

平成 18 年度 CDM / JI 事業調査  
ウクライナ・ジトーミル埋立処分場  
メタンガス利用調査

報告書 概要版

平成 19 年 3 月

清水建設株式会社

## 概要

### 1. プロジェクトの目的と経緯

本調査は、ウクライナ国ジトーミル市において、ジトーミル埋立処分場から発生するメタンガスを主成分とするランドフィルガス（LFG）を燃料とした発電及びガス燃焼を行うプロジェクトについての FS 調査を行い、将来の JI プロジェクトに結びつけることを目的として実施したものである。

ジトーミル市はウクライナの首都キエフから西に約 130km の距離にあり、人口約 28 万人のジトーミル州の州都である。同市が所有するジトーミル処分場は、ジトーミル市の中心部から約 7km の距離に位置する。処分場全体の敷地面積は約 19ha であり、8 つの区画に分けられており、順次埋立てが行われている。一部のエリアでは、覆土が行われており、ブルドーザーにより定期的に土が被せられている。

調査ではジトーミル埋立処分場をプロジェクトサイトとして、当該サイトへのガス収集パイプやガス処理設備、ガスエンジン発電設備などの導入計画を立案するとともに、プロジェクト効果、プロジェクトの収益性などを検討して民間プロジェクトとしての実現可能性を評価した。JI プロジェクトとしての実現可能性を高めるために、フレアスタックによる処理と発電システムの併用方式を前提として調査を行っている。

本プロジェクトは地球温暖化の防止のみならず、地域環境の改善にもなるため、ジトーミル市ではプロジェクトの推進に大きな期待を寄せている。また、再生可能エネルギーを利用した技術は、ウクライナ国内にほとんど例がなく、本プロジェクトの技術は同国の持続可能な発展に寄与する技術であると考えている。

ウクライナでは、2004 年に京都議定書を批准している。同国の DNA は環境保護省であり、JI プロジェクト承認手続きの手順等の JI プロジェクト承認に対する体制が完成している。

### 2. プロジェクト計画の内容

本プロジェクトでは、埋立処分場に LFG 収集のための収集パイプを敷設し、ガスの収集・処理を行ってから、ガスエンジン（GEG）を用いて発電を行う。発電電力は地域の配電グリッドに接続する。また、ガスエンジンで利用できない LFG は、フレアスタックによって燃焼 / 破壊処理する。

このシステムによる発電により、接続する電力グリッド内の発電所の燃料使用量が削減され、省エネルギー及び温室効果ガス排出削減が期待される。また、ガスエンジンで利用できない LFG についてもフレアスタックによる燃焼 / 破壊処理によってメタンを二酸化炭素に変換することができるため、温室効果ガス排出削減の効果がある。

