公開資料

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「低炭素社会の実現とエネルギーの高効率利用に関する研究」

研究課題名「タイ国・生物循環グリーン経済実現に向けた

ウキクサホロビオント資源価値の包括的開拓」

採択年度：令和 2 年（2020 年）度/研究期間：５年/

相手国名：タイ王国

令和６（2024）年度実施報告書

国際共同研究期間[*1]
2021 年　10 月　5 日から 2026 年　10 月　4 日まで
JST 側研究期間[*2]
2020 年　8 月　1 日から 2026 年　3 月　31 日まで
（正式契約移行日　2021 年　10 月　1 日）

*1 R/D に基づいた協力期間（JICA ナレッジサイト等参照）
*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者：　森川正章

北海道大学・教授

Ⅰ．国際共同研究の内容（公開）

1.　当初の研究計画に対する進捗状況

(1)研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2020年度 (8ヶ月)	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
1.　ウキクサホロビオント資源研究センター（DHbRC）の創設:G1 1.1　G2，G3 から提供されるウキクサホロビオント生物資源と関連データを装備したDHbRCを創設する 1.2 DHbRC のホームページを開設する 1.3　ウキクサホロビオントバイオマスを生産するためにDHbRCに植物工場を設立する 1.4　DHbRC は他の研究グループ(G4，G5)に対してウキクサバイオマスを提供する 1.5 DHbRC は共用研究室として他の研究グループが使用する機能とサービスを提供する						
2.　ウキクサホロビオントコレクションの創出:G2 2.1　ウキクサホロビオントの調査と採取を行う（7 地域約 20 ケ所） 2.2　ウキクサおよび共存微生物の単離取得と保存を行う 2.2.1.　ウキクサと共存微生物の同時凍結保存法を開発する 2.3　ウキクサおよび共存微生物の特徴付けを行う 2.4　ウキクサ共存微生物群集を解析する 2.5 保存した個々のウキクサ，共存微生物，共存微生物群集，そしてそれらの DNA 配列データの目録を作成し G1:DHbRC へ提供する						

3.　ウキクサホロビオント機能強化技術基盤の開発:G3 3.1　ポテンシャルの高いウキクサホロビオントを選抜し，G5に提供する 3.2　ウキクサと共存微生物間の相互作用機構を解析する 3.3　ウキクサホロビオントの機能を強化する技術を開発する ~~3.4 システム生物学の手法を用いてウキクサホロビオントを特徴づける~~ 3.5　ウキクサと共存微生物から活性物質を探索する	
4.　ウキクサを原料とした有価物生産技術基盤の開発:G4 (1)バイオ燃料（メタン） 4.1　バイオリアクター原料ウキクサを生産する（水質測定を含む） 4.2　ラボスケールでメタン発酵の実験を行なう 4.3　ベンチスケールでメタン発酵の実験を行う (2)バイオプラスチック 4.4　ウキクサベースバイオプラスチック原料を試作する 4.5　ウキクサベースバイオプラスチックの特性を調べる 4.6　ウキクサベースバイオプラスチック製品を試作する 4.7　ウキクサベースバイオプラスチック生産をスケールアップする 4.8　最終用途に適切なウキクサベースバイオプラスチックを生産し，その特性を調べる 4.9　ウキクサベースバイオプラスチック製品の利用法について検討する（フィールド試験） 4.10　消費者の許容度について調査する (3)家畜飼料 4.11　ウキクサの化学組成とアミノ酸消化性を決定する 4.12　ウキクサ給餌による鶏卵の生産性と品質を調べる 4.13　ウキクサタンパク質の抽出および加水分解法を検証し加水分解物の生物活性を調べる	

4.14 ウキクサタンパク質加水分解物を餌としてカプセル化し，標的器官（下部消化管）でのタンパク質放出を調節する (4)機能性食品 4.15 ヒトの健康に有効な活性物質を開発する 4.16 ウキクサ活性物質を含む機能性食品を開発する						
5. ウキクサホロビオント水質浄化システムの低炭素化効果の検証:G5 5.1 様々な排水を対象に，ウキクサホロビオントによる水質浄化能力，バイオマス生産能力，および温室効果ガス発生削減能力をラボレベルで評価する 5.2 選定された排水を対象に、自然ウキクサホロビオントシステムの水質浄化効果と低炭素化効果を現場ベンチスケールで開発・実証・最適化する 5.3 G3 から提供される選抜ウキクサホロビオントシステムについて同様に開発・実証・最適化する 5.4 ウキクサホロビオント水質浄化システムの設計および運転管理のためのデータベースやハンドブックを作成（公開）する						
6. ウキクサの農家生産支援とウキクサを活用した技術の実用化推進:G6 6.1 タイにおけるウキクサ生産支援を行う 6.2 各研究グループで開発したウキクサ活用技術の炭素収支を評価する 6.3 ウキクサホロビオント資源活用に関する技術マニュアルあるいは提言書を作成する 6.4 ウキクサホロビオント価値とその活用技術を社会実装に向けて普及広報活動を行う						

(2)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

＊2023 年 9 月に開催した第二回 JCC meeting において、いくつかの項目について活動期間を赤線のとおり修正した。研究活動項目「3.4 システム生物学の手法を用いてウキクサホロビオントを特徴づける」を削除した。その理由は以下の通りである。（1）研究担当研究者が当該研究に従事する時間が非常に限

られているため、事業開始後 2 年間で研究進捗がなく今後も大きな進展がみこめない、（２）この削除は研究成果３の達成に支障はなく、むしろ限られた財源と人的資源を成果が出ている他の活動項目に投入し、加速することによってより大きな成果３が期待できる、さらに（３）事業開始時より対タイバーツ円為替レートが２割程度低下したため、一部計画の見直しが必要である。一方、革新的技術の開発を目指した研究活動項目「2.2.1.ウキクサと共存微生物の同時凍結保存法を開発する」を新たに追加する。

２．計画の実施状況と目標の達成状況（公開）

(1) プロジェクト全体

本プロジェクト「タイ国・生物循環グリーン経済実現に向けたウキクサホロビオント資源価値の包括的開拓」(Be-HoBiD) では、CO_2と汚染水で生育可能かつ資源価値の高いウキクサ科植物ホロビオントの活用により、持続可能な低炭素社会の構築に貢献する。ホロビオントとは、宿主およびそこに共存する微生物の集合体であり、共存微生物の最適化により宿主の成長速度を加速することができる。具体的な事業計画は、ウキクサ-共存微生物複合生物資源研究センターの創設 (G1), ウキクサ-共存微生物複合生物資源コレクションの整備 (G2), ウキクサ成長速度を加速する微生物共生作用の理解と強化 (G3),バイオ燃料・バイオプラスチック・家畜飼料・高機能性食品の開発 (G4), 低炭素型水処理技術とウキクサ生産技術の開発 (G5), ウキクサ農家支援と低炭素化の評価 (G6) を行う。ウキクサを基軸とした生物資源整備から新産業創出まで一気通貫に取り組むことで、タイ国政府が推進する生物循環グリーン:BCG 経済政策および我が国のカーボンオフセットに寄与する。

今年度の実施状況と目標に対する達成状況は以下の通りである。

本邦研修を行なっている長期研究員は 4 名である（北海道大学 2021 年 10 月～博士課程：国費奨学生大学特別推薦枠、大阪大学 2022 年 10 月～研究生＆2023 年 4 月～博士課程：SATREPS-JICA 研修生、山梨大学 2023 年 5 月～研究生＆2023 年 10 月～博士課程：国費奨学生 SATREPS 枠、東北大学 2023 年 10 月～博士課程：国費奨学生大学特別推薦枠)。そのうち 1 名（北海道大学）が 2025 年 3 月に博士学位を取得し研修を無事に終了した。引き続き北海道大学で学術研究員として雇用するとともに現地にも派遣し事業推進を加速する予定。他の 3 名については研修を継続している。また、カセサート大学若手研究者 1 名を本邦短期研修（大阪大学）した。

一方、日本側から研究者（専門家）を延べ 16 名タイ国へ派遣し現地でタイ側研究者カウンターパートと協働するとともに研究および技術指導した。さらに、バンコクで開催した下記の国際会議 7th ICDRA へ研究者 13 名と大学院学生 10 名ほかを派遣し、若手研究者の育成に務めた。

特筆すべきは、カウンターパートのタイ側研究者が実行委員（実行委員長：研究統括者 Prof. Arinthip Thamchaipenet, G6 研究代表者 Dr. Metha Meetam）として、第 7 回ウキクサ研究応用国際会議（7th International Conference on Duckweed Research and Application: 7th ICDRA）をバンコク市内ホテルにて開催し、大きな反響と称賛を得たことである（11 月 12 日～15 日 カセサート大学と JICA で共催)。同会議としてこれまでで最も多い、31 ケ国から 200 名を超える参加者を得ることができた。会議初日の JICA 主催によるレセプションでは、Dr. M. Meetam が代表を務める ADGreen 社と 協賛企業 WolffiaX 社からウキクサアイスクリームやケーキおよびカレーなどいくつかのウキクサ食品が振る舞われた。さらに会議のエクスカーション見学ツアー：G1/G2/G3 カセサート大学内ウキクサホロビオント資源研究センター（DHbRC）の施設と G4 各種試作品、G5 学内廃水処理場に

設置しているウキクサ廃水処理＆ウキクサバイオマス生産装置、および G6 ADGreen 社の食用ウキクサ生産工場、はいずれも定員を大きく上回る参加があり大きな反響を得た。さらには、国際運営委員会 ISCDRA が選定した学生ベストポスター発表賞 5 件のうち 3 件が本事業 Be-HoBiD 研究グループの学生（カセサート大学、コンケン大学、北海道大学）に授与され、会議参加者全員の投票によって選出された 3 件のベストポスター発表賞のうちの 2 件が、やはり Be-HoBiD 研究グループの 2 名の学生（大阪大学）に授与されたことは事業成果のレベルの高さを裏付けるものである。以上、現地タイ国での国際会議の開催を通して、Be-HoBiD 事業およびその活動成果を世界中のウキクサ関連研究者および企業に対して直接アピールできたことの意義は大きい。また会議中に取材を受け、タイ公共放送局 PBS の特集番組でも取り上げられた(https://www.youtube.com/watch?v=UXklzmNMZIQ)。同時期に合わせてカセサート大学(KU)会議室にて第三回 JCC ミーティングを開催し、本事業が概ね計画通りに進捗していることを確認した。タイ側からは事業副監督 KU 理学部長ら研究者 13 名、日本側からは研究主幹ら研究者 11 名が出席した。事業統括者およびタイ側各グループ代表研究者 8 名が G1 から G6 までの活動状況と成果を報告し、日本側からは機材供与および研究指導・研修の実績などを報告した。

2024 年度のタイ側の原著論文発表数は 4 件（うち 1 件は日本側と共著)、書籍の 1 章（日本側と共著）を執筆し、国際学会発表は 35 件（優秀発表賞 3 件)、国内学会発表 2 件の研究成果を挙げた。研究費の獲得額は 2,920,000 THB (12,550,000 JPY) である。なお、日本側の原著論文発表数は 7 件、解説/書籍発表 4 件、国際学会発表 25 件（優秀発表賞 4 件)、国内学会発表は 30 件（優秀発表賞 2 件）である。広報および社会貢献活動については、バンコク市内でパネルディスカッションを 2 回開催し、200 名超の聴衆に向けてウキクサ植物の経済的価値とインパクトおよびウキクサ産業に関する最近の動向と将来展望を解説した。また毎年出展しているカセサート大学祭（Kaset Fair）でアイドルグループがウキクサアイスの PR を行い見学者が殺到した。社会実装活動については、ADGreen 社がプレミアグレード食用ウキクサの生産ポンドを 2,000m^2 に拡大し、1 日あたりの生産量 100 kg を達成した。さらなる生産施設の拡大を計画中である。同社のフレッシュウキクサ “Flo Wolffia” は Salad Factory など 40 以上のレストランに提供するとともに、タイ全土 190 のスーパーマーケットで一般消費者向けにも販売されている。乾燥粉末やプロテインサプリメントなどの製品はオンライン販売を開始している。売上総額は前年度比で 4 倍以上とめざましい伸びを示している。一方、日本国内での食用ウキクサ生産については floatmeal 社が技術開発中であり、生産物の市場調査も実施した。

(2) 研究題目１．ウキクサホロビオント資源研究センター（DHbRC）の創設: G1

研究グループ G1（リーダー：北海道大学 森川正章 /KU 理学部 Arinthip Thamchaipenet）

① 当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

当初計画：ウキクサ栽培装置，ウキクサ植物工場，微生物培養装置，冷蔵庫，冷凍庫，超低温庫，クリーンベンチ，簡易ドラフト，オートクレーブ，樹脂混錬装置，ヒト腸管モデル，ガス計測装置，各種分析装置類など事業推進に必要な機材をカセサート大学及びコンケン大学（KKU）ほかに供与する（2021～2023 年度)。DHbRC を共通実験室として整備する。また、G4 および G5 が必要とするウキクサホロビオントを DHbRC 植物工場等で生産し提供する（2021～2025 年度まで継続)。植物工場は

見学者等に公開し広報活動にも役立てる。DHbRC のホームページを開設する。

実施状況：2024 年度にウキクサ植物工場が完成した。さらに、超音波タンパク質抽出装置を現地調達した。以上で、予定していた供与機材のうち KKU へのメタン発酵装置ベンチプラントリアクター以外について調達を終えた。

② 当該年度の目標の達成状況と成果

研究項目 1.1, 1.3, 1.5. について概ね完了した。研究項目 1.2. ホームページの開設については 2025 年度内に達成できる見込みである。研究項目 1.4. 他の研究グループへのウキクサバイオマスの提供については、1.3. 植物工場が 2025 年 3 月に完成したので、2025 年度に開始できる見込みである。

③ 当初計画では想定されていなかった新たな展開

7th ICDRA をバンコクに招致できたことによって、世界中の主要なウキクサ関連研究者および企業に DHbRC の施設（含、ウキクサホロビオントコレクション）を現地で披露できた。

④ 研究のねらい（参考）

世界初となるウキクサホロビオント資源研究センター DHbRC をタイ国内に創設する。G2 および G3 から提供されるウキクサ植物と共存微生物(群)の複合生物コレクション～ウキクサホロビオント資源を収蔵管理し､そのカタログを公開してユーザーのニーズにあわせたものを提供する｡DHbRC は、各グループの活動を支援する共通実験施設という位置付けでもあり、汎用的な各種実験装置類を装備する。さらに、種々のウキクサホロビオント（バイオマス資源）を生産できる植物工場を装備し、一般見学施設として広報活動にも活用する。そこで生産されるウキクサバイオマスは適宜、ウキクサ活用技術開発を担当する G4 および G5 へ提供する。

⑤ 研究実施方法（参考）

供与機材の整備と運用、生物資源の整備と公開、ならびに研究題目 2～6（G2～G6）の推進を支援する。

(3) 研究題目 2. ウキクサホロビオントコレクションの創出：G2

研究グループ G2-1：ウキクサ（リーダー：京都大学 小山時隆 /KU Ekaphan Kraichak）

2.1 ウキクサホロビオントの調査と採取

2.2 ウキクサおよび共存微生物の単離取得と保存

2.2.1 ウキクサと共存微生物の同時凍結保存法の開発

2.3 ウキクサおよび共存微生物の特徴付け

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

日本のウキクサについて、バクテリアによる発現遺伝子の網羅的解析（時系列的網羅性も）を進め、データベース構築を進めた。タイ側においては *Wolffia* 属の発現遺伝子のデータベース化を進めた。同種内の株の系統分類に用いる遺伝子マーカーについて、新たな核コード遺伝子をターゲットにした PCR／電気泳動による簡便な分類手法を確立し、その技術をタイ側と現地で共有した。他方、KU より Dr. Roypim Thananusak を受け入れてウキクサ保存技術等に関する短期研修を行った。

②当該年度の目標の達成状況と成果

目標：日本およびタイにおけるウキクサの取得および保存を進める（通期）。ウキクサおよび共存

微生物の長期保存法を確立する(2021～23 年度)。ウキクサと共存微生物の同時凍結保存法を確立する(G2-2 と協力：2022～23 年度)。ウキクサの各種形質の特徴づけ（～2024 年度まで）と発現遺伝子データベース構築(2022～2024 年度)を進める。

達成状況と成果：日本およびタイにおけるウキクサの取得については前年度までに目標を達成した。

研究項目 2.2.1 については、前年度までに日本において 5 属全てのウキクサで成功した。タイ国では Dr Peerapat らと協力して *Lemna aequinoctialis* 現地株の凍結保存に成功し、DHbRC に収蔵した。日本のウキクサについては、*Lemna* 属 4 種の発現遺伝子の網羅的解析（時系列的網羅性も）を進め、データベース構築を進めた。タイにおいては *Wolffia* 属の発現遺伝子のデータベース化を進めた。さらに、同種内の株の系統分類に用いる遺伝子マーカーについて、新たな核コード遺伝子をターゲットにした PCR／電気泳動による簡便な分類手法を確立した。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

④研究のねらい（参考）

ウキクサホロビオントの調査と採取を行う（7 地域約 20 ケ所)。採取地点の生態学的・物理的・化学的データを収集する。必要に応じて季節あるいは年変動も調査する。G2-2 と連携し，採取したウキクサの保存法の開発および管理，ウキクサ共存微生物の単離と保存，共存微生物群集の保存，および関連する DNA 配列データを収集し，生物資源と関連情報を DHbRC に提供する（20 植物個体，400 微生物株，20 微生物群集，400DNA 配列データ以上)。さらに G3 と連携して，各水質に適したウキクサの選抜および，共存微生物のウキクサ成長促進活性など生理学的特徴付けを行う。

