

## 平成 21 年度 CDM / JI 事業調査

# タイ・チョンブリ県・ラムチャバン廃棄物最終処分場 における準好気処理 CDM 事業調査

## 報告書

平成 22 年 3 月

東急建設株式会社

## 目 次

<b>第1章 基礎情報</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 プロジェクトの概要	1
1.2 企画立案の背景	1
1.3 ホスト国に関する情報	2
1.3.1 一般事項	2
1.3.2 政治	3
1.3.3 経済	4
1.3.4 廃棄物処理事情	6
1.4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等	9
1.4.1 DNA 体制	9
1.4.2 DNA 承認手順	10
1.4.3 登録済み CDM プロジェクト	11
<b>第2章 調査内容</b> . . . . .	<b>12</b>
2.1 調査実施体制	12
2.2 調査課題	12
2.3 調査内容	13
<b>第3章 プロジェクト概要</b> . . . . .	<b>15</b>
3.1 プロジェクト内容	15
3.2 プロジェクトサイト	16
3.3 プロジェクト適用技術	18
3.3.1 準好気性システム	18
3.3.2 鉛直管の設置	19
3.3.3 水平管の設置	20
<b>第4章 ベースラインシナリオ</b> . . . . .	<b>21</b>
4.1 方法論の概要	21
4.2 方法論の正当性と適用条件	24
4.3 ベースラインシナリオ	25
4.4 プロジェクトバウンダリー	27
4.5 ベースライン排出量の算出方法	28
4.6 プロジェクト排出量	30

4.7 リークージ	3 2
4.8 排出削減量の算出方法	3 3
4.9 追加性の証明	3 4
4.10 鉛直通気管設置の間隔	3 6
4.11 BMP 試験	3 6
<b>第5章 モニタリング計画</b> . . . . .	<b>3 7</b>
5.1 本プロジェクトに適用するモニタリング方法論	3 7
5.2 モニタリング項目とその品質管理・品質保証	3 8
5.3 モニタリング体制	4 0
<b>第6章 温室効果ガス排出削減効果</b> . . . . .	<b>4 1</b>
6.1 ベースライン排出量	4 1
6.2 プロジェクト排出量	4 3
6.3 リークージ	4 4
6.4 温室効果ガス排出削減量	4 4
<b>第7章 プロジェクト実施に伴う影響</b> . . . . .	<b>4 5</b>
7.1 環境政策と環境影響評価制度	4 5
7.2 本プロジェクトにおける環境影響分析	5 0
7.3 その他の間接影響	5 0
7.3.1 経済面の影響	5 0
7.3.2 社会面の影響	5 0
<b>第8章 利害関係者コメント</b> . . . . .	<b>5 1</b>
<b>第9章 プロジェクト実施計画</b> . . . . .	<b>5 2</b>
9.1 施設計画	5 2
9.2 経済性分析	5 2
9.3 プロジェクト実施体制	5 4
9.4 プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間	5 5
9.5 資金計画	5 6
9.6 事業化の見込み	5 6

第10章 コベネフィットに関する調査	・・・・・・・・・・	58
10.1 背景		58
10.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価		58
10.3 コベネフィット指標の提案		61

## 第1章 基礎情報

### 1.1 プロジェクトの概要

タイ国チョンブリ県ラムチャバン市にあるラムチャバン処分場(約6ha)を対象サイトとする。同処分場はラムチャバン市が所有、管理しており、現在も運営中であるが一部埋め立てが完了し閉鎖されたエリアを有する。従来からオープンダンピング方式で埋め立てられているため、嫌気の状態であることは明らかであり、多くのメタンガス(CH<sub>4</sub>)を放出していることが予想される。本プロジェクトでは、同処分場に通気と排水のための鉛直管と水平管を設置することで、嫌気の状態から準好気の状態に改善する。これにより、廃棄物の分解を促進するとともに、CH<sub>4</sub>の発生を抑制する。本プロジェクトの実施により、2011年～2016年の6年間平均で14,499t-CO<sub>2</sub>/年の温室効果ガスの削減が見込まれる。プロジェクトはホスト国に設立する本事業に特化したSPCが実施し、2010年末に工事を完了する予定である。

### 1.2 企画立案の背景

タイでは、首都バンコク以外の都市での廃棄物処理は未だに管理されていないオープンダンピング方式がほとんどである。廃棄物をただ埋めただけでは嫌気の状態となり、分解するのに長期間を要し、長年に渡ってメタンガス(CH<sub>4</sub>)を放出しながら放置され続けている。そして、今後の廃棄物処理問題とは別に、既に閉鎖された(埋め立てが完了した)廃棄物処分場の環境汚染対策という課題があり、それらを解決する手段や資金がホスト国にはない。

また、比較的小規模な埋立て処分場が多く、発電を伴うタイプのCDMプロジェクトでは事業収支の観点から実施は困難である。

従って、廃棄物処分場の環境改善に寄与し、比較的簡易な設備で行えるCDMプロジェクトが求められているため、本CDMプロジェクトを企画立案することとなった。

### 1.3 ホスト国に関する情報

#### 1.3.1 一般事項

タイは立憲君主制の王国であり、英語による正式名称は The Kingdom of Thailand、日本語表記ではタイ王国である。

国土はインドシナ半島の中央とマレー半島の北部に位置しており、東にカンボジア、北にラオス、西にミャンマーとアンダマン海、南にマレーシアとタイランド湾がある。面積は 514,000km<sup>2</sup> で、日本の約 1.4 倍である。

人口は 6338 万人で、約 75%がタイ族、14%が華僑、その他をマレー系、インド系、山岳少数民族等で占める。

タイの教育水準は高く、識字率は 95%を超え、日本やシンガポールなどとならび世界的に見ても高水準を誇っている。



図 1.1 タイの地図

表 1.1 タイ国の一般情報

面積	514,000km <sup>2</sup> (日本の約 1.4 倍)
人口	6338 万人 (2008 年末)
首都	バンコク
民族	タイ族 75%、華僑 14%、その他マレー族、山岳少数民族等
言語	タイ語
宗教	仏教 94%、イスラム教 5%
通貨	バーツ

首都バンコクの気温と降水量を図 1.2 に示す。タイは熱帯性の気候に属し、モンスーンの影響が大きい。5月から10月ころにかけては空気が湿り、スコールなどを特徴とする雨季に見舞われる。その後11月から4月までは雨が少なく、比較的涼しい乾季となる。

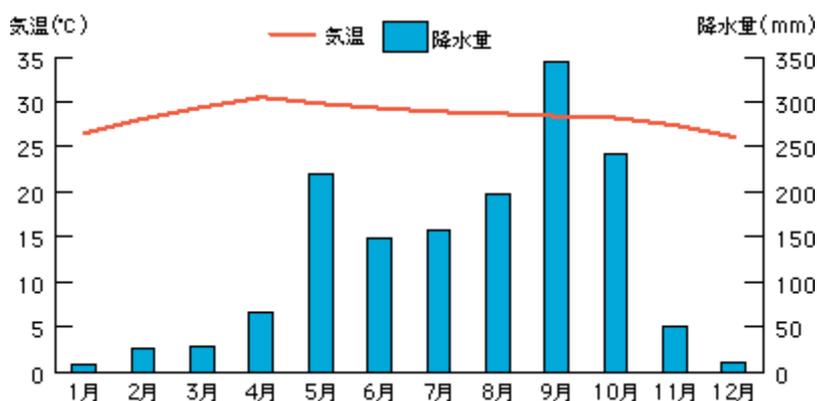


図 1.2 首都バンコクの気温と降水量

※出典：東方観光局 HP (<http://www.eastedge.com/thai/geography.html>)

### 1.3.2 政治

1997年に成立した憲法に従って、2001年1月に下院選挙が行われ、タイ愛国党の圧勝によりタクシン政権が成立した。2005年2月の下院選挙でもタイ愛国党は圧勝し、同党単独による第2期タクシン政権が成立した。

しかしながら、2006年2月、首相批判の高まりを受け、タクシン首相は下院を解散。その後、同年4月、主要野党ボイコットのまま下院総選挙が行われたが、後に司法当局は選挙を違憲・無効と判じる等の混乱が生じた後、同年9月、陸軍を中心とする政変によりタクシン政権が倒れ、スラユット枢密院顧問官が首相に就任した。

2007年8月、新憲法草案が国民投票で承認され、発効した。同年12月に行われた下院総選挙の結果、第1党となった国民の力党のサマック党首が2008年1月29日、首相に就任。その後憲法改正を巡って反政府活動が活性化し、同年8月には民主化市民連合(PAD)により首相府が占拠されるに至った。こうした中、サマック首相はTV番組への出演が司法当局により違憲とされたことから、9月9日に首相職を失職した。これを受け、ソムチャイ副首相兼教育相が後継者として首班指名を受け、9月25日に新政権が発足したが、PADによる反政府デモが激化し、バンコク国際空港等が占拠される事態となり、大きな社会混乱が生じた。そうした中、憲法裁判所は国民の力党の2007年の選挙違反が党ぐるみの行為と判断し、同党等を解党処分とする旨の判決

を言い渡した。これにより、ソムチャイ首相は失職した。その後、野党民主党を軸に連立に向けた協議が行われた結果、アピシット民主党党首が首相に選出され、2008年12月22日、新政権が発足、現在に至る。

表 1.2 タイの政治体制

政体	立憲君主制
元首	プーミポン・アドゥンヤデート国王(ラーマ9世)
首相	アピシット・ウェチャーチャーワ (民主党党首)
議会制度	二院制
議会概要	上院：150 議席 (選挙 76 名、任命 74 名)・任期 6 年 下院：480 議席 (選挙区 400 名、比例区 80 名)・任期 4 年

### 1.3.3 経済

タイは、1980年代後半から日本を始め外国投資を梃子に急速な経済発展を遂げたが、その一方で経常収支赤字が膨張し、不動産セクターを中心にバブル経済が現出した。その後、バブル破壊に伴い不良債権が増大し、経済の悪化を背景にパーツ切り下げの圧力が高まり、1997年7月、為替を変動相場制に移行するとパーツが大幅に下落し、経済危機が発生した。

タイ政府は、IMF及び日本を始めとする国際社会の支援を受け、不良債権処理など構造改革を含む経済再建に努力し、タイ政府の財政政策を含む景気対策、好調な輸出などにより低迷を続けていた経済は、その後回復基調に転じた。

2001年2月に発足したタクシン政権は、従来の輸出主導に加えて国内需要も経済の牽引力とすることを訴え、農村や中小企業の振興策を打ち出した。これらの内需拡大政策の奏功と見られる個人消費の活性化等により、経済は回復し、2003年は6.9%、2004年は6.1%の成長を達成した。

2005年はスマトラ沖大地震及びインド洋津波被害等により若干減速し、4.5%の成長となった。2006年は、政変の影響が危惧されたが、5.0%の成長率を達成した。

2008年は非常事態宣言の発出や長期化する内政の混乱に加えて、反政府勢力による空港占拠により、観光産業を始めとする経済に大きな影響が生じた。他同年に生じた世界経済危機の影響で輸出が鈍化。2009年に至り、タイ政府は、大規模な景気刺激策をとりつつ、経済の下支えを図っている。

表 1.3 タイの経済概要

GDP (2008 年)	2,730 億ドル
一人当たり GDP (2008 年)	4,073 ドル
経済成長率 (2008 年)	2.6%
物価上昇率 (2008 年)	2.4%
失業率 (2007 年)	1.4%
総貿易額 (2008 年)	輸出 : 1,753 億ドル 輸入 : 1,751 億ドル
主要貿易相手国 (2007 年)	輸出 : 1.アメリカ、2.日本、3.中国、 4.シンガポール、5.香港 輸入 : 1.日本、2.中国、3.アメリカ、 4.マレーシア、5.UAE
主要貿易品目 (2007 年)	輸出 : コンピューター、自動車・部品、 集積回路、天然ゴム 等 輸入 : 原油、産業機械、化学品、集積回路 等

### 1.3.4 廃棄物処理事情

タイの廃棄物処理・リサイクル関連法を表 1.4 に示す。

環境基本法にあたる「国家環境質向上保全法(NEQA)B.E.2535(1992)」の下、多数の環境問題関係規則と 70 以上の各種立法が存在し、複数の関係省庁が廃棄物処分・リサイクルを運営または管理している。

表 1.4 タイの廃棄物処理・リサイクル関連法

法律名	廃棄物処理・リサイクルに関する規制事項
有害物質法 B.E.2535(1992)	有害物質の輸入・生産・輸送・消費・処分・輸出に関する規制基準を定める。
工場法 B.E.2535(1992)	工業団地内の工場操業を規制する法律である。廃棄物の処分、汚染または環境に影響を及ぼす汚染物質に関する工場の運営を管理することを目的に、工場法に関連する規則と規制が交付されている。
公衆衛生法 B.E.2535(1992)	生ゴミおよび汚物の収集・輸送・処分の責任は地方行政が負うこととし、この問題に対して地方行政が政令を策定することを定めている。
タイ工業団地局法 B.E.2522、B.E.2534 および B.E.2539(1979、1991、1996)	固形廃棄物処分および有害廃棄物管理等の汚染の取締りを定めている。

2002 年のタイの都市ごみの年間発生量は 14.4 百万トンで、その 27%が首都バンコクから発生している。非有害産業廃棄物および有害産業廃棄物の年間発生量はそれぞれ 5.9 百万トン、0.96 百万トンである。(表 1.5)

国民一人当たりの固形廃棄物排出量は、国全体で平均すると 0.65 (kg/人/日) である。1997 年の金融危機直後から消費が減少していたにもかかわらず、一人当たりの固形廃棄物排出量は 1994 年から 17%増大した。都市部と農村部で一人当たりの固形廃棄物排出量を比較すると、都市部で 0.4~1.9 (kg/人/日)、農村部で 0.4~0.6 (kg/人/日) である。首都バンコクでは 1.3 (kg/人/日) であり、東京や香港とほぼ同量排出している。

都市ごみの収集率は、バンコクで 99%以上、中規模の市で約 86%である。また、農村部では 20~30%程度と推定されている。

表 1.5 タイの廃棄物発生量（2002年） ton/年

都市ごみ	14,400,000
有害な都市ごみ	380,000
非有害産業廃棄物	5,900,000
有害産業廃棄物	960,000
伝染性廃棄物（病院施設等）	21,300

※出典：Thailand Environment Monitor 2003 ,世界銀行

表 1.6 国民一人あたりの固形廃棄物排出量（2002年） kg/人/日

国全体	0.65
都市部	0.4~1.9
BangKok	1.3
KhonKaen	1.0
Ranong	0.7
ChanthaBuri	0.6
Kanchanaburi	1.3
農村部	0.4~0.6
観光地 Pattaya, ChonBuri	1.6
観光地 Patong Beach, Phuket	5.0

※出典：Thailand Environment Monitor 2003 ,世界銀行

タイ国内には 2002 年現在、衛生理立処分場が 5 箇所、衛生理立ではないものの管理された埋立処分場が 99 箇所、ほとんど管理されていないオープンダンピングのゴミ捨て場が 1000 箇所以上存在する。

表 1.7 タイの固形廃棄物処分場の数（2002年）

衛生理立処分場	5
管理された埋立処分場	99
オープンダンピング	1000 以上

※出典：Thailand Environment Monitor 2003 ,世界銀行

都市ごみのリサイクル率は、国全体では 11%である。市に属するエリアで見ると 16%、市以外の地域では 5~8%である。

もともと分別収集はあまり行われていなかったが、最近ではゴミの減量化のために分別・リサイクルが推進されている。キャンペーン活動を行うなどして徐々に国民にその意義が浸透してきているものの、リサイクル利用される量はまだまだ少ない。

表 1.8 タイの都市ごみのリサイクル率

国全体	11%
市	16%
市以外の地域	5~8%

※出典：Thailand Environment Monitor 2003 ,世界銀行

## 1.4 ホスト国の GDM/JI に関する政策・状況等

### 1.4.1 DNA 体制

2007年7月6日、タイ王室勅令によりタイ温室効果ガス管理機構（TGO）委員会がタイ国家指定機関（DNA）として設置された。TGO 委員会が設立される以前は、天然資源環境政策計画事務局（ONEP）が DNA であった。