本プロジェクトの全体システム系統図は図 1 に示すとおりである。

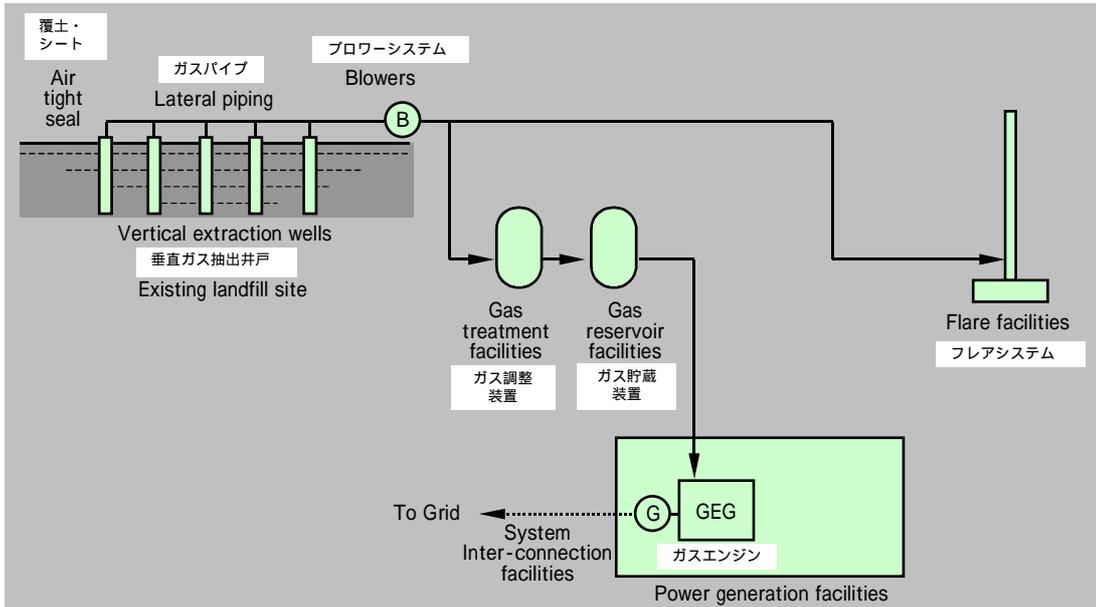


図 1 全体システム系統図

処分場から発生するメタンガス発生量 ( $Q_{y,x}$ ) を試算する手段として、IPCC のガイドライン ( Revised 1996 IPCC Guidelines for National Green house Gas Inventories : Reference Manual CHAPTER 6 WASTE ) に示された First Order Decay Model ( ガイドラインの中の式-3 ( EQUATION 3 ) に相当 ) の発展形 ( ガイドラインの中の式-4 と式-5 ( EQUATION 4 & EQUATION 5 ) に相当 ) を使用した。なお、IPCC のインベントリーガイドライン 2006 が公開されているが、本プロジェクトにおいては、LFG の回収・利用量に基づき、温室効果ガス排出削減量をプロジェクト実施時に直接計測する計画であり、現時点ではあくまでも排出削減量の予測のための計算であるので、これまでの計算手法を用いることとする。以下にその数式を示す。

$$Q_{y,x} = k * R_x * L_0 * e^{-k(y-x)}$$

$Q_{y,x}$	x 年に搬入された廃棄物 ( $R_x$ ) によって、現在 (y 年) 発生するメタンガス発生量 ( $Nm^3/y$ )
k	メタンガス発生率 ( $1/y$ )
$R_x$	x 年に搬入された固形廃棄物量 ( $Mg/y$ )
y	現在の年 (y)
$L_0$	潜在的メタンガス発生量 ( $Nm^3/Mg$ Mg は固形廃棄物量 )

