

令和 2 年 7 月 1 日現在

機関番号：56401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01169

研究課題名（和文）人工衛星へつながる安価な自立型観測装置キットの開発と製作講座の試行

研究課題名（英文）Development of an inexpensive autonomous observation kit associated with real satellite developments and implementation of its production course

研究代表者

高田 拓 (TAKADA, Taku)

高知工業高等専門学校・ソーシャルデザイン工学科・准教授

研究者番号：80455469

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、人工衛星へつながる安価な自立型観測装置キットを開発し、高等専門学校の学生を対象とした製作講座を実施した。具体的には、初心者向けの缶サット、缶サット搭載型のモデルロケット、缶サット機能を拡張した1UのモデルCubeSat、ミッションを自由に組み込める2UのモデルCubeSatなど、製作レベルの異なる複数の装置キットを開発した。装置キットを利用した講座設計に関しては、毎年改良を加えていくことで、より教育的効果の高い設計に調整してきた。最終的に、複数のタイプの自立型観測装置キットを開発することができ、開発した観測装置を利用した講座実践が行うことができ、学生への教育効果についても評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

缶サットや気球搭載観測装置、CubeSatなどに関して、主要機能を共通化することで、機能の追加により容易に次の段階の観測装置へ発展させることができる。共通の機構をもちながら、対象学生や製作期間によって、達成目標を調整することができる。キットを利用した講座・実験を毎年、実施することで、キットやマニュアルの使い勝手を向上させることができる。また、キットを利用することで、製作期間を抑え、ミッションの考案・検討などに時間をかけられる。機能やセンサ類の取り替え（選択）ができるため、チームによるプロジェクト型学習では、各チームが自分たちのプロジェクトに沿った特徴的な観測器を製作することができる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed an inexpensive autonomous observation kit associated with real satellite development and conducted a production course for students in National Institute of Technology (KOSEN). Specifically, we developed multiple types of kit with different production levels such as a CanSat for beginners, a CanSat-mounted model rocket, a 1U over model CubeSat extended from a simple CanSat, and a 2U model CubeSat that students can freely select several mission sensors. With regard to the course design using the observation kit, we have adjusted it to a more educationally effective design by making improvements every year. Finally, we were able to develop multiple types of autonomous observation kits, practice the lectures using the developed observation kits, and evaluate the educational effect for students.

研究分野：工学教育

キーワード：CubeSat 人工衛星 缶サット モデルロケット 遠隔実習講座 工学教育 宇宙人材教育

## 様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、我々の生活は、GPS を始めとして人工衛星の利用が欠かせない状況となっている。今までは、宇宙分野の開発・利用に関して、国の機関が率先して、その役割を担っていた。しかし、アメリカなどでは、宇宙利用分野での民間企業の進出が目覚ましく、日本においても、民間による人工衛星開発が期待されている。

理由の1つとして、電子部品などの高機能化があり、比較的安価な超小型衛星(100 kg 以下)であっても、十分な観測能力をもつためである。CubeSat と呼ばれる1辺10cmの立方体1ユニットを基本として、いくつかの立方体を組み合わせた超小型の衛星が各国で製作されている。大学を中心として、超小型衛星の開発や模擬人工衛星の製作などが行われており、例えば、UNISEC(大学宇宙工学コンソーシアム)を中心として、HEPTA-Sat と呼ばれる、教育用の模擬人工衛星モデルが開発されている。また、高校生や大学生が、空き缶サイズの人工衛星「缶サット」を製作して、技術力を競うコンテストなどもある。製作された缶サットをモデルロケットで打ち上げたり、係留気球から投下したりするため、学生の興味を駆り立てることができ、技術力を高める効果が十分にある取り組みである。

一方で、缶サットの製作は、初心者にとってはハードルが高い側面もある。実際、ある程度の製作期間を経て、製作されることが通常である。また、缶サット製作から、人工衛星開発への道はさらにハードルが高くなる。人工衛星の主要な機能の一部は缶サットにもあるが、宇宙環境への対応に必要な機能の多くは缶サットには搭載されていない。共通な基盤をもった観測装置で、さらに、人工衛星の技術に至る段階的な製作が可能な装置があれば、宇宙開発に興味をもった者が、より順調に、技術力を高め、宇宙開発へチャレンジできることになる。

