

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2023年3月号 No.15

第 16 回宇宙ユニットシンポジウム開催報告

2023年2月11日(土)、12日(日)に第16回宇宙ユニットシンポジウム「宇宙開発時代をどう生きぬくかー大学の役割を問い直す」が吉田キャンパス本部構内イノベーション棟で開催され、有人宇宙学研究センターも共催として参加しました。11日午前中に行われたNASAネルソン長官の講演会に続いて、午後からはポスター展示交流会が開催され、高校生、大学生、研究者、社会人から39件のポスターを出展して



いただき、会場では100名を超える参加者が活発な意見交換を行いました。特に優れたポスターには最優秀賞・優秀賞(高校生以下の部・一般の部)・宇宙ユニット長賞が授与されました。また、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所の津田雄一教授の特別講演も行われ、小惑星探査機「はやぶさ2」の小惑星サンプルリターンミッションについて、科学的意義、工学的な挑戦、リュウグウに関する最新の科学成果について紹介していただきました。

12日は、3つの講演セッションとパネルディスカッションが行われました。講演セッション1では「宇宙科学技術開発の現場」と題し、尾崎直哉先生から「宇宙工学分野における若手研究者の日常と夢」、永松愛子先生から「有人宇宙探査に向けた宇宙放射線環境の把握——国際協力の現場から」という演題で、宇宙科学技術開発に携わる専門家の開発現場について、研究や開発に関しての日々直面する困難な問題なども含めて紹介していただきました。

続いての講演セッション2では「有人宇宙開発における人への対応」というテーマで、当センター長の総合生存学館教授山敷庸亮先生の進行で、群馬大学の高橋昭久先生からは「宇宙での放射線と重力変化の複合影響」、日本原子力研究開発機構の佐藤達彦先生からは「宇宙飛行士を宇宙線被ばくから適切に護る——有人火星探査の被ばくりスクはどのくらい?」という演題で、宇宙環境に滞在する宇宙飛行士や宇宙旅行者の身体に生じる影響について講演していただき、地上と異なる特殊な環境での身体影響にどの様に対策していく必要があるのかを議論していただきました。

最後のセッション3では、宇宙開発をめぐる国際的な法と政治の状況について、慶應大学の青木節子先生からは「地球・月圏構築時代の国際宇宙法の現状と課題」、東京大学の鈴木一人先生からは

「宇宙開発の国際政治」と題して講演していただき、国際社会が直面しつつある新たな法的・政治的課題に関する現状と将来のあるべき展開について、倫理的問題にも目を向けつつ議論していただきました。

最後にシンポジウムの総まとめとして各セッションから 1 名ずつ講演者が参加して、パネルディスカッションが行われました。大学が担う人材育成のあり方について意見交換が行われました。会場からは学生からの質問や意見なども数多く寄せられ、大変有意義なシンポジウムとなりました。(辻廣智子 記)

第 16 回宇宙ユニットシンポジウム

ビル・ネルソン NASA 長官による講演

2月11日にSIC有人宇宙学研究センター主催で、NASAのビル・ネルソン長官が直接来校して講演されるというイベントがあり、150人余りの学生が集い、講演を拝聴する機会に恵まれました。ネルソン長官は弁護士や、宇宙飛行士、アメリカ上院・下院議員、第14代NASA長官といった経歴をお持ちであり、非常に広い視野で物事を考えていらっしゃるという印象を受けました。

ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡を使用した赤外線による深宇宙の観測により非常に広い範囲を詳細に観測できるようになったため、宇宙において生命存在を確認できる直前である可能性が高く、人類は宇宙開発の新時代に立っていると考えることができるという話をしていただきました。それに加えて現在月に人を着陸させるアルテミス計画の実現に向けて各国が協力して研究を行っており、さらにその先の火星をも視野に入れているということもわかりました。宇宙開発においても女性の社会進出や国際的な協力の意識が高まってきており、NASA幹部の女性比率が高いことからこのことが実感できました。

講演の後には質疑応答の時間も設けてくださり、非常に多くの質問が飛び交って、非常に学びの多い時間となりました。これからの宇宙開発を担っていくのは若い世代であり、歴史の大きな転換点に立っているということを理解することができました。

なお、本講演は、SIC有人宇宙学研究センターの土井隆雄特定教授へのネルソン長官の友情と、NASAと京大との長期にわたる関係により実現したと聞いております。詳しい講演の内容については、センター長の山敷教授らが通訳として以下のページにまとめていただいております。

<https://space.innovationkyoto.org/2023/03/02/senatornelsonlecturekyoto/>

(豊西悟大 記)

