

# 「最先端宇宙科学技術の本物体験で学ぶ「宇宙教育プログラム」」の成果の概要について

実施体制	主管実施機関	学校法人東京理科大学	実施期間	平成30年度～ 令和2年度 (3年間)	実施規模	予算総額（契約額） 50.2百万円		
	研究代表者名	特任副学長 向井千秋				1年目	2年目	3年目
	共同参画機関	なし				10.4百万円	19.9百万円	19.9百万円

## 背景・全体目標

我が国の宇宙科学技術の人材基盤を強化していく上では、青少年が宇宙科学技術の魅力や楽しさに目覚める機会を生み出すことが重要である。そのためには、宇宙科学技術を深く理解し、その魅力を正しく伝えられる理科教員、研究者、技術者、起業家を継続的にかつ広範囲に輩出していくことが重要である。

本プログラムでは、学校現場、宇宙開発、産業界等の将来を担うことが期待される大学生、高校生が最先端の「本物」の宇宙科学技術を体感することで、興味と理解を深め、将来、教育、研究、開発、科学の普及活動等を通じて宇宙科学技術の魅力を発信し、広く社会全体の宇宙科学技術への興味を醸成することのできる力を養うための基盤づくりに寄与することを目標とする。

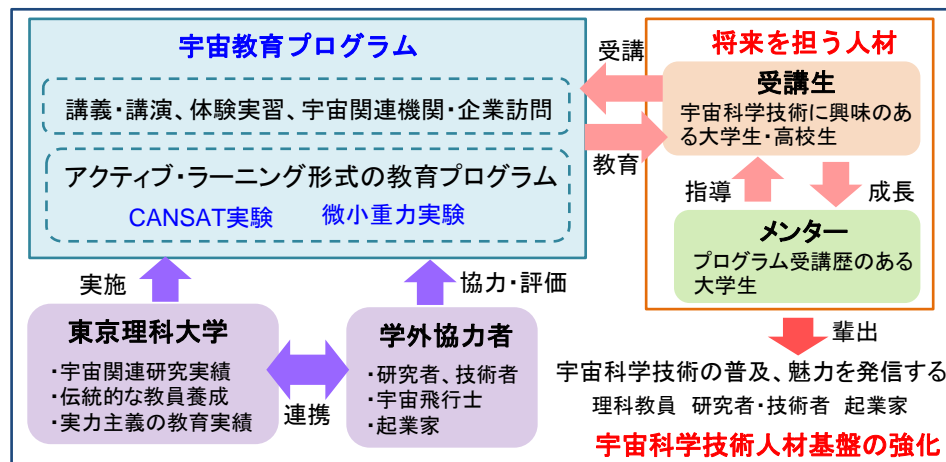
## 全体概要・主な成果

本プログラムが育成した人物像は、「最先端の宇宙科学技術による本物体験を通じて、宇宙科学技術を深く理解し、その魅力を広く発信できる人材」であり、次の4点を主軸とした年間のプログラムを実施し、3カ年で90人の受講生を育成した。

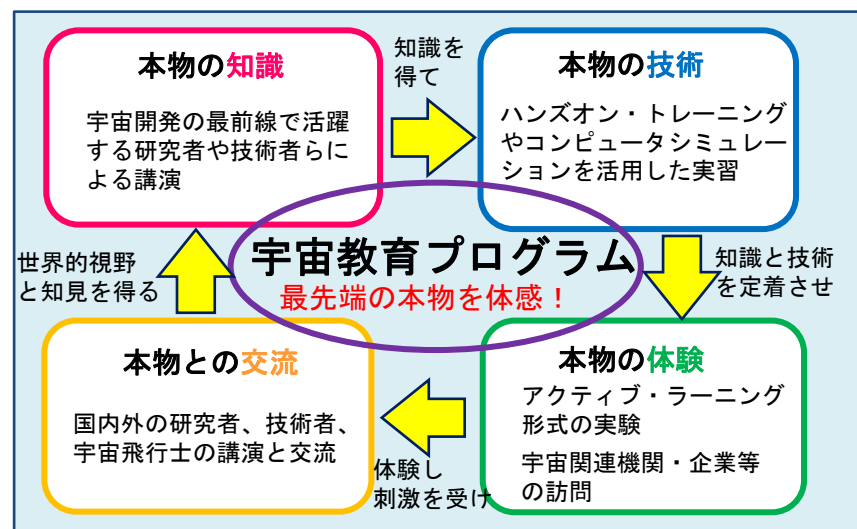
- ① 「本物の知識」を修得させるために、宇宙開発の最前線で活躍する研究者や技術者らによる講義・講演を行った。
- ② 「本物の技術」を定着させるために、ハンズオン・トレーニングやコンピュータシミュレーションを活用した体験実習を行った。また、アクティブ・ラーニング形式の実験により、実践に基づいたシステムズエンジニアリング及びプロジェクトマネジメント能力を修得させた。
- ③ アクティブ・ラーニング形式の実験、宇宙関連施設・企業訪問等の「本物の体験」をさせた。
- ④ 国内外の研究者、技術者、宇宙飛行士との「本物の交流」により世界的視野と知見を身に付けさせた。

また、プログラム受講歴のある本学学生をメンターとして採用（3カ年で延べ37人）し、受講生の指導とプログラムの運営に取り組みさせることで、宇宙科学技術に関するアウトプット力、実践的指導力の向上を図り、指導者として養成した。

さらに、受講生及びメンターの育成とともに、学校現場と連携し、プログラムで得た成果をもとに宇宙教育教材の開発と活用も行った。



宇宙教育プログラムの概要



育成プログラムの主軸

# ①「受講生への教育プログラム」

## 実施内容・成果

### 【受講生の募集と選考】

#### ■募集

主として、将来理科教員を目指す者、宇宙関連機関や宇宙産業に興味のある者を対象に、本学内に留まらず、他大学に在籍している大学生、高校生、高等専門学校生を対象に募集を行った。

#### ■選考

選考は、本プログラムで独自に設定したルーブリックを用い、「求める能力・資質の観点」a～eの5項目を各5段階で評定した。

#### 求める能力・資質の観点

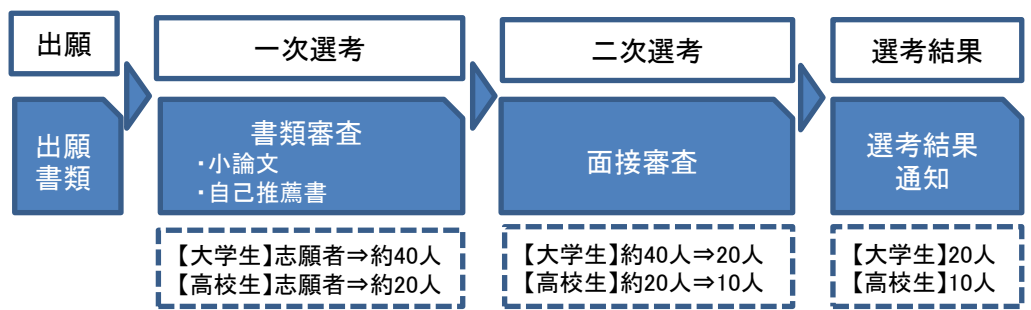
- a. 宇宙科学技術への興味や関心
- b. 宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲
- c. 国際的な感覚を養う意欲
- d. 仲間や教員とコミュニケーションをとる姿勢
- e. 課題設定力

#### 一次選考（書類審査）

小論文では、「無重力の国際宇宙ステーションで実験を行うとしたら、どのような実験を提案しますか？実験の意義、手法も含めて具体的に提案してください」という課題を出題し、観点a, eの2項目（各5点）の10点満点で評定した。自己推薦書は参考資料とした。

#### 二次選考（面接審査）

個人面接方式で実施し、観点a, b, c, dの4項目（各5点）に一次選考の配点を加え30点満点で評定した。



選考の流れのイメージ

### 求める能力・資質の観点と各評価のルーブリック

観点	優レベルの目安 【5点】	その 中間 【4点】	良レベルの目安 【3点】	その 中間 【2点】	可レベルの目安 【1点】
a. 宇宙科学技術への興味と関心	興味・関心が非常に高く、すでに十分な宇宙科学技術及びそれに関する知識を身に付けている。	↔	興味・関心が高く、ある程度の宇宙科学技術及びそれに関する知識を身に付けている。	↔	宇宙科学技術及びそれに関する興味・関心がある程度ある。
b. 宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲	魅力の発信や普及、発展を担うための自身の将来像が明確、具体的であり、意欲が非常に高い。	↔	魅力の発信や普及、発展を担うための自身の将来像が明確であり、意欲が高い。	↔	魅力の発信や普及、発展を担うための自身の将来像を持っており、意欲が見られる。
c. 国際的な感覚を養う意欲	国外での活動や国外者との交流に非常に積極的な姿勢であり、国際的な感覚を身に付けたい意欲が非常に高い。	↔	国外での活動や国外者との交流に積極的な姿勢であり、国際的な感覚を身に付けたい意欲が高い。	↔	国外での活動や国外者との交流にある程度積極的な姿勢であり、国際的な感覚を身に付けたい意欲が見られる。
d. 仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢	非常に高いレベルで、意欲的に他者とコミュニケーションを取る姿勢を持っており、他の考え方の共通点や相違点を整理することや、異なる考え方を統合することができる。	↔	意欲的に他者とコミュニケーションを持っており、他の考え方の共通点や相違点を整理することや、異なる考え方を統合することができる。	↔	他者とコミュニケーションを取る姿勢を持っている。
e. 課題設定力	現在の状況から問題を発見・定義し、必要な情報を収集して、解決のための構想を立てることができる。	↔	現在の状況から問題を発見・定義し、必要な情報を収集することができる。	↔	現在の状況から問題を発見・定義することができる。

