

# 「将来の有人宇宙活動を支える宇宙医学人材養成プログラムの創出」の成果の概要について

実施体制	主管実施機関	国立大学法人 京都大学 特定准教授 寺田昌弘	実施期間	令和4年度～ 令和6年度 (3年間)	実施規模	予算総額(契約額) 44百万円		
	研究代表者名					1年目	2年目	3年目
	共同参画機関	岐阜医療科学大学				15百万円	14百万円	14百万円

## 背景・目的・この事業で目標としたアウトプット

近年、有人宇宙活動の拡大や民間宇宙旅行の進展に伴い、微小重力・放射線・閉鎖環境など宇宙特有のストレス要因が人の生理や心理に与える影響を理解することが、国際的に重要な研究課題となっている。さらに、将来の月・火星探査や宇宙滞在の長期化に向けて、宇宙環境で安全かつ健全に活動できる人材を育成することが、国の宇宙政策・宇宙航空利用推進における喫緊の課題となっている。とりわけ、宇宙医学分野では、医系・工学系・理学系・看護系といった多様な分野を横断して学ぶ「越境型人材」の育成が不可欠であるが、国内における体系的な教育機会は依然として限られている。

このような背景を踏まえ、本事業では「宇宙滞在が人体に与える影響を多角的に理解し、科学的根拠に基づいた評価・分析が行える実践的な宇宙医学人材の育成」を主たる目的とした。具体的には、講義による基礎知識の習得、研究室見学や計測実習による技能獲得、模擬微小重力(6度頭低位ベッドレスト)を用いたデータ取得・解析、さらに国際連携を通じた先端研究体験を統合し、「理論・実践・国際性」を兼ね備えた教育体系の構築を目指した。また、宇宙における生命倫理の視点も取り入れ、宇宙活動が必要となる総合的判断力や責任感を育むことも重要な目的とした。

本事業で目標としたアウトプットは、以下の3点を中心に設定した。(1)体系的な宇宙医学教育の提供と、その成果を客観的に示すための学習指標の整備、(2)宇宙医学研究の基盤となる実習プログラムや教材の開発、およびそれらを活用した人材育成の拡充、(3)国内外の研究者・教育機関との連携を通じた国際的教育・研究ネットワークの形成である。

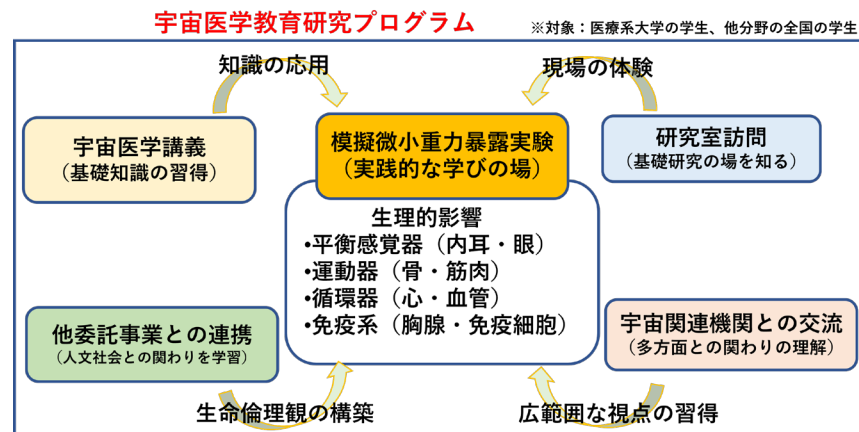
これらの活動を通じて、本事業は宇宙医学・宇宙安全・宇宙健康管理に関心を持つ学生を継続的に育成し、日本の宇宙航空利用を支える次世代人材の基盤形成に寄与することを目標として実施したものである。

## 成果展開の状況・期待される波及効果(事業の目的に関するアウトカム)

本事業で得られた成果は、教育・研究・国際連携の各面で着実に展開しており、宇宙航空利用の促進に寄与する複数のアウトカムが明確に確認されている。まず、宇宙医学講義や実習で得られた教材・教育プログラムは、学内外の授業・研究会で継続的に利用され始めており、多大学の学生や研究者への広がりが生まれている。また、ベッドレスト実験等で得られたデータや実習成果は、国内外学会での発表を通じて共有され、関連分野の研究進展にも寄与している。

教育面のアウトカムとしては、受講学生の理解度向上、宇宙医学への関心向上、キャリア意識の変化が確認されており、宇宙医学・宇宙健康管理に関心を持つ学生層が着実に拡大している。さらに、研究室見学や国際連携活動を通じて、医学・工学・看護・理学など多分野の学生が交流し、学際的な若手研究者ネットワークが形成されている点も、長期的な人材基盤を支える重要な波及効果である。

加えて、アウトリーチ活動やメディア掲載を通じて宇宙医学への社会的関心が高まり、初等・中等教育や地域の科学教育へ波及しつつあることは、将来の宇宙人材育成の裾野拡大につながる。これらの成果を踏まえると、本事業は短期的成果にとどまらず、教育資源の共有化、国際連携深化、若手人材ネットワーク形成、社会的認知向上といった複層的な展開を生み出し、宇宙航空利用の発展に対して大きな貢献を果たしていると評価できる。



## 背景

- 近年、有人宇宙活動・民間宇宙旅行・月面滞在計画が加速し、宇宙環境が人体に与える影響を理解し、安全に宇宙活動を行うための専門人材が強く求められている。
- 国内では体系的な宇宙医学教育の機会が不足しており、医・工・看護・理学を横断して学ぶ場の構築が急務となっている。

## 目的 -本委託費を使用して世の中の何を変えるか-

- 将来の有人宇宙活動を支える **宇宙医学の専門人材を育成する**
- 微小重力で生じる **人体への影響と対策を理解できる人材を養成**
- 宇宙医学講義+ベッドレスト実習などの **実践的プログラムを構築**
- 全国の学生が参加できる **継続的な宇宙医学教育基盤を整備**
- 医・工・看護・理学分野を横断した **越境型人材の育成体制を確立**

## 目的に対する指標

- 宇宙医学分野への理解度・関心(アンケート、5段階指標)
- 宇宙分野に進む学生の割合、進路意識の変化
- 国内外研究機関・企業からの関心・連携増加
- 学会発表・国際交流の実施件数

## 目標 -目的のために何をするか-

- 宇宙医学の体系的講義(14テーマ)による基礎知識の習得
- 研究室見学や生理計測実習による技能獲得
- 6° 頭低位ベッドレストなどの模擬微小重力実験を通じた実践学習
- 宇宙倫理ワークショップによる生命倫理・安全文化の理解
- NASA 研究者との交流や国際連携を通じた最新知見の習得

## 目標に対する指標

- 宇宙医学に関する知識がどれだけ増えたか(事前・事後アンケート)
- コンセプトマップによる理解構造の変化(ノード数、概念の結びつき)
- 実習で取得したデータの質・解析結果・発表内容
- ベッドレスト実験参加者の技能習得度

## 実施項目 -目標のために何をするか-

- 宇宙医学講義(大学院横断科目)の開講
- 研究室見学実習(医系・工学系・宇宙関連研究室)
- ベッドレスト実験による筋電図・循環・心理指標の計測
- 宇宙医学×宇宙倫理のワークショップ
- 海外(NASA)研究者との交流セッション
- 小学生・中学生・高校生向けアウトリーチ授業

