令和４年度
生存圏研究所　活動報告

京都大学　生存圏研究所

Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH)
Kyoto University

令和４年度　生存圏研究所　活動報告　もくじ

1．共同利用・共同研究拠点活動報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1-1 ＭＵレーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会・・・・・・ 3
1-2 電波科学計算機実験（KDK）共同利用・共同研究専門委員会・・・・・・・18
1-3 マイクロ波エネルギー伝送実験装置(METLAB)共同利用・共同研究専門委員会・28
1-4 木質材料実験棟共同利用・共同研究専門委員会・・・・・・・・・・・・・・46
1-5 居住圏劣化生物飼育棟/生活・森林圏シミュレーションフィールド（DOL/LSF）共同利用・共同研究専門委員会・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53
1-6 生存圏データベース共同利用・共同研究専門委員会 ・・・・・・・・・・・57
1-7 持続可能生存圏開拓診断(DASH)/森林バイオマス評価分析システム(FBAS)・共同利用・共同研究専門委員会・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・62
1-8 先進素材開発解析システム(ADAM)共同利用・共同研究専門委員会 ・・・・・・・68
1-9 バイオナノマテリアル製造評価システム(CAN-DO)共同利用・共同研究専門委員会・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・75
1-10 プロジェクト型共同研究専門委員会
1-10-1 生存圏科学共同研究課題代表 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・87
1-10-2 生存圏シンポジウム実施報告 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・117

2. 生存圏未来開拓研究センター・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・182
2-1 木材科学文理融合ユニット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・184
2-2 大気圏森林圏相互作用ユニット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・186
2-3 先端計測技術開発ユニット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・188
2-4 バイオマスプロダクトツリー産学共同研究ユニット・・・・・・・・・・・・190

3. その他の研究所活動
3-1 ミッション推進委員会・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 192
3-2 生存圏アジアリサーチノード・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 244
3-3 生存圏フラグシップ共同研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 248
3-4 ミッション専攻研究員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 270
3-5 定例オープンセミナー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 282

4. 国際共同研究活動報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 298

共同利用・共同研究拠点活動報告

橋口浩之（共同利用・共同研究拠点委員会 委員長）

１．活動の概要

生存圏研究所では、共同利用・共同研究拠点として、次の3タイプの共同利用・共同研究事業を国内外の多様な分野の専門家と連携して継続的に実施している。1）大型の観測・実験設備の共用を中心とした「設備利用型共同利用・共同研究」、2）電子データベース・実体資料のアーカイブと発信を核とした「データベース利用型共同利用・共同研究」、3）学際的、融合的、萌芽的なプロジェクト研究を展開・推進する「プロジェクト型共同研究」。これらの事業を通して、年間約300の共同利用・共同研究課題を国内170以上、海外20以上の機関と実施してきた。

研究所の設立当初は設備共同利用が中心であったが、近年では大型の設備を利用しない共同研究も活発化してきている。従来、共同利用・共同研究拠点の運営体制として、主として設備・データベースの共同利用については開放型研究推進部(推進部)が、学際融合研究などの共同研究については生存圏学際萌芽研究センター(センター)が対応してきた。センターが果たすべき研究の学際性、萌芽性を指向する方向性と、推進部で実施される共同利用の成果の活用とをうまく融合させるため、令和4年度より、推進部とセンター内の運営委員会を統合して共同利用・共同研究拠点委員会(共共拠点委員会)を設け、拠点運営を一元化して所掌することとした。また、4）拠点活動の研究成果の公開や生存圏科学の啓発のための「生存圏シンポジウム」の公募・運営も共共拠点委員会で所掌している。

1） 設備利用型共同利用・共同研究

研究所発足前から全国共同利用を実施していた「MUレーダー」、「先端電波科学計算機実験装置（A-KDK）」、「METLAB/SPSLAB」を継続発展させるとともに、平成17年度に新たにインドネシアの「赤道大気レーダー（EAR）」、「木質材料実験棟」、鹿児島県にある「生活・森林圏シミュレーションフィールド（LSF）」、「居住圏劣化生物飼育棟（DOL）」の共同利用を開始した。平成18年度には、「森林バイオマス評価分析システム（FBAS）」、平成19年度には「持続可能生存圏開拓診断（DASH）システム」を設置し、平成20年度から共同利用を開始した。平成23年度には「先進素材開発解析システム（ADAM）」、「高度マイクロ波エネルギー伝送実験装置（A-METLAB）」、「宇宙圏電磁環境計測装置性能評価システム（PEMSEE）」の共同利用を開始した。令和3年度には「バイオナノマテリアル製造評価システム（CAN-DO）」の共同利用を開始し、合計14の大型装置・設備や施設において、毎年200課題以上の共同利用が行なわれている。

2） データベース利用型共同利用・共同研究

昭和19年以来、70年以上にわたって収集されてきた標本である材鑑データ、MUレーダーなど大気観測のレーダーデータ、GEOTAIL衛星による宇宙プラズマに関する衛星データなどの生存圏にかかわる多種多様な情報を統括して「生存圏データベース」として管理・運営している。科学技術利用目的の場合は、とくに制限を設けずにデータを公開しており、年間4億アクセス、約400TBの

データがダウンロードされている。なお、本研究所は平成28年よりISC(国際学術会議)のWDS(世界科学データシステム)の正会員として認定されている。

3) プロジェクト型共同研究

生存圏ミッションを進展させるために、「生存圏科学共同研究」を公募・実施している。公募要項・応募様式の英語化を図り、外国の研究者による応募も可能としている。令和4年度は15件の研究課題を採択した。

4) 生存圏シンポジウムの開催

生存圏研究所の設立以来、毎年多数の「生存圏シンポジウム」を公募・運営し、共同利用・共同研究拠点活動の研究成果の公開、生存圏科学の啓発と関連コミュニティの拡大に努めてきた。令和4年度には24件をサポートし、今年度末までの累計は496回に達する。

２．共同利用・共同研究拠点委員会構成

（所外委員）

村山泰啓（情報通信研究機構 NICT ナレッジハブ）
臼井英之（神戸大学 大学院システム情報学研究科）
藤野義之（東洋大学 理工学部電気電子情報工学科）
中島史郎（宇都宮大学 地域デザイン科学部）
堀澤栄　（高知工科大学）
佐野雄三（北海道大学 大学院農学研究院）
谷川東子（名古屋大学 大学院生命農学研究科）
岸本崇生（富山県立大学 工学部生物工学科）
岡久陽子（京都工芸繊維大学 繊維学系 バイオベースマテリアル学専攻）
藤本清彦（森林研究・整備機構森林総合研究所 木材加工・特性研究領域木材機械加工研究室）

（所内委員）

橋口浩之　（MU レーダー／赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
海老原祐輔（電波科学計算機実験共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
篠原真毅　（マイクロ波エネルギー伝送実験装置共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
五十田博　（木質材料実験棟共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
大村和香子（居住圏劣化生物飼育棟／生活・森林圏シミュレーションフィールド共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
今井友也　（生存圏データベース共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
杉山暁史　（持続可能生存圏開拓診断／森林バイオマス評価分析システム共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
渡邊隆司　（先進素材開発解析システム共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
矢野浩之　（バイオナノマテリアル製造評価システム共同利用・共同研究専門委員会 委員長）
小嶋浩嗣　（プロジェクト型共同研究専門委員会 委員長）

MU レーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会

委員長　橋口 浩之（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

１．１．概要

信楽 MU 観測所は､滋賀県甲賀市信楽町の国有林に囲まれた山中に 1982 年に開設された。観測機器の中核を担う MU レーダー（中層・超高層大気観測用大型レーダー；Middle and Upper atmosphere radar）(図 1)は、アジア域最大級の大気観測用大型レーダーであり、高度 2 km の対流圏から、高度 400 km の超高層大気(熱圏・電離圏)にいたる大気の運動、大気循環を観測する。1984 年の完成以来、共同利用に供され、広範な分野にわたる多くの成果を上げている。MU レーダーの最大の特徴は、アンテナ素子毎に取り付けた 475 台の小型半導体送受信機を個別制御することにより、1 秒間に 2500 回という高速でレーダービーム方向を変更可能であり、また、25 個のサブアレイアンテナに分割して使用可能である点である。こうした柔軟なシステム設計のため、開発後 35 年を経た今も世界で最も高機能な大型大気レーダーの一つとして活躍を続けている。なお､MU レーダーシステムには、レーダー、計算機工学の進歩に合わせ最新のレーダー観測技術を導入しシステム拡充が行なわれている。1992 年に「実時間データ処理システム」、1996 年に「高速並列レーダー制御システム」、2004 年に「MU レーダー観測強化システム」、2017 年に「MU レーダー高感度観測システム」が導入された。特に、観測強化システムでは、空間領域及び周波数領域の柔軟なレーダーイメージング観測が可能となった。2017 年 7 月 17 日に信楽 MU 観測所に落雷があり、MU レーダーも被害を受けた。1 ヶ月ほどで仮復旧したが、完全復旧のため国大協保険により 2018 度末に合成分配器及び分配合成制御器の一部を更新した。2021 年 8 月 23 日に再び落雷があり､MU レーダー超多チャンネルデジタル受信システムが被害を受けた。すぐに仮復旧され、完全復旧のための災害復旧予算が 2021 年度補正予算により認められた。

一方､赤道大気観測所はインドネシア共和国西スマトラ州の赤道直下に位置しており､本研究所の重要な海外拠点として、国内外の研究者との共同研究によって生存圏の科学を推進するという大きな役割を担っている。同時にインドネシアおよび周辺諸国における研究

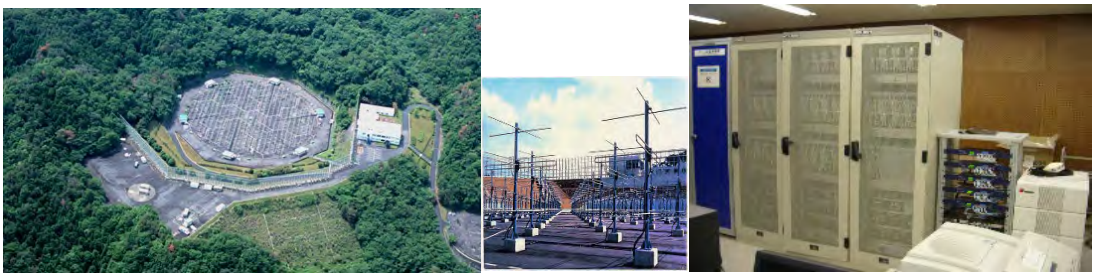


図 1:　信楽MU観測所全景（左）と MU レーダーアンテナアレイ(中央)、MU レーダー観測強化システムで導入された超多チャンネルデジタル受信機（右)。

啓発の拠点として、教育・セミナーのための利用も想定される。観測機器の中核を担う赤道大気レーダー（Equatorial Atmosphere Radar; EAR）(図 2)は 2000 年度末に完成した大型大気観測用レーダーであり、MU レーダーと比べて最大送信出力が 1/10 であるものの、高速でビームを走査することが可能である。運営はインドネシア国立研究革新庁(BRIN)・海洋地球科学研究機構(ORIPKM)・気候大気研究センター(PRIMA)との協力関係のもとに進められている。現在では観測装置が充実した総合的な観測所に成長している。2005 年度から全国国際共同利用を開始した。2010～2012 年度に科学技術戦略推進費(旧 科学技術振興調整費)「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」課題が実施されたことに伴い電離圏イレギュラリティ観測を定常的に行うようになり、現在は対流圏・下部成層圏・電離圏の切替観測を標準的に実施している。2019 年 9 月 29 日に赤道大気観測所に落雷があり、赤道大気レーダーも被害を受けた。11 月初めに仮復旧したが、完全復旧のため文部科学省に災害復旧予算を申請し、2023 年度に変復調装置を更新予定である。また、落雷の影響と思われるが、2020 年 4 月中旬から電波を送信できなくなり、観測を中断している。新型コロナウィルス感染拡大に伴う渡航制限の影響もあり、復旧に時間を要している。

EAR の完成から 20 周年を記念して、2021 年 9 月 20 日・21 日に、生存圏研究所と BRIN の共催により、赤道大気レーダー20 周年記念行事がオンラインで行われた。記念式典において、Laksana Tri Handoko BRIN 長官、湊長博京都大学総長らから祝辞が述べられた。その後、533 名が参加して、国際シンポジウムが開催された。

従来異なる共同利用専門委員会を組織し、課題の審査やレーダー運用等の議論を行ってきたが、国際的レーダーネットワークの連携した研究をより積極的に推進し、また委員会の効率的な運営を図るため、2012 年 6 月に両委員会を統合し、MU レーダー/赤道大気レーダー全国国際共同利用専門委員会(当時)を発足した。

図 2　赤道大気レーダー

１．２．共同利用の公募

共同利用の公募は年 2 回としており、ホームページ（http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/mu+ear/)に掲載すると共に、各種メーリングリストでも案内している。専門委員会において、応募課題の審査や MU レーダー・EAR の運営状況について議論し、観測時間の割当て等を行う。国際的な共同研究プログラムからの観測依頼など、緊急を要する場合は、必要に応じて電子メールベースで委員に回議し、専門委員長が採否を決定する。

１．３．運営と予算状況

特殊観測装置である MU レーダーの運用は、製造メーカーへの業務委託により行われており、観測所の維持を含めた運営費は附属施設経費・ミッション実現加速化経費の一部が充てられている。運営費は決して充分でないため、共同利用者の希望よりも運用時間を削らざるを得ないのが実情である。また、2017 年度から信楽ＭＵ観測所への大型の持ち込み機器に対する借地料・電気料の徴収を開始した。EAR の運営は BRIN(旧 LAPAN)との MOU に基づき共同で行なっており、例えば現地オペレータには BRIN 職員が就いている。その他の運営費は日本側の負担であるが、EAR の運営費も決して充分ではないため、時々の競争的資金を活用している。

２．共同利用研究の成果

○MU レーダーによるイメージング(映像)観測

2004 年に「MU レーダー観測強化システム」が導入され、レーダーイメージングにより、分解能が飛躍的に向上した観測が可能となっている。レンジイメージングと小型無人航空機、レイリーライダー、ラジオゾンデ等を併用した観測キャンペーンにより、乱流の動態が明らかになりつつある(Luce・Kantha・橋口・矢吹他)。電離圏イレギュラリティのイメージング観測も実施されている(Chen 他)。MU レーダーで開発されたイメージング観測技術を赤道大気レーダーに応用する試みも行われている(Luce・Wilson・Chen・橋口他)。

○MU レーダーによる中間圏・電離圏観測

東京大学･木曽観測所シュミット望遠鏡と超高感度超広視野 CMOS カメラ Tomo-e Gozen を組み合わせた世界初のレーダーとシュミット望遠鏡による流星の同時観測などを実施し、流星ヘッドエコー観測による軌道決定など、その実態解明が進められている(阿部・Kero・中村･堤他)。MU レーダーIS 観測との比較により、国土地理院の 2 周波 GNSS 観測網(GEONET)を用いた電離圏 3 次元トモグラフィーシステムの開発が進められている(斎藤・山本)。

○国際大型大気レーダーネットワーク同時観測

南極大型大気レーダー(PANSY)の観測開始によりこれまで大型レーダーの空白地帯であった南極域における観測拠点の設置が完了し、全地球的な大型大気レーダーネットワークが構築された。国際共同による対流圏・成層圏・中間圏の世界同時精密観測を実施し、全球高解像度モデルによる実大気シミュレーションを行って、赤道と極の結合過程、両半球の結合過程等、グローバルな大気結合過程に関する研究が行われている(佐藤(薫)・堤他)。

○熱帯性降雨に関する研究

赤道域では、強い日射と豊富な水蒸気量に伴い降水活動が活発なため、降雨に関する研究が数多く行なわれている。EAR・X 帯気象レーダー・地上降雨の長期データ解析による対流システムの階層構造の研究(柴垣他)、EAR・境界層レーダー・ディスドロメータによる降雨

粒径分布の研究(Marzuki・橋口・下舞・Findy 他)、X 帯気象レーダーを用いた衛星回線降雨減衰統計に関する研究(前川他)などが行われている。

○赤道下層・中層大気の観測

高機能ライダーにより対流圏から成層圏にかけてのエアロゾル層や巻雲が連続観測され、EAR との比較研究が行われている(阿保他)。レイリーライダーによる成層圏～中間圏及びラマンライダーによる対流圏上部～成層圏の気温分布や、中間圏上部に存在する金属原子層の観測が行われ、赤道域における貴重なデータを提供している。対流圏界面領域のオゾン分布の高分解能観測も行われている(長澤・阿保・柴田他)。

○電離圏イレギュラリティの研究

磁気赤道を中心として低緯度電離圏にはプラズマバブルと呼ばれる強い電離圏イレギュラリティ(FAI)が発生し、衛星・地上間の通信に大きな悪影響を与える。EAR・大気光イメージャ・ファブリペロー干渉計・GPS 受信機・VHF レーダー・イオノゾンデやモデルを駆使した研究が展開中である(山本(衛)・横山・大塚・塩川・津川・西岡・Hozumi 他)。また、衛星航法のためのプラズマバブル監視手法の研究も行われている(斉藤(享)他)。

３．共同利用状況

表 1 及び図 3 に示すとおり、2012 年の統合後、共同利用件数は 80～100 件程度で推移しており、今後も活発な共同利用研究が行われると期待される。また国際共同利用を実施しており、特に EAR 関連課題は約 3 割が国際共同利用課題である。図 4, 5 にそれぞれ MU レーダー、赤道大気レーダーの観測時間の年次推移を示す。2007 年度からは毎年度にシンポジウムを開催しており、本年度は 9 月 5～6 日に MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウムをオンライン開催した。なお、観測データのうち標準観測については観測後直ちに、その他の観測については 1 年を経過したデータを「生存圏データベース共同利用」の一環として共同利用に供している。

表 1　MUR/EAR 共同利用状況（過去 10 年間）

年度 (平成/令和)	25	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4
採択課題数*	93 (31)	88(40)	86(35)	95(39)	93(45)	85(38)	85(34)	82(37)	77(34)	84(34)
共同利用者数**	527 学内 230 学外 297	471 学内 197 学外 274	450 学内 171 学外 279	504 学内 210 学外 294	482 学内 192 学外 290	451 学内 156 学外 295	431 学内 161 学外 270	407 学内 146 学外 261	356 学内 126 学外 230	402 学内 160 学外 242

＊　( )内数字は国際共同利用課題数

＊＊　研究代表者および研究協力者の延べ人数

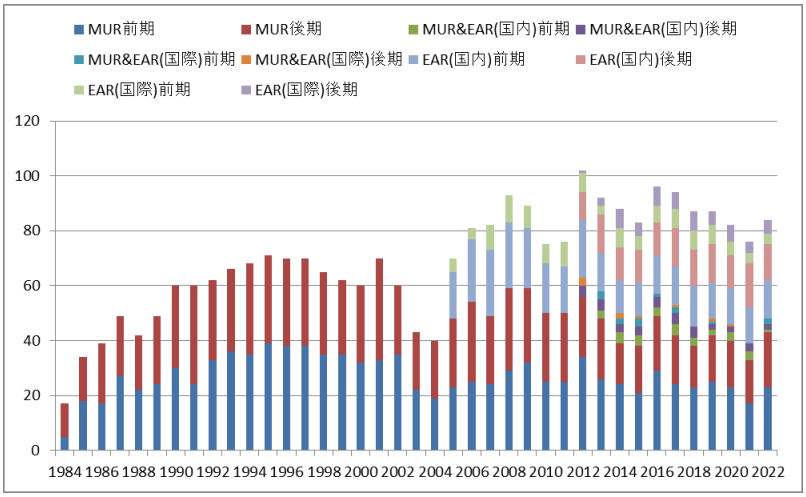


図 3. MU レーダー及び赤道大気レーダーの共同利用課題数の年次推移

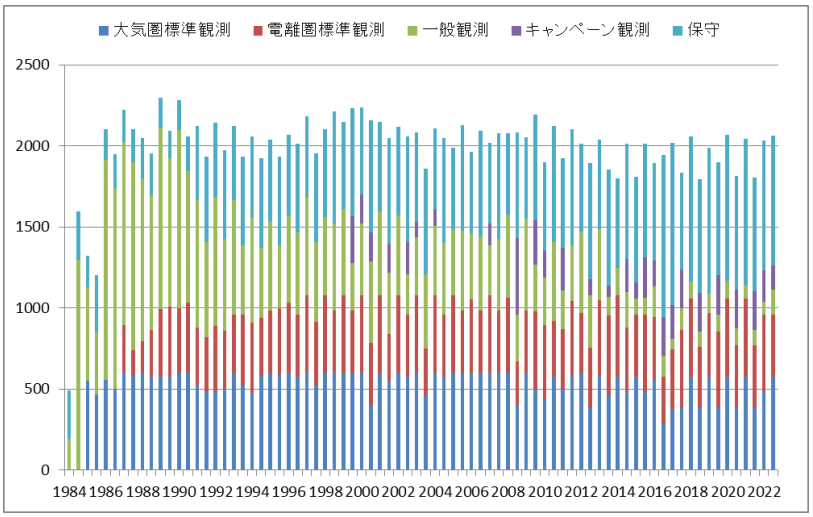


図 4. MU レーダー共同利用の観測時間の年次推移

４. 専門委員会の構成及び開催状況（2022 年度）

2022 年 5 月 12 日、11 月 9 日に MU レーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員会をオンライン開催し、申請課題の選考などを行った。

委員会の構成：橋口浩之(委員長)、山本衛、Hubert Luce、高橋けんし、横山竜宏、西村耕司、杉山暁史、矢吹正教(以上、京大 RISH)、齊藤昭則(京大理)、佐藤薫(東大理)、阿保真(都立大)、廣岡俊彦(九大理)、高橋幸弘(北大理)、村山泰啓(NICT)、森修一(JAMSTEC)、大塚雄一(名大 ISEE)、下舞豊志(島根大)、江尻省(国立極地研)、齋藤享(電子航法研)

国際委員(アドバイザー) A.K. Patra (インド NARL)、Robert D. Palmer (米オクラホマ大)、Halimurrahman Mukri (インドネシア BRIN)

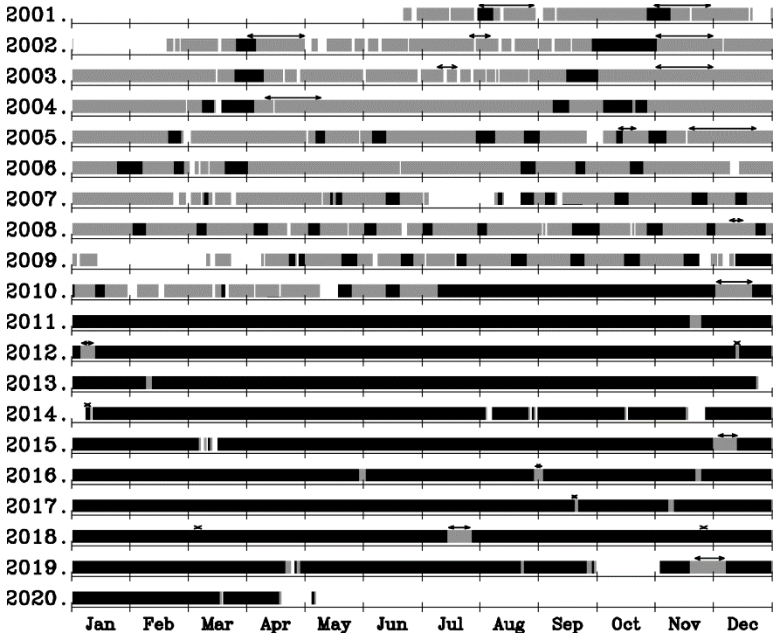


図 5. 赤道大気レーダー長期連続観測の実績（濃色部分: 電離圏観測を同時実施）

５．特記事項

MU レーダーは「世界初のアクティブ・フェーズド・アレイ方式の大気レーダー」として、IEEE マイルストーンに認定された。これは、電気・電子・情報分野の世界最大の学会である IEEE が、電気・電子技術やその関連分野における歴史的偉業に対して認定する賞で、2015 年 5 月に贈呈式・除幕式等が行われた。また、2017 年に電子情報通信学会が創立 100 周年を記念して新たに創設した電子情報通信学会マイルストーンにも選定された。これは、社会や生活、産業、科学技術の発展に大きな影響を与えた研究開発の偉業を選定し、電子情報通信の研究開発の歴史と意義を振り返ると共に、次の 100 年に向けて更なる革新を起こす次代の研究者や技術者にその創出過程を伝えることを目的としている。さらに、電気学会が社会の発展に貢献し、歴史的に記念される「モノ・場所・こと・人」を顕彰するために創立 120 周年の 2008 年に創設した「でんきの礎」にも選定され、2018 年 3 月 15 日に電気学会全国大会において授与された。

EAR は MU レーダーに比べて送信出力が 1/10 であり、中間圏や電離圏の IS 観測を行うには感度が不足している。また、受信チャンネルは 1 個のみであるため、空間領域イメージング観測ができないなど、機能面でも MU レーダーに劣っている。下層大気で発生した大気波動が上方へ伝搬し、上層大気の運動を変化させる様子など、大気の構造・運動の解明をより一層進めるため、MU レーダーと同等の感度・機能を有する「赤道ＭＵレーダー(EMU)」の新設を概算要求している。日本学術会議の学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン「学術大型研究計画」(マスタープラン 2014・2017・2020)の重点大型研究計画の 1 つに EMU を主要設備の一つとする「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」が選定された。若干内容を見直し、2023 年夏頃に策定予定の「未来の学術振興構想」に提案を行った。

論文･発表リスト

･修士論文

王元, Development of Low Altitude Observation Technology by Bistatic Radar (バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発), 令和 4 年度京都大学情報学研究科通信情報システム専攻修士論文.

･学士論文

北村一真, 衛星 AIS 観測のためのニューラルネットワークによるブラインド信号源分離, 令和 4 年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

鷲見大周, 気温推定精度向上のためのラマンライダー解析手法に関する研究, 令和 4 年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

采山裕紀, 信楽イオノゾンデ観測を用いた機械学習によるスポラディック E 層の自動検出と統計解析, 令和 4 年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

野崎太成, イオノゾンデ同化 GNSS 電離圏 3 次元トモグラフィ解析の改良と事例解析, 令和 4 年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

東村敢, MU レーダーを用いた小型人工衛星の観測に関する研究, 令和 4 年度京都大学工学部電気電子工学科学士論文.

森田早紀, 令和 4 年度名古屋大学工学部電気電子情報工学科学士論文.

･学術論文誌

Lestari, S., A. King, C. Vincent, A. Protat, D. Karoly, and S. Mori, Variability of Jakarta rain-rate characteristics associated with the Madden-Julian oscillation and topography, Mon. Wea. Rev., 150, 1953-1975, doi:10.1175/MWR-D-21-0112.1, 2022.

Lestari, S., A. Protat, V. Louf, A. King, C. Vincent, and S. Mori, Sub-daily rain rate properties in western Java analysed using C-band Doppler radar, J. Appl. Meteor. Climat., 61, 1199-1219, doi:10.1175/JAMC-D-21-0041.1, 2022.

Lestari, S., E. G. A. Sapan, R. Sulistyowati, H. A. Belgaman, F. Meliani, Winarno, R. I. Hapsari, I. F. Cahyaningtiyas, T. A. Pianto, H. I. Akbar, Nurdiansyah, E. Avianti, A. Eugenie, T. Grace, R. Amaliyah, M. Djoharin, S. Mori, and F. Syamsudin, Characteristic of rain rate associated with floods during the 2021 rainy season around Jakarta and Bekasi River, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1109 012010, doi:10.1088/1755-1315/1109/1/012010, 2022.

Konduru, R. T., J. Matsumoto, S. Yokoi, and S.Mori, Climatological characteristics of nocturnal eastward-propagating diurnal precipitation peak over South India during summer monsoon: Role of monsoon low-level circulation and gravity waves, Meteor. Appl., doi: 10.1002/met.2106, 2022.

Matsushima, R., K. Hosokawa, J. Sakai, Y. Otsuka, M. K. Ejiri, M. Nishioka and T. Tsugawa, Propagation characteristics of sporadic E and medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs): Statistics using HF Doppler and GPS-TEC data in Japan, Earth Planets Space 74, 60, doi:10.1186/s40623-022-01616-3, 2022.

Acharaporn Bumrungkit, Pornchai Supnithi, Susumu Saito, and Lin Min Min Myint, A study of equatorial plasma bubble structure using VHF radar and GNSS scintillations over the low‐latitude regions, GPS Solutions, 26:148, doi:10.1007/s10291-022-01321-4, 2022.

Slamet Supriadi, Hasanuddin Zainal Abidin, Dudy Darmawan Wijaya, Prayitno Abadi, Susumu Saito and Dwiko Unggul Prabowo, Construction of nominal ionospheric gradient using satellite pair based on GNSSCORS observation in Indonesia, Earth Planets Space, 74:71, doi:10.1186/s40623-022-01633-2, 2022.

Susumu Saito, Ionospheric disturbances observed over Japan following the eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai on 15 January 2022, Earth Planets Space, 74:57, doi:10.1186/s40623-022-01619-0, 2022.

Yokoyama, T., R. Takagi, and M. Yamamoto, Solar and geomagnetic activity dependence of 150-km echoes observed by the Equatorial Atmosphere Radar in Indonesia, Earth, Planets and Space, 74, 113, doi:10.1186/s40623-022-01675-6, 2022.

Fu, W., T. Yokoyama, N. Ssessanga, M. Yamamoto, and P. Liu, On using a double-thin-shell approach and TEC perturbation component to sound night-time mid-latitude E-F coupling, Earth, Planets and Space, 74, 83, doi:10.1186/s40623-022-01639-w, 2022.

Liu, P., T. Yokoyama, W. Fu, and M. Yamamoto, Statistical analysis of medium-scale traveling ionospheric disturbances over Japan based on deep learning instance segmentation, Space Weather, 20, e2022SW003151, doi:10.1029/2022SW003151, 2022.

G. Soares, Y. Yamazaki, A. Morschhauser, J. Matzka, K.J. Pinheiro, C. Stolle, P. Alken, A. Yoshikawa, K. Hozumi, A. Kulkarni, and P. Supnithi, Using Principal Component Analysis of Satellite and Ground Magnetic Data to Model the Equatorial Electrojet and Derive Its Tidal Composition, JGR. Space Physics, 127, e2022JA030691, doi:10.1029/2022JA030691, 2022.

L.M.M. Myint, K. Hozumi, S. Saito, and P. Supnithi, Analysis of Local Geomagnetic Index Under the Influence of Equatorial Electrojet (EEJ) at the Equatorial Phuket Station in Thailand, Advances in Space Research, 70(5), 1429-1440, doi:10.1016/j.asr.2022.06.024, 2022.

H. Jin, C. Yan, G. Yang, F. Huang, H. Xie, X. Zhao, W. Sun, Y. Li, K. Hozumi, and J. Jiao, Interaction between Equatorial to Low-latitude Post-midnight F-region Irregularities and LSTIDs in China during Geomagnetic Disturbances based on Ground-based Instruments, JGR. Space Physics, 127, e2022JA030286, doi:10.1029/2022JA030286, 2022.

B.R. Kalita, P.K. Bhuyan, S.J. Nath, M. Choudhary, K. Wang, K. Hozumi, P. Supnithi, T. Komolmis, C.Y. Yatini, and M.L. Huy, The investigation on daytime conjugate hemispheric asymmetry along 100°E longitude using observations and model simulations: New insights, Advances in Space Research, 69(10), 3726-3740, doi:10.1016/j.asr.2022.02.058, 2022.

T.T.H. Pham, C.A. Mazaudier, M.L. Huy, S. Saito, K. Hozumi, D.N. Thanh, and N.L. Thi, Nighttime morphology of vertical plasma drifts over Vietnam during different seasons and phases of sunspot cycles, Advances in Space Research, 70(2), 411-426, doi:10.1016/j.asr.2022.04.010, 2022.

T. Iyemori, A. Yamada, T. Aoyama, K. Hozumi, Y. Yokoyama, Y. Odagi, Y. Sano, V. Pangsapa, T. Jarupongsakul, A. Saito, and M. Iguchi, Amplitude enhancement of short period GPS-TEC oscillations over rainfall area, Earth, Planets and Space, 74(45), doi:10.1186/s40623-022-01604-7, 2022.

S.A. Bello, N.S.A. Hamid, M. Abdullah, A. Yoshikawa, K. Hozumi, and T. Tsugawa, Equatorial Electrojet and electron density over Southeast Asian Region during moderate solar activity condition, Indian Journal of Radio and Space Physics, 50, 125-131,

http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/58954, 2021.

T. Tsugawa and K. Hozumi, 東南アジア域における電離圏観測: SEALION プロジェクトの現状と今後の展望, 情報通信研究機構研究報告, 67(1), 17-27, 2021.

R. Ramadhan, H. Yusnaini, Marzuki, R. Muharsyah, W. Suryanto, S. Sholihun, M. Vonnisa, H. Harmadi, A.P. Ningsih, A. Battaglia, H. Hashiguchi, and A. Tokay, Evaluation of GPM IMERG Performance Using Gauge Data over Indonesian Maritime Continent at Different Time Scales, Remote Sens., 14, 1172, doi:10.3390/rs14051172, 2022.

Mutya Vonnisa, T. Shimomai, H. Hashiguchi, and Marzuki, Retrieval of Vertical Structure of Raindrop Size Distribution from Equatorial Atmosphere Radar and Boundary Layer Radar, Emerging Science Journal, 6, doi:10.28991/ESJ-2022-06-03-02, 2022.

･学会等発表

田村亮祐･西村耕司･橋口浩之, レーダー干渉計インバージョンによる 3 次元風速場推定法の開発, 2021 年度 PANSY 研究集会, オンライン, 2022 年 3 月 9 日.

Hubert Luce, Abhiram Doddi, Dale Lawrence, Tyler Mixa, Masanori Yabuki, Koji Nishimura, and Hiroyuki Hashiguchi, Coordinated Radar, UAV and balloon Observations of Atmospheric Turbulence at Syowa station (JARE65), 2021 年度 PANSY 研究集会, オンライン, 2022 年 3 月 9 日.

田村亮祐･西村耕司･橋口浩之, レーダー干渉計インバージョンによる風速推定手法におけるシミュレーション検証, 2021 年度 RISH 電波科学計算機実験(KDK)シンポジウム, オンライン, 2022 年 3 月 11 日.

橋口浩之･矢吹諒･西村耕司, MU レーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発, 日本気象学会 2022 年度春季大会, オンライン, 2022 年 5 月 17-20 日.

H. Luce, L. Kantha, H. Hashiguchi, D. Lawrence, A. Doddi, and M. Yabuki, Estimation of TKE Dissipation Rate from Radar Data using a Weak Stratification Model, 日本気象学会 2022 年度春季大会, オンライン, 2022 年 5 月 17-20 日.

橋口浩之･松田知也, 対流圏ウィンドプロファイラの開発と気象観測での実用化, 日本気象学会 2022 年度春季大会岸保･立平賞授賞記念講演, オンライン, 2022 年 5 月 19 日.

橋口浩之･矢吹諒･西村耕司, MU レーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

田村亮祐･西村耕司･橋口浩之, レーダー干渉計インバージョンによる3次元風速場推定手法の開発, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

山本衛･橋口浩之･横山竜宏･西村耕司･津田敏隆, 赤道 MU レーダー計画の現状 2022, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

Hubert Luce, Hiroyuki Hashiguchi, Laskhmi Kantha, Abhiram Doddi, Dale Lawrence, and Masanori Yabuki, Estimation of Turbulence Kinetic Energy dissipation rate from MST radar and Wind profiler data using in-situ UAV measurements and a Weak Stratification Model, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

Kazuo Shiokawa, Yuka Yamamoto, Takumi Adachi, Kouki Kawai, Kohki Nakamura, Jie Liu, Liwei

Chen, Yuto Kato, Takuma Tsuboi, Masaki Sato, Rei Sugimura, Tomoka Oonishi, Kohei Toyama, Kazuki Nomura, Yoshizumi Miyoshi, Yasunobu Ogawa, Mitsumu Ejiri, Keisuke Hosokawa, Shin Suzuki, and Takeshi Sakanoi, Test observations by low-cost small all-sky imagers for multi-point measurements of airglow at middle and low latitudes, Japan Geoscience Union Meeting 2022, オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

Kazuo Shiokawa, Yuichi Otsuka, and the PWING Team, Current status of the ground-based multi-point network from subauroral to equatorial latitudes by the Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs) and the PWING Project, Japan Geoscience Union Meeting 2022, オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

横山竜宏･増田秀人･劉鵬･山本衛, MU レーダー観測とイオノゾンデ自動読み取りシステムを用いた電子密度の長期統計解析, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日..

横山竜宏･石井達也･湯谷樹生･山本衛, MU レーダーと赤道大気レーダーによる電離圏イレギュラリティ観測の長期統計解析, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

傅維正･横山竜宏･Nicholas Ssessanga･山本衛, Sounding of E-F coupling over Japan by using ground-based GNSS TEC with a double-thin-shell approach, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張･オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

Y. Otsuka, K. Hozumi, M. Nishioka, T. Tsugawa, S. Saito, P. Supnithi, and P. Jamjareegulgarn, Daytime 150-km field-aligned irregularity echoes observed by a VHF radar at Chumphon, Thailand, JpGU, May 22-27, 2022.

T. Iyemori, A. Yamada, T. Aoyama, K. Hozumi, Y. Yokoyama, Y. Odagi, S. Yasuharu, V. Pangsapa, T. Jarupongsakul, A. Saito, and M. Iguchi, Enhancement of short period GPS-TEC oscillations over rainfall area, JpGU, May 22-27, 2022.

H. Liu, Y. Otsuka, K. Hozumi, M. Kogure, and T. Yu, Multi-day oscillations in the equatorial ionosphere during the 2019 Antarctic sudden stratwarming: mixed response to forcing from above and below, JpGU, May 22-27, 2022.

Hubert Luce, Lakshmi Kantha, Hiroyuki Hashiguchi, Abhiram Doddi, Dale Lawrence, and Masanori Yabuki, Turbulence Kinetic Energy dissipation rate estimated from clear air radar data: comparisons of models in light of DataHawk UAV measurements, Imaging and Applied Optics Congress / Optica Optical Sensors and Sensing Congress, Vancouver, British Columbia, Canada, July 11-15, 2022.

Balaji Kumar Seela, Jayalakshmi Janapati, Pay-Liam Lin, Chen-Hau Lan, Ryuichi Shirooka, Hiroyuki Hashiguchi, and Krishna Reddy, Raindrop Size Distribution Characteristics of the Western Pacific Tropical Cyclones Measured in the Palau Islands, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), AS42-A003, Virtual, August 1-5, 2022.

Yokoyama, T., T. Ishii, T. Yutani, and M. Yamamoto, Long-term Statistical Analysis of Ionospheric Irregularities Observed by the MU Radar and Equatorial Atmosphere Radar, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 19th Annual Meeting, Virtual, August 1-5, 2022.

Liu, P., and Yokoyama, T., Statistical Analysis of Medium-scale Traveling Ionospheric Disturbances Over Japan Based on Deep Learning Instance Segmentation, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 19th Annual Meeting, Virtual, August 1-5, 2022.

Rino, C., C. Carrano, T. Yokoyama, L. Spogli, and A. Spogi, A Stochastic Model for Scintillation and Total Electron Content, 21st International Beacon Satellite Symposium, Boston, USA, August 1-5, 2022.

橋口浩之, MU レーダー･赤道大気レーダー共同利用の現状, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

前川泰之･柴垣佳明, 衛星回線における近年の降雨減衰時間率の増加について, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

難波秀年･下舞豊志, 島根県と広島県における MP レーダと AMeDAS との比較, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

中陽･村田文絵･佐々浩司･藤井虎太朗, 2022 年 7 月 5 日に高知県で発生した線状降水帯の X バンド二重偏波レーダーRHI 観測による鉛直構造解析, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

岡崎恵･竹見哲也･阿波田康裕･大石哲, ふた山形状の雨滴粒径分布の観測事例解析, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

重尚一, 層状性降水雲中の固体降水粒子観測計画, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

橋本大志･森修一･虫明一彦, 航空交通管制用信号を用いた二次レーダーシステムによるパッシブ対流圏気象観測の精度評価, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

草野友輝･下舞豊志, 波状雲撮影のための全天カメラの製作と初期観測, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

Luce Hubert, Yabuki Masanori, and Hashiguchi Hiroyuki, TKE dissipation rates estimated from vertical velocity spectra measured by Doppler lidar and radar in the Convective Boundary Layer, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

新堀淳樹･田中良昌･阿部修司･今城峻･上野悟･能勢正仁, IUGONET プロジェクトの活動と最近の成果について, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

柴田泰邦･阿保真, インドネシアにおける煙霧のライダー観測計画, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

山中大学･荻野慎也, 海陸風起源双方向重力波による赤道成層圏 QBO 頑健化: 問題点と観測的確認方法, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

Hozumi Kornyanat, Nishioka Michi and ionospheric working group, A review of SEALION activities, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

大塚雄一･塩川和夫･Kornyanat Hozumi･西岡未知･津川卓也･斎藤享･Pornchai Supnithi･Punyawi Jamjareegulgarn･山本衛, タイ･チュンポンにおける下向きに伸びる沿磁力線不規則構造の VHF レーダー観測, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

横山竜宏･高木理絵子･山本衛, 赤道大気レーダーで観測された 150km エコーの太陽･地磁気活動依存性, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

山本衛･高橋透･芦原祐樹, S-520-32 号機観測ロケットからご地上までの2周波ビーコン観測－観測機器の開発と結果の速報－, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

斎藤享･吉原貴之･高橋透, 2022 年 1 月 15 日に日本上空で観測された電離圏擾乱の特性について, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

橋口浩之･矢吹諒･木村侑希大･西村耕司, 外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

王元･西村耕司･橋口浩之･橋本大志･堤雅基･佐藤亨･佐藤薫, バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

松田知也･西村耕司･橋口浩之, MU レーダーを用いた DDMA-MIMO 観測実験 －月面エコーを用いたビーム幅の検証－, 第 16 回 MU レーダー･赤道大気レーダーシンポジウム, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

Kazuo Shiokawa, Yuka Yamamoto, Takumi Adachi, Kouki Kawai, Kohki Nakamura, Jie Liu, Liwei Chen, Yuto Kato, Takuma Tsuboi, Masaki Sato, Kazuki Nomura, Yoshizumi Miyoshi, Yasunobu Ogawa, Mitsumu Ejiri, Keisuke Hosokawa, Shin Suzuki, and Takeshi Sakanoi, Initial Results of Low-Cost Small All-Sky Imagers for Multi-Point Measurements of Airglow and Aurora, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Susumu Saito, Takayuki Yoshihara, and Toru Takahashi, Unusual ionospheric disturbances and irregularities following the eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai on 15 January 2022, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Tulasi Ram, S., K. K. Ajith, T. Yokoyama, M. Yamamoto, and K. Hozumi, Early development of shorter (3m) scale irregularities in the topside region of an Equatorial Plasma Bubble, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Fu, W., N. Ssessanga, T. Yokoyama, P. Liu, and M. Yamamoto, 3-D Imaging of Nighttime E-F Coupling Over Japan by Using Groundbased GNSS-TEC and Ionosondes, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Rino, C., C. Carrano, and T. Yokoyama, Ionospheric Structure Modeling and Diagnostics, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Pavan Chaitanya, P., A. K. Patra, Y. Otsuka, T. Yokoyama, and M. Yamamoto, Ionospheric vertical plasma drift model for the Indian and Indonesian sectors: Validation and usefulness, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Pavan Chaitanya, P., A. K. Patra, Y. Otsuka, T. Yokoyama, and M. Yamamoto, Ionospheric vertical ExB drift variations during sudden stratospheric warming events, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

P. Thammavongsy, P. Supnithi, L.M.M. Myint, and K. Hozumi, Time Series Prediction of the Equatorial Spread-F Occurrence using the LSTM network, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

N. Tongkasem, L.M.M. Myint, P. Supnithi, and K. Hozumi, Latitude-Weighted Total Electron Content Map Using GNSS Network in Thailand, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

L.M.M. Myint, K. Seechai, K. Hozumi, and P. Supnithi, Study of Equatorial Geomagnetic Field Activities and its Relationship with Ionospheric disturbances at Low-Latitude, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

K. Hozumi, P. Septi, M. Nishioka, K. Nakayama, S. Sophan, and P. Supnithi, Development of the Equatorial Plasma Bubble Alert System, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

S. Tulasi Ram, K.K. Ajith, T. Yokoyama, M. Yamamoto, and K. Hozumi, Early development of shorter (3m) scale irregularities in the topside region of an Equatorial Plasma Bubble, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

Y. Otsuka, K. Hozumi, M. Nishioka, T. Tsugawa, S. Saito, P. Supnithi, and P. Jamjareegulgarn, Zonal Asymmetry of the daytime 150-km echo observed by a VHF radar at Chumphon, Thailand, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

P. Supnithi, T. Thanakulketsarat, L.M.M. Myint, K. Hozumi, P. Jamjareegulgarn, Support vector machine (SVM) for equatorial plasma bubble detection from VHF Radar Images at Chumphon VHF Radar Station, Thailand, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16), Kyoto/Hybrid, September 12-16, 2022.

松田知也･橋口浩之，対流圏ウィンドプロファイラの開発と気象観測での実用化，日本オペレーションズ･リサーチ学会 2022 年度秋季研究発表会 企業事例交流会(招待講演)，オンライン, 2022 年 9 月 13-14 日.

N. Wichaipanich and K. Hozumi, Statistical analysis of FoE and FoEs over Southeast Asia, PMU-B Frontier Research and ASEAN-IVO Seminar, Online, September 29, 2022.

P. Thammavongsy and K. Hozumi, Spread F statistics and deep learning prediction, PMU-B Frontier Research and ASEAN-IVO Seminar, Online, September 29, 2022.

T. Thanakulketsarat and K. Hozumi, EPB characterization and classification using Support Vector Machines, PMU-B Frontier Research and ASEAN-IVO Seminar, Online, September 29, 2022.

Swati Sinha, H. Hashiguchi, and Kushal Tuckley, Early Warning of Macroclimatic Changes by Data Correlation of Wind Profiling Radars, Interdisciplinary Conference on Mechanics, Computers and Electrics (ICMECE), Barcelona, Spain, October 6-7, 2022.

S.V. Panasenko, D.V. Kotov, Y. Otsuka, M. Yamamoto, H. Hashiguchi, O.V. Bogomaz, and M.O. Reznychenko, Coordinated study and comparative analysis of ionospheric processes over Ukraine and Japan using radar, satellite and model data, Astronomy and Space Physics, Kyiv (Ukraine), October 18-20, 2022.

王元･西村耕司･橋口浩之，バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発，日本気象学会 2022 年度秋季大会，北海道大学･オンライン, 2022 年 10 月 24-27 日.

松田知也･橋口浩之, MU レーダーを用いた DDMA-MIMO 観測実験, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 北海道大学･オンライン, 2022 年 10 月 24-27 日.

横山竜宏･高木理絵子･山本衛, 赤道大気レーダーで観測された 150km エコーの太陽･地磁気活動依存性, 第 152 回地球電磁気･地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 4-7 日.

傅維正･横山竜宏･Nicholas Ssessanga･馬冠一･山本衛, Study of nighttime midlatitude E-F coupling in geomagnetic conjugate regions using multi-source data, 第 152 回地球電磁気･地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 4-7 日.

K. Hozumi, P. Supnithi, N. Tongkasem, K. Seechai, S. Sophan, P. Jamjareegulgarn, Y. Otsuka, S. Saito, M. Nishioka, T. Tsugawa, and M. Yamamoto, Equatorial plasma bubbles observed over longitude 100ºE sector after Hunga Tonga-Hunga Ha'apai eruption on January 15, 2022, 第 152 回地球電磁気･地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 4-7 日.

T. Iyemori, T. Aoyama, V. Pangsapa, T. Jarupongsakul, Y. Sano, Y. Odagi, Y. Tanaka, S. Taguchi, A. Saito, and K. Hozumi, Global enhancement of magnetic ripples after the 2022 Hunga Tonga Hunga Ha'apai volcanic eruption, 第 152 回地球電磁気･地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 4-7 日.

S. Sato, H. Nakata, K. Hozumi, S. Saito, and H. Ohya, Calculation of attenuation of HF radio waves in the simulator for HF-START project, 第 152 回地球電磁気･地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 4-7 日.

Y. Otsuka, K. Shiokawa, K. Hozumi, M. Nishioka, T. Tsugawa, S. Saito, P. Supnithi, P. Jamjareegulgarn, and M. Yamamoto, VHF radar observation of downward moving field-aligned irregularities in the F region over Chumphon, Thailand, 第 152 回地球電磁気･地球惑星圏学会講演会, 相模原, 2022 年 11 月 4-7 日.

Hiroyuki Hashiguchi, A Review on Equatorial Atmosphere Radar (EAR) Observations - Turbulent layer and ozone vertical distribution in tropical tropopause layer (TTL) based on Strateole-2 pre-campaign -, Invited talk, 2nd INternational Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment (INCREASE), Virtual, November 22-23, 2022.

Kazuo Shiokawa and Yuichi Otsuka, Recent results of the airglow measurements by the Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs), AGU fall Meeting, Chikago, USA, December 12-16, 2022.

･プロシーディング等

Idahwati Sarudin, Nurul Shazan Abdul Hamida, Mardina Abdullah, Fatin Nur Syakirah Mohd Rusli, Yuichi Otsuka, Kazuo Shiokawa, Clara Yatini, Siramas Komonjinda, and Ekkarach Somboon, Variations of Zonal Wind Velocity in the Thermosphere Observed at Southeast Asian Sector During Quiet and Active Geomagnetic Days, Jurnal Fizik Malaysia, 43(1), 10025-10035, https://ifm.org.my/viewpublication/62159790ef0ae7abae53bf05, 2022.

N.I.M. Rosli, N.S.A. Hamid, A. Azizan, I. Sarudin, M. Abdullah, and K. Hozumi, EPB occurrence in Southeast Asian Sector based on Solar Activity Level and Season over Solar Cycle 24, Jurnal Fizik Malaysia, 43(1), 10151-10156, https://ifm.org.my/viewpublication/62c81676ef0abfe5bf40b070, 2022.

K. Hozumi, GNSS に影響を与えるプラズマバブルの監視･予測技術について 特集: NICT 電磁波

技術, 電波技術協会報 FORN - 2022. 7 No.347, 10-13, The magazine by Radio Engineering & Electronics Association (REEA), Japan, 2022.

K. Hozumi, 自動運転技術を支える「GNSS」、その精度を低下させる“プラズマバブル”とは?, ニュースイッチ, https://newswitch.jp/p/30593 (Online news article), January 26, 2022.

K. Hozumi, NICT 先端研究 207: プラズマバブル 国際連携で早期把握, 日刊工業新聞科学技術面コラム, pp. 25, https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00623062 (Newspaper article), December 28, 2021.

・受賞

橋口浩之・三菱電機株式会社 通信機製作所 インフラ情報システム部 (代表 松田知也), 対流圏ウィンドプロファイラの開発と気象観測での実用化に関わる功績,日本気象学会岸保・立平賞 (2022 年 5 月 19 日).

傅維正 (京都大学:第 2 分野), Study of nighttime midlatitude E-F coupling in geomagnetic conjugate regions using multi-source data (R005-24), 地球電磁気・地球惑星圏学会 学生発表賞(オーロラメダル).

Hozumi Kornyanat, KAMIDE Lecture Award, AOGS 2023

電波科学計算機実験（KDK）共同利用・共同研究専門委員会

委員長　海老原　祐輔（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

電波科学計算実験装置（KDK）は宇宙プラズマ、超高層・中層大気中の波動現象および宇宙電磁環境などの計算機実験による研究を推進させるために導入された計算機システムである。KDK は京都大学学術情報メディアセンターに設置されており、Cray 製 XC40（297 ノード)、同 CS400 2820XT（12 ノード)、同 CS400 4840X（1.5 ノード)、補助記憶装置（約 1.9 PB）を提供している。最大 12,648 の超並列計算が可能で、システム全体の理論総ピーク性能は 584.78 TFLOPS に達する。また、生存圏研究所内に設置した解析用ワークステーションと実効容量約 600 TB の補助記憶装置も利用できる。ユーザーのニーズに即した柔軟なシステム運用によって各種の数値計算を効率良く実行する環境を提供し、従来の小規模な計算機実験では得がたい生存圏科学に関する新しい知見の獲得に貢献している。

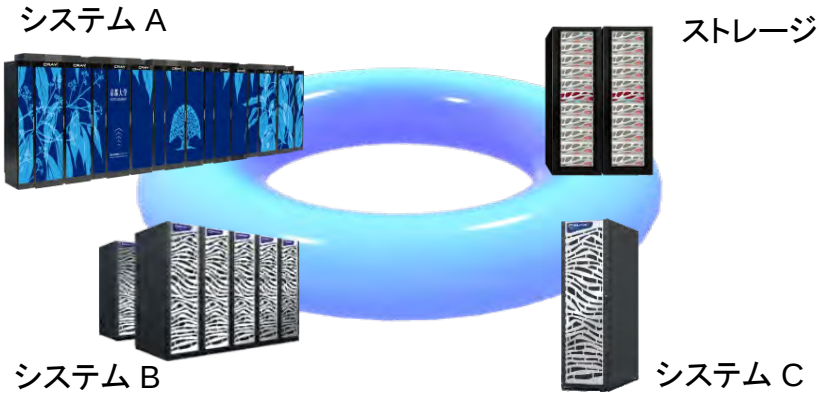


図１：　電波科学計算実験装置(KDK)の概略図。学術情報メディアセンターと共同調達している。総理論演算性能は 584.78 TFLOPS である。

２．共同利用状況

2022 年度は 30 件の共同研究課題を採択した（表 1)。主システム（システム A）の稼働状況を図 2 に示す。月あたりの利用時間（総 CPU 時間）は 160 億秒から 270 億秒、実行したジョブ数は概ね 800 から 2100 の間を推移し、効率良く利用されていることがわかる。各システムの利用状況を随時モニターし、ほぼ毎月開催している運用定例会で利用状況を確認している。資源を有効活用するため、必要に応じてユーザーに助言を行っている。システム更新のため、2022 年 7 月 28 日に運用を停止した。新システムは 2023 年度中に稼働開始の予定である。

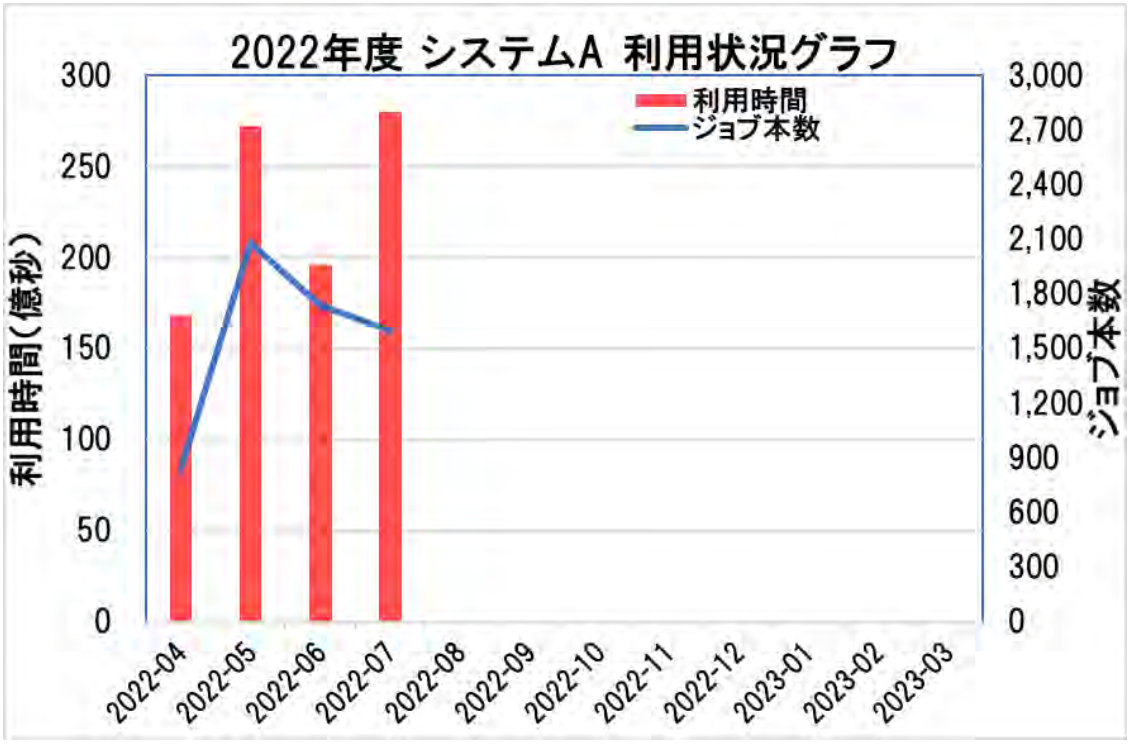


図 2： 主システム(システム A)の利用状況。棒グラフは月あたりの利用時間を、折れ線グラフは月あたりの投入ジョブの本数を示す。システム更新のため、運用を停止した 2022 年 7 月 28 日以降のデータはない。

表 1 共同利用研究課題採択および共同利用者数（過去 10 年間）

年度(平成/令和)	25	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4
採択課題数 *	25 (1)	27(0)	30(0)	30(0)	28(0)	32(0)	32(0)	31(0)	31(0)	30(0)
共同利用者数 **	60 学内 23 学外 37	67 学内 24 学外 43	71 学内 25 学外 46	78 学内 29 学外 49	76 学内 32 学外 44	83 学内 25 学外 58	83 学内 25 学外 58	94 学内 30 学外 64	91 学内 17 学外 74	105 学内 23 学外 82

* ( )内数字は国際共同利用課題数

** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

３．専門委員会の構成及び開催状況（2022 年度）

3-1 専門委員会の構成

海老原祐輔(委員長、京大生存研)、臼井英之(神戸大)、梅田隆行(名大 ISEE)、天野孝伸(東大)、加藤 雄人(東北大)、蔡東生 (筑波大)、篠原育(JAXA)、清水徹(愛媛大)、橋本久美子(吉備国際大)、三好勉信 (九大)、村田健史(NICT)、八木谷聡(金沢大)、小山田耕二(京大

学術情報メディアセンター)、松尾哲司(京大工)、大村善治(京大生存研)、小嶋浩嗣(京大生存研)、橋口浩之(京大生存研)、山本衛(京大生存研)

3-2 専門委員会の開催状況

2022 年度専門委員会を 2023 年 3 月 13 日 9 時 20 分～10 時 20 分にオンラインで開催し、2023 年度電波科学計算機実験装置利用申請課題を審査する予定。

４．共同利用研究課題

2022 年度採択課題は以下のとおりである。

1	プラズモイド型乱流磁気リコネクションの磁気流体シミュレーション研究	銭谷 誠司	神戸大学
2	REPPU シミュレーションを用いた高エネルギー電子降下現象の研究	片岡 龍峰	国立極地研究所
3	サブストームトリガー機構のトポロジー構造	田中 高史	九州大学
4	イオンサイクロトロン波動及び斜め伝搬ホイッスラーモード波動粒子相互作用のテスト粒子シミュレーション	謝 怡凱	京都大学
5	地球磁気圏における磁気リコネクションの磁気流体的研究	近藤 光志	愛媛大学
6	宇宙飛翔体・構造物において電位測定を行うセンサープローブの特性に関する計算機シミュレーション	深澤 伊吹	京都大学
7	磁気ノズルスラスタにおけるエネルギー輸送と中性粒子が推進性能に与える影響の解析	鷹尾 祥典	横浜国立大学
8	レーダーインバージョンによる大気擾乱精測技術の開発	橋口 浩之	京都大学
9	太陽風磁気流体乱流の数値シミュレーション	成行 泰裕	富山大学
10	太陽条件および惑星固有磁場が太古火星の電離大気散逸に与える影響の研究	坂田 遼弥	東京大学
11	高精細プラズマバブルモデルと全球大気圏電離圏モデルの融合	横山 竜宏	京都大学
12	無衝突プラズマ中の運動論的不安定性に伴う粒子の加熱・加速の研究	天野 孝伸	東京大学
13	地球型惑星大気流出機構に関する研究：共回転電場及び EUV 放射照度による比較	堺 正太朗	東北大学
14	宇宙プラズマ中の高エネルギー荷電粒子の消失過程	田所 裕康	駿河台大学
15	品質工学を用いた木造建築物の地震応答解析手法の開発	中川 貴文	京都大学
16	自発的高速磁気再結合過程の三次元不安定性の数値的研究	清水 徹	愛媛大学
17	小型天体・宇宙プラズマ相互作用過程の大規模粒子シミュ	三宅 洋平	神戸大学

	レーション		
18	非線形イオンプラズマ不安定性による低温イオン加熱のシミュレーション	小路 真史	名古屋大学
19	粒子法を用いたプラズマ推進機の運動論的シミュレーション	西山 和孝	宇宙航空研究開発機構
20	ピックアップイオンの加速機構の研究	坪内 健	電気通信大学
21	小天体近傍のイオン環境計算機実験	臼井 英之	神戸大学
22	磁気嵐・サブストーム時の電磁エネルギー生成・伝送メカニズムの研究	菊池 崇	名古屋大学
23	電子ハイブリッドコードによるホイッスラーモード・コーラス放射励起過程での波動粒子相互作用の計算機実験	加藤 雄人	東北大学
24	地球ダイポール磁場中の非線形波動粒子相互作用の計算機実験	大村 善治	京都大学
25	極冠分岐現象の磁気圏磁場トポロジーによる解釈	渡辺 正和	九州大学
26	磁気嵐・サブストームに伴う磁気圏高エネルギー荷電粒子変動の研究	海老原 祐輔	京都大学
27	太陽ジェットの 3 次元 MHD シミュレーション	西田 圭佑	京都大学
28	電気推進機放出プラズマ環境中の宇宙機周辺電位構造解析	村中 崇信	中京大学
29	水星磁気圏の 3 次元大域的完全電磁粒子シミュレーション：モンテカルロ衝突をいれた粒子モデル	蔡 東生	筑波大学
30	非定常磁気ノズルからのプラズマ離脱過程の検証	山本 直嗣	九州大学

５．共同利用研究の成果

5-1．学術論文（18 編）

1. Ebihara, Y., T. Tanaka, Generation of field-aligned currents during substorm expansion: An update, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA031011, doi:10.1029/2022JA031011, 2023.
2. Emoto, K., K. Takahashi, Y. Takao, Density profile transition and high-energy electron transport in a magnetically expanding radio frequency plasma: Physics of Plasmas, 30, 013509, doi:10.1063/5.0126901, 2023.
3. Fujiwara, Y., Nogi, T., and Omura, Y., Nonlinear triggering process of whistler-mode emissions in a homogeneous magnetic field, Earth, Planets and Space 74, 95, doi: 10.1186/s40623-022-01646-x, 2022.
4. Fujiwara, Y., Omura, Y., & Nogi, T., Triggering of whistler-mode rising and falling tone emissions in a homogeneous magnetic field. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA030967, doi:10.1029/2022JA030967, 2023.
5. Kikuchi, T., T. Araki, K. K. Hashimoto, Y. Ebihara, T. Tanaka, Y. Nishimura, G. Vichare, A. K. Sinha, J. Chum, K. Hosokawa, I. Tomizawa, Y. Tanaka, A. Kadokura, Instantaneous achievement of the Hall and Pedersen-Cowling current circuits in

northern and southern hemispheres during the geomagnetic sudden commencement on 12 May 2021, Front. Astron. Space Sci. 9:879314. doi: 10.3389/fspas.2022.879314, 2022.

6. Kikuchi, T.; Hashimoto, K.K.; Tanaka, T.; Nishimura, Y.; Nagatsuma, T., Middle Latitude Geomagnetic Disturbances Caused by Hall and Pedersen Current Circuits Driven by Prompt Penetration Electric Fields. Atmosphere 2022, 13, 580. doi: 10.3390/atmos13040580, 2022 (INVITED)
7. Kitahara, M., Matsuda, S., Katoh, Y., Kojima, H., Kasahara, Y., Miyoshi, Y.,Nakamura, S., and Hikishima, M.. A calibration method of short-time waveform signals passed through linear time-invariant systems: 1. Methodology and simple examples. Radio Science, 57, e2022RS007454, doi: 10.1029/2022RS007454, 2022.
8. Liu, Y., & Omura, Y., Nonlinear wave growth of whistler-mode hiss emissions in a uniform magnetic field. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, e2022JA030428, doi:10.1029/2022JA030428, 2022.
9. Nakamura, T. K. M., W.-L. Teh, S. Zenitani, T. Umeda, M. Oka, H. Hasegawa, A. Veronig, and R. Nakamura, Spatial and time scaling of coalescing multiple magnetic islands, Physics of Plasmas, in press, 2023
10. Nakazono, J., and Y. Miyake. Unconventional Surface Charging within Deep Cavities on Airless Planetary Bodies: Particle-in-Cell Plasma Simulations. Journal of Geophysical Research: Planets, 128, e2022JE007589. doi: 10.1029/2022JE007589, in press, 2023.
11. Nitta, S., and Kondoh, K., Effects of magnetic shear and thermodynamic asymmetry on spontaneous MHD magnetic reconnection, The Astrophysical Journal, 936 125, doi:10.3847/1538-4357/ac729f, 2022
12. Nogi, T., & Omura, Y., Nonlinear signatures of VLF-triggered emissions: A simulation study. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127 (1), e2021JA029826, doi:10.1029/2021JA029826, 2022.
13. Tanaka, T., M. Watanabe, Y. Ebihara, S. Fujita, N. Nishitani and R. Kataoka, Unified theory of the arc auroras: formation mechanism of the arc auroras conforming general principles of convection and FAC generation, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, e2022JA030403, doi:10.1029/2022JA030403, 2022.
14. Tanaka, T., Y. Ebihara, M. Watanabe, S. Fujita, N. Nishitani and R. Kataoka, Interpretation of the theta aurora based on the null-separator structure, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, e2022JA030332, doi:10.1029/2022JA030332, 2022.
15. Tobita, M., and Omura, Y., Scattering of energetic electrons through nonlinear cyclotron resonance with coherent whistler-mode hiss emissions, Phys. Plasmas 29, 112901, doi:10.1063/5.0106004, 2022.
16. Yamashita, Y., Tsukizaki, R., and Nishiyama, K., Effect of ion beam extraction on neutral density distribution inside a gridded microwave discharge ion thruster. Vacuum 200, 110962, doi:10.1016/j.vacuum.2022.110962, 2022.
17. Yamashita, Y., Tsukizaki, R., and Nishiyama, K., Importance of stepwise ionization from the metastable state in electron cyclotron resonance ion thrusters., Journal of Electric Propulsion 1, no. 1 (2022): 2, doi:10.1007/s44205-022-00002-1
18. Zenitani, S., S. Nakano, Loading a relativistic Kappa distribution in particle simulations, Physics of Plasmas, 29, 113904, doi:10.1063/5.0117628, 2022

5-2. 学会発表(58 件)

1. 海老原祐輔, 田中高史, Region 1 field-aligned current and energy transfer from solar wind to polar ionosphere, 第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会, 相模原, 2022 年 11 月.
2. Ebihara, Y., Generation mechanism of Region 1 field-aligned current, Association of Asia Pacific Physical Societies-Division of Plasma Physics (AAPPS-DPP), online, October 2022. (plenary talk)
3. Ebihara, Y., Mutual coupling between magnetosphere and low-latitude ionosphere during magnetic storms and substorms, 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA), Uji, Japan, September 2022. (keynote lecture)
4. Ebihara, Y., Generation mechanism of Region 1 field-aligned current, The 15th Asia-Pacific Physics Conference (APPC), online, August 2022. (invited talk)
5. Ebihara, Y., Magnetosphere-ionosphere coupling and consequent disturbances: A tribute to Dr. Yohsuke Kamide, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), online, August 2022. (distinguished lecture)
6. Ebihara, Y., and T. Tanaka, Generation region of Region 1 field-aligned current, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2022, online, May 2022.
7. 江本一磨, 高橋和貴, 鷹尾祥典, 磁気ノズル型推進機における密度構造形成の運動論的解析, 第 25 回若手科学者によるプラズマ研究会, 那珂, 2023 年 3 月.
8. 江本一磨, 高橋和貴, 鷹尾祥典, 無電極推進機内部のエネルギー分布関数と温度構造に関する数値解析, 令和4年度 宇宙輸送シンポジウム, 相模原, 2023年1月.
9. 江本一磨, 高橋和貴, 鷹尾祥典, プラズマ粒子シミュレーションによる磁気ノズルプラズマ膨張の数値解析, 第 39 回プラズマ・核融合学会年会, 富山, 2022 年 11 月.
10. 江本一磨, 高橋和貴, 鷹尾祥典, 磁気ノズルによるプラズマ膨張におけるエネルギー依存性の数値解析, 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 熊本, 2022 年 11 月.
11. 江本一磨, 磁気ノズル加速シミュレーションにおける下流境界条件とポリトロープ過程, 第 27 回 NEXT(数値トカマク)研究会, 京都, 2022 年 8 月.
12. Emoto, K, K. Takahashi, Y. Takao, Particle analysis of electron cooling and ion acceleration in a magnetic nozzle thruster, The 11th Asian Joint Conference on Propulsion and Power, Kanazawa, Japan, March 2023.
13. Emoto, K, K. Takahashi, Y. Takao, Numerical Investigation of Magnetic Nozzle Plasma Expansion Using Fully Kinetic Simulations, The 6th Asia-Pacific Conference on Plasma Physics, online, October 2022. (invited talk)
14. Emoto, K, K. Takahashi, Y. Takao, Numerical investigation on plasma expansion and particle energy in a magnetic nozzle, The 75th Annual Gaseous Electronics Conference, Sendai, Japan, October 2022.
15. Emoto, K, K. Takahashi, Y. Takao, Kinetic Analysis of Thrust Generation and Axial Momentum Gain in Magnetic Nozzle Acceleration, 37th International Electric Propulsion Conference, Boston, United States, June 2022.
16. Hsieh, Y.-K., Y. Omura, Electron precipitation rates due to nonlinear effects of parallel and oblique whistler mode waves in the Earth’s inner magnetic field, American Geophysical Union (AGU) 2022 Fall Meeting, Chicago, USA & Online, Dec 2022.
17. Hsieh, Y.-K., Y. Omura, Energetic electron precipitation associated with nonlinear wave-particle interactions between electrons and very oblique chorus waves, The 10th VLF/ELF Remote Sensing of Ionospheres and Magnetospheres Workshop (VERSIM

2022), Sodankylä, Finland & Online, Nov 2022.
18. Hsieh, Y.-K., Y. Omura,Energetic electron precipitation induced by very oblique chorus waves in the Earth’s inner magnetosphere, 第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会, 相模原, 2022 年 11 月.
19. Hsieh, Y.-K., Y. Omura, Comparison of Energetic Electron Precipitation Induced by Parallel and Oblique Whistler Mode Chorus Waves, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 19th Annual Meeting, Online, Aug 2022.
20. Hsieh, Y.-K., Y. Omura, Precipitation of resonant electrons interacting with parallel and oblique whistler mode chorus waves, AT-AP-RASC 2022, Gran Canaria & Online, May-June 2022.
21. Hsieh, Y.-K., Y. Omura, Precipitation rates of energetic electrons interacting with parallel and oblique whistler mode chorus emissions in the magnetosphere, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2022, Chiba, Japan & Online, May 2022.
22. Hsieh, Y.-K., Y. Omura, Energetic electron loss process associating with oblique chorus emissions in the outer radiation belt, EGU General Assembly 2022, Vienna & Online, May 2022.
23. Kusachi, K., Y. Miyake, H. Usui, H. Kojima, S. Kurita, and I. Fukasawa, Particle Simulations on Antenna Characteristics in Space Plasma near the Lower-Hybrid Resonance Frequency, URSI-Japan Radio Science Meeting (URSI-JRSM) 2022, 2022 年 9 月.
24. Kondoh K., Study of the MHD scale asymmetric magnetic reconnection in the dayside geomagnetopause, COSPAR 2022 44th scientific assembly, Greece, 2022 年 7 月
25. 近藤光志, シア磁場を考慮した非対称磁気リコネクションの三次元効果, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2022 年秋学会, 相模原, 2022 年 11 月
26. Kondoh K., Three Dimensional MHD simulations of the Dayside Asymmetric Magnetic Reconnection, AGU Fall Meeting 2022, on-line, 2022 年 12 月
27. 三宅洋平, 賀谷信幸, 仁田功一, 電波 COE「電波利活用強靭化に向けた周波数創造技術に関する研究開発及び人材育成プログラム」共同型研究開発進捗報告：技術課題⑤, 第 3 回電波利活用強靭化に向けた電波 COE シンポジウム, 2022 年 6 月.
28. 三宅 洋平, 中澤 和也, 砂田 洋平, 南里 豪志, 深沢 圭一郎, 加藤 雄人, コード結合フレームワーク CoToCoA による磁気圏 MHD－人工衛星帯電連成シミュレーションの実現, 第 185 回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会（SWoPP2022）, 2022 年 7 月.
29. 三宅洋平, 中園仁, 月面近傍プラズマ・静電気環境研究の最近の動向と今後の展望, 地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会・講演会, 2022 年 11 月.
30. 三宅洋平, 人類の活動の場としての月面環境 ～月ダストに関わる学理を中心に～, 第 16 回生存圏フォーラム特別講演会「宇宙で持続可能性を考える」, 2022 年 11 月（招待講演）
31. Miyake, Y., K. Kawaguchi, K. Nakazawa, Y. Sunada, K. Fukazawa, T. Nanri, and Y. Katoh, Development of the Space-Weather-Aware Satellite Charging Analysis Platform Based on the Numerical Code Coupling Framework, AGU Fall Meeting 2022, December, 2022.
32. 中園仁, 三宅洋平, 月面の凹凸に起因する非従来型帯電現象に関するプラズマ粒子シミュレーション, 地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会・講演会, 2022 年 11 月.

33. Nakazono, J. and Y. Miyake, Numerical Simulations on Solar-Wind-Driven Surface Charging within Deep Cavities on the Moon, AGU Fall Meeting 2022, December, 2022.
34. Nariyuki, Y., Parametric instabilities of arc-polarized Alfven waves revisited, 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15) , online, August 2022.
35. Nono, A., Yamashita, Y., Tsukizaki, R., Nishiyama, K., Investigation of ion back flow by Hybrid-PIC simulation considering experimental current density distribution at the conductive surface for microwave discharge ion thruster, The 75th Annual Gaseous Electronics Conference, Sendai, Oct., 2022
36. 濃野歩、山下裕介、月崎竜童、西山和孝、宇宙機-プラズマ間相互作用評価に向けた Hybrid-PIC 計算、第 36 回数値流体シンポジウム、オンライン、2022 年 12 月
37. 濃野歩、山下裕介、月崎竜童、西山和孝、マイクロ波放電式イオンエンジンにおけるバックフローイオンに関する数値計算、令和 4 年度宇宙輸送シンポジウム、相模原、2023 年 1 月
38. 岡田卓郎，天野孝伸，ピックアップイオンが励起する不安定性のハイブリッドシミュレーション，Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2022，幕張，2022 年 5 月.
39. 岡田卓郎，天野孝伸，寺境太樹，Outer Heliosheath のリング分布の安定性における ion-Bernstein モードの影響，第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会，相模原，2022 年 11 月.
40. 齋藤幸碩，加藤雄人，木村智樹，川面洋平，北原理弘，熊本篤志，磁気圏プラズマの沿磁力線分布モデルの開発と分散性 Alfven 波の波動特性の研究，第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会，相模原，11 月 3 日-7 日，2022 年.
41. Saito, K., Y. Katoh, T. Kimura, Y. Kawazura, M. Kitahara, A. Kumamoto, Characteristics of dispersive Alfvén waves inferred from the newly developed magnetospheric plasma distribution model, AGU Fall Meeting 2022, Chicago & Online, 12-16 December 2022.
42. 砂田洋平，三宅洋平，中澤和也，深沢圭一郎，南里豪志，加藤雄人，コード間結合フレームワークを用いた人工衛星帯電解析の技術基盤開発，地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会・講演会, 2022 年 11 月.
43. 王元・西村耕司・橋口浩之，バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発，日本気象学会 2022 年度秋季大会，北海道大学・オンライン，2022 年 10 月 24-27 日.
44. Shimizu, T., Fujimoto,K., MHD Linear Theory of Fourth-order Differential Magnetic Diffusion Effect in Tearing Instability, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS2022), online, August 2022.
45. Shimizu, T., Linear Theory of Low-k Range Tearing Instability, The 6th Asia-Pacific Conference on Plasma Physics (AAPPS-DPP2022), online, Octorber 2022.
46. Shimizu, T., Linear Theory of Tearing Instability with Open Boundary Conditions, International Conference on Numerical Simulation of Plasmas (ICNSP2022), online, September 2022.
47. 清水徹, 開放上流境界条件におけるテアリング不安定性の線形理論，第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会，相模原, 2022 年 11 月.
48. Takagi, J., Y. Miyake, H. Usui, and N. Kaya, Analysis of Radio Wave Scattering by Metal Objects Covered by Plasma, URSI-Japan Radio Science Meeting (URSI-JRSM

2022), 2022 年 9 月.

49. 田村亮祐・西村耕司・橋口浩之，レーダー干渉計インバージョンによる３次元風速場推定手法の開発,日本地球惑星科学連合 2022 年大会，幕張・オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.
50. 坪内　健、Properties of the heliosheath plasma associated with the compression at the termination shock、第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会、相模原、2022 年 11 月
51. 上本祥貴，臼井英之，三宅洋平，松本正晴，水星磁気圏昼間側擾乱に関する粒子シミュレーション，地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会・講演会, 2022 年 11 月.
52. Zenitani, S., M. Yamamoto, and T. Miyoshi, Plasmoid-dominated turbulent reconnection in symmetric and asymmetric systems, US-Japan Workshop on Magnetic Reconnection (MR2022), Monterey, USA, May 2022 (Invited talk)
53. Zenitani, S., M. Yamamoto, and T. Miyoshi, Plasmoid-dominated turbulent reconnection in symmetric and asymmetric systems, EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, May 2022
54. Zenitani, S., M. Yamamoto, and T. Miyoshi, Plasmoid-dominated turbulent reconnection in symmetric and asymmetric systems, AOGS 19th Annual Meeting, Online, Virtual, August 2022
55. Zenitani, S., Getting started with MHD simulations, The 14th International School/Symposium for Space Simulations (ISSS-14), Online/Kobe, Japan, September 2022 (Invited lecture)
56. Zenitani, S., T. N. Kato, Hyper Boris integrators for particle-in-cell simulations, NINS International Research Collaboration Center Astro-fusion Plasma Physics (IRCC-AFP) meeting, Mitaka, Japan, October 2022 (invited talk)
57. 銭谷誠司、中野慎也、プラズマ粒子シミュレーションのための相対論的カッパ分布の乱数生成法、第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会、相模原、2022 年 11 月
58. 銭谷誠司、磁気リコネクションにおけるプラズマ粒子軌道研究の進展、プラズマ・核融合学会、富山、2022 年 11 月 (招待講演)

5-3. 学位論文（修士 7 編，博士 2 編）

（修士）

1. 上本祥貴，神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻修士論文「粒子シミュレーションによる水星固有磁場と太陽風イオンとの電磁的相互作用に関する研究」
2. 岡田卓郎，東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻修士論文「ピックアップイオン分布の安定性における電子運動論効果の影響」
3. 王元，京都大学情報学研究科通信情報システム専攻修士論文「Development of Low Altitude Observation Technology by Bistatic Radar (バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発)」
4. 礒野航，東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻修士論文「Simulation study of the flux enhancement of energetic electrons by toroidal-mode ULF waves in the Earth’s inner magnetosphere」
5. 砂田洋平，神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻修士論文「コード間結合フレームワークを用いた人工衛星帯電数値解析の技術基盤開発」
6. 髙木淳也，神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻修士論文「コール

ドプラズマ近似モデルに基づく電磁界シミュレータの開発」

7. 中園仁, 神戸大学大学院システム情報学研究科計算科学専攻修士論文「月面空洞の静電構造と入射荷電粒子挙動に関する粒子シミュレーション」

（博士）

1. 野儀 武志、京都大学大学院工学研究科、電気工学専攻、博士論文「Study on Whistler-mode Triggered Emissions in the Magnetosphere（磁気圏におけるホイッスラーモード・トリガード放射の研究)」
2. 山下裕介、東京大学大学院工学系研究科、航空宇宙工学専攻、博士論文「Investigation of plasma mode-transition by two-photon absorption laser-induced fluorescence and particle simulation in microwave discharge ion thruster」

5-4. 受賞（3 件）

1. 江本一磨、樫の若木賞、2022 年 7 月 3 日.
2. Hsieh, Y.-K., Outstanding Presentation Awards for Early Career Scientists of the 10th VLF/ELF Remote Sensing of the Ionosphere and Magnetosphere (VERSIM) workshop. 2022 年 11 月 11 日
3. Omura, Y., American Geophysical Union (AGU) Fellow 2022

5-5. 特筆すべき事項（0 件）

該当なし

マイクロ波エネルギー伝送実験装置(METLAB)

共同利用・共同研究専門委員会

委員長　篠原　真毅　（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

生存圏研究所ではこれまで宇宙太陽発電所 SPS(Space Solar Power Satellite/Station)とマイクロ波エネルギー伝送の研究を長年行ってきた。SPS は太陽電池を地球の影に入らない静止衛星軌道(36,000km 上空)に配置し、雨でもほとんど吸収されないマイクロ波を用いて無線で地上に電力を伝送しようという発電所構想である。マイクロ波による無線エネルギー伝送は、SPS だけでなく、携帯電話の無線充電や電気自動車の無線充電にも応用可能で、近年急速に産業化が進んでいる技術である。

本共同利用設備は平成 7 年度にセンター・オブ・エクセレンス（COE）による先導的研究設備経費として導入されたマイクロ波無線電力伝送実験用及び生存圏電波応用実験用電波暗室及び測定機器で構成される「マイクロ波エネルギー伝送実験装置 METLAB (Microwave Energy Transmission LABoratory)」と、平成 13 年度に導入された宇宙太陽発電所研究棟(略称 SPSLAB)、及び平成 22 年度に導入された「高度マイクロ波エネルギー伝送実験装置 A-METLAB(Advanced Microwave Energy Transmission LABoratory)」(図 1(a))及び「高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・レクテナシステム」(図 1(b))が中心となる。

METLAB は高耐電力電波吸収体(1 W/cm^2 以上)を配した 16m(L)×7m(W)×7m(H)の電波暗室で、ターンテーブルと X-Y ポジショナを設置してある。その横の計測室にはスペクトラムアナライザやネットワークアナライザ、パワーメータ等の各種マイクロ波測定器を備える。暗室には、2.45GHz、5kW のマイクロ波電力をマグネトロンで発生させ、直径 2.4m のパラボラアンテナから電波暗室内部に放射することが出来る設備も備えている。

平成 22 年度に導入された A-METLAB は 34.0m(L) x 21.0m(W) x 9.97m(H)の建物(建築面積 714.00 ㎡、述べ床面積 824.72 ㎡)の内部に設置された 18m(L) x 17m(W) x 7.3m(H)の電波暗室と、10mϕ, 10t, 10kW のフェーズドアレーを測定可能な plane-polar 型の近傍界測定装置で構成される。暗室には 1W/cm^2 に耐える電波吸収体を備え、class 100,000 のクリーンブースとしても利用できるようになっているため、将来のマイクロ波エネルギー伝送を行うための人工衛星(最大 10mϕ, 10t, 10kW のフェーズドアレー衛星を想定)を測定することが出来る世界唯一の実験設備である。

高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレー・受電レクテナシステムは世界最高性能を持つマイクロ波エネルギー伝送用フェーズドアレーとレクテナアレーである。フェーズドアレーは 256 素子の GaN FET を用いた F 級増幅器(7W, >70% (最終段))と同数の MMIC

5bit 移相器で構成され、5.8GHz、1.5kW のマイクロ波を放射・制御可能である。レトロディレクティブ、REV 法, PAC 法, 並列化法他の目標推定手法とビームフォーミング手法を備えている。レクテナアレーは 1mW 入力時に 50%以上の変換効率を持つレクテナ 256 素子で構成され、再放射抑制用 FSS(Frequency Selective Surface)や負荷制御装置を備えた実験設備である。本設備は、様々なビームフォーミング実験、目標追尾アルゴリズム実験、制御系を利用したアンテナ開発研究、アンテナを利用した回路開発研究、レクテナ実験、無線電力伝送実験等が可能な実験設備である。

(a) (b)

図 1 (a) A-METLAB 暗室 (b) 高度マイクロ波電力伝送用フェーズドアレーシステム

METLAB は大学本部と協議のうえ、2020 年度より共同利用の一部有料化(企業と国立研究所)を開始した。企業もしくは国立研究所の共同利用者に対し 1 日 10 万円の有料化をかし、2020 年度は 2 課題合計 28 日の利用により 280 万円、2021 年度は 2 課題合計 16 日の利用により 160 万円、2022 年度は 4 課題合計 16 日の利用により合計 39 日の利用により 390 万円の収入を得た。

令和 3 年度(R3.1-R3.12))にメディアで取り上げられた成果は以下のとおりである。

[TV (含む取材 YouTube, PodCast 等]

1. ‘22.3.25 KBS 京都 「京 bizX」マイクロ波送電
2. ‘22.8.26 YouTube 坂田薫の「SCIENCE NEWS」#13 「日本が世界をリードする!宇宙太陽光発電!!」https://www.youtube.com/watch?v=uz8xjwUnBco&t=3215s
3. ‘22.11.9, Air Fuel Alliance, PodCast, “Exploring RF, Regulatory & WPT Standards”, https://airfuel.org/exploring-rf-regulatory-wpt-standards-2/

[新聞]

1. ‘22.2.1 日経新聞 「離れていても勝手に充電」
2. ‘22.3.29 (web) 電波新聞 「京大とパナソニック マイクロ波電力伝送システムを開発」 https://dempa-digital.com/article/299525

3. ‘22.4.4 日刊工業新聞(19 面) 「マイクロ波で電力供給」
4. ‘22.4.4 中日新聞(3 面) 「部屋にいるだけ 夢の充電」
5. ‘22.6.5 京都新聞(4 面) 「最前線京滋ビジネス ベンチャー」
6. ‘22.10.7 (web) 産経新聞「離れた場所の機器に電波を使って充電　ソフトバンクなど、令和 12 年に実用化へ」
   https://www.sankei.com/article/20221007-FXT4SRSRDBKN7EKNNBXJYIGDDQ/
7. ‘22.10.10 (web) 日刊工業新聞「ソフトバンク・京大など、ミリ波通信で電力伝送　基地局・周波数を有効活用」https://www.nikkan.co.jp/articles/view/650667

[雑誌/Web 記事]

1. ’22.2.3 (web) ザイ・オンライン 「空間伝送型ワイヤレス電力伝送システム」関連銘柄を解説」 https://diamond.jp/articles/-/295260
2. ‘22.2.12 (web) 0 テレ NEWS「雲の上はいつも晴れ!？宇宙太陽光発電とは」
   https://news.ntv.co.jp/category/economy/948e3861e4ea4d99a4f6769b85a13eab
3. ’22.3.16 (web) YOU’S (関西電力広報誌)「電力安定供給と脱炭素化を実現する夢の『宇宙太陽光発電』」
   https://www.kepco.co.jp/corporate/report/yous/active-kansai/no3/article4.html?utm_source=organic&utm_medium=display&utm_campaign=202203_mail
4. ’22.3.25 (web) TECH+「京大とパナソニック、マイクロ波電力伝送システムのサンプル提供を開始」https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220325-2304072/
5. ’22.3.30 (web) TechCrunch Japan「京都大学とパナソニック、電池交換や電源ケーブルが不要になるマイクロ波電力伝送システムのサンプル提供開始」
   https://jp.techcrunch.com/2022/03/30/wireless-power-feeding-enesphere/
6. ’22.4.5 (web) ニュースイッチ「マイクロ波で電力供給するスゴいシステム、京大とパナソニックが電源フリー化実現へ」https://newswitch.jp/p/31580
7. ‘22.6.5 (web) SAKISIRU「将来は、駅構内を歩くだけでスマホ充電も !?「電波」について学ぼう」https://sakisiru.jp/28980
8. ’22.6.26 (web) SAKISIRU「太陽光発電衛星からワイヤレスで地球に送電！日本が挑む壮大な「電波」研究」https://sakisiru.jp/30461
9. ‘22.7 Yano E plus「マイクロ波方式ワイヤレス給電システムの動向」
10. ’22.10.7 (web) TECH+ マイナビ「ソフトバンクなど、ミリ波通信装置へのワイヤレス電力伝送実装に成功」https://news.mynavi.jp/techplus/article/20221007-2474726/
11. ’22.10.7 (web) ITmedia「基地局からの電波で AirTag などに給電 ソフトバンクが実験に成功、世界初 - ITmedia NEWS」
    https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2210/07/news136.html
12. ’22.10.7 (web) Yahoo！ニュース「基地局から無線給電、ソフトバンクらが実験成功

--AirTag 大のデバイスを想定(CNET Japan) - Yahoo!ニュース」
https://news.yahoo.co.jp/articles/26d4ffc39b07d0e766674800b0e97c6e2852406f

13. ’22.10.7 (web) ケータイ Watch「基地局の電波でデバイスを充電、6G 時代に向けソフトバンクなど実証に成功 - ケータイ Watch」
https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/1445912.html
14. ’22.10.7 (web) ニコニコニュース「ソフトバンクが「ワイヤレス電力伝送」実験成功、5G 基地局からの送電で無線給電でき商用利用も視野 | ニコニコニュース」
https://news.nicovideo.jp/watch/nw11531473
15. ’22.10.7 (web) BUSINESS NETWORK「ソフトバンクなど、基地局へのワイヤレス電力伝送機能の実装に成功」https://businessnetwork.jp/article/11167/
16. ’22.12.3, Swissnex newsletter (web), “A Japanese–Swiss Workshop to Shape the Future of Clean Energy from Space”,
https://swissnex.org/news/a-japanese%e2%80%92swiss-workshop-to-shape-the-future-of-clean-energy-from-space

２．共同利用研究の成果

令和 4 年度の共同利用採択テーマは以下の通りである。

1. 28GHz無線電力伝送システムの研究（新規）
   京都大学生存圏研究所 楊波
2. 相互結合を応用したワイヤレス電力伝送高効率化およびマイクロ波融雪用導波管上ワイヤレス電力伝送の研究（継続）
   函館工業高等専門学校 丸山珠美
3. ドローン搭載を目指したマイクロ波による電力伝送用受信アンテナの開発（新規）
   明石工業高等専門学校 梶村好宏
4. 小型ドローンへのマイクロ波無線電力伝送の研究（継続）
   京都大学生存圏研究所 高林伸幸
5. 小型合成開口レーダ用衛星搭載軽量アンテナの開発（継続）#
   宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 田中孝治
6. RFアンテナ搭載太陽電池アレーの開発（継続）
   総合研究大学院大学 山神達也
7. ウェアラブルデバイスへ向けた無線電力伝送システム用小型高効率受電レクテナの開発（継続）
   京都大学生存圏研究所 河合勝己
8. 万能アンテナの開発（継続）
   京都大学生存圏研究所 氏原秀樹
9. ミリ波イメージング用プローブアンテナの開発（継続）

静岡大学 松永真由美

10. 電磁界結合型マイクロ波加熱装置による複数試料同時加熱の検討（新規）
    京都大学生存圏研究所 豊永雄郎
11. 28GHz 帯ワイヤレス電力伝送におけるフェーズドアレイアンテナ制御の簡易化検討（新規）
    京都大学生存圏研究所 鎌田紘行
12. 5.75GHz帯無線充電システムの近距離無線送受電実験（継続）#
    翔エンジニアリング 藤原暉雄
13. 遠方領域における28GHz 帯RIS 測定（新規）#
    AGC株式会社 加賀谷修
14. X 帯２重偏波パラボラアンテナの開発・研究（新規)(随時) #
    東芝エレクトロニックシステムズ株式会社 村野隆
15. WPT レクテナ受電特性基本試験（新規)(随時) #
    京(株)Space Power Technologies 古川実

#：有料利用者

３．共同利用状況

表１　METLAB 共同利用状況

年度(平成/令和)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
採択課題数	8	12	10	16	14	9	9	14	20	11
共同利用者数 *	45	52	69	112	69	54	49 学内 14 学外 35	73 学内 19 学外 54	89 学内 31 学外 58	61 学内 25 学外 36

年度(平成/令和)	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4
採択課題数	17	18	20	19	21	17	20	14	15
共同利用者数 *	83 学内 32 学外 51	81 学内 27 学外 54	73 学内 20 学外 53	71 学内 21 学外 50	92 学内 23 学外 69	62 学内 22 学外 40	67 学内 25 学外 42	54 学内 16 学外 38	74 学内 18 学外 56

*　研究代表者および研究協力者の延べ人数

４．専門委員会の構成及び開催状況（令和 4 年度）

・石崎　俊雄（龍谷大学理工学部電子情報学科，教授）

・野口 啓介（金沢工業大学 工学部電気電子工学科，教授）
・田中 孝治（JAXA/ISAS，准教授）
・陳　強（東北大学大学院工学研究科 通信工学専攻，教授）
・藤野　義之（東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科，教授）
・藤元　美俊（福井大学大学院工学研究科 情報・メディア工学専攻，教授）
・西川健二郎（鹿児島大学大学院理工学研究科 電気電子工学専攻，教授）
・松永真由美（静岡大学 工学部，准教授）
・和氣 加奈子（国立研究開発法人情報通信研究機構 経営企画部企画戦略室，プランニングマネージャー）
・松尾　哲司（京都大学大学院 工学研究科 電子工学専攻，教授）
・山本　高至（京都大学大学院 情報学研究科 通信情報システム専攻，准教授）
・宮坂　寿郎（京都大学大学院 農学研究科 地域環境科学専攻，助教）
・渡邊　隆司（生存圏研究所 バイオマス変換分野，教授）
・山本　衛　（生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野，教授）
・篠原　真毅（委員長）（生存圏研究所 生存圏電波応用分野，教授）
・小嶋　浩嗣（生存圏研究所 宇宙圏電波科学分野，教授）
・橋口　浩之（生存圏研究所 レーダー大気圏科学分野，教授）
・三谷　友彦（生存圏研究所 生存圏電波応用分野,准教授）

令和 4 年度は令和 5 年 3 月 17 日に専門委員会を開催した。あわせて第 23 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会を実施し、共同利用成果の発表を行った。

５．特記事項

本共同利用設備は令和 2 年度より京都大学宇治地区設備サポート拠点に参加しており、宇治地区各研究所の共同利用設備と協力して全国共同使用を効率的に推進している。京都大学宇治地区設備サポート拠点は、研究所の既存の枠組みを超え、学内外に対して優れた設備の共同利用を推進するため、宇治地区としての特性と部局の特性に配慮しつつ、有機的な連合体である。

令和 4 年度共同利用研究活動の中で作成された修士論文、博士論文
共同利用研究の成果による学術賞および学術論文誌に発表された論文

1) 受賞

2023 IEEE Journal of Microwaves Best Paper Award, for Christopher Rodenbeck, Paul Jaffe, Bernd Strasser, Paul Hausgen, James McSpadden, Hooman Kazemi, Naoki Shinohara, Brian Tierney, Christopher DePuma, and Amanda P. Self, “Microwave and Millimeter Wave Power Beaming,” IEEE Journal of Microwaves, vol. 1, no. 1, pp. 229-259, Jan. 2021.
https://mtt.org/2023-ieee-mtt-s-best-paper-awards/

公益財団法人電気科学技術奨励会 文部科学大臣賞，for 谷博之，田中勇気，篠原真毅，“920MHz 帯空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの開発と実用化”, 2022.11

公益財団法人電気科学技術奨励会 電気科学技術奨励賞，for 谷博之，田中勇気，篠原真毅，“920MHz 帯空間伝送型ワイヤレス電力伝送システムの開発と実用化”, 2022.11

鈴木健斗: 安立計器株式会社賞，for 鈴木健斗，三谷友彦，篠原真毅，"マイクロ波加熱に向けたOAMモード切替による電力密度分布の平均化"，日本電磁波エネルギー応用学会, 2022.10.12-14

Kota Unyu: th STI-Gigaku 2022 Best Research Presentation Award for “Visualization of the transient response of electromagnetic fields propagating inside circuit-type waveguides for microwave snow melting”, 2022

Kento Suzuki: IEEE MTT-S Kansai Chapter Best Presentation Award (1st), for Kento Suzuki, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Feasibility Study of Uniform Microwave Heating by Switching OAM Modes”, IEEE MTT-S Kansai Chapter, 15th Kansai Microwave Meeting for Young Engineers, 2022.11.19

Hiroyuki Kamada : 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop Best Student Award, for Hiroyuki Kamada, Bo Yang, Wenyi Shao, Baku Takahara, Naoki Shinohara, Tomohiko Mitani, “Study of Partially Driven Array Antenna with the Coupling Lines”, 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2022.12.5-6

Hiroyuki Kamada : 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop WiPoT Award, for Hiroyuki Kamada, Bo Yang, Wenyi Shao, Baku Takahara, Naoki Shinohara, Tomohiko Mitani, “Study of Partially Driven Array Antenna with the Coupling Lines”, 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop (AWPT), 2022.12.5-6

Kento Suzuki: IEEE MTT-S Kansai Chapter Best Young Presentation Award, for Kento Suzuki, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, “Feasibility Study of Uniform Microwave Heating by Switching OAM Modes”, IEEE MTT-S Kansai Chapter, 2022.12.26

河合勝己 : IEEE MTT-S Kansai Chapter Best Poster Award, for “3 次高調波をパイロット信号として利用可能なレクテナの開発”，IEEE APS/MTTS Kansai Chapter Young Engineers' Technical Meeting 2022, 2022.12.26

鈴木健斗 : IEEE AP-S Kansai Joint Chapter Best Presentation Award, for “一様マイクロ波加熱に向けたOAMモード照射パターンによる電力密度分布の平均化”IEEE APS/MTTS Kansai Chapter Young Engineers' Technical Meeting 2022, 2022.12.26

2) 著書

Naoki Shinohara and Jiafeng Zhou (ed.), “Far-Field Wireless Power Transfer and Energy Harvesting”, ISBN 978-1630819125, Artech House, UK, 2022.8

[解説記事]

篠原真毅, “まるで SF!宇宙ソーラー&送電の研究”, トランジスタ技術, 2022.7, pp.204-208

篠原真毅,“宇宙太陽光発電の研究開発現状”, エレクトロヒート, No. 244, 2022.7, pp.7-10

篠原真毅, “宇宙太陽光発電システムによるカーボンニュートラルへの貢献”, 月刊経団連, vol.70, no.10, pp.22-23, 2022.10

篠原真毅, “宇宙太陽発電所 SPS の研究開発の最新動向”, 精密工学会誌, 2022

篠原真毅, “ワイヤレス給電の可能性 - カーボンニュートラルへの貢献 -“, 日本試験機工業会 test, vol.65, 2022.10, pp.3-5

3) 学術論文誌

Yusho Kanaya, Masashi Nakatsugawa, Tamami Maruyama, Manabu Omiya, Yasuhiro Tamayama: “FDTD Analysis on WPT Efficiency Between Circuit-Shape Leaky Waveguide and $\lambda/2$ Dipole Antenna for Snow Melting Application,” ELEKTRIKA- Journal of Electrical Engineering, doi.org/10.11113/ elektrika, .vol. 21, no2.409, pp.82-85

Tamami Maruyama, Koki Shibata, Masashi Nakatsugawa, Yasuhiro Tamayama, Manabu Omiya, Tsunayuki Yamamoto, Takahiko Nakamura, Kouzoh Ohshima, Mitsuru Muramoto, Yutaka Nasuno, Keiichi Ito: “Wireless Power Transmission Efficiency of Dipole Array Antenna using a Left-Handed Waveguide Slot Antenna as a Feeder,” ELEKTRIKA- Journal of Electrical Engineering, DOI10.11113/elektrika.v21n2.410, , .vol. 21, no2.410, pp.86-89

Yuki Tanaka, Hikaru Hamase, Kazuki Kanai, Ryosuke Hasaba, Hiroshi Sato, Yoshio Koyanagi, Takuma Ikeda, Hiroyuki Tani, Manabu Gokan, Shoichi Kajiwara, and Naoki Shinohara, “Simulation and Implementation of Distributed Microwave Wireless Power Transfer System”, IEEE Trans MTT, vol.70, no.2 , pp.1-10 , 2022, doi:10.1109/TMTT.2022.3142259

Naoki Shinohara, and Taichi Sasaki, “A Study on Automatically Target-Chasing Microwave Power Transfer Systems in Multipath Environments”, Energies, vol.15, no.7, 2343, 2022, doi.org/10.3390/en15072343

Qian Chen, Zhuo Long, Naoki Shinohara, and Changjun Liu, “A Substrate Integrated Waveguide

Resonator Sensor for Dual-Band Complex Permittivity Measurement”, Processes, Vol.10, No.10, 2022, https://doi.org/10.3390/pr10040708

Nobuyuki Takabayashi, Katsumi Kawai, Mizuki Mase, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Large-scale Sequentially-Fed Array Antenna Radiating Flat-top Beam for Microwave Power Transmission to Drones”, IEEE Journal of Microwaves, Vol.2, No.2, pp. 297-306, 2022, doi: 10.1109/JMW.2022.3157845

Bo Yang, Tomohiko Mitani, Naoki Shinohara, and Huaiqing Zhang, “High-Power Simultaneous Wireless Information and Power Transfer: Injection-Locked Magnetron Technology”, ZTE Communications, Vol. 20, No. 2, pp. 3–12, Jun. 2022. doi: 10.12142/ZTECOM.202202002

Nobuyuki Takabayashi, Bo Yang, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Lightweight and Compact Rectenna Array with 20W-class Output at C-band for Micro-drone Wireless Charging”, IEICE Trans. C, Vol.E105-C, No.10,pp.509-518, Oct. 2022,

doi: https://doi.org/10.1587/transele.2022MMP0004

Ryo Mochizuki, Naoki Shinohara, and Atsushi Sanada, “Zero-Poynting-Vector E || B Beltrami Field Cylindrical Cavity Resonators”, Journal of Applied Physics, Editor’s Choise, vol.12, no.7, 075314, 2022, doi: 10.1063/5.0100710

Koki Miwatashi, Takashi Hirakawa, Naoki Shinohara, and Tomohiko MItani, “Development of High-Power Charge Pump Rectifier for Microwave Wireless Power Transmission” Joarnal of Microwaves, accepted, 2022, doi:10.1109/JMW.2022.3204434

Bo Yang, Tomohiko Mitani, Naoki Shinohara, “Auto-Tracking Wireless Power Transfer System With Focused-Beam Phased Array”, IEEE Trans. MTT, pp.1-8, 2022.11.24, doi:10.1109/TMTT.2022.3222179

(招待) 篠原真毅, “宇宙太陽光発電の実現に向けた我が国のビームマイクロ波送電システム開発プロジェクト”, 電子情報通信学会論文誌 C, Vol.J105-C, No.1, pp.11-18, 2022, doi:10.14923/transelej.2021MWI0002

氏原秀樹, “万能アンテナの開発”, 京都大学生存圏研究所生存圏研究, No18, pp23-30, 2022

4) 博士論文

Nobuyuki Takabayashi (Kyoto Univ.), “Power Beaming and Receiving Systems for Microwave Power Transmission to Fly Drone”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2022.7

田中勇気 (京都大学), “IoT デバイスに向けたマイクロ波無線電力でのシステムの開発”, 京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2022.9

5) 修士論文

片岡瑞貴, “マイクロ波送電における目標自動追尾方式の干渉低減手法に関する研究”,

京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2022.3

間瀬瑞季, “OAM モードによる無線電力情報同時伝送の研究”，京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2022.3

見渡洸揮, “空間伝送型ワイヤレス給電用 5.8 GHz 帯整流回路の大電力化に関する研究”，京都大学大学院工学研究科電気工学専攻, 2022.3

6) 学士論文

高原麦, “0 次モード共振を用いた均一マイクロ波加熱の基礎研究”, 京都大学工学部電気工学専攻, 2022.3

鈴木健斗, “OAM モード照射パターンを利用した一様マイクロ波加熱の基礎研究”, 京都大学工学部電気工学専攻, 2022.3

7) 学会発表

(Invited) Tamami Maruyama, Masashi Nakatsugawa, Takahiko Nakamura, Yasuhiro Tamayama, Manabu Omiya: “The Rectenna Array for Minecart Fed by Leaky Wave Waveguide for Microwave Snow Melting,” 2022 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC), DOI 10.1109/APWC49427.2022.9899900, pp.65-66., 2022

(Invited) M. Nakatsugawa, Y. Kanaya, T. Maruyama, M. Omiya, Y. Tamayama: “WPT Performance Analysis on Antenna Height Dependency between Circuit-Shape Leaky Waveguide and λ/2 Wavelength Dipole Antenna,”2022 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC), DOI: 10.1109/APWC49427.2022.9899954, 2022

(Panel) Naoki Shinohara, "Roadmap to new world with electricity like air”, IEEE IoT Vertical and Topical Summit at 2022 IEEE Radio & Wireless (RWW2022), Las Vegas, USA and Online, 2022.1.12

(Invited) Naoki Shinohara, “Novel beam control technology for practical applications of far-field wireless power transfer”, 2022 IEEE Radio & Wireless (RWW2022), Las Vegas, USA and Online, 2022.1.16-19

(Invited) Naoki Shinohara, "Far-Field Wireless Power Transfer - Current Status and Future -", the annual I2CNER-IMI International Joint Workshop, Kyushu University, Japan, and Online, 2022.1.26

(Invited) Naoki Shinohara, “Far-Field Wireless Power Transfer Technology from Business to Solae Power Satellite via Moon”, 2021-22 Moon Village Architecture Workshop, Online, 2022.1.25-27

(Workshop) Naoki Shinohara, "Wireless Powered IoT Sensor Technology”, European Microwave

Week 2021 Workshop “Recent Developments in Wireless Power Transfer and Energy Harvesting”, London, UK, 2022.4.2-7

(Invited) Naoki Shinohara, "Advanced Retrodirective System for Beam WPT”, Special Session: On the Occasion of Nikola Tesla's 165th Anniversary, European Microwave Week 2021, London, UK, 2022.4.2-7

(Workshop) Bo Yang, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Improving an S-Band Injection Locked Magnetron Based on Anode Current Regulation”, 2022 Atlantic and Asia Pacific Radio Science Conference (AT-AP-RASC), Gran Canaria and online, 2022.5.29-6.4

(Invited) Naoki Shinohara, " New World of Internet-Of-Energy with Wireless Power Transfer via Microwaves”, IMPI’s 56th Annual Microwave Power Symposium, Savannah, Georgia, USA , 2022.6.14-16

(School) Naoki Shinohara, “Novel Rectifier Designs for Far Field WPT”, IEEE Wireless Power Week 2022 School, Borldeaux, France, 2022.6.4-5

(Invited) Naoki Shinohara, Hiroyuki Kamada, Bo Yang, and Wenyi Shao, “Novel Beam Forming Antenna Technology for Wireless Power Transfer”, 4th Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Chengdu, China, and online, 2022.8.17-19

(Workshop) Naoki Shinohara and Bo Yang, “Magnetron Phased Array for Space-based Solar Power”, European Microwave Week 2022 Workshop WM4 ”Space Based Solar Power”, Milan, Italy, 2022.9.26

(Invited) Naoki Shinohara, Bo Yang, Wenyi Shao, and Hiroyuki Kamada, “Novel Phased Array Technology for Wireless Power Transfer via Microwaves”, 10th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP2022), Xiamen, China, 2012.11.4-7

(Invited) Naoki Shinohara, ”Recent R&D of Solar Power Satellite and Related Beam Wireless Power Transfer Technology”, The 8th International Forum on Wide Bandgap Semiconductors (IFWS 2022), Suzhou, China, 2022.11.7-10

(Invited) Naoki Shinohara, “WPT Research Project and Next Satellite Experiment Plan Toward SPS in Japan”, 2022 China Space Conference, China and Online, 2022.11.22

Tamami Maruyama, Koki Shibata, Masashi Nakatsugawa: “Experimental Study of Efficiency with Inductance Load and Relay Coil for Magnetic Field Coupling WPT,” ISAP 2022 The 2022 International Symposium on Antennas and Propagation, DOI 10.1109/ISAP53582.2022.9998765, pp353-354.