### 志願者及び合格者（受講生）数

		2018年度	2019年度	2020年度	3年間の合計
大学生	志願者	29(22)	67(52)	69(48)	165(122)
	合格者	20(16)	20(13)	20(9)	60(38)
高校生	志願者	19	28	25	72
	合格者	10	10	10	30

※（ ）は本学学生数を内数で表記

# ①「受講生への教育プログラム」

## 実施内容・成果

### 【プログラム概要】

受講生に対し、年間を通して、講義・講演、実習、宇宙関連機関・企業訪問、アクティブ・ラーニング形式の教育プログラム（AL）を実施した。一例として、2020年度の年間プログラムを以下に示す。2018年度は半期プログラム、2019年度は同程度の内容のプログラムを6月開講で実施した。また、講義・講演、報告会については、受講生以外にも広く一般まで参加を呼びかけ、聴講を可能とした。

### 2020年度の年間プログラム

実施日	区分	担当	内容(タイトル)	聴講者数
6/14(日)	講義	木村真一教授(理工学部電気電子情報工学科)	「宇宙の物作りからスペース・コロニーまで」	321人
6/28(日)	講義	鈴木英之教授(理工学部物理学科)	「星とニュートリノ」	240人
	講演	上野宗孝氏(JAXAイノベーションハブ)	「やりたいことをミッションにするには？システムズエンジニアリング入門」	
7/12(日)	講義	上野一郎教授(理工学部機械工学科)	「表面張力の不思議 宇宙を舞台にした流体物理実験」	198人
	講演	大貫美鈴氏(スペース・イノベーション・フォー・フューチャー株式会社)	「宇宙ビジネス～宇宙利用が拓く新たな価値～」	
8/30(日)	開講式 オリエンテーション		開講式・オリエンテーション	114人
	講義	向井千秋特任副学長	「宇宙実験室へようこそ！」	
	講演	河村洋東京理科大学名誉教授(公立諏訪東京理科大学 前学長)	「きぼうにおける最初の科学実験～マランゴニ対流実験への道のり」	
	講義(AL)	木村真一教授(理工学部電気電子情報工学科)	CANSAT実験概要	
	講義(AL)	メンター	CANSAT実験の準備の進め方	
	交流会		CANSAT実験事前準備 交流会	
9/6(日)	講演	中須賀真一教授(東京大学工学系研究科航空宇宙工学専攻)	「超小型衛星が拓く新しい宇宙利用と宇宙工学教育の未来」	84人
	講義(AL)	メンター	発表用スライドの作り方	
	AL		CANSAT実験事前準備	
	交流会		交流会	
9/27(日)	AL		CANSAT実験事前準備	
	AL		CANSAT実験事前準備(遠隔操作模擬実験)	
	実習	倉淵隆教授(工学部建築学科)	「宇宙船内空調の数値シミュレーション①」	
10/10(土) 10/11(日)	実験(AL)		CANSAT実験	
10/18(日)	実習	木村真一教授(理工学部電気電子情報工学科)	「軌道シミュレーション」	
	AL		CANSAT実験報告練習会	
10/25(日)	講義	向井千秋特任副学長	「有人宇宙探査を支える医学・ライフサイエンス研究」	120人
	講義	後藤田浩准教授(工学部機械工学科)	「航空宇宙系における燃焼の科学と技術」	
	実習	倉淵隆教授(工学部建築学科)	「宇宙船内空調の数値シミュレーション②」	
11/1(日)	報告会(AL)		CANSAT実験報告会	46人
	講義(AL)	木村真一教授(理工学部電気電子情報工学科)	微小重力実験概要	
	講義(AL)	メンター	微小重力実験の準備の進め方、過去の実験紹介	
	AL		微小重力実験事前準備	
11/8(日)	講義	幸村孝由教授(理工学部物理学科)	「X線で観る宇宙：中性子星とブラックホール」	66人
	講演	白坂成功教授(慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科)(株式会社Synspecive 取締役・共同創業者)	「宇宙ビジネスの作り方～Synspeciveはどのようにつくられたか～」	
	AL		微小重力実験事前準備	
	実習	松下恭子教授(理学部第一部物理学科)	「中性子星の自転周期を求めてみよう」	

実施日	区分	担当	内容(タイトル)	聴講者数
12/6(日)	講義	藤井孝蔵教授(工学部情報工学科)	「ロケットを知ろう」	56人
	講演	伊藤隆氏(JAXA研究開発部門 第四研究ユニット)	「ロケット開発の実際 -失敗からのリベンジー」	
	実習	藤井孝蔵教授(工学部情報工学科) 立川智章准教授(工学部情報工学科)	「ロケットシミュレーション」	
	AL		微小重力実験事前準備	
12/20(日)	AL		微小重力実験事前準備	
	交流会		過年度の受講生(OB、OG)との交流会	
1/10(日)	AL		微小重力実験事前準備	
1/17(日)	講義	朽津和幸教授(理工学部応用生物科学科)	「宇宙における人間と植物：人間のパートナー「植物」を理解し、共に生きる」	104人
	講演	中野正真氏(金沢大学学際科学実験センター 研究員)	「植物が重力を感じるしくみを探る：宇宙・パラボリックフライト・地上実験の経験を交えて」	
	講演	新井光男氏(TISソリューションリンク株式会社 産業ソリューション事業部 宇宙システム部)	「微小重力環境利用を支える運用者と地上システム」	
	AL		微小重力実験事前準備	
1/24(日)	模擬実験 (AL)		微小重力実験(模擬実験会)	
	訪問		東京理科大学野田キャンパス ・小惑星探査機に搭載した小型カメラの研究設備 ・スペースコロニーデモンストレーションモジュール	
2/17(水) ~ 2/19(金)	実験(AL)		微小重力実験(遠隔実験)	
訪問		宇宙関連企業訪問(株式会社植松電機)		
3/7(日)	報告会(AL)		微小重力実験報告会	42人
	講演	Niklas Reinke氏(ドイツ航空宇宙センター(DLR) 東京事務所所長)	"Space in Germany. German Space Flight Policy and Programs"	
	講義	米本浩一教授(理工学部機械工学科)	「スペースプレーンを創る！」	
3/14(日)	講演	藤田修教授(北海道大学工学研究院 機械宇宙工学部門)	「微小重力場での燃焼現象と宇宙火災安全性の確保」	26人
	講演	Garvey McIntosh氏(NASAアジア担当代表)	"The Impact of the Apollo Moon Landings and the Future of Space Exploration"	
	閉講式		閉講式	
3/30(火)	訪問		宇宙関連施設訪問(筑波宇宙センター)	

※同程度の内容を毎年度実施（2018年度においては半期実施）  
 ※2020年度においては、6/14、6/28、7/12に開講式前に受講生に限らず一般に向けた講義・講演を実施し、受講生にはアーカイブの視聴及び課題を提出させることで受講を促した。

# ① 「受講生への教育プログラム」

## 実施内容・成果

### 【講義・講演、体験実習、宇宙関連機関・企業訪問のプログラム】

#### ■講義・講演

宇宙科学に関する知識を得るとともに、興味を醸成するために、宇宙関連分野の研究実績を持つ本学教員による講義を行った。

また、宇宙産業界の現状を知り、世界的な視野を身に付けるため、国内外で活躍する宇宙飛行士、研究者、起業家等による講演を行った。

内容は、宇宙工学、微小重力、有人環境、宇宙論・天文物理、X線天文学、宇宙医学、生物学、ニュースペース等、多岐にわたるテーマを扱い、2018年度は12回、2019年度は18回、2020年度は21回実施した。

