

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「環境・エネルギー（環境領域）」

研究課題名「オイルパーム農園の持続的土地利用と再生を目指した

オイルパーム古木への高付加価値化技術の開発」

採択年度：平成30年（2018年）度/研究期間：5年/

相手国名：マレーシア

令和元（2019）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2019年3月28日から2024年3月28日まで

JST 側研究期間^{*2}

2018年6月1日から2024年3月31日まで

（正式契約移行日 2019年 4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：氏名 小杉 昭彦

所属・役職 国際農林水産業研究センター・プロジェクトリーダー

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 / 年度	2018(6ヶ月)	2019	2020	2021	2022	2023
1. 研究題目：OPT 高糖度化技術開発 1-1 OPT 高糖度化試験地の選定 1-2 OPT 樹液糖度上昇（熟成）メカニズム解明 1-3 オミクス解析を用いた OPT デンプン蓄積現象の解明（品種・地域・栽培環境・施肥） 1-4 OPT 共生微生物の役割解明 1-5 OPT 高糖度化技術の実証研究 1-6 高糖度化可能な OPT 品種育成*1 1-6 高糖度化 OPT サンプルの調製・供給*2	試験地決定 サンプル調製	糖蓄積メカニズム解明 デンプン蓄積現象解明 共生微生物の役割解明				
2. 研究題目：OPT から高付加価値製品の製造技術開発 2-1 OPT 高糖度化による高品質ボード及びバイオガス製造試験（メタン製造増加） 2-2 PHA・PLA の製造技術開発 2-3 PHA・PLA 肥効調節型肥料製造技術及びPHA の植物成長促進作用解明 2-4 OPT 繊維を使ったナノセルロース、ナノコンポジット製造技術開発 2-5 OPT 樹液からの SCP 製造技術開発（タンパク質製造） 2-6 OPT 高度利用化設備の構築	OPT 高糖度化による高品質ボードとガス生産量増加試験（実証試験を含む） PHA/PLA 生産・精製法確立 PHA 植物成長促進効果の確認 圃場試験地の選択 SCP 製造技術製造技術確立（飼料用） 製品認証要件の確認					
3. 研究題目：パーム農園の再植林による持続的土地利用・再生方法の開発 3-1 再植林促進のため環境診断法の開発 3-2 異なるパーム農地を対象にした環境診断と管理方法の検討 3-3 再植林促進のための土壌環境改善（治癒）方法の開発	検証地域の選定 メタゲノム解析による土壌微生物評価	簡便診断法の開発 OPT 管理法の確立				
4. 研究題目：マレーシアにおける OPT 高付加価値化利用技術の導入による経済・社会・環境インパクトの評価 4-1 OPT 高付加価値技術導入の際の LCA 及び環境評価 4-2 政府やパーム油業界・パーム農園関係者への OPT 利用技術のワークショップ・セミナー開催 4-3 人材育成活動 4-4 広報活動	LCA 情報収集 製造プロセスにおける*4 GHG 測定 関係省庁・RSPO 等業界との意見交換 共同研究者の招聘・大学院生指導・インターンシップ					

＊1. オイルパームの寿命は長く、品種改良には長期の年月が必要となる。そのため、本プロジェクト期間における達成は困難であると考え、共同研究機関において継続的に行っていくこととした。

＊2. OPT 由来バイオマスを活用した新たな製品の開発へ向け、OPT 製品化実証プラントにおいて糖蓄積試験や搾汁試験を実施し、得られた OPT 繊維や調整済み樹液等の各種サンプルを共同研究機関等へ提供することとした。

＊3. 伐採パーム幹の農園内放置に伴い、温室効果ガス（GHG）が発生していることが確認されたため、研究題目 3 において農園から発生する GHG の測定を実施する。

＊4. 製品製造プロセスにおける GHG 排出量測定とパーム農園における測定（＊3.）を区別するため明記した。

(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)

研究題目 2「高付加価値製品の製造技術開発」において、高付加価値製品原料製造事業化の基盤技術となるオイルパーム幹（Oil Palm Trunk: OPT）からのペレット製造に関して、非参画機関である日本の国内企業から、ジョホール州 OPT 製品化実証プラントにおいてペレタイザーのスケールアップ機の実験を実施したいとの要望があり、ペレット製造コスト低減への寄与が期待できることから、協力することとした。

研究題目 3「パーム農園の再植林による持続的土地利用・再生方法の開発」において、オイルパーム幹（OPT）の廃棄・放置により、パーム農園から有機物の分解等に由来する温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O）が発生していることが確認された。そのため、GHG 測定において多くの実績がある国立研究開発法人 国立環境研究所を共同研究機関として加え、体制を強化した。

研究題目 4「マレーシアにおける OPT 高付加価値化利用技術の導入による経済・社会・環境インパクトの評価」では、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の環境・経済・社会持続可能性の評価が重要となる。そこで、研究題目 4 推進のため、ライフサイクルアセスメント（LCA）や社会的費用便益分析を導入すべく島根県立大学を共同研究機関に加えた。

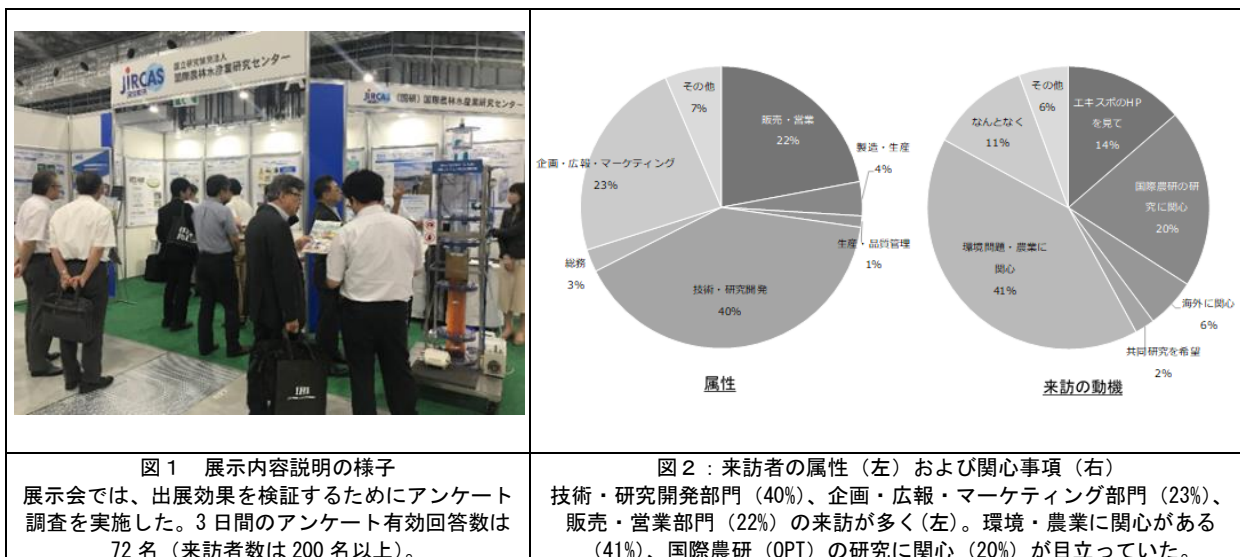
2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト（公開）