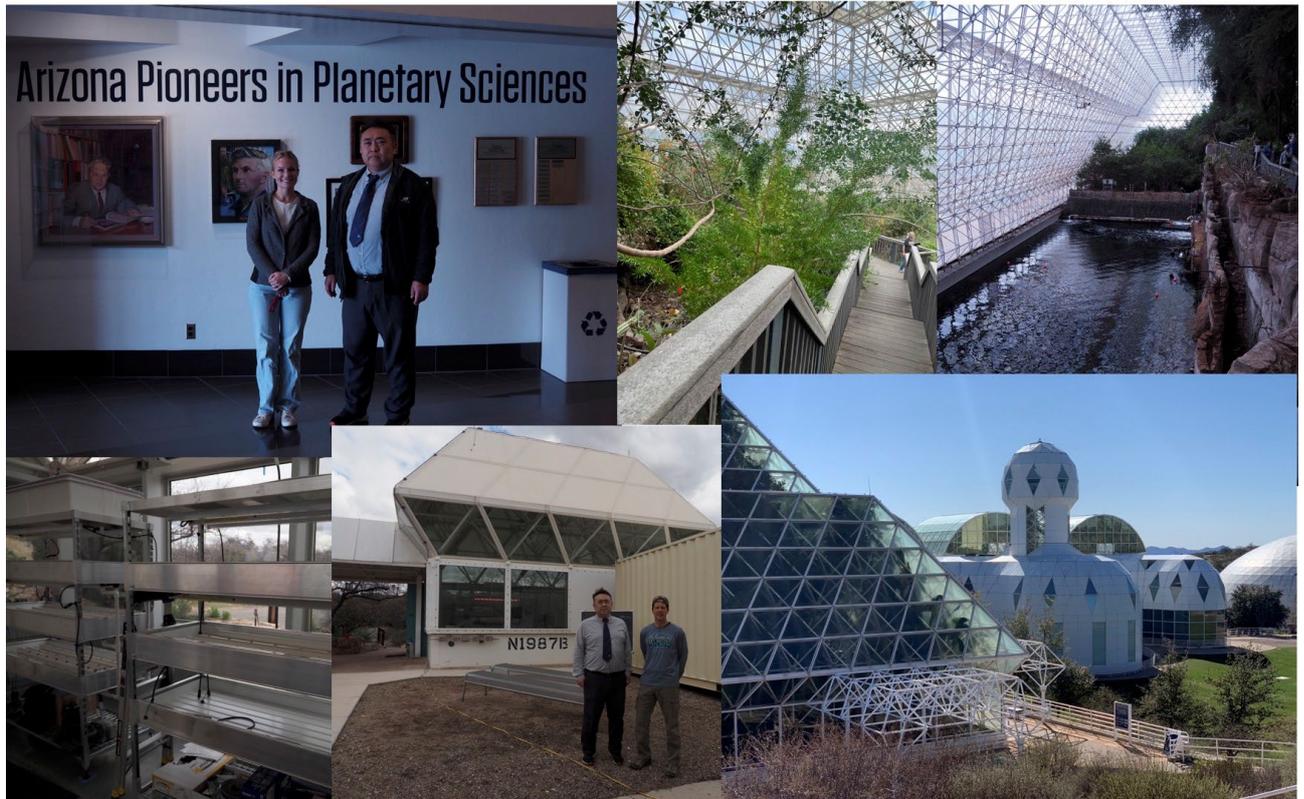
アメリカ大学訪問

SIC有人宇宙学研究センターが所属する京都大学大学院総合生存学館では、世界の著名大学との部局館協定を有しています。今回、大学院生を過去に派遣した、また派遣する予定のあるアメリカの大学三校を訪問しました。

アリゾナ大学

Space Camp at Biosphere 2 (SCB2)を過去4回開催した、アリゾナ大学のBiosphere 2を訪問しました。5年前にSCB2のきっかけとなった協定を延長するのが目的です。私にとっては実に4年ぶりの訪問でしたが(今年の第4回SCB2では私は屋久島・種子島担当)、2019年の研修の際に

比べて（１）熱帯雨林の樹木数が増えていたこと（２）オーシャンバイオームでのサンゴの育成が始まっていたこと（３）サバナの植物が増えていたこと が驚きでした。またコロナも落ち着き非常に多くの一般客が見学しています。



*写真上段左から Lunar and Planetary Laboratory (Michelle Coe, Manager, Arizona/NASA Space Grant Program)、Biosphere 2 サバナ、Biosphere 2 Ocean バイオーム、下段左から SAM の水耕栽培モジュール、SAM の外観(Kai Staats Project Coordinator)、そして、Biosphere 2 の外観

今回、今年夏からオペレーションが開始される予定である SAM (Space Analogue for the Moon and Mars) の運用前の最後の仕上げを見ることができました。SAM は、月面での実際の生活を想定し、加圧環境にて集団生活を実施し、植物の育成や、実際の宇宙での生活を想定したシャワーやトイレも含めた水のリサイクルを実現するシステムです。巨大な Biosphere2 と比較すると、ちょうど ISS のきぼうモジュールほどのサイズですが、実際の宇宙船での生活を想定するには非常に良いモジュールです。我々は現在、次期のアリゾナでのスペースキャンプをどのように実施するかについて検討を進めています。

カリフォルニア大学マーセッド校

最も新しいカリフォルニア大学として、2005 年にマーセッドに開学された学校ですが、5 年後には 5 万人の学生が在学する大学になるとのことで、今大きくキャンパスが拡張しており、私が 2018 年に訪れた時と比較しても別格に大きくなっていました。私が訪問したのは環境科学専攻ですが、この大学では NASA と共同でドローンや人工衛星を使った広範囲な水圏モニタリング技術開発を実施しています。今回、こちらのキャンパスとの総合協定が新たに始まります。



写真、Professor Joshua Vierらと。ドローンを用いたセンシングキット、UC Merced のキャンパス

スタンフォード大学ホップキンス海洋研究所

ホプキンス海洋研究所のバーバラ・ブロック教授は、世界で初めて大型の海洋生物に GPS タグをつけて、マグロやサメの海流にのった地球規模の回遊について研究を行なっています。人工衛星を用いて大型海洋動物の地球規模の移動を見ているのです。また、総合生存学館から過去に大学院生を受け入れていただいています。コロナ禍の直前の 2019 年 12 月からの訪問でしたが、それぞれすごい勢いで発達している印象です。我々も負けずに頑張らなければ、と思った次第です。（山敷庸亮 記）



写真、Hopkins Marine Station, Tuna Center, Professor Barbara Block

第 1 回宇宙木材利用シンポジウムの開催

第 1 回宇宙木材利用シンポジウムが 2023 年 3 月 22 日（水）に京都大学小林・益川ホールで開催されます。世界で初めて宇宙での木材利用と樹木の育成に焦点を当てたシンポジウムです。

10:00-10:05 開会の辞

10:05-12:00 第 1 部 宇宙における木材の利用

木造人工衛星・ExBAS 実験速報

13:30-15:00 第 2 部 宇宙における（植物・）樹木の育成

低圧下での植物・樹木の育成・微小重力下における植物・樹木の育成

15:30-17:30 第 3 部 宇宙木材利用の展望

極限環境における木材利用・宇宙木材産業の展望：パネルディスカッション

17:30-17:35 閉会の辞

参加希望者は、次のメールアドレスに「宇宙木材利用シンポジウム参加希望」と書いてお送りください：
spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp (土井隆雄 記)

大学コンソーシアム京都 京カレッジ リカレント教育プログラムの紹介

大学コンソーシアム京都主催の京カレッジ リカレント教育プログラムに SIC 有人宇宙学研究センターに関する講師が登壇します。特別講演及び講座は「現代の教養講座『宇宙移住に向けた最先端研究と企業技術』」をテーマに、最新の研究成果を紹介します。申し込み先は、大学コンソーシアム京都 <https://www.consortium.or.jp/project/sg/recurrent> です。(山敷庸亮 記)

特別講演「土井隆雄宇宙飛行士に聞く『有人宇宙活動』」

回	日時	講座タイトル
1	4月22日(土)	土井隆雄宇宙飛行士に聞く『有人宇宙活動』 土井 隆雄 宇宙飛行士・京都大学大学院総合生存学館(思修館) 特定教授

「現代の教養講座『宇宙移住に向けた最先端研究と企業技術』」前半プログラム

回	日時	講座タイトル
1	6月1日(木)	宇宙移住のための「コアバイオームコンセプト」 山敷 庸亮 京都大学 大学院総合生存学館教授 (SIC 有人宇宙学研究センター長)
2	6月15日(木)	恒久的な宇宙居住に向けた人工重力施設研究 大野 琢也 鹿島建設 関西支店建築設計部副部長 兼 技術研究所上席研究員
3	6月29日(木)	ムーンビレッジ・月に社会を作ることを考える 稲谷 芳文 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 名誉教授
4	7月13日(木)	宇宙移住に関する国際宇宙法 青木 節子 慶應義塾大学大学院 法務研究科 教授
5	7月27日(木)	宇宙環境での人への影響 – 将来の宇宙移住を目指して – 寺田 昌弘 京都大学 宇宙総合学研究ユニット 特定准教授

