

# バイオディーゼル燃料、SAF 燃料の製造と 小中学生向けのワークショップ・地域貢献活動の実施

名古屋市立工業高等学校

堀野 裕之

## 1. テーマ決定の理由

2015年の第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）やSDGsの取り組みとして、脱炭素社会の構築や持続可能な社会の構築が叫ばれている。そのため、自動車産業ではバイオマス燃料や電気自動車の推進、航空機ではSAF燃料の推進が進められている。

そこで、食用油からバイオディーゼル燃料（以下、BDF）の生産を行い、生産ノウハウの蓄積や生産に必要な設備を整え、校内でのバイオマス燃料の自給自足し、そのノウハウや設備を転用し、将来的には授業カリキュラムの一つとして燃料生産の授業の立ち上げを目指すことを一つのテーマとして設定した。

また、経済産業省の2017年12月の調査によると、製造業の94%以上の企業で人手不足が顕在化していると言われる<sup>1)</sup>など、次世代の産業の担い手の減少が問題となっている。本研究を通じて、高校生が、BDFの製造に取り組む過程で得た知識と経験を元に、小中学生向けワークショップに使用する教材を開発し、地域の企業や自治体のイベントに生徒が参加し、ブースにおいて発表や実演を小中学生対象に行い、小中学生のSDGs教育や環境教育の啓発につなげることを本研究の二つ目のテーマとして設定した。

## 2. 教育実践の内容

### 2-1. 廃油回収プロジェクト

課題研究の授業内で生徒たちが計画をたて、5月22日～24日の日程で廃食用油の回収を行った。学校職員や生徒だけでなく、名古屋市内の企業にも協力を生徒自ら依頼し、累計約60Lの廃食用油が集めた。

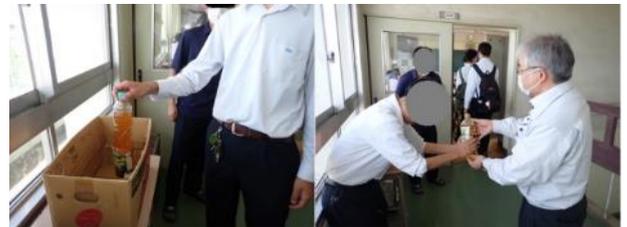


図1 廃油回収プロジェクトの様子

### 2-2. BDFの製造

まず、BDFの製造方法の選定を行った。製造方法にはアルカリ触媒法（以下、FAME法）、水素化処理法（以下、BHD法）分けられる。それぞれの製造原理や特徴は下表のとおりである。

表1 BDF製造法の比較

	FAME法	BHD法
製造原理	エステル交換反応	水素化処理
特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>必要機材のコストが比較的低い</li><li>製造の難易度が比較的低い</li><li>低温流動性や酸化安定性に難がある</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>必要機材のコストが比較的高い</li><li>製造の難易度が高い</li><li>FAME法に比べ、燃料の品質向上が見込める</li></ul>

将来的なSAF燃料の製造までを見据えるとBHD法に優位性があるが、費用面や今回BDF製造を校内にて新規立ち上げを行うということもあり、低予算でミニプラントの設置が見込めることや製造までの難易度の低いFAME法を採用することにした。

続いて、今回の燃料の製造には家庭や地域で出てきた廃食用油を利用し、製造を行うことにした。そうした場合の基本的な製造の流れについては『長崎県におけるバイオディーゼル燃料の普及促進に向けた手引き』を参考にした。その際、アルカリ触媒の適正量は、原料の廃食用油の状態によって変わることから都度検査が必要なことが示されている。<sup>2)</sup>しかし、その工程を省くための手法としてアレックス・カックの2段階アルカリ-アルカリ方式<sup>3)</sup>を採用することにした。

つづいて、製造に必要な機材の選定と必要に応じて実験器具の製作を行った。今回は実験ではなく生産プラントの設置が目標だったため以下の条件満たす器具の準備を行った。

- ① 一度に 20L 前後の製造を行うための加熱槽。
- ② 温度調整を自動制御できるような加熱システム。

①の条件を満たすために 30L 前後のステンレス製の寸胴鍋を入手し、排出口を TIG 溶接にて溶接し製作した。②については当初はプログラムでの制御なども検討したが、難しいため電磁調理器（ホシザキ株式会社製 HIH-5CE）にて温度制御を行い製造することにした。



図2 加熱槽の製作の様子と加熱システム



図3 簡易プラントの様子

また、簡易プラントではあるが今後燃料生産のために必要な装置などをワークショップなどで活用していくために設置した。その結果として、試作では 13.8L、本番では 14.1L の BDF の製造を 20L の廃食用油より製造することができた。この体験を通じて、担当した生徒からは「化学的な知識を得られた。」や「バイオディーゼル燃料や、その他の環境のことについて今まで以上に詳しくなり、環境問題への向き合い方を改めて知ることができた。」などこれまでの自動車科での授業とは違う領域の学び（理科的、化学的な学びについて）に手ごたえを感じている様子が見受けられた。