(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

プロジェクト初年度にあたる 2019 年度は、OPT 資源利活用技術の社会実装へ向けた国内外の関係省庁、関連機関および関連企業へのプロジェクト開始の周知と、課題達成に向けた日本およびマレーシアの参画機関におけるプロジェクト目標および組織体制の明確化を図った。

まず、OPT 資源利活用技術の社会実装へ向け、SATREPS プロジェクトの開始を国内の企業や関連機関に広く発信することを目的に、2019 年 6 月 5～7 日に東京ビッグサイト青海展示棟で開催されたバイオマスエキスポ 2019 に出展した。民間企業の技術・研究開発部署の研究員および営業担当職員を中心に約 200 名の訪問があり、OPT 資源利活用技術への強い関心が寄せられた（図 1、2）。



同様に、本プロジェクトの開始を当該国において広く発信することを目的に、2019年9月19日に、マレーシア国ペナン州のマレーシア理科大学キャンパス内 Murad Mohd Noor 講堂においてキックオフセレモニーを開催した（図3、4）。キックオフセレモニーには、マレーシア理科大学副学長をはじめ、生物化学部学部長、マレーシアパームオイル認証コントロール（MPOCC）理事ら約60名、日本国ペナン領事館の総領事、JIRCAS（国際農研）理事長、JICA マレーシア事務所長、JST シンガポール事務所長ら約20名、合計約80名の参列があった。



また、課題達成に向けた日本およびマレーシアの参画機関におけるプロジェクト目標および組織体制の明確化を目的に、2019年9月19日、マレーシア国ペナンのGホテルガーニーにおいて第1回 Joint Coordinating Committee（JCC）ミーティングを開催した。研究担当者を中心に、マレーシア側から約30名、日本側からはJICA マレーシア事務所の府川所長、JST シンガポール事務所の金子所長ら約20名、合計約50名の参列があり、両国の研究参画機関、当該国の関係省庁、現地JICA・JST事務所間の綿密な連携体制、および研究の実施や成果の達成に向けた十分な準備状況が確認された（図5）。

同様に、2019年度の進捗状況と現状把握、また2020年度へ向けた研究計画の認識を行うため、2020年2月26日、マレーシア標準工業研究所（SIRIM）において、マレーシア側全共同研究機関メン

バーを集め、モニタリングシート会議を行った（図 6）。各研究機関の研究進捗状況を共有すると共に、2020 年度の第二回 JCC 会議・第二回モニタリングシート会議日程調整を行った。



図 5. JCC 会議（ペナン、2019 年 9 月）



図 6. モニタリング会議（SIRIM、2020 年 2 月）

・プロジェクト全体のねらい（これまでと異なる点について）

プロジェクト全体の狙いにおいて、現時点で大きな変更はないものの、2019 年度のパーム農園調査において、OPT や OPF（Oil Palm Frond: 葉柄）が農園に放置された際、その分解過程等において、CO₂ だけでなく、N₂O や CH₄ など温室効果が高い温室効果ガス（GHG）の発生が生じていることが明らかとなった。研究題目 3「パーム農園の再植林による持続的土地利用・再生方法の開発」では、主に土壌病害虫防除を目的としたパーム農園管理法の開発を目的としてきたが、農園内に放置される OPT や OPF、EFB（空果房）を含めバイオマスの取り扱いについても検証が必要と考えられたため、新たに農園から発生する GHG 測定を開始することとした。

・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（これまでと異なる点について）

本プロジェクトにおいては、OPT の利活用技術の開発とその社会実装を通して、パーム農園の抱える地球規模的問題解決を図ることを目的としている。

研究題目 1 および 2 で行う OPT 管理・利用技術では、マレーシア・ジョホール州にある OPT 製品化実証プラントを通じて実証レベルで開発を行ってゆく。OPT 利用においては、これまで OPT の外層を利用した合板において、マレーシアパームオイル庁（MPOB）やマレーシア森林研究所（FRIM）により様々なボード加工技術が研究開発されているが、実用化的にはマレーシア国内に一社、OPT からの合板製造企業が存在しているのみである。また OPT の特徴のである樹液については、実験室レベルでの研究報告のみで、本プロジェクトによりはじめて社会実装的な取り組みが行われる。

研究題目 3 で実施するパーム農園環境に関する研究は、学術的にも極めて重要な研究内容となっている。再植林を迎えるパーム農園でのガノデルマ属糸状菌やフザリウム（オキシスポラム）など土壌伝染性真菌や甲虫等の病害虫の動態および、これらが農園に与える影響に対して研究を行う。加えて、パーム農園で放置・廃棄されてきた OPT や OPF のバイオマス分解（図 7, 8）に伴い放出される温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O）について、マルチチャンネル式チャンバーシステムを用いて農園から発生す

【令和元年度実施報告書】【200529】

る温室効果ガスのモニタリングを行うことで、オイルパーム残渣の農園内放置が気候変動に及ぼす影響を明らかにする。

研究題目 4においては、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の環境・経済・社会持続可能性を議論するため、積極的にパームバイオマスを利用する場合を想定し、OPT 製品化実証プラント（図 9）で得られたプロセス、エネルギー消費、GHG 排出などプロセスデータを用いて経済、社会、環境それぞれの分野に対するインパクトを同定、定量評価するとともに総合評価可能な分析枠組みを開発する。これまでパームバイオマスを利用しない既存の搾油工場からパーム油製品への製造工程や、EFB や PKS（パーム椰子殻）のバイオマス利用における LCA や環境負荷を算出した研究例は存在するものの、OPT やバイオマス製造プロセスが付与された際のパーム産業全体を俯瞰して環境インパクトや商業的インパクトについて系統的に解析した例はない。将来この LCA モデルがパーム産業全体の持続可能性の有無を診断する際の指針となるような成果としたい。



図 7. OPT の伐採作業後のパーム農園（ジョホール）



図 8. 伐採、放置される OPT 残渣（ジョホール）



図 9. OPT 製品化実証プラント（ジョホール）



図 10. 温室でのパーム苗木実験（マレーシア理科大）

・研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

OPT の利活用技術の開発とその社会実装を通して、パーム農園の抱える地球規模的問題解決を図る上で、環境的・国際的インセンティブを高めるために、研究題目 3 と研究題目 4 の強化が必要となっ

た。研究題目3のパーム農園からの温室効果ガスの発生が明らかになってきたことから、発生量を正確にリアルタイムで検証する必要性が生じた。その測定方法や発生量の把握・確立・検証のため、国立環境研究所を共同研究機関として加えた。研究題目4では、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の持続可能性の有無がプロジェクト全体の成果である。そこで、LCA や社会的費用便益分析を導入すべく島根県立大学を共同研究機関として加えた。

また、日本人人材育成として特別研究員2名を雇用するとともに、当該国におけるキャパシティディベロップメントの一環として、JICA 長期研究員派遣制度により、2020 年度に博士後期学生1名を受け入れる予定でいる。

(2) 研究題目1：「OPT 高糖度化技術開発」

日本人側主担当者 国際農林水産業研究センター（リーダー：小杉昭彦・プロジェクトリーダー）

同上 （サブリーダー：藍川晋平・研究員）

マレーシア側主担当者 マレーシア理科大学（リーダー：K. Sudesh Kumar・教授）

マレーシア森林研究所（サブリーダー：Wan Asma Ibrahim・部長）

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

研究題目1の目的は、OPT に含まれる樹液中の糖度を高めるための方法を開発し、研究題目2の高付加価値製品製造プロセスの効率化、低コスト化に貢献することである。研究としては、1) OPT の糖度高度化メカニズムの解明、2) 高糖度現象と関係する OPT のデンプン蓄積メカニズムの解明、加えて3) OPT から得られる樹液・繊維の研究用サンプルの調整と供給、から構成される。

