

令和4年度地球観測技術等調査研究委託事業

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
委託業務成果報告書

令和5年5月31日

国立大学法人京都大学

本報告書は、文部科学省の令和4年度地球観測技術等調査研究委託事業による委託業務として、国立大学法人京都大学が実施した令和4年度「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」の成果を取りまとめたものです。

目 次

はじめに	6
① 学部教育プログラム	9
a. 講義の実施	10
(1) 必須科目	10
(i) 宇宙倫理学入門	10
(ii) 倫理学A	15
(iii) 宇宙総合学	18
(2) 選択科目	19
(i) 選択科目のリスト	20
(ii) 選択科目概要	20
b. 演習・専門研究ゼミの実施	24
(i) 宇宙倫理学演習	24
(ii) 宇宙倫理学ゼミ	28
(iii) そのほかの教育活動（宇宙学セミナー）	40
② 大学院教育プログラム	42
a. 講義の実施	42
(1) 必須科目	42
(i) 宇宙倫理学	42
(ii) 倫理学A	42
(iii) 宇宙学	43
(2) 選択科目	43
(i) 選択科目のリスト	43
(ii) 選択科目概要	44
b. 演習・専門研究ゼミの実施	45
(i) 宇宙倫理学演習	45
(ii) 宇宙倫理学ゼミ	45
(iii) そのほかの教育活動（宇宙学セミナー）	45
③ コーディネートオフィス活動	46
a. 学生の募集と選抜	46
(i) 募集案内の広報	46
(ii) 受講生の選抜	47
b. シンポジウムの準備と開催	48
(i) 全体の概要	48

(ii)「宇宙開発をめぐる法と政治と倫理」セッション	49
(iii)その他の広報活動（宇宙ユニット NEWS、清水さん外部セミナー、情報発信）	50
c. 教育評価の実施	51
(i)教育評価の概要	51
(ii)必修・選択科目	51
(iii)修了レポート・プレゼンテーション	51
(iv)コンセプトマップ	52
(v)自己評価アンケート	53
(vi)外部評価会	55
④ 自発的な研究活動	60
まとめ	60

【参考資料】

参考資料 1-1 令和4年度宇宙倫理学入門 シラバス	61
参考資料 1-2 令和4年度宇宙倫理学入門 講義資料（第1回～14回）	63
参考資料 1-3 令和4年度倫理学A シラバス	110
参考資料 1-4 令和4年度宇宙総合学 シラバス	112
参考資料 2-1 令和4年度宇宙倫理学演習 シラバス	114
参考資料 2-2 令和4年度宇宙倫理学ゼミ シラバス	116
参考資料 3-1 宇宙学セミナー（寺蘭）	117
参考資料 3-2 宇宙学セミナー（清水）	149
参考資料 4 令和4年度宇宙学 シラバス	169
参考資料 5-1 宇宙倫理学ウェブサイト	171
参考資料 5-2 宇宙倫理学フライヤ	177
参考資料 5-3 宇宙倫理学教育プログラム受講生募集要項（令和4年度）	178
参考資料 5-4 受講生募集の新聞記事（朝日新聞 2022 年 4 月 5 日）	181
参考資料 5-5 宇宙倫理学教育プログラム受講生募集要項（令和5年度）	182
参考資料 6-1 宇宙ユニットシンポジウムウェブサイト	185
参考資料 6-2 宇宙ユニットシンポジウムアンケート	191
参考資料 6-3 宇宙ユニットシンポジウム講演スライド（青木）	194
参考資料 6-4 宇宙ユニットシンポジウム講演スライド（鈴木）	205
参考資料 6-5 シンポジウムの新聞記事（読売新聞 2023 年 2 月 16 日）	211
参考資料 7-1 宇宙ユニット NEWS（2022 年 4 月号）	212
参考資料 7-2 宇宙ユニット NEWS（2022 年 5 月号）	219
参考資料 7-3 宇宙ユニット NEWS（2022 年 6 月号）	226

参考資料 7-4 宇宙ユニット NEWS (2022 年 7 月号)	233
参考資料 7-5 宇宙ユニット NEWS (2022 年 8 月号)	240
参考資料 7-6 宇宙ユニット NEWS (2022 年 9 月号)	247
参考資料 7-7 宇宙ユニット NEWS (2022 年 10 月号)	254
参考資料 7-8 宇宙ユニット NEWS (2022 年 11 月号)	261
参考資料 7-9 宇宙ユニット NEWS (2022 年 12 月号)	268
参考資料 7-10 宇宙ユニット NEWS (2023 年 1 月号)	275
参考資料 7-11 宇宙ユニット NEWS (2023 年 2 月号)	284
参考資料 7-12 宇宙ユニット NEWS (2023 年 3 月号)	293
参考資料 8 外部セミナー (電通総研) 資料 (清水)	299
参考資料 9-1 修了レポート (射水)	312
参考資料 9-2 修了レポート (岡)	329
参考資料 9-3 修了レポート (阪田)	340
参考資料 9-4 修了レポート (鈴木)	345
参考資料 9-5 修了レポート (福岡)	358
参考資料 10 外部評価会スライド資料 (清水)	372

はじめに

【委託業務の目的】

民間の参入等で宇宙がかつてないほど身近な場所になるに伴い、既存の知見では対応できない倫理的・法的・社会的問題が生じると予想される。問題解決には、幅広い理系・文系の知識をもち、課題解決のためのスキルを身につけ、適切な打開策を提案できる人材が必要だが、そのような人材は希少である。その事態に対処するため、本業務の目的は、これまで京都大学宇宙総合学研究ユニットで展開されてきた文理融合型宇宙教育・研究の実績をふまえ、宇宙開発の現場において生じる諸問題に倫理学を基盤として解決できる人材を育成することとする。この目的達成のため、宇宙や倫理学の基礎知識を習得するための講義を理系・文系別に再構成し、宇宙資源の分配などの実践的問題にクリティカルシンキングの手法で取り組むスキルを磨くための演習、自らが選んだテーマを考究し判断する力・発表する力を涵養するための専門研究からなる教育プログラムを構築する。また国内および海外機関とも連携し、国際的な研究教育基盤確立の準備をする。

この「委託業務の目的」に沿って令和3年度に構築した教育プログラムを、令和4年度に受講生13名を迎えて実施した。本節では、詳細な記述に入る準備として、事業の背景、宇宙倫理学の特徴、事業の目標、成果概要について述べる。

【事業の背景】

長らく官主導で進められてきた宇宙開発は、民間の参入が主流となりつつある。宇宙はかつてないほど身近な場所になってきたことに呼応し、今後、既存の知見では対応できない倫理的・法的・社会的問題が生じることが予想される。それらの諸問題に取り組むには、文理の枠を超えた宇宙に関する幅広い知識をもち、解決のためのスキルを身につけ、その場に応じて判断し、倫理学を基盤に適切な打開策を提案できる人材が必要とされるが、そのような人材が希少であり、その育成が喫緊の課題となっている。事実、宇宙開発の現場では、理工系の課題に取り組む理系人材の養成のみに注意が向けられ、理系の基礎知識に加えて文系の素養も身につけた人材を育成する教育機関は世界的にみても皆無である。

京都大学宇宙総合学研究ユニット（以下、宇宙ユニット）では、民間主導による宇宙開発時代を見越して「宇宙倫理学」研究会を組織して書籍を出版するなど、文理融合型の宇宙研究を具現化してきた。本事業ではこれまでの経験をふまえ、宇宙に関わる諸問題に倫理学を基盤として問題解決できる人材を育成するための教育プログラムを、京都大学学部生・大学院生、および一般の方、それぞれを対象に構築し、実践するものである。

【宇宙倫理学とは】

人類の宇宙進出が急速に進展しつつある今、それがもたらす様々な影響について倫理的な観点から慎重に検討することの重要性が高まっている。宇宙倫理学は、宇宙進出に伴う諸課題に倫理学の知見を用いて取り組む学問分野である。しかし、宇宙時代の新しい課題は、従来の地球上における倫理学の単なる応用によって解決することはできるとは限らない。倫理学そのものを地球外へと拡張することも、宇宙倫理学の重要な特徴の1つである。

【事業の目標】

本事業全体の目標は、民間も含めた宇宙開発の現場で生じると予想される倫理的・社会的・法的課題に、倫理学を基盤として解決できる人材を育成する教育プログラムを策定し、受講生を集めて実践すること、およびその教育評価を行ってプログラムを改善し、事業期間の3年間で教育プログラムを完成させることである。

今後予想される課題の解決には、理工系学問や技術に関する知識に加え、倫理学や社会、法、科学コミュニケーション等の文系的知識も必要となる。したがって、講義においては、文系の学生は理系学問の基礎知識、理系の学生は文系的なものの考え方に慣れるように勘案した。演習では資源の分配、宇宙産業における倫理、宇宙と宗教などの具体的課題をとりあげ、クリティカルシンキングのスキルをもって実践的に取り組めるよう配慮する。専門研究ゼミでは、自ら選び取った課題を宇宙ユニット内外の教員らと対話・議論しながら考究を深め、研究発表をする経験を積む。本教育プログラムを実践し、教育評価を行って3年間で完成させ、シンポジウムの機会やニュースレターの発送等を用いて広報すると共に、学生を定期的に受け入れて社会に送り出すことを繰り返して、我が国の宇宙開発基盤を堅固なものとし、我が国のプレゼンス強化に資することが、本事業の最終的な目標である。

【令和4年度の事業概要】

上記目標を達成するため、令和4年度では、宇宙倫理学教育プログラム（学部コース、大学院コース、一般コース）の実施およびコーディネートオフィスの活動（シンポジウム開催、メールマガジン等による広報、教育評価の実施）を推進した。事業は計画通りに完了した。

事業担当者（すべて京都大学教職員）は表1の通りである。文理融合型教育プログラムを推進するため、京都大学の文系・理系双方の部局から教員が、バランスよく参画いただいていることが特徴である。また本事業のために、特定助教を1名、事務補佐員を2名雇用した（年度途中で交代）。また京都大学大学院生の中からRAを3名（理系1名、文系2名）雇用した。さらに、外部評価委員を5名委嘱し、全体の評価を行っていただいた。

表1 事業担当者一覧

氏 名	所属（京都大学）	役割	具体的な業務内容
嶺重 慎	大学院理学研究科	担当責任者	全体の総括、コーディネートオフィス統括、シンポジウム準備・開催
伊勢田 哲治	大学院文学研究科	担当責任者	学部・大学院教育プログラムの実施、シンポジウム準備・開催
児玉 聡	大学院文学研究科	担当責任者	学部・大学院教育プログラムの実施
近藤 圭介	大学院法学研究科	実施担当者	学部・大学院教育プログラムの実施
桑島 修一郎	大学院総合生存学館	実施担当者	学部・大学院教育プログラムの実施
常見 俊直	大学院理学研究科	実施担当者	学部・大学院教育プログラムの実施
浅井 歩	大学院理学研究科	担当責任者	学部・大学院教育プログラムの実施、シンポジウム準備・開催

平岡 隆二	人文科学研究所	実施担当者	大学院教育プログラムの実施
田口 真奈	高等教育研究開発推進センター ¹ /教育学研究科	担当責任者	教育プログラムの評価
寺田 昌弘	宇宙ユニット ²	実施担当者	コーディネートオフィス運営
上ノ町 水紀	宇宙ユニット*	実施担当者	コーディネートオフィス運営
磯部 洋明	宇宙ユニット*	実施担当者	大学院教育プログラムの策定
清水 雄也	宇宙ユニット* (委託費雇用)	担当責任者	学部・大学院教育プログラムの実施、 コーディネートオフィス運営
今井 慶悟	大学院文学研究科	RA	コーディネートオフィス運営補佐
高口 和也	大学院文学研究科	RA	コーディネートオフィス運営補佐
名越 俊平	大学院理学研究科	RA	コーディネートオフィス運営補佐
辻廣 智子	宇宙ユニット*	事務担当	コーディネートオフィス運営補佐
村山 かの子	宇宙ユニット* (委託費雇用)	事務担当 (～R4. 12)	コーディネートオフィス運営補佐
松見 陽子	宇宙ユニット* (委託費雇用)	事務担当 (R5. 1～)	コーディネートオフィス運営補佐

本成果報告書は、令和4年度の活動成果を、①学部教育プログラムの実施、②大学院教育プログラムの実施、③コーディネートオフィス活動（シンポジウムおよび教育評価の実施）、④自発的な研究活動、の順で記述するものである。

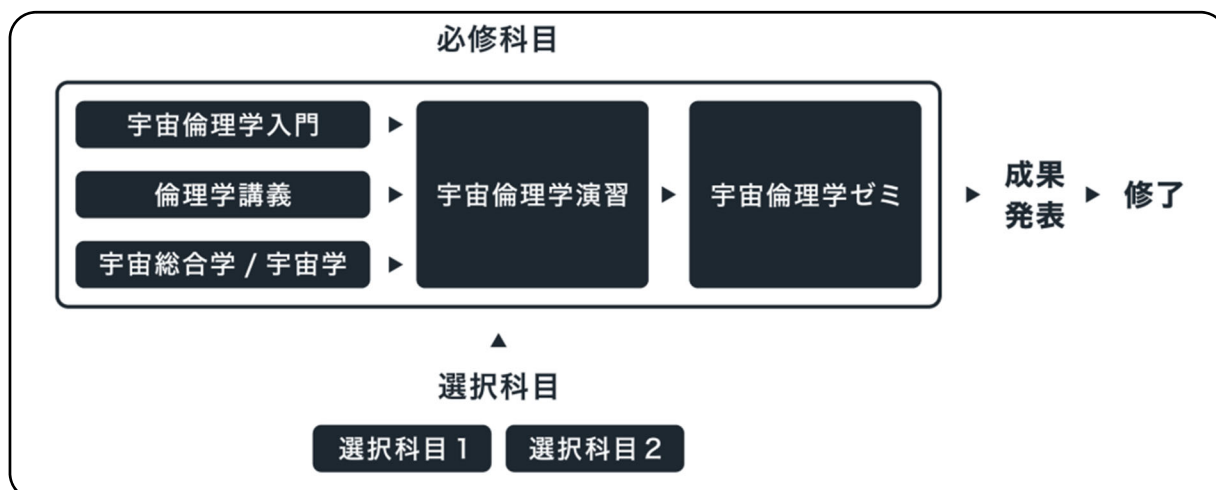
¹ 高等教育研究開発推進センターがR4年9月末で廃止となったことに伴い、田口氏は同年10月1日に教育学研究科に配置換となった。

² 宇宙ユニット*の正式名称は、学際融合教育研究推進センター宇宙総合学研究ユニットである。

① 学部教育プログラム

策定した学部教育プログラム（学部コース）は、a. 講義、b. 演習、c. ゼミ（専門研究）の3本柱で構成され、また講義については必須3科目（それぞれ半期2単位）と選択科目（4単位選択）とからなる（表2参照）。

表2 宇宙倫理学教育プログラムの構成と修了要件



必修科目の各授業の時間割を、京都大学のカリキュラムに沿って前期・後期に分けて構築した（表3）。なお、「宇宙倫理学演習」「宇宙倫理学ゼミ」は宇宙ユニット独自の科目であり、京都大学が正規に提供する科目（つまりシラバスに掲載される科目）ではないが、京大メインキャンパスの教室を使い、また開講期間その他（コロナ感染症対策など）について、京都大学のルール等を準用することとした。また、一般コース参加者の便を考え、必須である演習とゼミは月曜午後4限5限と続きの時間に設定した。

年間スケジュールは表4の通りである（2年間で修了するケースについて記した）。受講生は各年度初めと終わりにポートフォリオ（自己評価欄）に記入し、それぞれ目標設定と年度毎の振り返りを行う。また、初年度前期に自分がとりくむ研究課題を選定し、課題に取り組む。そして修了時にレポート（2000～6000字程度）あるいは論文（18000字程度）を執筆して提出し、その内容を年度末の発表会でプレゼンテーションする。

表3 前期（左）・後期（右）の必修科目時間割。「入門」「ゼミ」「総合」「演習」はそれぞれ宇宙倫理学入門、宇宙倫理学ゼミ、宇宙総合学、宇宙倫理学演習を表す。

前期	月	火	水	木	金	後期	月	火	水	木	金
1						1					
2					倫理学A	2					倫理学B
3						3					
4	入門					4	演習				
5	ゼミ	総合				5	ゼミ				

表 4 年間スケジュールの例（2 年で修了する場合）。「C」「P」はそれぞれ「コンセプトマップ記入」「自己評価のポートフォリオへの記入」を表す。

初年度				2 年度			
開始時	前期	後期	修了時	開始時	前期	後期	修了時
	講義受講	講義・演習受講					
C, P	ゼミ受講	ゼミ受講	P	P	ゼミ受講	ゼミ受講	C, P
	研究課題の検討	研究開始			研究継続	まとめ・発表準備	論文提出/発表会

以下、その具体的内容を項目毎に述べる。

a. 講義の実施

令和 3 年度に策定した授業内容は以下の通りである。必修科目は、宇宙倫理学の内容を概観するため、新規開講する「宇宙倫理学入門」（宇宙ユニット提供科目）、倫理学に関する基礎的な講義である「倫理学講義 A」（京都大学文学部科目）、宇宙に関する文理双方のテーマを網羅的に概観する「宇宙総合学」（京都大学全学共通科目）とした。RA3 名も必修科目講義に参加し、授業補助業務を行った。また選択科目として、京都大学の既存の講義の中から、文理双方の学生が本プログラムに関連する知識を広げるために役立つ科目を選定した。

(1) 必須科目

必須科目は講義 2、ゼミ・演習それぞれ 1 である（表 5 参照）。このうち講義は大学院コースと共通、宇宙倫理学演習・ゼミは、大学院コース・一般コースと共通である。

表 5 学部コースの必須科目

	講義名	曜日・時限	提供部局など
前期	宇宙倫理学入門	月曜 4 限	文学部
	宇宙倫理学ゼミ（通年）	月曜 5 限	宇宙ユニット
	宇宙総合学	火曜 5 限	全学共通科目
	倫理学 B	金曜 2 限	文学部
後期	宇宙倫理学演習	月曜 4 限	宇宙ユニット
	宇宙倫理学ゼミ（通年）	月曜 5 限	宇宙ユニット

(i) 宇宙倫理学入門（新設、参考資料 1-1、1-2）³

本講義は、宇宙倫理学という学問を俯瞰するための講義である。授業プランは『宇宙倫理

³ 本講義は、京都大学文学部の科目として正式に開設された。京都大学シラバス上の科目名は「科学哲学科学史(特殊講義)」「倫理学(特殊講義)」。

学』（昭和堂、2018年）を参考に策定した。なお文系、理系、両方の学生が受講することに鑑み、文系学生向けに宇宙開発について、理系学生向けに倫理学について、基礎知識を講述する回を設けた。以下、概要・目的、到達目標、授業計画、具体的授業内容の順で述べる。

【授業の概要・目的】

近年、人類の宇宙進出が急速に進展しつつある。地球外への活動領域拡大は、私たちに様々な恩恵をもたらすと同時に、新たな倫理的課題を突きつけることになるだろう。本講義では、人類の宇宙進出に伴う倫理的諸課題と、それらをめぐる倫理学的議論の概要を学ぶ。

【到達目標】

- ・人類の宇宙進出に伴う様々な倫理的課題を理解する。
- ・宇宙倫理学的課題に関する哲学者たちの見解や論証を理解する。

【授業計画】

1. 宇宙倫理学の概要
2. 宇宙倫理学と規範倫理学
3. 宇宙進出擁護論の神話
4. 有人宇宙活動
5. 宇宙機の事故リスク
6. 地球環境と宇宙開発
7. スペースデブリ
8. 中間セッション：期末レポートについて
9. テラフォーミング
10. 宇宙ビジネス
11. 安全保障と宇宙開発
12. 地球外資源開発
13. 人類存続義務(1)
14. 人類存続義務(2)

【具体的授業内容】

第1回 ガイダンス/宇宙倫理学の概要 2022/04/11

第1回は、本講義および宇宙倫理学の概要を伝えるガイダンスを行った。前半にシラバスの確認を行い、到達目標や講義の構成等について確認した。後半には宇宙倫理学の概要として、宇宙倫理学の学問分野としての立ち位置を解説し、具体的に宇宙倫理学が扱う諸問題を紹介した。

第2回 宇宙倫理学と規範倫理学 2022/04/18

第2回は、一般的な倫理学について講義した。倫理学の下位領域である規範倫理学について解説し、規範倫理学の中でも功利主義を深掘りした。現代倫理学において功利主義は義務論との対立関係にあることを解説し、両者の考え方の対立点を紹介することで功利主義の立場を明確にした。次に功利主義を特徴づける要素である「帰結主義」「集計主義」「幸福主義」について、それぞれ具体例を交えて説明した。ここで、功利主義においては「幸福の集計値が善悪の判断に使用される」と端的に表した上で、幸福をどのように集計するのか

の考え方として、「快樂説」「欲求充足説」「客観的リスト説」の 3 つを紹介した。最後に、功利主義に対する批判の事例を紹介し、功利主義で起きている議論を辿った。

第3回 宇宙進出擁護論の神話 2022/04/25

第3回は、宇宙進出の歴史及び、宇宙進出が擁護される際に頻出する神話について講義した。講義の前半では、宇宙開発史における大きな出来事を時系列に従って紹介し、今後の宇宙倫理学を議論する上で必要となる背景知識を共有した。講義の後半では、ジェームズ・シュワルツの議論を元に、宇宙開発を正当化する際に頻繁に用いられる3つの論点(神話)について再考した。第一の神話は、人類は探検や移住への生得的な衝動を持っているというものである。この命題に対して、命題そのものの真偽とともに、真であるとしても宇宙開発を正当化する訳ではないことを確認した。第二の神話は、宇宙は社会の停滞を避けるために制服することが必要なフロンティアであるというものである。この命題に対しても、エビデンスが不足していることを指摘した。第三の神話は、宇宙飛行活動は、教育的なインスピレーションを提供するというものである。この主張についても、エビデンスを元に議論されることは稀であることを指摘した。

第4回 有人宇宙活動 2022/05/02

第4回は、有人宇宙活動について倫理的に考察した。まずは、これまでの有人宇宙活動の歴史を紹介しつつ、倫理的懸念について紹介した。次に、懸念点を厳密に議論可能にするために、問題を「公的資金を用いた近い将来における有人宇宙探査の正当性」と定義して議論を進めた。有人宇宙探査の特徴としては、莫大なコストがかかり、短期的な人類の問題を解決するものではなく、軍事や政治的な背景の元に推し進められてきたという経緯があることが挙げられる。これらの特徴を踏まえた上で、公的資金による有人宇宙探査の正当性を検討した。検討のポイントとして、「無人探査との比較における費用対効果」、「他の科学事業とのバランス」、「科学以外の事業を含めたプライオリティ」を挙げ、暫定的な結論として有人宇宙飛行が功利性の観点から正当化することは難しいことを導いた。その上で、正当性を主張するための切り口に関して学生を交えて議論した。

第5回 宇宙機の事故リスク 2022/05/09

第5回は、これまでの有人宇宙開発史で起きた人身事故を振り返り、特にチャレンジャー号事故を例にとって倫理的に考察した。まずは背景知識として、歴代の事故およびスペースシャトルについての解説を行った。その上で、1986年1月28日に起きたチャレンジャー号の事故について深掘りした。事故の原因は寒波によるゴム製パーツの機能不全である可能性が高いとされているが、技術者の一部は事故のリスクを認識していて打ち上げに反対していた。つまり、この事故は技術的な事故リスクが政治的/経済的なプレッシャーの中で過小評価されたことで引き起こされたと見られている。その上で、本事故に対する観点を、ヴォーンとデ・ヴィンターの分析をもとに紹介した。ヴォーンは、この事故を逸脱の常態化という観点から分析した。つまり、接合パーツの不具合が意図から外れているという逸脱状態を、許容可能であると判断することが常態化した結果に起きた事故だと結論づけた。また、デ・ヴィンターは、非認識的利害と認識的誠実さから分析した。つまり、非認識的利害に含まれる政治的利害によって、科学研究における認識的誠実さが損なわれてしまったことが、この事件につながったと結論づけた。このことから、認識的誠実さを損なうような非認識的利害の影響は排除しなければならないとしている。

第6回 地球環境と宇宙開発 2022/05/16

第6回は、地球環境の改変(ジオエンジニアリング)によって生じる倫理的問題について講義した。まず、「宇宙船地球号」という有名な言葉の意味を解説して、地球という生活可能領域の有限性を強調し、地球号のメンテナンスの必要性を共有した。次に、ジオエンジニアリングの具体例をいくつか解説して、技術的な実現性や起きうる影響を提示した。その上で、ジオエンジニアリングが孕む倫理的懸念点を整理した。ジオエンジニアリングは、大規模で不確実で不可逆という性質を持つため、リスク推定を誤った際の被害が甚大であるという点で危険を孕んでいると言える。さらに、安全性だけでなく責任の所在や、利益の享受者が不公平であることなどの倫理的問題を抱えている。そもそも自然環境を大規模に操作しようとする自体が傲慢なのではないかという議論もある。最後に、このようなジオエンジニアリングに関する倫理的問題は、宇宙分野においてはテラフォーミングと密接に関わることを提示した。

第7回 スペースデブリ 2022/05/23

第7回では、スペースデブリに関する現状と倫理的問題に関して講義した。スペースデブリとは、人工的に地球周回軌道に送り込まれた物体のうち機能していないものであり、軌道別に二つの問題を抱えている。まず、低軌道(地上 100~2000km)のデブリは多くの稼働中の人工衛星への影響が考えられる一方で、時間の経過とともに大気圏へと落下して消滅する。静止軌道(36000km)には、稼働中の人工衛星の数は少ないが、デブリが自然落下することではなく、留まり続けるという問題がある。スペースデブリは現在増え続けており、地上への落下や人工衛星への衝突などの問題を引き起こす可能性が考えられる。

授業後半では、以下の思考実験を元にディスカッションを行った:

「最後の人間の思考実験」: 人間中心主義と非人間中心主義を考えるための思考実験。最後の人間になった時に、どんなボタンを押すか(A デブリを増やす。B そのまま。C デブリを除去)。それぞれの回答に思想が垣間見える。→ A0、B2、C25 人になった。

第8回 中間セッション: 期末レポートについて／グループディスカッション 2022/05/30

第8回では、期末レポートの課題内容を開示した後に、4、5 人の少人数グループでこれまでに取り扱った宇宙倫理学のテーマについて議論した。期末レポートの内容は、講義で取り扱ったテーマに関連する倫理的問題と学生自身の見解を論じる、というものである。議論するテーマの候補は、(1)有人宇宙探査は功利性の観点から正当化されるか、(2)チャレンジャー号事故に見るような「逸脱の常態化」は宇宙開発ではしかたのないことなのか、(3)ジオエンジニアリングのような形で地球の自然環境を大幅に操作するという考え方は人類の傲慢さを表しているだろうか、(4)デブリの除去に関して「汚染者負担原則」を厳格に適用すべきだろうか、の4つである。それぞれのグループで30分程度議論してグループ内での結論を出した後、全員に対して議論の内容を発表した。グループ毎に様々な意見があり、(1)や(3)に関しては正反対の結論に収束したグループもあった。

第9回 テラフォーミング 2022/06/06

第9回では、火星へのテラフォーミングによって生じ得る倫理的問題について、先人達の議論を振り返ることで学習した。まずは、テラフォーミングの言葉の意味を「地球外天体の環境を人間が住めるように改変すること」と定義し、太陽系惑星内で最も実現可能性の高い火星へのテラフォーミングへと話をフォーカスした。次に、火星環境の基本的な情報を整理し、テラフォーミングの動機や実際の構想されている手法を紹介した。テラフ

オーミングにおける倫理的問題を議論するために、倫理的に批判的な立場をとっている Rolston、Lee、Sparrow の三人の主張を取り上げ、それらに反論する立場として Schwartz の主張を紹介した。テラフォーミングを倫理的に批判している三者はそれぞれ、自然物に対する敬意の規則、包括的環境倫理学、行為者基底的徳倫理学の観点から批判している一方で、Schwartz はそれぞれに対して反論している。それぞれの主張を紹介した上で、学生に意見を聞いたところ、テラフォーミングを肯定する側の意見を支持する者が多かった。

第 10 回 宇宙ビジネス 2022/06/13

第 10 回では、近年活発化している宇宙ビジネスについて紹介した後、特に宇宙旅行ビジネスに焦点を当てて倫理的課題について講義した。近年の宇宙開発の特徴として、国家主導から民間主導への移行が挙げられ、市場規模は急速に拡大している。多種多様な宇宙を利用したビジネスが生まれていることを紹介した上で、特に宇宙旅行ビジネスを深掘りした。宇宙旅行ビジネスには、目的の高度によって費用も健康リスクも様々である。特に今後行われうる月や火星への旅行については、長期間離脱不可能な旅程の中での肉体的、精神的な健康リスクを考える必要がある。法的な扱い方においても、現状では免責文書に署名させているが、未開拓の宇宙旅行という産業において十分なリスク把握は難しく、インフォームド・コンセントが成立しているかどうか議論の最中にある。このように現在生じている議論を、最新の事例を元に解説した。

第 11 回 安全保障と宇宙開発 2022/06/20

第 11 回では、宇宙の軍事利用の観点から発生する倫理的問題点について講義した。まずは、近年見られる宇宙の軍事利用について概観した。宇宙軍事力には2つの側面がある。宇宙からの情報提供によって地上における戦闘能力のインフラとなるもの、宇宙空間における直接的な戦闘能力の2つである。

宇宙の軍事利用に関し、以下の3つの観点を元にディスカッションを行った。

1. 宇宙の軍事利用は良く無いけど、実際には仕方がない
2. いっそのこと宇宙開発を禁止する
3. 軍事利用を安全保障と言い換えれば、意見分布が変わりうる

第 12 回 地球外資源開発 2022/06/27

第 12 回では、地球外資源開発によって生じる倫理的問題について講義した。まずは、宇宙資源をめぐる現在の法的状況を整理した。現行の国際法として重要なものに、「宇宙条約」と「月協定」の二つが挙げられる。宇宙条約は、宇宙資源の所有自体を禁じてはいないと解釈することができる特徴がある。また、月協定は、宇宙資源の所有を禁じる一方で、加盟国が少なく実質的な昨日が期待できない。そのほかにも、国固有の法律もいくつか存在している。しかしながら、国際法と各国の法律との整合性が取れていないという問題点があり、国際的な枠組みを決めることが試みられている(例: 国連宇宙空間平和利用委員会、ハーグ国際宇宙資源ガバナンスワーキンググループ、アルテミス合意)。講義の後半では、宇宙資源をめぐる倫理的な議論を2つ紹介した。1つ目に、ロックの所有権論を元に宇宙資源の取得の自由は正当化されるのかを議論した。2つ目に、宇宙資源の公平な分配を検討する上で生じる倫理的議論を紹介した。

第 13 回 人類存続義務(1) 2022/07/04

第 13 回では、宇宙開発を擁護する際に用いられる根拠である、人類存続義務について講義した。講義の前半では、人類存続義務が宇宙開発擁護論の中でどのように利用されてきたのかを解説した。議論のためには、人類を世代別に「現在世代」、「将来世代」、「不生世代」の3つに分類して、それぞれの世代が受ける被害について議論した。現在世代とは、近い将来に絶滅危機が生じた際に被害を受ける世代であり、具体的な絶滅危機があるならば回避のための宇宙開発が擁護されると考えられている。将来世代とは、遠い将来に絶滅危機が生じた場合に被害を受ける世代のことであり、絶滅を避けるための行動をする世代が将来世代では無いという非同人性問題が生じる。不生世代とは、人類の絶滅によって誕生しなくなる世代のことであり、直接的な被害を受ける訳ではない。これらの議論を進めるにあたって、授業の後半では「死の害」について講義した。死の害を議論するにあたって、終焉テーゼ(人は死ぬと存在しなくなる)を前提にした。終焉テーゼを元に死の害について議論を進めた後に、終焉テーゼを前提とすることの是非を受講生の意見をもとに議論した。

第 14 回 人類存続義務(2) 2022/07/11

第 14 回では、人類存続義務の講義の続きとして、将来世代/不生世代と人類の絶滅に関する倫理的課題について、総量功利主義と人生の意味の 2 つの観点からの議論を紹介した。総量功利主義とは、人類の幸福の総量を最大化することを善とする考え方であり、この考え方のもとでは人類が存続するほど(存在した人口が増えるほど)善いとすることができる。ただし、人類を産み増やす義務があると考えることができたり、個人の幸福の度合いを考慮していなかったりする点が問題として考えられる。次に、人生の意味は人類の存続に依存するという考え方から人類が存続するべきだとする考え方もある。例えば、芸術家の作品を鑑賞する人がいなくなれば、その芸術に関わった人々の人生の意味が失われるというものである。ただし、このような考え方の問題点としては、人類の存続のために現在世代の幸福と人生の意味を天秤にかけなければならないことが直感と反することが挙げられる。

(ii) 倫理学 A (再編、参考資料 1-3)⁴

既存の講義ではあるが、2022 年度向けに、応用例として宇宙倫理学をはじめとした科学技術倫理の話題を盛り込む形で授業の再設計を行ったものである。授業の概要・目的、到達目標、具体的授業内容は以下の通り。

【授業の概要・目的】

本講義の目的は、現代社会における倫理的問題について哲学的に考える仕方を受講者に身につけてもらうことである。本講義では、哲学的に考えるために重要な概念や理論をある程度は紹介しているが、それは知識を身につけるためではなく、倫理的な問題を哲学的に考える仕方を学ぶためである。本講義は『実践・倫理学』を主たるテキストとして、死刑や安楽死といった問題を取り上げて、講義とディスカッションを行う。

【到達目標】

規範倫理学における諸理論や重要な諸概念について基本的な知識を習得する。また、それを基に、現代社会の問題について批判的に検討する力を身に付ける。

⁴ 京都大学シラバス上の科目名は「系共通科目(倫理学)(講義 A)」。

【授業計画】

1. 倫理学について
2. 死刑の是非(1)賛成論
3. 死刑の是非(2)反対論
4. 嘘をつくこと
5. 自殺と安楽死(1)賛成論
6. 自殺と安楽死(2)反対論
7. 喫煙
8. ベジタリアニズム(1)賛成論
9. ベジタリアニズム(2)反対論
10. 善いことをする義務(1)許容と義務
11. 善いことをする義務(2)超義務
12. 善い行いをする動機
13. 津波てんでんこ
14. 法と道徳

【具体的授業内容】

第1回：倫理学について 2022/04/08

講義に関するオリエンテーションが行い、倫理学という学問が如何なるものか受講生に体験してもらうため、倫理的なジレンマが生じるケースについてグループディスカッションを行った。直観的な倫理判断から一歩引いて、確かな論拠に基づいて議論する事の重要性について説明した。

第2回：死刑の是非(1)賛成論 2022/04/15

死刑制度の是非に関わる議論、特に死刑制度賛成側の意見を中心に講義が行われた。ディスカッションの中で、世間で一般的に賛成意見として紹介される議論が、確かな根拠に基づいていないことが指摘された。また、世論や被害者の心情を考慮すべきか、という論点についてもディスカッションを行った。

