



## 宇宙開発フォーラム 2025 報告書について

この度は「宇宙開発フォーラム 2025 報告書」を手にとっていただき、誠にありがとうございます。  
います。

宇宙開発フォーラム実行委員会 (SDF) は、「文理といった枠組みにとらわれない、多角的視点から宇宙開発を分析し、その課題発見や解決を目指すとともに、それらについて議論する場を広く社会に提供すること」を目的とし、活動しております。

その活動の一環として開催している「宇宙開発フォーラム」は、幅広い視野から宇宙開発の現状と課題を見つめ、これからの宇宙開発について考える場を提供することを目的とするイベントです。

2025 年度のフォーラムは、「未来の宇宙のために、今、考えること」をテーマとして、9月5日(金)・9月6日(土)・9月7日(日)の3日間にわたり、日本科学未来館 7F コンファレンスルーム水星・火星・金星にて開催いたしました。対面のみでの開催により3日間で延べ138名もの方々にお越しいただきました。本フォーラムの開催、日頃の活動、ならびに報告書作成にご協力いただいた皆さまに厚く御礼申し上げます。本報告書には宇宙開発フォーラム 2025 で行われたプログラムの内容や、参加者の皆さまからいただいたアンケートの結果、及び SDF の普段の活動内容などを記載しております。

なお、本報告書の作成を含む SDF の活動は、弊団体が独自に行っているものであり、特定の外部組織の意向が反映されたものではありません。また、本報告書における登壇者の肩書きは、登壇当時のものです。

## 目次

- p.3 代表挨拶
- p.4 城内大臣 ご挨拶
- p.5 Panel Discussion 1  
宇宙開発における国家の行動倫理
- p.11 Workshop 1  
宇宙産業の未来を共創する ～官民による政策形成の実現～
- p.15 Workshop 2  
宇宙へ綴る、地球からの手紙  
～新たなゴールデンレコードの考案～
- p.25 Workshop 3  
宇宙 ELSI を考えよう  
～倫理・法・社会から見た 2050 年の宇宙開発～
- p.33 Poster Session  
Youthquake of the Universe ～次世代が描く宇宙の未来～
- p.45 衛星画像解析ボードゲーム  
Eye From Space ～見えない世界を見る～
- p.49 Panel Discussion 2  
宇宙で料理をしよう ～宇宙での食を豊かにするために～
- p.57 参加者アンケート結果
- p.63 協賛企業・団体ポスター
- p.69 プロジェクト
- p.71 研究会
- p.72 外部連携活動

# 代表挨拶

本年度も皆様からの多大なるご支援を賜り、「宇宙開発フォーラム 2025」を開催できましたこと、大変嬉しく存じます。ご後援・ご協賛をいただいております団体・企業様をはじめ、ご支援を賜りました多くの関係者の皆様に、心より御礼申し上げます。

近年の宇宙開発は、気候変動をはじめとする地球規模の社会課題解決への貢献や安全保障における技術活用など、多様な分野への広がりを見せており、さらに非宇宙企業の積極的な参入によって、産業としてもかつてない発展を遂げつつあります。しかしながら、この目覚ましい発展の一方で、目先の利益に囚われることなく、長期的かつ俯瞰的な視点から宇宙開発の方向性について深く議論する機会が、十分に確保されているとは言い難いのが現状であると考えております。

こうした背景を踏まえ、本年度の宇宙開発フォーラムでは「未来の宇宙のために、今、考えること」をキャッチコピーとして掲げました。まさに今、我々は、現在までの急速な進展をいかに「持続可能なもの」とするかを真剣に考える必要があります。未来世代を含むより多くの人々が宇宙利用の恩恵を受けられるような宇宙環境の実現に向け、議論を深める場が不可欠です。

宇宙開発の経済安全保障上の重要性が増し、新たな技術が宇宙空間において活用される現在、宇宙開発について議論されるべき内容も変化しています。本年度のフォーラムでは、宇宙産業を倫理や政治の観点から見つめ直す企画、宇宙空間での生活を現実的に見据えた企画、宇宙技術の活用をより身近に感じていただける企画など、今だからこそ求められる、様々なテーマの企画を実施いたしました。

時代の変遷に合わせて、宇宙開発フォーラムが提供しうる価値を継続的に見つめ直し、またいつの時代も変わらない「宇宙開発の未来を牽引する人材を生み出し、繋げる」という SDF の使命を果たすべく、引き続きメンバー一同精進してまいります。

今後とも宇宙開発フォーラム実行委員会をどうぞよろしくお願い申し上げます。

宇宙開発フォーラム実行委員会 代表  
東京大学 工学部 電気電子工学科 3年  
佐藤 亜由美



# 城内大臣 ご挨拶

フォーラム初日に城内 実 経済安全保障担当大臣にご来場いただき、大臣よりご挨拶をいただきました。以下、ご発言要旨です。

この度は、宇宙開発フォーラム 2025 の開催おめでとうございます。

本日は、これからの社会において極めて重要となる「宇宙経済」や「安全保障」というテーマについて議論される場にお招きいただき、大変意義深く感じております。宇宙分野は、我が国の経済および安全保障を支える重要な基盤であり、その重要性が今後一層高まっていくことは間違いありません。

昨今の世界情勢を見ますと、各国で政府と民間企業の協力が進み、特に官民連携による新たな市場拡大が顕著になっています。こうした中、我が国においても従来の研究中心の取り組みから産業連携へと移行しつつあります。私も常々発信しておりますが、宇宙産業は将来的に日本の「基幹産業」の一角を担う可能性を秘めた分野です。

そのため政府としては、1兆円規模を目指す「宇宙戦略基金」の創設や、昨年策定した「宇宙技術戦略」を通じ、研究開発支援やサプライチェーンの強化に全力で取り組んでおります。部品供給を他国に依存するのではなく、日本が高い技術で自立性を確保し、逆に世界へ展開していくことが重要であるからです。

そして、宇宙分野のさらなる発展において何より不可欠なのが、次世代を担う若い皆様の力です。本日のフォーラムが、理系・文系の枠を超えて運営されていると伺い、大変頼もしく思います。宇宙開発には工学・科学のみならず、法学、経済学、社会科学等の幅広い視点が不可欠であり、学問分野や専門領域を超えたネットワークの構築こそが重要であると考えています。

若い世代の柔軟な発想力と情熱こそが、宇宙分野の未来を形づくる最も重要な要素です。皆様にはぜひ、既存の枠にとらわれない新しいアイデアを生み出していただきたいと思っております。私自身も、宇宙政策担当大臣として、若い世代の力を最大限に生かせる環境整備を進めるとともに、関係府省と緊密に連携しながら、政策を力強く推進して参ります。

城内 実 経済安全保障担当大臣 兼 内閣府特命担当大臣（宇宙政策）



## 宇宙開発における国家の行動倫理

企画責任者：久保田 凜太郎

### 【企画概要】

国家による宇宙開発は莫大な税金を投入する事業であり、その成果は国民に還元されるべきである一方で、「人類全体のため」という理念も強く掲げられています。本企画では、政治哲学のグローバル正義論を背景に、国家は宇宙開発においてどこまで自国の利益を優先すべきかについて議論しました。



竹内 悠 様 慶應義塾大学法学部・准教授・宇宙法研究センター所長

上智大学法学部、一橋大学国際公共政策大学院修了。2007年にJAXAへ入構して主に法務を担当し、2025年に退職。在職中は、地球観測衛星の予算管理、外務省宇宙室（出向）、COPUOS日本政府代表団員等も経験。マギル大学航空宇宙法研究所にて法学修士、慶應義塾大学にて博士（法学）を取得。主な著書に小塚莊一郎・佐藤雅彦編著『宇宙ビジネスのための宇宙法入門』（有斐閣、2024年）、『商業宇宙活動と国際法』（信山社、2025年）がある。



立花 幸司 様 千葉大学文学部・准教授

東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻博士課程修了（博士・学術）。オックスフォード大学研究員等を経て、現在、千葉大学准教授、ジョージタウン大学メディアカルセンター国際連携研究員。日本航空宇宙学会分野横断連携開拓部門宇宙人文社会科学研究会理事、METI International, Advisory Council。著作に『Alternative Virtues』（Routledge, 2025）他。



山田 祥子 様 早稲田大学政治経済学術院・次席研究員  
日本学術振興会・特別研究員（RPD）

国際基督教大学教養学部卒業。2021年に名古屋大学大学院法学研究科博士後期課程を修了し、博士（法学）を取得。その後、岐阜大学非常勤講師、東北大学大学院法学研究科助教等を経て、2025年4月より現職。専門は政治哲学・政治理論で、グローバル正義論を中心に研究を行っている。主著に『グローバルな正義と民主主義—実践に基づいた正義論の構想』（勁草書房、2022年）がある。

## 【講演内容】

久保田（モデレーター）

モデレーター：

本日は宇宙開発フォーラムにご参加いただき、誠にありがとうございます。ただいまよりパネルディスカッション「宇宙開発における国家の行動倫理」を始めます。本企画では、宇宙開発において国家がどのように行動すべきか、どれだけ自国の利益を優先すべきかということについて、スペースデブリや宇宙での資源採掘といった具体例を扱いながら考えていきます。ぜひお楽しみください。まずは、登壇者の先生方から自己紹介をいただきます。

竹内先生：

慶應義塾大学で宇宙法研究センターの運営をしております、竹内悠と申します。長くJAXAに勤務し、法務部門や国際関係業務を担当してきました。現在は宇宙法の研究と教育の活動に専念しております。今日はどうぞよろしくお願いたします。

山田先生：

ご紹介に預かりました。早稲田大学の山田祥子と申します。私は政治哲学・倫理学を専門としており、とりわけグローバル正義論を中心に研究しています。広く正義論全般や民主主義理論も勉強しており、最近は認識的不正義や国境を越えるケア労働に関心があります。本日はどうぞよろしくお願いたします。

立花先生：

千葉大学の立花幸司です。哲学・倫理学を専門にしており、宇宙倫理にも関わってきました。日本航空宇宙学会にも理事として参加させていただいております。宇宙倫理は日本ではあまり馴染みがないのかもしれませんが、海外ではサマースクールなどもあり、今年もイタリアで集まりがありまして、講師として参加してきました。来年も開催されるようなので、もし興味のある方は参加されてみてください。自己紹介は以上になります。

モデレーター：

ありがとうございます。それではまず導入として、グローバル正義論について山田先生からご説明をお願いいたします。

山田先生：

グローバル正義論は、移民・難民問題や貧困問題など、地球規模の具体的な課題が背景にあります。こうした問題をどう捉え、何がなされるべきかという「規範」を考えることが最終的な目標で、政治哲学や法哲学・倫理学などの知見を用いて探究する分野です。グローバル正義論には二つの主要な立場があります。一つは「コスモポリタニズム」です。国境を道徳的に重要ではないものとみなし、個人を重視します。国家を相対化していこうというのがコスモポリタニズムの立場です。もう一つは「コミュニタリアニズム」です。こちらは国境を道徳的に意味ある境界とみなし、国境を越えた正義というものは不可能に近いと考える立場です。実際は中間的な立場をとる哲学者も多いですが、図式的にはこのように整理できます。たとえば世界的な貧困問題に関して、コスモポリタニズムは貧困の原因をグローバルな貿易・金融等の制度に求め、先進国がそれらを改革していく義務を負うと主張しますが、コミュニタリアニズムは各国の問題解決はまず自国内で行うべきで、他国への援助は義務ではなく慈善の問題だと主張します。

モデレーター：

ありがとうございます。グローバル正義論の概要について理解いただけたかと思います。次に、立花先生にそうしたグローバル正義論を含めた倫理的な観点と、宇宙開発の関連についてご意見を伺います。

立花先生：

宇宙開発と倫理というトピックは大きく二つに分けられます。一つ目は「宇宙開発における倫理」であり、いわゆる応用倫理です。宇宙開発が社会に与えるさまざまな影響を考えます。例えば火星に研究施設を設けることは環境破壊になるのか、これはグローバル正義論の視点に立てば「宇宙開発を通じた倫理」です。人間が宇宙に進出することで、人間とは何かを改めて問い直す契機になります。宇宙がより身近な存在になったとき価値観がどう変わるのか。あるいは「地球で生まれ育った」といった我々が前提としている概念を相対化することにもつながります。正義論においても地球以外の話はされてきませんが、考える価値のある問いです。

モデレーター：

立花先生ありがとうございました。宇宙開発と倫理的な視点の関係についてお伺いできました。続いて竹内先生には現状の法制度や政策における倫理的視点についてご説明をお願いします。

竹内先生：

ありがとうございます。ここまで理想論や倫理の枠組みについてのお話がありましたが、私は現行の国際法でどこまで実現されているのかをご説明します。1967年の宇宙条約は「宇宙活動の自由」を原則とし、探査・利用を全人類の利益と位置づけ、締約国に限らず「すべての国」に自由を認めています。一見すると普遍的で倫理的に正しい条約のように見えますが、成立は冷戦下であり、実際には米ソ両国が主導して交渉を独占し、当時の「全人類」とは事実上米ソを意味していました。それでもこの文言は今日まで維持され、国際法の原則として生きています。国際法は正義を反映する方向へ発展しており、「対世的義務(エルガ・オムネス)」の考え方がその一例です。ジェノサイド禁止や人権保障を経て、近年は環境問題にも拡張され、2025年の勧告的意見では気候変動防止が国家の一般的義務とされました。こうした流れを宇宙にどう応用するかということが今後の課題です。

モデレーター：

竹内先生、ありがとうございました。国際法における倫理的視点や歴史的背景について整理していただきました。ここからは、「国家はどこまで自国の利益を優先すべきか」という抽象的な問いを具体化するため、スペースデブリ問題を取り上げます。スペースデブリは宇宙空間に存在する不要な人工物体の総称で、軌道上のデブリがこれから打ち上がるロケットなどに衝突することが懸念されています。こうした現状を踏まえ、「国家は過去に作り出したスペースデブリにどのように責任を負うべきか」について考えます。まずは気候変動との比較を山田先生に伺います。

山田先生：

グローバル正義論の一分野に「気候正義」があります。気候変動は世界規模で人々に影響を及ぼすため、温室効果ガスの排出量の公正な分配をめぐって議論がなされてきました。主な考え方の一つは「平等な排出権」で、あらゆる個人に平等な排出権を認めるものですが、先進国の歴史的な排出を無視していると批判されます。これに対して「汚染者負担原則」は、

産業革命以降に多く排出した先進国が相応の責任を負うとし、1992年のリオ宣言の「共通だが差異ある責任」という文言にも反映されています。ただし基準をどこに置かかは難題です。さらに「応能原則」では、歴史的経緯を問わず、負担能力のある主体が責任を担うとされます。総じて、先進国の歴史的発展と途上国の発展の権利、また各国の脆弱性の差をどう調整するかが核心であり、途上国への支援や技術移転を通じた先進国の責任が問われています。

モデレーター：

ありがとうございます。気候変動問題とグローバル正義論の関連について、先進国と途上国の間での責任・負担の分配といったところを伺えたかと思えます。次に気候変動問題でのグローバル正義論の視点がスペースデブリにどう関連してくるかにに関して、立花先生にご意見をお聞きます。

立花先生：

山田先生の気候変動をめぐる正義論は切り口として分かりやすく、私もそこに乗る形でお話しします。先月の日本学会会議のシンポジウムでは「何が環境問題なのか」という定義の違いが論点となり、食品ロスの例でも文化や地域により「どこまでを残飯とするか」が異なるで紹介されました。グローバルジャスティスを宇宙で考える場合にも、何を問題と捉えるかの策定を考える必要があります。例えば、かつてNASAが民間に貸し出したロケットで行われた宇宙葬が失敗し、月面に遺灰が散布された際、アメリカの先住民は神聖な月を汚す行為だと批判しましたが、宇宙葬は人間の精神性を示す美しい儀式とみなす人々もいました。どの物体をデブリとみなすかは文化的価値観で分かれる可能性があるのです。今後の宇宙開発は、当事者だけでなく無関係だった人々も巻き込み、価値観の対立や、その調整がますます難しくなるでしょう。気候変動対策に関して山田先生がお話しされていたような義務の割り当てといったところとも繋がってきます。地続きの問題だと言えるでしょう。

モデレーター：

立花先生、ありがとうございました。スペースデブリにおいてもグローバルな正義や倫理的観点は関わってきます。次に竹内先生からは、こうした倫理的な観点がある一方で、現状でデブリに関してはどうのような政策や法制度があるのかお伺いしたいと思います。

竹内先生：

両先生が述べられた問題意識は、現在まさに政策決定者や関係者の間で広がりがつづきます。他方でスペースデブリは1990年代から技術的・安全上の課題として認識され、NASAやJAXAなど主要宇宙機関が基準を設け、IADC(国際機関間スペースデブリ調整委員会)で調整が進みました。しかし2000年代以降、民間企業やニュースペースの参入により従来の枠組みでは対応できなくなり、2010年頃からは「持続可能な宇宙活動」という意識が国際社会で検討されるようになりました。ただし、条約化や法的拘束力のある規則は未整備のままです。面白いことに、近年は国内法で規制を導入する国が現れ、日本は2016年の宇宙活動法でデブリ対策を許認可条件に盛り込みました。現在は国際的拘束力こそ弱いものの、主要国が国内レベルで制度化を進めている状況です。

モデレーター：

竹内先生、ありがとうございました。法的拘束力がない中で近年規制の動きが強まっている点は興味深いと思います。デブリ問題は「気候変動」と類似する枠組みで考えられ、グローバル正義論を適用できる一方、法的整備は依然遅れているとまとめられます。時間の都合により、ここからは二つ目の具体例として宇宙資源採掘を取り上げます。月の氷やレアアースなどの所有を誰がどのように行うべきか、正義の観点から検討していきます。まず山田先生にアナロジーとして、天然資源の所有・分配に関する議論をご紹介いただきます。

山田先生：

天然資源をめぐる正義論には大きく二つの立場があります。一つはコミュニタリアニズム的立場で、資源は国家や共同体が管理すべきとする考えです。資源は放置すれば無秩序になるため国家が最も適切な管理主体であることに加え、資源は文化や共同体と深く結びついているため、先住民族などにとっては勝手に奪われてはならない重要な存在だというのがその根拠です。他方、コスモポリタニズム的立場は資源をグローバルな正義の問題と捉えます。資源保有国が独裁体制であっても国際社会は取引を認めるため、クーデターや不安定化が繰り返され貧困が持続する負のサイクルが生じます。この悪循環を断つため、例えば採掘時に1%の課税を行い、その収益を世界の貧困削減に充てるべきだと主張する論者もいます。

モデレーター：

ありがとうございます。天然資源においてもコスモポリタニズムとコミュニタリアニズム双方を背景とした意見の対立があるということがわかりました。こうした天然資源におけるグローバル正義論の議論や倫理的観点がどのように宇宙資源に関係するのかといったところに関して、立花先生お願いします。

立花先生：

月面資源の採掘が現実化すれば、車両が走り施設が建設され、人が滞在するなど、必然的に環境が汚染されるでしょう。経済的利益や科学的進展は大きい一方で、文化的な側面への影響も見落としてはなりません。日本には千年以上続く月見文化があり、竹取物語や「月が綺麗ですね」といった表現に象徴されるように、月は神聖かつロマンティックな対象でした。今日でも十五夜の行事や月見パーガーなど、文化的意味は生活に根付いています。もし今後、ニュースで「月面鉱山の汚染」や「企業の規則違反」が報じられるようになれば、我々が見上げる月は文化的象徴としての意味を大きく損なうかもしれません。資源は土地や共同体と結びつき、文化を形づくります。月は誰のものでもないがゆえに多様な受け取り方が存在しており、文化的に何が失われるのかを事前に議論すべきです。公益やコストベネフィットの観点だけでなく、文化的視点への感度を高めることが不可欠であり、後戻りできない開発が進む前に議論を深める必要があります。

モデレーター：

立花先生、ありがとうございます。文化の変化については私自身あまり意識していなかった視点からのお話で、とても興味深かったです。竹内先生にはこうした倫理的視点がある中で、宇宙資源に関する現状の政策・法制度がどうなっているか伺いたいと思います。

竹内先生：

宇宙資源については、1967年宇宙条約の段階から採掘の可能性は想定されており、1979年の月協定では資源を商業利用する場合に国際機関を設けて分配する条項も盛り込まれました。ただし主要国が批准せず、国際法は資源所有に関して何も規定していないと解釈されています。つまり採掘した資源の所有を国内法で認めても国際法違反ではないのです。

この解釈に基づき、米国は2015年に宇宙資源法を制定し、続くルクセンブルク、アラブ首長国連邦、日本も同様の法律を制定しました。結果として、資源開発は国家間の競争の段階に入りつつあります。一方で国連では拘束力ある規制化は困難とされ、プレイヤー間の自律的牽制を前提にガイドライン策定が進められています。既に草案が提出され、議論がなされている状況です。

モデレーター：

竹内先生、ありがとうございます。宇宙資源の法的な位置づけについて理解が深まりました。本来ならさらに議論を続けたいところですが、時間の都合でここまでとさせていただきます。宇宙資源は天然資源と同様の問題を抱え、倫理的観点からの検討はある一方、法的な扱いは未だ定まっていないのが現状だと言えるでしょう。では、最後に統合的な議論へ移ります。ここで改めて、今回のパネルの大きな問いである「国家は宇宙開発において自国の利益をどこまで優先すべきか」に立ち返り、これまでの具体例を踏まえて登壇者のご意見を伺いたいと思います。まず山田先生からお願いします。

山田先生：

「国家が宇宙開発でどこまで自国の利益を優先すべきか」という問いは難しいですが、グローバル正義論の立場からは自国と人類全体の利益のバランスを取る必要があると言えます。具体的には、資源探掘などで得られた利益の一部を国際機関にプールし、貧困層に再分配するといった仕組みが考えられます。宇宙は本来誰のものでもない空間であることから、これは正当化されうると考えます。また、月協定に主要国が参加していないように、各国を議論へと十分に巻き込めていない点も問題であり、より多くの国が参加し、民主的に意思決定できる枠組みを整備することが重要だと考えています。

モデレーター：

ありがとうございます。次に立花先生、お願いします。

立花先生：

国家が宇宙開発でどこまで自国の利益を追求するかという問いに対して、まず重要なのは「自国の利益とは何か」を再定義することだと考えます。経済的・安全保障の利益だけでなく、環境上の利益なども含め、多様な観点から議論すべきです。宇宙開発は軍・官・民が複合的に関わるため、その方向性を定めるには法律や制度が不可欠であり、宇宙法の専門家や

政治家が中心となる必要があります。しかし、法律づくりを専門家や政治家に委ねるだけでは不十分で、国民自身が宇宙開発による自国の利益とは何かということに関して議論できる場を設けることが大切です。例えば宇宙資源法制定の際も、議員は必ずしも選挙で宇宙政策を前面に掲げていたわけではありませんでした。国民がもっとフラットに議論に参加できれば、経済・科学・環境・文化などそれぞれで利益とみなすものが異なることで、結果として重要なものが何であるのか見えてくるかもしれません。哲学の立場としては、比較的自由に発言できる外部から、国の利益は何かということを中心に考えることが大事ではないかと思っています。

