

調査目的および概要

1997年12月に開催された国連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、温室効果ガス（GHG）による地球温暖化防止のため、先進国は2008年から2012年の平均排出量を1990年レベルより約5%（日本は5%）削減することが定められた。京都議定書にはこの削減目標を達成するため、柔軟措置として「クリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism, CDM）」や「共同実施（Joint Implementation, JI）」等の京都メカニズムが盛り込まれた。

日本政府はこの削減目標を達成するための政策として地球温暖化推進大綱（平成14年3月）を定め、その中においても、京都議定書の約束を費用対効果的に達成するためには京都メカニズムを活用していくことが重要であると位置付けている。

ブラジルは国連気候変動枠組条約（UNFCCC）に他国に先駆けて署名（1992年6月4日）しており、1994年2月28日には批准をしている。また、ブラジルはCDMの発案者であり、既に50件を超えるプロジェクトがCDM候補としてブラジル政府に持ち込まれている。CDM理事会の新方法論承認プロセスに提出されたプロジェクト数も比較的多いことを考えるとCDMプロジェクトが実施される可能性が高い国の1つといえる。

また、CDMプロジェクトの中でメタンガス回収プロジェクトは、メタンガスが二酸化炭素に比べ21倍の温室効果があることから削減効果が高いものと注目されている。その中でも廃棄物埋立場から大量に排出されているランドフィルガス（LFG）の回収および利用プロジェクトはCDM理事会の新方法論に多くの承認申請が提出されており、またその内のいくつかは既に承認を受けている事を鑑みても、LFG回収および利用プロジェクトにおける炭素クレジット獲得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。

本調査は、上記のような背景を受け、ブラジルのサンパウロ市サンホアン地区の廃棄物埋立場から大量排出されているLFGを回収し、エネルギー源として有効利用する事業における炭素クレジット獲得に関する知見を深める事を目的とした。

本調査では、サンパウロ市サンホアン地区の廃棄物埋立場からLFGを回収し、エネルギー源として有効利用する事業を対象に、ベースライン調査、GHG削減量計算、利害関係者分析、環境影響評価などを実施し、プロジェクト設計書を検討・試作した。

1. 現地概要

1) ブラジルの地球温暖化防止に関わる取組み

ブラジルは UNFCCC に署名した最初の国であり（1992年6月4日）、アマゾン地域などの森林資源の減少問題もあり、ブラジル国内、地域、国際レベルで気候変動に関する様々なプログラムや調査を開発・実施してきた。国内プログラムは気候変動だけではなく、再生可能エネルギーや化石燃料の転換、エネルギーの効率化など気候変動の緩和に直接的・間接的影響を及ぼす広範な問題が取り扱われている。

ブラジルは気候変動問題に対する政府活動の調整役として、1999年7月7日の大統領令により気候変動省間委員会（Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, CIMGC）を設立した。科学技術大臣が委員長に、環境大臣が副委員長に任命されている。また、科学技術省が主幹局となっている。

2) ブラジルにおける一般廃棄物の埋立て状況

ブラジル廃棄物回収基礎調査(PNSB)によると、ブラジルにおける一般廃棄物の埋立場もしくはごみ捨て場への廃棄率は、以下表 - 1 に示す通り約 97.9%（IBGE,1992年）である。更に最近の家庭聞き込み調査(PNAD)では、人口の85%が廃棄物回収サービスを楽しんでいるという結果が出ている（IBGE,1996年）。

廃棄物収集量(PNSB-1989)(t/日)										
合計	ごみ捨て場		埋立場			他	%			
	オープン	Flood-ed	管理	衛生	他		オープン	Flood-ed	埋立場	他
241,614	182,190	1,588	30,082	22,456	107	5,191	75.4	0.7	21.8	2.1

表 - 1 ブラジルにおける一般廃棄物の行方

(出典：METHANE EMISSIONS FROM WASTE TREATMENT AND DISPOSAL)

3) サンパウロ市の一般廃棄物処理現状

サンパウロ市の廃棄物収集・処理は公共事業局(SSO)の中にある廃棄物対策部により管理・運営されている。清掃・収集・運搬・処理などの廃棄物に関する全ての業務は、現在契約している9つの民間企業が実施しており、廃棄物対策部はこ

れら企業との契約手続き、技術指導、業務の管理・監督を行っている。

サンパウロ市では現在、1日約10,000トンの一般廃棄物が収集されており、この内14%に相当する約1,400トンはコンポスト処理場に送られているが、それ以外の全ての廃棄物は2ヶ所の廃棄物埋立場で処理されている。

