



# ① 「高専スペースキャンプ」

## 実施内容及び主な研究開発成果

「高専スペースキャンプ」においては、高専ロケット・缶サット大会、夏の学校の講習会を行うことができ、平成27年度が学生41名・教員11名、平成28年度が学生39名・教員12名が参加し、両年度で延べ学生80名・教員23名が参加した。この「高専スペースキャンプ」を実現するために、モデルロケットと缶サット製作の教材開発が新たに行われた。この教材は、高専以外の教育機関でも利用可能となっており、その波及効果は極めて大きいと考えている。そして、この事業終了後も「高専スペースキャンプ」を継続して行うことのできる教育プログラムを完成させることができた。これらは、所期の目標を十分に達成することができたと考えている。

### 高専スペースキャンプ



「はやぶさ2」プロジェクトマネージャ 津田先生による特別講演



モデルロケット製作と打上実験 (4級ライセンス取得)



参加者全員の集合写真



製作された缶サットと係留気球からの投下実験



2016.9.1~4  
<http://space.kochi-ct.jp/>  
**高専スペースキャンプin四国**

主催：文部科学省 平成26年度宇宙航空科学技術推進委託費・実践的若手宇宙人材育成プログラム 採択事業【主管実施機関】高知工業高等専門学校(高知高専)  
 共催：【共同参画機関】新居浜高専、徳山高専、香川高専、奈良高専、明石高専、群馬高専、鹿児島高専

日程：2016年9月1日(木)～4日(日)  
 集合場所(宿泊先)：マリンパーク新居浜(愛媛県新居浜市)

#### 特別講演

- ★ 小惑星探査機「はやぶさ2」の開発と運用について 津田雄一先生(はやぶさ2プロジェクトマネージャ)

#### 高専スペース講座

- ★ モデルロケット理論・製作講座/打ち上げ
- ★ 缶サット製作講座

#### 高専缶サット大会

- ★ 係留気球からの投下による缶サット競技



昨年の高専スペースキャンプin四国 2015の集合写真(黒島海浜公園)

#### 【高専スペースキャンプの参加申し込みについて】

- 参加資格：高専(本科・専攻科)の学生および教職員(引率)
- 参加費：学生：3,000円程度(保険料、材料費など)
- 定員：学生35名程度、教職員15名程度(旅費補助の予定あり)
- 参加登録：高専スペース連携のHP <http://space.kochi-ct.jp/sanka.html> より
- 申込締切：7月4日(月)【選考により後日連絡致します】

#### 高専スペースキャンプ in 四国 2016 スケジュール

	午前	午後	夜の部
9/1(木)	モデルロケットの4級ライセンスを取得できます!		19:00 【特別講演】はやぶさ2
9/2(金)	モデルロケット講座(理論と製作)	缶サット製作1	19:00 Welcome Party
9/3(土)	モデルロケット打ち上げ	高専缶サット大会	19:00 交流会
9/4(日)	情報交換会(プレゼン)	成績発表表彰式	13:00 解散

## ② 「宇宙人材育成セミナー」

### 実施内容及び主な研究開発成果

「宇宙人材育成セミナー」においては、全国の高専を結ぶテレビ会議システムを用いて、平成27年度には「超小型人工衛星キットが拓く宇宙開発について」をテーマに5高専を結んで学生・教員60名が参加し、平成28年度には「JAXA小惑星探査機「はやぶさ」から「はやぶさ2」」をテーマに8高専を結んで学生・教員80名が参加し、両年度で延べ140名の参加があった。この「宇宙人材育成セミナー」の実施によって得られたノウハウの蓄積は大きく、今後さらに多くの高専を結ぶ宇宙人材教育システムとして拡張していくモデルを構築することができたと考えており、所期の目標を達成することができた。



#### 【第1回GI-netによる宇宙人材育成セミナー】

参加高専：高知高専、奈良高専、群馬高専、明石高専、鹿児島高専  
講演タイトル：超小型人工衛星キットが拓く宇宙開発について  
講師：南部陽介氏（大阪府立大学 助教）

