

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

**平成27年度～令和元年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
研究成果報告書概要**

- 1 学校法人名 帝京大学 2 大学名 帝京大学
- 3 研究組織名 理工学部
- 4 プロジェクト所在地 栃木県宇都宮市豊郷台1-1
- 5 研究プロジェクト名 多目的宇宙環境利用実験衛星の開発
- 6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
河村政昭	理工学部	准教授

- 8 プロジェクト参加研究者数 8 名
- 9 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
河村政昭	理工学部・准教授	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステム(熱系・電子電源系)の開発	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステムのモジュール化
平本隆	理工学部・教授	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステム(構体系)の開発	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステムのモジュール化
久保田弘敏	理工学部・客員教授	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステム(通信系)の開発	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステムのモジュール化
若林健之	理工学部・客員教授	細胞性粘菌の地上での挙動検証	「生命科学」分野ミッションに関する搭載実証器の構築
槇村浩一	医真菌研究センター・教授	細胞性粘菌の宇宙環境(微小重力・高放射線)下での挙動検証	「生命科学」分野ミッションに関する搭載実証器の構築
山崎丘	医真菌研究センター・講師	宇宙環境(微小重力・高放射線)下での細胞性粘菌観察システムの開発	「生命科学」分野ミッションに関する搭載実証器の構築
(共同研究機関等)			

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

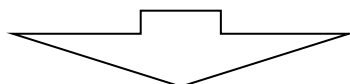
島明日香	JAXA・ 研究員	微小重力環境下用気液分離器の開発	「物質科学」、「宇宙技術開発」分野ミッションに関する搭載実証器の構築
桜井誠人	JAXA・ 主幹研究員	微小重力環境下用気液分離器の開発	「物質科学」、「宇宙技術開発」分野ミッションに関する搭載実証器の構築

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
河村政昭	理工学部・ 講師	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステム(熱系・電子電源系)の開発	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステムのモジュール化

(変更の時期:平成 31 年 4 月 1 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
河村政昭	理工学部・ 准教授	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステム(熱系・電子電源系)の開発	多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステムのモジュール化

11 研究の概要(※ 項目全体を10枚以内で作成)

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

全質量が 100kg 以下の超小型人工衛星が、最近世界中で打ち上げられるようになっており、その数は年間 100 機を超える時代に突入している。しかし、超高真空な宇宙空間でも気圧を保持できる密封容器を衛星内部に搭載して打ち上げに成功させたのは、本学開発の”TeikyoSat-3”が初めてである。本研究プロジェクトでは、この成果に着目し、宇宙空間という特殊な環境(微小重力・高放射線)を利用した実験が無人で行える超小型人工衛星を開発することを目的としている。具体的には、バスシステムが全く同じ 2 機の衛星を開発して打ち上げ、「生命科学」分野を代表した『細胞性粘菌の挙動を観察する実験』と「物質科学」、「宇宙技術開発」分野を代表した『気液分離現象を観察する実験』を行うことで、多目的宇宙環境利用実験衛星としての有用性を実証していく。本研究により、これらの有用性が実証できたあかつきには、「超小型人工衛星のマイクロISS化」が期待できる。つまり、ISSとほぼ同程度の実験環境を超小型人工衛星で提供できれば、ISS で予定されている宇宙環境利用実験の予備実験も可能となり、ISS での実験を効率よく遂行できより多くの成果が得られるようになるものと期待されている。 ※ISS(International Space Station)

(2) 研究組織

本研究は、航空宇宙工学科の教員 3 名(河村、平本、久保田)、バイオサイエンス学科の客員教員 1 名(若林)、本学・医真菌研究センターの教員 2 名(榎村、山崎)および宇宙航空研究開発機構(JAXA)の研究者 2 名(島、桜井)の計 8 名体制で研究を開始した。研究代表

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

者である河村は、衛星のバスシステム(熱系、電子電源系)の開発とミッションシステムとの噛み合せを担当すると共に各種環境試験(振動試験、熱試験、アンテナ特性試験 etc.)と本研究の総括を行った。平本(構造学)、久保田(宇宙航行学)はバスシステムの構体系、通信系を、若林(細胞分子生物学)、槇村(宇宙環境医学)、山崎(宇宙環境利用科学)が、「生命科学」分野のミッションシステムを、島(有機金属化学)、桜井(化学工学)が、「物質科学」、「宇宙技術開発」分野のミッションシステムの開発をそれぞれ担当した。また、平成 27 年度～平成 28 年度の 2 年間に 1 人の PD が、平成 29 年度～平成 31 年度においては 1 名の RA と 1 名の研究支援者が本研究に参加している。バスシステムのモジュール化においては、航空宇宙工学科の教員 3 名が同学科内において即座に相談・打ち合わせができる体制を取ってきた。また生命科学分野ミッション、物質科学・宇宙技術開発分野ミッションとの連携については、バスシステムとのかみ合わせを担当する河村が、若林、槇村、山崎、島、桜井と詳細に打ち合わせを行うことでバスシステムのモジュール化へフィードバックできる体制としていた。その他必要に応じて栃木県産業技術センター、日本アマチュア衛星通信協会、アマチュア無線連盟栃木県支部、地元栃木県内企業の協力を得ながら研究開発を実施してきた。特に地元県内企業とは 10 社以上の連携があり、そのうち 1 社とは将来的な新規宇宙産業振興を見据えた共同開発を実施している。また、2 社とは、ロングインターンシップ契約を締結し、研究開発をサポートしてくれている学生がロングインターンシップ形式で各々の会社へ出向し、学生と地元企業の社員がコミュニケーションを図りながら関連する機器を開発していくという体制も整え、地域活性化に繋がる取り組みも実施した。

(3) 研究施設・設備等

平成 27 年度、本学航空宇宙工学科棟の一部を超小型人工衛星製作のために開発した部品や装置の動作確認・保管管理、また衛星筐体の組み立てや性能評価試験といった研究開発活動を遂行するために必要不可欠なクリーンルーム(94 m²)に改造した(週に 30 時間程度使用)。整備したクリーンルーム内には、衛星の熱平衡試験や熱真空試験、密封容器の機密保持試験等の環境試験を実施するための研究装置であるスペースチャンバー(熱環境試験の時は 24 時間毎日使用するが、平均的に週 20 時間程度使用)、衛星の吊り上げによる移動や衛星の吊り上げ試験・衝撃試験のための研究設備である門型自動クレーン(月に 10 時間程度使用)、衛星局アンテナのインピーダンス調整に必要な研究設備であるネットワークアナライザ(月に 10 時間程度使用)を整備した。また、生命科学分野ミッションのための大型 3D クリノスタットも設置し、微小重力環境下での挙動予測のための地上実験に使用しており、貴重な研究成果が得られている状況である。これらの研究施設・設備については、特に航空宇宙工学科の教員ならびに本研究プロジェクトに参加している学部学生・大学院生等併せて 20 名以上のメンバーが毎年利用しており、本研究プロジェクトの進展に大きく貢献してくれた。