「現代の教養講座『宇宙移住に向けた最先端研究と企業技術』」後半プログラム

回	日時	講座タイトル
1	10月5日(木)	宇宙移住のための「コアテクノロジー」 山敷 庸亮 京都大学 大学院総合生存学館教授 (SIC 有人宇宙学研究センター長)
2	10月19日(木)	宇宙で地球外生命体の存在を探る 佐々木 貴教 京都大学大学院 理学研究科宇宙物理学教室 助教
3	11月2日(木)	宇宙木材工学 村田 功二 京都大学大学院 農学研究科森林科学専攻 准教授
4	11月16日(木)	将来の長期的月面探査に資する研究およびその地上における社会実装 稲富 裕光 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 宇宙科学研究所 教授
5	11月30日(木)	宇宙における水産養殖の研究と地上の先端技術 遠藤 雅人 東京海洋大学学術研究院 海洋生物資源学部門 准教授

2023年度京カレッジ
リカレント教育プログラム

現代の教養講座
**宇宙移住に向けた
最先端研究と企業技術**

【大人だって学びたい!というコンセプトで昨年開講し、受講者の方々から圧倒的な満足度を得た「現代の教養講座」宇宙移住の現在・未来について。今年度は2030年代以降を担う有望な宇宙科学技術の現状と将来を「最先端の研究成果や企業アプライドなど」とともに、さらにリアルなコンテンツで学びます。宇宙移住を考えると、これは「環境、食と住空間、移動技術、人体と医療、ビジネスと社会」を考えると、好奇心を未来へ、学びたいことを学びましょう。

講座概要

オンライン (Zoom) 受講対象 受講が可能なお方

受講料 5,000円 定員 100名

※受講者には別途「参加のお願い(随時発行の随時発行)」を届けます。

前半プログラム	後半プログラム
<p>申込締切 5月2日 17:00まで</p> <p>※上記の順目まで申し込みを締め切るお申し込みください。</p> <p>第1回 2023/6/1 18:30-20:00 宇宙移住のための「コアパイオームコンセプト」 【講師】山崎 隆英氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第2回 2023/6/15 18:30-20:00 恒久的な宇宙居住に向けた人工重力施設研究 【講師】大野 球也氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第3回 2023/6/29 18:30-20:00 ムーンビレッジ・月に社会を作ること考える 【講師】稲谷 芳文氏 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 名誉教授</p> <p>第4回 2023/7/13 18:30-20:00 宇宙移住に関する国際宇宙法 【講師】青木 幹彦氏 慶応義塾大学 法学部国際法科 教授</p> <p>第5回 2023/7/27 18:30-20:00 宇宙環境での人への影響 -将来の宇宙移住を目指して- 【講師】寺田 昌彦氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p>	<p>申込締切 9月5日 17:00まで</p> <p>※上記の順目まで申し込みを締め切るお申し込みください。</p> <p>第1回 2023/10/5 18:30-20:00 宇宙移住のための「コアテクノロジー」 【講師】山崎 隆英氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第2回 2023/10/19 18:30-20:00 宇宙で地球外生命体の存在を探る 【講師】佐々木 貴教氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第3回 2023/11/2 18:30-20:00 宇宙木材工学 【講師】村田 功二氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第4回 2023/11/16 18:30-20:00 将来の長期的月面探査に資する研究およびその地上における社会実装 【講師】稲谷 芳文氏 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 名誉教授</p> <p>第5回 2023/11/30 18:30-20:00 宇宙における水産養殖の研究と地上の先端技術 【講師】遠藤 雅人氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p>

お申し込みが必要でしたら、受講料の納入確認後に京カレッジ会員登録(会員登録無料)を発行いたします。
京カレッジ会の特典として、京カレッジ事務局より用意されている各大学・各機関の大学の書籍が利用可能となります。
(利用には、各館の規程や指示に従ってご利用ください)
※会員登録発行には時間差を要する場合がございます。予めご了承ください。

京カレッジ会員について

都合により講義の延期や中止、内容変更等が生じる場合がございます。変更の際は、大学コンソーシアム京都ホームページの「重要なお知らせ」およびお申し込み時のメールアドレス宛にご通知いたします。

大学コンソーシアム京都
The Consortium of Universities in Kyoto

各回テーマ・講師名等

前半プログラム	後半プログラム
<p>第1回 2023/6/1 宇宙移住のための「コアパイオームコンセプト」 【講師】山崎 隆英氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第2回 2023/6/15 恒久的な宇宙居住に向けた人工重力施設研究 【講師】大野 球也氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第3回 2023/6/29 ムーンビレッジ・月に社会を作ること考える 【講師】稲谷 芳文氏 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 名誉教授</p> <p>第4回 2023/7/13 宇宙移住に関する国際宇宙法 【講師】青木 幹彦氏 慶応義塾大学 法学部国際法科 教授</p> <p>第5回 2023/7/27 宇宙環境での人への影響 -将来の宇宙移住を目指して- 【講師】寺田 昌彦氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p>	<p>第1回 2023/10/5 宇宙移住のための「コアテクノロジー」 【講師】山崎 隆英氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第2回 2023/10/19 宇宙で地球外生命体の存在を探る 【講師】佐々木 貴教氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第3回 2023/11/2 宇宙木材工学 【講師】村田 功二氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p> <p>第4回 2023/11/16 将来の長期的月面探査に資する研究およびその地上における社会実装 【講師】稲谷 芳文氏 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 名誉教授</p> <p>第5回 2023/11/30 宇宙における水産養殖の研究と地上の先端技術 【講師】遠藤 雅人氏 京大工学部宇宙航空学際研究センター 専任教授</p>

申込から受講までの流れ

STEP1 本チラシ裏面の申込フォームからお申し込みください。お申し込み時のメールアドレス宛にお申し込み手続き完了メールが自動配信されます。
STEP2 申込締切日以降(前半プログラムは5月中旬頃、後半プログラムは9月中旬頃)に受講可否通知メールにてお知らせいたします。
STEP3 受講が許可された方を対象に受講料(送料・コンビニ払い)を郵送いたします。ご入金確認後にご入金いただいたお近くのコンビニエンスストアにてお支払いください。
STEP4 受講料の納入が確認できた方を対象に受講開始日(前半プログラムは9月30日、後半プログラムは10月3日)に、事務局から参加方法等(ZOOM入用URLを含む)を記載したご案内メールをお送りいたします。

■お問合せ先

大学コンソーシアム京都
The Consortium of Universities in Kyoto

京カレッジ担当

〒600-8216 京都市下京区西門外通小橋下ルキャンパスプラザ京都内
TEL: 075-353-9140 FAX: 075-353-9121
【お問い合わせ時間】土・日 9:00-17:00
https://www.consortium.or.jp/ | 京カレッジ | 検索

