

# 平成 22 年度 CDM / JI 事業調査

## マレーシア国イポ市における 廃棄物中間処理及びメタンガス発電の 複合 CDM 実現可能性調査

### 最終報告書

平成 23 年 3 月

八千代エンジニアリング株式会社

# 目次

略語表

<b>第1章 基礎情報</b> .....	<b>1-1</b>
1-1 プロジェクトの概要 .....	1-1
1-2 企画立案の背景 .....	1-1
1-3 ホスト国に関する基礎情報 .....	1-2
1-3-1 地理・地形 .....	1-2
1-3-2 気候 .....	1-3
1-3-3 歴史 .....	1-3
1-3-4 人口・民族・宗教 .....	1-4
1-3-5 政治状況 .....	1-4
1-3-6 経済状況 .....	1-5
1-3-7 エネルギー需要 .....	1-6
1-3-8 電力 .....	1-7
1-3-9 環境行政 .....	1-8
1-3-10 環境関連法規 .....	1-9
1-3-11 廃棄物管理の現状 .....	1-11
1-3-12 今後の環境行政の動き .....	1-14
<b>1-4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等</b> .....	<b>1-14</b>
1-4-1 気候変動政策・方針 .....	1-14
1-4-2 CDM 体制 .....	1-14
1-4-3 CDM 承認のクライテリア .....	1-16
1-4-4 CDM 事業承認・実施手続き .....	1-17
1-4-5 CDM 実績 .....	1-19
<b>第2章 調査内容</b> .....	<b>2-1</b>
2-1 調査実施体制 .....	2-1
2-2 調査課題 .....	2-1
2-3 調査内容 .....	2-2
2-3-1 対象地域 .....	2-2
2-3-2 廃棄物管理状況 .....	2-2
2-3-3 現地調査内容 .....	2-4
2-3-4 プロジェクト適用技術 .....	2-8

2-3-5	プロジェクト計画の具体化.....	2-15
<b>第3章</b>	<b>調査結果.....</b>	<b>3-1</b>
3-1	現地調査結果.....	3-1
3-2	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.....	3-3
3-2-1	方法論の適用.....	3-3
3-2-2	プロジェクトバウンダリー.....	3-7
3-2-3	ベースラインシナリオの設定.....	3-10
3-2-4	追加性の証明.....	3-12
3-2-5	ベースライン排出量の算出方法.....	3-17
3-2-6	プロジェクト排出量の推定方法.....	3-22
3-2-7	リーケージ.....	3-24
3-2-8	排出削減量の算出方法.....	3-25
3-3	温室効果ガス排出削減効果.....	3-25
3-3-1	ベースライン排出量.....	3-25
3-3-2	プロジェクト排出量.....	3-28
3-3-3	リーケージ.....	3-30
3-3-4	排出削減量.....	3-31
3-4	モニタリング計画.....	3-34
3-4-1	本プロジェクトに適用するモニタリング手法.....	3-34
3-4-2	モニタリング項目とその品質管理・品質保証.....	3-34
3-4-3	モニタリング体制.....	3-39
3-5	プロジェクト期間・クレジット獲得期間.....	3-39
3-6	環境影響・環境保全対策.....	3-40
3-6-1	環境影響評価の目的および対象事業.....	3-40
3-6-2	環境影響評価の実施手続き.....	3-41
3-6-3	本プロジェクトにおける環境影響.....	3-41
3-6-4	環境保全対策.....	3-42
3-6-5	施設稼働中の環境保全対策.....	3-43
3-7	利害関係者のコメント.....	3-44
3-8	プロジェクト実施体制.....	3-45
3-9	資金計画.....	3-45
3-10	経済性分析.....	3-45

3-10-1	前提条件.....	3-45
3-10-2	内部収益率.....	3-47
3-10-3	内部収益率の感度分析.....	3-48
3-11	事業化の見込み.....	3-49
<b>第4章</b>	<b>コベネフィットに関する調査結果.....</b>	<b>4-1</b>
4-1	背景.....	4-1
4-2	「マ」国における環境汚染対策等効果の評価.....	4-2
4-3	コベネフィット指標の提案.....	4-3
<b>第5章</b>	<b>持続可能な開発への貢献に関する調査結果.....</b>	<b>5-1</b>

## 略語表

BOD	Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)
CDM	Clean Development Mechanism (クリーン開発メカニズム)
CER	Certified Emission Reduction (認証排出削減量)
COD	Chemical Oxygen Demand (化学的酸素要求量)
DNA	Designated National Authorities ((CDM の)指定国家担当機関)
DOE	Department of Environment (環境局)
FRIM	Forest Research Institute Malaysia (マレーシア森林研究所)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GNP	Gross National Product (国民総生産)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (気候変動に関する政府間パネル)
IRR	Internal Rate of Return (内部収益率)
LFG	Landfill Gas (処分場ガス)
MBT	Mechanical Biological Treatment (機械・生物処理)
MEWC	Ministry of Energy, Water Resources and Comunication (エネルギー・水資源・通信省)
MGTC	Malaysia Green Technology Corporation
MHLG	Ministry of Housing and Local Government (住宅・地方政府省)
MNRE	Ministry of Natural Resources and Environment (天然資源・環境省)
MSW	Municipal Solid Waste (都市ごみ、固形廃棄物)
NCCDM	National Committee on CDM (CDM 国家委員会)
NGO	Non-Govenmental Organization (非政府組織)
NSCCC	National Steering Committee on Climate Change (気候変動に関する国家運営委員会)
PDD	Project Design Document (プロジェクト設計書)
PIN	Project Idea Note (プロジェクト概要書)
PTM	Pusat Tenaga Malaysia (マレーシアエネルギーセンター)
PVC	Polyvinyl Chloride (ポリ塩化ビニル)
RDF	Reuse Derived Fuel (廃棄物固形燃料)
REPPA	Renewable Energy Power Purchase Agreement (SREP 用電力購入計画)
RM	マレーシアリング(マレーシアの通貨) 1RM=26.04 円(2010/02/05 現在)
SB	Stabilized Biomass (安定化バイオマス)
SPC	Special Purpose Company (特別目的会社)
SREP	Small Renewable Energy Power Programe (小規模再生可能エネルギー発電プログラム)
TNB	Tenaga Nasional Berhad (マレーシアの電力会社)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (気候変動に関する国際連合枠組条約)

## 第1章 基礎情報

### 1-1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、マレーシア国（以下、「マ」国という）のペラ州イポ特別市（人口 50 万人、面積 387km<sup>2</sup>）に位置する都市ごみ（Municipal Solid Waste : MSW）最終処分場を対象サイトとし、廃棄物複合型処理を実施するものである。現在対象サイトには、約 600t/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。

本プロジェクトでは、対象サイトにて①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」または②「処分場による処分場ガス（Landfill gas : LFG）回収・利用」を実施する。

これにより、効率的な温室効果ガス削減効果が見込めると同時に、「廃棄物減量による処分場の延命化」・「処分場周辺域の環境改善（浸出水の BOD（生物化学的酸素要求量 : Biochemical Oxygen Demand）・COD（化学的酸素要求量 : Chemical Oxygen Demand）の低減、悪臭低減）」などの環境対策へと繋がり、コベネフィット型 CDM 事業が実現すると考えている。事業開始時期は 2012 年を予定しており、2 つの CDM 事業のプロジェクト期間は 10 年を想定している。

### 1-2 企画立案の背景

「マ」国では、急速な経済発展に伴い、年々投棄される廃棄物が増加する一方で、処分に予算が配分されず、オープンダンプングが継続されている。その結果、悪臭・発火・水質汚染・崩落などの環境問題が引き起こされている。またそれに伴い、周辺住民の反対等により新規処分場立地も困難になってきている。対象サイトである、ペラ州・イポ特別市の処分場では、約 600t/日の MSW が分別されずにオープンダンプングされており、上述の課題を喫緊の問題として抱えている。

そのような中、「マ」国政府は「ビジョン 2020」の第 3 次長期総合計画（2000-2010 年）及び、2006 年に制定された第 9 次国家計画（2006-2010）の中で、包括的な廃棄物管理政策の導入、また廃棄物抑制、再利用およびリサイクル(3R)への総合的な取組に関する政策の導入を規定し、3R の優先的な取り組みを継続することを明記している。

また、廃棄物管理の基本政策として国家戦略計画（2002 年策定）が 2005 年に採択されており、3R および適切な技術・設備・施設の活用を通じた「持続可能かつ包括的な廃棄物処理サービス」の構築が求められている。

2010 年 6 月に 2011 年から 2015 年の中期経済開発計画となる第 10 次国家計画(2011-2015)が発表された。第 9 次国家計画に引き続き、生活の質の向上として、効果的な廃棄物管理と温暖化ガス排出抑制が示されている。

廃棄物管理については、3R やエネルギー源としての利用が推進されており、都市部及び地方部での適切な管理固形廃棄物及び公共清掃管理法の普及を目指している。

持続可能な廃棄物管理の一つの手段として、資源やエネルギーを最大限に活用し、処理

や処分を改善するための新技術の導入が挙げられている。

温暖化ガス排出抑制については、第 9 次に引き続き関連事業を実施するとし、重点項目の一つとして、再生可能エネルギーの実施のインセンティブをより強いものにすることが挙げられている。

このような状況から、対象サイトでは、「3R 推進による廃棄物減量」、「処分場および周辺域の環境改善」、そしてこれらを「持続可能な手法（適正コスト）による具現化」を実現することが求められており、処分場の MBT による有機性廃棄物のコンポスト化及び LFG 回収・利用は、コスト面、技術面においても適していると考えられる。また、効果的な温室効果ガス削減も期待できることから、今回、事業可能性調査を実施することとした。

### 1-3 ホスト国に関する基礎情報

#### 1-3-1 地理・地形

東南アジアの中心に位置する「マ」国は、マレー半島部の 11 州と南シナ海を隔てたボルネオ島北部にある東マレーシアのサバ、サラワクの 2 州、2 つの連邦政府直轄特別区（首都クアラルンプールと東「マ」国のラプアン島）からなり、北緯 0 度 54 分～7 度 28 分、東経 99 度 44 分～119 度 30 分に位置する。全土の約 80%が熱帯雨林、湿地帯で、マレー半島は、沿岸地域は平坦地であるが、中央部を南北に山脈が走っており、その間を多くの川が流れる複雑な地形をしている。マレー半島の地形は、南北に中央山岳地帯とそれを挟む東西海岸線に向かったなだらかな平野部から成り立ち、主として東側では米作、西側ではゴム並びに油やしの栽培が行われている。

国土面積はマレー半島部分ボルネオ島部分を合わせ、約 33 万 km<sup>2</sup>であり、日本の面積の約 9 割である。首都はマレー半島の中央部西側に位置するクアラルンプールである。



図 1-1 「マ」国全国図

### 1-3-2 気候

「マ」国は赤道に近く高温・多湿で降水量の多い熱帯雨林気候に属しており、年間通じて温暖な気候であり（年間を通じ 25～32℃）平均気温は 26～27℃である。降水量は年間降雨量 2000～2500mm であり、平均降雨量でも 200mm と多いのが特徴である。季節は雨季と乾季に分かれており、どちらの季節でもスコールが発生する。

表 1-1 年間平均気温・降水量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高温度 (℃)	32.1	32.9	33.2	33.1	32.9	32.7	32.3	32.3	32.1	32.1	31.6	31.5
平均最低温度 (℃)	22.5	22.8	23.2	23.7	23.9	23.6	23.2	23.1	23.2	23.2	23.2	22.9
平均降雨量 (mm)	169.5	165.4	240.9	259.2	204.4	125.3	127.2	155.7	192.8	253.1	287.8	245.7

出典：World Meteorological Organization <http://www.worldweather.org/>

### 1-3-3 歴史

先史時代の「マ」国は、中国南部やベトナムの文化的・民族的影響を受け、そこから石器文化や青銅器文化が伝来したと言われた。14 世紀末～15 世紀初頭にマレー半島のムラカ



(マラッカ)にマラッカ王国が創設された。15 世紀全盛期にはマレー半島、スマトラ島東海岸地域を支配下に置いていた。香辛料を中心として急速に発展した港湾都市にイスラム商人が数多く訪れ、生活のイスラム化が進んだ。王国がイスラム教に改宗してから、東南アジアにおけるイスラム教布教の中心地となった。1786 年にイギリス人がケッタのサルタンの地位からペナン島を貸借した。その後 1824 年にイギリス人がマラッカの支配を掌握した。

第 2 次世界大戦後、独立支持が強まり、マラヤ危機として知られる暴動が 1948 年から 1960 年まで続いた。1957 年 8 月 31 日マラヤ連邦は完全独立を達成した。マラヤ、シンガポール、サバの植民地が 1963 年にマレーシア連邦政府を形成するために加盟したが、政治紛争によって、シンガポールは 1965 年に新連邦政府から脱退し、独立し現在の形となる。1980 年代から 1990 年代の間に製造業、ハイテク部門の拡大によって、実質的に成長した。

#### 1-3-4 人口・民族・宗教

「マ」国の人口は、東アジアの国の中では比較的少ない値で人口増加率 2.0%前後を推移しながら順調に増加をたどっており、2009 年の人口調査結果では、人口総数約 2,831 万人である。民族構成の概要は、マレー系が 65%、中国系が 26%、インド系が 8%、その他が 1%である。「マ」国人は全人口の 53%、その他のブミプトラ(少数民族)の多くはサバ、サラワクに居住する。各民族がそれぞれの文化、風習、宗教を生かしたまま暮らしていることが特長である。マレーシア語が国語となっており、他に中国語、タミル語、英語、少数民族の言語が使用されている。国教はイスラム教であり、マレー系の民族を中心に広く信仰されているが、信仰の自由が認められているため、仏教、ヒンズー教、キリスト教、道教、シーク教を信仰する国民も多く存在する。

#### 1-3-5 政治状況

「マ」国の政体は立憲君主制であり、国王は 13 州の内 9 州にいるスルタン(首長)による互選で選出され(実質的には輪番制)任期は 5 年。内閣の補佐を受けて行政を担当する。世界でも珍しく世襲ではなく選挙で選ばれかつ終身制ではない国王である。また、イギリス連邦の一員でもある。現在のマレーシア政治体制を表 1-2 に示すとおりである。

表 1-2 マレーシア政治体制

体制	立憲君主制（議会制民主主義）
元首	第 13 代スルタン・ミザン・ザイナル・アビディン・スルタン・マーモツツ国王 (2006 年 12 月 13 日即位、任期 5 年、スルタン会議で互選。トレンガヌ州スルタン)
議会制度	二院制（上院、下院）
議会概要	上院議席 70：任期 3 年。44 議席は国王任命、26 議席は州議会指名。 下院議席 222：任期 5 年。国民による直接選挙（小選挙区制）
内閣 (主要閣僚)	2010 年 10 月 15 日現在 首相、財務大臣：ナジブ・トゥン・ラザク 副首相、教育大臣：ムヒディン・ヤシン 第二財務大臣：アフマド・フスニ・モハマド・ハナズラ 内務大臣：ヒシヤムディン・フセイン 国防大臣：アフマド・ザヒド・ハミディ 外務大臣：アニファ・アマン

出典：JETRO マレーシア概況 <http://www.jetro.go.jp/world/asia/my/>

### 1-3-6 経済状況

2010 年 8 月 18 日「マ」国経済局の発表によれば、2010 年第 2 四半期の実質 GDP 成長率は前年同期比 8.9%で、2009 年第 4 四半期から 3 期連続でプラス成長を記録した。内需・外需ともに回復が顕著で、2010 年上半期での成長率は全ての産業部門においてプラス成長で、特に製造業においては最も高い 2 桁の伸び率（16.4%）を記録した。

各産業部門別においては、農林水産業部門で、天候不良によるゴムおよびパーム油の生産量減少により 1 四半期から 2 四半期で 6.8%から 2.4%に減少した。鉱業部門で、天然ガスの生産量が増加したことによりプラス成長を維持している。建設業で、高速道路、鉄道複線化プロジェクト、第 2 ペナン橋、クアラルンプール格安航空専用ターミナル、サバ・サラワクでのガスパイプライン等のインフラ事業、住宅以外の建設（オフィスビル、学校、政府建造物）が貢献しプラス成長を保っている。サービス業で、若干成長率が下がるものの、プラス成長を維持している。一方、製造業においては、電気・電子産業が、半導体及び AV 機器の輸出増加により著しく成長率が上がり、内需産業においても建設関連資材、輸送機器が高い成長率をみせ、総合的に 2 桁の成長率を示したことが顕著である。

表 1-3 産業部門別実質 GDP 成長率

(単位：%)

	2009 年		2010 年			
	2 四半期	上半期	1 四半期	2 四半期	上半期	通年 (予測)
GDP 成長率	△3.9	△5.1	10.1	8.9	9.5	4.5～5.5
農林水産業	0.4	△2.0	6.8	2.4	4.5	3.1
鉱業	△3.5	△4.4	2.1	1.9	2.0	2.5
製造業	△14.5	△16.2	17.0	15.9	16.4	6.5
建設業	4.5	2.9	8.7	4.1	6.3	3.7
サービス業	1.7	0.8	8.5	7.3	7.9	4.9

\*GDP：国民総生産 Gross Domestic Product

出典：JETRO マレーシア概況 <http://www.jetro.go.jp/world/asia/my/> (予測のみ中央銀行 2009 年年次報告書)

### 1-3-7 エネルギー需要

「マ」国のエネルギー供給量は 2020 年には先進工業国の仲間入りを目指すという「ビジョン 2020」政策が推し進められれば、今後益々増加していく傾向である。

2000 年において、主なエネルギー源は、石油が 53.1%、天然ガスが 37.1%、石炭が 5.4%、発電が 4.4%となっている。

「マ」国は、石油依存から天然ガスのシフトを進め、政府としてもその生産と需要の伸びに期待している。また、東南アジア諸国政府のほとんどが、石油依存を減らしエネルギー源の分散化を進めていることから、「マ」国ではますます天然ガスの需要が増加する傾向であるが、2005 年には原油、石油製品のエネルギー供給割合は 50.8%まで減少し、天然ガスと石炭は 39.9%、5.9%に増加しているが、原油、石油製品のエネルギー供給率はまだ低いものとなっている。

表 1-4 エネルギー源別消費動向

資源燃料	1995		2000		2005	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
石油	702.2	54.3	888.4	53.1	1,205.2	50.8
天然ガス	459.5	35.5	622.2	37.1	948.4	39.9
発電	64.5	5.0	73.0	4.4	81.6	3.4
石炭	67.5	5.2	90.4	5.4	139.6	5.9
合計	<b>1,293.7</b>	<b>100.0</b>	<b>1,674.0</b>	<b>100.0</b>	<b>1,699.8</b>	<b>100.0</b>

PJ: Petajoule = 10<sup>15</sup>joules

出典：第 8 次マレーシア計画

### 1-3-8 電力

「マ」国における電力事業は、1997 年の通貨危機による低迷までに毎年 12%~15%の伸びを記録してきた。マレー半島では Tenaga Nasional Berhad 社 (TNB) (1991 年に民営化された)、サラワク州ではサラワク電力供給公社、サバ州ではサバ電力庁が発・送・配電を一貫して行なっている。

電力需要は、ピーク需要も 2000 年の 10,657MW から 2005 年には 13,779MW と増加しており、第 9 次 5 ヶ年計画では 2010 年には 20,087MW まで増加すると予測している。電源の構成比でも、1970 年代は石油が約 4 分の 3、水力が 4 分の 1 となっていたが、1990 年以降、石炭・ガスも加わり多様化した。2000 年にはガスへの使用が 77.0%にもなったため、需要の高まりを期待しているが、石炭の使用の増加による分散化も図っている。2005 年は、ガス 70.2%、石炭 21.8%、水力 5.5%、石油 2.2%となっており、第 9 次計画では、さらにガスへの使用を下げ、石炭の使用をあげる計画となっている。「マ」国は、天然ガスが豊富に存在する国であり、生産と消費の伸びに期待が寄せられているため、ガスは非常に効率的で炭素の排出量が減少する。増加する発電量に対する燃料選択肢であり、主エネルギー用途として最も急増する化石燃料となっている。ガスが利用可能な地域では、電力市場のシェアを奪う可能性がある。

表 1-5 電源構成比

年度	石油 (%)	石炭 (%)	ガス (%)	水力 (%)	その他 (%)	電力 (GWh)
2000 年	4.2	8.8	77.0	10.0	0.0	62,280
2005 年	2.2	21.8	70.2	5.5	0.3	94,299
2010 年	0.2	36.5	55.9	5.6	1.8	137,909

出典： Mlaysia Energy Center (PTM)

「マ」国政府は、第 8 次国家計画において、埋蔵量に限界のある化石燃料からの依存脱却を目指している。現在のエネルギー戦略(石油、石炭、ガス、水力)に加えた、第 5 番目の燃料として再生エネルギーの戦略を掲げられている。その内容は、「小規模再生可能エネルギー発電プログラム(Small Renewable Energy Power Programe : SREP)」の下、クリーンな燃料源で発電する小規模発電事業者を創設しようとしている。再生エネルギー発電は、技術的には実現可能ではあるものの、必要とされる投資が他発電事業に比べ高額である。このことから、再生可能エネルギーにより発電された電力の買取制度(Renewable Energy Power Purchase Agreement : REPPA)を推進するなど、積極的に再生エネルギー利用を進めている。

また、第 10 次国家計画においては、電力需要増加に伴い 2015 年までに石炭、液化天然ガスの輸入及び水力による電力確保から脱却するための開発を行うとしている。と同時に、長期的な選択肢として原子力発電による電力供給も視野に入れている。具体的な電力供給量確保については以下も考慮している。

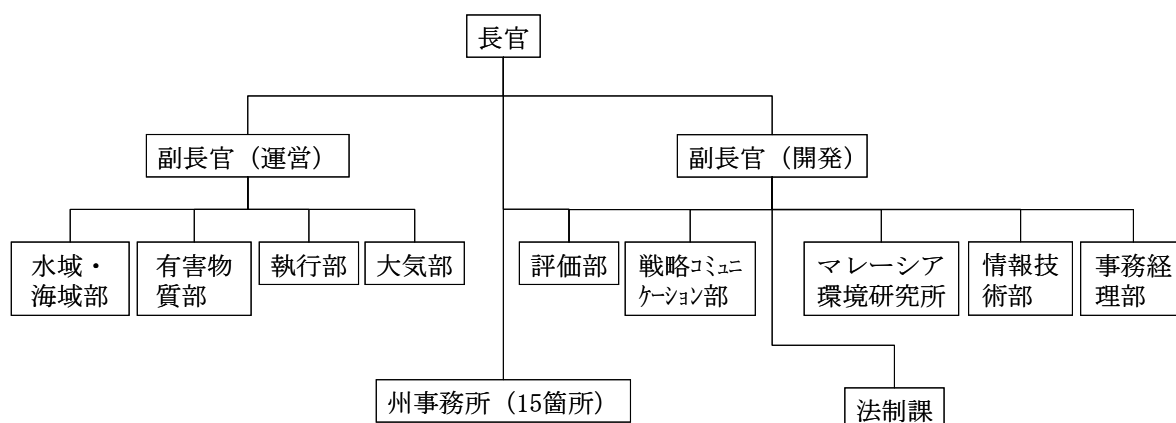
- In Peninsular Malaysia : 622MW 水力発電
- In Sabah : 700MW 新規火力発電所
- In Sarawaku : 2400MW 水力発電所

一方、工業生産については、直接電力供給とは無関係に、半年毎にガス料金の見直しを行いマーケットに適した料金体系を策定していくとしている。

### 1-3-9 環境行政

「マ」国は、伝統的なスズ採掘、天然ゴム、パーム油の 3 大産業による水質汚濁などが深刻化する一方、1960 年代後半から開始された外資導入による積極的な工業化政策によって産業公害にも直面してきた。1974 年に環境対策に対する初の基本法として、1974 年環境法 (Environmental Quality Act 1974) が制定された。同法の成立によって、それまでは規制のなかった産業排水、工場からの大気汚染や廃棄物問題などの産業公害対策に本格的に乗り出すこととなった。その後も「マ」国経済は急成長を遂げ、電気・電子産業の発展や大企業を支える中小規模の企業の増加、裾野産業の拡大など産業構造が大きく変化し、環境問題が多様化してきた。このため横断的な環境規制の実施や環境汚染の未然防止施策が必要となり、1974 年環境法も何度か改正された。

環境行政を担う組織としては、1974 年環境法が制定された翌年の 1975 年に環境局 (Department of Environment : DOE) が設置された。DOE は、環境に関する法律や規則の制定、水質汚濁、大気汚染、有害物質に関する規制の実施と関連のモニタリング、開発プロジェクトに関する環境影響評価や工場立地適正評価の実施など、産業活動に関連する環境行政を総合的に担当している。なお、DOE 長官には環境行政を推進するため、1974 年環境法に大きな権限が与えられている。DOE の組織体系は図 1-2 のようになっている。



出典：「マ」国 DOE の HP

図 1-2 環境局(DOE)組織体系図

「マ」国には、地方行政組織として州のほか、州内に郡(Dearah)、町(Mukim)などがある。このうち地方州政府は土地、農林業、漁業、水源などに関する権限をもっているが、環境

行政に関しては連邦政府に権限がある。州政府にはサラワク州を除いて環境問題を扱う部署はなく、各地に設置されている DOE の州事務所が環境規制をはじめとする環境行政を取り扱っている。また、環境部局のあるサラワク州もその業務範囲は農業に関する環境問題に限られている。

### 1-3-10 環境関連法規

#### (1) 環境関連法規概要

「マ」国では 1974 年に制定された 1974 年環境法が基本法となっている。1974 年環境法は、DOE 長官に環境規制全般に関する監督や法規制の実施に関する提案、環境汚染物質の排出を防止するための各種の許可証の発行、規制違反に対する監視・摘発など、大きな権限を与えるとともに、「マ」国の環境問題に対する国家的諮問機関である環境質委員会の設置を規定している。また環境規制の対象となる指定事業所に対する許認可規定を示すとともに、何人も定められた許容基準に違反して大気汚染、騒音、陸水域汚染、海域汚染を発生させてはならないとしている。

この 1974 年環境法は制定後、環境状況の変化を受けて何度か改正されている。このうち、1985 年の改正では、開発行為による自然破壊などが社会問題化したことを受けて、環境破壊の未然防止を目的に大規模な開発を対象とした環境影響評価制度が導入された。また 1996 年の改正では、急速な経済成長によって多発する環境違反に対応するため、環境規制違反に対する罰則強化が行われた。

なお、「マ」国では産業公害を中心とする各種の環境規制は、この 1974 年環境法に基づいて規制対象別に計 51 本の規制・命令がある。これらは、大気汚染規制や排水規制、指定産業廃棄物や環境影響評価などに関する規定のほか、環境に関する操業許可や罰金・反則金に関する一般規定などから構成されている。

#### (2) 法規制

##### (a) 大気汚染規制

「マ」国の大気汚染の最大要因は自動車排気ガスを中心とする移動発生源によるもので、環境行政による大気汚染規制も自動車排ガス対策に重点が置かれている。

一方、産業活動からの大気汚染規制に関する基準としては、1978 年大気汚染防止に関する環境規則(Environmental Quality (Clean Air) Regulations 1978)に基づいて、固定発生源を対象とした大気汚染物質の排出基準が設定されている。なお、設定当時、基準 A から基準 C の 3 段階にランク分けされていたが、新施設には一番厳しい基準 C が適用される。ここでは表 1-6 に基準 C の大気排出基準を記載する。

