

平成 15 年度 CDM/JI 事業調査
ルーマニア国における廃棄物埋立処分場
メタンガス有効利用調査

概要版報告書

平成 16 年 3 月

電源開発株式会社

調査目的および概要

1997年12月に開催された国際連合気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）で採択された「京都議定書」では、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガス（Greenhouse Gas：GHG）による地球温暖化防止のため、日本は、2008年から2012年の平均排出量を1990年レベルより6%削減（同、先進国平均約5%削減）することが定められた。国際的に協調して、この削減目標の達成を目指すための柔軟性措置（京都メカニズム）として、「排出量取引」（Emissions Trading）、「クリーン開発メカニズム」（Clean Development Mechanism：CDM）及び「共同実施」（Joint Implementation：JI）が盛り込まれた。

京都メカニズムを含む京都議定書の運用ルールが、2002年7月のドイツのボンにおけるCOP6再開会合で大枠が合意され、同年10-11月にモロッコのマラケシュで開催されたCOP7で最終合意がなされた。これを受け、昨年6月4日に日本は京都議定書を批准し、74番目の締約国となった。

日本政府は削減目標を達成するための政策として、地球温暖化対策大綱を定め、大綱を中心に対策を進めており、その中で京都メカニズムを積極的に活用することの重要性はますます高くなってきている。

CDM/JIプロジェクトにおいて、メタンガスの排出抑制・有効利用プロジェクトはメタンガスが二酸化炭素に比べて21倍の温室効果があること、かつ対策費用が比較的安価であることから促進が期待されており、諸外国に比べGHG削減目標達成のための費用が高いとされている我が国にとってメタンガス利用に関する知見を深めることは非常に有意義であるといえる。

ルーマニアにおいては、GHGの発生量のうち、メタンガスの占める割合は約19%で二酸化炭素に次いで多い。また、メタンガス発生量のうち、固形廃棄物からの発生量は約25%と大きく、排出削減が求められている。

本調査は、ルーマニアの地球温暖化対策の取り組み状況、廃棄物処理体制などの基礎的状況を調査するとともに、プロジェクト実施地点としてルーマニア西部の主要都市であるティミショアラ市郊外のParta-Sag廃棄物埋立地を対象に、埋立地ガス（Landfill Gas：LFG）有効利用システムを検討したものである。

本調査の特徴は、対象埋立地の閉鎖およびLFGの採集・フレア燃焼設備設置は、地元自治体がEU資金を用いて実施することを前提としている点である。プロジェクト開発者は、地元自治体による閉鎖等を受けて、LFG有効利用事業を実施することとなる。

LFG有効利用システムについて検討した結果、採集したLFGを近傍の熱供給所内に新設する熱発生ボイラーに燃焼用ガスとして供給する計画が妥当であると判断したため、本案についてJIプロジェクトとしての事業性を検討したものである。

1. 現地概要

1) 地球温暖化対策にかかわる取り組み

ルーマニアは 1994 年に国連気候変動枠組み条約を批准、同条約の京都議定書には 2001 年に批准している。京都議定書におけるルーマニアの GHG 排出削減目標は、基準年 1989 年に比べ 8% 削減である。基準年は条約加盟国によって異なるが（一般には 1990 年）、ルーマニアが 1989 年となったのは、翌 1990 年から GDP が激減したからであり、第 1 約束期間である 2008～2012 年のルーマニアの割当量は CO₂ 換算で年 2 億 4,400 万トンとなっている。

なお、ルーマニアの気候変動対策は農林・水・環境省(Ministry of Agriculture, Forests, Waters and Environmental Protection)が設立した気候変動国家委員会(National Commission on Climate Change : NCCC)および同省と協力して JI プロジェクトに関する活動の管理をおこなう共同実施局(Joint Implementation Unit)を中心に進められている。

2) ルーマニアの GHG 排出量

2003 年に発行されたルーマニア国 National Inventory Report 2001 によれば 2001 年におけるルーマニア国の GHG の総排出量は約 148,000 千トン(CO₂ 換算)であり、内訳としてエネルギー部門が 79% 寄与し、それに農業部門 8%、廃棄物部門が 7% と続いた。