2023年度京カレッジリカレント教育プログラム 特別講演

土井隆雄宇宙飛行士に聞く
有人宇宙活動

参加無料

2023年
4月22日
13:00-15:00

会場 キャンパスプラザ京都 4階第2講義室
対象 どなたでもご参加いただけます
定員 200名(申込多数の場合は抽選)
申込締切 2023年4月14日(金) 17:00まで

講演概要

1961年ガガーリンによる人類初の有人宇宙飛行以来、宇宙は人類にとっての進出可能な新世界となりました。日本の「第一期有人宇宙活動」は、1985年に国際宇宙ステーション計画への参加決定及び第一次材料実験に参加する日本人宇宙飛行士の選抜により開始され、「第二期有人宇宙活動」は、2008年「さぼろ」日本実験棟を宇宙ステーションに取り付けるミッションを契機に始まり、日本そして世界の有人宇宙活動は何年をめざして、私たちどこに行こうとしているのでしょうか。講演では、日本人初の宇宙船外活動を実施された土井氏のこれまでの「学び」の道のりを振り返りながら、人類に取って有人宇宙活動は何を意味しているのかを語っていただきます。

土井 隆雄氏 宇宙飛行士 京大工学部宇宙航空学際研究センター 特別教授(兼任)

Profile

1954年、東京生まれ。1983年、東京大学工学部航空宇宙工学専攻修士課程修了。2004年、京大工学部航空宇宙工学専攻博士課程修了。1997年、スペースシャトル「コロンビア」に搭乗し、日本人として初めての船外活動を行う。2008年、スペースシャトル「エンタープライズ」に搭乗し、ロケットアームを操作し、日本100周年有人宇宙活動(さぼろ)日本実験棟内外装を国際宇宙ステーションに取り付ける。2019年及び2020年に初めて、ISS(国際宇宙ステーション)船外活動として宇宙科学技術の国際協力に貢献。2016年4月より京大工学部宇宙航空学際研究センター特別教授に就任。2020年4月より京大工学部宇宙航空学際研究センター特別教授に就任。2020年7月より特別教授。2002年と2007年に経歴書を発表する。

京カレッジについて

生涯学習の一環として、大学の授業科目と一緒に「テーマ・カレッジ」を1997年から開講し、2007年から「京カレッジ」と名称を変更し、単発・多発の社会人を対象としたリカレント教育プログラムを実施し、多様な世代に対応した講座を提供しています。2022年度から盛んな社会人を対象としたリカレント教育プログラムを実施し、多様な世代に対応した講座を提供しています。

申込方法について

STEP1 希望の申し込みフォームにアクセスしてください。

STEP2 すべての回答を記入の上、送信ボタンを押すと、お申し込み時のメールアドレス宛に「お申し込み手続き完了メール」が自動配信されます。必ずメールを受信していることをご確認ください。
https://www.consortium.or.jp/ | 京カレッジ | 検索

STEP3 4月15日(土)に受講可否通知メールにてお知らせいたします。

STEP4 受講が許可された方を対象に、参加メールをお送りします。講演当日に参加費を、受付スタッフにご提示ください。申込はこちら

■お問合せ先

大学コンソーシアム京都
The Consortium of Universities in Kyoto

京カレッジ担当

〒600-8216 京都市下京区西門外通小橋下ルキャンパスプラザ京都内
TEL: 075-353-9140 FAX: 075-353-9121
【お問い合わせ時間】土・日 9:00-17:00
https://www.consortium.or.jp/ | 京カレッジ | 検索

学んと[火星に住もう] Session 2 & Session 3

SIC 有人宇宙学研究センターとよみうりカルチャー-OSAKA は、月1回、京都市内で来場&オンデマンドの講座、学ント「DMG MORI presents 火星に住もう！」を開講している。



SIC 所属講師がリレー式で最新の宇宙研究を紹介する人気シリーズで、2月は神戸大学大学院理学研究科宇宙物理学教室の岡田浩樹教授が登壇。「人類学から見た人類の宇宙進出」をテーマに、
 ①宇宙研究と（文化）人類学 ②宇宙への進出は人類の第4の転換期なのか？ ③宇宙（火星）にコミュニティ（社会）を作る ④人類社会・文化の多様性と可能性について解説。

宇宙というレンズを通して宇宙の進出だけを考えるのではなく、今の我々の世界を考えることが重要。また、今、私どもが当たり前と思っているのは19世紀から20世紀に創られた近代に創られている。

宇宙進出するには、宇宙ステーションの多文化状況、言語と非言語コミュニケーション、宇宙空間における文化の創造など様々な問題があると話す。

次回3月19日は「DMG MORI presents 火星に住もう！ Season2」の最終回となり、京都大学大学院理学研究科宇宙物理学教室の佐々木貴助教が「生命を宿す天体の条件を探る」について解説する。

参加希望は、学ント

<https://www.ync.ne.jp/osaka/mananto> から申し込む。

また、4月からは、鹿島建設 presents として、火星に住もう！ Season3 が開講する。初回の16日には京都大学大学院総合生存学館特定教授で宇宙飛行士の土井隆雄先生が登壇する。

申し込みは3月11日から。（山敷庸亮 記）

鹿島建設 presents 教室&オンデマンド

近年、国家にとどまらず民間も月、火星への探査を目指すようになり、有人を含む探査活動への動きが加速しています。人類にとって活動圏を宇宙へと広げ、持続的な活動拠点、社会を構築することは重要なテーマです。講座では、日本で初めて宇宙での船外活動を行った宇宙飛行士の土井隆雄さんなど、京都大学の「SIC 有人宇宙学研究センター」で活躍する研究者らが、人類の宇宙進出に向けた研究開発や課題について紹介します。

火星に住もう! SEASON3

土井隆雄宇宙飛行士が登壇!!

第1回 4月16日(日) 13:00~14:30
 講師 土井隆雄 京都大学大学院総合生存学館特定教授、宇宙飛行士

第2回 5月14日(日) 13:00~14:30
 講師 山敷庸亮 京都大学大学院総合生存学館 教授、SIC 有人宇宙学研究センター 長

第3回 6月18日(日) 13:00~14:30
 講師 佐藤 達彦 日本原子力研究開発機構 (JAEA) 研究フェロー、大阪大学理学部宇宙物理学専攻 特任教授

第4回 7月9日(日) 13:00~14:30
 講師 仲村 匠司 京都大学大学院工学研究科森林科学専攻 教授

第5回 8月20日(日) 13:00~14:30
 講師 大野 謙也 筑波大学 阿蘇文化 建築設計部 助教授、社研研究所 上席研究員

第6回 9月3日(日) 13:00~14:30
 講師 福重 裕光 京都大学大学院理学研究科 宇宙物理学専攻 准教授、Zoom 出演、アシリアーター-山敷 庸亮 先生