### 2. 研究の目的

本研究で開発するのは、自立観測でき、通信機能をもった観測装置である。サイズとしては、非常に小さい数 cm 立方のものから 30cm 立方くらいまでである。また、使用する環境は、地上付近から、対流圏・成層圏まで、最終的には宇宙空間での使用を目指している。その際に、核となるコンピュータなどは、同じ規格のものを使用し、センサなどの制御プログラムも共通化する。同じ枠組みで、段階的なバージョンの観測器を製作する。共通な観測装置に追加する機能としては、小型化や、通信系・電源系の取り替えなどが中心となる。

装置の段階的な完成後には、多くの学生に製作を体験してもらうため、観測装置をキット化し、学生が講座・授業などを通して、観測装置の製作、動作試験、実験を容易に行えるようにする。キット製作に必要な講座資料に関しては、製作に関連した電気工学的、情報工学的、機械工学的な知識を段階的に取得できるよう配慮する。制御プログラムや資料が充実することで、他の教育機関でも、キットを利用しやすくなる。

### 3. 研究の方法

研究目的を達成するための方法としては、以下の5項目を実施する。一連の項目を実施する中で、観測装置の利用環境を、地上、対流圏・成層圏、宇宙空間へと拡大していくことを目指す。

共通基盤をもつ観測装置の開発

製作に必要な部品・資料をまとめた観測装置のキット化

キットを利用した講座・実験の実施

教育的な効果の検証と、装置へのフィードバック

異なる環境や予算等に対応した機能の追加や入替の検討

### 4. 研究成果

研究目的を達成するために、複数の取り組みを行った。以下では、主要な4つの成果に関して述べる。

#### (1) 缶サット搭載型モデルロケットの開発と教育利用例

モデルロケットに搭載する缶サットに関しては、一色ら(工学教育, 2017)が開発した小型軽量の缶サット(重量約140g)をさらに軽量化した。缶の大きさは、高さ90mm、直径50mm、内容量160mlの缶であり、一般的な350ml缶(高さ122mm、直径66mm)や500ml缶(高さ167mm)よりもかなり小さい。缶サットの外観を図1(左)に示す。缶サットの構成は、図1(右)に示すように、オンボードコンピュータ(Raspberry Pi Zero W)、センサ用のプリント基板、センサ類、バッテリー、Piカメラからなる。センサ用のプリント基板は、AとBの2通りのものを使用した。Aは、気圧、加速度、角速度の3つのセンサを搭載しており、Bは、温湿度・気圧センサモジュール、9軸センサモジュール(加速度、角速度、磁気センサ)を搭載している。Aは、2016年夏に実施した高専スペースキャンプで使用したものである。Bは、2017年夏に実施した高専スペースキャンプに向けて開発したもので、電源を既製品のモバ

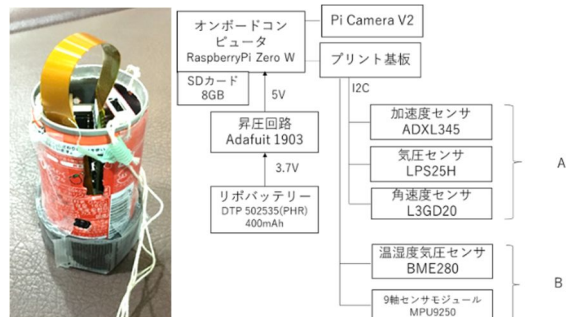


図1 缶サットの(左)外観図と(右)構成図

図1 缶サットの(左)外観図と(右)構成図  
Aは、気圧、加速度、角速度の3つのセンサを搭載しており、Bは、温湿度・気圧センサモジュール、9軸センサモジュール(加速度、角速度、磁気センサ)を搭載している。Aは、2016年夏に実施した高専スペースキャンプで使用したものである。Bは、2017年夏に実施した高専スペースキャンプに向けて開発したもので、電源を既製品のモバ

イルバッテリーからリチウムイオンポリマーバッテリー(リポバッテリー)へ変更したことで、約40g軽量化された。

モデルロケットは、秋山ら(和歌山大学宇宙教育研究所紀要,2015)が開発した缶サット搭載型モデルロケットを基に製作した(図2参照)。主な変更点は、C11-3エンジンの3本同時点火方式から、C11-3エンジン1本方式に変更したことである。ノーズコーンの先端からフィン下端までの全長は72cm、胴(ボディチューブ)の直径は6.8cmとした。モデルロケットの胴やフィン、ノーズコーンなどは厚口ロケット紙を用いて製作している。モデルロケット内部に配置しているストッパーに関しては、中繊維密度板(MDF)を丸く切り取ったものをエンジンや缶サット、ノーズコーンの一部に使用した。MDFは厚さ2.5mmのものを採用し、1枚当たりの重量は5.0~7.0gである。使用した物品は、入手しやすく、安価な物品で構成されており、学校などで製作しやすい。実験用に、重量約130gのモデルロケット(標準型)を5機製作した。試験的に、より薄いロケット紙を使用して、115gのモデルロケット(最軽量型)を1機製作することができた。