また、同年におけるメタンの最大排出源は、石油/天然ガス/石炭の生産過程(採掘、処理、輸送、供給)からの排出によるものであり(39.4%)、それに続くメタンの排出源は埋め立て処分した固形廃棄物からのものであった(24.8%)。

このようにルーマニアにおいては GHG 発生量のうち固形廃棄物からのメタンの占める割合が大きく、また、メタン排出量の将来予測においても、廃棄物処理からの排出量が 2010 年には国全体のメタン排出量の約 40% を占める見通しであり、GHG の削減にあたっては廃棄物処分場からのメタンの排出削減が求められている。

3) ルーマニアの LFG 利用状況

ルーマニアの LFG 利用への取り組み

現在、既存の廃棄物処分場から LFG を採集利用することは以下の理由によりルーマニアでは行なわれていない。

- LFG の有効利用を義務づける法律がない。
- LFG を採集利用する設備投資については、埋立地の直接あるいは間接の所有者である地方自治体は資金的に対応できない。

- LFG の採集および有効利用技術の提供者が国内にいない。

しかし 2010 年からは「廃棄物処分場に関する政府決定(GD)162/2002」に従い、廃棄物処分場は操業段階から LFG を採集し、フレア燃焼するか有効利用することが義務付けられることになり、今後、ルーマニアにおける LFG の採集、有効利用は着実に推進されることが予想される。

施策・助成制度

ルーマニアでは廃棄物処分場の存在がその地域の環境面での深刻なトラブルを引き起こしている。すなわち、処分場における発火や爆発、ゴミの飛散や悪臭、景観阻害、病害虫の発生に加えて地下水汚染が懸念されており、地域全体の安全性が脅かされている現状である。

廃棄物処分場の管理について規制する現行の規準「廃棄物処分場に関する技術基準 1147/2002」によれば、廃棄物処分場は安全上の理由から閉鎖の段階で LFG を放出させることを要求しているが、フレア燃焼や有効利用は義務付けていない。しかし、今後容量限界に達した廃棄物処分場は防水層の設置と LFG 採集利用の技術を使って閉鎖されることが望ましいとされている。

国際的な助成制度としては、EU により中・東欧加盟候補国に対する環境分野のインフラ整備資金助成（Instrument for Structural Policies for Pre-Accession : ISPA）が実施されている。また、ルーマニア国独自の資金援助プログラムとしては、2004 年に運用開始予定の「国家環境基金」があり、今後環境改善プロジェクトに対する国家としての助成が実施される予定である。

本プロジェクトが対象とする Parta-Sag 埋立地は、地元自治体が ISPA 資金の供与を申請しており、ISPA 資金を用いて埋立地の閉鎖、LFG 採集・フレア燃焼設備の設置を行う見込みである。

2 . Parta-Sag 埋立地における LFG 有効利用

1) プロジェクト概要

本プロジェクトは Parta-Sag 埋立地（総面積約 17ha、現在まで約 150 万トンの廃棄物が捨てられており、埋立地は既にほぼ満杯状況）から採集した LFG を、ティミショアラ市が所有する Termocet South 熱供給所（以下「Termocet 社」とする）へ輸送し、同所構内に新設する熱発生ボイラーの燃料として使用し、発生した熱を Termocet 社に卸供給することを計画している。

これにより Termocet 社は化石燃料（褐炭）の使用量を削減することが可能となる。

2) プロジェクトスケジュールおよびクレジット獲得期間

2005 年に地元自治体が Parta-Sag 埋立地を閉鎖し、閉鎖工事及び LFG 採集設備設置工事を行う

のと並行して、本プロジェクトのガス輸送および有効利用設備の設置工事を実施する。

2007年1月に設備の運転を開始し、2017年末まで運転を行うものとして計画した。

ERUの獲得期間は2008年1月から2017年12月までの10年間、すなわち京都議定書の定める第1約束期間(2008-2012年)及び第2約束期間(2013-2017年)の間と想定した。