第3回：死刑の是非(2)反対論 2022/04/22

第2回に続き、死刑制度の是非を扱い、後半回である今回は死刑制度反対側の意見について講義を行った。そしてそれらの理由のもっともらしさについてグループディスカッションを行った。最後に、第2回の初めと第3回の終わりに行われた死刑制度に関するアンケートの結果を比較し、意見の変化を見た。

第4回：嘘をつくこと 2022/05/06

嘘をつくことの是非について講義を行った。嘘と虚偽の違いについて説明し、義務論と功利主義が嘘に対してどのような主張をするのか解説を行った。最後に、友人を匿う嘘、無人

島で友人と結んだ約束に対する嘘、警察が暴動を沈めるための嘘といった異なる種類の嘘の正当性についてグループディスカッションを行った。

第5回：自殺と安楽死(1)賛成論 2022/05/13

自殺と安楽死の是非について講義を行った。アウグスティヌスの否定論、ヒュームの肯定論を概観したのち、カントの主張である「人格を手段として扱わず、常に目的として扱うべきである」という格律が自殺を否定するのに正当な根拠になりうるか解説した。最後に、学生自身が自殺についてのグループディスカッションを行った。

第6回：自殺と安楽死(2)反対論 2022/05/20

第5回に引き続き自殺と安楽死について講義を行った。特に自殺と安楽死の関係性について焦点を当てて解説を行った。安楽死の種類や、定義に関する議論を紹介し、その後にトニー・ホープの思考実験をもとに、安楽死が認められる状況があるのかというテーマでディスカッションを行った。

第7回：喫煙 2022/05/27

個人の自由に対する国家の侵害の是非について講義を行った。パターナリズムや、個人の福祉のために個人の意思に反して国家が特定の行為を禁止することの正当性について解説が行われたのち、自転車走行中のスマホの操作・イヤホンの着用の禁止の是非といった事例についてディスカッションを行った。

第8回：ベジタリアニズム(1)賛成論 2022/06/03

他者危害の観点から、肉食の正当性、およびベジタリアニズムの是非についての講義を行った。我々は動物の保護を認める一方で肉食や動物実験も許容している。このような態度がダブルスタンダードに該当しないのか検討し、ピータシンガーが支持する種差別の概念から、ベジタリアニズムについての解説が行われた。

第9回：ベジタリアニズム(2)反対論 2022/06/10

肉食を動物への危害以外の観点から検討し、政府による食の規制が押し進められることの是非について講義を行った。代表的な根拠として環境問題、健康志向、宗教上の理由があげられる。前回授業で取り上げた動物への危害という根拠と比較して、どちらの方がもっともらしいと思うかというテーマでディスカッションをした。

第10回：善いことをする義務(1)許容と義務 2022/06/17

他者危害原則が特定の善行をする義務まで生じさせることができるのかという点について講義を行った。シンガーによって提示された善行の積極的義務の例から、他の積極的義務について考え、そのように考えらえる理由について解説を行った。

第 11 回：善いことをする義務(2) 超義務 2022/06/24

第 10 回に引き続き、善行の義務について、そしてその動機のあるべき姿について講義を行った。善行は自己利益のために行うのかという問いについて検討し、利他的行動の動機づけが自己利益である場合でも倫理的といえるのかという点について解説をした。

第 12 回：善い行いをする動機 2022/07/01

人間の行為の根源は何かという問いに対する J・S・ミル、A・スミスの議論について講義を行った。また、行為の根源が生物学的な進化論からいかに理解され、どのような影響を倫理学に与えたのかを解説した。また、善行と動機の関係性についてのディスカッションが行われた。

第 13 回：津軽てんでんこ 2022/07/08

災害時における倫理について講義を行った。東日本大震災を例に、津波てんでんこが利己的な教訓と理解されるべきか、それとも多くの命を助ける教訓と理解されるべきか、という点について解説をした。また、パンデミックの倫理学を用いて、非常時における倫理のあり方についてのディスカッションが行われた。

第 14 回：法と道徳 2022/07/15

法と道徳の関係性について講義を行った。道徳が基礎に法が成り立つ印象があるが、そのような感覚は正しいのかという点について解説を行った。また、ハート・デブリン論争をもとに、不倫を法的に禁止することの妥当性についてのディスカッションが行われた。

(iii) 宇宙総合学（再編、参考資料 1-4）

宇宙に関わる様々な研究について学ぶオムニバス形式の講義である。既存の講義であるが、2022 年度向けに ELSI（倫理的・法的・社会的課題）関係の講義を中心に人文社会系の内容を拡充すべく再編した。目的や授業内容は以下の通りである。

【授業の概要・目的】

授業のテーマは、2008 年に発足した京大内の分野横断的組織である宇宙総合学研究ユニットで開拓されつつある新しい学問「宇宙総合学」。「宇宙総合学」とは、宇宙に関連するあらゆる学問分野、天文学、宇宙物理学、地球惑星科学などの理学から、宇宙航空工学、宇宙放射線科学、宇宙エネルギー学などの工学、宇宙医学、宇宙農学、宇宙生物学などの生命科学、さらには宇宙倫理学、宇宙法、宇宙人類学などの文系の学問を総合して宇宙進出にともなう諸問題を解決しようという学問のことを言う。本講義では、京都大学で新しく生まれつつある宇宙総合学入門を講義する。

【到達目標】

人類の宇宙進出に関わる問題が、狭い意味での理学、工学系のみならず、生物学・医学、さらには人文社会系の問題にまで幅広く関係していることを理解する。そして、これらの分野横断的な宇宙進出に関わる諸問題を解決するには、何を学び、何を必要があるか、自分の頭で考える能力を養う。

【授業計画と内容】

1. 宇宙総合学とは何か (浅井歩, 理学研究科准教授)
2. 天文学概論 (嶺重慎, 理学研究科教授)
3. 宇宙総合学とは何か (浅井歩, 理学研究科准教授)
4. 宇宙空間科学概論 (海老原祐輔, 生存圏研究所准教授)
5. 宇宙工学 (泉田啓, 工学研究科教授)
6. 人類は宇宙で何をしているのか (寺田昌弘, 宇宙ユニット特定准教授)
7. 宇宙政策と宇宙開発利用の ELSI 概論 (清水雄也, 宇宙ユニット特定助教)
8. 宇宙と倫理 (伊勢田哲治, 文学研究科教授)
9. 宇宙と法 (近藤圭介, 法学研究科准教授)
10. 科学技術・産業政策と宇宙 (桑島修一郎, 総合生存学館特定教授)
11. 宇宙観の変遷 (平岡隆二, 人文科学研究所准教授)
12. 宇宙システムと制御 (大塚敏之, 情報学研究科教授)
13. 宇宙落語 (浅井歩 + 林家染二(嘶家))
14. 宇宙総合学におけるコンセプトマップ (田口真奈, 高等教育研究開発推進センター准教授)

(2) 選択科目

(i) 選択科目のリスト

学部コースの選択科目は表 6 の通りである。選択にあたっては、人文社会系の科目と自然科学系の科目がバランスとれるように配慮した。またすべて、受講にあたって特に基礎知識を前提としない初学習者向けの科目である。

表 6 学部コースの選択科目

	講義名	曜日・時限	提供部局など
前期	法理学	火曜 2 限と木曜 2 限	法学部
	科学哲学入門 (上)	水曜 3 限	文学部
	宇宙科学入門	水曜 4 限または 5 限	全学共通科目
	科学コミュニケーション (理・英)	木曜 3 限または 4 限	全学共通科目
	理学と社会交流 I	金曜 5 限	理学部
	工学倫理	木曜 3 限	工学部
後期	科学哲学入門 (下)	曜 3 限	文学部
	宇宙科学入門	水曜 4 限または 5 限	全学共通科目
	科学コミュニケーション (理・英)	木曜 3 限または 4 限	全学共通科目
	倫理学 B	金曜 2 限	文学部
	理学と社会交流 II	金曜 5 限	理学部
集中	江戸の宇宙観	9 月	文学部

(ii) 選択科目概要

・倫理学B〔文学部〕⁵

本講義の目的は、倫理学という学問分野について、その基本的な知見を獲得することである。とくに、西洋倫理学の基本文献について詳しく知ることを目的とする。必須科目ではないが、倫理学を直接扱う大事な科目であるので、以下に具体的授業内容を記しておく。

【授業計画】

1. 導入
2. プラトン『ゴルギアス』(1) 利己主義の主張
3. プラトン『ゴルギアス』(2) 利己主義と正義
4. アリストテレス『ニコマコス倫理学』(1) 快樂説
5. アリストテレス『ニコマコス倫理学』(2) 友情
6. アリストテレス『ニコマコス倫理学』(3) 正義
7. ミル『功利主義論』(1) 功利主義と快樂説
8. ミル『功利主義論』(2) 功利主義の動機と証明
9. ミル『功利主義論』(3) 功利主義と正義
10. カント『人倫の形而上学の基礎付け』(1) 導入
11. カント『人倫の形而上学の基礎付け』(2) 完全義務の事例
12. カント『人倫の形而上学の基礎付け』(3) 不完全義務の事例
13. ミル『自由論』(1) 言論の自由
14. ミル『自由論』(2) 行為の自由

【具体的授業内容】

第1回：導入 2022/10/07

オリエンテーション（授業計画と内容について）が行われた。講義では、プラトンの『ゴルギアス』を取り上げ、プラトンが考える善い生きた方を彼の政治に対する意見から読み解いた。弁論術（演説）と対話の違い、弁論術の問題点が述べられている部分を読み、学生自身が弁論術を身につけたいか否かという点についてのディスカッションが行われた。

第2回：プラトン『ゴルギアス』(1) 利己主義の主張 2022/10/14

プラトンの『ゴルギアス』からソクラテスとポロスの対話を読み、弁論術の問題点について講義を行った。また、「不正を成すよりも不正をなされる方が良い」というソクラテスが提示した論点について、学生同士のディスカッションが行われた。

第3回：プラトン『ゴルギアス』(2) 利己主義と正義 2022/10/21

プラトンの『ゴルギアス』からソクラテスとカリクレスの対話を読み、哲学研究（善い生き方の研究）の意義、快樂説批判について講義を行った。その後、ソクラテスが擁護する節制の生き方とカリクレスが擁護する放埒な生き方のどちらが優れているかという点に

⁵ 京都大学シラバス上の科目名は「系共通科目(倫理学)(講義B)」。

ついて学生同士のディスカッションが行われた。

第4回：アリストテレス『ニコマコス倫理学』（1）快樂説 2022/10/28

クイズ形式でアリストテレス哲学に関する講義を行った。具体的には、アリストテレスが政治学を最も棟梁的な位置にある学問と考えていたこと、政治学は厳密学でないため年少者には推奨できないと考えていたこと、魂の理性的活動を最高善であると理解していたこと、といった内容についての解説が行われた。

第5回：アリストテレス『ニコマコス倫理学』（2）友情 2022/11/04

『ニコマコス倫理学』第8巻・9巻におけるフィリアについて講義が行われた。似たもの同士が友人になり得るのか、劣悪な人間と友人になることはあるのか、フィリアに種類はあるのか、といった点についてニコマコス倫理学の該当部分を読み、アリストテレスの意見に同意するか学生同士のディスカッションが行われた。

第6回：アリストテレス『ニコマコス倫理学』（3）正義 2022/11/11

『ニコマコス倫理学』第2巻・5巻における徳と正義について講義が行われた。習慣がなぜ徳倫理学において重要な位置を占めているのかという内容について解説を行った後、アリストテレスの徳と正義の議論について自由にディスカッションが行われた。

第7回：ミル『功利主義論』（1）功利主義と快樂説 2022/11/18

『功利主義論』における快樂についての講義が行われた。ミルの半生、及び功利主義が誕生した経緯やその具体的な内容について解説を行った後、ミルがベンサムに対する批判を乗り越える形で提唱した、「快樂には質がある」という点について、ディスカッションが行われた。

第8回：ミル『功利主義論』（2）功利主義の動機と証明 2022/11/25

『功利主義論』におけるサンクションについての講義が行われた。道德基準に従う動機や道德的義務の拘束力がどこから生じるのか、といった内容について解説を行った後、ミルの功利主義の証明に説得力があるのかというテーマで学生同士のディスカッションが行われた。

第9回：ミル『功利主義論』（3）功利主義と正義 2022/12/02

授業後に学生が提出するコメントを全体で共有し、過去8回のコメントを振り返った。その後、ミルの功利主義論における正義と功利の関係性についての講義が行われた。カント的義務論と対立が生じるような思考実験を通してミルの正義について解説が行われた。

第10回：カント『人倫の形而上学の基礎づけ』（1）導入 2022/12/09

『人倫の形而上学の基礎づけ』第1章について講義が行われた。経験を排した理性のみ

に基づく道徳哲学がどのように展開されているのか、その基礎部分についての解説が行われた後、カントの議論における正直さ、自殺、博愛について学生同士で議論が行われた。

第 11 回：カント『人倫の形而上学の基礎づけ』(2) 完全義務の事例 2022/12/16

『人倫の形而上学の基礎づけ』第 2 章について講義が行われた。假定命法と定言命法の違い、定言命法がどこから現れ、なぜ人はその命法に従うのか、そして自己と他者に対して発生する完全義務と不完全義務について解説が行われた。

第 12 回：カント『人倫の形而上学の基礎づけ』(3) 不完全義務の事例 2022/12/23

前回に引き続き、『人倫の形而上学の基礎づけ』第 2 章について講義が行われた。カントの道徳哲学における理性的存在者の絶対的な目的としての価値、勤勉性と他人への親切の義務といった内容について解説が行われた後、カントの主張に同意するか学生同士のディスカッションが行われた。

第 13 回：ミル『自由論』(1) 言論の自由 2023/01/06

『自由論』1 章と 2 章についての講義が行われた。他者危害原則、思想と討論の自由がいかなる根拠で擁護されるべきかといった内容について解説が行われた後、ヘイトスピーチの是非について学生同士のディスカッションが行われた。

第 14 回：ミル『自由論』(2) 行為の自由 2023/01/20

『自由論』3 章と 4 章についての講義が行われた。言論の自由から行為の自由への発展、個性の重要性、他者が関わる行為に対する強制といった内容について解説が行われた後、特定の食材を食べることを禁止することの正当性についてディスカッションが行われた。

・法理学 [法学部]

法理学（法哲学）とは、法の原理的・理論的な考察に携わる法学の一分野である。この分野では、長きにわたる探求の歴史のなかで、その考察のあり方をめぐって様々なアプローチが提唱されてきた。本講義では、これらのアプローチの主要な類型を、それが提唱された文脈やそれに先行する学説に触れつつ個々に分析することで、その各々の性質・特徴を明らかにすることを主眼に置く。

・科学哲学入門(A)(B) [文学部]

科学哲学は「哲学」という視点から「科学」に切り込む分野である。本講義では、多様化する科学哲学のさまざまな研究領域を紹介し、受講者が自分の関心に応じて今後掘り下げていけるような「入り口」を提供する。前期の講義においては、科学とはなにかという問題、科学的推論や科学的説明をめぐる問題を、科学全体に関わるテーマと個別の領域に関わるテーマに分けて論じる。

・江戸の宇宙観〔文学部〕⁶

江戸時代の天文暦学者たちは、西洋や中国から伝来する古今東西の天文学知識を手掛かりに、独自の宇宙観・自然認識を練り上げていった。その成立と変遷をたどることで、科学史・思想史・東西交流史についての理解を深める。また、京大が所蔵する関連史料の実地調査に参加し、その整理や分析の手法を学ぶ。

・宇宙科学入門〔全学共通科目〕

私たちはどこから来てどこへ行くのか、この宇宙に関する疑問は人類の最古の問いの一つであろう。最先端の観測と理論的研究によって明らかになりつつある宇宙の姿をわかりやすく解説する。宇宙における時間と空間のスケール、キーとなる宇宙の構成要素（惑星、恒星、銀河やその構造など）について詳しく述べてビジュアルに紹介するとともに、その研究を支える技術や考え方についても論じる。

・科学コミュニケーション（理・英）〔全学共通科目〕

英語の環境下で日本語を通さずに、科学に関する文献や資料を理解するための授業である。グループ学習と議論、語彙の習得、科学的考え方の明確な記述に重点を置く。

・理学と社会交流Ⅰ〔理学部〕

学生が自らの知識や研究をどのようにして社会に伝えるか？ そのために必要な様々な手法を講義する。また、理学部の学生として必要な心構えについても講義する。京都の地理、歴史、企業を知り、京都で学ぶ意義について考える。京都大学創立から125周年の2022年に至るまでの歩みについても学ぶ。受講生主体によるプレゼンテーションとフィールドワークを実施し、それらの技術向上を図る。講義内容はその他、統計学、科学英語、社会ネットワーク、人工知能など、多岐に渡る。

・理学と社会交流Ⅱ〔理学部〕

理学と社会との交流のあり方について学ぶ。近年、科学コミュニケーションやアウトリーチをはじめ、科学者の社会的責任についての議論が盛んに行われている。これらの歴史や現在の科学技術にまつわる政策を講義、議論する。また、サイエンス連携探索センター(SACRA)で行われている社会交流事業を発展させるための企画、立案を行う。プレゼンテーションの技術を向上させるための手法について講義、実習する。

・工学倫理〔工学部〕

現代の工学技術者、工学研究者にとって、工学的見地に基づく新しい意味での倫理が必要不可欠になってきている。本科目では各学科からの担当教員によって、それぞれの研究分野における必要な倫理をトピックス別に講述する。

⁶ 京都大学シラバス上の科目名は「科学哲学科学史(特殊講義)」。

b. 演習・専門研究ゼミの実施

必修科目となる「宇宙倫理学演習」（後期）と「宇宙倫理学ゼミ」（通年）は宇宙ユニットが提供の新規科目である。外部の受講生も自由に受講できるよう、京都大学正規の講義とはしなかった。令和3年度に内容の策定を行い、令和4年度に受講生を迎えて実施した。RA3 名もすべての演習・専門研究ゼミに参加し、研究補助業務を行った。

なお、演習・ゼミは、全受講生が参加する形で実施した。当初、一般コースや大学院コースの受講生が強い主張をすると、学部生がそれに反論しづらくなるのではないかと、との懸念もあったが、グループディスカッションの導入により、学部生も自分の意見を述べる場が十分に確保され、また、社会人受講生も、学部生の意見を聞くように細かい配慮をしてくれることも多々あり、学部生も臆せず自分の意見を述べることができるようになった結果、さまざまな立場からの、活発な意見交換が可能になったことが確認できた。

(i) 宇宙倫理学演習（参考資料 2-1）

本演習は、宇宙や倫理学に関する基礎知識を得た受講生が、議論のためのスキルを得るために新規開講するものである。概要・目的・内容は以下の通りである。

【授業の概要・目的】

宇宙倫理学に関する学術文献を取り上げ、正確な読解に基づくプレゼンテーションとディスカッションを展開できる能力を養う。

【到達目標】

- ・宇宙倫理学に関する学術文献を正確に読解する能力を身につける。
- ・学術文献を適切に解説するプレゼンテーションを行なう能力を身につける。
- ・学術文献を批判的かつ建設的に検討するディスカッションを行なう能力を身につける。

【授業計画】

個人またはグループごとに宇宙倫理学に関連する学術文献の紹介プレゼンテーションを担当する。扱う文献は、地球外資源の配分／所有権、スペースデブリの規制／除去、宇宙安全保障などに関するものを選定する予定である。担当者は要約ハンドアウトを作成して、それに沿ってプレゼンテーションを行なう。各参加者も文献を事前に読んで演習に参加し、内容に関する質問をする。プレゼンテーション担当者は、ほかの参加者たちからの質問に答えられるように、できるだけ事前に関連事項を調べておく。

内容紹介プレゼンテーションの次の回に、当該文献に関するディスカッションを行なう。プレゼンテーション回の議論を踏まえてテーマを決定し、これについてグループディスカッションを実施するとともに、各グループの主張について全体ディスカッションを行なう。1つの文献に対して、プレゼンテーションとディスカッションをセットにして進める。

【具体的授業内容】

以下に、取り扱った論文（2週連続同じ論文を扱う）、論文内容、ディスカッション内容をまとめておく。なお個人情報保護の観点から、発表者名は割愛した。

第1回 2022/10/13

本ゼミのガイダンスを行なった。今後の授業方針は以下の通りである。6本の論文を選び、各論文につき2回の授業を行う（計12回）。1回目の授業では発表者を中心に論文の内容理解に努める。2回目の授業にて発表担当者が司会をしながら批判・評価を行う。担当論文については精読、担当でない論文に関しては一読することが求められる。ガイダンス後、担当論文とペア決めを行なった。

第2回 2022/10/17

使用論文：Johnson-Freese, J. and Smith, K. (2020). U.S. Space Dominance. War and Peace in Outer Space, pp.123-150.

論文内容：

功利主義、権利論、公平主義、共通善、徳倫理、技術倫理、契約主義的倫理に基づいて、アメリカが宇宙の支配することを評価するものであった。

第3回 2022/10/24

使用論文：Johnson-Freese, J. and Smith, K. (2020). U.S. Space Dominance. War and Peace in Outer Space, pp.123-150.

ディスカッション内容：

そもそもアメリカが支配すること（可能なこと）を前提として議論を進めることは正しいのか、また、功利主義、義務論、徳倫理学が正しく適用されているのか、という批判が挙げられた。結論が曖昧であり、立てた規範に対して妥当な回答なのか疑問であるという議論が全体で交わされた。

第4回 2022/10/31

使用論文：Schwartz, J.S.J. (2020). The Accessible Universe: On the Choice to Require Bodily Modification for Space Exploration. Human Enhancements for Space Missions, pp.201-215.

論文内容：

宇宙探査のために身体改造を行うことの是非について論じている。筆者は、身体改造をして宇宙探査をする場合と、そうでない場合を比較し、身体改造を行なって宇宙探査をすることになれば、改造をおこなったもので行わなかったものの間で差別が起きると危惧し、身体改造を基本としない宇宙探査を主張している。

第5回 2022/11/07

使用論文：Schwartz, J.S.J. (2020). The Accessible Universe: On the Choice to Require Bodily Modification for Space Exploration. Human Enhancements for Space Missions, pp.201-215.

ディスカッション内容：

学生を二つのグループに分けディスカッションを行い、のちに、各々の班の意見を交換した。論文に持ち出される用語の定義や、議論の射程が不確定であることが両班から指摘された。また、筆者の主張するように、能力が拡張される者とされない者の間で差別が生じるのか、議論が行われた。

第 6 回 2022/11/14

使用論文：Steer, C. and Stephens, D. (2020). International Humanitarian Law and Its Application in Outer Space. War and Peace in Outer Space, pp.23-54.

論文内容：

戦争犯罪のために制定された国際人道法が宇宙戦争に適応可能か検討する内容である。筆者の立場としては宇宙戦争といった有事の際は適応可能だと主張するものであった。一方で、従来の国際人道法において用いられてきた議論が具体的にどのように宇宙戦争に応用されるかは議論が必要である、という確認した。

第 7 回 2022/11/28

使用論文：Steer, C. and Stephens, D. (2020). International Humanitarian Law and Its Application in Outer Space. War and Peace in Outer Space, pp.23-54.

ディスカッション内容：

学生を二つのグループに分けディスカッションを行い、のちに、各々の班の意見を交換した。両班にて、国際人道法を宇宙戦争に適用することは可能であるという意見が出たが、宇宙の安全のためには、国際人道法をより拡大解釈するべきだという立場と、新たな条約を設定するべきという立場で意見が割れた。ディスカッションを通して、国際人道法の理解や、宇宙空間の安全保障の特異性について確認した。

第 8 回 2022/12/05

使用論文：Schwartz, J. S. J. (2020). The Need for Forbearance in Space Settlement. The Value of Science in Space Exploration, pp.183-205.”

論文内容：

人類には存続義務があると仮定し、宇宙居住や長期間に及ぶ宇宙船移動の倫理問題が論じられている。筆者は人類存続のために宇宙開発（宇宙移住を前提とした）を早急に行う必要はないと主張するが、長期的に考えれば宇宙開発をする義務があると考ええる。

第 9 回 2022/12/12

使用論文：Schwartz, J. S. J. (2020). The Need for Forbearance in Space Settlement. The Value of Science in Space Exploration, pp.183-205.”

ディスカッション内容：

学生を二つのグループに分けディスカッションを行い、のちに、各々の班の意見を交換した。学生間で我々が未来の世代に持つ責任について議論が交わされた。その中で、パーフィ

ットによる非同一性の問題が持ち出され、それぞれの班が賛成するか否か意見を共有した。このように論文のテーマに収まらない論点についても議論が行われた。

第 10 回 2022/12/19

使用論文： Milligan, T. and Inaba, S. (2020). Ethical Problems of Life Extension for Space Exploration. Human Enhancements for Space Missions, pp.183-200.

論文内容：

宇宙探査において人間の寿命を伸ばす技術が利用可能な場合、そのような技術の使用が倫理的に認められるのかを検討した論文である。筆者は人口過多、機会の不平等性、そして人生の意味から批判的に検討している。

第 11 回 2022/12/26

使用論文： Milligan, T. and Inaba, S. (2020). Ethical Problems of Life Extension for Space Exploration. Human Enhancements for Space Missions, pp.183-200.

ディスカッション内容：

学生を二つのグループに分けディスカッションを行い、のちに、各々の班の意見を交換した。寿命延長技術が人口過多につながるのか、またどの程度の寿命延長ならば人生の意味論が危惧するような生の在り方になるのか、などという点について議論がなされた。宇宙探査のために寿命延長技術が利用される場合と、一般的な文脈で利用される場合を区別するようなアイデアも出された。

第 12 回 2023/01/16

使用論文： Schwartz, J. S. J. (2020). Myth-Free Space Advocacy Part IV. Social and Conceptual Issues in Astrobiology, pp.263-287.

論文内容：

宇宙開発・探査を肯定する一つの理由として宇宙生物学の発展を挙げる立場があり、そのような立場をとる論者は往々にして宇宙生物学の発展は大衆からの支持を受けていると主張する。筆者は過去の調査から、この意見を批判的に検討し、盲目的にこのような立場の主張を擁護することに対して警鐘を鳴らす。また、宗教観が宇宙生物学に対する立場に影響があることを確認した。

第 13 回 2023/01/23

使用論文： Schwartz, J. S. J. (2020). Myth-Free Space Advocacy Part IV. Social and Conceptual Issues in Astrobiology, pp.263-287.

ディスカッション内容：

学生を二つのグループに分けディスカッションを行い、のちに、各々の班の意見を交換した。そもそも、大衆から支持を得ることが宇宙開発・探査を正当化するための論拠に相応しいのか、また、日本と海外では宇宙生物学の発展はどのように受け止められているのか、と

いった点について議論が交わされた。

(ii)宇宙倫理学ゼミ（新設、参考資料 2-2）

本ゼミ（専門研究ゼミ）は「宇宙倫理学教育プログラム」のキャップストーン科目と位置付けられる授業である。受講生は、各自設定した課題について、宇宙や倫理に関する知識やスキルを駆使して考究を進め、プログラム修了時において修了レポートを執筆し、かつ人前でその成果を発表するものである。

【授業の概要・目的】

宇宙倫理学について、適切な先行研究サーベイに基づいて研究計画を立て、それに沿った研究を実施し、その成果を文章化するとともに、その内容について口頭発表する能力を養う。

【到達目標】

- ・適切な先行研究サーベイを行なう能力を身につける。
- ・有意義かつ実行可能な研究計画を立てる能力を身につける。
- ・計画的に研究を実施する能力を身につける。
- ・研究成果を適切に文章化し、その内容について簡潔に口頭発表する能力を身につける。

【授業計画と内容】

初回はガイダンスと受講前自己評価（コンセプトマップの作成およびポートフォリオへの記入）を実施する〔項目③b. (ii)〕。第2回は、受講メンバー全員による研究関心紹介を行なう。第3回以降は、参加者による進捗報告を進める。

【具体的授業内容】

以下は宇宙倫理学ゼミ（2022年度前期・後期）の各授業の概要をまとめたものである。前期は主に1コマにつき発表者2人、後期は主に1コマ1人ずつ行った。なお個人情報保護の観点から、発表者名はアルファベットで記した。

第1回 2022/05/02

さまざまなバックグラウンドをもつ受講生（13名）たちが詳しめの自己紹介を行い、各自の問題関心などを共有した。また、今後のゼミの進め方や注意事項などについて確認し、発表担当決めが行われた。本ゼミには、受講生のほかに、RA、「宇宙倫理学教育プロジェクト」スタッフ（清水雄也・宇宙ユニット特定助教、伊勢田哲治・文学研究科教授、嶺重慎・理学研究科教授）も参加した。宇宙倫理学という以上、倫理学の知識は要求するが、研究テーマ自身は各自の関心に応じて柔軟に選択可能であり、たとえば経済学や医学などのような領域が主たるトピックになってもよいことが伝えられた。

第2回 2022/05/09

A氏「宇宙における食に関わる倫理の問題」

発表者は、宇宙におけるホスピタリティの提供という観点から、このひとつの試みとしての食に注目した。人が宇宙に滞在する時間が長くなるにつれ、よりよい生活の享受やよりよ

いサービスの提供という点に注目し、ここでは宇宙における肉食の必要性という観点から、倫理的問題を宇宙進出という想定で検討することをめざす。今回は、（宇宙における）肉食の必要性とその反論、および宇宙における食事の現状について分析した。さらなる議論についてはまだ検討中だが、肉食者だけでなく、ベジタリアンに対するホスピタリティはどのようなのかなどという意見も出た。

B 氏「宇宙創薬における倫理的課題」

創薬について、中分子医薬品が低分子、高分子の医薬品よりもよいとされる。（低分子では標的だけに作用しづらい、高分子では標的だけに作用しやすいが注射だけで負担も大きいし、製造も培養のみで有機合成ではできないため。）中分子医薬品の創薬のために、ペプチド(中分子)と相互作用するタンパク質の構造を知ることが重要課題となる。だがタンパク質の結晶化が地上だと大変である。結晶化のためには結晶周囲に濃度勾配ができていなければならないが、地上だと均質化しようとして対流がおこり、うまくいかないためだ。他方、宇宙のような微小重力下ではうまくいく。そこで宇宙にタンパク質をもって行って実験する試みがなされている。しかし、①日本は海外からの「借り物」の宇宙船しか使えない、②実験の順番はどう決めるのか、③有人宇宙実験のそもそもの必要性、④先進企業による独占などといった問題がある。これらを踏まえて倫理的な考察を今後行う予定である。

第3回 2022/05/16

C 氏「宇宙デブリの倫理的アプローチについて」

発表者は宇宙デブリの現状（被害と対策）について調査・整理したうえで、倫理的な課題を模索している。現時点で宇宙デブリは宇宙開発を担う国による自主規制依存で法的拘束力がない状態である。国家を超越した組織(国連等)による倫理的な規範を元に行動できる世界観をめざしたいが、法的な(強制力を持たせる)枠組には倫理的規定が効果的なのではないかと、また、宇宙開発を批判的にとらえることで、より持続可能性のある人類の宇宙開発へ貢献できるのではないかと、という問題意識がある。そこで、宇宙デブリの現状について、時系列の推移、危険性、対策に関する主な活動、国際標準・ルール化、倫理的観点などから整理した。これらを踏まえ、宇宙開発の妥当性を証明しないまま、宇宙計画が進むことを前提としてデブリ対策への倫理的なアプローチを進めてよいのか、倫理学的方法論の俎上にどう載せていくかなどといった懸念点が見え始めた。

D 氏「宇宙倫理学入門 人工知能はスペース・コロニーの夢を見るか？」

発表者は、稲葉振一郎『宇宙倫理学入門』（2016）を参考にしながら、宇宙植民の問題を扱った（今回は同書のまとめが中心）。稲葉（2016）によれば、宇宙倫理学には、そのタイムスパンに応じて宇宙倫理学の3つのレイヤー：ショートレンジ/ ミドルレンジ（数百年～千年くらい）/ ロングレンジ（恒星の周りに人工物をおいて環境が変わるなど）という3つのレイヤーがあるが、発表者も稲葉と同様、特にミドルレンジの宇宙倫理学を想定する。宇宙植民ができるためには、生存の必要などといった動機は考えがたいとされる。そこで、宇宙

植民それ自体を自己目的化することを許容する社会とはどんなものか、ということが議論されているが、これはいまの社会からかなりの乖離があり、ここでいわれる課題を、ショートレンジの問題と比べて優先的に解決する動機が乏しくなる、という懸念点もある。（ロボットだったりAI だったりという前提もまだ具体性に乏しい可能性もある。）今後はこうしたトピックを自分なりにどう膨らませていくのが課題となる。

第4回 2022/05/23

E氏「宇宙開発のための人間拡張における倫理問題」

発表者は人間拡張（人間の能力をテクノロジーによって自由に増強・拡張させること）を行ったサイボーグによる宇宙進出に関する倫理問題を扱った。人間がいずれ宇宙に移住することを前提にした際、宇宙に住むための人間拡張における倫理問題として、宇宙の環境に適応するために人類の遺伝子を変えるべきかなどがあげられる。そこで、この問題は宇宙開発のための遺伝子操作がもたらす倫理的問題とも関連しうる。これには、①宇宙ミッションのための改造が地上に住む人間に与える潜在的影響、②人間拡張の軍事使用、③宇宙での繁殖を目的とした改造の倫理、④宇宙で生きる子供をデザインすることの倫理、⑤改造された人間の地球に帰る権利などがありうる。今後は、人間とテクノロジー（特に宇宙技術）の関係において、何が「自然」なのかを考える予定である。

F氏「宇宙研究の歴史から鑑みる月面天文学への懸念」

発表者は、これまでの天文学・物理学の発展の裏にあった史実をまとめ、今後の倫理研究へつながるヒントを得たいという問題意識のもと、月面天文観測所の懸念点をあぶり出そうとした。「ショートレンジ」で「人間中心主義」な視点、また「無人」の宇宙開拓という観点で議論を進めた。物理学・天文学の発展は少なからず軍事研究の発展と共にあったこと、現代の研究者にとって、安全保障研究の問題は根強く残っていること、次世代の研究として月面での科学観測が挙げられること、宇宙軍事利用が進んでいるのは事実であることなどを様々なサーベイにより確認した。今後は、「月面天文学における安全保障」を掘り下げられるか、宇宙開拓が軍事研究と結びつかないようにできることは何か、また、より幅広い宇宙開発の文脈での観点からの議論なども検討の候補に入れる予定である。

第5回 2022/05/30

G氏「宇宙エレベーターと倫理」

宇宙エレベーターには技術的な問題が多数存在するが、倫理的な問題も存在する。たとえば、誰がどこにエレベーターを建造・所有するかや、宇宙開発によって全人類が平等に利益を享受できないことなどがある。エレベーターを建設する場所については、赤道近くの公海上が理想的だが、赤道に沿って領土を持つ国は少なく、政治的な不安定さが問題になる。また、人類の平等な権益が受けられないことについて、所有権や探査の問題が起こる可能性がある。

