

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3（2021）年度実施報告書

国際共同研究期間<sup>\*1</sup>

2021年10月 5日から2026年10月 4日まで

JST側研究期間<sup>\*2</sup>

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 (18ヶ月)
<b>1. ウキクサホロビオン資源研究センター(DHbRC)の創設:G1</b> 1.1 G2、G3 から提供されるウキクサホロビオン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		←→	←→	←→	←→	←→
<b>2. ウキクサホロビオンコレクションの創出:G2</b> 2.1 ウキクサホロビオン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	←	→	←→	←→	←→	←→
<b>3. ウキクサホロビオン機能強化技術基盤の開発:G3</b> 3.1 ポテンシャルの高いウキクサホロビオンを選抜し、G5に提供する 3.2 ウキクサと共存微生物間の			←→	←→	←→	←→

【令和3年度実施報告書】【220531】

<p>相互作用機構を解析する</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>3.5 ウキクサと共存微生物から活性物質を探索する</p>			←→	←→	←→	←→
<p><b>4. ウキクサを原料とした有価物生産技術基盤の開発:G4</b></p> <p>(1)バイオ燃料 (メタン)</p> <p>4.1 バイオリクター原料ウキクサを生産する (水質測定を含む)</p> <p>4.2 ラボスケールでメタン発酵の実験を行なう</p> <p>4.3 ベンチスケールでメタン発酵の実験を行う</p> <p>(2)バイオプラスチック</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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)</p> <p>4.10 消費者の許容度について調査する</p> <p>(3)家畜飼料</p> <p>4.11 ウキクサの化学組成とアミノ酸消化性を決定する</p> <p>4.12 ウキクサ給餌による鶏卵の生産性と品質を調べる</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>(4)機能性食品</p> <p>4.15 ヒトの健康に有効な活性物</p>			←→	←→	←→	←→



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資源価値の包括的開拓」は高濃度 CO<sub>2</sub> と汚染水で生育可能で資源価値の高いウキクサ科植物の活用により持続可能社会構築に貢献する。具体的には(1)ウキクサ-共存微生物複合生物資源バンクの整備 (2)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 (3)低炭素型水処理技術とウキクサ生産技術の開発 (4)バイオ燃料・バイオプラスチック・家畜飼料の製造 (5)食用ウキクサの生産性向上と高機能性食品の開発を行う。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貫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貢献する。今年度の主な成果と達成状況は以下の通りである。2021年2月18日から3月24日までの期間で合計20回にわたるオンラインによるタイ側研究施設の視察および研究実施計画に関する質疑応答ならびに研究推進体制の確認を行い Project Design Matrix (PDM) と Plan of Operation (PO) のタイ日双方の確認と合意を経てカセサート大学長 Dr. Chongrak Wachrinrat と JICA 調査団長石島光男氏が Minutes of Meeting に署名し3月29日に詳細計画策定調査を完了した。その後タイ国内コロナ感染状況悪化に伴う約2ヶ月間のロックダウンの影響もあり長時間を要したが8月6日付にてカセサート大学長と JICA タイ事務所長森田隆博氏による Record of Discussion (RD)への署名が完了しこれを受けて9月17日付にてカセサート大学理学部長 Dr. Apisit Songsasen と北海道大学大学院地球環境科学研究院長 大原雅教授による Collaborative Research Agreement(CRA)への署名が完了した。以上をもって本プロジェクトは正式化された。また事業のロゴ Be-HoBiD (Bcg economy utilizing HoloBiont Resource Values of the Duckweed)を制定した。10月5日にオンライン形式によるオープニングセレモニーを行い本プロジェクトを開始した。各協力機関およびカウンターパートとのオンライングループ会議を10回以上行い以下の通り活動を推進した。



タイ国側カウンターパートの活動成果として特筆すべきは自助努力により国内研究予算を獲得したことである。研究題目代表研究者および予算額は以下の通り。

Title: Innovation and utilization of duckweed and associated microbes for wastewater treatment and bioplastic development PI: Arinthip Thamchaipenet (カウンターパート代表者)

