

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter 2024 年 2 月号 No.26

「朝日宇宙フォーラム 2024」にて土井隆雄特定教授が講演

朝日新聞社が主催する「朝日宇宙フォーラム 2024」が 1 月 22 日に大阪梅田のハービスホールで開催されました。現在、2026 年を目標に宇宙飛行士の月への着陸を目指す国際プロジェクト「アルテミス計画」が進められています。月を周回する新しい宇宙ステーション「ゲートウェイ」には日本人宇宙飛行士が参加することが正式に決まり、宇宙に長期滞在する時代が近づいています。今まさに有人月・惑星探査時代を迎えようとしています。

まず、土井隆雄特定教授により「有人宇宙活動は何をめざすのか」と題して基調講演が行なわれました。講演では、宇宙開発に取り組む国々がこれまで行ってきた有人宇宙活動の歴史、1997 年と 2008 年に行った自身の 2 度の宇宙ミッションについての解説や極限状態でのチームワークのあり方、「有人宇宙学」研究や木造人工衛星の開発など現在京都大学で行っている活動の説明を通し、これからの宇宙開発のあり方を解説しました。

後半は、歌手でタレントの中川翔子さん、JAXA フライトサージャン（宇宙飛行士専属の医師）樋口勝嗣さんを交えてのパネルディスカッションが行われ、宇宙での生活や健康管理、有人宇宙探査の今後について語り合いました。参加者からは事前に多くの質問が寄せられており、「高齢者も宇宙に行けるのか？」「海外旅行のように誰でも宇宙に行けるようになるのか？」「長期滞在する為には人工的に重力を作るのか？」などの質問が出て大変盛り上がりました。また 1 月 20 日未明に月への軟着陸に成功した SLIM に関する最新の情報も寄せられ、会場からは大きな拍手が上がりました。（辻廣智子 記）



YOXO FESTIVAL2024 YOKOHAMA 宇宙 Days の開催

2024 年 2 月 3 日（土）4 日（日）に、横浜みなとみらいで開催される YOXO フェスティバル 2024、そして YOKOHAMA 宇宙 Days にて、SIC 有人宇宙学研究センターは出展および関係者による講演を行います。詳しいプログラムは下記リンクに示しておりますが、山敷センター長をはじめ、稲谷 SIC 特任教授、大野 SIC 特任准教授の他、JAXA 桜井教授、Warpspace 森氏、Aquanaut 藤永氏、Inami Space Laboratory 稲波氏、Spaceport Japan 片山氏らの登壇があります。また、VR や太陽系外惑星データベース EXOKYOTO の展示も予定しています。

<https://yoxo-o.jp/yoxofestival/>

<https://yoxo-o.jp/yoxofestival/event/>

お申し込みは以下の Peatix にてお願いします。皆様のご参加をお待ちしております。（山敷庸亮 記）

SIC 有人宇宙学研究センターから登壇予定の講演(2月3日・4日)

◆YOXO フェスティバル YOKOHAMA 宇宙 DAYS

トークセッション場所：横浜ランドマークタワー1 階のメインステージ(サカタのタネガーデンスクエア)

2月3日 11:30～12:50[A-02]宇宙生命～宇宙における地球生態系と生命の維持～

本セッションでは、宇宙における地球生態系、宇宙における生命維持について考えてゆきます。宇宙移住のための三つのコアコンセプト（コアバイオーム・コアテクノロジー・コアソサエティ）について紹介し、テラフォーミングとテラウインドウの概念について説明します。また、宇宙での生命維持・環境制御技術(ECLSS)について解説します。

登壇者

山敷庸亮（京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

桜井誠人（宇宙航空研究開発機構(JAXA)研究開発部門第二研究ユニット研究領域主幹）

<https://yokohamauchudays2024a02.peatix.com/>

2月3日 16:00～17:00[A-04][パネル・ディスカッション]月・火星に「地球」を持っていける？

本セッションでは、将来の月面・火星での人類の暮らしについて考えてみます。火星は寒く、温暖化を起こす必要があります。地球では温室効果ガスである CO2 によって環境変遷が起ころうとしています。これらを両方解決する方法はないでしょうか？また、地球生命が月・火星に住むためにはどんな仕組みが必要でしょうか？みなさんで一緒に考えてゆきましょう！

