

【事業名】兵庫県南部における統合型・省エネ型酵素法によるバイオ燃料製造に関する技術開発

平成22年2月26日

【代表者】神戸大学 福田秀樹

【実施年度】平成19～21年度

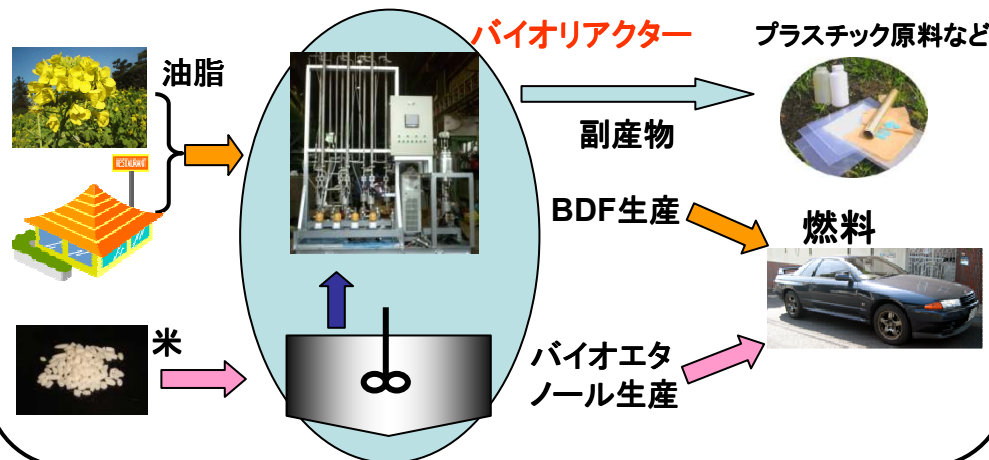
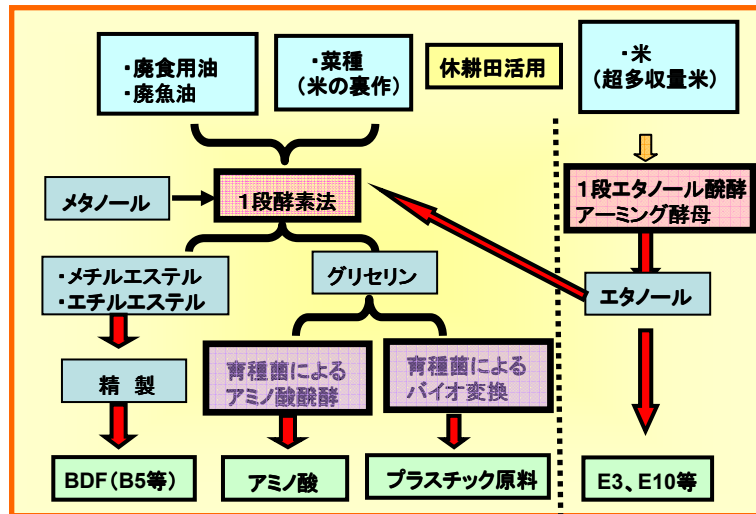
(1)事業概要

バイオディーゼル燃料(BDF)の製造における従来法であるアルカリ法の残アルカリへの対応や廃グリセリンの処理といった課題を、酵素法により解決するとともに、低コスト・省エネ型のエタノール製造法の開発によりブレイクスルーし、地域のバイオマスの総合的な利用を促進すること。

(3)製品仕様

- ・酵素法による連続式BDF生産用バイオリクターを開発(既設プラント仕様200L/day)。
- ・反応率96.5%以上を満たす新規エステル交換用固定化酵素を開発。
- ・高品質BDF(メタノール濃度0.2%以下、溶解グリセリン濃度200ppm以下)精製技術
- ・B100の実車(2トン車)走行試験に成功。
- ・多収量米からエタノールを98%以上の収率で生産できる新規4倍体酵母を開発。また、50L容量のパイロットプラントでのスケールアップに成功。