「1) OPT の糖度高度化メカニズム解明」は当初、FRIM で貯蔵試験を行う予定であったが、ジョホール州にある OPT 製品化実証プラント（図9）にフォークリフトが導入されたこと、スクリュースプレスマシンが搾汁機として代用できること、OPT 入手が容易であること、プロセス検討を行う研究題目2との連携が容易になること、などから、すべての作業を OPT 製品化実証プラントで実施することとした。得られた高糖度樹液や繊維材料は、研究題目2のプロセス開発へ用いると共に、研究サンプルとして各共同研究機関へ提供を行う予定である。

「2) OPT 高糖度化を引き起こすメカニズムの解明」では約3年半にわたりマレーシア北部のパーム農園において、OPT 中の遊離糖およびデンプン量、果房の容積を測定した。測定データと地域の積算温度および積算雨量データを経験的動態モデリング法により統計学的に解析した結果、マレーシア北部では積算雨量と日照量が最大となる10月から12月に OPT を伐採すると OPT 内の糖度やデンプン蓄積量が高い OPT を得られることが明らかとなった。OPT の生理的動態は気象など外的環境要因に強く影響をされることを示唆する結果として、2020年1月20日に国際科学雑誌「Scientific Reports」電子版に掲載され、研究成果に関してプレスリリースを行った (<https://www.jircas.go.jp/ja/release/2019/press201909>)。

① 研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

OPT 製品化実証プラントの現場作業従事者に対し、スクリュースプレスマシンによる OPT からの搾汁方法や繊維サンプルの調製、試験運転の説明を行った。またマレーシア理科大学における博士研究員や修士課程の学生に対し、OPT サンプルの扱い方について指導した。当初、大きな OPT サンプルの扱い

に戸惑っていたものの切断など、木材加工の機器や技術を用いることで、容易に取り扱えることを確認した。一方、OPT からの DNA・RNA 抽出やメタゲノム解析等の遺伝的解析については今後、実施講習を行う予定である。またパーム苗木を利用した網室での栽培試験も実施するため、温室スペース確保など環境整備も行った（図 10）。

② 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

高糖度蓄積メカニズム解明のための OPT 貯蔵試験について、OPT 製品化実証プラントのスクリープレス機にて十分対応が可能であり高い搾汁効率が得られたため、試験実施場所を OPT 製品化実証プラントへ集中することで作業効率化を図った。

③ 研究題目 1 の研究のねらい（参考）

OPT の最大の材料特性である幹重量の 7 割を占める樹液の糖度を高める管理技術開発を目的としている。通常 OPT に含まれる樹液の糖濃度は約 5～10%程度であるが、デンプンを含む OPT は伐採後、貯蔵処理により 2～3 倍に糖度が上昇する。我々はこれを熟成現象と呼んでいるが、樹液の高糖度化は、OPT の資材価値を高めると共に製造プロセスの簡略化など製造コスト面での競争力を強化することができる。この熟成現象のメカニズムを明らかにし、管理技術を確立することで糖度の不安定さを克服し、高付加価値製品の安定生産を可能にする。OPT 中の樹液糖度の制御管理を可能とするために、1) OPT の貯蔵中の糖度上昇メカニズム解明、2) OPT 内に積極的にデンプンを蓄積させる方法、についての技術を開発する。

④ 研究題目 1 の研究実施方法（参考）

伐採時、デンプン濃度が低い OPT や病害感染の OPT を用いて、RNA シーケンス解析を行い、発現する遺伝子をデンプン濃度が高い OPT と比較する。デンプン濃度が低い OPT において熟成現象は生じない。そのため RNA シーケンス解析により貯蔵中の代謝変遷を観察し、原因遺伝子の特定を行う。また、OPT のデンプン蓄積現象においては、これまで病状を持つ OPT において低デンプン含量の傾向が見られる。そこで、発生が報告されている菌類病やウィロイド病への感染が疑われる OPT、葉の変色や成長不良が見られる OPT を選択的に調達し、健全な OPT 間の RNA 解析により生理状態を比較、検証することで、OPT デンプン蓄積とパームの病害との関連性を明らかにする。

(3) 研究題目 2 : 「OPT から高付加価値製品の製造技術開発」

日本人側主担当者 株式会社 IHI（リーダー：大原雄治・部長）

同上（サブリーダー：山下雅治・主査）

国際農林水産業研究センター（サブリーダー：小杉昭彦・プロジェクトリーダー）

マレーシア側主担当者 マレーシア理科大学（リーダー：K. Sudesh Kumar・教授）

マレーシアパームオイル庁（サブリーダー：Astimar Abdul Aziz・部長）

マレーシア標準工業研究所（サブリーダー：Ishak Mohd Yusuff・室長）

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

【令和元年度実施報告書】【200529】

研究題目 2 は、OPT 製品の普及・社会実装の加速化を目指し、ジョホール州クルアンにある OPT 製品化実証プラントを用いて、製品化へ向けたプロセス開発研究と、開発されたプロセスからの製品化を希望する企業との連携促進を目的としている。また試験研究として、研究題目 1 の糖度の高い OPT からバイオプラスチックやタンパク質など高付加価値製品の開発と共に、研究題目 4 で行う持続可能性評価のための分析フレームワークに LCA データを提供する。

OPT 製品化実証プラントは 2018 年まで主に OPT 燃料ペレット実証試験で利用された後、運転休止状態であったため、再稼働に際して修理等メンテナンス工事を行った。また、液肥やバイオプラスチック原料、中密度繊維板（MDF）製造のため、製造汚泥固液分離（MBR）設備、逆浸透膜濃縮（RO）設備、繊維爆砕装置の導入を進め、2019 年 12 月に納品が完了した（図 11）。これら設備機器の据え付けは、2020 年 8 月末を目途に完了し、試験運転を始める予定である。

OPT 製品化実証プラントにおける製品開発のため、マレーシア理科大学、FRIM、MPOB、SIRIM の研究者ら、またマレーシア国内企業営業・技術担当者を中心に、OPT 高付加価値製品に対する興味や需要、その製品化による社会インパクトに関して意見交換を重ねた。その結果、OPT 製品として、燃料用ペレットはもちろんのこと、木質バイオマスとプラスチックの複合材料であるウッドプラスチックおよび MDF に対する爆砕繊維原料への関心が高いことを確認した。燃料用 OPT ペレットにおいては、低灰分でありながら木質ペレットと同等の燃焼力を持つことから、日本以外にもタイ、韓国、中国からの問い合わせを受けている。また近年 OPT が熱帯林の代替木材として注目が高まりつつあることもわかった。OPT の樹液においては、バイオプラスチック素材原料（ポリヒドロキシアルカン酸）、肥料原料（樹液に含まれるカルシウムやマグネシウム、カリウム成分）、藻類培養による食用タンパク質原料が製造可能であり、需要もあることが明らかとなった。ちなみに OPT 樹液には藻類の細胞密度を 5～8 倍増加させる効果があることがわかっている（論文投稿中）。