## 事業内でのアウトプット

- 延べ398名が履修した宇宙医学講義
- 研究室見学実習 51名、ベッドレスト実習 32名
- 宇宙医学講義映像(14テーマ資料)
- 国内外学会発表 9件以上
- 学際的な若手宇宙医学コミュニティの形成
- アウトリーチ・一般向け講座の実施

# ①「宇宙医学講義の実施」

## 有人宇宙医学講義(大学院横断教育科目/後期水曜4限)

人類の宇宙進出は、特に技術的發展に伴って益々活況となっている。人の宇宙滞在もスペースシャトルから国際宇宙ステーションに宇宙プログラムが移行して、益々長期化し、今後は月面ミッションや火星ミッションなどで数年単位の滞在も現実のものになっている。しかし、地球環境に適応して進化した我々人が、宇宙環境に滞在した際にどのような影響があるのかはすべて解明されているわけではない。そのため本講義では、今後の有人宇宙活動に向けて、人への宇宙滞在の影響がどのようなものであるかを学び、将来的にその対策方法の解明に従事する人材育成を目的とする。

本講義は、Zoom配信しており、京大外からの参加者も受け入れている。オンタイムで受講できない学生には録画視聴を提供した。

<受講者数>  
R4年度：109名(京大生22名、外部生87名)  
R5年度：131名(京大生19名、外部生112名)  
R5年度：158名(京大生15名、外部生143名)



### 2023年度の実施内容:

- 【第1回】10月2日 宇宙医学概要(寺田昌弘:京都大学)
- 【第2回】10月9日 宇宙での骨格筋への影響①(志波直人:久留米大)
- 【第3回】10月16日 宇宙での骨への影響(近藤久貴:愛知学院大)
- 【第4回】10月23日 宇宙酔い(野村泰之:日大)
- 【第5回】10月30日 宇宙飛行とリハビリテーション(山田深:杏林大学)
- 【第6回】11月6日 宇宙での歯科分野への対応(前田初彦:愛知学院大)
- 【第7回】11月13日 フライトサージャンの役割(嶋田和人:筑波航研、元JAXA医師)
- 【第8回】11月27日 宇宙での自律神経系への影響(岩瀬敏:愛知医大)
- 【第9回】12月4日 宇宙放射線の影響①(山敷庸亮:京都大学)
- 【第10回】12月11日 宇宙放射線の影響②(山敷庸亮:京都大学)
- 【第11回】12月18日 宇宙での姿勢制御(萩生翔大:京都大学)
- 【第12回】12月25日 宇宙服と減圧症(田中邦彦:岐阜医療科学大)
- 【第13回】1月8日 宇宙での動物実験(高橋昭久:群馬大)
- 【第14回】1月22日 宇宙での骨格筋への影響②(河野史倫:松本大)

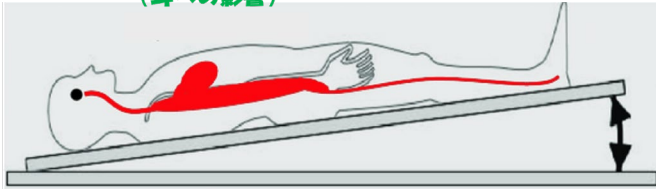
## ② 「模擬微小重力暴露実験の実施」

# 模擬微小重力暴露実験の実施

ベッドレスト実験は、被験者が6度頭低位に長期間臥床することにより、宇宙滞在で生じる筋骨の脆弱、体液シフト変化、神経系・循環器系への影響を模擬し、宇宙滞在中の人体影響を総合的に学ぶ機会となる。

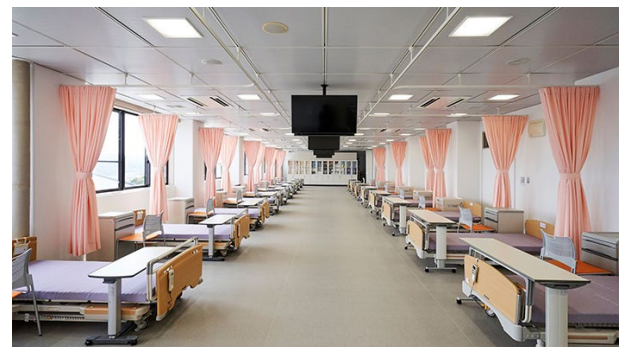
2024年3月7-18日と  
2024年9月8-19日にベ  
ッドレスト実験を実施。  
それぞれ6名の健康な男  
性被験者が10日間寝た  
きりの状態で過ごした。

寝たきりで生活 = 平衡感覚が変化  
(耳への影響)



頭を6° 下に傾ける  
(心臓・血管への影響)

寝たきりで生活 = 足腰の筋・骨が弱くなる  
(運動への影響)



会場：岐阜医療科学大学 看護学科

測定予定項目：



姿勢変換と連続血圧測定



筋電計 (FreeEMG1000)



動作解析カメラシステム  
(MICROCAM200-4)



心電計 (Bittium Faros180)



### ③ 「宇宙医学研究室の訪問見学実習」その1

## 宇宙医学研究室訪問

宇宙医学研究室の訪問見学実習の目的は、参加学生が実体験を通じて宇宙医学研究の重要性を理解し、将来の研究分野への興味を深めることである。今後、有人宇宙ミッションは益々長期間に及ぶことが予想され、宇宙環境が人体に及ぼす影響を解明することは重要になる。

#### <R4年度の訪問先>

- IHIエアロスペース（参加学生：4名）
- 東京慈恵会医科大学・宇宙航空医学研究室（参加学生：2名）
- 徳島大学・宇宙栄養研究センター（参加学生：8名）
- 久留米大学・医療センター（参加学生：3名）
- フクダ電子株式会社（参加学生：6名）
- 東京理科大学・ペースシステム創造研究センター（参加学生：5名）

#### <R5年度の訪問先>

- 東京慈恵会医科大学・宇宙航空医学研究室（参加学生：2名）
- 大分大学・医学部、大分空港（参加学生：3名）
- IHIエアロスペース（参加学生：7名）
- NASA JSC（参加学生：5名）
- ベッドレスト実験（参加学生：15名）

R5年6月18日（日）にR4年度の、R6年8月29日（木）にR5年度の訪問実習参加学生の**全体報告会**を開催し、それぞれの場所で何を学んだかを報告し、情報共有を行った。



