

平成 21 年度 CDM/JI 実現可能性調査 最終報告書 概要版

調査名

マレーシア・イボ市における有機性廃棄物コンポスト化・最終処分場の LFG 回収による廃棄物複合処理 CDM 事業調査

団体名

株式会社 ミダック

調査実施体制

調査実施体制を、表 1 に示す。

表 1 調査実施体制

〔日本国側〕	
・ 株式会社 ミダック	- 調査全体の統括、報告書作成担当。
・ 鹿島建設 株式会社	- 現地調査技術支援。
〔ホスト国側〕	
・ LEETUCK CONSTRUCTION 社(以下、LT 社)	- カウンターパートであり、現地調査協力企業。
・ イボ市	- 市の廃棄物処理を管轄。現地調査実施の許可・情報提供等の協力を依頼している。
・ マレーシア住宅地方自治省(Ministry of Housing and Local Government : MHLG)	- 都市ごみ処理行政を管轄する省。都市ごみ廃棄物処理状況の確認及びプロジェクト内容を協議する。
・ マレーシア天然資源環境省(Ministry of Natural Resources and Environment : MNRE)	- 環境政策を担当する省。CDM の指定国家機関 (Designated National Authority : DNA) を設置している。本調査において、最新環境政策、CDM 関連情報等を確認すると共に、プロジェクトの実施可能性について協議する。

1. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、マレーシアのペラ州イボ特別市に位置する都市ごみ(Municipal Solid Waste : MSW)処分場を対象サイトとし、廃棄物処理を実施するものである。現在対象サイトには、約 600 t/日の廃棄物がオープンダンプングされており、それに伴い環境汚染が顕在化している。

本プロジェクトは、対象サイトにて 「処分場による LFG(Landfill gas)回収・利用」あるいは搬入廃棄物の「機械・生物処理(Mechanical Biological Treatment : MBT)による有機廃棄物のコンポスト化」を実施する。事業開始時期は、2013 年を予定しており、第一プロジェクト期間(7 年間)での温室効果ガス削減量は、次のとおり想定される。

- ・ 処分場による LFG 回収・利用 : 402,570 t-CO₂ [年平均 57,510 t-CO₂]
- ・ 有機性廃棄物のコンポスト化 : 272,112 t-CO₂ [年平均 38,873 t-CO₂]

2. 調査の内容

(1) 調査課題

〔課題 1〕対象サイトの廃棄物管理状況を十分に理解し、最適な導入技術を選定し、具体的な計画を進めること。

対象サイトであるマレーシアでは、廃棄物処理における予算の確保や環境汚染などの様々な問題が発生している。これらを解決するためには、3R 推進による廃棄物減量・周辺環境の改善を安価なコストで実現することが求められる。今回、技術的・資金的にも容易な技術として、既存廃棄物埋立エリアでは処分場からの LFG 回収後ガスエンジンによるエネルギー化事業が、新規廃棄物搬入エリアでは MBT による有機廃棄物のコンポスト化事業が最適であると結論づけた。

〔課題 2〕選定した計画における仕様・コスト等資金計画の確認を行うこと。

当初、プロジェクトに導入する機器・建築工事費を日本企業で実施することを検討していた。しかし、日本企業では想定価格より大幅に増加してしまうことが判明したため、ホスト国企業を始めとする海外企業での製品調達及び建築工事の実施を検討することとした。

〔課題 3〕利害関係者に対し、本プロジェクトに対する説明を実施し、プロジェクトを促進する。

2009 年 8 月に、イポ市・ペラ州の関係者を集めたプレゼンテーションを実施し、本プロジェクトの説明を行った。また、現地調査として廃棄物組成分析・処分場浸出水分析・ガス測定の実施に理解を得た。2010 年 1 月には、現地調査結果の説明をイポ市関係者へ実施し、CDM 事業に理解を示している。

〔課題 4〕ガス回収技術・MBT 技術のモニタリング方法について検討を行う。

ガス回収技術は、2009 年 12 月に対象サイトにて、ガス回収用配管からのガス風速測定を実施した結果、平均で 2.5m/s 程度と風速が速いことから IPCC のデフォルト値より分解率が高いことが推察される。さらに詳細な検討が必要であるが、熱帯気候での LFG 回収事業では短期で多くのメタンガスの発生があることが示された。

MBT 技術は、廃棄物組成分析および好気性発酵処理試験を実施している。この結果、コンポスト売却を考えない場合、好気性処理期間としては 45 日間で十分であることが判明した。また、45 日間の好気処理により 60%程度の有機性炭素分の分解率が得られている。

(2) 調査内容

〔廃棄物組成分析〕

対象サイトに搬入されている廃棄物の排出元は 3 種(Household, Shop, Market)である。2008 年実施調査結果と排出元別による廃棄物の性状・組成の違いを把握するため、排出元別に組成分析を実施している。また、廃棄物の分類項目は、有機性廃棄物・リサイクル可能品目などを考慮し、16 種類とした。

排出元別のごみ組成分析調査結果を基に（調査結果は割愛する）、処分場に搬入される廃棄物の組成を推定した。推定結果は図 1 の様になった。

Weight (ton) (Estimated value)