表 1-6 大気排出基準（基準値 C の例）

項目	排出源	基準
黒煙*	(1)固形燃料以外の燃料を使用する燃焼設備 (2)固形燃料を使用する燃焼設備	リンゲルマン・チャート No.1 リンゲルマン・チャート No.2
ダストまたは固形粒子	(1)堅型溶銑炉を除く金属加熱用途の燃焼設備または産業プラント (2)アスファルト・コンクリート製造設備および瀝青混合設備 (3)ポルトランド・セメント製造業 ・キルン ・クリンカークーラー、グラインダー他 (4)アスベストおよび遊離ケイ素を排出する産業 (5)その他の排出源	0.2g/Nm <sup>3</sup> 0.3g/Nm <sup>3</sup> (固定設備) 0.4g/Nm <sup>3</sup> (移動設備) 0.2g/Nm <sup>3</sup> 0.1g/Nm <sup>3</sup> 0.12g/Nm <sup>3</sup> 0.4g/Nm <sup>3</sup>
金属または金属化合物**		
1.水銀/Hg	産業	0.01g/Nm <sup>3</sup>
2.カドミウム/Cd	産業	0.015g/Nm <sup>3</sup>
3.鉛/Pb	産業	0.025g/Nm <sup>3</sup>
4.アンチモン/Sb	産業	0.025g/Nm <sup>3</sup>
5.ヒ素/As	産業	0.025g/Nm <sup>3</sup>
6.亜鉛/Zn	産業	0.1g/Nm <sup>3</sup>
7.銅/Cu	産業	0.1g/Nm <sup>3</sup>
ガス		
1.酸性ガス	硫酸製造業	二酸化硫黄 3.5g/Nm <sup>3</sup> 以下かつ持続性ミストがないこと
2.硫酸ミストまたは二酸化硫黄または両方	上記 1 の硫酸製造用の燃焼プロセス、プラント以外の排出源	二酸化硫黄 0.2g/Nm <sup>3</sup> 以下かつ持続性ミストがないこと
3.塩素ガス	あらゆる排出源	塩素 0.2g/Nm <sup>3</sup> 以下
4.塩化水素	あらゆる排出源	塩化水素 0.4g/Nm <sup>3</sup> 以下
5.フッ素、フッ化水素酸または無機フッ素化合物	アルミナからのアルミニウムの製造	フッ化水素 0.02g/Nm <sup>3</sup> 以下
6.フッ素、フッ化水素酸または無機フッ素化合物	上記 5 のアルミナからのアルミニウム製造以外の排出源	フッ化水素 0.1g/Nm <sup>3</sup> 以下
7.硫化水素	あらゆる排出源	5ppm 以下
8.窒素酸化物	硝酸製造	1.7g/Nm <sup>3</sup> 以下かつ色素のないこと
9.窒素酸化物	燃焼工程または硝酸製造など上記 8 以外	2.0g/Nm <sup>3</sup>

\*1 時間ごとに 5 分以内であれば排出基準を超えてもよいが、24 時間ごとに 15 分を超えてはならない

\*\*2 つ以上を含むものについては、1～5 の物質の合計が 0.04g/Nm<sup>3</sup> または個々の物質の基準値の合計いずれか低い方を超えてはならず、また、個々の物質はそれぞれの基準値を超えてはならない

## (b) 水質汚濁規制

水質汚濁問題は、環境公害問題がスズ鉱山、天然ゴム、パーム油という 3 つの伝統的産業による水質汚濁問題から出発したこともあり、最も基本的な環境問題といえる。環境行政上の水質汚濁規制の優先度も高い。

本プロジェクトにかかわる規制は、工場排水基準である。1979 年下水・産業排水に関する環境規制(Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulations 1979)に基づいて、水道の取水口より上流へ放流する場合の A 基準と、下流へ放流する場合の B 基準とに区分されているが、どの項目においても日本の基準より厳しい排水基準値である。

表 1-7 排水基準(下水および工場排水)

項目	単位	基準値	
		A*	B**
a) 温度	℃	40	40
b) pH	—	6.0-9.0	5.5-9.0
c) BOD	mg/l	20	50
d) COD	mg/l	50	100
e) SS	mg/l	50	100
f) 水銀およびその化合物	mg/l	0.005	0.05
g) カドミウムおよびその化合物	mg/l	0.01	0.02
h) 6 価クロム化合物	mg/l	0.05	0.05
i) 砒素およびその化合物	mg/l	0.05	0.10
j) シアン化合物	mg/l	0.05	0.10
k) 鉛およびその化合物	mg/l	0.10	0.5
l) 3 価クロム	mg/l	0.20	1.0
m) 銅	mg/l	0.20	1.0
n) 溶解性マンガン	mg/l	0.20	1.0
o) ニッケル	mg/l	0.20	1.0
p) スズ	mg/l	0.20	1.0
q) 亜鉛	mg/l	2.0	2.0
r) ホウ素	mg/l	1.0	4.0
s) 溶解性鉄	mg/l	1.0	5.0
t) フェノール	mg/l	0.001	1.0
u) 遊離塩素	mg/l	1.0	2.0
v) 硫化物イオン	mg/l	0.50	0.50
w) 油脂分	mg/l	N.D.	10.0

\*飲料水集水源上流部への排出基準

\*\*A で規定した以外への排出基準

### (c) その他の規制

その他の産業活動における環境問題として、騒音問題が挙げられる。現在「マ」国には自動車騒音に関する規制はあるが、労働環境を除くと一般的な工場騒音に対する具体的な規制はない。しかし、すでに 1974 年環境法には騒音規制に関する記述が盛り込まれているほか、規制づくりが進められている。

## 1-3-11 廃棄物管理の現状

### (1) 廃棄物管理体制

「マ」国において環境法上「廃棄物」とは、「指定廃棄物に指定されたものすべて、または、固体、半固体あるいは液体、または気体や蒸気の形態をとり、汚染を引き起こす量、方法で環境に排気、排出、堆積されるあらゆるものを含む」と定義されている。指定廃棄物 (Scheduled Waste) とは有害廃棄物など特別に管理を必要とする廃棄物のことであり、廃棄物の分類としては指定廃棄物とそれ以外の産業廃棄物、都市ごみ (MSW) に分かれている。

指定廃棄物は DOE が管理し、その他の廃棄物に関しては、住宅・地方政府省 (Ministry of



Housing and Local Government : MHLG)が管理している。

(2) 都市ごみ(MSW)の排出状況

近年「マ」国において各種産業の成長と人口の都市集中化、さらに生活様式の変化に従って MSW の量が急激に増加している。マレー半島「マ」国領における MSW の排出量は、2001 年に 16,200t/日であったの対し、2005 年には 19,100t/日となり、さらに 2020 年までに 30,000t/日になると予測されている。また、クアラルンプールの 2002 年の排出は、食品残さが多く、全体のリサイクル率は 5%にも達しておらず、直接埋立処分場に持ち込まれる割合が大きい。

近年においても埋立処分場を新規建設しているが、排出量は増えていくものと予想されているため、減容化してから埋め立てるなど、最終処分場延命化の措置が求められている。

表 1-8 クアラルンプールのごみ組成(2002 年)

No.	ごみの種類	住宅系	商業系	施設系	平均
1	食品残さ、有機系	63.1	76.8	40.6	60.2
2	紙類	6.7	7.6	16.0	10.1
3	プラスチック類	14.3	9.0	17.2	13.5
4	繊維	1.7	0.5	0.7	1.0
5	ゴム、革	0.6	0.3	0.1	0.3
6	庭ごみ	6.3	0.9	18.4	8.5
7	ガラス類	2.1	0.9	1.5	1.5
8	鉄	2.3	1.4	2.8	2.2
9	アルミ	0.1	0.1	1.3	0.5
10	その他	2.8	2.5	1.4	2.2

(3) マレーシアにおける既存施設

1990 年代後半よりクアラルンプール市等の大都市を始め地方都市を含め、様々な環境施設の建設が行われ、現在も運転されている。また、近年医療系廃棄物を中心とした小型焼却炉の建設の計画も報じられている。

No.	施設名	施設概要
1.	KL 市廃棄物中継施設	1700t/日 横型定置式圧縮設備 付帯設備 (計量機、洗車場、燃料貯蔵設備、管理棟、コンテナ、コンテナ輸送車等)
2.	KL 市プチョン処分場 LFG 発電施設	1000kW 発電機 2 基
3.	ペナン市廃棄物中継施設	縦型圧縮設備 付帯設備 (計量機、洗車場、管理棟、コンテナ、コンテナ輸送車等)

No.	施設名	施設概要
4.	ブキットタガ最終処分場	衛生埋立処分場
5.	カジャン市 RDF 施設	固化燃料施設（セメント工場にて使用）



KL 市廃棄物中継施設



KL 市プチョン処分場 LFG 発電施設



ペナン市廃棄物中継施設



ブキットタガ最終処分場

### 1-3-12 今後の環境行政の動き

「マ」国においては 5 年ごとに経済社会政策の指針となる国家計画(Malaysia Plan)が策定されているが、1976～1980 年を対象とした第 3 次国家計画に初めて、開発計画に環境配慮を統合するという環境政策が盛り込まれて以来、その後も環境政策方針の充実が図られてきた。

最新の 2006 年から 2010 年を対象とした第 9 次国家計画に述べられている項目のうち、本プロジェクトに関わりのあるエネルギー分野、MSW 管理分野を取り上げて、以下に記載する。

#### [エネルギー分野]

- ・ 再生可能エネルギーの開発と利用の強化
- ・ MSW を利用した再生可能エネルギープロジェクトの推進
- ・ 再生可能エネルギー購入制度(REPPA)の改善
- ・ CDM 事業を利用した再生可能エネルギーの普及

#### [MSW 管理分野]

- ・ 衛生環境が不完全な既存埋立処分場の整備と新しい埋立処分場の建設
- ・ リサイクル施設つきの一時的保管所の整備
- ・ 廃棄物の発生抑制、リユース、再生、リサイクルの推進

このように、エネルギー分野の中でも再生可能エネルギーの利用が重視されていることがわかる。

## 1-4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

### 1-4-1 気候変動政策・方針

「マ」国政府は気候変動による負の影響を理解し、化石燃料依存体質から脱却するためにエネルギーミックスの多様化を推進し、天然資源の温存とよりクリーンな大気状態を目指している。また、前述した通り、再生可能エネルギーについてはその利用を積極的に進めることを第 9 次国家計画でも示しており、小規模再生可能エネルギー発電プログラム(SREP)のような具体的な促進策を実施している。

### 1-4-2 CDM 体制

「マ」国は 2002 年に京都議定書を批准し、CDM プロジェクトの普及に向けて積極的な活動を行っている。早い時期から CDM 組織を確立させ、図 1-3 のような体制で取り組みを行っている。

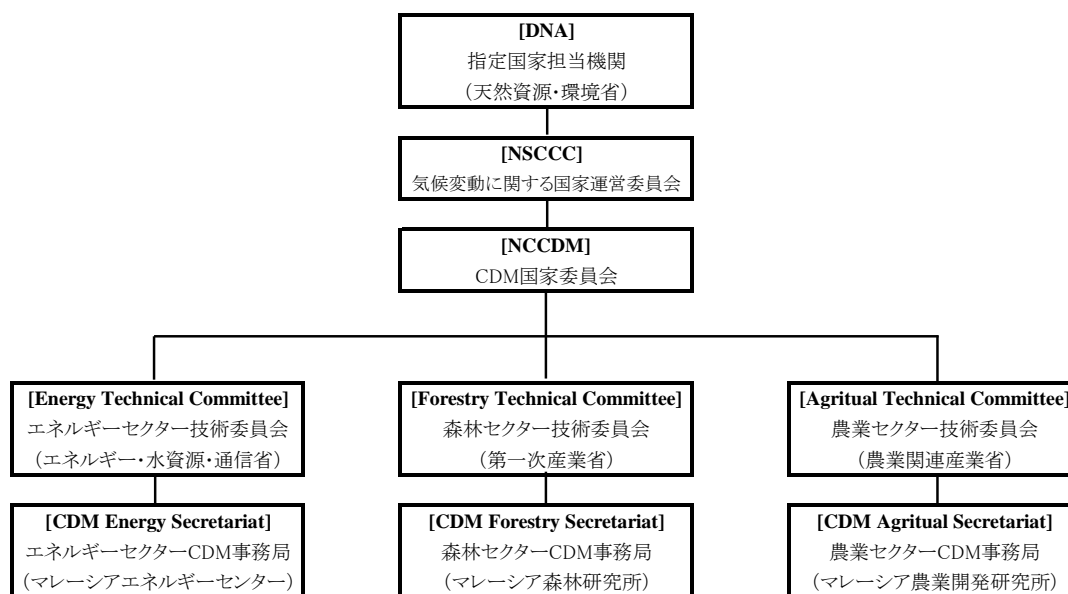


図 1-3 マレーシア政府の CDM 組織

1) 天然資源・環境省：Ministry of Natural Resources and Environment (MNRE)

- ・「マ」国における指定国家担当機関 (Designated National Authorities : DNA)である。
- ・ CDM 案件の審査に際し、持続的開発の国家クライテリアとの整合性検証を行う。

2) 気候変動に関する国家運営委員会 National Steering Committee on Climate Change (NSCCC)

- ・ 1994 年に設立。
- ・ 基本方針の作成、気候変動の諸問題の検討等を担う。
- ・ 政府、民間、NGO 等出身者による委員で構成される。
- ・ 委員長は MNRE(気候変動枠組条約の窓口であり、CDM 事業の中心省庁である)の Secretary General (事務局長) である。

3) CDM 国家委員会：National Committee on CDM (NCCDM)

- ・ 2002 年に設立。
- ・ CDM プロジェクトの承認基準等の設定、承認、CDM プロジェクトをモニターし、NSCCC への報告等を行う。
- ・ 省庁出身者による委員で構成されている。
- ・ 委員長は MNRE の Deputy General (副事務局長) である。

4) エネルギーセクター技術委員会：Energy Technical Committee

- ・ 廃棄物、輸送等分野の CDM プロポーザルの技術評価を行う。
- ・ エネルギー・水資源・通信省 (Ministry of Energy, Water Resources and Communication : MEWC) が担当。MEWCはCDMに関してはMNREへのサポートという立場で、省エネルギー・再生可能エネルギー事業の促進を進めている。

5) 森林セクター技術委員会 : Forestry Technical Committee

- ・ 農業分野の CDM プロポーザルの技術評価を行う。
- ・ 第一次産業省 (Ministry of Plantation Industries and Commodities (2004 年に Ministry of Primary Industries より名称変更)) が担当している。

6) エネルギーセクターCDM 事務局 : CDM Energy Secretariat

- ・ Energy Technical Committee のサポートを行う。
- ・ マレーシアエネルギーセンター (Pusat Tenaga Malaysia : PTM)が担当している。

7) 森林セクターCDM 事務局 CDM Forestry Secretariat

- ・ Forestry Technical Committee のサポートを行う。
- ・ マレーシア森林研究所(Forest Research Institute Malaysia : FRIM)が担当。

### 1-4-3 CDM 承認のクライテリア

CDM 承認のクライテリアは、フルスケールのプロジェクトと小規模プロジェクトとで異なるが、本プロジェクトはフルスケールのプロジェクトであるので、そちらについてのみに記載する。

フルスケール CDM プロジェクトは、「マ」国政府の承認を得るために国家クライテリアとして、以下の 5 つの基準を満たすことが求められる。

基準 1 : 「マ」国政府の持続可能な発展政策に合致し、それに向けて直接的な効果をもたらすものであること(表 1-9 参照)。

基準 2 : プロジェクトの実施に「マ」国と附属書 I 国の参加が含まれていること。

基準 3 : 技術移転効果、または技術の向上をもたらすこと。

基準 4 : CDM 理事会が求めている以下の全ての条件を満たすこと。

- ・ 自主的な参加であること。
- ・ 気候変動の緩和に関連する実質的で測定可能かつ長期的な便益をもたらすこと。
- ・ プロジェクトがなかった場合に比べて、追加的な排出削減を達成すること。

基準 5 : プロジェクト実施者は CDM プロジェクトの遂行能力があることを示すこと。

- ・ マレーシア法人格を有していること。
- ・ 資本規模が最低 RM100,000 であること。
- ・ プロジェクト資金調達先の見込みが立っていること。

表 1-9 持続可能な開発に関する指標

大項目	中項目	小項目
環境面	大気環境	温室効果ガス削減効果のインパクト 地域大気環境に対するプロジェクトの影響 (SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 微粒分子の排出) 大気汚染物質、有害物質の影響
	水質	地表水、地下水、沿岸水、海水に対するプロジェクトの影響
	生物多様性	ローカルの生物多様性に対するプロジェクトの影響
	土壌環境	土壌環境に対するプロジェクトの影響 プロジェクトの立地は地滑りの危険がないか(危険がある場合にはプロジェクトは環境問題の要因となり得る)
	土地利用変化	プロジェクト領域の内部、もしくは周辺に、湿地や水脈等生態系の観点から重要もしくは慎重を期する区域を含まないか プロジェクト領域の内部、もしくは周辺に、国際条約、法律、条例等で規定された保護区域を含まないか
経済面	競争力	技術向上の効果(よりクリーンな技術、効率向上技術、環境配慮型技術)
	雇用	雇用創出効果(数・質)
社会面	地域社会	地域社会の生活への影響(貧困改善) プロジェクトはエネルギーサービスに対するコミュニティのアクセスを高めるかどうか 地域社会に対するプロジェクトの影響(健康、地域の歴史的構造物・文化遺産の保全、等)
エネルギー面	資源利用効率	プロジェクトは天然資源利用効率を向上させるか
	天然資源の持続可能な利用	プロジェクトは再生可能エネルギー資源の利用を促進するか

#### 1-4-4 CDM 事業承認・実施手続き

「マ」国政府の CDM 承認プロセスは図 1-4 および図 1-5 の手順で行うよう定められている。まず、第 1 段階としてプロジェクト参加者はプロジェクトの概要書 (Project Idea Note : PIN) を DNA である MNRE に提出し、担当機関において審査を受けた後、仮承認レターが発行される(図 1-4)。その後、第 2 段階として指定運営機関(DNA)による Validation を経て、正式にホスト国の承認がなされる(図 1-5)。

2010 年 8 月 MNRE と協議した際、PIN の提出については、最近では事業の早期着手を目的に、必ずしも PIN の提出・承認を受ける必要はなく、直接 PDD を提出して承認を受けるように簡素化されてきていると報告を受けた。

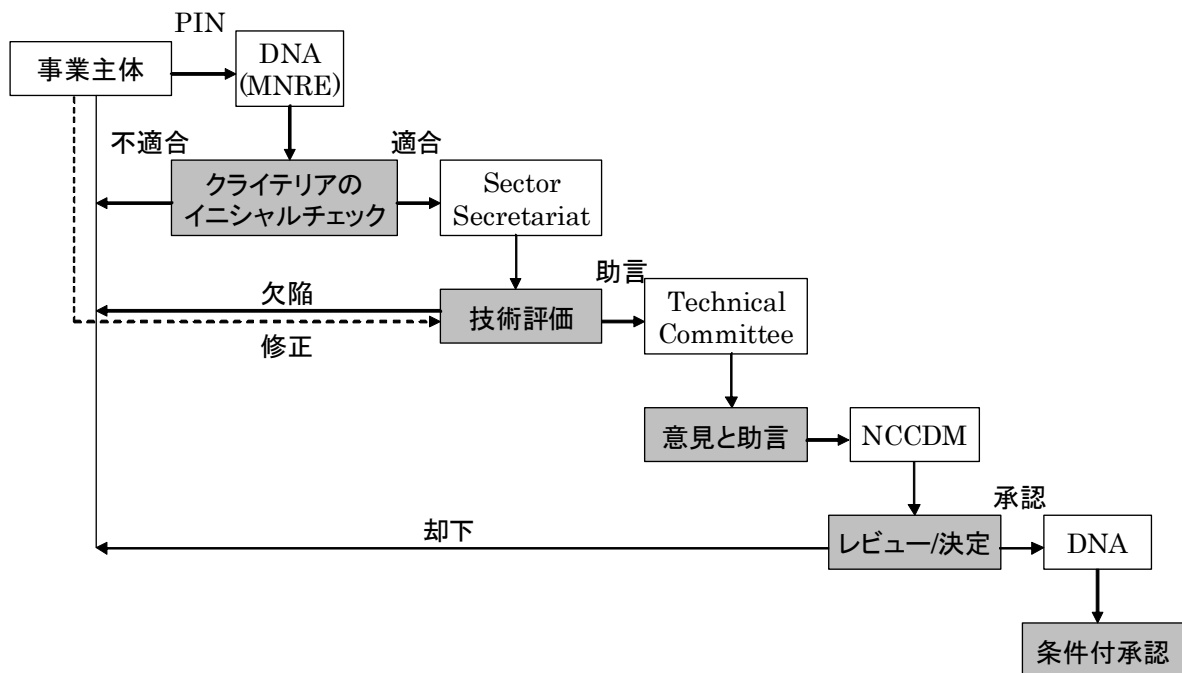


図 1-4 PIN の承認プロセス(第 1 段階)

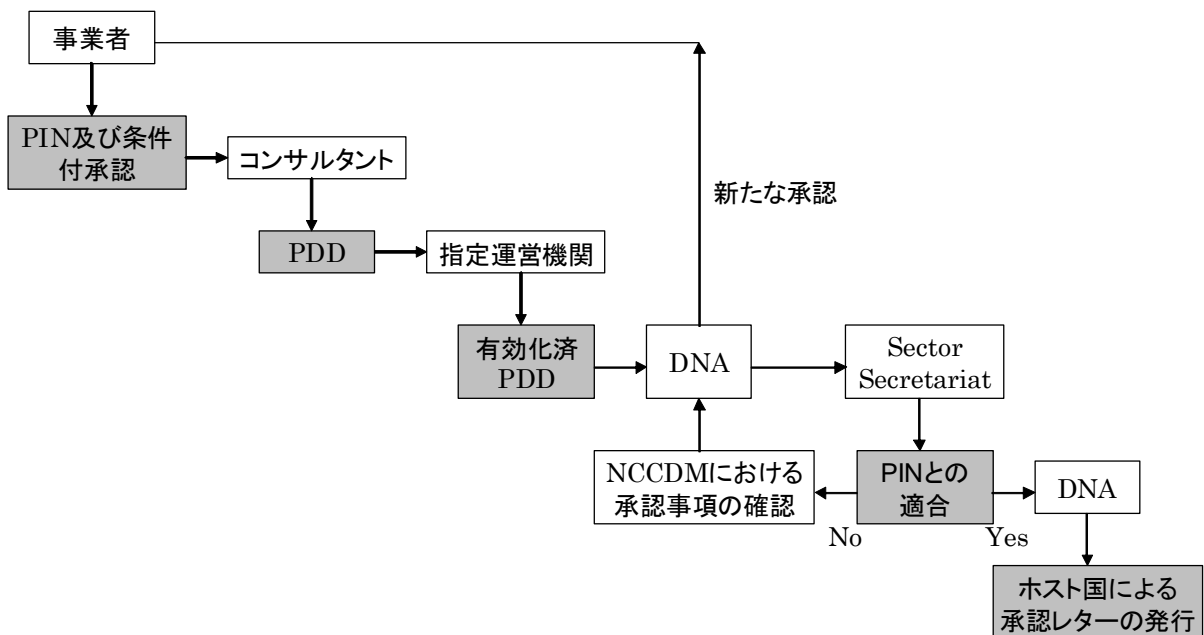


図 1-5 CDM 事業承認プロセス(第 2 段階)

### 1-4-5 CDM 実績

「マ」国における CDM 事業の実績は、2006 年にデンマークが行ったバイオマスエネルギーを活用したプロジェクトを皮切りに、86 件のプロジェクトが UNFCCC（気候変動に関する国際連合枠組条約：United Nations Framework Convention on Climate Change）に登録されている（2010 年 12 月時点）。投資国には、カナダ、デンマーク、フランス、ドイツ、日本、オランダ、スイス、イギリスがある。

また、「マ」国における主な CDM プロジェクトの種類は表 1-10 のとおりである。この中では、廃棄物管理プロジェクトおよび再生可能エネルギープロジェクトが多くなっている。

表 1-10 主な CDM プロジェクトタイプ

分野	プロジェクトの種類
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ バイオマス発電(系統連携/自家発電)</li> <li>・ バイオガス発電</li> <li>・ 太陽光発電(太陽熱温水、太陽光発電)</li> <li>・ 小規模水力</li> </ul>
エネルギー効率改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電効率改善(コジェネレーション発電効率改善)</li> <li>・ ボイラー効率改善(より効率的な熱および蒸気システム)</li> <li>・ 燃料転換</li> </ul>
森林	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 植林</li> <li>・ 再植林</li> </ul>
廃棄物管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物を利用した発電および熱利用</li> <li>・ 埋立処分場からのガス回収</li> <li>・ 嫌氣的廃液処理</li> </ul>
運輸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車両の燃費改善</li> <li>・ 低排出燃料への転換</li> </ul>



## 第2章 調査内容

### 2-1 調査実施体制

本調査は、カウンターパートの協力の下に実施した。調査実施体制を以下に示すとおりである。

表 2-1 調査実施体制

〔日本国側〕	
・ 八千代エンジニアリング 株式会社	－ 調査全体の統括、報告書作成
・ 鹿島建設 株式会社	－ 現地調査技術支援
・ 社団法人 日本プラント協会	－ DOE
〔ホスト国側〕	
・ LTC ALAM BERSIN S.B. (LTC 社、LEETUCK 社の関連会社)	－ カウンターパート、現地調査協力。
・ イポ市	－ 市の廃棄物処理を管轄。現地調査実施の許可・情報提供等を依頼。
・ マレーシア政府 住宅地方自治省(MHLG)	－ 都市ごみ(MSW)処理行政を管轄する省。MSW 処理状況の確認およびプロジェクト内容の協議
・ マレーシア政府 天然資源環境省(MNRE)	－ 環境政策を担当する省であり、CDM の指定国家機関 (DNA) も設置。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

### 2-2 調査課題

本調査を進める上での課題は、以下の4点が挙げられる。

- 【課題1】 対象サイトの廃棄物管理状況を十分に理解し、前年度行った調査結果を元に土地所有者であるイポ市及びプロジェクトオーナーである LTC ALAM BERSIN S.B. (以下、「LTC 社」という。LEETUCK 社の関連会社) と詳細協議を行い、処理規模を見直し、再設定し、具体的な実施計画を行うこと。
- 【課題2】 上記により選定した処理規模における設備構成、設備仕様、設備配置、運転管理方法、コスト等資金計画、および施設規模からみた施設必要面積を決定すること。
- 【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、促進することにより PDD 作成に向けた Stakeholders Meeting の実施及びパブリックコメントを入手すること。
- 【課題4】 PDD 作成及びバリデーションを受けるため、最新の事業費用と収入を再把握し、モニタリング計画では、現地で可能なキャリブレーションや分析項目を確