⑤研究実施方法

可視的な形質に加えて花成条件などの挙動の多様性および， それらの基盤となる遺伝子発現の多様性を調査する。

研究グループ G2-2：共存微生物（リーダー：山梨大学 田中靖浩 /KU 理学部 Kannika Duangmal）

2.2 ウキクサおよび共存微生物の単離取得と保存

2.2.1 ウキクサと共存微生物の同時凍結保存法の開発（新規）

2.3 ウキクサおよび共存微生物の特徴付け

2.4 ウキクサ共存微生物群集の解析

①当初計画に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

ウキクサ共生微生物の分離培養（実施期間：2021～2023 年度）については、主に系統的に新規な微生物、ウキクサに付着・定着しやすい微生物種を対象に、野生のウキクサあるいは様々な環境試料を接種したウキクサを対象に実施した。ウキクサ共生微生物群集の長期保存方法の検討（実施期間：2022～2024 年度）については、具体的には、グリセロールや DMSO といった保護剤の種類、保存温度（-80℃、-150℃以下のガラス化温度）を種々変化させ、永続的保存法の条件を見出す予定であるが、2021 年度はそのための予備的な実験を実施し、2022 年度はグリセロールの保護剤としての効果を調べるとともに、凍結保存による負の影響を受ける微生物種の特定について検討した。2023 及び 2024 年度は凍結温度、保存温度条件について予備的な比較・検討を行った。また、分離培養したウキクサ共存微生物の特徴づけ（実施期間：2021～2024 年度）についても、まずは系統的に新規な

微生物を対象に実施中である 2021 年度に得られた、希少放線菌として知られる *Actinoplanes* 属に加えて難培養性細菌群の *Verrucomicrobiota* 門細菌、*Deltaproteobacteria* 綱に属する新規微生物の取得に成功した。*Verrucomicrobiota* 門細菌に関しては、ウキクサに付着・定着しやすい微生物種の一つである可能性が見出されたことから、研究室保存のウキクサ由来菌株を対象にその特性について調べた。一方で、無菌ウキクサに環境試料を接種し、異なる窒素濃度の植物栽培用培地内で共培養することで、多様な *Verrucomoicrobiota* 門細菌を分離培養できることを示した（Tanaka *et al.* 2024）。さらに、ウキクサ共生微生物の分離培養と併せて、分離源とするウキクサの共生微生物群集についても解析を行い、得られた解析結果については、G3 と相互に共有している（実施期間：2021～2023 年度）。なお、本プロジェクトで取得したウキクサ共存微生物および微生物群集の DNA 配列データ（16S rRNA 遺伝子、ゲノム配列等）については、最終年度である 2025 年度に、その目録を作成する予定である（実施期間：2024～2025 年度）。カウンターパートへの技術移転状況については、これまでにウキクサ共生微生物の分離培養条件を提供している。今後も双方で得られた結果を定期的に共有する機会を持つ予定である。タイ側の活動としては、上述の 36 ケ所から採取したウキクサ 4 種：*Lemna aequinoctialis* 32 株、*Spirodela polyrhiza* 8 株、*Landoltia punctata* 9 株、*Wolffia globosa* 10 株それぞれから、細菌を 731 株単離したが、供与機材である長期保存用の超低温庫が措置できていないため冷凍庫で簡易的に保存している。生存率および回復率については未測定である。また、タイ側サブグループリーダーの Dr. Nantana Srisuk が責任著者として報告例がほとんどないウキクサ共生真菌に関する研究成果を 2023 年 5 月に微生物学国際雑誌に発表した（Kajadpai *et al.* 2023）。

②当該年度の達成状況と成果

研究項目 2.3. ウキクサおよび共存微生物の特徴付けについて、2022 年度に取得した細菌捕食性 *Deltaproteobacteria* 綱の捕食スペクトルおよびメカニズムについて検討し、本菌株が多様な細菌種を捕食対象とする一方で、グラム陰性細菌とグラム陽性細菌では捕食メカニズムが異なることを示唆するデータを得た（一部の結果を日本微生物生態学会第 37 回大会で発表し、優秀ポスター賞を受賞）。また、ウキクサ由来の *Verrucomicrobiota* 門細菌 3 株についてゲノム DNA を解析したところ、いずれも多くの多糖分解関連酵素遺伝子（Polysaccharide Lyase family）を保有していることが明らかとなり、上述のイヌリンをはじめとした多糖類の対する分解活性に関するデータを裏付ける結果が得られた。

研究項目 2.4. ウキクサ共存微生物群集の解析については、環境試料（河川水）を接種することで人工的な微生物群集を形成させたウキクサ、コウキクサ、アオウキクサ、ヒメウキクサについて実施した。その結果、*Comamonas* 属、*Pelomonas* 属、*Methylophilus* 属、*Hyphomicrobium* 属、*Emticicia* 属、*Novosphingobium* 属、*Azohydromonas* 属がウキクサ科植物のコア微生物候補として見出された。さらに、環境試料（河川水）を接種したウキクサを 3 種の異なる窒素濃度（0.5, 5.0, 50.0 mg/L）の植物栽培用培地で生育させた場合、栽培液中に *Verrucomicrobiota* 門細菌が優占化（8～13%）することを明らかにした（Tanaka *et al.* 2024）。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

①で記載した放線菌を含めたウキクサ共存微生物分離の過程で、 近年、 抗生物質に代わる病原性微生物制御のための新たなツールとして注目されている細菌捕食性細菌（*Deltaproteobacteria* 綱

の新規細菌)を1株得た。さらに、コウキクサの生育促進微生物(PGPB)として新たに *Bradyrhizobium* 属(MRB4株)、*Pelomonas* 属(MRB1、 MRB3株)、*Rhodanobacteraceae* 科に属する新属細菌(MRB2株)の菌株を取得した(Makino *et al.* 2022)。

②に記載したように、難培養性の細菌群として知られ分離培養例が少ない *Verrucomicrobiota* 門に属する菌株の中から本門としては初のコウキクサの生育促進微生物(PGPB)が見出された。なお、本菌株は既知種との16S rRNA遺伝子の相同性が87%と非常に低く、系統的にも極めて新規である点でも興味深い。環境試料(河川水)を接種したウキクサを異なる窒素濃度の植物栽培用培地で生育させた場合の栽培液中に *Verrucomicrobiota* 門細菌が優占化したことから、当該栽培液からの微生物分離を試みたところ、多数の *Verrucomicrobiota* 門細菌を高効率で取得することに成功した。そこで、この手法を新たな未培養・難培養性微生物の分離培養法として提案・発表した(Tanaka *et al.* 2024)。

④研究のねらい(参考)

新規有用微生物源としてのウキクサの価値を高める。

⑤研究実施方法(参考)

ウキクサ共存微生物コレクションを更新しつつ、これを対象に、植物生育促進能、細菌捕食性、二次代謝産物生産能などを持つ菌株を検索する。

(4) 研究題目3. ウキクサホロビオント機能強化技術基盤の開発:G3

研究グループG3-1(リーダー:北海道大学 森川正章 /KU理学部Arinthip Thamchaipenet)

3.1 ポテンシャルの高いウキクサホロビオントの選抜

3.2 ウキクサと共存微生物間の相互作用機構の解析

3.3 ウキクサホロビオントの機能強化技術の開発

3.5 活性物質の探索

①当初計画(全体計画)に対する実施状況(カウンターパートへの技術移転状況含む)

3.1 研究グループG5と協力して、自然の池から採取した *Spirodela* ウキクサホロビオントをKU学内廃水に移植した。その結果、当初廃水では生育できなかったウキクサホロビオントが、植物培地に廃水を混合してその割合を徐々に上げることによって環境適応が進み、やがて廃水中でも生育可能になることを見出した。3.3 これはウキクサホロビオントの共存微生物群集構造が廃水環境にふさわしい構造へ変化してウキクサに新たな環境適応能力を付与(機能強化)できたためである。この新たな機能強化ウキクサホロビオントを、グループG2と協力してDHbRCで保存するとともに、微生物群集構造の解析の進める計画である。

②当該年度の目標の達成状況と成果

3.3 日本国内の食品工場廃水処理施設に自生するウキクサから、ウキクサの成長を促進する細菌7株およびウキクサの成長を阻害する微細藻類を抑制する細菌を2株取得した。さらにそれぞれを組み合わせることによって、競合する微細藻類が共存する廃水環境においてもウキクサバイオマス生産性を2倍に増加させる高機能ウキクサホロビオントの創生に世界で初めて成功した(Huyen *et al.* 2025. *Bioresour. Technol.* **421** (2025) 132110、インパクトファクター 9.7)。Ms. Pham Huyenは上記の成果により博士学位を取得し、長期研修を修了した。3.5 食品工場廃水から取得したウキ

クサ成長促進活性と微細藻類（藍藻）成長阻害活性の二重機能を有する細菌 27AL（Khairina *et al.* 2021）から機能因子を精製して構造解析した結果、フラビン化合物 Lumichrome であることを突き止めた（論文投稿中）。さらに、北海道別海町バイオガス発電所廃水よりウキクサ成長促進細菌を発見し、現地試験においてウキクサバイオマス生産を約 10%向上させる技術を開発した。この成果に対して、7 th ICDRA 国際会議においてベストポスター発表賞が授与された。3.2. PGPB モデル株に対するウキクサの遺伝子発現応答（変化）を RNAseq により詳細に調べた（京都大）。その結果、PGPB の種類によって程度の違いはあるものの、ウキクサの鉄利用効率が上がっていることを明らかにすることができた。また、環境（培地栄養条件）の違いによる PGPB の成長促進効果の違いを、遺伝子発現パターンの違いから説明するためのデータ収集を行った。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

本事業の活動に興味を持った第三国の博士課程学生を半年間、北海道大学で受け入れて研修した。その結果、生物学的手法によって生成した金属酸化物マイクロ粒子（ナノ粒子は含まない画分）がその表面にリンを濃縮して、*Lemna* ウキクサの成長を優位に促進するだけでなくデンプン含量を増加することを発見した（論文投稿中）。

④研究のねらい（参考）

ウキクサホロビオントの共生相互作用機構を複数解析し、機能性微生物によるホロビオント機能改善および機能強化技術＝有用バイオマス高速生産技術の基盤を開発する。

⑤研究実施方法（参考）

野生ウキクサホロビオントから共生する特徴的な細菌株を選抜し、その作用分子機構を細菌側およびウキクサ側から理解することによって共生システムを理解し応用する。

研究グループ G3-2（リーダー：大阪大学　池　道彦 /KU 理学部 Arinthip Thamchaipenet）

2.4 ウキクサ共存微生物群集の解析

3.1. ポテンシャルの高いウキクサホロビオントの選抜

3.3. ウキクサホロビオントの機能を強化する技術の開発

3.4. システム生物学の手法を用いたウキクサホロビオントの特徴づけ

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

コウキクサ（*Lemna minor*）を対象として、共存微生物群集構造の特徴を明らかにし、主要な系統分類を用いて、長期的に安定した構成比率を維持することのできる Synthetic Bacterial Community（SBC）を構築する手法を確立するとともに、その SBC を用いて、共存微生物群集内における相互関係の詳細な解析や、同属細菌の置換による水質浄化機能の向上に取り組んだ。また、SBC の一部の構成菌のみを捕食する捕食性細菌を分離し、その捕食特性及び捕食動態の詳細な調査や、SBC 構成の意図的な改変の可能性について検討を進めた。さらに、食用資源植物としても重要な根をもたないウキクサの代表としてミジンコウキクサ（*Wolffia globosa*）を対象とし、環境水や活性汚泥、下水二次処理水由来の微生物群集による成長への影響や共存微生物群集の特徴の解析、ならびに純粋分離した共存微生物によるミジンコウキクサ成長促進の可能性及び成長促進に関与する各種生理機能の解析にも取り組んでいる。他方、カウンターパートから短期研究員 Dr. Roypim Thananusak を受け入れて大阪大学及び兵庫県立大学で研修を行い、ウキクサ共存微生物群集構成の解析技術及び共存

微生物群集内における相互関係の解析手法を共有した。また、長期研究員としてMs. Yuparat Saimeeを受け入れ、日タイ研究者による共同指導を進めている（2022年9月より研究生、2023年度より博士後期課程進学)。Ms. Yuparat Saimeeは2025年2月にカウンターパートと共著論文を微生物学国際雑誌に発表するとともに(Butdee et *al.* 2025)、筆頭著者として上述のミジンコウキクサ共存微生物群集の特徴付けに係る成果を論文化した(査読審査中)。さらに7th ICDRAにおいて同人に対して優秀ポスター発表賞も授与された。

②当該年度の目標の達成状況と成果

コウキクサ共存微生物群集の主要系統に属する細菌株を用いて作製したSBCを用い、微生物間の競争・共存メカニズムを検討した。特に、構成種の1つ、*Novosphingobium olei* DW067について相同組み換えによる遺伝子発現レポーター株を構築し、主要な代謝遺伝子の発現挙動に関する検討を進めた。また、共存微生物群集の制御に適用できることが見出された捕食性細菌株による捕食挙動の特徴を遺伝子レベルで解釈することができた。他方、池水、活性汚泥及び下水二次処理水由来の微生物群集と共栽培したミジンコウキクサ（*Wolffia globosa*）から分離した100株を超える分離菌株の成長促進効果の調査とともに、成長促進に関連する各種生理機能の解析に取り組み、ミジンコウキクサ成長促進効果に関係する生理機能の探索を進めた（継続中)。また、2ケ月にわたるウキクサ共生微生物群集の観察データから時系列解析によってウキクサの成長および水質浄化に影響する微生物種を推定し、その内容について論文発表した(Ishizawa *et al.* 2024)。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

コウキクサ（*Lemna minor*）を対象とした研究において捕食性細菌を用いた細菌間相互作用がウキクサ共存微生物群集制御及びウキクサホロビオント機能強化に活用できる可能性が見出されたことを受け、捕食性細菌に着目した研究をミジンコウキクサ（*Wolffia globosa*）に対しても展開することを進めている。また、SBCに対するより簡便な群集構造評価方法を開発し、その妥当性の検証を進めた。さらに、下水系の微生物群集が想定以上に優れたミジンコウキクサ成長促進効果を有することが見出されたことから、優れた成長促進効果を有する共存微生物の特定及びその成長促進メカニズムの解析に向けて、分離菌株を用いた研究を推進している。

④研究のねらい（参考）

Wolffia の共存微生物群集の解明及び根の有無による共存微生物群集の差異の解明、ウキクサへの微生物群集の定着機構の解明、ウキクサホロビオントにおける微生物間相互作用の解明、ウキクサ共存微生物群集制御及び機能強化に資する技術の確立。

⑤研究実施方法（参考）

複数の微生物源から *Wolffia* 表面に集積される微生物群集を特徴づけるとともに、*Lemna* 共存微生物群集と比較する。*Wolffia* 共存微生物群集からPGPB等の有用微生物を取得し、その特性を明らかにする。*Lemna* に対して構築済の安定なSBCを用いて、微生物間相互作用の解明、共存微生物群集制御技術の検討を進める。

(5) 研究題目4. ウキクサを原料とした有価物生産技術基盤の開発：G4

研究グループG4-1（リーダー：東北大学 久保田健吾 /KKU 工学部Pairaya Choeisai）

(1) バイオ燃料

4.1 バイオリアクター原料ウキクサの生産（水質測定を含む）

4.2 ラボスケールでのメタン発酵の実験

4.3 ベンチスケールでメタン発酵の実験

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

昨年度から継続している産業廃水とウキクサの共発酵の連続運転処理実験を行った。CSTR については順調にメタン発酵が進行し、バイオエネルギーを生産することができた。本成果は現在論文投稿中である（Srisopa *et al.*, submitted)とともに 7th ICDRA においてベストポスター発表賞を受賞した。一方、ラグーンリアクターについてはスカムが発生、蓄積し、バイオガスの発生にもばらつきが多く見られた。このスカム対策として循環を考えており （工場に設置されているラグーンシステムでは循環を行っている)、設計中のベンチスケールリアクターに循環するためのポートなどを組み込むこととした。東北大学から久保田および学生 2 名が KKU 訪問および 7th ICDRA に参加し、打ち合わせおよび研究発表を行った。東北大学ではウキクサ単独メタン発酵の連続運転実験を行い、その実現のためのデータを取得した。またウキクサ消化残渣を液肥として用いた場合のメタンおよび一酸化二窒素発生に関するデータの取得を開始した。

②当該年度の目標の達成状況と成果

ラボスケールリアクターを用いた実験結果をまとめた論文を投稿準備中である。また、工場に設置するベンチスケールリアクターを設計するための重要な知見が得られ、その対策を講ずることができている。また工場へのベンチスケールリアクター設置の検討も進んでいる。ウキクサ単独メタン発酵を行うための知見が得られた。これらの成果により、当初計画通り順調に進捗している。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

当初計画はタイのウキクサバイオマスを用いたエネルギー生産であったが、原料ウキクサバイオマスの低炭素生産を検討する中で、近隣の産業廃水処理との融合に関する研究へと拡大展開している。

④研究のねらい（参考）

ウキクサからバイオエネルギーを生産する。

⑤研究実施方法（参考）

生産したウキクサを産業廃水と共発酵する実験系において、2 つの異なるタイプのリアクターを用いて連続メタン発酵処理実験を行っている。

研究グループ G4-2（リーダー：北海道大学 松本謙一郎 /KU 農産業学部 Rangrong Yoksan）

(2) バイオプラスチック

4.4 ウキクサベースバイオプラスチック原料の試作

4.5 ウキクサベースバイオプラスチックの特性評価

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

ウキクサ由来バイオマスのプラスチック製造への応用として、糖化した後に発酵してバイオポリエステルである PHA に変換する方法（北海道大）と、PHA の物性改善を目的としてウキクサ繊維を混錬する方法（カセサート大、KU）を合わせて検討することを計画。概ね計画通り実施した。カセサート大学の博士研究員が北海道大学に滞在し、ポリマーの分離と分析方法についての研修を実施し