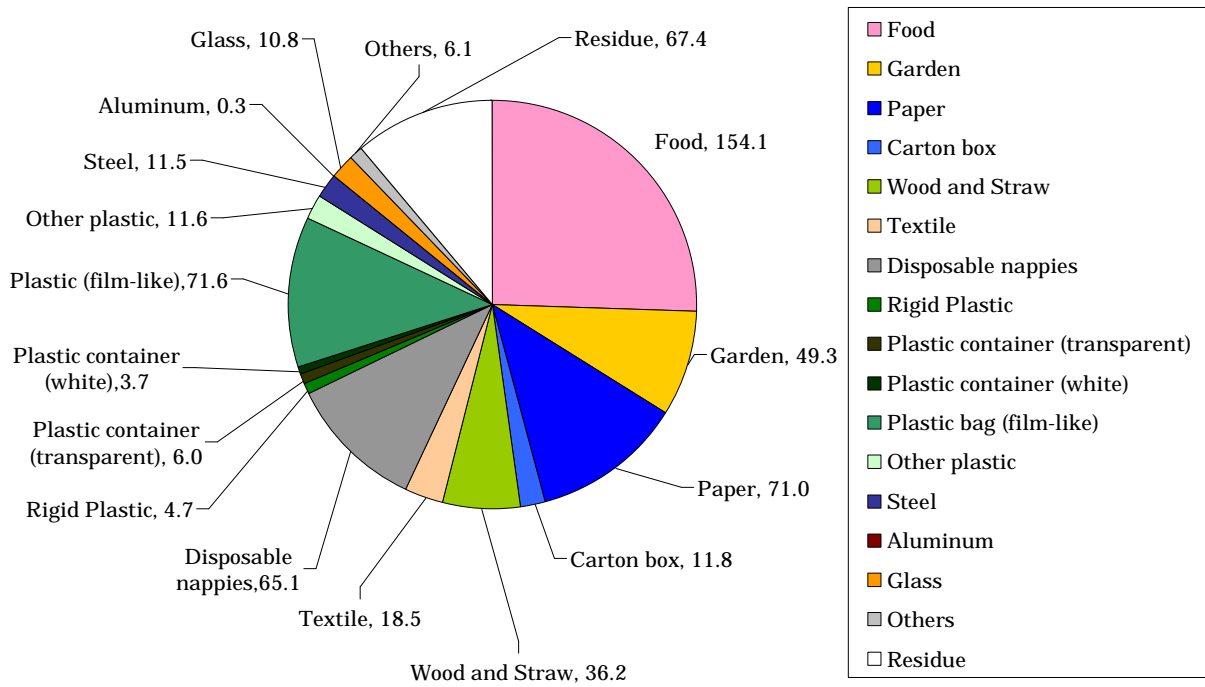



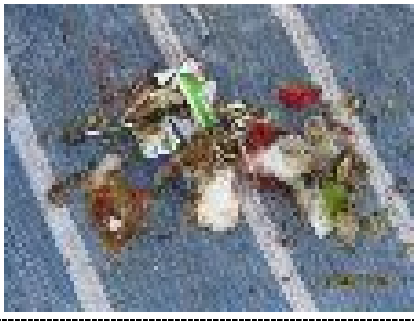




図1 ごみ組成分析調査結果

本調査によって得られた排出元別のごみ性状と残渣分性状に目を向けてみると、表2の様にとめることができた。

表2 排出元別ごみ性状と残渣分性状

Household	Shop	Market
		
残渣分写真	残渣分写真	残渣分写真
		
残渣に含まれる無機性ごみの写真	残渣に含まれる無機性ごみの写真	残渣に含まれる無機性ごみの写真

留意事項（各排出元別のごみ性状）		
ごみがプラスチック袋で包まれ、小分けにされて排出されている （中身は食品であることが多い）	ごみがプラスチック袋で包まれ、小分けにされて排出されている （中身は食品であることが多い）	ごみの種類ごとに比較的まとまって排出されている
乾電池混入あり	乾電池混入あり	蛍光灯の混入あり
ライター混入あり	プラスチック製品混入あり	プラスチック製品混入あり
ガラス破片混入あり	-	-
プラスチック製品混入あり	-	-

〔リサイクル分析〕

処分場の現場監督にヒアリングを行い、リサイクル可能品目及び売却単価を得た。リサイクル物の回収は、手選別ラインでの作業員によってピックアップされる予定である。調査時の様に分別に長い時間をかけることができないこと、また何重もの梱包により 100%の選別が困難であることが予測される。

〔メタンガス量測定〕

処分場からのメタンガス発生量を推計するため、処分場に既設されていたガス回収用配管を用いて以下の事項を測定した。

a. ガス回収用配管の高さ・直径測定

表 3 ガス回収用配管の高さ・直径

Item	Measured value
Height of pipe (m)	About 1.0 (93 cm)
Diameter (cm)	15
Depth of pipe (m)	About 19

b. ガス回収用配管から発生しているガスの風速測定

表 4 ガス風速測定結果

Velocity of landfill gas generation (m/s)					
Date (Dec.)	21st	22nd	23rd	24th	Average
Morning	2.58	2.73	2.55	2.41	2.57
Around Noon	2.40	2.64	2.54	-	2.52
Evening	2.51	2.31	2.27	-	2.36
Average	2.50	2.56	2.45	2.41	2.49