H 氏「宇宙活動と法的責任～宇宙損害責任条約の在り方を中心に～」

発表者は、宇宙に関係する 5 つの主要条約の一つである宇宙損害責任条約をとりあげ、コスモス 954 号の事例にも注目しながら宇宙活動における法的責任について扱った。宇宙損害責任条約では、だれが責任を負うのか、どんな時に責任を負うのか、どの程度の賠償責任を負うのか、どのように賠償請求できるのか、などが規定されている。同条約が活用された事例であるコスモス 954 号事件は、1978 年に、原子炉を搭載したソ連の軍事衛星コスモス 954 号がカナダに落下し、広範囲で放射線を発するデブリを散乱した事故である。これをめぐりカナダは、宇宙損害責任条約に基づいて、ソ連に 600 万カナダドルの支払を要請したが、協議の結果カナダに支払われたのは 300 万カナダドルであった。しかも、ソ連側は同条約に基づく補償はせず、あくまでも別枠での支払とした。これをうけて、こうした事件の結論の是非や、条約の解釈、そしてデブリなどの問題が課題として残されることをみた。

第 6 回 2022/06/06

I 氏「人類は宇宙に進出すべき (should) なのか ―世代間倫理―」

発表者は、哲学者ハンス・ヨナスの『責任という原理』を手がかりとしながら、技術革新により人類が宇宙に進出するペースが速くなる中で、人類が宇宙に進出すべきかという問題に取り組もうとしている。本発表では、まずヨナスの世代間倫理（とりわけ将来世代に対する責任）の考え方をふまえ、これを受けて示唆される科学技術や責任の主体としての人類などのあり方について概観した。そして、これらの議論から触発された、宇宙倫理の問題（人類存続義務が宇宙開発の根拠となるか）を、現在世代（現在存在する人々）、将来世代（現在から遠い将来に存在する人々）、不生世代（人類が絶滅しなければ生まれていたはずの人々）という 3 分類から扱った。発表者自身は宇宙進出に強い必然性を感じないが、世代間倫理を考慮したうえで宇宙進出が必然か否かを考えることなどが今後の予定である。

J 氏「現在の関心」

発表者は、寺院の住職（真宗大谷派）として、宇宙倫理学から想像される課題の中でも、ミクロとマクロの人間の視点（「私」の問題）、善悪や功利主義と仏教との関係、宇宙で宗教は必要かなどに関心をもっている。「私」の問題については、国籍・民族としての広い人間のくくり（マクロの私）もあれば、一個人としての自己（ミクロの私）もありうることから、私は何処にあるのかという問題が生じうるが、これについて、仏教的見地では無我や空だとされる。ロシアのウクライナ侵攻のような不安定な国際状況の最中、あらためてこうした問題意識を背景としながら、宇宙における宗教の位置づけについて再考が求められそうである。今後は仏教のみならず、西洋の倫理学の視点から宇宙倫理学を論じることが課題である。

第 7 回 2022/06/13

F 氏「南極開拓史における科学者と宇宙の開拓」

前回は、宇宙開拓における「月面天文学」の倫理的懸念点について議論した。今回は、南極の開拓において、南極がどこの国にも占有されず、かつ、戦争も起きていないことから、

宇宙開発を南極開拓とのアナロジーで考えられそうだと注目して、南極条約設立の歴史を紹介しつつ、科学者の存在とその影響力について議論した。これにより、南極の開拓において南極条約が鍵となるが、その締結には、科学者による国際地球観測年があったことや、南極条約と宇宙条約を比較したうえで、宇宙条約は若干抜け目があるようにみえること、そして宇宙開拓における研究者の存在意義が今まさに試されている段階でありうることなどを述べた。今後は月面の宇宙観測による倫理的懸念・利点についてより具体的に考える予定である。

K 氏「宇宙開発は何を目指すのか」

発表者は、国家主導の宇宙開発のみならず、民間企業の参入が近年活発化していることから、今後の宇宙開発が人間社会にどれほど貢献するかに関心をもっている。そこで、主体、目的、規模などの観点から宇宙開発を俯瞰しつつ、そこでの倫理的価値を整理するとともに、その過程で「取り残される」領域を見つけるという研究の構想を抱いている。今回は、宇宙産業市場の規模や、宇宙産業における今後の注目事項として気候変動との関係や通信事業などがありうること、また衛星コンステレーション（多数の小型衛星を打ち上げて一体的に用いること）、福井県主導の衛星技術研究組合などのトピックを扱いながら、人工衛星開発の動機、公益性と競争の線引き、県民衛星の持続可能性といった疑問点を得た。

第 8 回 2022/06/20

L 氏「宇宙ニュースの倫理学 公共圏としての宇宙とニュースの倫理」

発表者は、ニュースと公共性という観点から宇宙倫理に関心をもっている。そこで、common good（公共財）としてのニュースの理念を深く反省しながら、宇宙ニュースの公共性とその倫理について議論した。たとえば、小惑星リュウグウに 23 種のアミノ酸があることが発見されたという最近のニュースがあるが、これは「わくわくするニュース」でありうる。しかし、他方で、リュウグウは PHA（潜在的に危険な小惑星）ともされるため、必ずしも良い面ばかりではない。このように、様々なニュースの分類に該当しうる宇宙ニュースの中でも、「わくわくするニュース」だけでなく、「宇宙の健康と安全のニュース」のように必ず報じられるべきものもある。こうした背景から、「拡大公共圏」の事実を伝え監視する活動として、21 世紀の宇宙ジャーナリズムがどうあるべきかを探るべく、宇宙開発がどう報じられてきたか、これまでの宇宙ニュースの歴史を検証することを今後の課題とする予定である。

M 氏「有人宇宙開発と医療倫理」

発表者は、NASA から依頼を受けて米国医学研究所が発行したレポート内容や、JAXA における委員会の倫理審査などの事例などをみながら、有人宇宙活動における医療倫理（特に宇宙飛行士の健康リスクなど）の問題を扱った。そこで、人体に深刻なリスクが生じることは避けがたい以上、将来における公的事業における宇宙有人探査・旅行の推進が倫理的観点から疑問視されうることを確認した。これについては本人の意思の尊重という議論もありうるが、リベラリズムの枠内におけるその限度や、宇宙飛行のリスクに関する情報不足などといった問題があることから、どういった状況下でどこまで有人飛行が許容されるかに関する社会的

合意の必要性などが課題となることをみた。

第9回 2022/06/27

C氏「宇宙デブリ評価と企業への影響」

宇宙デブリの被害と対策について前回整理した。今回は、民間企業の Sustainability 活動には ESG(環境・社会・統治)投資(及びそれに寄り添う基準)の枠組が相対的に機能していることから、ここに宇宙デブリ対策を行う評価を組み込むための倫理規定を考えるきっかけがあると考えた。PRI(責任投資原則)により、社会面や人権などの観点から企業に対し行動上の要請が求められていることに発表者は注目する。その力学に基づき、企業に行動を期待したい。そのために指針となるのが SSR(Space Sustainability Rating)だろう。ただ SSR では工学的・技術的なテクニカルな評価基準がベースであるため、倫理的な側面の重みづけ、評価を PRI に取り入れられないか、また、PRI はどの程度透明化されるべきか、などが課題となりそうである。現時点で研究成果として目指すこととして、国連の PRI に対して SSR の浸透が進む未来を見越して、衛星開発に関わる主だった企業への追加的な SSR 倫理規定を提言するという方針を得た。

B氏「宇宙創薬における倫理的課題2」

宇宙創薬には、①日本は海外からの「借り物」の宇宙船しか使えない、②実験の順番はどう決めるのか、③有人宇宙実験のそもそもの必要性、④先進企業による独占などといった問題があることを前回確認した。今回では「きぼう利用戦略アジェンダ2025」の事例に注目して、これらの問題を検討した。同アジェンダでは5つのプラットフォームが設けられており、それぞれの内容についてみたうえで、①～④の各課題についての対応策を考えた。その結果、限られた資源を効果的に用いることが重要であることから、医療倫理に近い問題設定となりうる見通しを得た。

第10回 2022/07/04

D氏「Terraforming とその倫理課題」

人類が宇宙外に進出するにあたってその意義などの検討を行うため、今回はテラフォーミングに注目した。そこで、テラフォーミングの定義を明確化し、その倫理的課題としてどのようなものが指摘されているかを比較検討した。テラフォーミングの示す範囲と、倫理的議論がどの範囲まで議論しうるのを考察する糸口とした。テラフォーミングは、「比較的地球に似ている天体に手を加えて人間が居住できるように作り変えたりすること」だとされ、いくつかの種類がある。だが、その倫理的批判として主に、自然物に対する敬意の規則からの批判、包括的環境倫理学からの批判、行為者基底的徳倫理学からの批判がある。これらそれぞれについて概観しながら、テラフォーミング擁護の議論についてもみたうえで、最後にあらためてテラフォーミングの定義を再検討した。

H 氏「宇宙活動と法的責任 ～日本における宇宙立法～」

前回では宇宙損害責任条約の規定内容についてみたが、今回は日本における宇宙立法の状況を概観し、これを国際比較したうえで、今後の宇宙開発の展望と課題を述べた。とりわけ、今後の宇宙開発の課題については、宇宙旅行、国際的な賠償問題、宇宙資源、リモートセンシングなどの具体例をとりあげて検討した。これらを踏まえ、産業促進に加えて、安全性や公平性を考慮した宇宙立法や、一つの宇宙開発に多数の国・企業が参加するケースにおける責任の分配に関する議論、いくつかのビジネス形態ごとの法的・倫理的に許容される開発の境界線などに関する検討が必要であることを述べた。

第 11 回 2022/07/11

G 氏「宇宙エレベーターと倫理 II」

今回は、宇宙エレベーターを題材とし、その素材(カーボンナノチューブ)や、宇宙エレベーターを「誰がどこに作るのか」を扱い、地理的、政治的な観点を倫理と結びつけようとした。今回は、エレベーターのロケットとの違い(コストや運搬能力など)や、素材と建造法との関係、完成および運転開始に必要なシステム(エネルギーや安全など)について述べた。これらを踏まえたうえで、今後の研究目標として、エレベーターを誰がどこに作るべきかについて、地理的条件が厳しく、多くの資本が必要で、恩恵を受ける国の偏りもあるなどといった条件と類似した事例の解決策を参考にしながら、公的機関としての宇宙エレベーターの建造が多くの人に受容されうる条件について考察する予定である。

A 氏「宇宙における有人活動の広がり」と諸問題」

前回の発表では宇宙における食(肉食)を扱ったが、前期での経験を踏まえ、自分の関心が、人と人との関係のありかた(≡ホスピタリティ)にまつわる葛藤や利害の調整といった事柄だと再確認した。そこで、今後、地球周辺での有人活動が拡大していく中で起こる事象を検討する。今回は、宇宙での人の活動における倫理にまつわる複数のショートケース(思考実験)を通じて地球外における人間の死がその人を取り巻く人々や環境に与える影響や問題について考えた。地上における人の死が遺体の取扱や相続といった法的な意味合いの強い手続でありがちなのに対し、宇宙空間での死は、現時点ではあまり実例はないものの、今後様々な形で有人飛行が増えるにつれて起こり得る問題である。宇宙船内ではなく、月や火星ではまた違った検討が必要になりうることにふれた。

E 氏「宇宙開発のための人間拡張における倫理問題 II」

今回は、人間のサイボーグ化(宇宙環境に適応するため身体を機械化あるいは体細胞操作をすること)の倫理を扱った。(宇宙ミッションや宇宙移住自体の正当化は扱わない。)検討する方法として、サイボーグ化における一般的な倫理問題の論点と宇宙倫理の論点を比較した。一般的な倫理問題として、①身体の機械化は身体の一物化をもたらすか、②身体の機械化はアイデンティティの揺らぎをもたらすか、③身体の機械化は格差を広げ、不平等な社会をもたらすか、④身体を機械を通じて不死を目指すことは許容されるか、などがあげられる

（佐藤 2021）。これらについてそれぞれ肯定/否定の意見を整理しながら、Pompidou (2000) や Szocik (2019) などの議論に注目しながら、各論点を宇宙倫理の文脈にあてはめた（結論自体は検討中）。

（後期）

第 1 回 2022/10/03 （初回）

今回は後期初回ということで、今後の進め方などを確認した。前期では一回分につき二人ずつの発表が原則であったが、後期では一回分で一人ずつにする方針となった。今年度での修了を希望する人は早すぎず、かつ遅すぎない時期（11月、12月）に進捗報告するという配慮もなされた。最終成果物として、各自が決めた研究テーマについてのレポートを提出することが要求される。レポートの提出期限は一月末で、2月中旬に提出者は最終発表会を行うことも併せて要求されることが再度確認された。

第 2 回 2022/10/17

M 氏「Parastronaut」

ESA（欧州宇宙機関）が障害者宇宙飛行士（parastronaut）の募集を始めたことをうけて、その計画の詳細（事実やデータ）を整理し、その倫理的是非を考えるという方針で発表した。具体的に行ったことは、パラアストロノートのニュースの日本語での扱われ方、民間における障害者の宇宙飛行との比較検討、パラリンピックとの比較検討、地上での障害者の就労との比較検討、従来の職業宇宙飛行士との比較検討などである。もっとも、精神障害についてはやはり課題が多いように見える点や、今回のパラアストロノートの募集要項は、「障害者」というにはあまりに一部の障害者しか対象にできていない点、しかしそれでも、その変化すら大々的に宣伝する必要があるほどに、宇宙開発は限られた人が参加するだけで精いっぱいの状態のまま進められてきた可能性がある点などといった問題もみえてきた。現時点で発表者は、こうした状況をうけて、どのような倫理的問いを立てることができるかを模索している。

第 3 回 2022/10/24

J 氏「宇宙での人の死」

宇宙滞在中に人が亡くなったいくつかの事例に注目し、その際の遺体をどう扱うかについて検討した。具体的な問題としては、遺体の葬儀を（誰の意思で）行うかどうかや、また死亡者がどのような立場の人間であるかに応じて、対応がどう変化するのか、またその対応によってはコストやデブリ、環境汚染などが生じることなどがある。しかし、明確な規則は NASA にもなく、また「墓地、埋葬等に関する法律」のような現行法では想定されていない部分もある。そこで、発表者は、宇宙滞在中に人が亡くなった際に、その遺体を活用するという選択肢がありうることに注目する。たとえば、有機物としての人体を宇宙滞在中にアルカリ加水分解すること、貴重なタンパク源として生命の活動に利用するなどの方向性が考えられる。しかし、これは死者に対する尊厳と遺体に対する扱い、地上と宇宙空間での自由度の違い、

信教の自由と宇宙での制約の境界、タイムスケールの違い（今後の宇宙進出の状況などで起こりうる変化）などといったさまざまな問題と関連する。これらの問題について現時点での認識や考察をさらに深めていくことが今後の方針である。

第4回 2022/10/31

K氏「宇宙開発における理想的な官民連携のあり方とは」

本発表の目的は、日米欧における宇宙イノベーション政策の整理をしたうえで、よりよい日本の宇宙イノベーション政策に向けて考えるべきポイントを提示することである。宇宙開発の現状として、国家主導のみならず、民間企業が徐々に参入しつつある。これを踏まえ、日米欧それぞれの近年の動向や現状を確認した。そこで、主に経済的・技術的観点から、日米欧の比較および日本の宇宙イノベーション政策のありかたについてそれぞれ考察した。まず日米間については、米国は潤沢な資金にもとづいた買収による利益保証があるのに対し、日本では中長期的な利益回収が不安定なため、持続的な利益を生み出す市場の創出が課題となる。また、欧州では挑戦志向型の開発が進んでいるが、日本では宇宙産業を支えるのに十分な市場が未発達である。そこで国外との連携も視野にいった市場開発が課題となる。今後の方針としては、競争と公益性、また持続可能性などに注目しながら、官民連携に絡めた倫理的観点についての検討を進めたい。

第5回 2022/11/07

F氏「科学者による平和的宇宙開拓」

発表者は、「科学者による（経済発展・資源獲得を目的としない）宇宙開拓は（戦争を伴わない）平和的な宇宙利用を実現するか」という問題について、（A）宇宙進出と南極開拓とのアナロジーの可能性や、（B）特に第二次大戦中の科学者と軍事の関係などに注目しながら分析することをめざす。まず、（A）については、（仮説①）宇宙と南極の開拓は類似している、（仮説②）科学者の活動が南極開拓における紛争を抑制したという2つの仮説から、「科学者による月・火星の開拓は戦争を伴わず実現可能だろう」という想定を導き、また、ケーススタディとして③北極や深海の開拓の事例についても検討することで、同想定的一般性を高めようとする（最初の問題に肯定的な結論）。他方、（B）については、科学と軍事が双方向的に発展してきた事実を確認したうえで、大戦中に戦争協力を強いられた科学者や、ウクライナ侵攻による不安定な情勢にある現在のロシアの科学者らの意見をみたうえで、「科学者が政治と科学の独立性を望み、紛争を望まない」ことをみた。（B）のこの結論から、「科学者による宇宙開拓は宇宙空間の平和利用を可能にする」といえる確かな根拠はまだ得られないだろうが、科学と政治とのかかわり、北極・深海開拓の事例、国際宇宙観測年到来時の予測などについて今後掘り下げる予定である。

第6回 2022/11/14

E氏「宇宙開発のための人間拡張における倫理問題 III：人類の宇宙進出における種族と文化断続の必然性と選択」

発表者は、宇宙進出が人類にもたらす変化、とくに身体と(宇宙)テクノロジーの関係性の問題に関心をもっている。その一環として、人間拡張(エンハンスメント)が人間の文化や文化的プロセスの連続性を失わせる、という主張について検討をすることを目的とし、人間の定義や文化的プロセスについて分析した。まず、人間の定義について、生殖主義、成分主義、機能主義、根源主義などという複数の立場がある。生殖主義をとる場合、種分化が避けられず、根源主義をとる場合、文化プロセスの断絶が避けられない。ここから、人間拡張もテラフォーミングも、人類が宇宙に進出する際に、人類の種族と文化の断絶が必ず発生するという論点に到達する。しかし、この断絶が必ずしも悪いこととは限らないことについても掘り下げた。また、こうした議論の前提である、人類を存続させるためには宇宙へ行く必要があるという前提について、生命中心主義倫理と徳倫理の二つの立場から分析した。しかし、議論にはまだ未検討の部分もあるため、今後はそこを埋めていく。

第7回 2022/11/28

D氏「アルテミス計画とその倫理的課題」

今回はテラフォーミングを検討したが、今回は、発表者の関心が「人類の宇宙進出(宇宙移住)」にあることを認識し、話題の焦点を現在進行中のアルテミス計画においた。アルテミス計画に注目し、その倫理的課題を明確化するとともに、その対処への可能性を検討することが目的である。アルテミス計画はNASAによる月面探査プログラムであり、Artemis1がいま実施中である。本発表ではアルテミス計画の目的や関連する法・協定などを踏まえたうえで、先行研究からの倫理課題として、女性や有色人種を月面着陸させることを強調する本計画におけるアフーマティブ・アクション的な性格とその是非についてや、月資源の扱いをめぐる倫理的問題などについて述べた。こうした論点から、アルテミス計画の倫理性についてより探ることが今後の課題となるとした。

第8回 2022/12/05

A氏「有人宇宙飛行にまつわる健康管理について」

発表者は、有人宇宙飛行に際しての健康管理について、現状の対応としてどのような前提で何が行われているのかについて、有人宇宙飛行を巡る環境の変化に伴い、最適解が変わる可能性に注目する。そこで、地球上の船員に対する想定や対策と比較しながら問題点を浮かび上がらせようとした。健康管理や身体・精神への影響などの観点から宇宙飛行士と船員を比較すると、前者は宇宙に行くことが重要な目的であるのに対し、後者は船内外で様々な肉体労働を行って円滑な航海を行うという前提の違いがあるように見受けられた。もっとも、今後は宇宙飛行士も船外活動が増える可能性があり、疾病のみならず事故の可能性もある。こうした視点から、両者のアナロジーとディスアナロジーに注意する必要性を認識した。

第9回 2022/12/12

C氏「民間企業の宇宙デブリーに対する 倫理的な姿勢について」

発表者は、民間企業が宇宙開発に持続的にかかわれるような社会の実現を将来的には目指し

ている。そのために、①法制度による締め付け(現時点はなし)、② ①以外による自発的な対応の促しが必要となる。このうちとりわけ②に注目し、企業行動規範に影響を与えるステークホルダーへの働きかけが有効だという仮説を提示した。また、これに関連する議論を洗い出すとともに、投融資機関を意識したデブリ対応の格付けなどについて概観した。とりわけ今回は民間の衛星開発／運用企業を対象とし、衛星によるデブリ化を抑制するための倫理的姿勢について、投融資機関を意識した「衛星運用企業向け格付け方法」を提供する SSR の有効性を評価した。

第 10 回 2022/12/19

G 氏「宇宙エレベータと倫理 ～工学倫理～」

前回は宇宙エレベータをつくる人・組織・場所、地理的条件、資金、恩恵の偏りという観点からその倫理を検討した。今回は、工学倫理の必要性という観点からチャレンジャー号事故の事例にも注目したうえで、宇宙エレベータの倫理を扱った。チャレンジャー号事故は 1986 年にスペースシャトル・チャレンジャー号が発射後に爆発し、7 人が死亡した事故である。ガス漏れを防ぐはずのゴム製 O リングの弾性が低気温のため低下したことが事故の直接要因と考えられている。その背後にはリングの製造会社の NASA に対する従属的立場、低温を無視した判断、長年のリングの実績から危険を低く見積もったこと、社内の人間関係など様々な要因が絡んでいる。こうしたロケット計画で技術者が責任を負うのは主に宇宙飛行士であり、不特定多数の第三者ではないが、他方宇宙エレベータの場合は、不特定多数の人間に責任を負う可能性がある。これを踏まえて、工学倫理のほかの事例からも宇宙エレベータの倫理を考えることを今後の予定とする。

第 11 回 2022/12/26

B 氏「宇宙創薬における倫理的課題」

宇宙創薬についての倫理的な課題はあるのかについては議論があるが、宇宙実験や創薬自体は健康に関わるため正当化されている。宇宙創薬における倫理的課題については、地上の創薬と比べると動物実験をしないため問題ではないが、微小重力環境での実験データの信頼性について微妙なところがある。ただし、現在、JAXA では公益性に着目して、新しい薬の創出や既存の薬の改変などの目的で微小重力環境を活用している。微小重力環境の必要性に関しては、タンパク質結晶高品質化のコストや時間の有効性、競合技術との比較、膜タンパク質の有効性などが議論されている。今後は、公益性と必要性を考慮した上で、新しい薬の創出や既存の薬の改変などが期待される。

第 12 回 2023/01/16

H 氏「宇宙活動の法的規律」

「適切な賠償法制とは何か？」(暫定)というリサーチクエスチョンをもとに、宇宙法と賠償の問題という観点から、宇宙損害責任条約の立法過程や責任を負う場合の規定、日本における宇宙立法の状況、測位衛星とプライバシーなどのトピックを調査した。これらをうけ

て、今後の指針として、宇宙損害責任条約については、便宜置籍衛星や打ち上げ国概念のあり方、宇宙旅行の問題に引き続き取り組むとともに、5 条と 7 条の関係の解釈を掘り下げる予定である。また、日本の立法や測位衛星とプライバシーの問題については、宇宙二法を中心に見てきたが、個人情報保護法なども参照するとともに、プライバシー権の定義に関して情報倫理なども参照するという展望を得た。

第 13 回 2023/01/23

Ⅱ 氏「宇宙探査に対する社会的合意形成の倫理学を試みる」

本発表は、①宇宙探査広報への問題意識、②宇宙探査の実際規模と新たな価値設定の試み、③ あるべき宇宙探査広報となにか、という 3 つの論点からなる。①について、宇宙探査が今後も社会から応援され続けるかについて、「公的支出への社会的合意形成」が重要であり、バランスやプライオリティからの正当化が難しいとされる。そのため、他の国家予算分野やビジネスとの比較を行い、バランスやプライオリティを語る必要がある。②について、宇宙ビジネスの国際市場は 40 兆円 (2019) であり、日本での宇宙投資は 0.5 兆円が予測されている。バランスとプライオリティを考えるため、連続的な価値の設定を行い、現時点のリソースを未来の帰結に分散投資することが重要である。③について、実態を超えた期待を抱かせすぎた広報は、結果が伴わなければ社会から糾弾される可能性がある。それゆえ、科学広報においては、適切な科学の方法と社会の広報のあり方を考える必要がある。

Ⅲ 氏「国家と学問研究 二次大戦期の日本とドイツの事例を基に」

宇宙開発と軍事研究には密接な連関がありうるし、また実際存在した。こうした背景をふまえ、発表者は、国家によって主導された軍事的研究に関する第二次大戦中における日本とドイツにおける事例を概観し、こうした歴史的事例をもとに、今後の宇宙開発を考えるうえで示唆的となりうる、国家と学問研究との関係という観点から宇宙倫理学に迫ろうとする。日本では大戦中に 731 部隊が人体実験・細菌実験を実施したが、その研究費助成には国家の介入があった。また、近年の日本においても、防衛装備庁による研究費助成のもとでは、軍事目的にも転用しうるような研究開発が推進されている。他方、ドイツではナチスのイデオロギーに順応した研究者たちが国家に接近し、様々な学問の自己正当化を行った。ロケット開発もその一例である。こうした歴史的事実を受けて、人的犠牲に基づいて進歩する学問は正当化されるのか、「学問の自由」は存在しうるのか、研究者の果たすべき責任とは何かを考えていく予定である。

(iii) そのほかの教育活動（宇宙学セミナー）

宇宙ユニットでは、1～2ヶ月に一回のペースで京大内外から講師を招き宇宙に関わる幅広い分野に関するセミナーを行っている。令和4年度は11回のセミナーを実施した（表8）。

表8 宇宙学セミナー（2022年度）

回	日時	講師	タイトル
1	2022.4.4(月) 17:00-18:30	宇宙ユニット所属（専任・併任）各教員	宇宙ユニットガイダンス
2	2022.5.20（金） 16:00-17:30	森山 小太郎 氏 （フランクフルト大学）	Event Horizon Telescope による天の川銀河中心の巨大ブラックホールの撮影と今後の展望
3	2022.5.26（木） 16:00-17:30	上ノ町 水紀 氏 （宇宙ユニット）	核医学イメージング研究と宇宙観測への展開
4	2022.5.30（月） 13:30-15:00	Vladimir Airapetian 氏 （NASA GSFC／アメリカン大学／京都大学）	Solar Physics Living With the Current and Young Sun
5	2022.7.14（木） 15:00-16:30	三木 健司 氏 （京都大学）	宇宙生物学と大気生物学に成層圏視点から取り組む
6	2022.9.20（火） 15:00-16:30	寺藺 淳也 氏 （ムーン・アンド・プラネッツ）	月探査の時代がやってきた ～世界と日本の最新月探査を解説する～世界と日本の月探査・最新情報
7	2022.11.25(金) 15:00-16:30	前田 啓一 氏 （京都大学）	超新星残骸カシオペア座 A に刻まれた爆発機構の痕跡
8	2022.12.5（月） 11:00-12:30	佐藤 達彦 氏（日本原子力研究開発機構／大阪大学／京都大学）	宇宙飛行士や航空機乗務員を宇宙線被ばくから適切に護る——有人火星探査の宇宙線被ばくリスクはどのくらい？
0	2023.1.18（水） 17:30-19:00	立花 正一 氏（ロイヤルこころの里病院）	月有人探査におけるストレスと心理学的課題——南極越冬隊の心理研究から学ぶ
10	2023.2.28（火） 15:00-16:30	清水 右郷 氏 （京都大学）	研究の自由の科学哲学——地上の医学の状況から宇宙学を見上げる
11	2023.3.27（月） 16:00-19:00	Vladimir Airapetian 氏 （NASA GSFC／アメリカン大学／京都大学） ほか3名 *	「地球外生命体は存在するのか」 （主催 京都大学総合生存学館 SIC 有人宇宙学セミナー）

* 3月27日セミナー講師：佐々木貴教氏（京都大学理学研究科）、山敷庸亮氏（京都大学総合生存学館）、清水海羽氏（京都府立大学）

なかでも、特に「宇宙倫理学」に関わりの深い2つのセミナー（第6回、第10回）の概要を以下に示す。

(1) 寺藺淳也氏（参考資料 3-1）

第 6 回 2022. 9. 20（火）15:00-16:30

講師：寺藺 淳也 氏（ムーン・アンド・プラネッツ）

題名：「月探査の時代がやってきた ～世界と日本の最新月探査を解説する～世界と日本の月探査・最新情報」

概要：アメリカが主導し、日本も加わっている有人月探査計画「アルテミス計画」がいよいよ始動する。早ければ 2025 年に、半世紀以上ぶりに人類が月へ戻ることになる。そして、その先に向けての動きも進み始めている。一方、日本を含め、世界では国・民間を問わず月へのアプローチが盛んになってきている。月に単に戻るだけではなく、その先の滞在、そして火星探査を見据えた動きは、政治・経済を巻き込んで大きなトレンドとなってきた。本講演では有人・無人の月探査の最新状況を解説すると共に、今後、とりわけこの 2～3 年の動きについても触れ、私たちがどのようにその状況と向き合っていくべきかを考察する。

(2) 清水右郷氏（参考資料 3-2）

第 10 回 2023. 2. 28（火）15:00-16:30

講師：清水 右郷 氏（京都大学／日本学術振興会）

題名：「研究の自由の科学哲学—地上の医学の状況から宇宙学を見上げる」

概要：研究の自由は一般に尊重されるべきものと考えられているが、よく考えてみれば、多くの疑問が残っている。そのような疑問は、特に医学に目を向けると際立つ。というのも、医学では研究の自由を手放しには認め難いからである。

例えば、医師が危険な人体実験を自由に行う権利を持つとは思えない。医療情報を使うだけで人体への直接的危害はない研究でも、医師たちが思いつくまま患者の医療情報を研究利用してよいと言えば、すぐには首肯しかねるのではないだろうか。また、大学病院に所属する医師が医学研究をするのは当然だとしても、市中の一般病院や、医療機関外の者でも、同じように医学研究を行って当然と言ってよいだろうか。これは決して浮世離れした問いではない。実際、個人情報保護法の規定では、「学術研究機関等」に該当するかどうかによって医療情報の研究利用の要件が異なる。

このように研究の自由への疑問が生じ始めると、研究の自由という概念の不明瞭さに気づくだろう。そもそも、研究の自由はなぜ確保されるべきなのだろうか。一般的には、研究の自由の確保は、研究の多様性をもたらし、それによって真理追及を促進すると語られている。しかし、自由と多様性と真理追及が直線的につながっているというのは本当なのだろうか。例えば、研究者個々人の自由な選択が逆に分野内の研究の偏りをもたらしたり、多様性の尊重という名目で質の低い研究まで許容されることが逆に真理追及を阻害するという可能性はないだろうか。こうした可能性を含めて、研究の自由の認識論的側面は、科学哲学にとって興味深い検討テーマである。

本報告では、医学を題材に、研究の自由にまつわる一般論を再検討する。それを通じて、宇宙学という新しい領域において、研究の自由がどのようにあるべきかを探りたい。

② 大学院教育プログラム

大学院教育プログラム（大学院コース）も、学部教育プログラムと同様、a. 講義、b. 演習、c. ゼミ（専門研究）の 3 本柱から構成される。当初は、学部と大学院で、別内容の講義を想定していたが、内容について具体的に検討した結果、宇宙に関する学びである「宇宙学」を除き、学部プログラムの講義をそのまま使うことで、十分な教育効果が得られるとの結論が得られたため、「宇宙倫理学入門」「倫理学 A」については学部教育と共通にした。演習においても、学部生に RA をチューターとしてつけることでサポートすれば、学部・大学院共通でよからうということになった。こうして、教育プログラムの実施体制を整えて実施した。

なお、①の冒頭でも述べたように、ディスカッション中心のゼミや演習においても、グループディスカッションの導入等により、受講生それぞれが臆せず自分の意見を述べる場が確保され、活発な議論が可能になったことが確認できた。

a. 講義の実施

令和 3 年度に策定した教育プログラムに基づき、授業を実施した。上述の通り、必修科目は学部コースと共通の「宇宙倫理学入門」「倫理学 A」に加え、大学院生向けの「宇宙学」（後期火曜 5 限）とした。（大学院生は、学部生科目も受講できる。）また、大学院プログラム独自の選択科目を、既存講義の中から選び出したほか、学部プログラムで採用した選択科目も選ぶことができるようにした。

(1) 必須科目の実施

大学院コースの必須科目（講義）は、学部コースとほぼ同じであるが、宇宙関連の網羅的講義が「宇宙学」という、やや専門性をもった内容になる（表 9 参照）。

表 9 大学院コースの必須科目

	講義名	曜日・時限	提供部局など
前期	宇宙倫理学入門	月曜 4 限	文学部
	宇宙倫理学ゼミ	月曜 5 限	宇宙ユニット
	倫理学 B	金曜 2 限	文学部
後期	宇宙倫理学演習	月曜 4 限	文学部
	宇宙倫理学ゼミ	月曜 5 限	宇宙ユニット
	宇宙学	火曜 5 限	理学研究科/ 全学共通科目

(i) 宇宙倫理学入門（新設、文学部科目）

「学部教育」科目と共通（① a. (1) (i) 参照）。

(ii) 倫理学 A（再編、文学部科目）

「学部教育」科目と共通（① a. (1) (ii) 参照）。

(iii) 宇宙学（再編、大学院横断講義、参考資料 4）

宇宙に関わる様々な研究について学ぶオムニバス形式の講義である。前身は総合生存学館で開講されていた大学院横断講義であるが、2022年度向けに ELSI (倫理的・法的・社会的課題) 関係の講義を中心に人文社会系の内容を拡充すべく再編した上、新しく理学研究科提供科目として登録した。様々な分野からの宇宙へのアプローチを学ぶ「宇宙総合学」(学部コース)と異なり、宇宙利活用に関わる実際の諸問題を取り上げ、議論も交えてその解決策を探ることを目的とした。そこで出席者によるディスカッション時間を確保し、またクリティカルシンキングに関する授業も導入した。概要・目的・到達目標・内容は以下の通り。

【授業の概要・目的】

宇宙研究が理工学から人文社会科学の幅広い領域にわたり、その有機的連携を必要とする総合科学となりつつあることを受け、京都大学では様々な分野・部局の研究者が参加した宇宙総合学研究ユニット(宇宙ユニット)が設立され、分野横断的な新しい宇宙研究と、文理に渡る幅広い知見を身につけて将来の宇宙開発利用に貢献できる人材育成のための教育プログラムが実施されている。本講義は宇宙ユニットを中心に、人類生存圏としての宇宙環境、宇宙を探索、利用するための技術、宇宙開発利用にかかわる法・倫理・社会問題などについて包括的な講義を行うとともに、受講生の間で討論する。

【到達目標】

人類生存圏としての宇宙環境および、急速に拡大している宇宙開発利用の現状と課題に関する理解を深めること。宇宙を一つのキーワードに文理にわたる学際的な研究の面白さ、困難、方法論を学ぶ。また、宇宙の利活用拡大に関わる諸問題に、さまざまな観点から論じるスキルを体得する。