【会場】 読売京都ビル・4階会議室（京都市中京区烏丸通六角下ル観音寺町 630）
 【日時】 日曜 13:00~14:30
 【受講料】 各回 1,000円（送料し配付付き）
 【抽選】 鹿島建設 抽選・お申し込み
 【申し込み】 <https://www.ync.ne.jp/osaka/mananto/>
 お問い合わせ mananto@oybc.co.jp
 ☎06-6361-3325 受付時間（平日）10:00~17:00

LignoSat 紹介

木造人工衛星学生開発チーム

EPS 班

○ディプロイメントスイッチの検査

LignoSat が ISS から放出される際に、衛星の起動を行うスイッチがディプロイメントスイッチです。そのため、このスイッチが働くことは衛星の運用において最も最初の関門となります。しかしこのスイッチは他の衛星を傷つけない為、また、宇宙空間における反力などの影響で衛星が逆に ISS に衝突するなどが無いように、そのスイッチの戻り力（スイッチが元の状態に戻ろうとする力）やストローク（スイッチが ON するまでの距離）の基準が厳しく設定されています。そのため、EPS 班ではその基準を満たしたスイッチを用いることができるようスクリーニング試験を行い、配線を行なっています。

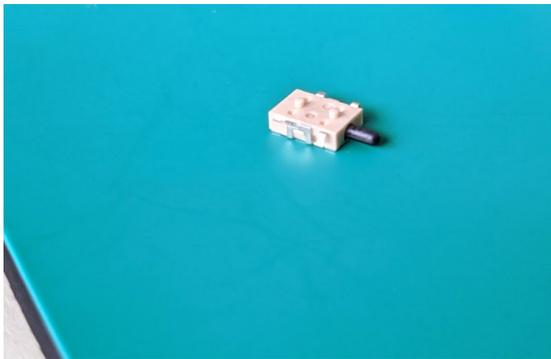


図 1 ディプロイメントスイッチ



図 2 配線のはんだ付けの様子

○太陽光発電試験

LignoSat の電力は全 6 面の内 5 面に貼られている太陽光パネルからの発電でまかっています。そのため、EPS 班ではいままでパネルの基板の開発や構体にパネルを接着するための接着力試験を行ってきました。そしてその発電力についても試験を行い、公称とされている電力量が発電できるか、九州工業大学にある太陽光シミュレータという装置を用いて実際に発電試験を行いました。

非常に良い結果がえられ、想定通りの電力量が確保できそうであることが判明したため、今後はその発電量を上回ることが無いよう消費電力を細とローするための電力収支表の作成や運用モードについてのプログラミング開発を行っていく予定です。（福王悠星 記）

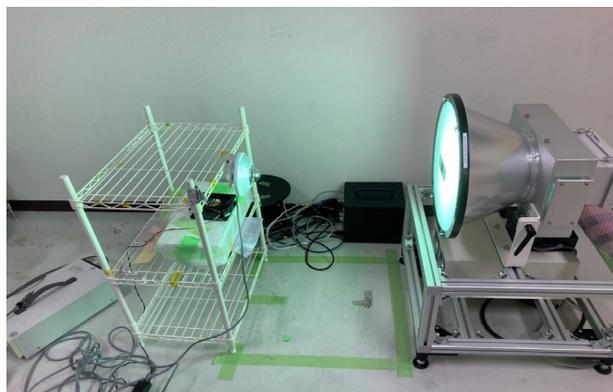


図 3 バッテリーボックス作成の様子

低圧下樹木育成プロジェクト紹介

Arduino 講習会 # 5

1 はじめに

最終回です。最後に制御系について簡単に扱います。実験装置（真空ポンプ・フリーズトラップ・CO₂ポンペ）の制御はリレーを用いて行なっています。実験装置を実際に扱う前に、リレー・制御の仕組みを学びましょう。

2 リレーをマスターしよう

実験装置を実際に見てみると、リレーが多くついていることが分かります。

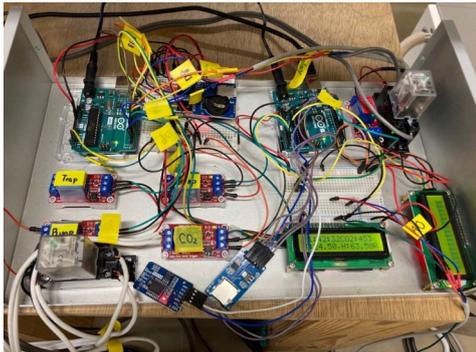


図 1: 実験装置の様子



図 2: 実験装置で用いられる中型リレー

実験装置を見ると、2種類のリレーがついていることがわかります。今回の講習でも用いる青いリレーは小型リレー（小電力用）、下の写真で示されているリレーが中型リレーです。中型リレーはより大きい電力を消費する装置（真空チャンバー、フリーズトラップ）の制御で用います。中型リレーの ON / OFF は小型リレーを用いています。

リレーの具体的な役割について説明していきます。まずは、リレーで行いたい動作を考えましょう。例えば：

- CO₂濃度が450 ppmを下回ったら、CO₂ポンペの電磁弁を開ける
- 湿度が65 %を上回ったら、フリーズトラップを起動 / 湿度が45 %を下回ったら、フリーズトラップを停止

などです。この動作を行うとき、皆さんはきっとスイッチが欲しいと思いますね。スイッチで ON / OFF 切り替えたいところです。ここでスイッチの役割をするのがリレーです。下のリレーの写真を見て下さい。

見慣れた「VCC」と「GND」はいつも通り、5VとGNDに繋がります。そして、「IN」は Arduino から「HIGH」、「LOW」の信号が流れてくるように配線します。「HIGH」の時、リレーが ON、「LOW」の時、リレーは OFF になっている状態です。

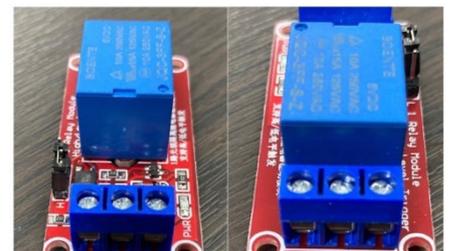


図 3: リレーの様子

次に「NO」「COM」「NC」に注目しましょう。それぞれ「Normal Open」、「Common」、「Normal Close」の略です。「NO」はリレーが OFF のときには Open、つまり普段は絶縁している端子、「NC」はリレーが OFF のときには Close、つまり普段は導通している端子を表しています。回路にこのリレーを組み

込むことで、リレーの ON / OFF で回路に電流が流れるか、流れないかが決まるわけです。具体的な使い方としては、「COM」を電圧が高い側、「NO」または「NC」を電圧が低い側に挟み込むことになります。