認し、「マ」国廃棄物処理の現状に関する公的情報の収集を行うこと。

## 2-3 調査内容

### 2-3-1 対象地域

対象地域は、「マ」国西海岸の北部に位置するペラ州の州都イボ市である。北部はクダ州、タイ(ヤラー県、ナラーティワート県)、南部はスランゴール州、東部はパハン州、クランタン州と接する。人口約 50 万人・面積約 387km<sup>2</sup>・東南アジア屈指のスズの産出地として有名であり、その発達した都市のため、人口の約 75 パーセント以上を中国系が占める。中国系の広東人と客家人が多いため共通語は広東語(広府話)になっている。

スズ生産量が激減する一方で工業化に成功したとされる「マ」国にあって、産業構造の変化によりペラ州の国内での相対的地位は低下し、州の GDP は 13 州中 8 番目となっている。

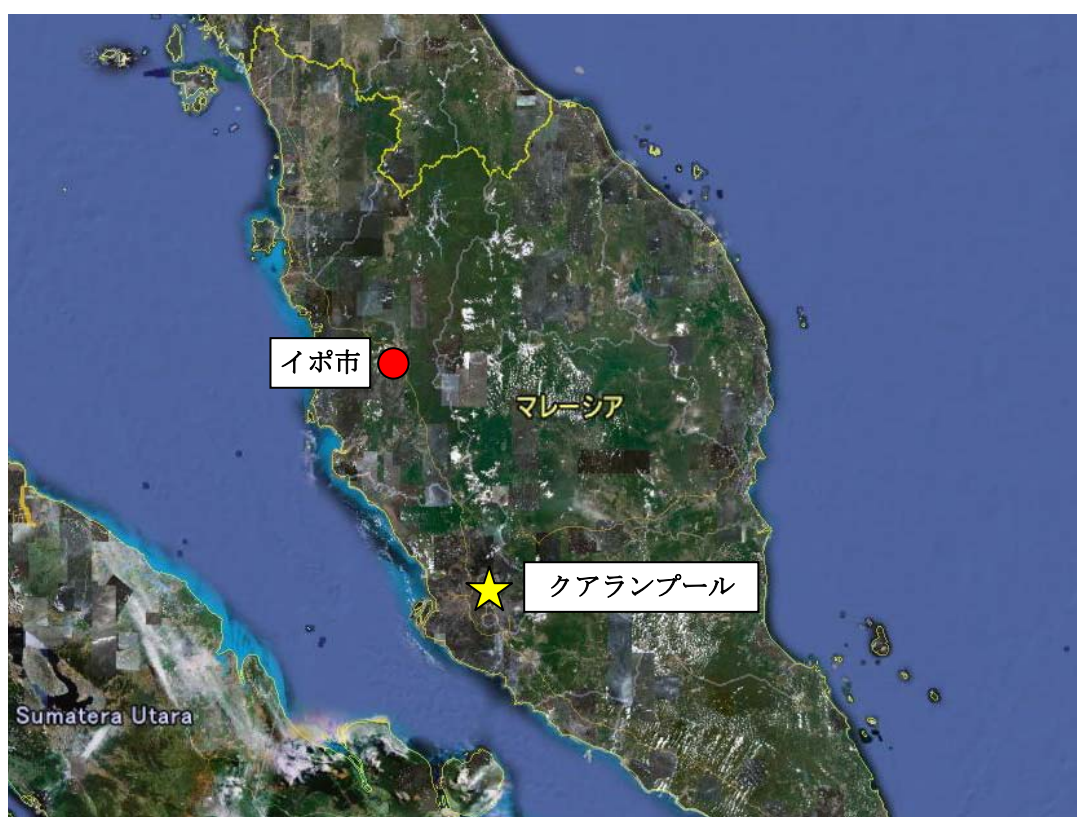


図 2-1 イボ市位置図

### 2-3-2 廃棄物管理状況

イボ市は、廃棄物収集・運搬及び MSW 処分場の管理業務を全て LEETUCK 社に委託されている。埋立処分場は既に埋立が完了したエリアと、現在廃棄物の埋立が継続中のエリアに分かれている。現在廃棄物の埋立が継続中のエリアでは、家庭や店舗などから回収された MSW が、約 600t/日搬入されており、オープンダンピングされている。一部の有価物は処分場内で活動しているウエストピッカーで回収され、リサイクルされている。なお、市内で別途収集された資源化物は、埋立処分場入り口付近でリサイクル活動を行っているが、本事業は LEETUCK 社とは別の会社に委託されており、その内容、処理状況について

は情報を得るのが難しい状況である。調整池は埋立処分場の隣接されたところに設置されており、処分場からの浸出水は調整池に貯留された後、未処理で放流されている。

処分場へ搬入されている廃棄物は、昨年から変更なく現在も同じで 3 種の排出元からの廃棄物である。排出元割合は、LEETUCK 社運転管理者によれば以下のとおりである。

- (1) 家庭からの排出 (Household)                   — 70 %
- (2) 個人経営店からの排出 (Shop)               — 25 %
- (3) 大規模店・市場からの排出 (Market)       — 5 %

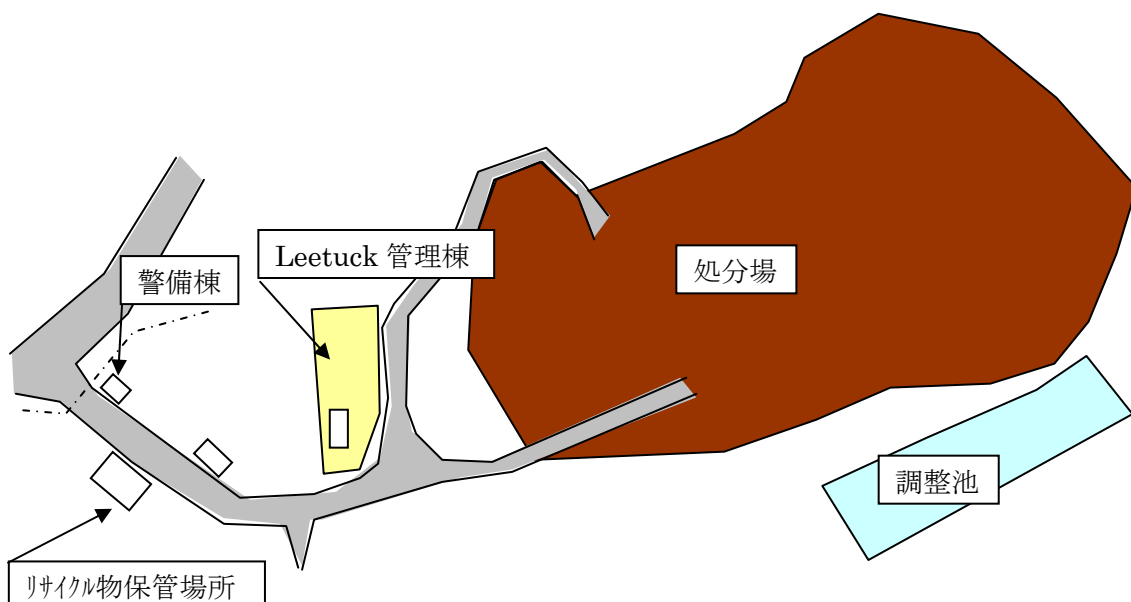


図 2-2 イポ市概略処分場図



ウエストピッカーによる資源化物収集



LEETUCK 社ワークショップ、管理棟

### 2-3-3 現地調査内容

現地調査は、3 回実施した。それぞれの現地調査での実施内容を以下の表に示すとおりある。

表 2-2 現地調査結果

項目	調査・打合せ内容
第 1 回現地調査 (8/19~26)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ペラ州・イポ市当局関係者へ本事業内容の説明・協議。</li> <li>・ LTC 社へ本事業内容の説明・協議。</li> <li>・ 処分場の現地視察。</li> <li>・ 天然資源環境省との協議</li> </ul>
第 2 回現地調査 (10/30~11/6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 天然資源環境省との協議</li> <li>・ 環境コンサルタントとの協議</li> <li>・ LTC 社との協議</li> <li>・ Malaysia Green Technology Corporation (MGTC) との協議</li> <li>・ 現地踏査、施設配置計画の確認、協議</li> </ul>
第 3 回現地調査 (12/16~26)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ イポ市長との協議</li> <li>・ LTC 社との協議</li> </ul>

調査課題に対する結果は以下のとおりである。

**【課題 1】** 対象サイトの廃棄物管理状況を十分に理解し、前年度行った調査結果を元に土地所有者であるイポ市及びプロジェクトオーナーである LTC 社と詳細協議を行い、処理規模を見直し、再設定し、具体的な実施計画を行うこと。

対象サイトである「マ」国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ある。これらを解決するには、どんな方法による廃棄物減量・周辺環境の改善を安価なコストで実施可能かである。今回、技術・資金を再検討し、既存廃棄物埋立エリアでは処分場からの LFG 回収ガスのガスエンジンによるエネルギー化事業、搬入される有機性廃棄物の好気性処理化事業が最適事業であると判断した。

現在、最終処分場は数年で閉鎖予定であるが、土地の所有権はイポ市であるものの、新規処分場の計画・設計が未だに進んでいない。現在、処分場を延命させる措置として本 CDM 事業の意義を説明し理解してもらった。

しかしながら、両事業とも、投資金額を低減化するための処理規模見直しを要請された。特にコンポスト化についての処理規模については、本技術の妥当性を確認した後、新規処分場でスケールアップしたものとし、本プロジェクトはあくまでもパイロットプロジェクトという位置付けで小規模なプロジェクトとしたいという強い要望が出された。現在、搬入されているごみ量全量を対象とするには、あまりにもリスクがあるとの判断である。プロジェクトオーナーである LTC 社においても設備投資のための資金調達及び運転後の運転員の確保並びに運転費、特に人件費を極力抑えたものにしたいということであった。昨

年までの調査結果で日量 600t/日処理規模になると、設備投資額も高額になること、また、現在の運転員で運転可能なコンポスト化処理規模にして欲しい強い要望であった。以上の強い要望を鑑み、コンポスト化処理規模を 50t/日まで縮小した。

上記に示すように調査の中盤で施設規模を縮小せざるをえなくなった反省点としては、当初より詳細なプロジェクト計画に関し理解を深めてもらい、カウンターパートと実施機関との合同協議を多く開催し、相互理解を深めることができなかつた点にあった。CDM 事業化に向けて詳細な事業計画をカウンターパートと合同で実施し、設備投資および運転維持管理費の実現性可能な資金計画を決定すべきであった。

【課題 2】 上記により選定した処理規模における設備構成、設備仕様、設備配置、運転管理方法、コスト等資金計画、および施設規模からみた施設必要面積を決定すること。

今回導入する設備機器・建設工事費をホスト国および海外企業での製品調達及び建設工事の実施を検討した。本プロジェクト実施可能である施設規模、施設配置、必要面積の概略積算資料より概略積算を実施した。その資料を基にカウンターパートの協力を得て、海外企業で実施可能な資金計画を行った。また、製品の品質や工程管理に不安要素があることと、コンポスト化プラントの手選別工程においてロータリースクリーン、ベルトコンベアを採用するが、これらの製品の製作技術はまだ「マ」国では完全に確立していないこともあり、一部を日本企業へ委託することにした。

【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、促進することにより PDD 作成に向けた Stakeholders Meeting の実施及びパブリックコメントを入手すること。

第 1 回現地調査時 2010 年 8 月に、イポ市長を中心として関係者を集めて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。結果、市長から本 CDM 事業についての理解を得て、協力レターが 9 月 8 日付けで発行された。プロジェクトオーナー LTC 社からは口頭で協力する旨回答を受けていたが、11 月 26 日付けでイポ市からの上記レターを参照して正式に協力レターが発行された。

第 3 回現地調査時 2010 年 12 月には、現地イポ市関係者へ再度説明会の実施、その他近隣住民などの利害関係者についても、本プロジェクトの概要を説明するパブリックヒアリングを実施する必要がある旨説明し、12 月末或いは 1 月初旬にパブリックヒアリングを開催する予定を明言し、具体的なスケジュールについて協議を始めようとしたが、12 月 18 日、20 日のイポ市長並びに LTC 社との協議において事態が急変し、協議内容を以下に示すとおりである。

イポ市長、現地カウンターパート LEETUCK 社 Lee Tuck 社長および関係者への本事業に関する説明および Stakeholders Meeting 準備等のため 12 月 17 日より「マ」国入りし関係者との協議内容を以下に示す。

#### 打合せ日程

2010 年 12 月 18 日 イポ市長、Lee Tuck 社長、Sen 副社長、Ms. Wong

2010 年 12 月 18 日 Lee Tuck 社長、Sen 副社長、Ms. Wong

2010 年 12 月 18 日 Lee Tuck 社長、Ms. Wong

2010 年 12 月 20 日 Ghazali リーガルオフィサー、Lee Tuck 社長、Sen 副社長、Ms. Wong

- イポ市長選が来年予定されていて、現市長は住民対策に非常に神経質になっており、特に廃棄物問題は新規処分場建設予定のこともあり、話題になるようなことは避けたいと考えている。あくまでも政治的な問題であり、こちらからの要望を無理に聞いてもらう状況ではない。
- イポ市長と現地カウンターパート（LTC 社）に CDM の手続きとして、Stakeholders Meeting と PDD の web 掲載が必要なことを今まで説明してきたが、この時点で、上記理由により、①web 掲載は止めてほしい、②Stakeholders Meeting は中止するか、小規模にして欲しい、との強い要請を受けた。
- 本調査内に DOE による Draft Validation Report の作成は不可能となる可能性が大である。ただし、その他の CDM 手続き（Stakeholders Meeting 結果の掲載を除く PDD の作成・DOE による Desk Review）は続行する。
- DOE による On-site Assessment と PDD の web 掲載は現時点では中止せざるを得ない。Stakeholders Meeting 開催に関しては、開催できるように協議を続ける。
- 既設処分場での廃棄物に関する活動（LFG 回収 CDM に関する活動）は、王族の関係者が持つ民間会社が既に既得権を所有していることが明かされた。LTC 社が行うことはこの既得権を侵すことになるため、LFG 回収についても DOE による Desk Review までしか実施できない。

このような状況の急変は、土地の所有権と政治的な問題が調査の最終段階まで把握出来ておらず、上記の実施機関およびカウンターパートによる合同会議を持ち、その協議中で明確になった。現地の状況、これ以上作業をしても成果が望めないと判断し、コンポスト化事業に関する PDD デスクレビューまで行うこととし、LFG 回収事業については実現性が少ないためデスクレビューも行わないことで進めることとした。

公共事業の計画については政治的要因が大きく関わっているため、政治状況のみならずあらゆる周辺状況の把握を怠らないことが重要である。調査初期段階で実施機関およびカウンターパートによる合同会議を開催し、本プロジェクトを理解してもらうことが必要不可欠である。また、カウンターパートと一体となった協同調査を行うことにより、実施可能な資金計画も早い段階で明確になったと判断される。調査の最終段階でも本プロジェクトを実施機関およびカウンターパートによる合同会議にて承諾を得て、CDM 事業化の可能性へと繋がる。

**【課題 4】 PDD 作成及びバリデーションを受けるため、最新の事業費用と収入を再把握し、モニタリング計画では、現地で可能なキャリブレーションや分析項目を確認し、「マ」国廃棄物処理の現状に関する公的情報の収集を行うこと。**

【課題 3】で示したように、事態の急変により、コンポスト事業のみ最新の事業費と収入を再把握するため、IRR 計算と証拠書類の収集を行った。「マ」国で可能なキャリブレーションなどの分析項目を確認し、モニタリング計画を検討した。

現地調査内容の詳細は以下に示すとおりである。

#### (1) 廃棄物組成

廃棄物組成については、発酵後コンポスト製品販売可能性・リサイクル可能品の回収可能性を業者にヒアリングにて確認を行った。また、廃棄物組成を基に、処分場に搬入される廃棄物の組成を推定した。

#### (2) リサイクル可能品調査

現在の処分場の現場運転管理者にヒアリングを行い、リサイクル可能品目および売却単価の情報を得た。ただし、ここ数年リサイクル品引き取り価格に変動は無いとのことであった。リサイクル品の回収は、手選別ラインに並んだ複数の作業員によって手作業により引き抜くことになる。手作業による分別には長時間の作業が困難であること、さらにトンネル以降の手選別コンベアに乗った廃棄物は完全にばらけた状態ではないので 100%の選別は困難である。手選別作業員を増やしても 100%選別される期待は無いと考えられる。また、紙類・ダンボールや商店からのプラスチックバッグは液体、厨芥物の付着物が多いこと、水分が多く含まれており販売は困難であると予想される。

#### (3) 設計・コスト検討

本プロジェクトにおける設備仕様決定については、各メーカー、建設業者等と打合せを行い、現地ニーズを満たすことの出来る設備仕様、材料等を選定した。それらの設備仕様におけるコスト積算においては各メーカーからの概算見積を使用した。現在本調査にて入手した最新情報に基づき更に詳細検討を行っている。



## 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

施設の初期投資費と維持管理費は以下に示すとおりである。プロジェクト内で発電した電力の約 8%程度を所内電力として利用することを想定している。

表 2-3 LFG 回収事業 コスト

初期投資費	費用(千円)	備品
機械設備費	300,000	ガス回収井戸、ブロア、ガスホルダ、ガスエンジン、発電機、フレア燃焼施設 等
土木建築工事費	25,000	処分場表面形成、覆土 等
合計	<b>325,000</b>	
<b>維持管理費</b>		
電気代	68	オフィス、機械 等
修繕費・消耗品費	14,500	機器修繕・メンテナンス費等
人件費	3,000	10 名 (現場監督、オペレーター等)
その他費	2,000	一般管理費等
合計	<b>19,568</b>	

## 2. 有機性廃棄物におけるコンポスト化事業

施設の初期投資費と維持管理費は以下に示すとおりである。今回の設備製作は、ホスト国および海外企業で調達した場合の概算見積で積算した。

表 2-4 コンポスト化事業 コスト (現在調整中)

初期投資費	費用(千円)	備品
機械設備費	70,000	投入ホッパー、投入コンベア、トロンメル、ホイールローダ 等
土木建築工事費	39,200	整地、選別棟、処理棟 等
合計	<b>109,200</b>	
<b>維持管理費</b>		
燃料費・電気代	2,015	
修繕費・消耗品費	2,300	機器修繕・メンテナンス費等
人件費	11,910	13 名 (現場監督、オペレーター等)
合計	<b>16,225</b>	

### 2-3-4 プロジェクト適用技術

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

##### (a) LFG 回収・利用設備概要

本プロジェクトの LFG 回収・利用に用いる主要設備は、LFG 回収設備、LFG 貯留設備、LFG 清浄設備、LFG 発電設備、フレア燃焼設備等で構成される。主要設備の構成は以下に示すとおりである。なお、埋立処分場内のメタンガス排出を制御する重要なファクターは表層部の被覆である。このため、メタンガスを最大限に促進させるには、表層部を 0.5m



以上の良質土で被覆するものとする。

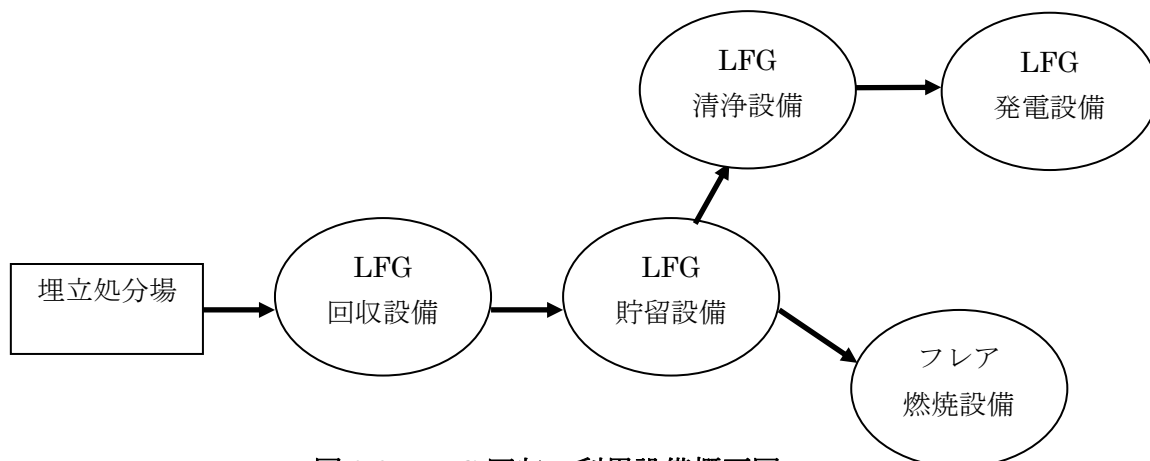


図 2-3 LFG 回収・利用設備概要図

表 2-5 各設備の設備概要

設備名	設備概要
LFG 回収設備	本 LFG 回収・利用技術において、LFG 回収設備は発電に必要なガスを回収するための主要設備である。当該 LFG 回収設備は、ガス回収井戸から LFG を回収し、LFG 管によって LFG 貯留設備まで LFG を回収し安全かつ確実に搬送する設備である。
LFG 貯留設備	LFG 貯留設備は、LFG をガスエンジンへ供給する前にガスホルダを設けていったん貯留し、流量を調整する設備である。
LFG 清浄設備	LFG 清浄設備は、ガスエンジンが必要とするガス性状を満足するための設備で、ガス中の水分を除去するためのガス清浄装置（スクラバ）、必要ガス温度を得るためのガス加熱器（ヒータ）から構成される設備である。
LFG 発電設備	LFG 発電設備は、LFG を燃料としてガスエンジンで発電する設備である。発電量のうち、場内で使用する電力を除き、全て電力会社(TNB)へ売却する。
フレア燃焼設備	フレア燃焼設備は、LFG 発電設備の保守時(点検、または故障)に、LFG ガス全量を安全にフレア燃焼させる設備である。また、ガスエンジン運転時に過剰となったガスは、フレア燃焼させる。

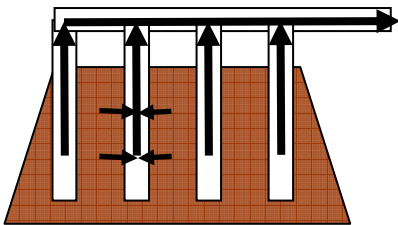
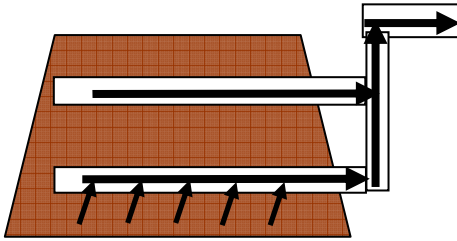
(b) LFG 回収設備

本プロジェクトは、廃棄物最終処分場から発生するガスを捕集・回収し、回収したガスを燃料としてガスエンジンで発電し、売電する事業を目標としている。ガス捕集・回収を行うに当たっては、埋め立てられた廃棄物層から効率良くかつ安全にガスを捕集・回収するかが事業成立に向けた技術的な課題の一つである。そのため、各設備の仕様を的確に選定することが事業採算性を大きく左右することになる。

① ガス回収井戸

LFG 回収井戸の構造は、表 2-6 のように、垂直井戸と水平井戸の 2 種類がある。

表 2-6 LFG 井戸方式比較表

項目	垂直井戸	水平井戸
イメージ図		
概要	垂直方向に井戸を設置する。設置間隔は井戸同士の干渉を考慮して設置する。	複数の埋立のリフト毎に水平方向に井戸を設置する。
設置時期	埋立完了後に設置する。	埋立中に水平方向に設置する。
特徴	長所 <ul style="list-style-type: none"> <li>井戸毎の LFG 回収制御が容易</li> <li>LFG 発生状況、埋立状況に応じて井戸の増設が容易</li> <li>凝縮水による問題が発生しにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋立中の LFG 回収が可能</li> <li>比較的安価</li> <li>埋立地表面に回収井戸がない</li> </ul>
	短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋立完了まで LFG の回収が不可能</li> </ul>
井戸・配管 パイプ	多孔(長細穴)配管 材質：PVC、PE、HDPE 等	多孔(長細穴)配管又は長径配管 材質：PVC、PE、HDPE 等

水平井戸方式は、ごみの埋立途中に水平配管工事を実施するため、本プロジェクトのように処分場を閉鎖してからのガス回収では実施は不可能なため垂直井戸方式を用いる。

垂直井戸方式の設置計画では、回収井戸の深度と配置を効率的に決定する。回収井戸の深度はごみ最上部の覆土面より、埋立開始面までの深さとし、井戸の配置は 50m 間隔とする。

回収井戸の口径については、費用面、保守管理面(回収井戸内洗浄の容易さ)、LFG 回収能力を考慮して φ200mm 程度とする。

回収井戸の構造は、掘削孔とケーシングパイプとの間からガス漏洩や空気浸入が極力ないようにセメント類で密閉する。セメント類による封塞は、圧密沈下が進むにつれて破壊されるため、適宜セメントによる補修を行う。

② 配管計画

配管は本管と枝間に分類し、本プロジェクトにおいては、全ての回収井戸から合流した

管を本管(φ300mm 程度)、それまでの管を枝管(φ200mm 程度)とする。

分類	内容
配管決定因子	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配管は地形勾配に沿わせ、露点温度に達した LFG 中の水分がドレンとして排出できるように、処分場上部から下部に配管勾配をつける。</li> <li>・ 圧力損失を抑えるためガス管合流箇所は 3 箇所以下とする。</li> <li>・ 配管は地上に沿わせて、配管サポートは埋立面から取る。</li> <li>・ 圧力損失の増大やガス溜り防止のため、本管の曲がり部分(エルボ)は 90 度未満のエルボを避ける。</li> <li>・ 配管の流れ方向は LFG 発電設備の方向とする。</li> <li>・ 経済性(ガスエンジンとその動力費)と維持管理面(フロアの運転操作、故障修理)およびフロアの故障等による漏水、漏洩防止という環境暴露の防止を原則とした全体配置とする。</li> </ul>
管の基礎および接合方法	<p>管の基礎については支持基礎とせず、不等沈下対応とする。配管の縦断方向の変形対応のため、柔軟性のある配管材を採用し、配管を埋立面勾配に沿わせる。</p> <p>管の接合方法は脱着のない接合方法とする。</p> <p>配管の接続は、接合方法が悪くガスの漏洩事故等が生じた場合、被害をもたらすことになるので、接続は完全に行い定期的に検査を行う。</p>
管の材質	<p>配管の材料としては、鋼管、ダクタイル鋳鉄管、硬質塩化ビニル管(PVC 管)等が一般的である。</p> <p>鋳鉄管、鋼管等を利用する場合は、管内の堆積物の腐敗や、浸出水の浸入により、管が侵されるのを防止する等、管の耐食法に十分に留意する。特に、酸性である LFG ガスによる管の腐食を防ぐ必要があるため、管内面は耐酸性の合成樹脂でコーティングしたものを使用する。一方、PVC 管を利用する場合は、柔軟性・可とう性に富み、ごみ層の不等沈下にも対応することが可能である。</p> <p>最終処分場は酸性雰囲気下で、硫化水素等が発生する腐食環境にあるため、PVC 管を使用する。</p>

(c) LFG 貯留・清浄、発電、フレア燃焼設備

LFG 設備のフローは、以下に示すように、LFG 回収井戸からガス回収後、LFG 貯留設備で一旦貯留し、LFG 清浄設備でガスエンジンに必要なガス性状に浄化させた後、ガス発電設備で発電するフローである。発電した電力の一部は所内電力として使用し、余剰電力は電力会社へ送電する。LFG 設備概略フローは図 2-4 のとおりである。