【授業計画と内容】

1. イントロダクション・宇宙研究の広がり (浅井歩, 理学研究科准教授)
2. 宇宙はどんなところか(天文学概論) (嶺重慎, 理学研究科教授)
3. 宇宙政策と宇宙開発利用の ELSI (清水雄也, 宇宙ユニット特定助教)
4. クリティカルシンキング1: 宇宙倫理問題 (伊勢田哲治, 文学研究科教授)
5. クリティカルシンキング2: 宇宙開発と倫理理論 (児玉聡, 文学研究科教授)
6. 宇宙にまつわる法的問題 (近藤圭介, 法学研究科准教授)
7. 宇宙利用とビッグサイエンス (篠原真毅, 生存圏研究所教授)
8. 宇宙と文化 (清水雄也, 宇宙ユニット特定助教)
9. 宇宙人はいるか+系外惑星 (佐々木貴教, 理学研究科助教)
10. 宇宙と安全保障～国際宇宙法への課題 (高屋友里, 東京大学客員研究員)
11. 宇宙開発利用の実際 (菊地耕一, 宇宙航空研究開発機構参事)
12. 宇宙産業の課題 (桑島修一郎, 総合生存学館特定教授)
13. 宇宙と科学コミュニケーション (常見俊直, 理学研究科講師)
14. 宇宙総合学におけるコンセプトマップ (田口真奈, 教育学研究科准教授)

(2) 選択科目リストの作成

(i) 選択科目のリスト

大学院コースの選択科目は表 10 の通りである。本プログラムに関連する分野のうち、学生の関心に合わせた発展的な内容を学べる講義から選択科目を選定した。なお、これらの科目とは別に、学部コースの選択科目（表 5）をとることも可能とした。

（ii）選択科目概要

以下、各選択科目につき、その背景や目的・内容を紹介する。

表 10 大学院コースの選択科目

	講義名	曜日・時限	提供部局など
前期	現代規範理論	月曜 4 限	公共政策大学院 /全学共通科目
	科学技術イノベーション政策論	金曜 4 限	総合生存学館
後期	有人宇宙医学	水曜 4 限	総合生存学館/ 全学共通科目
	科学技術と社会に関わるクリティカルシンキング	木曜 2 限	文学研究科

・現代規範理論 [公共政策大学院]

本授業は、現代社会が直面する諸問題に関して、主として政治理論の領域において提出された多様な解答を考察することを目的とする。今日、象牙の塔に立て籠もり観想的な学問にとどまっていた従来の研究姿勢を反省して、哲学・倫理学・法哲学・公共経済学等の諸領域において、領域横断的にアクチュアルな課題に実践的に対応し、一定の処方箋を提示しようとする規範理論の構築が盛んになりつつある。政治理論も例外ではない。本授業では、このように他の学問領域と交錯しながら活発に展開されている現代政治理論の諸相を多面的に検討する。

・科学技術と社会に関わるクリティカルシンキング [文学研究科]

伊勢田ほか編『科学技術をよく考える』をテキストとして、科学技術と社会の接点で生じるさまざまな問題についてディスカッションを行い、多面的な思考法と、思考の整理術を学んでいく。理系の大学院のカリキュラムでは、科学と社会の関わりについて学ぶ機会それほど多く与えられない。他方、東日本大震災後の状況に特に顕著にあらわれているように、科学技術が大きな影響をおよぼす現在の社会において、研究者が自らの研究の社会的含意について考えること、アカデミズムの外の人々と語り合うことの必要性は非常に高まっている。練習問題を使いながら広い視野を持った大学院生を養成することが目的である。

・科学技術イノベーション政策論 [総合生存学館]

本科目は、科学技術イノベーション政策の仕組みを紹介し、効果的なグローバルまたはナショナルイノベーションマネジメントについて考察する。特に、日米欧における科学技術基本計画と産業構造との相関についてフォーカスする。

・ 有人宇宙医学 [総合生存学館]

宇宙環境における人体への影響について学ぶオムニバス形式の講義である。大学院横断講義であり、宇宙での生命倫理について考察するために参考となる。その概要は以下の通り。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。

b. 演習・専門研究ゼミの実施

学部プログラムの演習・ゼミと共通にして実施した。大学院生向けには、より高度な内容の演習を実現するため、外部評価委員として事業協力をお願いした JAXA および協力企業関係者 [項目③b. (iv)] からの意見も参考にして、来年度に向けた演習プログラムの課題を策定した。

(i) 宇宙倫理学演習

「学部教育」科目と共通 (①b. (i) 参照)。

(ii) 宇宙倫理学ゼミ

「学部教育」科目と共通 (①b. (ii) 参照)。ただし学部生より、進んだレベルの研究成果の提出を要求する。

(iii) そのほかの教育活動 (宇宙学セミナー)

「学部教育」科目と共通 (①b. (iii) 参照)。

③ コーディネートオフィスの活動

コーディネートオフィスの活動は大きく3つある。受講生募集と選抜[項目③a]、シンポジウム開催を含めた広報活動[項目③b]、教育評価の実施[項目③c]である。

教育プロジェクトの実線は本プロジェクトの柱であり、したがって受講生受け入れは最重要課題の一つといえる。R4年度の活動は、前年度3月に公募を開始した受講生の選考から始まった。応募締切直前に新聞に記事が掲載されたこともあり、幸いにして50名を超える、数多くの応募があった。しかしながら、丁寧に教育・研究指導するには数に限りがあるため、やむなく人数を絞らざるを得ない。結果的にR4年度受講生として13名を合格とした。

また年度の終わりには、R5年度受講生募集要項を作成して、京大内外を問わず全国から受講生を募集した(R5年度受講生の選抜はR5年4月に行ったので、本報告書には含めない。)

さて、本事業の成果を挙げるには、宇宙倫理学研究について、宇宙関連企業、教育機関、高校生などを対象に広く発信すること、および幅広い視点から宇宙開発のELSI問題について議論し、その結果を演習プログラム設計に反映させることが重要である。そこで令和5年2月に行われた宇宙ユニットシンポジウムにおいては、特別に「宇宙開発をめぐる法と政治」セッションを設け、宇宙倫理学の課題の紹介や本事業の内容や検討状況について報告した。

さらに教育プログラムの評価方法を検討し[項目③c.(i)-(iii)]、その結果を外部評価会に報告し、出されたコメント・改善意見を最大限、教育プログラムに反映するよう試みた[項目③c.(iv)]。

a. 学生の募集と選抜(参考資料 5-1~5-3)

(i) 募集案内の広報

学外からの受講希望者も含め、受講資格、受講の際の身分、受け入れの手続き、受講の方法などを検討して受け入れ体制を構築し、ウェブ上で公開した(令和4年度)。

学外からの受講生受け入れには、大きく2つの課題があった。一つは京都大学提供の正規科目の履修を義務づけるか否かである。学外の方でも、京都大学の関係部局に科目等履修生に申請し、認められれば正規に授業を受講することは可能である。しかしながら料金が発生すること、および聴講許可は各部局の判断となり事業担当者側の要望が必ずしも通らないケースがありえることに鑑み、この線は断念した。必修科目の講義については、いずれも教科書が刊行(一部については参考動画ファイルも公開)されていることから、独学が可能と判断し、授業担当者が出すレポート課題の提出をもって認定することとした。選択科目については、外部生は履修免除とした。

もう一つはオンライン受講を認めるか否かである。確かにオンライン受講が認められれば、京都大学に通学できない受講生にも受講の可能性が広がりメリットは大きい。しかし、演習とゼミは、いずれも対面でのディスカッションが中心となる授業であることから、対面参加が避けられないとの結論に達した。そこで、オンライン受講を認めないこととした。

以上の内容を元に募集要項を作成し(参考資料 5-1)、京大サイトなどのウェブ、各種メーリングリスト、SNSを通して、広く情報を公開した。またウェブページには動画やフライヤー(参考資料 5-2)を載せた。新聞やラジオからの取材もあった(参考資料 5-3)。

(ii) 受講生の選抜

応募は令和4年4月7日に締め切られ、多数の応募があった(表11)。応募書類をもとに事業担当者で選抜をした結果、学部コース7名、大学院コース5名、一般コース4名の合格者を決定し、本人に通知したところ、このうち(学部コース2名、一般コース1名を除く)13名から受諾の返事があったため、最終合格者を決定した。

表11 各コースの定員、応募者数と選抜結果

	学部コース	大学院コース	一般コース	総計
募集人数(定員)	5±2名	5±2名	若干名	12名程度
応募者数*	9(7)名	9(6)名	57(44)名	75(57)名
選考通過者数	7名	5名	4名	16名
最終受講者数	5名	5名	3名	13名

* 応募者数はウェブ登録した人数(うち書類を提出した人数を括弧内に示した)

b. シンポジウム準備と開催

(i) 全体の概要（参考資料 6-1、6-2）

令和4（2022）年2月5日（土）、6日（日）に第15回宇宙ユニットシンポジウムをオンライン開催した。宇宙ユニットシンポジウムは、現在進行している宇宙開発の新たな局面について、学際的な研究・教育の視点から議論を発展させ、市民と研究教育者の対話を通じて交流を深め、宇宙関連分野を活性化することを目的とするものである。

今年度のメインテーマは「宇宙開発時代をどう生きぬくか～大学の役割を問い直す」であり、特に大学の役割に焦点を絞って、各方面から議論を行った。シンポジウムプログラム（ウェブ版）を参考資料 6-1 としてつけた。

以下は開催の趣旨から宇宙倫理学に関連する部分の抜き書きである。「アルテミス1号の打ち上げが視野に入り、有人月探査「アルテミス」計画がいよいよ本格的に始まろうとしています。一方で民間による宇宙開発も加速しており、宇宙がかつてないほど私たちに身近になってきています。その一方で、現実的な課題もみえてきました。そこで、宇宙技術開発や、宇宙開発に伴う諸問題の検討に従事する人材の育成が急務の課題となっています。大学の果たすべき役割は大きいといえます。」

今年度のシンポジウムでは初日に津田雄一氏（JAXA）による、はやぶさ2に関する特別講演と、広く出展者を募集したポスターセッションを行った。特にポスターセッションは、コロナ禍を考慮して参加人数を絞ったものの、3年ぶりの対面会合が可能となり、高校生、大学生、大学院生、大学研究者、企業研究者、一般の宇宙ファンが集まった。会場のあちらこちらで、宇宙をテーマの多彩な話題について、活発な質疑応答がなされたのは壮観であった。

2日目は3つのテーマセッションとパネルディスカッションを実施した。

セッション1.「宇宙科学技術開発の現場」

宇宙科学技術開発に携わる専門家の方々に実際の開発現場について講演していただいた。開発や研究に関わる内容だけでなく、宇宙科学技術開発だからこその困難や面白さ、日々の生活スタイル、キャリアパスなどについてもざっくばらんに論じていただいた。

セッション2.「有人宇宙開発における人への対応」

宇宙環境に滞在する宇宙飛行士や宇宙旅行者に生じる影響について、専門家を招き講演していただいた。地上と異なる宇宙という特殊な環境で、人の身体にどのような影響が生じ、どのように対策していく必要があるのかを議論することができた。

セッション3.「宇宙開発をめぐる法と政治」

宇宙開発をめぐる国際的な法と政治の状況について、それぞれの専門家に講演していただいた後、倫理的問題にも目を向けて共通で議論を行った。本セッションは、本委託費教育プログラムに直結する内容であるため、次節でやや詳しく報告する。

パネルディスカッション：「宇宙開発と人材育成」

宇宙開発においては、JAXAと大学や企業、および大学間の連携がキーワードとなる。そこで、上記3セッションの話題をふまえ、JAXA研究者も交えて、これからの人材育成のあり方、大学に期待される役割等について、参加者のご意見も交えて議論した。



図1 シンポジウムアンケートから「特によかった講演」

出席者によるアンケート結果を参考資料 6-2 につけた。55 名の回答をみるかぎり、講演会とパネルディスカッションは概ね好評であった。特に好評であったのは、JAXA の津田雄一さんの特別講演であったが、本事業に深く関係する青木・鈴木両先生の講演も耳目を集めたことがわかる（図1 および次項目参照）。

（ii）「宇宙開発をめぐる法と政治と倫理」セッション（参考資料 6-3、6-4）

シンポジウム 2 日目の「宇宙開発をめぐる法と政治と倫理」セッションは、宇宙開発をめぐる、ニュースペースの伸長やアルテミス計画の着手など国際社会が新たな法的・政治的な課題に直面しつつある中で、その現状と将来のあるべき姿を、法、政治、そして倫理の観点から議論した。

第1講演（参考資料 6-3）では、慶應義塾大学の青木節子教授が、「地球・月圏国際宇宙法の現状と課題」という論題で講演した。近い将来に形成されると予測される地球・月経済圏とそこで提供される多種多様なサービスについて、既存の国際宇宙法上の諸制度、とりわけ管轄権や責任の割り当てという観点から様々な問題が提起されるとともに、一定の見通しが示された。

第2講演では、東京大学の鈴木一人教授が、「宇宙開発を巡る政治とガバナンス」という論題で講演した。宇宙の民主化・商業化・軍事化という新たな局面に差し掛かる中でその脆弱性が露呈した今日において、地球上とは異なる状況下でのガバナンスの枠組みが多様に模索される状況を踏まえて、月資源開発の問題を取り上げつつ、今後の展望が示された。

ディスカッションでは、宇宙ユニットの分担教員である近藤圭介が、宇宙倫理学と宇宙法・宇宙政策の関係性についての問題提起を行った。月資源開発を例に、望ましい宇宙開発の枠組みのための論点設定という仕方で、宇宙倫理学から宇宙法・宇宙政策への連携が可能であるとの提案がなされた。この問題提起に対して、青木教授は、既存の宇宙法の制度をめぐる理解の変化に倫理の影響が見てとることもできることを示唆し、鈴木教授は、宇宙開発におけるフェーズの変化もたらず価値基準の変化に着目すべきという指摘を行った。

続いて、青木教授と鈴木教授の間で、月資源開発の過程で生じうる紛争の解決のあり方をめぐる議論が交わされた。鈴木教授は、当該の問題のみで限定的に捉えるのではなく、他の場面における抑止の契機も広く視野に収めて、紛争解決のあり方を模索すべきという見解を

示した。青木教授は、現状での司法的解決の限界を指摘しつつ、近時の諸国家の取り組みを踏まえて、今後の制度発展に期待する旨の返答を行った。

フロアからの質疑応答では、①宇宙の土地に対する事実上の支配の可能性をめぐる質問について、鈴木教授から、大国による報復の威嚇を伴う支配の実現可能性は高い旨の応答が、②地球上の法制度の宇宙における応用の可能性をめぐる質問について、青木教授から、深海底など類似の領域を規律する国際制度はあるが安易な利用は困難である旨の応答が、そして、③偵察衛星と宇宙の平和的利用の関係をめぐる質問について、鈴木教授から、平和的利用は通常は非軍事ではなく非侵略という仕方で理解されている旨の応答があった。

なお、読売新聞から取材があり、後日、記事として掲載された（参考資料 6-4）。

（iii）そのほかの広報活動

・宇宙ユニット NEWS（参考資料 7-1～12）

宇宙ユニットは、毎月、宇宙ユニットの活動紹介およびユニット関係各者間の情報交換を目的にニュースレター「宇宙ユニット NEWS」を発行し、ウェブで公表するとともに印刷版を京都大学各部局および全国の関係する約 30 機関に発送している。その内容は、宇宙ユニッシンポジウムや宇宙学セミナーなどのユニット主催プログラムの広報の他、宇宙ユニット関係者（宇宙ユニット専任教員、運営協議会委員、RA 学生など）の紹介、京都大学併任教員による研究最前線の紹介記事などである。

本事業では、このニュースレターに「宇宙倫理学教育プログラム（人文社会委託費）のお知らせ」欄を設けて、ほぼ定期的に、受講生募集要項や授業の進捗状況の報告、受講生の紹介等の広報を行ってきた。詳細は参考資料 7-1～12 を参照されたい。

・外部セミナー・情報発信（参考資料 8）

受講者以外の市民に対して宇宙倫理学と本プログラムについて情報と教育機会を提供するべく、清水特定助教が下記の活動を行なった。

第一に、ニッポン放送のラジオ番組『土田晃之 日曜のへそ』の番組内コーナー「宇宙のへそ」に電話出演し、宇宙倫理学と本プログラムについて解説した。その内容は、ニッポン放送のウェブサイト『ニッポン放送 NEWS ONLINE』に記事「『月の土地は誰のもの？』京都大学が新たに開講する“宇宙倫理学”とは」として掲載された。

（なお、事業担当者の伊勢田哲治教授もラジオ番組出演した。表 12 にまとめた。）

第二に、Dentsu Art Hub の主催で、アーティストや工芸作家に向けた宇宙倫理学のセミナーを計 5 回実施した。各回のタイトルは、「宇宙倫理学とは何か」、「惑星工学をめぐる倫理的論点」、「宇宙資源開発と宇宙安全保障をめぐる倫理的論点」、「有人宇宙探査をめぐる倫理的論点」、「宇宙開発は人類存続義務によって正当化されるか？」である。

第三に、電通総研が実施した電通社内向けのセミナー「宇宙倫理学とは何か？ 宇宙を通じてよりよい社会を考えよう」に登壇した（参考資料 8）。その内容は、電通総研のウェブサイト『クオリティ・オブ・ソサエティ』に記事「宇宙ビジネスの最前線と宇宙倫理学」として掲載された。

第四に、日経ビジネス（電子版）のシリーズ「澤本嘉光の『異人探訪記』」による取材を受け、宇宙倫理学に関する対談記事が計 4 回分掲載された。各回のタイトルは、「『宇宙倫理学』がないと、世の中は困るのでしょうか?」、「『宇宙資源法』を作った国が世界に 4 つある」、「宇宙倫理学は問う、火星を開発するのは『良いこと』か?」、「宇宙を拓くのは、ビジネス、軍事、それとも倫理?」である。

第五に、古美術鐘ヶ江からの依頼で、塩見亮介（金属工芸作家）の作品制作に対して宇宙倫理学に関する学術的助言を提供した。

表 12：事業担当者が出演したラジオ番組

年月日	ラジオ局・番組	内容	出演者
2022 年 4 月 17 日	ニッポン放送「土田晃之日曜のへそ」	宇宙倫理学教育プログラムに関する電話インタビュー	清水雄也
2022 年 5 月 12 日	CBC ラジオ「多田しげおの気分爽快」	宇宙倫理学教育プログラムに関する電話インタビュー	伊勢田哲治
2022 年 5 月 24 日	Tokyo FM 「One Morning」	宇宙倫理学教育プログラムに関する電話インタビュー	伊勢田哲治

c. 教育評価の実施

(i) 教育評価の概要

本プログラムの教育評価を、必修・選択科目、修了レポート・プレゼンテーション、コンセプトマップ、自己評価アンケート、外部評価会の各点から実施した。このうち、受講者の知識・スキルの到達度に関する基本的な指標は、必修・選択科目と修了レポート・プレゼンテーションである。コンセプトマップは知識や関心の広がりに関する追加的な指標、自己評価アンケートは受講者自身の経験と自信に関する追加的な指標となる。外部評価会は、プログラムが実施した教育全体に関する外部的な評価指標となる。

(ii) 必修・選択科目

本プログラムは、全コース共通の修了要件として、宇宙倫理学入門、倫理学 A（倫理学講義）、宇宙総合学／宇宙学、宇宙倫理学演習、宇宙倫理学ゼミの 5 科目を必修科目として設定している。学部コースと大学院コースでは、これらに加えてさらに 2 つの選択科目の単位取得を要件としている。これらすべてについて単位取得（合格認定）をしていることが、修了者の能力が一定レベルに達していることを示す基本的な指標となる。

なお、各受講者の科目履修状況を常時・体系的に管理するために、e ポートフォリオシステムを活用した。その都度のステータスを受講者がシステムに入力することで、受講者自身の進捗管理を効率化するとともに、教員側からの進捗把握も効率化することができた。

(iii) 修了レポート・プレゼンテーション（参考資料 9-1～5）

本プログラムでは、宇宙倫理学ゼミでの研究成果をまとめた修了レポート・プレゼンテー

ションの審査に合格することを、修了要件として設定している。2023 年度は、6 名の受講者が修了レポートを提出した（参考資料 9-1～5）。また、修了レポートの提出者は、2023 年 2 月 20 日に実施した内部発表会において、その内容に基づく修了プレゼンテーションを行い、複数のプログラム教員（事業担当者）からの質問に応答した。提出された修了レポートのタイトルは下記の通りである。

「宇宙エレベータと倫理—科学技術的課題の解消のみが宇宙エレベータ実現への条件か」

「月資源採掘の倫理的課題とその規制」

「宇宙飛行の乗員増加に伴う医療サポート体制の検討」

「公益に資する宇宙創薬とは」

「宇宙開拓における科学者の倫理的価値」

「民間企業における宇宙デブリ抑制に向けたリスクとその可能性」

修了レポートは、5 つの観点からなるルーブリックを用いて評価された。ここでの 5 つの観点とは、「問いの設定」、「先行研究の調査」、「関連する科学技術等の知識」、「倫理的議論に関する知見」、「文章表現」である。提出された 6 件のレポートは、いずれも総合的に見て合格水準に達していると評価された。また、修了プレゼンテーションと質疑応答においても、6 名全員が合格水準に達していることが確認された。（この評価の妥当性は、後述の外部評価会における評価によっても裏づけられた。）

（iv）コンセプトマップ

プログラムの開始時と修了時に、受講者に「人類の宇宙進出」を中心に置いたコンセプトマップを作成してもらった。コンセプトマップは、中心に置いた概念と関連する諸概念をノードとして記入し、それら相互のつながりをリンク語として明記した線でつなぐことで、概念（コンセプト）のネットワーク状マップを作成する作業である。マップ作成は規定の時間（15 分）の中で作成される。作成されたマップは、ノードやリンク語の数、ネットワークの形状といった観点から分析されうる素材となる。

下記に 2023 年度修了者が作成したコンセプトマップのデータを示す（表 15）。コンセプトマップは必ずしもノードやリンク語の多寡においてのみ評価されるべきものではないが、数は 1 つの指標となる。ここに示す 6 名のデータでは、ノード数がおおむね増加していることが観察される。リンク語については、増加したケースと減少したケースがどちらも見られる。今回のコンセプトマップの詳細な分析は、将来の課題として別途行われるべきである。

留意点として、コンセプトマップ作成の実施直前にされた作業説明における若干の異同が結果に与えた影響を考慮する必要があると考えられる。たとえば、受講者 Su におけるリンク語数の著しい減少は、作成時の作業理解の相違によってもたらされたものであるように思われる。こうした点については、次年度の改善課題としたい。

表 15 コンセプトマップのノード数・リンク語数・リンクの多いノードの変化

受講者	事前			事後		
	ノード数	リンク語数	リンクの多いノード*	ノード数	リンク語数	リンクの多いノード*
F	19	11		23	11	各国の安全保障・宇宙関連企業
Sa	17	15	衣食住	26	26	アルテミス計画・米国・NASA
Su	20	21	ルール・地球上各国・進出開始	33	2	
In	33	30	移動手段・地球外生命体・生命維持・探索	29	19	健康
O	14	14	民間企業・政府・宇宙進出のための研究	17	26	宇宙ビジネス・天文観測
Im	30	40	軍事・情報技術・人々	28	35	政府・月・エンハンスメント

*(注) 中心においた「人類の宇宙進出」を除く

(vi) 自己評価アンケート

自己評価アンケートは、e ポートフォリオシステムを用いて実施した受講者アンケートで、プログラム開始時と修了時に、プログラムの「到達目標」（表 13）に対応するように設定された各評価項目の質問に 5 段階（表 14）で回答してもらった。評価項目は「知識」と「スキル」に大別され、それぞれ 5 つの項目を含む。各項目に関連する質問は 2 つずつ設定されており、したがってこのアンケートには合計で 20 個の質問が設置されている。

自己評価アンケートは、受講者の能力に関する直接的な客観指標ではないが、受講者自身がプログラムを通して獲得した経験や自信についての指標となる。受講者は、プログラムの構成する講義・演習・ゼミを受講する中で、学習を進め、受講者どうしで議論し、教員からのコメントを受けて、自らの知識やスキルについての反省的理解を深めてきた。このアンケートは、そうした中で得られた受講者自身の自己評価を項目化することで構造化し、プログラムの教育評価に関連する情報を与えるとともに、受講者自身の現時点での自己理解と将来の自己研鑽・自己呈示に役立つものとなっていると考えられる。

なお、e ポートフォリオ上で入力されたアンケート結果は、5 角形のレーダーチャート形式で可視化され、明瞭な把握が可能となっている（例：右図）。

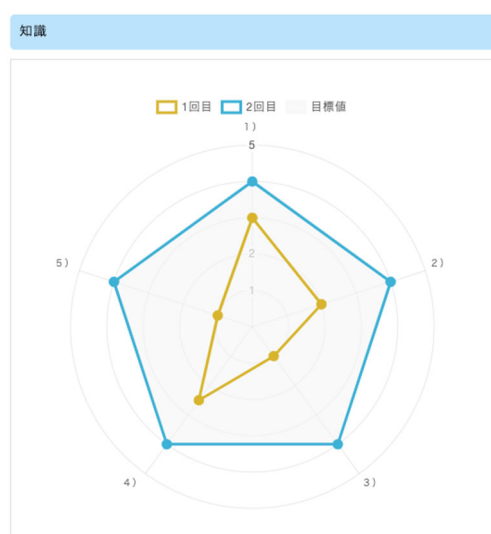


表 13 「宇宙倫理学教育プログラム」の到達目標

知識	1.	人類の宇宙進出の現状と展望を理解する。
	2.	人類の宇宙進出に伴う倫理的諸課題を理解する。
	3.	宇宙倫理学的課題に関する既存の見解や論証を理解する。
	4.	規範倫理学と応用倫理学の理論や概念について基本的な知識を習得する。
	5.	宇宙倫理学研究に関連する諸分野について幅広い知識を習得する。
スキル	1.	宇宙倫理学に関する学術文献を正確かつ批判的に読解する能力を身につける。
	2.	宇宙倫理学的課題について建設的なディスカッションを行なう能力を身につける。
	3.	宇宙倫理学的課題の解決に資する研究を実施する能力を身につける。
	4.	宇宙倫理学に関する効果的なプレゼンテーションを行なう能力を身につける。
	5.	宇宙倫理学研究の成果を適切に文章化する能力を身につける。

表 14 自己評価アンケート質問項目と選択肢（5段階評価）

知識	
1	人類の宇宙進出の現状と展望の理解
	1-1. これまでの人類の宇宙進出の現状についてどのくらい理解していますか
	1-2. 近い将来の人類の宇宙進出の展望についてどのくらい理解していますか
2	人類の宇宙進出に伴う倫理的諸課題の理解
	2-1. 地球外の天体や空間の開発利用に伴う倫理的諸課題についてどのくらい理解していますか
	2-2. 地球外での有人宇宙活動に伴う倫理的諸課題についてどのくらい理解していますか
3	宇宙倫理学的課題に関する既存の見解や論証の理解
	3-1. 宇宙倫理学分野の現状についてどのくらい理解していますか
	3-2. 宇宙倫理学分野における既存の議論についてどのくらい理解していますか
4	規範倫理学と応用倫理学の理論や概念についての基本的な知識
	4-1. 功利主義や義務論といった規範倫理学上の基本的な考え方についてどのくらい理解していますか
	4-2. 生命倫理学や動物倫理学といった応用倫理学上の問題についてどのくらい知っていますか
5	宇宙倫理学研究に関連する諸分野についての幅広い知識
	5-1. 宇宙倫理学研究に関連する諸分野の広がりや関係についてどのくらい理解していますか
	5-2. 宇宙倫理学研究に関連する国際的な動向についてどのくらい理解していますか
スキル	
1	宇宙倫理学に関する学術文献を正確かつ批判的に読解する能力
	1-1. 宇宙倫理学に関する学術文献を正確に読解する能力はどのくらい身につけていますか
	1-2. 宇宙倫理学に関する学術文献を批判的に検討する能力はどのくらい身につけていますか
2	宇宙倫理学的課題について建設的なディスカッションを行なう能力
	2-1. 宇宙倫理学的課題について自らの見解を適切に述べる能力はどのくらい身につけていますか

	2-2. 宇宙倫理的課題について他者が述べた見解を適切に受け取る能力はどのくらい身についていますか
3	宇宙倫理的課題の解決に資する研究を実施する能力
	3-1. 宇宙倫理的課題の解決に資する研究を構想する能力はどのくらい身についていますか
	3-2. 宇宙倫理的課題の解決に資する研究を実行する能力はどのくらい身についていますか
4	宇宙倫理学に関する効果的なプレゼンテーションを行なう能力
	4-1. 宇宙倫理学に関する効果的なプレゼンテーション資料を作成する能力はどのくらい身についていますか
	4-2. 宇宙倫理学に関する効果的なプレゼンテーショントークをする能力はどのくらい身についていますか
5	宇宙倫理学研究の成果を適切に文章化する能力
	5-1. 宇宙倫理学研究の成果を正確に文章化する能力はどのくらい身についていますか
	5-2. 宇宙倫理学研究の成果をわかりやすく文章化する能力はどのくらい身についていますか

選択肢 (知識)	1	まったく知らない	選 択 肢 (スキル)	1	まったく経験がない
	2	聞いたことはある		2	わずかな経験だけある
	3	少しだけ知っている		3	少しだけ身についている
	4	概要は理解している		4	ある程度は身についている
	5	詳しく理解している		5	十分に身についている

(vi) 外部評価会（参考資料 10）

一年かけて実施した教育プログラム内容、および一年で修了した受講生の修了レポートに関する外部評価会を、2023 年 3 月 13 日 13-16 時に京都大学大学院理学研究科 1 号館 3 階 336 室での対面、および Zoom を用いたオンラインのハイブリッド形式にて実施した。

評価者は以下の 5 名である（五十音順）：

- ・ 岩田 陽子 氏（東京農工大学グローバル教育院 准教授）
- ・ 片山 俊大 氏（Space Port Japan／電通）
- ・ 呉羽 真 氏（山口大学国際総合科学部 講師）
- ・ 佐々木 薫 氏（JAXA 宇宙教育センター 部長）
- ・ 水谷 雅彦 氏（京都大学文学研究科 名誉教授）

当日は、片山氏と佐々木氏が対面参加、岩田氏、呉羽氏、水谷氏がオンライン参加であった。会合では、まず事業実施側（清水特定助教）から教育プログラムの概要説明と、実施内容のプレゼンを行った（参考資料 9）。次いで、昨年度の外部評価会で出た意見の抜粋を元に、何がどこまで対応できたか、何が来年度の課題として残されているか、示された。その内容は R3 年度報告書で報告済みなので、以下に骨子だけ述べる。

- ・ 「宇宙倫理学」の具体的な範疇について、色々な論点・意味があり、明確な定義はない。む

しろ、宇宙進出が現実化してきた中で、初めて発生する問題を扱うという点に宇宙倫理学の独自性があるといえる。地球上で意識していなかったことを意識しなければならなくなるからだ。そのような課題を具体化すること自体が事業の目的でもある。実際、受講生はスタッフ側の思いを超えて多彩なテーマを自分の研究課題としてとりあげてくれた。宇宙倫理学の検討内容は、この1年で大きく広がりを見せたといえる。

- ・「社会実装のあり方」「民間の扱い」について、適宜外部講師も招き入れることで対応した。この措置はR5年度にも継続する。
 - ・「演習・ゼミといった古典的形態を超えた、より効果的な演習プログラム」については、グループディスカッションを頻繁に行うことで対応した。
- 一方で、懸案事項は以下の通りである。
- ・宇宙ビジネスや民間の取り組みとのつながりについての検討はまだ緒に就いたばかりである。国際的な視点については授業の中でとりあげているものの、国際連携についてはゲストスピーカーの招へいに向けて情報収集中である。
 - ・「宗教」や「安全保障」との関わりも検討事項として残されている。
 - ・さらに、ELSI問題に解決策を提案する際に基盤となる「宇宙倫理学の原則」とは何なのか、研究面においても進展が望まれる。

休憩をはさんで、各評価者から一人10分程度でコメントをいただいた。評価者には評価シートを配布し、後日、記入したものを送っていただいた。そのまとめを表14にあげる。概ね高い評価を受けたものの、R5年度の継続実施に際し、検討すべき課題も散見された。懸案事項の対応については、外部評価シートのまとめのあとに述べる。

表14 外部評価シート（まとめ）

(1) 教育プログラムの内容全般について	
評価できる点	・限られた期間で最善のプログラムとなっている点は大きく評価できる。 ・特に、学生の専門や関心事を中心にした宇宙倫理に関する研究活動は、当初想定を超える成果が創出できている。 ・授業「宇宙倫理学演習」にて、文献講読だけではなくディスカッションを取り入れたのは、多様な受講生の関心・ニーズに合うものになってよかった。 ・具体的な議題に基づきディスカッション&発表に重点を置かれていること。 ・大学院・学部生・社会人という、多様な受講生で構成されていること。 ・各トピックで、宇宙ビジネス(実社会問題)を取り入れられていること。 ・宇宙学セミナーや宇宙シンポジウム等を通じて、ビジネス・法学・政治学などの、現場の有識者と連携を図っていること。 ・コンセプトマップを活用し、理解の深度を”before after”で構造化しているところ。 ・SNS・WEB・新聞・ラジオ等を活用し、幅広く認知・理解を図っていること。 ・様々なトピック／分野からの講義を配置し、知識のみならず、議論、自らコーディネートを行う経験など、大変良いプログラムとして設計・運用できている。こうしたテーマ

	に対する学びのニーズは一定数あることも推察でき、今後の発展に期待する。
改善できる点	・教育評価については、360 度評価もしくはピアレビュー等を組み込み、より客観性を高める工夫、さらには数値として可視化する工夫が必要である。 ・各回で宇宙ビジネスに関する最近のニュースも紹介したとのことだが、今後さらに民間宇宙活動の比重が大きくなることが予想される。そこで、単に個別の宇宙ビジネスの問題を取り上げるだけでなく、民間宇宙活動の拡大によって今後宇宙倫理学の問題系がどう変わるかを考えておくことが、本プログラムで身に着けた知識・スキルを古びないものとするために大切であると考ええる。 ・昨年の外部評価会では、宇宙倫理の問題を倫理原則に基づいて判断できるようになる、という目標が掲げられていた。現在のコンセプトマップでは、その目標が達成できているのかを測りがたいように思うので、設計に工夫を加えてはどうか。 ・受講者自身に、本プログラムで身に着けた知識・スキルを自分の今後の希望するキャリアの中でどう活かせるか、を考えさせる課題をコースに取り入れるとよい。 ・直近 1 年間で世界の安全保障環境・地政学は激変し、宇宙産業の重要性がますます高まったが、日本においては、宇宙のデュアルユース・安全保障に関してはタブー視されることが多いのが現状。したがって、“現実には即した宇宙のデュアルユース問題”をより積極的に取り上げていただけると良い。 ・「宇宙の公共利益(≡政府支出)」や「アンカーテナンシー」に関する問題を、(米国事例を中心に)より多く取り上げていただきたい。それにより、(日本が後れを取っている)宇宙輸送系アンカーテナンシーに対する議論を活発化させていただきたい。 ・今後の展開として、サンプルケースを増やし、「教育研究」としてのデータを分析しつつ、他の類似研究／関心ある大学研究者(国内外)や学会でのアピール・深化を期待する。(日本での成熟を期待する。)
(2) 初年度修了生のレポート・プレゼンスライドについて	
評価できる点	・当初の想定を超える成果が出ている。 ・意欲的に取り組み、一部ではあるが、極めて斬新な提案に至っているものもあり、初年度としては最高のスタートがきれているのではないかな。 ・個々の発表者の課題／テーマが幅広いものとなっている。 ・修了された方のレポート 6 人分はいずれも想像以上にレベルが高い。応用哲学会などでも発表してもよいのではないかな。 ・各自、受けた講義や議論、個々人の興味関心をもとにテーマを選定し、課題を設定、調査検討を経て、基本的な論文として、しっかり作成することができた様子。これをきっかけとして、関心の幅や深さを広げていくことを期待する。 ・いまのところドロップアウトした人はいないとのこと、それならば、プログラムとして成功といえるのではないかな。
改善できる点	・修了生が今後のキャリアの中でどのように生かしたいと考えているのか、さらには実際にどのように生かせそうなのかという点をもう少し説明いただくとより良いのではないかな。