登壇者

村木風海（一般社団法人炭素回収技術研究機構（CRRA）代表理事・機構長）

黒田有彩（株式会社アンタレス代表取締役・宇宙タレント）

山敷庸亮（京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

桜井誠人（宇宙航空研究開発機構(JAXA)研究開発部門第二研究ユニット研究領域主幹）

大野琢也（鹿島建設株式会社イノベーション推進室担当部長）

稲谷芳文（宇宙航空研究開発機構（JAXA）名誉教授・一般社団法人「宇宙旅客輸送推

<https://yokohamauchudays2024a04.peatix.com/>

2月4日 13:50～14:30[A-07]ついに開始した宇宙旅行の裏側をお伝えします

2005年にバージン・ギャラクティック社の宇宙旅行に申し込みました。2023年は6月から毎月宇宙旅行が成功し、民間人が宇宙に行く時代が来ました。本セッションでは、20年にわたって宇宙旅行に待ち続ける宇宙旅行者が語る、宇宙旅行の裏側をお伝えします。また、弊社のビジネスもご紹介させていただきます。

登壇者

稲波紀明 (INAMI Space Laboratory 株式会社代表取締役)

<https://yokohamauchudays2024a07.peatix.com/>

2月4日 16:00～17:00[A-09]【パネルディスカッション】宇宙への港ヨコハマへ

本セッションでは、日本における「宇宙の未来」について語ります。現在、人工衛星を用いた世界中での地球環境観測、そして、地方においてスペースポート（宇宙港）の開発が進められています。これらによって、世界はどのようにかわってゆくのでしょうか？そして、港町「ヨコハマ」は？宇宙への展開と、ヨコハマの未来を皆で考えてゆきましょう。

登壇者

山敷庸亮 (京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長)

福代孝良 (株式会社アークエッジ・スペース代表取締役 CEO)

金山秀樹 (清水建設株式会社宇宙開発部部長)

片山俊大 (『超速でわかる！宇宙ビジネス』著者)

富田キアナ (京都大学大学院総合生存学館博士課程)

<https://yokohamauchudays2024a09.peatix.com/>

◆YOXO フェスティバル YOKOHAMA 宇宙 DAYS

トークセッション場所：横浜ランドマークタワー7階 NANALv.横浜市立大学みなとみらいキャンパス

2月3日 13:00～14:20[D-02]宇宙居住～月と火星に住むために必要なもの～

本セッションでは、イーロンマスク氏が火星移住計画を公言するなど、宇宙に住むことが度々話題になっている昨今、このセッションでは、宇宙居住について広く考えます。月面および火星における人工重力施設の建設、そして月面および他の惑星での居住を考える国際組織ムーンビレッジアソシエーションについて解説します。

登壇者

大野琢也 (鹿島建設株式会社イノベーション推進室担当部長)

稲谷芳文 (宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 名誉教授・一般社団法人「宇宙旅客輸送
推進協議会」代表理事・ムーンビレッジアソシエーション理事)

<https://yokohamauchudays2024d02.peatix.com/>

2月3日 14:40～15:20[D-03][宇宙大学特別講演]Space Diving～水中疑似月面プログラム 1/6 重力を体感する～

本セッションでは、地球にしながら、月面宇宙飛行士となってリアルに近い疑似 1/6 重力を体感する、水中の自然物理作用を活かした日本初の水中疑似月面プログラムについて解説します。語り聞かされる宇宙ではなく、自分の身体で感じ取る。言葉では表現できない経験が皆さんを待っています。

登壇者

藤永嵩秋氏（Aquanaut 代表・日本水中科学協会(JAUS)正会員・PADI マスタースクーバダイバートレーナー）

<https://yokohamauchudays2024d03.peatix.com/>

2月3日 15:30～16:00[D-04]観測衛星データを活用した持続可能な地上社会の実現と業界の課題

本セッションでは、気候変動対策や環境問題への対策を強化する一つ的手段として、地球観測技術の概要と現在抱えている市場課題、それに対する当社の解決策をご紹介します。人の目には見えない視点から地球を見える化し、適切な行動を促すことで、持続可能な社会の実現に貢献します。

登壇者

森裕和（宇宙ビジネスコンサルタント・プロダイバー・Blue Abyss Diving Ltd. Cofounder& VP of Business Development・株式会社ワースペース CSO・Warpspace USA Inc. CEO・大分県宇宙開発振興班技術顧問・一般社団法人宇宙美容機構理事・一般社団法人 SPACETIDE CXO アドバイザー・宇宙人クラブユースリーダー）

