

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 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」(2018年採択課題、JST研究期間：2019年4月1日～2024年3月31日)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者： 小杉 昭彦

(国際農林水産業研究センター プロジェクトリーダー)

2-2. 相手国側研究代表者： スデシュ・クマール

(マレーシア理科大学 生物学部 教授)

3. 研究概要

マレーシアは世界のパーム油の約3割を生産している。経済寿命を迎えて伐採され、農園内に放置されたオイルパーム古木(以下、OPT)は、土壌病害の蔓延や分解に由来する温室効果ガスの発生、新たな農園開墾に伴う熱帯林伐採等の問題を引き起こす。本研究では、OPTの放置がもたらす影響を科学的、経済的に評価するとともに、バイオガスや生分解性素材等、多様な高付加価値製品を製造する技術を開発することで、OPTの高度資源化を達成することを目指す。

本課題は、以下の4つの題目から構成されている。

研究題目1：OPT高糖度化技術開発

研究題目2：OPTから高付加価値製品の製造技術開発

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

4. 評価結果

総合評価： A

(所期の計画と同等の取組みが行われ、成果が期待できる。)

本課題は、マレーシアの主要産業であるパームヤシ農園の持続的な土地利用を阻害している伐採された古木(OPT)の経済性のある有効利用のための技術開発を行うことが目標である。研究代表機関の国際農林水産業研究センター(JIRCAS)および共同研究者の株式会社IHIは相手国機関と10年に亘る現地での研究開発歴があることも促進要因となり、コロナ禍においてもオンライン会議等の手法を活用するなどして主な研究課題に関しては順調に進展している。相手国における活動が制限される状況下であっても、国内で可能な限り民間企業との活動展開が取り組まれて

おり、コロナ禍における影響を最小限に留める努力が見受けられた。さらに、民間企業が本課題の研究成果を活用し、OPT を利用した再生木質ボードを製造するといった新たなビジネスを展開しつつあることは社会実装にかかわる重要な成果といえる。

一方で、現時点では個別要素技術の開発研究に重点がおかれているという印象が強い。このため、課題の後半においては、最終的な成果目標「農園やその周辺における土地利用を含む持続的な開発（再植林を含む）」に対して個別要素技術開発の成果を統合して、その定量的評価をどのように行うのかの道筋をつけることが重要と考える。温室効果ガス放出低減が重要な要素であることは理解するが、それらを含めて持続可能な土地利用への方策が示されることを期待したい。環境を重視したパームヤシ農園の持続的な経営には、OPT 等の廃材除去に対するインセンティブなど政策的な取り組みも必要と思われる。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

コロナ環境下にもかかわらず、オンライン会議等を活用し精力的に活動しており、個別のグループにおいて、また個別の要素技術開発課題については順調に研究が進捗していると評価する。特に、研究題目2については、原料の収集や生産物の販路についても見通しが立ってきており、高付加価値製品の事業化が進んだ。また、研究題目3では、放置OPT等による温室効果ガス放出量を推計するなどの成果を挙げている。

一方で、全体のテーマであるオイルパーム農園の持続的土地利用と再生については、個別テーマをどのように統合して持続的土地利用に繋げるのか、その方針がまだ定まっていない。例えば、研究題目3では、放置OPT等による負の影響は評価されたものの、テーマとなっている農園の再植林をどのように進めるか（コストも含め）、それによりいかに持続可能性を担保するのか等の道筋が明確になっていない。これは個別課題を統合して持続可能性を実現するという本研究課題の全体像にも繋がる問題であり、早めに関係する全グループで共有することが望ましい。

本課題は、2020年からコロナ禍の影響で渡航制限を受けている。この影響が現在まで続いているため、フィールドでの調査が必要な温室効果ガスの発生量の計測などに遅れが出ているが、代替手段として日本国内での研究を中心に進めるなど、コロナ禍の影響を加味すれば対応は十分に行われてきたと思われる。日本国内での研究の際、現地パイロットプラントの技術系スタッフ等とオンライン会議を頻繁に行うことで、共同研究を大きな遅滞なく進めることが可能となった。OPTの他、パーム枝葉(OPF)やオイルパーム空果房(EFB)を原料にするなどの多様化、原料収集プロセスの工夫、回収を担う日新商事株式会社の参画、製品のひとつとしてボード材の家具材としての利用の具体化とそれを担当するパナソニック株式会社の参画など、原料の収集から製品販売までが着実かつ具体的に進められている。今後は、こうしたボード材などを用いた事業が企業イメージのための小規模なものに留まらず、本格的な産業に育つ見通しが立つことを期待する。