本プロジェクトにおいて OPT 製品化実証プラントは、実証試験用の設備であると共に社会実装を進めるためのショーケースとしても大きな役割を担っている。一例として、2019 年度、日本のペレット製造メーカから OPT 燃料ペレットのスケールアップ試験を実施したいとの要望があり、同社の大型ペレタイザーの設置を受け入れた（図 12）。2020 年度から大型ペレタイザーの製造能力負荷実験を行い、性能確認を行う予定でいる。ローカルビジネスの展開を見据えた動きであり注目したい。本プロジェクト開始以降、国内外の企業から多くの問い合わせや相談が増加しており、可能な限り要望に応じたいと考えている。



図 11. 既存製造プロセスに追加される今期購入機器



図 12. OPT 燃料ペレットのスケールアップ試験機

② 研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

新規導入設備の据え付け工事は2020年度以降になるため、運転訓練も据え付け工事後の試験運転時に行う予定でいる。マレーシア側共同研究機関の研究者も必要なサンプル調製のため、試験運転には参加してもらう予定でいる。

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

OPTの伐採収集運搬工程におけるLCAの一環として、現状のOPT伐採方法に対して、日本国内の林業で利用されている集材方法の可能性について検討を開始した。既存の大型重機（シャベルカー）OPTを押し倒し、伐採してゆく現行システムよりも安価で効率的にOPTを集材出来る可能性があり、優れた集材システムを提案できると考えている。

④ 研究題目2の研究のねらい（参考）

パーム農園内へ放置せず、積極的にOPTを持ち出し、適正処理へ向かわせるための経済的インセンティブを与えるの技術開発を行い、パーム産業界の構造的変換を促すのが狙いである。また研究題目2で開発する技術やプロセスを導入した際のパーム産業全体の持続性を評価する研究題目4のLCA解析のためのデータ取得やデータ提供の役割も担っている。さらに、持続可能で安価なOPT集材システム構築も重要課題である。

⑤ 研究題目2の研究実施方法（参考）

研究題目2では、OPT製品化実証プラントの燃料用ペレット製造ラインを軸に、ここから得られる副産物を用いた高付加価値製品製造プロセスを検証することで、バリューチェーンの構築を行う。すなわち、燃料用OPTペレット製造時、発生する廃液からのバイオメタン回収による発電や、無機廃液からの灰分回収による液肥製造と低灰化水処理、およびその廃液を用いた藻類培養を目指す。

OPT繊維に関しては、ウッドプラスチックやMDFなどの高付加価値製品製造への製造プロセスや、事業採算性、製品の質の検証などを通じて有効性を検討する。これらの製品製造プロセスからの温室効果ガス排出に関する基礎的データ収集を実施し、研究題目4への情報提供を行ってゆく。

(4) 研究題目3：「パーム農園の再植林による持続的土地利用・再生方法の開発」

日本人側主担当者 国際農林水産業研究センター（リーダー：近藤俊明・主任研究員）

国立環境研究所（サブリーダー：梁乃申・室長）

マレーシア側主担当者 マレーシア理科大学（リーダー：K. Sudesh Kumar・教授）

マレーシア森林研究所（サブリーダー：予定）

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

研究題目3では、伐採OPTの農園内放置が、1）土壌病害菌動態および2）温室効果ガスの発生にもたらす影響を評価することで、研究題目1および2で開発されたOPT利活用技術の社会実装へ向けた農園経営者（土壌病害菌）および国際的インセンティブ（気候変動）形成を図ることを目的とする。

「1）伐採オイルパーム幹の農園内放置が土壌病害菌動態に及ぼす影響評価」の実施にあたり、ま

ず当該国のマレーシア科学大学および FRIM において、土壌からの DNA・RNA 抽出やメタゲノム解析等の遺伝解析が常時行える体制を構築した。また、マレーシア国半島部のネグリスンビラン州に調査サイトを設置し、土地利用履歴の異なる複数のオイルパーム農園において、伐採 OPT 放置区と対照区から土壌サンプルを採取し、メタゲノム解析による土壌病原菌動態の評価を開始した。2021 年 4 月からは JICA 長期研究員派遣制度を活用して博士後期学生 1 名が筑波大学において本テーマの一部で博士論文の作成を開始する予定となっており、進捗は順調と言える。

また、2019 年度から新たに展開した「2）伐採オイルパーム幹の農園内放置に伴う温室効果ガス発生量の観測」については、OPT の分解等に伴い放出される温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O）を観測するためのマルチチャンネル式チャンバーシステムの調達・調整を行った。野外調査および簡易のチャンバーシステムを用いて行なった予備調査では、土壌病原菌の蔓延に起因する過剰な施肥による N₂O の放出が危惧されることなどが明らかになった。

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

「2）伐採オイルパーム幹の農園内放置が土壌病害菌動態に及ぼす影響評価」については、マレーシア理科大学と FRIM に土壌からの DNA・RNA 抽出やメタゲノム解析等の遺伝解析を行うための実験設備があるものの、メタゲノム解析等の土壌微生物動態評価に関する実験技術や解析手法に関する知識は必ずしも高くない。現在、当該の大学・研究所において、学生や研究員との共同研究によるキャパシティー・ビルディングの実践に取り組んでいる。

「2）伐採オイルパーム幹の農園内放置に伴う温室効果ガス発生量の観測」については、マルチチャンネル式チャンバーシステムの調達・調整は済んでいるものの、現地での設置には至っていない。来年度、現地協力機関と共同で設置、運用を行っていくことで技術移転を図る予定である。

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

当初、研究題目 3 では、伐採 OPT の農園内放置が土壌病害菌動態にもたらす影響を評価することで、研究題目 1 および 2 で開発された OPT 利活用技術の社会実装へ向けた農園経営者のインセンティブ形成を図ることを目的とした。しかしながら、初年度における調査の結果、土壌病害菌の蔓延に伴う過剰な施肥によって、肥料に由来する温室効果ガス N₂O の発生が懸念された。N₂O は CO₂ の 298 倍の温室効果を持つことから、OPT の農園内放置に由来する土壌病害菌の蔓延は気候変動にも影響を及ぼす可能性がある。そこで研究題目 3 では、土壌病原菌動態と併せて温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O）の統合観測を行うことで、バイオマス利活用技術の社会実装へ向けた国際的インセンティブ形成に係る研究も新たに行うこととした。

④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

オイルパーム農園では、果房生産量の低下から約 25 年周期でオイルパームの伐採・再植林が行われるが、伐採された OPT は搬出に係る経済的負担等の理由から農園内に放置され、地球規模の環境問題をもたらす要因となりうる。例えば、パーム由来の有機物が土壌微生物によって分解される場合、膨大な量の CO₂ が一時的に大気中に放出されるものの、放出された CO₂ は新たに植栽されるパーム樹木によって吸収されるため、気候変動への影響はおおよそニュートラルとなるが、シロアリによって採餌され

る場合には、腸内共生細菌によるセルロースの分解によって、CO₂ の 25 倍の温室効果を持つ CH₄ として大気中に放出される。さらに、分解者でもある土壌病害菌の蔓延に伴うパーム樹木の生長不良は過剰な施肥の原因となり、CO₂ の約 300 倍の温室効果を持つ N₂O の発生源となりうる。そのため、土壌病害菌を含むパーム由来有機物の分解者の特定やその動態評価、および CH₄ や N₂O を含む温室効果ガス発生量の統合的観測は、気候変動に寄与しない持続的オイルパーム農園経営の実現において重要な指標となる。