Tamami Maruyama, Masashi Nakatsugawa, Takahiko Nakamura, Yasuhiro Tamayama, Tsunayuki Yamamoto, Manabu Omiya, Keiichi Ito, Kouzoh Ohshima, Mitsuru Muramoto, Yutaka Nasuno: “Wireless Power Transmission Efficiency of Rectenna Array Connected in Parallel,” 2022 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting (AP-S/URSI). pp. 1744-1745, DOI:

10.1109/AP-S/USNC-URSI47032.2022.9886607

Masashi Nakatsugawa, Fusuke Kurotani, Yuya Chiba, Tamami Maruyama: “A Phase Shifter Composed of Reduced-Size Rat-Race Coupler with CRLH Transmission Lines and Resonating R, eactance Circuits”, 2021 51st IEEE European Microwave Conference (EuMC) Year: 2022. DOI: 10.23919/EuMC50147.2022.9784216.

Hideki UJIHARA, "Development of wideband feed with sharp cut-off frequency OMT for RFI", ECMWF RFI2022 conference paper,https://doi.org/10.46620/RFI22-015

Hideki UJIHARA , "Development of wideband feed with sharp cut-off frequency OMT for RFI", RFI2022 workshop at ECMWF, online, 2022.2.14-18

Hideki UJIHARA, ” Development of Wideband Antennas", 12th IVS General Meeting, online, 2022.3.28-4.1

Katsumi Kawai, Nobuyuki Takabayashi, Takero Toyonaga, Kento Suzuki, and Naoki Shinohara, “Development of Rectenna for Estimating Received Power Level Using Second Harmonic Wave”, IEEE Wireless Power Week 2022, Borldeaux, France, 2022.6.6-8, Proceedings ID1165

Nobuyuki Takabayashi, Takero Toyonaga, Kento Suzuki, Katsumi Kawai, Yuji Tanaka, and Naoki Shinohara, “Initial Developments of Image-Recognition-Aided Microwave Power Transmission System for Smartphone Charging”, IEEE Wireless Power Week 2022, Borldeaux, France, 2022.6.6-8, Proceedings ID1162

Takuma Ikeda, Yuki Tanaka, Hiroyuki Tani, Ryosuke Hasaba, and Naoki Shinohara, “Application of Wireless Power Transfer to Wearable IoT Devices”, IEEE Wireless Power Week 2022, Borldeaux, France, 2022.6.6-8, Proceedings TUIF1-12

Nobuyuki Takabayashi, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Study on Power Conversion Efficiency of Rectenna Array with Deformed Flat-top Beam for Microwave Power Transmission”, 2022 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS2022), Denver, US, 2022.6.19-25, Proceedings TUIF1-12

Baku Takahara, Tomohiko Mitani and Naoki Shinohara, “Feasibility Study on One-Dimensional Uniform Microwave Heating by Zeroth-Order Resonator”, 4th Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Chengdu, China, and online, 2022.8.17-19

Kento Suzuki, Tomohiko Mitani and Naoki Shinohara, “Feasibility Study of OAM-Mode Irradiation Patterns for Uniform Microwave Heating”, 4th Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Chengdu, China, and online, 2022.8.17-19

Takero Toyonaga, Tomohiko Mitani and Naoki Shinohara, “Study on Simultaneous Microwave Heating of Multiple Samples by Semi-Open Type Applicators”, 4th Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA), Chengdu, China, and online, 2022.8.17-19

Naoki Shinohara, Hiroyuki Kamada, Bo Yang, and Wenyi Shao, “Development of Simple Phased

Array for Millimeter Wave Wireless Power Transfer", URSI-Japan Radio Science Meeting (URSI-JRSM2022), Tokyo, 2022.9.1-2

K. Unyu. T. Maruyama, M. Nakatsugawa, M. Omiya, Y. Tamayama, "Transient response of circuit type slotted waveguides for microwave snow melting," Chitose International Forum on Science & Technology (CIF 2022), Session 2(RR1), p.1, 2022

Bo Yang, Wenyi Shao, Hiroyuki Kamada, and Naoki Shinohara, "Development of 28GHz high efficiency and simple phased array", Japan- Switzerland SBSP/WPT Workshop, Tokyo, Japan, 2022.11.1

Hiroyuki Kamada, Bo Yang, Wenyi Shao, and Naoki Shinohara, "Novel and Simple Beam Forming with Partially Driven Array in 28GHz Radiative Near-Field", Japan- Switzerland SBSP/WPT Workshop, Tokyo, Japan, 2022.11.1

Hideki Ujihara, "Development of Wideband Antennas", 23rd East Asia Submillimeter-wave Receiver Technology Workshop, 2022.11.14-15

Yuga Sasaki, Masashi Nakatsugawa, Tamami Maruyama, Manabu Omiya, Yasuhiro Tamayama, "WPT Performance Analysis on the Circumference Length Dependence of the CircuitShape Leaky Waveguide Using the FDTD, " 7th STI-Gigaku,_Abstracts 1(STI-9-62), pp.134-134, 2022

Kota Unyu, Tamami Maruyama, "Visualization of the transient response of electromagnetic fields propagating circumferentially around the inside of a circuit-shape slotted waveguide for microwave snow melting," 7th STI-GIGAKU, 1(STI-4-4), pp.46-46, 2022

Wenyi Shao, Bo Yang, Qiang Chen, and Naoki Shinohara, "Abruptly Autofocusing Beams Based on Phase Modulated Zone Plate", 2022 Asia- Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, and Online, 2022.11.29-12.2, Proceedings TH1-F3-6

Hiroyuki Kamada, Bo Yang, Wenyi Shao, Naoki Shinohara, Tomohiko Mitani, "Application of Partially Driven Array Antenna to 28 GHz Near-Field WPT", 2022 Asia- Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, and Online, 2022.11.29-12.2, Proceedings TH1-F5-5

Kento Suzuki, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, "Feasibility Study of Uniform Microwave Heating by Switching OAM Modes", 2022 Asia- Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, and Online, 2022.11.29-12.2, Proceedings FR3-F5-3,

Baku Takahara, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, "Feasibility Study on Electromagnetic Coupled Type Uniform Microwave Heating Using a Zeroth-Order Resonator", 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, and Online, 2022.11.29-12.2, Proceedings FR3-F5-5

Takero Toyonaga, Tomohiko Mitani, and Naoki Shinohara, "Study on Electromagnetic Coupling-Type Microwave Heating Systems with Repeaters", 2022 Asia- Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, and Online, 2022.11.29-12.2, Proceeding FR3-F5-4

Bo Yang, and Naoki Shinohara, “Demonstration of Auto-Tracking Charging for a Smartphone with Microwave Power Transmission and Qi Wireless Charging”, 2022 Asia- Pacific Microwave Conference (APMC), Yokohama, Japan, and Online, 2022.11.29-12.2, Proceedings TH1-F5-3,

Hiroyuki Kamada, Bo Yang, Wenyi Shao, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Study of Partially Driven Array Antenna with the Coupling Lines”, 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, Kyoto, Japan and Online, 2022.12.5-6, Proceedings MO-2-O3

Wenyi Shao, Bo Yang, Hiroyuki Kamada, and Naoki Shinohara, “Integrated Design of Ultra-lightweight Active Phased Array for Millimeter Wave Wireless Power Transfer”, 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, Kyoto, Japan and Online, 2022.12.5-6, Proceedings MO-2-O4

Keto TOGAWA, Takeo KOBASHI, Tsunayuki YAMAMOTO, Tamami MARUYAMA, Masashi NAKATSUGAWA, Takahiko NAKAMURA, Keiichi ITO, Mitsuru MURAMOTO, Yutaka NASUNO, Kohzoh OHSHIMA, Manabu OMIYA, Yasuhiro TAMAYAMA, “Research on Characteristics of Arc-Shaped CRLH Waveguide for a Snow Melting System, 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, 1(1), pp. 102-106, 2022

Kota UNYU, Tamami MARUYAMA, Masashi NAKATSUGAWA, Manabu OMIYA, Yasuhiro Tamayama, “Left-Handed Slotted Waveguide Analysis Using FDTD method,”2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, 1(1), pp. 98-101, 2022

Noa EBITA, Tamami MARUYAMA, Masashi NAKATSUGAWA, Masaya TAMURA, “Wireless Power Supply for LED Accessories Based on the Principle of the Looped Yagi-Uda Antenna,” 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, 1(1), pp. 31-32, 2022

Yuga SASAKI, Masashi NAKATSUGAWA, Tamami MARUYAMA, Manabu OMIYA, Yasuhiro TAMAYAMA, “WPT Performance Dependency on the Circumference Length of the Circuit Shape Waveguides,” 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, 1(1), pp. 137-140, 2022

Akari KAMADA, Tamami MARUYAMA, Masashi NAKATSUGAWA, Masaya TAMURA, “Analysis on the wireless power transmission efficiency of the moving objects simultaneously fed by a single coil for the magnetic field coupled WPT.” 2022 Asian Wireless Power Transfer Workshop, 1(1), pp.134-136, 2022

(特別) 楊波, 三谷友彦, 篠原真毅, “5.8GHz 帯電力可制御マグネトロンフェーズドアレー”, 電子情報通信学会マイクロ波研究会, 2022.3, 信学技報, Vol. 121, No. 400, MW2021-121, pp. 59-62, 2022.3.3

(招待) 篠原真毅, “宇宙太陽光発電の日本と世界の研究開発現状”, 第 41 回宇宙エネルギーシンポジウム, 2022.3.29

(招待) 篠原真毅, “宇宙太陽光発電の実現に向けた我が国のビームマイクロ波送電システム開発プロジェクトの現状”, 電子情報通信学会マイクロ波研究会, 2022.4.15, 信学

技報, vol.122 , no.2 , MW2022-7, pp. 25-25

(招待) 篠原真毅, “マイクロ波無線電力伝送の実用化の現状と将来展望”, 電子情報通信学会 Webinar, 2022.5.13

(基調) 篠原真毅, “SSPS 研究開発の各国の動向について 2022 年度版”, 第 8 回 SSPS シンポジウム, 2022.12.17

氏原秀樹, 市川隆一, 関戸衛, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 小林智勝, 寺家孝明, 小山友明, 竹内央, 今井裕, “世代マイクロ波放射計兼広帯域 VLBI 受信システムの開発(II)”, 日本天文学会春季年会, 2022.3.2-5

Nobuyuki Takabayashi, Naoki Shinohara, and Tomohiko Mitani, “Influence Evaluation of Element Elimination in phased arrays of Flat-top Beam for Microwave Power Transmission System for Micro-drone”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-21, pp. 10-12

間瀬瑞季, 篠原真毅, 三谷友彦, 石野祥太郎, “OAM モードによる無線電力情報同時伝送の研究”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-22, pp. 13-16

片岡瑞貴, 楊波, 篠原真毅, 三谷友彦, “2 倍周波数レトロディレクティブのための位相共役回路”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-33, pp. 58-61

見渡洸揮, 篠原真毅, “大電力空間伝送型ワイヤレス給電に向けた 5.8 GHz 帯 R 級負荷型シングルシャント整流回路の設計”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-34, pp. 62-65

楊波, 鎌田紘行, 篠原真毅, 三谷友彦, “28GHz 帯低損失移相器の設計”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-36, pp. 70-73

河合勝己, 楊波, 篠原真毅, 三谷友彦, “液晶ディスプレイへ向けた電力情報同時伝送用レクテナアレイの開発”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-37, pp. 74-77

氏原秀樹, 三谷友彦, 市川隆一, “広帯域アンテナの開発(II)”, 電子情報通信学会無線電力伝送研究会, 第 21 回宇宙太陽発電と無線電力伝送に関する研究会(オンライン), 2022.3.7-8, 信学技報, vol. 121, no. 414, WPT2021-39, pp. 82-85

鎌田紘行, 楊波, 篠原真毅, 長谷川直輝, 中本悠太, 平川昂, 太田喜元, “28GHz 帯ワイヤ

レス電力伝送におけるフェーズドアレイアンテナ位相制御の簡易化検討”，電子情報通信学会総合大会(オンライン), 2022.3.15-18, DVD-ROM B-20-21

豊永雄郎, 三谷友彦, 篠原真毅, “電磁界結合型マイクロ波加熱装置による複数試料同時加熱の検討”，電子情報通信学会総合大会(オンライン), 2022.3.15-18, DVD-ROM C-2-67

高原麦, 三谷友彦, 篠原真毅, “0次モード共振を用いた均一マイクロ波加熱の基礎研究”, 電子情報通信学会総合大会(オンライン), 2022.3.15-18, DVD-ROM C-2-68

鈴木健斗, 三谷友彦, 篠原真毅, “OAM モード照射パターンを利用した一様マイクロ波加熱の基礎研究”，電子情報通信学会総合大会(オンライン), 2022.3.15-18, DVD-ROM C-2-69

氏原秀樹, “広帯域アンテナの開発”, 電子情報通信学会総合大会(オンライン), 2022.3.15-18

氏原秀樹, “Development of wideband antenna”, RSI 日本電波科学会議, 2022.9.1-2

氏原秀樹, “広帯域アンテナの開発”，電子情報通信学会ソサイエティ大会(オンライン), 2022.9.6-9

柴田紘希, 鎌田 緋莉, 島田 昂幸, 丸山珠美, 中津川征士, “インピーダンス装荷と中継コイル挿入による磁界結合 WPT 効率改善に対する実験的検討,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会(オンライン), B-1-82, p.82, 2022.9.6-9

丸山珠美, 海老田のあ, 柴田紘希, 中津川征士, 村田政隆, “レクテナアレーの導波作用によるワイヤレス電力伝送効率改善測定,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会(オンライン), B-20-12, p.369, 2022.9.6-9

氏原秀樹, 市川隆一, 関戸衛, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 小林智勝, 寺家孝明, 小山友明, 竹内央, 今井裕, “次世代マイクロ波放射計兼広帯域 VLBI 受信システムの開発(III)”, 日本天文学会秋季年会, 2022.9.13-15

氏原秀樹, 市川隆一, 関戸衛, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 小林智勝, 竹内央, 今井裕, 寺家孝明, 小山友明, “次世代超高感度マイクロ波放射計用広帯域受信機の開発(III)”, 日本測地学会第 138 回講演会, 2022.10.5-7

高原麦, 三谷友彦, 篠原真毅, “0 次モード共振器を用いた電磁界結合型均一マイクロ波加熱の基礎研究”，日本電磁波エネルギー応用学会(オンライン), 2022.10.13-14, 1B03

鈴木健斗, 三谷友彦, 篠原真毅, “マイクロ波加熱に向けた OAM モード切替による電力密度分布の平均化”，日本電磁波エネルギー応用学会(オンライン), 2022.10.13-14, 1B04

豊永雄郎, 三谷友彦, 篠原真毅, “リピータを用いた電磁界結合型マイクロ波加熱装置の検討”，日本電磁波エネルギー応用学会(オンライン), 2022.10.13-14, 2B03

氏原秀樹, “広帯域アンテナの開発”, 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 2022.11.1-4

梶原豪, 楊波, 篠原真毅, 三谷友彦, “2.4GHz における低損失･高精度移相器の設計”，第

8 回 SSPS シンポジウム，早稲田大学, 2022.12.17

氏原秀樹, “広帯域アンテナの開発(III)”, 2022 年度 VLBI 懇談会, 2022.12.23-24

島田昂幸，丸山珠美，中津川征士，田村昌也: “磁界結合 WPT におけるデュアル装置同時駆動による高効率化に関する解析検討”. IEICE2023 年総合大会.

島田昂幸，丸山珠美，中津川征士，田村昌也: “磁界結合 WPT におけるデュアル装置同時駆動による高効率化に関する解析検討”. IEICE2023 年総合大会.

鵜入宏太，丸山珠美，中津川征士，大宮　学，玉山泰宏: “マイクロ波融雪のためのサーキット型右手左手系導波管の過渡応答,” マイクロ波研究会（MW）2023 年 3 月.

鵜入宏太，丸山珠美，中津川征士，大宮　学，玉山泰宏: “サーキット型右手左手系導波管の過渡応答,” 電子情報通信学会総合大会　2023 年 3 月.

石黒大翔，丸山珠美，中津川征士，田村昌也: “インピーダンス装荷小型レクテナアレーの解析と設計,” 電子情報通信学会総合大会　2023 年 3 月.

鎌田 緋莉，丸山珠美，中津川征士，田村昌也: “ 負荷装荷磁界結合 WPT による LED 点灯実験“、WPT 研究会 3 月

海老田のあ､丸山珠美，中津川征士，田村昌也:“ WPT 用 C 型ループレクテナアレー“、WPT 研究会 3 月

丸山　珠美、佐々木 悠雅、鵜入宏太、林 諒雅、德田 知志、中津川征士、中村尚彦：” サーキット型導波管の近傍界測定　WPT 研究会 3 月

8) その他招待講演

Naoki Shinohara, " Space Based Solar Power as Technology for Sustainable Future and Beaming Wireless Power Transfer Technology”, Lucerne University of Applied Sciences and Arts (HSLU), Luzern, Switzerland, 2022.9.29

Naoki Shinohara, “All about WPT - Theory, Technologies, and Applications of Far Field Wireless Power Transfer –“, Xi'an Jiaotong University, 2022.10.14

篠原真毅，“宇宙太陽光発電 SPS の日本と世界の研究開発と現状”，シンビオ研究会講演会, 2022.5.11

篠原真毅，“「宇宙太陽光発電」「ワイヤレス給電」の国内外最新開発動向、実用化の現状と課題”，第 15992 回 JPI 特別セミナー，日本計画研究所, 2022.5.27

篠原真毅，“地域で使える無線送電”，グリーンエネルギーファーム産学共創パートナーシップ令和 4 年度第 1 回研究会, 2022.5.31

篠原真毅，“持続可能な生存圏拡大のための宇宙太陽光発電とワイヤレス給電技術”，Roadmap to 2050 カーボン・ニュートラル推進連続セミナー第 8 回「未来の電気ネットワーク-宇宙の活用」, 2022.7.21

篠原真毅，“線をつながずに電気を送る技術の話とそれが地球を救うかもしれない話”，夏休み親子理科教室 in 京大, 2022.7.31

(基調) 篠原真毅, “宇宙太陽光発電の研究開発現状 -ワイヤレス給電技術を中心に-“, 大塚商会 SOLID WORKS FES ’22, 2022.9.22

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電が実現する Society5.0 と SDGs”, IoT 向けエネルギーハーベスティングの動向と標準化セミナー, 一般社団法人電子情報技術産業協会(JEITA), 2022.9.26

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電の国内外のレギュレーションと商品化の現状”, 2022 年度電磁界調査研究委員会講演会, 2022.10.3

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電の国内外の研究開発・商品化・法制化の現状”, PwC 次世代 IoT 無線通信技術セミナー”, 2022.10.4

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電システム開発のための技術概要と世界の研究開発状況”, 2022 年度 次世代ワイヤレス技術講座, 一般社団法人 KEC 関西電子工業振興センター, 2022.11.18

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電の国内外の研究開発状況”, 東北工業大学第 3 回 IoT テクノロジ研究所講演会, 2022.11.24

篠原真毅, “線をつながずに電気を送る技術の話とそれが地球を 救うかもしれない話”, 第 13 回 M&BE 市民講座「環境発電技術の今とこれから」, 2022.12.3

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電の基礎と国内外の研究開発動向”, 空間伝送型ワイヤレス給電の基礎と法規制動向、アプリケーション例、今後の課題, AndTech, 2022.1.24

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電技術の基礎と実用化の最新動向”, サイエンス&テクノロジー, 2022.5.26

篠原真毅, “宇宙太陽光発電の実用化に向けた国内外研究開発動向と課題及び将来展望”, AndTech, 2022.7.22

篠原真毅, “空間伝送型ワイヤレス給電技術の要素技術、開発状況と今後の課題”, 技術情報協会, 2022.8.29

9) 特許

1 件 (AGC)

木質材料実験棟共同利用・共同研究専門委員会

委員長　五十田　博（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

木質材料実験棟（Wood Composite Hall）は、1994 年 2 月に完成した大断面集成材を構造材とする 3 階建ての木造建築物である（写真 1)。付属的施設として実験住宅「律周舎」（写真 2）がある。木質材料実験棟の 1 階には、写真 3～5 に示すような木質構造耐力要素の性能評価用試験装置、木質由来新素材開発研究用の加工、処理、分析・解析装置などを備えている。3 階には、120 名程度収容可能な講演会場のほか、30 名程度が利用できる会議室がある。また、2019 年度より、耐震シミュレーションソフト「wallstat（ウォールスタット)」を共同利用に資することとした。

写真 1 木質材料実験棟全景

写真 2 実験住宅「律周舎」

写真 3 竪型油圧試験機

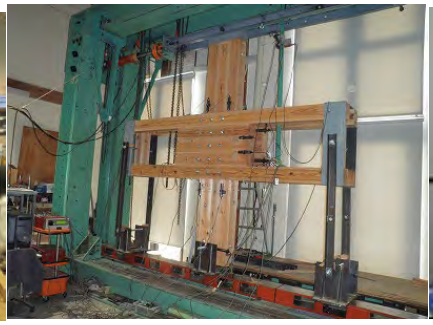


写真 4 鋼製反力フレーム

写真 5　X 線光電子分析装置

実験に供することができる主たる設備は以下の通り

1) 1000 kN 竪型サーボアクチュエーター試験機（写真 3）：試験体最大寸法は高さ 2.5 m、幅 0.8 m、奥行き 0.8 m 程度まで適用可能。集成材各種接合部の静的・動的繰り返し加力実験、疲労実験、丸太や製材品の実大曲げ実験、実大座屈実験その他に供されている。

2) 500 kN 鋼製反力フレーム水平加力実験装置（写真 4）：試験体最大寸法：高さ 3.0 m、幅 4.5 m（特別の治具を追加すれば 6 m まで可能)、奥行き 1 m。PC 制御装置と最大ストローク 500 mm の静的正負繰り返し加力用オイルジャッキを備えている。耐力壁、木質系門型ラーメン、その他構造耐力要素の実大（部分）加力実験に供されている。

3) X 線光電子分析装置（ESCA）（写真 5）：試料の最表面 (5 nm) を分析可能。イオンエッチングを行うことで深さ方向の分析も可能である。現在のところ、主に、木質系炭素材料の表面分析に供されている。
4) 木造エコ住宅（律周舎：写真 2）：平成 18 年 11 月に完成した自然素材活用型木質軸組構法実験棟。金物を一切使わず、木、竹、土等の自然素材だけで構造体を構築したユニークな木造実験住宅である。

2022 年度の採択課題数は 19 件で、表 1.1 に本年度の採択課題名、代表研究者、所内担当者の一覧を示す。表 1.2 に耐震シミュレーションソフト「wallstat（ウォールスタット)」の共同利用課題について記載した。

表 1.1　2022 年度木質材料実験棟共同利用採択課題一覧

課題番号	研究課題	研究代表者名（共同研究者数）所属・職名/所内担当者
R4-WM-01	バイオマス由来多孔質炭素材料の作製	坪田敏樹（1）九州工業大学・准教授/畑俊充
R4-WM-02	バイオマテリアルを利用した含ヘテロ炭素材料の開発	木島正志（2）筑波大学・教授/畑俊充
R4-WM-04	木質耐力壁の残存耐震性能と地震動特性の関係に関する研究	汐満将史（4）山形大学　・助教/五十田博
R4-WM-05	高 CO2 吸着性能をもった木質炭素化物の開発	畑俊充（1）京都大学・講師/畑俊充
R4-WM-06	木造住宅の地震時層崩壊を抑制する通し面材工法に関する研究	宮津裕次（3）東京理科大学・講師/五十田博
R4-WM-07	プレストレスを用いた CLT 耐力壁の性能評価	森拓郎（7）広島大学・准教授/五十田博
R4-WM-08	住宅床下環境における銅系接合具の木材防腐効果の検証試験	栗﨑宏（2）富山県農林水産総合技術センター・主任専門員/大村和香子
R4-WM-09	宇宙環境での木材利用を想定したガンマ線照射による木材細胞壁微細構造の変化	村田 功二（2）京都大学・准教授/畑俊充
R4-WM-10	ナノファイバー，アルミニウム，アビエチン酸間に生じる相互作用の XPS による分析	有賀哲（2）京都大学・博士後期課程 2 年(D2)/畑俊充

表 1.2　2022 年度木質材料実験棟共同利用（wallstat）課題一覧

課題番号	研究課題	研究代表者名（共同研究者数）所属・職名/所内担当者
R4-WM-03	生物劣化を受けた既存住宅の wallstat を用いた耐震性能評価	井上 涼（3）広島大学・大学院生/中川貴文
R4-WM-11	AI を用いた構造ヘルスモニタリング手法の開発	小檜山 雅之（2）慶應義塾大学・教授/中川貴文
R4-WM-12	木造建物の構造ヘルスモニタリングに関する研究	肥田剛典（13）茨城大学・准教授/中川貴文
R4-WM-13	中高層木造の耐震設計法に関する研究	河合直人（2）工学院大学・教授/中川貴文
R4-WM-14	中層木造建築の耐震性能に関する研究	中村豊（1）島根大学・教授/中川貴文
R4-WM-15	木造住宅の構造特性の検証	北尾　聡子（2）大阪電気通信大学・准教授/中川貴文
R4-WM-16	在来軸組工法 4 層建物の時刻歴応答解析	宮田雄二郎（2）法政大学・准教授/中川貴文
R4-WM-17	木造住宅制震構造標準化を目指した制震デバイスの性能評価「振動台実験を基にした新たな解析モデルの研究」	戸次　司葵（0）西日本工業大学・大学生/中川貴文
R4-WM-18	木造住宅の崩壊限界性能に関する確率論的性能評価手法の高度化	長江　拓也（3）東海国立大学機構 名古屋大学 ・准教授/中川貴文
R4-WM-19	個別要素法を用いた土砂災害に起因する木造家屋倒壊メカニズムの解析による室内生存空間の解析	小林　純平（1）北海道大学大学院工学院・修士学生 2 年/中川貴文

1）課題番号：R4-WM-02「バイオマテリアルを利用した含ヘテロ炭素材料の開発」（代表者：木島正志、筑波大学）では、バイオベースマテリアルとして環状オリゴ糖であるγ-シクロデキストリンを筒型に積層集積させたミクロキューブ結晶体と、ポリプロピレングリコールが内包・貫通したシクロデキストリンポリロタキサンを微細構造化された炭素化原料として利用し、炭素化を行った。また、これらを物質形成時にジイソシアナートによるデキストリン表面のウレタン結合架橋や Mg 塩のイオン相互作用を利用し、窒素原子や Mg のヘテロ原子を導入した炭素を調製した。これらの物質は炭素化によりミクロ孔性炭素を与える。ジイソシアナート架橋処理することで、炭素化時の形状維持性能が向上し、窒素を含むミクロ孔性炭素を与えた。また、Mg 塩処理した炭素化物は、比表面積は低減する傾向にあったがメソ孔形成が促進された。窒素ならび Mg 含有多孔性炭素は 25℃における表面積当たりの二酸化炭素吸着量が通常の多孔性炭素より高めであることが分かった。

2）課題番号：R4-WM-11「AI を用いた構造ヘルスモニタリング手法の開発」（代表者：小檜山雅之、慶應義塾大学），精度の高い構造ヘルスモニタリングシステムを構築することを目的として畳み込みニューラルネットワークを用いて履歴ループをもとに木造建物の損傷評価を行う手法を提案した。学習データの作成においては wallstat を用いて解析モデルの作成と地震応答解析を行い、1 階の復元力・層間変形角の応答データから履歴ループを評価し、2 秒間に 1 度、履歴ループ画像を生成した。履歴ループ画像の生成においては、各応答軸の最大値と最小値の範囲でスケーリングしたものと学習データ全体の応答値をもとに各応答軸の範囲を定めたものを比較した。その結果、全体の応答値をもとに各応答軸の範囲を定めたほうが高い判別精度が得られることが明らかとなった。これは履歴ループ画像が残留変位の情報を保持しているためと考えられる。

2022 年度に共同利用研究活動の中で作成された卒業論文及び修士論文の主なリストを以下に示す。

- R4-WM-04（代表：汐満将史）日塔未来：地震動の周期特性及び揺れの数と建物被害の関係に関する研究、山形大学卒業論文、2023 年 1 月
- R4-WM-06（代表：宮津裕次）堤　彩栞：CLT と摩擦ダンパを用いた通し面材工法に関する研究、東京理科大学修士論文、2023 年 2 月
- R4-WM-11（代表：小檜山雅之）千葉荘輝：畳み込みニューラルネットワークを用いた木造建物の履歴ループに基づく損傷評価、慶應義塾大学卒業研究、2023 年 1 月
- R4-WM-13（代表：河合直人）杉本和也：中高層枠組壁工法建築物における脚部接合部先行降伏を許容する設計法に関する解析的研究、工学院大学卒業研究、2023 年 2 月
- R4-WM-14（代表：中村豊）加藤駿：構造用合板耐力壁を用いた木造軸組住宅の耐震性能に関する研究、島根大学卒業論文、2023 年 2 月

- R4-WM-14（代表：中村豊）岡本泰知：大断面集成材建築物の制振ダンパーによる応答低減効果に関する研究、島根大学卒業論文、2023 年 2 月
- R4-WM-14（代表：中村豊）影山結：大断面集成材ラーメン構造における鋼板挿入ドリフトピン接合部設計が地震時応答に与える影響について、島根大学大学院修士論文、2023 年 2 月
- R4-WM-15（代表：北尾聡子）俵颯汰：柱梁接合部金物が木造住宅の地震時挙動に及ぼす影響、大阪電気通信大学卒業論文、2022 年 12 月
- R4-WM-18（代表：長江拓也）井川実乃里：振動台実験と 3 次元数値解析を用いた木造軸組工法住宅の層せん断力検討、名古屋大学卒業論文、2023 年 1 月
- R4-WM-19（代表：小林純平）小林純平：斜面近傍地の住宅特性を考慮した土砂災害に伴う建物倒壊過程の評価、北海道大学大学院修士論文、2023 年 2 月

３．共同利用状況

表 2　木質材料実験棟過去 10 年間と本年度の利用状況の推移

年度 (平成、西暦)	25	26	27	28	29	30	2019	2020	2021	2022
採択課題数	17	15	21	16	14	17	17	22	28	19
共同利用者数*	67 学内 27 学外 40	53 学内 23 学外 30	88 学内 30 学外 58	75 学内 26 学外 49	77 学内 22 学外 55	96 学内 26 学外 70	95 学内 18 学外 77	68 学内 13 学外 55	90 学内 13 学外 77	71 学内 16 学外 55

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

４．専門委員会の構成及び開催状況（令和 4 年度）

五十田博（委員長、京大 RISH)、中島史郎（宇都宮大)、藤田香織（東大工)、山内秀文（秋田木高研)、森　拓郎(広島大)、杉山真樹（森林総研)、大橋義徳（北林産試)、田淵敦士（京都府立大)、仲村匡司（京大農)、梅村研二（京大 RISH)、中川貴文（京大 RISH)、松尾美幸（京大 RISH)、畑俊充（京大 RISH)。令和 4 年度の専門委員会は、全てメール回議によって行なった。

５．特記事項

特になし。

令和 4 年度共同利用研究活動の中で作成された研究の成果による学術賞および学術論文誌に本年度発表された論文

[査読付き論文]

- R4-WM-02（代表：木島正志）Fang B, Hata T, Kijima M, Carbonization of hydrothermally pre-treated algae using terephthalaldehyde and Mg salts. Carbon Reports, 2022, 1. 206-213. DOI: 10.7209/carbon.010401.
- R4-WM-14（代表：中村豊）Nakamura Y and Matsumura R, Cross-story installation of viscous dampers in timber frame houses for earthquake damage reduction. Front. Built Environ. 2022, 8:1037832. doi: 10.3389/fbuil.2022.1037832

[その他：学会口頭発表]

- R4-WM-02（代表：木島正志）酒井　幸樹, 木島　正志, 畑 俊充「シクロデキストリン-ポリロタキサン誘導物の炭素化」第 49 回炭素材料学会年会（2022 年 12 月 7 日-12 月 9 日、姫路）
- R4-WM-02（代表：木島正志）皇城　義希, 木島 正志, 畑 俊充,「炭素化したγ-シクロデキストリン系物質の基礎評価」第 49 回炭素材料学会年会（2022 年 12 月 7 日-12 月 9 日、姫路）
- R4-WM-04（代表：汐満将史）境有紀, 汐満将史「地震動の破壊力を測ることを目的とした簡易木造試験体の開発　（その 1）研究概要と静的実験」日本建築学会大会学術講演梗概集, 2022 年 4 月
- R4-WM-04（代表：汐満将史）汐満将史, 境有紀「地震動の破壊力を測ることを目的とした簡易木造試験体の開発　（その 2）振動実験」日本建築学会大会学術講演梗概集, 2022 年 4 月
- R4-WM-11（代表：小檜山雅之）溝淵陸大，小檜山雅之：多項式カオス展開による感度解析を活用した木造建物の損傷判別器の構築, 第 51 回信頼性・保全性・安全性シンポジウム, 2022.7
- R4-WM-11（代表：小檜山雅之）Rikuto Mizobuchi and Masayuki Kohiyama: Global Sensitivity Analysis of Wooden Building Based on Polynomial Chaos Expansion Considering Uncertainty in Material Property, 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-XV) & 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-VIII), July 31–August 5, 2022, Yokohama, Japan (Paper No.: 2869, Presentation: 3 August 2022).
- R4-WM-13（代表：河合直人）青木翔吾, 河合直人, 中川貴文「中層木造建築物における P-Δ効果に関する解析的研究」 2022 年度日本建築学会大会梗概, 2022 年 9 月（←口頭発表）

居住圏劣化生物飼育棟/生活・森林圏シミュレーションフィールド
共同利用・共同研究専門委員会

委員長　大村　和香子（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

京都大学生存圏研究所居住圏劣化生物飼育棟（以下 DOL と略）と生活・森林圏シミュレーションフィールド（以下 LSF と略）は平成 20 年度から統合され、令和４年度は 12 件の研究課題を採択した。

DOL は木材及び木質系材料の加害生物を飼育し、生物劣化試験の実施、並びに生物劣化機構や環境との相互作用などの研究用の生物を供給できる国内随一の施設であり、シロアリ飼育室、木材食害性甲虫類飼育室および木材劣化菌類培養室から構成されている。

現在、供給可能な飼育生物は下記の通りである（＊：居住圏環境共生分野以外、生きたままでは持ち出しは認めていない）

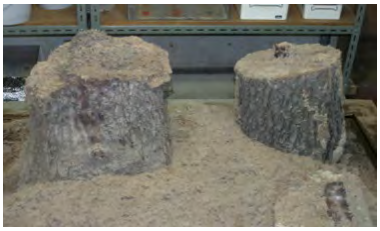
①シロアリ類：イエシロアリ、アメリカカンザイシロアリ（*)、ヤマトシロアリ

②木材乾材害虫類：ヒラタキクイムシ、アフリカヒラタキクイムシ、ケブカシバンムシ、チビタケナガシンクイ

③木材腐朽菌類：約 60 種。これらの菌類については、寒天培地における生育の様子と ITS 領域の塩基配列が生存圏データベース・担子菌類遺伝子データとして公開されている（http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/basidio/database(ichiran)living-fungi.html)。

従前より、木材や新規木質系材料の生物劣化抵抗性評価や防腐・防蟻手法の開発に関して、大学だけでなく公的研究機関、民間企業との共同研究を積極的に遂行してきた。また、日本における新規木材保存薬剤の公的性能評価を実施する施設として、長年に亘り重責を担っている。

なお、今年度は②木材乾材害虫類の飼育用恒温恒湿室が故障し修理に耐えられなくなったため、恒温恒湿器による飼育に切り替えた。さらにイエシロアリ飼育室入口壁に亀裂が生じており雨水が侵入していたため、公費による補修工事を実施いただき、当該箇所の不具合は解消した。このような施設の老朽化の対する抜本的な対策が必須である。



居住圏劣化生物飼育棟（DOL）
左から順に、木材劣化菌類培養室、シロアリ飼育室内のイエシロアリ巣、アメリカカンザイシロアリ

一方 LSF は、鹿児島県日置市吹上町吹上浜国有林内に設置されたクロマツとニセアカシア、ヤマモモなどの混生林からなる約 28,000m^2 の野外試験地であり、日本において経済的に重要なイエシロアリとヤマトシロアリが高密度で生息し、これまで既に 30 年以上にわたって木材・木質材料の性能評価試験、木材保存薬剤の野外試験、低環境負荷型新防蟻穂の開発や地下シロアリの生態調査、またその立地を活かした大気環境調査等に関して国内外の大学、公的研究機関及び民間企業との共同研究が活発に実施されてきた。

試験地の維持管理に関しては、今年度、敷地境界木杭の劣化調査を行い、地際から折れるなど破損している木杭を新たな木杭に交換した。また各研究機関の試験区画周囲に目印となるプラスチック杭を設置し、試験区画の管理を進めた。

生活・森林圏シミュレーションフィールド（LSF）
左：LSF 入口、右：木材・木質材料の野外防蟻試験（非接地・非暴露環境下での試験）

２．共同利用状況

平成 21 年度より DOL と LSF が統合され、それ以降採択課題数としては 15～20 件、利用者数としては 70～100 名で推移している。令和４年度は新規 3 件を含む 12 件の採択となっている。

表１ DOL/LSF 共同利用状況（過去 10 年間）

年度（平成/令和）	25	26	27	28	29	30	31/R1	2	3	4
課題数*	17(2)	18(3)	16(3)	16(2)	16(2)	18(4)	12(2)	14(1)	14(1)	12(1)
共同利用者数**	67 学内 27 学外 40	73 学内 20 学外 53	63 学内 14 学外 49	74 学内 24 学外 50	76 学内 19 学外 57	96 学内 26 学外 70	58 学内 15 学外 43	73 学内 17 学外 56	71 学内 16 学外 55	58 学内 18 学外 40

＊　（）内数字は国際共同利用課題数　＊＊　研究代表者および研究協力者の延べ人数

以下に、令和４年度の 12 件の採択研究課題を示す。

・フルフリルアルコール処理スギ材の生物劣化抵抗性（奈良県森林技術センター・増田　勝則）

・シロアリ貫通阻止性能を備えたサーキュラーエコノミー対応型造粒材料の開発（京都大学・簗瀬　佳之）

・糸状菌シトクローム P450 モノオキシゲナーゼ遺伝子組み換え酵母により生産されるテル

ペノイドを用いた抗蟻成分の探索（宮崎県木材利用技術センター・須原　弘登）
・環境と調和した木材保存法の開発（京都大学・大村　和香子）
・保存処理および保存処理と塗装を併用した木質材料の耐久性評価（(地独）北海道道立総合研究機構・伊佐治　信一）
・温泉成分によるシロアリ忌避効果の検証（大阪公立大学・石山　央樹）
・高湿環境下における保存処理木材に接する金物類の腐食評価(大阪公立大学・石山　央樹)
・木片腐朽過程を考慮した木片混じり粘土の長期力学特性の把握(名古屋大学・中野　正樹)
・植物由来成分によるシロアリ誘引効果（京都工芸繊維大学・秋野　順治）
・銅系接合具の木材防腐防蟻効果の野外検証試験(富山県農林水産総合技術センター木材研究所・栗﨑　宏)
・CLT の生物劣化における特徴と保存処理の効果（広島大学・森　拓郎）
・生物劣化を受けた木造接合部の強度性能評価(宮崎県木材利用技術センター・中谷　誠)

３．専門委員会の構成及び開催状況（令和 4 年度）

(1)国内委員：大村和香子(委員長、京大生存研)、五十田博(京大生存研)、高橋けんし(京大生存研)、畑　俊充（京大生存研)、簗瀬佳之(京大農学研究科)、板倉修司（近畿大学農学部)、神原広平(森林総合研究所)、木原久美子(熊本高等専門学校生物化学システム工学科)、酒井温子(奈良県森林技術センター)、堀澤　栄(高知工科大学工学研究科)、伊佐治信一(北海道立総合研究機構 森林研究本部・林産試験場)
(2)国際委員(アドバイザー)：Theodore Evans(西オーストラリア大学)、Kok-Boon Neoh(台湾国立中興大学)
(3)専門委員会開催状況
令和５年３月２日（令和４年度第１回委員会　オンライン開催）
議題：令和５年度申請課題の審査他
申請課題の審査は、予め各委員に申請書類を配信し、委員会開催時に出席委員による評価を経て採択を行った。

４．共同利用研究の成果

以下に、令和４年度に発表された卒業論文、修士論文、学術論文、報告書・資料・要旨集及び学会発表リスト、並びに特筆すべき事項を示す。
(1) 修士論文、学術論文、報告書・資料・要旨集及び学会発表リスト
<u>卒業論文</u>
森山大生：木材由来物質によるヤマトシロアリの誘引効果 京都工芸繊維大学卒業論文、令和５年２月
<u>学術誌に掲載された論文</u>
・Krishanti, N. P. R. A., Tobimatsu, Y., Afifi, O. A., Tarmadi, D., Himmi, S. K., Umezawa, T., Ohmura,

W. , Yoshimura, T. (2023). Effects of dietary variation on lignocellulose degradation and physiological properties of *Nicobium hirtum* larvae. *Journal of Wood Science*, 69(1), 2. doi.org/10.1186/s10086-022-02074-x

国際学会プロシーディング、要旨等

・Bramantyo Wikantyoso, Tomoya Imai, S. Khoirul Himmi, Sulaeman Yusuf, Wakako Ohmura (2023) Anatomical Structure of Pronotum Setae in the Soldier of Subterranean Termites *Coptotermes* spp. (Blattodea: Rhinotermitidae), Proceedings of 14th PRTRG Conference.

・Bramantyo Wikantyoso, S. Khoirul Himmi, Didi Tarmadi, Sulaeman Yusuf, Wakako Ohmura (2023) Spatial understanding mediated by thigmotaxis in the soldier of subterranean termite *Coptotermes formosanus*, Proceedings of 14th PRTRG Conference.

学会・シンポジウム発表

・中野正樹，酒井崇之，津田雅仁，高井敦史，加藤雅彦，田内裕人，大塚義一 (2022)：風水害で発生した土砂混合廃棄物の物性および木片混入分別土のせん断挙動の把握，第 57 回地盤工学研究発表会，21-3-2-01.

・Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Yuki Tobimatsu, Toshiaki Umezawa, Wakako Ohmura, Tsuyoshi Yoshimura (2022) Studies on lignocellulose degradation and structure of gut symbiotic microbiota of death watch beetle, *Nicobium hirtum* (Coleoptera: Anobiidae), Abstracts of 34th Annual Meeting on Japan Environmental Entomology and Zoology, 52.

(2) 特筆すべき事項

DOL/LSF で行われた研究成果を広く社会に公開するため、研究成果発表会を第 491 回生存圏シンポジウムとして令和 5 年 3 月 1 日にオンラインにて実施し、併せて要旨集（PDF 版）を発行した。

生存圏データベース共同利用・共同研究専門委員会

委員長　今井　友也（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

「生存圏データベース」は、生存圏研究所が蓄積してきたデータの集大成で、材鑑調査室が収集する木質標本データと生存圏に関するさまざまな電子データとがある。材鑑調査室では 1944 年以来収集されてきた木材標本や光学プレパラートを収蔵・公開している。また、大気圏から宇宙圏、さらには森林圏や人間生活圏にかかわるデータを電子化し、インターネット上で公開している。これら生存圏に関する多種多様な情報を統括し、共同利用・共同研究拠点活動の一形態であるデータベース共同利用として管理・運営を行なっている。

１－１．材鑑調査室

材鑑調査室は、1978 年に国際木材標本室総覧に機関略号 KYOw として正式登録されたことを契機に 1980 年に設立され、材鑑やさく葉標本の収集をはじめ、内外の大学、研究所、諸機関との材鑑交換を行なっている。現有材鑑数は 20764 個(223 科、1166 属、4260 種)、永久プレパラート数は 12894 枚に上り､わが国では森林総合研究所に次ぐ第 2 の規模である。生存圏研究所に特徴的なものとして、古材コレクション(617 点)がある。これらは指定文化財建造物の修理工事において生じる取替え古材を文化財所有者や修理事務所の協力に基づき系統的に収集したものである。実験試料として破壊試験を行なうことができる我が国唯一のコレクションであり、木の文化と科学に寄与する様々な研究テーマに供されている。また従来から引き続き、木材の組織構造観察にもとづく樹種同定を通して、昨今耐震改修の進む歴史的な建造物の部材や、木彫像を初めとする木製品の樹種のデータベース化を進めている。一方、新規な取り組みとしてコンピュータビジョンと機械学習による木材形態の新しい数量的、統計的な解析に向けた画像データベースの作成を行っており、蓄積した画像は 110 種、9000 枚を超え、一部京都大学学術リポジトリより公開している。2008 年の改修により、管理室と見学スペースを分離すると同時に、生存圏データベース共同利用の拠点設備として生存圏バーチャルフィールドを開設した。現在は、法隆寺五重塔心柱をはじめ数多くの文化財級の部材や工芸品を展示し、年間 1000 名に達する見学者に随時公開している（ただし、コロナ禍は除く)。また、2019 年以降、高山寺や比叡山より数百年生のスギの円盤が数点寄贈され、年輪解析用試料として研究におおいに活用された他、近年は、材鑑所有古材を用いて、ＤＮＡによる樹種識別手法の開拓など基礎研究も進められている。

１－２．電子データベース

生存圏データベースの一環として、研究成果にもとづいて種々の電子情報を蓄積してきた。2015 年に見直しをおこない現在以下 7 種類のデータベースを公開している。**宇宙圏電**

磁環境データ：1992 年に打ち上げられ地球周辺の宇宙空間を観測し続けている GEOTAIL 衛星から得られた宇宙圏電磁環境に関するプラズマ波動スペクトル強度の時間変化データ。**レーダー大気観測データ**：過去 30 年以上にわたってアジア域最大の大気観測レーダーとして稼働してきた MU レーダーをはじめとする各種大気観測装置で得られた地表から超高層大気にかけての観測データ。**赤道大気観測データ**：インドネシアに設置されている赤道大気レーダーで取得された対流圏及び下部成層圏における大気観測データと電離圏におけるイレギュラリティ観測データを含む関連の観測データ。**グローバル大気観測データ**：全球気象データ(気象庁作成の格子点データやヨーロッパ中期気象予報センターの再解析データ)を自己記述的でポータビリティの高いフォーマットで公開。**木材多様性データベース**：材鑑調査室が所蔵する木材標本ならびに光学プレパラートの文字情報、識別プレパラート画像と識別結果、また文献データベースでは日本産広葉樹の木材組織の画像と解剖学的記述を公開。2021 年のサーバー交換に伴い動かなくなっていたが、2023 年度中に稼働再開予定。

有用植物遺伝子データベース：二次代謝成分やバイオマスが利用される有用植物の Expressed sequence tags (EST)配列を集積しており、既知の遺伝子配列と相同性を有する EST 配列を検索（相同性検索）することが可能。**担子菌類遺伝子資源データ**：第二次世界大戦以前より収集されてきた希少な標本試料の書誌情報や生体試料の遺伝子情報を収集。

電子データベースは、http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/から公開されている。

これら以外に所内外の研究者から以下のデータベースの提供を受けて公開している。**南極点基地オーロラ観測データ**：南極点基地で撮像したオーロラ全天画像のデータベース。**静止衛星雲頂高度プロダクト**：静止気象衛星の赤外輝度温度観測から推定した、雲頂高度および光学的厚さに関するデータベース。**アカシア大規模造林地気象データベース**： 2005 年よりインドネシア南スマトラ島のアカシア大規模造林地で収集されている地上気象観測データ。

２．共同利用研究の成果

① 全国各地における木材標本や年輪標本の採集を継続的に推進している。

② 材鑑およびデータベース利用による成果例：

論文

･濱田恒志, 田鶴寿弥子, 島根県内に所在する木彫仏像・神像の樹種調査, 古代文化研究, 2023. 印刷中

･田鶴寿弥子, 欧米に散逸した神像群をめぐる 木材解剖学×美術史学の国際的な学際研究, 生存圏研究, 2022.

･ Hairi Cipta, Widyanto Dwi Nugroho, Suyako Tazuru, Junji Sugiyama, Identification of the wood species in the wooden sheath of Indonesian kris by synchrotron X-ray microtomography Journal of Wood Science, 2022. DOI:10.1186/s10086-022-02072-z

･ Suyako Tazuru, Mechtild Mertz, Takao Itoh and Junji Sugiyama, Wood Identification of Japanese and Chinese Wooden Statues Owned by the Museum of Fine Arts, Boston, USA, Journal of wood science, 2022. DOI:10.1186/s10086-022-02020-x

･ Mechtild Mertz, Suyako Tazuru, Shiro Ito, Cynthea Bogel, A Group of Twelfth-Century Japanese Kami Statues and Considerations of Material Intentionality: Collaborative Research Among Wood Scientists and Art Historians, Journal of Asian Humanities at Kyushu University (JAH-Q), 127-158, 2022.

書籍

田鶴寿弥子　ひとかけらの木片が教えてくれること　木材×科学×歴史　淡交社　2022 年 8 月出版

グッズ販売

京大生協での木材組織カードの企画と販売　2022 年 10 月

３．共同利用状況

2016 年度から 2022 年度にかけての共同利用状況については、次の通りである。

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
材鑑調査室 採択課題数*	18(2)	15(2)	10(1)	13(1)	9(1)	11(1)	9(1)
材鑑調査室 共同利用者数 **	74 学内 28 学外 46	63 学内 25 学外 38	36 学内 16 学外 20	49 学内 23 学外 26	41 学内 17 学外 24	32 学内 21 学外 11	33 学内 22 学外 11
電子データ ベースへの アクセス	40,421,901 254,339GB	155,589,041 254,712GB	204,862,046 384,768Gb	319,905,539 456,782GB	393,973,816 406,152GB	集計不可能 ***	488,129,934 370,132 GB

*()内数字は国際共同利用，**共同利用者数は各課題の研究代表者と研究協力者の延べ人数，

***サーバーマシンの更新に伴い電子データベースへのアクセス数を数えるプログラムが 2021 年 4 月 1 日から 2022 年 2 月 23 日まで作動していなかったため。

４．専門委員会の構成及び開催状況（2022 年度）

専門委員会は、所外委員 9 名[栗本(秋田県立大・木材高度加工研究所)、中島(NIES)、中村(極地研)、藤井(森林総研)、佐野(北大・農)、海老沢(宇宙研)、斎藤(東大・農)、田上(京大・理)、杉山(京大・農)]と所内委員 4 名[橋口、小嶋、今井、田鶴]、および海外委員 1 名[翟勝丞(南京林業大，中国)]である。2022 年度の委員会は 2023 年 2 月 10 日に開催される予定で、2022 年度の活動報告、2023 年度生存圏データベース(材鑑調査室)共同利用申請課題選考、内規などの論議をおこなう。

５．特記事項

①京都大学宇治キャンパス公開において、京都大学湊総長はじめ理事の先生方が材鑑調査室をご見学された。

②京都大学アカデミックデイ 2022 の「ちゃぶ台で対話」プログラムにおいて「文化財のかけらを通してみる人と木の歴史」を行い、ちゃぶ台部門の優秀賞を受賞。本プログラムでは、一般向けに材鑑を利用して行ってきた研究の一部を社会にむけて発信することができた。

③アメリカ合衆国ホノルル美術館・ボストン美術館・クリーブランド美術館あるいはカナダロイヤルオンタリオ美術館・メトロポリタン美術館、台湾の博物館などに所蔵されている東アジア由来の文化財

材鑑調査室に京都大学湊総長ご一行御来館の様子（2022 年秋の宇治キャンパス公開にて）

の樹種調査・放射性炭素年代調査を継続し、その一部について学際的な論文にまとめることができた。
④国立博物館美術院や修理所への文化財調査協力に加え、九州国立博物館（宮内庁所有文化財調査）や島根県立古代出雲歴史博物館、一部の都道府県文化課、帝塚山大学との文化財調査協力、あるいは国宝如庵をはじめとした複数の建造物修復工事における文化財調査についても継続し、報告書などが出版された。
⑤材鑑を利用して行ってきた研究成果をまとめた単著（田鶴寿弥子　ひとかけらの木片が教えてくれること　木材×科学×歴史　淡交社）が、複数の新聞やメディアなどで紹介された（産経新聞・日本経済新聞・週刊文春・朝日新聞　・福井新聞・読売新聞・北羽新報　・日刊ゲンダイなど）他、文化財調査の結果について、朝日新聞で掲載された。（奈良県大淀町の木彫像調査について　朝日新聞 2023 年 1 月 23 日朝刊）

京大アカデミックデイ 2022

⑥生存圏研究所公開講座『先人の才知に学ぶ、サステナビリティ―』第 3 回「文化財を紐解く　～木材×歴史×科学～」を 2023 年 1 月 20 日にオンライン開催した。

持続可能生存圏開拓診断(DASH)/ 森林バイオマス評価分析システム(FBAS)
共同利用・共同研究専門委員会

委員長　杉山　暁史　（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

人類が持続的生存を維持するためには、太陽エネルギーによる再生可能な植物資源によって、食糧生産、資源確保、エネルギー供給を支えるシステムを構築することが、世界的な緊急課題となっている。また地球環境の保全のためには、植物を中心として、それを取り巻く大気、土壌、昆虫、微生物など様々な要素の相互作用、すなわち生態系のネットワークを正しく理解することも必要である。これらは当研究所のミッション１、４、およびアカシアプロジェクトに密接にかかわっている。そして、環境修復、持続的森林バイオマス生産、バイオエネルギー生産、高強度・高耐久性木質生産などを最終目標として、種々の有用遺伝子機能の検証と並び、樹木を含む様々な形質転換植物が作成されている。

こうした研究を支援するため、平成 19 年度の京都大学概算要求（特別支援事業・教育研究等設備）において、生存圏研究所は生態学研究センターと共同で「DASH システム」を申請し、これが認められて生存圏研究所に設置された。本システムは、樹木を含む様々な植物の成長制御、共生微生物と植物の相互作用、ストレス耐性など植物の生理機能の解析を行なうとともに、植物の分子育種を通じ、有用生物資源の開発を行なうものである。一方、平成 18 年度より全国共同利用として運用してきた FBAS は、前者の分析装置サブシステムと内容的に重複するところが多いことから平成 20 年度より DASH システムと協調的に統合し、一つの全国・国際共同利用として運用することとした。後者は複雑な木質バイオマス、特にリグニンおよび関連化合物を中心として、細胞レベルから分子レベルにいたるまで正確に評価分析する、分析手法の提供をベースとした共同利用研究である。

本システムを構成する主要な機器と分析手法は以下の通りである。

主要機器

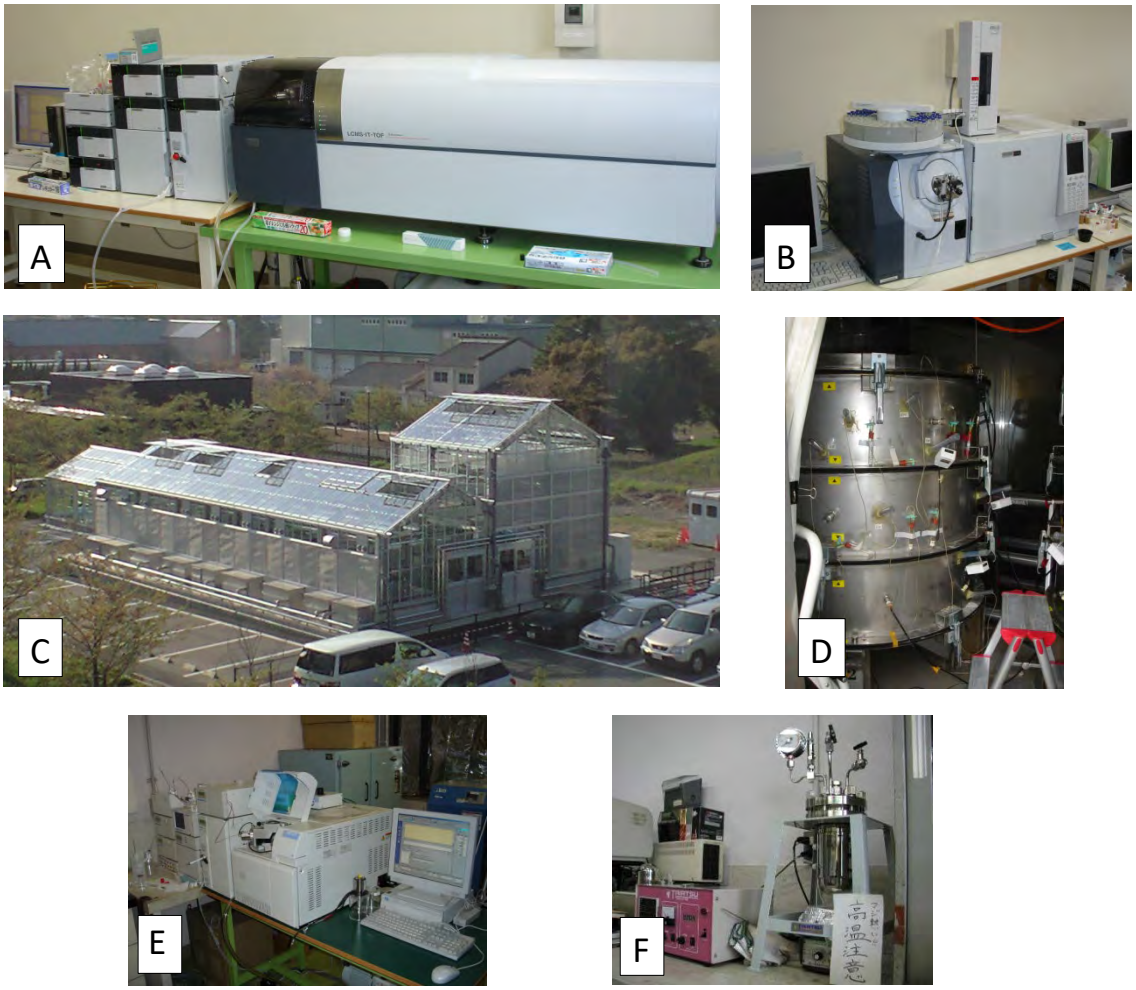
・DASH 分析装置サブシステム

１)代謝産物分析装置	LCMS-IT-TOF	１台［図 A］
２)植物揮発性成分分析装置	GC-MS	２台［図 B］
３)土壌成分分析装置	ライシメータ	２台［図 D］

・DASH 植物育成サブシステム

組換え植物育成用（８温室＋１培養室＋１準備処理作業室）　［図 C］

大型の組換え樹木にも対応（温室の最大高さ 6.9m）



図：DASH/FBAS 構成機器（抜粋）

・FBAS として共同利用に供する設備

四重極型ガスクロマトグラフ質量分析装置

高分解能二重収束ガスクロマトグラフ質量分析装置　［図 E］

四重極型液体クロマトグラフ質量分析装置　［図 F］

ニトロベンゼン酸化反応装置

・その他の装置

核磁気共鳴吸収分光装置

透過型電子顕微鏡

主な分析手法

チオアシドリシス、ニトロベンゼン酸化分解　（リグニン化学構造分析）

クラーソンリグニン法、アセチルブロマイド法　（リグニン定量分析）

２．共同利用状況

平成 18 年度から令和 4 年度に渡って共同利用状況については以下の通りである。本全国共同利用設備は、平成 18 年度に FBAS として共同利用を開始した。その後平成 19 年度の京都大学概算要求にて DASH の設置が認められた。内容的に両者で重複する部分が多かったため、平成 20 年度からは両者を融合して DASH/FBAS として全国共同利用の運用をしている。

傾向として、利用面積が問題となる植物育成サブシステムに関しては、長時間を必要とする植物の育成が主な機能であることから、利用件数の大きな変動はない。採択件数が減少傾向に見えるのは、随時受付を行っている DASH 分析装置サブシステムの利用者数の変動が原因となっているためで、温室部分の利用者に大きな変動は無い。

表　　DASH/FBAS 共同利用状況

年度	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
採択課題数	8	8	15	22	17	15	16	13	16
共同利用者数＊	25	45	97	129	95 学内 47 学外 48	80 学内 54 学外 26	82 学内 50 学外 32	70 学内 44 学外 26	84 学内 54 学外 30

年度	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R3	R4
採択課題数	16	18	17	13	13	14	12	12	9
共同利用者数＊	82 学内 60 学外 22	94 学内 76 学外 18	80 学内 62 学外 18	59 学内 50 学外 9	69 学内 56 学外 13	54 学内 44 学外 10	57 学内 52 学外 5	57 学内 52 学外 5	65 学内 60 学外 5

＊ 研究代表者および研究協力者の延べ人数

３．専門委員会の構成及び開催状況（令和４年度）（10 名）

令和 5 年 2 月現在の専門委員会を構成する委員名・所属先は以下の通りである。

杉山暁史（生存圏研究所・委員長）、河合真吾（静岡大学）、谷川東子（名古屋大学）、有村源一郎（東京理科大学）、矢﨑一史（生存圏研究所）、今井友也（生存圏研究所）、高橋征司（東北大学）、肥塚崇男（山口大学）、木庭啓介（京都大学）、飛松裕基（生存圏研究所）

令和４年度の専門委員会は、共同利用申請課題の審査、採択に関して、メール会議にて開催した。主な開催日は以下の通りである。

令和５年２月 15 日　　令和５年度申請研究課題の審査依頼
令和５年３月 ８日　　令和５年度申請研究課題の審査結果について（承認依頼）
令和５年３月 17 日　　令和５年度申請研究課題の審査結果について

４．特記事項

京都大学宇治地区設備サポート拠点の支援を受け、トリプル四重極型 GC/MS と遺伝子組換え植物細胞培養用の大型シェーカーを導入することができ、DASH が機能強化された。

今年度は DASH 温室で配管からの水漏れが発生したため、灌水施設配管補修工事を行った。また、植物培養室のエアコンに異音が発生し、モーターを交換するとともに、配管のサイズアップ工事を実施した。

令和４年度共同利用研究活動の中で作成された修士論文、博士論文
共同利用研究の成果による学術賞および学術論文誌に発表された論文

＜博士論文＞

Osama Ahmed Gamaleldin Abdou Ahmed Afifi
「Studies on the roles of 4-coumarate:coenzyme A ligase and 4-coumarate 3-hydroxylase in lignin biosynthesis in rice（イネのリグニン生合成における 4-coumarate:coenzyme A ligase 及び 4-coumarate 3-hydroxylase の役割）」

Hao Li
「Studies on the regulation of secondary metabolism in Lithospermum erythrorhizon using genome editing 」

＜修士論文＞

高江洲 広司　　京都大学大学院農学研究科
「Studies on the stereochemical control in neolignan biosynthesis in Arabidopsis seeds（シロイヌナズナ種子ネオリグナンの生成における立体制御機構の解明)」

フェルナンド サトシ ツチハシ　　京都大学大学院農学研究科
「Characterization of pinoresinol/lariciresinol reductase and secoisolariciresinol dehydrogenase from *D. genkwa* （（フジモドキの PLR 及び SIRD の機能解析）

寺野 真季　　京都大学大学院農学研究科
「Studies of laccases involved in cell wall lignification in rice
（イネにおける細胞壁の木化に関わるラッカーゼに関する研究）」
青木 愛賢　　京都大学大学院農学研究科
「ダイズ根圏細菌におけるイソフラボン代謝関連遺伝子群の解析」
正木 泰斗　　京都大学大学院農学研究科
「ムラサキのシコニン分泌における膜融合因子 EXO70 の解析」

＜論文＞

1) Rivai,R,R.,Miyamoto,T.,Awano,T.,Yoshinaga,Arata.,Chen,S.,Sugiyama,J., Tobimatsu,Y.,Umezawa,T., and Kobayashi,M.,(2022).Limiting silicon supply alters lignin content and structures of sorghum seedling cell walls *Plant Science*, 321, 111325 https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111325)
2) Kishimoto,T.,Hiyama,A.,Yamashita,A.,Takano,T.,Tobimatsu,Y., and Urabe,D., (2022).Existence of syringyl α-carbonyl-type tetrahydrofuran β–β structure in hardwood lignins *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 10, 12394–12401 (https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c03861)
3) Osama,A,A.,Tobimatsu,Y.,Pui,Y,L.,Andri,F,M.,Miyamoto,T.,Osakabe,Y., Osakabe,K.,and Umezawa,T.,(2022) .Genome-edited rice deficient in two *4-COUMARATE:COENZYME A LIGASE* genes displays diverse lignin alterations *Plant Physiology*, 190, 2155-2172 (https://doi.org/10.1093/plphys/kiac450)
4) Andri,F,M.,Tobimatsu,Y.,Pui,Y,L,.,Matsumoto,N.,Tanaka,T.,Shiro,S.,Kusumi, R.,Miyamoto,T.,Takeda-Kimura Y.,Yamamura,M.,Koshiba,T.,Osakabe, K.,Osakabe,Y.,Sakamoto,M., and Umezawa,T.,(2023). Lignocellulose molecular assembly and deconstruction properties of lignin-altered rice mutants.*Plant Physiology*, 191, 70-86 (https://doi.org/10.1093/plphys/kiac432)
5) Krishanti,N,P,R,A.,Tobimatsu,Y.,Afifi,O,A.,Tarmadi,D.,Himmi,S,K.,Umezawa, T.,Ohmura,W., and Yoshimura,T.,(2023).Effects of dietary variation on lignocellulose degradation and physiological properties of *Nicobium hirtum* larvae.*Journal of Wood Science*, 69, 2 (https://doi.org/10.1186/s10086-022-02074-x)
6) Yamamura,M.,Kumatani,M.,Shiraishi,A.,Matsuura,Y.,Kobayashi,K.,Suzuki,A., Kawamura,A.,Satake,H.,Safendrri,K,R.,Suzuki,S.,Suzuki,H.,Shibata,D.,Kawai, S.,Ono,E.,and Umezawa,T.,(in press).Two *O*-methyltransferases from Phylogenetically Unrelated Cow Parsley (*Anthriscus sylvestris*) and Hinoki-asunaro (*Thujopsis dolabrata* var. hondae) as a Signature of Lineage-specific Evolution in Lignan Biosynthesis.*Plant and Cell Physiology*, (https://doi.org/10.1093/pcp/pcac164)

7) 梅澤俊明　「リグニン代謝工学によるイネ科バイオマス植物の育種 –リグニンの量と構造の改変–」　化学と生物, 60, 565-572 (2022)

8) 濵嶋洋輔、宮島吉範、鈴木保宜、北澤春樹、飛松裕基、梅澤俊明、田森航也、犬童優樹、疋田千枝、冷牟田修一 「CNSL(カシューナッツ殻油)給与の乳牛へ及ぼす効果」
「畜産技術」2022 年 6 月号 pp. 21-26, 畜産技術協会（ISSN:03891348）

9) Nakayasu,M.,Takamatsu,K.,Yazaki,K.,and Sugiyama,A.,(2022). Plant specialized metabolites in the rhizosphere of tomatoes: secretion and effects on microorganisms. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 87:13–20. doi.org/10.1093/bbb/zbac181

10) Tatsumi,K.,Ichino,T.,Isaka,N.,Sugiyama,A.,Moriyoshi,E.,Okazaki,Y.,Higashi, Y.,Kajikawa,M.,Tsuji,Y.,Fukuzawa,H.,Toyooka,K.,Sato,M.,Ichi,I.,Shimomura, K.,Ohta,H.,Saito,K.,and Yazaki,K.,(2023).Excretion of triacylglycerol as a matrix lipid facilitating apoplastic accumulation of a lipophilic metabolite shikonin, J. Exp. Bot., 74 (1), 104 – 117, doi: 10.1093/jxb/erac405.

11) Li,H.,Matsuda,H.,Tsuboyama,A.,Munakata,R.,Sugiyama,A.,and Yazaki,K., (2022). Inventory of ATP-binding cassette proteins in Lithospermum erythrorhizon as a model plant producing divergent secondary metabolites, DNA Res., 29 (3), 1-12　doi: 10.1093/dnares/dsac016

12) Kiyoto,S.,Ichino,T.,Awano,T.,and Yazaki,K., (2022). Improved chemical fixation of lipid-secreting plant cells for transmission electron microscopy, Microscopy, 71(4): 206-213 doi: 10.1093/jmicro/dfac018.

13) Ichino,T.,and Yazaki,K., (2022).Modes of secretion of plant lipophilic metabolites via ABCG transporter-dependent transport and vesicle-mediated trafficking, Curr. Opin. Plant Biol., 66: 102184　doi: 10.1016/j.pbi.2022.102184

14) 棟方涼介、矢﨑一史
「合成生物学を利用したメロテルペン類とアルカロイドの微生物生産」
植物の生長調節、Vol.57, No.2, 93-99, (2022).

15) Nge,T,T.,Tobimatsu,Y.,Takahashi,S.,Umezawa,T.,Yamada,T.(2023).Hydrogen peroxide treatment of softwood-derived poly(ethylene glycol)-modified glycol lignin at room temperature.*Molecules*, 28, 1542, (https://doi.org/10.3390/molecules28041542).

先進素材開発解析システム（ADAM）
共同利用・共同研究専門委員会

委員長　渡邊　隆司　（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

京都大学生存圏研究所先進素材開発解析システム(Analysis and Development System for Advanced Materials, 以下 ADAM と略）は、「高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム」、「超高分解能有機分析サブシステム」、「高分解能多元構造解析システム」から構成される実験装置であり、平成 23 年度後期から共同利用設備としての運用を開始した。本設備は、世界唯一の多周波マイクロ波加熱装置、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置（FT-ICR-MS)、無機用および有機用電子顕微鏡などからなる複合研究装置であり、マイクロ波加熱を用いた新材料創生、木質関連新材料の分析、その他先進素材の開発と解析などに用いられる。本装置は研究所のフラグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」推進のための中核研究装置としても使われる。

高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム

<u>高度マイクロ波加熱応用及び解析サブシステム</u>

マイクロ波信号発生器
14GHz 帯、650W 進行波管増幅器
2.45GHz 帯 1kW、マグネトロン発振器
5.8GHz 帯 600W、マグネトロン発振器
800MHz～2.7GHz 帯 250W GaN 半導体増幅器
アプリケータ
スペクトラムアナライザ、他

FT-ICR-MS

<u>超高分解能有機分析サブシステム</u>

1. フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析装置
（FT-ICR-MS）（ブルカー・ダルトニクス製)
2. 多核核磁気共鳴装置 λ-400 （日本電子製)

<u>高分解能多元構造解析システム</u>

1. 無機用電界放出形電子顕微鏡
（200kV FE-TEM）（日本電子製)
2. 有機用透過電子顕微鏡（120kV TEM)
（日本電子製)
3. 比表面積/細孔分布測定装置 アサップ 2020
（島津-マイクロメトリックス製)

無機用電界放出形
電子顕微鏡

有機用透過
電子顕微鏡

第 12 回 先進素材開発解析システム(ADAM) シンポジウムの開催

令和 5 年 3 月 1 日に第 12 回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウムを開催した。昨年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大防止のためオンライン（Zoom）開催とした。

令和 4 年度 ADAM 共同利用研究課題関連研究の講演者とタイトル

吉澤徳子　「カーボンのナノ構造を活かしたエネルギー・環境材料の開発」

和田昌久　「Li 塩水溶液を用いて調製したセルロースヒドロゲル」

木田森丸　「FT-ICR MS と多変量解析による南極湖沼の溶存有機物の多様性とその影響要因の解明」

岸原充佳　「溶媒の誘電率測定とマイクロ波アプリケータ開発」

２．共同利用状況

ADAM 過去 10 年間と本年度の利用状況の推移

年度(平成/令和)	25	26	27	28	29	30	H31/R1	2	3	4
採択課題数	20	20	21	23	27	25	27	26	24	22
共同利用者数 *	101 学内 57 学外 44	102 学内 56 学外 46	113 学内 58 学外 55	117 学内 69 学外 48	126 学内 65 学外 61	111 学内 59 学外 52	135 学内 67 学外 68	112 学内 55 学外 57	100 学内 54 学外 46	92 学内 46 学外 46

* 研究代表者および研究協力者の延べ人数

３．専門委員会の構成及び開催状況（令和 4 年度）

ADAM 共同利用・共同研究専門委員会は以下の委員から構成される。令和 5 年 3 月 1 日に第 12 回先進素材開発解析システム(ADAM)共同利用・共同研究専門委員会をオンライン開催した。

ADAM共同利用・共同研究専門委員会委員：

渡邊隆司（京都大学生存圏研究所、教授・委員長）

福島和彦（名古屋大学大学院生命農学研究科、教授）

二川佳央（国士舘大学理工学部、教授）

松村竹子（ミネルバライトラボ、取締役）

岸本崇生（富山県立大学工学部、准教授）

木島正志（筑波大学大学院数理物質科学研究科、教授）

椿俊太郎（九州大学大学院農学研究院、准教授）

篠原真毅（京都大学生存圏研究所、教授）
今井友也（京都大学生存圏研究所、教授）
畑　俊充（京都大学生存圏研究所、講師）
三谷友彦（京都大学生存圏研究所、准教授）
西村裕志（京都大学生存圏研究所、特定准教授）

４．共同利用研究の成果

成果の例①　<研究課題：バイオマスの多角的構造解析(R3,4)>

シロアリは地上バイオマスの循環系で重要な役割を占める分解者である。その生理応答の理解は、地球上におけるバイオマス循環の理解という生態学上の重要課題であるとともに、木造家屋への食害の被害を制御する実用面においても重要な課題である。生理応答の第一段階は外的刺激を感知することだが、シロアリの感覚器官に関する研究はあまり進んでいない。そこでイエシロアリ属数種において、長さなど形態の異なる複数種類の感覚毛について、それらの微細構造を電子顕微鏡を用いて明らかにし、比較に基づく機能類推を行った。本知見は、シロアリが湿度や風などの物理刺激や、においなどの化学刺激を感知するメカニズム解明の基礎に位置づけられるもので、今後の研究にとってランドマーク的成果となることが期待される（学術論文５，博士論文２，学会発表１９，２０）。

成果の例②　<研究課題：リグニンポリマーDHP の解析(R4)>

リグニンのオリゴマーモデル化合物である DHP の重合反応条件と分子構造に関する知見を詳細に解析した。反応スケール、pH、重合酵素活性、反応溶液で特に有機溶媒条件、Zutropf (ZT) モードと Zulauf (ZL) モードによる合成法について検討を行った。得られた DHP について、サイズ排除クロマトグラフィー（SEC)、1H-13C HSQC NMR、および脱硫を含むチオアシドリシス法によって詳細に解析し報告した（学術論文 6)。

令和４年度共同利用研究活動の成果

[Ⅰ] 学術雑誌論文

1. Kurata A, Kiyohara S, Imai T, Yamasaki-Yashiki S, Zaima N, Moriyama T, Kishimoto N, Uegaki K. Characterization of extracellular vesicles from *Lactiplantibacillus plantarum*. Scientific Reports 12, 13330 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-17629-7
2. Kurata A, Yamasaki-Yashiki S, Imai T, Miyazaki A, Watanabe K, Uegaki K, Enhancement of IgA production by membrane vesicles derived from *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*, Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2022; zbac172, https://doi.org/10.1093/bbb/zbac172

3. Fang B, Hata T, Kijim M, Carbonization of hydrothermally pre-treated algae using terephthalaldehyde and Mg salts. Carbon Reports, 2022, 1. 206-213. DOI: 10.7209/carbon.010401.
4. Iida H, Okawa M, Leeanansaksiri S, Takahashi K, Efficient Monoalkylation of Anilines with Chalcones using Microwave-Assisted aza-Michael Addition, Lett. Org. Chem., 19(8), 608-615 (2022). DOI: 10.2174/1570178619666220128142833.
5. Bramantyo Wikantyoso, Tomoya Imai, S. Khoirul Himmi, Sulaeman Yusuf, Toshimitsu Hata, Tsuyoshi Yoshimura, "Ultrastructure and distribution of sensory receptors on the nonolfactory organs of the soldier caste in subterranean termite (*Coptotermes* spp.)", *Arthropod Structure & Development* 70 (2022) 101201, https://doi.org/10.1016/j.asd.2022.101201
6. Tokunaga Y., Watanabe, T., An investigation of the factors controlling the chemical structures of lignin dehydrogenation polymers, *Holzforschung*, 77, 51-62 (2022). https://doi.org/10.1515/hf-2022-0129

[Ⅱ] 修士論文・博士論文

1. 深津美佳「ピロール-イミダゾールトリアミドの合成と ^{1}H 及び ^{13}C NMR の正確な帰属」関東学院大学大学院工学研究科修士論文
2. Bramantyo Wikantyoso, "The sensory setae morphology and behavior in the soldier caste of subterranean termite, *Coptotermes* spp. (Blattodea: Rhinotermitidae)" 京都大学大学院農学研究科博士論文 2023 年 3 月授与予定
3. 折田将輝「外部環境に応答した腸管毒素原性大腸菌の定着因子分泌機構の解析」大阪大学薬学部 6 年制卒業論文
4. 吉川昂宏「*Novosphingobium* sp. MBES04 株のリグニン関連物質に対する生体応答と誘導発現遺伝子の機能」群馬大学大学院理工学府、環境創生理工学教育プログラム、令和 4 年度修士論文

[Ⅲ] 著書

西村裕志(依頼分担執筆), バイオプロセスを用いた有用性物質生産技術, 3 章 5 節 植物細胞壁の破砕・溶解法の検討と分析・評価 pp162-170, 技術情報協会 ISBN：978-4-86104-904-0

[Ⅳ] 受賞

1. Shibamoto, Kano 「Biogenic extracellular selenium particles are wrapped within membrane vesicles in *Escherichia coli*」 The 8th International Symposium on Metallomics, Kanazawa, Japan, July 11-14, 2022, Impressive Research Award

[V] テレビ、新聞、解説記事等

なし

[VI] 特許

なし

[VII] 学会発表

1. 前田瑞歩, 小西莉子, 入江健太, 岡田美玖, 福田隆志, 川本純, 今井友也, 栗原達夫, 倉田淳志, 上垣浩一「*Bifidobacterium dentium* が生産する MVs の特性」 第 74 回日本生物工学会大会　2022 年 10 月 18 日
2. 宇治広隆, 渡部直輝, 小見達哉, 坂口智紀, 赤松亮, 三原健太, 木村俊作「AB3 型両親媒性ブロックポリデプシペプチドを用いた逆ミセル型ナノキャリアの構築とサイズ制御に関する研究」第 71 回高分子学会年次大会　2022 年 5 月
3. 宇治広隆「ペプチド分子の自己組織化と電子物性」2022KIPS 若手高分子シンポジウム（日本化学繊維研究所、京都高分子科学研究所）　2022 年 10 月
4. 宇治広隆「ペプチド分子の電気的特性と分子組織化」第 17 回理研「バイオものづくり」シンポジウム　2023 年 1 月
5. 井手淳一郎・Moein Farahnak・Seonghun Jeong・山瀬敬太郎・牧田直樹・西村裕志・大槻恭一・大橋瑞江．2022．森林域から都市域へ輸送される河川水中溶存有機物の分子種の変遷について．第 133 回 日本森林学会大会, 山形県山形市．（オンライン）
6. 三原久明 「微生物が駆動し、ヒトと環境をつなぐセレノダイナミクス」 第 1 回生命金属科学シンポジウム, 東京都, 2022 年 5 月 23 日
7. Shibamoto, K., Ochi, A., Toyotake, Y., Aono, R., Inoue, M., Imai, T., and Mihara, H. Biogenic extracellular selenium particles are wrapped within membrane vesicles in *Escherichia coli*. The 8th International Symposium on Metallomics, Kanazawa, Japan, July 11-14, 2022
8. 青野陸, 芝本佳永, 越智杏奈, 豊竹洋佑, 藤岡大毅, 井上真男, 今井友也, 三原久明「大腸菌はセレンナノ粒子を細胞外膜小胞に包んで排出する？」 令和 4 年度生命金属科学夏の合宿, 北海道, 2022 年 9 月 4 日
9. 芝本佳永, 越智杏奈, 豊竹洋佑, 藤岡大毅, 青野陸, 井上真男, 今井友也, 三原久明「大腸菌における細胞外セレンナノ粒子の形成には細胞膜の完全性が必要である」 第 33 回日本微量元素学会学術集会, 兵庫県, 2022 年 9 月 9 日
10. 酒井幸樹, 木島正志, 畑俊充「シクロデキストリン-ポリロタキサン誘導物の炭素化」第 49 回炭素材料学会年会（2022 年 12 月 7 日-12 月 9 日、姫路）
11. 皇城義希, 木島正志, 畑俊充, 「炭素化した γ-シクロデキストリン系物質の基礎評価」

第 49 回炭素材料学会年会（2022 年 12 月 7 日-12 月 9 日、姫路）

12. 本間千晶, 西宮耕栄, 畑俊充「ガス化発電副産物及びその造粒物の吸放湿能」 第 20 回日本炭化学会研究発表会　2022 年 9 月
13. 飯田博一「マイクロ波加熱技術の生理活性物質合成への応用」第 16 回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム 2022 年度ショートコース（2022 年 10 月 12 日オンライン　招待講演）
14. 荒井りこ, 松田康佑, 飯田博一「マイクロ波照射下でのセラミックス触媒を用いたエステル化・アミド化の検討」日本化学会第 103 春季年会 東京理科大学野田キャンパス 2023 年 3 月
15. 高橋朱音, 酒井美佳, 若林杏樹, 朝倉志帆, 飯田博一「マイクロ波照射下でのモンモリロナイトを用いた Friedel-Crafts 反応による 4-フェニル酪酸等の合成検討」日本化学会第 103 春季年会 東京理科大学野田キャンパス 2023 年 3 月
16. 深津美佳, 飯田博一「ピロール-イミダゾールポリアミド合成に向けたマイクロ波照射効果の検討」日本化学会第 103 春季年会 東京理科大学野田キャンパス 2023 年 3 月
17. 西山智明，池谷仁里，高野智之，坂山英俊，関本弘之「多細胞性接合藻アオミドロ属 *Spirogyra parvula* ゲノムの解読と単細胞性もおよび陸上植物との比較」第 64 回日本植物生理学会　2023 年 3 月（予定）
18. 西山智明，池谷仁里，高野智之，坂山英俊，関本弘之「多細胞性接合藻類アオミドロのゲノム解読」日本植物学会第 86 回大会　2022 年 9 月
19. Bramantyo Wikantyoso, Tomoya Imai, S. Khoirul Himmi, Sulaeman Yusuf, Toshimitsu Hata, Tsuyoshi Yoshimura, “Morphology and Ultrastructure Analysis of Soldier Caste Sensory Receptors (Sensilla) in Subterranean Termite (*Coptotermes*, Isoptera)” 第 34 回日本環境動物昆虫学会年次大会（2022 年 11 月 26 日から 27 日）
20. Wikantyoso, B. (RISH, Kyoto Univ., BRIN, Indonesia), Imai, T. (RISH, Kyoto Univ.),Himmi, S. K., Yusuf, S. (BRIN, Indonesia), and Ohmura, W. (RISH, Kyoto Univ.) “Body setae of the subterranean termite *Coptotermes* spp. (Blattodea: Rhinotermitidae): Anatomy and putative function”, 日本応用動物昆虫学会（2023 年 3 月 13 日～15 日）
21. 河原一樹、沖大也、飯森南斗、今井友也、松田重輝、飯田哲也、吉田卓也、大久保忠恭、中村昇太「IV 型線毛の機能を制御するマイナーピリンの構造生物学的研究」日本結晶学会令和 4 年度年会　2022 年 11 月
22. 飯森南斗、沖大也、今井友也、松田重輝、吉田卓也、大久保忠恭、飯田哲也、中村昇太、河原一樹「腸管毒素原性大腸菌が分泌する可溶性定着因子の脂質膜認識機構」第 96 回日本細菌学会総会　2023 年 3 月

23. 折田将輝、沖大也、飯森南斗、今井友也、松田重輝、飯田哲也、吉田卓也、大久保忠恭、中村昇太、河原一樹「外部環境に応答した腸管毒素原性大腸菌の可溶性定着因子分泌機構の解析」日本薬学会第 143 年会　2022 年 3 月
24. 熊川恵理、吉川昂宏、勝亦まどか、粕谷健一、渡辺隆司、西村裕志、石井俊一、大田ゆかり「リグニン由来低分子化合物の存在下で発揮される *Novoshingobium* sp. MBES04 株の生存戦略」(第(67 回リグニン討論会　2022 年 11 月 11 日、ポスター発表、オンライン)

25. Hiroshi Nishimura, Kaori Saito, Naoko Kobayashi, Mei Sano, Yuu Iseki, Yoshiteru Mizukoshi, Yohei Minami , Tomohiro Hashizume , Keiko Kondo,Masato Katahira, Takashi Watanabe, Structural analysis of lignocellulosic biomass by NMR spectroscopy toward decarbonized society, 13th 国際 IAE シンポジウム, 2022.9.6 (online poster)

26. 水越克彰、佐野芽生、 渡辺隆司、西村裕志、木質構成成分の抽出に対する超音波の効果 , 第 31 回ソノケミストリー討論会, 令和 4 年 10 月 28－29 日, 久留米シティプラザ（久留米市), (ポスター)

27. 西村裕志, 大田ゆかり, 高田耕児, 山田美紗登, 的場貴大, 佐野芽生, 水越克彰, 渡辺隆司, 低変性 APA リグニンの分離分析と微粒子化, 第 67 回リグニン討論会講演要旨集, p32-34(oral No.113)

[Ⅷ] その他

1. Shuntaro Tsubaki, The Microwave-controlled Catalytic Reactions: Its Theory and Application, The 4th Global Congress on Microwave Energy Applications（令和 4 年 8 月 19 日、on-line）(Plenary Talk)

2. 西村裕志, リグニンの分離、構造解析とリグノセルロース高分子の創製, 技術情報協会技術セミナー（オンライン）, 2022 年 12 月 22 日

3. Hiroshi Nishimura,　Fourier transform MS and NMR analyses of lignocellulose from forest trees, 2022.12.16, Finland-Japan Joint Seminar-Sustainable Water Management in Forested Catchment, (ハイブリッド開催、東フィンランド大学)

バイオナノマテリアル製造評価システム(CAN-DO)
共同利用・共同研究専門委員会

委員長　矢野　浩之　（京都大学生存圏研究所）

１．共同利用施設および活動の概要

生存圏研究所では、2005 年にスタートした大型プロジェクトの中で 15 年かけてセルロースナノファイバー材料の製造・加工・分析に特化した装置群を導入してきた。その 80 以上に及ぶ製造装置、分析機器をユニット化し、バイオナノマテリアル製造評価システム(Cellulosic Advanced Nanomaterials Development Organization: CAN-DO)として 2021 年より、生存圏研究所共同利用設備として提供している。ユニットは、CNF 製造ユニット、CNF 強化樹脂製造・加工ユニット、CNF 化学分析ユニット、CNF 構造解析ユニット、CNF 材料構造解析ユニット、CNF 強化樹脂特性評価ユニットとなっている（図１）。CAN-DO の中心には原料の木質バイオマスから始まり自動車・情報家電用材料等の製造までを一気通貫で行う京都プロセステストプラントがあり、各ユニットと組み合わせることで、製造工程ごとに材料の構造・特性を評価しながら新規バイオナノマテリアルの開発に取り組むことが出来る。

CAN-DO は J-HUB オープンイノベーション拠点「バイオナノマテリアル共同研究拠点」における共同利用施設として運営しており、その活動報告を生存圏シンポジウム「バイオナノマテリアルシンポジウム」並びに生存圏シンポジウム「ナノセルロースシンポジウム」において行っている。

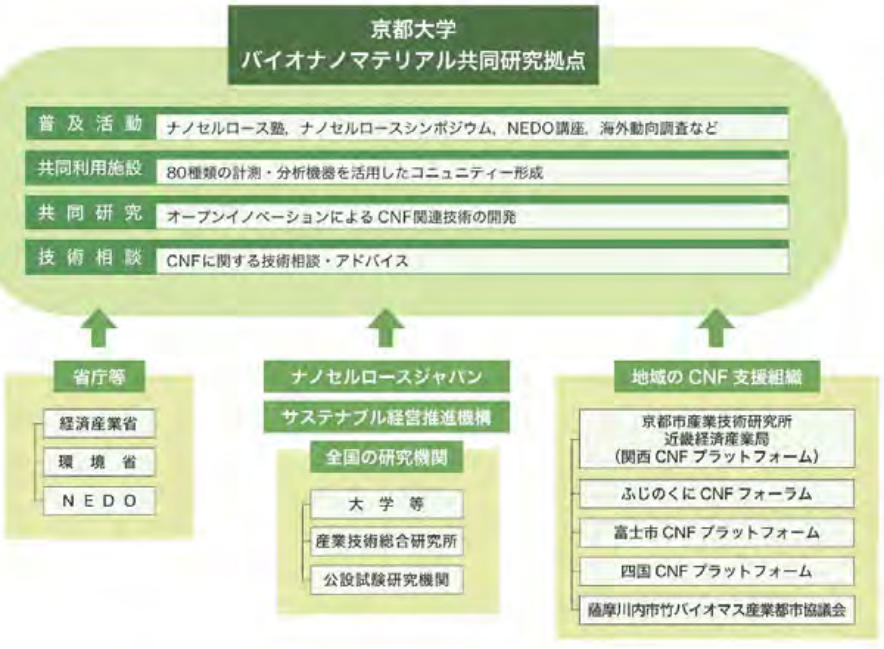


図1　J-HUB オープンイノベーション拠点「バイオナノマテリアル共同研究拠点」

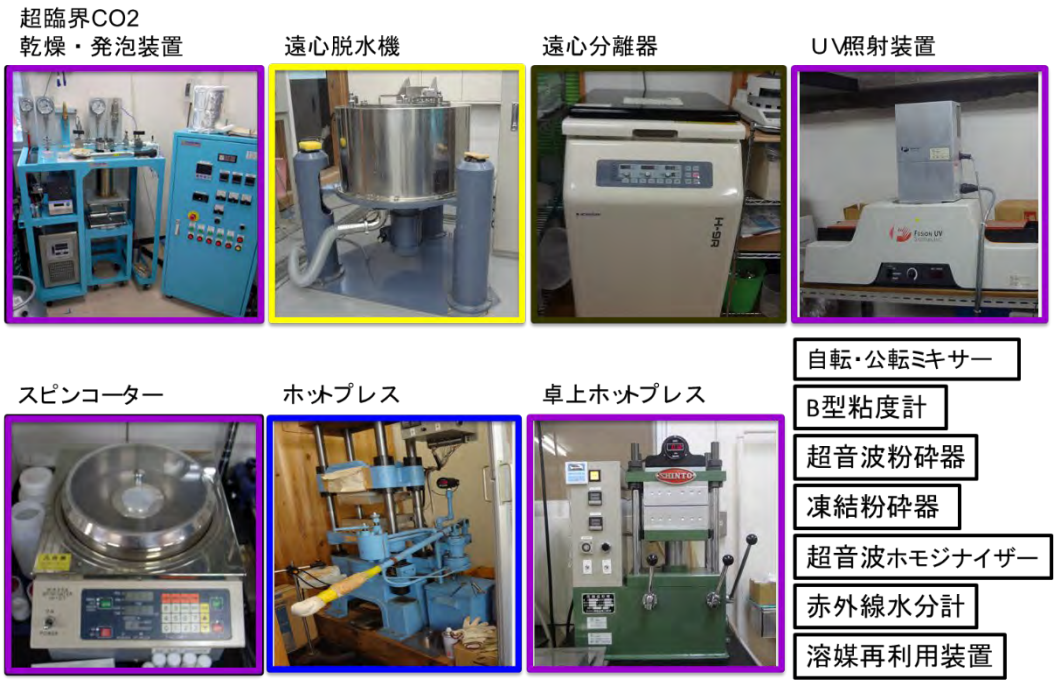
① CAN-DO 成分分離装置(蒸解、他)

② CAN-DO 解繊装置

③ CAN-DO サンプル調整装置

④ CAN-DO 観察装置

⑤ CAN-DO CNF/樹脂複合･成形装置



⑥ CAN-DO 樹脂複合材料加工装置

フーリエ変換赤外
分光光度計(FT-IR)

高速液体
クロマトグラフ

ガスクロマトグラフ

熱分解GC-MS

イオンクロマトグラフ

フラッシュ
クロマトグラフ

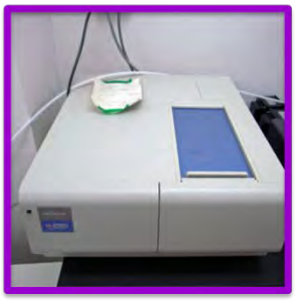
絶対分子量測定装置
(SEC-MALLS)

元素分析装置

⑦ CAN-DO 化学分析機器(1)

分光光度計
(UV-Vis)

ダブルビーム
分光光度計(UV-Vis)



平均分子量測定装置
（粘度法）

レーザ回折/散乱式
粒子径分布測定装置

動的光散乱式粒度径分布・
ゼータ電位測定装置

自動比表面積・
細孔分布測定装置（BET)

⑧ CAN-DO 化学分析機器(2)＆物性評価機器(1)

⑨ CAN-DO 物性評価機器（2）

⑩ CAN-DO その他の機器

第 2 回 バイオナノマテリアルシンポジウム 2022 － アカデミアからの発信 -の開催

令和 4 年 10 月 27 日に CAN-DO 関連の活動を紹介するためのバイオナノマテリアルシンポジウム 2022 を開催した。対面とオンライン（Zoom）のハイブリッド開催とした。
852 名の参加者があった。

令和 4 年度 CAN-DO 共同利用研究課題関連研究のタイトルと講演者

ナノセルロースによる乳化と複合材料への展開
藤澤 秀次/東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻

表面修飾セルロースナノウィスカーを用いた固体表面の機能化
荒木 潤/信州大学 繊維学部 化学・材料学科

セルロース利用研究におけるデータ解析・機械学習の活用
寺本 好邦/京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻

バイオナノマテリアルの半導体機能・用途開発
古賀 大尚/大阪大学 産業科学研究所 自然材料機能化研究分野

極低温で作動する導電性 CNF ネットワーク
矢野 浩之/京都大学生存圏研究所

食用こおろぎからのキチンナノファイバーの製造とその評価
伊福 伸介/鳥取大学 工学研究科 化学・生物応用工学専攻

機械解繊フィブロインナノファイバー補強キトサン繊維の開発
岡久 陽子/京都工芸繊維大学 繊維学系 バイオベースマテリアル学専攻

森と海の多糖ナノファイバーで創出する細胞培養基材
畠山 真由美/九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門

レザーライク木質系素材への挑戦
足立 幸司/秋田県立大学 木材高度加工研究所

木材の物性発現機構の解明に向けて ～放射光を用いた微細構造解析～
堀山 彰亮/京都府立大学 大学院 生命環境科学研究科

２．共同利用状況

令和 3 年度から共同利用を開始し、本年度は 9 件の共同利用課題を採択した。

CAN-DO 共同利用状況(過去 1 年間と本年度の利用状況の推移)

年度（令和）	R3	R4
採択課題数	4	9
共同利用者数＊	11 学内 4	25 学内 20 学外 5

＊ 研究代表者および研究協力者の延べ人数

３．専門委員会の構成及び開催状況（令和 4 年度）

CAN-DO 共同利用・共同研究専門委員会は以下の委員から構成される。令和 4 年 10 月 27 日に令和 4 年度第 1 回バイオナノマテリアル製造評価システム（CAN-DO）共同利用・共同研究専門委員会を対面とオンライン（Zoom）のハイブリットで開催した。

CAN-DO共同利用・共同研究専門委員会委員：

	委員種別	氏名	職名	所属機関名
1	3 号委員	能木　雅也	教授	大阪大学　産業科学研究所
2	3 号委員	齋藤　継之	教授	東京大学　大学院農学生命科学研究科
3	3 号委員	荒木　潤	教授	信州大学　繊維学部
4	3 号委員	岡久　陽子	准助教	京都工芸繊維大学　繊維学系
5	3 号委員	伊福　伸介	教授	鳥取大学　工学部
6	3 号委員	足立　幸司	准教授	秋田県立大学　木材高度加工研究所
7	3 号委員	北岡　卓也	教授	九州大学　大学院農学研究院
8	2 号委員	寺本　好邦	准教授	農学研究科　森林科学専攻
9	**委員長** 1 号委員	矢野　浩之	教授	生存圏研究所　生物機能材料分野
10	1 号委員	今井　友也	教授	生存圏研究所　マテリアルバイオロジー分野
11	1 号委員	阿部　賢太郎	准教授	生存圏研究所　生物機能材料分野
12	1 号委員	田中　聡一	助教	生存圏研究所　生物機能材料分野

４．共同利用研究の成果

成果の例①＜研究課題：バイオマスマテリアル骨格構造を活用した機能性材料の創成（R4）＞

木材は地上最大のバイオマスマ資源であり、カーボンニュートラルの観点から特にマテリアル利用促進が課題となっている。近年、木材に漂白処理と樹脂含浸処理を施すと高い透明性を示す現象を利用して、木材の組織構造を活用したユニークな光学特性をもつ材料を創成できる可能性が示唆されている。しかし、透明化した木材の光学特性（散乱特性・偏光特性）やそのメカニズムは明らかにされていない。そこで、木材に国産針葉樹のスギとヒノキ、広葉樹のケヤキ、トチノキを用いて透明化した木材を作製し、分光光度計とレーザー投射法により光学特性を評価した。その結果、透明化した木材の全光線透過率は木材（素材）の木取りと密度に依存して変化すること、偏向性と偏光性を示すこと、および散乱パターンに木

材細胞の周期構造を反映した回折縞が観察されることが明らかとなった。

成果の例②　＜研究課題：バイオマスおよび関連試料の高分解能構造解析（R4）＞

木材等のバイオマスは循環資源の代表格であり、今後益々その活用に期待がかかる材料である。一方で生物由来であるために劣化しやすいという短所も持っており、有効な活用へ向けた工学的なアプローチのためにはその性質の制御という観点が必要がある。そこで重要となるのがその構造解析である。

本課題では、バイオマスの有効活用という大目的に向けて、木質バイオマスそのものの構造解析およびバイオマスの循環に関わる現象の構造的理解に資する研究を行う。本年度は、シロアリの感覚検知のメカニズム解明を目的とした体表の感覚毛および、各種セルロース試料の高分解能 SEM 観察を行った。前者の課題では論文公表が一件、現在査読中の論文が 1 件ある。また関連データによる博士論文作成にも寄与した。

成果の例③＜研究課題：セルロースナノファイバーを用いた紙の耐水性向上（R4）＞

セルロースナノファイバー（CNF）は高い強度と靭性を備えた優れた機械的特性を示す。さらに、アルカリ膨潤による相互嵌合で耐水性のあるネットワークを形成する。この特性を活かして、紙の湿潤強度の向上について検討している。

今年度は、パルプと CNF を 0-100%の比で複合化し、乾燥後、8%および 16%の N ア OH 溶液に浸漬し、中和後に乾燥した。得られたシートについて、本施設のＸ線解析装置を用い、セルロースの結晶構造変化を明らかにした。また、FE-SEM によりシートの構造解析を行った。さらに、水に浸漬したシートについて、本施設のインストロン強度試験機を用い引張強度試験を行った。NaOH 処理により、高い湿潤強度を有する材料の開発に至った。この成果については現在、国際誌に投稿中である。

令和 4 年度共同利用研究活動の成果

[Ⅰ] 学術雑誌論文

1. Ku, T. H., Nakatsubo, F., Kuboki, T., Yano, H., & Abe, K., Hindrance to nanofibrillation of undried pulp produced by the kraft cooking process, *Carbohydrate Polymers*, 291, 119481(2022). https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119481
2. Ku, T. H., Yano, H., & Abe, K., High temperatures and pressures during cooking hinder the nanofibrillation of purified pulp, *Carbohydrate Polymers*, 298, 120078(2022). https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120078
3. Liu, H., Yano, H., & Abe, K. (2022). Reinforcement of dry and wet paper sheets by cellulose nanofibers. Cellulose, 1-12. https://doi.org/10.1007/s10570-022-04888-w
4. Abe, K., Yang, X.P., Yano, H. & Wang, L. (2022) Multifunctional cellulosic materials prepared by a reactive DES based zero-waste system. Nano Letters, DOI10.1021/acs.nanolett.2c01303
5. Abe, K., Yonekawa, T. & Natsume, T.(2022) Artificial lignification of a cellulose microfibril-based hydrogel and resulting effect on tensile properties. Holzforschung, 76, 9, 838-844, DOI10.1515/hf-2022-0028
6. B. Wikantyoso, T. Imai, S. K. Himmi, S. Yusuf, T. Hata, T. Yoshimura, Ultrastructure and distribution of sensory receptors on the nonolfactory organs of the soldier caste in Subterranean Termite (Coptotermes spp.), *Arthropod Structure & Development* 70, 101201, DOI10.1016/j.asd.2022.101201

[Ⅱ] 修士論文・博士論文

1. Ku, Ting-Hsuan 「Mechanical Fibrillation Capability of Kraft Pulp for Obtaining Cellulose Nanofibers（セルロースナノファイバー製造におけるクラフトパルプの機械的フィブリル化特性)」京都大学大学院農学研究科博士論文 2023 年 3 月授与予定
2. Bramantyo Wikantyoso, “The sensory setae morphology and behavior in the soldier caste of subterranean termite, *Coptotermes* spp. (Blattodea: Rhinotermitidae)” 京都大学大学院農学研究科博士論文 2023 年 3 月授与予定
3. 山碕悠真「木材の組織構造を維持した透明木材の光学特性」京都大学大学院農学研究科修士論文

[Ⅲ] 著書

なし

[Ⅳ] 受賞

なし

[V] テレビ、新聞、解説記事等

1. 矢野浩之、CNF はカーボン・ニュートラル・フロンティア、化学工学、Vol.87(2)、2023 年 2 月号、pp.63-66

[VI] 特許

なし

[VII] 学会発表

1. 矢野浩之「セルロースナノファイバーーカーボンニュートラル社会への戦略ー」プラスチック成型加工学会第 33 回年次大会特別講演、2022 年 6 月 15 日
2. 矢野浩之「カーボンニュートラル社会に向けた CNF 材料の開発」セルロースナノファイバーの最前線２０２２in 大阪・特別講演会 2022 年 6 月 29 日 株式会社化学工業日報社 2022 年 6 月 29 日
3. 山碕悠真, 矢野浩之, 田中聡一「木材のホロセルロース骨格構造の光学特性に及ぼす含浸樹脂の影響」、セルロース学会第 29 回年次大会、2022 年 7 月 22 日
4. 小野和子, 野口広貴, 仙波 健, 矢野浩之「CNF 強化生分解性プラスチックの土壌中での分解性」、セルロース学会第 29 回年次大会、2022 年 7 月 22 日
5. Haoyue Liu, Yano Hiroyuki, Abe Kentaro「Improve the wet tensile strength of composite sheets using alkali treatment」、セルロース学会第 29 回年次大会、2022 年 7 月 21 日
6. 矢野浩之「ＣＮＦはカーボン・ニュートラル・フロンティア」令和４年度ふじのくにＣＮＦ総合展示会、2022 年 11 月 8 日
7. 矢野浩之「CNF はカーボン・ニュートラル・フロンティア」日本バイオプラスチック協会技術情報交換会、 2022 年 11 月 10 日
8. 篠﨑美月、阿部賢太郎、矢野浩之「銀担持セルロースナノファイバーによる導電性フィルム作製」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月 14 日
9. 髙木佑一、矢野浩之、阿部賢太郎「低温リン酸水溶液による高繊維量セルロース溶液の調製」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月 14 日
10. 小野和子、野口 広貴、仙波 健、矢野 浩之「CNF 強化生分解性プラスチックの室内土壌試験における分解性」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月 15 日
11. 山碕 悠真、垣内田 洋、関 雅子、阿部 充、三木 恒久、矢野 浩之、田中 聡一「透明木材の光学特性に及ぼす組織構造の影響」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月 14 日
12. 田中 聡一、金山 公三、杉野 秀明、関 雅子、阿部 充、三木 恒久「水撃作用が木材への液体浸透と組織構造に及ぼす影響」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月 15 日

13. 田中聡一、今井友也、神代 圭輔「その場 SAXS 測定による 曲げ応力負荷時における木材細胞壁構造変化の追跡」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月 15 日
14. 阿部賢太郎「あて材の成長応力に関する考察」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月
15. Bramantyo Wikantyoso, Tomoya Imai, S. Khoirul Himmi, Sulaeman Yusuf, Toshimitsu Hata, Tsuyoshi Yoshimura, “Morphology and Ultrastructure Analysis of Soldier Caste Sensory Receptors (Sensilla) in Subterranean Termite (*Coptotermes*, Isoptera)” 第 34 回日本環境動物昆虫学会年次大会 (2022 年 11 月 26 日から 27 日)
16. Wikantyoso, B. (RISH, Kyoto Univ., BRIN, Indonesia), Imai, T. (RISH, Kyoto Univ.),Himmi, S. K., Yusuf, S. (BRIN, Indonesia), and Ohmura, W. (RISH, Kyoto Univ.) “Body setae of the subterranean termite *Coptotermes* spp. (Blattodea: Rhinotermitidae): Anatomy and putative function”, 日本応用動物昆虫学会 (2023 年 3 月 13 日～15 日)

[Ⅷ] その他

なし

Methane budget of a complex mountainous forest: look up and down

1. Research team

Leader: EPRON Daniel (Fac. of Agriculture, Kyoto Univ.)
Collaborators: TAKAHASHI Kenshi (RISH, Kyoto Univ.)
SAKABE Ayaka (Hakubi Research Centre, Kyoto Univ.)
MOCHIDOME Takumi (M1, Fac. of Agriculture, Kyoto Univ.)

