「探究学習向け「宇宙教育プログラム」の開発と実践」の成果の概要について

実施体制		実施期間	実施規模			
主管実施機関 研究代表者名	学校法人東京理科大学 特任副学長　向井千秋	令和３年度～ 令和５年度 （３年間）	予算総額（契約額）　５０．１百万円			
共同参画機関	なし		１年目	２年目	３年目	
			１７．８百万円	１６．９百万円	１５．４百万円	

背景・全体目標

将来の変化を予測することが困難な時代を生き抜くには、習得した知識や技能をもとに、未知の問題に対して何が重要かを主体的に判断し、他者と協働しながら解決していくことが不可欠である。

本課題では、宇宙を教育手法とした主体的・対話的で深い学びに基づく中高生向けの宇宙教育教材・カリキュラムを開発、実践でき、将来は自身のキャリアとして、宇宙分野の裾野拡大のための教育に携わる志と資質能力を身につけた大学院生、大学生を育成することを目標とする。さらに、教育現場と連携することで、中学校、高等学校での実践を可能とし、宇宙教育コンテンツは「総合的な学習（探究）の時間」や課外活動で活用できるものとし、宇宙教育の普及を図る。

全体概要・主な成果

育てたい人物像を、宇宙教育に興味を持ち、将来、青少年へ宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担う者とし、「アストロコミュニケーター」と定義した。本課題では、アストロコミュニケーターの育成と宇宙教育の教育現場への普及・展開に取り組んだ。

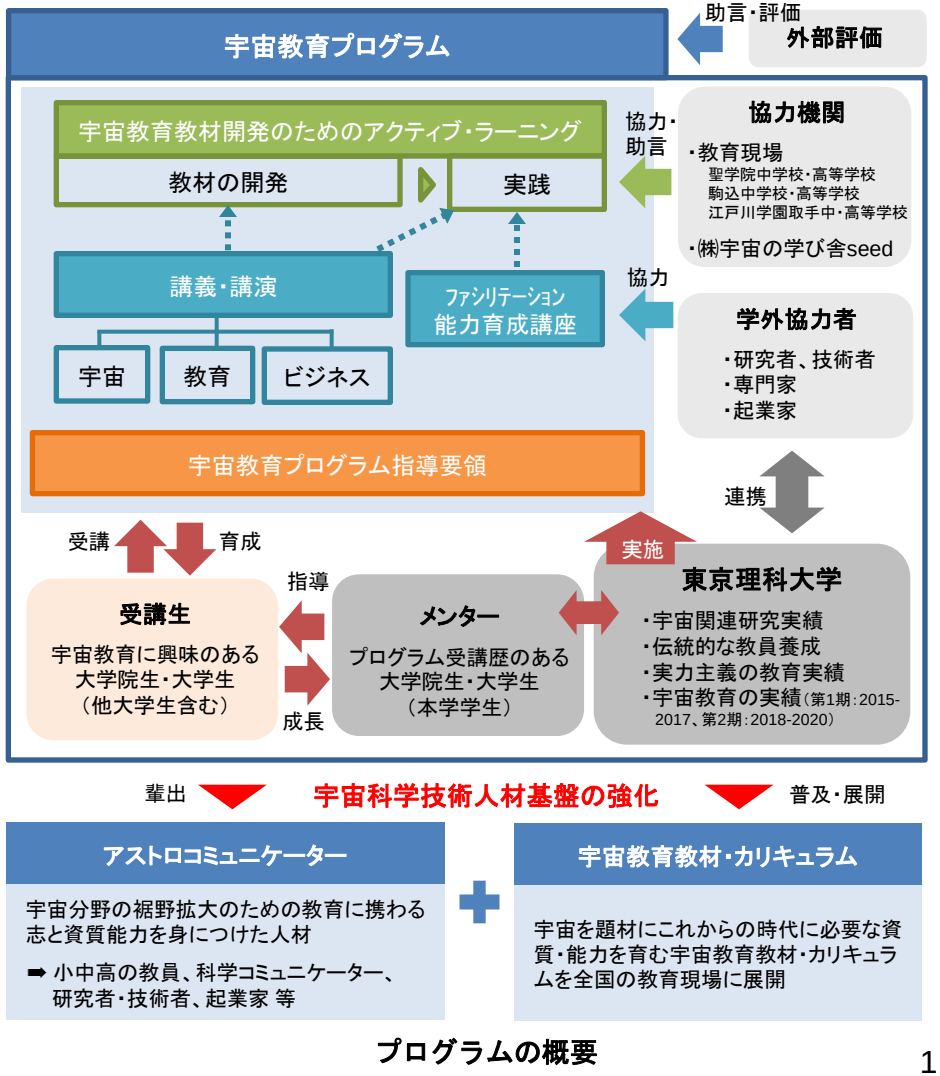
1.　アストロコミュニケーターを育成するための教育プログラムの実施

(1) アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践
(2) 講義・講演（宇宙・教育・ビジネス分野）
(3) ファシリテーション能力育成講座

◆ 大学院生・大学生（他大学生含む）を対象とした1年間のプログラムを実施し、上記(1)～(3)を受講させることで、52人（2022：25人、2023：27人）の人材を育成した。
◆ プログラム受講歴のある延べ35人（2021：18人(教材開発補助者として採用)、2022：9人、2023：8人）をメンターとして採用し、受講生の指導とプログラムの運営に取り組ませることで、宇宙教育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。

2.　宇宙教育を普及・展開する取り組み

◆ 宇宙から学ぶ新しい時代に必要な資質・能力を明らかにし、宇宙教育プログラム指導要領として定式化した。
◆ 1の教育プログラムで開発した宇宙教育教材（公開している教材数：17種類）等を教育現場へ普及・展開する活動を行った。



プログラムの概要

1．「教育プログラムの実施」育てたい人物像・達成目標

実施内容・成果

【育てたい人物像】

宇宙教育に興味を持ち、将来、青少年へ宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担う者を「アストロコミュニケーター」と定義し、本プログラムにおける育てたい人物像とする。

【達成目標】

文理の枠を超えた宇宙教育の浸透を目指し、主体的・対話的で深い学びに基づく中高生向けの宇宙教育教材・カリキュラムを開発、実践できる。さらに、将来は自身のキャリアとして、宇宙分野の裾野拡大のための教育に携わる志と資質能力を身につける。

【受講生のルーブリックによる自己評価】

育てたい人物像と達成目標において、その到達度を評価するために、プログラムルーブリックを設定した。また、受講生が宇宙教育教材を開発・実践するにあたり、受講生の到達度を測定するための宇宙教育教材開発ルーブリックもあわせて設定した。

プログラムルーブリック

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】
宇宙教育への興味と関心	興味・関心が非常に高く、すでに十分な宇宙教育及びそれに関する知識を身につけている。	⟷	興味・関心が高く、ある程度の宇宙教育及びそれに関する知識を身につけている。	⟷	宇宙教育及びそれに関する興味・関心がある程度ある。
宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担うための意欲	宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信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。	⟷	宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担うための自身の将来像が明確であり、意欲が高い。	⟷	宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信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。
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つ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つけたい意欲が高い。	⟷	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つけたい意欲が見られる。
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、他の考え方と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取る姿勢を持っており、他の考え方と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。
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。

宇宙教育教材開発ルーブリック

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】	評価方法の例
マネジメント能力（計画性、課題設定・解決力）	現状分析をもとに、適切に問題点を把握し、解決のための構想を計画的に立案できる。	⟷	現状分析をもとに、問題点を把握し、解決のための構想を立案できる。	⟷	現状分析を行うことができる。	・準備計画とその振り返りについて報告させることにより評価する。 ・振り返りにおいて、適切に問題点を把握できているかを確認する。
プロモーション能力（ムードメーク）	グループ内においてリーダーシップを発揮し、周囲を巻き込み、グループや実践先の生徒を楽しませながら、高い成果を収めることができる。	⟷	グループ内において、積極的に行動し、グループや実践先の生徒を楽しませながら、一定の成果を収めることができる。	⟷	グループ内における活動において、グループの人を楽しませることができる。	・グループのメンバー及び実践先の生徒をどのぐらい楽しませたかを確認する。
コミュニケーション能力（チームワーク）	意欲的にコミュニケーションを取ることができ、異なる考え方に柔軟に対応することができる。また、グループ内の役割を識別し、役割分担を適切に設定できる。	⟷	意欲的にコミュニケーションを取ることができる。また、グループ内の役割分担を適切に設定できる。	⟷	コミュニケーションを取る姿勢を持っている。	・グループ内での役割分担とその理由について報告させ、評価する。
発想力（独創性）	課題解決に向けて、物事の本質を見極めたうえで、新たな発想を取り入れ、独創的なアイデアを生み出すことができる。	⟷	課題解決に向けて、新たな発想を取り入れ、アイデアを生み出すことができる。	⟷	課題解決に向けて、新たな発想を取り入れる姿勢を持っている。	・教材開発において、工夫した点を報告させ、評価する。

