

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

非食糧系バイオマスの輸送用燃料化基盤技術 (2010年5月-2015年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：葭村雄二 (独立行政法人 産業技術総合研究所
新燃料自動車技術研究センター 上席研究員)
2. 2. 相手側研究代表者：Paritud BHANDHUBANYONG (タイ国家科学技術開発庁 顧問/
泰日経済技術振興協会 事務局長)

3. 研究概要

運輸部門におけるバイオ燃料の導入は気候変動緩和対策として有効であり、食糧と競合しないバイオマス資源を用いた輸送用燃料製造技術の確立が喫緊の課題となっている。そこで、本研究では豊富なバイオマス資源を有し、かつ自動車産業の拠点を有するタイ国と共同して、食糧と競合しないバイオマス資源を用いた輸送用燃料製造に関わる基盤技術を構築することにより、成果を広く社会に還元することを本研究課題では目的としている。

具体的には、非食糧系バイオマスであるジャトロファからの輸送用燃料製造に必要な熱化学変換触媒技術、改質触媒技術、バイオ燃料のエンジン利用技術 (エンジン特性評価、排ガス特性技術)、およびライフサイクルアセスメント (LCA) 等を用いたCO₂低減評価技術を両国の有機的な連携の下に確立し、気候変動緩和対策および科学技術水準の向上につながる新たな知見を集積する。また、上記基盤技術に関わる研究を両国で協働して進めることにより、タイ国の研究機関・大学等の総合的な対応能力の向上、タイ国若手研究者の能力開発に貢献することにより、タイ国の自立的、持続的発展に資する。

4. 評価結果

総合評価 (A+： 初期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる)

本研究課題では、非食糧系バイオマスの総合利用効率を高め、その栽培・利用促進を支援すべく、主として、①ジャトロファオイルからの安全・高品質なバイオディーゼル (部分水素化脂肪酸メチルエステル型：H-FAME) の製造技術の構築、及びその燃料の社会実装、②ジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイルの生成技術の構築、並びにバイオオイルの精製による高品位輸送用燃料化技術の構築に取り組んでいる。

これらにかかる活動のうち、特に高く評価する点は、高品質バイオディーゼル燃料製造について、当初の目標の一つであった東アジアサミット推奨バイオディーゼル品質（EEEBS 2008）を上回る高品質を可能とする製造システムの構築を行い、また実用化に向けた取り組みとして、日系の現地企業と協力して実車走行試験に着手する等により、エンジンとの適合性が証明されつつあり、提案当初の予定を上回るスピード感で技術の優位性を証明する成果が得られている事である。社会的にもインパクトが高い技術的な研究成果の実証試験を早期に開始したことは、技術の実用化に向けた象徴的な取り組みであり、明確な社会実装のビジョンを持った有効なアプローチである。また、政策への反映という観点でも、タイ国が計画する輸送用燃料のB10化（2022年までに石油への混合率を10%にした高濃度のバイオディーゼル燃料の普及目標）に貢献するものとして、タイ国のエネルギー政策に取り込まれる可能性がある事は高く評価するところであり、研究者の真摯な取り組み姿勢、意欲に基づいたハードワークが実を結んだ順調な進捗であると思われる。

また、ジャトロファ残渣を利用した新BTL技術革新についても、着実な進捗がみられる。前処理技術やベンチプラントの仕様設計の絞込み等、バイオオイル製造について進展があり、その高品質化では反応装置の改良、触媒の探索などについての知見の蓄積がある。木質バイオマス利用の可能性を高めるためにも、非常に期待値の高い研究内容であり、研究期間終了後の技術展開の構想も踏まえ、今後の研究期間後半において成果目標の達成が期待される。

一方、タイ国でのジャトロファ栽培を想定したLCA等については、本課題で開発される燃料製造技術利用を、経済性、エネルギー収支、CO₂削減効果等の観点から総合的に解析・評価し、その優位性を示して技術普及に繋げるためにも重要である。しかしながら、タイ国内でジャトロファ栽培の伸び悩みなどの外部要因の影響もあり、燃料製造以外についての解析が完結できない状況にある。研究期間終了時までにはさらなる進展を期待するが、他の研究グループとの連携など効率的なアプローチを期待したい。

以上、プロジェクトは適切なマネジメントの下、総合的には初期の計画を上回る取り組みが行われていると評価する。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