図4 実際の製造の様子



図5 工程別のサンプル

### 2-3. 品質検査

BDF 完成後に燃料の安全性の確認や軽油との比較を行うためにできることをテーマに授業を行った。授業内で生徒たちから「燃料の安全性や性能の指標は、全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会の基準<sup>4)</sup>を参考とし、BDF に関する検査を専門で行う機関などに依頼する。」といった思いがあった。しかしながら、そのような機関がなかなか見つからなかったことや見つかって費用が非常に高額なことが後日判明し、今回は一部項目の検査を外部に委託することに決定した。

あいち産業科学技術総合センターにおいて残留メタノール量の検査、一般社団法人化学物質評価研究機構におちて発火点と引火点の検査を依頼した。結果として、残留メタノールの濃度、発火点と引火点ともに全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会の基準を達成することができた。また、あいち産業科学技術総合センターには、これまでやってきた学習の内容に関する定着させることをねらいとして校外学習を行った。これまでの校内の授業では学ぶことができない内容について学ぶことができ、生徒たちにとって実りある校外学習となった。

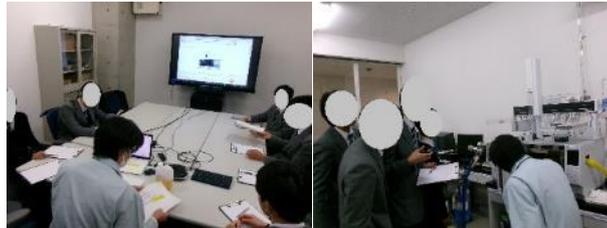


図6 訪問の様子

#### 2-4. 地域イベントへの出展

本校が位置する中川区では、中川区区民祭が毎年催されており、今年度は10月29日に開催された。そこで、区民祭に出店し、本研究でこれまで行ってきた成果をもとに教材を生徒とともに作成し発表することにした。



図7 区民祭のために作成した教材（一部抜粋）

区民祭当日は、200名近くの来場者があり、うち176名の方が生徒の企画したアンケート（BDFに対する認知度調査等）や実際の燃料を手にとって生徒たちと様々な意見を交換する場面も見受けられた。



図8 中川区区民祭の様子

また、来場者の方からは「工業高校でも非常に面白い取り組みをしていることが分かった。」「名市工（本校の略称）で科学技術教室が実施されるなら参加したい。」などの好意的な意見がいただけた。

## 2-5. 試験用エンジンの準備

株式会社東海近畿クボタの協力もあり、試験用エンジンの入手と始動実験を行った。今回の実験に使用したエンジンは Z482 である。

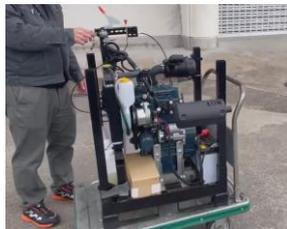


図9 エンジン始動試験の様子

今後の燃料生産に関する授業、ワークショップでの活用をしていきたいと考えている。

## 3. 成果と課題

### 3-1. 成果

- (1) 生徒たちが廃食油から燃料の生産することを通じて、理科、工学、科学等の様々な学びに触れ、自身の成長を実感できた。
- (2) 区民祭りの出展を通して人に何かを伝えるためには自らの学びが必要なことに気付かせることができた。

### 3-2. 今後の課題

- (1) 今年度は本実践の立ち上げであり、課題研究の週3時間の授業の中ですべてを完結させることは困難であった。次年度以降はカリキュラム化するために工夫が必要である。
- (2) 今後ワークショップや出前授業を行った後の効果測定のための評価方法や評価のための指標の整備が必要である。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人天野工業技術研究所からの助成金と株式会社クボタエンジンジャパン、株式会社東海近畿クボタからのご支援を頂いたことで行えました。また、ここに記して謝意を示します。

## 参考文献

- 1) 経済産業省 製造産業局, 製造業における人手不足の現状および外国人材の活用について「製造業における外国人材受入れに向けた説明会」資料, 2018, <https://www.gwc.gakushuin.ac.jp/library/references.pdf>, 最終アクセス日 2024.03.21
- 2) 長崎県バイオディーゼル燃料普及促進研究会, 長崎県におけるバイオディーゼル燃料の普及促進に向けた手引き～バイオディーゼル燃料の製造と利用について～, 2012
- 3) アレックス・カック, 「2段階 アルカリ-アルカリ方式」, 2000, [https://journeytoforever.org/jp/biodiesel\\_aleks.html](https://journeytoforever.org/jp/biodiesel_aleks.html), 最終アクセス日 2024.03.21
- 4) 全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会, バイオディーゼル燃料の製造・利用に係るガイドライン, 2023