モデレーター：

ありがとうございます。最後に竹内先生からもご意見を伺いたいと思います。

竹内先生：

この問いに正面から答えるなら「民主主義国家であれば大いに自国の利益を追求してよい」と考えます。ただし独裁国家が同様に行くことは危険です。民主主義国家では、国家は単一の意思ではなく、国民や議会、官庁、政治家など多様な要素の集合体であり、その声を政策に反映させる仕組みがあります。政策決定のプロセスは論理的に訴えかけることに成功した声が反映されていくと信じていますので、そういう国家であれば、自国の利益は大いに追求していただきたいと思います。一方で、独裁国家は複合的な声が届いていないですから、危険であるというように感じます。また利益とは単なる目先の利益ではなく、見えにくい不利益も考慮すべきです。たとえば乱開発による月環境の破壊やデブリの放置で軌道が利用不能になれば、それは自国にとっても大きな損失です。活動や規制の一つ一つが将来的にどのような影響を与えるかを計算に入れたうえで総合的な自国の利益を追求するというのが民主主義国家のあるべき姿だと思っています。宇宙開発の当事者は拡大し続けているというのが現状であり、当事者一人一人が自ら声を上げ、政策形成のプロセスを創出していくことこそ重要だと考えています。

モデレーター：

ここまで登壇者の皆様から多様なご意見を伺いましたが、立場や視点の違いが鮮明に表れ、大変興味深い議論になったと思います。ここで参加者の皆様のお考えも伺うため、投票を行わせていただきます。

問いは「国家は宇宙開発において自国の利益をどこまで優先すべきか」で、①自国の利益を考慮せず世界の利益のみを追求すべき、②自国の利益より世界の利益を優先すべき、③世界の利益より自国の利益を優先すべき、④世界の利益を考慮せず自国の利益のみを優先すべき、の四択をご用意しました。ご自身のお考えに近いものにご投票ください。

投票結果

- ①自国の利益を考慮せず世界の利益のみを優先すべき：6%
- ②自国の利益より世界の利益を優先すべき：19%
- ③世界の利益より自国の利益を優先すべき：71%
- ④世界の利益を考慮せず自国の利益のみを優先すべき：3%

モデレーター：

事前にSDF内で行った投票では②と③が多数を占めました。参加者層の違いが反映された結果だと感じます。最後に、各先生から投票の結果や今回の議論を踏まえた上で、参加者の方にメッセージをお願いいたします。

山田先生：

本日はありがとうございました。投票結果で「世界の利益より自国の利益を優先すべき」を選んだ方が多かったのは意外でした。立花先生と竹内先生のお話を伺う中で宇宙開発を考えるにはグローバル正義論だけでなく、様々な分野の知見を統合し、いろいろな立場を踏まえる必要があると改めて感じました。

立花先生：

本日はありがとうございました。私は文化の問題を取り上げましたが、それは同時に諸刃の剣でもあります。月見文化は、日本の文化として語ると共感を得やすい一方、アイヌや琉球など多様な背景がある中で日本の文化として本当に語って良いのかは難しい問題です。文化を国単位で捉えて良いのかは曖昧であり、実際の政策決定ではどこで意見を調整するかが重要となります。私はかつてコスモポリタンの立場を良いと考えていましたが、今は各国が持つ文化や歴史をどう組み込むかが不可欠だと考えるようになりました。環境倫理を日本哲学から再考する試みにも参加していますが、やはり異なる考え方と交流することが新たな視点を開きます。宇宙開発も同様に多様な立場が交わる場であり、対話を通じて進めることが不可欠です。SDFのような宇宙開発を多角的に見る場が広がっていくということが大事に

なってくると思います。

竹内先生：

投票で「自国の利益を優先すべき」が圧倒的多数だったのは意外でした。私は国際法を基盤に宇宙法を研究しており、普段は法律に何が書いてあるのかという分析を中心に活動していますが、今回の議論を通じて、国際法にも正義や公平をどう取り込むかという大きな課題があると改めて感じました。実際、国際社会でもグローバル正義の観点を法に反映する試みは進められています。したがって悲観する必要はなく、理念を国際社会に反映させる道は既に存在します。同時に、宇宙開発の主体は国家や宇宙機関に限られず、民間や多様な主体に急速に広がっています。その広がりを政策に反映させるには、政府任せではなく、我々国民一人ひとりが政府に声を届けようとしなければいけないと感じます。皆さん一人ひとりの力をいただければと思います。

モデレーター：

登壇者の皆様ありがとうございました。以上をもちまして、パネルディスカッション「宇宙開発における国家の行動倫理」を終わらせていただきます。お越しいただき、ありがとうございました。



企画責任者  
久保田 凜太郎

# 宇宙産業の未来を共創する ～官民による政策形成の実践～

企画責任者：安藤 優志、近藤 遼太郎、佐藤 亜由美

## 【企画概要】

宇宙システムは、今や日本の経済と安全保障に直結する重要インフラです。しかし、日本の宇宙産業は、未成熟な民間エコシステムや海外に依存したサプライチェーンといった構造的課題に直面しており、地政学リスクや経済変動といった外的要因に脆弱です。本ワークショップは、外的要因に左右されない強靱で持続可能な宇宙産業を築くための政策立案を体験していただくことを目的としています。参加者の皆さまには、官民それぞれの立場から省庁間の調整、サプライチェーンの再構築、そして官民連携の最適解を探りながら複雑な利害を乗り越え、国家戦略を構築する合意形成を体験していただきました。

## <企画のねらい>

日本の経済・安全保障に不可欠な重要インフラとなった宇宙システムですが、その産業基盤は、海外サプライチェーンへの依存といった構造的課題を抱え、外的要因に対して脆弱な側面も少なくありません。本ワークショップは、現代の宇宙産業が直面するこうした複雑な課題を、参加者の皆様に自らのものとして体感していただくことを第一の狙いとしています。官民それぞれの立場からリアルな政策立案を体験する中で、机上の空論ではない課題の根深さや利害調整の難しさを実感していただきます。さらにその先に、外的要因に左右されない強靱な産業を築くため、日本にとって最適解となる「官民連携の在り方」を探っていただくことも、本企画の重要な狙いです。

## <グループワーク 1>

グループワーク 1では、参加者が「民間企業」「国防省」「産興省」それぞれの役割と目標を深く理解することを目的としました。まず、各プレイヤーが自身の立場から現状の宇宙産業における課題を把握し、言語化します。次に、他プレイヤーの基本方針(国産化、納期、安全保障に対するスタンス)を読み解くことで、三者間の立場の違いや理解しました。その上で、自組織の目標達成のために他プレイヤーへ何を求めるべきかを「要請事項」として具体化し、今後の交渉に向けた自らの立場と論点を明確に整理しました。

## <グループワーク 2>

グループワーク 2では、前段のグループワーク 1で整理した各プレイヤーの要請事項を、三者間で共有しました。民間企業から両省へ、続いて産興省、国防省がそれぞれ他の二者へと順に要請内容を発表しました。これにより、各者がどのような思惑や優先事項を持って交渉に臨むのかが初めて公式に表明されました。それぞれの要求がオープンになることで、国産化と納期、産業振興と安全保障、そして事業採算性といった、この政策課題に内在する根本的な対立軸や交渉のポイントが浮き彫りとなり、続く交渉ステップに向けた共通認識を醸成しました。

## <グループワーク 3>

具体的な政策目標を達成するため、二者間での交渉を通じて課題の深掘りと解決策の模索を行いました。まず「国防省と民間企業」が衛星の調達機数や方式、価格について交渉し、安全保障上の要求と事業採算性の両立の難しさを共有しました。並行して「産興省と民間企業」は、国産化を推進する上でのサプライチェーン上のボトルネック(納期・コスト)を特定し、産業支援策を具体的に検討しました。最後に「国防省と産興省」が、民間企業との交渉で得た情報を持ち寄り、政府としていかに連携して課題解決にあたるかを協議しました。

## <グループワーク 4>

ワークショップの最終フェーズとして、全プレイヤーが一堂に会し、最終的な合意形成を図りました。まず民間企業から、両省との二者間交渉を踏まえた製造能力や採算性に関する最終的な課題が共有されました。これに対し、国防省と産興省は準備してきた支援策を提示しました。それぞれの目標達成と課題解決が両立するよう、衛星の調達機数、調達方法、国産化の範囲、そして政府による支援策の具体的な内容と予算配分について三者間で集中的に議論し、全員が納得できる国家戦略としての最適解を導き出すことを目指しました。

## 【講演内容】

安藤(モデレーター)

### 【講演前半】

#### <宇宙システムの重要性とは>

皆さんは日々の生活で天気予報を見たり、スマートフォンの地図アプリを使ったりしていると思いますが、実はその裏には必ず「宇宙システム」つまり人工衛星が関わっています。本日は、そのような私たちの生活に欠かせない宇宙システムが、今「経済安全保障」という国家的なテーマの中心になっている、という点についてお話をします。経済安全保障の重要性について、「安全保障」と「経済活動」という2つの側面から捉えてみましょう。

まずは「安全保障」の視点です。現代の防衛は、「宇宙を制する者が地上を制する」と言っても過言ではありません。例えば、他国の軍事的な動きをいち早く察知したり、飛来するミサイルを正確に追尾したりと、宇宙からの目は国家の防衛に必要不可欠です。さらに、地上の自衛隊も、衛星からの情報や通信なしでは、その能力を最大限に発揮することはできません。実際、ある調査によると、米軍が作戦に用いる情報の約7割が衛星に依存していると言われております。これが現代の安全保障の実態です。

次に、私たちの生活により身近な「経済活動」の視点です。近年、宇宙開発の主役が国から民間に移ったことで、衛星の世界にパラダイムシフトを引き

起こしました。かつて主流だった、宇宙の一点から地上を見守る「大型衛星」から、無数の「小型衛星」が互いに連携し地球全体を網羅する「衛星コンステレーション」の運用にシフトしたのです。これにより、時間や場所を問わず高速通信が可能になり、地球の様子を概ねリアルタイムで観測できる時代が到来しました。この進化こそが、今まさにあらゆる産業の在り方に変化をもたらそうとしています。例えば農業では、宇宙から作物の生育状況を正確に把握し、ドローンが自動で農薬を散布する「スマート農業」が実現しています。物流では、自動運転トラックやドローン配送の精度が高まり、省人化を加速しています。そして金融の世界でさえ、衛星データを用いて経済活動を分析し、投資判断に活用する動きが始まっています。このように、日々の経済活動は、もはや宇宙システムなしでは成り立たなくなりつつあります。

この宇宙システムの重要性は、政府の「本気度」、すなわち予算額にも表れています。宇宙関連予算は、令和元年からわずか6年で3,597億円から約9,400億円へと、3倍近くに急増しています。特に注目すべきは、経済産業省と防衛省の伸び率です。防衛省の宇宙関連予算は年平均21%、経産省に至っては年平均70%という、驚異的な伸びを示しています。これは、もはや宇宙が単なる研究対象ではなく、国家の経済と安全保障を支える社会インフラへとシフトしたことの、何よりの証拠と言えるでしょう。

## &lt;我が国の宇宙産業が抱える課題&gt;

これほど重要性が増している我が国の宇宙産業ですが、その足元は決して盤石とは言えません。海外に依存したサプライチェーン構造、衛星本体や衛星データ活用サービスに対する需要不足、そして世界的な低コスト化・量産化の潮流に乗り遅れているという現実があります。

## &lt;宇宙システムと経済安全保障&gt;

そして、ここからが本ワークショップの核心です。もし宇宙システムというインフラが、地政学的リスクや経済変動によって使用不能になったら、私たちの社会はどうなるでしょうか。天気予報が止まり、物流が乱れ、カーナビが使えず、金融取引にまで影響が及ぶかもしれません。これは、もはや一企業のビジネスリスクにとどまらず、私たちの生活そのものを揺るがす国家の死活問題です。この、経済的な手段を用いて国家の独立と繁栄を守る考え方が「経済安全保障」であり、これが本日の中心テーマです。

では、この経済安全保障は、軍事力などによる伝統的な安全保障と何が違うのでしょうか。本ワークショップにおける最大のポイントは、その「主体の違い」にあります。国家が中心となる伝統的な安全保障に対し、経済安全保障の主役は、国だけでなく「企業」もその役割を担います。サプライチェーンをいかに守るのか、重要なインフラをいかに防護するのか。そこには企業の戦略が不可欠となります。ぜひこの「企業が主役である」という点を、本日のワークショップを通して意識していただけますと幸いです。

さて、政府が掲げる経済安全保障の方針は、大きく二つあります。

一つ目は「戦略的自立性の確保」です。これは、他国に依存せずとも自国の社会や経済を安定的に維持できるようにすることです。宇宙産業で言えば、重要な衛星部品を国内で生産し、サプライチェーンを強強化する取り組みなどが該当します。

二つ目は「戦略的不可欠性の獲得」です。こちらは逆に、日本の技術や製品がなければ世界が立ち行かない、という状況を作り出すことです。日本の優れた衛星システムを海外に展開し、国際社会における日本の存在感と影響力を高めていくことが必要となります。

## &lt;ワークショップについて&gt;

本ワークショップでは、皆さんに当事者として経済安全保障の現場を体感し、政府と企業の利害をいかに一致させるのか、そして省庁間の思惑をどのように調整していくのか、その難しさと面白さを探っていただきました。

今回のワークショップには、三者が登場しました。

民間企業：最新の SAR衛星技術で宇宙産業の未来を切り拓く、リーディングカンパニーを目指します。

国防省：国民の生命と財産を守るため、一刻も早い宇宙システムの活用を目指します。

産興省：日本の産業を育て、経済安全保障を強化するため、宇宙産業基盤の強化を目指します。

それぞれが異なる目標を持っており、ワークショップ中は参加者の皆さまの交渉力が試されました。

## 【講演後半】

## &lt;ワークショップ後の振り返り&gt;

ここで、冒頭に提示した二つの論点を再度振り返ります。「企業の課題を政府がどのように支援し、利害を一致させるか」、そして「省庁間の異なる目標をどのように擦り合わせるか」。皆さまの交渉は、まさにこの問いへの答えを探るプロセスだったのではないのでしょうか。

## &lt;今日の宇宙産業支援政策&gt;

現実の世界で、政府がどのように動いているのかを見ていきましょう。まず、産興省の皆さんが悩んだ「サプライチェーンの強化」について、実際には経済産業省が、衛星部品の国産化や量産化技術の確立を目的として、令和7年度には1,000億円を超える巨額の支援を行い、供給サイドを後押ししています。

一方、民間企業の課題となったのが「需要の創出」であったと思います。現在の日本では、これに応える形で防衛省が重要な役割を果たしています。防衛省は自らが巨大なユーザーとなり、衛星コンステレーションの構築に3,000億円を超える事業を立ち上げるなど、新たな市場の形成を主導しています。言わば、防衛省が需要サイドの起爆剤となっているのです。

この「供給支援の経産省」と「需要創出の防衛省」という連携が実際に企業にどのような成長をもたらすのか。ある上場 SAR衛星企業は、防衛省案件によって事業基盤を確立し黒字化を達成したうえで、そこで得た技術と実績をもとに民間市場を拡大させる成長モデルを描いています。

## &lt;ニュースペース時代における官民連携の深化&gt;

ニュースペースという時代、民間企業が自由に活躍する時代、というイメージを持たれるかもしれません。しかし、本ワークショップで体験していただいた通り、宇宙システムが経済や安全保障との関わりを増す今日では、官民の連携は以前よりもむしろ深く、そして重要性を増しているのです。

では最後に、これからの民間企業に求められることは何でしょうか。それは、自社の事業が持つ二つの特性を強く意識することです。一つは、道路や電力と同じく「基幹インフラとしての特性」。もう一つは、民生と安全保障の両方で活用される「デュアルユース特性」です。もはや宇宙ビジネスは、単なる一事業ではありません。社会を支える重要インフラを担うという認識のもと、経済安全保障を意識した経営を行うこと。それが、これからの宇宙事業者に求められる姿勢だと考えます。



企画責任者  
安藤 優志



企画責任者  
近藤 遼太郎



企画責任者  
佐藤 亜由美

# 宇宙へ綴る、地球からの手紙 ～新たなゴールデンレコードの考案～

企画責任者：荻原 浩人

### 【企画概要】

近年、宇宙開発は目覚ましい進歩を遂げ、宇宙は我々にとってさらに身近な存在になりました。しかし、その華々しい成果の中で、宇宙への純粋なロマンや壮大な空間へと馳せるイマジネーションといった宇宙の根源的な魅力が少し陰に隠れてしまっているのではないのでしょうか。また、そうしたロマンへの気づきが人々に宇宙という対象そのものへの興味を抱かせる手段の一つになると考えています。

そこで、誰もが宇宙を素直に面白いと感じられ、かつ誰もが楽しめる企画を作りたいという想いから、「地球の特徴に関する考察」という宇宙への特別な知識を必要としない切り口に端を発し、「異星人との接触」という壮大なテーマに繋がる企画を実施しました。

### <企画のねらい>

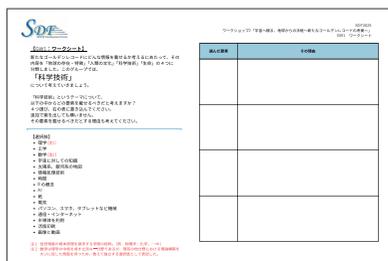
ポイジャーという人類の宇宙開拓史に名を残す科学探査機と、そこに載せられた人類の夢の結晶であるゴールデンレコード。

この実例を踏まえ、地球や人類の特徴といった誰もが身近に考えられる事柄から宇宙へと視野を広げていくことで、参加者のもととの宇宙への理解度に関わらず、参加者全員がより強く、より深く宇宙への関心を深めていくことを本企画の第一のねらいとしました。また、本ワークショップを通じて、宇宙環境の特色についてより一層理解を深めていただくことも目的の一つとしました。

### <グループワーク 1>

最初のグループワークでは、各グループが作成するゴールデンレコードの大まかな指針を決めていただきました。各グループには、「地球の存在・特徴」、「人類の文化」、「科学技術」、「生命」のうちの一つがテーマとして予め与えられています。この4つのテーマは、「地球や人類の情報を伝える」というゴールデンレコード本来の目的を達成するために、その情報を大別したものです。各グループはそれぞれのテーマについて議論し、そのテーマに関してゴールデンレコードに特に入れたい情報を4つ、理由をつけて選んでいただきました。(グループワーク1 ワークシート参照)

このグループワークでは「どうやって情報を載せるのか」等の実現性は考慮せず、純粋な「異星人に伝えたい」という思いをもとに選択していただきました。



グループワーク1 ワークシート

### <グループワーク 2>

グループワーク2では、グループワーク1で選んだ4つの情報を入れる媒体を選択していただきました。参加者の方々には、グループ内でこの媒体選択について「機能面」と「内容面」の二方向からのアプローチに分かれ、それぞれ独立に議論を行っていただきました。そして各側面から十分に議論を行った後、グループ全体で再度集まり、両側面からの意見を統合してグループとしての一つのゴールデンレコードの形を仮完成していただきました。(各側面、および統合時の詳細なグループワーク内容は後述します。)

### <グループワーク 2 内容面>

ここでは、さまざまな媒体の情報が載せられた資料を配布し、その資料をもとに宇宙へ情報を届ける媒体としてのメリット・デメリットをまとめていただきました。そして、整理した情報をもとに、機能的に最適だと考えられる媒体を選択・考案していただきました。

このグループワークではグループワーク1とは対照的に、現実的な視点から議論していただきました。



グループワーク2 配布資料



グループワーク2 内容面ワークシート

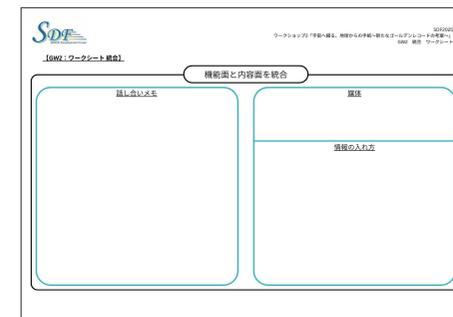
### <グループワーク 2 機能面>

ここでは、まずグループワーク1で決めた4つの情報それぞれについて、さらに深く細かく議論していただきました。そして、それらの情報に関してどのような事柄をどのような形式で伝えたいかを考え、そうした形式で伝えるには媒体にどのような機能が求められるのかを整理していただきました。

ここではグループワーク1から引き続き、実現性を考慮せず議論していただきました。

### 具体例

- 情報: 言語
  - 事柄: その中でも特に「会話」について伝えたい
  - 要求: 実際の音声を載せるべき
  - 機能: 音声情報を載せられる
  - 媒体: レコード・USBメモリなど
- (グループワーク2 配布資料参照)



グループワーク2 機能面ワークシート

<グループワーク2 統合>

ここでは、機能面チームと内容面チームの二つのアプローチで議論した意見を持ち寄り、グループとしての最終的な結論を仮決定していただきました。  
最初に各チームから2分ずつ自分たちが話し合った内容を相手チームに共有していただき、その後、互いの意見の統合を行いました。

<グループワーク3>

グループワーク3では、本ワークショップ最後のグループワークとして、まず、グループワーク2までで仮完成したアイデアを他グループと共有していただきました。その際、以下のルールに従い参加者の方々に場所の移動をしていただきました。

[移動ルール]

誕生日が早い順に0,1,2,...と番号を振る。

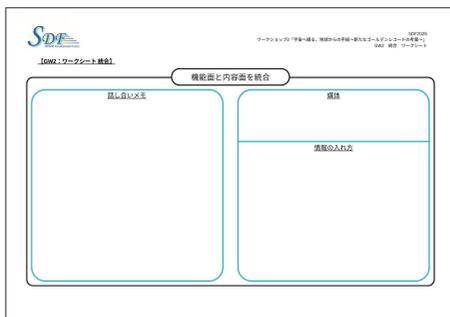
[自分の番号]+[自分のグループの番号]により計算される番号のグループへと移動する。

上式により得られる番号が4より大きくなった場合、その値を4で割った余りを移動先のグループ番号とする。

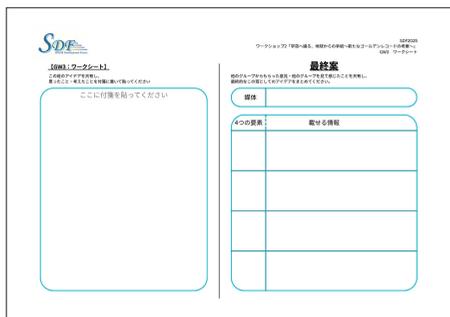
自分の番号が0、すなわち自らのグループに留まることになった方は、他のグループから移動してきた方々に自分の班のアイデアを説明していただきました。

逆に、他のグループへ移動した方々には、移動先のグループで残っているメンバーからそのグループのアイデアの説明を聞き、それを受けてコメントや軽いディスカッションをしていただきました。その際、コメントは机上の付箋に記入してテーブルに残していただきました。

移動したグループでのディスカッション終了後、再度元のグループに戻り、他グループからの意見や、他グループのアイデアを見て感じたことを共有して最終的なアイデアを完成していただきました。