#### ■体験実習

技術を修得、定着させるため、データ解析やミッションデザイン等のハンズオン・トレーニングを行った。

2018年度は4回、2019年度は4回、2020年度は5回実施した。

#### ■宇宙関連機関・企業訪問

最先端の現場の見学や専門家との交流を通じて、本物の宇宙科学技術の魅力を体感するため、宇宙関連機関・宇宙関連企業等の訪問を行った。2018年度は、JAXA宇宙科学研究所、株式会社アクセルスペース、2020年度は、JAXA筑波宇宙センター、植松電機株式会社を訪問した。また、毎年度、本学野田キャンパスの宇宙関連研究設備を訪問した。

#### 講義・講演、実習、宇宙関連機関・企業訪問の実施回数

	2018年度	2019年度	2020年度	3力年の合計
講義・講演	12	18	21	51
実習	4	4	5	13
訪問	3	1	3	7



講義「宇宙宇宙実験室へようこそ！」  
(向井特任副学長) (2019)



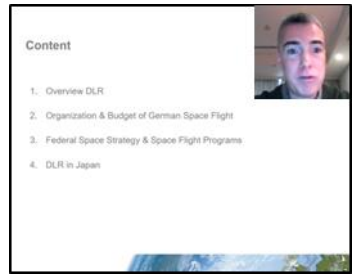
講義「宇宙の物作りからスペース・コロニーまで」  
(木村真一教授) (2018)



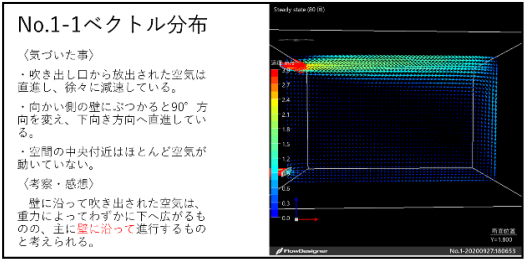
講義「ロケットを知ろう」  
(藤井孝藏教授) (2020)



講演「ロケット開発の現場 -不具合からの脱出」  
(JAXA 伊藤隆氏) (2018)



講演“Space in Germany. German Space Flight Policy and Programs”  
(DLR Mr. Niklas Reinke) (2020)



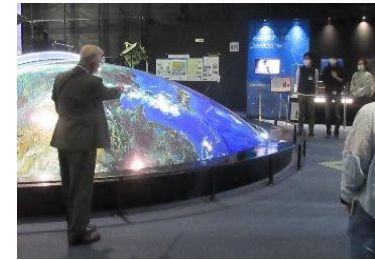
実習「宇宙船内空調の数値シミュレーション」  
の課題に対するレポートの一例 (2020)



実習「ロケットシミュレーション」  
で設計した模型 (2020)



訪問「株式会社アクセルスペース」  
(2018)



訪問「JAXA筑波宇宙センター」  
(2020)

# ① 「受講生への教育プログラム」

## 実施内容・成果

### 【アクティブ・ラーニング形式のプログラム】

教員及びメンターの指導のもと、アクティブ・ラーニング形式のプログラムとして、CANSAT実験（2019、2020年度）と微小重力実験（2018、2019、2020年度）を実施した。受講生はチームを組み、実験提案、計画立案、装置開発、実践、データ解析、成果発表を行い、ミッションを構成する各要素の役割を理解するとともに、チームでの課題解決や目標達成に向かい取り組む方法を学んだ。

### ■CANSAT実験

#### 2019年度

「将来火星探査に必要な技術をCANSATの落下課程又は着陸後のシーケンスを使って実証する」という課題について、実験内容の計画や実験装置製作等を受講生が自ら計画し実践した。

チーム	チーム構成	ミッション
(C1) やじろべえ	大学生4人 高校生2人	エアバックを用いた軟着陸
(C2) APO	大学生4人 高校生2人	火星のパノラマ写真の作成
(C3) Odyssey	大学生4人 高校生2人	火星表面にエアロゲルシートをひく
(C4) みずみずしい	大学生4人 高校生2人	大気からの水採取
(C5) WSM	大学生4人 高校生2人	火星での水分探査
(メンター) ACE	新任メンター 4人	非火力逆推進装置における気液の有無の検討



作業の様子



作成したCANSAT

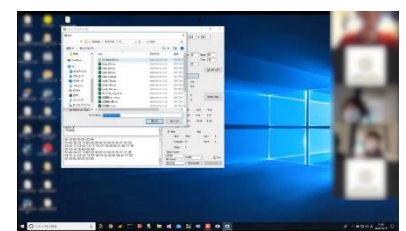


実験の様子

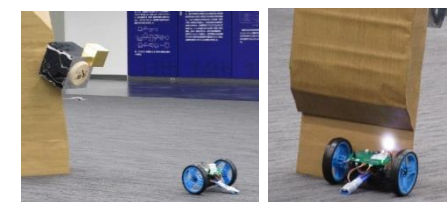
#### 2020年度

「遠隔探査」を課題とし、受講生はプログラム側で準備したCANSAT機体を遠隔操作し、チームで未知の物体を探査した。実験は完全オンラインとし、事前準備活動では移動機能・画像取得機能・通信機能の実装に取り組み、実験当日はオンラインで話し合いつつ、45分（2日間で90分）という限られたミッション時間でチーム代表者が遠隔で機体を動かし、物体の詳細（大きさ、形状、物性等）を調査した。

チーム	チーム構成
(C1) KUBRIC	大学生4人 高校生2人
(C2) Allstars	大学生4人 高校生2人
(C3) アンチコロナ	大学生4人 高校生2人
(C4) Orion	大学生4人 高校生2人
(C5) 2万マイル	大学生4人 高校生2人



オンライン実験の様子



遠隔操作で探査する機体



CANSAT機体

# ①「受講生への教育プログラム」

## 実施内容・成果

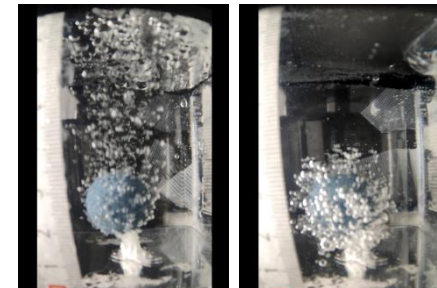
### ■微小重力実験

自由落下により微小重力環境を作り出し、各チームで実験提案、計画立案、装置開発、実験、データ解析、成果発表までの一連の流れを実践した。2018、2019年度は野田キャンパス講義棟の吹き抜け構造を利用し、高層階から実験装置を落下させて1~2秒間の微小重力環境を作り出し、2020年度は株式会社植松電機（北海道赤平市）にある落下施設コスモトーレを利用し、約3秒間の微小重力環境を作り出し実験を行った。また、実験の手法として、2019、2020年度は、教員がクルーとなり受講生が地上から指示を出すという実際の宇宙作業と同様の遠隔実験とした。受講生それぞれがいる自宅や学校と教員のいる落下施設をオンラインで繋ぎ、教員は各チームが事前に作成した手順書に沿ってオンラインで指示を受けながら実験を代行した。

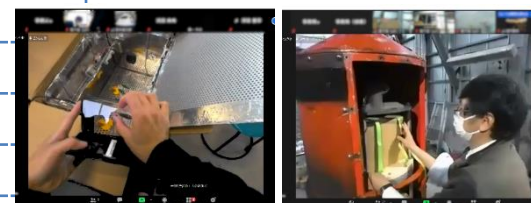
年度	チーム	チーム構成	ミッション
2018	(P1) Space Bubbles	大学生5人	高分子が表面張力に与える影響の定量的な測定
	(P2) TEAM ORION	大学生5人	微小重力及び低重力下におけるスクリュウ駆動システムの検討
	(P3) The brothers	大学生5人	回転する大型デブリの捕獲に向けた物体の角運動量減少実験
	(P4) はずみんぐ	大学生5人	重力変化環境下での物体の追尾システムの開発
	(P5) Sand	高校生5人	微小重力下における網の挙動の変化
	(P6) パイゼクス	高校生5人	微小重力下における液水の対流による洗浄能力と水の回転運動の検証
2019	(P1) Crystal	大学生5人	渦電流式ディスクブレーキを利用した空中姿勢制御
	(P2) ブラッドベッセル	大学生5人	ムーンフェイスの原因解明
	(P3) きゃぴたろう	大学生5人	微小重力下における毛細管現象の挙動
	(P4) 宙絵	大学生5人	宇宙空間で使える筆の開発
	(P5) POPSET	高校生5人	微小重力下での液体と振動の関係
	(P6) 得多仁羽夢	高校生5人	微小重力下での磁力を用いた物体の静止
2020	(μ1) オムグラビタス	大学生5人	微小重力環境下における固液界面の濡れ挙動の観察
	(μ2) 重力？そんなものはムシだ！	大学生5人	磁石と送風を用いた地上の炎の再現
	(μ3) キャンパスライフを取り戻せ！	大学生5人	無重力実験を利用した宇宙教育動画の作成
	(μ4) ふわふわかむい	大学生5人	微小重力環境下での飛沫の動向を調査する
	(μ5) ぜろぐらびてい	高校生5人	宇宙の商業利用を促進するために
	(μ6) アポ	高校生5人	微小重力下で水滴を効率よく回収するシステムの構築