TGO の組織図を図 1.3 に示す。

TGO 委員会は、CDM 案件の最終決定プロセスを担い、持続可能な開発基準を満たしている CDM 案件について承認レターの発行を行う。

TGO 委員会の構成は以下の通りである。

(1) 政府関係者（5名）

天然資源環境省（大臣）、天然資源環境政策計画事務局、  
代替エネルギー開発／省エネルギー省、交通運輸政策局、タイ温室効果ガス管理機構

(2) 民間専門家（5名）

エネルギー分野専門家、ビジネス管理分野専門家、森林分野専門家、  
産業分野専門家、技術分野専門家

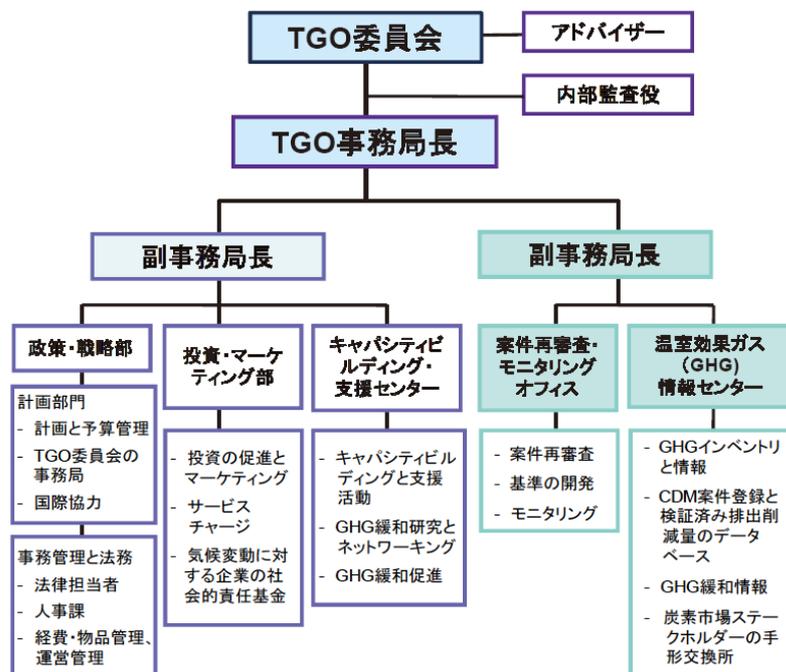


図 1.3 TGO の組織図

※出典：CDM 国別ハンドブック（IGES）

### 1.4.2 DNA 承認手順

タイにおける CDM プロジェクトの承認は、タイ温室効果ガス管理機構（TGO）委員会からの承認を 180 営業日以内に受けられるように規定されている。承認レター（LoA）は天然資源環境省の大臣から署名を受ける。

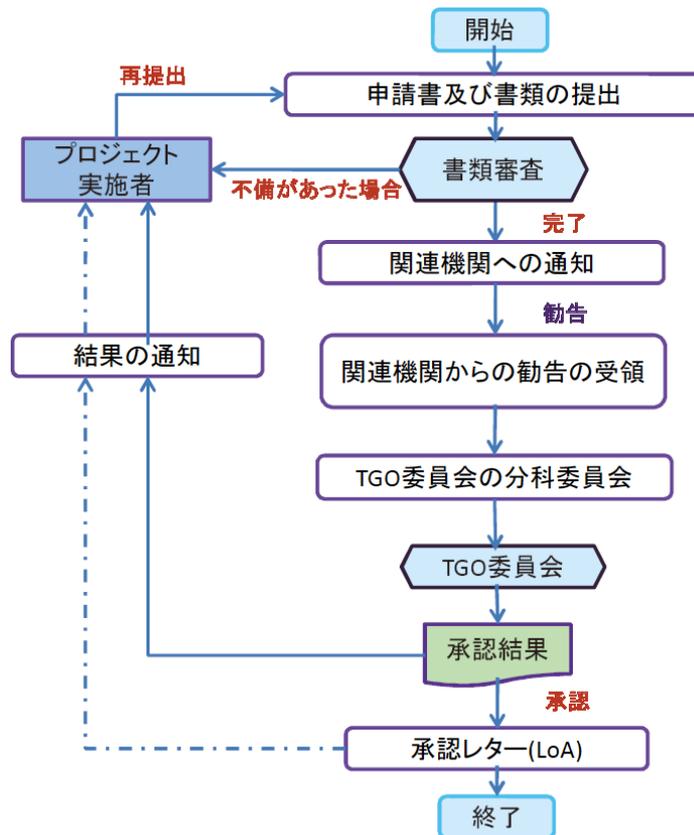


図 1.4 DNA の承認手順

※出典：CDM 国別ハンドブック（IGES）

### 1.4.3 登録済み CDM プロジェクト

タイでは、2007年および2008年に各5案件ずつ、2009年に19案件が CDM プロジェクトとして登録された。

プロジェクトの種類としては、廃棄物処理およびエネルギー産業関連がそのほとんどを占める。

附属書 I 国別に見ると、日本が 10 件で最も多く、イギリス 7 件、デンマーク 5 件、スイス 3 件と続く。

表 1.9 タイにおける国連 CDM 理事会登録済みプロジェクト一覧（2009年11月24日現在）

No.	プロジェクト名	Ref No.	登録年月日	セトル・スコープ	規模	関係国	方法論	排出削減量 (トン CO <sub>2</sub> /年)	CER発行状況	
									CER数	発行年月日
1	バナナスターチ廃水管理およびバイオガス利用プロジェクト	2556	2009年11月10日	廃棄物処理	小	スイス	AMS-I.D. AMS-III.H.	41,701		
2	タイ国スラタニ県 Southern Palm 社廃液処理及び発電プロジェクト	2659	2009年10月31日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	日本	AMS-I.D. AMS-III.H.	18,622		
3	Kitroongruang 工場におけるバイオガス発電プロジェクト	2672	2009年10月23日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	イギリス	AMS-I.C. AMS-I.D. AMS-III.H.	17,328		
4	タイ国クラービー県における Srijaroen Palm Oil 社 廃水処理プロジェクト	2620	2009年10月16日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	日本	AMS-I.D. AMS-III.H.	20,429		
5	Bionersis 社によるプロジェクトタイ1	2514	2009年9月24日	廃棄物処理	大	フランス オランダ	ACM0001 AMS-I.D.	118,609		
6	タイ国 P.V.D. International 社によるタビオカ処理工場バイオガス技術廃水処理	2660	2009年9月10日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	デンマーク	AMS-I.D. AMS-III.H.	50,663		
7	Borabu 市における Cargill Siam 社 バイオガスプロジェクト	2670	2009年9月5日	エネルギー産業 廃棄物処理	小		AMS-I.C. AMS-I.D. AMS-III.H.	52,881		
8	タイ国 Roi Et Flour 社によるタビオカ処理工場バイオガス技術廃水処理	2645	2009年9月5日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	デンマーク	AMS-I.D. AMS-III.H.	40,276		
9	タイ国スラタニ県 Green Glory 社廃液処理及び発電プロジェクト	2658	2009年8月31日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	日本	AMS-I.D. AMS-III.H.	16,916		
10	タイ国 Thachana Palm Oil 社廃水処理プロジェクト	2644	2009年8月29日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	日本	AMS-I.D. AMS-III.H.	23,844		
11	Univanich TOPI 工場におけるバイオガスプロジェクト	2661	2009年8月24日	エネルギー産業 廃棄物処理	小		AMS-I.D. AMS-III.H.	41,174		
12	タイにおけるカプロラクタム生産プラントのテールガスの触媒式 N <sub>2</sub> O 除去プロジェクト	2232	2009年6月16日	化学工業	大	日本	AM0028	142,402		
13	タイチャイヤブーム県における Siam Quality Starch 社廃水処理・発電プロジェクト	1993	2009年4月15日	廃棄物処理	大	日本	AM0013 AMS-I.C.	98,372		
14	タイ CVY 社による廃水処理場石油火力代替バイオガス再利用および発電プロジェクト	2141	2009年3月25日	廃棄物処理	大	オーストリア スイス	AM0022	97,468		
15	Jiratpattana 社 バイオガス発電プロジェクト	2144	2009年3月16日	廃棄物処理	大	イギリス	AM0022	24,726		
16	Chao Khun Agro バイオマス発電プロジェクト	2138	2009年3月9日	廃棄物処理	大	イギリス	AM0022	48,167		
17	Chumporn 市における廃水管理バイオガス導入技術	2148	2009年2月9日	廃棄物処理	大	ドイツ	AM0013	23,448		
18	Univanich 社 Lamthap 工場パーム油工場排水池 (POME) バイオガスプロジェクト	2076	2009年2月1日	廃棄物処理	大		AM0022	43,650		
19	タイ ガラシン 県における キャッサバ・ウエースト・ツーン・エナジー 社プロジェクト	2110	2009年1月31日	廃棄物処理	大	日本	AM0022	87,586		
20	タイ国スラタニ県に位置するパーム椰子房有効利用バイオマス発電事業	1519	2008年5月10日	エネルギー産業	大	日本	ACM0002 ACM0006	106,592		
21	Ratchaburi 州 Veerachai 農場における家畜バイオガスプロジェクト	1554	2008年3月28日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	デンマーク	AMS-I.D. AMS-III.D.	32,092		
22	Ratchaburi 州 Nong Bua 農場における家畜バイオガスプロジェクト	1552	2008年3月27日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	デンマーク	AMS-I.D. AMS-III.D.	15,958		
23	Ratchaburi 州 SPM 農場における家畜バイオガスプロジェクト	1558	2008年3月24日	エネルギー産業 廃棄物処理	小	デンマーク	AMS-I.D. AMS-III.D.	23,556		
24	Jaroensompong 社によるラチャテフ埋立て地における埋立てガス回収発電利用プロジェクト	1413	2008年3月14日	廃棄物処理	大	日本	ACM0001	47,185		
25	Phu Khiao バイオエネルギーコジェネレーションプロジェクト (PKBC)	1024	2007年10月19日	エネルギー産業	大	イギリス	ACM0002 ACM0006	102,493		
26	Dan Chang バイオエネルギーコジェネレーションプロジェクト (DCBC)	1020	2007年10月19日	エネルギー産業	大	イギリス	ACM0002 ACM0006	93,129		
27	コンケン 製糖工場でのバイオマス発電	1036	2007年7月27日	エネルギー産業	大	イギリス	ACM0006	61,449		
28	タイ、ビチット県における ATB 樹殻発電事業	1026	2007年6月18日	エネルギー産業	大	日本	ACM0006	70,772	100,678	2008年6月4日
29	Korat 廃棄物発電プロジェクト	1040	2007年6月16日	廃棄物処理	大	スイス イギリス	AM0022	310,843	714,546	2008年9月10日

## 第2章 調査内容

### 2.1 調査実施体制

調査実施体制を図 2.1 に示す。

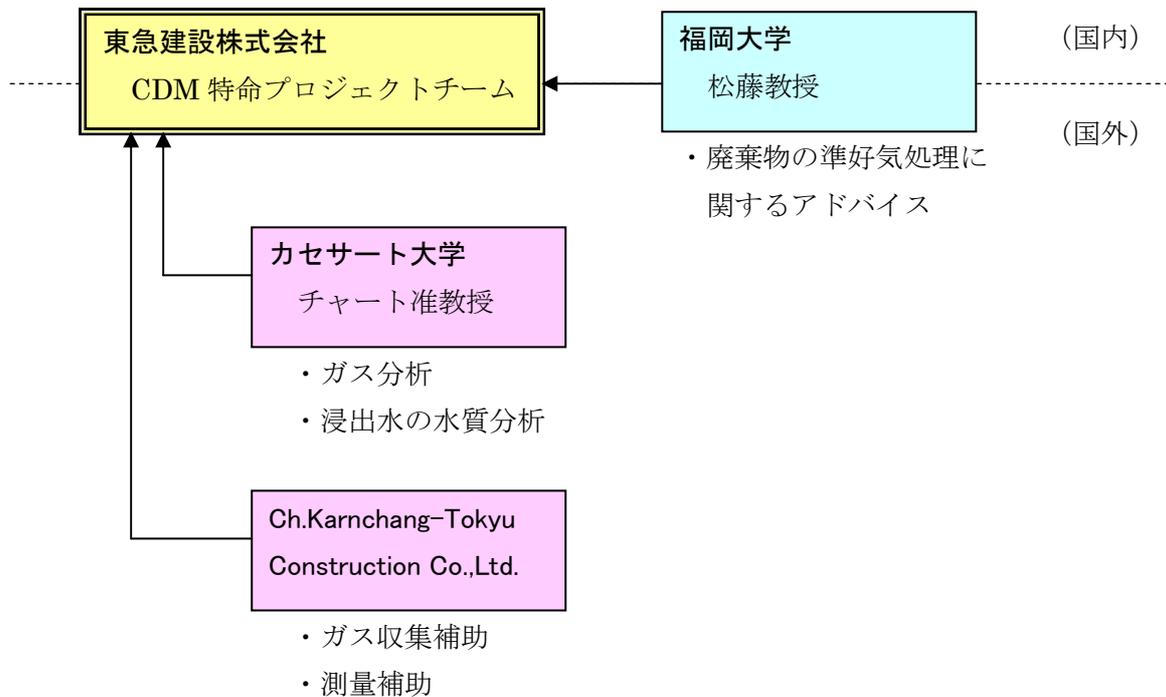


図 2.1 調査実施体制図

### 2.2 調査課題

本調査の課題は、以下の5点が挙げられる。

- ① 埋め立てられている廃棄物量の推定と鉛直管および水平管の設計を行うために、プロジェクトサイトの測量を行う必要がある。
- ② 温室効果ガス削減量をより正確に予測するために、現時点で放出されているガスを分析する必要がある。
- ③ モニタリング項目を検討し、その実施体制を構築する必要がある。
- ④ タイの DNA である TGO（タイ温室効果ガス排出機構）およびプロジェクトサイトを所有・管理するラムチャバン市と協議をする必要がある。
- ⑤ 申請済み方法論が未承認のため、承認済み方法論も含めて適用性を検討する必要がある。

## 2.3 調査内容

### (1) 課題① プロジェクトサイトの測量

埋め立てられている廃棄物量の推定と鉛直管および水平管の設計を行うために、プロジェクトサイトの測量を行った。

測量結果より、プロジェクトサイトの対象区画の諸元を計算した。

- ・敷地面積 : 58,498m<sup>2</sup> (最大幅 : 200.0m、最大長さ : 319.1m)
- ・天端面積 : 39,380m<sup>2</sup> (最大幅 : 150.6m、最大長さ : 270.0m)
- ・最高高さ : 13.45m
- ・平均層厚 : 10.54m
- ・処分場体積 : 527,640m<sup>3</sup>

なお、測量結果および上記の計算の詳細については、添付資料を参照。

### (2) 課題② 現在放出されているガスの分析

温室効果ガス削減量をより正確に予測するために、現時点で排出されているガスを分析した。

ガスの採取は地表面から放出されているガスをチャンバー法で、ごく浅い地中(約 80cm)のところで発生しているガスをボーリングバー法で採取し、カセサート大学にて分析を行った。

分析結果から、放出されているガス内の CH<sub>4</sub> : CO<sub>2</sub> は平均するとほぼ 6:4 であることが分かった。また、今回計測した地点での CH<sub>4</sub> 排出量は最大で 13.16 (m<sup>l</sup>/m<sup>2</sup>/sec)、平均で 1.58 (m<sup>l</sup>/m<sup>2</sup>/sec) であることが分かった。

なお、ガス分析結果データは添付資料を参照。

### (3) 課題③ モニタリング実施体制の構築

プロジェクトが実施されると定期的にモニタリングを行う必要がある。これに向けてモニタリング実施体制を構築する必要がある。

本事業調査では、現地ワーカーに指導しながらチャンバー法およびボーリングバー法でガスを採取した。採取したガスは、カセサート大学でメタン(CH<sub>4</sub>)、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、酸素(O<sub>2</sub>)の濃度を測定した。また、浸出水についても同大学で分析を行い、水素イオン濃度 (pH)、電気伝導度 (EC)、浮遊物質 (SS)、生物化学的酸素要求量 (BOD)、化学的酸素要求量 (COD)、全有機炭素量 (TOC)、ケルダール窒素量 (TKN)、アンモニア (NH<sub>3</sub>) について計測を実施した。これらのことより、CDM プロジェクトに伴うモニタリングは現地機関のみで行えることを確認した。

#### (4) 課題④ TGO およびラムチャバン市との協議

TGO およびラムチャバン市に対し本プロジェクトの説明を行い、以下のようなコメントを得た。

##### ① TGO

- ・環境改善を伴う CDM 事業に期待している。
- ・タイ国の CDM 承認には最大 180 日、平均 100 日程度の日数を要している。
- ・本プロジェクトでどのくらいの利潤を見込んでいるのか知りたい。
- ・タイではオープンダンピングの処分場の悪臭と水質汚染対策の要求が増えている。

##### ② ラムチャバン市

- ・現地での測量およびガス分析等の実施について再度了承する。
- ・FS 完了後に、FS の概要書と PDD の提出をお願いしたい。
- ・プロジェクトサイトの近隣より臭気に対するクレームがきている。対策できないか。
- ・欧州の企業よりメタンガスによる発電の CDM を実施したいという要望が来ているが本プロジェクトと比較するとどうなのかという問いに対し、同行した福岡大学松藤教授より、「メタンを回収するプロジェクトは事業に危険性が伴い、温室効果ガス回収以外の環境改善(水質、臭気)が図れない」という説明がなされた。これを受け、副市長より本 CDM は望ましい手法であると了解を得た。

#### (5) 課題⑤ 方法論適用性の検討

嫌氣的廃棄物処分場を準好氣的破棄物処分場に改善するというプロジェクトに適用できる国連で承認された方法論は現在存在していない。このため準好気改善に適用できる新方法論を国連 CDM ボードに申請し(NM0314)したが、2009 年 10 月に開催された方法論パネル(MP41)にて却下(C 判定)となった。

申請していた準好気方法論が却下されたことにより、処分場の好氣的改善に関する CDM 方法論として承認されている AM0083 “Avoidance of landfill gas emissions by in-situ aeration of landfills” を準用する。ただし、この方法論の適用条件は「強制通気を行う好氣的改善のみに適用」と限定されているため、本方法論を適用して CDM を実施するためには、方法論の一部修正提案を国連 CDM 方法論パネルに申請して承認を得る必要がある。