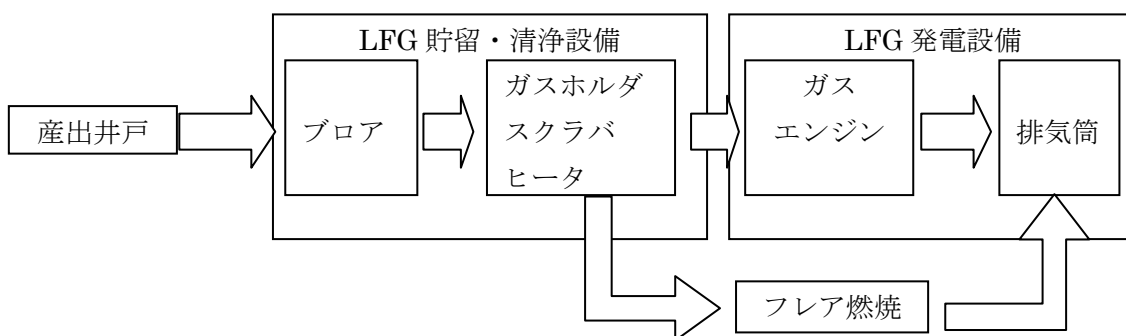


図 2-4 LFG 設備概略フロー図

分類	概要
LFG 貯留・清浄設備	LFG 貯留設備は、ブローアにより回収した LFG を一旦貯留し、LFG 清浄設備でガスエンジンに必要なガス性状に浄化させた後、流量を調整しながらガスエンジンへ LFG を供給する。なお、ガスエンジンの保守時等においては、フレア燃焼設備へ LFG を供給する。
LFG 発電設備	LFG 発電設備は、LFG を燃料としてガスエンジンで発電する設備である。発電量のうち、場内で使用する電力を除き、全て電力会社(TNB)へ売却する。ガスエンジンは、LFG 中の硫化水素に対する耐久性を考慮して C 重油を燃料としたガスエンジンを選定する。ガスエンジンの排ガスにおける仕様は、NOx400ppm 未満と SOx100ppm 未満とし、低 NOx、低 SOx 型ガスエンジンを選定する。 イボ、あるいはマレーシア内でアフターサービス体制の整った販売ルートを考慮してメーカーを選定する。
フレア燃焼設備	ガスエンジン発電設備とフレア燃焼設備を設けており、フレア燃焼設備は、ガスエンジン発電設備の保守点検時(または故障時)、または LFG を過剰に捕集した場合に切り替えて運転する。
保安管理	地域住民の周辺状況や機器の特性を考慮し、システムの安全性を高めるために実施必要事項で、騒音・振動防止、ガス漏れ対策、爆発対策、保守・点検等のための管理である。
騒音・振動防止	処分場付近の住民に騒音公害を及ぼさないように防音・防振対策を行う。ガスエンジン発電機はコンクリート基礎に設置し、振動を防止するとともに、ガスエンジン発電機ケーシング上部に消音器を設置し、騒音を防止する。

分類	概要
	ガスエンジン発電機を建屋内に設置する場合には、窓は極力少なくし、建屋を防音構造にすると共に、壁面には吸音材を施す。
ガス漏れ対策	本設備はメタンガス雰囲気設置されるため、運転員が 1 日 2 回の LFG 回収設備および LFG 発電設備の巡回でガス漏れ点検(視認、臭い等)を行うことが必要である。必要に応じ、ガス検知器を設置し、常時監視とすることが望ましい。
保守・点検管理	<p>ガスエンジン発電機の安定した運転かつ経済的な運転を行うため以下の保守・点検管理を義務付ける。</p> <p>1.運転員の巡回(ガス漏れ点検) : ガス漏れ点検回数 : 1 日 2 回(午前 1 回、午後 1 回)LFG 回収設備と LFG 発電設備を巡回し、ガス漏れ点検する。</p> <p>2.技術者の巡回 : 回数 : 月 1 回程度。運転員への運転状況の確認、稼働状況の観察・点検を行い、不具合の早期発見および運転員へのアドバイスを行う。</p> <p>3.緊急時対応 : 必要部品の供給体制の設定および在庫管理。技術者の派遣体制及び警察、消防、労働基準局東都の連携。(体制表を作成し、緊急時に徹底する。)</p> <p>4.運転員のトレーニング : 1 年に 1 度運転員のトレーニングを行うことで、運転技術の質を向上させる。また必要に応じ労働安全衛生に関する講習会への参加を義務付ける。</p> <p>5.機器のメンテナンス* : メンテナンス頻度は、点検 2~3 ヶ月に 1 回(主にガスエンジン本体のみ)とし、設備全体の点検・整備は 1 年に 1 回とする。なお、主要部の耐用年数は 5 年をとする。</p>

\*機器毎のメンテナンス内容

- ・エンジン本体(点火プラグ点検(必要に応じて交換)、ガス制御弁点検、制御装置点検、シリンダーカバー開放点検、主要部品点検・交換、消音器点検・交換、オーバーホールおよび軸受け交換、各種計装機器点検)
- ・発電機(絶縁チェック、保護装置作動確認、本体開放点検)、各種計装機器点検
- ・熱交換器類点検、清掃(付帯する場合)、各種計装機器点検
- ・排熱ボイラ(流路部分点検、配管・チューブ耐圧点検、ポンプ類点検又は交換)、各種計装機器点検
- ・冷却水循環ポンプ、各種計装機器点検
- ・その他

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

### (a) 有機性廃棄物のコンポスト化事業概要

MBT による有機性廃棄物のコンポスト化事業は、廃棄物の埋立処分率が高い欧州で実績が多くある。ごみ焼却処理の代替手法として埋立ごみの減量及び安定化を目的で開発された手法であり 1990 年代後半から新型廃棄物処理施設として導入され始めた。また、日本では不法投棄現場の再生手法の一つとしても用いられている。

MBT による有機廃棄物コンポストプラントは、主として「機械選別工程」と「生物処理工程」から構成されている。搬入されたごみは「機械選別工程」で資源物の回収およびごみの減量化(3R)を計り、「生物処理工程」でごみの有機成分を高速好気分解することにより安定化を図るものである。

欧州では高度な処理施設が導入されている事例が多いが、本プロジェクトでは、対象都市の廃棄物管理の現状を考慮し、より簡易な形式の機械・生物処理手法の適用を配慮する。

### (b) 機械選別工程

機械選別工程は、廃棄物を搬出先の受け入れ条件に適合するように選別するものである。現状のごみ収集状況では、収集作業中にある程度作業員が資源化物を回収しており、現埋立処分場においてもウエストピッカーによる資源物の回収がなされている。本 MBT による有機性廃棄物のコンポスト化事業が導入されれば、効率的に多くの資源物の回収が可能となる。また、資源物の回収量が増加することは、廃棄物の減量化をはじめ埋立処分場の延命化にも効果がある。

有機性廃棄物のコンポスト化事業におけるごみを分別するための採用技術は、粒径で分別する「粒度分別」、比重差を利用して分別する「比重差分別」、電磁波や磁力を用いて分別する「電磁波・磁力分別」、作業員の人力で選別する「手選別」に分けられる。

適用する技術は、対象廃棄物の性状だけでなく、搬出先の受入条件に大きく左右されるため、技術選定にあたってはこれらの条件を十分に検討する必要がある。

設備は、通常各種分別機とコンベア等の各種搬送機器から構成される。

表 2-7 機械選別の分類

選別方法	選別基準	選別機器例
粒度分別	粒径	トロンメル(回転式粒度分別機)、振動ふるい機
比重差分別	比重差	比重差選別機
電磁波・磁力分別	電磁波・磁力	磁力選別機
手選別	人力	ベルトコンベア

### (c) 生物処理工程

生物処理(コンポスト化)は、処理対象物をバイオマス好気性発酵させ、分解しやすい有機物を生産物として緑農地利用する。生産物として、その適する安定した性状にするととも

に、発酵熱によって病原菌や寄生虫、雑草種子類等を死滅させ、衛生的かつ安全なものにするものであり、従来型の技術である。

生物処理の方法は主に以下の 3 点であり、諸条件によって分類できる。MSW を原料に製品堆肥をつくる場合、原料に塩分や重金属類、ガラス等の混入があると、製品に残留してしまうため、堆肥の品質管理には注意が必要である。

- 主要装置である発酵装置の方式や構造等
- 通気、切り返し、混合、移送機構等
- もみ殻や稲わら等堆肥製品の成分調整に有用な副資材を使用するかどうか等

なお、本プロジェクトにおいては、製品としてのコンポストの売却は行わず、最終処分場で覆土として再利用することを考慮しているため、品質管理に細心の注意を払う必要はないと考えている。しかしながら、処理施設へ搬入された廃棄物および処分場へ覆土として投棄されたコンポストから周囲への環境影響を与えないように留意し、生物処理工程を決定することが必要である。

## 2-3-5 プロジェクト計画の具体化

「2-3-4 プロジェクト適用技術」で技術面については示したが、ここでは、具体的なプロジェクト計画について記載する。

### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

本プロジェクトのシステムは大きく分けて以下の 3 つの技術から構成される。

分類	概要
LFG 回収システム 技術	垂直回収井戸、水平配管、気密シート、ガスホルダ、計量機器類、ブローア設備、ガス処理設備、ガス貯留設備等で構成される。 垂直回収井戸は、閉鎖した処分場の地中に設置し処分場から発生する LFG を回収する。その後、水平配管にて各設備まで供給される。
ガスエンジン発電 技術	安定運転が可能なガスエンジン、発電機、制御盤、送電設備で構成される。ガスエンジン発電機は、LFG に含まれるメタンガスを燃焼させ、CO <sub>2</sub> に破壊せるという重要な役割がある。さらに、発電によって得られた電力は、電力会社へ売電、また 8%程度を所内機器使用電力として利用を予定する。 ガスエンジン発電機の運転は、1 年を通じ 24 時間連続運転とする。但し、設備のメンテナンス等による停止を考慮し、年間運転日数は 300 日程度を予定する。運転については、24 時間の交代勤務を予定する。
フレア燃焼技術	ガスエンジン発電機のメンテナンス等の停止時には、LFG(メタンガス)をフレア燃焼させる。

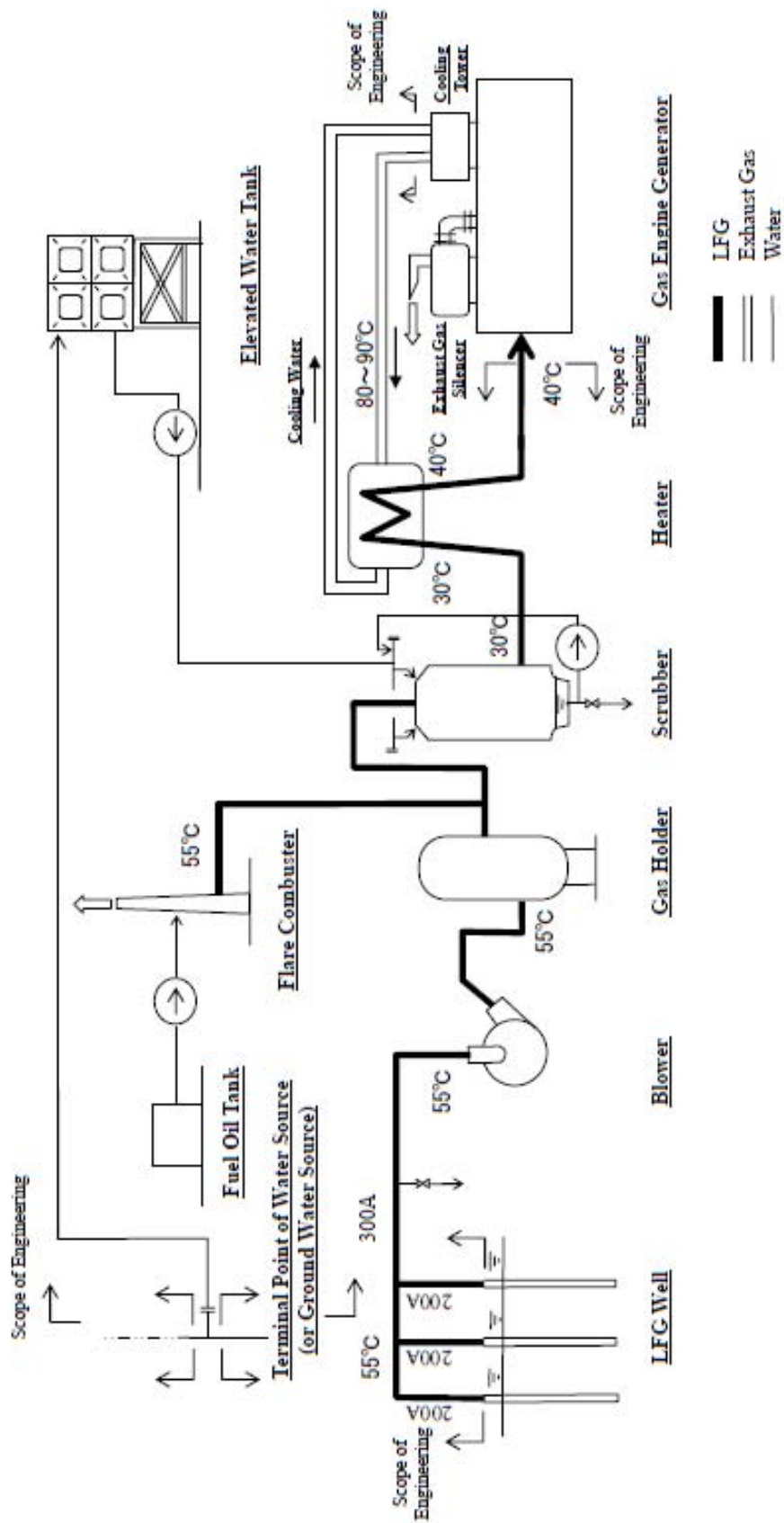


図 2-5 全体系統図



## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

最終処分場に搬入された廃棄物は選別処理施設に受入れた後、ホイールローダでホッパーに投入し、受け入れコンベアによりトロンメルに搬送される。トロンメルにより、粒形選別された廃棄物は、手選別ラインへ搬送される。手選別ラインでは、手選別作業員により有価物と有機性ごみ・処分場ごみへと大別される。回収された有価物は、リサイクル業者へ販売され、有機性ごみは、隣接する好気性発酵処理施設へ搬送され、ヤード内で1日に1回程度ショベルローダーにて切り返しを行い、分解・安定化される。

搬入廃棄物	50 t/日 (*稼動日数 300 日/年)
選別施設	50 t/日 × 1 基
好気性発酵処理棟 (1 棟あたり)	30m <sup>3</sup> (17.9tons)
好気性発酵処理保管期間	45 days

### 〔選別施設〕 処理能力 50t/日

処理能力 50t/日の選別施設を1基設置し、搬入廃棄物の選別処理を行う。対象サイトに搬入される廃棄物は袋状になっていることから、トロンメル内に配置された櫛歯で破袋されトロンメルにて粒径選別された後、手選別ラインでリサイクル物などを回収する。手選別ラインでは最大8名の作業員にて分別作業を行う。

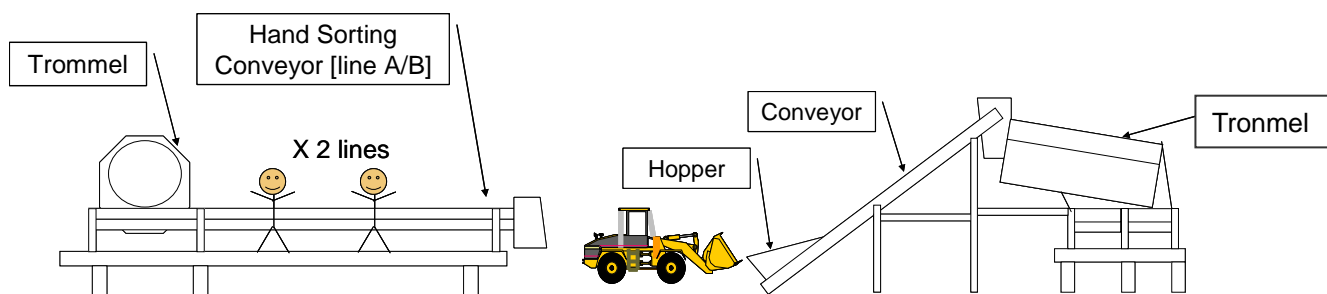


図 2-6 選別施設図面

### 〔好気性発酵処理施設〕 容量 30m<sup>3</sup>(17.9tons)

1 棟あたり 30m<sup>3</sup> (17.9tons)の発酵処理施設に選別処理後有機性廃棄物を保管し、ホイールローダーにて1日1回程度の切返しを行い、45日間程度の好気性発酵処理を行う。発酵処理後の残渣(有機廃棄物)は、処分場の覆土として利用する。

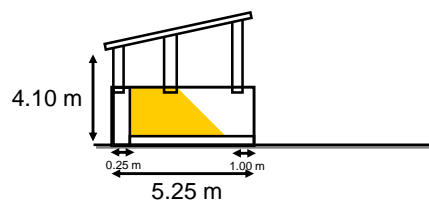


図 2-7 処理発酵棟イメージ図

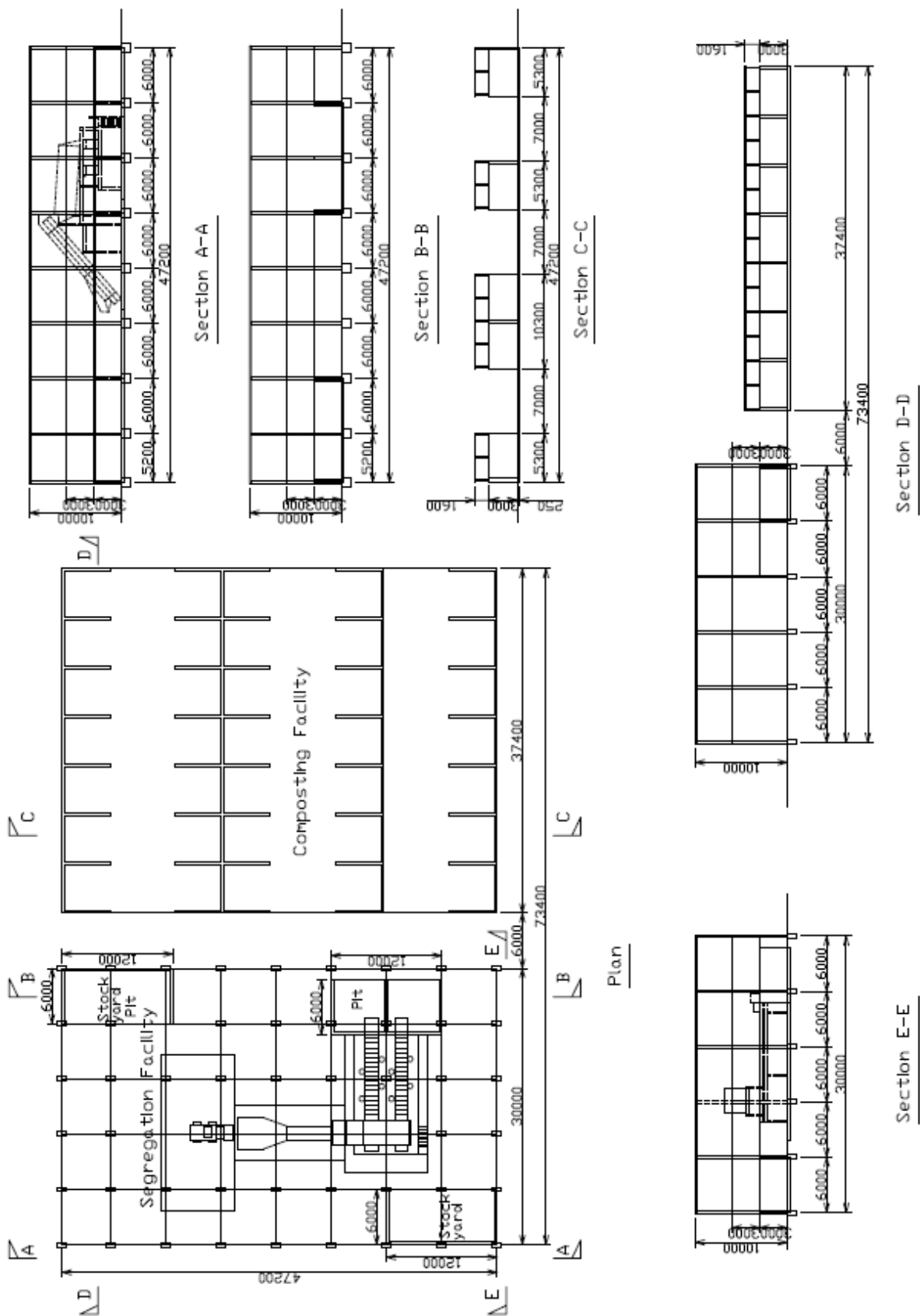


図 2-8 コンポストプラント全体配置図

## 第3章 調査結果

### 3-1 現地調査結果

#### (1) 廃棄物組成結果

廃棄物組成の結果では、対象サイトに搬入されている廃棄物の排出元による廃棄物の分類項目は、主に以下の 11 種類である。

表 3-1 廃棄物の分類項目

・ 厨芥類	・ 鉄類
・ 剪定枝類	・ アルミ類
・ 紙類	・ ガラス
・ 布類	・ その他
・ 使い捨ておむつ	・ 残渣
・ プラスチック類	

廃棄物組成を基に、処分場に搬入される廃棄物の組成を推定した。推定結果を後述の図および表に示すとおりである。

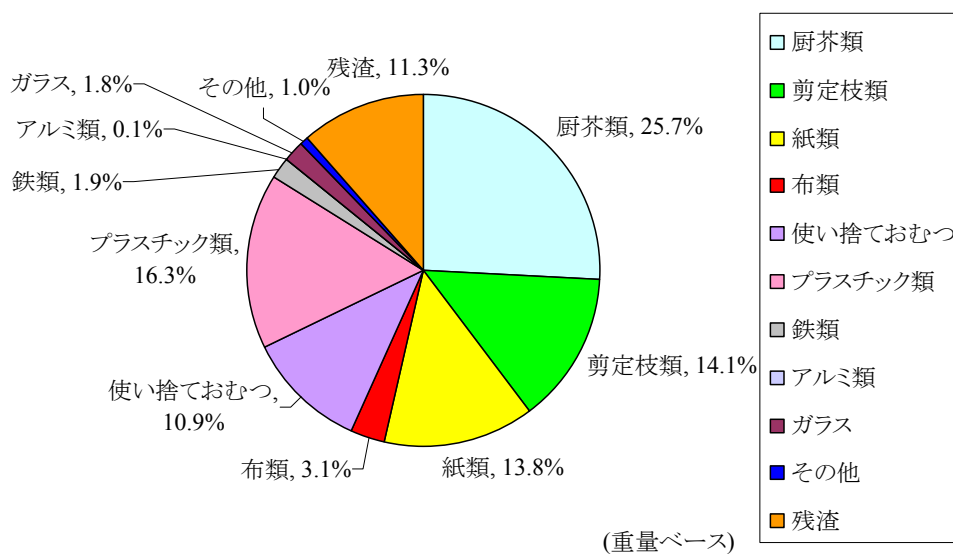


図 3-2 廃棄物組成分析結果

表 3-3 廃棄物組成分析結果

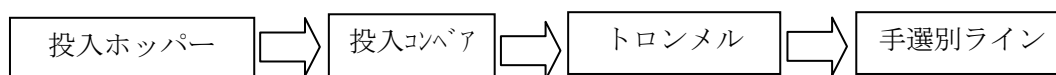
項目	量 (推定値)	割合
	トン	%
厨芥類	154.1	25.7%
剪定枝類	84.5	14.1%
紙類	82.8	13.8%
布類	18.5	3.1%
使い捨ておむつ	65.1	10.9%
プラスチック類	97.6	16.3%
鉄類	11.5	1.9%
アルミ類	0.3	0.1%
ガラス	10.8	1.8%
その他	6.1	1.0%
残渣	67.4	11.3%
合計	598.7	

なお、参考までに 2005 年クアラルンプール市で実施した廃棄物組成分析結果を以下に示すとおりである。

	マンション		一戸建て		商業	市場	ホテル	小売店	事務所	標準
	KL	PJ	KL	PJ						
(1) 分類 (%)	17.7	9.1	23.1	21.8	5.9	3.0	3.4	9.0	6.9	100.0
(2) 分析結果										
水分 (%)	42.6	28.7	40.6	42.2	28.4	31.8	22.7	26.2	30.1	36.6
紙類 (%)	20.9	18.9	23.8	21.9	22.9	25.2	41.5	22.7	50.1	24.7
厨芥類 (%)	44.6	45.5	49.2	47.2	42.5	61.3	30.0	55.6	0.7	44.1
ヤードごみ (%)	1.8	0.8	1.2	1.0	1.5	1.7	0.6	10.3	0.5	2.0
布類 (%)	3.1	3.6	2.1	2.1	1.8	0.5	0.6	0.1	0.7	2.0
ゴム・皮革類 (%)	0.2	0.4	0.7	0.9	0.7	0.3	0.4	0	0.4	0.5
プラスチック (%)	20.0	17.3	13.2	15.3	21.3	8.7	15.9	6.5	18.4	15.4
その他有機物 (%)	2.7	5.0	2.0	5.0	0.6	0.1	0.9	0.1	1.2	2.6
(3) 発熱量										
高位発熱量 (Kcal/kg)	2,246	2,824	2,175	2,171	2,920	2,611	2,998	2,740	2,230	2,391

KL: クアラルンプール PJ: ペタリンジャヤ

図 3-2、表 3-3 に示す搬入ごみの性状を考慮して、選別施設は一部機械選別を導入し、以下に示すフロー構成を基本とした。



施設に搬入される廃棄物には、乾電池・ライター・小型ガスボンベ・体温計・ガラス破片・蛍光灯等の有害廃棄物の混入があるため、好気性発酵処理原料への有害物（ガラス片や有害金属）混入の可能性が想定される。従って、コンポスト製品の売却を考慮した場合には、排出元における上記有害廃棄物あるいは不適廃棄物の徹底分別が必要となる。また、排出元で除去できない場合を考慮すれば、更に、手選別ラインでの徹底除去が前提であり、この実現可能性は困難と判断される。また、搬入される廃棄物には、細かな無機性ごみの混入は確実であり、好気性処理後の処理物をコンポストとして売却することは困難と判断される。

## (2) リサイクル可能品調査結果

リサイクル可能品調査の結果では、リサイクル品回収としては見込みがないと判断した。以上、検討した結果、以下のリサイクル率を想定したプロジェクト収益を検討することとした。

表 3-4 リサイクル可能品目・売却単価・想定されるリサイクル率

リサイクル品目	引き取り価格[RM/ton]	リサイクル率
紙類	200	0 %
ダンボール	250	0 %
硬質プラスチック	600	60 %
プラスチック容器（透明）	600	60 %
プラスチック容器（白色）	600	60 %
フィルム状プラスチック	250	0 %
鉄類	400	80 %
アルミ類	2,800	80 %

