

# 地球規模課題対応国際協力プログラム (SATREPS) 研究課題別追跡調査報告書

## I. 序文

SATREPS 追跡評価実施要領 (<https://www.jst.go.jp/global/hyouka/pdf/follow-up-evaluation-procedure.pdf>) に基づき、追跡調査を実施した。具体的には、プロジェクト終了後の各研究課題の国際共同研究の成果の発展状況や活用状況を明らかにするために、対象課題の研究者に対し質問票による基礎データ調査を行い、その結果を踏まえた研究者インタビュー調査を経て得られた情報を整理しまとめた<sup>1</sup>。

今般の研究課題別追跡調査にあたっては、以下の方にご協力頂き厚く御礼申し上げます。

朝見 賢二 (北九州市立大学 教授)

## II. プロジェクト基本情報

### 1. 課題名

新バイオディーゼルの合成法の開発

### 2. 日本側研究代表者名

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)

### 3. 相手国側研究代表者名

Tharapong Vitidsant (タイ王国 チュラロンコン大学 教授)

---

<sup>1</sup> 2021年11月から2022年3月に各種調査および報告書のとりまとめを実施した。

#### 4. 国際共同研究期間

2011年3月～2015年3月

#### 5. 研究概要

##### (1) 目的

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<sup>2</sup>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を開発し、実証する。さらに、LCA(ライフサイクルアセスメント)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した。

##### (2) 各グループの研究題目と実施体制

研究題目 1. 新バイオディーゼルの合成法の開発(北九州市立大学グループ)

研究題目 2. 新バイオディーゼル合成実証実施に係る検討・支援((公財)北九州産業学術推進機構[FAIS]グループ)

研究題目 3. 廃食油を中心とする油脂の収集システムの調査及び検討((公財)北九州国際技術協力協会 KITA 環境協力センターグループ、  
2014年度～北九州市立大学)

研究題目 4. 新バイオディーゼル合成法の LCA 解析(日本工業大学グループ)

---

<sup>2</sup> FAME 法：脂肪酸メチルエステル法(油脂にメタノールを加えアルカリ触媒を用いてエステル交換をする方法)

### (3) SATREPS 期間中の各グループの成果

#### 研究題目 1：新バイオディーゼルの合成法の開発

日本の実験室小型装置による検討で、タイでの HiBD 製造に適した触媒の選定を行い、水処理用活性炭と酸化マグネシウムの物理混合触媒を反応器内で調製することとした。反応器形式については、ベンチ装置(タイー横型攪拌式、日本一縦型流動式)をそれぞれ製作し検討した結果、パイロット装置設計時点(H24 年度半ば)での操業の安定性から、横型攪拌式を選定した。

反応機構の解明については、モデル化合物による検討から、トリグリセリドがまず遊離脂肪酸に分解し、その酸が、直接脱炭酸して炭化水素が生成するルートと、2 量化して長鎖のケトンを生成し、それが分解して炭化水素になるという 2 つの経路があることが分かった。また、この長鎖ケトン類は分解しないで反応器外に排出されるとワックスとなり、製品の収率や性状を著しく低下させることが明らかとなった。そこで、高品質な生成油を得るための条件探索を進め、還流塔の設置、酸触媒の使用などでワックス<sup>3</sup>生成を抑制することに成功し、廃食油から効率的に HiBD 油を得られるようになった。また、「EFB<sup>4</sup>搾り油」の成分分析や、プラントでの原料供給法を検討し、良質の油が得られることを確認した。

生成油の更なる品質向上の取り組みとして 2 次処理を検討した。色調や透明度を改善し、酸価値を大幅に低減する吸着剤処理法の開発に成功し、酸価安定性を高める水素化処理法についても有効な触媒を見出した。

