

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

新バイオディーゼルの合成法の開発 (2010年5月–2015年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：朝見 賢二

(北九州市立大学 国際環境工学部エネルギー循環化学科 教授)

2. 2. 相手国側研究代表者：Tharapong Vitidsant

(タイ王国 チュラロンコン大学 教授)

3. 研究概要

本研究では、廃食用油、ヤトロファ油あるいはパーム油などの非食糧系植物性油脂から、既存の輸送用エンジンシステムに適合する高品質のディーゼル油（バイオディーゼルおよび合成ディーゼル、以下 HiBD）を、従来の FAME 法より優れた高収率、高効率かつ低コストで得る簡素なプロセスの開発、実証を行う。さらに、LCA 手法を用いて本事業の環境面での効果を定量化し、CDM (Clean Development Mechanism) クレジットとして経済的価値に換算し、経済性評価を実施する。

具体的な技術開発の目標は、加熱した粉末状の触媒を攪拌しつつ、常圧下で原料（油脂または油脂原料等）を投入し、触媒作用によって低分子化させ、 $C_{10} \sim C_{22}$ の炭化水素（パラフィンおよびオレフィン類）を得る触媒技術および高効率プロセスを確立し、日産処理能力数百 kg 程度の実証プラントにより技術を実証することである。同時に原料となる廃食用油などを収集、分別、処理するためのシステムをタイと共同で検討し、システムの確立を目指す。

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ている)

新しい固体触媒を用い、副原料が不要で副生物をほとんど出さずに高品質のディーゼル油を生産するという技術的革新性は高く評価できる。本技術は、現地のニーズを踏まえて安価にバイオ燃料を生産、普及する技術の開発につながっており、プロセスも簡便であるため、タイのみならず、インドネシア、マレーシアなどへの横展開も期待できる。

原料資源について、当初は廃食用油を対象としていたが、高値で韓国などに引き取られ、タイ国内ではほとんど手に入らなくなった。これを受けて、相手国側がパーム油を製造する際に多量に廃棄されるアブラヤシの空果房 (EFB/Empty Fruit Bunch) に着目し、ここか

ら採れる油脂を活用する方向にプロジェクトをすばやく転進した。EFB 搾り油は遊離の酸を多量に含み、放置すると固化するほどに低品質なものであるが、本技術を用いて良質な油を得ることに成功し、エンジンテスト、実車テストでも良好な結果を得られたことは評価できる。

本研究の成果をベースとした今後の研究の発展性においては、日本側では一般社団法人 HiBD 研究所が設立され、タイ側では後継プロジェクトが検討されていることから、研究および実用化活動が持続的に発展していく見込みは高い。

ただし、現時点では、実用規模のプラント設計の検討が十分ではなく今後の課題は残っている。

以下に、評価項目ごとに特筆すべき内容を列挙する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

タイにおいて、国内バイオマスから得られるバイオ燃料の生産、使用の重要性は高い。本プロジェクトの鍵である油脂改質固体触媒は、動植物油脂から低分子液体燃料を高収率、高効率で製造できる汎用性の高いものである。また、本触媒を利用したプロセスは、副原料が不要で副生物がほとんど出ない革新的なものであり、科学的・技術的インパクトは大きい。

【国際社会における認知、活用の見通し】

実用が見通せるコストで燃料を生産できる可能性が高く、国際社会でも十分に興味を持たれる技術と考えられる。しかしながら、本プロジェクトでは、タイに設置したプラントは、実用レベルで製品の評価を実施するに足りる量の試料を供給するいわゆるベンチスケールプラントでの運転にとどまっており、実用化、商業化に必要な実証プラントの試験までは行われていない。また、重質油成分のリサイクル、蒸留・反応条件の最適化、長期連続運転による問題点の抽出、など社会実装に至るまでにまだ確認・解決すべき課題が多く残されている。

【他国、他地域への波及】

シンプルなプロセスのため、タイ以外の国、地域、特に発展途上国へ波及するポテンシャルは高い。特に EFB 搾り油の利用は、アブラヤシの生産量が多い、マレーシアやインドネシアでより大規模に展開することが期待できる。また、他の動植物油脂を原料とするものについても適用は可能であろうが、競合技術との優位性について個々に比較検討・確認する必要がある。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

バイオディーゼルの生産技術には、一般的に、アルカリ法が用いられているが、EFB 搾り油のような遊離脂肪酸が多い油には、この方法は適用できない。また、酸・アルカリ 2 段法や超臨界法も用いられているが、コスト面などから容易に普及できるとは言えない。今回開発された技術は、他のバイオディーゼル燃料(BDF)合成プロセスに比べ比較的シンプルな技術で安価にバイオ燃料を得ることができる点で評価できる。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクト成果が相手国ニーズの充足に与えているインパクト】