2021 = 2,000,000 THB, 2022 = 3,000,000 THB

## (2) 各研究題目

### 研究題目1: 「ウキクサホロビオン資源研究センター (DHbRC) の創設: G1」

1-1. センターの創設 (北海道大学: 森川正章) /カセサート大学理学部

#### ①当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

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、各種分析装置類など必要な機材をカセサート大学理学部に措置する (2021年度~2023年度内)。G2 および G3 から提供されるウキクサホロビオン生物資源および関連DNA配列情報などを管理・保管し、ホームページ等で公開する (2024~2025年度)。また、G4 および G5 が必要とするウキクサホロビオンを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へ公開し広報活動にも務める。

【令和3年度実施報告書】【220531】

成果の達成状況：DHbRCの施工を完了し、当初の計画通りに機材供与の準備を進めている。

②カウンターパートへの技術移転の状況

機材供与後に行う予定。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

④研究のねらい（参考）

ウキクサホロビオン資源研究センター DHbRC (Duckweed Holobiont Resource and Research Center)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と共存微生物(群)の複合カルチャーコレクション～ウキクサホロビオンバンクを管理保管すると共に、そのカタログをホームページ等で公開する。さらにユーザーのニーズにあわせたものを提供する機能を装備する。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、汎用的な各種分析装置類を装備する。さらに、種々のウキクサホロビオン（バイオマス）を小規模生産できる植物工場を装備し、一般見学施設としても活用する。その生産物は適宜、G4 および G5 へ提供する。

⑤研究実施方法（参考）

DHbRC の完成

研究題目2：「ウキクサホロビオンコレクションの創出：G2」

2-1. ウキクサの多様性調査と保存（京都大学：）/カセサート大学理学部

①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画：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）。ウキクサおよび共生微生物の長期保存法を確立する(2021-22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。

成果と達成状況：過去に取得した日本の株に加えて、北海道で *L. minor*、沖縄、静岡、鹿児島などから *L. aequinoctialis* について多数の株を取得し保存した。タイにおいては 26 カ所から *Landoltia punctata*, *L. aequinoctialis*, *Spirodela polyrhiza*, *Wolffia globosa* をあわせ 42 株取得し DNA と形質による分類をおこなった。当初の計画はほぼ達成した。日本において、すべての属のウキクサについて凍結保存の成功事例を作り、ウキクサホロビオン保存法が大きく前進した。ウキクサの多様性について、遺伝子発現、概日リズム、花成様式について明らかにし、ウキクサの個体（クローン）内・種内・種間の多様性を解明した (Watanabe et al. 2021; Ueno et al. 2022; Muranaka et al. 2022; Isoda et al. 2022; Yoshida et al. 2021)。特に、概日リズムの多様性については、*Lemna* 属（の祖先）から *Wolffiella* 属が進化する過程でその自律性を弱めるような形質の差異を生じていることを明らかにした (Isoda et al. 2022)。また、北海道から九州までのアオウキクサ株の花成時期決定様式の多様性について、緯度の違いに従う日長応答性の多様性とその日長測定基盤となる概日リズム周期の多様性が花成時期多様性を生み出す鍵になることを示した (Muranaka et al. 2022)。これらはウキクサ形質の多様性生成メカニズムに迫る画期的な成果となった。

②カウンターパートへの技術移転の状況

ウキクサ単体保存の基本となるウキクサ滅菌手法および培養方法について技術移転した。

### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

タイと日本での気候的な差異が人工的な実験レベルでのウキクサ培養に大きな影響があることがわかった。

### ④研究のねらい

ウキクサホロビオントの調査と採取を行う（7地域約20ヶ所）。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。2-2. 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。