#### 【第2回GI-netによる宇宙人材育成セミナー】

参加高専：高知高専、釧路高専、鶴岡高専、石川高専、明石高専、新居浜高専、徳山高専、有明高専  
講演タイトル：JAXA小惑星探査機「はやぶさ」から「はやぶさ2」へ  
講師：岩田隆浩氏（JAXA宇宙科学研究所 准教授）

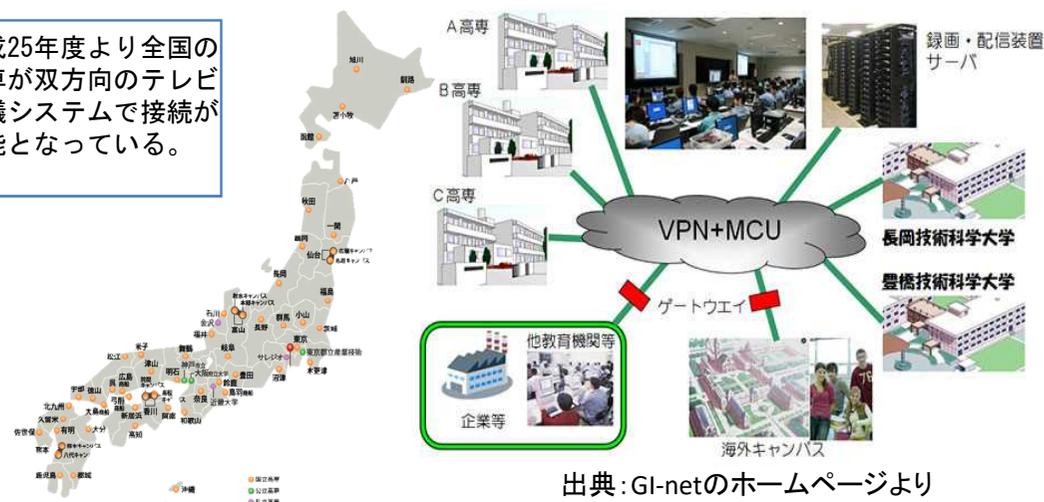
宇宙開発利用に関する情報共有を推進することで、宇宙開発利用を支える実践的な若手宇宙人材を育成することを目的として、テレビ会議システムGI-netによるセミナーが開催された。

GI-net(グローバル・イノベーション・ネットワークシステム): 全国の高専と長岡技科大、豊橋技科大学の全国59拠点を高速通信専用回線で結ぶ遠隔講義・会議システム



平成25年度より全国の高専が双方向のテレビ会議システムで接続が可能となっている。

#### GI-netの概念図



出典：GI-netのホームページより

### ③ 「超小型衛星の開発」

#### 実施内容及び主な研究開発成果

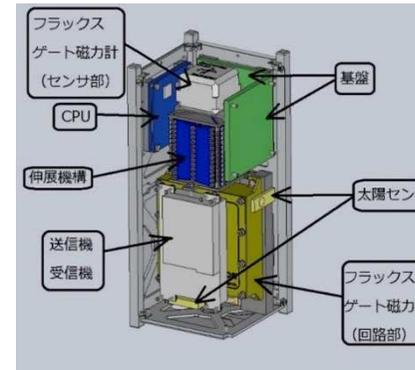
「超小型衛星開発」においては、徳山高専を中心として「超低高度電離層電流観測衛星」の開発が、また高知高専を中心として「木星電波観測衛星」の開発が行われ、8高専の連携協力により多くのノウハウが蓄積された。また、平成28年度においては、衛星設計コンテストにおいて「木星電波観測衛星」開発チームの学生が、日本天文学会賞を受賞した。さらに、超小型衛星の通信ユニットと地上局との通信テストを通して、超小型衛星の打ち上げ・運用に向けての様々なノウハウも蓄積することができた。これらのことから、「国立高専超小型衛星実現に向けての」とする所期の目標を達成することができたと考えている。