東京慈恵会医科大学での実習作業の様子



徳島大学の学生との意見交換会の様子



フクダ電子株式会社での見学の様子



久留米大での体験の様子

### ③ 「宇宙医学研究室の訪問見学実習」 その2

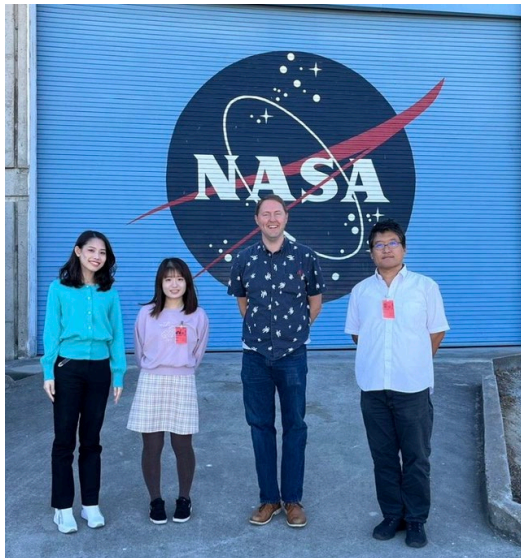
## 宇宙医学研究室訪問

#### ＜R6年度の訪問先＞

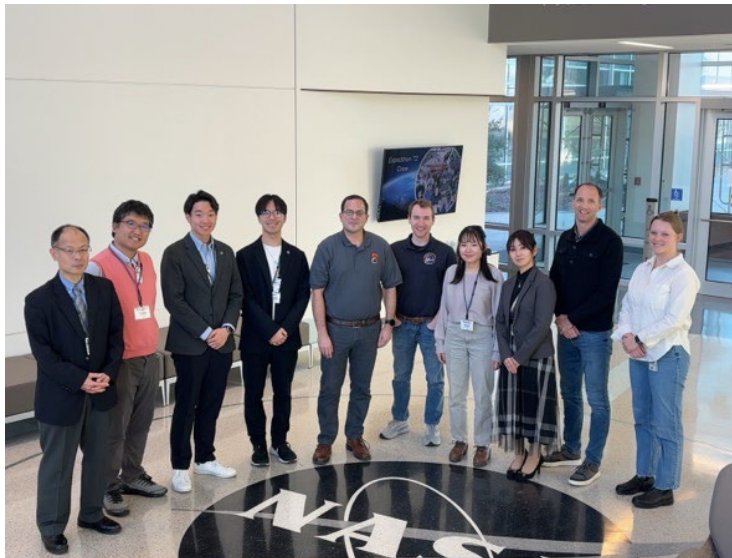
- NASA Ames Research Center (参加学生:2名)
- NASA Johnson Space Center (参加学生:4名)
- ベッドレスト実験 (参加学生:15名)



本日 (R7年2月27日) に、R6年度の訪問実習参加学生の**全体報告会**を開催し、それぞれの場所で何を学んだかを報告し、情報共有を行った。



NASA Amesでの実習の様子



NASA JSCでの実習の様子



ベッドレスト実験の様子

# ④ 「生命倫理を中心とした宇宙倫理学的視点の構築」その1

## 宇宙倫理学教育プログラムとの交流

宇宙医学研究は、人や実験動物を対象とするため生命倫理に深く配慮する必要がある。京都大学では令和3年度から宇宙航空科学技術推進委託費において「倫理学を基盤とした宇宙人材育成プログラムの開発と実践」(代表:嶺重慎)を実施しており、宇宙医学における生命倫理をテーマに宇宙での倫理学の理解を促進させるため、双方の委託費事業の交流を行う。

### <令和4年度>

京都大学宇宙総合学研究ユニットで実施している宇宙倫理学教育プログラムに参加している中島浩彰氏に生命倫理の観点からインタビューを行った。中島氏は、京都市内のお寺の住職でもあり、宇宙で人が亡くなった際の対処方法などについて倫理的観点からの解決策などについて、宇宙倫理学教育プログラムで学んでいる。そのため、宇宙医学的観点からも人の死についてどのような対処ができるかなどをインタビューを通じて議論した。



中島氏へのインタビューの様子

### <令和5年度>

ワークショップ「宇宙医学と宇宙倫理学の交差点」を京都大学理学研究科セミナーハウスで開催した。このワークショップでは、宇宙総合学研究ユニットが実施している2つの文科省委託費事業(宇宙医学と宇宙倫理学)において今後共通して議論していく話題などを、グループディスカッションを通じて考察を深めた。当日は12名が参加し4名ずつの3グループに分かれて、グループワークで活発な議論を行った。

ワークショッププログラム	
13:30-13:40	開会挨拶
13:40-13:50	宇宙医学教育プログラムの紹介
13:50-14:00	宇宙倫理学教育プログラムの紹介
14:00-14:20	作業説明とグループ分け
14:20-14:30	休憩
14:30-15:15	グループワーク1
15:15-15:45	結果の全体共有
15:45-16:00	休憩
16:00-16:45	グループワーク2
16:45-17:30	結果の全体共有とディスカッション



ワークショップの様子

## ④ 「生命倫理を中心とした宇宙倫理学的視点の構築」その2

# 宇宙倫理学教育プログラムとの交流

宇宙医学研究は、人や実験動物を対象とするため生命倫理に深く配慮する必要がある。京都大学では令和3年度から宇宙航空科学技術推進委託費において「倫理学を基盤とした宇宙人材育成プログラムの開発と実践」(代表:嶺重慎)を実施しており、宇宙医学における生命倫理をテーマに宇宙での倫理学の理解を促進させるため、双方の委託費事業の交流を行う。

<令和6年度>

## 宇宙医学教育プログラムシンポジウムの開催

人類の宇宙居住の先に： 将来宇宙で亡くなった場合について語ろう！

宇宙飛行士だけでなく、民間人も宇宙滞在する時代が到来します。将来的には、宇宙で人類が居住することも実現するかもしれません。人が居住するという事は、宇宙で一生を過ごし、そこで人生を終える方も出てきます。もしくは様々な原因で人生の途中でお亡くなりになる可能性もあります。そのような場合、どのように対応すべきでしょうか。

まだまだ先の話かもしれませんが、重要な観点ですので、まずは議論を始めてみませんか？本シンポジウムでは、宇宙医学研究に従事している医師と、宇宙倫理学を学んだ住職という異色のお二人を招き、話題提供しながら皆さんで議論していく機会を提供します。

日時： 2024年11月19日(火) 14時～

場所： 真宗大谷派 小野山 浄慶寺 (オンライン配信あり)

〒604-0982 京都府京都市中京区御幸町通竹屋町下ル松本町563

内容：

- ◆ 医学観点からの宇宙での人の死について  
(演者:暮地本宙己 東京慈恵会医科大学 講師)
- ◆ 倫理的観点からの宇宙での人の死について  
(演者:中島浩彰 浄慶寺 住職)
- ◆ 総合討論  
(パネリスト:演者2名、司会:寺田昌弘)



シンポジウムの様子

# ⑤ 「宇宙関連学会・企業・機関との交流」

## アウトリーチ活動としての宇宙関連学会・企業・機関との交流

### <令和4年度>

- ◆ 2022 ASGSR (American Society for Gravitational and Space Research) meeting@ヒューストンへの参加
- ◆ 第68回日本宇宙航空環境医学会大会@渋谷への参加
- ◆ カザフスタン人研究者との交流
- ◆ 宇宙ユニットシンポジウムでの宇宙医学セッションの開催
- ◆ 元NASA研究者との交流
- ◆ ノートルダム学院小学校での宇宙医学出前授業の実施



### <令和5年度>

- ◆ 42th Annual ISGP meeting (International Society for Gravitational Physiology) @ベルギーへの参加
- ◆ パネルディスカッション-宇宙時代の医療ヘルスケア産業を考える-への登壇
- ◆ SMJYC (Space Medicine Japan Youth Community) スタディツアーの学生受け入れ
- ◆ ひらめき☆ときめきサイエンス・宇宙医学の開催
- ◆ 宇宙開発フォーラム2023パネルディスカッションへの登壇



