

【課題名】 高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発（委託 and 補助）

【代表者】 日立造船株式会社 西本 保

【実施年度】令和2～令和5年度（令和6年3月終了）

(1)技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

- 独自構造のロータリーキルン（熱分解ガス化改質炉）を用いた新たな廃棄物の熱分解ガス化改質炉システムにより高効率発電（現状+5～10%）を達成し、CO2排出削減に大きく貢献する。
- 一般的な廃棄物発電は、雑多な廃棄物の焼却処理（減容化）に伴う熱エネルギーを変換した発電システムであるため、効率が低く出力変動が大きい。
- 本システムにより熱分解ガス（水素リッチな可燃性のガス）を生成して高効率かつ多用途のエネルギー利活用を図る。
- 大阪市は水素社会実現に向けて「H2Osakaビジョン」に基づいた都市ならではの資源を活用した水素サプライチェーンの実現を目指す計画である。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【熱分解ガス化改質炉の最適化】

- 2.0t/日程度の処理能力を持つ熱分解ガス化改質炉を設計・製作し、実際の一般廃棄物を用いた実証試験を実施した。
- 基本的な性能として供給量や温度等の運転条件がタール濃度、生成ガスやチャーの性状や発生量に及ぼす影響を明らかにした。
- ごみ質が変動してもタール生成量を低減しつつ安定的かつ連続的に処理可能な最適な形状および運転条件を確立した。

A2.【ガス精製装置の最適化】

- 実証試験を通じて、一般廃棄物の熱分解ガス特有の有害成分（煤塵、タール、酸性ガス等）を安定的かつ連続的に99%以上除去可能な運転条件を立案した。
- 実機プラントを想定し、実証設備からの排水（煤塵、タール等を含む）を用いて最適な排水処理システムを検討し立案した。