以下にプロジェクト実施スケジュールの概要を示す。

2005年6月	埋立地閉鎖
2005年7月～2006年12月	閉鎖工事・LFG採集設備設置工事・有効利用設備建設工事
2007年1月	有効利用プロジェクト開始
2008年1月～2017年12月	ERU獲得期間(京都議定書第1,第2約束期間)
2017年12月	有効利用プロジェクト終了

3) 推定 LFG 発生量・採集量

LFG 発生量は LandGem E-PLUS モデルで算定した。

LFG 発生量(100% CH₄)プロジェクト開始年の2007年において約4.1百万 m³/年から、経年減少し、終了年の2017年の約2.7百万 m³/年となる見込みである。

採集可能量は発生量の75%とした。

プロジェクト期間におけるLFG発生量及びLFG採集可能量を図1に示す。

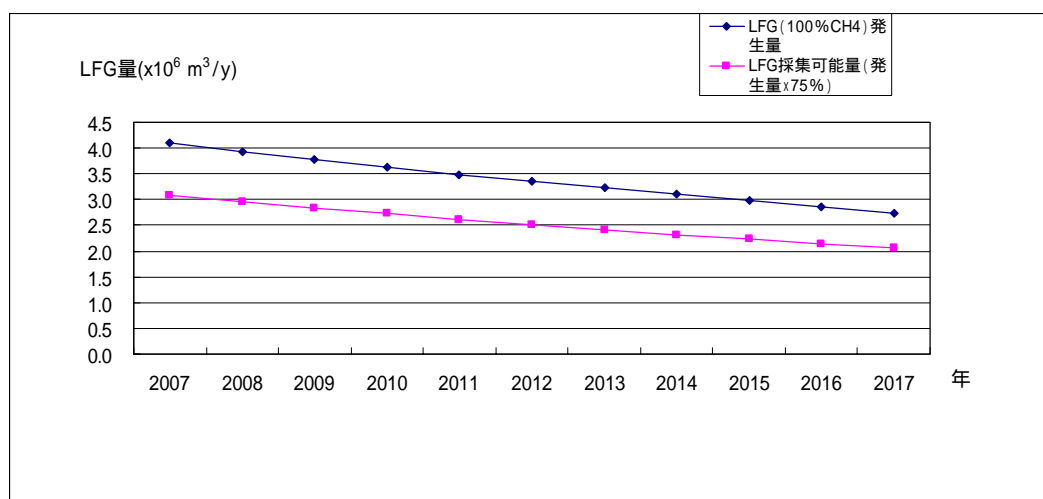


図1 LFG発生量及びLFG採集可能量

4) LFG 有効利用システム

LFG 有効利用設備容量は、プロジェクト期間中のLFG採集量、運転の柔軟性を考慮し、熱供給ボイラー1.3Gcal/h×2基とした。

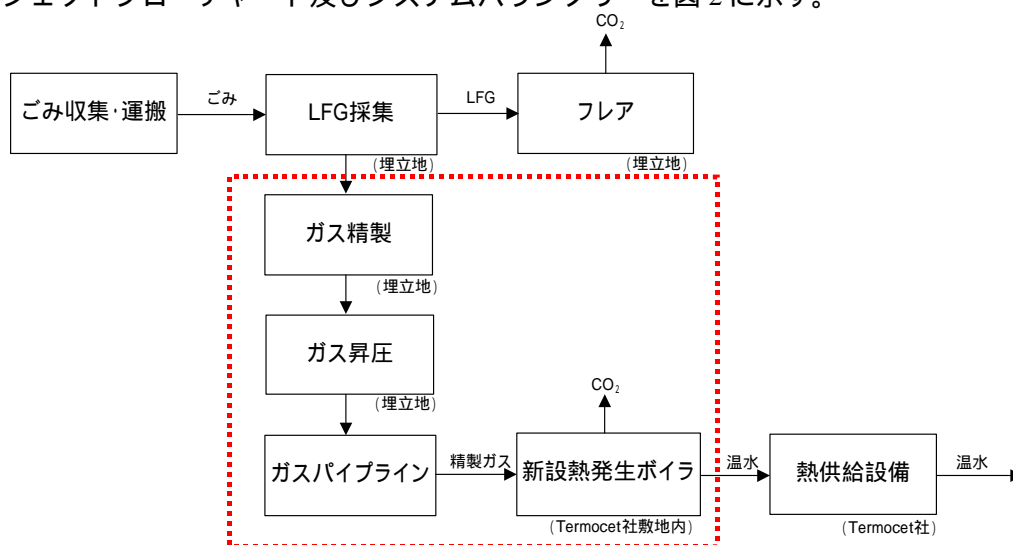
有効利用設備の稼働条件は、採集したLFGは全量熱発生ボイラーで燃焼され、Termocet社は発