1．「教育プログラムの実施」プログラム概要

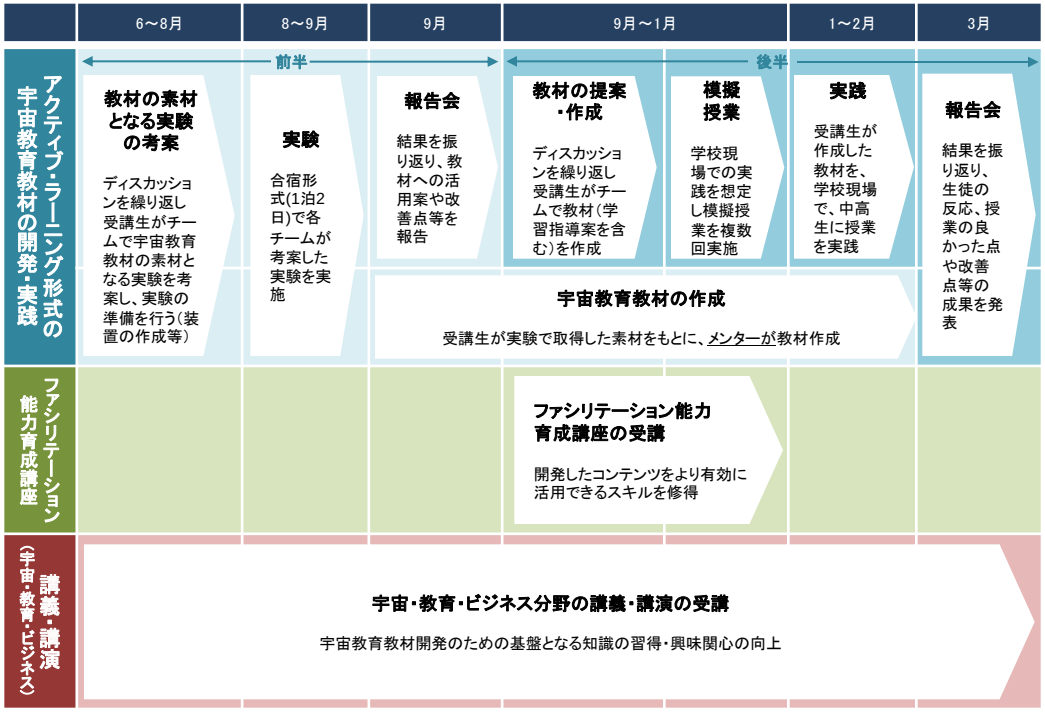
実施内容・成果

【プログラム概要】

受講生に対し、年間を通して、「アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践（AL）」、「講義・講演（宇宙・教育・ビジネス分野）」、「ファシリテーション能力育成講座」を実施した。一例として、2023年度の年間プログラムを以下に示す。

実施日	区分	担当	内容（タイトル）
6/25(日)	開講式		開講式
	講義（宇宙）	向井千秋特任副学長	「宇宙実験室へようこそ！」
	オリエンテーション	木村真一教授（創域理工学部電気電子情報工学科）	プログラム全体の趣旨説明
	講義（教育）	メンター	メンターによる授業実践
	講義（教育）	興治文子教授（教育支援機構教職教育センター）	メンターによる授業実践の振り返りと講評
	講義（教育）	井藤元教授（教育支援機構教職教育センター）	「宇宙教育プログラム指導要領について」
	講義（教育）	木村真一教授（創域理工学部電気電子情報工学科）	落下実験ミッションに関する講義
	AL		落下実験に関するディスカッション（第1回）
7/2(日)	AL		落下実験に関するディスカッション（第2回）
	講演（宇宙）	上野宗孝氏（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ）	「宇宙科学ミッションの創出とシステムズエンジニアリング」
	講演（宇宙）	木村真一教授（創域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」
7/16(日)	AL		
	講義・演習（宇宙）	藤井孝藏教授（工学部情報工学科）（講義・演習） 立川智章准教授（工学部情報工学科）（演習）	「ロケットを知ろう−開発と計算機シミュレーション−」（シミュレーション演習付）
	講義（宇宙）	立川智章准教授（工学部情報工学科）	「宇宙工学における多目的最適化の技術」
8/31(土) 9/1 (日)	AL		落下実験
9/10(日)	AL		報告会
	講演（宇宙）	青木節子教授（慶應義塾大学大学院 法務研究科）	「宇宙のSDGs－国際宇宙法の可能性を探る」
	講義（教育）	興治文子教授（教育支援機構教職教育センター）	「宇宙教育教材の開発について」
	AL		教育教材開発及び実践に関するディスカッション（第1回）
9/24(日)	AL		教育教材開発及び実践に関するディスカッション（第2回）
	講演（宇宙）	中須賀真一教授（東京大学大学院 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」
	講義（教育）	井藤元教授（教育支援機構教職教育センター）	「「発問」の技法」
	ファシリテーション能力育成講座	井藤元教授（教育支援機構教職教育センター） 木曽さんちゅう氏（漫才師）	ファシリテーション能力育成講座1「聴き手の心を掴むプレゼン術」
10/8(日)	AL		教育教材開発及び実践に関するディスカッション（第3回）
	講演（宇宙）	相馬央令子氏（国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第一研究ユニット）	「大型宇宙機のための研究開発～宇宙ヨットと宇宙発電所～」
	ファシリテーション能力育成講座	井藤元教授（教育支援機構教職教育センター） 高城信江氏（ボイスティーチャー）	ファシリテーション能力育成講座2「ミュージカル俳優に学ぶ伝えるための技法」
10/22(日)	AL		教育教材開発及び実践に関するディスカッション（第4回）
	講義（宇宙）	鈴木英之教授（創域理工学部先端物理学科）	「星とニュートリノ」
	講義（宇宙）	幸村孝由教授（創域理工学部先端物理学科）	「高エネルギー天体現象」
11/5(日)	AL		模擬授業（第1回）
	講義（宇宙）	松下恭子教授（理学部第一部物理学科）	「X線でみる宇宙」
11/19(日)	AL		模擬授業（第2回）
	教育(教育)	興治文子教授（教育支援機構教職教育センター）	「指導案の作成と模擬授業の役割」
12/3(日)	模擬授業		模擬授業（第3回）
	AL	木村真一教授（創域理工学部電気電子情報工学科）	教育教材開発及び実践に関するディスカッション（第5回）
	講義（教育）		「心理的場づくりと物理的場づくり」

実施日	区分	担当	内容（タイトル）
1/20(土)	実践		中学校での実践
1/27(土)	実践		中学校での実践
1/28(日)	実践		中学校・高等学校での実践
2/17(土)	実践		中学校での実践
2/25(日)	AL		教育教材開発及び実践に関するディスカッション（第6回）
	講義（ビジネス）	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）	「宇宙ビジネスの作り方～Synspectiveはどのようにつくられたか～」
	講義（ビジネス）	片寄裕市氏（東京理科大学イノベーション・キャピタル株式会社）	「0から学ぶ起業・1から10に飛躍させる事業の育て方。」
3/10(日)	AL		報告会
	閉講式		閉講式
	交流会		交流会



年間プログラムの概要

1．「教育プログラムの実施」アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践

実施内容・成果

【アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践】

教員及びメンターの指導のもと、受講生はチームを組み、アクティブ・ラーニング形式で複数回のディスカッション等を行いながら宇宙教育教材を開発した。教材の開発は、内容の提案、計画立案、教材作成、模擬授業、学校現場等での実践、振り返り、成果発表を基本とし、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。

■2023年度の実施内容

前半：教材の素材となる実験

微小重力落下実験を利用して宇宙教育教材の素材となる動画を撮影することをテーマとした。受講生は、実験を考案し、ディスカッション、実験準備（装置の作成等）、実験、結果の振り返り、報告会を行い、ミッションの一連の流れを体験した。受講生自身がミッション達成を体感することで、後半で行う学校現場での教材開発・実践に活かすことができた。

チーム	実験テーマ
μ1	重力の変化を見てみよう！
μ2	5種類の素材の違いで見るパラシュート実験
μ3	身近なモノで流体をみる、空調から見る宇宙の住まい
μ4	あたりまえに潜む重力を見つけよう
μ5	スペースデブリから身を守るには～スライムとダイラタント流体の落下実験～

ディスカッションの様子

実験の様子

報告会の様子

実験により得られた動画素材は、その後、メンターが教材化を行った。

後半：学校現場での実践

中高生向けの宇宙教育教材を考案し、ディスカッション・模擬授業を複数回行い、教材をブラッシュアップさせ、学校現場（聖学院中学校、駒込中学校・高等学校）で実践を行った。生徒の反応等の学校現場からのフィードバックをもとに、作成した教材を振り返り、まとめとして報告会を実施した。

チーム	教材タイトル	対象	キーワード
S1	月面移住計画～月に電力会社を立ち上げよう～	中学生	月・宇宙での発電方法、ジグソー法
S2	地球から宇宙へ～惑星での配送に関する新規事業計画～	中学生	トレードオフ
S3	宇宙でモノを掴むには	中学生	ロボットアーム、道具の使い方
S4	異なる食文化、共に宇宙の食卓へ	高校生	ISSの生活、宗教・文化
S5	宇宙にメッセージを送ろう	高校生	非言語コミュニケーション