2. Related missions

Mission 1: Environmental Diagnosis and Regulation of Circulatory Function
Mission 5: Quality of the Future Humanosphere

3. Abstract

Methane (CH_4) is the second most important anthropogenic greenhouse gas. Soils in upland forests are the largest biological sink for atmospheric CH_4, providing a valuable ecosystem service. However, CH_4 emission by trees weaken the sink strength of forests, becoming nowadays a major concern. Our first goal was to characterize the vertical profile of tree CH_4 emission by measuring fluxes all along the trunk and at the foliage using a cherry picker to access the top of the trees. We have also implemented the measurement of soil CH_4 flux considering the complexity of the topography and hydrological system. We measured the trunk CH_4 fluxes of eight trees of four species at several heights up to 15 m. All trees emitted CH_4 at all sampling heights along the trunk, while foliage showed virtually no CH_4 emission. Overall, the trunk CH_4 emissions measured at the base of the trunk (0 to 2.0 m above the soil) was significantly related to the estimated trunk emission at tree level. We also measured soil CH_4 fluxes across the landscape, using different transects that covered the ridge, hillslope, riparian zone and wetland as part of examining the influence of topography on CH_4 fluxes. We mainly observed negative net soil CH_4 fluxes, which means that overall the soils in riparian zone, hillslopes and ridges were CH_4 sinks. Hotspots of CH_4 emissions were found in wetlands. At first glance, soils in Ashiu experimental forest are a biological sink for atmospheric CH_4 but emissions of methane from trees weaken the sink strength of this forest.

4. Background and purpose of the research

Stem CH_4 emission has been measured for two years (from August 2020 to now) in the Ashiu experimental forest (upper Yura River watershed) and we showed that the trunks of the major species at this site emit CH_4, with a large variability among species, among trees for a given species, and within a tree. For the vast majority of the trees, CH_4 was produced internally and did not originate from the soil.

Our priority was therefore to continue measuring tree emissions, including not only the lower part of the stem as we did until now, but also the upper part, branches and foliage, which have been overlooked in most studies around the world. We have used a cherry picker to access the upper part of the tree trunks and their foliage (Figure 1), taking advantage of the numerous trees lining the forest dirt roads in our working area. We measured the trunk CH_4 fluxes of

Figure 1: A Cherry picker is used to access the upper part of the tree trunks and foliage

eight trees of four species at several heights up to 15 m, manipulating a crane truck and using the dynamic closed chamber method connected to a portable trace gas analyzer (Li-7810, Licor, USA). The measured trunk CH_4 flux was scaled up to tree level.

We have also implemented soil CH_4 flux measurement following a sampling design that covered the topographic heterogeneity of this mountainous forest, which is a cool-temperate natural mixed forest with well-drained soil, dominated by *Cryptomeria japonica* (Japanese cedar). We installed 58 soil collars at a depth of 5 cm in the soil across the landscape, with a distance of about 30 m between each (Figure 2). With different transects we covered the ridge, hillslope, riparian zone and wetland as part of examining the influence of topography on CH_4 fluxes. CH_4 flux was measured using a cavity enhanced absorption spectroscopy gas analyser. Simultaneously to soil CH_4 flux, soil temperature and volumetric water content measurements were also performed at the same 58 positions. Soil samples have been collected near each collar and the pH, C and N contents and texture are being determined.

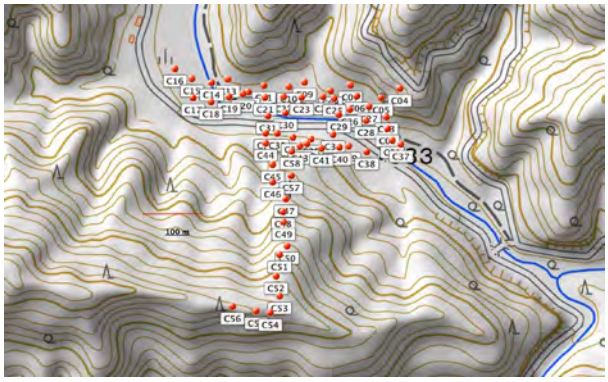


Figure 2: Location of soil collars in the upper Yura River watershed

5. Results and discussion

All trees emitted CH_4 at all sampling heights along the trunk, while foliage emitted almost no CH_4. We observed similar vertical patterns of trunk emissions in two species (*Aesculus turbinata* and *Fagus crenata*) characterized by an increase followed by a decrease with height (range of peak height: 1.8 to 7.5 m above the soil). In the other two species, the vertical pattern in the emission was less consistent between two individuals. Overall, the trunk CH4 emission measured at the base of the trunk (0 to 2.0 m above the soil) was significantly related to the estimated trunk emission at tree level.

We mainly observed negative net CH_4 fluxes in November and December 2022 (-0.52 nmol m^{-2} s^{-1} on average), which means that overall the riparian zone, hillslopes and ridges were CH_4 sinks. Soil CH_4 uptake was highest mid-slope and lowest in the riparian zone and on ridges. Hotspots of CH_4 emissions were found in wetlands (up to 20 nmol m-2 s-1).

6. Future directions

Tree CH_4 emissions will be scaled to stand level based on species-specific relationships between stem diameter, wood traits and CH_4 emission, and using stand inventories. Stand level CH_4 emission from trees will be compared to spatially averaged soil CH_4 flux to estimate the total CH_4 budget of the forest.

7. Reference

Epron D, Mochidome T, Tanabe T, Dannoura M, Sakabe A (2022) Variability in stem methane emissions and wood methane production of different tree species in a cold temperate mountain forest. Ecosystems, DOI: 10.1007/s10021-022-00795-0, 2022

8. Notes

Results will be presented at the Japan Geoscience Union Meeting (June 2023)

長期太陽黒点観測スケッチのデジタル画像データベースの構築

1. 研究組織

代表者氏名：浅井　歩（京都大学 理学研究科）
共同研究者：海老原祐輔（京都大学 生存圏研究所）
上野　悟（京都大学 理学研究科）
鈴木三好（元三重県立津高校教諭）
西田圭佑（京都大学 理学研究科）
玉澤春史（京都大学 文学研究科）
北井礼三郎（立命館大学）

2. 関連ミッション

ミッション３：宇宙生存環境
ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

太陽黒点の観測は、1600 年代のガリレオ・ガリレイの頃にまでさかのぼれる。近年においても、小山ひさ子氏による「40 年にわたる黒点スケッチ観測」[1)]が世界的に知られており、それを引き継いで、鈴木美好氏による 60 年にわたる黒点スケッチ観測が存在している(図 1)。SILSO（Sunspot Index and Long-term Solar Observations）[2)]は世界的な太陽黒点観測のとりまとめを実施しているが、過去の太陽黒点数の再評価を行った際には、鈴木氏の観測整約の結果が貢献した。

本研究では、鈴木氏の観測のデジタル画像データベースを構築して、世界的研究ネットワークに提供する。鈴木氏による均質な長期連続観測資料は、太陽活動・地球環境の長期変動を研究するための貴重な資料である。構築するデータベースは、生存圏研究所が主要機関参加している IUGONET を介して公開する。地球環境を支配する太陽エネルギー研究の基礎資料となるデータベースの公開は価値が大きい。

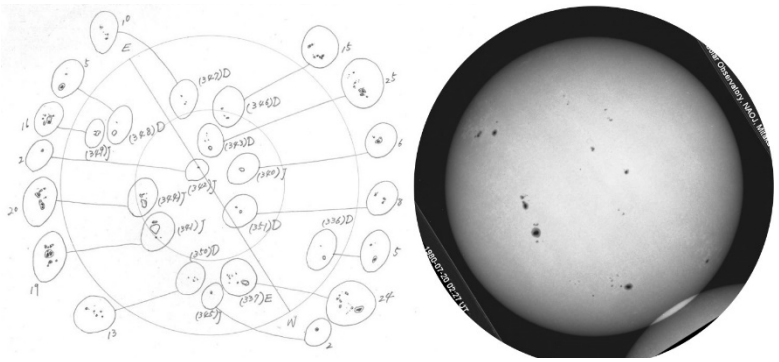


図１：鈴木氏による黒点スケッチ(左)と国立天文台三鷹で太陽光球像(右)。

4. 研究の背景と目的

太陽黒点の出現は約 11 年で盛衰を繰り返す。また、黒点数に比例する太陽活動は、太陽からの紫外線放射量と同期しており、地球に照射するエネルギーを増減させることにつながる。しかし、この盛衰の根本原因は未だ解明されておらず、観測的な立場からは長期間にわたる観測記録の整備が必要である。本研究の目的は、60 年にわたる鈴木氏の観測のデジタル画像データベースを構築して、世界的研究ネットワークに原資料を提供することにある。鈴木氏は、自宅の 10cm 口径屈折望遠鏡を用いて、太陽全面に出現した黒点のスケッチを継続観測して蓄積してきた。この均質な長期連続観測資料をデジタル化してデータベースを構築し、生存圏研究所が主要機関参加している IUGONET を介して世界に公開することを目的とする。

5. 研究の結果および考察

本年度は、残されていた 1996 年から 2020 年にわたる、約 25 年間の観測データについて、スケッチ画像をデジタルスキャンしてデジタル画像に変換した。加えて、観測日時や条件などの情報を、メタデータとしてエクセルファイルに格納した。1960 年から 1996 年の黒点相対数は図 2 の通りである。

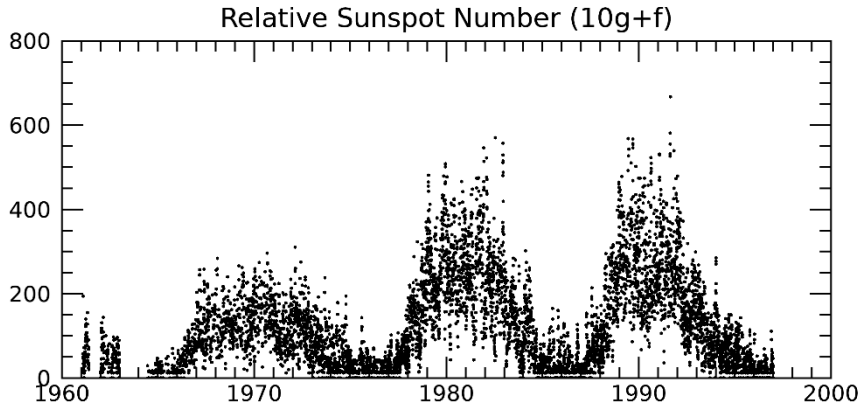


図 2：鈴木氏の黒点スケッチに基づいた 1960 年から 1996 年の黒点相対数。

6. 今後の展開

理学研究科附属天文台のデータサーバー上に画像データベース・メタデータデータベースを構築し公開する。エクセルファイルのメタデータは、IUGONET が採用している SPASE 形式の XML ファイルに変換したのち、検索サーバーに登録して公開する。

7. 引用文献

1) 小山ヒサ子, 太陽黒点観測報告：1947–1984, 河出書房新社, 1985.
2) SILSO Webページ：https://wwwbis.sidc.be/silso/

誘電率計測による微細気泡水の特性解析

1. 研究組織

代表者氏名：上田義勝（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：三谷友彦（京都大学 生存圏研究所）
高橋克幸（岩手大学 理工学部）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション３：宇宙生存環境

3. 研究概要

ファインバブルなどの微細気泡については、環境用途や農業用途での研究利用が進みつつある。気泡安定性や特性については仮説がいくつかあるが、決定的な結論はまだ出ていない。気泡の内圧について先行して我々が行った計測事例はあるが、別途計測している気泡のゼータ電位との関係性は現在も研究途上にある。ゼータ電位は、気泡表面の帯電状態を見ているわけではない。実際には、液体中のイオンと気泡帯電との間で生じる等電位面が関与し、イオンが拡散せずに気泡周辺に留まる「すべり面」の電位を観測しており、実際の界面を直接計測できていない。

我々はサブミクロンスケールの微細気泡（ウルトラファインバブル,UFB）の帯電状況をもっと精度良く計測する事を目標とし、マイクロ波帯（500MHz から 50GHz）の誘電率を計測し、気泡と水とが織りなす電気的特性を直接計測した。中でも微細気泡による誘電率の変化を再確認した他、微細気泡生成時の水の誘電率の変化について確認した。

4. 研究の背景と目的

UFB の気泡特性としては、これまでに気泡の濃度分布の他、表面の帯電状態としてのゼータ電位計測、また内部圧力などの計測を行ってきたが、水との相互作用により生じる誘電率の変化などは確認できていない。我々は過去に誘電率変化について計測を行った事があるが、通常の水との違いは細かく確認できなかった。特に温度条件の違いや保存期間による変化をその場で計測していなかったため、本研究では生成直後の大気 UFB 水の特性の違いと、生成装置が稼働している最中に誘電率がどう変化するのかを確認した。UFB は長期間保存が可能であると言われているが、応用研究結果にはばらつきも多い事例がある事から、これらの誘電率の変化が応用研究成果に関係する可能性も考えられるため、非常に重要な計測研究事例となるはずである。

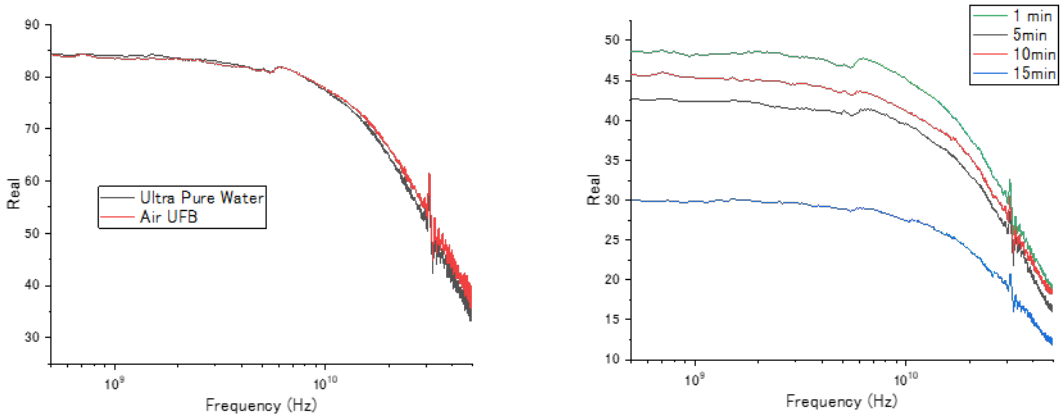


図 1. 空気 UFB 水の生成直後の誘電率（実部）（左図）と、UFB 生成装置稼働中の誘電率（実部）の変化

5. 研究の結果および考察

図 1 は本研究において計測した大気 UFB 水の実部誘電率の計測結果と、生成途中の誘電率の変化を示している。誘電率計測にはネットワークアナライザ（Agilent Technologies, E8634C）を用い、500MHz から 50GHz までの周波数帯の誘電率を、slim probe kit を用いて計測している。UFB 水の生成には、加圧溶解型生成装置（RMUTL-KVM-10）を用いた。生成条件としては、高純度精製水（古河薬品工業 クリーン&クリーン）1L から、大気流量を 50mL/min として生成した。また、生成中の誘電率の確認のため、生成装置タンクに、slim probe を設置し、装置稼働中の誘電率の時間変化についても図 1 右図として計測している。大気 UFB 水の特性については、高周波帯（10GHz 以上）において若干の現象がみられた。また、生成稼働時には稼働時間に応じた誘電率の低下を確認しているが、こちらは接地条件などもあるため、水だけの特性を示しているのか、もしくは静電気などの効果による計測エラーなのかを今後確認する必要がある。尚、生成稼働時は水循環のためのポンプによる温度上昇もあるが、これまでの生成データからは、15 分でおよそ 2-3℃程度の上昇であり、水温による誘電率の変化はそれほど大きくないと考える。

6. 今後の展開

本年度においては、高周波帯の誘電率計測を確認し、その変化について確認したが、気体を変えた場合の変化の他、LCR メータなどを用いた低周波帯における特性の違いについても計測準備を進めている。特に生成装置稼働中の誘電率の大きな変化については、計測エラーの可能性はあるものの、水の特性が静電気により大きく変化している可能性を示すものであり、非常に興味深い結果が得られた。

熱帯荒廃草原におけるイネ科バイオマス資源の持続的生産に基づく炭素隔離

1. 研究組織

代表者氏名：梅澤俊明（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：小西哲之（京都大学 生存圏研究所）
梅村研二（京都大学 生存圏研究所）
小林優（京都大学 大学院農学研究科）
飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）
八木重郎（京都大学エネルギー理工学研究所）
サフェンドリ コマーラ ラガムスタリ（インドネシア研究イノベーション庁）
レザ ラムダン リバイ（京都大学生存圏研究所、インドネシア研究イノベーション庁）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション２：太陽エネルギー変換・高度利用
ミッション４：循環材料・環境共生システム
ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

熱帯荒廃草原を活用したバイオマスエネルギーの生産に適し、さらに炭素隔離に適するイネ科バイオマス植物を開発するとともに、高発熱型草本バイオマスの吸熱炭化ガス化処理システムを開発することによる、先進エネルギーとバイオマス生産、炭素隔離の持続可能システムの構築を推進した。

4. 研究の背景と目的

我が国をはじめ世界各国に於いて、2050 年頃までの社会全体でのカーボンニュートラル達成に向けた様々な動きが急加速している。この目標達成には化石資源依存を可能な限り削減することが必須であり、代替資源としてのリグノセルロースバイオマスの持続的生産と利用が必須である。そして、リグノセルロースバイオマス資源の持続的生産には、インドネシアなどの東南アジアの熱帯林伐採跡地に既に広大に発生してしまっている荒廃草原（1000 万 ha）の利用が必須となっている。

以上に鑑み、研究代表者梅澤と研究分担者梅村・小林らは、インドネシア研究イノベーション庁と熱帯荒廃草原の植生回復とバイオマスエネルギー・木質材料生産に関する国際共同研究を JICA/JST の支援の下で実施してきた。一方、小西らはバイオマスと核融合や太陽光発電などを組み合わせた炭素隔離プロジェクトを別途進めてきた。今後大幅にかつ積極的に大気中二酸化炭素濃度を削減するためには、地球

上の炭素サイクルの系外に炭素を排出するいわゆる炭素隔離が本質的に重要であり、梅澤らの進めてきたバイオマスの持続的生産と小西らの進めてきた炭素隔離研究を融合した持続的体系の構築が強く求められる。

そこで、本研究では、熱帯荒廃草原を活用したバイオマスエネルギーの生産や炭素隔離に適するイネ科バイオマス植物の開発、及び高発熱型草本バイオマスの吸熱炭化ガス化処理システムの開発を進め、先進エネルギーとバイオマス生産、炭素隔離の持続可能システムを構築することを目的として活動を進めた。

5. 研究の結果および考察

イネの代謝工学とソルガムの選抜育種について、イネにおいてリグニン合成活性型転写因子をコードすると推定される候補遺伝子を選抜し、それらの過剰発現イネの作出を行った。現在 T1 世代の栽培を進め、種子を増殖すると共に、化学成分分析の予備試験を行った。またイネをモデルとして得られたリグニン含有量増加に寄与する遺伝子情報に基づき、ソルガム変異体集団から、対応する遺伝子の変異体の選抜を進めた。なお、これらの一連の研究内容を取りまとめた総説を執筆する[1)]と共に国際会議にて発表した[2)]。

バイオマス炭化と炭素隔離に関しては、高炭素含量バイオマス作物の作出、作出した作物を用いた熱帯地域におけるエネルギー物質サイクルを完結するための見通し並びに当該地域の土地利用と所有に関する討議・解析を総合的に進め、外部資金獲得に向けた活動を進めた。この討議の成果は書籍（編集：地球環境学堂 森晶寿）に取りまとめた（査読中）。一方、バイオマスの処理について、小規模で近未来に利用可能な技術として、マイクロ波によるガス化・炭化装置を試作し、ソルガム及び京都府産の竹を用いた炭化反応に成功した。マイクロ波からのエネルギー変換機構について引き続き基礎研究を実施し、機構の解明と効率の向上を目指す。本研究は一部京都市との協力事業として放置竹林の処理対策の可能性を検討している。

6. 今後の展開

本課題は、バイオマス生産・育種・利用研究と核融合研究に関する国際協働研究であり、荒廃草原の植生回復と二酸化炭素固定量増加の両面に貢献する世界に類例のない独自の異分野協働型総合的研究である。今後も上記の研究を一層推進する計画である。

7. 付記

1) 梅澤俊明, リグニン代謝工学によるイネ科バイオマス植物の育種 リグニンの量と構造の改変, 化学と生物, Vol. 60, pp. 565-572, 2022

2) Umezawa, T., Grass lignin metabolic engineering for sustainable lignocellulose valorization, The 20th IUFRO Tree Biotech and the 2nd Forest Tree Molecular Biology and Biotechnology (FTMB) Conference, Harbin, Jul 7-9, 2022

マルチスケール構造を考慮した木材の大変形挙動に関する数値シミュレーション手法の開発

1. 研究組織

代表者氏名：梶川翔平（電気通信大学 大学院情報理工学研究科）
共同研究者：田中聡一（京都大学 生存圏研究所）
久保木 孝（電気通信大学 大学院情報理工学研究科）
三木恒久 （（国研）産業技術総合研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション４：循環材料・環境共生システム
ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

木材の変形加工における加工条件の適正化や変形メカニズムの解明には、数値シミュレーション技術の活用が有効である。しかしながら、木材は複雑な階層的構造を有しているため、数値解析によって木材の変形挙動をシミュレーションすることは難しい。本研究では、木材の階層的構造を簡易的に模擬したモデルを構築し、有限要素法（FEM）および離散要素法（DEM）による連成解析を行うことによって、木材の圧縮時における変形挙動のシミュレーションを試みた。さらに、実験結果を比較するによって、解析結果の妥当性を検証した。その結果、木材の空隙構造を模した格子形状のモデルを用い、格子のサイズを適正化することによって、年輪傾角が圧密時の変形形状に及ぼす影響を再現することができた。以上の結果より、木材の変形挙動を再現するにあたって、空隙構造を有したモデルを用いたFEM・DEM連成解析が有効である可能性が示された。

4. 研究の背景と目的

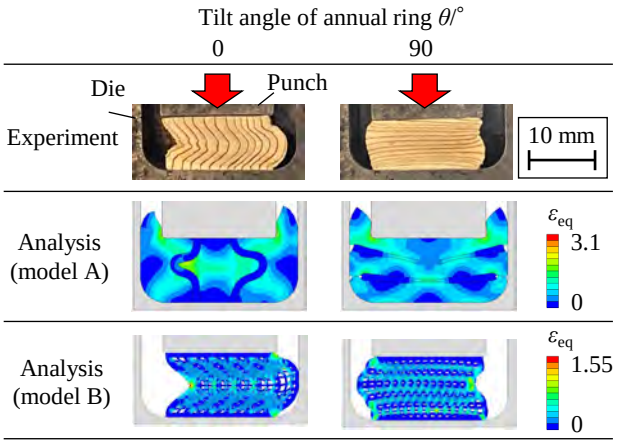
圧密や曲げ木など、木材の変形加工は様々な産業分野における木材加工に用いられており、中でも近年開発された流動成形技術は、組織の分離・再結合を促進することによって、従来工法では不可能だった大変形加工を実現している[1)]。一方、木材は複雑な階層的構造を有しているため、数値解析によって木材の大変形挙動をシミュレーションすることは難しい。これに対し、金属材料の場合、木材よりも構造が均質かつ空隙がほとんどなく、数値解析による変形挙動の再現が容易であるため、加工の適正化やメカニズムの解明などが効率的に行われている[2)]。木材の変形加工における加工条件の適正化やメカニズムの解明にあたっては、木材の変形挙動を再現可能な数値シミュレーション手法の開発が望まれる。本研究では、数値解析にて木材の大変形挙動を

再現するため、木材の階層的構造を考慮したモデルを構築し、有限要素法（FEM）および離散要素法（DEM）による連成解析を行った。実験結果と比較することによって、提案手法の妥当性を検証した。

5. 研究の結果および考察

早材部および晩材部から構成される年輪構造を模した 2 種類の解析モデル A および B を作成した。モデル A は早材および晩材を材料特性の違いによって表現する一方、モデル B では木材の空隙構造を模した格子形状とし、格子の寸法を調整することによって早材部および晩材部を表現した。表 1 に木材試験片を圧縮した際の変形挙動の比較を示す。モデル B を用いることによって、年輪傾角が圧密時の変形形状に及ぼす影響を再現できた。圧縮時における荷重に関しても、図 1 に示すように、モデル B にて圧密開始から完了後の荷重急増に至るまでの挙動を再現できた。一方、荷重急増に至った際のストロークは実験よりモデル B による解析の方が早かった。これは、モデル B の密度が実験における試験片の密度よりも高いためと考えられる。

表1　実験および解析における変形形状



ε_{eq} : Effective plastic strain

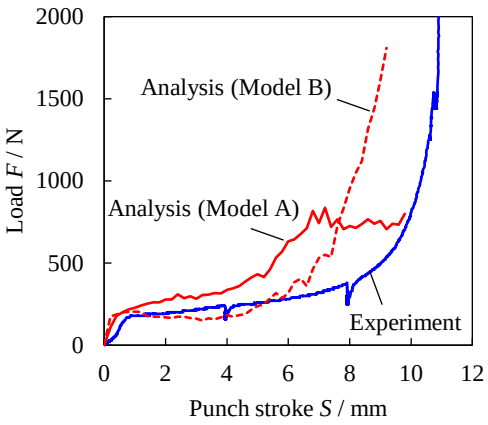


図1　荷重-ストローク線図
(年輪傾角θ = 90°)

6. 今後の展開

解析モデルにおける密度や格子の形状をより実際の木材に近づけることによって、解析精度の向上を目指す。さらに、圧密完了後の流動変形についてもシミュレーションできる方法を開発する。

7. 引用文献

1) 三木恒久，木質系材料を用いた塑性加工技術，ぷらすとす，1 (5)，pp. 342-347，2018.
2) 久保木孝，塑性加工解析に必要なFEM⑦管の引抜き・押出しの解法，塑性と加工，55 (646)，pp. 989-994，2014.

合理的代謝フロースイッチングによる芳香族生理活性物質の生産

1. 研究組織

代表者氏名：肥塚崇男（山口大学 大学院創成科学研究科）
共同研究者：市野琢爾（京都大学 生存圏研究所）
矢崎一史（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

植物分子育種を基盤とした代謝工学により、植物バイオマス由来の色素成分への代謝フローを生理活性香気物質への生産にスイッチングすることで、人の健康維持に重要な生理活性物質の生産プラットフォームを構築する。さらに、ストレス応答や組換え技術を駆使した代謝工学による植物内在性基質の増強を行うことで、植物の潜在的代謝力を最適化する。

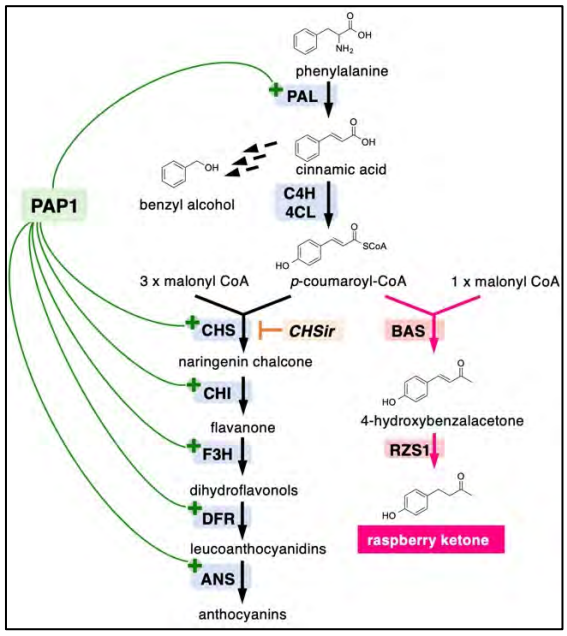
4. 研究の背景と目的

稀少植物を含めた天然資源に由来する生理活性物質、特に揮発性の芳香族香気物質は、長引くコロナ禍での生活習慣病予防など人の健康維持に欠かせない機能性成分として注目されている。本研究では、人の健康と稀少な植物資源の保護、環境保全への貢献を目指し、進化の過程で獲得した植物が有する潜在的代謝力を分子レベルで理解し、最大限に利活用することを目的とし、持続的且つ効率的な生理活性物質の生産プラットフォームを構築する。近年、海外では、稀少植物に由来する天然香料の代替品として、バイオテクノロジー技術によって生産されるバイオ香料が注目されつつある。一方、その生産性は外部からの多量の炭素源供給に依存しており、エネルギー源の投資が多いことが問題となっている。しかし、植物細胞内の代謝フラックスを合理的に改変、また、ストレス誘導的に高まる植物に秘められた代謝力を最大限に引き出すことができれば、植物バイオマスに由来する効率的な生産システムの構築が可能となる。そこで、申請者らは世界に先駆けて発見した生合成遺伝子の活用を特色として、代謝経路の分岐点に着目した合理的代謝工学により、植物バイオマスとして豊富に存在する色素成分を生理活性物質の生成へと利活用することを本研究の目的とした。

5. 研究の結果および考察

現在までに、色素成分や香気成分を含めた多様な芳香族化合物が生合成中間体で

ある *p*-クマロイル CoA を経由する同じ経路を共有していることが知られている。しかし、これら芳香族化合物の代謝フラックスの変化が各化合物の生成量にどのように影響するのかは未解明であった。本研究では、ナス科のモデル植物であるタバコを発現ホストとして、芳香族香気物質であるラズベリーケトンの生合成遺伝子（BAS, RZS）を 35S プロモーター下で過剰発現させた形質転換体を作出し、色素成分であるアントシアニンから香気成分のラズベリーケトンへと代謝フローをスイッチングすることに成功している（2.4 µg/gFW）[1]。さらに、転写因子（PAP1）を利用した細胞内基質の強化により、香気成分の生成量が高まるという知見を得ている（5.6 µg/gFW）。また、色素成分への代謝フローを遮断したカルコン合成酵素遺伝子（CHS）の抑制形質転換体においても、同様の結果が得られた（5.0 µg/gFW）。同様の代謝工学デザインを色素成分の生産性が活発な紫ペチュニア（*Petunia hybrida* cv. Baccara）、トマト（*Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom）などに応用し、それぞれ 6 個体（T0 世代）、11 個体（T0 世代）の形質転換体を作出した。トマトにおいては、果実の完熟期、特に果皮でラズベリーケトンが蓄積することを明らかにした（7.0 µg/gFW）。



本研究で実施した代謝工学デザイン

6. 今後の展開

本研究結果から、色素成分から香気成分への代謝フロースイッチングがナス科植物で広く有効であることが示唆された。今後は、形質転換体に植物ホルモン処理や光ストレス処理を行い、細胞内基質濃度が誘導的に高まる条件を確立し、生産性の向上を図るとともに、ナス科植物以外の異なる発現ホストにおいても同様の代謝工学デザインが適応可能かどうかを検討する。さらに、代謝経路の分岐点に着目した合理的代謝フロースイッチングが香気成分以外の他の芳香族生理活性物質の生産への応用が可能かについても明らかにしていく。

7. 引用文献

1) Koeduka, T., Takarada, S., Fujii, K., Sugiyama, A., Yazaki, K., Nishihara, M., Matsui, K., *Metab. Eng. Commun.*, **13**, e00180, 2021.

水中プラズマとファインバブルの組み合わせによる水処理技術の開発

1. 研究組織

代表者氏名：高橋克幸（岩手大学 理工学部システム創成工学科）
共同研究者：上田義勝（京都大学 生存圏研究所）
渡邊崇人（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション３：宇宙生存環境

3. 研究概要

本研究では、水中プラズマ方式の課題である、エネルギー効率の低さを解決する目的で、ファインバブルを液中に導入することによって、プラズマ生成に関わるエネルギーバランスの改善を試みた。ファインバブルを導入した場合、絶縁破壊電圧が著しく低下することがわかった。また、アルゴンを用いてファインバブルを発生した場合、空気を用いた場合と比較し絶縁破壊電圧が低下することがわかった。気相において、アルゴンは空気よりも絶縁破壊電圧が低いことから、ファインバブルによる絶縁破壊の低下の要因としては、電極近傍に存在する気泡内において放電が発生していることが寄与していると考えられる。また、ファインバブルを導入することにより、水中放電によるインジゴカルミンの脱色速度が 2 倍程度速くなった。このことから、水中放電の発生とともにラジカル生成を促進することがわかった。

4. 研究の背景と目的

水に混入した難分解性化合物の分解や菌の不活化は、環境水、下水、畜産排水の処理のみならず、水耕栽培培養液や食品工場における洗浄水など非常に広い領域で必要とされている。しかし、既存技術ではコストや反応速度、薬品の投与による排水や作業者への毒性など課題が多く、革新的な新規技術の開発が急務である。水中プラズマ処理方式は、汚水中の難分解性有機化合物の高速処理が可能でその効果も高く、新たな処理方法として期待できる。しかし、水の絶縁破壊電圧が高く高電圧・大電流が必要でありエネルギー効率が低いことに課題がある。

本研究の目的は、環境分野やバイオ関係への展開が活発なプラズマを水中で発生させ、それにより生成したラジカルを利用し、溶存する難分解性化合物の分解および、菌の不活化を高効率で可能とする水処理技術の開発を行うことである。高電圧パルスパワーを用いた水中プラズマの生成は、水に流れる導電電流により水が気化

し電極近傍で微小気泡が生成されることが発端であるが、導電電流はラジカル生成に寄与せず効率低下の主要因となる。ファインバブルを導入した場合、導電電流による気泡生成が不要になるとともに、プラズマ形成に必要な絶縁破壊電圧が著しく低下することにより、ラジカルの生成効率が飛躍的に向上することが期待できる。本稿では、ファインバブルを液中に導入することによって、プラズマ生成に関わるエネルギーバランスの改善を可能とする、プラズマとファインバブルの複合方式を開発する目的で、ファイバブルによる水中プラズマとヒドロキシラジカルの生成の促進効果を評価した。

5. 研究の結果および考察

図 1 に示すような、針体平板電極を有するリアクタを用い、ファインバブルを用いた場合に水中プラズマの発生(絶縁破壊)促進の効果を評価した。印加電圧はブルームライン型 PFN を用い、パルス幅を 4 μs 一定とした。図 2 に、ファンバブルを発生させない場合（赤●）および、室内空気（緑▲）、アルゴン（青■）をそれぞれ用いファインバブルを発生した場合の印加電圧による放電確率の変化を示す。絶縁破壊の発生は、フォトダイオードを用いることにより観測した。図より、ファインバブルの導入により、絶縁破壊電圧が著しく低下することがわかる。また、アルゴンを用いた場合に空気よりも絶縁破壊電圧が低下することがわかる。気相において、アルゴンは空気よりも絶縁破壊電圧が低いことから、水中放電の発生は、電極付近の気泡が水中放電の発生に寄与していると考えられる。

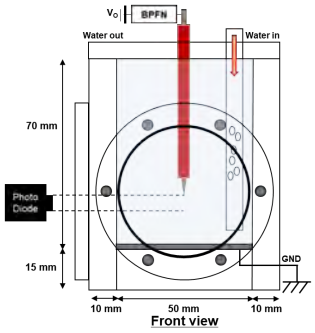


図 1 リアクタ概略図

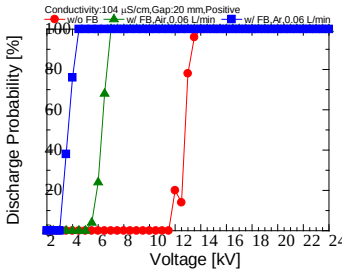


図 2 電圧による放電確率の変化

プラズマによる酸化力を評価する目的で、インジゴカルミン溶液(700 mL、 0.05 mM)に 3 時間の放電処理を行ったところ、アルゴンガスを用いてファインバブルを発生した場合、ファインバブルを用いない場合と比較し 2 倍程度脱色量が増加することがわかった。このことから、ファインバブルは放電の形成とともにラジカルの発生を促進していることがわかる。

6. 今後の展開

今後は、ファインバブルを用いた場合のプラズマ生成機構のより詳細な検証と、有機物の分解および微生物に与える影響（殺菌など）を十分に得られる条件を見いだす必要がある。

プロジェクションマッピングを適用した
環境放射能の歩行サーベイ計測

1. 研究組織

代表者氏名：谷垣　実（京都大学 複合原子力科学研究所）
共同研究者：上田義勝（京都大学 生存圏研究所）
二瓶直登（福島大学 食農学類）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

2011 年に発生した原発事故による福島県周辺の環境放射能汚染調査のため、歩行サーベイ(KURAMA-II, Kyoto University RAdiation MApping system-II) による環境放射能のリアルタイム測定をこれまで行ってきた。本研究テーマでは、森林や山間部において問題となる GPS 位置補足エラーを解決するため、カメラ撮影により 3 次元マッピングも同時に行う事で、位置情報を高精度に行いたい。KURAMA-II についてはこれまでの計測経験があるが、特にフォトグラメトリー手法の適用については新しく取り入れる手法であり、新しい計測技術の研究開発となる。

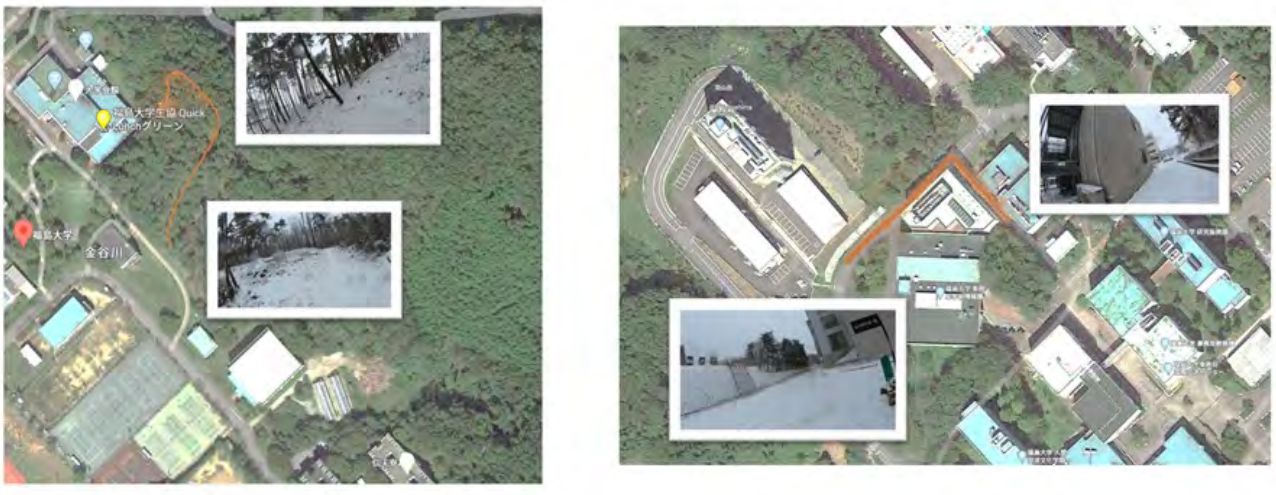


図１：動画解析の一例（福島大学内での歩行解析）

4. 研究の背景と目的

福島県周辺の環境放射能汚染は、2022 年現在も未だ山間部などの森林圏を中心に残っているのが現状である。時間経過による環境放射能のモニタリングや、環境回復のための連携研究は今後も重要な課題であり、生存圏研究所と福島大学、複合原子力科学研究所と共同で、KURAMA-II による環境放射能のリアルタイム測定を行ってきている。山間部における歩行サーベイでは、KURAMA-II に搭載されている GPS 受信機の計測ミスにより、位置情報がずれてしまう事があった。そのため、山間部でも誤差なくマッピングするため、カメラ撮影画像による位置解析を同時に行う事を想定している。マッピングについては、ソフトウェア 3DF Zepher を用いたフォトグラメトリー手法を使い、位置情報を検出する。最終的には新しいマッピング手法と、KURAMA-II の GPS による位置検出データと比較しながら、計測位置を精度よく検出していく。

5. 研究の結果および考察

今年度においては、歩行時に撮影した動画を解析するため、福島大学や宇治キャンパス内にて動画を撮影し、その歩行サーベイについて解析を行った。図１,2 がその結果になるが、雪が降り積もる雑木林においても、精度よく位置検出が出来ている事がわかる（図１）。また、階段などの上下方向の解析についても同様に成功しており、特に高さ方向の位置補正も上手くいくことがわかった（図２）。ただし、現状の問題点としては、動画撮影時に特徴が分かりにくい空間（青空など）やよく似た建物が多く存在した場合や、カメラ撮影方向と、移動方向が一定しない場合に、検出エラーが多かった。この事は、森林地帯では、高性能なカメラを用いて 360 度カメラを用いれば、かえって画像差分として検出できる可能性が高く、山間部におけるフォトグラメトリー手法としては長所として考えることもできる。今後は最終的にリアルタイム検出を行う手法についての検討も考えている。

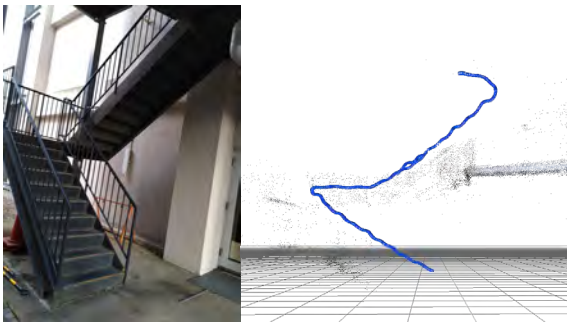


図 2. フォトグラメトリ解析による 3 次元歩行解析

6. 今後の展開

本研究においてはフォトグラメトリーが有効であることが分かったが、撮影時のカメラの選定や位置検出に有効な目標点の設定などを考慮しつつ、KURAMA-II との同時計測を今後考えていく必要がある。

第一原理計算を用いた固液界面及び気液界面の静電ポテンシャル解析

1. 研究組織

代表者氏名：徳田陽明（滋賀大学 教育学部）
共同研究者：上田義勝（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション３：宇宙生存環境

3. 研究概要

固体表面と水とが生成する静電ポテンシャル特性や、気泡が内在した液体との気液界面相互作用については、実験的に表面計測を行う事が困難である。そのため、物質の基礎特性を解析的に求める第一原理計算を使って、静電ポテンシャルの特性を計算機シミュレーションから求め、実験評価につながる解析を行う。

4. 研究の背景と目的

固液界面や気液界面における帯電現象については、すべり面における電位計測（ゼータ電位）によりおおよその状態を計測する事ができるが、界面表面の直接の状態を計測する事は困難である。また、シリカガラスなどに代表される様に、酸・塩基などの化学的表面処理によって濡れ性が変化するものがあり、細かな特性を求めるためには計算機による特性計測を行う方が良い場合もある。1985 年に Car と Parrinello によって、電子間, 原子核間, および電子-原子核間のクーロン相互作用から出発し, 量子力学の基本法則に立脚した電子状態理論を使って電子分布を決め, 物質の諸性質を計算する第一原理計算が提唱されている。この第一原理計算は実験的条件が不要であり、物質の基礎特性をパラメータとすることで、界面の状態を計算できるという利点がある。そのため、本研究では固液界面や気液界面における静電ポテンシャルの変化を、第一原理計算によって求めていく。また、計算により求められたパラメータと、実測で得られるゼータ電位などの値との比較も同時に行っていく。

研究事例として、微細気泡水の基礎特性との関係性が現在着目されており、本研究は固液-気液界面の複雑な相互作用を理解するための第一歩となる。尚、本研究は今年度より開始する新しい先端計測計算機実験として、ソフトウェアの立ち上げ準備をしつつ、基礎シミュレーションを段階的に行いながら準備を進めたい。

第一原理計算の手法には近年色々なツールがあるが、本テーマでは使用実績がある Phase/0 (https://azuma.nims.go.jp/cms1) ソフトウェアを用いた電荷密度計算を行う。研究のための計算機環境のセットアップについては、基礎計算では滋賀大学の並列計算機システムを利用する。

尚、計算の際に各分子のエネルギー情報などは疑ポテンシャルデータとして既に

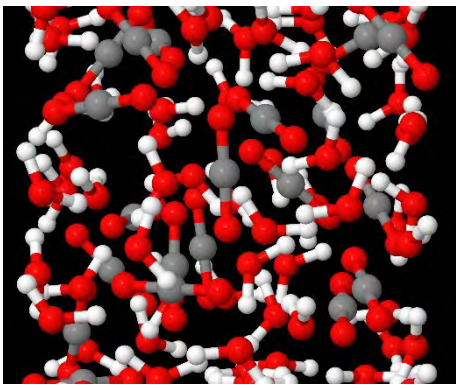


図１：水分子と二酸化炭素分子の初期配置（白：水素、赤：酸素、灰色：炭素）

用意されたものを用いている。また表面サイズなどは、計算機環境に依存する部分もあるため、ある程度仮想的な状態で計算して評価を行う必要がある。

5. 研究の結果および今後の予定

計算機実験環境を構築し、Phase/0 を用いた Si 結晶構造における電荷密度計算や、構造解析などを行ってきている。また、他の共同研究との連携も考慮し、現在は水分子と二酸化炭素のランダム配列情報を初期値として準備し、その安定化後の挙動を確認する予定である。水分子と二酸化炭素分子の配列初期値については、packmol ソフトウェア(https://m3g.github.io/packmol/)により生成している（図１）。現時点では水分子 60 個に対し、二酸化炭素分子 20 個を用意しているが、気泡生成条件などは今後最適なパラメータ設定も行う必要がある。また、帯電条件や相界面における状態など、パラメータを増やして今後解析を行う必要もある。その他、第一原理計算ソフトウェアとして LAMMPS(https://www.lammps.org/)などもあるため、使用目的に合わせて柔軟に開発を進めていきたい。

紫外線計測データに基づく母体と赤ちゃんのビタミンD生成量の推定と血中ビタミンD濃度との関係に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：中島英彰（国立環境研究所 地球システム領域）
共同研究者：高橋けんし（京都大学 生存圏研究所）
佐々木 徹（国立環境研究所 地球システム領域）
坂本優子（順天堂大学 医学部附属練馬病院）
本田由佳（慶應義塾大学 政策・メディア研究科）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御
ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

最近、日本人の特に若年女性の間でビタミンD（以下「VD」という）不足が問題となってきている。その原因の一つとして、紫外線の有害性を恐れるあまり日光浴を忌諱する風潮が考えられる。適度な日光浴によりVDは十分生成できるはずであるが、その指針は国内各機関も現時点では明確に示せていない。申請者らはこれまでに、太陽紫外線から 1 日の生活に必要な VD を体内で生成するために必要な日光浴時間を計算で求める手法の開発を行ってきた。本研究では研究を進め、関東の産婦人科病院を受診する妊婦を対象に、アンケートによって得た直近の日光浴時間を実際の近隣の紫外線観測データと合わせて解析することで、体内で生成したと思われるVD量を推定する。これと実際に妊婦の血液中で測定されたVD濃度の相関関係を導出する。そのことによって、日本各地で各季節に、健康のためにはどの程度の日光浴が必要かという知見を得ることが出来るものと期待される。

4. 研究の背景と目的

1980年代の南極オゾンホールの発見以降、有害紫外線（UV-B）の増加が危惧されるようになってきた。紫外線は浴びすぎると肌や目に悪影響を及ぼす一方で、紫外線には皮膚で VD を生成するという働きもある。VD の摂取には食事からの摂取と紫外線照射による皮膚での生成があり、厚生労働省では食事からの摂取目安量として1日8.5 μgを推奨している。一方紫外線照射による皮膚でのVD生成量には、季節、緯度、天候、時間、肌の色など様々な要因が関連しており、各組織も目安となる日光照射時間を提示することが出来ずにいた。2000年代以降、特に肌の美容の観点を重視する若年女性の間で紫外線を避ける風潮が広がり、その結果、最近では日本の若年女性を中心にVD不足や欠乏が広がってきていることが報告されてきている。VD欠乏は自分で認知することが出来ず、VD欠乏の結果骨の健康状態が悪化し、骨折など

を起こして初めてVD欠乏を認識することが可能となる。そこで我々は、日本人の妊婦のVD健康状態を把握し、その不足や欠乏要因を推定するための研究を実施することにした。

5. 研究の結果および考察

我々は、都内の大学病院の産婦人科を受診した妊婦309人について、VD栄養状況の調査を行った。まずアンケートから、妊婦の食事からのVD摂取量の推定を行った。次に、妊婦の過去2週間の外出履歴をもとに、近くの紫外線観測点における実際の紫外線観測データをもとに、妊婦の外出時の太陽紫外線による皮膚におけるVDの生成量の推定を行った。この推定には、我々がこれまでの研究で開発してきた、太陽紫外線により皮膚で生成されるVDの推定方法を用いた[1),2),3)]。食事で得られたVDと、外出時の太陽紫外線によって生成されたVDの合計値と、妊婦のVD栄養状態の指標となる、採取した血液中の25(OH)D濃度との間の相関関係を調べた。その際、太陽紫外線の強度によって紫外線が強い時期、中ぐらいの時期、弱い時期の3つに分けて解析を行った。

その結果、食事からのVD摂取量と血中VD濃度には年間を通じて弱い相関があることが判った。一方、紫外線によるVD生成とVD濃度は、紫外線強度の強い夏のみに強い相関があり、中ぐらいの時期や弱い時期には統計的に有意な相関関係は見られないことが明らかとなった。また、妊婦は厚生労働省が推奨する以上の量のVDを平均的には摂取しているにもかかわらず、血中のVD濃度はその大半が欠乏状態にあることが判った。

6. 今後の展開

日本では、妊婦の多くが推奨する以上のVDを摂取しているにもかかわらず、VD欠乏状態にあることが判った。その理由の一つとして考えられるのは、妊婦においてはVDの大部分が、赤ちゃんの骨の生成に消費される可能性がある。今後は妊婦以外に生まれてくる赤ちゃんも対象を広げて解析を行い、日本人のVD健康状態の把握とその改善に努めていきたい。

7. 引用文献

1) 宮内正厚, 中島英彰, 平井千津子, *ビタミン*, **88**, 349-357, 2014.
2) Miyauchi, M., and H. Nakajima, *Photochem. and Photobiol.*, **92**, 863-869, 2016.
3) 中島英彰,「(総説) 日光よるビタミンDの生成」, *ビタミン*, **94**, 469-491, 2020.

8. 付記

本研究の結果は、以下の論文にまとめて、現在印刷中である。

Nakajima, H., et al., *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, 2023, in press.

セシウム蓄積に関わるダイズのイオノーム解析

1. 研究組織

代表者氏名：二瓶直登（福島大学 食農学類）
共同研究者：杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）
上田義勝（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

2011 年の東京電力福島第一原発事故により放射性セシウム(RCs)が生存圏に放出し、農地に降下した RCs は外部被ばくだけでなく作物を通じて内部被ばくの恐れがある。Cs を吸収しにくいダイズ産出を目的として、世界、日本の主要な品種・系統を熟期により 2 分割（標準型、晩生型）して栽培した。葉と子実の元素分析を行い、分析結果をもとに GWAS 解析を実施した。葉の Cs 濃度は標準型、晩生型とも同様の分布であったが、子実の Cs 濃度は晩生で全体的に高く、分布も広がりが見られた。葉、子実の全元素を含めたネットワーク解析を行うと、5 つのモジュールに分かれた（図 1)。子実の Cs は標準型、晩生型とも微量元素（B, Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn）と同じモジュールに入り、特にルビジウムと強い相関が見られた。GWAS 解析の結果、標準型の葉では 3 番染色体、晩生の子実では 1 番染色体に p 値が高い強いピークが見られた(図 2)が、他の微量元素と同様の位置に GWAS のピークは見られなかった。

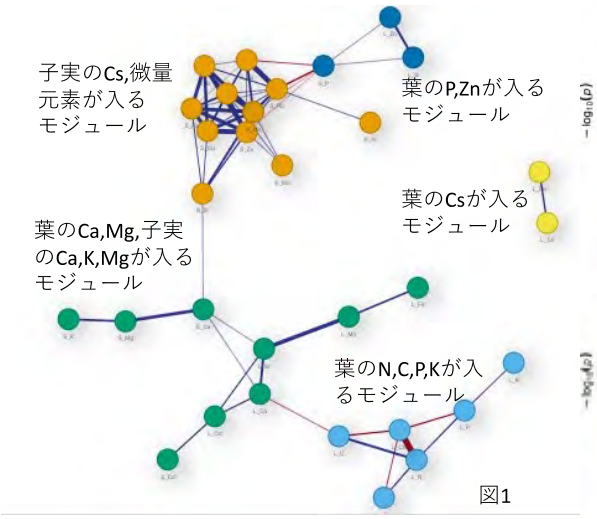


図1

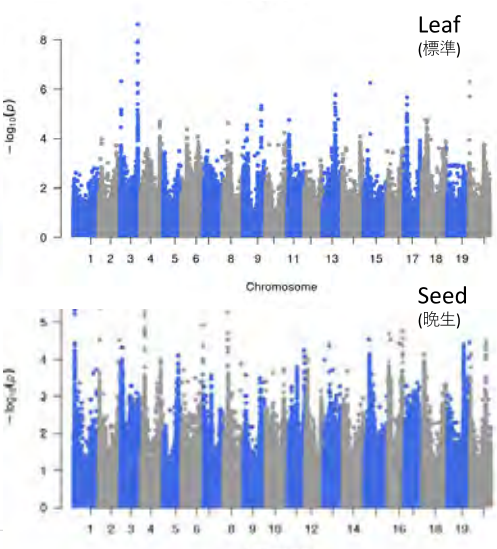


図2

図 1 全元素を含めたネットワーク解析（青は正、赤は負の相関を示し、太さは相関の強さを示す。元素の色が同じものは同じモジュールを示す）

図 2 葉（標準型）と子実（晩生型）の Cs 濃度のマンハッタンプロット

4. 研究の背景と目的

2011 年の東京電力福島第一原発事故により放射性セシウム(RCs)が生存圏に放出し、農地に降下した RCs は外部被ばくだけでなく作物を通じて内部被ばくの恐れがある。ダイズは子実にミネラルを蓄積しやすく、Cs 濃度も他作物と比較して高い[1),2)]。Cs を吸収しにくいダイズ産出を目的として、Cs 輸送に関する候補遺伝子を探索するため、世界のコアコレクション（89 品種・系統)、日本のコアコレクション（94 品種・系統)、および日本の奨励、在来品種から成る福大コレクション（141 品種・系統）を熟期により 2 分割（標準型、晩生型）して栽培した。葉（8 月下旬に展開葉から 2 枚下を採取)と子実の元素分析を行い、分析結果をもとに GWAS 解析を実施した。

5. 研究の結果および考察

葉の Cs 濃度は標準型、晩生型とも同様の分布であったが、子実の Cs 濃度は晩生で全体的に高く、分布も広がりが見られた（図 3)。葉、子実の全元素を含めたネットワーク解析を行うと 5 つのモジュールに分かれた。子実の Cs は標準型、晩生型とも微量元素（B, Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn）と同じモジュールに入り、特にルビジウム（Rb）と強い相関が見られた(図 4)。GWAS 解析の結果、標準型の葉では 3 番染色体、晩生の子実では 1 番染色体に p 値が高い強いピークが見られた（図 5）が、他の微量元素と同様の位置に GWAS のピークは見られなかった。

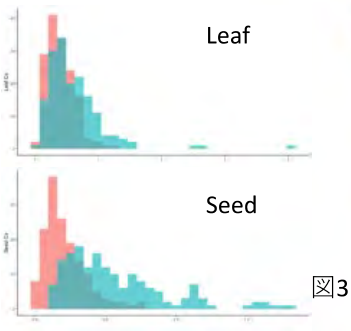


図3

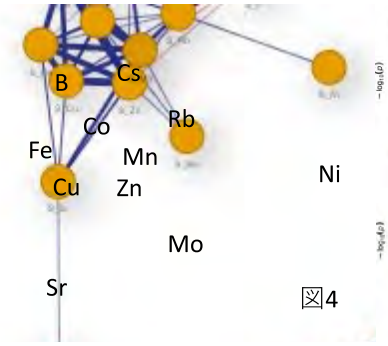


図4

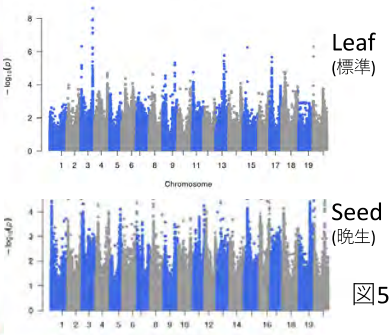


図5

図 3 葉と子実の Cs 濃度のヒストグラム（赤：標準型、青：晩成型）

図 4 子実（標準型）の全元素を含めたネットワーク解析（青は正、赤は負の相関を示し、太さは相関の強さを示す。元素の色が同じものは同じモジュールを示す)

図 5 葉（標準型）と子実（晩生型）の Cs 濃度のマンハッタンプロット

6. 今後の展開

強いピークが見られたローカス内の遺伝子について、その機能やアミノ酸配列を精査して候補遺伝子を選抜する。他イオンの候補遺伝子との比較や、候補遺伝子のノックアウト株を用いた遺伝子の機能解明を行い、Cs を蓄積しにくいダイズ開発を行う。

7. 引用文献

1) Nihei, N.e al. *Plant Production Science*, 1-6,2018

2) Nihei N, Sugiyama A., et al.. *Radioisotope*, 66, 235-242, 2017

8. 付記

第 254 回日本作物学会にて発表

マイクロ間隙流路を用いたコロイド粒子挙動に関する研究

1. 研究組織

代表者氏名：濱本昌一郎（東京大学 農学生命科学研究科）
共同研究者：上田義勝（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

土壌中では，粘土粒子などナノ・マイクロスケールの微粒子が存在している。土壌内の汚染物質の移動性評価を行う上で、コロイド粒子およびコロイド粒子担体汚染物質挙動の理解は重要である。本研究では、固液界面近傍で陽イオン交換反応が生じるときのコロイド粒子の挙動を明らかにすることを目的とし、マイクロ流路モデルを用いたコロイド輸送実験を行った。1 価の Na 溶液条件よりも 2 価の陽イオン溶液条件で、マイクロ流路内のピラー表面におけるコロイド粒子沈着効率が増加した。低 pH 条件でコロイド粒子と石英表面間に働く静電斥力が低下するためと考えられた。Ca 溶液から Na 溶液への陽イオン交換時、および純水通水時のイオン強度低下に伴うピラー表面からのコロイド粒子の脱離は見られなかった。この結果は、別途行った同じ条件の土壌充填カラムを用いた輸送実験と異なるものであった。マイクロ流路内の間隙経路は多孔質体内の間隙経路と比べて屈曲性が低く、ピラー周囲の流体力学的な抗力が強くなることが相違の要因と考えられた。一方で、マイクロ流路内で沈着したコロイド粒子は、陽イオン交換反応やイオン強度によらず沈着を維持したことから、多価陽イオン存在下でコロイド沈着に関わる強力な引力の存在が示唆された。

4. 研究の背景と目的

土壌中では，粘土粒子などナノ・マイクロスケールの微粒子が存在している．これらコロイド微粒子は表面活性が高いため、汚染物質を吸着し輸送担体として汚染物質の輸送促進に寄与する。土壌内の汚染物質の移動性評価を行う上で、コロイド粒子およびコロイド粒子担体汚染物質挙動の理解は重要である。これまで，土壌環境を模したカラム実験により多孔質媒体中のコロイド粒子の挙動が，コロイド粒子の特性，多孔質媒体の特性，流れ場の物理的・化学的性質など，さまざまな要因に影響されることが明らかにされてきた。一方、多孔質媒体表面で生じる陽イオン交換反応に伴うコロイド粒子の挙動については、イオン交換と同時にコロイド粒子が脱離する報告や、イオン交換時に脱離せず、その後のイオン強度の低下に伴い脱離する報告があり、一貫した結果が得られていない。そこで本研究では、固液界面近傍で陽イオン交換反応が生じるときのコロイド粒子の挙動とそのメカニズムを明らか

にすることを目的とし、マイクロ流路モデルを用いたコロイド輸送実験を行った。

5. 研究の結果および考察

本研究では、モデルコロイドとして平均粒径数 μm の黄橙色蛍光カルボキシラテックス（CL）粒子を用いた。マイクロ流路モデル（石英製）には長さ 60 mm，幅 1.4 mm，深さ 0.05 mm の流路があり、流路中央部には直径 0.2 mm のピラー（円柱）が 0.11 mm 間隔で設置した。2 mM の $CaCl_2$ 水溶液，$ZnCl_2$ 水溶液及び 10 mM の NaCl 水溶液に粒径 1 μm の CL 粒子を添加し，CL 懸濁液を作成した。CL 粒子を含まず，組成が CL 懸濁液と等しい電解質水溶液（BG 水溶液）も作成し、これらの溶液をマイクロ流路内に通水することで、陽イオン交換時のピラー表面のコロイド挙動を観察した。

CL 懸濁溶液通水時、ピラー表面における CL 沈着効率は、1 価の Na 溶液条件よりも 2 価の陽イオン溶液条件で高くなった。さらに、低 pH 条件の時に沈着効率が高くなる傾向がみられた。この結果は、別途原子間力顕微鏡により測定した CL 粒子と石英表面間に働く表面間力の測定と整合し、低 pH 条件で表面間の静電斥力が低下するためと考えられた。Ca 溶液から Na 溶液への溶液交換、および純水通水時のイオン強度低下に伴う CL 粒子の脱離は見られなかった。一方，同じ条件の土壌充填カラム実験では，イオン強度低下に沈着コロイド粒子の一部脱離がみられた（東ら, 2022）。マイクロ流路内の間隙経路は多孔質体内の間隙経路と比べて屈曲性が低いため水流に淀みが生じにくく、ピラー周囲の流体力学的な抗力が強くなる。そのためマイクロ流路内はコロイド沈着の生じにくい条件であったことが考えられる。このような条件下で沈着したコロイド粒子には、陽イオン交換反応の影響を受けないほど強い引力が働くことが示唆された。

6. 今後の展開

今後、コロイド粒子や土粒子特性（種類や大きさなど）などの実験条件を追加し、土粒子−コロイド粒子間の相互作用力のさらなる理解が求められる。また、より自然土壌に近い土壌環境下でのコロイド粒子挙動解明に向けて、土壌内での空気−土粒子界面近傍でのコロイド沈着・脱離特性や、これらに対する影響要因について研究を進める必要がある。

7. 引用文献

1） 東陸太郎，濱本昌一郎，西村拓，陽イオン交換反応が飽和多孔質媒体中のコロイド輸送に与える影響，土壌の物理性，150，p. 105−113，2022

8. 付記

1) Rikutaro Higashi, Shoichiro Hamamoto，Effects of cation exchange on colloid transport in saturated porous media，Tsukuba Global Science Week 2022，筑波大学，2022

アジア圏界面エアロゾル層（ATAL）の影響研究：2003～2022 年夏季の日本でのライダー連続観測に基づいて

1. 研究組織

代表者氏名：藤原正智（北海道大学 大学院地球環境科学研究院）
共同研究者：酒井　哲　（気象庁気象研究所）
白石浩一（福岡大学 理学部）
高橋けんし（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション１：環境診断・循環機能制御

3. 研究概要

アジア圏界面エアロゾル層（ATAL）は、夏季アジアモンスーン領域の下部成層圏に形成される汚染物質起源のエアロゾル層である。放射過程を介して気候への影響やオゾン層光化学への影響が懸念されている。また、対流圏下層へ戻ってくれば広域にわたり健康への影響もありうる。ATAL は衛星観測により発見され、その組成については数値モデル実験により様々な仮説が提唱されているが、直接観測が未だにきわめて限られている。

本研究では、ATAL の特性を地上リモートセンシング観測により明らかにするために、気象庁気象研究所（つくば）のライダーの夜間観測データ（2003～2021）に、さらに福岡大学のライダーの夜間観測データ（2018～2022）も加え、本研究のための再処理をおこない、解析をおこなった。また、人工衛星によるエアロゾルのライダー観測（CALIPSO）の月平均データを解析し、ATAL シグナルをマスクしてしまう火山噴火および大規模森林火災によるシグナルの広域分布を把握した。その上で、つくばと福岡でのすべてのライダー観測実施日について、全球大気再解析データ ERA5 を用いた後方流跡線解析をおこなった。また ERA5 を用いた気象場の解析もおこなった。その結果、ATAL シグナルが観測できた年については、すでに出版済みの 2018 年夏季の事例解析結果と同様に、ライダーが下部成層圏で粒子増大を観測した際にはその空気の起源が夏季アジアモンスーン高気圧内にあり、そうでない時には高気圧のへりを通過してきていたことが確認できた。また、2022 年については、1 月に南太平洋でフンガ・トンガ＝フンガ・ハアパイ海底火山が噴火したが、その影響が日本のライダー観測データにもみられた。さらにこの年の 8 月には、米国主導による ATAL も狙った航空機観測 Asian Summer Monsoon Chemical & CLimate Impact Project（ACCLIP）が韓国をベースに実施され、我々のグループもライダー観測等により貢献した。

4. 研究の背景と目的

アジア圏界面エアロゾル層（ATAL）は、夏季アジアモンスーン領域の下部成層圏に形成される汚染物質起源のエアロゾル層である。放射過程を介して気候への影響やオゾン層光化学への影響が懸念されている。また、対流圏下層へ戻ってくれば広域にわたり健康への影響もありうる。ATAL は衛星観測により 2011 年に発見され、その組成については数値モデル実験により様々な仮説が提唱されているが、直接観測が未だにきわめて限られている。本研究では、このテーマに実績のあるつくばのライダー観測データを長期間（2003～2022）にわたり解析することにより、ATAL の特性を定量的に導出する。

5. 研究の結果および考察

気象庁気象研究所（つくば）のライダーの夜間観測データ（2003～2021）に、さらに福岡大学のライダーの夜間観測データ（2018～2022）も加え、本研究のための再処理をおこない、解析をおこなった。また、人工衛星によるエアロゾルのライダー観測（CALIPSO）の月平均データを解析し、ATAL シグナルをマスクしてしまう火山噴火および大規模森林火災によるシグナルの広域分布を把握した。その上で、つくばと福岡でのすべてのライダー観測実施日について、全球大気再解析データ ERA5 を用いた後方流跡線解析をおこなった。また ERA5 を用いた気象場の解析もおこなった。その結果、ATAL シグナルが観測できた年については、2018 年夏季の事例解析結果[1)] と同様に、ライダーが高度 15～18 km の下部成層圏で粒子増大を観測した際にはその空気の起源が夏季アジアモンスーン高気圧内にあり、そうでない時には高気圧のへりを通過してきていたことが確認できた。また、2022 年については、1 月に南太平洋でフンガ・トンガ＝フンガ・ハアパイ（HTHH）海底火山が噴火したが、その影響が日本のライダー観測データにもみられた[2)]。さらにこの年の 8 月には、米国主導による ATAL も狙った航空機観測 Asian Summer Monsoon Chemical & CLimate Impact Project（ACCLIP）が韓国をベースに実施され、我々のグループもライダー観測等により貢献している。

6. 今後の展開

解析結果を整理し、特に長期間の平均的描像に加えて年々の変動の様子についても分析を加える。その上で、論文化する。また、2022 年の観測については HTHH 噴火影響および ACCLIP への貢献の観点で、より詳しい分析をおこなう。

7. 引用文献

1) Fujiwara, M., et al.: Lower-stratospheric aerosol measurements in eastward-shedding vortices over Japan from the Asian summer monsoon anticyclone during the summer of 2018, Atmos. Chem. Phys., 21, 3073-3090, doi: 10.5194/acp-21-3073-2021, 2021.

2) Khaykin, S. et al.: Global perturbation of stratospheric water and aerosol burden by Hunga eruption, Comm. Earth Environ., 3, 316, doi: 10.1038/s43247-022-00652-x, 2022.

国内産カラスビシャク系統から調製した生薬半夏と中国産市販半夏中の低分子成分の比較解析

1. 研究組織

代表者氏名：松岡　健（九州大学 農学研究院）
共同研究者：矢崎一史（京都大学 生存圏研究所）
中西浩平（京都大学 生存圏研究所）
佐藤春菜（九州大学 生物資源環境科学府）
江口壽彦（九州大学 実験生物環境制御センター）

2. 関連ミッション

ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

半夏は野草カラスビシャクの塊茎から調製される生薬である。半夏はえぐみを持ち、その成分として 2 種の化合物が 20 世紀半ばに報告されている [1, 2]。そこで昨年度に輸入半夏中のこれら成分の定量を試みたが、現在の分析方法ではこれら成分の存在は見出されなかった。これを受けて本研究では、これら化合物がそもそも存在しないか、それとも半夏の調製過程でこれらが消失するかについて検討を実施する。また低分子化合物の HPLC フィンガープリント解析と半夏中の機能性多糖の定量解析により、輸入半夏と、国内の複数地点から採取して九州大学で系統保存中のカラスビシャクから調製した半夏の比較を実施する。

4. 研究の背景と目的

東アジアに分布する野草カラスビシャクの塊茎は、剥皮乾燥され半夏と呼ばれる生薬（漢方薬原料）となる。半夏は漢方処方のほぼ 1/4 に含まれ、消費量上位 10 位以内に位置する極めて重要な生薬である。半夏の供給はほぼ 100%中国から輸入に頼っており、そのため国内生産に向けた耕作放棄地での栽培系の開発が複数の地方公共団体において進行中である。九州大学においては国内産カラスビシャクの栽培品種化を目指した研究を進めており、複数の国内産系統の生育温度特性等について報告している [3]。また国内 37 地点由来系統の栽培形質の把握を進め、この過程で選抜した優良系統の品種登録が進行中である。一方、情報不足のため日本薬局方に定める半夏の品質基準中に化合物の記載は無い。そこで九州大学においては、半夏の多糖性吐気防止成分の定量系を開発し、国産カラスビシャクの栽培条件などによるこの成分の増減の変化などの解析などを進めている。また森林圏遺伝子統御分野との共同研究により、20 世紀半ばに半夏のえぐみ成分として報告されたホモゲンチジン酸 [1]とジヒドロキシベンズアルデヒド [2]の定量系を確立した。しかし解析対象とし

た中国産半夏１品目中にこれら成分を検出することができなかった。

本研究においては、国内系統の塊茎から異なる方法で調製した半夏や凍結乾燥塊茎におけるこれら成分の存在を検討し、塊茎の加工法がこれら成分の存在に影響するか検討する。またこれまでに確立したクロマトグラフィー分離系において見出される複数のピークを対象にした低分子化合物のフィンガープリント解析と、同一の半夏試料中の有効多糖の含量の検討を実施することで、国産カラスビシャク由来の半夏と輸入半夏の比較を進める。本研究の成果は、国産カラスビシャク由来の半夏が中国産と複数の成分の含量に関して同等であるかの情報となり、高品位生存圏の構築のためのカラスビシャク栽培に、国内在来系統を成分検討無しに用いても良いか、それとも選抜系統を用いるべきかの判断材料となる。

5. 研究の結果および考察

昨冬に現在系統保存中の１系統を複数個体栽培し、それらから収穫した塊茎を対象に、水洗後そのまま凍結乾燥、水洗後剥皮して凍結乾燥、水洗後剥皮して風乾（風乾後の塊茎が半夏）という３処理を行なったサンプルを調製していた。本年度においては大きな塊茎を形成する現在品種登録中の系統の母系統を複数個体栽培し、現在これらの塊茎から上記の処理により３種のサンプルを調製中である。

また輸入半夏と国産カラスビシャク由来の半夏の比較検討のため、市販の８品目の半夏と、国産カラスビシャク５系統から調製した半夏（うち１系統からは２回調製）を対象に、有用多糖の含量を検討した。その結果、市販半夏のうち１品目および国産系統から調製した半夏１サンプル中には有用多糖は検出されなかったが、この国産系統から別の時点で調整した半夏中には有用多糖が検出された。

6. 今後の展開

現在進行中の半夏の調製が完了次第、低分子化合部の検討を実施する。これらの結果、市販の半夏と国産系統から調製した半夏の成分の関係、およびカラスビシャクから半夏の調製過程とえぐみ成分の残存の関係が明らかになると期待される。

7. 引用文献

1) Hasegawa, C., Sakamoto Y., Ichihara K., On the Relationship between Homogentisic Acid and the Egumi-taste of Bamboo Shoots and Hange, *Proc. Japan Acad.*, **53**, 246-251, 1959.
2) Suzuki M.,Studies on the irritating substance of Pinellia ternata Breitenbach (Araceae), *Arzneimittelforschung*, **19**, 1307-1309, 1969..
3) Eguchi, T., Tanaka H., Moriuchi D., Yoshida S., Matsuoka K. Temperature effects on the photosynthesis by the medicinal plant *Pinellia ternata* Breit *Environm. Control Biol.*, **58**, 49-50, 2020.

心材ノルリグナン類の生合成遺伝子の同定

1. 研究組織

代表者氏名：山村正臣（徳島大学 生物資源産業学部）
共同研究者：梅澤俊明（京都大学 生存圏研究所）
服部武文（徳島大学 生物資源産業学部）
飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）

2. 関連ミッション

ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

ノルリグナンは C_6-C_5-C_6 の炭素骨格を持つフェノール性化合物群の総称である。本化合物群はヒノキやスギなどの針葉樹の特に心材部で多く見出されており、その他数種の単子葉植物においてもノルリグナンを産生するものが知られている。ノルリグナンはエストロゲン様活性などヒトに対する生理活性を有する一方で、抗菌活性を有することでも知られており、針葉樹心材部に特異的に多量蓄積することで樹木内部の心材腐朽の防止に貢献している。また、ある種のノルリグナンがスギやヒノキの心材色の原因物質であることも知られている。ノルリグナンが特異的に心材に蓄積することやその生合成が心材形成の時期と連動していることから、ノルリグナン生合成機構の解明が心材形成機構解明の緒となると期待されているが、これまでに心材ノルリグナンの生合成遺伝子は全く同定されていない。

本研究で心材ノルリグナン生合成遺伝子を同定し、これをもとに分子生物学的観点から心材形成に関わる新たな知見の取得を目指す。また、得られる知見は将来的にスギ黒心問題の解消、高抗菌性材を産生する針葉樹の創出及び育種、合成生物学を利用した心材抗菌物質生産への展開が期待される。

4. 研究の背景と目的

これまでにも心材形成機構を解明すべく様々な観点から研究されてきたが、未だに完全に説明できるような研究報告はない。近年では、移行材付近の試料から調製した RNA を解析することによって心材形成時の遺伝子発現を研究した報告例はあるが、その数はごくわずかである。日本固有種のスギでは、現在のところゲノム情報は公開されておらず、一方、遺伝子発現解析（RNA-seq）データについては公開されているものの、心材形成解明を目的としたデータセットの蓄積はない。仮に心材から得た RNA-seq データがあったとしても、膨大な遺伝子情報の中から心材形成に関わる遺伝子を絞り込むためには、心材形成時にのみ特異的に発現するような指標となる遺伝子の情報が必要不可欠である。心材に特異的に蓄積するノルリグナン類

の生合成は心材形成と連動しているため、ノルリグナン生合成遺伝子の発現パターンを指標にすれば、心材形成関連遺伝子を絞り込むことが可能であると考えられる。

上記より、分子生物学的観点からスギ心材形成に関わる新たな知見を取得するため、本研究では、まずスギのノルリグナン生合成経路において初発物質である(*E*)-ヒノキレジノールの合成酵素（EHRS）（Suzuki et al., 2004）の遺伝子同定を目的とした。

5. 研究の結果および考察

本研究ではスギの膨大な遺伝子発現データの中から、EHRS 酵素活性の情報をもとに、EHRS 遺伝子を絞り込むことを計画しており、本年度はスギ材の様々な部位由来の試料から自前の RNA-seq データセットの構築、酵素アッセイ系の確立に向けた予備実験を行った。一般に、心材やその周辺組織における細胞は死んだ細胞とされており、それら組織から如何にして十分な RNA やタンパク質を調製できるかが重要となる。そこで、伐採直後のスギの心材、移行材、辺材などから削り出した粗粉末試料を液体窒素で瞬時に凍結させ、凍結状態を維持したまま微粉砕化したところ、心材などの組織からでも粗酵素アッセイに使用可能な濃度の粗酵素液が調製できることが明らかとなった。RNA 抽出については、市販の抽出キットなどでは量・質ともに程度の低い RNA しか得られず、現在様々な手法での RNA 抽出を試みている。また、スギ材の他にスギカルスについても試料として用いる計画をしている。既にスギ実生よりカルス形成に成功しており、現在寒天培地上で無菌的に増殖させている。

一方、ノルリグナンの一種である(Z)-ヒノキレジノールの合成酵素（ZHRS）遺伝子がアスパラガスより単離されており（Suzuki et al., 2007）、本遺伝子がこれまでに同定された唯一のノルリグナン生合成遺伝子である。現在公開されているスギ遺伝子情報の中には、アスパラガス ZHRS と相同性の高い遺伝子配列は見つかっておらず、最も相同性の高い遺伝子配列でもアミノ酸レベルで 31.7% identity であった。しかし、相同性が高くないとは言え、スギのノルリグナン生合成遺伝子ではないと排除することができないため、本研究では当該の遺伝子についてもクローニングし、組換えタンパク質発現に向け現在実験を進めている。

6. 今後の展開

スギの材やカルスの試料に対して RNA-seq を実施し、さらに同試料におけるノルリグナン酵素活性の情報をもとに、スギノルリグナン生合成遺伝子を同定する。また、それら遺伝子と連動して発現する心材形成関連遺伝子群を見出す予定である。

7. 引用文献

1) Suzuki S, Yamamura M, Shimada M, Umezawa T. *Chem Commun*. 2838-2839 (2004)
2) Suzuki S, Yamamura M, Hattori T, Nakatsubo T, Umezawa T. *PNAS* 104:21008-21013 (2007)

生存圏シンポジウム実施報告

令和4年度　生存圏シンポジウム開催実績

生存圏シンポジウムＮｏ.	研究集会名	開催日	開催場所	申請代表者	申請者所属機関	参加者数	備考
473	DASH/FBAS 全国共同利用成果報告会 —第13回—	令和4年5月26日	オンライン	矢崎 一史	京都大学生存圏研究所	25	
474	第16回MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウ ム	令和4年9月5-6日	オンライン	橋口 浩之	京都大学生存圏研究所	84	
475	塩谷雅人先生・吉村剛先生 追悼シンポジウム	令和4年6月13日	きはだホールおよびオンライン	山本 衛	京都大学生存圏研究所	315	
476	The 2nd Symposium of Plant MicrobiotaResearchNetwork	令和4年8月22日	オンライン	杉山 暁史	京都大学生存圏研究所	255	国際会議
477	第16回生存圏フォーラム特別講演会 第15回生存圏フォーラム総会	令和4年11月19日 令和5年3月7日	きはだホールおよびオンライン	今井 友也	京都大学生存圏研究所	142	生存研主催
478	第16回赤道超高層大気国際シンポジウム	令和4年9月12-16日	きはだホールおよびオンライン	横山 竜宏	京都大学生存圏研究所	133	国際会議
479	STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ (第一回:宇宙天気現象の予測精度向上に向けて)	令和4年9月27日	名古屋大学およびオンライン	阿部 修司	九州大学	37	
480	中間圏・熱圏・電離圏研究会	令和4年9月27-30日	名古屋大学およびオンライン	藤本 晶子	九州工業大学	77	
481	バイオナノマテリアルシンポジウム2022 (バイオナノマテリアル製造評価システム2022年度報告会)	令和4年10月27日	木質ホールおよびオンライン	矢野 浩之	京都大学生存圏研究所	852	
482	第4回プラズマ・ウルトラファインバブル研究会 (静電気学会支部合同研究会との共同開催)	令和4年10月28-29日	岩手大学およびオンライン	高木 浩一	岩手大学	62	
483	第2回地磁気誘導電流(GIC)研究会	令和5年3月22日	オンライン	海老原 祐輔	京都大学生存圏研究所	26	
484	多糖の未来フォーラム2022	令和4年11月18日	上智大学およびオンライン	秋吉 一成	京都大学大学院工学研究科	175	
485	第12回東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて	令和4年12月6-7日	京都リサーチパークおよびオンライン	上田 義勝	京都大学生存圏研究所	98	
486	Asian Wireless Power Transfer Workshop 2022 (AWPT 2022)	令和4年12月5-6日	きはだホールおよびオンライン	三谷 友彦	京都大学生存圏研究所	78	国際会議
487	第7回　生存圏アジアリサーチノード国際シンポジウム (併催 第10回地球規模課題セミナー)	令和4年12月21日	オンライン	梅澤 俊明	京都大学生存圏研究所	91	国際会議
488	第13回熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウム	令和4年12月22日	オンライン	梅澤 俊明	京都大学生存圏研究所	78	国際会議
489	木質材料実験棟令和4年度共同利用研究発表会	令和5年3月10日	オンライン	五十田 博	京都大学生存圏研究所	21	
490	生存圏ミッションシンポジウム	令和5年3月6-7日	きはだホールおよびオンライン	五十田 博 小嶋 浩嗣	京都大学生存圏研究所	208	生存研主催
491	令和4年度DOL/LSF共同利用研究成果発表会	令和5年3月1日	オンライン	大村 和香子	京都大学生存圏研究所	24	
492	STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ (第二回: 磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用)	令和5年3月1日	オンライン	阿部 修司	九州大学	37	
493	RISH 電波科学計算機実験シンポジウム(KDKシンポジウム)	令和5年3月9日	京都大学学術情報メディアセンターおよびオンライン	海老原 祐輔	京都大学生存圏研究所	19	
494	電磁波動・荷電粒子非線形相互作用研究の将来展望	令和5年3月16-17日	オンライン	大村 善治	京都大学生存圏研究所	29	国際会議
495	ナノセルロースシンポジウム2023	令和5年2月28日	木質ホールおよびオンライン	矢野 浩之	京都大学生存圏研究所	870	
496	第12回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウム	令和5年3月1日	オンライン	渡辺隆司 今井友也 三谷友彦	京都大学生存圏研究所	34	

参加者合計　3,770

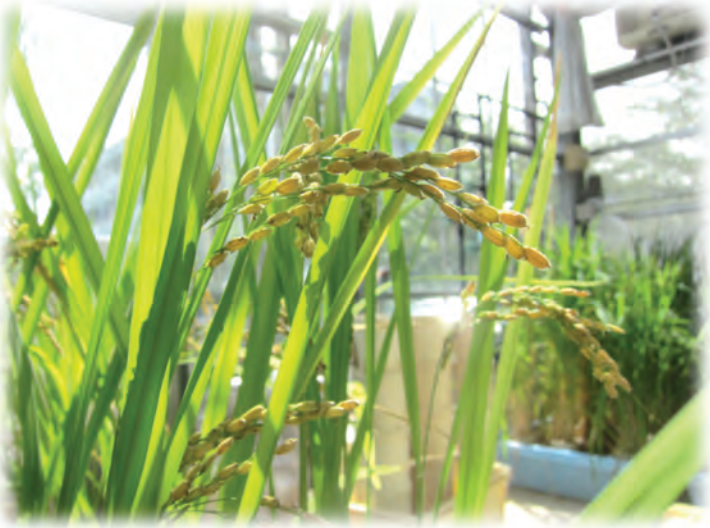
研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-01	
研究集会 タイトル	第473回生存圏シンポジウム DASH/FBAS全国共同利用成果報告会―第13回―（非公開）	
主催者	京都大学　生存圏研究所・生態学研究センター	
日　時	令和4年5月26日(木)　13時00分～16時40分	
場　所	オンライン	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1
関連分野	植物生命科学、化学生態学、農芸化学、細胞分子生物学、天然物有機化学	
概要	全国共同利用DASH/FBASの令和3年度実施分（R3DF）の成果報告会を行った。	
目的と具体的な内容	生存圏研究所と生態学研究センターが中心になって運用している全国共同利用DASH/FBASの成果報告会。 令和3年度も前年に引き続きDASH/FBASのすべてを稼働して全国共同利用の運営に当たった。令和3年度の共同利用採択課題数は、分析機器利用のみの課題とあわせて12件の利用を受け入れた。この全国共同利用から生まれた各研究課題の成果について発表し、議論を行った。 本シンポジウムは、論文未発表の研究データに加え、国家プロジェクトとして推進中の課題も複数含まれており、知財に絡んだ課題や産業界との共同研究もあることから、関係者以外非公開として行った。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	DASH/FBASにおける分析サブシステムと植物育成サブシステムを利用した全国共同利用を推進し、植物の代謝化学、環境応答、植物微生物相互作用、化学生態学に関するコミュニティーの基礎研究に貢献するとともに、様々な有用遺伝子を用いた高機能性植物の創出に関する応用研究や、微生物代謝産物の研究者コミュニティーの発展に貢献をした。	
プログラム	13:00　開会の挨拶 13:10　植物ホルモンの生合成と代謝および情報伝達経路の解明 13:25　生化学反応によるリグノセルロースの変換 13:40　根圏での植物微生物相互作用に関与する植物代謝物の研究 13:55　植物フェノール類の高機能化を担うプレニル基転移酵素の機能解析及び工学研究 14:10～14:15　休憩 14:15　シコニン類縁体の分泌と蓄積機構の解明 14:30　植物香気成分の生合成と分泌機構の探究 14:45　イネリグニン合成パスウェイの改変 15:00　リグナン生合成酵素遺伝子の探索 15:15～15:30　休憩 15:30　生物高分子合成活性再構成へ向けた基盤構築 15:45　イネ胚乳制御因子の機能解析 16:00　イネ胚乳制御因子の機能解析と種子の回収 16:15　新規飼料原料の給与による牛のルーメン内の発酵促進効果の評価 16:30　閉会の挨拶	

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	12	3		
	他部局	4	3		
	学外	1			1
その他 特記事項					

第473回生存圏シンポジウム

DASH/FBAS全国共同利用
成果報告会
―第13回―



令和４年５月２６日

主　催：京都大学　生存圏研究所・生態学研究センター

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-03	
研究集会 タイトル	第474回生存圏シンポジウム 第16回MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム	
主催者	京都大学生存圏研究所	
日　時	2022/9/5-6	
場　所	オンライン(Zoom)	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	地球物理・気象・気候・リモートセンシング・情報通信	
概要	本研究集会では、MUレーダー・赤道大気レーダー共同利用により得られた研究成果のほか、大気レーダー・大気科学に関連する研究成果や計画について報告・議論された。20件の発表が全て口頭発表で行われ、活発な議論が展開された。プロシーディング集を編集し、ホームページで公開した。	
目的と具体的な内容	MUレーダーは滋賀県甲賀市信楽町に位置する中層・超高層及び下層大気観測用VHF帯大型レーダーで、1984年の完成後すぐから全国国際共同利用に供されてきた。2003年度に「MUレーダー観測強化システム」が導入され、レーダーイメージング観測などの機能向上が図られている。MUレーダーは、アクティブ・フェーズドアレイシステムを用いた世界初の大規模大気レーダーとして、大気科学やレーダー技術の発展に貢献したことが評価され電気・電子・情報・通信分野の世界最大の学会であるIEEEより、IEEEマイルストーンに認定された。また、国内の電子情報通信学会マイルストーン、電気学会「でんきの礎」にも認定された。一方、インドネシア共和国西スマトラ州に位置する赤道大気レーダー(EAR)は、2000年度末に完成した大型大気観測用レーダーで、2005年10月からEARとその関連設備の全国国際共同利用を行っている。本研究集会では、共同利用により得られた研究成果のほか、大気レーダー・大気科学に関連する研究成果や計画について報告・議論することを目的とする。 従来MUレーダーシンポジウム、赤道大気レーダーシンポジウムとして別々に研究集会を開催してきたが、両レーダーの連携した共同利用研究を一層促進するために、2012年6月に両共同利用委員会を統合したことを受けて、2012年度よりMUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウムとして開催している。本シンポジウムでは、20件の発表が全て口頭発表で行われ、1件当り20分の時間を取り、十分な議論を行うことができた。今回は新型コロナウィルス(COVID-19)感染拡大防止のため、オンラインで開催した。外国人による発表も3件行われた。また、発表内容を記録に残すため、プロシーディング集としてホームページに掲載した。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本シンポジウムは、生存圏研究所が掲げる5つのミッションのうち、主としてミッション１「環境診断・循環機能制御」に、一部ミッション３「宇宙生存環境」およびミッション５「高品位生存圏」に関連するものである。生存圏研究所では、生存圏科学の重要地域の一つとして低緯度赤道域に注目し、大気科学の分野において、長年に渡ってインドネシアとの研究協力を進め、赤道大気レーダーを設置しインドネシア国家研究イノベーション庁・航空宇宙研究機構(LAPAN/BRIN)との協力のもとで運営している。また、信楽ＭＵ観測所では国内の大気環境計測の重要地点として、MUレーダーを中心として様々な測器の開発、観測実験が実施されている。本シンポジウムでは、ＭＵレーダー・赤道大気レーダーを中心として中緯度・赤道熱帯域で進行中の生存圏科学に関する研究活動の活発な議論が展開された。	

プログラム	9月5日 (座長: 橋口浩之) 13:30-13:40 MUレーダー・赤道大気レーダー共同利用の現状 MUレーダー/赤道大気レーダー共同利用・共同研究専門委員長 橋口浩之 13:40-14:00 衛星回線における近年の降雨減衰時間率の増加について 前川泰之・柴垣佳明 (大阪電通大) 14:00-14:20 島根県と広島県におけるMPレーダとAMeDASとの比較 難波秀年・下舞豊志 (島根大) 14:20-14:40 2022年7月5日に高知県で発生した線状降水帯のXバンド二重偏波レーダーRHI観測による鉛直構造解析 中陽・村田文絵・佐々浩司・藤井虎太朗 (高知大) 14:40-15:00 ふた山形状の雨滴粒径分布の観測事例解析 岡崎恵(京大理)・竹見哲也(京大防災研)・阿波田康裕(JAXA)・大石哲(神大都市安) 15:00-15:20 層状性降水雲中の固体降水粒子観測計画 重尚一 (京大理) (座長: 西村耕司) 15:30-15:50 航空交通管制用信号を用いた二次レーダーシステムによるパッシブ対流圏気象観測の精度評価 橋本大志 (極地研)・森修一 (JAMSTEC)・虫明一彦 (いろはプロ ジェクト) 15:50-16:10 波状雲撮影のための全天カメラ製作と初期観測 草野友輝・下舞豊志 (島根大) 16:10-16:30 TKE dissipation rates estimated from vertical velocity spectra measured by Doppler lidar and radar in the Convective Boundary Layer Luce Hubert, Yabuki Masanori, Hashiguchi Hiroyuki (RISH, Kyoto Univ.) 16:30-16:50 IUGONETプロジェクトの活動と最近の成果について 新堀淳樹(名大ISEE)・田中良昌(極地研)・阿部修司(九州大学i-SPES)・今城峻(京大WDC)・上野悟 (京大天文台)・能勢正仁 (名大ISEE) 9月6日 (座長: 横山竜宏) 10:00-10:20 インドネシアにおける煙霧のライダー観測計画 柴田泰邦・阿保真 (都立大) 10:20-10:40 海陸風起源双方向重力波による赤道成層圏QBO頑健化: 問題点と観測的確認方法 山中大学 (地球研)・荻野慎也 (JAMSTEC) 10:40-11:00 A review of SEALION activities Hozumi Kornyanat, Nishioka Michi and ionospheric working group (NICT) 11:00-11:20 タイ・チュンポンにおける下向きに伸びる沿磁力線不規則構造のVHFレーダー観測 大塚雄一・塩川和夫(名大ISEE)・Kornyanat Hozumi・西岡未知・津川卓也(NICT)・斎藤享(電子航法研)・Pornchai Supnithi・Punyawi Jamjareegulgarn(KMITL)・山本衛(京大RISH)

11:20-11:40 赤道大気レーダーで観測された150kmエコーの太陽・地磁気活動依存性
横山竜宏・高木理絵子・山本衛（京大RISH）

(座長: 橋口浩之)
13:00-13:20 S-520-32号機観測ロケットからご地上までの２周波ビーコン観測ー観測機器の開発と結果の速報ー
山本衛（京大RISH)・高橋透（電子航法研)・芦原祐樹（奈良高専）

13:20-13:40 2022年1月15日に日本上空で観測された電離圏擾乱の特性について
斎藤享（電子航法研）

13:40-14:00 外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発
橋口浩之・矢吹諒・木村侑希大・西村耕司（京大RISH）

14:00-14:20 バイスタティックレーダーによる低高度域観測技術の開発
王元・西村耕司・橋口浩之(京大RISH)・橋本大志・堤雅基(極地研)・佐藤亨(京大)・佐藤薫（東大理）

14:20-14:40 MUレーダーを用いたDDMA-MIMO観測実験 ー月面エコーを用いたビーム幅の検証ー
松田知也・西村耕司・橋口浩之（京大RISH）

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	31	18		1
	他部局	3	1		
	学外	50	8		7

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-02	
研究集会 タイトル	第475回生存圏シンポジウム 塩谷雅人先生・吉村剛先生　追悼シンポジウム	
主催者	京都大学　生存圏研究所	
日　時	令和4年6月13日（月）10:00～16:30	
場　所	きはだホールおよびオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1，4，5
関連分野	居住圏環境共生学、中層大気力学	
概要	令和3年度に亡くなられた塩谷雅人教授、吉村剛教授とつながりの深かった諸先生方にご登壇いただき、海外の共同研究者にはビデオ講演を行っていただき、お二人の先生が追求された学問分野であげられた生存圏科学に関する研究成果のレビューを行った。	
目的と具体的な内容	京都大学生存圏研究所発足から生存圏科学の発展に力を尽くして来られた、吉村剛教授（ご専門：居住圏環境共生学）と塩谷雅人生存圏研究所長・教授（ご専門：中層大気力学）が、それぞれ令和3年5月18日と令和4年2月9日にご逝去された。本シンポジウムでは、お二人に、ゆかりの先生方や教え子らに登壇あるいは、ビデオによる講演・資料公開を行っていただき、生前、お二人が生存圏科学の分野であげてこられた研究成果についてふり返りつつ、シロアリの生態研究と木材保存に代表される居住圏環境共生学、衛星観測データに大気化学を持ち込み発展させた中層大気力学について、二人の研究者の先見性を踏まえ生存圏科学の進むべき方向性を参加者で共有した。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	お二人は、それぞれ、気づいてこられた独自の研究分野を、生存圏科学のなかにおける、中層大気力学、居住圏環境共生学として、あらためて捉えることを通して研究生かをあげてこられた。今回、二人の生存圏科学に対する研究者としての姿勢、研究手法、考え方、展望の持ち方・開き方を、関連する全国の生存圏科学に関する研究者と共有することにより、生存圏科学コミュニティがもつべきperspectiveを示すことができた。	
	2022年6月13日（月） 10:00～12:30 開会挨拶　山本衛 塩谷雅人先生ご業績紹介　橋口浩之 追悼の辞　廣田勇（京都大学名誉教授） 追悼講演　余田成男（京都大学名誉教授・京都大学国際高等教育院特定教授） 長谷部文雄（北海道大学名誉教授） 追悼ビデオメッセージ 追悼講演　高柳昌弘（宇宙航空研究開発機構） 高島久洋（福岡大学理学部准教授）	

プログラム	14:00～16:30 吉村剛先生ご業績紹介　畑俊充 追悼の辞　今村 祐嗣（京都大学名誉教授） 追悼講演　石井実（大阪府立環境農林水産総合研究所 理事長・大阪府立大学名誉教授） Chow-Yang Lee (Professor, University of California) Vernard Richard Lewis (Professor Emeritus, University of California, Berkeley) 追悼ビデオメッセージ 追悼講演　栗崎 宏（富山県農林水産総合技術センター木材研究所・主任専門員） 藤井義久（京都大学大学院農学研究科教授） 閉会挨拶

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	71	7		
	他部局	21			
	学外	223		3	215

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-04	
研究集会 タイトル	第476回生存圏シンポジウム The 2nd Plant Microbiota Research Network	
主催者	Plant Microbiota Research Network	
日　時	2022/8/22	
場　所	オンライン	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1,5
関連分野	植物科学、微生物生態学、土壌科学	
概要	森林科学、植物科学、微生物学、土壌学等、幅広い分野からのの講演とポスター発表を行うことにより、植物マイクロバイオータを広義に捉え、様々なレベルでの植物マイクロバイオータ研究について議論し、生存圏科学の観点からその俯瞰を試みる。	
目的と具体的な内容	植物と相互作用する多種多様な微生物の総体を植物マイクロバイオータと呼ぶが、植物マイクロバイオータは植物の生長・生理・病理に大きく影響する。植物マイクロバイオータ研究は次世代シーケンサを用いた大規模なメタゲノム解析や、大量の微生物の培養とそのゲノム解析などによって「誰がそこにいるか」という疑問の答えはかなり理解が進んできたといえる。その一方で、これらの微生物が植物とどのように相互作用し、植物の生理にどうのように影響を与えているのか、また個々の微生物同士がお互いにどのように影響を与えあい、それが宿主植物との相互作用にどのように関与しているのかなど、その詳細な分子機構の理解へは至っていない。 本シンポジウムでは、2021年度に開催したPMRNと同様に森林科学、植物科学、微生物学、土壌学等、幅広い分野からの「マイクロバイオータ」という視点での講演とポスター発表を行い、植物マイクロバイオータを広義に捉え、様々なレベルでの植物マイクロバイオータ研究について議論し、その俯瞰を試みた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏研究所のミッション１の循環やミッション５の生理活性物質はマイクロバイオータの機能と関係が深い。本シンポジウムで，これまで狭義に捉えらてきた「植物マイクロバイオータ」という研究分野をより広義に捉え，実験室内での微生物ー微生物相互作用の生化学的な理解から生存圏全体での重要性を考え、様々なレベルでの植物マイクロバイオータ研究について議論することができた。	
プログラム	13:00-13:10 オープニングリマーク 中野亮平トーマス（Max Planck Institute for Plant Breeding Research） 13:10-14:30 招待講演1 酒井章子（京都大学生態学研究センター） 「見過ごされてきた訪花者：花をめぐる細菌とその役割」 菅井徹人（森林研究・整備機構（森林総研）） 「統合ネットワーク解析から探る植物-土壌微生物共生系の養分適応戦略」 14:30-16:30 ポスターセッション 16:30-17:50 招待講演2 田中江梨子（ヤンマーホールディングス株式会社） 「菌集合体を活用した生物防除の実現に向けた取り組み」 鮎川侑（理化学研究所環境資源科学研究センター） 「他者との関わり方を変える植物病原真菌のCD染色体」 17:50-18:30 総合討論とクロージングリマーク 18:30- 懇親会	

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	5	3		
	他部局	22	15		
	学外	228	49	6	43
その他特記事項					

PMRN2022

The 2nd Symposium of Plant Microbiota Research Network

2022年 8月22日（月）13:00～18:30

オンライン（Zoom / gather）

ポスター発表登録｜**7月31日**まで
参加登録｜**8月21日**まで

詳細・参加登録はこちら

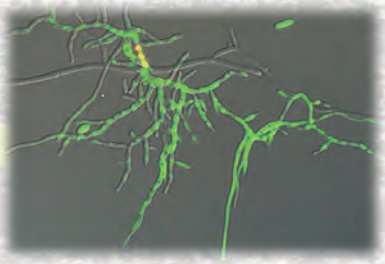
プログラム

- 招待講演

酒井 章子
（京都大学生態学研究センター）
見過ごされてきた訪花者：
花をめぐる細菌とその役割

菅井 徹人
（森林総合研究所）
統合ネットワーク解析から探る
植物-土壌微生物共生系の養分適応戦略

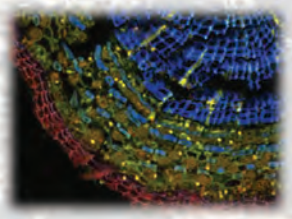
田中 江梨子
（ヤンマーホールディングス株式会社）
菌集合体を活用した
生物防除の実現に向けた取り組み



鮎川 侑
（マックスプランク植物育種学研究所/
理化学研究所　環境資源科学研究センター）
他者との関わり方を変える
植物病原真菌のCD染色体

- ポスターフラッシュトーク・ポスターセッション

- 懇親会



【世話人】大津 美奈（NAIST）　亀岡 啓（東北大学）　川原田 泰之（岩手大学）
杉山 暁史（京都大学）　深田 史美（岡山大学）　中野亮平トーマス（MPIPZ）
【共催】京都大学生存圏研究所（第476回生存圏シンポジウム）
【協力】超分野植物科学研究会　株式会社フィトメトリクス
【後援】日本植物学会　日本植物生理学会　日本微生物生態学会

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-13	
研究集会 タイトル	第477回生存圏シンポジウム 第16回生存圏フォーラム特別講演会「宇宙で持続可能性を考える」 第15回生存圏フォーラム総会	
主催者	生存圏フォーラム	
日　時	令和4年11月19日(土)、令和5年3月7日（火）	
場　所	京都大学宇治地区おうばくプラザきはだホールおよびZoomによるリモート配信	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 2, 3, 4, 5
関連分野	生存圏科学、宇宙総合学	
概要	生存圏フォーラムは『持続的発展が可能な生存圏（Sustainable Humanosphere）を構築していくための基盤となる 「生存圏科学」を幅広く振興し、総合的な情報交換・研究者交流、 さらに学生・若手研究者の国内外での教育・啓発活動を促進していくこと』を目的としている。そのために第16回特別講演会および総会を開催し、その活動を促進する。	
目的と具体的な内容	■特別講演会 遠くない将来、宇宙空間も人間の生活の場になることが次第に現実味を帯びてきており、生存圏として宇宙空間を含めた「生存圏科学」のコンセプトに時代が追い付いてきた。そのような背景で、なお一層真剣に宇宙空間を生活空間にするための研究に注目が集まると考えられる。そこで本研究集会では、宇宙太陽光発電、宇宙（微小重力）環境における材料合成、月面の環境、宇宙空間における人の健康に関する講演をいただいた。 ■総会 会長、副会長、運営委員の選任を行い、活動報告および時期の活動計画について承認をいただいた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	「宇宙空間を生活の場としてみる」という共通項は持ちつつ、一つの学会では同時に拝聴することがあり得ない講演の組み合わせとなった。このように軸を持ちつつ多分野を混合することで新たな考え方を醸成でき、また一般的には隔たりのある分野間で人的交流と情報交換を行うことができた。これらにより、生存圏科学という考え方の重要性を認識してもらえる層をじわじわ広げる機会となった。	
プログラム	■特別講演会 14:30-14:40　開会の辞　林知行（秋田県立大学名誉教授・生存圏フォーラム会長）、五十嵐圭日子（東京大学教授・宇宙連携拠点形成プログラム「バイオ有機素材の宇宙リサイクルシステム開発」代表）挨拶 14:40-15:20　「宇宙太陽発電 –持続可能なエネルギーシステムの開発–」田中孝治（JAXA宇宙科学研究所） 15:20-16:00　「人類の活動の場としての月面環境 ～月ダストに関わる学理を中心に～」三宅洋平（神戸大学大学院システム情報学研究科） 16:00-16:10　休憩 16:10-16:50　「酵素を用いた宇宙空間でのセルロース合成」砂川直輝（東京大学大学院農学生命科学研究科）	

	16:50-17:30　「宇宙環境下での人への影響～宇宙医学とは？」寺田昌弘（京都大学宇宙総合学研究ユニット） 17:30　閉会の辞　山中大学（神戸大学名誉教授・生存圏フォーラム副会長） ■総会 13：00 - 13:30 1. 生存圏研究所長による研究所活動紹介 2. 会長挨拶 3. 議長選任 4. 報告事項 5. 議題 ・役員及び運営委員改選 ・事業計画

	計（特別講演会、総会）	合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	92（30、65）	12（4、8）		
	他部局	7（3、4）			
	学外	43（30、13）	2（2、0）		4（2、2）
その他 特記事項					

第477回生存圏シンポジウム
第16回生存圏フォーラム特別講演会
文部科学省・宇宙航空科学技術推進委託費「宇宙連携拠点形成プログラム」シンポジウム

「宇宙で持続可能性を考える」

生存圏フォーラムでは、持続的発展が可能な生存圏を構築すべく、 情報交換・人的交流・教育・啓発活動の一環として特別講演会を開催しています。

日時：令和4年11月19日（土）　14:30 - 17:35
会場：京都大学宇治地区おうばくプラザ・きはだホール（聴講無料）

●会場での聴講は申し込み不要ですが、入場制限・会場閉鎖の可能性があります
●同時WEB配信をフォーラム会員限定で行います。入会手続き等詳細は下記まで。

プログラム

14:30-14:40　開会の辞
林 知行（秋田県立大学名誉教授・生存圏フォーラム会長）
五十嵐 圭日子（東京大学教授・宇宙連携拠点形成プログラム「バイオ有機素材の宇宙リサイクルシステム開発」代表）

14:40-15:20
「宇宙太陽発電　－持続可能なエネルギーシステムの開発－」
田中 孝治（JAXA 宇宙科学研究所・准教授）

15:20-16:00
「人類の活動の場としての月面環境　～月ダストに関わる学理を中心に～ 」
三宅 洋平（神戸大学大学院システム情報学研究科・准教授）

16:10-16:50
「酵素を用いた宇宙空間でのセルロース合成」
砂川 直輝（東京大学大学院農学生命科学研究科・特任講師）

16:50-17:30
「宇宙環境下での人への影響～宇宙医学とは？」
寺田 昌弘（京都大学宇宙総合学研究ユニット・特定准教授）

17:30　閉会の辞
山中 大学（神戸大学名誉教授・生存圏フォーラム副会長）

お問い合わせ・生存圏フォーラム入会申込先
京都大学生存圏研究所
生存圏フォーラム事務局
e-mail: forum@rish.kyoto-u.ac.jp
Tel: 0774-38-4609, Fax: 0774-31-8463
HP : https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/?lang=forum

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-16	
研究集会 タイトル	第478回生存圏シンポジウム 第16回赤道超高層大気国際シンポジウム 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16)	
主催者	京都大学生存圏研究所	
日　時	2022年9月12日－16日	
場　所	京都大学宇治キャンパスおうばくプラザ	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	レーダー大気圏科学分野	
概要	令和4年9月12日から16日にかけて、第16回赤道超高層大気国際シンポジウム（ISEA-16）を宇治キャンパスおうばくプラザとzoomのハイブリッドとして開催した。現地参加者70名、zoom参加者63名であり、海外からの現地参加者は44名であった。	
目的と具体的な内容	地球の超高層大気(高度100-1000 km)は、太陽からの強力な紫外線の影響を受けて、大気の一部が電離した状態(プラズマ)で存在しており、電離圏と呼ばれている。高精度、高信頼度の全球測位衛星システム(GNSS)の利用が急速に発展し、電離圏による電波の伝搬遅延の影響は、要求される精度に対して相対的に大きくなっている。特に赤道域では特殊な地理的特性から、赤道域特有の現象が多く発生し、それらは電波伝搬に非常に大きな影響を及ぼすことが知られている。 本研究集会(以下ISEA)は、3-4年に1度各国持ち回りで開催される集会であり、今回で16回目の開催となった。第1回は1962年にペルーで開催されており、今回は60年目の開催となる。赤道超高層大気に関する話題を中心に全て単セッションで5日間開催し、133名が参加した。大規模な国際学会等はセッションが細分化されているため、特定の話題について集中的に議論を深めることが難しい。ISEAは単セッションによる集会かつ比較的少人数の開催であって、赤道・低緯度域の超高層大気の科学を集中的に取り扱う。そのため現象の理解、議論の発展、人的交流が促進され、今後の国際共同研究等の立案に至ることが期待される。生存圏研究所では、大型のレーダーを新設するための計画を提案しており、「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」としてマスタープラン2020に採択されている。日本における活発な研究活動を世界に向けて発信し、マスタープランの実現に向けた弾みとなった。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	電離圏は、地球大気の最上端でありながら、宇宙空間の最下端とも言える遷移領域であるため、中性、プラズマそれぞれの物理現象が複雑に混在し、未解明な現象が多く残されている。また、電離圏高度は国際宇宙ステーションや多くの人工衛星が飛翔する領域であり、電離圏における物理・化学過程の正確な理解が不可欠である。本研究集会は、ミッション3「宇宙生存環境」とミッション5-3「高品位生存圏：日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性」に密接に関連していると言える。また、「宇宙生存環境」を計測するための大型大気レーダー技術は、ミッション1「環境診断・循環機能制御」によるものである。本研究集会は、生存圏科学を海外にアピールできる絶好の機会であった。近年、多くの国際会議がバーチャル開催であったが、ようやく海外からの参加者を迎えた国際会議の現地開催が可能となり、44名の海外からの現地参加者を集めることに成功した。滞っていた海外との研究交流活動を再開することで、研究者間で新たな知見を共有し、現象の理解を深めることが可能となった。赤道電離圏は衛星電波の伝搬に大きな影響を及ぼすことから、生存圏研究所においても、赤道大気レーダーを中心とした観測ネットワークを構築し、赤道プラズマバブルの時空間構造や発生原因の解明に乗り出している。本研究集会を日本で開催することで、宇宙天気予報サービスの向上や、精密衛星測位の精度向上と利用促進にも貢献できたと考えられる。また、日本が展開する観測ネットワークや研究活動を世界にアピールすることで、生存圏研究所が中心となってインドネシアに建設を計画している大型レーダー「赤道MUレーダー」の計画実現に向けて、海外からの強力なサポートが得られることが期待される。日本が展開する東南アジア地域観測網を、世界における一大観測拠点としてアピールし、各国との共同研究をさらに強化するための端緒としたい。	

12 September 2022 (Mon)

10:00-11:000nsite Registration

Opening Ceremony
JST = UT + 9 hours
11:00 - 11:10 ″ Mamoru Yamamoto (Director of RISH, Kyoto University & Chair of the organizing committee)
Kazuo Shiokawa (ISEE, Nagoya University & President of SCOSTEP)″

Keynote Lecture
Chair: Tatsuhiro Yokoyama
JST = UT + 9 hours
11:10 - 11:50 ″Mutual coupling between magnetosphere and low-latitude ionosphere during magnetic storms and substorms
Yusuke Ebihara (RISH, Kyoto University)″

Session 2: Longitudinal/hemispheric variation of equatorial electrodynamics
Chair: Duggirala Pallamraju
JST = UT + 9 hours
11:50 - 12:05 S2-01 Signatures of Space Weather events in low latitudes ionosphere and on the Earth's magnetic fieldIn-Person invitedChristine Amory-Mazaudier
12:05 - 12:20 S2-02 Regulation of Ionospheric Plasma Velocities by Thermospheric Winds In-Person
″Thomas Immel, Brian Harding, Roderick Heelis, Astrid Maute, Jeffery Forbes, Scott England, Stephen Mende, Christoph Englert, Russell Stoneback, Kenneth Marr, John Harlander, Jonathan Makela″
12:20 - 12:35 S2-03 Small-scale variability of ionospheric electrodynamics process inferred from LEO satellite magnetic observationsVirtual
″Dupinder Singh, Duggirala Pallamraju″

12:35-14:30Lunch (115 min.)