次に「sketch_Record_SDcard_Time_Temp_CO2_Relay_v4.2.ino」をダウンロードしてみましょう。このプログラムでは、前回までのプログラムに加えて、リレー制御まで組み込まれたプログラムになっています。（この講座の完成形プログラムです。）リレーを使う際に注意すべき文を紹介します。

```
int IN_PIN1 = 7; //Electric Valve for CO2
```

どの Arduino の pin とリレーの IN を繋げるか指定する必要があります。このプログラムでは、「IN_PIN1」という変数を定義して 7 番 pin を指定している訳です。

```
const float co2set = 620.0; // CO2 set (ppm)
```

リレーの ON / OFF を区別する際に、for 文を用いています。その際の基準値を「co2set」という変数で定義しています。

```
pinMode(IN_PIN1, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(IN_PIN1, LOW);
```

ここは DHT22 センサーの際に出てきましたね。pin を入力用か出力用かを指定します。

課題 1 このプログラムがうまく動いた場合、どのような動きをするか考えましょう。

それでは、配線を組みます。今回は、CO₂ 濃度に応じて LED の点灯・点滅を制御してみましょう。LED の配線は、1 回目の講習会で扱いました。思い出しましょう。ブレッドボードの空いているところに LED 用の回路を作りましょう。完成すれば、LED が常時点灯している状態だと思います。

次に、リレーを使ってみましょう。リレーの配線は少し頭を使います。注意として、今の Arduino Kit で配布しているリレーは「NO」と「COM」から配線を出しています。（この下に見本例の解説を掲載していますが、まずは考えてみてください。）

課題 2 リレーの配線を組んでみましょう。実際にうまく動くかどうかは、先ほどのプログラムを書き込んでみれば分かります。

見本例の解説です。まず、皆さんは、LED の回路の間にリレーを挟もうとしたと思います。確かに考え方は合っていますが、Arduino のブレッドボードの特徴から、LED と同じラインにリレーを挟み込んで上手いきません。というのも、同じラインには常に電流が流れているので、間にリレーを挟んで ON / OFF させたとしても、電流はブレッドボードのライン上で流れ続けてしまうからです。これではリレーが機能しません。

そこで、ブレッドボードのラインをもう一つ使うことを考えます。リレーの ON / OFF が反映されるようにラインを使うのです。つまり、見本例のように LED のプラス側を別のラインに移してあげて、そこにリレーを挟み込みます。すると、リレーが ON の時は、LED のプラス側だけが存在するラインに電流が流れ、LED のマイナス側に電流が流れ、GND まで繋がります。リレーが OFF のときには、LED のプラス側のラインに電流は流れないので、LED は消灯します。これで完成です。

課題 3 **（余裕のある人向け）**

実験装置の CO₂ ボンベは 100 msec 電磁弁を開いた（今で言うと LED がついている状態）だけでもかなりの CO₂ を放出します。つまり、皆さんの今のプログラムで LED がつき続ける状況（電磁弁が空き続ける状況）は、実験装置では好ましくありません。そこで、20 秒に 1 回だけ、CO₂ 濃度を基準

値と比較して LED の ON / OFF が切り替わるプログラムを作ってみましょう。さらに今の場合は、LED が ON になる場合でも 1 sec だけ LED が ON になるようにしてみましょう。

(かなり、実験装置のプログラムに近づきます。)

(ヒント 1) 初期値 0 の変数を定義し、1 sec ごとに 1 ずつ増えるようにしてみましょう。その変数が 20 に達したら、LED の ON / OFF 判定を行い、変数の値を 0 に戻すようにしてみましょう。

(ヒント 2) LED の点灯時間を制御するには「delay();」をうまく使いましょう。

課題 4 (余裕のある人向け)

CO₂ の値を眺めていると、値がばらつく場合があると思います。これに対処する方法として、直近 20 秒の CO₂ 濃度平均値を取って、その値を現在の CO₂ 濃度として採用するプログラムを作成してみましょう。プログラムに 20 秒間の平均 CO₂ 濃度を求める文を追加して、その値を CO₂ 濃度とします。

(ヒント 1) for ループの知識が必要でしょう。

(ヒント 2) いくつか自分で変数を定義する必要があるでしょう。

(ヒント 3) 配列の知識があるとさらに楽かもしれません。

最終課題 (すごく余裕のある人向け)

オリジナルの Arduino を使った回路を作りましょう。今までのセンサー系だけでなく、モーターなども使うとさらに面白いと思います。研究室にある本も参考にしましょう。

3 参考文献

今回の講習内容も必ずどこかの本や HP に乗っています。おすすめは、208 号室にある「Arduino をはじめよう (第 3 版)」(Massimo Banzi, Michael Shiloh 著、船田巧 訳、オライリー・ジャパン 発行) です。サンプルプログラムや活用例も多く記載されていて面白いと思います。興味のある人は読んでみて下さい。ネットにも色々な解説記事があるので、調べてみるのも良いと思います。(清田朋和 記)

研究紹介

有人宇宙活動における持続可能な循環型システム構築 に向けた課題

市村周一 京都大学大学院総合生存学館 博士課程 2 年

昨今、SDGs/Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標) や ESG 投資 /Environment (環境)、Social (社会)、Governance (ガバナンス) に代表されるように持続可能な社会の実現に向けた検討と取り組みに注目が集まっています。背景にあるのは、人類の活動に起因する気候変動・環境汚染・生物多様性喪失など自然環境への影響や、グローバルサプライチェーンにおける違法労働に代表される人権侵害など人間社会への影響が挙げられ、その対策を講じるためには各国や組織単位で取り組むのではなく、世界中の人々が地球を一つのエコシステムとして俯瞰し、地球人として共創していくことが求められています。

この地球の縮図とも言えるのが 2000 年から現在に至るまで長期に渡り人類が滞在している国際宇宙ステーションです。国際宇宙ステーションは、日米欧やロシアを含む 15 カ国が参画し、常時 3-10 人

が 3-6 ヶ月間交代で生活している地球外で唯一の場所となっています。しかし、この国際宇宙ステーションを舞台とした現在の有人宇宙活動は、持続可能な世界を実現する循環型社会/経済（サーキュラーエコノミー）とはなっておらず、むしろ時代と逆行して直線型社会/経済（リニアエコノミー）を加速させている状態です。例えば、国際宇宙ステーションでは宇宙環境利用の最大化および宇宙飛行士の生活を維持するために年間約 10 回程度物資が地球から補給されていますが、その内補給物資自体は約 30 トンであるのに対して輸送に必要となるロケットや補給船の合計は約 5,400 トンにもなります。つまり、再利用されている水や米国 Space X 社の Falcon9 ロケットの第一段エンジン以外の 96~99%は打ち上げ過程や国際宇宙ステーションで使用された後、大気圏再突入で燃やされるなどして廃棄されているのが現状です¹（図 1）。

