

関東学院大学戦略的プロジェクト研究 研究成果報告書

2016年3月31日

1. 研究代表者

研究代表者名	所属	職
佐野 慶一郎	人間環境学部	教授

2. 研究課題名 廃棄物リサイクル（生活と産業、政策）に関する学際的研究3. 研究期間 2013年度～2015年度

4. プロジェクトメンバー

	No.	氏名	所属	職
代表者	1	佐野慶一郎	人間環境学部 人間環境デザイン学科	教授
研究分担者 (大学院生含む)	2	武田 克彦	理工学部 理工学科	准教授
	3	香西 博明	理工学部 理工学科	教授
	4	織 朱實	上智大学大学院 地球環境学研究科	教授
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

5. 費目別収支状況

	合計	研究経費				
		設備備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他
実支出額の使用内訳	1,769,968 円	0 円	1,557,769 円	182,025 円	22,000 円	8,174 円
「研究経費の明細」記載の研究費の使用内訳	1,770,000 円	0 円	686,000 円	664,000 円	300,000 円	120,000 円
備考欄						

6. 研究成果の概要(200字程度) :

A. リサイクル燃料を用いたディーゼル内燃機関の研究 (武田)

バイオ燃料の最適な混合比 20vol%では、燃焼効率が上がり、排気ガスが低減した。廃プラ分解油の性状を変えた時の基礎データ(燃料物性と燃焼ガス性状)を入手できた。

B. CFRP リサイクルの研究 (佐野)

廃棄 CFRP(炭素繊維強化プラスチック)プリレグを用いて、熱プレス成形を行い、雑貨品(写真フレーム)を試作できた。

C. ゴムの分解リサイクルの研究 (香西)

ラジカル発生試薬としてフェントン試薬を、脂質としてコーン油などに含まれるのリノール酸を利用した加硫ゴムの固-液相系での分解を行い基礎データを入手できた。

D. 国内外のプラリサイクルの法制度の研究 (織)

日本のプラリサイクルは、実質的なリサイクルは促進していない。その問題の原因を調べ、リサイクル促進に必要な方策を明らかにした。国内の政策転換についても指摘した。

7. 研究開始当初の学術的背景、特色及び独創的な点 :

A. 廃プラ分解油とバイオ燃料両者を混合により、リサイクルの効率化と CO2 削減が可能になる独創的な研究である。

B. CFRP のリサイクル化は困難であるが、工場の廃プレプレグに注目し、マテリアルリサイクルが可能となる独創的な研究である。

C. 光増感剤を用いて、架橋ゴム類も種々の溶媒に可溶性低分子量にまで分解することを明らかにした。ゴム類についての類似研究は見当たらない。

D. 容器舗装リサイクル法運用の観点から整理を行い、また EU の新しい資源政策との比較を行った。

8. 研究の目的と内容 :

A. プラ分解油とバイオ燃料の混合燃料を用いた内燃機関の最適化に関する基礎研究を実施する。

B. CFRP に関し、リサイクルの実態調査と新規リサイ

クル方法を開発し、その試作を行う。

C. 脂質過酸化反応で生ずるペルオキシラジカル水素を活性種として廃ゴムの分解を開始させる方法の基礎研究を行う。

D. 課題を整理し、日本のプラリサイクル促進にむけての提言を行う。

9. 研究方法 :

A. 廃プラ分解油にバイオ燃料を混合し、各混合比の密度や動粘度を求め、エンジンにて評価試験を行い、各種燃料の排気ガスおよび燃焼特性を明らかにする。

B. CFRP 工場からの廃プレプレグを一定サイズに破碎し、熱プレス成形し、制御条件を求め、リサイクル品を試作する。

C. ブタジエンゴムに過酸化水素、硫化鉄(II)・7水和物、リノール酸、PEG-400 およびリン酸カリウムナトリウム緩衝液の混合溶液に浸漬、48時間攪拌、反応した後、クロロホルムで分離精製・乾燥後、試料とした。

D. 富山県、長野県のリサイクル業者、NGO、業界団体にヒアリングに行くとともに、EU 政策についての文献調査を行った。

10. 研究成果 :

A. 廃プラ分解油は動粘度が小さく、セタン価が低く軽油と相違点がある。バイオ燃料を添加により燃焼効率の改善ができ、バイオ燃料 20%と 30%は、高効率化と低エミッション化が顕著であった。

B. 廃棄 CFRP プリレグを 1cm の正方形に破碎し、熱プレス成形を行い、意匠性に優れる雑貨品(写真フレーム)を試作できた。

C. 得られた分析試料の数平均分子量は 4000 程度で、オリゴマー単位まで分解された。また、種々の化学構造解析から、脂質過酸化反応によって発生したラジカルによって水素引き抜きが起こり、自動酸化反応によって、加硫ゴムが分解することが明らかになった。

