Liu / Hao-Hsiang, Hsu / Shin-You, Chiu / Cheng-Yuan, Chou / Po-Lin, Chen / Chih-Yun, Chen / Bing-Hong, Pan
	日本天文学会賞	設計	ライトカーブインバージョン実証衛星	九州大学大学院/九州大学 大渡 慶太、古本 政博、荒川 綾平、出水澤 大悟、立脇 哲平、新田 真也、松下 悠里、近藤 耕太、平岩 尚樹、高橋 雄文
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	衛星軌道可視化MRシステム「MOVE」	長崎県立長崎西高等学校 上野 若夏那、中島 瑠南、西村 樹、福田 隼士、山口 凜、藤井 歩希
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	月周回旅行のための燃料補給機	筑波大学附属駒場高等学校 田久保 勇志
	審査委員長特別賞	アイデア	TTT 一月地中探査機支援システム	芝浦工業大学 上野 佑理、濱田 阿依、湯浅 日和、諸岡 雅也
		ジュニア	宇宙におけるタンパク質の劣化	山口県立山口高等学校 吉光 俊輔、光田 圭佑、渡邊 雄大
	奨励賞	アイデア	RAKU	東京工業大学 田村 匠、麻生 海、林 輝明、中塚 祐貴、中島 豪志、加藤 史浩、佐藤 亮、高橋 信行、塚本 悠一朗
	ジュニア実験賞	ジュニア	月の斜面探査車	熊本県立第二高等学校
		ジュニア	タイタン探査飛行機翼の研究	東京都立科学技術高等学校
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	月面探査における車輪の最適形状の研究	熊本県立第二高等学校 安部 栄輝、中本 匠海、甲崎 太一、森田 航平、那須 佑志
		ジュニア	開花機構を応用した太陽光発電シートの展開	山口県立山口高等学校 八鍬 海、縄田 大和
ジュニア		水による放射線からの防護	北海道札幌南高等学校 村越 和基、鈴木 翔太、高嶋 大輝、中 郁和	
最優秀模型賞	アイデア	月面探査ローバ-SeW-	芝浦工業大学 村中 優里子、齋藤 真衣、佐々木 航平、金子 綾乃、小松 龍世	

※文部科学大臣賞創設。

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第27回 (2019年)	文部科学大臣賞	設計	宇宙硬X線偏光撮像の開拓者 cipher	東京大学大学院 春日 知明、會澤 優輝、畠内 康輔
	設計大賞		該当なし	
	アイデア大賞	アイデア	宇宙硬X線偏光撮像の開拓者 cipher	東京大学大学院 春日 知明、會澤 優輝、畠内 康輔
	ジュニア大賞	ジュニア	CubeSat Network for Real-time Ionosphere Monitoring and Prediction of Earthquakes	Korea Science Academy of KAIST Giyeong Eum / Yuseoung Jeong / Wonjun Lee / Junseong Kim / Minkyu Kim / Seungchan Lee
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	設計	DIDCネット展開実証衛星「克」	大阪大学大学院/大阪大学/The Pennsylvania State University 楢 大樹、齋藤 涼、大谷 夏樹、坂本 遼介、谷田 航大、戸塚 睦、井本 悠太、中垣 フィリップ、石田 健将
	日本航空宇宙学会賞	アイデア	月面探査の移動機構「LuViX」	芝浦工業大学 小松 龍世、長谷川 あゆみ、青木 優太、水上 真宏、佐藤 淳希
	電子情報通信学会賞	設計	CMGを搭載したIoT衛星HATOSAT	東京電機大学大学院/東京電機大学 御園 隆生、井上 裕之、早坂 佳晃、石井 智基、古郡 葉子、中里 紀之、吉成 宏太
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	ジュニア	CubeSat Network for Real-time Ionosphere Monitoring and Prediction of Earthquakes	Korea Science Academy of KAIST Giyeong Eum / Yuseoung Jeong / Wonjun Lee / Junseong Kim / Minkyu Kim / Seungchan Lee
	日本天文学会賞	アイデア	太陽極域観測衛星	防衛大学校 笠井 南十、市川 結子、川越 晴彦、山田 滯
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	地球公転軌道上 スペースVLBI衛星	長崎県立長崎西高等学校 西村 樹、福田 隼士、中島 瑠南、蒲池 日向子、衛藤 ちひろ、山口 凜、藤井 歩希
	日本宇宙フォーラム賞	アイデア	DISCERN	東京大学/早稲田大学 Takahito Motoki / Chang-Chin Wang / Yuta Shimizu / Kana Ishimaru / Yuji Takubo / Daiki Himono / Mahiro Sawada
	日本ロケット協会 宙女賞※	ジュニア	人工衛星オープンネットワークシステム	山口県立山口高等学校 塩原 美緒、武村 愛彩
	ジュニア実験賞	ジュニア	熱電発電による火星での最良発電	山口県立山口高等学校 安村 悠希、宮崎 翔太郎、大塚 天誠、関野 怜威、田中 滉基、高橋 侑矢
	審査委員長特別賞	アイデア	スペースストロー	東京工業大学大学院/東京工業大学 東城 宗照、岩崎 翔太、吉本 海、高橋 勇多
		ジュニア	カブトムシの前翅の固定機構を模倣したセンサカバー	徳島県立脇町高等学校 米田 依吹、小松 拓豊、近藤理生
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	「ねじれない折り」を用いた立体建造物	長崎県立長崎西高等学校 山口 凜、藤井 歩希、西村 樹、福田 隼士、中島 瑠南、蒲池 日向子、衛藤 ちひろ
		ジュニア	極光観測衛星の展開	青森県立十和田工業高等学校 三村 れん、天間 陽紀、成田 卓矢、気田 建介、沼邊 桜也、本堂 裕音、東 功大
	最優秀模型賞	アイデア	月面探査の移動機構「LuViX」	芝浦工業大学 小松 龍世、長谷川 あゆみ、青木 優太、水上 真宏、佐藤 淳希