た。これを通してウキクサ繊維に PHA 等のポリエステルを混錬して作成した新規材料について、ポリマー組成と分子量を分析した。同時期に Dr. Rangrong Yoksan が北海道大学を訪問し、上記研修で得られた分析結果についての議論を行ったことに加えて、次年度の検討内容について計画を策定した。計画通り、ウキクサ由来糖液を原料として PHA を微生物合成することができた。また、タイ側技術によりウキクサ繊維を混錬したバイオプラスチック材料を世界に先駆けて作成し、材料特性を評価した。その成果は、生物高分子分野のトップジャーナルに発表した（Yoksan *et al.* 2022）。さらに、これまで生分解性樹脂の一種である PBAT の改質にデンプンが用いられているが、デンプンの代わりに非可食性ウキクサ由来バイオマスを利用できる可能性を示した（Yoksan *et al.* 2023）。

②当該年度の目標の達成状況と成果

ウキクサ由来バイオマスは、脱リグニン処理をせずに、効率よく糖化でき、ウキクサから調製した糖液が PHA の生産に利用できることを確認した。本成果は伝統ある農芸化学分野の国際誌に発表した（Ooi *et al.* 2024）。本論文の要点は、ウキクサに含まれるデンプンとセルロースの両方が利用できることを示したことである。2024 年 11 月、松本が KU を訪問し Dr. Rangrong と共同で実施したウキクサ繊維に PHA 等のポリエステルを混錬して作成した新規材料の成分、物性解析の実験について、論文執筆のためのデータの確認と議論を行った。データの取得は完了しているものの、論文を完成させるにはさらに論点を整理することが必要であったため、継続して執筆を行うこととした。ウキクサ由来糖液には、PHA の合成を阻害する物質が含まれる可能性が示唆された。糖液を高純度に生成すれば合成に使用できるが、より低コストで除去できることが望ましいため、阻害物質を特定する実験に着手した。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

④研究のねらい（参考）

再生可能なバイオマスから優れた物性を示すバイオプラスチックを生産する。ウキクサの高い生産性と易分解性を活用したモノづくりを行う。

⑤研究実施方法（参考）

組換え大腸菌を宿主としたポリエステル合成系を用いる。ウキクサ由来糖を添加した培地で培養し、ポリマー合成量を評価する。

研究グループ G4-3（リーダー：北海道大学 森川正章 /KU 農学部 Chanwit Kaewtapee）

(3) 家畜飼料

4.11 ウキクサの化学組成とアミノ酸消化性の決定

4.12 ウキクサ給餌による鶏卵の生産性と品質評価

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

当初計画：まず、ウキクサの化学組成とアミノ酸消化性を決定する（2021～2022 年度）。次に、さまざまなウキクサ配合飼料を与えた採卵鶏の卵生産性と品質および鶏の成長成績、アミノ酸消化率、見かけの代謝エネルギーを測定解析する（2022～2023 年度）。ウキクサタンパク質の抽出および加水分解を行い、その生物活性を調べる（2023 年度～2024 年度）。

実施状況：３種類のウキクサ（*Lemna*、*Wolffia*、*Spirodela*）の化学組成と *in vitro* タンパク質消化率を他の飼料原料と比較評価した。化学組成は、乾物（DM）、粗タンパク質（CP）、エーテル抽出

物（EE)、粗繊維（CF)、灰分、および無窒素抽出物を近似分析法によって決定した。*in vitro* タンパク質消化率の測定では、消化酵素を用いて pH、温度、時間を制御し、豚の消化管内環境を模擬した。化学組成分析の結果、*Lemna* と *Wolffia* は、CP 含有量が高く CF 含有量が低いのに対し、*Spirodela* は CP 含有量が低く CF 含有量が高いことが判明した。ウキクサの EE 含有量は、*Wolffia* が最も少なく *Lemna* が最も高かった。また、灰分含有量は、*Spirodela* が高く、*Wolffia* と *Lemna* は同程度であった。標準化回腸消化率（SIDCP）については、*Lemna*（72%）、*Wolffia*（69%）であり、*Spirodela*（39%）と比較して高い消化率を示した。栄養価においても *Lemna* と *Wolffia* はトウモロコシおよびビール粕と同列であり、この 2 種類のウキクサは持続可能な畜産飼料であることを示すことができた。

②当該年度の目標の達成状況と成果

以上の成果をカウンターパートの博士課程学生が原著論文として公表した（Thongthung *et al.* 2024. *Trends Sci.* **21**(11) 8324)。また、7th ICDRA 国際会議では同人に優秀ポスター発表賞が授与され、今後の活躍が大いに期待できる。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

ADGreen 社が十分な量の *Lemna* を供給できる見込みが立ったことから、当初計画の「採卵鶏」に加えて、より我が国へのインパクトの大きな「肉鶏」などを使った試験研究も可能な状況である。

④研究のねらい（参考）

ウキクサ配合飼料の有用性を検証し，ウキクサバイオマスの用途拡大をねらう。

⑤研究実施方法（参考）

採卵鶏用の飼料を当面の開発対象とする。

研究グループ G4-4（リーダー：サラヤ株式会社：田端宏充 /KU 農産業学部 Suvimol Charoensiddhi, ADGreen 社 Metha Meetam)

(4) 機能性食品

4.15 ヒトの健康に有効な活性物質を開発する

4.16 ウキクサ活性物質を含む機能性食品を開発する

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

ウキクサおよびウキクサ由来の機能性物質を活用した食品開発を目的として、R3 年度から R5 年度にかけて①ウキクサの冷凍保存方法の検討、②ウキクサ粉末の物性評価や微細化による物性改善効果の検討、③ウキクサ粉末を配合した菓子や飲料、調味料などの試作開発、④ウキクサの機能性評価として、血管内皮機能への影響を確認するための予備試験および R6 年度には臨床試験を実施した。また、ウキクサの価値創出のため、栄養学的および味質の観点から検討を行った。さらに、ウキクサ粉末を配合したスープや佃煮ペースト、飴などの試作品の開発にも取り組んだ。

②当該年度の目標の達成状況と成果

昨年度に引き続き、ウキクサ摂取による血管内皮機能への影響を検証するため、脈波測定装置を用いた臨床試験を実施した。その結果、ウキクサ粉末の摂取により体積弾性率の低下および拡張率の上昇が認められ、血管内皮機能の改善傾向が示唆された。また成分分析の結果、ウキクサ粉末はルテイン・ゼアキサンチンを豊富に含有し、高い抗酸化能を有することが確認された。なお、これらの成果は、The 7th ICDRA 2024 においてポスター発表を行った。

また、ウキクサの付加価値創出に向けたと取り組みとして、味質の観点からウキクサ添加が塩味に与える影響を評価した。さらに、ウキクサ粉末の原料特性と加熱時の栄養成分保持性について検討を行った。結果、焼き菓子等の加熱条件においても、各種ビタミンの顕著な減少はみられず、加熱加工食品への応用においても栄養価を維持した製品提案が可能であることが示唆された。

アプリケーション開発に関しては、前年度に嗜好性が低かったウキクサ配合菓子について、配合バランスや素材組成の見直しを行い、改善の可能性を検討した。加えて、スープや佃煮ペースト、飴への応用も試みたところ、飴においてはフレーバーの選定によって良好な嗜好性が得られる可能性を見出した。また、クッキーおよび佃煮ペーストについても、適切設計により嗜好性が向上する傾向が確認された。

ウキクサ由来たんぱく質の高付加価値化に向けては、ペプチド化に関する基礎検討として、抽出条件および酵素処理条件の違いによる特性評価を実施した。あわせて、ADGreen 社ではウキクサの乾燥および粉砕工程の改良に取り組んでおり、新たに得られたウキクサ粉末を用いたペプチド製造方法の検証と製品規格化に向けた検討を進めている。

国際連携の強化としては、2024 年 12 月にカセサート大を訪問し、Dr. Suvimol の研究室設備見学および双方の研究進捗に関する情報共有を行うとともに、今後の協働連携体制について協議を行った。さらに、同年には ADGreen 社の農場施設も訪問し、ウキクサ原料の規格や加工工程について意見交換を行った。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

タイ側では未変性タンパク質の抽出効率を最大限に高める超音波照射装置を開発し，その分解ペプチドに抗菌活性を見出している（Duangjarus *et al.* 2022. Foods 2022, **11**, 2348)。2024 年度は大型超音波タンパク抽出装置を機材供与し，さらに多様な実験が行える体制を整えた。本装置を使って抽出したウキクサタンパク質および多糖のインビトロ消化特性を評価した結果，いずれも消化管内で消化されにくいという特性を見出した。さらに， 肥満成人の糞便を用いた発酵試験によって腸内細菌叢の変化を調べた結果、各種抽出処理を施さなくともウキクサそのままの投入でビフィズス菌など有用腸内細菌が増加することを見出した。これらの結果は，ウキクサが腸内環境の改善に有効なプレバイオティクスとして機能し、さらには肥満体質を改善する可能性を示唆する。以上の成果を原著論文として発表した（Dhamaratana *et al.* 2025. *Food Chem. Adv.* **6**. (2025) 100867; Dhamaratana *et al.* 2025. *Future Foods.* **11**. (2025) 100608：インパクトファクター 7.2)。

④研究のねらい（参考）

タイ国内で高品質食用ウキクサを供給可能な ADGreen 社と密接に連携し、日本国内でその付加価値を評価しつつ新たな機能性食品を開発する。そのノウハウをタイ側へ移転することにより、高品質食用ウキクサのタイ国内および国際需要の拡大をねらう。

⑤研究実施方法（参考）

タイは主に原料ウキクサの消化性および腸内菌叢の評価を担当し，食用ウキクサベンチャー ADGreen 社の活動とも連携する。日本では，主に ADGreen 社から調達するウキクサを原材料としてサラヤ（株）が新食品を試作する。試作した食品の消化性および腸内菌叢の評価はタイ側で行う。

(6) 研究題目 5. ウキクサホロビオント水質浄化システムの低炭素化効果の検証: G5

研究グループ G5（リーダー：山梨大学　森　一博 /KU 工学部 Chart Chiemchaisri）

5.1 様々な排水を対象とした、ウキクサホロビオントによる水質浄化能力，バイオマス生産能力，および温室効果ガス発生削減能力のラボレベル評価（G6 と協力）

5.2 選定された排水を対象に、自然ウキクサホロビオントシステムの水質浄化効果と低炭素化効果を現場ベンチスケールで開発・実証・最適化

5.3 G3 から提供される選抜ウキクサホロビオントシステムについて同様に開発・実証・最適化

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

2021～2024 年度における当初計画に従い、各種ウキクサホロビオントの水質浄化能力、バイオマス生産能力と温室効果ガス発生削減能力の評価と、G2 および G3 から提供される各種ウキクサと共生微生物群からなるウキクサホロビオントを対象とした各種汚染水・排水に対する処理能力の評価並びに科学的特徴付けをラボスケールと屋外でスケールアップしたベンチスケールでも実施した。カウンターパートへの技術移転については、ウキクホロビオントによる処理システムの運転維持管理、各種分析に係る試験方法について、オンラインに加えて現地でも山梨大から 2024 年 5 月（遠山教授）、9 月（遠山教授）、11 月（森教授と遠山教授）に情報提供と指導を行った。

②当該年度の目標の達成状況と成果

各種ウキクサホロビオントの排水処理能力とバイオマス生産能力の評価試験を山梨大学とタイ側（カセサート大、 KU）が協同で進めた。これまで KU と山梨大が協同で進めた、タイの *Spirodela* 属と *Lemna* 属のウキクサホロビオントによる生活排水と養豚施設嫌気性消化排水から汚濁物質除去の最適培養条件検討や、*Spirodela* 属ウキクサに増殖促進微生物を接種した「ウキクサホロビオント」による生活排水処理とウキクサバイオマス生産実証の成果、山梨大による「ウキクサホロビオント」の性能に影響を及ぼす培養条件に係る情報を元に整えた実証試験の条件に従い、野外でのベンチスケール実証試験を開始し、浄化効果やバイオマスに係る運転データを得ることができた（KU・山梨大協同）。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

ウキクサ水処理技術を開発するなかで、分解が難しく病院排水から環境中へ放出されて多剤耐性菌の出現が危惧される抗生物質の一つであるサルファ剤をウキクサがフェントン反応を誘発して分解することを発見した。一方、無菌ウキクサに比べて微生物と共存するウキクサホロビオントによってより効率よく分解が進行することも判明した。さらに、サルファ剤を含む排水処理に連動して生産されたウキクサバイオマスがバイオ燃料（メタンガス）に変換可能であることも明らかにした。以上の成果は、環境化学・環境工学分野のトップジャーナルに掲載された（Toyama *et al.* (2024) *Chemosphere* 361, 142592.：インパクトファクター 8.1）。

④研究のねらい（参考）

様々な排水を対象に、ウキクサホロビオントによる水質浄化能力、バイオマス生産能力、および温室効果ガス発生削減能力を先ずラボレベルで評価する。次に、選定した排水を対象に、自然あるいは選抜ウキクサホロビオントシステムの水質浄化効果と低炭素化効果を現場ベンチスケールで開発・実証・最適化する。さらに、G3 から提供される高機能ウキクサホロビオントについても水質浄化システムの開発・実証・最適化を行う。以上の成果を総合して、ウキクサホロビオントを活用した水質浄化システム全体が現状(BAU)に比べて省エネおよび温室効果ガス発生量削減に貢献していることを

検証する（G6-2 と協力）。ウキクサホロビオント水質浄化システムの設計および運転管理のためのデータベースやハンドブックを作成し公開する。

⑤研究実施方法（参考）

タイ側の研究者と協力しながら研究を進める。ラボスケールの実験は両国で進め、ベンチ・パイロットスケールの実証試験はタイ国内で実施する。G3 から高機能ウキクサホロビオントが提供されるまでは、ウキクサを各種汚染水と接触させて得られる自然ホロビオントの水質浄化作用を調査する。

(7) 研究題目 6. ウキクサの農家生産支援とウキクサを活用した技術の実用化推進: G6

研究グループ G6-1（リーダー：ADGreen 社 Metha Meetam）

6.1. タイにおけるウキクサ生産支援

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

当初計画：ADGreen 社によるタイ国内でのウキクサ食品市場の拡大を支援するとともに、ADGreen 社は自社以外のウキクサ生産農家および企業に対して技術支援を行う。

実施状況：機能性食品開発グループ G4-4 の連携を継続しており、ADGreen 社から日本（サラヤ(株)）への乾燥ウキクサの輸入量も順調に伸びている。

②当該年度の目標の達成状況と成果

今年度は、ワークショップの開催やイベントへの参加を通してウキクサ生産農家および企業に対して技術支援を行った。

1. 2024 年 9 月 11 日、バンコクの BITEC 会議センターで、「新たな経済作物としてのウォルフィアとウキクサ：実験室から食用作物の GAP 基準認証まで」と題したワークショップを開催した。この会議は、タイ遺伝学会、Be-HoBiD、カサートサート大学の共催で、タイ国際ラボラトリーズ（LAB）見本市が後援した。ワークショップでは、研究統括者 Prof. Arinthip Thamchaipenet が司会を務めた。G4 研究代表者 Dr. Suvimol Charoensiddhi と G6 研究代表者 Dr. Metha Meetam もワークショップに参加し、それぞれウキクサの機能性食品とウキクサの栽培に関する問題について参加者に説明した。ワークショップは一般公開され、ウキクサ農家、起業家、企業、学術関係者など 50 名を超える参加があった。
2. 2025 年 1 月 31 日から 2 月 8 日まで、カセサート大学で Kaset Fair（農業フェア）2025 が開催された。これは大学関連の農業開発、学術的成果、研究プロジェクト、技術革新を官民両セクターに紹介することが目的である。昨年及び一昨年に続いて、Be-HoBiD プロジェクトはこの機会を利用して、ウキクサの生物学と応用について来場者の理解を深め、プロジェクトの成果を展示した。来場者には、人気のウキクサアイスクリームも無償提供した。
3. 2025 年 3 月 12 日、バンコクのインパクトアリーナ第 6 ホールにて、Horti Agri Next Asia 2025 博覧会の一環として、「ウォルフィア：タイの未来の経済作物」と題したパネルディスカッションが開催された。ADGreen 社の Dr. Sutheera Ratanasirintrawoot と、G6 研究代表者 Dr. Metha Meetam が登壇し、ウキクサ産業の現状と将来の社会・経済への影響について、それぞれの見解と経験を共有した。タイ国内外のウキクサ農家、起業家、農産関連企業、学識経験者など、50 名を超える参加者が集まった。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

④研究のねらい（参考）タイにおいて、ウキクサ産業を拡大推進する。

⑤研究実施方法（参考）食用ウキクサをビジネスとして展開しているカウンターパート研究者がキーパーソンとして、ウキクサ農家を啓蒙するとともにその生産を支援する。さらに、G4 のカウンターパート研究者が総力を上げてウキクサ有価物生産技術の社会実装に努める。

研究グループ G6-2（リーダー：国立環境研 蛯江）

6.2 各研究グループで開発したウキクサ活用技術の炭素収支を評価する

①当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

前年度に引き続き、KU やキングモンクット工科大学の研究者らと議論を重ね、ウキクサ活用技術の低炭素化評価に必要なデータの収集、排出量算定の方法論の確立を進めた。特に、G5 と連携して、ウキクサ活用水処理システムの実装化モデルのシナリオ設定を進めた。また、国内のウキクサ生産工場の視察を行い、低炭素化効果の評価法について助言を行うとともに、ウキクサ栽培・生産における温室効果ガス排出モデルに関する知見を得ることができた。

②当該年度の目標の達成状況と成果

タイ国での現地調査（養豚排水処理システム）を合同で実施し、排水処理フローの把握と現地の状況に合わせた温室効果ガスの測定装置の設定・設置、モニタリングの方法、評価手法や留意点等の技術支援を行った。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

