

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「生物資源の持続可能な生産と利用に資する研究」

研究課題名「ナイルの源流エチオピア・タナ湖で過剰繁茂する

水草バイオマスの管理手法と有効利用プロセスの確立」

採択年度：令和２年度（２０２０年度）/研究期間：５年/

相手国名：エチオピア連邦共和国

令和３（２０２１）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

２０２１年７月１日から２０２６年６月３０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６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： 佐藤 伸二郎

創価大学理工学部・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	暫定期間 2020-21年度 (10ヵ月)	1年目 2021年度	2年目 2022年度	3年目 2023年度	4年目 2024年度	5年目 2025年度 (12ヵ月)
1. ホテイアオイ管理モデルの構築 (琵琶湖研・創価大) 1-1. モニタリング法確立・現場調査	供与機材決定・刈取法の策定	ICTによるモニタリング法確立	湖沼環境調査			
1-2. 刈取モデル策定・検証		ホテイアオイ増殖・刈取モデル策定	刈取モデル現場検証		地方政府へのホテイアオイ管理システムの提言およびヒアリング	
2. 栄養塩・エネルギー回収技術の開発 (創価大) 2-1. 圧搾・メタン発酵	ホテイアオイ確保(日本)供与機材決定	圧搾条件最適化 高速メタン発酵法の確立	現地連続メタン発酵	パイロット規模運転		
2-2. 炭化処理		炭化方法の確立(燃料と土壌改良材)	炭団作成法確立	パイロット規模運転		
3. 有価物生産システムの開発 (滋賀県大・創価大) 3-1. 微細藻類培養	ABS締結	現地微細藻類単離・消化液清澄化	消化液を用いた藻類培養	人工培地での小・中・パイロット規模運転	ホテイアオイ処理から有価物生産システムまでのパイロット規模連結運転	システムの環境性・経済性評価(LCA・LCC)
3-2. 養液栽培	現地企業との連携	消化液清澄化 消化液を用いた養液栽培		パイロット規模運転		
3-3. 土壌改良・農作物生産	現地農家との連携	現地土壌の調査	ポット試験・適切な有機肥料決定	施肥試験		
4. ビジネスモデル提案・社会実装化 (創価大) 4-1. 商品開発・栄養改善効果検証		栄養ニーズ・健康嗜好性調査	パートナーシップ締結・藻類由来栄養改善食品の開発	商品試供栄養改善効果の評価	パイロット施設コスト試算	国際機関への製品プロモーション
4-2. ビジネスモデル構築					国内ビジネスモデル構築	
機材供与・パイロット施設建設	設計・供与機材決定	第1次機材供与	第2次機材供与	第3次機材供与		

* 世界的な新型コロナウイルス感染拡大とエチオピア国内情勢の悪化により現地への渡航・輸送が行えなかったため、実施期間に遅れが生じた。

** 2-2.「炭団作成法確立」は、炭化方法（特に燃料用）と共に検討するために2021年度からに前倒しすることになった。

** 3-3.「ポット試験・適切な有機肥料決定」は、2021年度に活動制限下においてもエチオピア現地でポットと圃場栽培実験が行えたので、前倒しすることになった。

(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)

[研究] 2021年7月1日開催の日本・エチオピア合同のキックオフミーティングの後、9月～10月に多数の日本人研究者がエチオピアへ渡航し、現地関係者との打合わせや実験の立上げを行う予定であった

【令和3年度実施報告書】【220531】

が、10月頃からのエチオピア国内の情勢悪化を受けて、11月に日本外務省および JICA エチオピア事務所がアムハラ州内およびエチオピアへの日本人渡航禁止を発表したことで、渡航が実現できなかった。従って、現地での活動を必要最小限に縮小し、研究題目別に日本とエチオピア合同のオンライン会議を定期的に開催し研究活動の内容や進捗状況を共有した。日本人研究者の渡航は、各研究題目で異なる日程で 2022 年 9 月～11 月の予定に変更した。

【パイロット施設・JV】 エチオピア情勢悪化に伴って、パイロット施設の建設予定地を当初のタナ湖北東部湖畔の街からバハルダール大学 (BDU) 農業環境科学部 (Zenzelima) キャンパス内へ変更すること、およびホテアオイの刈取規模を日量 5 トンから 0.5 トンに縮小することについて、JST および JICA の合意を得た。この変更は、2022 年 6 月開催予定の JCC にて審議される予定である。この変更に伴って、当初パイロット施設建設を委託する予定であったジョイントベンチャー (JV) の実質的な必要性がなくなり、JV を解体することの合意も得た。今後、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング (MURC) は継続して研究題目 4 における研究支援活動を行い、トッププランニング JAPAN とマイクロアルジェコーポレーションはそれぞれメタン発酵槽とスピルリナ培養ポンドの建設についてコンサル委託事業を行うことに変更した。

【供与機材】 2021 年 12 月頃輸出予定であった第 1 次供与機材は、エチオピア情勢悪化によって輸送（船便および陸運）が不可能となったことと合わせて新型コロナウイルス感染症拡大に伴う輸送コンテナの確保が困難になったため、第 1 次供与機材のうち必要性が高くかつ軽量の物品については 2022 年 6 月頃に空輸便で発送・7 月頃までの現地到着、および残りの当初予定の大型機材は船便で 2022 年 9 月～11 月頃に発送・2023 年 2 月頃までの現地到着予定に変更した。

【受入れ】 エチオピアから受入れ予定であった 5 名の短期研修員は、新型コロナウイルス感染症に伴う入国制限によって入国ができなかったため、2022 年度の受入れ予定に変更した。

【派遣】 2021 年 6 月より雇用している本事業の現地業務調整員が、エチオピアへの入国制限によって現在までまだエチオピアに出向できていない。派遣は 2022 年 6 月からの予定に変更した。派遣後はアジスアベバを拠点とし、月 1 回程度、1 回の渡航で最大 14 日間バハルダールへ渡航し業務を行う予定に変更した（2022 年 5 月 31 日現在の JICA 安全対策措置では、アジスアベバは危険レベル 1 およびバハルダールは危険レベル 2 である）。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト **（公開）**

(1) プロジェクト全体

・成果目標の達成状況とインパクト等

プロジェクト全体の目標は、タナ湖におけるホテアオイの管理手法を確立し、ホテアオイから回収した栄養塩とエネルギーを使って有価物の生産プロセスを開発し、微細藻類栄養補助食品の社会実装化を目指すことである。そのため 2021 年度は、研究題目 1「ホテアオイ管理モデルの構築」では、タナ湖の気象・衛星画像などのデータの収集、ホテアオイのバイオマス拡大に影響を及ぼすパラメータの解析、および現地設置予定の観測ブイの取扱い説明ビデオの作成と公開などを行った。研究題目 2「栄養塩・エネルギー回収技術の開発」では、ホテアオイの圧搾条件の最適化、圧搾液の高速メタン発酵処理法の確立、および固形画分の炭化・炭団化手法の最適化について活動を行った。研究題目 3「有価物生産システムの開発」では、現地微細藻類株の単離と増殖速度の測定、メタン発酵消化液の化学組成

分析と野菜養液栽培、および現地土壌の基礎特性分析とバイオ炭施用による土壌特性・作物栽培への影響を評価した。研究題目 4「ビジネスモデル提案・社会実装化」では、現地の人々の食に関するニーズ調査、および微細藻類栄養補助食品を開発する企業とのパートナーシップの構築などを行った。以上のように、2021 年度計画した研究活動を通じて、各研究課題の成果目標の **15%~50%** を達成した。詳細は下記に記した。