打ち上げ実験で、すべてのモデルロケットは、点火後、ある程度以上の高さの上空に打ち上がり、安全な打ち上げを確認できた。図3は打ち上げ実験の様子である。ロケットが打ち上げられ、最高高度に達した後降下し始めたタイミングで、放出薬の燃焼により缶サットが分離している。

本研究では、C型エンジン(C11-3)を1本用いて缶サット搭載型モデルロケットの打ち上げ実験を計20回以上行った。ロケットの打ち上げ実験の結果は良好で、30-50mの高度に到達し、最終段階では缶サットの放出・分離がほぼ毎回成功するという結果が得られた。今回開発した缶サット搭載型モデルロケットでは、火薬類に関する申請などを行わずに打ち上げを実施でき、また、1回あたりの打ち上げが安価で、教育利用しやすい。高専スペースキャンプ2018では、学生が缶サット講座で製作してきた缶サットをモデルロケットに搭載して、打ち上げる機会を設けた。実際に4名の学生が打ち上げを行うなど、教育的な利用が可能であることが実践された。今後は、モデルロケットと缶サットの調整や軽量を行い、さらに到達高度を上昇させると共に、缶サットのミッション競技を実施できる程度のペイロードを確保することを考えている。

## (2) オンライン会議による工学系モノづくり講座

講座の様子を図4に示す。1回目と2回目の間に、自由接続の時間を設けたことにより、1回目の講座で起きたトラブルを解決した上で、2回目の講座を実施できた。また、Raspberry PiとPCの接続方法やカメラの取り付けなど初心者がミスしやすい場面では、Webカメラを通じて実演を行うことで、大きな問題もなく講座を進めることができた。オンライン会議によるモノづくり講座では、講師が参加者の状況を細かく把握することが難しいため、各作業工程の説明が終わる毎に、参加者に進捗状況や問題の報告をしてもらうように積極的に呼びかけた。報告の際には、Skype for Businessのインスタントメッセージ(IM)機能を利用した。初めての進捗報告が始めるまで少し時間を要したが、参加者がIMを利用した進捗報告に慣れた後は、状況把握を円滑に行うことができ、多くの学生が缶サットを完成させることにつながった。講座を始める前に、IMの使い方の簡単な説明をした上で、本講座での進捗報告の例としてテスト発信などをしてもらうと良いと感じた。

講座準備のため、物品の納品後に、はんだ付けや仕分けなどの作業が必要である。準備作業は、主に高知高専、徳山高専、明石高専の3高専で分担した。資料として、購入物品表、発送表、準備作業マニュアルを作成した。購入物品などに関しては、各高専での準備状況を随時記載して情

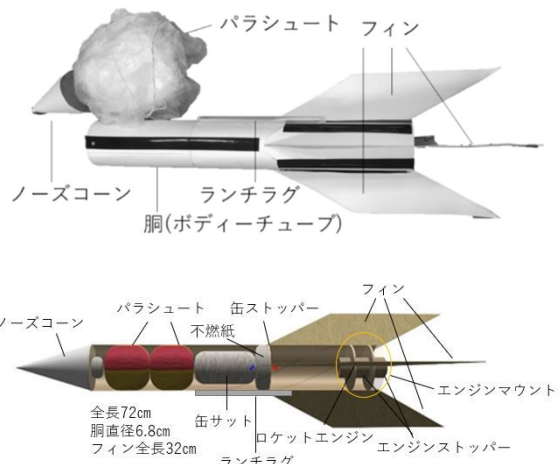


図2 (上) 製作したモデルロケットと (下) シミュレーション設計したモデル

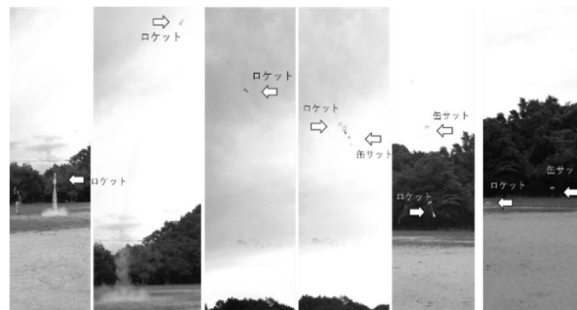


図3 モデルロケットの打ち上げと缶サット分離の様子(2017.9.2)