メタンガス発生量及び収集量の試算結果は図 2 に示すとおりである。

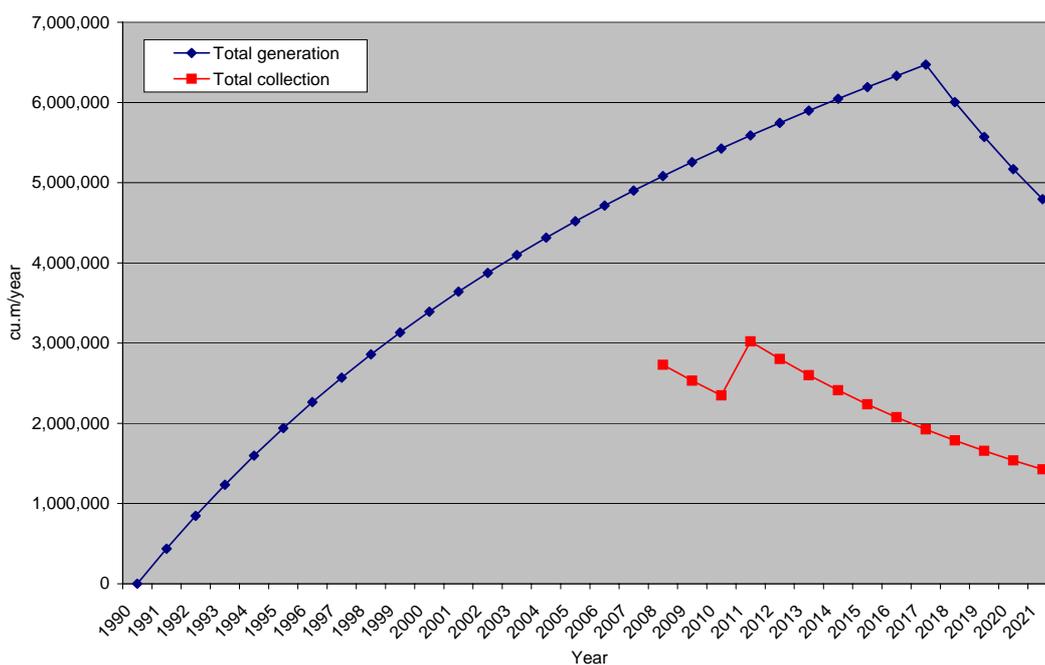


図2 メタンガス発生量及び収集量の試算結果

ガスエンジン発電機 (GEG) は 500kW の容量の発電機を設置できる見込みである。このガスエンジン発電機からの発電電力の一部は、プロアー等所内で消費され、余剰分が系統に売電される予定である。ガスエンジンの停止時、及びガスエンジンで使い切れないメタンガスについては、全量をフレアスタックにて破壊処理する。ガスエンジンで使用するメタンガスの量とフレアで使用するメタンガスの量の見込みは図3に示すとおりである。

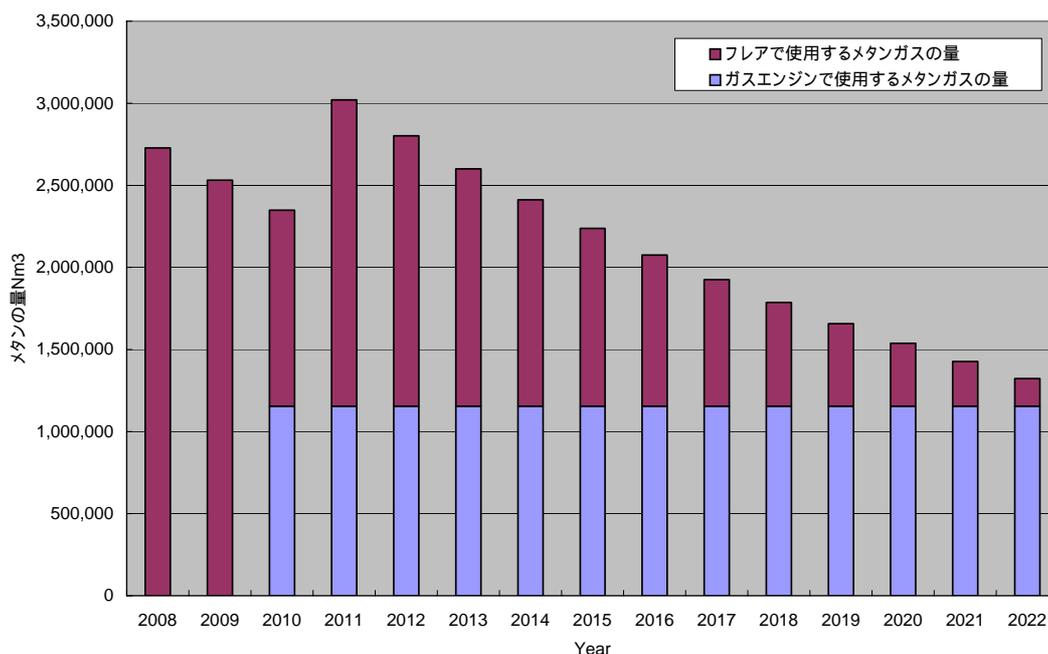


図3 回収したメタンガスの使用用途

### 3. プロジェクト実施計画

本プロジェクトでは、日本側のプロジェクト参加者がプロジェクトの初期投資（建設工事の発注）を行うが、それ以外のプロジェクトの運営（モニタリング、機器の運転・保守、経理業務、ERUの管理、外注・委託契約、人事、報告等）はすべてジトーミル市が責任を持つ。