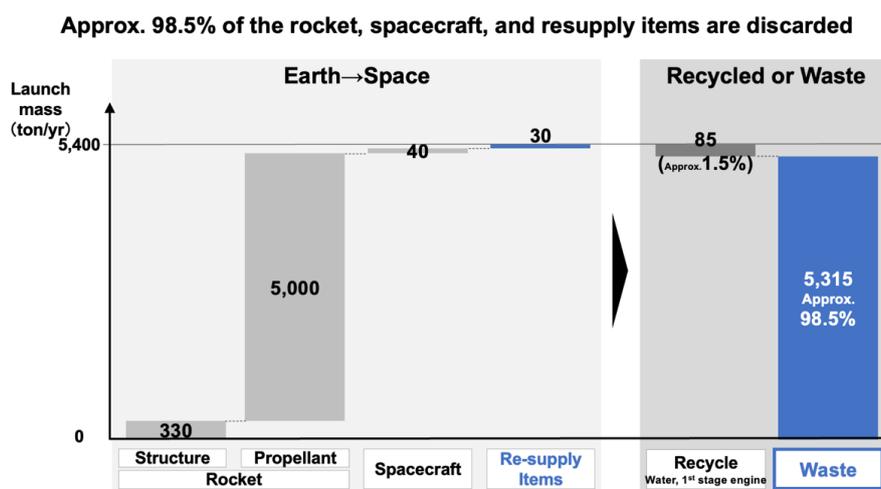


図 1 有人宇宙活動で補給時に使用およびリサイクル・廃棄される重量（トン/年）

循環型社会を実現できていない ISS では、さまざまな弊害が発生しています。単純に空気・水・食料といった生命維持に必要な物資（Life Support System Elements）が不足するリスクもあれば、廃棄物置き場や臭い、衣服や衛生用品など QoL（Quality of Life）アイテムの不足なども挙げられます（図 2）。私は、国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟や宇宙ステーション補給機「こうとり」（HTV）の運用管制業務などに 10 年以上従事し、この現状を目の当たりしてきました。

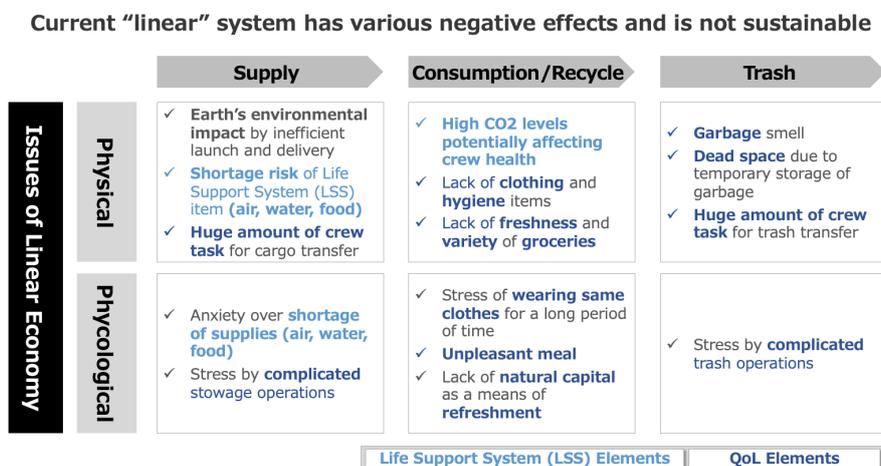


図 2 ISS における循環型社会ではないことによる弊害

持続可能な社会を実現するためには、生命維持システム（Life Support System : LSS）が文字通り不可欠です。空気や水のリサイクル、食料の生産などがその例で、酸素や水のリサイクル率を向上させたり、宇宙船内での食料生産システムをどのように開発するかなど、さまざまな研究が行われています^{2,3}。これらの研究により、空気と水は 90%以上のリサイクル率を達成しており、さらにリサイクル率の向上が期待されています。電力も太陽光発電と二次電池の活用により十分賄えている状態です（図 3）。

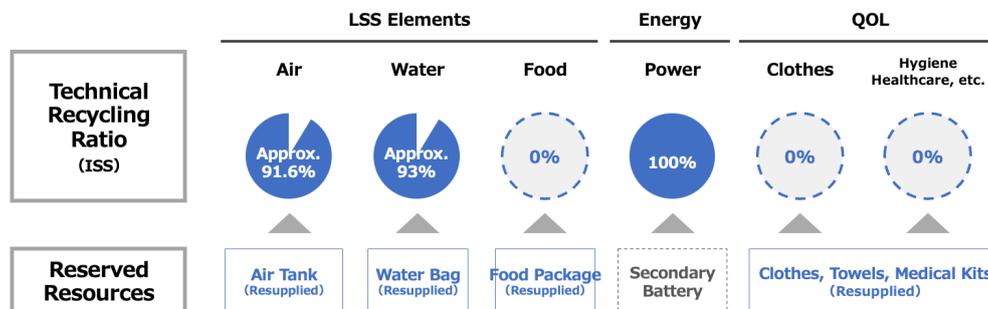


図 3 工学的サイクル率および地球より定期的に補給している物資

しかし、持続可能な有人宇宙探査を実現するためには、QoL（Quality of Life）、特に心身の健康に影響を与える要素について考慮する必要がある一方、当該要素についてどのような物資がどのくらい補給されているかという点について整理はされていません。加えて、本来は LSS のリサイクル率の向上だけでなく、リサイクルシステム自体の維持に必要な消耗品やスペアパーツの種類と量も含めて検討していくことが重要ですが、リサイクル率の向上が主眼となっているのが現状です。

そこで、私はこれまでの有人宇宙開発の最前線での経験や知見も活用し、現在社会人ドクターとして京都大学大学院総合生存学館の博士課程で山敷先生ご指導の下、対象を LSS だけではなく QoL までスコープを広げてリサイクルと補給の状況を分析しています（図 4）。QoL については、衣服、衛生、健康といった要素に着目しています。衣服は、宇宙船内で社会生活を営むため、そして怪我や船内環境からクルーを守るために重要です。衛生用品は、タオル、おしぼり、歯ブラシなど、健康な生活を維持するために必要なものです。ヘルスケア用品は、フィットネス機器や医療キットで、怪我や病気の予防および回復のために必要な要素です。また、リサイクルシステムについても当該システムを維持するために必要な消耗品やスペアパーツなどのアイテムの種類と量を定量化することに着目しました。