図4 オンライン会議による缶サット講座の様子

報共有をしながら、準備作業を進めた。

準備作業マニュアルの内容例を図5に示す。準備作業マニュアルには、はんだ付け等の作業が必要な物品に対する作業内容とその注意点を記載している。準備作業に必要な情報を共通化することで、協力校の負担軽減と共に、間違いやミスの発生を少なくできると期待している。実際、配布数や缶サットキットの物品の不備などのトラブルがなく講座を開始することができた。

取得データの一例を図6に示す。気圧の時間変化から、缶サットは地上から打ち上がり、最高高度に達した後、2度の小さな高度変化を経て、最終的には徐々に地上に降下している。気圧と気温から推定した高度を用いると、地上と最高点での高度差は約30m程度であり、シミュレーション値に比べると低い。当日風が強かったことを考えると妥当な値と考えられる。また、加速度データを合わせて考えると、打ち上げ時はロケットエンジンの燃焼薬によりロケットの進行向きに大きく加速されている。その後、最高高度到達付近で、放出薬によりモデルロケットの先端向きに加速を受けたが、気圧値の変化を考慮すると、結果として缶サットは下向きに放出された。一方で、気圧値の瞬間的な増加は大きく、高度の低下だけでなく、缶サット内への放出薬によるガスの影響により、気圧値が上がった効果が含まれていると考えている。パラシュート展開に伴って上向きに加速を受けており、缶サットはパラシュートの風系により上側に引っ張られた。パラシュート展開後は、大きな加速を受けることなく、等速に近い状態でゆっくりと地面に降下した。缶サット内の温度データは、コンピュータの起動後から徐々に増加する傾向を示していた。パラシュート展開時に減少しており、缶サット内への外部からの空気の流れなどによると考えられる。このように、缶サットの打ち上げから着地までの状況がよく把握できるデータが取得できていた。

高専学生を対象に実施した、オンライン会議を用いた「缶サット講座 2019」の実施結果と、オンラインモノづくり講座としての評価を報告した。また、缶サット製作を経験したことのない学生2名が、缶サット製作の経験を経て、缶サット講座の準備から実践までを担当する試みを行った。講座準備のため、購入物品表・発送表や準備作業マニュアルを作成したことで、キット準備に関するトラブルがなく、予定通りに講座を実施できた。また、講座中、講師はできる限り情報収集に努めるため、参加者との情報共有を積極的に行ったことで、時間内に多くの参加者が缶サットを完成させることができた。

今回の実践結果から、缶サット講座を実施した経験のない学生であっても、缶サット講座を実施できるのに十分な資料や経験が蓄えられていることを示せた。ただし、打ち上げ実験時のデータ取得率や、講座準備などの項目では、改善の余地がある。アンケート結果によると、講座内容は参加学生の興味を十分に惹くものであり、半数以上の参加者にとって、講座進行や講座レベルは適したものであった。一方で、一部の参加者にとって講座内容が難しく、製作マニュアルが見づらいとの意見があり、今後、製作マニュアルなどを中心に改善を行う。宇宙開発に興味のある学生に、講座への参加の機会を与え、参加学生にとって有意義な内容の講座を実施できた。本講座がオンラインによるモノづくり講座の一例として、誰もが講師として実施できる教材コンテンツと講座実施の枠組みとなることを目指す。

### (3) 宇宙技術教育のための2UモデルCubeSatの開発と活用実践

2019年8月29日から9月1日に愛媛県新居浜市で開催された高専スペースキャンプ2019にて、モデルCubeSat製作講座及び競技を行った。参加学生は31人で、5～6人の6グループに分かれて、作業を行った。全体の流れとしては、1日目に製作講座を行い、2日目に電源系競技を、3日目に通信系・姿勢系・ミッション系競技を行った。最終日の4日目に、各グループに10分ほどのプレゼンを行ってもらい、審査員による審査が行われた後、表彰式を行った。

