

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「低炭素社会の実現に向けたエネルギーシステムに関する研究」領域)

## 新バイオディーゼルの合成法の開発

(タイ)

平成 23 年度実施報告書

代表者：朝見 賢二

北九州市立大学国際環境工学部・教授

<平成 22 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

### プロジェクトのねらい

本研究の目的は、FAME とは異なる高品質のバイオディーゼルを合成する方法を確立し、タイにおいてそれを実証すること、さらに、商用ベースでのバイオディーゼル油製造や低炭素型バイオ燃料製造技術の国際的な普及を図り、地球規模の二酸化炭素排出削減に貢献することである。

廃食用油を主体とする非食料系の油脂または油脂含有物を、副原料を用いることなく脱炭酸分解してディーゼル燃料を得るための高効率な触媒プロセスを開発する。具体的には、自製が容易で安価な触媒を開発し、油脂を 300～400℃で分解し、液体炭化水素および中カロリーガスとして回収する低コスト、低環境負荷のプロセスを開発する。これにより、各国で普及している脂肪酸メチルエステル (FAME) プロセスに依らない、新規で画期的なバイオディーゼル製造技術の創出を目指す。

### 本プロセスの基本原理

本研究では副原料を使わず、また副生物も出さない方法として固体触媒を用いて接触分解し、液体炭化水素を得るプロセスを開発する。本方法はメタノールや水素を用いず、95%以上が炭化水素でグリセリンの副生もないことから、LCA 的に優れたバイオディーゼル合成法として評価されている。我々はこの分解油を、High Bio Diesel の頭文字をとって“HiBD”と称し、H24 年 2 月には日本での商標も確立された(登録第 5468299 号)。従来の FAME 法に比べプロセスが簡単で規模が小さく、また製品品質が優れているため、タイのみならず他の東南アジア等においても実用化が見込まれる。

### プロジェクトの進捗状況

MgO 担持触媒により比較的高温(350～400℃)で油脂を脱炭酸分解するドライ分解プロセスについては、小スケール実験的にはほぼ完成した。今後は生成する炭化水素のディーゼル燃料としての適合性と安定性を向上させることを追求すべきであろう。

また、ベンチプラントを導入し、流動方式による運転技術をほぼ確立した。

### 今後の見通し

触媒の in-situ 調製法の確立あるいは再生法について追求する。炭素系触媒については、その寿命の延長と活性の劣化原因を明らかにする。また、酸化賦活法を開発する。特に現在進行しているコモンレール型のディーゼルエンジンにおいては、そのエンジンの特性および排気ガス対策上 FAME の利用が困難になりつつあることを考慮すれば、タイを含める東アジアおよび日本における“HiBD”の普及は大いに期待されるであろう。

## 2. 研究グループ別の実施内容

(1) 北九州市立大学 (題目：新バイオディーゼルの合成法の開発)

### ① 研究のねらい

従来の FAME 法及び BHD 法とは異なる、副原料を用いずに副生成物を出さない新たなディーゼル燃料の製造方法として、油脂の主成分であるトリグリセライドのエステル結合部分を脱炭酸反応により脱酸素する事でディーゼル燃料相当の炭化水素を得ることを目的に、反応方法及び触媒の検討を行った。

廃食用油を原料として反応を行うため、反応には多少の固形分が含有されていても閉塞のリスクのない内部攪拌型反応装置を主に使用した。また、触媒には、脱炭酸能を有するとされる固体塩基触媒に注目し、

様々な固体塩基触媒を調製して反応を行い、高効率な脱炭酸触媒の検討を行った。

## ②研究実施方法

シリカ、カーボンを担体とする脱炭酸能を有する触媒を調製し、横型ないしは縦型の内部攪拌式装置を用いて廃食用油もしくはパーム油を原料として供給し、反応を行った。

触媒は、様々な金属種をテストした他、同じ金属種で含浸法やコーティング、押し出し成型など異なる調製法を用いて触媒を調製し反応に用いた。また、触媒担体についても異なる物性や原料の担体を用いて反応を行い、担体が反応へ与える影響についても評価を行った。