#### 2-2. 共存微生物の多様性調査と保存（山梨大学：田中靖浩）/カセサート大学理学部

当初計画：ウキクサ共生微生物群集の分離培養を前提とした長期保存方法について検討する（2021年度～2022年度）。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。また、カセサート大学が特徴づけの対象として選出したウキクサ共存微生物と近縁な微生物が、既存のウキクサ共存微生物コレクション（日本側グループが保有）に含まれているかを検索する。該当する微生物が見出された場合、この微生物についても特徴づけを行う（実施期間は2021年度～2024年度とする）。

成果と達成状況：無菌ウキクサに環境試料中の微生物群集を接種・共培養することで人工的に構築したウキクサ微生物共生微生物群を用い、グリセロール等各種保護剤の添加効果による保存性への影響について検討中である。現段階では、10%グリセロールの添加により無添加のものに比べて保存性が約20%向上することを確認している（CFU値での比較）。

一方、カセサート大学にて、ウキクサから多数の放線菌（*Actinobacteria* 門）が分離された（Saimee & Duangmal 2021）ことを受け、本グループでもウキクサ共存微生物からの放線菌の分離についても検討している（既存コレクション中には放線菌が含まれていなかったため）。現段階では、希少放線菌として知られる *Actinoplanes* 属の菌株を1株得ている。

### ②カウンターパートへの技術移転の状況

ウキクサ共生微生物の分離培養条件を提供した。

### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

ウキクサの生育を促進する微生物として、未培養・難培養性微生物群に属する *Acidobacteria* 門の菌株を新たに得るとともに（Yoneda et al. 2021）、当該菌株のゲノム解析を行った（Yamamoto et al. 2021a, 2021b）。

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（系統的に極めて新規な微生物）を1株得た。

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。

**研究題目 3：「ウキクサホロビオン機能強化技術基盤の開発：G3」**

3-1. 共生作用の解析（北海道大学：森川正章）/カセサート大学理学部

①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画：異なる分類群のウキクサ成長促進細菌 3 株以上について作用分子機構を微生物側から（北海道大学）とウキクサ側から（京都大学）で解析する。また、ウキクサ成長阻害細菌あるいは病害細菌を 1 株以上発見し、その作用分子機構を解析する（2021 年度から 2023 年度まで）。複数種の成長促進細菌の拮抗と協調的効果を検討し、2 種類以上の協調的組み合わせを発見する（2021 年度から 2023 年度まで）。一方、微細藻類が栄養競合によってウキクサの成長を強く阻害することが分かっている。そこで、この競合微細藻類の増殖を抑制する細菌を 2 株以上発見する（2021 年度から 2023 年度まで）

成果と達成状況：2021 年度において、ウキクサ成長促進細菌 1 株について微生物側とウキクサ側からその作用分子機構を解析中である。一方、ウキクサ成長阻害細菌 1 株の発見に成功した。協調的組み合わせについてはまだ見出せていない。競合微細藻類の増殖を抑制する細菌を 1 株発見した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

ウキクサ成長促進細菌の評価法について基本的な実験マニュアルを提供した。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

④研究のねらい（参考）

3-2. との連携によりウキクサホロビオン共生システムを解析し、機能性微生物によるホロビオン機能改善・強化技術＝有用バイオマス高速生産技術基盤を開発する。

⑤研究実施方法（参考）

3-2. との連携により、異なる水質から得られるウキクサホロビオンのオミックス解析と、共存微生物群の変動について調べる。各水質のウキクサホロビオンで優占化した微生物(群)を取得し、ウキクサとの相互作用の解析およびウキクサへの作用を評価する。ウキクサの機能（成長速度/ストレス耐性）向上を可能とする微生物(群)については DHbRC に提供して保存すると共に、高機能ホロビオンを G5 あるいは G4 へフィードバックする。また、ウキクサホロビオンの形成や機能発現に関係している活性物質についての探索も行う。

3-2. 共生作用制御技術の開発（大阪大学：池道彦）/カセサート大学理学部

①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画：ウキクサ特有の微生物群集において優占するコア共存微生物群の組み合わせにより Synthetic Bacterial Community を作成し、その安定性について検証する（2022 年度までに）。2022



