

平成16年度CDM / JI事業調査

ベトナムにおける都市廃棄物からのメタン回収

による発電事業調査

報告書

平成17年3月

新日鉱テクノロジー株式会社

はじめに

本報告書は、財団法人地球環境センター（G E C）から弊社が平成 16 年度事業として受託した平成 16 年度 CDM/JI 事業調査「ベトナムにおける都市廃棄物からのメタン回収による発電事業調査」の成果を取りまとめたものである。

1997 年 12 月京都において気候変動に関する国際連合枠組み条約第 3 回締約国会議（COP3）が開催され、二酸化炭素を含めた温室効果ガスによる地球温暖化防止のため、日本は 2008 年から 2012 年の平均排出量を 1990 年レベルより 6%削減する（先進国全体で 5%削減）という目標が「京都議定書」として採択された。

京都議定書では、目標達成の柔軟性措置として、先進国・途上国間の「クリーン開発メカニズム（C D M）」、先進国間の「共同実施（J I）」等の京都メカニズムを活用することが盛り込まれている。

本調査は、C D M、J I として効果の高いプロジェクトを発掘するとともに、C D M、J I の仕組みに対する国内・国際ルールづくりに必要な知見、炭素クレジット獲得のための手法などを蓄積することを目的に、温室効果ガスの排出削減や吸収源強化につながるプロジェクトについて、フィージビリティ調査を実施するものである。

今回の調査は、ベトナム国ホーチミン市北部のホックモン地区の国道 22 号線付近にあるドンタン（Dong Tahn）廃棄物処分場から発生する LFG（Land Fill Gas）を回収し、これをガスエンジンで燃焼して発電する。発電した電力をグリッドに接続して電力会社に売却することによる二酸化炭素削減効果について検証を行うものである。

近年、ベトナムでは人口の増加と工業の発展により電力の供給が追いつかず、ホーチミン市ではしばしば停電がおきている状況にある。本プロジェクトで回収できる電力は少量であるが、地域に供給することにより逼迫している電力の緩和に役立つことが期待されている。

平成 17 年 3 月

新日鉱テクノリサーチ株式会社

目 次

本文

1 調査概要

1.1 目的	1
1.2 調査の背景	2
1.3 プロジェクトの立案	3
1.4 事前調査	3
1.5 現地調査	4

2 現地調査

2.1 プロジェクト対象地域の地理・社会・経済・文化的背景	9
2.1.1 地理	11
2.1.2 気象条件	12
2.1.3 政治状況	13
2.1.4 経済状況	15
2.1.5 社会状況	18
2.1.6 エネルギー状況	20
2.2 廃棄物処分の状況	29
2.2.1 廃棄物処分に関する法律	29
2.2.2 ベトナムの廃棄物処分の状況	31
2.2.3 ホーチミン市の廃棄物処分の状況	34
2.3 ベトナムの温室効果ガス排出量、地球温暖化対策等	42
2.3.1 ベトナムの温室効果ガス排出量	42
2.3.2 ベトナムにおける気候変動の影響	43
2.3.3 ベトナムの CDM の方針と政策	44
2.3.4 地球環境問題への対応	47
2.3.5 CDM のニーズ	47
2.3.6 ベトナムにおける CDM プロジェクト	49
2.3.7 ベトナムの CDM 受入体制	49
2.4 プロジェクトの現地ニーズ	51
2.5 プロジェクト実施等における現地の協力体制	51
2.5.1 プロジェクトへの関心度	51
2.5.2 プロジェクトへの積極度等	52

2.5.3	ステークホルダーからのコメント	52
2.6	プロジェクトの諸条件、問題点、その他必要な事項	53
2.7	プロジェクトがベトナムの持続可能な開発へ貢献できる点・技術移転できる点	53
3	プロジェクトの内容	
3.1	対象地域の概要	55
3.2	対象となる温室効果ガスの種類	57
3.3	具体的なプロジェクトの内容及びプロジェクト境界	57
3.3.1	廃棄物処分場の概要	57
3.4	LFG 発生量及び回収量の算定	65
3.4.1	LFG 発生量算定方法	65
3.4.2	算定法の決定	66
3.4.3	パラメータ決定及び算定	66
3.4.4	回収率の決定	69
3.4.5	LFG 発生量及び LFG 回収量の算定	70
3.4.6	プロジェクト期間及びクレジット獲得期間	73
3.5	LFG 利用発電プロセス概要	74
3.5.1	LFG 回収設備	74
3.6	廃棄物処分場での発電	77
3.6.1	LFG 発電設備	77
3.6.2	各種設備の検討	84
3.6.3	全体の設備構成	86
3.6.4	各種設備の仕様	90
3.6.5	電力供給設備（敷地内）	96
3.6.6	運転方法と発電能力	97
3.7	実施スケジュール	98
3.8	日本側とベトナム側の業務分担	99
3.9	カウンターパートとの協力体制等	100
3.10	実施にあたっての資金計画	101
3.10.1	予算額（建設コスト）	101
3.10.2	資金調達方法等	101
3.11	プロジェクトの維持・管理	102
3.11.1	メンテナンス	102
3.11.2	運転管理	104
3.11.3	運転経費	104
3.11.4	電力による収入	108

3.12	プロジェクトのモニタリング計画	109
3.12.1	モニタリング計画	109
3.12.2	モニタリングの品質保証と品質管理手順	111
3.13	プロジェクトに必要な要件や問題点の整理及び解決方法等	112
4	プロジェクトの評価	
4.1	対象となる温室効果ガスの排出削減量	114
4.1.1	技術的根拠	114
4.1.2	算定基礎となるベースライン	114
4.1.3	排出削減量	120
4.1.4	発生期間	123
4.1.5	効果の具体的な確認方法	123
4.2	プロジェクト実施及びクレジット獲得に関する費用対効果	123
4.2.1	プロジェクト期間	123
4.2.2	温室効果ガスの排出削減効果	123
4.2.3	投資コスト回収	123
4.2.4	その他の経済効果等	125
4.3	CDMプロジェクトとしての実現可能性	125
4.4	プロジェクト対象地域外でのプロジェクトの普及効果	125
4.5	プロジェクト実施に伴って生じる間接影響	126
4.5.1	環境面における影響	126
4.5.2	経済面における影響	126
4.5.3	社会・文化面における影響等	126
5	プロジェクト設計書(PDD)の作成	
5.1	CDM理事会で承認された埋立処分場に関するベースライン方法論	128
5.2	本プロジェクトで適用されるベースライン方法論	128
5.3	ベースライン・シナリオの考え方	129
5.4	追加性の立証とベースラインの設定	129

参考資料リスト

添付資料

Project Design Document(和文)

Project Design Document(英文)

1. 調査概要

1.1 目的

1997年に開催された国際連合気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)で採択された「京都議定書」では、温室効果ガスによる地球温暖化防止のため、先進国は2008年～2012年までの温室効果ガス(Greenhouse Gas ; GHG)の排出を1990年比で平均5% (日本は6%)削減する目標が定められた。

この京都議定書には、この削減目標を達成するため、柔軟措置として、「クリーン開発メカニズム(CDM)」や「共同実施(JI)」等の京都メカニズムが盛り込まれている。

ホーチミン市は年々増え続ける都市廃棄物の処分のため、郊外に廃棄物埋立処分場を建設し、埋立処分を行っている。しかし、付近に住宅の少ない地域に処分場を建設しても、人口の増加に伴い住居地区が拡大し、悪臭等の問題を引き起こしている。このため、ホーチミン市では悪臭対策として、住居地区が接近した埋立処分場は建設廃棄物等の悪臭の問題の少ない廃棄物の処分に切替える対策を行っている。新しい埋立処分場についても消臭剤の散布やシートカバーの設置等の悪臭防止対策を行っている。

ホーチミン市は廃棄物埋立処分場の管理強化のため、発生するガスを回収し発電することで有効利用することを検討したが、厳しい予算の中から回収設備を建設することは困難であることから、計画は進んでいない。

本調査はベトナムのホーチミン市の中心部から北方約9kmにあるホックモン地区のドンタン廃棄物埋立処分場から発生するメタンガス(LFG)を回収し、これを燃料としてガスエンジンを回し発電することにより温室効果ガスの削減と悪臭対策を合わせて実施する事業について検討し、CDMプロジェクトとしての実施可能性を調査したものである。

1.2 調査の背景

ベトナムの人口は増加率が1~2%と急激に増加している。特に都市部では、工業の発展と周辺部からの流入により人口増加が著しい。このため、家庭から排出される都市廃棄物や工場から排出される産業廃棄物が急激に増加している。ベトナムでは廃棄物の焼却処分はコストが高いことからほとんど行われず、長期的な計画に基づき郊外の廃棄物埋立処分場に運んで処分している。

ホーチミン市は以前サイゴン市と呼ばれ、ベトナムで最も大きい都市であり、最も大きい港湾を有する商工業の中心地である。ホーチミン市の主な経済活動はサービス業と工業である。サービス部門は2005年にGDPの53.1%、2010年には54%を占めると予測されている。工業と建設は2005年にGDPの45.7%、2010年に45.3%を占めると予測されている。2003年の統計によると、ホーチミン市には13箇所の工場団地（輸出基地3箇所と、ハイテクパーク1箇所を有している）に2万の企業が活動している。更にホーチミン市には5,547,900人（2002年）の居住者と数千の病院、個人クリニック、医療センターがある。これらの施設から2003年は毎日4,500~5,000トンの都市廃棄物、1,000~1,100トンの建設廃材、1,000トンの産業廃棄物（この内200トンは有害廃棄物、7~9トンは医療廃棄物）が排出されている。今後の廃棄物の排出量は毎年10~15%増加し、2010年には家庭からのごみは1.0kg/人・日で合計6,324トン/日になると予測されている。殆どの都市ごみは廃棄物処分場に運搬され埋め立てられている。建設廃材も同様に廃棄物処分場に搬送されている。産業廃棄物は廃棄物処分場に降ろされた後、個人業者によりリサイクルされ、有害廃棄物と医療廃棄物と一緒に焼却処分されている。ホーチミン市では埋立処分が主な廃棄物の処分方法となっている。

ホーチミン市では増え続ける廃棄物を郊外に埋立処分しているが、1箇所の埋立処分場は約10年で満杯となる程度の規模のため、次々に処分場を建設して対応している。埋立の終了した処分場は特別な対応を施していないため、地中に埋め立てられた有機物は分解してメタンガス（LFG）を発生しているが、特に規制等がないためそのまま大気の放出し、温室効果の原因の1つとなっている。

1.3 プロジェクトの立案

(1)対象地域

対象地域のホーチミン市はベトナムの国土の 0.6%の面積に過ぎないが、人口は全体の 6.8%を占めている。ホーチミン市はメコンデルタの中心地として栄え、ベトナム最大の都市で、最も大きな港湾を備えベトナムの商業と工業の中心地となっている。

ホーチミン市はドンナイ (Dong Nai) 川支流のサイゴン川の西側に位置し、町の面積は約 2,000km²で人口は約 550 万人 (2002 年) である。ホーチミン市の周りにはドンナイ省 (Dong Nai)、ビンズン省 (Binh Duong)、バリア - ブンタオ省 (Ba Ria-Vung Tau) とタイニン省 (Tay Ninh) - ロンアン省 (Long An) が隣接している。

(2)廃棄物処分場

2002年の調査によるとホーチミン市には31,105の企業があり、14の工場団地等に工場、事務所が配置されている。更に、ホーチミン市には5,547,900人の住民が居住し、毎日4,500~5,000トンの都市ごみを排出している。ほとんどの廃棄物は回収されてゴキヤット (Go Cat) 埋立処分場 (Binh Chanh) とフックヒップ埋立処分場 (Cu Chi) に運ばれる。ドンタン埋立処分場は 2002 年までは都市廃棄物を埋め立てていたが、現在は建設廃材を埋め立てている。産業廃棄物の一部は処理業者によってリサイクルされるがホーチミン市では埋立処分が廃棄物処理の唯一の方法である。医療廃棄物と一部有害物質はビンフンホア (Binh Hung Hoa) で焼却処分されている。ホーチミン市では現在フックヒップに第2埋立処分場を建設中であり、更に Tan Thanh と DA Phuoc 地区に処分場の建設を計画している。

1.4 事前調査

事前調査として、平成 14 年度に実施した環境省の「タイにおける廃棄物処分場から発生するメタンガスを利用した発電施設の事業性調査」の検討例について文献調査を実施した。また、ベトナム北部ハイフォンにおいて実施された「Landfill Closure and Gas Recovery and Utilization in Thuong Ly, Haiphong, Viet Nam」の実施例についてインターネットで検索し PPD をもとに調査を行った。

1.5 現地調査

1.5.1 第1回現地調査

第1回現地調査の概要は以下のとおり。

(1)日程：8月11日～8月17日

(2)調査項目：

(a) 相手先との調査内容について事前協議

廃棄物処分場の一般情報に関する調査

廃棄物処分場のメタンガス分析作業

(b) ベトナムの埋立処分場のメタンガス回収の実例について

(3)訪問先及び対応者：

(a) ホーチミン市：天然資源環境部

対応者：Dr. Nguyen Trung Viet

調査内容：今回実施する調査内容及びスケジュールについて協議した。

また、本調査で埋立処分場から発生するメタンガス量及び濃度の測定及び関連調査についてホーチミン市に依頼することとしており、その契約を締結した。

(b) ドンタン埋立処分場

対応者：Dr. Nguyen Trung Viet

調査内容：契約後実施するメタンガスの測定に関し、現地を視察した。ホーチミン市より廃棄物処分の現状について資料を入手した。

(c) MONRE（天然資源環境省）

対応者：Mr. Hoang Manh Hoa

調査内容：ベトナムにおけるCDM事業の現状と政府の取り組みについて協議した。

来年はじめ日越共同のCDMセミナー開催を予定している。

1.5.2 第2回現地調査

第2回現地調査の概要は以下のとおり。

(1)日程：9月6日～9月12日

(2)調査項目：

(a) 相手先との調査内容についての協議

調査目的・内容について確認

- 日本側質問の内容について協議
廃棄物サンプル採取方法、ガスの採取方法及び分析項目について協議
- (b) ホーチミン市の廃棄物処分場調査
ドンタン（対象廃棄物処分場）の他、ゴーキャット、フックヒップの3 廃棄物処分場について調査を実施

(3) 訪問先及び対応者：

(a) ホーチミン市：天然資源環境部

対応者：Dr. Nguyen Trung Viet ホーチミン市天然資源環境部部長

MSc. Ha Minh Chau ホーチミン市固形廃棄物管理課 専門員

Mr. Nguyen Quoc Hien ホーチミン市固形廃棄物管理課 産業廃棄物専門員

Ms. Le Vo Hoang Lan ホーチミン市 固形廃棄物管理課 課員

Ms. Khuat Thi Phuong Thao ホーチミン市 固形廃棄物管理課 課員

調査内容：今回実施する調査内容及びスケジュールについて協議した。

また、本調査で埋立処分場から発生するメタンガスの量及び濃度の測定及び関連調査についてホーチミン市に依頼しており、その契約内容に関して確認した。また、日本側から質問状に関して説明し資料を入手について依頼した。

ベトナム側から最近の埋立処分場ガスの回収方法について新技術（スマートソイル法の紹介があった。スマートソイル法は埋立処分場の内部に配管を挿入し、回収したガスの一部を循環することによって、廃棄物の醗酵を促進し、通常数十年掛かって徐々に発生するメタンガスを3～5年で発生させるものである。実際にそのようなことが容易にできれば有用な技術として利用できる。

(b) ドンタン埋立処分場

対応者：Mr. Nguyen Quoc Hien ホーチミン市固形廃棄物管理課 産業廃棄物専門員

調査内容：ドンタン埋立処分場は1991年から2002年まで都市廃棄物の処分場として使用されていた。しかし、付近の住民の苦情から現在は建設廃材の処分専用となった。埋立処分量は6百万トン、敷地面積は34haである。GLよりの深さは10から12m、高さは20から30mである。

(c) ゴーキャット廃棄物処分場

対応者：Mr. Nguyen Quoc Hien ホーチミン市固形廃棄物管理課 産業廃棄物専門員

2001年から2006年まで埋立を予定している。敷地面積は25haと小さいが、オランダの技術によるメタンガス回収のテストプラントを設置している。しかし、発生量が予定より少ないため、回収ガスはフレアリングしている。排水の生物化学処理設備を有している。

(d) フックヒップ廃棄物処分場

対応者：Ms. Le Vo Hoang Lan ホーチミン市 固形廃棄物管理課 課員

2003年から操業している。1地区は43ha、隣接する2地区の予定地は88haの敷地面積を有している。主に生ごみの埋立を行っているため臭気は目立ち、日本から輸入している消臭剤を使用している。更に埋立処分場は昼間ビニールシートでカバーし、午後6時から翌朝6時までカバーを外して廃棄物の埋立作業を行っている。

1.5.3 第3回現地調査

第3回現地調査の概要は以下のとおり。

(1)日程：12月12日～12月22日

(2)調査項目：

(a)相手先との調査結果についての協議

埋立処分場のサンプリング内容・結果について確認

中間報告に対する日本側質問の回答について協議

廃棄物サンプル採取結果、ガスの分析結果の評価について協議

(b)ホーチミン市の廃棄物処分場調査

ドンタン廃棄物処分場のサンプリング穴、売電の配電線への接続ポイントの確認

(c)CDM実施のための調査及び協議

(3)訪問先及び対応者

(a)ホーチミン市 天然資源環境部、バンラン大学

対応者：Dr. Nguyen Trung Viet

Nguyen Van Chien, Deputy Director

Ms. Le Vo Hoang Lan

調査内容：ホーチミン市天然資源環境部と廃棄物及び発生ガスの分析結果、中間レポートの質疑、今回の埋め立て処分場の調査目的・日程、プロジェクトの現地実施者について打合せを行った。バンラン大学環境技術管理部にて廃棄物処分場の埋め立て物のサンプリング方法及び分析結果について協議した。

(b)CDM 関連機関

対応者：

電力公社 国際協力部

Phan Minh Tuan, Director

農業地域開発省 国際協力部

Tran Kimlong, Deputy Director General

天然資源環境省 環境保護局

Dr. Hoang Duong Tung, Director

ホーチミン市科学技術部

Phan Thu Nga, Chief of Science Management

ホーチミン市環境会社

Bui Trong Hieu, Vice Director

調査内容：

ベトナム電力公社（EVN）にて発電した電力のグリッドへの接続について協議した。
農業地域開発省にて CDM の実施に関し協力を要請した。

天然資源環境省にてベトナムの GHG 排出量、CDM 体制、手続きに関して協議した。
ホーチミン市科学技術部と埋め立て処分場のメタンガス回収プロジェクトに関して
協議し、CDM プロジェクトへの協力を要請した。

ホーチミン市環境会社に対し CDM プロジェクトを実施した場合の現地の操業主体と
して協力を要請し了解を得た。

(c) 現地調査

ドンタン廃棄物処分場

今回サンプリングした箇所の確認と発電した電力を接続するポイントに関して調
査を行った。サンプリング穴 9 箇所の内 7 箇所は区画- 1 内にあり、この内 3 箇所につ
いて、ガスの有無を確認した。

配電線は埋立処分場内に 380V から 220V に落とトランスがあり、ここに接続して
発電した電力を供給できることを確認した。

1.5.4 第 4 回現地調査

第 4 回現地調査の概要は以下のとおり。

(1) 日程：2 月 24 日～3 月 2 日

(2) 調査項目：

(a) 相手先との調査結果についての協議

LFG 推計量の結果について確認

LFG 発生量の実測方法について協議

(b) CDM に手続きに関する協議

ベトナムにおける CDM 承認手続きに関する協議

(c) CDM 実施のための協議

CDM プロジェクト実施主体に関する協議

(3) 訪問先及び対応者

(a) ホーチミン市 天然資源環境部、バンラン大学環境技術管理部

対応者：Dr. Nguyen Trung Viet

Mr. Nguyen Quang Thach

調査内容：ホーチミン市天然資源環境部と埋立処分場の LFG 回収プロジェクト及びベ
トナムでの手続きについて協議した。建設費については少ないとの意見があった。
プロジェクトの手続きについては日本側から HCMC 人民委員会に手紙で申し入れ、人
民委員会から回答を入手することが必要である。人民委員会に提出する手紙を作成

し Viet 氏に提出を依頼した。

バンラン大学環境技術管理部にて廃棄物処分場の LFG の発生量の実測方法について協議した。LFG を回収するためには、廃棄物処分場の対象エリアをシートでカバーすることが必要であるとのコメントを得た。LFG の排出量の実証方法については、日本側の案について検討して後日回答を出すこととなった。

(b) ホーチミン市環境会社(CITENCO)

対応者 : Mr. Bui Trong Hieu, Vice Director

Mr. Nguyen Huu Nhon, B.A Expert Basic Construction Investment Dep.