4) ブラジルの LFG 利用状況

1994年にサンパウロ州環境局が作成したGHG目録によると、ブラジルには6,000を超える廃棄物埋立場があるが、その大部分が全く管理されていない埋立場である。実際、ブラジルで発生する一般廃棄物量の約76%が、全く管理されずLFG回収も排水処理もされてないごみ捨て場(Lixoes)にまさしく捨てられている。残りの24%の廃棄物は衛生埋立場と呼ぶことはできない‘管理された’廃棄物埋立場で処分されている。ブラジルの法律では埋立場でLFGを回収および処理する必要がなく、ほとんどの埋立場ではLFG回収はしていないが、一部の衛生埋立場では安全上の理由で20%程度の回収およびフレアリングを実施しているところもある。

以下にブラジルで計画もしくは実施されているLFG回収プロジェクトの内、代表的なものについて記載する。

- NovaGerar 埋立場 LFG 発電プロジェクト
リオデジャネイロ州 Nova Iguaçu 市の中心から約10kmの位置にあるNovaGerar埋立場におけるLFG回収率向上およびLFGを利用した12メガワット規模の発電プロジェクトである。環境ファイナンス会社であるEcoSecurities Limitedとブラジル企業であるS.A.Paulistaがプロジェクト実施主体であり、世界銀行オランダクリーン開発ファシリティ（WBNCDF）が炭素クレジットを購入することになっている。既にCDM理事会の方法論承認（AM0003:”Simplified Financial Analysis for Landfill Gas Capture Projects”）を受けており、21年間で約10.7百万トンの排出削減量を見込んでいる。
- バイア州サルバドール埋立場 LFG プロジェクト
バイア州サルバドール市から北東約20kmに位置するバイア州サルバドール埋立場におけるLFG回収率向上およびLFGを利用した最終発電規模40メガワットの発電プロジェクトである。プロジェクトはフランスの

SUEZ Environment 社の子会社である VEGA Bahia Tratamento de Residuos S.A. が実施する。既に CDM 理事会の方法論承認 (AM0002: "Greenhouse Gas Emission Reductions through Landfill Gas Capture and Flaring where the Baseline is established by a Public Concession Contract") を受けており、17 年間で約 14.5 百万トンの排出削減量を見込んでいる。

- SASA 埋立場 LFG 回収プロジェクト
サンパウロ州 Tremembé 市の SASA 埋立場における LFG 回収プロジェクトである。プロジェクトはフランスの ONYX 社とその子会社 SASA 社が実施する。第 12 回 CDM 理事会で新方法論の承認 (NM0021) を受けており、10 年間で約 70 万トンの排出削減量を見込んでいる。

2. サンホアン埋立場ガス発電プロジェクト概要

1) プロジェクト概要

本プロジェクトは、南米最大の都市であるブラジル共和国サンパウロ市の中心から約 45 キロメートルに位置するサンホアン地区における一般廃棄物埋立場からのメタンガスを主成分とする LFG 回収率の向上を目的としたシステムの改良およびその LFG を利用した発電事業であり地球温暖化防止に貢献するものである。

現状、ブラジルの廃棄物埋立場の大部分は全く管理されておらず、埋立場から発生するメタンガスを主成分とする LFG は地球温暖化に重大な影響を及ぼすばかりではなく、悪臭および火災や爆発の危険といった地域環境を悪化させる原因を作っている。また、ブラジル全体の 25%にも満たない管理されている埋立場においてさえも、LFG 回収率は平均 10%以下と非常に低い。本プロジェクトは、サンホアン埋立場の LFG の回収率を向上させ、エネルギー源として有効利用することにより地球規模および地球環境の改善を図ることおよび地域に環境的、経済的利益をもたらす持続的発展に貢献する事を目的としている。

本プロジェクトは、安全上の理由で約 30%程度の LFG 回収をしていると推測される現状の LFG 回収システムを改良し、LFG 回収率を 75%程度にまで向上させる。そして、フレアリングシステムを導入し、メタンガスを燃焼させ二酸化炭素に変換することにより、二酸化炭素等換算ガス排出量の削減を実現する。また、

ガスエンジン発電設備（最終発電能力約 25 メガワット）を導入し、系統を通じ電力供給をすることによりブラジルおよび地域の持続的発展に貢献する。

利用される技術は以下の 2 つである。1 つは、サンホアン埋立場で使用される LFG 回収技術であり、既に不浸透性の高密度ポリエチレン（HDPE）膜での遮水や排水処理設備および LFG ガス回収井戸が設置されているが、垂直ガス抽出井戸および水平ガス抽出井戸といった回収井戸の改良およびフレアリングシステムなどである。もう 1 つは、発電設備における技術であり、ガスエンジン発電設備が導入される。現在の予定ではメタンガス回収設備の導入後に発電設備を導入する予定である。