*The diameter of the pipe is 15 cm.

c. ガス回収用配管内部の温度測定

表 5 温度測定結果

Temperature in the landfill									
Date	pm 4:25 21/12	am 9:10 22/12	am 11:55 22/12	pm 3:55 22/12	am 9:10 23/12	am 11:40 23/12	pm 4:15 23/12	am 9:10 24/12	Average
Weather	cloudy	cloudy	fine	fine	fine	cloudy	fine	fine	-
Temperature of atmosphere ()	29.4	24.9	25.6	29.4	25.8	26.1	30.7	24.7	27.1
0 m (Depth from ground)	40.3	40.9	40.5	41.2	40.4	40.9	40.3	40.4	40.6
1 m (Depth from ground)	40.9	41.5	41.0	41.2	41.4	40.9	41.2	41.3	41.2
2 m (Depth from ground)	41.6	41.8	41.4	41.8	41.5	41.8	41.7	41.7	41.7
3 m (Depth from ground)	43.2	43.3	43.1	43.1	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1
4 m (Depth from ground)	46.7	46.8	46.6	46.8	46.8	46.8	46.8	46.8	46.8
5 m (Depth from ground)	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.8	46.8	46.8	46.9
6 m (Depth from ground)	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.8	46.9
7 m (Depth from ground)	47.0	47.0	47.0	47.0	46.9	46.9	46.9	46.9	47.0
8 m (Depth from ground)	47.1	47.1	47.1	47.1	47.0	47.0	47.0	47.0	47.1
9 m (Depth from ground)	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.1	47.0	47.1

〔 処分場浸出水分析 〕

本プロジェクト実施における周辺環境への影響を把握するため、その一つである処分場からの浸出水の調査を行った。

表 6 処分場浸出水の分析結果

Date Sample Received	27/08/2009
Date Sample Analysis	08/09/2009

Test Parameters	Unit	Sample No1	Sample No2	Sample No3	Sample No4	Sample No5	AVG	Standard B
pH Value	-	6.9	8.4	7.1	8.6	8.9	7.98	5.5 - 9.0
BOD ₅ at 20	mg/l	41	486	18	160	1600	461	50
COD	mg/l	137	1870	71	747	4490	1463	100
Suspended Solid	mg/l	173	276	82	344	364	248	100
Hg	mg/l	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.05
Cd	mg/l	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.02
Cr ⁶⁺	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.05
Cu	mg/l	0.02	0.23	< 0.01	0.2	0.25	< 0.175	1.0
As	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1
Cyanide	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1
Pb	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.5
Cr ³⁺	mg/l	< 0.05	0.12	< 0.05	0.06	0.45	< 0.21	1.0
Mg	mg/l	0.19	0.7	0.18	0.25	0.24	0.312	1.0
Ni	mg/l	< 0.01	0.22	< 0.01	0.04	0.36	< 0.21	1.0
Sn	mg/l	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	0.3	0.25	1.0
Zn	mg/l	0.04	0.32	0.01	0.19	0.53	0.218	2.0
Br	mg/l	< 0.2	0.06	< 0.2	0.07	1.2	< 0.44	4.0
Fe	mg/l	3.24	11.9	1.94	2.55	7.76	5.478	5.0
Phenol	mg/l	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	1.0
Free Cl	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.0
S	mg/l	< 0.01	0.04	0.02	0.02	0.04	< 0.03	0.5
Oil and Grease	mg/l	2	2	ND(< 1)	3	4	< 2.75	10.0
Chloride	mg/l	73	1320	57	602	2820	974.4	-

3 . CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

(1) ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定

適用方法論

本事業においては、処分場が閉鎖される場合、引き続き処分場へ廃棄物を受け入れる場合の 2 通りに場合分けしてそれぞれに応じた事業および方法論を適用することとする。詳細は表 7 の通りである。

表 7 適用方法論

	処分場が閉鎖する場合	引き続き処分場へ 廃棄物を受け入れる場合
事業	処分場の LFG 回収・利用事業	有機性廃棄物のコンポスト化事業 (MBT)
方法論	ACM0001 “Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities (version 11)”	AM0025 ”Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes (version 11)”

ベースラインシナリオ

A：処分場の LFG 回収・利用事業

LFG 回収・利用プロジェクトに最適なベースラインシナリオを、方法論 ACM0001 (version 11) に基づき確定する。その結果、代替案のうち、現状維持、すなわち、LFG の大気中への排出(LFG2) とグリッドから得られる電力の使用(P6)の組み合わせが一番もっともらしいベースラインシナリオとなる。この現状維持は投資障壁もなく、もっともローコストで適用できる一方、他の代替案は CER クレジットなどの他の収益がなければ、経済的に実施され得ない。

B：有機性廃棄物のコンポスト化事業

コンポスト化プロジェクトに最適なベースラインシナリオを、方法論 AM0025 (version 11) に基づき確定する。CDM プロジェクトとして実施しない前提においては、

- ・コンポスト化を実施してもコンポストを売却できなければ、追加的な収益を上げられないこと
 - ・LFG を回収しても LFG を発電等に用いられなければ、追加的な収益を上げられないこと
- から、一番もっともらしいベースラインシナリオは、現状維持、すなわち、LFG の回収されていない処分場に廃棄物が埋め立てられること(M3)である。