(4) 研究成果の概要 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

本研究プロジェクトでは、多目的宇宙環境利用実験衛星の実現を目指して、大きく 3 つの課題について取り組んできた。以下では、各課題ごとに達成度について記述する。

【課題 1: 多目的宇宙環境利用実験衛星バスシステムのモジュール化】・・・達成度 85%

中間報告時点での達成度は 70%と判定していたため、新たに得られた成果と共に報告していく。(ボールド調+下線で強調)

人工衛星は、衛星固有のミッションを遂行する「ミッションシステム」とそれをサポートする「バスシステム」で構成される。今後多種多様な宇宙環境利用実験を低コストで効率よく遂行していくためには、この「バスシステム」の固定化(モジュール化)が必要不可欠である。本研究ではバスシステムが全く同じ 2 機の衛星を開発して打ち上げ、「生命科学」分野を代表した『細胞性粘菌の挙動を観察する実験』と「物質科学」、「宇宙技術開発」分野を代表した『気液分離現象を観察する実験』を行うことで、多目的宇宙環境利用実験衛星としての有用性を実

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

証していくことを目標に研究開発を遂行してきた。つまりどの分野のミッション内容であっても対応できる衛星バスシステムの開発であり、『超小型人工衛星のマイクロ ISS 化』実現のために克服すべき最初の課題である。バスシステムは、「構体系」、「熱制御系」、「通信系」、「電源系」、「C&DH(Command & Data Handling)系」、「姿勢制御系」などのサブシステムで構成されるため、本最終報告書では各サブシステムごとに達成した成果について報告していく。

①構体系・・・100%

これまで国内のロケットの相乗り衛星としての打ち上げを目指して、50cm・50kg のサイズでミッションを遂行する密封容器のサイズが可能な限り最大となる衛星筐体の開発を行ってきた。その結果、10L 以上もの大容量を有する密封容器が搭載可能な衛星構体の開発に成功した。打ち上げ時のロケットの種類にもよるが、通常打ち上げの際は衛星に対して厳しい剛性要求を満足することが求められ、これらを達成する手段として、衛星内部を井桁構造にしたりハニカム構造にしたりすることで対応する事が多いため、衛星内部に大きなスペースを確保するのが難しいとされていた。そこで本研究では、ロケットからの負荷がダイレクトに伝わる衛星底面に工夫を施すことでこの課題を克服することに成功した。また、国内であれば、H-IIA ロケット(将来的に H-III ロケット)、イプシロンロケットのどちらかになるが、どちらの打ち上げ機会にも対応できるインターフェースを実現している。一方、密封容器そのものについては、スペースチャンバーを用いた漏れ試験を実施し、生命科学分野ミッション期間中(約 3 か月間)ほぼ大気圧を保持できるような気密性を有することを確認している。

相乗り衛星として衛星を打ち上げる場合、デブリ発生防止の観点から 25 年以内に大気圏に突入させて消滅させなければならないという制約があるため、積極的に軌道を離脱出来る機構を有していることが望ましいとされている。そこで本研究では、ミッション終了後、面積の大きな膜を展開させて減速させる機構(軌道離脱用展開機構)を搭載する方法で対応した。この場合、減速機構を搭載する外板パネルの重量が増えること、またその結果衛星全体の剛性が著しく低下してしまうという課題も新たに発生してしまったため、*12 衛星の外板パネルを CFRP 材に変更することで軽量化と剛性の向上に成功した。その結果、600km 程度の軌道高度(相乗り衛星としては高高度)であれば確実に 25 年以内に落下させることが可能となり、これらの成果から、ミッション内容と打ち上げ高度に依存しない(400km~600km)衛星筐体の開発に成功できたと言える。

②熱制御系・・・100%

バスシステムのモジュール化を達成する上で構体の次に達成しなければならないのは、開発した衛星筐体をベースにした熱設計である。衛星筐体と違い、密封容器内で遂行するミッション内容によって達成すべき温度要求も替わってくるが、本研究においては、密封容器内が打ち上げ高度に依存せず ISS と同様の温度環境(20℃前後)を達成できる熱設計を目標として研究開発を遂行してきた。開発した電子機器等が要求温度範囲内に全て収まるのは当然ではあるが、生命科学分野のミッションである『細胞性粘菌の挙動を観察する実験』では、密封容器に対する温度要求が $19 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、密封容器内のミッションシステムに対する温度要求が $19 \pm 3^{\circ}\text{C}$ と従来の超小型人工衛星では類を見ない厳しい温度要求を達成しなければならない。この要求に対して、中間報告の時点ではいくつかの課題が挙がっていたが、外板パネルを CFRP パネルに変更し宇宙空間との熱のやり取りを減らしたこと、衛星底面⇄密封容器間に断熱のための CFRP 製 Rail パネルをはさんだ事、さらに密封容器まわりを MLI(多層断熱材)で覆った事により、上記要求を満足する熱設計に成功した。これは、*2 衛星の多節点解析、スペースチャンバーを用いた熱平衡試験、作成した熱数学モデルの見直しの徹底を図ったことで実現できたと言える。ただし、衛星がどのような姿勢に対しても上記要求を満足できるという訳ではないことも判明したため、衛星が実際に宇宙空間に滞在している場合は、積極的な姿勢制御を実施することで、衛星の運用で対応していく予定である。

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

③通信系・・・80%

通信系は、衛星が軌道上に滞在している期間、可視域に入った場合にコマンドやデータの送受信を確実に繰り返し行うことができるようになっている必要がある。そこで本研究では、冗長性を持った2系統の UHF/VHF 通信システムを搭載し、更に各々の系統に対して各々個別の*11 通信コントローラ、アンテナ系(展開式アンテナ、*21 固定式のアンテナ)を搭載することで更なる冗長性を持たせることに成功した。帝京大学・宇都宮キャンパス・航空宇宙工学科棟屋上に設置された UHF/VHF 帯用地球局アンテナとの回線設計も終了しており十分なリンクマージンを有していることも確認できている。

一方、新規宇宙工学技術実証のためのアマチュア無線高速通信帯用の通信システムについて、衛星局・*13 地球局共にアンテナ系の特性試験と回線設計が終了してはいるものの、衛星局 1.2GHz 帯用パッチアンテナの改良が必要であること、またシステム試験が終了していないことから、100%の課題達成までには至っていない。今後継続してハードウェアの改良とソフトウェアの改良を行っていく予定である。特に通信局としての免許がまだおいていないことから遠距離通信試験ができない状況でもあるため、予備免許が得られ次第遠距離通信試験を実施して、打ち上げ前の模擬運用を行い、打ち上げ後の確実な運用に繋げていく予定である。このような観点で評価して、達成度を 80%とした。

