

## 立命館大学大学院 宇宙地球フロンティア研究科(仮称)の概要

### 1. 新研究科設置の背景と社会的意義

#### ■ 宇宙を利活用するフェーズへの変化とそれに対応した人材育成の必要性

月・火星をめぐる国際的な探査は、もはや遠い未来の夢ではありません。アメリカ、日本、欧州、カナダ、オーストラリア、韓国などはアルテミス計画を軸に月面での持続的活動を構想し、探査や資源利用に向けた研究開発を加速しています。日本においても、小型月着陸実証機「SLIM」が2024年に月面着陸を達成し、月極域探査(LUPEX)や火星衛星探査(MMX)など、次のステージに向けたプロジェクトが進んでいます。

いま、宇宙は「人類が持続的に利用する場」へと大きく転換しつつあり、人類の新たな生活や産業の場として、先端技術を実証し、新たな価値を創造するフロンティアとなりつつあります。そして、宇宙で培われる技術は、防災、資源、インフラ、環境、エネルギーといった地球の課題解決にも大きな可能性をもたらします。宇宙と地球をつなぎ、両者の未来を切り拓く。そのための新たな知と人材が、いま強く求められています。

こうした時代に必要なのは、個別の専門性とどまらず、多様な知を結び付け、社会実装や新たな価値創造へと導く人材です。自然現象の理解を深め、新たな知の発見を支える理学、極限環境に耐える探査機や観測機器の開発を担う工学、そしてプロジェクトを推進し、社会実装へと導くマネジメント。これらの横断知を束ね、ビジネス創出までつなげる教育研究拠点が、いま、必要です。

立命館大学は、17学部・22研究科を擁する私立総合大学としての強みを活かし、多彩な専門分野の英知を結集して、宇宙利用時代にいち早く対応した研究と教育を展開できる基盤を形成します。そして、理学、工学、マネジメントを横断する「総合知」を修得し、宇宙と地球の双方に新たな社会的価値を創出するアーキテクト人材の育成を目指します。

#### ■ 宇宙産業を支える人材の不足

宇宙産業は急成長しており、世界の宇宙経済は2024年に6,130億ドル規模へ拡大し、早ければ2032年には1兆ドルを超える可能性があると予測されています。日本においても宇宙技術の開発が国家戦略に組み込まれるとともに、民間の宇宙産業投資も急速に拡大しています。しかし、日本では2040年までに約16万人の宇宙人材が必要とされるのに対し、現状は約9,000人にとどまっておお、大幅な不足が指摘されています。このギャップを埋めるには、宇宙・地球フロンティアの探査・開拓に資する理学と工学を横断的に学び、実践的なプロジェクトを通じて高度な専門性と実践力を身につける教育が不可欠です。宇宙地球フロンティア研究科(仮称)の設置により、産業界と連携した実践的教育や研究機会を提供し、即戦力となる高度人材を体系的に育成するとともに、拡大する宇宙市場を支える人材基盤の強化に取り組みます。

#### ■ 宇宙開発と地球フロンティア探査・開発

宇宙と地球のフロンティア探査・開発は、技術と知識の相互応用によって大きな相乗効果を生みます。例えば、月面で稼働する機器には、110℃以上の高温から-170℃以下の低温まで耐える性能が求められます。こうした技術は、地球の地下深部や火山地域等の極域における探査機器にも活かすことができます。また、物理探査の手法は、もともと地球の地下構造の把握を目的に発展してきたものであり、資源開発や地質コンサルティング分野で広く応用されています。これらの知見は、月や惑星の地下構造を探る宇宙探査にも活用されます。本研究科では、各教員が有する専門性と基盤技術を核として連携を図り、宇宙と地球を往還する新たな知と技術の創出を目指します。

## ■ 新研究科の特徴

- 宇宙、極地など人類のフロンティア領域を探索・開拓し、人類の生存圏を拡大・維持する科学・技術を追求。
- 理学の探求心(Discovery)と工学の創造力(invention)の融合・循環による新しい価値創造やイノベーション創出。
- 未知の領域、極限環境へのアプローチを通じたフロンティアスピリッツやアントレプレナーシップの醸成。

## 2. 新研究科の基本枠組み

名称	宇宙地球フロンティア研究科(仮称) Graduate School of Frontier Exploration in Earth and Space
開設年度	2028年4月開設予定(設置構想中)
学位	修士(理工学)、博士(理工学) <もしくは、(理学)または(工学)>
入学定員	博士課程前期課程 100名(約半数は外国人留学生を想定) 博士課程後期課程 15~20名
開講言語	英語ベースの英語・日本語ハイブリッド
キャンパス	滋賀県草津市 びわこ・くさつキャンパス