調査内容 : ホーチミン市環境会社と CDM プロジェクトの実施について協議した。CDM によるメリットと義務について協議し、日本側とベトナム側の建設費と得られる CER の配分について結論は得られず別途協議することとした。PDD 作成に必要な覚書について日本側の案を環境会社側に渡し、後日署名入り書類を入手をした。

2 現地調査結果

2.1 プロジェクト対象地域の地理・社会・経済・文化的背景

(1) 一般的事項

- 国名 : ベトナム社会主義共和国 (英文名 : Socialist Republic of Viet Nam)
- 人口 : 7,971 万人(2002 年)
- 人口増加率 : 1.31% (2002 年)
- 面積 : 32 万 9,241 万 km²(日本の 0.88 倍)
- 人口密度 : 227 人/km²
- 首都 : ハノイ (人口 284 万 1,700 人(2002 年 6 月))
- 言語 : ベトナム語、他に 4 種の山岳民族語
- 宗教 : 仏教 80%、カトリック、カオダイ教他
- 民族 : キン (Kinh) 族が人口の約 9 割を占め、ほか山岳部を中心に 60 種の少数民族
- 歴史 : 千年を超える中国支配を経験した中国文化圏最南端の国
- 1883 年 仏の植民地となる
 - 1945 年 ベトナム民主共和国成立
 - 1949 年 ベトナム共和国 (親仏) 成立
 - 1954 年 ジュネーブ協定により南北分割
 - 1955 年 南部で共和制成立
 - 1965 年 米軍直接介入開始
 - 1973 年 パリ和平協定
 - 1975 年 南ベトナム政府崩壊
 - 1976年 南北統一 (社会主義共和国)

(2) 政治体制

- 政体 : 社会主義共和国
- 元首 : チャン・ドク・ルオン(Tran Duc Luong)大統領(国家主席)・・・1997 年就任
- 議会 : 一院制 一党(ベトナム共産党)、任期 5 年
- 議員数 : 498 人 (2002. 5. 19)
 - 選挙権 : 18 歳以上、被選挙権 : 21 歳以上
- 内閣 (主要閣僚) : 改選年 2002 年 8 月
- 首相 : ファン・ヴァン・カイ (Phan Van Khai)
- 内政 : 1986 年の第 6 回党大会で採択された市場経済システムの導入と、対外開放を柱としたドイモイ (Doi Moi:刷新) 路線を継続し、政治的に安定している。

(3) 外交・国防

外交基本方針：全方位外交を展開し、ASEAN、アジア太平洋諸国などの近隣諸国との関係の拡大に努めている。1995年にアメリカと国交正常化しASEANに加盟、1998年にAPECに正式参加した。

(4) 経済

主要産業：農林水産業、鉱業

名目国内総生産(GDP)：390億4588万ドル(2003年)

一人当たりの名目GDP：454.2ドル(2003年)

経済成長率：7.3% (2003年)

物価上昇率：3.0% (2003年、12月末比)

失業率：5.8% (2003年)

貿易：輸出 201億7600万ドル、輸入 252億2690ドル (2003年)

主要貿易品目：(輸出) 原油、繊維製品、水産物

(輸入) 機械、石油製品、衣料品材料

貿易相手国：(輸出) 日本、中国、米国、シンガポール、オーストラリア

(輸入) シンガポール、日本、台湾、韓国、中国

通貨：ドン(Dong)

為替レート：1ドル=15,646ドン (2003年)

外国からの投資実績：(2003年) 752件、19億1430万ドル (前年比22.9%増)

経済概況：

1989年頃から、ドイモイ(Doi Moi)の成果があらわれ始め、1995～1996年には9%台の高い経済成長率を続けた。しかし、1997年から成長が鈍化し、1999年の経済成長率は、4.8%に低下した。その後、2000年から回復の兆しが見られ、2000年の経済成長率は6.7%、2001年は6.8%まで回復した。2002年は7.0%を記録、2003年も7%台の成長率を達成する見込みである。しかし、慢性的な貿易赤字、未成熟な投資環境など懸案材料も依然残っている。

(出典：外務省ホームページ 各国情勢、JETRO 世界各国の基礎データ)

2.1.1 地理

ベトナムはインドシナ半島の東側に南北に1,650キロに延びた細長いS字形型をした国で、北を中国、西をラオス、カンボジアと国境を接している。面積は約33万km²でわが国の約90%の国土を有する。国土の約4分の3は山岳地帯で、北部ハノイ周辺と南部メコンデルタ地帯に平地が広がっている。

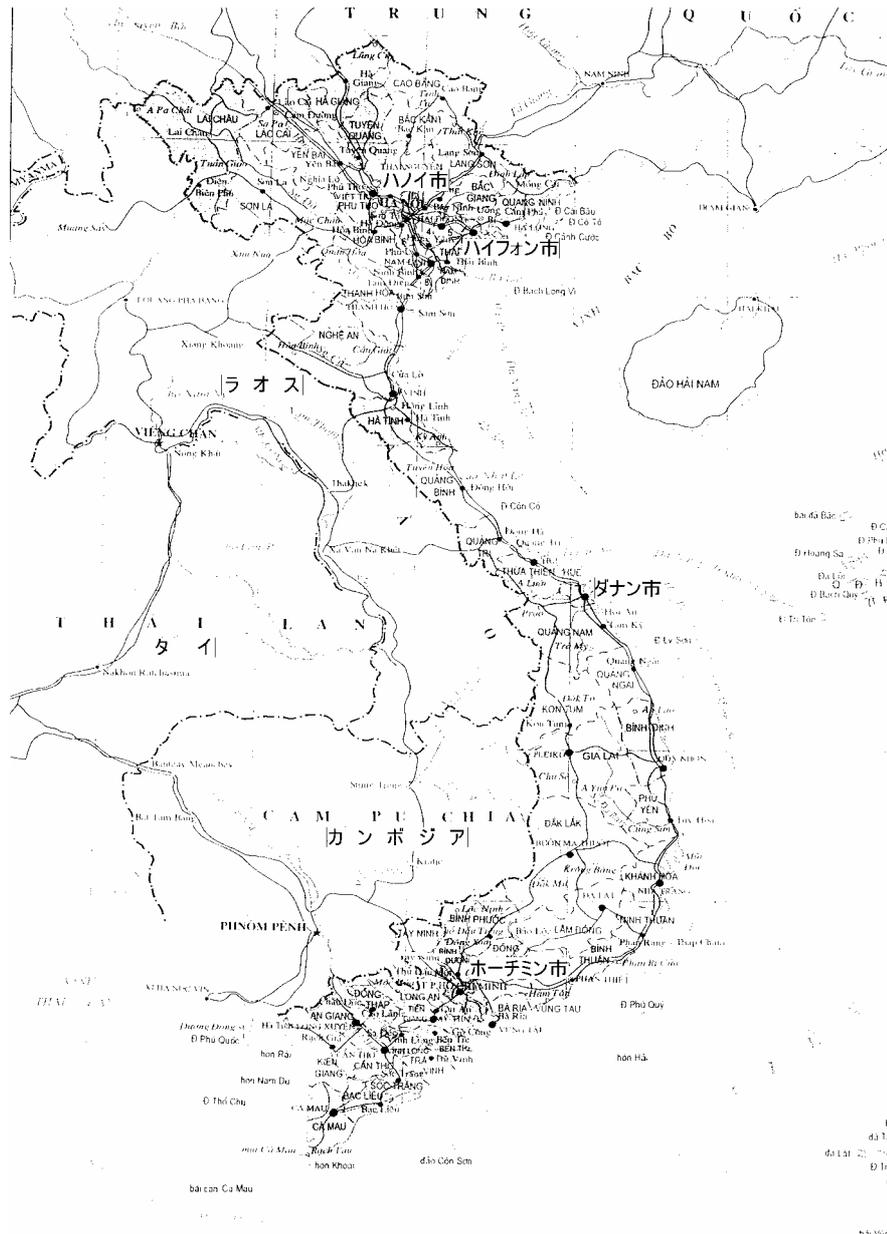


図 2.1 ベトナム全土地図

2.1.2 気候条件

気候は、北部は亜熱帯、南部は熱帯モンスーン気候で、雨期と乾期の区別がなく、年平均気温 25℃の暑さである。

ベトナムは北部、中部、南部に区分できる。北部は亜熱帯気候に属し、雨期と乾期の2季からなるがその中間には短い春、秋がある。雨期（夏期）は4月から10月までで、涼しい南東風がある。乾期（冬期）は11月から4月までで、北東風と霧雨を伴う周期的な寒気がある。年間平均気温は 23.6℃で、最低気温は 4℃、最高気温は 39.4℃である。平均の年間降雨量は 1,661mm で5月から10月の間に 80-85% を占める。

中部は熱帯モンスーン気候に属し、北部と南部の間になる。雨期は6月から11月、乾期は12月から6月で、平均気温は 23.5℃、年間降雨量は 1,800-2,000mm である。

南部は熱く高湿度の熱帯モンスーン気候で、雨期、乾期の区別がなく、平均気温は 27℃、雨は12、1月にはなく、6月から9月までがもっとも多く、年間降雨量は 2,163mm である。雨期は西～南西の風があり、11月から2月は北～北東風の風がある。

2.1.3 政治状況

(1) 主な歴史

ベトナムは9世紀まで通算1000年を超える中国の支配を受けた後、1883年にフランスに統治された。その後フランスが、ラオス、カンボジアを加えた仏領インドシナ連邦として統治したが、ベトナムはフランスの支配に抵抗し、1945年の日本敗戦を機に、ベトナム民主主義共和国として独立を宣言したが、ポツダム宣言の結果、北緯16度線を境として北を中国、南をイギリスが日本の後を引き継ぎ統治した。その後、フランスがイギリスから統治権を引き継いだ。抵抗が活発化し、各地で武力衝突が起こった。ベトナムの統一は、対仏戦争及びその後の対米戦争を経て、ようやく1976年にベトナム社会主義共和国として実現した。

ベトナム戦争中は、社会主義国やその同盟国と国交を持つだけで、西側諸国との外交関係が途絶えた。1976年のパリ協定以降、西側諸国と外交関係を持ち始めたが、その後もカンボジア侵攻、中越戦争の勃発により、西側の援助が停止し、1980年代後半まで関係停止の状態が続いた。

1989年のカンボジアからの撤退を機に、西側との関係が改善された。また、1990年代のソ連、東欧の崩壊により、東欧諸国との関係が希薄となり、市場経済の導入と対外解放政策が、加速度的に進められた。

1995年のアメリカとの国交正常化を機に、ASEANに加盟し、1998年にAPECに参加するなど、ASEAN、アジア、太平洋諸国など近隣諸国との友好関係を積極的に進めている。このように過去の歴史を見ると、ベトナムは国際的にはまだ若い国であり、国際社会へはこれから活発に歩み出そうとしている段階である。

(2) 政情

ベトナムは1986年の第6回の党大会で採択した「ドイモイ(刷新)政策」に基づいて、国造りを進めている。共産党一党独裁の下で治安は安定している。

1978年のカンボジアへの侵攻後、中国との国境で小規模の戦闘が頻発していたが、1989年に撤退し、1991年に中国との国交が成立した。1999年、中国との国境確定に合意後、2000年にトンキン湾の領海確定に合意し、1979年以来懸案となっていた領土問題を解決した。

日本は、1979年以降見合わせていた円借款を1992年に再開した。

アメリカは、1975年以来継続していた経済制裁を1994年に全面解除した。両国は、1995年に国交正常化に調印した。1999年、アメリカとの2国間通商協定に合意し、2001年に批准した。

旧ソ連・東欧の崩壊後、全方位外交を展開し、国際交流を活発化している。1995年にはASEANに正式に加入、1996年にはAFTAに参加し、1998年にはAPECにも加入した。2001年4月の第9回党大会で、マイン(Manh)新書記長が誕生するとともに、中央委員会、政治

局の定員削減など党指導部のスリム化が行われた。新内閣は2002年8月に発足し、留任した Phan Van Khai 首相をはじめ30人（うち14人が新任）で構成されている。

(3) 国際紛争

領土や国境などについて、近隣諸国との間で次のような課題が残されている。

- (a)カンボジアとの領海線
- (b)中国、台湾、マレーシア、フィリピン、ブルネイとの南沙諸島をめぐる抗争
- (c)タイとの領海線

(4) 国家組織

(a) 政治組織

1980年に公布されたベトナムの憲法は、1992年に改定され、現在に至っている。国権の最高機関は一院制の国民会議(国会)で、任期5年の498名の国会議員から成っている。国家の代表として大統領(国家主席)、副大統領がおり、国民会議常任委員会の下に政府がある。1997年以来、Tran Duc Luong氏が大統領、Phan Van Khai氏が首相を務めている。

(b) 行政組織

ベトナムの行政は、ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナンの4つの中央政府直轄特別市と、57省とに分かれている。省の下に県、市、郡などがあり、それぞれに人民評議会(地方議会)と人民委員会(行政機関)がある。

(5) 日本との往来

両国の首相や大臣が毎年のように相互訪問し、密接な関係を持つようになっている。

(a) 要人の往来

①日本からの訪問(2000年以降)

- 2000年10月 山崎拓自民党政調会長
- 2001年5月 高村法務大臣
- 2001年7月 田中外務大臣
- 2002年1月 綿貫衆議院議長
- 2002年4月 小泉首相

②日本への訪問(2000年以降)

- 2000年6月 カム(Cam)副首相
- 2001年6月 カイ(Khai)首相
- 2001年6月 キエム(Khiem)副首相、アン(An)国会議長
- 2002年10月 マイン(Manh)書記長
- 2003年4月 カイ(Khai)首相

2003年6月 ホア国家副主席、ニエン外相

2003年12月 カイ(Khai)首相、ニエン外相

(b)協定など

- ・1995年 租税協定締結
- ・1998年 技術協力協定
- ・2003年 投資協定

2.1.4 経済状況

(1) 経済動向

1986年に書記長に就任したリン(Lin)書記長は、計画経済を市場経済に転換するドイモイ(刷新)政策を採用し、外資を積極的に導入して経済建設を進め、抜本的な経済構造の改革に取り込んできた。1989年頃よりドイモイの成果が上がり始め、95年から96年には9%台の高い成長率を達成した。

順調に発展してきたベトナム経済も、1997年には成長率が低下しはじめた。その後も成長率は、1998年5.8%、1999年4.8%と低下したが、2000年は鉱工業部門の拡大などにより、6.7%、2001年には、6.8%まで回復した。2002年は、他のASEAN諸国の景気が減退中であって7.0%(暫定)に達成する見込みである。特に2000年から施行された会社法により、民間企業の設立手続きが簡素化された結果、企業設立が加速し、国内の景気回復に貢献している。

貿易収支の改善はみられず、慢性的な貿易赤字が継続している。最近の統計を見ると、原油や農産物など主要輸産品の国際価格が低下し、2001年には輸出額の最も多い原油価格が低下したため、9.3億ドルの赤字であり、2002年は、輸出が約8%増加したものの輸入が約18%増加したため、赤字幅は23億ドル以上に増加する見通しである。

1988年から外国投資の導入を始め、1994年以降は工業化促進のため、日本や韓国から工業部門で多くの案件が許可された。しかし、投資環境が未整備なため、1997年から1999年まで3年連続で投資が減少した。政府は、二重価格の撤廃(1999年)や、許認可を必要としない事業登録制(2000年)などを発表し、投資環境改善に取り組んでいる。

2001年の第9回党大会では、2020年までに工業国入りするため、2010年のGDPを2000年の2倍以上にするなどの目標が掲げられた。

2001年、米越通商協定が発効した。これにより、アメリカのベトナム製品に対する関税が低減され、2002年以降対米輸出が増加している。

(2) 外資による投資の状況

2001年までの外国投資の状況を表2.1に示す。2001年までに、約60カ国から3,772件のプロジェクトがあり、総額411億ドルが投資されている。投資は、工業分野、観光分野、

農林分野に集中している。日本は、投資額でシンガポール、台湾に次いで3番目である。欧米諸国の投資額は、アジア諸国と比較してまだ少ない。2002年の外国直接投資は754件と前年比50%増加したが、大型案件が少なかったため、金額は同38%減の16億ドルとなった。

表 2.1 外国投資の状況

投資額単位：百万 US\$

	2001年	2002年	2003年	1988～2003年累計	
	投資額	投資額	投資額	投資件数	投資額
シンガポール	271.5	42.3	59.9	328	6,152.00
台湾	474.3	312.4	389.6	1195	5,962.90
日本	163.5	102	119.5	430	3,722.40
香港	67.2	179.1	119.1	407	3,693.70
韓国	116.4	267.3	344.4	727	3,896.20
フランス	407.2	6.1	5.5	175	2,176.30
イギリス	69.1	155	323.3	280	4,307.30
アメリカ	118	142.7	65.8	206	2,297.30
オランダ	573.9	1.1	39.7	56	1,122.40
マレーシア	31	123.6	32.9	152	1,317.20
タイ	43.7	42	48.2	158	1,186.50
オーストラリア	19.5	10	111	125	1,001.70
フィリピン	2.2	6	40.8	32	272.4
中国	64.3	74.8	138.4	270	413.4
合計	2,529.10	1,557.70	1,914.30	5,093	43,430.10

(出典) 計画投資省の資料に基づき JETRO が作成

2002年の上期における日本のベトナムへの投資状況を見ると、中国、タイ、インドネシア、マレーシアなどと比較してまだ少ない。前記のように、投資環境の改善が必要で、他のアジア諸国と比較して、通信費、部品や原料価格が高いことや、外国人個人所得税が高く技術者も不足していることなどの短所があるが、治安が良く優秀なベトナム人が多い上、人件費が安く、経済成長率が高い8,000万人の大きな市場を持つなどの長所があり、魅力のある投資場所である。

(3) 主要経済指標

表 2.2 にベトナムにおける主要な経済指標を示す。これら表に見られるように、ベトナムの貿易収支は慢性的な赤字が続いている。

表 2.2 ベトナムにおける主要な経済指標

項 目	2001 年	2002 年	2003 年
実質 GDP 成長率 (%)	6.9	7.10	7.30
名目 GDP 総額 (US\$)	326 億 8512 万	350 億 6411 万	390 億 4588 万
一人当たり GDP (名目) (US\$)	393.230	428.007	454.200
消費者物価上昇率 (%)	0.80	4.00	3.00
失業率 (%)	6.30	6.00	5.80
経常収支 (国際収支ベース) (US\$)	6 億 8200 万		
貿易収支 (国際収支ベース) (US\$)	4 億 8100 万		
外貨準備高 (US\$)	36 億 7457 万	41 億 2105 万	62 億 2418 万
対外債務残高 (US\$)	125 億 7800 万		
通貨供給量伸び率 (%)	27.30	13.30	
輸出額 (US\$)	150 億 2900 万	167 億 610 万	201 億 7600 万
対日輸出額 (US\$)	25 億 980 万	24 億 3690 万	29 億 920 万
輸入額 (US\$)	162 億 1800 万	197 億 4560 万	252 億 2690 万
対日輸入額	21 億 8310 万	25 億 470 万	29 億 9390 万
直接投資受入額 (US\$)	25 億 9200 万	16 億 2100 万	18 億 9960 万

出典：JETRO，2004 年 9 月 24 日海外情報ファイル

他の ASEAN 諸国と比較を表 2.3 に示す。ベトナムは外貨準備高が少なく、経済力と比較して外貨債務比率が高いことが判る。また、GDP 総額は 5 カ国の中で一番低く、一人当たりの GDP も一番低い。

表 2.3 ベトナムと ASEAN 4 カ国主要経済指数の比較

	ベトナム	タイ	インドネシア	フィリピン	マレーシア
名目 GDP 総額 (億 US\$)	390.5	1431.7	2432.9	804.3	1037.4
一人当たり GDP (US\$)	454.2	2230.0	953.5	978.0	4128.0
対外債務残高 (億 US\$)	125.78	517.83	808.55	573.95	98.12
外貨準備高 (億 US\$)	62.24	410.77	349.62	134.57	342.22

出典：JETRO，2004 年 9 月 24 日海外情報ファイル

2.1.5 社会状況

ベトナムは、インフラの未整備や官僚主義の弊害など、社会環境発展の弊害もあるものの、ドイモイ政策の推進により徐々に改善され、食料問題も克服されてきた。

しかし、資本主義的経済の導入により貧富の差が拡大し、賄賂や汚職の増加、治安の悪化などの弊害が発生するようになった。ベトナム政府は、ソ連、東欧の崩壊により、共産党一党支配に危機感を持ちながらも「廃退的な外国文化の流入」と「共産党一党支配を揺るがせる政治改革」に対して、極めて慎重である。

(1) 人口と労働市場

(a) 人口

2003年のベトナムの総人口は、8,090万人で、都市部の人口は26%に対し農村部の人口が74%と大部分を占めている。表2.4に地域別における人口を示す。

表 2.4 ベトナムの人口分布 (千人)

地域	合計	男性	女性	都市部	農村部
ハノイ	3,007	1,504	1,503	1,834	1,173
ハイフォン	1,754	865	889	646	1,108
北部山岳地域	11,610	5,774	5,836	2,024	9,586
紅河デルタ地域	12,888	6,249	6,639	1,375	11,513
北部中央海岸地域	10,410	5,110	5,300	1,386	9,024
南部中央海岸地域	6,900	3,372	3,528	1,971	4,929
中央高地地域	4,570	2,291	2,279	1,258	3,312
ホーチミン市	5,554	2,674	2,880	4,860	694
ホーチミン市周辺地域	7,327	3,624	3,703	2,176	5,151
メコンデルタ地域	16,882	8,292	8,590	3,339	13,543
合計	80,902	39,755	41,147	20,869	60,033

出典：2003年人口調査 General Statistical Office Statistical Yearbook

また、人口増加率を表2.5に示す。この表によると、1990年から2003年の人口増加率は、約23%である。毎年的人口増加率は1980年代はじめ2%を超える増加率であったが、最近では1.5%を下回っている。また都市部の1980年代の人口増加率は2%程度で、農村部とあまり違いはなかったが、最近では3~4%に対し農村部は最近1%以下に低下し、徐々に都市部へ人口が移る傾向にある。