#### 【徳山高専を中心として開発された超低高度電離層電流観測衛星】

高度400km以下の電離層電流の観測を目的とした2UサイズのCubeSatの開発を行った。平成26年度に地上局の整備を進めつつ、衛星の開発をスタートしたが、平成28年度はこれまでの開発を踏まえて、具体的な衛星仕様に応じたフライトモデルの設計を開始し、磁気センサー伸展部についてはFM試作を行った。地球の電離層電流は、これまで主に地上観測によってグローバルな分布が推定されてきたが、直接的な観測は数分から数十分程度のロケット観測に限られてきた。これは、高度400km以下では、地球大気の影響によって衛星の軌道を長期間にわたって維持することが極めて困難であるためである。このため、本サイエンスミッションは、学術的に見ても非常に価値のあるものであると考えている。実際の構体系の開発を行うためにEMで検討した各サブシステムを、どのように2Uサイズの筐体内に配置するか検討した。本CubeSatは通信機、オンボードコンピュータ(OBC)、磁力計、姿勢センサー等の基本的なサブシステムとして構成されている。

#### 【高知高専を中心として開発された木星電波観測衛星】

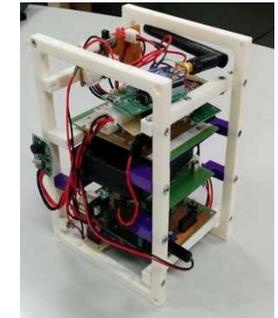
木星電波放射機構を解明するために重要となる木星電波のビーム構造を調べるために、木星電波観測用の超小型衛星を打ち上げ、宇宙空間と地上の2点間で同時観測を行い相関解析による遅延時間の測定を行うことを本ミッションの目的とする。この木星電波観測用超小型衛星は、2UサイズのCubeSatで、国際宇宙ステーション(ISS)より放出する。その後、木星電波受信用アンテナとアップリンク・ダウンリンク用アンテナを展開する。そして、搭載したGPSモジュールの正秒パルスを用いて、受信した木星電波のアナログ信号をA/Dコンバータによりデジタル信号へ変換し、OBCとなるLinuxマイコンボードのRaspberry Pi Zeroのプログラムによってデータを地上局へ送信する。最終的に、地上での同時観測データとの相関解析より、木星電波のビーム構造についての重要な情報を得ることが可能となる。この衛星の設計で重要になるのは、木星電波を受信するためのダイポールアンテナ(全長7.2m)の展開で、バイオメタル・ファイバ(BMF)を用いた新方式のアンテナ展開機構を提案している。



