

【事業名】 セルロース系廃棄物を原料に副生成物高度利用等による低コストBE製造技術実証研究(領域 I)

平成25年4月26日

【代表者】(財)ひょうご環境創造協会 阿江裕行

【実施予定年度】平成23～24年度

(1)事業概要

①【事業概要】

セルロース系廃棄物を原料に、高温耐性酵母によるC6糖の発酵、その副生成物から化成品原料を製造するとともに、C5糖については膜処理による濃縮精製技術を開発し、D乳酸を製造することで、省エネかつ低コストでバイオエタノールを製造する技術の実証研究を行う。多様な未利用資源・廃棄物を利用することで、原料の安定供給が図られ、かつ低コストでエタノールを製造する技術が確立される

②【期待されるCO2削減効果】

○2020年時点の削減効果 (試算方法/パターン C,II-i)

- ・BE製造プラントの最低コスト規模は、実証試験結果に基づき1ユニット(プラント)で約3千kL/年のエタノールを製造するものとした。
- ・ユニット(プラント)数は、都道府県に1カ所導入を目標にしていることから、50基とした。
- ・エタノール製造に係るユーティリティは電気及びバイオマスボイラにより賄うものとした。
- ・CO2削減量については、バイオエタノールをガソリン、D乳酸をABS樹脂、リグニン化成品原料をフェノール樹脂とそれぞれ代替するものとするほか、雑草等のコンポスト化した場合の排出量を加算したものをベースライン排出量として、実証試験データに基づくBE製造に係る排出量から温室効果ガス削減量を算定した。

【年間CO2削減量】

- ・1プラント当たり19,268t-CO2/年
- ・50プラントの合計削減量96万t-CO2(CO2削減率:77%)

③【技術開発の詳細】

(1)原料の収集・運搬・調製技術の開発((財)ひょうご環境創造協会)

- ・多様なセルロース系原料を対象に、低コストな収集・運搬・貯蔵方法及び燃料製造プラントに投入するための乾燥等、原料の性状調整方法の技術を開発する。
- ・国内外の商品作物残渣・セルロース系廃棄物を対象とすることで、広く海外で適用可能な高効率バイオエタノール製造技術の開発を目指す。

(2)高温発酵技術の開発(C6糖液)(Bio-energy株)

- ・高温耐性酵母を用いたC6糖液発酵試験を行い、実証試験規模で発酵効率90%、省エネルギー率10%を追求する。
- ・凝集性・高温耐性酵母の使用により冷凍機が不要となり、省エネルギー化、低コスト化につながる。
- ・熱水処理したC6糖物質には熱による発酵阻害物が含まれているが、薬品耐性のある酵母を開発することで多様な原料に対して安定した発酵が可能となり、エタノール収率の向上につながる。

(3)膜処理による濃縮・精製技術の開発(C5糖液)(神戸大学)

- ・C5糖液の膜処理による濃縮・精製技術を開発する。

(4)乳酸発酵によるD乳酸製造技術の開発(C5糖液)(Bio-energy株)

- ・膜処理により濃縮・精製したC5糖液を乳酸発酵させ、高付加価値のあるD乳酸を製造する技術を開発する。

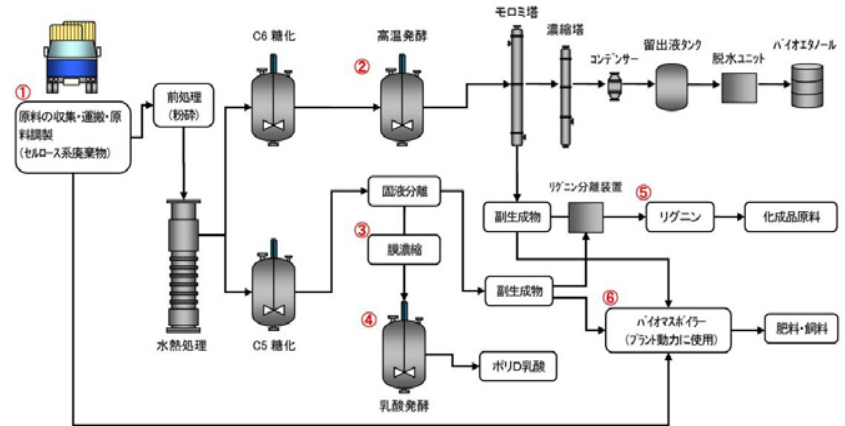
(5)BE製造による副生成物を用いた化成品原料の製造技術の開発(ハリマ化成株)