グループワーク2 統合ワークシート



グループワーク3 ワークシート

<グループワーク1>

| テーマ      | 選んだ事柄       | 理由や具体的な内容  |
|----------|-------------|--|
| 地球の存在・特徴 | 表面に水があること   | 天気や温度のことも伝えられる   |
|          | 地球の位置       | 地球を見つけてもらうため<br>四季の存在を伝えられる  |
|          | 鉱物・岩石       | 地球の元素や内部構造に関する情報も含まれるから  |
|          | 地球の歴史       | どれだけ異星人の観測技術が発達していても歴史を見ることはできない<br>過去にいた生物や起こった出来事はその星特有のもの(絶滅など)<br>地球の滅亡までがわかる              |
| 人類の文化    | 音楽・言語       | 話し言葉や書き言葉<br>芸術<br>コミュニケーション   |
|          | 歴史          | 人の流れ、交通、物流、生活  |
|          | 風景          | 建物、人、動物  |
|          | 法律          | 法治国家の存在を伝える  |
| 科学技術     | 理学          | 人類がどのように発展(進化)してきたかを伝えるため  |
|          | 太陽系・銀河系の地図  | 我々の位置<br>宇宙をどれほど理解しているのかを伝える   |
|          | 時間          | 制作時の細かい時間帯<br>人間のタイムスケールを提示  |
|          | 通信・インターネット  | 宇宙人が我々人類に対して情報を発信するためには、まず人類がどのように受信・発信をしているのかを伝える必要があるため                                      |
| 生命       | 二酸化炭素・酸素・水  | 生物が生きるために必須<br>宇宙人側にも同様の要素があると有意義<br>人間が認知している生物は全てこれらの要素を必須としているため                            |
|          | 繁殖          | 人間の繁殖はそれまでの自然の摂理に逆らったものであるから   |
|          | 人体構造        | 基本情報<br>どんな生物なのか<br>ファーストインパクトを宇宙人に与える   |
|          | 生命の大きさのスケール | 人体構造が分かれば、他がどのくらいのサイズなのかわかる<br>地球の多様性を伝えるのに必須<br>大きさの基本情報は大事<br>どの生物も一匹では生きられない<br>細菌と生物の関係、共生 |

<グループワーク結果>

本ワークショップのグループワークで出た意見を記載しております。なお、記載内容は企画で使用したワークシート上の情報をもとに作成しています。(次ページ以降記載)

<グループワーク 2 機能面>

| 媒体               | メリット  | デメリット  |
|------------------|---|--|
| レコード             | 素材次第では安定性が得られる<br>耐久性<br>放射線、熱変化に強い<br>長期安定性<br>再生しやすい<br>ノウハウが活かせる<br>音を伝えることが可能 | 情報量が少ない<br>面積がやや大きい<br>紫外線、静電気に弱い                      |
| 石板               | 安定<br>見やすい<br>真空、紫外線への耐性<br>再生技術不要<br>文明に依存しない<br>修復可能                            | 容量が少ない<br>重く大きい<br>摩耗のリスク<br>文字だと暗号になってしまう             |
| USBメモリ           | 小さく軽い<br>放射線耐久性メモリでも大容量<br>高い情報密度<br>解析可能   | 温度変化に弱い<br>宇宙線の影響受けやすい<br>コスト<br>壊れやすい<br>データの取り出しが難しい |
| マイクロフィルム         | 情報密度はやや高い<br>再生技術が簡単<br>文字や画像をそのまま縮小すれば良い<br>動かせば動画にできる                           | 紫外線の影響<br>放射線劣化<br>耐熱性に欠ける                             |
| DVD              | 情報密度はやや高い(USBメモリの次)<br>解析可能   | 耐久性に欠ける<br>耐熱性に欠ける<br>剥離や酸化                            |
| 物質や機械自体          | 手にとってわかりやすい<br>再生不要   | 情報量少ない<br>大きさの制限内に収まるかどうか不明                            |
| 薄く大きな面積のプラスチック用紙 | 軽く大面積<br>たたむことができる<br>見て分かる<br>再生技術不要   | 耐久性不明  |
| スマートフォン          | 情報量<br>通信ができる可能性あり  | 充電の問題<br>タッチパネルの操作ができるかどうか                             |

| テーマ      | 選んだ媒体            | 選んだ理由  |
|----------|------------------|--|
| 地球の存在・特徴 | 鉱物そのもの           | 地球の存在を伝える情報になる<br>耐久性が高い<br>文字を刻めばさらに情報を載せることもできる            |
| 人類の文化    | 薄く大きな面積のプラスチック用紙 | 見て分かる<br>耐久性が高い<br>たたむことができるため、情報量を増やすことが可能                  |
| 科学技術     | メモリを持つ電子端末       | 解析の必要がない<br>絵を貼ることにより使い方を伝える                                 |
| 生命       | レコード             | 過去の成功体験(ノウハウ)<br>連続性を持たせられる<br>音、視覚情報の両方を伝えることができる<br>耐久性が高い |

<グループワーク 2 内容面> 次ページへ続く

| テーマ      | 選んだ事柄     | 具体的な内容  |  |
|----------|-----------|---|--|
| 地球の存在・特徴 | 表面に水があること | 表面に海があり、塩が含まれていることを伝える<br>惑星のどれくらいの割合を覆っているか伝える<br>水の量が大切<br>水を使って生きていることを伝える<br>水や海の写真       |  |
|          | 地球の位置     | 「天の川銀河、太陽系、第三惑星」という情報<br>イラストで伝える   |  |
|          | 鉱物・岩石     | 元素の多様性を伝える<br>実物(サンプル詰め合わせ)<br>地球で価値があると考えられている岩石や鉱物等を入れる                                     |  |
|          | 地球の歴史     | 生物が減びてしまう程度の「寒暖差」があることを伝える<br>何かがいるかもしれないということを伝える  |  |
| 人類の文化    | 音楽・言語     | 波形や周波数のグラフ(アナログ媒体を用いる)<br>アナログ媒体<br>表情や身振り手振り<br>動画<br>触覚でも伝えられるのでは<br>絵画や写真<br>人が書いたもの、図形、数式 |  |
|          |           | 歴史  | 年単位の非常に長い定点観測映像  |
|          |           | 風景  | 立体模型によって伝える<br>工学(建築)のことも容易に伝えることができる  |
|          |           | 法律  | ルールがある時/ない時での違いをピクトグラムにより伝える<br>裁判の映像(誤解を生む可能性もある)<br>数多くの判例を文字ベースで伝える<br>複数の言語を使用 |

## &lt;グループワーク2 統合&gt;

|             |                             |                              |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|
| 科学技術        | 理学                          | 地球や宇宙の歴史                     |
|             |                             | 線画、画像、映像                     |
|             |                             | 様々な波長を用いる                    |
|             |                             | 物理学                          |
|             |                             | 解読できることが前提であればテキストベースでも良いのでは |
|             | 太陽系・銀河系の地図                  | 地球上からの見え方                    |
|             |                             | 3D的なデータ                      |
|             | 時間                          | 時間の定義→制作当時の時刻                |
|             |                             | 分、時間、年などの単位の定義               |
|             |                             | 生命や天体の寿命                     |
|             |                             | 音声データ、パルサー                   |
|             |                             | 時間の話をもとに、他の3つの事柄の説明          |
| 通信・インターネット  | 発信方法の指定                     |                              |
|             | 主に電波                        |                              |
|             | 複数の発信方法                     |                              |
|             | 探査機の構造がヒントになる可能性もある         |                              |
| 生命          | 二酸化炭素・酸素・水                  | 図、化学式                        |
|             |                             | 水そのものを入れる                    |
|             |                             | 自然音、川の流れ、風の音など               |
|             |                             | 動画や連続写真                      |
|             | 繁殖                          | 図、写真、動画                      |
|             |                             | 言語を用いて説明する                   |
|             |                             | 動物に限らず植物についても伝える             |
|             |                             | 細胞分裂の概念                      |
|             | 人体構造                        | 図や写真                         |
|             |                             | 実物                           |
|             |                             | 声                            |
|             |                             | 感覚に訴えて伝えたい                   |
|             | 音のボリュームを変化させることで、雑音と声を区別させる |                              |
|             | 味覚                          |                              |
| 生命の大きさのスケール | 実寸大の図や写真                    |                              |
|             | 実物をつつ入れ、そこに数値を加える(円周率)を利用   |                              |

| テーマ      | 仮決定内容   |
|----------|---|
| 地球の存在・特徴 | 石板  |
|          | --<br>石板をメインにして、中に水を入れる。また、板の側面に絵を描き<br>バラバラ漫画のような仕掛けをつける                   |
| 人類の文化    | マイクロフィルム並の高密度のプラスチックフィルムに情報を入れ、<br>畳んで大きさの制限内に収まるようにする                      |
|          | --  |
|          | インク印刷や穴、凸加工用いたドット→静止画   |
|          | 音波→周波数をグラフなどにまとめる   |
|          | 映像→コマ割りにして書く<br>四コマ漫画風の図で伝える<br>その他、貼り付けやカットを使用                             |
| 科学技術     | 電子端末を用いる放射線対策のため、鉛で覆う<br>加えて、様々な発信方法を搭載する                                   |
|          | --  |
|          | まず、セシウムを用いた時間の定義を伝える<br>セシウムの振動<br>音や光により伝える<br>天文現象と関連付ける                  |
|          | そして、この定義の情報から<br>・スケールや各時間単位の意味<br>・歴史(地球や宇宙の知識)<br>・探査機を飛ばした時点での時刻<br>を伝える |
|          | レコード  |
|          | --<br>図により、まず大きさの基準を伝える<br>この際、手を含んだ図にする<br>そして動画と音で内容面の情報を全て伝える            |

<グループワーク3> 次ページに続く

| テーマ                              | 他グループからの意見  | 最終案   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
|----------------------------------|---|---|--------------------|--------------------|----|-----|----|------|----|------------------------------|
| 地球の存在・特徴                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>地球の位置・歴史は科学技術グループと共通</li> <li>石板ではなく金属板でもいいのではないか</li> <li>石板と鉱石で地球上における量を表すのはどうか</li> <li>バラバラ漫画の仕掛けが面白い</li> </ul> | <p>石板をメインにして、中に水を入れる。<br/>また、板の側面に絵を描きバラバラ漫画のような仕掛けをつける。<br/>加えて、実際に存在する鉱石を埋め込み、その鉱石の大きさによって地球上での希少性を伝える。<br/>また、上面にQRコードをのせ、そこに情報を入れる。</p>   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 人類の文化                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>法治国家の存在を伝えることは面白い</li> <li>どの法律を使うのか</li> <li>どの言語で記すのか</li> <li>なぜ法律なのか</li> <li>宗教と法律の違いは何か</li> </ul>             | <p>プラスチックフィルム<br/>一部実物<br/>仮決定のものから大きな変更はなし</p>   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
|                                  |   | <table border="1"> <tr> <td>コミュニケーション</td> <td>バラバラ漫画のようにして動きを伝える</td> </tr> <tr> <td>風景</td> <td>静止画</td> </tr> <tr> <td>歴史</td> <td>定点観測</td> </tr> <tr> <td>法律</td> <td>背景として宗教に関する情報を足す(歴史についても同様)。</td> </tr> </table> | コミュニケーション          | バラバラ漫画のようにして動きを伝える | 風景 | 静止画 | 歴史 | 定点観測 | 法律 | 背景として宗教に関する情報を足す(歴史についても同様)。 |
|                                  |   | コミュニケーション   | バラバラ漫画のようにして動きを伝える |                    |    |     |    |      |    |                              |
|                                  |   | 風景  | 静止画                |                    |    |     |    |      |    |                              |
|                                  |   | 歴史  | 定点観測               |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 法律                               | 背景として宗教に関する情報を足す(歴史についても同様)。  |   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 投票用紙など、放射線耐性はわからないが耐久性のあるものは存在する | 放射線から守られるよう加工した電子端末を用いる。  |   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 時間                               | セシウム原子を基とした1秒の定義を伝える。<br>そのために必要となる物理・化学的知識も載せる。<br>1秒の光などをイメージとして組み込む。<br>パルサーについての情報を載せる。   |   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 歴史                               | まず、上の時間の定義に準じて各時間単位を定義・説明する。<br>そこから、<br>・生物や天体の寿命<br>・タイムスタンプ<br>などの情報を組み込む。   |   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 位置                               | 地球上からの宇宙の見え方  |   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |
| 通信                               | 受信の方法を伝える。  |   |                    |                    |    |     |    |      |    |                              |

| 生命 | レコードに情報を載せる  |                                    |
|----|--|------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙人が人間より知性が上なら暗号を使うのもあり</li> <li>「スケールを伝える」とは、異星人にスケール感を比べてもらうor人間が減びても見つけてもらうということではないか</li> <li>宇宙人が敵意を持っている場合、人類の情報を細かく伝えても大丈夫なのだろうか</li> <li>人類以外の種族の情報は伝えないのか</li> <li>どのようにレコードの情報をアウトプットするのか</li> <li>再生する機器を持っていくべきではないか</li> <li>サンプルは実際に触れることができるため、親近感が湧く</li> </ul> | 二酸化炭素                              |
|    | 酸素   | 図(化学式)                             |
|    | 水  | 動画                                 |
|    | 繁殖   | 動画<br>人類に限らず、様々な生物の繁殖の仕方を紹介する<br>図 |
|    | 人体構造   | 手の実寸大の図                            |
|    | 生命の大きさのスケール  | 図<br>細菌からゾウまで幅広く                   |



企画責任者  
荻原 浩人

## 宇宙 ELSI を考えよう

## ～倫理・法・社会から見た 2050 年の宇宙開発～

企画責任者：小野関 祐介、松田 有美香

## 【企画概要】

民間企業の参入や技術革新によって加速する宇宙開発。

数々の夢あふれる挑戦の裏で、「倫理的・法的・社会的課題 = ELSI (エルシー)」の視点は、未だ十分に語られていません。

月に基地をつくる、火星に人を送る——新技術の登場や次世代の宇宙開発計画が、私たちに何をもちたらずのか、考えたことはありますか？

未来の宇宙開発を見つめるとき、私たちは何を問い直すべきなのでしょう。

本企画では、2050年のスペースデブリ除去技術を例に取り、ELSIの議論の枠組みを体験していただくとともに、宇宙開発という領域の特徴を踏まえた ELSI のあり方を議論していただきました。



岸本 充生 様 大阪大学 D3 センター・教授

専門はリスク学、政策評価。京都大学大学院経済学研究科で博士（経済学）取得。通商産業省工業技術院（現・産業技術総合研究所）資源環境技術総合研究所に入所し、化学物質リスク管理や安全科学分野の研究に従事し、安全科学研究部門研究グループ長を務めた。2014年に東京大学公共政策大学院特任教授。2017年より大阪大学データリテラシティフロンティア機構教授（現・D3センター）に就任、2020年からは社会技術共創研究センター長を兼任している。



笹岡 愛美 様 横浜国立大学大学院国際社会科学研究院・教授

専門は商法・会社法、運送法、宇宙法。慶應義塾大学大学院法学研究科民法学専攻博士課程単位取得満期退学。流通経済大学法学部を経て、2015年4月から横浜国立大学大学院国際社会科学研究院に所属。同大学台風科学技術研究センター（TRC）兼務。2024年9月より、内閣府宇宙政策委員会・宇宙活動法の見直しに関する小委員会委員。YNU ELSI 研究拠点長およびムーンショット型研究開発事業目標 8・ELSI 担当 PI。

## &lt;企画のねらい&gt;

近年、民間企業の参入などにより宇宙開発は多様化しています。さまざまな規模・内容の取り組みが行われており、宇宙開発においても ELSI (倫理的・法的・社会的課題) の議論は不可欠です。本企画では、グループワーク 1にて、2050年に登場すると考えられる科学技術を、宇宙のデブリ除去に活用する際の ELSI について議論し、その枠組みを体験を通じて知っていただきます。さらに、グループワーク 2では講演内容をふまえ、他分野との比較などを通じて宇宙開発における ELSI 議論の活性化について考えていただくことを目的としています。

## &lt;グループワーク 1&gt;

グループワーク 1では、2050年に登場する可能性のある科学技術を題材に、宇宙開発における ELSI (倫理的・法的・社会的課題) についての議論の枠組みや、その特徴、難しさを体験していただきました。

はじめに、図 1に示したように、将来的に登場が想定されるさまざまな科学技術をご紹介します、それらが宇宙ごみ (スペースデブリ) の除去にどのように応用できるかについて検討していただきました。

そのうえで、技術を社会実装した際に生じうる課題を想像していただき、最後には、それらの課題をどのように回避しつつ、技術の利点を活かした社会への応用が可能かについて議論を深めていただきました。

ワークの成果については、表 1～2にまとめております。

全体を通じて、非常に多様で幅広いご意見が集まりました。このような多様性に富んだ視点を通して、ELSI の議論における難しさ、すなわち技術の社会実装のあり方を予測することの困難さや、将来像が複数想定されるために議論の範囲を明確にすることが難しい点などを、実際に体験していただけたのではないかと感じております。また、宇宙開発における ELSI の議論とはどのようなものかを、参加者の皆さまに知っていただけたことと思っております。

表 1 選択した課題 (表 2 の黄色箇所) を最小化する方法 (次ページへ続く)

| 班                                       | 2050年の技術のデブリ除去への応用方法                | 生じ得るELSI                    |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1                                       | ・デジタルツイン：デブリ除去の事前シミュレーション           |                             |
|   | ・小型衛星スウォーム：小型衛星による除去                | テロリズムへの使用                   |
|   | ・軌道上3Dプリンター：衛星が機能停止になるリスクの低減        |                             |
|   | ・電磁テザー：デブリに紐をつけて移動させる               | 他国衛星への介入 他の人工衛星への衝突         |
|   | ・多基地レーザー：レーザー通信、SDR、SDNによりデブリの発見を迅速 | ジャミング                       |
|   | ・形状記憶合金：デブリ衝突に際する、新たなデブリの発生を抑制      |                             |
|   | ・AR/VR技術：遠隔作業、より直感的な作業              |                             |
|   | ・無線電テザー/マイクロ波：デブリ除去のための人工衛星運用寿命の長期化 | 大規模施設による環境汚染                |
|   | ・イオンビーム：小さなデブリを落下軌道に                | 他国の衛星への介入 地上への落下リスクと責任の所在   |
|   | 2                                   | ・高出力レーザー：指向性の高さを活かして、デブリを除去 |
| ・ソフト把持技術：把持機能を持つ衛星をデブリに接近させ捕獲、デブリの軌道の変更 |                                     | 新たなデブリの発生リスク                |
| ・小型衛星をデブリに衝突させることにより、デブリを落下させる          |                                     | サイズ次第で軌道上にとどまる              |
| ・軌道上3Dプリンター：デブリの落下を目的とした砲台を作成、損害箇所の修復   |                                     |                             |
| ・電磁テザー：デブリを大気圏内に落下・燃焼させる                |                                     |                             |
| ・イオンビーム：デブリを大気圏内に落下・燃焼させる               |                                     | 燃え切らなかったデブリの地上への墜落リスク       |
| ・高精度デジタルツイン：デブリ捕獲の安全性向上                 |                                     |                             |
| ・高耐環境材料：デブリ発生の抑制                        |                                     |                             |
| ・形状記憶合金：デブリに付着させ、軌道の変更・落下を誘発させる         |                                     |                             |
| ・量子鍵配送：システムのハッキング防止、軍事衝突の回避             |                                     | 衛星ハッキングによるデュアルユース           |
| ・光格子時計・配時：省人・無人化                        |                                     |                             |
| ・多基地レーザー：作業中のデブリ除去機械の破損防止               |                                     | 不完全システムの場合のシステムリスク          |
| ・高精度デジタルツイン：デブリの発生確率の算出                 |                                     |                             |
| ・SDR/DTN：通信の安定化による作業者の安全確保              |                                     |                             |
| ・軌道上3Dプリンター AI × 小型衛星スウォーム：衛星同士で補修      |                                     |                             |
| ・無線給電レーザー・マイクロ波：機器の遠隔充電                 |                                     | 給電場所を間違える事による電氣的被害          |
| ・電気推進：長時間の使用によりデブリ発生を抑制、軌道調整により衝突回避     | 軌道変更による地上サービスの質の低下                  |                             |

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| 3                                 | ・レーザー：デブリを打ち落とす、砕く                         | 打ち落としたデブリの回収方法、相手国への保証<br>更なるデブリの増加、誤照射 |
|                                   | ・量子センサー：細かな位置推定                            |   |
|                                   | ・形状記憶合金：衛星へ応答することで、デブリになった際に衝突によるショックの軽減   | 新たなデブリになる可能性                            |
|                                   | ・デジタルツイン：デブリの影響をシミュレーション                   | 誤ったシミュレーションで出た被害の責任の所在                  |
|                                   | ・高耐環境材料：デブリ除去機器に使用し、デブリ衝突耐性を向上             |   |
|                                   | ・電気・イオン推進：燃料効率の良いイオン燃料により、衛星寿命の長期化         |   |
|                                   | ・デブリ回収ロボット：デブリの把持                          | コスト面                                    |
|                                   | ・量子慣性計：衛星の自己位置推定                           | デブリの除去箇所に関する各国の合意                       |
|                                   | ・電磁テザー：高速で飛行するデブリのブレーキとして使用                | 地上へ落下した際の保険料の決定                         |
|                                   | ・合成開口アレ、量子アレ：デブリの探索                        | 相手国への補償                                 |
| 4                                 | ・多基地レーダー：小さなデブリを監視し、二次被害を縮小                | 監視社会の二次デブリによる損害の責任                      |
|                                   | ・量子鍵暗号化：通信時のジャミング・スプーフィング防止による遠隔操作の誤動作抑制   |   |
|                                   | ・AR/VR技術：地上でリモート操作                         |   |
|                                   | ・電磁テザー：大型デブリに接近し、電磁テザーで減速させる               |   |
|                                   | ・超電導コイル×電磁テザー：デブリ自体に結合し離脱させることによる効率的なデブリ除去 |   |
|                                   | ・無線給電レーザー：デブリ除去装置への遠隔給電                    |   |
|                                   | ・軌道上3Dプリント：衛星の修復により、新たなデブリの発生を抑制           | 武器の製造に悪用可能                              |
|                                   | ・高精度デジタルツイン：危険高度なデブリ除去の実空間シミュレーション         |   |
|                                   | ・イオン推進エンジン：省エネ・高効率にデブリへアプローチ、稼働時間の増加       |   |
|                                   | ・ソフト把持：デブリの回収                              |   |
|                                   | ・地上レーダー監視：デブリのリアルタイムモニタリング                 |   |
|                                   | ・イオンビーム：デブリの軌道変更                           | 他衛星への衝突リスク                              |
|                                   | ・小型衛星スウォーム：衛星間に網のようなものを作成し、デブリを回収          | 網による他の衛星への妨害                            |
|                                   | ・「全体として」                                   | 宇宙空間利用の国家責任・管理の役割の不透明化                  |
|                                   | 5  | ・電気推進/無線給電：イオンエンジン×無線給電で長期的運用           |
| ・小型衛星スウォーム：多数の衛星により、網のような形でデブリを捕獲 |  |   |
| ・ソフト把持：非協力物体の把持                   |  |   |
| ・レーザー：デブリの粉碎                      |  | 誤用によるデブリの増加リスク                          |
| ・高精度デジタルツイン：最適なデブリ除去シナリオの構築       |  | 技術漏洩リスク、技術の権利関係                         |
| ・電磁テザー：磁場によりデブリの除去                |  | 地上への落下リスク                               |
| ・高耐環境材料：デブリ除去機器の長期運用              |  |   |
| ・「全体として」                          |  | デブリ回収事業へ割り当てる資金が膨大すぎる                   |