2021 年度は、日本人研究者がエチオピアに渡航できなかったことに加えて、アムハラ州(10 月 31 日)およびエチオピア全土(11 月 2 日)に発令された緊急事態宣言下における行動規制によって、解除(2022 年 2 月 15 日)までの期間は現地での研究活動は必要最小限に縮小した。しかしその状況下でも、タナ湖からホテイアオイのサンプルを定期的に採取したり、タナ湖以外の湖から微細藻類株を採取・単離したり、微細藻類栄養補助食品を開発する現地企業に顧客アンケートを行ってもらったり、現地においても 2021 年度計画した活動の一部を行うことができた。また 2021 年度は、各研究題目で日本とエチオピアの合同オンライン会議を定期的に行い、各研究題目の研究活動進捗状況を共有した。日本側では、2021 年 11 月 9 日にテーマ・サブテーマリーダーによる研究進捗報告会(オンライン)、および 2022 年 3 月 22 日にテーマリーダー会議(創価大学対面)を開催し、プロジェクト全体および各研究題目における研究の進捗と課題を共有し、解決策について議論した。

・プロジェクト全体のねらい

本事業では、エチオピア最大のタナ湖を対象とし、リモートセンシング技術等の **Information and Communication Technology (ICT)** を駆使したホテイアオイの管理手法を確立する。回収したホテイアオイを固液分離し、高速メタン発酵および炭化処理により、有価物(処理副産物、微細藻類、野菜・農作物)を生産・利用するプロセスを開発することで、現代版アフリカ里湖(さとうみ)循環型社会の構築を目指している。

・地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性

世界人口の約 8 億人が湖沼周辺地域に居住し、健全な湖沼環境管理は持続可能な社会の構築に不可欠な要素である。しかし、近年の人口増加に伴う栄養塩の流入、外来種の移入によって、世界各地の淡水域で水草が過剰繁茂し、水の停滞による水質悪化、生物多様性の減少、船舶の航行障害や漁獲量の減少等の環境汚染や経済的損失を引き起こしている。エチオピア最大のタナ湖においても、湖面の約 1/6 が外来種ホテイアオイに覆われ、50 万人以上の農・漁業従事者に被害を及ぼしている。本事業において、ホテイアオイの成長・分布様式の把握および管理システムに **ICT** を駆使した方法を確立し、回収したバイオマスを高速に処理し利活用するプロセスを開発することは、科学技術・学術上、高い独創性と新規性を持つ取り組みとして、地球規模課題の解決に貢献する事業であると言える。

・研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)等

2021 年度後半(10 月)から創価大学助教 2 名を研究参加者に加え、研究運営・支援体制を強化した。更に、バハルダール出身のエチオピア人を PD として日本で雇用し(2021 年 10 月~2022 年 3 月)、日本人が現地に渡航できなかった中現地の様々な情報を共有することで、研究運営・支援体制を強化した。

本事業に参画する若手研究者(講師、助教、大学院生等)による「若手の会」の会合を定期的に持ち、

研究の進捗や事業の運営に関する議論を行うことで、研究推進を図った。

・人的交流の構築（留学生、研修等）

新型コロナウイルスに伴う入国制限によって入国できていなかった、創価大学理工学研究科博士後期課程に入学したインジバラ大学（IU）教員 2 名が 2022 年 3 月 30 日に入国し、エチオピアで単離した微生物類株の増殖や採取した現地土壌の基礎特性評価など各研究室での実験を開始した。

(2) 研究題目 1：「ホテイアオイ管理モデルの構築」

研究グループ：琵琶湖研・創価大理工、リーダー：石川可奈子

① 研究題目 1 の当初の計画（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

衛星画像やドローンによる調査研究を行うための物品調達を行い、人工衛星 Sentinel-2 の画像を用いてタナ湖のホテイアオイの繁茂面積を推定した。紛争とコロナの影響で現地への渡航ができず、ドローンを用いたタナ湖でのホテイアオイの検出手法の開発が進められない状況であったため、伊庭内湖（滋賀県東近江市）のホテイアオイ画像を用いて AI による検出プログラムの開発と教育を進めた。伊庭内湖において 2021 年 5 月～12 月に 5 回、ドローンと目視による検出方法と人工衛星 Sentinel-2 画像から正規化植生指数（NDVI）で検出した植生面積を比較したところ、人工衛星を用いた手法が平均 6.6%大きく推定された。両者の間に正の相関が得られ（相関係数=0.988, $p < 0.01$ ）植生面積の変動把握に有用であることが分かった（PDM Activity 1-1 ; Output 1）。2022 年度にタナ湖での調査を通じて、現地での適用を進めていく予定である。

モデル構築に必要な環境データ（現地の地形、水文、気象（風向風速、日射量、気温）、水温プロフィール、水質等）の収集のため、文献調査、衛星画像解析ならびにエチオピア側研究者に入手してもらった地形および気象データからバイオマスの拡大に影響を及ぼすパラメータを精査した。エチオピア側から、タナ湖での各沿岸地域における水草刈取り状況データと繁茂の様子の写真が共有された。紛争とコロナの影響で現地への渡航ができず、パイロット施設建設場所の変更を余儀なくされたため、刈取り場所および手法選定は引き続き議論を続けるが（PDM Activity 1-3）、送られてきたデータを元に生長および刈取モデルの基礎となるロジスティックモデルおよび湖流モデルの構築を開始した（PDM Activity 1-4）。

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

紛争とコロナの影響で現地への渡航ができなかったこと、また現地からの研究者の受け入れもできなかったことから、直接指導ができていない。しかしながら、タナ湖に設置するリアルタイム水質モニタリングブイの使い方およびメンテナンスビデオを作成・一般公開し、現地から WEB で見られるようにした。

③ 研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

人工衛星画像の長期的解析により、ホテイアオイの繁茂面積は、タナ湖東部において水位上昇による氾濫原の拡大が大きく効いている可能性が示唆された。パイロット施設建設場所の変更に伴い、刈取り場所・刈取り方法を決定する上で、考慮すべき事項と考えている。

④ 研究題目 1 の研究のねらい（参考）

ICT を活用した湖沼環境・ホテイアオイ管理システムを構築するため、リモートセンシング技術

(人工衛星、ドローン、観測ブイなど)を利用し、ホテイアオイのバイオマス推定と湖沼の環境情報が収集され、ホテイアオイの生長予測モデルと刈取モデルにより刈取目標値が算出される。

⑤ 研究題目1の研究実施方法(参考)

タナ湖のホテイアオイのバイオマス推定手法を確立するため、タナ湖のホテイアオイ群落モニタリングに適した人工衛星画像を選定し、GISソフトを用いてNDVIからホテイアオイ面積の推定を行った。また、今年度は日本国内のホテイアオイが繁茂する湖上からドローンを用いて静止画像の重なりが生じるように撮影し、1枚に合成した写真をGISソフトに取り込み、目視で識別する方法で面積を推定した。ドローン静止画はAIによるホテイアオイ自動判別のための教育に供し、AIによる識別精度の向上を図った(PDM Activity 1-1)。

ホテイアオイの生長予測モデル構築のため、タナ湖の長期植生トレンドと、収集した気象データの関係性を解析した(PDM Activity 1-2)。

(3) 研究題目2:「エネルギー・栄養塩回収技術の開発」

研究グループ:創価大理工・創価大プラ工研、リーダー:秋月真一

① 研究題目2の当初の計画(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

日本側の研究には、滋賀県および埼玉県で採取した浮遊状ホテイアオイを用いた。ホテイアオイの効果的な搾汁には、粉碎機の回転数よりも圧搾機の圧力強度が影響し、高い圧力強度下で、圧搾したホテイアオイを更に圧搾する“2度圧搾”を施すことで搾汁率は約80%に達した(PDM Activity 2-2)。分散状嫌気性汚泥を種菌として添加したラボ規模上向流嫌気槽により圧搾液を連続処理し、約8か月かけて水理学的滞留時間(HRT)を6.5、5.0、3.5、2.0、1.2日へと段階的に減少させた結果、前処理無しで目標値を超える1.2日でも安定したメタン発酵処理を達成した(PDM Activity 2-3; Output 2)。少なくとも200日目には槽内で微生物群集の凝集化(グラニュール化)が生じており、沈降性に優れた高密度の凝集態が高い処理性能に寄与していると考えられた。ABS手続き終了後にエチオピア側研究者から輸入されたタナ湖ホテイアオイ圧搾液の化学成分分析を日本側で行った結果、pH、浮遊懸濁物質濃度、全有機炭素濃度等の主要な項目の値が日本側で採取した浮遊状ホテイアオイの圧搾液と近似していた。そのため、比較的長い時間をかけて徐々に供給速度を上げることで、現地でも安定した高速メタン発酵処理が可能であると期待される。