- ・C5糖系及びC6糖系の副生成物からリグニンを分離し、高付加価値のある熱硬化性グリーンポリマー等の原料となる化成品製造技術を開発する。
- ・リグニンを原料として用いることにより、リグニンの高付加価値化を行い、全体の事業採算性を改善する。また、リグニンのCO2固定期間の長期化にも寄与する。

(6)全体システムの最適化((財)ひょうご環境創造協会)

- ・安価な原料調達及び原料の組み合わせの検討、省エネ化かつ副生成物の高付加価値化による低廉なバイオエタノール製造プロセスを確立する。
- ・BE製造に必要なエネルギーはバイオマスボイラより供給し、その原料は多様な未利用資源・廃棄物原料のうちBE製造原料として不適なものを選別区分することにより賄うことで、低コスト化、全体のCO2削減を図る。

④【システム構成】



(2)事業の必要性

①【技術的意義】

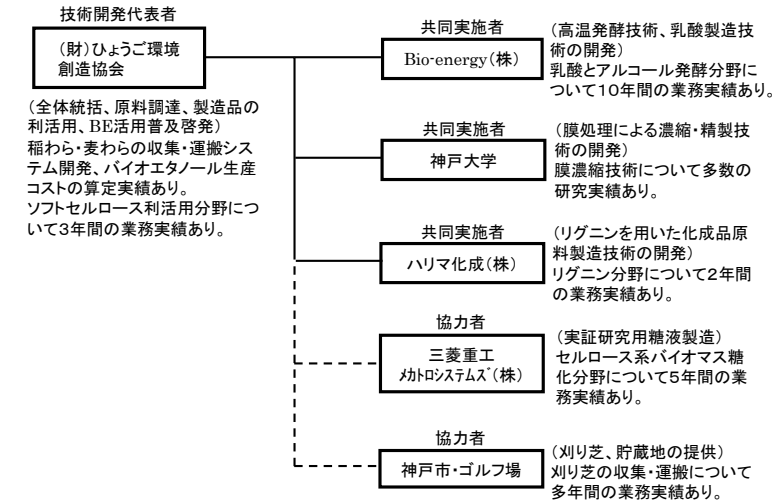
- ・(実用性)未利用資源・廃棄物を活用し、廃棄物の減量化と同時に、廃棄物処理として有償で受入できることにより、BE製造の事業性を向上させ、事業に多様な事業者が参画することが可能となり、普及を大いに促進させることとなる。
- ・(発展性)原料の入手時期に偏りのある稲わら等に加え、未利用資源・廃棄物を併せて原料とすることにより、安定的な原料調達が可能となるとともに、副生成物の利用など発展的な貢献が可能となる。
- ・(先導性)C6糖液の発酵工程は、現状の技術では35℃以上になると酵母の活性化が低下するが、提案者が開発した凝集性・高温耐性酵母を使用することで、酵母の繰り返し利用が可能で、かつ冷凍機を使用することなく発酵が可能となり、コストの低減と同時に省エネルギーとなり、エタノール製造コストの低廉化につながる。
- ・(発展性)C5糖では濃度が薄いため発酵効率が低いが、膜処理による濃縮・精製することにより発酵効率を高めることが可能となる。
- ・(先導性)C5糖液の膜処理後、提案者が開発した乳酸菌を用いることで付加価値の高いD乳酸が相応の低コストで得られ、耐熱性グリーンプラスチック等の利用促進及びBE製造コスト低廉化につながる。
- ・(先導性)副生成物中に含まれるリグニンは、自然界ではセルロースの次に多く存在する有機物であるが、現時点では熱源利用程度にとどまっているため、CO2固定化にも寄与していない。そこでリグニンを新たに付加価値の高い熱硬化性のあるグリーンポリマー等の化成原料として活用を図り、BE製造工程において製造する技術を開発することで、グリーンプラスチックの利用促進及びBE製造コスト低廉化につながる。