表2 2050年に想定される技術のデブリ除去への応用方法と生じ得る ELSI

| 班 | 課題の抑制方法  |
|---|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・条約の締結：使用後の衛星はどこかの機関に登録、破壊は国際機関のみに制限する</li> <li>・イオンビームの使用を、所在不明のデブリのみに限定する</li> <li>・基本は、自国が出したデブリのみ使用を制限、他国にものを落とす際には国際的枠組みを作成</li> <li>・デブリを落下させる際には、落下位置の予測、周知、補償を約束する</li> </ul> |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジネスを考慮したルールの策定、国際機関の制定</li> <li>・軌道の割り当てを公平に行う</li> </ul>   |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・「自分（国、法人、自然人）が出したデブリは、自分で回収」のルールを策定</li> <li>・国際法で、軍事目的を禁止に</li> <li>・「デブリ」の定義の明確化</li> </ul>  |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要な時のみ網を張る</li> <li>・網を張る際には、事前に各国に周知</li> </ul>   |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・デブリ除去の専門業者への委託</li> <li>・デブリ発生しない部材での作製</li> <li>・運用事業者は運用に当たって、衛星除去までを義務化</li> </ul>  |

<グループワーク2>

グループワーク2では、「ELSI（倫理的・法的・社会的課題）」という概念そのものや、宇宙開発分野における ELSI の議論についての講演を踏まえ、今後この分野で ELSI の議論を活性化させるためにはどうすればよいかについて、参加者の皆様に議論していただきました。

はじめに、国家（政府機関・宇宙庁など）、国際機関（UNOOSAなど）、民間企業、学術機関・研究者、一般市民といった複数のステークホルダーを提示し、グループワーク1で検討した「技術の社会実装に伴う課題」に対する対策を実現するために、それぞれの立場で何が出来るかを考えていただきました。

次に、各ステークホルダーが ELSI の議論に関与することのメリット・デメリットを検討していただきました。さらに、図2の資料を使い、バイオテクノロジーや AI 分野と比較しながら、宇宙開発分野において ELSI の議論が進みにくい要因について考察していただきました。

そのうえで、ステークホルダーの中から対象を絞り、ELSI の議論を実際の宇宙開発プロジェクトの中で展開するための具体的なアプローチを提案していただきました。各班からの提案に対しては、岸本様および笹岡様よりフィードバックをいただいております。なお、ワークの成果は表3~5にまとめております。

今回のグループワークを通じて、宇宙開発分野の特性——複数の関係者の存在、法整備の進展に対する倫理的検討の遅れなど——を理解していただくとともに、今後の宇宙開発や社会のあり方について、参加者の皆さま自身の視点で考える契機となったのではないかと考えております。

表3 最終提案内容

| 班 | 提案内容  |
|---|---|
| 1 | UNOOSAのような既存の国際機関が各国家に対してアプローチを行い、国家にデブリ破壊の権限を与えない。代わりに、デブリ処理を担う新たな国際機関を創設するか、もしくはUNOOSAがその役割を担い、各国に条約加盟を求める。 |
| 2 | 民間企業が宇宙開発で損害を被った場合、その損害を補填する枠組みを国家が構築する。これにより、民間企業が積極的に宇宙開発に参入できる環境を整える。                                      |
| 3 | 国家がISOなどの国際機関に積極的に働きかけ、宇宙事業におけるELSI規範づくりと標準化を推進する主導を図る。特に軍事を出自としない日本は、民間での宇宙利用に関する議論において主導権を握ることができる。         |
| 4 | メディアが各ステークホルダーを集めた討論会を企画し、ELSIに関する議論を一般市民にリーチさせる。   |
| 5 | 民間企業が業界団体を結成し、政治家や省庁に対して開発の重要性をプレゼンテーションし、国家に投資を働きかけるべきである。   |

表4 各々のステークホルダーの行動指針と ELSI 議論のメリット・デメリット

(次ページへ続く)

| 1班           | メリット                 | デメリット             |
|--------------|----------------------|-------------------|
| 国家（政府機関・宇宙庁） | 自国の領空に限る             | 他国の衛星を落とすリスクを減らせる |
| 国際機関（UNOOSA） | 条約によって衛星を破壊する機関を決定する | 戦争に発展することを防げる     |
| 民間企業等        | 落下物の予測・保証            | 抑止力               |
| 学術機関・研究者     | 落下物の予測               | 企業利益につながりにくい      |
| 一般市民         |                      | 予測が難しい            |

| 2班           | メリット                 | デメリット          |
|--------------|----------------------|----------------|
| 国家（政府機関・宇宙庁） |                      | 財源の確保          |
| 国際機関（UNOOSA） |                      | 開発期間の長期化       |
| 民間企業等        | 軌道修正しても経済的損失が少なくなる工夫 | 他の企業とのネットワーク形成 |
| 学術機関・研究者     | 規則の研究・改訂             | 専門性の向上         |
| 一般市民         | 民間企業・国家などと連携         | 合意形成に時間がかかる    |
|              |                      | 研究の選定が難しい      |

| 3班           |                                  | メリット                           | デメリット               |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 国家（政府機関・宇宙庁） |                                  |                                |                     |
| 国際機関（UNOOSA） | ルール作り<br>宇宙分野のISD確立              | 公平公正な観点をもてる                    | 強制力が持てない            |
| 民間企業等        | 企業活動の監査の義務化<br>インセンティブに対する努力     | 有用な仕組み・モチベーション<br>インセンティブを得られる |                     |
| 学術機関・研究者     | 研究内容を一般市民に広める<br>国家のFACTをつかみ研究する |                                |                     |
| 一般市民         | 情報を自ら得る努力<br>関心の向上<br>倫理観の醸成     |                                |                     |
| 4班（回答なし）     |                                  | メリット                           | デメリット               |
| 国家（政府機関・宇宙庁） |                                  | 国際的プレゼンスの獲得                    |                     |
| 国際機関（UNOOSA） |                                  |                                |                     |
| 民間企業等        |                                  | 寡占市場化の抑止                       |                     |
| 学術機関・研究者     |                                  | 産官学連携の活性化                      | 最先端研究を行いにくくなる可能性がある |
| 一般市民         |                                  | 他ステークホルダーにELSIの議論を波及させられる      |                     |
| 5班           |                                  | メリット                           | デメリット               |
| 国家（政府機関・宇宙庁） | 社会技術研究の支援<br>法整備                 | 市民への被害を防げる                     | 時間がかかる<br>国際競争力が低下  |
| 国際機関（UNOOSA） | 拘束力のある国際条約の整備                    | 国際的に共通のルールができる                 |                     |
| 民間企業等        | 事業団体による自主的なガイドライン作成              | 企業にとって有利な法形成を導ける               | コストがかかる             |
| 学術機関・研究者     |                                  |                                | コストがかかる             |
| 一般市民         |                                  | 社会が守られる                        |                     |

表5 ELSI議論を進めるにあたっての障壁—AI・バイオロジーなどの他分野と比較した考察

| 1班  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>市民からの距離が遠い</li> <li>安全保障との関連がある</li> <li>市民にとってそもそも関心がない</li> <li>社会実装まで時間がかかる→注目されない</li> <li>市場が大きく利益を優先される</li> <li>多様な分野にまたがり網羅的に議論できる人がいない</li> </ul> |

| 2班   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>軍事寄り</li> <li>AI・バイオと比較して対象や倫理規範が分かりづらい</li> <li>まだ誰も宇宙に住んでいないので議論しづらい</li> </ul> |

| 3班  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>市民に遠い</li> <li>軍事に密接</li> <li>ビジネスの活性化、宇宙旅行の登場などによりこれから市民にとっても近くなる</li> <li>予算規模が巨大</li> </ul> |

| 4班  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>市民からのボトムアップの議論がしづらい</li> <li>toCが遠い</li> <li>宇宙開発への参入障壁が高い</li> <li>宇宙開発側の非宇宙産業への歩み寄りが不足</li> <li>宇宙開発とロマンの混在</li> </ul> |

| 5班  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>莫大なお金と時間がかかる</li> <li>民間人にとって身近でなく、大変さが伝わりづらいため失敗したとき批判されやすい</li> <li>国防の開発技術も制限される</li> <li>市民の理解が得られにくい</li> </ul> |

| 1班  | 対象：国家 |
|---|-------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星を落としていい識別、報告</li> <li>それぞれの国に衛星を壊させない</li> </ul> |       |

| 2班   | 対象：民間企業 |
|--|---------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>国家が保険制度を作りリスクの低減</li> <li>国家が資金提供する枠組み</li> </ul> |         |

| 3班   | 対象：国際機関 |
|--|---------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ISD化の国際主導</li> <li>国際法の強制力を持たせる</li> <li>標準的ガイドライン作成</li> </ul> |         |

| 4班  | 対象：メディア |
|---|---------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>各ステークホルダーを集めた討論会の企画</li> <li>SDFがやる</li> </ul> |         |

| 5班  | 対象：国家 |
|---|-------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>宇宙開発の重要性を市民と国家にプレゼン</li> <li>民間企業が業界団体を作り提言を行う</li> <li>UNOOSAなどの国際機関が基盤となる条約を作成</li> <li>一般市民が宇宙政策に力を入れる議員に投票</li> <li>他国の規制に詳しい専門家を増やす</li> <li>教育を通じて市民理解を促進</li> </ul> |       |

## 【講演内容】

小野関、松田(モデレーター)

岸本先生には「倫理的・法的・社会的課題(ELSI)の考え方」について、笹岡先生には「宇宙法の観点から見たELSI」についてご講演いただきました。

### 【岸本先生のご講演】

<技術と社会間の差>

新規の科学技術を社会に実装する際には、新規科学技術シーズと社会実装の間に「差」が生じます。この「差」は、安全性、悪用可能性、既存制度の適用可能性、差別・不公平など、性格の異なる課題が重なって現れます。一方で、「何かあったらどうするのか」という課題も常に存在し、これを過度に意識してしまうと、新規の取組みが何もできなくなってしまいます。これらに共通する原因は、技術と社会の間のギャップを埋めるノウハウ(社会技術)が欠如していることです。したがって、この「差」を研究・設計の初期段階から可視化し、設計そのものに組み込んで処理していくために、倫理的・法的・社会的課題(ELSI: Ethical, Legal and Social Issues)と責任ある研究・イノベーション(RRI: Responsible Research and Innovation)の概念が重要となります。

<大阪大学社会技術共創研究センター(ELSIセンター)>

大阪大学社会技術共創研究センター(通称、ELSIセンター)は、2020年4月に大阪大学において設立されました。同センターでは、「科学技術」と「社会技術」は並行して研究開発と社会実装を進めるべきであり、両者については、論文執筆、産学連携、知財戦略などで同様のアプローチが可能であると捉えています。

<ELSIの基礎概念>

ELSIという言葉は、35年前のゲノム解析研究の際に登場しました。ここでは、ELSIを倫理・法・社会の三つに分けて考えるアプローチから説明します。初めに、社会は、SNSなどによって形成される世論の影響を受け、急激な変化を伴い不安定なものです。これに対し、倫理は社会において人々が依拠すべき規範であり、短期的には安定していますが、中長期的には変化し得るもので、理想的には法律の基礎に当たるものです。これらは、法律(L)の基礎に倫理

的規範(E)が、倫理的規範の基礎に世論(S)が位置するように、相互が絡み合って存在しています。

<「できること」と「やっていいこと」の線引き>  
過去のバイオロジー領域の事例や昨今のAI技術の発展など、技術革新の進歩に伴い、「技術的にできること(できるように見えること)」と「社会的に実施してよいこと(社会実装に伴うリスクが十分に小さく、公益に資すること)」の間にずれが生じています。両者の線引きを行うにあたっては、即効性の観点から、倫理的観点が特に重要です。

### 【モデレーター】

松田:

「技術と社会のギャップについて考えること」と『技術的にできること=やっていいこと』ではない」という視点は非常に重要だと感じました。今回のワークショップのテーマである、2050年の宇宙開発というのは、ELSIの議論のあり方を意識して設定したテーマです。もちろん、すでに起きた課題に対して対処することも必要ですが、理想的なのは、科学技術を社会実装する前に、その在り方について考え、事前に問題を防ぐことだと思っています。様々な企業やプロジェクトが、2050年の宇宙開発に向けての第一歩を踏み出している中で、「転ばぬ先の杖」としてのELSIの議論を行うことが重要で、決して、イノベーションの阻害になるのではなく、事前の検討によって、円滑で社会にとってよい形での社会実装が可能になる、というように考えています。改めてELSI・RRIの概念の重要性を訴求することが必要だと感じました。

小野関:

修士学生の立場で日々の研究の現場から見ても、「技術と社会のギャップをどう埋めるか」といった考えを研究初期段階から織り込む視点、そして「転ばぬ先の杖」としてELSIを常に据える姿勢の大切さを改めて痛感いたしました。その上で、日頃の発想を「できるからやる」から「社会にとって望ましいのかを確かめてから実装する」へと切り替えることを、新たな当たり前として根付かせていきたいと考えております。

<質疑応答>

日本のドローン規制を例に、「規制が強すぎると国際競争で不利になる」との懸念に対して、『リスクがあるなら止めるべきだ』という過剰な抑止と、『技術は進めればよい』という過小な配慮は、いずれも社会実装を阻害します。規制を『プレーキ』ではなく『ガードレール』と位置づけることで、均衡を図ることができます。」とのご回答を頂きました。

【笹岡先生のご講演】

<笹岡先生の宇宙とのかかわり>

宇宙分野に携わるようになったきっかけは、2010年頃に JAXA から、日本で宇宙旅行を実施する場合に想定される法的課題に関する調査研究の依頼を受けたことでした。具体的には、輸送の観点から関連する国内の運送法制との共通点と相違点を比較検討しました。関心は、「宇宙輸送」や衛星コンステレーションビジネスなどの「宇宙ビジネス」にあり、専門は「宇宙法」です。また、行政法・商法・国際法の先生方と科研費に基づく共同研究を進めています。さらに、慶應義塾大学宇宙法センターで研究員・教員として、また経済産業省 JAXA 部会などにおいて、ビジネスの観点から宇宙政策に関与しています。現在は、内閣府において、民間ビジネスへの適合を目的とした宇宙活動法の改正作業を進めています。

<宇宙開発・利用の歴史>

宇宙分野の特殊性は、宇宙開発が国主導で始まった点にあります。民間企業との関わりは、ロケットや大型衛星などの「ものづくり」から始まり、通信衛星やステーションなどの打ち上げ・通信サービスを中心とする「宇宙利用産業」へと拡大し、さらに国主導の運営を民間へ移す「民営化」を経て、新たな主体が新たな収益モデルで市場参入する「New Space」へと変遷してきました。現在は、利益追求にとどまらず、その先の課題にも向き合う、「Beyond New Space」のフェーズにあります。以上をまとめると、国の活動を基盤としつつ、それを民営化していくことが基本的な宇宙開発の流れです。そのうえで、国家が保有していない技術・サービスの領域にも新たなアクターが参入している点が、現在の New Space の特徴です。

<宇宙分野における ELSI 概念の意義と重要性>

ELSI の最大の意義は、①R&D 段階でグループ内に ELSI 人材が配置され、その人材に対して ELSI の研究予算が割り当てられている点にあります。さらに、②RRI の文脈における多様な主体の参加によって担

保される予見性・省察性・開放性・応答性も、ELSI の重要な意義です。加えて、③ELSI は一般的な配慮事項としての意味合いも持ちます。

これら三点のうち、宇宙分野では①および②の関与が稀であったことが、宇宙と ELSI の距離が遠いと見なされてきた理由だと考えます。他方で、ELSI の中でも宇宙法 (L) の研究は 1967 年以前から活発であり、AI・バイオ領域など ELSI 議論で頻出する分野と比較しても、宇宙法は最も確立されている分野の一つといえます。ただ、宇宙 ELSI における①、②の関与は希薄で、原則として外在的な関与にとどまっています。例えば、サブオービタル飛行や大陸間弾道飛行などでは、研究開発後の具体的な活動段階で初めて ELSI が問われることが多く、従来の R&D 段階から関与することができていません。

宇宙分野で ELSI が原則的に外在的関与にとどまりやすい理由としては、ミサイル開発がロケット開発に直結してきたという歴史的経緯により、国家主導の開発において倫理・社会面の考慮が後景化しやすいこと、枯れた技術の民営化・民間移転が中心であったため、既存の規範枠組み (宇宙法・宇宙政策) に関与する学問領域が充実し、改めて倫理・社会の観点に立ち戻る動機が弱体化、そして AI・バイオ領域等と比較して活動内容が比較的明確であるため、リスクや利害関係者も明らかであり、早期段階での横断的な ELSI 組込みの必要性が見えにくかったこと、が挙げられます。

結果的に、ELSI の枠組みは、メガコンステレーションがもたらす宇宙デブリ、光害、オゾン層への影響、文化・信仰への影響といった課題、ならびに民間主導の新たな宇宙サービスに関する課題への対応において、遅れをとっていると言わざるを得ません。宇宙ビジネスにおいて、宇宙 ELSI は将来的に有効に機能する可能性が高く、重要であると考えています。

<質疑応答>

日本のドローン規制を引き合いに、「規制が強すぎると国際競争で不利になる」との懸念があります。岸本先生への質疑と同様のドローン規制に関する内容の質問に対して、「宇宙政策を策定する側でも、事業者の利益創出や産業基盤の確立を可能にする観点から、法規制として明文化するのか、あるいはガイドライン等のソフトローで運用するのかを常に検討しています。」とのご回答を頂きました。

2050年に想定される技術

<2050年、医療、情報、ロボティクス、材料など多分野で技術は大きく飛躍的に進歩した。それらの技術は宇宙領域におけるエンジニアリングにも応用され、デブリ除去技術に活用されることが期待されている。ここでは、2050年に想定される各分野における技術一覧とその内容を紹介する。>

| 分野    | 技術                    | 説明   | イメージ図 |
|-------|-----------------------|--|-------|
| 情報    | 高精度デジタルツイン            | 本物そっくりの複製の分身を用いて、シミュレーション環境で検証可能                                 |       |
| 推進・電力 | 電気推進<br>Hall イオン等     | イオン化した推進剤を電場/磁場で加速させる仕組み<br>少ない燃料で長時間推進可能<br>結核な軌道調整可能           |       |
|       | 無線給電<br>レーザー<br>マイクロ波 | 離れた場所から指向性の高いビームを照射することで、充電可能                                    |       |
|       | 電磁デブリー (EDT)          | 長尺導電デブリー (ひとへに電気を流し) 地球場とのローレンツ力で減速/姿勢制御<br>「地球の磁場をブレーキとして活用できる」 |       |

図1 グループワーク1の資料抜粋

GW2補足資料：AI・バイオ・宇宙の比較分析

本資料は、AI・バイオ・宇宙の3分野を、「①誕生から社会実装までの道のり」「②エコシステムの規模と担い手」「③社会との関わり方 (資金と距離感)」という3つの大枠で比較分析し、各分野の本質的な違いを明らかにします。①~③の各項目の詳細情報は、GW2詳細資料(A4)にまとまっています。適宜ご活用ください。

|                     | AI (人工知能)  | バイオテクノロジー   | 宇宙開発   |
|---------------------|--|---|--|
| ① 誕生から社会実装までの道のり    | 【歴史】 コンピュータサイエンスから生まれ、近年の技術革新で急成長。<br>【実装】 ソフトウェア中心のため即時性が極めて高く、アプリ等を通して既に社会に広く浸透している。 | 【歴史】 分子生物学という学術的発見が起点。<br>【実装】 研究開発から臨床・承認まで時間を要し、医療分野を中心に中長期的に社会実装される。     | 【歴史】 国家主導の安全保障技術から発展。<br>【実装】 通信・測位など需要が先行し、社会インフラとして実装済み。宇宙旅行など新規分野は時間を要する。 |
| ② エコシステムの規模と担い手     | 【規模】 市場は急拡大中 (2030年予測: 8,260億ドル)<br>【担い手】 数百万人の技術者が関わるが、人材不足が深刻。                       | 【規模】 既に巨大な市場を形成 (2030年予測: 3,88兆ドル)<br>【担い手】 研究者に加え、数百万人の医療従事者が関わる。          | 【規模】 成長著しい巨大市場 (2032年予測: 1兆ドル超)<br>【担い手】 数万人の専門技術者による少数精鋭型。近年は民間企業の役割が増大。    |
| ③ 社会との関わり方 (資金と距離感) | 【資金】 ベンチャーキャピタルなど民間投資が中心。<br>【距離】 市民との距離は最も近く、日常的に利用。プライバシーや雇用への影響が直接的な課題となる。          | 【資金】 製薬企業、VC、助成金など多様な資金源を持つ。<br>【距離】 医療の恩恵として実感する中程度の距離感。倫理や情報差別が社会的な課題となる。 | 【資金】 政府予算と民間投資の混合モデル。<br>【距離】 市民との距離は最も遠く、利用は間接的。宇宙デブリなど、市民生活から遠い課題認識が中心。    |

図2 グループワーク2の資料抜粋



企画責任者  
小野 関 祐介



企画責任者  
松田 有美香

# Youthquake of the Universe ～次世代が描く宇宙の未来～

企画責任者：佐藤 亜由美

【企画概要】

宇宙開発の盛り上がりとともに、宇宙を志す学生の活動は急速に広まっています。広報活動から、宇宙建築や宇宙医学、宇宙工学といった専門性の追求、さらには実践的な技術開発まで、ユニークな視点と宇宙への情熱を持つ多くの学生団体が多岐にわたる活動を行っています。

本企画は、そのような学生の活動内容や活動への想いを発信し、共有することを目的とし、参加者の皆さま同士の交流や意見交換を通して、学生・参加者間の新たなつながりや、未来に向けた協働の機会を創出する場とすることを目的として開催いたしました。



# 【ARES Project】

私たち ARES Project は、火星探査ローバーの開発に取り組む学生団体です。東北大学や慶應義塾大学をはじめとする複数の大学・大学院から様々な専門分野をもつ学生が参加し、仙台と東京の2拠点で活動しています。世界大会「University Rover Challenge (URC)」での優勝を目指し、東北班はローバー本体を、東京班はロボットアームの開発を担当しています。昨年は日本チームとして初めて URC 決勝大会に出場し、今年で2年連続の出場を果たしました。

## ARES Project — 火星探査機世界大会への挑戦

### 1. 団体紹介

- 2022年発足し、今年で4年目
- 火星探査ローバーを開発
- 世界大会(URC)優勝を目指す
- 東北大、慶應大等の学生約40名が所属
- 様々な分野を専門とする学生が集まる
- URC決勝大会に2年連続出場

### 2. URCについて

- University Rover Challenge: 火星探査機の学生世界大会
- 米国ユタ州の火星実験機(MDRS)で開催
- 2025年大会は114チームの中から38チームが決勝進出

### 3. 機体紹介(ARES 8iについて)

#### 開発の歴史

- 4輪独立駆動・独立操舵
- 重量: 49 kg
- 寸法: 1.1 × 0.9 × 0.9 m

#### ローバー機構

- ロッカー機構
- ステアリング
- Generative Design

#### サイエンス

- 火星探査機搭載機器
- 火星探査機搭載機器
- 火星探査機搭載機器

#### ロボットアーム

- 重量: 15 kg
- 5自由度 + 横軸水平自由度
- 自作マイクロロイド減速機

#### UAV(ドローン)

- 重量: 3.5kg
- ペイロード: 1.5 ~ 2.0kg
- 最高速度: 100km/h
- フライトタイム: 15 min
- 通信距離: 10km +

#### 今後の展望

- "ARES 9"の開発
- 2025年11月 開発予定
- 既存の機体の改良
- 通信方法の研究
- URC2026優勝を目指す
- 学術要素の検討

#### 4. イベント関連

- 第1回 鳥取県「夢の課外授業」公演
- 第1回 鳥取県「夢の課外授業」公演
- 第1回 鳥取県「夢の課外授業」公演

### 2. URC2025結果

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 最終審査書類                | 89.01         |
| Equipment Servicing   | 56            |
| Autonomous Navigation | 42            |
| Science Mission       | 12            |
| Delivery Mission      | 0             |
| <b>合計</b>             | <b>199.01</b> |
| 順位                    | 30位 / 114チーム  |

### スポンサー様

DENSO, CREALITY, SUNSHINE, AUTODESK, FROM SENDAI, Mazak, AS ONE, NSK, FRP, DIGIKEY

### 連絡先

Email: ares2022.tu@gmail.com

QRコード: X, Instagram, HP

# 【ASE-Lab.】

ASE-Lab. は、総参加者数 400 名以上を誇る日本最大級の宇宙学術コミュニティです。大学生をはじめとする国内外の若手学生がオンラインツールを駆使し、地域・分野横断型の学習・交流を行っています。自主ゼミでは、宇宙工学、天文学から、宇宙法や宇宙ビジネスなど、今後の宇宙産業を担う幅広い分野が学ばれています。加えて、企業パートナーの皆さまからのご協力を得ながら、スタートアップ等と連携した宇宙人材育成活動「アストロキャンプ」も実施しており、オンライン研修と合宿を組み合わせた形式で宇宙人材を育成しています。

**日本1の宇宙の学術コミュニティ参加学生**  
**400 人突破!**

宇宙を自主ゼミで「教えあう」学生団体

**【学ぶ】一育成一**

ASE-Lab.では、特定分野の専門家を招請するのではなく、初学層同士で自主ゼミを行うことで、ハードルなく最新の領域・専門の知識について学習を行うことが出来ます。このプロセスにおいて学生は自己学習・教材選定から、プレゼンテーションやディスカッション、質疑応答の進行までを一貫して体験。実務に近い課題設定・メンター受領により、即戦力となる実践力を身につけます。

**【繋ぐ】一交流一**

ASE-Lab.は、全国の学生を結びつけるプラットフォームとして、オンラインをオンライン活動の基盤とし、宇宙好き学生同士がチームを結んでプロジェクトを推進。これまでに日本学生による国際火星ローバーチーム「MARURA」や国際共同の人材育成として「アストロキャンプ」を実施し、今後のミッションで社会変化を起こしながら、次世代の宇宙開発コミュニティを構築します。

宇宙工学 軌道力学 天文学 宇宙農業 宇宙ビジネス 宇宙法 衛星データ解析 コンピュータOS 自動運転

参加は公式サイトから ASE-Lab.