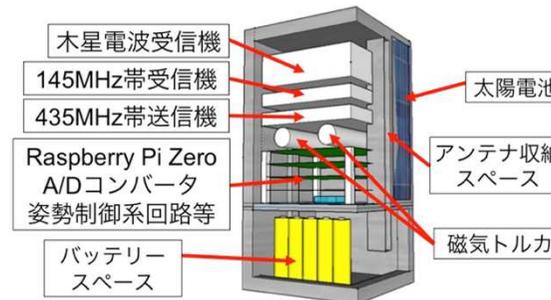
電離層電流観測衛星(2UサイズのCubeSat)内の機器構成図



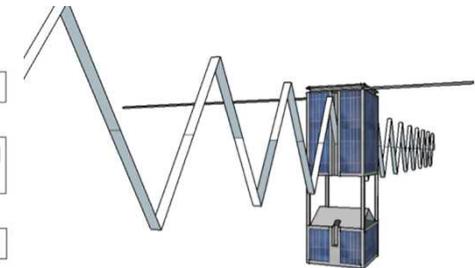
磁気センサー用伸展機構



OBCと各種センサーで構成される模擬衛星の試作品



木星電波観測衛星(2UサイズのCubeSat)内の機器構成図でOBCにRaspberry Pi Zeroを採用



木星電波観測用アンテナ展開機構にBMFを用いた新方式を採用し部分的に展開試験も実施

# その他の研究開発成果

これまで得られた成果 (特許出願や論文発表数等)	特許出願	査読付き 投稿論文	その他研究発表	実用化事業	プレスリリース・取材対応	展示会展展
	国内 : 0 国際 : 0	国内 : 14 国際 : 1	国内 : 44 国際 : 1	国内 : 0 国際 : 0	国内 : 1 国際 : 0	国内 : 3 国際 : 1
	受賞・表彰リスト		(1) 第24回衛星設計コンテスト(平成28年11月12日) アイデアの部: 日本天文学会賞(高知高専)、宇宙科学振興会賞(群馬高専) (2) 第13回種子島ロケットコンテスト(平成29年3月3日) ロケットコンテスト大賞(鹿児島高専) CanSat部門・優勝(鹿児島高専)、CanSat部門・準優勝(新居浜高専) (3) 第5回高校・高専観測機器コンテスト(平成29年1月30日) 優秀賞(香川高専) (4) みんなのラズパイコンテスト2016(平成28年10月18日) ラズベリーパイ財団賞(高知高専)			

## 成果展開の状況について

今回の研究開発成果は、査読付き投稿論文として15件、そして45件の研究発表に結びついており、学生チームの受賞も上記のように4件ある。また、本事業の終了後の平成29年度に「高専スペースキャンプ」を実施することが決まっており、本課題で取り組んで来た「高専スペースキャンプ」の教育プログラムが優れていることを示している。また、「宇宙人材育成セミナー」は、そのノウハウの蓄積をベースに「高専スペースアカデミア」という名前に変えて、全国の高専を結ぶテレビ会議システムをフルに活用した、新しい形のグループプロジェクトに発展していくことになっている。さらに、「超小型衛星開発」においては、開発してきた電離層電流観測衛星と木星電波観測衛星の2U-CubeSat 2機について、それらの打ち上げを目指した新しい開発がスタートしている。



第24回衛星設計コンテスト・アイデアの部: 日本天文学会賞(高知高専)



## 今後の研究開発計画

本事業によって、全国の高専において「宇宙人材育成」というコンセプトが認知されることになり、さらなる発展が期待できる段階に到達している。今後の展望としては、超小型衛星の開発を題材とした新構想となるネットワーク型の宇宙人材育成を実施する。すでに国立高専においては、全国の高専が大規模なテレビ会議システムで結ばれ、先進的なネットワーク型教育が行える環境があること、全国各地の高専に衛星地上局を設置しネットワーク化できること、既に超小型衛星開発の経験があるという実績があるので、これらをベースとして、①高専スペースアカデミアによる継続的な活動、②衛星地上局による衛星通信実習とデータ活用、③衛星開発力とミッション企画力の育成の3つを柱として実施する。これら3つの柱が相互に補完し合うことで、国立高専のように航空宇宙工学の専門学科を持たない教育組織においても、高い専門性を担保したネットワーク型の教育を可能とすることにより、広範囲かつ高い専門性を有する次世代宇宙人材の育成を目指したいと考えている。