年度以降はこれを実験系として優占微生物や PGPB、PMRB 等の有用微生物がウキクサに定着する機構の解明を試み、少なくとも 1 例について明確な結果を得る。この成果により、主に共存微生物（群集）の挙動制御によりホロビオントの機能を強化できる技術を提案し、その可能性を実験的に検証して、有望な技術を選定する。現状では、ウキクサに定着しやすい有用微生物の導入手法（植種の量・タイミングやウキクサの前処理等）、環境条件の制御、トータルプロセスのデザイン・制御法等の検討を想定している（2022～2025 年度）。また、G2 に対して有用微生物探索のマーカーを提供する。

成果と達成状況：コウキクサを対象として共存微生物群集の主要な系統分類を科レベルで明らかにした。また、6 つの主要な科に属する細菌株を用いて作製した Synthetic Bacterial Community において、各細菌株が一定の構成比率で安定することが実験的に確認され、各種検討を進める Synthetic Bacterial Community を構築することができた。さらに、各構成菌株のゲノム情報を取得するとともに、資化可能な炭素源の把握等も進めた。

#### ②カウンターパートへの技術移転の状況

ウキクサ共存微生物群集構成の解析技術、Synthetic Bacterial Community 構築手法を共有した。

#### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

ウキクサに優占する共存微生物群集の系統分類は種によらず概ね類似しているが、ウキクサの根の有無や、環境水（微生物源）の違いも共存微生物群集の構成に一定の影響を及ぼしている可能性のあることが見出されたことから、それらにも着目して研究を展開している。

#### ④研究のねらい（参考）

*Wolffia* の共存微生物群集の解明、Synthetic Bacterial Community の安定性検証、ウキクサへの定着機構の解明

#### ⑤研究実施方法（参考）

複数の微生物源を用いて *Wolffia* により集積される微生物群集を調査する。*Lemna* に対して構築済の Synthetic Bacterial Community を用いて、機能評価や安定性に影響する因子の探索を進める。

### 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」

#### 4-1. バイオ燃料（東北大学：久保田健吾）/コンケン大学

##### ①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画：実験に用いるウキクサの生産方法の確立およびリアクターの設計は、ウキクサからバイオメタンを回収するバイオプロセスを開発する上での第一歩となる。本年度は下水処理ラグーンの流入水・流出水などを用いたウキクサ生産に目処が付き、またメタン発酵プロセスにおける混合比が分解特性およびメタン収率に及ぼす影響を明らかにするなどの成果が得られた。加えて、ウキクサからのバイオエネルギー生産を産業廃水処理と組み合わせる検討を開始し、それを考慮したリアクターの設計などを行った。これらの成果により、当初計画に対して順調に進捗していると言える。

##### ②カウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパートと協働でバイオリアクターの設計などを行った。

##### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

タイの産業廃水処理との融合の可能性が見え、その適用について検討している。

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）

ウキクサのバイオマス成分と生分解性を調査し、メタン収率が高いウキクサ候補のリスト化を行う。コンケン大学においてバイオメタンの基質とするウキクサの生産条件を確立し、実験に用いるウキクサの供給体制を整える。プロジェクト前半にはラボスケールリアクターを用いて、様々な条件下におけるウキクサのメタン発酵実験を行いメタン収率を評価するとともに、その向上に向けた要素技術を開発する。すなわち、ウキクサを嫌気性処理してメタンを回収するバイオプロセスを開発する。プロジェクト後半には、ラボスケールリアクターで得られた知見をもとにベンチスケールリアクターを設計・運転し、プロセスのスケールアップに伴う問題点を洗い出すと共に、その問題を解決する技術開発を行う。最終的にはウキクサバイオマスからメタンを生産するシステムの経済性を評価し、実用化に必要な技術的情報を整備する。