生した温水を全量引取ることとした。

5) プロジェクトフローチャートとシステムバウンダリー

本プロジェクトでは、採集した LFG を近接の Termocet 社構内に新設する熱発生ボイラーで有効利用する計画である。システムバウンダリーの範囲は、ガス精製設備、ガス昇圧設備、埋立地から Termocet 社間約 4.5km のガスパイプライン、同所敷地内の新設熱発生ボイラーで LFG を燃焼し温水を Termocet 社に卸供給するまでとする。

プロジェクトフローチャート及びシステムバウンダリーを図 2 に示す。



(注) 点線部はシステムバウンダリーを示す。

図2 プロジェクトフローチャート及びシステムバウンダリー

6) ベースラインスタディ

ベースラインシナリオとしては以下の 5 シナリオが考えられるが、シナリオ 2 をベースラインとした。

- ・シナリオ 1：現状の継続
- ・シナリオ 2：地元自治体による、ISPA 資金を用いた埋立地の閉鎖と LFG 採集設備の設置および LFG のフレア燃焼
- ・シナリオ 3：本プロジェクトの実施
- ・シナリオ 4：本プロジェクトの数年後の実施
- ・シナリオ 5：その他技術によるプロジェクトの実施

シナリオ 2 をベースラインとする理由を以下に示す。

ルーマニア国の 2007 年の EU 加盟を睨むと、ISPA 資金又はその他の国際資金によって、環境負荷の大きな当埋立地の閉鎖及び EU 法令に基づいた LFG の採集・フレア燃焼がなされる可能性が大きい。

本プロジェクト案は、ERU からの収入無しでは、民間投資を呼び込めるだけの経済性は得られず、数年後においても経済性の改善は見られない。

その他技術によるプロジェクトの実施は、本プロジェクト案が社会的、環境的、制度的および経済的な理由において、最も勝れたものであることから現実的でない。また、いずれのプロジェクトでも ERU からの収入無しでは、民間投資を呼び込めるだけの経済性は得られない。

3. 事業性の評価

1) GHG 排出削減量の算定

GHG 排出削減量はプロジェクト期間の 11 年間で約 8.6 万 CO₂-ton と見込まれる。

そのうち第 1 約束期間中の GHG 排出削減量は約 4.3 万 CO₂-ton、第 2 約束期間中の GHG 排出削減量は約 3.4 万 CO₂-ton である。

(単位:CO₂-ton)

	LFG採集によるメタン排出削減 (ベースライン)	附帯設備稼働に伴うGHG排出増加	熱供給所の熱生産量減少に伴うGHG排出削減	GHG排出削減量合計
2007	0	-900	10,594	9,694
2008	0	-900	10,178	9,278
2009	0	-900	9,780	8,880
2010	0	-900	9,397	8,497
2011	0	-900	9,027	8,127
2012	0	-900	8,673	7,773
2013	0	-900	8,334	7,434
2014	0	-900	8,006	7,106
2015	0	-900	7,693	6,793
2016	0	-900	7,390	6,490
2017	0	-900	7,101	6,201
合計	0	-9,900	96,174	86,274

2007	9,694
2008～2012(第1約束期間)	42,555
2013～2017(第2約束期間)	34,024
合計 (CO ₂ -ton)	86,274