※日本ロケット協会宙女賞を創設。

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第28回 (2020年)	文部科学大臣賞	設計	海洋プラスチック観測衛星「立鳥」	芝浦工業大学、慶應義塾大学、東京大学、早稲田大学、千葉工業大学、工学院大学 小松 龍世、杉山 佑、西村 尚、洪川 雅人、蘭部 夢有人、白土 百合子
	設計大賞	設計	海洋プラスチック観測衛星「立鳥」	芝浦工業大学、慶應義塾大学、東京大学、早稲田大学、千葉工業大学、工学院大学 小松 龍世、杉山 佑、西村 尚、洪川 雅人、蘭部 夢有人、白土 百合子
	アイデア大賞	アイデア	ARETHUSA	東京大学、東京理科大学、香港大学 Dan Padilha、胡中瑜、中村 剛也、五味 篤大、高崎 大吾
	ジュニア大賞	ジュニア	細菌を用いた食料生産、廃棄物処理の循環	広島県立西条農業高等学校 長岡 貴太、杉本 和希、中野 凌兵、原 悠水、仁田 昂佑、真田 陽平、實平 涼
	日本機械学会 宇宙工学科部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	月極域小型探査機「TAIAN」	芝浦工業大学 佐々木 航平
	日本航空宇宙学会賞	設計	Global Ocean Microplastics Intelligence remote-sensing SATellite (GOMI SAT)	National Cheng Kung University Ya-Xun Yang, Wei-Chen Chen, Cheng-Wei Wang, Tzu-Chiao Lin, Shun-Chia Yang, Yu-Lun Chu, Tzu-Cheng Hsueh, Hao-Yun Hung, Sven M. H. Teunissen
	電子情報通信学会賞	設計	The Artificial intelligence of Locale ICE jam floods (ALICE)	National Cheng Kung University Chih, Jhao-Sian Fan, Yu-Hao Huang, Hung-Sheng Tsai, Feng-Yang, Li, Jie-Lin Wang, Yan-Jun
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	ジュニア	宇宙電光掲示板 LLL	長崎県立長崎西高等学校 衛藤 ちひろ、前田 航大、徳永 光輝、持永 晃希、蒲池 日向子、上戸 真優
	日本天文学会賞	アイデア	ARETHUSA	東京大学、東京理科大学、香港大学 Dan Padilha、胡中瑜、中村 剛也、五味 篤大、高崎 大吾
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	My宇宙望遠鏡	長崎県立長崎西高等学校 津田 燦社、井手口 尚輝、北嶋 大渡、福岡 仁志、栗山 斗碧、眞鍋 元太
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	Mars Umbrella	神戸女学院高等学部 幸泉花梨
	日本ロケット協会宙女賞	ジュニア	着物の船内服	山口県立萩商工高等学校 岡本 菜乃香、石川 詩織音、平岡 優、山根 華緒、西村 優汰、明山 美法、松田 愛優奈、亀屋 結佳、水津 さくら、能美 風人
	ジュニア実験賞	ジュニア	着物の船内服	山口県立萩商工高等学校 岡本 菜乃香、石川 詩織音、平岡 優、山根 華緒、西村 優汰、明山 美法、松田 愛優奈、亀屋 結佳、水津 さくら、能美 風人
	審査委員長特別賞	ジュニア	宇宙空間での食事における幸福感	広島県立西条農業高等学校 岩本 千寿美、竹内 佑里子、柴田 美羽、角 彩名、山館 香奈、高藤 愛美、堂免 凜乃、藤村 美空、中川 凜、川本 愛心
	奨励賞	アイデア	宇宙爪切り	東京工業大学 福島 展隆、野木 侃、ジグジッド・ヘルレン
		アイデア	今の月面もうあきた ALPS式探査の展開	秋田大学 谷田 開、池田 健将、柏倉 拓斗、寺師 芽衣、及川 大智、吉元 翔
ジュニア部門奨励賞	ジュニア	宇宙線の音声表現	金沢大学附属高等学校 村山 太陽、門平 充代、木村 京加	
最優秀模型賞	アイデア	月極域小型探査機「TAIAN」	芝浦工業大学 佐々木 航平	

※コロナ禍のため、完全オンライン開催

回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第29回 (2021年)	文部科学大臣賞	設計	月面隕石観測衛星「Meteo-lite」	北海道大学大学院、北海道大学 鈴木 翔、平井翔太、Yownin Albert Leung、上田修生、青井柁樹、Gurbanov Novruz、佐藤佑樹、瀧田 築、細川駿平
	設計大賞	設計	月面隕石観測衛星「Meteo-lite」	北海道大学大学院、北海道大学 鈴木 翔、平井翔太、Yownin Albert Leung、上田修生、青井柁樹、Gurbanov Novruz、佐藤佑樹、瀧田 築、細川駿平
	アイデア大賞	アイデア	超小型月探査データ中継衛星PRESEED	東北大学 武田浩平、白石尚也、石郷岡優加、中澤幸大、Alejandro大樹padilla、大熊 章浩
	ジュニア大賞	ジュニア	仲間と同じ食事ができる宇宙食	広島県立西条農業高等学校 木村帆花、印藤利奈、渡邊琉愛
	日本機械学会 宇宙工学科部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	Comet Interception from eArth retrOgrade orbIT viA Lunar gravlty Assist	広島工業大学 村上湧斗、丸岡 凱、桑田怜輝、山田可清
	日本航空宇宙学会賞	ジュニア	宇宙タイムカプセル μ (ミュー)	長崎県立長崎西高等学校 野中裕輔、西村佑太、北嶋大渡、眞鍋元太、北尾早来紗、筒井美雲 大阪府立大学
	電子情報通信学会賞	設計	ワイヤレス電力伝送実証衛星「Wi SAT」	上田滉也、川原大毅、山本隼也、一瀬彰栄、笹岡佑全、永田光来、西尾圭太、湧川大聖、高本凌平、林 結子
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	MORSE (Moon Orbital Relay for South-polar Exploration)	東京大学、University of New South Wales、University of Wollongong Vinicius Ferreira Nery、Chang-Chin Wang、Loïc Chalamet、Matthew Chong、Greeshma Shetty、Adam Martin
	日本天文学会賞	アイデア	粒子推進&RTGで挑む追い越せポイジャー計画	東京都市大学 櫻井祐希、橋本ゆうき、矢口陽樹、長谷川京吾、松前信伍、根本雄作、三枝 翻
	宇宙科学振興会賞	アイデア	粒子推進&RTGで挑む追い越せポイジャー計画	東京都市大学 櫻井祐希、橋本ゆうき、矢口陽樹、長谷川京吾、松前信伍、根本雄作、三枝 翻
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	Sustainable Constellations: Disposal and Reuse with Tethered Systems (DaRTS)	渋谷教育学園渋谷高等学校 佐藤裕成アレックス、上坂進之祐、江尻晃輔、齋藤優衣、岡 遙希、吉本陽貴
	日本ロケット協会宙女賞	アイデア	超小型月探査データ中継衛星PRESEED	東北大学 武田浩平、白石尚也、石郷岡優加、中澤幸大、Alejandro大樹padilla、大熊 章浩
	ジュニア実験賞	ジュニア	宇宙空間でのサツマイモの養液栽培技術	広島県立西条農業高等学校 小林彩耶、重末愛梨奈、原田琴音、八幡優花
	審査委員長特別賞	ジュニア	宇宙で金沢のアイスを！	金沢大学人間社会学域学校教育学類附属高等学校 河上日向子、野田まりか、今泉心寧
	奨励賞	アイデア	月極域投てき移動ミッション「SHAKE」	芝浦工業大学大学院、芝浦工業大学 佐々木航平、村中優里子、上野佑理、相良健太
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	小型人工衛星を用いた大気圏内の実測	長崎県立長崎西高等学校 福岡仁志、北田一真、田淵拓輝、徳永光輝、山口勝矢、森原幹人、竹田 碧
ジュニア		宇宙での食物連鎖	山口県立山口高等学校 春日陽色、矢野瑠唯	
最優秀模型賞	アイデア	月極域投てき移動ミッション「SHAKE」	芝浦工業大学大学院、芝浦工業大学 佐々木航平、村中優里子、上野佑理、相良健太	