### 第3章 プロジェクト概要

#### 3.1 プロジェクト内容

本プロジェクトは嫌気の状態にある閉鎖された廃棄物埋立処分場を対象とする。通常、嫌気の状態にある廃棄物処分場では微生物の活動が制限され、廃棄物の分解に時間がかかるばかりか、メタンガス（CH<sub>4</sub>）を多く含んだ温室効果ガスが排出される。

本プロジェクトでは、このように嫌気の状態にある閉鎖された廃棄物処分場に、通気および排水のための鉛直管と水平管を設置（図 3.1）することで、同処分場を準好気状態へ転換させる。これにより、廃棄物内の微生物の活動を活発化させ、有機物の分解を促進させるとともに、メタンガス（CH<sub>4</sub>）の少ない温室効果ガスとして大気に放出させる。

本プロジェクトの特徴の1つとして、メタンガスの発生そのものを削減することが挙げられる。そのため、通常の廃棄物処理に関する CDM プロジェクトで必要とされる発電や送電の設備は不要であり、比較的安価な初期投資でプロジェクトを実施することができる。その反面、売電等の収入が見込めないため、クレジット売却が収入の全てとなる。

また、本プロジェクトのもう1つの特徴として、浸出水の良質化や悪臭の改善といった環境改善を伴うことである。

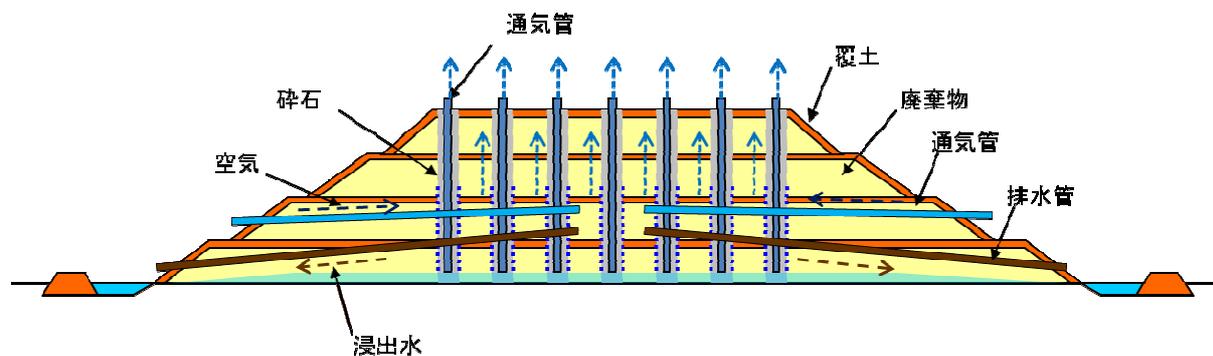


図 3.1 本プロジェクトの概要図

### 3.2 プロジェクトサイト

本プロジェクトでは、首都バンコクの南東に位置するチョンブリ県のラムチャバン市の所有・管理するラムチャバン処分場をプロジェクトサイトとする。

同処分場は2004年から埋め立てが開始され、6区画のうち第1区画が2010年に埋め立てを完了する予定である。従って、第1区画でのプロジェクト実施を想定する。

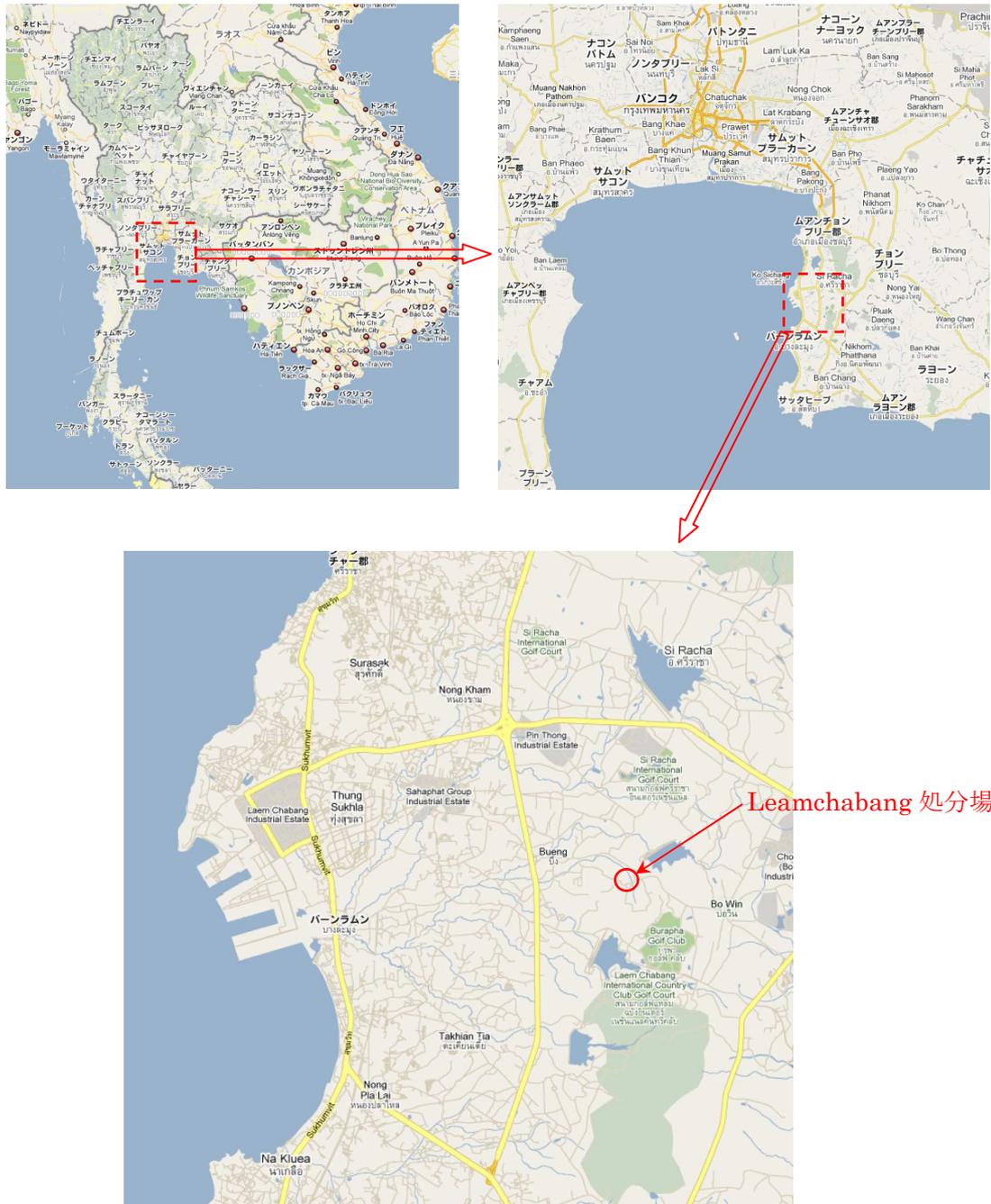


図 3.2 プロジェクトサイト



写真 3.1 現地プロジェクトサイト



写真 3.2 廃棄物埋め立て状況

### 3.3 プロジェクト適用技術

#### 3.3.1 準好気性システム

嫌気的狀態と準好氣的狀態の概念図を図 3.3 に示す。

通常のオープンダンピング方式で埋め立てられた廃棄物内部は酸素が不足し、いわゆる嫌氣的狀態となる。このような狀態では微生物の活動が制限され、廃棄物の分解に時間がかかるばかりか、メタンガス ( $\text{CH}_4$ ) を多く含んだ温室効果ガスが排出される。

一方、廃棄物層内に通気管と排水管が設置されている場合、廃棄物内の微生物の活動が活発となり有機物の分解が促進され、 $\text{CH}_4$  の少ない温室効果ガスが放出される。分解に伴う発熱によって廃棄物内部温度と外氣温度に差が生じ空氣の対流が起こり、自然に空氣を流入させる構造となる。このように、動力や電力を使用しないで廃棄物層内に空氣を自然に流入させるシステムを準好氣性システムと呼ぶ。同システムは、福岡市と福岡大学により共同で開発されたものである。

本プロジェクトでは温室効果ガス削減と早期環境改善を目的として、閉鎖された廃棄物処分場に準好氣性システムを導入する。

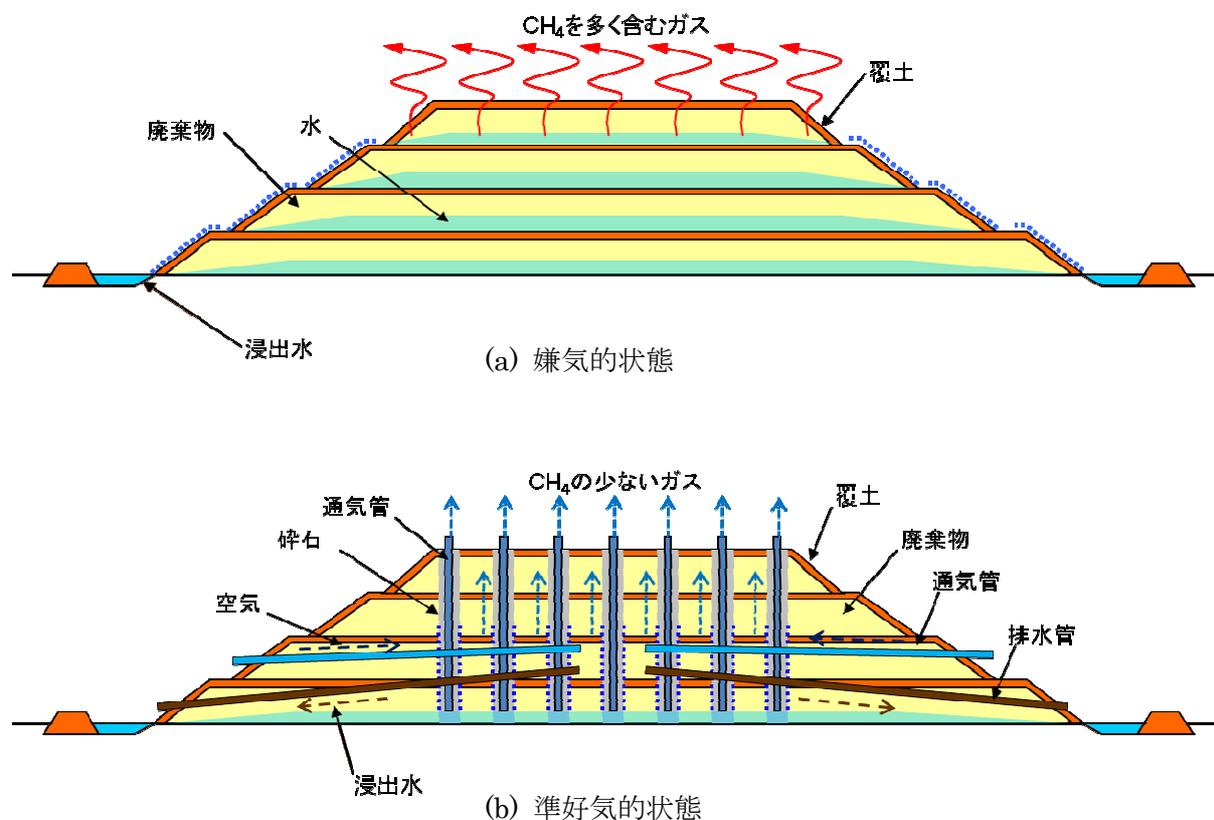


図 3.3 嫌氣的狀態と準好氣的狀態の概念図

### 3.3.2 鉛直管の設置

閉鎖処分場に通気管を設置する方法として、鋼管ケーシング工法（STREX 工法）を採用する。

同工法は、東急建設株式会社と旭化成建材株式会社が共同で開発したもので、先端に槍状のピースを取り付けた鋼管ケーシングを廃棄物層に無水・無排土で、ケーシング内部に通気管を建込みながら回転圧入し、所定の深度に達した後ケーシングのみを回収することで、通気管を所定の位置に設置することができる。

本工法は従来工法に比べ、短期間、低コストで深度 30～40m 級の通気設備を設置することが可能である。また廃棄物を排出すこともなく作業環境が良く安全な工法である。

本工法による通気設備の施工状況と完了状況を写真 3.3 に示す。



(b) 施工状況



(a) 施工完了

写真 3.3 鋼管ケーシング工法（STREX 工法）

### 3.3.3 水平管の設置

閉鎖処分場に設置する通気、排水のための水平管は、誘導式水平ボーリング工法（Horizontal Directional Drilling）を採用する。

本工法は埋設管等の敷設において日本、欧米で普及している非開削技術であり東南アジアにおいても利用されている技術である。本工法は、ジェット噴出するドリルヘッドを地上より電磁式誘導を行いながら到達地点まで掘進する。到達坑で埋設する管外径に適合したバックリーマーを取付け、バックリーマーを回転させながら、掘削流体をジェット噴出させて管を引き込み・埋設する。本工法も鉛直管設置と同様に非開削で行えるため、廃棄物等の排出がなく安全性に適した技術である。

これらの工法を用いることによって嫌気性状態でメタンガスの排出割合が多い処分場において、少ない環境負荷で安全に通気・排水設備を設置し、処分場を準好气的状態に改善することができる。

本工法による水平管の施工状況と完了状況を写真 3.4 に示す。



(a) 施工状況



(b) 施工完了

写真 3.4 誘導式水平ボーリング工法（Horizontal Directional Drilling 工法）

## 第4章 ベースラインシナリオ

### 4.1 方法論の概要

#### 1)適用方法論

申請していた準好気方法論が却下されたことにより、処分場の好氣的改善に関するCDM方法論として承認されているAM0083 “Avoidance of landfill gas emissions by in-situ aeration of landfills” を準用あるいは、新たに準好気方法論を再申請し適用するかのどちらかを選択する必要がある。

現在承認されているAM0083を適用する場合、方法論の適用条件である「強制通気を行う好氣的改善のみに適用」および、「深さ10m以内の廃棄物処分場」に関して、修正提案を国連CDM方法論パネルに申請して承認を得る必要がある。

また、準好気方法論を新たに作成する場合は、2)で記述する前回提出の方法論に関して指摘された項目を修正した上で、申請する必要がある。

方法論AM0083は、ベースライン排出量を、現地での排出ガス測定結果から得られた排出量と、現地廃棄物調査結果を適用してFODモデルで算出した排出量とを比較した比率を用いて、FODモデル計算結果を補正してベースラインとするものである。なお、PDD作成時点では、必ずしも現地調査までは要求しておらずIPCC等による既存の文献のデータをFODモデルに適用して計算を行う。

プロジェクト実施後のガス排出量は、通気管および地表面でのモニタリングで把握した結果をもとに、統計処理を行い確定させる。この結果、排出ガス削減量は、補正したFODモデルで求めた各年の排出量からプロジェクト実施中に測定される排出量を差し引いたもので算出される。

ガス測定は、地表面からのものに関してはチャンバー法にて測定し、通気管からのものに関しては流速および濃度測定により把握する。測定間隔は、その地域を代表する季節毎に測定し、その都度排出削減量を決定していくものである。

本法論は国連で別途承認されている次のツールも参照する。

- Tool to calculate project or leakage CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel combustion;
- Tool to calculate project emissions from electricity consumption;
- Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site;
- Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality;
- Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream

## 2)申請した準好気新方法論（NM0314）に関する事項

嫌氣的廃棄物処分場を準好氣的廃棄物処分場に改善するというプロジェクトに適用できる国連で承認された方法論は現在存在していない。このため準好気改善に適用できる新方法論を2009年6月に国連CDMボードに申請(NM0314)したが、2009年10月に開催された方法論パネル(MP41)にて却下(C判定)となった。

申請した方法論がC判定とされた大きな理由は以下の4点である。

### ①ベースライン排出量の把握が過大に見積もられる

ベースライン排出量の把握を、プロジェクト実施後に毎年測定される排出ガス量にプロジェクト実施前に測定したメタンガス比率を乗じて求める方法としたが、プロジェクト実施で水平および鉛直通気管を通じて外気が導入されるため全体のガス排出量が多くなり、この多くなったガス排出量にメタンガス比率を乗じるとベースライン排出量が多めに算定される。これは、CDMのクレジットを算定する上で不適切であるとされた。

これに関して、外気流入を防止するため水平管にキャップをした上で測定、また、排出されるガスのうち、メタンおよび二酸化炭素の量のみを対象とすること、を提案したが認められなかった。

### ②鉛直通気管の設置間隔を20m以内としなければ適切な改善効果が得られない

これに関しては、適切な設置間隔を定めた国家基準等が見当たらないため、米国陸軍の技術マニュアルを適用し7600m<sup>3</sup>当たり1本の鉛直通気管を配置することを提案したが認められなかった。ただし方法論パネルが示した20mという間隔に関しても確固たる論拠は見当たらない。

### ③排水を処分場内へ循環散水すれば、排水に含まれる有機成分が処分場内で分解されガスとして排出されることより、ベースライン設定時の元になるガス量が多めに測定される。

### ④水平管と鉛直管を接続しないとしているが、この場合外気導入が少なくなり、結果として好気状態への改善効果が少なくなる。施工上で接続が難しいのかどうか明確にするべきである。

これに関しては、埋立て終了後にパイプを設置する場合、極力近接させることは施工上可能であるが、水平管および鉛直管を一本に接続して連続した管とすることは事実上不可能である。また、外気が水平通気管から流入し、管周辺の廃棄物層内へ流入して鉛直通気管等を経て流れて行けば、廃棄物の分解条件が好氣的に改善されるため、管相互を直接接続する必要はない。