研究題目 3 では、「1）伐採オイルパーム幹の農園内放置が土壌病害菌動態に及ぼす影響評価」および「2）伐採オイルパーム幹の農園内放置に伴う温室効果ガス発生量の観測」の 2 つをサブ課題として設定し、伐採オイルパーム幹の農園内放置がもたらす影響を評価することで、研究題目 1 および 2 で開発された伐採オイルパーム幹利活用技術の社会実装へ向けた農園経営者（土壌病害菌）および国際的インセンティブ（気候変動）形成を図り、持続的オイルパーム農園経営の実現を目指す。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法（参考）

「1）伐採オイルパーム幹の農園内放置が土壌病害菌動態に及ぼす影響評価」においては、気候条件や土地利用変遷の異なる半島北部ペナン州および半島中央部ネグリスンビラン州に調査サイトを設置し、複数の異なる複数のオイルパーム農園において、伐採 OPT 放置区と対照区から土壌サンプルを採取し、メタゲノム解析等による土壌病原菌の特定やその動態評価を行う。

「2）伐採オイルパーム幹の農園内放置に伴う温室効果ガス発生量の観測」については、ネグリスンビラン州に設置したオイルパーム農園試験地において、（1） パーム由来有機物について異なる処理を施した 20 基のマルチ自動開閉チャンバー式温室効果ガス測定システムを用いて、3 種の温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O）発生量を連続測定するとともに、（2） メタゲノム解析等により、チャンバー内の土壌を対象に、1. 土壌微生物種組成、2. 土壌微生物量、および 3. その季節変化、の 3 つを評価することで、土壌病害菌を含む土壌微生物動態に対するパーム由来有機物の農園内放置の影響を明らかにする。

研究題目 4：「マレーシアにおける OPT 高付加価値化利用技術の導入による経済・社会・環境インパクトの評価」

日本人側主担当者 広島大学（リーダー：金子慎治・教授）

島根県立大学（サブリーダー：豊田知世・准教授）

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

研究題目 4 では、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の持続可能性を議論するため、（1）分析枠組みの開発：経済、社会、環境それぞれのインパクトを同定・定量評価し、それらを総合評価可能な分析枠組みを開発すること、（2） 持続可能性の実証分析：マレーシアの具体的なデータを用いて持続可能性評価を実施すること、（3）政策分析・評価：OPT 高付加価値化技術が実装されたパーム産業全体の持続可能性を高めるための政策手段について検討すること、を目的とする。

2019 年度、（1）分析枠組みの開発として、パーム産業に関する LCA に関する文献収集とレビュー、情報収集や共同研究のパートナーを探すため、マレーシアでパーム産業の LCA 分析に関する専門

性を有する MPOB、SIRIM などの専門家との意見・情報交換、クルアン OPT 製品化実証プラントおよび周辺のパーム農園などの現地視察、などによる基礎的な情報収集を行った。LCA 解析強化のため環境経済学を専門とする島根県立大学 総合政策学部 豊田知世 准教授を新たにメンバーに加えた。また、独自調査として、最大パーム油産油国であるインドネシアにおける産官学の機関とのネットワーク構築も行っており、持続可能性評価の枠組みに関する意見交換を行った。

以上の結果、(1) および (2) については、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の持続可能性を評価するための基本的な分析フレームワークを構築した。(3) 政策分析・評価の基礎的な研究として、パームオイルと各種パーム副産物の需要が、パーム産業全体の持続可能性にどのように影響されるかのマーケティング調査の日中韓比較を行った。全体の進捗については概ね予定通りであると考ええる。

② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

2019 年度は、MPOB、SIRIM などへの専門家や、クルアン OPT 製品化実証プラントおよび周辺のパーム農園に対するヒアリングの情報と先行研究をもとに、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の持続可能性を評価するための基本的な分析フレームワークを組み立てている段階であり、現地への技術移転の段階には至っていない。来年度は、パーム産業全体を評価した LCA の分析手法について、現地協力機関と情報共有しながら、経済的な妥当性を含めた実現可能性について議論を進める予定である。

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

本研究題目が示した分析フレームワークのインパクトは、明示的なエビデンスはまだ示せないものの、マレーシアのパーム産業のみならず日本におけるパーム油消費企業に対する持続可能性に関する評価にも影響を及ぼすと考えられる。

④ 研究題目 4 の研究のねらい（参考）

本研究題目は、OPT 高付加価値化技術が社会実装された際のパーム産業全体の持続可能性を議論するため、マレーシアの具体的なデータを用いて経済、社会、環境それぞれの分野に対するインパクトを同定・定量評価し、それらを総合評価可能な分析枠組みを開発することで、パーム産業全体の持続可能性を高めるための政策手段の検討を目指すものである。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法（参考）

今後の実施手法として、(1) 積極的にパームバイオマスをリサイクルしない場合（ベースラインシナリオ）、(2) 積極的にパームバイオマスなリサイクルする場合 A [パームヤシ殻 (PKS)、パーム空果房 (EFB)、パーム幹 (OTP)、パーム葉柄 (OPF) を個別にリサイクルする場合]、(3) 積極的にリサイクルする場合 B [統合プロセスによって全て一貫してリサイクルする場合] のライフサイクル環境負荷の違いを算出する。そのために、以下の取り組みを予定している。

1) 分析枠組みの開発

- ・ベースラインシナリオとリサイクルシナリオの確定

- ・土地利用モデルの具体化・精緻化と統合
- ・社会的インパクト評価のための基礎的検討

2) 持続可能性の実証分析

- ・持続可能性の実証分析ツールの開発
- ・製造プロセスにかかるマテリアルフロー分析
- ・LC-CO₂、LC-GHGs、LCA それぞれに必要な原単位データベース構築
- ・製造コストや製品の販売価格など費用便益分析に必要な金額データベース構築

3) 政策分析・評価

- ・パーム産業全体の持続可能性が消費者の選好に及ぼす影響の分析
- ・RSPO（持続可能なパーム油のための円卓会議）、MSPO(マレーシア持続可能なパーム油基準)、ISPO（インドネシア持続可能なパーム油基準）からの今後の認証制度に関するヒアリング・情報収集
- ・OPT 高付加価値化技術を利用したビジネスコンテストの企画・実施

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）

・研究題目 1

研究題目 1 では、貯蔵試験場所の決定や OPT 調達方法が整った。2020 年度より研究題目 2 と連携し、サンプル提供や OPT 管理技術に関して開発、実証試験を行ってゆく。

・研究題目 2

研究題目 2 では、OPT 製品化実証プラントに設置する MBR 装置、RO 装置、爆砕装置の納品を完了した。当初、納期に長期間を要すると想定していたが、手配等が順調に進んだことで、2020 年度から据え付け工事と試験運転を開始する。また、OPT 製品化実証プラントのショーケース機能拡充のため、関心を示す事業者からの見学や技術相談などに積極的に応じるとともに情報収集に努める。また安価で安定的な OPT 調達のスキーム作りに向けた検討に着手する。