## 3. 教学理念と教育の目的

### ■ 理念

学校法人立命館 学園ビジョン R2030 が掲げる「挑戦をもっと自由に」を体現し、立命館大学の教学理念「平和と民主主義」に基づき、宇宙および地球のフロンティア探索・開発における「平和利用」と「持続可能性」を基本原則とします。本研究科は、フロンティア探索・開発技術を人類共通の知的資産として発展させ、その成果を地球規模の課題解決に還元することで、**平和で持続可能な人類の生存圏拡大**に貢献します。

### ■ 宇宙地球フロンティア研究科(仮称)が対象とする研究・教育領域

本研究科は月・火星・シスルナ空間・地球を研究・教育のフィールドとし、宇宙については宇宙科学、宇宙探査、人工衛星を、地球については地球科学、地球環境、極域探査、新資源・新エネルギーを主な対象領域とします。これらを横断的に学び、探査計画の立案、探査機・人工衛星や観測機器の開発、データの利活用、さらには宇宙技術のスピノフを通じて、地球の環境、防災、資源、エネルギー、インフラ等の社会課題の解決にも資する研究・教育を展開します。

また、本研究科では、本学の宇宙地球探査研究センター(ESEC)と連携し、科学分析から機器製作、宇宙環境試験までを学内で完結する“次世代惑星開発ラボ”を核として、実践的な教育研究環境を整備します。さらに、英語のみでの修了が可能な国際的学修環境を整えるとともに、プロジェクト型の教育・研究を通じて実ミッションに対応できる実践力を育成します。

## ■ 人材育成目的

宇宙地球フロンティア研究科(仮称)は、持続可能で平和な「人類の生存圏拡大」のため、科学的専門性を基盤とし、理学・工学・マネジメントの総合的知見を活かして、宇宙地球フロンティア探査・開発のプロジェクトを牽引できる高度専門人材の育成を目的とします。

### 【博士課程前期課程】

博士課程前期課程では、グローバルな視点を持ち、国際的なプロジェクトを推進できる能力を育成し、宇宙産業をはじめとする多様な分野において、国際社会で幅広く活躍できる次の人材を育成します。

- 理学、工学、マネジメントの「総合知」を修得し、社会的価値を創出するアーキテクト人材の育成
- 未知の領域に挑戦し、宇宙地球の極限環境における課題解決を通じて人類の未来を切り拓くためのフロンティアスピリットと専門スキルを備えた人材の育成
- 科学的専門性を基に、イノベーションの創出を牽引し、新たな研究・事業展開を実現できる人材の育成
- 国際的な視野と協働能力を持ち、グローバルな宇宙探査・開発プロジェクトを推進できる人材の育成
- 高い倫理観と豊かな人間性を持ち、「平和と民主主義」の理念のもと、持続可能で平和な宇宙地球フロンティア探査・開発を推進できる人材の育成

### 【博士課程後期課程】

博士課程後期課程では、学術研究の深化とともに、国際的なプロジェクトのリーダーとして活躍できる能力を養成し、宇宙産業をはじめとする多様な分野で革新を創出する次の人材を育成します。

- 理学、工学、マネジメントの高度な「総合知」を修得し、学術的・社会的価値を創出するアーキテクト人材の育成
- 未知の領域に挑戦し、宇宙地球の極限環境における課題解決を通じて人類の未来を切り拓くフロンティアスピリットと研究力を備えた人材の育成
- 高度な科学的専門性と研究力を基に、イノベーションを牽引し、新たな研究・事業展開を実現できる人材の育成
- 国際的な視野と協働能力を持ち、グローバルな宇宙探査・開発プロジェクトを主導できるリーダー人材の育成
- 高い倫理観と豊かな人間性を持ち、「平和と民主主義」の理念のもと、持続可能で平和な宇宙地球フロンティア探査・開発を推進できる人材の育成