申請した方法論に関する却下理由の最大のもの①である。CDM方法論パネルによるベースライン排出量把握はFODモデルによる把握以外に認めないという立場を取っているようである。

その他の指摘事項②～④に関しては、容易に修正が可能である。

②に関しては、最悪の場合、CDM方法論パネルが提案している間隔20mを採用、③に関しては、排出水の処分場内への散水循環を取りやめ、代わりに抜気あるいは排水に含まれる有機分がすべてメタンとして放出されるものとしてプロジェクト排出量に加える(ただし、AM0083のベースライン把握方法を適用すればこの問題は生じない)、④に関しては説明を加えることで解決可能であると思われる。

### 3)新方法論について

準好気に関する新方法論は、上記の指摘項目を修正した上で作成する。新方法論の概要を以下に示す。

#### (1)ベースライン排出量算定

- ① 現地処分場の廃棄物をサンプリング調査し、FOD モデルを用いてメタンガス発生量  $Q_c$  を計算する。
- ② 現地処分場でガス測定を行い、実際に排出されているガス量  $Q_m$  を把握する。
- ③ ①、②で求めた結果より、比率  $R(Q_m/Q_c)$  を求める。(①の計算で求めた結果について実測値補正を行う)
- ④ ③で求めた  $R$  を①の値  $Q_c$  に乗じてベースライン排出量とする。

上記の手順をとすることで、ベースライン把握はすべてプロジェクト実施前に行われることより、前回パネルにより指摘されたベースライン排出量が多く算定されるという指摘はクリアされる。

これは、既に国連で承認されている AM0083 と同じ手法である。

また、上記①のため、BMP 試験を実施し、そのため、AM0083 と同様に、PJ 実施前に 1 回処分場 1ha 当たり 4 本ボーリングを行い、廃棄物をサンプリングして試験を実施して同時に分解可能な廃棄物量を把握する。

#### (2) 鉛直通気管の打設ピッチ

米国陸軍のマニュアルを基本とし、 $7,646m^3$  に 1 本の通気管設置するものとし、今回の方法論の適用条件を廃棄物層厚 10m 以上のものとする制限をかける(この場合の最大ピッチは 28m)。

これにより、廃棄物層厚が薄い場合等に関する指摘は回避される。

更に、公的な基準を引用して打設ピッチは最大でも 40m 以内(下記②および③より)とすることを明記する。

- ①米国陸軍マニュアル( $7,646m^3$  に 1 本)
- ②Guidance on the management of landfill gas; Environment Agency in Scotland p73(=パイプ間隔は 40m 以内)、
- ③LANDFILL MANUALS LANDFILL SITE DESIGN(EPA of Ireland) p82(=パイプ間隔は 20m～60m 以内)

#### (3) 水平管設置による浸出水の処理

ベースライン排出量把握を(1)で記述したように変更することで、プロジェクト実施後の状況はベースライン排出量把握に一切関係しないため、この指摘は回避されることより、プロジェクト実施後に発生す

る浸出水の処理は前回提出の方法論と同様、処分場内に散水処理する。  
なお、これらの点を修正した準好気に関する新方法論は、添付の参考資料を参照のこと

## 4.2 方法論の正当性と適用条件

適用可能な AM0083 あるいは、上記 3)で記述した準好気新方法論を適用する事に関し、

### 1)方法論 AM0083 を適用する場合

既存の廃棄物処分場を強制通気により好気性に改善するものであり、好気への改善という点で本方法論のプロジェクトへの適用は可能であると言える。本方法論は強制通気による改善を前提としているため改善段階を通気中および通気終了後の 2 段階に分けて考えている。この点、準好気は自然通気を基本に考えており、終始通気状態にあることより方法論の中で強制通気されている段階が該当するものと考えて適用すれば問題ない物と判断できる。

- ・ 抜気技術として通気または低圧による抜気が行われている
- ・ ベースラインシナリオがランドフィルガス放出している場合、プロジェクトが廃棄物の処理またはガス排出を低減できること
- ・ 法規制がガス回収や燃焼を課している場合で、その順守状況がホスト国で 50%以下である場合。(調査の結果順守状況が 50%を超えている場合は不可とする)
- ・ 閉鎖された廃棄物処分場がその他の残りの処分場と物理的に区分できること。(処理のための設備が独立していることを含む)

上記の条件を満たせば本方法論の適用が可能であり、今回の対象処分場はこれらの条件をすべて満たしていることより、前述の通り適用条件に関して修正申請を行う必要があるが、これをクリアすれば、適用は可能である。

### 2)準好気新方法論を適用する場合

準好気改善を前提として考えており、適用条件に関して問題はない。新方法論での適用条件は以下のとおりである。

- ・ ベースラインシナリオがランドフィルガス放出している場合、プロジェクトが廃棄物の処理またはガス排出を低減できること
- ・ 法規制がガス回収や燃焼を課している場合で、その順守状況がホスト国で 50%以下である場合。(調査の結果順守状況が 50%を超えている場合は不可とする)
- ・ 閉鎖された廃棄物処分場がその他の残りの処分場と物理的に区分できること。(処理のための設備が
- ・ 鉛直通気管の配置は、7,646m<sup>3</sup> に 1 本以上配置するものとし、最大間隔は 40m 以内とす

る。また、廃棄物処分場の層厚は 10m 以上であること。

上記の条件を満たせば新方法論の適用が可能であり、今回の対象処分場はこれらの条件をすべて満たしていることより適用は妥当である。

### 3)AM0083 および新規方法論の選択について

既に承認されている AM0083 を本プロジェクトに適用する場合、

- ①強制通気を行う好氣的改善のみに適用
- ②深さ 10m 以内の廃棄物処分場に適用

の 2 条件について修正申請を行うことが不可欠である。また、鉛直通気管の設置間隔が 15m 以内と設定されていることより、経済性の面から考えるとこの点についても修正申請を行うことが望ましい。

修正申請が承認される見通しに関しては、不明確であるが、①②に関して確固たる根拠が示されていないため、根拠提示を求めて反論することで適用条件から外すことは可能であると思われる。また、打設間隔 15m に関しても確固たる根拠が示されていないため①、②と同様に行えば可能であるとも考えられるが、逆にこれを覆す確固たる論拠もあまりないためこの点については、変更はかなり難しいと思われる。

一方、新規方法論の採用に関しては、国連での承認獲得が未定であるものの、AM0083 の基本的な考え方(特にベースライ排出量の特定)を踏襲しつつ前回指摘を受けた項目を 4.1 3)で記述した通り行えば、承認の可能性はあると思われる。

これより、本プロジェクトに関しては経済性等を考慮し新方法論を採用するものとして以降の検討を行う。

## 4.3 ベースラインシナリオ

ベースラインシナリオ考え方は、準好気新方法論およびAM0083は同じ手順である。方法論に示されたベースラインシナリオの特定は、CDM 理事会による“追加性の評価と証明のためのツール(Tool for the demonstration and assessment of additionality)”の最新版を適用するとともに、次に示す手順で行われる。

#### Step1:プロジェクト代替案の同定

- ・考えられるシナリオの特定
- ・適用される法規制等の状況把握

#### Step2:適用除外される条件の検討および投資分析

- ・代替案実施を不可能とする条件の特定
- ・上記条件により除外される代替案の特定

・投資分析

Step3: 適用可能なシナリオが2つ以上残った場合の選択

適用可能なベースラインシナリオの中で、最もベースライン排出量が少ないものをシナリオとして選択する。

この検討手順に従って、本プロジェクトに関するベースラインシナリオを検討する。

方法論が示している“考えられるシナリオ”の選択肢として、次の1)～4)のものがあげられている。

Step1: プロジェクト代替案の同定

- 1) CDMを適用しないで改善プロジェクトを実施
  - 2) 温室効果ガスを回収あるいは燃焼をしないまたは、一部しか回収・燃焼をしない
  - 3) エネルギー生成のために温室効果ガス回収と燃焼を実施、あるいはエネルギー生成しないが温室効果ガス回収と燃焼を実施
  - 4) 処分場を再度掘削し廃棄物を処理
- 法規制については、廃棄物処分場から発生するガスに関して抑制・利用等の定めがないため、すべての代替案はタイ国の法規制を満足している。

Step2: 適用除外される条件の検討および投資分析

1)のCDMを適用せずに改善プロジェクトを実施する場合、改善のための費用を全額拠出することになり、これがすべて回収不能の負債となること、3)のガスを回収あるいは燃焼によるエネルギー生成あるいは、エネルギー使用しないが回収・燃焼を行う場合、エネルギー使用については現地での需要がほとんどないことや、配ガスの設備等がないことより事業実施に当たっての設備投資額が大きく、供給による収入も多くは見込めない。また、エネルギー生成せずに単に回収や燃焼する場合においては、設備投資分の回収が全くできない。4)の廃棄物掘削・処理も多大な掘削処分費用の発生および新たな処分にかかる費用の発生などがある。このため、1)、3)および4)の適用は実状で難しい。これらのことより、提案するプロジェクトがなかった場合に排出されているであろう温室効果ガスの排出量を合理的に表すベースラインシナリオとしては、2)の温室効果ガスを回収あるいは燃焼させない(=現状のままとする)が同定される。

Step3: 適用可能なシナリオが2つ以上残った場合の選択

適用可能なベースラインシナリオは一つのため検討不要である。

#### 4.4 プロジェクトバウンダリー

プロジェクトバウンダリーは廃棄物処分場内で実施されるものが対象となる。

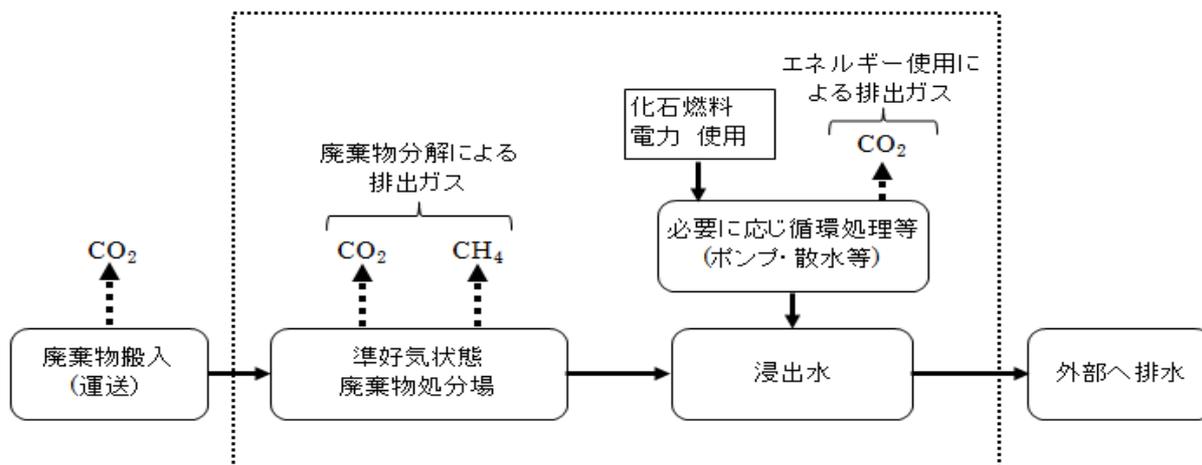


図 4.1 プロジェクトバウンダリー

浸出水に対する処理は、抜気処理等の永久的な設備でなく、現地に散水処理するのみであることより、ほとんどエネルギーを消費しないため除外できる。

表4.1 プロジェクトバウンダリーで考慮する温室効果ガスの排出源

排出源		ガス種類	採否	適用／説明
ベースライン	廃棄物処分場の廃棄物分解による排出	CO <sub>2</sub>	否	考慮しない
		CH <sub>4</sub>	採	最大の排出源
		N <sub>2</sub> O	否	排出量は無視できるほど少ない
プロジェクト	廃棄物処分場の廃棄物分解による排出	CO <sub>2</sub>	否	考慮しない
		CH <sub>4</sub>	採	最大の排出源
		N <sub>2</sub> O	否	排出量は無視できるほど少ない
	施設運用等で使用する化石燃料からの排出	CO <sub>2</sub>	採	重要な排出源になりうる(設備を使用した場合)
		CH <sub>4</sub>	否	排出量は無視できるほど少ない
		N <sub>2</sub> O	否	排出量は無視できるほど少ない
	施設運用等で使用する電力からの排出	CO <sub>2</sub>	採	重要な排出源になりうる(設備を使用した場合)
		CH <sub>4</sub>	否	排出量は無視できるほど少ない
		N <sub>2</sub> O	否	排出量は無視できるほど少ない

#### 4.5 ベースライン排出量の算出方法

ベースライン排出量の計算は、FOD モデルを用いて算出した結果と、現地測定結果とを比較して、ガス発生率低減率を求め、この低減率を FOD モデルによる計算結果に乗じて将来の各年の発生量を算出する。プロジェクトを実際に行う前には、現地廃棄物のメタン生成可能性試験結果 ( $L_0$ =BMP: Biochemical Methane Potential Test)を FOD モデルに適用して算出しなければならないが、事前 PDD 検討に当たっては下記 2) に示すように国連 CDM パネルにより示されている“Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site.”をそのまま適用する。

1) ベースライン排出量 ( $BE_y$ ) (t CO<sub>2</sub>/y) :

$$BE_y = (MB_y - MD_{reg,y}) \quad (1)$$

ここで:

$$\begin{aligned} BE_y &= \text{年間のベースライン排出量 (t CO}_2\text{/yr)} \\ MB_y &= \text{プロジェクトがなかった場合の年間のメタンガス排出量 (t CO}_2\text{/yr)} \\ MD_{reg,y} &= \text{プロジェクトがなかった場合に破壊されるメタンガス量 (t CO}_2\text{/yr)} \end{aligned}$$

1)  $MD_{reg,y}$

法規制や条例、契約等によりメタンの破壊量が決められていない場合、プロジェクトの内容を考慮して補正係数 ( $AF$ ) 決定し、 $MD_{reg,y}$  を定める。

$$MD_{reg,y} = MB_y \times AF \quad (2)$$

ここで

$$AF = \text{MB}_y \text{ に対する補正係数(\%)}$$

今回のプロジェクトに関しては、補正係数  $AF$  は 0 である。

2) プロジェクトが実施される前のベースライン排出量 ( $MB_{y,ad}$ )

$$MB_{y,ad} = \varphi \times (1 - f) \times GWP_{CH_4} \times (1 - OX) \times MCF_{adj} \times \sum_i A_{lf,i} \times L_{0,i} \times e^{-k_{CH_4}(y-x)} \times (1 - e^{-k_{CH_4}}) \quad (3)$$

$$A_{lf,i} = f_{dg,i} \times A_{T,i} \quad (4)$$

ここで:

$$\begin{aligned} \varphi &= \text{モデル適用に関する収集低減係数(=0.9)} \\ f &= \text{メタン捕獲あるいは燃焼割合(=0)} \end{aligned}$$

$GWP_{CH4}$	=	メタンの温暖化係数(=21) (t CO <sub>2</sub> /t CH <sub>4</sub> )
$OX$	=	酸化係数(=0)
$MCF_{adj}$	=	メタン修正係数(嫌気状態=1.0, 準好気状態=0.5)
$L_{o,i}$	=	BMP 試験による廃棄物のメタン生成可能容量 (Mg CH <sub>4</sub> /Mg Waste)
$k_{CH4}$	=	有機廃棄物の分解割合
$x$	=	エアレーションの期間 (yr)
$i$	=	処分場の区画 i
$A_{f,i}$	=	処分場の区画 i に埋められている分解可能な廃棄物総量 (t)
$f_{dg,i}$	=	処分場の区画 i にある分解可能な廃棄物の割合
$A_{T,i}$	=	処分場の区画 i の廃棄物総量 (t)

2) プロジェクト実施まえに行う事前排出量把握 (MB<sub>y,ea</sub>) (t CO<sub>2</sub>/y) : 初期 PDD 作成時

$$MB_{y,ea} = \varphi \times (1-f) \times GWP \times (1-OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_r \times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-kj(y-x)} \times (1 - e^{-kj}) \quad (5)$$

ここで

$\varphi$	: モデル適用に関する収集低減係数(=0.9)
$f$	: メタン捕獲あるいは燃焼割合(=0)
$GWP$	: メタンの温暖化係数(=21)
$OX$	: 酸化係数(=0)
$F$	: 廃棄物処分場におけるメタン割合(=0.5)
$DOC_r$	: 分解可能な有機炭素の割合
$MCF$	: メタン修正係数(嫌気状態=1.0, 準好気状態=0.5)
$W_{j,x}$	: ある年における処分場に廃棄された有機廃棄物タイプ $j$ の量
$DOC_j$	: 有機廃棄物タイプ $j$ の分解可能な有機炭素の割合
$k_j$	: 有機廃棄物タイプ $j$ の分解割合(rate)
$j$	: 廃棄物タイプ
$x$	: クレジット期間
$y$	: メタン排出量が計算される年