・研究題目 3

研究題目 3 では、調査地の選定や調査の実施、研究題目 1 および 2 で開発された伐採 OPT 利活用技術の社会実装へ向けたインセンティブ形成の新たな展開など、調査・研究は概ね順調に進捗している。また、遺伝解析や温室効果ガス観測を当該国機関と共同で実施するとともに、現地での技術移転も順調に進展していることから、JICA 長期研究者派遣制度を活用した研究者の受け入れについて準備を進める。今後、得られた成果を RSPO や MSPO などのパーム油認証機関に積極的に提供していくことで、伐採 OPT 利活用技術の社会実装による地球規模環境問題の解決に貢献していく。

・研究題目 4

オイルパーム農園からは伐採 OPT に加え、果房収穫の際に剪定される OPF や搾油後の EFB など様々な農作物残渣が得られることから、バイオマス利活用技術を活用した様々なタイプの高付加価値化製品の開発が可能である。しかしながら、どの製品に市場性があり、収益性が高められるかについては不確実性が極めて大きく、研究者による限られた情報やアイデアのなかで、これらを確定的かつ限定的にバイオマス利活用シナリオに含めることは難しく、将来予測の精度に大きな問題が発生する。そのため、マレーシア側共同研究機関と共同で、主要な原材料についてのビジネスコンテストを実施することとした。この結果を将来の農作物残渣を活用した高付加価値化製品製造のシナリオに反映させることにより、より精度の高い LCA 分析や社会的費用便益分析が可能となる。

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。

プロジェクト開始 1 年目である 2019 年度は、各研究題目の目標・意義の明確化を図ると共に、具体的な研究詳細を決定し、各研究題目の位置づけを明確化した（図 13）。



整理した内容について、第1回モニタリング会議においてマレーシア側研究参画メンバーに説明し理解を得た (PO monitoring plan)。また安定的な OPT 調達を確保し、社会実装への道筋を付けるため、研究題目2および3による、経済・環境インセンティブ形成を背景に、MPOCC やマレーシア大手プランテーション企業である Sime Darby、FGV ホールディングスの研究・企画部門と定期的に意見交換を行っている。議論の中で本プロジェクトの意義について関係者が理解を深めており、OPT 安定調達や適正処理への道筋を作りつつある (PDM Goal、PDM Project Purpose)。

現時点でプロジェクト運営や研究題目の内容に関して大きな変更や問題点は認められないが、マレーシア側共同研究者の定年退職に伴う代替研究者の調整を行っている (PDM output 1,2)。

・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。

マレーシア側共同研究機関のコミットメントを強化するため、所管省である高等教育省、第一次産業省、エネルギー・技術・科学・気候変動・環境省の担当局を各共同研究機関担当者と共に訪問し、プロジェクトの意義や重要性に関して意見交換を行った (PDM Project Purpose、PDM Output 4)。これにより、その後のモニタリング会議では、マレーシア側共同研究機関からの積極的な議論や協力体制構築へ向けた討議が行われ、2020 年度へ向けた活動方針を決めることができた。しかし、本年2月にマレーシア政府首相交代により、多くの所管省の担当官が交代となったと聞く。再度プロジェクトの重要性をアピールする意見交換を行うと共に、2020 年度のマレーシアで行われる国際シンポジウム参加等による認知度向上に努めたいと考えている。

・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。

パーム産業からのバイオマス利用に関する制度化への取り組みとして、MPOCC との意見交換を行っている (PDM Output 4)。MPOCC はマレーシア政府が立ち上げた国家認証制度 MSPO「持続可能なパ

ーム油の「マレーシア基準」の認証機関である。MSPO はマレーシアパーム油の持続可能性を訴求し、国内・海外市場の市場拡大と付加価値向上、およびパーム油のブランド化を目指しているが、パーム油製造過程で排出されるバイオマスにおいては現状認証対象外となっている。MPOCC との意見交換を通じて本プロジェクトにおいて明らかにされる OPT から的高付加価値化製品開発や、農園からの温室効果ガス問題に関する認識を共有し、バイオマスに対する持続可能性認証の制度化を働きかけている。MPOCC はマレーシア産パーム油の高い持続可能性をアピールしているが、廃液等の排出バイオマス処理においては、必ずしも持続性が担保されているとは言えない。パーム油産業から廃棄・排出されるバイオマスの適正処理は、MPOCC が唱えるパーム油の持続性を高めるだけでなく、全体の 8 割を占めるバイオマスから新たな産業を生む可能性があることをエンドユーザー含む全てのステークホルダーに周知する必要があると考えている。

・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。

新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により、研究計画全体に大きな影響が生じている。研究題目 1 では糖蓄積試験の実施が遅れており、研究題目 2 では購入設備の据付や大型フラットダイ式ペレタイザー試験運転が延期となっている。研究題目 3 ではパーム農園へのチャンバー設置や試験運転、データ採取に遅れが生じている。現在、現地管理会社を通じて試験運転や OPT 調達等にリモートでの対応について協議している。

(2) 研究題目 1 : 「OPT 高糖度化技術開発」

研究グループ 国際農林水産業研究センター：(リーダー：小杉昭彦)

・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。

糖蓄積試験場所や OPT の調達方法が決まったことから、現時点で研究進捗において目立った問題点は無い。

・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。

OPT 製品化実証プラント近隣に位置する OPT 合板工場を訪問し、収集されている OPT のデンプン含量に関して簡易なヨウ素デンプン反応による判別方法（パーム幹の利用方法：国際特許出願番号 PCT/JP2015/078124）を用いて調査したところ、集材されていた OPT の 7 割に高いデンプンが含まれていることを確認した。本合板工場で調達しているパーム農園の OPT はデンプン蓄積能が高いと予想されることから、今後、当該パーム農園の地理的特徴や肥料の情報、土地利用歴や伐採歴などの情報収集を計画している。

(3) 研究題目 2 : 「OPT から高付加価値製品の製造技術開発」

研究グループ 株式会社 IHI（サブリーダー：山下雅治）

・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、今後への活用について

本研究・技術開発に際しては、相手国側の共同研究機関での専門技術者の育成が必要と考えている。高付加価値プロセス開発においては、国内外の社会実装を希望する企業を本プロジェクトの準メンバーに参画させるなど当事者意識を持たせることで、社会実装への実現性と相手国側の技術者の育成の両面を加速させることができると考える。

- ・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

OPT 繊維を利用する製品や、OPT 樹液の糖分を利用する製品販売を目指す事業者は、持続可能性が高く必要な供給量を確保できる原料を求めている。本プロジェクトで対象とする OPT バイオマスは、確保可能なバイオマス量の観点から要求レベルに十分に合致するものであるが、持続的に供給可能かどうか社会実装の実現に向けた重要課題である。本プロジェクトが目指す加工プロセスを付加すれば、持続可能性が高い製品として供給が可能となる。日本国内では環境省がこれらの原料を材料とする高付加価値製品を研究する補助事業 (<https://www.env.go.jp/press/107210.html>) を推進しており、本プロジェクトとのシナジーが期待できる。同様の政策についてマレーシア側でも調査する必要がある。

(4) 研究題目 3 : 「パーム農園の再植林による持続的土地利用・再生方法の開発」

研究グループ 国際農林水産業研究センター (リーダー : 近藤俊明)

