

平成25年度環境省委託業務

平成25年度廃棄物処理システムにおける
創エネルギーポテンシャル調査委託業務

報告書

平成26年3月

株式会社 エックス都市研究所

はじめに

東日本大震災以降、エネルギー戦略の見直しが求められており、廃棄物処理システムにおいても、廃棄物発電等により、エネルギーポテンシャルを最大に発揮することが求められている。

再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、廃棄物発電が果たす役割への期待がより高まったところであるが、廃棄物発電の高度化に当たっては、廃棄物処理システム全体の創エネルギーポテンシャルを把握した上で、技術面・制度面、費用対効果・採算性等を考慮した、適正な事業となるよう留意する必要がある。

本業務は、廃棄物埋立処分場等における太陽光発電等、廃棄物処理システムにおける創エネルギーポテンシャルを推計・整理するとともに、現在の普及状況、費用対効果・採算性等の観点から有望と考えられる創エネルギー事業の有効性を検証し、その導入を促進することを目的とした。

本報告書は、これらの成果をとりまとめたものである。

平成25年度廃棄物処理システムにおける
創エネルギーポテンシャル調査委託業務
報告書目次

要約（サマリー）

第1章 本業務の目的と全体概要	1
1.1 業務の目的	1
1.2 業務の概要	2
1.3 業務の実施体制	3
1.4 業務の全体フロー	3
1.5 本業務で実施した環境省打合せの概要	4
第2章 廃棄物処理システムにおける創エネルギーポテンシャルの推計・整理	5
2.1 要素技術の整理	5
2.2 導入事例の収集・整理	7
2.3 普及情報の整理	8
2.4 導入ポテンシャルの推計・整理	19
2.5 導入ポテンシャルを具現化するに当たっての課題の整理	35
第3章 廃棄物埋立処分場等における太陽光発電の有効性に関する調査	36
3.1 導入事例の詳細調査・整理	36
3.2 関連する導入計画や法制度等の整理	45
3.3 処分場太陽光のコスト・事業採算性・メリット・デメリット等の定量化	53
3.4 処分場太陽光と廃棄物発電との比較・評価	74
3.5 有効性を検証するための調査計画案の作成	82
第4章 廃棄物埋立処分場等における太陽光発電の導入促進方策の検討	84
4.1 導入促進方策の検討	84
4.2 導入促進に向けた中長期導入促進計画案の作成	88
4.3 補助金交付要綱・要領（案）の作成	89
第5章 今後の課題と対応方針	101
5.1 今後の課題の整理	101
5.2 今後の対応方針（案）	102

巻末資料：

- 巻末資料 1：処分場太陽光発電の導入事例に関する調査結果
- 巻末資料 2：処分場太陽光の LCA におけるインベントリ分析結果
- 巻末資料 3：廃棄物発電の LCA に関する既往研究等調査票
- 巻末資料 4：二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進事業）（地方公共団体）交付要綱（案）
- 巻末資料 5：二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進事業）（民間団体）交付要綱（案）
- 巻末資料 6：二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進事業）実施要領（案）

概要（サマリー）

平成25年度廃棄物処理システムにおける 創エネルギーポテンシャル調査委託業務

東日本大震災以降、エネルギー戦略の見直しが求められており、廃棄物処理システムにおいても、廃棄物発電等により、エネルギーポテンシャルを最大に発揮することが求められている。

再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、廃棄物発電が果たす役割への期待がより高まったところであるが、廃棄物発電の高度化に当たっては、廃棄物処理システム全体の創エネルギーポテンシャルを把握した上で、技術面・制度面、費用対効果・採算性等を考慮した、適正な事業となるよう留意する必要がある。

本業務は、廃棄物埋立処分場等における太陽光発電等、廃棄物処理システムにおける創エネルギーポテンシャルを推計・整理するとともに、現在の普及状況、費用対効果・採算性等の観点から有望と考えられる創エネルギー事業の有効性を検証し、その導入を促進することを目的として実施した。

1. 廃棄物処理システムにおける創エネルギーポテンシャルの推計・整理

廃棄物処理システムの創エネルギーの要素技術を、1) 廃棄物発電技術、2) 廃棄物熱利用技術、3) 廃棄物燃料製造技術、4) 施設や空間を活用した創エネルギー、の4カテゴリーに区分し、文献及びヒアリング調査により、技術の概要や特徴、導入の効果、普及にあたっての課題等をカルテ形式で整理した（図-1）。