④電源系・・・75%

現在開発中の多目的宇宙環境利用実験衛星は、その名の通り多目的に様々な種類のミッションを1機の衛星で実施することを目的としているため、冗長性のために独立した2系統のシステム(生命科学ミッション:Main System、新規宇宙工学実証ミッション:New System)を有している。よって、電源系も各システムに個別に搭載され、どちらかのシステムに不具合が生じた場合においても、確実にどちらかのミッションが遂行できるようなシステムを達成できている。まず Main System 側の電源システムについて、TeikyoSat-3 でも実績がありこれまで多くの宇宙実績があるスコットランドの Clyde Space 社の電源システム搭載することで、確実なシステムの動作とミッション遂行が実現できるようにしている。本研究で開発した Main System 用の OBC(On Board Computer)との噛み合わせも終了している。一方、New System 側の電源系について、新規宇宙工学実証を兼ねた電源システムの開発(共同研究中)やバッテリーの軌道上実証(共同研究予定)を計画していることから、今後ハードウェア・ソフトウェアのかみ合わせやシステム統合試験等が必要となってくる。このような観点で評価して、達成度を 75%とした。

⑤C&DH(Command & Data Handling)系・・・75%

本サブシステムでは、主にソフトウェアについての評価を実施することになるが、上記通信系、電源系の状況を反映させて、電源系にあわせた 75%の達成度とした。搭載機器に対して個別の動作確認等はほとんど終了してはいるものの、共同研究中で単体での動作確認が未実施のシステムが残っていたり、システム統合という意味においては不十分な点があったりと、全体的にソフトウェアの作り込みができない状況も発生している。ただし、ソフトウェアについては、打ち上げ機会が確保できた後、衛星の引渡しギリギリまで衛星システムの動作確認とソフトウェアの修正を実施できることから、本プロジェクトで設置したスペースチャンバーを用いた熱真空試験を繰り返し実施することでリカバリーが可能なシステムであると考えている。

⑥姿勢制御系・・・75%

本サブシステムは、生命科学分野のミッションを実施しているときは、衛星の回転速度が上がり過ぎないように動作し、ミッションのサポート的な役割を果たす。*4 アクチュエータとしての磁気トルカについては姿勢制御要求を十分満足できる性能を発揮できしており、様々な種類の磁気トルカの検証が完了している。衛星自身の姿勢を判断するための各種センサ(サンセンサ、磁気センサ、ジャイロセンサ)については、単独での動作確認が終わってはいるもの

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

の、これらの統合までには至ってはいない。よって、電源系、C&DH系と同様に達成度を75%と評価した。

⑦全体・・・

バスシステムのモジュール化を達成させるために、電気的なシステム(電源システム・通信システム・Command & Data Handlingシステム、姿勢制御システム)についてもモジュール化を図るべく研究開発を遂行してきた。つまり、密封容器内のミッション内容に依存せず、最終的にミッションシステムとバスシステム間のコネクタをつなげるだけで多種多様な宇宙環境利用実験に対応できるバスシステムの実現を目標としてきた。これまで各サブシステムで述べて来たように、ハードウェアとしての研究開発はほぼ実現できていると言える。一方、ソフトウェアの面では、今後モジュール化に向けた更なる作り込みが必要な状況である。とは言え、打ち上げ機会が決定しないと、ソフトウェア的に進めない部分があるのも間違いないため、打ち上げ機会の確保に努めると共にソフトウェアベースの開発と環境試験(振動試験、熱真空・熱平衡試験)を通じたハードウェアの設計修正等を実施しながらバスシステムのモジュール化を実現させ、様々な宇宙実験に対応可能な「多目的宇宙環境利用実験衛星」の実現を目指していく。このような状況を総合的に判断して、また、軌道上実証を行うことで初めて課題1の達成度が100%になると判断して、最終的な達成度は85%とした。

【課題 2:微小重力・高放射線環境下での生物実験を可能とするミッションシステムの開発(生命科学分野ミッション)】・・・達成度 90%

中間報告時点での達成度は60%と判定していたため、新たに得られた成果と共に報告していく。(ポールド調+下線で強調)

微小重力・高放射線環境下での生物実験(生命科学分野ミッション)として、本研究では細胞性粘菌(以下粘菌)の挙動観察を実施する。粘菌は、増殖期と分化期の2つの生活環に分かれており、前者は栄養分がある限り無限に細胞分裂を繰り返す動物的(単細胞)な挙動を示し、後者は栄養分が枯渇すると子実体を形成し植物的(多細胞)な挙動を示す。両形態を行き来する能力を有する粘菌(特にキイロタマホコリカビ)は細胞間相互作用や細胞分化のモデルとして注目されており、特殊な宇宙環境(微小重力・高放射線)下と地上との両形態の挙動の違いを比較することで「生命の進化と重力・放射線の因果関係の解明」に貢献することを目標としている。これまで様々な地上実験を実施することで宇宙環境下(特に微小重力環境下)での挙動予測を行い、またそれに伴って実際に宇宙空間で観察するための密封容器内実験モジュール(ミッションモジュール)の設計開発を実施してきた。

①疑似微小重力環境下での挙動予測のための地上実験・・・100%

生物に対して疑似微小重力環境を提供することが可能な大型3Dクリノスタットを使用して、粘菌が宇宙空間で子実体を形成する際にどのような挙動を示すのか予測するための地上実験を行った。その結果、*1,*6,*7,*14 宇宙空間(微小重力環境下)においても地上(重力環境下)と同様に観察面(培養する寒天表面)に対して垂直方向に子実体を形成する可能性があることを示唆する結果が得られた。一方で、*1,*6,*7,*14 形成された子実体の数や柄の長さについては全く異なる結果となっており、微小重力環境下では、柄の長さが短くなりかつ形成された子実体の数が減少するものの重力環境下と比較して孢子塊の大きさは変わらないという挙動を示唆する結果が得られた。

これらは大変興味深い結果であるため、現在これらの原因を探るための学術的な実験研究に移行しているところである。よって、「疑似微小重力環境下での挙動予測のための地上実験」という観点では終了しているため達成度は100%とした。

②衛星搭載に向けた地上実験・・・100%

上記のような挙動予測のもと、宇宙空間では「無人」かつ「自動」で実験を遂行するためのシステムが必要となる。その条件確認のために地上実験を実施した。その結果、これらを達

