

【事業名】都市域廃棄物からのバイオマス二段階原燃料化システム実証研究

【代表者】(会社名)日立造船株式会社 (氏名)富山 茂男

【実施年度】平成25～26年度

(1)技術開発概要

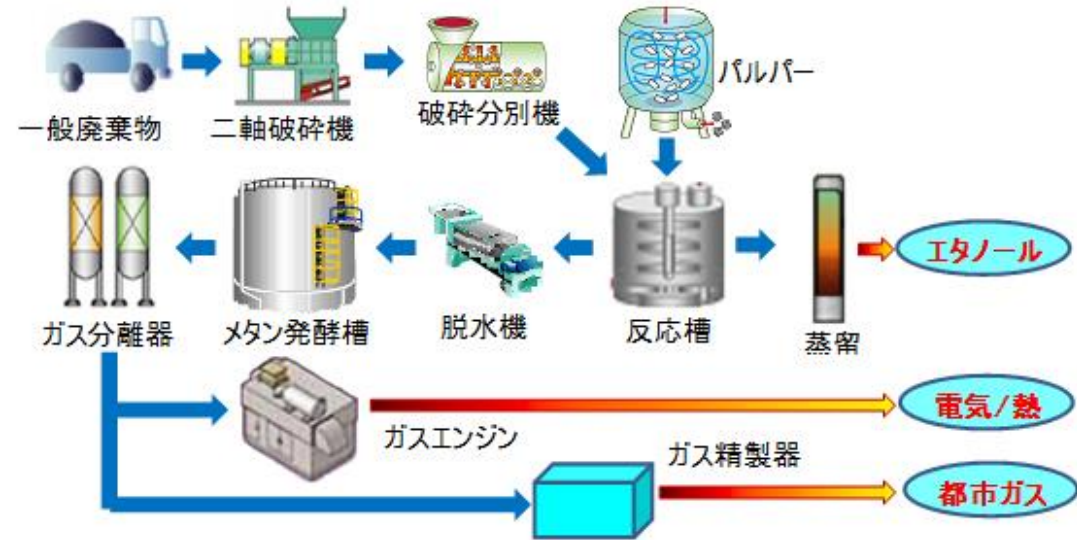
①【技術開発の概要・目的】

一般廃棄物は主に焼却処理されるが、国内処理施設のうち発電を行う施設数は20%、その発電効率は約11%に過ぎず、熱回収も十分でない。本事業は一般廃棄物から生ごみと紙ごみのバイオマスを分別し、同時糖化発酵法でエタノール製造、残渣をメタン発酵法によりバイオガス製造する技術の実証試験を行い、一般廃棄物からのバイオ燃料を製造する技術を開発し、エネルギー回収率の向上とCO2の排出削減に寄与することを目的とする。

②【技術開発の詳細】

- 開発要素① ⇒ラボテスト及び小型実証機器(1t規模)で実施
 - エタノール製造コストを縮減する同時糖化・発酵法を開発する。
 - 一般廃棄物を原料とした場合、雑菌汚染によるエタノール収率低下が課題だが、平成24年度までに開発した耐熱性・耐塩性酵母を使用のうえ、雑菌汚染対策法に留意する。
 - 酵素及び酵母使用量(コスト)削減は、半回分式発酵法により対応する。
- 開発要素② ⇒5t規模実証機器の設計、製作及び据付
 - エタノール製造設備の大型化、低動化により、製造コスト縮減を実証する。
 - スケールアップ及び低動力機器の設計は、小型実証データで対応する。
- 開発要素③ ⇒ラボテスト及び小型実証機器で実施
 - 一般廃棄物由来エタノールの蒸留残渣のメタン発酵、バイオガス精製システムを開発する。
 - メタン発酵評価はC/N比及び微生物叢の解析をラボテストにて行う。
 - 実機設計に必要な安定運転条件データ取得は、ラボテスト主体に長時間運転により対応する。
- 開発要素④ ⇒5t規模実証全体システム
 - エタノール・メタン発酵の諸条件を確認し、適正な管理・運転も含めた全体システムを開発する。
 - エネルギー回収率20%以上、GHG削減率80%以上、エタノール製造コスト70円/Lを目標とする。

③【システム構成】



- 破砕分別工程
受入れた一般廃棄物を二軸破砕機および破砕分別機により、生ごみが中心の重量物、乾いた紙ごみとビニール等が中心の軽量物に大別する。
- パルピング工程
破砕分別工程で大別した軽量物と水をパルパーで混合攪拌して、紙を離解させてスラリー状にすることで、ビニール等の異物と分別する。スラリーは粗脱水機および脱水機で所定の含水率に調整した紙ごみパルプを、糖化・発酵工程に移送する。
- 糖化・発酵工程
破砕分別工程で大別した重量物と、パルピング工程で調整した紙ごみパルプを原料に、酵素と酵母を反応槽に投入し、糖化と発酵を同時に行う同時糖化発酵法により、エタノール5vol%の発酵醪に変換する。
- 蒸留工程
糖化・発酵工程で得た発酵醪を減圧条件化で、外部循環温水により間接加熱し、エタノールを気化、冷却してエタノールを精製する。
- メタン発酵工程
蒸留工程でエタノールを回収した後の有機物を含む残渣を発酵槽に投入し、数十日間を掛けてバイオガスに変換、回収する。