2) ベースライン

今回使用したベースライン選定方法は、AM0003「ランドフィルガス回収プロジェクトを対象とする簡易財務分析（Simplified financial analysis for landfill gas capture projects）」である。本方法は 2004 年 1 月 12 日に UNFCCC によって承認された。

本提案プロジェクトのベースライン・シナリオは、以下のように表現できる。

埋立処分場では、LFG の回収量が少なく処理も不十分であるため、LFG は大気中に無制限に放出される。しかし、将来のある時点において LFG の回収と処理が法令によって義務づけられるか、または経済的に魅力ある事業内容となる可能性がある。

3) プロジェクトバウンダリー

プロジェクト境界とシステム境界をすべて記述した完全なフローチャートを図 - 1 に示す。フローチャートには LFG 回収システムと発電用装置について存在している要素をすべて記載した。

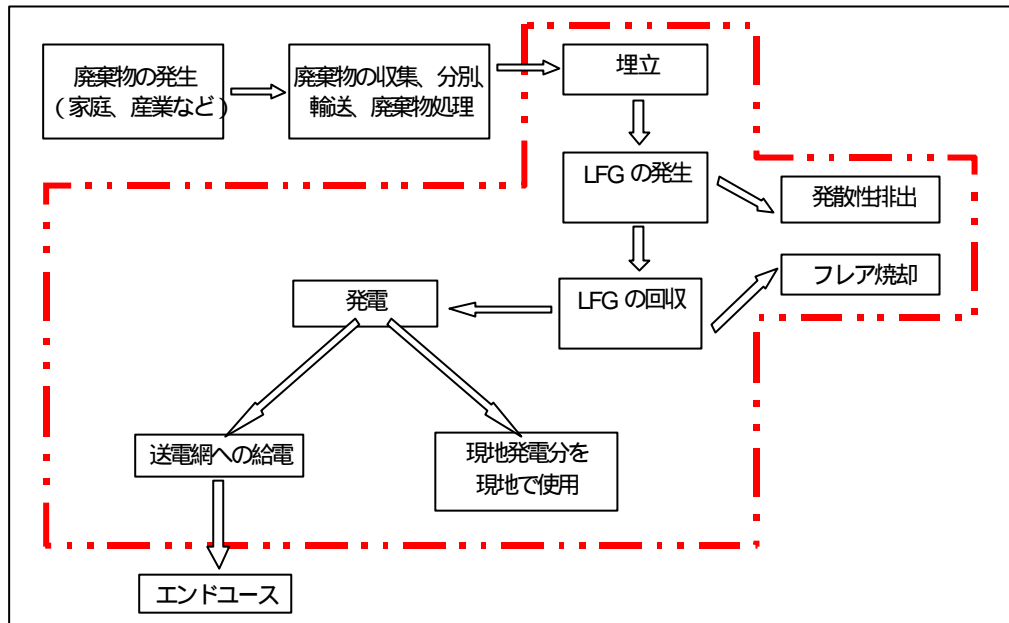


図 - 1 システム境界

4) モニタリング

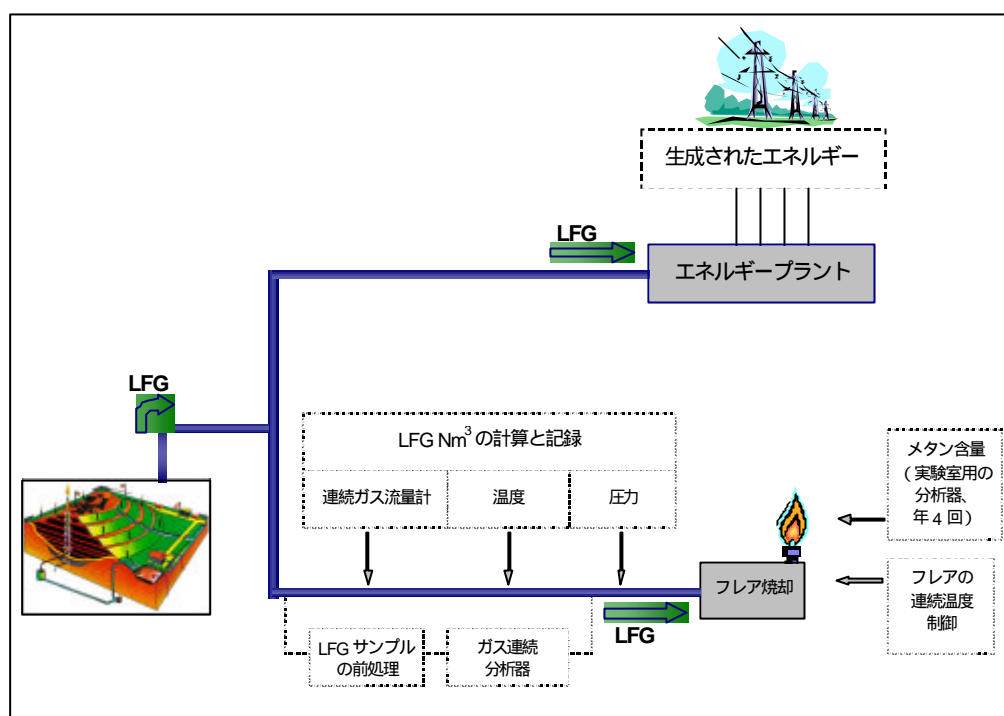


図 - 2 プロジェクト内容とモニター作業の概要

5) GHG 削減量計算

年次	ベースライン 排出量	プロジェクト 排出量	排出削減量
2005	1,845,554	659,126	1,186,428
2006	2,082,057	743,592	1,338,465
2007	2,296,054	820,019	1,476,035
2008	2,077,556	741,984	1,335,572
2009	1,879,850	671,375	1,208,475
2010	1,700,959	607,485	1,093,474
2011	1,539,091	549,675	989,416
2012	1,392,627	497,367	895,260
2013	1,260,101	450,036	810,065
2014	1,140,187	407,210	732,977
2015	1,031,684	368,458	663,225
2016	933,506	333,395	600,111

2017	844,671	301,668	543,003
2018	764,290	272,961	491,329
2019	691,558	246,985	444,573
2020	625,748	223,481	402,266
2021	566,200	202,214	363,986
2022	512,319	182,971	329,348
2023	463,565	165,559	298,006
2024	419,451	149,804	269,647
2025	379,535	135,548	243,987
Total	24,446,566	8,730,917	15,715,650

表 - 2 ベースラインとプロジェクトの排出量のまとめ
(単位：t-CO₂e)