#### 4. 新研究科の研究・教学領域と教育内容

##### ■ 研究・教学領域ごとの教育内容

###### • 宇宙地球探査科学

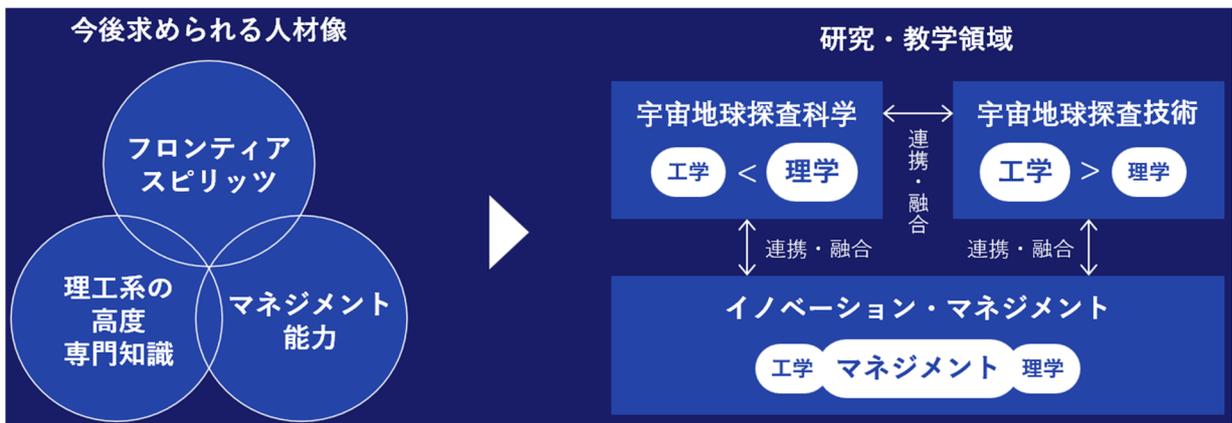
宇宙および地球のフロンティア領域を探索するフィールド科学を展開し、宇宙・地球の進化・変動メカニズムを解明するとともに、人類の宇宙進出と地球における持続可能な生存圏の在り方を探究するための知識と技術を修得。また、理学・工学に共通するデータサイエンスおよびシミュレーションの専門性を修得。

###### • 宇宙地球探査技術

宇宙および地球のフロンティア領域にアクセスし、探査・観測するための探査機器(月・惑星探査機器、水中・火山調査ロボットなど)の開発や、宇宙・地球フロンティアを利用するためのインフラ技術(超小型～小型人工衛星、軌道上施設、月面基地など)を構築するための知識と技術を修得。

###### • イノベーション・マネジメント

宇宙および地球のフロンティア探査で行われる実際の国際プロジェクトを想定し、必要な知識・技能を学ぶ。プロジェクトに必要な、プロジェクトマネジメント、ビジネス、法律などの知識・技能を修得するとともに、専門分野や国籍などが異なるチームで探査プロジェクトに取り組むことで多文化環境でのプロジェクトの実践力を修得。



## ■ 新研究科のポイント

- 理学×工学×マネジメントの“統合型”大学院  
惑星・地球科学や機器開発に加え、データ利活用・マネジメント・アントレプレナーシップ・宇宙法も統合した、理学・工学・経営横断型カリキュラムを採用
- 対象領域の範囲が広い(月／火星／シスルナ空間／地球)  
宇宙利用から生活圏構築を見据え、地球～月・火星を対象に科学・工学・データ利活用を横断的に教育研究
- 宇宙地球探査研究センター(ESEC)と密接に連携  
ESECは宇宙戦略基金に第1期「SX 研究開発拠点」・第2期「月面インフラ構築に資する要素技術」と連続採択され、JAXA やトヨタ自動車と月面探査・有人と圧ローバー開発を推進するなど、最前線の研究をおこなっています。研究科はESECと一体で、所属教員全員がESECに籍を置き、大学院生が最前線プロジェクトに近接して学べる環境を提供します。
- 「次世代惑星開発ラボ」による月・火星面を再現したワンストップの実験環境  
科学分析から機器製作・性能評価まで学内完結できる「次世代惑星開発ラボ」を整備。月・火星のダスト環境再現装置など国内屈指の設備で、大学院生の研究・産学連携・人材育成の拠点を実現
- 起業・事業化まで見据えたビジネス創出と社会実装  
アントレプレナーシップをカリキュラムに組み込み、学内起業支援機関とも連携して事業化を後押し。また宇宙で培った技術を防災・インフラ等の地球課題へ応用し、産業横断の進路を拓く
- 入学者の約半数は外国人留学生を想定し、多文化協働を前提とした教育・研究体制を構築
- 英語での教育をベースとし、英語のみでの学位の取得が可能なカリキュラム  
英語をベースとした国際ミッション・国際プロジェクトに対応できる人材を育成