# 【AstroNOTE】

宇宙への好奇心を「ワクワク」に変える AstroNOTE (2024 年 4 月発足) は、「宇宙 × 暮らし」「宇宙 × こども」の視点で、現在は宇宙建築と未就学児向けの宇宙絵本の制作を軸に活動しています。宇宙空間の理想を描く斬新な建築構想と、子どもたちが自然と宇宙に親しめる絵本で、コンテンツを発信。「ワクワクには、大きな力がある」をモットーに、日本全国の学生メンバーが多角的に挑戦中です。直近では、第 11 回宇宙建築賞にて銀メダルを獲得しました。

**ワクワクには、大きな力がある。**

宇宙を通して「ワクワク」を届けること、それが私たちのビジョンです。斬新なアイデアで好奇心をくすぐり、そこから生まれる新たな世界に胸躍らせる、そんなきっかけをASTRONOTEは作っていきます。

私たちの作るワクワクが、誰かのワクワクとなり、そして繋がっていく。さりげなく、そっと。私たちが創造したいのは、そんな大きな連鎖の始まりです。

**宇宙 × 暮らし 宇宙 × こども**  
SPACE X LIFE SPACE X CHILDREN

宇宙建築 絵本制作

**<宇宙建築>**  
次世代の新しい宇宙建築物の提案を行います。  
以下は、AstroNOTE宇宙建築プロジェクトを始動より、はじめて開催・発表したものです。

**<絵本制作>**  
宇宙を舞台にした未就学児向け絵本を制作します。  
さりげなく、そっと。をモットーに製作中です。

なぜ未就学児向けなのか? 小学生以上向け宇宙コンテンツ多 BUT 高校生以上向け宇宙コンテンツ少

なぜ宇宙が面白いのか?  
・ 未知な分野があるため、ワクワクの要素、想像力・創造力を掻き立てることができる。  
・ 宇宙は、異分野が交わる場所、どの興味も、宇宙と繋げることができる。  
→ 宇宙から、新たな興味や学生さんごきげんを作ることができる。

まもなく第1作目が完成予定!!

宇宙の街の、その世界に誇りような言葉のみで構成されている、絵のインパクトを重視した一冊です。

無重力空間を漂う、無重力空間の遊園地、月の街、火星の街の世界観が描かれており、読みながらそれぞれの宇宙の街へと、世界が広がっていく構成です。

最後は地球へ、宇宙へのワクワクが伝えながら、地球の豊かさも訴える一冊となっています。

絵本全て水彩絵の具にて着色。柔らかな世界で手に取りやすいものを目指しています。

完成にぞろぞろ期待ください!

現在絵本制作中です。詳細は絵本完成をお楽しみに!

このプロジェクトは、単なるアイデアに留まらず、月面での持続的な活動を支えるための具体的なインフラ構築を目指しています。

第11回宇宙建築賞についての詳細は、こちらのQRコードを読み取ってください。

【団体概要】  
代表：早川明日香 (名古屋大学) 設立：2024年4月 所属大学：名古屋大学、東京大学、東京科学大学、千葉大学、京都大学 他

# 【Aušra Project】

Aušra Project は 2024 年 10 月に始動した超小型衛星「キューブサット」を開発する学生プロジェクトです。全国から大学生、院生、高専生が集まり衛星の設計開発に取り組んでいます。現在開発中の初号機では宇宙の彼方からやってくるガンマ線バーストを軌道上で検出し、観測データを地上にダウンリンクする事をミッションに掲げています。また団体名の Aušra (オーシュラ) はリトアニア語で黎明、夜明けを意味し、日本とリトアニア等欧州の学生が交流を通して知識を深め、異文化理解や国際協力の促進も目指しています。

## Aušra(オーシュラ) ガンマ線バースト観測衛星開発プロジェクト

### 「Aušra Project」とは ガンマ線バースト観測衛星 設計開発 学生団体



Aušra Project(オーシュラ)は、日本全国の学生(大学生・大学院生・高専生・高校生1歳以上)が超小型衛星(キューブサット)の製造・投入を目指して活動する団体です。Aušraはリトアニア語で黎明・夜明けを意味し、日本等の学生による科学衛星開発の「開拓」を切り開きたいという願いを込めています。私たちの衛星ミッションは、1Uサイズのキューブサットがガンマ線バースト(GB)の検出を行い、観測データを地上にダウンリンクすることです。

- ガンマ線バースト**
  - ガンマ線バーストとは何ですか?
    - 宇宙空間で発生する短い時間スケールで高エネルギー光子の急激な放出
    - アストロファジックの現象として発生すると考えられている
    - 発生頻度は観測される
    - 観測データは貴重である[1]
  - 観測の意義
    - 観測データがビッグデータに繋がる
    - 観測データと地上からの観測データを比較することで、ガンマ線バーストの発生メカニズムの解明や観測データの有用性を明らかにすることができる
- 本研究・開発の目的**
  - 日本の学生(主に大学生・高専生)が、学業以外の課外活動として超小型衛星の設計・開発・運用を経験する機会を提供すること
  - リトアニアをはじめとしたヨーロッパ圏の学生との国際交流を深めること
  - ガンマ線バーストの多波長観測を可能にする新たな観測体制の実現を目指し宇宙物理学の発展に寄与すること
- 先行事例**
  - ANITA: 宇宙空間で発生する、2011年11月15日、1.6EeVの超高エネルギー中性子線が検出された。その検出には十分な証拠がなかった[2]
  - ガンマ線バースト: 2012年12月、ガンマ線バーストで検出された。CANRISでの観測データは、これまで100年以上のガンマ線バーストの観測データに匹敵している[3]
  - CANRIS: 地球軌道上で発生するガンマ線バーストの観測データは、地上からの観測データと同等の精度で観測される[4]
- 現在の開発環境**
  - キューブサット: 超小型衛星(キューブサット)を開発する際の標準的な規格に従って設計・開発・運用を行う。サイズ: 1U (10cm x 10cm x 10cm)
  - 観測機: キューブサットに搭載する観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。
  - 観測機: キューブサットに搭載する観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。
- ミッションの詳細**
  - ガンマ線バーストの観測: 宇宙空間で発生するガンマ線バーストの観測を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。
  - 観測機: キューブサットに搭載する観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。
- 今後の活動予定**
  - 観測機: キューブサットに搭載する観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。
  - 観測機: キューブサットに搭載する観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。観測機は、観測機(観測機)の設計・開発・運用を行う。

参考文献: [1] Aušra Project (2024). Aušra Project. [2] ANITA. [3] CANRIS. [4] CANRIS.

連絡先: Aušra Project (2024). Aušra Project. [5] Aušra Project (2024). Aušra Project.

連絡先: Aušra Project (2024). Aušra Project. [6] Aušra Project (2024). Aušra Project.

# 【未来宇宙産業フォーラム】

未来宇宙産業フォーラム (FSIF) は、他産業の宇宙産業参入を“学生の視点”から後押しする団体です。私たちは「宇宙を知る」段階から資金調達まで伴走できる仕組みづくりに取り組み、非宇宙のイベントへも積極的に参加。200人超のピッチイベントで宇宙系唯一の登壇や、「みんなの夢 AWARD」「Web3×AI 超会議」での宇宙系唯一のブース出展を実現してきました。さらに、大阪・関西万博公式企画「One World One Planet」の学生パートナーとしても活動。産業の垣根を越え、宇宙と社会を結ぶ実践的な機会を創

## 未来宇宙産業フォーラム Future Space Industrial Forum

### FSIFの活動

未来宇宙産業フォーラムでは、他産業の宇宙参入を学生視点でアプローチすべく活動を行っております。活動はイベントの出展・開催をし認知拡大を目指すイベント活動、企業や団体の方と宇宙参入などについて議論する常設活動、イベント活動や常設活動で出たアイデアなどを共有するための報告書作成になります。

### イベント活動実績

- 2023/12/20 趣味からつながる宇宙@宇宙の店 : 開催
- 2024/3/30 未来宇宙産業DAY DAY : 開催
- 2024/5/4 未来宇宙産業DAY DAY2 : 開催
- 2024/5/12 学生祭 : ピッチ
- 2024/8/8 学生団体サミット2024in summer : ピッチ
- 2024/9/7 宇宙開発フォーラム2024 : ホスター展示・プレゼン
- 2024/9/28-29 宇宙ビジネスシンポジウム2024 : 開催
- 2024/12/20 未来宇宙産業DAY DAY3 : 開催
- 2025/2/10 学生団体サミット : ピッチ
- 2025/3/13 みんなの夢AWARD15 : ブース出展
- 2025/3/29 Web3&AI超会議 inメルカリ : ブース出展
- 2025/4/3 未来の宇宙リーダーズ : WS協力
- 2025/6/29 UNISON第2回イベント : ピッチ
- 2025/8/4 学生団体サミット2025in summer : ピッチ

### 所属・パートナー

○所属  
iSIO  
学生団体連合UNION

○パートナー  
KARUNAプロジェクト スチューデントパートナー  
みんなの夢AWARD ドリームPartner  
One World, One Planet.(万博企画) 学生パートナー

今後のブース出展等でパートナー皆様の活動を紹介をしていきたいと思っております。パートナーに興味のある方は是非HPよりご連絡ください。

### 企画実施中

願いを世界に届けよう  
One World, One Planet.の学生パートナーとして皆さんの願いを世界に届ける企画を実施中。下のQRから1分で登録できます。



FSIF 未来宇宙産業フォーラム

HP Instagram Facebook YouTube



# 【SMJYC】

私たち SMJYC (Space Medicine Japan Youth Community) は、宇宙医学に興味のある全国の学生が集うコミュニティで、宇宙医学のプレーヤーの方々のご協力を受けつつ LINE グループをプラットフォームに、様々な活動を行っています。

具体的には、宇宙医学の関わる現場 (JAXA、大学の研究室等) を訪れて宇宙医学について学ぶスタディツアーや、学会での発表、月に一度開催しているマンスリーウェビナーなど様々です。最近の活動としては、YouTube チャンネルの新規立ち上げや宇宙 × ライフサイエンスのイベントへの参加予定があります。



## 活動内容

### ①スタディツアー

主に長期休み期間に、宇宙実験を行っている研究室やJAXA、ベンチャー企業などを訪問し、直接講義を受けたり見学をしたりします。昨年は日本大学やJAXA、今年は名古屋市立大学を訪問しました。

### ③ウェビナー

およそ1ヶ月に一度、宇宙医学に関わっている先生をお招きし、オンラインで講義をして頂きます。

### ⑤論文抄読会

宇宙医学に関する英語の論文を読み、それについて議論します。

### ②教科書翻訳

アメリカで書かれた宇宙医学のバイブル的教科書 "SPACE PHYSIOLOGY AND MEDICINE" の日本語訳を行っています。出版を目指しています。

### ④学会発表

「日本宇宙航空環境医学会」の年次大会において、学生セッションでの発表をします。

参加ご希望の方へ  
こちらより  
ご連絡ください  
(または「SMJYC」で検索)



# 【TELSTAR】

宇宙広報団体 TELSTAR は、中高生に向けて宇宙の魅力を発信する学生団体です。

TELSTAR の団体理念は「宇宙産業を日本の基幹産業にする」ことであり、ミッションはこれからの宇宙開発を担う次世代の人材基盤を作ることです。

そのために、進路決定の重要な時期である中高生をメインターゲットとして、フリーマガジン作成を中心に WEB、イベントで宇宙に関する事柄の広報活動を行っています。フリーマガジンは、全国の中学校、高校、科学館、個人の方へ無料配布をしております。

**ひとと、宇宙をつなぐ**

宇宙広報団体 TELSTAR は、中高生に向けて宇宙の魅力を発信する学生団体です。TELSTAR の団体理念は「宇宙産業を日本の基幹産業にすること」であり、ミッションは「これからの宇宙開発を担う次世代の人材基盤を作ること」です。そのために、進路決定の重要な時期である中高生をメインターゲットとして広報活動を行っています。

理系文系の枠を超えて、自分の得意と宇宙をつなげて将来の自分について考えるきっかけを創造する。その手段として、フリーマガジン制作を中心に、WEBサイト運営やイベントの企画・開催などに取り組んでいます。

また、この活動は対象である中高生だけでなく、運営を行う大学生・大学院生が宇宙産業への理解を深める機会の提供をしているという点でも、将来の宇宙開発の人材基盤に貢献できると考えています。

**フリーマガジン制作**  
全国の中学校・高校・科学館に配布中

**うちゅうけんWebサイト**  
自分に合った宇宙、〇〇

**ジュニアインベーショフェス2025**  
特設サイト主催

**WS~宇宙を伝える・広報を動かす~**  
Digital Bash主催

各種 情報発信中!!

入会希望  
LINE Open Chat

Webサイト

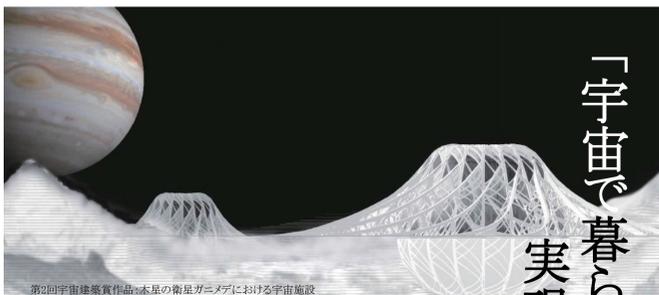
X

Instagram

# 【宇宙建築学サークル TNL】

宇宙建築学サークル TNL は「宇宙で暮らすを実現する」を理念に、宇宙における建築や居住について多角的に探究する学生団体です。全国の大学・大学院から多様な分野を学ぶ学生が集まり、それぞれの専門知識を活かして議論を深めています。毎週開催しているオンライン勉強会では、書籍の読み込みやメンバーの研究発表などを通して知識を深め、意見交換を行っています。さらに、宇宙建築賞の運営・参加を通じてアイデアを形にし、議論にとどまらない実践的な挑戦から「宇宙で暮らす」未来の構築に向けて取り組んでいます。

宇宙建築学サークル



TNLとは

「宇宙で暮らすを実現する」を理念に、宇宙における建築や居住について多角的に探究する学生団体



活動内容

1. 毎週1回オンラインでの勉強会  
(書籍の読み込み、メンバーの研究紹介、過去の宇宙建築賞作品の分析 etc...)
2. 宇宙建築賞への参加
3. 外部専門家・OBGによる講演、エキス
4. 建築巡り

宇宙建築と他分野との関係



宇宙建築 居住は有人宇宙分野に  
関係する多岐にわたる分野とも関わっている

宇宙建築とは

宇宙空間で人間が暮らすために設計・建設されるISSなどの構造物のこと  
近年では月面基地や月周回軌道上の有人拠点が構想されている

宇宙建築賞

宇宙に関する構造物の設計やデザインを競うコンテストで、宇宙建築の認知拡大やアイデアの発信・共有を促している

過去の審査委員長



宇宙飛行士 山崎直子



建築家 Yocomimoto

2014年の創設以来、宇宙飛行士・山崎直子さんや建築家・難波和彦さん、Yocomimotoさん、東京大学・宮本英昭教授との協力を得て開催している

代表: 東海大学大学院 菅原一真  
顧問: 東海大学工学部建築学科 十亀昭人教授  
所在地: 東海大学湘南キャンパス

入会フォーム



ホームページ



# 衛星画像解析ボードゲーム

## Eye From Space ～見えない世界を見る～

企画責任者：安部 創一郎

### 【企画概要】

近年、衛星画像解析は地球環境の変化把握や災害対応、資源管理といった多様な社会課題の解決に不可欠な技術として発展しています。

しかしながら、専門的な理論や膨大なデータ処理などを要するため、学ぶハードルが高いと感じられる方も多いのが現状です。

そこで、本企画では、専門知識の有無に関わらず参加者の皆さまが衛星画像解析の有用性を体感できるよう、身近な学習ツールとしてボードゲームを作成しました。

参加者の皆さまにはゲームを通じて視覚化された情報に触れて、戦略的思考を働かせつつ協力することで、衛星データに関する知識を学んでいただきました。

### <企画のねらい>

近年、豪雨や台風、異常高温といった極端な気象による災害が世界各地で頻発し、被害の把握と迅速な初動対応の重要性が高まっています。我が国においても内閣府の防災白書において気候変動の影響として大雨や暴風の頻度増加が指摘されており、正確で迅速な被害評価が求められています。

衛星データは広域の変化を短期間で捉え、浸水域や地殻変動、植生の状態といった情報を提供するため、初動の情報基盤として重要な価値を持ちます。JAXAはだいち4号などによる緊急観測と専用の防災インターフェースを通じて被災状況の把握を支援しており、多くの災害現場で活用されています。

また国土交通省やJAXAは、衛星データの基礎的な使い方や水害時の活用法をまとめたガイドを公表しており、学校や自治体の防災教育に取り入れられる土台が整ってきていますが、それでも依然として導入のハードルが高いのが現状です。

教育面では、ゲームを用いた学習が学習効果と動機付けを高めるといったメタ分析の知見から、体験型ボードゲームは興味喚起と基礎理解の両面で有効であると言えます。

以上を踏まえ、本企画では子どもから社会人まで幅広い層がゲームを通じて楽しみながら地球観測衛星に搭載されるセンサーの種類や解像度といった基本的な知識に触れていただくとともに、衛星データや防災、環境分野への関心と将来これらを担う人材の裾野を広げることを目的として、ボードゲームを実施しました。

また、ボードゲーム終了後に本企画責任者より、本ボードゲームと実際の衛星画像およびその解析に関連したセミナーを行いました。

### <ゲームの内容>

このゲームは2つのフェーズから構成されており、チームごとに獲得ポイントを競い合います。1チームの人数は6人です。

フェーズ1では、15×15のマスの目からなる、地表の分類によって色分けされたカラー画像を見ながら異なる指標を元に3枚の白黒の画像を作成します。このとき1チームの6人を3人組2つに分けてそれぞれに別の画像を見ていただきます。

フェーズ2では、自チームの別の3人組が作成した3枚の白黒画像をもとに、元のカラー画像を推定していただきます。ヒントカードを引きながら元画像の予測を行い、それに加え3マスだけに存在する「宇宙人」を見つけていただきます。

### <フェーズ1>

フェーズ1では、カラー画像から3枚の白黒画像を作成することで、衛星データが複数の波長帯で情報を持つことを体感し、植生や水域、人工物が各波長で見え方が異なることを理解していただくことを目的としました。参加者の方には、図1のような15×15マスのカラー画像を元に、3枚の白黒画像を塗り絵の方式で作成していただきました。白黒画像は白・灰・黒の3色で塗り分けるものとなっており、図2のような画像を3人グループでそれぞれ作成しました。

本フェーズでは、参加者自身が画像を作成する体験を通じてゲームの仕組みや解析の基本概念を直感的に理解していただきました。実際に手を動かして白黒画像を作る作業は遊びに近く、子どもでも楽しみながら参加できるよう工夫しています。さらに、作成された画像には塗り方の個人差や塗り間違いが生じるため、ノイズや誤差を含む実際の衛星画像に近い状況が自然に再現されます。

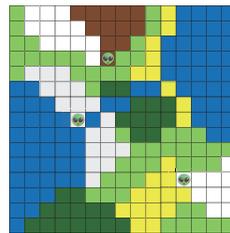


図1

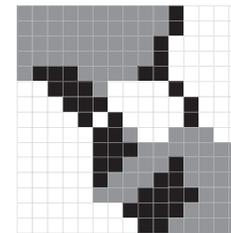


図2

### <フェーズ2>

フェーズ2では、フェーズ1で作成した白黒画像をもとにもとのカラー画像を推定し、特定のマスに隠された「宇宙人」を下図のようなヒントカードをもとに見つけ出していただきました。

もとのカラー画像とそれらから作成された3枚の白黒画像は、データ収集の段階に相当します。これらは異なる波長帯での衛星画像を模擬しており、多次元の情報から対象となる地表の様子を読み取るという衛星データ解析の出発点を体感していただきました。

次にデータ処理と統合に対応するのが、プレイヤーによる複数の白黒画像の組み合わせや補助的なヒントカードの活用です。異なる特徴を持った各バンドの情報をどのように組み合わせるか、輝度差やノイズをどのように扱うかを試行錯誤することで、前処理やバンド合成、外部データの統合という実践的な手順を理解することができます。ヒントカードは現場での地上観測や気象情報等に相当し、衛星データだけでは判断できない点を補う役割を果たします。