Session 4: Space weather effects at low- and mid-latitudes
Chair: Akinori Saito
JST = UT + 9 hours
14:30 - 14:45 S4-01 Geomagnetically induced current (GIC) at low latitudes: Major characteristics and prediction for extreme eventsVirtual invited″Yusuke Ebihara, Shinichi Watari″
14:45 - 15:00 S4-02 Anomalous Electric Field Perturbations during Post-Sunset Hours over Indian Dip EquatorVirtual
″Ankit Kumar, Dibyendu Chakrabarty, Bela Fejer, Geoff Reeves, Diptiranjan Rout, S. Sripathi, Gopi Seemala, Surendra Sunda, Anil Yadav″
15:00 - 15:15 S4-03 Ionospheric Total Electron Content (TEC) Gradient Characterization in Magnetic Low Latitude RegionVirtual
″Maho Nakamura, Susumu Saito, Takayuki Yoshihara, Le Minh, Slamet Supriadi, Prayitno Abadi, Dwiko Prabowo″
15:15 - 15:30 S4-04 The dayside ionospheric-thermospheric changes during minor geomagnetic storm activity of 3 - 4 February 2022Virtual
″Geetashree Kakoti, Mala Bagiya, Fazlul Laskar″
15:30 - 15:45 S4-05 Evolution and Decay of an EMSTID During Two Consecutive Substorms: A Case StudyIn-Person
″Rahul Rathi, M. Sivakandan , Dibyendu Chakrabarty, Sumanta Sarkhel, M. V. Sunil Krishna, A. Upadhayaya″
15:45 - 16:00 S4-06 2020 September Geomagnetic Storm's effect on the Nigh Equatorial Ionization Anomaly (EIA) and Equatorial Plasma Bubbles (EPBs) as Observed by the GOLD MissionVirtual
″Deepak Karan, Richard Eastes, Carlos Martinis, Robert Daniel, William McClintock″

16:00-16:30break (30 min.)

Session 6: Application of numerical techniques for aeronomy
Chair: Endawoke Yizengaw
JST = UT + 9 hours
16:30 - 16:50 S6-01 Data Assimilation in the Ionosphere-Thermosphere SystemVirtual invitedTimothy Kodikara
16:50 - 17:05 S6-02 An empirical 3D model of the ionospheric current system based on data assimilationVirtual
"Patrick Alken, Gary Egbert, Astrid Maute, Art Richmond"
17:05 - 17:20 S6-03 The sami2py model -- overview and applications In-Person
"Jeff Klenzing, Jonathon Smith, Joe Huba, Angeline Burrell, Alexa Halford"

Session 2: Longitudinal/hemispheric variation of equatorial electrodynamics
Chair: Endawoke Yizengaw
JST = UT + 9 hours
17:20 - 17:35 S2-04 Hemispheric and Longitudinal variation of the low latitude ionospheric dynamics In-PersonAB00021 invitedBitap Kalita
17:35 - 17:50 S2-05 On the longitudinal variability of complexities associated with equatorial electrojetVirtual
"A. Rabiu, S Ogunjo, O. Dare-Idowu, I. Fuwape"
17:50 - 18:05 S2-06 STATISTICAL Results of Traveling Ionospheric Disturbances in Equatorial and Low Latitudes During Geomagnetic StormsIn-Person
"John Bosco Habarulema, Golekamang Thaganyana, Zama Katamzi-Joseph, Endawoke Yizengaw, Mark Moldwin, Chigomezyo Ngwira"

13 September 2022 (Tue)

Session 4: Space weather effects at low- and mid-latitudes
Chair: Akimasa Yoshikawa
JST = UT + 9 hours
9:00 - 9:15 S4-07 Effect of Geomagnetic Storm Associated HILDCAA Events on Radiative Cooling by Nitric Oxide Infrared Emissions in the Mid High Latitude MLT RegionIn-Person
"Mallepula Venkata Sunil Krishna, Alok Ranjan, Akash Kumar, Sumanta Sarkhel"
9:15 - 9:30 S4-08 Large Scale Traveling Ionospheric Disturbances in the Topside IonosphereIn-Person
"Angeline Burrell, Manbharat Dhadly, Kate Zawdie, Fabrizio Sassi"
9:30 - 9:45 S4-09 Generation Mechanisms of Plasma Density Irregularity in the Equatorial Ionosphere During a Geomagnetic Storm on 21-22 December 2014 In-Person
"Takuya Sori, Atsuki Shinbori, Yuichi Otsuka, Takuya Tsugawa, Michi Nishioka, Akimasa Yoshikawa"
9:45 - 10:00 S4-10 Thermosphere-Ionosphere Response to Weak Geomagnetic Storms. The Case of the Starlink Satellite Loss in February 2022Virtual Frédéric Pitout
10:00 - 10:15 S4-11 The Space Weather Impacts on the Ionosphere over the African Mid-latitude RegionIn-Person
"Tshimangadzo Matamba, Donald Danskin, Rendani Nndanganeni, Mpho Tshisaphungo"
10:15 - 10:30 S4-12 First detection of daytime E-region disturbance winds In-Person
"Lily Oglesby, Thomas Immel, Brian Harding, Joanne Wu, Colin Triplett"

プログラム

10:30-11:00break (30 min.)

Session 6: Application of numerical techniques for aeronomy
Chair: Kornyanat Hozumi
JST = UT + 9 hours
11:00 - 11:20 S6-04 Impact of Thermospheric Data Assimilation on Thermospheric and Ionospheric Weather Monitoring Virtual
invited"Chih-Ting Hsu, Nick Pedatella, Jeff Anderson"
11:20 - 11:35 S6-05 Ingestion of Radio Occultation Data For Ionospheric Data AssimilationVirtual
"Victoriya Forsythe, Sarah McDonald"
11:35 - 11:50 S6-06 Assimilation of Satellite and Ground-Based Data for 3-D Regional Ionosphere ModelingVirtual
"Chalachew Kindie Mengist, Kyong-Hwan Seo, Eswaraiah Sunkara "
11:50 - 12:05 S6-07 3D tomography of ionosphere above the Indian region using InSWIM GNSS network receiversVirtual
"Ajay Potdar, Raj Choudhary"
12:05 - 12:20 S6-08 Modeling ionograms with deep neural networks and electron densities forecastingIn-Person
"Jhassmin Aricoché, Enrique Rojas, Reynaldo Rojas, Marco Milla"
12:20 - 12:35 S6-09 "Support vector machine (SVM) for equatorial plasma bubble detection from VHF Radar Images at Chumphon VHF Radar Station, Thailand"Virtual
"Pornchai Supnithi, Thananphat Thanakulketsarat , Lin Myint, Kornyanat Hozumi, Punyawi Jamjareegulgarn"

12:35-13:30Lunch (55 min.)

JST = UT + 9 hours
13:30-14:30in-person poster viewingIn-Person

Session 1: Equatorial E- and F-region irregularities: Cause and effects
Chair: Yuichi Otsuka
JST = UT + 9 hours
14:30 - 14:45 S1-01 Nonlinear Spatiotemporal Dynamics of Equatorial Plasma DepletionsVirtual
"Abraham Chian, Jose Abalde, David Hysell, Rodrigo Miranda"
14:45 - 15:00 S1-02 VHF to UHF scintillation by using beacon and NOAA signalsIn-Person
"Toru Takahashi, Susumu Saito, Mamoru Yamamoto"
15:00 - 15:15 S1-03 Study of Ionospheric Irregularities Using Rocket Born In-Situ Measurement Probes in Association With Ground Based HF Radar Observations During Different Geophysical ConditionsIn-Person
"Sruthi T.V, Manju G"
15:15 - 15:30 S1-04 Comprehensive Investigation of the Relationship Between Equatorial Plasma Bubbles and Plasma Blobs Using Optical and Radio Techniques and Multi-Satellite DataVirtual
"Oluwasegun Adebayo, Alexandre Pimenta"
15:30 - 15:45 S1-05 The Effect of Prompt Penetration Electric Fields on Plasma Bubble Growth RatesIn-Person
"Anastasia Newheart, Joseph Huba, Anthea Coster, Victoria Coffey, Bela Fejer, Shantanab Debchoudury"
15:45 - 16:00 S1-06 On the importance of bottomside upwelling in the growth of equatorial plasma bubble- Experimental evidenceIn-Person
"Amit Patra, Suman Das"

16:00-16:30break (30 min.)

JST = UT + 9 hours
16:30-18:00poster (1)virtual

18:00-19:30break (90 min.)

JST = UT + 9 hours
19:30-21:00poster (2)virtual

14 September 2022 (Wed)

Session 1: Equatorial E- and F-region irregularities: Cause and effects
Chair: Amit Patra
JST = UT + 9 hours
9:00 - 9:15 S1-07 Modeling the Tonga Event with SAMI3/HIAMCM: Development of a Super-BubbleVirtual
"Joseph Huba, Erich Becker, Sharon Vadas"
9:15 - 9:30 S1-08 Forecasting equatorial F-region instability with a regional ionosphere model and WAM-IPEVirtual
"David Hysell, Tzu-Wei Fang, Timothy Fuller-Rowell"
9:30 - 9:55 S1-09 Improved Kinetic Simulations of Photoelectron Driven Instabilities Applied to 150 Km Echoes Virtual
invited"Meers Oppenheim, William Longley, Yakov Dimant, Alex Green"
9:55 - 10:10 S1-10 "Zonal Asymmetry of the daytime 150-km echo observed by a VHF radar at Chumphon, Thailand"In-Person
"Yuichi Otsuka, Kornyanat Hozumi, Michi Nishioka, Takuya Tsugawa, Susumu Saito, Pornchai upnithi, Punyawi Jamjareegulgarn"
10:10 - 10:25 S1-11 On the Forecast of Post-Sunset Equatorial Plasma Bubble In-Person
"Suman Das, Amit Patra, Niranjan Kandula"

10:25-11:00break (35 min.)

Session 5: Recent advances in instrumentation and observation
Chair: Jeffrey Klenzing
JST = UT + 9 hours
11:00 - 11:20 S5-01 The LLITED Mission: Part of the Growing Grass-Roots Ionosphere/Thermosphere ConstellationIn-Person
invited "Rebecca Bishop, Aroh Barjatya, James Clemmons, Richared Walterscheid, Tad Gielow, Diana Swanson"
11:20 - 11:35 S5-02 Key Observations and Discoveries from the Vector Electric Field Investigation on the C/NOFS SatelliteIn-Person
Robert Pfaff
11:35 - 11:50 S5-03 Perpendicular-to-B Incoherent Scatter Spectral Measurements with AMISR-14 at JicamarcaIn-Person
"Marco Milla, Karim Kuyeng, Fabiano Rodrigues, Joab Apaza, Roberto Flores, Danny Scipion"
11:50 - 12:05 S5-04 New Jicamarca Unattended Low Investigations of the Atmosphere (JULIA) using the new mid-power solid-state transmitters In-Person
"Danny Scipion, Karim Kuyeng, Iván Manay"
12:05 - 12:20 S5-05 A Study of Temporal and Spatial Variations of Plasmaspheric Total Electron Content during Geomagnetic Storms by Using the Worldwide GPS Total Electron Content DataIn-Person
"Zhiyu Chen, Yuichi Otsuka, Atsuki Shinbori, Takuya Sori, Kazuo Shiokawa, Septi Perwitasari, Michi Nishioka"
12:20 - 12:35 S5-06 Recent scientific discoveries using the Low-latitude Ionospheric Sensor Network (LISN)In-Person
Cesar Valladares

	12:35-13:30Lunch (55 min.) 13:30-14:30in-person poster viewingIn-Person Session 1: Equatorial E- and F-region irregularities: Cause and effects Chair: Marco Milla JST = UT + 9 hours 14:30 - 14:55 S1-12 Ionospheric Structure Modeling and Diagnostis In-Person invited"Charles Rino, Charles Carrano, Tatsuhiro Yokoyama"

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	6	2		
	他部局	4	3		
	学外	123	26	104	

その他 特記事項	

16th International Symposium on Equatorial Aeronomy

September 12-16, 2022

Hybrid Meeting
Zoom and Uji Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan

The International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA) is held once every three to four years. Researchers from the fields of atmosphere, ionosphere, and magnetosphere gather together in ISEA to share new findings, discuss the current status, and identify topics for future research. The 16th ISEA will be held from September 12 to 16, 2022 at Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Japan.

Session 1: Equatorial E- and F-region irregularities: Cause and effects
Session 2: Longitudinal/hemispheric variation of equatorial electrodynamics
Session 3: Atmosphere-ionosphere vertical coupling at low- and mid-latitudes
Session 4: Space weather effects at low- and mid-latitudes
Session 5: Recent advances in instrumentation and observation
Session 6: Application of numerical techniques for aeronomy
Session 7: Future trends, opportunities, and challenges in low-latitude aeronomy

Scientific Organizing Committee

Mamoru Yamamoto (Kyoto Univ.) (Chair)
Duggirala Pallamraju (PRL)
Tzu-Wei Fang (NOAA)
Jeffrey Klenzing (NASA)
Fabiano Rodrigues (Univ. of Texas at Dallas)
Marco Milla (PUCP)
Danny Scipion (IGP)
Claudia Stolle (IAP)

Local Organizing Committee

Mamoru Yamamoto (Kyoto Univ.) (Chair)
Hiroyuki Hashiguchi (Kyoto Univ.)
Tatsuhiro Yokoyama (Kyoto Univ.)
Koji Nishimura (Kyoto Univ.)
Akinori Saito (Kyoto Univ.)
Yuichi Otsuka (Nagoya Univ.)
Michi Nishioka (NICT)
Kornyanat Hozumi (NICT)
Akimasa Yoshikawa (Kyushu Univ.)
Huixin Liu (Kyushu Univ.)
Susumu Saito (ENRI)

http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/isea16/ isea16contact@rish.kyoto-u.ac.jp

Supported by:
International Exchange Program of National Institute of Information and Communications Technology (NICT)
Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University
Joint Research Program of Institute for Space-Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University
Society of Geomagnetism, Planetary and Space Sciences (SGEPSS)
Japan Society for the Promotion of Sciences (JSPS) Core-to-Core Program B. Asia-Africa Science Platforms
The Kyoto University Foundation

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-20	
研究集会 タイトル	第479回生存圏シンポジウム STE 研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ （第一回:宇宙天気現象の予測精度向上に向けて）	
主催者	阿部 修司（九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター）、海老原 祐輔（京都大学 生存圏研究所）、西谷 望（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）、久保 勇樹（情報通信研究機構 宇宙天気予報グループ）	
日　時	2022/9/27	
場　所	ハイブリッド（名古屋大学、オンライン）	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	3
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	第479 回生存圏シンポジウム「STE 研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ(第一回:宇宙天気現象の予測精度向上に向けて)」は、令和4年9月27日に、名古屋大学及びZoomミーティングによるハイブリッドで開催された。研究集会では、第25太陽活動周期の極大期に向け活発になっている諸々の宇宙天気現象について多数の発表、議論がおこなわれた。	
目的と具体的な内容	本研究集会は、太陽から地球までの現象を一つの宇宙天気現象と捉えるとともに、宇宙天気現象の予測精度向上につなげるという視点を重要テーマと位置づけて開催された。また、COVID-19の影響が長引いているため、名古屋大学での現地開催及びZoomを用いたオンラインのハイブリッド研究集会として、また、「中間圏・熱圏・電離圏(MTI)研究集会」、「宇宙空間からの地球超高層大気観測に関する研究会」、「太陽地球系物理学分野のデータ解析手法、ツールの理解と応用」との合同集会として開催された。研究集会では、極大に近づき活発になっている最近の宇宙天気現象の興味深いイベント解析について多数の講演があった。参加者は学部生からシニアまで、さらには研究職以外の方を含み、それぞれの立場から活発な議論がおこなわれた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏の現況を把握するためには、その環境に大きく作用する太陽-地球結合の物理を広く理解する必要がある。本研究集会は、主に太陽地球系全体に関連する複合現象を取りあげ、人工衛星、宇宙ステーション、ロケット、地上レーダー、計算機シミュレーションなど様々な手法を用いて、太陽-地球結合をひとつのシステムとして理解することを目的として開催され、生存圏科学の発展に大きく貢献した。また、ハイブリッドかつ3研究集会との合同集会として開催することで、分野間の接合と活発な議論の場を提供し、関連コミュニティの形成・発展に貢献した。	
	【座長：久保勇樹（NICT）】 13:00-13:20　宇宙天気長期変化の概況報告 ○篠原 学（鹿児島工業高等専門学校） 13:20-13:40　期間概況報告 ○阿部 修司（九大 i-SPES） 13:40-14:00　地磁気現象概況報告2022年3月ー2022年9月 ○吉田 昌弘（気象庁地磁気観測所） 14:00-14:20　宇宙線中性子データ報告（2022年3月ー9月） ○渡邉 堯 （休憩 14:20-14:50）	

プログラム	【座長：海老原祐輔（京大RISH）】 14:50-15:10　EE-index に基づく赤道地磁気活動の概況報告 ○魚住 禎司(九大 i-SPES)、吉川 顕正、阿部 修司、 藤本 晶子 15:10-15:30 現象報告期間(2022.03-2022.09)における北海道-陸別第一・第二レーダーを始めとするSuperDARN観測報告 ○西谷 望(名大ISEE)、堀 智昭 15:30-15:50　低速なICMEについて ○亘 慎一（NICT） 15:50-16:20 The Role of Flare-Driven Ionospheric Electron Density Changes on the Doppler Flash Observed by SuperDARN HF Radars ○S. Chakraborty (Bradley Department of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA), N. Nishitani, L. Qian, J. M. Ruohoniemi, J. B. H. Baker, and J. M. Mclnerney

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	2	1		
	他部局	1			
	学外	34	8		1

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-19	
研究集会 タイトル	第480回生存圏シンポジウム 中間圏・熱圏・電離圏（MTI）研究会	
主催者	京都大学生存圏研究所/名古屋大学宇宙地球環境研究所／国立極地研究所	
日　時	2022 年 9 月 27 - 30 日	
場　所	ハイブリット開催（会場：名古屋大学、zoomオンライン）	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1, 3, 5
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	令和4年9月27日から30日にかけてMTI分野と密接な関わりを持つ「STE（太陽地球環境）現象報告会」「宇宙空間からの地球超高層大気観測に関する研究会」「太陽地球系物理学分野のデータ解析手法、ツールの理解と応用」との合同で開催した。本研究集会「中間圏・熱圏・電離圏（MTI）研究集会」では，若手や学生を中心とした招待講演によって構成した口頭発表セッションならびにポスター発表セッションを開催した。特に、他惑星に関連したMTI分野における最新の研究成果、衛星観測の将来計画、新たな研究プロジェクトの立案など、研究集会全体を通じて活発な議論が行われ、今後の発展につながる研究集会となった。	
目的と具体的な内容	中間圏・熱圏・電離圏（Mesosphere, Thermosphere and Ionosphere; MTI）領域は、太陽や宇宙からの粒子及び電磁エネルギーの流入による影響に加え、下層大気から伝搬する大気波動などによって激しく変動する領域である。また同領域は、衛星測位に対する誤差要因など現代の社会基盤維持といった応用的な観点からも注目が高まっている。本研究集会は、上記のような MTI 領域の特徴を意識し、この領域で生じている物理・化学過程の理解を深めること、および他の研究領域や社会への応用を俯瞰的に捉えることを目的とする。口頭発表（10件、うち6件招待講演）では、若手、学生を中心にMTI 周辺分野の招待講演を中心とし、最先端な研究成果ならびに新たな研究プロジェクトの立案や遂行中の新規観測計画に関する発表、比較惑星学的見地に基づく広い意味でのMTI結合過程の理解を深められるようなプログラム構成にした。加えて、国内のMTI分野では地上観測を得意とする研究者が多いことから、衛星観測の将来計画に関する議論に加わることで、より幅広い視点から現在のプロジェクトの遂行、新たな研究プロジェクトの立案にむけた議論が行われた。また、MTI分野の学生・若手研究者の育成の観点から、ポスターセッション（ポスター9件）を中心に彼ら自身による研究発表と質疑応答の場を提供し、最新の研究成果を日本語で正確に発表するとともにその内容についての質疑応答時間を多くとるプログラム構成にした。参加者から多くの質問や議論が活発に行われ、各発表者が今後、研究を進めていく上での方針や新たな研究テーマを設定していくための重要な助言等を得ることができた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本研究集会は、生存圏研究所が掲げる5つのミッションのうち、主として「環境診断・循環機能制御」（ミッション1)、「宇宙生存環境」（ミッション3)、「高品位生存圏：日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性」（ミッション5-3)に深く関連する。本研究集会が対象としているMTI領域は、太陽放射と太陽風のエネルギー流入による宇宙空間からの影響に加え、下層大気から伝搬する大気波動などによって激しく変動する宇宙圏と地球大気圏をつなぐ領域である。この領域で発生する諸現象の解明には、MTI分野と太陽から気象分野で活躍する研究者が連携した学際的な共同研究が不可欠である。このような背景から、本研究集会によって分野を横断する共同研究、研究者コミュニティの形成への貢献ができたと考える。一方で、MTI領域で発生する擾乱現象は衛星測位に対する誤差要因になり、現代社会における人類活動に必要なインフラに影響を及ぼすため、MTI領域の研究結果は社会応用的な側面への貢献にもつながると期待される。	

プログラム	9 月 28日（水）＠研究所共同館II 3階ホール・Zoom 【座長：西岡 未知（NICT）】 10:00-10:30（招待講演)オーロラ観測のためのデジカメの校正実験と 2022 年度の観測計画 ○南條 壮汰（電通大）、Urban Brändström、津田 卓雄、青木 猛、細川 敬祐 10:30-11:00 （招待講演） Study on characteristics of global ionospheric disturbances during geomagnetic storms using worldwide Global Navigation Satellite System (GNSS) observation data ○惣宇利 卓弥(名大ISEE)、大塚 雄一、新堀 淳樹、西岡 未知、Septi Perwitasari 11:00-11:30（招待講演）高解像度ハイトップ大気大循環モデルを用いた普遍鉛直波数スペクトルに対する重力波の寄与の研究 ○奥井 晴香（東大院理）、佐藤 薫、渡辺 真吾 11:30-11:50 極域下部熱圏における半日潮汐波太陽活動度依存性をもたらす変調源 ○小山 裕貴(名大ISEE)、野澤 悟徳、小川泰信、Asgeir Brekke 9 月 29日（木）＠研究所共同館II 3階ホール・Zoom 【座長：藤本 晶子(九工大)】 13:00-13:30（招待講演)EISCAT_3D計画とそのソフトウェア開発の進捗状況 ○橋本 大志（NIPR) 13:30-13:50 北欧で行われるGCI M/LTキャンペーンについて ○阿部 琢美（ISAS/JAXA） 13:50-14:20（招待講演)太陽放射スペクトル変動の電離圏・熱圏への影響 ○陣 英克（NICT）、垰 千尋、三好 勉信、渡邉 恭子、北島 慎之典、品川 裕之、藤 原均 （休憩 14:20-14:50） 【座長：津田 卓雄（電通大）】 14:50-15:10 電離圏イオン速度のイオン種依存性 ○家田 章正（名大ISEE） 15:10-15:30 磁気中緯度域Es層の日々変動に対する電場の影響に関する数値実験 ○安藤 慧（京大理)、齊藤 昭則、品川 裕之 15:30-16:00（招待講演） 金星電波掩蔽観測の現在とこれから ○安藤 紘基(京産大・理) 9 月 30 日(金) 09:00-12:00＠Zoom 【MTI 研究集会】 P01 HFドップラー観測による流星エコーの解析 ○齋藤 広樹(千葉大学融合理工学府) P02 極端気象現象(令和３年８月の大雨)によって発生した大気重力波の発生メカニズムの研究 ○三宅 翔太(九州大学理学部)、木暮 優、Huixin Liu P03 Na共鳴散乱ライダー観測の高度化に向けた自作データ収録システムの基礎開発 ○渡部 蓮（電通大)、津田 卓雄、青木 猛 、野澤 悟徳、川端 哲也、斎藤 徳人、川原 琢也 P04 南極観測船「しらせ」搭載イメージャーによる大気光・オーロラ観測 ○山科 佐紀（京大理）、斎藤 昭則、坂野井 健、津田 卓雄、青木 猛、江尻 省、西山 尚典、穂積 裕太、直井 隆浩、永原 政人 P05 HF-STARTプロジェクトにおけるHF帯電波伝搬の際の減衰の評価 ○佐藤 駿（千葉大学大学院融合理工学府）、中田 裕之、穂積 Kornyanat、斎藤 享、大矢 浩代 P06 HFドップラー観測とGPS-TECによるMSTIDの伝搬特性 ○西山 祐樹(千葉大)、中田 裕之、大矢 浩代、細川 敬祐、西岡 未知、Septi Perwitasari P07 トンガ火山噴火に伴う電離圏変動の数値シミュレーション ○品川 裕之（NICT）、三好 勉信 P08 HFドップラ観測の高精度化と距離情報取得による観測拡大の可能性 ○野崎 憲朗（電通大）、並木 紀子、細川 敬祐、坂井 純、冨澤 一郎、有澤 豊志 P09 イオノゾンデの高度に関する検証 ○西岡 未知（NICT） P10 極冠域における1.1-1.3 μm帯OH大気光分光観測計画:分光器の性能検証・試験観測・感度較正実験 ○古舘 千力（電通大）、津田 卓雄、西山 尚典

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	5	3		
	他部局	6	3		
	学外	66	23	1	1

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-23
研究集会 タイトル	第481回生存圏シンポジウム バイオナノマテリアルシンポジウム2022 （バイオナノマテリアル製造評価システム2022年度報告会）
主催者	京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点（経済産業省Jイノベ拠点） ナノセルロースジャパン(NCJ)
日　時	令和4年10月27日（木）13:00-17:10
場　所	京都大学生存圏研究所木質ホール３階およびオンライン配信（Zoom）
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏 4,5
関連分野	製紙、化学、高分子、木材・木質材料、成形加工、食品、繊維、エレクトロニクス、自動車、家電、住宅、流通に関わる分野
概要	国内の大学におけるセルロースおよびその類似多糖の研究の第一人者が集い、多くの参加者が関心を寄せているバイオナノマテリアルの社会実装に向けた最近の技術、取り組みについての研究を紹介した。
目的と具体的な内容	温室効果ガスゼロエミッションは、人類が生存を賭けて取り組む喫緊の課題である。大気中の二酸化炭素を吸収して生産される植物バイオマス資源は、持続可能なカーボンニュートラル素材として自動車産業、家電産業、化学産業を始めとする様々な分野から高い関心が集まっている。 樹木やタケの細胞、カニやエビの外殻、カイコが紡ぐ蚕糸は、人類の知恵をはるかに越えて作り出されている精緻なナノ構造とそれに由来する機能を有している。しかし、そのことは限られたコミュニティで知られているだけである。ナノ構造を有するバイオ素材、バイオナノマテリアルの最前線で活躍している大学研究者の活動が産業界や異なる材料分野で広く知られているとはいえない。そこで高性能のセルロースナノファイバーやナノクリスタル、キチンナノファイバー等から構築されているバイオナノマテリアルに関する研究が、今、どのような方向に向かい、展開しているのか、昨年に引き続き、時代を先導する研究グループや研究者が最もホットな話題、研究成果を発表する機会を作った。
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	持続型資源に基づく大型産業資材として、ナノセルロース材料の製造や利用に興味を持つ、産官学の幅広い分野からの参加者があった。特に、産業界からの参加者が約8割を占め、分野も製紙産業、化学産業、繊維産業、住宅資材産業、食品産業、成形加工業、エレクトロニクスデバイス関連、商社など多岐にわたっていた。 1200名近い参加登録があるなど、各方面からの注目度の高さが伺われ、本生存圏シンポジウムが、生存圏フラッグシップ共同研究として進めているバイオナノマテリアル関連のコミュニティ形成に大きく貢献していることがわかる。
	13:00　趣旨説明/京都大学 生存圏研究所 矢野 浩之 13:10 - 14:15 セッション１ ナノセルロースによる乳化と複合材料への展開 藤澤 秀次（Shuji FUJISAWA）/東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 ナノセルロースで安定化したエマルションの構造を鋳型にした複合材料を調製した。本手法により得られるフィルム、多孔体および粒子の構造と物性について発表する。 表面修飾セルロースナノウィスカーを用いた固体表面の機能化 荒木 潤（Jun ARAKI)/信州大学 繊維学部 化学・材料学科 表面に官能基を導入したセルロースナノウィスカー懸濁液をインクとして塗布するだけで固体表面に消臭能などの機能性を付与するという、新規な表面機能化法を紹介する。 セルロース利用研究におけるデータ解析・機械学習の活用 寺本 好邦（Yoshikuni TERAMOTO)/京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻 Pythonによるスペクトルのモデル化，複合材料設計，CNF/有機物の相性評価などの例から，セルロース利用にまつわる経験・勘を形式知化できる可能性を共有したい。

プログラム	質疑応答: セッション１ 14:15 休憩 14:25-15:50 セッション２ バイオナノマテリアルの半導体機能・用途開発 古賀 大尚(Hirotaka KOGA)/大阪大学 産業科学研究所 自然材料機能化研究分野 近年、半導体材料の需要が益々高まっている。本発表では、持続生産可能なナノセルロースやナノキチンの半導体化技術と電子デバイス応用に関する最新研究成果を紹介する。 極低温で作動する導電性CNFネットワーク 矢野 浩之 (Hiroyuki YANO) /京都大学 生存圏研究所　生物機能材料分野 セルロースの結晶弾性率は-260℃～+200℃の範囲でほぼ一定である。銀鏡反応で導電性を付与したCNFのネットワークは－180℃の雰囲気下で変形に比例して導電性が変化する。 食用こおろぎからのキチンナノファイバーの製造とその評価 伊福 伸介 (Shinsuke IFUKU)/鳥取大学 工学研究科 化学・生物応用工学専攻 キチン原料であるカニの漁獲は減少しており、新たな原料の確保が望まれる。環境に優しいタンパク質として昆虫食がある。こおろぎからナノキチンを製造しカニ殻と比較した。 機械解繊フィブロインナノファイバー補強キトサン繊維の開発 岡久 陽子 (Yoko OKAHISA)/京都工芸繊維大学 繊維学系 バイオベースマテリアル学専攻 繭の主成分であるフィブロインは機械解繊処理によりナノファイバー (FNF) 化し、水中に分散する。キトサン繊維製造時にFNFを添加することで、紡糸性と繊維の物性が向上する。 質疑応答: セッション２ 15:50 休憩 16:00 - 17:05　セッション３ 森と海の多糖ナノファイバーで創出する細胞培養基材 畠山 真由美(Mayumi HATAKEYAMA)/九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 セルロース（森）とキチン（海）の多糖ナノファイバーで創り出す、細胞外マトリックスの模倣を指向した細胞培養基材、および基材上での細胞培養挙動について発表する。 レザーライク木質系素材への挑戦 足立 幸司 (Koji ADACHI)/秋田県立大学 木材高度加工研究所 天然皮革、人工皮革に続く第三の皮革として注目される植物性皮革（バイオレザー）への木質資源の活用に向けた取り組みの研究要素や課題を紹介し、将来性を展望する。 木材の物性発現機構の解明に向けて ～放射光を用いた微細構造解析～ 堀山 彰亮(Hiroaki HORIYAMA)/京都府立大学 大学院　生命環境科学研究科 複雑な構造をもつ木材の理解に向けて、構造－物性相関の研究が重要となる。放射光を用いた木材細胞壁の微細構造解析から見える物性発現機構に関する最新の事例を紹介する。 質疑応答: セッション３ 17:05 閉会のあいさつ

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	15	6		
	他部局	?	?	?	?
	学外	837	?	?	?

その他 特記事項	オンライン参加者：797名（内訳把握できず。生存研からは少なくとも15名。）

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-11	
研究集会 タイトル	第482回生存圏シンポジウム プラズマ・ウルトラファインバブル研究会 2022年度静電気学会東北・関西・九州支部合同研究会	
主催者	京都大学生存圏研究所、静電気学会東北・関西・九州支部	
日　時	2022年10月28日(金)13:00～17:00、10月29日（土）9:25～12:30	
場　所	岩手大学理工学部およびオンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1
関連分野	静電プラズマ、ナノバブル、ウルトラファインバブル、マイクロバブル	
概要	高電圧、プラズマを用いた産業への応用研究は世界的にみても非常に注目されており、またマイクロメートル以下の微細気泡研究についても、過去の生存圏シンポ（第325回, 413回, 435回, 449回など）などで開催している様に、新しい研究テーマとして定着してきている。申請者らのグループは、高電圧・プラズマ・微細気泡それぞれの基礎原理と共に、相互作用や相乗効果についての研究について幅広い議論を行うため、令和4年度も生存圏シンポを継続して開催、より活発な研究集会を開催した。	
目的と具体的な内容	静電気学会に設置されている東北、関西、九州の３支部が合同で研究会を実施することで、各地域間の交流を深め支部活動の活性化につなげることを目的としている。また、プラズマと気泡の研究について取り組む生存圏シンポジウムと合同で行うことで、お互いに研究領域の幅を広げ交流を深めたい。本研究会では、関連する各方面の研究者を招聘し招待講演を実施するとともに、意見交換会や参加者の自由発表などの機会を提供し、参加者の研究活動の発展を支援する。 第482回生存圏シンポジウムでは、合計14件の講演があり、うち3件がオンラインでの講演であった。生存圏として講演を依頼した2件の他、静電気学会各支部からの講演があり、分野としても工学、農学、生命科学まで、幅広い講演があった。特に近年ではプラズマやバブルによる殺菌技術に注目が集まっており、食品殺菌や細胞応答、またアニサキスなどのパルスパワー殺菌など、非常に興味深い講演発表があり、活発な質疑応答があった。生存圏研究所からは、中でも特に微生物を活用し、マイクロプラスチック分解に利用するための講演を渡邊崇人助教が行い、他の講演とは違った新しいプラズマ・気泡の活用の可能性を示唆する重要な講演をしていただいた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	水と大気、各種気体を用いた高電圧、プラズマ、微細気泡の研究は、生存圏においては基礎・応用として利用できる分野が数多くある。また、プラズマ・ナノバブル応用利用の対象の一つに農林水産業がある。生活圏の重要な産業の一つである農林水産業は、国家の枠を超え、人類の地球上での持続可能な自給自足を実現することに直結する。また、申請代表と生存圏所内担当者は、継続して生存圏シンポジウム開催しており、東北・九州・関東・関西と、ほぼ日本全国にまたがる研究者ネットワークを強化しつつある。	
	【10月28日（金）】 【講演１】 司会：高木浩一(岩手大学) 13:00～13:10　開会挨拶（大嶋会長、佐藤支部長、上田生存圏シンポ代表） 13:10～13:35　大嶋孝之（群馬大学・教授） 「高電圧パルスによる食品殺菌と加工への可能性」 13:35～14:00　竹内　希（東京工業大学・准教授） 「高周波液中プラズマの生成とその材料応用」	

プログラム	14:00～14:25　清家善之（愛知工業大学・教授） 「半導体デバイスの物理洗浄の現状と静電気障害対策」 14:25～14:40　　休憩 【講演２】 司会：浦島邦子（科学技術･学術政策研究所、岩手大学） 14:40～15:05　奥山　由（苫小牧高専・教授） 「大気圧イオン移動度測定によるクラスターイオンの検討」 15:05～15:30　南谷靖史（山形大学・准教授） 「パルス電界と放電と活性種と細胞死」 15:30～15:55　佐藤岳彦（東北大学・教授） 「プラズマを模擬したナノ秒パルス電流刺激による細胞応答」 15:55～16:10　　休憩 【講演３】 司会：　上田義勝（京都大学） 16:10～16:35　吉川　潔（京都大学・名誉教授） 「ASEAN諸国の農業・漁業の発展に関する我が国の貢献」 16:35～17:00　渡邊崇人（京都大学生存圏研究所・助教） 「生存圏科学における環境汚染物質分解細菌の有効利用 −廃プラスチック類分解のための模索−」 【10月２９日（土）】 講演 【講演４】 司会：大久保先生もしくは現地参加の関係者（関西支部） 9:25～9:50　北野 勝久（大阪大学・准教授） 「プラズマバイオプロセスにおける生体内分子に対する化学修飾」 9:50～10:25　松坂修二（京都大学・教授）　　＃オンライン参加 「プラズマによる粉体の荷電」 10:25～10:40　　休憩 【講演５】 司会：金澤先生もしくは現地参加の関係者（九州支部） 10:40～11:05　川崎敏之（西日本工業大学・教授） 「プラズマ由来の駆動力を利用した液体流の制御について」 11:05～11:30　高村紀充（福岡大学・助教）　　＃オンライン参加 「液体電気絶縁材料への窒素ファインバブルの適用」 11:30～11:55　浪平隆男（熊本大学・教授） 「パルスパワーによるアニサキスリスクフリー刺身の実現」 11:55～12:00　閉会挨拶（九州支部代表、関西支部代表） 支部・生存圏シンポジウム合同意見交換会（支部・生存圏・静電気学会関係者のみ） 司会：佐藤岳彦（東北大学）、南谷靖史（山形大学） 12:00～12:30　自由発表、今後の活動（次年度の全国大会の意見交換）についてなど 12:30～13:00　研究室見学（希望者のみ）

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	2			
	他部局				
	学外	60	11	2	5

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-22	
研究集会 タイトル	第483回生存圏シンポジウム 第2回地磁気誘導電流(GIC)研究会	
主催者	京都大学生存圏研究所	
日　時	2023/3/9	
場　所	京都大学学術情報メディアセンター 北館4F大会議室およびオンライン	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	5
関連分野	生存科学計算機実験分野	
概要	地磁気誘導電流(Geomagnetically Induced Current, GIC)の理解とその予測及び影響評価法について議論する	
目的と具体的な内容	地磁気誘導電流(Geomagnetically Induced Current, GIC)は送電線やパイプラインなどの接地された長大な良導体を流れる準直流の自然電流で、主に太陽活動に起因する宇宙環境変動に伴って増大し、送電設備などに影響を与えることが知られている。磁気緯度が低い日本ではGICの影響は限定的と考えられているが、太陽とよく似た恒星で発生する巨大フレアや過去に発生した巨大磁気嵐の記録を鑑みると、ゼロリスクであるとは言い切れない。本研究集会では太陽、惑星間空間、磁気圏、電離圏、固体地球、電気工学分野等の研究者が集まり、GICの理解とその予測及び影響評価法について議論する。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	宇宙環境変動が送電網という社会インフラに及ぼす影響を議論するもので、ミッション5-3「日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性」と深く関わっている。	
プログラム	13:00-13:10 趣旨説明 海老原祐輔 【セッション１】 座長：中村紗都子 13:10-13:40 招待講演：太陽型星で起きるスーパーフレアと巨大 CME の研究の現状 行方宏介（国立天文台） 13:40-14:00 GIC と太陽フレア 亘慎一(NICT)、中溝葵（NICT）、海老原祐輔（京大 RISH） 14:00-14:20 Nighttime geomagnetic response to jumps of solar wind dynamic pressure 張天（京大生存研）、海老原祐輔（京大生存研） 14:20-14:40 Are GICs really a threat for Japan's power grid? 中村紗都子（名古屋大学） 15:00-15:30 招待講演：地電場の観測とモデリングの紹介藤井郁子（気象大学校） 15:30-16:00 招待講演：地下比抵抗構造の逆解析法とその事例石須慶一（兵庫県立大学） 【セッション２】 GIC 分科会キックオフ・ミーティング　座長：亘 慎一 16:10-16:30 分科会の将来構想議論 【セッション３】 討論　　座長：海老原祐輔 16:30-16:40 GICとは何か （中村紗都子） 16:40-16:50 GICはいつ増幅するか （亘慎一） 16:50-17:00 GICはどこで増幅するか （後藤忠徳） 17:00-17:10 GICをどう対策するか （海老原祐輔） 17:10 閉会	

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	2	1		
	他部局	1	1		
	学外	23		1	
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-12	
研究集会 タイトル	第484回生存圏シンポジウム 第16回多糖の未来フォーラム	
主催者	日本化学会、糖鎖化学研究会、日本応用糖質科学会、セルロース学会、日本キチン・キトサン学会、シクロデキストリン学会	
日　時	令和4年11月18日（金）13時00分～17時30分	
場　所	上智大学四谷キャンパス　図書館9階L-921　（現地参加とweb参加の併用）	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	4
関連分野	食糧・材料・創薬に関わる分野	
概要	キチンやシクロデキストリン、デンプン、セルロースなどの多糖は、持続可能な資源として我々人類が活用している材料である。多糖について、材料や創薬といった多面的な観点から、それぞれの分野の第一人者である研究者らが最新の研究成果を報告した。	
目的と具体的な内容	多糖は天然に存在する豊富な資源である。その活用方法や資源問題について、大学・企業を問わず様々な分野の研究者が、地球規模の問題を視野に入れながら、多糖に関わる最新の研究動向の共有や意見交換することを目的として開催した。 多糖は、太陽の恵みを受けて地球上で持続的に生産、利用、分解、循環されており、我々人類が食料、生活、産業、創薬、エネルギー資源として活用している、人類生存に不可欠な資源である。「多糖の未来フォーラム」は、日本セルロース学会、日本化学会（糖質化学研究会）、日本応用糖質科学会、日本セルロース学会、日本キチン・キトサン学会、日本シクロデキストリン学会によって2006年に設立され、多糖の利用について議論している。 本フォーラムでは多糖研究を発展させることを目的に、最新の多糖研究、例えば新規セルロース材料開発、シクロデキストリンから成るトポロジカル超分子材料、多糖の酵素分解制御などに関する研究発表が行われ、効果的に情報共有されたと共に、今後豊かな人間生活の実現に向けた多糖類の利用について、異分野の産官学の研究者によって垣根を越えた議論が行われ、多糖研究により一層の進展がもたらされた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	多糖類未来フォーラムでは、多糖研究を通じて学術と産業の推進を目的に、糖鎖科学分野の最新の研究について情報共有するとともに、産学を問わない異分野の研究者による相互交流・意見効果を行う。多糖が有する秘められた多様な機能の探索と資源としての使用について議論し、多糖の重要性と魅力を現代社会に広く訴える活動を行っている。 地球規模の問題や人類の生存に関わる課題に対し、科学者・技術者は専門や業界にとらわれず多角的な視点と多様な発想を軸に意見交換や学術・産業の振興を行うことが求められている。今回の会議では、産官学から多くの研究者が参加し、それぞれの専門を超えた議論が行われた。異分野の知が混ざり合い、参加者が新しい視点を身に着け新たなアイデアを創出するきっかけになるものと考えている。再生可能な多糖類の持続的利用は、生物圏の科学にとって大きな意義があり、関連学会と連携して開催された本シンポジウムは、関連分野とのコミュニティ形成に大きく貢献したと思われる。	

プログラム	13：00-13：10　開会の辞　会長　秋吉　一成（京都大学） 13：10-13：50　鈴木　道生　（東京大学） 「真珠貝の貝殻におけるキチン分解酵素の役割」 座長：川田　俊成　（京都府立大学） 13：50-14：30　芹澤　武　（東京工業大学） 「合成ナノセルロースの分子デザインと機能」 座長：三浦　佳子　（九州大学） 14：30-15：10　阪本　龍司　（大阪府立大学） 「ペクチン分解酵素の多様性と利用について」 座長：徳安　健　（農業・食品産業技術総合研究機構） 15：10-15：20　休憩 15：20-16：00　齋藤　継之　（東京大学） 「セルロースナノファイバーの構造解析と成形加工の最先端」 座長：杉山　淳司　（京都大学） 16：00-16：40　渡辺　隆司（京都大学） 「木質バイオマスの有機酸への超穏和溶解による新素材の創成」 座長：矢野　浩之（京都大学） 16：40-17：20　由井　伸彦　（東京医科歯科大学） 「シクロデキストリン系ポリロタキサンによる細胞調節機能の創発」 座長：早下　隆士　（上智大学） 17：20-17：30　閉会の辞　伊藤　耕三　（東京大学）

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	5			
	他部局	10	3		
	学外	160	31		

その他 特記事項	現地参加者：37名 オンライン参加登録者138名（オンライン同時入室最大数91名）

第16回 多糖の未来フォーラム
第484回 生存圏シンポジウム

2022.11.18Fri　13:00～19:30

会場：上智大学会議室

参加費：無料

現地開催とWeb開催を併用したハイブリッド開催を予定。
（事前参加申し込みをして頂いた方にURLをお知らせいたします。）

プログラム

13：00～13：10　開会の辞　会長　秋吉　一成（京都大学）

13：10-13：50　鈴木　道生　（東京大学）
「真珠貝の貝殻におけるキチン分解酵素の役割」
座長：川田　俊成　（京都府立大学）

13：50-14：30　芹澤　武　（東京工業大学）
「合成ナノセルロースの分子デザインと機能」
座長：三浦　佳子　（九州大学）

14：30-15：10　阪本　龍司　（大阪府立大学）
「ペクチン分解酵素の多様性と利用について」
座長：徳安　健　（農業・食品産業技術総合研究機構）

15：10-15：20　休憩

15：20-16：00　齋藤　継之　（東京大学）
「セルロースナノファイバーの構造解析と成形加工の最先端」
座長：杉山　淳司　（京都大学）

16：00-16：40　渡辺　隆司（京都大学）
「木質バイオマスの有機酸への超穏和溶解による新素材の創成」
座長：矢野　浩之（京都大学）

16：40-17：20　由井　伸彦　（東京医科歯科大学）
「シクロデキストリン系ポリロタキサンによる細胞調節機能の創発」
座長：早下　隆士　（上智大学）

17：20-17：30　閉会の辞　伊藤　耕三　(東京大学)

https://tatoumirai2022.wixsite.com/my-site

主催：　糖鎖化学研究会、日本応用糖質科学会、セルロース学会、
日本キチン・キトサン学会、シクロデキストリン学会

学術集会開催助成金：水谷糖質科学振興財団、京都大学生存圏研究所

参加申込方法：11月1日㈫までに、下記リンクからお申し込みください。
https://forms.gle/9xcxF8HtKKdYjDcYA

お問合せ先：　第16回多糖の未来フォーラム事務局
tatou-mirai-16th-group@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-10	
研究集会 タイトル	第485回生存圏研究所シンポジウム 「第12回東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて」 （第10回 原発事故被災地域における放射線量マッピングシステムの技術開発・運用とデータ解析に関する研究会との共同開催） 統一名称”第2回福島県への支援取り組み及び放射線マッピング研究会”	
主催者	上田義勝、杉山暁史（生存圏研究所）、谷垣実（複合原子力科学研究所）	
日　時	2022/12/6 10:00 - 16:45,　12/7 10:00 - 15:05	
場　所	京都リサーチパーク4F G会議室、Zoom	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1
関連分野	生存圏科学、放射線工学、情報学、工学、植物科学、放射線計測学、社会学、土壌学	
概要	生存圏研究所においては震災関連の研究報告を、生存圏シンポジウム「東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて」として毎年開催している。今回も複合原子力科学研究所との共同で開催した。	
目的と具体的な内容	2011年3月の東日本大震災に関するシンポジウムとして、これまで合計11回の生存圏シンポジウム「東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて」を毎年開催し、総計約730名の参加者があった。今年度は京都での現地開催・オンライン併催として開催した。現地会場はコロナ感染対策を行いつつ開催した。また、これまでと同様に、複合原子力科学研究所において開催している第10回「原発事故被災地域における放射線量マッピングシステムの技術開発・運用とデータ解析に関する研究会」として共同開催を行った。令和４年度は、継続研究としての成果を新潟大学、高知工科大学、福島大学から発表があった。今年も学生発表もあった事もあり、新しい視点からの議論も数多く行われた。また、企業からの講演や参加も多く、分野としても農学・工学・情報学・経済学的観点からの講演や議論が幅広く行われ、分野融合型のシンポジウムとして特色ある開催を2日間に渡り開催する事が出来た。令和4年度においてはデモ体験として、歩行サーベイシステム(KURAMA)の展示や、VRによるマッピングデータの実体験などもあった。参加者としては関連大学からの参加の他、企業からの参加、研究機関、都道府県自治体などからの参加もあり、オンライン参加も含めると98名の大変盛況な参加となった。また、共同開催にすると名称が長くなる事から、今年度も研究会名称を用いて案内を行っている。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生活圏を脅かす要員の一つとなりうる事故で、特に原発の事故に対しては、放射性物質の拡散などの情報が中々得られない不安定な状況になりやすく、地道な研究活動により、人類生存圏の安心・安全な社会を構築して行かなくてはならない。本研究集会では、これまで福島県の現状と復旧・復興に向けた支援研究の取り組みを継続して発表し、生存圏科学のコミュニティに現地の正しい情報を伝えることに取り組んできている。ここ数年は、福島復興や防災・減災をキーワードとした非常に幅広い分野からの発表が多く、学際融合・国際連携型の重要なシンポジウムとして開催できている事からも、継続開催の要望も多い。そのため、今後ますますの継続発展研究となることが予想される。また、本研究集会に関連して、小中高校生を対象とした震災関連の出張授業も継続して開催している。 亀岡市の吉川小学校（４，５年生）にて出前授業の予定（12/18） 子どもの好奇心をくすぐる体験授業「出前・受入授業」，亀岡市立東別院小学校（1,2,3年生17人），京都府，2022/11/7 子どもの好奇心をくすぐる体験授業「出前・受入授業」，亀岡市立ひえ田野小学校（4年生13人），京都府，2022/10/19 令和4年度小中学校教員理科研修(京都府教育委員会主催），2022/7/26	

プログラム	12/6(火) 10:00開会挨拶（上田 義勝） セッション１ 10:05申文浩（福島大学食農学類） 営農再開地域における遠隔監視カメラを用いた獣害対策の試み 10:40辰野宇大（福島大学環境放射能研究所） 福島県高瀬川流域の河川水、および森林土壌の放射性セシウム濃度に対する高濃度放射性セシウム含有微粒子の寄与 11:15二瓶直登（福島大学食農学類）コシアブラの経年変化 11:50休憩 セッション２ 12:50　井上　広海（福島県環境創造センター）、武宮　博（JAEA システム計算科学センター）福島県内空間線量率の経時変化傾向の分析 13:25角山雄一（京都大学環境安全保健機構） 富岡町における体験と放射線影響推定モデルの構築 14:00田中孝典（島根県原子力環境センター） 拡散計算結果を用いた放出条件によらないモニタリング結果の面的評価とツールの開発など島根県の取り組みについて 14:35後藤淳（新潟大学研究推進機構） 自動車走行サーベイシステムASURA の調査結果の紹介 2022 15:10松浦隆弘（松浦電弘社） KURAMA の紹介 15:20休憩 セッション３ 15:35遠藤瞭（新潟大学） 常磐自動車道における放射性セシウム深度分布の研究 16:10木名瀬栄 UNSCEAR 2020/21 Dynamics Model of Ambient Dose Rates 12/7(水) セッション３ 10:00石本帆乃（福島大学食農学類） 福島第一原発事故が請戸川土地改良区に与えた影響と現状 10:35錦織達啓（農研機構 東北農研） 河岸の空間線量率の時空間変動に対する出水の影響 11:10藤村恵人（農研機構 東北農研） 圃場一筆内における土壌中放射性セシウム濃度の変動 11:45休憩 セッション５ 12:45水野義之（関西外国語大学） 放射線量率を含む身近な環境データの連続測定で何が分かるか ～文系大学での「IoT・データ科学」の授業実践の可能性～ 13:20百田佐多生（高知工科大学環境理工学群） CsI 検出器を用いた水田土壌中の放射性セシウム分布の推定技術；現状報告 13:55　熊澤蕃（元JAERI/JAEA前身）、豊田亘博（豊田放射線研究所）、加藤和明（先端課題研究所） 1FNPP 事故の関連データに見られる時間減衰現象に関するモデル検討 14:30谷垣実（京都大学複合原子力科学研究所） KURAMA-II の開発と展開の現状 15:05閉会挨拶（谷垣 実）

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	2			
	他部局	6			
	学外	90	12	1	56

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-08	
研究集会 タイトル	第486回生存圏シンポジウム Asian Wireless Power Transfer Workshop 2022 (AWPT 2022)	
主催者	電子情報通信学会無線電力伝送研究会、京都大学生存圏研究所	
日　時	令和4年12月5日・6日	
場　所	京都大学 宇治キャンパス きはだホール／オンラインのハイブリッド開催	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	2,5
関連分野	無線電力伝送	
概要	無線電力伝送に関連する最新の研究開発や技術動向をアジア圏の研究者間で共有するための国際ワークショップを2日間にわたりハイブリッド開催した。参加者数は78名、発表件数総数は44件であった。	
目的と具体的な内容	AWPTの目的は、無線電力伝送に関連する最新の研究開発や技術動向をアジア圏の研究者間で共有するとともに、特に学生を含む若手研究者の国際学会発表の機会を与えるためのプラットフォームを提供することである。無線電力伝送は、携帯端末へのワイヤレス充電などにおいて既に実用化されており、近年ではウェアラブルデバイス／IoTデバイスへのワイヤレス給電、ドローンに対するワイヤレス給電など、様々な社会インフラへの応用が期待されている。さらに、2022年5月には日本国内において電波法施行規則が改正され無線電力伝送用構内無線局の開設が法整備されるなど、空間伝送型無線電力伝送技術の実用化の機運が高まっている。このような背景から2015年にAWPTが創設され、アジア圏内で毎年開催されている。2022年は京都大学宇治キャンパスきはだホールとオンラインとのハイブリッドで開催した。講演件数は基調講演2件、招待講演1件、一般講演（口頭）41件程度であった。また、優秀な発表をした学生に対してAwardを贈呈した。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	AWPTでは学術界のみならず企業からの一般投稿もあり、AWPTの目的が達成されることにより、学生を含む若手研究者の育成、課題解決能力やモチベーションの向上に寄与するとともに、無線電力伝送に関するアジア圏でのネットワーク構築の促進が期待される。無線電力伝送は、国際的な法整備や規格策定が今後必須となる技術であり、多国間での産学連携によるコミュニティ形成は無線電力伝送の国際的な実用化に向けた推進力となり得る。特に生存圏研究所ではアジア圏での国際交流が盛んであり、AWPTを活用することにより無線電力伝送関連のアジア圏での国際共同研究への発展が期待される。このことは、共同利用・共同研究設備「マイクロ波エネルギー伝送実験装置(METLAB/SPSLAB)」の国際共同利用にも繋がる。	

プログラム	Monday, December 5 Opening Ceremony 10:00 a.m.-10:05 a.m. [MO-1] Keynote Speech 1 10:05 a.m.-11:05 a.m. [MO-1-K] Fundamentals of Meta-Tx: A Metamaterial-Assisted Tx for Compact WPT System for Wireless Charging of Implants Ramesh Pokharel (Kyushu Univ., Japan) [MO-2] Antenna technologies for far-field WPT 11:15 a.m.-12:30 p.m. [MO-2-01] High Gain Patch Array Antenna Covered by Dielectric Slab for Wireless Power Transfer Systems Yukina Ono, Keisuke Konno, Qiang Chen (Tohoku Univ., Japan),Qiaowei Yuan (Tohoku Inst. of Tech., Japan) [MO-2-02] Design of High Gain Omnidirectional Base Station Antenna for Sub-6 Band Junyi Xu, Sirao Wu, Qiang Chen (Tohoku Univ., Japan) [MO-2-03] Study of Partially Driven Array Antenna with the Coupling Lines Hiroyuki Kamada, Bo Yang, Wenyi Shao, Naoki Shinohara, Tomohiko Mitani (Kyoto Univ., Japan) [MO-2-04] Integrated Design of Ultra-lightweight Active Phased Array for Millimeter Wave Wireless Power Transfer Wenyi Shao, Bo Yang, Hiroyuki Kamada, Naoki Shinohara (Kyoto Univ., Japan) [MO-2-05] Study on Phase Error Correction Method of Phased Array Antenna for Power Transmission Yoko Segami, Toshio Ishizaki (Ryukoku Univ., Japan), Takayuki Matsumuro (ATR, Japan), Naoki Hasegawa, Yuta Nakamoto, Takahashi Hirakawa (Softbank Corp., Japan) [MO-3] Key Devices & Techniques for WPT 1:30 p.m.-2:45 p.m. [MO-3-01] Wireless Power Supply for LED Accessories Based on the Principle of the Looped Yagi-Uda Antenna Noa Ebita, Tamami Maruyama, Masahi Nakatsugawa (NIT, Hakodate College, Japan), Masaya Tamura (Toyohashi Inst. of Tech., Japan) [MO-3-02] Hybrid power amplifier for WiCoPT WPT system Ren Furumoto, Daisuke Yasunobu, Kenjiro Nishikawa (Kagoshima Univ., Japan) [MO-3-03] Basic Study on Transmission Side Impedance Matching in MRC-WPT Taiga Hashi (Hosei Univ., Japan), Takahiro Miyaura (DAIHEN Corp., Japan), Sousuke Nakamura (Hosei Univ., Japan) [MO-3-04] A Halbach-array-based resonator for suppressing leakage magnetic field in wireless power transfer systems Yuichi Honjo, Takuya Sasatani, Cedric Caremel, Yoshihiro Kawahara (The Univ. of Tokyo, Japan) [MO-3-05] Scattering Performance of Reflectarrays Covered by Band-Pass Frequency Selective Surfaces Nozomi Chiku, Keisuke Konno, Qiang Chen (Tohoku Univ., Japan) [MO-4] Novel WPT technologies 3:00 p.m.-4:30 p.m. [MO-4-01] Basic study on wireless multi-feeding of cavity resonance-enable wireless power transfer with higher-order mode Kyosuke Onuma, Masaya Tamura (Toyohashi Univ. of Tech., Japan) [MO-4-02] Field-Plate Length Dependence of 2.4-GHz Rectification Characteristics of Gated-Anode GaN HEMT Based Diode Gen Taguchi, Youichi Tsuchiya, Debaleen Biswasa (Nagoya Inst. of Tech., Japan), Ma Qiang, Yuji Ando, Hidemasa Takahashi (Nagoya Univ., Japan), Kenji Itoh, Naoki Sakai (Kanazawa Inst. of Tech., Japan), Akio Wakejima (Nagoya Inst. of Tech., Japan) [MO-4-03] Transmission Circuit Switching Control System Combining Speed Estimation and N-Legged Converter for Dynamic Wireless Power Transfer Akihiro Okazaki, Takehiro Imura, Yoichi Hori (Tokyo Univ. of Science, Japan) [MO-4-04] Theory Development of Far-field Leakage Magnetic Field in Dynamic Wireless Power Transfer for Electric Vehicles Charging and Influence of Ferrite Soma Hasegawa, Takehiro Imura, Yoichi Hori (Tokyo Univ. of Science, Japan) [MO-4-05] High frequency shielded-capacitive power transfer system with resonance rectifier Katsumi Akiyoshi, Reiji Hattori, An-yu Uezu (Kyushu Univ., Japan) [MO-4-06] Experiments on Parallel Connected Microwave Rectifiers and Estimation Method of Their Characteristics Takashi Hirakawa, Naoki Hasegawa, Yuta Nakamoto, Yoshichika Ota (Softbank Corp., Japan)

[MO-5] WPT Utilizing High Frequencies 4:45 p.m.-6:00 p.m.
[MO-5-01] 5.8 GHz band 5W rectenna with GaAs E-pHEMT gated anode diodes
Naoki Furutani, Kaito Uchiyama, Fumiya Komatsu, Kohichi Kikkawa, Naoki Sakai, Kenji itoh (Kanazawa Inst. of Tech., Japan)
[MO-5-02] 28 GHz Higher Efficiency Rectifier utilizing Second Harmonic Signal
Masahiro Nakagawa, Ren Furumoto, Satoshi Yoshida, Kenjiro Nishikawa (Kagoshima Univ., Japan)
[MO-5-03] A 29 GHz band rectenna with a high impedance wire-loop antenna
Naoki Sakai, Tsukasa Hirai, Kenji Itoh (Kanazawa Inst. of Tech., Japan), Yuta Nakamoto, Takashi Hirakawa, Naoki Hasegawa (Softbank Corp., Japan)
[MO-5-04] 5.8GHz band 10 W-class double voltage rectifier MMIC with 0.5 μm E-pHEMT gated anode diodes
Yuya Hirose, Ryohei Takaya, Fumiya Komatsu, Naoki Sakai, Kenji Itoh (Kanazawa Inst. of Tech., Japan)
[MO-5-05] Design of Low Efficiency Variation 5G Rectifier without External Matching Circuits
Babita Gyawali, Mohamed Aboualalaa, Adel Barakat, Ramesh K. Pokharel (Kyushu Univ., Japan)

Tuesday, December 6
[TU-1] Keynote Talk 2 10:00 a.m.-11:00 a.m.
[TU-1-K] Wireless Power Transfer and Harvesting Platform (WPHP)
Muhammad Faeyz Karim (Nanyang Technological Univ., Singapore)

[TU-2] Key Applications for WPT 11:10 a.m.-12:25 p.m.
[TU-2-01] Estimation of Battery Voltage on Hyper Harmony Electrical Power Drive - A New Breakthrough for Wireless Power Transfer Using Double Resonance -
Hiroshi Sakuraba (NIT, Sendai College, Japan), Tetsuya Magata (TOYOTA MOTOR EAST JAPAN, INC., Japan), Tomoha Sugai (NIT, Sendai College, Japan)
[TU-2-02] Research on WPT-Robot : Comparison and Study of Wireless Power Transfer Methods for Tracking and Charging Function
Naoto Takayama, Yuta Shimizu, Koutarou Ozawa, Taku Shimizu (Hosei Univ., Japan), Shuhei Toga (DAIHEN Corp., Japan), Sousuke Nakamura (Hosei Univ., Japan)
[TU-2-03] Automatized AR-based EM Field Visualization Technology - Using Spectrum Analyzer and Marker Detection -
Yunchong Tang, Qiaowei Yuan (Tohoku Inst. of Tech., Japan)
[TU-2-04] Left-Handed Slotted Waveguide Analysis Using FDTD method
Kota Unyu, Tamami Maruyama, Masahi Nakatsugawa (NIT, Hakodate College, Japan), Manabu Omiya (Hokkaido Univ., Japan), Yasuhiro Tamayama (Nagaoka Univ. of Tech., Japan)
[TU-2-05] Research on Characteristics of Arc-shaped CRLH waveguide for a Snow Melting System
Keto Togawa, Takeo Kobashi, Tsunayuki Yamamoto (NIT, Tsuyama College, Japan), Tamami Maruyama, Masashi Nakatsugawa, Takahiko Nakamura (NIT, Hakodate College, Japan), Keiichi Itoh (NIT, Akita College, Japan), Mitsuru Muramoto, Yutaka Nasuno(NIT, Tomakomai College, Japan), Kohzoh Ohshima(NIT, Asahikawa College,
[TU-3]Underwater WPT Technologies 1:25 p.m.-2:55 p.m.
[TU-3-01]Design of non-tunable matching circuit to improve the charging speed of drone with underwater WPT
Fuma Arito, Masaya Tamura (Toyohashi Univ. of Tech., Japan)
[TU-3-02]Influence of Water Temperature on Contactless Power Transmission in Seawater
Satoshi Ishitani, Taisei Furuhashi, Mamiko Inamori (Tokai Univ., Japan)
[TU-3-03]Frequency characteristics of wireless power transfer in seawater via magnetic resonant coupling
Yuki Miyakozawa, Takehiro Imura, Yoichi Hori (Tokyo Univ. of Science, Japan)
[TU-3-04]Definition of Waterbed for study of Underwater WPT Systems
Ikuo Awai, Dai Futagami (Fujiwaves CO., LTD., Japan)
[TU-3-05]Investigation of Data Transmission for Wireless Power Transfer System in Seawater
Ramadhan Nur Adabi, Mamiko Inamori, Keigo Uehara, Naoto Shibata, Shinnosuke Ito (Tokai Univ., Japan)

[TU-3-O6]Design of Electrodes Arrangement in Wireless Power Transfer System Using Capacitive Coupling to AUV at Underwater Charging Base
Yu Matsuura, Toshio Ishizaki (Ryukoku Univ., Japan), Ikuo Awai (Fujiwaves CO., LTD., Japan)

[TU-4] System technologies for WPT 1 3:10 p.m.-4:40 p.m.
[TU-4-01] Nobel Experiment Plan of Wireless Power Transmission Using Small Satellite - A Satellite Rectenna Radio -
Yoshiyuki Fujino, Yuuta Nakajima, Koji Tanaka (Toyo Univ., Japan)
[TU-4-02] Analysis on the wireless power transmission efficiency of the moving objects simultaneously fed by a single coil for the magnetic field coupled WPT
Akari Kamada, Tamami Maruyama, Masahi Nakatsugawa (NIT, Hakodate College, Japan), Masaya Tamura (Toyohashi Univ. of Tech., Japan)
[TU-4-03] WPT performance dependency on the circumference length of the circuit shape waveguides
Yuga Sasaki, Masashi Nakatsugawa, Tamami Maruyama (NIT, Hakodate College, Japan), Manabu Omiya (Hokkaido Univ., Japan), Yasuhiro Tamayama (Nagaoka Univ. of Tech., Japan)
[TU-4-04] Simultaneous Wireless Information and Power Transfer Technique Using Frequency-Modulated DC/DC Converters
Qunchao Zhou, Takuya Sasatani, Changyo Han, Yoshihiro Kawahara (The Univ. of Tokyo, Japan)
[TU-4-05] Experimental Evaluation of Power and Data Transfer Characteristics on Short-Range MIMO WiCoPT System
Yotaro Watanabe, Shintaro Miya, Taishi Nara, Satoshi Yoshida (Kagoshima Univ., Japan), Shigeo Kawasaki (Space & Mobile Wireless Technology Inc., Japan), Kenjiro Nishikawa (Kagoshima Univ., Japan)
[TU-4-06] Position-Independent MIMO-WPT System using Metamaterial-Assisted Passive Repeaters
Mohamed Aboualalaa, Ramesh K. Pokharel (Kyushu Univ., Japan)
[TU-5] System technologies for WPT 2 4:55 p.m.-6:30 p.m.
[TU-5-I] [Invited] Dynamic-WPT System with Stable Output Power
Heng-Ming Hsu, Tai-Lai Yang (National Chung Hsing Univ., Taiwan)
[TU-5-01] Dual-band Wireless Power Transfer System for Simultaneous Wireless Information and Power Transfer System
Teruki Yabuta, Satoshi Yoshida, Kenjiro Nishikawa (Kagoshima Univ., Japan)
[TU-5-02] Experiment of wireless power transmission using millimeter-wave rectenna with modulated signal input
Yuta Nakamoto, Naoki Hasegawa, Takashi Hirakawa, Yoshichika Ohta (Softbank Corp., Japan), Naoki Sakai, Tsukasa Hirai, Kenji Itoh (Kanazawa Inst. of Tech., Japan)
[TU-5-03] Demonstration of Wireless Power Transfer System based on Focusing Beam for Efficiency improving at Fresnel Distance
Naoki Hasegawa, Yuta Nakamoto, Takashi Hirakawa (Softbank Corp., Japan), Tsukasa Hirai, Naoki Sakai, Kenji Itoh (Kanazawa Inst. of Tech., Japan)

Award Ceremony & Closing Remark 6:10 p.m.-6:30 p.m.

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	4	2		
	他部局				
	学外	74	34	5	11
その他特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-17	
研究集会 タイトル	第487回生存圏シンポジウム 第7回生存圏アジアリサーチノード国際シンポジウム （併催　第10回地球規模課題セミナー） The 7th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science and The 10th Sustainable Development Seminar	
主催者	京都大学生存圏研究所	
日　時	2022/12/21	
場　所	京都大学生存圏研究所（完全オンライン）	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1,2,3,4,5
関連分野	全分野	
概要	LIPI及びLAPAN他インドネシアの研究機関のBRINへの再編統合並びにRISHの改組を受け、BRIN及びRISHの現体制と今後の方向性について相互理解を深めると共に最近の研究成果について相互に紹介し、今後の共同研究の展開について協議した。	
目的と具体的な内容	今年所内組織並びに運営体制を刷新し、当研究所と多数の共同研究を行っているインドネシア科学院（LIPI）と航空宇宙庁（LAPAN）はその他機関と共にインドネシア国家研究イノベーション庁（BRIN）に再編統合された。そこで、本年度のARNシンポジウムでは、今後の共同研究体制の維持構築に向けて、BRIN及び生存研の組織改編状況を相互に共有するとともに、第10回地球規模課題セミナー（10th Sustainable Development Seminar）を併催し、東南アジアの生存基盤科学に関連する分野或いは国際共同事業における最近の研究トピックスを紹介し、現状認識を相互に深めた。さらに現状を踏まえ、今後の共同研究の進展に関する協議を行った。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	LIPI及びLAPAN他インドネシアの研究機関のBRINへの再編統合並びにRISHの改組を受け、BRIN及びRISHの現体制と今後の方向性について相互理解を深めると共に最近の研究成果について相互に紹介し、今後の共同研究の展開について協議した。これにより、東南アジアの生存基盤科学に関連する分野或いは国際共同事業に関連するコミュニティの形成の継続に大きく貢献する。	
	The 7th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science 10:00-10:10　Welcome speech Prof. Mamoru Yamamoto　(Director of RISH, Kyoto University) 10:10-10:20　Welcome speech Prof. Laksana Tri Handoko　(Chairperson of National Research and Innovation Agency (BRIN), Indonesia) 10:20-10:30　Welcome speech Prof. Yasuyuki Kono　(Vice Chancellor of Kyoto University) 10:30-10:40　Photo Sesssion 10:40-11:100　Invited Transdisciplinary New Approach for Humanosphere Science at the Center for Future Pioneering Research on the Humanosphere (CFPH) Prof. Dr. Shuichiro Kuwajima　(Center for Future Pioneering Research on the Humanosphere (CFPH), Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH),Kyoto University) 11:10-11:20　Break 11:20-11:50　Invited New Era of BRIN, Climate and Atmospheric Sciences Dr. Albertus Sulaiman (Research Center for Climate and Atmosphere Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN))	

プログラム	11:50-12:20 Invited The role of National Reseach and Innovation Agency in building an ecosystem of genetic engineering research and innovation in Indonesia Dr. Ratih Asmana Ningrum (Research Center for Genetic Engineering Research Organization for Life Sciences and Environment National Research And Innovation Agency (BRIN)) 12:30-13:20 Break 13:40-14:10 Invited Research Collaboration of Biomass and Bioproducts in Indonesia Dr. Akbar Hanif Dawam Abdullah (Research Center for Biomass and Bioproducts, National Research and Innovation Agency (BRIN)) 14:10-16:30The 10th Sustainable Development Seminar 14:10-14:40 Invited Introduction of JICA Global Agenda and Technical Cooperation Projects in Southeast Asia Ms. Ayumu Ohshima (Japan International Cooperation Agency (JICA)) 14:40-15:00 Invited On the tropical upper troposphere and lower stratosphere dynamics observed with GNSS Radio Occultation Dr. Noersomadi (Research Center for Climate and Atmosphere, National Research and Innovation Agency (BRIN)) 15:00-15:20 Invited Alang-alang SATREPS project and beyond Dr. Masaru Kobayashi (Graduate School of Agriculture, Kyoto University) 15:20-15:40 Invited Challenges and perspectives for plant conservation in Indonesia Dr. Andes Hamuraby Rozak (Research Center for Plant Conservation, Botanic Gardens, and Forestry National Research and Innovation Agency (BRIN)) 15:40-15:50 Break 15:50-16:10 Invited Challenges and Opportunity to Use Sorghum as Food and Renewable Energy Sources in Indonesia Prof. Dr. I Made Sudiana, M.Sc (Research Center for Applied Microbiology, National Agency for Research and Innovation of Indonesia) 16:10-16:30 Invited A Multidisciplinary Project on the Utilization of Sorghum for the Production of Clean Energy and Biomass-based Products Dr. Safendrri Komara Ragamustari (Research Center for Applied Microbiology Indonesian National Research and Innovation Agency Cibinong Science Center) 16:30-16:40 Closing Remark Prof. Toshiaki Umezawa (RISH, Kyoto University)

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	46	6	2	
	他部局	1			
	学外	44		32	2

その他 特記事項	

The 487th symposium on Sustainable Humanosphere

The 7th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science — *jointly with* — The 10th Sustainable Development Seminar

Virtual Symposium **December 21, 2022**

Welcome Speech

(JST/WIB: 10:00-10:30/08:00-8:30)

Prof. Mamoru Yamamoto (Director of RISH, Kyoto Univ., Japan)
Prof. Laksana Tri Handoko (Chairperson of BRIN, Indonesia)
Prof. Yasuyuki Kono (Vice Chancellor of Kyoto Univ., Japan)

The 7th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science

(JST/WIB: 10:40-14:10/08:40-12:10)

Invited speakers:

Prof. Shuichiro Kuwajima (CFPH, RISH, Kyoto Univ., Japan)
Dr. Albert Sulaiman (BRIN, Indonesia)
Dr. Ratih Asmana Ningrum (BRIN, Indonesia)
Dr. Akbar Hanif Dawam Abdullah (BRIN, Indonesia)

The 10th Sustainable Development Seminar

(JST/WIB: 14:10-16:30/12:10-14:30)

Keynote speaker:

Ms. Ayumu Ohshima (JICA, Japan)

Invited speakers:

Dr. Noersomadi (BRIN, Indonesia)
Dr. Masaru Kobayashi (Grad. Sch. Agric., Kyoto Univ., Japan)
Dr. Andes Hamuraby Rozak (BRIN, Indonesia)
Prof. I Made Sudiana, M.Sc (BRIN, Indonesia)
Dr. Safendrri Komara Ragamustari (BRIN, Indonesia)

Closing Remarks

(JST/WIB: 16:30-16:40/14:30-14:40)

Prof. Toshiaki Umezawa (RISH, Kyoto Univ., Japan)

Organized by

Academic Exchange Committee and Asia Research Node,
Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto Univ.

URL: https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/arn7/
Contact person: Toshiaki Umezawa (tumezawa@rish.kyoto-u.ac.jp)

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-18	
研究集会 タイトル	第488回生存圏シンポジウム 第13回熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウム The 13th Tropical Biomass Flagship Symposium	
主催者	京都大学生存圏研究所	
日　時	2022/12/22	
場　所	京都大学生存圏研究所（完全オンライン）	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 2, 4, 5
関連分野	土壌肥料学、土壌微生物学、分子育種学、代謝工学、木質化学、材料科学、リグニン化学、植物生理学、栽培学、	
概要	アジア・アフリカを対象地域とした植物バイオマス・食糧生産関係の国際共同研究SATREPSプロジェクト関係者が参集し、プロジェクトの紹介を行う。さらに、総合討論により共通する問題点の解決や新たな研究の方向性の立案に資する議論を行い、続型社会の構築に向けたバイオマス・食糧生産基盤整備の一助する。	
目的と具体的な内容	持続可能な生存基盤の構築に向けて、化石資源・エネルギー依存を脱却し、再生可能資源・エネルギーに対する依存度を上げる必要性が高まっている。さらに、食糧の安定供給も生存基盤構築に向けた喫緊の課題である。これらの方向性は2015年のパリ協定や持続可能な開発目標（SDGs）の採択により加速され、更に2020年来のCOVID-19の蔓延と本年（2022年）のウクライナ危機によって一層顕著になってきた。再生可能資源・エネルギー及び食糧の持続的生産にあたっては、我国における生産の重要性もさることながら、植物バイオマス生産性の高い熱帯地域との連携が極めて重要である。 京都大学生存圏研究所では、2015年から2022年にかけてインドネシア科学院（現、国家研究イノベーション庁）と共に、SATREPSプロジェクト『熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産』に於いて、熱帯バイオマスの持続的生産に関する取り組みを進め、その成果の一部は毎年開催の熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウムで報告してきた。一方、SATREPSプロジェクトでは、熱帯地域におけるバイオマスの持続的生産に関わる研究課題が多数進行している。 そこで、本年度の本シンポジウムでは、これらのSATREPS研究課題につきその概要をご紹介いただくとともに、総合討論を経て、共通する問題点の解決や新たな研究の方向性の立案に資する議論の場を設け、持続型社会の構築に向けた基盤整備の一助とした。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	アジア・アフリカを対象地域とした植物バイオマス・食糧生産関係の国際共同研究SATREPSプロジェクト関係者の参集を仰ぎ、各プロジェクトの紹介と総合討論により共通する問題点の解決や新たな研究の方向性の立案に資する議論を行った。従来の生存圏研究所コミュニティーを超えた分野との連携を図った者であり、生存圏科学の発展と関連コミュニティーの拡大に貢献した。	

プログラム	プログラム 開会挨拶及び趣旨説明 梅澤俊明 13:30~13:40 熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産 梅村研二（京都大学生存圏研究所） 13:40~14:10 ストライガ防除による食料安全保障と貧困克服 杉本幸裕（神戸大学大学院農学研究科） 14:10~14:40 ゴムノキ葉枯れ病防除のための複合的技術開発 松井南（理化学研究所環境資源科学研究センター） 14:40~15:10 休憩　15:10~15:20 稲の安全性と高栄養価に貢献する育種および水管理技術の開発 神谷岳洋（東京大学大学院農学生命科学研究科） 15:20~15:50 熱帯地域における持続的野菜生産のためのトウガラシ、トマトの革新的な育種技術開発 康 承源（筑波大学生命環境系） 15:50~16:20 総合討論 16:20~16:55 閉会挨拶 梅村研二 16:55~17:00

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	26	6	4	
	他部局	3	1		
	学外	49		2	9

その他 特記事項	

第１３回
生存圏フラッグシップシンポジウム
（第488回生存圏シンポジウム）

バイオマス資源の持続的生産利用に向けたSATREPSプロジェクト

「持続型社会の構築に必須のバイオマス・食料資源生産」
に向けた
国際協力・植物バイオテクノロジーの役割と寄与・成果の社会実装に至る道筋を考える

梅村研二
京都大学生存圏研究所
熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産

杉本幸裕
神戸大学大学院農学研究科
ストライガ防除による食料安全保障と貧困克服

松井　南
理化学研究所環境資源科学研究センター
ゴムノキ葉枯れ病防除のための複合的技術開発

神谷岳洋
東京大学大学院農学生命科学研究科
稲の安全性と高栄養価に貢献する育種および水管理技術の開発

康　承源
筑波大学生命環境系
熱帯地域における持続的野菜生産のためのトウガラシ、トマトの革新的な育種技術開発

総合討論

令和４年12月22日
（木）
13：30～17：00

オンライン開催
参加申込み
https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/events/symposium-0488/

主催：京都大学生存圏研究所
協賛：京都大学研究連携基盤持続可能社会創造ユニット

連絡先：〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄　京都大学生存圏研究所森林代謝機能化学研究室
電話　0774-38-3625

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-05	
研究集会 タイトル	第489回生存圏シンポジウム 木質材料実験棟令和4年度共同利用研究発表会	
主催者	生存圏研究所	
日　時	令和5年　3月 10日（金）	
場　所	木質ホールとZoomによるハイブリッド開催	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	4,5
関連分野	建築学、木質材料学、木材保存学、建築士、木造関連メーカー、林産、応用生命、炭素材料など	
概要	本報告会は木質材料実験棟の共同利用研究における研究成果を発表することで、それぞれの研究テーマにおける深化および、他分野からの刺激を受けること、そして、研究の進め方やグループ作りなどについての意見交換を行うことを目的として例年開催されるもので、本年度は令和4年度に実施された19件の木質材料実験棟全国共同利用研究の成果発表が行われた。	
目的と具体的な内容	令和4年度に実施された27件の木質材料実験棟全国共同利用研究の成果発表会を実施した。19件の報告内容の内訳は、木質構造に関するもの3件、木材の耐久性・保存に関するもの1件、木材の物性・化学処理に関するもの2件、炭素素材としての木質材料に関するもの3件、wallstatに関するもの10件である。木質材料実験棟が共同利用施設として開放している、鋼製反力枠、1000kN アクチュエータ試験機、直パルス通電加熱装置およびSEM、ECO住などを活用した多彩な内容であった。一人当たり20分の持ち時間で発表が行われ、活発な議論がなされた。これら多岐に渡る内容を、発表者がお互いに理解度を上げられるように工夫された説明がされており、大変興味深い発表会となった。今後、分野間を超えた融合が起こることに期待したい。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏科学のうち、ミッション4「循環材料・環境共生システム」に関連する研究報告と、ミッション5-4「木づかいの科学による社会貢献」に関連する発表が為された。これらは高機能な炭素素材の開発と言った分子レベルの内容から、実大建築物での構造利用に関する応用的な内容まで多岐にわたった。再生産可能な生物資源である木質資源の有効活用は、「環境保全と調和した持続的社会の基盤となる先進的科学技術」を追求する生存圏科学と密接に関係する。今後これら生物資源がさらに様々な場面で活用される未来像に向けて、非常に有用な先進的な取り組みが報告されたと考える。 また、発表分野が幅広いことも本共同利用設備の特徴である。これら異分野の研究内容が一堂に会してディスカッションを行うことで、見方の異なった意見を得ることができ、相互に刺激があったと考える。	

プログラム	13:00　開会挨拶 五十田 博(京都大学生存圏研究所 木質材料実験棟共同利用委員長) 13:05　バイオマス由来多孔質炭素材料の作製 坪田 敏樹(九州工業大学大学院工学研究院) 13:25　バイオマテリアルを利用した含ヘテロ炭素材料の開発 木島 正志(筑波大学 数理物質系) 13:45　地震動の周期特性及び揺れの数と建物被害の関係に関する研究 汐満 将史(山形大学工学部建築・デザイン学科) 14:05　宇宙環境での木材利用を想定したガンマ線照射による木材細胞壁微細構造の変化 村田 功二(京都大学大学院農学研究科) 14:25　セルロースナノファイバーによる松脂成分(アビエチン酸)の疑似水溶性化 有賀 哲(京都大学大学院農学研究科) 14:45　アンモニア吸着木質系熱処理物からの活性炭の製造と CO2 吸着特性 畑 俊充(京都大学生存圏研究所) 15:05　木造住宅の地震時層崩壊を抑制する通し面材工法に関する研究 宮津 裕次(東京理科大学理工学部建築学科) 15:25　プレストレスを用いた CLT 耐震壁の静的性能評価 高橋竜大(広島大学大学院先進理工系科学研究科、研究代表:森拓郎代理) 15:45　住宅床下環境における銅系接合具の木材防腐効果の検証試験 栗﨑 宏(富山県農林水産総合技術センター) 16:05　耐震シミュレーションソフト wallstat の共同利用について(概要) 中川 貴文(京都大学生存圏研究所) 16:10　生物劣化を受けた既存住宅の wallstat を用いた耐震性能評価 井上 涼(広島大学大学院先進理工系科学研究科) 16:15　総括 畑 俊充(京都大学生存圏研究所)

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	10	1		
	他部局	1			
	学外	10	2		

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-09	
研究集会 タイトル	第490回生存圏シンポジウム 生存圏ミッションシンポジウム	
主催者	生存圏研究所	
日　時	令和5年3月6-7日	
場　所	京都大学きはだホール、オンライン	
関連ミッション 等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 2, 3, 4, 5
関連分野	生存圏研究所のカバーする全専門分野	
概要	本シンポジウムは、生存圏研究所の研究活動の総括として位置づけられている毎年年度末に開催する重要なシンポジウムであり、ハイブリッド開催を行った。今年度は研究所活動報告を行うとともに、生存圏未来開拓研究センターの活動報告に加えて、研究所の重点研究事項をトピック的に取り上げ、報告、議論を進めた。また、生存圏フォーラムの総会の開催及びポスターセッションも実施した。多くの活動や成果報告を交えて総合的な議論等を行い、生存圏科学の発展や関連コミュニティへの形成に貢献できた。	
目的と具体的な内容	本シンポジウムは生存圏研究所のここ一年の取り組みや研究活動を広く社会に公開・議論し、研究所の活動を周知するとともに今後の方向性についての意見を広く聴取することを目的としている。 まず、生存圏研究所の今年度の活動について概況報告の後、今年度より設置した生存圏未来開拓センターの現在の活動を報告した。続いて、研究所の重点研究とかかわり深い研究トピックとして、「生存圏科学と科学技術・イノベーション」、「生存圏科学の国際展開」、「レーダーによる大気リモートセンシング、その現状と未来」を取り上げ、研究所の活動とともに関連の所外の研究者にも情報提供いただいた。そして、共同利用・共同研究拠点について、最新の活動を報告した。最後に生存圏研究所の国際的な活動の概況とともにアジアリサーチノードについての成果を報告した。なお、フラッグシップ共同研究と生存圏科学共同研究についてはポスター発表とし、個別研究課題の議論の機会をつくり深めるとともにシンポジウムの一環として生存圏フォーラムの総会を開催し、生存圏科学の更なる発展に寄与する体制についても確認した。 なお、本シンポジウムは今年度はzoomを用いたオンラインときはだホールでのリアルのハイブリッド開催で2日間に分けて行った。ポスター発表ではzoomのブレイクアウトルームを用いて行い、所内教員、ミッション専攻研究員、学内・学外研究者、さらに、生存圏科学を学ぶ学生が直接交流できる場を提供した。また、2日目に生存圏フォーラム総会もハイブリッドで開催した。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	本年度の生存圏ミッションシンポジウムの参加者は、初日Zoom60名、現地45名、計105名、2日目Zoom64名、現地39名、計208名であった。本シンポジウムが生存圏研究所の1年間の全活動の総括であるという認識が醸成されてきていると思われる。また、一昨年度同様、生存圏フォーラムの総会は、参加者の増加だけでなく、各研究者の議論の活性化や異分野交流に関して意義があった。全体を通して本シンポジウムは、萌芽・学際的な研究の発掘、将来的な生存圏科学の発展や関連コミュニティへの形成等に大きく貢献できたと考えられる。	

プログラム	１日目　３月６日（月） 10：00-10:10所長挨拶 山本衛（京都大学生存圏研究所） 10：10-10:40研究ミッション 活動紹介 篠原真毅　（京都大学生存圏研究所） 10：40-12:00未来開拓研究センター　活動報告 桑島修一郎、他（京都大学生存圏研究所） 休憩 セッション1「生存圏科学と科学技術・イノベーション」 13:00はじめに 桑島修一郎（京都大学生存圏研究所） 13:00-13:30「大規模研究所におけるイノベーションマネジメント」 斉藤卓也氏（理化学研究所　経営企画部） 13:30-14:00「企業を中心とするイノベーション創出と調査研究の課題」 小沼良直氏（公益財団法人未来工学研究所） 14:00-14:15総合討論 セッション2「生存圏科学の国際展開 ー植物バイオマス利用研究における国際共同と国際連携ー」 14:15-14:30はじめに：趣旨説明と生存研における国際共同バイオマス研究の紹介 飛松裕基（京都大学生存圏研究所） 14:30-14:55リグノセルロースバイオマスの持続的生産利用に関する国際協同研究 梅澤俊明（京都大学生存圏研究所） 14:55-15:20 理研環境資源科学研究センターの国際共同研究の紹介　ー天然ゴムの持続的生産を通じた国際連携研究を中心にー 松井南氏　（理化学研究所 環境資源科学研究センター） 15:20-15:30総合討論 休憩 セッション3「レーダーによる大気リモートセンシング、その現状と未来」 15:40はじめに 山本衛（京都大学生存圏研究所） 15:40-16:00「MUレーダー/赤道大気レーダーの現状と未来」 橋口浩之（京都大学生存圏研究所） 16:00-16:15「MUレーダーと赤道大気レーダーによる電離圏観測」 横山竜宏（京都大学生存圏研究所） 16:15-16:35「EISCAT_3Dレーダー計画の現状と展望」 小川泰信氏（国立極地研究所 先端的レーダー研究推進センター） 16:35-16:55「MFレーダーを用いた流星エコー観測の新展開」 堤雅基氏（国立極地研究所） ２日目　３月７日（火） 10:00-10:30共同利用共同研究活動報告 橋口浩之（京都大学生存圏研究所） 10:30-11:00生存研国際活動＆アジアリサーチノード成果報告 梅澤俊明（京都大学生存圏研究所） 11:00-12:00共同研究ポスター発表　（zoom ブレイクアウトルームでの個別発表） フラッグシップ共同研究　５件 生存圏科学共同研究　　１５件 ミッション専攻研究員　　３件

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	157	21		
	他部局	8			
	学外	43	1		7

その他 特記事項	【1日目】合計105名（〔内訳〕オンライン：60名、現地：45名） 【2日目】合計103名（〔内訳〕オンライン：64名、現地：39名） 【2日間の総合計】208名

第490回 生存圏シンポジウム

生存圏ミッションシンポジウム

2023年

3月6日㈪・3月7日㈫

京都大学宇治キャンパス 宇治おうばくプラザ きはだホール

京阪黄檗駅・JR黄檗駅より徒歩10分

1日目 3月6日㈪

10:00~10:10
所長挨拶 山本衛（生存圏研究所 所長）

10:10~10:40
研究ミッション 活動紹介

10:40~12:00
未来開拓研究センター 活動報告

13:00~14:15
セッション1 **「生存圏科学と科学技術・イノベーション」**

14:15~15:30
セッション2 **「生存圏科学の国際展開 ―植物バイオマス利用研究における国際共同と国際連携―」**

15:40~16:55
セッション3 **「レーダーによる大気リモートセンシング、その現状と未来」**

2日目 3月7日㈫

10:00~10:30
共同利用共同研究活動報告

10:30~11:00
生存研国際活動＆アジアリサーチノード 成果報告

11:00~12:00
共同研究ポスター発表（遠隔開催 zoom・ブレイクアウトルーム）
フラッグシップ共同研究 5件　生存圏科学萌芽研究 15件
ミッション専攻研究員 3件

13:00~13:30
生存圏フォーラム総会

来聴歓迎　参加無料　同時にオンライン配信あり

詳細はHPよりご確認ください

きはだホールとオンライン（zoom）でのハイブリット開催を予定しておりますが、新型コロナ感染対策状況によっては、オンラインのみの開催となりますことご理解ください。**開催方法に変更があった場合は、HPにて案内いたします。**

問い合わせ
京都大学生存圏研究所　ミッションシンポジウム事務局
TEL 0774-38-3603　E-mail rish-kyoten-office@rish.kyoto-u.ac.jp

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-06	
研究集会 タイトル	第491回生存圏シンポジウム 令和4年度DOL/LSF共同利用研究成果発表会	
主催者	大村和香子（京都大学生存圏研究所）	
日　時	令和５年３月１日	
場　所	オンライン	
関連ミッション等	1. 環境診断・循環機能制御 2. 太陽エネルギー変換・高度利用 3. 宇宙生存環境 4. 循環材料・環境共生システム 5. 高品位生存圏	1, 4
関連分野	木材保存学、木質構造学、木質科学、微生物工学、生態学	
概要	令和4年度DOL/LSF共同利用研究について、課題の研究代表者による内容説明を実施した。参加者による質疑応答を通じて建設的な立場から互いの研究についてのディスカッションを行い理解を深めるとともに、研究設備・試験地の現状と維持管理に関する情報を共有した。	
目的と具体的な内容	本研究集会の目的は、居住圏劣化生物飼育棟（DOL）/生活・森林圏シミュレーションフィールド（LSF）において実施された共同利用研究の成果について報告を行い、参加者相互のディスカッションにより各研究の発展と深化を図ることである。 DOLとLSFは、生存圏研究所の共同利用研究施設の一つとして、木材劣化生物を用いた種々の室内試験の実施及び実験生物の供給、並びに各種木材・木質の野外耐久性試験や生態学的調査研究に供されている。その研究内容は、木質科学、微生物工学、生態学など多岐にわたっている。 今回は、研究成果について報告会を開催し、互いの研究内容について理解を深めるとともに、研究課題数の推移、国際課題への取り組み、DOLにおける施設の老朽化対策、LSFでのシロアリの活性維持と整理・整頓等の試験地の維持管理などについても参加者と情報共有を行った。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	上述したように、DOL/LSF全国・国際共同利用研究は、木質科学、微生物工学、生態学などの多くのの研究分野にわたっており、本報告会の開催によって異分野との融合による新しい研究テーマの発掘につながることが大きく期待される。 これらの研究分野における新しい融合的研究課題の創成は、まさに生存圏研究所が主導してきた生存圏科学そのものであると言える。特に、ミッション1－環境診断・循環機能制御、およびミッション4－循環材料・環境共生システム、に関係が深い。また、専門委員会・国際アドバイザリー委員にも本研究集会に参加いただくことによって、生存圏科学の国際的認知度の向上にも大きく貢献している。	
	午後1時：開会挨拶／今年度の活動概要の紹介 大村 和香子（京都大学生存圏研究所） 午後1時10分～2時：課題番号11, 04, 01～02の発表 11 CLTの生物劣化における特徴と保存処理の効果 研究代表者：広島大学工学研究科　　森　拓郎 04 環境と調和した木材保存法の開発 研究代表者：京都大学生存圏研究所　大村和香子 01 フルフリルアルコール処理スギ材の生物劣化抵抗性 研究代表者：奈良県森林技術センター　増田　勝則 02 シロアリ貫通阻止性能を備えたサーキュラーエコノミー対応型造粒材料の開発 研究代表者：京都大学農学研究科　簗瀬　佳之 休憩　午後2時～2時10分	

プログラム	午後2時10分～3時：課題番号03，05～07の発表 03 糸状菌シトクロームP450モノオキシゲナーゼ遺伝子組み換え酵母により生産されるテルペノイドを用いた抗蟻成分の探索 研究代表者：宮崎県木材利用技術センター 須原　弘登 05 保存処理および保存処理と塗装を併用した木質材料の耐久性評価 研究代表者：（地独）北海道道立総合研究機構　伊佐治　信一 06 温泉成分によるシロアリ忌避効果の検証 研究代表者：大阪公立大学　　石山　央樹 07 高湿環境下における保存処理木材に接する金物類の腐食評価 研究代表者：大阪公立大学　　石山　央樹 休憩　午後3時～3時10分 午後3時10分～4時：課題番号08～10，12の発表 08 木片腐朽過程を考慮した木片混じり粘土の長期力学特性の把握 研究代表者：名古屋大学・工学研究科　中野　正樹 09 植物由来成分によるシロアリ誘引効果 研究代表者：秋野　順治 京都工芸繊維大学 10 銅系接合具の木材防腐防蟻効果の野外検証試験 研究代表者：富山県・農林水産総合技術センター・木材研究所　栗﨑　宏 １２ 生物劣化を受けた木造接合部の強度性能評価 研究代表者：宮崎県・木材利用技術センター　中谷　誠 午後4時：総合討論 午後4時30分　閉会

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	3			
	他部局	1			
	学外	20			

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-21	
研究集会 タイトル	第492回生存圏シンポジウム STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ （第二回：磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用）	
主催者	阿部 修司（九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター）、海老原 祐輔（京都大学 生存圏研究所）、西谷 望（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）、久保 勇樹（情報通信研究機構 宇宙天気予報グループ）	
日　時	2023/3/1	
場　所	Zoomオンライン	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	3
関連分野	太陽地球系物理学、超高層大気物理学	
概要	第492 回生存圏シンポジウム「STE研究連絡会現象報告会および現象解析ワークショップ(第二回: 磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用)」は、令和5年3月1日に、Zoomミーティングによるオンラインで開催された。研究集会では、第25太陽活動周期の極大期に向かい活発になっている諸々の宇宙天気現象について多数の発表、議論がおこなわれた。	
目的と具体的な内容	本研究集会は、太陽から地球までの現象を一つの宇宙天気現象と捉えるとともに、主に磁気圏・電離圏プラズマ、超高層大気変動の相互作用の観点から、一つの太陽地球系複合システムの流れとして理解することを重要テーマと位置づけて開催された。研究集会では、第25太陽活動周期から3年が経過し、極大期に向け活発になる諸々の宇宙天気現象や、過去の現象解析について多数の講演があった。また、学生による観測機器やデータベースの開発に関する進捗・成果報告も行われた。学部生からシニア、さらには研究職以外の方を含む、様々な専門分野から参加者があり、各々の視点からの活発な議論がおこなわれた。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏の現況を把握するためには、その環境に大きく作用する太陽-地球結合の物理を広く理解する必要がある。本研究集会は、主に太陽地球系全体に関連する複合現象を取りあげ、人工衛星、宇宙ステーション、ロケット、地上レーダー、計算機シミュレーションなど様々な手法を用いて、太陽-地球結合をひとつのシステムとして理解することを目的として開催され、生存圏科学の発展に大きく貢献した。また、ハイブリッドかつ3研究集会との合同集会として開催することで、分野間の接合と活発な議論の場を提供し、関連コミュニティの形成・発展に貢献した。	
	開催日：令和5年3月1日（水） 場所：Zoomオンライン 【座長：西谷望（名大ISEE）】 11:00-11:20　宇宙天気長期変化の概況報告 〇篠原学（鹿児島工業高等専門学校） 11:20-11:40　期間概況報告 〇阿部修司（九大 i-SPES） 11:40-12:00　地磁気現象概況報告（2022年9月－2023年2月） 〇谷口秀隆（気象庁地磁気観測所） （昼休憩 12:00-13:00）	

プログラム	【座長：海老原祐輔（京大RISH）】 13:00-13:20　Report on Equatorial magnetic field variations　based on EE-index (~ Jan. 2023) 　○阿部修司(九大 i-SPES)、魚住禎司(九大 i-SPES)、藤本晶子(九州工業大学)、吉川顕正（九大 i-SPES) 13:20-13:40　現象報告期間(2022.09-2023.02)におけるHOP radars/SuperDARN観測報告 　○西谷望(名大ISEE) 13:40-14:00　宇宙線中性子観測データ報告 　○渡邉堯（NICT)、前田麻代(名大ISEE) 14:00-14:20　EUVコロナホールと高速太陽風 　○亘慎一（NICT) （休憩 14:20-14:40) 【座長：久保勇樹（NICT）】 14:40-15:00　　長期GNSS-TEC観測データベースを用いた孤立型サブストーム時における電離圏電子密度変動の統計的描像：季節とサブストームの規模依存性 　○新堀淳樹(名大ISEE)・大塚雄一(名大ISEE)・惣宇利卓弥(名大ISEE)・西岡未知(NICT)・Perwitasari Septi（NICT) 15:00-15:20Hayabusa 2 カプセル再突入に伴うVLF電波放射の物理的解釈 　○渡邉堯（NICT)他 15:20-15:40　ソフトウェアラジオデバイスを用いた電離圏シンチレーション計測器の開発 　○中村駿仁(九州工業大学)、藤本晶子(九州工業大学)、阿部修司(九大 i-SPES) 15:40-16:00MAGDASデータベースを用いた磁場データ解析システムの構築 　○桑元韻(九州大学)、吉川顕正(九大 i-SPES)、阿部修司(九大 i-SPES)、魚住禎司(九大 i-SPES)

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	2	1		
	他部局	1			
	学外	34	6	3	3

その他 特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-07
研究集会 タイトル	第493回生存圏シンポジウム RISH 電波科学計算機実験シンポジウム(KDKシンポジウム)
主催者	京都大学生存圏研究所
日　時	2023/3/9
場　所	京都大学学術情報メディアセンター 北館4F大会議室およびオンライン
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏 ／ 1,3,5
関連分野	生存科学計算機実験分野
概要	A-KDK全国共同利用で得られた研究成果を中心に、広く生存圏科学の発展における数値シミュレーションの役割について議論した。
目的と具体的な内容	A-KDK全国共同利用は宇宙圏・大気圏の電波科学および生存圏科学に関連した大規模計算機実験研究を主体とし、生存圏研究所ミッション１（環境計測・地球再生）、３（宇宙環境・利用）、５（高品位生存圏）が関連している。KDK専門委員会で採択した研究課題の成果発表の場であるとともに、宇宙プラズマ、超高層・中層大気中の波動現象、宇宙電磁環境をはじめ生存圏科学に関する計算機実験等の講演も広く受け付け、最新の知見と情報を交換する場とする。
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	計算機性能の大幅な向上と相まって、数値シミュレーションは様々な研究分野において重要な研究手法の一つとなり、複雑な人類生存圏の正しい理解と問題解決にとって不可欠なものである。本シンポジウムは、個々の研究課題成果の発表だけでなく、生存圏科学の発展において数値シミュレーションがどのような役割を果たすことができるか、また、生存圏科学の中のどのような分野において数値シミュレーションが求められているかを模索、議論する機会でもあり、生存圏科学の推進という観点においても重要である。
プログラム	10:10-10:30　A plasma activation function for deep neural networks　銭谷 誠司 10:30-10:50　宇宙プラズマ中における電界センサー特性に関する PIC シミュレーション　深澤 伊吹、三宅 洋平、臼井 英之、草地 恒史郎、栗田 怜、小嶋 浩嗣 10:50-11:10　ラプラシアン演算子を用いた陽的FDTD 法の分散関係の異方性の低減　関戸 晴宇、梅田 隆行、三好 由純 11:10-11:30　この20年におけるプラズマPICシミュレーション手法の発展　梅田 隆行 13:00-13:20　低温プラズマで被覆された金属物体の電波散乱特性の数値シミュレーション　高木 淳也、三宅 洋平、臼井 英之、賀谷 信幸 13:20-13:40　磁気ノズルスラスタにおける密度構造形成と高エネルギー電子生成の解析　江本 一磨、高橋 和貴、鷹尾 祥典（リモート） 13:40-14:00　磁気圏環境変動を考慮した人工衛星帯電解析手法の開発　砂田 洋平、田中 唯逸、三宅 洋平、深沢 圭一郎、南里 豪志、加藤 雄人 14:00-14:20　Energetic electron precipitation rates due to oblique chorus emissions: Numerical Green's function method　謝 怡凱、大村 善治 14:40-15:00　テアリング不安定性の線形理論 清水 徹 15:00-15:20　REPPUコードレベル８の開発 田中 高史（リモート） 15:20-15:40　極冠分岐を生み出す磁気圏磁場トポロジーの考察　渡辺 正和、蔡 東生、熊 沛坤、藤田 茂、田中 高史（リモート） 15:40-16:00　昼側磁気圏境界における非対称三次元磁気リコネクション　近藤 光志 16:20-16:40　オーロラ爆発を駆動する沿磁力線電流の生成過程：再考　海老原 祐輔、田中 高史

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	4	1		
	他部局	2			
	学外	13	3		1
その他 特記事項					

研究集会（共同利用・共同研究）報告書

課題番号	4symposium-14	
研究集会タイトル	第494回生存圏シンポジウム 電磁波動・荷電粒子非線形相互作用研究の将来展望	
主催者	京都大学生存圏研究所	
日　時	2023/3/16	
場　所	Zoomによるオンライン	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	3, 5
関連分野	生存科学計算機実験分野	
概要	波動・荷電粒子非線形相互作用の素過程から応用に至るまで、最新の理論とシミュレーション研究について発表し、非線形相互作用の将来展望を議論する。	
目的と具体的な内容	宇宙プラズマは電磁波動とのエネルギー交換を通しその多様性を高めている。地球を取り囲むように分布する放射線帯はその最たるものの一つで、高温プラズマ中で発生した電磁波動がよりエネルギーの高い粒子を散乱あるいは加速していると考えられている。これまで線形理論が広く検討されていたが、最近の研究によって非線形過程が効率良く粒子を散乱あるいは加速することが示され、放射線帯研究は大きな転換期を迎えつつある。本研究集会では、波動・荷電粒子非線形相互作用の素過程から応用に至るまで、最新の理論とシミュレーション研究について発表し、非線形相互作用の将来展望を議論する。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	宇宙プラズマ環境変動を担う波動粒子相互作用を正しく理解することは、生存圏研究所ミッション３（宇宙環境・利用）、５－３（日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性）に貢献するものである。	
プログラム	10:00-10:40 Danny Summers, Dynamics of relativistic electrons in Earth’s inner magnetosphere 10:40-11:20 Peter Yoon, Three-dimensional plasma dynamics in EMIC and mirror-mode instabilities 11:20-12:00 Yoshiharu Omura, Whistler-mode triggered emissions 13:30-14:10 Yikai Hsieh, Electron scattering and precipitation due to oblique chorus emissions 14:10-14:50 Yusuke Ebihara, Global conditions for whistler-mode chorus generation in the magnetosphere 15:10-15:50 Satoshi Kurita, Chorus wave observations 15:50-16:30 Naritoshi Kitamura, Direct observations of energy transfer from resonant electrons to whistler-mode waves (dayside reconnection, magnetosheath, and bow shock)	

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属す	内、企業関係
	生存研	4	1		
	他部局	2			
	学外	23		4	