# 事後評価票

平成29年3月末現在

1. 課題名	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
2. 主管実施機関・研究代表者	高知工業高等専門学校・今井一雅
3. 再委託機関	徳山工業高等専門学校、香川高等専門学校、奈良工業高等専門学校、 新居浜工業高等専門学校、明石工業高等専門学校、 群馬工業高等専門学校、鹿児島工業高等専門学校
4. 事業期間	平成26年度～平成28年度
5. 総事業費	29百万円
6. 課題の実施結果	
(1) 課題の達成状況	
「所期の目標に対する達成度」	
<p>「高専スペースキャンプ」を平成27年度と平成28年度に実施し、その中で高専ロケット・缶サット大会、夏の学校の講習会を行った。また、「宇宙人材育成セミナー」としては、全国高専テレビ会議システムを用いて、平成27年度には「超小型人工衛星キットが拓く宇宙開発について」をテーマに、平成28年度には「JAXA 小惑星探査機「はやぶさ」から「はやぶさ2」をテーマに双方向のセミナーを行った。この「高専スペースキャンプ」と「宇宙人材育成セミナー」の実施によって、参加学生に対して、超小型衛星(CubeSat)の開発に携われる程度の動機付けと基本的な技術的素養を獲得させることができた。また、これらのイベントを通して、宇宙理工学に関する教育プログラムの開発ができ、その教育プログラムに沿って指導可能な教員の養成を行うことができた。</p> <p>「超小型衛星開発」に関しては、高知高専を中心として「木星電波観測衛星」の開発が、そして徳山高専を中心として「超低高度電離層電流観測衛星」の開発が行われ、8高専の連携協力により超小型衛星搭載用の新構想のアンテナシステムなど多くのノウハウが蓄積された。また、平成28年度においては、衛星設計コンテストにおいて「木星電波観測衛星」開発チームの学生が、日本天文学会賞を受賞し大きな実績を残すことができた。さらに、超小型衛星の通信ユニットと地上局との通信テストを通して、超小型衛星の打ち上げ・運用に向けての様々なノウハウも蓄積することができた。これらの新しい取り組みにより、高専卒業生の実践的宇宙若手人材の裾野の大きな広がりが期待できる状況になりつつあり、実際に本課題に参加した学生がJAXA等の宇宙関連機関・企業へ就職した例(例えばJAXA技術系職員)も出てきている。以上のように目標としていた全ての項目を達成することができた。</p>	

## 「必要性」

### ①機関の設置目的や研究目的への適合性

独立行政法人国立高等専門学校機構の1法人である55キャンパスの国立高専の設置目的は、創造性豊かな実践的技術者を育成することである。この国立高専では、各校で創造性を育む多くの取り組みがなされているが、そのノウハウを機構全体に展開できる仕組みがないために、全国高専規模で、有機的でしかも効率的な創造性教育ができにくい状況となっている。本課題は、このような状況を打破するために、高専スペース連携中核校の8高専が中心となり、ものづくりの究極となる超小型衛星を全国の国立高専の学生が連携して打ち上げを目指すことにより、宇宙航空開発利用の発展を支える多くの人材育成を行うことを目標とするものであり、その必要性は十分である。

### ②若手研究者の育成

国立高専は、学生数約5万人で、中学校を卒業した学生を受け入れ5年間（本科）の高等教育を行う世界的に見てもユニークな教育システムである。この本科5年生は、大学2年生に相当する年齢であるが、大学4年生の卒業研究に相当するレベルの卒業研究を行っている。本課題では、5年生の卒業研究に、超小型衛星開発関係の研究テーマを提供することができ、多くの実績があがっている。これは、毎年行われる衛星設計コンテストに対して、多くの高専が応募し、大学院生チームや大学生チームに混じって、互角に競争して賞を受賞していることから証明することができる。このような経験を持つ学生が、本科5年を卒業して大学の3年次に編入して宇宙関係の研究分野に行ったり、本科5年を卒業して専攻科（2年間）に入り、大学院に進学して宇宙関係の研究分野で修士号や博士号を取得する学生が、さらに増えることが本課題によって期待できる。このことから、若手研究者の育成という観点からも、その必要性は十分あった。

## 「有効性」

### ①人材の養成

高専の卒業生は、大学の卒業生よりも様々な「ものづくり教育」が行われていることから、創造性豊かな実践的技術者として、社会的に高く評価されている。本課題では、超小型衛星開発の前段階となる模擬衛星（缶サット）の教育プログラムを新たに開発して、この「ものづくり教育」を新しい角度から行うことができるようになった。また、モデルロケットの製作においても、教育プログラムを新たに開発し、今までの方向性とは異なる新しい人材の養成が可能となったことから、本課題の有効性は十分あった。