(2)技術開発計画

①【実施体制】

本事業は、産学公連携の「都市油田」発掘プロジェクト体制で実施

技術開発代表者

日立造船㈱

- (全開発要素の代表・総括)
- ・エタノール製造開発の実績 (関連特許保有)
- ・エタノール濃縮装置製品化
- ・メタン発酵開発実績
- ・国内初大型BDF装置納入
- ・国内初廃棄物焼却施設を納入し、50年以上の事業実績

共同実施者

熊本大学 木田教授

- (開発要素①及び③の委託)
- ・エタノール発酵研究開発
- ・メタン発酵研究開発、実機協力
- ・論文170報(国際会議含む)
- ・特許及び実用新案70件、著書多数

事業協力

**京都市環境政策局
地球温暖化対策課**

- (試験サイト、原料・情報提供)
- ・エタノール製造開発協力
- ・メタン発酵開発
- ・国内初大型BDF装置稼働
- ・昭和43年から廃棄物焼却施設建設、整備及び運営実績

②【実施スケジュール】

項目		平成25年度	平成26年度
開発要素①	委託	ラボ試験 11,036千円	小型実証 解析,検討
	補助	—	—
開発要素②	委託	設計 28,099千円	大型実証 12,536千円
	補助	基礎工事 機器:製作・据付 75,400千円	機器製作・据付 185,000千円
開発要素③	委託	ラボ試験 解析,検討 4,425千円	7,500千円
	補助	機器:製作・据付 5,000千円	—
開発要素④	委託	データ収集 連携検討 1,278千円	まとめ 5,763千円
	補助	—	—
合計	委託	44,838千円	25,799千円
	補助	80,400千円	185,000千円

③【目標設定・達成可能性】

(1)平成24年度までの実績

- ・平成23・24年度の環境研究総合推進費補助金事業の「廃棄物からのバイオマスの回収とエタノール変換技術の開発」において、一般廃棄物量1tを受入れた実証試験を実施済み(平成25年4月10日に2年間の総合技術開発報告書提出)
- ・都市清掃、2012 65(307),249-253 「一般廃棄物からのバイオエタノール製造技術の開発」(林俊介、富山茂男、竹田昌弘、木田建次)、学会3件発表、特許出願10件以上
- ・平成24年4月22日TBS「夢の扉+」において「都市油田」発掘プロジェクト紹介(その他テレビ、新聞多数、トレインチャンネルでも紹介)
- ・民間企業、地方自治体の議員及び行政関係者から多数問合せ、京都市役所を訪問
- ・日立造船㈱の高分子脱水膜によりエタノール濃縮を実施し、燃料用エタノールの規格であるJISK2190をクリア

(2)最終的な目標

- ・一般廃棄物のエタノール発酵、メタン発酵及び焼却の複合エネルギー変換施設
- ・エネルギー回収率20%以上(施設外部に供給できるエネルギー)／(廃棄物のエネルギー)を達成
- ・GHG削減率80%以上(従来の焼却単独施設に対して)
- ・エタノール製造コスト70円/L

④【事業化・普及の見込み】

(1)事業化計画

- ・平成26年度末までに、**循環型社会形成推進交付金対象化**
- ・平成25年度より、本技術を適用した一般廃棄物処理施設を提案活動開始
- ・本事業目標達成により、平成27年度から本格事業化を開始
⇒本事業成果を踏まえ、京都市が事業化を**検討中**

(2)事業展開における普及の見込み

- ・実用化段階のエタノール製造コスト**76円/L**(設備コスト含む)
- ・2020年度までに設計標準化等の推進と**酵素コスト削減により製造費を10%縮減**
- ・2020年度段階でのエタノール製造目標コスト50円/L

項目	2013	2014	2015	2016	~	2020
実証試験	●	→				
目標達成		▼				
事業化活動	●	→	→	→	→	→
第三者評価	●	▼				
自治体	●	→	→	→	→	→
民間事業者					京都府の協力の元、民間市場参入を検証	
アジア地域					熊本大学と連携協力して適宜実施	
目標事業計画			▼			
累計台数	0	0	1	2	-	4
価格[億円/台]	0	0	96	94	-	86
CO ₂ 削減量[kt]	0	0	0	0	-	7.5