<https://yokohamauchudays2024d04.peatix.com/>

2月3日 17:10～19:00[D-06]横浜×宇宙大交流会～GMS（Great Mobility Suit）開発について語ろう！～

本セッションでは、GMS(Great Mobility Suit)をテーマに参加者の皆さんで未来を語り合います。GMS 計画は「気づくセミナー宇宙大学」が発案し、通常は非公開で開催されています。今回は特別に、YOKOHAMA 宇宙 DAYS に参加する皆様を交えて実施いたします。私たち人間が宇宙で活動するためには、基本的に機械の力を借りざるを得ません。現在のテクノロジーで実現できること、できないことは何なのかといったファクトを押さえつつ、将来の地球・月における人型ロボットの活躍の可能性について少年少女時代のハートを胸に、ディスカッションを楽しみましょう！

登壇者

山敷庸亮（京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長）

大野琢也（鹿島建設株式会社イノベーション推進室担当部長）

森裕和（宇宙ビジネスコンサルタント・プロダイバー・Blue Abyss Diving Ltd. Cofounder& VP of Business Development・株式会社ワースペース CSO・Warpspace USA Inc. CEO・大分県宇宙開発振興班技術顧問・一般社団法人宇宙美容機構理事・

一般社団法人 SPACETIDE CXO アドバイザー・宇宙人クラブユースリーダー)
片山俊大 (『超速でわかる! 宇宙ビジネス』著者)
泉博道 (大阪芸術大学デザイン学部キャラクター造形学科客員教授・大本願善光寺飛騨別院
高山善光寺住職・浄土宗青山梅窓院執事 (兼務))
岡村樹二也 (JUNIART DESIGN 代表)
白樫聖夢 (京都大学医学部医学科 3 回生)
田尻智子 (ファイナンシャルプランナー)
<https://yokohamauchudays2024d06.peatix.com/>

2 月 3 日 15:00~16:00[D-10]災害と宇宙~宇宙技術で洪水災害による被害を減らすことはできるか~

多くの人の命や資産を奪ってしまう洪水災害。地球環境変遷により近年その頻度が増加傾向にあります。最新の合成開口レーダーSAR や複数の人工衛星を用いて、この洪水被害を高精度で予測・再現する試みがあります。この最新技術によって、現在の洪水災害による被害を減らすことはできるのでしょうか? 本セッションでは、人間の行動学的な洪水災害解析とともに、この宇宙技術の活用性について議論してゆきます。

登壇者

金本成生氏 (株式会社スペースシフト代表取締役)
富田キアナ (京都大学大学院総合生存学館博士課程)
山敷庸亮 (京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター長)
<https://yokohamauchudays2024d10.peatix.com/>

集中講義「英語で学ぶ全学共通科目集中講義 : Are We Alone in the Universe?」開講予告

NASA/GSFC の研究員で SIC 有人宇宙学研究センター特任教授の Vladimir Airapetian 氏の京都大学共通教育集中講義「英語で学ぶ全学共通科目集中講義 : Are We Alone in the Universe?」が以下の日程で開催されます。宇宙生物学について、専門家の立場から非常に広範囲な知識を学ぶチャンスです。ぜひ京大生の方は登録・参加ください。

◆授業概要・目的

Are we alone? For thousands of years, people have turned their eyes to the stars in the night sky and wondered if there are others like themselves out there. Does life, be it similar to our own or it is unique in the Universe? Each epoch produced speculations about life on the Moon, or on Mars. With the advent of space missions, humans have started exploration of our Solar System to study potential life-bearing worlds on Mars, the moons of Jupiter, Europa, Enceladus and the

Saturn's moon Titan. Since 1995, astronomers have used powerful ground based and space telescopes to discover over five thousand planets around other stars including planets like our own Earth. Are they habitable? Can they develop life? How can we search for life in the Universe?

自然科学科目群(生物学)

期間：3月5-6日の4-5限、7日の3-5限、8日および11-13日の4-5限

対象：全学、全回生向

教室：東一条館 201

定員：35名(先着順)

その他授業内容についてはシラバスをご参照ください。

◆申し込みについて

申込期間：2月27日(火)17時まで

申込方法：各科目への申込は、以下の Google Form を通じて受け付けます。

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc3PIfvbQpbqb7DDko9FA0FhPzTohv_eWDJ7iSP7yGJwXayEg/viewform

(日程が一部でも重複する集中講義を複数申し込むことはできません)

履修取消：履修許可者が受講を取りやめる場合は、2日目の授業日の当日中まで履修取消の申し出を受け付けます。手続き方法は、履修許可者に対して個別にお知らせします。

注意事項：2024年3月卒業予定者が履修した場合、成績報告が各学部の卒業判定までに間に合わないことがあります。(山敷庸亮 記)

Intensive Lectures 2024 in Spring

英語で学ぶ全学共通科目

集中講義

Infectious Diseases and Public Health-E2

PAUL, Richard
Institut Pasteur (France)



An introduction to the burden that infectious diseases have imposed and continue to place on our society. We will trace the evolution of our knowledge on infectious diseases from the discovery of microbes through to today and how we have and continue to fight against their public health impact.