④研究のねらい（参考）

ウキクサを活用したシステムの優位性を示すとともに，更なる低炭素化のための提言を行う。

⑤研究実施方法（参考）

本研究で新たに構築されるウキクサを活用したシステムの温室効果ガス排出特性の評価を行うことで，その優位性を示すとともに，排出量削減のキーポイントを見いだし，より効率的なシステム構築に資する提言を行う。

Ⅱ．今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

本プロジェクトの目標は、「CO_2 と汚染水で生育可能かつ資源価値の高いウキクサ科植物ホロビオントの活用により、持続可能な低炭素社会の構築に貢献する」ことである。具体的には、ウキクサ-共存微生物複合生物資源研究センターの創設（G1）、ウキクサ-共存微生物複合生物資源コレクションの整備（G2）、ウキクサ成長速度を加速する微生物共生作用の理解と強化（G3）、バイオ燃料・バイオプラスチック・家畜飼料・高機能性食品の開発（G4）、低炭素型水処理技術とウキクサ生産技術の開発（G5）、ウキクサ農家支援と低炭素化の評価（G6）を行う。ウキクサを基軸とした生物資源整備から新産業創出まで一気通貫に取り組むことで、タイ国政府が推進する生物循環グリーン：BCG 経済政策およびカーボンオフセットに寄与する。今後のプロジェクトの進め方に変更はない。グループ間での情報共有ならびに協力関係に配慮しながら最終ゴールを目指す。

上位目標である「DHbRC での研究活動が継続・発展し、研究がウキクサ以外の生物資源にも適用されるとともに、BCG 経済への貢献が認知される」の達成の見通しについては、タイ側研究者は既にイネなどの植物に共存する微生物に関する研究やキャッサバデンプンを利用したバイオプラスチック生産の実績を有しているため、プロジェクト期間内に予定しているホロビオント技術の移転と研究

環境の整備が完了すれば、研究活動の水平展開は大きな障害なく達成できると見込んでいる。また、タイ日間の企業連携が順調に進んでいることも上位目標達成に向けた力強い材料といえよう。

Ⅲ．国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

・タイは6月から10月頃にかけて雨季を迎える。2022年9月の集中的な降雨量が想定を超えたことと海抜1.5mのバンコク都の排水インフラ整備に限界があるため、キャンパス内ポンドの水が溢れウキクサが流出する事態に遭遇した。防水壁の設置あるいはウキクサ用専用ポンドの整備などについてKUと今後の対策に関して協議したが、本質的な解決にはならないと結論した。同様に被害を受けたADGreen社のウキクサ生産場は、既にバンコク中心部から50キロメートル離れた場所に移設した。

Ⅳ．社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

・タイ国において、ADGreen社が既に高品質な食用ウキクサを生産し販売を開始している。

・サラヤ（株）が、ADGreen 社より原料を輸入調達し、機能性食品を日本国内販売する計画である。

・2021 年度　JST-SCORE 社会還元加速プログラム大学推進型に選定された北海道大学の学生チーム“floatmeal”が 、2023 年 5 月 25 日に札幌市に法人登記を済ませスタートアップを起業した。2024年度は、同社に食用および飼料用ウキクサを合計300kg委託生産し、その製造プロセスの低炭素化評価と市場調査を行ない十分な手応えを得ている。

Ⅴ．日本のプレゼンスの向上（公開）

・第７回 ウキクサ研究応用国際会議をカセサート大学とJICA共催でバンコクに招致および開催し、本事業で創設したウキクサホロビオントセンターおよび関連活動を世界中の主要なウキクサ関連研究者に披露し周知できたことは、SATREPS事業を印象付けることに大きく貢献した。実際、国際運営委員会会長から個人的に「日本のチームは（ウキクサ関連研究の発展とその裾野を広げることに関して）大きく貢献している」とコメントがあった。

・本事業を開始するまでは、ウキクサ関連研究を全く行なっていなかった30名を越えるカウンターパートタイ側研究者がここまで協力的に本事業に理解を示し協働してくれている背景として、50年にわたる我が国とASEAN諸国との継続的な人的交流によって構築された研究者同士の揺るぎない信頼関係に支えられていることを付記しておきたい。

以上

Ⅵ. 成果発表等

（1）論文発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

①原著論文（相手国側研究チームとの共著）

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ	DOIコード	国内誌/国際誌の別	発表済/in press/acceptedの別	特記事項（分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。）
2020	Khailina Y, Jog R, Boonmak C, Oyama T, Toyama T, Morikawa M (2021) Indigenous bacteria, an excellent reservoir of functional plant groth promoters for enhancing duckweed biomass yield on site, Chemosphere, 268, 129247	doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129247	国際誌	発表済	
2023	Thepubon T, Phungsai P, Choeisai P, Kubota K (2023) Dissolved organic matter composition and microbial community dynamics in two-phase multi-staged up-flow anaerobic sludge blanket treatment of tapioca starch processing wastewater. Bioresour. Technol. Rep. 24: 101660.	doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101660	国際誌	発表済	
2023	Boonmak C, Kettongruang S, Buranathong B, Morikawa M, Duangmal K. (2024) Duckweed-associated bacteria as plant growth-promotor to enhance growth of Spirodela polyrhiza in wastewater effluent from a poultry farm. Arch. Microbiol. 206, 43.	doi.org/10.1007/s00203-023-03778-4	国際誌	発表済	

論文数 3 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 3 件
公開すべきでない論文 0 件

②原著論文（上記①以外）

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ	DOIコード	国内誌/国際誌の別	発表済/in press/acceptedの別	特記事項（分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。）
2020	Iwashita T, Tanaka Y, Tamaki H, Nakai R, Yoneda Y, Makino A, Toyama T, Kamagata Y, Morikawa M, Mori K. (2021) Isolation and Characterization of Novel Plant Growth-Promoting Bacteria from the Fronds of Duckweed. Jap. J. Water Treat. Biol. 571, 1-9	doi.org/10.2521/jswtb.57.1	国内誌	発表済	論文賞受賞論文。
2021	Saimee Y, Duangmal K. (2021) Streptomyces spirodelae sp. nov., isolated from duckweed. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 71, 005106.	doi.org/10.1099/ijsem.0.005106	国際誌	発表済	
2021	Yoksan R, Boontanimitr A, Klompong N, Phothongsurakun T. (2022) Poly(lactic acid)/thermoplastic cassava starch blends filled with duckweed biomass, Int. J. Biol. Macromol., 203, 369-378.	doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.01.159	国際誌	発表済	生物高分子分野のトップレベル雑誌へ掲載された、ウキクサバイオマスを使ったはじめてのバイオプラスチック製造に関する論文。
2021	Watanabe, E., Isoda, M., Muranaka, T., Ito, S., Oyama, T. (2021) Detection of uncoupled circadian rhythms in individual cells of Lemna minor using a dual-color bioluminescence monitoring system. Plant Cell Physiol. 62: 815-826.	doi.org/10.1093/pcp/pcab037	国際誌	発表済	
2021	Yoshida, A., Taoka, K., Hosaka, A., Tanaka, K., Kobayashi, H., Muranaka, T., Toyooka, K., Oyama, T. and Tsuji, H. (2021) Characterization of frond and flower development and identification of FT and FD genes from duckweed Lemna aequinoctialis Nd. Front. Plant Sci. 112: 697206.	doi.org/10.3389/fpls.2021.697206	国際誌	発表済	
2021	Acosta, K., Appenroth, K.J., Borisjuk, L., Edelman, M., Heinig, U., Jansen, M.A.K., Oyama, T., Pasaribu, B., Schubert, I., Sorrels, S., Sree, K.S., Xu, S., Michael, T.P., Lam, E. (2021) Return of the Lemnaceae: duckweed as a model plant system in the genomics and postgenomics era. Plant Cell 33: 3207-3234.	doi.org/10.1093/plcell/koab189	国際誌	発表済	植物科学分野のトップジャーナルに掲載された最近のウキクサを使った基礎応用研究をまとめた総説。
2021	Ueno, K., Ito, S., Oyama, T. (2022) An endogenous basis for synchronization manners of the circadian rhythm in proliferating Lemna minor plants. New Phytol. 233: 2203-2215	doi.org/10.1111/nph.17925	国際誌	発表済	形質転換ウキクサを用いた基礎研究で世界に先駆けた成果。
2021	Isoda, M., Ito, S., Oyama, T. (2022) Interspecific divergence of circadian properties in duckweed plants. Plant Cell Environ. (online)	doi.org/10.1111/pce.14297	国際誌	発表済	
2021	Yoneda Y, Yamamoto K, Makino A, Tanaka Y, Meng X-Y, Hashimoto J, Shin-ya K, Satoh N, Fujie M, Toyama T, Mori K, Ike M, Morikawa M, Kamagata Y, Tamaki H. (2021) Novel plant-associated Acidobacteria promotes growth of common floating aquatic plants, duckweeds. Microorganisms 9, 1133.	doi.org/10.3390/microorganisms9061133	国際誌	発表済	
2021	Toyama T, Mori K, Tanaka Y, Ike M, Morikawa M. (2021) Growth promotion of a duckweed Spirodela polyrhiza (Lemnaceae) by Ensifer sp. SP4 through enhancement of nitrogen metabolism and photosynthesis. Mol. Plant-Micro. Interact. 35(1), 28-38.	doi.org/10.1094/MPMI-06-21-0157-R	国際誌	発表済	植物共生微生物分野のトップジャーナルに掲載された、ウキクサホロビオント内相互作用機構の一部をはじめて解明した成果。米国植物病理学会のニュースとしても報道された。
2022	Inoue D, Hiroshima N, Ishizawa H, Ike M. (2022) Whole structures, core taxa, and functional properties of duckweed microbiomes. Bioresour. Technol. Rep. 18, 101060.	doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101060	国際誌	発表済	
2022	Watanabe, E., Muranaka, T., Nakamura, S., Isoda, M., Horikawa, Y., Aiso, T., Ito, S., Oyama, T. (2023) A non-cell-autonomous circadian rhythm of bioluminescence reporter activities in individual duckweed cells . Plant Physiol.193: 677-688	doi.org/10.1093/plphys/kiad218	国際誌	発表済	植物生理学分野のトップジャーナルの一つに出版され、同ジャーナルに解説論文がでるなど大きな反響があった論文。
2022	Muranaka, T., Ito, S., Kudoh, H., Oyama, T. (2022). Circadian-period variation underlies the local adaptation of photoperiodism in the short-day plant Lemna aequinoctialis. iScience 25: 104634	doi.org/10.1016/j.isci.2022.104634	国際誌	発表済	日本国内のウキクサ花成多様性と多様化機構の解明を通して、花成時期決定機構の一端をあきらかにした画期的な論文。
2022	Taoka, K.-I., Kawahara, I., Shinya, S., Harada, K.-I., Yamashita, E., Shimatani, Z., Furuita, K., Muranaka, T., Oyama, T., Terada, R., Nakagawa, A., Fujiwara, T., Tsuji, H., Kojima, C.(2022). Multifunctional chemical inhibitors of the florigen activation complex discovered by structure-based high-throughput screening. Plant J.112: 1337-1349.	doi.org/10.1111/tpj.16008	国際誌	発表済	
2022	Edelman, M., Appenroth K.J., Sree K.S., Oyama T. (2022) Ethnobotanical history of duckweeds in different civilizations. Plants 11: 2124	doi.org/10.3390/plants11162124	国際誌	発表済	世界の古文献をベースに、ウキクサ植物の人類利用（捉え方）をまとめたユニークな論文。
2022	Juma, P.O., Fujitani, Y., Alessa, O., Oyama, T., Yurimoto, T., Sakai, Y., Tani, A. (2022) Siderophore for lanthanide and iron uptake for methylotrophy and plant growth promotion in Methylobacterium aquaticum strain 22A. Front. Microbiol. 13: 921635	doi.org/10.3389/fmicb.2022.921635	国際誌	発表済	
2022	Ishizawa H, Kaji Y, Shimizu Y, Kuroda M, Inoue D, Makino A, Nakai R, Tamaki H, Morikawa M, Ike M. (2023) Spontaneous cell lysis by Pelomonas saccharophila MRB3 provides plant-available macronutrients in hydroponic growth media and accelerates biomass production of duckweed. J. Water Environ. Technol. 21(1), 49-58.	doi.org/10.2965/jwet.22-054	国内誌	発表済	論文賞受賞論文。
2022	Yamamoto K, Yoneda Y, Makino A, Tanaka Y, Meng X-Y, Hashimoto J, Shin-ya K, Satoh N, Fujie M, Toyama T, Mori K, Ike M, Morikawa M, Kamagata Y, Tamaki H. (2022) Draft genome sequence of Bryobacteraceae strain F-183. Microbiol. Resour. Announc. 11(1), e00453-21.	doi.org/10.1128/mra.00453-21	国際誌	発表済	
2022	Yamamoto K, Yoneda Y, Makino A, Tanaka Y, Men X-Y, Hashimoto J, Satoh N, Fujie M, Toyama T, Mori K, Ike M, Morikawa M, Kamagata Y. Tamaki H. Complete genome sequence of Luteitalea sp. strain TBR-22. Microbiol. Resour. Announc. 11(2), e00455-21.	doi.org/10.1128/mra.00455-21	国際誌	発表済	

2022	Makino A, Nakai R, Yoneda Y, Toyama T, Tanaka Y, Meng X-Y, Mori K, Ike M, Morikawa M, Kamagata Y, Tamaki H (2022) Isolation of aquatic plant growth-promoting bacteria for the floating plant duckweed (Lemna minor). Microorganisms 10(8), 1564.	doi.org/10.3390/microorganisms10081564	国際誌	発表済	
2022	Duangjarus N, Chaiworapuek W, Rachtanapun C, Ritthiruangdej P, Charoensiddhi S. (2022) Antimicrobial and functional properties of duckweed (Wolffia globosa) protein and peptide extracts prepared by ultrasound-assisted extraction. Foods 11, 2348.	doi.org/10.3390/foods11152348	国際誌	発表済	
2022	Bunyoo C, Roongsattham P, Khumwan S, Phonmakham J, Wonnapinij P, Thamchaipenet A. (2022) Dynamic alteration of microbial communities of duckweeds from nature to nutrient-deficient condition. Plants 11, 2915.	doi.org/10.3390/plants11212915	国際誌	発表済	
2022	Kamal Shuvro S, Jog R, Morikawa M. (2023) Diazotrophic bacterium Azotobacter vinelandii as a mutualistic growth promoter of an aquatic plant: Lemna minor. Plant Growth Regul. 100, 171-180	doi.org/10.1007/s10725-022-00948-0	国際誌	発表済	大気中窒素によるウキクサ生産の可能性を示唆する先駆的な成果を報告した論文。
2023	Inoue D, Nakamura S, Sugiyama T, Ike M. (2023) Potential of predatory bacteria to colonize the duckweed microbiome and change its structure: A model study using the obligate predatory bacterium, Bacteriovorax sp. HI3. Microbes Environ. 38(3), ME23040.	doi.org/10.1264/jsme2.me23040	国際誌	発表済	捕食性細菌によるウキクサ共生細菌叢改変を初めて明らかにし、そのウキクサホロビオント制御への適用可能性を示した論文。
2023	Yoksan R, Boontanimitr A. (2023) Effect of calcium carbonate on the performance of poly(butylene adipate-co-terephthalate) filled with duckweed biomass. Ind. Crops & Products. 205, 117442.	doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117442	国際誌	発表済	
2023	Kajadpai N, Angchuan J, Khunnamwong P, Srisuk N. (2023) Diversity of duckweed (Lemnaceae) associated yeasts and their plant growth promoting characteristics. AIMS Microbiol. 9(3), 486-517.	doi.org/10.3934/microbiol.2023026	国際誌	発表済	
2023	Saimee Y, Butdee W, Boonmak C, Duangmal K. (2024) Actinomycetospora lemnae sp. nov., a novel Actinobacterium isolated from Lemna aequinoctialis able to enhance duckweed growth. Current Microbiology 81, 92(3).	doi: 10.1007/s00284-023-03595-4.	国際誌	発表済	
2023	Ishizawa H, Tashiro Y, Inoue D, Ike M, Futamata H (2024) Learning beyond-pairwise interactions enables the bottom-up prediction of microbial community structure. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 121(7), e23123961.	doi.org/10.1073/pnas.2312396121	国際誌	発表済	科学全般のトップジャーナルに掲載された、シンプルな人工生態系を用い、ウキクサ共生細菌叢の形成に関わる微生物間相互作用を数理的に解明した論文。
2023	Ishizawa H, Tada M, Tashiro Y, Kuroda M, Inoue D, Dohra H, Futamata H, Ike M. (2024) Complete genome sequences of six duckweed-associated bacterial strains for studying community assembly in synthetic plant microbiome. Microbiol. Resour. Announc. 13(4), e01280-23.	doi.org/10.1128/mra.01280-23	国際誌	発表済	
2024	Ishizawa H, Tashiro Y, Okada T, Inoue D, Ike M, Futamata H. (2024) Uncovering the causal relationships in plant-microbe ecosystems: A time series analysis of the duckweed cultivation system for biomass production and wastewater treatment. Sci. Total Environ. 957, 177717.	doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177717	国際誌	発表済	
2024	Toyama T, Kobayashi M, Rubiyatno, Morikawa M, Mori K. (2024) Sulfamethoxazole removal and fuel-feedstock biomass production from wastewater in a phyto-Fenton process using duckweed culture. Chemosphere 361, 142592.	doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142592	国際誌	発表済	環境化学分野・環境工学分野のトップジャーナルに掲載された、ウキクサホロビオントを利用した画期的な低炭素水質浄化技術を開発した論文。
2024	Tanaka Y., Tozawa E., Iwashita T., Morishita Y., Tamaki H., Toyama T., Morikawa M., Kamagata Y., Mori K. (2024) Successful isolation of diverse *Verrucomicrobiota* strains through the duckweed-microbes co-cultivation method. Microbes Environ. 39, ME24019	doi.org/10.1264/jsme2.ME24019	国際誌	発表済	
2024	Dhamaratana S, Methacanon P, Charoensiddhi S. (2025) Chemical composition and in vitro digestibility of duckweed (Wolffia globosa) and its polysaccharide and protein fractions. Food Chem. Adv. 6, 100867	doi.org/10.1016/j.focha.2024.100867	国際誌	発表済	
2024	Butdee W, Saimee Y, Suriyachadkun, Duangmal K. (2025) Pseudonocardia spirodelae sp. nov., isolated from duckweed and formal proposal to reclassify Pseudonocardia antarctica as a later heterotypic synonym of Pseudonocardia alni and reclassify Pseudonocardia carboxydivorans as Pseudonocardia alni subsp. carboxydivorans. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2025;75:006608	doi.org/10.1099/ijsem.0.006608	国際誌	発表済	
2024	Thongthung H, Chungopast S, Petchpoung K, Kaewtapee C. (2024) Chemical composition and in vitro protein digestibility of duckweed and feed ingredients. Trends Sci. 21(11) 8324	doi.org/10.48048/tis.2024.8324	国際誌	発表済	
2024	Kengo Kubota, Takashi Otani, Teruki Hariu, Takumi Jin, Tadashi Tagawa, Masaaki Morikawa, Yu-You Li. (2024) Evaluation of sewage treatment performance and duckweed biomass production efficiency in a primary sedimentation basin + duckweed pond + downflow hanging sponge (PSB + DWP + DHS) system. J. Water Process Eng. 65: 105818.	doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105818	国際誌	発表済	
2024	Ooi T, Sato R, Matsumoto K (2024) Utilization of duckweed-derived biomass for polyhydroxybutyrate production in Escherichia coli via dual enzymatic saccharification using amylase and cellulase complex. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 88(12) 1496	10.1093/bbb/zbae127	国際誌	発表済	
2024	Phạm HTT, Kuroda S, Khairina Y, Morikawa M. (2025) Creation of a functional duckweed holobiont to reduce nutrient competition with microalgae for high-yield biomass production. Bioresour. Technol. 421, 132110	doi.org/10.1128/mra.01280-23	国際誌	発表済	エネルギー分野・環境工学分野のトップジャーナルに掲載された、機能的ウキクサホロビオントの創生に成功した論文。

