

## 【3K153014】 新バイオ液体燃料製造プロセスの開発とその持続的社会的実装支援システムの構築 (H27-29 77,655 千円)

研究代表者 北川 尚美 (東北大学)

### 1. 研究開発目的

本研究の達成目標を下記に示す。

- 目標 1) : バイオエタノールの含水率とエチルエステルの転化率の関係を解明し、目的転化率を達成できる許容最大含水率を明らかにする。
- 目標 2) : バイオエタノール製造工程で最終含水率を 0.5 wt% の現状値から増加させることで削減されるエネルギーやコスト、温暖化ガス排出量を LCA 評価で明らかにする。
- 目標 3) : 上記の検討で決定した含水率のバイオエタノールを用いて燃料規格を満たすエチルエステルを連続製造するための操作条件の最適化と製造規模のスケールアップを行い、新燃料の品質や性能評価を実施する。
- 目標 4) : エチルエステル製造プロセスにおけるエネルギーやコスト、温暖化ガス排出量を LCA 評価で明らかにし、既存の均相アルカリ触媒によるメチルエステル製造との比較やガソリン添加用途でのバイオエタノール製造との比較を行い、本提案プロセスの有効性を実証する。また、バイオエタノールの原料や油糧バイオマス原料、余剰熱エネルギーなど、様々な地域条件の中から本システム導入に際して特に有効性が增大する鍵となる要素を明らかにする。

### 2. 本研究により得られた主な成果

#### (1) 科学的意義

本研究では、輸送や貯蔵が可能なバイオ液体燃料普及のブレークスルーを目指し、バイオエタノールの主なコスト要因である脱水工程を省いた新たな利用法を提案すると同時に、今後も継続的な利用が見込める軽油の代替燃料をより発熱量が高く低温流動性も良好なエチルエステルの形で製造する技術を確立した。まず、東北大独自のイオン交換樹脂触媒法を用いることで、実際に非可食バイオマス杉から合成され、脱水工程を省いた含水バイオエタノール (含水率 12wt%) と非可食の脂肪酸油を原料として、高品質の脂肪酸エチルエステルを連続製造できることを示した。通常エステル化で高転化率を達成するためには、反応系からの水 (副生物) 除去が必須であるが、樹脂触媒系では、樹脂骨格が反応に関与しない形で水を吸着除去するため、水除去なし、さらには、水を含む反応物を用いても高転化率を達成できた。また、日産 50L のパイロットスケール製造装置を用いて、5wt% 含水バイオエタノールと遊離脂肪酸含有率 2wt% のヒマワリ粗油を原料として脂肪酸エチルエステル製造を行った。得られた燃料が JIS 規格を

満たす高品質品であること、コモンレール式の車両でもトラブルなく走行可能で従来のメチルエステルよりも燃費が1割程度向上すること、を示した。

一方、開発した技術の有効性を定量的に示すために、地域特性や原料中の遊離脂肪酸濃度、バイオエタノールの含水率に応じて変化するエネルギー消費量の変化と、エチルエステル化による負荷と利点を算定する方法を開発した。その際、異なる条件を反映可能なインベントリモデルを構築、それを用いて効果を整合性のある方法で比較するための評価範囲を適切に定めることで、経済性とライフサイクル CO2 排出量を評価できるようにした。この方法を用いて、複数箇所で製造と樹脂再生を行う分散型、1カ所で製造と樹脂再生を行う集中型、複数箇所で製造を行い樹脂再生は1カ所で行うハイブリッド型の3つの展開シナリオでの技術導入の有効性をある地域を対象として比較することで、導入に向けて解決すべき技術的課題や必要とされる社会の仕組み、立地条件などを検討する社会実装支援が可能となったことを示した。

## (2) 環境政策への貢献

本研究開発の成果は、重点課題11の3R・適正処理の徹底と、重点課題4の複数領域に同時に寄与するWin-Win型の研究開発、に貢献する。本研究では、廃棄物系バイオマスを原料とするバイオ液体燃料の利点と現状の問題点、今後の自動車開発の動向を踏まえ、継続的な利用が見込める軽油代替燃料をより高品質なエチルエステルの形で製造するプロセスを確立した。同時に、LCA評価を行うことでエネルギーや温暖化ガス排出量に関する有効性までを定量的に実証し、社会実装のための地域条件を踏まえた導入ポイントを明示した。また、バイオエタノール製造の主なコスト要因である脱水工程を省いた含水状態での新たな利用法を提案、かつ、バイオディーゼル製造で化石燃料由来のメタノール利用を回避すると同時に燃料の高品質化を実現するというWin-Winの関係を成立させた。つまり、バイオエタノールとバイオディーゼルの両製造プロセスの問題点を一挙に解決でき、さらに、副生品群の高付加価値化を達成、製品燃料の高品質化と経済性向上、温室効果ガス排出削減を同時に実現する廃棄物系バイオマスの徹底利用技術となり、「物質循環の確保と好循環型社会の構築」に貢献する。

### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない

### <行政が活用することが見込まれる成果>

国内では均相アルカリ触媒を用いる従来法で、メチルエステルの形でバイオディーゼルが製造されている。しかし、最新のコモンレール式車両では不具合が生じるため製造燃料を利用できず、原料が十分にあるにも拘わらずバイオディーゼル製造事業を断念せざるを得ない状況にある。本技術で製造した燃料は非常に高品質でコモンレール車でも

問題なく走行可能であり、装置導入補助があれば経済的に成立することが示された。

### 3. 委員の指摘及び提言概要

バイオエタノールとバイオディーゼルの両製造プロセスの問題点も解決し、水分を完全に除去しなくても燃料として実用できることを示したことや、ビタミンEの回収を可能とした点など実装化の観点からの成果が得られている点は高く評価できる。実装に向け社会システムのデザインに対応した社会シナリオ分析も行われており、環境政策上の貢献が期待できる。従来の手法と比較して画期的に優れている点を示してほしい。

### 4. 評点

総合評点：A