表 2.5 ベトナムの人口増加率

(千人)

年	人口	増加率(%)	男性	女性	都市部	農村部
1990年	66,017	1.92	32,203	33,814	12,880	53,137
1991年	67,242	1.86	32,814	34,428	13,227	54,015
1992年	68,450	1.80	33,424	35,026	13,588	54,862
1993年	69,644	1.74	34,028	35,616	13,961	55,683
1994年	70,824	1.69	34,633	36,191	14,425	56,399
1995年	71,995	1.65	35,237	36,758	14,938	57,057
1996年	73,157	1.61	35,858	37,299	15,420	57,737
1997年	74,307	1.57	36,473	37,834	16,835	57,472
1998年	75,456	1.55	37,090	38,366	17,464	57,992
1999年	76,597	1.51	37,662	38,935	18,082	58,515
2000年	77,635	1.36	38,166	39,469	18,772	58,863
2001年	78,686	1.35	38,684	40,002	19,469	59,217
2002年	79,727	1.32	39,197	40,530	20,022	59,705
2003年	80,902	1.47	39,755	41,147	20,869	60,033

出典：2003年人口調査 General Statistical Office, Statistical Yearbook

2.1.6 エネルギー状況

ベトナムの1次エネルギーの生産は、石油換算で約1644万トン(2001年)で、日本のほぼ3%に過ぎない。また、一人当たりのエネルギー消費量を見ても、石油換算で約207kg/年で、日本の約5%の消費に留まっている。これは、ASEAN諸国と比較しても少ないが(表2.6)、国民の勤勉性、安い人件費と良質な労働力を求めて、日本、韓国、台湾、などの東アジアの先進国を始めとする先進国の工業団地への進出など予想され、経済成長に伴い、急速にエネルギー消費量が拡大するものと予想される。

ベトナムの商業エネルギー需要の推移を見ると、石油換算でドイモイ政策開始直後の1986年は521万トンであるが、10年後の1996年には、1,242万トンと2.4倍に増加しており、エネルギーレベルはまだ低いものの、エネルギー消費量の伸びは高い。

表 2.6 アジア諸国の一人当たりのエネルギー消費量(2001年)

	一人当たりのエネルギー消費量 (石油換算 kg/年・人)
ベトナム	207
タイ	1,020
マレーシア	2070
インドネシア	499
フィリピン	414
ブルネイ	6250
インド	316
韓国	4110
シンガポール	7060
中国	726
日本	4100

出典：日本エネルギー経済研究所

一次エネルギーの需給バランスを表 2.7 に示した。エネルギー源別では石油が 50.9%、石炭が 30.1%、天然ガスが 9.5%その他（水力）9.5%となっている。

表 2.7 一次エネルギーの需給バランス（2001 年）（石油換算千トン）

	石油	天然ガス	石炭	その他	合計
国内生産	17,351	1,563	7,279	1,566	27,759
輸入	9,154	0	0	0	9,154
輸出	18,152	0	2,350	0	20,502
在庫変動	0	0	27	0	27
一次供給	8,353	1,563	4,955	1,566	16,437

出典：APEC Energy Balance Table

ベトナムはエネルギー資源に恵まれ、石炭、天然ガス、水力のいずれも多くも多くの埋蔵量を有する。石炭の埋蔵量は、調査機関の違いによってかなりの差があるが、30 億トンといわれている。1999 年末現在の原油埋蔵量は、6 億バレルで可採埋蔵量と生産量の比は 5.7、天然ガスは 2,040 億 m³では、その比は 100 以上と長い。石油の確認埋蔵量が横ばいであるのに対して、天然ガスは若干増加している。

石炭生産は、1888 年の Hon Gai 炭採掘から開始され、これが良質の無煙炭であったことから、積極的な開発が続けられ、世界的にも有名な炭鉱が開発されている。生産量は、世界的な石炭需要低迷と旧ソ連・東欧の経済停滞、外貨不足による採掘設備の老朽化が重なり、一時落ち込んだが、近代化策などにより年 1,100 万トンに増加した。現在は約 700 万トン生産され、うち約 32%は輸出され、残りの約 68%に相当する 500 万トンが国内消費に当てられるが、その大部分は石炭発電用として使用されている。

その他のエネルギーとして、水力発電や薪、練炭などがある。近年では急速に LPG の利用が増加してきたが、生活エネルギーとしては農村部を中心として、大半がまだ薪、藁、練炭などのバイオマス資源が使用されている。

(1) 電力事業の実情

(a) 電力の現状と開発計画

ベトナムにおける国民一人当たりの電力消費量は、東南アジアで最も低いレベルであるが、ここ数年増加している。ベトナムは、急速な商業の発達、大都市間の移動、生活水準の上昇により電力需要が増大している。

表 2.8 ベトナムの発電設備容量と構成比

	発電能力 (MW)			
	2001 年		2002 年	
水力	4154	50.49%	4187	47.26%
石炭火力	645	7.84%	1245	14.05%
石油火力	198	2.41%	198	2.23%
ガスタービン	2322	28.22%	2322	26.21%
ディーゼル発電	296	3.60%	296	3.34%
IPP	612	7.44%	612	6.91%
合計	8227	100.0%	8860	100.0%

出典：EVN 2002 年アニュアルレポート

2001 年におけるベトナム全体の発電容量は 8.23GW に対して、2002 年は 8.86GW で、この 1 年で発電能力が 7.7%増加している。この増加の大きな要因は北部の Pha Li 2 石炭火力発電所 (600MW) の建設によるものである。発電方法としては、水力発電が 47.26% と最も多く、ガスタービンが、これに次いで 26.21%を占めている。ガスタービンの内、Bach Ho 油田の随伴ガス等を利用した発電が大部分を占めている。IPP も 6.91%と大きな発電容量を有している。(表 2.8)。

(b) 需要予想

国営電力会社 Electricity of Vietnam (EVN) は、2000 年での電力需要 26,562GWh から 2020 年までの需要が low case でも 5 倍以上に増加すると予想しており (表 2.9)、それに見合う発電能力や電力網を拡大する計画を作成している。この計画の一つとして、2005 年までに中央及び中央高原地域に水力発電所を建設することを目指している。発電所の新たな建設計画には、ベトナム最初の原子力発電所を 2020 年までに建設すべきとしている。

表 2.9 ベトナムの電力需要想定 (GWh)

	Low Case	Base Case	High Case
2000 年	26,562	26,562	26,562
2005 年	42,409	46,500	49,009
2010 年	64,553	70,437	78,466
2015 年	96,906	109,439	126,949
2020 年	142,113	167,022	201,367
増加率 (%)	8.75	9.63	10.66

出典：EVN 2000 年アニュアルレポート

(2) 石油の状況

(a) 埋蔵量、生産量、輸出量

ベトナムには、6億バレルの石油資源が確認されており、中国、インドネシア、インド、マレーシアに次ぐアジア第5位の産油国であると共に、インドネシアに次ぐ石油の輸出国である。産出される原油の大部分は、オーストラリア、日本、シンガポール、中国などの国々に輸出している。ベトナムはBach Ho (White Tiger)、Rang Down (Dawn)、Hang Ngoc、Dai Hung (Big Bare)、Cuu Long、Nam Con Sonの6箇所の油田を有している。2003年においては、約1760万トン、推定36億ドルの石油を輸出しており、原油の輸出がこの国最大の外貨獲得物品となっている。しかし、国内消費量を上回る約35万bb1/日(2003年)の原油を産出しているにもかかわらず、ベトナムにはまだ製油所が建設されていないため、せつかくの自国原油を自国で消費できずに、石油製品のほとんどを輸入している(表2.10)。

表2.10 ベトナムにおける石油生産量、及び輸出入量の推移

年	1995	2000	2001	2002	2003 予測
生産量(千 t)	7,620	16,291	16,833	16,863	17,600
輸出量(千 t)	7,652	15,424	16,732	16,876	17,143
輸入量(千 t)	5,003	8,747	9,083	9,970	9,955

出典：2003年 General Statistical Office, Statistical Yearbook

(b) 石油製品の現状と展望

ベトナムの石油製品の需要量、及びその予測量は、以下のとおりである。石油製品需要は年5~10%の割合で需要量が増加しており、油種別では軽油の輸入量が多く(表2.11)、当分の間その傾向が続くものと見られている。

①ガソリン

需要は1998年で2万7,440bb1/日である。現時点では日量4万バレル超とみられる。また、自動車の台数が増えてきているが2輪車が主流である。モータリゼーションは時代の要請であり、毎年2桁の増加が見込まれている。

②灯油

1998年の需要は、灯油が5,590bb1/日、ジェット燃料もほぼ同量の5,000bb1/日となっている。生産は、灯油がわずか60bb1/日、ジェット燃料も40bb1/日で、ほとんど全量を輸入に頼っている。

③軽油

1998年には6万2,680bb1/日と石油製品の中で最大の需要があり、全体の46%を占めている。軽油がベトナムの経済発展を支える輸送用燃料として不可欠であるため、今後も年10%以上の成長が見込まれている。生産は、300bb1/日に過ぎな

い。

④重油

重工業が発展途上であるため、発電も水力が75%前後を占め、1998年の時点で重油の消費量は2万6,790bbl/日に留まっている。また、生産は200bbl/日で99%以上を輸入に頼っている。

表 2.11 石油製品の需要量の予測 (%)

	1995年	1998年	2000年	2005年
LPG	1.9	2.2	2.8	4.7
ガソリン	22.8	23.3	24.0	24.0
灯油	5.0	4.0	2.0	2.0
ジェット燃料	4.4	4.4	5.4	6.5
軽油	45.8	46.0	47.0	47.0
重油	16.5	16.6	15.0	12.0
潤滑油	1.6	1.6	1.8	1.8
ビチューメン	2.0	1.9	2.0	2.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0

出典：The 5th Annual Lubricating Oil and Grease Markets Asia (1999)

(3) 天然ガスの状況

(a) 天然ガスの生産

ベトナムは約2,000億m³の天然ガスを埋蔵し、1997年の天然ガス生産量は、22億m³となっているが、ガス田の開発が進むにしたがい、更なる増加が予想されている。

(b) ガス事業の現状と計画

現在ベトナムにとって急務の課題は、Bach Ho 油田の随伴ガスと、Nam Con Son ガスの有効利用である。国家計画委員会(State Planning Committee)が中心になり、エネルギー省、石油公社(Petrovietnam)などが参加して、ガス有効委員会を組織し、ガス利用のMaster Planを作成している。

(c) 天然ガスの開発と利用

ベトナム南部で有力なガス田が発見され、1995年にはBach Ho 油田の随伴ガスの生産が始まった。Cuu Long Basin は、ベトナムの主要な天然ガス生産地であり、Bach Ho 油田からの随伴ガスがVung Tauまでの約100kmの海底パイプラインにより、陸上まで輸送されている。この随伴ガスは、Long Hai まで海底パイプラインにより移送された後、さらに陸上配管で約40km北のPhu Myまで移送されPhu My 第1発電所の燃料などに使用されている。また、このガスは、途中のプラントにおいてLPGとコンデンセートが分離され、これらの分離物はLPG燃料やガソリン基材としてベトナムの貴重なエネルギー

ギー源として使用されている。Ruby 及び Rang Dong 油田はこのパイプラインの近くにあるが、これらの油田からガスを送るには Bach Ho パイプラインの容量は不十分である。

PetroVietnam(51%)、BP (UK・32.67%)、及び Statoil (Norway・16.33%) は、Nam Con Son Basin のガス資源開発のために合弁企業を設立し、2000年12月にパイプライン建設計画に合意した。このガス田は 600 億 m³ のガス資源があると推定されており、ガス田からの海底配管が Long Hai まで敷設され、ここを經由してベトナム内陸の Ho Chi Minh 市近郊の Thu Duc 発電所や Bien Hoa 市近郊の Amata 工業団地まで接続される計画である。BP (UK)、ONGC Videsh (India) 及び Conoco Phillips (米国) は、13 億ドルを投資し、2002年に 361km×26B に及ぶ海底配管を完成させ、2002年11月から Phu My 第1発電所にガス輸送を開始した。現在オペレーションは BP が行っている。パイプラインの容量は、Hai Tach、Moc Tinh 及び Rong Doi ガス田からのガスも輸送にも利用出来るように計画されている。

Nam Con Son からは、年間 30 億 Nm³ の天然ガスを生産し、ベトナムの電力需要の 40% に当る年間 120 億 kwh の電力を生産する計画で、これによりベトナムにおける当面の電力不足が解消される。また、ベトナムと BP の間では、将来を見越したガスの価格も契約されていると考えられている。この Nam Con Son ガス田からのガスを使用して、Phu My 第2発電所(720MW)、Phu My 第3発電所 (720MW のコンバインドサイクル) が建設され、Phu My 第4発電所の建設も計画されている。

Malay Basin も将来性のあるガス田である。Lundin、Total Fina 及び Unocal がこの地域に興味を示している。表 2.12 にベトナムにおける予測天然ガス資源量を示す。

表 2.12 予測天然ガス資源量 (単位：×10¹² ft³)

Basin	資源量
紅河	14.0 - 19.0
メコン川	3.0 - 5.0
South Conson	19.0 - 25.0
Malay-Thochu	3.0 - 5.0
その他	19.0 - 25.0
合計	59.0 - 79.0

出典：Oil&Gas Industry(1998)&Foreign Commercial Service and US Department of State

(4) LPG の状況

ベトナムでは、ベトナム戦争終了後の 1990 年まで LPG をほとんど使用しなかったが、1990 年を境に急増し、1994 年には 1.6 万トン、1999 年に推定 19 万トンの LPG を消

費した。今後も急成長をするものと予測され、特に家庭用において従来の薪などのバイオマス燃料に代わって、増加するものと見られている。消費量の推移を表 2.13 に、LPG の需要予測を表 2.14 に示す。

表 2.13 LPG 消費量の推移 (トン/年)

地域	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年
北部	0	500	3,500	10,500	25,000	35,000		
南部	400	4,500	12,830	39,497	60,800	75,000		
合計	400	5,000	16,330	49,997	85,800	110,000	140,000	190,000

出典：東アジアの石油産業と化学工業(2000)

表 2.14 LPG 消費量予測 (トン/年)

用途	1998 年	2000 年	2002 年	2004 年	2006 年	2008 年	2010 年
家庭用	103,786	165,580	217,268	257,387	300,500	346,971	396,940
商業用	20,757	33,114	43,453	51,477	60,110	69,349	79,381
産業用	21,649	24,949	28,778	33,194	38,289	44,165	50,991
合計	146,192	223,643	289,494	342,058	398,899	460,530	527,312

出典：東アジアの石油産業と化学工業(2000)

Dinh Co にあるベトナム最初の液化プラントは、Bach Ho 油田からのガスを受け入れ、LPG とコンデンセートを生産している。現在フル運転に近くで操業されており、1999 年 5 月に最初の輸出が行われた。能力は年産 23 万トンである。

1998 年以来、ベトナムの LPG 部門は外国企業に開放されており、SaigonPetro、ELF Gas Petrolimex 及び Mobil Unique (Mobil、Mitsui、Unique Gas & Petrochemical のコンソーシアム)はこの部門で活動する主要な企業である。タイの LPG 市場で活動している Unique Gas & Petrochemical (UGP) は、近い将来ベトナム市場に参入しようとしている。ベトナムの LPG 貯蔵施設は、Ho Chi Minh 市に 3 箇所、Dong Nai 省に 3 箇所、Hai Phong 市に 2 箇所あり、計 8 箇所合計 6,500~7,000 トンの貯蔵設備がある。Mobil Unique は、ベトナムの LPG の需要増に対応して、Dong Nai 省に 1 万 5000 トンの貯蔵設備を設置しようとして計画中である。

(5) 石炭の状況

ベトナムの石炭生産は、1888 年の Hon Gat 炭採掘から開始された。これが良質の無煙炭であったことから、積極的な開発が続けられ、Chm Pha の Deo Nat、Coc Son、Cao Son や Hon Gai の Ha Tu、Tan Lap さらに Don Bi の Man Khe、Vang Danh といった世界的にも有名な炭鉱が開発されている。

ベトナムの推定石炭資源は、1.65 億トンで、その大部分は無煙炭である。1980 年代初頭には年 600 万トンを生産していたが、世界的な石炭需要低迷と旧ソ連・東欧の経済停滞、外貨不足による採掘設備の老朽化が重なり、1980 年代中頃から落ち込んだ。

このためベトナム政府は、運営組織の近代化などの策を打ち出し、1998 年は 1994 年の約 2 倍量を生産したが、輸出市場は飽和な状況にある。国営の石炭企業 Vinacoal は、400 万トンと言われる貯蔵量を減少させるために生産の抑制を指示したが、あまり効果が認められず 1999 年後半には、逆に増加傾向となった。

しかし、Plan Van Khai 首相が先頭に立って、石炭火力発電所の建設を促進しており、水力発電から石炭火力発電所へと移行している。この動きの中で、Vinacoal は、100 MW から 300 MW 規模の発電所の 10 基以上の建設計画を発表している。Na Duong と Cao Ngan においては、100 MW の発電所が建設中であり、更に 9 基の建設が検討されている。ベトナムは水力発電に焦点を合わせていたので、この石炭への転換はベトナムエネルギー部門において重要な変化である。

(5) バイオマスの状況

ベトナムの農村人口は 全人口の割合が極めて高く、74%が農村に住んでおり、都市化率は年間約 0.2%と低い。農業－生態系ゾーンは、七つの農業－生態系ゾーン分類されており、一番広いのは北部の山岳地帯と高原地帯で、全国土の 31.1% を占める。

このように農村人口の割合の多いベトナムにおいて、バイオマスは一次エネルギー消費の約 54-65% となっており、2000 年では 14.0 Mtoe に相当した。一般家庭では、LPG が増加してきたが、消費エネルギーの多くを、まだ薪、木炭、灌木、麦藁、農業廃棄物のようなバイオマス燃料を使用している。薪の需要は樹木の再生限度をはるかに超えており、森林破壊を導いている。表 2.15 にバイオマスエネルギーの割合を示した。

表 2.15 バイオマスエネルギー消費量の割合の変化

年	全体 (ktoe)	木材 (ktoe)	全バイオマス (ktoe)	木材の割合 (%)	バイオマスの割合 (%)
1990	16, 879. 30	5, 693	12, 390	34	73
1995	20, 594. 00	8, 530	13, 480	41	65
1996	22, 192. 00	8, 615	13, 614	39	61
1997	23, 226. 00	8, 744	13, 750	38	59
1998	24, 382. 00	8, 831	13, 887	36	57
1999	25, 060. 00	8, 823	14, 025	35	56
2000	26, 007. 00	8, 805	14, 000	34	54

出典：Institute of Energy

(6) その他のエネルギー状況

ベトナムにおいて、再生エネルギー消費が伸びており、太陽エネルギー発電が非常に有望である。太陽発電協力計画は、Ho Chi Minh 市に「ベトナムーフランス友好太陽発電所」を設置し、Gia Lai、 Quang Nam 及び Binh Phuoc の南部各州に、電力を供給することを目指している。この計画は、小規模水力発電や風力発電など他の再生エネルギーも含まれており、Solarlab によって運営され、フランス外務省、フランス電力(EDF)及び EU によって資金が提供されている。

2.2 廃棄物処分の状況

2.2.1 廃棄物処分に関する法律

ベトナムでは硝子、金属、プラスチック、ダンボール、材木等の有価物はリサイクル業者が回収し、資源化や再利用されている。しかし、重金属等有害物質を含んだスラッジ等の産業廃棄物は国内の処理・処分する施設がないため、生活廃棄物と一緒に埋立処分されている。

法律では今まで、1993年に制定された環境保護法で理念規定する程度で、法整備が遅れていたが、1999年に有害廃棄物の処理・処分方法を規定した有害廃棄物管理規則（Decision No. 155/1999/QĐ-TTg）が公布され廃棄物対策がスタートした。規則には有害物質の定義、関係省庁の責務、排出者の責務、運搬・処理・処分方法が規定されている。有害物質の分類は表 5.1-6 のように A リストの有害廃棄物と B リストの無害廃棄物に分類される。A リストは 4 分類され、それぞれさらに 58 種類に再分類される。日本の特別管理廃棄物は全て含まれている。

表 2.16 有害廃棄物に関する規制の概要 (Decision No. 155/1999/QD-TTg)

分類		基準	処理・処分の方法										
			回収		物理・化学処理			焼却		埋立			
			油 ／ 溶 剤	金 属	酸 化 ／ 還 元	中 和	安 定 化	分 離	セ メ ン ト	特 殊 炉	衛 生	特 別 管 理	
A リ ス ト 有 害 廃 棄 物	有害金属含有、18 分類												
	A1	カドミウム及び化合物含有物	Cd>0.1%		○		○	○					
		6 価クロム含有物	Cr ⁶⁺ >1%			○							
		金属酸洗廃酸	pH<2			○	○						
	金属及び有機金属含有の無機物、5 分類												
	A2	陰極線発生管廃ガラス	全て					○	○				○
		アスベスト含有物						○					○
	金属及び無機物含有の有機物、19 分類												
	A3	石油コークス、瀝青処理発 生物	全て							○	○		
		有機塩素化合物含有	全て							○	○		
		PCB 他有機塩素高分子汚染 物質	≥50m g /kg							○	○		
	有機及び無機物含有、16 分類												
	A4	油水懸濁廃液					○		○			○	○
	爆発性物質									○		○	
	ダイオキシン汚染物質									○			
B リ ス ト 無 害 廃 棄 物	B1 金属及び合金、24 分類												
		鉄、銅、ニッケル他のスクラップ											
	B2 金属及び有機物含有の無機物、12 分類												
		ガラスくず、長石くず											
	B3 金属及び無機物含有の有機物、14 分類												
		各種廃プラスチック											
B4 有機及び無機物含有、3 分類													
	A リストにないバッテリーを 使った使い捨てカメラ												