論文数	38	件
うち国内誌	2	件
うち国際誌	36	件
公開すべきでない論文	0	件

下線はタイ側の論文

③その他の著作物（相手国側研究チームとの共著）（総説、書籍など）

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2024	Chiemchaisri C, Chiemchaisri W, Saksukol L, Chandaravithoon C, Witthayaphirom C, Boonyaroj V, Toyama T, Mori K, Morikawa M. (2025) Duckweed-based waste stabilization ponds for wastewater treatment. In Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. ELSEVIER. ISBN: 978-0-443-23662-4		書籍	発表済	タイ側研究者が主体的に執筆したウキクサホロビオント水処理技術に関する総説。 doi.org/10.1016/B978-0-443-23662-4.00003-2

著作物数 1 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物（上記③以外）（総説、書籍など）

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2021	森川正章 (2021) ウキクサホロビオントが開くグリーンサーキュラーエコノミーへの扉、バイオインダストリー, 38 (7), 2-9		雑誌特集	発表済	SATREPS事業構想を紹介した解説記事
2021	森一博, 遠山忠 (2021) 植物を活用した浄化法導入による下水処理でのエネルギー消費削減の可能性、バイオインダストリー, 38 (7), 44-52		雑誌特集	発表済	
2022	森一博, 遠山忠, ウキクサホロビオントによる持続的な水質浄化とバイオマス資源回収の可能性, 水処理生物学会誌, 2022年, 58巻4号, 127-136		学会誌解説	発表済	
2022	Morikawa M. Bioremediation: From Key Enzymes to Practical Technologies. In Hdb. Env. Chem. 115: 263-290 (2023) ISBN 978-981-19-5235-7		書籍	発表済	
2022	Morikawa M. Remediation by Floating Plants. In Hdb. Env. Chem. 115: 651-682 (2023) ISBN 978-981-19-5235-7		書籍	発表済	
2023	村中智明, ウキクサを光らせて概日時計を視る, 文一総合出版 植物の超階層生物学, 2023 241-263		国内誌	発表済	
2023	村中智明, アオウキクサの花成から考える光周性の局所適応と概日時計周期の関係, BSJ-Review, 2023, 14, 132-142		国内誌	発表済	
2023	Complexities, similarities, and differences in circadian regulation in the green lineage. (A session concerning circadian regulation in unpredictable environments, at the 33rd International Conference on Arabidopsis Research, Makuhari Messe, Chiba, Japan, 5-9 June 2023) New Phytol. publishe online (2023)		総説	発表済	
2023	Aquatic plants turn pollutants into green products. Nature portfolio (2023)		国際通信誌	発表済	
2024	石澤秀紘, 2種間を超えた微生物間相互作用, 化学と生物, 62(11), 523-525 (2024)		総説	発表済	
2024	小山時隆（京都大）(2024)究極の生理学者、近藤孝男先生を悼んで　日本植物学会通信 151, 41-44.　2024年7月1日発行		国内通信誌	発表済	
2024	小山時隆（京都大）　Memorial Condolences for an ultimate physiologist, Professor Takao Kondo. JSPP Newsletter 59: 36-39 (2024. Oct)		国際通信誌	発表済	
2024	Tanaka S, Kurasaki M, Morikawa M, Kamiya Y (ed). The Handbook of Environmental Chemistry vol. 115. Design of Materials and Technologies for Environmental Remediation.　Springer ISSN 1867-979X/1616-84X (electronic), ISBN 978-981-19-5235-7/978-981-19-5236-4 (eBook).		書籍	発表済	

著作物数 13 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要（コース目的、対象、参加資格等）、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

Ⅵ. 成果発表等

（2）学会発表【研究開始～現在の全期間】（公開）

①学会発表（相手国側研究チームと連名）（国際会議発表及び主要な国内学会発表）

年度	国内/国際の別	発表者（所属）、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演/口頭発表/ポスター発表の別
2022	国際学会	Metha Meetam (Mahidol Univ.), Masaaki Morikawa (Hokkaido Univ.), Thamchaipenet A. (Kasetsart Univ.) Duckweed holobiont research in Thailand under Japan-Thai collaboration through SATREPS, JICA. The 6th International Conference on Duckweed Research and Applications（Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Germany）, 2022.5.29-6.1	ポスター発表
2024	国際学会	Kota Ofuku(Hokkaido Univ.), Hidehiro Ishizawa(Univ. Hyogo), Chanita Boonmak(Kasetsart Univ.) Masaaki Morikawa(Hokkaido Univ.). Possibility of thrusting plant growth-promoting bacteria into a stable bacterial community. 7th International Coference on Duckweed research and Application (7th ICDRA), Bangkok, 2024. 11. 12-15	ポスター発表

招待講演	0	件
口頭発表	0	件
ポスター発表	2	件

②学会発表（上記①以外）（国際会議発表及び主要な国内学会発表）

年度	国内/国際の別	発表者（所属）、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演/口頭発表/ポスター発表の別
2021	国内学会	石澤秀紘、田代陽介、二又裕之（静岡大学）、井上大介、池道彦（大阪大学）、シンプルな植物-細菌共生系における群集構造と種間相互作用の関係解明、日本微生物生態学会第34回大会、新潟市：オンライン、2021.10.30.-11.2.	口頭発表
2021	国内学会	中村聡、廣嶋直人、井上大介、池道彦（大阪大学）、捕食性細菌がコウキクサの成長とその根圏細菌群集に及ぼす影響の評価、第56回日本水環境学会年会、富山市：オンライン、2022.3.16-18.	口頭発表
2021	国内学会	石澤秀紘、田代陽介、二又裕之（静岡大学）、Empirical Dynamic Modelingによる水生植物—微生物共生系の網羅的因果推定、環境バイオテクノロジー学会 2021年度大会、浜松市：オンライン、2021.9.2-3.	口頭発表
2021	国内学会	黒田祥平、Yeni Khairina Kasman、森川正章（北海道大）、ウキクサ共生細菌が有する微細藻類成長抑制能の評価、環境バイオテクノロジー学会 2021年度大会、浜松市：オンライン、2021.9.2-3.	口頭発表
2021	国内学会	須藤美瑛奈、森川正章（北海道大）、ミジンコウキクサ(W. globosa)に対する成長促進細菌の探索 環境バイオテクノロジー学会 2021年度大会、浜松市：オンライン、2021.9.2-3.	口頭発表
2021	国内学会	堀之内詢大、Rahul Jog、Desi Utami、森川正章（北海道大）、Bacillus sp. MRB10 株が生産する細胞外分泌タンパク質のウキクサ成長促進活性評価、環境バイオテクノロジー学会 2021年度大会、浜松市：オンラン、2021.9.2-3.	口頭発表
2021	国内学会	神拓海, 針生輝希, 岩野寛, 大谷尭, 李玉友, 久保田健吾（東北大）、ウキクサと初沈汚泥の連続メタン発酵処理に及ぼす滞留時間と混合比の影響、第56回日本水環境学会年会、富山市：オンライン、2022.3.16-18	口頭発表
2021	国内学会	針生輝希, 神拓海, 大谷尭, 李玉友, 久保田健吾（東北大）、ウキクサとDHSを用いた新規下水処理システムの処理性能評価、第56回日本水環境学会年会、富山市：オンライン、2022.3.16-18	口頭発表
2021	相手国内フォーラム	Masaaki Morikawa (Hokkaido U), "Small aquatic plants, duckweeds, potential tools to realize SDGs: Thailand Bio-Circular-Green economy", Undergraduate Student Online Forum "What students can do to promote sutainable development goals (SDGs) and bio-circular-green economy (BCGE)" Bangkok: Online, 2021.12.15.	招待講演
2021	相手国内フォーラム	Morikawa M. (Hokkaido U), "The duckweed, a potential tool to realize SDGs: Thailand Bio-Circular-Green economy"KU Online Academic Forum: In Celebration of the 79th Anniversary of Kasetsart University Reinventing Kasetsart University "Innovative Research and Advanced Studies in Agriculture and Food" Bangkok: Online, 2022.2.3.	招待講演
2021	国内学会	Sajjad KS, Fernandes HDG, Ratnayake Ratnayake MSU, Morikawa M. (Hokkaido U) AI driven environmentally sustainable protein farming system from duckweed Wolffia, a potential human food of the future. , Hokkaido University Cross-Departmental Symposium. Sapporo. ハイブリッド、2021.10.1.	ポスター発表
2021	国際学会	Shogo Ito、Tokitaka Oyama (Kyoto Univ) Photoperiod dependent growth cessation and turion formation in the duckweed Lemna turionifera. The 85th Cold Spring Harbor Laboratory Symposium on Quantitative Biology "Biological Time Keeping" Cold Sring Harbor, NY, USA (online) 2021.7.1-7.5	ポスター発表
2021	国際学会	Minako Isoda、Tokitaka Oyama (Kyoto Univ) Diversified influences of light/temperature conditions on the circadian rhythmicity in duckweed plants., The 85th Cold Spring Harbor Laboratory Symposium on Quantitative Biology "Biological Time Keeping" Cold Sring Harbor, NY, USA (online) 2021.7.1-7.5	ポスター発表
2021	国際学会	Tomoaki Muranaka (Kagoshima Univ)、Hiroshi Kudoh、Tokitaka Oyama (Kyoto Univ) Natural variation of the circadian period contributes to fine-tuning of photoperiodic flowering. The 85th Cold Spring Harbor Laboratory Symposium on Quantitative Biology "Biological Time Keeping" Cold Sring Harbor, NY, USA (online) 2021.7.1-7.5	ポスター発表
2021	国際学会	Emiri Watanabe (Univ Tokyo)、Shogo Ito、Tokitaka Oyama (Kyoto Univ) Uncoupled cellular circadian rhythms of a duckweed plant detected by a dual-color bioluminescence monitoring system. The 85th Cold Spring Harbor Laboratory Symposium on Quantitative Biology "Biological Time Keeping" Cold Sring Harbor, NY, USA (online) 2021.7.1-7.5	ポスター発表
2021	国内学会	村中智明 （鹿児島大）, 伊藤照悟, 工藤洋, 小山時隆（京都大）局所適応におけるクロノタイプ効果：アオウキクサの開花期多様化からの検証、日本進化学会第23回東京大会 8月18-21日 オンライン	口頭発表
2021	国際学会	Tokitaka Oyama (Kyoto Univ). Evaluation of plant circadian rhythms based on the cellular circadian behaviour. Symposium 7.4 Plant circadian, The 19th Congress of the European Society for Photobiology, Salzburg, Austria. 2021.9.3 (Online)	招待講演
2021	国内学会	磯田珠奈子, 北山七海, 伊藤照悟, 小山時隆（京都大）ウキクサ植物Wolffiella hyalinaの 低分子化合物による花成制御機構の解析、日本植物学会第85回大会、東京都立大 2021.9.16-19.	口頭発表
2021	国内学会	波田知樹, 森一博, 遠山忠, 田中靖浩（山梨大）ミジンコウキクサのデンプン生産に栄養塩濃度と植物成長促進微生物が与える影響、日本水処理生物学会第57回大会（関東学院大学, オンライン開催）, 2021年10月28-30日	口頭発表
2021	国内学会	森下陽介, 田中靖浩, 岩下智貴, 菅野学, 玉木秀幸, 鎌形洋一, 遠山忠, 森 一博、精密ろ過膜と水生植物ウキクサを利用した難培養性細菌群 *Verrucomicrobia* 門細菌の集積、日本微生物生態学会第35会大会（オンライン）2021.10.30.-11.2.	ポスター発表