4-2. バイオプラスチック（北海道大学：松本謙一郎）/カセサート大学農産学部

①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画および進捗：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（北海道大学）と、PHA の物性改善を目的としてウキクサ繊維を混練する方法（カセサート大学）を合わせて検討している。2021 年度は準備段階として概ね予定通り進捗した。

②カウンターパートへの技術移転の状況

混練試験に必要な PHA レジンカウンターパート研究者に提供した。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

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）

ウキクサ由来バイオマスを利用してバイオマスプラスチックを生産する技術開発を共同で行う。具体的には、ウキクサバイオマスを既存のプラスチックの添加材として利用し、バイオマス由来プラスチック（およびバイオマス化度を高めた材料）を生産する系（カセサート大学）と、ウキクサ由来デンプンを発酵原料として利用してバイオポリエステルを微生物合成する系（北海道大学）を並行して検討する。ウキクサ由来バイオマスを添加したバイオマスプラスチックの生産条件の確立のため、2022 年度末までにウキクサの調整条件（デンプンおよび繊維の抽出）、ベースとなる樹脂の選定（PLA など）、添加条件について検討する。2023 年度以降は、ウキクサ原料ベースのバイオプラスチックを樹脂/ペレットとして成形し、適切な最終製品プロトタイプを製造する。2025 年度には実証実験を行い、コストを含めた製造プロセスの経済性評価を行う。バイオポリエステルの合成では、2022 年度までに培養の炭素源として利用するためのウキクサ由来デンプンの酵素糖化条件、および小スケールでのポリマー合成を検討する。2023 年度以降は、スケールアップを行うと共に、

コスト削減のためにデンプンの前処理条件の最小化を行う。これらの検討により、ウキクサ由来バイオマスの発酵原料として利用するための技術情報を整備する。

#### 4-3. 家畜飼料 /カセサート大学農学部

##### ①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

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年~2022年）。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（2023年度）。また、G3と協力して採卵鶏の腸内微生物叢を分析する。これまでの報告から、ウキクサ配合飼料において卵黄の黄色度が上昇することが知られており、その検証も行う。一方、新たな有効成分を探索するために、ウキクサの化学組成成分およびウキクサタンパク質の抽出法と加水分解法の検討を行い、その産物の生物活性を調べる（2024年度末まで）。ウキクサタンパク質加水分解ペプチド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。以上の成果をもとにして、ウキクサ配合機能性飼料の実製造の検討を行う（2025年度）。さらに、試作品についてテストマーケティングを実施し、最適な製品出口と商品化するためのシナリオを作成する。なお、この開発項目に関する日本側の担当研究機関はない。

成果の達成状況：ウキクサ配合飼料が卵黄の黄色度を上昇させる効果を確認した。ウキクサの化学組成を一部解析した。

##### ②カウンターパートへの技術移転の状況

機材供与後に行う予定である。

##### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

##### 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）

産卵鶏用の飼料を対象とする。

#### 4-4. 機能性食品（サラヤ株式会社：田端宏充）/カセサート大学農産学部/AGFarm

##### ①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画：（カセサート大学）ウキクサに豊富に含まれる活性オリゴ糖およびペプチドについて抽出法および調製法を開発する（2022年度末まで）。（北海道大学：サラヤ(株) タイ AGFarm 社より調達する高品質な食用ウキクサを加工した粉末および国内栽培された未乾燥のウキクサで用いて検討を行う。タイ AGFarm 社のウキクサについては粉末原料化及び高タンパク食品としての処方を検討する。ウキクサ原料の機能性を評価し、付加価値の向上をはかる。まず、2021年度は、食品に適したウキクサ粉末加工条件を検討する。粉末食品原料としての物性と味質を評価しながら乾燥・粉碎方法を最適化し、得られたウキクサ粉末の栄養素（タンパク質、炭水化物、脂質量など）を分析する。国内栽培されたウキクサについては冷凍保存を実施し、生ウキクサとしての利用を検討する。冷凍保存の適正や粉末加工したウキクサとの栄養価の比較を実施し、生ウキクサ利用の付加価値を検討する。