自然科学科群 (生物学)

対象学生: 全学向

対象学年: 全学年

教室: 御膳場内南館総合研究1号館 1階
セミナー室3

定員: 40名 (先着順)

Natural Sciences (Biology)

Eligible students: All majors

Target year: All students

Classroom: Seminar Room3, 1F, South Research Bldg. No.1,
University Hospital, West Campus

Number of students: 40 students (first come first served basis)

開講日・曜時間 Day/period

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2/27 (Tue)		2/28 (Wed)		2/29 (Thu)		3/1 (Fri)		3/4 (Mon)		3/5 (Tue)		3/6 (Wed)		3/7 (Thu)	3/8 (Fri)
1限	2限	1限	2限	1限	2限	1限	2限	1限	2限	1限	2限	1限	2限	1限	2限

Are We Alone in the Universe?-E2

AIRAPETIAN, Vladimir
NASA's Goddard Space Flight Center & American University (U.S.A)



Are we alone? For thousands of years, people have turned their eyes to the stars in the night sky and wondered if there are others like themselves out there. Does life, be it similar to our own or it is unique in the Universe? Each epoch produced speculations about life on the Moon, or on Mars. With the advent of space missions, humans have started exploration of our Solar System to study potential life-bearing worlds on Mars, the moons of Jupiter, Europa, Enceladus and the Saturn's moon Titan. Since 1995, astronomers have used powerful ground based and space telescopes to discover over five thousand planets around other stars including planets like our own Earth. Are they habitable? Can they develop life? How can we search for life in the Universe?

自然科学科群 (地球科学)

対象学生: 全学向

対象学年: 全学年

教室: 第一会館201 ※医学部内マップ参照

定員: 35名 (先着順)

Natural Sciences (Earth Science)

Eligible students: All majors

Target year: All students

Classroom: Higashi Ichijo Building 201 * See Faculty of Medicine
Campus Map for reference

Number of students: 35 students (first come first served basis)

開講日・曜時間 Day/period

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3/5 (Tue)		3/6 (Wed)		3/7 (Thu)		3/8 (Fri)		3/11 (Mon)		3/12 (Tue)		3/13 (Wed)		
4限	5限	4限	5限	4限	5限	4限	5限	4限	5限	4限	5限	4限	5限	

申込について

申込期間: 各講義とも初回開講日の1週間前の17時まで申込を受け付けます。

申込方法: 各科目への申込は、Google Formを通じて受け付けます。詳細は、1月上旬頃にKUMONのメールアドレス宛に案内します。なお、日程が一部でも重複する集中講義を複数申し込むことはできません。

座席確保: 座席許可書が受理され、2日目の開講日の当日まで座席確保の申し込みを受け付けます。予約方法は、座席許可書に対して個別にお知らせします。

注意事項: 1. 2024年3月卒業予定者がこのガスターで案内している集中講義を希望した場合、成績報告が各学部の卒業判定までに間に合わないことがあります。2. 講義内容等の詳細はシラバスを確認してください。

建物については、キャンパスマップを参照してください。

For information on specific buildings, see the campus map for reference.



吉田キャンパスマップ
Yoshida Campus Map



吉田南館内マップ
Yoshida-South Campus Map



薬学部内マップ
Faculty of Pharmaceutical
Sciences Campus Map



病院内マップ
University Hospital Map



医学部内マップ
Faculty of Medicine
Campus Map

京都大学
国際高等教育院

ILAS
International Learning and Academic Support Center

2024 年 2 月・3 月のイベント

日時	内容	開催場所
2024 年 2 月 10 日・11 日	第 17 回宇宙ユニットシンポジウム (詳細は下のポスターを参照)	京都大学 国際科学イノベーション棟 5 階 (吉田キャンパス本部構内)
2024 年 3 月 21 日	第 2 回宇宙木材利用シンポジウム	京都大学小林・益川ホール (吉田キャンパス北部構内)

※宇宙学セミナーの詳細は随時 Web ページ (<http://www.usss.kyoto-u.ac.jp/seminar/>) で公開いたします。

第 17 回宇宙ユニットシンポジウム 「人類、火星に向かう」



2024 年 京都大学宇宙総合学研究ユニット 第17 回シンポジウム

人類、火星に向かう

【会場】 京都大学 国際科学イノベーション棟 5 階 (吉田キャンパス本部構内)