プロジェクトバウンダリー

A：処分場の LFG 回収・利用事業

方法論 ACM0001 では、プロジェクトバウンダリーは“ガスが回収・破壊 / 使用されるプロジェクト活動のサイト内”と規定している。また、本プロジェクトでは、グリッドからの電力を使用することから、プロジェクトバウンダリー内には、事業サイトとなるイポ市の処分場とともに電力グリッドが含まれる。

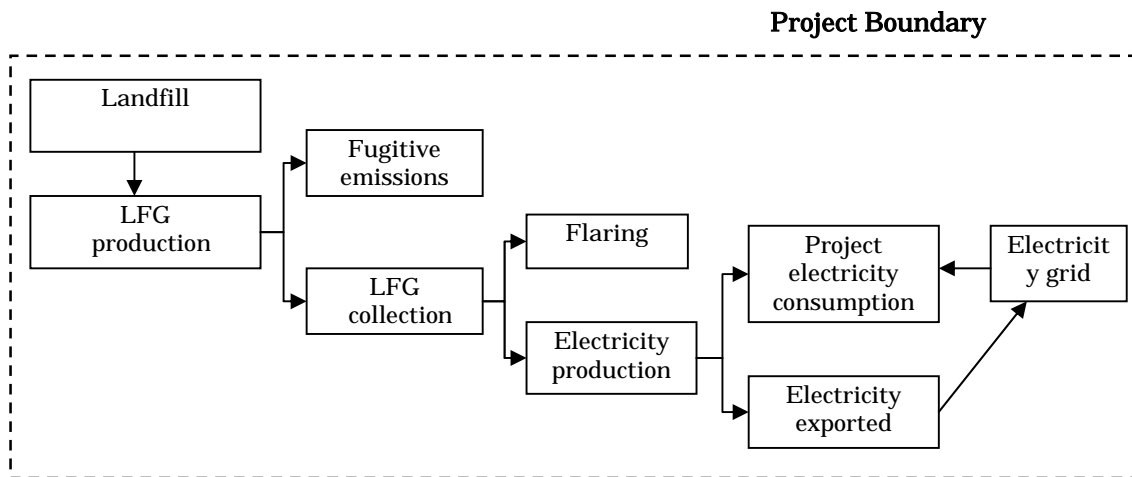


図 2 LFG 回収・利用事業 プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトで主に考慮される必要がある温室効果ガスの排出源は、サイト内での電力消費に伴う CO₂ である。

B：有機性廃棄物のコンポスト化事業

方法論 AM0025 では、プロジェクトバウンダリーは“廃棄物の処理を行う場所”であり、下記の施設を含むと既定している。

- ・ 廃棄物処理施設、
- ・ サイト内の発電及び/または消費、
- ・ サイト内の燃料の使用、
- ・ サーマルエネルギー発電 (thermal energy generation)
- ・ 排水処理施設
- ・ 最終処分場

また、廃棄物収集及びプロジェクトサイトへの運搬のための施設は含まないとしている。したがって、本プロジェクトのバウンダリーは、処分場内の中間処理施設である。

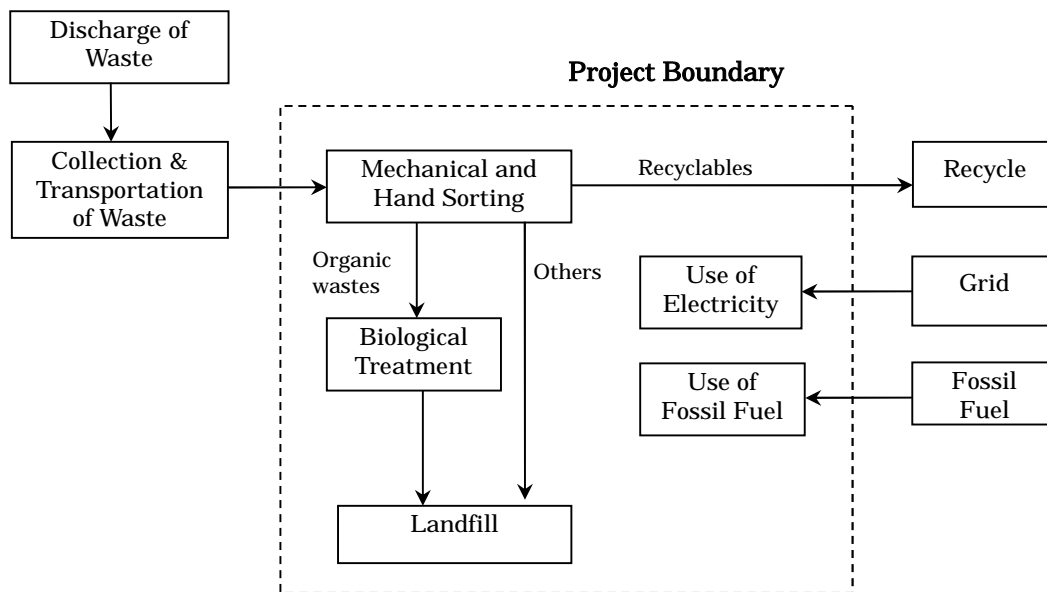


図 3 コンポスト化事業 プロジェクトバウンダリー

本プロジェクトで主に考慮される必要がある温室効果ガスの排出源は、廃棄物処理活動に伴い発生する CH₄、N₂O、そしてサイト内での電力・燃料消費に伴う CO₂ である。