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

成するための孢子塊の個数、培養液の容量、培養液の送液方法、寒天の容量、シャーレのサイズ etc.の条件を明らかにすることができた。よって、衛星搭載に向けた地上実験としては完了しており、今後打ち上げに向けてミッションモジュール内のマイナーチェンジ等の可能性は考えられるが、上記の条件のもとで変更対応をすればよいと判断して、達成度は 100%としている。

③ミッションモジュールの開発・・・75%

地上実験と同様の観察条件を宇宙空間でも達成すべくミッションモジュールの開発を遂行してきた。まず、*3 地上と同じ環境条件(温度:19±3℃、気圧:1気圧、湿度:50%前後)を作るための環境制御システムを開発し、地上での検証実験に成功した。一方、宇宙空間で「無人」かつ「自動」でミッションを開始し、地上実験(重力環境下)の結果と比較可能な実験結果(微小重力環境下)を得るための粘菌生育システムや粘菌観察システムの実現までには至っていない。おおよその配置や実現方法は決定してはいるものの、撮影したカメラ画像をバスシステムに送信し通信システムを介してデータを送信し、更に疑似地上局での受信とデコードまで一連のシステム統合が完了して 100%となるため、個別の動作確認で終わっている現状では、75%の達成度であると判断した。なお衛星の打ち上げ・運用後、得られたデータから生物学に大きく貢献できるような成果が得られた場合には、エクストラサクセスとなり 100%以上の達成度となる。

このような状況を総合的に判断して、また、軌道上実証を行うことで初めて課題2の達成度が 100%になると判断して、最終的な達成度は 90%とした。

【課題 3:微小重力下での工学実証ミッションシステムの開発(物質科学分野、宇宙技術実証分野ミッション)】・・・達成度 10%

中間報告時点での達成度は 5%と判定していたため、新たに得られた成果と共に報告していく。(ボールド調+下線で強調)

気液分離は今後長期化が見込まれる有人宇宙ミッションを支える重要な機能の1つであるが、日本には微小重力下での実績はまだない。将来国際協力の下展開されるであろう有人宇宙ミッションに対応するためには、宇宙実証による実用性の高い気液分離技術の獲得が急務であり、本研究は微小重力下での各要素技術の事前実証という重要な役割を果たす。

上記課題1で開発したバスシステムをそのまま利用し、課題2で開発したミッションモジュールと入れ替えるだけで2機目の衛星となるため、バスシステムモジュール化の軌道上実証と併せて多目的宇宙環境利用実験衛星としての有用性を確認するための重要なミッションシステムとなる。本課題においては、遠心力を利用した「回転式気液分離」の小型化を達成し、カメラシステムにより気液分離現象を観察するミッションシステムを開発することで実現させるべく研究開発を遂行してきたが、課題1と課題2の解決対応に時間がかかってしまったため、予定した成果を上げることができなかった。

小型化を達成させるための「回転式気液分離」の現象理解とカメラモジュールのBBM(Bread Board Model)の作成に留まっているということ、また課題1で実証しようとしている高速通信システムを応用利用しようとしていたため課題1の通信系で進捗があったこと、これらを踏まえて達成度を 10%と判定した。

このように現時点での課題3の達成度は低いものの、「新規電源システム」、「宇宙用バッテリー」、「民生太陽電池セル」の軌道上実証や「CFRPの超小型人工衛星への適用実証」など、本プロジェクトテーマを提案した当時には予定していなかった宇宙技術実証分野ミッションを実施することで、当初とは違った方法でも多目的宇宙環境利用実験衛星としての有用性を確認していく予定である。

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

<優れた成果が上がった点>

①超小型人工衛星への CFRP 材の適用

これまで超小型人工衛星で構造部材として CFRP 材を使用した衛星は、国内に 2、3 機しか例はない。それは、CFRP 構造における締結方法・材料物性の取得方法・解析モデルの妥当性の評価方法が困難である、といった理由があったからである。そこで本研究プロジェクトでは、当初予定していなかった CFRP 部材の超小型人工衛星への適用方法をテーマに研究開発を実施した結果、まずはパネル部材としてではあるものの、*12 構造部材として利用可能であることや*2 熱設計の際に必要な物性値を取得する事が可能であることなどについて実証することができた。今後これらの成果を研究論文として発表していく予定である。

②ミッション内容と打ち上げ高度に依存しない衛星筐体の開発

先に述べた CFRP 材の適用効果の 1 つではあるものの、軽量化と剛性強化ならびに軌道離脱用展開機構の実装が可能になったことで、様々な軌道高度や軌道傾斜角に対応可能なバスシステムを実現させることができた。宇宙実証し、バスシステムのモジュール化を実現することで今後衛星開発にかかるコストを大幅に低減することができて、「マイクロ ISS」衛星の実現へ向けた第 1 歩にすることが可能となる。

③細胞性粘菌の疑似微小重力環境下での挙動予測のための地上実験結果

先に述べたように大変興味深い実験結果が得られているため、生物学関係者や宇宙医学関係者から高い評価を受けている。(学会発表*6, *7) 今後はより学術的な実験研究を進めていくことで、分子発生学の分野などに貢献していきたい。

<課題となった点>

これは中間報告の際にも挙げたことではあるが、本研究プロジェクトにおける課題点の 1 つに、衛星打ち上げ機会の確保がある。H-IIA ロケットの相乗り衛星としての打ち上げを目指して 50cm・50kg サイズ級の超小型人工衛星の開発を行い、イプシロンロケットでの打ち上げにも対応可能なように研究開発を実施してきたが、本プロジェクトは打ち上げて宇宙実証を行って初めて多目的宇宙環境利用実験衛星としての有用性を実証できるため、今後は国産の H-IIA ロケット(H-III ロケット)やイプシロンロケットにこだわらず、海外の打ち上げ機会も積極的に探して行く必要があると考える。

<自己評価の実施結果と対応状況>

微小重力・高放射線・高真空といった特殊な宇宙環境を利用した研究や実験を行う場合 ISS で行うしかないのが現状で、スケジュールの長期化、高コスト化が問題となっている。この問題を解決すべく本研究では多目的宇宙環境利用実験衛星の開発を行い、短期間かつ低コストでの「生命科学の解明」、「物質科学の創製」、「宇宙技術開発の実証」へと貢献しようとするものであった。本研究プロジェクトは、50cm・50kg サイズ級の超小型人工衛星の「マイクロ ISS 化」を実現させることで上記目的を実現しようとしているものであるが、このサイズの衛星開発にかかるコストはおおよそ 3 億円前後と言われている中で、本研究は一けたコストを下げた 3 千万前後での実現を目指していた。よって、衛星開発だけに関わらず、ISS で実施する前の予備実験としての本衛星の利用や ISS 実験後の更なる検証実験などに本衛星を利用した実験を実施することで費用対効果は飛躍的に向上するものと予測できる。