1日目の製作講座では、製作に取り掛かる前に、

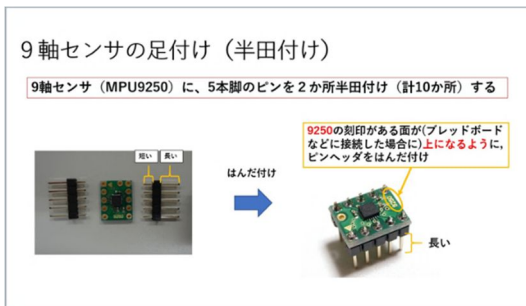


図5 準備作業マニュアルの内容例

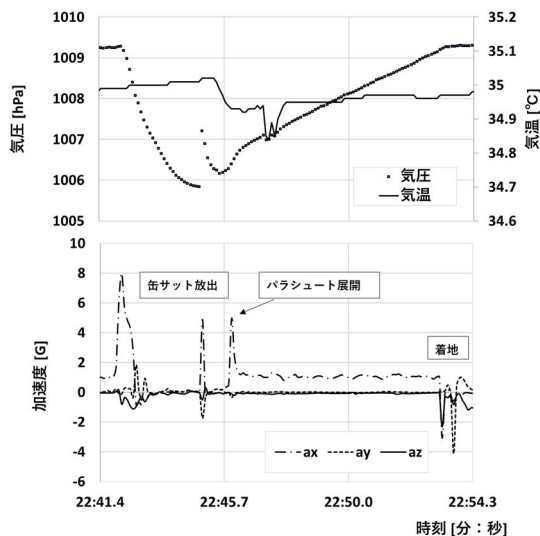


図6 缶サットの取得データ

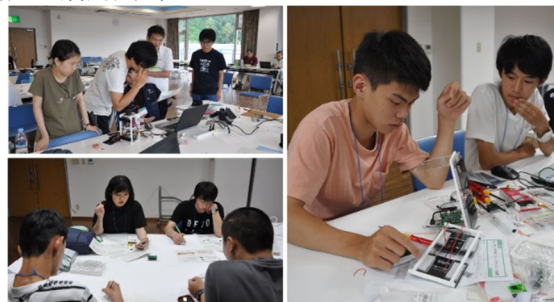


図7 製作講座の様子

モデル CubeSat のミッションを考えてもらい、そのミッションに対してサクセスクライテリアを設定してもらった。基本的な作業は、配布した作業マニュアルを見ながら行うことができる。また、講師は、学生からの質問の対応に加えて、作業の解説や実演などを行った。製作講座の様子を図7に示す。2日目の電源系競技では、図8(上)に示すように、屋外でモデル CubeSat を長机の上に置き、長時間測定を行った。各々の班がモデル CubeSat を置く向きを調整したり、余分なOSのプロセスやシステムを削除したりするなどの工夫を行っていた。3日目の通信系、姿勢系、ミッション系競技では、係留気球実験を行った。ゴム気球に吊り下げられたモデル CubeSat を図8(下左)に示す。気球の上昇・下降などの制御は、参加学生が担当教員のサポートを受けながら実施した。係留気球実験の様子を図8(下右)に示す。



図8 (上)電源系競技と(下)係留気球実験(通信・姿勢・ミッション系競技)の様子

ミッション系にはブレッドボードを採用しており、各グループがミッションに合わせた的確なセンサを、10種類のセンサと5種類のアクチュエータから選んでいる。各グループがミッションに合わせて、サクセスクライテリアを設定することで、作業目標を明確にし、作業できていたと考えている。各グループが製作したモデル CubeSat の写真を図9に示す。各々のミッションを達成するために、センサ類を選択し、実装している。そのため、モデル CubeSat の外観は、グループ毎に特徴のあるものとなった。