実践の様子

1．「教育プログラムの実施」　講義・講演／ファシリテーション能力育成講座

実施内容・成果

【講義・講演】

宇宙教育教材開発の基盤となる宇宙分野、教育分野、ビジネス分野の講義・講演を実施し、各分野への興味関心及び知識の向上を図った。

宇宙分野	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、宇宙工学、宇宙論・天文物理、X線天文学、宇宙産業、宇宙活動ルール等に関する本学教員による講義、国内外で活躍する研究者による講演を行った。
教育分野	受講生の多くが教職課程を履修していないことを考慮し、学習指導案の作成や評価の方法等、教職の基礎について、理科教育、教育哲学等を専門とする本学教員が講義を行った。
ビジネス分野	民間の宇宙利用が急速に発展する中で、新たな宇宙ビジネスを先導するマインドを醸成するため、専門家による起業や宇宙ビジネスに関する講演を行った。

【ファシリテーション能力育成講座】

開発した教材を、効果的に学校現場で活用できる人材を育成するために、コミュニケーションをバックグラウンドとする表現のプロを講師として招き、ファシリテーションやプレゼンテーション能力を学修させる講座を実施した。受講生は、自分たちの好きなものについてプレゼンテーションをしながら聴き手の心を掴む手法を学んだり、チームで決めたテーマの世界観を五感を使って表現することで人に伝える技を学んだり、実践を通して必要な力を身につけた。

講義・講演／ファシリテーション能力育成講座の実施回数

		2021年度	2022年度	2023年度
講義・講演	宇宙分野	注	11	11
	教育分野		6	8
	ビジネス分野		2	2
ファシリテーション能力育成講座		4	2	2

注：2021年度はパイロットプログラムとして、一定の事前知識がある学生を対象としていたため、講義・講演は実施せず、アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践の中で教育分野の講義を複数回行った。

講義【宇宙】（2022）
（向井千秋特任副学長）

講演【宇宙】　（2023）
（青木節子教授）

講義【教育】（2023）
（興治文子教授）

講演【ビジネス】（2023）
（白坂成功教授）

ファシリテーション能力育成講座（2023）

【過年度受講生を含めた交流会（2023）】

情報交換及び人脈形成の場として過年度の受講生（OB・OG）も含めた交流会を実施した。参加者が自由にコミュニケーションをとるフリータイムのほか、本プログラムで育成する人材の将来像である「青少年への宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力発信を担う者」のロールモデルとして、中学校・高等学校の現職教員2名によるトークセッションを実施した。

トークセッションの様子

トークセッションの内容

登壇者	講演タイトル
2015年度受講生	「宇宙教育」を実現するには
2016年度受講生	「つくる」を軸に据えた宇宙教育−総合的な学習の時間の実践（Creative Learning）から−

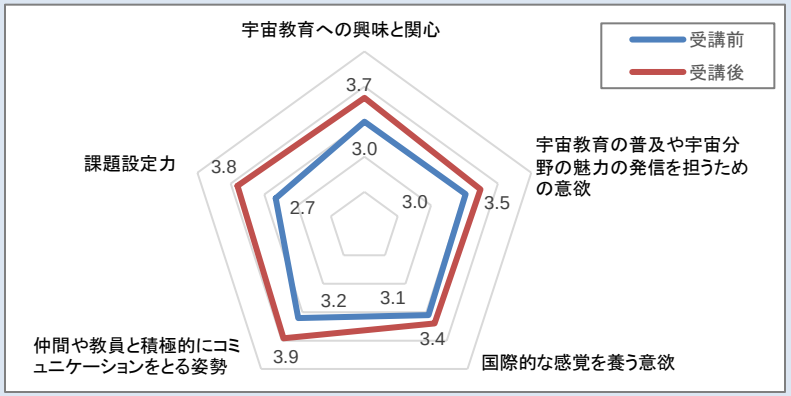
1．「教育プログラムの実施」　効果検証

実施内容・成果

【受講生の自己評価】

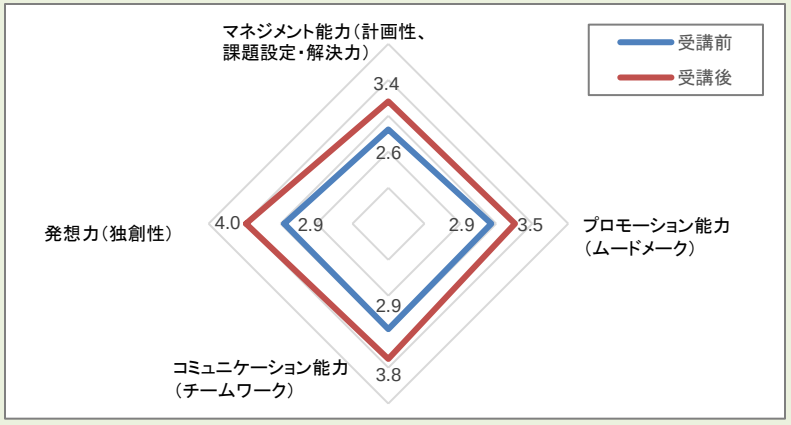
2種類のルーブリックを用い、受講生に受講前と後に自己評価をさせ、個人の成長度を測った。2023年度の結果を以下に示す。

プログラムルーブリック　育てたい人物像への到達度を評価する



プログラムルーブリックにおける自己評価（2023年度受講生の平均）

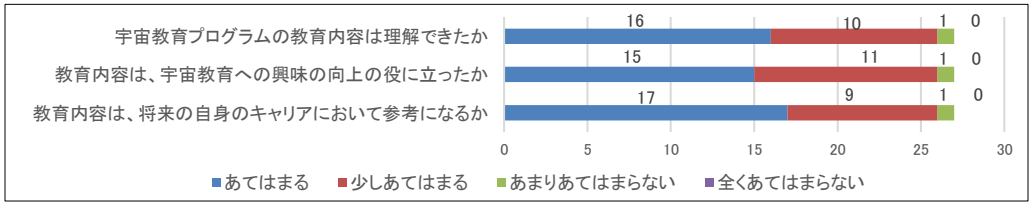
宇宙教育教材開発ルーブリック　宇宙教育教材・カリキュラムの開発・実践における到達度を評価する



宇宙教育教材開発ルーブリックにおける自己評価（2023年度受講生の平均）

【受講生アンケート】

受講後に受講生にアンケートを行った。2023年度の結果を以下に示す。



<u>自分自身が感じた変化</u>

- 教えることの難しさと、自分の意見を伝える難しさを知り、相手の立場から物事を考えることが出来るようになった。
- 計画力が身についた。
- 自分にとって全く出来ない分野でも、班員と協力して自分の長所を引き出しあうグループ運営が重要であることが分かった。

<u>最も印象に残った内容とその理由</u>

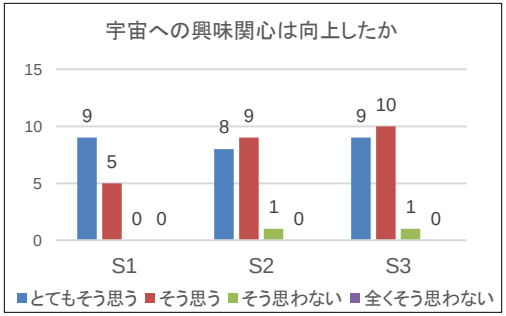
- 実践先の生徒が授業後にも活動を行なっていたところが印象に残った。生徒が楽しめる教材を作れたことが成功体験の一つになった。
- 夏の合宿。準備期間や当日に班で集まってああでもない、こうでもないと試行錯誤した経験はとても貴重で楽しかった。トラブルを乗り越え、欲しい映像が撮れた時の達成感は生涯忘れないだろう。

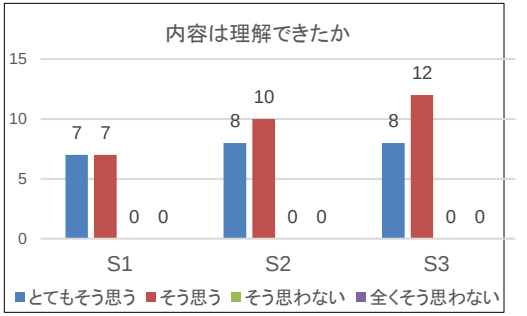
<u>プログラムの経験を活用するアイデア</u>

- 本プログラムで得られた計画を立てる力を活かしていきたい。
- 文系の人や経営者を目指す人などに向けて宇宙ビジネスを紹介するような活動に関われたらと思う。

【教材の効果検証】

受講生が開発した教材については、授業を受けた生徒及び教員にアンケート調査を行い、それぞれの授業で設定したねらいが達成できたかを検証した。2023年度の後半に中学校で行った授業（チーム：S1, S2, S3）の生徒を対象としたアンケート結果の一部を以下に示す。