その他特記事項	

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-15	
研究集会 タイトル	第495回生存圏シンポジウム Nanocellulose Symposium 2023 「ナノセルロース　夢と現実、そしてこれから Part2」	
主催者	京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点（経済産業省Jイノベ拠点） ナノセルロースジャパン(NCJ)	
日　時	令和5年2月28日（木）13:00-17:30	
場　所	京都大学生存圏研究所木質ホール３階およびオンライン配信（Zoom）	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	4
関連分野	製紙、化学、高分子、木材・木質材料、成形加工、食品、繊維、エレクトロニクス、自動車、家電、住宅、流通に関わる分野	
概要	昨年度に引き続き、CNF、CNCの夢（ポテンシャル）と現実（材料開発の現状）、そしてこれから（今後の方向性）について、長年にわたりそれぞれの分野をリードしてきた研究者による研究成果発表を行った。後半には、CNFの実用化に関する環境省事業の成果報告を行った。	
目的と具体的な内容	ナノセルロースは、植物細胞の基本骨格物質であるセルロースナノファイバーおよび関連ナノ材料に関する総称であり、次世代のバイオ材料として幅広い産業界から関心が集まっている。 生存研では申請者を中心に生存圏フラッグシップ共同研究において世界に先駆けナノセルロースに関する大型共同研究を産官学の異分野・垂直連携で進めるとともに、2004年から毎年、本シンポジウムを通じて共同研究成果や国内外の関連動向を紹介してきた。シンポジウム参加者はここ数年は650名から680名で推移しており、生存研主催の行事として定着している。 今回の研究集会では昨年度に引き続き、CNF、CNCの夢（ポテンシャル）と現実（材料開発の現状）、そしてこれから（今後の方向性）について、長年にわたりそれぞれの分野をリードしてきた研究者による研究成果発表を行った。後半には、CNFの実用化に関する環境省事業の成果報告を行った。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	生存圏研究所が設立された平成16年から18年間、毎年開催してきた本シンポジウムは、生存圏研究所を代表する研究集会となってきた。本研究集会は、生存圏研究所が推進する５つのミッションの内、主としてミッション４：循環型資源・材料開発、ミッション５－２：脱化石資源社会の構築に関係する。また、バイオマス資源の高度有効利用の観点からは、ミッション２において推進されているバイオリファイナリー研究と深く関わるものである。 本研究集会が一つの契機となり、ナノセルロースに関する産官学の共同研究が関連コミュニティの拡がりによりさらに発展し、共同利用・共同研究拠点研究所として生存圏研究所が推進している生存圏科学の重要な一翼を担うことが期待される。	
	13:00　開会挨拶 13:10　第一部：ナノセルロース　夢と現実、そしてこれから ①　もうひとつのナノセルロース　−セルロースナノクリスタルの物性と応用−　/信州大学繊維学部 化学・材料学科　荒木 潤 氏 　セルロースナノクリスタル（CNC）は、天然セルロースの酸加水分解により得られるナノサイズの棒状コロイド微結晶である。高強度・高弾性率といったCNFに似た特性も示す一方、軸比がやや短く絡み合いが少ないといった相違も持つ。また多彩な表面修飾により分散性や粘性などの物性を広範に制御できる。本講演では、CNCの調製法、物性、表面修飾の種類と物性制御、CNCを用いた材料科学研究、新規な分析法などを中心に発表する。	

プログラム	② CNFの「五感に訴える」アプリケーションのためには何に注目するべきか？ /京都大学 農学研究科 森林科学専攻 寺本好邦 氏 演者は，五感にまつわる産業資材としてのCNFの性能発揮に興味をもっている。そのためには，顕在的指標だけでない構造論的な分析データ収集の必要性を感じている。本講演では、難水溶性化合物の疑似水溶性化（味覚・健康増進）、油溶性香料の乳化と香気拡散（嗅覚）、およびCNF配合塗膜（視覚・美観）を題材に、定量的構造活性相関（QSAR）、溶解度パラメータ、フラジリティ（脆さ）指数などをキーワードとした研究例を紹介する。 ③ リアクティブプロセスによるCNF補強PPの製造 /京都大学 生存圏研究所 森下 滋 氏 PPにセルロースファイバーを混合するためには疎水化変性が必要である。従来の疎水化変性は疎水化薬剤中で化学変性を行い、反応後の余剰薬剤の洗浄除去、乾燥など複数の化学変性工程が必要であった。発表する製造技術は疎水化薬剤を常温混合するだけでセルロースファイバーに必要な疎水化を行い、溶融PP内に練込みながら乾燥などを行うリアクティブプロセスで簡便にCNF補強PPを製造するものである。 15:10 休 憩 ④ 供給セルロースファイバーの多様化とそれらの多くの応用実用化事例 /（地独）京都市産業技術研究所 北川和男 氏 セルロースナノファイバー（CNF）は現在、実用化・事業化段階に入っており、CNF製造供給・サンプル提供企業も増え、メーカー各社では低コスト化量産技術の開発に移っている。またCO２削減に寄与できるカーボンニュートラル材料として改めて注目を集めており、製品化・商品化事例も多種多様、多くの分野から出て来ている。これらの最新動向をご紹介する。 16:00 パネル討論会（質疑） 16:20 第二部：環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業の紹介 ① NCP事業の概要 /京都大学 生存圏研究所 矢野浩之 氏 ② CNF-PP複合材の社会実装へ向けた事例紹介 /豊田合成㈱ 内田 均 氏 ③ CNF強化樹脂を用いた３Dプリンティング /SOLIZE（株） 後藤文男 氏 17:20 閉会挨拶 17:30 閉会

参加者数		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
	生存研	30	5		
	他部局	5			
	学外	835	10		711

その他 特記事項	

Nanocellulose Symposium 2023
第 495 回生存圏シンポジウム

ナノセルロース 夢と現実、そしてこれから

Part 2

今年度のナノセルロースシンポジウムは、昨年度に引き続き、CNF、CNC の夢（ポテンシャル）と現実（材料開発の現状）、そしてこれから（今後の方向性）について、長年にわたりそれぞれの分野をリードしてきた皆さんに思う存分に語っていただきます。また、後半には、CNF の実用化に関する環境省事業の成果報告があります。バイオマス由来の高性能材料、カーボンニュートラル、サスティナビリティに関心をお持ちの多くの皆様のご参加をお待ちしています。

主催 京都大学生存圏研究所、
バイオナノマテリアル共同研究拠点
（経済産業省 J イノベ拠点）
（https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/）

共催 近畿経済産業局、地方独立行政法人京都市産業技術研究所、環境省ナノセルロースプロモーション事業、ナノセルロースジャパン

後援 紙パルプ技術協会、日本製紙連合会、セルロース学会、公益社団法人日本化学会、公益社団法人日本材料学会関西支部、公益社団法人日本材料学会木質材料部門委員会、公益社団法人日本木材加工技術協会、一般社団法人日本木材学会、一般社団法人プラスチック成形加工学会、近畿化学協会、京都大学産官学連携本部、一般社団法人西日本プラスチック製品工業協会、SPE 日本支部、関西イノベーションイニシアティブ（代表幹事機関公益財団法人都市活力研究所）、一般社団法人京都知恵産業創造の森、四国 CNF プラットフォーム、ふじのくにＣＮＦフォーラム、薩摩川内市竹バイオマス産業都市協議会、フィラー研究会（順不同、予定を含む）

主催 令和 5 年 **2 月 28 日（火）**
13:00-17:30
対面（先着 40 名）とオンライン配信（Zoom）のハイブリッド開催。

会場 京都大学生存圏研究所
木質ホール 3 階 大会議室

定員 **1000 名（申込先着順）、参加無料**
今回の要旨集は下記 URL に 2 月 27 日（月）までに掲載します。
https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/research/

申込 下記 URL からお願いします。
https://forms.gle/WtkVyctBoNXFe6Bi8

研究集会（共同利用・共同研究拠点）報告書

課題番号	4symposium-24	
研究集会 タイトル	第496回生存圏シンポジウム 第12回先進素材開発解析システム（ADAM）シンポジウム	
主催者	三谷友彦、今井友也（京都大学生存圏研究所）	
日　時	2023/3/1	
場　所	オンライン	
関連ミッション等	1.環境診断・循環機能制御 2.太陽エネルギー変換・高度利用 3.宇宙生存環境 4.循環材料・環境共生システム 5.高品位生存圏	1,2,4,5
関連分野	エネルギー科学、材料科学、生態学、マイクロ波工学	
概要	京都大学生存圏研究所のもつ全国共同利用設備の一つである「先進素材開発解析システム(ADAM)」は、マイクロ波の加熱および分析装置、有機および無機電子顕微鏡、超高分解能質量分析装置などからなる分析装置群であり、申請ベースで国内の研究者に広くお使いいただいている。これらを使い遂行された研究課題の成果発表として、シンポジウムを行った。	
目的と具体的な内容	本シンポジウムは、先進素材開発解析システム(ADAM)の運用開始以来、毎年継続して行っているシンポジウムである。従来は「持続的生存圏創成のためのエネルギー循環シンポジウム」として、ミッション２の「太陽エネルギー高度変換・利用」と生存圏フラッグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」の成果発表会との併催形式で行ってきたが、COVID-19 流行の状況を鑑み、今回はADAM共同利用の成果発表のみに絞ってシンポジウムを開催した。	
生存圏科学の発展や関連コミュニティの形成への貢献	先述の通り、ADAM 共同利用では非常に幅広い用途の分析装置を有しており、国内の研究者に広くお使いいただいている。さらにミッション２の「太陽エネルギー高度変換・利用」に関する研究や、マイクロ波プロセッシングによる新材料創生研究にも貢献している。生存研の内外からの多分野の研究者がその成果を公表する場を設けることで情報交換を進め、ミッション活動やフラッグシップ共同研究に関連する様々な分野の研究者との連携促進と、生存圏科学のコミュニティー拡大に貢献する。	
プログラム	プログラム 14:00-14:05開会の辞 渡辺隆司（京都大学生存圏研究所） 14:05-14:45カーボンのナノ構造を活かしたエネルギー・環境材料の開発 吉澤徳子（産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター） 14:45-15:25Li塩水溶液を用いて調製したセルロースヒドロゲル 和田昌久（京都大学大学院農学研究科） 15:25-15:40休憩 15:40-16:20　FT-ICR MSを用いた南極湖沼における溶存有機物の分子組成と多様性の解析 木田森丸（神戸大学大学院農学研究科） 16:20-17:00溶媒の誘電率測定とマイクロ波アプリケータ開発 岸原充佳（岡山県立大学情報工学部） 17:00-17:05閉会の辞 三谷友彦（京都大学生存圏研究所）	

		合計	内、学生	内、海外機関に所属する方	内、企業関係
参加者数	生存研	20	8		1
	他部局	1			
	学外	13			1
その他特記事項					

第496回 生存圏シンポジウム

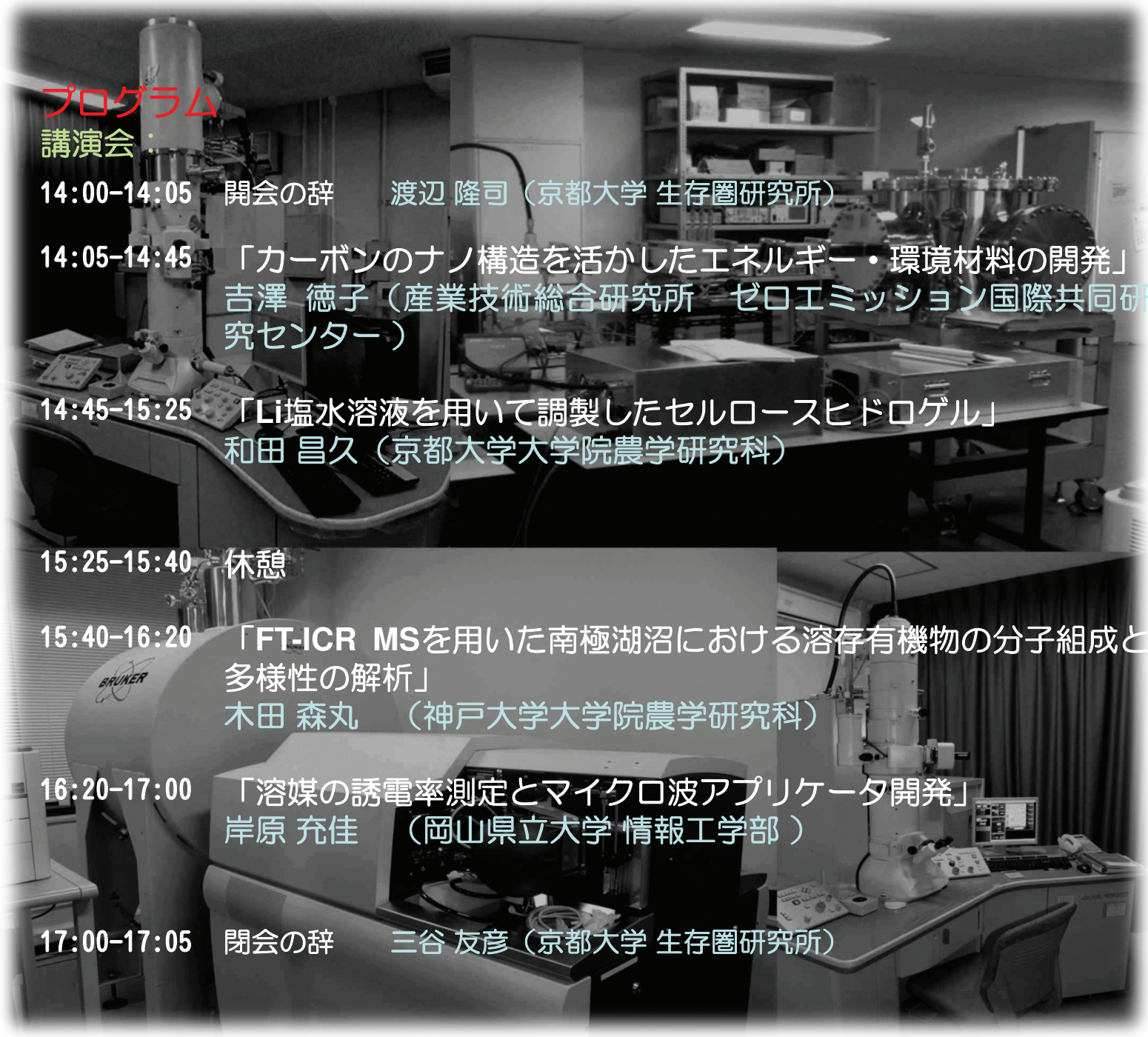
第12回 先進素材開発解析システム(ADAM)シンポジウム
ーマイクロ波高度利用生存圏フラッグシップ共同研究ー

主催：京都大学 生存圏研究所

2023年３月1日（水）14:00ー17:00
オンライン開催

左記QRコードまたは
下記URLより
お申し込みください

https://kyoto-u-edu.zoom.us/meeting/register/tZErd-qqrTssHtPPpJLoTjUIX7WPn84CA4ks



プログラム
講演会：

14:00-14:05　開会の辞　　渡辺 隆司（京都大学 生存圏研究所）

14:05-14:45　「カーボンのナノ構造を活かしたエネルギー・環境材料の開発」
吉澤　徳子（産業技術総合研究所　ゼロエミッション国際共同研究センター）

14:45-15:25　「Li塩水溶液を用いて調製したセルロースヒドロゲル」
和田 昌久（京都大学大学院農学研究科）

15:25-15:40　休憩

15:40-16:20　「FT-ICR MSを用いた南極湖沼における溶存有機物の分子組成と多様性の解析」
木田 森丸　（神戸大学大学院農学研究科）

16:20-17:00　「溶媒の誘電率測定とマイクロ波アプリケータ開発」
岸原 充佳　（岡山県立大学 情報工学部 ）

17:00-17:05　閉会の辞　　三谷 友彦（京都大学 生存圏研究所）

問い合わせ先：〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学生存圏研究所　今井友也
0774-38-3631　timai@rish.kyoto-u.ac.jp

生存圏未来開拓研究センターについて

生存圏未来開拓研究センター長　桑島 修一郎
京都大学 生存圏研究所

1. 概要

京都大学生存圏研究所では、生存圏学際萌芽研究センターを中心とする活動体制から、新興領域・融合領域・学際領域の開拓および産官学共同研究の強化することを目的として、2022 年 4 月より生存圏未来開拓研究センターに移行した。共同利用・共同研究拠点における学際性や萌芽性を活かした新分野開拓を行うとともに拠点の運営体制を効率化することを目指す。新センターでは、中核研究部の中から候補となる研究グループ（研究ユニット）が所属し新分野の探索を試みる。センター内の研究ユニットは恒常的なものとはせず、３年毎を目途に活動の見直しを行い、中核研究部との人事交流を図りながら、新たなユニットの創設を推進する。

そのために次の２つの機能を重視している。変化の激しい社会情勢の中で、広範な基礎的知見を提供し得る学際研究機能と実効的な社会連携機能である。前者では研究分野間の交流のみならず、温故知新といった時間軸にまで拡張した学際性が、後者では国や産業界に加えて多様な社会との連携が、それぞれ重要となる。これら２つが有効に機能することで、持続的な新分野開拓を促し、生存圏科学の新たな一面を生み出していくことを可能する。

表 1　センター構成員

センター長	五十田 博	2022.4 - 2022.10
	桑島 修一郎	2022.11 -
木材科学文理融合ユニット	田鶴 寿弥子	
大気圏森林圏相互作用ユニット	髙橋 けんし	
	杉山 暁史	
先端計測技術開発ユニット	上田 義勝	
バイオマスプロダクトツリー	渡辺 隆司	他 化学研究所、エネル
産学連携共同研究ユニット	西村 裕志 他	ギー理工学研究所

2. 課題と今後の方向性

前身の「生存圏学際萌芽研究センター」の名称からも分かるように、研究所設立当初から学際性が強く意識され、研究分野間の融合は十分に実施されてきたと言える。また、いち早く課題解決を意図したミッション研究体制を構築し、2016 年度には４つのミッション研究を統合した５つ目のミッション「高品位生存圏」を独自に創成するなど、国の科学技術政策動向を先取りするように学際研究体制を構築して

きた。しかしながら、直近の評価における指摘「８つの共同利用・共同研究拠点専門委員会の独立性が高く、学際融合科学として位置付けられた生存圏科学として、異分野融合研究への研究施設全体での包括的な取組は限定的である」や「今後は、国際化、人材養成、新分野創成、異分野融合等の観点から、人的交流を含めて研究施設内の各分野を更に横断又は連携させ、学際融合的な共同研究の推進が可能となる組織的な仕組み作りのための具体的な方策についての検討が望まれる」から読み取れることとして、近年、課題自体の任意性が高まり、単に異分野による学際研究を実施しただけでは具体的な課題解決に結びつけることが困難になったことを想像する。言い換えれば、異分野のさらなる融合を進める前に、課題設定自体を新しく適切なものにしていく必要性があると考える。学際性に関する研究からも同様のことが知られており、これまで一般的であった学際性（interdisciplinarity）では、学問分野間の相互作用により、共通の研究対象に対して協力的かつ統合的にアプローチして新しい知識を共同で生産することが重視されてきた。しかしながら、第５期および第６期科学技術基本計画の中心コンセプトに据えられた Society 5.0 からも類推されるように、かつてはエネルギーや環境といった一部のグローバル課題解決に適用されてきた拡張された学際性（transdisciplinarity）が多くの分野にも必要とされはじめていることを示しており、研究プロセスそのものに科学分野以外の政治的、社会的、経済的なアクターの参加が不可欠となってくる。生存圏未来開拓研究センターでは、この拡張された学際性（transdisciplinarity）に基づく社会との連携のアプローチから生存圏科学を捉えることを考えている。

3. オンライン公開講座の実施

センターが中心となりオンライン公開講座「先人の才知に学ぶサステナビリティー」を企画、実施した。オンライン形式とし、開始時刻を夕刻とすることで高校生や大学生さらには一般の方も含め、合計 160 名（第１回～３回）の参加があった。一方、話題提供側は、自身の研究における「持続性（サステナビリティー）」に対する考え方をアカデミア以外にも問いかけることに留意し、新たな学際性探究の契機となった。

表 2　オンライン公開講座

第１回（11/25）	農業を支えてきた土の中の微生物 ～畑の土×最先端分析～	杉山 暁史
第２回（12/16）	オーロラの神秘を解き明かすカギは，古記録にあり？	海老原 祐輔
第３回（1/20）	文化財を紐解く ～木材×歴史×科学～	田鶴 寿弥子
第４回（※中止）	地球上で一番巨大な生物から古くて新しくて強い材料が生まれる話	阿部 賢太郎

以上

人と木とのあわいをみつめる

田鶴　寿弥子
京都大学 生存圏研究所

1. 研究の背景と目的

日本は木の国である、と日本人の多くがそう感じているのではないだろうか。実際、世界遺産法隆寺に代表される歴史的建造物や様々な木製文化財、そして身近な生活必需品など、私たちは木材に囲まれて生活している。そして四季折々表情を変える樹木は、現代のあわただしい生活を生きる私たちにとって、季節を感じさせてくれる重要な存在でもある。しかし今、指数関数的な速度でテクノロジーが発展しつづける社会にあって、人と木との実質的な距離が広がりつつある中、木が私たちの文化の基盤を支えてきたことに気づき、木との本来の関係を深く知る日本人は多くはないのではないだろうか。そのような現代において、人が木と共生する長い歴史の中で獲得してきた「物事の本質を捉える能力」や「精神を支える文物における用材観」を、木という鏡を通して改めて学際的に考究することで、未来の開拓に必要な、温故知新型かつ文化的な知見の深化を目指したいと考えている。

木材科学文理融合ユニットでは、悠久の時代を超えて今に伝わる文物に使われる木に改めて注目する。人と木とが共に歩んだ歴史や環境、木を選ぶにあたっての人々の観念や思想までが込められている木製文化財に対し、学際的視座から樹種や年代調査をはじめとした科学的アプローチを行う（図１）。そこで得られるデータには、古の人々に備わった適所適材の用材観や、生存圏の過去の諸相まで読み解くための文理融合型のヒントが含まれるはずである。特に本ユニットでは、信仰や文化の象徴でもある木彫像や建造物などの文化財に目を向け、これら日本文化の根底を支えてきた文化財をとおして、当時の文化交流、植生、用材観、信仰の地域的な相違などを紐解くべく、研究を進めていく。

図１　文化財のかけらを通してみつめる古代の人と木とのあわい

2. 現在すすめている研究

現在進めている研究には、東アジアの木彫像調査や歴史的建造物調査などが含まれるが、ここでは木彫像調査について紹介する。日本では、東京国立博物館や森林総合研

究所などにより 8 世紀から 10 世紀頃に制作された一木彫像の多くに、カヤが使用されていることが明らかとされた。一方同じく仏教を信仰した中国や韓国の古代の仏像に一体どのような樹種が使用されていたのかは不明であった。筆者らが欧米の美術館らとともに継続して研究を行ってきた結果、日本と中国では木彫像用材だけを比較しても異なる用材観が見て取れた。また日本においては、仏教に触発されて制作されたとされる神道彫刻の調査も行ってきたが、仏像と同様カヤやヒノキが多用される一方、地域や時代によって、ある特定の樹種が使用されている傾向も見えてきた。このような用材観の研究は古代の人と木との関係を紐解く上で、重要な知見になると期待される。これらの木彫像調査については、欧米の美術館はじめ、国内の国立博物館や国宝修理所美術院、各都道府県文化財保護課などとの研究協力体制が整っており、今後も継続したデータの蓄積をすすめていく。

3. 今後の展開

いつの時代も人とともにあり、文化の構築に欠かせなかった木を中心に考究することで、古代から現代にいたるまでの人と木とのあわいを明らかにしようと研究を進めてきたが、まだまだ研究は十分とは言えず、長い歴史の中の氷山の一角を見ているにすぎないと感じている。これまで科学的調査が行われてこなかった文化財にも目を向けることで、現代の私たちが知らない、人と木とのあわいに流れる強固なつながりや日本人が構築してきた木の文化の底力を今ここで改めて考究していきたい。

4. 文献

著書

田鶴寿弥子、ひとかけらの木片が教えてくれること 木材×科学×歴史、淡交社、232 頁、2022 年

論文

Suyako Tazuru, Mechtild Mertz, Takao Itoh, Junji Sugiyama, Wood Identification of Japanese and Chinese Wooden Statues Owned by the Museum of Fine Arts, Boston, USA, Journal of Wood Science 68(11) 2022

Mechtild Mertz, Suyako Tazuru, Shiro Ito, Cynthea Bogel, A Group of Twelfth-Century Japanese Kami Statues and Considerations of Material Intentionality: Collaborative Research Among Wood Scientists and Art Historians, Journal of Asian Humanities at Kyushu University (JAH-Q),127-158, 2022

Suyako Tazuru, Mechtild Mertz, Hiromi Kinoshita, Takao Itoh, Junji Sugiyama, Wood identification of Chinese Buddhist statues in the Philadelphia Museum of Art, 文化財科学, 83, 109-119, 2021

大気圏森林圏相互作用ユニット

高橋　けんし，杉山　暁史
京都大学 生存圏研究所

1. 研究概要

地球の大気圏と森林圏の相互作用を理解するとともに、その機能の有効な活用方法を探索することは、持続可能な社会の構築を目指すうえで、非常に重要な視点である。植物が光合成により大気中の二酸化炭素を固定し、酸素を放出することや、微生物が窒素固定により大気中の窒素を生物が利用できる形態に変換することは、大気圏・森林圏の相互作用の代表例である。植物や微生物の機能は、人類の長い歴史を支えてきたと言えよう。本ユニットでは、温室効果気体の収支や揮発性有機化合物を介した物質変動の研究や、大気圏・森林圏の相互作用に寄与する植物や微生物の機能に関する研究を推進している。大気や植物、土壌といった個別のコンパートメントでの研究成果を、生存圏の物質変動・物質循環という視点に広げて捉え、持続可能な社会としてあるべき姿における大気圏・森林圏の相互作用の基本的構造と機能を理解することを目指す。本ユニットはまた、ミッション１「環境診断・循環機能制御」の活動とも密接に関連している。

2. 研究成果

近年、ある種の樹木表面からメタン(CH_4)ガスが放出されるというユニークな現象が注目されている。大気中の CH_4 は、地球の放射収支に作用する主要な温室効果気体であるため、その大気濃度に影響する発生源の特定と定量化は、自然科学にとどまらず社会的にも喫緊の課題となっている。我々は、暖温帯林に自生する湿地性樹木のハンノキ(*Alnus japonica* (Thunb.) Steud.)の樹幹から CH_4 が放出されていることを見出し、その放出量の時間変動や樹木間個体差を詳しく調べている。放出量の計測は、近赤外半導体レーザー分光法と閉鎖循環チャンバー法を組み合わせたシステムを構築し、完全自動化している。グラニエ法による樹液流束の計測も行っている。

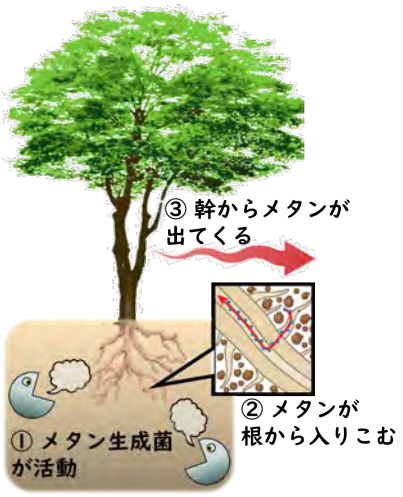


図１　湿地性樹木からメタンガスが出てくるメカニズムの模式図

先行研究では、樹幹からのメタン放出量に日周変動があるとする報告と、無いとする報告が混在している。日周変動の有無は、樹種や樹木の生育環境などに依る可能性が

あるが、我々の観測実験ではハンノキが展葉している 5－11 月にのみ CH_4 放出量に日周変動が出現することを発見した。こうしたメカニズムの解明は、湿地性樹木が大気中の CH_4 濃度に与える将来的な影響を、植物学的なメカニズムもきちんと考慮したプロセスベースモデルで評価していくために、非常に重要な貢献となる。

我々はまた、大気圏・森林圏の相互作用に密接に関係する植物と微生物の相互作用に着目した研究を進めている。植物の根からは光合成で獲得した炭素のうち 5～20%程度が土壌中に分泌される。これらの代謝物は根近傍領域である根圏の微生物の栄養源となる他、相互作用のシグナル分子としても機能する。これまでに、ダイズやトマト等の作物を用いて、根から分泌されるイソフラボン、サポニン等の植物特化代謝産物が根圏微生物叢の形成に働くことを見出し、これらの代謝物を介した相互作用が植物の生育に与える影響を圃場環境で解析してきた。本ユニットでは、対象とする植物特化代謝産物を揮発性化合物にも広げ、根から放出される揮発性化合物を採取・解析方法の確立と機能解析を行う。今年度は、圃場環境のトマト根圏で揮発性化合物の測定を行った。

3. 今後の展開

研究課題の推進に加えて、生存圏研究所の共同利用研究集会として「土壌・植物・大気を跨ぐ物質の循環と機能に関するワークショップ」を開催することを計画している。個別の所属学会ではなかなか出会う機会のない「大気」「森林」「土壌微生物」の研究者が一堂に会し、幅広く分野横断の議論と情報交換を行うことにより、各々の領域での先端知を“生存圏の物質循環”という俯瞰的視点からシームレスにとらえることを目指す。これにより、ユニークな切り口やベクトルを持った新しい生存圏科学の研究課題の萌芽が期待できる。同時に、こうした活動を通じて、生存圏研究所のアクティビティーを学内外へ広く知って頂くことにより、生存圏科学のコミュニティー拡大を目指したいと考えている。

4. 成果発表

K. Takahashi, A. Sakabe, W. Azuma A., M. Itoh, T. Imai, Y. Matsumura, M. Tateishi, Y. Kosugi, Insights into the mechanism of diurnal variations in methane emission from the stem surfaces of *Alnus japonica*, New Phytologist (2022) 235: 1757-1766, doi: 10.1111/nph.18283

プレスリリース「木の中にガスパイプライン？－ガス漏れの場所を特定せよ!－」, https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2022-07-15, 2022年7月15日

杉山 暁史, 作物頑健性に寄与する根圏ケミカルワールドの機能, 日本学術会議農芸化学分科会・植物科学分科会シンポジウム「SDGs 達成に向けた農芸化学の挑戦」, オンライン, 2022 年 11 月 29 日. (招待講演)

先端計測技術開発ユニット

上田　義勝
京都大学 生存圏研究所

1. ユニットの研究理念

未来開拓研究センター 先端計測技術開発ユニットでは、計測技術を基礎として様々な研究テーマを設定し、課題解決を目指している。一般的に研究や教育には、計測は必須の技術であり、だからこそ幅広いテーマ設定が可能となる。ただし、研究・教育としての大きな目的を考えた場合（例えば環境改善など）、計測そのものは単なる手段になってしまう事が多い(大気汚染計測など)。そのため、目的と手段を混同することなく、理念としての目標をしっかり定める事が、本ユニットとしての研究・教育活動にとってより重要であると考えている。

2. 研究課題

本ユニットでの研究課題については、目的に合わせた先端計測技術の利用、もしくはその開発を行い、分野横断型の研究課題を設定しながら、研究をすすめていく。現在のユニットとしての研究課題として、「人類生存圏の環境回復」を大きな目的として設定している。また、キーワードとしては「環境放射能（東日本大震災関連として)」「微細気泡」の２つを採択しているが、これらのキーワードに関わる課題として、生存圏科学共同研究からは 6 課題、また企業との共同研究もいくつか進めている。

図 1　現在のユニットのテーマ設定

3. 「手段」としての先端計測

各研究課題として取り組んでいる課題の報告については、主には生存圏科学共同研究の要旨としてまとめているが、本ユニットでは、特徴的な一つの新しい分野横断課題について紹介する。今年度は新しい分野横断型研究課題として、「微細気泡」の中でもさらに「プラズマ」と「微生物」を融合させたテーマを設定した。ここ数年は殺菌や消毒などは大変注目される単語であり、我々も初めは COVID-19 の殺菌・不活性化についてテーマを模索していた。一方で、各分野の研究者同士での議論を進めたところ[1]、微生物を不活化するのではなく、微生物そのものを利用して環境応用に特化させる研究課題が新たに産まれる事となった。特に、環境負荷をかけずにマイクロプラスチッ

クを分解する新規研究として、電気、化学、情報学、生命科学分野の研究者が一体となって進める形となり、本ユニットの新しい成果として紹介できるものとなっている。

4. 今後の展開

その他、生存圏科学の今後の方針を考えるうえで、これまでの生存圏科学としての本研究所の活動をキーワード解析し、その傾向もまとめていきたい。今年度、言語の統計解析を利用して既に報告しているが、新しい生存圏科学の目的設定のため、この解析結果を発展させ、今後に繋がる研究課題として広げていきたい。

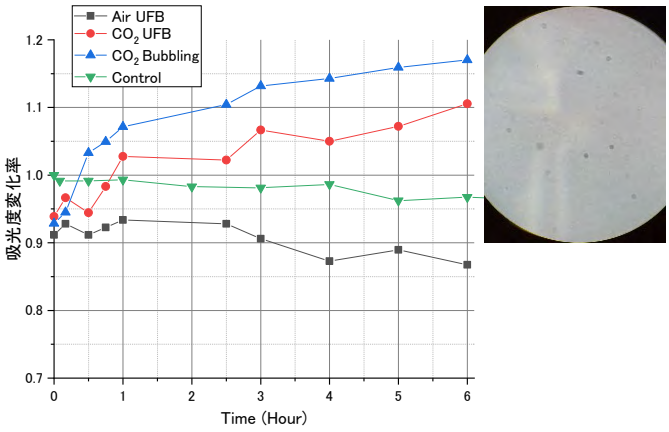


図 2 微生物の直接観測（右上写真）と、微細気泡による微生物活性の変化（吸光度計測による）

5. 引用文献

[1] 渡邊 崇人, 「生存圏科学における環境汚染物質分解細菌の有効利用 −廃プラスチック類分解のための模索−」, 第４８２回生存圏シンポジウム, 2022 年 10 月 28 日

6. 業績等

投稿論文

Ueda, Y., et al., Fine soil particle aggregation in ultra-fine bubble irrigated paddy fields. Water Supply, 2022. 22(11): p. 7972-7981.

上田 義勝, 梅澤 俊明, 生存圏ミッション研究のキーワード統計解析, 京都大学生存圏研究所, 18, 35-45, 2022

著書

上田 義勝, 佐藤 岳彦, 高木 浩一, 高橋 克幸, 泡の生成・消泡の基礎と産業利用(第9章 ファインバブルを用いた殺菌・ウイルス不活化), ISBN 978-4-7813-1677-2, 2022

主な招待講演

Hideaki Ohgaki, Yoshikatsu Ueda, Environment-friendly water teatment by fine bubbles, Aiming for Environmental Friendly and Carbon Neutral System of Desalination and Water Treatment, Japan Pavilion Seminar, COP27, Nov 8, 2022

【基調講演】上田義勝, ファインバブルの基礎と応用 − 最新の研究事例について − ,[モノづくり力徹底強化検討会] 入門ファインバブルセミナー, モノづくり日本会議（日刊工業新聞社）, 2022 年 9 月 21 日

バイオマスプロダクトツリー産学共同研究ユニットの取り組み

西村裕志、黒田慶子、斎藤香織、小林直子、南 陽平、橋爪知弘、渡辺隆司
京都大学 生存圏研究所

1. 研究概要

森林から土壌、河川、海洋そして大気、宇宙へと広がる生存圏において、地球環境と調和した産業の構築が切実に求められている。バイオマスプロダクトツリー共同研究ユニットでは、その中心を担う植物バイオマスからプロダクトツリーを創る技術開発を行う。木質バイオマスを温和な条件で溶解し、新素材、機能性製品を創る研究や、分子変換による機能性化合物の創出、精密な分子構造解析やバイオテクノロジーによる変換などに取り組む。2050 年のカーボンニュートラル実現による新産業創出と豊かな森の恵みによる農林水産業の活性化を通じた地域環境、地域経済への貢献を目指した研究開発を進める。幅広い産官学の連携と、オープンイノベーションによって、バイオマスに新しい付加価値を創り、持続的で豊かな社会の創成に貢献する研究を行う。

2. 研究の背景と目的

生存圏未来開拓センターのバイオマスプロダクトツリー産学共同研究ユニットは、京都大学と株式会社ダイセルとの包括連携協定（2021年 10 月）のもと、共同研究拠点として京都大学宇治キャンパス内の化学研究所、エネルギー理工学研究所と協力して、学際的な研究領域の研究者が集い、産業界、地域社会と連携したハブ拠点形成を目的として設置、研究開発を推進している（図 1)。

図 1 ：バイオマスプロダクトツリー産学共同研究の概要図

3. 研究の結果および考察

研究成果の概要を以下①～②に記載する。

① リグニンは植物細胞壁を構成する主要成分で、地球上で最も多い芳香族高分子である。リグニンは細胞壁の二次壁内部および細胞間層に多く存在しており、多糖成分と密に相互作用している。針葉樹、広葉樹、草本系など多様な種類の試料を用いて、ギ酸などの有機酸を用いた温和な条件下での溶解により、木粉から成形体を作製した。成形体としては、モールド、フィルム、ペーパーなどである。図 2 に代表例を示す。ユーカリ由来のプラスチック様フィルムではアクリル樹脂に匹敵する強度を示した。

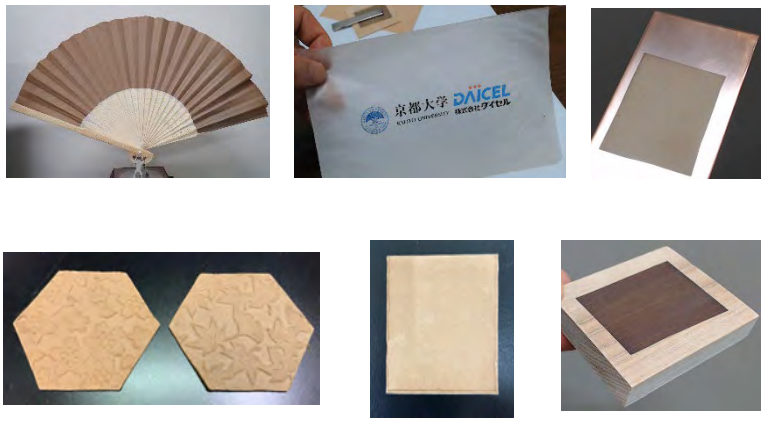


図２：溶解木粉からのウッドペーパー、ウッドモールドの創製

② 木質バイオマスに適用可能な、アミノ酸をベースとした安価で環境に優しい深共晶溶媒を新たに開発した。特に主成分であるセルロースの新規深共晶溶媒による溶解機構、分子量分布や化学構造変化の解析を行った。(Saito K. *et al.*, *Chem Lett*, 51, 407, 2022.) また、リグニンのオリゴマーモデル化合物である DHP の重合反応条件と分子構造に関する知見を詳細に解析した。反応スケール、pH、重合酵素活性、有機溶媒条件、Zutropf (ZT) モードと Zulauf (ZL) モードによる合成法について解析を行った。(Tokunaga Y. *et al.*, *Holzforschung*, 77, 51-62, 2022.)

4. 今後の展開

バイオマスプロダクトツリー産学共同研究として、木質バイオマスや農業水産業における未利用バイオマスを有用な化学品や高機能な材料に変換し、自然と共生する低炭素社会の実現、地域活性化、新産業創出へ展開する。

ミッション推進委員会活動報告

篠原真毅
京都大学 生存圏研究所

1. 委員会組織

委員長：篠原 真毅（京都大学生存圏研究所）
委　員：畑 俊充（京都大学生存圏研究所）
　　田中 聡一（京都大学生存圏研究所）

2. 委員会概要

生存圏研究所では、「環境診断・循環機能制御」、「太陽エネルギー変換・高度利用」、「宇宙生存環境」、「循環材料・環境共生システム」、「高品位生存圏」の 5 つのミッションを設定し、研究成果の実装を含めた社会貢献をめざしている。平成 28 年度に新設したミッション 5「高品位生存圏」は、社会とのつながりや国際化、物質・エネルギーの循環を、これまでよりも重視している。各ミッションの活動報告は本報告書の別ページを参照いただきたい。ミッション推進委員会はこれら 5 つのミッションの円滑な推進と情報発信を行うことを目的として活動している。研究所のミッションは 2004 年の研究所発足より活動しており、3 期 18 年にわたり、発展しながら継続してきた。2022 年度より大学中期計画第 4 期に入るに際し、ミッション研究の内容解析とコミュニティーの充実を行い、生存圏科学の可視化、情報発信を行っていく計画である(図 1)。

3. 2022 年度の活動状況

ミッション推進委員会では上記のミッション研究の他、生存圏フラッグシップ共同研究、アジアリサーチノード共同ラボ(ARN)、オープンセミナーを所轄する。これまでそれぞれに予算措置を行い、研究やセミナーを実施してきたが、2022 年度は残念ながら電気代の高騰、国際情勢の不安定化、円安等々の理由により、年度当初に予算措置はなく、2023 年 1 月にミッション 1-4 に各 50 万円、ミッション 5 に 100 万円の予算措置ができたのみであった。これは前年度に比べ約 88%減という厳しいものであり、予算措置も大変遅かった。残念ながらフラッグシップ共同研究や ARN への予算措置もできなかった。来年度は早期の予算措置と予算の増加を目指し、ミッション研究の活性化を目指す。

オープンセミナーは生存圏科学や圏間融合研究に重要な分野横断型セミナーであり、誰でも気軽に参加できるセミナーである。コロナ以後はオンラインで実施しており、2022 年度も 15 回開催し、延べ参加人数 586 名(1 回平均 39 名)で盛況に開催された。オ

ープンセミナーのうち、講演者の許可が取れたものは YouTube で公開し、生存圏研究所の広報、生存圏科学の発展に寄与している。YouTube Channel「京都大学生存圏研究所」ではオープンセミナーの動画以外に様々な動画を公開しており、現在動画 22 本、うちオープンセミナー 5 本が公開されている[1]。

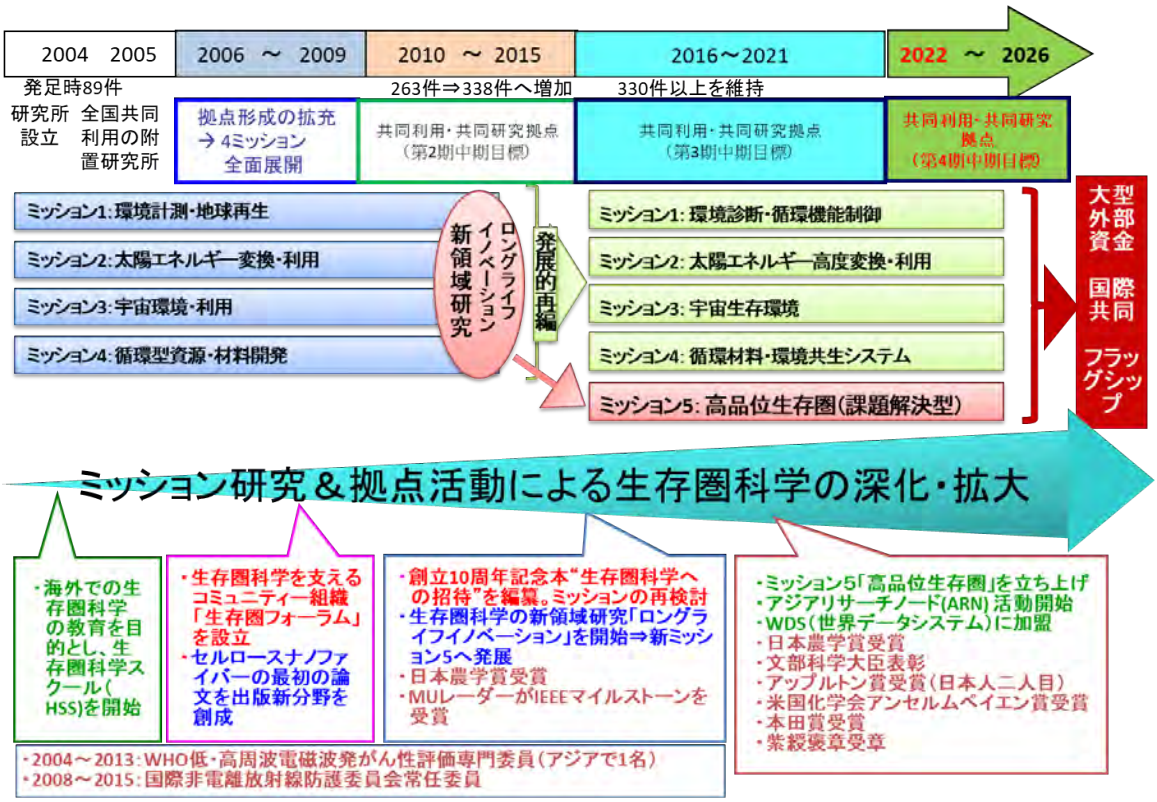


図 1 生存圏科学の共同利用・共同研究拠点におけるミッション研究

4. 引用文献

[1] YouTube Channel 京都大学 生存圏研究所
https://www.youtube.com/@user-tg5zp9kj8j/featured

ミッション１：「環境診断・循環機能制御」

橋口浩之、梅澤俊明
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代　表　者：橋口浩之、梅澤俊明（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：高橋けんし、杉山暁史、飛松裕基、馬場啓一、
上田義勝、矢吹正教（京都大学 生存圏研究所）
他生存圏研究所教員多数

2. 研究概要

近年、化石資源ベースの経済活動を持続可能なバイオマス資源をベースとしたものに変えていこうとする「バイオエコノミー」という概念が世界的に広く用いられている。これは、バイオマスやバイオテクノロジーを使うかどうかは問題でなく、経済活動に地球規模の持続性や再生可能性の考えが盛り込まれているかどうかが要点である。2015 年 9 月には、持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals, SDGs）が国連サミットで採択された。ここでは、誰一人取り残さない持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現のため、17 の目標が設定されており、発展途上国・先進国を含めすべての国が行動し、社会・経済・環境の観点に統合的に官民挙げて取り組むとされている。さらに同年 12 月には欧州委員会がサーキュラーエコノミーパッケージを採択した。サーキュラーエコノミーとは、生産と消費の在り方を根本的に変える経済モデルで、製品・部品・資源を最大限に活用し、それらを消費することなく永続的に再生・再利用し続けるビジネスモデルである。同じく 2015 年 12 月の第 21 回気候変動枠組み条約締約国会議（COP21）で気候変動抑制に関する多国間の国際的協定（パリ協定）が採択され、地球温暖化対策と経済成長の両立が一層強く求められるようになっている。これらを考慮し持続的生存基盤の構築を図ることが、まさしく生存圏科学の最大のミッションと言える。

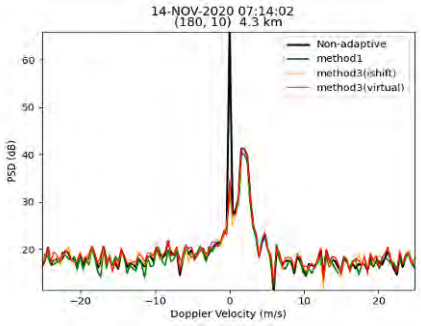
ミッション 1 では、生存基盤科学の構築という大目標の達成に向けて、バイオマス資源の持続的生産、大気環境計測及び再生可能性／多様性の項目にマッピングされる萌芽的研究や基盤的研究を推進している。特に、地球温暖化や極端気象現象の増加といった環境変動の将来予測に資するため、大型大気観測レーダーや衛星等を用いた精密測定により、現状の大気環境を診断する。また、生物圏から大気圏にわたる物質輸送・交換プロセスのメカニズムを解明するとともに、資源・物質循環に関わる植物・微生物群の機能の解析と制御を通じて、化石資源によらない植物バイオマス資源・有用物質の継続的な生産利用システムの構築を目指す。さらに扱う領域を土壌圏まで広げ、物質循環の観点から生存圏全体を俯瞰する活動を進めている。

3. 研究成果

3.1 大気レーダーアダプティブクラッター抑圧技術の開発

代表：橋口浩之

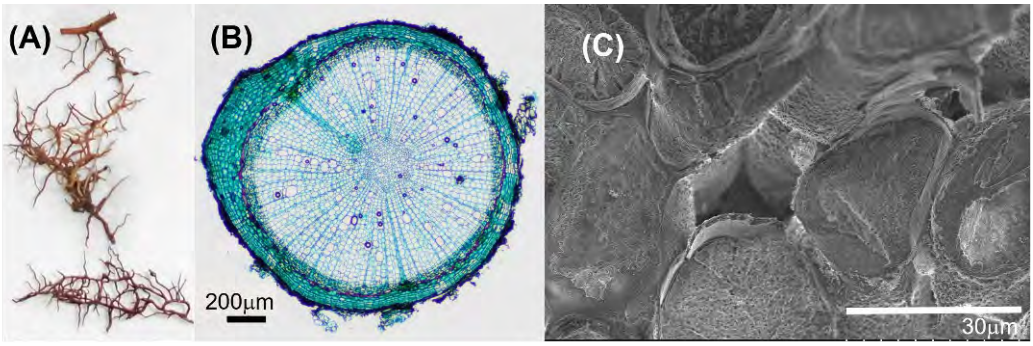
大気レーダー観測において、しばしば山や建物の固定クラッターエコーからのサイドローブエコーが観測の障害になることがある。クラッター抑圧手法として、複数の受信アンテナが使える場合に、NC-DCMP(ノルム・方向拘束付き電力最小化)法が有効である。MU レーダーアンテナの周辺にターンスタイルアンテナを設置し、大気エコーを犠牲にすることなく、クラッターエコーを抑圧する手法を実装した。さらに、この技術を1.3GHz ウィンドプロファイラに適用すべく開発を行っている。



MU レーダーで観測されたドップラースペクトル（黒線：オリジナル、緑・黄・赤線：NC-DCMP）

3.2 大気微量成分を介した生物圏—大気圏相互作用

代表：高橋けんし



ハンノキの細根を採取したサンプル（A）、および、光学顕微鏡（B）とクライオ SEM（C）を用いてサンプルを観察した事例。

ある種の樹木からメタンガスが発生しているという新しい現象が注目されている。我々は、湿地性樹木の一つであるハンノキの樹幹からメタンが放出される植物学的なメカニズムを明らかにするために、光学顕微鏡とクライオ SEM による細根の組織観察を行った。その結果、ガス態のメタン分子が拡散移動する経路として機能している可能性のある細胞間隙を同定することに成功した。

気温ラマンライダー用に開発した多波長分光検出器

3.3 気象ライダーの開発

代表：矢吹正教

深紫外光源を用いた気温・水蒸気量を同時に計測するライダーの社会実装に向けた取組を推進した。気温計測用に、

弾性散乱光による迷光の影響を 10^{-7} 以下にまで減衰させ、かつ光学調整が容易な多波長分光検出器を開発した。ラジオゾンデ観測との比較により、気温ライダーは境界層内の気温を精度 0.5 K 以下で計測できることを実証した。

3.4 大気圏−森林圏−土壌圏の物質循環に関わる根圏微生物

代表：杉山暁史

トマト根から分泌されるα-トマチンの根圏での機能解明を目指した。α-トマチンはスフィンゴモナス科スフィンゴビウム属の微生物を根圏で増加させ、根圏微生物叢を形成するが、今年度は、トマト根圏から単離したスフィンゴビウム属菌のトマチン分解活性を解析するとともに、分解に関与する遺伝子群を同定した。また、α-トマチンとスフィンゴビウム属菌を含む根圏環境を作出し、トマト生育に与える影響を調査した。

圃場でのトマト栽培

3.5 地球外森林構築に向けた樹木の環境応答研究

代表：馬場啓一

人類の長期宇宙滞在に資する地球外森林構築を視野に、さまざまな環境で生育させた樹木の基礎的知見を集積することを目的として、人工環境下で樹木を栽培し、その成長や形成される材の特徴、生理応答などを研究している。今年度は人工気象器内で一定の温度下で日長のみを変えた場合の伸長成長と肥大成長の経時変化について調べた。その結果、周年短縮系の移行期における生育状態が詳細に把握できるようになった。

気象器内で黄葉しつつあるギンドロ

3.6 イネ科バイオマスを用いた炭素隔離に向けた基盤構築

代表：梅澤俊明、共同研究者：飛松祐基、梅村研二、小西哲之（京大 生存圏研究所）、レザ ラムダン リバイ（京大 生存圏研究所、インドネシア研究イノベーション庁）、八木重郎（京大 エネルギー理工学研究所）、小林優（京大 大学院農学研究科）、サフェンドリ コマラ ラガムスタリ（インドネシア研究イノベーション庁）

熱帯天然林伐採跡地に成立する荒廃草原の適切な管理と植生回復は、歴史的負の遺産の補償と環境保全および資源生産・利用に関わる課題であり、これら熱帯荒廃草原の植生回復とバイオマスエネルギー生産を目指した研究を進めてきた。本ミッションでは、

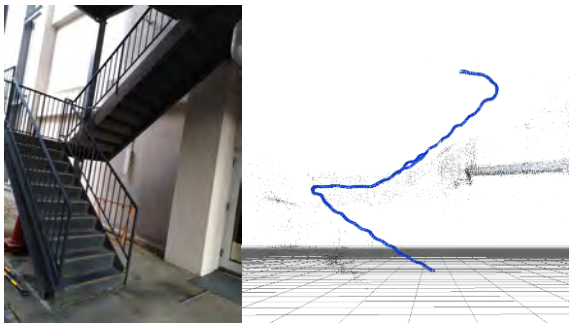
ソルガム選抜実験

昨年度に引き続き上記研究の展開として、太陽光発電とバイオマス生産を連携させた炭素隔離に適するバイオマス植物、特にイネをモデル植物として用い、高リグニン含量の大型イネ科バイオマス植物（ソルガム）の育種を進めた。

3.7 歩行サーベイデータベースを用いた福島県飯舘村の環境放射能の移行調査

代表：上田義勝

東日本大震災後の福島県での支援研究において用いている歩行サーベイ計測器(KURAMA-II)について、特に GPS による位置補足が難しいエリア（山間部等）における代替技術として、動画解析によるマッピング技術の適応を行っている。今年度においては、特にこれまで難しかった高さ方向の位置補足についても、フォトグラメトリ解析を適応させることで精度よく解析が可能であることを確認している。



フォトグラメトリ解析による 3 次元歩行解析

4. 今後の展開

ミッション 1 が包含する研究領域は広く、個々の研究課題の内容は多岐にわたっている。今後も、新たな課題の解決に向けた新規萌芽研究課題の発掘を進めるとともに、本ミッションの研究で成果が蓄積してきた課題は、次のステージに進めるように展開する。

5. 付記

・原著論文

K. Baba, Y. Kurita, and T. Mimura, Experimental study of intra-ring anatomical variation in Populus alba L. with respect to changes in temperature and day-length conditions. Forests, 13, 1151-1159, doi:10.3390/f13071151, 2022.

K. Takahashi, A. Sakabe, W. A. Azuma, M. Itoh, T. Imai, Y. Matsumura, M. Tateishi, and Y. Kosugi, Insights into the mechanism of diurnal variations in methane emission from the stem surfaces of *Alnus japonica*, New Phytologist, 235, 1757–1766, doi:10.1111/nph.18283, 2022.

Y. Ueda, N. Nihei, R. Norarat, and M. Tanigaki, Correlation Between Radiation Measurement on the Field Slopes Using KURAMA-II (Kyoto University RAdiation MApping System) and Environmental Radioactivity in the Soil Depth Direction. In Proceedings of the Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science, 2021, 327-334,

doi:10.1007/978-981-19-0308-3_27, September 20, 2022.

・総説

梅澤俊明, リグニン代謝工学によるイネ科バイオマス植物の育種 –リグニンの量と構造の改変–, 化学と生物, 60, 565-572, 2022.

梅澤俊明, 再生可能バイオマス資源の形成と利用, 京都大学環境報告書2022, pp. 29, 2022.

・学会発表

橋口浩之, 矢吹諒, 西村耕司, MU レーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発, 日本気象学会 2022 年度春季大会, オンライン, 2022 年 5 月 17-20 日.

橋口浩之, 矢吹諒, 西村耕司, MU レーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 幕張・オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

Y. Uchiho, K. Matsuki, E. Takeuchi, T. Hasegawa, and M. Yabuki, Observation of Water Vapor Profiles by Raman Lidar with 266 nm laser in Tokyo, 30th International Laser Radar Conference (ILRC-30), Online, June 26-July 1, 2022.

Toshiaki Umezawa, Grass lignin metabolic engineering for sustainable lignocellulose valorization, The 20th IUFRO Tree Biotech and the 2nd Forest Tree Molecular Biology and Biotechnology (FTMB) Conference, Harbin, July 7-9, 2022.

矢吹正教, 松木一人, 内保祐一, 竹内栄治, 長谷川壽一, 気温計測用回転ラマンライダーのための多波長分光検出器の開発, 第 40 回レーザセンシングシンポジウム, 福山（広島）, 2022 年 9 月 1－2 日.

橋口浩之, 矢吹諒, 木村侑希大, 西村耕司, 外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発, 第 16 回 MU レーダー・赤道大気レーダーシンポジウム報告書, オンライン, 2022 年 9 月 5-6 日.

栗田悠子, 鹿島誠, 馬場啓一, 小林奈通子, 田野井慶太朗, 石崎公庸, 三村徹郎, 永野惇, 落葉木本植物ポプラにおける葉位ごとの季節的なシンク-ソース推移の解明, 日本植物学会第 86 回大会, 京都, 2022 年 9 月 16-19 日.

松木一人, 内保祐一, 竹内栄治, 長谷川壽一, 矢吹正教, ソーラーブラインド領域のレーザを用いた水蒸気/気温ラマンライダーの開発, 日本気象学会 2022 年度秋季大気, 札幌, 2022 年 10 月 24-27 日.

Akifumi Sugiyama, Rhizosphere metabolome for the robustness of crops, International workshop on Unveiling the secret of underground: technologies for visualizing root and rhizosphere, Tsukuba, 2022 年 11 月 4 日.（招待講演）

杉山暁史, 根圏での植物－微生物代謝ネットワーク, 農薬バイオサイエンス研究会シンポジウム, 京都, 2022 年 11 月 22 日.（招待講演）

杉山暁史, 作物頑健性に寄与する根圏ケミカルワールドの機能, 日本学術会議農芸化

学分科会・植物科学分科会シンポジウム「SDGs 達成に向けた農芸化学の挑戦」, オンライン, 2022 年 11 月 29 日.（招待講演）

K. Takahashi, A. Sakabe, W. A. Azuma A., M. Itoh, T. Imai, Y. Matsumura, M. Tateishi, and Y. Kosugi, Methane emission from the stem surfaces of Alnus japonica, iLEAPS meeting, Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, December 1-2, 2022.

梅澤俊明, 植物バイオマスのエネルギー利用, グリーンエネルギーファーム産学共創パートナーシップランチセミナー, 京都（オンライン）, 2022 年 12 月 3 日.

Yabuki, M., K. Matsuki , Y. Uchiho , E. Takeuchi and T. Hasegawa, Optical Design of Rotational Raman Lidar Based on Double-Grating Spectrometer for Profiling the Atmospheric Temperature in the Lower Troposphere, AGU Fall Meeting 2022, Chicago, USA; Online, December 12-16, 2022.

栗田悠子, 鹿島誠, 馬場啓一, 石崎公庸, 小林奈通子, 田野井慶太朗, 三村徹郎, 永野惇, 野外ポプラにおける葉位ごとの季節的なシンク-ソース推移の解明, 第 64 回日本植物生理学会年会, 仙台, 2023 年 3 月 10-17 日.

梅澤俊明, リグノセルロースバイオマスの持続的生産･利用にむけて - 化学・代謝工学の観点から - , 第 7 3 回日本木材学会大会 一般公開シンポジウム森林と木材が拓くネガティブエミッションの新世界, 福岡, 2023 年 3 月 14–16 日.

馬場啓一, 栗田悠子, 永野惇, 三村徹郎, 短縮周年系で育成したギンドロ木部構造の年輪内変動, 第 73 回日本木材学会大会, 福岡, 2023 年 3 月 14-16 日.

・出前授業

高橋けんし,「大気の環境変動と森林の関わり」, 兵庫県阪神シニアカレッジ, 宝塚市, 2022 年 6 月 1 日.

子どもの好奇心をくすぐる体験授業「出前・受入授業」, 小さな泡の魅力, 亀岡市立ひえ田野小学校 (4 年生 13 人), 京都府, 2022 年 10 月 19 日.

子どもの好奇心をくすぐる体験授業「出前・受入授業」, 小さな泡の魅力, 亀岡市立東別院小学校 (1,2,3 年生 17 人), 京都府, 2022 年 11 月 7 日.

高橋　けんし,「気候変動問題のいまを知り, ミライを考える　―持続可能な「新時代」を目指して―」, 認定 NPO 法人大阪府高齢者大学校, 2023 年 1 月 13 日.

・自ら企画した研究集会

The 2nd online symposium of the Plant Microbiota Research Network (第 476 回生存圏シンポジウム), オンライン, 2022 年 8 月 22 日

第 12 回東日本大震災以降の福島県の現状及び支援の取り組みについて (第 485 回生存圏シンポジウム), 2022 年 12 月 6-7 日.

梅澤俊明, 第 13 回熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウム The 13th Tropical Biomass Flagship Symposium（第 488 回生存圏シンポジウム）(The 488th Symposium on Sustainable Humanosphere), 京都（完全オンライン）, 2022 年 12 月 22 日.

ミッション２：「太陽エネルギー変換・高度利用」

三谷友彦
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：三谷友彦（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：今井友也（京都大学 生存圏研究所）
渡辺隆司（京都大学 生存圏研究所）
篠原真毅（京都大学 生存圏研究所）
飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）
畑 俊充（京都大学 生存圏研究所）
渡邊崇人（京都大学 生存圏研究所）
西村裕志（京都大学 生存圏研究所）

2. ミッション概要

本ミッションは、図１に示すように太陽エネルギーを変換して高度利用するために、マイクロ波応用工学やバイオテクノロジー、化学反応などを活用して、太陽エネルギーを直接に電気・電波エネルギーや熱などに変換する研究を進め、さらに、光合成による炭素固定化物であるバイオマスを介して、高機能な物質・材料に変換して有効利用する研究にも取り組む。期間内においては、特に高機能物質への変換を重点化し、要素技術のみでなく全体システムへの展開を目指す。

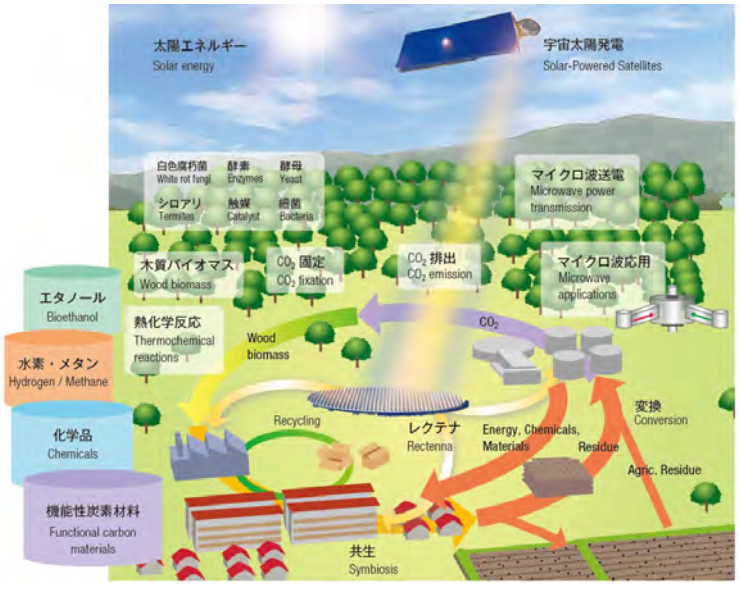


図１：ミッション２概要図

3. 今年度の取り組み

昨年度から継続して、「太陽エネルギー変換・高度利用」に資する、基礎的あるいは萌芽段階の研究課題の育成に主眼を置き、ミッション 2 活動の推進を図った。

主要テーマ① マイクロ波を利用した化学プロセスに関連する融合研究
・バイオリファイナリーへ向けた生体触媒、人工触媒の開発
・化学反応用マイクロ波加熱容器の研究開発
主要テーマ② ：バイオマス生物変換に関連する研究
・バクテリアセルロース合成酵素の複合体構成に関する研究
・木質ペレット由来ガス化残渣の賦活による活性炭の製造

4. 今年度の研究成果

1) バイオリファイナリーへ向けた生体触媒、人工触媒の開発

渡辺隆司[1]、徳永有希[1,2]、岡野啓志[1]、斎藤香織[1]、西村裕志[1]、永田崇[3]、近藤敬子[3]、片平正人[3]、入江俊一[4]（[1]京大生存研、[2]三重大院生物資源、[3]京大エネ研、[4]滋賀県大環境）

リグノセルロース系バイオマス変換の鍵となる高効率なリグニン分解のため、セルロースを酸化的に解重合する溶解性多糖モノオキシゲナーゼ（LPMO）の反応解析を行った。即ち、選択的白色腐朽菌 *Ceriporiopsis subvermispora* 由来の LPMO を酵母で発現し、分解物を GPC、HPLC、Maldi-TOF-MS を解析した。また、セルロース分解においてリグニンが LPMO の電子供与体として機能するか否かを解析するため、人工リグニンおよびミルドウッドリグニンの存在下および非存在下で LPMO をセルロースと反応させ、セルロースおよびリグニンの分解挙動を解析した。また、*C. subvermispora* 由来のマンガンペルオキシダーゼによる lignin モデルの解析を進めた。

成果発表：学会発表 3 件（国内 3 件）

・井関優侑、奥岡奈宜、橋爪知弘、近藤敬子、永田崇、片平正人、渡辺隆司、*Ceriporiipsis subvermispora* 由来溶解性多糖モノオキシゲナーゼのセルロース解重合反応の解析、第 73 回 日本木材学会大会(福岡大会)、2023/3/14-3/16.
・K.S.K. Teo, K.Kondo, T. Watanabe, T. Nagata, M. Katahira, molecular level elucidation of a *Ceriporiopsis subvermispora* manganese peroxidase-catalyzed conversion of phenolic lignin model dimer、第 73 回 日本木材学会大会(福岡大会)、2023/3/14-3/16.
・内田貴己、徳永有希、永田崇、近藤敬子、片平正人、渡辺隆司、*Trichoderma reesei* Cel7A のセルラーゼ糖質結合モジュールと人工リグニンの相互作用解析、第 73 回 日本木材学会大会(福岡大会)、2023/3/14-3/16

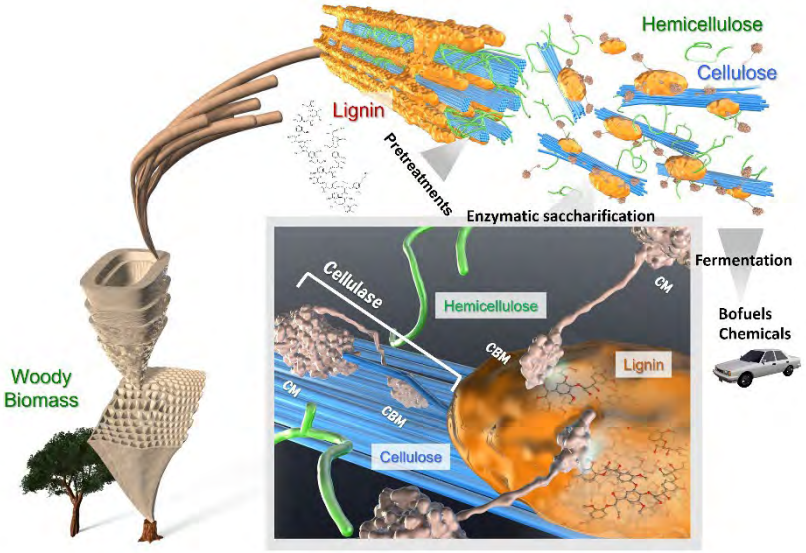


図 2：バイオリファイナリーへ向けた生体触媒、人工触媒の開発

2)　化学反応用マイクロ波加熱容器の研究開発

三谷友彦、豊永雄郎、鈴木健斗、高原麦、勝田慎平、篠原真毅（京大生存研）

昨年度に引き続き、電磁界結合と呼ばれる物理現象を利用した、金属の囲いがなくても安全に利用できる開放型マイクロ波加熱装置の設計開発を行った。今年度は、リピーターを利用したマイクロ波加熱装置の 2 次元方向の拡張に関する研究を行った。図 3 は研究成果の一例であり、電磁界シミュレーションにおいて純水あるいはエタノールをマイクロ波照射した際の電界強度分布を表している。また、加熱領域の拡張を目指した 0 次モード共振器を利用した電磁界結合型マイクロ波加熱、および軌道角運動量(OAM: Orbital Angular Momentum)モードを利用した照射型マイクロ波加熱の基礎研究を実施した。さらに、同一装置内で 2 周波数帯でのマイクロ波加熱を実現するための基礎研究を行った。上記を含めたマイクロ波加熱応用研究の業績により、研究代表者は日本電磁波エネルギー応用学会・学会賞を受賞した。

成果発表：学会発表 10 件（国際会議 6 件（うち基調講演 1 件）、国内 4 件）

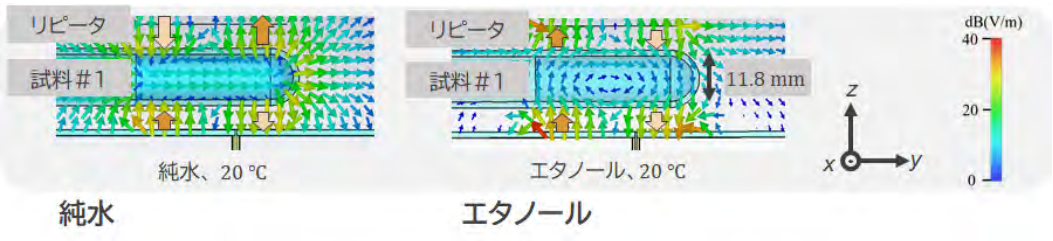


図 3：リピーターを利用したマイクロ波加熱装置の 2 次元方向の拡張に関する研究

3)　バクテリアセルロース合成酵素の複合体構成に関する研究

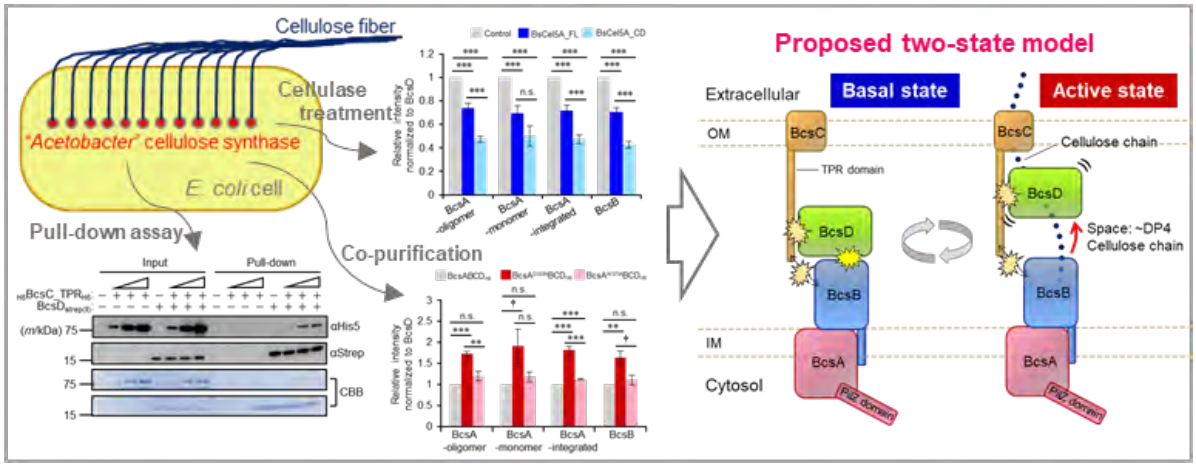
近藤辰哉 1, 2、鹿島騰真 1、中村由衣 3、野島慎吾 3、姚閔 3、今井友也 1

（１：京都大学生存圏研究所、２：農研機構、３：北海道大学大学院生命科学院）

バクテリアのセルロース合成酵素複合体（Bcs 複合体）は複数のサブユニットからなるヘテロ複合体であり、そのサブユニット構成によりいくつかのタイプに分けられる。酢酸菌のように高結晶性セルロースを生産するバクテリアの Bcs 複合体は type I に分類され、セルロース分子鎖を集積し結晶性繊維の形成に寄与する BcsD を持つことが特徴となる。そこで我々は大腸菌再構成系を使い、BcsD 周辺のサブユニット間相互作用を調査した。その結果、BcsD は Bcs 複合体の心臓部である BcsAB 複合体と直接相互作用するモードと、合成中のセルロース鎖を介して間接的に BcsAB 複合体と相互作用するモードの二つが存在することを確認した。この結果に基づき、Bcs 複合体にはセルロース合成活性化状態とセルロース合成休止状態の二状態が存在し、この二状態間ではサブユニット間相互作用のモードが切り替わるモデルを提案した。

成果発表：　論文発表 1 件、学会発表 2 件（国内 2 件）

Kondo, T., Nakamura, Y., Nojima, S., Yao, M., & Imai, T. (2022). The BcsD subunit of type I bacterial cellulose synthase interacts dynamically with the BcsAB catalytic core complex. *FEBS Letters*, **596**(23), 3069-3086. https://doi.org/10.1002/1873-3468.14495



Kondo, T., *et al*. 2022, https://doi.org/10.1002/1873-3468.14495

図 4：バクテリアセルロース合成酵素の複合体構成に関する研究

4)　木質ペレット由来ガス化残渣の賦活による活性炭の製造

畑　俊充 1、本間千晶 2（1 京大生存研、2 道総研林産試）

小規模ガス化発電設備の導入が進んでいるが、木質ペレットのガス化により得られる

熱分解残渣の利用が進んでいない状況である。バイオマス発電等で発生する燃焼灰と異なり、多量の炭素が含まれていることから、細孔が発達している特徴を活かした用途開発が望まれている。そこで、熱電併給プラントで発生するガス化熱分解残渣に水熱抽出と CO_2 賦活を適用し、これらの残渣の新規用途開発に有用な特性を見出すことを本研究の目的とした。0℃、大気圧下における CO_2 吸着量を調べたところ、CO_2 賦活前後のガス化残渣およびガス化熱分解残渣の CO_2 吸着量はそれぞれ 52 と 47cc/g、比表面積は 535 と 492m^2/g となった。熱水抽出を行った残渣の CO_2 吸着量はそれぞれ 54 と 64cc/g、比表面積は 658 と 669m^2/g となり、熱水抽出の方が CO_2 賦活よりも比表面積・CO_2 吸着量とも大きな値が得られた。

成果発表：　学会発表 1 件（国内 1 件）

図 5：木質ペレット由来ガス化残渣の賦活による活性炭の製造

5. まとめと今後の展開

ミッション 2 では、主に「マイクロ波を利用した化学プロセスに関連する融合研究」および「バイオマス生物変換に関連する研究」を軸とした基礎研究から応用研究までを幅広く実施し、ミッション 2 が着目する研究領域を多面的に捉えてミッション研究を推進した。太陽エネルギーの高度利用は、生存圏科学を醸成する上でも重要なミッションであるとともに、持続可能な開発目標(SDGs)においてもエネルギー、インフラ・産業・イノベーション、陸上資源等に貢献する。今後も、ミッション 2 で掲げた目標を複眼的に俯瞰的に捉えながら研究所内外の研究者間で議論を深める予定である。

ミッション３ :「宇宙生存環境」

小嶋浩嗣
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：小嶋浩嗣（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：大村善治（京都大学 生存圏研究所）
海老原祐輔（京都大学 生存圏研究所）
畑　俊充（京都大学 生存圏研究所）
栗田 怜（京都大学 生存圏研究所）

2. 研究概要

ミッション3「宇宙生存環境」は、人工衛星、宇宙ステーション、ロケット、地上レーダー、計算機シミュレーションなどをもちいて、宇宙圏・大気圏の理解のための研究を深化・融合させ、生活圏や森林圏との連接性の解明に取り組みます。さらに、太陽フレアを原因とする放射線帯や磁気嵐の変動などの理解を深めて、地球周辺の宇宙空間および月面上での人間活動に対する安全性を評価し対応策を提案できるようにします。気象・測位・通信衛星などの宇宙インフラの維持・発展にも貢献することで、宇宙環境の持続的な利用という社会的要請に応えます。本ミッションでは、宇宙圏環境の理解と利用だけでなく、生存環境としての維持・改善、ひいては大気圏、森林圏、生活圏との連接性も重点化します。

3. 研究の背景と目的

宇宙生存環境に関わる以下の項目の研究を遂行します。

- 月周辺におけるプラズマ・電磁環境に関する研究　(栗田、小嶋)
- オーロラ・サブストームを駆動するエネルギー変換機構の特定（海老原）
- 低地球軌道で利用するためのリグニン炭のX線光電子分光分析法による構造解析（畑・小嶋）

4. 研究の結果および考察

月周辺におけるプラズマ・電磁環境に関する研究

月は導電性が悪い上に、太陽風中や地球磁気圏内を移動するため、月表面での帯電状況や周辺電磁環境は、太陽活動の影響を受けて大きく変化する。今後、人類活動が月へ拡大していく中、月周辺で起こる様々なスケールでの電磁現象を理解することは、

月周辺における人類活動において重要な意味をもつ。本研究では、月を周回し、プラズマ・電磁場を計測している ARTEMIS 衛星のデータを用いて、月周辺におけるプラズマ・電磁環境に関するデータ解析を行なった。特に、月周辺において観測される、電子サイクロトロン高調波(ECH 波)の発生に関してのデータ解析を行なった。ECH 波は、その周波数スペクトル構造がプラズマの状態に強く依存することが理論的に知られている波動である。データ解析を通して、月周辺で観測される ECH 波は月が磁気圏内にある場合にのみ観測され、3 つの特徴的な周波数スペクトル構造に分類できることが明らかになった。また、最もよく観測される、広帯域にわたって高調波が観測される場合においては、衛星を貫く磁力線が月面へ接続した状態で、月から衛星へ向かって電子ビームが到来している場合に観測される傾向が見られた。これは、月面が負に帯電している場合に、月周辺で ECH 波が励起される可能性を示唆している。

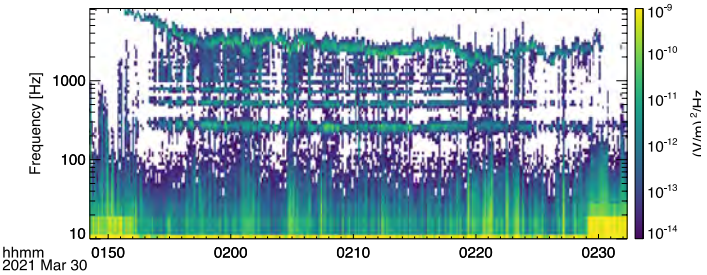


図 1　月周辺で観測される ECH 波の典型的な観測事例。広帯域にわたって高調波が観測される事例が最もよく観測される。

オーロラ・サブストームを駆動するエネルギー変換機構の特定

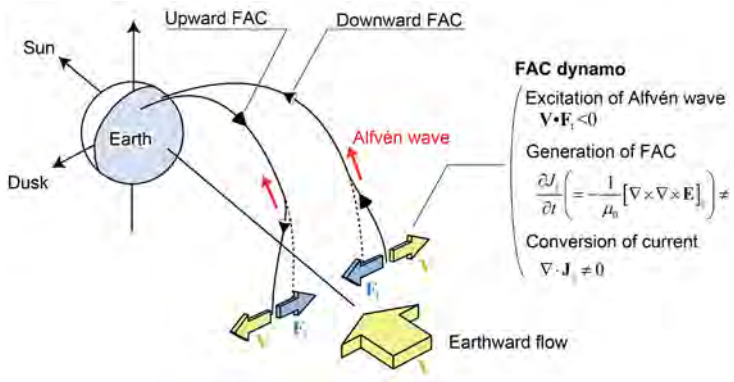


図 2：シミュレーションから予想される「沿磁力線電流ダイナモ」の模式図。①磁気圏尾部で磁気再結合がおこると地球向きの高速プラズマ流が発生する。②地球に近づくと東西方向に分流し、地球の磁力線を引っ張る。③アルベン波と沿磁力線電流が発生する。④アルベン波は沿磁力線電流とともに地球に伝わり、オーロラ・サブストームを駆動する[2]。

サブストームは地球近くの宇宙空間でおこる激烈な突発現象で、激しいオーロラ活動を伴う。このとき極域電離圏ではジェット電流が流れ、10^{11} W ものエネルギーが消費される。極域電離圏のジェット電流を維持するために必要なエネルギーは沿磁力線電流によって磁気圏から供給されていると考えられているが、その生成原因はよく分かっていない。沿磁力線電流を担うアルベン波のパケットを追跡して発生領域を特定するという新しい方法[1]を用い、オーロラ・サブストームを駆動する沿磁力線電流の発生領域を特定した。そこでは(i)プラズマが磁気張力に対して負の仕事をし(プラズ

マが磁力線を引っ張り)、(ii)垂直電流から沿磁力線電流への変換がおき、(iii)沿磁力線電流が発生 ($\partial J_{||}/\partial t \neq [-\nabla\times\nabla\times\mathbf{E}/\mu_0]_{||}$)していた。ここで $J_{||}$は沿磁力線電流、$\mathbf{E}$ は電場である。この 3 つの条件を満たす領域を沿磁力線電流(FAC)ダイナモ領域と呼ぶ。FAC ダイナモ領域で生成された沿磁力線電流はプラズマに乗った系で磁場方向に進み、極域電離圏に流入し、オーロラ・サブストームを駆動していると考えられる。この結果は JGR-Space Phys.誌に掲載された[2]。

図 3：木質バイオマスによる宇宙材料開発

参考文献：

1) Ebihara and Tanaka, JGR-Space Phys., 2022, doi:10.1029/2021JA029991

2) Ebihara and Tanaka, JGR-Space Phys., 2023, doi:10.1029/2022JA031011

低地球軌道で利用するためのリグニン炭の X 線光電子分光分析法による構造解析

（共同研究先：神戸大学工学研究科、長野工業高等専門学校、他）

宇宙圏における木質の利用可能性を検討するため、ブナおよびスギから芳香核構造の異なるリグニン(MWL)を調製した。低軌道宇宙環境下で問題となる原子状酸素(AO)に対する抵抗性の付与を目的として、窒素気流下 1 時間 700℃保持して得られた上記のサンプルに、AO 照射を約 60 分間行った。X 線光電子分光分析装置(XPS)を用いて得られたサンプル表面の化学組成と化学結合状態に関するデータを取得した。XPS スペクトルは非単色 Mg Kα 線(1253.6eV)の線源を 15kV、10mA で使用した。未炭素スギ MWL は AO 照射によりリグニン表面においてメトキシル基の酸化分解が生じ、酸性含有官能基の比率は低下した。一方、炭素化されたスギ MWL は C=O 成分が比較的多く、炭素化したブナ MWL は、AO 照射により O-C=O 成分を含む酸素含有官能基を生成し O/C 比の増加につながったと考えられる。樹種や処理により酸素含有官能基の量や種類を変えられる点においてリグニン炭の優位性があると考えられる。

5. 引用文献

1) Hsieh, Y.-K., Omura, Y., & Kubota, Y. (2022), Energetic electron precipitation induced by oblique whistler mode chorus emissions, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, e2021JA029583. https://doi.org/10.1029/2021JA029583.

2) Ebihara, Y., and T. Tanaka, Where is Region 1 field-aligned current generated? J. Geophys. Res. Space Res., submitted.

3) M. Iijima, K. Yamashita, Y. Hirooka, Y. Ueda, K. Yamane and C. Kamimura, Ultrafine bubbles alleviated osmotic stress in soybean seedlings, Plant Production Science, 2021/12, 10.1080/1343943X.2021.2021094
4) M. Iijima, K. Yamashita, Y. Hirooka, Y. Ueda, K. Yamane and C. Kamimura, Promotive or suppressive effects of ultrafine bubbles on crop growth depended on bubble concentration and crop species,Plant Production Science 2021, 10.1080/1343943X.2021.1960175
5) 畑　俊充、大西慶和、井出 勇、バイオマス炭素化物の機能性発現のための比表面積と空孔径分布の解析、第 385 回生存圏シンポジウム、ADAM/フラッグシップ/ミッション 2 合同シンポジウム(京都、2018.11).

ミッション４：「循環材料・環境共生システム」

環境共生とバイオマテリアルの利活用を両立させるために、循環型生物資源の中でも、特に木質資源の持続的利用の実現が重要である。このための具体策として、生物本来の構造や機能を理解し、それらを最大限に引き出す多彩な機能性材料の創製、木質材料等を用いた安全・安心な建築技術の開発に取り組む。さらには、資源の供給源である生態系と、これを消費する人間活動との調和と発展の実現にむけて、樹木、植物、昆虫、微生物の管理・利用法の研究も実施する。基礎・応用の両面から研究に取り組み、豊かな文化にもとづく環境未来型の生活圏の在るべき姿を模索することで、森林環境の安定と保全をはかり、生活環境のさらなる向上を実現することを目的としている。木質資源を基盤に、自然と共存を継承・継続する技術、材料を開発するなど「創造」を意識しつつ、それらの成果を産官学連携などによって社会へ展開することによりイノベーションを推進するミッションとして、今年度は下記５テーマを実施した。

4.1 木質材料をもちいた建築物の設計に資する部材・構造の挙動解明

1. 研究組織

代表者氏名：五十田博（生存圏研究所　生活圏木質構造科学分野）
共同研究者：中川貴文（生存圏研究所　生活圏木質構造科学分野）
森　拓郎（広島大学大学院　工学研究科）
北守顕久（大阪産業大学　工学部）
荒木康弘（国土交通省 国土技術政策総合研究所）
中島昌一（国立研究開発法人 建築研究所）

2. 研究の背景と目的

木質材料は軽量の割には強く、優れた建築構造材料として利用されている。ここでは超高層を可能にする直交集成板と木材の特性を活かした構造について検討する。

直交集成板（以下、CLT）は高強度、高剛性を維持したまま、これまで構造材料としての利用価値の低い、比較的低質な材料を内部に用いることが可能であり、構造的な利点ばかりではなく、森林資源の有効活用法のひとつとしても期待されている。我が国では、近年、日本農林規格（JAS）の施行、建築基準関連告示の施行、設計・施工マニュアルの作成など枠組みが整備されてきている。ここで、構造設計法に関連する事項の技術的背景を研究的に整備し、さらに適用範囲の拡大をめざして実施する一連の研究の基礎研究である。

3. 研究の結果および考察

本年度は科研費林野庁補助事業プロジェクトに協力し、1 層の住宅用の金物を用いた CLT パネル工法の試験体の静的加力実験を実施した（図 1-1)。低層建築物に CLT パネルを耐力壁として用いた場合、鉛直荷重によるパネル自体の破壊は起こらず、ロッキング挙動が生じる。床等の脱落が生じないのであれば、倒壊の限界変形は壁幅程度となり、大地震による倒壊は起こりにくい。今回の実験では、壁脚部接合部が破壊して、水平抵抗力がほぼ喪失するまで加力を行い、倒壊限界を確認した。また数値解析モデルに（図 1-2）より、試験体仕様の条件検討のための事前解析、メカニズム把握のための事後解析を実施した。

4. 今後の展開

CLT 建築物用の接合金物は従来の木造住宅用の接合金物よりも価格が高く、CLT 建築物の普及の阻害要因の一つとなっている。本実験により安価な住宅用金物による CLT パネル工法の実現が期待できる。今後は実験的検討を継続し、解析モデルによるパラメトリック・スタディにより研究を発展させ、本工法の構造設計法の確立に向けて検討を深める予定である。

図 1-1：試験体図

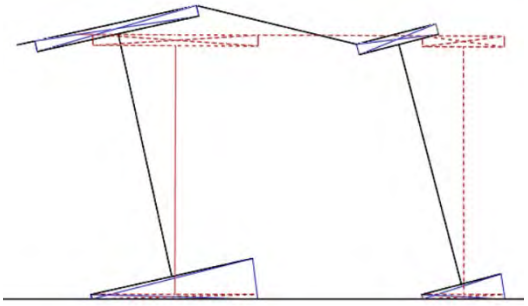


図 1-2：数値解析モデル

5. 付記

1）原著論文 1 件

So Momose, Takafumi Nakagawa, Tokikatsu Namba, Hiroshi Isoda and Tatsuya Miyake, An Analytical Method to Reproduce Seismic Behavior of Two-Story Cross-Laminated Timber Building at Large Deformation, Journal of Structural Engineering, Printing, 2022.

2）学会発表 1 件

百瀬奏、辻拓也、五十田博、中川貴文、中島昌一、荒木康弘「住宅用金物を用いた低層 CLT パネル工法建築物の静的倒壊実験」日本木材学会大会，福岡，2023 年 3 月

4.2 小角 X 線散乱による木材の構造物性相関解析

1. 研究組織

代表者氏名：今井友也（生存圏研究所　マテリアルバイオロジー分野）
共同研究者：岡久陽子（京都工芸繊維大学バイオベースマテリアル学専攻）
神代圭輔（京都府立大学大学院生命環境科学研究科）
田中聡一（生存圏研究所　生物機能材料分野）
飛松裕基（生存圏研究所　森林圏代謝機能化学分野）
堀川祥生（東京農工大学大学院　農学研究院）

2. 研究の背景と目的

材料一般にその物性は構造により決まる。従って構造-機能相関解析は材料研究において極めて重要な位置を占める。木材の細胞壁ナノ構造は、結晶性を持つセルロースについては、その理解はある程度進んでいるが、マトリクスの構造やそのセルロースとの界面など、物性に大きな影響を及ぼすと考えられる構造的特徴について、その理解は十分とは言えない。

そこで構造解析手法としてその場測定が得意な小角 X 線散乱解析を用い、木材に物理的揺動を加えつつその場測定を行い、構造解析を行った。また化学処理および生物学的に成分を変調させた植物細胞壁についても通常の小角 X 線散乱解析を行い、構造解析を行った。

3. 研究の結果および考察

今年度は、湿潤状態での温度上昇によりリグニンの熱軟化が起きる前後で、細胞壁内部のナノ構造に起こる変化を小角 X 線散乱解析により明らかにした内容で論文発表を一件行うことができた。その結果、これまでは動的粘弾性測定の結果から導出されていた熱軟化時のナノ構造変化を矛盾なく、より詳しく分析することに成功し、小角 X 線散乱による構造解析が物性相関解析において重要な役割を果たすことを示すことができた（Fig. 2-1)。

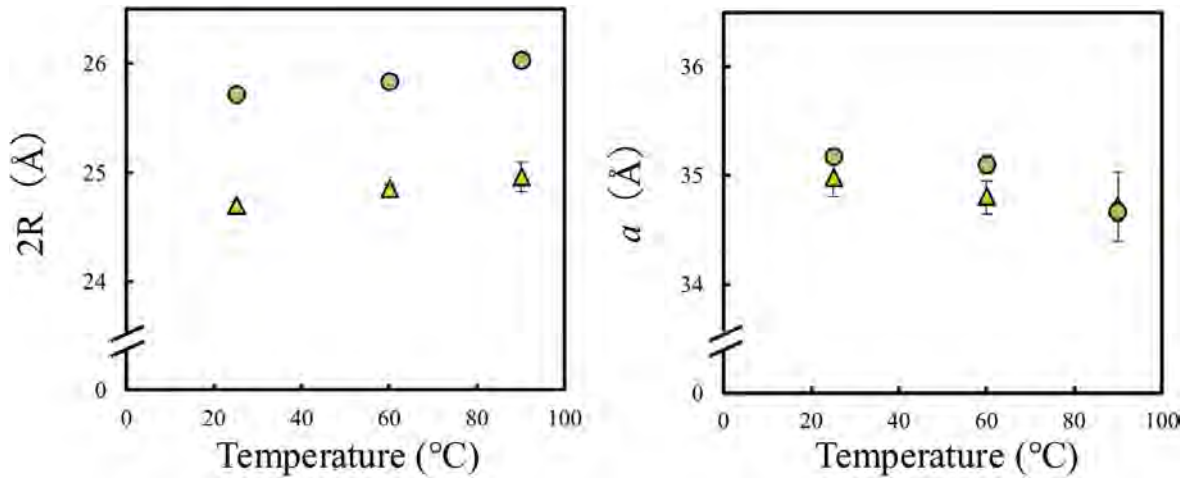


Fig. 2-1 : The change of the structural parameters obtained from small angle X-ray scattering experiment and the following data analysis by WoodSAS model.
Plots of the CMF (cellulose microfibril) diameter (2R) and the interfibrillar distance (a) obtained by the fitting calculation with the WoodSAS model, as a function of temperature: orange filled triangles and green filled circles for earlywood (EW) and latewood (LW), respectively. Error bars indicate the standard deviations in the fitting calculation with SasView.
Horiyama et al., 2022, *Journal of Wood Science*, DOI: https://doi.org/10.1186/s10086-022-02058-x

4. 今後の予定

他にも木材、竹材、イネなどの植物細胞壁試料や、脱成分した試料、異なる物理的揺動を与えた条件での測定を現在も継続して行っており、学会にて 5 件の発表を行った。

5. 付記

1) 原著論文 1 件

Hiroaki Horiyama, Keisuke Kojiro, Yoko Okahisa, Tomoya Imai, Takafumi Itoh, Yuzo Furuta (2022) Combined analysis of microstructures within an annual ring of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) by dynamic mechanical analysis and small angle X-ray scattering, *Journal of Wood Science* **68**, 52, DOI: https://doi.org/10.1186/s10086-022-02058-x

2) 学会発表 5 件(細胞壁ネットワーク研究会 1 件、第 73 回日本木材学会年次大会 4 件)

4.3 樹木内部応力の理解とその応用

1. 研究組織

代表者氏名：松尾美幸（生存圏研究所　循環材料創成分野）
共同研究者：梅村研二（生存圏研究所　循環材料創成分野）
共同研究者：山本浩之（名古屋大学　大学院生命農学研究科）
共同研究者：吉田正人（名古屋大学　大学院生命農学研究科）

2. 研究の背景と目的

樹木はその成長過程において、樹幹内に内部応力を発生させることで姿勢制御や外力からの樹体保護をおこなっている。この内部応力は残留応力と呼ばれ、樹木の生存戦略として重要である一方、製材時に木材の変形を引き起こして生産効率を下げることから、木材の有効利用を妨げる要因でもある。本課題では、特に製材変形が問題となり、かつ既往研究の少ない国産大径材丸太（直径 30 cm 以上）について、残留応力分布を把握するための大規模測定を進めている。これにより、学術的には樹木の残留応力発生メカニズム解明につなげるとともに、実用的には製材変形の予測や他の材質指標との関連解明を目指す。

前年度までにおこなったスギとケヤキの残留応力分布の大規模測定の結果、ケヤキにはこれまで他の樹種で報告されたことのない特異な残留応力分布パターンが存在することが明らかになった。ケヤキは、鉛直な幹でもあて材が散在することが経験的に知られており、特異な残留応力分布パターンと関連すると考えられる。そこで本年度はケヤキの特異な残留応力分布ならびにその要因について精査し、ケヤキの残留応力発生メカニズムや材質分布を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の結果および考察

ケヤキの残留応力分布について、これまでに報告のない分布パターンであったため、従来の測定法（ひずみゲージを用いたまさ目板法）で正しく測定できるかどうかを確認した。具体的には、残留応力解放のための適切な切削位置や、必要な板の長さなどを改めて検討し、従来と同様の方法で正確に測定できることを確認した。

また、樹幹内残留応力の測定点（ひずみゲージの貼付箇所）に隣接する箇所から試験片を作成し、残留応力発現やあて材の形成と関係すると考えられる材質指標（容積密度数、乾燥収縮率、圧縮弾性率）を測定した。これらの指標と残留応力解放ひずみの関係を調べたが、いずれの指標も残留応力解放ひずみの変動を説明できなかった。

さらに、ケヤキの残留応力分布の発生メカニズムを探るため、新たに 4 本の立木を準備し、立木形状から残留応力分布、組織構造・材質分布までを関連づける一連の調査を開始した。今年度は、立木形状の記録と表面成長応力の測定をおこなった（図 3-1）。

図 3-1：立木の表面成長応力測定の様子

4. 今後の展開

現在、あて材の存在をより直接的に示す指標（ミクロフィブリル傾角・木口顕微鏡断面におけるあて材の存在率）について測定中である。すでに測定した材質指標と合わせてケヤキの特徴を明らかにする。また、表面成長応力測定後の立木について、一連の測定を進めていく。

5. 付記

1) 原著論文 1 件

Kameyama N, *Matsuo-Ueda M, Chen S, Jiang Z, Ichiyanagi T, Yoshida M, *Yamamoto H (2023) Unique characteristics of residual stress distribution of large-diameter keyaki (*Zelkova serrata*) logs and examination of their measurement method, Journal of Wood Science, *in press*

4.4 未来型資源循環システムの構築

1. 研究組織

代表者氏名：大村和香子（京都大学生存圏研究所）

共同研究者：畑　俊充（京都大学生存圏研究所）

2. 研究の背景と目的

安全で快適な人間の居住圏を創造し、維持し続けるための研究、すなわち、木質資源を適切に長く利用するための耐久性向上の研究、 及びバイオマス由来新機能カーボン素材の開発研究を行う。

3. 研究の結果および考察

加熱時のバイオマスへの金属触媒の効果

今年度は、北海道産トドマツ（*Abies sachalinensis*）材粉砕物、銅粉末和光純薬 75μm，99.9%、チタン粉末和光純薬 45μm，99.9%を原料とし、加熱時のバイオマスへの金属粉末による触媒効果について検討した。トドマツ木粉と銅粉末、およびチタン粉末のそれぞれを重量比 7:3 にしてメノウ乳鉢に入れ、混合により試料調製を行った。えられた２種類のサンプルをそれぞれ窒素気流下(200ml/min),昇温速度 10-40℃/min、500℃到達後 3 分間保持し、自然放冷した。そして、熱処理に伴う重量減少、発熱・吸熱挙動、元素分析による熱分解残渣化学組成、FT-IR スペクトル、SEM 像による熱分解残渣化学構造と形態観察による検討を行った。熱分析、元素分析、FT-IR スペクトル、電子顕微鏡観察を行ったところ次の結果を得た。

熱分析を行ったところ、銅添加により、木粉のみの場合と比較し熱分解残渣を多く得られた。チタン添加により、重量減少率が増大する傾向が示された。熱分解残渣の採取を優先する場合は、銅添加が適しており、ガス・液化物採取を優先する場合は、チタン添加が適していると考えられた。元素分析の結果によると、トドマツ単体では，昇温速度の増加とともに炭素量がやや増加する傾向にあったが，Cu 添加により昇温速度の増加とともに炭素量が増加した。FT-IR スペクトルから、昇温速度の違い、銅やチタンの添加によるスペクトルの大きな変化は見られなかった。3,400cm^{-1}付近に水酸基由来と考えられる吸収が観察された。1,700cm^{-1}付近にカルボニル基の存在を示唆するショルダーが観察された。1,595cm^{-1}付近に芳香族 C=C 結合由来の伸縮振動と考えられる吸収が観察された。銅およびチタン添加熱分解残渣を走査電子顕微鏡により観察したところ、銅を添加した熱分解残渣の断面には、触媒反応後の痕跡が観察された。チタンを添加した熱分解残渣は、未処理の残渣よりも細かく、均一になっており、その結果、重量減少率が大きくなったものと思われた。

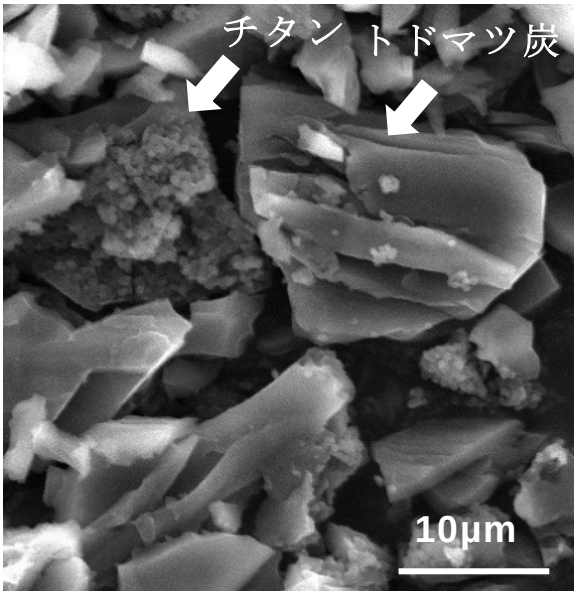


図 4-1：チタンと隣接するトドマツ炭。触媒によるサンプルの表面形態変化は見られなかった。

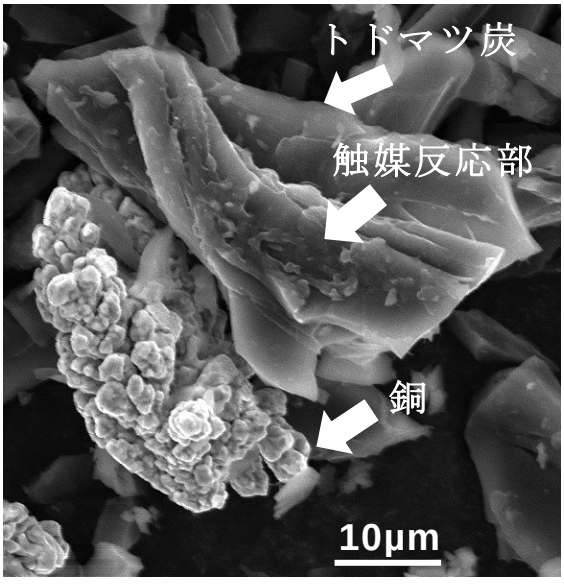


図 4-2：銅と隣接するトドマツ炭。触媒によるサンプル断面の形態変化が見られた。

4. 今後の展開

金属触媒反応の温度や時間などの条件を変化させることにより、環境問題の解決に役立つ新しい機能材料の開発を試みる。

4.5 木材の組織構造を活用した材料創成

1. 研究組織

代表者氏名：矢野浩之（生存圏研究所　生物機能材料分野）
共同研究者：阿部賢太郎（生存圏研究所　生物機能材料分野）
田中聡一（生存圏研究所　生物機能材料分野）

2. 研究の背景および目的

木材は樹木が主に樹体支持や水分通導のために生産した材料であり、緻密に構成された組織構造をもつ。近年、この組織構造を残したまま木材の高性能化や高機能化を図るための材料開発の研究が盛んになりつつある。本研究では、単に木材の高性能化・高機能化を図るのではなく、木材の組織構造に固有の材料物性発現を目指す。今年度は、透明木材に着目し、組織構造を活用した材料特性を発現させることを目的として研究を行った。透明木材は、木材に漂白や樹脂複合化などを施すことで、木材の組織構造や細胞壁を維持したまま可視光領域の全光線透過率を著しく向上させた材料である。しかし、木材の物性と光学特性の関係は明らかにされていない。それは、様々な樹種について体系的に光学特性が調べられていないためである。そこで、いくつかの針葉樹と広葉樹の透明木材を作製し、光学特性の測定を行った。

3. 研究の結果および考察

木材の密度と全光線透過率の関係は、木取りによって異なった（図 5-１）。木口板では、木材の密度が変化しても、全光線透過率は一定であった。一方で、板目板では、木材の密度が大きくなるにつれて、全光線透過率は低下した。これは、木材の密度が大きくなるほど、より多くの細胞壁を光が透過することになり、光散乱が起きやすいため、全光線透過率が低下すると推察される。

4. 今後の展開

透明木材において、組織構造を活用した特性を発現させるためには、特に散乱特性と組織構造の関係を明らかにすることが必要であると考えられる。今後は主にこの検討を中心に研究を進めていく予定である。また、偏光特性と組織構造の関係についても検討予定である。

5. 付記

1) 学会発表 2 件

・山碕悠真、矢野浩之、田中聡一「木材のホロセルロース骨格構造の光学特性に及ぼす含浸樹脂の影響」、セルロース学会第 29 回年次大会、2022 年 7 月

・山碕悠真、垣内田洋、関雅子、阿部充、三木恒久、矢野浩之、田中聡一、「透明木材の光学特性に及ぼす組織構造の影響」、第 73 回日本木材学会大会、2023 年 3 月

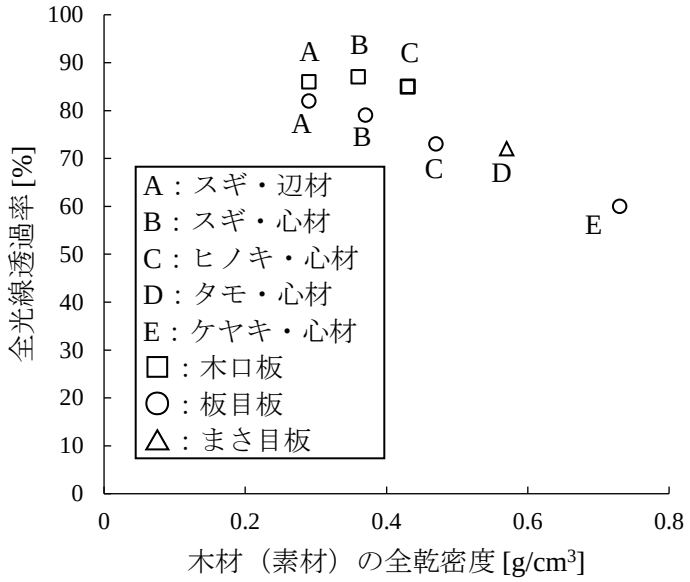


図 5-1：木材の全乾密度と全光線透過率の関係

ミッション５：「高品位生存圏」
5-1）人の健康・環境調和

1. 研究組織

サブミッション代表者：高橋けんし、杉山暁史

研究課題代表者：渡邊隆司、矢崎一史、杉山暁史、梅澤俊明、上田義勝、宮越順二、篠原真毅、高橋けんし、矢吹正教

2. サブミッションの研究概要

本サブミッションでは、「生存圏の新領域開拓」で実施してきたテーマのうち「バイオマス由来の生体防御物質」「電磁場の生体影響」「大気質の安心・安全」に関係する研究を高品位生存圏の実現に向け発展的に継続し、人の健康ならびに環境との調和に資することを目的として研究を行ってきた。2020 年度で「電磁場の生体影響」の研究を終了し、2021 年度から新たに所内公募を経て「環境調和に向けた微細気泡水の利用」の課題に取り組んだ。

3. 研究課題ごとの成果

3.1 バイオマス由来の生体防御物質

3.1.1 植物バイオマスからの生理活性物質の生産（代表：渡邊隆司）

【研究概要】

本研究では、未利用バイオマスから薬効成分・生理活性物質を生産し、人の健康や安全な生活に貢献することを目的とする。本年度は、木材やサトウキビバガスを、様々な触媒反応で分解し、抗ウイルス活性物質、抗腫瘍物質を分離し、その化学構造や作用機序を解析した。

【研究の背景と目的】

本研究では、未利用バイオマスから薬効成分・生理活性物質を生産し、人の健康や安全な生活に貢献することを目的とする。人為的に木質バイオマスを分解し、強い抗ウイルス活性物質や抗腫瘍物質を生産する条件を探索するとともに、活性物質を同定することにより、健康で安全な生活に資する未利用バイオマスの新しい有効利用法を開拓する。

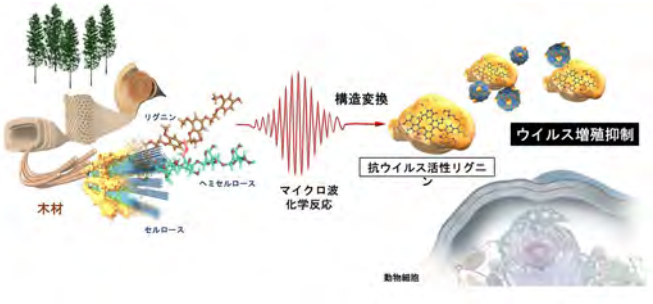


図１木材をマイクロ波反応で分解し、ウイルスの増殖を抑制する物質を生産

【研究の結果および考察】

木材のマイクロ波分解物から、抗ウイルス物質や抗腫瘍物質を生産する研究を、京都府立医大と連携して実施した。本年度、木材から

分離したマイクロ波グリセロリシスリグニンが、エンベロープおよびノンエンベロープウイルスに対して抗ウイルス活性をもつことを明らかにした。さらに、木材からマイクロ波ソルボリシスによる抗多剤耐性菌活性物質の創出を試み、多剤耐性菌に対し高い活性を示すソルボリシスリグニンを獲得した。

【成果発表】

学会発表・講演

1. 岡部由美、扇谷えり子、松田修、渡辺隆司、木質バイオマス由来マイクロ波ソルボリシスリグニンの抗多剤耐性菌活性、第 73 回日本木材学会大会（福岡大会）、2023 年 3 月 14-16 日、福岡市

【今後の展開】

スギ材やユーカリ材のバイオマスのマイクロ波分解物から､抗ウイルス物質を生産する研究を、京都府立医大と連携して実施している。また、マイクロ波ソルボリシスリグニンやミルドウッドリグニン、サルファイトリグニンの抗腫瘍活性などの生理活性を解析する研究を実施している。リグノセルロースから生理活性物質や機能化学品を生産する産学連携研究を発展させる。

【共同研究者】岡部由美、火ノ川開都、岡野啓志、Sadat M. R. Khattab、西村裕志（京大生存研）、應田涼太（北大医学研究院）、呉成旭、藤田尚志（京大・ウイルス再生医科学研究所）、松田修、扇谷えり子（京都府立医大・医学研究科）

3.1.2 生理活性物質の生産機構と生物工学（代表：矢崎一史）

【研究概要】

脱化石資源社会における人間の健康維持や生活の質の維持向上にとって、植物の生産する多様な二次代謝産物は中心的な役割を果たすものとして大きな期待が寄せられている。特に、ヒトにとっての生理活性物質は、細胞膜を透過することが機能発揮に必須であるため、化合物の脂溶性が鍵である。そのため植物由来の脂溶性高付加価値化物の生合成酵素の探索と、その蓄積メカニズムの解明は重要な研究テーマである。本年度は、メロテルペンのシコニン類やフェニルプロパノイド系オリゴマーのリトスペルミン酸といった、ユニークな生理活性物質を生産する薬用植物ムラサキを対象に、物質集積の面から重要な輸送体ファミリーである ATP 結合カセット（ABC）タンパク質の網羅的な解析を行い、論文にした。この成果を中心に報告する。

【研究の背景と目的】

植物の生理活性物質の多くは二次代謝産物である。生理活性の高い化合物は、一方でそれを生産する植物細胞にとっても生存リスクとなることから、植物はこうした代謝産物を安全に蓄積するため、液胞やプラスチド（特にクロモプラスト）の中に隔離する、あるいは細胞外に分泌し、油腺や腺鱗といった蓄積に特化した組織、あるいは細胞間隙に集積する戦略をとっている。しか

し主たる生合成の場は細胞質領域であることから、特定のコンパートメントへの物質集積のためには、液胞や細胞膜を介した膜輸送の機構が必要となる。こうした二次代謝産物の輸送に関わる輸送体として、ABC タンパク質、MATE 型輸送体、Nitrate/peptide transporter family (NPF) などが知られる。その中でも ABC タンパク質は最大のファミリーサイズをもっている。ABC タンパク質は、膜貫通ドメイン１つに対し１つのヌクレオチド結合ドメインを有するハーフサイズのメンバーと、そのユニットがタンデムに２つ結合したフルサイズのものとがある（図１）。後者は ATP 加水分解能を有するため、そのエネルギーを用いて物質を一次輸送することが知られている（図 2）。本研究では、生理活性二次代謝産物を生産するムラサキの細胞において発現する ABC タンパク質を網羅的に解析するため、ムラサキのゲノム解析を行った。そして、ABC タンパク質を特徴付ける ABC signature 配列を目印に発現する全 ABC タンパク質のカタログを作ることとした。

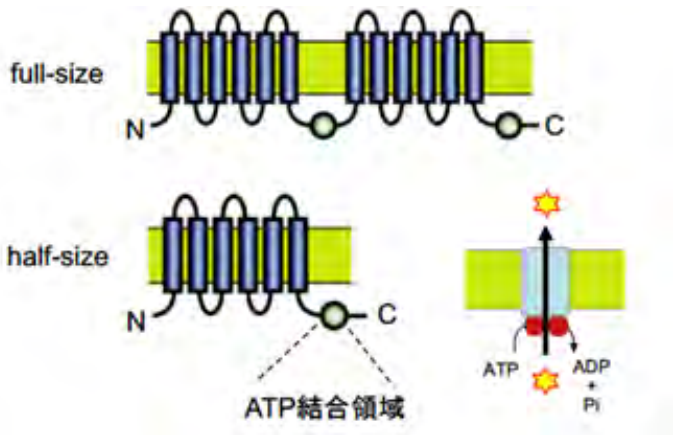


図 2　典型的な ABC トランスポータのトポロジーと物質輸送

【研究の結果および考察】

ムラサキのゲノムは、公開データベース上にある、南京大学とパデュー大学のショート及びロングリードデータを利用し、５種類の異なったアセンブラーを利用してゲノムアセンブリを行なった。その結果、Wengan が最も高い BUSCO completeness を示したため、これを採用した。ABC タンパク質はヌクレオチド結合ドメインの中に、Walker A および Walker B と呼ばれる保存配列の間に ABC signature といわれる高度保存領域を有し、この存在が ABC タンパク質であることを規定している。この配列を目印にして、発現している ABC トランスポータ遺伝子を上記ゲノムとトランスクリプトームデータを組み合わせて網羅的に取得したところ、ムラサキにおいては少なくとも 118 個の ABC タンパク質が発現していることが判明した（図２）。詳細は Li, *et al.*, DNA Res. (2022) に記載しているが、その中にはメロテルペンやフェニルプロパノイドの輸送に関与することが期待されるサブファミリーメンバーが多く見出された。特に、脂溶性物質の輸送に関与することが期待される G-type のサブファミリー遺伝子の重複が顕著であることも、この植物種の持つ代謝能と高い整合性があると考えられた。

【今後の展開】

ムラサキのゲノム中の ABC タンパク質遺伝子の数が約 120 となったことは、シロイヌナズナやイネと比べて妥当であると思われる。今後、各メンバーの中から発現パターンの特性などを指標に、どのような代謝産物が輸送基質となりうるかを推察し、解析すべきメンバーの優先順位づけをすることが必要となる。次の課題は、安定にこれら植物の ABC タンパク質を発現できるホスト生物／株の選択になる。膜タンパク質として安定に特定の膜に発現／局在させられれば、候補となる二次代謝産物を使った輸送能解析が進められ、生理活性物質の蓄積に対する分子レベルの知見が得られることが期待される。

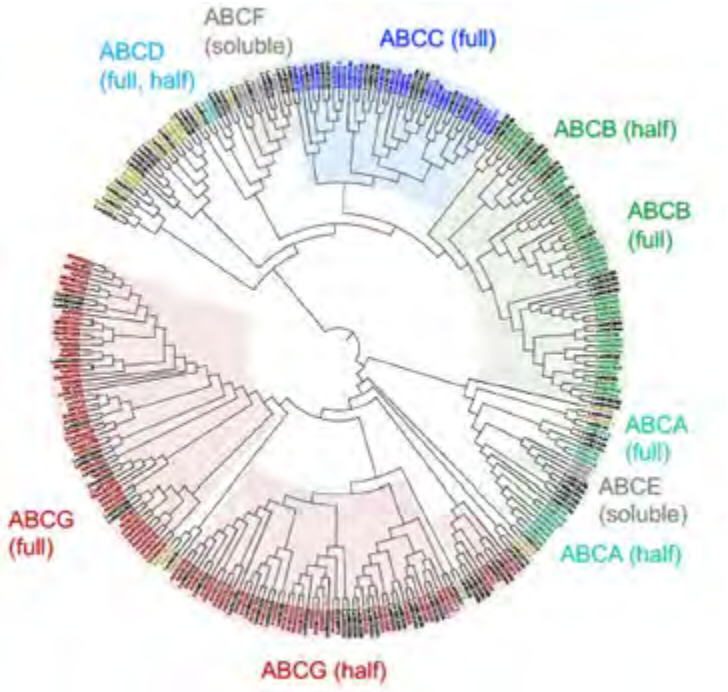


図 3　ムラサキを含む植物 ABC タンパク質の分子系統樹

【成果発表】

1. Tatsumi, K., Ichino, T., Isaka, N., Sugiyama, A., Moriyoshi, E., Okazaki, Y., Higashi, Y., Kajikawa, M., Tsuji, Y., Fukuzawa, H., Toyooka, K., Sato, M., Ichi, I., Shimomura, K., Ohta, H., Saito, K., Yazaki, K., Excretion of triacylglycerol as a matrix lipid facilitating apoplastic accumulation of a lipophilic metabolite shikonin, J. Exp. Bot., 74 (1), 104 – 117, (2023). doi: 10.1093/jxb/erac405.
2. Li, H., Matsuda, H., Tsuboyama, A., Munakata, R., Sugiyama, A., Yazaki, K., Inventory of ATP-binding cassette proteins in *Lithospermum erythrorhizon* as a model plant producing divergent secondary metabolites, DNA Res., 29 (3), 1-12 (2022). doi: 10.1093/dnares/dsac016
3. Kiyoto, S., Ichino, T., Awano, T., Yazaki, K., Improved chemical fixation of lipid-secreting plant cells for transmission electron microscopy, Microscopy, 71(4): 206-213 (2022). doi: 10.1093/jmicro/dfac018.
4. 棟方涼介、矢﨑一史、合成生物学を利用したメロテルペン類とアルカロイドの微生物生産、植物の生長調節、Vol.57, No.2, 93-99, (2022).