※コロナ禍のため、完全オンライン開催

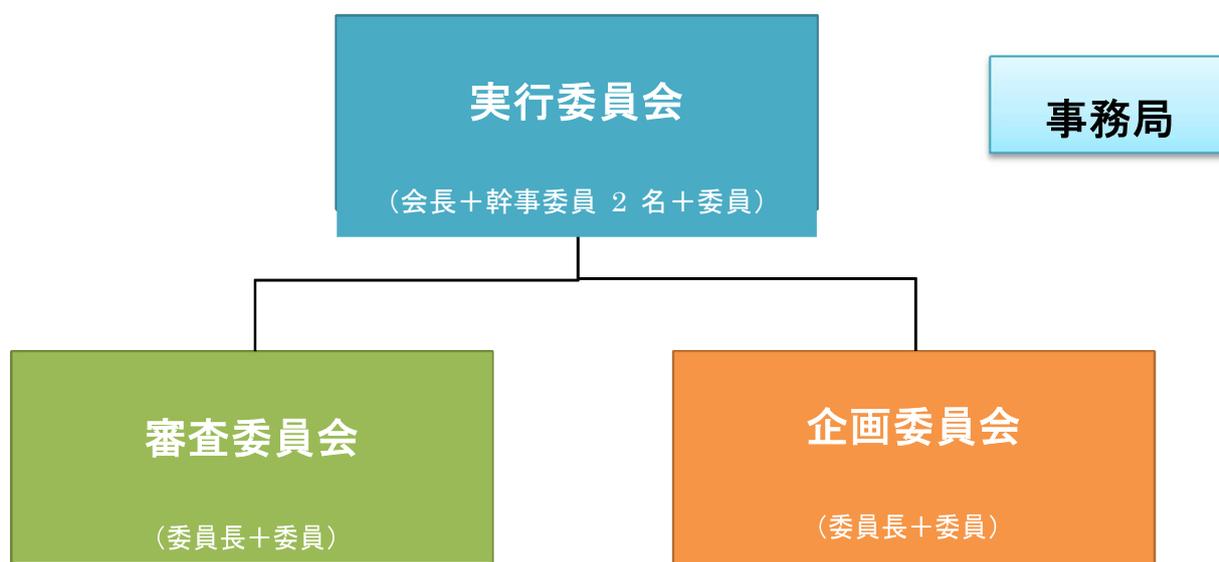
回数	賞名	部門	作品名	学校名及び参加者
第30回 (2022年)	文部科学大臣賞	設計	水資源探査のための月周回衛星“Izumi”	早稲田大学大学院、青山学院大学大学院、総合研究大学院大学、東京大学大学院、横浜国立大学大学院、京都大学大学院 谷口純太郎、鶴見美和、小松龍世、工藤雷己、伊澤梓実、海江田蒼、相澤脩登、五味篤大、永井悠太郎
	設計大賞	設計	水資源探査のための月周回衛星“Izumi”	早稲田大学大学院、青山学院大学大学院、総合研究大学院大学、東京大学大学院、横浜国立大学大学院、京都大学大学院 谷口純太郎、鶴見美和、小松龍世、工藤雷己、伊澤梓実、海江田蒼、相澤脩登、五味篤大、永井悠太郎
	アイデア大賞	アイデア	火星縦孔探査プロジェクト「HOTARU」	東北大学大学院、弘前大学、大分大学、慶応義塾大学 阿依タニシ、舘岡佳蓮、安田伊吹、佐藤海斗
	ジュニア大賞	ジュニア	農業女子が広島県の特産物残渣で昆虫宇宙食	広島県立西条農業高等学校 島谷涼花、酒井里奈、岡美羽、岡田珠莉、神山綾音、土肥真結子、山崎桜弥
	日本機械学会 宇宙工学部門表彰 スペースフロンティアの部	アイデア	Space Lifeboat	東京大学、University of Newcastle、University of New South Wales 平野皓己、安井菜々海、オオグチ レオナルド ハルキ、Jemimah Woulf、Jazmin Lindsay-Favelle
	日本航空宇宙学会賞	ジュニア	月の自然エネルギーによる発電方法について	長崎県立長崎西高等学校 柴原幹人、的野祥人、北尾早来紗、扇 芽衣、衛藤直純
	電子情報通信学会賞	設計	汎用防災合成開口レーダ衛星	国立成功大学 夏宇新
	地球電磁気・地球惑星圏学会賞	設計	稠密衛星観測による早期津波予測システム	日本大学 飯田智之、小林伶士、本山真、岩田隆佑、大谷響心、篠原裕太、中泉健太郎、安野瑠音、劉皓瑜
	日本天文学会賞	アイデア	火星縦孔探査プロジェクト「HOTARU」	東北大学大学院、弘前大学、大分大学、慶応義塾大学 阿依タニシ、舘岡佳蓮、安田伊吹、佐藤海斗
	宇宙科学振興会賞	ジュニア	スペース サイエンス ラボ	岐阜県立岐南工業高等学校 武田 優、渡辺 一先、大下 琉空
	日本宇宙フォーラム賞	ジュニア	農業女子が広島県の特産物残渣で昆虫宇宙食	広島県立西条農業高等学校 島谷涼花、酒井里奈、岡美羽、岡田珠莉、神山綾音、土肥真結子、山崎桜弥
	日本ロケット協会宙女賞	ジュニア	衛星データ監視システムをつくる	長崎県立長崎東高等学校 田中玲衣、松本華子、松尾日菜子
	ジュニア実験賞	ジュニア	ミドリムシを利用した生物濾過と栄養飲料	青森県立三沢高等学校 大坂唯歩稀、津島めい、平野 友麻、大瀧 匠、小野 龍
	審査委員長特別賞	ジュニア	オートファジーが癌細胞に与える影響	東京学芸大学附属国際中等教育学校 竹綱慶一
	奨励賞	アイデア	軌道上クレーブ調理実証機「すぺ〜ぶ」	東京工業大学 小林大輝、天木祐希、荒井湧介、田代克樹、田中友悠、尾関優作、川久保辰真、木下幹太、山田周平
		アイデア	PitM	芝浦工業大学 祖父江菜子、相良健太、半澤龍太郎、船川敬秀、高野紗会、内田寛人、毛塚雅人
	ジュニア部門奨励賞	ジュニア	地球の人工電波可視化衛星「HEIWA」	高知工業高等専門学校 福原颯馬、澤田朱夏、西尾爽輝、溝淵遥人、勝田佑
最優秀模型賞	アイデア	火星縦孔探査プロジェクト「HOTARU」	東北大学大学院、弘前大学、大分大学、慶応義塾大学 阿依タニシ、舘岡佳蓮、安田伊吹、佐藤海斗	