また、環境省「平成24年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備等委託業務報告書」における導入ポテンシャルの定義に準じ、一般・産業廃棄物発電と処分場太陽光発電の導入ポテンシャルを推計した。その結果、廃棄物発電は131億 kWh/年（一廃）、140億 kWh/年（産廃）、処分場太陽光発電は73億 kWh/年（一般・産業廃棄物処分場の合計）と推計された（表-1）。


＜廃棄物発電技術＞メタン発酵施設（乾式）		NO. 3
原料となる廃棄物	比較的高含水率が低い（60～80%）家庭や事業者から排出される生ゴミや紙ごみなどの固形廃棄物 濃度の高いバイオマスが原料となる。	
技術概要	<p>欧州で開発された普及した技術である。固形有機性廃棄物に対して加水せずに直接発酵させバイオガスを回収する方式で、生ゴミだけでなく紙ごみも処理できる。乾式メタン発酵施設と比較して発酵槽内の有機物濃度が高くなることから単位原料当たりのバイオガス回収量が多いといった特徴がある。</p> <p>生ゴミ、ふん、糞、多量類、紙ごみ等 → 糖、アミノ酸、脂肪、グリセリ → 酢酸、乳酸、H₂+CO₂ → CH₄+CO₂ → ガスエンジン（発電機）</p> <p>加水分解 微生物 酸発酵 微生物 メタン生成 微生物</p> <p>図 乾式メタン発酵プロセスの概要</p>	
導入の背景と主な目的	乾式メタン発酵で対応できる含水率の低い生ゴミや紙ごみが大量に排出される事業所や食品工場が多い都市部において導入が適するとされている。平成24年施行された再生可能エネルギーの固定価格買取制度において、バイオガスを原料として発電した電気の買取価格が高いメリットが示されたことから、メタンガス発生量が多い乾式法が注目されている。	
システム概要	 <p>図 システム概要図</p> <p>出典：東京ガス株式会社HP</p>	
導入状況	乾式と比較して建設費及び維持管理費のコストが高いため導入はあまり進んでいないが、固定価格買取制度が施行されたことを受けて、都市部の自治体を中心として乾式メタン発酵施設の導入が検討されている。生ゴミを対象にした自治体の乾式メタン発酵施設（高効率原料回収施設として）、南但城行政事務組合の24t/日が平成25年4月から稼働。建設中としては防府市（25.75t/日×2槽 平成27年4月稼働予定）である。また、平成26年2月に京都府が南丹市でメタン発酵施設の建設工事を契約している。	
導入の留意点	生ゴミを可溶化することなくメタン発酵槽に投入できることから、生ゴミの資源化（ガス発電）、発電収益、二酸化炭素削減効果が期待される。	
普及にあたっての課題	メタン発酵施設と発酵槽の併用と単機整備について自治体の検討事項増加 メタンガスによる発酵阻害の発生抑制	
成功のポイント	有機物含有率の高い質の高いバイオマスの安定確保 複数自治体の広域連携による原料の大量確保（日量30～60t以上日量）	
参考文献・関連URL等	バイオマスハンドブック（社）日本エネルギー学会 大成建設技術センター 第38号（2005）	

図-1 要素技術のカルテ

表-1 一般・産業廃棄物及び処分場太陽光発電の導入ポテンシャル推計結果

一般廃棄物		産業廃棄物		処分場太陽光発電			
				一般廃棄物処分場		産業廃棄物処分場	
(*10 ³ GJ/年)	(億 kWh/年)	(*10 ³ GJ/年)	(億 kWh/年)	(万 kW)	(億 kWh/年)	(万 kW)	(億 kWh/年)
255, 112	131	419, 813	140	311	31	428	42

2. 廃棄物埋立処分場等における太陽光発電の有効性に関する調査

文献及びインターネット調査により処分場太陽光発電の導入事例を調査した結果、全国で約 50 件の事例を確認した。また、事業を実施している団体に対して、事業実施の背景、費用、課題・対策、地域への還元方策及び普及拡大に向けた課題についてヒアリング調査を実施した。

また、処分場太陽光発電に関連する導入目標・各種導入計画及び法制度を整理するとともに、処分場太陽光発電事業の有効性を確認するため、処分場太陽光発電事業と廃棄物発電事業のコストや事業採算性、CO₂削減効果（表-2）、メリット・デメリット等に関する情報を収集・整理し、比較を行った。加えて、短・中期的に検証すべき課題を整理し、調査計画案を作成した。