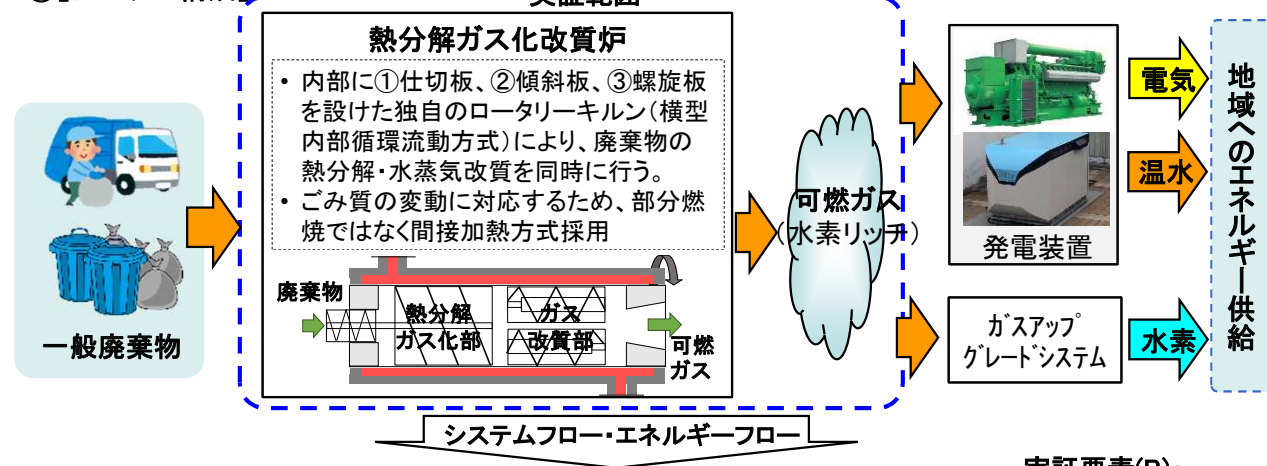
B.【システム全体の最適化】

- 雑多な一般廃棄物を安定的かつ連続的に処理するための運転方案を確立した。
- 事業化を目指して、安定性・信頼性を確立するために90日以上での運転を実施した。

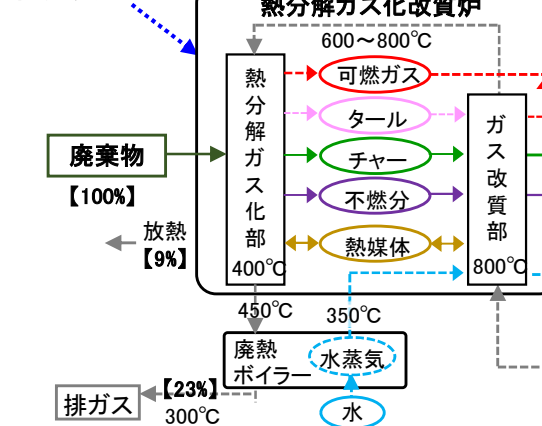
C.【事業化計画の策定】

- 実機規模のシステム構成を検討し、建設費、運転費、維持管理費等のライフサイクルコストを試算した。また、発電効率を試算し、本システムが普及することによるCO2排出削減効果を検証した。
- 市場投入及び事業化を円滑に進めるために、事業化計画を策定した。

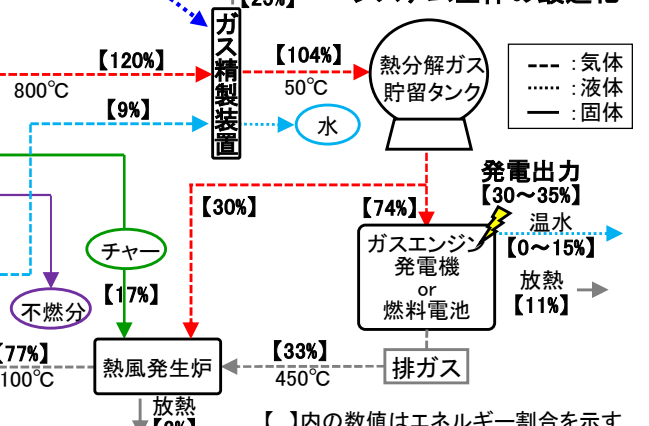
③【システム構成】



開発要素(A1)

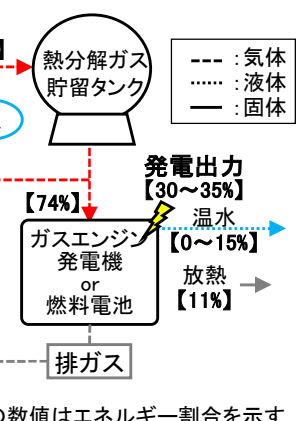


開発要素(A2)



実証要素(B):

システム全体の最適化



④【開発・実証成果のまとめ】

○開発・実証の目標及び達成状況:

- ・従来の廃棄物焼却発電の発電効率（処理規模100 t/d以下で約10～15%※）より+5～10%以上（目標：発電効率30%以上）
→達成状況：発電効率20.2% ※環境省 高効率ごみ発電施設整備マニュアル 参考資料1
- ・安定したごみ処理性能
→達成状況：R5年度に合計90日以上での運転を実施（最長連続運転日数45日）

○想定ユーザ・利用価値

- ・発電設備を設けていない一般廃棄物処理施設を運用する自治体及び広域廃棄物処理組合に高効率発電とCO2削減を提供する。
- ・民間（産業廃棄物）向けには高効率発電、CO2削減に加えて、将来的には燃料ガス利用、化学原料への変換等の提供も期待される。

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

代表事業者

日立造船株式会社

(熱分解ガス化システムの実証、総括)

【要素技術】

➢ 開発要素A1～A2及び実証要素B、Cを担当

【分担業務】

➢ 熱分解ガス化システムの全体計画、基本設計、詳細設計、建設、運転を担当
➢ 実証試験終了後の熱分解ガス化発電システムの事業化・販売を担当

【知見・過去の業績】

➢ 昭和40年に日本発の廃棄物発電施設の建設を皮切りに、国内外における廃棄物焼却施設の建設・運転・運営に対して多数の実績あり(国内発電付113件、国内発電無116件)
➢ 技術以外にも平成30年に国内製造業で初めてグリーンボンドを発行する等により循環型社会の実現に貢献

協力者

大阪市環境局

(大阪市水素社会実現に向けた取組み)

➢ H2Osakaビジョンの推進

(一般廃棄物の提供)

➢ 本実証用の一般廃棄物を提供

協力者

大阪広域
環境施設組合

(実証フィールドの提供)