装置開発の様子（2019）



重力下                      微小重力下  
微小重力実験の様子（μ3）（2020）



代行実験の様子（2020）

# ① 「受講生への教育プログラム」

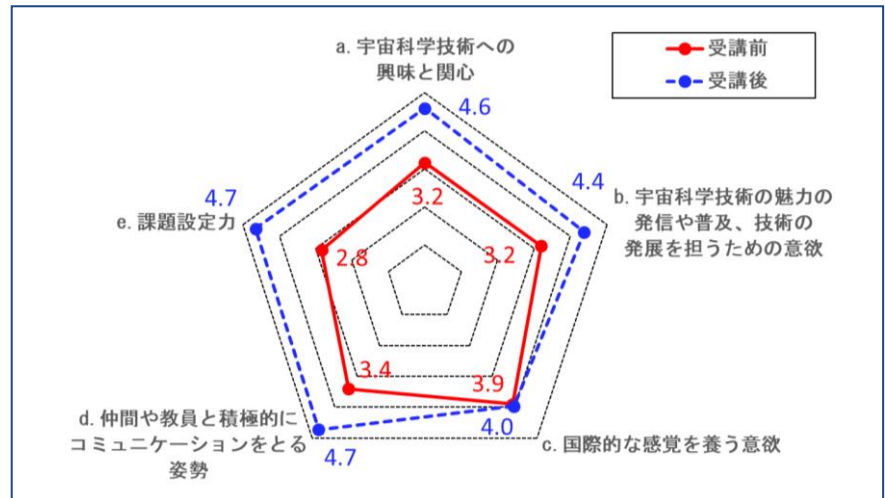
## 実施内容・成果

### ■受講生の自己評価

プログラムの効果検証として、目標として設定した5つの観点について、受講生に自己評価させた。2018、2019年度は、受講後に「プログラムを受講する前の自分」と「現在の自分」を比較してどの程度成長したかを5点満点で評価させた。2020年度においては、受講前と後に自己評価をさせ、成長度を測った。国際的な感覚を養う意欲については他の観点と比較するとやや低いものの、全体としての成長度は高く、特に、宇宙科学技術への興味と関心、仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢、課題設定力の成長度は非常に高い結果となった。

2018、2019年度自己評価（受講生の平均）

チーム	2018年度	2019年度
a. 宇宙科学技術への興味と関心	4.8	4.4
b. 宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲	4.6	4.2
c. 国際的な感覚を養う意欲	3.8	3.5
d. 仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢	4.6	4.4
e. 課題設定力	4.7	4.5

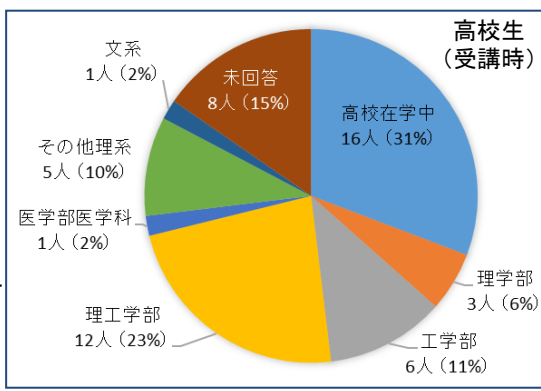


2020年度自己評価（受講生の平均）

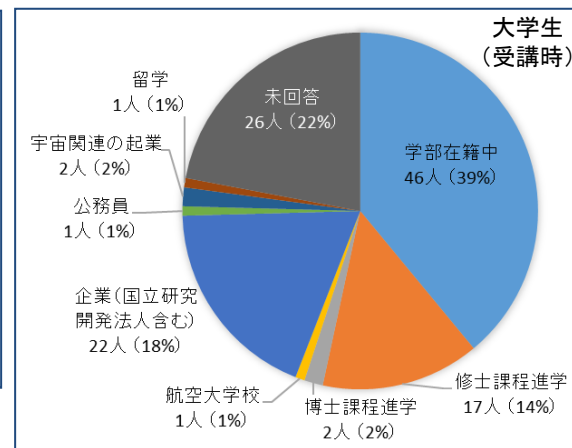
### ■追跡調査の結果

プログラム過年度受講生の進路について毎年1回追跡調査を行い、現在の所属、宇宙関連の活動状況を確認している。効果検証には一定の期間を要するため、参考までに、2015～2017年度に本学が実施した同委託費「最先端科学技術の本物体験で学ぶ「宇宙教育プログラム」の開発」における過年度受講生も含めた2020年度の追跡調査の結果を示す。

- ・ 高校生（受講時）：大学へ進学した者の大多数が理系学部へ進学し、その内訳として、電気工学系、機械工学系、航空宇宙系の学科に所属する者が多く見られた。
- ・ 大学生（受講時）：進路先の内訳として、大学院進学者の多くは宇宙分野の研究（超小型衛星の開発、系外惑星の研究等）を行っており、企業に就職した者の半数近くは航空宇宙事業に携わっていた。中には宇宙関連の起業をした者も見られた。



追跡調査の結果（進路状況）



## ② 「メンター制度」

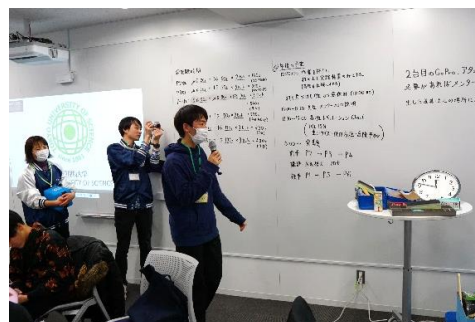
### 実施内容・成果

本プログラム受講歴のある大学生が受講生に対して指導を行うことで、受講生に身近なキャリアモデルを与えるとともに、密接な指導により成長を促す。また、メンター自身は、宇宙科学技術に関するアウトプット力、実践的指導力の向上を図り、指導者として成長することを目的として、メンター制度を導入した。

メンターは、各回のプログラムにおける企画書の作成、準備や撤収等のプログラムの運営補助を担った。また、過年度の経験を活かして、受講生に対して助言や進捗管理等の指導を行った。さらに、単にプログラムのサポートにとどまらず、自ら企画・提案し、講義の担当、交流会の企画や運営等を行った。

#### メンターが自ら企画・提案・実施した主なプログラム

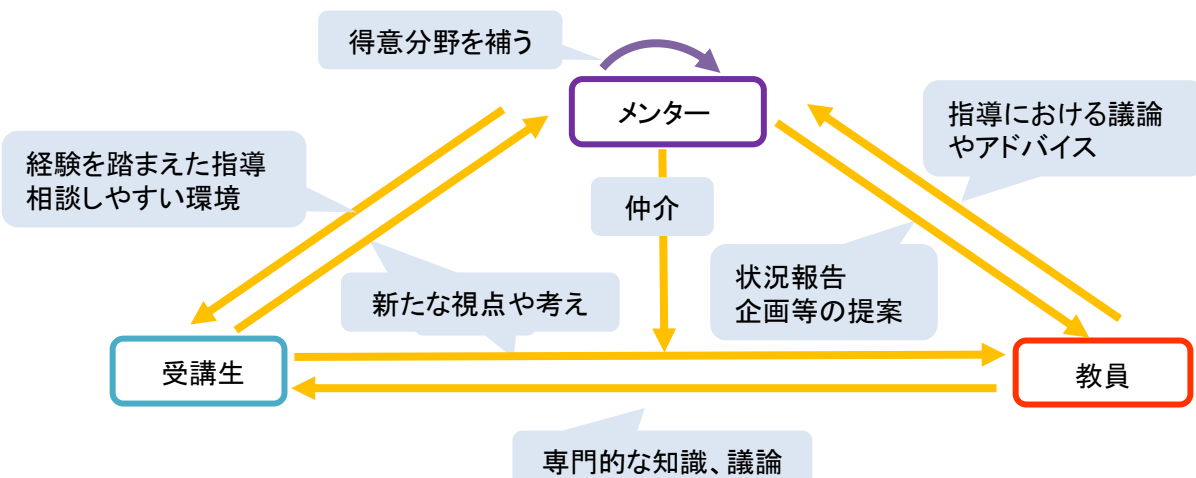
内容	実施年度
・受講を考えている大学生、高校生対象の座談会	2020
・実験準備の進め方やスライドの作り方などの講義	2018, 2019, 2020
・実験本番を想定した模擬実験会	2018, 2019, 2020
・実験報告会本番を想定した練習会	2018, 2019, 2020
・過年度受講生(OB・OG)との交流会	2018, 2019, 2020
・受講生間の交流を深めるオンライン交流会	2020
・プログラムの成果を活用した学校現場への出張講義	2020