※ハイブリッド開催

A3 運営体制

衛星設計コンテストは、実行委員会・審査委員会・企画委員会の3つの委員会から成り立ち、委員は日本機械学会、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会、地球電磁気・地球惑星圏学会、日本天文学会、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、日本ロケット協会の主催 9 学会・機関からの派遣要員並びに有識者から成り立っている。また、日本宇宙フォーラムが事務局を担当し、委員会との調整・学生対応などコンテストに関わる事務作業を担っている。

運営体制図



各委員会の歴代委員は次頁以降の通り。

このほかにも、以下の企業・団体等を含む、多数の企業・団体等から人材・金銭等で様々なご支援をいただき実施している。

三菱電機株式会社、日本電気株式会社、情報通信研究機構 (NICT、旧:通信総合研究所 CRL)、株式会社ElevationSpace、アジア宇宙環境研究機構、株式会社テクノソルバ、株式会社ビー・シー・シー、株式会社放送衛星システム、飛鳥電機株式会社、LSASTec株式会社 ほか。

衛星設計コンテスト 歴代運営委員名簿

(第1回～第5回まで。その後実行委員会に移行)

役職／所属 (推薦機関)	第1回 1993(H5)	第2回 1994(H6)	第3回 1995(H7)	第4回 1996(H8)	第5回 1997(H9)
総務担当					
小型衛星研究会			中島 厚	中島 厚	中島 厚
日本機械学会	狼 嘉彰 奥村 幹也 桑原 武夫	狼 嘉彰 奥村 幹也	奥村 幹也	奥村 幹也 目黒 在	奥村 幹也 目黒 在
日本航空宇宙学会				山本 善一	山本 善一
電子情報通信学会	渡辺 光庸		渡辺 光庸		
科学技術広報財団		大山 香			
日本宇宙フォーラム			福田 徹	福田 徹	
企画・運営担当					
日本機械学会	中須賀 真一 妻木 伸夫	中須賀 真一 水本 宗男	水本 宗男		水本 宗男
日本航空宇宙学会	橋本 英一 角田 博明	角田 博明 熊谷 博貴	中須賀 真一 目黒 在 熊谷 博貴	中須賀 真一 熊谷 博貴	中須賀 真一
電子情報通信学会				島田 一雄 西堀 俊幸	島田 一雄 西堀 俊幸
広報・渉外担当					
日本機械学会	竹ヶ原 春貴	竹ヶ原 春貴	竹ヶ原 春貴	竹ヶ原 春貴	竹ヶ原 春貴
日本航空宇宙学会	鈴木 良昭	鈴木 良昭	鈴木 良昭	有本 好徳	有本 好徳
財務担当					
科学技術広報財団	佐伯 邦子	大山 香			
日本宇宙フォーラム			福田 徹	福田 徹	辻野 照久
技術援助担当					
小型衛星研究会	中島 厚	中島 厚	中島 厚	中島 厚	
日本機械学会	渡辺 直行	渡辺 直行	渡辺 直行		
日本航空宇宙学会			中須賀 真一	中須賀 真一	
電子情報通信学会			前田 惟裕		
宇宙開発事業団				前田 惟裕	前田 惟裕 渡辺 勝巳

衛星設計コンテスト 歴代企画委員名簿

※第12回より企画委員会を設置

役職／所属 (推薦機関)	第12回 2004(H16)	第13回 2005(H17)	第14回 2006(H18)	第15回 2007(H19)	第16回 2008(H20)
企画委員長	川勝 康弘 (日本航空宇宙学会)	川勝 康弘 (日本航空宇宙学会)	川勝 康弘 (日本航空宇宙学会)	河野 功 (日本航空宇宙学会)	目黒 在 (日本機械学会)
日本機会学会	目黒 在 栗林 豊	目黒 在 栗林 豊	目黒 在 栗林 豊	目黒 在 栗林 豊	栗林 豊
日本航空宇宙学会	河本 聡美	河本 聡美	河本 聡美	—	河野 功
電子情報通信学会	木村 真一	木村 真一	木村 真一	高橋 卓	高橋 卓
地球電磁気・地球惑星圏学会	細川 敬祐 高橋 幸弘	細川 敬祐 高橋 幸弘	細川 敬祐 高橋 幸弘	細川 敬祐 高橋 幸弘	細川 敬祐 高橋 幸弘
日本天文学会	—	—	—	片岡 淳	三谷 烈史
JAXA	—	—	—	—	中村 全宏
日本宇宙フォーラム	—	—	—	武石 みゆき	武石 みゆき

役職／所属 (推薦機関)	第17回 2009(H21)	第18回 2010(H22)	第19回 2011(H23)	第20回 2012(H24)	第21回 2013(H25)
企画委員長	目黒 在 (日本機械学会)	目黒 在 (日本機械学会)	目黒 在 (日本機械学会)	目黒 在 (日本機械学会)	河野 功 (日本航空宇宙学会)
日本機会学会	—	—	—	—	吉原 圭介
日本航空宇宙学会	河野 功	河野 功	河野 功	河野 功	—
電子情報通信学会	高橋 卓				
地球電磁気・地球惑星圏学会	中田 裕之				
日本天文学会	三谷 烈史	三谷 烈史	江副 祐一郎	江副 祐一郎	谷津 陽一
JAXA	中村 全宏	荒川 聡	川崎 朋実	川崎 朋実	川崎 朋実
日本宇宙フォーラム	武石 みゆき	武石 みゆき	若松 宏昌	若松 宏昌	若松 宏昌

役職／所属 (推薦機関)	第22回 2014(H26)	第23回 2015(H27)	第24回 2016(H28)	第25回 2017(H29)	第26回 2018(H30)
企画委員長	河野 功				

	(日本航空宇宙学会)	(日本航空宇宙学会)	(日本航空宇宙学会)	(日本航空宇宙学会)	(日本航空宇宙学会)
日本機会学会	吉原 圭介				
日本航空宇宙学会	—	宇井 恭一	宇井 恭一	宇井 恭一	宇井 恭一
電子情報通信学会	高橋 卓				
地球電磁気・地球惑星圏学会	中田 裕之	中田 裕之	中田 裕之	中田 裕之	田所 裕康
日本天文学会	谷津 陽一	谷津 陽一	松村 知岳	松村 知岳	松村 知岳
JAXA	川崎 朋実	阿部 まみ	國方 則和	國方 則和	坂本 咲愛子
日本宇宙フォーラム	若松 宏昌	若松 宏昌	武石 みゆき	武石 みゆき	武石 みゆき