タイはバイオ燃料利用の推進に熱心であり、本技術への期待も高い。また、次の開発ステップとしてやや大型の施設での実証試験も計画されており、これまで廃棄物とされていた EFB 搾り油の利用ができることは相手国にとっても極めて有効といえる。一方、バイオマスエネルギーがタイでどの程度普及するかは政策にもかかわっており、現時点でバイオ燃料の需要が将来どの程度の規模になるか明確であるとはいえない。

【課題解決、社会実装の見通し】

比較的安価にバイオ燃料生産を実現することが可能であるため、社会実装は期待できるものの、B100 で利用するのか、B5 あるいは B10 なのかなど、タイ政府関係先との連携が十分取れているとは見受けられず、社会実装へのシナリオが描ききれていない。基盤的技術開発のレベルにとどまり、実用プラントの建設にはまだ解決すべき課題も残っている。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展してゆく見込み（政策等への反映、成果物の活用など）】

両国において、研究、普及の活動を継続する体制が構築され、実用展開に向けて種々の提案が行われており、持続的に発展していく見込みは高いといえよう。特に、タイでは The Southern Palm 社が EFB 搾り油を用いた HiBD 製造に興味を示しており、予算も全部出すと言っていることから、成果が持続的に発展してゆく見込みは高い。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

研究代表者は、一般社団法人 HiBD 研究所を設立するとともに、HiBD 技術の普及を図っており、今後も継続的にこの技術を使い藻類などのバイオマスからの BDF 製造技術の開発を進めていく予定であり、高く評価できる。

【科学技術の発展】

本プロジェクトでは、技術の実証に重点が置かれていた。触媒の最適化、ドロマイトなどの安価な触媒材料の活用、プラント最適化などが更に進められれば大きな成果となりうるが、これらはまだ端緒についたばかりの段階である。今後、実証規模プラントの概念設計を進め、具体的な改善点を抽出すると共に、システムとしての優位性を明確にされることを期待する。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

本プロジェクトでは、2名の若手研究者が頻繁にタイに出張し、ベンチプラント、パイロットプラントの立ち上げから連続運転まで技術開発に従事すると共に、タイ側研究者への技術指導も積極的に行われた。SATREPS 終了後、1名は国内の他の公的研究機関、もう1名は HiBD 研究所において引き続き研究開発に従事されるとのことであり、研究者2名が本プロジェクトを通して成長された点は、評価できる。

【知財の獲得や、国際標準化への取組、生物資源へのアクセスや、データ入手方法】

知財に対する意識が高く、プロジェクト期間中に3件の特許出願と商標登録がなされた。ただし、これらはいずれも日本人研究者のみによる日本国内に対するもので、共同研究という点ではやや物足りない。

また SATREPS 実施以前の技術であるが、HiBD に関する基本特許が韓国や中国などで登録され、アジア諸国を中心に HiBD 製造技術を展開する準備が整いつつある。これにより、国際的な優位性はある程度確保されると思われる。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

プロジェクトから生まれた成果物は、原著論文発表（国内0件、国際2件）、口頭講演（国内19件、国際8件）、ポスター発表（国内1件、国際10件）であり、全体的に十分とはいえない。特に相手国側からの論文など学術的成果発表が少ない。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

チュラロンコン大学と北九州市立大学間のネットワークは、プロジェクト開始以前から構築されている。またチュラロンコン大学では、エネルギー省や燃料関連会社等を招いてプラントの説明や、HiBD 燃料でのフォークリフト、ピックアップトラックへの実装を披露するなど、政府、企業関係者とのネットワークが出来つつある。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

EFB 搾り油の利用に関し、現地企業 (The Southern Palm 社) との連携が深められたことは、評価できる。

【プロジェクト管理および状況変化への対処 (研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ)】

廃食用油を多量に集めることが難しくかつ価格が高騰した状況に対して、原料資源をプロジェクト中間地点から EFB 搾り油に切り替えたが、現地との調整を含めて迅速に対応された点においては、評価できる。

【情報発信 (論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど)】

HiBD 事業化に向けた成果の展開に関し、日本とタイの双方で政府関係者、企業などに対するプロモーション活動が展開されている。

【人材、機材、予算の活用 (効率、効果)】

現在パイロットプラントが、3名のテクニシャンおよび3名の学生によって維持管理・運転されており、ベンチプラントにおいても修士学生が論文執筆のため、頻繁に使用されているなど、供与された機材は効率的かつ有効に活用されている。プロジェクト終了後もタイ側で積極的な活用が見込まれる。