また、本研究プロジェクトの進捗管理等に関する自己評価について、プロジェクト期間中、毎週月曜日にプロジェクト関係者一同が集まって進捗確認のための打ち合わせを実施しており、その都度進捗が遅れているサブシステムを確認し、担当メンバーと相談しながら進捗改善に努めてきた。年間 50 回前後、5 年間で合計 250 回程度実施し、毎回各個人のタスクに対する進捗状況について自己評価を行い、次週の打ち合わせまでの課題や取り組み方法等について意見を交換しながらプロジェクトを進めていくという方針で実施してきた。

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

<外部(第三者)評価の実施結果と対応状況>

本研究プロジェクトのような開発型の研究においては、各設計フェーズにおいて、外部審査員による基本設計審査会(PDR)、詳細設計審査会(CDR)、最終設計審査会(FDR)を設け、外部評価を受けながら開発を行っていくのが通常である。そこで本研究プロジェクトにおいては、概念設計の段階であるSTM(Structural and Thermal Model)フェーズからより実機に近い設計開発のためのEM(Engineering Model)フェーズに移行すべく、基本設計審査会を2016年9月に実施した。本審査会においては、合計74名の参加があり、そのうち32名が外部からの参加者となっていた。また、有識者の中から審査員を5名選抜し、STMフェーズからEMフェーズへの移行が可能かどうかを審査してもらうとともに、設計開発における様々な課題・問題点を解決することでEMフェーズ移行への許可を頂いた。

EMフェーズからFM(Flight Model)フェーズへの移行については、衛星の打ち上げ機会が決定しないとCDRを開催することができず、FMを開発することができない。よって、打ち上げ機会が決定するまでは、いつでもFMフェーズへ移行できる段階まで開発を進めておくことをプロジェクト全体の目標にして開発を進めてきた。このような方針の中で次のような審査会・評価会を定期的に開催することで外部に評価してもらうと共に研究内容の改善に努めた。

- ・学内報告会:2016年4月17日、初年度2015年度の成果に関する学内向けの報告
- ・学内審査会:2016年7月10日、9月の学外審査のための学内での審査
- ・学外審査会:2016年9月21日、EMフェーズ以降のためのPDR
- ・設計確認会:2018年3月31日、前回の審査会后1年半分の成果報告
- ・設計確認会:2018年10月16日、12月のReviewへ向けて関係者のみでの設計確認
- ・Design Review:2018年12月2日、最終年度2019年度へ向けたフィードバック
- ・外部評価会:2019年3月27日、最終年度へ向けた課題の洗い出しおよび自己評価
- ・成果報告会:2019年10月26日、プロジェクトの総括へ向けての課題の確認
- ・最終報告会:2020年3月17日、5年間の総括

なお、毎回参加者にアンケートを取り、研究開発内容や実施体制・実施方法等について意見を頂戴し、プロジェクト関係者一同での共有を図ると共に改善に努めてきた。このように定期的にマイルストーンを設定することで、常に緊張感を維持した状態で5年間研究プロジェクトを進めていくことができた。

<研究期間終了後の展望>

これまでに何度か述べてきたように、本研究プロジェクトにおいて研究開発を行ってきた超小型人工衛星は、打ち上げて軌道上実証して初めてその有用性について評価することができる。今後は大学や外部資金等の支援を受けながら、各課題の達成度が100%になるように研究開発を進めて、打ち上げと軌道上実証を目指す。軌道上実証することで、学会発表や論文投稿にも繋がり、これまで以上の研究成果を出すことができる。

<研究成果の副次的効果>

多目的宇宙環境利用実験衛星の有用性が実証できたあかつきには、「超小型人工衛星のマイクロISS化」が期待できる。つまり、ISSとほぼ同程度の実験環境を超小型人工衛星で提供できれば、ISSで予定されている宇宙環境利用実験の予備実験も可能となり、ISSでの実験を効率よく遂行できより多くの成果が得られるようになるものと期待されている。また、ISSは高度400kmにあるため、400kmの宇宙環境実験に限定されているが、超小型人工衛星を利用することで、400km以上の高度での実験も可能になるなど、宇宙放射線環境の影響をみる実験等にも応用利用できるようになるなどの期待される効果は大きい。

また、現在共同開発を実施している「電源システム」について、国内で宇宙用の電源システムを扱っている会社は数社しかないため、今後軌道上実証し宇宙産業に新規参入することで

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

価格競争に繋がっていくことができ、他のユーザーにとっても技術的・価格的にもメリットになることが多い。

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 超小型人工衛星 (2) 宇宙環境利用実験 (3) 微小重力
 (4) 高放射線 (5) 生命科学 (6) 物質科学
 (7) 宇宙技術開発 (8) モジュール化

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文>

該当なし

<図書>

該当なし

<学会発表>

- *1. 高橋亮太、志賀琢磨、金原祐里奈、江藤優奈、渡邊陽介、小岩井悠紀、高橋光輝、佐藤侑真、青木諒平、杉本秀真、圓城寺航也、ISS 運用終了後のバイオサイエンス実験を可能とする BioSatellite の開発、コンソーシアムとちぎ第 16 回「学生&企業研究発表会」口頭発表、宇都宮、2019 年 12 月
- *2. 木村恵、磯匠、河村政昭、多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 の熱構体モデルの開発、第 63 回宇宙科学技術連合講演会、2L06、徳島、2019 年 11 月
- *3. 青木諒平、杉本秀真、柴田克哉、河村政昭、多目的宇宙環境利用実験衛星「TeikyoSat-4」における微生物生育環境の構築、第 63 回宇宙科学技術連合講演会、2L07、徳島、2019 年 11 月
- *4. 中宮賢樹、尾形柚太郎、吉田勇貴、植島久暉、佐藤将直、須田航平、河村政昭、パーマロイ 45/78 を用いた超小型人工衛星用磁気トルカの性能評価、第 63 回宇宙科学技術連合講演会、2L08、徳島、2019 年 11 月
5. 河村政昭、青木諒平、杉本秀真、柴田克哉、平本隆、久保田弘敏、ISS 運用終了後のバイオサイエンス実験を可能とする BioSatellite の開発、日本宇宙生物科学学会大会第 33 回大会、ポスター発表、P-06、千葉、2019 年 9 月
- *6. 高橋亮太、志賀琢磨、金原祐里奈、江藤優奈、渡邊陽介、小岩井悠紀、高橋光輝、佐藤侑真、平澤孝枝、五味渕由貴、梶谷正行、久保田弘敏、河村政昭、細胞性粘菌子実体形成への重力の影響評価、日本宇宙生物科学学会大会第 33 回大会、ポスター発表、P-08、千葉、2019 年 9 月
- *7. Nao HOKA, Ryohei AOKI, Shuma SUGIMOTO, and Masaaki KAWAMURA, Experiment in the Life Science Field under microgravity with a Nano-Satellite, International Symposium on Space Technology and Science, 2019-p-12, 2019. (査読有)
8. 尾形柚太郎、高橋克典、太田雅貴、武田凌椰、鉢村高史((株)テツカクリート)、柴田靖宏((株)イーアンドエム)、(株)大日光・エンジニアリング、インターンシップを通じた宇宙用部品の開発と県内宇宙産業振興へのチャレンジ、コンソーシアムとちぎ第 15 回「学生&企業研