## 5. 新研究科で取り組む主な領域・テーマ・分野(予定)

領域	テーマ	分野
科学	地球・月・火星の資源を探る	地質学、鉱物学、惑星科学
	地球圏から月(シスルナ)、そして深宇宙につながる環境を理解する	宇宙・地球探査、宇宙・地球物質分析、宇宙・地球環境計測、リモートセンシング観測
	地球・月・火星表層の物質を探る	宇宙・地球用探査観測装置開発
	地球・月・火星の構造を理解する	地球物理学、惑星科学
	地球・月・火星内部の物質循環を理解する	流体地球物理学、モデリング、シミュレーション、観測データ解析
技術	宇宙機(超小型衛星、探査機等)のミッション創生・システム設計をする	宇宙機ミッション創生、宇宙機システム設計、宇宙軌道力学、宇宙機制御工学
	宇宙ミッションを実現する機器・要素技術を開発する	宇宙構造解析、宇宙材料工学、宇宙エレクトロニクス、宇宙ロボティクス
	宇宙・地球フロンティアを開発・利用する、現地の資源を利用する(ISRU)	宇宙・地球探査、宇宙・地球フロンティア開発、宇宙・地球資源利用、宇宙建設
マネジメント	宇宙地球フロンティアの探査・開発プロジェクトを計画・管理・実行する、宇宙ビジネスを創出する	プロジェクトマネジメント、システムズエンジニアリング、宇宙ビジネス開発、技術経営

※科学…宇宙地球探査科学、技術…宇宙地球探査技術、マネジメント…イノベーション・マネジメントの略称

## 6. カリキュラムの構造と特色

### 博士課程前期課程(科目区分の特徴や概要)

分野	科目区分	特徴や概要
専門	宇宙地球探査科学(理学)科目	<u>宇宙地球フロンティア研究にかかわる理学の専門性を修得</u> 理学系科目は、地球・宇宙の未知領域を探索する上で必要な自然科学の理解および宇宙地球の進化・変動メカニズムの解明や未来予測にかかわるシミュレーションに必要な惑星科学、物理学、化学、データサイエンスを中心とする専門知識を修得する。この科目群は主に講義・演習の科目で構成される。
	学際科目	<u>宇宙地球フロンティア研究にかかわる理学・工学に共通するデータサイエンスおよびシミュレーションの専門性を習得</u> 学際科目は、宇宙探査観測データ、リモートセンシング、地理情報システムなど宇宙地球の様々なデータを利活用するとともに、観測や実験等で得られた数値をもとにモデリングやシミュレーションを行い宇宙や地球のフロンティアをデジタル空間に再現する知識と技術を修得する。この科目群は演習の科目で構成される。
	宇宙地球探査技術(工学)科目	<u>宇宙地球フロンティア研究にかかわる工学の専門性を修得</u> 工学系科目は、宇宙・地球のフロンティア領域を探索・観測するための探査機の開発や、宇宙・地球フロンティアの開発・利用を支える技術の構築に必要な電気電子工学、ロボット工学、通信工学、地圏・地盤工学を中心とする専門知識を修得する。この科目群は主に講義・演習の科目で構成される。
	イノベーション・マネジメント系科目	<u>宇宙地球フロンティア研究にかかわるマネジメントの専門性を修得</u> マネジメント系科目は、宇宙・地球のプロジェクトマネジメントやイノベーション・マネジメント、ビジネス創成に必要な知識の修得および宇宙法や宇宙地球にかかわる関連法規、そしてフロンティアを開拓する上で求められる高い倫理観を修得する。この科目群は主に講義・演習の科目で構成される。
共通	研究基礎科目	<u>英語・日本語での研究論文作成に必要なリテラシーの修得</u> 研究基礎科目では、英語または日本語での研究論文の執筆や、研究プロジェクトへの参加において成果物をまとめる際に必要となる基礎的な知識と技能を修得する。本科目群は演習形式で構成され、実践的にリテラシーを身につけることを目的とする。
	リエゾン科目	<u>理学・工学・マネジメントを融合した実験実習科目とプロジェクト科目、そしてインターンシップ・国際研修科目で総合知と実践力を養成</u> リエゾン科目は、知識と技能を有機的に結びつけた実践力を養成することを目的とし、講義科目で修得した知識を基に、社会で活用・応用できる能力に発展すべく、理学・工学・マネジメントの複合的・融合的な視座から設計した宇宙地球のフロンティア研究にかかわる実験科目やプロジェクト科目、インターンシップ・国際研究科目を展開する。この科目群は実験、実習、演習科目で構成される。
研究指導科目		「宇宙地球フロンティア研究Ⅰ～Ⅳ」を必修科目として設定