実験本番を想定した模擬実験会の様子 (2018)



過年度受講生 (OB・OG) との交流会の様子 (2020)



メンター制度の概要

#### 得られた効果

##### 【受講生】

- ・密接な指導を得られる
- ・身近なキャリアモデルを得られる

##### 【メンター】

- ・宇宙科学技術に関するアウトプット力の向上
- ・実践的指導力の向上

##### 【プログラム全体】

- ・教員の負担緩和
- ・プログラムの持続性の担保



# ③ 「宇宙教育教材の開発・活用」

## 実施内容・成果

### ■ 現職教員へのアンケートの実施

教員を目指すメンターが中心となり、より効果的かつ気軽に活用できる宇宙教育教材の開発を目的に、高等学校の理科教員34人に教育環境や授業支援に関するアンケート調査を実施し、宇宙脅威教材の開発に活用した。

### ■ 宇宙教育教材の開発

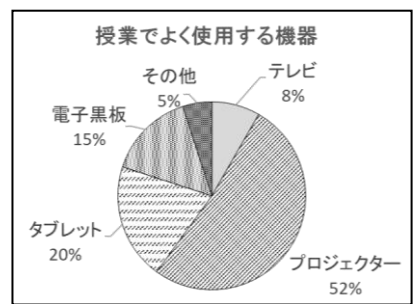
メンターや受講生が、アクティブ・ラーニング形式のプログラムで得られた成果や講義・講演で興味を持ったテーマをもとに、自ら考え工夫し、宇宙科学技術の興味や魅力を深めることのできる宇宙教育教材の開発を行った。教材は、現職教員へのアンケート調査の結果をもとに、プロジェクターで投影できる動画教材とし、授業の導入で生徒の興味を引きつける内容を目指した。2019年度までに作成した教材は、宇宙教育プログラム通信（広報リーフレット）で紹介し、主に首都圏の大学、高等専門学校、高等学校、教育委員会に配布するとともに、宇宙教育プログラムホームページで一般に公開した。

作成した宇宙教育教材

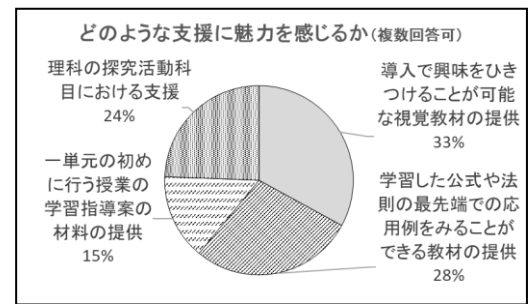
テーマ	分野	対象
電流と磁界	電磁気学	高校生
Swing-by航法	力学	高校生
音の可視化	波	高校生
星の一生	原子	高校生
重力で泡の動きはどう変わる	重力	小学生

### ■ 宇宙教育教材の活用

2018年度は、作成した教材をJAXA主催の宇宙教育シンポジウムの宇宙教育教材展示ブースにおいて展示発表した。2019年度は、作成した教材の1つ（星の一生）を学校現場に提供し使用してもらった。2020年度は、宇宙教育に興味・関心があるメンターが、本学教員の指導のもと、江戸川学園取手中学・高等学校のアフタースクールにおいて計4回の出張講義を行い、開発中の宇宙教育教材の紹介やアクティブ・ラーニング形式の教育プログラムで得られた成果を活用した講義を実施した。

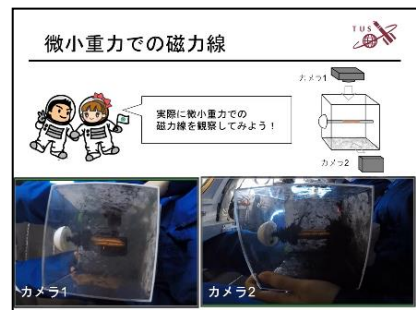


「教育環境」に関する質問



「授業支援」に関する質問

現職教員へのアンケート結果の一例



「電流と磁界」



「重力で泡の動きはどう変わる」

作成した宇宙教育教材の一例



出張講義の様子

# その他の成果

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	展示会出展
	国内：0 国際：0	国内：0 国際：0	国内：5 国際：0	国内：0 国際：0	国内：8 国際：0	国内：0 国際：0
	受賞・表彰リスト		THE Awards Asia 2019 (Teaching and Learning Strategy of the Year) SHORTLISTED			

## 成果展開の状況・期待される効果

本プログラムの受講により、宇宙科学技術への興味と関心、仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢、課題設定力が大きく成長したことがルーブリックを用いた評価から示された。宇宙科学技術への深く理解することはもとより、自身が体験した魅力を他者に発信する意欲、宇宙ビジネスの発展に対応した起業家マインド等も育成され、その結果、進路に航空宇宙分野を選択する者、宇宙事業の起業を志す者、宇宙教育の普及活動に意欲を持つ者を輩出することができた。この一例として、一部のメンターが宇宙教育事業の会社（株式会社宇宙の学び舎seed）を起業したことが挙げられる。事業として中高生を対象とした出張での宇宙体験教室の実施や一般に向けた宇宙を題材とした講演等を行っており、今後、これらの普及活動を通じて宇宙科学技術の魅力を広く発信し、青少年が宇宙科学技術の魅力や楽しさに目覚める機会が生み出されることが期待される。

また、受講生への教育プログラムの実施とともに、プログラムによる成果を活用した宇宙教育教材の開発にも取り組んだ。開発した教材は、宇宙教育関連の学会での発表やホームページ、宇宙教育プログラム通信（広報リーフレット）等で学校現場を含む一般に積極的に公開している。



宇宙教育シンポジウムでの発表 (2018)



株式会社宇宙の学び舎seed

## 今後の研究開発計画

### ■プログラムの効果測定

本プログラム過年度受講生の進路について毎年1回追跡調査を行い、プログラムの効果測定を行っているが、効果測定には一定の期間を要するため、委託期間終了後も継続し、10年程度の単位で検証していく予定である。

### ■学内の宇宙教育への展開

スペースシステム創造研究センター教育ユニットの設置により、定常組織として、本プログラムの成果を活かしつつ、本学学生に専門性を超えた分野横断的・総合的宇宙教育を行う体制を構築した。今後、大学院等の分野横断的講義科目や、アクティブ・ラーニング型プロジェクト教育など、カリキュラムへの導入を実現していくことを計画している。

### ■「教育学×宇宙」への展開

本プログラムでは、理工系に特化した高校生・大学生を育成し、宇宙科学技術・宇宙産業を担う研究者・技術者等の人材を輩出してきた。今後は、これまでの宇宙教育のノウハウと本学の伝統的な教員養成の実績を活かし、裾野をさらに拡大させ、理工系人材だけでなく、文理を問わず教育現場で宇宙教育を普及できる新たな人材の育成に取り組んでいく。具体的には、宇宙を題材に主体的・対話的で深い学びに基づく中高生向けの教育教材・カリキュラムを開発、実践できる大学院生・大学生の育成を目的としたプログラムを実施していく。

# 事後評価票

令和3年3月末現在

1. プログラム名 宇宙航空人材育成プログラム
2. 課題名 最先端宇宙科学技術の本物体験で学ぶ「宇宙教育プログラム」
3. 主管実施機関・研究代表者 学校法人東京理科大学・特任副学長 向井千秋
4. 共同参画機関 なし
5. 事業期間 平成30年度～令和2年度
6. 総経費 50.2百万円
7. 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」
◆ 所期の目標 宇宙開発利用における人的基盤を強化する上では、宇宙科学技術を深く理解し、その魅力を広く正しく伝えられる人材の輩出が重要である。本課題では、学校現場、宇宙開発、産業界等の将来を担うことが期待される大学生、高校生が最先端の「本物」の宇宙科学技術を体感することで、興味と理解を深め、将来、教育、研究、開発、科学の普及活動等を通じて宇宙科学技術の魅力を発信し、広く社会全体の宇宙科学技術への興味を醸成することのできる力を養うための基盤づくりに寄与することを目標とする。その手段として、本学が開発した「宇宙教育プログラム」を実施、発展させ、以下の5項目を実現する。 ① 本学で独自に実施する教育プログラム ② アクティブ・ラーニング形式の教育プログラムの実施 ③ メンター制度によるきめ細かい指導の実現と指導者の養成 ④ 宇宙教材の開発と中学校・高等学校等への提供 ⑤ 宇宙ビジネスの発展に対応したアントレプレナーシップ教育の実施
◆ 達成度 ●受講生への教育プログラム (①②⑤) 本学学生に留まらず、他大学に在籍している大学生、高等専門学校生、高校生を対象に募集と選考を行い、独自に設定したルーブリックを用いて受講生を選抜した。特に、2019、2020年度は設定した定員

