

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

地方電化及び副産物の付加価値化を目指した作物残渣からの革新的油脂抽出技術の開発と普及

(2019年4月～2024年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：佐古 猛（静岡大学 創造科学技術大学院 特任教授）

2. 2. 相手側研究代表者：エムロッド エリサンテ（ダルエスサラーム大学 工学技術学部 准教授）

3. 研究概要

タンザニアの農村部は電化率が低く、携帯電話の普及に伴う充電用電源や日中の農作業で勉強時間がとれない子ども達のための夜間照明等の電力需要が増加している。他方で、米ぬか等の農業残渣には良質な油脂が含まれていることが多い。そこで、本研究ではヘキサン+二酸化炭素の「膨張液体」を使い、省エネ・低環境負荷でユニークな発電用油脂の抽出技術と、抽出残渣から高付加価値製品を製造する技術の開発に取り組む。

これにより、含油農業残渣から抽出した油脂で発電を行い、タンザニア農村部に電力供給することにより再生可能エネルギーを用いる同国の地方電化に貢献する。また、抽出油脂の一部を石けん等の商品にすることで、農村部での雇用創出と収入向上を目指す。

プロジェクトは下記の6つの研究題目で構成されている。

- (1) 電力需要地分析
- (2) バイオエネルギーセンター設立
- (3) 油脂抽出技術確立
- (4) マイクログリッド実証
- (5) 事業性評価
- (6) 人材育成

4. 評価結果

総合評価：B

(所期の計画以下の取り組みであるが、一部で当初計画と同様またはそれ以上の取り組みもみられる)

当初計画で予定されていた研究成果が得られている研究題目（電力需要地分析、事業性評価）もある。また、油脂抽出技術とマイクログリッドに関しても、最適油脂抽出条件の決定や副製品の製造が行われる等の成果が得られている。しかしながら、「コロナ禍」に加えて「具体的な研究内容についての両国間の調整不足」が影響して、全体計画に大きな遅れが生じている。特に、本プロジェクトの核となる革新的油脂抽出パイロットプラントの製作・実験が、当初計画より大幅に遅れている。2022年9月にパイロットプラントの規模等に関し両国の合意が得られ、両国の研究体制も強化されたことから、遅れを取り戻し目標が達成されることを期待したい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

当初の研究計画から見た進捗状況や達成度等

コロナ禍の影響を受けつつも国内での代替活動を実施するなどして、いくつかの研究題目（電力需要地分析、事業性評価）では当初に計画されていた研究成果が得られている。本プロジェクトの日本側研究メンバーのなかには相手国共同研究機関（ソコイネ農業大学）と約10年間におよぶ研究実績を持つ者もおり、メールやスマートフォンのアプリ(WhatsApp)で比較的密なコミュニケーションができています。そのおかげで、取得済みデータの分析結果をまとめた相手国研究者との共著論文が査読付き論文としてアクセプトされる事例が徐々に発現している。

一方で、パイロットプラントやバイオエネルギーセンターの建設は当初計画よりも大幅に遅れている。このため、2022年9月に日本側研究代表者らがタンザニアへ渡航し、相手国研究メンバー（約10名）とプロジェクトの実施体制・予算計画について協議でき、懸念事項の1つであった革新的油脂抽出のためのパイロットプラントのスケールについて一応の合意ができたことは望ましい。

新たな方向性や方針変更等、当初計画では想定されていなかった新たな展開

高圧二酸化炭素膨張ヘキサンパイロットプラントによる米ぬかからのオイル抽出を当初計画していたが、これをスケールダウンし、常圧ヘキサンによる抽出にも取り組むこととなった。また、対象物質も米ぬかに加えてひまわり油搾取残渣が加わることになった。相手国の早期の実用化の希望に対応した変更である。

また、バイオマス残渣を利用した養殖魚用飼料の開発がプロジェクトのスコープに加えられた。現地では、ティラピアなどの淡水魚の養殖が盛んになりつつあり、その飼料は輸入に頼っていることから、飼料を現地において製造することは、現地ニーズに合致した取り組みと考えられた。

成果の科学的・技術的インパクト、国内外の類似研究と比較したレベルや重要度

高圧二酸化炭素膨張ヘキサンを用いて、コメぬかや搾りかすから油分抽出する技術は、溶解力、抽出選択性、固体中の浸透性に優れた新規性の高い技術である。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