2.10(土) 13:00~17:00
ポスター展示交流会「宇宙研究の広場 2024」

2.11(日) 13:00~17:00
講演セッション
倉本 圭 (北海道大学)
速水 聡 (宇宙航空研究開発機構)
岡本 慎平 (広島大学)
パネルディスカッション

 **参加無料・事前申込が必要です**
ポスター発表と参加の申し込みはウェブから
<https://www.usss.kyoto-u.ac.jp/symp-17th/>

主催◎京都大学宇宙総合学研究ユニット
共催◎京都大学大学院理学研究科附属天文台、京都大学大学院総合生存学館 SIC 有人宇宙学研究センター
後援◎京都府教育委員会、京都市教育委員会、宇宙航空研究開発機構 (※予定を含みます)
当シンポジウムは文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費「倫理学を基盤とした宇宙人材育成プログラムの開発と実践」および「将来の有人宇宙活動を支える宇宙医学人材育成プログラムの創出」による支援を受けて開催されます。

第 2 回宇宙木材利用シンポジウムの開催

第 2 回宇宙木材利用シンポジウムが 2024 年 3 月 21 日 (木) に京都大学小林・益川ホールで開催されます。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。昨年のクラウドファンディングで寄付して頂いた方々も招待する予定です。

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）

LignoSat 紹介 EPS 班

今回は EPS 班から太陽光基板発電試験についてご紹介いたします。

【電源系統の開発状況】

人工衛星が活動するためには、外部から常に必要な電源を確保する必要があります。宇宙空間では人間が充電してあげることはできないため、太陽光のエネルギーによって発電することになります。そのため、人工衛星の開発には太陽光パネルを取り付ける作業が必要となります。EPS 班では EM（Engineering Model）での試験を踏まえ、FM（Flight Model）での太陽光パネルを電子基板に接着することで、発電能力のある太陽光基板の製作を進め、12 月に全 5 面の太陽光基板の製作が終了しました。また、直近の活動として、製作した太陽光基板が正常に発電することができるかを確認する発電試験を実施しましたので、その試験について詳しく説明いたします。

【発電試験について】

人工衛星の発電試験を実施するには、宇宙空間と同じ太陽光の環境を再現する必要があります。今回の発電試験では、九州工業大学のソーラシミュレータをお借りして実施しました。このサンシミュレータは宇宙空間での日射量と同じ $1,366 \text{ W/m}^2$ を再現できるというかなりの優れたものです。では、太陽光基板が正常に発電できていることをどのように確かめるのか、ですが、単にサンシミュレータに太陽光基板を照らして電圧を測れば良い、というものでもありません。発電している太陽光基板に、人工衛星の内部を模擬した電子負荷装置と呼ばれる機械から一定の電流 I を流してあげます（図 1）。一般に、太陽光パネル電流 I を増加させると太陽光基板が発電する電圧 V が減少すると同時に、発電電力 $P = IV$ も変化します。発電試験では 0 mA から増加させた電流 I とそのときの電圧 V 、電力 P を計測



図 1. 発電試験の様子

し、電圧 V が 0 V になるまで実施します。そして、それらの関係が問題なければ、正常に発電できると言えることになります。実際に計測したグラフが図 2 のようになります。電圧 V の増加とともに、電流 I は約 430 mA から 0 A まで減少し、電力 P は 0 W から 1.9 W まで増加して、また 0 W まで減少するという、太陽光基板に特徴的なグラフを得ることができました。これは過去に EM で行った結果からみても問題ないもので、製作した FM の太陽光基板が問題なく発電できることが確認できました。（池田紘輝 記）