【共同研究者】

杉山暁史（京都大学 生存圏研究所）、棟方涼介（京都大学 生存圏研究所）、渡辺文太（京都大学化学研究所）、高梨功次郎（信州大学）、アラン ヘーン（ロレーヌ大学 INRA）、フレデリック ブルゴー（PAT フランス）、山本浩文（東洋大学 生命科学部）、松井健二（山口大学大学院創成科学研究科）、肥塚崇男（山口大学大学院創成科学研究科）

3.1.3　抗腫瘍性リグナンの生物生産に向けた単位反応の構築（代表：梅澤俊明）

【研究の背景と目的】

リグナンとは二分子のフェニルプロパン単量体が C8 同士で結合した化合物の総称であり、様々な有用生理活性を有している。抗腫瘍性リグナンであるポドフィロトキシンは、同化合物を産生する植物の希少さから、安定した生物生産系の確立が望まれている。ポドフィロトキシンの生合成経路は植物種によって異なっており、近年、同生合成経路上の複数の酵素遺伝子がヒマラヤハッカクレン（*Podophyllum hexandrum*）やシャク（*Anthriscus sylvestris*）などの植物から単離されてはいるが、未だいくつかの反応段階に関与する酵素遺伝子は同定されていない。

シャクのポドフィロトキシン生合成経路おいては水酸化及び環化の反応段階に関与する酵素遺伝子が未同定である。本年度の研究では、ヤテインからデオキシポドフィロトキシンへの環化反応を触媒する 2-オキソグルタル酸依存性ジオキシゲナーゼ（2ODD）の反応の立体化学特性について解析を進め、その成果について論文投稿した。また、シャクなどのポドフィロトキシン産生植物のリグナン OMT の比較解析を進め、その成果を論文で公表した。

図 4　シャク（*Anthriscus sylvestris*）

【研究の結果および考察】

基質のエナンチオマーに関する選択性の検証について、As2ODD は(-)-yatein を(-)-deoxypodophyllotoxin へ変換することが示され、さらに反応の速度論解析を行った。基質特異性について、反応を試みた yatein 以外のいずれのリグナン基質に対しても As2ODD の酵素活性は検出されなかった。さらに反応機構をヒマラヤハッカクレンの対応する酵素、Ph2ODD、と比較しその結果について論文投稿した。また。yatein の生合成に関わる *O*-methyltransferase について、シャク、ヒマラヤハッカクレン、及びヒノキアスナロ (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*)から得られる酵素についてアミノ酸配列相同性、反応の基質特異性等を総合的に解析した。その結果、シャクとアオモリヒバの酵素（AsSNYOMT および TdSNYOMT）については、平行進化により同様の機能を獲得したことが示された。さらにその他のリグナン OMT も含めて解析することにより、リグナン生合成系は各植物に於いて系統特異的に進化していることが示された。

【今後の展開】

シャクにおけるポドフィロトキシン生合成経路については、水酸化の反応段階に関与する酵素遺伝子が同定されていないため、今後はこれら酵素遺伝子の同定を行い、合成生物学的なポドフィロトキシン産生への基盤を構築する。

【成果発表】

1.　小林慶亮, 山村正臣, 小埜栄一郎, 白石慧, 佐竹炎, 梅澤俊明,「シャクにおける yatein の環化に関与する 2-oxogluratate-dependent dioxygenase (As2-ODD) の機能解析」, 第 39 回日本植物バイオ

テクノロジー学会(堺)大会 2022 年 9 月 11 日(日)～13 日(火)

2. Masaomi Yamamura, Masato Kumatani, Akira Shiraishi, Yu Matsuura, Keisuke Kobayashi, Ayano Suzuki, Atsushi Kawamura, Honoo Satake, Safendrri Komara Ragamustari, Shiro Suzuki, Hideyuki Suzuki, Daisuke Shibata, Shingo Kawai, Eiichiro Ono, Toshiaki Umezawa, Two *O*-methyltransferases from phylogenetically unrelated *Anthriscus sylvestris* and *Thujopsis dolabrata* var. *hondae* as a signature of lineage-specific evolution in aryltetralin lignan biosynthesis, The 61st Annual Meeting of the Phytochemical Society of North America(PSNA), Blacksburg, VA, US, July 24-28, 2022
3. Masaomi Yamamura, Masato Kumatani, Akira Shiraishi, Yu Matsuura, Keisuke Kobayashi, Ayano Suzuki, Atsushi Kawamura, Honoo Satake, Safendrri Komara Ragamustari, Shiro Suzuki, Hideyuki Suzuki, Daisuke Shibata, Shingo Kawai, Eiichiro Ono, Toshiaki Umezawa, Two *O*-methyltransferases from Phylogenetically Unrelated Cow Parsley (*Anthriscus sylvestris*) and Hinoki-asunaro (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*) as a Signature of Lineage-specific Evolution in Lignan Biosynthesis, Plant and Cell Physiology, in press

【共同研究者】
小林慶亮、飛松裕基、梅澤俊明（京大・生存研）、小埜栄一郎（サントリーグローバルイノベーションセンター（株））、白石慧、佐竹炎（（公財）サントリー生命科学財団）、山村正臣（徳島大）

3.1.4 生理活性物質の輸送体の同定と有用物質生産への応用（代表：杉山暁史）

【研究概要】

植物細胞等を用いた生理活性成分の生産を効率的に生産するために、輸送体を同定し、生合成系遺伝子と組み合わせて異種発現系に導入することを目指す。これまでに、ダイズ根から分泌されるイソフラボンやソヤサポニンに着目し、トランスクリプトーム解析により、生合成系遺伝子との共発現から輸送体候補遺伝子を選抜した。イソフラボンの根圏への分泌に関与することが示唆されたアポプラスト局在の β―グルコシダーゼについてダイズ変異体を用いた解析を行った。

【研究の目的】

ダイズのイソフラボン分泌に関与する遺伝子の同定と機能解析

【研究の結果および考察】

トランスクリプトーム解析の結果から、イソフラボン分泌への関与が示唆された ABC タンパク質遺伝子とアポプラスト局在 β－グルコシダーゼ（ICHG: isoflavone conjugate-specific β-glucosidase）の解析を行っている。ABC タンパク質遺伝子に関しては、タバコ植物体を用いた輸送解析を試みたが、形質転換体において ABC タンパク質の発現が確認できなかったため、輸送解析を行うホストを酵母細胞に変更して、解析を試みている。ICHG に関しては、ダイズ変異体ライブラリーから *ichg* 変異体をスクリーニングし、2 系統の変異体を得た。変異体の戻し交雑と自殖により得られたホモ接合型の *ichg* 変異体と ICHG 野生型個体を用いて、各種の解析を行った。水

耕栽培でのイソフラボン分泌、蓄積量への影響を調べるとともに、窒素欠乏用件・十分条件に設定したポットを用いた栽培で、トランスクリプトーム解析、マイクロバイオーム解析、代謝物蓄積量の解析を行った。さらに、圃場環境においてもトランスクリプトーム解析、マイクロバイオーム解析、代謝物蓄積量の解析を行った。以上のデータを基に、ICHG 変異によるイソフラボン分泌への影響を解析し ICHG がダイズ根圏のイソフラボン蓄積に関与することを明らかにした。輸送体を介した分泌と、ICHG を介した分泌がダイズ生育環境によってどのように変化するのかについて考察している。

【今後の展開】

トランスクリプトーム解析により得られた候補遺伝子（ABC 輸送体）を用い生理活性物質の輸送体を同定する。

【成果発表】

1. 松田 陽菜子、山﨑 由実、森吉 英子、中安 大、山﨑 真一、青木 裕一、高瀬 尚文、岡崎 伸、永野 惇、加賀 秋人、矢﨑 一史、○杉山 暁史 「ダイズ根圏のイソフラボン蓄積に関与するβ-グルコシダーゼの解析」日本農芸化学会 2023 大会 2023 年 3 月 14 日（発表予定）

【共同研究者】

荻田信次郎（県立広島大学）、士反伸和（神戸薬科大学）、青木裕一（東北大学）、永野惇（龍谷大学）

図 5 DASH 温室でのダイズの栽培試験

3.1.5 環境調和に向けた微細気泡水の利用（殺菌・洗浄）とその作用機序の解明（代表：上田義勝）

【研究概要】

我々はこれまでにファインバブル（FB）などの微細気泡技術を利用して、環境に優しい洗浄技術になりうる応用研究を行ってきている。今年度は、その研究事例として、過去に行った東日本

大震災での除染研究事例から発展し、除染効果・殺菌効果と微細気泡の特性を結びつけるための新規研究を行いつつある。

【研究の背景と目的】

微細気泡を利用した洗浄技術としては、気泡の圧壊による効果としての洗浄効率の向上や、過飽和状態で溶解された気体の効果など、いくつかの効果が考えられる。また、微細気泡水としての効果の他、添加する洗剤との相乗作用なども考えられる。我々は、特に FB 処理したメタケイ酸ナトリウム水溶液(SMC)に着目し、2011 年の東日本大震災における除染実験に用いた。SMC は，界面活性剤を含まないため，環境負荷が小さく，泡立ちも無いという特長を有する。また、硬水、軟水、海水に対して使用が可能である。また、洗浄特性としては有機溶剤等の溶解洗浄と異なる『剥離洗浄』であるため、気泡、噴流、高圧、超音波、スプレー洗浄に適している。SMC は FB 処理する事で、通常のメタケイ酸ナトリウムとは違い、長期間結晶化しないという特徴があるが、その原理についてはまだ研究途上であるため、本テーマに於いて、その特性と作用機序を解明していく。

【研究の結果および考察】

SMC は、通常のメタケイ酸ナトリウム溶液と違い、長期間析出することなく洗浄効果を保持できる洗浄水である。過去の除染実験では効果が高く、また減容化の可能性もある事から、非常に有効な材料である。一方で、FB 処理する事による効果については、共振式質量測定法(Archimedes, Malvern Panalytical)により本研究で初めてサブミクロンスケールで気泡と粒子を分離して計測し、その物性状態について確認する事ができた。メタケイ酸ナトリウムは、水和物として存在するが、周辺の水分子の状態が、微細気泡により変化している可能性もあるため、今後は京都大学複合原子力科学研究所と共に、基礎データを集めていきたい。

【今後の展開】

FB 処理による効果の違いについて、気泡と粒子との関係の他、今後は水の特性も含めた相関など、詳細なデータを確認していきたい。

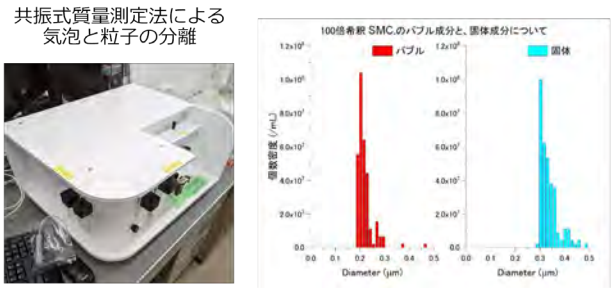


図 6　FB 処理した珪酸ナトリウム溶液の気泡・粒子分布

【成果発表】

著書

上田 義勝，佐藤 岳彦，高木 浩一，高橋 克幸，泡の生成・消泡の基礎と産業利用(第 9 章 ファインバブルを用いた殺菌・ウイルス不活化), ISBN 978-4-7813-1677-2, 2022

招待講演

1. 上田義勝, ファインバブルの基礎と応用 - 最新の研究事例について - ,[モノづくり力徹底強化検討会] 入門ファインバブルセミナー, モノづくり日本会議（日刊工業新聞社）, 2022 年 9 月 21 日
2. Hideaki Ohgaki, Yoshikatsu Ueda, Environment-friendly water teatment by fine bubbles, Aiming for Environmental Friendly and Carbon Neutral System of Desalination and Water Treatment, Japan Pavilion Seminar, COP27, Nov 8, 2022
3. 上田 義勝, 微細気泡 ファインバブル の多面的利用, グリーンエネルギーファーム産学共創パートナーシップ ランチセミナー, 2022 年 12 月 13 日

国内学会

1. 上田 義勝, 徳田 陽明, 後藤 裕, 微細気泡を利用した洗浄技術について ケイ酸ナトリウムをマイクロバブル圧壊処理した洗浄剤の除染処理・減容化に関する研究,第 10 回マイクロナノバブル学会学術総会 2022 年 12 月 11 日

【共同研究者】

徳田 陽明（滋賀大学 教育学部）, 谷垣　実（京都大学　複合原子力科学研究所）, 西崎 嘉浩, 後藤 裕（株式会社 クレハトレーディング）

3.2　大気質の安心・安全（代表：高橋けんし、矢吹正教）

【研究概要】

人の健康に深くかかわる人間生活圏における大気質(air quality)の診断方法の開拓を目的として、車載型のライダー装置の開発、および、その検証実験を実際の都市域で実施したほか、cavity-attenuated phase shift 法による都市型大気汚染の観測を行った。

【研究の背景と目的】

大気微量成分、とりわけ、オゾンや窒素酸化物といった微量ガスや大気エアロゾル粒子は、大気環境への影響のみならず、ヒトへの健康影響も懸念される。我々は、人間生活圏および森林圏に近い大気の化学的動態を探査する新しい手法の開拓を目指している。

【研究の結果および考察】

大阪府堺市を調査地域として、都市大気汚染の動態探査を目的とした連続観測を、大阪公立大学との共同で実施した。LED 光源を用いた二酸化窒素(NO_2)センサーと超音波風向風速計を組み合わせることにより、渦相関法による NO_2 フラックスを計測した。その結果、NO_2 フラックスは朝 4 時から増加し始め、10 時頃から 16 時頃まで高止まりし、その後減少するという特徴的な日変化を示すことが分かってきた。また、車載ライダーを用いて、関西圏から関東圏までのエアロゾル鉛直分布の移動観測を複数回実施した。

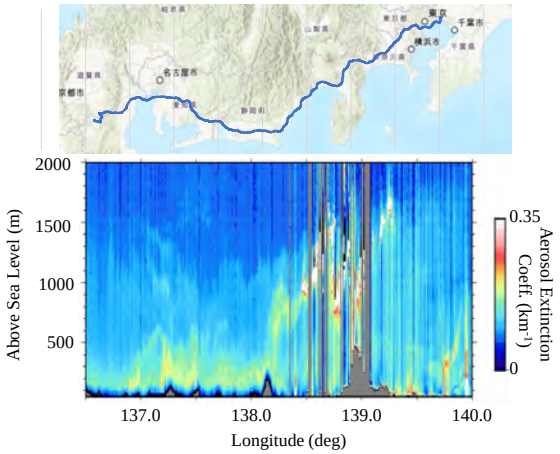


図 7 （上）観測ルート（下）車載ライダーで計測した道路上のエアロゾル鉛直分布（2022 年 11 月 2 日 18:45～3 日 02:20 JST）

【成果発表】

1. 岡村沙南, 植山雅仁, 高橋けんし, 大阪府堺市の中心部における NO_2 フラックスの変動解明に関する渦相関観測, 第 63 回大気環境学会年会, 2022 年 9 月 14-16 日.
2. Yabuki, M., K. Miura, T. Mori, H. Hayami, and H. Kuze, A mobile vehicle lidar for observing aerosol spatial distributions with high-range resolutions, 12th Asian Aerosol Conference (AAC) 2022（Taipei, Taiwan & Online）, 2022.6.12-6.16.
3. Yabuki, M., K. Miura, T. Mori, H. Hayami, and H. Kuze, Aerosol Spatial Distribution Observed by a Mobile Vehicle Lidar with Optics for Near Range Detection, 30th International Laser Radar Conference (ILRC-30) (Online), 2022.6.26-7.1.

ミッション５：「高品位生存圏」
5-2）脱化石資源社会の構築
（植物、バイオマス、エネルギー、材料）

飛松裕基、畑 俊充
京都大学 生存圏研究所

1. 概要

本ミッションでは、「脱化石資源社会の構築」をキーワードに、ミッション 1-4 の研究成果をさらに発展・融合させ、生存圏科学の国際化とイノベーション創出を加速する強力な共同研究課題を推進する。令和 4 年度は、昨年度に引き続き、4 つの主要テーマ:「バイオマス植物の分子育種と生物生産」、「革新的バイオマス変換技術」、「バイオマスをベースとした先端機能材料」、「マイクロ波エネルギー伝送技術の社会実装」を設定し、以下の研究課題 8 件を進めた。

2. バイオマス植物の分子育種と生物生産

課題 5-2-1. リグニン代謝工学に基づくバイオマス生産植物のテーラーメード育種技術の開発 （研究代表：梅澤俊明、飛松裕基；共同研究先：徳島大、奈良先端大、北海道大学、理研、産総研、香港大、高麗大学校、ウィスコンシン大、ワシントン州立大、ワーゲニンゲン大学、上海植物生理生態研究所、インドネシア科学院、米国ブルックヘブン国立研究所、仏トゥールース生物工学研究所、スペイン高等科学研究院、他）

本研究では、循環型社会構築を担うバイオマス生産植物の分子育種技術基盤の構築を目指し、リグノセルロース系バイオマスの主要成分であるリグニンを様々に改変した組換え植物の作出と各種バイオマス特性の評価を国内外の研究機関と共同で進めている。本年度は、前年度に引き続き、ゲノム編集等を活用したリグニン生合成遺伝子の発現制御により、リグニンの化学構造や量を改変したイネやポプラ組換え株の作出に成功し、細胞壁（特にリグニン）生合成に寄与する新規遺伝子群の同定に成功するとともに、それらの発現を制御した組換え植物のバイオマスの構造と各種特性を明らかにした。また、リグニン代謝工学に基づくバイオマス生産植物の分子育種に向け、イネやシロイヌナズナにおけるリグニン生合成機構の解析を国内外の研究グループと共同で進めた。

論文発表:[1] Afifi et al., Genome-edited rice deficient in two *4-COUMARATE:COENZYME A LIGASE* genes displays diverse lignin alterations. *Plant Physiol.* 190, 2155–2172 (2022). [2] Martin et al., Lignocellulose molecular assembly and deconstruction properties of lignin-altered rice mutants. *Plant Physiol.* 191, 70–86 (2023). [3] Jeon et al., Pathogen-induced autophagy regulates monolignol transport and lignin formation in plant immunity. *Autophagy*, 19, 597–615 (2023). [4] 梅澤俊明、リグニン代謝工学によるイネ科バイオマス植物の育種 -リグニンの量と構造の改変-、化学と生物、 60、565–572 (2022). 関連論文発表他 4 件.

課題 5-2-10. 植物の脂質分泌能を利用した物質生産プラットホームの技術開発（研究代表：矢崎一史、杉山暁史、棟方涼介；共同研究先：理化学研究所）

植物は、脂溶性の物質を細胞外に分泌してアポプラストに蓄積する能力がある。特に表皮細胞は、ワックスなど高脂溶性物質を細胞外に分泌する機能を有するが、これは自らの体を乾燥

から守るために必須の能力でもある。通常、植物は培養細胞にすると、液体培地中で生育するため乾燥から身を守る必要がなくなり、この能力を失うが、ムラサキの細胞はこの脂質分泌能力を維持しており、M9 培地中では脂溶性物質のシコニンを細胞外に大量に分泌する。シコニンは単体で水系に混合すると速やかに結晶化するため、生細胞から分泌される際には何らかのマトリックス脂質と共存することで輸送／分泌されていると予想された。本年度は、そのマトリックス脂質の同定を行った。理化学研究所との共同研究で、ムラサキ細胞でリピドーム解析を行ったところ、153 の脂質分子を検出し、クラスごとに分けて分泌率を算出した。その結果、全脂質分子の中で最も分泌率が高かったのが、貯蔵脂質として知られるトリアシルグリセロールであることが分かった。さらに詳細に GC-FID を用いて TAG を構成する脂肪酸を調べたところ、分泌される TAG は 16:0 と 18:0 を主とする飽和脂肪酸で構成されており、細胞内に貯蔵される TAG は他植物と共通で不飽和度が高いことが判明した。飽和脂質の TAG が分泌されるという性質は、タバコ植物体においても同様に認められ、植物の表皮細胞が持つ共通の性質であることが示唆された。ムラサキは脱分化した培養細胞でありながら、表皮細胞の性質を維持していると考えられ、今後の応用展開が期待される。

論文発表：[1] Tatsumi et al., Excretion of triacylglycerol as a matrix lipid facilitating apoplastic accumulation of a lipophilic metabolite shikonin, *J. Exp. Bot.*, 74, 104-117 (2023). [2] Li et al., Inventory of ATP-binding cassette proteins in *Lithospermum erythrorhizon* as a model plant producing divergent secondary metabolites, *DNA Res.*, 29, 1-12 (2022). [3] Kiyoto et al., Improved chemical fixation of lipid-secreting plant cells for transmission electron microscopy, *Microscopy*, 71, 206-213 (2022). [4] 棟方涼介、矢﨑一史、合成生物学を利用したメロテルペン類とアルカロイドの微生物生産、*植物の生長調節*、Vol.57, No.2, 93-99, (2022). 国内学会 3 件.

3. 革新的バイオマス変換技術

課題 5-2-3. マイクロ波・生物変換プロセスによるバイオマスの化学資源化（研究代表：渡辺隆司、西村裕志；共同研究先：大陽日酸、日鉄エンジニアリング、京大化研、京大エネ研、タイ国立科学技術開発庁（NSTDA)、チュラロンコン大、LIPI、Al-Azhar 大、ラオス国立大、他）

バイオディーゼルの副産物であるグリセロールをエタノールに高効率で変換する酵母をゲノム編集を利用して組換え株は、グリセロールとグルコースを同時にエタノールに変換するため、グリセロールを用いた植物バイオマスの酵素糖化前処理物からグリセロールと糖を分離することなく、直接エタノールを生産できる。この方法を、サトウキビ収穫廃棄物に適用するプロセスの開発を進め、高効率なバイオエタノール生産と抗ウイルスソルボリシスリグニンの同時生産に成功した。この研究は、ミッション 5-2 の他、タイ国立科学技術開発庁(NSTDA)、インドネシア科学院（LIPI）、ラオス国立大学、京都大学エネルギー理工学研究所、エネルギー科学研究科と共同実施している e-Asia 研究、未踏科学研究ユニットの持続可能社会創造ユニットの研究として実施している。e-Asia 研究では、サトウキビ収穫廃棄物の前処理、糖化酵素、乳酸およびイソブタノール生産菌の分子育種、リグニン系界面活性剤の合成、微生物によるキシロースからのキシリトールの生産研究を実施した。また、JASTIP プロジェクトでは、東南アジア地域からスクリーングした白色腐朽菌による環境汚染物質である染料廃棄物の分解研究をインドネシア、マレーシアと行い、論文を発表した [1]。

論文発表：[1] Nurhayat et al., Bioprospecting three newly isolated white-rot fungi from Berbak-Sembilang Naitonal Park, Indonesia for biodecolorization of anthraquinone and azo dye. Biodiversitas *J. Bio. Divers.* 23, 613–623 (2022). [2] Nguyen, H. et al., Functional and structural characterizations of lytic polysaccharide monooxygenase, which cooperates synergistically with cellulases, from *Ceriporiopsis*

subvermispora, *ACS Sustainable Chem. Eng.*, 10, 923-934 (2022). [3] Chotirotsukon, C. et al., Microwave-accelerated glycerolysis of sugarcane trash using Lewis acid, $AlK(SO_4)_2$, for bioethanol production, Ind. Crops Prod., 190, 115849 (2022). [4] Saito et al., Characterization of novel deep eutectic solvent, choline chloride/glutamic acid, as efficient solvent for lignin dissolution, *Chem. Lett.*, 51, 407–411 (2022). [5] Tokunaga Y., Watanabe, T., An investigation of the factors controlling the chemical structures of lignin dehydrogenation polymers, *Holzforschung*, 77, 51-62 (2022).

課題 5-2-4. リグノセルロースの分岐構解析を基盤とした環境調和型バイオマス変換反応の設計（研究代表：西村裕志、渡辺隆司；共同研究先：京都大エネルギー理工学研、京都大化研、群馬大学、富山県、他）

リグニンの利活用はバイオマス全体利用の鍵を握るが、現状は変性した低質リグニンの熱回収に留まっている。リグノセルロースの多様な分岐構造を解き明かし、分子構造に基づいてバイオマス変換法を設計することが、植物基礎科学の発展と、植物資源を活かしたサステイナブル社会の実現につながる。特にリグニン・多糖間結合の解明は、バイオマスを化学品、材料、エネルギーへ変換する植物バイオリファイナリーの構築への貢献が期待される。植物バイオマスを環境低負荷プロセスによって高付加価値素材へ変換するコア技術を国内及び国際特許出願した。これまで JST 戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発 ALCA (JPMJAL1504)、科研費若手研究 A(16H06210)により推進してきた。2022年度は NEDO 事業、複数の民間企業との共同研究、科研費挑戦的研究(萌芽 20K21333)、科研費基盤研究 B(21H02258)、JST 未来社会創造事業「分子構造に立脚した次世代リグノセルロース素材の創製」などの支援を受け研究開発を進めている。

論文発表：[1] 招待依頼講演：Hiroshi Nishimura, Fourier transform MS and NMR analyses of lignocellulose from forest trees, 2022.12.16, Finland-Japan Joint Seminar-Sustainable Water Management in Forested Catchment 他2件；国内学会等 6 件、国際学会 2 件；西村裕志(依頼分担執筆), バイオプロセスを用いた有用性物質生産技術, 3章5節 植物細胞壁の破砕・溶解法の検討と分析・評価 pp162-170, 技術情報協会 ISBN：978-4-86104-904-0.

4. バイオマスをベースとした先端機能材料

課題 5-2-5. セルロースおよびキチンナノファイバーを用いた成形品の開発（研究代表：阿部賢太郎、矢野浩之）

植物から単離されるセルロースナノファイバー（CNF）の多孔質ネットワークで構成される「セルロースナノペーパー」は，軽量でありながら高い強度と靭性を備えた優れた機械的特性を示す。そのため，現在，カーボンナノチューブナノペーパーとグラフェンナノペーパーと並んで広く研究されている。我々も，セルロースナノペーパーの製造法やその詳細な力学特性に関する研究を精力的に行なっている。本年度は CNF とパルプを混抄したシートの湿潤特性について評価し、アルカリ処理で耐水性が大きく向上することを明らかにした。

[1] Liu et al., Reinforcement of dry and wet paper sheets by cellulose nanofibers. *Cellulose*, 30, 1-12 (2022). [2] Yang et al., Multifunctional cellulosic materials prepared by a reactive DES based zero-waste system. *Nano Lett.*, 22, 6128–6134 (2022). [3] Abe et al., Artificial lignification of a cellulose microfibril-based hydrogel and resulting effect on tensile properties. *Holzforschung*, 76, 9, 838-844 (2022).

課題 5-2-6. バイオマスからのエネルギー貯蔵デバイスの開発（研究代表：畑俊充、小嶋浩嗣；共同研究先：リグナイト、インドネシア科学院 LIPI、他）

CO_2の吸着と蓄電機能を併せ持つバイオマス炭を製造するために、トドマツ材熱処理物のアンモニアとの反応性、生成物の賦活処理に伴う化学組成変化、および結合した窒素の挙動について検討した。実験により得られた各種活性炭の 0℃における CO_2 吸着等温線、およびこの吸着等温線を解析したところ、水蒸気賦活を行ったトドマツ材熱処理物の表面積が最も高い値となった。水蒸気賦活 12 分保持, 800℃18 分保持のトドマツ材熱処理物サンプルにおいて、電流密度を 20 mA/g, 50 mA/g, 100 mA/g, 200 mA/g に対して 518 F/g, 399 F/g, 323 F/g, および 299 F/g の比較的高い放電容量を示した。水蒸気による賦活条件の最適化により、高 CO_2 吸蔵材としてリサイクル可能で優れた放電容量をもつ木質系電気二重層キャパシタ炭素電極の開発が可能であることが示された。

講演:畑 俊充他, “トドマツ炭を原料とした CO_2 吸着材と電気二重層キャパシタ電極の製造”オンラインとのハイブリッド開催, 第 20 回日本炭化学会研究発表会 2023.9.

課題 5-2-11. 低地球軌道で利用するためのリグニン炭の微細空隙解析（研究代表：畑俊充、飛松裕基、小嶋浩嗣；共同研究先：神戸大学工学研究科、長野工業高等専門学校、他）

宇宙圏における木質の利用可能性を検討するため、ブナおよびスギから芳香核構造の異なるリグニン(MWL)を調製した。低軌道宇宙環境下で問題となる原子状酸素(AO)に対する抵抗性の付与を目的として、窒素気流下 1 時間 700℃保持して得られた上記のサンプルに、AO 照射を約 60 分間行った。透過型電子顕微鏡（TEM）観察により、炭化した MWL は均一な細孔径を持つ微細孔で構成されていることが明らかになった。AO 照射により炭素骨格に変化が生じ、微細孔径が大きくなり、孔径の分布幅が広がった。この結果は、含酸素官能基をあらかじめバイオマス炭に付加しておけば、AO 照射による微細孔径や孔径分布の広がりを抑制できることを示唆しており、今後の材料開発に有用な情報を提供するものである。

5. マイクロ波エネルギー伝送技術の社会実装

課題 5-2-7. マイクロ波無線電力伝送に基づく IoT 技術の実証研究（研究代表：篠原真毅、三谷友彦；共同研究先：パナソニック、ミネベアミツミ）

空間伝送型ワイヤレス給電(WPT)に関し長年の努力が実を結び、2022 年 5 月に電波法の省令改正により 3 周波数帯での WPT が適法となり、社会実装が行えるようになった。省令改正を受け、本年度はこれまでに開発した IoT 用ワイヤレス給電センサーの社会実装を行った。パナソニックが「Enesphere」と名付けたワイヤレス給電センサーは 920MHz 帯での電波免許を取得し、販売を始めている。また今年度の省令改正は第 1 ステップと位置付けられ、屋内限定等の条件があるため、より広い WPT 応用を目指し、第 2 ステップとして屋外(トンネル内インフラ点検センサー)等の法制化の交渉も引き続き行っている。ミネベアミツミとの共同研究ではボルトセンサーの取り付ける小型 WPT 受電整流装置の開発を行っており、第 2 ステップの議論にフィードバックしている。

論文発表:Kawai, K., et al., “Novel Structure of Single-Shunt Rectifier Circuit with Impedance Matching at Output Filter”, *IEICE Trans. C, Vol.E106-C, No.2, pp.50-58,Feb. 2023*,等 14 本; 英文監修書籍 1 冊, 監修書籍中国語訳 2 冊, 国際招待講演 18 件; 国際会議 18 件; 受賞 (学生, 国際等)9 件; メディア発表: 42. ’22.3.25 TV KBS 京都「京 bizX」他 24 件など.

以上

ミッション 5:「高品位生存圏」
5-3) 日常生活における宇宙・大気・地上間の連関性

山本衛、海老原祐輔
京都大学 生存圏研究所

主要テーマ:生活と社会のための宇宙インフラ・環境

A. 研究課題: 衛星測位システム(GNSS)を用いた大気圏の変動特性の解明

A-1. 研究組織

代表者氏名: 矢吹正教、橋口浩之(京都大学 生存圏研究所)
共同研究者: 津田敏隆 (京都大学 生存圏研究所)

A-2. 研究概要および成果

雨滴が生成されるより前の水蒸気動態の把握は、強雨をもたらす降水系の前兆現象や積乱雲の急激な発達過程の理解の深化に繋がり、ひいては防災気象情報を含む気象予報の精度向上に貢献する。本研究課題では、精密衛星測位システム(GNSS)の電波を大気計測に適用したGNSS気象学による水蒸気量の精密計測についての研究を推進する。2022年度は、GNSS受信機を車載化して可降水量を移動観測するための準備、および予備実験を実施した。大気計測用ライダーと同時に移動計測することで、可降水量や大気微量物質の空間分布把握への貢献が期待される。また、GNSS 可降水量計測と、ドップラーライダーや気温ライダーと組み合わせた複合気象観測を信楽 MU 観測所で実施した。

A-3. 付記

1) Yabuki, M., K. Matsuki , Y. Uchiho , E. Takeuchi and T. Hasegawa, Optical Design of Rotational Raman Lidar Based on Double-Grating Spectrometer for Profiling the Atmospheric Temperature in the Lower Troposphere, AGU Fall Meeting 2022, Chicago, USA; Online, December 12-16, 2022.

B. 研究課題: GPS を用いた電離圏 3 次元トモグラフィ

B-1. 研究組織

代表者氏名:山本衛(京都大学生存圏研究所)
共同研究者: 斉藤昭則(京都大学理学研究科)、斉藤享(電子航法研究所)、
Nicholas Ssessanga(JSPS 外国人特別研究員・京都大学生存圏研究所)

B-2. 研究概要及び成果

GPS 観測網 GEONET を用いた電離圏電子密度の3次元トモグラフィの開発に取り組んでいる。電子航法研究所が全国 200 点から得ているリアルタイムデータを用いたリアルタイム解析を実施中で、毎日の日本上空の電子密度分布を緯度・経度方向の分解能1度×1度、高度分解

能 20km(全て最大値)で毎 15 分ごとに得ている。MU レーダーによる電離圏電子密度観測とトモグラフィ解析との比較によると、両者が比較的よく一致するが、トモグラフィによる電離圏高度が高すぎる傾向があった。JSPS 外国人特別研究員(当時)の Nicholas Ssessanga 博士が、従来の GEONET からの GPS-TEC データに加えて地上のイオノゾンデの一般的な読み取りパラメータを付加する新しい解析法を開発した[1)]。結果は良好であり、電子密度の大きさと高さの両方について、通常状態の電離圏に対しても磁気嵐時に対しても、確からしい結果をもたらす[2)]。この新しい解析は、2022 年 1 月にトンガで発生した巨大な海底火山噴火に伴う日本上空の電離圏変動の解析にも利用された[3)]。今年はさらに、GPS-TEC とイオノゾンデのデータ同化を行う際に用いる誤差分散行列について、検討を行い適正化を進めることができた[4)]。今後は、この解析手法のリアルタイム化を推進していきたい。以上に加え、2022 年 8 月 11 日に JAXA 内之浦宇宙空間観測所から打上げられた観測ロケット S-520-32 号機には、独自に開発した 2 周波ビーコン送信機とアンテナを搭載し、観測を成功させることができた[5)]。

B-3. 付記

1) Ssessanga, N. *et al.*, Complementing regional ground GNSS-STEC computerized ionospheric tomography (CIT) with ionosonde data assimilation, *GPS solutions*, GPSS-D-20-00186R4, May 2021.
2) Ssessanga, N. *et al.*, Assessing the performance of a Northeast Asia Japan-centered 3-D ionosphere specification technique during the 2015 St. Patrick's Day geomagnetic storm, *EPS*, **73**(1), doi:10.1186/s40623-021-01447-8, 2021.
3) Saito S., Ionospheric disturbances observed over Japan following the eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai on 15 January 2022. *EPS*, **74**:57. doi:10.1186/s40623-022-01619-0, 2022.
4) 野崎太成, イオノゾンデ同化 GNSS 電離圏 3 次元トモグラフィ解析の改良と事例解析, 学資論文, 京都大学工学部電気電子工学科, 2023 年 2 月.
5) 山本衛, 高橋透, 芦原佑樹, 観測ロケット S-520-32 号機と自前開発機器によるロケット－地上間の電離圏全電子数観測, *第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会*, 相模原市立産業会館, 2022 年 11 月 4 日.

C. 研究課題： 地磁気誘導電流と電力系統

C-1. 研究組織

代表者氏名: 海老原祐輔(京都大学生存圏研究所)
共同研究者: 大村善治(京都大学生存圏研究所)、後藤忠徳(兵庫県立大学)、
中村紗都子(名古屋大学)、亘慎一(情報通信研究機構)、
菊池崇(名古屋大学)、田中高史(九州大学)、藤田茂(気象大学校)

C-2. 研究概要

磁気嵐など地球周囲の宇宙空間が乱れると送電線に地磁気誘導電流(geomagnetically induced current, GIC)が流れ、停電など深刻な影響を与えることがある。GIC 災害が起こる頻度は極めて低いが、ひとたび起これば現代社会に生きる私たちの生命・生存に対し脅威となる。GIC の測定と計算スキームの開発を通し、社会的影響評価に向けた研究基盤の構築を目指す。

C-3. 研究成果

1989 年 3 月に発生した巨大磁気嵐の影響で過剰な GIC が各地の送電網を流れ、カナダでは約 9 時間にわたり停電が発生した。カナダで発生した停電の原因は巨大な惑星間空間衝撃波と考えられている。一般に惑星間空間衝撃波は地磁気を大きく乱すことから大振幅 GIC の原

因の一つとされ、その原因を明らかにすることは太陽活動に伴う停電を防ぐ上で重要である。電磁流体シミュレーションで惑星間空間衝撃波が到来したときの地磁気変動を模擬し、それらが最大振幅となる領域を調べた。地方時に関わらず磁気緯度 60～80 度の広い範囲で地磁気と地電場が乱れ、太陽風速度と太陽風密度が上がるほどその振幅は大きくなった。1989 年 3 月にカナダで停電が発生したときに観測された地磁気変動との比較を行い、停電に至った原因の解明を目指していきたい。

C-3. 付記

1) 張 天, 海老原祐輔, MHD simulations of responses of ionospheric currents and ground electric field variations under different solar wind conditions, 第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 神奈川県相模原市, 2022 年 11 月 3-7 日

D. 研究課題： MU レーダー・小型無人航空機(UAV)観測による大気乱流特性の国際共同研究

D-1. 研究組織

代表者氏名： 橋口浩之 (京都大学生存圏研究所)

共同研究者： Lakshmi Kantha (米コロラド大学)、Dale Lawrence (米コロラド大学)、Hubert Luce (京都大学生存圏研究所)、Richard Wilson (仏 LATMOS, CNRS)、矢吹正教(京都大学生存圏研究所)

D-2. 研究概要及び成果

乱流混合は熱や物質の鉛直輸送に寄与する重要なプロセスであり、これまで、MU レーダーを用いたイメージング(映像)観測により大気乱流の発生・発達・形成メカニズムや、メソ～総観規模現象との関連が研究されてきた。日米仏の国際共同研究により、2015～2017 年の 6 月にコロラド大で開発された気象センサーを搭載した小型無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)と MU レーダーとの同時観測実験(ShUREX(Shigaraki, UAV-Radar Experiment)キャンペーン)が行われた。UAV は、小型(両翼幅 1m)、軽量(700g)、低コスト(約$1,000)、再利用可能、GNSS による自律飛行可能で、ラジオゾンデセンサーを流用した 1Hz サンプリングの気温・湿度・気圧データに加えて、100Hz の高速サンプリングのピトーセンサーによる乱流パラメータの高分解能データを取得した。MU レーダーおよび 1.3GHz 帯大気レーダーで推定された乱流エネルギー消散率と比較し、シアによって生成された乱流に対しては、ブラントバイサラ振動数よりもむしろシアとレーダーで観測されたスペクトル幅の 2 乗から求めるのが良いことが分かった。さらに、シアとスペクトル幅に比例関係があることから、スペクトル幅の 3 乗が乱流エネルギー消散率推定の良い指標になることを見出した。

D-3. 付記

2) H. Luce, L. Kantha, H. Hashiguchi, D. Lawrence, A. Doddi, and M. Yabuki, Estimation of TKE Dissipation Rate from Radar Data using a Weak Stratification Model, 日本気象学会 2022 年度春季

大会，オンライン, 2022 年 5 月 17-20 日.

3) Hubert Luce, Hiroyuki Hashiguchi, Laskhmi Kantha, Abhiram Doddi, Dale Lawrence, and Masanori Yabuki, Estimation of Turbulence Kinetic Energy dissipation rate from MST radar and Wind profiler data using in-situ UAV measurements and a Weak Stratification Model, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会，幕張・オンライン, 2022 年 5 月 22-6 月 3 日.

4) Hubert Luce, Lakshmi Kantha, Hiroyuki Hashiguchi, Abhiram Doddi, Dale Lawrence, and Masanori Yabuki, Turbulence Kinetic Energy dissipation rate estimated from clear air radar data: comparisons of models in light of DataHawk UAV measurements, Optica Imaging and Applied Optics Congress / Optical Sensors and Sensing Congress, Vancouver, British Columbia, Canada, July 11-15, 2022.

E. 研究課題：宇宙からの粒子降り込みによる大気微量成分変動現象の解明

E-1. 研究組織

代表者氏名： 栗田怜（京都大学生存圏研究所）

共同研究者： 小嶋浩嗣（京都大学生存圏研究所）、三好由純（名古屋大学）、
齊藤慎司（情報通信研究機構）

E-2. 研究概要

宇宙空間で自発的に放射される電磁波により、地球大気へ高エネルギーの粒子が降り込む。地球大気に降り込んだ粒子は超高層大気の異常電離・加熱を通して大気微量成分の組成に変化を引き起こす。この過程を理解するため、科学衛星による電磁波・粒子観測と数値実験により降り込み粒子を推定し、大気微量成分の変動現象への理解へとつなげる。

E-3. 研究成果

あらせ衛星によって観測された高エネルギー電子フラックスの変動現象の原因に関して、観測データをもとに数値計算を行い、コーラス波動と電子の非線形波動粒子相互作用の重要性を指摘した。この数値計算と観測データの比較により、地球大気へ降り込む電子フラックスの定量評価の精度向上が見込まれている。また、地上 VLF 送信局に由来する電波が引き起こす、定常的な電子降り込みの存在について議論するために、磁気圏内における VLF 送信局に由来する電波の空間分布を、あらせ衛星の観測データから統計的に明らかにすることに成功した。この結果をもとに、VLF 送信局から発せられる電波による電子の大気降り込みの量を見積もる研究を進めた。

E-4. 付記

1) Kurita, S., et al., High temporal variation in electron fluxes during flux burst events observed by the Arase satellite, 第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 神奈川県相模原市, 2022 年 11 月 3-7 日

2) Saito, S., et al., High temporal variation in electron fluxes during flux burst events: Test particle simulation, 第 152 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 神奈川県相模原市, 2022 年 11 月 3-7 日

ミッション５：「高品位生存圏」
5-4）木づかいの科学による社会貢献
（木造建築、木質住環境、木質資源・データベース、木づかいの変遷）

五十田博、田鶴寿弥子、中川貴文、梅村研二
京都大学 生存圏研究所

我が国の適所適材の用材観や、建造物の仕口をはじめとした伝統構法は、アジア域の相互的文化交流の歴史によって培われた賜物である。木材はこれらの文化的情報を今に伝える媒体であるのみならず、年輪には古環境・気候の情報を記録している。これら木材から抽出・保存できる情報を社会に還元することで新しい持続的社会構築の糧とする必要がある。一方、アジア域における伝統的な木造建築から、最新の中層木造建築までの種々の住環境的特徴や構造的性能を評価することにより「木づかい」の理解を深化させるとともに、その知見に立脚した新しい高性能木質素材を開発・利用することにより、安心安全な未来型木質住空間の創成に貢献できる。このような立場から、本ミッションにおいては、A：木材情報の調査と保存、B：安心安全な未来型木造住空間の創成、の２つのテーマを大きな柱とし、各々に関連する以下の４つのサブテーマに沿って学際・国際・文理融合的研究を推進している。

5-4-1 木の文化の調査と保存

1. 研究組織

代表者氏名：田鶴寿弥子（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：今井友也（京都大学 生存圏研究所）

2. 研究概要

我が国の適所適材の用材観念や伝統的木製品の数々は、国を超えた相互的文化交流の歴史によって培われた賜物であり、それらの知識なしに、我が国特有の木の文化を理解することは不可能である。本研究では、東アジアの文化財が多く保管されている欧米の美術館などとともに、貴重な木彫像をはじめとした文化財の樹種識別や学術的研究を実施することを主な課題とした。特に国内はもとより、欧米の美術館・博物館との中国の木彫像の樹種調査に関する共同研究の実施を進めた他、DNA を用いた歴史的古材における樹種識別手法の基礎的研究についても徐々に進めている。

3. 研究成果

本年度もコロナ禍により欧米や東アジア諸国の美術館への訪問調査が叶わなかった

ものの、各地の美術館・博物館などと密接にコンタクトをとりながら継続した文化財調査を進められた。

中でも出雲地方に由来するとされ、世界中に散逸した木彫像群について、それらを所有する北米のホノルル美術館・クリーブランド美術館・ロイヤルオンタリオ美術館・フィラデルフィア美術館などとコンタクトをとって年代・樹種調査を行った結果、その多くが *Magnolia*. sp であることをつきとめ、うち 3 点がＡＭＳ年代測定により 10-12 世紀の作であることを明らかにすることができた。このことにより、形態的特徴から同一グループと推定されてきたこれらの約 20 体の木彫像について、樹種・年代という科学的知見も付与することができ、学際研究に弾みがついた。本研究については、論文として発表できた。この調査の結果、木彫像の材料としては多くはない *Magnolia*. sp が出雲地方から出たとされる木彫像に使用されていたわけであるが、2022 年度島根県の木彫像調査を開始した結果、これまでに多くの木彫像（仏像・神像）の樹種調査を完了し、そのうち仏像の調査結果については 3 月に論文が出版予定である。樹種調査の結果、島根県一帯の木彫像にはカヤやヒノキに加えて、*Magnolia*. sp が使用されている事例を複数発見した。これまで出雲地方の木彫像の樹種については科学的に調査された事例が大変少ないが、神話や古文書からも出雲が古代日本において特別な意味を持つ地域であったことは明確である。その出雲においては、神像についての伝承や民俗誌、あるいは生死往来の呪物としての文化が残されており、現在、*Magnolia*. sp が用材に使用された理由を中心に、科学と人文学からのアプローチによる論文を執筆中である。

今年度、国内の建造物調査において当時の木材利用や木材流通を知る上で大きなヒントをもたらすと期待されている歴史的古材を用いた DNA による樹種識別への応用を目指した研究を継続している。まだまだ更なる実験が必要ではあるが、解剖学的特徴が酷似しており樹種判別が難しい樹種について、DNA による樹種同定を可能とするべく、今井を中心に研究が進められている。

また、国宝如庵、松殿山荘好文亭など、茶室や近代の建造物の樹種調査なども進めており、これらの調査結果についてもデータを蓄積したのち、論文とする予定である。

文化財から得られる科学的情報は、言うまでもなく日本の歴史ならびに東アジア地域の文化を知る上で重要である。今後もデータベースの拡充にむけて尽力したい。

4. 付記（関連の業績）

1, 論文・紀要

1) 濱田恒志, 田鶴寿弥子, 島根県内に所在する木彫仏像・神像の樹種調査, 古代文化研究, 2023. 印刷中

2) 田鶴寿弥子, 欧米に散逸した神像群をめぐる 木材解剖学×美術史学の国際的な学際研究, 生存圏研究, 2022.

3) Suyako Tazuru, Mechtild Mertz, Takao Itoh and Junji Sugiyama, Wood Identification of Japanese and Chinese Wooden Statues Owned by the Museum of Fine Arts, Boston, USA, Journal

of wood science, 2022. DOI:10.1186/s10086-022-02020-x
4) Mechtild Mertz, Suyako Tazuru, Shiro Ito, Cynthea Bogel, A Group of Twelfth-Century Japanese Kami Statues and Considerations of Material Intentionality: Collaborative Research Among Wood Scientists and Art Historians, Journal of Asian Humanities at Kyushu University (JAH-Q), 127-158, 2022.

2, 書籍
田鶴寿弥子　ひとかけらの木片が教えてくれること　木材×科学×歴史　淡交社　2022 年 8 月出版

5-4-2 年輪年代学ならびに年輪気候学

1. 研究組織

代表者氏名：今井友也（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：田上高広（京都大学 理学研究科）
渡邊裕美子（京都大学 理学研究科）
田鶴寿弥子（京都大学 生存圏研究所）
杉山淳司（京都大学 農学研究科）

2. 研究概要

インドネシアやミャンマーをはじめとした熱帯域における気候変動を解明する一つの手がかりとして樹木成長輪に着目し、成長輪の幅や同位体比分析による年輪気候学の基礎研究を推進した。本年度は、これまでに取得したミャンマー産チークの年輪幅やセルロース同位体比データを再整理し、ミャンマーの年輪データのもつ気候学的な意味について考察した。

3. 研究成果

ミャンマーはアジアモンスーンによって複雑に影響を受ける。雨季前半にはベンガル湾からの南西モンスーン、雨季後半には南シナ海からの南東モンスーン、そして乾季にはチベット高原からの北東モンスーンが卓越する。モンスーンよって齎される降水は農業を基盤とする生活にとって必要不可欠であり、気象災害を軽減するためにも過去に起こった降水履歴の理解は重要である。ミャンマーでは気象観測データが限られており、長期の降水を復元するためには代替となる降水プロキシを確立することが必要とされている。本研究では、ミャンマー・バゴー山地産のチークの年輪データ（年輪幅とセルロース同位体比）を再整理し、気象観測データと比較対比することにより、水文プロキシとしての信頼性を評価した。その結果、セルロース同位体比は雨季の降

水量と有意な負の相関を示し、当該地域で年輪同位体比が水文プロキシとして利用できることを明示できた。年層内同位体比データも含めて、現在、これらの研究成果を学術雑誌に投稿するための準備をしている。

4. 付記（関連の業績、発表など）

1）Watanabe, Y., Katayama, Y., Li, Z., Nakatsuka, T. and Tazuru, S. Assessments of tree-ring intra-annual $\delta^{18}O$ record for reconstructing hydroclimate with high temporal resolution. (投稿中)

2）Katayama, Y., Watanabe, Y., Li, Z. and Nakatsuka, T. 2022. Proxy assessments of tree-ring intra-annual $\delta^{18}O$ for precipitation reconstruction in Ashiu Forest Research Station, Kyoto. JpGU Meeting 2022, May 29- June 3, 2022.

5-4-3 伝統構造・未来住空間

1. 研究組織

代表者氏名：五十田 博（京都大学 生存圏研究所）

共同研究者：中川貴文（京都大学 生存圏研究所）
小松幸平（京都大学 生存圏研究所）
森 拓郎（広島大学 工学研究科）
荒木康弘（国土技術政策総合研究所）
北守顕久（大阪産業大学 工学部）
Que Zeli（中国 南京林業大学 材料科学与工程学院）
Yu-Lin Chung（台湾国立成功大学 建築学部）

2. 研究概要

東アジア地域に共通する伝統的木造建築物の材料活用・構法・構造上の特徴に関し、その技術背景と性能への影響を科学的手法によって探求することで、木づかいに対する先人の知恵を理解し、今後の木材活用に向けた応用を検討する。今年度はコロナ感染拡大防止活動により、台湾や中国などとの活動はオンラインとして、国内で伝統的な構法に対する振動実験を実施した。また、木造建築物の実使用環境における種々の性能をセンシング技術を用いて調査する検討の一つとして、米国で実施予定の 10 階建て木造建築物に加速度センサーを取り付ける計画を進めるとともに、日本の建物仕様との違いについて計算により明らかにした。

3. 研究成果

① 垂大斗肘木・頭貫・三本の丸柱で構成された伝統的木造架構の実験的研究

東アジアの伝統木造建築においては、重たい屋根荷重を斗栱（組み物）を介して柱に集めて礎石に流す形式の軸組構造が数多く見受けられる。本研究の目的は２つあり、斗栱のみならず我国の木造建築で古代から使われている頭貫の存在価値とその仕様の違いが、柱の傾斜復元力に及ぼす影響を明らかにすることを研究目的の一つとした。この目的達成のため、4 種類の頭貫仕様と２種類の上載荷重レベルを実験パラメータとし、大斗肘木・頭貫・３本の丸柱から構成される架構モデル試験体を作成して、鉛直油圧ジャッキによる固定荷重を斗栱に載せつつ静的正負繰り返し水平加力を水平油圧ジャッキで与えて架構の復元力特性を把握する実験を計画した。第二の目的は、架構を構成する大斗肘木、頭貫そして柱の各構造要素に働くモーメントを構造要素の要所に貼ったストレインゲージ（以下 SG と記す）で計測し、頭貫仕様の違いと上載荷重の大きさがモーメント抵抗能力に及ぼす影響を明らかにすることである。結果の詳細については付記した論文をご覧いただきたい。なお、本件は JSPS 科研費－国際共同研究加速基金 [国際共同研究強化(B) 課題番号：19KK0113 研究代表者：中川貴文]の一環として実施した。

② 高層木造に関する検討と加速度センサーによる損傷検知技術確立のための計測

木材を用いて 6 階建てを超え、10 階建てを超えるような高層建築物が海外、特にオーストリア、北欧で建て始められている。日本でも 10 階建て程度の建築物を木材を構造材料として用いる検討が始まっている。日本は前記の国々とは異なり、極大地震が発生する国で、かつ高温多湿と気候条件も異なる。また、地震後には火災が発生することがあるが、建物の倒壊によって主要道路はもとより、路地等も通行不能となり、消防活動に支障をきたすことも想定され、耐火性についても厳しい規制がある。そのようななか、米国では 10 階建ての木造建築物を対象に振動台実験を実施し、耐震安全性を確認するとともに、損傷のない木造目指した建物の設計法の確認をおこなう予定である。日本と米国は耐震基準が異なり単純に米国の建物を日本に建てることは難しいが、10 階建ての建物を対象に日本の耐震基準を満足するための変更の検討を実施した。また、実験は今年度末から来年度 4 月に予定されており、その建物にセンサーを設置するための計測計画を立てた。対象の建物の 2 月 13 日時点の写真を図 1 に示す。

米国仕様から日本で実現させるための主要な変更箇所をまとめて表 1 に示した。詳細は付記 2 の文献を参照いただきたい。

図 1　対象とした 10 階建て試験体

表 1　日米仕様比較

項目	単位	日本仕様	米国仕様
壁厚さ	t[mm]	420	314
壁のヤング係数	Ew[N/mm^2]	8560	7039
柱断面	bxD[mm]	480x480	311x455
柱のヤング係数	Ec[N/mm^2]	10500	6550
PC鋼棒	ϕ[mm]	4-ϕ40	4-ϕ35
初期張力	Pt[kN]	4680	1000
ダンパー降伏耐力	Py[kN]	156	31.74
ダンパー降伏変位	dy[mm]	3.02	7.62
ダンパー初期剛性	K[kN/mm]	51.7	4.2
ダンパー有り	1次固有周期	1.11	1.69
ダンパー無し	T[sec]	1.51	1.92

4. 付記（関連の業績、発表など）

1) 小松幸平、北守顕久、中川貴文、中島昌一、五十田博：大斗肘木・頭貫・三本の丸柱で構成された伝統的木造架構の復元力特性と各構造要素で評価されたモーメント抵抗性能に関する実験的研究；日本建築学会構造系論文集（採用決定）
2) 五十田博、辻拓也：ロッキング壁を利用した 10 階建て木造の日本仕様の検討；日本建築学会学術講演梗概集、2022

5-4-4 未来型木造建築に資する木質材料の開発

1. 研究組織

代表者氏名：梅村研二（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：松尾美幸（京都大学 生存圏研究所）
趙　中元　（中国　南京林業大学）
張　敏　　（中国　浙江農林大学）
Ragil Widyorini（インドネシア　ガジャマダ大学 森林学部）
Sukma Surya Kusumah（インドネシア　BRIN 生物材料研究センター）
Rahma Nur Komariah（インドネシア　スマトラ工科大学）

2. 研究概要

未来型木造建築では、化石資源への依存を抑えた革新的技術による持続可能な木質材料の開発が求められる。昨今の世界的な森林面積の減少や低炭素化社会へ向けた様々な取り組みを考えると、農産廃棄物などの未利用リグノセルロースを木質材料の原料として積極的に利用するとともに、合成系接着剤をはじめとした化石資源由来の物質を出来る限り使用しない新たな接着技術を開発する必要がある。昨年は、バイオマスを利用した接着剤として、スクロースとリン酸二水素アンモニウム（ADP）を原料とした接着剤を利用し、オイルパームの樹幹の内層部分を原料に用いたパーティクルボー

ドについて検討した。今年度は、スクロースとポリリン酸アンモニウム(APP)を原料とした接着剤を用いて合板の製造を試み、接着剤の合成条件や合板の製造条件が物性に及ぼす影響を明らかにした。また、接着剤の反応特性について、各種機器分析を用いて明らかにした。

3. 研究成果

合板用接着剤は、単板に塗布するためにある程度の粘度が必要である。そこで、スクロースと APP の混合比や加熱温度、加熱時間を変えてプレポリマー化を試みた。その結果、スクロースと APP の混合比を 80/20 とし、115℃で 3 時間加熱した接着剤が最も良好な接着性能を示した。また、合板の製造条件を検討したところ、170℃、7 分の条件での湿潤せん断強度は 0.81 MPa であり，中国国家規格 GB/T 9846-2015 の要求値を満たした。この接着剤の硬化特性を調べるために不溶化率を測定したところ、加熱時間や加熱温度とともに不溶化率が直線的に増加することが認められた。また、DSC や TGA 分析の結果、136～156℃付近で吸熱ピークが確認され、また 143℃付近で著しい重量減少が起こることを確認した。これらの結果は、スクロースや APP 単独の結果よりも優位に低く、プレポリマー化による反応が考えられた。NMR 分析の結果、プレポリマー化接着剤には単糖、オリゴ糖、ケトン、HMF、シッフ塩基などが確認された。これは、スクロースの加水分解、カラメル化、アマドリ転位などの複雑な反応が起こったことを示唆している。接着剤硬化物の Py-GC/MS および FT-IR 分析を行ったところ、窒素化合物とフラン化合物によるジメチレンエーテル結合の生成が確認された。今後の課題として、プレス温度を下げる方法を検討する必要性が認められた。

この他、共同研究者と研究の打ち合わせや留学生の受け入れについて協議するとともに、今後の取り組み等について意見交換を行った。

4. 付記（関連の業績、発表など）

1） Lin, QM; Zhang, X; Zhu, N; Kusumah, SS; Umemura, K; Zhao, ZY, Preparation and investigation of an eco-friendly plywood adhesive composed of sucrose and ammonium polyphosphate, Wood Material Science & Engineering, (2022) DOI 10.1080/17480272.2022.2121176

2） Rahma Nur Komariah, Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Tsuyoshi Yoshimura, Kenji Umemura: Characterization of Particleboard Using the Inner Part of Oil Palm Trunk (OPT) with a Bio-based Adhesive of Sucrose and Ammonium Dihydrogen Phosphate (ADP), BioResources, 17(3), 5190-5206 (2022), DOI: 10.15376/biores.17.3.5190-5206

3） Firda A. Syamani, Agus Z. Arifqi, Sasa S. Munawar, Sudarmanto Sudarmanto, Lilik Astari, Kurnia W. Prasetiyo, Mohamad Gopar, Ismadi Ismadi, Sukma S. Kusumah, Mohd. H. Hussin, Subyakto Subyakto, Yusuf S. Hadi, Kenji Umemura: UTILIZATION OF CITRIC ACID AS BONDING AGENT IN SEMBILANG BAMBOO (Dendrocalamus giganteus

Munro) PARTICLEBOARD PRODUCTION, Indonesian Journal of Forestry Research 9(1):99-120, (2022), DOI: 10.20886/ijfr.2022.9.1.99-12

生存圏アジアリサーチノード

梅澤俊明、Hubert LUCE、大村和香子、横山竜宏、渡邊崇人

1. 概要

生存圏科学の国際化、特にアジア展開を進めるべく、2016 年度から「生存圏アジアリサーチノード(Humanosphere Asia Research Node (以下、ARN))」プログラムをスタートさせた。これは、インドネシアに ARN を整備・運営することで、生存圏科学を支え、さらに発展させる国際的な人材育成を進めるとともに、国際共同研究のハブ機能を強化することを目指している。「日 ASEAN 科学技術イノベーション共同研究拠点 － 持続可能開発研究の推進」(JASTIP)など既に推進中のプロジェクトと連携して、チビノンにあるインドネシア科学院(LIPI)の生物機能材料研究センター内に「生存圏アジアリサーチノード共同ラボ」を設置し、インドネシア国内の研究拠点（赤道大気レーダー、バンドンの LAPAN 研究センター、建築研等）で国際共同研究やキャパシティビルディング等の活動を推進してきた。本年度は、主に以下の 3 サブ課題を実施しているが、インドネシアに於いて LIPI や LAPAN 等がインドネシア国家研究イノベーション庁（BRIN）に改組されたこと、並びに当研究所に新センターが設置されたことを受け、相互の研究組織の現状と将来の方向性を討議するための ARN シンポジウムを開催した。

（１）熱帯バイオマスの生産・循環利用・環境保全共同研究

東南アジア地域は熱帯雨林をはじめ豊かな生態系を有しており、熱帯産早生樹などのバイオマスを高度に利用して、森林環境の保全・育成と新産業の創成、安心で安全かつ資源循環型社会の場を提供する大きな可能性を秘めている。インドネシアをはじめとする東南アジア地域の研究者と日本の研究者が連携し、熱帯バイオマスの特質を理解しつつ、有用熱帯植物の育種、生理活性物質の生産、バイオマスエネルギーの創出、木質材料の開発、機能性材料への変換を検討するとともに、熱帯材の劣化制御法や安価で高強度な木造住宅の建築法を開発することで、熱帯バイオマスの生産・循環利用・環境保全に貢献することを目指している。現在進行中の JASTIP-Net プロジェクトでは、熱帯バイオマスの有効利用法の研究を国内や東南アジア諸国の研究機関と推進した。SATREPS(熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産)では、インドネシア研究者との定期的なオンライン会議を通して共同研究を進めた。

（２）赤道ファウンテン共同研究

赤道域で地表から放出される大気物質は、対流圏を循環しつつ積雲や巻雲の生成・発達に寄与し、さらに対流圏界面を通過して成層圏に噴出され中高緯度に広く輸送される。赤道対流圏を源泉とする大気波動は中層大気の特異な長周期・不規則変動を駆動する。電離圏では中性風によるダイナモ電場が地球磁場と相互作用してプラズマを噴き上げる。このような赤道域で特徴的な物質・エネルギーフローを「赤道ファウンテン」として総括的に

捉え、その変動が特に激しい熱帯アジア・西太平洋域で、西スマトラ州のコトタバンに設置された赤道大気レーダー拠点観測に加えて、広域ネットワーク観測、衛星データ、数値モデルを駆使して、その動態を解明し、全球に及ぶ大気変動を引き起こすメカニズムの解明を目指している。

なお、「赤道ファウンテン」は生存圏フラッグシップ共同研究の課題としても採択されており、その詳細については別途報告する。

（３）生存圏データベースの国際共同研究

生存圏科学においては、個別の研究成果を蓄積し相互参照を推進するデータベースの整備が重要である。「生存圏データベース」は研究所が蓄積してきたデータの集大成で、生存圏に関する様々な電子データや材鑑調査室の木質標本データから成る。電子データの年間のアクセス回数は 1 億回に達しており、ARN でもこれらを用いた国際共同研究のさらなる発展を目指している。生存圏データベースのうち独自に取得している一次データ（MU レーダー、EAR）をデータ記録装置(RAID, 140TB)にコピーし、データ管理用パソコンとともにインドネシア・バンドンにある BRIN(旧 LAPAN)の研究センターに設置している。これにより、インドネシア国内からのアクセス性を向上させるとともに、データの保護を図っている。さらに、データ交換システムである IUGONET(超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究)の機能を活用して、インドネシア国内で生存圏データベースの活用を進めた。IUGONET で開発されたデータ解析ソフトウェアは従来 IDL(Interactive Data Language)ベースであったが、特に東南アジア域の研究者からの高い要望に応えて、MATLAB ベースの解析ソフトウェアがリリースされ、生存圏データベースの活用もより一層進むものと期待される。

2. 生存圏アジアリサーチノード国際シンポジウム

国内外で国際シンポジウムや国際ワークショップ、生存圏科学スクールを開催して、生存圏科学を支える国際的な人材を育成するもこと も ARN の重要な活動の一つである。2017 年 2 月にはマレーシア理科大学と連携して、マレーシア・ペナンで第 1 回アジアリサーチノード国際シンポジウムを、2017 年 7 月には京都大学宇治キャンパスで第 2 回同シンポジウムを、2018 年 9 月には台中市の国立中興大学において第 3 回同シンポジウムを、2019 年 12 月 26 日～27 日には中国南京市において南京林業大学と共催で第 4 回同シンポジウムを開催した。2020 年度は、新型コロナウィルス感染拡大に伴い、Web 会議システム Zoom と Remo を用いて、2020 年 12 月 22 日～23 日に第 5 回同シンポジウムをオンライン開催した。2021 年度も 2021 年 9 月 20 日～21 日に、赤道大気レーダー(EAR)の完成から 20 周年を記念した赤道大気に関するインドネシア国立航空宇宙研究所・京都大学国際シンポジウムと併催する形で、ANR シンポジウムをオンライン（Zoom）開催した。本年度は、LIPI や LAPAN などの BRIN への改組と、当研究所の新センター設置を受け、相互の研究組織の現状と将来の方向性を討議するための ARN シンポジウムを開催した。なお、例年、生存圏科学スクー

図 1. 第 7 回 ARN 国際シンポジウム／第 10 回地球規模課題セミナー（オンライン開催）

ル(HSS)および国際生存科学シンポジウム(ISSH)をインドネシアで LIPI とともに共同開催しているが、今年度はインドネシアにおける新型コロナウィルスの感染状況を考慮して中止とした。これに代わり、ARN シンポジウムと併催する形で、第 10 回地球規模課題セミナー[10th Sustainable Development Seminar (SDS)]を実施し、特に日本側の若手研究者と大学院学生を主な対象として、東南アジア地域特にインドネシアの科学及び社会情勢などに関する最新情報を提供する場を設けた。

3. キャパシティビルディング

研究プロジェクト（JASTIP, SATREPS 等）に関連したキャパシティビルディングとしてセミナー等を実施した。生存研で定例開催しているオープンセミナーの一部を、ビデオ会議システム Zoom を利用して、宇治から国内各研究機関の他、インドネシアの LIPI バイオマテリアル研究センターや LAPAN バンドン研究センターに双方向配信した。インドネシア

側からの参加者は毎回それぞれ 10 名を超え、多くの質疑が交わされ、有益な時間となった。数年前からオンラインセミナーを開催してきており、出張が困難なコロナ禍の状況でもセミナーを定期開催することができた。

赤道大気観測に関するキャパシティビルディングの一環として、例年、研究所スタッフがインドネシアを訪問し、インドネシア国内から研究者を招へいして、赤道大気レーダーやラジオゾンデによる観測実習などを実施してきた。新型コロナウィルス感染症拡大による渡航制限のためにしばらく中止していたが、今年度は BRIN の研究者 2 名を研究所に招へいし、赤道大気レーダーのデータ解析演習を実施した。

4. 今後の計画

今後も、生存圏アジアリサーチノードに関する国際シンポジウムを開催し、アジア諸国、欧米諸国、日本国内の様々な研究機関から共同研究者や大学院生を招へい（あるいはオンライン参加）し、生存圏科学の国際展開を議論して、新たな国際共同研究の発掘と国際研究コミュニティーの拡大、国際的な若手人材の育成、アジアリサーチノード機能の拡大を目指したい。また、Web 会議システムを用いて英語による講義・セミナーなどを積極的に配信し、現地での会議を補うものとしても活用していきたい。赤道大気レーダーを中心とする日本・インドネシア・諸外国の研究者との国際共同研究を継続するとともに、生存圏データベースの国際化をより推進するための講義・セミナーなどの実施も検討したい。

熱帯植物バイオマスの持続的生産利用に関する総合的共同研究

梅澤俊明
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：梅澤俊明（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：梅村研二（京都大学 生存圏研究所）
畑　俊充（京都大学 生存圏研究所）
大村和香子（京都大学 生存圏研究所）
渡邊隆司（京都大学 生存圏研究所）
飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）
小林　優（京都大学 大学院農学研究科）
坂本正弘（京都大学 大学院農学研究科）
サフェンドリ コマラ ラガムスタリ（インドネシア研究イノベーション庁）

2. 研究概要

バイオエコノミー時代に在って、化石資源に代わり再生可能資源に対する依存度を上昇させることへの必然性は、既に世界的共通認識となっている。熱帯地域における木質バイオマス生長量は温帯域のそれをはるかに上回っており、熱帯木質バイオマスの効率的生産利用が、再生可能資源依存型社会において極めて重要となる。本共同研究では、従来生存圏研究所で過去３０年以上蓄積してきた熱帯人工林に関する個別の成果に基づき、熱帯木質バイオマス資源の持続的生産利用基盤の確立を最終目的として総合的研究を実施している。

3. 研究の背景と目的

[背景]

世界の年間木材（リグノセルロース）利用量は約 20 億トンと見積もられており[1)]、非木材系（主としてイネ科バイオマス植物）のリグノセルロース（木質）生産量は 36 億トンと見積もられている[2)]。世界の原油使用量が 41 億トン／年程度であるので、木材生産量は原油使用量を凌駕する。一方世界の人工林からの用材生産量は全生産量の半分に満たず、未だ天然林からの大量の用材取得は続いている。今後天然林伐採は一層厳しく制限され、さらに、バイオマスリファイナリー構築のため、現在の木質需要に上積みし、バイオマスリファイナリー仕向け分を増産する必要がある。そこで、単位面積当たりの収量の高いバイオマス植物種の植林・栽培や、単位面積収量増加、荒廃・未利用地における持続的植林・バイオマス生産などの技術革新が必須となる。すなわち、アグロフォレストリーを含めた生態

的に多様なバイオマス持続的生産系の確立、植栽樹種の多様性の増大、耐病性個体の育種・選抜、病害抵抗性且つ高生産性の樹木やイネ科バイオマス植物の増産など、持続的生産・利用と周辺地域の環境保全、さらに我が国へのバイオマス輸送方法の確立、我が国における消費システムの確立に向けた様々な技術革新などが求められる。言うまでもなく、これらに加えてバイオマス生産地域住民の利益向上を図る必要がある。

熱帯地域は温帯地域に比べはるかに木質バイオマスの生産性が高いが、熱帯産業造林は未だ持続的施業技術確立の途上にあり、樹病の発生など持続性の問題が急速に顕在化してきている。さらに、熱帯天然林の伐採跡地は、略奪的な焼畑耕作が無秩序かつ短期間に繰り返された結果、イネ科のアランアラン（チガヤ、*Imperata cylindrica*）を主体とする荒廃草原が大規模に広がっている。東南アジア全体の荒廃草原は 3500 万 ha（内、インドネシアは 1000 万 ha）に上る。天然林伐採によるバイオマス生産を厳しく制限し、すでに成立してしまっている荒廃草原をバイオマス生産地に転換することが極めて重要である。

バイオマス生産性に関して、樹木（年間で最大 20 ton ha^{-1} 程度）よりイネ科の大型バイオマス植物（年間最大 100 ton ha^{-1}）の方が数倍高い [1)]。この荒廃草原に、年間 100 ton ha^{-1} の生産性を有するイネ科バイオマス植物（ソルガム）を植栽すると、単純計算であるが、年間 35 億トンという世界の原油消費量に比肩する数値が得られる。この数値は変換効率を全く無視した単なる計算値であるが、イネ科バイオマスの重要性並びに荒廃草原の持続的活用の重要性を示していると言える。加えて、イネ科バイオマス植物は、リグノセルロース成分の分離特性が木材系リグノセルロースに比べて高く、将来的なバイオマスリファイナリー利用に適すると考えられる [1)]。さらにイネ科バイオマス植物では、穀物、ショ糖、飼料の生産も可能であり、生産に携わる地域住民の短期的な利便にも資するところが大きい。

以上のように、熱帯地域における持続的木質バイオマス生産には、人類が持続的に生存を続けるうえで必須の資源の生産という課題解決のみならず、地域住民の経済振興のような社会問題など生存圏全体に関わる様々な課題の開設に資する。そして、本研究の方向性は科学技術イノベーション（STI）に基づく持続可能な開発目標（SDGs）の達成や社会的共通資本（SCC）の構築にも資するものであり、バイオエコノミーの概念にも適合する。

4. 研究の結果および考察

本年度は、昨年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア国家研究イノベーション庁（旧インドネシア科学院）と共同で推進した。本年度は最終年度として 7 月中旬まで実施した。5 月には 3 年ぶりにインドネシアに渡航し、JICA による最終評価会に臨んだ。また、7 月には JST による最終評価会（遠隔開催）に臨んだ。令和 4 年 12 月 22 日には、第 13 回熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウム The 13th Tropical Biomass Flagship Symposium （第 488 回生

存圏シンポジウム）(The 488 Symposium on Sustainable Humanosphere)を Zoom による遠隔会議方式にて開催した。このシンポジウムでは、当所のSATREPS プロジェクトに加え、アジア・アフリカを対象地域とした植物バイオマス・食糧生産関係の SATREPS プロジェクト関係者が参集し、プロジェクトの紹介を行うと共に、総合討論により共通する問題点の解決や新たな研究の方向性の立案に資する議論を行った。

個別の研究としてアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。さらに、本年度は農産廃棄物のオイルパーム幹などを原料に用い、その成分を活かした接着技術を用いて優れた物性を有する木質材料の開発を行った。さらに、天然系接着剤の開発についても検討した。また、木材害虫による研究も継続し、特に木材穿孔害虫による木材の食害機構、特に腸内共生微生物による木材成分の分解機構について検討し、成果の一部を公表した。さらに、インドネシア及び日本に分布するイエシロアリ属兵蟻の体表における体毛分布の種間差と微細構造を明らかにし
た。同じく両国に生育する早生広葉樹チャンチン（*Toona sinensis*）心材のシロアリ及び木材腐朽菌に対する抵抗性を精査した。一方、熱帯バイオマス、未利用バイオマスの変換法および化学品、機能性材料、バイオ燃料への利活用に関する研究を JASTIP、e-Asia プロジェクトなどを通した東南アジア諸国との国際共同研究により推進した。

5. 今後の展開

個々の研究の一層の継続により、持続型社会の構築に資する有機物資源の環境対応型持続的生産利用システムの確立に向けて、展開を図る。

6. 引用文献

1) Umezawa, T., Lignin modification *in planta* for valorization, *Phytochem. Rev.*, **17**, 1305-1327, 2018.
2) Tye, Y.Y., Lee, K.T., Abdullah, W.N.W., Leh, C.P., The world availability of non-wood lignocellulosic biomass for the production of cellulosic ethanol and potential pretreatments for the enhancement of enzymatic saccharification *Renew. Sustain. Energy Rev.*, **60**, 155-172, 2016.

7. 付記

B. Wikantyoso, T. Imai, S. Khoirul Himmi, Sulaeman Yusuf, T. Hata and T. Yoshimura, Ultrastructure and distribution of sensory receptors on the nonolfactory organs of the soldier caste in subterranean termite (*Coptotermes* spp.), Arthropod structure & development, 70,101201 (2022)

Andri Fadillah Martin, Yuki Tobimatsu, Pui Ying Lam, Naoyuki Matsumoto, Takuto Tanaka, Shiro Suzuki, Ryosuke Kusumi, Takuji Miyamoto, Yuri Takeda-Kimura, Masaomi Yamamura, Taichi Koshiba,

Keishi Osakabe, Yuriko Osakabe, Masahiro Sakamoto, Toshiaki Umezawa, Lignocellulose molecular assembly and deconstructions of lignin-altered CAldOMT- and CAD-deficient rice mutants, Plant Physiology, 191, 70-86 (2023)

Reza Ramdan Rivai, Takuji Miyamoto, Tatsuya Awano, Arata Yoshinaga, Shuoye Chen, Junji Sugiyama, Yuki Tobimatsu, Toshiaki Umezawa, Masaru Kobayashi, Limiting silicon supply alters lignin content and structures of sorghum seedling cell walls, Plant Science, 321, 111325 (2022)

梅澤俊明, リグニン代謝工学によるイネ科バイオマス植物の育種 -リグニンの量と構造の改変-, 化学と生物, 60, 565-572 (2022)

梅澤俊明, 再生可能バイオマス資源の形成と利用, 京都大学環境報告書 2022, pp. 29 (2022)

Rahma Nur Komariah, Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Tsuyoshi Yoshimura, Kenji Umemura, Characterization of Particleboard Using the Inner Part of Oil Palm Trunk (OPT) with a Bio-based Adhesive of Sucrose and Ammonium Dihydrogen Phosphate (ADP), BioResources, 17(3), 5190-5206 (2022)

Firda A. Syamani, Agus Z. Arifqi, Sasa S. Munawar, Sudarmanto Sudarmanto, Lilik Astari, Kurnia W. Prasetiyo, Mohamad Gopar, Ismadi Ismadi, Sukma S. Kusumah, Mohd. H. Hussin, Subyakto Subyakto, Yusuf S. Hadi, Kenji Umemura, Utilization of Citric Acid as Bonding Agent in Sembilang Bamboo (*Dendrocalamus giganteus* Munro) Particleboard Production, Indonesian Journal of Forestry Research 9(1):99-120 (2022)

Nguyen, H., Kondo, K., Yagi, Y., Iseki, Y., Okuoka, N., Watanabe, T., Mikami, B., Nagata, T. and Katahira, M. (2022) Functional and structural characterizations of lytic polysaccharide monooxygenase, which cooperates synergistically with cellulases, from Ceriporiopsis subvermispora, ACS Sustainable Chem. Eng., 10(2), 923-934.

Chotirotsukon, C., Sadat M. R. Khattab, Kobayashi, N., Katahira, M., Laosiripojana, N., Champreda, V., Watanabe, T. (2022) Microwave-accelerated glycerolysis of sugarcane trash using Lewis acid, AlK(SO4)2, for bioethanol production, Ind Crops Prod, 190, 115849.

Bramantyo Wikantyoso, Tomoya Imai, Wakako Ohmura : Morphology and Ultrastructure Analysis of Soldier Caste Sensory Receptors (Sensilla) in Subterranean Termite (Coptotermes, Isoptera), Abstracts of 34th Annual Meeting on Japan Environmental Entomology and Zoology, 50 (2022)

Raufelina Febriama, Wakako Ohmura: Decay and Termite Resistance of Microwave Extract of Toona sinensis, Abstracts of 34th Annual Meeting on Japan Environmental Entomology and Zoology, 51 (2022)

Toshiaki Umezawa, Grass lignin metabolic engineering for sustainable lignocellulose valorization, The 20th IUFRO Tree Biotech and the 2nd Forest Tree Molecular Biology and Biotechnology (FTMB) Conference, Harbin, Jul 7-9, 2022

梅澤俊明, 植物バイオマスのエネルギー利用, グリーンエネルギーファーム産学共創パートナーシップランチセミナー, 京都（オンライン）, 2022年12月3日.

梅澤俊明, リグノセルロースバイオマスの持続的生産･利用にむけて -化学･代謝工学の観点から-, 第７３回日本木材学会大会（福岡大会） 一般公開シンポジウム森林と木材が拓くネガティブエミッションの新世界, 2023年3月14-16（15）日（発表予定）

マイクロ波応用によるエネルギーの輸送・物質変換共同研究

篠原真毅
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：篠原真毅（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：渡辺隆司（京都大学 生存圏研究所）
三谷友彦（京都大学 生存圏研究所）
今井友也（京都大学 生存圏研究所）
畑　俊充（京都大学 生存圏研究所）
渡邊崇人（京都大学 生存圏研究所）
西村裕志（京都大学 生存圏研究所）
真田 篤（大阪大学）
西川健二郎（鹿児島大学）
堀越 智（上智大学）
塚原保徳（大阪大学）
樫村京一郎（中部大学）
椿 俊太郎（九州大学）
松村竹子（ミネルバライトラボ）

2. 研究概要

本共同研究の目的は、通常は通信やレーダーで用いられるマイクロ波を、エネルギーとして利用し、ワイヤレスのエネルギー輸送(マイクロ波送電・ワイヤレス給電)や、マイクロ波加熱による物質変換(木質バイオマスからのバイオエタノール、バイオケミカルス生成の高効率化、及び無機系の材料創生)である(図 1)。本共同研究は、生存圏研究所の特色を生かし、マイクロ波工学と化学研究者、及び物質構造解析の研究者が参加することにより、マイクロ波エネルギー応用科学の発展と応用技術開発を目指す。本共同研究は、研究所でこれまで行なわれてきたフラッグシップ共同研究「バイオマス・物質変換のためのマイクロ波高度利用共同研究」を発展させたものである。本共同研究やこれまで ADAM 共同利用やミッション 2 研究とリンクして行なわれてきたが、今後はさらに METLAB 共同利用やミッション 5-2 等とも協力を深め、生存圏科学の展開を目指す。

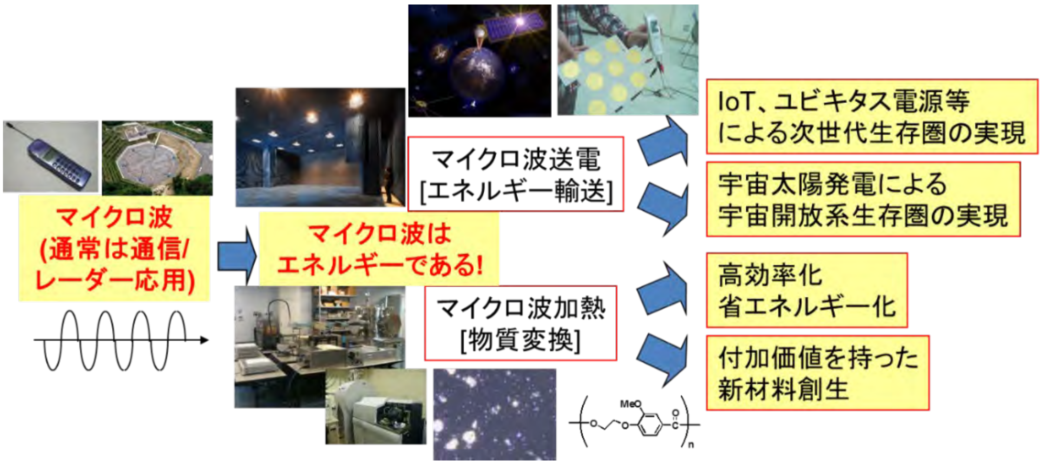


図１　本フラッグシップ共同研究の全体図

3. 研究の背景と目的

これまでのフラッグシップ共同研究では研究所のミッション2やADAM全国共同利用をベースとし、マイクロ波を用いたバイオマス・物質変換の研究を推進してきた。その研究は日本電磁波エネルギー応用学会の活動にも影響を与え、NEDOやCREST等大型研究プロジェクトへと繋がってきた。今後さらにこの共同研究を発展させるべく、マイクロ波のエネルギー的な応用へと範囲を広げ、マイクロ波無線送電等の研究も合わせ、新しい研究領域としてマイクロ波応用によるエネルギーの物質輸送・変換共同研究の確立を目指すべく活動を行なう計画である。このような包括的な取り組みは世界的にも珍しく、生存圏科学ならではの領域設定である。

H23.4-R4.1の主な研究活動の成果は以下の通りである。

[国際] IEEE Wireless Power Transfer Week設立(2011-)と運営。IEEE MTTS Technical Committee 26（現25)設立(2011)と運営(Chair, 2018-2019)。IEEE MTTS WPT Initiative設立と運営(2020-)。IEEE MTTS AdCom Elected Member (2022-)。IEEE WPT Initiativeの設立と運営(2023-)。URSI (Union of Radio Science International) commission D chair (2021-)。国際論文誌Wireless Power Transfer発刊(2013-)と運営(Executive Editor)。IEEE MTTS Distinguish Lecturer(DML; 2016-18)(世界で10名程) 2016-2018で世界中で54回のDML実施。

[国内] 電子情報通信学会WPT研初代委員長(2014-2015)。SSPS学会設立(2014)と運営(理事長, 2022-)。日本電磁波エネルギー応用学会理事長(2018-2020)、理事

[学外] 日本学術会議第24-25期URSI分科会特任連携会員。日本学術振興会・電磁波励起反応場R024委員会 設立メンバー・委員（2020-　旧188委員会(2014-2019))。(財)J-Spacesystems（旧USEF）太陽光発電無線送受電技術委員会　委員長(2009-)。（独）科学技術振興機構(JST）戦略的創造研究推進事業研究領域「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」(CREST・さきがけ複合領

域）アドバイザー（2015-2022)。(独）科学技術振興機構(JST）「IoT、ウェアラブル・デバイスのための環境発電の実現化技術の創成」(研究成果最適展開支援プログラムA-STEP) 領域アドバイザー（2015-2021)。ワイヤレス電力伝送実用化コンソーシアム 代表（2013-)。ワイヤレス パワーマネジメントコンソーシアム 代表（2013-)。有機太陽電池研究コンソーシアム 幹事（2013-)。一般社団法人 海洋インバースダム協会理事（2014- ）

等

4. 研究の成果

今年度は以下の大きな研究プロジェクトに関連して研究を行なった。

・2018-2022 年度 内閣府(JST、NEDO 等)戦略的イノベーション創造 プログラム（SIP)「IoE（Internet of Energy）社会のエネルギーシステム」に参加し、その中のビーム型ワイヤレス給電(WPT)の研究を行う「ドローン WPT システム（代表:東 京電力 HD 濱田浩氏)」のグループのメンバーとして研究開発を開始した。京都大学ではビーム方向を制御できる高効率フェーズドアレーアンテナの開発や高効率小型受電整流アンテナ（レクテナ）の開発、新しいビームフォーミング手法の開発を行いつつ、実用化のための既存システムとの共存検討評価を行 った。SIP 全体としてワイヤレス給電が CO_2 削減にどれほど寄与できるかの定量的な評価を行い、エネルギーマネージメントとワイヤレス給電の組み合わせによ って大幅な CO_2 削減効果があることを示した。また、本研究の成果の一部を利用して、空間伝送型ワイヤレス給電に関する電波法の省令の改正が 2022 年 5 月 26日に行われ、ワイヤレス給電が世界で初めて適法化され、ビジネスを始めることができるようになった。京都大学が関係する(株)Space Power Technologies 社も免許を受け、ビジネスを展開している。

・2021 年度- 現在 NICT 受託研究「完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術」(ソフトバンク、京都大学、金沢工業大学)において、B5G/6G へのワイヤレス電力伝送（WPT）拡張機能実装を目指し、2025 年までにミリ波ワイヤレス電力伝送とミリ波通信の連携・融合の基礎検討を完了し、爆発的普及が見込まれる IoT デバイスへの電力利用インフラ構築の礎とすることを目標として研究開発を行っている。京都大学では 28GHz 簡易型フェーズドアレーアンテナシステムの開発を目指し、簡易アレーアンテナの開発、新しい位相制御アルゴリズムの提案と実証、低損失小型移相器の開発を行っている。

・2018 年 6 月に京都大学イノベーションキャピタル株式会社を引受先として第三者割当増資等を実施し、マイクロ波無線電力伝送を事業とするベンチャー会社翔エエジニアリングを設立した。さらに次の発展を目指すために、開発リソースの集中

を目的として商品開発と受託事業を別会社として独立運営することを決断し、翔エンジニアリングを子会社化して、新たに親会社としてスペースパワーテクノロジー社を 2019 年 5 月 9 日に設立し、発展的改組を行った。平行して増資も行った結果、イノベーション京都 2016 投資事業有限責任組合、合同会社 K4 Ventures、イノベーションＣ投資事業有限責任組合、京都市スタートアップ支援投資事業有限責任組合等から増資を受けることとなり、現在で資本金 1 億円のベンチャー会社となった。研究所教授は顧問としてこのベンチャー企業の運営に関与する。

・2014-2024 年度 NEDO・ISMA 大型プロジェクト・革新的構造材料における「チタン製錬におけるマイクロ波技術応用の探索」において、中部大学との連携のもとで、合理的な加熱用途マイクロ波技術を開発した。大手鉄鋼メーカーと技術成果の社会実装に向けた検討を開始した。

・加熱応用を目的としたマイクロ波照射技術を開発し、セラミクス・粉末冶金・建設分野における新しい適用例を開拓した。得られた基礎学理を専門誌にて公開し、マイクロ波加熱技術の材料創成用途の開発に貢献した。また、マイクロ波と材料間の電気的な相互作用を材料合成に応用する学派（東京医科歯科大・材料研、京大・化研など）と加熱作用を材料合成に応用する学派（電磁波エネルギー応用学会、学振 R024 委員会(旧 188 委員会)など）との研究交流を推進し、マイクロ波を用いた新規な材料合成の流れ創出に寄与した。

・マイクロ波反応をバイオマス変換に応用する産学連携研究を推進し、様々なマイクロ波反応装置を設計開発するとともに、大型マイクロ波反応装置を備えたバイオマス変換ベンチプラントを建設した。また、バイオマスからバイオエタノールや機能化学品を生産するプロセスを開発し、ベンチプラントで実証実験を行った。さらに、マイクロ波によるバイオマス変換プロセスを組み込んだタイ、インドネシア、ラオス、日本の 4 カ国からなる国際共同研究 e-Asia 研究を実施するとともに、マイクロ波反応によりバイオマスから抗ウイルス物質や抗腫瘍物質を生産する医農連携研究を進め、論文を出版した。

（主な外部資金プロジェクト）

NEDO バイオマスエネルギー先導技術研究開発（H17-H20）選択的白色腐朽菌-マイクロ波ソルボリシスによる木材酵素糖化前処理法の研究開発

NEDO バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（H24-H26）木質バイオマスからの高効率バイオエタノール生産システムの研究開発

NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業（H26）建築廃材からのバイオエタノール生産の技術開発

NEDO 非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発（H24-R1）木質バイオマスから各種化学品原料の一貫製造プロセスの開発

CREST プロジェクト（H23-H28）電磁波応答性触媒反応を介した植物からのリグ

ニン系機能性ポリマーの創成

NEDO先導研究プログラム（H30）分子触媒システムによる木質バイオマス変換プロセスの研究開発

ALCA プロジェクト （H27-H31）海洋微生物酵素群によるリグニン分解高度化と人工漆材料への展開

e-Asia プロジェクト（H31-R4）サトウキビ収穫廃棄物の統合バイオリファイナリー

他にも多数の共同研究や受託研究を行なっている。

5. 今後の展開

これらの活動を統括し、「マイクロ波応用によるエネルギーの輸送・物質変換」領域を確立する。マイクロ波のエネルギー利用、加熱や無線送電の利用のためには生存圏科学をベースとした国際連携が不可欠である。マイクロ波を含むすべての電波利用は国際的に割り当てが決まっており、商用化を進めようとすると電波法の壁に当たる。工学系の科学技術の発展は個別研究や学会の発展だけでは難しく、産業界の支えが必須であり、産業発展のためには国際連携が必要となる。具体的には現在International Telecommunication Union(ITU)での無線送電の議論に当研究所から日本代表として参加しており、この活動をさらに広げることが生存圏科学の発展に繋がる。ITUでの議論のために米国IEEE学会や米国ベンチャー企業、中国の関係研究機関等とも連携を図っている。また大阪大発ベンチャーであるマイクロ波化学とも連携し、マイクロ波加熱の実用化を促進している。このように、マイクロ波のエネルギー応用のために学会のみならず産業界とも連携し、国際化をはかり、法整備を目指しつつのイノベーションを目指す。

生存圏フラッグシップ共同研究
「バイオナノマテリアル共同研究」

矢野浩之
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：矢野浩之（京都大学生存圏研究所）
共同研究者：中坪文明（京都大学生存圏研究所）
：阿部賢太郎（京都大学生存圏研究所）
：田中聡一（京都大学生存圏研究所）
：臼杵有光（京都大学生存圏研究所）
：北川和男（京都市産業技術研究所）
：仙波　健　（京都市産業技術研究所）
（他５０名）

2. 研究概要

セルロースナノファイバー（CNF）は、植物が陸に上がる何億年も前から、地球環境における炭素循環システムの一翼を担う形で作り上げてきた軽量・高強度のナノ繊維である（図１）。その持続性、資源的豊富さ、製造過程での CO_2 固定を考えると、CNF は石油由来の素材に代わり 21 世紀の社会を支える高性能素材となるであろう。温室効果ガス 2050 ゼロエミッションの達成に向けて、その産業的利用にますます多くの関心が集まっている。

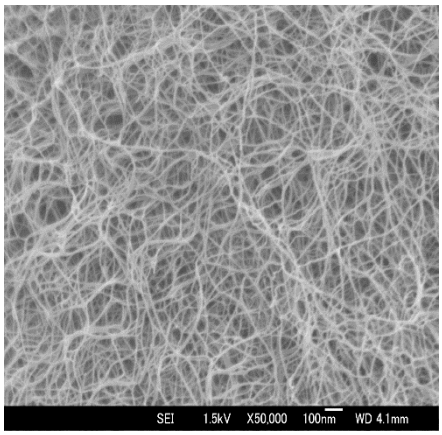


図１　木材細胞壁中のセルロースナノファイバー。
図中のバーは100nm。

鋼鉄の 1/5 の軽さで 5 倍強く、カーボンニュートラルなナノ繊維である CNF は、樹脂補強用フィラーとしての期待が大きい。しかし、実のところ強い親水性を有する CNF は、最終製品においてその優れた特性を発現させることが難しい。原料木材に関する知識から始まり、パルプ化の手法やその解繊技術、化学変性技術、樹脂組成を含む複合化技術、樹脂成型品の射出成形や押出成形、ブロー成形といった加工技術等、まさに森林から街までの長い距離を走りぬく幅広い専門性が求められる。

京都大学生存圏研究所では、京都市産業技術研究所と共同で 2004 年から生存圏シンポジウムやナノセルロース塾などを通じて、CNF の構造用途に関する複数の大型プロ

ジェクトの成果を透明 CNF 材料や食品・化粧品添加用 CNF などに関する国内外の最新研究とともに紹介してきた。また、多くの企業と産学共同研究の実績を積んできた。このような活動が評価され、2020 年度から始まった経済産業省事業地域オープンイノベーション拠点選抜制度において”京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点“は CNF 材料の開発、社会実装に関するオープンイノベーションを支援する拠点に選抜され、2003 年度からの延長も決まった。本稿では、その活動について紹介する。詳細については本拠点の HP(https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/)を参照いただきたい。

本拠点の主たる活動は、①ナノセルロース塾、ナノセルロースシンポジウム、NEDO 講座を通じた普及活動、②複数の大型プロジェクトで構築した CNF 材料に特化した“バイオナノマテリアル製造評価システム”を活用する生存圏研究所全国共同利用活動、③経産省や環境省の大型プロジェクトによる産学共同研究、④企業や公的研究機関を対象とした技術相談である。これらの活動をナノセルロースジャパンや地域の CNF 拠点と連携して行っている（図２）。以下に各活動について紹介する。

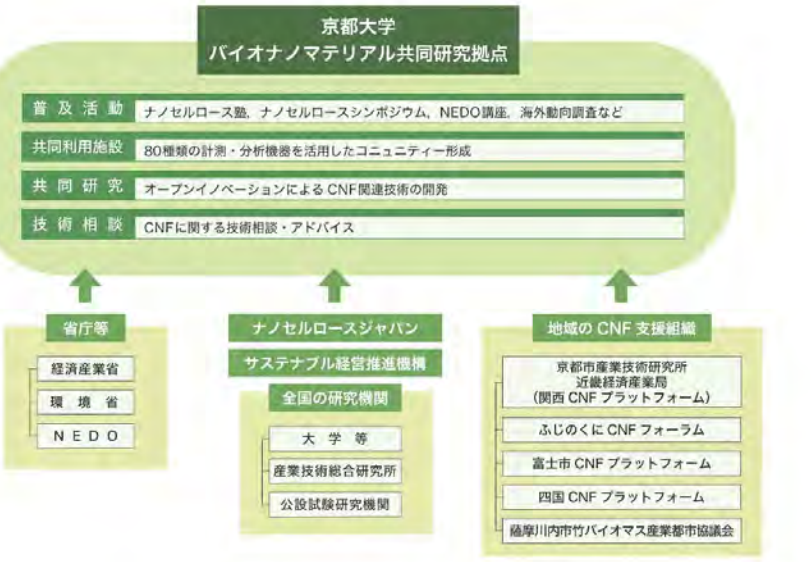


図２　京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点

3. CNF 普及活動

CNF 材料に特化したシンポジウムとして 2004 年からナノセルロースシンポジウムを毎年開催している。世界的に見ても最も古くから行っている CNF 普及活動である。最初は１００数名の参加者で始まったが、年ごとに参加者が増え、会場を拡大し、現在は対面とオンラインのハイブリッド形式で毎回 800 名を越える参加者を得ている。過去 10 年のシンポジウムについては、講演要旨を本拠点のホームページに掲載している。

4 年前からは、ＣＮＦ関連企業がオープンイノベーション活動を円滑に進める場づくりとしてオープンイノベーション“ナノセルロース塾”を開講している。こちらは

100 名の定員で、年 6 - 8 回の講義を CNF 以外の異分野技術に関する専門家も招聘することで、異なる技術領域との融合や複合により CNF の新たな活用に関するヒントを得る場としている。本塾の特徴は、その半分を受講者からのプレゼンテーションの時間とし、将来の共同研究開発等のシーズ開拓やマーケット開拓のヒントを得る、ネットワーキングの場としている点である。2021 年度からはナノセルロースジャパン（NCJ）が主催となり、NCJ 企業会員には無料で公開している。