研究チームの体制・遂行状況および研究代表者のリーダーシップ

日本側研究メンバーの体制は概ね妥当と考えられるが、両国間の協力関係構築については改善の必要性がある。

油脂抽出技術とマイクログリッド技術の開発に関する研究題目では、相手国研究メンバーと実施体制の再構築、予算計画等にかかる協議に時間を要し、ようやく合意が得られた状況である。リーダーの努力はあったが両国間の調整に相当の時間を要したことが研究の進捗の大きな遅れの要因となった。

一方、「電力需要地分析」などの研究題目では、両国の協力関係が構築され、共同研究の成果が上がっていることが確認できた。

今後は研究題目ごとの連携に加え研究チーム間の連携強化のために、日本側研究代表者が相手国・日本側の研究メンバーらと連絡を密にとり、プロジェクトの目的や計画全体のスケジュールについて認識のすり合わせを継続する必要がある。

研究費の執行状況（各グループの研究費は有効に執行されているか、購入機器は有効に活用されているかなど）

今後は、残された ODA 予算の範囲内でパイロットプラントの入札・建設・運用に取りかかる予定である。現在は、2022 年 11 月末を目処にパイロットプラントの仕様書をまとめて、12 月から入札を開始（5 ヶ月ほど）、その後でプラント建設（10 ヶ月ほど）を開始し、順調に進めば、約 15 ヶ月後（2024 年 3 月ごろ）にはプラント建設が完了予定である。

2022 年 9 月に日本側研究代表者らがタンザニアへ渡航した際、相手国研究メンバー（約 10 名）とはマイクログリッドの導入についても協議した。その結果、マイクログリッドの 1 台目を先行してダルエスサラーム大学へ導入し、試験データを取得することが合意された。その後、2 台目のマイクログリッドを村落部に導入し、社会実装に向けた実証実験に取り組むことで両国研究メンバーが合意している。ただし、村落部へマイクログリッドを導入する際には、その規模やスペックなどを現地状況に即したものにカスタマイズする必要があり、調達や導入スケジュールには十分に配慮すべきである。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

今後の研究の進め方

実施体制の面では、相手国側研究メンバーが固まり共同研究体制が再構築された。相手国研究メンバーとのコミュニケーションだけでなく、日本側の各サブリーダー間（各研究題目の担当者）との合意形成に注力し、共同研究の進捗が加速されることを期待する。

残りのプロジェクト期間において「中規模の二酸化炭素膨張ヘキサンを用いる高圧抽出プラント」と「液体ヘキサンを用いる大気圧抽出プラント」が建設されることになった。異なる抽出装置の長所、短所を明らかにすることにより社会実装に向けた新たな知見が獲得

できる可能性があるので、相手国の研究メンバーらとそれらプラントの建設目的・位置づけを整理しておくことが重要である。

今後見込まれる成果について（地球規模課題並び相手国側への科学技術向上への貢献、日本における科学技術の今後の展開・発展性、日本の研究手法・制度・規格の普及など日本の科学技術がもたらした影響・効果、成果の社会的なインパクトの見通しを含む）

高圧二酸化炭素膨張ヘキサン抽出技術に関しては、既に基礎的なデータの取得や装置の最適化の研究が進められ、高油分収率、低不純物濃度の抽出油が得られている。今後さらに抽出に関する基礎データを蓄積し、プラントの高速化・高収率化・低コスト化のための技術データをしっかりと解析することにより、高圧二酸化炭素膨張ヘキサン抽出技術の優位性がより明確になることを期待する。

また、相手国の研究メンバーへの技術移転・機材供与が及ぼす現地へのインパクトは大きいと考える。

日本人人材の育成実施について（日本人若手研究人材の育成、グローバル化に対応した日本人人材の育成など）

日本側研究代表機関（静岡大学）にダルエスサラーム大学の講師が留学しており、当該講師への技術移転・人材育成が進むと期待される。また、静岡大学に設置されたバイオ燃料生産技術研究所などを活用して、日本側の若手研究者の人材育成が進むと考える。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

人的交流の構築見込み（相手国側研究機関あるいは研究者の自立性・自主性）

2022年9月に日本側研究代表者等がタンザニアへ渡航した際、相手国研究メンバーから本邦研修へ参加したいとの要望が多数挙がったため、当初の計画から本邦研修の回数を増やして、より多くの相手国研究メンバーが研修へ参加できるよう計画変更が行われた。こうした計画変更を踏まえて、残りのプロジェクト期間において相手国研究メンバーがしっかりと研究活動を推進し、定例的に情報共有が行われることを期待する。