(2) プロジェクト排出量

ベースラインシナリオ排出量

A：処分場の LFG 回収・利用事業

本プロジェクトでは、LFG を用いた熱エネルギー生成、天然ガスパイプラインへの供給を行わないので、以下のように整理される。

$$BE_y = (MD_{project,y} - MD_{BL,y}) * GWP_{CH_4} + EL_{LFG,y} * CEF_{elec,BL,y}$$

BE_y : ベースライン排出量 (tCO₂e)

MD_{project,y} : プロジェクトシナリオで破壊 / 燃焼されるメタンの量 (tCH₄)

MD_{BL,y} : プロジェクトが行われない間に法規制等に基づいて破壊 / 燃焼されるメタンの量 (tCH₄)

GWP_{CH₄} : メタンの温暖化係数 (21) (tCO₂e/tCH₄)

EL_{LFG,y} : LFG の利用により発電される電力量 (MWh)

CEF_{elec,BL,y} : ベースラインにおける電力 (LFG によって代替される) の CO₂ 排出係数 (tCO₂e/ MWh)

Ex-ante における MD_{project,y} の算出方法は以下のとおりである。

$$MD_{project,y} = BE_{CH_4, SWDS_y} * \epsilon_{PR,y} / GWP_{CH_4}$$

$$BE_{CH_4, SWDS_y} = \phi \cdot (1-f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=l}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1-e^{-k_j}) \quad (A)$$

上記パラメーターに関する説明は省略する。

B：有機性廃棄物のコンポスト化事業

本プロジェクトにおいては、発電等の代替されるエネルギー発生がないため、プロジェクト活動がなかった場合に最終処分場から発生するメタン量がベースライン排出量になる。発生するメタンガスはすべて大気放出されるものとする。ベースライン排出量は以下の式を用いて算出する。

$$BE_y = (MB_y - MD_{reg,y}) + BE_{ENy}$$

BE_y : y 年のベースライン排出量 (tCO₂e)

MB_y : y 年にプロジェクト活動がなかった場合に埋立地から発生するメタン量 (tCO₂)
式(A)を用いて計算する。

MD_{reg,y} : y 年にプロジェクト活動がなかった場合に破壊されるメタン量 (tCO₂)
規則や契約要求事項で定められていない場合には、調整係数 AF (メタンの回収%や量を推定する係数) を以下の式に用いる。

$$MD_{reg,y} = MD_{project,y} \cdot AF$$

BE_{EN,y} : y 年にプロジェクト活動によって代替されるエネルギー発生からの排出量 (tCO₂e)
(プロジェクトでの発電や熱利用で、ベースラインで利用する電力・化石燃料を代替する分)

なお、法規制等で使用が義務づけられているが、実施されていない処理活動がある場合、ベースラインシナリオは、次の式で補正する。

$$BE_{y,a} = BE_y \cdot (1 - RATE^{Compliance}_y)$$

BE_y : y 年の CO₂ 換算ベースライン排出量
 RATE^{Compliance}_y : y 年の都市廃棄物管理法の国レベルでの遵守率。遵守率は 50% 未満でなければならない。
 50% を超えた場合にはプロジェクト活動はクレジットを受け取ることはできない。この
 場合、BE_{y,a} = BE_y とする。

プロジェクト排出量

A : 処分場の LFG 回収・利用事業

本方法論では、プロジェクト排出量はプロジェクト活動により消費される電力および化石燃料からの CO₂ 排出量の合計と規定している。

$$PE_y = PE_{EC,y}$$

PE_{EC,y} : プロジェクト消費電力からの排出量 (最新バージョンの "Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption" に基づき計算)

B : 有機性廃棄物のコンポスト化事業

プロジェクト排出量には、プロジェクト活動に係る電力消費による排出量、燃料消費による排出量、コンポストプロセス中の排出量、嫌気消化プロセス中の排出量、RDF(ごみ固形燃料: Refuse Derived Fuel)・SB(安定化バイオマス: Stabilized Biomass)の燃焼からの排出量、廃棄物焼却からの排出量、廃水処理からの排出量が含まれる。ただし、本プロジェクトでは、
 、
 は該当しないので排出量を考慮しない。プロジェクト排出量は下式を用いて算出する。

$$PE_y = PE_{elec,y} + PE_{fuel,y} + PE_{c,N2O,y}$$

PE_{elec,y} : プロジェクト活動に関わる電力消費による排出量 (tCO₂)
 PE_{fuel,y} : プロジェクト活動に関わる燃料消費による排出量 (tCO₂)
 PE_{c,N2O,y} : コンポストプロセス中の排出量 (tCO₂)