## 4.6 プロジェクト排出量

### 1)プロジェクト実施時

#### (1)排出量把握

$$PE_y = PE_{EC,y} + PE_{FC,j,y} + PE_{a,y} \quad (6)$$

ここで:

- $PE_y$  = プロジェクト実施時の年間の排出量(t CO<sub>2</sub>/y)
- $PE_{EC,y}$  = プロジェクト実施時に年間に消費する電力による排出量 (t CO<sub>2</sub>/y)
- $PE_{FC,j,y}$  = プロジェクト実施時に年間に消費する化石燃料 (t CO<sub>2</sub>/y)
- $PE_{a,y}$  = 準好気改善により廃棄物処分場から年間に排出される量 (t CO<sub>2</sub>/y)

準好気改善では、電力、化石燃料は使用しないため、 $PE_{EC,y}$  および  $PE_{FC,j,y}$  は発生しない。

#### 2) メタン発生量

$$PE_{a,y} = \sum_k \sum_q (GWP_{CH_4} \times MC_{CH_4,v,k,q} \times SG_{v,k,q}) + \sum_i \sum_q (GWP_{CH_4} \times MC_{CH_4,s,i,q} \times SG_{s,i,q} \times CF) \quad (7)$$

$$SG_{v,k,q} = s \times N_{v,k,q} \times A_{v,k} \quad (8)$$

ここで

- $GWP_{CH_4}$  = メタンの温暖化係数(=21) (t CO<sub>2</sub>/t CH<sub>4</sub>)
- $MC_{CH_4,v,k,q}$  = 通気管 k からシーズン q 中に排出されるメタン濃度 (t CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>)
- $SG_{v,k,q}$  = 通気管 k からシーズン q 中に排出される排出量 (m<sup>3</sup>/q)
- $MC_{CH_4,s,i,q}$  = 区画 i の地表面からシーズン q 中に排出されるメタン濃度 (t CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>)
- $SG_{s,i,q}$  = 区画 i の地表面からシーズン q 中に排出される排出量 (m<sup>3</sup>)
- $k$  = 通気管の本数
- $i$  = 表面区画の数量
- $CF$  = 表面からの排出量に関する補正係数 (=1.37)
- $s$  = シーズン q の期間の時間 (seconds)
- $N_{v,k,q}$  = シーズン q 中の通気管 k からのガス流速 (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.s)
- $A_{v,k}$  = 通気管 k の断面積 (m<sup>2</sup>)

今回のプロジェクトでは、全通気管で測定を実施する。

#### (1)通気管からのガス排出量把握

全鉛直通気管に対して測定を行い、この測定結果を適用する。

#### (2)地表面からのガス排出量把握

a) モニタリング数

地表面からの排出量測定のためのモニタリング数は、対象とする廃棄物処分場の面積を考慮して英国環境省が定める次式を適用して実施する。

$$n_c = 6 + 0.15\sqrt{A}$$

ここで、

$n_c$ : サンプル数(モニタリング数)

A: 処分場の面積(m<sup>2</sup>)

b) 地表面からのメタン割合  $MC_{CH_4,s,i,q}$

測定した地表面からのメタンガス割合を次の式を用いて統計処理し、95%信頼区間のプラス側の値を用いる。メタン割合の多い側を採用することでプロジェクト排出量が多い側に算出されるため、コンサバティブ(クレジット獲得には不利な側)になる。

$$\mu_{MCCH_4,s,i,q} - t \cdot \frac{\sigma_{MCCH_4,s,i,q}}{\sqrt{n_c}} \leq MC_{CH_4,s,i,q} \leq \mu_{MCCH_4,s,i,q} + t \cdot \frac{\sigma_{MCCH_4,s,i,q}}{\sqrt{n_c}}$$

ここで

$$\mu_{MCCH_4,s,i,q} = \text{区画 } i \text{ 測定される地表面からの実測メタン割合の平均値(t CH}_4\text{/m}^3\text{)}$$

$$\mu_{MCCH_4,s,i,q} = \frac{\sum_{c=1}^{n_c} MC_{CH_4,s,i,c,q}}{n_c}$$

$$MC_{CH_4,s,i,c,q} = \text{区画 } i \text{ で測定される地表面からの実測メタン割合(t CH}_4\text{/m}^3\text{)}$$

$$n_c = \text{モニタリング数}$$

$$q = \text{測定時期(雨季・乾季の2回)}$$

$$\sigma_{MCCH_4,s,i,q} = \text{区画 } i \text{ で測定される地表面からの実測メタン割合の標準偏差(t CH}_4\text{/m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{MCCH_4,s,i,q} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{n_c} (MC_{ch_4,s,i,c,q} - \mu_{MCCH_4,s,i,q})^2}{n_c - 1}}$$

c) 表面排出量  $SG_{s,i,q}$

測定した地表面からのガスフラックスは次式を用いて統計処理し95%信頼区間のプラス側の値を採用する。対象期間中のガス排出量の算出は、このガスフラックスに対象面積および対象期間を乗じて求める。算出に当たってフラックスの多い側を採用することでプロジェクト排出量が多い側に算出されるため、コンサバティブ(クレジット獲得には不利な側)になる。

$$SG_{s,i,q} = FL_{s,i,q} \cdot s \cdot A_i \tag{9}$$

ここで:

$SG_{s,i,q}$  = 区画 i における地表面からの全排出量 (m<sup>3</sup>)

$s$  = シーズン  $q$  の期間の時間 (seconds)

$A_i$  = 区画 i の面積(m<sup>2</sup>)

$FL_{s,l,q}$  = 区画 i の地表面フラックス (m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>)

$$\mu_{FLs,l,q} - t \cdot \frac{\sigma_{FLs,i,q}}{\sqrt{n_c}} \leq FL_{s,l,q} \leq \mu_{FLs,l,q} + t \cdot \frac{\sigma_{FLs,i,q}}{\sqrt{n_c}}$$

$\mu_{FLs,i,q}$  = 区画 i で測定される地表面からの実測ガス排出量の平均値(m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>)

$$\mu_{FLs,i,q} = \frac{\sum_{c=1}^{n_c} FL_{s,i,c,q}}{n_c}$$

$FL_{s,i,c,q}$  = 区画 i で測定される地表面からの実測ガス排出量(m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>)

$n_c$  = モニタリング数

$q$  = 測定時期(雨季・乾季の 2 回)

$\sigma_{FLs,i,q}$  = 区画 i で測定される地表面からの実測ガスフラックスの標準偏差(m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>)

$$\sigma_{FLs,i,q} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{n_c} (FL_{s,i,c,q} - \mu_{FLs,i,q})^2}{n_c - 1}}$$

## 2)プロジェクト実施前の経年的事前排出量予測

プロジェクトを実施した場合に予測される排出量の算定は、4.5 の 2)で求めたベースライン排出量をもとに推定する。

FOD モデルによる計算で適用したメタン割合は式中  $F \times MCF$  で表わされており、嫌気的狀態では 0.5 となっている。準好気ではこのメタン割合は低減されるため、ベースライン排出量の値に想定される低減値を乗じてプロジェクトを実施した時に予想されるメタンガス排出量を推定する。

一般的に、嫌気的狀態での CO<sub>2</sub> : CH<sub>4</sub> は 4 : 6 程度で、準好気狀態では CO<sub>2</sub> : CH<sub>4</sub> は 8 : 2 程度に改善されることが報告されている。したがって、嫌気的狀態でのメタンの占める割合を FOD モデルによる推定時の 0.5 とし、準好氣的改善時のメタンの占める割合を 0.2 と考えると、準好氣的狀態では、嫌気的狀態と比較してメタンガス発生量は 40% (改善後の 0.2 は、当初の 0.5 に対して 40%) となるため、ベースライン計算値に 0.4 を乗じて準好氣的改善時の排出量とする。

## 4.7 リークージ

プロジェクト実施によるリークージは発生しない。

#### 4.8 排出削減量の算出方法

排出削減量は、ベースライン排出量からプロジェクト実施時の排出量を差し引いたものとし、次式で求める。

$$ER_y = (R \times BE_y) - PE_y \quad (10)$$

ここで、

$ER_y$	=	年間の排出削減量 (t CO <sub>2</sub> /y)
$R$	=	実測ガス排出量と計算ガス排出量の割合
$BE_y$	=	年間のベースライン排出量 (t CO <sub>2</sub> /y)
$PE_y$	=	年間のプロジェクト排出量(t CO <sub>2</sub> /y)

$$R = \frac{ME_{CH4,bl\_campaign}}{MB_{bl\_campaign,ad}} \quad (11)$$

ここで:

$R$	=	実測ガス排出量と計算ガス排出量の割合。R>1の場合は、R=1とする
$ME_{CH4,bl\_campaign}$	=	実測メタン排出量 式 (10) (t CO <sub>2</sub> /bl_campaign)
$MB_{bl\_campaign,ad}$	=	計算メタン排出量 式 (11) (t CO <sub>2</sub> /bl_campaign)

$$ME_{CH4,bl\_campaign} = \sum_k (GWP_{CH4} \times MC_{CH4,v,k,bl\_campaign} \times SG_{v,k,bl\_campaign}) + \sum_i (GWP_{CH4} \times MC_{CH4,s,i,bl\_campaign} \times SG_{s,i,bl\_campaign}) \quad (12)$$

ここで

$GWP_{CH4}$	=	メタンの温暖化係数(=21) (t CO <sub>2</sub> /t CH <sub>4</sub> )
$MC_{CH4,v,k,bl\_campaign}$	=	ベースラインキャンペーン中に通気管 k から排出されるメタンガス濃度 (t CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> ).
$SG_{v,k,bl\_campaign}$	=	ベースラインキャンペーン中に通気管 k から排出されるガス量 (m <sup>3</sup> /bl_campaign)
$MC_{CH4,s,i,bl\_campaign}$	=	区画 i の地表面からベースラインキャンペーン中に排出されるメタン濃度(t CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> )
$SG_{s,i,bl\_campaign}$	=	区画 i の地表面からベースラインキャンペーン中に排出される排出量(m <sup>3</sup> / bl_campaign)
$k$	=	通気管の本数

$i$  = 区画の数

$$MB_{bl\_campaign,ad} = \varphi \times (1-f) \times GWP_{CH_4} \times (1-OX) \times MCF_{adj} \times \sum_i A_{lf,i} \times L_{o,i} \times e^{-k_{CH_4}(m-x)} \times (1 - e^{-k_{CH_4}}) \quad (13)$$

ここで

- $\varphi$  = モデル適用に関する収集低減係数(=0.9)
- $f$  = メタン捕獲あるいは燃焼割合(=0)
- $GWP_{CH_4}$  = メタンの温暖化係数(=21) (t CO<sub>2</sub>/t CH<sub>4</sub>)
- $OX$  = 酸化係数(=0)
- $MCF_{adj}$  = メタン修正係数(嫌気状態=1.0, 準好気状態=0.5)
- $A_{lf,i}$  = 処分場の区画  $i$  に埋められている分解可能な廃棄物総量 (t)
- $L_{o,i}$  = BMP 試験による廃棄物のメタン生成可能容量(Mg CH<sub>4</sub>/Mg Waste)
- $k_{CH_4}$  = 有機廃棄物の分解割合
- $x$  = ベースラインキャンペーン開始時(月)
- $m$  = ベースラインキャンペーン期間中の月 (月)
- $i$  = 処分場の区画  $i$

#### 4.9 追加性の証明

検証にあたってはCDM 理事会による“追加性の評価と証明のためのツール(Tool for the demonstration and assessment of additionality)”の最新版を用いる。

Step1:プロジェクトの代替手段の同定

Step2:投資分析または、Step3:障害分析

Step4:一般的慣行分析

本プロジェクトでは、クレジット収入が期待できない場合、準好気改善に要する投資費用回収が見込めないことより、CDMを適用することを前提として検討を行った。

Step1:プロジェクトの代替手段の同定

1)代替案の検討

- (1) CDMを適用しないで改善プロジェクトを実施
- (2) 温室効果ガスを回収あるいは燃焼をしないまたは、一部しか回収・燃焼をしない
- (3) エネルギー生成のために温室効果ガス回収と燃焼を実施、あるいはエネルギー生成しないが温室効果ガス回収と燃焼を実施

(4) 処分場を再度掘削し廃棄物を処理

## 2)法規制との整合性

廃棄物処分場から発生するガスに関して抑制・利用等の定めがないため、すべての代替案はタイ国の法規制を満足している。

Step2:投資分析: Step3に記述する障壁分析により明白である。

## Step3:障壁分析

提案したプロジェクトの実施にあたり、次の障壁の存在について検討する。

- a) プロジェクト活動の実施を妨げる障壁が存在し
- b) かつ、少なくとも一つの代替案の実施は妨げない

### 準Step3a: 提案したCDMプロジェクトの実施に対する障壁の固定

本プロジェクトの実施には以下の障壁が存在する。

#### A. 投資障壁

本プロジェクトによる改善は、現在処分場から発生しているメタンガスを、準好気に改善することでメタンガスの発生量そのものを低減するものであることより、改善から、電力等、資金回収となるべきものが得られないため事業収入は見込めない。このため、クレジット売却収入によりはじめて経済的に実行可能なプロジェクトとなり得る。

また、ランドフィルガス回収によるガス配給については、回収設備および配ガス設備の設置および運営に多額の費用が必要となるとともに、周辺地域におけるガス需要も見込めないこと、発電実施においても回収・発電・送電設備に多額の費用を要するとともに近隣にも需要が見込めない。さらに、処分場を再度掘削し再処理を行うには多額の費用を要するとともに改善による資金回収も見込めない。以上のことより、明らかに投資障壁が存在する。

#### B. 技術障壁

廃棄物処分場から排出されるガスを「ガス供給」あるいは「発電」に適する量および濃度でかつ安定的に供給することは非常に難しい問題である。分解可能な有機炭素を含む廃棄物が大量にかつ継続的に供給される処分場であれば、ガスの安定回収の可能性は高くなるが、既に閉鎖された処分場では廃棄物の新規供給がないことより、この問題を解決することは難しいことより、技術的障壁が存在する。

準Step3b: 同定された障壁が最低一つの代替シナリオの実現の障壁とならないこと

準Step3a から、1)の(1)、(3)および(4)のシナリオには障壁が存在する。一方、(2)の現状維持を前提と

したシナリオに関しては、実施を妨げることはない。

#### Step4: 一般的慣行分析

提案し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Step4a: 提案したプロジェクトに類似する他の活動の分析

タイ国内では、廃棄物処分場はほとんどがオープンダンピングで実施され嫌気的狀態にあり、廃棄物を準好氣的狀態にして埋立てる方法はほとんど普及していないのが実情である。準好氣狀態の廃棄物処分場を設置する場合には、事前に水平および鉛直の通気管等を設置しなければならないことより、現在実施されているオープンダンピングによる埋立て処分と比較してコストが高くなるため、一般的には採用されていない。また、埋立て終了後の処分場を準好氣に改善することも多額の費用を要し経済的メリットが得られないため実施されていない。

##### 準Step4b: 進行中の類似の選択肢の分析

準Step4a で述べた現状を考慮すると、今後も廃棄物処分場は現状のままオープンダンピングによる嫌氣的埋立てが継続されるものと思われ、準好氣に改善する投資額を回収できる収入源がない限り、準好氣狀態での埋立てあるいは既存廃棄物処分場の準好氣への改善を行うことは難しい。

これらの事より、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が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。

#### 4.10 鉛直通気管設置間隔

通気管の設置間隔は、 $7,646\text{m}^3$  当たり 1 本配置する。

現地廃棄物処分場の平均深さは、10.5mより、打設間隔  $t$  は 27m となる。

#### 4.11 BMP 試験

BMP 試験は、現地廃棄物処分場に埋められている廃棄物のメタン生成容量を把握するために実施するものである。プロジェクトの実施時のベースライン把握に不可欠であることより、CDM プロジェクトとして事業化するためには、事業化までに試験を実施する必要がある。

## 第5章 モニタリング計画

### 5.1 本プロジェクトに適用するモニタリング方法論

モニタリング方法は新規提出の新方法論によるものを適用する。

ガス排出量に関しては鉛直通気管および地表面について測定を行う。また、周辺環境状況把握として実施する廃棄物処分場からの浸出水の水質および周辺の臭気を測定する

#### 1) 通気管からの排出量: 流速・濃度測定

全通気管(全部で 54 本)を対象とし、通気管からの排出量は、通気管内のガス流速と通気管断面積を用いて算出する。

##### (1) ガス流速の測定

熱式流量計あるいは超音波流量計を用いて行う。

測定位置は、埋立て表面より 3m 以上深い位置で行う。

##### (2) ガス濃度測定

ガス濃度を計測する方法は、ガスクロマトグラフィによる分析、光学センサーによる濃度計、固体センサーによる濃度計等があるが、要求される通気管における CH<sub>4</sub> および CO<sub>2</sub> のガス濃度は、概ね 0～70% 程度であることより、濃度計の性能は、普及率が高く、ガス濃度変化に十分耐えうる精度を有した機器であるとともに埋立て処分場内で計測することより手軽に計測でき丈夫であること、保守点検に手間がかからないことも要求されるため、光学センサー濃度計の一種である二重波長赤外線式メタンガス濃度計等を用いて行う。