成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展する見込み（政策等への反映、成果物の利用など）

タンザニア政府では大方針として全土の電化（送電網の広域整備）を掲げているが、その普及過程では送電網にカバーされない村落も生じることになり、そうした村落に対してはマイクログリッド（小規模電力網）のニーズが高い。その際に研究題目「電力需要地の分析」で作成した「土地利用図」「バイオマスデータベース」「電力需要地データ」は行政関係者の政策判断ツールとなり得ると考えられ、学術的にも社会実装の観点からも重要な成果と考えられる。

バイオマス残渣を利用した養殖魚用飼料の開発に注力するように計画を変更した。当活

動については、学術的な新規性がやや低いものの、相手国のニーズに対応したもので、社会実装の観点からは望ましい取り組みと考えられる。

また、ハラル化粧品の製造など「米ぬかを使った既存のビジネスモデル」についても情報収集しておくとい考えられる。

5. 今後の課題・研究者に対する要望事項

本プロジェクトの核となるのは「二酸化炭素膨張ヘキサン抽出技術」である。この部分に関して、物質の抽出特性だけでなく、抽出速度のデータや原料装填の仕組みといった、商用化に寄与するプラントの生産性やコストに関連するデータを収集して、工学的な技術改善メカニズムをしっかりとまとめてほしい。その上で電化や副産物の創出など相手国での社会実装への道筋を明確化すべきと考える。

「中規模の二酸化炭素膨張ヘキサンを用いる高圧抽出プラント」と「液体ヘキサンを用いる大気圧抽出プラント」のスケールについて一応の合意に至ったのは大きな進展であるが、当初計画に大幅な遅れが生じている。今後の計画では、2022年11月末を目処にパイロットプラントの仕様書をまとめて、12月から入札を開始（5ヶ月ほど）、その後でプラント建設（10ヶ月ほど）に取りかかる予定である。順調に進めば、約15ヶ月後（2024年3月ごろ）にはプラント建設が完了予定であるが、外部要因（ウクライナ情勢の不安定化・半導体の世界的な不足・円高など）によって当初スケジュールが後ろ倒しになる可能性が高いので、引き続きプロジェクトのスケジュール管理には注意してほしい。

プロジェクトの推進には相手国研究メンバーや日本側研究メンバーとの関係構築が非常に重要と考える。このため、プロジェクト関係者と小規模ミーティングを開催するなどして、定期的な情報共有を行っていくことを強く希望する。

また、残りのプロジェクト期間も両国の研究代表者が十分にコミュニケーションをとり、社会実装に向けた具体的なプラン（特に、プラントの建設意義・位置づけ）については先方と十分な協議を継続し、プロジェクト終了時における具体的な到達目標（ミニマムおよびマックスゴール）をタンザニア側研究メンバーと早期に合意してほしい。加えて、各研究題目における科学技術的な新規性・インパクトについてしっかりと整理しておくべきと考える。

以上

成果目標シート

研究課題名	地方電化及び副産物の付加価値化をめざした作物残渣からの革新的油脂抽出技術の開発と普及
研究代表者名 (所属機関)	佐古 猛 (静岡大学創造科学技術大学院エネルギーシステム部門 特任教授)
研究期間	H30採択(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	タンザニア連合共和国/ダルエスサラーム大学、ソコイネ農業大学
関連するSDGs	目標7:すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する 目標9: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	<ul style="list-style-type: none"> ・低コストバイオ燃料油抽出技術の普及 ・CO₂排出削減に向けたビジネスモデルの提案 ・農業残渣徹底利用による廃棄物極小化技術の開発
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・精製処理を必要としないバイオ燃料油製造技術 ・未利用・廃棄バイオマスのカスケード利用技術 ・バイオマスの利活用によるCO₂排出削減技術
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ・新規の膨張液体循環型バイオ燃料油抽出装置 ・未利用・廃棄バイオマス由来の新燃料導入拡大によるCO₂排出削減政策
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・国際技術協力のプロモーターを輩出 ・途上国のCO₂排出削減ヘリダーシップを発揮できる若手人材の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・地産地消のエネルギー・資源循環システムの構築と雇用創出を目指すプロジェクトを通してアフリカ・東南アジア地域との連携強化
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"> ・膨張液体循環型バイオ燃料油抽出技術の確立と適用 ・未利用・廃棄バイオマスのカスケード利用マニュアル ・CO₂排出削減に寄与する地産のエネルギー・資源利用スキームの提案



図1 成果目標シートと達成状況 (2022年6月時点)