### <令和6年度>

- ◆ 43th Annual ISGP meeting (International Society for Gravitational Physiology) @ドバイへの参加
- ◆ 日本宇宙生物学会第38回大会@山形への参加
- ◆ 第68回宇宙科学技術連合講演会@姫路への参加
- ◆ 第70回日本宇宙航空環境医学会大会@東京への参加
- ◆ ASGSR (American Society for Gravitational and Space Research) 40th Annual Meeting@プエルトリコへの参加
- ◆ ひらめき☆ときめきサイエンス・宇宙医学の開催
- ◆ Dr. Sergio Santa Mariaによるセミナー@京都の開催
- ◆ 宇宙ユニットシンポジウムでの宇宙医学セッションの開催
- ◆ 大分県立高校での出前授業の開催

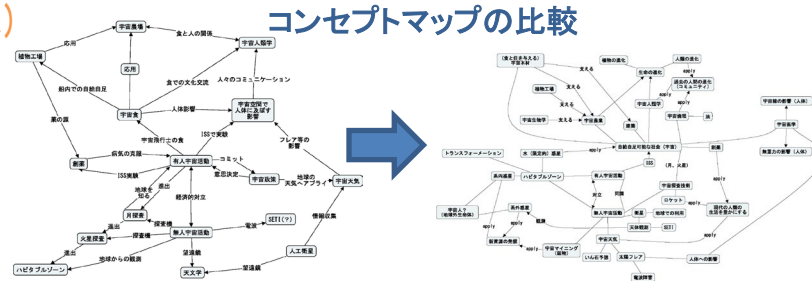


# その他の成果

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	展示会展展
	国内：0 国際：0	国内：2 国際：2	国内：4 国際：5	国内：0 国際：0	国内：3 国際：1	国内：1 国際：0
受賞・表彰リスト			最優秀発表賞 寺田昌弘 日本宇宙生物科学会第36回大会			

## 成果展開の状況・期待される波及効果(事業の目的に関するアウトカム)

- ◆ 医・工・理・人文社会など 多分野の学生が参加する学際的宇宙医学教育を実施
- ◆ 学内外に向けた講義・実習を継続し、分野別参加人数を集計して評価
- ◆ 実習・見学を通じて学んだ内容を 学生同士で共有し、相互交流を促進
- ◆ 学習成果は コンセプトマップを用いて客観的に評価
- ◆ アンケートを実施し、学生の意見を反映して継続的に改善



本プログラムでは、医療系のみならず、理工系・人文社会系など多様な背景を持つ学生が参加できる学際的な宇宙医学教育を展開し、宇宙医学に関する幅広い知見を共有することを重視した。学内外の学生を対象に講義・実習を継続して提供し、専門分野別の参加人数を継続的に集計することで、教育効果と分野横断性を評価した。また、実習や研究室見学で得られた学びを学生同士で共有できる機会を設け、相互交流を促進することで、多様な視点からの議論と学習の深化を図った。

学習成果の評価にはコンセプトマップを用い、学生が理解した概念構造を客観的に可視化したほか、アンケートにより率直な意見や改善点を収集し、教育プログラムの内容改善と質向上につなげた。

## 今後の研究開発計画

### 【教育プログラムの継続と高度化】

- 宇宙医学講義を常設化し、全国の大学へ提供可能な体制を構築
- 医・工・看護・理学を横断した 学際的教育モデル をさらに拡大
- 遠隔講義・実習、国際共同授業の導入を検討

### 【実験・研究基盤の発展】

- ベッドレスト実験・生理計測など実習型研究を継続実施
- 宇宙環境での人体影響評価手法を高度化
- 人工重力研究・VR重力環境研究など次世代テーマの開発

### 【社会への波及・アウトリーチ拡大】

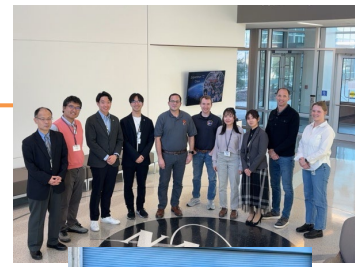
- 小中高生向け宇宙医学プログラムの継続
- 民間宇宙旅行時代に向けた健康・安全教育の基盤形成
- 地域社会・教育機関・企業との協働による宇宙人材育成の裾野拡大

### 【国際連携の強化】

- NASA 研究者との共同実習・ワークショップを継続
- 海外研究機関との教育連携・共同研究プロジェクトを拡大
- 学生の国際学会発表・実習参加の機会を増加

### 【若手人材ネットワークの形成】

- 宇宙医学に関心を持つ学生コミュニティを発展
- 医療者、研究者、技術者の 越境型ネットワーク を構築
- 日本宇宙航空環境医学会などアカデミアとの連携強化



NASAとの連携

### 宇宙医学講義の受講生の専門分野

	2022年度	2023年度	2024年度
医学系	53	36	20
工学系	6	9	4
教育学系	3	2	1
理学系	6	2	1
薬学系	2	1	1
生命科学系	2	1	1
理工学系	5	7	5
農学系	1	-	1
法学系	1	-	1
人間総合学系	3	-	-
生活環境学系	-	1	-
芸術系	-	-	1
倫理学系	-	-	1
歯学系	-	-	5
水産系	-	-	1
社会人	-	16	53

年を経るごとに、多様な分野の参加者が受講した。特に、2年目以降は社会人からの受講生が多くなり、専門分野に応用するために、宇宙医学を受講した可能性もある。

アンケート結果については、R4では「宇宙医学を知る・体験する」段階で、国内研究室の見学を中心に基礎理解を深める教育だった。R5ではベッドレスト実験など体験型の活動が増え、学びが「知識」から「実践的理解」へと深化した。R6ではNASAでの実習が加わり、専門性と国際性が大きく向上し、学生のキャリア意識や自己効力感も明確に高まった。