生徒へのアンケート調査の一例（2023年度後半 S1～S3）

1．「教育プログラムの実施」　メンター制度

実施内容・成果

【メンター制度の目的】

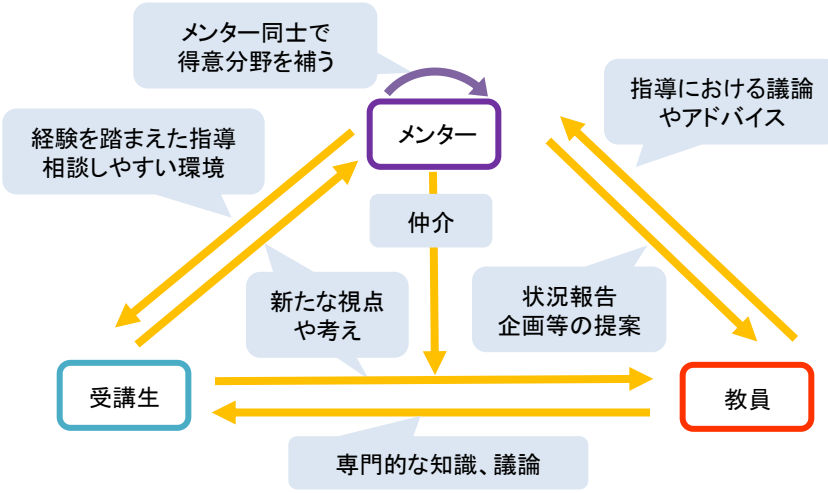
プログラム受講歴のある本学学生をメンターとし、プログラムの運営及び受講生への教育指導を実践することで、受講生により近い立場からの指導によって受講生の成長を促す。さらに、メンター自身も知識・技術のアウトプット力と実践的指導力を養成することで、将来、宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担う者の輩出につなげることを目的として、メンター制度を導入した。

【メンターの活動内容】

- 3年間で延べ35人をメンターとして採用
- 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
- アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践におけるディスカッションのファシリテーター
- 過年度の経験を活かした受講生への助言や進捗管理等の指導
- 受講生が実施した実験の教材化（2023年度）

受講生が落下実験で取得した素材データをもとに、宇宙教育教材（資料及び動画）を作成し、さらなるスキルアップを図った。

教材タイトル	キーワード（抜粋）
球の斜方投射	【高校・物理】 自由落下、モンキーハント
素材の異なるパラシュートの落下	【高校・物理】 落下運動、速度、 空気抵抗、終端速度
シャンパンの泡	【高校・化学】 表面張力、粘度 【中学・理科】 浮力、密度、重力
砂時計の砂	



メンター制度の概要

メンター活動の様子

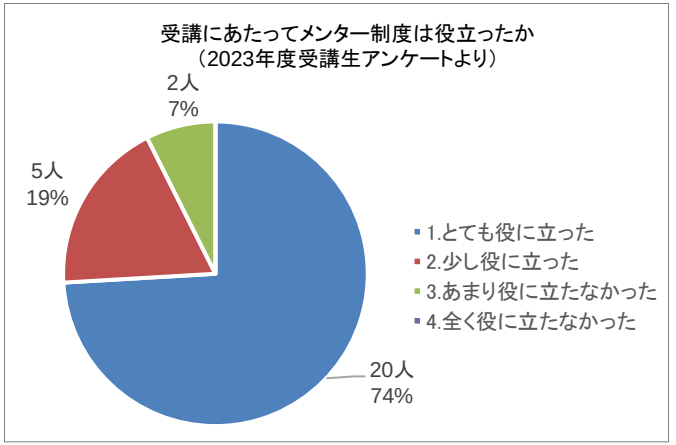
【メンター制度の効果】

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】
・宇宙教育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



メンターのコメント（メンター活動は将来自身のキャリアにおいて役立つか）
- 自身が学んできた知見を他者に伝える力は、今後のキャリアで必要になると考えている。
- 宇宙教育だけでなく、様々な経験から得た知識のアウトプットにもなり、将来の目標を考える大きなきっかけになった。
- 今後のキャリアで専門性をより一層高め、社会に介入していけるような能力の向上に役立った。

2．「宇宙教育の普及・展開」　宇宙教育プログラム指導要領の作成・書籍化

実施内容・成果

【宇宙教育プログラム指導要領の作成】

宇宙飛行士、宇宙分野の研究者・技術者らの思考パターンをカテゴリに分け、宇宙から学ぶ新しい時代に必要な資質・能力を明らかにし、宇宙教育教材開発の基礎となる宇宙教育プログラム指導要領を作成した。

プログラムでは、受講生が開発した宇宙教育教材に中高生が取り組むことで、生徒たちが70の心構えを自然に身につけられるような仕掛けを施した。将来、直接的に宇宙開発に携わらない生徒にとっても、汎用性のある心構えとなっている。

インタビューの実施

宇宙飛行士や宇宙分野の第一線で活躍する若手からベテランまでの幅広い研究者・技術者ら20人に対し、教育学を専門とした本学教員がインタビューを行い、宇宙研究や宇宙開発等に携わる者が、どのようなことを心がけ、いかなる思考様式に基づいて課題解決を試みているかを明らかにした。

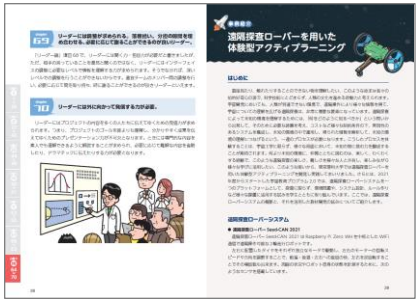
心構えの体系化（宇宙教育プログラム 70の心構え）

インタビューをもとに、宇宙分野で求められる資質・能力・技術を7つのカテゴリ（基本姿勢／立案／開発／運用／解析／チーム作り／リーダー論）に分類し、全70項目の心構えとして体系化した。

宇宙教育プログラム指導要領

初版（2021年度）

第2改訂版（2022年度）


内容の一例

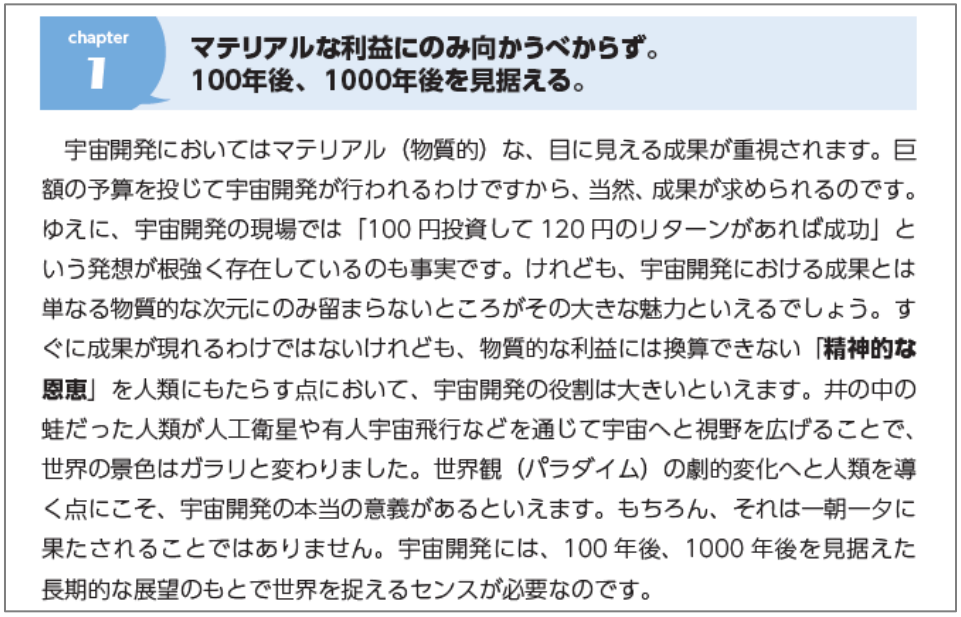
【取り組みの書籍化】

宇宙教育プログラム指導要領をもとに、宇宙教育プログラムの取り組みについてまとめた書籍「中高生のための宇宙教育プログラム」を出版した。

＜主な掲載内容＞

序章　宇宙教育プログラムについて
第1章　宇宙教育プログラム 70の心構え
第2章　向井千秋氏に聞く 徹底解説！ 70の心構え
第3章　宇宙教育プログラムの実践例
第4章　座談会 宇宙教育プログラムを導入して
　第1節　中学・高校時代に育むべき「基本姿勢」
　第2節　「立案」「開発」「運用」「解析」について
　第3節　「チームづくり」について
　第4節　生徒たちの反応
　第5節　宇宙開発に対する生徒たちの関心度

書籍「中高生のための宇宙教育プログラム」


chapter 1
マテリアルな利益にのみ向かうべからず。100年後、1000年後を見据える。

宇宙開発においてはマテリアル（物質的）な、目に見える成果が重視されます。巨額の予算を投じて宇宙開発が行われるわけですから、当然、成果が求められるのです。ゆえに、宇宙開発の現場では「100 円投資して 120 円のリターンがあれば成功」という発想が根強く存在しているのも事実です。けれども、宇宙開発における成果とは単なる物質的な次元にのみ留まらないところがその大きな魅力といえるでしょう。すぐに成果が現れるわけではないけれども、物質的な利益には換算できない「**精神的な恩恵**」を人類にもたらす点において、宇宙開発の役割は大きいといえます。井の中の蛙だった人類が人工衛星や有人宇宙飛行などを通じて宇宙へと視野を広げることで、世界の景色はガラリと変わりました。世界観（パラダイム）の劇的変化へと人類を導く点にこそ、宇宙開発の本当の意義があるといえます。もちろん、それは一朝一夕に果たされることではありません。宇宙開発には、100 年後、1000 年後を見据えた長期的な展望のもとで世界を捉えるセンスが必要なのです。