出典) 環境省「日本企業の海外活動に当たっての環境対策 (ベトナム編) (2002)

2.2.2 ベトナムの廃棄物処分の状況

ベトナム全土で発生する廃棄物の量は年間 1500 万トンである。このうち 80% (約 1280 万トン) は都市廃棄物である。また、17% (約 260 万トン) は工場から発生する産業廃棄物である。このうち、80%は北部と南部の工業地帯で発生している。ベトナムで発生する廃棄物の 1% (16 万トン) は病院からの有害医療廃棄物や工場から発生する有害廃棄物や燃えやすい廃棄物、農業用殺虫剤を含む廃棄物である。

都市部の人口は 24%であるが、600 万トン以上の廃棄物 (国の都市廃棄物の 50%) が発生している。都市部の廃棄物はバッテリーや溶剤等の有害物質やプラスチック、金属、ガラスなど分解しにくい物質を含んでいる。農村部の一人当たりの廃棄物の発生量は都市部の約半分である。ほとんどの廃棄物は分解しやすい有機廃棄物である。

都市部で発生した廃棄物の 71%は回収されているが、農村部で回収されるのは 20%程度である。廃棄物の埋立処分場はオープンダンプであり、49 箇所のサイトで環境や健康被害の問題で紛争が発生している。ベトナムには 91 箇所の廃棄物埋立処分場があるが、このうち 17 箇所が衛生理立処分場となっている。他の多くの地域では、個別に焼却したり埋立てるか河川や運河に捨てられたりしている。

(1) 都市廃棄物

都市ごみは以下の廃出源から排出される。

- (a) 一般廃棄物：居住生活に伴って排出される。
- (b) 産業廃棄物：工場や産業拠点の活動に伴って有害物を含んで排出される。
- (c) 医療廃棄物：病院や診療所の活動に伴って発生する。
- (d) 排水廃棄物：排水処理施設から発生する汚泥・スラッジ。
- (e) 商業廃棄物：レストランや事務所から発生する。
- (f) 建設廃棄物：建設や改築に伴って排出する。

廃棄物の排出率は都市部の面積のクラスによって 0.35kg/c. d. から 0.80kg/c. d. の範囲である。都市部からの廃棄物は 1996 年に 16,237 トン/日、1997 年に 19,315 トン/日、1997 年に 22,210 トン/日排出された。廃棄物の回収率は大都市で発生量の 40~70%、小都市で 20~40%である。排水処理施設から廃棄物埋立処分場に捨てられる汚泥・スラッジは推定で 822 トン/日である。廃棄物の比重は 400~580kg/m³である。ハノイで 420 kg/m³、ハイフォンで 580 kg/m³、ホーチミンで 500 kg/m³である。都市部の廃棄物の内容はその都市の生活習慣、生活レベル、発展の程度によって大きく異なる。有機物起源の廃棄物は 50.27%から 62.22%である。多くの固形物、砂、ブロックの破片、石等が含まれている。廃棄物の内容を分析することは処理技術の選定に当り重要な役割を果たす。ベトナムにおける都市部の廃棄物の成分を表 2.17 に示す。

表 2.17 主要都市と廃棄物の成分

(%)

成分	ハノイ	ハイフォン	ハロン	ダナン	ホーチミン
1 有機物	50.10	50.58	40.1-44.7	31.50	41.25
2 プラスチック、 ゴム、革	5.50	4.52	2.7-4.5	22.50	8.78
3 紙	4.20	7.52	5.5-5.7	6.81	24.83
4 金属	2.50	0.22	0.3-0.5	1.40	1.55
5 ブロック、石、 セラミック	1.80	0.63	3.9-8.5	1.80	5.59
6 砂、砂利等	35.90	36.53	47.5-36.1	36.00	18.00
水分	47.7	45-48	40-46	39.05	27.18
灰分	15.9	16.62	11.0	40.25	58.75
密度、トン/m ³	0.42	0.45	0.57-0.65	0.38	0.412

出典：State of Environmental in Vietnam 1999

(2) 廃棄物の処理過程と管理

一般に、廃棄物は廃出源で分別されていない。廃棄物は全部混合されて運搬され、処分場に送られる。回収率は大都市で発生量のおよそ 40～67%である。小都市では 20～40%である。平均の回収率は 53.4%である。道路や公共施設の廃棄物は箒を使って集め手車で集積場に運搬される。家庭からの廃棄物は手車や収集車が計画されたスケジュールに合わせて回って回収している。

殆どの廃棄物は廃棄物集積場に廃棄される。廃棄物の内プラスチック、紙類、金属、ガラス等 13%から 20%はスカベンジャーによって回収され、リサイクルまたは再利用される。廃棄物の廃出源から処分場までに回収される割合はむしろ高い。廃棄物の採取活動は全くの自然発生的なもので組織や管理の形態はない。

廃棄物埋立処分場多くは有害物資、悪臭、浸出水の管理をしていないため、土壌や排水、大気汚染の要因となっている。メコンデルタ地域にある都市部の廃棄物処分場は雨季に廃棄物が流出し環境影響をおよぼしている。衛生廃棄物埋立処分場は環境保全が必要であるが、底部にビニール敷きや浸出水の回収管理やガスシステムもない。また表面のカバーも無く、フェンスも設置されていない。病院や工場の有害廃棄物は処分される前の処理がされていない。いくつかの病院では焼却設備を設けて医療廃棄物を焼却している。靴の生産工場では 2つの焼却設備を設置して、工程から出る残渣の処理を行っている。ほとんどの有害廃棄物は未処理か簡易処理されて都市廃棄物と一緒に処分されている。病院からの医療廃棄物は 1日約 50～75 トン排出される。平均かさ密度は 150kg/m³で水分 42%、発熱量は 2,150kcal/m³である。

(3) 産業廃棄物

大都市の産業廃棄物には都市廃棄物が 15～26%含まれている。産業廃棄物の内 35～41%は有害廃棄物である。産業廃棄物の成分は非常に複雑であり、原料、技術プロセス、最終製品等によって影響される。産業界からの有害廃棄物の排出量は1997年に概算で1930トン/日、1998年には2,200トン/日に、1999年には2,574トン/日に増加した。1998年における都市の主な産業セクターからの有害廃棄物の排出量を表2.18に示した。

表 2.18 ベトナムにおける都市の有害産業廃棄物の排出量 (トン/年)

省/都市	電気/ 電子	機 械 工 業	化 学 工 業	軽工業	食 品 工 業	その他	合計
ハノイ	1,801	5,005	7,333	2,242	87	1,640	18,108
ハイフォン	58	558	3,300	270	51	420	4,657
クアンニン	-	15	-	-	-	-	15
ダナン	-	1,622	73	32	36	170	1,933
クアンナン	-	1,554	-	-	10	219	1,783
クアンガイ	-	-	-	10	36	40	88
ホーチミン	50	3,330	1,029	28,614	200	1,661	34,884
ドンナイ	-	879	635	91	128	97	1,830
バリアブンオ	-	879	635	91	128	97	1,830
合計	1,936	20,469	17,941	56,261	2,574	10,287	109,468

出典：Statistics and prediction of generated

2.2.3 ホーチミン市の廃棄物処分の状況

(1) ホーチミン市の環境管理組織

ホーチミン市の環境関連の組織図を図 2.2 に示す。ホーチミン市の天然資源環境部はホーチミン市人民委員会に属するが、政府の組織である。ここでは規制、計画、廃棄物を含む環境に関する企画を行っている。固形廃棄物管部門は廃棄物（一般廃棄物、産業廃棄物、有害廃棄物）の収集、移動、運搬、回収、リサイクル、処理、埋立、埋葬、墓地の管理の全て一連の計画管理と固形廃棄物の管理を行っている。環境管理部門はホーチミン市の環境保全を担当している。環境保全局は試験、モニタリング、検査、公害防止、環境改善に関する環境保全活動、生物の多様性の保存、技術の利用、公共意識の向上、環境保全費の徴収を行っている。

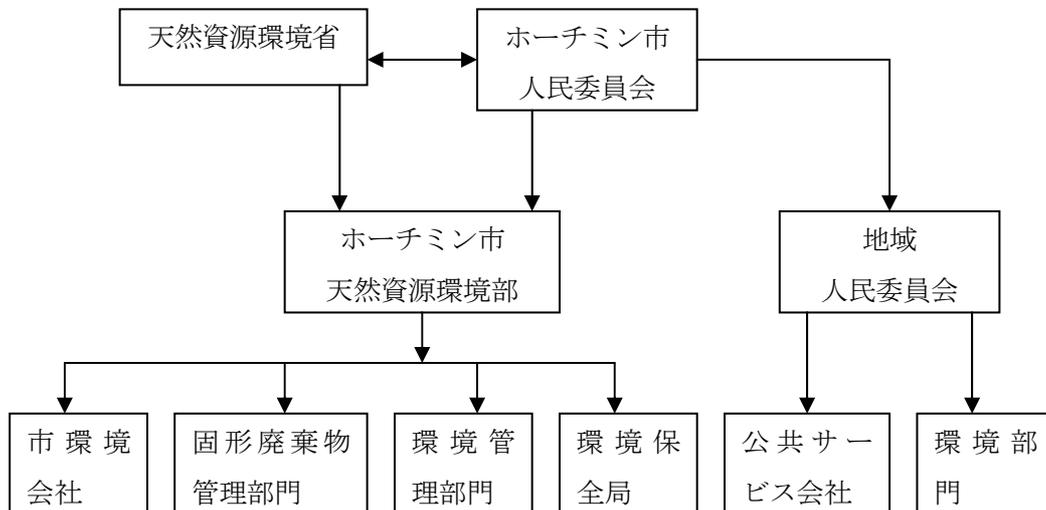


図 2.2 ホーチミン市の環境関連の組織図

(2) 都市廃棄物の管理システム

ホーチミン市では天然資源環境部が廃棄物の管理を担当している。廃棄物管理課は市街及び埋立処分場の衛生管理と都市廃棄物に関する課題の解決を担当している。

53%の廃棄物は市の環境会社 CITENCO により移動、運搬される。17%は工業組合、農業組合が、残りは地区のサービス公社が担当している。

廃棄物の分別、回収、再利用は戦後自発的に行われた。家庭ではスクラップを分別してスクラップ業者に販売している。廃品回収業者は廃棄物置き場や廃棄物処分場からリサイクルできる物を分別して、スクラップショップやリサイクル企業に売却している。

ホーチミン市には Go Cat と Phuoc Hiep 1 の 2 つの廃棄物処分場が稼働している。この処分場は底部にシートを敷き、臭気処理、排水処理を施した衛生技術を適用している。Dong Thanh は 2002 年に閉鎖され、現在は建設廃材の埋立処分場となっている。

産業廃棄物の管理は今まで規制がなかったが、最近是一般廃棄物と一緒に処理されている。しかし、有害廃棄物については法令に従って環境及び人の健康に配慮して回収、運搬、処理が行われている。これらの作業はホーチミン市から許可を受けた業者が行っている。

(3) 廃棄物の発生量

ホーチミン市には5,547,900人(2002年)の居住者、企業数約2万、13工場団地、3輸出基地、ハイテクパーク1箇所あり、これらから2003年は4,500~5,000トンの一般廃棄物、1,000~1,100トンの建設廃材、1,000トンの産業廃棄物(この内200トンは有害廃棄物、7~9トンは医療廃棄物)を排出している。今後は毎年10~15%増加し、2010年には家庭からのごみは1.0kg/人・日で合計6,324トン/日になると予測されている。殆どの都市ごみはGo CatとPhuoc Hiep 1に搬送される。建設廃材はDong Thanhに搬送される。産業廃棄物は埋立処分場から降ろされた後、個人業者によりリサイクルされ、有害廃棄物はBinh Hung Hoaで医療廃棄物と一緒に焼却処分される。ホーチミン市では物理立処分が主な廃棄物の処分方法である。表2.19にホーチミン市の廃棄物の排出量実績と2010までの予測を示す。

表 2.19 ホーチミン市の廃棄物の排出量実績と2010までの予測

年	人口 百万人	一般廃棄物の発生量		汚水 m ³ /日	医療廃棄物		産業廃棄物	
		トン/日	kg/人/日		無害 kg/日	有害 kg/日	無害 kg/年	有害 kg/年
2000	5.1	4,066	0.79	450	61,380	5,066		
2001	5.2	3,752	0.72	495	63,099	6,068		
2002	5.3	4,133	0.78	545	64,866	6,705	79,255	147,177
2003	5.4	4,407	0.81					
2004	5.5	4,681	0.84					
2005	5.6	4,955	0.87	686	70,468	9,158	151,209	280,794
2010	6.2	6,324	1.01	620	80,902	13,995	271,131	503,490

出典：Solid Waste Management Division, 12/2003、PMU, 08/2004

家庭、学校、ホテル/レストラン、マーケットにおける廃棄物の組成を調査する表 2.20 のとおりである。

表 2.20 ホーチミン市から排出される都市廃棄物の組成

	成 分	排出先別廃棄物の成分 (%)			
		家 庭	学 校	ホテル/ レストラン	マーケット
1	有機物	61.0-96.6	23.5-75.8	79.5-100.0	20.2-100
2	貝殻	0	0	0	0-10.1
3	竹	0	0	0	0-7.6
4	紙	1.0-19.7	1.5-27.5	0-2.8	0-11.4
5	ボール紙	0-4.6	0	0-0.5	0-4.9
6	ナイロン	0-36.6	8.5-34.4	0-5.3	0-6.5
7	プラスチック	0-10.8	3.5-18.9	0-6.0	0-4.3
8	繊維	0-14.2	1.0-3.8	0	0-58.1
9	皮革	0	0-4.2	0	0-1.6
10	木材	0-7.2	0-20.2	0	0-5.3
11	軟質ゴム	0	0	0	0-5.6
12	硬質ゴム	0-2.8	0	0	0-4.2
13	ガラス	0-25.0	1.3-2.5	0-1.0	0-4.9
14	缶	0-10.2	0-4.0	0-1.5	0-2.1
15	金属	0-3.3	0	0	0-5.9
16	セラミック	0-10.5	0	0-1.3	0-1.5
17	破壊物	0-9.3	0	0	0-4.0
18	灰	0	0	0	0-2.3
19	発泡スチロール	0-1.3	1.0-2.0	0-2.1	0-6.3

出典 : Solid Waste Management Division, 12/2003

ホーチミン市周辺には稼動中の廃棄物の処分場が3箇所ある。表 2. 21 に各廃棄物処分場の概要をまとめた。

表 2. 21 ホーチミン市の廃棄物処分場

処分場名	Dong Thanh	Go Cat	Phuoc Hiep (No. 1)
面積 (ha)	45	25	43
形式	埋立地 (覆土なしのオープンダンピング)	最新LFG回収システムと発電設備を設置した衛生埋立地	衛生埋立地
ゴミの埋立現状	埋立完了(家庭廃棄物) 埋立中(建設廃材)	埋立中	埋立中
埋立期間	1992-2002 (2003-1 家庭廃棄物終了) 現在建設廃材堆積中 (1,600tons/d)	2001-2006	2003-10/2005
地域	Hoc Mon	Binh Chanh	Cu Chi
受入ごみの種類	都市廃棄 建設廃	都市廃棄物	都市廃棄物
排水処理設備設置状況	建設中 現在排水池のみ設置	設置済み	設置済み
所有者	ホーチミン市	ホーチミン市	ホーチミン市
プロジェクト実施サイトとしての評価	○	× オランダ企業がLFG発電設備を設置しているが稼動していない (CDM 事業ではない)	○
詳細			

ホーチミン市の廃棄物埋立処分場の位置を図 2.3 に示す。



図 2.3 ホーチミン市周辺の廃棄物処分場

(a) Dong Thanh 廃棄物処分場

Dong Thanh 廃棄物処分場の全景を図 2.4 に示す。

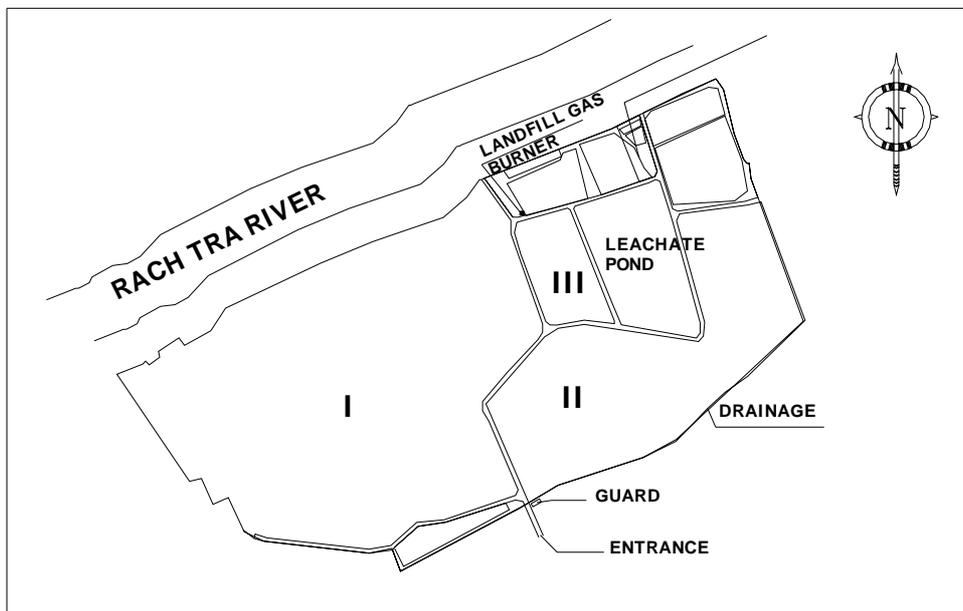


図 2.4 Dong Thanh 廃棄物処分場の全景

位置：Hoc Mon 地区、Dong Thanh 市、ホーチミン市の中心から 9km

形式：オープンダンプ、

底部にライナー無し、排水処理無し、ガス回収パイプ無し

前敷地面積：45.34ha

Cell-1 面積：20.88ha

高さ：32m

Cell-2 面積：11.48ha

高さ：13.8m

Cell-3 面積：6.58ha

高さ：11.5m

排水池面積：6.4ha

排水溝面積：1.55ha

内部道路：2.96ha

(b) Go Cat 廃棄物処分場

Go Cat 廃棄物処分場の全景を図 2.5 に示す。

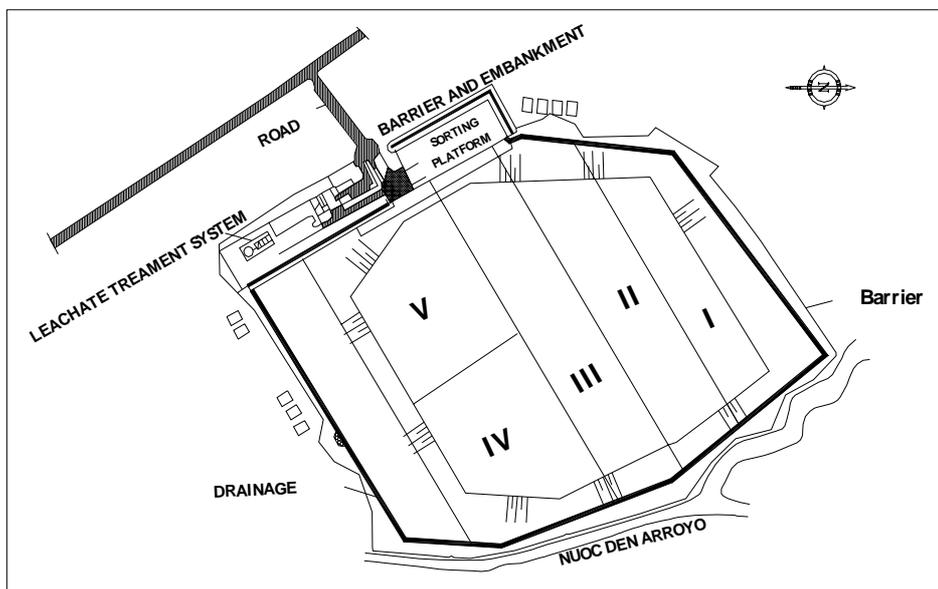


図 2.5 Go Cat 廃棄物処分場の全景

位置 : Binh Chanh 地区 Binh Hung Hoa 市

形式 : 近代的衛生埋立処分場

利用地区 : 6, 8, 11 地区, Tan Binh, Binh Chanh, Hoc Mon, Nha Be, Can Gio.