役職／所属 (推薦機関)	第 27 回 2019 (H31/R1)	第 28 回 2020 (R2)	第 29 回 2021 (R3)	第 30 回 2022 (R4)
企画委員長	河野 功 (日本航空宇宙学会)	河野 功 (日本航空宇宙学会)	宮崎 康行 (宇宙航空研究開発機構)	宮崎 康行 (宇宙航空研究開発機構)
日本機会学会	吉原 圭介	吉原 圭介	坂本 啓	坂本 啓
日本航空宇宙学会	宇井 恭一	中村 陽介	中村 陽介	中村 陽介
電子情報通信学会	高橋 卓	高橋 卓	高橋 卓	高橋 卓
地球電磁気・地球惑星圏学会	田所 裕康	田所 裕康	田所 裕康	田所 裕康
日本天文学会	松村 知岳	小高 裕和	小高 裕和	小高 裕和
JAXA	坂本 咲愛子	坂本 咲愛子	織田 史子	阿部 まみ
日本宇宙フォーラム	武石 みゆき	武石 みゆき	武石 みゆき	武石 みゆき

衛星設計コンテスト 歴代実行委員名簿(1/4)

役職／所属(推薦機関)		第1回 1993(H5)	第2回 1994(H6)	第3回 1995(H7)	第4回 1996(H8)	第5回 1997(H9)	第6回 1998(H10)	第6回 1999(H11)	第8回 2000(H12)
実行委員長		齋藤 成文	齋藤 成文	齋藤 成文	齋藤 成文	齋藤 成文	野村 民也	野村 民也	野村 民也
幹事委員		八坂 哲雄 堀川 康 前田 惟裕	八坂 哲雄 齋藤 宏文	八坂 哲雄	八坂 哲雄	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎
日本機械学会		土屋 喜一 谷 順二 田中 正人 福田 収一	平田 賢 谷 順二 下河辺 昭 福田 収一 伊藤 献一	田中 實 谷 順二 下河辺 昭 福田 収一	阿部 裕之 茂原 正道 吉田 和夫 久保 愛三 廣瀬 通孝	岡村 弘之 茂原 正道 山田 元 久保 愛三 廣瀬 通孝	和田 明広 富田 信之	和田 明広 富田 信之	棚澤 一郎 小松 敬治
日本航空宇宙学会		加藤 寛一郎 安倍 隆士 東 久雄	小早川 真也 安倍 隆士 長島 隆一 東 久雄	荻野 三郎 長島 隆一 東 久雄 原 宣一	佐藤 淳造 平本 隆 小山 正人 原 宣一	松尾 弘毅 松本 山本 甲太郎 東光	久保田 弘敏 山本 東光	久保田 弘敏 山本 東光	戸田 勲 伊藤 俊裕
電子情報通信学会		大越 孝敬 今井 秀樹 森広 芳照	宮津 淳一郎 小川 圭祐 伊藤 泰彦 片野 忠夫	堀内 和夫 前田 稔 伊藤 泰彦 飯田 尚志	辻井 重男 前田 稔 鮫島 秀一 飯田 尚志	岡村 敏光 堀川 康	長尾 真 有本 好徳	長尾 真 有本 好徳	青木 利晴 近藤 倫正
I S A S		-	-	中谷 一郎	中谷 一郎	-	-	-	-
N A S D A	JAXA (H15年 3機関統合の 組織変更)			三浦 秀一 岩田 勉	三浦 秀一 岩田 勉	森河 悠 岩田 勉	森河 悠 増田 剛 前田 惟裕 目黒 渡辺 勝巳	森河 悠 増田 剛 前田 惟裕 目黒 渡辺 勝巳	前田 惟裕 橋本 英一 小番 君晴
N A L		-	-	-	-	-	中島 厚	中島 厚	中島 厚
日本宇宙フォーラム		-	-	松本 一夫	松本 一夫	松本 一夫	長谷部 成夫	長谷部 成夫	長谷部 成夫
小型衛星研究会		飯田 尚志	飯田 尚志	川田 恭裕	川田 恭裕	林 友直	林 友直	林 友直	林 友直
科学技術広報財団		桜場 宏一	-	-	-	-	-	-	-
北海道大学		伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一
東北大学						吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉
東京大学						野村 民也	中須賀 真一	中須賀 真一	中須賀 真一
東京工業大学						狼 嘉彰	狼 嘉彰	狼 嘉彰	
名古屋大学		松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣
京都大学		土屋 和雄 (大阪大学)	土屋 和雄 (大阪大学)	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄
大阪府立大学		室津 義定	室津 義定	室津 義定	室津 義定	室津 義定			室津 義定
東京都立科学技術大学		-	-	-	-	-	茂原 正道 竹ヶ原 春貴	茂原 正道 竹ヶ原 春貴	竹ヶ原 春貴
東京工科大学		-	-	-	-	-	-	-	茂原 正道
東京都立航空高専		-	-	-	-	-	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄
通信総合研究所(CRL)		-	-	-	-	-	-	-	木村 真一
N T T		-	-	-	-	-	-	-	目黒 在
読売新聞		-	-	-	-	-	-	-	鈴木 千秋

衛星設計コンテスト 歴代実行委員名簿(2/4)