	・宇宙開発広報の倫理に言及している受講者がいる。重要な問題だが、先行研究が評価者の発表ぐらいしかなく、受講者の自主的学習に任せるのは不十分である。最近の海外における Public Relations Ethics の展開も考慮しつつ、スタッフが力を入れて研究してもよいのではないか。 ・それぞれが選んだテーマに関する深堀が、なかなか難しかったのではないかと推察する。身近に当該テーマで議論できる専門家が少なかったと思うので、文献(電子情報)調査が主流になりがちだったのではないか。講師を通じて更に人脈を広げられていると良いのだが、その点はいかがか。 ・各テーマが個別的で細かい。より大きい宇宙倫理学の問題への展開があまりみられなかった。飢餓、環境、などといった問題について宇宙開発に資金をいれるべきか？あるいは戦争との関連。こうした大きい倫理問題への配慮を考えながら個別問題に対応する、というのが望ましいのでは。
(3) 上記以外の項目へのご意見、あるいは全体的なコメント	
(自由記述欄)	・全体としては素晴らしい取り組みだと思います。ただ、なかなかこの取り組みが「特別な世界での話(宇宙という)」という限定的な印象を与えているように感じるため、宇宙倫理を学ぶことが、単に宇宙という世界だけでなく、国際社会の中で応用可能な倫理を学ぶことにつながるということをアピールしてはどうか。逆に言えば、宇宙倫理を学ぶことが国際倫理を俯瞰することにつながるというような言い方もできるのではないか。 ・外部講師を招聘するに当たり、宇宙ユニットやメンバーの研究課題でこれまでもつながりのある人に留まらず、戦略的に人脈を拡大させ、宇宙の人文社会科学を発展させることを期待する。 ・宇宙倫理学のニーズは年々拡大しているため、本プログラムは大変意義深いものとする。したがって、本プログラムの内容を大学のみで閉じず、社会実装や普及啓発の促進にも注力されるべき。 具体案：一般向け宇宙倫理学トークイベント、メディア発信、シンクタンク等と連携した企業連携プロジェクト等 ・宇宙大航海時代を目前に、重要なテーマでの教育プログラム、まさに STEAM の流れを汲んでいると思います。上記、いろいろコメントしましたが、良いスタート(きっかけ)となったと評価しています。また今後の発展性も期待したいところです。

寄せられたコメントに対して、事業推進側は以下のように考えている。

「評価できる点」として本プログラムとして苦心してきたポイントを挙げていただいております。概ね意図したとおりにプログラムが進行しているものと自信を持つことができました。また、初年度修了生のレポートについて学会での発表も可能であるという高い評価をいただいたことは大変心強い。

「改善できる点」としていただいたコメントはいずれも非常に重要な点を具体的に指摘いただいており、これらをできる限り生かしていくことで次年度の本プログラムはより充実したものとなると考えられる。

特に、民間宇宙活動の拡大そのものの宇宙倫理的な含意についてのコメントや宇宙開発広報の倫理についてのコメントは、教育という枠組みを超えて、宇宙倫理学そのものの研究を進め、理論的に深化させることをもとめるものとなっている。宇宙倫理学が萌芽的な領域であることを踏まえるなら、そうした教育と研究の両立を目指すことは望ましい。そのためには宇宙倫理学関連分野の研究者を本プログラムにより多く巻き込んでいくことも必要となってくると考えられる。これはまた、受講者が専門家のアドバイスを受けられるようにする必要があるという指摘にも対応することになるだろう。

教育については、ピアレビュー形式を提案するコメントや、倫理原則に基づいて考えられるようになるという点を特に確認することを求めるコメントがあった。今年度は教育評価自体がわれわれにとっても初めてであり、手探りの中で進めてきたために、行き届かない点が多かった。次年度はこれらのコメントを組み込んで、効果的な評価を実施するよう取り組みたい。

④ 自発的な研究活動

自発的な研究活動等に関する実施方針に基づき、清水雄也特定助教は、京都大学が認めた範囲で自発的な研究活動等を推進した。その成果概要は以下の通りである。

（１）宇宙倫理学と社会科学との協働に向けた因果概念の哲学的研究

社会科学の知見を用いた宇宙倫理学を展開するために、社会科学と宇宙倫理学の両方で用いられる因果概念を分析し、諸領域の目的や役割に対する適切性を評価し、有効な概念設計を検討した。また、因果推定の方法についても同様に、分析・評価・設計を試みた。成果としては、2023年3月に出版された論集『質的研究アプローチの再検討』（井頭昌彦（編）、勁草書房）にて論説「因果メカニズム」（共著）を執筆したほか、社会科学の哲学に関する著作の書評論文（査読あり）を学会誌に投稿した（掲載決定）。

（２）医療における因果特定の方法論の科学哲学的解明

この課題は、科学哲学や医療の哲学の専門家と、基礎医学、臨床医学、社会医学の研究者が共同で研究することで、医療における新しい因果特定の方法論の特徴を哲学的に解明することを目指すものであり、申請者は特に因果性概念と社会科学方法論の観点からの研究を分担している。年度内の発表成果はないが、次年度に向けて情報収集と研究を進め、研究代表者（長田怜、浜松医科大学教授）らと情報の交換・共有を進めた。

これらの研究は、宇宙倫理学の方法論に重要な関連性を持つものであり、本プロジェクトが提供する教育プログラムの開発と実施にも役立てられた。

まとめ

R3年度に策定した教育プログラムを元に、実際に受講生を向かい入れた1年間で修了した。本事業費により雇用した清水雄也特定助教の活躍もあり、学部コース、大学院コース、一般コース、それぞれの教育プログラムの一つひとつを、無事完了することができた。幸いにして、1年でコースを修了した6名の受講生の修了レポートはいずれもハイレベルで、それぞれ特徴あるものであった。このことは、外部評価レポートからもうかがえる。

R5年度に新しい受講生を迎え、2年目の教育プログラムが始まる。事業は極めて順調に進んでいる。これは一重に、教育プログラムの開発にさまざまな側面から貢献していただいた事業担当者、事業担当者をバックアップしてくださったRAの3名と事務（宇宙ユニット、京都大学北部事務部）の方々のおかげである。また貴重な意見や提案をくださった外部評価員諸氏に深く御礼を申し上げたい。

波及効果もあった。本プロジェクトの受講生募集が各種ニュースにとりあげられたことにより、宇宙開発の、倫理的側面も含め、ELSI的側面に注目が集まったことは本プロジェクト採択に伴う波及効果といえる。実際、定員を超える受講希望が京大生からも、全国の一般の方からもあったことは、本報告書に記載した通りであり、また、シンポジウムの関連セッションではマスコミからの取材もあった。また清水特定助教は企業に招かれてセミナーを行ったり、ラジオ番組に出演したりするなど、後半な普及・広報活動を行なった。国際的な連携体制の広がりについては、発展的な課題として令和5年度に検討していきたい。

科目ナンバリング				G-LET32 68231 LJ34							
授業科目名 <英訳>		科学哲学科学史(特殊講義) Philosophy and History of Science (Special Lectures)				担当者所属・ 職名・氏名		文学研究科 教授 伊勢田 哲治 学際融合教育研究推進センター 特定助教 清水 雄也			
配当 学年	1回生以上	単位数	2	開講年度・ 開講期	2022・ 前期	曜時限	月4	授業 形態	特殊講義	使用 言語	日本語
題目		宇宙倫理学入門									
[授業の概要・目的]											
近年，人類の宇宙進出が急速に進展しつつある．地球外への活動領域拡大は，私たちに様々な恩恵をもたらすと同時に，新たな倫理的課題を突きつけることになるだろう．本講義では，人類の宇宙進出に伴う倫理的諸課題と，それらをめぐる倫理学的議論の概要を学ぶ．											
[到達目標]											
・ 人類の宇宙進出に伴う様々な倫理的課題を理解する． ・ 宇宙倫理学的課題に関する哲学者たちの見解や論証を理解する．											
[授業計画と内容]											
講義は基本的に清水が担当する．基本的に以下の計画にしたがって講義を進める．ただし，進捗に応じて多少変更する場合がある． 1. 宇宙倫理学の概要 An overview of space ethics 2. 宇宙倫理学と規範倫理学 Space ethics and normative ethics 3. 宇宙進出擁護論の神話 Myth-based space advocacy 4. 有人宇宙活動 Manned Space Program 5. 宇宙機の事故リスク Accident risks of spacecrafts 6. 地球環境と宇宙開発 The Earth's environment and space development 7. スペースデブリ Space debris 8. 中間セッション#8212#8212期末レポートについて An interim session: some advice for writing the term paper 9. テラフォーミング Terraforming 10. 宇宙ビジネス Space business 11. 安全保障と宇宙開発 National security and space development 12. 地球外資源開発 Extraterrestrial resource development 13. ロボットと宇宙開発 Robots and space development											
----- 科学哲学科学史(特殊講義)(2)へ続く ↓ ↓ ↓											

科学哲学科学史(特殊講義)(2)

14. 人類存続義務

The duty to support the survival of humanity

15. 講義のまとめ

Wrap-up

【履修要件】

必須ではないが、思想文化学系共通科目の倫理学（講義）を履修済みであるか同時期に受講していることが望ましい。

【成績評価の方法・観点】

期末レポートにより評価する。到達目標の達成度（講義内容の理解度）に基づく評価を基本とするが、独自の学習や考察を適切に盛り込んだものには特に高い評価を与える。

【教科書】

伊勢田哲治ほか編『宇宙倫理学』（昭和堂, 2018）ISBN:9784812217382（講義に持参することが望ましいが、しなくてもよい。）

【参考書等】

（参考書）
授業中に紹介する

【授業外学修（予習・復習）等】

予習：特に必要ないが、教科書の該当箇所を事前に読んでおくことが望ましい。
復習：講義で扱われた問題について自ら考察する。講義時に紹介された文献を読む。

（その他（オフィスアワー等））

・この授業は宇宙総合学研究ユニットの提供する宇宙倫理学教育プログラムの必修科目です。
オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

宇宙倫理学入門 (2022前期)

第1回

ガイダンス／宇宙倫理学の概要

清水 雄也

11/04/2022



ガイダンス



授業の概要・目的

近年, 人類の宇宙進出が急速に進展しつつある.

地球外への活動領域拡大は, 私たちに様々な恩恵をもたらすと同時に, 新たな倫理的課題を突きつけることになるだろう.

本講義では, 人類の宇宙進出に伴う倫理的諸課題と, それらをめぐる倫理学的議論の概要を学ぶ.



到達目標

- 人類の宇宙進出に伴う様々な倫理的課題を理解する.
- 宇宙倫理学的課題に関する哲学者たちの見解や論証を理解する.



授業計画

2. 宇宙倫理学と 規範倫理学	3. 宇宙進出擁護論 の神話	4. 有人宇宙活動	5. 宇宙機の 事故リスク	6. 地球環境と 宇宙開発
7. スペースデブリ	8. 中間セッション ／レポート説明	9. テラフォーミング	10. 宇宙ビジネス	11. 安全保障と 宇宙開発
12. 地球外資源 開発	13. ロボットと 宇宙開発	14. 人類存続義務	15. 講義のまとめ	レポート提出



教科書／授業外学習

- 伊勢田ほか(編), 2018, 『宇宙倫理学』, 昭和堂.*
➤ 講義に持参することが望ましいが, しなくてもよい.
- 予習: 特に必要ないが, 教科書の該当箇所を事前に読んでおくことが望ましい.
- 復習: 講義で扱われた問題について自ら考察する.
講義時に紹介された文献を読む.

* 第3回以降



講義の形式

- 教科書の当該章に基づく概要講義.
- 質疑とディスカッション.

受講者数に応じて再検討する.



成績評価の方法と観点

- **期末レポート**により評価する.
- 到達目標の達成度(講義内容の理解度)に基づく評価を基本とするが, 独自の学習や考察を適切に盛り込んだものには特に高い評価を与える.
- 具体的な課題やレポート作成のポイントは第8回で説明.



その他の注意点

- 入退室, 私語, 飲食, デジタル機器の使用について.
- 講義外における教員へのコンタクトについて.
 - 講義後の質問はメール等で.
 - メールルール. (アドレスの提示)



宇宙倫理学の概要



倫理とは(1): 消極的な特徴づけ

- 倫理的(道徳的)な問題とそうではない問題.
 - 殺人, 窃盗, 差別, 脅迫, 拷問, 詐欺, 偽善, 裏切り.
 - 不味いラーメン, つまらない映画, 下手な外交, 無駄な出費, 塩分の過剰摂取, 単なる相関からの因果推論.
- 概念的区別.
 - 1つの物事が複数の意味で悪い(良い)ことはある.
 - 別の意味で悪い(良い)物事が, 倫理的に悪い(良い)物事を引き起こしたり, 構成したりすることはある.



倫理学

- 行為や規則などの倫理的(道徳的)な善／悪(正／不正)の問題を扱う哲学分野*.
- しばしば3つの下位領域に分けられる.
 - 一般的基準や原理を探究する**規範倫理学**.
 - 個別の領域・トピック・事例を論じる**応用倫理学**.
 - (倫理学で用いられる概念・方法・前提を研究する**メタ倫理学** **)

* ≡ 道徳哲学 ** 倫理学の哲学(広義の科学哲学)



倫理学の構成



応用倫理学



宇宙倫理学

- 宇宙と人間との関わりにおいて生じる倫理的問題を扱う、応用倫理学の新興領域。
 - 現在または近い将来における問題や数百年から数千年程度の将来における問題が基本射程。
 - それより遠い将来の問題が扱われる場合もあるが、現在の基準や原則の耐用期間を超えるだろう。



〇〇倫理学 × 宇宙

- 既存の応用倫理学分野の拡張という側面。
 - 環境：月面開発, 小惑星資源採掘, テラフォーミング。
 - 生命：宇宙飛行士のエンハンスメント, 宇宙旅行。
 - 商業：小惑星資源採掘, 宇宙旅行, 地球外労働。
 - 情報：高解像度衛星撮影。
 - 戦争：宇宙技術のデュアルユース。



授業計画（再掲）

2. 宇宙倫理学と 規範倫理学	3. 宇宙進出擁護論 の神話	4. 有人宇宙活動	5. 宇宙機の 事故リスク	6. 地球環境と 宇宙開発
7. スペースデブリ	8. 中間セッション ／レポート説明	9. テラフォーミング	10. 宇宙ビジネス	11. 安全保障と 宇宙開発
12. 地球外資源 開発	13. ロボットと 宇宙開発	14. 人類存続義務	15. 講義のまとめ	レポート提出



規範倫理学への貢献

- 規範倫理学で研究される**原理の応用**という方向だけでなく、**逆向きの意義**も考えられる。
- 既存の倫理学領域へのフィードバック。
 - 従来想定されてきたものとは大きく異なる条件を考慮に入れることで、規範倫理学に再考の余地が生じる。
 - 地球環境や地球生物という暗黙的前提の解除。



第2回 宇宙倫理学と規範倫理学

Space Ethics and Normative Ethics

1. 規範倫理学——功利主義と義務論

- ・ 倫理学は3つの下位領域から成る。
 - － 規範倫理学／応用倫理学／メタ倫理学。
- ・ **規範倫理学** (normative ethics).
 - － 道徳的観点から、なすべきこと／なすべからざることの基準について探求する哲学分野。
- ・ 近現代倫理学における基本的対立軸：功利主義 vs. 義務論。
 - － **功利主義** (utilitarianism)
 - > 「最大多数の最大幸福」 (the greatest happiness of the greatest number)
 - > 善い／正しいとは〈**みんなの幸せをもたらす**〉ということである。
 - － **義務論** (deontology) ／カント主義
 - > 善い／正しいとは、予め定まっている道徳的な義務（の規則）にしたがうこと。
 - > 義務は直観／理性によって把握される。
 - > 行為の善悪は（帰結ではなく）**動機／意図**によって決まる。
- ・ その他の立場：徳倫理 (virtue ethics)、ケアの倫理 (ethics of care) など。

2. 功利主義

2.1. 功利主義とは

- ・ 功利主義の3つの成分：帰結主義・集計主義・幸福主義
 - － **帰結主義** (consequentialism) :
 - 行為の善悪は、それがしてもたらず帰結によって決まる。
 - － **集計主義** (aggregationism) :
 - 行為の善悪は、何らかの事柄の集計値によって決まる。
 - － **幸福主義** (welfarism) :
 - 行為の善悪は、幸福という善との関係によって決まる。
- ・ 功利主義：行為の善悪（正／不正）は、それがもたらす幸福の集計値によって決まる。

2.2. 帰結主義

- ・ **行為と世界の因果関係**に注目する。
 - － 帰結：当該の行為が原因となり、その結果として世界に生じる変化／状態。
- ・ 義務論的な考え方との対立。
 - － 行為の善悪は、それが直観的に把握される規則と一致しているか否かによっては決まらない。
 - － 行為の善悪は、それがなされた動機や意図によっては決まらない。

2.3. 集計主義

- ・ 単純加算と最大化。
 - － 集計の仕方は**単純加算**。
 - － 単純加算が**最大**になるのが最善。
- ・ 全範囲性と不偏性：「みんなの分を」「同じ重みづけで」集計する。

3. 幸福の哲学

3.1. 快楽説 (hedonistic theory, hedonism)

- ・ [HD] 幸福であるとは快楽が多く苦痛が少ないことである。
- ・ 批判：くだらない快楽、虚偽的快楽（経験機械）、苦痛を望む人（自己犠牲／自己実現）。
- ・ 快楽説に基づく功利主義：**快楽功利主義（古典的功利主義）**
 - － 善い行為とは、みんなの快楽を増やすような行為である。

3.2. 欲求充足説 (desire-fulfillment theory)

- ・ [DF] 幸福であるとは自分の望むことが実現することである。
- ・ 批判：適応的選好（欲求）形成、無意味な／邪悪な欲求、
- ・ 欲求充足説に基づく功利主義：**選好功利主義**
 - － 善い行為とは、みんなの欲求（選好）をより多く充足させるような行為である。

3.3. 客観的リスト説 (objective list theory)

- ・ [OL] 幸福であるとは善いものをより多く持つことである。
 - － 能力の発展／発揮、道徳性、知識、健康、友情、快楽など。
 - － 快楽説を客観的リスト説の一種として位置づけることもできる。（区別するなら「多元主義」）
- ・ 批判：パターンリズム、個人（当人）の疎外。
- ・ 客観的リスト説に基づく功利主義：**理想功利主義**
 - － 善い行為とは、みんなの幸福構成的要素（リスト内の項目）を増やすような行為である。

4. 功利主義への批判

4.1. いちいち功利計算しろというのは無理がある

- ・行為のたびに毎回功利計算をして意思決定することはほとんど不可能なように思われる。
 - －それが不可能なら、功利主義を倫理的原理として採用することはできないのではないか。
- ・直接功利主義と間接功利主義を区別する。
 - －**直接功利主義**：意思決定基準としての功利性原理。
 - －**間接功利主義**：評価基準としての功利性原理。
- ・間接功利主義ならば、必ずしも功利計算に基づいて行為を決定する必要はない。
 - －行為の意思決定の仕方は別のものでもかまわない。

4.2. 直観（的に受け入れられているルール）と合わない

- ・たとえば、「約束は破ってはならない」「人のものを盗んではならない」などの直観的ルールがある。
 - －功利主義は、こうしたルールの道徳的な正しさを維持／説明できないのではないか。
- ・行為功利主義と規則功利主義を区別する。
 - －**行為功利主義**：最も功利性の高い行為をすべき。
 - －**規則功利主義**：最も功利性の高い規則にしたがって行為すべき。
- ・規則功利主義ならば、〈みんなの幸せをもたらす〉ようなルールの意義を説明できる。
 - －功利性原理にしたがうような規則にしたがって行為すればよい。

読書案内

倫理学全般

- ・伊勢田哲治, 2008, 『動物からの倫理学入門』, 名古屋大学出版会。
- ・児玉聡, 2020, 『実践・倫理学——現代の問題を考えるために』, 勁草書房。

功利主義

- ・児玉聡, 2021, 『功利主義入門——はじめての倫理学』, 筑摩書房。
- ・Lazari-Radek, K.d. and P. Singer, 2017, *Utilitarianism: A Very Short Introduction*, Oxford University Press. (森村進・森村たまき(訳), 2018, 『功利主義とは何か』, 岩波書店。)

幸福の哲学

- ・森村進, 2018, 『幸福とは何か——思考実験で学ぶ倫理学入門』, 筑摩書房。
- ・成田和信, 2021, 『幸福をめぐる哲学——「大切に思う」ことへと向かって』, 筑摩書房。

第3回 宇宙進出擁護論の神話

Myth-Based Space Advocacy

1. 人類の宇宙進出：略史

- ・ 宇宙時代の先駆的構想者：ツイオルコフスキー (1857–1935)
 - 1903：論文「反動装置を用いた宇宙探査」で宇宙飛行のためのロケット工学理論を提示。
 - ＞ツイオルコフスキーの公式 ($V = w_e \ln(W_i/W_f)$) が初めて定式化されたのは 1898 年頃.
 - 1929：「地球は人類のゆりかごだが、いつまでもそこにとどまてはいられないだろう。」(手紙)
 - ロケットの理論以外にも、有人飛行、宇宙ステーション、宇宙エレベーター、スペースコロニーといった技術の可能性を提示。(工学論文だけでなく、SF 作品としても自らの構想を表現した.)
 - 晩年の著作『宇宙の哲学』(1932) では、人類の宇宙進出の究極的な目的が「この宇宙に存在するあらゆる生命のための幸福」であると論じたという (的川 2017: 233–4)
- ・ 構想から実装へ：ゴダード (1882–1945) とオーベルト (1894–1989)
 - 1923：オーベルトが宇宙飛行の諸原理を述べた著作『惑星空間へのロケット』を発表。
 - ＞その後、この内容をさらに膨らませた『宇宙旅行への道』(1929) を発表.
 - 1926：ゴダードによる世界初の液体推進剤ロケットの打ち上げ (飛行時間 2.5 秒).
- ・ 戦争のためのロケット開発：フォン・ブラウン (1912–1977)
 - 1933：ドイツの軍事用ミサイル (後の V2 ロケット) のための研究を開始.
 - 1942：A4 ロケット (V2 の前身) が、人工物として初めて宇宙空間 (高度 100km-) に到達。
 - ＞V2 への改称は 1944 年. (「V」は「Vergeltungswaffe」(報復兵器) の意)
- ・ 冷戦時代における宇宙進出の飛躍：ソ連とアメリカ
 - 1945：ソ連の宇宙開発にコロリョフ (1907–1966) が参加。
 - ＞米ソ宇宙開発競争においてソ連側をリード. (アメリカ側の中心人物はフォン・ブラウン)
 - 1957：初の人工衛星 (スプートニク 1 号).
 - 1961：初の有人飛行 (ボストーク 1 号, ガガーリン).
 - 1967：有人宇宙飛行中における最初の死亡事故 (ソユーズ 1 号, コマロフ)
 - 1969：初の有人月面着陸 (アポロ 11 号, アームストロングとオルドリン)
 - 1971：初の宇宙ステーション (サリユート 1 号).
 - 1971：初の火星軟着陸 (マルス 3 号). (初の衝突着陸は同年のマルス 2 号)

- －1986：チャレンジャー号（スペースシャトル）事故。（発射直後に爆発し、乗員 7 名全員死亡）
- ・現在へ：民間宇宙企業の台頭
 - －1998：国際宇宙ステーション（ISS）の建設開始。（2011 年完成）
 - ＞2030 年まで運用した後、太平洋に落下させる予定。
 - －2000：民間宇宙企業ブルーオリジン（ベゾス）の設立。
 - －2001：初の（自費による）宇宙旅行者（チトー、ISS に約 1 週間滞在）
 - －2002：民間宇宙企業スペース X（マスク）の設立。
 - ＞火星植民を実現するための輸送コスト削減を事業目的に掲げる。
 - －2003：コロンビア号（スペースシャトル）事故。（再突入時に空中分解し、乗員 7 名全員死亡）
 - －2004：初の民間宇宙旅行（スペースシップワン、弾道飛行）。
 - －2007：中国がミサイルによる人工衛星破壊実験。
 - －2010：小惑星鉱業を目的とする民間企業プラネタリー・リソースズの設立。（2012 年に改称）
 - ＞2013 年には同様の目的掲げる別企業ディープ・スペース・インダストリーズが設立された。
 - －2021：アメリカ、中国、UAE の探査機が相次いで火星到着。
 - －2021：初の民間人のみによる宇宙旅行（クルードラゴン）。
 - ＞スペース X がインスピレーション 4 ミッションとして実施。（打ち上げはファルコン 9）
 - －2021：ロシアがミサイルによる人工衛星破壊実験。

2. 宇宙進出擁護論の神話

（別添資料参照）

読書案内

宇宙進出の歴史と現在

- ・ 武部俊一，2007，『宇宙開発の 50 年——スプートニクからはやぶさまで』，朝日新聞社。
- ・ 富田信之，2012，『ロシア宇宙開発史——気球からヴォストークまで』，東京大学出版会。
- ・ 寺門和夫，2013，『ファイナル・フロンティア——有人宇宙開拓全史』，青土社。
- ・ ———，2020，『宇宙開発の未来年表』，イースト・プレス。
- ・ 佐藤靖，2014，『NASA——宇宙開発の 60 年』，中央公論新社。
- ・ 的川泰宣，2017，『ニッポン宇宙開発秘史——元祖鳥人間から民間ロケットへ』，NHK 出版。
- ・ ———，2017，『宇宙飛行の父ツィオルコフスキー——人類が宇宙へ行くまで』，勉誠出版。
- ・ 林幸秀，2019，『中国の宇宙開発——中国は米国やロシアにどの程度近づいたか』，アドスリー。

第4回 有人宇宙活動

Human Spaceflight Programs

1. 有人宇宙活動の経緯・意義・懸念

- ・有人宇宙活動の経緯.
 - －有人宇宙活動の歴史は、**ガガーリン**（ボストーク1号、1961年）に始まり、**アポロ計画**による月面着陸（1969–1972）、**宇宙ステーション**の建設と利用などを経て、新たな段階に入りつつある.
 - －**アルテミス計画**：NASA 主導の有人月面着陸計画. さらに 2030 年代には有人火星探査を目指す.
 - >2019 年に発表され、当初は 2024 年着陸が目標とされたが、現在は 2026 年以降となる見込み.
 - >中心はアメリカ（NASA）だが、欧州・日本・カナダ・オーストラリアとの国際事業でもあり、また民間宇宙企業も重要な役割を担う。（たとえば、月着陸船の開発と運用はスペース X）
 - －**民間の宇宙事業**：宇宙観光旅行、宇宙経由輸送、火星植民（?）.
- ・有人宇宙活動の意義.
 - －科学的発見、経済的利益、安全保障、国際協調、市民教育、人類存続など.
- ・有人宇宙活動に関する倫理的懸念.
 - －莫大なコスト。（政治哲学／ビジネス倫理学）
 - －生命と健康のリスク。（生命倫理学）
 - －地球外環境へのダメージ。（環境倫理学）

2. 有人探査の政治哲学

2.1. 問題の設定

- ・有人宇宙活動の倫理的検討.
 - －人間自身が実際に宇宙（地球外）に出て行なう活動は、倫理的に善い／正しいか？
 - －しかし、この問題設定は大きすぎるため、まともに検討するには問題を切り分ける必要がある.
- ・問題設定：**公的資金を用いた近い将来における有人宇宙探査の正当性**.
 - －誰がコストを負担するのか：公的資金。（民間企業が自分の資金で実施するのではない）
 - －いつ実施するのか：今後数十年程度の近い将来。（数百年以上先の将来のことではない）
 - －何をしに行くのか：宇宙探査。（資源開発などではない）
 - －この問題設定は、科学政策の政治哲学（広義の倫理学的問題）という枠組みに位置づけられる.

2.2. 科学事業としての有人宇宙探査の特徴

- ・巨大科学事業としての有人宇宙探査.
 - －ビッグサイエンス：巨額の資金・大規模な研究者集団・大型の装置を必要とする科学事業.
 - －**有人宇宙探査の費用は、巨大科学の中でも桁違いのコストを要する。**（ビッグストサイエンス）
 - ＞アポロ計画，ISS 計画，アルテミス計画のコストは，いずれも 10 兆円以上という規模.
- ・非応用科学事業としての有人宇宙探査.
 - －有人宇宙探査は（少なくとも直接的には），人類が現在直面している問題を解決したり，人類に技術的／経済的な利益をもたらしたりするために実施されるものではない.
 - －実際，上述のコストを踏まえれば，それに見合う（短期的な）ベネフィットは見込めない.
 - －**有人宇宙探査は人類の状況を改善するための事業とは見なしにくい。**（人類存続問題は別の回で）
- ・有人宇宙探査の非科学的動機.
 - －有人宇宙探査は，純粋な科学目的に基づく事業として推進されてきたわけではなく，軍事競争や国際協調といった政治的目的を背景に持っていた（いる？）.
 - －また，市民へのインスピレーション提供など，広義の文化事業という側面も強調される.

2.3. 正当性の検討

- ・検討のポイント：リソースの制約と功利性の観点.
 - －公的 science 事業としての有人宇宙探査の正当性を考えるにあたり，以下のポイントを見る，
 - [1] 無人探査との比較における費用対効果.
 - [2] 他の科学事業とのバランス.
 - [3] 科学以外の事業を含めたプライオリティ.
- ・無人探査との比較における費用対効果.
 - －批判 1：宇宙探査の方法としての有人探査は無人探査と比べて費用対効果が低い.
- ・他の科学事業とのバランス.
 - －批判 2：有人探査にかかるコストを他の科学分野に充てた方が大きな成果が得られる.
 - －批判 3：有人探査は他の巨大科学と比べて人類の福祉に貢献しない.
- ・科学以外の事業を含めたプライオリティ.
 - －批判 4：貧困問題や環境問題といった地球上の問題の方が優先されるべきである.
- ・暫定的な結論.
 - －**現実的に利用可能なリソースに制約があるという（当然の）前提の下で，有人宇宙探査に桁違いに莫大なコストがかかること踏まえるならば，それを功利性の観点から正当化することは難しい。**
 - －これは有人宇宙探査に意義／価値がないということを意味せず，また基礎科学に対するあらゆる公的投資が不正であるということも意味しない.

2.4. 民間事業としての有人宇宙活動

- ・民間有人宇宙活動の正当性。
 - －上述の議論は、「公的事業としての有人宇宙探査の正当性」に論点を限定している。
 - －民間事業としてであれば、つまり公的資金を用いなければ、その議論は当てはまらない。
 - －しかし、それは民間事業としての有人宇宙活動にコストの問題が生じないことを意味しない。
 - >巨額の資金を有する民間企業がどのように振る舞うべきかというビジネス倫理の問題になる。
 - －また、今回は触れていない生命倫理や環境倫理の問題もある。
- *環境倫理やビジネス倫理の問題は別の回で扱う。以下では生命／健康リスクの概略を述べる。

2.5. 有人宇宙活動の生命／健康リスク

- ・現在の技術では、有人宇宙活動によって生命や健康が損なわれるリスクは避けられない。
 - －移動／滞在に伴う健康リスク。
 - －事故による致命的リスク。(次回)
- ・移動／滞在に伴う健康リスク (生理学的影響)。
 - －宇宙線被曝、骨量減少、筋萎縮、視力低下、循環器系や免疫系への影響、心的ストレスなど。
- ・生命や健康のリスクがある場所での旅行や労働には、慎重な倫理的判断が必要。
 - －個人の判断に任せてよい範囲はどこまでか、適切な判断の仕組みはどのようなものか、など。
- ・技術的な解決策と倫理的な枠組みの両方を同時に模索していく必要がある。

読書案内

- ・呉羽真, 2018a, 「政治哲学から見た宇宙政策——有人宇宙探査への公的投資は正当か」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 71–86.
- ・———, 2018b, 「有人宇宙飛行に伴う生命と健康のリスク」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 104–6.
- ・寺門和夫, 2013, 『ファイナル・フロンティア——有人宇宙開拓全史』, 青土社.

第5回 宇宙機の事故リスク

Accident Risks of Spacecrafts

1. 宇宙開発に伴う事故

- ・主な死亡事故 (犠牲者数)
 - －1967：アポロ1号 (アメリカ), 地上訓練中に火災. (3名)
 - －1967：ソユーズ1号 (ソ連), 再突入時にパラシュートが開かず墜落. (1名)
 - －1971：ソユーズ11号 (ソ連), 再突入準備中に船内の空気が失われる. (3名)
 - －1973：コスモス3M ロケット (ソ連), 打ち上げ準備中に爆発. (9名)
 - －1980：ボストーク2M ロケット (ソ連), 打ち上げ準備中に爆発. (48名)
 - －1986：**チャレンジャー号** (アメリカ), 打ち上げ直後に空中分解. (7名)
 - －1991：LE-7 ロケットエンジン (日本), 試験中に破裂. (1名)
 - －1996：長征3号 (中国), 打ち上げ直後に墜落. (6名)
 - －2002：ソユーズU ロケット (ロシア), 打ち上げ直後に墜落 (1名)
 - －2003：コロンビア号 (アメリカ), 再突入時に空中分解. (7名)
 - －2003：VLS-1 ロケット (ブラジル), 地上で爆発. (21名)
 - －2014：スペースシップツー (民間), 試験飛行中に墜落. (1名)

2. スペースシャトル計画

- ・ポスト・アポロ計画としてのスペースシャトル計画.
 - －アポロ計画以降, アメリカは宇宙計画の大目的を失い, 地上の現実的な問題への対応に追われ, 宇宙開発予算も大きく減少, 世論も宇宙開発の推進を求めなくなっていた.
 - >ニクソン政権も, 地球上の問題を優先すべきことを明示し, 宇宙開発拡大に慎重な姿勢.
 - －そうした状況下で, NASA や関連企業が再利用可能な宇宙輸送機の計画を提起／検討.
 - －国防総省の意向もスペースシャトル計画に大きく影響.
 - >NASA 側も国防総省が軍事目的で利用することを (予算獲得のために) 受容／歓迎.
- ・スペースシャトルの基本設計.
 - －当初は完全再使用型が想定されていたが, 結局, 開発段階コストの低い**部分再使用型**を採用.
 - －再使用型の**オービター**と**固体ロケットブースター (SRB)**, 使い捨て型の**外部燃料タンク**で構成.