測定時は外気が侵入しないように通気管開口部を閉鎖し、埋立て表面より 3m 以上深い位置(ガス流速測定と同様の位置)で測定を行う。

#### 2) 地表面からの排出量測定：チャンバー法

測定数はイギリス環境省の基準に基づきサンプリング数を決めてチャンバー法を適用して行う。

チャンバー法は、半開放型の箱形容器にガス採取口を接続させたチャンバーを用いて地表面ガスの経時的な採取を行い、チャンバー内の濃度変化を測定することで地表面からの放出量を測定する手法で、廃棄物処分場の表面から排出される単位面積当たりの単位時間当たりのガス量 (ml/m<sup>2</sup>/sec) を測定して、全地表面からの排出量を求める。



ガス試料の採取は次に示す方法で行う。

- a) チャンバーのガス採取口にガラス管付シリコン栓を取り付け、ガラス管にエアポンプの吸引チュ

ープを接続する。

- b) チャンバー内を大気によく置換した後に、チャンバーを地表面に設置する。その際に、土壌ガスの攪乱を防ぐため、地表面に強く押し込まない。
- c) チャンバーの周囲に盛土し、水を掛けてチャンバー外気との交換を防ぐ。
- d) エアポンプの排出口とバッグをチューブで接続し、チャンバーをセットした時間を 0 分とし、適当な時間間隔で 3 回、バッグにガスを採取する。通常の埋立地であれば最大で 10 分間（例：1、5、10 分）が適当であるが、事前調査等によりフラックスが少ないと予測される場合は 20 分間、逆に多いと予測される場合は 5 分間程度に随時変更して採取する。

### 3) ガス測定の間隔

ガス発生は外気条件に左右されることより、現地での特徴的な季節毎に測定することが不可欠である。現地は熱帯性の気候の属しており、季節としては雨季と乾季に大別されることより、この 2 つの季節で測定を実施することが妥当である。

## 5.2 モニタリング項目とその品質管理・品質保証

ベースラインおよびプロジェクト排出量を把握および、周辺環境状況把握として実施する廃棄物処分場からの浸出水の水質および周辺の臭気を測定するに当たり必要な主要モニタリング項目および品質管理・品質保証を表 5.1 モニタリング項目一覧に示す。

1)モニタリング項目

表 5.1 主要モニタリング項目一覧

対象	パラメータ	単位	内容	データ源	測定方法	測定間隔	品質保証
ガス	$MC_{CH_4,y,k,q}$	$ml/m^2 \cdot sec$	ベースライン把握時の標準温度・圧力下での区画 i での地表面からのメタン排出量	現地測定	チャンバー法による測定結果から計算	ベースラインキャンペーン実施時	—
	$A_i$	$m^2$	区画 i の面積	現地測定	現地測量	プロジェクト開始前に1回	測定機器は国際的に認められた規準に沿って校正されたものを用いる。
	$L_0$	Mg(メタン)/Mg(廃棄物)	廃棄物のメタン生成可能性	実験室での分析	BMP (Biochemical Methane Potential) 試験により、 $L_0$ 値を分析	PI開始時	BMPに関する文献に準じて実施。たとえば下記の文献 < <a href="http://www.scsengineers.com/Papers/Kelly_WM-Analytical_Tools_LF_Waste_Stability.pdf">http://www.scsengineers.com/Papers/Kelly_WM-Analytical_Tools_LF_Waste_Stability.pdf</a> >.
	$f_{dg,i}$	-	処分場の区画iにおける分解可能な廃棄物割合	現地測定	BMP試験実施時に採取する資料を用いて、分解可能なものと分解不可能のものを分類する	プロジェクト開始時に1回	—
	$A_{T,j}$	ton	処分場の区画jにおける廃棄物総量	現地測定	プロジェクト開始前に体積と重量を測定		これまでの廃棄物埋立履歴と比較
	$FL_{s,i,c,q}$	$m^3/s \cdot m^2$	プロジェクト実施中の標準温度・圧力下での区画 i での地表面からのフラックス	現地測定	チャンバー法		測定機器は国際的に認められた規準に沿って校正されたものを用いる。
	$MC_{CH_4,s,i,c,q}$	$tCH_4/m^3$	雨季・乾季毎に区画 i での地表面排出に含まれるメタン割合	現地測定		ベースラインキャンペーン実施時	—
	$NG_{v,k,q}$	$m^3$	プロジェクト実施中の標準温度・圧力下で鉛直通気管からの排出量	現地測定	流速計および濃度計による測定	および雨季・乾季の各季の真ん中で毎年実施	測定機器は国際的に認められた規準に沿って校正されたものを用いる。
	$MC_{CH_4,v,k,q}$	$tCH_4/m^3$	鉛直通気管からの排出に含まれるメタン割合	現地測定			同上
	$T_s$	$^{\circ}C$	地表面排出時の温度	現地測定	流量計を用いて同時に温度と圧力を測定する		同上
	$P_s$	Pa	地表面排出時の圧力	現地測定			同上
	AF	%	法規制等によるメタン破壊要求	国・地方自治体	年度報告書による調査	年1回	—
	$RATE_{Compliance,y}$	数値	処分場に関する法規制順守割合	自治体	自治体発行の年度報告書	年1回	—
水質	BOD, COD, TKN	mg/l	水質指標	処分場から採取した浸出水を実験室で分析	タイ国の排水基準の測定方法に準ずる方法	プロジェクト実施前1回、プロジェクト実施中（水質基準以下になるまで：1回/3ヶ月、それ以降年1回）	測定機器は国際的に認められた規準に沿って校正されたものを用いる。
	pH	-	水質指標				
	SS	mg/l	濁度				
臭気	臭気	臭気指数	廃棄物処分場周辺の臭気	同上	三点比較式臭袋法あるいはその簡易法で測定	プロジェクト実施前1回、プロジェクト実施中（臭気指数10以下になるまで1回/6ヶ月、それ以降年1回）	—

### 5.3 モニタリング体制

本プロジェクトのモニタリングの基本的な実施事項及び担当者・機関は表 5.2 のとおりである。

計測したデータは全て電子データに変換し、電子ファイルで保管する。また、元データ、排出削減量の算出結果については、毎年 DOE の検証を受けるものとする。DOE は結果についての有効化審査報告書を発行し、CER 発行手続のため CDM 理事会に提出する。

表 5.2 モニタリング体制

実施項目	実施機関	備考
モニタリング計画・管理	プロジェクト実施者	情報をすべて電子データ化し保管
現地モニタリング実施	プロジェクト実施者(SPC)	データはすべて電子データ入力し保管
測定結果分析 (ガス・水質)	現地分析機関 (カセサート大学)	データはすべて電子データ入力し保管
臭気測定	プロジェクト実施者(SPC) あるいは現地外部機関	データはすべて電子データ入力し保管
測定機器の校正	外部機関	校正証明書を入手し保管する
法規制等一般情報	プロジェクト実施者(SPC)	定期的に調査した結果をまとめる

## 第6章 温室効果ガス排出削減効果

### 6.1 ベースライン排出量

現地での埋立廃棄物組成把握結果を適用して FOD モデルにより計算した結果および現地での地表面ガス測定結果から、ベースライン排出量を把握する。

#### 1)FOD モデルによる計算結果

① 年間廃棄物埋立量		118,990 ton/year		日埋立廃棄物量		326 ton/day				
②	③	④		⑤	⑥		⑦	⑧	⑨	
φ	f	GWP		OX	Cf		F	DOCf	MCF	year (x)
0.9	0	CH <sub>4</sub>	21	0	CH <sub>4</sub> (=16/12)	1.333	0.5	0.5	1	1
		CO <sub>2</sub>	1		CO <sub>2</sub> (=44/12)	3.667				
				単位	食品	紙類	木くず	繊維くず	ゴム・皮革	合計
⑩		廃棄物割合		%	64	8	0.2	0.4	0	72.6
⑪		湿潤重量に対する乾燥重量の割合(%)		%	40	90	85	80	84	
⑫		湿潤重量に対する乾燥重量の割合(%)		①×②×⑩	ton	68,538	8,567	214	428	77,748
⑬	W <sub>x</sub>	乾燥重量		⑫×⑪	ton	27,415	7,711	182	343	35,651
⑭	DOC <sub>j</sub>			%	38	44	50	30	47	
⑮	W <sub>x</sub> ×DOC <sub>j</sub>			⑬×⑭	ton	10,418	3,393	91	103	14,004
⑯	kj				0.40	0.07	0.035	0.07	0.17	
		経過年	単位	食品	紙類	木くず	繊維くず	ゴム・皮革	合計	
⑰	W <sub>x</sub> ×DOC <sub>j</sub> ×e <sup>-kj(y-x)</sup> ×(1-e <sup>-kj</sup> )	1	ton	3,435	229	3	7	0	3,674	
		2	ton	2,302	214	3	6	0	2,526	
		3	ton	1,543	199	3	6	0	1,752	
		4	ton	1,034	186	3	6	0	1,229	
		5	ton	693	173	3	5	0	875	
		6	ton	465	162	3	5	0	634	
		7	ton	312	151	3	5	0	469	
		8	ton	209	141	2	4	0	356	
		9	ton	140	131	2	4	0	277	
		10	ton	94	122	2	4	0	222	
CH <sub>4</sub> 排出量		year	unit	食品	紙類	木くず	繊維くず	ゴム・皮革	合計	
⑱	④×⑥×⑦×⑧×⑨×⑰	1	t-CO <sub>2</sub> e	24,042	1,606	22	49	0	25,718	
		2	t-CO <sub>2</sub> e	16,116	1,497	21	45	0	17,679	
		3	t-CO <sub>2</sub> e	10,803	1,396	20	42	0	12,261	
		4	t-CO <sub>2</sub> e	7,241	1,301	20	39	0	8,602	
		5	t-CO <sub>2</sub> e	4,854	1,213	19	37	0	6,123	
		6	t-CO <sub>2</sub> e	3,254	1,131	18	34	0	4,438	
		7	t-CO <sub>2</sub> e	2,181	1,055	18	32	0	3,286	
		8	t-CO <sub>2</sub> e	1,462	984	17	30	0	2,493	
		9	t-CO <sub>2</sub> e	980	917	17	28	0	1,941	
		10	t-CO <sub>2</sub> e	657	855	16	26	0	1,554	

FOD モデル計算による 2008 年度までに埋立てられた廃棄物からのメタンガス排出量 (t-CO<sub>2</sub>/y)

2004 年から各年間に埋立てられた廃棄物から発生するメタンガスは上記計算の結果より下表の通りまとめられる。この結果、2004 年から 2008 年までに埋立てられた全廃棄物から発生するメタンガスは二酸化炭素換算で 70,383t-CO<sub>2</sub>/y となる。

単位 (t-CO<sub>2</sub>/y)

埋立年	2004	2005	2006	2007	2008	合計
排出量	6,123	8,602	12,261	17,679	25,718	70,383

2)現地測定による結果

現地でのチャンバー法によるガス測定結果から得られたガス排出量は以下の通りであり、二酸化炭素換算で 43,589t-CO<sub>2</sub>/y である。

処分場全面積	$A$	58,498	$m^2$		$C_{CH_4} =$	0.0225
測定面積	$\Sigma Ai$	16,200	$m^2$		$GWP_{CH_4} =$	21
測定数	$n$	36				
メタンガス排出量	$BE_{CH_4,MEAS,y}$	92,251	$ml/sec$		$\text{④ } BE_{CH_4,MEAS,y} = \Sigma (N \times Ai) \times A / \Sigma Ai$	
全 CH <sub>4</sub> 排出量	$BE_{CH_4,MEAS,weight,y}$	43,589	$t-CO_2/yr$		$\text{④ } \text{二酸化炭素換算}(C_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \times BE_{CH_4,MEAS,y})$	

	測定位置	グリッド		面積Ai ( $m^2$ )	第1回	
		縦(m)	横(m)		測定値N	N×Ai
					( $ml/m^2 \cdot sec$ )	( $ml/sec$ )
1	A 1	15.0	30.0	450.0	0.18	82.05
2	A 2	15.0	30.0	450.0	0.35	157.27
3	A 3	15.0	30.0	450.0	2.78	1,251.31
4	A 4	15.0	30.0	450.0	6.47	2,911.52
5	A 5	15.0	30.0	450.0	4.62	2,078.68
6	A 6	15.0	30.0	450.0	1.09	490.95
7	A 7	15.0	30.0	450.0	0.20	88.89
8	A 8	15.0	30.0	450.0	13.16	5,922.87
9	A 9	15.0	30.0	450.0	1.52	682.41
10	B 1	15.0	30.0	450.0	0.70	315.90
11	B 2	15.0	30.0	450.0	-0.01	-4.10
12	B 3	15.0	30.0	450.0	0.30	134.02
13	B 4	15.0	30.0	450.0	0.16	72.48
14	B 5	15.0	30.0	450.0	0.04	16.41
15	B 6	15.0	30.0	450.0	1.00	451.29
16	B 7	15.0	30.0	450.0	0.10	43.76
17	B 8	15.0	30.0	450.0	-1.29	-581.21
18	B 9	15.0	30.0	450.0	3.99	1,796.97
19	C 1	15.0	30.0	450.0	3.83	1,723.12
20	C 2	15.0	30.0	450.0	0.02	8.21
21	C 3	15.0	30.0	450.0	-0.01	-5.47
22	C 4	15.0	30.0	450.0	0.44	199.66
23	C 5	15.0	30.0	450.0	0.15	69.75
24	C 6	15.0	30.0	450.0	1.97	884.81
25	C 7	15.0	30.0	450.0	4.20	1,888.59
26	C 8	15.0	30.0	450.0	3.46	1,554.91
27	C 9	15.0	30.0	450.0	0.96	433.51
28	D 1	15.0	30.0	450.0	0.53	240.69
29	D 2	15.0	30.0	450.0	0.29	132.65
30	D 3	15.0	30.0	450.0	-0.22	-101.20
31	D 4	15.0	30.0	450.0	0.73	329.58
32	D 5	15.0	30.0	450.0	0.12	54.70
33	D 6	15.0	30.0	450.0	0.22	99.83
34	D 7	15.0	30.0	450.0	0.05	23.25
35	D 8	15.0	30.0	450.0	0.01	4.10
36	D 9	15.0	30.0	450.0	4.66	2,095.09
合計				16,200.0		25,547.27

### 3)低減率 (R) の算定

実測値によるガス発生量と FOD モデルによる計算結果との比率（低減率 R）は、

FOD モデルによる排出量 : 70,383t-CO<sub>2</sub>/y

実測によるガス排出量 : 43,589t-CO<sub>2</sub>/y

より、0.619 となる。

### 4)ベースライン排出量

3)で算出した低減率 R=0.619 を FOD モデルにより算出される発生量に乗じて各年のガス排出量を求める。

単位(t-CO<sub>2</sub>/y)

年		廃棄物埋立年							合計
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
2011	1	2,035	2,748	3,792	5,327	7,593	10,949	15,927	48,372
2012	2	1,544	2,035	2,748	3,792	5,327	7,593	10,949	33,989
2013	3	1,202	1,544	2,035	2,748	3,792	5,327	7,593	24,242
2014	4	962	1,202	1,544	2,035	2,748	3,792	5,327	17,611
2015	5		962	1,202	1,544	2,035	2,748	3,792	12,284
2016	6			962	1,202	1,544	2,035	2,748	8,492
2017	7				962	1,202	1,544	2,035	5,743
2018	8					962	1,202	1,544	3,708
2019	9						962	1,202	2,165
2020	10							962	962
合計		5,743	8,492	12,284	17,611	25,204	36,153	52,081	157,568

## 6.2 プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は、実際にプロジェクト実施後に測定することで把握されるが、準好気に改善されると、嫌気的狀態でのメタンの含有率が大幅に低減されることより、ベースライン排出量に 0.4 を乗じたもので推定する。

単位(t-CO<sub>2</sub>/y)

年		廃棄物埋立年							合計
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
2011	1	814	1,099	1,517	2,131	3,037	4,380	6,371	19,349
2012	2	617	814	1,099	1,517	2,131	3,037	4,380	13,595
2013	3	481	617	814	1,099	1,517	2,131	3,037	9,697
2014	4	385	481	617	814	1,099	1,517	2,131	7,044
2015	5		385	481	617	814	1,099	1,517	4,913
2016	6			385	481	617	814	1,099	3,397
2017	7				385	481	617	814	2,297
2018	8					385	481	617	1,483
2019	9						385	481	866
2020	10							385	385
Total		2,297	3,397	4,913	7,044	10,082	14,461	20,832	63,027

### 6.3 リークージ

プロジェクト実施によるガスの漏出は発生しないため、リークージ量は0である。

### 6.4 温室効果ガス排出削減量

上記 6.1 の 4)によるベースライン排出量および 6.2 プロジェクト排出量で求めた値を用いて算出する。

単位(t-CO<sub>2</sub>/y)

年		廃棄物埋立年							合計
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
2011	1	1,221	1,649	2,275	3,196	4,556	6,569	9,556	29,023
2012	2	926	1,221	1,649	2,275	3,196	4,556	6,569	20,393
2013	3	721	926	1,221	1,649	2,275	3,196	4,556	14,545
2014	4	577	721	926	1,221	1,649	2,275	3,196	10,567
2015	5		577	721	926	1,221	1,649	2,275	7,370
2016	6			577	721	926	1,221	1,649	5,095
2017	7				577	721	926	1,221	3,446
2018	8					577	721	926	2,225
2019	9						577	721	1,299
2020	10							577	577
プロジェクト実施中分 (2011~2016)		3,446	5,095	7,370	9,989	13,824	19,467	27,802	86,993
総計		3,446	5,095	7,370	10,567	15,123	21,692	31,248	94,541