日本のホテイアオイを使って圧搾後のホテイアオイ固形画分を炭化する際の初期含水率に関しては、バイオ炭の収量・固定炭素量・高位発熱量が増加したため、30%以下にすることが望ましい(PDM Activity 2-4)。炭化条件に関しては、より低い最大炭化温度でバイオ炭の収量が増加し、より高い昇温速度で高位発熱量が増加したため、現地導入予定の炭化炉を使って一度に両用途用(燃料用あるいは土壌改良材用)のバイオ炭を製炭するためには、最大炭化温度400℃前後および昇温速度10℃/分が望ましい(PDM Activity 2-4)。ホテイアオイバイオ炭(粉炭)を使った炭団の作成方法に関しては、バイオ炭:廃糖蜜=6:4で混合した炭団の圧縮強度が一番高くなり(硬い炭団)、また高位発熱量が一番高かった(熱い炭団)ため、結着剤として廃糖蜜を使い混合比率は6:4で混合する方法が望ましい(PDM Activity 2-4)。更に、400℃で炭化したホテイアオイバイオ炭を廃糖蜜6:4で混合した炭団の高位発熱量(16.6 MJ/kg)は、アカシア炭団の発熱量(23.8 MJ/kg)の70%を達成し

た（**PDM Output 2**）。エチオピアにおいては、タナ湖畔から回収した乾燥ホテイアオイを BDU 既存の電気炉内で最大炭化温度 350℃、550℃、750℃で炭化した際にそれぞれ 51%、38%、33%のバイオ炭の収量が得られ、これらは日本の実験室での結果と同程度であった。

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

エチオピア国内情勢の悪化により、計画していた研究者の往来ができず、現地側での研究活動も制限されたため、技術移転状況はまだ芳しくない。来年度は、第 1 次機材供与（空輸便）の現地到着後の 2022 年 8 月頃に日本側研究者がエチオピアに渡航し、実験の立ち上げや分析講習会を行い、秋（10～11 月頃）にはエチオピア側から研究者 2 名が短期研修で来日する予定である。

③ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

エチオピア側で準備した現地タナ湖ホテイアオイの圧搾液を日本側で成分分析した結果、全有機炭素濃度等の成分が季節によって予想以上に大きく変動することが示された。ホテイアオイの採取時期によって圧搾液成分が変動すると、メタン発酵だけではなく微細藻類培養と養液栽培を含む後段プロセスにも影響を与えるため、圧搾液の供給速度制御や成分調整が安定的な有価物生産の鍵となることが明らかとなった。今後はこの課題解決に向けた研究も進める。

パイロット施設導入予定の炭化炉の輸送が遅れたため、現地においてエチオピアで行う実験で使用するホテイアオイバイオ炭を現地の素焼きの方法で製炭した。タナ湖畔に陸揚げし乾燥したホテイアオイを円錐状に集め、乾燥したテフ藁で覆い、着火後に土壌で覆い無酸素状態を作り製炭した（炭化温度不明）。現地で素焼きの方法で製炭されたホテイアオイバイオ炭のサンプルを日本に輸入し（2022 年 3 月輸入済み）、今後特性を調べる予定である。現地導入予定の炭化炉と素焼きのバイオ炭の特性が同程度であれば、炭化炉の故障時であっても素焼きの方法でホテイアオイバイオ炭の製炭を継続することができ、パイロット施設の連続運転に支障をきたさない。

④ 研究題目 2 の研究のねらい（参考）

ホテイアオイの圧搾・前処理条件の最適化と圧搾液の高速メタン発酵技術を確立し、効果的な栄養塩回収を達成する。圧搾固形画分は炭化条件の最適化と炭団化技術の確立により炭素分の燃料化を達成する。これらの要素技術を繋ぎ、ホテイアオイからの高速栄養塩・エネルギー回収プロセスを確立する。

⑤ 研究題目 2 の研究実施方法（参考）

高速メタン発酵処理実験には、有効容積 7.8 L の上向流嫌気性槽と、滋賀県東近江市伊庭内湖および埼玉県行田市水城公園で採取したホテイアオイの圧搾液を用いた。嫌気槽から生成するバイオガス生成速度と組成（ $\text{CH}_4 \cdot \text{CO}_2$ ）および消化液中の pH、浮遊懸濁物質濃度、全有機炭素濃度の経時変化を測定し、処理性能を評価した（**PDM Activity 2-3**）。炭化条件実験では、異なる固形画分の初期含水率あるいは異なる最大炭化温度と昇温速度で電気炉を使って炭化し、熱重量分析装置で固定炭素量およびカロリーメーターで高位発熱量を測定した。炭団実験では、異なる結着剤（廃糖蜜、粘土、キャッサバ粉）を異なる混合率（6：4、7：3、9：1）で混合して、シングルコラム型材料試験機で圧縮強度およびカロリーメーターで高位発熱量を測定した（**PDM Activity 2-4**）。

(4) 研究題目 3：「有価物生産システムの開発」

研究グループ：滋賀県大・創価大理工・創価大プラ工研、リーダー：伴修平

① 研究題目3の当初の計画（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

2021年5月と11月にエチオピア側とのZoomミーティングを行ったが、それ以降は内戦が激しくなったために一時中断している状態である。一方、コロナ禍による規制が緩和されたことによって2022年度からは長期研修生がエチオピアから来日する予定で、創価大学と滋賀県立大学の大学院へ入学する候補者の人選を行った。

エチオピア側ではChitu湖とArenguade湖から100株ほどの微細藻類株を単離した。これらの内、状態の良いものについてバハルダール大学にて培養実験を行い、増殖速度を測定した（PDM Activity 3-2-6 ; Output 3）。ABSに関する書類等の準備が完了し、現地で単離した中から培養状態などから選定した*Arthrospira*24株をIU教員が2022年3月30日に日本へ輸入し、各種実験への使用を開始した。創価大学では、消化液の清浄化に関する研究を行い、その条件などを検討した（PDM Activity 3-2-1）。滋賀県立大学では、国内で採取したホテイアオイを高速メタン発酵することで得られた消化液について、その成分分析を行うと共に、これを用いた*Arthrospira platensis*（NIES-39）および*A. fusiformis*（UTEX LB 2721）の培養実験を行い、適正な希釈率について検討した（PDM Activity 3-2-2）。消化液の化学組成については、リン酸の含有量が相対的に低いと、窒素成分の除去率が低くなることが懸念されたが、微量金属が不足することはなかった。また、*Arthrospira*で動物プランクトンを増やし、これを魚類養殖に利用するため、*A. platensis*の動物プランクトン（*Daphnia magna*）に対する餌料効果を確かめた。群体形成する*A. platensis*を破碎すれば*D. magna*は摂食可能だが、成長には寄与しないことが分かった（PDM Activity 3-2-6）。2022年度は成長に寄与しない原因について検討する。

上で得られた消化液化学成分組成について、野菜の養液栽培に使われる汎用培養液と比較し、不足分などについて調整の必要であることが分かった（PDM Activity 3-3-1）。濃硝酸と濃リン酸で消化液を処理することでアルカリに偏っている消化液を中性にすると共に、成分調整もできる。成分調整した消化液を用いてリーフレタスの養液栽培を試みたところ、汎用培養液を用いて栽培した対象区と比較して、遜色ない結果を得ることができた（PDM Activity 3-3-2 ; Output 3）。