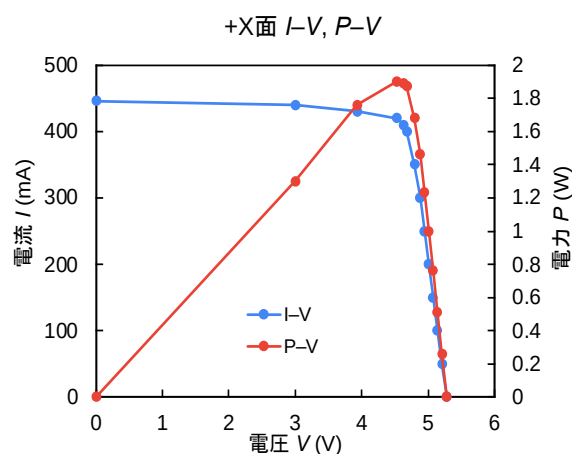


図 2. I - V , P - V 曲線

低圧下樹木育成プロジェクト紹介

センサー類校正実験

2023 年 12 月及び 2024 年 1 月の 4 日間で、樹木育成実験で使用する 4 基の低圧下樹木育成実験装置（通称、低圧チャンバー）に装着したセンサー類の校正実験を行いました。センサー類は CO_2 センサー（K30 EQC, Senserair 社）と温湿度センサー（DHT-22, OSOYOO 社）（図 1）を使用し、Arduino を用いて PC で低圧チャンバー内の CO_2 濃度と湿度がほぼ一定になるように制御します。 CO_2 センサーは 5000ppm まで $\pm 30\text{ppm}$ の精度で CO_2 濃度を測定でき、温湿度センサーは 0~100% を $\pm 2\%$ の精度で相対湿度を測定できますが、これらセンサー類の低圧環境下での動作は保証されておらず、実験前に校正実験を行う必要があります。

CO_2 濃度の校正実験で、まず、温湿度と CO_2 濃度を測定できる TR-76Ui（T&D 社）とともに CO_2 センサー（K30 EQC）をチャンバー内に設置し、チャンバー内を大気圧下で約 2000ppm の CO_2 濃度としました。次にチャンバー内の気圧を 0.1 気圧ずつ下げ、所定気圧に達して 1 分経過後の両センサーの値を読み取りました。この測定を 0.05 気圧まで繰り返し行うことで、チャンバー内の CO_2 濃度と気圧の関係を両センサーによって確認しました。この一連の測定を各 CO_2

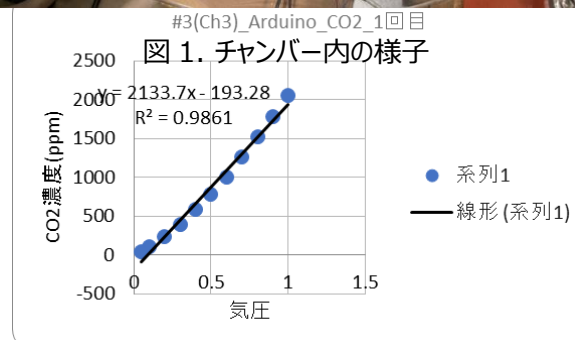
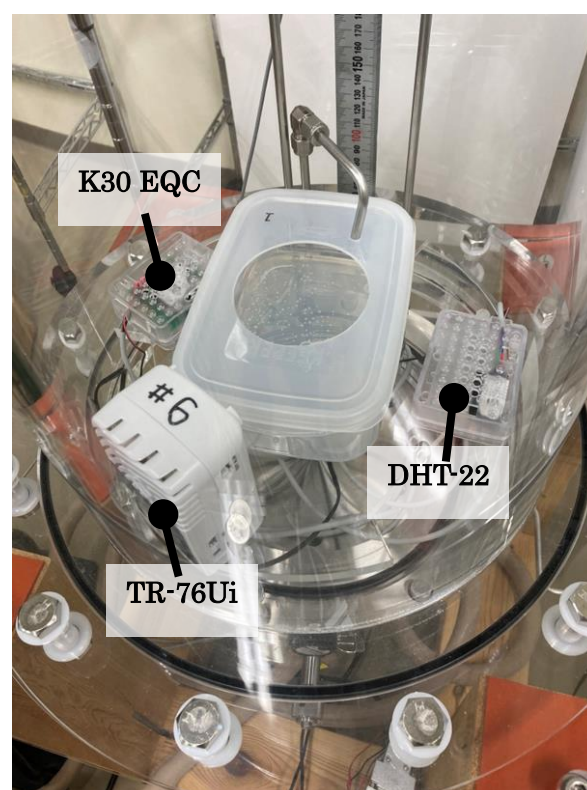


図 2. CO_2 濃度の測定結果一例

センサーで2回繰り返し行いました。

相対湿度の校正実験においても、同様に大気圧で所定の湿度とし、そこからチャンバー内の気圧を下げて湿度センサーおよび TR-76Ui の値を読み取り、湿度と気圧の関係を両センサーで確認しました。

CO₂ センサーの測定結果の例を図2、湿度センサーの測定結果の例を図3に示します。いずれのセンサーから得られたデータでも、気圧変化に対して線形性を保っていることが確認できました。しかし、図2では近似直線から少し離れたプロットになっています。これはセンサーのカバーなどに微小な水滴が残ってしまい、それが蒸発することでカバー内の湿度がチャンバー内のそれより上昇したのではないかと考えられます。そのため、初期湿度を少し低くして再測定を行った結果を図4に示します。図4では図3と比較してプロットの離れ具合が小さくなったように見えます。