本プロジェクトは、やや規模が小さいプロジェクトであり、炭素クレジット取得側から考えた場合ペイオンデリバリー型の方がプロジェクトリスクを回避できるメリットはある。ただし、初期段階での資金不足を解消するために、炭素クレジットの相当額のうち一部を先払いすることが必要となる。これにより、プロジェクトの資金計画が非常に有利になると考える。また、本プロジェクトの場合、プロジェクトの早期実現を考慮すると全額直接投資（投資金の調達方法は特に問わない）によるプロジェクト実施が有効と考えた。

本プロジェクトにおいては、ERUの経済的価値の有無によってその事業性に大きな差を生じる。ERUの経済的価値がない場合には、資金調達以前にプロジェクトの事業性自体が低く、実現は難しい。一方、ERUの経済的価値を考慮した場合、プロジェクト期間を15年、ERUの価格を9.33US\$/tCO<sub>2</sub>（7EURO/tCO<sub>2</sub>相当）とすると、IRR（税引後）は13.55%であり、投資の対象となり得るレベルとなる。清水建設以外の日本側参加者については今後募ることとなるが、出資に応ずる企業は少なからず存在している。

実施スケジュールは表1に示すとおりである。2007年度上期にウクライナ、日本の両

国政府承認を目指し、手続きを進めていく予定である。同時に運営会社の設立および詳細設計を行い、2007 年下期から建設工事を開始し、2008 年 1 月より事業をスタートさせたいと考えている。プロジェクトの実施期間は 15 年間で予定している。

表 1 プロジェクトの実施スケジュール

業務項目	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年		2022 年
FS の実施	●————●							
PIN の提出		● 2 月						
ウクライナ政府より LOE を受理		● 4 月						
PDD 作成及び EIA の実施		●——● 4 月 - 6 月						
IE の決定		● 6 月						
ウクライナ政府より LOA を受領		● 8 月						
運営会社設立及び詳細設計の開始		●…… 6 月						
建設工事の開始		●…… 8 月						
クレジット期間の開始			●…… 1 月				クレジット期間 15 年	————→

#### 4. ベースラインの設定

本プロジェクトは JI プロジェクトであるが、先行する CDM 理事会の承認を受けたベースライン方法論を使用して検討した。

本プロジェクトには、「統合化ベースライン方法論 ACM0001/ Version4 ランドフィルガスプロジェクト活動のための統合化ベースライン方法論」及び「統合化モニタリング方法論 ACM0001/ Version4 ランドフィルガスプロジェクト活動のための統合化モニタリング方法論」を適用した。2007 年 1 月現在、最新のバージョンは Version5 であるが、本プロジェクトは JI プロジェクトなので、Version4 を採用した。

本プロジェクトは、

現在、ジトーミル市の処分場においては、LFG の収集が行われておらず、LFG の全てを大気に放出している。(ベースライン)

既存のジトーミル市の処分場において LFG の収集を行い、回収した LFG はフレア処理される。

回収した LFG は発電のエネルギー源として使用される。そして、他のエネルギー源の代替又は回避による排出削減量をクレームする。

であり、ACM0001 の適用条件である(a)、(c)に該当し、この方法論が適用できる。

また、ACM0001 に従い、「追加性の証明ツール」を用いてベースラインシナリオを現状維持と設定し、本プロジェクトの追加性を証明した。

なお、ACM0001 では、プロジェクトを行った場合の排出削減量を直接計測するモニタリング計画を行っているので、ベースライン排出量及びプロジェクト排出量を計測するわけではない。ACM0001 に基づき、直接排出削減量を算出した。