※表中、プロジェクト実施中分の欄は2011年～2016年までの6年間の排出量の合計。総計は、2011年～2020年までの10年間の合計を示す

## 第7章 プロジェクト実施に伴う影響

### 7.1 環境政策と環境影響評価制度

タイでは、1975年に「国家環境保全法」が制定され、1979年に一部が改正された時に環境影響評価制度が盛り込まれ、当時の科学エネルギー省の告示で環境影響評価の対象事業と規模を定めた。1981年には国家環境政策が発表され、環境改善政策の実施等が打ち出されたが、1980年代後半以降、経済成長と工業化は加速し、環境汚染はますます深刻化していった。

しかし、1990年代に入ると、環境保護の重要性を求める社会的要請が高まり、第7次計画（1991年～1996年）では、持続的な経済発展、所得の公平な分配と人材開発と並んで環境と自然資源の保護、生活・環境の質の向上が強く打ち出され、国家として環境保全に積極的に取り組むことが宣言された。

その後、1992年には「国家環境保全推進法」が制定され、公害規制委員会の新設、公害防止重点地域の指定制度、環境基金制度の導入、全国一律排出基準の設定、環境汚染者負担の原則の強化、罰則の強化等環境規制の実施に向けての画期的な方策が盛り込まれている。同法の制定を受けて、タイの環境行政組織の大幅な機構改革の実施に伴い、科学技術産業省（MOSTE）が設置された。同省内には、環境政策・環境計画事務局（OEPP）、公害管理局（PCD）、環境質推進局（EQPT）が設置され、そのうちMOSTEが、開発プロジェクトに対する環境影響評価（EIA）等を担当している。なお、2002年の省庁改正法により、科学技術環境省は、天然資源・環境省となった。

環境影響評価の対象事業は、ダム・貯水池や民用空港建設などの公共事業から石油化学工場の建設などの民間プロジェクトまで、現在29種類の事業が告示され、それぞれの対象規模が示されている。（表7.1）

表 7.1 環境影響評価制度の対象事業

プロジェクト 事業の種類	規模
ダム 貯水池	貯蔵量 100,000,000 m <sup>3</sup> 以上、あるいは 15km <sup>2</sup> 以上
かんがい	かんがい面積 12,800ha 以上
高速道路法に定義される以下の地域を通過する、高速道路または一般道路： 1) 野生動物保護管理法で定義されている野生動物生育地と禁猟区 2) 国立公園法で定義されている国立公園 3) 内閣決議によって 2 級として分類された水域 4) 国立森林指定区に指定されているマングローブ森林（河口に生じる森林性の樹木） 5) 満潮時に海岸が 50m 以内になる地域	既存の道路の増補を含む地方の高速道路に適用される最低基準と同等、またはそれ以上のすべてのプロジェクト
民用港	正味 500t 以上の船舶を許容するもの
民用空港	規模を問わず
「大量輸送システムと高速鉄道に関する法律」にもとづく大量輸送システム及び類似施設、並びにレールを用いる大量輸送	規模を問わず
海岸の埋立地	規模を問わず
内閣が 1 級 (2) の水地域内であることを認証した地域の中に立地する全てのプロジェクト	規模を問わず
石油化学工場	生産能力 100t/日以上（石油や天然ガスの分解物から製造された原料）
石油精製	規模を問わず
天然ガスの分配または製造	規模を問わず
炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、塩化水素、塩素、次亜塩酸ナトリウム、漂白剤の製造原料として塩化ナトリウムを用いるソーダ興行	生産能力 100t/日以上
鉄鋼	生産能力 100t/日以上（この生産能力は加熱炉を 1 日 24 時間稼動した場合の生産能力）
セメント工場	規模を問わず
その他の鉄と鉄鋼工場	生産能力 50t/日以上
パルプ工場	生産能力 50t/日以上
殺虫剤工場	規模を問わず
化学肥料工場	規模を問わず
工場法による廃棄物処理場	規模を問わず
砂糖工場	

1) 砂糖原料、白糖、精製された砂糖の生産 2) ブドウ糖、デキストロース、フルクトースまたはその種の生産	規模を問わず 生産能力 20t/日以上
タイ国工業団地法で規定の工業団地、及び類似の事業	規模を問わず
発電所	発電容量 10MW 以上
石油開発 1) 地球物理学的削岩、探査と生産 2) 石油とガスのパイプライン設備	規模を問わず 規模を問わず
鉱業資源法による採鉱	規模を問わず
ホテル、リゾート施設	80 部屋以上
建設規正法による住居用建物	規模を問わず
川、海岸地帯、湖、海岸線、国立公園付近または歴史的な公園の環境近隣の建物	高さ 23m 以上、または全階を合わせたまたは個々の階の床面積が 10,000 m <sup>2</sup> 以上のもの
住居または商業の土地分配	500 ランドスポット以上、開発された地域が 100 ライル (16ha) を超えるもの
病院 1) 川、海岸地帯、湖、海岸線に隣接した地域 2) 1) 以外の地域	1) 患者用ベット 30 以上 2) 患者用ベット 60 以上

環境影響評価報告書の審査の流れは、次のとおりである。

環境影響評価の対象となる民間の開発事業の場合には、事業の提案者が環境影響評価報告書を2部作成し、環境政策・環境計画事務局（OEPP）と事業の所管官庁に提出する。報告書を受け取った OEPP は、15 日以内に書類内容をチェックし、さらに 15 日以内に環境影響評価に対する予備審査に基づくコメントを添えて専門委員会に提出する。報告書の付託を受けた専門委員会は 45 日以内に審査と承認の可否判定を行うが、仮に環境影響評価が不完全な場合は、専門委員会が事業の提案者に再度報告書の提出を求め、30 日以内に2度目の審査を実施することとなる。

事業の所管官庁は、専門委員会の環境影響評価の承認を待って当該事業の許認可に関する意思決定を行う。専門委員会は広範囲の専門家メンバーで構成され、報告書の承認の可否、報告書の再作成や追加情報提出の指示などを行う。(図 7.1)

環境影響評価報告書は、以下の項目で構成される。

- ① プロジェクトの内容などの事業計画の概要
- ② 事業予定地域の現状の各種環境データ
- ③ 事業実施による環境影響の評価

④ 環境影響を防止または最小化するための緩和措置の内容及び必要な費用

⑤ 大気・水質の環境モニタリング計画

具体的には、現行の環境状況が人の生活に与えている価値、事業の実施による直接・間接、短期・長期的な環境影響の予測調査結果、環境資源への影響を防ぐ対策、回復不可能な環境影響を与えた場合の対応措置、事業の代替案等を盛り込まなければならない。

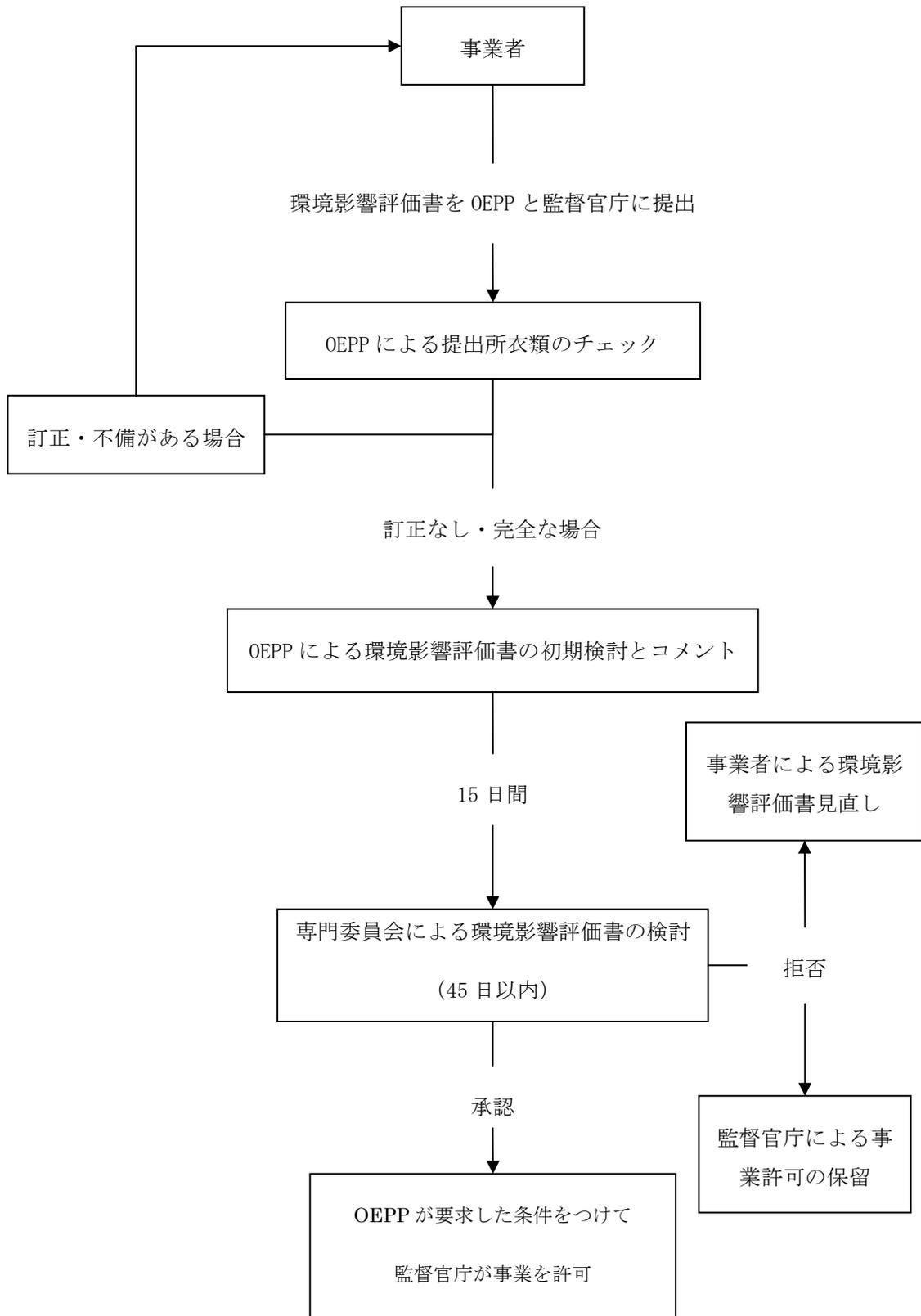


図 7.1 環境影響評価手続きの流れ（民間事業の場合）

## 7.2 本プロジェクトにおける環境影響分析

本プロジェクトは、埋立てを終了した廃棄物処分場において、鉛直・水平の通気管を設置するのみであることから、新たに環境影響評価の手続きをする必要はない。プロジェクトの実施においては、鉛直・水平管の設置に伴う打設機械の排ガス、騒音、また資材搬入に伴う工事車両の排ガス、騒音の発生が考えられるが、これらはタイの法律を順守して施工することにより、環境への影響は極めて限定的である。

また、プロジェクトの実施により、処分場からのメタンガスの削減、浸出水・臭気の改善、廃棄物盛土の安定化等が図られるため、周辺環境に対する改善が可能となる。

以上より、本プロジェクトにおける環境影響はないと考える。

## 7.3 その他の間接影響

### 7.3.1 経済面の影響

本プロジェクトでは、既存処分場に鉛直・水平通気管を設置することが必要であるため、その設置工事による雇用の創出が可能になる。また、プロジェクト実施中には、ガス濃度の計測や浸出水の分析を継続的に実施する。これらの計測・分析業務についても、現地での雇用創出につながる。

### 7.3.2 社会面の影響

埋立てを終了した廃棄物処分場に対して通気管を設置し、廃棄物処分場内部を嫌气的状態から準好气的状態に改善することから、埋立て処分場の安定化が促進される。安定化に伴って浸出水の水質は改善され、臭気、メタンガスによる周辺への影響も改善されるとともに、火災、斜面崩壊の危険性も少なくなるため、本プロジェクトを実施することによって、廃棄物処分場の周辺環境の改善に貢献できる。

さらに、クレジット期間が終了しても本プロジェクトで施工される鉛直・水平通気管を残置することによって、廃棄物処分場の安定化はさらに進展することから、上記のような環境へのプラス効果は継続されるため、本プロジェクトによる地域環境改善と温暖化防止効果は持続すると考えられる。

また、廃棄物処分場の安定化が早期に実現できることから、廃棄物処分場を廃止した後の跡地利用を早期に実施することができる。

## 第8章 利害関係者コメント

現地調査にて、TGO（タイ温室効果ガス管理機構）、天然資源環境省、ラムチャバン市、カセサート大学を訪問し、以下のコメントを得た。

### 1) TGO（タイ温室効果ガス管理機構）

- ・環境改善を伴う CDM 事業に期待している。
- ・タイ国の CDM 承認には最大 180 日、平均 100 日程度の日数を要している。
- ・ドキュメントのチェックは 20 日間で行うので早めの提出が望ましい。
- ・本プロジェクトでどのくらいの利潤を見込んでいるのか知りたい。
- ・タイではオープンダンピング方式の処分場における、悪臭と水質汚染対策の要求が増えている。

### 2) 天然資源環境省

- ・Win & Win となるコベネフィット CDM を歓迎する。
- ・タイでは覆土を行っていないオープンダンピング方式の小規模な最終処分場が多く、近隣からのクレームが増えてきている。
- ・タイでは水質汚染を考慮していない処分場が多く、CDM 手法を利用して環境改善を行ってほしい。

### 3) カセサート大学

- ・処分場におけるガス分析と水質分析はカセサート大学で可能である。
- ・本 CDM の新方法論で必要となる BMP 試験は、機材を揃えれば実施可能である。

### 4) ラムチャバン市

- ・現地での測量およびガス分析等の実施について再度了承する。
- ・FS 完了後に、FS の概要書と PDD の提出をお願いしたい。
- ・プロジェクトサイトは住宅地まで約 1 km と近い。近隣住民より臭気に対するクレームがきている。対策できないか。
- ・欧州の企業よりメタンガスによる発電の CDM を実施したいという要望が来ているが本プロジェクトと比較するとどうなのかという問いに対し、同行した福岡大学松藤教授より、「メタンを回収するプロジェクトは事業に危険性が伴い、温室効果ガス回収以外の環境改善(水質、臭気)が図れない」という説明がなされた。これを受け、副市長より本 CDM は望ましい手法であると了解を得た。

## 第9章 プロジェクト実施計画

### 9.1 施設計画

本プロジェクトにおける主たる施設（設備）は、準好気性を実現するために鉛直および水平方向に通気および排水の機能を持つ管を設置することにある。設置本数は以下のとおりである。

#### ■基本条件

①敷地面積：58,000 m<sup>2</sup>（実測値）

②鉛直管打設面積：39,380 m<sup>2</sup>（実測値）

- ・打設間隔：27m 四方（新方法論（申請中）に基づく）に一本
- ・深 さ：約 10.5m（平均値を使用）
- ・打設本数： $39,380 \text{ m}^2 / 27\text{m} \times 27\text{m} = 54 \text{ 本}$
- ・総延長： $54 \text{ 本} \times 10.5\text{m} = 567\text{m}$

③水平管打設面積：58,000 m<sup>2</sup>

- ・一辺当たり $\sqrt{58,000 \text{ m}^2} = 241\text{m}$ の四角形と仮定
- ・一本あたり水平管の長さ：80m
- ・一辺当たりの本数： $(241\text{m} - 80\text{m}) / 27\text{m} = 6 \text{ 本}$
- ・総本数：6本 $\times$ 4辺=24本
- ・総延長：24本 $\times$ 80m=1,920m

### 9.2 経済性分析

本プロジェクトにおける収入はCERの売却収入のみであるため、その事業性はCERの売却価額に大きく左右される。ここではCERの売却価額による簡単なシュミレーションを行い経済性を分析する。

#### ■経済性分析のための前提条件

下記の①~③までの条件は事業収支計算上、変動しないものとする。

①初期投資額（参照 「事業収支一覧表」）

- ・材料費：17,531 百万円
- ・施工費：38,113 百万円（機械運搬、据付費を含む）

- ・調査費： 7,425 百万円
- ・その他： 4,343 百万円
- ・事務費： 1,000 百万円（S P C 設立経費）
- ・合計： 68,412 百万円

### ② S P C 資本金

- ・資本金：総額 10 百万円を想定
- ・出資者：Ch.Karnchang-Tokyu Construction Co., Ltd. 50%超  
東急建設 50%未満
- ・配 当：運営期間中の配当なし（残余財産の分配のみ）

### ③ 初期投資資金の調達

- ・借入先：東急建設
- ・借入額：80 百万円
- ・借入金利：2.2%（東急建設社内設定金利による）
- ・借入期間：6 年（6 年以内の一部返済も想定されるが事業収支上計算上は 6 年とする）

### ■ モニタリング費用

事業運営期間中の費用（モニタリング費用）は 6 年間の累積で示すと以下のとおりである。

- ① CDM 手続き関連費用：4,302 百万円（クレジット検証・認証、CER の 2% をホスト国へ）
- ② 事務所等費用：25,468 百万円（事務所経費、本社支援費（技術支援費）等）
- ③ 施設管理費：6,360 百万円（設備維持管理費、モニタリング計測費用）
- ④ 減価償却費：67,412 百万円（設備投資額を 6 年で償却）

### ■ 事業収支の計算

上記記載の経済性分析のための前提条件、モニタリング費用を基に事業収支を計算すると以下ようになる。（参照添付「事業収支計算表」）

- ① ケース 1：CER の売却単価が @1,200t-CO<sub>2</sub> の場合
- ② ケース 2：CER の売却単価が @1,500t-CO<sub>2</sub> の場合
- ③ ケース 3：CER の売却単価が @1,800t-CO<sub>2</sub> の場合

ケース別事業収支試算表

(単位：百万円)

CER 単価	削減量 ton (CO2 換算)	収入	初期 投資	経費・ 支払利息	税引前 利益	税引後 利益	IRR (%)
①@1,200	86,933	104	68	44	▲9	▲15	▲11.1
②@1,500	86,933	130	68	44	18	5	3.7
③@1,800	86,933	156	68	44	42	25	15.4

先に述べたとおり、本事業における収益は CER の売却収入のみであるため、事業の経済性は CER の単価に大きく左右される。今回対象としているラムチャバン廃棄物最終処分場においては、初期投資額、経費等を現状のままと想定した場合、CER 単価が 1,500 円/t-CO2 で事業収支がかるうじてプラスとなるが、投資適格となるには 1,800 円/t-CO2 前後である必要がある。

<東急建設投資適格条件>

・初期投資額に対する年平均単純利回り 5%以上

68 百万円×0.05×6 年=20.4 百万円 (累積利益)

### 9.3 プロジェクト実施体制

本プロジェクトの実施にあたり、本事業に特化した事業運営会社 (S P C) をタイ国に設立する。本プロジェクトへの参加者の役割は以下のとおりである。

① S P C

事業運営会社として本事業に特化する

② 東急建設

S P C に対する出資を始め、S P C の事業運営に係わる一切の事項を事実上実行する

③ 福岡大学

東急建設に対し準好気性理論に関する指導、技術的なアドバイスを実施

④ 東急建設バンコク事務所

タイ国における本プロジェクトに関する法的な面での情報収集、業務サポート

⑤ Ch.Karnchang-Tokyu Construction Co,Ltd.