役職/所属(推薦機関)	第9回 2001(H13)	第10回 2002(H14)	第11回 2003(H15)	第12回 2004(H16)	第13回 2005(H17)	第14回 2006(H18)	第15回 2007(H19)	第16回 2008(H20)
実行委員長	野村 民也	野村 民也	林 友直					
幹事委員	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 中谷 一郎	八坂 哲雄 目黒 在
日本機械学会	小林 敏雄 大久保 博志	伊藤 誼 吉田 哲二	田中 重穂 木田 隆	長島 昭 木田 隆	田口 裕也 三澤 正吉	笠木 伸英 三澤 正吉	齋藤 忍 上野 誠也	白鳥 正樹 横井 貴弘
日本航空宇宙学会	高山 和喜 矢代 清高	的川 泰宣 矢代 清高	河野 通方 大西 充	長島 利夫 大西 充	小野田淳次郎 稲富 裕光	上田 哲彦 稲富 裕光	川内 啓二 稲富 裕光	石川 隆司 藤田 修
電子情報通信学会	内藤 喜之 近藤 倫正	羽鳥 光俊 近藤 倫正	伊賀 健一 長岡 栄	甘利 俊一 長岡 栄	齊藤 忠夫 前田 惟裕	伊澤 達夫 前田 惟裕	宮原 英夫 前田 惟裕	宮原 英夫 前田 惟裕
地球電磁気・地球惑星圏 学会(11回より参加)	-	-	藤井 良一 高橋 幸弘	藤井 良一 高橋 幸弘	本蔵 義守 高橋 幸弘	本蔵 義守 高橋 幸弘	本蔵 義守 高橋 幸弘	歌田 久司 高橋 幸弘
日本天文学会(15回より参加)	-	-	-	-	-	-	土佐 誠 郷田 直輝	土佐 誠 郷田 直輝
NASDA	前田 惟裕 小田 光茂 鎌田 保男	前田 惟裕 野田 篤司 鎌田 保男	野田 篤司 鎌田 保男					
NAL	中島 厚	中島 厚	中島 厚					
宇宙科学振興会	西村 純	西村 純	西村 純	西村 純	西村 純	西村 純	西村 純	西村 純
日本宇宙フォーラム	長谷部 成夫	長谷部 成夫	長谷部 成夫	寺門 邦次	寺門 邦次	寺門 邦次	寺門 邦次	矢代 清高
小型衛星研究会	林 友直	林 友直	-	-	-	-	-	-
北海道大学	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一	伊藤 献一 (HASTIC)
東北大学	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉
東京大学	中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一
東京工業大学	松永 三郎	松永 三郎	松永 三郎	松永 三郎	松永 三郎	松永 三郎	松永 三郎	松永 三郎
名古屋大学	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	松崎 雄嗣	-	-	-	-	-
京都大学	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄	土屋 和雄
大阪府立大学		大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志
東京都立科学技術大学 (H17年首都大学東京に名 称変更)	竹ヶ原 春貴	小島 広久	小島 広久	小島 広久	小島 広久	小島 広久	小島 広久	小島 広久
東京工科大学	茂原 正道	茂原 正道	茂原 正道	茂原 正道	茂原 正道	茂原 正道	茂原 正道	-
東京都立航空高専	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	長浜 邦雄	長浜 邦雄	-	-
信州大学	-	-	-	-	-	-	-	中島 厚
通信総合研究所(CRL)H16 年～情報通信研究機構 (NICT)に組織変更	木村 真一	木村 真一	木村 真一	木村 真一	木村 真一	木村 真一	木村 真一	高橋 卓
NTT	目黒 在	目黒 在	目黒 在	目黒 在	-	-	-	-
読売新聞	鈴木 千秋	鈴木 千秋	-	-	-	-	-	-
SSC ※	-	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗
日本無線協会	-	-	-	-	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄

※SSC…Shirako Space Consulting

衛星設計コンテスト 歴代実行委員名簿(3/4)

役職／所属(推薦機関)	第17回 2009(H21)	第18回 2010(H22)	第19回 2011(H23)	第20回 2012(H2)4	第21回 2013(H25)	第22回 2014(H26)	第23回 2015(H27)	第24回 2016(H28)
名誉会長	-	-	-	-	-	林 友直	林 友直	林 友直
実行委員長	林 友直	林 友直	林 友直	林 友直	林 友直	折井 武	折井 武	折井 武
幹事委員	齋藤 宏文 目黒 在	齋藤 宏文 目黒 在	齋藤 宏文 目黒 在	齋藤 宏文 目黒 在	齋藤 宏文 中島 厚	齋藤 宏文 中島 厚	齋藤 宏文 中島 厚	中島 厚 松永 三郎
監事委員(H27より設置)	-	-	-	-	-	-	小山 孝一郎 (台湾國立成功大學)	小山 孝一郎 (台湾國立成功大學)
日本機械学会	有信 睦弘 石田 良平	松本 洋一郎 石田 良平	佐藤 順一 石田 良平	金子 成彦 石田 良平	矢部 彰 古谷 寛	久保 司郎 古谷 寛	小豆畑 茂 宮崎 康行	岸本 喜久雄 宮崎 康行
日本航空宇宙学会	中橋 和博 木村 真一	中道 二郎 木村 真一 (代理:豊嶋守生)	鈴木 真二 岩崎 晃	川口 淳一郎 岩崎 晃	李家 賢一 桜井 誠人	上野 誠也 桜井 誠人	青木 隆平 戸谷 剛	澤田 恵介 戸谷 剛
電子情報通信学会	青山 友紀 前田 惟裕	津田 俊隆 前田 惟裕	安田 浩 前田 惟裕	吉田 進 前田 惟裕	井上 友二 前田 惟裕	酒井 善則 前田 惟裕	小柴 正則 前田 惟裕	佐藤 健一 前田 惟裕
地球電磁気・地球惑星圏学会	津田 敏隆 長妻 努	津田 敏隆 長妻 努	家森 俊彦 長妻 努	家森 俊彦 長妻 努	中村 正人 坂野井 和代	中村 正人 坂野井 和代	山崎 俊嗣 田所 裕康	山崎 俊嗣 田所 裕康
日本天文学会	國枝 秀世 郷田 直輝	國枝 秀世 郷田 直輝	岡村 定矩 坂尾 太郎	岡村 定矩 坂尾 太郎	櫻井 隆 坂尾 太郎	櫻井 隆 坂尾 太郎	市川 隆 松浦 周二	市川 隆 川田 光伸
JAXA	広浜 栄次郎 平子 敬一	広浜 栄次郎 平子 敬一	広浜 栄次郎 井上 松永 三郎	広浜 栄次郎 井上 松永 三郎	広浜 栄次郎 井上 松永 三郎	広浜 栄次郎 井上 松永 三郎	佐々木 薫 井上 浩一 三郎	桜庭 望 香河 豊田 裕之
宇宙科学振興会	鶴田 浩一郎	鶴田 浩一郎	鶴田 浩一郎	長瀬 文昭	長瀬 文昭	長瀬 文昭	長瀬 文昭	長瀬 文昭
日本宇宙フォーラム	矢代 清高	矢代 清高	矢代 清高	北原 正悟	植田 秀史	植田 秀史	木下 伸也	木下 伸也
北海道大学	伊藤 獻一 (HASTIC)	伊藤 獻一 (HASTIC)	-	-	-	-	-	-
東北大学	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	吉田 和哉	-	-	-
東京大学	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮 中須賀 真一	三浦 公亮	三浦 公亮	-
東京工業大学	松永 三郎	松永 三郎	-	-	-	-	-	-
京都大学	土屋 和雄	土屋 和雄	-	-	-	-	-	-
大阪府立大学	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	大久保 博志	石田 良平	石田 良平	石田 良平
首都大学東京	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典
信州大学	中島 厚	中島 厚	中島 厚	中島 厚	-	-	-	-
全国工業高校校長協会	-	-	-	-	瀧上 文雄	瀧上 文雄	瀧上 文雄	山田 勝彦
台湾國立成功大學	-	-	-	-	-	小山 孝一郎	小山 孝一郎	-
創価大学	-	-	-	-	-	黒木 聖司	黒木 聖司	-
日本大学	-	-	-	-	-	宮崎 康行	宮崎 康行	-
摂南大学	-	-	-	-	-	岸本 直子	岸本 直子	岸本 直子
九州大学	-	-	-	-	-	平山 寛	平山 寛	平山 寛
SSC ※	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗	白子 悟朗
東京都立航空高専	-	-	-	-	-	-	-	島田 一雄
日本無線協会	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	-
日本ロケット協会	-	-	折井 武	折井 武	折井 武	-	-	-