30人（大学生20人、高校生10人）を大きく上回る志願者を確保し、受講生を選抜することができた。

表1 志願者及び合格者（受講生）数

		2018年度	2019年度	2020年度
大学生	志願者	29 (22)	67 (52)	69 (48)
	合格者	20 (16)	20 (13)	20 (9)
高校生	志願者	19	28	25
	合格者	10	10	10

※（ ）は本学学生数を内数で表記

受講生への教育プログラムは、以下の5つの観点を伸ばすことを目標に、講義・講演、体験実習、宇宙関連機関・企業訪問のプログラムとアクティブ・ラーニング形式のプログラムを実施し、これら両方を受講させた。

- a. 宇宙科学技術への興味と関心
- b. 宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲
- c. 国際的な感覚を養う意欲
- d. 仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢
- e. 課題設定力

#### 講義・講演、体験実習、宇宙関連機関・企業訪問のプログラム

宇宙関連分野の研究実績を持つ本学教員が担当する講義、国内外で活躍する研究者や技術者等が担当する講演、シミュレーション等の体験実習、JAXAや宇宙関連企業の訪問を実施した。また、過年度受講生で起業家となった人を交えた交流会、最先端の宇宙ビジネスの分野で活躍している起業家の講演を各年度1件以上実施する等、宇宙ビジネスの発展に対応したアントレプレナーシップ教育も併せて行った。プログラムの一部は、本事業と費用を切り分けて本学独自財源（本学が独自に実施する教育プログラム）として実施した。表2に各年度の実施回数を示す。

表2 講義・講演、体験実習、宇宙関連機関・企業訪問の実施回数

	2018年度	2019年度	2020年度
講義・講演	12 (5)	18 (8)	21 (21)
体験実習	4 (1)	4 (0)	5 (2)
訪問	3 (3)	1 (1)	3 (3)

※（ ）は本学で独自に実施する教育プログラムを内数で表記

#### アクティブ・ラーニング形式のプログラム

教員及びメンターの指導のもと、CANSAT実験、微小重力実験を実施した。なお、2018年度は半期プログラムのため微小重力実験のみとした。受講生はチームを組み、実験提案、計画立案、装置開発、実践、データ解析、成果発表を行い、ミッションを構成する各要素の役割等を理解するとともに、チーム

での課題解決や目標達成に向かい取り組む方法を学んだ。

### 受講生による自己評価及びアンケート結果

プログラムの効果検証として、目標として設定した5つの観点について、受講生に自己評価させた。2018、2019年度は、受講後に「プログラムを受講する前の自分」と「現在の自分」を比較してどの程度成長したかを5点満点で評価させた（表3）。2020年度においては、受講前と後の各時点で自己評価させ、成長度を測った（図1）。

国際的な感覚を養う意欲については他の観点と比較するとやや低いものの、全体としての成長度は高く、特に、宇宙科学技術への興味と関心、仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢、課題設定力の成長度は非常に高い結果となった。また、受講後の感想として、「チーム運営や知識面において成長できた」、「講義・講演を通じて知識を増やし、実験を通じて計画性を持つ大切さ、チームで1つのことをする難しさや楽しさを知ることで大きく成長できた」などの意見が寄せられた。

表3 2018、2019年度自己評価（受講生の平均）

	2018年度	2019年度
a. 宇宙科学技術への興味と関心	4.8	4.4
b. 宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲	4.6	4.2
c. 国際的な感覚を養う意欲	3.8	3.5
d. 仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢	4.6	4.4
e. 課題設定力	4.7	4.5

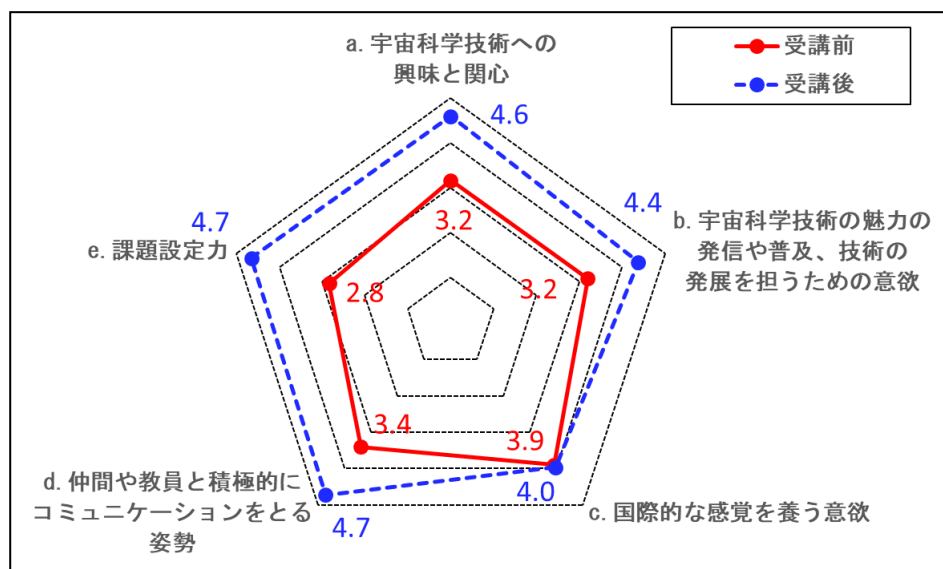


図1 2020年度自己評価（受講生の平均）

また、各年度の受講後のアンケート調査において、各項目の肯定的な意見（4段階評価で3以上）は、「教育内容は理解できたか」100%、「宇宙科学技術への興味の上昇に役立ったか」100%、「将来の自身のキャリアにおいて参考になったか」97.6%であり、その8割以上が4段階評価で4を回答しており、受講生にとって満足度の高いプログラムを実施することができた。

以上より、所期の目標として挙げた「① 本学で独自に実施する教育プログラム」、「② アクティブ・ラーニング形式の教育プログラムの実施」、「⑤ 宇宙ビジネスの発展に対応したアントレプレナーシップ教育の実施」を十分に達成し、受講生に対し高い教育効果と満足度のあるプログラムを実施することができた。

●メンター制度 (③)

メンターの活動内容

プログラム受講歴のある本学学生の希望者から選抜し、2018 年度：12 人、2019 年度：14 人、2020 年度：11 人をメンターとして採用した。

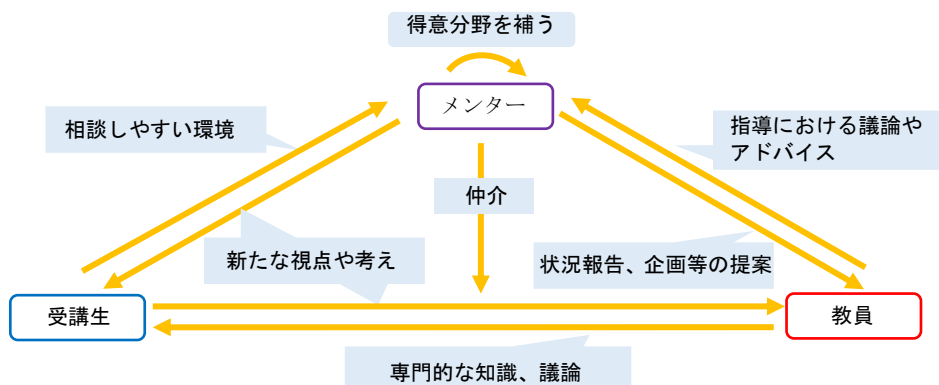


図 2 メンター制度の概要

メンターは、プログラムの運営補助（各プログラムの準備・撤収、講義・講演の収録等）、受講生への指導（ディスカッションの運営、実験内容の助言、進捗管理、受講生の適性を踏まえた実験チームの編成、資料の添削等）を中心に活動した。さらに、毎年度メンターの役割を拡充し、メンター自ら企画・提案があり、多数のプログラムを実施し、指導者としてのスキルアップを図った。

表 4 メンター自ら企画・提案・実施した主なプログラム

内容	実施年度
・ 受講を考えている大学生、高校生対象の座談会	2020
・ 実験準備の進め方やスライドの作り方などの講義	2018、2019、2020
・ 実験本番を想定した模擬実験会	2018、2019、2020
・ 実験報告会本番を想定した練習会	2018、2019、2020
・ 過年度受講生（OB・OG）との交流会	2018、2019、2020
・ 受講生間の交流を深めるオンライン交流会	2020
・ プログラムの成果を活用した学校現場への出張講義	2020