②【社会的意義】

- ・BE製造コストは、現状では化石燃料と比べ割高となっているが、本技術開発により、副生成物の活用も含めたBE製造プラントの構築が可能となり、化石燃料と遜色のない製造コストが達成できること、また、廃棄物処理事業者、グリーンプラスチックの関連事業者など、多様な事業主体の参画が促進されることにより、BE製造の普及が促進され、低炭素社会の実現に寄与する。
- ・本事業により、廃棄物の減量化と同時に温暖化対策に繋がるコベネフィット型、Win-Win型の研究開発を図り、また、副生成物の高度利用を達成する最適パッケージシステム化を行い、循環型・低炭素社会の実現に寄与できる。
- ・平成22年4月に地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ(環境大臣試案)による「再生可能エネルギーの割合を2020年までに10%以上にすることが目標として示され、その一つとして未利用バイオマスのエネルギー化を推進することにより、350万トンのCO2削減を目指すこととなっている。本技術開発は、これら国施策の目標とする時期、内容ともに合致するものと考えられる。
- ・将来のCDM/JIIにも資する事業とするべく、海外の未利用セルロース系廃棄物も検討することで国際的な貢献も可能となる。

(3)事業の効率性

①【実施体制】



②【実施計画】

	H23年度	H24年度
原料の収集・運搬・調製技術の開発		
	90,000千円	90,000千円
高温発酵技術の開発		
	10,000千円	10,000千円
膜処理による濃縮・精製技術の開発		
	10,000千円	10,000千円
乳酸製造技術の開発		
	11,000千円	11,000千円
化成成品原料製造技術の開発		
	7,700千円	7,700千円
全体システムの最適化		
	22,300千円	22,300千円
間接経費	28,600千円	28,600千円
合計	179,600千円	179,600千円

(4)事業の有効性

①【目標設定・達成可能性】

○過去の実績

・「ソフトセルロース利活用技術確立事業」(農林水産省交付金事業)により、稲わら・麦わらからのBE製造コスト90円/L(インシャルコスト含まず)、エタノール濃度99.5%以上、原料の水分量15%以下を達成。

○最終的な目標:

- ・原料の収集運搬コストを低減するなどにより、インシャルを含めた製造コスト70円/L
- ・高温発酵により従前の発酵工程における省エネルギー率10%を達成
- ・C5糖液の膜濃縮・精製で濃縮15%、純度80%以上
- ・D乳酸製造について、D乳酸の純度98%以上
- ・副生成物から製造する化成品原料のリグニン純度80%以上
- ・CO2削減率70%を達成

②【事業化・普及の見込み】

○事業化計画

本技術開発による低コスト技術の確立を待ち、本技術開発に係る参画者が連携し事業化を推進する。

BEの一貫製造システムについては、Bio-energy(株)の親会社である関西化学機械プラント製作(株)が機械製造メーカーとして、一貫機器の製造販売を行う。また、リグニン副生成物を原料とする化成品製造については、製造された化成品を原料として、ハリマ化成(株)が熱硬化性グリーンポリマー等の原料となる化成品製造事業を展開する。更に、C6糖の高温耐性菌利用発酵技術やC5糖副生成物を原料とする乳酸製造技術については、Bio-energy株式会社が製造機器の製造販売事業化を行う。

なお、ソフトセルロース等の水熱反応・糖化技術については、既に、開発が終了しているので、水熱反応処理技術としてコマースベースでの製造販売事業を展開している。

○普及の見込み

(1)本技術開発による、BEの低コスト技術の確立を踏まえ、本格事業化のためのスケールアップ設計を行い、2014年度を目標に、1号機を兵庫県内に導入する。以降、順次、導入促進を行い、2020年には、都道府県に1カ所導入(全国50ヶ所)を目標に展開する。