グリッドの排出係数 ( $CEF_{\text{electricity},y}$ ) の値は、ウクライナ政府が公式に使用を認めている「Operational Guidelines for Project Design Documents of Joint Implementation Projects, Volume 1: General guidelines, Version 2.3, Ministry of Economic Affairs of the Netherlands May 2004」を参照し、0.490 ~ 0.695 tCO<sub>2</sub>/MWh とした。

本プロジェクトによる排出削減量の試算は表 2 に示すとおりである。クレジット期間（2008 年～2022 年）における排出削減量は、513,593 tCO<sub>2</sub> になると試算された。

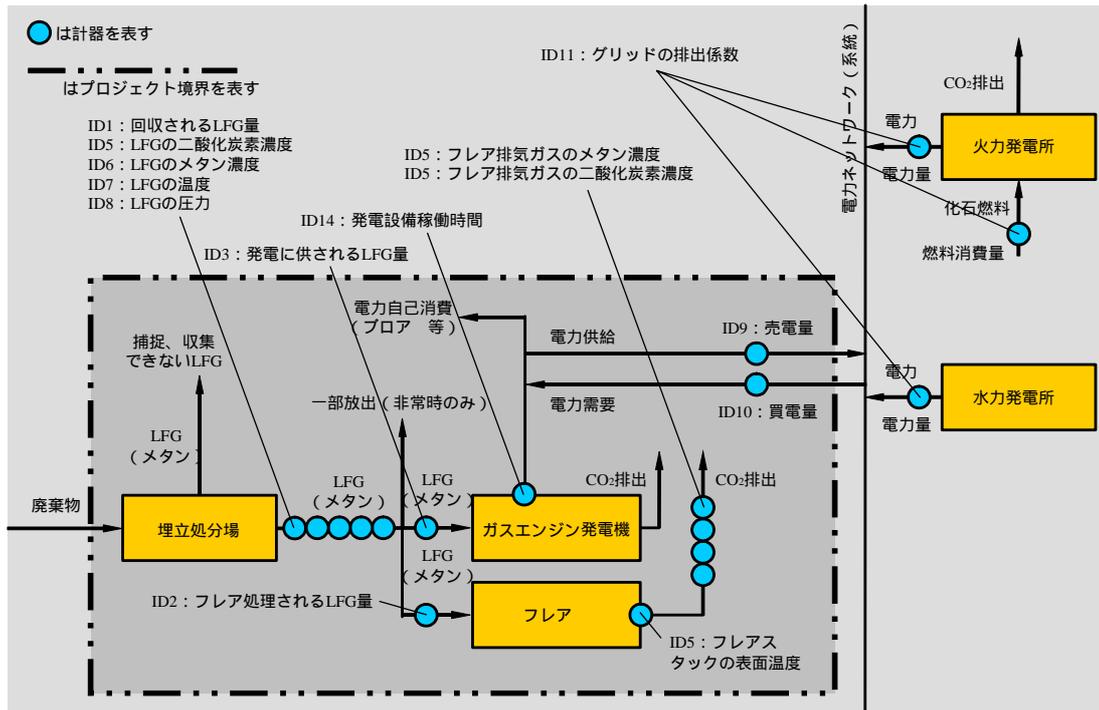
表 2 排出量及び排出削減量の試算結果

年	プロジェクト 排出量	ベースライン 排出量	リーケージ	排出削減量
	t-CO <sub>2</sub> e	t-CO <sub>2</sub> e	t-CO <sub>2</sub> e	t-CO <sub>2</sub> e
2008	35,781	76,520	0	40,739
2009	41,354	79,143	0	37,789
2010	46,536	84,218	0	37,682
2011	38,924	86,608	0	47,684
2012	44,561	88,922	0	44,361
2013	49,892	91,170	0	41,278
2014	54,940	93,350	0	38,410
2015	59,727	95,476	0	35,749
2016	64,272	97,546	0	33,273
2017	68,596	99,568	0	30,973
2018	63,638	92,472	0	28,834
2019	59,038	85,888	0	26,850
2020	54,771	79,772	0	25,001
2021	50,811	74,094	0	23,283
2022	47,138	68,826	0	21,688
合計	779,978	1,293,571	0	513,593