敷地面積 : 24.77 ha

Cell-1 面積 : 3.58 ha

Cell-2 面積 : 3.43 ha

Cell-3 面積 : 3.58 ha

Cell-4 面積 : 3.54 ha

Cell-5 面積 : 3.37 ha

維持作業場 : 2.39 ha

基盤施設 : 2.88 ha

空地面積 : 2 ha

フル充填セルの高さ : 23m (地下 7m)

(c) Tam Tan (Phuoc Hiep) 1

Phuoc Hiep1 廃棄物処分場の全景を図 2.6 に示す。

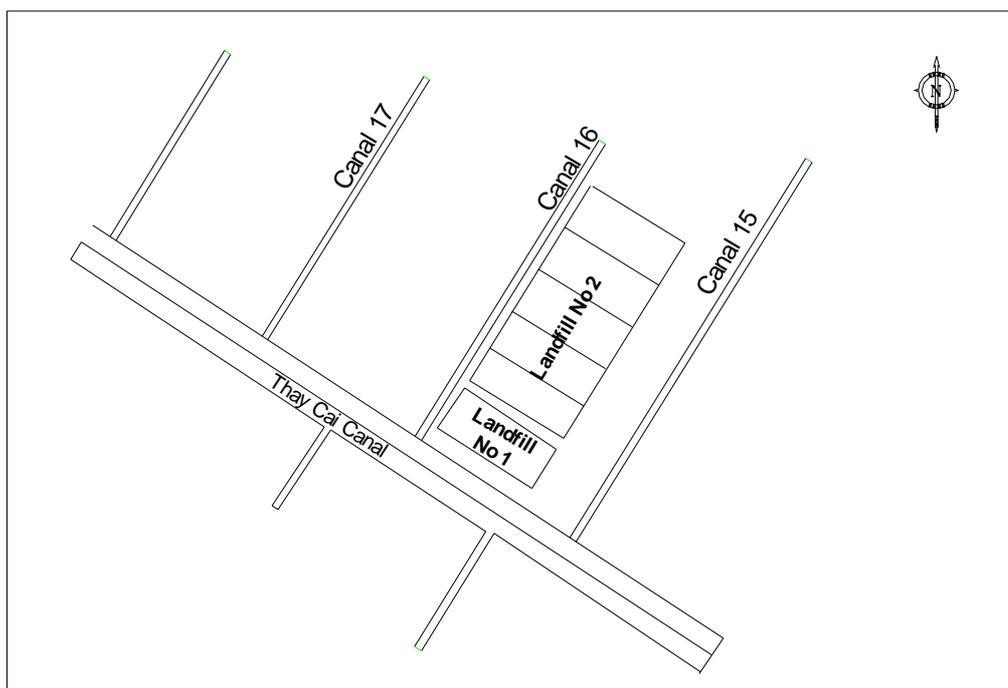


図 2.6 Phuoc Hiep1 廃棄物処分場の全景

位置：Tay Bac 廃棄物処理共同体に属する，Cu Chi 地区，Tan An Hoi 市

形式：近代的衛生埋立処分場

利用地区：1, 3, 4, 5, 7, 10, 12 地区，Go Vap, Phu Nhuan, Binh Thanh,
Cu Chi, Hoc Mon.

敷地面積：44.9ha

埋立面積：18.993ha

Cell 数：4セル

Cell 面積：4.5ha

フル充填の高さ：25m

2.3 実施国の温室効果ガス排出量、地球温暖化対策等

2.3.1 ベトナムの温室効果ガス排出量

ベトナムは1994年と1996年にIPCCのガイドラインに沿っての温室効果ガス排出量を調査した。1998年におけるベトナムの排出源別温室効果ガスの排出量を表2.22に示した。

表2.22 ベトナムの温室効果ガス排出目録（1998）

温室効果ガスの排出源	CO ₂ 当量(百万トン)	割合 (%)
1. エネルギー	43.2	36
2. 工業プロセス	5.6	5
3. 農業	57.3	47
4. 森林及び土地使用の改廃	12.1	10
5. 廃棄物	2.6	2
合計	120.8	100

出典：The Second Regional Workshop on capacity development for CDM Siem Reap, Cambodia, 23-26 March 2004, Nguyen Mong Cuong

ベトナムの温室効果ガスの排出量について1994年から2020年までの予測を図2.1.1に示した。エネルギー起源の温室効果ガスは26百万トンから197百万トンに増加すると予測している。全体では97百万トンから233百万トンに増加すると予測している。

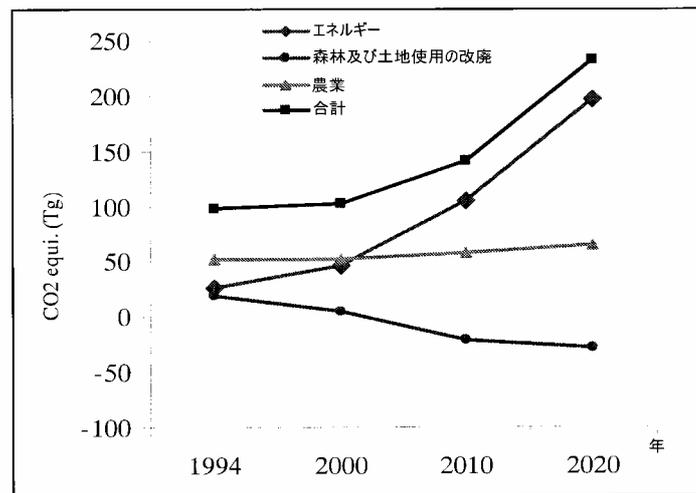


図2.7 温室効果ガス排出の2020年までの予測

出典：Nguyen Mong Cuong, Task 6 Leader Vietnam CD4CDM project

2.3.2 ベトナムにおける気候変動の影響

工業の発展途上にあるベトナムは、自国で排出する CO₂ 排出量がまだ低いものの、地理的、地形的要因から地球温暖化の影響を大きく受ける。CDM は、安定した収入をもたらす可能性が大きいと見られるため、ベトナムサイドは CDM に関して大きな関心を持って取り組んでいる。

(1) ベトナムにおける地球温暖化の兆候

海抜の低い広い面積が多く、海との係わりの大きいベトナムにおいては、近年、地球温暖化現象の一端と考えられる以下に示すような現象が起きている。

(a) 気温上昇と異常気象

ベトナムで 19 世紀後半から実施されている気象記録によれば、1970 年代から急激な温暖化が始まり、南部で気温が上昇し特に夏季に顕著である。北部では年間降雨量が増加している。熱帯性サイクロンの発生件数が増加するとともにその強度も増すなど異常気象現象が見られている。

(b) 水資源の変化

政府機関の調査によると、北部の紅河や南部のメコン河の流量が著しく減少している。近年、ホーチミン周辺の河川でも水量が減少し、旱魃頻度の増加が気候変動の影響として大きな問題となっている。

(c) 海面上昇

ベトナムは約 3,000km の海岸線を有し、特に南北の二つの低地デルタ地帯で海面上昇が認められ、最近の 40 年で約 10 cm 海面が上昇した地域もあることが、政府の観測で明らかになっている。

(2) ベトナムにおける気象変動の影響

ベトナムは、海抜 1 m 以下の地域が、大きな面積を占めている。このため、今後も海面上昇が続けば、南北の二つの大河による低地デルタ地帯を始めとする沿海地域は、次のような深刻な影響をもたらすと考えられる。

(a) 国土及び農耕地の損失

紅河デルタやメコン川デルタなどが、大きな面積を占めており、50%以上の人口がこの最も肥沃な二つの農耕地域に集中して生活している。海面の上昇により国土及び耕地が減少すれば、この地域の住民の生計及び社会経済に大きな影響をもたらす可能性がある。

(b) 沿岸生物の破壊

沿海には、マングローブなどの多様な植物群や、多くの鳥類の生息地がある。海面の上昇によりマングローブ林や砂浜の減少により、産卵場所が無くなるなど生態系に大きな影響を受けると予想されている。

(c) 農業生産量の減少

地球温暖化による異常気象(台風、洪水、旱魃)、地域的な気象変化(温度上昇、降雨量変化と南部の砂漠化の可能性)、北部の突発的な寒気、肥沃な土地の侵食などにより、農業生産量が減少する可能性がある。

(d) 水資源の変化

地球温暖化により、各地でそれぞれ違った形で、水資源の変化が予想される。北部地域は、年間水量の増加が予想され、中央ベトナムの中部及び南部地域では、年間水量が減少し、干ばつや砂漠化の可能性はある。

2.3.3 ベトナムの CDM の方針と政策

前記のように、ベトナムは、地球温暖化の影響を大きく受ける地理的な背景を持っている。このため、ベトナム政府は地球温暖化による自国への影響をよく認識しており、国際協力も含めてこの問題に取り組んでいる。

(1) 温暖化問題への政策

ベトナムは、自然資源及び環境保護に対する政策を立案し、その実施を推進している。国民の環境への関心がしだいに高まってきたが、専門家の育成と国民全般に対する啓蒙が今後さらに必要であり、ベトナム政府は今後次の事項に関する具体的な検討が必要であると考えている。

- (a) 気候変動の大きい地域や、水没する可能性の高い地域において生産性を持続するための技術的方法について検討する。
- (b) 海岸の生態系や、多様な生物の保護について検討する。
- (c) 海面に関する研究を進める。
- (d) 国民の環境に対する自覚を高める。
- (e) 気象変動及び海面上昇に対する対策を促進するため現在の組織機構を改革する。
- (f) 国際レベル、特に東南アジア諸国との協力関係を促進する。

ベトナムにおける温室効果ガスの排出削減対策としてエネルギー関係 15 項目、農業関係 3 項目、土地利用の変更と森林関係 3 項目について検討を行っている。

表 2.23 エネルギー関係の温室効果ガスの排出削減対策とコスト (2000-2010)

項目	CO2 排出削減量 千 tCO2	追加投資 百万 USD	削減コスト USD/ t CO2
工業ボイラーの効率化 (石炭焚)	12,085	108	0.12
工業ボイラーの効率化 (油焚)	1,491	82	28.86
CFL Lamp	776	4.6	4.04
石炭調理器の改善	529	1.4	-9.24
工業モーターの効率化	2,959	24	-3.51
セメント工業の技術革新	4,267	259	41.98
輸送機関の燃費改善	158	9	-37.82
地熱発電	12,219	600	15.18
太陽発電	210	35	154.16
風力発電	8,553	210	7.77
石炭火力発電所の改善	1,568	129	42.01
燃料の油からガスへの転換	6,474	8.7	-4.77
小規模水力発電	34,213	1,200	8.4
バイオマス発電	2,613	60	1.81
バイオガス発電	1,195	28	2.15
合計	89,311	2,760	

出典 : Nguyen Mong Cuong, Task 6 Leader Vietnam CD4CDM project

表 2.24 農業及び森林関係の温室効果ガスの排出削減対策とコスト (2000-2010)

項目	CO2 排出削減量 千 tCO2	追加投資 百万 USD	削減コスト USD/ t CO2
米作の水管理	16,632	12	8.24
動物の飼料プロセス	1,617	9	6.42
調理用バイオガス	3,927	6	1.75
合計	22,176	27	
長期間の植林	33,440	6.2	0.22
短期間の植林	10,170	18.2	2.4
森林保護の植林	8,560	10.6	0.13
合計	52,170	35.0	

出典 : Nguyen Mong Cuong, Task 6 Leader Vietnam CD4CDM project

(2) CDM 組織の変更

従来ベトナムでは、CDMに関する窓口として科学技術環境省(MOSTE: Ministry of Science Technology and Environment)と気象分水総局(HMS:Hydro- Meteorological Service of S. R. Vietnam)の2つがあった。ベトナム政府は、ベトナムにおけるCDM活動を積極的に展開するために、2002年にMOSTEの環境部門、HMS、及びLand Officeの3つの組織を統合して天然資源環境省(MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment)を設立し、MONREにCDM活動を一本化させた。そして、2003年12月UNFCCはMONREをベトナムにおけるCDMの当局(CAN)として任命した。現在、MONREの国際協力部がCDMの窓口となっている。

(3) アクションプラン

ベトナムの気象と気象変動に対するアクションプランは、HMSで計画され、MONREに引き継がれている。アクションプランは気候変動を考慮した社会・経済開発戦略の作成支援と地球温暖化の原因となる温室効果ガスの抑制対策がある。主要なプランは、次のとおりである。

- (a) 先進国の経験に基づき、必要な事項について政府が管理及び関与する。
- (b) 国民が環境保護に関心を持ち、国の環境政策が円滑に施行される環境を作り出すとともに環境保護に関する法律の制定し実施する。
- (c) 環境保護分野の専門家を育成する。
- (d) 進歩した科学技術を利用して環境改善や生態系バランスを保護する。
- (e) 観測網の強化と気候変動の制御

気象問題に関する国家委員会を設立し、気象変動研究計画を管理する。また、温室効果ガスを低減するために、近代技術の利用を支援し、海面上昇の影響を受ける沿岸地域に対する経済発展戦略を立案する。この作業に必要なデータは、全国に張り巡らされているMOREのネットワークを通して収集することができる。

(f) 国際協力

Framework Convention on Climate Change(FCCC)との作業協力や、International Decade for Natural Disasters Reduction に対して積極的に対応するなど、国際協力を強化する。気候変動に関する国の政策を策定し、積極的に国際協力に貢献する。

(g) 研究計画

気候、天気、水利及び環境に関するデータを蓄積し、ベトナムにおける気候変動の影響を評価する。また、地球温暖化のベトナム社会・経済活動の影響を見通し、適用方法を研究する。

2.3.4 地球環境問題への対応

今後、大きな経済発展が予想されるベトナム（特にホーチミン市を中心とするベトナム南部地域）では、排水、大気を中心とした環境保全に沿った工業化を推進していくことが必要である。具体的には、クリーンなエネルギーの使用、排水、排ガス処理設備の充実などが考えられる。自国で生産されているクリーンで取り扱い易いガスの有効使用は、この考えに沿った当面の最も必要な課題であり、次のような具体策が必要であると考えられる。

- (a) 温暖化対策のための制度、資金、人的資源の整備とそれらの準備
- (b) ベトナムの温暖化ガス排出状況の把握
- (c) 国の開発状況に合致した最も効果的な削減プロジェクトの発掘と選択

2.3.5 CDM のニーズ

以上のような状況などから、ベトナムは、CDM を行うための大きなニーズを持っていると考えられる。それらをまとめると以下ようになる。

(a) 地理的、地勢的な問題による地球温暖化への関心

ベトナムは1m以下の沿海地方が約3,000kmの海岸線の多くの部分を占めており、南北所要地域のデルタ地帯に、人口の50%が生活している。また、漁業、農業が盛んで、沿岸の海洋植物も生活に大きな影響を持ち、水資源を利用した水力発電も盛んである。このように、生活が水資源に密着しており、地球温暖化による海面上昇や気象変動に対して大きな影響を受けるため、自国のCO₂発生量がまだ少ないものの、ベトナムは地球温暖化に対して大きな関心を持っている。

(b) 外貨不足

ベトナム政府の財政状況は厳しい。温室効果ガス削減の可能なCDMが外貨獲得手段となるならば、CDMに最大限の努力を払うことが予想される。

(c) 自国産エネルギーの有効活用

ベトナムは、原油、天然ガス、石炭、鉱物資源など自国産出の天然資源を多く持っているが、資金不足のためそれらを十分に活用できないでいる。これらの資源の有効活用を強く望んでいる。

(d) 産業の成長によるCO₂の排出量増加の抑制策

ベトナムでは、今後の産業の成長によりエネルギー使用量が確実に増加し、CO₂排出量の増加が予想される。このため、今のうちからCO₂排出量削減手段を数多く持っておく必要がある。

以上のように、ベトナムはCDMに対するニーズを強く持ち、CDMを国の重要政策の一つ

と位置づけている。これを受けて、政府機関が数々の方策を検討しており、CDM 案件の窓口となる MONRE が、CDM 案件の推進を図るものと思われる。これらの状況をまとめて図 2.8 に示す。

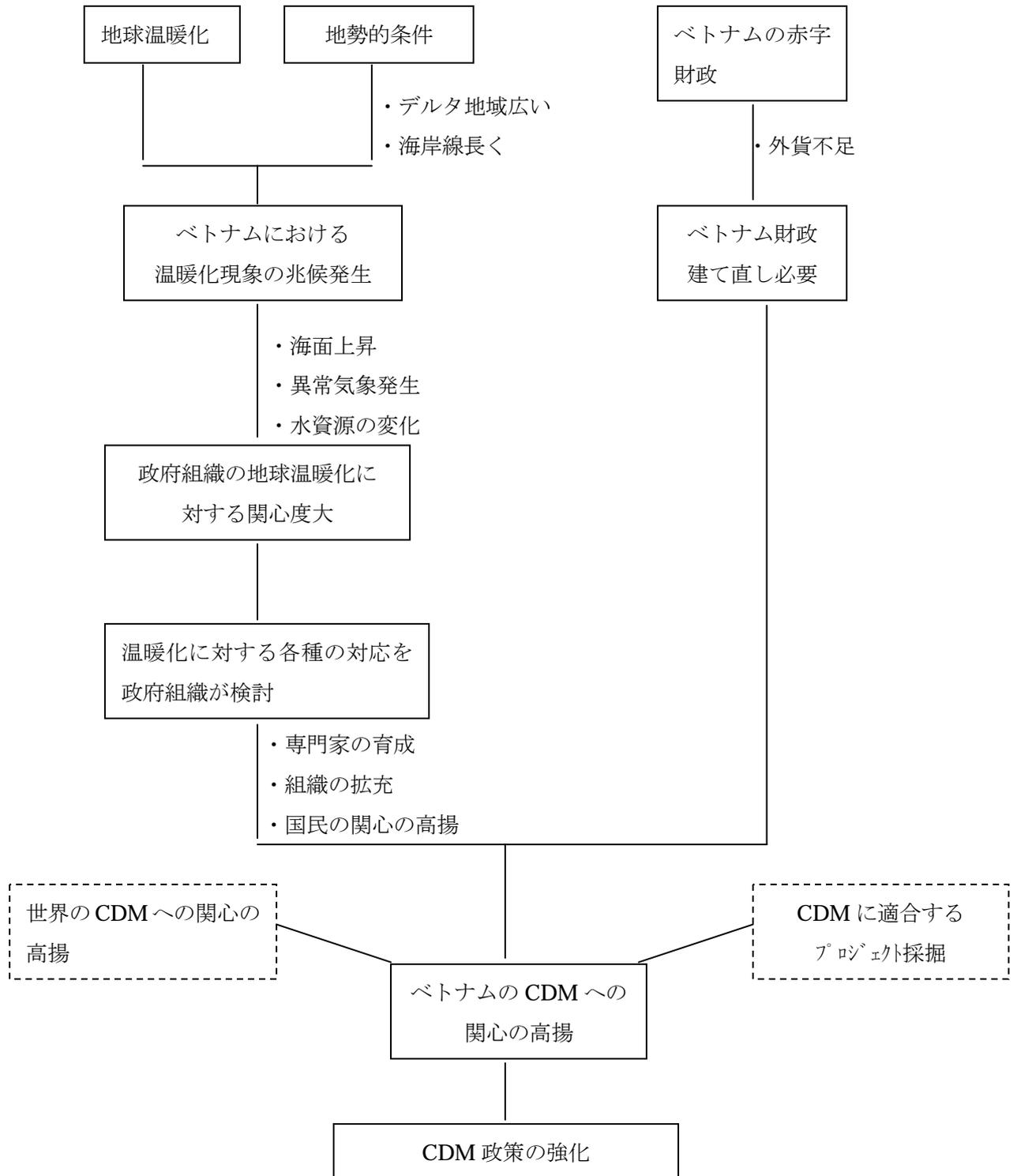


図 2.8 ベトナムの CDM 政策の強化

2.3.6 ベトナムにおける CDM プロジェクト

現在ベトナムで検討または計画されている CDM プロジェクトを表 2.25 に示す。

表 2.25 第 1 期 CDM プロジェクト

	項 目	概 要
1	発電所の燃料を油からガスへの転換	Thu Duc 発電所のガス転換
2	バイオマス	バイオマス発電
3	石炭焼き発電所の効率化	Pha Lai 発電所の効率化
4	油焼きボイラーの効率化	Dong Nai パルプ工場のボイラー改造
5	建設材製造技術の転換	先進ブロックキルン
6	セメント製造技術の転換	Song Da セメント工場の省エネ
7	太陽光発電	太陽光発電
8	風力発電	Quang Tri Province の風力ファーム
9	風力発電	Phu Quy 島、Binh Thuan 省のディーゼラー 風力ハイブリッド発電所
10	バイオガス発電	バイオガスプロジェクト (EVN)
11	小型蛍光灯	先端技術バラスト
12	小型蛍光灯	Hanoi, HCM, Da Nang, Hai Phong の電灯の 効率化
13	地熱発電	Quang Ngai の地熱発電

出典：Nguyen Mong Cuong, Task 6 Leader Vietnam CD4CDM project

2.3.7 ベトナムの CDM 受入体制

ベトナムは 1994 年 11 月 16 日に気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC)、2002 年 9 月 25 日に京都議定書 (KP) を批准した。ベトナムの天然資源環境省 (MONRE) は UNFCCC と KP を担当し実施する国の中心機関としてベトナム政府から指定された。MONRE の国際協力部は 2003 年 3 月にベトナムの CDM の政府機関 (CAN) として指名された。これは CDM に関するベトナムの担当政府機関 (DAN) の役割を担う。