### アンケート結果の分析

項目	R4(令和4年度)	R5(令和5年度)	R6(令和6年度)
参加動機	<ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙医学研究室の現場を実際に見たい</li> <li>研究者との交流をしたい</li> <li>今後の進路・キャリアの参考にしたい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベッドレスト実験など本格的な模擬微小重力実験への参加</li> <li>実験参加者・測定者としての経験</li> <li>研究の現場での学びを得たい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NASA Ames/JSC など海外機関での実習参加</li> <li>宇宙医学の最前線を体験したい</li> <li>将来のキャリア形成と宇宙医学との関わり方を考えたい</li> </ul>
期待との一致・満足度	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究室訪問が学びに直結したとの声が多い</li> <li>異大学・異分野の学生との交流が有益との評価</li> <li>概ね高い満足度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベッドレスト体験や測定実習が非常に有意義との声</li> <li>実験の意義や宇宙医学とのつながりが明確</li> <li>全体として高い満足度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>期待以上だったとのコメントが多い</li> <li>NASAでの実習や研究者交流の満足度が非常に高い</li> <li>プログラム全体の完成度が高いと評価</li> </ul>
学んだ内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>各大学研究室の基礎研究の内容</li> <li>宇宙医学研究の全体像と多様なテーマ</li> <li>専門の違いによる視点の変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベッドレストを通じた生理・解剖学的理解</li> <li>実験手法やデータ解析プロセス</li> <li>宇宙と高齢者医療など地上応用との関係</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NASAでの実験説明(血圧測定、圧受容器反射、体液シフトなど)</li> <li>宇宙医学講義内容との統合的理解</li> <li>国際的な研究動向やキャリアパス</li> </ul>
印象に残った点	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究者との距離の近さ</li> <li>大学・研究機関ごとの雰囲気の違い</li> <li>他大学の学生との交流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10日間のベッドレストという非日常的体験</li> <li>SNS発信(#ベッドで無重力)なども含めた経験</li> <li>医療・宇宙開発への貢献を実感した点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NASA施設・装置の現場を見学した経験</li> <li>現地研究者とのディスカッション</li> <li>宇宙分野へのモチベーションの大きな向上</li> </ul>
課題・改善点	<ul style="list-style-type: none"> <li>実習スケジュールの調整が難しい</li> <li>移動を含めた日程負担</li> <li>一部で内容をより深めたいという要望</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実習期間が長く、学業との両立が負担になるケース</li> <li>トイレや寝返りなど生活面の大変さ</li> <li>スケジュールの柔軟性に関する要望</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな不満や課題は少なく、「今後も継続・拡充してほしい」という要望が中心</li> <li>参加枠の拡大や期間延長を望む声</li> </ul>
プログラムの特徴・総括	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内の複数研究室訪問が中心</li> <li>宇宙医学入門としての基礎的理解を深める段階</li> <li>ネットワーク形成の第一歩となる実習</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベッドレスト実験を軸とした「体験型・実験型」実習</li> <li>宇宙滞在の生理学的影響を深く学ぶフェーズ</li> <li>宇宙医学と臨床・リハビリとの橋渡しが強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内+NASAのハイブリッド高次実習</li> <li>専門性・国際性が大きく向上した成熟フェーズ</li> <li>キャリア形成支援とネットワーク構築機能が強化</li> </ul>

# 事後評価票

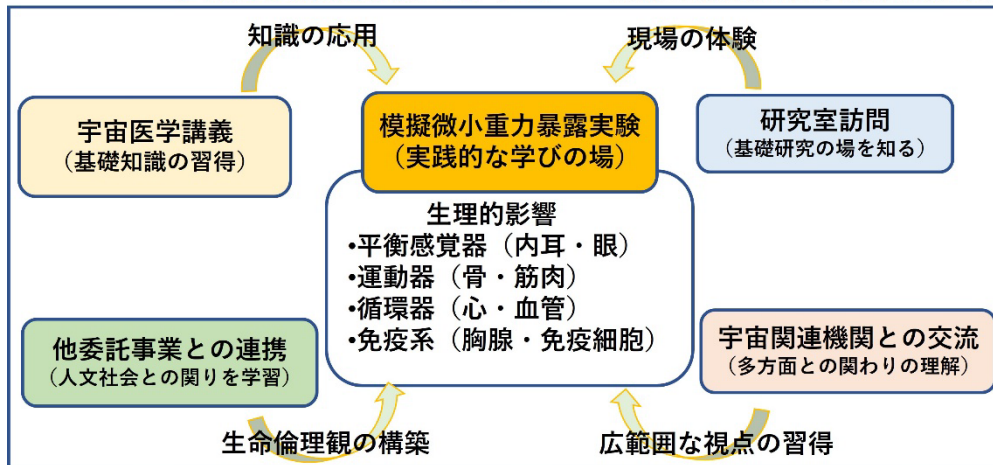
令和7年3月末現在

1. プログラム名 宇宙航空人材育成プログラム
2. 課題名 将来の有人宇宙活動を支える宇宙医学人材養成プログラムの創出
3. 主管実施機関・研究代表者 国立大学法人京都大学 特定准教授 寺田昌弘
4. 共同参画機関 学校法人神野学園岐阜医療科学大学
5. 事業期間 令和4年度～令和6年度
6. 総経費 44百万円
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
将来の有人宇宙活動へ貢献できる即戦力となる宇宙医学の専門知識を持った人材の育成を行う。現在、国際宇宙ステーションが有人宇宙活動の中心となっているが、今後はアルテミス計画など月面周回軌道上の宇宙飛行士の滞在や月面有人活動、その後の火星有人活動など人類の宇宙進出は益々活況となる。そのような中、宇宙滞在によって、人体に生じる生理的変化を正しく理解し、それに対してどのような対策を講じるかを考察できる人材を育成することは、有人宇宙活動の根幹を支えることとなる。そのため、これまで京都大学で実施してきた有人宇宙医学プログラムを発展させ、講義と実践的な実習（模擬微小重力暴露実験：ベッドレスト実験）を通じて、微小重力環境下での生理的影響を深く学ぶことができる教育プログラムへ発展させ、これを実施する。各アカデミアとも連携し、多くの学生に宇宙医学を学ぶ機会を提供し、事業終了後も継続できる体制を整備する。
本業務の目標はこれまで本委託費事業「有人宇宙活動のための総合科学教育プログラムの開発と実践」の一部として実施してきた有人宇宙医学プログラムを発展させた宇宙医学教育研究プログラムを開発・実践することである。具体的には、 <u>1) 宇宙医学講義による微小重力環境下で生じる人体へ影響ならびにその対策方法の学習、2) 模擬微小重力暴露実験を通じた人体影響への実践的な理解ならびに計測手法・解析手法の習得、3) 全国の宇宙医学研究室の訪問見学による研究交流、4) 生命倫理を中心とした宇宙倫理的視点の構築、5) 宇宙関連学会・企業・機関との交流を通じた実践的な人的交流、</u> を行う。

本事業では、共同参画機関間で密な連携を取りつつ、宇宙医学分野における若手人材の更なる活性化や医療系以外の分野との協力促進を目指し、日本宇宙航空環境医学会等のアカデミアとの強固な連携を構築する。本事業を通じた成果も積極的に各アカデミアの年次大会で発表し、宇宙医学研究ならびに医学教育の啓蒙を行い、我が国の有人宇宙開発を支える宇宙医学分野の基盤を広げ、堅固なものとする。構築した基盤を軸に、事業終了後も長期に渡り、実践的な実習実施の場を全国の大学に拡大し、国内外を問わず宇宙医学を志す多くの学生に宇宙医学教育の場を提供し、人材育成を継続することを目指す。

### 宇宙医学教育研究プログラム

※対象：医療系大学の学生、他分野の全国の学生



#### ◆ 業務計画に対する達成度

本プログラムは、計画段階で設定した5項目（①宇宙医学講義、②研究室見学実習、③宇宙倫理教育、④学会・企業・機関連携、⑤模擬微小重力暴露実験）すべてを計画以上の水準で実施し、フルサクセス目標を概ね達成した。

##### ① 宇宙医学講義の実施

京都大学に加え、全国の学生が受講可能なオンライン形式で「有人宇宙医学」講義を開講。受講者は延べ398名（R4:109名、R5:131名、R6:158名）に達し、理解度アンケートで平均4.6/5と高い評価を得た。講義後のレポート提出・コンセプトマップ解析により学習効果も確認され、全国的な教育展開として目標を上回る成果を得た。

##### ② 模擬微小重力暴露実験の実施

6度頭低位ベッドレスト実験を学生主体で企画・運営した。被験者募集・測定・解析を一貫して学生も協力しながら実施し、筋骨格系・循環系・他生理的なデータを取得した。成果発表会で全員が研究発表を行い、教育的・研究的達成度ともに高かった。外部評価委員からも教育モデルとして高い評価を受けた。