2021	国内学会	村中智明 （鹿児島大）, 伊藤照悟, 工藤洋, 小山時隆（京都大）局所適応におけるクロノタイプ効果：短日性アオウキクサの限界日長多様化からの検証、第28回時間生物学会学術大会, 沖縄県市町村自治会館, 2021.11.20-21	ポスター発表
2021	国内学会	伊藤 照悟、小山 時隆（京都大）キタグニコウキクサにおける光周期依存性休眠の誘導と休眠芽形成メカニズム、第28回時間生物学会学術大会, 沖縄県市町村自治会館, 2021.11.20-21	ポスター発表
2021	国内学会	磯田 珠奈子、小山 時隆（京都大）ウキクサ植物Lemna 属とWolffiella 属の概日リズム特性の比較、第28回時間生物学会学術大会, 沖縄県市町村自治会館, 2021.11.20-21	ポスター発表
2021	国内学会	村中智明（鹿児島大）早稲・晩稲水田におけるアオウキクサ開花フェノロジー、第53回種生物学シンポジウム 2021.12.3-5 オンライン	ポスター発表
2021	国内学会	磯田珠奈子、小山時隆（京都大）ウキクサ植物の個体間花成誘導制御機構の解析、第53回種生物学シンポジウム 2021.12.3-5 オンライン	ポスター発表
2021	国内学会	村中智明 （鹿児島大）, 伊藤照悟, 工藤洋, 小山時隆（京都大）。クロノタイプ効果による適応形質の多様化：短日植物における限界日長の局所適応、第69回日本生態学会大会（福岡国際会議場、オンライン）2022.3.14-18.	ポスター発表
2021	国内学会	村中智明（鹿児島大）3つの日長条件における短日性ウキクサの日周トランスクリプトーム、第63回植物生理学会年会（筑波国際会議場、オンライン）2022.3.22—24	口頭発表
2021	国内学会	磯田珠奈子、小山時隆（京都大） ウキクサ植物の個体間花成誘導制御機構の解析、第63回植物生理学会年会（筑波国際会議場、オンライン）2022.3.22—24	口頭発表
2021	国内学会	伊藤照悟（京都大）, 田中大介（農研機構）, 小山時隆（京都大）ガラス化法を用いたウキクサ植物メリステムの超低温保存法の開発、第63回植物生理学会年会（筑波国際会議場、オンライン）2022.3.22—24.	ポスター発表
2021	国内学会	遠山忠、森一博（山梨大）、ウキクサ培養による下水および農・食品系廃棄物中の窒素の高付加価値タンパク資源への変換、第56回日本水環境学会年会（富山大学、オンライン）2022.3.16-18.	口頭発表
2022	国内学会	村中智明（名古屋大）ウキクサ植物：花成制御多様化の古くて新しいモデル、第70回日本生態学会大会（東北大学、オンライン） 2023.3.17-21	招待講演
2022	国内学会	磯田 珠奈子、小野 肇、小山 時隆（京都大）ウキクサ植物Wolffiella hyalinaの花成誘導メカニズム：光周性と植物間コミュニケーション、第64回植物生理学会年会, 東北大学: ハイブリッド 2023.3.10-17	招待講演
2022	国内学会	伊藤 照悟、小山 時隆（京都大）キタグニコウキクサにおける光周期依存性休眠の誘導に関与する遺伝子群の解析、第64回植物生理学会年会, 東北大学: ハイブリッド 2023.3.10-17	口頭発表
2022	国際学会	Shogo Ito、Tokitaka Oyama (Kyoto Univ) UAnalysis of Genes Expressed during the Flowering and the Dormancy Induction in Duckweeds. Plant and animal genome conference PAG30, San Diego, CA, USA 2023.1.13-1.18	招待講演
2022	国内学会	伊藤 照悟、小山 時隆（京都大）, キタグニコウキクサの光周期依存性の休眠誘導と休眠芽形成時に機能する遺伝子群の解析、第29回時間生物学会学術大会（宇都宮大学, ハイブリッド開催）, 2022.12.3-4	ポスター発表
2022	国内学会	村中 智明（鹿児島大）、伊藤 照悟、 工藤 洋、小山 時隆（京都大）, アオウキクサ属における長日植物と短日植物の比較トランスクリプトーム、第29回時間生物学会学術大会（宇都宮大学, ハイブリッド開催）, 2022.12.3-4	ポスター発表
2022	国内学会	村中 智明（鹿児島大）、伊藤 照悟、 工藤 洋、小山 時隆（京都大）, アオウキクサ属の長日・短日植物の比較トランスクリプトーム、第54回種生物学会シンポジウム（国立科学博物館筑波研究施設, ハイブリッド開催）, 2022.12.2-4	ポスター発表
2022	国内学会	磯田 珠奈子、小山 時隆（京都大）, ウキクサ植物の他種混合培養による花成誘導解析、第54回種生物学会シンポジウム（国立科学博物館筑波研究施設, ハイブリッド開催）, 2022.12.2-4	ポスター発表
2022	国際学会	Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Physiology of the duckweed, Lemnaceae plants. The 1st Joint Symposium on Development of the Duckweed Holobiont Resource Values towards Thailand BCG Economy (Be-HoBiD), Century Park Hotel, Thailand, 2022.9.21	招待講演
2022	国際学会	Shogo Ito (Kyoto Univ), Long-term preservation of duckweed holobiont. The 1st Joint Symposium on Development of the Duckweed Holobiont Resource Values towards Thailand BCG Economy (Be-HoBiD), Century Park Hotel, Thailand, 2022.9.21	招待講演
2022	国内学会	村中智明（鹿児島大）、伊藤照悟、工藤洋、小山時隆（京都大）短日性アオウキクサの花成限界日長が日本で多様化する理由とその分子機構。 日本植物学会第86回大会（京都府立大学、ハイブリッド）2022.9.25-19	招待講演
2022	国内学会	磯田珠奈子, 小山時隆（京都大）、ウキクサ植物の個体間花成誘導コミュニケーション。 日本植物学会第86回大会（京都府立大学、ハイブリッド）2022.9.25-19	招待講演
2022	国際学会	Minako Isoda, Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Analysis on floral induction of Wolffiella hyalina. The 6th International Conference on Duckweed Research and Applications (6th ICDRA). (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Germany), 2022.5.29-6.1	口頭発表
2022	国際学会	Shogo Ito, Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Development of a cryopreservation protocol for a variety of duckweed meristems by the vitrification-cryo-plate method. The 6th International Conference on Duckweed Research and Applications (6th ICDRA). (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Germany), 2022.5.29-6.1	口頭発表
2022	国際学会	Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Variability of chronobiological characteristics in duckweed. The 6th International Conference on Duckweed Research and Applications (6th ICDRA). (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Germany), 2022.5.29-6.1	招待講演
2022	国際学会	Nakamura S, Hiroshima N, Inoue D, Ike M（Osaka Univ.）, Potential of predatory bacteria to modify duckweed microbiome, Water and Environment Technology Conference Online 2022 , Online, 2022.7.9-10	口頭発表
2022	国際学会	Ishizawa H, Kaji Y, Shimizu Y, Kuroda M, Inoue D（Osaka Univ.）, Makino A, Nakai R, Tamaki H（AIST）, Morikawa M（Hokkaido Univ.）, Ike M（Osaka Univ.）, Spontaneous cell lysis by *Pelomonas saccharophila* MRB3 provides plant-available macronutrients in hydroponic growth media and accelerates biomass production of duckweed, Water and Environment Technology Conference Online 2022 , Online, 2022.7.9-10	口頭発表
2022	国内学会	石澤秀紘（兵庫県大）、井上大介、池道彦（大阪大）、田代陽介、二又裕之（静岡大）、遺伝子発現から見た植物共生細菌の種間相互作用と代謝スイッチング、第74回日本生物工学会大会、オンライン、2022.10.17-20.	口頭発表
2022	国内学会	中村聡, 井上大介, 池道彦（大阪大）、捕食性細菌がコウキクサの根圏細菌群集構造に及ぼす影響の解析、日本微生物生態学会第35回大会、札幌市、2022.10.31-11.3.	ポスター発表
2022	国内学会	石澤秀紘（兵庫県大）, 田代陽介（静岡大）, 井上大介, 池道彦（大阪大）, 二又裕之（静岡大）、2種間を超えた微生物間相互作用の定量とモデル化、環境バイオテクノロジー学会2022年度大会、東京都、2022.11.21-22.	口頭発表
2022	国内学会	石澤秀紘, 吉田菜ノ花, 武尾正弘（兵庫県大）, 井上大介, 池道彦（大阪大）, 田代陽介, 二又裕之（静岡大）、ウキクサ根圏微生物の芳香族分解遺伝子は微生物間相互作用で活性化される、第57回日本水環境学会年会、松山市、2023.3.15-17.	口頭発表
2022	国内学会	杉山友美, 中村聡, 井上大介, 池道彦（大阪大）、コウキクサ根圏の成長阻害細菌を捕食する捕食性細菌の分離と特徴付け、第57回日本水環境学会年会、松山市、2023.3.15-17.	ポスター発表

2022	国際学会	Yeni Khairina, Ryota Sugihara, Rahul Jog, Masaaki Morikawa. (Hokkaido Univ), Dual function of environmental bacteria that enable duckweed prosperity. The 6th International Conference on Duckweed Research and Applications (6th ICDRA) (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Germany), 2022.5.29-6.1	口頭発表
2022	国際学会	Sajjad Kamal Shuvro, Rahul Jog, Masaaki Morikawa. (Hokkaido Univ), A soil bacterium Azotobacter vinelandii contributes to growth promotion of duckweed through nitrogen fixation, bacterial synergism and EPS production. The 6th International Conference on Duckweed Research and Applications. (6th ICDRA). (Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Germany), 2022.5.29-6.1	ポスター発表
2022	国内学会	Yeni Khairina、Rahul Jog.、森川正章.（北海道大）、微細藻類との栄養競合を回避しつつウキクサの成長を担保する環境細菌、環境バイオテクノロジー学会2022年度大会、東京都、2022. 11. 21-22.	口頭発表
2022	国内学会	森下陽介（山梨大）、田中靖浩（山梨大）、 山村英樹、菅野学、玉木秀幸、鎌形洋一、森川正章（北海道大）、遠山　忠（山梨大）、森一博（山梨大）、ウキクサ―微生物共培養法により分離培養した新規細菌捕食性細菌の性質、日本微生物生態学会第35会大会、札幌市、2022年10月31日～11月3日	ポスター発表
2022	国内学会	牧野 彩花、中井 亮佑（AIST）、田中靖浩（山梨大）、森川 正章（北海道大）、鎌形 洋一、玉木秀幸（AIST）、日本微生物生態学会第35会大会、札幌市、2022. 10. 31.-11. 3.	ポスター発表
2022	国内学会	針生輝希, 神拓海, 大谷尭, 李玉友, 久保田健吾（東北大）. ウキクサを利用した省エネルギー型下水処理システムの評価. 第57回日本水環境学会年会. 松山市. 2023.3.15.	口頭発表
2022	国内学会	渡邊絵美理（東京大）、村中智明（鹿児島大）、中村駿志（東京大）、磯田珠奈子、伊藤照悟、小山時隆（京都大） 「植物における同一細胞内の時計と異なる挙動を示す概日リズムの細胞非自律性」 第29回時間生物学会学術大会（宇都宮市, ハイブリッド開催）, 2022.12.3-4	招待講演
2022	国内学会	村中智明（鹿児島大学）, ウキクサ植物：花成制御多様化の古くて新しいモデル, 日本生態学会第70回全国大会（オンライン開催、2023.3.19）	招待講演
2022	国際学会	Daisuke Inoue, Akihiro Makita (Osaka Univ), Hidehiro Ishizawa (Univ Hyogo), Masashi Kuroda (Tokoha Univ), Michihiko Ike (Osaka Univ), Influence of sugars, amino acids and organic acids on biomass production duckweed (*Lemna minor*), 11th IWA International Symposium on Waste Management Problems in Agro-Industry (Hybrid) 2023.10.26-28	口頭発表
2023	国内学会	磯田珠奈子（県立広島大）、小山時隆（京都大）複数種のウキクサ植物の混合培養による花成誘導解析、令和5年度中国四国地区生物系三学会合同大会　広島、2023.5.13-14	口頭発表
2023	国際学会	Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Behaviors of cell-autonomous- and non-cell-autonomous circadian rhythms in the plant body, The 33rd International Conference on Arabidopsis Research (Makuhari, Japan) 2023.6.6	招待講演
2023	国際学会	Tomoaki Muranaka (Nagoya Univ), Shogo Ito, Hiroshi Kudoh, Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Circadian-period variation underlies the local adaptation of photoperiodism, the 33rd International Conference on Arabidopsis Research (Makuhari, Japan) 2023.6.5-9	ポスター発表
2023	国内学会	森川正章（北海道大）浮遊植物と表層共存細菌との相利共生相互作用、第60回日本生化学会北海道支部例会（北海道大学）、2023.7.5	口頭発表
2023	国内学会	伊藤照悟, 小山時隆（京都大）、キタグニコウキクサの長期成長様式解析による、短日依存性休眠誘導の日長認識部位と休眠芽発達機構の考察、日本睡眠学会第45回定期学術集会・第30回日本時間生物学会学術大会 合同大会、横浜市、 2023.9.15-17	ポスター発表
2023	国内学会	上野稜平、伊藤照悟、小山時隆（京都大）、CRISPR/Cas9誘発性の１細胞生物発光レポーター系を用いた植物個体内における細胞発光時系列の特性、日本睡眠学会第45回定期学術集会・第30回日本時間生物学会学術大会 合同大会、横浜市、2023.9.15-17	ポスター発表
2023	国内学会	相磯豪志、中村駿志、小山時隆（京都大）、シロイヌナズナの葉の概日リズムに与える葉緑体機能阻害抗生物質の影響評価、日本睡眠学会第45回定期学術集会・第30回日本時間生物学会学術大会 合同大会、横浜市、2023.9.15-17	ポスター発表
2023	国際学会	Tomoaki Muranaka, Shogo Ito, Hiroshi Kudoh, Tokitaka Oyama (Kyoto Univ), Circadian-period variation underlies the local adaptation of photoperiodism, Taiwan-Japan Plant Biology 2023（Academia Sinica, Taipei, Taiwan）, 2023.10.13-10.16	招待講演
2023	国際学会	Tokitaka Oyama Shogo Ito (Kyoto Univ), Long term monitoring of growth and turion development of Lemna turionifera colonies revealed the signal perception region during photoperiodic dormancy establishment, Taiwan-Japan Plant Biology 2023（Academia Sinica, Taipei, Taiwan）, 2023.10.13-10.16	ポスター発表
2023	国際学会	Nozaki Tomoya(Kinki Univ), Shogo Ito(Kyoto Univ), Makoto Kashima(Toho Univ); OYAMA Tokitaka Oyama(Kyoto Univ),Takashi Ano(Kinki Univ), Masahiro Okanami (Kinki Univ). Plant growth-promoting bacterium Y132 has diverse effects on growth and gene expression of duckweed, Taiwan-Japan Plant Biology 2023（Academia Sinica, Taipei, Taiwan）, 2023.10.13-10.16	ポスター発表
2023	国際学会	Yuta Yamamoto, So Nakamura, Daisuke Inoue, Mihihiko Ike (Osaka Univ), Effects of introducing a plant growth-promoting bacterium, *Aquitalea magnusonii* H3, into *Lemna minor*-bacterial community, 15th International Joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy (Osaka, Japan) 2023.8.8-10	口頭発表
2023	国内学会	森川正章（北海道大）省エネ水質浄化と有用バイオマス生産を加速する微生物が使う3つの戦略、環境バイオテクノロジー学会2023年度大会、岡山市、2023.6.8-9	招待講演
2023	国内学会	石澤秀紘, 吉田菜ノ花, 古谷美樹（兵庫県大）, 田代陽介（静岡大）, 井上大介（大阪大）, 武尾正弘（兵庫県大）, 池道彦（大阪大）, 二又裕之（静岡大）. 人工生態系を用いたウキクサ共生微生物の資源獲得戦略の解析. 環境バイオテクノロジー学会2023年度大会、岡山市、2023.6.8-9	口頭発表
2023	国内学会	小山内巧、森川正章（北海道大）水生植物成長促進細菌 *Chryseobacterium*属細菌 27ALが産生する殺藻活性物質の同定、環境バイオテクノロジー学会2023年度大会、岡山市、2023.6.8-9	ポスター発表
2023	国内学会	武井陸、森川正章（北海道大）メタン発酵消化液の活用に向けた水生植物成長促進細菌の探索、環境バイオテクノロジー学会2023年度大会、岡山市、2023.6.8-9	ポスター発表
2023	国内学会	桑井孝祐, 井上大介, 池道彦（大阪大）. ミジンコウキクサ*Wolffia globosa*の表層細菌群集の特徴付け. 環境バイオテクノロジー学会2023年度大会、岡山市、2023.6.8-9	ポスター発表
2023	国内学会	Tomoaki Muranaka (Nagoya Univ), Tokitaka Oyama (Kyoto Univ)、Circadian rhythms in a cell: cell-autonomous and non-cell-autonomous　第61回日本生物物理学会年会 名古屋市、2023.11.14-16	招待講演
2023	国内学会	渡邊絵美理（東京大）、村中智明（名古屋大）、中村駿志（東京大）、磯田珠奈子（広島県立大）、堀川湧、相磯豪志、伊藤照悟、小山時隆（京都大）ウキクサ植物でみられる細胞非自律的な概日リズム　第61回日本生物物理学会年会 名古屋市、2023.11.14-16	招待講演
2023	国内学会	山本悠太, 井上大介, 池道彦（大阪大）. 有用細菌導入によるウキクサ根圏細菌群集の改変の試み、日本水処理生物学会第59回大会、鶴岡市、202311.17-19	口頭発表
2023	国内学会	野崎友也（近畿大）;伊藤照悟（京都大）鹿島誠（東邦大）小山時隆（京都大）;阿野貴司;岡南政宏（近畿大）Pseudomonas属細菌Y132株がウキクサの生長および遺伝子発現に与える影響　第47回日本分子生物学会年会、福岡市2023.11.26	ポスター発表
2023	国内学会	野崎友也（近畿大）;伊藤照悟（京都大）鹿島誠（東邦大）小山時隆（京都大）;阿野貴司;岡南政宏（近畿大）植物生長促進細菌Y132株のウキクサの生育に対する多様な効果とウキクサの遺伝子発現について日本微生物生態学会第36回大会 浜松市、2023.11.28-30	ポスター発表