※SSC…Shirako Space Consulting

衛星設計コンテスト 歴代実行委員名簿(4/4)

役職／所属(推薦機関)	第25回 2017(H29)	第26回 2018(H30)	第27回 2019(H31/R1)	第28回 2020(R2)	第29回 2021(R3)	第30回 2022(R4)
名誉会長	林 友直	林 友直	林 友直	林 友直	林 友直	林 友直
実行委員長	折井 武	小山 孝一郎	小山 孝一郎	小山 孝一郎	井上 一	井上 一
幹事委員	中島 厚 松永 三郎	中島 厚 松永 三郎	中島 厚 松永 三郎	中島 厚 松永 三郎	中島 厚 松永 三郎	中島 厚 松永 三郎
監事委員	小山 孝一郎	井上 一	井上 一	井上 一	小山 孝一郎	小山 孝一郎
日本機械学会	大島まり 宮崎 康行	佐々木 直哉 岸本 直子	森下 信 田中 宏明	森下 信 田中 宏明	佐田 豊 中村 和行	加藤 千幸 中村 和行
日本航空宇宙学会	渡辺 紀徳 宮村 典秀	大林 茂 宮村 典秀	渡辺 重哉 宮村 典秀	松尾 亜希子 宮村 典秀	河野 功 松本 康司	森田 泰弘 松本 康司
電子情報通信学会	篠原 弘道 前田 惟裕	篠原 弘道 福島 荘之介	安藤 真 灘井 章嗣	安藤 真 灘井 章嗣	笹瀬 巖 森山 敏文	川添 雄彦 森山 敏文
地球電磁気・地球惑星圏 学会	渡部 重十 津川 卓也	渡部 重十 津川 卓也	大村 善治 行松 彰	大村 善治 行松 彰	山本 衛 行松 彰	山本 衛 行松 彰
日本天文学会	柴田 一成 和田 武彦	柴田 一成 和田 武彦	梅村 雅之 和田 武彦	梅村 雅之 牧島 一夫	梅村 雅之 牧島 一夫	山本 智 牧島 一夫
JAXA	桜庭 望 香河 英史 豊田 裕之	桜庭 望 香河 英史 豊田 裕之	佐々木 薫 香河 英史 豊田 裕之	佐々木 薫 香河 英史 豊田 裕之	佐々木 薫 香河 英史 豊田 裕之	北川 智子 香河 英史 豊田 裕之
宇宙科学振興会	小野田 淳次郎	小野田 淳次郎	小野田 淳次郎	小野田 淳次郎	小野田 淳次郎	小野田 淳次郎
日本宇宙フォーラム	浅田 正一郎	浅田 正一郎	浅田 正一郎	浅田 正一郎	吉村 善範	吉村 善範
日本ロケット協会	—	—	—	山崎 直子	山崎 直子	山崎 直子
SSC ※1	白子 悟朗	白子 悟朗	—	—	—	—
東京都立航空高専	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄	島田 一雄
東京都立大学※2	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典	佐原 宏典
全国工業高校校長協会	山田 勝彦	山田 勝彦	石井 末勝	—	—	—
大阪府立大学	石田 良平	石田 良平	石田 良平	金田 さやか	金田 さやか	金田 さやか
日本大学	—	宮崎 康行	宮崎 康行	宮崎 康行	—	—
関西学院大学	岸本 直子	—	岸本 直子	岸本 直子	岸本 直子	岸本 直子
秋田大学	平山 寛	平山 寛	平山 寛	平山 寛	平山 寛	平山 寛

※1 SSC…Shirako Space Consulting

※2 2020年度より「首都大学東京」から「東京都立大学」に名称再編

衛星設計コンテスト 歴代審査委員名簿(1/4)

役職/所属 (推薦機関)	第1回 1993(H5)	第2回 1994(H6)	第3回 1995(H7)	第4回 1996(H8)	第5回 1997(H9)	第6回 1998(H10)	第7回 1999(H11)	第8回 2000(H12)	第9回 2001(H13)
審査委員長	林 友直	林 友直	林 友直	西村 純	西村 純	西村 純	三浦 公亮	三浦 公亮	三浦 公亮
I S A S	中谷 一郎	的川 泰宣	的川 泰宣	的川 泰宣	橋本 正之	橋本 正之 吉川 真	橋本 正之 吉川 真	吉川 真	齋藤 宏文
N A S D A	毛利 衛	中丸 邦男	中丸 邦男	中丸 邦男	草薙 道郎 P. Collins	草薙 道郎	狼 嘉彰	狼 嘉彰	狼 嘉彰
日本機械学会	伊藤 献一	伊藤 献一	茂原 正道	小松 敬治	富田 信之	室津 義定	大久保 博志	大久保 博志	小松 敬治
日本航空宇宙学会	堀川 康	齋藤 宏文	長島 隆一	小山 正人	山本 東光	松本 甲太郎	(生田 宏二郎)	生田 宏二郎	谷澤 一雄
電子情報通信学会	前田 惟裕	前田 惟裕	飯田 尚志	飯田 尚志	堀川 康	堀川 康	近藤 倫正	近藤 倫正	長岡 栄
CRL	-	-	-	-	-	-	-	鈴木 良昭	鈴木 良昭
日本電気	黒田 隆二	黒田 隆二	黒田 隆二	折井 武	折井 武	折井 武	白子 悟朗	白子悟朗 (SSC)※	白子悟朗(SSC)
東芝	-	-	桜木 丈爾	桜木 丈爾 (日本宇宙開発 エンジニアリング)	桜木 丈爾 (日本宇宙開発 エンジニアリング)	生田 宏二郎	生田 宏二郎	伊藤 浩式	伊藤 浩式
三菱電機	-	-	-	福島 利夫	福島 利夫	井村 信義	井上 登志夫	井上 登志夫	磯 彰夫
ジャーナリスト	中富 信夫	中富 信夫	野本 陽代	野本 陽代	立花 隆	立花 隆	立花 隆	-	-
日本航空宇宙工業 会	石崎 幸	石崎 幸	-	-	-	-	-	-	-
東海大学	真鍋 瞬治	真鍋 瞬治	真鍋 瞬治	-	-	-	-	-	-
NTTワイヤレスシステム研研究所	-	-	鮫島 秀一	鮫島 秀一	鮫島 秀一	-	-	-	-
NASA/JPL	-	-	-	Ross M. Jones	-	-	-	-	-
科学技術館	-	-	-	-	-	-	-	餌鳥 章男	餌鳥 章男