現地土壌については、2018年にインジバラ大学（IU）キャンパスで採取・輸入した土壌の基礎特性を日本で分析した。異なる土壌含水率の現地土壌に日本で採取したホテイアオイから作ったバイオ炭を混合して土壌団粒形成への影響を調査し良い結果を得た。現地導入予定の炭化炉を使った土壌改良材用のホテイアオイバイオ炭の製炭方法は、燃料用と同じく最大炭化温度400℃前後および昇温速度10℃/分が望ましいことが分かった（PDM Activity 3-4-1）。化学的処理を施したホテイアオイバイオ炭のアンモニウム態窒素の吸着性能は、無処理バイオ炭と比較して8～10倍向上した。バイオ炭生成に係る炭化温度の違いがコマツナ栽培に与える影響をポット栽培実験で調べ、化学肥料区に比べて低温（400℃）炭化バイオ炭で収量が増加した（PDM Activity 3-4-2）。現地（IU）において、素焼きの方法で製炭したバイオ炭を使って、バイオ炭の施用量と小麦収量の関係を圃場栽培実験で調べ、バイオ炭施用区（5～20 t/ha）で化学肥料区の102～106%の収量が得られた（PDM Activity 3-4-3 ; Output 3）。

② 研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

上述したように、エチオピア内戦激化のため研修員が来日できず、日本からも研究者の派遣がで

きなかった。2022 年度は創価大学大学院あるいは滋賀県立大学大学院へそれぞれ長期研修員が来日予定で、秋には短期研修員も来日する予定である。

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

巨大な群体を形成する *Arthrospira* は動物プランクトンが摂取するにはサイズが大きすぎると考えられていたが、これを破砕することで充分摂食可能となることが分かった。ただし、成長に寄与しない理由を突き止める必要がある。

2021 年度内にはエチオピアから新規に土壌の輸入が不可能だったため、上述の通り以前に IU キャンパス内から採取・輸入していた土壌を使って実験を行った。今後現地（IU）で行う圃場栽培実験の際に土壌の基礎特性を調査しておく必要があったため、本実験結果を使うことができる。

④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

ホテアオイ圧搾液によるメタン発酵処理液（消化液）について、後段利用に適した前処理（清澄化、硝化処理）方法、微細藻類（スピルリナ等）培養および野菜の養液栽培に利用するための最適な手法を確立する。ホテアオイ圧搾後の固形残渣からバイオ炭を作成し、これと消化液を併用することで、土壌改良し農作物の増収を図る。これらによって、ホテアオイバイオマスからの有価物生産システムを確立する。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法（参考）

滋賀県東近江市伊庭内湖および埼玉県行田市水城公園で採取したホテアオイの圧搾液を用いた高速メタン発酵処理で得た消化液について、栄養塩と金属組成をそれぞれオートアナライザーと ICP 発光分析にて測定した。また、この消化液を用いて、*A. platensis* および *A. fusiformis* の培養およびリーフレタス栽培を行った。現地土壌については、オートアナライザー、原子吸光分析装置および CHNS/O コーダーを使って特性分析を行った。圧搾後のホテアオイ残渣は電気炉を用いて炭化処理し、得られたバイオ炭を現地土壌と混合し、コマツナおよび小麦の栽培実験を行った。

(5) 研究題目 4 : 「ビジネスモデル提案・社会実装化」

研究グループ：創価大経済・創価大経営・創価大看護、リーダー：高木功

① 研究題目 4 の当初の計画（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

現地における栄養ニーズ・健康志向性の把握のために、エチオピア側研究者並びにパートナー企業と協議し、食品嗜好性調査アンケート・シートを作成し、2022 年 2 月から 3 月にかけて当該企業アジスアベバ市内店舗（14 店舗）にてアンケート調査を実施した。179 人分の顧客アンケートが集まり、データ・ベースを作成し、日本側とエチオピア側研究者で第一次の分析を行った（**PDM Activity 4-1 ; Output 4**）。今後の微細藻類を応用した商品開発において重要な示唆を含むことが明らかとなった。すなわち、商品選好において分量、価格、栄養価は大事であるが、分量に高い関心が寄せられていた点、また栄養価ではプロテインの含有に関心が高いことが分かった。この点は商品開発において重要な情報である。今後、この調査結果を論文・レポートとして作成していく予定である。

現地企業とのパートナーシップの構築と消費者嗜好性とニーズに合わせた微細藻類由来栄養補助食品の開発については、現地企業と昨年度末から協議を始め、いくつかの商品アイデアと、商品開発から認証を受け販売までに要する時間について確認した（**PDM Activity 4-2**）。2022 年 6 月末に、

スピルリナパウダー（既製品）を現地に届けて、商品開発に着手する予定である。

栄養改善効果検証については、エチオピア側研究者と協力してクラスターRCT（Cluster Randomized Controlled Trial：CRCT）検証調査に協力してくれる小学校2校の候補を特定しつつある。中央政府並びに現地所管組織（文科省、栄養保健省等）から認可を受ける手続きが必要であり、JICAを通じて慎重にこの認可・許可を得る作業を開始する予定である。2022年度、許可と協力を得られた小学校で試供品を提供し、栄養改善効果の検証を始める予定である（PDM Activity 4-3）。調査に用いるスピルリナを含む試供品についてはクッキーが最有力で、現地企業に開発を依頼し、できれば新学期が始まる2022年10月から開始したい。

② 研究題目4のカウンターパートへの技術移転の状況

消費者の嗜好性調査を通じて、主に現地若手研究者を中心に解析が進められており、その一人が国費外国人留学生（SATREPS 枠）として文部科学省から採用されれば、2022年年9月から創価大学大学院経済学研究科博士後期課程に進学する予定である。また上記の栄養改善効果検証調査に用いるクラスターRCTはエビデンス・ベースの政策評価手法として、現地若手研究者の調査・研究能力の向上に効果的と評価される。

③ 研究題目4の当初計画では想定されていなかった新たな展開

コロナ・パンデミック並びに国内紛争の影響で、商品開発に必要なスピルリナを現地パートナー企業に届けられない状況が続いたことは、商品開発、栄養効果改善調査において遅延の影響が予測される。

④ 研究題目4の研究のねらい（参考）

ホテイアオイ由来の栄養塩を利用して得られた微細藻類（スピルリナ）を加工・流通・販売するビジネスモデルをエチオピア国内で社会実装化する。具体的には、現地企業との連携による微細藻類由来の栄養補助食品の開発およびバリューチェーン構築によって、栄養改善、貧困の緩和と生活の質の向上を目指す。

⑤ 研究題目4の研究実施方法（参考）

現地パートナーのベーカリー企業の協力を得て、顧客アンケート調査を行った。主に現地の人々の食慣行、嗜好性、健康意識を、年齢層、所得層、性別、家族規模、学歴等の属性によって調査した。この結果の解析は、統計的、社会文化的背景から現在、日本とエチオピア双方で協力して着手している。

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）

今後のプロジェクトの進め方および留意点

本事業では、2022年度から日本人研究者のエチオピア渡航を本格的に開始し、各研究題目におけるエチオピアでの研究活動を実施する。そのための留意点として、各研究題目の合同オンライン会議で日本人研究者の渡航時の活動の目的と内容を明確にし、渡航前に準備を万全にしておく必要がある。また、日本人研究者のエチオピアまたはバハルダールへの渡航はJICA本部あるいはエチオピア事務所の渡航承認が必要であるため、できる限り前広に準備する必要がある。また、供与機材を遅延なく現地に発送・到着させることが重要となる。

現地 BDU Zenzelima キャンパス内にパイロット施設を建設する準備を進める。そのための留意点として、建設に必要なキャンパス内の土地建物の確保と使用許可を最終的に BDU 学長から取得し、供与機材を遅延なく現地に到着させ、各施設・機材の運転確認を行う必要がある。また、ホテアオイの回収場所をタナ湖の繁茂南限地域から特定し、ホテアオイの回収方法とパイロット施設までの運搬方法を決定する。その際に、固液分離処理に適した（浮遊性）ホテアオイの回収場所と方法について、また年間を通じた必要量の回収可否について留意する必要がある。

2022 年度は 6 月に第 1 回 JCC をオンラインで、2023 年 2 月に第 2 回 JCC を現地対面で実施し、事業全体の進捗状況の確認と事業運営上の課題を協議する。その際、事業当初から変更となった部分を過不足なく協議し、JCC 参加者の承認を得ることに留意する必要がある。

成果達成の見通し

2021 年度は様々な制約下においても、現地での一部の研究活動および日本における研究活動を推進することができ、各研究題目において成果目標の達成に向けて推進できた。2022 年度以降、特に日本人研究者の現地渡航が開始されることに伴い、各研究題目の活動スケジュールの見直しを行いつつ成果目標の達成に向けて更なる推進が期待できる。