最終的に、プレイヤーは各マスの元の色と宇宙人の位置を推定します。さらに、ゲームの得点やフィードバックを通じて、複数のデータを統合して結論を出すプロセスを体験することができます。

このように、フェーズ2では観測データから有益な情報を得るという衛星画像解析の主要な工程を遊びの中で再現し、参加者の実践的な理解を促しました。

❄️  
雪原を近赤外線で見ると灰色に映る

🌲  
森を近赤外線で見ると白色に映る

💧  
水域はSAR画像で黒色に映る

## 【セミナー】

安部(モデレーター)

本セミナーでは、今回のボードゲームが、実際の衛星画像およびその解析をどのように再現しているのかということについてお話ししました。

モデレーター：  
今回のボードゲームで体験していただいた内容をもとに、実際の衛星画像と衛星画像解析について少し解説させていただきます。

さて、今回のボードゲームのフェーズ1では「カラー画像を分解して複数の白黒画像(=特定波長のデータ)を作成する」体験をしていただきました。これは人工衛星が波長の光を用いて地表を観測し、各波長帯(バンド)ごとのデータを収集する過程を模したものです。フェーズ2では、3枚の白黒画像からもとのカラー画像を推定する作業を行っていただきました。これは、複数のバンドデータを組み合わせることで地表の状態を推定・分析する実務に非常に似た作業です。

まずは人工衛星そのものについて簡単に説明します。人工衛星とは地球の周りを一定の速度で周回する人工の機器で、地球観測、通信、測位などさまざまな目的で運用されています。現在、宇宙空間にはおよそ15,000基の人工衛星が存在しており、それぞれが観測や通信、測位など異なる役割を担っています。衛星には「センサー」が搭載されており、用途に応じて光学センサー、可視/近赤外センサー、熱赤外線センサー、マイクロ波センサー、ライダー(LiDAR)など、さまざまな観測手段が用いられます。ここからは、代表的なセンサーとその用途について説明します。

まず、可視光・近赤外センサーです。これは地表で反射された太陽光の可視光や近赤外領域での反射光を測定するもので、植生の分布や生育状態、海の色による水質の変化、市街地や農地などの土地利用の違いを把握するのに適しています。例えば、植生の健康状態を評価するための植生指標(一般的にはNDVI:正規化植生指数)は、赤色光と近赤外の反射光を組み合わせることで算出します。

次に熱赤外線センサーです。これは太陽光の反射そのものではなく、太陽光で温められた対象物が放射

する熱赤外線を捉えるもので、地表面や海面の温度分布を観測できます。火山活動や山火事の検知、農業や生態系研究での土壌や植生の温度把握などに重要なデータを提供します。

また、LiDARについても触れておきます。LiDARは可視光や近赤外のレーザーを対象物に照射し、反射して戻ってくる光の強度と到達時間を解析することで、地表や植生の高さ、構造を三次元的に計測できます。森林の樹高やバイオマス推定、氷床厚の計測、大気中の微粒子の観測などにも利用されています。光学センサーは昼間や晴天時の観測に向いていますが、雲や夜間の観測には弱いという欠点があります。そこで活躍するのがマイクロ波センサーです。マイクロ波は雲を透過できるため、昼夜や天候にかかわらず地表の様子を観測できます。

マイクロ波センサーの代表例としては、合成開口レーダー(SAR)があります。SARは衛星からマイクロ波を地表に向けて送信し、反射して戻ってくる電波の強さや位相を計測することで、地表の構造や変化を詳しく把握できます。これにより、火山噴火や地震による地形変化の検出、森林伐採や土地利用の監視、洪水による浸水域の把握、船舶の追跡など、多岐にわたる応用が可能です。

さらに、マイクロ波放射計という観測装置は、地表や大気から自然に放射される微弱なマイクロ波を受信して解析します。これにより海面水温、大気中の水蒸気量や降水量の推定、海水分布や積雪の厚さの把握などが可能です。気象予測や気候変動研究において重要な観測手段の一つです。

マイクロ波センサーは、悪天候や夜間でも観測できる強みがあり、特に洪水や大雨といった災害時の迅速な被害把握に非常に有用です。実際に、ある大雨災害の際にはSARやマイクロ波観測によって土砂移動や浸水域を広範囲に把握し、被災状況の迅速な評価と救助計画立案に貢献しました。また、過去の地震では地殻変動をセンチメートル単位で検出し、防災・減災に役立てられた事例もあります。海域の観測では、船舶の動態や海水の厚さ把握など、安全確保や気候研究に重要な情報を提供しています。

ここまででわかるように、人工衛星が搭載するセンサーの種類によって得られる情報は大きく異なり、それぞれが地球環境監視、防災、資源管理、研究など多様な分野で活用されています。

続いて、フェーズ2で行った「白黒画像からカラー画像を推定する」作業について改めて説明します。衛星が観測するデータは単なる写真ではなく、特定の波長の光や電波の強さを数値化したデータです。ゲームではそれを可視化して白黒画像に落とし込んでいますが、各バンドごとの強度情報を組み合わせることで、地表の様々な情報を推定することができます。たとえば植物は赤色光を吸収し、近赤外を強く反射する性質があります。この特性を利用して赤色バンドと近赤外バンドを組み合わせると、植生の健全度を示す指標(NDVIなど)を算出できます。熱赤外を使えば地表面温度がわかりますし、マイクロ波を使えば雲や樹冠の下に隠れた地表の状況も把握できます。複数の観測データを総合することで、目で見ただけではわからない情報を「見える化」できるのが衛星データ解析の特徴です。

このようなデータは農業、防災、気候変動研究など、さまざまな分野で活用されています。農業分野では作物の生育状態や収穫見込みの推定、施肥や散布の最適化に役立ちます。防災分野では洪水の浸水域の迅速な把握や地盤の変位検出に用いられます。気候変動研究では長期データによって地表面の変化や氷床の減少などを追跡し、モデル検証や将来予測に利用されています。

衛星データは世界中で公開されており、多くの人がアクセスできるようになっています。代表的な公開データの例としては、アメリカのランドサット(Landsat)シリーズがあります。Landsatは1972年から地球の様子を記録しており、森林の減少や都市拡大など、長期的な環境変化の解析に不可欠なデータを提供しています。これらのデータは無料で公開されており、誰でも利用できます。

Google Earth Engineのようなプラットフォームを使えば、Landsatデータを用いてNDVIを算出し、面積ごとに色分けして可視化するといった解析も行うことができます。JavaScriptの基礎があれば誰でも比較的簡単に扱うことができます。

また、欧州のコペルニクス衛星群(Sentinel)も同様に大量のデータを無償で提供しており、コペルニクス

ス・ブラウザなどを使えばプログラミングをせずに解析・可視化をすることが可能です。Sentinelシリーズは高解像度の光学データやレーダーデータ(SAR)を提供しており、農業や災害対策など広範な分野で活用されています。

日本に目を向けると、JAXAも衛星データを公開しています。日本の観測に特化したデータセットが利用可能で、国内の社会課題や気候問題の解決に役立ちます。JAXAのデータポータルでは、生の数値データをダウンロードできるため、機械学習や高度な研究に活用することができます。研究者だけでなく、教育や個人のプロジェクトでも利用可能ですので、興味のある方はぜひ活用してみてください。

オープンデータとして公開されている衛星データは、教育や研究だけでなく個人レベルの解析や市民科学にも活用できます。皆さまが今回ゲームを通して体験した「波長ごとの分解と推定」のプロセスは、研究者や技術者が日常的に行っている解析の入口にあたります。データの収集、処理、統合、可視化、解析という一連の流れを通じて、衛星画像解析は進められています。

将来、皆さまがこの分野を学び新たな解析手法を発見すれば、地球規模の課題解決に直接貢献することもできるかもしれません。人工衛星が提供する地球観測データは遠い世界のものではなく、我々が直接触れ、活用できる「身近な資源」です。今回の体験をきっかけに、宇宙から地球を見る視点を身近に感じていただければ嬉しく思います。

以上でセミナーを終了します。本日はご参加ありがとうございました。

企画責任者  
安部 創一郎

# 宇宙で料理をしよう ～宇宙での食を豊かにするために～

企画責任者：宇塚 稜人

## 【企画概要】

従来の宇宙食は栄養補給や保存性が中心的に研究されてきましたが、近年では、循環型ECLSSや宇宙農業の進展により、宇宙での食料生産が現実味を帯びつつあります。その次の段階として、人間が実際に「食べる」ための調理のあり方を考えることが求められています。長期滞在や宇宙旅行が一般化する未来を見据えると、QOL(生活の質)を支える「豊かな食体験」の確立は不可欠です。

本企画では、分子調理学・調理科学・食文化の専門家を招き、低重力や水資源の制約といった宇宙環境が調理に与える影響や、月面や軌道上における調理の可能性について議論しました。さらに、宇宙で生産される食材の加工や調理科学の応用、地上における災害食や食文化への還元など、宇宙と地球を双方向につなぐ視点も共有されました。

本ディスカッションは、宇宙食研究の次なるテーマとして「調理」を正面から扱い、宇宙における豊かな食体験の実現に向けた課題と展望を提示する場となりました。



秋元 真一郎 様 辻調理師専門学校 東京・調理グループ・西洋料理教授

辻調グループエコール辻東京卒業後、同校に入職。未来のシェフの育成に努めるかたわら、料理書籍の監修やTVドラマにおける料理の時代考証、様々な研究活動も行う。

2021年から、内閣府主導「宇宙開発利用加速化プログラム」の一環である農林水産省の「月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システムの開発」戦略プロジェクトのメンバーとして、宇宙におけるQOLマネジメントシステムの開発に取り組む。



石川 伸一 様 宮城大学・教授

東北大学大学院農学研究所修了。日本学術振興会特別研究員(DC1)、北里大学獣医学部専任講師、宮城大学食産業学部准教授を経て、現在、同大学食産業学群教授。2005年に日本学術振興会海外特別研究員(カナダゲルフ大学食品科学部客員研究員)。分子調理研究会代表。著書に『クック・トゥ・ザ・フューチャー』『分子調理の日本食』『料理と科学の美しい出会い』『かがくを料理する』『食べること』の進化史』など多数。



山田 研 様 学校法人辻調理師学館・辻調理師専門学校・教育研究センター長

大学・大学院でフランス文学研究後、1994年辻静雄料理教育研究所に入所。ラルースガストロノミックの翻訳協力後、1995年から辻調グループフランス校勤務。欧州の食文化および職業教育のフィールドワークを実施。1999年帰国。2002年より辻調理師専門学校勤務。同校および辻製菓専門学校 副校長を経て、現職。農林水産省 国産ジビエ認証委員会 委員、公益財団法人 辻静雄食文化財団 評議員、一般社団法人 SPACE FOODSPHERE メンバー。

## 【講演内容】

宇塚(モデレーター)

<宇宙での食の現在地>

モデレーター:

まず「宇宙での食の現在地」と題しまして、私から宇宙での食の現状についてご説明させていただきます。

皆さんが「宇宙での食」と聞かれると、まず思い浮かべるのは宇宙食ではないかと思います。それでは、宇宙食の歴史からご紹介します。人類が初めて手にした宇宙食は、1961年にユーリイ・ガガーリン飛行士が搭乗したボストーク1号で採用されたペースト状の食品で、チューブに入ったものや、乾パンのようなフリーズドライの食品が使われていました。その後のアメリカのマーキュリー計画やジェミニ計画といった大規模な宇宙プロジェクトでも、こうしたチューブやフリーズドライ食品が活用されていきます。

そしてよく知られているのが、1965年のジェミニ3号での「コンビーフサンドイッチ事件」です。当時、チューブやフリーズドライしかない状況の中で、宇宙飛行士のジョン・ヤングが宇宙服のポケットにこっそりサンドイッチを忍ばせて持ち込み、軌道上で「俺はこれを持ってきた」と披露したのです。しかし、これは大問題になりました。理由は単純で、パンくずが機器に入り込めば誤作動の恐れがあり、もし事故が起これば莫大な損失につながるからです。同時に「これから増えていく宇宙飛行士にとって、本当にこれだけの食事でいいのか」という議論が巻き起こり、結果として宇宙食の多様化と豊かさを模索するきっかけとなりました。

以降、フリーズドライや真空パックといった形でさまざまな宇宙食が整備され、日本食を含む各国の料理が加わることで、現在では数百種類に及ぶ宇宙食が存在するようになっています。

そして宇宙での生活といえば、まず思い浮かぶのは国際宇宙ステーション(ISS)です。ここではどのような食事が行われているのかをご紹介します。

まず、欧州宇宙機関(ESA)が開発した研究用の宇宙食は、よくある缶詰のような形で、家庭でも見かけ

るスタイルに近いものです。次に、輸送機「このとり9号機」で届けられた生鮮食品は、宇宙飛行士にとって大きな楽しみとなっています。普段はフリーズドライ食品が中心なので、新鮮な野菜や果物は貴重な存在です。さらに「このとり6号機」では、生の玉ねぎを使ったスペースチーズバーガーも運ばれました。トルティーヤを使った形でしたが、地上の料理とほとんど変わらないものを楽しむことができました。そして日清食品の「スペースカップヌードル」も登場しています。基本的には地上のカップヌードルと同じですが、麺を一口サイズにしたり、粘度を高めて汁が飛び散らないよう工夫されていたりと、宇宙仕様に調整されています。さらに、70～80度程度のお湯でも戻せるように設計されています。

次にISSでの調理環境についてです。大きく3つの器具が使われています。一つ目は食品を70～80度程度で温める小型オープンです。二つ目はディスペンサー形式で水やお湯を注入できる水・温水供給装置で、こちらも最高温度は80度程度に制限されています。三つ目は食卓で、アメリカ側の生活スペースに設置されています。ここにはカトラリーのほか、ケチャップやマスタード、ヌテラ、ガムなどが並び、地上と同じように調味料や嗜好品を楽しむ工夫がなされています。

さらに、宇宙での食料生産についても紹介します。現在の宇宙食はほとんどが地球から持ち込まれていますが、打ち上げコストは1キログラムあたり数百万円から数千円と非常に高額で、規制も多く負担が大きいのが現状です。そのため、ISSでは実験的にレタスを育てるなどの試みが始まっています。将来、月に人が定住したり旅行者が増えたりすれば、現地で食料を生産することが不可欠になります。

現在検討されている「月面農場」では、米、ジャガイモ、サツマイモ、大豆、キュウリ、トマト、レタス、イチゴの8品目が候補とされています。しかし、たとえば米であれば収穫後に脱穀・精米・炊飯といった工程が必要ですし、大豆から豆腐を作るにも多段階の加工が必要になります。つまり「調理」という工程は必ず欠かせないものだということが改めて浮かび上がります。この8品目だけで生活するのは大変ですが、工夫次第でさまざまな料理を作ることができ、満足度や食のバリエーションを増やすことは十分に可能です。

<異環境における課題と技術展望>

モデレーター:

ここからは「異環境における課題と技術展望」というテーマに移ります。宇宙での調理技術や、その際に生じる課題についてお話をいただきます。最初に石川先生からお願いいたします。

石川先生:

先ほど紹介された月面の8品目についてですが、これは2019年に月面農場ワーキンググループから公表されたレポートに詳しく書かれています。あくまで「農業で育てる」という段階の議論であり、その後必要となる調理や加工については含まれていません。そこで2023年と2024年の2年間、「月面フードシステムワーキンググループ」という活動が行われ、私もその中の調理グループに参加しました。メンバーには食品加工、調理工学、栄養学の先生が加わり、夢を持ちながらも月面での生活を想定して課題を洗い出す取り組みを行いました。

最初に議論になったのは「切る」という操作です。月面では鋭利な包丁を使うことは危険で、基本的に禁止とされています。ハサミや安全な器具であれば使用可能ですが、できるだけ加工段階で切る作業を済ませ、調理段階では加熱や調味といった操作が中心になるだろう、という整理がなされました。

次に栄養面の問題です。現在の8品目ではタンパク源が大豆に限られ、栄養として不足する可能性が高いことが指摘されました。そこで魚の養殖を導入すべきではないかという意見がありました。魚を育てるとすれば、当然捌く作業も必要となり、その方法をどうするかも課題となります。

調理に必要な道具についても検討が行われました。フライパンや鍋、熱源が必要ですが、地上のように多種多様な器具を持ち込むことはできません。そのため、シンプルで汎用性の高い調理機器が望ましく、電子レンジやオーブン、自動調理器などが候補に挙がりました。さらに、3Dフードプリンターの可能性も議論されました。食材をペースト状に加工すれば成形が可能であり、美味しさが確保できれば新しい調理法の一つとなるかもしれません。

一方で、調理だけでは対応できない加工品も多くあります。米を酢に加工したり、大豆から油を搾ったりできれば、揚げ物などの料理が可能になります。

大豆から豆乳を作ることでバリエーションが広がります。つまり、加工の段階でどこまで機械化してバリエーションを生み出せるかが、月面における「食の豊かさ」につながると考えられます。

また、月面や宇宙空間で調理を行う際には、重力の違いが課題となります。月面は地球の1/6Gであり、比重の違うものが分散して沈みにくい(無浮遊・無沈降)、比重差による対流が発生しない(無対流)、液体の深さによる圧力変化が小さい(無静水圧)、浮遊現象が起こる、などの特徴があります。これによって、加熱時の熱伝達や調理現象は地上とは大きく異なる可能性があります。

研究例としては、微小重力下で揚げ物を行うと水蒸気の泡が食材表面から分離して調理が成立することが確認されています。また、過重力環境(例:3G)でフライドポテトを揚げると、地上より理想的な仕上がりにするという報告もありました。木星は約2.6Gなので、もしそこで調理できれば名物料理が生まれるのでは、というユーモラスな議論もなされました。

さらに、月面で栽培する作物の基準作りについても議論が行われました。栄養価が高いこと、嗜好性があること、加工しやすいこと、生で食べられること、保存性があること、食品ロスが少ないこと、調理が容易であること。こうした条件を満たす食材が求められます。地球では品種改良によって特化した作物を多品種そろえ、豊かな食文化を築いてきましたが、月面では多品種栽培が難しいため、「オールラウンダー」な一品種が必要になるだろうという結論になりました。

加えて、月面での調理に必要なエネルギーについても検討されました。太陽光パネルや原子力のほか、水素燃料を利用した調理が有力な選択肢として考えられています。水を電気分解して水素を燃料とし、それで調理を行う方法です。実際に企業が共同研究を行い、水素調理では食材本来の風味が活かされ、しっとり仕上がると報告されています。すでに水素調理を提供するレストランも存在しており、新しい食文化の可能性を示しています。

一方、調理操作は「切る」「煮る」「揚げる」など多岐にわたりますが、クルーの調理時間や技能には限りがあります。すべてを人が行うのは難しいため、完全自動調理ロボットの実現はまだ遠いものの、業務用や家庭用の調理ロボットが登場している現状を踏まえると、将来的には地球から遠隔操作できる調理ロボットが重要になると考えられます。手術用ロボットが遠隔で稼働していることを考えれば、魚を捌くことも十分可能になるでしょう。月面調理の課題を整理すると、まず調理機器の安全性をどのように確保するか、次に地球と月面での調理現象の違いをどのように理解するか、そして人とロボットの役割分担をどう設計するかが重要です。さらに、生産・加工・調理・廃棄まで含めたフードシステム全体を一体的に考えることが不可欠であり、これらを総合的に捉えることが私の課題意識となっています。

モデレーター:

ありがとうございました。調理という視点から、科学やロボットといった切り口が多く示されました。料理や家庭科といった分野は理科や宇宙とは結びつきにくい印象がありますが、調理科学という枠組みを通すことで体系的に検討できることがよく分かりました。本企画にとって非常に重要な観点だと感じます。

山田先生:

今の石川先生のお話で非常に興味深かった点の一つ挙げたいと思います。企業による水素加熱の取り組みに関して、「熱源の匂いが付かないから美味しい」という説明がありました。ただ、調理の観点から見ると、逆に熱源の香りが付くからこそ美味しい場合もあります。例えば薫焼きや炭火焼きのように、熱源の香りが食材に乗ることと美味しさが際立つ調理法もあります。香りが付かないことがどのように美味しさにつながるのか、具体的にどの料理で活かせるのかは、私としても実際に食べて検証してみたいと感じました。

また、石川先生のお話は、これから私が触れる「スペースフードスフィア」の議論にも通じています。たとえば「どんな調理器を使うのか」という点について、月面フードワーキンググループでは検討が進んでいるとのことでしたが、実際のところ、その仕様は決まっておらず、スペースフードスフィアでは、まだそこまで踏み込んだ議論はできていません。欧州では「宇宙でパンをどう焼くか」という研究が進められていますが、日本においては「お米をどう炊

くのか」という最も基本的な点です。十分に研究が進んでいるとは言えないのが現状です。「作るべきだ」と言われても、その前提となる設計や手法がなければ実現できません。そうした課題意識を持っています。

モデレーター:

続きまして山田先生から、スペースフードスフィアと月面における検討について、お願いいたします。

山田先生:

先ほども少し触れましたが、「スペースフードスフィア」という団体をご存じの方もいらっしゃるかと思います。私たちは内閣府の「Stardust Program(スターダストプログラム)」にも参加しており、月面での生活や活動の基盤を「食」を通してどう整えていくかを、複数のグループに分かれて研究・開発しています。大きく三つの柱があり、一つは「循環型の生産システム」をつくることです。先ほどの「8品目をどう育てるか」という議論を、実際に「どのように作るのか」まで落とし込む研究に研究者の方々が取り組んでいます。ただし、その方法はまだ定まっていな点も多く残されています。

私たちは、そのさらに上流から「食べる直前」までを横断し、最終的に「口に入るもの」まで責任を持つマネジメントシステムの設計を担っています。想定される月面生活者の中に「料理人」はいません。つまり料理が得意でない人も作らざるを得ない。だからこそ、料理好きでなくても誰でも作れるための支援が不可欠です。どのような支援が必要か、どのレベルのレシピや道具、手順であれば「できる」に結びつくのかをシステムとして検討し、誰もが調理可能な料理を開発することが私たちのミッションです。

上流の生産グループとも年に数回はディスカッションを行っています。「8品目以外は作れません」ではなく、「レタスが作れるなら、他のものも応用できるのでは」といった擦り合わせです。もちろん無限に増やせるわけではありませんが、水耕や閉鎖環境でも作れるものが少しでも増えれば、後段の調理は大きく楽になります。石川先生からもあったように、宇宙では「調理」の概念自体が地上と異なります。地上では単純な「お湯を沸かす」という操作ですら、宇宙では難易度が上がります。では、何を「調理」とみなすのか。概念の再定義が必要になります。

そのためには、地上で膨大な実験を積み重ねることが欠かせません。私たちのチームでも進めています。実際の微小重力や1/6Gの条件での体験や試験は、まだ十分にできていないのが現状です。現在は要件を整理して、栄養学や調理科学の研究者と連携しながら、「栄養学的に適切」で「調理科学的に実現可能」なレベルに落とし込んでいます。一方で、文化的な観点も無視できません。