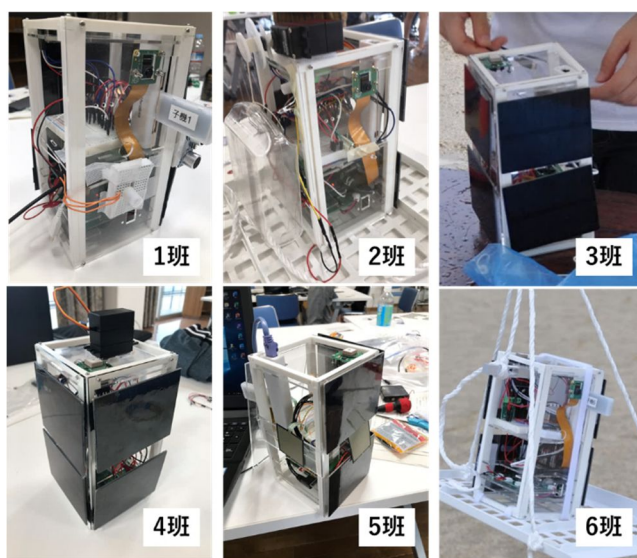


図9 各グループが製作したモデル CubeSat

本研究では、新しく開発したミッション立案型のモデル CubeSat を利用し、全国から集った高専学生に対してグループ製作と実験競技を実施した。製作では、各グループにミッションを考案してもらい、サクセスクライテリアを設定した上で、製作に取り組んでもらった。結果として、各グループが独自性のあるモデル CubeSat を製作し、電源系・通信系・姿勢系競技では、すべての競技で多くの班がデータを取得し、そのデータ量や課題の達成度などを競った。サクセスクライテリアを意識したミッション立案型のモノづくり競技は、学生の興味・意欲を刺激しつつ、スケジュール管理などをうまくサポートすることで、有効に機能することが分かった。

今回、実施したモデル CubeSat 製作及び実験競技は、学生グループが実際にミッションを立案し、製作物でミッションを実施できるという点で従来のモデルに比べて、より実践的な宇宙技術教育の教材となった。今後ますます必要となる宇宙人材育成のために、競技内容や製作講座の運営方法について改良を進めていく。

#### 【参考・引用文献】

- ・下村克樹，坪内麟太郎，笹岡由唯，上田真也，中谷淳，高田拓，C型エンジン単発による缶サット搭載型モデルロケットの開発と教育利用例，工学教育，67-3，56-61，2019
- ・坂本知也，加藤樹，梶村好宏，中谷淳，北村健太郎，篠原学，上田真也，高田拓，オンライン会議による工学系モノづくり講座：缶サット講座2019の準備から実践まで，工学教育，68-2，54-59，2020
- ・坂本知也，加藤樹，中谷淳，土屋華奈，若林誠，徳光政弘，上田真也，高田拓，宇宙技術教育のための2UモデルCubeSatの開発と活用実践：2．ミッション立案型の競技設計と実践，工学教育，68-2，66-71，2020

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 下村克樹、坪内麟太郎、笹岡由唯、上田真也、中谷淳、高田拓	4. 巻 67-3
2. 論文標題 C型エンジン単発による缶サット搭載型モデルロケットの開発と教育利用例	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育（事例紹介）	6. 最初と最後の頁 56-61
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4307/jsee.67.3_56	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 坂本知也、加藤樹、梶村好宏、中谷淳、北村健太郎、篠原学、上田真也、高田拓	4. 巻 68-2
2. 論文標題 オンライン会議による工学系モノづくり講座：缶サット講座2019の準備から実践まで	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 工学教育（事例紹介）	6. 最初と最後の頁 54-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4307/jsee.68.2_54	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中谷淳、土屋華奈、坂本知也、加藤樹、梶村好宏、北村健太郎、上田真也、高田拓	4. 巻 68-2
2. 論文標題 宇宙技術教育のための2UモデルCubeSatの開発と活用実践：1. ミッション系空間を確保した機体開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 工学教育（事例紹介）	6. 最初と最後の頁 60-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4307/jsee.68.2_60	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 小西健太郎、徳光政弘、高田拓、浅井文男、若林誠、北村健太郎	4. 巻 55
2. 論文標題 衛星通信実習のためのアマチュア無線機搭載モデルキューブサットの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 米子工業高等専門学校研究報告	6. 最初と最後の頁 53-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Takada, T., K. Kitamura, J. Nakaya, Y. Kajimura, M. Tokumitsu, M. Wakabayashi, Y. Murakami, N. Hirakoso, K. Imai, A. Kudo, and M. Shinohara	4. 巻
2. 論文標題 An online-based educational framework for KOSEN Space Academy: The first year's results (2018)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of ISATE	6. 最初と最後の頁 85-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋元優貴、岡村友樹、加藤樹、楠目琢也、坂本知也、上園波輝、上田真也、横山有太、高田拓	4. 巻 64
2. 論文標題 オンボードコンピュータRaspberry Piによる装置ボックス内への熱伝搬とCPU負荷率との関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高知工業高等専門学校学術紀要	6. 最初と最後の頁 9-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 笹岡由唯、上園波輝、上田真也、高田拓	4. 巻 64
2. 論文標題 大気圏観測のための気球搭載観測装置の開発 : LoRa変調通信実験と気球観測計画	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高知工業高等専門学校学術紀要	6. 最初と最後の頁 19-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 KITAMURA Kentaro, SAKURAMOTO Itsuo, IKEDA Mitsumasa, TAKADA Taku, IMAI Kazumasa, WAKABAYASHI Makoto, KOSEN Space Collaboration Group	4. 巻 17
2. 論文標題 An Engineering Design Education Program as an Inheritance of a Space Technology Education Project	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES, AEROSPACE TECHNOLOGY JAPAN	6. 最初と最後の頁 39 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.2322/tastj.17.39">https://doi.org/10.2322/tastj.17.39</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 笹岡由唯、上園波輝、梶村好宏、中谷淳、北村健太郎、上田真也、高田拓	4. 巻 67-2
2. 論文標題 オンライン会議による工学系製作講座の実践：宇宙人材教育のための缶サット講座	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 62-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_63">https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_63</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 上園波輝、笹岡由唯、中谷淳、土屋華奈、梶村好宏、北村健太郎、上田真也、高田拓	4. 巻 67-2
2. 論文標題 宇宙技術教育のためのCubeSat地上モデルの開発と活用実践：1. 機体開発と製作講座	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 94-99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_95">https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_95</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中谷淳、高田拓、梶村好宏、北村健太郎、上田真也、土屋華奈、上園波輝、笹岡由唯	4. 巻 67-2
2. 論文標題 宇宙技術教育のためのCubeSat地上モデルの開発と活用実践：2. 競技設計と実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 100-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_101">https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_101</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 徳光政弘、浅井文男、高田拓、若林誠	4. 巻 54
2. 論文標題 高専生のための簡易型受信機による衛星通信講座の実施と教材評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 米子工業高等専門学校研究報告	6. 最初と最後の頁 7-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -



1. 著者名 梶村 好宏、高田 拓、篠原 学、若林 誠、中谷 淳、今井 一雅	4. 巻 65
2. 論文標題 宇宙人材教育のための連動型「モデルロケット講座&middledot;モデルロケット大会」の実施成果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 3_26~3_30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.65.3_26">https://doi.org/10.4307/jsee.65.3_26</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 一色 優太、岡 侑吾、益岡 葵、今井 一雅、上田 真也、高田 拓	4. 巻 65
2. 論文標題 宇宙技術教育のための小型軽量缶サットキットZeroの開発と成果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 5_87~5_92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.65.5_87">https://doi.org/10.4307/jsee.65.5_87</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡 侑吾、益岡 葵、一色 優太、上田 真也、高田 拓	4. 巻 65
2. 論文標題 宇宙技術教育に利用できるミッション立案型缶サットキットPi2の開発と成果	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 5_20~5_25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.65.5_20">https://doi.org/10.4307/jsee.65.5_20</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高田 拓、益岡 葵	4. 巻 65
2. 論文標題 小・中学校でのロケット・人工衛星に関する出前授業の教材開発および実践	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 物理教育	6. 最初と最後の頁 87~90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.20653/pesj.65.2_87">https://doi.org/10.20653/pesj.65.2_87</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tokumitsu Masahiro, Asai Fumio, Kusakabe Masaki, Ogura Souta, Aoki Satoshi, Takada Taku, Wakabayashi Makoto, Ishida Yoshiteru	4. 巻 112
2. 論文標題 A Prototype of an Integrated Telemetry Receiving System with Volunteers: Designs of a Simple Receiver, a Protocol, and an Intelligent Information Processing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 2445 ~ 2454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.176">https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.176</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 坪内 麟太郎、中平 凱斗、下村 克樹、上田 真也、平社 信人、高田 拓	4. 巻 66
2. 論文標題 学生グループ教育のためのミッション立案型缶サットの開発・講座設計・実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 2_79 ~ 2_84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.4307/jsee.66.2_79">https://doi.org/10.4307/jsee.66.2_79</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 下村克樹、坪内麟太郎、山田磨耶、上田真也、高田拓	4. 巻 63
2. 論文標題 大気圏観測のための気球搭載観測装置の開発と放球実験結果：予測経路との比較とデータ通信に関する検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高知工業高等専門学校学術紀要	6. 最初と最後の頁 63 ~ 72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 笹岡由唯、上園波輝、川上舞帆、坪内麟太郎、横山有太、上田真也、高田拓	4. 巻 63
2. 論文標題 成層圏気球のための低温・低圧下におけるオンボードコンピュータRaspberryPiの発熱と保温性能に関する評価実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高知工業高等専門学校学術紀要	6. 最初と最後の頁 45 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 丁野哲、中越彬、益岡葵、上田真也、高田拓	4. 巻 63
2. 論文標題 初心者のための宇宙人材啓発教材「缶サットキット2015」の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高知工業高等専門学校学術紀要	6. 最初と最後の頁 25～33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件／うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Nakaya, J., T. Takada, Y. Kajimura, H. Tsuchiya, N. Uezono, Y. Sasaoka, S. Ueta, and K. Kitamura
2. 発表標題 Development of the CubeSat Ground Model extended from CanSat: Application to Space Education at KOSEN