(3)技術開発成果

①【これまでの成果】

本事業で実証した一般廃棄物5t/回規模で得られた結果に基づいて、一般廃棄物100t/d規模に本技術を適用した場合の試算において、以下の成果が得られた。

- 1) エネルギー回収率18.1% (従来の一般廃棄物焼却処理で5.2%)
- 2) 従来の一般廃棄物焼却処理に対する温室効果ガス削減率84%
- 3) エタノール製造コスト76 円/L

②【CO2削減効果】

下表のとおり、本技術開発により焼却処理方式と比較して、269.024kg-CO2/t一般廃棄物の削減が可能となる。
(単位:kg-CO2/t一般廃棄物)

項目		焼却処理方式	メタン+焼却	本技術開発
入力	収集	廃棄物の車輛搬入	2.435	2.435
	処理	プラスチック燃焼	296.314	296.314
		使用電力	95.642	124.126
		使用燃料(立上下)	5.825	4.498
		使用水・薬品	8.367	27.687
出力	廃棄	灰の車輛搬出	0.294	0.263
		灰の埋立処理	0.367	0.328
		下水道放流	0.057	0.284
小計		409.301	455.937	460.509
出力	供給	エタノール車輛搬送	0.000	0.080
		エネルギー利用	0.000	-305.777
合計		409.301	150.160	140.277

1) 2020年時点の削減効果 (試算方法パターン A, I)

- (1) 平成25年度の一般廃棄物焼却量: 3,480万t/年(環境省データより)
- (2) 2020年度に期待される最大普及率: 約0.08%にあたる28,000t/年に本技術を適用
- (3) 年間CO2削減量: 7,533t-CO2/年

2) 2025年時点の削減効果 (試算方法パターン A, I)

- (1) 2025年度に期待される最大普及率: 約0.16%にあたる56,000t/年に本技術を適用
- (2) 年間CO2削減量: 15,065t-CO2/年

③【成果発表状況】

- 1) 平成27年1月28日: 京都市、熊本大学、日立造船による記者説明
- 2) 平成27年7月31日～8月1日: 第37回京都大学環境衛生工学研究会シンポジウム「都市域廃棄物からのバイオマス二段階原燃料化システム実証研究」発表者: 富山
- 3) 平成27年9月2～4日: 第26回廃棄物資源循環学会研究発表会「都市域廃棄物からのバイオマス二段階原燃料化システム実証研究」発表者: 富山
- 4) 平成27年9月: 月刊誌「生活と環境」(日本環境衛生センター発行)
- 5) 平成27年: 企業紙「Hitz技報」(日立造船株式会社発行)

④【技術開発終了後の事業展開】

1) 販売計画

- (1) 2015年度より、エタノール需要に関する情報を整理し、地域特性に沿った利活用モデルも検討した上で、当社営業網により国内の一般廃棄物処理施設での併設モデルを自治体あるいは組合に提案。
- (2) 2020年度までに、エタノール製造量あたりの酵素および酵母コストを10%削減。
- (3) 2025年度までに、エタノール製造機器の海外生産等を検討および推進し、設備コストの10%削減。
- (4) 2030年度を目途に、関連企業を含む販売ネットワークを活用して、民間事業や海外事業での展開を推進。

2) 事業拡大シナリオ

年度	2015	2020	2025	2030 (最終目標)
国内での提案営業	●	→		→
酵素および酵母低コスト化	●	→▽		
設備費の低コスト化	●		→▽	
民間・海外事業展開	●	→		→

3) シナリオ実現上の課題

- (1) 国内事業展開において、自治体あるいは組合の初期投資軽減(設備費負担軽減: 循環型社会形成推進交付金における1/2交付等)の施策
- (2) 国内一般廃棄物処理施設におけるCO2排出削減技術の積極採用、CO2排出権取引推進に対する施策
- (3) 国内原料による化石液体代替燃料の製造および使用に対する法的な処置(税制優遇、義務化)
- (4) エタノール製造量あたりの酵素および酵母コスト低減に向けた前培養、糖化・発酵関連の技術開発
- (5) 設備コスト低減に向けた機器材料および機器配置等の設計検討
- (6) 製造機器の海外生産による技術およびノウハウ流出リスクの管理
- (7) 海外メーカーとの連携
- (8) 民間事業者における廃棄物処理実態調査
- (9) 民間事業者におけるCO2排出削減技術の積極採用に向けた法的な処置(CO2排出量制限、CO2排出権取引の促進、税制優遇等)
- (10) 海外における生ごみおよび紙ごみ等の処理実態調査
- (11) 海外における廃棄物処理法、収集形態等の整備・義務化

CO₂排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 5.9点 (10点満点中)
- 評価コメント
 - エタノールの発酵回収における酵母の節減やエネルギー回収率の向上等について、一定の効果が得られたと評価できる。
 - 残渣からのバイオガスの回収率の向上に向けて更なる取組を進めること。
 - 実用化への展望がやや主観的で具体性に欠ける。実用化に向けた課題(エネルギー回収率やコスト低減等)とその解決策を具体的に示し、更なる取組を進めること。