本事業全体の目標は、「ICT 技術を駆使したホテアオイの管理手法を提案し、パイロット規模試験によるホテアオイ由来有価物生産プロセスの確立とエチオピア国内における微細藻類由来栄養補助食品の販売体制を構築する」である。2022 年度以降、現地でホテアオイの回収場所と方法を決定し、パイロット施設建設の準備を進め、更に微細藻類栄養補助食品の開発・販売体制の構築を進めていくことで、本事業全体の成果目標の達成の見通しが立つ。

上位目標に向けての貢献や成果の社会的インパクトの見通し

研究期間終了から 5 年から 10 年後の科学技術の発展、新産業創出、および社会貢献等に関する社会的インパクトは 2 つのフェーズに分けられる。第 1 フェーズ（事業化フェーズ：プロジェクト終了後 5 年以内）では、技術の熟成と装置のコストダウンを進めた後、BDU が主体となり現地ビジネスパートナーと提携することでホテアオイ処理・微細藻類生産・加工・販売の実用化を進める。国内外企業の参画により、生産規模を拡張し、国外での販売実績の構築および販売利益による持続的な全体プロセスの実装化を達成する。第 2 フェーズ（エチオピアでの普及・サンベルト地域への展開：プロジェクト終了後 5～10 年）では、水生植物だけでなく、排出量の多い農業残渣などの余剰バイオマスからのエネルギー・有価物生産技術として利用を進める。本事業で確立されたシステムを湖沼の適正管理法およびホテアオイを含む余剰バイオマスの持続可能な有効利用法として、他のサンベルト地域に水平展開する。微細藻類を含有する栄養食品の生産ビジネスにより、国際機関でも利用できるようにし、最貧国の栄養状況の改善、雇用創出、貧困の改善につなげる。

上述の上位目標の達成に向けて、プロジェクト期間内で各基礎技術の確立と社会実装化の達成を目指す。

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

プロジェクト全体としては、日本側とエチオピア側で様々な制約下においても成果目標の達成に進展が見られた。2022年度は現地の緊急事態宣言が既に解除され、6月に派遣予定の現地業務調整員の赴任と日本人研究者のエチオピア渡航に合わせて、現地での活動を本格化する予定である。そのためのエチオピア側研究機関の受け入れ態勢は整っており、9月～11月の日本人研究者の渡航に合わせて研究活動内容について各研究課題の合同オンライン会議で決定していく予定である。特に、タナ湖のホテイアオイ刈取場所の選定は、回収後の処理方法に適したホテイアオイが回収できる場所に留意する必要がある、研究代表者を含む日本人研究者が渡航した際にエチオピア側研究者と共に検討し決定する予定である。

パイロット施設建設場所の変更に伴い、関連するステークホルダー（創価大学、BDU およびアムハラ州政府）の責任分界点の明確化が必要である。Zenzelima キャンパス内に新規に建築する予定の各種設備を設置する建屋の建築費用の責任を明確にするために、研究代表者が現地渡航した際に関連ステークホルダーと協議して決定する予定である。

微細藻類栄養補助食品の開発する現地企業と、基本合意書を締結する必要がある。研究代表者および研究題目4の日本人研究者の渡航時に締結完了できるよう準備を進める。

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

早期にエチオピア側研究機関・研究者による独自の研究費獲得を目指す必要がある。エチオピア研究者にとっては国内および国外の研究費の獲得は困難であり、科学高等教育省などの政府機関からの助成金も考慮する必要がある。

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

2021年12月頃輸出予定であった第1次供与機材は、エチオピアの情勢悪化による船便および陸運の輸送手続きと新型コロナウイルス感染症拡大に伴う輸送コンテナの確保が困難になったため、第1次供与機材のうち必要性が高くかつ軽量の物品については2022年6月頃に空輸便で発送・7月頃までの現地到着、および残りの当初予定の大型機材は船便で2022年9月～11月頃に発送・2023年2月頃までの現地到着予定に変更した。

(2) 研究題目1：「ホテイアオイ管理モデルの構築」

コロナ禍・現地情勢悪化により現地訪問なしでプロジェクトが始まったため、開始当初は意思疎通も困難であった。月1回の定期Zoom会議を始めてから、現地の写真や情報交換ができるようになり、現地での観測準備を進めている。一方、ホテイアオイの生長モデルに必須な長期連続環境データのうち、水質は長期モニタリングが存在しない、流入流出量データはCD配布のみであるため、WEBを通して日本の研究者が容易にダウンロードできる状態になく、予想以上にデータの収集が難航している。観測機器の供与も遅延しているため、供与物品の到着後、現地メンバーが直接取得するか、測定を行っている行政機関から入手する必要がある、現地との更なる協力が欠かせない。

(3) 研究題目 2 : 「エネルギー・栄養塩回収技術の開発」

コロナ禍・現地情勢悪化により二国間の人的交流が困難であったが、カウンターパートと 1~2 か月に 1 回の頻度で Zoom 会議を行い、日本側研究進捗状況の共有、現地側で今後実施する研究内容の議論、タナ湖ホテイアオイ採取・保管・輸送に関する相談等を進めた。密な連携により、特に ABS 手続き終了後に、実際に本事業で対象とするタナ湖ホテイアオイの圧搾液を日本国内への郵送から成分分析までスムーズに実施できたことで、本事業の進展に重要な知見を得ることができた。一方で、現地では具体的な研究活動をなかなか進めることができず、技術移転を進めるには直接的な人的交流が不可欠であると認識した。

(4) 研究題目 3 : 「有価物生産システムの開発」

コロナ禍とエチオピア内戦激化に伴い、現地への出張および現地からの研修員の受入ができなかったが、5 月と 11 月に行った Zoom 会議などを通して十分に情報交換することができ、懸案であった現地での微細藻類の単離作業も進み、ABS に関する手続きも完了した。内戦に伴って現地パイロット施設設置場所の変更を余儀なくされたが、バハルダール大学構内で実施可能なスペースを確保できたことは、今後の研究を進めるにあたって良い結果をもたらすと期待できる。

(5) 研究題目 4 : 「ビジネスモデル構築・社会実装化」

現在は、嗜好調査の分析を共同で行おうとしているが、一つはオンラインによる協議のみ（コロナ禍と内戦によって現地に直接行けない）によって共同研究を実施せざるを得ないため、相当な時間を要すること、また誤解を生じやすいことが課題である。工夫としては、最低月に一度の共同会議の開催と議事録の記録と共有、また研究推進のために研究者間のオンラインによる頻繁なコミュニケーションが必要である。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

現時点では、特になし。

(2) 社会実装に向けた取り組み

1. エチオピアの民間企業との連携

相手国の民間企業との連携を開始し、現地における食品嗜好性アンケート調査の実施に加え、微細藻類由来栄養補助食品の開発に向けた商品アイデアと商品開発から認証を受け販売に至るまでの時間について確認した。

2. 研究成果の公表

- ・ 本研究成果をインターネットで公開し、一般に情報提供している。（URL : <https://www.soka.ac.jp/satreps-earth/achievement/>）
- ・ SATREPS-EARTH Project Youtube チャンネルに観測ブイ使用方法の説明に関するビデオを公開し

た。(URL : <https://www.youtube.com/watch?v=sZwp0LR5BoI>)

V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

1. メディアへの掲載

- ・ 本事業の内容・進捗状況・成果等を紹介する日本語および英語の SATREPS—EARTH 専用ウェブページを創価大学ウェブサイト内に製作・公開した。

日本語トップページ URL : <https://www.soka.ac.jp/satreps-earth/>

英語トップページ URL : <https://www.soka.ac.jp/en/satreps-earth/>

- ・ 文科省「スーパーグローバル大学創成支援事業」のウェブページ並びに創価大学ウェブページに、下記 3 件の本事業に関わる成果・ニュースが掲載された。

① 2021 年 7 月 21 日 : 表題「SATREPS-EARTH プロジェクトのキックオフミーティングが開催されました」(URL : <https://tgu.mext.go.jp/news/2021/07/005048.html>)