【GHG 削減要因】

「LFG 採集によるメタン排出削減量」は、Parta-Sag 埋立地の閉鎖及び LFG 採集・フレア燃焼設備は地元自治体により実施されることをベースラインとしているため、削減量ゼロ。

「LFG を熱発生ボイラーで燃焼して生産した温水を Termocet 熱供給所に卸供給することで、Termocet 熱供給所の熱生産量が減少することに伴う Termocet 熱供給所での褐炭使用量の減少による GHG 排出削減量」は約 9.6 万 CO₂-ton

【GHG 増加要因】

「有効利用に係る付帯設備稼動に伴う GHG 排出増加量」が約 1.0 万 CO₂-ton

2) プロジェクトの経済性評価

本プロジェクトは、地元自治体が EU の ISPA 資金を用いて埋立地の閉鎖および LFG の採集・フレア燃焼設備の実施することを前提としていることから、投資額は有効利用に係る設備（精製・輸送・ボイラー等）のみ、約 1.3 百万 Euro となる。

なお、閉鎖及び LFG 採集・フレアに係る費用は約 5 百万 Euro と見込まれる

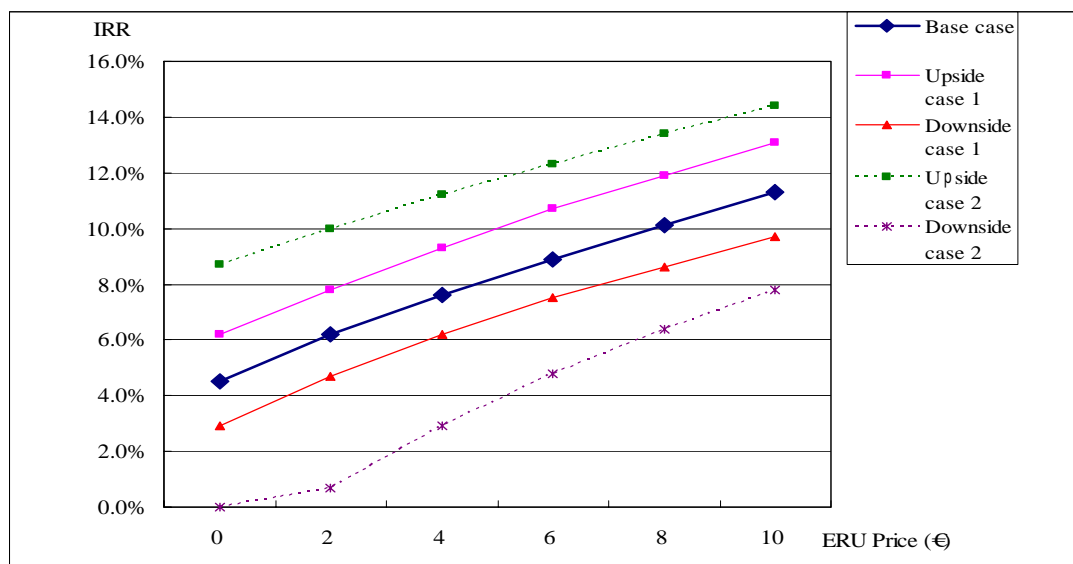
このため、プロジェクト開発に係る投資額は、大幅に縮小するが、一方で GHG 削減量が大幅に縮小するため ERU 収入が小規模となり、事業性が見極めに慎重になる必要がある。

本プロジェクトの経済性を、ERU 収入を Euro 2-10/ERU の間で感応度分析を行った。

結果を見ると、ERU 収入が無い場合のプロジェクト IRR は 4.5%、ERU 価格が Euro 10/ERU の場合は 11.3% となる。

2002 年発行のユーロ建て 10 年物ルーマニア国債の保証金利が 8.5% であることを考慮すると、民間企業がプロジェクトリスクを背負って本プロジェクトを実施することは困難である。

一方で、売熱料金が 10% 上昇する場合(アップサイドケース 2)では、Euro 10/ERU でプロジェクト IRR が 14.4% となり、事業性が見込まれるようになる。したがって、ティミショアラ市との売熱料金値上げ交渉が本プロジェクト成立のためには不可欠である。