#### 研究題目 2：新バイオディーゼル合成実証実施に係る検討・支援

2012 年度末からの初期運転に続き、2013 年にタイ側への引渡式が実施された。その後、運転により明らかとなった問題点(温度制御、ワックス生成やコーキング<sup>5</sup>、また製品や廃触媒の回収操作性、安全性)を解決するための改造を数度行った。その後マイナーなチューニングを数回行いながら、エンジンテスト用のサンプル製造を実施した。プラントの改修作業については、反政府デモ等の影響もあり当初計画よりも遅れ気味であった。

廃食油および EFB 搾り油を原料として HiBD 試料を製造し、エンジンテスト、実車テストに使用し、良好な結果を得た。

#### 研究題目 3：廃食油を中心とする油脂の収集システムの調査及び検討

タイを訪問して廃食用油・パーム油・ヤトロファ油等の活用状況を調査し、エネルギー省代替エネルギー開発・効率化局を始めとする省

<sup>3</sup> ワックス：蠟。融点の高い油脂状の物質(ワックスエステル)。

<sup>4</sup> EFB(Empty Fruit Bunch)：パーム油を製造する際に大量に廃棄される空果房

<sup>5</sup> コーキング：固化。目詰まり。

庁への聞き取り調査を行った。タイでは、2013年度までの調査で、外国(韓国)への輸出急増のため廃食油の価格高騰が著しく、これを HiBD の製造原料に用いることはコスト上困難であることが明らかとなった。廃食油以外の原料として、あらたに「EFB 搾り油」が有望であることが分かった。これは、パーム油を製造する際に大量に廃棄される空果房 (EFB) から抽出される油であり、基本的には油脂であるが、遊離脂肪酸や固形分、水分を多く含むため、パーム油としての利用はできず、重油代替燃料として使用されているものである。

廃食油の収集から HiBD 製造へのトータルシステムの構築を目指したが、価格高騰により断念せざるを得なくなった。しかし、タイ側より EFB 搾り油を原料とする新たなプロセスが提案され、製造技術、資源確保の両面から原料として有望であることを明らかにした。

#### 研究題目 4：新バイオディーゼル合成法の LCA 解析

A. 新しいバイオディーゼルの合成法、B. タイの石油系軽油の製造法、C. 従来型のバイオディーゼル、の 3 項目についてインベントリデータ<sup>6</sup>(原料使用量、エネルギー、環境負荷)の基礎となるデータの収集・整理を行った。最終報告では LCA とコスト解析を含めてレポートを作成した。また、LCA レポート内においては HiBD ライフサイクルに占める装置機械の製造に係るエネルギー・環境負荷の寄与について、プロセス前提条件と既存の LCA データベースを用いて算定した。装置機械の製造に係るエネルギー・環境負荷は、大き目に見積もった場合でも、原料油調達から HiBD の製造・輸送に係るエネルギー・環境負荷の 3%以下で、全体に占める割合は非常に小さいことを確認している。

### III. 調査結果まとめ

#### 1. 研究の継続・発展について

##### 1-1. 研究項目 1：新バイオディーゼルの合成法の開発：北九州市立大学グループ

- ・本 SATREPS 終了後、北九大メンバー(藤元薫氏)により設立された一般社団法人 HiBD 研究所およびパイロットプラントを製作した環境エネルギー(株)が中心となって国内での新バイオディーゼル事業化に向けた研究開発が継続的に進行している。
- ・本 PJ で得られた成果を発展させ、NEDO の支援を受けてバイオジェット燃料製造の研究開発を進めている。
- ・タイにおいてはパイロット運転まで終了し事業化を検討したが、経済的になかなか折り合いがつかず、コロナの影響もあって、現在は停止状態にある。パイロットプラントの設置場所もバンコクから距離があることや、日本からの協力者の駐在もないことから、稼働していない。