ベトナムの CDM に関する政府機関 (CAN)：天然資源環境省国際協力部の機能と働きは以下のとおりである。

- ① CDM に関する国の評価基準、規制、指針の作成
- ② 国レベルでの CDM プロジェクトの評価

- ③政府 CDM 実行諮問委員会 (CNECB) における CDM プロジェクトの受入可能性の評価
- ④MONRE の大臣が CDM プロジェクトの正式な承認文書を発行するために CDM プロジェクト計画ノート (PIN) またはプロジェクト設計書(PDD)の受付、評価、認可
- ⑤CDM に興味を持つ投資家、関係組織、コンサルタント及び一般への CDM 情報の提供
- ⑥ベトナムにおける CDM 活動の管理、調整及び投資

政府 CDM 実行諮問委員会 (CNECB) が 2003 年 4 月に発足し、MONRE の国際協力部の部長が議長に就任した。CNECB は以下の部門から 12 人が委員となっている。

MONRE (議長、常任委員、幹事)、外務省 (MOFA)、財務省 (MOF)、投資計画省 (MPI)、科学技術省 (MOST)、工業省 (MOI)、農業地域開発省 (MARD)、教育訓練省 (MOET)、貿易省 (MOT)、ベトナム科学技術連合協会 (VUSTA)

この委員会の機能と役割は以下のとおり。

- ①ベトナム国内の CDM 活動の開発、実行、管理に関する政策について MONRE に答申する。
- ②ベトナムにおける京都議定書、UNFCCC の CDM プロジェクトを指導、評価する。

CNECB の年次会議は 4 月と 9 月に開催される。

CDM 制度は以下のとおり構成されている。

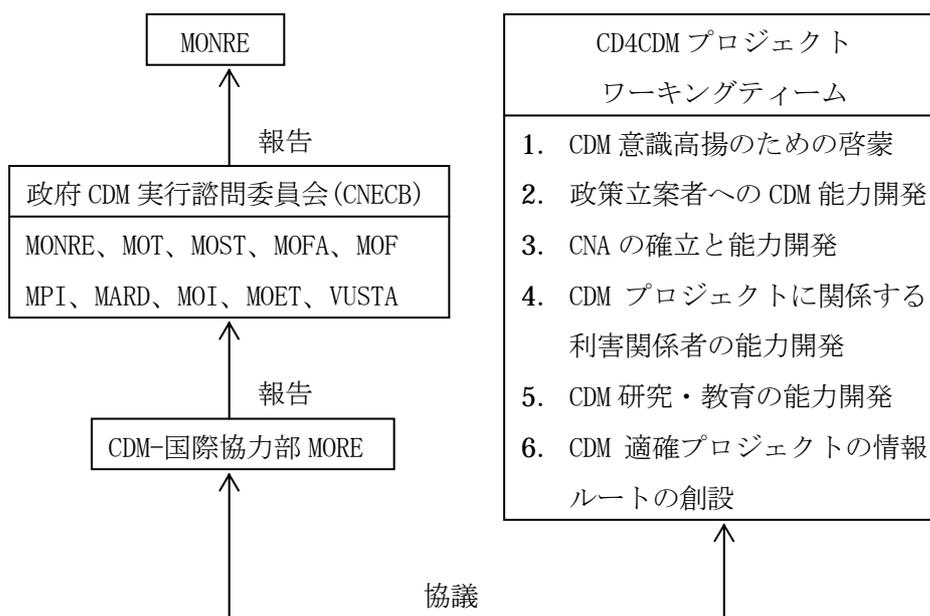


図 2.9 ベトナムの CDM 受入体制

2.4 プロジェクトの現地ニーズ

都市廃棄物の埋立処分場の設置については付近住民の影響の少ない場所に計画しているが、人口の増大とともに処分場の周辺にも民家が立ち並び、悪臭等の問題を引き起こしている。ドンタン廃棄物埋立処分場も1990年から2002年の13年間都市廃棄物の埋立てを行っていたが、悪臭等の問題からコンパートメント2、3を残して現在は建設廃棄物の埋立処分場となっている。2003年から稼動を開始したフックヒップ1は民家から離れた場所に建設されているが、悪臭対策として日本から高価な消臭剤を購入し、更に昼間は埋立地をシートでカバーし夜間そのカバーを外して埋立作業を行っている。

この様に、埋立処分場にとって悪臭対策が最重要な課題となっている。LFGの回収は法律上特に実施義務はないが、ホーチミン市は今後の廃棄物埋立処分場の建設に当たっては、LFGを回収し無害化することが埋立処分場の管理にとって重要と考えている。

しかし、人口の増加が著しいホーチミン市は、年々増加する廃棄物の処分に多額の予算を費やしており、LFGの回収設備の設置は独自の予算では不可能と考えており、CDM等海外資本の支援を受けて実施することを期待している。

2.5 プロジェクト実施等における現地の協力体制

ホーチミン市の都市廃棄物の回収はホーチミン市環境会社（CITENCO）、地域公共サービス会社（DPSC）及び Cong Nong 共同組合（民間）が実施している。CITENCOはホーチミン市の都市廃棄物の55%を回収しており、廃棄物の収集・運搬から埋立処分場の運営管理もホーチミン市から委託されて行っている。このためプロジェクトの実施はホーチミン市の天然資源環境部の協力を得て、CITENCOが埋立処分場のLFG回収設備の運転管理を行う実施主体となることを計画している。

なお、回収したLFGを使用したガスエンジン発電機により発電した電力はグリッドに接続してベトナム電力公社に売電する。ベトナムは電力が不足しており、IPPによる電力の供給についてはベトナム電力公社の国際協力部は歓迎しており本プロジェクトに対し協力を約束している。

2.5.1 プロジェクトへの関心度

ベトナムでは2年ほど前までは地球温暖化やCDMに関して天然資源環境省の一部の専門家を除いて関心がなく、一般的にはほとんど知られていなかった。しかし、最近では多くの関係官庁の管理職層で関心を持ち、京都議定書の発効がロシアの批准により確実になったことや日本のカーボンファンドに多額の資金が組まれたことから、ベトナムの関係官庁の責任者は担当業務の一部がCDMプロジェクトにならないか非常に関心を持つようになった。

た。

また、本プロジェクトは廃棄物の埋立処分場からメルカプタン等の悪臭物質を含む LFG を回収してフレアまたはガスエンジンで燃焼させ発電することにより無臭のガスに変換し、更にメタンガスによる爆発火災を防止することから、ホーチミン市は数年前から関心を持ち、大学の協力を得て検討を進めている。

2.5.2 プロジェクトへの積極度等

ホーチミン市の天然資源環境部は以前から廃棄物埋立処分場の LFG の発生量について Van Lang 大学の環境技術管理センターの協力を得て研究を行っている。ホーチミン市では今後建設を行う廃棄物埋立処分場については LFG を回収して発電を実施する CDM 事業を前提に設計が行われている。

2.5.3 ステークホルダーからのコメント

(1) 埋立処分場の地域住民からのコメント

地域住民は CDM プロジェクトに関してはほとんど関心を持っていないが、付近で環境事故や有害な環境現象が起きれば埋立処分場内の活動を強力に拒絶し、環境改善と補償を要求する。

(2) 地方行政のコメント

地方行政は CDM プロジェクトが行政のトップにより承認されたものであれば、必ず実施する。地域行政は対象地域内に埋立処分場を設置することを好まないが、CDM プロジェクトのように埋立処分場の環境改善や環境事故の危険を回避する投資に対して歓迎する。また、地域住民がこれらのプロジェクトに関する法律や規則を履行するよう指導することにより投資家をサポートする。

(3) ホーチミン市のコメント

ホーチミン市は環境プロジェクト、特に CDM プロジェクトの海外投資家を支援している。ホーチミン市の予算は限られており、安全な廃棄物処理のような緊急の要求に対して予算を振り向けている。このため、ホーチミン市では CDM の実施に当たり関係官庁の調整や支援を行っている。

(4) 環境管理当局（天然資源環境部）のコメント

2010 年までのホーチミン市の環境管理計画によると、CDM プロジェクトは固体廃棄物管理を発展させるものと位置づけている。廃棄物からエネルギー回収の様な固形廃棄物管理

の進んだ技術は今の地方政府では予算のショートリストの優先項目とはなっていない。天然資源環境部では CDM の投資が廃棄物管理の分野に振り向けられるようプロジェクトを支援し一刻も早く CDM プログラムが実施されることを望んでいる。

(5) Van Lang 大学のコメント

Van Lang 大学の特に環境技術管理部門のスタッフは数年間廃棄物の埋立処分場の調査を行ってきており、CDM に関心を持っている。この CDM プロジェクトを推進することはホーチミン市の廃棄物処理の状況を改善するだけでなく新しい技術に接することができる。ドンタン廃棄物埋立処分場は 10 年前悪臭を発していたが現在は改善されている。最近の調査では 9 箇所穴を掘りメタンガスによる燃焼を確認しており、CDM プロジェクトとして重要であると考えている。

2.6 プロジェクトの諸条件、問題点、その他必要な事項

ホーチミン市は廃棄物埋立処分場の管理のために、LFG 中に含まれる悪臭物質の対策として、消臭剤や酵素を散布しているがコストの問題から十分に対応できていない。そこで、LFG を回収してフレアやガスエンジンで燃焼することにより、悪臭問題を解消したいと考えている。ホーチミン市には既にいくつかの海外の企業が埋立処分場の CDM の関心を持っているため、日本の先進的な技術を用いて効率的な CDM プロジェクトを早急に立ち上げることが必要である。また、CDM プロジェクトの資金をベトナム側と日本側でどのように負担するか、得られた CER をベトナムとどのように配分するかについて実行段階で詰めつ必要がある。

なお、LFG の回収及び発電設備の操業を担当すると考えている CITENCO については埋立処分場の排水処理設備の管理や電気設備の管理等を実施しており、少ない訓練期間で十分に管理できる能力を有するものと考えている。

2.7 プロジェクトがベトナムの持続可能な開発へ貢献できる点・技術移転できる点

ベトナム全土で発生する廃棄物の量は年間 1500 万トンである。しかし、廃棄物回収システムの遅れや処分場の整備の遅のため、発生量の約半分は個別に埋立てられたり、河川や運河に廃棄されている。このため廃棄物の処分の問題は緊急の課題となっている。しかし、廃棄物の処分には多額の費用が掛かり、海外からの援助によってようやく、都市部で整備が進められている状況である。

本 CDM プロジェクトの実施により、臭気の問題が減少し、埋立処分場から収入が得られることで地方での埋立処分場の建設、整備が進むとともに、廃棄物の回収の比率が増すものと期待される。

ホーチミン市では温室効果ガスの排出削減が見込まれる他に、以下のような恩恵が受けられることとなり、ベトナムの持続可能な発展に貢献することが期待される。

(1) 環境的恩恵

- ①LFG回収の際、浸出水も同時に回収することになる。したがって、排水中に有害物質の取り込まれる量も減るため、水質改善が見込まれ、周辺住民の健康増進に貢献する。
- ②LFG回収により臭気の問題をより軽減することができる。
- ③埋立て地周辺の自然発火や爆発の危険性を削減できる。
- ④埋立て処分場で有価物を漁るスカベンジャーと呼ばれる人々（2万人超）の健康被害のリスクが減少する。

(2) 経済・社会的恩恵

- ①プロジェクト・サイトであるドンタン廃棄物埋立処分場に導入される施設の管理運営等に関係した雇用増加が見込まれる。
- ②プロジェクト実施により、潤滑油や副資材等の需要が発生し、経済面で寄与する。
- ③電力需給が逼迫している同市における電力供給に貢献する。

(3) 技術移転効果

現在、ベトナムの廃棄物埋立処分場では、メタン回収技術、フレア燃焼、及びLFGを利用した発電技術はほとんど導入されていない。本プロジェクトの実施にあたって現地関係者に施されるオペレーター教育を通して、それらの運転・管理技術、設備保全技術等が本プロジェクトのサイトであるドンタン廃棄物埋立処分場に移転される。高度な廃棄物処理技術の移転は、ドンタン廃棄物埋立処分場が所在する地域の技術力の底上げにつながるだけでなく、将来的にベトナムの他の地域にも当該技術が普及する効果も見込まれる。

3 プロジェクトの内容

3.1 対象地域の概要

対象地域のホーチミン市は以前サイゴン市と呼ばれ、メコンデルタの中心地として栄え、ベトナム最大の都市で、最も大きな港湾を備えベトナムの商業と工業の中心地となっている。ホーチミン市はドンナイ (Dong Nai) 川支流のサイゴン川の西側に位置し、町の面積は約 2,000km² で人口は約 500 万人 (2001 年) である。ホーチミン市の周りにはドンナイ省 (Dong Nai) ビンズン省 (Binh Duong) バリア - ブンタオ省 (Ba Ria-Vung Tau) とタイニン省 (Tay Ninh) - ロンアン省 (Long An) が隣接している。

ホーチミン市の主な経済活動はサービス業と工業である。サービス部門は 2005 年に GDP の 53.1%、2010 年には 54% を占める。工業と建設は 2005 年に GDP の 45.7%、2010 年に 45.3% を占めると予測されている。2003 年の統計によると、ホーチミン市には 13 箇所の工場団地 (輸出基地 3 箇所と、ハイテクパーク 1 箇所を有している) に 2 万の企業が活動している。更にホーチミン市には 5,547,900 人 (2002 年) の居住者と数千の病院、個人クリニック、医療センターがある。

廃棄物の埋立処分場のあるホックモン地区はホーチミン市の中心から 9 km 北に位置し、国道沿いに民家が立ち並び商店も多く見られる。また、家内工業的に店先で溶接や組み立て、バイクの修理工場などが並んでいる。町並みから一步はなれると水田や畑が広がっている。ドンタン埋立処分場の入口は南側に位置し、付近まで民家が接近している。北側にはラクテュラ川が流れている。東西は田園地帯が広がっている。

ホーチミン市の全体図とドンタン廃棄物埋立処分場の位置図を図 3.1 に示した。

3.2 対象となる温室効果ガスの種類

本プロジェクトはホーチミン市郊外にあるドンタン廃棄物埋立処分場から発生するメタンガスを回収し、このガスを利用してガスエンジン発電機を稼働して電力としてエネルギーを回収し、配電線から電力をグリッドに供給する。この結果、温室効果ガスであるメタンガスの発生が抑制し、更に電力を発生することにより既設発電所の稼働率を低減させることにより温室効果ガスの排出量を削減することを目的としている。

本プロジェクトで対象となる温室効果ガスは廃棄物埋立処分場から回収されるメタンガスと既設の発電所の稼働率が低下した結果削減された化石燃料から発生するCO₂である。

3.3 具体的なプロジェクトの内容及びプロジェクト境界

本プロジェクトはホーチミン市北部のホックモン地区にあるドンタン廃棄物処分場から発生するLFG(主成分はメタンガスと炭酸ガス)を回収し、これを利用して発電するものである。ドンタン廃棄物埋立処分場は3つの区画(コンパートメント)に分かれている。区画-1は操業当初、都市廃棄物を埋立てた場所で最も廃棄物の埋立量が多く、LFGの回収に最適である。区画-2及び3は主に建設廃棄物が埋立てられ、埋立量も少ないことからLFGの回収には不適當である。なお、ドンタン廃棄物埋立処分場は2002年に都市廃棄物の埋立てを止め、現在は建設廃棄物のみの埋立処分場となっている。

本プロジェクトでは、区画-1の比較的新しい地表より上部の埋立部分を対象にLFG回収穴を設置し、ブローでLFGを吸引し回収する。回収したLFGを利用してガスエンジンを稼働させ発電する。発電した電力は付近の配線に接続してグリッドに電力を供給する。

従って、本プロジェクトの境界はドンタン廃棄物埋立処分場の敷地境界と電力をグリッドに供給することからグリッドが対象となる。(図3.13及び図3.14参照)

3.3.1 廃棄物処分場の概要

プロジェクトの対象となるドンタン廃棄物埋立処分場の概要は以下のとおりである。

(a)位置：ホックモン地区、ホーチミン市の中心から9km北に位置する。

(b)埋立処分場の形式

：底部にシートを敷いていない開放型である。排水処理施設を有している。ガス放出のパイプが数本設置されている。

(c)稼働期間：1990年から2002年まで、

現在は建設廃棄物を一日1600トン受入れている。

(d)敷地面積：総面積45.34ha

埋立地面積：38.94ha

排水処理池：6.4 ha

排水溝：1.55 ha

内部道路：2.96 ha

また、図 3.2 に示すように埋立処分場は 3 つの区画 (Compartment) に分割されている。各区画の仕様を表 3.1 に示す。

表 3.1 区画の概要

区画	区画-1	区画-2	区画-3
面積 (ha)	20.88	11.48	6.58
高さ (m)	32 (GL + 23、GL - 9)	13.8	11.5

ドンタン廃棄物埋立処分場の全体図を図 3.2 に示す。

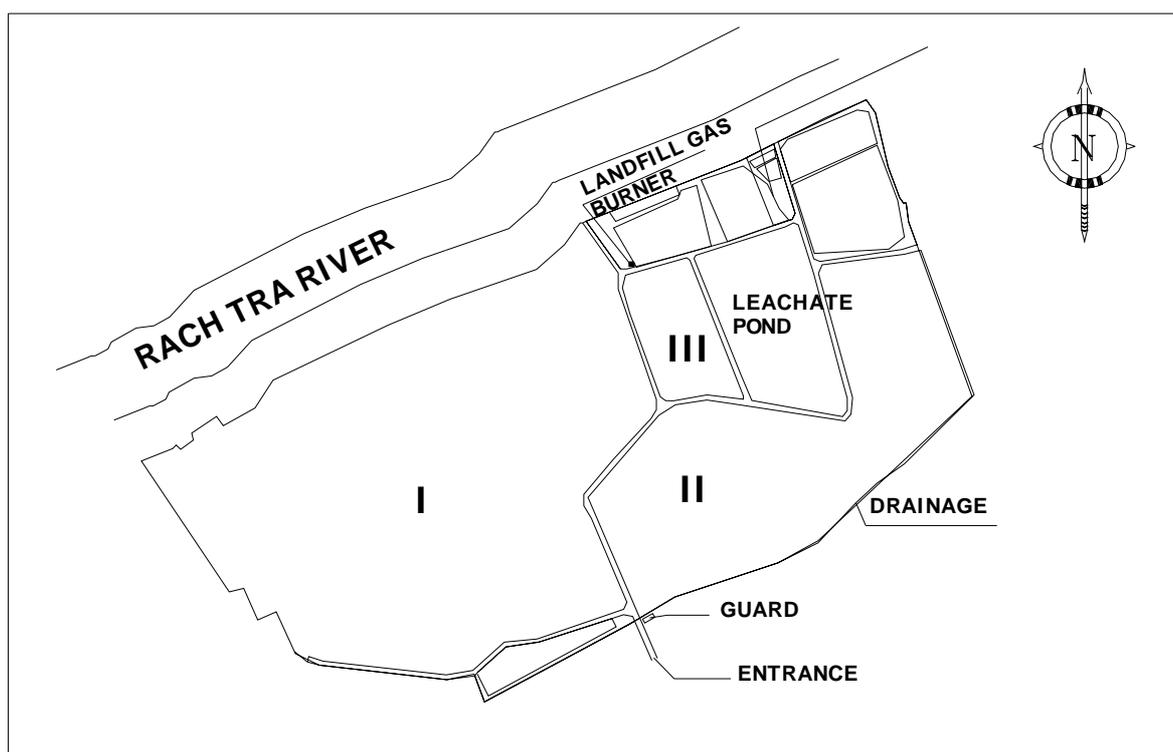


図 3.2 ドンタン廃棄物埋立処分場の全体図

(1) 廃棄物投入量

ドンタン廃棄物埋立処分場全体の廃棄物投入量実績を表 3.2 に示す。

表 3.2 ドンタン廃棄物埋立処分場の廃棄物投入量実績

年	年間廃棄物投入量 (トン/年)
1991	150,000
1992	170,898
1993	262,278
1994	160,295
1995	386,821
1996	713,749
1997	750,093
1998	706,046
1999	909,815
2000	1,250,000
2001	1,368,704
2002	1,500,000
合計	8,328,699

(2) LFG 分析調査

(a) 調査目的

LFG の発生を求めるために廃棄物のデータが必要となる。よって量、組成等を分析することにより、LFG 発生量予測に対して基礎データを入手すると共に、LFG 発生量算定の精度(信頼性)を上げることが目的とする。主な項目を以下に示す。

廃棄物組成

廃棄物の水分含有量

LFG 組成

なお、現地カウンターパートのホーチミン市役所を通じて、バンラン大学環境科学管理センターによって、LFG の分析及び発生量の測定を行った。バンラン大学環境科学管理センターはバンラン大学が有する 10 のセンターの一つであり、ホーチミン市の廃棄物埋立処分場に関する研究、調査を行っている他、ホーチミン市の廃棄物の一般データに関する管理業務を行っており、廃棄物埋立処分場に関する優れた知見を有している機関である。