リーケージ

A : 処分場の LFG 回収・利用事業

ACM001 によれば、この方法論にはリーケージはない。

B : 有機性廃棄物のコンポスト化事業

リーケージは、輸送増加からのリーケージ排出量、嫌気消化、ガス化、RDF・SB の処理・燃焼からの残留物あるいは処分場へ投棄される場合のコンポストからのリーケージ排出量、SB のエンドユースからのリーケージ排出量が考えられる。ただし、このうち は本プロジェクトでは該当しない。また有機コンポストによる化石燃料ベース肥料の代替による正のリーケージ(削減量がプラスになる)は考慮しない。リーケージは下式を用いて算出する。

$$L_y = L_{t,y} + L_{r,y}$$

L_{t,y} : 輸送増加からのリーケージ排出量
 L_{r,y} : 嫌気消化、ガス化、RDF/SB の処理・燃焼からの残留物あるいは処分場へ投棄される場合のコンポストからのリーケージ排出量

排出削減量の算出方法

A：処分場の LFG 回収・利用事業

排出削減量は、上記結果を受け、以下の式により算出する。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

B：有機性廃棄物のコンポスト化事業

排出削減量は、上記結果を受け、以下の式により算出する。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

(3) モニタリング計画

本プロジェクトは、既存ごみから発生する LFG を回収・発電に利用し、また 本来埋め立て処分される MSW を処分場での嫌気性分解によるメタンガスの発生を回避するものであり、それぞれ承認済み方法論 ACM001“Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities (version 11)”、承認済み方法論 AM0025 “Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes”が規定する条件に合致する。したがって、モニタリングについても同方法論のモニタリング手法が適用できる。

A：処分場の LFG 回収・利用事業

ACM001 のモニタリング方法論では、実際に回収されたメタン量 ($MD_{project,y}$)、フレア処理されたメタン量 ($MD_{flare,y}$)、発電に使用されたメタン量 ($MD_{electricity,y}$)、また LFG を利用して発電された電力量 ($EL_{LFG,y}$)、プロジェクト活動に伴い消費されるエネルギー量等を管理する必要がある。そのため、LFG の全量、フレア処理および発電に利用された LFG 量、温度、圧力、メタンガス濃度、また発電量、エネルギー消費量等を直接測定する。

B：有機性廃棄物のコンポスト事業

AM0025 のモニタリング方法論では、プロジェクト排出量の算定に係るプロジェクト活動に伴う電力、燃料の消費量、コンポストの生産量、またコンポストプロセスでの酸素欠乏サンプル数などを直接測定する。また、プロジェクト活動がなかった場合に廃棄物が埋め立てられることになる最終処分場の状態の調査（年 1 回）も含む。

(4) 温室効果ガス削減量（又は吸収量）

本プロジェクトにおける第 1 次プロジェクト期間 7 年間(2013 年～2019 年)における温室効果ガス削減量を以下の表に示す。

表 8 温室効果ガス削減量

(tCO₂e/yr)

項目	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
処分場 LFG 回収	91,505	74,316	61,789	52,875	45,809	40,321	35,956
コンポスト化	14,437	26,091	34,947	41,841	47,344	51,844	55,609

(5) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

プロジェクト期間・獲得期間は 2013 年からを予定している。本年度より PDD(プロジェクト設計書：Project Design Document)の作成及び申請期間に入り最終的に審査完了には 2012 年となる予定である。その後、建築工事へ入り、LFG 回収事業は、処分場の封鎖工事が必要となる。また、コンポスト施設では選別機器の製造購入及び発酵処理棟の建築に約 1 年を要するため、プロジェクトの開始は 2013 年となる見込みである。

プロジェクトの期間は合計 22 年を計画しており、はじめのクレジット獲得期間が 7 年間である更新可能なクレジット獲得期間を選択する。

(6) 環境影響・その他の間接影響

本プロジェクト実施に伴う環境影響は、工事期間・施設供用期間の 2 期に分けて考えられる。

表 9 直接影響と間接環境

項目	事業	活動	予想される環境への影響	環境影響の低減策	
工事期間	直接影響	建築資材の運搬	建築資材の運搬は、トラック輸送となる。このトラックからの排気ガス、走行による騒音・振動の影響が考えられる。	これらの資材の運搬に係る影響を低減するために、工事計画(主に工程)により効果的な資材搬入を行えるようにする。	
		建築機材の稼働	建築機材の稼働により、周辺地域に対して騒音・振動の影響が考えられる。	建築機器を有効的に運用する工事計画にする。また工事にあたっては、地域への騒音、振動の発しにくいように工事機器を使用する。	
		その他	工事期間中も廃棄物の搬入が継続されることから、廃棄物搬入車両の動線が混雑し、排気ガスの増加が考えられる。	運搬に係る影響を低減するために、搬入出経路を定める。また、経路に影響しないよう、既に埋立られた用地を有効に使用する。	
	間接影響	建設資材原料の人手、加工	建設資材原料の人手、加工による温室効果ガスの発生が考えられる。	建設工事に伴い、廃棄物の発生が考えられる。 国の基準に基づき、廃棄物の処理を行う。	
施設供用期間	直接影響	LFG回収・利用 / コンポスト化	施設の稼働により、タービンや選別機器のモーターなど周辺に対し、騒音・振動の影響が考えられる。	周辺民家の位置を確認し、影響が低減できる様計画・設計を行う。	
		コンポスト化	施設稼働	処理期間中に堆積した有機廃棄物から浸出水が発生し地下水汚染の可能性がある。	必要に応じて、処分場浸出水処理施設へ接続させるなどの措置を取る。
				リサイクル品の販売によって搬入出車両が増加し、排気ガスの増加可能性がある。	搬入出経路を設置し、アイドリングなど必要以上の排気ガスを発生させない様考慮する。
	LFG回収・利用 / コンポスト化	土地の改変(覆土)	処分場の埋立完了後も悪臭や害虫が発生する可能性がある。	透水係数の低い粘土質の土を用いて、ごみ表層部を被覆する。これにより、景観の改善、処分地内への雨水の浸入も抑止できる。	