反応の結果は、分解油、残渣、ガスクロマトグラフにより定量するガス成分(CO, CO<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>~C<sub>5</sub> 炭化水素)、水の各収率によるマテリアルバランスから評価した。反応により得られた分解油は、GC-MS 及び GC-FID による成分分析、自動滴定装置による酸価およびヨウ素価の測定により生成物の評価を行った。また、触媒の状態についても、反応前後の XRD および TPD 測定により、金属の状態や触媒の有する酸強度の変化を分析した他、反応後の触媒を TG-DTA 分析により触媒に析出した炭素についての分析を行った。

## ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

本年度の計画通り日本及びタイ向けのベンチプラントの建設を行い、設置済みである他、タイへ輸出予定であったオンラインガスクロマトグラフについても納入済みである。また、北九大での研究については、従来に比べて高活性な触媒や、反応機構についても新たな知見が得られており、計画全体に大きな遅れはないと考えている。

## ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

8 月より、3 グループ(計 7 名)に分けて、チュラロンコン大学の研究員の受け入れを行った。研修では、油脂の分解反応のコンセプト及び、触媒開発のコンセプトを説明した他、現在の実験の手法及び結果の解析方法、触媒調製法を説明し、触媒調製から結果の解析までの一連の作業を行った。

研修中の実験では、従来北九大で用いてきた触媒をはじめ、研修中に新たに調製を行った触媒も用いた。また、3 グループ目は、洪水の影響で予定よりも早く帰国することになったが、その際に、研修中に調製した触媒および触媒の材料を一部持ち帰っている。

## ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

本研究が目指すターゲット、すなわち炭化水素系バイオディーゼル燃料の合成は、従来法(FAME 法)によるバイオディーゼルの利用の限界が明らかとなり抑制傾向にあることから、その成功が強く望まれるようになり、技術開発が成功すれば、製品の普及が速やかに進行すると期待される。そのような外的要因に対し、本プロジェクトの実施体制において、暫定契約時のものが北九大当局の意向により大幅に変更され、研究担当者の活動が強く管理されるようになっている。研究担当者の意欲は十分と思われるが、研究そのものの効率性や共同研究相手との意思疎通に予期せぬ影響が出ているように感じられる。

## (2) (財) 北九州産業学術推進機構 (題目: 新バイオディーゼル合成実証実施に係る検討・支援)

## ①研究のねらい

本技術研究を円滑に進めるため、知的財産の観点から、技術ノウハウや知的財産の移転や新たな知見の知的財産化等、知的財産全般に関する管理・支援を行う。

## ②研究の実施方法

- ・ベンチプラント設置に向けたエンジニアリング支援およびそれに関連する技術ノウハウや知的財産に関する守秘義務協定や技術移転協定等の締結。
- ・現有知的財産の国内及び海外における権利化推進。
- ・共同研究過程で得られる新たな知見の出願・権利化推進。
- ・現有/新規知的財産の特許性評価と対策検討。

## ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

- ・現有知的財産(PCT 出願済み)の各国移行手続きおよび審査請求:4件。
- ・新規出願:1件。
- ・北九大からチュラロンコン大に開示する秘密情報を明確化するため、締結済み CRA に付加条項 (AMENDMENT) 契約書の追加作成。
- ・出願済み特許に関する、先行触媒技術・競合触媒特許マップの作成と強み弱みの分析を実施中。
- ・海外知的財産管理に関するセミナー参加、INPIT 海外知財プロデューサーとの意見交換、国内企業の新バイオディーゼル実証実験成果報告会出席などによる情報収集。