② 2021 年 8 月 23 日 : 表題「『SATREPS-EARTH プロジェクト』のエチオピア側研究参画機関によるキックオフミーティングが開催されました」

(URL : <https://tgu.mext.go.jp/news/2021/08/005051.html>)

③ 2022 年 2 月 24 日 : 表題「理工学研究科の学生が『第 5 回バイオテクノロジー大学院生国際会議』で最優秀口頭発表賞を受賞」(URL : <https://tgu.mext.go.jp/news/2022/02/005419.html>)

- ・ 2022 年 3 月 23 日付聖教新聞 1 面に、本事業が共催したシンポジウムの模様が掲載された。

2. 相手国の要人からの期待・謝意

- ・ 2021 年 7 月 1 日に開催されたキックオフミーティングにおいて、Afework Kassu エチオピア科学高等教育省副大臣より本事業への期待が述べられた。

3. シンポジウムの開催

- ・ 2022 年 3 月 22 日に開催された、「創価大学—アフリカ PLANE3T シンポジウム : SDGs 達成に向けた環境・教育・健康・ビジネス分野の学際的国際協力」を共催し、本事業の取り組みの紹介や研究成果について口頭並びにポスター発表を行った。本シンポジウムには研究者や学生、市民ら合計 92 名が参加した。

4. アウトリーチ活動

- ・ 2021 年 8 月 10～31 日に開催された、創価大学第 47 回夏季大学講座において、本事業の取り組みを紹介し、循環型社会のあり方を一般市民と共に考えた。本講座には約 1230 名の市民が参加した。
- ・ 2021 年 8 月 20 日に開催された創価学園オンライン・サイエンスサマーセミナーにおいて、本事業の取り組みを紹介した。本セミナーには 45 名の高校生が参加した。
- ・ 2021 年 10 月 9 日に開催された創大祭において、本事業の取り組みを紹介するブースを出展し、プロジェクト紹介ビデオとポスターに加え、ホテイアオイが圧搾処理されてからメタン発酵・炭化・微細藻類培養を経て微細藻類由来の製品になるまでの過程を紹介する実物展示を実施した。学生や市民ら約 400 名が来場した。

- 2021 年 10 月 22 日に開催された、関西創価小学校児童へのミニ講座において、本事業の取り組みを 12 名の児童に紹介した。

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。)
2021	Milkiyas Ahmed, Abebe Nigussie, Solomon Addisu, Berhanu Belay, Johannes Lehmann, and Shinjiro Sato, “Valorization of animal bone waste for agricultural use through biomass co-pyrolysis and bio-augmentation”, Biomass Conversion and Biorefinery, 2021, 12: published online.	10.1007/s13399-021-02100-w	国際誌	発表済	
2021	Milkiyas Ahmed, Abebe Nigussie, Solomon Addisu, Berhanu Belay, and Shinjiro Sato, “Valorization of animal bone into phosphorus biofertilizer: Effects of animal species, thermal processing method, and production temperature on phosphorus availability”, Soil Science and Plant Nutrition, 2021, 674: 471-481.	10.1080/00380768.2021.1945403	国際誌	発表済	

論文数 2 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 2 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。)
2021	Joo Yun Qi and Shinjiro Sato, “Magnesium-modified biochars for nitrate adsorption and removal in continuous flow system”, Bulletin of Plankton Eco-Engineering Research, 2021, 1: 32-46.		国内誌	発表済	
2021	Masatoshi Kishi, Kenji Tanaka, Shinichi Akizuki, Tatsuki Toda, “Development of a gas-permeable bag photobioreactor for energy-efficient oxygen removal from algal culture”, Algal Research, 2021, 60: 102543.	10.1016/j.algal.2021.102543	国際誌	発表済	分野93%パーセンタイル、IF: 3.978
2021	藤田明則, 岸正敏, 関根睦実, 戸田龍樹, “活性汚泥処理、緩速ろ過、および活性炭ろ過の組合せによるメタン発酵消化液の清澄化”, 廃棄物資源循環学会論文誌, 2022, 33: 1-10.	10.3985/jjsmcwm.33.1	国内誌	発表済	
2022	Maria Cecilia D. Salangsang, Mutsumi Sekine, Shinichi Akizuki, Hiroyuki D. Sakai, Norio Kurosawa, Tatsuki Toda, “Effect of carbon to nitrogen ratio of food waste and short resting period on microbial accumulation during anaerobic digestion”, Biomass and Bioenergy, 2022.		国際誌	accepted	分野94%パーセンタイル、IF: 5.061

論文数 3 件
うち国内誌 2 件
うち国際誌 1 件
公開すべきでない論文 0 件

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
2021	Shinichi Akizuki, Shinjiro Sato, Solomon Addisu Legesse, GermánCuevas-Rodríguez, "Treatment of piggery wastewater with an integrated microalgae-nitrifiers process: current status and prospects", Integrated and Hybrid Process Technology for Water and Wastewater Treatment, 2021, 595-616.			発表済	
2021	Pranshu Bhatia, Shinichi Akizuki, Masatoshi Kishi, Nigus Gabbiye Habtu, Solomon Addisu Legasse, "Biomethane from microalgae", 3rd Generation Biofuels, 2022.			in press	

著作物数 2 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

著作物数 0 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
2022	タナ湖リアルタイム水質モニタリングブイ Lake Tana real-time water quality monigoring buoy	研究アウトリーチ・観測ブイ使用方法説明ビデオ	SATREPS-EARTH Project Youtubeチャンネルで配信

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
2021	国際学会	Anas Hijazi (創価大), Pranshu Bhatia (創価大), Masaaki Fujiwara (創価大), Shinichi Akizuki (創価大), Nigus Gabbiye Habtu (Bahir Dar University), Tatsuki Toda (創価大). Effect of sedimentation process on the methane generation from compressed water hyacinth juice. 18th World Lake Conference. University of Guanajuato, Guanajuato, Mexico. November 9–11, 2021.	口頭発表
2021	国際学会	Wubayehu Mesfin (BDU), Hailemariam Zewdu (BDU), Nigus Gabbiye Habtu (BDU), Masatoshi Kish (創価大), Solomon Addisu (BDU), Shinjiro Sato (創価大). Anaerobic digestion of water hyacinth juice in upflow bubble column bioreactor for production of biogas and nutrient recovery. 18th World Lake Conference. University of Guanajuato, Guanajuato, Mexico. November 9–11, 2021.	口頭発表
2021	国際学会	Shinichi Akizuki (創価大), Pranshu Bhatia (創価大), Agbor–Ambang Mfor Ebot (創価大), Masaaki Fujiwara (創価大), Nigus Gabbiye Habtu (Bahir Dar University), Shinjiro Sato (創価大), Tasuki Toda (創価大). Biogas production and nutrient recovery from compressed water hyacinth juice using an upflow anaerobic digester. 5th International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB2021). Universiti Malaysia Sabah, Malaysia, December 8–10, 2021.	口頭発表
2021	国内学会	Anas Hijazi (創価大), Pranshu Bhatia (創価大), 藤原正明 (創価大), 秋月真一 (創価大), Nigus Gabbiye Habtu (Bahir Dar University), 戸田龍樹 (創価大). ホテイアオイ圧搾液のメタン生成能に与える沈降前処理の影響. 第56回日本水環境学会年会. 富山大学. 2022年3月16–18日	口頭発表