オイルパームについては多くの研究が行われているが、OPT等からの高付加価値製品の創出による農園の長期的な持続可能性を定量的に評価・検討したテーマは少なく、個別技術課題(要素技術課題)を統合して持続可能性を評価できれば学術的にもインパクトの高い成果が得られる

ものと期待する。技術開発の面では、幹の含水量が多いために利用が困難だったパームヤシ廃材を適切に処理することで良質なペレットや木材を製造する技術には、汎用性がある。また、OPT 樹液には高い抗酸化活性があることが発見され、パームヤシ廃材の有効利用の幅を広げると期待される。更に、OPT 等の廃棄物からのペレット製造について、爆砕機を用いた「原料マルチ化プロセス」という新たな技術を開発している。これら新規性のある科学技術的成果のレベルや重要度は高く、産業化への検討が具体的になされていることも評価したい。なお、本課題においては、バイオプラスチック製造技術の優位性などについても明確することが望ましいと考える。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

コロナ禍においても、研究代表者がリーダーシップを発揮して、課題の活動がしっかりとハンドリングされている。SATREPS 以前からの研究代表者と企業担当者間での交流に加え、新たな企業の参画を図るなど、社会実装を想定した課題の実施体制の強化が図られていることは望ましいと考える。

他方、相手国側の研究機関の本課題への参加意欲は高いことが窺われたが、相手国側の大学等との共同研究の実態や関与については不明瞭な部分も残った。プロジェクト終了時点においては、相手国の参画についてより具体的な説明を望みたい。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

SATREPS 開始以前の JIRCAS によるマレーシアでの共同研究の蓄積もあって、中間評価時点で既に OPT 等の高度処理やその利用への技術開発については社会実装の段階に入りつつあると思われる。OPT 樹液の高糖化技術の研究（研究題目 1）においては、化粧品や健康飲料など高付加価値な製品化への利用展開を構想している。「原料マルチ化プロセス」（研究題目 2）は、農園と搾油工場を統合経営することの多いマレーシア・サラワク州において、「サラワクモデル」として進めていく予定であり、ステークホルダーのモチベーションを高め、収益を上げながら環境対策の意識向上に結びつけることを目指している。

一方、上流側のパームヤシ農園における OPT 放置の課題に関しては、入り口の段階と思われる。残り 1 年半の間に、OPT の環境負荷の問題を含め、農園が OPT 放置を止めて持続的な植林まで持って行けるような方向でのシナリオを構築し、下流側とうまく繋ぐことで全体の目的達成を図っていただきたい。その際、最終的に個別の要素技術開発の成果をどのように統合して持続的土地利用に繋げるのか、その研究の道筋を早めに決めてメンバーがその考えを共有し、そこからバックキャスト的に個別要素開発技術開発の進め方へフィードバックして全体方針を固めるのが良いのではないかと考える。

パームオイル産業自体については日本では経験が無く、その開発にともなう土地利用、地域環境の持続的維持方策については未知の領域であることから、本研究が日本の新たな科学技術の発展、ならびにその社会的価値の向上に寄与する可能性は高いと考える。マレーシアにおいてパームヤシ農園は大きな産業であり、世界がパームオイルに依存する割合は今後まだ高くなると思わ

れるので、環境保全との両立はマレーシアだけでなく類似諸国においても重要な課題である。従って、ここでの OPT 処理における上流から下流までの一貫したシステム開発とその社会実装の意義は極めて大きい。

また、本研究に参加した日本人の博士研究員がポストを得て研究に貢献していることを評価する。若手人材育成についてはプロジェクト後半においても積極的な取り組みを期待する。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

民間企業の参画を通じて両国の交流が活発化していることから、研究開発においては今後に大きな期待が持てる。マレーシア理科大学の構内に OPT 利用技術開発研究棟 (OPT-RL) が設置され、マレーシア側の全参画機関から共同研究同意書 (GRA) の作成の要望があるなど、本課題に対する相手国側のコミットメントが引き出されていることが窺えた。このことから、マレーシア側も大学機関等が研究を持続させる意思を持っていると推察される。また、オイルパームはマレーシアにとって大きな産業であるため、研究の持続性に関しての不安要素は少ない。他方で、マレーシア側の若手研究者の育成状況が明確になっていない点は課題である。また、社会実装 (産業化) するとき、日本国企業と相手国企業及び政府機関との関係がどのようになるかについて注視する必要がある。