- ・計画の進行.
 - －1972 年に計画開始の正式決定発表.
 - －慢性的な資金不足, スケジュールの遅延, 高度な技術的課題に直面したが, **1981 年に初飛行**.
 - －その後, 2 回の大事故 (1986 年のチャレンジャー号事故と 2003 年のコロンビア号事故) を経て, **2011 年に計画が終了**するまで計 135 回打ち上げられた.
 - > 計 6 機: エンタープライズ, コロンビア, チャレンジャー, アトランティス, エンデバー.
 - > 135 回の打ち上げで結局 20 兆円以上かかったとされる.
 - －数回の一度の打ち上げは国防/軍事関連ミッションにあてられたと見られる.

3. チャレンジャー号事故と科学技術倫理

3.1. チャレンジャー号事故

- ・ **1986 年 1 月 28 日**にフロリダ州のケネディ宇宙センターからチャレンジャー号は打ち上げられた.
 - －スペースシャトル計画における 25 回目の打ち上げ.
- ・最初は順調に見えたが, 打ち上げの 73 秒後に空中分解し, 乗員 7 名全員が死亡した.
 - －初の民間人宇宙飛行士であるクリスタ・マコーリフ (教師) も搭乗していた.
- ・事故原因究明のために設置された委員会 (**ロジャース委員会**) は, SRB の接合部を密閉するためのゴム製パーツである **O リング**の (低気温による) 機能不全が原因となったという報告書を提出.
 - －委員会メンバーであった物理学者のファインマンが聴衆の前で簡易な実験を行ない, 低温になると O リングが弾性を失うという事実を示したというエピソードがよく知られている.
 - 「技術的成功のためには PR よりも現実が優先されねばならない. 自然は欺けないのだから。」
 - －ロジャース委員会は, NASA と製造担当企業の**サイオコール**が事前に O リングの問題について把握していたことを明らかにし, NASA に組織管理上の問題があったことを指摘.
 - > 特に SRB の開発担当であった**マーシャル宇宙飛行センター (MSFC)** 上層部の, 重要な問題を組織内部にとどめて解決しようとする体質に対して懸念が示された.
 - －打ち上げ前日に, **打ち上げ日が異例の寒さ**になると予想されたことから, O リングの問題について緊迫した議論がなされ, そこでサイオコールの技術者陣と NASA との間に見解の相違が生じたが, 最終的にサイオコール側が, リスクは許容可能な範囲にとどまるという NASA の見解に同意した.
 - －打ち上げ日がすでに数日間延期されており, NASA はそれ以上の延期を避けたがっていた.
 - > 高頻度かつ費用対効果の高い打ち上げができるというのが, 計画が強調してきた魅力だった.
 - > 当初は年に 50 回の予定, 修正後も 24 回の予定だったが, 前年の実績は 9 回だけだった.
- ・技術的な事故リスクが, 政治的/経済的なプレッシャーの中で過小評価されたと見られる.
 - －その後, NASA はより安全性/信頼性を重視した体制を整えたが, 2003 年にコロンビア号事故.

3.2. 逸脱の常態化

- ・社会学者のヴォーンは、チャレンジャー号事故について従来とは異なる観点を提示する。
 - －通説：守るべき規範を破ることで得られる組織の利益がペナルティを上回るという計算に基づく意思決定が事故をもたらしたという**非倫理的計算モデル**。
 - －ヴォーンは、この事故をむしろ**逸脱の常態化**という観点から見ることを提案する。
- ・チャレンジャー号事故に関連する逸脱の常態化。
 - －逸脱：SRBの接合部が設計上の意図から外れたものになっていること。
 - －常態化：逸脱が受け入れ可能な範囲内にあると再解釈され、それがもたらすリスクが許容可能な範囲内にとどまると公式に認められること。
 - －70年代後半から、SRB接合部とOリングに問題が見つかるということが繰り返し起きていたが、様々な追加試験や理論的検討によって、そのリスクは許容可能な範囲内にとどまるとされた。
 - －こうした過程を通じて、NASAとサイオコールはOリングのリスクについて許容可能なものという認識を確立し、それが打ち上げ前日の議論における延期判断を妨げた。

3.3. 非認識的利害と認識的誠実さ

- ・科学哲学者のデ・ヴィンターは、**非認識的利害（関心）**の役割という観点から事故を分析する。
 - －認識的利害：経験的妥当性、内の一貫性など。
 - －非認識的利害：政治的利害、財務上の利害など。
 - －一般に、科学技術研究において非認識的利害は思われているよりも大きな役割を果たしている。
- ・デ・ヴィンターは、非認識的利害の影響を否定するのではなく、許容可能／許容不可能な影響を**認識的誠実さ（インテグリティ）**の概念を用いて区別すべきだと考える。
 - －認識的誠実さ：ある研究プロセスにおいて、それが満たされていることを、その研究の受け取り手が正当に想定してよいような認識的基準にしたがっていること。（程度がある）
 - －科学技術研究において、認識的誠実さを損なうような非認識的利害の影響は許容されない。
 - －チャレンジャー号事故は、非認識的利害によって認識的誠実さが損なわれていた事例。
- ・非認識的利害が認識的誠実さを損ね、SRB接合部における逸脱の常態化を招いたと分析できる。
 - －教訓：認識的誠実さを損なうような非認識的利害の影響を排除しなければならない。

読書案内

- ・杉原桂太, 2018, 「科学技術社会論から見た宇宙事故災害——スペースシャトル事故から何を学ぶか」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 87-103.
- ・佐藤靖, 2014, 『NASA——宇宙開発の60年』, 中央公論新社. (第3章)
- ・寺門和夫, 2013, 『ファイナル・フロンティア——有人宇宙開拓全史』, 青土社. (第8章)

第6回 地球環境と宇宙開発

The Earth's Environment and Space Development

1. 宇宙船地球号

- ・ **宇宙船地球号** (Spaceship Earth).

- －地球という生活可能領域の有限性を印象づけ、その持続可能性に目を向けさせる用語.

- －人類が地球を外 (宇宙) から見た際の視覚的イメージによって喚起／普及.

- ・ 少なくとも当面の間は、私たちは地球号の中だけで生きていかななくてはならない.

- －宇宙進出が (再び) 盛んになってきたとはいえ、人類の主たる生存空間はすぐには拡大しない.

- －現段階では、一部の人々が移住することでさえ未来的構想にすぎない.

- >地球人類 (生物) の全部／大部分が地球外に実質的な生活場所を移すとなればなおさら夢想的.

- ・ 仮に地球以外の場所で生きることが可能になったとしても、地球ほど快適な場所はないだろう.

- －地球外移住が可能になったとしても、それが望ましいとはかぎらない.

- －多くの人々はできるなら地球に住み続けたいと考えるだろうと思われる.

- ・ 宇宙進出が進むことで、かえって地球という生活場所の貴重さと快適さが理解される.

- －地球号を適切にメンテナンスしつづけることが重要.

- －とはいえ、人類が努力しても不可抗な外的要因によって地球号が失われる可能性もあるため、

- いざというときのバックアップとして地球以外の生活場所を確保した方がよいように思われる.

- >ただし、バックアップの模索／建設には別の倫理的問題 (テラフォーミングの倫理、人類存続の意味／義務など) が伴うだろう.

2. ジオエンジニアリング

- ・ 地球号メンテナンスの重要課題としての温暖化.

- － **地球温暖化問題** は、エネルギー問題・食糧問題・人口問題などと並んで重要視されている.

- >1980 年代後半に国際的問題として浮上. (70 年代にはむしろ寒冷化を心配していた)

- －進行や要因を十分に解明するのは難しい (不確実性) が、重要な程度まで進行してしまえば

- 元に戻せない (不可逆性) ため、十分な確信のないまま早期に意思決定をしなければならない.

- >現在、人為的要因による温暖化自体については専門家間で (ほぼ) 一致している (IPCC).

- －温室効果物質の排出量削減は間に合わないかもしれない. (むしろ増えている)

- ・ **ジオエンジニアリング** (気候工学／地球工学／惑星工学) : 空を修理する.
 - －地球環境 (特に気候) を人工的に操作することで地球温暖化問題を解決しようという企て.
 - －現代ジオエンジニアリング論の発端は, 大気化学者クルッツェンによる 2006 年の論文.
 - > 気候 (気象) 操作という発想それ自体には長い歴史がある.
 - －産業や生活を見直すのではなく, より直接的な修理を地球号に施すという発想.
- ・ **ジオエンジニアリングの方法.**
 - －太陽放射改変 (管理) : 太陽光を遮る (宇宙に反射させる).
 - －二酸化炭素除去 : 主たる温室効果ガスである CO_2 を捕集貯留する.
 - －その他 (水塊交代など).
- ・ **太陽放射改変 (SRM).**
 - －宇宙日傘 (太陽光シールド), 成層圏エアロゾル注入 (散布), 雲増白, 地表反射率増加など.
- ・ **成層圏エアロゾル注入 (SAI).**
 - －現在の全球ジオエンジニアリング論で最も議論されている手法.
 - －成層圏に人為的にエアロゾルを注入することで太陽光を多く反射させる.
 - > 成層圏 : 対流圏の上 (高度約 10km から 50km) に位置する層.
 - > エアロゾル : 空気中に浮遊する微小な液体／個体.
 - －航空機などで高度 20km 程度の成層圏に硫酸エアロゾルを注入する.
 - > 硫酸エアロゾルの前駆物質である二酸化硫黄 (SO_2) を散布して酸化させる.
 - －火山噴火による寒冷化と同様のメカニズムであり, ある意味で (部分的に) 実証されている.

3. ジオエンジニアリングのリスクと倫理的懸念

- ・ **ジオエンジニアリングの危うさ.**
 - －大規模性.
 - > 影響する範囲が (特に全球工学的手法の場合) 非常に広いため, 一度誰かが実行すれば地球号の全体が否応なく何らかの影響を受けることになる.
 - －不確実性.
 - > 実際に実験できない (気候モデルを用いたシミュレーションしかできない) ため, 有効性や副次効果に関する重大な疑いが拭えない.
 - －不可逆性 (現状復帰性).
 - > エアロゾル散布などによる太陽放射改変は, 一度実行してしまえば, 大きな問題が生じてもすぐに元に戻すことはできない.

- ・ジオエンジニアリングのリスク.
 - －気候を含む地球の物理システムは高度に複雑なものであり、予期せぬ悪影響は大いにあり得る.
 - －生態系への悪影響、中止時の壊滅的な温暖化、紛争の惹起、軍事利用、マラリアの拡大など.
 - －また、技術的解決に期待／依存して、人々が温室効果ガス削減などを（より）怠るようになるのではないかという（モラルハザード）リスクもあるとされる.
- ・ジオエンジニアリングの倫理的懸念.
 - －安全性.
 - ＞人間社会や生態系を許容不可能な危険にさらすことになるのではないか.
 - －権限／責任.
 - ＞意思決定や実行の権限は誰にあるのか、また悪い副次効果が生じた場合の責任は誰がとるのか.
 - －公平性.
 - ＞どの地域でも同じように効果があるわけではなく、また副次効果も地域ごとに異なるため、大きな利益を得る地域・あまり利益のない地域・損失を被る地域の差が出ると予想されるが、利益・コスト・リスクをどのように分配するのか.
 - －傲慢.
 - ＞自然環境を大規模に操作するという考え方は傲慢なのではないか.
- ・ジオエンジニアリングはテラフォーミングと密接な関係にあり、その倫理的問題を検討することは月や火星のテラフォーミングに関する倫理的問題の検討にも部分的につながる.

読書案内

- ・神崎宣次, 2018, 「宇宙時代における環境倫理学——人類は地球を持続可能にできるのか」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 113–26.
- ・加藤尚武 (編), 2005, 『環境と倫理——自然と人間の共生を求めて』 (新版), 有斐閣.
- ・水谷広, 2016, 『気候を人工的に操作する——地球温暖化に挑むジオエンジニアリング』, 化学同人.
- ・杉山昌広, 2021, 『気候を操作する——温暖化対策の危険な「最終手段」』, KADOKAWA.
- ・Fleming, J. R., 2010, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*, Columbia University Press. (鬼澤忍 (訳), 2012, 『気象を操作したいと願った人間の歴史』, 紀伊國屋書店.)

第7回 スペースデブリ

Space Debris

今日は清水さんが体調不良のため伊勢田がかわりに授業します。

スペースデブリ (宇宙ゴミ) とは

人工的に地球周回軌道に送り込まれた物体のうち、機能していないもの。使用済み人工衛星や故障した人工衛星、衛星から脱落した部品や事故で生じた破片、ロケットの残骸など。

2つの宇宙ゴミ問題

低軌道宇宙ゴミ 低軌道 (高度100キロ~2000キロ) は多くの人工衛星や ISS がある。宇宙ゴミの大半も低軌道にある。わずかな空気抵抗があるため次第に高度が下がって最終的には大気圏に突入する。

静止軌道宇宙ゴミ 静止軌道 (高度36000キロ付近) は公転周期と地球の自転周期が同期する特異な軌道。限られた空間に多くの衛星が置かれる。機能停止した衛星はデブリとなりその軌道位置にとどまり続ける。

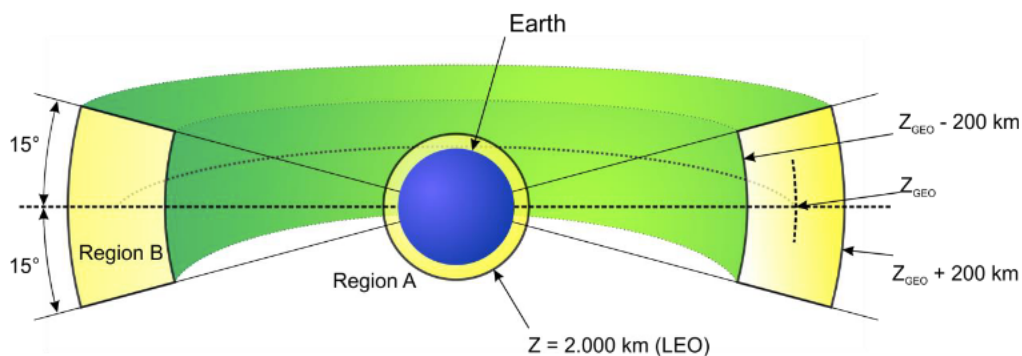


Figure 1: Protected regions

IADC 02-01, https://www.iadc-home.org/documents_public

増え続ける宇宙ゴミ

SSA (宇宙状況把握 Space Situational Awareness): レーダーや望遠鏡によるデブリの追跡・監視

2019年現在 (欧州宇宙機関による推計)

https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers

カタログ化された宇宙ゴミの数は 22000 個、10cm 以上のものが 34000 個、1cm 以上のもの

のが 90 万個。推計と実測はだいぶ開きがあるのでどちらを使うか注意。
米ロの衛星衝突事故 (2009) や中国の衛星破壊実験 (2007) で急増

宇宙ゴミが生む (かもしれない) 問題

- ・落下 (低軌道) 1m 以上あるような宇宙ゴミは地上に落下して被害を与える可能性がある。
- ・衝突 (低軌道) 10cm 程度の宇宙ゴミでも衛星との相対速度が大きいため大きな損害を与える。特に近年増えている小型衛星にとっては脅威。
- ・ケスラーシンドローム (低軌道) 衛星が破壊されれば宇宙ゴミとなり、さらに他の衛星を破壊するおそれがある。
- ・場所ふさぎ (静止軌道) 宇宙ゴミ化した静止衛星は移動させないと貴重な静止軌道を占拠しつづけてしまう。

よくつかわれる「地球周辺の宇宙空間がデブリで埋め尽くされている図」は現状をかなり誇大表現している可能性があるので注意。ケスラーシンドロームは当面あまり深刻な可能性ではない。

デブリ対策の現状

デブリ対策の国際的な枠組みとしては機関間スペースデブリ調整委員会(IADC)や国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)での議論や提言が存在する。

IADC: 米、日、欧、ロの宇宙開発に実際にたずさわる宇宙開発担当の機関が構成メンバーとなって、デブリ対策に関する調整の場として 1993 年に発足。その後欧州の国内宇宙開発機関や中国、インド、韓国などが参加し、現在は 13 カ国。

COPUOS: スプートニク打ち上げ後の 1958 年に暫定委員会として発足、1959 年に正式発足し、宇宙条約等、宇宙に関する国際的な条約を管理している。2015 年時点で 83 カ国が構成国となり、科学技術小委員会と法律小委員会が設置されている。

「スペースデブリについての技術的報告」(COPUOS 1999): IADC の協力をえながら COPUOS が 1999 年にまとめた

その後 IADC は 2002 年に加盟機関むけのガイドラインをまとめ、それをうける形で 2007 年に COPUOS でもデブリ低減ガイドラインがまとめられた。

https://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf

ガイドラインにおけるデブリ対策の 7 項目

- 1 通常の運用中のデブリの排出の制限
- 2 運用中の破碎の可能性の最小化

- 3 軌道上での偶発的衝突の確率の制限
- 4 意図的な破壊やその他の有害な活動の回避
- 5 残留エネルギーによってミッション終了後に破砕する可能性の最小化
- 6 宇宙機や軌道投入段階のロケットがミッション終了後に低軌道に長期間残留することの制限
- 7 宇宙機や軌道投入段階のロケットがミッション終了後に同期軌道に長期的に干渉することの制限

デブリ対策のあるべき方向性

現状：国際的なガイドラインはあるものの基本的には各国の自主性に任せられている。対策の内容もデブリの発生低減が主で、すでに発生してしまったデブリについては責任の明確化すらなされていない状態

参考1：環境経済学者デイリーの「持続可能性」の基準

「廃棄物は環境による浄化能力を超えるペースで排出しない」

デブリにあてはめるなら：大気圏突入などで減少するペースを超えてデブリを生んではいけないはず

参考2：環境対策における汚染者負担原則(polluter-pays principle)

「環境の回復にかかわる費用は、環境を汚染した者が負担すべき」

デブリにあてはめるなら：デブリの除去は、そのデブリを発生させたものが責任を持って費用を負担すべき

→現状ではデブリの除去の有効な方法がないが、技術開発への投資や損害が生じたときの補償などの形で責任をとることは現在でも可能

→そうした形で責任をとる気がないなら人工衛星を打ち上げるな、くらい言ってもよいのではないか

環境汚染は放置しておくとも回復のしようがなくなる。デブリの害が深刻化してから対策するのは手遅れになる可能性がある。汚染者負担原則を参考にしつつ早急に責任の明確化をはかる必要があるのではないか。

参考

伊勢田哲治(2018)「宇宙に拡大する環境問題 環境倫理問題としてのスペースデブリ」『宇宙倫理学』(伊勢田ほか編、昭和堂)第7章

第8回 中間セッション——期末レポートについて

An Interim Session: Some Advice for Writing the Term Paper

1. 期末レポートについて

1.1. レポート課題

期末レポート作成の課題

以下に挙げる課題の中から1つを選び、作成条件(I)–(III)を満たすように注意しながら、日本語で2000–3000字程度のレポートを作成してください。(手書き不可)

作成条件

- (I) 講義の内容を踏まえて論じること。
- (II) 重要な概念や議論について説明しながら論じること。
- (III) 主張を提示する際には根拠を明確に述べること。

課題番号

次の[1]–[9]からテーマを1つを選び、それに関連する倫理的問題とあなたの見解を論じてください。

- [1] 有人宇宙探査
- [2] チャレンジャー号事故
- [3] ジオエンジニアリング
- [4] スペースデブリ
- [5] テラフォーミング
- [6] 宇宙旅行ビジネス
- [7] 宇宙安全保障
- [8] 地球外資源開発
- [9] 人類存続義務

1.2. レポートの作成規則

重要な注意点

- ・ 氏名, 所属, 学生番号を明記してください (明記されていない場合は無効となります).
- ・ 剽窃などの不正行為が認められた場合は本学の方針に準じて厳しく対応します.
- ・ 作成言語: 原則として日本語. (ただし, 日本語が母語でない場合は英語で作成してもよい.)
- ・ 作成字数: 2000–3000 字程度. (英語の場合は 1200 words 程度)
- ・ 作成手段: PC で作成し, PDF 化したものを提出. (手書き不可)
- ・ 提出時期: 期末 (詳細は後日)
- ・ 提出方法: PandA (予定)
- ・ 形式について.
 - 厳密な指定はしないが, 通常の規範を大きく逸脱したものは受け付けない (以下, 推奨形式).
 - 本文は明朝体などのセリフ体 (10–11pt).
 - タイトルや氏名は, 本文の前に大きめのフォントで明記する.
 - ページ番号をつける.
- ・ 参考文献について.
 - 引用や参照は必ず明示し, 使用した文献は文末に文献表としてまとめる.

1.3. レポートの評価

- ・ 主な評価基準.
 - 概念や学説について講義内容に即して十分に理解しているか. (単位認定の基準)
 - 自らの見解を適切に根拠づけて論じているか. (高評価の基準)
 - 独自の優れた主張を提示しているか. (最高評価の基準)
- ・ その他の評価基準.
 - 段落構成, 具体例の挙示, 論述の整理を的確にできているか. (加点/減点の基準)
 - 正しい日本語 (英語) で誤字脱字なく論述できているか. (減点の基準)
 - レポート作成の通常の形式を大きく逸脱していないか. (減点/無効の基準)
 - その他, 学術文章や講義レポートの作成に関する規範を大きく逸脱していないか. (無効の基準)

1.4. レポートの書き方

- ・段落構成（パラグラフ・ライティング）について。
 - －一つの段落に一つの内容。
 - －段落をカプセルとして、その組み合わせで文章全体を構成する。
 - －1段落中の適切な文字数は場合によって変わるが、長く／短くなりすぎないように作る。
 - －段落内や段落間で対比構造をうまく使うことによって議論の見通しをよくすることができる。
- ・事実／他人の見解／自分の見解／感想の区別について。
 - －自分の見解を中心に据え、それを明確化したり、根拠づけたりすることに注力する。
 - －感想、決意、余談、憶測などは書かない。
- ・論証について。
 - －主張と根拠をセットで提示する習慣を。
 - －適切な具体例（現実的 or 仮想的）を作ることで、論証の説得力を強化する。
- ・文体について。
 - －である調の学術文体（ですます調などは使わない）。
 - －比喻や類比などの修辞技法は使ってもよいが、過度な／不適切な利用は議論の明晰性を損ねる。
- ・記号の使用について。
 - －句読点、括弧、ハイフン、ダッシュなどの記号は、学術文章作成の慣例を調べながら使う。
 - －たとえば、鉤括弧をキーワードの強調などのために多用するのは間違い。
- ・剽窃について。
 - －剽窃（盗用）は学術活動において最も注意すべき規則違反行為。
 - －誰の／どのような著作や発言からも、参照や引用は必ず明示すること。

読書案内

レポート作成

- ・戸田山和久，2022，『論文の教室——レポートから卒論まで』（最新版），NHK 出版。
- ・河野哲也，2018，『レポート・論文の書き方入門』（第4版），慶應義塾大学出版会。
- ・名古屋大学高等教育研究センター，「名古屋大学生のためのアカデミック・スキルズ・ガイド」
[URL] <http://www.cshe.nagoya-u.ac.jp/asg/>

第9回 テラフォーミング

Terraforming

1. 火星のテラフォーミング

1.1. テラフォーミング

- ・テラフォーミング：地球外（自然）天体の環境を人間が住めるように改変すること。
 - －ジオエンジニアリングなどの地球工学を含む惑星工学の一種と位置づけられる。
 - ＞語“terraform(ing)”は SF 作家 J. Williamson による造語とされる。
- ・1960 年代に天文学者 K. Sagan が金星のテラフォーミングを論じたことで科学的主題になった。
 - －金星の大気に藍藻（シアノバクテリア）を撒いて増殖させ、人間が呼吸できる大気を作る。
- ・その後、金星の調査が進むにつれて金星のテラフォーミングが現実的でないことがわかり、テラフォーミングの候補天体は火星だと考えられるようになった。
 - －火星のテラフォーミング可能性をいち早く検討したのも Sagan であった（1971 年の論文）。
 - －火星の極冠のドライアイスを溶かして二酸化炭素の大気を作り、温室効果で気温を上げる。

1.2. 火星

- ・テラフォーミングの最有力候補天体は火星。
 - －地球からの距離が（相対的に）近く、また（相対的に）地球と諸条件が似ているから。
 - －打ち上げウィンドウ（launch window）：約 2 年 2 ヶ月に 1 回（約 1 ヶ月間），
 - ＞地球が 780 日周期で火星を追い越す（接近する）。
 - ＞最近の接近時距離は、2018 年：5759 万 km、2020 年：6207 万 km、2022 年：8145 万 km で、2027 年：1 億 142 万 km まで離れ、その後 2035 年：5691 万 km まで近くなる。
 - －火星の基本情報。
 - ＞1 日の長さ（自転周期）が地球とほぼ同じ、赤道傾斜角も地球とほぼ同じ（25 度）。
 - 重力は地球の約 1/3、公転周期は 687 日、半径は地球の約 1/2、質量は地球の約 1/10、
 - 地表の大気圧は地球の 0.75% 程度、平均気温は -43°C（最低気温 -140°C / 最高気温 20°C）、
 - 大気組成は二酸化炭素 95%・窒素 3%・酸素 0.1%、表面の岩石は玄武岩と安山岩、
 - －火星探査。
 - ＞1970 年代から探査（73 年：マルス 3 号が着陸初成功、76 年：バイキング 1 号が探査初成功）。
 - ＞最近も本格的な無人探査が進められており、2030 年代には有人探査が計画されている。

2. テラフォーミングの倫理的問題

2.1. テラフォーミングの動機と方法

- ・テラフォーミングの主要な動機.
 - －将来, 人類が地球上で生存できなくなるときのためのバックアップ (移住先).
 - －文化的多様性の増大, 科学技術の進展, 探検心の自然な解放.
- ・テラフォーミングの方法.
 - －遺伝子操作した植物を人工的に植えて繁殖させ, 大気中の酸素を増やす.
 - －巨大な鏡で太陽光を当てたり, 人工的に小惑星を衝突させたり, 核爆弾を爆発させたりして, 極冠を溶かして気温を上げる.

2.2. テラフォーミングに対する倫理的批判

- ・批判 1: 自然物に対する敬意の規則からの批判 (Rolston)
 - －地球外天体を含む自然物 (場所) にも固有の内在的価値がある.
 - －探査や採掘を実施する場合は, その場所に敬意を払うための規則にしたがうべき.
 - [1] 固有名を持つに値する場所への敬意.
 - [2] 極めてエキゾチックな場所への敬意.
 - [3] 歴史的価値を持つ場所への敬意.
 - [4] 創造性を持つ場所への敬意.
 - [5] 美的価値を持つ場所への敬意.
 - [6] 変容的価値を持つ場所への敬意.
 - －火星はこうした敬意のルールに当てはまるため, その大規模な改造は認められないだろう.
- ・批判 2: 包括的環境倫理学からの批判 (Lee)
 - －人間と自然環境との関係に関する, 包括的環境倫理学の 3 テーゼ.
 - [1] 自然環境は人間のために作られたわけではない. (非目的論テーゼ)
 - [2] 自然環境は人間の活動とは独立に存続するものである. (自律性テーゼ)
 - [3] 自然環境は人間に依存しないが, 人間は自然環境に依存する. (非対称性テーゼ)
 - －3つのテーゼより, 人間は地球外天体を含む自然物に畏敬の念と謙虚さを持つべきである.
 - > 人間は自然環境に優越するものではなく, むしろ自然環境が人間に優越するものだから.
 - －自然環境に畏敬の念と謙虚さを持つならば, それらを過剰に消費しないよう配慮すべきである.
 - －テラフォーミングは火星の自然環境の過剰な消費であり, 認められない.
- ・批判 3: 行為者基底的徳倫理学からの批判 (Sparrow)
 - －テラフォーミングは, 美的無神経さと傲慢さという悪徳を示す行為であり, 認められない.
 - －それは, 火星の自然美を自分勝手に破壊する, 自らの科学技術力を過信した無謀な行為.

2.3. 批判への反論 (Schwartz)

・批判 1 への反論.

ー6つの規則と関連づけた反論.

- [1] 名前があるというだけでは改変すべきでないという理由にならない.
- [2] 広い視点から見れば火星 (の自然) はそれほど珍しい場所ではない.
- [3] テラフォーミングされることが火星の歴史の一部になる.
- [4] テラフォーミングは創造的な生態系を作り出す.
- [5] テラフォーミングされた火星も現在に劣らぬ美的価値を持ち得る.
- [6] テラフォーミングされた火星も現在に劣らぬ変容的価値を持ち得る.

・批判 2 への反論.

- ーテラフォーミングによって改変される火星環境と人間の間非対称性テーゼは成立しない.
- ー仮に3テーゼが成立しても、火星環境への畏敬の念と謙虚さはテラフォーミングを禁じない.
 - > 畏敬の念を抱くことと、介入・管理・支配すべきでないことは直接関係しない.
 - > たとえば、地球の市場経済は畏敬の念に値するが、それは介入を控える理由にならない.

・批判 3 への反論.

- ー火星の自然に美的価値があるかという問題は、その道徳的価値の問題と同じくらい難しい.
 - > 行為者基底の徳倫理学を採用した意味があまりなくなる.
 - > 火星の自然に美的価値があることを明らかにしないかぎり、美的無神経という批判はできない.
- ー傲慢さの問題も、テラフォーミングの仕方に関わるだけで、それを禁じるほどの論点ではない.
 - > テラフォーミングをするなら注意深く慎重に行なうべし、という主張くらいしかできない.

読書案内

- ・岡本慎平, 2018, 「惑星改造の許容可能性——火星のテラフォーミングを推進すべきか」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 143–58.
- ・竹内薫, 2011, 『2035 年——火星地球化計画』, 角川学芸出版.
- ・Petranek, S., 2015, *How We'll Live on Mars*, Simon & Schuster Ltd. (石塚政行 (訳), 『火星で生きる』, 朝日出版社.)
- ・白井寛裕・野口里奈・庄司大悟, 2021, 『火星の歩き方』, 光文社.

第 10 回 宇宙ビジネス

Space Business

1. 宇宙ビジネスの広がり

- ・ 国家から民間へ。
 - － 宇宙ビジネスは大きく機器産業と利用産業に分けられる。
 - － 従来、宇宙機器産業は国家宇宙機関（NASA や JAXA）からの受注が基本。（官需依存）
 - ＞ 日本の場合、宇宙利用産業は規模が小さいため、実質的に宇宙ビジネス≒宇宙機器産業だった。
 - － 2010 年代には国際的に民間宇宙ビジネスが拡大し始めた。
 - ＞ 日本では、そうした国際的な動向に比して民間の参入が遅れていることが指摘されていた。
- ・ 民間進出促進の動き。
 - － 近年、民間宇宙ビジネスの規模が急速に拡大。（国際市場規模は 2020 年時点で約 40 兆円）
 - ＞ 多数の宇宙ベンチャー（宇宙スタートアップ）が参入。（2020 年時点で 1000 社以上）
 - ＞ 国家宇宙機関との関係も従来の受発注関係からサービス提供／購入関係へ。
 - － 各国の法的枠組みも民間宇宙事業のために変化。
 - ＞ まずは国の管理の下（たとえば許可制）で民間の参入を承認／促進するという流れ。
- ・ 様々な宇宙ビジネス。
 - － 衛星コンステレーション、衛星データ利用、デブリ除去、宇宙工場、地球外資源の探査／開発、商業ロケット開発／打ち上げ、宇宙港、宇宙輸送、地上 2 地点間高速輸送、宇宙旅行など。

2. 宇宙旅行ビジネスの倫理的問題

- ・ 企業の社会的責任（corporate social responsibility, CSR）。
 - － ビジネス倫理の分野における基本的な重要概念の 1 つ。
 - － CSR：企業活動に倫理性を持たせ、ステークホルダーに対する説明責任を果たすこと。
 - ＞ 具体的には、人権尊重、環境配慮、社会貢献、法令遵守など。
 - － 政府だけでは解決できない社会課題に企業も取り組むべきだという着想に由来。（90 年代欧米）
 - ＞ 日本では 2000 年代初頭頃から「CSR」という言葉が使用／意識されるようになったが、実態としては社会課題解決への積極的取り組みというよりは欧米からの「外圧」に起因。

- ・宇宙旅行ビジネス (商業有人宇宙飛行)
 - －現段階での宇宙旅行の種類：
 - サブオービタル飛行, オービタル飛行, ISS 滞在, 月周回.
 - －サブオービタル飛行: 高度 80–100km 程度まで上昇して地上に帰還する旅行.
 - > 期間: 10–120 分間. (無重力体験ができるのは 5 分間程度)
 - > 費用: 数十万ドル.
 - > 形態: 水平離着陸式の航空機型 (VG 社), 垂直離着陸のロケット型 (BO 社).
 - －オービタル (地球周回) 飛行.
 - > 期間: 数日間. (2021 年には SX 社が 3 日間で実施)
 - > 費用: 数千万ドル.
 - －ISS (国際宇宙ステーション) 滞在旅行.
 - > 期間: 1–2 週間程度.
 - > 費用: 数千万ドル.
 - －月周回旅行.
 - > 期間: 約 1 週間.
 - > 費用: 数千万ドル.
 - －将来的な宇宙旅行の種類：
 - 新型商用宇宙ステーション滞在, 月面旅行, 火星旅行など.
 - > 予想される変化: 価格の低下, 長期間化 (火星なら数年間) など.
- ・宇宙旅行ビジネスに伴うリスク.
 - －不確実な健康リスク, 致命的な事故リスク, 途中離脱の不可能性, 旅行中トラブルの解決困難性.
 - －インフォームドコンセントの枠組みを用いて「旅行者の同意」さえあればよいとはいえない.
 - > 不確実性や取り返しのつかなさ著しいため. (顧客だけでなく労働者についても同様)
 - －従来のように選り抜かれた飛行士だけが行くわけではないため, 旅行中トラブルのリスクも大.
 - －宇宙旅行ビジネスを行なう企業は CSR 等の観点から, 適切な基準を慎重に模索することが必要.
- ・宇宙旅行ビジネスの法的問題.
 - －法的には旅客運送契約の一種.
 - －この種の契約には旅客と荷物を安全に移動させる義務が伴う.
 - > 現段階では上述のとおり安全が保証できないため免責文書に署名させている.
 - > しかし, 消費者契約法により, これは有効とは認められないと考えられる.
 - －米国 (のいくつかの州) ではインフォームドコンセントの枠組みで有効な免責を規定.
 - > しかし, インフォームドコンセントが本当に適切な枠組みであるかは上述のとおり明確でない.
 - > また, 外国人などに技術的詳細を開示することが別の制約と両立しない可能性などもある.
 - －救助返還義務 (宇宙救助返還協定) が観光旅行に適用されるか否かという問題もある.

読書案内

- ・ 杉本俊介, 2018, 「宇宙ビジネスにおける社会的責任——社会貢献と営利活動をどう両立させるか」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 165–80.
- ・ 片山俊大, 2021, 『超速でわかる! 宇宙ビジネス』, すばる舎.
- ・ 小塚荘一郎・佐藤雅彦 (編著), 2018, 『宇宙ビジネスのための宇宙法入門』 (第2版), 有斐閣.
- ・ 小塚荘一郎・笹岡愛美 (編著), 2021, 『世界の宇宙ビジネス法』, 商事法務.