宇宙教育プログラム 70の心構えの一例
（カテゴリ：基本姿勢）

2．「宇宙教育の普及・展開」　宇宙教育教材の公開・教育現場へのアプローチ

実施内容・成果

【宇宙教育教材の公開】

①受講生による宇宙教育教材

- 受講生が開発した12種類の宇宙教育教材をホームページで公開した。

学習指導案　／　指導内容　／
実践（授業）の様子を10分～15分程度にまとめた動画

②宇宙教育素材

- 微小重力落下実験で取得した5種類の動画データを宇宙教育素材としてホームページで公開した。
- 中高の探究活動を行う際のテーマ探しとなるよう、動画データはダウンロードできるものとし、動画の解説資料もあわせて掲載した。

微小重力落下実験の概要　／　動画素材の解説資料　／
実験で取得した動画素材（生データ）

公開した宇宙教育教材の一例

【教育現場へのアプローチ】

①宇宙教育プログラム通信

- 学校現場や一般に宇宙分野の魅力を伝えることを目的に、宇宙教育プログラムの活動を発信する広報リーフレット「宇宙教育プログラム通信」を各年度2回程度発行した。
- プログラムで開発した宇宙教育コンテンツを紹介した特別号を作成し、ホームページに公開するとともに、全国の教育委員会及び関東近郊の高等学校に配布し、教材の活用提案を行った。

②現職教員を対象とした研究会での紹介

- 本学理数教育研究センターで実施している「授業の達人大賞※」において、「生徒の探究を促す宇宙を題材としたSTEAM教育」と題し、宇宙教育プログラムの概要、プログラム受講生が開発した教材と実際の授業の様子の事例紹介、ホームページの紹介を中心に、主に中高の現職教員に向けて講演を行った。
- 講演では、教材を「総合的な学習（探究）の時間」やSSH校での生徒の課題研究、クラブ活動などの正課外活動で利活用してもらうことを提案した。

※授業の達人大賞：小・中・高等学校において、意欲的な実践・研究や創意あふれる指導により、優れた授業を実践した算数・数学科、理科の教員を顕彰するイベント

③学校現場等における展開

- 教育プログラムの実践協力校のSTEAM授業内において、プログラム受講生が開発した宇宙教育教材を活用した。授業の実施にあたっては、プログラムでメンターを務める学生がサポートした。
- 教育プログラムを受講した学生の一部が、宇宙教育ベンチャー「株式会社宇宙の学び舎seed」のメンバーとして活動し、中学校、高等学校での出張講義や科学館のイベント等で教材を活用した宇宙教育を展開している。

【理科の教員免許状取得を目指す本学学生に対する教育効果】

- 中高の理科教員免許の取得を目指す本学学生の必修科目（教職科目）である「理科教育論2」において、受講生が開発した教材を題材に授業を行った。
- 具体的には、全15回の授業のうち1回分において、STEAM教育につながる分野横断型の探究活動という観点から、教材の長所・短所、実際に自分が教師として指導できるか等の観点で議論する題材とした。

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：1 国際：0	国内：0 国際：0	国内：1 国際：0	国内：0 国際：0
	受賞・表彰リスト					

成果展開の状況・期待される効果

- プログラムで開発した宇宙教育教材は、すべてホームページに掲載した上で、イベントやチラシで周知し、学校現場での活用を働きかけている。また採択期間における取り組みを書籍「中高生のための宇宙教育プログラム」にまとめて出版しており、今後はこれらをとおして、全国の教育機関等において、宇宙教育教材・カリキュラムが充実し、その普及を図る人材が養成されることが期待される。
- プログラムを修了した受講生及びメンターにおいては、宇宙教育事業を展開している株式会社宇宙の学び舎seed※の活動に参加し、出張教室やイベント等で宇宙教育教材を活用している。これにより、プログラムで開発した教材をブラッシュアップさせるとともに新たな人材育成が期待される。
- 本学大学院創域理工学研究科 電気電子情報工学専攻、社会基盤工学専攻において、宇宙教育プログラムで得られたノウハウをもとにした授業を開講している。当該授業科目を継続して開講することで、採択期間終了後も学内に宇宙教育プログラムの取り組みが浸透することが期待される。
- 実践校のSTEAM授業において2022年度受講生が開発したコンテンツを活用した取り組みが展開された。今後、総合的な学習（探究）の時間やSSH校での生徒の課題研究、クラブ活動等の正課外の活動において「宇宙教育プログラム」が展開されていくことが期待される。

宇宙教育教育プログラム通信
特別号「宇宙教育コンテンツ紹介」

今後の研究開発計画

■宇宙教育ベンチャー企業への人材の継承・蓄積

株式会社宇宙の学び舎seedにおいて、受講生やメンターとして活動した学生の一部がメンバーとして活動し、開発した教材を活用することで、宇宙教育プログラムで得た知見や経験を引き継ぎ、発展させている。今後、メンター制度のように、既存メンバーが新たに加わったメンバーの教育的指導にあたることで、人材育成のサイクルを構築していく計画である。

■宇宙志向ビジネスへの展開

本課題で蓄積した成果をもとに宇宙志向ビジネス人材の育成に取り組んでいる。民間の宇宙利用を牽引し、新たな宇宙利用産業を先導する人材、そして、そのような人材を育成できる教育者・指導者の育成を目的としたプログラムである。株式会社宇宙の学び舎seedと協力体制を築くことで、このプログラムにより育成された人材を継承・蓄積し、継続して人材育成を行っていく予定である。

宇宙の学び舎seedの活動

※株式会社宇宙の学び舎seed:
2018～2020年度に本学が実施した同委託費「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』」におけるメンターが起業した宇宙教育ベンチャー

事後評価票

令和６年３月末時点

１．プログラム名　「人文社会×宇宙」分野越境人材創造プログラム
２．課題名　探究学習向け「宇宙教育プログラム」の開発と実践
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　令和３年度～令和５年度
６．総経費　５０．１百万円
７．自己点検結果
（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 　将来の変化を予測することが困難な時代を生き抜くには、習得した知識や技能をもとに、未知の問題に対して何が重要かを主体的に判断し、他者と協働しながら解決していくことが不可欠である。 　本学では、これまで、第 1 期（2015～2017 年度）、第 2 期（2018～2020 年度）の 2 期にわたり、大学生、高校生を対象に、最先端の宇宙科学技術による本物体験を通じた「宇宙教育プログラム」を実施し、宇宙科学技術を深く理解し、その魅力を広く社会に発信できる人材を育成してきた。本課題（第 3 期）では、これまでの主体的にミッションに取り組む本物体験を継承しつつ、理工系中心の人材育成プログラムを人文社会の分野にも広げるとともに、教育学の手法を取り入れたプログラムを実施する。これにより、宇宙を教育手法とした主体的・対話的で深い学びに基づく中高生向けの宇宙教育教材・カリキュラムを開発、実践でき、将来は自身のキャリアとして、宇宙分野の裾野拡大のための教育に携わる志と資質能力を身につけた大学院生、大学生を育成する。さらに、教育現場と連携することで、中学校、高等学校での実践を可能とし、宇宙教育コンテンツは「総合的な学習（探究）の時間」や課外活動で活用できるものとし、宇宙教育の普及を図る。 ◆　達成度
育てたい人物像を、宇宙教育に興味を持ち、将来、青少年へ宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担う者とし、「アストロコミュニケーター」と定義した。本課題では、以下のとおり、アストロコミュニケーターの育成と宇宙教育の教育現場への普及・展開に取り組み、所期の目標を十分に達成した。 **1. アストロコミュニケーターを育成するための教育プログラムの実施** （1）募集と選考

本学学生に留まらず、他大学に在籍している大学院生、大学生も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。他大学まで募集を広げることにより、教育学部や法学部等の人文社会系の学生からの応募もあり、本プログラムが理工系に限らず広く認識され、多様な受講生を受け入れることができた。なお、2021 年度はパイロットプログラムのため、受講生の募集と選考は行っていない。

（2）教育プログラム

以下 a～e の 5 つの観点を伸ばすことを目標に、年間プログラムとして、①アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践、②宇宙・教育・ビジネス分野の講義・講演、③ファシリテーション能力育成講座を実施し、52 人（2022 年度：25 人、2023 年度：27 人）の人材を育成した。

5 つの観点は、観点別にルーブリックを作成し、育てたい人物像とその達成目標の到達状況の評価に使用した（以下「プログラムルーブリック」という。）。

a. 宇宙教育への興味と関心　　b. 宇宙教育普及や宇宙分野の魅力の発信を担うための意欲
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