衛星設計コンテスト 歴代審査委員名簿(2/4)

役職/所属 (推薦機関)	第10回 2002(H14)	第11回 2003(H15)	第12回 2004(H16)	第13回 2005(H17)	第14回 2006(H18)	第15回 2007(H19)	第16回 2008(H20)	第17回 2009(H21)	第18回 2010(H22)	
審査委員長	秋葉 鎌二郎	秋葉 鎌二郎	秋葉 鎌二郎	廣澤 春任	廣澤 春任	廣澤 春任	二宮 敬虔	二宮 敬虔	二宮 敬虔	
I S A S	H15.10より JAXAとして統合	齋藤 宏文	齋藤 宏文	橋本 樹明 梶井 誠	橋本 樹明 本間 正修	橋本 樹明 本間 正修	水野 貴秀 本間 正修	水野 貴秀 高畑 博樹	水野 貴秀 高畑 博樹 文章	吉光 徹雄 高畑 博樹 文章
N A S D A		橋本 英一	梶井 誠							
日本機械学会	小松 敬治	吉田 哲二	吉田 哲二	木田 隆	木田 隆	上野 誠也	上野 誠也	栗林 豊	栗林 豊	
日本航空宇宙学会	谷澤 一雄	飯倉 省一	飯倉 省一	飯倉 省一	目黒 在	富田 雅行	富田 雅行	桑尾 文博	桑尾 文博	
電子情報通信学会	長岡 栄	前田 惟裕	前田 惟裕	前田 惟裕	鈴木 良昭	小菅 義夫	小菅 義夫	川西 登音夫	川西 登音夫	
C R L (12回より NICT情報通信研究 機構)	鈴木 良昭	鈴木 龍太郎	鈴木 龍太郎	鈴木 龍太郎	田中 正人	田中 正人	田中 正人	鈴木 龍太郎	鈴木 龍太郎	
地球電磁気・地球 惑星圏学会(11回より 主催)	—	山本 衛	山本 衛	山本 衛	藤本 正樹	小原 隆博	遠山 文雄	遠山 文雄	國分 征	
日本天文学会 (15回より主催)	—	—	—	—	—	常田 佐久	井上 允	上野 宗孝	上野 宗孝	
日本電気	10回~14回にNTS	留目 一英 (NTS)	留目 一英 (NTS)	安達 昌紀 (NTS)	安達 昌紀 (NTS)	安達 昌紀 (NTS)	間瀬 一郎	間瀬 一郎	間瀬 一郎	川口 正芳
三菱電機	向井 長夫	向井 長夫	長谷川 光	長谷川 光	長谷川 光	迎 久幸	迎 久幸	迎 久幸	安田 国治	
ジャーナリスト	—	中野 不二男	中野 不二男	中野 不二男	—	—	—	—	—	
U S E F	—	金井 宏	金井 宏	—	—	—	—	—	—	
日本宇宙フォーラム	—	—	—	—	折井 武	折井 武 吉富 進	折井 武 吉富 進	折井 武 吉富 進	北原 正悟 吉富 進	

衛星設計コンテスト 歴代審査委員名簿(3/4)

役職/所属 (推薦機関)	第19回 2011(H23)	第20回 2012(H24)	第21回 2013(H25)	第22回 2014(H26)	第23回 2015(H27)	第24回 2016(H28)	第25回 2017(H29)	第26回 2018(H30)	第27回 2019(H31/R1)
審査委員長	小山 孝一郎	小山 孝一郎	小山 孝一郎	平子 敬一	平子 敬一	平子 敬一	中谷 一郎	中谷 一郎	中谷 一郎
JAXA	山下 雅道 吉光 徹雄 平子 敬一	吉光 徹雄 平子 敬一	坂井 真一郎 平子 敬一	坂井 真一郎 藤田 和央	坂井 真一郎 藤田 和央	坂井 真一郎 藤田 和央	藤田 和央 牧 謙一郎	藤田 和央 牧 謙一郎	藤田 和央 牧 謙一郎
日本機械学会	中村 和行	中村 和行	中村 和行	中村 和行	中村 和行	中村 和行	山田 浩之	山田 浩之	世古 博巳
日本航空宇宙学会	岩崎 晃	世古 博巳	萩野 慎二	萩野 慎二	山田 浩之	山田 浩之	大塚 聡子	大塚 聡子	舟生 豊朗
電子情報通信学会	小瀬木 滋	小瀬木 滋	前田 惟裕	福島 荘之介	田中 真				
情報通信研究機構	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生	豊嶋 守生
地球電磁気・地球惑星圏学会	田口 真	田口 真	笠原 禎也	亀田 真吾	亀田 真吾	亀田 真吾	亀田 真吾	町田 忍	町田 忍
日本天文学会	村上 敏夫	村上 敏夫	井上 一	井上 一	井上 一	牧島 一夫	牧島 一夫	牧島 一夫	牧島 一夫
日本ロケット協会	-	-	-	-	-	-	-	-	大塚 聡子
日本電気	川口 正芳	川口 正芳	大塚 聡子	大塚 聡子	大塚 聡子	岩本 祥広	大島 武	大島 武	大島 武
三菱電機	安田 国治	安田 国治	舟生 豊朗	安光 亮一郎	安光 亮一郎	吉河 章二	吉河 章二	齊藤 光伯	齊藤 光伯
有識者	-	-	山下 雅道						
日本宇宙フォーラム	北原 正悟 吉富 進	吉富 進	吉富 進	吉富 進	吉富 進	吉富 進	吉富 進	-	-

衛星設計コンテスト 歴代審査委員名簿(4/4)

役職／所属 (推薦機関)	第28回 2020(R2)	第29回 2021(R3)	第30回 2022(R4)
審査委員長	牧島 一夫	牧島 一夫	牧島 一夫
JAXA	藤田 和央 牧 謙一郎	藤田 和央 牧 謙一郎	藤田 和央 牧 謙一郎
日本機械学会	世古 博巳	世古 博巳	世古 博巳
日本航空宇宙学会	舟生 豊朗	舟生 豊朗	安光 亮一郎
電子情報通信学会	田中 真	田中 真	田中 真
情報通信研究機構	豊嶋 守生	辻 宏之	辻 宏之
地球電磁気・地球 惑星圏学会	町田 忍	今井 一雅	今井 一雅
日本天文学会	田原 譲	田原 譲	田原 譲
日本ロケット協会	大塚 聡子	大塚 聡子	大塚 聡子
日本電気	大島 武	大島 武	大島 武
三菱電機	島 岳也	島 岳也	島 岳也
	—	—	—
有識者	山下 雅道	山下 雅道	山下 雅道
日本宇宙フォーラム	—	—	—