第 11 回 安全保障と宇宙開発

National Security and Space Development

1. 宇宙の軍事利用

- ・宇宙軍事力の 2 つの側面。
 - －[1] 地上における戦闘能力のインフラ。(宇宙から情報やサービスを提供)
 - ＞現在のところ宇宙軍事力の主要な意義はこちら。(1991 年の湾岸戦争が最初の「宇宙戦争」)
 - －[2] 宇宙空間における直接の戦闘能力。
 - ＞様々な宇宙空間での活動が増加するにつれ、こちらの意義も大きくなってきている。
- ・アメリカ：合衆国宇宙軍 (USSF).
 - －2019 年末に創設された宇宙空間を担当範囲とするアメリカ軍。
 - ＞陸軍・海軍・空軍・海兵隊・沿岸警備隊に加わる第 6 の軍種。
 - ＞主な任務は、宇宙空間における安全保障、経済活動の確保、宇宙空間経由の戦力投射など。
- ・日本：宇宙作戦隊／宇宙作戦群。(航空自衛隊の内部組織)
 - －2020 年に宇宙作戦隊が発足。(府中基地)
 - ＞主な任務は、スペースデブリや不審衛星から日本の人工衛星を守ること。(宇宙状況監視：SSA)
 - －2022 年に宇宙作戦群が発足。(府中基地)
 - ＞宇宙作戦隊の上部組織。
 - －今後、現在の宇宙作戦隊を第 1 宇宙作戦隊に改編し、第 2 宇宙作戦隊(山口県)を新設する予定。
- ・軍事化と武装化の区別。
 - －軍事化(状態)：衛星などによって宇宙を軍事利用している状態。
 - －武装化(状態)：兵器を直接配備している状態。
 - ＞兵器：直接の殺傷に用いられる砲弾・ミサイル、また、それらを運搬する手段。
- ・広義の宇宙兵器の種類。
 - －軍事衛星：偵察衛星・通信衛星・測位衛星。
 - ＞偵察衛星：地上の警戒監視のための情報収集に使用。
 - ＞通信衛星：遠方の部隊との連絡に使用。(無人機の操縦も)
 - ＞測位衛星：部隊の現在地把握やミサイルの誘導などに使用。(例：アメリカの GPS)
 - ＞これらの衛星は直接的な殺傷を目的としないため狭義の「兵器」ではない。

- －対衛星攻撃兵器 (ASAT).
 - >大気圏内からのミサイルやレーザー, またはキラー衛星 (攻撃機能のある人工衛星).
 - >2007 年に中国が, 2021 年にロシアが, 衛星破壊実験を実施し, 大量のスペースデブリが発生.
 - 2022 年にアメリカは衛星破壊実験を今後実施しない方針を発表, 他国にも同調を呼びかけた.
- －大陸間弾道ミサイル (ICBM).
 - >宇宙空間を経由して, 重力を利用して相手を攻撃するミサイル.
 - >これに対するミサイル (防衛) 防衛システムは, 低軌道の人工衛星への攻撃も可能.
- －対地上攻撃兵器.
 - >宇宙空間に設置し, 必要に応じて地上を攻撃する兵器. (質量爆弾など).

2. 宇宙安全保障をめぐる種々の考え方

- ・国際法.
 - －宇宙条約 (第 4 条) は宇宙の平和利用を定め, 大量破壊兵器配備や兵器実験を禁止.
 - －ASAT などについての規範は十分に確立していない.
 - >宇宙条約には規定がなく, 新しい規範を模索している段階.
- ・スペースパワー論.
 - －聖域学派, 情報学派, 抗たん性・コントロール学派, 高地学派など.
 - >時期によって有力な立場が (およそ左から右へ) 変化してきているとされる.
 - －たとえば, 聖域学派 (聖域論) は「宇宙は聖域である」とし, 宇宙空間での戦争に反対する.
 - >背景にあるのは, 宇宙空間の主たる軍事的利用価値を宇宙空間からの他国監視に見出し, そのための偵察衛星や早期警戒衛星の安定的利用を確保するべきだという考え方.
- ・相互依存.
 - －現在の宇宙空間利用状況を考えれば, 宇宙での戦争は敵味方を問わず大きな被害をもたらすことがほぼ明らかであり, このために宇宙戦争は抑制されるだろうという議論.
 - －過去の戦争の実例を見るに, こうした相互依存が戦争をどこまで抑制・阻止するかは不明確.
- ・擬似相互確証破壊.
 - －どの国も潜在的敵対国の宇宙兵器配備状況を正確に把握していない.
 - －冷戦期の核兵器保有による相互確証破壊と同種の「平和」状況が疑似的に成立するという議論.
 - >軍拡競争につながるかもしれない.
- ・能力的制約.
 - －そもそも宇宙戦争をする能力を有する国はないという議論.
 - >現実的に宇宙戦争は可能になってきており, 少なくとも遠くない将来には可能になるだろう.

3. 宇宙安全保障をめぐる倫理的論点

- ・直接的犠牲の不在。
 - －現段階では、宇宙空間に居住し、宇宙戦争時に犠牲になる人があまり存在しない。
 - －従来の戦争倫理は、犠牲になる命が（潜在的に）多く存在することを前提としたものであり、直接的犠牲がほとんど存在しない状況における宇宙空間での戦争についての議論は難しい。
 - ＞直接的犠牲に依存しない新しい戦争倫理を構想する必要があるかもしれない。
 - －地球外で多くの人々が活動するようになった場合と、現在のように宇宙にほぼ人がいない場合で、宇宙戦争倫理の内実は大きく異なると考えられる。
- ・デュアルユースの問題。
 - －民間のインフラなども軍事利用される（デュアルユース）ため、宇宙戦争時には民間衛星なども軍事目標とされるかもしれない。
 - －国際人道法は軍事用と民間用の区別を基本原則としているが、デュアルユースを考慮すれば実際には区別困難であり、こうした規範も形骸化してしまうかもしれない。
 - ＞デュアルユースを前提とした新しい規範を構築すべきかもしれない。
 - －また、デュアルユースの可能性は、非軍事的な宇宙科学や宇宙ビジネスの進展に際してその軍事的利用との関係性に目を向けることを要求するだろう。

読書案内

- ・大庭弘継，2018，「宇宙における安全保障——宇宙の武装化は阻止できるか」，伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真（編），『宇宙倫理学』，昭和堂，pp. 181-97.
- ・福島康仁，2020，『宇宙と安全保障——軍事利用の潮流とガバナンスの模索』，千倉書房.

第 12 回 地球外資源開発

Extraterrestrial Resource Development

1. 宇宙資源めぐる法的状況

1.1. 国際法

- ・宇宙条約 (1967).
 - －第 2 条「月その他の天体を含む宇宙空間は、主権の主張、使用若しくは占拠又はその他のいかなる手段によっても国家による取得の対象とはならない。」
 - －天体や空間を国家が所有することは禁止しているが、採掘資源や民間の扱いについては不明確。
 - ＞宇宙資源の所有は禁じられていないという解釈が可能.
- ・月協定 (1984).
 - －第 11 条で、宇宙資源を「人類の共同財産」とし、あらゆる主体による所有を禁止。
 - ＞開発利用する場合には国際的な枠組みを設定することを約束.
 - －加盟国が少ないため実質的な機能が期待できない。
 - ＞アメリカもロシアも中国も日本も当事国ではない.

1.2. 各国内法

- ・いくつかの国で宇宙資源関係法が制定されている。
 - －アメリカ (2015), ルクセンブルク (2017), アラブ首長国連邦 (2019), 日本 (2021).
 - －いずれも宇宙条約批准国.
- ・アメリカ：宇宙資源探査利用法.
 - －世界で初めて宇宙資源の商業利用を認めた法.
 - －アメリカ宇宙法の第 51303 条.
 - －アメリカの市民や企業は自らが回収した宇宙資源に対して所有等の権利を有する, というもの.
- ・日本：宇宙資源法 (宇宙資源の探査及び開発に関する事業活動の促進に関する法律).
 - －4 ヶ国目の制定国.
 - －第 5 条：「宇宙資源の探査及び開発の許可等に係る事業活動計画の定めるところに従って採掘等をした宇宙資源については、当該採掘等をした者が所有の意思をもって占有することによって、その所有権を取得する。」

1.3. 現状の問題点と新しい国際的枠組み

- ・国際法が未整備のまま、一部の宇宙開発先進国で宇宙資源の所有等を認める方が制定されている。
 - －国際法と国内法の整合性が不明確。
 - －一部の国だけが自ら自国民の宇宙資源所有権を認めており、国際的なバランスが欠如。
 - －国際的な法的枠組み整備を進めなければならない。
- ・新しい国際的枠組みの模索：UN COPUOS・ハーグ WG・アルテミス合意。
- ・国連宇宙空間平和利用委員会 (UN COPUOS)。
 - －宇宙空間に関する研究援助・情報交換・平和的利用の方法と法的問題の検討を任務とする委員会。
 - －下位に科学技術小委員会と法律小委員会が設置されている。
 - －スプートニクが打ち上げられてまもない 1958 年に（暫定的に）発足し、1959 年に正式に設立。
 - －国連最大規模の委員会で、2021 年末には参加国が 100 ヶ国に達した。
 - －2017 年の法律小委員会で初めて宇宙資源開発に関する議論が取り上げられ、2018 年には国際的な枠組みやガイドラインの必要性への言及がなされた。
 - > 全人類の利益、途上国への配慮、持続可能性、宇宙条約との整合性が留意事項とされた。
 - －2021 年の法律小委員会で宇宙資源ワーキンググループ（5 ヶ年）の設置が決定された。
- ・ハーグ国際宇宙資源ガバナンスワーキンググループ（ハーグ WG）。
 - －種々の国家・宇宙機関・国際機関・研究機関・企業が参加し、宇宙資源開発の枠組みを検討。
 - > 多様なステークホルダーが参加している点が特徴。
 - －2016 年に第 1 回会合が開かれ、2019 年には宇宙資源活動に関する国際的枠組みが備えるべき基本要素（building block）を公表。
 - －第 8 項で宇宙資源の権利に関する国際的枠組みが備えるべき基本要素について論述。
 - > それは宇宙資源の権利が国内法・複数国間合意により合法的に獲得され得ることを保証すべき。
 - > それは宇宙資源の権利に関する国家間の相互承認を可能にするべき。
 - > それは宇宙資源の利用が宇宙条約第 2 条にしたがって実行されることを保証すべき。
- ・アルテミス合意。
 - －アルテミス計画を含む月や火星の探査と利用に関する基本原則を定めた国際合意。
 - > 宇宙の平和利用・デブリ削減・歴史的遺産の保護・国家間干渉の防止等を求める政治的宣言。
 - > 宇宙条約を踏まえた関係各国の共通認識を示すことを目的とする。
 - －2020 年に 8 ヶ国の署名によって合意。（現在は 20 ヶ国が署名）
 - > アメリカ、カナダ、イギリス、イタリア、オーストラリア、ルクセンブルク、UAE、日本。
 - > ウクライナ、韓国、ニュージーランド、ブラジル、ポーランド、メキシコ、イスラエル、ルーマニア、バーレーン、シンガポール、コロンビア、フランス（2022 年 6 月）。
 - －第 10 節第 2 項で、宇宙資源の採取や利用は、宇宙条約にしたがい、また安全かつ持続可能な仕方
で実施されるべきであると強調しつつ、宇宙資源の採取自体は宇宙条約に違反しないことを確認。

2. 宇宙資源をめぐる倫理的議論

- ・宇宙資源の取得の自由は正当化されるか？：ロックの所有権論から考える。
 - －イギリスの哲学者ロック（1632-1704）の『統治二論』（第2編第5章）における労働所有権論。
 - －あらゆる自然の恵みは人間が生存や繁栄のために利用できるものであり、それらは原初的には共有状態にあるが、誰でも他人の同意を得ることなく自らの労働によって自由に所有権を設定できる。
 - －この議論の宇宙資源問題に応用することは容易にも見えるが、実際には難しい部分も多い。
 - > 宗教的前提。自然人（個人）の想定、「ロックの但し書き」の問題。
 - －ここで、「ロックの但し書き」とは、労働所有権論にロックが課した次のような制約のこと：
 - 「ただし、他の人にも十分なだけ同質のものが残されている場合に限る」。
 - > この「但し書き」が実際にどこまでの制約を要求するのかについても解釈の問題が生じる。
- ・宇宙資源の公平な分配とは？
 - －宇宙資源採掘から得られる利益の公平な分配や途上国への配慮は重要な論点。
 - －1つの考え方は、人々は宇宙資源に対して等しい取り分を享受する資格を有しており、誰かが自らの取り分を超えて取得した場合、その不正な超過分を分配しなければならないというもの。
 - > これは「ロックの但し書き」の平等主義的な解釈になっている。
 - > そもそも人々が最初から等しい取り分の権利を有するか否かが争点となる。
 - －別の考え方は、宇宙資源採掘に必要な能力は恣意的な仕方では不平等に分布しているため、それが適切に是正されるような条件の下で取得されなければならないというもの。
 - > これはロールズの正義論の応用（ただし、本当に適切な応用になっているかは問題含み）。

読書案内

- ・近藤圭介，2018，「宇宙資源の採掘に関する道徳的懸念——制度設計に向けて理論構築できるか」，伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真（編），『宇宙倫理学』，昭和堂，pp. 199-214。
- ・小塚莊一郎・笹岡愛美（編著），2021，『世界の宇宙ビジネス法』，商事法務。

第 13 回 人類存続義務 (1)

The Duty to Support the Survival of Humanity (1)

1. 人類存続義務に基づく宇宙開発擁護論

- ・宇宙開発の最も強力な正当化根拠としての人類存続義務（人類絶滅回避義務）。
 - －宇宙開発には様々な倫理的懸念が伴う：資源配分，所有権，健康／生命リスク，環境リスクなど。
 - －重要な倫理的懸念を超える宇宙開発推進の理由を述べるのは存外難しい。
 - －宇宙開発の最強の正当化根拠として人類存続義務が持ち出されることがある。
- ・人類存続義務から宇宙開発義務へ。
 - －人類を存続させなければならない；
宇宙開発をしなければ人類は絶滅するだろう；
よって宇宙開発をしなければならない。
- ・人類存続論の分析：絶滅における被害世代の区別。
 - －現在世代，将来世代，不生世代。
- ・現在世代：現在から近い将来に絶滅危機が生じた場合に被害を受ける世代。
 - －絶滅危機において負傷したり生存条件を脅かされたりして苦痛を受け，さらに死の害を被る人々。
 - －具体的な絶滅危機があるならば，この人々の被害を回避するために宇宙開発を支持する道徳的理由があると考えられる。
- ・将来世代：遠い将来に絶滅危機が生じた場合に被害を受ける世代。
 - －この世代をめぐる議論には非同一性問題と呼ばれる問題が伴う。
 - > 現在世代が遠い将来の絶滅危機回避のために行動する場合としない場合で，この世代を構成する人々は別人になってしまうという問題。
 - > 世界に変化が生じると，人々の出会いのパターンを含む人物誕生の諸条件が変わるため。
 - －いわゆる「将来世代のための宇宙開発」という着想には意外な難しさがある。
 - > 「宇宙開発によって，受けるはずだった被害を回避できる人々」の存在は自明視できない。
 - －絶滅回避のための宇宙開発をしなければ絶滅の被害を受ける世代が存在することにはなる。
 - > 絶滅の被害を受ける世代が誕生しないようにする道徳的理由はあると考えることはできる。
- ・不生世代：人類の絶滅により誕生しなくなる世代。
 - －この人々は絶滅危機に直面して苦痛を得るなどの直接的な被害を受けるわけではない。
 - > 現在世代や将来世代は絶滅に際して死の害を被るが，不生世代は死ぬわけではない。

2. 死の害の理論

- ・死が当人にとって害であるということは広く認められているが、死の害とは正確には何なのか。
 - －なぜ（そもそも本当に）死が害であるのかを整合的に説明する理路はどのようなものか。
- ・終焉テーゼ：人は死ぬと存在しなくなる。
 - －死は終焉であって死後に存在が継続することはないというテーゼ。
 - －死後の世界や靈魂の存続などを認めないということ。
- ・死の害のパラドクス。
 - －死ねば当人は存在しなくなるので、死が当人に害をもたらすことはない。（エピクロスの無害論）
 - －主体不在問題：終焉テーゼを認めるならば死の害の経験主体は存在しないことになる。
- ・剥奪説。
 - －死が当人にとって害であるのは、それが当人から良いものを剥奪するから。
 - > 何かが当人から永遠に奪われてしまうことこそが死の害だという着想。
 - －死の経験に依存しない死の害の理論。
 - > 主体不在問題を回避して死の害を説明できる。
- ・死が奪うもの。
 - －標準的候補は、もし死ななければ得ていたであろう幸福や人生の意味。
- ・死の害の大小。
 - －剥奪説は死の害に程度があることを認める。
 - > 奪われるものの価値の大きさに応じて害の大きさは異なる。
 - －剥奪説は死が害でないような場合があり得ることを認める。
 - > 死ななければ得ていたであろう良いものの値が0または負である場合、死は害ではない。
 - > 死によって剥奪された良いものの値が負の場合、むしろ死は益である。
- ・死が奪うもう1つのもの。
 - －死は（幸福や意味以前）生そのものを奪う。
 - －死の害に対する生の剥奪の意義の評価は生の価値をどう捉えるかに依存する。
- ・生きていることそれ自体の価値。
 - [1] 生は良いもの（幸福や意味）の容器であり、それ自体の価値はニュートラルである。
 - > 生そのものは死が奪う良いものにカウントされない（または0でカウントされる）。
 - [2] 生は（幸福や意味など）良いものの1つである。
 - > 価値の程度については、大きな正の価値から大きな負の価値まで色々な考え方がある。
 - [3] 生は比較不可能な特別な価値がある。（この考え方を採ると剥奪説ではなくなるかもしれない）
 - > 特別な善：（それが奪う他の良いものの程度にかかわらず）死は必ず害である。
 - > 特別な悪：（それが奪う他の良いものの程度にかかわらず）死は必ず益である。

- ・害のタイミング。
 - －剥奪説には、死の害はいつ生じるのか（死の当人はいつ死の害を被るのか）という問題が残る。
 - －死後？：終焉テーゼを認めるなら剥奪される主体が存在しない。（主体不在問題と同型）
 - －生前？：生前には剥奪は未だ生じておらず、生じていない出来事の害を被ることはできない。
 - ＞ここで重要なのは直接的な害。（たとえば予期による間接的な害は問題にならない）
 - －この問題への対応は、変化／持続などのより大きな問題に関する形而上学理論に依存する。

読書案内

- ・吉沢文武，2018，「人類存続は宇宙開発の根拠になるか」，伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真（編），『宇宙倫理学』，昭和堂，pp. 247–63.
- ・吉沢文武，2009，「死によって誰が害を被るのか——剥奪説を批判する」，『哲学の探究』36: 129–44.
- ・鈴木生郎，2011，「死の害の形而上学」，『科学基礎論研究』39 (1): 13–24.

第 14 回 人類存続義務 (2)

The Duty to Support the Survival of Humanity (2)

1. 人類存続義務に基づく宇宙開発擁護論 (続)

(前回)

- ・ 人類存続義務から宇宙開発義務へ。
 - － 人類を存続させなければならない；
 - 宇宙開発をしなければ人類は絶滅するだろう；
 - よって宇宙開発をしなければならない。
- ・ 人類存続論の分析：絶滅における被害世代の区別。
 - － 現在世代，将来世代，不生世代。
- ・ 現在世代：現在から近い将来に絶滅危機が生じた場合に被害を受ける世代。
- ・ 将来世代：遠い将来に絶滅危機が生じた場合に被害を受ける世代。
 - － この世代をめぐる議論には非同一性問題と呼ばれる問題が伴う。
- ・ 不生世代：人類の絶滅により誕生しなくなる世代。
 - － この人々は絶滅危機に直面して苦痛を得るなどの直接的な死の害を受けるわけではない。

(今回)

- ・ 絶滅回避義務に関する世代ごとの暫定評価。
 - － 現在世代：あり。
 - － 将来世代：あると考えられそうだが，その内実は直観とは異なる。
 - － 不生世代：？
 - － 人類存続義務に基づく宇宙開発擁護論のもっともらしさは，現在世代に関する道徳的考慮に基づく拡大解釈から得られるにすぎないのかもしれない。
- ・ 将来世代／不生世代と絶滅の倫理的問題について，もう少し考えてみる。
 - － 人類の絶滅は，わずかな人数を残してほとんどの人類が死ぬことと比べて非常に悪いことであるという
 - [1] 総量功利主義に基づく議論
 - [2] 人生の意味に基づく議論

- ・総量功利主義に基づく絶滅回避論.
 - －将来世代の非同一性は問題にならない.
 - ＞幸福が誰のものであるかが問題にならないから.
 - ＞その世代を構成する人々が誰であれ（幸福の総量が減るから）絶滅は回避すべき.
 - －不生世代が生まれないことも避けるべき.
 - ＞人類が存続すればするほど、存在する（した）人間の数は増えるため、幸福も増える.
 - ＞不生世代が生まれなくなることは、幸福の総量を減らすことになるので絶滅は回避すべき.
- ・総量功利主義の問題点.
 - [1] 人間を産み増やす義務がある？
 - [2] とても幸福な少人数よりほとんど幸福でない多人数の方がよい？
 - [3] そもそも不生世代の幸福をカウントできるのか？
 - ＞死の害の剥奪説が適用できないという問題と関連.
- ・人生の達成に基づく議論.
 - －現在世代の生（営為）の意味が人類存続に依存するという議論.
 - ＞人類が絶滅してしまえば私たちの営みはすべて水の泡になる、という考え.
 - －2種類の議論.
 - [1] 卑小な人類が意味を持つようになるために存続することが必要.
 - [2] 人類の達成は存続によってのみ意味を持つ.
- ・卑小性に基づく議論.
 - －宇宙の規模に比べれば人類など塵のようなものにすぎないのであり、その営為も無意味に見える.
 - －しかし、人類が存続して知的達成などを重ねていけば、宇宙的にも重要な存在になり得る.
- ・卑小性論の問題.
 - －人類が時空間的に卑小であることは、意味が卑小であることを必ずしも意味しない.
 - ＞それらの関係は比喩的.
 - －仮に宇宙的観点というものを想定し、その観点から人間が無意味だと言えたとしても、そこから人間（の営為）が無意味だという結論は出せない.
 - ＞宇宙的観点とは独立な（たとえば人間的な）観点から見れば意味がある、と言えるのであれば、宇宙的観点からは無意味であっても、それには意味があるということになる.
- ・達成に基づく議論.
 - －人類が絶滅すれば人間の達成の意味は失われる.
 - ＞人類が絶滅すればバッハの曲を鑑賞する者はいなくなるのであり、そうなればバッハの人生やバッハの楽曲に関わる達成をした人々の人生の意味が失われる.
 - －不生世代が重要なのは、その存在が人生の意味の成立に不可欠だから.
 - ＞絶滅回避活動をしないことは、人々の人生の意味が失われるのを回避する努力をしないこと.

読書案内

- ・ 吉沢文武, 2018, 「人類存続は宇宙開発の根拠になるか」, 伊勢田哲治・神崎宣次・呉羽真 (編), 『宇宙倫理学』, 昭和堂, pp. 247–63.
- ・ 村山達也, 2017, 「人生の意味の分析哲学」, 『現代思想』 45(21): 266–82.

科目ナンバリング											
授業科目名 <英訳>		系共通科目(倫理学)(講義A) Ethics (Lectures A)				担当者所属・ 職名・氏名		文学研究科 教授 児玉 聡			
配当 学年	1回生以上	単位数	2	開講年度・ 開講期	2022・ 前期	曜時限	金2	授業 形態	講義	使用 言語	日本語
題目		倫理学概論									
[授業の概要・目的]											
本講義の目的は、現代社会における倫理的問題について哲学的に考える仕方を受講者に身につけてもらうことである。本講義では、哲学的に考えるために重要な概念や理論をある程度は紹介しているが、それは知識を身につけるためではなく、倫理的な問題を哲学的に考える仕方を学ぶためである。本講義は『実践・倫理学』を主たるテキストとして、死刑や安楽死といった問題を取り上げて、講義とディスカッションを行う。											
[到達目標]											
規範倫理学における諸理論や重要な諸概念について基本的な知識を習得する。また、それを基に、現代社会の問題について批判的に検討する力を身に付ける。											
[授業計画と内容]											
第一回 倫理学について 第二回 死刑の是非(1)賛成論 第三回 死刑の是非(2)反対論 第四回 嘘をつくこと 第五回 自殺と安楽死(1)賛成論 第六回 自殺と安楽死(2)反対論 第七回 喫煙 第八回 ベジタリアニズム(1)賛成論 第九回 ベジタリアニズム(2)反対論 第十回 善いことをする義務(1)許容と義務 第十一回 善いことをする義務(2)超義務 第十二回 善い行いをする動機 第十三回 津波てんでんこ 第十四回 法と道徳 第十五回 全体のまとめとディスカッション											
[履修要件]											
特になし											
[成績評価の方法・観点]											
授業中の報告または課題回答(7割)と期末レポート(3割)。											
[教科書]											
児玉聡 『実践・倫理学』(勁草書房, 2020) ISBN:9784326154630 (毎回、講義で扱う章を事前に読んでおくことが求められる。) 指定した教科書について、授業中に指示した章を読んでおくこと。また、授業でわからないことに											
-----系共通科目(倫理学)(講義A)(2)へ続く↓↓↓											

系共通科目(倫理学)(講義A)(2)

については授業中、あるいはPandAなどを利用して積極的に質問することを期待する。

[参考書等]

(参考書)
赤林朗・児玉聡『入門・倫理学』(勁草書房, 2018) ISBN:4326102659 (倫理学の全体像を知りたい受講生に勧める。)

[授業外学修(予習・復習)等]

前の週に指定した文献を読むこと。

(その他(オフィスアワー等))

特になし。

オフィスアワーの詳細については、KULASISで確認してください。

科目ナンバリング		U-LAS63 10003 LJ58														
授業科目名 <英訳>		宇宙総合学 Synergetic Studies for Space				担当者所属 職名・氏名		理学研究科 准教授 浅井 歩 理学研究科 教授 嶺重 慎 工学研究科 教授 泉田 啓 文学研究科 教授 伊勢田 哲治 情報学研究科 教授 大塚 敏之 法学研究科 准教授 近藤 圭介 高等教育研究開発推進センター 准教授 田口 真奈 生存圏研究所 准教授 海老原 祐輔 人文科学研究所 准教授 平岡 隆二 総合生存学館 特定教授 桑島 修一郎 宇宙総合学研究ユニット 特定准教授 寺田 昌弘 学際融合教育研究推進センター 特定助教 清水 雄也								
群	統合科学科目群				分野(分類)		その他統合科学			使用言語		日本語				
旧群	B群				単位数		2単位		週コマ数		1コマ		授業形態		講義	
開講年度・ 開講期	2022・前期		曜時限		火5				配当学年		主として1・2回生		対象学生		全学向	
[授業の概要・目的]																
授業のテーマは、2008年に発足した京大学内の分野横断的組織である宇宙総合学研究ユニットで開拓されつつある新しい学問「宇宙総合学」。																
「宇宙総合学」とは、宇宙に関連するあらゆる学問分野、天文学、宇宙物理学、地球惑星科学などの理学から、宇宙航空工学、宇宙放射線科学、宇宙エネルギー学などの工学、宇宙医学、宇宙農学、宇宙生物学などの生命科学、さらには宇宙倫理学、宇宙法、宇宙人類学などの文系の学問を総合して宇宙進出にともなう諸問題を解決しようという学問のことを言う。本講義では、京都大学で新しく生まれつつある宇宙総合学入門を講義する。																
[到達目標]																
人類の宇宙進出に関わる問題が、狭い意味での理学、工学系のみならず、生物学・医学、さらには人文社会系の問題にまで幅広く関係していることを理解する。そして、これらの分野横断的な宇宙進出に関わる諸問題を解決するには、何を学び、何をすることが必要か、自分の頭で考える能力を養う。																
[授業計画と内容]																
本授業は、フィードバックを含め全15回で、宇宙総合学研究ユニットの構成教員によるリレー講義形式で実施する。																
2022年度は、以下のテーマについて、大学初年級学生向けに入門的講義を行う。（講義内容と担当教員を示す。1テーマ1コマの予定である。）																
代表 浅井歩																
宇宙総合学とは何か (浅井歩, 理学研究科 准教授)																
天文学概論 (嶺重慎, 理学研究科 教授)																
宇宙空間科学概論 (海老原祐輔, 生存圏研究所 准教授)																
宇宙工学 (泉田啓, 工学研究科 教授)																
人類は宇宙で何をしているのか (寺田昌弘, 宇宙ユニット 特定准教授)																
宇宙総合学(2)へ続く↓↓↓																

宇宙総合学(2)

宇宙政策と宇宙開発利用のELSI概論 (清水雄也, 宇宙ユニット 特定助教)
宇宙と倫理 (伊勢田哲治, 文学研究科 准教授)
宇宙と法 (近藤圭介, 法学研究科 准教授)
科学技術・産業政策と宇宙 (桑島修一郎, 総合生存学館 特定教授)
宇宙観の変遷 (平岡隆二, 人文科学研究所 准教授)
宇宙システムと制御 (大塚敏之, 情報学研究科 教授)
宇宙落語 (浅井歩 + 林家染二(噺家))
宇宙総合学におけるコンセプトマップ (田口真奈, 高等教育研究開発推進センター 准教授)

[履修要件]

特になし

[成績評価の方法・観点]

毎回の授業の際に小レポートを書かせ、毎回の教員が採点、全講義終了後に、全提出レポートの点数を総合して可否を判定する。
なお、出席に加点するわけではないので、小レポートを提出しても、その小レポートの点数が0点となることがあることに注意。

[教科書]

使用しない

[参考書等]

(参考書)

京都大学宇宙総合学研究ユニット 『人類が生きる場所としての宇宙 (シリーズ 宇宙総合学 1)』 (2019, 朝倉書店) ISBN:15521-1
京都大学宇宙総合学研究ユニット 『人類は宇宙をどう見てきたか (シリーズ 宇宙総合学 2)』 (2019, 朝倉書店) ISBN:15521-2
京都大学宇宙総合学研究ユニット 『人類はなぜ宇宙へ行くのか (シリーズ 宇宙総合学 3)』 (2019, 朝倉書店) ISBN:15521-3
京都大学宇宙総合学研究ユニット 『宇宙にひろがる文明 (シリーズ 宇宙総合学 4)』 (2019, 朝倉書店) ISBN:15521-4
伊勢田哲治 他 『宇宙倫理学』 (2018, 昭和堂) ISBN:9784812217382
岡田浩樹 他 『宇宙人類学の挑戦ー人類の未来を問う』 (2014, 昭和堂) ISBN:9784812214169

(関連URL)

<https://www.usss.kyoto-u.ac.jp>(宇宙総合学研究ユニットのホームページ)

[授業外学修(予習・復習)等]

予習は必要ではないが、授業中に積極的に質問することを奨励する。また、授業後には、授業中にいただいた疑問や興味を図書室やインターネットでさらに深く調べることをすすめる。常に「自分は何がわかって、何がわかっていないか」自問自答し、考えや疑問点を整理する習慣を身に付けてほしい。「自分は何がわかって、何がわからないのか」ということを、わかっていないのが、一番良くない。

[その他(オフィスアワー等)]

質問がある際には、メールで担当教員(浅井:asai@kwasan.kyoto-u.ac.jp)まで連絡してください。

宇宙倫理学演習 2022・シラバス

担当者：清水 雄也

後期開講

授業の概要・目的

宇宙倫理学に関する学術文献を取り上げ、正確な読解に基づくプレゼンテーションとディスカッションを展開できる能力を養う。

到達目標

- ・宇宙倫理学に関する学術文献を正確に読解する能力を身につける。
- ・学術文献を適切に解説するプレゼンテーションを行なう能力を身につける。
- ・学術文献を批判的かつ建設的に検討するディスカッションを行なう能力を身につける。

授業計画と内容

個人またはグループごとに宇宙倫理学に関連する学術文献の解説プレゼンテーションを担当する。扱う文献は、地球外資源の配分／所有権、スペースデブリの規制／除去、宇宙安全保障などに関するものを選定する予定である。他の参加者も文献を事前に読んで演習に参加し、内容理解に関連する質疑応答を行なう。プレゼンテーション担当者は、ほかの参加者たちからの質問に答えられるように、できるだけ事前に関連事項を調べておく。

内容解説プレゼンテーションの次の回に、当該文献に関するディスカッションを行なう。プレゼンテーション回の議論を踏まえてテーマを決定し、これについてグループディスカッションを実施するとともに、各グループの主張について全体ディスカッションを行なう。1つの文献に対して、プレゼンテーションとディスカッションの2回セットを基本的なベースとして進める。

1. ガイダンスと文献割当
2. 宇宙倫理学
3. 文献1：プレゼンテーション
4. 文献1：ディスカッション
5. 文献2：プレゼンテーション
6. 文献2：ディスカッション
7. 文献3：プレゼンテーション
8. 文献3：ディスカッション

9. 文献4：プレゼンテーション
10. 文献4：ディスカッション
11. 文献5：プレゼンテーション
12. 文献5：ディスカッション
13. 文献6：プレゼンテーション
14. 文献6：ディスカッション
15. 演習のまとめ

履修要件

宇宙倫理学入門（文学部の特殊講義として開講）を受講済みであることを前提とする。

教科書

特になし。扱う学術文献は、初回で提示する候補リストから受講者たちの希望によって決定する。

参考書

適宜紹介する。

宇宙倫理学ゼミ 2022・シラバス

担当者：清水 雄也

通年開講

授業の概要・目的

宇宙倫理学について、適切な先行研究サーベイに基づいて研究計画を立て、それに沿った研究を実施し、その成果を文章化するとともに、その内容について口頭発表する能力を養う。

到達目標

- ・適切な先行研究サーベイを行なう能力を身につける。
- ・有意義かつ実行可能な研究計画を立てる能力を身につける。
- ・計画的に研究を実施する能力を身につける。
- ・研究成果を適切に文章化し、その内容について簡潔に口頭発表する能力を身につける。

授業計画と内容

初回はガイダンスと受講前自己評価を実施する。第2回は、受講メンバー全員による研究関心紹介を行なう。第3回以降は、参加者による進捗報告を進める。

教科書

特になし。

参考書

適宜紹介する。

授業外学修（予習・復習）等

各自の調査／研究を進める。



今日のお話

その1

アルテミス計画 ～2025年、人類ふたたび月へ～

その2

世界の月探査 ～2022年は月探査のビッグイヤー～

その3

日本の月探査 ～日本の探査機が5機も月に向かう～

さいごに

月探査と私たち

～月探査は私たちとも深く関わっている～

月、そして火星へ (Photo: NASA)



まず、ざっと自己紹介



- ・ もともと、「はやぶさ」を生んだ宇宙科学研究所で大学院時代を過ごす。宇宙開発事業団、宇宙航空研究開発機構(JAXA)にも在籍。
- ・ 2007年から2020年まで、福島県会津若松市にある会津大学で、宇宙探査データを調べる研究をしていました。



現在は…

- ・ 自分自身の会社を立ち上げて、月・惑星探査についての広報・普及啓発(アウトリーチ)活動をしています。
- ・ 並行して、USP研究所というところで、宇宙とITについての普及啓発活動も仕事にしています。
- ・ ほかに調査研究とかも…



usp lab.