- ・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。

パーム果実生産を目的とするオイルパーム農園においては、収穫作業等の妨げとなることから、調査機器の設置に関わる許可の取得が困難な場合が多く、とりわけパーム産業に対してネガティブな成果をもたらす可能性がある研究や海外の研究者が行う調査については、機器類の設置を伴わない調査であってもその実施が難しい場合が多い。

研究題目 3 においても、一部調査許可が得られていない農園があるものの、現地カウンターパートによる許可申請や、現地研究者と共同で調査を行うこと等により、調査や調査機器の設置が順調に開始できる体制が構築されつつある。

- ・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。

(3) 研究題目 4 : 「マレーシアにおける OPT 高付加価値化利用技術の導入による経済・社会・環境インパクトの評価」

研究グループ 国立大学法人 広島大学 (リーダー : 金子慎治)

- ・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。

パーム産業を統括する MPOB、製品の性能評価・認証を行う SIRIM は、実務機関としてパーム油およびオイルパーム由来製品の製造過程における LCA に関心があるが、これまでウッドボード等にしか利用されてこなかった伐採 OPT に特化した LCA に関心のある研究者は多くない。一方、大学で LCA を実施する研究者は主に工学系の分野に集中するが、製品に特化した LCA の適用に関心が留まっており、

社会課題としての伐採パーム幹の持続性評価にまでは至らず、経済学や政策科学の分野の研究者はそもそも LCA のような視点で分析する研究者が少ないため、共同で研究を実施できる当該国カウンターパートは見つかっていない。現在のコロナ禍においては本研究を共同で実施できるカウンターパートを探すことはますます困難となっているが、海外渡航制限が解除され次第、この目的のために積極的に研究所や大学にコンタクトすることを計画している。また、そのために論文やネット上の情報で出来る限りの情報収集をする予定である。

・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。

技術的に、またサイエンスとしても成熟していない段階で、OPT リサイクル推進がパーム産業全体の持続可能性に与える意義を考えるフレームワークを与えるような作業は学術的に極めて特殊なテーマであると考ええる。そのため類似プロジェクトを見出すことは難しいが、関連する政策課題、例えば、植物油全体の持続可能性におけるパーム油の役割や日本の発電におけるバイオマス利用促進政策の手段としての OPT 利用等と関連づけて協力的な研究プロジェクトを実施することは可能であると考ええる。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

現時点で特筆すべき事項はないが、日本のペレット製造メーカから OPT 燃料ペレットのスケールアップ試験の要望を受け、OPT 製品化実証プラントに大型ペレタイザーを設置導入した。また日本の電力会社から OPT ペレットの性能チェックに関する問い合わせがあり対応している。

(2) 社会実装に向けた取り組み

本プロジェクトで開発する未利用バイオマス利活用技術の社会実装においては、1. 伐採 OPT の農園内放置によって生じる地球規模環境問題を適切に評価し、RSPO や MPOCC などのパーム油認証機関に対して認証基準化を促すとともに、2. 開発された高付加価値化製品や、製造に必要な機器類を広く普及させ、当該国において経済持続的なバイオマス産業を創出することが必要となる。

「認証基準化」については、これまで国際的なパーム油認証機関である RSPO や、マレーシア独自のパーム油認証機関である MPOCC を複数回訪問し、気候変動影響低減の観点から、農園内に放置されてきた伐採 OPT の適切な管理を目指した認証基準の設置について、今後検討したいとの回答を得ている。また「経済持続的なバイオマス産業の創出」については、当該国の管理運営会社を通して、試作された OPT ペレットのサンプル配布を行うとともに、参画機関である（株）IHI が、バイオマス燃料ペレット製造・販売事業、および POME における水質環境保全とエネルギー（バイオガス）回収・利用を目的とした次世代型排水処理システムの販売事業の展開に向け、当該国に専門子会社（ISBM : IHI Solid Biomass Malaysia）を設立した。当該国における経済持続的なバイオマス産業の定着を図るため、「認証基準化」および「経済持続的なバイオマス産業の創出」に向けた情報収集やバイオマス利活用技術の開発を継続して行っていく。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

【令和元年度実施報告書】【200529】

パーム油は世界で最も多く生産・消費される植物油脂（総生産量の約 35%）であり、多くの国と地域において、社会・経済を支える重要かつ不可欠な植物油脂となっている。そのため、オイルパーム産業が引き起こす気候変動や熱帯雨林の伐採等の地球規模環境問題の解決は、生産国のみならず、消費国を含めたすべての国が取り組むべき喫緊の課題である。

こうした背景から、バイオマス利活用技術の開発とその社会実装を通して、地球規模環境問題の解決と新たな産業創出の同時達成を目指す本プロジェクトは当該国のみならず、国際社会においても日本のプレゼンスの向上をもたらすものと言える。これまでの活動により、国際機関の RSPO、マレーシア政府機関の高等教育省、第一次産業省、エネルギー・技術・科学・気候変動・環境省、MPOCC、Sime Darby 社や FGV ホールディングスなどパーム農園管理を担う企業等から本プロジェクトに対する高い期待を得ており、日本のプレゼンス向上に寄与している。



図 14. 高等教育省との意見交換



図 15. 第 1 次産業省との意見交換



図 16. MPOCC との意見交換



図 17. エネルギー・技術・科学・気候変動・環境省との意見交換

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。)
2019	Wichittra Bomrungnoka, Takamitsu Araia, Tadashi Yoshihashia, Kumar Sudeshb, Tamao, Hattaa, Akihiko Kosugi, “Direct production of polyhydroxybutyrate from waste starch by newly-isolated Bacillus aryabhattai T34-N4”, Environmental Technology, 2019	10.1080/09593330.2019.1608314	国際誌	発表済	
2019	Naoki Tani, Zubaidah Aimi Abdul Hamid, Natra Joseph, Othman Sulaiman, Rokiah Hashim, Takamitsu Arai, Akiko Satake, Toshiaki Kondo and Akihiko Kosugi, “Small temperature variations are a key regulator of reproductive growth and assimilate storage in oil palm (Elaeis guineensis)”, Scientific Reports, 2019, vol. 10 No.650, pp1-11	10.1038/s41598-019-57170-8	国際誌	発表済	プレスリリース

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。)
2019	Eiko Nakazono-Nagaoka, Takashi Fujikawa, Ayumi Shikata, Chakrit Tachaapaikoon, Rattiya Waeonukul, Patthra Pason, Khanok Ratanakhanokchai and Akihiko Kosugi, “Draft genome sequence data of Clostridium thermocellum PAL5 possessing high cellulose-degradation ability”, Data in Brief, 2019, vol.25 No. 104274, pp1-5	10.1016/j.dib.2019.104274	国際誌	発表済	
2019	Patthra Pason, Junjarus Sermsathanaswadi, Rattiya Waeonukul, Chakrit Tachaapaikoon, Sirilak Baramee, Khanok Ratanakhanokchai and Akihiko Kosugi, “Molecular characterization of hypothetical scaffolding-like protein S1 in multienzyme complex produced by Paenibacillus curdlanolyticus B-6”, AMB Express, 2019, vol. 9, No. 171, pp1-11	10.1186/s13568-019-0896-0	国際誌	発表済	
2020	Shimpei Aikawa, Phakhinee Thianheng, Sirilak Barameea, Umbhorn Ungkulpasvich, Chakrit Tachaapaikoon, Rattiya Waeonukul, Patthra Pason, Khanok Ratanakhanokchai, and Akihiko Kosugi, “Phenotypic characterization and comparative genome analysis of two strains of thermophilic, anaerobic, cellulolytic-xylanolytic bacterium Herbivorax saccincola”, Enzyme and Microbial Technology, Vol.136, pp.1-9	10.1016/j.enzmictec.2020.109517	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