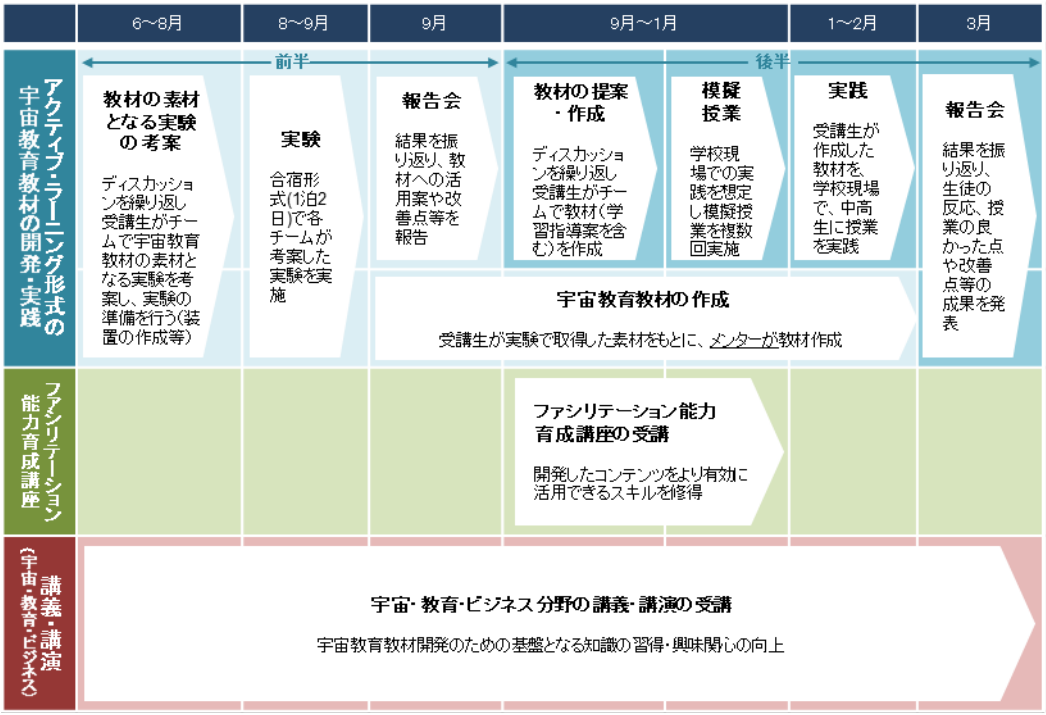


図 1　年間プログラムの概要

①アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践

教員及びメンターの指導のもと、受講生はチームを組み、アクティブ・ラーニング形式で複数回のディスカッション等を行いながら宇宙教育教材を開発した。教材の開発は、内容の提案、計画立案、教材作成、模擬授業、学校現場等での実践、振り返り、成果発表を基本とし、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。

宇宙教育教材の開発・実践の各自の到達度を測定するために、プログラムルーブリックとは別に「宇宙教育教材開発ルーブリック」を設定した（観点：マネジメント能力（計画性、課題設定・解決力）／

プロモーション能力（ムードメーク）／コミュニケーション能力（チームワーク）／発想力（独創性））。

2021 年度は、次年度以降に受講生が開発・実践する宇宙教育教材のモデルとなる教材の作成を行った。「遠隔探査ロボットを用いた体験型アクティブ・ラーニング」をテーマとした 4 種類の教材を作成し、聖学院中学校（参加者 24 人）、駒込高等学校（参加者 44 人）、江戸川学園取手中・高等学校（参加者 41 人）で実践した。教材の作成及び実践は、本学教員の指導のもと、第 2 期に宇宙教育プログラムを受講した本学学生及び協力機関である宇宙教育ベンチャー「株式会社宇宙の学び舎 seed」（以下「seed」という。）が担当した。

2022 年度は、中高生向けの宇宙教育教材を考案し、ディスカッション・模擬授業を行い、教材をブラッシュアップさせ、実践を行った。教材開発は、年間で 2 回行った。前半は、「大学生による中学・高校生のための『宇宙教育プログラム』」を開催し、中高生の参加者を募集し、イベント形式で実践を行った（参加者 29 人（申込者 112 人から抽選））。後半は、前半での実践を活かし、聖学院中学校（参加者 23 人）、駒込高等学校（参加者 19 人）で実践した。前半・後半ともに、実践後は、生徒の反応等のフィードバックをもとに、開発した教材を振り返り、まとめとして報告会を実施した。

2023 年度は、前半に教材の素材となる実験、後半に教材の開発・実践を行った。前半は、微小重力落下実験を利用して宇宙教育教材の素材となる動画を撮影することをテーマとした。受講生は、実験を考案し、ディスカッション、実験準備（装置の作成等）、実験、結果の振り返り、報告会を行い、ミッションの一連の流れを体験した。受講生自身がミッション達成を体感することで、後半で行う学校現場での教材開発・実践に活かすことができた。後半は、2022 年度と同様に、中高生向けの宇宙教育教材を考案し、聖学院中学校（参加者 25 人）、駒込中学校・高等学校（参加者 23 人）で実践し、報告会を行った。

②宇宙・教育・ビジネス分野の講義・講演

宇宙教育教材開発の基盤となる宇宙分野、教育分野、ビジネス分野の講義・講演を実施し、各分野への興味関心及び知識の向上を図った。宇宙分野に関しては、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、宇宙工学、宇宙論・天文物理、X 線天文学、宇宙産業、宇宙活動ルール等に関する本学教員による講義、国内外で活躍する研究者による講演を行った。教育分野に関しては、受講生の多くが教職課程を履修していないことを考慮し、学習指導案の作成や評価の方法等、教職の基礎について、理科教育、教育哲学等を専門とする本学教員が講義を行った。ビジネス分野に関しては、民間の宇宙利用が急速に発展する中で、新たな宇宙ビジネスを先導するマインドを醸成するため、専門家による宇宙ビジネスや起業に関する講演を行った。

③ファシリテーション能力育成講座

開発した宇宙教育教材を、効果的に学校現場で活用できる人材を育成するために、漫才師やアナウンサーといったコミュニケーションをバックグラウンドとする表現のプロを講師として招き、ファシリテーションやプレゼンテーション能力を学修させる講座を実施した。コロナ禍特有のマスク越しでも伝わる話し方や、受講生が自分たちの好きなものについてプレゼンテーションをしながら聴き手の心を掴む手法を学んだり、チームで決めたテーマの世界観について五感を使って表現することで人に伝える技を学んだり、実践を通して必要な力を身につけた。

④過年度受講生を含めた交流会

情報交換及び人脈形成の場として第 1 期から第 3 期までの受講生（OB・OG）を集めた交流会を実施した。参加者が自由にコミュニケーションをとるフリータイムのほか、本プログラムで育成する人材の将来像である「青少年への宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力発信を担う者」のロールモデルとして、第 1 期のプログラムを受講し、その後、中学校・高等学校の現職教員となった 2 名によるトークセッションを実施した。トークセッションでは、プログラムの経験をもとに学校現場で取り入れている宇宙教育について紹介があり、宇宙教育を学校現場で実現するために必要なこと、今後、宇宙分野の裾野を広げていける人材が重要となることを考える機会となった。

（3）メンター制度

第 2 期も含めプログラム受講歴のある本学学生をメンターとし、プログラムの運営及び受講生への教育指導を実践することで、受講生により近い立場からの指導によって受講生の成長を促した。さらに、メンター自身も知識・技術のアウトプット力と実践的指導力を養成することで、将来、宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担う者の輩出につなげた。2021 年度においては、宇宙教育教材補助者として 18 人を採用した。補助者は、次年度以降に受講生が開発・実践する宇宙教育教材のモデルとなる教材の作成を行った。2022 年度以降は、メンターとして延べ 17 人を採用した（2022 年度：9 人、2023 年度：8 人）。メンターは、各回のプログラムにおける企画書の作成、プログラムの運営補助（準備・撤収、講義・講演の収録等）、アクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践におけるディスカッションのファシリテーター、過年度の経験を活かした受講生への助言や指導（教材内容の助言、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。2023 年度においては、受講生が微小重力落下実験で取得した素材データをもとに、科学教育を専門とする本学教員の指導を受け、宇宙教育教材（資料及び動画）を作成し、さらなるスキルアップを図った。

（4）効果検証

①受講生アンケートによる評価

各年度の受講後のアンケートにおいて、「宇宙教育プログラムの教育内容は理解できたか」、「教育内容は、宇宙教育への興味の向上に役立ったか」、「教育内容は、将来の自身のキャリアにおいて参考になるか」について調査した。すべての項目において、肯定的な意見（4 段階評価で 3 以上）が 95%を超えており、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。

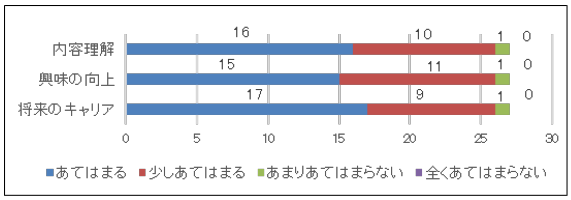


図 2　受講生アンケート（2023 年度）

②外部評価委員会による評価

プログラムの客観的な評価及び本学への助言を行うことを目的に外部評価委員会を設置した。委員は、学識経験者、中学校・高等学校の校長経験者を中心に構成した。年 2 回程度のプログラム視察の機会を設け、年度毎に「プログラム全体」、「プログラムの目的」、「当該年度における成果」、「実施体制」の評価項目に基づき、本学の自己評価とあわせて外部評価委員会による評価を行った。外部評価委員からは、「3 年間のプロジェクトとして毎年課題を解決し、本来の目標を達成できたのではないか。高い成果を上げられている。」、「ルーブリックを用いた事前事後評価で、課題設定力と発想力が伸びている。

知識に留まらない、教育の良さの現れだと言えるだろう。」、「ルーブリックを用いた事前事後評価を見ると、国際感覚の伸びが低い。日本にいる学生にどれだけ刺激を与えられるか、次回に期待したい。」等の評価や助言を得た。