## 3-2 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

### 3-2-1 方法論の適用

本事業では、処分場の LFG 回収・利用事業、および有機性廃棄物のコンポスト化事業を行い、それぞれ別の CDM プロジェクトとして登録することを予定している。各事業に適用する方法論を下表に示すとおりである。

表 3-5 事業および方法論の適用

事業内容	処分場の LFG 回収・利用	有機性廃棄物のコンポスト化 (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 12)”

## 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

本方法論は、ベースラインシナリオにおいて埋立地ガス全体及び、その一部が大気に放出される場合、以下の埋立地からのメタンガス回収プロジェクト活動に適用される。

- 1) 回収したガスを燃焼処理
- 2) 回収したガスをエネルギー生産（電気、熱エネルギー）
- 3) 回収したガスを天然ガス供給ネットワークに通じて消費者に供給

本プロジェクトでは、LFG の回収がなされておらず、LFG を大気に放出している埋立地を対象とする。埋立地において①LFG の回収、②回収した LFG を利用した発電、③余剰 LFG の燃焼を実施する。上記のうち 1)、2)に該当するため、本方法論の適用が可能である。本方法論では以下も踏まえる。

- “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site - Version 4
- “Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane”
- “Tool to calculate project or leakage CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel combustion” Version 2
- “Tool for the demonstration and assessment of additionality” Version 5.2
- “Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption”  
Version 1
- “Tool to calculate the emission factor for an electricity system” Version 2

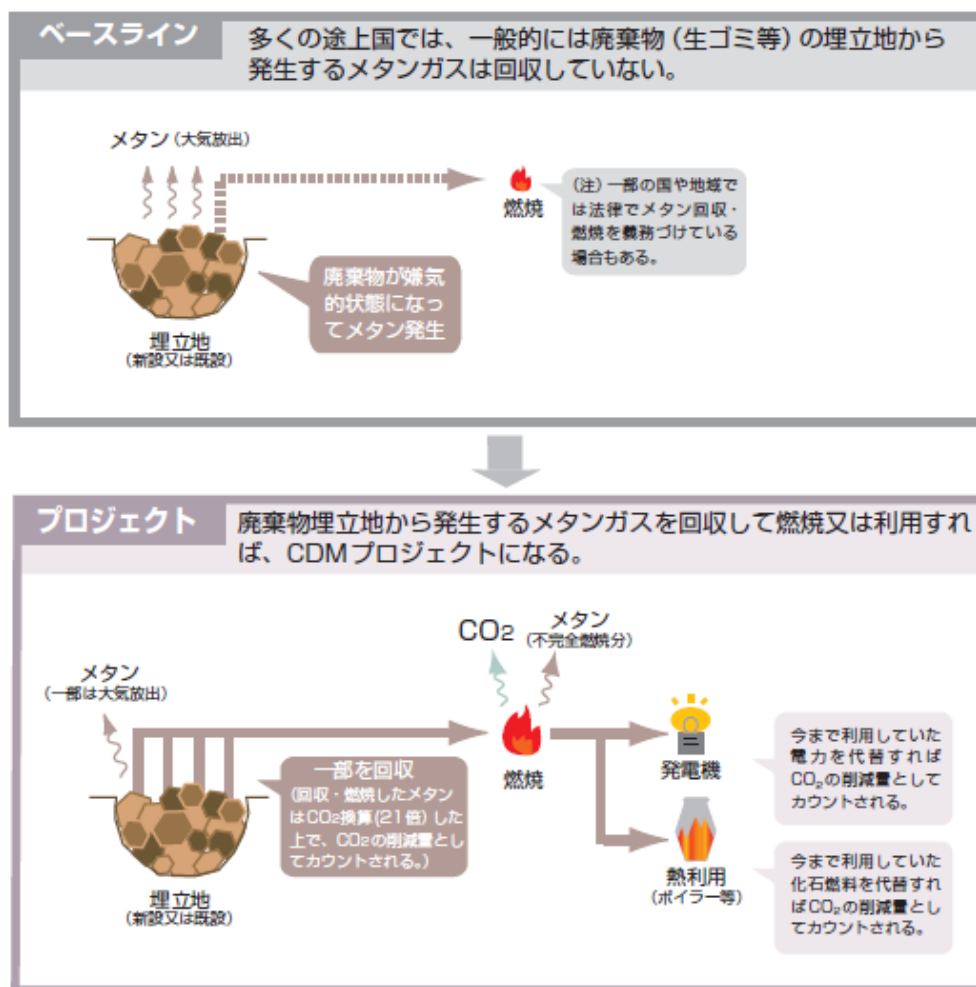


図 3-2 ベースライン及びプロジェクトの図解

（出典：（財）地球環境センター ウェブサイト）

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

方法論 AM0025 は、プロジェクト活動がなければ埋立地に廃棄されていたであろう有機性廃棄物を、下記のいずれかの手法により中間処理を施しメタン発生回避を図るプロジェクトに適用可能である。

- 1) 好気条件下でのコンポスト化
- 2) 廃棄物のガス化による合成ガス生成とその利用
- 3) 嫌気性消化によるバイオガス回収・燃料または利用
- 4) 廃棄物固形燃料（Refuse Derived Fuel：RDF）や安定化バイオマス（Stabilized Biomass：SB）生産、及び機械、熱処理プロセスの導入
- 5) 廃棄物を焼却し、その熱や電力を利用

本プロジェクトは上記のうち 1) に該当する。したがって本方法論の適用が可能である。

本方法論では以下のツールも参照する。

<p>“Tool for the demonstration and assessment of additionality”</p> <p>“Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site”</p> <p>“Tool to calculate the emission factor for an electricity system”</p>
---

AM0025 で規定されているコンポスト化プロジェクトに関する適用条件と、本プロジェクトの適合性を下表に示すとおりである。

表 3-6 AM0025 の適用条件と適合性

適用条件	適合性
a) コンポスト化する場合は、コンポスト製品を土壌改良材として利用するか、処分場に廃棄すること。	本プロジェクトでは、有機性廃棄物を好気条件化でコンポスト化し、コンポスト製品は処分場に廃棄する。
b) プロジェクトがなかった場合に発生していたであろう埋立処分場ガスの量を多相埋立処分場ガス発生モデル (multiphase landfill gas generation model) によって推計するために、プロジェクトで処理される有機廃棄物の種類別の特性及び割合が決定されること。	ごみ組成調査を通して、有機性廃棄物の内容や割合を把握することが可能である。
c) 上記プロジェクトで採用する処理方法を利用した廃棄物処理を義務付けた環境規制が存在した場合、それにもかかわらず、ベースラインシナリオにおける廃棄物処理が現行の埋立処分場への廃棄物の投棄の継続であることが示されること。	「マ」国には廃棄物処理方法に関する法規制はない。ベースラインシナリオにおける廃棄物処理は、現行の埋め立て処分場への廃棄物の投棄の継続である。
d) クレジット期間における環境規制の遵守率が 50% 以下であること。(モニタリングの結果 50% を超えた場合は規則が遵守されていないため、追加のクレジットを得ることはできないこと。)	「マ」国には廃棄物処理方法に関する法規制はないので、順守率は該当しない。
e) プロジェクト活動では、産業廃棄物や医療廃棄物の熱処理を行わないこと。	本プロジェクト活動で対象とする廃棄物は、家庭、オフィス、市場からの廃棄物とし、産業廃棄物や医療廃棄物の熱処理は含まれない。
f) 本方法論は、埋立処分場における既存の廃棄物から発生するメタンの回収及びフレア処理を含むプロジェクトには、適用できない。	本プロジェクトではメタンの回収およびフレア処理は行わない。

以上により、本プロジェクトには方法論 AM0025 が適用可能である。



### 3-2-2 プロジェクトバウンダリー

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

方法論 ACM0001 では、ガスの回収・破壊／使用されるプロジェクト活動がサイト内であることが規定となる。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ため、プロジェクトバウンダリー内では、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。

本プロジェクトのプロジェクトバウンダリーは、図 3-3 のとおりである。

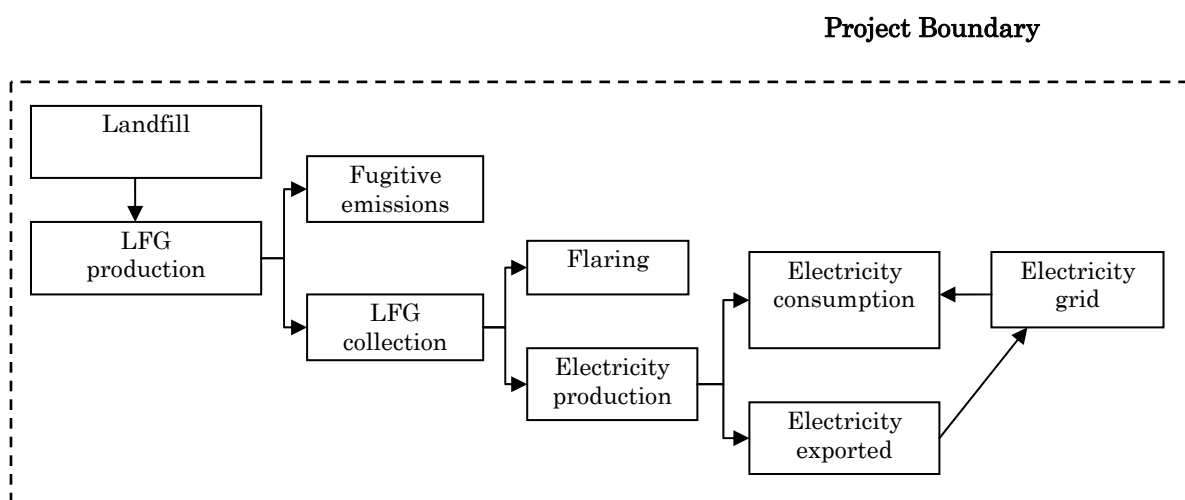


図 3-3 プロジェクトのバウンダリー

本プロジェクトで発生する温室効果ガスの排出源は、廃棄物の分解に伴い発生する CH<sub>4</sub> である。また、サイト内での電力・燃料消費に伴う CO<sub>2</sub> も含まれる。

表 3-7 プロジェクトバウンダリーに含まれる/含まれない温暖化ガスの排出源

	Source	Gas	Included?	Justification / Explanation
Baseline	Emissions from decomposition of waste at the landfill site	CO <sub>2</sub>	No	CO <sub>2</sub> emissions from the decomposition of organic waste are not accounted.
		CH <sub>4</sub>	Yes	The major source of emissions in the baseline
		N <sub>2</sub> O	No	N <sub>2</sub> O emissions are small compared to CH <sub>4</sub> emissions from landfills. Exclusion of this gas is conservative.
	Emissions from electricity consumption	CO <sub>2</sub>	Yes	Electricity is consumed from the grid in the baseline scenario.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	Emissions from thermal energy generation	CO <sub>2</sub>	No	No thermal energy generation is planned in the project activity.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.

	Source	Gas	Included?	Justification / Explanation
Project Activity	On-site fossil fuel consumption due to the project activity other than for electricity generation	CO <sub>2</sub>	No	No on-site fossil fuel consumption.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	Emissions from on-site electricity use	CO <sub>2</sub>	Yes	Important emission source
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.

## 2. 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を以下のように定義している。

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、廃棄物処理施設、サイト内の発電および消費、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、および最終処分場を含む。ただし、廃棄物収集及びプロジェクトサイトへの運搬の施設は含まない。

方法論に準拠し、本プロジェクトのバウンダリーは、下図に点線で示す処分場内の中間処理施設と設定する。

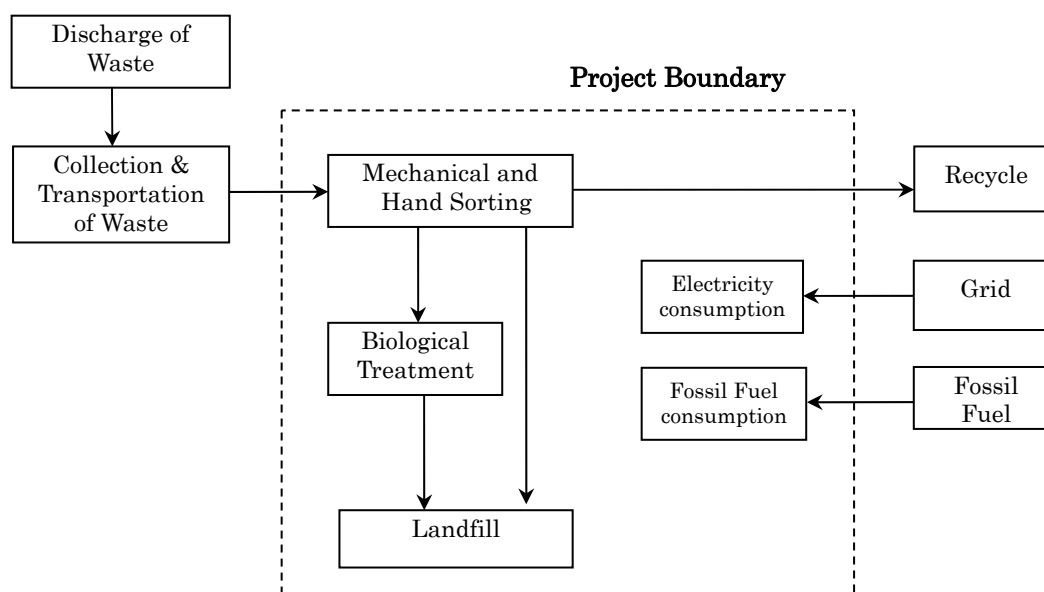


図 3-4 プロジェクトのバウンダリー

本プロジェクトで発生す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 CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> である。また、サイト内の電力・燃料消費に伴う CO<sub>2</sub> も含まれる。

表 3-8 プロジェクトバウンダリーに含まれる/含まれない温暖化ガスの排出源

	Source	Gas	Included?	Justification / Explanation
Baseline	Emissions from decomposition of waste at the landfill site	CH <sub>4</sub>	Included	The major source of emissions in the baseline from the landfill.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	N <sub>2</sub> O emissions are small compared to CH <sub>4</sub> emissions from landfills. This is conservative.
		CO <sub>2</sub>	Excluded	Not accounted for.
	Emissions from electricity consumption	CO <sub>2</sub>	Excluded	There is no electricity consumption at the project site in the absence of the project activity.
		CH <sub>4</sub>	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
	Emissions from thermal energy generation	CO <sub>2</sub>	Excluded	There is no thermal energy generation at the project site in the absence of the project activity.
		CH <sub>4</sub>	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
Project Activity	On-site fossil fuel consumption due to the project activity other than for electricity	CO <sub>2</sub>	Included	Fuel is consumed on-site for the vehicles and heavy equipments.
		CH <sub>4</sub>	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
	Emissions from on-site electricity use	CO <sub>2</sub>	Included	Electricity from the national grid is consumed on-site for the operation of the mechanical segregation system.
		CH <sub>4</sub>	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
	Emissions from thermal energy generation	CO <sub>2</sub>	Excluded	The project activity does not involve thermal energy generation.
		CH <sub>4</sub>	Excluded	The project activity does not involve thermal energy generation.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	The project activity does not involve thermal energy generation.
	Direct emissions from the waste treatment processes	N <sub>2</sub> O	Included	An important emission source for composting activities.
		CH <sub>4</sub>	Included	The composting process may not be complete and result in anaerobic decay.
		CO <sub>2</sub>	Excluded	Not included by methodology – CO <sub>2</sub> emissions from the decomposition of organic waste are not accounted.
	Direct emissions from the waste water treatment processes	CO <sub>2</sub>	Excluded	CO <sub>2</sub> emissions from decomposition of organic waste are not accounted.
		CH <sub>4</sub>	Excluded	There is no anaerobic waste water treatment in the project activity.
		N <sub>2</sub> O	Excluded	There is no anaerobic waste water treatment in the project activity.

### 3-2-3 ベースラインシナリオの設定

#### 1. 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。また、CDM 理事会による追加性の評価と証明のため、「Tool for the demonstration and assessment of additionality) version 5.2」を使用して検証を行う。方法論 ACM0001 で既定されている手順は以下である。

ステップ 1：プロジェクト活動に対する代替案の同定

ステップ 2：ベースラインシナリオにおける燃料の特定

ステップ 3：追加性の評価と証明のために示されたステップ 2 及びステップ 3 による検討

ステップ 2：提案されたプロジェクトが経済的または財務的に魅力がないことを示す投資分析

ステップ 3：障害分析

ステップ 4：ステップ 3 による評価でも複数の代替案が残った場合は、最も保守的なシナリオ（排出量が最も少ないもの）を選定

#### ステップ 1：プロジェクト活動に対する代替案の同定

ACM0001 の version11 では、プロジェクト活動がなかった場合、ごみの廃棄及び処理の代替案として、以下の案を検討する。

LFG1：LFG の回収及びフレア処理が CDM プロジェクトでは無い活動

LFG2：LFG の大気中への排出、法規/契約要求事項への遵守、安全性及び悪臭問題に対処するための部分的な回収及び破壊

本プロジェクトでは、LFG を利用した発電及び売電を計画する。そのため、プロジェクト活動がなかった場合、発電についての代替案として、以下の案を別途検討する。

P1：LFG を利用した発電が CDM プロジェクトでは無い活動

P2：既設・新設の化石燃料を使用したオンサイト/オフサイトのコジェネプラント

P3：既設・新設の再生可能エネルギー源によるオンサイト/オフサイトのコジェネプラント

P4：既設・新設のオンサイト/オフサイトの化石燃料による自家発電所

P5：既設・新設のオンサイト/オフサイトの再生可能エネルギー源による自家発電所

P6：既設・新設のグリッド接続された発電所

なお、本プロジェクト活動ではオンサイトまたは周辺地域での熱利用を実施しないため、既設・新設のコジェネプラントはベースラインシナリオには含まれない。したがって P2、P3 は除外となる。また、LFG 以外の再生可能エネルギー源の調達プロジェクトサイト周辺で経済的に困難のため、P5 も除外となる。

対象となる処分場で必要とする電力量は少ないため、ここに新規自家発電所を建設することは経済的に有利ではない。そのため P4 も除外となる。

現在「マ」国では LFG 回収・利用を義務付ける法規制はなく、代替案として LFG1、LFG2 は現状の法規に適合している。また、P1 及び P6 も「マ」国における現状の法規に適合している。

## ステップ 2：ベースラインにおける燃料の特定

エネルギー資源のベースラインは、Tenaga National Berhad 社 (TNB) が運営する Malaysian National Grid である。この電源系統はマレー半島全土をカバーし、電源供給に関する支障はない。したがって、P6 は実現可能な代替案である。

上記を踏まえて、現実的で信憑性のあるベースラインとして検討すべき代替案は LFG1+P1、LFG1+P6、LFG2+P1、LFG2+P6 である。

## ステップ 3：追加性の評価と証明のために示されたステップ 2(投資分析)による検討

CDM の登録をせず、回収した LFG により発電を行い、売電した場合 (P1)、実行可能な代替案ではない。対象地域では売電価格が 0.21RM/kWh と非常に低く、1 千万 RM を超える初期費用やガス回収量の不確実性であると、経済的に魅力はない。プロジェクトの IRR も CER クレジットの販売収益なしでは負値となり、経済的観点から事業実施は困難である。よって、P1 は検討から除外となる。

また、LFG1+P6 では、処分場にガス回収システムを導入する必要があるが、これにより発生する費用は全て追加的な費用となる。売電による収益も得ることは困難であるため、本プロジェクトを実施することに経済的に魅力はない。したがって、現実的なシナリオとはならないため、この検討からも除外となる。

以上の検討結果から、本プロジェクトにおいて特定できるベースラインは、LFG 2 (LFG の大気への放出)、P6 (既設または新設のグリッド接続された発電所) となる。

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

方法論 AM0025 が規定する手順に基づき、プロジェクト活動がなかった場合の代替案として以下の案を検討した。なお、下記の代替案はすべて「マ」国の現状の法規に適合する。

M1：コンポスト化処理が CDM プロジェクトとしてではなく実行される。

M2：ごみが、LFG を回収・燃焼している処分場に埋立てられる。

M3：ごみが、LFG を回収・燃焼していない処分場に埋立てられる。

「マ」国では LFG の回収・燃焼を義務付ける法規制は存在しないため、補助金等の実施を促す助成制度がない。代替案 M2 の LFG の回収では、回収したガスを燃焼のみで発電等に利用しない場合は収入が得られない。つまり、CDM プロジェクトとして実施しない条件では、経済性の観点から事業実施はあり得ない。したがって、代替案 M2 は除外となる。

代替案 M1、すなわち本プロジェクト活動では、搬入された廃棄物を選別した後、資源物を売却し、有機物について生物処理（コンポスト化）を実施する。本プロジェクト活動では、資源物の売却利益および覆土の購入費用の節減効果は望めるが、コンポスト製品の売却による収益を上げる可能性は少ない。したがって、生物処理残渣（コンポスト製品）は、その品質等を考慮し、エンドユーザーへ売却せず、全て処分場の覆土として利用する。これらの前提をもとに内部収益率（IRR）を求めると、負の値しか得られなかった。また、主要なパラメータを増減させた場合も同様に負値であった（「3-1-4 追加性の証明、ステップ 2 投資分析」を参照）。ゆえに、本プロジェクト活動を実施することは経済的に魅力がないと判断でき、代替案 M1 は除外となる。

以上の検証結果から、本プロジェクトにおいて特定できるベースラインは、LFG を回収しない処分場へのごみの投棄、すなわち、現状維持である代替案 M3 となる。

### 3-2-4 追加性の証明

#### 1. 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、(Tool for the demonstration and assessment of additionality) version 5.2 を使用する。手順は以下のとおりである。

ステップ 1：法律・規制に従ったプロジェクト活動に対する代替案の同定

ステップ 2：投資分析 または ステップ 3：障害分析

ステップ 4：一般的慣行分析

## ステップ 1：法律・規制に従ったプロジェクト活動に対する代替案の同定

### 準ステップ 1a:プロジェクト活動の代替案の明示

プロジェクト活動の代替案として、以下のシナリオ案が想定される。

シナリオ案 1：現状維持。すなわち、処分場からの LFG の大気への拡散を放置する。

シナリオ案 2：処分場から発生する LFG を回収し、フレア燃焼させる。

シナリオ案 3：本プロジェクトが CDM プロジェクトとしてではなく実行される。

### 準ステップ 1b:適用可能な法律・規制との整合性

準ステップ 1a で挙げたシナリオ案は全て「マ」国及びプロジェクト地域の法律・規制を遵守したものである。

## ステップ 2：投資分析

### 準ステップ 2a:適切な分析方法の決定

提案されたプロジェクトを CDM 事業として実施しない（CER の売却益を考慮しない）ことが可能か否かを検証する。追加性マニュアルでは、検証方法として以下の 3 つのオプションが挙げられる。

オプション I：単純コスト分析（提案プロジェクト及び代替シナリオ案が CDM 関連収入以外に財務的・経済的利益を生み出さない場合）

オプション II：投資比較分析（CDM 関連以外の収入も見込める場合）

オプション III：ベンチマーク分析（CDM 関連以外の収入も見込める場合）

提案プロジェクトでは、売電を通じて CDM 関連の収入以外の収益を得られる可能性がある。「マ」国では本プロジェクトの比較対象となる類似プロジェクトがないことから、オプション III のベンチマーク分析を用いる。

### 準ステップ 2b:ベンチマーク分析の適用

本プロジェクトに最も適切な財務指標として、内部収益率（IRR）を採用して検討する。なお、評価指標（ベンチマーク）はマレーシア中央銀行（Bank Negara Malaysia）が公表している基準貸出金利（Base Lending Rate：2010 年 8 月発行）、6.27%とした。

### 準ステップ 2c:財政指標の算出および比較

IRR の算定に要する前提条件を表 3-9 に示すとおりである。

表 3-9 前提条件(LFG 回収・利用)

項目	前提条件
プロジェクト期間	7 年間（延長あり）
廃棄物処理量	プロジェクト期間中の変動なし(600t/d)
借入金	借入金なし
インフレ率	1.70 %（マレーシア 2010 年実績）
法人税	25 %（マレーシア標準税率）
残存価値	なし

この条件に基づき、IRR を算定した結果、いずれの代替プロジェクトにおいても、負値となり、事業として成立しないことが判明した。

### 準ステップ 2d:感度分析

上記の評価の費用と収入について、前提条件が変動した場合、事業収益性に与える影響度を検討する。

総費用（建設費、維持管理費）が-5%、-10%、-15%、収入（売電収益）が+10%、+20%、+30%と変動した場合の感度分析を実施した結果、「3-10-3 内部収益率の感度分析 (P.3-37)」に示したとおりいずれの場合も IRR が負値となり、本プロジェクトは投資対象としての資金的に魅力が乏しいことが確認された。

本プロジェクトは投資対象としての魅力に乏しいことが確認されたため、追加性証明に基づき、ステップ 3 を割愛し、ステップ 4 に進む。

### ステップ 4：一般的慣行分析

ステップ 2、また、3 の分析結果を補足するために、ステップ 4 では提案されたプロジェクトタイプ（技術または運用）が既に関係セクターや地域に普及しているかを検討する。

#### 準ステップ 4a:提案されたプロジェクトに類似する他の活動の分析

「マ」国では、廃棄物からのメタン回収・発電事業が、想定していない CDM 事業は実施されていない。「マ」国政府は再生可能エネルギーの利用を促進しているものの、処分場からのガス回収事業においては、稼働の安定性に対する技術的に困難や単独事業として事業採算性が低く、事業の普及が進んでいない。

#### 準ステップ 4b:進行中の類似の選択肢の分析

準ステップ 4a で述べたとおり、プロジェクトに類似する事業は実施されておらず、CDM 事業を想定せずに事業として成功することは困難である。

以上の検討から、本プロジェクトと類似のものが実施される見込みはなく、CDM プロジェクトとして登録されることは、本プロジェクトの実施に不可欠であるため、本プロジ



ェクトには追加性があると判断できる。

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト事業化

ACM001 と同様に、本プロジェクトの追加性を、方法論 AM0025 および、「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 05.2」に基づき検証した。

### ステップ 1：法律・規制に従ったプロジェクト活動に対する代替案の同定

#### 準ステップ 1a:プロジェクト活動の代替案の明示

方法論 AM0025 に基づき、本プロジェクト活動の代替案として以下のシナリオ案が挙げられる。

シナリオ案 1：コンポスト化処理が CDM プロジェクトとしてではなく実行される。

シナリオ案 2：ごみが、LFG を回収・燃焼している処分場に埋立てられる。

シナリオ案 3：ごみが、LFG を回収・燃焼していない処分場に埋立てられる。(現状維持)

#### 準ステップ 1b:適用可能な法律・規制との整合性

現在「マ」国では LFG 回収・利用を義務付ける法規制はなく、また廃棄物の中間処理方法を特定／制限する法規制もない。したがって準ステップ 1a で挙げたシナリオ案は全て「マ」国及びプロジェクト地域の法律・規制を遵守したものである。

LFG 回収・利用は「マ」国で一般的な処理方法ではないので、ここでシナリオ案 2 は今後の検討から除外する。

### ステップ 2：投資分析

提案されたプロジェクトを CDM 事業として実施しない（CER の売却益を考慮しない）ことが可能か否かを検証する。

#### 準ステップ 2a:適切な分析方法の決定

本プロジェクトでは、資源物の売却による収入および覆土の節減効果が見込めること、また「マ」国では本プロジェクトの比較対象となる代替プロジェクトがないことから、オプション III(ベンチマーク分析)を用いることとする。