通気管/排水管の設置に関する請負業務、資機材その他の情報収集

(東急建設のタイ国現地法人)

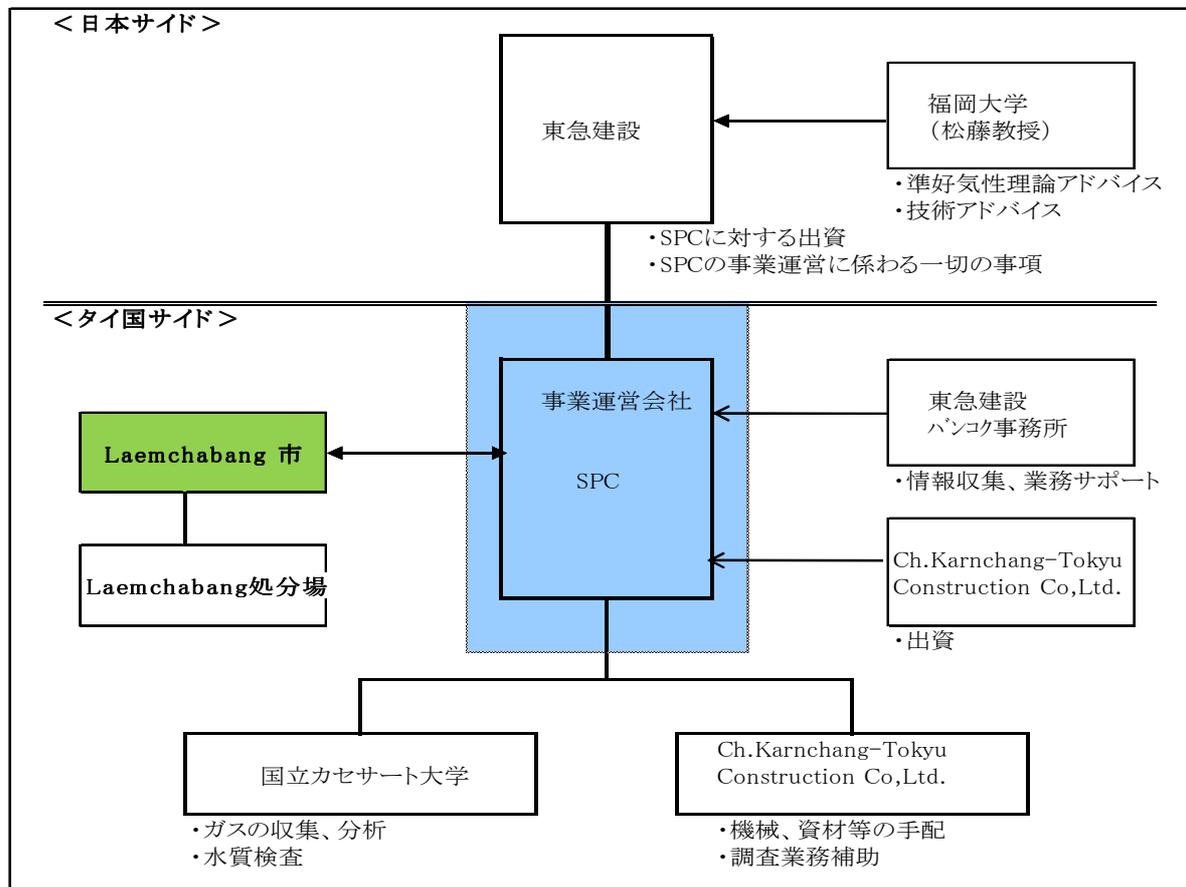
⑥ 国立カセサート大学

ガスならびに水質に関する調査、分析

## ⑥Laemchabang 市

本プロジェクトが対象としている処分場の所有者、CDM 事業協力者

本プロジェクトの実施体制図は以下のとおりである。



## 9.4 プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間

本プロジェクトの開始日は申請中の新方法論に定める BMP 分析の開始日とする。BMP 分析は有効化審査が承認された後、速やかに着手する。

本プロジェクトのクレジット獲得期間は、7年または年間の CER 収入とモニタリング費用の比較により CER 収入<モニタリング費用となった時点のどちらか早い時期とする。現状では、設備設置等の準備期間が1年、モニタリング期間（CER 獲得期間）が6年で合計7年を想定している。よってクレジット獲得期間は6年となる。

## 9.5 資金計画

本プロジェクトに使用される申請中の新方法論によるプロジェクト実績がないことを考慮すると、第三者からの資金調達は困難と思われる。よって、今回のケースでは事業提案者が初期投資額 68 百万円、当面の運転資金 12 百万円、資本金 10 百万円の合計 90 百万円を調達する予定である。

経済性分析のケース別事業収支試算で述べたケース③における年度毎のキャッシュフローは以下のとおりである。

(単位：百万円)

年度	収入	設備投資	経費・利息等	法人税等	差引残高
2010	90	▲67	▲1	0	22
2011	52	0	▲8	▲9	57
2012	37	0	▲8	▲5	81
2013	26	0	▲8	▲2	97
2014	19	0	▲7	▲0	109
2015	13	0	▲7	0	115
2016	9	0	▲7	0	117

## 9.6 事業化の見込み

本プロジェクトの事業化の阻害要因は以下の2点である。

### ①申請中の新方法論の国連承認

先に述べたとおり、本プロジェクトで採用している準好気性理論は方法論として国連の承認を受けておらず、現在、方法論登録の申請中である。本方法論は経済性を加味した内容となっているが、通気管の打設ピッチ等に変更が加えらると事業性に影響を与える。

### ②CERの市場価額の動向

先に経済性分析でも述べたとおり、本プロジェクトの特徴としてCERの売却収入以外の収入がないため、CERの価額変動はプロジェクト実施の上で大きな影響を受ける。特にクレジットの獲得期間が長期に渡ることから、安全策としてかなり高めの初期設定ができないと事業リスクは大である。固定レートでのクレジット買い取り機関が存在すれば、CDM事業の安定性が確保でき事業化に踏み込む大きな材料になる。

現時点での試算では、CERの売却単価が@1,800円/t-CO<sub>2</sub>前後であれば、事業化できる見込みである。

## 第10章 コベネフィットに関する調査

### 10.1 背景

プロジェクトサイトのラムチャバン処分場は、オープンダンピング方式で埋立てられているため嫌気の状態にあると推定され、盛土表面から多くのメタンガスが放出されており、また、盛土のり面からの浸出水の流出が認められる等、環境汚染が発生している。ホスト国では、これら環境汚染への対策が要望されているが、効果的な方法とそれを実施する資金が十分でないため、対策は実施されていない状況で放置されているのが現状である。

本プロジェクトでは、嫌気の状態にある処分場に、通気と排水を促進させる鉛直管と水平管を設置することによって準好気的狀態に改善し、有機物の好氣的分解を促進させて、メタンガス（温室効果ガス）の削減を目的としている。この方法により、廃棄物の安定化が促進されるため、浸出水の良質化や臭気の改善等も実現でき、ホスト国の環境改善のニーズに貢献することができる。

### 10.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価

コベネフィット定量化評価マニュアルによると、本プロジェクトにおけるコベネフィットは、「環境保全」、「環境汚染防止」に分類され、対象となる具体的コベネフィット分野は、「廃棄物管理」であり、実施されるプロジェクトの段階は「廃棄物の適正処理の実施」である。

本プロジェクトの実施によって改善される環境汚染の1つは、処分場から流出する浸出水の水質である。そこで、現地調査において、現状の浸出水の水質を調査した。測定項目は浸出水を通じて廃棄物の分解の状態を把握する目的で、以下の9項目について行った。また、測定箇所は、浸出水の集水管が接続されるマンホールと、浸出水を一次貯留する調整池の2箇所である。なお、調整池には、一次、二次の調整池があり、二次調整池では曝気装置により浄化を行っている。今回採水を行った調整池は、一次調整池である。

- ① 水素イオン濃度（pH）
- ② 電気伝導度（EC）
- ③ 浮遊物質（SS）
- ④ 生物化学的酸素要求量（BOD）
- ⑤ 化学的酸素要求量（COD）
- ⑥ 全有機炭素量（TOC）
- ⑦ ケルダール窒素量（TKN）
- ⑧ アンモニア（NH<sub>3</sub>）
- ⑨ 水温

表 10.1 に、調査結果を示す。また、同表にはタイ国における排水基準<sup>1)</sup>を示す。

表 10.1 浸出水の測定結果

	pH	EC (mS/cm)	SS (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)	TKN (mg/l)	NH3 (mg/l)	水温 (°C)
排水基準	5.5~9.0		50~150	20~60	120~400		100~200		40
マンホール	7.62	20.18	820	4450	9896	358.1	1708	1590	30.1
一次調整池	7.54	1.805	84	460	655.5	91.8	67.2	59.5	29.6

表 10.1 より、処分場により近いマンホールで採水した浸出水の各項目の濃度は、一次調整池の濃度に比較して 1 オーダー高い値となっている。一次調整池の BOD、COD においては、タイ国の排水基準を超過する結果となっている。

一方、既往の文献<sup>2)</sup>によると、準好気的状態の処分場における浸出水の BOD は、当初  $10^4$ mg/l であったが、埋立て後 1 年で  $10^1$ mg/l のオーダーに改善することが示されている。(図 10.1)

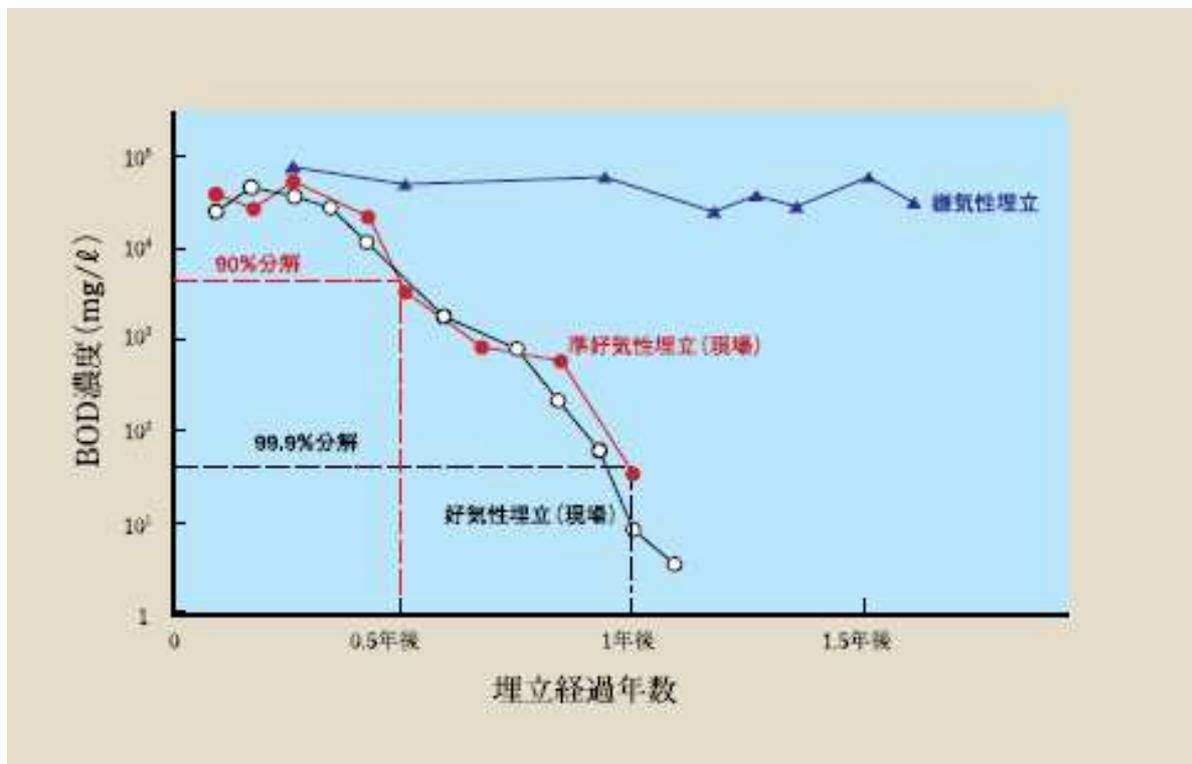


図 10.1 埋立構造と浸出水中の BOD の経時変化 (可燃ごみ)

したがって、当該処分場においても、本プロジェクトを実施することによって浸出水の BOD は改善され、コベネフィット効果が得られるものと考えられる。

本プロジェクトにおけるコベネフィットは、浸出水の水質と臭気の改善であることから、コベネフィットの評価指標としては、今回の水質測定項目のうちタイ国で排水基準が設定されている項目（pH、SS、BOD、COD、TKN、水温）と、臭気とする。

以上のように、本プロジェクトのコベネフィット型温暖化対策の評価手法は、実測データを活用することから、評価手法レベル Tier2 に相当する。また、評価指標のレベルは、測定機器によるデータ取得が簡便に行えることから、レベル 2 に相当する。

本プロジェクトにおけるコベネフィット評価の「ベースラインシナリオ」は、プロジェクト実施前の測定値を用いることとする。

#### <参考文献>

1) Ministry of Natural Resources and Environment

([http://www.pcd.go.th/info\\_serv/en\\_reg\\_std\\_water04.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html))

2) パンフレット “トータルな循環型社会に向けて 福岡方式 準好気性埋立構造とは？”、福岡市環境局

3) コベネフィット定量化評価マニュアル 第 1.0 版、平成 21 年 6 月

### 10.3 コベネフィット指標の提案

本プロジェクトで提案するコベネフィット指標を、表 10.2 に示す。同表にはモニタリング方法、及び頻度を示す。

表 10.2 コベネフィット評価指標

評価指標	指標の説明	指標の使い方	モニタリング方法	頻度
水素イオン濃度 (pH)	微生物活性の支配因子	排水基準との関係进行评估する	タイ国の排水基準の測定方法に準ずる方法	プロジェクト実施前：1回 プロジェクト実施中：排水基準以下になるまで1回/3ヶ月、それ以降1回/年
浮遊物質 (SS)	不溶解物質の濃度	SS 濃度の低減量から濁度の低減効果进行评估する		
生物化学的酸素要求量 (BOD)	生物分解が可能な有機物量	BOD 濃度の低減量から水質汚濁の低減効果进行评估する		
化学的酸素要求量 (COD)	化学的に分解可能な有機物量	COD 濃度の低減量から水質汚濁の低減効果进行评估する		
ケルダール窒素量 (TKN)	有機態窒素とアンモニア態窒素	TKN の低減量から廃棄物の分解程度进行评估する		
水温	浸出水の水温	埋立て廃棄物層内部の分解反応の程度进行评估する		
臭気	廃棄物から発生する悪臭	臭気指数の変化から悪臭抑制効果进行评估する	三点比較式臭袋法あるいはその簡易法	プロジェクト実施前：1回 プロジェクト実施中：臭気指数 10 以下になるまで 1 回/6 カ月、それ以降 1 回/年