3. 学会等名 Joint Conference: 32st ISTS, 27th ISSFD & 9th NSAT（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wakabayashi, M., T. Takada, K. Kitamura, J. Nakaya, Y. Kajimura, M. Tokumitsu, Y. Murakami, M. Shinohara, K. Imai, F. Asai, and K. Shimada
2. 発表標題 Report on the KOSEN Space Camp in 2017 and 2018: Mission CanSat to CubeSat Model
3. 学会等名 Joint Conference: 32st ISTS, 27th ISSFD & 9th NSAT（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田拓、坂本知也、加藤樹、上田真也、梶村好宏、中谷淳
2. 発表標題 オンライン会議による高専生のための缶サット講座実践～工学系ものづくり講座を成功させるための一工夫～
3. 学会等名 2019年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂本知也、加藤樹、高田拓、上田真也、中谷淳、土屋華奈
2. 発表標題 宇宙技術教育用CubeSat地上モデルの開発～2Uモデルとセンサ選択型ミッション系～
3. 学会等名 2019電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takada, T., J. Nakaya, Y. Kajimura, M. Tokumitsu and K. Kitamura
2. 発表標題 Overview of start-up activities within the network-based educational framework of the “KOSEN Space Academia”
3. 学会等名 ISATE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹岡由唯、上園波輝、上田真也、高田拓
2. 発表標題 LoRa通信機による高知県沿岸部での長距離通信実験
3. 学会等名 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上園波輝、高田拓、上田真也、笹岡由唯、中谷淳
2. 発表標題 宇宙技術教育のためのCubeSat地上モデルキットの開発と3つの機能競技の設計
3. 学会等名 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 下村克樹、坪内麟太郎、上田真也、中谷淳、高田拓
2. 発表標題 C型エンジン単発による缶サット搭載型モデルロケットの開発と教育的利用について
3. 学会等名 平成30年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takada, T., K. Imai, K. Kitamura, Y. Murakami, F. Asai, M. Wakabayashi, Y. Kajimura, N. Hirakoso, M. Shinohara, J. Nakaya, M. Tokumitsu, and K. Shimada
2. 発表標題 Three-years results of space technology education project from a collaboration with National Technical Colleges for small spacecraft development
3. 学会等名 Joint Conference: 31st ISTS, 26th ISSFD & 8th NSAT (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kentaro Kitamura, Itsuo Sakuramoto, Mitsumasa Ikeda, Taku Takada, Kazumasa Imai, Makoto Wakabayashi, Kosen Space Collaboration Group
2. 発表標題 An engineering design education program as an inheritance of space technology education project
3. 学会等名 Joint Conference: 31st ISTS, 26th ISSFD & 8th NSAT (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Makoto Wakabayashi, Taku Takada, Kazumasa Imai, Yoshihiro Kajimura, Jun Nakaya, Kentarou Kitamura, Yukikazu Murakami, Fumio Asai, Masahiro Tokumitsu, Manabu Shinohara, and Kazuo Shimada
2. 発表標題 Implementation Report of KOSEN space camp
3. 学会等名 Joint Conference: 31st ISTS, 26th ISSFD & 8th NSAT (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 下村克樹、坪内麟太郎、上田真也、高田拓
2. 発表標題 単発ロケットエンジンによる缶サット搭載型モデルロケットの打ち上げ実験の報告
3. 学会等名 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坪内麟太郎、高田拓、上田真也
2. 発表標題 複数センサ選択可能な空き缶模擬衛星キットの開発とグループ製作の設計について
3. 学会等名 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	北村 健太郎  (KITAMURA Kentaro)  (60380549)	徳山工業高等専門学校・機械電気工学科・教授   (55503)	
研究 分担者	徳光 政弘 (徳光政弘)  (TOKUMITSU Masahiro)  (60713930)	米子工業高等専門学校・電子制御工学科・准教授   (55101)	