

課題番号	GR009
------	-------

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実施状況報告書(平成 24 年度)

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	高品質バイオ燃料と高機能生理活性物質を同時製造可能な環境配慮型反応分離技術の開発
研究機関・部局・職名	東北大学・大学院工学研究科・准教授
氏名	北川 尚美

### 1. 当該年度の研究目的

本研究では、イオン交換樹脂を触媒および吸着剤とした新規な反応分離技術を用い、食用油製造工程で多量に排出し現在未活用の脂肪酸高含有残渣油を原料として、高品質バイオディーゼル燃料と化成品原料用途の高品質グリセリン、ビタミン E 類やスクワレンなどの高機能生理活性物質を同時製造するプロセスの構築を目指す。

昨年度までに、現有のベンチスケールの製造装置(燃料生産能 5L/day)を用いて高品質燃料とグリセリンの同時製造を実現できる操作条件を確立させ、その知見に基づきパイロットスケールの反応分離装置(燃料生産能 50L/day)を設計・製作した。本年度の研究目的は、完成した装置を用いて実際にバイオディーゼル燃料製造実験を行い、設計に用いたスケールアップパラメータの精度を検証すること、得られた燃料の品質評価とエンジン試験を実施してその高品質性を実証すること、さらには、ビタミン E 類の同時製造を効率的に実現する操作手順と運転条件(自動運転用のシーケンス)を確立すること、である。

### 2. 研究の実施状況

昨年度に設計・製作したパイロットスケールの反応分離装置(図 1)が予定通り 4 月末に完成した。この装置は、原料供給部、反応・分離部、製品・溶液回収部、制御部からなる。反応・分離部は、陽イオン交換樹脂を充填したカラム 2 塔、陰イオン交換樹脂を充填したカラム 3 塔からなり、後段の陰イオン交換樹脂のみ触媒活性が徐々に低下するため定期的な再生が必要となる。そのため、3 塔のうち 2 塔を反応に用い、その間に残りの 1 塔を再生するというメーゴーラウンド方式を採用し、それを全自動運転で実施するためのソフトウェアも併せて開発した。この装置を用い、昨年度と同様に、現行法では利用できない非食用ジャトロファ油(20-30wt% FFA、他トリグリセリド)を原料としたバイオディーゼルの連続製造を行った。そして、ベンチ装置に基づく 10 倍のスケールアップが設計通り大きなズレなく実施できることを確認し、本研究で構築した環境配慮型の再生法を実施できるシーケンス(自動運転手順)を完成させた。また、本装置

図 1 設計・製作したパイロットスケールの反応分離装置

## 様式19 別紙1

を用いた製造によって、少なくとも200Lの燃料を必要とする最新コモンレール方式エンジンによる本格的試験が実現可能となり、実際に自動車メーカーの協力を得て実施した。そして、通常の脂肪酸メチルエステルとしての特長に加え、温和で簡便な本法特有の酸化分解物をほとんど含まないという高品質性も明らかとなった。

一方、ビタミンE類回収条件の検討では、ラボスケールのカラム型反応器を用い、ビタミンE類の樹脂への吸着と樹脂からの脱離を連続的かつ効率的に実施するための操作手順と運転条件の検討を行った。そして、ビタミンE類が分解なしにほぼ100%回収可能であり、濃度が低くても選択的に吸着するため濃縮効果が大い、という本手法のさらなる利点を見出すと共に、自動運転手順をほぼ完成させた。来年度、このビタミンE類回収部の自動運転装置化に取り組む。