招待講演	0 件
口頭発表	4 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
2020	国際学会	Shinjiro Sato (創価大). EARTH Project in Lake Tana, Ethiopia. One Year to Go Pre-Conference Virtual Event Program, 18th World Lake Conference. Web conference (開催元: Mexico), November 9, 2020.	招待講演
2021	国際学会	Masatoshi Kishi (創価大), Tatsuki Toda (創価大), Shinjiro Sato (創価大), Mutsumi Sekine (創価大), Masaaki Fujiwara (創価大). Management of invasive water hyacinth and its effective utilization for energy & nutrition in Lake Tana, Ethiopia. Online EcoSummit2021, Online – Live and On-demand, June 14, 2021.	口頭発表
2021	国際学会	Masatoshi Kishi (創価大), Akinori Fujita (創価大), Mutsumi Sekine (創価大), Kazuo Okamura (創価大), Tatsuki Toda (創価大). Purification of anaerobic digestion effluent for edible microalgae culture: combination of appropriate technologies. International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts (AlgalBBB 2021), Online – Live and On-demand, June 14–16, 2021.	口頭発表
2021	国内学会	村上海斗 (創価大), 佐藤伸二郎 (創価大). ホテイアオイ原料バイオ炭の炭団化における添加結着材と有機物の最適化. 日本土壌肥料学会年次大会. 北海道大学. 2021年9月14–16日.	口頭発表
2021	国内学会	小平友大 (創価大), 佐藤伸二郎 (創価大). 異なる金属処理したコーヒー粕由来の機能性バイオ炭によるアンモニウムとリン酸の吸脱着性能. 日本土壌肥料学会年次大会. 北海道大学. 2021年9月14–16日.	口頭発表
2021	国内学会	戸張寛子 (創価大), 佐藤伸二郎 (創価大). 酸性化バイオ炭によるカドミウム汚染土壌のファイトレメディエーション. 日本土壌肥料学会年次大会. 北海道大学. 2021年9月14–16日.	口頭発表
2021	国内学会	姫野正俊 (創価大), 佐藤伸二郎 (創価大). 有機肥料原料のバイオ炭ペレット肥料の施用効果. 第19回木質炭化学会研究発表会. 立命館大学. 2021年9月16日.	口頭発表
2021	国内学会	村上海斗 (創価大), 佐藤伸二郎 (創価大). ホテイアオイ原料バイオ炭の炭団化における添加結着材と有機物の最適化. 第19回木質炭化学会研究発表会. 立命館大学. 2021年9月16日.	口頭発表

2021	国内学会	小平友大(創価大, 佐藤伸二郎(創価大). 異なる金属処理したコーヒー粕由来の機能性バイオ炭による栄養塩吸脱着性能. 第19回木質炭化学会研究発表会. 立命館大学. 2021年9月16日.	口頭発表
2021	国内学会	江崎世雄(創価大), 関根睦実(創価大), 岸正敏(創価大), 戸田龍樹(創価大), 2021. 一重項酸素消去能(SOAC)測定法による微細藻類3種の脂溶性物質の抗酸化能評価. 2021年ベントス・プランクトン学会合同大会, 2021年9月. 講演要旨集: p. 64	口頭発表
2021	国内学会	岸正敏(創価大), 関根睦実(創価大), 田中健児(創価大), 吉田あかり(創価大), 戸田龍樹(創価大), 2021. 屋外高層微細藻類リアクターにおける水圧対策と水温上昇抑制の検討. 2021年ベントス・プランクトン学会合同大会, 2021年9月. 講演要旨集: p. 90	口頭発表
2021	国内学会	岸正敏(創価大), 小松一弘(信州大学), 土屋健司(国立環境研究所), 2021. 排水を用いた藻類生産におけるアンモニア毒性検知技術の開発. 2021年ベントス・プランクトン学会合同大会自由集会「クロロフィル蛍光を用いた藻類研究の最前線」, 2021年9月. 講演要旨集: p. 175	口頭発表
2021	国内学会	藤田明則(創価大), 関根睦実(創価大), 岸正敏(創価大), 戸田龍樹(創価大), 2021. 順次回分式活性汚泥処理と緩速ろ過の組合せによるメタン発酵消化液清澄化能の評価. 第37回日本水処理生物学会, 2021年10月. 講演要旨集: p. 40	口頭発表
2021	国際学会	Kaito Murakami (創価大), Shinjiro Sato (創価大). Optimization of mixing ratios of binders and organic matter for charcoal briquette using biochars derived from water hyacinth. 18th World Lake Conference. University of Guanajuato, Guanajuato, Mexico. November 9-11, 2021.	ポスター発表
2021	国際学会	Yudai Kohira (創価大), Shinjiro Sato (創価大). Enhanced adsorption capacity of biochars derived from water hyacinth for ammonium-nitrogen by different pre- and post-treatments. 18th World Lake Conference. University of Guanajuato, Guanajuato, Mexico. November 9-11, 2021.	ポスター発表
2021	国際学会	Shinjiro Sato (創価大). SATREPS-EARTH Project: Transforming Water Hyacinth to Energy and Agricultural Crops in Ethiopia. 18th World Lake Conference Thematic Keynote Speech (Topic of Environment and Health). University of Guanajuato, Guanajuato, Mexico. November 11, 2021.	招待講演
2021	国際学会	Hiroko Tobari (創価大), Shinjiro Sato (創価大). Adsorption capacity for nitrate by biochars derived from water hyacinth. 5th International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB2021). Universiti Malaysia Sabah, Malaysia, December 8-10, 2021.	ポスター発表
2021	国際学会	Shun Saito (創価大), Shinjiro Sato (創価大). Adsorption of phosphate by biochar derived from water hyacinth. 5th International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB2021). Universiti Malaysia Sabah, Malaysia. December 8-10, 2021.	ポスター発表
2021	国際学会	Akinori Fujita (創価大), Masatoshi Kishi (創価大), Mutsumi Sekine (創価大), Tatsuki Toda (創価大). Treatment of anaerobic digestion effluent by slow sand filtration combined with activated sludge process and activated carbon filtration. 5th International Postgraduate Conference on Biotechnology (IPCB2021). Universiti Malaysia Sabah, Malaysia. December 8-10, 2021.	口頭発表
2021	国内学会	藤田明則(創価大), 岸正敏(創価大), 関根睦実(創価大), 戸田龍樹(創価大), 2022. 活性汚泥法・砂ろ過・活性炭ろ過の組合せによる水草搾汁液由来メタン発酵消化液の清澄化能の評価. 日本水環境学会第56回年会. 2022年3月. 要旨講演集p. 146	口頭発表
2021	国内学会	岸正敏(創価大), 後藤緑(創価大), 関根睦実(創価大), 古谷研(創価大), 戸田龍樹(創価大), 2022. アンモニア供給法の改善によるハプト藻 <i>Isochrysis galbana</i> の高密度培養. 日本水環境学会第56回年会. 2022年3月. 要旨講演集p. 454	ポスター発表

招待講演	2 件
口頭発表	14 件
ポスター発表	5 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
2021	2021/9/16	若手口頭発表優秀賞(土壌改良資材部門)	異なる金属処理したコーヒー粕由来の機能性バイオ炭によるアンモニウムとリン酸の吸脱着性能	小平友大, 佐藤伸二郎	日本土壌肥料学会	2.主要部分が当課題研究の成果である	
2021	2021/12/10	Best Oral Presentation Award	Treatment of anaerobic digestion effluent by slow sand filtration combined with activated sludge process and activated carbon filtration	Fujita, A., M. Kishi, M. Sekine, and T. Toda	5th International Post-Graduate Conference on Biotechnology	1.当課題研究の成果である	

2 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
2020	2020/7/1	聖教新聞	創価大学理工学部 アフリカの環境・発展に貢献 SATREPSに採択	1面	その他	
2020	2020/10/1	Soka University News No.107	Power of Science: 科学の力で、外来水草から美しい湖を救え！SGDsに貢献する国際科学技術協力プログラム	16面	その他	
2020	2021/1/3	毎日新聞	創価大創立50周年 共生社会へ人材育成	18面	その他	
2020	2021/1/3	朝日新聞	創価大学本年、創立50周年。価値創造を実践する「世界市民」を育成。	20面	その他	
2020	2021/3/21	AERA	エチオピアの湖を救う創価大学の国際共同研究	36-37面	その他	
2021	2022/3/23	聖教新聞	エチオピアとの共同プロジェクト 環境・教育・ビジネス分野の研究成果を報告	1面	その他	