成果と達成状況：（カセサート大学）必要な機材の供与が遅れ 2021 年度において進捗はない。2022

年度内の目標達成を目指す。(北海道大学：サラヤ(株)) 未乾燥ウキクサについて保存条件の検討を実施した結果、急速冷凍は緩慢冷凍に比べて食感変化を抑えられることがわかった。また、乾燥ウキクサは均一分散性や食感が悪いことが課題として挙げられたが粉碎処理により微粉末化することで改善できることを見出した。未乾燥乾燥の両ウキクサはともに味質も良く、さまざまな加工品に利用できる可能性が明らかになった。

#### ②カウンターパートへの技術移転の状況

日本国内で食用粉末として認められている品質の基準および加工食品の開発方針等を AGFarm へ提供した。

#### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

#### 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 AGFarm 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 AGFarm 社の活動とも連携する。日本では、主に AGFarm 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。

### 研究題目5:「ウキクサホロビオン水質浄化システムの低炭素化効果の検証: G5」

(山梨大学: 森 一博) /カセサート大学工学部

#### ①当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画: ウキクサ栽培の汚染水・排水処理への適用性を予備的に検討する(2021年度~2022年度)。ウキクサ-共生微生物群の水処理性能の評価のために、G2で取得する各種ウキクサと共生微生物群を対象にして、各種汚染水・排水に対する処理能力を評価し、水処理性能が優れた新たなホロビオンについて、ウキクサと微生物の科学的特徴を明らかにする(2021年度~2022年度)。

成果と達成状況: 各種排水の水質評価を行った上で、在来の各種ウキクサを栽培し、各ウキクサホロビオンの排水への適用性を検討するための基礎的な実験方法と材料の準備を、ウキクサ研究に豊富な経験を有する山梨大学とタイ側(カセサート大学)が協同で進めた。また、ウキクサと共生微生物群による排水浄化作用検討の準備を進め、予備的検討として優れた浄化効果が観察される一方、その効果への環境条件による影響も確認した(山梨大)。さらに、植物成長促進微生物によりウキクサのバイオマス生産、水質浄化、二酸化炭素削減への効果が促進される仕組みの一例を解明することに成功した(Toyama et al.2022)。

#### ②カウンターパートへの技術移転の状況

山梨大学では、タイ側でのウキクサの栽培や分析に係る各種試験方法の構築と準備のための情報提供や助言を行い、ウキクサを用いた研究の実施を支援した。さらにタイ側研究者がウキクサを用いた各種試験方法を習得するために、ウキクサを用いた各種試験方法に関する研修を山梨大学にて実施するべく、2021年度内に準備を整えた(新型コロナの感染拡大に十分に配慮しながら、2022年

4月に研修実施済み)。

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

タイ側の実験室内を含む気温などの環境条件や入手できる試薬類などにも日本との差異が認められ、ウキクサ栽培試験への影響が大きいことを確認した。これらについては、上記②に示した山梨大学からタイ側への技術移転の中で順次対応中である。

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の一部)。ウキクサホロビオン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実施し、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ホロビオンの水質浄化作用を調査する。

## 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」

6-1. 農家支援およびウキクサ活用技術実用化の推進 /カセサート大学/AGFarm/ナコンパトムラチャパット大学

①当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

当初計画: 本題目は、事業成果の総括として位置づけられる。食用ウキクサ農家の生産支援と、ウキクサホロビオンおよびウキクサバイオマスを活用した技術 (以後「ウキクサ活用技術」と総称する) の実用化を推進する。従って、初年度である2021年度においては実施計画なし。

当該年度の成果の達成状況: 該当せず

②カウンターパートへの技術移転の状況

該当せず

③当初計画では想定されていなかった新たな展開

該当せず

④研究のねらい (参考)

現業食用ウキクサ農家の生産支援を行い、収穫の不安定性の改善およびウキクサを活用した技術の実用化を推進することにより、タイ国政府が推進する生物循環グリーン(BCG)経済の実現に資する。