## ④カウンターパートへの技術移転の状況

- ・北九大による技術・ノウハウ開示にともなう、現有特許明細書の開示。

## (3) (財) 北九州国際技術協力協会 K I T A 環境協力センター (題目: 廃食用油を中心とする油脂の収集システムの調査及び検討)

## ①研究のねらい

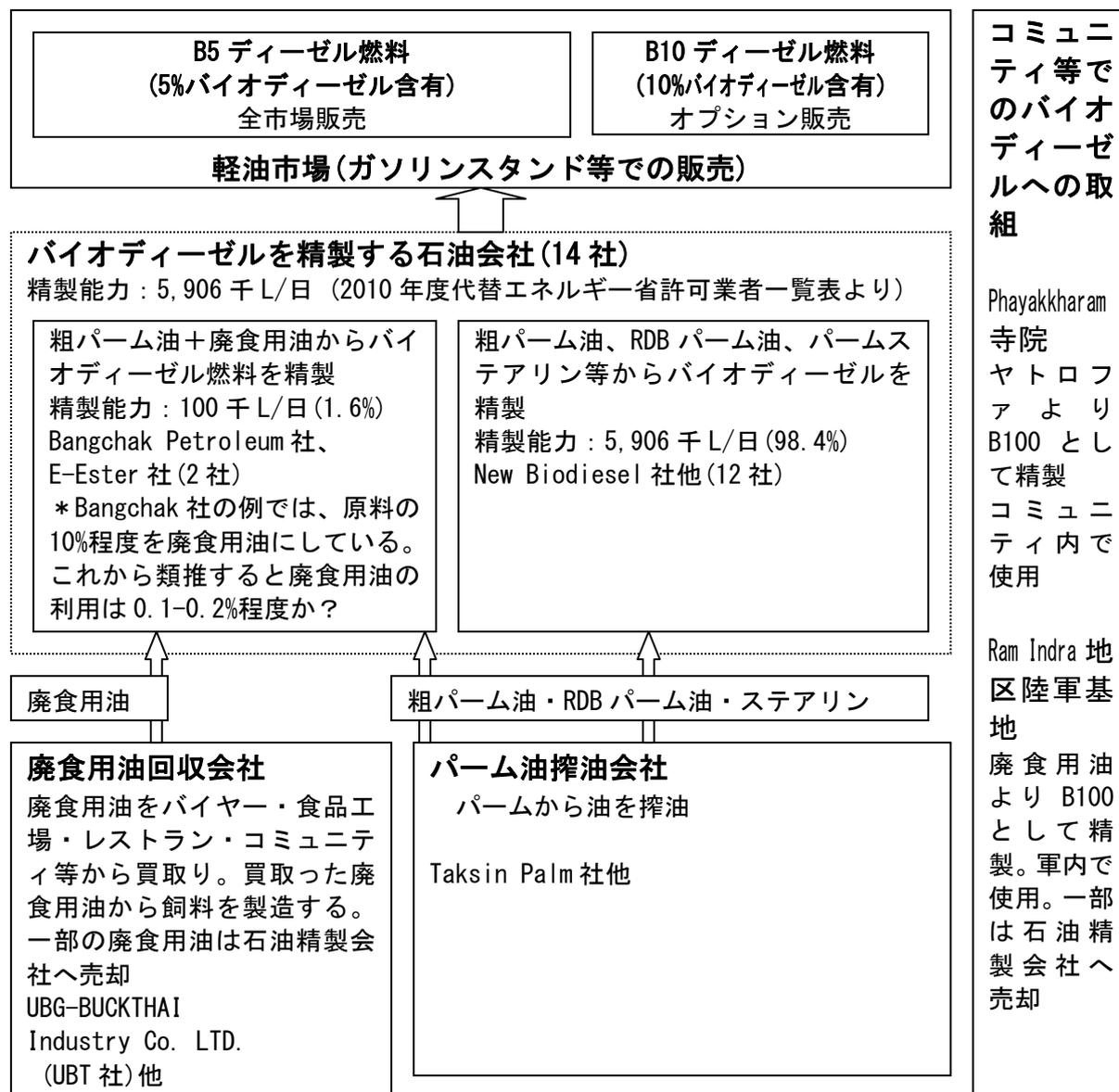
バイオディーゼル合成用の原料収集システムにおける供給源・方法を提案するため、情報収集・調査を実施する。

## ②研究の実施方法

タイ国内計 8 ヶ所 (政府機関、民間企業、コミュニティ等) を訪問し、廃食用油の収集・買取り、バイオディーゼル普及にかかる政策、企業のバイオディーゼルへの取組等についてヒアリング調査を行った。

③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

1. 本調査で判明したタイにおけるバイオディーゼルの製造状況



2. 廃食用油、天然油脂等バイオディーゼル燃料の活用状況について

○バイオディーゼル原料としての廃食用油等の利用状況について

正確な全容はつかめていないが、バイオディーゼル原料としての廃食用油やヤトロファの利用は、DEDE のバイオディーゼル精製許可業者の処理能力から判断すると極わずかと考えられる。(0.1-0.2%程度?)