##### ③ 宇宙医学研究室の訪問見学実習

京都大学を中心に、国内外（大分大学、東京慈恵会医科大学、久留米大学、東京理科大学、岐阜医療科学大学、IHIエアロスペース、フクダ電子、NASA Ames・Johnson Space Center等）での実習を実施した。学生が現場で研究体験を通じて理解を深めた。アンケートでは「将来の進路決定に影響した」との回答が85%を超え、実践的教育効果が明確に確認された。

#### ④ 生命倫理を中心とした宇宙倫理的視点の構築

宇宙での死生観や倫理的課題をテーマに、シンポジウム「人類の宇宙居住の先に—宇宙で亡くなった場合を語ろう」を開催した。医療・倫理・工学の専門家・学生が参加し、文理融合的議論を展開した。アンケートでも9割以上が「倫理的理解が深まった」と回答し、教育的成果が認められた。

#### ⑤ 宇宙関連学会・企業・機関との交流

国内外の主要学会（ISGP、ASGSR、日本宇宙生物科学会、日本宇宙航空環境医学会、宇宙科学技術連合等）で発表を行い、NASA 研究者によるセミナーも開催した。企業・機関（JAXA、IHI エアロスペース、フクダ電子等）との連携も進展し、教育・研究の双方で協働体制を強化した。学生の学会参加率も高く、社会的ネットワーク形成に寄与した。

以上のように、すべての業務項目において計画を上回る進展が得られ、特に学生の主体的参加、国際連携の実現、教育効果の可視化において顕著な成果を挙げた。

#### 「必要性」

本プログラムは、将来の月面・火星探査、民間宇宙ステーション運用、商業宇宙旅行など、人類の宇宙活動が急速に拡大する中で、生命・医療リスクに対応できる宇宙医学専門人材を育成するために実施されたものである。国内における宇宙医学教育の体系化はこれまで十分に整備されておらず、本事業はその基盤構築に直結する重要な取り組みであった。以下の複数の観点から、本プログラムの必要性は極めて高かったと評価できる。

#### 【科学的・技術的意義】

宇宙医学は、微小重力・宇宙放射線・閉鎖環境・低圧など、地上では再現が難しい複合環境が人体に及ぼす影響を総合的に扱う学際領域である。特に月・火星滞在を想定した長期ミッションでは、筋骨格系・循環器系・代謝系・神経系・心理など多方面の影響が問題となっており、国際的にも研究需要が急拡大している。本プログラムでは、

- ・宇宙医学講義受講者 398 名
- ・国内外 9 拠点での研究室・施設実習実施
- ・宇宙医学実習への参加者 51 名（R4:28 名、R5:17 名、R6:6 名）
- ・模擬微小重力実験に延べ 32 名（R5:15 名、R6:17 名）の学生が参画
- ・国際・国内学会における発表 9 件

といった成果が得られ、教育と研究の両面で国内最大規模の宇宙医学教育プログラムとなった。特に、NASA Ames Space Center および NASA Johnson Space Center での実習は、日本の大学教育としては例が少なく、国際共同研究体制に寄与する極めて先導的な取り組みである。本プログラムが生み出した教育成果は、国内外の宇宙医学コミュニティにおいて高い発展性を持つ。

#### 【若手研究者の育成と学際的融合】

参加学生の 90%以上 が「宇宙医学への関心が高まった」と回答し、理学・医学・看護・工学・社会科学といった多様なバックグラウンドを持つ学生が参加した。宇宙×医療×倫理の学際的教育モデルは、日本国内では前例が少なく、将来の国際探査・有人ミッションに必要な総合的能力

(問題解決力・俯瞰力・倫理観)を育むものとなった。特に、学生が主体となってデータ取得・解析・発表まで行った点は教育的価値が高い。

科学的意義、若手育成のいずれの観点から見ても、本プログラムの必要性は極めて高かった。国内外の宇宙医学教育の基盤を形成し、国費投入に対する十分な成果と合理的根拠を備えていたと総合的に評価できる。

### 「有効性」

本プログラムは、宇宙医学教育、研究体験、模擬微小重力実験、国際共同実習、宇宙倫理教育を総合的に実施することで、教育的成果と研究的成果の双方を生み出した点で、極めて有効性の高い取り組みであった。以下に、特に本事業の中核となる「新しい知の創出」と「人材の養成」を中心に、その有効性を定量的根拠を用いて詳述する。

#### 【新しい知の創出】

本プログラムは、教育活動にとどまらず、学生が主体的に参加する研究実践を通じて新規知見の創出を可能にした点が大きな特徴である。6度頭低位ベッドレスト実験では、筋電図(EMG)、血圧・脈波、平衡感覚など多様な生理・心理データを取得し、延べ30名以上の学生がデータ収集・解析に参加した。これにより、微小重力下での筋活動低下や循環応答の変化といった宇宙滞在初期の特徴的生理変化の再現性を確認できた。これらの結果は、教育用データを超えて研究的価値を有し、今後の共同研究や論文化に向けた基礎データとして活用できるものである。

成果の社会発信も積極的に行われ、国内外学会において9件の発表を実施した。特に学生による発表が複数件含まれており、教育活動が研究アウトプットに直結している点で本プログラム特有の有効性が見られた。さらに、NASA研究者とのディスカッションを通じて国際的な視点からの助言を得たことは、研究内容の高度化にも寄与した。

#### 【人材の養成】

本プログラムの教育的有効性は、参加人数の拡大と理解度向上の双方で確認された。宇宙医学講義には398名が参加し、研究室実習には延べ51名、NASA実習には11名(R5:5名、R6:6名)が参加した。講義後アンケートでは平均理解度4.6/5を記録し、参加学生の90%以上が「宇宙医学への関心が高まった」と回答した。また、70%以上の学生が「将来的に宇宙医学関連のキャリアを検討するようになった」と答えており、実際に大学院進学・研究職志望に変化した学生も確認されている。

学習成果の定量評価として実施したコンセプトマップ解析では、ノード数が平均2.8倍に増加し、概念構造が単純型からネットワーク型へと発展した。これは、学生の理解が個々の知識から体系的・構造的な理解へと深化したことを示すものであり、教育的効果が科学的に立証された形となった。

#### 【波及効果】

本事業を通じて大学・企業連携が生まれ、高校・大学での講演依頼も増加した。また、宇宙医学を志望する若手研究者や学生のコミュニティが拡大し、学内外で宇宙医学の存在感が高まった。宇宙倫理シンポジウムは文理融合型教育の先進事例であり、出前授業などで多くの関心が集まり、社会面での波及効果も顕著であった。

以上のとおり、本プログラムは新しい知の創出、人材育成、社会的波及効果のいずれの面でも高い有効性を示した。定量的成果・教育効果ともに事業目標を上回る結果であり、本プログラムの有効性は十分であったと総合的に判断する。

### 「効率性」

本プログラムは、講義・実習・模擬微小重力実験・国際連携を含む多面的かつ大規模な教育活動を、限られた予算内で効率的に実施し、高い費用対効果を達成した点に特徴がある。特に、専門性の高い宇宙医学教育を複数大学の学生に開放しつつ、オンライン化や既存資源の最大活用によって運営費を抑制したことは、本プログラムの効率性を裏付ける重要な要素である。