### 3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計5件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計2件            ①N.Shibasaki-Kitakawa, M.Murakami, M.Kubo, T.Yonemoto, A Kinetic Model Describing Antioxidation and Prooxidation of <math>\beta</math>-Carotene in the Presence of <math>\alpha</math>-Tocopherol and Ascorbic Acid, <i>Journal of the American Oil Chemists' Society</i>, Vol.89 No.5, 2012, 815-824 (Edwin N. Frankel Award for Best Paper of 2012 受賞)            ②M.Kubo, K.Sekiguchi, N.Shibasaki-Kitakawa, T.Yonemoto, Kinetic model for formation of DMPO-OH in water under ultrasonic irradiation using EPR spin trapping method, <i>Research on Chemical Intermediates</i>, Vol.38 No.9, 2012, 2191-2204            (掲載済み一査読無し) 計1件            ①北川尚美, 高品質バイオ燃料と高機能生理活性物質を同時製造可能な環境配慮型反応分離技術の開発, <i>化学工学</i>, Vol.76, No.4, 2012, 207-208            (未掲載) 計2件            ①N.Shibasaki-Kitakawa, K.Kanagawa, K.Nakashima, T.Yonemoto, Simultaneous production of high quality biodiesel and glycerin from <i>Jatropha</i> oil using ion-exchange resins as catalysts and adsorbent, <i>Bioresource Technology</i>, 査読有, 2013, (accepted)            ②K.Nakashima, N.Shibasaki-Kitakawa, T.Miyamoto, M.Kubo, T.Yonemoto, M.L.Shuler, Production of Human Secreted Alkaline Phosphatase in Suspension and Immobilization Cultures of Tobacco NT1 Cell, <i>Biochemical Engineering Journal</i>, 査読有, 2013 (accepted)</p>
<p>会議発表 計8件</p>	<p>専門家向け 計7件            ①鮎川祐子, 北川尚美, 中島一紀, 米本年邦, 生体膜系におけるリン脂質とコレステロールの共酸化速度論, 化学工学会第78年会, 2013年3月18日, 大阪大学(大阪)            ②井原亨, 北川尚美, 中島一紀, 米本年邦, 廃棄脂肪酸油からの高品質バイオディーゼル連続合成プロセスの開発, 化学工学会第78年会, 2013年3月18日, 大阪大学(大阪)            ③中島一紀, 佐藤拓海, 北川尚美, 米本年邦, セルロースの酵素分解における超音波前処理の効果, 第64回日本生物工学会大会, 2012年10月26日, 神戸国際会議場(神戸)            ④N.Shibasaki-Kitakawa, K.Kanagawa, K.Nakashima, T.Yonemoto, Simple Production Process of High Quality Biodiesel and Glycerin from <i>Jatropha</i> Oil Using Cation- and Anion-exchange Resins, World Congress on Oleo Science (WCOS 2012) &amp; 29th ISF Congress, 2012年10月1日、アルカス SASEBO(佐世保)            ⑤N.Shibasaki-Kitakawa, T.Yonemoto, A New Biodiesel Production Process Using Ion-exchange Resins as Catalysts and Adsorbents, AICHEM (International Powder and Nanotechnology Forum 2012), 2012年9月19日, (Frankfurt, Germany)            ⑥Y.Sukegawa, Y.Kimura, K.Nakashima, N.Shibasaki-Kitakawa, T.Yonemoto, Kinetic Analysis for Water-soluble Free Radical Induced Oxidation of Biomembrane Lipids, 103th AOCs Annual Meeting, 2012年4月30日, (Long Beach, CA, USA)            ⑦N.Shibasaki-Kitakawa, T.Ihara, K.Nakashima, T.Yonemoto, High Quality Biodiesel Production from Waste Acid Oil Using Ion-exchange Resins as Catalysts and Adsorbents, 103th AOCs Annual Meeting, 2012年4月30日, (Long Beach, CA, USA)            一般向け 計1件            ①北川尚美, イオン交換樹脂を触媒としたバイオディーゼル燃料の連続製造技術, 東北大学イノベーションフェア, 2013年1月17日, 仙台国際センター(仙台)</p>