➢ 舞洲工場の敷地一部を本実証の実証フィールドとして提供

②【実施スケジュール】

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
(全体) 高効率エネルギー利活用に向けた次世代型廃棄物処理システムの開発	実証設備設計・建設・機器調整 土建設計・工事	各装置の高度化	次世代型廃棄物処理システムの実証	
	合計(4ヵ年) 970,395千円			
(A1) 熱分解ガス化改質炉の最適化	解析・設計		炉構造、炉材料の確立	
	合計(4ヵ年) 99,898千円			
(A2) ガス精製装置の最適化	解析・設計		最適運転条件の確立	
		排水システムの検討・立案		
	(A1)に含む			
(B) システム全体の実証・最適化 (長期運転方案の確立) (連続運転の実施)	運転方案・HAZOP検討	運転要領書の作成	連続運転の実施 (運転時間を段階的に長くする)	
	維持補修方法、安全運転対策検討		90日運転	
	合計(4ヵ年) 237,740千円			
(C) 事業化計画の策定		建設コスト試算、 実機システム検討	市場展開の 課題検討	ロビー活動
合計	408,731千円	449,117千円	309,995千円	139,985千円

③【成果発表・特許取得状況】

- ・第67回生活と環境全国大会 廃棄物最新技術セミナー(令和5年10月18日)
- ・H2Osakaビジョン推進会議第15回会議(令和5年10月30日)
- ・(株)JEPLANとの共同実証に関するプレスリリース「混紡繊維の熱分解ガス化に向けた共同実証及び事業化検討に関する基本合意書を締結」(令和6年7月18日)
- ・特許1件出願中(特願2023-220879「ガス化装置」、提出日:令和5年12月27日)

(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】 ※実施期間中における専門委員会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

廃棄物処理当たりのCO2削減効果(t-CO2/t-MSW)	0.48
開発品の耐用年数(目標)	10

年度	2025	2027 (販売開始年度)	2030	2050
CO2削減量(万t-CO2/年)	0	0.7	2.8	42.4
累計CO2削減量(万t-CO2/年)	0	0.7	5.6	604.1
CO2削減コスト(円/t-CO2)	-	103,769	95,302	67,800

【本資料作成時点見込み】

廃棄物処理量当たりのCO2削減効果(t-CO2/t-MSW)	0.45
1施設当たりのCO2削減効果(t-CO2/年/施設)※20t/日規模	5,952
開発品の耐用年数(目標)	20

年度	2025	2027 (販売開始年度)	2030	2050
CO2削減量(万t-CO2/年)	0	0.7	2.0	41.5
累計CO2削減量(万t-CO2)	0	0.7	4.5	492.2
CO2削減コスト(円/t-CO2)	-	72,243	59,500	56,929

CO2削減コスト

=当該年度断面において開発品の普及によって見込まれる1台あたりの製品価格(目標販売価格)
÷CO2削減量(製品1台あたりの単年度CO2削減量×耐用年数)

(4)事業化について

【事業化計画】

事業化を担う主たる事業者	日立造船株式会社
--------------	----------

- ・2023年度:委託事業完了。事業化スキーム検討開始
- ・2023年度:実機プラントの試設計着手・完了、営業活動開始
- ・2025年度:実機プラント1号機(20 t/日・炉以下)の受注※1
- ・2027年度:実機プラント1号機完工・運転開始、2号機(200 t/日・炉以下)の受注(備考) ※1) 1号機は民間(産業廃棄物)向けを想定

○事業化の体制

開発・実証成果の実用化・製品化・販売は日立造船株式会社が担当する

○事業展開における普及の見込み

- 2027年度迄に実機プラント1号機(20 t/日・炉以下)を導入※1
(単なる廃棄物発電施設という位置付ではなく、本設備から得られたガスの展開先として、燃料ガス利用、化学原料への変換等の可能性も含めて営業を展開)
- 2030年度迄に発電していない小規模の廃棄物処理施設の約0.5%を本システムに転換
- 2050年度迄に同施設の約10%を本システムに転換

導入コスト目標:従来の一般的な廃棄物焼却施設(ストーカ式ボイラ炉)より安いライフサイクルコスト

・建設コスト目標:1.7~1.8億円/(t-MSW※2/日)(従来コスト:1.7億円※3/(t-MSW/日))

・運営コスト目標:1.7~1.8万円※4/t-MSW(従来コスト:2.1万円※3/t-MSW)