This research analyzes the amount of resupplies to maintain life on ISS

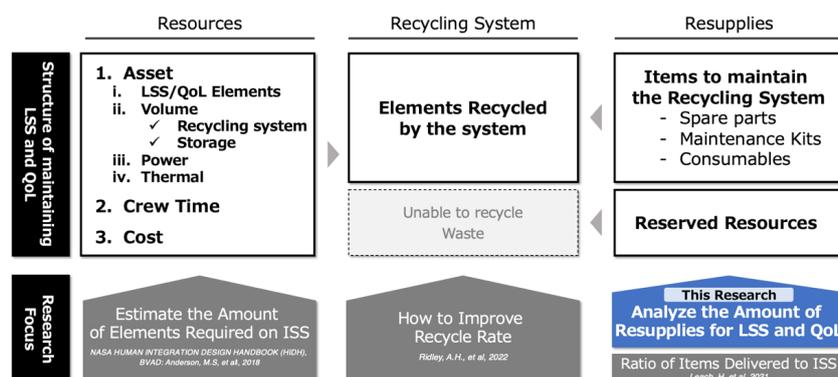


図 4 LSS と QoL 維持に係る構造

分析には、ISS に供給される物資の履歴データの割合を調査した結果⁴に加え、当該期間に滞在した平均宇宙飛行士数および ISS へ供給された物資の総重量を組み合わせることで各物資の宇宙飛行士一人当たりかつ一日当たりの質量を算出しました。なお、宇宙飛行士一人当たりかつ一日当たりが必要となる酸素・水・食料・衣服などの質量は NASA 文書^{5,6}で定められており、その数値と実際に供給されている物資の質量を比較することで必要値に対して十分な量が供給されているか確認することができます。結果の詳細は割愛しますが、例えば空気については、宇宙飛行士によって生成される二酸化炭素から回収できなかった空気の質量や微量ながら ISS の外に漏れ出ている空気の質量などを ISS に設置してある酸素生成装置や地上からの予備ガスタンクで十分補っていることがわかりました。一方、ISS に補給される質量のうち、予備ガスタンクは 22%しか占めておらず残りの 78%は、空気システムを維持するための予備品や消耗品であることがわかりました（図 5）。つまり、仮に酸素をすべてリサイクルして予備ガスタンクの再供給が不要になったとしても、リサイクルシステムを運用・維持するための予備品や消耗品を再供給し続ける必要があるのです。

Majority of the resupplies are items of spares parts and consumables

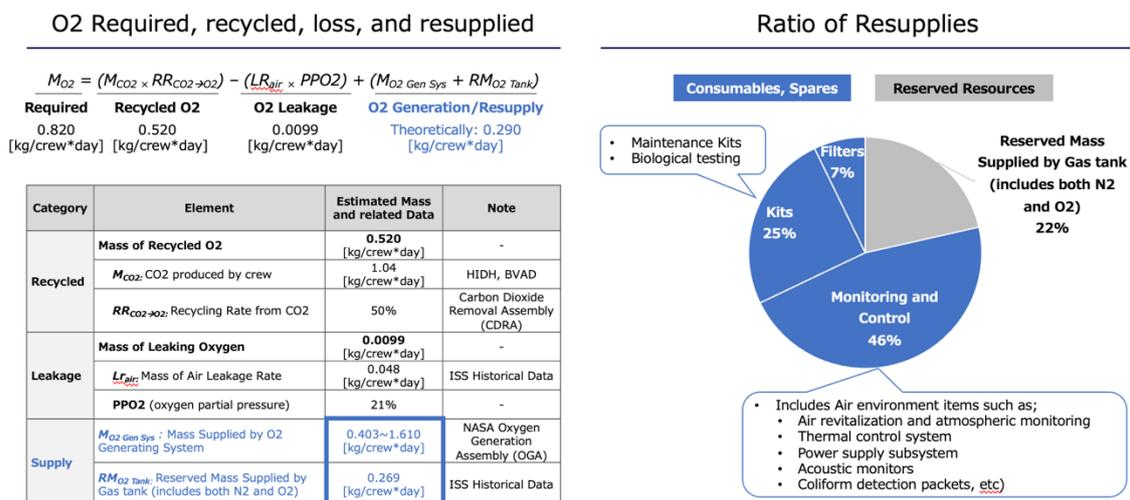


図 5 空気（酸素）のリサイクル状況および供給物資の内訳

水についても、再供給される質量の 75.8%が水タンクで、残りの 24.2%がトイレのハードウェアと排泄物の格納容器など予備品や消耗品でした。QoL 要素である衣料品、衛生用品、ヘルスケア用品はすべて地球から再供給されていますが、衣服については同じ下着を数日間着続けられないといけなかったり、汗をたくさん吸った状態から乾かした運動着も再度着ないといけなかったりなど実態があり⁷、そもそも QoL の観点で十分な量が供給されているのかという論点もあります。衛生用品の 6 割近くはタオルや布巾であることを考えると、今後の研究で例えば 3D プリント技術を用いた衣類やタオル類のリサイクルシステムの開発によって、供給する物資の量を大きく低減し、QoL も改善できる可能性があります。ヘルスケア用品も約 5 割が運動機器のスペア部品であることから、LSS も含めて消耗品の供給が不要なリサイクルシステムの検討やスペアパーツなどを軌道上製造技術で生産するなどの検討・開発を進めることで真の循環型・リサイクルシステムの実現に近づけると言えるのかもしれない。

【著者】

市村周一 | 京都大学大学院総合生存学館 博士課程

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学修了。JAXA 宇宙科学研究所で月面構造物に係る研究や筑波宇宙センターで国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟 JAXA フライトディレクタ等に従事。コンサルファームで、さまざまな業界の事業開発や事業・技術戦略策定支援を経て KDDI に入社。現在、宇宙事業・技術戦略策定および関連する企画を担当。

¹ Uncrewed spaceflights to the International Space Station, Wikipedia, 閲覧日 2021-12-18, https://en.wikipedia.org/wiki/Uncrewed_spaceflights_to_the_International_Space_Station

² Bagdigian, R.M., Cloud, Dale, Status of the International Space Station Regenerative ECLSS Water Recovery and Oxygen Generation Systems

³ Ridley, A.H., et al, International Space Station as a Testbed for Exploration Environmental Control and Life Support Systems – 2022 Status, 51st International Conference on Environmental Systems ICES-2022-310 10-14 July 2022

⁴ Levri, J.A, et al, September 2003, Advanced Life Support Equivalent System Mass Guidelines Document, NASA/TM-2003-212278

⁵ National Aeronautics and Space Administration, June 5, 2014, HUMAN INTEGRATION DESIGN HANDBOOK (HIDH), NASA/SP-2010-3407/REV1

⁶ Anderson, M.S, et al, January 2018, Life Support Baseline Values and Assumptions Document, NASA/TP-2015-218570/REV1

⁷ “宇宙暮らし”はそう遠くない！？宇宙と地上の暮らしを考える「THINK SPACE LIFE」ワークショップに潜入。 , Hanako.tokyo, 閲覧日 2022-1-3,

京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター

<https://space.innovationkyoto.org/>

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 吉田キャンパス本部構内 総合研究 16 号館 208 号室

編集人：宇宙木材研究室 三本勇貴、豊西悟大、山本陽大

Tel&Fax: 075-753-5129 Email: spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

SIC 有人宇宙学研究センター Newsletter No.15

2023 年 3 月 1 日発行