

1. 委託事業名： 廃食用油のバイオ燃料化とエネルギーの地産地消モデルに関する研究
2. 委託事業者名： 委託団体：株式会社シンビ
 連携大学：静岡大学未来社会デザイン機構 教授 丹沢哲郎
 連携団体：静岡油化工業株式会社
3. 研究成果概要：

【背景】

脱炭素化の世界的な流れを受けて、化石燃料に依存しないバイオ燃料が再び注目を集めている。20数年前に石油価格が高騰した折にも騒がれたが、今回の大きな流れは継続性が強い。廃食用油については軽油の一部代替燃料として期待されている。一般的に、廃食用油を精製したバイオディーゼル燃料はBDF (Bio Diesel Fuel) と呼称されている。このバイオ燃料に関する期待度が高まる一方で、しっかり根付かせるためには、収集運搬、精製の仕方と品質、使い方における様々な課題を早急に解決する必要がある。技術は元より、入口から出口まで含め、コスト的にも無理のないプランを提示していくことが地域社会に求められている。

【目的】

本研究では、自らの事業所から生じた廃食用油を、精製し、自ら再利用する地産地消モデルに関する実証研究を行う。これより、技術面・消費面・コスト面で無理のないプランの提案を目的とする。化石燃料使用の削減、CO₂排出の低減、さらにはバイオ燃料で発電機を稼働して災害時にも役立つようなことも期待できる(図1)。



図1 廃食用油からバイオ燃料利用構想

【研究結果および成果】

1. 産学連携プロジェクトの形成

(株)シンビを中心に、バイオ燃料(BDF)地産地消プロジェクトを形成した。静岡大学には、持続可能な地域社会の構築を目指す組織として、4年前に未来社会デザイン機構が設立された。本機構が取り組む未来社会構築事業に(株)シンビが参画していることもあり、強い信頼関係に基づく実証事業所として静岡大学を選定した。大学には、大学生協同組合から排出される廃食用油が相当量あり、大学としてカーボンニュートラル実現を目指す本部が昨夏に設立されたこともあり、最適なパートナーであると考えている。静岡油化工業(株)は近隣市町や民間事業所の廃食用油回収を行っており、一般及び産廃収集運搬事業者として活躍している。また、(株)赤阪鐵工所は最近になって、バイオ燃料事業化プラントを設備し、本格的に参入しようとするところであ

り、燃料製造の分野で協力をもらえることになっている。(株)シンビは全体的なエネルギーマネジメント事業をまとめていく。プロジェクトの役割関係を図2に示した。

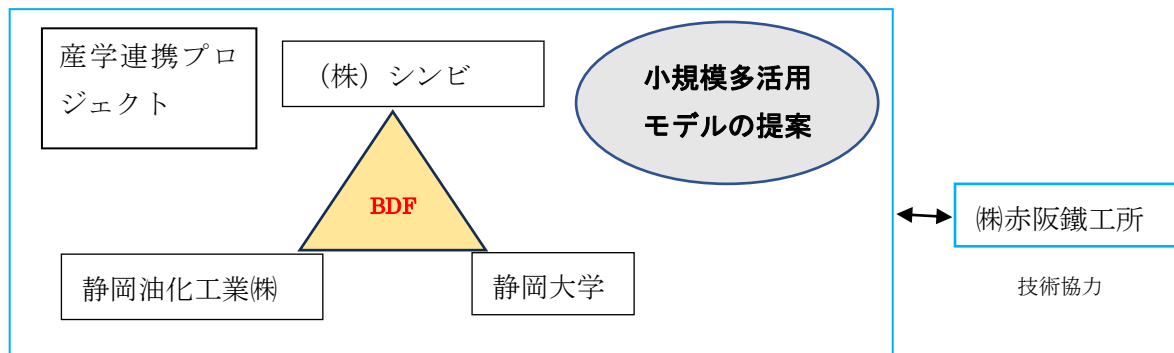


図2 産学連携プロジェクトによるバイオ燃料地産地消モデル

2. 廃食用油からのバイオ燃料製造に関して

静岡大学本部の学食から出るてんぷら関係の廃食用油は、月間 200L ほど発生していることが調査結果からわかった。これを BDF のバイオ燃料にまで精製する手法について研究を進めた。BDF 製造工程を図3に示した。