(備考) ※2) MSW: Municipal Solid Waste(一般廃棄物)の略称

※3) 一般財団法人 日本環境衛生センター「廃棄物処理施設の整備等に係るコストの削減方策について(提案)(2023)」、「DBOによるごみ処理施設の建設費及び運営費に関する考察(2015)」、廃棄物焼却施設(100 t/日未満)の平均落札額等を参考にして試算した

※4) 用役費、人件費、機器補修費、売電収入の総和とする

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】 ※実施期間中における専門委員会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

年度	2027 (販売開始年度)	2030	2050
目標単年度導入施設数	1	2	1
目標累積導入施設数	1	4	61
目標販売価格(円/施設)※5,6	3,260,000,000	7,485,000,000	5,325,000,000

(備考) ※5) 施設規模を2027年度20 t/日、以降50 t/日で試算

※6) 目標販売価格には10年間の運営コストを含む

【本資料作成時点見込み】

年度	2027 (販売開始年度)	2030	2050
目標単年度導入施設数	1	1	2
目標累積導入施設数	1	3	64
目標販売価格 (円/施設)※7,8	12,093,000,000	14,231,000,000	13,534,000,000

(備考)

※7) 施設規模を2027年度40 t/日、以降60 t/日で試算

※8) 目標販売価格には10年間の運営コストを含む

○量産化・販売計画

- ・2023年度:事業化推進のために産業廃棄物事業者に小型試験装置提供
- ・2023~25年度:実機プラントの試設計完了、営業活動開始、1号機の受注※1
- ・2027年度:実機プラント1号機完工・運転開始、2号機(200 t/日・炉以下)の受注

○事業拡大シナリオ

- ・単なる廃棄物発電施設という位置付ではなく、地域循環共生圏に準じた小型高効率の分散型独立エネルギーシステムとしての災害対応等の提供価値を中心に営業を展開

年度	2023	2030	2040	2050
普及率(%)※9		0.5	6	10
導入目標(施設)	0	3	39	64

(備考) ※9) 発電設備を設置していない小規模の一般廃棄物処置施設全体に対する普及率

- ・ケミカルリサイクルに向けた新たな産業廃棄物処理システムとして、事業スキームを検討・構築

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- 自治体向け製品・サービスのため、選定時は実績が重要
産業廃棄物(繊維ごみ、廃プラスチック等)への適用を検討し、1号機は民間(産業廃棄物)向けを想定する。また、燃料ガス利用、化学原料への変換等、新たな出口戦略・法整備等も併せて検討する。
- 導入コストの増加
従来の一般的な廃棄物焼却施設(ストーカ式ボイラ炉)と比較すると、導入コストがやや増加する見込みであることが実証により明らかになった。売電収入により採算がとれるように、エネルギー効率を向上させることが必要である。
- 地域へのエネルギー供給のためのインフラ整備が必要
電気・ガス事業者との協力を検討する。

事後評価結果

評価点 6. 3点（10点満点中。（10点：特に優れている、8点：優れている、6点：問題ない、4点：多少問題がある、2点：大きな問題がある））

評価コメント

[評価される点]

- ・ ゴミ質の変動が大きい一般廃棄物を対象にした熱分解ガス化改質システムを開発し、ガスエンジン発電用に熱分解ガス中の有害成分を除去するガス精製システムを含めて、長時間安定した連続運転を実現できたことは評価できる。

[今後の課題]

- ・ システム全体のマテリアル及びエネルギーバランスを明らかにし、エネルギー消費の最小化、生成チャーの利用による補助燃料の削減を図ることが望まれる。また、補助燃料が不要となるチャーの利用を含めたシステムの完成や生成ガスの化学原料変換等への多目的展開の実績づくりが望まれる。
- ・ 機器の補修や定期整備の必要日数等のデータを蓄積し、補修・維持管理コスト低減の可能性、耐用年数20年の妥当性を確認することが望まれる。実機の1/10 スケール(2.0t/d)の設備(ロータリーキルン型熱分解炉)を使用しての取組であるが、実用化サイズへのスケールアップが可能であることを熱伝達の観点からキルン炉の外部加熱設備について熱貫流率シミュレーション等で示すことが望まれる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 事業化に向けて、まずはゴミ質の均質な産業廃棄物でスタートし、実績を作り自治体へのPRを行うことにより、最終的には一般廃棄物と産業廃棄物双方の市場開拓を目指すことが望まれる。
- ・ 環境省等の補助制度の活用等、利用可能な支援制度を最大限に活用し自治体への導入が期待される。