(2)技術開発の成果/製品のイメージ



(4)事業化による販売実績/目標

<事業展開における目標およびCO2削減見込み>

2010年より兵庫県内の市単位でBDFモデル事業を開始。2013年までに利用モデルを兵庫県全域に拡大する。2014年より全国販売。

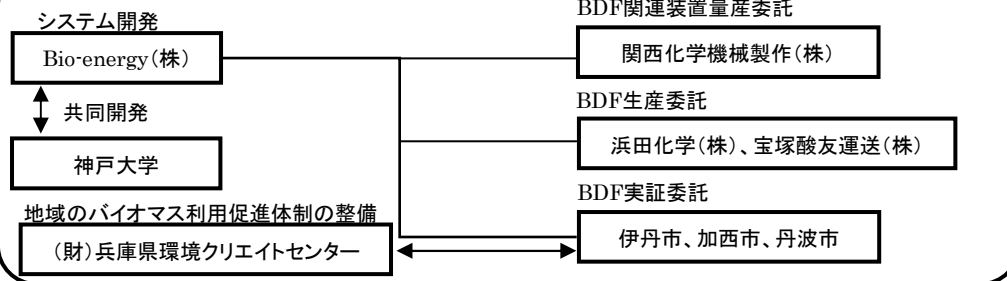
年度	2010	2011	2013	2014	2020
目標販売量(万KL)	0.003 (BDF)	0.15 (BDF)	2.2 (BDF) 1.1 (エタノール)	4.4 (BDF) 2.2 (エタノール)	40 (BDF) 20 (エタノール)
目標販売価格(円/L)	109 (BDF)	109 (BDF)	95 (BDF) 74 (エタノール)	同左	同左
CO2削減量(万t-CO2/年)	0.007 (BDF)	0.35 (BDF)	合計8.8	合計17.6	合計160

<事業拡大の見通し/波及効果>

兵庫県バイオ燃料利用促進評議会や関連企業のネットワークを核として、公共施設へのモデル事業等を中心にシステムを導入する。この実績を基に、2013年からは設備更新の需要を狙いつつ本格的な導入拡大を目指す。また、2014年を目処に各種エステル関連業界へ本技術を適用した製品の導入を目指す。

年度	2010	2011	2013	2014	2020
公共施設への導入					
販売網による販売拡大					
応用した製品の波及					

## (5) 事業／販売体制



## (6) 成果発表状況

- ・連続式BDF生産に関する特許(PCT/JP2008/072111)
- ・学術論文(Review)「Whole-cell biocatalystによるBDF」Trends Biotechnol, 26, 668-673 (2008)
- ・学術論文(Review)「Bioenergy」Biochem Eng J, 44, 2-12 (2009)
- ・学術論文「BDF用リパーゼ」Appl Microbiol Biotechnol, 81, 637-645 (2008)
- ・学術論文「BDF用リパーゼ」J Mol Catal B: Enzym, 58, 93-97 (2009)
- ・第8回最先端バイオテクノロジー公開セミナー(2010.2.17)講演「酵素法によるBDF製造プロセス」
- ・著書「酵素法によるBDF生産」Biofuels (John Wiley)(2008)
- ・3月19日日刊工業新聞「多収量米からのエタノール」
- ・11月26日朝日新聞、11月25日読売新聞「ショッピングセンターを活用した廃食用油回収モデル」

## (7) 期待される効果

### ○2013年時点の削減効果

- ・モデル事業により兵庫県下で年間2.5万tの廃食用油から約2.25万tのBDF生産が見込まれる
- ・年間CO2削減量: 5.89万t-CO2

〔兵庫県下の廃食用油は年間2.5万t(家庭系:0.5万t, 事業系:2万t)  
BDF回収率を0.9、軽油のCO2排出係数を2.62として、 $2.5 \times 0.9 \times 2.62 = 5.89$ 〕

- ・バイオエタノールは遊休農林地から1.11万kL/年生産
- ・年間CO2削減量: 2.94万t-CO2

### ○2020年時点の削減効果

- ・全国展開後、年間45万tの廃食用油から40.5万tのBDF生産が見込まれる(仮に国内のみで展開の場合)
- ・年間CO2削減量: 106万t-CO2

〔国内の廃食用油は年間45万t(家庭系:10万t, 事業系:35万t)  
BDF回収率を0.9、軽油のCO2排出係数を2.62として、 $45 \times 0.9 \times 2.62 = 106$ 〕

- ・兵庫県のエネルギー消費量の全国比を約5.4%として推計すると、バイオエタノールによる年間CO2削減量は54万t-CO2

## (8) 技術・システムの応用可能性

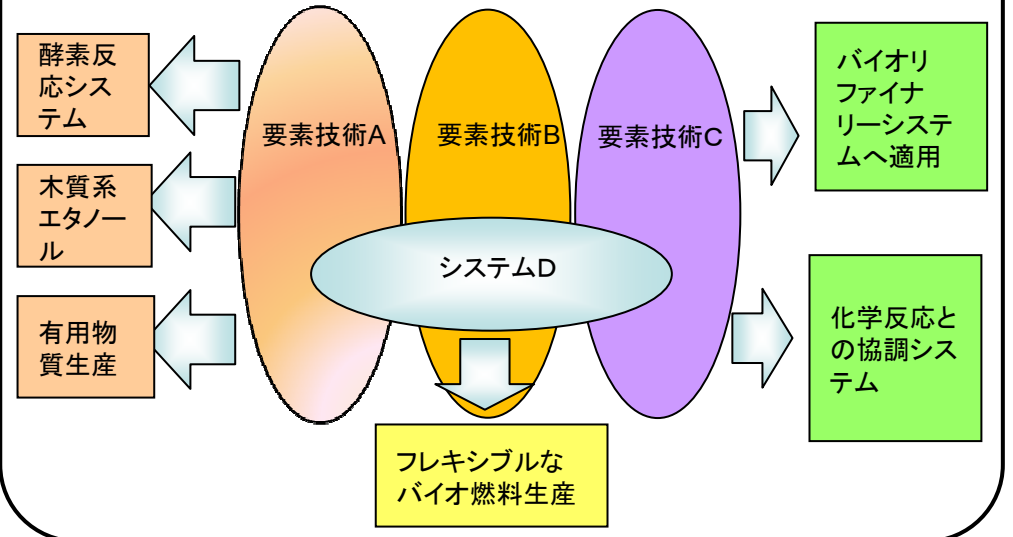
要素技術A:「BDFの酵素変換に関する技術」は、今回開発したシステム以外にも、各種酵素反応システムへの組み込みが可能であり、更なるCO2削減効果が期待される。