本研究の成果を活かすうえでは、相手国における認証制度への登録が不可欠と考える。コロナの影響もあり、現時点では必ずしも相手国での展開が十分とはいえない面もあるが、本課題の成果が民間企業ベースで展開してゆくことと同時に、認証制度への登録等を通じて相手国の施策に生かされることを期待したい。また、本課題では、日本の中小企業の要素技術を繋ぎ合わせた「原料マルチ化プロセス」をパッケージ化して他地域へ展開することを構想している。これにあたり、JIRCAS 発パームバイオマスのベンチャー企業の設立を 2022 年 9 月に予定しており、成果を基とした利用活動は持続的に発展すると思われる。今後は、どの程度の規模の事業に発展できるかについて、経済性を含めてよく検討されることを期待したい。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

1. 既に社会実装の段階に入りつつある OPT 等の高度処理やその利用への技術開発に比べて、上流側の農園における OPT 放置の課題に関しては、まだ入り口の段階である。今後の 1 年半では OPT の環境負荷の問題を含め、農園が OPT 放置を止めて持続的な植林まで持って行けるような方向でのシナリオを構築し、下流側とうまく繋ぐことで全体の目的達成を図って頂きたい。
2. パーム農園の拡大 (熱帯林の伐採) 防止や温室効果ガスの排出抑制のためには、パーム農園経営者などステークホルダーの意識改革も必要であり、国の認証機関への実効性のある働きかけも重要である。最終的には、パームヤシ農園の経営者の意識改革において経済面のメリットを強調することなどが強く望まれる。相手国におけるパームオイル農園の認証制度に対

し、本研究の成果をどのように生かしてゆくのかについて、相手国政府への働きかけや提言の作成等を含めて検討して欲しい。

3. 研究題目 1 や 2 から得られた学術的な知見を十分に精査・分析し、プロジェクト後半にかけてはそれら個別の知見の統合化に注力してほしい。また、パイロットプラントの運転は大変貴重であるため、きちんとデータ（オペレーション・メンテナンスのコスト、エネルギー消費、維持管理性等）を取得するよう心がけて欲しい。
4. プロジェクト発足までの蓄積と SATREPS での成果を区分けして示していただきたい。
5. 相手国全体や他国にも事業を横展開することを想定して、本課題から得られたナレッジ教訓の抽出についても検討いただきたい。また、若手日本人人材の育成についても積極的に進めて欲しい。

以上

成果目標シート (雛形:適宜変更してご利用ください)

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	2018年(2019年4月1日～2024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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・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

Ver.170401

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、パーム実収穫量の増加。

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

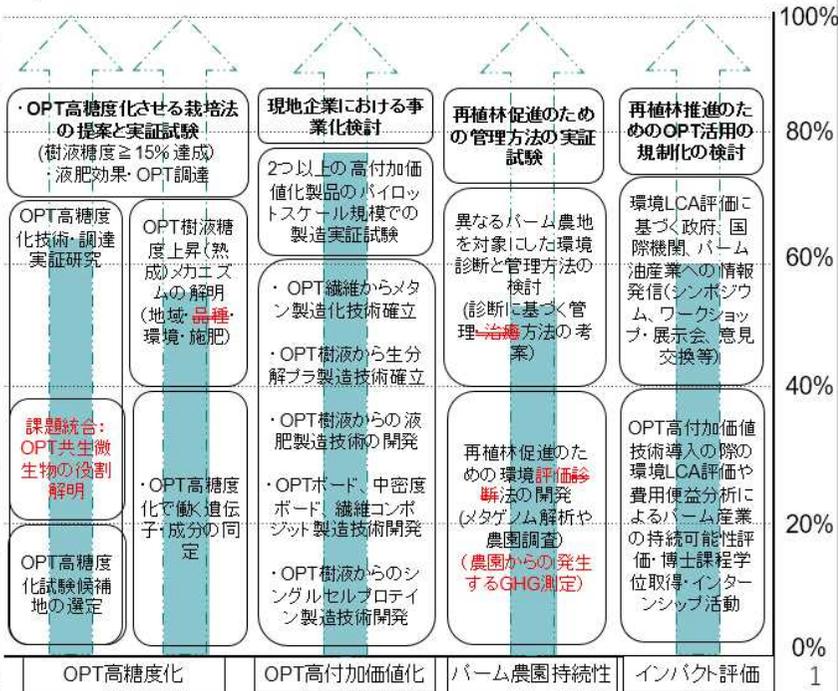


図1 成果目標シートと達成状況 (2022年1月時点)