

令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)
 実績報告書(プログラム実施報告書)
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)
 (ひらめき☆ときめきサイエンス~ようこそ大学の研究室へ~KAKENHI)」

課題番号：20HT0147

プログラム名：超音波を使って環境に優しい燃料 BDF を作ろう！



所属 研究 機関	名称	静岡理科大学
	機関の長 職・氏名	学長・野口博
実施 代表者	部局	機械工学科
	職	教授
	氏名	十朱 寧

開催日	2020年11月28日
実施場所	静岡理科大学
受講対象者	高校生
参加者数	9
交付申請書に記載した募集人数	20名

プログラムの目的

近年、化石燃料により生じたエネルギー問題と地球温暖化問題は深刻さを増しているなかで、環境に優しくて、再生可能なエネルギー源としてバイオディーゼル燃料(BDF)が注目されている。本プログラムは、高校生には、再生可能なエネルギーの一つであるBDFの重要性と、科研費の支援で行ってきた超音波照射によるBDFの合成方法を理解してもらうために実施したものである。また、合成されたBDFの物性値、例えば、粘度、比重の測定方法、BDF合成に使う固体触媒のSEM分析の評価方法、さらにGCによるBDF生成率の測定方法や、BDF燃焼ガス成分の測定方法の習得も本プロジェクトのもう一つの狙いである。さらに、このプログラムの実施を通じて工学系研究の楽しさを感じてもらいたい。

プログラムの実施の概要

・プログラムを留意、工夫した点

講義では、実験の要点をなるべく画像や録画を用いて説明した。実験の遂行にあたり、各グループには本学学生2-3名ずつをTAとして配置し、丁寧に指導をした。また、なるべく会話型の講義形式やTAによる指導を行った。さらに、実験冊子を事前に作成し、当日受講生には配布した。とくに、指導にあたる本学の学生に対して事前研修を実施した。異なる高校から高校生が参加したため、オリエンテーリングの際に、簡単なIce Breakトークを取り入れ、受講生は緊張せず円滑に講義や実験に入れた。

BDFの合成反応は基本的にはエステル反応であり、BDFの生成率に影響を与える要素としては、反応温度、超音波の周波数、そして、触媒の種類である。そこで、冒頭の講義では、これらの要素の影響を指摘してお

き、実験でも検証するようにした。研究室にある2台の超音波反応装置を使い、上述の要素を考慮した実験展開を行った。

また、超音波のキャビテーション効果を理解してもらうため、可視化手法も取り入れて、アルミ箔を超音波照射による壊食の状態を確認をさせた。さらに、合成したBDFと植物油の違いについても比重計や粘度計を使って測ってもらった。エンジン燃焼実験では、BDFと軽油の違いを理解させるため、燃料を100%BDF、50%BDF+50%軽油、そして、100%軽油とし、3種類の燃料による排気ガスの特性を排気ガス測定装置により調査した。

・当日のスケジュール

9:30-10:00 受付(集合場所:静岡理工科大学研究実験棟2階入り口)

10:00-10:30 開講式(202室:挨拶、オリエンテーション、科研費の説明)

10:30-10:50 講義 固体触媒と超音波照射によるBDFの合成(終了後10分休憩)

*:グループA、B、C班 約30分ずつ、ローテーションで基礎実験と応用実験を実施

11:00-12:00 基礎実験(1)固体触媒の調製(227室)、(2)超音波照射威力の体験(202室)

(3)BDF合成実験(227室)

12:00-13:00 大学食堂、昼食(食事中、合成反応を実施)

13:00-14:30 応用実験(1)燃料の粘度、比重測定(202室)、(2)SEMによる固体触媒の分析(先端機器分析センター)(3)BDF生成率測定(先端機器分析センター)

*:1グループずつ、ローテーションで同時に進行

14:30-17:30 エンジン燃焼実験と排気ガス測定実験(エンジン棟) 全員参加

16:00-16:30 質問コーナー(202室)

16:30-17:00 終了式(アンケート、終了証配布、解散)

・実施の様子



図1 講義

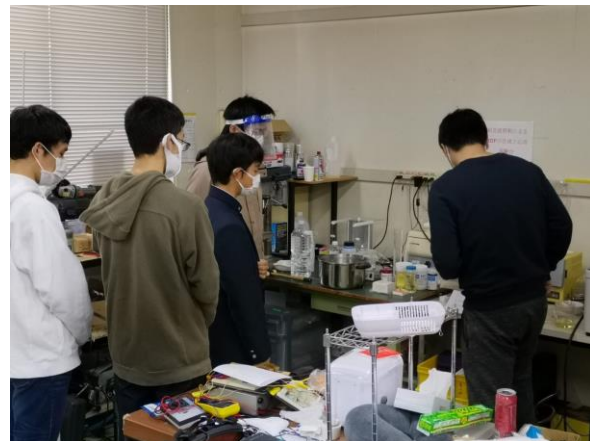


図2 BDF合成実験

図1は開講式と固体触媒と超音波照射によるBDF合成の講義を実施する風景である。本プロジェクトの実施目的、BDF合成原理、BDF合成方法など実験に関する情報を高校生に伝えた。また、科研費制度そして科研費と本プログラムとの関係も説明した。

図2に超音波照射によるBDF合成の実験風景を示す。TA指導の下で超音波反応器の装置方法を習得して、反応時の温度変化の測定、そして反応後の後処理方法も勉強してもらった。