2023	国内学会	石澤秀紘(兵庫県立大). モデル植物一微生物共生系を活用した微生物間相互作用の実態解明、日本微生物生態学会第36回大会、浜松市、2023.11.28-30	招待講演
2023	国内学会	杉山友美, 中村聡(大阪大), 石澤秀紘(兵庫県立大), 井上大介, 池道彦(大阪大)、捕食性細菌 *Bacteriovorax* sp. HI3及び*Bdellovibrio* sp. BIS2によるウキクサ表層細菌群集の改変効果の解析、日本微生物生態学会第36回大会、浜松市、2023.11.28-30	ポスター発表
2023	国内学会	村中智明(名古屋大)鹿児島のアオウキクサは3タイプの開花フェノロジーを示す、第55回種生物学シンポジウム, 岡崎市 2023.12.1-3	ポスター発表
2023	国内学会	遠山忠、鈴木勇晴、森一博(山梨大)水生植物ウキクサの水質浄化能力に及ぼすウキクサの栽培密度と栽培水深の影響 、第58回日本水環境学会年会 、福岡市、2024.3.6-8	口頭発表
2023	国内学会	小野友也、森一博、遠山忠(山梨大)水生植物ウキクサのバイオマス生産能の評価とバイオマス有効利用法の検討、第58回日本水環境学会年会 、福岡市、2024.3.6-8	口頭発表
2023	国内学会	桑井孝祐, Yuparat Saimee, 岡田隆佑, 井上大介, 池道彦(大阪大)、ミジンコウキクサ*Wolffia globosa*の表層細菌群集の系統分類学的特徴とそのバイオマス生産との関係、第58回日本水環境学会年会、福岡市、2024.3.6-8	口頭発表
2023	国内学会	津田祐伍(京都大), 北山七海(京都大), 大坪真樹(京都大), 伊藤照悟(京都大), 森川正章(北海道大), 小山時隆(京都大), コウキクサの成長を促進する植物成長促進細菌Pseudomonas fulva Ps6 株が植物の遺伝子発現に与える影響評価　第65回日本植物生理学会年会、神戸市 2024.3.17-19	ポスター発表
2023	国内学会	野崎友也(近畿大);伊藤照悟(京都大)鹿島誠(東邦大)小山時隆(京都大);阿野貴司;岡南政宏(近畿大)Pseudomonas属細菌Y132株のウキクサ生長促進と枯死誘導のメカニズムについて、第65回日本植物生理学会年会、神戸市 2024.3.17-19	ポスター発表
2023	国内学会	高橋伽乃、磯田珠奈子(県立広島大)、村中智明(名古屋大)、八木宏樹(甲南大)、小山時隆(京都大)、金岡雅浩(広島県立大)ウキクサミズゾウムシの食性嗜好に基づくキクサの選択性、第71回日本生態学会大会, 横浜市 2024.3.16-21	口頭発表
2023	国内学会	磯田珠奈子(県立広島大)、小山時隆(京都大)　ウキクサの概日リズムの種間多様性、第71回日本生態学会大会, 横浜市 2024.3.16-21	口頭発表
2023	国内学会	村中智明(名古屋大)　湛水時期の異なる水田における アオウキクサの開花フェノロジー、第71回日本生態学会大会, 横浜市 2024.3.16-21	ポスター発表
2024	国内学会	森川正章(北海道大)「小さな水生植物と微生物共生の大きなちから～低炭素社会と高齢化社会に向けた取り組み」 幌延地圏環境研究所　2024年度特別講演会幌延町 2024. 8. 26.	招待講演
2024	国内学会	森川正章(北海道大)「成長のツボを押す新しい植物生育促進技術」 JBAオンラインセミナー　2024. 10. 7.	招待講演
2024	国内学会	コスタディノブ ラドバン、カマル サッジャド シュブロ、森川 正章(北海道大)安全な植物タンパク源の提供を目指したウキクサと乳酸菌共培養系構築の試み、環境バイオテクノロジー学会、宮崎市、 2024. 5.30-31	ポスター発表
2024	国内学会	大福 航汰、石澤 秀紘、森川 正章(北海道大、兵庫県立大)植物成長促進細菌の安定共生微生物群への導入可能性に関する研究、環境バイオテクノロジー学会、宮崎市、 2024. 5.30-31	ポスター発表
2024	国内学会	執行 崇志、森川 正章(北海道大)食品工場排水からの植物生育促進細菌および微細藻類生育抑制細菌の探索、環境バイオテクノロジー学会、宮崎市、 2024. 5.30-31	ポスター発表
2024	国内学会	稲田 有香、児玉 茜、森川 正章(北海道大)Bacillus altitudinis B10X が産生するウキクサ成長阻害物質の同定、環境バイオテクノロジー学会、宮崎市、 2024. 5.30-31	ポスター発表
2024	国内学会	杉山友美、中村聡(大阪大)、石澤秀紘(兵庫県大)、井上大介、池道彦(大阪大)2種の捕食性細菌の捕食特性及びウキクサ表層細菌群集の改変効果の比較解析、環境バイオテクノロジー学会2024年度大会、宮崎市、2024.5.30-31	口頭発表
2024	国内学会	石澤秀紘(兵庫県大)ウキクサ根圏に"いつメン"共生細菌叢が生じる理由、The 4th Symposium of Plant Microbiota Research Network 2024 (PMRN2024), 2024.8.27	招待講演
2024	国内学会	小野友也, 森一博, 遠山忠(山梨大学)各種栽培水で培養した水生植物ウキクサのバイオマス生産速度とバイオマス成分に関する検討、日本水処理生物学会第60回大会、姫路市、2024.11.2.	口頭発表
2024	国内学会	森下陽介(山梨大)、森永 花菜(産総研)、孟 憲英(産総研)、玉木 秀幸(産総研)、鎌形 洋一(産総研)、井上 大介(大阪大)、遠山 忠(山梨大)、森 一博(山梨大)、田中 靖浩(山梨大) *Myxococcota*門に属する 新規細菌捕食性細菌の捕食機構、日本微生物生態学会、広島市 2024. 10.28-31	ポスター発表
2024	国際学会	Sayaka Maki(Pref Univ Hiroshima), Minako Isoda(Pref Univ Hiroshima), Tokitaka Oyama(Kyoto Univ), Masahiro Kanaoka(Pref Univ Hiroshima)、Comparative analysis of the flowering induction properties of salicylic acid and benzoic acid in Wolffiella hyalina. The 7th International Conference on Duckweed Research and Applications(Bangkok, Thailand), 2024.11.13-11.16	ポスター発表
2024	国際学会	Takahashi Kano(Pref Univ Hiroshima), Minako Isoda(Pref Univ Hiroshima), Tomoaki Muranaka(Nagoya Univ), Hiroki Yagi(Konan Univ), Tokitaka Oyama(Kyoto Univ), Masahiro Kanaoka(Pref Univ Hiroshima) Selective feeding preference of the duckweed weevil on multiple duckweed species、The 7th International Conference on Duckweed Research and Applications(Bangkok, Thailand), 2024.11.13-11.16	ポスター発表
2024	国内学会	磯田珠奈子(県立広島大)、高橋 伽乃(県立広島大)、村中 智明(名古屋大)、八木 宏樹(甲南大)、小山時隆(京都大)、金岡雅浩(県立広島大)ウキクサミズゾウムシの摂食選択性の解析、ウキクサ研究会、京都、2025.2.20	口頭発表
2024	国内学会	牧紗也華(県立広島大)、磯田珠奈子(県立広島大)、金岡雅浩(県立広島大) ウキクサ植物 Wolffiella hyalina における花成誘導メカニズムの解析、ウキクサ研究会、京都、2025.2.20.	ポスター発表
2024	国内学会	牧　紗也華(県立広島大)、磯田珠奈子(県立広島大)、小山時隆(京都大)、金岡雅浩(県立広島大) ウキクサ植物 Wolffiella hyalina における花成誘導メカニズムの解析、育種談話会、岡山、2024.12.14-15.	ポスター発表
2024	国内学会	伊藤 照悟(京都大)、鹿島 誠(東邦大)、小山時隆(京都大)　ウキクサ植物の短日誘導性休眠による越冬戦略、日本植物学会第88回大会、宇都宮、2024.9.13-16.	招待講演
2024	国際学会	Shogo Ito(Kyoto Univ), Daisuki Tanaka(NARO), Tokitaka Oyama(Kyoto Univ) Cryopreservation of duckweed: updating methods and analyses of re-growth rates after long-term storage in liquid N2、The 7th International Conference on Duckweed Research and Applications(Bangkok, Thailand), 2024.11.13-11.16	ポスター発表
2024	国際学会	Tomoya Nozaki(Kyoto Univ), Shogo Ito(Kyoto Univ), Makoto Kashima2, Tokitaka Oyama(Kyoto Univ), Takashi Ano(KINDAI Univ), Masahiro Okanami(KINDAI Univ). Plant growth regulation mechanisms of Pseudomonas sp. strain Y132、The 7th International Conference on Duckweed Research and Applications(Bangkok, Thailand), 2024.11.13-11.16	ポスター発表
2024	国内学会	伊藤 照悟(京都大)、鹿島 誠(東邦大)、小山時隆(京都大) キタグニコウキクサにおける短日誘導性の成長停止と休眠越冬芽誘導、第47回日本分子生物学会年会、福岡、2024.11.27-29.	招待講演
2024	国内学会	伊藤 照悟(京都大)、田中大介(農研機構)、小山時隆(京都大) ウキクサの超低温保存、ウキクサ研究会、京都、2025.2.20.	ポスター発表
2024	国内学会	鳥羽重孝、伊藤 照悟、小山時隆 (京都大) ウキクサの老化、ウキクサ研究会、京都、2025.2.20.	ポスター発表

2024	国内学会	野崎 友也、伊藤 照悟(京都大)、鹿島 誠(農研機構)、小山時隆(京都大)、阿野貴司、岡南 政宏(近畿大) Pseudomonas属細菌Y132株のウキクサ生長制御メカニズムについて、ウキクサ研究会、京都、2025.2.20.	ポスター発表
2024	国内学会	伊藤照悟（京都大）、田中大介(農研機構)、小山 時隆（京都大） ウキクサ植物ホロビオントのガラス化超低温保存の試みと液体窒素下での長期保存後の再生育率の解析、第66回日本植物生理学会年会、金沢、2025.3.14-16.	ポスター発表
2024	国際学会	Yu Horkawa, Emiri Watanabe, Di Luo, Shogo Ito, Tokitaka Oyama（Kyoto Univ, ）、Circadian regulation in the association of physiology of duckweed and its aquatic environment、The 7th International Conference on Duckweed Research and Applications（Bangkok, Thailand）, 2024.11.13-11.16	口頭発表
2024	国内学会	村中智明（名古屋大）、ウキクサから考える開花期の多様化メカニズム 第26回日本進化学会、神奈川、2024.8.22.	招待講演
2024	国内学会	村中智明（名古屋大）、概日時計の柔軟性を植物の適応と結びつける 2024年度日本数理生物学会年会 、札幌、2024.9.13.	招待講演
2024	国内学会	村中智明（名古屋大）、小山時隆起（京都大学）、ウキクサを用いた計時機構研究の系譜：太田・近藤から… 第31回日本時間生物学会学術大会、富山、2024.11.16.	ポスター発表
2024	国内学会	村中智明（名古屋大）、アオウキクサコンプレックスへの挑戦：問題点の整理 第56回種生物学シンポジウム、岡山、2024.12.7.	ポスター発表
2024	国内学会	村中智明（名古屋大）、植物がみせる冬との多様なつきあいかた 温度生物学ワークショップ2024、岡山、2024.12.26.	招待講演
2024	国内学会	村中智明（名古屋大）、日本産アオウキクサの多様性、第72回 日本生態学会大会、札幌、2025.3.17.	ポスター発表
2024	国際学会	Tokitaka Oyama (Kyoto Univ)Cell-autonomous- and non-cell-autonomous circadian rhythms in plants, Asian Forum Chronobiology, (Hokkaido Univ, Sapporo) , 2024.8.9-8.10.	招待講演
2024	国内学会	堀川 湧、渡邊 絵美理、伊藤照悟、小山時隆 （京都大）、ルシフェラーゼレポーターを発現させたウキクサ植物の発光概日リズム生成機構の研究、第8回摂動生物学研究会、奈良市、2025.3.20.	口頭発表
2024	国内学会	鳥羽 重孝、伊藤照悟、小山時隆 （京都大）、キタグニコウキクサの加齢に伴う遺伝子発現の変動、第8回摂動生物学研究会、奈良市、2025.3.20.	口頭発表
2024	国内学会	堀川 湧、渡邊 絵美理、伊藤照悟、小山時隆 （京都大）、ウキクサの生物発光レポーター活性概日リズムの生成機構の解析、第31回日本時間生物学会学術大会、富山、2024.11.16.	ポスター発表
2024	国内学会	土山悠, 神拓海, 針生輝希, Meuthia Ardhana Zhafirah, 楊敦勝(東北大), Pairaya Choeisai(コンケン大), 森川正章(北海道大), 李玉友, 久保田 健吾(東北大) ウキクサ単一基質による連続メタン発酵の特性. 第59回日本水環境学会年会、札幌、2025.3.17-19.	口頭発表
2024	国内学会	Zhafirah Meuthia Ardhana, Manabu Itakura, Kengo Kubota (Tohoku Univ.). The short-term response of greenhouse gas emissions by duckweed digestate application on soil. 第59回日本水環境学会年会、札幌、2025.3.17-19.	口頭発表
2024	国際学会	Kengo Kubota, Takashi Otani, Teruki Hariu, Takumi Jin, Tadashi Tagawa(Tohoku Univ.), Masaaki Morikawa(Hokkaido Univ.), Yu-You Li(Tohoku Univ.). Development of a novel sewage treatment system for effective nutrient removal and duckweed production. pp.95. The 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA). Bangkok, 2024.11.12-15.	ポスター発表
2024	国際学会	Yu Tsuchiyama, Takumi Jin, Teruki Hariu, Dun-Sheng Yang, Zhafirah Meuthia Ardhana, Pairaya Choeisai (Khon Kaen Univ.), Yu-You Li, Masaaki Morikawa(Hokkaido Univ.), Kengo Kubota(Tohoku Univ.). Continuous Methane Fermentation of Duckweed Mixed with Different Ratio of Primary Sludge. pp.92. The 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA). Bangkok, 2024.11.12-15.	ポスター発表
2024	国際学会	Thanapat Thepubon, Luksika Yodart, Ekkapak Chuenchoojit, Sunisa Srisopa, Pairaya Choeisai(Khon Kaen Univ.), Kengo Kubota(Tohoku Univ.). Methane production potential from co-digestion of Spirodela polyrhiza and tapioca starch wastewater. pp.40. The 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA). Bangkok, 2024.11.12-15.	口頭発表
2024	国際学会	Sunisa Srisopa, Thanapat Thepubon, Pairaya Choeisai, Krit Choeisai(Khon Kaen Univ.), Kengo Kubota(Tohoku Univ.) Biogas production performance on co-digestion of tapioca starch factory wastewater and duckweed by continuous stirred tank reactor. pp.91. The 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA). Bangkok, 2024.11.12-15.	ポスター発表
2024	国際学会	Huyền Thị Thanh Pham, Masaaki Morikawa. (Hokkaido Univ.) Reconstruction of a functional duckweed holobiont to reduce nutrient competition with microalgae for high-yield biomass production. 7th International Coference on Duckweed research and Application （7th ICDRA), Bangkok, 2024. 11. 12-15	口頭発表
2024	国際学会	Maryam Anar, Sajjad Shuvro Kamal, Masaaki Morikawa. (Hokkaido Univ.) Reconstruction of a functional duckweed holobiont to reduce nutrient competition with microalgae for high-yield biomass production. 7th International Coference on Duckweed research and Application （7th ICDRA), Bangkok, 2024. 11. 12-15	ポスター発表
2024	国際学会	Takumi Osanai, Ryota Sugiura, Yeni Khairina, Masaaki Morikawa. (Hokkaido Univ.) Identification of active compounds produced by bifunctional Chryseobacterium sp. 27AL that promotes the duckweed growth and kills cyanobacteria. 7th International Coference on Duckweed research and Application （7th ICDRA), Bangkok, 2024. 11. 12-15	ポスター発表
2024	国際学会	Riku Takei, Masaaki Morikawa. (Hokkaido Univ.) Isolation and application of plant growth promoting bacteria for production using methane fermentation digested liquid. 7th International Coference on Duckweed research and Application （7th ICDRA), Bangkok, 2024. 11. 12-15	ポスター発表
2024	国際学会	Yuparat Saimee, Kousuke Kuwai, Ryusuke Okada, Daisuke Inoue, Michihiko Ike (Osaka Univ.) Impact of bacterial communities on the growth of the rootless duckweed (*Wolffia globosa*) and their recruited bacteria community from surrounding environment. 13th International Conference on Environmental Engineering, Science and Management, Khon Kaen, 2024.5.9-10	口頭発表
2024	国際学会	Tsubasa Kojima, Tomomi Sugiyama, Daisuke Inoue, Michihiko Ike (Osaka Univ.) Modification of duckweed microbiome by introducing two types of predatory bacteria to rhizosphere. Water and Environment Technology Conference 2024 (WET2024), Okayama, 2024.7.20-21	口頭発表
2024	国際学会	Tomomi Sugiyama, So Nakamura (Osaka Univ.), Hidehiro Ishizawa (Univ. Hyogo), Daisuke Inoue, Michihiko Ike (Osaka Univ.). Modification of synthetic duckweed microbiome using two obligate predatory bacteria. The 16th International Joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy, Busan, 2024.8.26-28	口頭発表
2024	国際学会	Hidehiro Ishizawa (univ. Hyogo). Community assembly in synthetic duckweed microbiome. 7th International Coference on Duckweed research and Application （7th ICDRA), Bangkok, 2024.11.12-15	招待講演

2024	国際学会	Yuparat Saimee, Kousuke Kuwai, Hidehiro Ishizawa, Daisuke Inoue, Michihiko Ike. Taxonomical structure and functional properties of *Wolffia* microbiome and their effect on *Wolffia* growth. 7th International Coference on Duckweed research and Application (7th ICDRA), Bangkok, 2024.11.12-15	ポスター発表
2024	国際学会	Tomomi Sugiyama, So Nakamura (Osaka Univ.), Hidehiro Ishizawa (Univ. Hyogo), Daisuke Inoue, Michihiko Ike (Osaka Univ.). Modification of synthetic duckweed microbiome using predatory bacteria and its potential to enhance plant growth. 7th International Coference on Duckweed research and Application (7th ICDRA), Bangkok, 2024.11.12-15	ポスター発表
2024	国際学会	Rubiyatno, Kazuhiro Mori, Tadashi Toyama. (Univ. Yamanashi) Removal of organic and nutrient compounds from sewage and biomass production by Spirodela polyrhiza. The 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA), Bangkok, 2024.11.12-15.	ポスター発表
2024	国際学会	Ruenpham Karnjana, Kazuhiro Mori, Tadashi Toyama. (Univ. Yamanashi) Isolation of attached bacteria associated with two duckweed species, Spirodela polyrhiza and Lemna minor, and their effect on duckweed growth. The 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA), Bangkok, 2024.11.12-15.	ポスター発表
2024	国際学会	Ruenpham Karnjana, Kazuhiro Mori, Tadashi Toyama. (Univ. Yamanashi) Isolation of a duckweed, Spirodela polyrhiza-associated bacteria and their growth-promoting abilities for S. polyrhiza. The 16th International Joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy, Busan, 2024.8.27.	口頭発表
2024	国際学会	Ruenpham Karnjana, Kazuhiro Mori, Tadashi Toyama. (Univ. Yamanashi) Isolation and characterization of duckweed-associated bacteria from three duckweed species. Water and Environment Technology Conference, Okayama, 2024.7.20.	口頭発表
2024	国際学会	Emi Nakamura, Hiromitsu Tabata, Satoshi Yoshida, Yoshihiko Hirata. (Saraya Co., Ltd.) A study on the effect of *Wolffia globosa* intake on vascular function. 7th International Conference on Duckweed Research and Application (7th ICDRA), Bangkok, 2024. 11. 12-15	ポスター発表

招待講演	29
口頭発表	51
ポスター発表	68

Ⅵ. 成果発表等

（3）特許出願【研究開始～現在の全期間】（公開）

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号（未登録は空欄）	登録日（未登録は空欄）	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号（未登録は空欄）	登録日（未登録は空欄）	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