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

著作物数 0 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
2019	小熊崇大, 本村和也, 山下雅治, 河西英一, 中山竜太郎, パーム産業における未利用バイオマスの有効利用と最適なプロセス開発, IHI技報, 2020年, 59巻, 4号, 77-89		技術報告	発表済	https://www.ihico.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/9f1ad44d6ea3cd2b69c56a55b228bc16.pdf

著作物数 1 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
2019	国際学会	Aikawa, S.(JIRCAS), Arai, T.(JIRCAS), Kondo, T.(JIRCAS), Kosugi, A.(JIRCAS), Heterotrophic cultivation of microalgae using sap from oil palm trunks, 7th Asian Conference on Biomass Science, Fukushima, Japan, 2019. Dec.	ポスター発表
2019	国際学会	Kosugi A, Kondo T, Arai T, Aikawa S, Kaneko S, Yamashita M, Sudesh K, Azize AA, Ishak MF, Ibrahim WA. Sustainable Replantation of Oil Palm by Adding Value to Oil Palm Trunk through Scientific and Technological Innovation. 7th Asian Conference on Biomass Science, Fukushima, Japan, 2019. Dec.	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
2019	国内学会	藍川晋平(国際農研)、荒井隆益(国際農研)、近藤俊明(国際農研)、小杉昭彦(国際農研)、オイルパーム樹液を利用した微細藻類の従属的培養法の検討、第15回バイオマス科学会議、福島、2019年12月	口頭発表
2019	国内学会	藍川晋平(国際農研)、荒井隆益(国際農研)、近藤俊明(国際農研)、小杉昭彦(国際農研)、微細藻類に対するオイルパーム樹液の増殖促進効果、日本藻類学会第44回大会、鹿児島、2020年3月	口頭発表
2019	国際学会	Kosugi A (JIRCAS), Old oil palm trunk is a promising bioresource for renewable energy production. Asia Biomass To Power 2019, Kuala lumpur, Malaysia, 2019. Nov	招待講演
2019	国内学会	小杉昭彦(国際農研)、パームオイル産業から排出されるバイオマス資源のポテンシャルとその利用展開、第19回バイオマス合同研究会、東京、2019年12月	招待講演

招待講演 2 件
口頭発表 2 件
ポスター発表 0 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

0 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

0 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
2019	6月5-7日	バイオマスエキスポ2019	東京	200(0)	公開	本プロジェクトの成果を国内の企業や関連機関に広く発信することを目的に、2019年6月5-7日に東京ビッグサイト青海展示棟で開催されたバイオマスエキスポ2019に出展した。民間企業の技術・研究開発部署の研究員及び営業担当職員を中心に約200名の訪問があり、バイオマス資源利活用技術への強い関心が寄せられた。
2019	11月9日	JSTグローバルサイエンスキャンパス事業「持続可能な発展を導く科学技術人材育成コンソーシアムGSC広島:世界を舞台とした教育プログラムと地域の産学官連携による人材育成」における異分野融合シンポジウム	広島	30(0)	非公開	全国から選抜された高校生30名を対象に、オイルパームプランテーションがもたらす環境影響について解説するとともに、その解決に向けた本プロジェクトの活動を紹介した。
2019	11月22日	土浦第一高等学校「企業・研究所、官公庁訪問」	茨城	15(0)	公開	土浦第一高校の1年生10名を対象に、環境・経済持続的オイルパームプランテーション経営に向けた本プロジェクトの概要を紹介した。
2019	11月28日	Asian Biomass to Power 2019	マレーシア	50(30)	非公開	「Old oil palm trunk is a promising bioresource for renewable energy production」のタイトルで発表。SATREPSプロジェクトの取り組みに関して、紹介を行った。
2020	2月13日	日本大学生物資源科学部生 春研修 研究所訪問	茨城	16(0)	公開	国際協力ゼミ所属予定の学部生(2年生)の春研修として実施。SATREPSプロジェクトの取り組みに関して、紹介を行った。

5 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
2019	9月19日	PDMおよびPOの修正	50	2019年9月19日、マレーシア国ペナン州のGホテルガーニー会議室において第1回Joint Coordinating Committeeミーティングを開催した。研究担当者を中心に、マレーシア側から約30名、日本側からはJICAマレーシア事務所の府川所長、JSTシンガポール事務所の金子所長ら約20名、合計約50名の参列があり、1. プロジェクト概要説明および各研究題目の進捗状況報告、および2. Project Design Matrix (PDM) およびPlan of Operation (PO) の修正案の提示と承認を行った。

1 件

研究課題名	オイルパーム農園の持続的土地利用と再生を目指したオイルパーム古木への高付加価値化技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	小杉 昭彦 (国研) 国際農林水産業研究センター
研究期間	平成30年(平成31年4月1日～令和6年3月31日)
相手国名／主要 相手国研究機関	マレーシア／マレーシア理科大学、マレーシアパーム オイル庁、マレーシア森林研究所、マレーシア標準工 業研究所
関連するSDGs	目標 15. 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 12. 持続可能な生産消費形態を確保する 目標 17. 持続可能な開発のための実施手段を強化し、グ ローバル・パートナーシップを活性化

成果の波及効果

日本政府、社 会、産業への 貢献	・パーム油の持続可能な生産に貢献・食料安全保障 ・日本企業による成果事業化と新規産業創出によるイン フラ輸出の促進
科学技術の発 展	・パーム油生産国における日本の環境対策技術及びバ イオ技術の展開 ・パーム油産業の持続的生産モデルの開発
知財の獲得、 国際標準化の 推進、遺伝資 源へのアクセ ス等	・OPTの高糖度化及び農園管理法 ・OPTのエネルギー・材料・農業分野の産業化モデル ・パーム農園管理による持続的土地利用再生による熱 帯林違法伐採の抑止
世界で活躍で きる日本人材 の育成	・パーム農園問題を専門とする科学者育成(パーム生 産国へのイニシアチブ発揮) ・博士課程学生・研究者のインターンシップ教育
技術及び人的 ネットワークの 構築	・現地民間企業との共同事業推進 ・国際シンポを通じたネットワーク作り ・新規パーム産業開発国への技術・管理モデルの導入
成果物(提言 書、論文、プロ グラム、マニユ アル、データな ど)	・OPT高糖度化メカニズム ・高付加価値製品の製造技術開発と社会実装 ・古木伐採・放置によるパーム農園環境アセスメント ・OPT利活用推進とそのルール作り

上位目標

オイルパーム農園から排出されるOPTを高度利用することで、再植林によるパーム農園の持続的土地利用・再生が促進され、安易で無秩序な熱帯林伐採が減少する。

OPT高糖度化技術により、OPTに資源価値が生まれ、パーム農園からの持出が進む。OPT樹液・繊維からエネルギー、材料、食料製造技術が確立され、新産業が創出される。OPT持出によりパーム農園の病害減少・健全化が進み、パーム実収獲量の増加。

プロジェクト目標

OPT高付加価値化による新産業創出と再植林促進によるパーム農園の健全化