2. 宇宙教育を普及・展開する取り組み

（1）宇宙教育プログラム指導要領

①宇宙教育プログラム指導要領の作成

宇宙飛行士、宇宙分野の研究者・技術者らの思考パターンをカテゴリに分け、宇宙から学ぶ新しい時代に必要な資質・能力を明らかにし、宇宙教育教材開発の基礎となる宇宙教育プログラム指導要領を作成した。宇宙飛行士や宇宙分野の第一線で活躍する若手からベテランまでの幅広い研究者・技術者ら 20 人に対し、教育学を専門とした本学教員がインタビューを行い、宇宙研究や宇宙開発等に携わる者が、どのようなことを心がけ、いかなる思考様式に基づいて課題解決を試みているかを明らかにした。インタビューをもとに、宇宙分野で求められる資質・能力・技術を 7 つのカテゴリ（基本姿勢／立案／開発／運用／解析／チーム作り／リーダー論）に分類し、全 70 項目の心構え（以下「70 の心構え」という。）として体系化した。前述 1（2）①のアクティブ・ラーニング形式の宇宙教育教材の開発・実践において受講生が開発した宇宙教育教材を中高生が取り組むことで、生徒たちが 70 の心構えを自然に身につけられるような仕掛けを施した。将来、直接的に宇宙開発に携わらない生徒にとっても、汎用性のある心構えとなっている。

②取り組みの書籍化

宇宙教育プログラム指導要領をもとに、プログラムの取り組みについてまとめた書籍「中高生のための宇宙教育プログラム」を出版した。書籍には、70 の心構えとプログラムにおいて開発した教材及び実践例を掲載した。70 の心構えの掲載においては、心構えのうち特に重要だと思われる項目について宇宙飛行士や中高の現職教員の具体的な経験を交えて解説を加えた。本課題で得られた成果を広く一般に社会に公表するとともに、宇宙を切り口にした理科教育を実際に教育現場に反映していくために、指導を希望する誰もがそれぞれの教育環境で利用できるようなものとなった。

③資質・能力を測定する診断コンテンツの作成

70 の心構えをもとに、ホームページ閲覧者の資質・能力を測定する診断コンテンツを作成した。コンテンツは、閲覧者の属性、居住先、性別といった基本情報のほか、7 つの資質・能力である「基本姿勢」、「立案」、「開発」、「運用」、「解析」、「チーム作り」、「リーダー論」に関する質問事項がある。質問事項の入力方法は、ニックネームでの入力を求めており、入力者の個人が特定される情報は全く扱っていない。コンテンツに関心を持ち入力した人数は 161 名（2024 年 3 月 9 日時点）であった。

（2）宇宙教育教材の公開

プログラムにおいて受講生が開発した 12 種類の教材をホームページで公開した。教材は学習指導案、実践（授業）の様子を 10 分～15 分程度にまとめた動画、指導内容の 3 点を基本とした。また、2023 年度に受講生が行った微小重力落下実験で取得した 5 種類の動画データを教育用の素材としてホームページで公開した。中高の探究活動を行う際のテーマ探しとなるよう、動画データはダウンロードできる

ものとし、動画の解説資料もあわせて掲載した。

（3）教育現場へのアプローチ

①宇宙教育プログラム通信

学校現場や一般に宇宙分野の魅力を伝えることを目的に、宇宙教育プログラムの活動を発信する広報リーフレット「宇宙教育プログラム通信」を各年度 2 回程度発行した。また、プログラムで開発した宇宙教育コンテンツを紹介した特別号を作成し、ホームページに公開するとともに、全国の教育委員会及び関東近郊の高等学校に配布し、教材の活用提案を行った。

②現職教員を対象とした研究会での紹介

本学の理数教育研究センターで実施している「授業の達人大賞※」において、「生徒の探究を促す宇宙を題材とした STEAM 教育」と題し、宇宙教育プログラムの概要、プログラム受講生が開発した教材と実際の授業の様子の事例紹介、ホームページの紹介を中心に、主に中高の現職教員に向けて講演を行った。講演では、教材を「総合的な学習（探究）の時間」や SSH 校での生徒の課題研究、クラブ活動等の正課外活動で利活用してもらうことを提案した。

※授業の達人大賞：小・中・高等学校において、意欲的な実践・研究や創意あふれる指導により、優れた授業を実践した算数・数学科、理科の教員を顕彰するイベント

③学校現場等における展開

教育プログラムの実践協力校の STEAM 授業内において、プログラム受講生が開発した宇宙教育教材を活用した。授業の実施にあたっては、プログラムでメンターを務める学生がサポートした。また、教育プログラムを受講した学生の一部が、seed のメンバーとして活動し、中学校、高等学校での出張講義や科学館でのイベント等で教材を活用した宇宙教育を展開している。

（4）理科の教員免許状取得を目指す本学学生に対する教育効果

中高の理科教員免許の取得を目指す本学学生の必修科目（教職科目）である「理科教育論２」において、受講生が開発した教材を題材に授業を行った。具体的には、全 15 回の授業のうち 1 回分において、STEAM 教育につながる分野横断型の探究活動という観点から、教材の長所・短所、実際に自分が教師として指導できるかどうか等の観点で議論する題材とした。

「必要性」

<u>国や社会のニーズへの適合性</u>

将来の宇宙分野を支える人材は短期間で確保できるものではなく、幼少期からの関心が大きく影響を及ぼすと考えられており、初等中等教育課程の教育現場における宇宙教育の充実が求められている。本課題では、主体的・対話的で深い学びに基づく中高生向けの宇宙教育教材・カリキュラムを開発、実践できる大学院生、大学生を育成することを目的に教育プログラムを実施するとともに、宇宙を題材にしたこれからの時代に必要な資質能力を育む教育の普及に取り組んだ。これらの取り組みは、将来の宇宙分野の裾野拡大に寄与するものであり、宇宙教育人材育成のニーズに適合する。

<u>科学コミュニティの活性化</u>

宇宙分野及び教育に高い関心を持つ全国の大学院生や大学生を対象に、将来、小中高の教員や科

学コミュニケーター、宇宙関連企業等で活躍する人材を育成すること、宇宙教育コンテンツを教育現場に普及することは、科学コミュニティの活性化に寄与する活動である。

また、教育プログラムで行った宇宙及びビジネス分野の講義・講演については、受講生に限らず広く一般に公開した。主な参加者は、中学生、高校生、大学生、小中高の教員、社会人等で、延べ835人（2022年度：544人、2023年度：291人）が聴講した。各回にアンケート調査を行ったところ、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」95.5%、「宇宙科学技術への興味の向上に役立ったか」97.1%であった。プログラムの公開は、最先端宇宙科学技術や宇宙産業の現状について一般社会に普及・啓発する活動であった。

「有効性」

人材の養成

宇宙をテーマに教育現場で活用できるコンテンツの開発とそれを効果的に活用するための能力を身につけさせ、学校現場で実践させる教育プログラムを実施した。受講生は文理を問わず他大学の学生も含めることで、理工系だけでなく法学部、教育学部、文学部等の学生も育成した。また、学部生に加え大学院生も対象とした。本課題において、52人（2022年度：25人、2023年度：27人）の受講生を育成するとともに、プログラム受講歴のある延べ35人（2021年度：18人、2022年度：9人、2023年度：8人）のメンターを指導者として育成した。本課題で独自に設置した外部評価委員会からは、「実践から生み出された生きたカリキュラム開発が実現しており、アストロコミュニケーターを目指した取り組みとして成果を上げている。」、「メンター制度という、プログラム修了生がさらなる活躍をする仕組みが着実に開発されており、人材育成ができている。」という評価も得ており、宇宙教育に係る人材の養成に貢献することができた。

直接・間接の成果・効果やその他の波及効果の内容

プログラムで開発した宇宙教育教材については、学習指導案や動画（受講生が実践した授業の様子を10～15分程度にまとめたもの）等をホームページに公開し、学校現場で活用できるようにした。公開した動画のうち動画共有サービスで公開した11件については、これまでに2000回以上の閲覧が確認できた。また、主に中高の現職教員を対象とした研究会において本プログラムを紹介し、一つの教材については参加した高等学校のSTEAM授業内において活用された。今後、プログラムで開発した教材が、総合的な学習（探究）の時間やSSH校での生徒の課題研究、クラブ活動等の正課外で活用されることが見込まれる。

「効率性」

費用構造や費用対効果向上方策の妥当性

受講生がプログラム実施日以外にも主体的に教材開発が行えるよう、宇宙教育プログラム室の設置や既存施設の貸出を行った。また、講義動画・資料の閲覧や受け渡し等を本学の教育支援システム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。

計画・実施体制の妥当性

初年度にモデルコンテンツや宇宙教育プログラム指導要領を作成することで、プログラムの核となる指針を作り上げることができた。また、初年度に開発した教育プログラムを試行的に本学学生に受講させることで2年目以降のメンターを効率的に育成することができた。

実施体制としては、学長のもとにワーキンググループを設置することで、本学の宇宙、科学教育、教

育学といった分野の異なる研究者が所属を問わず連携してプログラムを実施することができた。また、本学の教員養成の中核である組織と関わりのある中学校、高等学校と協力体制を築き、教育現場視点の意見を積極的に取り入れることができた。