表-2 CO₂削減効果算定結果（LCA）

プロセス		原料調達段階	製造段階	流通段階	使用段階	処分段階	合計
オリジナル プロセス	排出量(kg/kWh)	0.00E+00	5.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.17E-01
	割合	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
対象 プロセス	排出量(kg/kWh)	4.52E-03	1.71E-03	0.00E+00	2.96E-04	5.39E-04	7.06E-03
	割合	64.0%	24.2%	0.0%	4.2%	7.6%	100.0%
排出削減効果(kg/kWh)		-4.52E-03	5.15E-01	-1.81E-05	-2.25E-04	-5.39E-04	5.10E-01
削減割合		—	99.7%	—	—	—	98.6%

※IPCC（2007）の100年値を用いて特性化を行い、全てCO₂換算している。

3. 廃棄物埋立処分場等における太陽光発電の導入促進方策の検討

ヒアリング結果を基に処分場太陽光に係るニーズ・課題を、視点別（廃棄物処理事業者、廃棄物処分場管理者、太陽光発電事業者、地域住民、自治体）に整理し、特に優先度が高いと思われるニーズ・課題に対応する導入促進方策を 1) 規制的手法、2) 経済的手法、3) 社会的手法、4) 情報的手法、5) 技術開発の促進、の5区分で整理した。さらに処分場太陽光発電事業の普及拡大の観点から、意義が大きいと評価された方策に関して中長期導入促進計画案を作成した（表-3）。また、補助金交付要綱・要領の作成にあたり、重要と考えられる論点と対応方針を整理した。

表-3 処分場太陽光の導入促進計画案（抜粋）

実施主体	導入促進方策	時期（例）				
		H26	H27	H28	H29	H30
国（環境省）	補助金の拠出等	→				
	優良事例集の作成・周知	→				
	ガイドラインの作成・周知	→				
	経済的・社会的インセンティブ施策（税制優遇・融資、表彰等）の検討	→				
発電事業者	補助金の活用	→				
	優良事例集の活用	→				
	ガイドラインの活用	→				
	社会的インセンティブ施策の検討・運用	→				
地方公共団体を含む処分場管理者	補助金の活用	→				
	優良事例集の活用	→				
	ガイドラインに基づく運用	→				
	経済的インセンティブ施策の運用支援	→				

Summary

Fiscal 2013 Consigned Work for a Study on Energy-Creating Potential in Waste Processing Systems

Since the Great East Japan Earthquake, there has been a need to review Japan's energy strategy. This holds true for waste processing systems and there is a need to maximize the energy potential of these systems through means such as generating electricity from waste.

The feed-in tariff for renewable energy has increased expectations for the role to be played by waste power generation. However, in order to make waste power generation more advanced, it will be necessary to understand the energy creating potential of overall waste processing systems, and think of ways to make the business workable by considering technological and systemic aspects, cost effectiveness and profitability.

This project has been initiated to estimate and summarize the energy creating potential of solar power generation at landfills and other waste processing systems, and at the same time to verify the effectiveness of energy creating projects that are believed to be promising from the viewpoints of current adoption, cost effectiveness and productivity. Once those projects are verified, we shall promote their introduction.

1. Estimating and Summarizing the Energy Creating Potential of Waste Processing Systems

We divided the energy creating elemental technology of waste processing systems into four categories: 1) waste power generating technology, 2) waste heat utilization technology, 3) waste fuel production technology and 4) energy creation using facilities and space. By examining the literature and holding hearings, we summarized the state of each category in a chart (Fig. 1) that includes an overview and features of the technology, the effectiveness of introduction, and the tasks that needed to be overcome before widespread acceptance.

In addition, we also estimated the introduction potential of general and industrial waste power generation and disposal site solar power generation according to the definition of

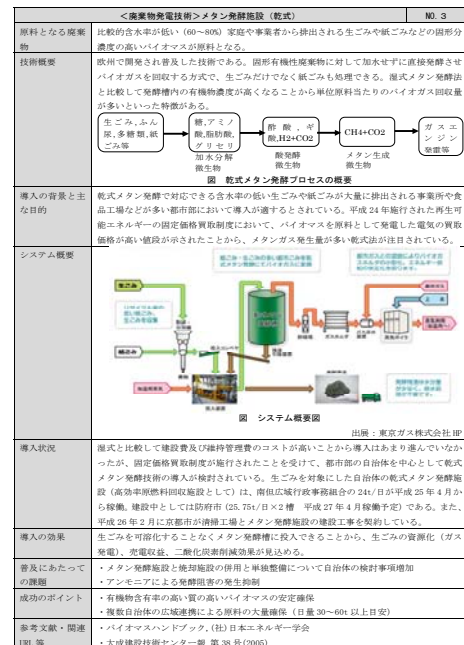


Fig. 1 Elemental Technology Chart

introduction potential in the Ministry of the Environment's "Fiscal 2012 Consigned Work Report on Basic Zoning Information Implementation for Renewable Energy." As a result, we estimated that waste power generation would produce 13.1 billion kWh/year (general waste) and 14 billion kWh/year (industrial waste), and that solar