文化面については、南極の長期越冬隊の知見が参考になります。調理担当者へのヒアリングでは、隊員の出身地の名物料理を誕生日に出すといった実践が紹介されました。「故郷の味」や「自分の土地の料理」は、閉鎖環境で大きな心の支えになるのです。宇宙でも同じことが言えるでしょう。

スターダストプログラムが目指すのは、「プロの宇宙飛行士だけの宇宙」からの脱却です。すでに富裕層の観光は始まっていますが、将来的には、多様な人が宇宙へ行く時代が来ます。そのときに「まずいものを食べ続ける」世界であれば誰も行きたくなくなるでしょう。美味しい食事は生理的にも文化的にも不可欠であり、宇宙におけるQOLの根幹を支えるものです。

また、時間環境の違いも課題です。ISSは約90分で地球を一周し、1日に16回の日の出・日の入りがあります。一方で月面の昼夜周期は大きく、日の出・日の入りは1か月に1回ずつとなり、地上の24時間リズムをそのまま当てはめるのは困難です。食事のタイミングをどのようにコントロールし、どのように適応させるかは文化設計に近い課題です。

さらに月面での生活では、「洗う」という行為すら再検討が必要です。水は大きな制約があるため、洗浄を前提にしない器具や工程、レシピの発想が求められます。また、月面からは常に地球が見えます。この「地球が見える」という状況が、精神面や文化面にどう作用するのか。地球との近さや遠さのバランスを、食の設計にも反映させるべきだと考えています。

最後に、現在私たちが作っているメニュー群を「月面でどう食べられるのか」を可視化するために、AIを用いた生活シーンのモックアップも作成しています。完全ではありませんが、イメージを具体化できます。1/6Gではありませんが、4人のメンバーによる閉鎖空間での喫食をとまなう実証実験なども行っ

ています。こうした積み重ねによって、誰でも作れて、文化としても誇れる「宇宙の食卓」に近づけていきたいと考えています。

モデレーター：

ありがとうございます。途中で南極での料理のお話がありましたが、私自身も極地研究所に伺った際に、越冬経験のある方とお話する機会がありました。その方はもともとホテルの料理人をされていて、「自分の料理が隊の皆さんを支えるのだ」という言葉がとても印象的でした。やはり食の持つ力の大きさを強く感じます。また、宇宙に「料理人」という職業がまだ定着していない現状もありますが、今開催されている特別展(深宇宙展)の中では「将来必要になる仕事」のひとつとして「宇宙シェフ」という記述があったそうです。こうした視点が少しずつ社会に広がってきていることを嬉しく思いますし、今後さらに発展してほしい領域だと感じています。続きまして、秋元先生からお願いします。

秋元先生：

まず、そもそもなぜこんなに「宇宙の食」を考えなければならなくなったのか、というところからお話します。辻調理師専門学校は少し特殊です。普通の調理師専門学校は料理人を育てることに全力を注ぎますが、山田が「それだけではダメだ」と現場に火を付けました。その一つの取り組みが、自己紹介にも出たジビエです。野生のシカやイノシシは1割だけ流通し、残りは廃棄という現実がある。廃棄せずに肉にできれば被害を受けた農家さんへの補填にもつながる——そんな課題解決の活動を一緒に進めてきました。その流れで、気付けば宇宙の話に引っ張り込まれていました。

宇宙の食に関わり始めたとき、最初に向き合った問いは「宇宙食の役割とは何か」というものです。その問いへの答えとして、閉鎖環境で暮らすとき、絶対に必要なのは美味しい料理である、という結論に至りました。日本は素晴らしいことに宇宙基本計画で「食」がきちんと書かれており、国として真面目に進めています。多くの国と同様宇宙開発に取り組む中で、日本は食にも真剣に向き合っているのです。最初に声が掛かったときは正直「騙された」と思いましたが、「将来、月に料理人が必要になる。その料理人像も一緒に考えよう」と言われて、今も続いています。

私はふだんレストランの現場に出る若者たちに、どうやったらお客様に喜ばれる美味しい料理を作れるかを教えています。専門はフランス料理で、一皿に3時間かけることもあります。素材を冷蔵庫から出して、仕込み、仕上げ、盛り付けまでに3時間——そういう世界です。その延長で「月面料理人」を考えられれば、と思ったのですが、日本はまだそこまで到達していません。今は、宇宙で暮らす人々に必要な「食事」とは何かを考える段階です。私は「宇宙食」ではなく「宇宙での食事」と捉えて取り組んでいます。

日本では2040年代に100人規模が月で生活するという想定で研究が進められています。役割の第一はもちろん栄養補給です。しかし料理人の立場で強調したいのは、生活パフォーマンスの維持ではなく向上です。美味しいものを食べて気分を損ねる人はいません。美味しさは人や動物を確実に幸福にします。月のように地上と全く違う場所で「美味しい」を実現できるかどうかは、心の安らぎや健康、「来てよかった」という感覚に直結します。最初の食事から美味しさを感じられれば、そこでの毎日はぐっと幸せに近づくはずです。

ISSで各国の宇宙飛行士主催でテーマパーティーをすることがあり、実際にイタリア人宇宙飛行士主催のピザ・パーティーの映像を見たことがあります。学校でナポリ出身の学生が母や祖母の味を再現しようと粉からこね続けるのを見てきましたが、彼らにとってピッツァはこれがないと生きていけないレベルのソウルフードです。宇宙での無重力でピザがふわっと浮くのも含めて想像するだけで幸せそうで、食事は気分を上げる力があると改めて感じます。私もワクワクして食べられるものを開発する研究を進めています。

一方で、宇宙での食事は地上と違いが多く、例えば重力が小さい、流体の挙動が異なる、とろみがないと扱いにくい、などがあります。現在の宇宙食はフリーズドライ、レトルト、乾燥品が中心です。NASAらしい例として、ステーキに放射線照射をして病原菌などを完全に除去してISSに持ち込む、といったものもあります。宇宙飛行士に聞くと、最大のストレスは生鮮食品(生もの)を食べられる機会がほとんどないことだそうです。私たちは地上でシャキシャキのレタスやサクサクのリンゴを当たり前前に食べているため、そのありがたさに気づきにくいですが、みずみずしさが身体に入ってくる感覚は、

安心感につながります。そのため、日本でも月で育てたレタスを食べるといった計画の検討が進められていますが、実装は簡単ではありません。

JAXA認証の「宇宙日本食」は近年増えていて、うなぎ、焼き鳥、チキンラーメンなども認証されてきました。ただ、日々の食事の8割以上はNASAやロシアの標準メニューで、各人の性別・体重・活動から摂取カロリーが決まり、打上げ前に朝昼晩の献立が組まれます。日本食はその中でポーナス食として時々食べる形です。面白いのは交換文化で、日本人にステーキを渡し、代わりに日本食を2つもらう、というようなやり取りが実際にあります。海外の飛行士にも「日本の宇宙食は美味しい」と評判で、気づけば取り合いになる、と聞いています。将来は日本の食文化と「地産地消」(現地で作って現地で消費)、ひいては「月産月消」と組み合わせ、もっと美味しい世界を作っていく必要があると思います。

ここからは、本格的に月に基地や月面での食料生産工場が建設される状況を具体的に想定して考えます。そのような状況では、野菜の栽培や、やがては魚の養殖も行われると考えられています。候補としてよく挙がる8品目(米・レタス・サツマイモ・ジャガイモ・キュウリ・トマト・イチゴ・大豆)のうち、生で美味しいのは半分程度です。他は何かしる手を加えて美味しくする必要があります。ここで必要なのが「手抜き発想」です。研究を始めた当時の最初の壁は「手を抜くこと」でした。私はいつも学生に「手を抜くな」と教えてきましたが、宇宙では抜くべき手と、絶対に抜くべきでない手を設計する必要があります。視覚・香り・触感・咀嚼の音・味——人の五感を刺激する部分だけは絶対に諦めない。その上で工程は最小化する必要があります。

器具の制約についてです。安全のため、今のところ宇宙で包丁は使えません。一方で、ハサミはOK。だから、とにかくハサミを活用します。ヨーロッパではベーコンをハサミで切るなど日常的ですが。さらにピーラー(皮むき器)は使いこなすと薄切り・千切り・みじん切り風にも活用できて、野菜の形状にバリエーションが出せるのです。また、電子レンジがあると大きく幅が広がります。研究チームでは電子レンジを使う想定第2フェーズに入りました。中国の宇宙ステーションでは電子レンジでどんどん作っているという話も耳にします。

月で暮らすなら電子レンジは使えるだろうという見立てて設計を進めています。

最大の難所は水です。生活用水も含め1日あたり約1リットルが限界という前提で、つまり極力、水を使わないということです。食器には多層の薄いシートを敷いて、使い終わったら1枚はがして清潔を保つ——そういう製品を作る企業とも議論をしています。様々な制約の中でどう美味しくするかを考え続けています。

今、農林水産省の仕事として、月面における長期滞在時の日々の食事の献立の開発研究をしています。その前提となっているのは、食材について、月で作った8品目などを概ね50%、残りは地球から運ぶことで、輸送コストを半減しつつ美味しく食べられる状態を目指す、という考え方式です。

この考え方に沿って実際に開発したものに「タコライス」があります。主材料は、北海道のメーカーさんが「十勝ビーフを宇宙へ」との思いで作ってくれた、美味しいハンバーグです。これをハサミで食べやすい大きさに切り分け、月で育てた米を炊いたご飯、レタスやトマトなどの野菜、そしてタンパク質補強としての大豆と合わせます。味付けは私特製のタコススパイス。沖縄の美味しいタコス屋さんの味をヒントに、配合を試行錯誤して作った秘密の調味料です。そして、一口頬張れば満足感がある、そんな一皿です。左上(※下画像参照)は月産食材だけのサラダです。これもハサミだけで調理しました。器は月のレゴリスで作成したイメージで、器メーカーさんに作ってもらいました。ISSのパウチと全く違う「食卓の雰囲気」を目指しています。



宇宙での調理に制約は多く、食事の準備から片付けまでで1時間ですから、実質的な調理時間は15分程度です。そして、この調理時間を含めた1時間は、クルー同士の相互理解を深めるコミュニケーション

の時間でもあります。また、栄養面は、国立健康・栄養研究所の先生にチェックいただき、栄養成分の過不足についての指摘を受ければ修正して献立を完成させます。課題は食塩です。宇宙食に認定されている食品は、それだけ食べても美味しいと感じられるだけの塩分を含んでおり、食材として複数利用する場合には、その塩分量が過多とならざるをえないことも多い。だから、後から調味できる薄味な食品が増えるとよいと思います。現在進めている研究の狙いもそこにあります。地球から持ち込んだ素材に、ひと手間かけて美味しい料理を完成させる、といった宇宙食開発を、日本でやれたらなと思います。それが私の夢です。

モデレーター:

ありがとうございます。献立の考え方や月面での食材、既存の宇宙食との組み合わせなど、しっかりとした土台があってこそ設計につながるのだと改めて理解できました。宇宙というと敷居が高く感じられますが、食という切り口であれば興味を持つ入口にもなり、実際に自分の手を動かして関わるきっかけにもなると感じます。とても意義のある取り組みだと思いました。

<地上と宇宙をつなぐ調理技術>

モデレーター:

続いてのテーマは「地上と宇宙をつなぐ調理技術」です。宇宙での調理は、これまでのお話にもあったように、多くの制限や制約があります。まず調理器具については包丁が使えないといった点があり、熱源についても取り扱いに制限があり、安全性の確保が課題となります。さらに、食材や食べ方にも制約があり、現状は8品目と限られた食材に依存しています。

その中でも最も大きな制約が水の使用です。地上では1人あたり1日に100~200リットルの水を使うとされますが、宇宙では調理を含む生活全体で1人あたり2リットル、多くても10リットル程度しか使えないとされています。地上の生活と比べて桁違いに厳しい条件です。

こうした状況は、地上の災害時とも共通しています。水や食料が限られる状況は、宇宙食と非常食の開発の背景をつなげています。実際にアルファ米のような非常食と宇宙食は、同じメーカーが製造している例もあり、両者は共通する制約下で設計されているのです。農林水産省の資料でも、大規模災害時には物流が止まり、食品の入手が難しくなることや、水道や電気の停止で水や熱源が制限されることが示されています。このような状況で有効な備蓄食品として挙げられる缶詰、レトルト、フリーズドライ食品、日持ちする野菜やインスタント味噌汁といったものは、宇宙食とも重なる内容です。

また、宇宙での加熱は安全性や場所の制約が大きな課題ですが、この「どこでも安全に使える調理技術」の研究は、災害の多い日本においても重要な意義を持つと考えられます。

これについて、石川先生からお願いします。

石川先生:

はい。私事になりますが、宇宙での美味しさを考える前に、そもそも私が美味しさに強い関心を持つようになったきっかけは、東日本大震災の経験でした。私は仙台に住んでいて、実際に被災しました。物流が止まり、物資が入ってこない。水も十分に確保できず、熱源も限られている。そんな状況で「いかに美味しく食べるか」という課題に直面し、研究の関心をそちらに向けるようになったのです。それが宇宙という分野と結びついていることは、私自身とても興味深く感じています。

制限された食事というと、多くは「栄養がある」「食べやすい」「保存がきく」といった観点で語られます。しかし実際に被災して強く感じたのは、「同じものを食べ続けることはできない」という点でした。人は食事にバリエーションがなければ必ず飽きてしまい、個々人にとっての「美味しい」でなければ心が満たされないのです。これは宇宙食においてもまったく同じ問題です。たとえば8品目だけで料理を作ろうとすると、どうしてもバリエーションは限られます。そのため、宇宙ではどうやって多様性を生み出すかが重要になります。地球から宇宙に行く以上、地球での食事を再現することは人にとって大きな支えになるはずですが。

日本における震災や災害時の食事を考えることは、そのまま宇宙食や宇宙での食事を考えることにつな

がります。宇宙という夢のある話をしていますが、実はそれは非常に身近な問題と地続きなのです。

モデレーター:

ありがとうございます。災害のお話に関連して、以前私が石川先生にヒアリングした際に伺った例えがとても印象に残っています。それは「宇宙での調理はF1のようなものだ」という表現でした。ここで改めて、その意味をご説明いただいてもよろしいでしょうか。

石川先生:

はい。宇宙食は本当に洗練されていて、非常に厳しい基準のもとで開発されています。実際、地球上で普及している衛生管理の枠組みの中にも、宇宙食の厳格な安全基準づくりが源流として関わっているものがあります。F1レースも同じで、街を走る車とはまったく違うハイスペックを突き詰めることで、その後の燃費の良い車やタイヤの開発にフィードバックされていきます。最先端を考えることは決して贅沢ではなく、最終的には私たちの生活に還元されるものです。宇宙技術も同じように、身近に応用できる技術へとつながっていく。それが理想だと思っています。

モデレーター:

ありがとうございました。HACCPについては、私も実は1年ほど前に食品衛生管理の認証を取得しました。その際に全く別のテキストを読んでいたところ、宇宙が起源であるという話に出会い、改めて関心を持ちました。以上、ありがとうございました。

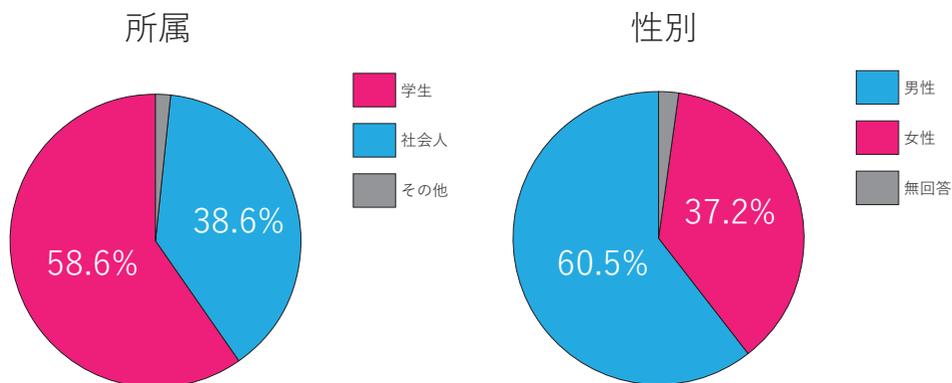
※HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)は、食品を製造・調理する過程で発生し得る危害要因を分析し、重要な管理点を定めて継続的に監視・記録する国際的な衛生管理手法。



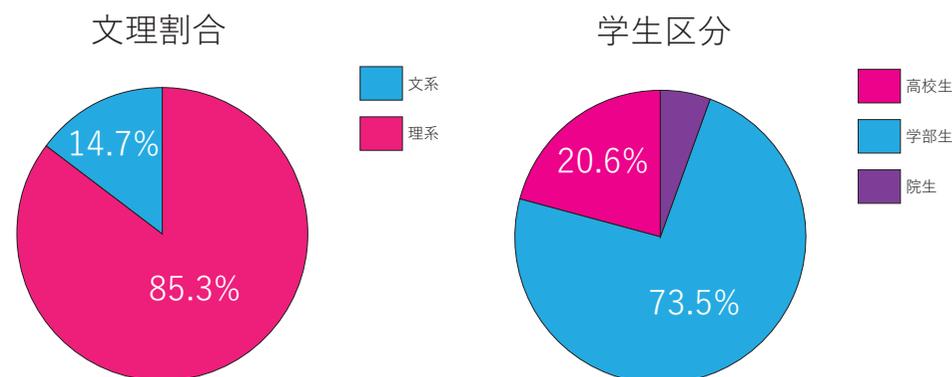
企画責任者  
宇塚 稜人

## アンケート結果

## 【参加者の属性】

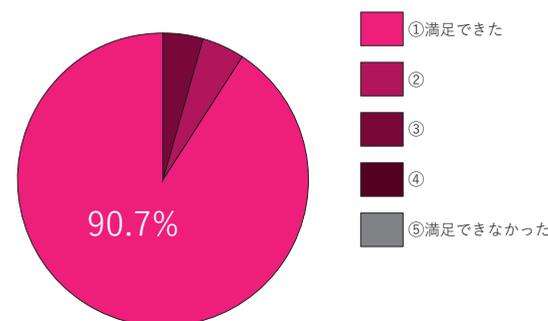


## 学生の方への質問



## 【フォーラム全体】

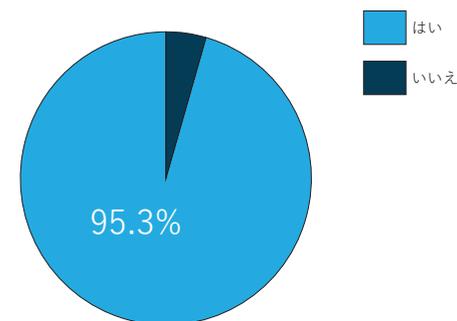
本フォーラムの内容に満足できましたか？



フォーラム全体に関して  
ご意見ご感想がありましたら  
ご自由にお書きください

- ・とても意義ある内容、フォーラムだと感じます。もっと多くの人、世代に知ってもらいたいと感じました。
- ・他にはない素晴らしいお取り組みだと思いました。ぜひ今後も続けていただきたいです。
- ・とっても楽しかったのでぜひ来年も参加してみたい！

またフォーラムに参加したいと思いますか？



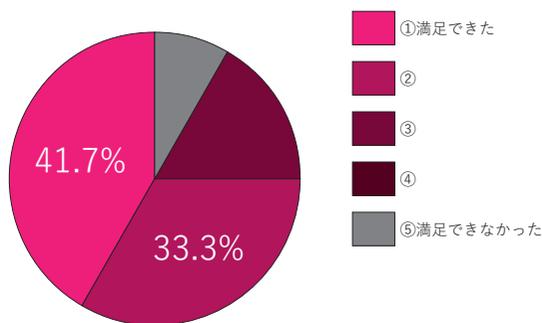
これからの SDF に期待することはありますか？

- ・全国の宇宙好きのプラットフォームとなり、日本各地で今回のような宇宙関連イベントを開催してほしい。
- ・今回得たことを活用できるといいと思います。
- ・学生さんの皆様のレベルの高さに驚きました。企業、省庁と連携し、また、海外で同じように宇宙を目指す学生さんや企業とも交流し更なる活躍を祈っております。頑張ってください！
- ・準備や運営にかかる労力は計り知れないものだと思いますが、他にはない大変貴重な場を作られていると思いました。今後もぜひこの取り組みを続けて欲しいです。
- ・また、このような機会を作っていただけると嬉しいです！

【Panel Discussion 1】

宇宙開発における国家の行動倫理

プログラムは満足していただきましたか？



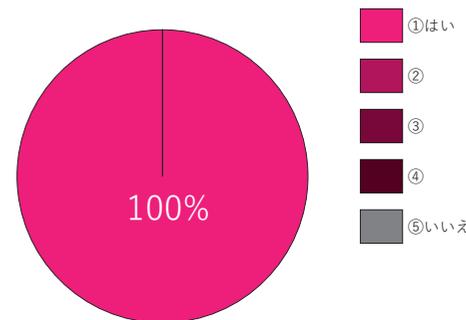
今後の宇宙開発はどのような目標のもとで行われるべきだとお考えですか？

- ・世界の利益という利益がわかりにくかったです、自国の利益と世界の発展、幸福を両輪で考えつつ進めて欲しいと思いました。
- ・国家、企業の利益
- ・人類の夢を追い続けるという目標
- ・環境や文化を尊重した目標を考慮した宇宙開発

【Workshop 2】

宇宙へ綴る、地球からの手紙 ～新たなゴールデンレコードの考案～

宇宙に対する根本的興味・ロマンは感じましたか？もしくは高まりましたか？



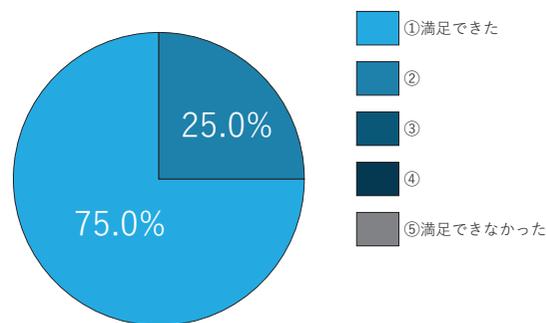
ゴールデンレコードを作成して、特に面白いと感じる部分がありましたか？

- ・意外と原始的な伝達手段も有効かもしれないと感じたこと。班ごとのアイデアも面白く感じました。
- ・どんな情報をどの程度のレベルで発信すべきか優先順位づけしなければならない中で、テーマや考える人が変われば当然その内容も変わるということ。仕事や普段の人間関係で生じる些細な問題が、宇宙開発のレベルではよりシビアに効いてくるのは面白い。
- ・伝達媒体について、宇宙人に伝わるかどうかを考えるのが楽しかったです。