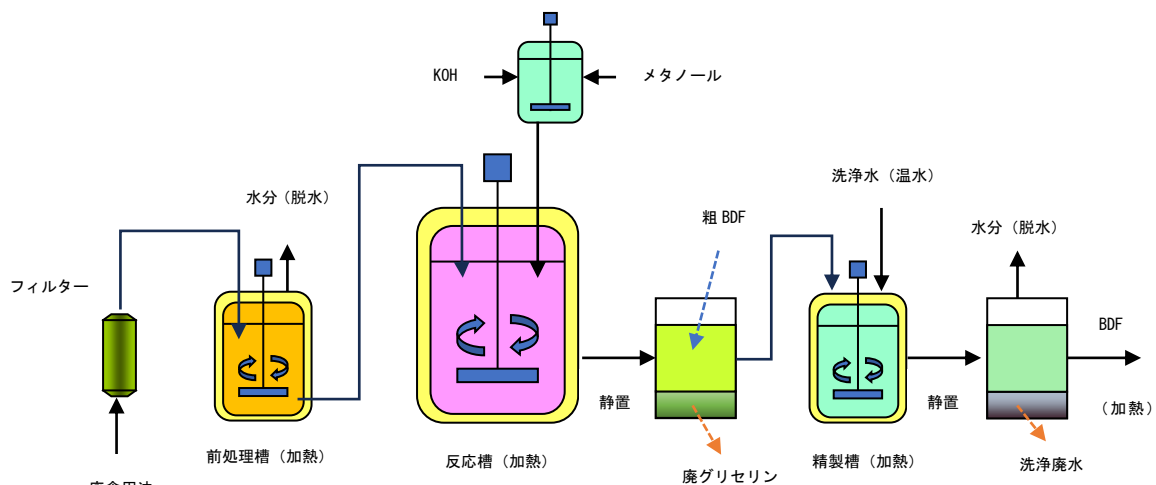


図3 廃食用油からのBDF製造工程

この反応プロセスを基本とし、実際の最適化条件をテーブルテストで確認した。アルカリメタノール反応において、廃食用油に対する薬品量（メタノール、KOH）、その時の最適温度と反応時間を確かめた。その実験条件と結果を表1に示した。エステル化が進み、安定かつ品質の良いBDFが得られる条件（表中赤字で示した）として、廃食用油 100g に対して、メタノール量 20g、KOH 1.25g、60℃にて2時間反応させるのが好ましいと判断した。これより、得られるエステル量（BDF）は 90g であり、副産物としてグリセリンが 20g 生じることになる。全体量の 82% が BDF 量ということになる。

表 1 廃食用油からの BDF 製造試験

No	油 (100g)	温度 (℃)	時間 (h)	メタノール量 (g)	KOH (g)	エステル化の 適否	反応前 質量 (g)	エステル質量 (g)	グリセリン質 量(g)	反応後 総質量 (g)
1	新油	60	2	10	0.7	×	104.81	—	—	—
2	廃油			20		○	120.7	88.07	17.8	105.87
3				40		○	140.7	85.55	20.98	106.53
4				20	0.3	×	120.3	—	—	—
5					1.25	○	121.25	89.07	19.44	108.51
6					2	○	122	70.68	40.33	111.01
7					1.25	△	121.25	93.46	18.74	112.2
8				△		121.25	93.03	19.11	112.14	

一般的に、BDF を生成する反応は、廃油 (Triglyceride) のアルカリ触媒下でのメタノールエステル化であり、副産物としてグリセリン ($C_3H_5(OH)_3$) が生じてくる。このグリセリンは写真 1 にも示したように黒色をしており、分析したところ全有機炭素 (TOC) 濃度で約 40% もあるため、将来は利活用の仕方もある必要がある。



3. バイオ燃料 (BDF) の分析結果に関して

得られた BDF に関する成分分析の結果を表 2 に示した。ここでは比較のために、市販軽油、食用大豆油についても示した。なお、ここでは性状を代表する動粘度と引火点に絞った。これより、BDF は軽油と同様に粘度が低く、サラサラとしており取り扱いやすいが、引火点は高いため、初動は気を配る必要があろう。用途先も、農業トラクターや土木・建設用重機などのディーゼルエンジンであれば問題ないと思われるが、さらに高度な電子制御方式のエンジンに対しては配慮する必要がある。次のステップとして、①B5～B100（軽油の 5% 代替を B5 と称する）にかけてのデータ採り試験、②もう一段精製度を上げた（蒸留精製機能

を追加) BDF での同様な試験についても確認していきたい。

表 2 バイオ燃料等の性状分析

種類	動粘度 (mm ² /S) 40℃	引火点 (℃)
軽油	3.5	50～60
大豆油	48.0	282
BDF	6.5	186

4. 脱炭素化に向けて

廃食用油から得られた BDF を軽油の代替燃料として使用できれば、脱炭素化に大きく貢献できる。軽油の排出係数は 2.64kg-CO₂/L であることから、それに見合うだけのカーボンニュートラルが達成できる。将来的には、J-クレジットの対象としても考えていきたい。例えば、静岡大学本部学食の廃食用油 200L/月は、6,336kgCO₂/年に相当する。J-クレジットの売買価格 2,536 円/t-CO₂ (24 年 8 月実績) を適用すると、約 1.6 万円/年の価値を生み出すことになる。

【まとめ】

バイオ燃料 (BDF) の利活用に向けた産学連携プロジェクトを発足させ、手始めに学食から出る廃食用油の BDF 化プロセスを検討した。また、精製に至る最適条件を明らかにした。BDF の性状についても分析した。今後の検討課題として、ディーゼルエンジンでの実稼働試験を継続し、トラブルの有無、耐久性、B5～B100 に至るまでの使用可能性、BDF の高精製度の可否、トラブル対策の手法についても考慮していく。

【地域社会への波及効果】

再生可能エネルギーに寄せる期待が高まる中で、バイオ燃料についても注目度が増している。本研究でも、廃食用油から生み出されるバイオ燃料が、化石燃料 (軽油) の代替として使用できるのであれば大きな生活スタイルの変化に繋がる。このバイオ燃料地産地消モデルがそのトリガーとなれば有難い。地域貢献を考えた場合、どこかにしわ寄せが行くのではなく、誰もが win-win の関係になるシナリオが大切である。そのためには事業化の可能性が成立することである。本プロジェクトはその可能性を秘めている。次のステップでは、収集運搬、バイオ燃料製造、販売網、マネジメント、市民と行政の協力まで含め、物流とコスト面での流れを考慮した事業化プロジェクトチームに仕上げていきたい。