このようにして得られたデータから樹木育成実験における CO₂ 濃度および湿度の取得データを補正します。さらに、ジルコニアを用いて酸素分圧を測定するセンサー（LD-450,東レエンジニアリング D ソリューションズ社）の校正実験も行い、その結果を図5に示します。こちらでも減圧しても線形性を保っていることが確認できます。

以上の実験に基づきセンサー類を校正した4基の低圧下樹木育成実験装置で引き続き低圧下での樹木育成実験を行い、火星での樹木育成の可能性を検証していきます。（三本勇貴、渡邊新 記）

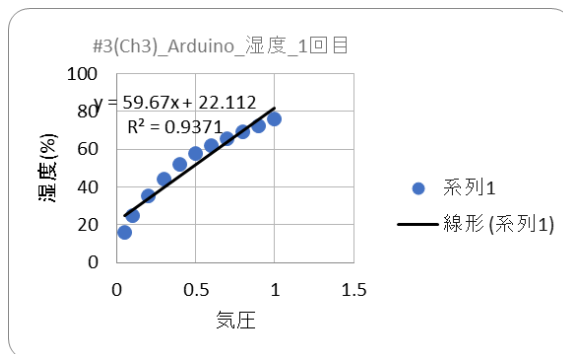


図3.湿度の測定結果一例

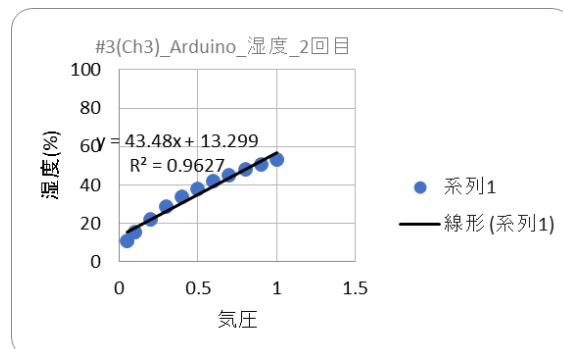


図4.湿度の再測定結果一例

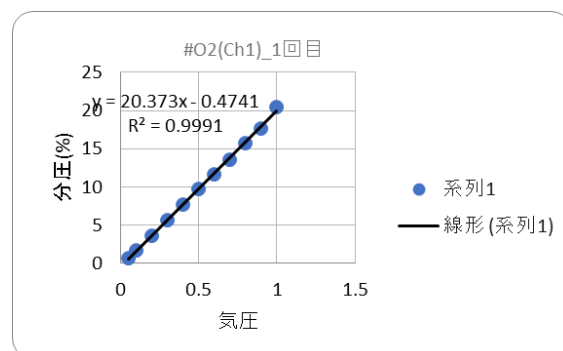


図5.酸素分圧の測定結果一例



図6.4基の低圧下樹木育成実験装置

研究紹介

有人宇宙学のそれぞれの執筆者による内容紹介

Chapter 3「空気再生・水再生・廃棄物処理」

宇宙航空研究開発機構 桜井誠人

はじめに

国際宇宙ステーション(ISS)は高度 400km 上空を飛行しています。ISS 内部は地上と同じ 1 気圧に保たれています。人間の肺は酸素分圧 0.2 気圧の空気を呼吸するようにできています。宇宙ステーションでは地上と同じ比率の窒素と酸素で満たされています。本章では生命維持の根幹である空気と水の再生に関して紹介しています。

1. 酸素の供給

酸素は再生水を水電解することにより生成されます。水の重量の 90%は酸素であり、軌道上で日照のある時間に太陽電池で発電された電力は水の電気分解に使用されます。水電解により発生した水素は危険なので宇宙へ排気します。水電解以外の酸素供給方法はロシア製のキャンドルと呼ばれる過塩素酸カリウム (KClO_4) や過塩素酸リチウム (LiClO_4) のカートリッジを加熱分解することにより酸素を製造します。このカートリッジの小缶は、1 日間 1 人のための十分な酸素 (600 リットル) を発生します。

2. 清浄な空気に保つ

宇宙船は閉鎖系のため換気はできません、酸素を消費し二酸化炭素をキャビンへ排出するため二酸化炭素濃度が上昇します、地球では二酸化炭素濃度は 350ppm-400ppm 程度ですが、ISS の内部では 4000ppm 以上あり地上に比べ 10 倍程度濃度が高いです。宇宙では水酸化リチウム LiOH と呼ばれる化学物質を用いて化学式(1)の通り二酸化炭素を除去します。