D. 日本のプラリサイクル促進には、社会的コストをさげ、必要なリサイクルの実施には業者の競争概念、回収手法の拡大、品質担保基準の確立が必要であることを明らかにした。廃棄物から資源への政策転換も指摘できた。

1 1.研究成果に対する自己点検による評価

A. 研究を始めた当初は、古い機器が多いため実験装置の不具合などが懸念されていたが、問題なく実験が遂行され、当初の計画よりも早期に高い成果が得られたものとする。特に、バイオ燃料の添加によって燃料性状が改善されることを見出し、バイオ燃料の添加によって燃焼改善が得られ、排気ガス低減および高効率化が得られることを明らかにした点は、高い評価が得られるものとする。また、当初の計画よりも早期に高い成果が得られたため、2015年度は性状の異なる新たな廃プラスチック分解油の研究に着手できたため、良い評価が得られるものとする。

B. 国内のCFRP工場のヒアリングにより、リサイクル可能な廃棄物を見出すことができた。また、バイオミクリーの研究をヒントに廃棄物を一定形状に破碎して、成形材料とする発想により、意匠性に優れたリサイクル品を試作できた。今後、他のCFRPリサイクル技術への応用とヒントになり、良い研究成果と考える。

C. 加温やUV照射などを必要とせず、反応温度が低くエネルギー効率に優れた反応として脂質過酸化反応から、廃ゴム類を低分子量化することに成功した点は大きいといえる。

D. 容器包装リサイクルの中でも特にプラスチックリサイクルの課題を、論理的な分析だけでなく現場の問題意識を入れ込めた点、また最新のEU廃棄物政策の分析をいれた点が新規性、有用性があると評価できる

1 2.研究経費と研究成果の関係に対する自己点検による評価

A. 当初、購入を予定していた圧力ピックアップ（13万円程度）（耐用年数が一年未満のため消耗品扱い）が破損せずに実験を完了したため、消耗品費を削減できた。また、古い機器が多いため実験装置の不具合などが懸念されていたが、問題なく実験が進展したため、ボンベガスの消費が小さく、追加購入が不要となったため、消耗品費がさらに削減できた。そして、アルバイトなどの謝金も予算よりも削減できたため、国際会

議への参加費や旅費などに予算を再配分できたため、十分な情報収集を得ることができ、研究成果に繋げることができたと考える。

B. 本研究において、CFRPリサイクルの実態調査を行うための文献や書籍の入手、ならびに、廃棄物が発生する工場へのヒアリング、ならびに旅費などを計画に沿って、有効使用することで、効率良く、研究期間内にCFRPリサイクル方法の発案と試作品を完成させることができた。

C. 本研究では、分解生成物を得ることの操作、および特性評価などを行う必要があるため、消耗品費等が必要不可欠となる。

D. 事前に国内のリサイクル業者の情報を多く集め、有益な情報を得られるヒアリング先を絞った。また、本研究にて、EU政策に関する洋書を入手して、リサイクル法制度を効率良く調査でき、研究を計画に沿って推進できた。

1 3.本プロジェクト研究の成果を踏まえて応募した外部の競争的研究資金及び、それらを獲得するための戦略に対する自己点検による評価

科研費を申請した際に、本プロジェクトで得られた成果をアピールして魅力的な申請書を作成できたと考える。また、本プロジェクトで構成された研究プロジェクトチームを活用し、最適な研究分担者を多く構成できた。このように、本プロジェクト研究の成果をアピールし、さらに、最適な研究分担者を構成できた点は、評価できる戦略であったと考える。

さらに、本プロジェクト研究の成果のさらなる進展として、現在、問題となっている「医療廃棄物のリサイクル研究」の意義と可能性を調査しており、その研究を実施するにあたり外部資金の獲得を視野に入れている。

15. 研究発表

〔雑誌論文〕計（4）件 うち査読付論文 計（4）件

論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください（左記の各項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可）。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

1. “キセノンランプを用いた溶液系におけるジエン系ポリマーの光分解”、山中啓輝、菅野 翔、香西博明、マテリアルライフ学会誌、査読有、投稿中
2. “Solid-liquid Phase Degradation of Vulcanized Rubber Using Lipid Peroxidation”、Shou Sugano, Hiroaki Kouzai, *Chem. Lett.*, 査読有、**45**(4), pp.397-399(2016)
3. 廃プラスチック分解油を用いるディーゼル発電機の高効率化および低エミッション化に関する実験的研究（水エマルジョン化による試み）、武田克彦，遠藤賢一，狩野高宏，佐野慶一郎，日本マリンエンジニアリング学会誌，査読有，第50巻，第1号，pp.119-124，（2015）
4. メタノールを削減した粗製脂肪酸メチルエステルの可能性，武田克彦，森谷信次，日本マリンエンジニアリング学会誌，査読有，第49巻，第2号，pp.91-97（2014）