### ②直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容

本課題の柱となった「高専スペースキャンプ」と「宇宙人材育成セミナー」は、全国高専（学生数約5万人）にアナウンスして募集し実施されたものであり、宇宙理工学に関係する高専教員が組織する高専スペース連携のホームページ（<http://space.kochi-ct.jp/>）でも積極的に、本課題の活動内容を公開してきた。これによって、実際の参加者は一部であったが全国の多くの高専生が本課題についての情報を得ることができ、「高専スペースキャンプ」や「宇宙人材育成セミナー」に実際に参加していなく

ても、その内容について間接的に知ることが可能となり、宇宙関連分野への関心を高めるのに非常に有効であったと考えている。特に「高専スペースキャンプ」においてはアンケートを実施し、参加者の関心度や育成度の評価も定量的に行った。

また、新たに開発した模擬衛星（缶サット）の教育プログラムの中には、マイコンボードとセンサーの接続に関する多くのノウハウが蓄積されたことから、小・中学校、高等学校の次期学習指導要領実施におけるプログラミング教育、IoT教育についての関心が高まる中、それを教材としても活用することが可能である。これは、小・中学校、高等学校で活用できる教材、研修プログラムの提案などにつなげることで、その波及効果を期待することができ、本課題では実際に中学校での出前授業を実施してその波及効果を確認することができた。

以上のことから、本課題の有効性は十分あった。

### 「効率性」

#### ①計画・実施体制の妥当性

本課題の計画は、代表校の高知高専を中心として参画機関の7高専とが一緒になり、十分な議論のもとに立案されてスタートしたことから、各高専が地理的に離れているにも関わらず、その連携協力は大変スムーズに行われた。特に「高専スペースキャンプ」においては、その役割分担を明確にして実施体制を組むことにより、参加した学生に対して非常に達成感のある教育を行うことができたと考えている。この「高専スペースキャンプ」は3泊4日で行われてきたが、本課題の終了後も同じ形態で「高専スペースキャンプ」を毎年、継続して行っていくことになっており、その計画・実施体制の妥当性を示すことができた。

#### ②費用構造や費用対効果向上策の妥当性

本課題では、費用対効果を最大限に上げる様々な方策を考えて実施してきた。例えば、「高専スペースキャンプ」においては、モデルロケットの打ち上げや缶サットのコンテストに必要な広い土地が必要となるので、できるだけその場所に近い経費負担の少ない合宿施設を見つけることにより、全国から集まる高専生の自己負担を最小限に抑えるという工夫を行ってきた。また、「宇宙人材育成セミナー」においては、経費のかからない全国の高専を結ぶテレビ会議システムを用いることにより、参加者の経費負担なしに双方向性のあるテレビ会議システムを最大限に活用し、「宇宙人材育成セミナー」を実現してきた。この方式は、本課題の終了後も継続して採用することになっており、宇宙人材に対する遠隔教育のモデルを構築することができた。以上のことから、本課題は非常に効率的に行われた。

---

## （2）成果

### 「アウトプット」

①「高専スペースキャンプ」においては、高専ロケット・缶サット大会、夏の学校の講習会を行うことができ、平成27年度が学生41名・教員11名、平成28年度が学生39名・教員12名が参加し、両年度で延べ学生80名・教員23名が参加した。この「高専スペースキャンプ」を実現するために、モデルロケットと缶サット製作の教材開発が新たに行われた。この教材は、高専以外の教育機関でも

利用可能となっており、その波及効果は極めて大きいと考えている。そして、事業終了後も「高専スペースキャンプ」を継続して行うことのできる教育プログラムを完成させることができた。これらは、所期の目標を十分に達成することができた。

②「宇宙人材育成セミナー」においては、全国の高専を結ぶテレビ会議システムを用いて、平成27年度には「超小型人工衛星キットが拓く宇宙開発について」をテーマに5高専を結んで学生・教員60名が参加し、平成28年度には「JAXA 小惑星探査機「はやぶさ」から「はやぶさ2」」をテーマに8高専を結んで学生・教員80名が参加し、両年度で延べ140名の参加があった。この「宇宙人材育成セミナー」の実施によって得られたノウハウの蓄積は大きく、今後さらに多くの高専を結ぶ宇宙人材教育システムとして拡張していくモデルを構築することができたと考えており、所期の目標を達成することができた。