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

究発表会」口頭発表、宇都宮、2018年12月：**金賞 受賞**

9. 志賀琢磨、高橋亮太、金原祐里奈、江藤優奈、渡邊亮太、小岩井悠紀、原秀磨、細胞性粘菌子実体形成への重力の影響評価～超小型人工衛星 TS4 プロジェクトにおける地上実験～、コンソーシアムとちぎ第 15 回「学生&企業研究発表会」口頭発表、宇都宮、2018年12月

10. 菊池享祐、人工衛星に用いる CFRP 積層板の物理的特性について、コンソーシアムとちぎ第 15 回「学生&企業研究発表会」口頭発表、宇都宮、2018年12月

*11. 武田凌椰、柴田克哉、久保田弘敏、河村政昭、柴田靖宏((株)イーアンドエム)、多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 の VHF/UHF 帯用通信コントローラの開発、第 62 回宇宙科学技術連合講演会、3M01、久留米、2018年10月

*12. 尾形柚太郎、高橋克典、太田雅貴、山本純、平本隆、河村政昭、多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 への CFRP 構造部材の適用、第 62 回宇宙科学技術連合講演会、3M02、久留米、2018年10月

*13. 河村政昭、柴田克哉、武田凌椰、丹野楓、久保田弘敏、金子明(JAMSAT)、TeikyoSat-4 のアマチュア無線高速通信局について、第 62 回宇宙科学技術連合講演会、3M03、久留米、2018年10月

*14. 志賀琢磨、江藤優奈、高橋亮太、金原祐里奈、戸田紗布子、細胞性粘菌子実体形成への重力の影響評価～超小型人工衛星 TS4 プロジェクトにおける地上実験～、コンソーシアムとちぎ第 14 回「学生&企業研究発表会」ポスター発表、宇都宮、2017年12月

15. 武田凌椰、橋本晴佳、柴田靖宏((株)イーアンドエム)、多目的宇宙環境利用実験衛星“TeikyoSat-4”通信コントローラ開発、コンソーシアムとちぎ第 14 回「学生&企業研究発表会」口頭発表、宇都宮、2017年12月：**日刊工業新聞モノづくり地域貢献賞 受賞**

16. 高橋克典、太田雅貴、山本純、河村政昭、多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 の構造モデルの開発、第 61 回宇宙科学技術連合講演会、1I15、新潟、2017年10月

17. Takumi ISO, Katsunori TAKAHASHI, Takashi HIRAMOTO, and Masaaki KAWAMURA, Development of Structural Thermal Model of Multipurpose Space Environment Utilization Satellite "TeikyoSat-4", International Symposium on Space Technology and Science, 2017-f-081, 2017. (査読有)

18. Yutaro OGATA, Takumi ISO, Takashi HIRAMOTO, and Masaaki KAWAMURA, Evaluation of Structural Thermal Model of a Small Spacecraft Using CFRP, International Symposium on Space Technology and Science, 2017-f-079, 2017. (査読有)

19. Yonosuke YAMAZAKI, Katsuya SHIBATA, and Masaaki KAWAMURA, System Design of Multi-purpose Space Environment Utilization Experiment Satellite "TeikyoSat-4", International Symposium on Space Technology and Science, 2017-f-011, (査読有)

20. 磯匠、高橋克典、平本隆、河村政昭、多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 の熱構体モデルの開発、第 60 回宇宙科学技術連合講演会、3G12、函館、2016年9月

*21. 高橋綾香、山崎陽之輔、久保田弘敏、河村政昭、多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 の衛星局における通信システム、3G01、函館、2016年9月

22. 今井真冬、松谷流加、磯匠、山崎陽之輔、河村政昭、久保田弘敏、多目的宇宙環境利用実験衛星"TeikyoSat-4"の概念設計、第 59 回宇宙科学技術連合講演会、3I01 鹿児島、2015年10月

23. Yonosuke Yamazaki, Takumi Iso, Luka Matsuya, Mafuyu Imai, Masaaki Kawamura, Conceptual Design of Multipurpose Space Environment Utilization Satellite"TeikyoSat-4", International Symposium on Space Technology and Science, 2015-f-31, (査読有)

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

＜研究成果の公開状況＞（上記以外）

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等

＜既に実施しているもの＞

1. AIAA 衛星通信フォーラム

帝京大学工学部航空宇宙工学科の宇宙開発関連施設・設備・装置について

河村政昭、渡部武夫、平本隆

Space Japan Review, No. 94, Autumn 2016. （査読無）

<http://satcom.jp/94/index.html>

＜これから実施する予定のもの＞

5年間のプロジェクトのまとめとして大学 HP にアップする予定

14 その他の研究成果等

【招待講演】・・・10件

1. 久保田弘敏

2019年度吉備経済会講演会

講演タイトル: 宇宙は身近になってきた！

和歌山県有田川町鮎茶屋ホテル

2019年6月11日

2. 久保田弘敏

野菜フェスタ in WaKaYaMa 2018

講演タイトル: 宇宙で野菜が栽培できる？

和歌山市フォルテ・ワジマ

2018年8月26日

3. 久保田弘敏

和歌山県世界遺産の日記念講演会

講演タイトル: 宇宙と熊野と粘菌と

南方熊楠記念館

2018年7月8日

4. 久保田弘敏

和歌山県世界遺産の日記念講演会

講演タイトル: 宇宙と熊野と粘菌と

和歌山県立博物館

2018年7月7日

5. 河村政昭

2018とちぎハムの集い

講演タイトル: 栃木航空宇宙プラットフォーム

栃木県総合教育センター

2018年3月

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

6. 久保田弘敏

平成 29 年度宇都宮高等学校名士講演会

講演タイトル: 宇宙の利用と小型人工衛星 TeikyoSat

栃木県立宇都宮高等学校

2017 年 10 月 11 日

7. Masaaki Kawamura

International Conference for Teikyo University 50th Anniversary

The 20th Space and Environmental Medicine Public Lecture

Date : September 17th, 2016

Title : Development Report of Microbe Observation Satellite “ TeikyoSat-4 ”