power generation at disposal sites would produce 7.3 billion kWh/year (total for both general and industrial waste disposal sites). (Table 1)

Table 1. Results of Estimating the Introduction Potential of General and Industrial Waste and Solar Power Generation at Disposal Sites

General waste		Industrial waste		Disposal site solar power generation			
				General waste disposal sites		Industrial waste disposal sites	
(*10 ³ GJ/year)	(billion kWh/year)	(*10 ³ GJ/year)	(billion kWh/year)	(10,000 kW)	(billion kWh/year)	(10,000 kW)	(billion kWh/year)
255,112	13.1	419,813	14.0	311	3.1	428	4.2

2. Study on the Effectiveness of Solar Power Generation at Landfills

As a result of examining examples of introducing disposal site solar power generation through the available literature and the internet, we were able to confirm the existence of about 50 cases around Japan. In addition, we conducted hearings with the various organizations involved in these projects to hear their views on the backgrounds of their projects, the expenses, problems and countermeasures, methods of giving back to the local community and the problems they face in expanding their projects.

We organized the introduction goals, various introduction plans and legal systems regarding disposal site solar power generation. At the same time, in order to confirm the effectiveness of disposal site solar power generation, we also collected, organized and compared information on the costs and profitability of disposal site solar power generation and waste power generation projects, effectiveness of CO₂ reduction (Table 2), and the advantages and disadvantages involved. Furthermore, we organized the tasks that had to be verified in the short- to mid-term, and made a survey proposal.

Table 2. CO₂ Reduction Effectiveness Accounting Results (LCA)

Process		Raw material procurement phase	Production phase	Distribution phase	Usage phase	Disposal phase	Total
Original process	Emissions (kg/kWh)	0.00E+00	5.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.17E-01
	Percentage	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Subject process	Emissions (kg/kWh)	4.52E-03	1.71E-03	0.00E+00	2.96E-04	5.39E-04	7.06E-03
	Percentage	64.0%	24.2%	0.0%	4.2%	7.6%	100.0%
Emissions reduction effectiveness (kg/kWh)		-4.52E-03	5.15E-01	-1.81E-05	-2.25E-04	-5.39E-04	5.10E-01
Reduction percentage		—	99.7%	—	—	—	98.6%

※IPCC (2007) 100-year values were used to characterize all emissions and convert them to CO₂.

3. Consideration of Methods to Promote the Introduction of Solar Power Generation at Landfills

Based on the results of the hearings, we summarized the needs and problems related to disposal site solar power generation from various points of view (waste disposal organizations, waste disposal site managers, solar power generation organizations, local residents and local governments). We divided the introduction promotion measures that corresponded to the highest priority needs and problems into five categories: 1) regulatory measures, 2) economic measures, 3) social measures, 4) information measures, and 5) promotion of technological development. From the point of view of expansion of disposal site solar power generation, we created a mid- to long-term introduction promotion proposal for the measures that we determined to be the most important (Table 3). With respect to the creation of a basic outline and procedures for subsidies, we summarized the important points and policies to cope with them.

Table 3. Disposal Site Solar Power Introduction Promotion Proposal (Excerpts)

Responsible body	Introduction promotion measure	Timeframe (example)				
		2014	2015	2016	2017	2018
National (Ministry of the Environment)	Subsidy funding	→				
	Creating and notifying collection of successful examples	→				
	Creating and notifying guidelines	→				
	Study of economic and social incentive measures (tax incentives, financing, awards, etc.)			→		
Power generating organization	Utilization of subsidies	→				
	Utilization of successful example collection		→			
	Utilization of guidelines			→		
	Examining and using social incentive measures			→		
Disposal site managers, including local public organizations	Utilization of subsidies	→				
	Utilization of successful example collection		→			
	Operation based on guidelines		→			
	Operation support for economic incentive measures				→	