※設置構想中。設置計画は予定であり、本資料の内容は変更となる可能性があります。

<カリキュラム表(予定)>

英語開講をベースとし、一部の科目は日本語での開講も行うことを予定しています。

科目配置

博士課程前期課程

科目区分		1回生				
		1Q	2Q	夏集中	3Q	4Q
専門 科目	科学 (理学)	宇宙科学特論		宇宙地球フロンティア特論	惑星物質科学特論I	惑星物質科学特論II
		惑星科学特論	固体惑星探査科学特論		地理情報学特論	磁気圏物理学
		アストロバイオロジー特論	固体地球物理学特論		流体地球物理学特論	
		宇宙地球物理探査			宇宙科学特論	
		資源地質学I	資源地質学II		惑星科学特論	
		探査科学特論		探査科学特論		
	学際	データサイエンス特論I	データサイエンス特論II		宇宙地球シミュレーション演習I	宇宙地球シミュレーション演習II
	技術 (工学)	宇宙工学概論			宇宙工学概論	
		構造解析特論I	構造解析特論II		探査ロボット工学特論I	探査ロボット工学特論II
			宇宙地球パワーエレクトロニクス特論I		宇宙地球パワーエレクトロニクス特論II	応用情報通信工学I
			機能材料学		地圏・地盤工学	マルチボディダイナミクス
	マネジメント	プロジェクトマネジメント	システムズエンジニアリング		ミッションデザイン&オペレーション	宇宙機制御工学
					プロジェクトマネジメント	
共通 科目	研究基礎	アカデミックライティング				
	リエゾン	宇宙地球フロンティア実験I	宇宙地球フロンティア実験II	宇宙地球インターンシップ	宇宙地球フロンティア実験III	宇宙地球フロンティア実験IV
		宇宙地球フロンティアプロジェクトI	宇宙地球フロンティアプロジェクトII	宇宙地球探査国際研修	宇宙地球フロンティアプロジェクトIII	宇宙地球フロンティアプロジェクトIV
研究指導科目		宇宙地球フロンティア研究I	宇宙地球フロンティア研究II		宇宙地球フロンティア研究III	宇宙地球フロンティア研究IV

科目区分		2回生				
		5Q	6Q	夏集中	7Q	8Q
専門 科目	科学 (理学)					
	学際					
	技術 (工学)	フロンティア環境利用	フロンティア資源利用			
		宇宙機システム設計I	宇宙機システム設計II			
		応用情報通信工学II				
マネジメント	宇宙ビジネス特論	宇宙地球関連法規と知的財産権				
		宇宙ビジネス起業論				
共通 科目	研究基礎					
	リエゾン					
		宇宙地球フロンティアプロジェクトI	宇宙地球フロンティアプロジェクトII		宇宙地球フロンティアプロジェクトIII	宇宙地球フロンティアプロジェクトIV
研究指導科目		宇宙地球フロンティア研究I	宇宙地球フロンティア研究II		宇宙地球フロンティア研究III	宇宙地球フロンティア研究IV

博士課程後期課程

科目区分		1回生～3回生				
		1Q	2Q	夏集中	3Q	4Q
リエゾン		宇宙地球フロンティアプロジェクト (後期課程) I	宇宙地球フロンティアプロジェクト (後期課程) II		宇宙地球フロンティアプロジェクト (後期課程) III	宇宙地球フロンティアプロジェクト (後期課程) IV
研究指導科目		宇宙地球フロンティア特別研究I	宇宙地球フロンティア特別研究II		宇宙地球フロンティア特別研究III	宇宙地球フロンティア特別研究IV

※科学…宇宙地球探査科学、技術…宇宙地球探査技術、マネジメント…イノベーション・マネジメントの略称

## 7. 修了生の予想される進路

宇宙機器・衛星・探査関連に加え、エネルギー／資源／建設／IT・空間情報／コンサル等の非宇宙分野も主要な進路として想定しています。横断型人材としての宇宙・地球の多様なフィールドで活躍を目指します。

また、理学・工学・マネジメント横断の実践型の教育を通じて、宇宙ビジネス等に関わる起業家を育成します。

### <想定される主な就職先(想定)>

業界	業種
宇宙	宇宙輸送事業、人工衛星製造業、宇宙探査企業、衛星データ利用サービス
エネルギー・資源	資源開発企業、プラントエンジニアリング企業、電力・ガス供給業、再生可能エネルギー事業
IT・通信	システム開発業、通信事業、クラウドサービス業
建設・インフラ	総合建築業、専門工事業、土木・インフラ業、建設コンサルタント
商社・コンサルタント	総合専門商社、経営コンサルティング業、金融・投資業
研究・教育	高等教育機関、公的研究機関、民間シンクタンク