技術課題毎に分けた以下の研究項目について、全体的に概ね当初の計画が順調に進捗している。

- a) ジャトロファオイルからのH-FAMEの製造技術：タイ政府の要望の強い実装可能性の高い地域生物資源利用型技術として開発が進められ、成果の実用化という観点では現時点で当初の予定を上回る進捗がある。タイでの研究活動では、1トン/日あたり製造可能な大型研究プラントの導入、2011年に発生したタイの洪水被害、ジャトロファの調達難など、大きな遅延に繋がりがかねない事態に遭遇したが、それらに対し、パイロットプラントの設計、調達、設置を滞りなく進め、頻

繁な日本－タイ間の渡航を行い迅速かつ適切に問題の対応にあたることで、運転研究の比較的早期な着手を可能にした。その結果、原料の品質に影響されず高H-FAMEを製造する運転条件を見出すなど、パイロットレベルでの技術骨子が着実に出来上がってきている。新たな方向性として、タイ国内でのジャトロファの調達難を受け、H-FAME生産については他のバイオマス資源への適用可能性についての検討を進めることとしており、評価会としてもタイ国での社会実装ニーズ、技術の成熟度、柔軟性を踏まえ、ジャトロファや非食料系以外の供給原料（例えば廃食油など）での社会実装の道筋作りにも期待する。

- b) ジャトロファ残渣からのバイオオイル製造技術：着実な基礎的データ、知見の集約が進んでおり、順調に進捗している。
- c) バイオオイルの高品質輸送用燃料化技術：着実な基礎的データ、知見の集約が進んでおり、順調に進捗している。
- d) 新燃料の燃焼特性及びエンジン特性評価技術：順次進められており、H-FAMEについては良好な分析結果が得られている。
- e) LCA等による環境評価：開発される技術の社会実装化にあたって、根本となる研究項目だが、提案当初非食糧系のバイオマスとして有望視されていたジャトロファ栽培がタイ国内では想定以上に進んでいない状況下では、得られるデータに限界がある。

4－2. 国際共同研究の実施体制について

当該課題が相手国カウンターパートとしている研究機関（タイ科学技術開発庁、タイ科学技術研究院、モンクット王工科大学ノースバンコク）の研究レベルは高く、近隣諸国も含めた研究開発をリードしているだけでなく、本研究成果の社会実装化を国策レベルで推進が見込まれているという恵まれた素地の上で、本研究課題は開始された。また、燃料化学分野で先導的な研究者が日本側とタイ側でそれぞれ綿密な連帯を組み、リーダーシップを発揮しながら意思統一と情報共有を図っている。

タイ国のコミットメントは顕著である。本課題には総計60名を越すタイ側研究者が参画しており、タイ国政府がプラント建屋建設等の費用負担をするなど、プロジェクトで供与された機材や設備は、研究活動の中で、有効に十分な頻度で活用されている。またプラント稼動に掛かるトラブル対処、技術課題の対処などについて、日本側研究者の真摯なサポートを得ながら、維持管理されている。

当初から、将来の社会実装を見据えた研究開発を主眼に置いて、アカデミアにとどまらず、産業界や関係省庁との連携に努めており、実装化の目処が高い産業技術プロジェクトとして、タイ日以外の報道機関、研究者や産業界からも注目を集めている。

本邦で行われる研究活動についても、燃料製造技術開発については安定した進捗があり、またプロジェクト成果普及と相互補完できるものとして、産業総合技術研究所が別途推奨するバイオディーゼル燃料規格の普及を底支えする技術成果となることも期待されている。

研究費の執行状況にも問題は見られない。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本課題では、研究期間前半ではH-FAME製造技術の社会実装に向けた取り組みに重みを置き、安定した高品質化を達成した後、走行実験や各種試験を行うというアプローチを取った。H-FAME生産技術の目処が出てきたことを受け、今後の活動では、包括的な意味での実用的なバイオマス燃料に必要な、木質バイオマスを利用した燃料製造、LCA等に重点を置く予定である。

人材育成と技術移転にも注力しており、タイ日両国での代替エネルギー、燃料化学の分野の第一人者の集団が参加する体制の強みを生かし、アカデミア、政府、民間企業との連携も強く意識したバランスの取れた研究開発を進めている。社会実装を達成する方策の一つとして、タイ国内あるいはバイオマスの供給原料の生産が盛んな近隣ASEAN諸国（ベトナム、ミャンマーなど）へのバイオ燃料製造の技術普及の拠点（COE）としてタイ側研究機関を組織強化する構想についての検討が進んでいる。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込み