#### 準ステップ 2b:ベンチマーク分析の適用

本プロジェクトに最も適切な財務指標として、内部収益率 (IRR) を採用して検討する。なお、評価指標（ベンチマーク）は LFG 回収・利用プロジェクトと同様、マレーシア中央銀行 (Bank Negara Malaysia) が公表している基準貸出金利 (Base Lending Rate : 2010 年

8 月発行)、 6.27%とした。

### 準ステップ 2c:財政指標の算出および比較

IRR の算出に要する前提条件を表 3-10 に示すとおりである。

表 3-10 前提条件 (コンポスト化)

項目	条件
プロジェクト期間	10 年間
廃棄物処理量	プロジェクト期間中の変動なし(50t/d)
借入金	借入金なし
インフレ率	1.70 % (マレーシア 2010 年実績)
法人税	25 % (マレーシア標準税率)
残存価値	なし

この条件に基づき、活動期間 10 年間および 20 年間における IRR を算定した結果、いずれの場合も負値となり事業として成立しないことが示された。

### 準ステップ 2d:感度分析

初期投資費用、維持管理費、人件費、リサイクル収益および覆土の節減効果を主要パラメータとし、それぞれが - 10%から +10%の間で変動した場合の IRR (20 年) を算出した。その結果、「3-10-3 内部収益率の感度分析 (P.3-37)」に示したとおり、どの場合にも IRR は負値を示し、本プロジェクトは投資対象としての資金的に魅力が乏しいことが確認された。

本プロジェクトは経済的・財務的に実現可能ではないことが確認されたため、追加性証明に基づき、ステップ 3 を割愛し、ステップ 4 に進む。

## ステップ 4 : 一般的慣行分析

### 準ステップ 4a:提案されたプロジェクトに類似する他の活動の分析

「マ」国では、政府の環境対策として食品廃棄物の肥料化を進めているが、現段階では各家庭での堆肥化や、教育機関や市民団体との連携により試験的に実施されているのみである。また、これらの試験事業から製造された堆肥は、公園などの緑地活動に使用される程度である。「マ」国の宗教的背景等を考慮すると、食品廃棄物が混入した都市廃棄物から作られた堆肥の農業への大規模利用は難しいといえる。そのため堆肥のマーケットおよび販売ルートは確立されておらず、現段階ではコンポスト製造を商業的に実施している例はない。

よって、本プロジェクトと同規模・同投資環境・同技術等の環境下での活動は、CDM 事業を想定しているもの以外は実施されていない。

### 準ステップ 4b: 進行中の類似の選択肢の分析

準ステップ 4a で述べたとおり、プロジェクトに類似する事業は実施されておらず、販売収益以外の収入源・資金源がない限り、CDM 事業を想定していない活動を継続して実施することは困難である。

以上の検討から、本プロジェクトと類似のものが実施される見込みはなく、CDM プロジェクトとして登録されることは本プロジェクトの実施に不可欠であるため、本プロジェクトには追加性があると判断できる。

## 3-2-5 ベースライン排出量の算出方法

### 1. 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実施しないため、以下ようになる。

なお、各式番号は、方法論 ACM0001 で規定されているものは L (LFG のイニシャル) を、方法論 AM0025 で規定されているものは C (Compost のイニシャル) を付記してある。

$BE_y = (MD_{project,y} - MD_{BL,y}) * GWP_{CH4} + EL_{LFG,y} * CEF_{elec,BL,y}$	L- (1)
$BE_y$ : ベースライン排出量 (tCO <sub>2</sub> e)	
$MD_{project,y}$ : プロジェクトシナリオで破壊/燃焼されるメタンの量 (tCH <sub>4</sub> )	
$MD_{BL,y}$ : 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 (tCH <sub>4</sub> )	
$GWP_{CH4}$ : メタンの温暖化係数 (21) (tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub> )	
$EL_{LFG,y}$ : 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 CO <sub>2</sub> 排出係数 (tCO <sub>2</sub> e/ MWh)	

### a) $MD_{project,y}$ の算出方法

#### Ex-post における $MD_{project,y}$ の算定方法

Ex-post における  $MD_{project,y}$  の算出方法は、プロジェクト開始後に実際の回収・破壊されたメタン量を計測して求める。それぞれの燃焼、発電、ボイラーに使用したメタン量の合計と全回収メタン量を比較し、小さい方を  $MD_{project,y}$  として採用する。全メタン回収量のほうが多い場合、下記の式 (各活動におけるメタン使用量の合計値) となる。なお、本プロジェクトでは、天然ガスパイプラインへの供給を行わないため、以下ようになる。

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} \quad L- (4)$$

$MD_{flared,y}$  : フレア燃焼により破壊されたメタンの量 (tCH<sub>4</sub>)

$MD_{electricity,y}$  : 発電により破壊されたメタンの量 (tCH<sub>4</sub>)

### 1)フレア燃焼により破壊されたメタンの量

$$MD_{flared,y} = (LFG_{flare,y} * w_{CH4,y} * D_{CH4}) - (PE_{flare,y} / GWP_{CH4}) \quad L- (5)$$

$LFG_{flare,y}$  : 1 年間にフレア燃焼に供される LFG の量 (m<sup>3</sup>)

$w_{CH4,y}$  : LFG 中のメタン含有率の年平均 (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>LFG)

$D_{CH4}$  : メタン比重 (tCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>)  
\* 標準温度、標準気圧 (0°C、1,013 bar) で 0.0007168 tCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>

$PE_{flare,y}$  : ”Tool to determine project emissions from flaring gases containing Methane”にしたがって決定するフレア燃焼からのプロジェクト排出量 (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{flare,y}$  の算出方法では「Tool to determine project emissions from flaring gases containing Methane」に基づき、以下の式で算出する。

$$PE_{flare,y} = \sum_{(h=1 \sim 8760)} TM_{RG,h} * (1 - \eta_{flare,h}) * GWP_{CH4} / 1000 \quad L- (6)$$

$TM_{RG,h}$  : h 時間中の残留ガス中のメタンの質量流量 (kg/h)

$\eta_{flare,h}$  : h 時間中のフレア燃焼効率

### 2)発電により破壊されたメタンの量

$$MD_{electricity,y} = LFG_{electricity,y} * w_{CH4,y} * D_{CH4} \quad L- (7)$$

$LFG_{electricity,y}$  : 1 年間に発電に使用する LFG の量 (m<sup>3</sup>)

$w_{CH4,y}$  : LFG 中のメタン含有率の年平均 (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>LFG)

$D_{CH4}$  : メタン比重 (tCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>)

### Ex-ante における $MD_{project,y}$ の推定方法

Ex-ante における  $MD_{project,y}$  の推定方法では、「Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site」に基づき、以下の追加式を検証して算出する。

$$MD_{project,y} = BE_{CH_4, SWDS,y} / GWP_{CH_4} \quad L-(8)$$

$BE_{CH_4, SWDS,y}$  : 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 (tCO<sub>2</sub>)  
\* 算出方法は AM0025 のベースライン排出量算定方法の項の式 C-(11) に示す。

### b) $MD_{BL,y}$ の算出方法

$MD_{BL,y}$  の算出方法が規則や契約要求事項で定められている場合はその数値を使用する。規則や契約要求事項以外の理由でベースラインが LFG の回収/破壊されている場合は、実際に回収された量の過去のデータを  $MD_{BL,y}$  として使用する。どちらもない場合は、調整係数を使用する。

$$MD_{BL,y} = MD_{project,y} * AF \quad L-(3)$$

AF : 調整係数

AF の算出方法は、法規制等で特定のメタン回収および破壊の仕組みが義務づけられている場合に適用する。本プロジェクトでは義務付けられていないため、AF はゼロとする。

### c) $CEF_{elec,BL,y}$ の算出方法

本プロジェクトでは、グリッドからの電力を使用する。ここでは、「Study on Grid Connected Electricity Baselines in Malaysia Year:2006 and 2007」の中の、マレー半島における直近のグリッドの排出係数を参照した。なお、上記資料では、「Tool to calculate the emission factor for an electricity system」に基づき、排出係数を算定している。

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

本プロジェクトのベースライン排出量は、最終処分場から発生するメタン量である。発生するメタンガスは、全て大気放出されるものとする。ベースライン排出量は下式で求められる。

$$BE_y = (MB_y - MD_{reg,y}) + BE_{ENy} \quad C-(8)$$

$BE_y$	: y 年のベースライン排出量 (tCO <sub>2</sub> e)
$MB_y$	: 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 (tCO <sub>2</sub> ) “Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site” を用いて計算した $BE_{CH_4,SWDS,y}$ を用いる。
$MD_{reg,y}$	: 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 (tCO <sub>2</sub> ) 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。 $MD_{reg,y} = MD_{project,y} \cdot AF$
$BE_{ENy}$	: 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 (tCO <sub>2</sub> e) (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)

法的義務があるが実施されない処理活動がある場合、ベースライン排出量を補正する必要があるが、「マ」国では廃棄物の中間処理に関する法規制が制定されていないため、本プロジェクトには適用されない。

### MB<sub>y</sub>の算出方法

埋立地におけるメタンガスの発生量は、「Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site」に示す、以下の算定方法で算出する。

$$MB_y = BE_{CH_4, SWDSy} \quad C- (10)$$

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1-f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1-e^{-k_j}) \quad C- (11)$$

$BE_{CH_4,SWDS,y}$	= 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 (tCO <sub>2</sub> )
$\varphi$	= 不確実性係数 (0.9)
$f$	= 埋立地で回収され、燃焼、焼却または他の用途で使用されたメタンの割合
$GWP_{CH_4}$	= メタンの温暖化係数 (GWP) (約束期間に有効な数値)
$OX$	= 酸化率(埋立地から発生したメタンのうち、土壌中 (またはその他) で酸化した量を反映)
$F$	= 埋立地ガスのうちのメタンの割合 (体積割合) (0.5)
$DOC_f$	= DOC 異化率
$MCF$	= メタン調整係数
$W_{j,x}$	= y 年に埋立地での処分を回避されたごみ量 (種類 j ごと) (tons)
$DOC_j$	= ごみの種類 j ごとの DOC (重量%)
$k_j$	= ごみの種類 j ごとの崩壊定数
$j$	= ごみの種類 (index)
$x$	= 約束期間の年数: x: 第一約束期間の最初の年 (x=1) から、メタン排出の回避量が計算された年まで (x=y)
$y$	= メタン排出量が計算された年

表 3-11 ベースライン排出量算出に用いたパラメータ

パラメーター		数値	参考文献/ 算出方法																					
φ	不確実性に関する調整係数	0.9																						
OX	酸化係数	土またはコンポストで覆土されている処分場については 0.1 をつかう。	現地調査で処分場のタイプを評価する。																					
F	埋立地ガス中のメタンの割合 (volume fraction)	0.5 (IPCC 既定値)	IPCC2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories																					
DOCf	分解性有機炭素 (DOC) の分解される割合	0.5 (IPCC 既定値)	IPCC2006																					
MCF	メタン補正係数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.0 : 嫌気性処分場。管理されたごみの埋め立てがされていないといけない。(例: 決められた場所への廃棄、スカベンジャー、火災の管理水準等) また、次のうち少なくとも一つを備えていること; (i) 覆土材 (ii) 機械による圧縮、または (iii) 廃棄物を平らにならす。</li> <li>• 0.5 : 準好気性処分場。廃棄物排出場所の管理がされており、次の廃棄物層に空気を送るための装置をすべて備えているもの; (i) 浸透性覆土材、(ii) 浸出水処理システム、(iii) 調整池、および (iv) 通気システム</li> <li>• 0.8 : 管理されていない処分場 (深い、又は / および高い地下水面があるもの) 管理型処分場の基準をすべて満たさないもの。また、近くの地表面にたいして、水面の高さが 5m またはそれ以上であるものを指す。後者の条件については、廃棄物によって池や川、湿原などの陸水を埋めてしまうことにあたる。</li> <li>• 0.4 : 管理されていない浅型の処分場。すべての処分場が管理型処分場の基準を見たさず、また深さが 5m 以下のものであること。</li> </ul>	IPCC2006																					
DOC <sub>j</sub>	廃棄物 (分類 i) の分解性有機炭素の割合 (重量ベース)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>廃棄物分類 j</th> <th>DOC<sub>j</sub> (% wet waste)</th> <th>DOC<sub>j</sub> (% dry waste)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>木、木製品</td> <td>43</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>パルプ、紙およびダンボール (汚泥以外のもの)</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>食品、生ごみ、飲料およびタバコ (汚泥以外のもの)</td> <td>15</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>衣類</td> <td>2</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>庭、公園ごみ</td> <td>20</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>ガラス、プラスチック、金属、その他不活性廃棄物</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	廃棄物分類 j	DOC <sub>j</sub> (% wet waste)	DOC <sub>j</sub> (% dry waste)	木、木製品	43	50	パルプ、紙およびダンボール (汚泥以外のもの)	40	44	食品、生ごみ、飲料およびタバコ (汚泥以外のもの)	15	38	衣類	2	30	庭、公園ごみ	20	49	ガラス、プラスチック、金属、その他不活性廃棄物	0	0	IPCC2006
廃棄物分類 j	DOC <sub>j</sub> (% wet waste)	DOC <sub>j</sub> (% dry waste)																						
木、木製品	43	50																						
パルプ、紙およびダンボール (汚泥以外のもの)	40	44																						
食品、生ごみ、飲料およびタバコ (汚泥以外のもの)	15	38																						
衣類	2	30																						
庭、公園ごみ	20	49																						
ガラス、プラスチック、金属、その他不活性廃棄物	0	0																						
k <sub>j</sub>	分解速度定数	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>廃棄物分類 j</th> <th>寒帯および温帯 (MAT ≤ 20°C)</th> <th>熱帯 (MAT &gt; 20°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	廃棄物分類 j	寒帯および温帯 (MAT ≤ 20°C)	熱帯 (MAT > 20°C)				IPCC2006 CDM-PDD に処分場における															
廃棄物分類 j	寒帯および温帯 (MAT ≤ 20°C)	熱帯 (MAT > 20°C)																						

パラメーター		数値				参考文献/ 算出方法	
			Dry (MAP/PET<1)	Wet (AP/PET>1)	Dry (MAP<1000mm)	Wet (MA >1000mm)	気候条件（温度、降水量、可能であれば蒸発散量）を記載する。  可能であれば統計データに基づいた長期間の平均値を用いる。参考文献を示す。
	Slowly degrading	パルプ、紙およびダンボール(汚泥以外のもの)、衣類	0.04	0.06	0.045	0.07	
		木、木製品およびわら	0.02	0.03	0.025	0.035	
	Moderately degrading	その他(食品以外)分解性庭・公園ごみ	0.05	0.10	0.065	0.17	
	Rapidly degrading	食品、生ごみ、汚水、汚泥、飲料およびタバコ	0.06	0.185	0.085	0.40	
NB:MAT：年平均気温、MAP：年平均降水量、PET：最大蒸発散、MAP/PET：年平均降水量と最大蒸発散の比率							

### 3-2-6 プロジェクト排出量の推定方法

#### 1. 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 CO<sub>2</sub> 排出量の合計と規定とする。

$PE_y = PE_{EC,y} + PE_{FC,y}$		L-(11)
PE <sub>EC,y</sub>	: 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)	
PE <sub>FC,y</sub>	: プロジェクト消費燃料からの排出量(最新バージョンの”Tool to calculate project or leakage CO <sub>2</sub> emissions from fossil fuel combustion”に基づき計算)	

#### 1) プロジェクト消費電力からの排出量 (PE<sub>EC,y</sub>)

本事業では、プロジェクト活動でグリッド電力を使用するため、「Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption」の「Case A: Electricity consumption from the grid」を適用する。PE<sub>EC,y</sub> は以下の式で計算する。

$PE_{EC,y} = EC_{PJ,y} * EF_{grid,y} * (1 + TDL_y)$		L-(12)
EC <sub>PJ,y</sub>	: プロジェクト消費電力量 (MWh)	
EF <sub>grid,y</sub>	: グリッドの排出係数 (tCO <sub>2</sub> /MWh)	
TDL <sub>y</sub>	: グリッドの平均送配電ロス率	



## 2)プロジェクト消費燃料からの排出量 (PE<sub>FC,y</sub>)

プロジェクト活動では使用する燃料は軽油のみのため、以下の式で計算する。

$$PE_{FC,j,y} = FC_{diesel,y} * COEF_{diesel,y} \quad L-(13)$$

FC<sub>diesel,y</sub> : プロジェクト消費燃料(ディーゼル) (l/y)  
COEF<sub>diesel,y</sub> : ディーゼルの CO<sub>2</sub> 排出係数(tCO<sub>2</sub>/ mass or volume unit)

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

AM0025 で定義されるプロジェクト排出量の要素のうち、本プロジェクトに該当する項目は、1)プロジェクト活動に係る電力消費による排出量、2)燃料消費による排出量、3)コンポストプロセス中の排出量である。したがって本プロジェクトのプロジェクト排出量は以下の式で算出する。

$$PE_y = PE_{elec,y} + PE_{fuel,on-site,y} + PE_{c,y} \quad C-(1)$$

PE<sub>elec,y</sub> : 1)プロジェクト活動に関わる電力消費による排出量 (tCO<sub>2</sub>)  
PE<sub>fuel,y</sub> : 2)プロジェクト活動に関わる燃料消費による排出量 (tCO<sub>2</sub>)  
PE<sub>c,y</sub> : 3)コンポストプロセス中の排出量 (tCO<sub>2</sub>)

### 1)プロジェクト活動に係る電力消費による排出量

プロジェクト活動で消費される電力量に CO<sub>2</sub> 排出係数をかけて算出する。

$$PE_{elec,y} = EG_{PJ,FF,y} * CEF_{elec} \quad C-(2)$$

EG<sub>PJ,FF,y</sub> : サイト内で消費される電力量 (MWh)  
CEF<sub>elec</sub> : サイト内で使用される電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/MWh)

### 2)燃料消費による排出量

燃料消費量とその発熱量、CO<sub>2</sub> 排出係数により計算する。

$$PE_{fuel,on-site,y} = F_{cons,y} * NCV_{fuel} * EF_{fuel} \quad C-(3)$$

F<sub>cons,y</sub> : サイト内での燃料消費量 (sm<sup>3</sup>)  
NCV<sub>fuel</sub> : 燃料の発熱量 (MJ/sm<sup>3</sup>)  
EF<sub>fuel</sub> : 燃料の CO<sub>2</sub> 排出係数 (tCO<sub>2</sub>/MJ)

### 3)コンポストプロセス中の排出量

コンポストプロセス中の排出量には、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) と嫌気条件化のメタンがあり、下式で算出する。

$$PE_{c,y} = PE_{c,N2O,y} + PE_{c,CH4,y} \quad \text{C-(4)}$$

$PE_{c,N2O,y}$  : コンポスト生産過程における N<sub>2</sub>O 排出量 (tCO<sub>2</sub>)  
 $PE_{c,CH4,y}$  : コンポスト生産過程における CH<sub>4</sub> の排出量 (tCO<sub>2</sub>)

### N<sub>2</sub>O 排出量

N<sub>2</sub>O 排出量は、コンポストの生産量 1 トン当たり 0.043kg N<sub>2</sub>O の排出係数の既定値で計算する。

$$PE_{c,N2O,y} = M_{compost,y} * EF_{c,N2O} * GWP_{N2O} \quad \text{C-(5)}$$

$M_{compost,y}$  : y 年におけるコンポスト生産量 (t/年)  
 $EF_{c,N2O}$  : コンポスト生産過程における N<sub>2</sub>O の発生係数 (tN<sub>2</sub>O/t compost)  
 $GWP_{N2O}$  : N<sub>2</sub>O の温暖化係数 (tCO<sub>2</sub>/tN<sub>2</sub>O) (GWP=310 を使用)

### CH<sub>4</sub> 排出量

コンポストプロセス中のメタン排出量とは、コンポストプロセス中に好気条件が完全に行き渡らず、部分的に嫌気状態となる場合の発生量である。

$$PE_{c,CH4,y} = MB_{compost,y} * S_{a,y} \quad \text{C-(6)}$$

$MB_{compost,y}$  : y 年にコンポスト活動がなかった場合に埋立地から発生するメタン量 (tCO<sub>2</sub>)  
 $S_{a,y}$  : コンポスト生産過程に酸素欠乏状態にあるごみの割合 (%)

## 3-2-7 リークージ

### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

ACM0001 では、この方法論にはリークージはない。

### 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

リークージは、1)輸送増加によるリークージ排出量、2)嫌気消化、ガス化、RDF・SB の処理・燃焼からの残留物または処分場へ投棄される場合のコンポストからのリークージ排出量、3)SB のエンドユースからのリークージ排出量がある。ただし、このうち 3)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の正のリークージ (削減量がプラスになる) は検証しない。リークージは以下の式で算出する。

$$L_y = L_{t,y} + L_{r,y} \quad \text{C-(13)}$$

$L_{t,y}$  : 1)輸送増加からのリークージ排出量  
 $L_{r,y}$  : 2)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クージ排出量

### 1) 輸送増加からのリーケージ排出量 ( $L_{t,y}$ )

$$L_{t,y} = NO_{\text{vehicles},i,y} * DT_{i,y} * VF_{\text{cons},i} * NCV_{\text{fuel}} * D_{\text{fuel}} * EF_{\text{fuel}} \quad \text{C- (14)}$$

$NO_{\text{vehicles},i,y}$  : 輸送車両数  
 $DT_{i,y}$  : 輸送距離 (km)  
 $VF_{\text{cons},i}$  : 輸送車両の燃費 (l/km)  
 $NCV_{\text{fuel}}$  : カロリー換算係数 (MJ/K g または他の単位)  
 $D_{\text{fuel}}$  : 燃料密度 (kg/l) \* 必要に応じて  
 $EF_{\text{fuel}}$  : 燃料の排出係数 (tCO<sub>2</sub>/MJ)

### 2) 嫌気消化、ガス化、RDF・SB の処理・燃焼からの残留物また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 ( $L_{r,y}$ )

コンポストを処分場へ投棄する場合、投棄するごみの種類の重量に応じて、式(11)で CH<sub>4</sub> 発生量を算出する。

## 3-2-8 排出削減量の算出方法

### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

排出削減量は、以下の式で算出する。

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad \text{L- (14)}$$

$ER_y$  : y 年の排出削減量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $BE_y$  : y 年のベースラインシナリオの排出量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_y$  : y 年のプロジェクトシナリオの排出量 (tCO<sub>2</sub>e)

### 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

排出削減量は、以下の式で算出する。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y \quad \text{C- (15)}$$

$ER_y$  : y 年の排出削減量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $BE_y$  : y 年のベースラインシナリオの排出量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_y$  : y 年のプロジェクトシナリオの排出量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $L_y$  : y 年のリーケージ排出量 (tCO<sub>2</sub>e)

## 3-3 温室効果ガス排出削減効果

### 3-3-1 ベースライン排出量

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

方法論に基づき、ベースライン排出量を試算する。

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

ACM0001 では、Ex-ante における  $MD_{project,y}$  の推定方法は、以下の式で計算する。

$MD_{project,y} = BE_{CH_4, SWDS,y} / GWP_{CH_4} \quad L-(8)$ <p style="margin: 0;"><math>BE_{CH_4, SWDS,y}</math> : 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 (tCO<sub>2</sub>) * 算出方法は AM0025 のベースライン排出量算定方法の項の式(11)に示す。</p>
--

$BE_{CH_4, SWDS,y}$  は、最新バージョンの「Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site」を使用して計算する。算定に用いたパラメータを表 3-12 に示し、計算結果を表 3-13 に示すとおりである。

また、方法論で推奨しているとおり、Ex-ante では degassing system の効率を検証する必要があるため、ここでは、degassing efficiency( $\epsilon$ )を 80%とする。

表 3-12 排出量算定に用いたパラメータ

パラメータ		値		
$\phi$	不確実性に関する調整係数	0.9		
f	処分場で回収され、燃焼または他の方法で使用されたメタンガスの割合	0.0		
$GWP_{CH_4}$	メタンの地球温暖化係数	21		
OX	酸化係数	0.1		土またはコンポストで覆土されている管理型処分場
F	処分場ガス中のメタンの割合	0.5		IPCC2006 既定値
DOCf	分解性有機炭素(DOC)の分解される割合	0.5		IPCC2006
MCF	メタン補正係数 (処分場の管理状態による)	1.0		管理されている嫌気性処分場。
$W_x$	埋立てが回避された有機性ごみの総量	表 6.3 の数値を使用		
DOC	廃棄物分類毎の分解性有機炭素の割合 (湿潤重量)	Food	0.15	IPCC2006 既定値 ・ 熱帯(MAT>20°C) ・ 湿潤(MAP>1000mm)
		Garden	0.20	
		Wood and straw	0.43	
		Paper	0.40	
		Textiles	0.24	
		Others	0	
k	分解速度定数 (1/yr)	Food	0.4	IPCC2006 既定値 ・ 熱帯(MAT>20°C) ・ 湿潤(MAP>1000mm)
		Garden	0.17	
		Wood and straw	0.035	
		Paper	0.07	
		Textiles	0.07	
		Others	0	

表 3-13 排出量算定に用いた廃棄物量・組成 (LFG 回収・利用)

[t/日]

廃棄物種別	廃棄物量	組成
Food	215	36%
Garden	49	8%
Wood & Straw	36	6%
Paper	86	14%
Textile	19	3%
Other (Plastic, Metal, etc.)	194	32%
計	600	100%

2)プロジェクトが実施しない間に法規制等に基づいた破壊/燃焼されるメタンの量 ( $MD_{BL,y}$ )

「マ」国では LFG 回収・破壊に関する法規制が定められていないため、AF はゼロである。したがって、 $MD_{BL,y}$  もゼロとなる。

3)LFG の利用により発電される電力量 ( $EL_{LFG,y}$ )

LFG により発電される電力量は、式(11)で求められた処分場からのメタンガス発生量をもとに、ガス回収率や電力変換効率などのパラメータで算出した。

4)ベースラインにおける電力の排出係数 ( $CEF_{elec,BL,y}$ )

$CEF_{elec,BL,y} = 0.684$  とする。数値は、Study on Grid Connected Electricity Baselines in Malaysia, Year 2006 and 2007 である。

以上の結果、ベースライン排出量は表 3-14 のとおりである。

表 3-14 ベースライン排出量 (LFG 回収・利用)

年	$BE_{CH_4, SWDS,y}$	$MD_{project,y}$	$MD_{BL,y}$	$EL_{LFG,y}$	$EL_{LFG,y} * CEF_{elec,BL,y}$	BE
	tCO <sub>2</sub> e	tCH <sub>4</sub>	tCH <sub>4</sub>	MWh	tCO <sub>2</sub>	tCO <sub>2</sub>
	A	$B=A*\epsilon/21$	C	D	E	$B*21+E$
1	105,178	4,007	0	10,775	7,370	91,512
2	85,591	3,261	0	8,554	5,851	74,323
3	71,315	2,717	0	6,935	4,743	61,796
4	60,709	2,313	0	5,732	3,921	52,488
5	52,657	2,006	0	4,819	3,296	45,422
6	46,403	1,768	0	4,110	2,811	39,933
7	41,429	1,578	0	3,546	2,425	35,569
合計	463,281	17,649	0	44,470	30,417	401,043
Degassing efficiency ( $\epsilon$ ) = 80%, CEF = 0.684						