Ⅵ. 成果発表等
（4）受賞等【研究開始～現在の全期間】（公開）

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 （「○○の開発」など）	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 （選択）	特記事項
2020	2020. 1. 16.	Hult Prize On-Campus Winners	FLOATMEAL	Kamal, Suvro Sajjad, Khairina, Yeni ほか2名	Hult Prize Foundation	3.一部当課題研究の成果が含まれる	学生ビジネスコンペ受賞
2021	2021. 9. 3.	トピックス賞	Bacillus sp. MRB10 株が生産する細胞外分泌タンパク質のウキクサ成長促進活性評価	堀之内詢大	環境バイオテクノロジー学会	1.当課題研究の成果である	
2021	2021. 10. 1	銅賞	AI driven environmentally sustainable protein farming system from duckweed Wolffia, a potential human food of the future.	Kamal, Shuvro Sajjad（FLOAT MEAL）	北海道大	2.主要部分が当課題研究の成果である	学生によるウキクサ起業チームFLOATMEALはJST SCORE事業に採択 2021. 8.
2021	2021. 11. 2	優秀ポスター賞	精密ろ過膜と水生植物ウキクサを利用した難培養性細菌群Verrucomicrobia 門細菌の集積	森下陽介	日本微生物生態学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2021	2021.11.21	優秀ポスター賞	ウキクサ植物Lemna 属とWolffiella 属の概日リズム特性の比較	磯田珠奈子	日本時間生物学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2021	2021.12.5	種生物学会ポスター賞	ウキクサ植物の個体間花成誘導制御機構の解析	磯田珠奈子	種生物学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2022	2022. 3. 16.	優秀研究賞 Research Excellence Award	Reconstruction of a duckweed holobiont that reduces nutrient competition with microalgae	Phạm, Huyền Thị Thanh	北海道大学大学院環境科学院	1.当課題研究の成果である	長期外国人研究員の受賞
2022	2022. 7. 10.	WET Excellent Presentation Award	Water and Environment Technology Conference 2022 (WET2022)における優れた発表	Ishizawa Hidehiro, Kaji Yukiko, Shimizu Yuki, Kuroda Masashi, Inoue Daisuke, Makino Ayaka, Nakai Ryosuke, Tamaki Hideyuki, Morikawa Masaaki, Ike Michihiko	Japan Society on Water Environment	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2022	2022. 10. 13.	Honorary Doctorate (Bioscience)	Excellent achievement	Morikawa, M.	Kasetsart Univ.	1.当課題研究の成果である	
2022	2022.11.19	日本水処理生物学会　第24回論文賞	Isolation and Characterization of Novel Plant Growth Promoting Bacteria from the Fronds of Duckweed	岩下智貴、田中靖浩、森一博、遠山忠、森川正章ほか	日本水処理生物学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2022	2022. 12. 4.	優秀ポスター賞	キタグニコウキクサの光周期依存性の休眠誘導と休眠芽形成時に機能する遺伝子群の解析	伊藤 照悟	日本時間生物学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

2023	2023. 7.	水ing論文賞	WET Excellent Paper Award	Ishizawa Hidehiro, Kaji Yukiko, Shimizu Yuki, Kuroda Masashi, Inoue Daisuke, Makino Ayaka, Nakai Ryosuke, Tamaki Hideaki, Morikawa Masaaki, Ike Michihiko	Japan Society on Water Environment	1.当課題研究の成果である	
2023	2023. 8.	Best Presentation Award		Yamamoto Yuta	The 15th International joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy (AETEE)	1.当課題研究の成果である	
2023	2023.9.17	第２１回 学術奨励賞	植物の概日時計における同期の研究	村中智明	日本時間生物学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2023	2024.3.7	第58回日本水環境学会年会優秀発表賞	第58回日本水環境学会年会における発表「ミジンコウキクサWolffia globosaの表層細菌群集の系統分類学的特徴とそのバイオマス生産との関係」	桑井孝祐	日本水環境学会	1.当課題研究の成果である	
2024	2024.11. 15.	Best Poster Presentation Award (General selection)	Modification of synthetic duckweed microbiome using predatory bacteria and its potential to enhance plant growth	Sugiyama Tomomi	7th International Conference on Duckweed Research and Application	1.当課題研究の成果である	
2024	2024.11. 15.	Best Poster Presentation Award (General selection)	Taxonomical structure and functional properties of Wolffia microbiome and their effect on Wolffia growth	Saimee, Yuparat	7th International Conference on Duckweed Research and Application	1.当課題研究の成果である	長期外国人研究員の受賞
2024	2024.11. 15.	Best Poster Presentation Award (ISCDRA selection)	Isolation and application of plant growth promoting bacteria for production using methane fermentation digested liquid	Takei Riku	7th International Conference on Duckweed Research and Application	1.当課題研究の成果である	
2024	2024.11. 15.	Best Poster Presentation Award (ISCDRA selection)	Biogas production performance on co-digestion of tapioca starch fatory wastewater and duckweed by continuous stirred tank reactor	Srisopa, Sunisa	7th International Conference on Duckweed Research and Application	1.当課題研究の成果である	タイ側の成果発表に対する授賞（日本側と共著）
2024	2024.11. 15.	Best Poster Presentation Award (ISCDRA selection)	Use of duckweed as a feed ingredient	Thongthung, Hathaipat	7th International Conference on Duckweed Research and Application	1.当課題研究の成果である	タイ側の成果発表に対する授賞

2024	2025.3.18	第59回日本水環境学会年会優秀発表賞	第59回日本水環境学会年会における発表「2種類の捕食性細菌を用いたウキクサマイクロバイオームの改変に関する検討」	小島翼	日本水環境学会	1.当課題研究の成果である	
2024	2024.10.31	優秀ポスター発表賞	*Myxococcota*門に属する新規細菌捕食性細菌の捕食機構	森下陽介	日本微生物生態学会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2024	2024.8.27	Best Poster Presentation Award	Isolation of a duckweed, Spirodela polyrhiza-associated bacteria and their growth-promoting abilities for S. polyrhiza	Ruenpham, Karnjana	The 16th International Joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy	1.当課題研究の成果である	長期外国人研究員の受賞

23 件　　下線はタイ側の成果発表

②マスコミ（新聞・TV等）報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係（選択）	特記事項
2021	2022. 2. 23.	facebook, Twitter, 米国植物病理学会HP	New molecular mechanism promotes growth of duckweed, an important plant in aquatic ecosystems	https://www.eurekalert.org/news-releases/944443	2.主要部分が当課題研究の成果である	ウキクサホロビオント内相互作用機構の一部をはじめて解明した
2024	2024. 11. 28.	Thai PBS 公共テレビ放送	未来食研究に関してタイと日本が協力を推進	https://www.youtube.com/watch?v=UXklzmN	2.主要部分が当課題研究の成果である	

2 件

Ⅵ. 成果発表等

（5）ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】（公開）

①ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 （開催国）	参加人数 （相手国からの招聘者数）	公開/ 非公開の別	概要
2021	2021.12.15.	Undergraduate Student Online Forum "What students can do to promote sutainable development goals (SDGs) and bio-circular-green economy (BCGE)	カセサート大学（タイ国）online	約190名	公開	カセサート大学長が主催する「SDGsおよびBCG経済を推進するために、自分達は何ができるのか？」を考えさせる、学部生対象のフォーラム 基調講演のひとつとして、本SATREPS事業をわかりやすく解説した。
2021	2022. 2. 3.	KU Online Academic Forum: In Celebration of the 79th Anniversary of Kasetsart University Reinventing Kasetsart University Innovative Research and Advanced Studies in Agriculture and Food	カセサート大学（タイ国）online	148名	公開	カセサート大学長が主催する大学創立79周年祝賀記念講演会 カセサート大学の食と農に関する革新的な国際協力事業を紹介する基調講演として、本SATREPS事業を紹介した。
2022	2022. 9. 21.	1st Symposium on Development of the Duckweed Holobiont Resource Values towards Thailand BCG Economy	バンコク（タイ国）	約70名	公開	プロジェクトの対面形式キックオフとして開催したシンポジウム グループ内およびグループ間での相互理解に大きく貢献すると同時に、外部への広報活動としても有益であった。プロジェクト主催
2022	2023. 2.3-2.11	Kaset Fair	カセサート大学（タイ国）	多数	公開	カセサート大学祭 Be-HoBiDの展示ブースを出展し、プロジェクトについて行政関係者、学生、一般市民に分かりやすく説明した。
2022	2022.9.26	学びコーディネーター事業（松山南高校）	松山市（日本）	170名	公開	京都大学の高校生を対象をした出前授業で、「時間生物学入門－体内時計はどこにあるのか－」というタイトルで講演した。
2022	2022.10.7	学びコーディネーター事業（兵庫県立北須磨高校）	神戸市（日本）	240名	公開	京都大学の高校生を対象をした出前授業で、「時間生物学入門－体内時計はどこにあるのか－」というタイトルで講演した。
2022	2023.3.5	女子高生のための京大理学部案内 －宇宙＆生物-	京都大学（日本）	81名	公開	京大志望の女子高生に向けて、ウキクサの花についての研究を紹介した。
2022	2022.12.16	第24回生きものサロン	日本	15名程度	非公開	九州大学津守不二夫教授からの招待で、「ウキクサっていつ咲くの？」というタイトルで講演した。
2023	2023. 1. 30.	JSTさくらサイエンスプログラム	北海道大学（日本）	13名	非公開	札幌日本大学高等学校が推進するバングラディシュとの国際教育プログラムの一部に協力した。
2023	2024. 2.2-2.10	Kaset Fair	カセサート大学（タイ国）	多数	公開	カセサート大学祭 Be-HoBiDの展示ブースを出展し、プロジェクトについて行政関係者、学生、一般市民に分かりやすく説明した。
2023	2023. 8. 22	ASEAN-JAPAN INNOVATION WEEK 第3回日ASEANコンサルタンシーフォーラム	バンコク（タイ国）	100名程度	公開	本SATREPS事業の全体構想を紹介した。
2023	2023. 8. 24	ASEAN-JAPAN INNOVATION WEEK 第3回日ASEANコンサルタンシーフォーラム	バンコク（タイ国）	70名程度	公開	本SATREPS事業の社会実装技術を紹介した。
2023	2023. 8. 24	第8回TICA CONNECT	バンコク（タイ国）	600名程度	公開	JICAタイ事務所の要請により、本SATREPS事業紹介ポスターとウキクサアイスクリームを出展した。
2023	2023.9.27	Scientific Seminar on Bioplastic research	カセサート大学（タイ国）	20名程度	公開	カセサート大の学生を中心とする聴衆に、バイオプラスチックの最新の研究内容について紹介、解説した。プロジェクト主催
2023	2023.12.13	Scientific Seminar on circadian rhythms of duckweed	マヒドン大学（タイ国）	20名程度	公開	マヒドン大学の学生・研究者を中心とする聴衆にウキクサの1日のリズムについての研究内容を紹介した。プロジェクト主催
2023	2023.12.19	Scientific Seminar on variations of circadian systems in duckweed	カセサート大学（タイ国）	15名程度	公開	カセサート大学の学生・研究者を中心とする聴衆にウキクサの1日の使い方の多様性についての研究内容を紹介した。プロジェクト主催
2024	2024.9.11	Panel discussion "Wolffia and Duckweed as New Economic Crops: from Laboratory to the GAP Standard Certification for Food Crops" Thakland LAB, BITEC	バンコク（タイ国）	150名程度	公開	ウキクサ植物の経済的価値について解説した。
2024	2025. 1.31-2.8	Kaset Fair	カセサート大学（タイ国）	多数	公開	カセサート大学祭 Be-HoBiDの展示ブースを出展し、プロジェクトについて行政関係者、学生、一般市民に分かりやすく説明した。
2024	2025.2.20-2.21	第一回ウキクサ研究会	京都大学（日本）	47名	公開	日本国内のウキクサを扱う研究者とウキクサ利用に興味のある研究者が集う研究会。口頭11題、ポスター11題の発表があった。プロジェクト主催
2024	2025.3.12	Panel discussion "Wolffia: Thailand's Future Economic Crop" *In* Horti Agri Next Asia 2025	バンコク（タイ国）	50名程度	公開	ウキクサ産業に関する最近の動向および社会と経済に与えるインパクトの将来展望について紹介した。

20 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録（開催日、議題、出席人数、協議概要等）

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2022	2022. 9. 22.	プロジェクト進捗状況の確認とPDMとPOに関する変更点等について	27	総じて当初計画通りに進捗しており、数多くの成果が得られていることを確認した PDM客観検証指標数値の確定ならびに新たな研究項目の追加と、一部の研究項目につい
2023	2023. 9. 26.	プロジェクト進捗状況の確認とPDMとPOに関する変更点等について	32	総じて当初計画通りに進捗しており、数多くの成果が得られていることを確認した PDMの見直しを行い OUTPUT 3.4を削除し、一部の研究項目についてPO活動期間を修正し
2024	2024. 11. 12.	プロジェクト進捗状況の確認とPDMとPOに関する変更点等について	33	総じて当初計画通りに進捗しており、数多くの成果が得られていることを確認した PO活動項目について重複箇所を削除修正した

3 件

成果目標シート

公開資料

研究課題名	タイ国・生物循環グリーン経済実現に向けたウキクサホロビオント資源価値の包括的開拓
研究代表者名（所属機関）	森川正章 （北海道大学 地球環境科学研究院 教授）
研究期間	R2採択（令和2年8月1日～令和8年3月31日）
相手国名／主要相手国研究機関	タイ王国／カセサート大学
関連するSDGs	目標15: 陸域生態系の保護、持続可能な利用を推進する. 目標13: 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる. 目標12: 持続可能な生産消費形態を確保する.

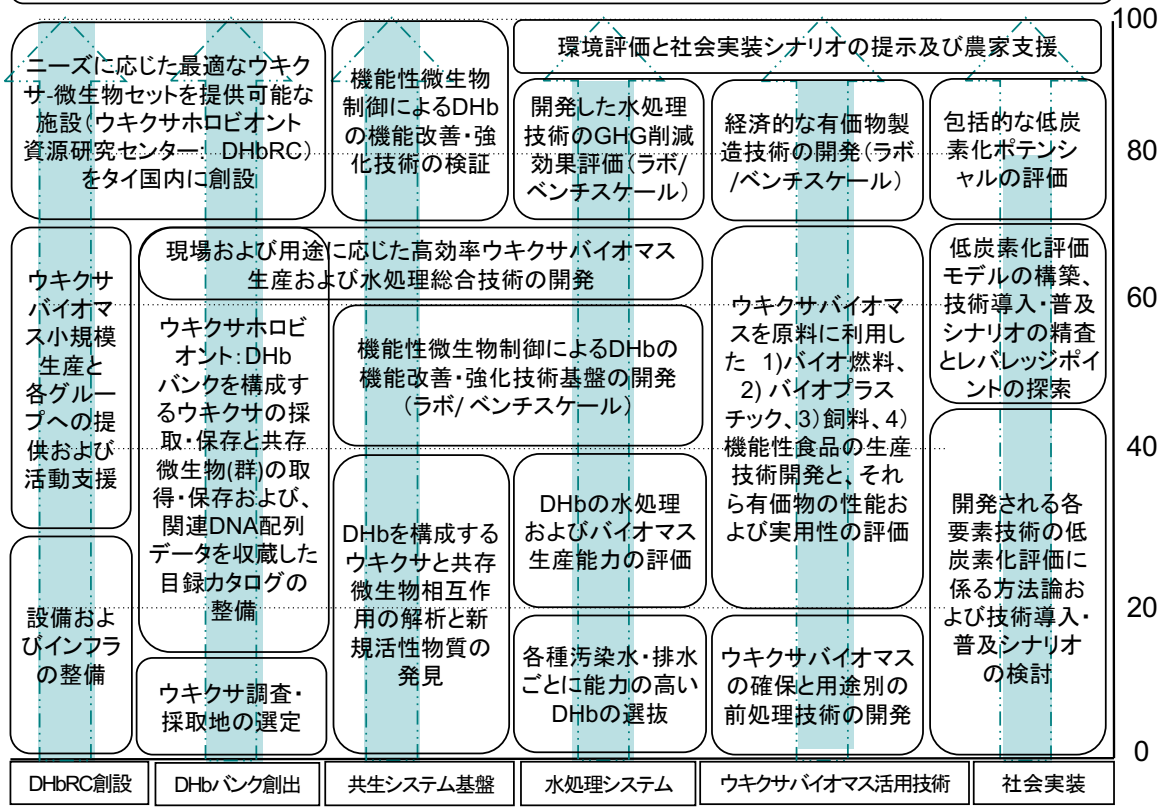
成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・日本企業による成果事業化による経済効果 ・パリ協定順守に向けた新たな取り組み ・日本の高齢社会対策への貢献
科学技術の発展	・熱帯生物資源の開拓と保全 ・植物−微生物共生系の統合理解と応用技術開発 ・資源循環型産業基盤の創出
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・ウキクサ植物および共存微生物の複合生物資源バンク創設（国際標準化） ・水生植物−微生物共生工学技術 ・燃料、バイオプラスチック、食品・飼料の製造技術
世界で活躍できる日本人人材の育成	・プロジェクト関連テーマを論文内容とする博士学位取得者を 5名以上輩出. 若手研究者が筆頭著者の国際共著論文10報以上発表
技術及び人的ネットワークの構築	・年間 6回以上の研究者交流および事業期間内3回の公開シンポジウム開催による成果の発信とネットワークの構築
成果物（提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど）	・ウキクサホロビオントセンターと収蔵生物資源目録 ・ウキクサ生産技術＆水処理技術マニュアル ・低炭素型水処理システム（ベンチプラント） ・ウキクサ原料有価物（バイオ燃料, バイオプラスチック, 飼料, 機能性食品）製造技術マニュアル ・プロジェクト成果に関する論文・解説20編以上

上位目標

ウキクサ産業がASEAN諸国でも導入され、低炭素・循環型成熟社会へのスムーズな移行に寄与し、日本がアジア熱帯バイオ資源産業振興の中心国と認識される

ウキクサホロビオント資源研究センター：DHbRCでの研究活動が継続・発展し、研究がウキクサ以外の生物資源にも適用されるとともに、生物循環グリーン（Bio-Circular-Green：BCG）経済促進への貢献が認知される

プロジェクト目標

タイ国BCG経済に資するウキクサ産業技術の開発と、実用化に向けた研究開発基盤が整う