タイにおけるバイオマス利活用推進は、国王主導のプロジェクトとして、勢いのある発展を遂げている国のエネルギー政策上でも重要なものと位置づけられている。本研究課題では、パイロットプラントで製造したディーゼルオイルを用いた各種分析、走行試験等を通じてその実用性を発信し、政策や技術インフラのレベルから普及させる構想の実現を図っている。これらの活動は、タイ国の地域社会、産業界へ研究成果を浸透させるのに有益であり、タイ国の低炭素化目標達成へも貢献するものと思われる。したがって、今後も本プロジェクトの研究が実用化を目的とし継続して研究される見込みは高い。

H-FAME生産パイロットプラントは、現在タイ側の研究者や技術者のみでの稼働が可能であり、継続して参画する現地の研究者・学生等の独自の研究活動の展開に繋がると期待できる。特に、本プロジェクトでは、日本、タイいずれにおいても若手研究者の積極的な参画を推進しており、お互いの文化背景等も理解したグローバル人材の育成が期待され、両国の若手人材による今後の更なる研究発展も期待できる。

5. 今後の研究に向けての課題

1) ジャトロファ残渣の燃料化については、当初より困難な課題への挑戦的な研究項目であったこともあり、今後の重点化により、成果目標*の到達に向けたタイムラインを備えて進めていくべきである。

*①ジャトロファ残渣から炭化水素系燃料を製造する新規 BTL バイオ燃料技術の構築（最終燃料中の酸素量<0.1wt%、硫黄分<10ppm、JIS 規格クリアレベル。 ②未利用資源であるジャトロファ残渣の熱分解によるバイオオイルの生成技術、およびバイオオイルの精製による高品位輸送用燃料化技術を構築し、その燃料の社会実装に向けた基盤を構築する。

2) タイでの H-FAME や残渣を利用した燃料化を考慮するにあたり、供給原料となるジャトロファをはじめとした非食糧系バイオマスの恒常的な不足があるが、技術開発のパートナーとしてのタイ国の優位性は明確である。したがって、既に研究に組み込まれているが、①タイ国内での入手可能な供給原料（非食糧系に限らない）の利用検討、②ジャトロファの生産が行われているタイの近隣諸国との技術普及の検討を課題終了までのタイミングでシームレスに進め、目処を立てられたい。

3) LCA については、開発される新燃料技術の社会実装を検討するにあたって、非食糧系バイオマス栽培のタイ国内での明確な見通しが立っておらず、精度の高い評価が出来ていない。研究課題終了までの限られた時間や資源に鑑み、データや手法の面で不十分な部分については、同様のテーマを掲げる他の SATREPS 研究課題との連携を進め、情報交換を行うことにより補完することを提案する。

4) 本研究課題で開発される技術の総括的な普及を目指すには、グリセリン、廃液、水素調達など一般的な製造過程で問題となる課題の知見についても、上記と同様に把握、戦略化が必要となることが見込まれるため、研究者間の協議やステークホルダーとの連携の上、可能な対処法についてメンバー内で共通認識を持つ必要がある。