〔図書〕計（0）件

図書名、著者名、出版社名、総ページ数、発行年（西暦）について記入してください（左記の項目が網羅されていれば、項目の順序を入れ替えても可）。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

[学会発表] 計 (11) 件 うち招待講演 計 (2) 件

学会名、発表者名、発表標題名、開催地、発表年月 (西暦) について記入してください (左記の項目が網羅されていれば、順序を入れ替えても可)。また、現在から発表年次順に遡り、通し番号を付してください。

1. 第 65 回高分子学会年次大会 発表予定 (2016 年 5 月 25~27 日、神戸国際会議場)
「脂質過酸化反応を用いた加硫ゴムの分解」、菅野 翔、香西博明
2. 日本化学会第 96 春季年会 (2016 年 3 月 24~27 日、同志社大学 京田辺キャンパス)
「脂質過酸化反応を用いた加硫ゴムの分解反応」、菅野 翔、香西博明
3. 2016 年度環境法学会学術大会発表：織朱實 (2016) 「EU 廃棄物政策から資源政策へ—改正廃棄物
枠組指令における「廃棄物性の終了」「副産品」定義の日本への示唆—」
4. 14th Pacific Polymer Conference (December 9-13, 2015)(Kauai, Hawaii USA), Solid-liquid Phase Degradation
Reaction of Vulcanized Rubber Using Lipid Peroxidation, Shou Sugano and Hiroaki Kouzai
5. 2015 年日本化学会中国四国支部大会 (2015 年 11 月 14, 15 日、岡山大学) 「脂質過酸化反応を用いた加
硫ゴムの固-液相分解の検討」、菅野 翔、香西博明
6. 第 5 回 CSJ 化学フェスタ 2015 (日本化学会秋季事業) (2015 年 10 月 13~15 日、東京・タワーホール
船堀) 「脂質過酸化反応を用いた加硫ゴムの固-液相分解」、菅野 翔、香西博明
7. Influence of Fuel Design based on the Cetane Number for Diesel Combustion (Influence of Ethanol Blending to
Jatropha FAME), Takeda, K., Takano, K., Sano, K., The 3rd International Conference on Design Engineering and
Science (2014 年 9 月), チェコ
8. Influence of Combustion Design for Waste Plastic Decomposition Oil (An Attempt to Use Waste Plastic
Decomposition Oil in DDF Engine), Endoh, K., Takeda, K., Sano, K., The 3rd International Conference on Design
Engineering and Science (2014 年 9 月), チェコ
9. Change of Fuel Property and Diesel Combustion Characteristic by Heat-treated Jatropha Seed, Takeda, K., Sano,
K., The 3rd International Conference on Advanced Materials, Energy, and Environments (2014 年 7 月), ハワ
イ, 招待講演
10. Study on the Bio Diesel Fuel in Kanto Gakuin University, Takeda, K., The 2nd International Conference on
Materials, Energy and Environments (2013 年 8 月), 横浜, 招待講演
11. Application of the Waste Plastic Decomposition Oil to Diesel Engines, Endoh, K., Takeda, K., The 2nd
International Conference on Materials, Energy and Environments (2013 年 8 月), 横浜

[その他の研究成果など] 計 (4) 件

上記の雑誌論文、図書、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してくださ
い。

1. 「EU 廃棄物政策から資源政策へ—改正廃棄物枠組指令における「廃棄物性の終了」「副産品」定義の日
本への示唆—」『化学物質の管理』, 織朱實, 商事法務 pp.160-176 (2016)
2. 「新・環境法シリーズ第 38 回 容器包装リサイクル法見直しに向けての検討」, 織朱實, 環境管理
Vol.51 No.3 p.64-69 (2015)
3. 紀要論文, 自動車シュレッターダストを含む廃プラスチック分解油のディーゼル燃料としてのリサイ
クル手法の提案, 遠藤, 武田, 佐野, 関東学院大学工学総合研究所報, 第 42 巻, pp.19-26, (2014)
4. 紀要論文, 脂肪酸エチルエステル燃料へのブタノール添加による燃焼・排気特性の変化, 武田克彦, 森
光平, 佐野慶一郎, 関東学院大学工学部研究報告, 査読有, 第 57-2 巻, pp13-20, (2014)

16. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

[出願] 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類・番号	出願年月日	国内・外国の別

[取得] 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類・番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

17. 備考

研究者または所属研究機関が作成した研究内容または研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載してください。

以上