6 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
2020	2020/8/11	日本 全体研究会議	オンライン	20	非公開	プロジェクト・研究グループ紹介、テーマ別ブレイクアウトセッション等
2020	2020/9/3	日本 代表者会議	オンライン	5	非公開	研究内容・スケジュール確認
2020	2020/9/8	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	9(3)	非公開	プロジェクト概要の説明、今後のスケジュール確認等
2020	2020/9/23	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6(3)	非公開	エチオピア側研究体制、研究トピックの確認等
2020	2020/11/17	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6(3)	非公開	研究トピック・分担についての議論
2020	2020/11/26	日本 全体研究会議	オンライン	15	非公開	テーマ別研究内容の紹介等
2020	2020/12/16	JV関係者打合せ	オンライン	7	非公開	JV形態・役割・委託内容説明・協議
2020	2020/12/23	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	4(2)	非公開	パイロット施設建設
2020	2021/1/30	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	4(1)	非公開	パイロット施設建設候補地に関する議論
2020	2021/2/4	日本 全体研究会議	オンライン	12	非公開	PDM説明、テーマ別研究内容の共有等
2020	2021/2/22	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6(3)	非公開	パイロット施設建設候補に関する議論、今後のスケジュール等
2020	2021/3/2	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	5(2)	非公開	詳細計画策定調査の内容、パイロット施設建設
2020	2021/3/22	エチオピア科学口頭教育省Afework Kassu副大臣との面会	オンライン	8 (2)	非公開	詳細計画策定調査の一環として実施。科学口頭教育省のAfework Kassu副大臣と面会、本事業がエチオピアだけでなくアフリカ大陸のホテリアオイの有効利用につながるとの期待と謝意が述べられた。
2021	2021/6/2	日本 全体研究会議	オンライン	20	非公開	詳細計画策定調査結果の共有、前年度の進捗および当該年度計画の報告等
2021	2021/6/15	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	日本側研究者派遣・各テーマの課題に関する協議、JICA長期研究員に関する協議、キックオフミーティングの打ち合わせ
2021	2021/6/29	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	各テーマの進捗確認・課題協議、JICA長期研究員に関する協議、キックオフミーティングの打ち合わせ
2021	2021/7/1	キックオフミーティング	オンライン	92(31)	非公開	本事業の正式始動となるキックオフ会合を実施。在エチオピア日本大使館の伊藤恭子特命全権大使、Afework Kassuエチオピア科学口頭教育省副大臣、JICAエチオピア事務所森原克樹所長から本事業への期待が述べられた。
2021	2021/7/13	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	各テーマの進捗確認・課題協議、エチオピア側全体会議の開催に関する共有、パイロット施設候補地に関する協議
2021	2021/7/27	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	各テーマの進捗確認・課題協議、パイロット施設候補地に関する協議
2021	2021/8/10	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	エチオピア側全体会議の内容&エチオピア側からの疑問・要望の共有、各テーマの進捗確認
2021	2021/8/10-31	創価大学第47回夏季大学講座	創価大学(日本) オンライン	1230 (0)	公開	テーマを「プランクトンを活用する環境技術で循環型社会を作る」とし、国内研究者3名による創価大学が進めている国際プロジェクトの紹介を通して、アジア・アフリカにおける循環型社会のあり方を一般市民と共に考えた。
2021	2021/8/20	創価学園オンライン・サイエンスサマーセミナー	創価大学(日本) オンライン	45 (0)	公開	テーマを「SDGsに貢献！環境技術でアフリカに循環型社会を目指すSATREPS-EARTHプロジェクト」とし、プロジェクトの内容を高校生にわかりやすく説明した。
2021	2021/8/24	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	各テーマの進捗状況確認・課題協議、パイロット施設・車両調達に関する協議
2021	2021/9/7	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	車両調達・プロジェクトの銀行口座開設に関する協議、業務調整員の渡航・受入準備状況の確認
2021	2021/9/21	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	JICA長期受入研究員および国費留学生候補者に関する協議、日本側研究者の派遣計画共有
2021	2021/10/5	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	6 (1)	非公開	JICA長期受入研究員および国費留学生候補者に関する協議、日本側研究者の派遣準備状況共有

2021	2021/10/9-10	創大祭展示	創価大学(日本) オンライン	400	公開	プロジェクト紹介ビデオとポスターに加え、ホテイアオイが圧搾処理されてから炭化・メタン発酵・微細藻類培養を経て微細藻類由来の製品になるまでの過程を紹介する実物展示を実施
2021	2021/10/12	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	5 (1)	非公開	日本側研究者の派遣時実施業務の確認
2021	2021/10/22	関西創価小学校児童へのミニ講座	創価大学 (日本)	12	公開	創価大学理工学部の見学に来た関西創価小学校の児童を対象に、プロジェクトを紹介するミニ講座を開講
2021	2021/10/26	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	5 (1)	非公開	パイロット施設建設場所の変更に関する協議
2021	2021/11/9	日本 研究進捗会議	オンライン	15	非公開	各研究テーマの進捗報告、今後の方針共有等
2021	2021/11/22	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	5 (1)	非公開	エチオピア内紛の状況共有、日本外務省およびJICAの方針共有、パイロット施設の新候補地に関する協議
2021	2022/3/2	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	4 (1)	非公開	日本側研究者派遣の状況共有、車両調達に関する協議、機材供与の進捗共有
2021	2022/3/15	日本・エチオピア 代表者会議	オンライン	4 (1)	非公開	日本側研究者派遣の状況共有、車両調達の手順確認、機材供与の進捗共有
2021	2022/3/21	創価大学ーアフリカPLANE3Tシンポジウム:SDGs達成に向けた環境・教育・健康・ビジネス分野の学際的国際協力	創価大学 (日本)	90 (2)	公開	PLANE3T/SATREPS-EARTH共催で、SDGsが掲げる環境保全・飢餓解消を達成するための学術研究やビジネスを通じた国際協力について外務専門家による招待講演や本学学生のポスターセッション、成果報告等を行った。
2021	2022/3/22	日本 テーマリーダー会議、テーマ1会議、テーマ2・3合同会議	創価大学(日本) オンライン	20	非公開	パイロット施設の変更内容共有、各テーマが抱える課題に関する協議等

36 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	ナイルの源流エチオピア・タナ湖で過剰繁茂するホテイアオイの管理手法と有価物生産システムの確立
研究代表者名 (所属機関)	佐藤 伸二郎(創価大学理工学部)
研究期間	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	エチオピア/バハルダール大学、インジパラ大学、タナ湖周辺水域保護開発機構
関連するSDGs	・目標15(主): 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する ・目標2(副): 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する ・目標9(副): 強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・藻類生産に関わる新産業の創出 ・日本企業による藻類含有食品の製品化 ・藻類含有食品の国際機関への提供による貧困改善
科学技術の発展	・ICTを駆使した湖沼生態系の保全・管理技術 ・消化液を用いた微細藻類・農作物生産技術
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・ICT(ドローン等)を利用した水生植物モニタリング技術 ・余剰バイオマスからの栄養塩・エネルギー回収技術 ・現地有用微細藻類の単離および大量培養技術 ・施肥効果の高い有機肥料の開発
世界で活躍できる日本人人材の育成	・国際的に活躍可能な日本若手研究者の育成、若手研究者の国際ネットワークの構築
技術及び人的ネットワークの構築	・アフリカ諸国、マレーシア、インドネシア、メキシコ等の既存ネットワークを利用した、他の熱帯諸国・サンベルト地域との新たな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)	・査読論文多数、啓蒙書 ・ホテイアオイ刈取・管理方法の提言書 ・ホテイアオイからのエネルギーおよび有価物生産マニュアル

上位目標

他のサンベルト地域にホテイアオイを含む余剰バイオマスからの微細藻類由来栄養補助食品の生産・販売システムを水平展開し、貧困地域の栄養改善に貢献する

- ・湖における過剰繁茂水草の持続可能な管理モデルの構築
- ・他の余剰バイオマスからのエネルギー・有価物生産技術の確立
- ・微細藻類含有栄養食品のビジネスとしての社会実装化

プロジェクト目標

ICT技術を駆使したホテイアオイの管理手法を提案し、パイロット規模試験によるホテイアオイ由来有価物生産プロセスの確立とエチオピア国内における微細藻類由来栄養補助食品の販売体制を構築する