⑤研究実施方法 (参考)

タイにおけるウキクサ生産農家への生産技術支援を行う。カセサート大学およびコンケン大学は、ウキクサホロビオン資源価値と開発した活用技術を社会実装に向けて普及広報活動を行う。

## 6-2. 開発技術の炭素収支評価（国立環境研究所：蛭江美孝）

### ①当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

水処理技術などの要素技術について、温室効果ガス排出係数の設定に係る検討に着手し、当所計画を達成した。特にウキクサ水処理システムについて、比較対象となり得る技術を含めて排出量算定モデルの基盤を構築することができた。

### ②カウンターパートへの技術移転の状況

なし

### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

なし

### 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成果達成の見通し（公開）

引き続きオンライン会議等を活用したカウンターパートの研究活動の把握と適切な助言を行うことによって現地の活動を支援する。さらに 2022 年度においては可能な範囲で日タイ双方の研究員の派遣および招聘（研修）活動を開始する計画である。2022 年 9 月に第一回 JCC をバンコクで開催する予定である。

## 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）

### (1) プロジェクト全体

- ・プロジェクト全体の現状と課題相手国側研究機関の状況と問題点プロジェクト関連分野の現状と課題。

オンライン会議の回数を十分に重ねタイ側研究者と緊密な連携体制を継続している。従って現状において問題点はない。

- ・各種課題を踏まえ研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫。

高頻度でオンライン会議を行ったこと。

- ・プロジェクトの自立発展性向上のために今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項。

本事業が開始して初年度に相手国研究機関・研究者は自助努力により関連研究予算の獲得に成功した（2021 年度～2022 年度）ことは高く評価できる。これを基盤としてさらなる成果を積み上げ継続的な予算の獲得が望まれる。

- ・諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など進捗の遅れた事例があればその内容解決プロセス結

果。

新型コロナによる渡航制限のため対面の技術指導が大幅に停滞していることに伴いプロジェクト全体の進捗（準備）が一部遅れている。一方別案件で渡日（国立環境研究所）していたカウンターパートの業務終了に合わせて山梨大学で 2022 年 4 月初旬に 1 週間対面にて G5 に関する技術の指導を行えたことは幸いであった。

## (2) 各研究課題

### 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」

#### 1-1. センターの創設（北海道大学：森川正章）/カセサート大学理学部

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点その問題点を克服するための工夫今後への活用。  
特になし
- ・類似プロジェクト類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓提言等。  
特になし

### 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」

#### 2-1. ウキクサの多様性調査と保存（京都大学：）/カセサート大学理学部

#### 2-2. 共存微生物の多様性調査と保存（山梨大学：田中靖浩）/カセサート大学理学部

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点その問題点を克服するための工夫今後への活用。  
特になし
- ・類似プロジェクト類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓提言等。  
特になし

### 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」

#### 3-1. 共生作用の解析（北海道大学：森川正章）/カセサート大学理学部

#### 3-2. 共生作用制御技術の開発（大阪大学：池道彦）/カセサート大学理学部

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点その問題点を克服するための工夫今後への活用。  
特になし
- ・類似プロジェクト類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓提言等。  
特になし

### 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」

#### 4-1. バイオ燃料（東北大学：久保田健吾）/コンケン大学

#### 4-2. バイオプラスチック（北海道大学：松本謙一郎）/カセサート大学農産学部

#### 4-3. 家畜飼料 /カセサート大学農学部

#### 4-4. 機能性食品（サラヤ株式会社：田端宏充）/カセサート大学農産学部/AGFarm

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点その問題点を克服するための工夫今後への活

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

用。

特になし

- ・類似プロジェクト類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓提言等。

特になし

#### 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」

(山梨大学：森 一博) /カセサート大学工学部

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点その問題点を克服するための工夫今後への活用。

特になし

- ・類似プロジェクト類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓提言等。

特になし

#### 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」

6-1. ウキクサ生産支援 /カセサート大学/AGFarm/ナコンパトナムラチャパット大学

6-2. 開発技術の炭素収支評価（国立環境研究所：蛭江美孝）

- ・相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点その問題点を克服するための工夫今後への活用。

特になし

- ・類似プロジェクト類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓提言等。

特になし

### IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

- (1) 成果展開事例

なし

- (2) 社会実装に向けた取り組み

なし

### V. 日本のプレゼンスの向上（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（オンライン）「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」の基調講演で本 SATREPS 事業を紹介した（2022. 2. 3.）。