要素技術B:「米類からのエタノール醗酵に関する技術」は、木質系からのエタノール醗酵への応用が可能であり、更なるCO2削減効果が期待される。

要素技術C:「グリセリンからの有用物質に関する技術」は、バイオ燃料以外のバイオマス原料からの有用物質生産への応用が可能であり、更なるCO2削減効果が期待できる。

全体統合システム(D)については、原料の変動や需給バランスに対して、フレキシブルなバイオ燃料生産が可能で、安定したCO2削減効果の拡大が見込まれる。

以上より、本システムの開発によりバイオマス利用によるバイオリファイナリー分野における大幅なCO2削減効果の発現と新規有用物質への生産が期待される。



## (9) 今後の事業展開に向けての課題

### ○事業拡大に向けた課題

- ・実証化プラントによる技術確立
- ・BDF製造の低コスト化のためのシステムの新規菌体酵素および固定化酵素の技術開発
- ・バイオエタノール製造の低コスト化のための高醗酵能アーミング酵母の技術開発
- ・海外への展開も含めた販売網拡大のためのメーカーおよび商社との連携強化
- ・海外への事業展開に向けた海外動向調査 等
- ・事業化に向けたバイオリファイナリー技術(バイオ燃料以外の商品生産)の開発、実証

### ○行政との連携に関する課題

- ・更なる省CO2型プロセスシステムの開発に対する政府方針の明確化
- ・省エネプロセスシステムの市場への導入推進
- ・地方公共団体による地域への導入支援事業の展開 等

# 地球温暖化対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

## ・ 評価点 12.3点 (20点満点中)

## ・ 評価コメント

- 計画は、ほぼ達成されていると思われる。兵庫南部における回収実施、製造・利用に対するアンケートによる課題整理、事業コストの試算など、事業化に向けた準備が確実に進められている。研究組織内部の意見交換、議論も緊密に行われている。
- 技術開発の成果達成を全うし、実用化の活動を積極的に進めて欲しい。少し詰めが甘いと思われるので、追加的処置事項の短期完了を目指し努力する必要がある。また、事業展開の具体的な記述に欠ける点があるので確かめる方が良い。
- 実証プラントによる技術確立に向けた課題を詳細に示し、課題の解決とスケールアップでどの程度の経済性が期待できるかを示すべき。
- 全体統合システムにこだわらず、どれかに特化して実証化研究・設備導入を図るべき。
- 易しい技術はうまくいき、難しい技術には宿題が残っていると感じられる。
- グリセリンからの有用物質に関する技術開発に関しては、他の項目に比較して基礎的レベルの成果にとどまった。研究計画全体を立てる段階での見通しが適切であったのかについて振り返る必要があると思われる。
- 技術開発は着々と成果をあげていると思われる。しかし、応募当初の目標値に対して、H21年度末における達成値が明確に示されていない。経済状況など外的要因の影響も考慮する必要があるが、自己評価においても何らかの言及があつてしかるべきではないか。
- 報告書のモデル事業のコスト計算をみると、廃油の回収と前処理コストが大きな変動要因であり、両者の合計がBDFの(純)製造コストと見なせる約46円/Lの約0.5～1.6倍となっていて、トータルコストは1.5～2.6倍である。これは、他の多くの廃棄物系バイオマス活用技術でも課題となる点であり、新規技術・システムがこの点に対する解決策を提示できないと、今後の大規模展開が難しい事になってしまう。地域の公的機関も参画・協力関係にあるようなので、これらの点についてアイデアを提案するなどの工夫ができるのではないか。
- CO<sub>2</sub>排出削減コストの評価については、ライフサイクルで行う必要があるが、純カーボンニュートラルとするようにバイオエタノールやバイオメタノールを使うとすると、相当本気で行う必要がある。金額面だけで、軽油の卸値とBDFの製造原価の差50円/L程度を元にすると、19千円/t-CO<sub>2</sub>程度か。