### 【計画・実施体制の妥当性】

本プログラムは、京都大学を中心に、医系・理工系の関連研究室や国内外の研究機関、さらには NASA の研究者を含む多機関連携の体制を構築し、これまでに有していた人的・物的資源を最大限に活用することで、教育活動にかかる新規コストの増加を抑制した。例えば、研究室見学実習やベッドレスト実験などは、既存ネットワークを活用することで、多くが無償または低コストで受け入れ可能となった。これは、通常であれば外部機関との調整に多大な経費を要する実習形式において、非常に高い効率性を発揮した例である。また、講義およびシンポジウムについてはオンライン配信を併用することで、会場費・交通費・設備費といった大きな固定費を削減し、結果として多人数参加型の教育活動を費用負担を抑えながら実現した。このような体制により、当初計画に対して追加の大規模支出を必要とすることなく、全活動を継続的かつ円滑に実施することができた。

### 【費用対効果の向上（教育分野の他手段との比較）】

中間評価で求められた「費用対効果の定量的把握」に対し、本プログラムでは教育実践に近い水準の比較対象を用いて合理的に評価を行った。大学の一般的な集中講義では、教員の準備負担、資料作成時間、教室確保、設備維持などの内部コストが必ず発生し、受講者数が少ない場合は一人当たりの費用が割高になる傾向がある。これに対し、本プログラムは令和 4~6 年度で延べ 398 名が受講し、オンライン配信を効果的に活用することで追加費用を最小限に抑えた。その結果、受講者数が増えるほど一人当たりのコストが相対的に低下し、教育規模を広げながら費用効率を高めるモデルとして機能した。

また、海外研修との比較においても明確な効率性が確認できる。一般的な民間の海外科学研修は 30~60 万円程度と想像するが、本プログラムで実施した NASA Ames / Johnson での実習は、既存の研究者ネットワークと現地研究者の協力体制に支えられ、商業的な研修形態に依存した場合と比較して、より少ない費用で 11 名が参加できた。単なる視察ではなく、研究者との直接の議論や施設内での学習機会を含む内容であるにもかかわらず、費用を抑制できた点は本プログラムの大きな成果である。

以上のように、本プログラムは、既存資源の最大活用、オンライン配信による効率化、大学間連携によるコスト削減、海外研修における費用効率の高さなど、複数の要因が相乗的に機能し、限られた予算で高度な教育内容を提供することに成功した。教育と研究が一体化した運営構造に

より、一つの活動が複数の成果（教育・研究・国際連携・教材開発）を生み出す多面的効果も得られており、これらを総合すると、本プログラムの効率性は極めて高かったと合理的に評価する。

## （２）成果

### 「アウトプット」

本プログラムでは、「将来の有人宇宙活動に貢献できる実践的な宇宙医学人材の育成」を目的として、講義・実習・模擬微小重力実験・宇宙倫理教育・国際連携等を多層的に組み合わせた教育プログラムを実施した。その結果、所期の目標に対応した具体的なアウトプットが、量・質の両面で十分に得られた。

まず、育成した人材像としては、「宇宙環境が人体に及ぼす生理的・心理的影響を体系的に理解し、データ取得・解析・発表までを自ら実施できるとともに、宇宙での生命倫理・安全性についても考察できる、即戦力型の宇宙医学人材」を想定した。育成状況の確認にあたっては、①宇宙医学講義における理解度アンケート（５段階評価）、②講義前後のコンセプトマップ解析による概念構造の変化、③ベッドレスト実験・研究室実習における実習レポートと発表内容の評価、④自由記述式アンケートによるキャリア志向・意識変容の把握、など複数の手法を組み合わせ客観的に評価した。

育成を行った人数については、宇宙医学講義（大学院横断教育科目）を通じて、令和４～６年度の３年間で延べ３９８名（京大生と全国の連携大学の学生を含む）が受講した。また、宇宙医学・宇宙栄養・医療関連の研究室見学実習には合計５１名が参加し、現場での研究・医療の実態を体験した。さらに、６度頭低位ベッドレストを用いた模擬微小重力暴露実験には、被験者・測定者・解析担当を含めて３２名規模の学生が参画し、生理計測およびデータ解析の実践経験を積んだ。加えて、宇宙倫理ワークショップには１２名が参加し、アウトリーチ活動（小学校での授業や一般向けイベント等）には累計で１００名規模の児童・学生・市民が参加しており、裾野拡大という観点からも一定の成果が得られた。

アンケート結果からは、量的にも質的にも本プログラムのアウトプットの妥当性が裏付けられている。宇宙医学講義の終了後アンケートでは、内容理解度は平均４.６／５.０と高く、多くの学生が「授業内容を概ね理解できた」と回答した。宇宙医学への興味・関心については、参加者の９０％以上が「関心が高まった」と回答し、約７０％が「将来、宇宙医学や関連分野に関わる進路を検討したい」と回答している。コンセプトマップ解析では、講義前後でキーワードのノード数が平均２.８倍に増加し、「微小重力—体液シフト—骨量減少」などの因果関係がマップ上で可視化されるなど、知識が単なる暗記から構造的理解へと発展していることが確認された。

以上のように、本事業では、想定した人材像に即した知識・技能・倫理観を備えた学生を着実に育成するとともに、多数の受講者・実習参加者を得ている点、さらに質の高い教育教材・プログラムを開発し、その効果がアンケートやコンセプトマップ等の定量的指標によって裏付けられている点から、アウトプットは十分得られたと考える。

### 「短期アウトカム」（令和７年１０月末時点）

アンケートによって評価した学習効果では、宇宙医学講義の理解度が平均 4.6/5.0 と高く、受講者の 90%以上が「宇宙医学への関心が高まった」と回答したほか、約 70%の学生が「将来のキャリアの選択に影響した」と回答した。また、講義前後で実施したコンセプトマップ分析では、用語ノード数が平均 2.8 倍に増加し、「微小重力—体液シフト—骨量減少」などの因果構造が明確化されたことから、知識の体系的理解が短期間で深まったことが示された。

実習面では、6 度頭低位ベッドレスト実験を通じて、参加学生が筋電図、血圧・脈波、心理指標の測定やデータ解析を自ら行えるようになり、得られたデータをもとに成果発表を行った。これにより、計測スキルやデータ解釈力といった実践的能力が短期間で獲得されたことが確認された。

さらに、研究室見学実習や国際連携活動を通じて、医学・工学・看護・理学など多様な背景を持つ学生同士が交流し、宇宙医学に関心を持つ若手研究者コミュニティが形成された点も短期的なアウトカムとして重要である。これにより、連携大学や NASA 研究者とのネットワークが拡大し、今後の共同研究や継続的教育につながる基盤が形成された。

以上のように、本事業は、理解度向上・技能獲得・キャリア意識変容・人的ネットワーク形成などの効果を、アンケート、概念マップ解析、実習成果、交流記録といった定量的・客観的指標により確認できており、事業開始後の短期間において十分なアウトカムを生み出したと評価できる。

### (3) 今後の展望(長期アウトカム)

本事業で得られたアウトプットおよび短期アウトカム(理解度向上、技能獲得、進路意識の変化、学際的ネットワークの形成)を踏まえると、今後の長期的な成果として、宇宙医学人材育成の持続的発展と研究・教育の高度化が期待される。