【Workshop 1】

宇宙産業の未来を共創する ～官民による政策形成の実現～

プログラムは満足していただきましたか？



官民の政策実現について、新たな気づきがありましたか？

- ・全員の希望を満たすのはハードな交渉が大事だと思いました。

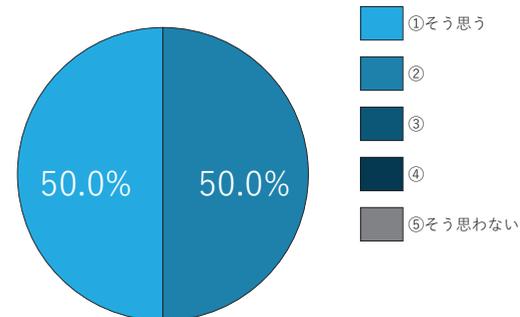
宇宙技術と経済安全保障の関係について新たな気づきはありましたか？

- ・安全保障と表裏一体だと実感した。

【Workshop 3】

宇宙 ELSI を考えよう ～倫理・法・社会から見た 2050 年の宇宙開発～

このワークショップを通じてこれから宇宙開発を ELSI 的な視点から見ていかねばならないと感じましたか？



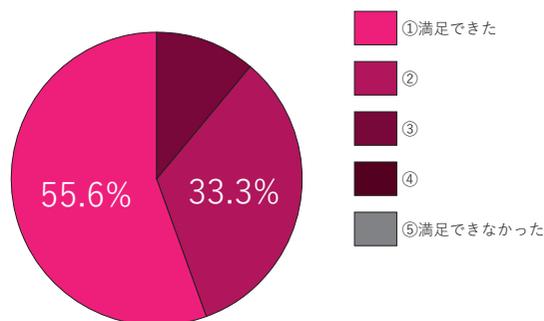
このワークショップを通じて気づいたことや学んだことはありますか？

- ・生成 AI やバイオ、脱炭素などでは ELSI の議論がある程度なされているが、宇宙はまだそこまで活発ではないという点が一番の気づきだった。岸本先生の言葉にもあったように、公害や脱炭素のように気づいたときには遅かったということのないように、宇宙技術では早期にできる限り多くのステークホルダーを巻き込んで考える必要があると思った。何より ELSI との抱き合わせで R&D を行うことが技術の発展にもつながることがわかると良いと感じた。

## 【Poster Session】

## Youthquake of the Universe ～次世代が描く宇宙の未来～

プログラムは満足していただけましたか？

どのような点に満足して  
いただけましたか？

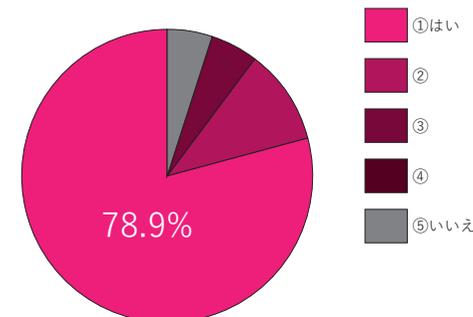
・知らない団体の活動を知ることができた。

## 【Panel Discussion 2】

## 宇宙で料理をしよう ～宇宙での食を豊かにするために～

プログラムは満足していただけましたか？

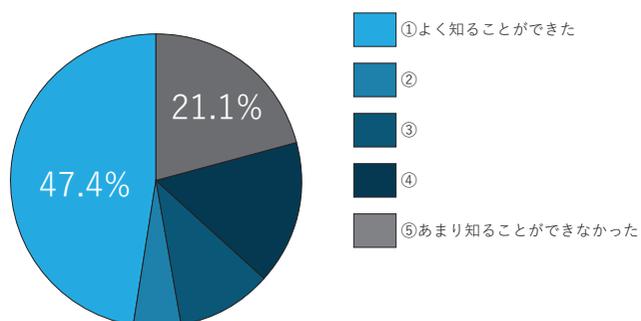
本プログラムを踏まえて、宇宙での暮らし（食に関することとその他のこと）に何を求めますか？



- ・夢と希望
- ・人が生活するための軸であり、非常に大事な問題だと思っています。
- ・高いQOL
- ・人間らしい生活
- ・文化の形成
- ・宇宙でとれる素材自体を増やすことも大事だが、調理法の多様性を上げても食の多様性が上がるため、調理の多様性を求める。
- ・いずれ来る宇宙旅行時代に食事は必要不可欠なので、研究を進めて頂きたいです。

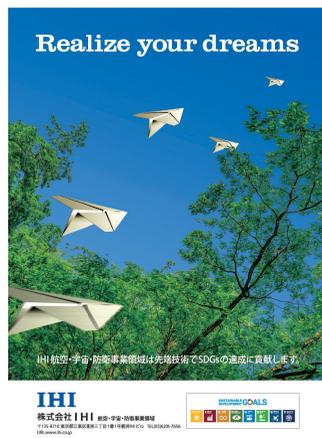
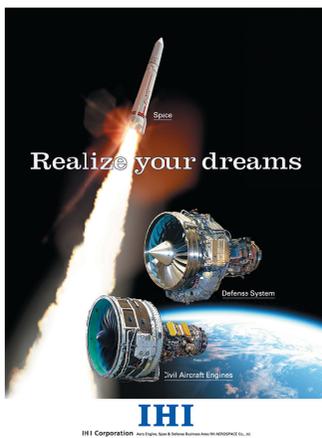
## 【衛星画像解析ボードゲーム】

## Eye From Space ～見えない世界を見る～

このプログラムを通じて衛星画像およびその解析についてどれくらい  
知ることができましたか？今後、衛星画像について  
どのように関与していこうと  
お考えでしょうか？

- ・面白さが分かった！！もっと衛星画像を活用した生活をしてみたいです！
- ・衛星画像で地上の利用形態と市街地の気温の相関性を知るための資料を得たいと考えています。

【プラチナ団体・企業】



株式会社 IHJ



株式会社 放送衛星システム



RX Japan 株式会社

【ゴールド団体・企業】

【ブロンズ団体・企業】



三井住友海上火災保険株式会社



ANA ホールディングス株式会社



株式会社うちゅう

【シルバー団体・企業】



株式会社アミル



株式会社バンダイナムコ  
フィルムワークス



デロイトトーマツ  
スペースアンドセキュリティ合同会社



株式会社IHIエアロスペース



株式会社 ビクセン

**SKY Perfect JSAT**  
スカパーJSAT O

宇宙事業  
衛星通信事業者  
17社  
35年間

メディア事業  
衛星多チャンネル放送  
スカパー 260万件  
スカパー2 286万件

2024年度 業績実績  
売上高 1,237億円  
経常利益 275億円  
純利益 191億円

Geostationary Satellite Fleet  
静止軌道衛星運用事業  
衛星運用事業

Ground Stations  
地上局運用事業

Recent News Release  
2025年2月1日  
2025年5月16日

スカパー JSAT 株式会社

**一般社団法人 日本航空宇宙工業会**  
SAC

日本航空宇宙工業会(SAC)は、航空工業の発展を機に1952年、発足しました。航空宇宙工業の発展に貢献することを目的とした活動を実施しています。会員数、調査費、助言料、人材育成、及びそれらの関連機軸、資料等の開発、製造、修理、販売などに携わる企業、約150社です。

1 航空宇宙政策に対応する 陸活動の推進  
2 航空宇宙工業に関する 産業基盤の整備  
3 海外の 航空宇宙工業会との交流  
4 国際航空宇宙展の開催

2026年 国際航空宇宙展 (JIA2026)  
【開催】2026年 令和18年 秋  
【会場】東京地区  
【主催】一般社団法人 日本航空宇宙工業会  
【共催】一般社団法人 日本航空宇宙工業会

一般社団法人日本航空宇宙工業会



三菱重工業株式会社

宇宙ミッションパートナーとして、  
数々の実績を築いてきたHIREC  
私たちが得意としている技術や支援領域、  
特徴についてお伝えします。

**STRENGTHS 1**  
宇宙用部品・宇宙用信頼性試験  
宇宙用部品・宇宙用信頼性試験  
宇宙用部品・宇宙用信頼性試験

**STRENGTHS 2**  
幅広いサポート体制  
幅広いサポート体制  
幅広いサポート体制

**STRENGTHS 3**  
個々の特性を活かした技術力  
個々の特性を活かした技術力  
個々の特性を活かした技術力

HIREC 株式会社

株式会社パスコです！ (パン屋さんではありません！)

最先端の衛星×AIで「地球の今」を捉え、  
気候変動や都市計画など  
多様な社会課題の解決に  
社会に貢献する数年前で、  
未来をたくむ仕事をしてみませんか？  
衛星データの活用・解析まで  
一貫して関わられるフィールドがあります。

人工衛星による地形・地物のモニタリング技術  
地形・地物のモニタリング技術  
地形・地物のモニタリング技術

SAR画像による地形・地物のモニタリング技術  
地形・地物のモニタリング技術  
地形・地物のモニタリング技術

株式会社パスコ

## 【プロジェクト概要】

弊団体では、「宇宙開発フォーラム」の企画・運営のほかに、メンバーが各自の興味に応じてより実践的な活動を行う「プロジェクト」にも取り組んでいます。このプロジェクトは、フォーラムでの提言や問題提起を一步進め、メンバー自らが日本の宇宙開発に貢献する具体的なアクションを起こすことをモットーとして、2019年に始まりました。

現在活動しているプロジェクトは、衛星データの普及を目指す「dot.」、宇宙教育に取り組む「USE」、宇宙に関する法体系を学ぶ「宇宙法研究会」の3つです。ここでは、「dot.」「USE」「宇宙法研究会」の活動内容をご紹介します。

## 【dot.】

多様な分野での活用が進み、宇宙産業の中でも重要な役割を担う衛星データビジネスですが、社会全体における衛星データ活用のハードルは依然として高い状況にあります。

こうした背景を踏まえ、本プロジェクト dot. では「衛星データを身近にする」ことを目標に掲げ、メンバー内での解析手法の習得や利用方法の検討、さらには学生への普及活動に取り組んでいます。

### 【本年度の活動実績】

・ Pythonを用いた画像解析と衛星データ解析の基礎学習会の実施  
主に新入生を対象に、Pythonのプログラミング基礎から始め、cv2などのライブラリを活用した画像解析手法を学ぶ勉強会を実施しました。さらに、実際の衛星データを用いて、各バンドの情報からトゥルーカラー画像の作成や NDVI (正規化植生指数) の算出など、衛星データ解析の基礎を習得しました。

・ 地理学習における衛星データ活用促進のための HP 作成  
「衛星データを身近にする」という目標の一環として、無料で衛星データを閲覧できるサイト (Copernicus Browser や VEGA) の使い方を、地理学習に取り組む学生や先生向けにまとめ、公開しました。以下の URL からご覧いただけます。

[https://www.sdfec.org/dot\\_page](https://www.sdfec.org/dot_page)

衛星データの活用を小中高生の段階から身近なものにすることは、将来的な人材育成や社会的理解の促進において大きな意義を持つと考えています。

## 【USE】

USE (Unit of Space Education) は、小中高生のみならず幅広い世代を対象に、

1. 文系・理系に関わらず多様な分野から宇宙について参加者の皆さまに考えていただくこと
2. 楽しく、そして面白い学びの機会を提供すること
3. 今まで宇宙産業に触れる機会のなかった人と、これまで宇宙産業に関わっていた人をつなぐ役割を果たすこと

の3つを目的とした宇宙教育活動を行うプロジェクトです。宇宙開発には文系・理系を問わず、幅広い関わり方があります。また、宇宙開発によって培われた技術はさまざまな分野の課題解決やビジネスに利用されています。しかし、小中高生の多くは宇宙開発は理工系の分野に限られたものだというイメージを持っており、将来の進路に宇宙という選択肢が入りにくいという問題意識がありました。そこで、まだ進路が決まっていない小中高生を対象にワークショップなどを行い、宇宙開発への幅広い関わり方や宇宙開発を通して得た技術・情報の社会への活用の仕方を知ってもらうことで、小中高生の視野を広げたり、宇宙開発に関わりたいと思う小中高生を増やしたりすることができるのではないかと考えています。今年度は宇宙開発・利用を題材としたワークショップを学校やイベントなどさまざまな場所で実施しております。ワークショップ開催のご相談も受け付けておりますので、お気軽にご相談ください。

ワークショップ開催のご相談はこちらから  
[sdfuse0328@gmail.com](mailto:sdfuse0328@gmail.com)

### 【主な活動実績】

- 2020年11月 オンライン (Zoom) 開催 トビタテ留学 JAPAN 高校生コース
- 2020年11月 オンライン (Zoom) 開催 広尾学園および渋谷  
教育学園幕張 (0GRAVITY との共催)
- 2021年8月 オンライン (Zoom) 開催 (SNS 発信などにて参加者を広く募っての開催)
- 2022年7月 大阪府立三国丘高等学校
- 2022年8月 宇宙の店 (SCOPE 主催 夏休みの自由研究 WEEK での開催)
- 2023年10月 広尾学園 中学校 高等学校
- 2023年11月 東京都立両国高等学校・附属中学校 (東北大学 FROM THE EARTH との共催)
- 2023年11月 東京大学駒場祭
- 2023年12月 HELLO SPACE WORK! NIHON-BASHI2023 (あつまれキッズ! 宇宙の仕事ワークショップにて出展)
- 2024年3月 公益財団法人 日本宇宙少年団
- 2024年5月 東京大学五月祭
- 2024年11月 東京大学駒場祭
- 2025年3月 Space Travelium TeNQ
- 2025年5月 東京大学五月祭
- 2025年8月 谷中小学校 (谷中小学校放課後子供教室)
- 2025年11月 東京大学駒場祭

## 【宇宙法研究会】

宇宙開発の展開は、地上の国際社会の影響を受けて絶えず変化し続けます。もともと東西冷戦の文脈を多分に含んで開始された宇宙活動は、今や民間事業者にとってのビジネス領域ともなり、宇宙活動国も増加の一途をたどり多様化するなど、時代の変遷に応じてさまざまな側面を見せてきました。そのような性格をもつ宇宙活動に対して妥当な法規範を与えるためには、既存の法体系を熟知し適切に運用することはもちろん、その時々で展開されている宇宙開発の現状をよく観察し、「他の領域にない特殊な事情は何か」「重視すべきリスクや恩恵は何か」を考え続けることが不可欠です。そうした意味で、宇宙法は、法学を含む特定の偏った分野の知見のみを用いて議論し尽くせるものではありません。

文理の垣根を超えて多種多様な学生が集まる弊団体の強みを活かし、宇宙法研究会では、今後展開されていく宇宙活動にはどのような規範が妥当とされるべきなのかについて多角的な視野から議論を重ねます。

その成果を「宇宙法模擬裁判」への出場を通して外部に発信し、宇宙法の運用に関する議論において新たな切り口を生み出すことを目的としています。また、その過程で宇宙法や複雑な規範運用に関する知見を身に付け、これからの宇宙開発・利用及び宇宙法務の更なる発展に資する「スペース・ロイヤー」を輩出しています。

### 【活動実績】

日本宇宙法学会会議 (SPALC) 主催の宇宙法模擬裁判日本大会における、宇宙法研究会の過去の実績は、以下のとおりです。

- 2016年 総合優勝、原告最優秀書面
- 2017年 JAXA 賞
- 2021年 被告最優秀書面、原告最優秀弁論者
- 2023年 原告最優秀書面、被告最優秀書面
- 2024年 総合準優勝、原告最優秀書面、被告最優秀書面、原告弁論者第3位、被告弁論者第3位、JAXA 賞
- 2025年 英語の部準優勝、英語・日本語の部原告最優秀弁論者、英語の部被告最優秀弁論者、英語の部原告・被告弁論者第2位、原告最優秀書面

## 【研究会概要】

SDFでは、年に一度開催される宇宙開発フォーラムのコンテンツ制作における調査・検討などのプロジェクトベースの学習のほかに、SDFメンバー一人ひとりの興味関心を重視した、個人もしくは少人数グループによる研究活動である「研究会」という通年の研究活動を行っています。本年は1月から3月にかけて個人での研究活動を行い、また5月から7月にかけて新入生を対象に少人数グループを編成し、近年の宇宙開発の動向を主軸に置いた研究活動を行いました。新入生の研究では、それぞれのグループから研究内容の発表が行われ、SDFメンバー全体としての知識獲得にも努めました。

## 【研究会テーマ概要】

1月から3月にかけて行われた個人での研究では、各々の興味に基づいた研究を行ってその成果を発表し、全体に向けてディスカッショントピックの提示と問題提起がなされました。研究内容は多岐に渡り、具体的には、「日本型『宇宙の平和利用』原則と政治過程」「世界の温度計と人工衛星 一温度が教えてくれること」「宇宙太陽光発電」などのテーマが提示されました。「日本型『宇宙の平和利用』原則と政治過程」では、日本における「宇宙の平和利用」原則の形成と変遷を、歴史的経緯と政治過程から解説しました。特に、宇宙開発委員会設置法や宇宙開発事業団法の審議過程に焦点を当て、平和利用原則がどのように議論され、明文化されていったかを詳細に分析し、今後の日本における各種宇宙技術の平和/軍事利用の形はどうあるべきかについて議論を行いました。「世界の温度計と人工衛星 一温度が教えてくれること」では、人工衛星で地表から放射される赤外線波長分布を測定することで温度を特定することにより、山火事の早期発見や、工場等の活動状況把握に利用され、気候変動や経済状況、国家安全保障の分析に貢献できる可能性があるという内容が発表されました。「宇宙太陽光発電」では、宇宙太陽光発電システム(SSPS)について、その概要、歴史、技術面・安全面・経済面それぞれのメリットを解説したのち、核融合発電と比較しつつ、SSPSの研究が現在再び注目されている理由、日本および各国の現状、今後の展望と課題について議論を行いました。

## 【SPEXA】

SDFは、東京ビックサイトにて開催された、日本最大級の宇宙ビジネス展示会「SPEXA」(2025年7月30日～8月1日)への後援およびブース出展を行いました。ブース出展においては、団体の概要紹介や、メンバーの個人研究、宇宙開発フォーラム2025にて実施するコンテンツの紹介などを行いました。個人研究のテーマとしては、「宇宙ベンチャー企業の財務諸表から読み解く宇宙戦略基金の効果」や「宇宙物体への武力攻撃の被害国資格と衛星運用事業者が認識すべきリスク」といった、弊団体の特徴である文系的な観点から宇宙開発について考察する研究の発表を行いました。3日間の会期中に、累計400人ほどの方にご来場いただき、弊団体の活動に興味を持っていただきました。来場者の方々と展示内容についての議論が起こるなど、SDFの認知拡大とメンバーの理解促進という点において、大変実りある機会となりました。一方で、研究発表の機会や、より具体的な連携を見据えたコミュニケーションの機会を十分に生かすことができなかった部分があり、来年度以降改善に努めてまいります。

SDFの活動理念は、宇宙開発に関する「課題発見と解決」、および「それらを議論する場を社会に広く提供すること」、そして「宇宙開発の未来を牽引する人材を生み出し、繋げること」です。産業の拡大に伴い、宇宙開発に関する情報は日々凄まじい速度でアップデートされています。SDF内で展開されている議論を社会へ共有するため、SNSなどでの発信力強化はもちろん、SPEXA出展などの成果報告の機会も増やしていくことを目指し、活動を拡大してまいります。



【団体名】

宇宙開発フォーラム実行委員会  
SPACE Development Forum Executive Committee

【通常活動】

宇宙開発フォーラム実行委員会 (SDF) は宇宙開発の現状を学際的な視点から捉え、社会に議論の場を提供する学生団体です。メンバーの多様なバックグラウンドを活かし、年に一度の宇宙開発フォーラムの企画・運営を中心に、宇宙法模擬裁判への出場や衛星データの解析、宇宙教育イベントの開催など、宇宙開発に関するさまざまな活動を展開しています。

【沿革】

- 2002 年 団体設立
- 2003 年 宇宙開発フォーラム 初開催
- 2007 年 宇宙法模擬裁判日本大会 初出場
- 2012 年 国際航空宇宙展 (JA2012) 出展
- 2023 年 20 周年記念イベント開催
- 2024 年 国際宇宙ビジネス展 SPEXA 初出展
- 2025 年 宇宙開発フォーラム 2025 開催

【詳細】

SDF は春・秋の新歓期間にて、所属分野を問わず、宇宙開発について興味を持つ大学生および修士課程の大学院生のメンバーを募集しています。また、活動見学は年間を通じて可能ですので、下記ウェブサイトのお問い合わせフォームよりお気軽にご連絡ください。  
SDF 公式 HP: <https://www.sdfec.org>



- |        |         |        |        |
|--------|---------|--------|--------|
| 藍郷 恭太郎 | 安部 創一朗  | 赤曾部 岳  | 竹中 大陽  |
| 足立 裕星  | 稲本 輝    | 井口 仁   | 蓼沼 諒也  |
| 安藤 優志  | 宇塚 稜人   | 上野 志織  | 谷 彬    |
| 上原 里記  | 漆原 明    | 上野 友基  | 田森 康貴  |
| 江嶋 銀志  | 大下 知輝   | 宇和川 龍  | 辻 勇志   |
| 加藤 万由子 | 大島 有貴   | 岡 奈那美  | 土田 将大  |
| 河野 優   | 大場 凌    | 奥田 新   | 土門 達洋  |
| 近藤 遼太郎 | 荻原 浩人   | 小山内 仁美 | 名和 優隼  |
| 才神 和穂  | 小佐田 悠也  | 長部 来知  | 濱田 歩諒  |
| 佐藤 亜由美 | 小野関 祐介  | 押久保 信  | 榛葉 旬気  |
| 高原 大雅  | 加藤 結愛   | 加藤 慧   | 東本 橙和  |
| 清水 萌   | 河田 直也   | 門田 朔   | 日幡 柚希  |
| 永田 美星  | 久保田 凜太郎 | 門野 真弥  | 平塚 涼雅  |
| 西村 樹里  | 佐藤 広都   | 川崎 ひかる | 古谷 優人  |
| 平柳 智明  | 田中 蓮    | 川崎 優夏  | 松尾 経   |
| 三宅 純平  | 早崎 一平   | 小早川 恵琉 | 松本 華季  |
| 盛田 忍之  | 曳野 泰斗   | 小山 拓希  | 御影 大智  |
| 山下 大輔  | 前野 有哉   | 近藤 由菜  | 三上 颯太  |
|        | 松田 有美香  | 後藤 充希  | 三谷 愛利亜 |
|        | 峯 隆明    | 齊藤 彪人  | 峰 大和   |
|        | 宮内 洸聡   | 佐々木 櫻  | 宮島 莉嘉  |
|        | 若松 里佳   | 佐藤 琴美  | 武川 陸生  |
|        | 渡邊 幹子   | 佐藤 月帝  | 村松 駿   |
|        |         | 清水 竣平  | 持永 真尋  |
|        |         | 清水 日彩  | 森戸 悠太  |
|        |         | 神保 美結  | 森 友志   |
|        |         | 鈴木 さくら | 安田 康樹  |
|        |         | 鈴木 翔有  | 山内 梨湖  |
|        |         | 鈴木 峻真  | 山口 智仁  |
|        |         | 蔵力 さくら | 若松 虹凜  |
|        |         | 高島 こまき | 渡邊 結   |
|        |         | 高野 晴   |        |
|        |         | 滝村 祐人  |        |

# 宇宙開発フォーラム 2025 支援団体

後援団体



外務省  
Ministry of Foreign Affairs of Japan



経済産業省



文部科学省



JSF  
一般財団法人日本宇宙フォーラム



# 宇宙開発フォーラム実行委員会 2025年 支援団体

協賛企業・団体 プラチナ



協賛企業・団体 ゴールド

MS&AD

三井住友海上

協賛企業・団体 シルバー



株式会社 バンダイナムコフィルムワークス



協賛企業・団体 ブロンズ



IHI  
株式会社IHIエアロスペース



一般社団法人 日本航空宇宙工業会  
The Society of Japanese Aerospace Companies

宇宙ミッションパートナー  
HIREC