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

ベースライン排出量算定に用いたパラメータは、LFG 回収・利用プロジェクトのものと同様である。廃棄物量については今後増加が見込まれているが、現状の投棄量に基づき算定した。廃棄物組成は、現地調査結果に基づき、方法論・IPCC ガイドラインの分類項目に合致するように分類した。以上のパラメータで算定したベースライン排出量は以下のとおりである。

表 3-15 排出量算定に用いた廃棄物量・組成(コンポスト化)

[t/日]		
廃棄物種別	廃棄物量	組成
Food	18	36%
Garden	4	8%
Wood & Straw	3	6%
Paper	7	14%
Textile	2	3%
Other (Plastic, Metal, etc.)	16	32%
計	50	100%

表 3-16 ベースライン排出量 (コンポスト化)

年	ベースライン排出量
	tCO <sub>2</sub> e
2013	2,635
2014	4,589
2015	6,071
2016	7,222
2017	8,139
2018	8,888
2019	9,513
2020	10,047
2021	10,510
2022	11,919

### 3-3-2 プロジェクト排出量

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

方法論に基づいてプロジェクト排出量を算出する。プロジェクト排出量は、式 L- (11) のように、プロジェクト活動に係わる電力消費による排出量 ( $PE_{EC,y}$ ) とプロジェクト活動に係わる熱消費による排出量 ( $PE_{FC,y}$ ) の和で計算される。

1)プロジェクト活動に係わる電力消費による排出量

本プロジェクト活動では、LFG を用いた発電及びフレア燃焼等で電力を消費する。従ってグリッドから電力供給を受けるのは、機器のメンテナンス期間中（年間 65 日）のみである。各施設において使用する機器（ブローワー・蛍光灯・PC・エアコン）の 65 日間の消費量（ $EC_{PI,y}$ ）を以下の表の通り推定し、グリッドの排出係数（ $EF_{grid}$ ）とグリッドの平均送配電ロス率(TDL)から排出量（ $PE_{EC,y}$ ）を算定した。なお、グリッドの排出係数（ $EF_{grid}$ ）は、Pusat Tenaga Malaysia が公表している  $0.684tCO_2/MWh$  を使用した。また、グリッドの平均送配電ロス率(TDL)は、TNB の Annual Report から得られた 10%を使用した。

表 3-17 プロジェクト消費電力量（ $EC_{PI,y}$ ）

a) Daytime (weekday)

Item	W/unit	Quantity	h/day	day/year	kWh
Fluorescent light	20	12	8	55	106
PC	300	5	8	55	660
Air conditioner	1,500	3	8	55	1,980
Blower *will work for 24hrs	2,500	1	24	65	3,900
					6,646

b) Night time (weekday)

Item	W/unit	Quantity	h/day	day/year	kWh
Fluorescent light	20	4	16	55	70
PC	300	2	16	55	528
Air conditioner	1,500	1	16	55	1,320
					1,918

c) Holiday

Item	W/unit	Quantity	h/day	day/year	kWh
Fluorescent light	20	4	24	10	19
PC	300	2	24	10	144
Air conditioner	1,500	1	24	10	360
					523

<b>Total(MWh)</b>	<b>9.09</b>
-------------------	-------------

2)プロジェクト活動に係わる熱消費による排出量

本プロジェクト活動では、燃料を使用しないため、プロジェクト活動に係わる熱消費による排出量（ $PE_{FC,y}$ ）はゼロである。

結果、プロジェクト排出量は以下の表の通りに計算される。

表 3-18 プロジェクト排出量（LFG 回収・利用）

年	$PE_{EC,y}$	$PE_{FC,y}$	計
	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e
1	6,8	0	6,8
2	6,8	0	6,8
3	6,8	0	6,8
4	6,8	0	6,8
5	6,8	0	6,8
6	6,8	0	6,8
7	6,8	0	6,8

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

方法論に基づいてプロジェクト排出量を算出する。

### 1) プロジェクト活動に係わる電力・燃料消費による排出量

使用する機器や施設の推定消費量から排出量を算定した。燃料（軽油）の発熱量及び CO<sub>2</sub> 排出係数は IPCC の既定値を使用した。

### 2) 生物処理プロセス中の排出量

生物処理の対象となる有機性廃棄物から重量ベースで 40% のコンポストが生産されると仮定した。コンポストから発生する N<sub>2</sub>O の排出係数は、IPCC の既定値を使用した。

### 3) 生物処理プロセス中の嫌気条件下に起因する CH<sub>4</sub> 排出量

Ex-ante では、嫌気条件下に起因する CH<sub>4</sub> 排出量はないと仮定した。事業実施時には、生物処理時の廃棄物内部の酸素濃度をモニタリングし、嫌気条件下（酸素欠乏）にあるサンプル数の割合から CH<sub>4</sub> 排出量を算定する。

以上から算出されるプロジェクト排出量を下表に示すとおりである。

表 3-19 プロジェクト排出量（コンポスト化）

項目	排出量
電力消費による排出量 (tCO <sub>2</sub> e/y)	20
燃料消費による排出量 (tCO <sub>2</sub> e/y)	102
生物処理プロセス中の N <sub>2</sub> O 排出量 (tCO <sub>2</sub> e/y)	67.9
生物処理プロセス中の CH <sub>4</sub> 排出量 (tCO <sub>2</sub> e/y)	0
計 (tCO <sub>2</sub> e/y)	189

### 3-3-3 リークージ

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

方法論 ACM0001 では、リークージはない。

#### 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

方法論で規定されたリークージのうち、本プロジェクトに該当する項目は、輸送増加からのリークージ排出量、および生物処理後の残渣が処分場へ投棄される場合の嫌気条件下に起因する CH<sub>4</sub> 排出量である。

ただし、本プロジェクトでは MBT 施設を処理後のコンポストを投棄する処分場と併設させるため、輸送増加からのリークージ排出量はゼロとする。



本プロジェクトでは生物処理後の残差は全て量処分場へ投棄する。投棄量は 14.0t/日である。生物処理前に金属製品、ガラス製品、プラスチック製品等は選別除去されるため、生物処理後の残渣に含まれるのは、主に生ごみ等の有機物である。したがって、処理残差の組成は以下のように推定される。

表 3-20 処分場に投棄されるコンポストの組成

[t/日]		
廃棄物種別	廃棄物量	組成
Food	7.2	51%
Garden	1.6	12%
Wood & Straw	1.2	9%
Paper	3.1	22%
Textile	0.6	4%
Other (Plastic, Metal, etc.)	0.2	2%
計	14.0	100%

よって、リーケージは以下のように算出される。

表 3-21 リーケージ (コンポスト化)

年	$L_{TY}$
	tCO <sub>2</sub> e
2013	1,069
2014	1,866
2015	2,474
2016	2,949
2017	3,330
2018	3,642
2019	3,905
2020	4,219
2021	4,325
2022	4,499

### 3-3-4 排出削減量

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

以上の検討結果から、本プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減量は表 3-22、図 3-5 のとおりである。

表 3-22 温室効果ガス排出削減量 (LFG 回収・利用)

年	ベースライン排出量 (BEy)	プロジェクト排出量 (PEy)	リーケージ (Ly)	排出削減量 (ER)
	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e
1	91,512	6.8	0	91,505
2	74,323	6.8	0	74,316
3	61,796	6.8	0	61,789
4	52,488	6.8	0	52,481
5	45,422	6.8	0	45,415
6	39,933	6.8	0	39,927
7	35,569	6.8	0	35,562
計	401,042	47.9	0	400,995

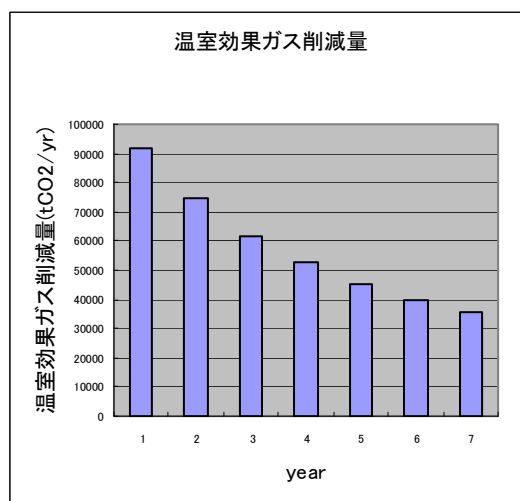


図 3-5 温室効果ガス排出削減量 (LFG 回収・利用)

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

以上の検討結果から算出した本プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減量を表 3-23 および図 3-6 に示すとおりである。10 年間の合計で、43,367tCO<sub>2</sub> の排出削減量が見込まれる。

表 3-23 温室効果ガス排出削減量（コンポスト化）

年	ベースライン排出量 (BEy)	プロジェクト排出量 (PEy)	リーケージ (Ly)	排出削減量 (ER)
	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e
2013	2,635	189	1,069	1,377
2014	4,589	189	1,866	2,534
2015	6,071	189	2,474	3,408
2016	7,222	189	2,949	4,084
2017	8,139	189	3,330	4,620
2018	8,888	189	3,642	5,057
2019	9,513	189	3,905	5,420
2020	10,047	189	4,219	5,728
2021	10,510	189	4,325	5,996
2022	11,919	189	4,499	6,231
計	79,533	1,890	32,278	44,455

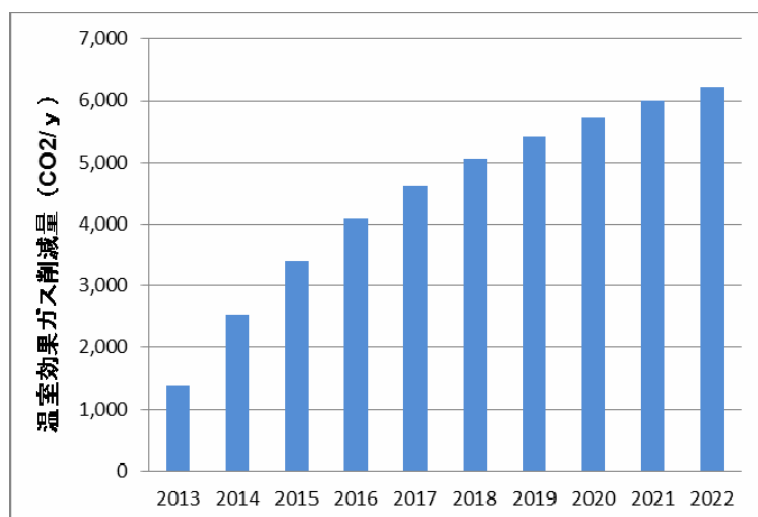


図 3-6 温室効果ガス排出削減量（コンポスト化）

なお、初期に計画していた 600 トンの日処理量の場合を現計画と比較すると以下の通りである。

表 3-24 計画処理量の比較

単位：tCO<sub>2</sub>e

年	ベースライン排出量 (BEy)		プロジェクト排出量 (PEy)		リーケージ (Ly)		排出削減量 (ER)	
	50t	600t	50t	600t	50t	600t	50t	600t
2013	2,635	31,620	189	1,385	1,069	12,464	1,377	17,771
2014	4,589	55,069	189	1,385	1,866	21,755	2,534	31,930
2015	6,071	72,853	189	1,385	2,474	28,841	3,408	42,627
2016	7,222	86,669	189	1,385	2,949	34,379	4,084	50,905
2017	8,139	97,673	189	1,385	3,330	38,816	4,620	57,473
2018	8,888	106,656	189	1,385	3,642	42,458	5,057	62,814
2019	9,513	114,161	189	1,385	3,905	45,517	5,420	67,260
2020	10,047	120,563	189	1,385	4,219	48,137	5,728	71,041
2021	10,510	126,124	189	1,385	4,325	50,422	5,996	74,317
2022	11,919	131,031	189	1,385	4,499	52,445	6,231	77,202
計	79,533	942,419	1,890	13,846	32,278	375,233	44,455	553,340

### 3-4 モニタリング計画

#### 3-4-1 本プロジェクトに適用するモニタリング手法

本プロジェクトは、1)既存ごみから発生する LFG を回収・発電に利用、2)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がある。それぞれの承認済み方法論 ACM0001 「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 (version 11)」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の法論のモニタリング手法が適用となる。また、3-1 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に示した内容も含む。

#### 3-4-2 モニタリング項目とその品質管理・品質保証

##### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

ACM0001 のモニタリング方法論では、実際に回収されたメタン量 ( $MD_{project,y}$ )、フレア燃焼されたメタン量 ( $MD_{flare,y}$ )、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 ( $EL_{LFG,y}$ ,  $ET_{LFG,y}$ )、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、発電及びフレア燃焼に利用された LFG 量、温度、圧力、メタンガス濃度、発電量、エネルギー消費量等を直接測定する。

モニタリング項目と箇所を図 3-7 に示すとおりである。また、モニタリング項目の計測方法及び品質管理・品質保証が必要な項目については、その方法を表 3-25 と表 3-26 に示すとおりである。

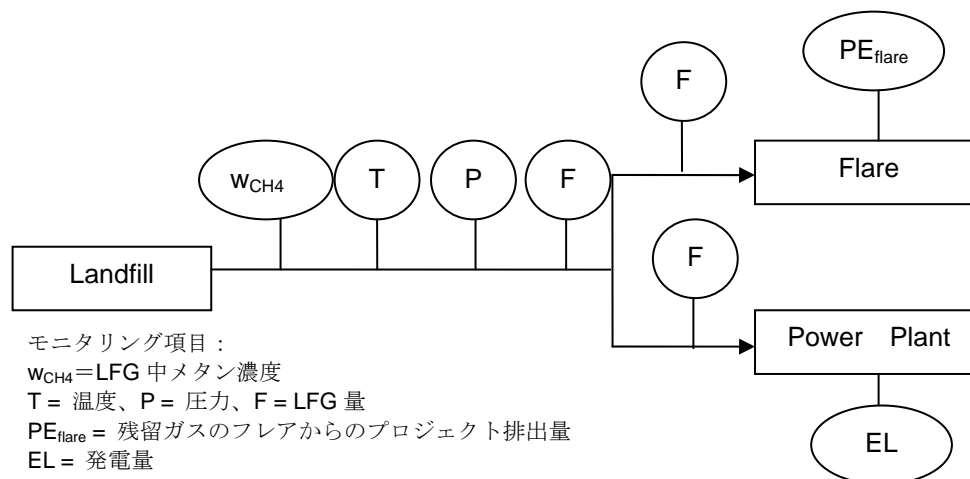


図 3-7 モニタリング箇所と項目

表 3-25 モニタリング項目およびその計測方法

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
$LFG_{total,y}$	LFG 全回収量 ( $m^3$ )	流量計による計測	継続的に
$LFG_{flare,y}$	標準温度、圧力でフレア燃焼される LFG 量( $m^3$ )	流量計による計測	継続的に
$LFG_{electricity,y}$	発電所において標準温度、圧力で燃焼される LFG 量( $m^3$ )	流量計による計測	継続的に
$W_{CH_4}$	LFG 中の $CH_4$ 濃度 ( $m^3CH_4 / m^3LFG$ )	ガス成分連続分析器による測定	継続的に
T	LFG の温度	温度計による測定	継続的に
P	LFG 圧力 (Pa)	圧力計による測定	継続的に
$EL_{LFG}$	LFG を利用し発電した電力量 (MWh)	電力計による測定	継続的に
$PE_{flare,y}$	Project emissions from flaring of the residual gas stream in year y	“Tool to determine project emissions from flaring gases containing Methane”に基づき計算	
$f_{V_{i,h}}$	時間当たりの残留ガス中における構成要素 i の堆積比率 ( $i = CH_4, CO, CO_2, O_2, H_2, N_2$ )	ガス分析器による測定	継続的に
$FV_{RG,h}$	時間当たりの標準状態、ドライベースでの残留ガスの体積流速( $m^3/h$ )	流量計による測定	継続的に
$t_{O_2,h}$	フレア燃焼の排ガス中における $O_2$ の時間当たり体積比率	ガス成分連続分析器による測定	継続的に
$f_{V_{CH_4,FG,h}}$	標準状態、ドライベースにおけるフレア燃焼の排ガス中の時間当たりメタン濃度( $mg/m^3$ )	ガス成分連続分析器による測定	継続的に
$T_{flare}$	フレア燃焼の排ガスの温度( $^{\circ}C$ )	熱伝対による計測	継続的に
$CEF_{elec,BL,y}$	電力の排出係数 ( $tCO_2/MWh$ )	PTM 作成の資料による	年 1 回

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
		(P3-14)	
Operation of the energy plant	発電所の運営時間 (hours)		年 1 回
PE <sub>EC,y</sub>	プロジェクト活動による電力消費に伴うプロジェクト排出量(CO <sub>2</sub> )	計算	継続的に
MG <sub>PR,y</sub>	プロジェクト活動中に発生するメタンの量(tCH <sub>4</sub> )	実際に処分場に排出された廃棄物量より計算	年 1 回

表 3-26 モニタリング項目の品質管理・品質保証方法

パラメータ	定義	計測方法	QA/QC 手続き
LFG <sub>total,y</sub>	LFG 全回収量 (m <sup>3</sup> )	流量計による計測	流量計を定期的にメンテナンスし、正確性を試験する。
LFG <sub>flare,y</sub>	標準温度、圧力でフレア燃焼される LFG 量(m <sup>3</sup> )	流量計による計測	
LFG <sub>electricity,y</sub>	発電所において標準温度、圧力で燃焼される LFG 量(m <sup>3</sup> )	流量計による計測	
W <sub>CH4</sub>	LFG 中の CH <sub>4</sub> 濃度 (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / m <sup>3</sup> LFG)	ガス成分連続分析器による測定	ガス分析器を定期的にメンテナンスし、正確性を試験する。
T	LFG の温度(°C)	温度計による測定	計測機器を定期的にメンテナンスし、国内/国際標準に基づき正確性を試験する。
P	LFG 圧力 (Pa)	圧力計による測定	
EL <sub>LFG</sub>	LFG を利用し発電した電力量 (MWh)	電力計による測定	電力計を定期的にメンテナンスし、正確性を試験する。
f <sub>v,i,h</sub>	時間当たりの残留ガス中における構成要素 i の堆積比率 (i=CH <sub>4</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> ,N <sub>2</sub> )	ガス分析器による測定	メーカーの規約に基づき、定期的に計測器の較正を行う。標準ガスとの比較によりゼロチェックおよび標準値チェックを行う。
FV <sub>RG,h</sub>	時間当たりの標準状態、ドライベースでの残留ガスの体積流速(m <sup>3</sup> /h)	流量計による測定	メーカーの規約に基づき、定期的に流量計の較正を行う。
t <sub>O2,h</sub>	フレア燃焼の排ガス中における O <sub>2</sub> の時間当たり体積比率	ガス成分連続分析器による測定	メーカーの規約に基づき、定期的に計測器の較正を行う。標準ガスとの比較によりゼロチェックおよび標準値チェックを行う。
f <sub>VCH4,FGh</sub>	標準状態、ドライベースにおけるフレア燃焼の排ガス中の時間当たりメタン濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	ガス成分連続分析器による測定	
T <sub>flare</sub>	フレア燃焼の排ガスの温度 (°C)	熱伝対による計測	熱伝対は毎年交換、または校正を行う。
Operation of the energy plant	発電所の運営時間 (hours)	アワーカウンター	メーカーの規約に基づきカウンターの校正を行う。

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

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、コンポストプロセス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。

主なモニタリング項目と計測方法を表 3-27 に、品質管理・品質保証の手続きの実施が必要な項目については、その方法を表 3-28 に示すとおりである。

表 3-27 モニタリング項目及びその計測方法

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
$EG_{PJ,EF,y}$	プロジェクト活動により施設内の発電所で発電された、またはグリッドから購入した電力量 (MWh)	電力メーターによる計測	継続的に
$CEF_{elec}$	プロジェクト活動で発電された電力の排出係数 ( $tCO_2/MWh$ )	PTM 作成の資料による (P.3-14)	年 1 回
$F_{cons,y}$	クレジット期間 y 年における、施設内の燃料消費量 (mass or volume units of fuel)	請求明細書および/又は計測	年 1 回
$NCV_{fuel}$	燃料の発熱量 ( $Mj/mass\ or\ volume\ units\ of\ fuel$ )	プロジェクト独自データもしくは国のデータによる。両方がない場合のみ、IPCC 規定値を使ってよい。	年 1 回または事前算定
$EF_{fuel}$	燃料の排出係数 ( $tCO_2/MJ$ )	同上	年 1 回または事前算定
$M_{compost}$	1 年間に生産されたコンポスト量 (tons)	計測	年 1 回
$CCW_i$	廃棄物分類毎の炭素含有率 (fraction)	IPCC または他の文献値	年 1 回
$FCF_i$	廃棄物分類毎の化石炭素含有率 (fraction)	サンプリングによる	年 1 回
$MB_y$	プロジェクトがなかった場合に処分場で発生するメタン量 ( $tCH_4$ )	計算	年 1 回
$NO_{vehicles,i,y}$	運搬車両 (積載量毎の) (Number)	集計	年 1 回
$RATE_{Compliance,y}$	法律遵守率	自治体の年報に基づき算出	年 1 回
$DT_{i,y}$	ベースラインと比較したときの、'i'種の車両による平均追加運送距離'	専門家が評価し DOE による承認を受ける	年 1 回
$VF_{cons}$	'i'種の車両についての燃料消費量 (litres/kilometer)	燃料メーターによる計測	年 1 回
$S_{a,y}$	コンポストプラントにおいて'y'年中に嫌気性条件化で分解される廃棄物の割合 (%)	酸素測定装置にて計測。統計的に有意なサンプリング方法により、標準化された可動式ガス検出器を使って	週 1 回
$S_{OD,y}$	酸素欠乏しているサンプルの数 (例: 酸素含有量 10%以下)		

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
$S_{total,y}$	サンプル数	測定を行う。	
$S_{LE}$	嫌気性サンプルの割合 (%)		
$S_{OD,LE}$	酸素欠乏状態のサンプル数		
$S_{LE,total}$	サンプル数		
$A_{j,x}$	‘x’年中に最終処分場での埋め立てを免れた廃棄物 (分類‘j’) の量 (t/年)	トラックスケールでの計量	年 1 回
$A_{ci,x}$	嫌気性消化、ガス化、または RDF oyobi SB の製造/焼却による残留廃棄物(分類‘ci’)の量		
$Q_{COD,y}$	嫌気的処理または処理されずに放出された廃水の量 (m <sup>3</sup> /yr)	流量計による測定	月 1 回 aggregated annually
$P_{COD,y}$	廃水の化学的酸素要求量 (tCOD/m <sup>3</sup> )	測定	月 1 回および 平均値は年 1 回

表 3-28 モニタリング項目の品質管理・品質保証方法

パラメータ	定義	計測方法	QA/QC 手続き
$EG_{PJ,EF,y}$	プロジェクト活動により施設内の発電所で発電された、またはグリッドから購入した電力量 (MWh)	電力メーターによる計測	電力メーターを定期的にメンテナンスし、正確性を試験する。電力の計測は、電力会社によるダブルチェックを行う。
$CEF_{elec}$	プロジェクト活動で発電された電力の排出係数 (tCO <sub>2</sub> /MWh)	公式書類	クレジット期間の初めに適切な方法で計算する
$F_{cons,y}$	クレジット期間 y 年における、施設内の燃料消費量 (mass or volume units of fuel)	請求明細書および/又は計測	請求書で確認を行う。(事務方の義務)
$M_{compost}$	1 年間に生産されたコンポスト量 (tones)	計測	計測器の較正を行う。コンポスト販売に係るデータとのクロスチェックを行う。
$MB_y$	プロジェクトがなかった場合に処分場で発生するメタン量 (tCH <sub>4</sub> )		
$NO_{vehicles,i,y}$	運搬車両 (積載量毎の) (台)	集計	コンポスト製品の売却量/運搬量と照合する。照合方法は DOE により定期的に照査される。
$Dt_{i,y}$	ベースラインと比較したときの、‘i’種の車両による平均追加運送距離’	専門家による推算	DOE による承認を得る。
$S_{a,y}$	コンポストプラントにおいて‘y’年中に嫌気性条件化で分解される廃棄物の割合 (%)	統計的に有意なサンプリング方法により、標準可動式ガス検出器を使って測定を行う。	メーカーの規約に基づき、定期的に計測器の較正を行う。測定は標準可動式ガス検出器を用いて、コンポストプロセスの各段階において実施する。サンプリングは事前に
$S_{OD,y}$	酸素欠乏しているサンプルの数 (例：酸素含有量 10%以下)		



パラメータ	定義	計測方法	QA/QC 手続き
S <sub>total,y</sub>	サンプル数		定めた方法 (深さ、散布など) に基づき、統計的に優れた方法で行う。
S <sub>LE</sub>	嫌気性サンプルの割合 (%)	統計的に有意なサンプリング方法により、標準化された可動式ガス検出器を使って測定を行う。	S <sub>a,y</sub> と同様
S <sub>OD,LE</sub>	酸素欠乏状態のサンプル数		
S <sub>LE,total</sub>	サンプル数		
A <sub>j,x</sub>	‘x’年中に最終処分場での埋め立てを免れた廃棄物(分類‘j’)の量 (t/年)	トラックスケールでの計量	メーカーの規約に基づき、定期的にトラックスケールの較正を行う。
A <sub>ci,x</sub>	嫌気性消化、ガス化、または RDF oyobi SB の製造/焼却による残留廃棄物(分類‘ci’)の量		
Q <sub>COD,y</sub>	嫌気的処理または処理されずに放出された廃水の量 (m <sup>3</sup> /yr)	流量計による測定	測定器は定期的にメンテナンスし、精度を試験する。
P <sub>COD,y</sub>	廃水の化学的酸素要求量 (tCOD/m <sup>3</sup> )	測定	測定器は定期的にメンテナンスし、精度を試験する。

### 3-4-3 モニタリング体制

本プロジェクトのモニタリング体制の詳細は、方法論ごとに策定する。共通する基本的な実施事項及び担当者・機関は、以下のとおりである。

表 3-29 モニタリング実施事項および担当者

	実施事項	担当者/機関	備考
1	モニタリング計画管理	LTC ALAM BERSIH S/B あるいは外部機関	計画実行のための手順の確立、スタッフへのトレーニングなどを実施。
2	データモニタリング実施	LTC ALAM BERSIH S/B あるいは外部機関	全てのデータは電子ファイルに打ち込み、保管する。ただし一部は紙ベースで保管。
3	廃棄物管理関連法規等の要求事項のモニタリング	LTC ALAM BERSIH S/B あるいは外部機関	担当者は関連法規についての報告書を定期的にまとめる。
4	測定機器の較正 (電力計、トラックスケール、酸素濃度測定機、CH <sub>4</sub> 、COD 分析器など)	外部の較正担当機関	較正機関は較正証明書を発行する。SPCはこの証明書を保管する。

### 3-5 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

本プロジェクトの開始時期は 2013 年を予定し、プロジェクト期間・クレジット獲得期間は、LFG 回収・利用事業については 7 年間、コンポスト化事業については 10 年間とする。