（２）成果

「アウトプット」

●アストロコミュニケーターの育成

育てたい人物像を、宇宙教育に興味を持ち、将来、青少年へ宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力の発信を担うもの（アストロコミュニケーター）とし、52 人の受講生を育成した。育てたい人物像と達成目標において、その到達度を評価するために、「プログラムルーブリック」を設定した。また、受講生が宇宙教育教材を開発・実践するにあたり、受講生の到達度を測定するための「宇宙教育教材開発ルーブリック」もあわせて設定した。これら 2 種類のルーブリックを用い、プログラム受講前と後の各時点で受講生に自己評価させ個人の成長度を測った。各年度ともに、全体としての成長度は高く、課題設定力、発想力（独創性）の伸び率が特に高い結果となった。また、受講後のアンケート調査では、「この楽しかった気持ちを高校生や中学生に経験させてあげたいという志が生まれた。」、「天文部やサイエンスコミュニケーションサークルなどに情報提供して宇宙の魅力の普及に活用してもらいたいと思う。科学教育に強い関心を持つようになった。」等の意見が得られ、受講生のアストロコミュニケーターとしての志を醸成することができたといえる。

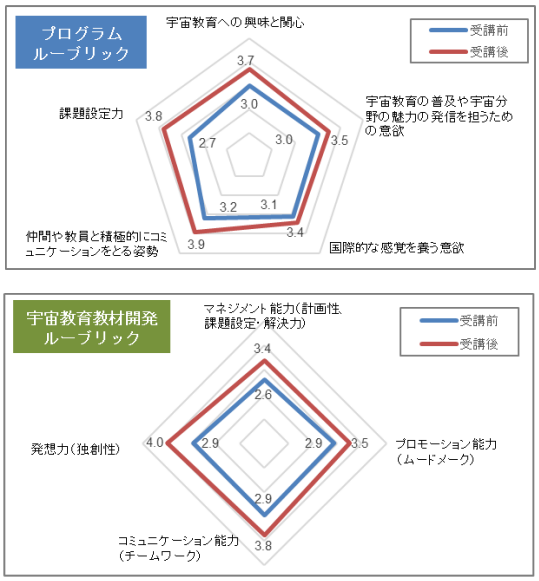


図３　ルーブリックによる自己評価（2023 年度）

受講生の育成とともに、プログラム受講歴のある延べ 35 人をメンターとして採用し、受講生の指導とプログラムの運営に取り組ませることで、宇宙教育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。その効果検証として、各年度の活動後にメンターにアンケート調査を行った。各項目において肯定的な意見（4 段階評価で 3 以上）の割合は、「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」（93.8%）、「実践的な指導力の向上に役立ったか」（100%）、「将来の自身のキャリアにおいて役立ったか」（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。また、受講生へのアンケートにおいて、「受講にあたってメンター制度は役立ったか」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 90.4%であった。また、受講生の感想として、「今までの経験を通して適切なアドバイスをもらえた。」、「授業準備が思うように進まないとき、受講生に近い立場からのアドバイスに救われることが多かった。」、「先生と受講生の中間に位置しており、親しみを持って色々な質問等ができた。」等の意見があった。このようにメンターはプログラムにおいて受講生の成長をサポートする重要な存在となった。

●宇宙教育の普及

宇宙飛行士、宇宙分野の研究者・技術者らの思考パターンをカテゴリに分け、宇宙から学ぶ新しい時

代に必要な資質・能力を明らかにし、それを宇宙教育プログラム指導要領として体系化した。また、教育プログラムにおいて 17 種類の宇宙教育教材を開発した。開発した教材や宇宙教育プログラム指導要領の内容は、ホームページでの公開、冊子配付による教育現場への周知、書籍の出版等を行い、宇宙教育教材の普及を行った。

「アウトカム」　（令和 6 年 10 月末時点）

●教育現場への展開

本学の理数教育研究センターが主催する「授業の達人大賞」において主に中高の現職教員を対象として特別講演を行った。この内容については、動画共有サービスにおいて一般に公開し 300 回以上視聴されている。さらに、この講演をきっかけに、本課題で開発した宇宙教育教材の一つが高等学校の STEAM 授業（理科・数学・情報の教科横断授業）で活用され、授業補助として 2022 年度受講生で 2023 年度メンターを務める学生がサポートに加わる等の教育現場への展開も行われている。

●人材の輩出

本学では 2015 年度から同委託費による宇宙教育プログラムを実施し、これまでに 222 人が修了している。各期において実施内容は異なるものの、受講生が自らミッションを提案・実現するミッションベースドラーニングを基本としており、多数の優秀な人材を輩出してきた。2024 年 4 月の受講後の進路等追跡調査では、111 人から回答が得られ、JAXA、三菱重工、有人宇宙システム株式会社等、宇宙開発にかかわる業種に就職している者も多くみられた。また、中学校や高等学校の現職教員も輩出している。2023 年度の過年度受講生（OB・OG）を含めた交流会では、現職教員が実際に学校現場で実践している宇宙教育について講演を行った。このように、本プログラムで育成された人材が、「青少年への宇宙教育の普及や宇宙分野の魅力発信を担う者」のロールモデルとなっていることも重要な成果である。

●宇宙教育ベンチャー企業への人材の継承・蓄積／宇宙志向ビジネス人材育成への展開

第 2 期に本学が実施した宇宙教育プログラムにおいてアントレプレナーシップが醸成され、一部の学生メンターが seed として宇宙教育事業を展開している。本課題の受講生やメンターとして活動した学生が seed のメンバーとして活動し、開発した教材を活用することで、教育プログラムで得た知見や経験を引き継ぎ、発展させている。この成果は、中学校や高等学校での出張講義や科学館等での各種イベントにおいて確認されている。また、メンター制度のように、既存メンバーが新たに加わった者の教育的指導にあたることで、人材育成のサイクルも構築され始めている。

さらに、本学では、本課題で蓄積した成果をもとに宇宙志向ビジネス人材の育成に取り組んでいる。民間の宇宙利用を牽引し、新たな宇宙利用産業を先導する人材、そして、そのような人材を育成できる教育者・指導者の育成を目的としたプログラムである。このプログラムにより育成された人材についても seed が継承・蓄積し、継続して人材育成を行っていく予定である。

（３）今後の展望

本プログラムで育成された人材は、seed が引き継ぎ、本課題終了後も自律的に人材の輩出と循環を続け、新たな人材育成を行っていく計画である。また、seed の教育活動において、プログラムによって開発された教材を活用・発展させながら、学校や関連する自治体等で宇宙教育を普及していく予定である。学内においては、スペースシステム創造研究センター教育ユニットや理数教育研究センター等の定常組織と連携することで、本学学生の教育や教育現場への展開も視野に入れている。

2024 年 10 月からは、宇宙港の実現に向けた取り組みを実施している大分県と SPACE コースを設置し

ている大分県立国東高等学校と連携し、「宇宙志向ビジネスを先導する人材を育てる Bootcamp in 大分」（同委託費の宇宙航空専門人材育成プログラムに採択）を開始する。将来の宇宙進出に向けた技術開発・教育・地域振興等の各種ビジネス（宇宙志向ビジネス）を発展させていくための人材育成プログラムである。大学生及び高校生を対象に、ビジネスマインドを持ち新たなミッションを開拓できる人材や、そのような人材を育成できる教育者・指導者を養成するため、宇宙教育プログラムの基礎であるミッションベースドラーニングを軸にプログラムを実施していく予定である。

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っていない。 Ｄ）成果はほとんど得られていない。

９．評価理由

宇宙分野のすそ野拡大のための教育に携わる志と資質能力を身につけた大学院生、大学生を育成することを目標としており、事業の成果が将来にわたって自律的に社会で活用されていく期待の高い独創的で価値のある取り組みである。

プログラムは目的に沿って丁寧に構築され、高度なレベルで実現されている。特にアクティブ・ラーニング（宇宙教育教材の開発・実践）と講義・講演（宇宙・教育・ビジネス分野）は充実したシラバスが作成され、事業としては十分な成果を上げた。受講者だけでなく、プログラムを支えるメンター、プログラム実践校の中高生と年齢・能力的に幅広く、結果としてそれぞれが成長を感じている点も素晴らしいプログラムである。

成果の外部への普及を目的とした宇宙教育コンテンツの公開についても作成された教育教材だけでなく、今後の宇宙教育教材開発の基礎となる宇宙教育プログラム指導要領、指導要領に基づく「中高生のための宇宙教育プログラム」も公開し、学校現場で自律的にプログラム開発ができるようにしており、教員を対象としたアウトリーチ活動も充実している。

ルーブリックを用いた主観的な評価に加え、当初設定されたサクセスクライテリアとの対比や、定量的に判断できる効果、具体的エビデンス、費用対効果の提示がなかったことは残念だったが、人文社会系をはじめ影響が拡大しており、今後の社会での成果活用の期待が高いため高く評価できる。

以上により、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たと認められる。

今後は、以下の点が期待される。

- ２回のみの実施に止まったファシリテーション能力育成講座を工夫することを期待する。

- 就活や就職、進学など、その後の活躍状況をモニタリングし、社会でどのように受け入れられ活躍しているのか報告することを期待する。
- 育成人材やカリキュラムと社会や産業界との連携により、宇宙分野のすそ野拡大や社会貢献の拡大に取り組んで頂き、宇宙ビジネスの発展に繋がることを期待する。