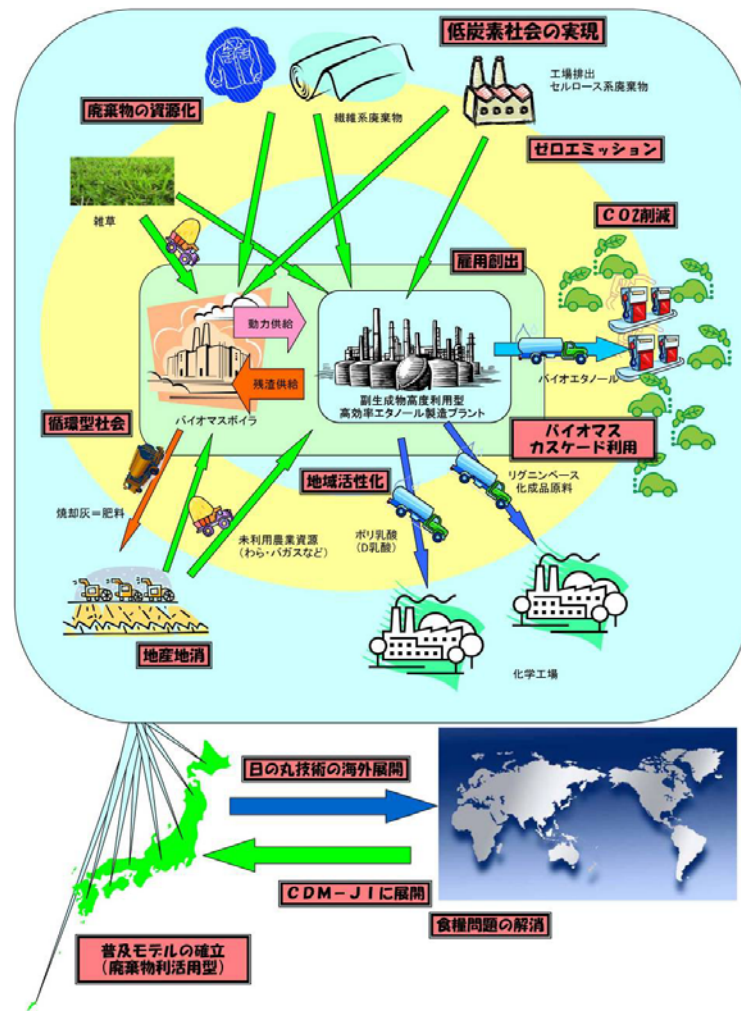
なお、本技術開発における低コストを達成した場合に於いても、糖蜜やコーンスターチからBEを製造する海外との競争力を確保するに至らない。従って、食料と競合しない稲わら等の原料から製造するBEについては、次のような、特別の助成措置が必要である。
→①稲わら等のソフトセルロースを圃場から継続的に取り出す事による土壌品質の劣化に対応する土壌管理等の農家助成、②BEの製造設備に対する補助制度の確立、③産業廃棄物等を利活用するための許認可の特例措置等BE製造事業化を促進する制度の確立。

(2)ハリマ化成(株)の熱硬化性グリーンポリマー等の原料となる化成品製造事業については、国内では、2016年頃を目標に事業展開する。なお、平行して、海外での事業も視野に入れた展開を行う。

(3)C6糖の高温耐性菌利用発酵技術やC5糖副生成物を原料とする乳酸製造技術については、Bio-energy株式会社が製造機器の製造販売事業化を行う。

(5)事業終了時の展開

実証研究のスキームのイメージと波及効果



CO₂排出削減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 5.8点（10点満点中）

- 評価コメント

- インドネシアのバイオマスも含め、多様な原料を用いた検討が行われている。
- 個別の目標は達成したとあるが、事業終了後の事業化の展開はかなり厳しい。
- バイオエタノール製造を目標とした課題がいくつかある中で、比較的实施・進捗の程度が進んでいると思われる。ただし、資料中に明確な情報が示されていない内容もあるので、確認が必要である。
- 事業化に係る検討が不十分。
- バイオエタノール製造の原材料として雑草や稲わら等を想定しており、雑草の収集運搬の実証試験の結果は一ヶ所のみのものであり危険サイドのものとなっていないか。また、稲わらは稲刈り時にカットされ農地に還元されるのが一般的になっているような現状から無償や逆有償での確保は難しいのではないか。