3) LFG 有効利用の事業化に向けた課題

本調査で明らかになった課題を整理すると以下の通りである。

LFG 発生量及び採集量の詳細調査・設計

Parta-Sag 埋立地での LFG の推定発生・採集量は 2.3) で示した通りであるが、LFG の発生・採集量はプロジェクト実施のために最も基礎的かつ重要な情報であるため、ボーリングを伴う詳細調査を行い、その結果を受けての有効利用システムの詳細設計が必要である。

EU 資金

本プロジェクトは、地元自治体が EU の ISPA 資金を用いて埋立地の閉鎖および LFG の採集・フレア燃焼設備の実施することを前提としている。閉鎖及び LFG 採集・フレアに係る費用は約 5 百万 Euro と見込まれる。

このため、プロジェクト開発に係る投資額は約 1.3 百万 Euro へと縮小するため、プロジェクトへの投資が容易となる。

一方で、ベースラインが LFG の採集・フレア燃焼に設定されるため、LFG が大気放出されている状況をベースラインとした場合に比べて、GHG 削減量が大幅に縮小し、ERU 収入が小規模となることから、事業性を見極めに慎重となる必要がある。

ISPA 入札手続き

2007 年にプロジェクトの運転を開始するためには、ISPA 資金の供与が決定した後速やかに閉鎖工事及び LFG 採集・フレア燃焼設備設置工事の入札手続きが取られなければならない、事業主体である地元自治体(ティミス郡及びティミショアラ市)及び資金供与する EU 担当部局の協力が不可欠である。

また、入札仕様書作成に当たっては、LFG の有効利用を考慮した設計とする必要があることから、プロジェクト開発者が地元自治体及び EU 担当部局と事前に調整する必要がある。

プロジェクト開発者は今後、ボーリング調査を含む詳細調査・設計を行うこととなるが、上記事情を考慮すると、非常に短期間に実施しなければならない。

熱販売料金・条件・LFG 購入

Parta-Sag 埋立地、Termocet South 熱供給所とも、ティミショアラ市が所有しているために、ティミショアラ市の協力と密接な協議が必要である。協議項目としては、埋立地/Termocet 内の敷地使用、熱販売量、熱料金、熱供給条件、O&M 費用、LFG 購入費用等である。とりわけ熱販売料金の上昇は、プロジェクトの収益性を確保するために不可欠である。

埋立地の管理

埋立地の閉鎖後の管理運営をプロジェクト開発者が行う場合、周辺環境への汚染防止、危険防止等で相当の負担が生じることが想定される。従って、事業化を考える際には、現状の把握及び、将来生じうる危険要素を十分に検討することが必要である。

政府間覚書(Minutes of Understanding)

現時点(2004年3月)では投資国である日本国政府と、ホスト国であるルーマニア国政府との間でのJIに係る覚書(Minutes of Understanding: MoU)が締結されていない。ルーマニア国でJIプロジェクトを実施するためには政府間MoUが不可欠である。

4) 他地域への波及効果

本プロジェクトが実現すれば、LFGの有効利用としてルーマニア国内で初めてのものとなる。地域環境の改善に加えてエネルギーの有効利用は、地域的な天然ガス資源の不足と国内エネルギー需要の高まりに応えるものであり、従来環境に悪影響を及ぼしていたLFGの有効利用という画期的な実績となるので、その波及効果は大きい。

5) 事業性の評価

プロジェクトの投資規模を考慮すると、LFGの有効利用はJI事業として魅力的であり、ホスト国にとってもエネルギーの有効利用の面から有用なプロジェクトであるといえる。

しかし、本プロジェクトはGHG排出削減規模が小さいこと、及び実施に向けた課題を含めて総合的に評価すると、民間企業が直ちに本プロジェクトに参画することは困難であるといえる。

従って、本調査で明らかになった課題の解決に向けた取り組みを行っていく必要がある。とりわけLFG発生量・採集率等に係る知見を深めることが重要である。