2020 年度からは、NEDO 講座を東京大学、産総研広島、京都市産技研と合同で開講している。本講座は CNF 関連の NEDO プロジェクトで蓄積した技術・スキルを活用し、CNF の社会実装を迅速かつ効果的に推進するため、企業での CNF 関連製品開発の中心を担う即戦力人材を育成し、CNF の幅広い分野での実用化や普及を加速させ、新たな市場の早期創出に繋げることを目的としている。正式名称は、「NEDO プロジェクトを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開／セルロースナノファイバー先端開発技術者養成に係る特別講座」である。1 期の受講生は 20 社（原則 20 名）。CNF は、原料、製造方法、用途が多岐にわたることが特徴であり、企業における CNF の専門家となるためには、それら全てを理解する必要がある。

本講座の特徴は、座学に加え、実技実習とワークショップを実施することである。ワークショップでは、受講生がプレゼンを行い CNF に関するこれまでの取り組み、問題点、今後の展開等について積極的な発信を行う。それを基に講師と受講生が議論することで、より実践的な知見を得るとともに、参加者間のネットワークを築く事が可能となる。これまで受講対象を企業のみに限定してきたが、今年度から公設試研究者の座学へのオンライン参加を認めている。

本拠点では、海外の技術動向調査も進めており、その報告書を HP に掲載している。その他、HP ではセルロースナノファイバー材料に関する図解資料も多数掲載しており、セルロースナノファイバーの基礎から CNF 材料製造、自動車部材への展開、バイオプラスチックとの複合化に関する情報を得ることができる。

4. 全国共同利用設備：CAN-DO

生存圏研究所では、2005 年にスタートした大型プロジェクトの中で 15 年かけてセルロースナノファイバー材料の製造・加工・分析に特化した装置群を導入してきた。その 80 以上に及ぶ製造装置、分析機器をユニット化し、バイオナノマテリアル製造評価システム(Cellulosic Advanced Nanomaterials Development Organization: CAN-DO)として 2021 年より、生存圏研究所共同利用設備として提供している。ユニットは、CNF 製造ユニット、CNF 強化樹脂製造・加工ユニット、CNF 化学分析ユニット、CNF 構造解析ユニット、CNF 材料構造解析ユニット、CNF 強化樹脂特性評価ユニットとなっている。CAN-DO の中心には原料の木質バイオマスから始まり自動車・情報家電用材料等の製造までを一気通貫で行う京都プロセステストプラントがあり、各ユニットと組み合わ

せることで、製造工程ごとに材料の構造・特性を評価しながら新規バイオナノマテリアルの開発に取り組むことが出来る。

5. 産学共同研究

京都大学生存圏研究所では木質科学研究所時代から産学共同研究を積極的に行ってきた。最初は 2002 年に京都大学が三菱化学、ローム、日立製作所、パイオニア、NTT と共同で立ち上げた有機エレクトロニクスデバイスの開発に関する包括的アライアンスにおける CNF 強化透明樹脂の開発である。この材料については有機 EL (OLED) ディスプレイの透明基板への応用について検討し、2004 年には数々の処理プロセスの改良を経てバクテリアセルロース補強透明材料上で有機 EL を発光させることに成功した。その後、CNF は木材由来 CNF へと移っている。これらの成果について拠点 HP で紹介している。

CNF の利用でもっとも期待されているボリュームゾーンは、軽量、高強度、低熱膨張という特性を生かした自動車部材や家電部材、建材などの構造用途である。とりわけ CNF による樹脂補強には大きな期待が寄せられている。現在、世界のプラスチック需要量は年間 3 億トンを超えており、この 5%を CNF が占めるとすると、10 兆～15 兆円の市場になる。

京都大学生存圏研究所では、京都市産業技術研究所と共同で、構造用 CNF 材料の開発に関する産学共同研究を 2005 年の経済産業省地域新生コンソーシアムから始め現在まで 18 年間にわたり切れ目なく行っている。その中で、パルプ直接混練法“京都プロセス”が開発された。また、3 年半かけて CNF 材料を出来るだけ多く使用したクルマ、ナノセルロースヴィークルを試作し、2019 年末に走行テストを行った。その結果、CNF 材料の使用により一般的な車に比べ 16%軽量化し燃費は 11%向上することが明らかになった。これらの一連の研究成果はナノセルロースシンポジウムで毎年紹介するとともに、その要旨集や各プロジェクトの報告書を拠点 HP で公開している。

2021 年度からは、CNF 材料の社会実装を目的に、環境省事業としてナノセルロースプロモーション（NCP）事業を行っている。本事業では、選定したアドバイザー企業に CNF 材料を提供し、加工性、成形品性能等について評価を受け、それに基づき、材料のカスタマイズを行い、部材への適合性を高めるとともに、LCA 評価を行い、その部材を使用することに因る CO2 排出削減効果について企業側にデータを提供している。

6. 技術相談

CNF 強化樹脂の製造や評価を希望する企業や公的機関に対しては秘密保持契約を締結し、詳細な特性を伝えて CNF 強化樹脂材料を提供し、結果について議論している。また、高い専門性が求められるナノ構造の分析や成分分析を本拠点で行い研究開発を支援している。

宇宙生存圏におけるエネルギー輸送過程に関する共同研究

大村善治、小嶋浩嗣、海老原祐輔
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：大村善治（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：小嶋浩嗣（京都大学 生存圏研究所）
海老原祐輔（京都大学 生存圏研究所）
田中高史（九州大学）
加藤雄人（東北大学 理学研究科）

2. 研究概要

本共同研究の目的は、太陽風からオーロラ及び放射線帯に至るエネルギー輸送過程を明らかにし、地上の送電網やパイプラインなどへの影響を評価することにより生存圏の安心・安全の担保に貢献することにある。

3. 研究の背景と目的

オーロラ爆発は地球近傍の宇宙空間を流れる大電流によって引き起こされる壮麗な現象であるが、その誘導電流で地上の送電網やパイプラインなどに悪影響を及ぼすことが知られている。また、地球の磁場は太陽や銀河から飛来する有害な宇宙線から守ってくれる反面、高エネルギー粒子を捕捉して放射線帯を形成し、そこを通過する宇宙船や宇宙飛行士に被害を与えるという副作用がある。

オーロラや放射線帯のエネルギー源は全て太陽風と呼ばれる太陽から吹き出すプラズマにある。太陽風のエネルギーが地球磁気圏に取り込まれ、複雑なエネルギー輸送・変換過程を経て、オーロラや放射線帯という最終形態に至る。生存圏の安心・安全を担保する上で、オーロラ爆発の規模は何が決めるのか、いつ放射線帯が強まるのかを知ることが重要であるが、明確な答えが得られていない。太陽風とオーロラまたは放射線帯との間に単純な相関関係すら示されていないのは、そのエネルギー変換・輸送過程が極めて複雑であることを暗示している。本研究では、衛星観測と計算機シミュレーションを駆使して、太陽風からオーロラ・放射線帯へのエネルギーの流れと物理過程の理解を目指す。

4. 研究の結果および考察

内部磁気圏のエネルギー輸送・放射線帯形成過程に関与するプラズマ波動の研究

ホイッスラーモード・コーラス放射は地球の内部磁気圏で頻繁に観測される電磁波であり、磁気圏尾部から注入される高エネルギー電子によって励起され、その発生過程おいて高エネルギー電子の一部は非常に効率よく相対論的エネルギーまで加速されて、地球放射線帯を形成している。２０２２年度はこのコーラス波動の生成過程に関する計算機実験を通じて、波動の発生条件について新しい知見を得た[1)、2)]。コーラス放射の周波数変動を駆動する機構は、これまではダイポール磁場であると考えられてきたが、なめらかに周波数が上昇するライジングトーンおよび周波数が下降するフォーリ

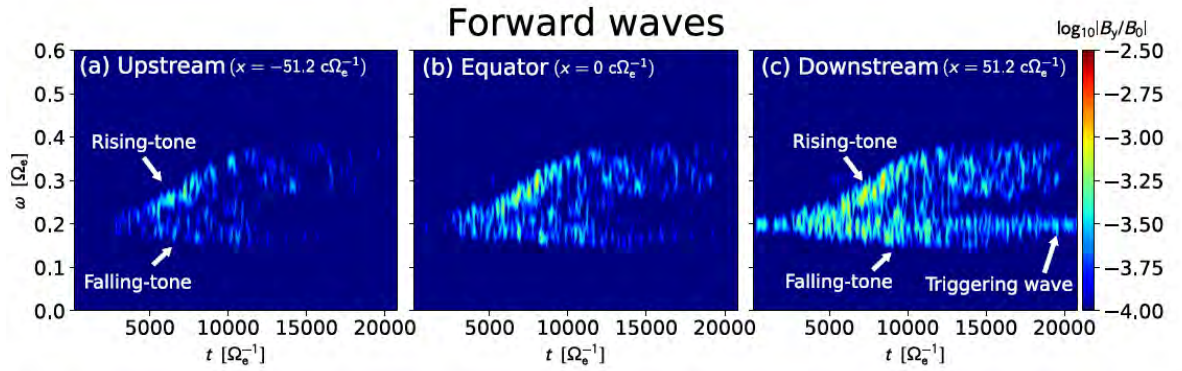


図１一様磁場中で発生したライジングトーン放射とフォーリングトーン放射

ングトーンが一様な磁場モデルにおいても発生することを電磁粒子シミュレーションによって再現させることに成功した（図１）。このような周波数変動は高エネルギー電子がホイッスラーモード波とのサイクロトロン二次共鳴により位相捕捉されて共鳴電流が発生することによって起こっており、外部磁場の勾配は赤道付近の周波数変動によって不安定になった波束が下流へと伝搬する過程でさらに大きく成長することを助ける役割を果たしていることが判明した[3)]。このような非線形波動粒子相互作用による波動の成長は、異なる周波数で多くのホイッスラーモード波束が同時に発生するプラズマ圏ヒス放射の生成過程においても起こっていることを電磁粒子シミュレーションによって検証し[4)]、このヒスの多くの波束によって放射線帯の相対論的電子フラックスが変動することをテスト粒子シミュレーションによって再現した[5)]。コーラス放射および電磁イオンサイクロトロン（EMIC）放射によって放射線帯の電子が短い時間スケールで極域へ降下することをテスト粒子シミュレーションと衛星観測のデータ解析によって示した[6,7)]。ULF 波動が磁場勾配の変化を引き起こすことによりコーラス波動の生成条件が変化することをデータ解析により発見し、非線形波動成長理論との比較を行った[8,9)]。また、内部磁気圏のみならず磁気圏のシース領域においてもホイッスラーモード波が電子との非線形サイクロトロン共鳴によって発生していることを MMS 衛星のデータ解析から明らかにした[10)]。

太陽風から極域電離圏に至るエネルギーの輸送と変換過程

極域電離圏（一部が電離した超高層大気）では 100 万アンペア近くの電流が流れ、10^{11} W もの膨大なエネルギーがジュール熱として散逸することがある。そのエネルギーの究極的な源は太陽風にあり、沿磁力線電流を伴い極域電離圏に流入していることは明白であるが、太陽風から極域電離圏に至るエネルギーの輸送と変換過程はよく分かっていない。沿磁力線電流を担うアルベン波のパケットを追跡して発生領域を特定するという新しい方法を電磁流体シミュレーションに適用し、二つの主要な輸送・変換モードを明らかにした。

一つ目は惑星間空間磁場が南を向いたときに現れるもので、「Region 1 型沿磁力線電流」と関係がある（図 2a）[11]。磁気圏低緯度境界の脇腹（フランク）と呼ばれる領域で太陽風起源のプラズマが再結合したばかりの地球の磁力線を引っ張り、低周波の電磁波動であるアルベン波を励起する（G1 領域）。磁気圏起源のプラズマも加速を受け、アルベン波を励起するようになる（G2 領域）。

二つ目は磁気圏近尾部で磁場の再結合がおきたときに現れるもので、「サブストーム・カレントウェッジ型沿磁力線電流」と関係がある（図 2b）[12]。磁気圏近尾部で磁気再結合がおこると地球向きの高速プラズマ流が発生する。高速プラズマ流は地球に近づくと東西方向に分流し、地球の磁力線を引っ張り、アルベン波を励起する。

前者は磁気圏の脇腹（フランク）と呼ばれる磁気圏低緯度境界付近でおこり、後者は磁気圏近尾部でおこる。領域は全く異なるが、二つの領域には以下の共通点がある。①プラズマが磁気張力に対して負の仕事をすること（プラズマが磁力線を引っ張ること）。②垂直電流から沿磁力線電流への変換がおこること。③沿磁力線電流が発生すること（$\partial J_{||}/\partial t \neq [-\nabla\times\nabla\times\mathbf{E}/\mu_0]_{||}$）。ここで $J_{||}$は沿磁力線電流、$\mathbf{E}$ は電場である。この 3 つの条件を満たす領域を我々は沿磁力線電流(FAC)ダイナモ領域と名付けた。FAC ダイナモ領域で生成された沿磁力線電流はプラズマに乗った系で磁場方向に進み、極域電離圏に流入する。この FAC ダイナモこそが太陽風のエネルギーを極域電離圏に導く要であり、電離圏でジュール加熱として散逸するエネルギーの直接的な供給源であることを提案した。

(a) 磁気圏フランク・沿磁力線電流ダイナモ　　(b) 地球近傍・沿磁力線電流ダイナモ

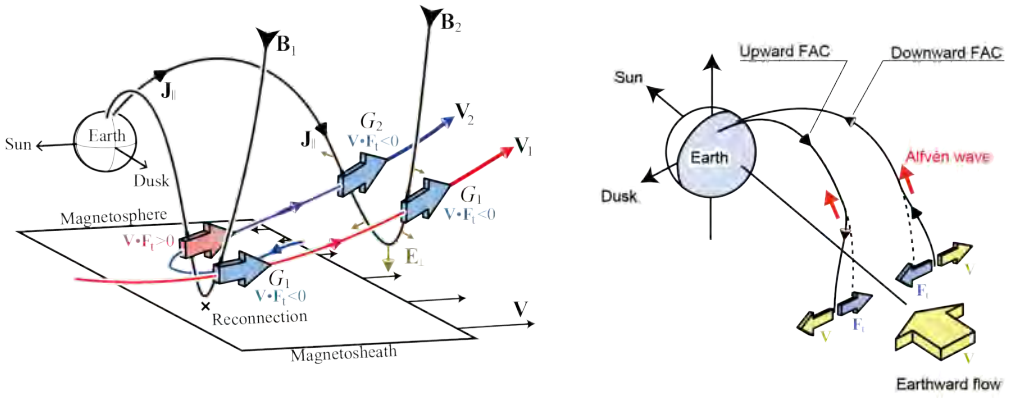


図 2：(a) 惑星間空間磁場が南を向いたときに現れる「磁気圏フランク・沿磁力線電流ダイナモ」の模式図[11]。磁気圏フランク（磁気圏低緯度境界付近）で太陽風プラズマが再結合したばかりの地球磁場を引っ張り、アルベン波を励起する（G1 領域）。磁気圏起源のプラズマも加速され、アルベン波の励起に関わる（G2 領域）(b) 磁気圏近尾部で磁場再結合がおきたときに現れる「地球近傍・沿磁力線電流ダイナモ」の模式図[12]。地球向きの高速流（大きい黄色の矢印）が東西方向に分流し（小さい黄色の印）、磁力線を引っ張る。磁気張力（青色の矢印）と反対方向にプラズマは運動するため、磁気張力に対して負の仕事をする。すなわちアルベン波を励起する。

5. 今後の展開

ERG 衛星の 4 年以上にわたる観測期間において、ほぼすべてのパスで、ホイッスラーモードコーラス波動と電子、EMIC 波動と電子の相互作用に関するデータの取得に成功している。今後、令和元年度のデータ較正手法等の確立をベースに定量的なエネルギー交換量の計算を推進していく[10]。

これまでの放射線帯の波動粒子相互作用のモデリングは、電子加速過程と電子散乱過程に分かれて研究を行ってきたが、実際に磁気圏では、これらの過程が同時に進行していることが予測される。相対論的電子のコーラス波動による加速過程と EMIC 波によるピッチ角散乱過程の両方を取り入れたテスト粒子計算を行い、グリーン関数のデータベースを充実させ、様々な磁気圏の変動パターンにおいて実際に観測されている放射線帯の電子フラックスの変動を再現することを目指す。

太陽風・地球相互作用を解くことができるグローバルなシミュレーション、異なるプラズマ領域が接合した領域を解くことができるローカルなシミュレーション、イオンや電子の分布関数を解くことができる移流シミュレーションを組みあわせ、太陽風から電離圏、内部磁気圏に至るエネルギーの流れを明らかにし、オーロラ、放射線帯、リングカレント変動など磁気圏でおこる様々な擾乱現象を包括的にとらえていきたい。

6. 発表論文

1) Y. Fujiwara, T. Nogi, and Y. Omura, Nonlinear triggering process of whistler-mode emissions in a homogeneous magnetic field, Earth, Planets and Space 74, 95, 2022.
2) Y. Fujiwara, Y. Omura, and T. Nogi (2023), Triggering of whistler-mode rising and falling tone emissions in a homogeneous magnetic field, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA030967.
3) T. Nogi, and Y. Omura (2023), Upstream shift of generation region of whistler-mode rising-tone emissions in the magnetosphere, J. Geophys. Res. Space Physics, in press.
4) Y. Liu, and Y. Omura (2022), Nonlinear wave Growth of whistler-mode hiss emissions in a uniform magnetic field, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, doi: 10.1029/2022JA030428.
5) M. Tobita, and Y. Omura, Scattering of energetic electrons through nonlinear cyclotron resonance with coherent whistler-mode hiss emissions, Phys. Plasmas 29, 112901, doi: 10.1063/5.0106004, 2022.
6) Y.-K. Hsieh, Y. Omura, and Y. Kubota (2022). Energetic electron precipitation induced by oblique whistler mode chorus emissions. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, e2021JA029583.
7) S. Nakamura, Y. Miyoshi, K. Shiokawa, Y. Omura, T. Mitani, T. Takashima et al. (2022). Simultaneous observations of EMIC-induced drifting electron holes (EDEHs) in the Earth's radiation belt by the Arase satellite, Van Allen Probes, and THEMIS. Geophysical Research Letters, 49, e2021GL095194.
8) L. Li, Y. Omura, X.-Z. Zhou, Q.-G. Zong, R. Rankin, C. Yue, S.-Y. Fu (2022). Nonlinear wave growth analysis of chorus emissions modulated by ULF waves, Geophysical Research Letters, 49, e2022GL097978.
9) L. Li, Y. Omura, X.-Z. Zhou, Q.-G. Zong, R. Rankin, C. Yue, S.-Y. Fu, and J. Ren (2023), Chorus wave generation modulated by field line resonance and mirror-mode ULF waves. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA031127.
10) N. Kitamura, T. Amano, Y. Omura, S. A. Boardsen. D. J. Gershman, Y. Miyoshi, M. Kitahara, Y. Katoh , H. Kojima, S. Nakamura, M. Shoji, Y. Saito, S. Yokota, B. L. Giles, W. R. Paterson, C. J. Pollock, A. C. Barrie, D. G. Skeberdis, S. Kreisler, O. Le Contel, C. T. Russell, R. J. Strangeway, P.-A. Lindqvist, R. E. Ergun, R. B. Torbert, and J. L. Burch, Direct observations of energy transfer from resonant electrons to whistler-mode waves in magnetosheath of Earth, Nature Communications, 13:6259, 2022.
11) Y. Ebihara and T. Tanaka (2022). Where is Region 1 field-aligned current generated?, Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127, e2021JA029991. doi:10.1029/2021JA029991.
12) Y. Ebihara and T. Tanaka (2023). Generation of field-aligned currents during substorm expansion: An update. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA031011. doi:10.1029/2022JA031011.

7. 付記

日本学術振興会　科研費基盤研究（S）「宇宙プラズマ中の電磁サイクロトロン波による電子加速散乱機構の実証的研究」（2017～2022 年度）代表：大村善治

日本学術振興会　科研費基盤研究（A）「極域における地球電離大気流出のエネルギー源」（2021～2024 年度）代表：小嶋浩嗣

日本学術振興会　科研費基盤研究（B）「宇宙ー地球連結シミュレーションを軸とした放射線帯変動メカニズムの実証的研究」（2020～2024 年度）代表：海老原祐輔

赤道ファウンテン

山本 衛
京都大学 生存圏研究所

1. 研究組織

代表者氏名：山本　衛（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：津田敏隆（京都大学 生存圏研究所）
橋口浩之（京都大学 生存圏研究所）
横山竜宏（京都大学 生存圏研究所）
大村善治（京都大学 生存圏研究所）
Albertus Sulaiman （インドネシア国立研究革新庁（BRIN）気候・大気研究所（PRIMA））
小川泰信（国立極地研究所）
塩川和夫（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）
吉川顕正（九州大学 理学研究院）

2. 研究概要

本課題では、太陽エネルギー（太陽放射と太陽風）が地球に流入する過程、ならびにそれに対する地球の大気圏・宇宙圏（電離圏・磁気圏を含む）の応答過程について、レーダー観測を中心に、地上観測網、衛星データ解析および数値モデル研究を活用して解明する。オールジャパンで推進している大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の一部でもある。この大型研究計画は、(1)赤道ファウンテン、(2)極域電離圏・磁気圏、(3)全球観測、で構成されており、本課題では(2)、(3)との協力によりプロジェクトを総合的に推進する[1)]。また日本学術会議の「大型研究計画マスタープラン」において、2014 年、2017 年、2020 年に連続して重点大型研究計画の認定を得てきた。

本課題では、これまで赤道大気の長期観測により蓄積された知見を基礎に、イノベーションを推進することで社会還元を目指す。また大気環境の多様・大量の観測データベースを、日本が中心に推進している WDS (World Data System)から公開し、地球科学の分野での Big Data の実例を目指す。地表付近の環境変動の影響が超高層大気では増大して現れるため、長期観測結果は特に温暖化の環境監視等の変化予測に貢献しうる。いずれも当研究所が目指す方向性と一致しており、国際化とイノベーションの両方の強化に資すると考えられる。

3. 研究の背景

太陽地球結合系におけるエネルギーと物質の流入、再配分、輸送に関する定量的理解を目指すには、個別の領域研究を融合した end-to-end システムの総合的研究の推進が重要である [1]。生存研は特に、インドネシアにおけるフィールド観測をもとに、以下に説明する「赤道ファウンテン」の研究を国際的に先導している。

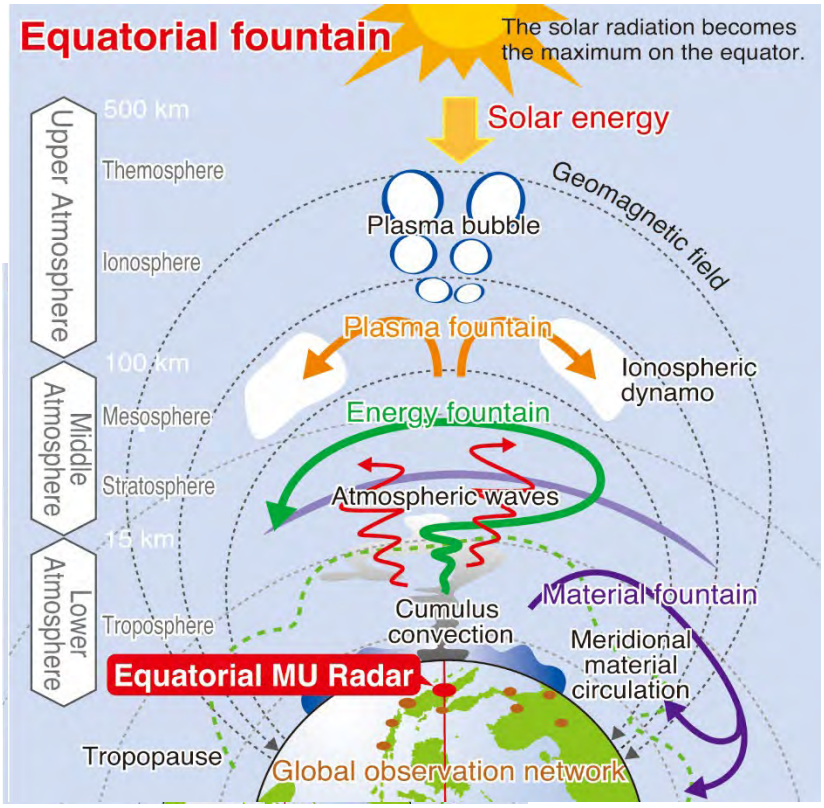


図 1 ：赤道ファウンテン概念図

太陽からの放射エネルギーは赤道域の地表を暖め活発な積雲対流を生み大気波動を発生する。大気波動のエネルギーと運動量は中層大気を上方伝搬し電離圏まで到達するが、その過程で大気圏、宇宙圏に重要な影響を与えている。一方、全球の地表から放出される大気物質は、対流圏で積雲や巻雲の生成・発達に寄与し、赤道域の対流圏界面を通過して中層大気に噴出され、中高緯度まで広く循環する。赤道を中心として、大気の全高度域に現れるエネルギー・物質フローを、図 1 に概念図を示す「赤道ファウンテン」としてとらえ、解明していくことが重要である [1]。

日本は世界で唯一、中緯度(MU レーダー)、南極昭和基地(PANSY)、低緯度(赤道大気レーダー)全てに大型レーダーを有する。北極でも、欧州以外から初めて EISCAT 科学協会に加盟し研究・運営に参画してきた。本課題に関わる 2 つの大型レーダー（EMU レーダーと EISCAT_3D レーダー）は、アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナを技術基盤とする。これは 1984 年完成の MU レーダーを源流とし、電気・電子・通信分野の卓越したイノベーションとして IEEE マイルストーン等の栄誉を受けている [2), 3), 4)]。日本は広域観測にも強く、流星・MF・VHF レーダー観測網、磁気経度 210 度と磁気赤道沿いの地磁気観測網を有し南米やアフリカにも展開中である。さらに、これらの観測により収集される大量のデータのメタデータ情報を共有し、データベースの共同利用を推進するシステム（IUGONET）も大学間連携事業として運用している。

4. プロジェクトの状況

我々は、インドネシアで赤道大気研究を 1980 年代よりインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)他と共同で実施してきた実績を有しており、2001 年から赤道大気レーダー(EAR: Equatorial Atmosphere Radar)を共同運用してきた。これまで数多くの研究成果を論文として公表している [5]。2021 年にインドネシア側の大規模な組織変更があり、現在は国立研究革新庁（BRIN）傘下の気候大気研究所（PRIMA）が EAR 運営に関する対応機関となった。現在、EAR 運営協定書の改訂を進めている。

本課題では、EAR を中心とする共同利用・共同研究を推進し、新たに赤道 MU（EMU: Equatorial Middle and Upper atmosphere）レーダーの実現を目指す。EMU レーダーに向けた努力として、インドネシア科学技術大臣と 2 回にわたって面談した結果、LAPAN が責任対応組織として指示され、覚書が 2014 年に交わされた。2016 年 8 月に EAR 15 周年記念行事をジャカルタにおいて開催した際にもインドネシア政府との議論を行い、さらに在インドネシア日本大使館に対して計画の説明を行った。レーダー設置場所の調査や許認可関係の準備、八木アンテナの試作などの準備も実施している。2019 年 3 月にバンドンにおいて赤道大気研究に関する国際スクールを参加総数 170 名規模で成功裏に開催した。2021 年 9 月には EAR の 20 周年記念行事とシンポジウムをオンライン開催し、関連研究のプロモーションを実施した。

本研究は大型研究課題「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に直結している。生存研がインドネシア・西スマトラ州に EMU レーダーを設置する一方、国立極地研究所と名古屋大学宇宙地球環境研究所（ISEE）が連携し、国際協力によりスカンジナビア北部に EISCAT_3D（European Incoherent Scatter 3 Dimensional）レーダーを建設する。同時に ISEE と九州大学国際宇宙惑星環境研究センター（i-SPES）を中心に、赤道から極域までをつなぐ広域地上観測網を構築する。さらに最近では ISEE による次世代太陽風観測装置の新規導入を含めた計画とした。以上の観測機器からのデータを IUGONET によって集約・利用して行く。国際的な賛同を得ている優れたプロジェクトであり、これまで日本学術会議のマスタープラン 2014、2017、2020 の全てで重点大型研究計画に採択された [6), 7) 8)]。現在はマスタープラン後継の「未来の学術振興構想」に提案中である。また 2023 年に予想される文部科学省のロードマップ 2023 へも提案予定である。大型の科研費などの研究費獲得を含め、今後も予算獲得を目指していく。

5. 今後の展開

EMU レーダーは完成すれば全国・国際共同利用に供する。本課題は「生存圏アジアリサーチノード」の発展形である。生存圏科学の国際化の強化に貢献していく。

本課題に関連する研究コミュニティは、学内では理学、情報学、工学研究科、宇宙総合学研究ユニット、国内では極地研、名大、九大、東北大等を密接に協力しており、国立極地研と名古屋大学宇宙地球環境研とともに共同利用体制を整備している。

6. 引用文献

1) Tsuda, T., M. Yamamoto, H. Hashiguchi, K. Shiokawa, Y. Ogawa, S. Nozawa, H. Miyaoka, and A. Yoshikawa (2016), A proposal on the study of solar-terrestrial coupling processes with atmospheric radars and ground-based observation network, Radio Sci., 51, 1587‐1599, doi:10.1002/2016RS006035.
2) IEEEマイルストーン：The MU (Middle and Upper atmosphere) radar, 1984 http://ethw.org/Milestones:The_MU_(Middle_and_Upper_atmosphere)_radar,_1984
3) 電子情報通信学会マイルストーン「MUレーダ」（項番B-62） http://www.ieice.org/jpn/100th/ieice_milestone_booklet.pdf
4) 電気学会第11回でんきの礎「MUレーダー（中層超高層大気観測用大型レーダー）」 http://www2.iee.or.jp/ver2/honbu/30-foundation/data02/index11.php
5) 赤道大気レーダー等関連論文リスト：全369編http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear/EAR_paper_list.html
6) 日本学術会議 マスタープラン2014 http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t188-1.pdf
7) 日本学術会議 マスタープラン2017 http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-23-t241-1.html http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t241-1-19.pdf
8) 日本学術会議 学術の大型研究計画に関するマスタープラン2020（公表文書） http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-24-t286-1.html
9) 文部科学省 学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想－ロードマップ2014－、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1351171.htm

7. 付記

本課題に関連する主な研究プロジェクト（種別、課題名、代表者、期間）

基盤研究(A)「赤道域における積雲対流と大気重力波の国際共同観測」津田敏隆、1999-2000.

特定領域研究「赤道大気上下結合」計画研究「赤道域の大気波動の四次元構造とエネルギー輸送の研究」津田敏隆、2001-2006.

特定領域研究「赤道大気上下結合」計画研究「赤道大気レーダー長期連続観測による赤道大気波動の解明」山本衛、2001-2006.

JSPS アジアアフリカ学術基盤形成事業「赤道大気圏のアジア域地上観測ネットワーク構築」津田敏隆、2008-2010.

特別経費「超高層大気長期変動の全球地上観測根ネットワーク観測・研究（IUGONET）」津田敏隆、2009-2014.

基盤研究(A)「中間圏・下部熱圏における大気波動のレーダーネットワーク観測」津田敏隆、2010-2014.

JST 科学技術戦略推進費「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」山本衛、2010-2012.

基盤研究(B)「インドネシア海洋大陸における雨滴粒径分布の地上ネットワーク観測」橋口浩之、2011-2013.

JSPS 二国間交流事業共同研究・セミナー「大型大気レーダーによる赤道大気上下結合の日本インドネシア共同研究」山本衛、2014-2016.

基盤研究(A)「新・衛星＝地上ビーコン観測と赤道大気レーダーによる低緯度電離圏の時空間変動の解明」山本衛、2015-2019.

京都大学全学経費（特別協力経費）「赤道 MU レーダー実現に向けた国際研究集会・国際レーダースクール開催」、2018-2019.

基盤研究(A)「レーダー観測網・複数衛星・モデル計算を総合した赤道域電離圏変動特性の国際共同研究」山本衛、2020-2025.

Evolution and possible interactions of the electron zebra stripes in the Earth's inner magnetosphere

1. Research team

Leader: PANDYA, Megha (Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University)

Collaborator: EBIHARA, Yusuke (Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University)

2. Related missions

Mission 3: Sustainable Space Environments for Humankind

3. Abstract

In the Earth’s inner radiation belts, the electron fluxes with 100’s keV energies are observed to show several peaks in the energy versus L-value spectra. These band like structures are named “zebra stripes”. In the present studies, we make a simulation approach to reproduce the electron zebra stripes under the realistic solar wind conditions. At the beginning of the simulation the electrons show a very smooth distribution in space. Under the influence of the sudden enhancement of the westward electric fields in the pre-midnight to the postdawn region, the electrons start to perform a radially inward motion. This leads to an intensified electron fluxes at certain energies and hence the formation of the peaks in the zebra stripes. The electrons forming the valleys in the zebra stripes does not show a considerable radially inward movement under the influence of these westward electric fields. The simulated electron zebra stripes are consistent with the electron zebra stripes recorded by Radiation Belt Storm Probes Ion Composition Experiment (RBSPICE) on-board Van Allen Probes spacecraft. We provide the comprehensive analysis of the plausible global mechanisms that are likely to disrupt the magnetic field strength deep into the Earth’s inner magnetosphere to L = 1.1. This could be attributed to propagation of the electric fields along the magnetic fields from the ionosphere to the magnetosphere. Thus our study provides a crucial role of magnetosphere-ionosphere coupling in the redistribution of the electron fluxes in the inner magnetosphere. The variation in the intensity of these energetic electrons is also important from the socioeconomic perspective as they can cause a potential hazard to life of astronauts and damage the sensitive instruments on the spacecrafts.

4. Background and purpose of the research

In the beginning of the space era, the electron flux distribution in the Earth's inner radiation belts were assumed to be uniform and well-ordered. However, a peaks in the electron flux intensities were first reported near the South Atlantic Anomaly region by low altitude, polar orbiting satellites[1)]. These structures appear like banded-stripes in the energy versus *L*-value spectrogram and are named as "zebra stripes"[2)]. These structures can be observed at L<3 during geomagnetically active and quiet intervals. A numerous researchers have addressed the plausible mechanism for the formation of the electron zebra stripes, yet it remains an open question. We make the first ever efforts to explain the mechanism for the formation of electron zebra stripes using advection simulation under time dependent electric fields obtained from the global MHD simulation. We reproduce the electron zebra stripes using simulation and explain the origin and fundamental properties of the peaks and valleys.

5. Results and discussion

The energetic electron fluxes in the Earth's radiation belts were recorded by the Radiation Belt Storm Probes Ion Composition Experiment (RBSPICE) instrument on-board Van Allen Probe-A. The electron zebra pattern were observed during 8 September 2017 in the 20-500 keV energy range below *L*=3. Using advection simulation we reproduced the electron zebra stripe pattern that evolves under the influence of the electric fields obtained from the global MHD simulation. Figure 1 shows the energy versus L-value spectra of the simulated electron zebra stripes observed at 10:30 UT on 8 September 2017 having initial equatorial pitch angle 67.7°.

Using test particle simulation we back-trace the electron trajectories for different energy electron fluxes at 0000 MLT and 1030 UT on 8 September 2017. We find that the electrons that give rise to the peaks in the zebra stripes comes from the outer boundary of *L*=4. The electrons undergo a radially inward movement under the influence of the negative azimuthal electric fields from the premidnight-postdawn region. Contrarily, the valley electrons do not show any considerable radially inward movement.

Figure-2 shows the L-MLT distribution of the magnetospheric condition at 1030 UT on 8 September 2017. Figure 2(a) shows the pair of field aligned currents (FACs) that goes in (positive) and out (negative) of the ionosphere. During this interval, a strong gradient in the ionospheric conductivity is observed in the midnight region (panel-b). Panel-c shows that the ionospheric potential contour intensifies and a

strong asymmetry in the positive and negative potential contour patterns appear. The dusk-side contour (blue) elongates to the dawnside from the equatorward edge. Accordingly, an azimuthal component of the electric field strengthens and a strong westward electric field appears (panel-d).

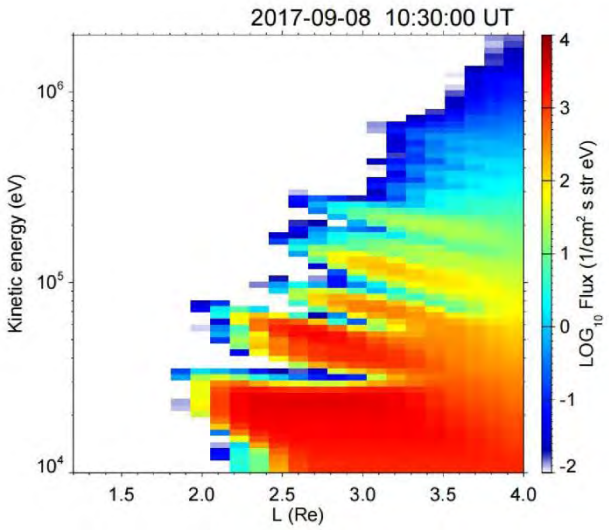
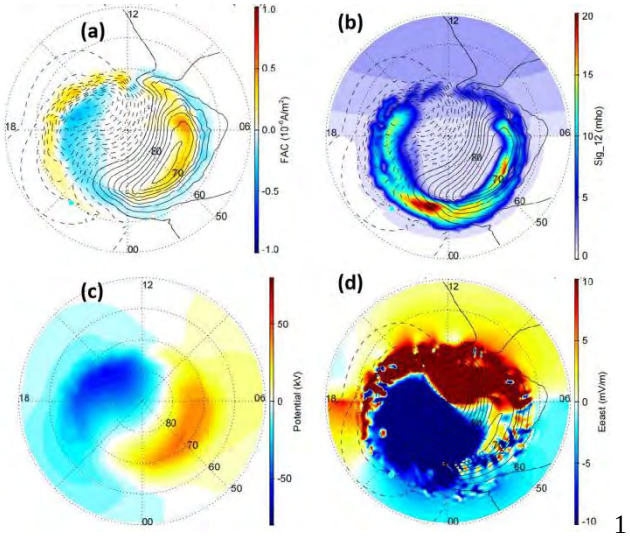


Figure 1: The simulated electron fluxes in the Earth's inner magnetosphere during 8 September 2017 is shown. The abscissa is the distance from the center of the Earth (in Earth-radii), and the ordinate is the kinetic energy of the electrons.

The generation of the region-1 FACs is associated with the low-latitude magnetopause where the southward component of the IMF leads to the reconnection process and the magnetospheric magnetic field lines are dragged in the anti-sunward direction by the solar wind and magnetospheric originated plasma[3]. These FACs give rise to the intensification of the electric potential entirely in the ionosphere. A negative space charge is accumulated in the nightside region of equatorial edge of the auroral oval due to gradient of the ionospheric conductivity. The charge accumulation elongates the duskside convection cell to the dawn region. This is also consistent with the recent studies by Lejosne and Mozer[4] that explains the importance of the electric fields for the formation of electron zebra stripes.

6. Future directions

We make a detailed case study to highlight the role of magnetosphere-ionosphere coupling in formation of the electron zebra stripes. However it is important to understand the long term behaviour of the electron zebra stripes under the influence of the field aligned current. Hence, we will focus to examine the role of relative contribution of various mechanisms that is likely to modulate zebra pattern.



1

Figure 2 L-MLT distribution of the distributions of (a) field-aligned currents (FACs), (b) the ionospheric Hall conductivity, (c) the electric potential (red for positive and blue for negative potentials), and (d) eastward component of the ionospheric electric field (red for eastward and blue for westward) in the ionosphere in the Northern Hemisphere at 1030 UT on 8 September 2017.

7. Reference

1) A. Ukhorskiy, M. I. Sitnov, D. G. Mitchell, K. Takahashi, L. J. Lanzerotti, & B. H. Mauk, Rotationally driven `zebra stripes' in Earth's inner radiation belt. Nature, 507 (7492), 338–340. 10.1038/nature13046, 2014.

2) W. L. Imhof & R. V. Smith, Observation of nearly monoenergetic high-energy electrons in the inner radiation belt. Physical Review Letters, 14(22), 885. 10.1103/physrevlett.14.885, 1965.

3) Y. Ebihara, & T. Tanaka, Where Is Region 1 Field-Aligned Current Generated? Journal of Geophysical Research: Space Physics, 127(3). 10.1029/2021ja029991, 2022

4) S. Lejosne, & F. S. Mozer, Experimental Determination of the Conditions Associated With Zebra Stripe Pattern Generation in the Earths Inner Radiation Belt and Slot Region. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 125(7). 10.1029/2020ja027889, 2020.

8. Notes

Megha Pandya, Y. Ebihara et al., "Generation of electron zebra stripes in the Earth's inner magnetosphere", The 152th SGEPSS General Assembly, 2022, Japan.

万能アンテナの開発

1. 研究組織

代表者氏名：氏原秀樹（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：三谷友彦（京都大学 生存圏研究所）
市川隆一（情報通信研究機構 時空標準研究室）

2. 関連ミッション

ミッション２：太陽エネルギー変換・高度利用
ミッション３：宇宙生存環境

3. 研究概要

リモートセンシングや宇宙測地、電波天文などの科学観測や通信、無線送電などアンテナの用途は多岐に渡る。アンテナのビームの幅あるいは空間分解能はアンテナ口径（放射源となる電磁界の分布領域）:D と波長:λの比:λ/D で決まる。電波望遠鏡や遠距離の通信アンテナでは大きな鏡面を用いて分解能を高める。その焦点に置き、アンプと繋ぐアンテナはフィードアンテナと呼ばれる。効率や感度の点でフィードのビームは鏡面を満遍なく照らし外は照らさないよう、個々の目的に合わせた周波数とビーム幅で設計される。近年は計算機シミュレーションの発達により広帯域化が進んでいるが、ビーム幅の狭い広帯域フィードは口径が大きくなるので開発が難しい。口径が大きくなれば長さも伸びて計算領域が増え、求解時間が伸びるためである。くわえてアンテナのサイズは使用する最大波長で決まるが計算領域の解像度は最小波長で決まる。最大最小波長比が大きいとさらに求解時間が伸びるので、広帯域かつビーム幅の狭いフィードの最適化は大変である。しかし既存の電波望遠鏡の改修や人工衛星ではフィードの搭載スペースに限りがあるため、特定のアンテナ光学系に最適化するのではなく「設計自由度の高い」解を求めることにした。ビーム幅について 2〜3 種類、最大最小波長比は 4〜10 程度の数種類で行った基本設計から搭載するアンテナに合わせて最適化すれば開発時間を短縮できるし、広帯域なので用途を選ばず使える。要するになんにでも合わせられる「万能ネギ」みたいな設計である。その解から大気中の水蒸気量の精密観測と同時に電波天文観測や衛星の軌道決定などを行える広帯域アンテナ(16-64GHz)、SKA(Square Kilometre Array)用のビーム幅のフィード、既存の大口径電波望遠鏡のアップグレードを目指した狭いビーム幅（カセグレン焦点からの副鏡見込み角が 15 度程度）の広帯域フィード(1.5-15.5GHz)および低周波側の RFI(Radio Frequency Interference)を急峻に切る OMT(Orthogonal Mode Transducer)の開発を行った。これらは科研費 18H03828(代表：市川隆一)および 21H04524(代表：氏原秀樹)の支援を受けている。

4. 研究の背景と目的

地上で高い分解能を得るためのアンテナの大口径化には自重とたわみによる限界があるが、世界各地のアンテナで原子時計を位相基準として受信波の振幅と位相を記録し、相関処理により各アンテナの相対位置の精密測定や天体の高解像度画像を得る VLBI(超長基線干渉計)観測では地球直径相当の口径による高い分解能が得られる。測地 VLBI 観測のためのアンテナ位置の測定では、遠方の活動銀河核からの連続スペクトラム放射を電波源に用いる。従来は S/X(2.2GHz 帯/8GHz 帯)の 2 バンドで受信帯域幅も数 10-数 100MHz だったが、広帯域化すれば感度が向上し精度が高まる。そのため次世代測地 VLBI システムの VGOS では 1-14GHz から数 GHz 帯域幅を取り出して観測することになった。電波天文では多数のアンテナのアレイで 1 平方 km の集光力を目指す SKA(Square Kilometre Array)計画があり、多周波同時観測のために広帯域フィードを利用する。しかしどちらも開発の容易なビーム幅の広いフィードを新設アンテナに搭載する前提であった。ゆえに従来の大口径電波望遠鏡のカセグレン光学系に適合する狭いビーム幅の広帯域フィードは、前職で鹿島 34m アンテナ向けに開発したものが世界初となった[1]。

これをもとに既存の大型電波望遠鏡のアップグレード、リモートセンシングや衛星搭載アンテナの多機能化と幅広い応用を目指した研究に取り組んだ。狭いビーム幅の広帯域フィードの開発は難しい反面、良像範囲が広いカセグレン光学系焦点面に多数のフィードを置けるので掃天観測の効率向上にもメリットがある。また直線 2 偏波観測のためには広帯域 OMT も必要となるが、どちらも工作精度に余裕を意識して開発したので高周波化も容易であった。その応用として従来[2,3]より簡素なシステムで大気中の水蒸気の精密観測とともに VLBI 観測もできる広帯域受信機とアンテナ、EVN(Europian VLBI Network)の電波望遠鏡の改修や SKA への提案を目指した開発を行った[5]。

5. 研究の結果および考察

フィードの設計には周波数帯域だけでなくビーム形状も重要である。無限遠でのビーム形状はフィード開口面の電磁界分布を角度でフーリエ変換したものである。電波望遠鏡でよく使われるコルゲートホーンではどちらもガウシアン分布に近いが、アンテナ光学系の効率の点ではアンテナ開口面内を満遍なく照らすことが望ましい。つまり中央が潰れていて鏡面の縁で鋭く落ちるビーム形状の方が良い。本研究では高次モードやレンズを利用して様々な開口面分布とビーム形状の実現を試みた。そのうちの広帯域ラジメータ兼 VLBI 用や SKA 用の設計では矩形に近いビームを実現した(図 1)。帯域の全てではないものの、他の周波数でも理想に近い形状が得られた。

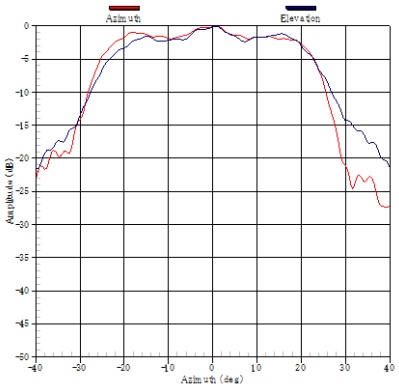


図 1. 試作広帯域フィードのビーム形状の測定例(43GHz)

通信波などの電力は天体からの受信波に比べて圧

倒的に強い。そのため小さな透過損失で通信波をシャープに抑圧できるフィルタが望まれているが、超伝導フィルタは高価である。そこで、いくつかの観測バンドで低周波側の通信波をシャープに抑圧できる OMT も設計した[4]。

広帯域ラジメータ兼 VLBI 用には口径 900mm の可搬アンテナを製作した。厚み 2-3mm 程度のアルミ板をヘラ絞りで加工した放物面鏡を、国立天文台三好真助教の厚意により主鏡に利用している。想定する観測上限 60GHz に対する波長は 5mm なので、0.5mm 程度が設計目標精度である。支持部材には温度変形が少なく軽量高剛性である CFRP を多用したが、主鏡を遮る副鏡支持材には CNF(セルロース・ナノ・ファイバ)を試用した(図 2)。これは CFRP と異なり電波を通すため交差偏波の低減が期待できるが、吸水性があるので防水加工が必要である。しかし軽量であり、温度変形も少なくて安価なので特性を見極めて構造材やアンテナ鏡面基材に利用したい。

図 2. CFRP と CNF で組んだ 900m 可搬アンテナ

6. 今後の展開

様々なビーム幅と周波数帯の広帯域フィードと OMT の設計例が得られた。SKA や EVN の改修に適用できるかどうかは製作コストと性能、搭載場所のサイズによるが、まずは科研費で開発した広帯域ラジオメータ兼 VLBI 受信機の実証を行なっていきたい。ここ数年は新型コロナによる出張制限があったため、京大で一人で実験できるようにフィードと受信部のみならず 90cm のアンテナ本体まで製作してしまった。しかし本来はフィードと受信部のみを既存の電波望遠鏡に搭載して試験を行う予定であり、そのために様々な搭載アンテナの光学系に合わせたフィードのビーム幅は、部分的なパーツの交換だけで容易に実現できる設計になっている。

RFI については通信需要の拡大により、年々厳しくなっている。OMT やフィルタだけでなくフェイズドアレイなどアクティブな対応も必要になっていくだろう。

CNF は支持部材への試用にとどまったが、アンテナ鏡面に用いるには滑らかな曲面を作る技術が必要である。切削加工は積層した CNF の剥離対策が必要だが、既に実績のある CFRP の加工技術が応用できそうに思う。誘電率は 3 程度、誘電損失は 0.06 程度であり、損失は大きいがプリント基板には使える。衛星筐体のみならず広帯域アンテナや回路基板も CNF で作れれば、「綺麗に燃える(=再大気圏突入時に放出する金属やケイ素、フッ素などが少ない)」メリットがより活かせるはずである。

単に設計自由度の高い広帯域フィードの開発にとどまらず、今後は様々な用途に合わせたアンテナシステムとしての提案と研究開発を行なっていきたい。

7. 引用文献

1) ”Development of Wideband Feed for Kashima 34m Antenna”,Radio Science, Vol.52(2017), Issue 4, pp.479489,doi:10.1002/2016RS006071
2) Nagasaki, T., Araki, K., Ishimoto, H. *et al.*,“Monitoring System for Atmospheric Water Vapor with a Ground-Based Multi-Band Radiometer”, Meteorological Application of Radio Astronomy Technologies. *J Low Temp Phys* 184, 674–679 (2016). https://doi.org/10.1007/s10909-015-1412-9
3) 京都大学防災研究所年報第30号B-1昭62. 4,” 大気境界層の気温高度分布の測定のためのマイクロ波放射計について”,堀口光章・光田寧
4) Hideki UJIHARA,"Development of wideband feed with sharp cut-off frequency OMT for RFI",ECMWF RFI2022 conference paper, https://doi.org/10.46620/RFI22-015
5) 「万能アンテナの開発」, 京都大学 生存圏研究所 生存圏研究 No18 pp23-30, 氏原秀樹

8. 付記

関係する研究発表

・"Development of wideband feed with sharp cut-off frequency OMT for RFI",RFI2022 workshop at ECMWF, online, 2022/2/14-18, Hideki UJIHARA(Kyoto-University)
・”Development of Wideband Antennas",12th IVS General Meeting (online,2022/3/28-4/1),Hideki UJIHARA(Kyoto-University)
・"Development of wideband antenna",2022 URSI-JRSM(2022/9/1-2, 中央大学), 氏原秀樹(京大)
・″広帯域アンテナの開発″, 電子情報通信学会 2022 年ソサエティ大会(2022/9/6-9, リモート開催),氏原秀樹(京大)
・″次世代マイクロ波放射計兼広帯域 VLBI 受信システムの開発(III)″, 日本天文学会秋季年会 (2022/9/13-15,新潟大学, リモート開催) , 氏原秀樹(京大), 市川隆一, 関戸衛(NICT), ほか 7 名
・″次世代超高感度マイクロ波放射計用広帯域受信機の開発(III)″, 日本測地学会第 138 回講演会(2022/10/5-7,鹿児島大学),氏原秀樹(京大),市川隆一, 関戸衛(NICT), ほか 7 名
・″広帯域アンテナの開発″,第 66 回宇宙科学技術連合講演会(2022/11/1-4, 熊本城ホール),氏原秀樹(京大)
・″広帯域アンテナの開発″,2022 年度 VLBI 懇談会(2022/12/23-24,東北大学, ハイブリッド開催),氏原秀樹(京大)

関係する科研費

・18H03828 基盤研究(A) 代表：市川隆一
「ミリ波で観る地球 -高精度水蒸気モニターで切り拓く次世代自然ハザード精密予測」
・ 21H04524 基盤研究(A) 代表：氏原秀樹
「地球と宇宙の時空計測の地平を拓く超広帯域大気スペクトル計測システムの開発」

酵母を用いた
植物由来抗がん薬パクリタキセル生合成のカスタムデザイン

1. 研究組織

代表者氏名：草野博彰（京都大学 生存圏研究所）
共同研究者：矢崎一史（京都大学 生存圏研究所）
飛松裕基（京都大学 生存圏研究所）
多葉田誉（北海道三井化学株式会社　ライフサイエンスセンター）

2. 関連ミッション

ミッション５：高品位生存圏

3. 研究概要

パクリタキセルは主要な抗がん薬として世界中で広く利用されているが、その製造はイチイの樹木からの原料採取に依存している。持続可能なパクリタキセルの生産を可能にする代替技術として、本研究では酵母とイチイ培養細胞を用いた発酵生産技術の構築を目指している。これまでに、イチイ培養細胞の培養法を改変することで、パクリタキセルとその類縁体２種に加えて、主要な生産物として１種の化合物を生産できる培養条件を確立した。この培養法ではパクリタキセルの生合成経路から外れた生産物はほとんど生産されなかった。この主要生産物を精製し二次元ＮＭＲで構造を推定したところ、パクリタキセル製造の中間体として利用できることが示唆された。イチイから新たに単離した酸化酵素６種、アシル化酵素１１種、および輸送体遺伝子４種から、新規な酵素を発見した。このうち輸送体とアシル化酵素各１種を含む発酵系について培養条件の最適化を試みたところ、高濃度の基質化合物を５日以内に完全に同化できるようになった。このことは、酵母を用いた生産系が高い実用性を秘めていることを示唆している。

4. 研究の背景と目的

パクリタキセルはイチイ樹木から採取される抗がん薬で複雑な構造を有する（図１）。その生合成経路には、少なくとも 17 種類以上に及ぶ酵素反応が含まれると考えられ、既に多くの酵素が単離されているが、未だいくつかの酵素遺伝子が未発見である。酵母を利用した合成生物学的な手法で、パクリタキセルの生合成系を構築する

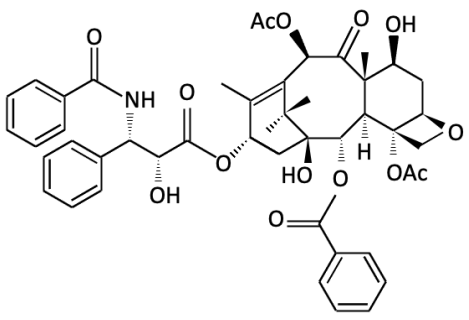


図１，パクリタキセルの構造

ためには、各反応を担当する酵素遺伝子群を特定する必要があるが、また一方で全生合成遺伝子を単離できたとしても、単一の酵母株で１７段階におよぶ多段階反応を構築することは至難である。

これについて我々は、新たに発見した輸送体遺伝子を利用することで、酵母が培養液中の基質を反応生成物に変換できるようになることを明らかにした。この系では培養液を介して、異なる株の酵母間で化合物の受け渡しが可能になるので、多段階の生合成系を構築するために適している。これまでの研究では、酵母で機能する未同定酵素の単離と、反応系のパフォーマンスの評価を実施した。

5. 研究の結果および考察

これまでの研究から、イチイの培養細胞ではパクリタキセルの生合成経路を外れた副産物がむしろ多量に生産され、パクリタキセルへ至る経路に合流できる化合物はほとんど生産されないことが明らかとなっていた。この代謝パターンを改変するため、イチイ培養細胞の培養条件を変えたところ、パクリタキセルおよびその類縁体２種に加えて、１種類の未同定化合物を主に生産する系の構築に成功した。いずれの化合物も従来法と比べて多量に生産されるほか、パクリタキセルの生合成に利用できる構造を持つ代謝産物と考えられた。質量分析の結果から、未同定であった１種の化合物については、パクリタキセルが持つカルボニル基の位置が水酸基となっていると考えられた。これを精製して NMR による構造解析を実施したところ、パクリタキセルのアシル基の多くが水酸基となった構造を持つことが示唆された。

天然におけるイチイは、パクリタキセルの他に多様な類似化合物を生産しており、これまでに約 700 種の化合物が発見されている。その構造情報から残基の情報を抽出し、共起ネットワーク解析を実施した。この解析では、ある残基の存在が別の残基の存在に依存する度合いが測定され、その総体から反応経路を推測することができる。その結果、パクリタキセルのカルボニル基はパクリタキセル経路に入るために重要であり、その位置がアセチル基になるとパクリタキセル経路から外れることが示唆された。この位置の酸化やアセチル化、およびカルボニル化を触媒する酵素は未だ単離されていない。

この酸化およびアシル化を担当する酵素について、既知のものはいずれも、シトクロム P450 (P450)と BAHD アシル基転移酵素(BAHD)のファミリーに含まれている。進化系統解析から、いずれも P450 および BAHD ファミリーの中でそれぞれ単系統として進化してきたことが示唆された。チュウゴクイチイについて報告されたゲノム情報を解析したところ (Xiong et al., 2021)、既知の酵素遺伝子の近傍にはその類似遺伝子が多数座乗していることがわかった。これらの特徴に遺伝子発現解析の結果を加えた遺伝子探索により、新たに P450 遺伝子６種と BAHD 遺伝子３種を単離した。BAHD 遺伝子については前年度までに単離していた８種を加えて、酵母発現系においてその性質を解析した。これらの酵素遺伝子は輸送体遺伝子と共に発現させ

るため、２遺伝子を同時に酵母に導入できるベクターを使って酵母に導入した。基質として 10-デアセチルバッカチン III を基質とした実験から、10-デアセチルバッカチン III-10-アセチルトランスフェラーゼ(DBAT)に似た働きを示す BAHD 遺伝子を新たに発見した。またアシルドナーについて DBAT よりも広い種類の基質を利用可能であることが示唆された。

輸送体遺伝子については、これまでにイチイ培養細胞でパクリタキセルの生合成に伴って非常に強く発現する４種を単離しており、このうち３種が酵母のパクリタキセル感受性を増大させることを明らかにしている。これら４種の輸送体遺伝子について、10-デアセチルバッカチン III と DBAT を利用した系で解析したところ、酵母で機能するものは１種に限られることがわかった。この反応系について培養条件を検討したところ、0.1 g/L の基質化合物を５日以内に完全に同化できる系の構築に成功した。

チュウゴクイチイのゲノム情報を利用した解析では、これら輸送体に近縁な遺伝子も、上述の P450 や BAHD と同様に近接した位置に座乗するものが多く、また非常に数多く存在することが示唆された。このように進化的に近縁な遺伝子は互いに同一の部分塩基配列を含むことが多く、ゲノム・トランスクリプトーム解析等で全長塩基配列を正しく復元することが難しい。本研究では１２種の BAHD アシル基転移酵素の塩基配列の単離を試みたが、その多くが同一の塩基配列を含んでおり、実際に単離が可能だったものは３種であった。残りの９種の遺伝子は、コンピュータ上では構築されたものの、実際には存在しない可能性がある。

そこで、このような共通の塩基配列を含む遺伝子の解読に有利なロングリード型シーケンサーを利用して、ゲノムの解読を試みている。ロングリード型シーケンサーの出力は、従来法のショートリード型シーケンサーと比べて大きな割合で読み取りエラーを含むため、従来法で得たデータを利用してエラーの修正を試みた。その結果をショートリードのマップ率で評価したところ、完璧な正確性を持ったゲノム情報のひとつであるイネゲノムと同等の品質となったことが考えられた。これをチュウゴクイチイのゲノムにマッピングしたところ、概ね３倍の depth となった。これは推定ゲノムサイズから予想された値とほぼ同等と考えられる 。

このデータを元に、いくつかの一般的なゲノムアセンブリツールを使ってゲノム塩基配列情報の復元を試みたが、良好な計算結果は未だ得られなかった。これはイチイの推定ゲノムサイズが、ヒトの 3.1 ギガ塩基を大きく超える 10 ギガ塩基程度であるため、一般的なツールが想定する上限を超えているためと考えられる。現在、我々はこのゲノムサイズに対応したゲノムアセンブラの構築を試みている。

6. 今後の展開

これまでに得られた成果から、酵母を利用した反応系は実用的に十分な性能を備え得ることが考えられ、パクリタキセルの生産技術の向上に貢献することが期待さ

れる。一方で、酵母で機能できる酵素遺伝子を天然から単離することは予想以上に難しいことが考えられた。

BAHD アシル基転移酵素がパクリタキセル生合成中間体とアシル基供与体の両方について広い基質親和性を有することは、我々を含めたこれまでの研究から明らかにされている(Kusano et al., 2019)。このことと本研究の成果から、酵母で機能する BAHD アシル基転移酵素を単離するためには、反応の種類よりも酵母で機能できることに注目した開発が有効であると考えられる。

輸送体遺伝子については、パクリタキセルへの感受性を増大させた遺伝子でも、DBAT の反応系を構築できないものがあった。このことは、輸送体遺伝子と酵素遺伝子に適した組み合わせが存在する可能性を示唆している。

ゲノムデータの整備と活用は、本研究で取り扱ったような類似性の高い遺伝子の同定と単離に有効である。我々はこれまでの研究から、パクリタキセル生合成系のような二次代謝系酵素の進化においてイントロンの欠失（シングルエキソン化）が見られたことを報告している (Kusano et al., 2019)。今回チュウゴクイチイのゲノムを解析したことで、DBAT および新たに活性が確認された新規 BAHD 遺伝子もまたシングルエキソン化していたことがわかった。巨大なサイズのゲノムに対応できるアセンブラを開発することで、このような情報を活用した遺伝子の単離が可能になると期待される。

7. 引用文献

1) Xiong, X., Gou, J., Liao, Q., Li, Y., Zhou, Q., Bi, G., Li, C., Du R., Wang, X., Sun, T., Guo L., Liang, H., Lu, P., Wu, Y., Zhang, Z., Ro, D-K., Shang, Y., Huang, S., Yan, J., *Nat Plants*, **7**, 1026-1036, 2021
2) Kusano, H., Li, H., Minami, H., Kato, Y., Tabata, H., Yazaki, K., *Front Plant Sci.*, **10**, 794, 2019

8. 付記

1) 草野博彰，「生データの目視でメタボロミクスをするためのツールGrassHopperの御紹介」，招待講演，日本バイオインフォマティクス学会 JSBi公募研究会 質量分析インフォマティクス研究会「第７回公開ワークショップONLINE」，2022年４月２２日，オンライン
2) 草野博彰，「酵母を用いた植物由来抗がん薬パクリタキセル生合成のカスタムデザイン」，京都大学生存圏研究所定例オープンセミナー，2022年５月２５日，京都
3) 草野博彰，南洋，加藤嘉博，金沢香織，李豪，飛松裕基，杉山暁史，多葉田誉，矢崎一史，「イチイ培養細胞と酵母を使ったタキサン化合物生合成系の開発」，学会報告，日本植物バイオテクノロジー学会第回大会，2022年９月１２日，大阪
4) 草野博彰，トランスクリプトーム解析ツール RNAseqViewer の公開サイト，http://github.com/kusano-kyotouniv/，2023年２月

令和４（２０２２）年度 オープンセミナー

回	開催月日		演者	題目	参加者数
280	5	25	草野　博彰（京都大学生存圏研究所・ミッション専攻研究員）	酵母を用いた植物由来抗がん薬パクリタキセル生合成のカスタムデザイン	35
281	6	15	氏原　秀樹（京都大学生存圏研究所・ミッション専攻研究員）	万能アンテナの開発	32
282		22	Megha Mahendra Pandya（京都大学生存圏研究所・ミッション専攻研究員）	Simulation study of electron zebra stripes in the Earth's inner magnetosphere	18
283		29	謝 怡凱（京都大学生存圏研究所・特任助教）	Earth's radiation belts dynamics associated with parallel and obliquely propagating whistler-mode chorus emissions	25
284	7	13	西村　裕志（京都大学生存圏研究所・特定准教授）	木質バイオマスの分子構造にみる循環型社会へのアプローチ	39
285		27	矢吹　正教（京都大学生存圏研究所・特任准教授）	紫外光源を用いたライダーによる大気環境のリモートセンシング	32
286	9	14	大村 和香子（京都大学生存圏研究所・教授）	シロアリに学ぶ木材の利用・加工法	54
287		28	宮越　順二（京都大学生存圏研究所・特任教授）	電磁環境と健康の国際動向	39
288	10	19	田鶴 寿弥子（京都大学生存圏研究所・講師）	用材観から紐解く文化人類学的諸相　～人類と木とのあわい～	65
289		26	田島 治（京都大学大学院理学研究科・教授）	ミリ波でみる大気と宇宙	40
290	11	16	Jason Shuster ([1] Department of Astronomy, University of Maryland, [2] NASA Goddard Space Flight Center)	The Magnetic Reconnection Mystery: Tree Rings, Electron Distributions, and the Magnetospheric Multiscale Mission	25
291		30	竹内 亜美（東京大学大学院・博士後期課程）	ジャガイモのゲノム編集　～有用品種開発への新戦略～	43
292	12	21	大村 善治（京都大学生存圏研究所・教授）	Computer Simulations of Waves in Space Plasmas	63
293	1	25	梅澤 俊明（京都大学生存圏研究所・教授）	リグニン、リグナン及び関連化合物の生成と分解	76
294	2	8	Joseph Gril （CNRS, Univ. Clermont Auvergne, Institut Pascal, France）	Some research on mechanics of tree and wood	41
				合計	627

4-1

第 280 回　定例オープンセミナー（2022/5/25）資料

題目： 酵母を用いた植物由来抗がん薬パクリタキセル生合成のカスタムデザイン

発表者：草野　博彰（京都大学生存圏研究所・ミッション専攻研究員）

関連ミッション：ミッション 5（高品位生存圏）

要旨：

パクリタキセルは抗がん薬治療において最も一般的な抗がん薬のひとつである。現在はその生産の大半がイチイ樹木の長期栽培に依存しており、恒久的かつ安定的なパクリタキセル供給を可能にするためには、長期栽培に依存しない新たな生産法を確立する必要がある。本研究では、フラスコ内で無限に培養できるイチイの培養細胞と、人工的な代謝系の構築が可能な酵母を利用してパクリタキセルを生産する技術の開発を目指している。具体的には、イチイの培養細胞が生産する類似の化合物を原料とし、これを特定の酵素を発現させた酵母に与えることでパクリタキセルに変換する。

パクリタキセルはジテルペン類共通の出発物質であるゲラニルゲラニル２リン酸が環化された基本骨格に水酸基や、更に多様なアシル基がエステル結合した構造を有する（図１）。このため、パクリタキセルの生合成に関わる酵素は主に、骨格に水酸基を与える酵素と、アシル基をエステル結合させる酵素の２種が考えられる。現在までに、これに関わる多くの酵素が単離されたが、いくつかの重要な酵素が未だみつかっていない。

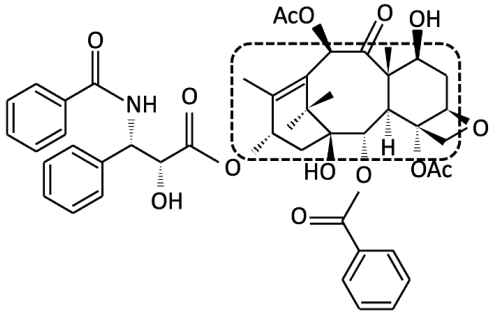


図１、パクリタキセルの構造式
破線で囲った部分は類縁化合物に共通する基本骨格。

また、自然界ではこれら残基の組み合わせが異なる多様なパクリタキセルの類縁体が生合成されていることがわかっている。これまでに約 700 種の化合物の構造が決定されており、この多様性はイチイが持つ酵素の多様性によると考えられる。効率よくパクリタキセルを生産できる系を構築するためには、培養細胞から可能な限りパクリタキセルに近い構造の化合物が得られることが望ましく、また酵母での代謝に必要な酵素遺伝子を天然から見つけ出す必要がある。

現在までにイチイの培養細胞における代謝と遺伝子発現の変化を観察し、出発物質を得るための培養法の改善と、酵母株の作製に必要な未同定遺伝子の探索、および分子進化工学による新規代謝酵素の開発を進めている。イチイ細胞の培養法を検討したことで、パクリタキセルに非常によく似た化合物と、パクリタキセルの生合成経路に合流できる化合物の２種を主要な生産物とする培養法を開発することができた。これらの化合物をパクリタキセルに変換するために必要な酵素を単離するため、各種オミックス解析を利用した遺伝子単離と酵母を使った検証を行った。今回はその成果の一部について紹介する。

4-2

第 281 回　定例オープンセミナー（2022/6/15）資料

題目：万能アンテナの開発

発表者：氏原秀樹（京都大学生存圏研究所・ミッション専攻研究員）

関連ミッション：ミッション 2（太陽エネルギー変換・高度利用）、3（宇宙生存環境）

要旨：

主に電波天文用としてこれまで開発してきた広帯域マルチモードホーンと開口面コルゲートホーンをもとに、大気中の水蒸気を高精度かつ高分解能で測定でき、電波天文や衛星の軌道決定、測地 VLBI も可能な広帯域アンテナを開発中である(21H04524 基盤研究(A))。また、大型電波望遠鏡や通信アンテナで広く使われているカセグレンアンテナに適合するビーム幅が細い広帯域フィードも開発中である。前者の帯域幅は 16-64GHz 程度、後者は 1.5-15.5GHz である。

これらのアンテナ用のフィード（一次放射器）には幅広い周波数範囲においてビーム形状が変動しないこと、ビーム形状が軸対称であること、交差偏波が低いことが望まれる。その目標を極力達成すべく計算機シミュレーションで設計を行うが、現在でも非常に時間がかかる。したがって、求められるビーム幅や周波数範囲が変わっても「振り出しに戻る」ことがなく、現実的な加工精度とコストで製作可能な広帯域フィードの設計があるとありがたい。また、フィードが広帯域であれば前述の通りリモートセンシングや通信、送受電など様々な用途を兼用でき、特に小型衛星では軽量・省スペース化に有効であろう。

このような様々な観点から「万能」と冠して開発してきた広帯域アンテナの構造と応用について述べる。

4-3

282nd Regular Open Seminar（2022 /06 /22）

Title：Simulation study of electron zebra stripes in the Earth's inner magnetosphere

Speaker： Megha Pandya（Mission Research Fellow, RISH Kyoto University）

Related RISH mission： Mission 3: Sustainable Space Environments for Humankind

Abstract：

The “zebra stripes” are the characteristic feature of electron fluxes recorded in the inner magnetospheres of Earth and other planets like Saturn. It is important to study such features as it delineates the magnetospheric processes and helps understand the space environment around Earth and exoplanets. They appear like banded structures of the electron fluxes, having energies 20-500 keV in the distance (L-value) and energy plots as shown in Figure 1. They are usually observed in the inner belt and the slot region (L<3) of the Earth’s magnetosphere. We studied the characteristic features of the minima and maxima in electron zebra stripes observed during one of the outbound passages of Van Allen Probes-A on September 8, 2017. To understand the cause of formation of electron zebra stripes we performed an advection simulation to understand spatial-temporal evolution of energetic electrons trapped in the inner magnetosphere. We used the electric field obtained by a global MHD simulation. Back-tracing the trajectory of the electrons gives the information about the initial location of the electron forming the minima and maxima in the electron zebra stripes. The properties like, duration of initial inward transport, MLT range, averaged radial speed and averaged azimuthal electric field of the initial inward transport of electrons giving rise to the maxima and minima at different energies are computed. In this talk, an explanation for the formation of maxima and minima in the electron zebra stripes will be provided.

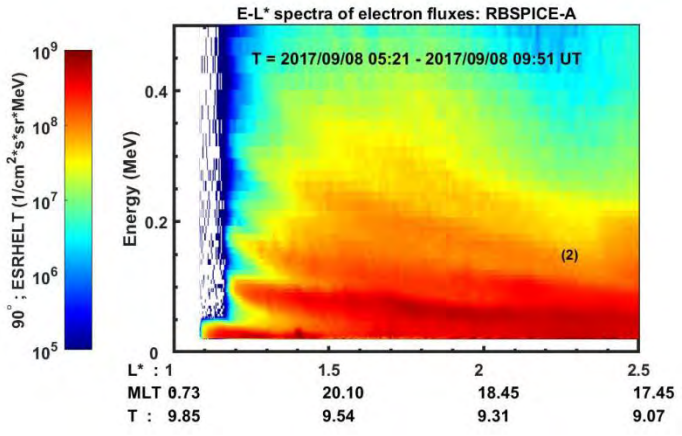


Figure 1. The electron zebra stripes of the energetic electron fluxes on the energy versus L-value spectrogram. They were recorded by RBSPICE-A on board the Van Allen Probe A on 08 September 2017.

283rd Regular Open Seminar（2022 /06 /29）

Title：Earth's radiation belts dynamics associated with parallel and obliquely propagating whistler-mode chorus emissions

Speaker： Yikai Hsieh（Assistant Professor, RISH, Kyoto University）

Related RISH mission： Mission 3 (Sustainable Space Environments for Humankind)

Abstract：

Radiation belts surrounding the Earth are regions filled with energetic electrons and ions. Relativistic electrons (energy ~ MeV) inside the radiation belt can damage spacecraft and space shuttles carrying astronauts. Understanding the formation and loss processes is an important issue nowadays. Energetic electron accelerations and precipitations in the outer radiation belt are highly associated with wave-particle interactions between electrons and whistler-mode chorus emissions. Two main processes take place in the whistler-mode wave-particle interactions. One is the nonlinear scattering process, which makes electron energy slightly smaller. The other is the nonlinear trapping process, which makes effective energy gain of resonant electrons. We perform test particle simulations in a 3D dipole field to reproduce the interactions between parallel and obliquely propagating chorus and electrons in the radiation belt. The formation and loss processes of the outer radiation belt electrons are verified by tracing interactions with consecutive emissions. In the formation process, MeV electrons are generated promptly within a few seconds due to the nonlinear trapping of cyclotron resonance and Landau resonance of oblique chorus waves. In the loss process, we find that the nonlinear scattering via cyclotron resonance is the primary process that pushes energetic electrons into the loss cone in both parallel and oblique cases. The obliquely propagating chorus causes more energetic electron precipitation than the parallel propagating chorus because of the combination of nonlinear trapping via Landau resonance and nonlinear scattering via cyclotron resonance.

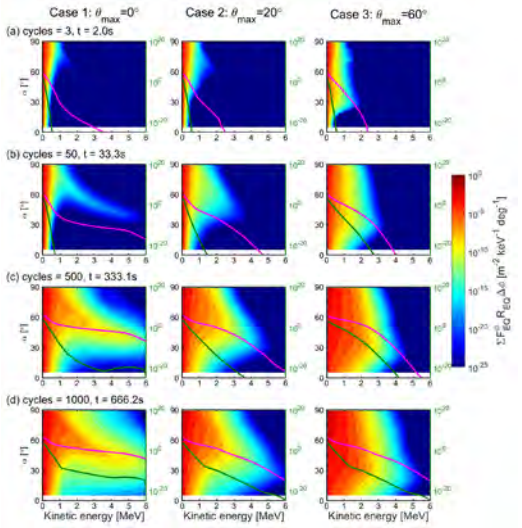


Figure 1: Electron acceleration (distribution at the high energy parts) and precipitation (dark green curves) after interacting with 3, 50, 500, and 1000 chorus emissions.

4-5

第 284 回　定例オープンセミナー（2022/7/13）資料

題目：木質バイオマスの分子構造にみる循環型社会へのアプローチ

発表者：西村　裕志（京都大学生存圏研究所　生存圏未来開拓研究センター・特定准教授）

関連ミッション：ミッション 2（太陽エネルギー変換・高度利用）、5（高品位生存圏）

要旨：

森林生態系では、樹木や微生物の進化とともに調和のとれた循環サイクルが形成されている。持続性ある豊かな未来への本質的な解決策は、自然の現象を解き明かし、バイオマス分子のもつ潜在力を引き出すことにある(図１)。

植物バイオマスを構成する高分子は、リグノセルロースと呼ばれ、主にリグニン、ヘミセルロース、セルロースからなる。リグニンは難分解性の不定形芳香族高分子とされ、リグニンの分離・分解がバイオマス変換におけるボトルネックである。

自然界において、リグノセルロースは微生物によって分解される。高分子リグニンを直接分解可能な微生物は白色腐朽菌として知られ、菌が分泌する分解酵素や二次代謝物を介してリグニンを溶かし分解する。産業界では、製紙産業におけるパルプ化法が主に行われ、高温高圧下での過酷な反応条件を経て、リグニンを分解、除去し、主にセルロースからなるパルプを得る。このとき、リグニンやヘミセルロースは、分解・変性し天然分子としての原型を留めない。

リグニンと多糖間に存在する共有結合を把握することは、リグノセルロース変換反応設計の点からも、植物科学の基盤的知見としても重要である。リグニン-多糖間結合はポリマーの主鎖に対してごく僅かであり、変性を防ぎつつ結合点を濃縮し解析する必要がある。私たちは、多次元溶液 NMR 法を駆使して、スピン結合の繋がりとして、リグニン-多糖間結合の解明に成功した。こうした知見を背景に、温和な条件の木質バイオマス変換法を開発しており、リグニンを含めた天然高分子の特性を活かすための研究を進めている。

図 1：植物バイオマスの分子構造を活かした循環サイクルの概念図。木質細胞壁を構成する天然高分子の潜在力を引き出した展開が重要である。

4-6

第 285 回　定例オープンセミナー（2022/7/27）資料

題目：紫外光源を用いたライダーによる大気環境のリモートセンシング

発表者：矢吹　正教（京都大学生存圏研究所・特任准教授）

関連ミッション：ミッション 1（環境診断・循環機能制御）、5（高品位生存圏）

要旨：

レーザーを照射して光と物質の相互作用である散乱･吸収･発光等を検出するライダー技術は、光源と受光システムの構成を工夫することで様々な対象物のリモートセンシングに対応できることが特徴の一つです。これまでに、環境計測関係では、大気物質（エアロゾル･雲、二酸化炭素、オゾン、高層の金属原子層など）、気象要素（気温、水蒸気、風）、植生、水中をモニタリングするライダーが提案されてきました。

近年のライダー開発では、進歩する数値シミュレーションのデータ同化に利用可能な高時間・高距離分解能計測への対応、従来の技術では観測が難しかった微量成分の検出や可測条件の拡大に向けた取組、汎用性を高めるための小型･低コスト化などが行われています。本発表では、環境計測ライダーの概要と、発表者らが開発を進めてきた都市大気や気象要素を精測する紫外ライダーとその適用例について紹介します。

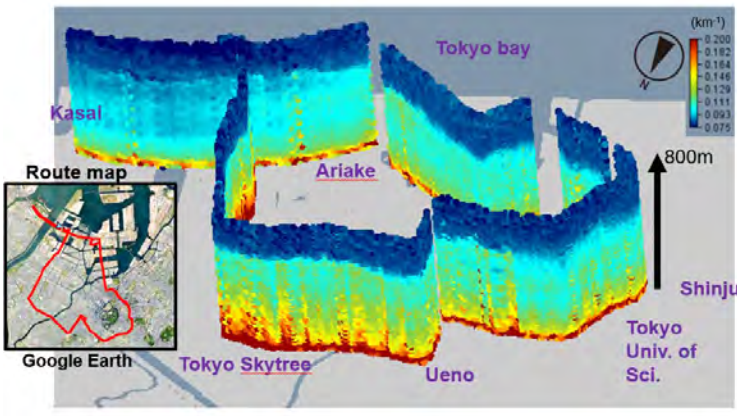


図 1: 車載紫外ライダーによる都市上空のエアロゾル分布観測例（2021 年 12 月 24 日 3:58～5:28 JST, 東京）

4-7

第 286 回　定例オープンセミナー（2022/9/14）資料

題目：シロアリに学ぶ木材の利用・加工法

発表者：大村　和香子（京都大学生存圏研究所・教授）

関連ミッション：ミッション 4（循環材料・環境共生システム）、5（高品位生存圏）

要旨：

木材・木造建築物の大害虫として知られるシロアリは、木材の主成分であるセルロースを、共生微生物の‘助け’を借りて消化・分解して資化できる数少ない昆虫の１つである。イエシロアリ *Coptotermes formosanus* やヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* では、リグニン含量が高まった排出物（糞）を、土壌と混ぜて巣や‘蟻道’と呼ばれるトンネル状のシロアリの通り道の構築のために利用している。

シロアリは種類によって、外敵への攻撃方法や巣仲間の保護方法が異なり、これに呼応して兵蟻の頭部や大顎の形状に顕著な特徴が顕れている。このため外部形態によるシロアリ分類には、兵蟻の大顎の形状が有効な区別点となっている。テングシロアリ亜科 Nasutitermitinae に属するタカサゴシロアリ*Nasutitermes takasagoensis*は防御物質を発射しやすい形状を呈する。レイビシロアリ科 Kalotermitidae のダイコクシロアリ*Cryptotermes domesticus*は、開口部に頭部を詰める防御を行い、物理的に外敵の侵入を阻止する。

一方職蟻の大顎も、シロアリ種ごとの体の大きさや生態に応じて形状や性状が異なる。木材の食痕（食い痕）も種によって特徴があり、これはサイズや形状、動きが異なる大顎＝刃物 で切削・加工が行われた結果といえる。大顎は繰り返し木材を削っても耐えうる強靭性を有している。大顎の強靭性は、大顎の表層～歯先に局所的に蓄積している微量金属や、大顎の付け根から歯先に向けて高配向し、かつ多層構造を呈するキチンフィブリルなどに起因すると考えられる。

今後も木材害虫シロアリの巧みな木材利用・加工法について明らかにしていくことで、豊かな生存圏の構築に貢献する新たな材料開発に繋げていきたい。

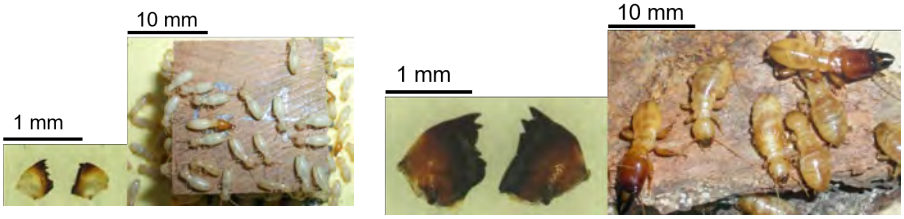


図　（擬）職蟻における大顎と体サイズ比較
（左）イエシロアリ（右）ネバダオオシロアリ

4-8

第 287 回　定例オープンセミナー　(2022/9/28)　資料

題目：電磁環境と健康の国際動向

発表者：宮越　順二（京都大学生存圏研究所･特任教授）

関連ミッション：ミッション 5(高品位生存圏)

要旨：

我々の生活環境には種々の電磁波が飛び交っている。特に、世界中で携帯電話や無線 LAN の利用、携帯電話基地局の新設などが急速に進展したことが主な要因となっている。さらに近未来社会では、多種多様な電磁環境は、ますます増加の一途をたどるであろう。電磁環境は目に見えないこともあり、電磁波の健康への影響について不安を抱いている人が多い。ここでは、高周波の電磁環境について世界保健機関(WHO)や国際がん研究機関(IARC)をはじめとした、国際機関の健康評価活動を紹介する。

まず、非電離の高周波について、健康影響評価の経緯を述べる。1990 年代前半に、(極) 低周波の高圧送電線と小児白血病の研究が高まったこともあり、WHO は、1996 年に国際電磁波プロジェクト（International EMF Project）を立ち上げた。電波と健康は、WHO の放射線担当部門が行っている。国際的な機関で WHO の他に強く関与しているのは、IARC、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）などがある。IARC は地球上に存在する物質や環境の発がん性を評価する機関であり、ICNIRP は非電離放射線専門の規制を国際的に提言する機関である。

電磁環境の生体影響を研究する主な手法としては、(1) ヒトの疫学研究やヒトのボランティア研究、(2) 動物実験研究、および (3) 細胞実験研究が行われている。高周波電磁環境に対する IARC の発がん性評価会議（2011 年）については、WHO から招請され、筆者も評価委員（ワーキンググループ）として参加した。会議の結果として、長時間にわたる携帯電話使用者において、脳腫瘍（神経膠腫や聴神経腫瘍）の増加を示唆する疫学研究報告を重視して、ワーキンググループの高周波発がん性総合評価は、「グループ２B(Possibly carcinogenic to humans」（発がん性があるかもしれない）と決定した。WHO は、この評価会からかなり時間を擁しているが、高周波による発がん性を含む健康全体の影響評価について、環境健康クライテリアの作成を進めている。

通信や医療、さらに EV や近い将来のワイヤレスエネルギー伝送技術をはじめとして、電磁波利用は高まるばかりである。増加の一途をたどるこれからの電磁環境を考えると、電磁波の安全性を科学的なデータから評価・判断するため、未解明な部分については、生命科学の先端技術を駆使して研究を推進する必要がある。この分野は、特に、生物・医学面、工学面での密接な研究協力体制が重要であることを付け加えて置きたい。

4-9

第 288 回　定例オープンセミナー（2022/10/19）資料

題目：用材観から紐解く文化人類学的諸相　～人類と木とのあわい～

発表者：田鶴　寿弥子（京都大学生存圏研究所・講師）

関連ミッション：ミッション 5（高品位生存圏）

要旨：

木材を利用し、膨大な数の文物を作り文化を花開かせてきた人類。仏像や建造物に代表され今に伝わる木製文化財の科学的調査からは、樹種や年代など様々な情報が得られます。それらの情報の一つ一つは、材料や時代を映し出すだけと考えられがちですが、地道にデータを蓄積していくことで、古代人が木と密接に寄り添い語り合ってきた当時の諸相、すなわち人類と木とのあわいを紐解くために重要な知見が見えてきます。

例えば、なぜ日本では 8 世紀の木彫像にカヤが多用されたのか、なぜ日本と中国の仏像に使用されている樹種が異なるのか、なぜ古墳に使われたコウヤマキが茶室にも使われているのか？これらの問いに答えをだすため、様々な学際領域の研究者たちと手をとりあって、多角的に研究を進めてきています。

たかが樹種、されど樹種です。適所適材の木材利用がなければこれほど豊かな現代文明は確立していなかったでしょう。ものづくりにおいて樹種により異なる加工性や強度という物性はもちろん重視されたはずですが、今以上に天災や疫病に脅かされていたであろう当時の人々にとって、木への信仰は今以上に強かったと想像できます。人々が樹木に対してもっていた崇拝心、精神性、民俗性、それを審らかにすることで、これまで見えていなかった歴史や文化の一側面の解明に貢献できると期待されます。

木を中心に考える文化交流、民俗学的視座にたった用材選択の考究などから見えてくる古代の用材観には、未来を生きる人々へ伝えていくべき、人と木とのあわいにあったはずの大事な精神的つながりが見え隠れします。人類の歴史の形成に木が欠かせなかったのと同様に、たとえどれだけ今後社会が発展し豊かになろうとも、木は文明形成に欠かせない存在であり続けるはずです。資源や環境問題がより重大な局面を迎えつつある今こそ、木と人とのあわいを改めて考える時期なのかもしれません。

本講演では、ボストン美術館やクリーブランド美術館など欧米の複数の美術館、博物館、大学などと行ってきた、中国および日本の木彫像調査から見えてきた古代の用材観の文化人類学的諸相、そして現在注力している研究などをご紹介しながら、みなさんと一緒に古の世界へタイムスリップし、人と木とのあわいを考えてみたいと思います。

4-10

第 289 回　定例オープンセミナー（2022/10/26）資料

題目：ミリ波でみる大気と宇宙

発表者：田島　治（京都大学大学院理学研究科 物理学第二教室・教授）

関連ミッション：ミッション 3（宇宙生存環境）

要旨：

ミリ波は波長数 mm の光であり、車載レーダーや第５世代通信の発展によって身近な技術となってきた。このミリ波帯域で空を見上げれば、大気や宇宙について可視光とは異なる情報が得られる。宇宙マイクロ波背景放射（Cosmic Microwave Background 略して CMB）は最も遠く、最も過去から地球に到来するミリ波であり、その起源は「ビッグバン」と呼ばれる宇宙初期の超高温状態の熱放射線である。CMB を精密に観測することによって、宇宙のはじまりについて研究できる（図１）。一方、宇宙よりも手前にある大気放射をミリ波で観測することによって、水蒸気量のモニタリングが可能である（図２）。局所的な水蒸気量の増加は、竜巻やゲリラ豪雨といった突発的気象災害の「予兆の予兆」とも言える兆候であり、ミリ波センシングは気象予測にも有益である。

もっと近くにあるミリ波発生源にも目を向けてみると、CMB 観測とは異なるアプローチで宇宙の謎に迫る研究テーマもある。実は銀河重力の大半は「ダークマター」と呼ばれる謎の物質が占めていることが分かっており、我々の身の回りにある。しかしながら、我々はそれを認知することも検出することも出来ていいない。このダークマターの検出を試みる技術としても、ミリ波センシングは注目されている。

本セミナーでは、自然界から発せられるミリ波の計測を通じて行う宇宙や大気などの研究や技術を紹介する。

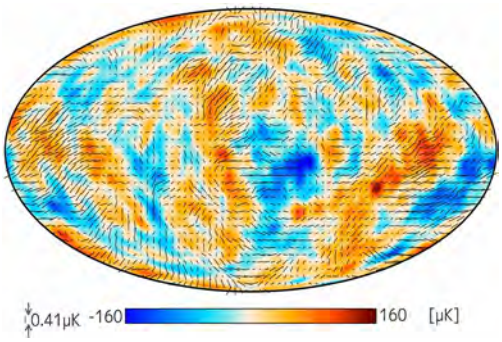


図 1：Planck 実験が観測した全天の CMB マップ（差分強度分布図）。温度ゆらぎを色のコントラストで表現し、偏光パターンを線の向きと長さで表現してある。Credit:ESA/Planck collaboration

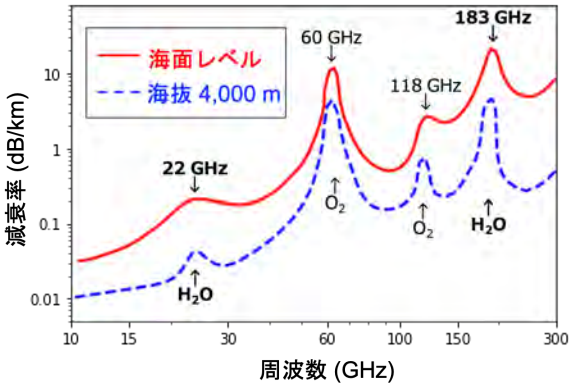


図 2：ミリ波帯域における大気の減衰率

4-11

290th Regular Open Seminar（2022 /11/16）

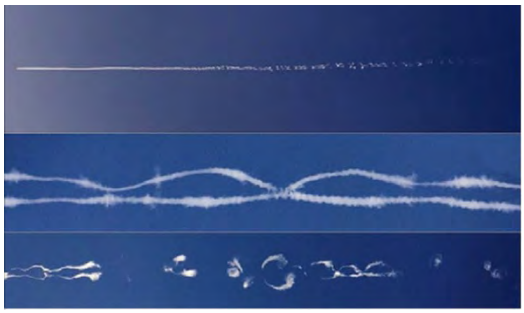
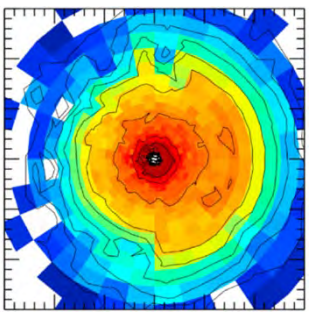
Title：The Magnetic Reconnection Mystery: Tree Rings, Electron Distributions, and the Magnetospheric Multiscale Mission

Speaker： Jason R. Shuster（University of Maryland College Park, NASA Goddard Space Flight Center）

Related RISH mission： Mission 3: Sustainable Space Environments for Humankind

Abstract：

The mystery of how magnetic reconnection operates in a collisionless plasma environment has puzzled space plasma physicists for decades. This talk is focused primarily on recent numerical simulations and groundbreaking spacecraft observation results from NASA's Magnetospheric Multiscale (MMS) mission relevant for elucidating the microphysical processes believed to power energetic plasma flows associated with the reconnection energy conversion process. Remarkably, the topological patterns which arise during the study of magnetic reconnection are reminiscent of patterns commonly found in tree rings and aircraft vortex contrails, likely due to a similar mathematical form of the underlying equations describing each system. Specifically in this work, each term of the electron Vlasov equation is determined from direct observations of electron phase-space density gradients measured by the four MMS spacecraft that fly in tetrahedral formation in the vicinity of magnetic reconnection sites found at Earth's magnetopause. The unprecedented temporal, spatial, and velocity-space resolution offered by the MMS tetrahedron enables us to identify the electron distribution function that supports fast plasma outflow jets within thin, electron-scale current layers. These results are immediately relevant to the study of fundamental energy conversion processes, including electron diffusion regions fueling magnetic reconnection, kinetic-scale turbulence, and collisionless wave-damping mechanisms such as Landau damping that were recently reported using MMS data from Earth's turbulent magnetosheath.

4-12

第 291 回　定例オープンセミナー（2022/11/30）資料

題目：ジャガイモのゲノム編集～有用品種開発への新戦略～

発表者：竹内　亜美（東京大学大学院・博士後期課程）

関連ミッション：ミッション 5（高品位生存圏）

要旨：

ジャガイモの塊茎デンプンは食用から工業用まで幅広く利用されており、デンプンの品質改良はジャガイモ育種において重要な課題である。ジャガイモは栄養生殖性が強く、4 倍体ゲノムを有する。そのため、新たなデンプン形質を有する品種を従来の交配育種法で作出することは容易でない。そこで、ゲノム編集技術により有用なデンプン形質を有する変異体系統の作出を試みた。

これまでに、翻訳エンハンサーdMac3 を利用した改良型ゲノム編集ツール(CRISPR/dMac3-Cas9)が開発されており、これにより高頻度で変異体を得られることが分かっている。そこで、CRISPR/dMac3-Cas9 システムを用いて、ジャガイモのデンプン形質の決定に大きく関わると考えられる 3 つの遺伝子のゲノム編集を行った。具体的には、ジャガイモ塊茎の貯蔵デンプン生合成に関わるデンプン顆粒結合型デンプン合成酵素 *GBSS* 遺伝子とデンプン枝付け酵素 *SBE3* 遺伝子、デンプンのリン酸化に関わる *glucan-water-dikinase*(*GWD1*)遺伝子である。これによって多数の変異体が得られた。変異体の表現型を観察したところ、これらの変異体の塊茎はこれまでにない新規なデンプン形質を有することが分かった。

ゲノム編集によって得られた植物体には、多くの場合 CRISPR/Cas9 などの外来遺伝子が残存する。これらは交配によって後代で分離するため、外来遺伝子のないヌルセグリガント変異体を得ることができる。しかしながら、栄養生殖性が強いジャガイモでは交配によって後代を得ることが困難である。そこで、トマトを台木とした接ぎ木個体を作製し、これらを交配することにより、ヌルセグリガント変異体後代を獲得する手法を確立した。

これらの結果は、CRISPR/dMac3-Cas9 システムにより高効率で変異体が得られることや、変異体の接ぎ木個体を用いた交配システムを用いることで、従来法よりも容易にジャガイモ塊茎デンプンの代謝工学が可能であることを示す。また、これらの技術は、栄養生殖性の強い作物にも応用が可能であり、農作物の育種の促進に貢献できる可能性が考察される。

本セミナーでは、ゲノム編集を用いた新たなジャガイモ変異体の作出法および新たなジャガイモ交配法について紹介する。

図 1:接ぎ木の様子とジャガイモ果実。接ぎ木により結実率が大幅に向上した。

4-13

292nd Regular Open Seminar（2022 /12/21）

Title：Computer Simulations of Waves in Space Plasmas

Speaker： Yoshiharu Omura（Professor , RISH Kyoto University）

Related RISH mission： Mission 3: Sustainable Space Environments for Humankind

Abstract：

Various types of electromagnetic and electrostatic waves are observed in the space environment surrounding the Earth. These waves are excited through interactions between coherent waves and energetic particles in space plasmas. Electromagnetic particle simulations have been conducted, reproducing the generation processes of whistler-mode chorus wave emissions, electromagnetic ion cyclotron (EMIC) wave emissions, and electrostatic solitary waves (ESW). Whistler-mode chorus emissions and EMIC emissions are characterized by peculiar frequency variations (Figure 1), and they are responsible for formation and precipitation of relativistic electrons in the Earth's outer radiation belt, which can be hazardous to activities of human beings in the geo-space environment. ESW are observed in various regions of the magnetosphere, indicating occurrence of strong wave-particle interactions such as two-stream instabilities due to mixing of different groups of energetic particles (Figure 2) in boundary layers. A brief review of the nonlinear physical processes of wave generation and particle acceleration and scattering that have been clarified by computer simulations will be given.

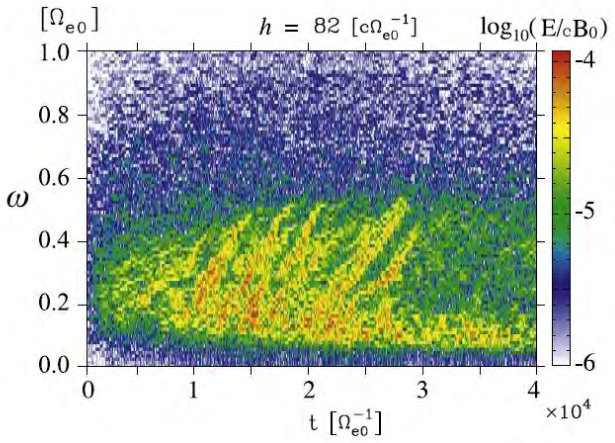


Figure 1: Whistler-mode Chorus Emissions
[Omura and Katoh, JGR, 2008]

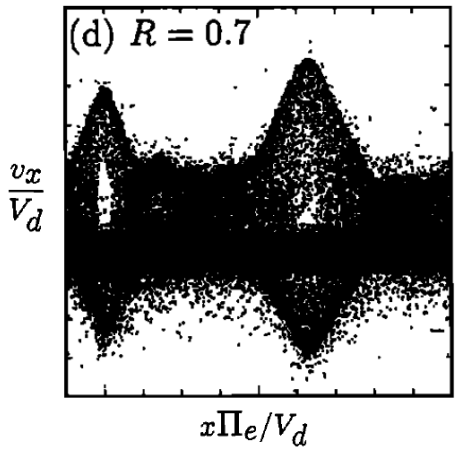


Figure 2: Electrostatic Solitary Waves
[Omura et al., GRL, 1994]

4-14

第 293 回　定例オープンセミナー（2023/1/25）資料

題目：リグニン、リグナン及び関連化合物の生成と分解

発表者：梅澤　俊明（京都大学生存圏研究所・教授）

関連ミッション：ミッション 1（環境診断・循環機能制御）、5（高品位生存圏）

要旨：

演者は昭和５１（１９７６）年に大学入学後、天然物有機化学或いは植物の二次代謝に興味を抱き、昭和５５（１９８０）年に修士（博士前期）課程学生として樋口隆昌先生の研究室、当時の京都大学木材研究所リグニン科学部門、に入れていただいた。与えられた研究課題はリグニンの微生物分解機構の解明に関するものであり、随分がっかりしたが、直接ご指導いただいた当時助手の中坪文明先生（京都大学名誉教授、現京都大学生存圏研究所特任教授）は生粋の有機化学者で、微生物分解機構研究と言っても結局ほとんどは天然物有機化学的観点からの研究であった。ここで、同先生より手取り足取り有機化学のご教示をいただいたことは、その後の研究の基盤となり、この上ない幸いであった。この課題で博士の学位をいただいたのち、本来興味を持っていた分野に転向し、平成元年（１９８９）年以来、リグナン及び関連化合物（ノルリグナン、ネオリグナン等）の生合成研究に従事した。リグナン生合成に関しては、抗腫瘍性リグナンであるポドフィロトキシンの生合成や生合成における立体化学機構に関する研究を進めた。そして、リグナン生合成に関わる酵素の基質のエナンチオマーに関する選択性が、極めて多様なリグナンのエナンチオマー組成の決定因子であることを示した。また、多数のリグナンのメチル化酵素（Lignan OMT）の解析等を通して、リグナン生合成が植物種により収斂進化していること、および同様の機能を持つ Lignan OMT が異なる植物で平行進化していること等を示した。

なお、時間的に前後するが、これらの研究を進めるにあたり、分子生物学の導入が不可欠となり、全く遅ればせながら平成１１（１９９９）年に短期間ミシガン工科大学の Vincent L. Chiang 先生の下でリグナン及びリグニンの生合成の分子生物学に関する研究を行う機会を得た。ここで、Laigeng Li 先生に手取り足取り分子生物学実験の実際の手ほどきをいただいた。

平成１５（２００５）年に当研究室をお預かりするようになって、リグナン及び関連化合物の生合成研究に加え、リグニン生合成についても研究を進めることとした。ここで、リグノセルロース（木質）の利用特性向上に対し、当時すでに極めて多数の報告されていた研究とは全く逆の観点から研究を進めることとした。すなわち、積極的にリグニン増量を図る研究及びリグニンの構造単純化に関する研究を進めた。この過程で、イネ科植物における新規リグニン生合成経路の発見にも至った。また、利用に適したバイオマスの作出に於いては、その持続的生産と利用方法をも総合的に捉えることが重要であることを強く認識するに至り、インドネシア科学院（現インドネシア国家研究イノベーション庁）との国際共同研究として、「熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産」に関するプロジェクトを都合 7 年間推進した。上記の研究の多くの部分はこの共同研究の一環として推進した。

4-15

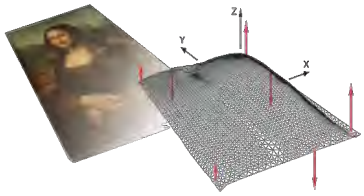
294th Regular Open Seminar（2023/2/8）

Title：Some research on mechanics of tree and wood

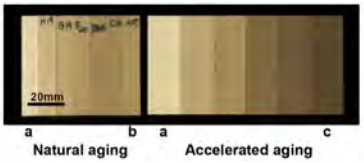
Speaker：Joseph GRIL（CNRS, Univ. Clermont Auvergne, Institut Pascal, France）

Related RISH mission： -Mission 4 (Development and Utilization of Wood-based Sustainable Materials in Harmony with the Human Living Environment)
- Mission 5（Quality of the Future Humanosphere）

Abstract：
Wood as an object of research can be considered as a component of trees, a material used by humans, or an archive of the past. The presentation will focus on subjects involving wood mechanics but also interactions with other disciplines. (1) Wood shaping, such as bending of bars or fixation of transverse compression, illustrate the hygro-thermo-mechanical couplings in wood. Comparing microstructure of wood densified in different conditions proved the use of coal-like material by our ancestors, in an experimental archaeological approach. (2) The follow-up of Mona Lisa, started in 2004 for the Louvre Museum in Paris, initiated research on hygro-mechanical modelling of painted panels and conservation of historical wooden objects in general. (3) Wood from repairs of Buddhist buildings was used to study the effect of natural ageing on wood properties, and similar modifications attempted through mild thermal treatments. Observations of remains from the burnt roof of Notre-Dame-de-Paris cathedral will allow going one step further by observing the combined effect of age and heat. (4) The unexplained breaking of tree branches in Summer hinders the promotion of tree planting in cities to improve thermal comfort in the face of global warming. The approach adopted to address the issue of their mechanical strength is based on biomechanical modelling similar to that of inclined trunks.