(7) 利害関係者のコメント

マレーシア政府 天然資源・環境省(MNRE)

マレーシアにおける CDM 事業では、本プロジェクトと類似している提案がいくつかある。マレーシアにおける CDM プロジェクトでは、技術移転も重要視しているため、本プロジェクトについても技術移転が見込めるようにしてもらえればうれしい。

ペラ州

CDM 事業などについてのプレゼンテーション(イボ市主催)を、2009 年 8 月にイボ市庁舎内に実施した。ペラ州担当者からは、当該プロジェクトはイボ市が中心となり進めるものであるため、イボ市と十分に話し合いを持って進めてもらいたい旨の説明があった。

イボ市

2008 年 10 月には、本プロジェクトについての基礎調査の説明および意見交換を実施。2009 年 8 月には、ペラ州担当者も交え、本プロジェクトの説明を行った。

LT 社(カウンターパート)

LT 社は、現在イボ市より都市ごみの収集運搬業及び処分場の管理業務を委託されており、本プロジェクトにおいて SPC (特別目的会社: Specific Purpose Company) 設立する相手となる企業である。本プロジェクトのみならず、イボ市における廃棄物処理に関わる技術についてのサポートも依頼されている。

近隣住民

処分場の直近に住民は居住していないが、比較的近い場所に位置するに商店(食堂や雑貨などの個人商店など)や住宅へヒアリングを実施した。現状、悪臭の影響はあるが、大きな被害はないとのことであった。また、本プロジェクトの概要を説明したところ、環境に優しいものであるから積極的に推進して欲しいとの意見が多かった。

銀行

本プロジェクトの概要を説明し、資金貸与についての打合せを行った。CDM 事業に対し非常に興味があり、より詳細なタイムテーブル・投資計画などのシミュレーションを見せて欲しい旨の要請となっている。

(8) プロジェクトの実施体制

LT 社(カウンターパート)と当社の共同出資による事業化を想定しており、この場合、SPC の自己資金で事業開始運営の資金調達が可能である。ただし、SPC 設立時には、事業化可能性について十分に調査し、社会情勢や国際情勢・資金調達について検討する必要がある。

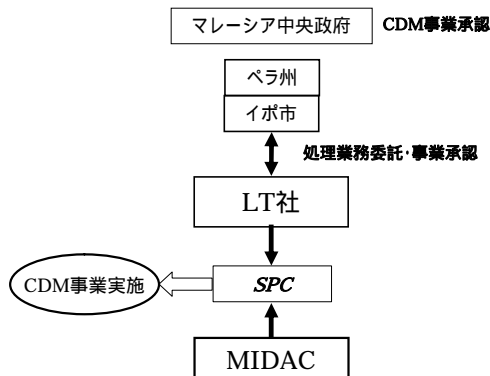


図 4 実施体制図

(9) 資金計画

本プロジェクトでは、SPC による、初期投資型を想定している。現状の試算ではプロジェクト資金は、7 億円程度であり、自己資金で事業開始運営の資金調達が可能である。維持管理費について、年間 8,000 万円程度を予定しており、収入より捻出する。

(10) 経済性分析

A：処分場 LFG 回収・利用事業

経済性分析の指標として、IRR(内部収益率：Internal Rate of Return)を採用した。本プロジェクトを実施した際の IRR は、5.7%である。また、CER(認証排出削減量：Certified Emission Reduction)売却益がない場合の IRR はマイナスとなり、経済性がないことが明らかとなった。

表 10 LFG 回収・利用事業 IRR

項目	IRR
CER 売却益ありの場合	5.2 %
CER 売却益なしの場合	マイナス

B：有機性廃棄物のコンポスト化事業

経済性分析の指標として、IRR を採用した。本プロジェクトを実施した際の IRR は、11.1%である。また、CER 売却益ない場合の IRR は - 13.3 %となり、経済性がないことが明らかとなった。

表 11 コンポスト化事業 IRR

項目	IRR
CER 売却益ありの場合	8.0 %
CER 売却益なしの場合	- 13.2 %

(11) 追加性の証明

A：処分場の LFG 回収・利用事業

本プロジェクトの追加性を証明するため、CDM 理事会による”追加性の評価と証明のためのツール(Tool for the demonstration and assessment of additionality) version 5.2”に基づき検証を行う。

適用方法論 ACM0001 より、プロジェクト活動がないときのごみの処理方法として選択できる、現実的かつもっともらしい代替案は、以下のように設定できる。なお、これらはすべてマレーシア政府によって設定されている法律・規制に則っている。