4-5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

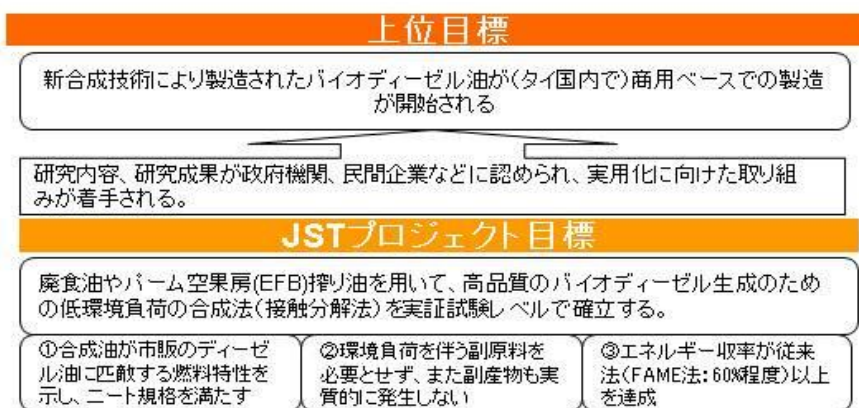
タイさらには東南アジア諸国で広く展開していくためには、資源量、経済性、他の方式に対する優位性、事業化に向けた課題などを明らかにし克服してゆくことが必要であろう。国際標準化についても配慮していくことが望ましい。

実証的な運転を長時間行い、また分留をしっかりとって製品の収率と性質の確定などを確認されることを期待する。

今後、両国の研究機関の連携計画を明確にし、両国における大型実証試験を実現して欲しい。

以上。

研究課題名	新バイオディーゼルの合成法の開発
研究代表者名 (所属機関)	朝見 賢二 (北九州市立大学 国際環境工学部 教授)
研究期間	H22採択 平成23年3月から平成27年3月 (4年間)
相手国名	タイ王国
主要相手国研究機関	チュロンコン大学理学部化学工学科



付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 国内企業による、東南アジアでの商用化 動物系油脂廃棄物の燃料化(飲食店、宿泊施設、食肉加工場など) HiBD導入によるCO2排出削減クレジットの活用
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 油脂系化合物の変換における触媒作用機構、表面化学の学術的進展 新技術により合成された油(HiBD油)のジェット燃料への応用 藻類からの油脂生産技術への応用
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 新規有効特許の創出 商標権の取得(HiBD) タイ政府(東南アジア諸国)のバイオ燃料の導入目標達成への貢献 既存の軽油燃料との混合比率の向上
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議への指導力、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> アジアにおけるバイオマス事業の展開 国際研究センターの設立(政府機関、民間、大学など) 国費留学生受入れによる研究交流
成果物(論文、マニュアル、data等)	<ul style="list-style-type: none"> 学術論文: 2件、国際学会: 口頭9件、ポスター7件、著作物: 2件 国内特許出願: 3件

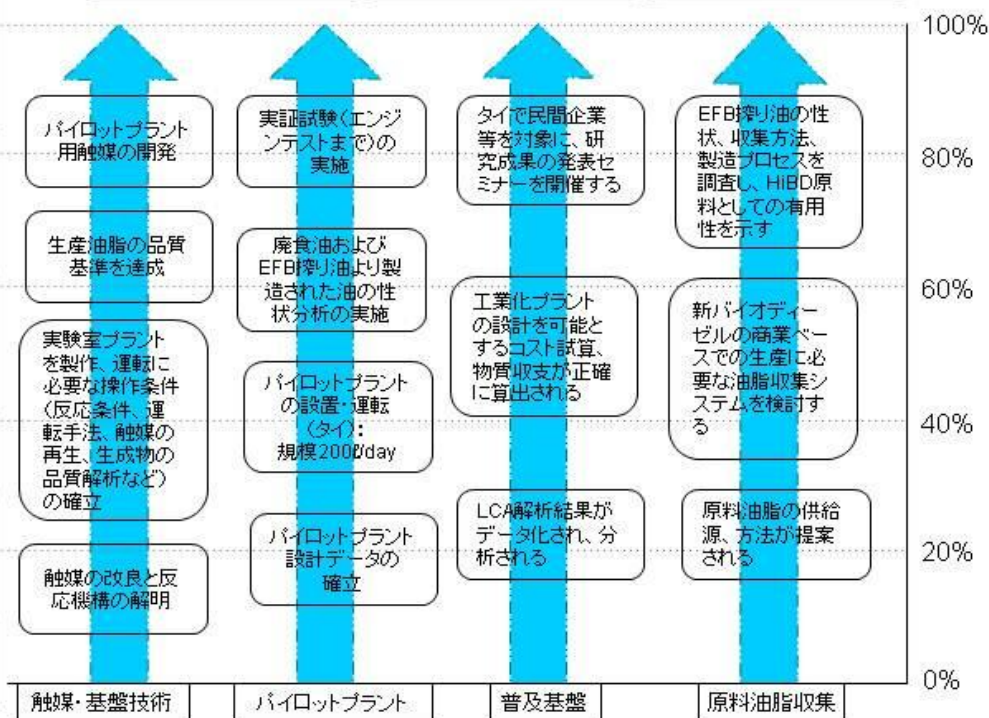


図1. 成果目標シートと達成状況 (2015年3月時点)