8. 河村政昭

とちぎハムの集い 2015

講演タイトル: 次期人工衛星 TeikyoSat-4

栃木県総合教育センター

2016 年 3 月

9. 河村政昭

とちぎサイエンスらいおん 第 4 回公開シンポジウム「宇宙の探索」

講演タイトル: 栃木県産の次期人工衛星

帝京大学宇都宮キャンパス

2016 年 2 月

10. 久保田弘敏

有田南ロータリークラブ例会

講演タイトル: 宇宙へ行く

和歌山県有田郡湯浅水産物商業組合

2016 年 1 月 26 日

【アウトリーチ活動】・・・13 件1. 久保田弘敏

日本宇宙少年団手賀沼カッパ分団第 2002 回イベント

講演タイトル: 超小型人工衛星

我孫子市天王台北近隣センター

2020 年 2 月 16 日

2. 久保田弘敏、河村政昭

令和元年度宇都宮北生涯学習センター「地域を学ぶ」講座

講義タイトル: 小型宇宙機開発の歴史と利用を学ぶ

帝京大学宇都宮キャンパス

2019 年 11 月 30 日

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

3. 久保田弘敏、河村政昭、植島久輝、吉田勇貴

第 8 回下野市産業祭展示

展示タイトル: TeikyoSat-4 構体およびパネル展示

南河内球場

2019 年 10 月 27 日

4. 久保田弘敏

バンビーニとよさとミニ講義

講義タイトル: 宇宙ってどんなところ?

バンビーニとよさと保育園

2019 年 7 月 30 日

5. 久保田弘敏、青木諒平、高橋亮太

ミヤラジ放送「帝京大学のここがすごい！」

放送内容: 研究者インタビュー (TeikyoSat-4 のミッションシステムについて)

ミヤラジ放送スタジオ

2019 年 7 月 13 日

6. 河村政昭、山縣晃、青木位織

ミヤラジ放送「帝京大学のここがすごい！」

放送内容: 研究者インタビュー (TeikyoSat プロジェクトについて、TeikyoSat-4 の通信について)

ミヤラジ放送スタジオ

2019 年 5 月 18 日

7. 久保田弘敏

東京都世田谷区玉堤小学校ミニ授業

講義タイトル: 宇宙って何?

玉堤小学校体育館

2019 年 2 月 14 日

8. 柴田克哉、青木諒平、河村政昭

宇宙少年団 佐野分団

サイエンスショー: みんなで宇宙技術を学んでみよう!!

佐野市こどもの国

2018 年 10 月 7 日

9. 河村政昭

栃木県女性教育推進連絡協議会 県央地区研修会

講演タイトル: 宇都宮経由、宇宙行き

帝京大学宇都宮キャンパス

2017 年 10 月 21 日

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

10. 久保田弘敏

宇都宮市中央生涯学習センター「金曜まなび塾」

講義タイトル:新たな宇宙時代の扉を開く小型人工衛星「TeikyoSat」

宇都宮市中央生涯学習センター

2017年7月7日

11. 河村政昭

壬生町家庭教育推進事業

講演タイトル:宇宙への憧れと TeikyoSat の挑戦

壬生町立壬生中学校

2016年10月4日

12. 河村政昭

豊郷中学校魅力ある学校づくり地域協議会

講演タイトル:多目的宇宙環境利用実験衛星 TeikyoSat-4 の開発

帝京大学宇都宮キャンパス

2016年9月27日

13. 久保田弘敏

宇都宮北生涯学習センター

「地域に学ぶーわがまちを知ろう」講座

講義タイトル:栃木県から宇宙への挑戦ー小型人工衛星「TeikyoSat-4」と地域の関わり

宇都宮市北生涯学習センター

2016年6月21日

【企業との連携実績】・・・15 企業・団体

1. 大日光・エンジニアリング(栃木県日光市)

連携内容:OBC(On Board Computer)、その他回路基板の設計・製作・検査

共同開発:超小型人工衛星用高信頼性電源システムの開発

期間:2019年1月1日～2021年6月30日

2. JAMSAT(日本アマチュア衛星通信協会)

連携内容:アマチュア無線高速通信帯の開発協力

JA1OGZ 金子明氏

3. JARL(日本アマチュア無線連盟栃木県支部)

連携内容:アマチュア無線 UHF/VHF 通信帯の開発協力

JH1NLL 安部慈孝氏、JA1CPA 中村英治氏、JF1EUUY 佐藤洋氏

4. 東都工業株式会社(栃木県宇都宮市)

連携内容:衛星筐体の設計・製作・検査

5. 株式会社湯原製作所(栃木県さくら市)

連携内容:密封容器の設計・製作・検査

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

6. 株式会社テツカクリエート(栃木県河内郡上三川町)
連携内容:CFRP パネルの設計・製作・検査、CFRP 試験片の設計・製作・検査
ロングインターンシップの受け入れ協力
7. JXTG エネルギー株式会社
連携内容:CFRP 用プリプレグの提供・アドバイス
8. 株式会社 SUBSRU 航空宇宙カンパニー(栃木県宇都宮市)
連携内容:CFRP パネル試験のアドバイス
9. エーシーエム栃木株式会社(栃木県さくら市)
連携内容:CFRP 非破壊検査の協力・アドバイス
10. 株式会社イーアンドエム(栃木県下野市)
連携内容:通信コントローラの開発
ロングインターンシップの受け入れ協力
コンソーシアムとちぎ第 14 回「学生&企業研究発表会」にて本研究参加学生が発表
発表者:武田凌椰、橋本晴佳、柴田靖宏(株式会社イーアンドエム)
発表タイトル:多目的宇宙環境利用実験衛星“TeikyoSat-4”通信コントローラ開発
日刊工業新聞 モノづくり地域貢献賞 受賞
11. 栃木カネカ株式会社(栃木県真岡市)
連携内容:多層断熱材(MLI)の設計・製作・検査
12. 吉田産業株式会社(栃木県河内郡上三川町)
連携内容:宇宙用塗料の塗布
13. 日本パーカライジング株式会社 宇都宮工場(栃木県宇都宮市)
連携内容:宇宙用塗料の塗布
14. 中興化成工業株式会社(東京都港区)
連携内容:高周波用基板のサンプル提供
15. 栃木精工株式会社(栃木県栃木市)
連携内容:磁気トルカ用パーマロイの製作・加工・熱処理