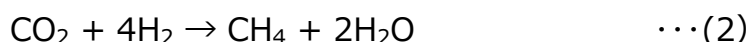
LiOH キャニスターは頻繁に交換する必要があり使用済みのキャニスターの量が膨大となるため、CDRA (シードラ) (Carbon Dioxide Removal Assembly)という米国の再生式二酸化炭素除去装置を使用しています。二酸化炭素はゼオライトに吸着され、 CO_2 で飽和した吸着剤を加熱することにより、吸収されていた二酸化炭素を脱着し船外へと排出します。

また、人間は二酸化炭素以外に少量のガスを排出します。腸で生成されるメタン、汗に含まれるアンモニア、尿や呼気に含まれるアセトン、メチルアルコール、一酸化炭素などです。これらは微量有害ガス除去装置 TCCS: Trace Contamination Control Assembly により活性炭や触媒により ISS 内の空気から取り除かれます。

3. CO_2 から水を作る

ISS の初期運用では酸素は水電解により生成し、水素は宇宙に排気していました。一方キャビン

内の二酸化炭素も分離濃縮して宇宙へ捨てています。この捨てた水と二酸化炭素からサバチエ反応で水を生成しています。NASA はサバチエ反応装置を搭載して 3 人が排出する CO₂ を還元して水を生成しています。その水を電気分解することにより酸素をつくり酸素のリサイクルの流れを作っています。サバチエ反応の化学式は式(2)の通りで二酸化炭素に含まれる酸素は水に含まれる酸素となります。



地上では植物が二酸化炭素を吸収し酸素を生成していますが、宇宙船では物理化学的手法により空気を再生します。CO₂ から O₂ を再生するプロセスは本年度の共通テスト化学基礎にも出題されました(図 1)。本書「有人宇宙学」の内容がこれからも入試問題として出題されるかもしれません。

化学基礎

問 3 図 1 で示した空気制御システムにおける H₂O の量に関する、次の問い(a～c)に答えよ。

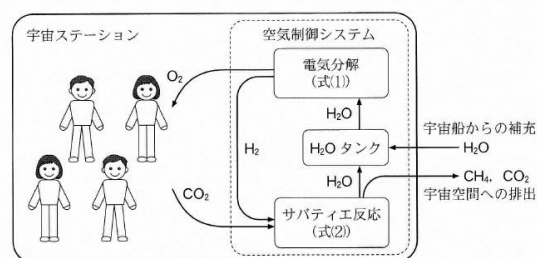
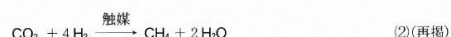


図 1 水の電気分解とサバチエ反応を利用した空気制御システムの模式図(再掲)



a 宇宙ステーション内の4人が1日に消費する O₂ の総質量は、およそ 3.2 kg である。式(1)の電気分解で 3.2 kg の O₂ を供給するのに必要な H₂O の質量は何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

kg

① 0.90 ② 1.6 ③ 1.8 ④ 3.2 ⑤ 3.6 ⑥ 7.2

図 1 共通テスト化学基礎(2024 年 1 月)

4. 水再生

宇宙ステーションのトイレは水洗ではありませんし洗濯もしません。食べ物はヒータで温めるのみで茹でたりしません。宇宙ステーションの搭乗員は一日に 3.5 リットル程度の水で生活しています。収集された尿を米国の水再生処理システム(WRS)へ送って飲料水として再生しています。

おわりに

1998 年より建設が始まった国際宇宙ステーションは 30 年の運用を想定して設定されており、次世代の宇宙拠点が検討されています。月周回軌道上に建設される深宇宙探査ゲートウェイ (Deep Space Gateway; DSG)は、月や火星への有人探査・居住のために、極めて大きな役割を果たすと期待されています。JAXA は日本得意の環境技術などで次期国際有人宇宙活動に貢献することために環境制御生命維持システムなどの研究開発を行っています。

参考文献

- 1) Peter Eckart: Spaceflight Life Support and Biospherics, Kluwer Academic Publishers, p.175, 1994
- 2) 新田 慶治、木部勢至朗：宇宙で生きる、テクノライフ選書、1994
- 3) Wiley J. Larson, Linda K. Pranke "Human Spaceflight" McGraw Hill Higher Education

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: 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.26

2024 年 2 月 1 日発行