様式19 別紙1

図書 計0件	
産業財産権 出願・取得状 況 計0件	(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件
Webページ (URL)	① 東北大学 2013 年受賞・成果等 <a href="http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2013/03/award20130314-01.html">http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2013/03/award20130314-01.html</a> ② 高品質バイオディーゼル連続製造装置紹介, 東北大学, You Tube(596 回再生,2013.5.9 現在) <a href="http://www.youtube.com/watch?v=27JGXhWU2BA&amp;feature=youtu.be">http://www.youtube.com/watch?v=27JGXhWU2BA&amp;feature=youtu.be</a>
国民との科 学・技術対話 の実施状況  計8件	① 東北大学オープンキャンパス, 2012 年 7 月 30-31 日, 東北大学工学部化学・バイオ工学科, 一 般, 2154 名, バイオディーゼル燃料の新しい合成法 ② 仙台育英学園サイエンス・ラボ(理科共同実験講座), 2012 年 9 月 8 日, 仙台育英学園高校 特別進学コース 2 年生及び秀光中等教育校 5 年生, 36 名, バイオディーゼル燃料の製造 ③ 研究室訪問, 2012 年 11 月 7 日, 福島東高校, 40 名 ④ 研究室訪問, 2012 年 11 月 28 日, 会津高校, 35 名 ⑤ みやぎクラフトマン 21 高大連携授業, 2012 年 12 月 4 日, 宮城県工業高校, 化学工業科 2 年生, 41 名, 植 物油を原料とし従来の触媒と新規の触媒を用いてバイオディーゼルの作る実験 ⑥ 宮城県仙台第二高校「一日大学」, 2012 年 12 月 6 日, 仙台第二高校 1 年生、18 名, バイオデ ィーゼル製造技術について ⑦ サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト報告会, 2013 年 1 月 11 日, メディアテーク仙台, 宮城県工業高 校生, 生徒発表に対する講評・指導助言 ⑧ 青森高校「総合学習特別講演会」, 2013 年 1 月 24 日, 青森県立青森高校 1 年生 280 名, 東北大学の理系 学部・学科ガイダンスとバイオ燃料に関する研究紹介
新聞・一般雑 誌等掲載 計 1 件	① 日刊工業新聞, 2013 年 3 月 5 日 21 面, 「粗油で 100%反応生産, 東北大学が設置, バイオディーゼル, 酸・ アルカリの個体触媒使用, せっけん副生成解消」
その他	なし

4. その他特記事項

The American Oil Chemists' Society(アメリカ油化学会)の Edwin N. Frankel Award for Best Paper of 2012 を受賞

## 実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	131,000,000	58,365,000	51,337,000	21,298,000	0
間接経費	39,300,000	17,509,500	15,401,100	6,389,400	0
合計	170,300,000	75,874,500	66,738,100	27,687,400	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	34,630,837	51,337,000	0	85,967,837	85,834,321	133,516	0
間接経費	0	15,401,100	0	15,401,100	15,401,100	0	0
合計	34,630,837	66,738,100	0	101,368,937	101,235,421	133,516	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	76,745,338	分析装置とその関連部品、試薬類、実験器具類他
旅費	1,268,300	研究成果発表旅費(103rdAOCS、ACHEMA2012、世界オレオサイエンス会議他)
謝金・人件費等	4,941,111	技術補佐員、研究支援員等人件費他
その他	2,879,572	製造装置の基本設計業務、学会参加費、装置修理他
直接経費計	85,834,321	
間接経費計	15,401,100	
合計	101,235,421	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
バイオディーゼル燃料 製造装置一式	カチオン交換樹脂塔、 アニオン交換樹脂塔等	1	69,993,000	69,993,000	2012/4/23	東北大学
高流量フラクションコレ クター一式	Foxy R2	1	1,288,014	1,288,014	2012/8/2	東北大学
バイオディーゼル燃料 製造設備改造業務一式		1	2,835,000	2,835,000	2013/3/22	東北大学