図3にBDF合成反応用の固体触媒調製の様子を示す。調製は一定の量の水酸化ナトリウムとエタノールの溶液をつくる必要があり、そのため、受講者が必要な水酸化ナトリウムとエタノールの量を測った。

図4に超音波の威力を体験する実験風景である。超音波反応槽に水をはり、事前に重さを測定したアルミ箔

を平らにして水に沈め、3周波数(28,45,100kHz)で20秒ずつ程度超音波を照射した。キャビテーションによるアルミ箔への壊食状況を確認し、そして、壊食後の重さを測定してもらった。



図3 固体触媒の調整

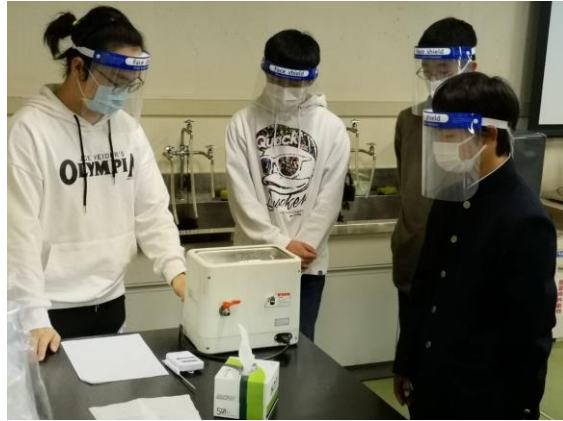


図4 超音波の威力の体験



図5 BDFの粘度・比重の測定



図6 BDF生成率の測定



図7 BDF 燃焼ガスの測定

図5はBDF、軽油、BDF+軽油の3種類燃料の比重と粘度を測定する実験風景である。粘度の測定は専用の粘度計により行った。

図6に、GCによるBDF生成率を測定する実験風景を示す。専属の技術職員は休日を返上して、高校生の機器使用指導に当たっていた。

図7は燃焼実験の実験風景である。3種類の燃料の、すなわち、BDF、軽油、BDF+軽油を小型ディーゼルエ

ンジンにそれぞれ投入して、燃費と排気ガスの濃度 (Nox、CO、CO₂) を測ってもらった。

・事務局との協力体制

- (1) 大学入試広報課を通じて各高校へチラシを配布した。
- (2) 社会貢献課と連携し、受講者数の把握、地方紙への広告の掲載、実験当日の事務業務 (教室の準備、お弁当の予約、交通誘導、受付) を実施した。
- (3) 実験当日、先端機器分析センター職員 1 名が常駐し、SEM と GC の使用について指導を行った。
- (4) 総務課を通じて会計処理を行った。

・広報活動

- (1) ホームページや SNS への発信

大学のホームページや SNS を通じて本学の教育研究活動に関心を持つ高校生と高校生の両親へ PR した。

- (2) チラシによる宣伝

活動の概要や写真などを盛り込んだチラシを予め作成し、地元で発行する新聞を通じて宣伝活動を行った。

- (3) 大学入試広報課を通じての宣伝

大学入試広報課の職員が定期的に高校訪問を行っている。そのため、訪問の先々で、このプログラムに関するチラシを配布した。

・安全配慮

- (1) 一般注意

触媒の調製や BDF の合成実験では、化薬品である水酸化ナトリウムとメタノールを使うため、風通りが良い場所で実験を行うことを心がけた。また、手で化学薬品に触れる可能性もあるので、作業用ビニール手袋を事前に用意し、実験のときにははめてもらった。さらに、触媒調製の仕上げ段階で、電気炉で焼結する必要があるため、TA を使って細心の注意を払い、400℃に達す電気炉に近づかせないようにした。一方、SEM による触媒の表面観察や CG による BDF 生成率を測定する際に、安全面では問題はないが、高価な測定装置を使うため、本学専門の技術職員の指導のもとで測定を行った。BDF を燃料とする小型ディーゼルエンジンの燃焼と排気ガス測定実験では、やはり、通気性の良い場所で、TA のほか、担当教員も常駐し、安全確保を徹したい。TA の学生はすでに大学で加入している学生教育研究災害傷害保険が適用されている。受講生を傷害保険に委託経費で加入させた。万が一に、具合が悪くなった受講者が出た場合を想定し、保健室を準備した。

- (2) コロナ対策

実施日当日、講師と TA はマスクとフェースシードを着用して実験の実施にあたった。受講者は受付の時に、体温測定と体調の確認を行ったうえで、フェースシードを配布して受講できるようにした。また、講義室は 100 人収容の実験室で、3 台のサーキュレーターを用意したり、窓を開けたりした。1 グループ 3 人で、実験内容に応じてなるべく空間を開けたり、分散したりして実験を行ってもらった。さらに、BDF 燃焼実験と排気測定実験は戸外で実施した。

・今後の発展性、課題

実験後の高校生のアンケートによれば、本プログラムは、満足度の高いプログラムだと理解しているが、今後はもっと良いプログラムにしていくためには、実験で使っている食用油の代わりに、廃食用油や非食用油、例えばジャトロファを用いることがよいらろうと考えている。また、合成装置を改良し、合成の過程を可視化できるようにして、実験の面白さがもっと出てくるだろうと思われる。

最後に本プログラムの実施にあたり、資金援助を行っていただいた日本学術振興会に謝意を表す。