○バイオディーゼル原料としての廃食用油の課題

現行の生産方法では、排水処理と副生成物グリセリンの問題がある。特にコミュニティレベルなど小規模施設では顕著で、国の施策で多くのコミュニティが取組んだものの、すぐにやめている様子。

○ヤトロファの利用について

収穫方法は手摘みのためコストがかかる (15bahts/kg 程度)。一方、買取り価格は 5bahts/kg くらいで採算が合わない。また、ヤトロファは、バイオディーゼル以外に使われる用途もあり入手困難なケースもある。

#### (4) 日本工業大学（題目：新バイオディーゼル合成法の LCA 解析）

##### ①研究のねらい

新バイオディーゼル合成法についてLCA解析を行うことにより環境側面の改善効果を定量的に評価すると共に、LCA解析結果に基づいて CDM の効果を検討する。LCA 解析においては、参照プロセスとして石油系の軽油、従来型のバイオディーゼル製造法に関しても検討対象とする。CDM 検討においては、現地の状況として軽油需要の将来推移を考慮して CDM 実施のベースラインとなる評価シナリオを設定することにより、温室効果ガスの削減効果を具体的に把握する。

##### ②研究実施方法

各種文献および統計情報に基づいて、LCA 分析の基礎となるデータを収集し、LCA 解析に向けた基礎データとして整理を行った。

##### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

新しいバイオディーゼルの合成法についてインベントリデータ（原料使用量、エネルギー、環境負荷）の必須項目を抽出した。タイの石油系軽油の製造法についてインベントリデータ（原料使用量、エネルギー、環境負荷）の基礎となるデータを収集・整理した。従来型のバイオディーゼルについてインベントリデータ（原料使用量、エネルギー、環境負荷）の基礎となるデータを収集・整理した。

##### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

2011 年 5 月 30 日（月）から 6 月 3 日（金）にかけて、キックオフミーティングに参加すると共にデータ収集に向けた現地調査のためにタイを訪問した。その後、2011 年度内に現地調査を実施することを検討していたが、洪水の影響により現地調査を見送った。そのため現地データに基づく LCA ベースライン調査は限定的なものに留まった。

### 3. 成果発表等

#### (1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数（国内 0 件、国際 0 件）
- ② 本プロジェクト期間累積件数（国内 0 件、海外 2 件）
- ③ 論文詳細情報
- ③-1 Haruki Tani, Makoto Shimouchi, Hiroyuki Haga, Kaoru Fujimoto, Development of Direct Production Process of Diesel Fuel from Vegetable oils, Journal of the Japan Institute of Energy, 90, 466-470 (2011)
- ③-2 H. Tani, T. Hasegawa, M. Shimouchi, K. Asami, K. Fujimoto, Selective Catalytic Decarboxy-Cracking of Triglyceride to Middle Distillate Hydrocarbon, Catalysis Today, 164 (2011) 410-414

#### (2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳（国内 1 件、海外 0 件、特許出願した発明数 1 件）
- ② 本プロジェクト期間累積件数（国内 1 件、海外 0 件、特許出願した発明数 1 件）

#### 4. プロジェクト実施体制

(1) 北九州市立大学グループ(新バイオディーゼルの合成法の開発)

① 研究者グループリーダー名: 朝見 賢二 (北九州市立大学・教授)

② 研究項目

- ・現有技術の解析、新技術と現技術のマッチングに関する調査
- ・触媒の改良と反応機構の解明
- ・小型ベンチプラントの設計、製作、運転と操作条件の確立
- ・分解油特性評価
- ・パイロットプラント設計データの確立
- ・分解反応装置の設計・製作

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

① 研究者グループリーダー名: 二見 昌太郎 (北九州産業学術推進機構・事業企画担当課長)

② 研究項目

- ・守秘義務協定や技術移転協定等の知財管理
- ・パイロットプラント設計、設置支援

(3) K I T A環境協力センターグループ(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)

① 研究者グループリーダー名: 中菌 哲 (K I T A環境協力センター・所長)

② 研究項目(国内のみ)

- ・廃食油を中心とする油脂の収集システムの調査

(4) 日本工業大学グループ(新バイオディーゼル合成法の LCA 解析)

① 研究者グループリーダー名: 八木田 浩史 (日本工業大学・教授)

② 研究項目(国内のみ)

- ・LCA 解析のベースライン調査

以上