Finite element modelling of Mona Lisa wooden support (designed by O. Arnould)



Equivalence between darkening of old and heat-treated wood: (a) control; (b) 1580 year-old wood; (c) wood treated 120h at 180°C. (Matsuo et al., Holzforschung, 65, 361, 2011)

国際共同研究

生存圏研究所では、生存圏科学の国際化推進のため、平成 28 年度にインドネシアに「生存圏アジアリサーチノード（ARN)」を設置し、国内研究者コミュニティーと海外研究者コミュニティーを連接させる新たな活動を開始した。そのため本報告においては、研究課題を ARN 活動に関係が深いものとそれ以外に分けて、研究所の国際共同研究活動を取りまとめる。

＜生存圏アジアリサーチノードに関連の深い国際共同研究課題＞

1．日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点（JASTIP）
－持続可能開発研究の推進－ の国際交流事業

本事業は、オールジャパン・オール ASEAN 体制のもとで、地域共通課題の解決に資する持続可能開発研究を推進することを目的とし、京都大学が中心となり平成 27 年度から開始した。環境・エネルギー、生物資源・生物多様性、防災の 3 分野に焦点を当てて、バイオマス資源のエネルギー化、有用熱帯植物の高度有効利用、大規模自然災害の早期警戒システム等の先端的な技術開発や実用化促進のための国際共同研究に取り組んでいる。中核研究機関が中心となって、中核拠点をバンコク市とジャカルタ市に、サテライト拠点をタイ、インドネシア、マレーシアに設置し、日 ASEAN の代表的な研究機関からなるコンソーシアムを創設した。顔のみえる科学技術イノベーション拠点として、日 ASEAN 研究者のイニシアティブによる持続可能開発に関する共同研究を推進するとともに、ASEAN 域内の関連研究機関との包括的な連携を促進し、本研究の成果を全 ASEAN 諸国に効果的に波及させる。これにより、ASEAN 地域の喫緊の課題を解決する方策を提言し、社会実装活動を加速させるとともに、学術政策対話や国際機関との協力を通じて日 ASEAN の持続可能開発に貢献する。

生存圏研究所は、これらのうちの「生物資源・生物多様性」研究に関係するサテライト拠点の運営と共同研究を京都大学農学研究科とともに担当している。2021 年度は、インドネシア・日本間の共同研究プログラムと、多国間連携プログラム JASTIP-NET で、タイ、インドネシア、マレーシアなどと国際共同研究プログラムを実施し、熱帯バイオマス利用に関する共同研究を推進した。JASTIP プロジェクトとして開始したタイ国立科学技術開発庁(NSTDA) -LIPI-生存圏研究所の研究プログラムは、ラオス国立大学、京都大学エネルギー理工学研究所、同エネルギー科学研究科を加えて、e-Asia プロジェクト「サトウキビ収穫廃棄物の統合バイオリファイナリー」に発展し、2023 年 3 月末まで研究を実施した。

2023 年 1 月 19 日に JASTIP のプログラムオフィサーと JASTIP 運営幹事とのオンライン会議を行い、第二フェーズの JASTIP の成果と課題、今後の活動方針を議論した。

2. 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム等に関するインドネシア科学院との国際共同研究

1996年以来「循環型社会の構築を目指した熱帯森林資源の持続的な生産と利用」を目指し、日本学術振興会の拠点大学方式による木質科学に関する学術交流事業をインドネシア科学院との間で実施してきた。同事業は平成17年度を持って終了したが、18年度以降も引き続き様々なプロジェクト経費を投入して相手機関との国際交流事業を継続してきた。すなわち、生存圏研究所アカシアインターミッションプロジェクトを始め、平成19年度採択となったグローバルCOEプログラム「生存基盤持続型の発展を目指す地域研究拠点」などである。

2008年6月17～20日、2009年1月9日～15日に、インドネシア全域（ジャワ島、スマトラ島、カリマンタン島）で、林准教授らは、LIPI Biotechnology研究所のEnny Sudawamonati博士とともに林業省植林センター、JICAオフィスやエタノール生産工場で、バイオエタノール生産取り組みに関する情報収集を行った。

2008年8月27～30日に、マレーシア・サバ州・ケニンガウ近郊のKoshii Hybrid Plantation（KHP）社において、吉村准教授らはLIPI生物材料研究・開発ユニットSulaeman Yusuf博士他2名と共同で、アカシア人工林におけるシロアリ相の調査を実施した。また、引き続き、8月31～9月3日にマレーシア・ペナン島：ムカヘッド国立公園において、同上メンバーと共に天然林におけるシロアリ相の調査を行った。

更に 2009 年 11 月 6 日～7 日の 2 日間、スマトラ島 Pekanbaru の林業省リアウ支所、シンナマス研究所並びにリアウ大学において、生存圏研究所が母体となっているグローバル COE プログラム「生存基盤持続型の発展を目指す地域研究拠点」の一環として、Riau Biosphere Reserve プロジェクトに関するミーティングを行い、環境と経済の調和に向けた生存圏科学の構築について議論した。更に、2010 年 2 月 19 日～20 日の 2 日間、スマトラ島 Pekanbaru の林業省リアウ支所並びにリアウ大学において、グローバル COE プログラムの一環として、リアウワークショップを開催し、Riau Biosphere Reserve プロジェクトを目指す地域研究拠点形成を探るなど、環境と経済の調和に向けた生存圏科学の構築について議論した。Riau Biosphere Reserve プロジェクトは G-COE プログラムのイニシャティブ 3 班により精力的な調査研究が行われている。森林バイオマス調査、生態系調査、および社会経済調査など文字通りの文理融合研究が進み、リアウ大学において当該プロジェクトのワークショップが 2010 年 10 月 20 日に開催され、関連分野のインドネシア、日本の研究者が集まり、活発な議論が展開された。

また、2008 年以降、Humanosphere Science School（HSS） と題した現地講義を実施している。これは、当研究所が蓄積してきた研究成果を社会に還元すると共に、若手人材の育成と将来の共同研究の一層発展へ展開させることを目的としたものである。2010 年度はインドネシアのガジャマダ大学において HSS2010 を、2011 年度は同国アンボン島で HSS2011 を開催し、本学より若手研究者および大学院学生を参加させ、現地の若手研究者との交流を

行った。インドネシアからは 150 名の若手研究者・学生が参加し、環境科学・植物科学・木質科学・大気圏科学に関する最新の研究成果を聴講するとともに、活発な討論により「生存圏科学」の幅広い繋がりを意識することとなった。

さらに 2011 年度からは、HSS と併せ、国際生存圏科学シンポジウム（ISSH）という、日本-インドネシア両国の学生および若手研究者による生存圏科学に関する研究発表の場を設け、2012 年度は Humanosphere Science School 2012 (HSS2012)・The 2nd International Symposium for Sustainable Humansphere (The 2nd ISSH)と題し、HSS2012 と同時に The 2nd ISSH も開催した。開催場所はインドネシア・バンドン市で、日本-インドネシア両国の若手研究者への優秀発表表彰も行われ、教育的な意味でも大きな意義を有していた。

2013 年度は、Humanosphere Science School 2013 (HSS2013)・The 3rd International Symposium for Sustainable Humansphere (The 3rd ISSH)をインドネシア・スマトラ島のベングル大学において開催した。また、熱帯産業造林の持続的維持管理には、生態学的・生物多様性的視点が不可欠であることから、当該分野に造詣の深いインドネシア科学院エンダン・スカラ教授(元副長官)を外国人客員教授として招聘し（2013 年 9 月より 2014 年 2 月まで)、生存圏科学の確立に向けた国際共同研究を推進した。

2014 年度では、熱帯バイオマス生産利用に関する総合的研究の基盤としての調査研究をインドネシア科学院と共同で進めた。すなわちまず、アランアラン草原の植生回復と持続的バイオマス生産利用にむけ、インドネシア科学院と共同研究グループを組織し調査研究を進めた。このために研究代表者らが前年度の平成 26 年 3 月 25～26 日に加え平成 27 年 6 月 25～27 日にインドネシア科学院を訪問し、インドネシア科学院エンダン・スカラ教授(生存圏研究所平成２５年度外国人客員教授)及びイ・マデ・スディアナ博士らと共同研究申請を視野に入れた討議を重ね、この討議結果を踏まえた共同研究経費を申請した。

2015 年度では、従来の研究成果に基づきインドネシア科学院と共同で提案した熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究が、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）の一環として採択された。2015 年度は暫定採択期間であり、インドネシア科学院の研究者と共同研究の詳細計画に関する討議を重ね、研究内容の詳細を決定した。その後、研究の詳細計画を作成と討議記録（Minutes of Meetings）の調印（平成 27 年 9 月 25 日)、研究詳細計画に関する討議議事録（Record of Discussions）の締結（平成 27 年 12 月 14 日）と研究協定（Memorandum of Agreement）の締結（平成 28 年 1 月 8 日）を完了し、2016 年度からの研究開始に向けた協定の整備が終了した。

2016 年度では、熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究が、正式採択となり、研究活動が開始された。平成２８年６月１０～１１日に JST の JASTIP プロジェクトのシンポジウムを LIPI と共催した。ついで、平成 28 年 7 月 20 日～21 日にかけて、ボゴールにおいて SATREPS

キックオフミーティングを LIPI と共催し、SATREPS プロジェクトの研究全般の方向性について討議した。さらに、平成 28 年 11 月 14 日に、SATREPS プロジェクトの初年度の成果報告会を兼ね、ボゴールにおいて第 1 回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第 7 回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム）を開催した。引き続き、翌 15 日～16 日には、ボゴールにおいて Humanosphere Science School 2016 (HSS2016)・The 6th International Symposium for Sustainable Humansphere (The 6th ISSH)を JASTIP 及び SATREPS との共催、グローバル生存基盤展開ユニットとの協賛にて開催し、キャパシティービルディングに努めた。

2017 年度では、熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助（SATREPS）プロジェクト研究をインドネシア科学院（LIPI）と継続実施した。平成 29 年 7 月 19～21 日に JST の JASTIP プロジェクトのシンポジウム(The 2nd Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science)を開催し、多数の LIPI 研究者の参画を得た。また、SATREPS プロジェクトに於ける日本人学生及び若手研究者のキャパシティビルディングとして、LIPI 研究者らを講師に招き地球規模課題に関する連続セミナーをグローバル生存基盤展開ユニットとの協賛にて開催した。すなわち、平成 29 年 7 月 18 日に、1st Sustainable Development Seminar (SDS)、10 月 13 日第 2 回 SDS、11 月 16 日第 3 回 SDS、平成 30 年 3 月 8 日第 4 回 SDS を開催した。さらに、平成 29 年 11 月 1 日～2 日にかけて、ボゴールにおいて Humanosphere Science School 2017 (HSS2017)・The 7th International Symposium for Sustainable Humansphere (The 7th ISSH)を生存圏研究所主催、JASTIP 及び SATREPS との共催、グローバル生存基盤展開ユニットとの協賛にて開催し、インドネシア側の若手研究者と学生に対するキャパシティービルディングに努めた。また、翌日の 11 月 3 日に The 3rd JASTIP Bioresources and Biodiversity Workshop “Synergy of ASEAN Countries and Japan for Sustainable development” and the 2nd Humanosphere Asia Research Node Workshop toward Sustainable Utilization of Tropical Bioresources をボゴールにて LIPI と共催した。さらに、平成 29 年 11 月 16～17 日に、SATREPS プロジェクトの第 2 年度の成果報告会を兼ね、宇治において第 2 回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第 358 回生存圏シンポジウム、第 8 回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム）を開催し、共同研究の推進に努めた。次いで、平成 30 年 1 月 15 日に JASTIP Workshop Package 3 Bioresources and Biodiversity Meeting Progress and Future Plant をバンバンスビヤント LIPI 長官（事務取扱）他の参加の下、東南アジア地域研究研究所にて開催した。なお、SATREPS プロジェクトに於ては、インドネシア科学院ボゴール植物園内のトレウブ実験室を供与機器の集中設置実験室として改装整備してきた。平成 29 年度には、機材供与が相当進んだことから年度末の平成 30 年 3 月 21 日に、バンバンスビヤント LIPI 長官（事務取扱)、JICA ジャカルタ事務所高樋次長、在ジャカルタ日本大使館中村二等書記官他の隣席の下、機材引き渡し式を挙行した。その内容は多くの現地プレスに

よって報道された。

2018 年度は、昨年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。そして、共同研究協議並びに研究指導のための出張を 12 回（内１回は予定）［平成３０年５月１３～１７日（梅澤他）、平成３０年７月１～５日（梅澤他）、平成３０年７月３０～８月５日（花野、宮本）、平成３０年８月１９～２４日（梅村）、平成３０年９月１８～２２日（宮本）、平成３０年９月２４～３０日（梅澤、小林）、平成３０年１０月１５～２０日（梅澤他）、平成３０年１１月１９～２４日（梅澤他）、平成３０年１２月１５～１８日（梅澤）、平成３１年１月７～１２日（花野、宮本）、平成３１年１月１３～１５日（梅澤、梅村）、平成３１年２月１８～２２日（梅澤、梅村、小林）］行い研究推進に努めた。また、平成３０年１１月２２日に、本年度の成果報告会を兼ね、インドネシア科学院ボゴール植物園において第３回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第９回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第３７６回生存圏シンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。さらに、平成３０年１０月１８～１９日にメダンで開催された生存圏研究所主催の HSS（第３８４回生存圏シンポジウム）に共催参加し、SATREPS 関連の基礎科目の講義を行いインドネシア側の研究者・学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。さらに、また、平成３０年４月１９日及び平成３０年１２月２７日に、当研究所において SATREPS の教育プログラムの一環として地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。なおこれらの研究は、本学研究連携基盤グローバル生存基盤展開ユニットのプロジェクトとしても連携して推進している。

個別の研究として、アランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は国内外の学会等で発表すると共に、年度内の学会・シンポジウムで発表した。

また、前年度に引き続きソルガムバガスと天然系接着剤を使用した低環境負荷型パーティクルボードの研究を進め、スイートソルガムバガスの粉末を原料として用い、クエン酸を接着剤とした木質成形体の作製を行った。さらに、ソルガムからのペレット燃料生産についてもベンチプラントテストを行い、社会実装に向けた民間企業との連携を進めた。

2019 年度は、前年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。共同研究協議並び

に研究指導のための出張を延べ３０回(内３回は予定)［平成３１年４月３～１０日(梅澤、梅村、小林他)、令和元年６月１６～２０日（梅澤)、令和元年６月２６～7 月５日（梅澤、梅村、小林他)、令和元年７月３０～８月６日（梅澤、梅村他)、令和元年９月２２～２９日（梅澤、梅村)、令和元年１０月２３～１０月３０日（梅澤、梅村、小林他)、令和元年１２月１５～１８日（梅澤、梅村)、令和２年１月１２～１６日（宮本)、令和２年２月１０～１４日（梅澤、梅村、小林、予定)］行い研究推進に努めた。また、令和元年１１月１９～２０日に、年度成果報告会を兼ね、生存圏研究所において第４回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第１０回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第４０６回生存圏シンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。さらに、令和元年１０月２８～２９日にボゴールで開催された生存圏研究所主催の 9th HSS（第４０９回生存圏シンポジウム）に共催参加し、SATREPS 関連の基礎科目の講義を行いインドネシア側の研究者・学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。さらに、また、令和元年５月２２日及び令和元年１１月１９日に、当研究所において SATREPS の教育プログラムの一環として地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。

個別の研究として、アランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は論文で公表すると共に国内外の学会等で発表した。

2020 年度は、前年度に引き続き、(国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。しかし、本年度は、COVID-19 蔓延拡大の影響により、インドネシア渡航が全くできなかった。それに代わり、Zoom を用いた遠隔月例会議を定期的に開催し、研究打合せと研究方針の確認を行った。また、令和２年１１月１７日に、本年度の成果報告会を兼ね、Zoom を用いた遠隔会議方式にて第５回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第１１回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第４３８回生存圏シンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。さらに、令和３年３月２３日に Zoom を用いた遠隔講義により、SATREPS の教育プログラムの一環として地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。従来の対面方式に比べ数倍の参加者を得ており、コロナ禍終息後も、遠隔講義システムを用いたセミナー開催は有効であると考えられる。

個別の研究として、2020 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イ

ネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。また、2020 年度も前年度に引き続き、未利用リグノセルロースとして、オイルパーム幹やジュート、竹に着目した材料開発を進めている。さらに、通電加熱による木質バイオマスの急速熱分解において、熱分解温度とアンモニア吸着能との関係を調べた。アンモニア吸着量は、300～400℃で増大し、400～500℃で最大となった。600℃で大きく減少した後、800℃までほぼ一定で推移した。酸性官能基の生成、分解の影響が示唆された。

2021 年度は、前年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。本年度も昨年度同様、COVID-19 蔓延拡大の影響により、インドネシア渡航が全くできなかった。それに代わり、Zoom を用いた遠隔月例会議を定期的に開催し、研究打合せと研究方針の確認を行った。また、令和４年３月２５日に、本年度の成果報告会及び全年度の成果取りまとめとして、Zoom を用いた遠隔会議方式にて第６回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第１２回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第４７２回生存圏シンポジウム）を開催した。

2021 年度は個別の研究としてアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。また、前年度に引き続き、農産廃棄物由来の未利用リグノセルロースを原料に用いた木質材料の開発に関し、原料成分を利用した接着技術について検討した。さらに、脱炭素型接着剤の硬化促進技術についても検討し、それぞれ国際共著論文として公表するとともに、木材害虫による研究も新たに進め、特に木材穿孔害虫による木材の食害機構、特に腸内共生微生物による木材成分の分解機構について検討し、成果の一部を取りまとめ現在投稿中である。なお、地下シロアリにおける非嗅覚器官感覚子の微細構造解析も進め成果の一部は学会等で公表した。一方、JASTIP プロジェクトの生物資源・生物多様性の拠点として、熱帯バイオマスの有効利用法の研究を、国内やインドネシアをはじめとする東南アジア諸国の研究機関と推進するとともに、e-Asia プロジェクトにおいて、サトウキビの収穫残滓をバイオ燃料や高付加価値物に変換するプロセスを、日本、タイ、インドネシア、ラオス４ヶ国で共同開発した。

2022 年度は個別の研究としてアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を前年度に引き続き一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。また、前年度の継続研究として農産廃棄物由

来の未利用リグノセルロースを原料に用いた木質材料の開発を行い、原料成分を接着剤成分として活かした接着技術により、優れた材料物性が得られることを見出した。さらに、脱炭素型接着剤の開発についても検討し、それぞれ国際共著論文として公表した。また、木材害虫による研究も継続し、特に木材穿孔害虫による木材の食害機構、特に腸内共生微生物による木材成分の分解機構について検討し、成果の一部を公表した。一方、JASTIP-Net プロジェクトの生物資源・生物多様性の拠点として、熱帯バイオマスの有効利用法の研究を、国内やインドネシアをはじめとする東南アジア諸国の研究機関と推進した。

3. 赤道大気レーダー(EAR)に基づく国際共同研究

赤道大気レーダー（以後 EAR）は、平成 12 年度末にインドネシア共和国西スマトラ州（東経 100.32 度、南緯 0.20 度）に設置された大型大気レーダーであり、インドネシア航空宇宙庁（LAPAN）との密接な協力関係のもとに運営されてきた。2021 年にインドネシア側の大規模な組織変更があり、現在は国立研究革新庁(BRIN)傘下の気候大気研究所(PRIMA)が EAR 運営に関する対応機関となった。現在、EAR 運営協定書の改訂を進めている。

EAR は地上と接する大気の最下層（対流圏）から高度数 100 km の電離圏にいたる赤道大気全体の研究を行っており、平成 13 年 6 月から長期連続観測を実施し、観測データを web 上で公開してきた。平成 23 年 9 月に 10 周年記念式典及び記念国際シンポジウム（ジャカルタ開催、参加者約 200 名)、平成 28 年 8 月に 15 周年記念式典及び国際シンポジウム（ジャカルタ開催、参加者 221 名）を実施してきた。2021 年 9 月 20-21 日に、20 周年記念式典と国際シンポジウムを開催した。新型コロナ感染症の問題からオンライン開催となったが、日本側からは京都大学総長、インドネシア側からは BRIN 長官をはじめとする賓客と出席者 533 名を得た。

EAR は本研究所の重要な海外研究拠点であって、国内外の研究者との共同研究によって生存圏の科学研究の推進に活用され、同時にインドネシア及び周辺諸国の研究啓発の拠点として、教育・セミナーのために利用されている。平成 17 年度後期から、全国・国際共同利用を開始した。平成 24 年度以降は MU レーダーと統合実施されている。新型コロナ感染症の問題により、昨年度から引き続き共同利用の実施には大きな制約が課せられきたが、本年度からは EAR サイトへの訪問を再開しつつある状況である。

EAR に密接に関わる研究プロジェクトは以下の通りである。まず平成 13〜18 年度に文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「赤道大気上下結合」が実施され、赤道大気の多くの関連観測設備・装置が EAR 観測所を中心として整備された。終了時ヒアリング（平成 19 年 10 月）においては最高位の評価結果Ａ＋（期待以上の研究の進展があった）を獲得した。平成 19 年 3 月 20〜23 日には「赤道大気上下結合国際シンポジウム」が約 170 名（18 の国と地域から）の参加者を集めて開催された。平成 19 年 9 月 20〜21 日には東京国際交流館・プラザ平成において公開シンポジウム「地球環境の心臓―赤道大気の鼓動を聴く―」を 250

名以上の熱心な参加者を得て成功裡に開催した。平成 22～24 年度には文部科学省科学技術戦略推進費（国際共同研究の推進）「インドネシア宇宙天気研究と体制構築」が採択され、EAR 長期連続観測を大気圏・電離圏の同時観測モードに変更した。関連する複数の科研費課題からの経費支援を継続しながら、現在もこの観測モードを継続中である。

現在、生存圏研究所では EAR の感度を約 10 倍に増強する新レーダーである「赤道 MU レーダー」を EAR に隣接して設置することを概算要求中である。日本学術会議のマスタープラン 2014、2017、2020 に連続して重点大型研究計画として採択された、プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤構築」に含まれる。今後も予算獲得を目指していく。

4. インドネシアにおける赤道大気観測に関する啓蒙的シンポジウム

人類社会の生存を図るためには、地球環境全体に及ぼす影響の大きさからアジア熱帯域における「生存圏科学」の構築が不可欠である。本研究所は生存圏科学の構築に向けて強力な研究協力関係をインドネシア科学院（LIPI）やインドネシア航空宇宙庁（LAPAN）と結んでおり、これまで数多くの国際シンポジウムをインドネシアにおいて開催してきた。特に若手研究者・学生と対象としたスクールを、「木質科学スクール」として平成 18 年度から 2 回、その平成 20 年度からは「生存圏科学スクール（HSS)」として実施してきた。一方、平成 23 年度からは、国際生存圏科学シンポジウム（ISSH）として、日本、インドネシア両国の学生および若手研究者による生存圏科学に関する研究発表の場がスタートしている。

赤道大気の研究に関しては、1990 年以来、啓蒙的なシンポジウムをインドネシアで開催し、LIPI、LAPAN 以外にも、BPPT（科学技術応用評価庁)、BMKG（気象庁)、ITB（バンドン工科大学）等の大学・研究機関の研究者・学生との国際的学術交流を進めてきた。平成 15～19 年度に実施された京都大学 21 世紀 COE プログラム「活地球圏の変動解明」では、平成 16 年度以降の毎年に ITB において活地球圏科学国際サマースクールを開講し、日本・アジア・世界の若手研究者・大学院生の教育と交流に尽力してきた。日本学術振興会の「アジア・アフリカ学術基盤形成事業」の一課題として、「赤道大気圏のアジア域地上観測ネットワーク構築」を平成 20～22 年度に実施した。平成 26～28 年度には日本学術振興会２国間交流事業「大型大気レーダーによる赤道大気上下都合の日本インドネシア共同研究」を実施中である。このほかにも、インドネシアの LAPAN とインドの NARL を海外拠点機関とし、共同研究、学術会合（セミナー)、研究者交流を実施している。平成 29 年度からは、生存圏研究所が実施するオープンセミナーを LAPAN に向けてネット配信している（毎年 5～8 回分を配信)。平成 30 年度には、LAPAN の研究者 2 名を生存圏研究所に招へいし、赤道大気レーダーによる Radio Acoustic Sounding System (RASS)観測のデータ解析について、オン・ザ・ジョブ・トレーニング（OJT）を実施した（平成 30 年 7 月 26 日～8 月 1 日)。LAPAN がインドネシア・バンドンで主催した International Conference on Tropical Meteorology and Atmospheric Sciences (ICTMAS、参加者数 366 名)に参加し、招待講演 2

件を行い、大学院生 1 名が参加して口頭発表を行った（平成 30 年 9 月)。赤道大気レーダーサイトにおいて、LAPAN と共同でレーダー観測と気球観測に関する実習を実施した（平成 30 年 11 月、10 名参加)。京都大学全学経費の支援を得て、インドネシア・バンドンにおいて International School on Equatorial Atmosphere （赤道大気国際スクール、ISQUAR）を開催し、計 6 か国から 170 名の参加者を得て成功させることができた（平成 31 年 3 月 18〜22 日)。令和 2 年度については、新型コロナ感染症の影響から日本からの訪問は全く実施できなかったが、2021 年 1 月に LAPAN 研究者 4 名が EAR サイトを訪問しセミナーとデータ解析演習を実施した。令和 3 年度は 2021 年 9 月 20-21 日に赤道大気レーダー20 周年記念行事に引き続いて国際シンポジウム（LAPAN-Kyoto University International Symposium for Equatorial Atmosphere、第6 回生存圏アジアリサーチノードシンポジウム）をオンライン形式で開催し、参加者 533 名、発表講演 188 件を集めた。令和 4 年度に入ってインドネシアへの渡航が再開しつつある状況である。今後も引き続き、インドネシアにおける赤道大気観測に関する国際交流を継続して行く。

5. 熱帯人工林をフィールド拠点とした国際共同研究

森林圏および大気圏の炭素、水蒸気などの物質循環を精測して、物質フロー解析やライフサイクル評価による環境負荷影響評価を行い、大気圏・森林圏の圏間相互作用を明らかにするとともに、それに基づく、地域の環境と木材の持続的生産の維持およびそこから生まれる木質資源の利活用技術について研究している。

2004年度からインドネシア、スマトラ島における20万haのアカシア産業造林地をフィールドとし、アカシア造林地の複数ヶ所に気象観測器の設置を進め、降雨量等のデータ収集・解析を行っている。また、インドネシア科学院生命科学部門、産業造林を管理運営しているMUSI HUTAN PERSADA社ならびに京都大学生存圏研究所の三者間でMOUを締結し、アカシアマンギウム植林地における持続的生産と林産物利用に関する研究について共同研究を進めている。2008年度には、森林バイオマス生長量評価に関してこれまで実施してきた地表データによる評価に加え、衛星データを用いた広域森林バイオマスのリモートセンシングによる評価手法の開発に着手した。また、アカシアマンギウムのESTデータベース作成とアカシアマンギウムなどの形質転換系構築を進めた。さらに、インドネシア科学院（LIPI）との共同研究で、アカシアマンギウムの遺伝子組換え法として新しいユニークな技術を開発した。

一方、グローバル COE プログラム「生存基盤持続型の発展を目指す地域研究拠点」の採択に伴い、東南アジア研究所と協働で人文・社会経済的な視点を加えた文理融合・問題解決型の統合研究サイトとして新たな展開を目指しつつある。その中で、インドネシア、スマトラ島リアウ州にある自然林、観光林および SinarMas 社の産業人工林が複合した Riau Biosphere Reserve（78 万 ha）において、リアウ大学、インドネシア科学院（LIPI)、林業

省などと共同研究を展開するための準備を進めた。

このほか、2007 年度に KM HYBRID PLANTATION SDN BHD 社と熱帯域の持続的林業経営と生産に関する覚書を交換し、これに伴って、同社のマレーシア、サバ州における用材生産を目指したアカシアハイブリッド林（約 4,000ha）において、気象測器の設置、バイオマス生産の調査、ならびにシロアリの生息（生物多様性）調査を開始した。2008 年度は、バイオマス生長量の地表データを集積するとともに、アカシアマンギウムおよびハイブリッド 2，3 年生の部位別樹木バイオマスを調査した。また、地域の生物多様性評価のためにシロアリと菌類を指標とした生物多様性調査を実施した。加えてアカシア材の利用に関する種々の評価を実施した。

また、2009 年度より、科学振興調整費「熱帯多雨林における集約的森林管理と森林資源の高度利用による持続的利用パラダイムの創出」の採択に伴い、農学研究科と協働で森林資源の持続的生産と利用に関するプロジェクトを推進している。2010 年度は熱帯択抜林業において重要な植林木の材質特性を総合的に検討するため、関連するインドネシアの 3 機関と役割分担を決めたのち、現場と連携して中部カリマンタンの植林地区から 11 年生のショレア属（*Shorea leprosula*）のほか、同樹種のほぼ同径の天然木をコントロールとして伐採、工場に搬入し、これを単板、および挽板加工した後、乾燥して、研究用原料として調製した。また、熱帯アカシアの分子育種基盤構築を進めた。すなわち、湿性土壌に強いアカシア種について、無菌的にクローン増殖する系を確立した。この系は分子育種を行う基盤技術として重要である。

さらに、2010 年度には、生存圏研究所フラッグシッププロジェクトの一環として従来行われてきたアカシアプロジェクトを、「熱帯産業林の持続的生産利用に関する多角総合的共同研究」として再編し、研究を一層加速した。このフラッグシッププロジェクトでは、従来のアカシアに関するプロジェクトを継続して進めると共に、研究の方向性を再度合理的に検証するための調査研究を行った。すなわち、熱帯人工林とその利用の現状について俯瞰的に把握し、得られた情報を合理的に解析することにより、今後の関連研究の方向性の再構築するため、熱帯人工林の持続性、熱帯早生樹の特性、熱帯早生樹の利用、熱帯早生樹のバイオテクノロジー、の 4 項目について、それぞれに 4〜6 個程度の小項目を設定し、熱帯早生樹（特にアカシアを対象とし、ユーカリも含める）の持続的生産利用の現状把握と将来展望について合理的評価を行った。

2011 年度は、フラッグシッププロジェクトとして熱帯人工林とその利用の現状について取りまとめた成果を生存圏研究 No.7(2011)に 13 編の資料として公表し、今後の関連研究の展望を示した。引き続き、1）熱帯人工林の持続性、2）熱帯早生樹の特性、3）熱帯早生樹の利用、4）熱帯早生樹のバイオテクノロジーの 4 項目について研究を推進すると共に、第 5 回 HSS（Ambong,30 Sep.-3 Oct. 2011)において関連研究を発表して広く地域の若手研究者の教育と啓発に努めた。

1）についてはアカシア植林地調査を継続実施した。すなわち、南スマトラに位置するMHP 社、10,000 ha の樹木生長量に関する地表データを継続的に収集してバイオマス成長量の時系列解析を行い、蓄積量の動態を評価し、伐採/排出に関わるフローの解析を実施した。一方、熱帯域には大気水蒸気量・雲被覆の影響を受けにくいマイクロ波を用いた衛星リモートセンシングが有効であり、同地域の地上観測データを用いて衛星データの解析に取り組んだ。位相情報を含んだポーラリメトリデータの電力分解（4 成分分解）により得られた成分から幹材積を推定するための手法の検証を行い、蓄積量と地表面散乱との負の相関および二回反射散乱との正の相関を一定程度見出した。さらに、同地域 12 万 ha の植林地全域にわたり計 8 地点の気象観測点を設置して雨量、気温、日射量、相対湿度等の観測を継続した。これらの気象要素の日変化・季節内変化・季節変化等の詳細な変動特性の調査に利活用できるように、観測データから 10 分値及び 1 時間値のデータセットを作成した。研究成果の一部を論文（S Kobayashi, R Widyorini, S Kawai, Y Omura,, K Sanga-Ngoie and BSupriadi, "Backscattering characteristics of L-band polarimetric and optical satellite imagery over planted acacia forests in Sumatra, Indonesia", J. Appl. Remote Sens. 6, 063525 (Mar 21, 2012). On-line Publishing）として J. Applied Remote Sensing に公表した。LIPI との生物多様性の共同研究に関して、Titik Kartika 氏の修士課程修了に伴い来年度より博士課程への進学、さらに 10 月より Setiawan Khoirul Himmi 氏を国費留学生として受け入れた。また、2）および 3）についてはフタバガキ科植林木の持続的利用に向けた日本－インドネシア国際共同研究を推進し、その成果を国際ワークショップ（International Symposium on Sustainable Use of Tropical Rain Forest with the Intensive Forest Management and Advanced Utilization of Forest resources, Jakarta, 27-28 Feb.2012）において 6 編、生存圏ミッションシンポジウム 1 編において発表した。

2012 年度は、平成 24 年度生存圏研究所研究集会「熱帯産業林の持続的生産利用に向けたバイオテクノロジーの新展開」および生存圏研究所の国際共同利用・共同研究に関する研究プロジェクト「熱帯早生樹バイオテクノロジーの新展開」の一環として、The 3rd Flagship Symposium of Tropical Artificial Forest (The 213th Sustainable Humanosphere Symposium) Tree Biotechnology towards Sustainable Production of Forest Biomass を 10 月 13 日に開催した。この国際研究会では、米国ノースカロライナ州立大学 V. L. Chiang 教授による樹木バイオテクノロジーの現状と将来についての基調講演、インドネシア科学院 Bambang Subiyanto 教授の熱帯林業の現状分析と将来展望に関する基調講演のほか、日本製紙河岡明義博士によるパルプ産業から見た精英樹作出の必要性に関する講演、森林総合研究所山田竜彦博士によるバイオリファイナリー構築に向けた新規リグニン利用方法に関する講演、埼玉大学刑部敬史博士による遺伝子組換えとみなされない組換え技術に関する講演、京大生存研の Md. Mahabubur Rahman 博士によるアグロバクテリウムを用いたアカシアの形質転換法の開発に関する講演が行われた。本シンポジウムでは、樹木のバイオテクノロジーの将来展望につき、産業界から見た方向性、官学における技術開発の現状、遺伝子組換え技術

の社会的受容性などに関して総合的に討論がなされ、産官学の役割分担と相互連携に関する共通認識が醸成された。

また、本研究会のサテライト勉強会として 2013 年 3 月 4 日に「熱帯地域におけるイネ科バイオマス植物の持続的生産と利用に向けて」を開催した。上記国際シンポジウムが主として樹木を対象としたものであるのに対し、本勉強会は草本系バイオマス植物の持続的生産利用に関する研究会である。ここで、九州大学田金博士による東南アジアにおけるサトウキビ近縁野生種と育種への利用、食品総合研究所徳安博士によるバイオマス植物の特性に対応したバイオエタノール製造プロセスの開発、九州沖縄農研我有博士によるエリアンサス資源利用、京大生存研梅澤によるエリアンサスの化学成分特性と酵素糖化性の解析に関する講演があった。さらにこの勉強会に基づく連携等の推進について討議された。

以上のような現状把握に基づき、2013 年 2 月 20～27 日にマレーシアサバ州ケニンガウ近郊の KM Hybrid Plantation SDN.BHD.社のアカシアハイブリッド植林地並びに、インドネシアボゴール近郊のスーパーソルガム植栽地の調査を行った。前者では、関連各界が注目しているアカシアハイブリッド植林事業における生産性と持続性に関する現状調査、後者ではバイオエタノール生産性の高さから近年注目を集めているスーパーソルガムの生産利用状況について調査を行った。

2013 年度では、熱帯地域の生物資源の利用に関し資源産出側と利用側の公正かつ衡平な利益分配が必須であることから、まず、平成 25 年 12 月 17 日に第 244 回生存圏シンポジウム「生物多様性条約をめぐる国内外の状況～遺伝資源へのアクセス～」を一般財団法人バイオインダストリー協会と共同主催により、京都大学生存基盤科学研究ユニットの共催を得て開催した。加えて、平成 26 年 2 月 27 日に第 4 回生存圏熱帯人工林フラッグシップシンポジウム（第 254 回生存圏シンポジウム）熱帯バイオマスからのバイオマスリファイナリー —再生可能な炭素/エネルギー循環社会の実現に向けて— を、一般財団法人バイオインダストリー協会との共催、京都大学産官学連携本部の後援を得て開催した。本シンポジウムでは、熱帯地域でのバイオマス生産から、リグニン由来の低分子芳香族環化合物の製造、および、それらからの新規な高機能性有機化合物の創出までを俯瞰的に捉え、化石資源に依存しない再生可能な炭素/エネルギー循環社会の実現に向けた研究開発について議論された。本シンポジウムでは、木質系バイオマスの生産から利用までを見渡した将来展望につき、俯瞰的かつ個別的に討論がなされ、産官学の役割分担と相互連携に関する共通認識が醸成された。

さらに個々の研究では、インドネシアのアカシア植林地において、『マイクロ波衛星リモートセンシングデータ』と『地上観測森林データ』のつき合わせ解析を行った。偏波データへの電力分解手法の適用と年々変化解析により、マイクロ波衛星データを用いて、林層構造の変化（森林の成長・下層植生の出現・生物学的ダメージによる森林劣化）を捉えることに成功した。さらに、マレーシア・サバ州のアカシア・ハイブリッド植林地におけるシロアリ相と木材腐朽菌類相をベルト・トランセクト法によって調査した。その結果、10 年を超え

る植林地においてもシロアリ相の回復が進んでいないことが確認された。また、木材腐朽菌の種構成ついても 1 年生～6 年生林におけるこれまでの調査結果と 10 年を超える植林地の調査が類似しているという結果が得られた。

また、イネ科植物エリアンサスアルンディナセアス（*Erianthus arundinaceus*）は、熱帯早生樹の数倍のバイオマス生産性を有するが、節間内側の組織の酵素糖化性がリグニン量と相関しないなど、特異な性質を有することが既に報告されていた。2013 年度の研究では、上記の節間内側の組織の酵素糖化性の異常性に対する細胞壁結合型フェルラ酸二量体残基の寄与は限定的であることが示された。また、従来に引き続き代表的熱帯造林用アカシアであるアカシアクラシカルパ（*Acacia crassicarpa*）につき、アグロバクテリウムを用いた形質転換の効率向上の研究を進めた。本成果は平成 26 年 3 月 18～21 日にヴェトナム（フエ）で開催された Acacia 2014 "Sustaining the Future of Acacia Plantation Forestry" で発表した。さらに、アカシアの品種による木繊維特性の評価を行い、道管の密度や木繊維の壁率、繊維長などの諸物性を、近赤外線スペクトロスコピーを利用して迅速にモニターするケモメトリクス法の構築に向けた準備を行った。さらに、熱帯・亜熱帯地域には、過去の天然林伐採によって発生した未利用地（アランアラン／チガヤ草原）が広がっている。これらの土地は、日本の国土面積にも匹敵している。もし、この地域にバイオマス生産性の高いエリアンサスなどのイネ科植物を栽培すると、年間の原油消費量（41 億トン/年）に相当するバイオマスを生産可能である。そこで、平成 26 年 3 月 22～26 日に、インドネシア・カリマンタン島のアランアラン草原の現地視察を行った。

2014 年度では、総合的研究の基盤としての調査研究として、まず、アランアラン草原の植生回復と持続的バイオマス生産利用にむけ、インドネシア側と共同研究グループを組織し調査研究を進めた。このために研究代表者らが前年度の平成 26 年 3 月 25～26 日に加え平成 27 年 6 月 25～27 日にインドネシア科学院を訪問し、インドネシア科学院エンダン・スカラ教授(生存圏研究所平成 25 年度外国人客員教授)及びイ・マデ・スディアナ博士らと共同研究申請を視野に入れた討議を重ねた。そして、現在この討議結果を踏まえた共同研究経費を申請中である。加えて、平成 27 年 3 月 26 日に第 5 回生存圏熱帯人工林フラッグシップシンポジウム（第 279 回生存圏シンポジウム）「熱帯バイオマス植物の持続的維持と利用」を開催した。本シンポジウムでは、熱帯地域でのバイオマスの持続的生産とそれに向けたバイオマス植物の育種、熱帯林伐採跡地の現状評価・植生回復と持続的利用、高生産性イネ科バイオマス植物の特性解析等について討議した。

また、イネ科植物エリアンサス・アルンディナセアス（*Erianthus arundinaceus*）のリグノセルロースの特性解析に関する研究を継続し、節間内側の組織の酵素糖化性について器官・組織毎の変異解析を進めた。さらに、新たにアランアラン草原における栽培を最終目的とし、高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を進めた。これらの成果の一部は国際会議（XXVIIth International Conference o Polypheols）で発表した。また一部は、International Symposium on Wood Science and Technology 2015（平

成 27 年 3 月 15〜17 日）および第 65 回日本木材学会大会（平成 27 年 3 月 16〜19 日）で発表した。一方、ソルガムからバイオエタノールを生産した際に発生する残渣（ソルガムバガス）を有効利用する研究として、ソルガムバガスを原料とする低環境負荷型パーティクルボードの試作を行った。その成果は International Symposium on Wood Science and Technology 2015 で発表した。なお、アカシア・ハイブリッド林のシロアリ多様性調査結果について、第 26 回日本環境動物昆虫学会年次大会において研究発表を行った。

2015 年度では、総合的研究の基盤としての調査研究として調査研究として、平成 28 年 3 月 14〜18 日にインドネシアのスマトラ島の MHP 社の植林地を訪問し、熱帯早生樹のアカシア林とユーカリ林の植生調査を行った。この調査に基づき ALOS2 衛星のマイクロ波合成開口レーダーによる後方散乱スペクトル解析を行い、人工植林地の広域植生をリモートセンシングする。

また、従来の研究成果に基づきインドネシア科学院と共同で提案した熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究が、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）の一環として採択された。平成 27 年度は暫定採択期間であり、まず、研究代表者らが平成 27 年 6 月 28〜7 月 3 日及び 7 月 28〜8 月 2 日にインドネシアに出張し、インドネシア科学院の研究者と共同研究の詳細計画に関する討議を重ねた。併せて、研究サイトの決定に向け東カリマンタンの荒廃草原の現地調査を行った。次いで、JICA 及び JST との協議を経て、再度現地打ち合わせと中カリマンタンの荒廃草原現地調査を平成 27 年 8 月 23〜28 日に行い、研究内容の概略を決定した。その後、平成 27 年 9 月 20〜26 日にかけて、JICA 及び JST 代表団と共にインドネシアにおいて詳細計画策定調査（現地調査）を行い、研究の詳細計画を作成と討議記録（Minutes of Meetings）の調印を行った。次いで、研究詳細計画に関する討議議事録（Record of Discussions）の締結（平成 27 年 12 月 14 日）と研究協定（Memorandum　of Agreement）の締結（平成 28 年 1 月 8 日）を完了し、研究開始に向けた協定の整備が終了した。さらに、平成 28 年 2 月 19 日に第 6 回生存圏熱帯人工林フラッグシップシンポジウム（第 306 回生存圏シンポジウム）「Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang (*Imperata cylindrica*) Fields」を開催した。本シンポジウムでは、インドネシア側主要研究者の出席を得て、熱帯地域でのバイオマスの持続的生産とそれに向けたバイオマス植物の育種、熱帯林伐採跡地の現状評価・植生回復と持続的利用、高生産性イネ科バイオマス植物の特性解析等について討議すると共に、SATREPS プロジェクト推進の方向性に関する詳細討議を行った。また、平成 28 年 3 月 20〜24 日にかけて、研究内容の詳細討議と東ヌサテンガラの荒廃草原調査を行い、平成 28 年度からの研究の正式開始に向けた準備を行った。

個別の研究として、平成 27 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯

バイオマス植物の分子育種に関する研究を進めた。これらの成果の一部は国内外の学会・シンポジウムで発表した。一方、ソルガムから糖を生産した際に発生する残渣（ソルガムバガス）を有効利用する研究として、ソルガムバガスを原料とし、天然系接着剤を使用した低環境負荷型パーティクルボードの試作を行い、その成果は論文で公表した（Sukuma et al., 2016）。

2016 年度は、従来の研究成果に基づきインドネシア科学院と共同で提案した熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究が、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）の一環として採択された。平成 27 年度は暫定採択であったが、平成 28 年度より正式に開始の運びとなった。まず、平成 28 年 6 月 10〜11 日にジャカルタで開催された JST の JASTIP プロジェクトのシンポジウムにおいて、SATREPS プロジェクトの紹介を行った。次いで、平成 28 年 7 月 20〜21 日にかけて、ボゴールにおいてキックオフミーティングを開催し、研究全般の方向性について討議した。さらに、平成 28 年 11 月 14 日に、初年度の成果報告会を兼ね、ボゴールにおいて第 1 回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第 7 回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム）を開催した。引き続き、翌 15〜16 日には、ボゴールにおいて SATREPS の教育プログラムの一環として生存圏研究所主催の HSS に共催参加し、SATREPS 関連の基礎科目の講義を行いキャパシティーディベロップメントに努めた。さらに平成 29 年 2 月 27 日〜3 月 5 日に、中央カリマンタンのカティンガン及びチビノンの実験圃場の現地調査を実施し、その内容を踏まえ、再度ボゴール及びチビノンにて研究推進会議を開催した。

個別の研究として、平成 28 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を進めた。これらの成果の一部は国内外の学会等で発表すると共に、論文にて公表した（Koshiba et al., 2017）。

また、前年度に引き続きソルガムバガスと天然系接着剤を使用した低環境負荷型パーティクルボードの試作を行った。特に、熱圧時間や熱圧温度がボード物性に及ぼす影響を明らかにし、得られた結果は論文として投稿（Sukma et al., 2017）した。この他、これまでの研究成果について国際学会等で適宜紹介した。

さらに、インドネシア・リアウ泥炭地における野火がシロアリ相に与える影響を調査した。野火によってシロアリ相の構造は大きく変化し、ミゾガシラシロアリ科に属する木材食種のみが生存しうることが明らかとなった。熱帯産の 2 種樹木 clove（*Syzygium aromaticum*）と cajuput（*Melaleuca leucadendra*）の葉の抽出物を用いて、イエシロアリに対する生物活性を検討した。その結果、後者の抽出物のベイト剤への適用可能性が示唆された。

2017 年度は、昨年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃

草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。本年度は、共同研究協議並びに研究指導のための出張を 10 回［平成２９年４月１７～２２日（梅澤他)、平成２９年５月１７～２５日（梅澤他)、平成２９年７月５～７日（梅澤他)、平成２９年７月２５～２９日（梅村他)、平成２９年９月１８～２２日（梅澤他)、平成２９年１０月３１～１１月４日（梅澤他)、平成２９年１２月２０～２３日（梅澤)、平成３０年１月１４～１７日（梅村)、平成３０年１月３１～２月２日（梅澤)、平成３０年３月１９～２４日（梅澤他)］行い研究推進に努めた。特に、2017 年度には、機材供与が相当進んだことから年度末の平成３０年３月２１日に、バンバンスビヤント LIPI 長官（事務取扱)、JICA ジャカルタ事務所次長、在ジャカルタ日本大使館二等書記官他の隣席の下、機材引き渡し式を挙行した。その内容は多くの現地プレスによって報道された。また、平成２９年７月２～５日にバンコクで開催された JST の JASTIP プロジェクトのシンポジウム、平成２９年１１月３日にボゴールで開催された JASTIP ワークショップ、平成３０年１月１５日東南アジア地域研究研究所（京都市）において開催された JASTIP プロジェクトワークショップ、及び平成２９年７月１９～２０日当研究所にて開催された 2nd ARN Symposium において SATREPS プロジェクトの紹介と共同研究討議を行った。さらに、平成２９年１１月１６～１７日に、当年度の SATREPS プロジェクト成果報告会を兼ね、当研究所において第２回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第８回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。また、平成２９年１１月１～２日にボゴールで開催された生存圏研究所主催の HSS に共催参加し、SATREPS 関連の基礎科目の講義を行いインドネシア側の研究者・学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。さらに、また、平成２９年７月１８日、平成２９年１０月１３日、平成２９年１１月１６日、及び平成３０年３月８日に、当研究所において SATREPS の教育プログラムの一環としての地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し、日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。

本プロジェクトにおける個別の研究として、2017 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を進めた。これらの成果の一部は国内外の学会等で発表すると共に、学会・シンポジウムで発表した。さらに、2017 年度も前年度に引き続きソルガムバガスと天然系接着剤を使用した低環境負荷型パーティクルボードの研究を進め、クエン酸接着剤へのスクロースの添加効果について検討し、その添加率とボード物性との関係を明らかにした。本成果に基づきインドネシア留学生が一名博士学位を取得した。

一方、インドネシア都市自然保護区におけるシロアリ相の評価の研究を昨年度に引き続き推進した。ここで、シロアリは熱帯の生態系を支えるとともに重要な木材害虫であり、熱

帯バイオマスの有効利用と言う点から、その多様性評価は不可欠である。今年度は、スンダ地域に立地する Batam 島、西ジャワの Kuningan および中央ジャワの Baturraden の都市自然保護区におけるシロアリ相の調査を実施した。その結果、3 地点のシロアリ多様性は高く、かつ類似していた。都市自然保護区がシロアリ相の多様性維持に重要な役割を有していることを明らかとした。

また、2017 年度はプラチナチークの迅速かつ正確な材質評価法の検討を行った。インドネシアではプラチナチークという早生樹が現在期待されている。その材質評価において、細胞壁厚や繊維長は重要なパラメータであるが、客観的な数値を得るためには、大量の計測やサンプルが必要であり煩雑である。そこで、本研究では、顕微鏡画像と画像処理を利用して迅速かつ正確に求める方法を提案することを目的とした。細胞壁については、中央値フィルター処理、二値化、空隙のラベル化を自動化し、大量の繊維の平均値として壁厚を測定する新しい方法を開発し、また、繊維長についても、繊維断面の形状の分布に基づいて繊維長を計測するシステムを構築することができた。これにより、チーク材の材質評価に要する時間が大幅に省力化され、伐採年齢の最適化などに役立つことが期待される。

一方、木質バイオマスからのバイオエタノール生産において副生する残滓リグニンから発酵阻害物質を高選択的に吸着する吸着剤を製造し、自己完結型の発酵システムを開発した。このシステムを用い、ユーカリ材からベンチスケールプラントの同時糖化並行複発酵でバイオエタノールを高効率生産し、論文発表した。また、異なる種類の反応容器を用いて、触媒存在下における熱帯産材粉末の急速熱分解により、芳香族化合物の生成を検討した。その結果、チタン製反応管の使用、および反応温度の上昇により芳香族化合物の生成量が増加した。

2018 年度は、昨年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。2018 年度は、共同研究協議並びに研究指導のための出張を 12 回（内 1 回は予定）［平成３０年５月１３～１７日（梅澤他）、平成３０年７月１～５日（梅澤他）、平成３０年７月３０～８月５日（花野、宮本）、平成３０年８月１９～２４日（梅村）、平成３０年９月１８～２２日（宮本）、平成３０年９月２４～３０日（梅澤、小林）、平成３０年１０月１５～２０日（梅澤他）、平成３０年１１月１９～２４日（梅澤他）、平成３０年１２月１５～１８日（梅澤）、平成３１年１月７～１２日（花野、宮本）、平成３１年１月１３～１５日（梅澤、梅村）、平成３１年２月１８～２２日（梅澤、梅村、小林）］行い研究推進に努めた。また、平成３０年１１月２２日に、年度成果報告会を兼ね、インドネシア科学院ボゴール植物園において第３回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第９回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第３７６回生存圏シンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。さらに、平成

３０年１０月１８～１９日にメダンで開催された生存圏研究所主催の HSS（第３８４回生存圏シンポジウム）に共催参加し、SATREPS 関連の基礎科目の講義を行いインドネシア側の研究者・学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。さらに、また、平成３０年４月１９日及び平成３０年１２月２７日に、当研究所において SATREPS の教育プログラムの一環として地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。なおこれらの研究は、本学研究連携基盤グローバル生存基盤展開ユニットのプロジェクトとしても連携して推進している。

個別の研究として、2018 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は国内外の学会等で発表すると共に、年度内の学会・シンポジウムで発表した。

また、当年度も前年度に引き続きソルガムバガスと天然系接着剤を使用した低環境負荷型パーティクルボードの研究を進め、スイートソルガムバガスの粉末を原料として用い、クエン酸を接着剤とした木質成形体の作製を行った。

一方生態調査関係では、ベトナム中央高地の種々の年数のコーヒー農園においてシロアリ多様性の調査を行った。その結果、栽培年数とシロアリ多様性との間には明確な関係はなく、下部植生が最も多様であった 1 年後の農園においてシロアリ多様性が最も高かった。

バイオマス変換に関しては、以下の研究を前年度に引き続き進めた。通電加熱による急速熱分解において、反応管の材質が熱分解残渣化学組成およびアンモニア吸着能に及ぼす効果について検討した。トドマツ・Cu および Sengon・Ti (500℃)反応管処理残渣が、高いアンモニア吸着性能を示した。さらに、熱帯産早生樹である Paraserianthes falcataria、Eucalyptus globulus、Acacia mangium およびスギ、ブナを用いて、16 種のルイス酸触媒によるマイクロ波前処理反応を行い、ルイス酸触媒の特性とマイクロ波効果を明らかにし、論文発表した。

また、前年度に引き続き、マイクロ波衛星画像と実地調査の森林構造データの突き合わせにより、インドネシアの産業植林地における下層植生密度の推定を目的とし研究を行った。結果、下層植生密度とマイクロ波の後方散乱強度の間に有意な関係性が示された。

2019 年度は、前年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。2019 年度は、共同研究協議並びに研究指導のための出張を延べ３０回（内３回は予定）［平成３１年４月３～１０日（梅澤、梅村、小林他）、令和元年６月１６～２０日（梅澤）、令和元年６月２６～7 月５日（梅澤、梅村、小林他）、令和元年７月３０～8 月６日（梅澤、梅村他）、令和元年９月２２～２９日（梅澤、梅村）、令和元年１０月２３～１０月３０日（梅澤、梅村、小林他）、

令和元年１２月１５～１８日（梅澤、梅村)、令和２年１月１２～１６日（宮本)、令和２年２月１０～１４日（梅澤、梅村、小林、予定)］行い研究推進に努めた。また、令和元年１１月１９～２０日に、年度成果報告会を兼ね、生存圏研究所において第４回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第１０回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第４０６回生存圏シンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。さらに、令和元年１０月２８～２９日にボゴールで開催された生存圏研究所主催の 9th HSS（第４０９回生存圏シンポジウム）に共催参加し、SATREPS 関連の基礎科目の講義を行いインドネシア側の研究者・学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。さらに、また、令和元年５月２２日及び令和元年１１月１９日に、当研究所において SATREPS の教育プログラムの一環として地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。

個別の研究として、2019 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は論文で公表すると共に国内外の学会等で発表した。さらに、年度内の学会・シンポジウムでも最新成果について発表した。

また、2019 年度も前年度に引き続き、クエン酸とスクロースから成る接着剤の硬化挙動に及ぼす塩化亜鉛の触媒効果を検討した。また、木質成形体の曲げ性能や耐水性に関する研究結果を論文として投稿中である。

一方生態調査関係では、インドネシア・リアウ諸島州・バタム島におけるシロアリ相について調査を行った。また、熱帯の希少木質バイオマス資源であるアフリカンブラックウッド（*Dalbergia melanoxylon*）の資源調査をタンザニアにおいて実施した。さらに、前年度に引き続き、インドネシアのユーカリ産業植林地における下層植生密度の推定を目的とし、マイクロ波衛星 (ALOS-2/PALSAR-2) データと実地調査の森林構造データの突き合わせによるデータ解析を行った。結果、10m 以上の林班における下層植生密度とマイクロ波の偏波比の間に有意な相関が示された。

バイオマス変換に関しては、以下の研究を前年度に引き続き進めた。急速熱分解において、熱分解残渣のナノ空隙がアンモニア吸着に与える影響を調べた。ナノ空隙解析のために透過電子顕微鏡を用いて解析したところ、アンモニア吸着において最適なナノ空隙径が存在することがわかった。

2020 年度は、前年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。しかし、本年度は、COVID-19 蔓延拡大の影響により、インドネシア渡航が全くできなかった。それに代わり、

Zoom を用いた遠隔月例会議を定期的に開催し、研究打合せと研究方針の確認を行った。また、令和２年１１月１７日に、本年度の成果報告会を兼ね、Zoom を用いた遠隔会議方式にて第５回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第１１回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第４３８回生存圏シンポジウム）を開催し、研究内容の確認と研究の方向性に関する討議を行った。さらに、令和３年３月２３日に Zoom を用いた遠隔講義により、SATREPS の教育プログラムの一環として地球規模課題セミナー［Sustainable Development Seminar (SDS)］を開催し日本側若手研究者と学生へのキャパシティーディベロップメントに努めた。従来の対面方式に比べ数倍の参加者を得ており、コロナ禍終息後も、遠隔講義システムを用いたセミナー開催は有効であると考えられる。

個別の研究として、2020 年度はアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。また、2020 年度も前年度に引き続き、未利用リグノセルロースとして、オイルパーム幹やジュート、竹に着目した材料開発を進めている。さらに、通電加熱による木質バイオマスの急速熱分解において、熱分解温度とアンモニア吸着能との関係を調べた。アンモニア吸着量は、300～400℃で増大し、400～500℃で最大となった。600℃で大きく減少した後、800℃までほぼ一定で推移した。酸性官能基の生成、分解の影響が示唆された。

2021 年度は、前年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア科学院と共同で推進した。2021 年度も前年度同様、COVID-19 蔓延拡大の影響により、インドネシア渡航が全くできなかった。それに代わり、Zoom を用いた遠隔月例会議を定期的に開催し、研究打合せと研究方針の確認を行った。また、令和４年３月２５日に、本年度の成果報告会及び全年度の成果取りまとめとして、Zoom を用いた遠隔会議方式にて第６回 SATREPS コンフェレンス－熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復－（第１２回熱帯人工林生存圏フラッグシップシンポジウム、第４７２回生存圏シンポジウム）を開催した。

2021 年度は個別の研究としてアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。また、前年度に引き続き、農産廃棄物由来の未利用リグノセルロースを原料に用いた木質材料の開発に関し、原料成分を利用した接着技術について検討した。さらに、脱炭素型接着剤の硬化促進技術についても検討し、それぞれ国際共著論文として公表するとともに、木材害虫による研究も新たに進め、特に木材穿孔害虫による木材の

食害機構、特に腸内共生微生物による木材成分の分解機構について検討し、成果の一部を取りまとめた。なお、地下シロアリにおける非嗅覚器官感覚子の微細構造解析も進め成果の一部は学会等で公表した。一方、JASTIP プロジェクトの生物資源・生物多様性の拠点として、熱帯バイオマスの有効利用法の研究を、国内やインドネシアをはじめとする東南アジア諸国の研究機関と推進するとともに、e-Asia プロジェクトにおいて、サトウキビの収穫残滓をバイオ燃料や高付加価値物に変換するプロセスを、日本、タイ、インドネシア、ラオス４ヶ国で共同開発した。

2022 年度は、前年度に引き続き、（国研）科学技術振興機構（JST）／（独）国際協力機構（JICA）の地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）傘下の熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産に関する国際共同研究・政府開発援助プロジェクト研究をインドネシア国家研究開発庁（元インドネシア科学院）と共同で推進した。本年度は最終年度として 7 月中旬まで実施した。5 月には 3 年ぶりにインドネシアに渡航し、JICA による最終評価会に臨んだ。また、7 月には JST による最終評価会（遠隔開催）に臨んだ。令和４年１２月２２日には、第　13　回熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウム　The 13th Tropical Biomass Flagship Symposium　（第 488 回生存圏シンポジウム）（The 488th Symposium on Sustainable Humanosphere）を Zoom を用いた遠隔会議方式にて開催した。このシンポジウムでは、当所の　SATREPS　プロジェクトに加え、アジア・アフリカを対象地域とした植物バイオマス・食糧生産関係の　SATREPS　プロジェクト関係者が参集し、プロジェクトの紹介を行うと共に、総合討論により共通する問題点の解決や新たな研究の方向性の立案に資する議論を行った。

2022 年度は個別の研究としてアランアラン草原における栽培を最終目的とし、大型イネ科バイオマス植物のリグノセルロースの解析と高発熱型リグニンを有するイネ科熱帯バイオマス植物の分子育種に関する研究を一層進めた。これらの成果の一部は総説等で公表すると共に学会等で発表した。また、前年度の継続研究として農産廃棄物由来の未利用リグノセルロースを原料に用いた木質材料の開発を行い、原料成分を接着剤成分として活かした接着技術により、優れた材料物性が得られることを見出した。さらに、脱炭素型接着剤の開発についても検討し、それぞれ国際共著論文として公表した。また、木材害虫による研究も継続し、特に木材穿孔害虫による木材の食害機構、特に腸内共生微生物による木材成分の分解機構について検討し、成果の一部を公表した。一方、JASTIP-Net プロジェクトの生物資源・生物多様性の拠点として、熱帯バイオマスの有効利用法の研究を、国内やインドネシアをはじめとする東南アジア諸国の研究機関と推進した。

６．インド宇宙研究機関(ISRO)・大気科学研究所(NARL)との国際共同研究

国立大気科学研究所（NARL: National Atmosphere Research Laboratory）は、インドにおける大気科学研究の中核機関であり、インドの宇宙航空技術の開発および研究を司るインド

宇宙研究機関(ISRO: Indian Space Research Organization)の下部組織である。生存圏研究所は NARL と 2008 年 10 月に MoU を交換し、地球大気圏および電離圏の地上・衛星リモートセンシングに関する国際共同研究を推進している。
http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/docs/20081018.html

NARL では信楽の MU レーダーと同様の大型大気レーダー（MST レーダー）を 1993 年に南インドの Tirupati 郊外の Gadanki に建設し、低緯度における大気圏・電離圏の研究を推進している。一方、生存研は 2001 年にインドネシア・西スマトラの Koto Tabang に赤道大気レーダー(EAR)を建設し、さらに、ライダーをはじめ多種多様な大気リモートセンシング機器を設置した総合観測所を構築した。信楽、Gadanki、Koto Tabang の 3 国間の国際共同研究を推進している。

NARL の MST レーダーのアンテナは passive phased array であったが、2017 年に MU レーダーや EAR で採用されている active phased array に高性能化された。このレーダーの 25 周年、およびシステム改修を記念して、URSI Regional Conference of Radio Science (RCRS)が 2017 年 3 月 1〜4 日に Tirupati で開催された。日本からは日本学術会議 URSI 分科会の小林委員長（中央大）および津田が参加し、津田が基調講演を行った。

その他にも、インドでは下記に示すように、関連の深い国際研究集会が開催されている。

- 15th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-15) : 2018 年 10 月 22〜26 日、Physical Research Laboratory （インド・アーメダバード）
- 2019 URSI Asia Pacific Radio Science Conference (URSI AP-RASC) : 2019 年 3 月 9〜15 日、India Habitat Centre （インド・デリー）

令和2〜3 年度(2020〜2021 年度)、残念ながら新型コロナ感染症の問題が大きかったため、国際交流を実施することができなかった。一方で令和 4 年度には、2022 年 9 月に下記のシンポジウムを京都大学が主催し、NARL からも多くの参加者があった。

- 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (ISEA-16) : 2022 年 9 月 12〜16 日、京都大学宇治おうばくプラザ（宇治市）とオンラインのハイブリッド開催

MST レーダーの例だけでなく、NARL では電波・光を用いた新しい大気観測装置が開発を進んでおり、若手研究者も育成されていることから、今後も生存研との共同研究を推進していきたい。

7. 宇宙空間シミュレーション国際学校

宇宙空間シミュレーション国際学校(ISSS)は、生存圏のひとつである宇宙圏環境の定量的研究に最も有効な(そして殆ど唯一の)研究手段である計算機シミュレーションに関する国際講座及び国際シンポジウムである。その目的は研究手法としての計算機実験の実習と最新の宇宙環境研究の学術論議を行うことである。世界に先駆けて宇宙空間シミュレーション研究を始めた京都大学は、その先導的役割が評価され、第 1 回の開催地には日本が選

ばれ、1982 年に京都で開催された。その後、第 2 回米国(1985 年)、第 3 回フランス(1987 年)、第 4 回京都・奈良(1991 年)、第 5 回京都(1997 年)、第 6 回ドイツ(2001 年)、第 7 回京都(2005 年)、第 8 回米国（2007 年）第 9 回フランス(2009 年)、第 10 回カナダ(2011 年)、第 11 回台湾(2013 年)、第 12 回チェコ(2015 年)、第 13 回米国(2018 年)で開催された。第 14 回は日本に戻り、生存圏研究所の計算機実験研究グループも協力して 2020 年 9 月に神戸大学において開催される予定であったが、コロナウィルスの蔓延により延期された。2022 年に入ってもコロナウィルスの蔓延状況が大きくは改善していなかった状況を考慮して、神戸大のシミュレーション研究グループと協力して 2022 年 9 月 12 日から 16 日にかけてオンラインで開催された。次回の ISSS-15 は 2024 年にドイツでマックスプランク研究所の主催で開催されることになっている。

＜その他の国際共同研究課題＞

8. 科学衛星 GEOTAIL プラズマ波動観測による国際共同研究

1992 年に打ち上げられた我が国の科学衛星 GEOTAIL は、国際プロジェクト ISTP (International Solar-Terrestrial Physics)の一翼を担う衛星として、地球磁気圏の貴重なデータを観測し続けている。当研究所が中心となって、国内外の共同研究者とともに設計・開発を行ったプラズマ波動観測器(PWI: Plasma Wave Instrument)も、GEOTAIL 搭載観測器の一つとして順調に観測を行い現在も貴重なデータを送信し続けている。観測されたデータは、プラズマ波動観測スペクトルの full resolution プロットを始め、波動データのみを抽出したデータセット等が、当研究所の生存圏データベースとして共同研究者(スペクトルデータは完全一般公開)へ供給されている。特に、長期間比較データ解析，磁気リコネクション発生領域におけるプラズマ波動強度の空間分布とその磁気リコネクションに関わる役割、磁気圏活動度と極域起源プラズマ波動との関連性など，長期的な観測を集約した解析からイベント毎のデータ解析まで随時共同研究を展開している他、CLUSTER、THEMIS、MMS などの欧米の衛星データ、地上オーロラ観測データおよび、わが国の Arase 衛星と GEOTAIL 衛星のデータを組み合わせた共同観測・解析の共同研究にも貢献している。なお、GEOTAIL 衛星は、2022 年 11 月 28 日をもって 30 年間にわたる長期の運用を停止した。

9. 水星探査ミッションにおける欧州との国際共同研究

2018 年 10 月に打ち上げられた日欧共同水星探査計画「BepiColombo」に、欧州チームとともに参加している。BepiColombo 計画は、水星磁気圏探査機 MMO (Mercury Magnetospheric Orbiter、日本担当)と水星表面探査機 MPO (Mercury Planetary Orbiter、欧州担当)の 2 機の衛星から構成され、両探査機は、1 機のアリアンロケットで打上げられ

た。そのうち水星の磁気圏を探査する MMO を日本が担当し、そこに搭載するプラズマ波動観測器(PWI: Plasma Wave Investigation, PI: 笠羽 東北大・教授)を、日欧の共同研究グループで構成し開発した。当研究所は、この PWI の Experiment manager をつとめ、搭載機器開発の中心となっている。PWI チームは日本国内の共同研究者に加え、欧州は、フランス、スウェーデン、ハンガリーなど複数の国にまたがる研究者と共同開発体制を整えている。2021 年における、最初の Mercury フライバイに加え、2022 年のフライバイでも、最接近時に PWI 電源を ON して、水星周辺における磁場や電場としての変動信号を捉えることに成功している。現在は、水星到着に備えてデータ解析の準備を欧州チームとともに実行している。

10. スウェーデンとのバイオマス変換に関する国際共同研究

スウェーデンは木質科学の分野で非常に高いレベルにある。同国の森林面積は約 2,400 万ヘクタール であり、日本とほぼ同様である。一方、世界有数の材木輸出国であり、木質バイオマスの利活用研究が精力的に進められている。本国際共同研究のカウンターパートである Chalmers University of Technology（チェルマース工科大学）はスウェーデンにおける大学ランキング 1 位のトップ大学である。本共同研究では、生物有機化学の Gunnar Westman 教授、酵素化学の Lisbeth Olsson 教授らのグループと木材化学、構造化学の生存圏研究所のグループが有機的に連携することで、従来にないバイオマス変換ステップの実現を目指している。また、Wallenberg Wood Science Center (WWSC)、 KTH Royal Institute of Technology とも連携して共同研究を進めている。

バイオマスを有効利用する上でリグニンと糖の分離は重要な課題となっている。植物細胞壁中で、リグニンはヘミセルロースと共有結合して Lignin Carbohydrate Complex (LCC) を形成しており、細胞壁の強度や分解性に大きな影響を与えている。 バイオマス変換において、このリグニン・糖間結合の切断を高効率で行えれば、主要 3 成分の分離効率は大きく上昇すると期待される。本研究では、リグニン・糖間結合を直接切断する酵素に着目して、エステル型 LCC モデル化合物の合成と酵素による分解反応を行い、LCC の分析と構造解析、酵素の反応特性と分解反応を詳細に解析するとともに、実際の植物細胞壁成分と反応させて起こる構造変換を NMR 法によって観測することを目的として研究を進めている。本国際共同研究は、日本学術振興会 二国間交流事業共同研究、生存圏ミッション研究、新領域研究の支援により研究を進めてきた。関連する成果を付記する。[1-26)]

現状コロナウイルスの影響により、実質的な国際共同研究が滞っているが、状況が改善次第、交流活動を再開して進める予定である。

付記

1) Dan AOKI, Kenta NOMURA, Masashi HASHIURA, Yoshinori IMAMURA, Sonoka MIYATA, Noritsugu

TERASHIMA, Yasuyuki MATSUSHITA, Hiroshi NISHIMURA, Takashi WATANABE, Masato KATAHIRA, Kazuhiko FUKUSHIMA　Evaluation of ring-5 structures of guaiacyl lignin in Ginkgo biloba L. using solid- and liquid-state 13C NMR difference spectroscopy, Holzforschung, 2019.

2) 西村裕志, 植物バイオマスの複雑高分子の多次元NMR構造解析, 月刊 細胞 -構造生物学の最前線, 51, 12, 56 (632)-57 (633) 2019.
3) 西村裕志, リグニンとヘミセルロースをつなぐ共有結合の解明 ～植物バイオマスの高度利用, アグリバイオ, 3, 6, 87-89, 2019.
4) Kaori Saito, Yutaka Makimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Watanabe, Structural analysis of the free phenolic terminal and non-phenolic units connected through various interunit linkages in lignin polymer, The 20th ISWFPC (oral) 2019.
5) Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe, Production of antiviral compounds from sugarcane bagasse by microwave solvolysis, The 20th ISWFPC (poster) 2019.
6) Ruibo Li, Ryo Narita, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe, Antiviral activity of phenolic compounds in pyroligenous acid, and structure-activity relationship, The 20th ISWFPC (poster) 2019.
7) Takashi Watanabe, Yuki Tokunaga, Satoshi Oshiro, Kaori Saito, Hiroyuki Okano, Hiroshi Nishimura, Takashi Nagata, Keiko Kondo, Masato Katahira, Katsuhiro Isozaki, Hikaru Takaya, Masaharu Nakamura, Strategy of lignocellulose conversion using catalysts with controlled affinity to lignin, 1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. (oral) 2019.
8) Hiroshi Nishimura, Kazuma Nagata, Misato Yamada, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe, Structural analyses of covalet likages between liginin and hemicellulose in wood cell walls, 1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. 2019.
9) Saho Kashima, Hiroshi Nishimura, Shizuka Sakon, Misato Yamada, Yasuhiro Shimane, Yukari Ohta, Keiko Kondo, Yudai Yamaoki, Takashi Nagata, Masato Katahira, Takashi Watanabe. Fractionation and analysis of lignin-carbohydrate complex using lignin-degrading enzymes　2019.1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. 2019.
10) Ruibo Li, Ryota Ouda, Chihiro Kimura, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe. Microwave-assisted degradation of woody biomass for application as antiviral agent against encephalomycarditis virus. 1st International Lignin Symposium (ILS), Hokkaido Univ. 2019.
11) 斉藤香織, 牧村裕, 西村裕志, 渡辺隆司, リグニンフェノール性水酸基のメチル化によるフェノール性末端の構造と高分子化学構造の解析, 第70回日本木材学会鳥取大会, 2020.3.
12) 西村裕志, 鹿島早帆, 山田美紗登, 永田一真, 永田崇, 片平正人, 渡辺隆司, 広葉樹リグニンー多糖間結合の多次元NMR法による構造解析, 第70回日本木材学会鳥取大会, 2020.3.
13) 木村智洋, 李瑞波, 應田涼太, 西村裕志, 藤田尚志, 渡辺隆司, マイクロ波ソルボリシスにより創出した抗ウイルス活性リグニンの構造および作用機構の分析, 第70回日本木材学会鳥取大会, 2020.3.
14) 岡野啓志、齋藤香織、大城理志、西村裕志、渡辺隆司, リグニン親和性ペプチドを結合した白色腐朽

菌ラッカーゼによるリグニン分解, 日本農芸化学会関西支部例会（第 512 回講演会）, 2020.2.

15) Yuichi Tanida, Hiroshi Nishimura, and Takashi Watanabe, Roles of extracellular metabolites produced by selective white-rot fungi, The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Nanjing, China, 2019.12.
16) Chihiro Kimura, Ruibo Li, Ryota Ouda, Hiroshi Nishimura, Takashi Fujita, Takashi Watanabe, Lignin-based antiviral inhibitor produced by microwave glycerolysis from sugarcane bagasse,The 4th Asia Research Node Symposium on Humanosphere Science, Nanjing, China, 2019.12.
17) 西村裕志、鹿島早帆、山田美紗登、渡辺隆司、大田ゆかり, 質量分析法によるリグニンの酵素分解反応の解析, 第4回 京都生体質量分析研究会シンポジウム, 2020.2.
18) 西村裕志, ＮＭＲによる有機材料分析とその試料前処理、データ解釈, 技術情報協会 (依頼執筆, 範囲:第 3 章 9 節 リグノセルロース高分子の NMR 法による構造解析) 2021 年 9 月 ISBN: 9784861048609
19) 西村裕志, 多糖とリグニンをつなぐ結び目構造の解析と利活用展開, 第 15 回 多糖の未来フォーラム 要旨集 pp.12－20, 2021 年 11 月 12 日 招待講演
20) 西村裕志, 永田一真, 永田崇, 片平正人, 渡辺隆司, エステル型リグニン-多糖間結合の構造解析, 第 72 回日本木材学会大会(oral online), 2022-03-16
21) 西村裕志, 木質バイオマスの分子構造に学び活かす循環型未来社会
京大テックフォーラム 2022 年 3 月 22 日 招待講演
22) 西村裕志,「植物バイオマスから環境調和型プロセスでつくるリグニン素材」NEDO 若手研究者研究シーズイベント、2021/08/03, 2021/08/26, 2021/09/08, 2022/3/18 (oral online)
23) 西村裕志, 木質バイオマスの分子構造にみる循環型社会へのアプローチ, 京都大学生存圏研究所 オープンセミナー（オンライン）, 2022 年 7 月 13 日
24) 西村裕志, リグニンの分離、構造解析とリグノセルロース高分子の創製, 技術情報協会 技術セミナー（オンライン）, 2022 年 12 月 22 日
25) Hiroshi Nishimura, Fourier transform MS and NMR analyses of lignocellulose from forest trees, 2022.12.16, Finland-Japan Joint Seminar-Sustainable Water Management in Forested Catchment
26) 西村裕志, リグノセルロースバイオマスの環境調和型高度利用技術の開発, イノベーション・ジャパン 2022, ND-033, 2022/10/04－2022/10/31

１１. 米国、香港、韓国、スペイン等との木質バイオマスの形成機構と代謝工学に関する国際共同研究

本国際共同研究では、種々のバイオマス生産植物における細胞壁の構造と形成機構に関わる基盤研究を進める。特に、バイオマス、すなわち細胞壁を構成するリグノセルロースの主要成分であるリグニンの代謝制御機構の詳細解明と代謝工学的制御を通じ、各種バイオマス利用特性を高めた新たなバイオテクノロジー素材を得ることを目指す。

米国のウィスコンシン大学 John Ralph 博士、オクラホマ大学 Laura Bartley 博士、ブルッ

クヘブン国立研究所 Chang-Jun Liu 博士らの研究グループとは、リグニンのアシル修飾基の生合成と代謝工学的改変に関わる共同研究を 2016 年から実施している。当研究所で作出したリグニンの構造を種々に改変した組換えイネ株について、Ralph 研究室が開発したアシル化リグニンの精密化学分解解析を実施し、アシル化リグニンの形成に寄与するイネ科植物特有の生合成代謝経路が存在することを世界に先駆けて明らかにしている。関連する種々のリグニン改変組換え植物の解析なども実施し、これまでに 6 報の国際共著論文及び 1 編の共著図書を発表している。なお、2019 年 8 月から 8 ヶ月間、Laura Bartley 博士を生存圏研究所客員准教授として招聘し、上記の研究課題に関わる共同実験を実施した。

香港大学 Clive Lo 博士及びスペイン高等科学研究院 Jorge Rencoret 博士の研究グループとは、イネ科バイオマスに特徴的なリグニンの新規部分構造として最近発見されたフラボノリグニンに関わる共同研究を 2016 年から実施している。これまでに、イネにおけるフラボノリグニン形成に関与する複数のフラボン合成遺伝子の同定とその発現制御によるフラボノリグニンの量及び構造を改変したイネ組替え株の作出に世界に先駆けて成功するなど、これまでに 7 報の国際共著論文及び 1 編の共著図書を発表している。現在、さらなるフラボノリグニンの形成機構のさらなる詳細解明と生理学的機能ならびにイネ科バイオマスの利用特性に及ぼす寄与の解明を目指した共同研究を実施している。

高麗大学校 Ohkmae K. Park 教授の研究グループとは、植物の病害応答におけるリグニンの寄与ついての共同研究を 2016 年から開始した。植物が病原体の侵入に応答して合成するリグニンを主要成分とする防御壁の形成プロセスを当研究所で開発した合成蛍光プローブを利用して高精度に可視化することに成功した。この現象に深く関わる新規遺伝子郡の同定や代謝物輸送機構の解明に貢献し、これまでに 3 報の国際共著論文を発表している。現在、植物の病害応答機構におけるリグニンの寄与のさらなる詳細解明に向けた共同研究を進めている。

付記

共著論文（所内担当者と共同研究先代表者に下線）

- Hwi Seong Jeon, Eunjeong Jang, Jinwoo Kim, Seu Ha Kim, Myoung-Hoon Lee, Myung Hee Nam, Yuki Tobimatsu, Ohkmae K. Park. Pathogen-induced autophagy regulates monolignol transport and lignin formation in plant immunity. *Autophagy*, 19, 597–615, DOI: 10.1080/15548627.2022.2085496 (2023).
- Pui Ying Lam, Lanxiang Wang, Andy C W Lui, Hongjia Liu, Yuri Takeda-Kimura, Mo-Xian Chen, Fu-Yuan Zhu, Jianhua Zhang, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Clive Lo. Deficiency in flavonoid biosynthesis genes CHS, CHI, and CHIL alters rice flavonoid and lignin profiles. *Plant Physiology*, 188, 1993–2011, DOI: 10.1093/plphys/kiab606 (2022).
- Daisuke Ando, Fachuang Lu, Hoon Kim, Alexis Eugene, Yuki Tobimatsu, Ruben Vanholme, Thomas J. Elder, Wout Boerjan, John Ralph. Incorporation of catechyl monomers into lignins:

lignification from the non-phenolic end via Diels–Alder cycloaddition? *Green Chemistry*, 23, 8995–9013, DOI: 10.1039/D1GC03022A (2021).

- Jorge Rencoret, Ana Gutiérrez, Gisela Marques, José Carlos del Rio, Yuki Tobimatsu, Pui Ying Lam, Marta Pérez-Boada, Francisco Javier Ruiz-Dueñas, José María Barrasa, Angel T. Martinez. New insights on structures forming the lignin-like fractions of ancestral plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 740923, DOI: 10.3389/fpls.2021.740923 (2021).
- Yunjun Zhao, Xiaohong Yu, Pui-Ying Lam, Kewei Zhang, Yuki Tobimatsu, Chang-Jun Liu. Monolignol acyltransferase for lignin *p*-hydroxybenzoylation in *Populus*. *Nature Plants*, 7, 1288–1300, DOI: 10.1038/s41477-021-00975-1 (2021).
- Pui Ying Lam, Andy CW Lui, Lanxiang Wang, Hongjia Liu, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, Clive Lo. Tricin biosynthesis and bioengineering. *Frontiers in Plant Science*, 12, 733198, DOI: 10.3389/fpls.2021.733198 (2021).
- Seu Ha Kim, Pui Ying Lam, Myoung-Hoon Lee, Hwi Seong Jeon, Yuki Tobimatsu and Ohkmae K. Park. The Arabidopsis R2R3 MYB transcription factor MYB15 is a key regulator of lignin biosynthesis in effector-triggered immunity. *Frontiers in Plant Science*, 11, 583153, DOI: 10.3389/fpls.2020.583153 (2020).
- Andy CW Lui, Pui Ying Lam, Chan Kwun-Ho, Lanxiang Wang, Yuki Tobimatsu, and Clive Lo, Convergent recruitment of 5′-hydroxylase activities by CYP75B flavonoid B-ring hydroxylases for tricin biosynthesis in Medicago legumes. *New Phytologist*, 228, 269–284, DOI: 10.1111/nph.16498 (2020).
- Pui Ying Lam, Yuki Tobimatsu, Naoyuki Matsumoto, Shiro Suzuki, Wu Lan, Yuri Takeda, Masaomi Yamamura, Masahiro Sakamoto, John Ralph, Clive Lo and Toshiaki Umezawa, OsCAldOMT1 is a bifunctional *O*-methyltransferase involved in the biosynthesis of tricin-lignins in rice cell walls. *Scientific Reports*, 9, 11597, DOI: 10.1038/s41598-019-47957-0 (2019).
- Pui Ying Lam, Andy Lui, Masaomi Yamamura, Lanxiang Wang, Yuri Takeda, Shiro Suzuki, Hongjia Liu, Fu-Yuan Zhu, Mo-Xian Chen, Jian-Hua Zhang, Toshiaki Umezawa, Yuki Tobimatsu, and Clive Lo, Recruitment of specific flavonoid B-ring hydroxylases for two independent biosynthesis pathways of flavone-derived metabolites in grasses. *New Phytologist*, 223, 2014–219, DOI:10.1111/nph.15795 (2019).
- John H. Grabber, Christy Davidson, Yuki Tobimatsu, Hoon Kim, Fachuang Lu, Yimin Zhu, Martina Opietnik, Nicholas Santoro, Cliff E. Foster, Fengxia Yue, Dino Ress, Xuejun Pan, John Ralph, Structural features of alternative lignin monomers associated with improved digestibility of artificially lignified maize cell walls. *Plant Science*, 287, 110070, DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.02.004. (2019).

- Myoung-Hoon Lee, Hwi Seong Jeon, Seu Ha Kim, Joo Hee Chung, Daniele Roppolo, Hye-Jung Lee, Hong Joo Cho, Yuki Tobimatsu, John Ralph and Ohkmae K. Park. Lignin-based barrier restricts pathogens to the infection site and confers resistance in plants. *The EMBO Journal*, e101948, DOI: 10.15252/embj.2019101948 (2019).
- Yuri Takeda, Yuki Tobimatsu, Steven D. Karlen, Taichi Koshiba, Shiro Suzuki, Masaomi Yamamura, Shinya Murakami, Mai Mukai, Takefumi Hattori, Keishi Osakabe, John Ralph, Masahiro Sakamoto, and Toshiaki Umezawa, Downregulation of p-*COUMAROYL ESTER 3-HYDROXYLASE* in rice leads to altered cell wall structures and improves biomass saccharification. *The Plant Journal*, 95, 796–811(2018).
- Yanding Li, Li Shuai, Hoon Kim, Ali Hussain Motagamwala, Justin K. Mobley, Fengxia Yue, Yuki Tobimatsu, Daphna Havkin-Frenkel, Fang Chen, Richard A. Dixon, Jeremy S. Luterbacher, James A. Dumesic, and John Ralph. An“ideal lignin” facilitates full biomass utilization. *Science Advances*, 4, eaau2968 (2018).
- Pui Ying Lam, Yuki Tobimatsu, Yuri Takeda, Shiro Suzuki, Masaomi Yamamura, Toshiaki Umezawa, and Clive Lo, Disrupting Flavone Synthase II alters lignin and improves biomass digestibility. *Plant Physiol*ogy, 174, 972–985 (2017).

共著書（所内担当者と共同研究先代表者に下線）

- Yuki Tobimatsu, Toshiyuki Takano, Toshiaki Umezawa, and John Ralph, “Solution-state multidimensional NMR of lignins: approaches and applications.” *In:* Lu F. and Yue F. (eds) Lignin: Biosynthesis, Functions, and Economic Significance, pp 79–110, Nova Science Publishers Inc., Hauppauge, NY, US (2019).
- 飛松裕基, Pui Ying Lam, 梅澤俊明, Clive Lo. イネ科バイオマスを特徴づけるフラボノリグニンの生合成と代謝工学. 月刊 アグリバイオ 2019 年 6 月号 pp.66–72, 北隆館 (2019).

12. 中華人民共和国およびタイ王国とのファインバブル（マイクロ・ウルトラファインバブル）に関する国際共同研究

水中のマイクロメートル以下の小さな気泡（微細気泡、ファインバブル、マイクロ・ナノバブル）は、溶存気体の変化や水の特性に効果を与える事がわかっており、その物理化学的特性についての研究が進められている。我々は、これまでに中国・同済大学や、タイ王国・ラジャマンガラ工科大学ラーナ校との国際共同研究を推進している。2022 年度においては、The International Symposium on Plasma & Fine Bubbles (ISPFB2022) (2022/8/23-24)をオンラインで共同開催した。また、オンラインによる定例の研究集会として RISH セミナーを開催し、

中国、タイ、米国、カナダの研究者との議論も行ってきている。その他、京都大学微細気泡研究会として 2024 年度開催予定の国際シンポジウムを主宰予定である。

付記

受賞

Excellent Oral Presentation Award (Topic 1, Basic Science on Plasma & Fine Bubbles) 受賞
(The International Symposium on Plasma & Fine Bubbles (ISPFB2022),
発表タイトル: Attenuation Coefficient of Ultrafine Bubble Water in Broadband Ultrasound and Measurement of Bubble Number Density,

13. 欧米やアジアの美術館等における木彫像・木造船・木棺をはじめとした文化財の科学的調査

Dr. TAZURU Suyako, Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Japan
Prof. Cynthea J. BOGEL, Harvard University, USA
Dr. Mechtild MERTZ, East Asian Civilisations Research Centre, Paris, France
Dr. ITO Shiro, Wakayama Prefectural Museum, Japan
Prof. SUGIYAMA Junji,, Kyoto University, Japan
Prof. ITOH Takao, Nara National Research Institute for Cultural Properties, Nara, Japan

1. 概要

我が国の適所適材の用材観や伝統的木製品は、アジア域の相互の文化交流の歴史によって培われた賜物であり、それらの知識なしに、我が国特有の木の文化を理解することは不可能である。これまで日本における様々な木彫像をはじめとした文化財の樹種識別や年代などの科学的調査を行ってきた中で、例えば日本の仏像や神像にはカヤやヒノキといった樹種が選択的に使用されていたこと、そして歴史的・地域的に変遷をとげたことなどが徐々に判明してきた。一方、日本と同様木彫像を制作したものの、当事国に木彫像があまり残されていないことなどから科学的調査が遅れている中国や韓国については、どのような樹種が選択されているのか、不明な点が多く残されていた。

本年度も、海外での実地調査は難しい状況にあったが、アメリカ・カナダ・イギリス・フランス・台湾・日本の美術館等と密接にコンタクトを取りながら、各機関のコンサベーターや学芸員による試料採取や生存圏研究所での樹種調査、年代調査、そして美術史専門家らとの学際的な研究をすすめた。メトロポリタン美術館、セインズベリー美術館、シカゴ美術館、プリンストン大学美術館、ロイヤルオンタリオ美術館、ボストン美術館、ホノルル美術館、フィラデルフィア美術館、クリーブランド美術館などとの文化財研究がそれである。

具体的には、かつて日本のとある地域の神社から世界中に散逸したとされてきた神像群約 20 体について、探し出すことに成功し、その年代・樹種の調査結果ならびに美術史研究を行ってきた事例がある。それらの文理融合研究の成果については 2022 年に論文として公開された。この研究では、神像群の形態的特徴や放射性炭素年代測定により 10-12 世紀と判明した木彫像に、マグノリア属が多用されていた点を中心として、科学的知見と人文学的知見とを総合的に考察することで、これまでにない、神像彫刻の一側面を解明できたといえる。その後も、同グループに含まれる神像の放射性年代測定などを継続して行ってきており、様々な研究が進められている。これらの欧米・アジアの美術館とは、今後も東アジアの木彫像や船材、古墳の木棺、楽器などの文化財調査をすすめていく。東アジアの用材観は、我々日本の歴史ならびに東アジア地域の宗教上の繋がりを知る上で貴重な情報といえる。今後もデータベースの拡充と学際的研究にむけて尽力したい。

2. 付記（関連の業績など）

１）著書

（単著）田鶴寿弥子, ひとかけらの木片が教えてくれること　－木材×科学×歴史―, 2022 年 8 月淡交社より出版

（日本経済新聞など 8 つの新聞・雑誌の書評などで紹介されました）

２）関連の原著論文

(1)Suyako Tazuru, Mechtild Mertz, Takao Itoh, Junji Sugiyama, Wood Identification of Japanese and Chinese Wooden Statues Owned by the Museum of Fine Arts, Boston, USA, Journal of Wood Science 68(11) 2022

(2)Mechtild Mertz, Suyako Tazuru, Shiro Ito, Cynthea Bogel, A Group of Twelfth-Century Japanese Kami Statues and Considerations of Material Intentionality: Collaborative Research Among Wood Scientists and Art Historians, Journal of Asian Humanities at Kyushu University (JAH-Q),127-158, 2022

14. Arase 衛星による内部磁気圏電磁環境探査に関する国際共同研究

2016 年 12 月に打ち上げられた我が国の内部磁気圏探査衛星 Arase において、そこで発生する波動-粒子相互作用に関した観測的研究を国際共同で展開している。Arase 衛星に搭載されたプラズマ波動観測装置 PWE(PWE: Plasma Wave Experiment, PI: 金沢大・笠原禎也教授)において、当研究所は、Co-PI ならびに、Experiment manager として、開発・設計および運用に重要な役割を果たしている。そして、打ち上げ後は、特に、そこで発生している静電波動の観測とその励起メカニズムについて、国際共同により研究を展開している。一方、電子速度分布関数とコーラス放射スペクトル特性や、電磁波の伝搬特性に関して他の衛

星(Van Allen probes、DSX)との同時観測などにおいて成果をおさめている。

15. 中国科学院上海植物生理生態研究所とのクリーンエネルギー生産に向けたバイオマス植物の分子育種に関する国際共同研究

本国際共同研究では、中国科学院上海植物生理生態研究所（PI: Laigeng Li 博士）と共同で、持続型バイオマスリファイナリーに資する新たなバイオマス育種素材の開発を行う。本研究課題は、日本学術振興会二国間交流事業［H30 年度採択；研究代表：梅澤俊明（京大生存研）及び Laigeng Li （上海植物生理生態研究所)］として実施しており、また当研究所における熱帯バイオマスフラッグシッププロジェクト及びミッション 5-2 推進課題プロジェクトの一環の活動でもある。具体的には、ゲノム編集を始めとする近年進歩の著しい植物分子育種技術を駆使して、イネ科植物（主にイネ及びソルガム）及び樹木（主にポプラ）をターゲットに、バイオ燃料・バイオマ化成品の持続的生産に適した植物育種素材の開発を日中共同して進めている。これまでに、特にバイオ燃料生産特性に大きく寄与するリグニン量を増減させた新規なイネ及びポプラ組換え株の作出に成功し、各種化学分析法や NMR 法を用いたバイオマスの性状解析を当研究所にて進めている。平成 30 年 2 月から 4 月にかけて、中国側代表研究者である Laigeng Li 博士を生存圏研究所客員教授として招聘し、本研究課題に関わる実験を共同で実施した。また本研究課題の進捗状況の報告と新たな共同研究体制の構築に向けた討議を行うため、平成 30 年 10 月に上海、平成 31 年 2 月に宇治において、関連分野の研究者を集めて国際シンポジウムを開催した。特に後者においては、植物ゲノム編集技術開発及び植物分子育種研究分野において国際的に活躍する日中研究者を招聘し、本研究課題を含むゲノム編集技術を用いたバイオマス植物の分子育種の現状と今後の方向性について、総合的に討議した。

平成 31／令和元年度は、前年度に引き続き、バイオエネルギー生産性に優れたバイオマス育種素材の開発を目的に、リグニンの量と構造を様々に改変した遺伝子組換え植物の作出を日本（主に京都大学と徳島大学)、中国側（中国科学院植物生理生態研究所）でそれぞれ進めた。具体的には、リグニンの量を増減させた各種転写因子及びフェニルプロパノイド合成酵素遺伝子の発現を制御したイネ及びポプラ組換え株の作出をそれぞれ京都大学/徳島大学と中国科学院植物生理生態研究所で実施し、その一部について、京都大学においてリグノセルロース特性の解析を行った。特にリグニン生合成転写因子 LTF1 を過剰発現したポプラ組換え株については、組織特異的プロモータを活用して、良好なバイオマス生産性を維持したまま、バイオマス酵素糖化性が大きく向上したラインを得ることに成功した。これらの成果を纏め、英国科学誌 New Phytologist において共同で論文成果発表を行った（Gui et al., “Fiber-specific regulation of lignin biosynthesis improves biomass quality in Populus”, DOI: 10.1111/nph.16411)。研究交流については、当初、上海及び徳島において 1 回ずつ共同セミナー及び研究協議を実施する計画で準備を進めていたが、新型コロナ感染症の世界

的拡大による交流停止指示をうけ、これらの令和元年度内の交流計画を中止し、メール会議により代替した。具体的には、上記研究の進捗状況の報告・討議と次年度以降の研究計画の立案及び将来的な共同研究体制の構築に向けた討議を行った。

令和２年度は、前年度に引き続き、バイオエネルギー生産性に優れたバイオマス育種素材の開発を目的に、リグニンの量と構造を様々に改変した遺伝子組換え植物の作出を日本（主に京都大学と徳島大学)、中国側（中国科学院植物生理生態研究所）でそれぞれ進めた。具体的には、リグニンの量を増減させた各種転写因子及びフェニルプロパノイド合成酵素遺伝子の発現を制御したイネ及びポプラ組換え株の作出をそれぞれ京都大学/徳島大学と中国科学院植物生理生態研究所で実施した。これらの成果を纏め、リグニン学会のオープンアクセス国際誌 Lignin（Umezawa et al., “Lignin Metabolic Engineering in Grasses for Primary Lignin Valorization”, 1, 30-41（2020)）並びにエルセビア社のオープンアクセス国際誌 Current Plant Biology（Miyamoto et al., “MYB-mediated regulation of lignin biosynthesis in grasses”, Curr. Plant Biol., 24, 100174 (2020)）において成果発表を行った。しかし、新型コロナ感染症の世界的拡大により、人的交流については、全く行うことができず、1 年間の研究期間延長が認められた。次年度は、新型コロナ感染症の蔓延状況を見据え、遠隔会議を用いた研究交流を進めると共に、可能であれば対面交流を進める予定である。

令和３年度は、前年度に引き続き、バイオエネルギー生産性に優れたバイオマス育種素材の開発を目的に、リグニンの量と構造を様々に改変した遺伝子組換え植物の作出を日本（主に京都大学と徳島大学)、中国側（中国科学院植物生理生態研究所）でそれぞれ進めた。具体的には、リグニンの量を増減させた各種転写因子及びフェニルプロパノイド合成酵素遺伝子の発現を制御したイネ及びポプラ組換え株の作出をそれぞれ京都大学/徳島大学と中国科学院植物生理生態研究所で実施した。しかし、新型コロナ感染症の世界的拡大により、人的交流については、全く行うことができなかった。

令和４年度も、バイオエネルギー生産性に優れたバイオマス育種素材の開発を目的に、リグニンの量と構造を様々に改変した遺伝子組換え植物の作出を日本（主に京都大学と徳島大学)、中国側（中国科学院植物生理生態研究所）で前年度までの研究の継続としてそれぞれ進めた。具体的には、リグニンの量を増減させた各種転写因子及びフェニルプロパノイド合成酵素遺伝子の発現を制御したイネ及びポプラ組換え株の作出をそれぞれ京都大学/徳島大学と中国科学院植物生理生態研究所で実施した。

16. フランス国立農学研究所及びオランダ国立ワーゲニンゲン大学とのバイオマスの生物変換に関する国際共同研究

本国際共同研究では、フランス国立農学研究所 INRA (PI: Guillermina Hernandez-Raquet 博士）及びオランダ国立ワーゲニンゲン大学（PI: Mirjam Kabel 博士）の研究グループと共同で、木質バイオマスから効率的に燃料や有用化成品を作り出す循環型資源利用システム

（バイオリファイナリー）への応用を目的とした新たなバイオマス変換プロセスの開発を行っている。自然界でバイオマスを効率的に生分解するシロアリや草食哺乳動物の腸内共生微生物に基づくバイオリアクターとメカノケミカル処理を組み合わせ、バイオマスの主要成分であるリグニン及び多糖類を有用化成品原料物質へと直接変換する新規なバイオマス分解プロセスの構築を目指す。バイオリアクターによるバイオマス処理プロセスの設計は INRA が中心となって実施し、当研究所とワーゲニンゲン大学はバイオマス分解物の化学構造解析を担当している。当研究所では、これまでに、バイオリアクターにより処理されたコムギわらバイオマス試料の高分解能多次元 NMR 法を用いた精密化学構造解析を実施し、バイオリアクターの構成及びメカノケミカル前処理の強度に応じて、試料中のリグニン及び多糖類の分解挙動が特徴的に変化することを見出している。2020 年には、シロアリ腸内細菌を使ったバイオリアクターによるリグノセルロースの効率的分解に成功するとともに、嫌気性条件下におけるリグニンの新規分解経路を明らかにし、それらの成果を共同論文発表した。なお、2019 年度には、在日フランス大使館科学技術部 EXPLORATION JAPON プログラムの支援のもと、INRA の Guillermina Hernandez-Raquet 博士を招聘した。また 2020 年度からは、日本学術振興会二国間交流事業 SAKURA プログラムの支援を受け、共同研究と学術交流のさらなる推進を行っている。

付記

共著論文（所内担当者と共同研究先代表者に下線）

- Louison Dumond, Pui-Ying Lam, Gijs van Erven, Mirjam Kabel, Fabien Mounet, Jacqueline Grima-Pettenati, Yuki Tobimatsu, Guillermina Hernandez-Raquet. Termite gut microbiota contribution to wheat straw delignification in anaerobic bioreactors. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 9: 2191-2202, DOI: 10.1021/acssuschemeng.0c07817 (2021).

メディア発表

- アメリカ化学会 *Discover Chemistry*, February 17, 2021. “Termite gut microbes could aid biofuel production”. https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/presspacs/2021/acs-presspac-february-17-2021/termite-gut-microbes-could-aid-biofuel-production.html. 他

外部資金獲得

- 日本学術振興会－フランス MEAE-MESRI 二国間交流事業「新規な微生物共生系とバイオマス解析法を核心とするバイオリファイナリー共同研究」（研究代表者：飛松裕基、Guillermina Hernandez-Raquet；2020 年-2022 年）

17. フランスのロレーヌ大学と「植物生理活性物質とその生合成」の共同研究

フランスは、現在化学農薬の大幅削減に向けた EcophytoII+と呼ばれる国家プロジェクトを施行するなど、脱炭素社会に向けた意識が非常に高い国であり、その実現に向けて植物の生理活性物質に関する生合成研究も盛んである。本共同研究では、ロレーヌ大学 Laboratoire Agronomie et Environnement の Alain Hehn 教授及び前任教授の Frédéric Bourgaud 博士と共に、植物生理活性物質の生合成ならびにその生理的役割に対する理解を深め、天然資源の社会実装を目指した研究を進めている。

植物が生産する多様な代謝産物は、古くから我々の衣・食・住を様々な側面から支えてきた。さらに近年では、持続的社会の構築に向け、こうした植物の生産する代謝産物に対する注目が高まっている。中でもプレニル化フェノール類は、抗腫瘍活性や抗酸化作用といったヒトの健康にメリットのある生理活性を持つことから、医薬品原料、また食品や化粧品の機能性添加物等としての利用が非常に期待される化合物群である。本共同研究では、プレニル化フェノール生合成の鍵ステップを担うプレニル化酵素（PT）を主役に据え、プレニル化フェノール生合成研究とその代謝工学を進めてきた。これまでに、新規の PT 遺伝子の同定・分子進化解析を通じて、プレニル化フェノール類の一種で、植物の化学防御機構に貢献するフラノクマリン類の生合成、及び進化様式に関する重要な知見を世界に先駆けて報告した（Karamat et al., *Plant J.*, 2014; Munakata et al., *New Phytol.*, 2016; Munakata et al., *New Phytol.*, 2020）。フラノクマリン類は人に有用な薬理活性を持つが、食品分野等においては、柑橘製品に含まれるフラノクマリン類は薬理動態をかく乱する有害物質として働く側面もある。ロレーヌ大学との共同研究により、柑橘類に特徴的なフラノクマリン生合成経路の一端を解明した（Munakata et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2021）。これは、フラノクマリン成分のない柑橘品種の育種への足掛かりとなる重要な知見となった。また、柑橘類における新たなプレニル化フェノール化合物の発見、及びその生合成に関わる PT 遺伝子の同定も達成してきた（Munakata et al., *Plant Physiol.*, 2014）。さらに、フラノクマリン生合成については、PT とは別の酵素ファミリーも共同で解析を進め、論文にまとめた（Villard et al., *New Phytol*, 2021）。

本共同研究の発展形の 1 つとして、最近では生合成の基礎的理解に立脚した代謝工学を行っている。ブラジル産プロポリスは、健康食品として世界中で人気の高い養蜂製品であるが、その主な薬効成分であるプレニル化フェノールのアルテピリンＣは、プロポリス内含量が環境要因によって容易に一桁程も変動するという品質上大きな問題を抱えている。本共同研究では、アルテピリンＣ生合成を担う PT 遺伝子を発見し、この遺伝子を利用して酵母におけるアルテピリンＣ生産系を実現した（Munakata et al., *Commun. Biol.* 2019）。上記の一連の共同研究は生存圏研究所内若手支援予算、JSPS 日仏交流促進事業及び JSPS 海外特別研究員制度の支援により行われてきた。

Hehn 教授は、植物二次代謝産物を介した植物と共生微生物との相互作用に関する研究を近年精力的に推進しており、このテーマの下で生存圏研究所・森林圏遺伝子統御分野に在籍

していた修士学生が現在博士課程として Hehn 教授に師事した。このように本共同研究の幅が広がっており、今後さらなる成果が期待される。

付記

関連の共著論文（所内担当者に下線、共同研究先代表者に下点線）

- Fazeelat Karamat*, Alexandre Olry*, Ryosuke Munakata*, Takao Koeduka, Akifumi Sugiyama, Cedric Paris, Alain Hehn, Frédéric Bourgaud, Kazufumi Yazaki, “A coumarin-specific prenyltransferase catalyzes the crucial biosynthetic reaction for furanocoumarin formation in parsley”, ***The Plant Journal***, 77 (4): pp. 627–638 (2014). *co-first authors

- Ryosuke Munakata, Tsuyoshi Inoue, Takao Koeduka, Fazeelat Karamat, Alexandre Olry, Akifumi Sugiyama, Kojiro Takanashi, Audray Dugrand, Yann Froelicher, Ryo Tanaka, Yoshihiro Uto, Hitoshi Hori, Jun-Ichi Azuma, Alain Hehn, Frédéric Bourgaud, Kazufumi Yazaki, “Molecular cloning and characterization of a geranyl diphosphate-specific aromatic prenyltransferase from lemon”, ***Plant Physiology***, 166(1): pp. 80–90 (2014).

- Ryosuke Munakata*, Alexandre Olry*, Fazeelat Karamat, Vincent Courdavault, Akifumi Sugiyama, Yoshiaki Date, Célia Krieger, Prisca Silie, Emilien Foureau, Nicolas Papon, Jérémy Grosjean, Kazufumi Yazaki, Frédéric Bourgaud, Alain Hehn, “Molecular evolution of parsnip (*Pastinaca sativa*) membrane-bound prenyltransferases for linear and/or angular furanocoumarin biosynthesis”, ***New Phytologist***, 211 (1): pp. 332–344 (2016). *co-first authors

- Ryosuke Munakata, Tomoya Takemura, Kanade Tatsumi, Eiko Moriyoshi, Koki Yanagihara, Akifumi Sugiyama, Hideyuki Suzuki, Hikaru Seki, Toshiya Muranaka, Noriaki Kawano, Kayo Yoshimatsu, Nobuo Kawahara, Takao Yamaura, Jérémy Grosjean, Frédéric Bourgaud, Alain Hehn, Kazufumi Yazaki, “Isolation of *Artemisia capillaris* membrane-bound di-prenyltransferase for phenylpropanoids and redesign of artepillin C in yeast”, ***Communications Biology***, 2, Article number: 384 (2019).

- Ryosuke Munakata, Sakihito Kitajima, Andréïna Nuttens, Kanade Tatsumi, Tomoya Takemura, Takuji Ichino, Gianni Galati, Sonia Vautrin, Hélène Bergès, Jérémy Grosjean, Frédéric Bourgaud, Akifumi Sugiyama, Alain Hehn, Kazufumi Yazaki, “Convergent evolution of the UbiA prenyltransferase family underlies the independent acquisition of furanocoumarins in plants”, ***New Phytologist***, 225 (5):pp. 2166-2182 (2020).

- Ryosuke Munakata, Alexandre Olry, Tomoya Takemura, Kanade Tatsumi, Takuji Ichino, Cloé

Villard, Joji Kageyama, Tetsuya Kurata, Masaru Nakayasu, Florence Jacob, Takao Koeduka, Hirobumi Yamamoto, Eiko Moriyoshi, Tetsuya Matsukawa, Jérémy Grosjean, Célia Krieger, Akifumi Sugiyama, Masaharu Mizutani, Frédéric Bourgaud, Alain Hehn, Kazufumi Yazaki, “Parallel evolution of UbiA superfamily proteins into aromatic *O*-prenyltransferases in plants”, ***Proceedings of the National Academy of Sciences***, 118 (17): e2022294118 (2021).

- Cloé Villard, Ryosuke Munakata, Sakihito Kitajima, Robin van Velzen, Michael Eric Schranz, Romain Larbat, Alain Hehn, “A new P450 involved in the furanocoumarin pathway underlies a recent case of convergent evolution”, ***New Phytologist***, 231 (5):pp 1923–1939 (2021)

１８. 南京林業大学との木材用接着剤の開発に関する国際共同研究

南京林業大学は 1996 年から MOU を締結しており、木材科学分野での様々な共同研究を行ってきた。本国際共同研究では、家具学院の趙中元准教授とともに木材用天然系接着剤の開発を行っている。

木質材料は、接着剤によって木材エレメント同士を接着接合しているが、一般に使用されている接着剤はホルムアルデヒド系樹脂をはじめとした合成樹脂である。この合成樹脂接着剤は化石資源由来の物質を原料としているため、昨今の SDGs や脱炭素化といった世界的な取り組みを背景にその利用の低減が求められている。その代替として、バイオマスを原料とした天然系接着剤の利用が望まれているが、現状では合成樹脂接着剤に匹敵する天然系接着剤はほとんど報告されておらず、未だ発展途上である。

そこで、汎用で安全性の高いバイオマス由来物質を主原料に用い、調製が容易で高い接着性能を示す新たな接着剤の開発に取り組んでいる。最近は、スクロースなどの糖を主原料として用い、リン酸二水素アンモニウムやクエン酸といった物質との混合水溶液を接着剤とする方法を検討している。今年度は、コロナ禍の影響により実際の交流が難しかったため、オンラインによる研究紹介を数回実施して議論を深めるとともに、今後の連携についても話し合いを進めた。

１９．北京大学との地球磁気圏プラズマ波動粒子相互に関する国際共同研究

地球磁気圏には大振幅の極超長波（ULF）波動が存在しており、地球磁気圏の磁場構造の時間変化を起こして、放射線帯の変動に関わるホイッスラーモード・コーラス波動や電磁イオンサイクロトロン波等の発生にも大きな影響を与えている。本共同研究では、ULF 波動と高エネルギー電子とのドリフト共鳴における粒子の非線形軌道について数値計算と共に理論的な解析を行っている。2022 年度は、ULF 波動による磁場勾配の変化がコーラス波動の非線形成長に与える影響について理論解析と観測との比較を行った。

研究成果

Li, L., Omura, Y., Zhou, X.-Z., Zong, Q.-G., Rankin, R., Yue, C., & Fu, S.-Y. (2022), Nonlinear wave growth analysis of chorus emissions modulated by ULF waves. Geophysical Research Letters, 49, e2022GL097978. https://doi.org/10.1029/2022GL097978.

Li, L., Omura, Y., Zhou, X.-Z., Zong, Q.-G., Rankin, R., Yue, C., Sui-Yan Fu, S.-Y., and Ren, J. (2023), Chorus wave generation modulated by field line resonance and mirror-mode ULF waves. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128, e2022JA031127. https://doi.org/10.1029/2022JA031127.

２０．インド地磁気研究所との非線形プラズマ波動に関する国際共同研究

地球磁気圏には磁気圏尾部から注入されてくる高エネルギー粒子と相互作用して様々な波動が励起されている。その中でも複数の衛星が編隊飛行している THEMIS 衛星で観測されている電磁イオンサイクロトロン（EMIC）波について、その発生領域における周波数変動の特性を非線形波動成長理論に基づいて解析した。また、新たな共同研究テーマとして、火星の磁気圏で観測されたプラズマ波動について解析を行った。

研究成果

Ojha B., Y. Omura, S. Singh, G. S. Lakhina. Fine structures of EMIC waves: Simultaneous observation of rising and falling tones, *submitted to Journal of Geophysical Research: Space Physics.*

Kakad, A., B. Kakad1, P. H. Yoon, Y. Omura, and I. Kourakis, First evidence of upper-hybrid waves in Mars magnetosphere, *submitted to Astronomy & Astrophysics.*

21．木工芸および木質科学の「時間」に関する学際的探求

木質科学および木工芸に関わる「時間」について自然科学者、人文科学者ならびに職人の視点から、また古今東西の情報を収集して捉え直し、新たな理解や更なる利用につなげることを目指す。2021 年度よりフランス（現地）、ヨーロッパ各国、日本を結び、ハイブリッド・ワークショップを 3 回開催し、学際的・萌芽的研究ネットワークの形成や共同研究を進めている。当研究所は、特にフランス CNRS とともに木材のエージングについての共同研究に取り組み、材鑑調査室所蔵の古材を利用した物性測定ならびに新たに採取したフランス由来古材の物性測定を進めている。その一環として 2022 年度はフランスより客員教授 1 名を招聘した。今後はそれぞれの地域で用いられる樹種の違いや、木材が置かれる環境（力学環境、気象環境）の影響を検討する。