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

15 「選定時」及び「中間評価時」に付された留意事項及び対応

<「選定時」に付された留意事項>

該当なし

<「選定時」に付された留意事項への対応>

該当なし

<「中間評価時」に付された留意事項>

該当なし

<「中間評価時」に付された留意事項への対応>

該当なし

法人番号	131052
プロジェクト番号	S1511009

年度・区分	支出額	内 訳						備考
		法人負担	私学助成	共同研究機関負担	受託研究等	寄付金	その他()	
平成27年度	施設	39,960	29,371	10,589	0	0	0	0
	装置	74,996	37,498	37,498	0	0	0	0
	設備	14,824	5,118	9,706	0	0	0	0
	研究費	40,500	20,250	20,250	0	0	0	0
平成28年度	施設	0	0	0	0	0	0	0
	装置	0	0	0	0	0	0	0
	設備	0	0	0	0	0	0	0
	研究費	35,150	17,650	17,500	0	0	0	0
平成29年度	施設	0	0	0	0	0	0	0
	装置	0	0	0	0	0	0	0
	設備	0	0	0	0	0	0	0
	研究費	21,885	10,943	10,942	0	0	0	0
平成30年度	施設	0	0	0	0	0	0	0
	装置	0	0	0	0	0	0	0
	設備	0	0	0	0	0	0	0
	研究費	22,500	11,250	11,250	0	0	0	0
令和元年度	施設	0	0	0	0	0	0	0
	装置	0	0	0	0	0	0	0
	設備	0	0	0	0	0	0	0
	研究費	10,500	5,250	5,250	0	0	0	0
総額	施設	39,960	29,371	10,589	0	0	0	0
	装置	74,996	37,498	37,498	0	0	0	0
	設備	14,824	5,118	9,706	0	0	0	0
	研究費	130,535	65,343	65,192	0	0	0	0
総計	260,315	137,330	122,985	0	0	0	0	

法人番号

131052

17

《施設》(私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。)(千円)

施設の名	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
帝京大学理工学部 航空宇宙工学科棟 1階108 クリーンルーム	平成27 年度	94m ²	1	20	39,960	10,589	文部科学省

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

94 m²

《装置・設備》(私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。)(千円)

装置・設備の名称	整備年度	型番	台数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
(研究装置) スペースチャンバー	平成27年度		1	週20 h h h h h	74,996	37,498	文部科学省
(研究設備) 門型自動クレーン	平成27年度	特注品	1	週2.5 h h h	7,441	4,960	文部科学省
ネットワークアナライザ	平成27年度	N5249A、他	1式	週2.5 h h h h	7,383	4,746	文部科学省
(情報処理関係設備) ※該当無				h h h h h			

18 研究費の支出状況

(千円)

年度	平成 27 年度			
小科目	支出額	積算内訳		
		主な用途	金額	主な内容
教 育 研 究 経 費 支 出				
消耗品費	10,940	電子回路・衛星筐体試作	10,940	プローブ、安定化電源、電子部品、金属材料
光熱水費	0		0	
通信運搬費	3	送料	3	デモ機返却
印刷製本費	0		0	
旅費交通費	214	国際学会参加、国内学会参加	214	出張旅費(国内、国外)
報酬・委託料	36	機器使用料	36	振動試験
(学会登録料他)	38	学会登録料	38	宇宙科学技術連合講演会、ISTS
計	11,231		11,231	
ア ル バ イ ト 関 係 支 出				
人件費支出 (兼務職員)	470	事務補助	470	時給 880円、年間時間数 530時間 実人数 1人
教育研究経費支出	0		0	
計	470		470	
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)				
教育研究用機器備品	28,799	RF機器開発、構造・熱解析	28,799	スペクトラムアナライザ、ワークステーション
図書	0		0	
計	28,799		28,799	
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出				
リサーチ・アシスタント				
ポスト・ドクター	2,696	通信系試験、回線設計他	2,696	学内1人
研究支援推進経費	601	総務省関係資料作成他	601	学内1人
計	3,297		3,297	

法人番号	131052
------	--------

18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 28 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消耗品費	2,141	電子回路・衛星筐体試作	2,141
光熱水費	0		0
通信運搬費	7	送料	7
印刷製本費	56	製本	56
旅費交通費	506	国内学会参加、打ち合わせ	506
報酬・委託料	9,282	機器使用料、外注加工	9,282
(学会登録料他)	150	学会登録料、設計審査会	150
計	12,142		12,142
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	1,742	事務補助	1,742
教育研究経費支出	0		0
計	1,742		1,742
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	21,266	RF機器開発、構造・熱試験	21,266
図 書	0		0
計	21,266		21,266
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター	3,008	通信系試験、回線設計他	3,008
研究支援推進経費	812	総務省関係資料作成他	812
計	3,820		3,820

18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 29 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消耗品費	11,456	電子基板製作、試作品製作	11,456
光熱水費	0		0
通信運搬費	25	送料	25
印刷製本費	23	設計確認会用資料作成	23
旅費交通費	1,088	国際学会参加、国内学会参加	1,088
報酬・委託料	1,561	機器使用料	1,561
(会議費他)	54	設計確認会の運営	54
計	14,207		14,207
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	1,854	事務補助	1,854
教育研究経費支出	0		0
計	1,854		1,854
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	5,824	微生物観察、地球局制御	5,824
図 書	0		0
計	5,824		5,824
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	602	電気回路製作、試験他	602
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費	2,347	通信系試験、ミッション系試験他	2,347
計	2,949		2,949

法人番号

131052

18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 30 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	9,468	電子回路製作、衛星部品製作	9,468
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	4	送料	4
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	563	国内学会参加、打ち合わせ	563
報 酬 ・ 委 託 料	1,192	機器使用料、外注加工	1,192
(学会登録料他)	96	学会登録料、設計審査会	96
計	11,323		11,323
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	1,870	事務補助	1,870
教育研究経費支出			0
計	1,870		1,870
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	9,307	RF機器開発、衝撃試験	9,307
図 書	0		0
計	9,307		9,307
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	602	電気回路製作、試験他	602
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費	2,365	通信系試験、ミッション系試験他	2,365
計	2,967		2,967

18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	令和 元 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	4,524	電子基板製作、試作品製作	4,524
光 熱 水 費	0		0
通 信 運 搬 費	0		0
印 刷 製 本 費	0		0
旅 費 交 通 費	1,004	国際学会参加、国内学会参加	1,004
報 酬 ・ 委 託 料	155	機器使用料	155
(学会登録料他)	404	学会登録料、会議費	404
計	6,087		6,087
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人件費支出 (兼務職員)	1,737	事務補助	1,737
教育研究経費支出			0
計	1,737		1,737
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	2,676	衛星収納、電子部品の保管	2,676
図 書	0		0
計	2,676		2,676
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント	602	電気回路製作、試験他	602
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費	1,874	通信系試験、ミッション系試験他	1,874
計	2,476		2,476