(b) 分析調査の概要

LFG サンプリング分析を行ったドンタン廃棄物埋立処分場のテスト井戸の設置場所を
図 3.3 に示す。図の ○ ～ は井戸 No. を示す

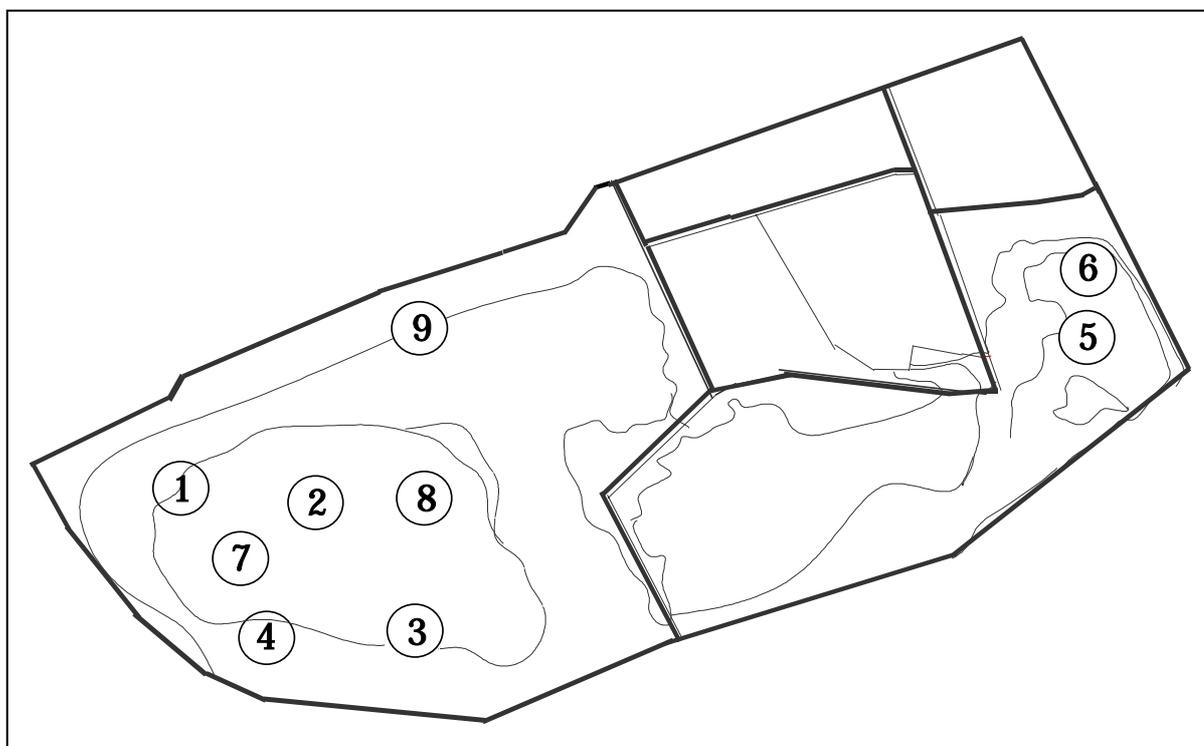


図 3.3 テスト井戸設置場所

(c) 設置・計測方法

テスト井戸による配管の設置要領を以下に示す。

埋立地に計測用の直径 1m の穴(計測穴)を掘る。回りから廃棄物が崩れることを防止するために、直径 1m の金網の管を挿入する。

計測穴に LFG 計測用配管(直径 168mm)を挿入する。計測ポイント毎に計測穴を設けている。計測用配管を固定するため、計測穴と計測用配管の隙間に発泡スチロールを充填する。

LFG 計測用配管内にセンサーを挿入するパイプ(直径 90mm)を挿入して計測を行う。

テスト井戸の配管詳細図を以下に示す。

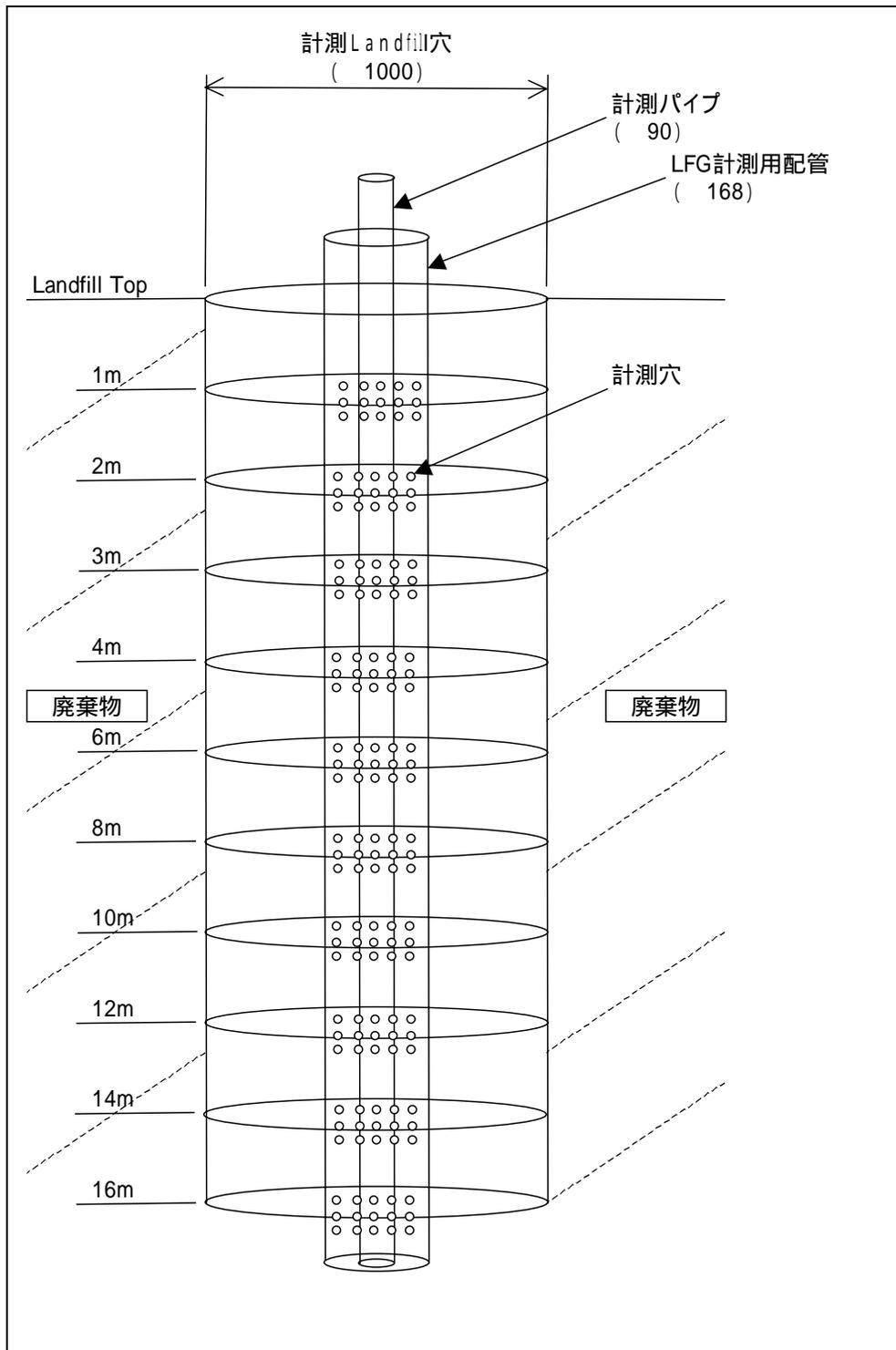


図 3.4 テスト井戸の配管詳細図

LFG 組成の計測要領(手順)を以下に示す。

計測穴は、計測ポイント毎に採掘し、分析を行う。

計測穴は所定の深さでの計測が終了すれば、更に計測穴を採掘し、次の深さで同様の計測を行う。この測定がテスト井戸毎に決められた計測深さ毎に実施する(最高 8m 深さまで計測)。

廃棄物組成の分析要領(手順)を以下に示す。

廃棄物組成のサンプリング方法は、円すい四分法をベースに分析を行った。

また、テスト井戸は設置場所により、埋立地の経過年数が異なる。よって設置場所により廃棄物組成の分析深さが異なる。各テスト井戸での廃棄物組成の分析深さを以下に示す。

表 3.3 各テスト井戸での廃棄物組成の分析深さ(: 分析実施)

井戸 No.	0m	1m	2m	3m	4m	6m	8m	10m	12m	14m	16m

(d)調査結果

廃棄物のサンプリングによる廃棄物組成の分析結果を井戸 No. の計測深さ 8m を代表して、表 3.4 に示す。

表 3.4 廃棄物組成の分析結果

No	組成	重量(kg)	割合(%)	水分含有量(%)
	計測深さ(m)	8		
	廃棄物重量(kg)	50		
1	腐植土	27.1	54.2	53.6
2	混合物			
2.1	ナイロン	12.1	24.2	
2.2	プラスチック	0.35	0.7	
2.3	布	1.4	2.8	
2.4	ゴム	1.05	2.1	
2.5	発泡スチロール	0.15	0.3	
2.6	紙	-	-	
2.7	皮革	1.65	3.3	
2.8	材木	5.2	10.4	
3	無機化合物			
3.1	硝子	0.2	0.4	
3.2	金属	0.1	0.2	
3.4	バッテリー	-	-	
3.5	貝殻	0.35	0.7	
3.6	動物の骨	-	-	
3.7	建設廃材	0.35	0.7	

また、LFG サンプリング分析により計測された LFG 組成の分析結果を表 3.5 に示す。

表 3.5 LFG 組成の分析結果

No	サンプル採取箇所	パラメータ				
		温度(C°)	水分(%)	H ₂ S(mg/m ³)	NH ₃ (mg/m ³)	CH ₄ (25C°)(mg/m ³)
1.1	Hole 1,2 m depth	40.5	84.1-86.7	2.15	2.69	202.6
1.2	Hole 1,4m depth	43.0	77.1-80.3	1.18	3.17	2.9
1.3	Hole 2,2m depth	38.0	79.0-81.0	1.39	4.11	3.2
1.4	Hole 2,4m depth	42.5	80.2-83.7	2.26	7.27	194.6
1.5	Hole 3,4m depth	43.0	79.1-80.5	3.11	8.45	4.4
1.6	Hole 4,4m depth	27.9	81.5-83.5	0.11	2.59	4.1
1.7	Hole 4,8m depth	28.9	80.3-81.7	0.27	3.67	3.9
1.8	Background ambient air at NT	30.7	70.5-73.7	0.009	0.15	2.1
1.9	Hole 5,6m depth	29.5	80.2-82.7	0.009	2.16	314.1
1.10	Inside gas collection hole (old)	30.0	71.7-72.5	0.005	0.09	43.6

(e) 調査結果に基づいた各仕様

廃棄物組成

各テスト井戸での廃棄物の分析結果を基に区画-2 に属している テスト井戸 No. を除いたデータを頻度分布により分析し、廃棄物組成を算出したものを本プロジェクトにおける廃棄物組成とする。その結果を以下に示す。

表 3.6 廃棄物組成

分類	項目	重量比 (%)
可燃物	紙	1.18
	食物	55.3
	布	5.78
	植物 (木、わら)	2.67
	革、ゴム	2.32
	プラスチック	1.21
	ナイロン	20.73
	発泡スチロール	0.48
	不燃物	鉄
非鉄		-
ガラス		0.865
砂利、陶器		-
バッテリー		0.82
貝殻		1.125
獣骨		1.695
建設廃材		4.23
その他		-
合計		100

LFG 組成

各テスト井戸での LFG 組成の分析結果を基に区画-2 に属しているテスト井戸 No. を除いたデータを分析した結果、LFG のメタン濃度は 54.5% である。

LFG 発生の対象とする廃棄物投入量

現地調査の結果、以下の点を考慮し、対象エリアを決定した。

-) 区画-2,3 は旧年度に投入した廃棄物である (その後建設廃材は投入されている)。
-) 区画-1 は高さ 32m のうち、GL - 9m の部分は旧年度に投入した廃棄物であり、水分を多量に含んでいる可能性がある (廃棄物密度 : 1.4t/m³)。またその当時の管理状況 (廃棄物組成) が不明である。GL+23m の部分は比較的新しい廃棄物が投入されている。
-) テスト井戸 (垂直配管) を設置できるのは 20m 程度である。

上記の結果より、本プロジェクトでは対象埋立地を区画-1 内の GL 以上を対象とする。

区画-1の概要図及び仕様を図3.5に示す。

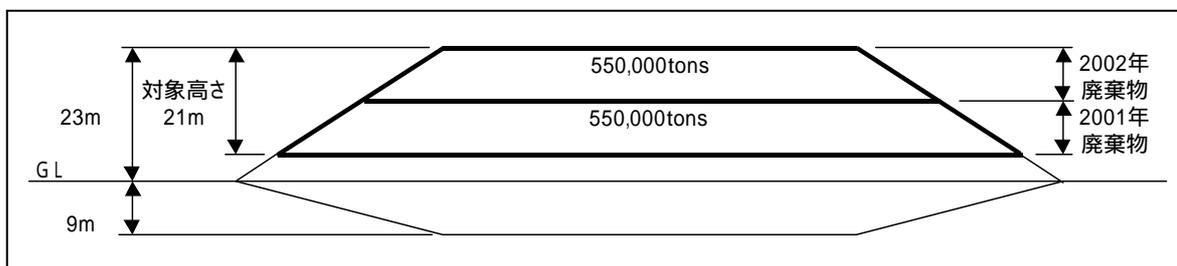


図3.5 ドンタン廃棄物埋立処分場の区画-1の概要図

対象エリアの仕様

- ・ 体積 : 約 1,843,000m³
- ・ 廃棄物密度 : 0.6t/m³
- ・ 廃棄物投入量 : 550,000tons(2001年), 550,000tons(2002年), 1,100,000tons(合計)

3.4 LFG 発生量及び回収量の算定

3.4.1 LFG 発生量算定方法

本プロジェクトの発電設備の能力を決定し、プロジェクトの収益性を分析する為に、LFG発生量を予測する必要がある。予測方法については IPCC のガイドライン(Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual: Chapter 6: WASTE)より First Order Decay Model(FOD Model)に示されている式3あるいは式4&式5の予測式を使用する。以下にその数式を示す。

使用する係数は廃棄物の分析結果や現地責任者の調査に基づき決定したが、プロジェクト実施に当たっては、小規模な現場試験を行うなどして各係数を精査して定量化する必要がある。

(1)当該年に発生するメタン量

$$Q = L_o \times R \times (exp^{-kc} - exp^{-kt}) \dots (式3)$$

- Q : 当該年に発生するメタン量(m³/年)
- L_o : メタン発生ポテンシャル(m³/Mg 廃棄物)
- R : 運用(active life)期間中の平均年間廃棄物受入割合(Mg/年)
- k : メタン発生割合定数(/年)
- c : 処分場が閉鎖されてからの時間(年)
- t : 処分場が廃棄物受入を開始してからの時間(年)

(2) 当年(T)に廃棄物 Rx から発生するメタン量

$$Q_{T,x} = k \times Rx \times Lo \times \exp(-k \times (T - X)) \dots (\text{式 4})$$

$Q_{T,x}$: 当年(T)に廃棄物 Rx から発生するメタン量

x : 廃棄物が搬入された年

Rx : x 年に廃棄された廃棄物量(Mg)

T : 当年

(3) T 年までに発生するメタン総量

$$Q_T = Q_{T,x} \dots (\text{式 5})$$

3.4.2 算定方法の決定

現地によるデータ収集を行った結果、必要となる下記データが入手できた。

廃棄物のメタン生成ポテンシャル(L_0)

各年のメタン生成速度(k)

廃棄物が搬入された年

処分場に搬入される各年の廃棄物量

よって、上述に記載している式 3 の予測式を利用するものとする。

3.4.3 パラメータ決定及び算定

(1) L_0 値の算定式

メタン発生ポテンシャル(L_0 値)の算定は、IPCC に示される次式を用いて算出した。

各種パラメータの結果は以降に示す(IPCC のデフォルト値は 100 ~ 200 の範囲)。

$$L_0 \text{ Value} = [\text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_F \times F \times 16/12]$$

L_0 : Methane Generated Potential

メタン発生ポテンシャル($\text{Gg CH}_4 / \text{Gg 廃棄物}$)

MCF : Methane Correction Factor

メタン補正係数

DOC : Degradable Organic Carbon

分解性有機炭素($\text{Gg C} / \text{Gg 廃棄物}$)

DOC_F : Fraction DOC dissimilated

DOC のうち分解される割合

F : Fraction by volume of CH_4 in LFG

LFG 中のメタンの割合

(2)メタン補正係数(MCF)の決定

メタン補正係数(MCF)の値は廃棄物の管理方法やメタンの管理方法の効果を反映するものである。メタン補正係数(MCF)は表 3.7 の 4 つの処分場タイプに分類されており、廃棄された廃棄物量に関するデータもしくはその推定値を提示する必要がある。

表 3.7 廃棄物処分場の分類とメタン補正係数

処分場のタイプ	メタン補正係数(MCF)のデフォルト値
管理型	1.0
非管理 - 深厚型 (廃棄物層厚 5m)	0.8
非管理 - 浅厚型 (廃棄物層厚 < 5m)	0.4
デフォルト値 - 分類されない処分場	0.6

本プロジェクトの場合、実施サイトは一定の清掃、火災の管理があること、機器による圧縮(Mechanical compacting)が行われていること、廃棄物の整地(Leveling of the waste)が行われていることから、管理型が適用できるため、メタン補正係数(MCF)の値は 1.0 とする。

(3)分解性有機炭素(DOC)の決定

分解性有機炭素(DOC)は搬入される廃棄物に基づいており、搬入される廃棄物のうち、各種構成物の炭素含有量を加重平均して算出される。DOC 含有量の値は次式により計算することが可能である。

$$\text{DOC(重量\%)} = 0.4 \times (A) + 0.17 \times (B) + 0.15 \times (C) + 0.3 \times (D)$$

A : 廃棄物に占める紙や布の割合(%)

B : 廃棄物に占める庭や公園のごみ、食物以外の腐敗しやすい有機物の割合(%)

C : 廃棄物に占める食物のごみの割合(%)

D : 廃棄物に占める木やわらの割合(%)

廃棄物組成は表 3.6 を基に行った。その計算結果を表 3.8 に示す。

表 3.8 成分別 DOC 換算表

分類	項目	重量比(%)	係数	重量比× 係数
可燃物	紙	1.18	0.4	0.472
	食物	55.3	0.15	8.295
	布	5.78	0.4	2.312
	植物(木、わら)	2.67	0.3	0.801
	革、ゴム	2.32	0.17	0.3944
	プラスチック	1.21		
	ナイロン	20.73		
	発泡スチロール	0.48		
不燃物	鉄	0.595		
	非鉄	-		
	ガラス	0.865		
	砂利、陶器	-		
	バッテリー	0.82		
	貝殻	1.125		
	獣骨	1.695		
	建設廃材	4.23		
	その他	-		
合計		100		12.2744

(4)DOC のうち分解される割合(DOC_F)の決定

DOC のうち分解される割合(DOC_F)は、LFG に変換される DOC の割合である。LFG に変換される炭素量は、処分場内の嫌気性部分の温度を変数とする理論的モデル(0.014T+0.28、T: 温度(Tabasaran, 1981))で計算される。本プロジェクトの場合、LFG 分析結果より、ガスの内部温度は 35 である。また、別の処分場(Go Cat Landfill)で LFG の計測が行われており、その結果でのガス内部温度は 33-35 の値を示していた。この結果より、処分場内の嫌気性部分の温度が周囲の温度に係らず、ガス内部温度を代表して、35 で一定と考える。

$$DOC_F = 0.014 \times 35 + 0.28 = 0.77$$

なお、IPCC のデフォルト値は 0.77 である。

(5)LFG 中のメタンの割合(F)の決定

一般的な LFG の成分は、CH₄ と CO₂ がそれぞれ約 50% である。IPCC によるとデフォルト値は 0.5 であるが、ゴミ組成における様々な要因(炭水化物やセルロース等)により、変動幅は 0.4~0.6 となる。本プロジェクトの LFG 組成におけるメタン濃度の結果は 54.5% である。しかし今回の分析での吸引は自然吸引であり、ガス回収時の強制吸引時(空気の侵入)を考慮し、保守的に IPCC のデフォルト値の 0.5 を採用する。

(6)メタン発生ポテンシャル(L₀ 値)の算定結果

$$\begin{aligned} L_0 &= [MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16/12] \\ &= 1.0 \times 0.122744 \times 0.77 \times 0.5 \times 16/12 = 0.0630 \text{ (Gg CH}_4 \text{ / Gg 廃棄物)} \\ \text{メタン密度 (tons CH}_4 \text{ / m}^3 \text{ CH}_4\text{) の決定} \\ &\cdot \text{温度補正 : 35 (ガス内部温度を代表)} \\ &= 0.0007168 (0 \text{ , 標準圧力 } 101.325\text{kPa}) \times 273.15 / (273.15 + 35) \\ &= 0.0006354 \text{ (tons CH}_4 \text{ / m}^3 \text{ CH}_4\text{)} \\ L_0 &= 0.0630 / 0.0006354 = 99 \text{ (m}^3 \text{ CH}_4 \text{ / Mg 廃棄物)} \end{aligned}$$

(7)k 値の算定

メタン生成定数(k)は処分場が位置する場所周辺の環境に基づいて決定される。処分場で湿度が高いとk値は高くなる。IPCCのデフォルト値は0.005~0.4の範囲である。メタン生成定数(k)は廃棄物の分解の速度に依存しており、次式に示す半減期が因子である。

$$k = \ln(2) / t_{1/2}$$

t_{1/2} : ガス発生量半減期の時間(年)

ホーチミン市役所による調査データでは、廃棄物の分解速度(半減期)は4~5年と言われている、よってこの結果の平均値として半減期を t_{1/2} = 4.5年と設定し、k = 0.15を採用する。