---

<sup>6</sup> インベントリデータ：LCA においては消費された資源や環境中への排出物量のデータ

タイ独自でという動きもない。

1-2. 研究題目 2：新バイオディーゼル合成実証実施に係る検討・支援：FAIS グループ

FAIS は北九州市の外局であり、特許を保持し知財支援は行っているが研究活動の主体ではない。現在は北九大にも TLO ができ、支援はそちらで可能である。

1-3. 研究題目 3：廃食油を中心とする油脂の収集システムの調査及び検討：KITA グループ、現在は北九州市立大学

KITA はプロジェクト後半にはチームからは外れ、現在は組織もなくなっている。機能は北九州市立大学が引き継いでいる。

1-4. 研究題目 4：新バイオディーゼル合成法の LCA 解析：日本工業大学グループ

日本工業大学(八木田教授)の LCA はプロジェクト終了をもって完了した。その後、新たな研究テーマの構想を練って SATREPS を申請したが採択されなかった。

## 2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献について

2-1. 研究項目 1：新バイオディーゼルの合成法の開発：北九州市立大学グループ

- ・本 SATREPS で開発された新バイオディーゼル燃料 HiBD は、動植物油から得られるカーボンニュートラルな燃料であり、炭酸ガス排出抑制に大いに貢献できる。2016 年 3 月に特許登録された。

## 3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展について

- ・国内では NEDO の「次世代バイオジェット燃料プロジェクト」でも検討が進んでいる。FAME(エステル交換)法、BHD(水素化分解反応)法と共に、HiBD(接触分解)法が検討されていて、環境エネルギー(株)、HiBD(株)が参画している。3 技術が競争状態である。
- ・日本での社会実装の成果として、佐賀市において「使用済みてんぷら油のリサイクルによる高品質バイオディーゼル燃料事業」での実用化がある。これは、環境エネルギー(株)、HiBD 研究所、北九大合同の成果である。実用化研究の試運転中という位置づけである<sup>7</sup>。

---

<sup>7</sup> <https://www.city.saga.lg.jp/main/62032.html>

#### 4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上について

- ・日本側においては、北九大 G で参画した谷春樹氏は名大助教に異動した後、環境エネルギー(株)で研究開発を担当している。村上弥生氏は HiBD 研究所に入社して本分野で活躍している。人材育成につながっている。
  - ・タイからの留学生を受け入れ、国費留学生として博士課程を修了させ、学位が授与された。
  - ・リーダーであったチュラロンコン大のタラポン(Tharapong Vitidsant)氏は勿論のことプラサート(Prasert Reabroycharoen)氏はキーマンとしてプロジェクト期間中のみならず、その後も活躍されている。

#### 5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献について

- ・東南アジアでの実装と言う意味では次のスケールアップとなるが「相手方したい」となる。タイ国としてはすぐにでも思っている日本サイドとしては動けない。タイ国以外への拡大も「実証が先」となる。

#### 6. 終了時評価における要望事項に対する現状報告

(1) 要望 1. 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製品回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。

- 多くのプログラムが実行され、LCA も行われた。ただ、外的要因に振り回されるケースが多い。本プロジェクトが行われたところは「低炭素」がキーワードで、CO<sub>2</sub>発生を減らすことが目標であった。今は「脱炭素」で、CO<sub>2</sub>を発生させない所を目指している。自動車業界における電気自動車が話題になるが、飛行機を含め「液体燃料」は避けて通れない。バイオ燃料は化石燃料代替として検討する対象である。
- 原料として植物原料が各種検討されてきたが、動物油脂系も可能性は高い。
- パーム油原料でマレーシア(SATREPS 申請したが採択されなかった)やインドネシア、動物油脂(魚油脂や牛脂など)でベトナムなど可能性がある。
- EFB 原料の深化は意味があろう。今は山積みとなっている廃棄物であり、該国としてプロジェクト化すれば意味があろう。

## 7. プロジェクトの上位目標を踏まえた現状報告

上位目標は「新合成技術により製造されたバイオディーゼル油が（タイ国内で）商用ベースでの製造」  
本 SATREPS 終了と共に、タイ国内での動きは止まっている。

以上