③「超小型衛星開発」においては、高知高専を中心として「木星電波観測衛星」の開発が、また徳山高専を中心として「超低高度電離層電流観測衛星」の開発が行われ、8高専の連携協力により多くのノウハウが蓄積された。また、平成28年度においては、衛星設計コンテストにおいて「木星電波観測衛星」開発チームの学生が、日本天文学会賞を受賞した。さらに、超小型衛星の通信ユニットと地上局との通信テストを通して、超小型衛星の打ち上げ・運用に向けての様々なノウハウも蓄積することができた。これらのことから、「国立高専超小型衛星実現に向けての」とする所期の目標を達成することができた。

#### 「アウトカム」

本課題の終了後の平成29年度に、「高専スペースキャンプ」を実施することが決まった。これは、本課題で取り組んで来た「高専スペースキャンプ」の教育プログラムが優れていることを示しており、全国の高専の学生（約5万人）に対して現在、募集を行っているが、多くの応募者が期待されている。

また、「宇宙人材育成セミナー」は、「高専スペースアカデミア」という名前に変えて、全国の高専を結ぶテレビ会議システムをフルに活用した、新しい形のグループプロジェクトに発展していくことになっている。さらに、「超小型衛星開発」においては、開発してきた超小型衛星2機の打ち上げを目指した新しい開発がスタートしている。

#### (3) 今後の展望

本課題によって、全国の高専において「宇宙人材育成」というコンセプトが認知されることになり、さらなる発展が期待できる段階に到達している。今後の展望としては、超小型衛星の開発を題材とした新構想となるネットワーク型の宇宙人材育成を実施する。すでに国立高専においては、全国の高専が大規模なテレビ会議システムで結ばれ、先進的なネットワーク型教育が行える環境があること、全国各地の高専に衛星地上局を設置しネットワーク化できること、既に超小型衛星開発の経験があるという実績があるので、これらをベースとして、全国の国立高専51校の学生を対象に3年間の期間を目標として、

①高専スペースアカデミアによる継続的な活動、②衛星地上局による衛星通信実習とデータ活用、③衛

星開発力とミッション企画力の育成の3つを柱として実施する。これら3つの柱が相互に補完し合うことで、国立高専のように航空宇宙工学の専門学科を持たない教育組織においても、高い専門性を担保したネットワーク型の教育を可能とすることにより、CubeSatの開発が学生自ら可能となるような広範囲かつ高い専門性を有する次世代宇宙人材の育成が期待される。

## 評価点

A

評価を以下の5段階評価とする。

S) 優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献した。

A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。

B) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。

C) 一部の成果を挙げているが、宇宙航空利用の明確な促進につながっていない。

D) 成果はほとんど得られていない。

## 評価理由

本課題では、高専スペース連携中核校の8高専が中心となり、ものづくりの究極となる超小型衛星を全国の国立高専の学生が連携して打ち上げを目指すことにより、宇宙航空開発利用の発展を支える多くの人材育成を行うことを目指し、「高専スペースキャンプ」・「宇宙人材育成セミナー」・「超小型衛星の開発」を実施し、各取組の有機的な連携による効果的な人材育成がなされ、宇宙航空利用の促進に貢献したと考えられる。

特に、「高専スペースキャンプ」、「宇宙人材育成セミナー」に関しては、事業終了後も継続実施が可能なモデルの構築ができており、高専のネットワークを活かした宇宙人材育成というコンセプトが打ち出されている。また、「超小型衛星開発」においては、国立高専衛星を実現するための多くのノウハウが蓄積され、超小型衛星打ち上げに向けての基盤の構築がなされた。

以上より、本課題は相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献している。

今後は、本課題により構築された教育モデルによる学生への効果に係る評価が期待される。

なお、成果を評価する上で、より客観的な視点や合理的な説明があると望ましい。