メンター活動後の自己評価及びアンケート結果

メンター活動後は、受講時と同様に設定した 5 つの観点について、「メンター活動前の自分」と「現

在の自分」を比較してどの程度成長したかを5点満点で評価させた。各年度における観点別の平均を表5に示す。メンター活動により、「宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲」、「仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢」について成長を感じているメンターが多く見られた。

表5 メンター活動後の自己評価結果

	2018年度	2019年度	2020年度	3カ年の平均
a. 宇宙科学技術への興味と関心	3.8	3.4	4.4	3.8
b. 宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲	4.3	4.1	4.6	4.3
c. 国際的な感覚を養う意欲	3.8	3.2	3.7	3.6
d. 仲間や教員と積極的にコミュニケーションをとる姿勢	4.6	4.5	4.9	4.7
e. 課題設定力	4.2	4.2	4.2	4.2

また、各年度の活動後のアンケート調査において、各項目の肯定的な意見（4段階評価で3以上）は、「メンター活動に参加してよかったか」100%、「宇宙科学技術に関するアウトプット力の向上に役立ったか」97.1%、「実践的な指導力の向上に役立ったか」94.1%、「将来の自身のキャリアにおいて役立つと思うか」100%であり、メンター自身にとって、知識・技術のアウトプット力と教育指導力の成長を感じることができる活動であったことが示された。

#### 受講生からの意見

2019年度、2020年度に実施した受講生を対象としたアンケートにおいて、「受講生にとってメンター制度は役に立ったか」という項目に対して、肯定的な意見（4段階評価で3以上）が98.3%であった。また、受講生の感想として、「年齢の近いメンターが身近にすることで、チームの運営から実際の実験に至るまで気軽に質問することができた」、「実験内容へのサポートだけでなく精神的サポートもありがたかった」、「メンターに質問ができることで、課題の早期発見、解決にも繋がった」などの意見が寄せられた。本プログラム受講歴のある大学生がメンターとなることで、受講生はより近い立場から密接な指導を受けることができ、メンターは受講生の成長を促す存在となった。

以上より、所期の目標として挙げた「③メンター制度によるきめ細かい指導の実現と指導者の養成」を十分に達成することができた。

#### ●宇宙教育教材の開発・活用（④）

##### 現職教員へのアンケート調査の実施

教員を目指すメンターが中心となり、より効果的かつ気軽に活用できる宇宙教育教材の開発を目的に、高等学校の理科教員34人に教育環境や授業支援に関するアンケート調査を実施し、宇宙教育教材の開発に活用した。

## 宇宙教育教材の開発

メンターや受講生が中心となり、アクティブ・ラーニング形式のプログラムで得られた成果や講義・講演で興味を持ったテーマをもとに、自ら考え工夫し、宇宙科学技術の興味や魅力を深めることのできる宇宙教育教材の開発を行った。

作成した教材を表6に示す。教材は、現職教員へのアンケート調査の結果をもとに、プロジェクターで投影できる動画教材とし、授業の導入で生徒の興味を引きつける内容とした。2019年度までに作成した教材は、「宇宙教育プログラム通信」(広報リーフレット)で紹介し、主に首都圏の大学、高等専門学校、高等学校、教育委員会に配布するとともに、宇宙教育プログラムホームページで一般に公開した。

表6 作成した宇宙教育教材

テーマ	分野	対象	作成年度
電流と磁界	電磁気学	高校生	2018
Swing-by 航法	力学	高校生	2018
音の可視化	波	高校生	2018
星の一生	原子	高校生	2019
重力で泡の動きはどう変わる	重力	小学生	2020

また、各年度の微小重力実験のテーマ及び2020年度に実施したCANSATを利用した遠隔探査実験については、宇宙教育教材の素材として蓄積することができた(2018年度:6種類、2019年度:6種類、2020年度:7種類)。特に、遠隔探査実験は、江戸川学園取手中学・高等学校と連携し、学校現場で使用できるように開発を進めた。

## 宇宙教育教材の活用

2018年度は、作成した教材をJAXA主催の宇宙教育シンポジウム(2019年3月2日、3日開催)の宇宙教育教材展示ブースにおいて展示発表した。2019年度は、作成した教材の1つ(星の一生)を学校現場(千葉県立鎌ヶ谷高等学校)に提供し、3年生の授業(3クラス)で使用してもらった。2020年度は、宇宙教育に興味・関心があるメンターが、本学教員の指導のもと、江戸川学園取手中学・高等学校のアフタースクールにおいて計4回の出張講義を行い、開発中の宇宙教育教材の紹介やアクティブ・ラーニング形式の教育プログラムで得られた成果を活用した講義を実施し、中学生及び高校生88人へ宇宙科学技術の浸透を促した。

以上より、所期の目標として挙げた「④ 宇宙教材の開発と中学校・高等学校等への提供」を達成することができた。

## 「必要性」

### 国や社会のニーズへの適合性

昨今の宇宙をめぐる環境変化を踏まえて、宇宙活動を支える人材基盤の強化が求められている。こう



した中、全国の大学生、高等専門学校生、高校生を対象に、宇宙科学技術に関する実践的な取り組みを実施し、宇宙教育を担う理科教員、宇宙科学技術や宇宙産業を担う研究者、技術者、起業家を志す次世代人材を3カ年で計90人（大学生60人、高校生30人）育成したことは、我が国の宇宙科学技術の人的基盤を強化するうえで、非常に意義のある取り組みである。

### 若手研究者の育成

我が国の宇宙開発利用における人的基盤を強化していく上では、初等中等教育段階での教育活動や宇宙関連の研究者や技術者らによる青少年を始めとする一般社会への普及活動が重要な役割を担っている。本プログラムでは、宇宙科学技術に興味・関心のある大学生・高校生に宇宙科学技術をさらに深く理解させるとともに、その魅力を広く社会に伝えられる人材の育成に努めた。受講後の自己評価「宇宙科学技術の魅力の発信や普及、技術の発展を担うための意欲」の結果からも高いレベルに育成されたことがわかる。また、本プログラムを受講した大学生は主に1、2年生が多く、3カ年60人のうち少なくとも53人が現在も大学に在籍中（学部生45人、修士課程7人、博士課程1人）である。このうち学部4年生以上は24人であり、少なくとも13人が航空宇宙関連の研究を行っており、学部3年生以下においても航空宇宙分野に係る活動を継続している者も多くみられる。将来、航空宇宙分野で活躍する若手研究者等を志す者の輩出、普及活動に意欲をもった人材を育成できた意義は大きい。

### 「有効性」

#### 人材の養成

本課題では、受講生への教育プログラムを実施する一方で、プログラム受講歴のある大学生をメンターとして採用することで、3カ年で延べ37人のメンターに対し指導力を養成した。メンターには、プログラムの運営補助に留まらず、受講生への教育的指導の実践、新たな教育内容の提案と実施を行わせた。これにより、受講生には、身近なキャリアモデルを与えると同時に、より密接な指導を通じて成長を促すことができ、メンター自身は、宇宙科学技術に関するアウトプット力、実践的指導の向上を図ることができた。

#### 間接の成果・効果

講義・講演、アクティブ・ラーニング形式のプログラムで得られた成果については、受講生に限らず積極的に一般に公開した。参加者は、中学生、高校生及びその保護者、中学校・高等学校の教員、社会人等で、3カ年で延べ1,912人（2018年度：計236人、2019年度：計213人、2020年：計1,463人）であった。特に、2020年度は一般聴講の形式をオンラインとしたところ、全国（海外含む）から多くの参加があった。各回にアンケート調査を行い、3カ年の集計結果をまとめたところ、各項目の肯定的な意見（4段階評価で3以上）は、「教育内容は理解できたか」94.7%、「宇宙科学技術への興味の向上に役立ったか」97.1%、「将来の自身のキャリアにおいて参考になったか」88.1%であり、適切な難易度で満足度の高い内容を一般に公開することができた。コメントには、「今までどのようなことを専門として学びたいのか明確ではなかったのでキャリアを考えるうえで参考になった」、「生徒指導において宇宙を題材とした探究活動への幅広さ、奥深さを学ぶことができた」等の意見があった。最先端宇宙科学技術や我が国の宇宙産業の現状について、受講生に留まらず一般社会へ普及し、国民との科学・技術対話の

推進の観点からも十分に有効性があったといえる。

「効率性」

#### 費用構造や費用対効果向上方策の妥当性

講義・講演、体験実習、宇宙関連施設・企業訪問の一部については、本学が独自に実施する教育プログラムとして、本事業とは費用を切り分けて独自財源で実施することで、アクティブ・ラーニング形式の教育プログラムに十分に費用を充てて、効果的な人材育成をすることができた。さらに、受講生がプログラム実施日以外にも主体的に実験準備ができるような宇宙教育プログラム室の設置や予習・復習のための e-Learning システムの導入等にあたっては、既存の設備等を本課題用にアレンジすることで、本学の資産を有効活用した。また、実施体制としては、様々な学部学科に所属する教員（各年度 15 人程度）を集結したワーキンググループを学長のもとに設置するとともに、ワーキンググループの主要メンバーから構成するステアリングコミッティを設置することで、諸所課題に対して迅速に対応することができた。