以上

付随的成果	
技術の普及	<ul style="list-style-type: none"> ・東アジアサミット推奨品質を満たす高品質BDF製造技術を発信する ・現地や日本で、年度毎に日-タイの参加機関による合同ワークショップを開催し、多数の参加者を集める ・バイオマス資源及び自動車産業を有するタイでのフィールド研究が可能となり、将来の実用化に向けたシナリオ研究が可能 ・当該共同研究で得られるバイオ燃料製造・利用技術の成果は、技術指針として自動車産業等に展開することが可能であり、自動車産業のみならず農業機械産業への貢献も期待できる。 ・当該研究では、高品質BDFの製造技術の研究に加え、バイオマスから製造されるバイオオイルの輸送用燃料化に特化した研究を行うが、バイオリファイナリー用原料、水素製造用原料、ボイラー用燃料等、原材料として幅広い用途も期待されているため、化学産業やエネルギー産業分野への波及効果も期待できる。
日本のプレゼンスの向上	<ul style="list-style-type: none"> ・タイ国における科学技術ポテンシャルの向上に協力し、アジア科学技術外交に貢献 ・バイオマス転換技術に関わる科学技術の向上、及び地球規模課題対策への寄与 ・タイ国に拠点を置く我が国産業が参加した研究ネットワーク構築及び国際産学官連携の推進する。特にタイ国でのフィールド研究データ等はタイ国進出の我が国企業はもとより、アジア地域への展開を図る我が国産業、国内企業等の産業界にも有益 ・国際産学官連携ネットワークの構築、及び共同研究成果を広く社会に還元することにより、わが国の産業が環境・エネルギー等の関連分野で活動するための指針を得ることができ。
特許出願・知的財産管理	<ul style="list-style-type: none"> ・共同研究を通じて得られた知的財産についての特許の取得数 ・関連する知的財産に関し守秘義務協定や技術移転協定等の知財管理を行う
レビュー付雑誌への掲載等	<ul style="list-style-type: none"> ・査読付き論文誌への掲載数 ・プレス発表や政府機関出版物による情報発信件数
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> ・タイ側研究者の留学・研修によるスキルアップ ・日本側の若手研究者の人材育成
他国への展開	<ul style="list-style-type: none"> ・本技術をアジア各国への適用性を示し、アジア諸国へ普及をめざす ・タイ国中核研究機関との緊密なネットワーク構築により、アジア規模での若手研究者の養成

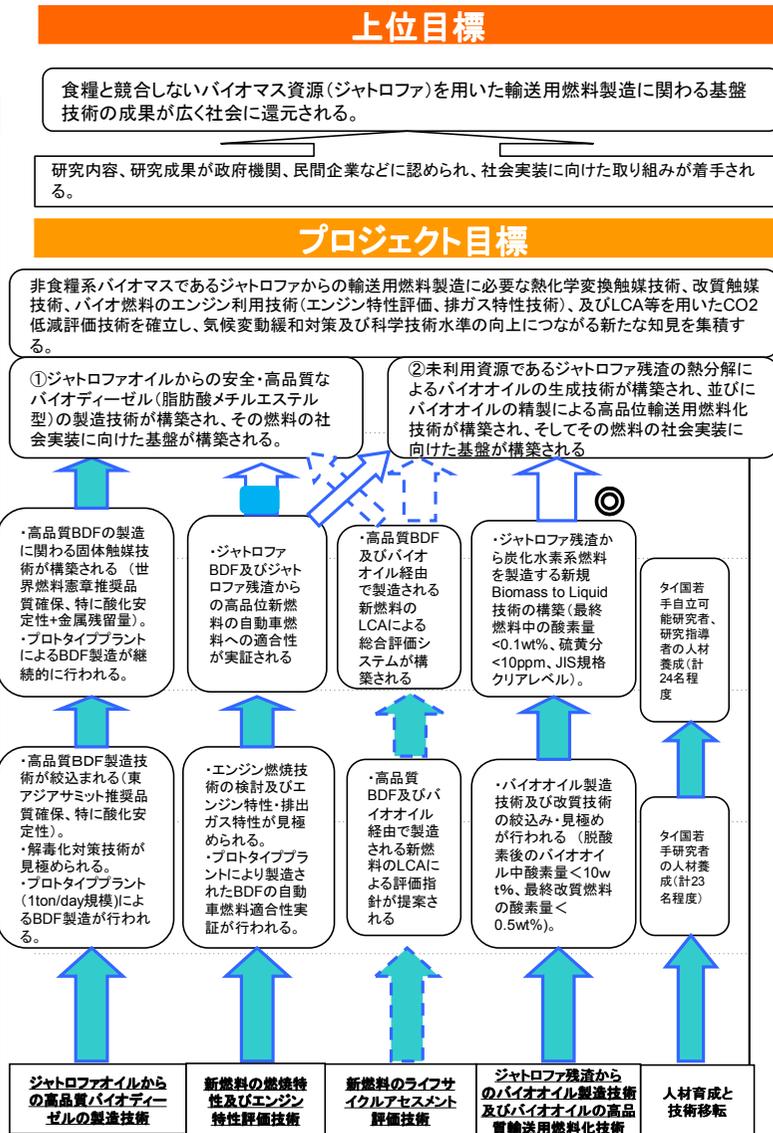


図1 成果目標シートと達成状況(2013年3月時点)