### 3-6 環境影響・環境保全対策

#### 3-6-1 環境影響評価の目的および対象事業

「マ」国では、新規の開発プロジェクト実施にあたり、事業内容が 1974 年環境法に基づく「1987 年環境影響評価に関する環境命令(Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1987)」に規定される 19 分野の事業に該当する場合には、所定の手続きによる環境影響評価報告書を作成し、DOE 長官に提出して承認を得る必要がある。同評価の目的は、以下のとおりである。

- ・ 利用可能なプロジェクトのオプションから最善のものを検討・選択する。
- ・ 重大な住宅地域への環境影響を特定・予測・評価する。
- ・ プロジェクトの環境費用と地域社会への利益を特定する。
- ・ 適切な軽減・緩和措置を推奨し、プロジェクト計画に取り入れる。

上記 19 分野のうち、本プロジェクトに関わりのある、発電・送電事業、廃棄物処理・処分事業を下表に示すとおりである。

表 3-30 環境影響評価の対象事業

13.発電・送電
(a)化石燃料を燃焼する、10 メガワット以上の発電能力を有する火力発電所の建設
(b)下記のいずれか又は双方を有するダムおよび水力発電計画 (i)40ha を超える以上の総面積を有し、高さが 15m を超えるダムおよび補助建築物 (ii)400ha を超える面積の貯水池
(c)複合発電所の建設
(d)原子力発電所の建設
18.廃棄物処理・処分
(a)有毒・危険廃棄物 (i)焼却プラントの建設 (ii)回収プラントの建設(off-site) (iii)排水処理プラントの建設(off-site) (iv)埋立処分施設の建設 (v)保管施設の建設(off-site)
(b)自治体の固形廃棄物(MSW) (i)焼却プラントの建設 (ii)堆肥プラントの建設 (iii)回収/リサイクルプラントの建設 (iv)自治体の MSW 埋立処分施設の建設
(c)自治体の下水 (i)下水処理プラントの建設 (ii)海洋への排水口の建設

### 3-6-2 環境影響評価の実施手続き

環境影響評価の手順としては、まず対象事業の提案者が最初に予備的評価(Preliminary Assessment)を受けるための予備的環境影響評価報告書(Preliminary Environmental Impact Assessment Report)を作成し、DOE に提出する。この予備的環境影響評価報告書には、事業名、予想される環境影響、緩和削減措置、各種の技術データほか、住民参加の結果(一般的には報告書の縦覧による意見)などを盛り込むこととなっている。

予備的環境影響評価報告書を受け取った DOE は、報告書の内容を関係省庁も加わった委員会では審査し、問題がなければ承認して開発事業の所管官庁に通知する。これを受けて工場建設の場合は、工場開発庁などが事業の実施許可をすることとなる。

予備的評価において、環境への影響が大きいと判断された事業については詳細環境影響評価報告書(Detailed Environmental Impact Assessment Report)の作成と、DOE への提出が要求される。提出された詳細環境影響評価報告書は、DOE 長官が召集した学識経験者などで構成される審査委員会(Review Panel)で審査を受ける。承認を受けた報告書は DOE や各種の図書館等での縦覧によって、公衆意見を受け付けた後事業の所管官庁に通知され、所管官庁が事業の実施許可を出すこととなる。また製鉄やセメント、海岸埋立など、大きな環境影響が予測される事業については、最初から詳細環境影響評価報告書の作成が要求されている。

この環境影響評価手続きの流れを図 3-8 に示すとおりである。

なお、詳細な環境影響評価手続き方法や実施要領については、DOE から環境影響評価ガイドライン(A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines)が発行されているほか、現在、工業など 16 業種については、業種別の特定ガイドライン(Specific Environmental Impact Assessment Guidelines)も作成されている。

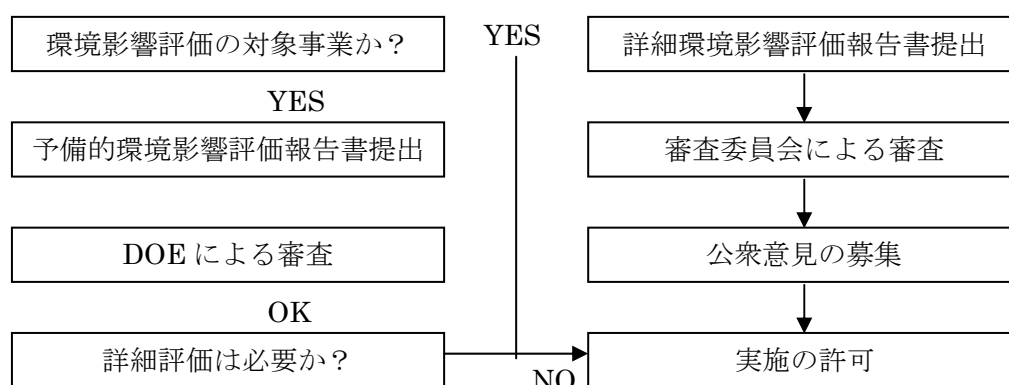


図 3-8 環境影響評価の流れ

### 3-6-3 本プロジェクトにおける環境影響

本プロジェクトの実施に伴う環境影響は、工事期間ならびに施設供用期間の 2 期に分けられる。本プロジェクトの実施に起因する直接的及び間接的な影響を表 3-31 に示すとおりである。

表 3-31 本プロジェクトの実施に起因する直接的および間接的な影響

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	LFG回収・利用 / コンポスト化	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。
				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。
	間接影響	建設資材原料の人手、加工	建築資材の原料人手及び原料加工による温室効果ガスの発生が考えられる。	必要以上の、建築資材の利用を避け、最適な計画・設計を行う。	
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。

### 3-6-4 環境保全対策

#### (1) 工事中の環境保全対策

工事実施にあたり必要となる主な環境保全対策は、表 3-32 に示すとおり、大気汚染防止対策、騒音対策、振動対策、建設副産物対策、交通安全対策である。これらの対策内容は、LFG 回収・利用、コンポスト化の両事業に共通である。

表 3-32 工事中の環境保全対策

項目	内容
大気汚染防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・乾季における工事では、必要に応じて散水するなど粉塵の飛散防止に努める。</li> <li>・建設中工事用車両については、復路においてホースによる洗車を徹底し、道路沿道の環境保全に努める。</li> </ul>
騒音及び振動対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設機械は、極力低騒音、低振動型を使用し、騒音、振動の低減に努める。</li> <li>・建設機械の配置や工事時期を分散させ、騒音、振動の低減に努める。</li> <li>・工事期間は、平日昼間のみとし、原則として夜間や休日は工事を行わない。</li> <li>・建設機械の無用なアイドリングを行わない。</li> </ul>
建設副産物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事に伴って副次的に発生する土砂などの建設副産物は、発生土を極力現場内で利用する造成計画とする。</li> <li>・土砂以外の建設副産物は、国の基準に基づき適切な処理を行う。</li> </ul>
交通安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事用車両の出入りについては、極力午前9時より午後3時までの時間帯を想定とする。</li> <li>・工事用車両については、速度や積載量等交通規則を遵守させる。</li> <li>・工事用車両の走行ルートを指定し、必要に応じて交通整理員を配置し、周辺の一般車両の通行の安全を図る。</li> </ul>

### 3-6-5 施設稼働中の環境保全対策

本施設稼働に伴う環境保全対策は、大気汚染防止対策、騒音対策、振動対策、臭気対策、廃棄物(処理残渣)対策、その他の対策(景観)である。概要を表 3-33 に示すとおりである。

表 3-33 施設稼働中の環境保全対策

項目	事業	内容
大気汚染防止対策	LFG回収・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LFG回収システムによって回収したガスは、洗煙設備にて、硫黄分を除去しガスエンジンに吸引される。その後ガスエンジン稼働に伴う排気ガスの余熱を利用してガスエンジン入口前のLFGガスを昇温させる。なお、ガスエンジンの排気温度は約400℃であり、排熱回収後温度は約200℃となるため、白煙防止効果も高い温度で大気拡散させる。</li> <li>・低NO<sub>x</sub>型ガスエンジンを導入することによって、工場排ガス基準を確保する。</li> </ul>
	コンポスト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ホイールローダやコンポスターナーなどの重機は、十分整備を行い排気ガス規制に適合したものをを用いる。</li> </ul>
騒音対策	LFG回収・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発生源となる機器はガスエンジン本体であり、低騒音型のもを採用する。施設設置後、騒音が著しい場合には壁や天井に吸音材を取り付けるなどの対策を実施する。</li> </ul>
	コンポスト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用する装置・重機類は、低騒音のものを用い、屋内設備については壁や屋根により遮音する。更に住宅等からの離隔距離にも留意する。</li> </ul>
振動対策	LFG回収・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発生源となる機器はガスエンジン本体であり、堅固な基礎の上に設置して外部に振動が伝わらないようにする。また発生源となるガスエンジンは低振動型のもを作用する。</li> </ul>
	コンポスト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用する装置・重機類は、低振動のものを用い、更に住宅等からの離隔距離にも留意する。</li> </ul>
臭気対策	LFG回収・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LFG回収ルートであるLFG配管からの漏洩が考えられる。このため常時、ガスエンジン入口部において流量等を測定し、ごみ埋立地からのLFG配管に漏洩がないか監視する。</li> </ul>
	コンポスト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・好気処理そのものは、ごみの臭気を低減する効果があるが、施設が稼働しない場合の臭気対策としては、室内のヤードにごみを保管する等の対策をとるものとする。</li> </ul>
安全対策	LFG回収・利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排気塔出口部での焼けど防止するため、運転員等が直接触れないよう排気塔の高さ約5m以上とする。</li> </ul>
	コンポスト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従業員による廃棄物手選別の際に、混入物による怪我等を予防するため、マスクや手袋を装着するなどの対策を実施する。</li> </ul>
その他の対策(景観)	LFG回収・利用/コンポスト化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設建設地は処分場敷地内であり、特に配慮すべき景観への悪影響はない。</li> </ul>

### 3-7 利害関係者のコメント

本プロジェクト実施では、プロジェクト設計書（Project Design Document : PDD）に求められている利害関係者（Stakeholders）に対し、事業実施に関わるヒアリングを実施し、各機関・関係者から事業実施に対する意見を聴取した。

#### 1) 「マ」国政府 天然資源・環境省(MNRE)

現在「マ」国においては数件の CDM 事業が進められている。本複合 CDM プロジェクトは MNRE だけでなく「マ」国政府として非常に歓迎するものである。特にコンポスト化は興味あるもので、現対象地域だけではなく、新規処分場が建設されるのであれば、規模を拡大して持続性ある事業として進めて欲しい。

CDM 手続きについては、政府の基本方針は、1) PIN の承認取得、引き続き 2) PDD 承認取得と 2 段階の工程を踏むことになっているが、事業の早期着手等を鑑み、必ずしも PIN の提出は必要なく、直接 PDD 承認手続きを行うことで政府側は了承している。

#### 2) イポ市

21 年度のプレゼンテーションを補足、具体性のあるプレゼンテーションを 2010 年 8 月に行い、廃棄物事業における CDM 事業に非常に興味を持っていただいた。本事業推進についての Acceptance Letter も 2010 年 9 月 8 日付けで入手した。引き続き、数回のプレゼンテーションを通じ、更に理解を深めてもらい早期着手を願っている。

#### 3) LTC 社(カウンターパート)

イポ市同様、数回のプレゼンテーションを通じ、本事業についての理解が深まり事業推進のレターもイポ市からの上記 2010 年 9 月 8 日のレターを参照し 11 月 26 日付けで Acceptance Letter を入手した。

しかしながら、SPC としての投資金額については非常に微妙な感触であったが、本事業を進めていきたいという意志に変更はなく、早期着手を希望している。

近隣住民に対し、Stakeholders Meeting を実施すべく予定を立てて協議に臨んだが、2010 年 12 月の協議において、「2-3-3 現地調査結果」に示すように、①市長選、②LFG 回収既得権、③新規処分場に係る諸問題等のため、Stakeholders Meeting 中止、web 掲載の中止、が言い渡された。

### 3-8 プロジェクト実施体制

LTC 社（カウンターパート）の出資による事業化を想定している。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。実施体制図については以下のとおりである。

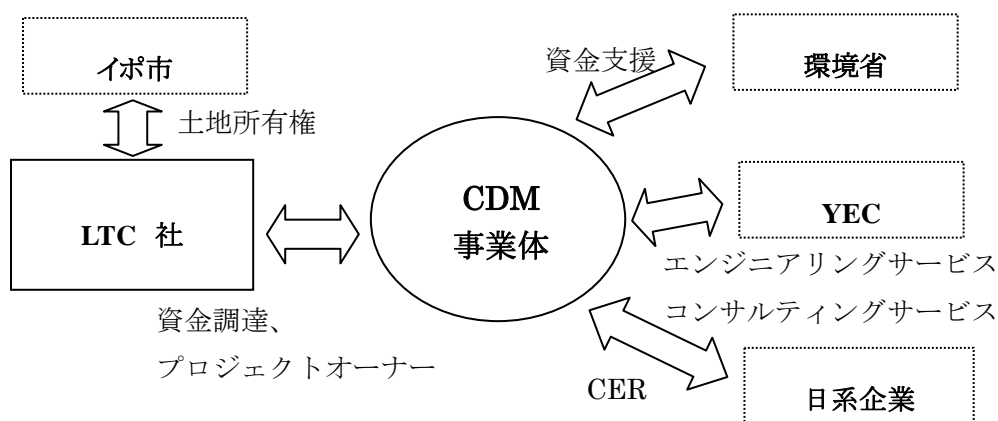


図 3-9 実施体制

### 3-9 資金計画

本プロジェクトでは、現地ローカルパートナーである LTC 社による、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再試算しているが、約半分を環境省水・大気環境局「コベネフィット CDM モデル事業」にて資金調達を予定している。

本プロジェクトでは日系企業にコンタクトしており、内数社が本 CDM 事業に興味を示している。経済分析では、LTC 社が調達するであろう現地銀行によるシンジケートローンによる資金調達を想定するが、今後さらに設計計画や収益シミュレーションをつめ、銀行側と協議していく必要がある。

### 3-10 経済性分析

本プロジェクトにおいては、経済性を内部収益率(Internal Rate of Return : IRR)で評価する。分析・評価するにあたり、現在本調査にて入手した最新情報に基づき更に詳細検討を行っている。

#### 3-10-1 前提条件

##### (1) 初期投資費

初期投資費は、表 3-34 のとおりである。。詳細については、「2-3-3 現地調査結果 (3) 設計・コスト検討」で示したとおりであるが、更に詳細検討を行っている。

表 3-34 初期投資費

事業	単価 (千 RM)	千円	備考
LFG 回収・利用	13,000	325,000	設備費、土木建築費等を含む
コンポスト化	4,368	109,200	設備費、土木建築費等を含む

(2) 維持管理費

維持管理費は表 3-35 のとおりである。詳細については、「2-3-3 現地調査結果 (3) 設計・コスト検討」で示したとおりであるが、更に詳細検討を行っている。

表 3-35 維持管理費

事業	単価 (千 RM/年)	千円/年	備考
LFG 回収・利用	782	19,568	エネルギー費・修繕費・人件費等
コンポスト化	649	16,225	エネルギー費・修繕費・人件費等

(3) 事業収益

事業収益は CER 売却益の他に、処分場の LFG 回収・利用事業では「売電収益」、コンポスト化事業では「リサイクル収益」を見込むことが出来る。

売電収益単価については、「マ」国における再生可能エネルギーにより発電された電力の買取制度(Renewable Energy Power Purchase Agreement : REPPA)を想定し、最大売電価格の 0.21RM/kWh と設定した。

リサイクル収益については、「2-3-3 現地調査結果 (P.2-4)」のリサイクルヒアリング調査結果に記載したとおり、ヒアリング調査から得られたリサイクル単価と、廃棄物組成分析から出された売却割合から年間 3,343 千 RM/年としている。

表 3-36 事業収益

項目	収益額	備考
LFG 回収・利用 (7 年間の合計)		
CER 売却益	16,102,800 RM	*1,000 円/tCO <sub>2</sub> (40RM/tCO <sub>2</sub> )と設定。
売電収益	9,822,498 RM	* 現地ヒアリング調査結果により売電単価を 0.21RM/kWh と設定。
コンポスト化 (10 年間の合計)		
CER 売却益	1,778,133 RM	*1,000 円/tCO <sub>2</sub> (40RM/tCO <sub>2</sub> )と設定。
リサイクル収益	3,343,043 RM	*各品目の単価は現地ヒアリング調査結果により設定。
覆土節減益	1,650,892 RM	*現地ヒアリング調査結果により覆土単価を 300RM / load(10ton)と設定。



(4) その他前提条件

収益性検討に要する前提条件は、表 3-37 のとおりである。

プロジェクト実施スケジュールについては、2013 年より運転開始を想定しており、クレジット期間は LFG 回収・利用事業では 7 年間(延長あり)、コンポスト化事業では 10 年間とする。残存メタンガス量・MBT 施設の老朽度合いを確認しながら、追加投資費用を検討し、最終的にプロジェクトの延長を判断する。

法人税は、「マ」国標準税率である 25%とした。

表 3-37 前提条件

項目	前提条件
プロジェクト実施期間	LFG 回収・利用事業：7 年間 コンポスト化事業：10 年間
搬入廃棄物量	600t/日(変動しないとする)
処理廃棄物量	50t/日(コンポスト化事業)
法人税	25%(マレーシア標準税率)
為替レート	1RM=27 円

3-10-2 内部収益率

本調査では、経済分析の指標として、IRR を採用する。

1. 処分場の LFG 回収・利用事業

上記前提条件の基に、経済分析を行った。

LFG 回収・利用事業を実施した場合、収益は「CER 売却益」と「売電収益」である。結果 IRR は、10.9%となった。LFG 回収・利用事業は、プロジェクト実施期間を経過するにつれ、発生する LFG ガスが減少するため、それに伴い「収益」も減少する傾向にある。

表 3-38 LFG 回収・利用事業シミュレーション

Profit and Loss Statement		(Unit: RM)								
			1	2	3	4	5	6	7	Total
Sales	Electricity Sales		2,262,666	1,796,256	1,456,308	1,324,701	1,132,950	984,039	865,578	9,822,498
	CDM Credit		3,559,270	2,890,669	2,403,407	2,056,679	1,781,833	1,568,327	1,398,581	15,658,765
Total Sales			5,821,936	4,686,925	3,859,715	3,381,380	2,914,783	2,552,366	2,264,159	25,481,263
Initial Cost		13,000,000								0
O&M cost			782,726	798,913	815,492	832,476	849,878	867,708	885,979	5,833,172
Depreciation			1,857,143	1,857,143	1,857,143	1,857,143	1,857,143	1,857,143	1,857,143	13,000,000
Corporation tax (25%)			795,517	507,718	296,770	172,940	51,941	-43,121	-119,741	1,662,023
P/L Current		-13,000,000	4,243,693	3,380,295	2,747,453	2,375,963	2,012,965	1,727,780	1,497,920	17,986,069

IRR (7 year) 10.9%

計算の結果、CER 売却益がない場合の IRR はマイナスとなり、CER 売却益がない場合には経済性がないことが判明した。

	<b>IRR</b>
CER 売却益ありの場合	10.9%
CER 売却益なしの場合	マイナス

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

コンポスト化事業の場合も同様に、IRR を指標とし経済分析を行った。

コンポスト事業の収益は、「CER 売却益」と「リサイクル販売収益」、および「覆土の節減効果」である。結果 IRR は負値となった。コンポスト事業の場合は、引き続き処分場へ廃棄物を受入ながらプロジェクトを実施するため、安定的に収益を得ることが可能であるが、今後さらに収益率を上げることが課題である。

表 3-39 コンポスト化事業シミュレーション

Profit and Loss Statement												(Unit: RM)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Sales	Recyclables sales	309,520	314,782	320,133	325,575	331,110	336,739	342,464	348,285	354,206	360,228	3,343,043
	Cover soil saving cost	152,850	155,448	158,091	160,779	163,512	166,292	169,119	171,994	174,917	177,891	1,650,892
	CDM Credit	53,543	98,550	132,550	158,855	179,720	196,684	210,804	222,811	233,214	242,370	1,729,101
Total Sales		515,913	568,781	610,774	645,209	674,342	699,715	722,387	743,090	762,337	780,489	6,723,036
Initial Cost		4,368,650										0
O&M cost		648,877	671,342	694,657	718,857	743,975	770,050	797,119	825,221	854,397	884,690	7,609,185
Depreciation		436,865	436,865	436,865	436,865	436,865	436,865	436,865	436,865	436,865	436,865	4,368,650
Corporation tax (25%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P/L Current		-4,368,650	-132,964	-102,561	-83,883	-73,648	-69,634	-70,336	-74,732	-82,130	-92,060	-104,201

IRR (10 year) negative  
IRR (20 year) negative

計算の結果、CER 売却益がない場合の IRR はマイナスとなり、CER 売却益がない場合には経済性がないことが判明した。

	<b>IRR</b>
CER 売却益ありの場合	マイナス
CER 売却益なしの場合	マイナス

### 3-10-3 内部収益率の感度分析

プロジェクトの感度分析として、CER 売却益を想定しない場合、費用（初期投資費、維持管理費）および収益（売電収益、リサイクル収益、覆土節減益）を変化させた場合の IRR を算出した。

#### 1. 処分場の LFG 回収・利用事業

初期投資費、維持管理費および売電収益を-10%、+10%と変化させた場合の IRR を算出した。結果を表 3-40 に示す。全ての条件下で IRR はマイナスとなり、処分場の LFG 回収・利用事業において、CER 売却益がない場合には経済性がないことが判明した。

表 3-40 LFG 回収・利用事業感度分析結果

項目	Variation		
	-10%	0%	10%
初期投資費用	-32.38%	-34.55%	-36.42%
O&M 費	-34.53%	-34.55%	-34.58%
売電収益	#NUM!	-34.55%	-27.49%

## 2. 有機性廃棄物のコンポスト化事業

コンポスト化事業については、費用（初期投資費用、維持管理費、人件費）及び収入（リサイクル収益、覆土節減益）をそれぞれ-10%、+10%と変化させた場合の IRR を算出した。結果は、表 3-41 のとおりである。いずれの場合においても IRR は負値となり、経済性があるとはいえない。

表 3-41 コンポスト化事業感度分析結果

項目	Variation		
	-10%	0%	10%
初期投資費用	マイナス	マイナス	マイナス
O&M 費	マイナス	マイナス	マイナス
人件費	マイナス	マイナス	マイナス
リサイクル収益	マイナス	マイナス	マイナス
覆土節減益	マイナス	マイナス	マイナス

### 3-11 事業化の見込み

事業採算性としては、CER 売却益を想定しない場合、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もあり、事業化の見込みが高まる。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、カウンターパートは機器性能よりも事業資金を安価にしたいという思いが強く、政府としては CDM 事業そのものに興味を示しており、他社類似事業も同時検討を進めている。また、CDM 事業実現に向け、利害関係者の調整がまだ不十分であると言える。この状況に加え、イポ市では新規処分場建設計画が浮上しており、詳細内容はまだ決定していないが、今後プロジェクト実施に多大な影響が予測される。このことから、技術面・資金面での事業化可能性は十分にあるが、社会情勢や利害関係者の意向を確認した上で、最終的な事業化見込みを判断する必要があると言える。

## 第4章 コベネフィットに関する調査結果

### 4-1 背景

本提案プロジェクトにおけるベースラインシナリオ及びプロジェクトシナリオは以下のとおりである。

表 4-1 提案プロジェクトのベースラインシナリオ・プロジェクトシナリオ

	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)
ベースラインシナリオ	LFG は大気へと放出し、電力は既設または新設のグリッド接続された電力を用いる	LFG を回収していない処分場への廃棄物の直接投棄を継続する
プロジェクトシナリオ	LFG の回収及び発電・フレア燃焼を行う	LFG を回収していない処分場へ引き続き廃棄物を受け入れ、MBT による好気性発酵処理を行う

プロジェクト実施後においては、「コベネフィット定量評価マニュアル 第 1.0 版」にもあるように、提案プロジェクト中の「LFG 回収・利用事業 (ACM0001 適用)」及び「コンポスト化事業 (AM0025 適用)」を行うことで、コベネフィット指標として以下の改善が見込まれる（評価分野は「廃棄物管理」）。

- ・ 臭気 → 既出の申請書等では【悪臭、発火、廃棄物飛散、崩落防止】と記載
- ・ 廃棄物量 → 【廃棄物減量】と記載
- ・ COD → 【水質汚濁防止】と記載

これらのコベネフィット指標は、以下に分類される。

- ・ 臭気 → 「LFG 回収・利用事業」を行った際に期待できる
- ・ 廃棄物量 → 「コンポスト化事業」を行った際に期待できる
- ・ COD → 「コンポスト化事業」を行った際に期待できる

今後の事業の選択によっては、期待できるコベネフィット効果について変更が起きる可能性がある。また、「臭気」→【悪臭、発火、廃棄物飛散、崩落防止】の悪臭以外の評価指標については、プロジェクト実施後において、処分場の表面の全域を覆土するため、これらの全てが低減することが期待される。しかし、基礎的な知見が不足していること、及びマニュアル中の評価指標に勘案されていないことから、現時点においては、評価のための調査を見送っている。

## 4-2 「マ」国における環境汚染対策等効果の評価

### (1) 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）」を行うことで、好気性発酵による有機性廃棄物の減量分及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。

上記マニュアルによると、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。

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

$D_{\text{volume}}$  : 廃棄物処分量の削減量 (ton)

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

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

従って、廃棄物量は以下の様に評価できる。

$$\begin{aligned} D_{\text{volume}} &= D_{\text{volume,PJ}} - D_{\text{volume,BL}} \\ &= 428.24 \text{ (t/日)} - 600 \text{ (t/日)} \\ &= -171.76 \text{ (t/日)} \end{aligned}$$

廃棄物量は、年間で 62692.4 (t/年)の減量が期待されると評価できる。

### (2) COD

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

上記マニュアルによると、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。

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

$ER_{\text{COD}}$  : 排出される COD 濃度の低減量 (mg/l)

$BE_{\text{COD}}$  : ベースラインシナリオでの COD 濃度 (mg/l)

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

したがって、COD は以下の様に評価できる。

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

**PE<sub>cod</sub>**: プロジェクトラインシナリオでの COD 濃度 (mg/m<sup>3</sup>)については、08 年度に行ったコンポスト化実験結果の数値を基に計算を行っている。

ここでは、コンポスト化後の試料の COD について分析を行ってはいないものの、TOC 及び BOD 値が実験開始後、順調に低減しているのに対し、COD 値については測定ごとに値が上下していた。また、その原因についても不明であった。

そのため、今回のコベネフィット評価上で、COD 値の低減割合を推定するに当たっては、TOC 値の低減割合を参考にした。

#### 【08 年度に行ったコンポスト化実験結果】

実験開始時の TOC = 27.9 (%-dry)

実験後 (約 1 ヶ月半) の TOC = 16.2 (%-dry)

TOC の減少割合は

$$1-(16.2/27.9) = 0.419355$$

$$= 41.9 (\%)$$

COD 分析で酸化剤の酸化対象となる有機物も、同様の割合で分解すると仮定した。

$$\begin{aligned} PE_{cod} &= BE_{cod} \times (1-0.419) \\ &= 1463 \times (1-0.419) \\ &= 850 \end{aligned}$$

#### 4-3 コベネフィット指標の提案

本報告書においては、新たなコベネフィット指標の提案は行わない。

## 第5章 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

調査結果なし