## （2）成果

「アウトプット」

### ●受講生への教育プログラム

本プログラムが育成した人物像は、「最先端の宇宙科学技術による本物体験を通じて、宇宙科学技術を深く理解し、その魅力を広く発信できる人材」であり、3 年間で 90 人の受講生を育成した。

成果の指標としてルーブリックを用いた自己評価を行い、受講前後の成長度を測った。2018、2019 年度においては 5 項目中 4 項目、2020 年度においては全項目において 5 段階中 4 以上の高い成長を得ることができた。（詳細は、3 ページ「受講生による自己評価及びアンケート結果」に記述。）さらに、本プログラムで得られた成果を宇宙教育教材へと展開し、受講後に自らシンポジウムや学会等（2018 年度 1 件、委託期間終了後 2 件）で発表するチームも見られた。年間の育成プログラムを通じて、宇宙科学技術の将来を担う人的基盤の強化を十分に達成することができた。

### ●メンター制度

3 年間で延べ 37 人のメンターを採用し、受講生の指導とプログラムの運営に取り組みせることで、宇宙科学技術に関するアウトプット力、実践的指導力の向上を図り、指導者として養成した。さらに、一部のメンターが宇宙教育活動の成果をもとに宇宙教育事業を立ち上げ社会への還元を図った。本プログラムで設置した外部評価委員からは、「メンターがプログラムで育ち、それが継承されている点を高く評価する」、「当初目標以上にメンターが活躍していることが窺える」という評価を得ることができた。また、教員の負担軽減の観点からもメンター制度の成果は大きいものであった。

### ●宇宙教育教材の開発・活用

プログラムで得た成果をもとに 5 つの宇宙教育教材（動画教材）を作成した。作成した教材は、シンポジウムでの展示発表や一般に公開するとともに、学校現場に提供した。また、アクティブ・ラーニング形式の実験から生まれた 19 のテーマについては宇宙教育教材の素材として蓄積し、遠隔探査実験については中学校及び高等学校の学校現場で使用できるよう開発を進めた。

「アウトカム」 (令和3年10月末時点)

●プログラムの効果測定

本プログラム過年度受講生の進路について毎年1回追跡調査を行い、プログラムの効果測定を行っている。効果測定には一定の期間を要するため、参考までに、2015～2017年度に実施した同委託費宇宙人材育成プログラム「最先端科学技術の本物体験で学ぶ「宇宙教育プログラム」の開発」における受講生も含めた2020年度の追跡調査の結果を以下に示す。

【2020年度追跡調査の結果】

受講時に高校生だった52人のうち44人から回答を得た。そのうち、16人が高等学校在籍中、28人が大学へ進学していた。大学へ進学した28人のうち27人が理学学部へ進学し、電気工学系、機械工学系、航空宇宙系の学科に所属する者が多く見られた。

受講時に大学生だった118人のうち92人から回答を得た。そのうち、46人は学部在籍中、残りの46人の多くは大学院進学や企業へ就職していた。大学院進学者の多くが宇宙分野の研究(超小型衛星の開発、宇宙用太陽電池の開発、系外惑星の研究、宇宙研究等)を行っており、企業に就職した者の半数近くが航空宇宙事業に携わっていた。宇宙関連の起業をした者も2人いた。在学生の中には、宇宙関連団体の教育活動や広報等に携わっている者も見られた。

今後も同程度の効果が予想され、プログラムを受講した者が、将来的に宇宙開発・宇宙産業を担う人材や宇宙科学技術の魅力を広く発信できる人材として活躍することが期待できる。

●学内の宇宙教育拠点の形成

プログラムの波及効果として、学内の宇宙分野の研究・教育活動を集結した「スペースシステム創造研究センター」の設立が挙げられる。宇宙開発や宇宙環境利用に関する研究に留まらず、「教育ユニット」を設置することで、本プログラムの教育体制を活用・発展させ、定常組織として学内の宇宙教育を行うことが可能となった。

●メンターによる宇宙教育事業の展開

本プログラムによりアントレプレナーシップが醸成され、一部のメンターが宇宙教育事業の会社を起業し、中高生を対象とした出張での宇宙体験教室や一般に向けた宇宙を題材とした講演等を行っている。

●「教育学×宇宙」への展開

本課題の終了後、これまでのプログラムで蓄積した成果や宇宙教育教材の素材をもとに「教育学×宇宙」への展開に取り組んでいる。2021年度には、本学で実施している教員免許状更新講習において、宇宙科学技術への興味や魅力を教育現場へ発信できるような話題を提供する講義を小中高の理科(理科専科)教員83人に実施した。また、令和3年宇宙航空科学技術推進委託費の「人文社会×宇宙」分野越境人材創造プログラムに採択され、宇宙を題材に主体的・対話的で深い学びに基づく中高生向けの教育教材・カリキュラムを開発、実践できる大学院生・大学生の育成を目的としたプログラムを10月から開始している。

(3) 今後の展望

●プログラムの効果測定

プログラムの効果測定には一定の期間を要するため、委託期間終了後も継続し、10年程度の単位で

受講生の進路について調査を行い、効果を検証していく予定である。

●学内の宇宙教育への展開

スペースシステム創造研究センター教育ユニットの設置により、定常組織として、本プログラムの成果を活かしつつ、本学学生に専門性を超えた分野横断的・総合的宇宙教育を行う体制を構築した。今後、大学院等の分野横断的講義科目や、アクティブ・ラーニング型プロジェクト教育など、カリキュラムへの導入を実現していくことを計画している。

●「教育学×宇宙」への展開

令和3年度宇宙航空科学着出推進委託費の「人文社会×宇宙」分野越境人材創造プログラムに採択され、「探究学習向け「宇宙教育プログラム」の開発と実践」を新たに開始する。これまでは、理工系に特化した高校生・大学生を育成し、宇宙科学技術・宇宙産業を担う研究者、技術者等の人材を輩出してきた。今後は、これまでの宇宙教育のノウハウと本学の伝統的な教員養成の実績を活かし、裾野をさらに拡大させ、理工系人材だけでなく、文理を問わず教育現場で宇宙教育を普及できる新たな人材の育成に取り組んでいく。

## 8. 評価点

S

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らない。
- D) 成果はほとんど得られていない。

## 9. 評価理由

本課題は、大学における教員育成の中で宇宙を用いた実践的で解決能力の高い人材育成を進めるべく教育を体系化するとともに、高校生から大学生まで幅広い層に訴求力の高いカリキュラムを作り込んでおり、アクティブに学ぶというプログラムを整備し、メンター育成プログラムにより卒業生を含めた指導者側の成長にも効果を期待できる人材育成のエコシステムが形成された点や、プロジェクトマネジメントや起業など多岐に渡る領域を修得する環境を学生に提供して、総合的にバランスの採れた人材育成を進め、本物体験をキーワードに宇宙科学技術を深く理解できるようにすることを目指し、かつその魅力を伝える人材の育成を行った点、教育機関への普及啓発等の裾野拡大にも良く取り組んでおり学内体制や資金獲得等の継続性も担保できている点は高く評価できる。また、本物の知識としての実体験を通しての学びは、人生にとって重要な教育効果を示すと考えられ、限られた予算のなかでも本物の体験を進めていることは素晴らしく、参加希望も多く様々な宇宙科学技術や体験により関心を深め自律性を備えた人材育成に貢献していると言える。

以上より、本課題は、優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献していると認められる。

今後は、以下の点が期待される。

- 今回構築した教育システムを長期にわたり継続していただき、その中で育った学生がその体験を社会のなかでどのように生かしているか追跡することにより、他大学での同様な手法の取組に活かすことを期待する。
- アウトカム（我が国の宇宙科学技術の人材基盤を強化）の評価に関して、段階的な効果確認と教育プログラムへのフィードバックを実現するためのロードマップを明確にしつつ、参加者のその後の進路や活動など具体的成果についてしっかり把握することを期待する。
- プログラムの内容が必ずしも学術研究的事項に集中しているわけではないため、研究発表が国内5件と少ないことから、参加者の種々の分野での研究発表件数を多く確保し、参加者がプレゼンテーションに慣れる工夫を期待する。
- 本物を学ぶという目標があるためか、あるいは育てて欲しい分野のためか、座学プログラムの講師が既存の宇宙技術者中心であったことから、宇宙利用サービス等へのユーザ側にも広がりをもたせることが望まれる。
- 本成果を基に、他大学においても優れたメンターの育成を可能とする方法論を今後構築することが望まれる。