## 5. モニタリング計画など

本プロジェクトにおけるモニタリング項目を ACM0001 に基づいて決定した。

本プロジェクトにおけるモニタリング計画は、図 4 に示すとおりである。



ID 番号はモニタリング項目に対応する。  
 このモニタリング計画で計測される売電量 (ID9) は発電電力量からシステムの自己消費量を差し引いたものである。

図 4 モニタリング計画図

## 6. 収益性

本プロジェクトにおいては、収益性を投資回収年数及び内部収益率 (IRR) で評価する。  
 建設費は 3,050,173 US\$ (当初建設時に 1,787,543 US\$, 追加投資として 2 年後に 924,354 US\$, 3 年後に 338,276 US\$) であり、ランニングコストは 1 年当たり運転費が 38,122 US\$, 保守費が 34,655 US\$ (3 年目以降) である。なお、ランニングコストとして年間 20,000 US\$ のベリフィケーション費用を見込んでいる。

税金については、企業利潤税が経常利益に対して 20% である。

減価償却については、設備機器の減価償却は 90% の償却率で算出することとした。

電力料金は、既存の資料から 5.0 US\$cent/kWh と設定した。この価格は、発電事業者が配電会社へ電力を販売する場合の価格である。

試算に用いる為替レートは、1US\$=116.00 円とする。

最後に、プロジェクト実施スケジュールについては、2008 年より運転開始と想定しており、クレジット期間は 2008 年～2022 年までの 15 年間とする。

投資回収年数については表 3 に示すとおり、ERU の経済的価値なしの場合、ERU 価格が 5 US\$/tCO<sub>2</sub>、9.33 US\$/tCO<sub>2</sub> (7EURO/tCO<sub>2</sub> 相当) の 2 種類の ERU の経済的価値ありの

場合について、累積事業収支が黒字転換するプロジェクト開始（建設開始）からの年数を算定した。

表3 各条件における投資回収年数

ERUの経済的価値の有無		投資回収年数
ERUの経済的価値なしの場合	0 US\$/tCO <sub>2</sub>	回収できない (回収できない)
ERUの経済的価値ありの場合	5 US\$/tCO <sub>2</sub>	11年 (10年)
	9.33 US\$/tCO <sub>2</sub> (7EURO/tCO <sub>2</sub> 相当)	7年 (7年)

( )内は税引前の値を示す。

また、内部収益率（IRR）については、表4に示すとおり、ERUの経済的価値なしの場合、ERU価格が5 US\$/tCO<sub>2</sub>、9.33 US\$/tCO<sub>2</sub>（7EURO/tCO<sub>2</sub>相当）の2種類のERUの経済的価値ありの場合について、比較検討した。ここでの内部収益率（IRR）によるプロジェクト収益性の評価は、投資的的確性を判断するための指標として算出するものであるため、金利および借入金返済を考慮しないプロジェクトIRRの値を用いた。

ERUの経済的価値なしの場合、プロジェクトIRRはマイナスであるのに対し、ERU価格が9.33 US\$/tCO<sub>2</sub>（7EURO/tCO<sub>2</sub>相当）のケースでは、13.55%（税引後）であり、カントリーリスクを考慮しても投資の対象となり得るレベルとなる。

表4 各条件における内部収益率（IRR）

ERUの経済的価値の有無		IRR
ERUの経済的価値なしの場合	0 US\$/tCO <sub>2</sub>	マイナス (マイナス)
ERUの経済的価値ありの場合	5 US\$/tCO <sub>2</sub>	6.73 (7.66)
	9.33 US\$/tCO <sub>2</sub> (7EURO/tCO <sub>2</sub> 相当)	13.55 (14.79)