まず、教育面では、宇宙医学講義や模擬微小重力実験、宇宙倫理教育など本事業で構築した多層的なプログラムが、京都大学内外における恒常的な教育資源として定着し、今後は「常設科目化」や「複数学部・研究科横断の共修科目化」、さらには「単位互換を含む大学間コンソーシアム化」へと発展する可能性がある。また、工学・医学・看護・理学といった多分野学生が参加する教育モデルが確立したため、今後はより高度な学際統合教育へ拡張し、国内の宇宙人材基盤の強化に寄与することが期待される。

研究面においては、ベッドレスト実験で得られた生体データや、学生が習得した計測・解析スキルが次年度以降の研究活動に発展し、国内外研究者との共同研究、国際学会発表、宇宙飛行士の健康管理や人工重力研究など、実社会と学術を結ぶ基盤が形成されつつある。特に、NASA 研究者や国内関連大学との交流が拡大したことにより、将来的には共同教育プログラムや国際連携実習の恒常化が見込まれ、教育と研究が循環的に発展する構造が構築される。

さらに、キャリア形成の観点では、本事業を通じて宇宙医学や関連領域への進路意欲が高まった学生が多数確認されており、長期的には、医療・研究・宇宙産業・宇宙機器開発など多様な領域において、本事業修了者が宇宙分野の人材として活躍することが期待される。これにより、国内の宇宙産業や安全保障、宇宙旅行・民間宇宙ステーション運用などの新規産業分野への人的貢献も見込まれる。

また、アウトリーチ活動や一般向け講座の実施により、宇宙医学の社会的認知が高まり、初等中等教育における理科教育や宇宙教育への波及効果が期待できる。これらは、将来の宇宙人材の裾野拡大に資する長期的インパクトである。

本事業を継続・発展させるためには、組織的・資金的・人的基盤の強化が不可欠である。組織的には、宇宙医学教育を担う大学内の常設ユニットや連携体制の整備、資金的には教育高度化予算や企業・自治体との共同支援の確保、人的体制としては専門教員・技術スタッフ・国際連携コーディネーター・TA 学生の継続的配置が求められる。これらの体制整備により、宇宙医学教育の持続可能性が高まり、将来的には国内外の宇宙機関・企業と連携した「日本発の宇宙医学人材育成拠点」として発展していくことが期待される。

## 8. 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らない。

D) 成果はほとんど得られていない。

## 9. 評価理由

宇宙医療関連は今後の有人宇宙活動では重要な分野になるなかで、宇宙医学の専門知識を持ち、宇宙滞在が人体に与える影響を理解し、実験データの評価・分析が行える宇宙医学人材養成を目的に、講義による基礎知識の習得、模擬微小重力を用いたデータ取得・解析等のシラバスを開発した、新規性・独創性の高い取り組みである。

宇宙医学分野の人材育成プログラムを手探りで立ち上げられたが、人材目標の措定、教育プログラムの構造化、および評価指標・方法の明確化の全てが体系的に実施され、実習、講座など多岐にわたる計画内容を予定通り実施し、きわめて多くの項目に対する優れたアウトプット成果が創出されている。全国の学生が受講可能な有人宇宙医学の講義にて毎年100名を超える学生が受講し、学外・社会人を含め多数の参加者を得たことは高く評価される。組織/資金/人的体制の継続性に関する具体的な提示が無く、不明確に思われる部分もあるが、今後の研究開発計画は具体的に記載されており、実現性もある程度担保されていると思われる。特に重要な教育効果についても、教育プログラムにおいても知識の構造的な理解度やキャリア意識の変化といった質的変化を客観的かつ定量的に評価するための手法が導入されており、コンセプトマップ、アンケートによる学習効果や講義内容の評価を行った結果は全体的に良好であり、丁寧にシラバスを構築されていたことが伺える。長期化・複雑化する有人宇宙活動へ貢献できる即戦力となる専門人材を育成するために「越境型人材」の育成体制を確立するとあり、日本の宇宙人材育成プログラムの先進的なモデルケースであると評価できる。加えて、説明資料P10での記載はアウトプットとして示すべき項目であり、短期アウトカムの記載が不足しているが、資料冒頭P1でカリキュラムは学内外での授業や研究会で継続的に使われ始めていること、実験結果が当該分野研究に活用されていること、若手研究者ネットワークが形成されていることなど、有益な短期アウトカムが創出されていることから講義や実習内容は我が国宇宙医学のリソースを統合して得られた貴重な資産とし

て今後の関連分野の研究進展にも寄与すると考えられる。また、NASA での医学実習や京都大学で実施中の宇宙倫理学への参加など国内外の研究者との交流も行い、多分野の方々に認知を拡大し、多くの受講生に関心を持たせることに一定レベルで成功した。これらの取り組みは、まだ十分でない研究コミュニティを活性化させるとともに、宇宙医学の関心を高めるための見識の拡大に貢献し、将来の人材獲得のすそ野を広げる良い成果である。

しかしながら、人材育成成果の評価は不十分である。例えば、低位ベッドレスト実験では多様な生理・心理データを取得し、延べ 30 名以上の学生がデータ収集・解析に参加しているとあるが、その成果が複数件の学会発表の記載だけでは一般的な教育の成果と変わらない。このような濃密な経験が目的とする宇宙医学人材育成にどのような効果があったか、例えばルーブリックによる評価や受講生のその後の進路選択などを調査し、今後のシラバス改良に活かすような工夫がほしい。また、ヒアリングで NASA 訪問は手弁当になっているとの回答もあり、継続担保のための更なる資金計画や連携機関の開拓が望まれる。さらに、宇宙医学関連のキャリアに繋げる成果という意味では、受講者のその後の進学や就職も含めた補足が曖昧で出口が見えづらく、十分に検証ができていないと感じた。「即戦力」となる医療系宇宙人材専門家のニーズが実際に幅広く存在しているわけではないことを前提として、育成目標に到達した人材の大学卒業後のキャリアパスについて、「宇宙医学が自分の専門分野とどのように関わるか」を理解させ、知識を統合する能力を育成するという観点を打ち出している点が重要である。

以上により、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と認められる。

今後は、以下の点が期待される。

- 目的とする人材が育成されているか的確に評価できる仕組みを構築することが求められる。これにより、得られた教材・教育プログラムが継続的に利用されるだけでなく、その内容の向上が図られ持続的な教育システムの構築、研究コミュニティの活性化につながることを。
- アウトプットとアウトカムの切り分け、組織/資金/人的体制の継続と連携体制の形成に至るロードマップのより一層の具体化と実践などを解決するべく、継続してプログラムの社会適用に取り組んで、より充実したアウトカム成果の創出につなげることを。
- 本プログラムへの参加者について、その後の活躍状況を追跡調査すること。
- 今回のプログラムを経て、継続的に運用できる形にすること。
- この報告に関わらず、一般的に人材育成事業の成果を把握できる仕組みを検討すること。
- プログラムに参画された皆さまの興味や経験がその後どう活きるのか、知見をどのように活用するのか、育成すべきスキルセットがもう少し明確化され、実際に活躍すること。
- ゴールの一つとしてプログラム経験者がどのようにして宇宙業界により目を向け、軸足を置こうと思っていただけかキャリア開発を明確化すること。
- 「専門的な宇宙医学の知識」の汎用性の高さをより打ち出していくためにも、育成した人材に関して、就職や進学などのその後の活躍状況を定量的・定性的にモニタリングし、有効な人材が育成されたことおよび宇宙医学の知見の有用性を明らかにすること。