シナリオ案 1 (LFG2 + P6)：LFG を回収することなく、そのまま大気放出させる(現状維持)

シナリオ案 2 (LFG1 + P6)：CDM プロジェクトとして登録せず、LFG を回収・フレア燃焼させる

シナリオ案 3 (LFG1 + P1)：CDM プロジェクトとして登録せず、LFG を用いて発電を行う

投資分析と一般慣行分析の結果、これらすべての代替案は IRR がマイナスとなり、投資障壁に直面する。また、マレーシアにおいて、CDM プロジェクトとして登録せず実施されている同様の事例はない。ゆえに、提案されたプロジェクト活動は追加的である。

B：有機性廃棄物のコンポスト化事業

本プロジェクトの追加性を証明するため、「追加性の評価と証明のためのツールに基づき検証を行う。

適用方法論 AM0025 より、プロジェクト活動がないときのごみの処理方法として選択できる、現実的かつもっともらしい代替案は、以下のように設定できる。なお、これらはすべてマレーシア政府によって設定されている法律・規制に則っている。

シナリオ案 1 (M1)：CDM プロジェクトとして登録せず、プロジェクト活動が実施される

シナリオ案 2 (M2)：LFG を回収・燃焼している処分場に、ごみが埋め立てられる

シナリオ案 3 (M3)：LFG を回収・燃焼していない処分場に、ごみが埋め立てられる

投資分析と一般慣行分析の結果、これらすべての代替案は IRR がマイナスとなり、投資障壁に直面する。また、マレーシアにおいて、CDM プロジェクトとして登録せず実施されている同様の事例はない。ゆえに、提案されたプロジェクト活動は追加的である。

(12) 事業化の見込み

事業採算性は、CER 売却益を想定しない場合には事業性は見られないが、両プロジェクト共に CER 売却益以外の収益(売電収益またはリサイクル収益)が見込めることから、CDM 事業化となれば採算性が見込める。採算性以外でも、経済発展に伴う環境汚染が進む東南アジア諸国では「環境社会配慮」としての期待も大きい。

利害関係者である、カウンターパート・政府・銀行共に CDM 事業に非常に興味を示しており期待を寄せている。しかしながら、実現化に向けた調整はまだまだ不十分であると言える。また、イボ市では新規処分場建設計画が浮上しており、その場合、プロジェクト実施には影響があるものと予測される。このことから、社会情勢や利害関係者の意向を確認した上で、最終的な事業化の見込みを判断する必要がある。

4. コベネフィットに関する調査結果

(1) ホスト国における環境汚染対策等効果の評価

廃棄物量

廃棄物量については、中間処理として新たに「コンポスト化事業 (AM0025 適用)」を行うことにより、好気性発酵による有機性廃棄物の減量分およびリサイクルされる廃棄物の分だけ、最終処分される廃棄物の低減を見込むことができる。

「コベネフィット定量評価マニュアル第 1.0 版」によると、廃棄物処分量の削減の評価方法については、以下のように規定されている。

$$D_{volume} = D_{volume,PJ} - D_{volume,BL}$$

D_{volume} : 廃棄物処分量の削減量 (ton)

$D_{volume,PJ}$: プロジェクト実施後の廃棄物処分量 (ton)

$D_{volume,BL}$: プロジェクト実施前の廃棄物処分量 (ton)

$$\begin{aligned} D_{\text{volume}} &= D_{\text{volume,PJ}} - D_{\text{volume,BL}} \\ &= 338.27 \text{ (tons/day)} - 600.0 \text{ (tons/day)} \\ &= -261.73 \text{ (tons/day)} \end{aligned}$$

廃棄物量は、年間で 78,519(tons/year (300days))の減量が期待されると評価できる。

なお、本計算は、ごみ質分析調査の結果および調査時の手選別の際に得られた経験より、選別割合を推定し、さらに有機物の縮分割合については、2008 年度に行ったコンポスト化実験の結果をもとにしている。

化学的酸素要求量(Chemical Oxygen Demand : COD)

COD についても、中間処理として新たに「有機性廃棄物のコンポスト化事業 (AM0025 適用)」を行うことにより、好気性発酵による有機性廃棄物の分解により、処分場浸出水中の COD 濃度の低減が期待される。

「コベネフィット定量評価マニュアル第 1.0 版」によると、廃棄物処分場からの浸出水中の有機物の指標である COD 濃度の減少評価については、以下のように規定されている。

$$ER_{\text{COD}} = BE_{\text{COD}} - PE_{\text{COD}}$$

ER_{COD} : 排出される COD 濃度の低減量 (mg/l)

BE_{COD} : ベースラインシナリオでの COD 濃度 (mg/l)

PE_{COD} : プロジェクトラインシナリオでの COD 濃度 (mg/l)

従って、COD は以下の様に評価できる。

$$\begin{aligned} ER_{\text{COD}} &= BE_{\text{COD}} - PE_{\text{COD}} \\ &= 1463 \text{ (mg/l)} - 850 \text{ (mg/l)} \\ &= 613 \text{ (mg/l)} \end{aligned}$$

なお、本計算は、2008 年度に現地分析会社に浸出水の分析を依頼したときの結果、および 2008 年度に行ったコンポスト化実験の結果をもとにしている。

5 . 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

なし