( )内は税引前の値を示す。

本プロジェクトにおけるイニシャルコストは既に述べたように、3,050,173US\$である。一方、本プロジェクトにおけるクレジット期間（2008年～2022年）の温室効果ガス排出削減量の合計は、513,593tCO<sub>2</sub>である。

温室効果ガス排出削減コストは、クレジット期間（2008年～2022年）のCO<sub>2</sub>排出量をイニシャルコストで割ることにより、温室効果ガス排出削減コストを算出した。結果は表5に示すとおりである。

表 5 CO<sub>2</sub>削減コスト

項目	数値
温室効果ガス削減量 (tCO <sub>2</sub> )	513,593
コスト (US\$)	3,050,173
CO <sub>2</sub> 削減コスト (US\$/tCO <sub>2</sub> )	約 5.9

## 7. 調査結果のまとめ、今後の対応

本 FS 調査は、ジトーミル市の埋立処分場から発生する LFG を回収し、ガスエンジンを用いて発電利用することにより、メタンの大気中への排出を削減し、さらに発生した電力が系統の発電所からの電力と置き換わることにより、発電所での CO<sub>2</sub> 排出量を削減するプロジェクトについて検討したものである。

現在、ウクライナ政府は JI プロジェクト承認手続きの手順等の JI プロジェクト承認に対する体制を既に完成させており、相当数のプロジェクトが LOE を得ており、いくつかのプロジェクトが承認申請段階にあり、近く承認される見通しである。本プロジェクトも承認プロジェクトとなる可能性は高い。

本プロジェクトのカウンターパートであるジトーミル市は、環境改善、海外投資の積極的受け入れ等の点から本 JI プロジェクトの実施に好意的であり、本 FS 調査においても多大な協力を得ることができた。

本プロジェクトでは、採算性等の観点から 500kW (0.5MW) のガスエンジン発電機を設置し、2008 年よりクレジットの獲得を目指す計画を想定し、その結果、本事業が JI 事業として関係機関の承認を得て、炭素排出権市場の価格が 9.33 US\$/tCO<sub>2</sub> 以上となる状況であれば、事業実施可能であるとの結論を得た。

今後は、LOE の取得、ディターミネーションの実施を経て、日本、ウクライナ両国の政府承認取得と同時に、より詳細な設備計画やプロジェクト実施に向けた事業契約の締結などを速やかに実施し、できるだけ早い時期でのプロジェクトの実現化を目指していきたい。

埋立処分場からのメタンガス回収・利用の JI プロジェクトには CDM の統合化方法論が適用でき、2008 年からの第一約束期間に向けた、確実かつ速やかなプロジェクトの実現のためにきわめて有利である。

一方、LFG プロジェクトの形成においては、フロン破壊や N<sub>2</sub>O 破壊のプロジェクトとは異なり、

- ・ホスト国の気候条件
- ・埋立処分場の形状
- ・生活習慣による廃棄物組成

・廃棄物収集システム

などの影響要因が多く、調査段階での詳細な検討が不可欠である。この詳細な調査に基づき、プロジェクトの効果、事業性をつかむ事ができる。

また、一口に LFG プロジェクトといっても、カウンターパートとなる地方自治体のプロジェクトへの係わり方は様々で、プロジェクト実現化に向けた意見調整は容易ではない。この点が各国によるプロジェクト獲得競争が激化する中で、プロジェクト開発段階での最大のテーマである。ホスト国側としても、日本政府の補助による FS 調査はプロジェクトの実現化への期待が高く、本調査も高く評価されている。

本調査では、有望な II プロジェクトの検討のみならず、II や GIS の対象国としてポテンシャルの高いウクライナ国における最新の動向の把握と、日本政府の施策のアピールを行うことができた。今後も本プロジェクトの実現化を通じたウクライナ国との関係強化と併せて、中東欧地域におけるプロジェクト開発を継続し、我が国の目標達成に繋げてゆく事が必要と考える。