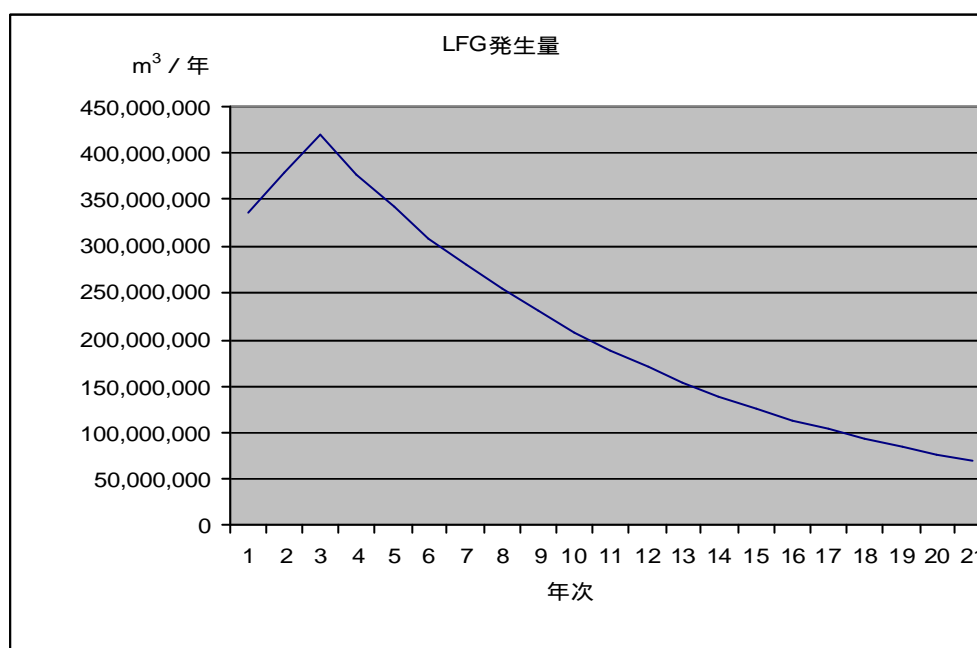


図 - 3 LFG 発生量

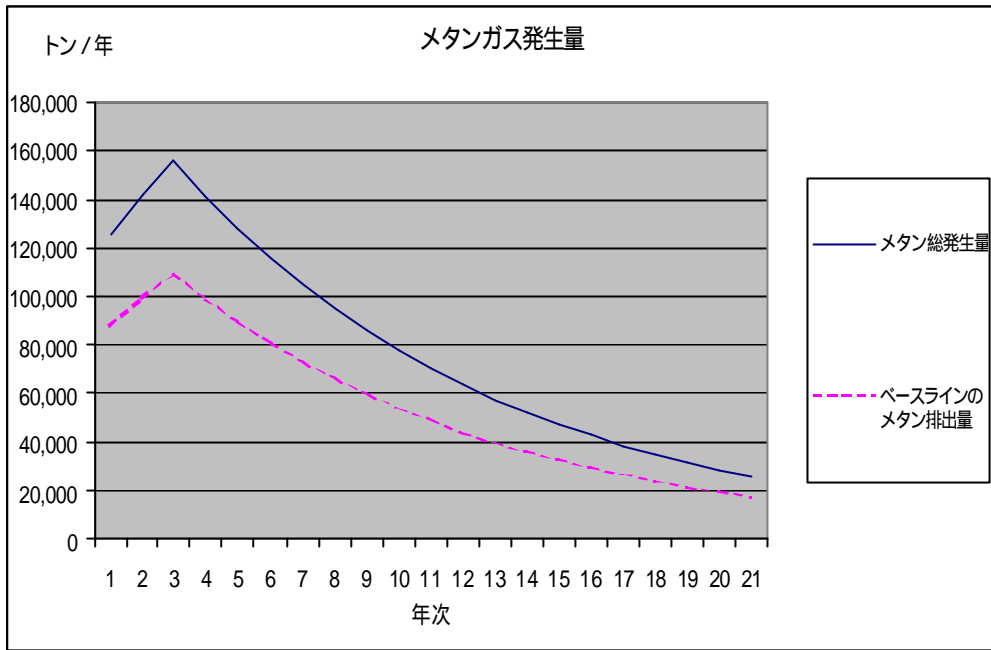


図 - 4 メタン発生量

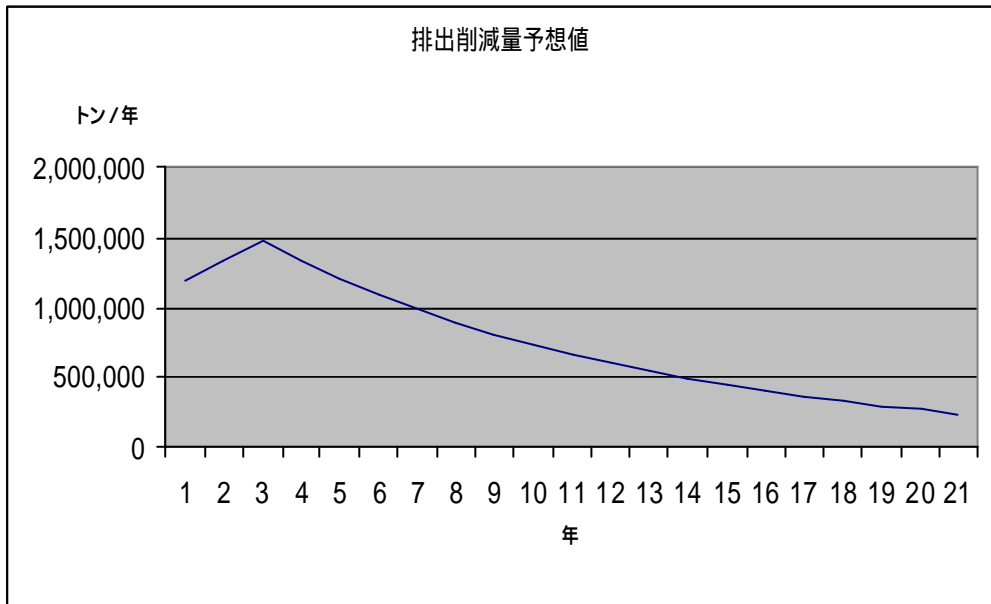


図 - 5 排出削減量予想値

3. プロジェクトの事業性評価

本文5.に記載する前提条件で算出された内部収益率（プロジェクトIRR）は、以下の通りである。

	CO2 クレジット価格 (US\$/t-CO2)	クレジット獲得期 間	内部収益率 (%)
炭素クレジット 含む	4	21 年間	27.2
炭素クレジット 含まず	考慮せず	考慮せず	14.8

表 - 3 内部収益率