Moon & Planets

ムーン・アンド・プラネッツ

アルテミス計画 ～2025年、人類ふたたび月へ～



アルテミス計画とは？

アメリカ(NASA)が進めている、宇宙飛士を月に着陸させる計画。2025年までに、宇宙飛行士を月に着陸させる。なお、そのうち1人は女性。もう1人は有色人種となる。



アルテミス計画のロゴ
(NASA)



打ち上げに使われるシステム ～SLSとオリオン～

- ・ アルテミス計画では、NASAが開発している打ち上げロケット「SLS」と、宇宙船「オリオン」が使われる。
- ・ もともと、このSLSとオリオンは、開発が2000年代前半からスタートした。
 - － 当時のブッシュ大統領が提唱した「新宇宙探査ビジョン」(VSE)に基づいてスタート。
 - － その後、紆余曲折を経て、ついに完成にたどり着いた。
- ・ 共に、月探査だけでなく、将来の有人火星探査を見据えて開発が行われている。



SLS (スペース・ローンチ・システム)

- ・ NASAが次世代の宇宙輸送システムとして開発を進めてきたロケット。
- ・ 月・惑星探査(それも有人探査)を前提としている。
- ・ 基本はスペースシャトル時代のシステムで、それを現代のテクノロジーで改良している。



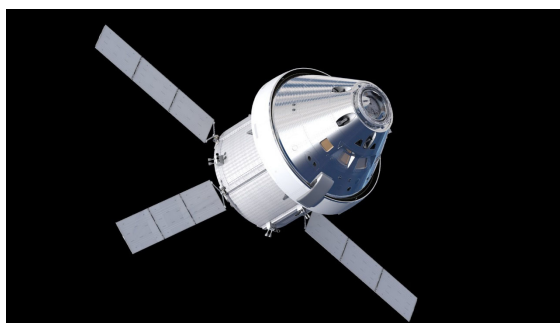
SLS打ち上げのイラスト
(Photo by NASA)



宇宙船「オライオン」

- ・こちらもNASAが次世代の宇宙船として開発を行ってきたもの。
- ・スペースシャトルとは異なり、**翼を持たない**カプセル型宇宙船。再利用可能。
- ・最大4人の乗員を乗せ、月・惑星探査を行える性能を持つ。

オライオン宇宙船
(Photo by NASA)



「オライオン」の発音

- ・ところで、オライオンというのは「オリオン座」のオリオンのこと。
- ・英語ではどちらもOrion.
- ・ただ、アメリカの宇宙船なので、一応私としては英語読みで**オライオン**と発音・記述している。
 - ロッキード社が製造していた対潜哨戒機 P-3C がやはり「オライオン」と読まれる。
- ・おそらくこれからの報道では**オリオン**宇宙船と書かれることが多いので、ご注意ください。



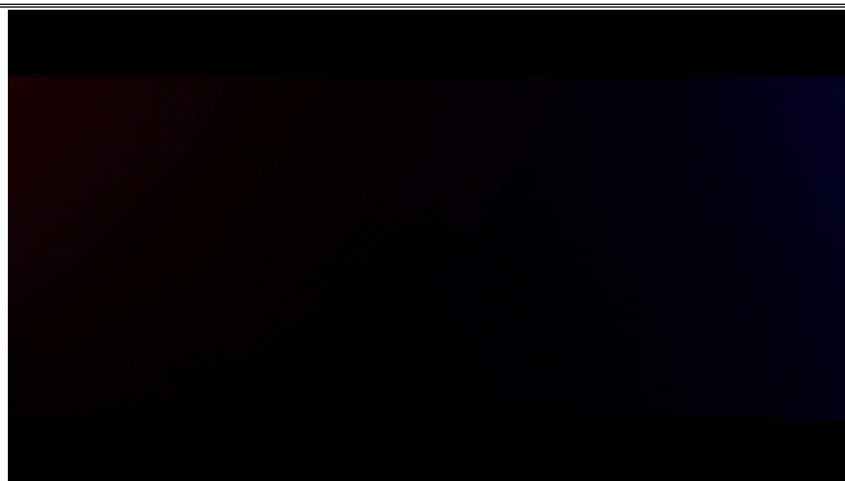
アルテミス計画のスケジュール

2025年までに合計3回の打ち上げが予定されている。

- まず2022年、第1回の打ち上げが実施される予定。
 - 本来は昨年11月の予定だった。
 - この打ち上げでは、無人で月の周りを回って帰ってくる。
- その次は、2023年に予定されているアルテミス2。
 - こちらは有人で打ち上げ、月の周りを回って帰ってくる。
- そして2025年にいよいよ、人間を乗せて月着陸を行う。



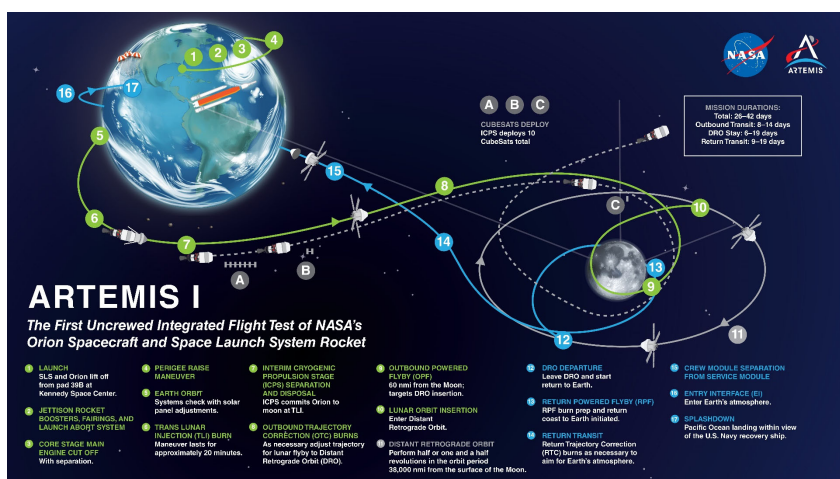
ミッション「アルテミス1」



YouTube "Artemis: We Are Capable"(NASA)
Original <https://www.youtube.com/watch?v=s3gt0mGwke8>



アルテミス1の飛行



アルテミス1の飛行予定図。全体は24～26日。数日かけて月へと赴いて月を1周したあと、月から少し離れた地点に行き、また月を回って地球へと帰ってくる。最後はアメリカ西海岸沖に着水予定。(Photo by NASA)



第1回の打ち上げ

- この3月18日に、ついに打ち上げロケットがロールアウト(お披露目)された。
- SLSとオライオン宇宙船は、ケネディ宇宙センターの整備棟から引き出され、歴史的な射点「39B」に据え付けられた。
 - この第39射点はもともとアポロ計画のために作られた。その後、スペースシャトル打ち上げ用に改修され、まさにアメリカの宇宙への入口として使われている。
- NASAはこのロールアウトをまさに「歴史的な」瞬間として演出し、大々的な中継を実施していた。



3月、ついにロールアウトされた アルテミス1



ついに姿を現したアルテミス1
Photo by NASA, from NASA Press Release 22-026



しかし、一度引っ込むことに

- ・テストを開始してから早々に、燃料漏れや落雷など、数多くのトラブルに見舞われることに。
- ・かくして、4月半ばでリハーサルはいったん中断。もう一度格納庫に戻して、再度徹底的に点検することになった。
- ・2ヶ月かけての点検でようやく問題が解決され、6月なかばに再び打ち上げ場所まで運び出された。



アルテミス1と月



Photo by NASA



一体いつ打ち上げなんだ？

- ・当初の予定では8月29日打ち上げだった。
- ・ところが、不具合があり9月3日に延期。
- ・そこでも不具合が出て、修理のために大幅延期。
- ・現在の予定では9月27日午前11時37分(日本時間 **28日午前0時37分**)。
- ・予備日は10月2日。
 - 但し、ここはクルードラゴン打ち上げと重なってしまう。

さて、ちゃんと打ち上がるか…



アルテミス計画の特徴

- ・ アメリカ1カ国だけではない、国際共同計画
 - 当初はアメリカだけで進める予定だった。
 - 参加の基本となるアルテミス協定には十数カ国が加入しているだが、これらすべてが参加しているわけではない。
- ・ 官民共同の計画
 - 民間企業の参加を重視している。スペースXなども積極的に加わっている。
- ・ ただ行くだけではなく、滞在する
 - アポロのように行って帰ってくるだけではなく、最終的には月面への滞在を目指している。



日本もアルテミス計画に参加

- ・ 2019年に、日本はアルテミス計画への参加を表明。
- ・ 2020年10月、日本を含めた8カ国が「アルテミス協定」に調印。
- ・ 日本はアルテミス計画では、有人月面ローバーや、月上空での居住施設などを担当するとみられる。
 - 具体的に「何をするのか」についてはまだアナウンスされていない。

2021年12月には、岸田首相が「2020年代後半に日本人の月着陸を目指す」と発言している。

世界の月探査 ～2022年は月探査のビッグイヤー～



2022年は 月探査のビッグイヤー

- ・ 2022年、月探査機が続々と打ち上げられる。
 - アルテミス1はまさにその「前哨戦」ということになる。
- ・ そして、2022年の月探査機打ち上げラッシュは、世界の月探査ブームの序曲に過ぎない。

世界の月探査の流れが一気に加速していく、その始まりが2022年になりそう。

- ・ そして注目されるのは、これまで月に縁遠かった国家や、民間企業による打ち上げも計画されていること。



世界の月探査計画

名称	国	内容	打ち上げ時期
CLPS 1	アメリカ	着陸	2022年 前半 末?
ルナ25号	ロシア	着陸	2022年7月 2023年
KPLO	韓国	周回	2022年8月
チャンドラヤーン3	インド	着陸・ローバー	2022年8月? 2023年?
CLPS 2	アメリカ	着陸	2022年
CLPS 3	アメリカ	着陸	2022年
CLPS 4	アメリカ	ローバー	2023年
バイパー	アメリカ	ローバー	2023年 2024年11月
嫦娥6号	中国	サンプルリターン	2024年?
嫦娥7号	中国	?	2020年代なかば
嫦娥8号	中国	技術実証?	2020年代後半

※アルテミス計画(2022、2023、2025)を除いたもの。
CLPS…Commercial Lunar Payload Services。バイパーはCLPS 5として打ち上げ。



いま、なぜ 月探査が注目されているのか

実は、月のある資源がポイント

- ・それは、月の**水**。
- ・アポロ計画では、月にはほとんど水がないという探査結果になっていた。
- ・ところが1990年代の探査で、月にかなりの量の水があることがわかった。
- ・水があれば、それを使って人間の生活に役立てることもできる。また、ロケット燃料にも使える。



KPLO (韓国極軌道月探査機)

- ・ 韓国初となる月探査機。
- ・ 月の周りを周回し、月の観測を行う。
- ・ 2022年8月4日打ち上げ。
- ・ 打ち上げはスペースX社のロケット「ファルコン9」を使用。
- ・ 愛称は「タヌリ」。「月を楽しむ」という意味の造語。



探査機KPLO (Photo © KARI)
Source: <https://www.planetary.org/space-missions/kplo>



韓国の月探査

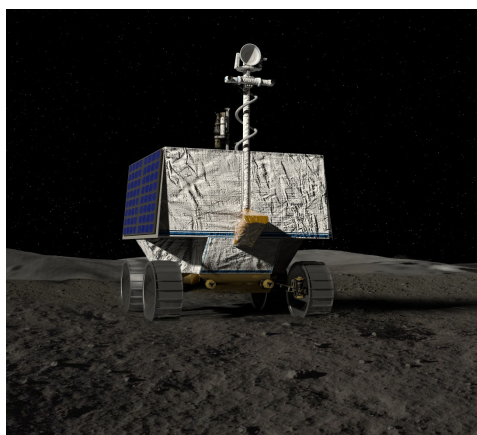
- ・ 韓国は2010年の前あたりから、月探査への意欲を持ち続けていた。
 - － 李明博政権。その頃は国際月探査への参画を希望という形だった。
 - － 国産ロケット開発などの流れと軌を一にしている。
- ・ 次の朴槿恵政権のときに、月探査機開発を正式決定。ただ、開発は遅れた。
- ・ 文在寅政権では月探査にはやや消極的だったが、次の政権(現政権＝尹政権)で何とか打ち上げにこぎつけた形。



バイパー (アメリカ)

- ・ NASAが月の水の探査のために送り込むローバー。
- ・ 月の南極付近に着陸し、約100日にわたって水の存在や量などを調査。
- ・ 2023年11月打ち上げ予定。
…だったのだが、この7月に1年延期が決定。

バイパー探査機の想像図
(Photo by NASA)



月の水に最適化された探査

- ・ バイパーは、月の水を探すために特化した探査機になっている。
- ・ 月の南極地域に着陸し、動き回りながら月の水(氷)を探索

これまで上空からしか(間接的にしか)推定できていなかった水の存在を、直接確かめる初の探査になる。

を搭載。

- 月の地下の水を探るためのドリルも搭載する。
- ・ 月の極の超低温、暗黒の環境で動くための装備を備える。



商業月輸送プログラム (CLPS)

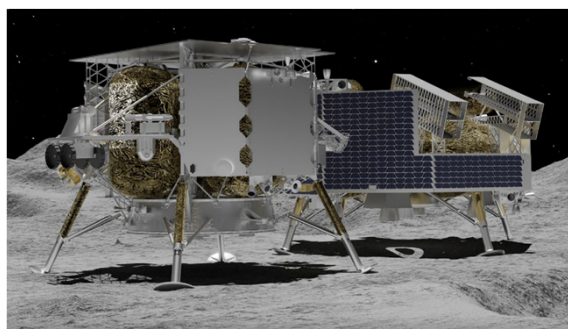
- ・ NASAが進める、月への輸送機・探査機輸送を民間企業に委託するプログラム。
- ・ 費用の低減、民間の参入、民間の技術開発促進を狙っている。
- ・ 打ち上げるのは無人の輸送機・探査機。
- ・ 2022年から打ち上げが始まり、2023年までに合計5回の輸送が計画されている。

NASAにとってはより安い費用での月輸送を、民間企業にとっては月輸送への参入機会と技術開発を進められるメリットがある。



第1回の打ち上げ

- ・ 第1回は、アストロボティック社の着陸船「ペリグリーン」を打ち上げる。
- ・ 打ち上げ時期は2022年前期。
 - とされているが、年末までずれ込む可能性が高い。
- ・ このペリグリーンには、日本のローバー「ヤオキ」が搭載される。



アストロボティック社の月着陸船
「ペリグリーン」
(Photo © Astrobotic Inc.)

日本の月探査

～日本の探査機が5機も月に向かう～



いま計画されている 日本の月探査計画一覧

名称	実施主体	内容	打ち上げ時期
エクレウス	JAXA・東大	周回(深宇宙飛行)	2022年9月
オモテナシ	JAXA	着陸	2022年9月
ヤオキ	(株)ダイモン	ローバー	2022年中
HAKUTO-R 1	(株)アイスペース	着陸機	2022年11月
スリム	JAXA	着陸機	2022年度
ルペックス	JAXA・インド	着陸機・ローバー	2024年頃?
GITAI月ローバー	(株)ギタイ	ローバー	未定
ツキミ計画	情報通信研究機構・東京大学など	周回衛星	未定
ウズメ計画	JAXAなど	未定	未定
月面有人ローバー	トヨタ自動車(株)	ローバー	未定

このほかにアルテミス計画への参加がある。

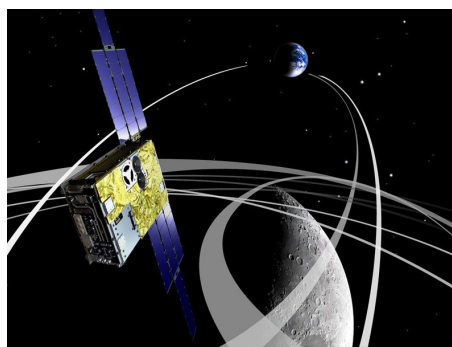


エクレウス (EQUULEUS)

- ・地球－月空間での制御技術習得などを目指して打ち上げられる超小型衛星。
- ・JAXAと東京大学などが共同開発。
- ・アルテミス1に相乗りして打ち上げられる予定。

エクレウス (EQUULEUS)は、
EQUilibriUm Lunar-Earth point 6U
Spacecraftの略。

エクレウス (Photo: JAXA/東京大学)



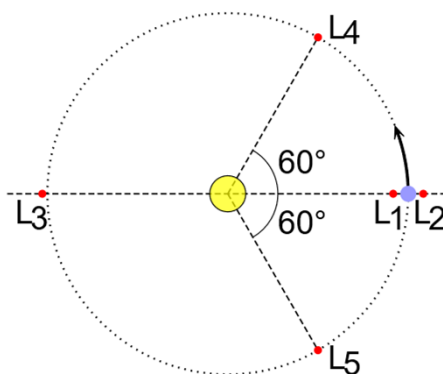
目指すは月・ではなく…

- ・エクレウスが目指すのは、月そのものではなく、月と地球のラグランジュ点と呼ばれる場所。
 - － 月と地球の重力が釣り合う場所。
- ・この中でEML2と呼ばれる場所は、重力が釣り合っていて安定していること、またここから惑星や月表面へ向かいやすいことなどから、将来の「深宇宙港」候補として注目されている。
- ・超小型衛星を使って、このEML2への到達、軌道制御などの技術確立する。
- ・また、月面の衝突閃光の観測や、地球の超高層大気の観測も行う。



ラグランジュ点

中心天体と周囲を回る天体との重力が釣り合うポイント。重力が安定しているため、宇宙ステーションの建造などに適していると考えられている。



ラグランジュポイントの模式図。エクレウスが目指すのはこの図ではL2にあたる。
Photo by Wikipedia (public domain)

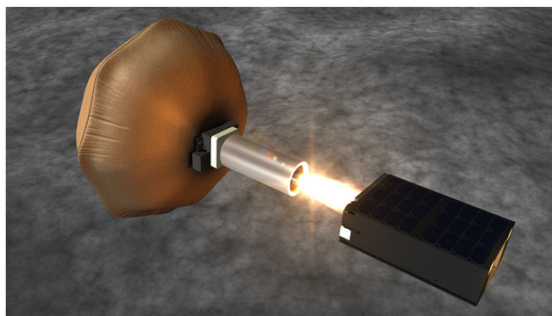


オモテナシ (OMOTENASHI)

- ・超小型衛星によって、月面着陸技術の実証を目指す。
 - － 成功すれば、日本の探査機ではじめて、月に着陸する探査機となる。
- ・エクレウスと同じく、アルテミス1に相乗りして打ち上げられる。

オモテナシ (OMOTENASHI)は、
Outstanding MOon exploration
TEchnologies demonstrated by
NAvo Semi-Hard Impactorの略。

オモテナシ (Photo: JAXA)





ユニークな着陸手法を試す

- ・オモテナシは超小型衛星のため、詰める機器なども限られる。
 - 大きさは11×24×37センチ、重さはなんとわずか13キログラム。
- ・そのため、着陸のときには不要な機器を切り離し、エアバッグと「クラッシュャブル素材」を使って着陸するというユニークな手法を採用する。
 - 月面に着陸する部分はわずか0.7キログラム。
- ・これで、最大1万Gという着陸の衝撃に耐える。
- ・また、月までの放射線量を測定する装置も搭載している。



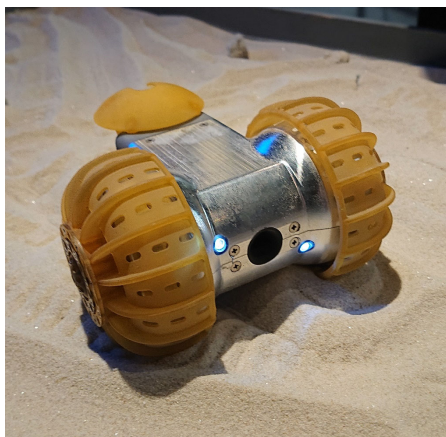
超小型衛星

- ・エクレウス、オモテナシとも、「超小型衛星」という分類になっている。
- ・従来の衛星、さらには従来の小型衛星に対してさらに小さい衛星。
 - 小さい分、開発費用も安く、打ち上げ費用も安くなる。また開発も迅速に行える。
- ・キューブサットと呼ばれていて、箱型に収められて、別のロケットで打ち上げてもらう。

新技術を試したり、観測機器を搭載したりするためには最適。



ローバー「ヤオキ」



打ち上げモデルのYAOKIローバー
2021年7月17日のイベントにて、寺菌淳也撮影

- ・株式会社ダイモンが開発する超小型月面ローバー。
- ・重さはなんと600グラム、長さ15センチほど。
- ・この本体にカメラなどを搭載している。
- ・2022年早期のアストロロボティック社の月輸送船で月に運ばれる予定。

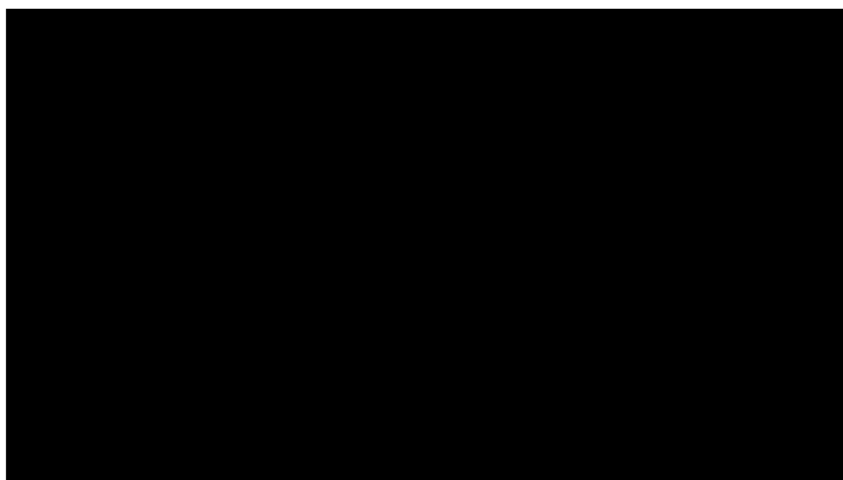


ヤオキの特徴

- ・ものすごく小さい
大きさが10センチ前後。重さも1キロを切るほど
→このため、輸送費を大幅に節約できる。あるいはたくさん持っていくことができる。
- ・タフ
岩などの障害物で倒れてもまた走ることが可能
→YAOKIという名前は「七転び八起き」から
- ・強靱
高いところから落ちても動作する
→将来的には月の縦穴へ「落ちる」ミッションも考えている。



ヤオキ開発者 中島紳一郎氏のインタビュー

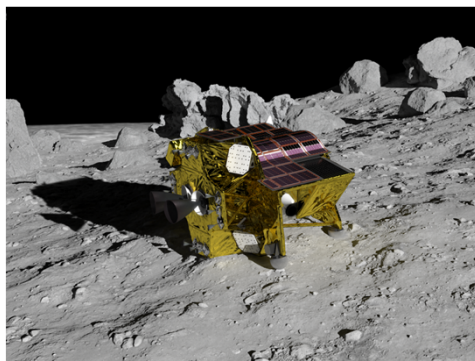


YouTube「月面探査車 YAOKI「CEATEC2019」」
<https://www.youtube.com/watch?v=m39rY6lt02E>, Video © YAOKI / Dymon Inc.



スリム (SLIM)

- ・ 日本(JAXA)が開発している月着陸機
 - 日本としては初めての月着陸…の予定だが…
- ・ ピンポイントで狙った場所への着陸を行うことを目指す。科学観測も実施。
- ・ 2022年度に打ち上げ予定。

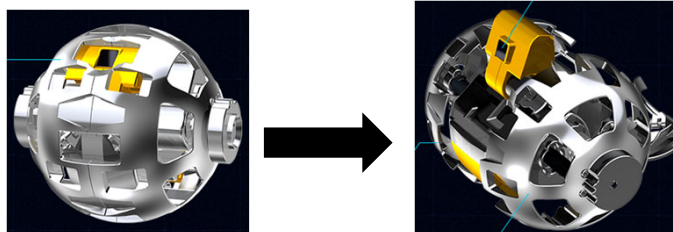


月に着陸したSLIM探査機のイメージ
Photo: © JAXA



変形ロボット、月へ！

- ・ JAXAとタカラトミーが共同開発、そしてソニーと同志社大学が協力して作ったロボット「SORA-Q」が、スリムとともに月に向かう。
- ・ 超小型ロボット。直径8センチ、重さ250グラム。
- ・ 球体から変形して動く。



SORA-Qの球体状態と展開時のイメージ (SORA-Qホームページより。© JAXA/タカラトミー/ソニー/同志社大学)



SORA-Q、動く！



Copyright © JAXA/タカラトミー/ソニー/同志社大学



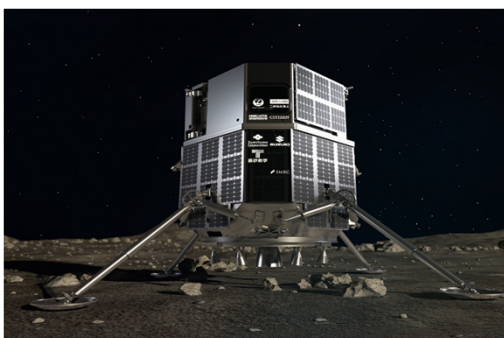
ハクトR (HAKUTO-R)

- ・日本の宇宙ベンチャー企業アイスペースは、民間による月探査ミッション「HAKUTO-R」を計画中。

早ければ11月にも月着陸船打ち上げ予定
による月探査を計画している。

- ・将来的には月と地球を結ぶ月輸送ネットワークの構築を狙っている。

2023年に着陸予定の
HAKUTO-R 月着陸船
© ispace Inc.

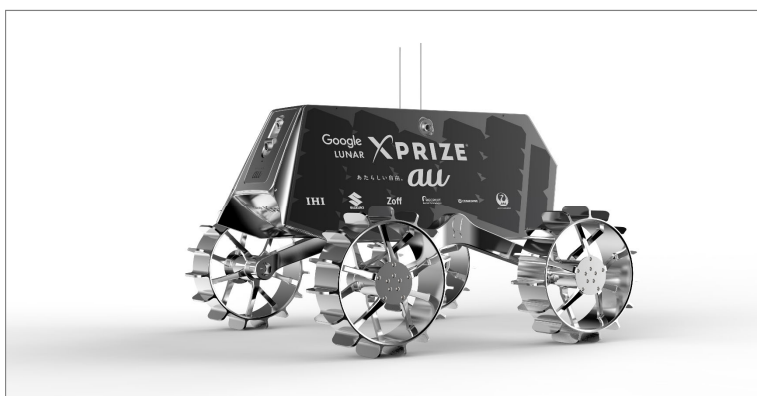


HAKUTOの長い挑戦

- ・きっかけになったのは、2007年に始まった「グーグル・ルナー・Xプライズ」(GLXP)。
 - － 民間の資本で開発した月着陸船で最初に月に到達したグループに約20億円の賞金を提供するというプログラム。
- ・これに呼応した日本人グループが「ホワイトレーベルスペース」を設立。
- ・2012年にローバー名を「HAKUTO」(ハクト＝白兔)と命名。本格的な開発をスタートする。
- ・しかし、打ち上げ機確保ができず、GLXP自体も2018年3月、「勝者なし」で終了。



HAKUTOのローバー



HAKUTOローバーの最終形態。ローバーは公募により「ソラト」(SORATO)と名付けられていた。パートナー各社のロゴが貼られている。長さ58センチの小型ローバー。

Photo © ispace Inc.



そこからのリブート

- ・ 月面への挑戦を続けるとして、HAKUTOの開発元であったアイスペースが新たな構想を発表。HAKUTOのリブート(再起動)としてHAKUTO-Rと名付ける。
- ・ HAKUTOローバーをベースに新たに着陸機によるミッションも設定。
- ・ 当初計画では、2022年中に着陸機を送り、2023年中に着陸機とローバーを月面に到達させるという予定としていた。
 - HAKUTOの教訓から、2022年打ち上げ用のロケットは早々に手配し、万全の準備で進めていた。



朝日新聞デジタル > 記事

民間初の月着陸計画「HAKUTO-R」、今年末に打ち上げへ

小川詩織 2022年1月25日 14時30分 コメント1件

シェア ツイート ブックマーク メール 印刷



民間初の月探査計画「HAKUTO-R」を進めている日本の宇宙ベンチャー「Ispace（アイスペース）」は25日、月着陸船を今年末に米国から打ち上げると発表した。アラブ首長国連邦（UAE）や宇宙航空研究開発機構（JAXA）などが開発し

1号機の打ち上げは今年末、2号機の打ち上げは1年遅れて2024年の見通しに。ともかくも打ち上げに向けて頑張っている。



最高にかっこいい世界に一つの家
フリーダムアーキテクト

[PR]

難しかったが、今は順調に進んでいる」と話した。元飛行士の毛利衛さんは対談で、「民間での月着陸は世界で一番乗りになる。ぜひ成功してほしい」と応援した。

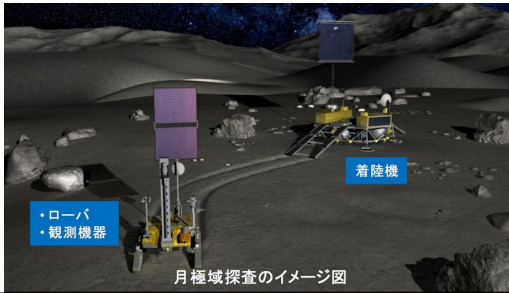
一方、アイスペースが開発する月探査車を月で走らせる第2弾の打ち上げについては、2023年の予定から1年後ろ倒しにすることも発表された。（小川詩織）



ルペックス (LUPEX)

- ・日本とインドが共同で実施する月探査。
- ・月の極地域にローバーと着陸機を着陸させ、水のありかや量を調べる。
- ・名称は最近になってLUPEXが使われるようになった模様。
- ・2024年の打ち上げを目指しているが、まだ確定ではない。

2017年12月にインドとの共同探査が発表された時点でのLUPEXのイメージ。現在はもう少し変化しているかもしれない。
Photo: © JAXA



ローバー
観測機器

着陸機

月極域探査のイメージ図



結局、月への一番乗りは？

- ・ 9月にエクレウスとオモテナシが打ち上げられれば、月面に到着するのはオモテナシがいちばん先。
- ・ YAOKIは2022年中打ち上げとされているが、そもそもNASAの計画が遅れ気味でまだはつきりしない。
- ・ HAKUTO-R1号機は順調ならば11月に月に向かう。
- ・ SLIMの打ち上げは2022年度中となっているが、これまでのJAXAの慣例をみる限りではおそらく冬の時期、2023年1～3月のどこか。

ともあれ、これから先、日本の月探査機の打ち上げラッシュが始まる。みんな楽しみに！

月探査と私たち
～月探査は
私たちとも深く関わっている～



世界全体が 月に動き始めている

- ・日本の月探査計画も続々と発表され始めている。
 - 月着陸機「スリム」や、アイスペースの月着陸機などの打ち上げが控えている。
- ・スペースXやブルーオリジンといった宇宙開発ベンチャー企業が、目標を続々と月に定めている。
- ・日本でも、鹿島建設やタカラトミー、ソニーなど、名だたる企業が月ビジネスに参入しようとしている。
 - 鹿島建設は、月面基地の無人構築システム
 - タカラトミーとソニーの月面ロボット、トヨタ自動車の月面ローバーなど。



でもね…

いまの月探査ブームは、冷静な視点でみていくことが必要である。



アルテミス計画は 第2のアポロ計画？

- ・アポロ計画は、そもそも米ソ冷戦の中で、アメリカの科学的優位を示すために行われた計画だった。

- ロケット＝ミサイルの技術的な優位を示すもの。

アポロ計画のときと状況が異なるとはいえ、やはり超大国同士の対立が背景にあることは間違いないといえるだろう。

の言戒感がある。

- 中国は「中国製造2025」という計画で、科学技術で2025年までに先端分野で世界一になるという計画を持っている。アメリカがこれに相当な警戒感を持っている。
 - 中国に対抗する「自由主義陣営」をまとめる役割も。



政治に振り回される月探査

- ・もともとの目標だった2024年という数字は、トランプ前大統領がもし再選されていれば任期最後の年。

- つまり、かなり「政治的」な設定である。

バイデン政権の宇宙開発方針はまだ発表されていないが、伝わってくる情報を分析する限りでは、有人月探査計画は継続するものの、少し遅らせるという形になるのではないか。

- ・ただ、中国とロシアも月面基地の構想を進めている。
- 対抗上、あまり遅れることはできない。



そもそも、 月面に水はあるのか？

- ・この最も肝心な問題にもまだ明確な答えが出ていない。
- ・実際、アメリカの探査では水があるという結果が出
つまり、いまの月ブームのいちばん基本的な部分もまだ不透明であるということ。
- ・極地域の水については、まだ誰も実地で確かめた人がいない。
- ・百歩譲って水が存在したとしても、それをどのように利用、輸送するかはこれからの課題。



宇宙開発と戦争

- ・今回のウクライナへのロシアの軍事侵攻で明らかになったように、宇宙開発は実は地上の争いとは無縁ではない。
 - － 宇宙はみんなのものであったとしても、宇宙開発はむしろ国家の威信を体現するもの。
 - － 経済として考えると、グローバル経済の最先端が宇宙開発ともいえる。
- ・これから先の宇宙開発は、この軍事侵攻の影響抜きに語ることはできない。
 - － 多分数年、数十年単位で、宇宙開発の枠組みを変えていこう。



注意してみていくことが必要

- ・当然のことながら、月探査をJAXAが実行するのであれば、その原資は税金となる。
- ・つまり、我々のお金が月探査に使われることになる。夢やロマンといった耳ざわりのいい言葉に惑わされず、月探査がいまや私たちの現実だという認識を持って、しっかりとみていくことが必要。
「る」という状況がいいこととは思えない。
- ・民間ビジネスであれば、企業の倒産や開発中止といったリスクが存在する。
 - ビジネスなのだから、企業の経営判断次第。

さいごに宣伝



月探査情報ステーション

私が編集長をつとめる、月と月・惑星探査に関するウェブサイトです。ことしの11月で24年目になります。

月と月惑星探査に関する情報を、「わかりやすく」「正しく」「すばやく」お届けすることを目指し、運営しています。そのものすごい情報量は、マスコミの方も参考にするほど。

みなさんもぜひ、おとずれてください。

月探査情報ステーションとは

月探査情報ステーションは、月・惑星探査の情報を中心として、月の科学、さらには月・惑星探査にまつわる様々な情報をお届けする、「月・惑星探査のポータルサイト」です。

<https://moonstation.jp>

お知らせするほか、その背後にある科学などについて、わかりやすく解説しています。



宇宙開発をみんなで議論しよう



この6月、『宇宙開発をみんなで議論しよう』が出版されました。

私も執筆者の1人となっています。

宇宙開発を考えるきっかけに、ぜひ。

名古屋大学出版会
定価：2,970円



宇宙開発の不都合な真実



世界の中でみた日本の宇宙開発の位置、軍事との関係を曖昧にしたまま進む日本の宇宙開発、開発が先走りする宇宙資源、危険な宇宙デブリ問題...

宇宙開発で触れたくない部分にあえて焦点を当てて、その向き合い方を解く本です。

彩図社
定価: 1,540円