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 growth 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	

論文数 1 件  
うち国内誌 0 件  
うち国際誌 1 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	
2021	Saimee Y & Duangmal K. (2021). Streptomyces spirodelae sp. nov., isolated from duckweed. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 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. International J. Biol. Macromol., 203, 369-378.	doi.org/10.1016/j.jbiomac.2022.01.159	国際誌	発表済	
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	

論文数 11 件  
うち国内誌 1 件  
うち国際誌 10 件  
公開すべきでない論文 0 件



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

招待講演 0 件  
口頭発表 0 件  
ポスター発表 0 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:オンライン、2021.9.2-3.	口頭発表
2021	国内学会	神拓海、針生輝希、岩野寛、大谷亮、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、大谷亮、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 sustainable development goals (SDGs) and bio-circular-green economy (BCGE)" Bangkok: Online, 15 Dec, 2021	招待講演
2021	相手国内フォーラム	Masaaki Morikawa (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, 3 Feb. 2022	招待講演
2021	国内学会	AI driven environmentally sustainable protein farming system from duckweed Wolffia, a potential human food of the future. Sajjad KS, Fernandes HDG, Ratnayake MSU, Morikawa M. (Grad. School Environ. Sci, Grad School Eng., Grad. School Info. Sci. Technol., Hokkaido Univ.), Hokkaido University Cross-Departmental Symposium. 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 Spring 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 Spring 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 Spring 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 Spring 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 September 3rd, 2021 (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 <i>Wolffiella hyalina</i> 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年9月16日-19日	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), 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	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年11月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年11月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 <i>Lemna</i> 属と <i>Wolffiella</i> 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年11月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年12月3-5日 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年12月3-5日 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年3月14-18日	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年3月22-24日	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年3月22-24日	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年3月22-24日	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年3月16-18日	口頭発表

招待講演	3件
口頭発表	14件
ポスター発表	12件

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 (「〇〇の開発」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	Sajjad KS, Khairina KY 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.	Sajjad KS (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	
2021	2022.3.16.	優秀研究賞 Research Excellence Award	Reconstruction of a duckweed holobiont that reduces nutrient competition with microalgae	Huyen Pham	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

7 件

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	<a href="https://www.eurekalert.org/news-releases/944443">https://www.eurekalert.org/news-releases/944443</a>	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内相互作用機構の一部をはじめて解明した

1 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 sustainable 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 <a href="https://iad-old.intaff.ku.ac.th/wordpress/?p=26108">https://iad-old.intaff.ku.ac.th/wordpress/?p=26108</a>

2 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

0 件

# 成果目標シート

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。

## 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

## 成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本企業による成果事業化による経済効果</li> <li>パリ協定順守に向けた新たな取り組み</li> <li>日本の高齢社会対策への貢献</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱帯生物資源の開拓と保全</li> <li>植物-微生物共生系の統合理解と応用技術開発</li> <li>資源循環型産業基盤の創出</li> </ul>
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>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)</li> <li>水生植物-微生物共生工学技術</li> <li>燃料、バイオプラスチック、食品・飼料の製造技術</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウキクサホロビオントセンターと収蔵生物資源目録</li> <li>ウキクサ生産技術&amp;水処理技術マニュアル</li> <li>低炭素型水処理システム(ベンチプラント)</li> <li>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</li> <li>プロジェクト成果に関する論文・解説20編以上</li> </ul>

## プロジェクト目標