3.4.4 回収効率の決定

(1)回収井戸効率の決定

本プロジェクトでは、設置する回収井戸(垂直)より回収されるLFGの内、回収できない分はホーチミン市役所と協議した結果、25~30%を見込むものとし、回収井戸効率を70~75%とすることとした。

(2)埋立地の回収効率の決定

実施サイトのドンタン廃棄物埋立処分場は表面が覆土されているものの、柔らかい粘土質の土で覆われている。また廃棄物が部分的に覆土されていない不十分な部分があり、埋立地表面より廃棄物が露出している場所も見受けられ、対策は十分とはいえない。したがって、表面から大気中へ排出されるLFGの損失は少なくないものと予測し、30%を見込むものとし、埋立地の回収効率は70%とする。

(3)埋立地全体の回収効率の決定

米国EPA(Environmental Protection Agency)によると、近代的な衛生埋立地の回収効率

は 60-85% であるとしている。

上述に加えて、LFG の回収に影響するものとして、ガスの回収に伴った空気の侵入による損失、浸出汚水による流出等が考えられる。ただし、浸出汚水による流出は埋立処分場の構造からほとんど影響がないとホーチミン市役所との協議の結果明らかとなった。

これらの点を考慮して本プロジェクトの回収効率は以下に決定した。

$$\begin{aligned} \text{埋立地全体の回収効率(\%)} &= \text{回収井戸効率(\%)} \times \text{埋立地の回収効率(\%)} \\ &= 0.7 \times 0.7 = 0.49 = 49\% \\ &= 0.75 \times 0.7 = 0.525 = 52.5\% \end{aligned}$$

よって、回収井戸効率の平均をとるものとし、またガスの回収に伴った空気の侵入による損失を考慮し、保守的な値を採用することにより、埋立地全体の回収効率は 50% とする。

(4) その他の考慮事項

LFG の発生は様々な要因により、発生量は左右される。主なものとして水分含有量、廃棄物の材質、酸素有無、外気温度、微生物層、圧縮度合い等が挙げられる。その他、埋立地の状況変化や季節変動なども考慮する必要がある。

よって、これらを総合的に考慮し、投資家への LFG 精度として、- 20% を見込んで LFG を算出した。

3.4.5 LFG 発生量及び LFG 回収量の算定

(1) LFG 発生量算定条件

ドンタン廃棄物埋立処分場の区画-1 の LFG 発生量算定条件を表 3.9 に示す。

表 3.9 LFG 発生量算定条件

項目	記号	単位	入力値
年間廃棄物投入量	R	t/年	550,000
メタン生成定数	k	/年	0.15
メタン発生ポテンシャル	Lo	m ³ /t	99
対象とする廃棄物の埋立開始年	-	年	2001
対象とする廃棄物の埋立終了年	-	年	2002
LFG 中のメタンの割合	F	%	50
回収効率	-	%	50
LFG 精度	-	%	- 20

(2) LFG 発生量算定結果

(a) LFG 発生量 / 回収量 (2003 ~ 2021 年)

算定した LFG 発生量 / 回収量を以下に示す。

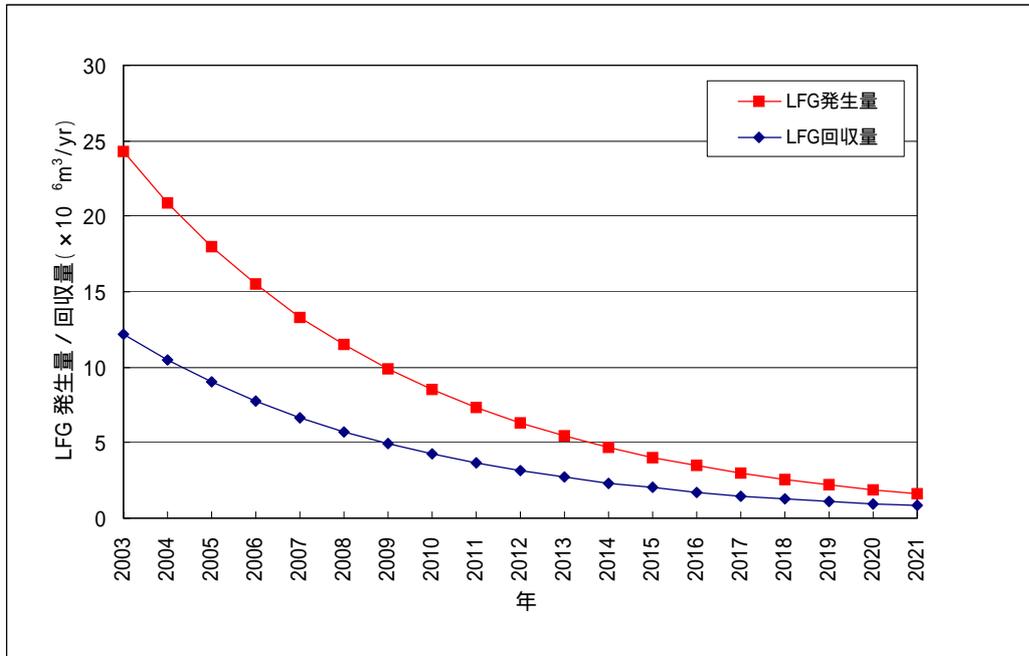


図 3.6 対象エリアの LFG 発生量 / 回収量算定結果

(b)LFG 回収量(2007～2021年)

LFG 精度を考慮したプロジェクト開始想定からの LFG 回収量(平均時間)を表 3.10 以下に示す。

表 3.10 ドンタン廃棄物埋立処分場の LFG 回収量 / 平均時間量

年	LFG 回収量 ($\times 10^3\text{m}^3/\text{y}$)	平均時間量(m^3/h)
2007	5,304	609
2008	4,565	524
2009	3,929	451
2010	3,382	388
2011	2,911	334
2012	2,505	288
2013	2,156	248
2014	1,856	213
2015	1,597	183
2016	1,375	158
2017	1,183	136
2018	1,019	117
2019	877	101
2020	755	87
2021	649	75

上記結果を基に本プロジェクトの LFG 回収量(平均時間)と発電設備の運転方法を
 図 3.7 に示す。

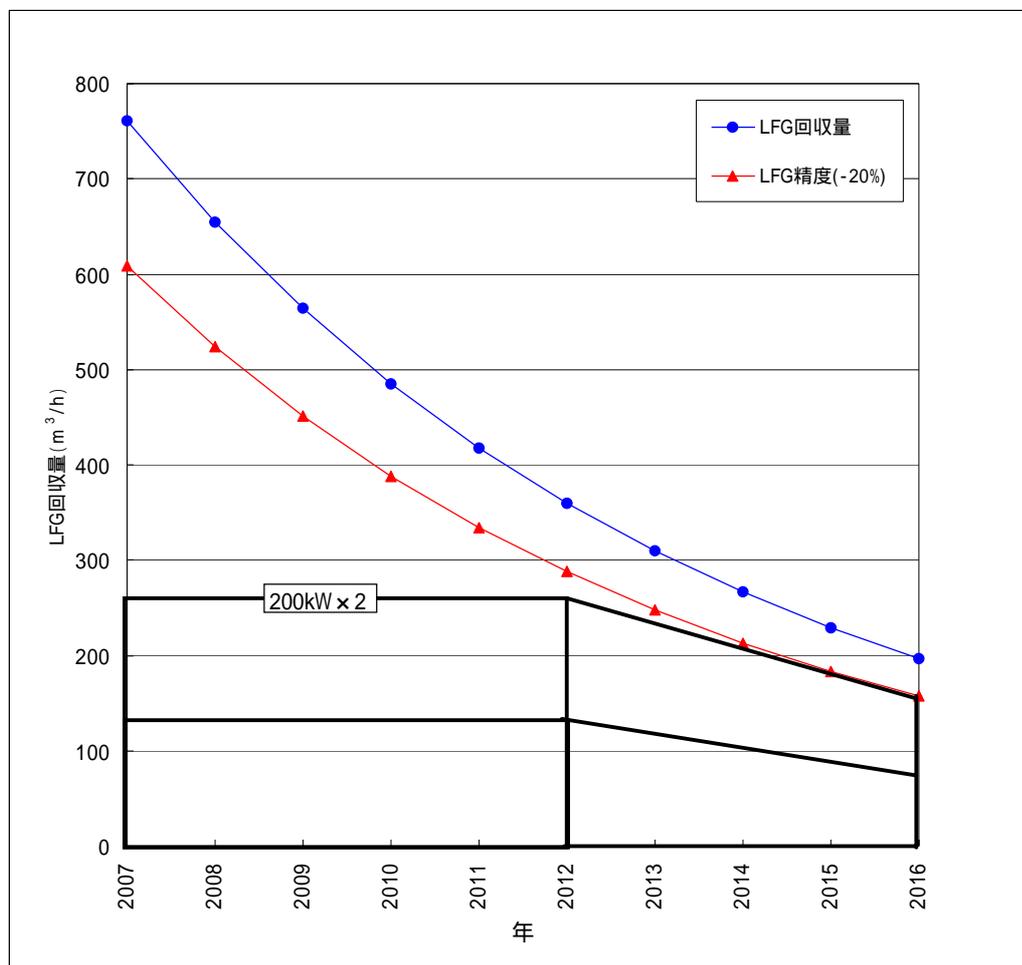


図 3.7 LFG 回収量(平均時間)と発電設備の運転方法

3.4.6 プロジェクト期間及びクレジット獲得期間

算出結果より得られた LFG 回収量より、200kW の発電設備を 2 台設置ベースで検討した場合、2017 年以降の LFG 回収量では部分負荷運転で 50%以下となる。よって、ガスエンジン発電設備が 1 台のみの運転となり、本プロジェクトにおける事業利益は小さくなる。よって、本プロジェクトのプロジェクト期間は 2007-2016 年の 10 年間とすることが妥当である。また、クレジット獲得期間は確実に LFG の発生が得られることを考慮して、固定クレジット期間を 10 年とする。

3.5 LFG 利用発電プロセス概要

3.5.1 LFG 回収設備

(1)LFG 回収井戸の仕様

井戸の方式として、垂直井戸及び水平井戸の 2 つが挙げられるが、本プロジェクトの場合、以下の点を考慮する。

- 1) ドンタン廃棄物埋立処分場では 2002 年に都市廃棄物の埋立が既に完了している。
- 2) ベトナムでは、廃棄物組成、埋立地の構造、管理状況、気象条件、等を考慮し垂直井戸の導入が適している。
- 3) 現地調査の結果、実際に垂直井戸をガス抜き配管として導入している。

これらを考慮したうえで、現地カウンターパートであるホーチミン市役所及びバンラン大学環境科学管理センターとの協議結果も考慮し垂直井戸方式を採用する。

以下に垂直井戸方式の特徴を示す。

表 3.11 垂直井戸方式の特徴

項目	垂直井戸
井戸の設置概要	垂直方向に設置する。
設置時期	埋立完了後に設置するのに適している。
長所	<ul style="list-style-type: none">・井戸毎の LFG 回収の制御が容易である。・LFG 発生状況や埋立地の状況に応じて井戸の増設が容易。・凝縮水の問題が発生しない。
短所	<ul style="list-style-type: none">・埋立が完了するまで LFG の回収ができない。
回収井戸配管仕様	多孔(長細穴)配管 材質：HDPE、PVC、PE 等

(2)井戸配管仕様

本プロジェクトでの配管材料は、ベトナム国の気象条件、材料の調達し易さ、性能、コストなど総合的に判断し、また現地カウンターパートであるホーチミン市役所及びバンラン大学環境科学管理センターとの協議結果も考慮し、HDPE(高密度ポリエチレン)を採用することとした。なお、主収集管は発電設備設置場所にあるガス回収プロワに接続される。

(3)井戸設置位置、設置間隔

ドンタン廃棄物埋立処分場の LFG 回収対象エリアは図 3.5 に示したとおりである。対象とする廃棄物は GL から上の部分の 23m までの部分で、ここから LFG を回収する。対象エリアの有効な採取面積は 20.88ha である。設置本数及び設置位置は図 3.8 に示す。

井戸設置位置は埋立地の廃棄物埋立状況に合わせた適切な位置に設置する。また、井戸設置間隔は井戸どうしの干渉を十分に考慮し、また効率的に LFG が回収できるように井戸設置間隔は 50m ピッチで設置する。なお、採取管の埋込深さは処分場の上部から深さ 20m までとする。

採取管は廃棄物埋立状況に応じて、合計 28 本設置する。なお、1 本の井戸当たりの埋立地面積は平均約 0.25ha となる。

採取管には個別に遮断弁を設ける。採取管は設置場所に応じて一つの系統に集合し、収集管により回収される。また、酸素濃度計で測定の結果空気の混入割合が大きい場合には空気の混入が大きい採取管の遮断弁を閉止する。個別の採取管で調節できない場合は、ブロワーの吸入量を調節する。

廃棄物からの浸出水は採取管と同様、埋立地上部より深さ約 10m の井戸を掘削し、そこに排水配管を垂直に設置し、それぞれの排水配管に設置された排水ポンプにより回収する。各ポンプにより回収された浸出水は一つの系統に集合し、排水池に送られ処理される。その排水配管の設置本数及び設置位置は図 3.8 に示す。また、河川へ排出できる排水基準はベトナムの法律によると河川の水の利用状況により 3 ランクに分けられる。ドンタン廃棄物埋立処分場の場合、排水はラックトラ川 (Rach Tra River) に排水される。この川では表 3.20 に示すベトナム産業排水規制値の B 基準が適用される。

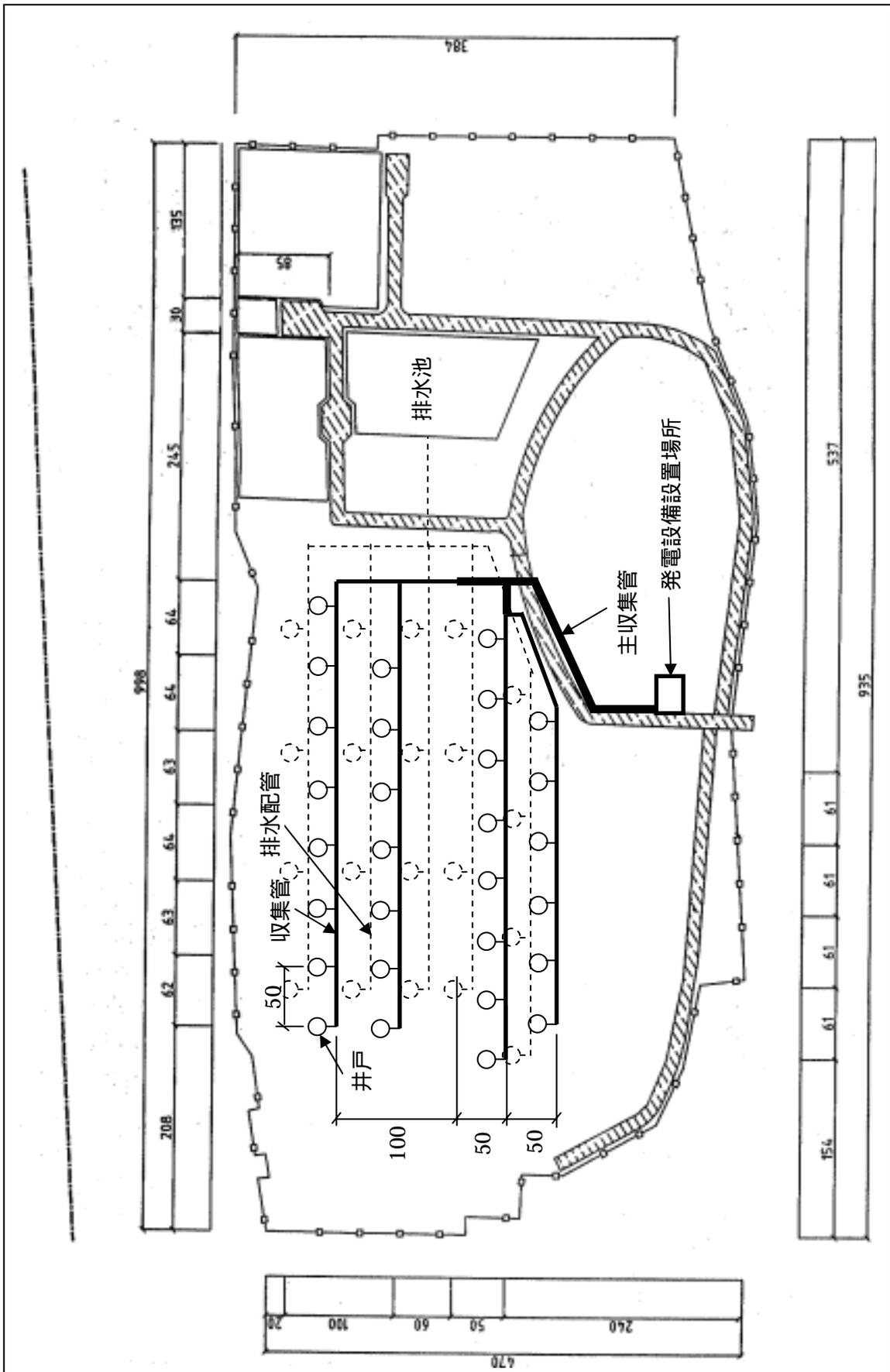


図 3.8 井戸、排水配管の設置場所及び設置位置

3.6 廃棄物処分場での発電

3.6.1 LFG 発電設備

(1) 発電システムの比較

LFG を利用する原動機としてはボイラ・蒸気タービン、ガスタービンとガスエンジンが考えられる。各原動機の比較を以下に示す。

表 3.12 ボイラ・蒸気タービン、ガスタービンとガスエンジンの比較

項目	ボイラ・ 蒸気タービン	ガスエンジン	ガスタービン
燃料	都市ガス、軽油、 重油、石炭、木屑	都市ガス、 消化ガス、LPG	都市ガス、LPG、重 油、軽油、灯油
容量(kW)	800～	15-5,000	500-100,000
発電効率(%)	40-50	25-40	20-33
排熱回収形態	排ガス： 空気予熱器 温水または蒸気 冷却水： 高圧給水加熱器 エコマイザー	排ガス： 温水または蒸気 冷却水： 温水または蒸気	排ガス： 主として蒸気
総合効率(%)	70-90	70-85	70-80
排ガス温度()	200-300	360-550	400-550

表 3.13 ボイラ・蒸気タービン、ガスタービンとガスエンジンの比較

項目		ボイラ・蒸気タービン	ガスエンジン	ガスタービン
特徴	適応規模	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気ボイラを設置している工場。 ・蒸気を連続的に使用している企業等。 ・火力発電所 	<ul style="list-style-type: none"> ・小容量から大容量までのラインアップが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気出力に比べて熱出力の割合が高く、大量の蒸気を必要とする設備に適する。
	排熱利用	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気発生により蒸気タービンを駆動 	<ul style="list-style-type: none"> ・温水、温水 + 蒸気 	<ul style="list-style-type: none"> ・排ガスが高温、大量であるため、高温蒸気として熱回収できる。
	運転性	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気制御必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・外気条件による性能変化が比較的少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・騒音が高周波であるため、遮断しやすく、また振動も小さい。
	利点	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気使用を主とした工場に適する ・蒸気の有効利用が可能 ・火力発電所等の大型の施設に適する。 ・投入熱量により、発電量が大きい ・更なる効率化を進めることも可能（リパワリング等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス圧縮機が不要なものが多い。 ・あらゆる種類のガスに適用可能である（消化ガス、LFG等）。 ・排気ガスの温度が高い。その温度はエンジンの負荷によってあまり変化しない。 ・爆発圧力が低いため騒音が小さい。 ・排気ガスの浄化が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・冷却水不要である。 ・発電規模に対して、設備の設置面積が小さい。 ・小型・軽量。 ・始動・停止速い。 ・大出力に適する ・排ガスがクリーンである。 ・保守点検容易。 ・振動少ない(防振対策不要)。 ・使用燃料の幅広い。 ・排熱の利用価値高い。
	欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の設置面積が大きい。 ・蒸気にエネルギー変換されて使用するため、効率低い。 ・蒸気タービン駆動に必要な蒸気配管、ボイラ、復水器必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・要防振対策 	<ul style="list-style-type: none"> ・大気温度、圧力の出力に及ぼす影響大きい。 ・始動入力大きい。 ・稼働率低下により効率低下

出典)

日本工業出版(株)「天然ガス コージェネレーション運転・保守管理マニュアル」
通産資料調査会「コージェネレーション総合マニュアル」

本プロジェクトの条件は現地調査の結果、以下のようにまとめられる。

実施サイトの近隣に工場等の存在はなく、蒸気及び温水等の熱供給先がないため、発電事業のみで計画する。

小規模発電事業では発電効率が高いことが条件となる。なお、発電出力は LFG 回収量が少ないことから小規模となる。

設置場所は処分場内の一区画に設置するため、設置スペースが小さいことが条件となる。

LFG は特殊なガスであるため、発電設備の導入実績を考慮する。

上記を基に、本プロジェクトで使用する原動機に対する評価を以下に示す。

表 3.14 本プロジェクトで使用する原動機の評価

項目	ボイラー 蒸気タービン	ガスエンジン	ガスタービン
発電効率			
発電出力適応性			
設置スペース			
LFG での導入実績			
初期投資額			
保守点検費			
総合評価			

(注) < <

以上の結果より、本プロジェクトではガスエンジン発電設備が最適な原動機である。よって、ガスエンジンによる検討を行った。

本プロジェクトで使用するガスエンジンについて、選定の際の条件として以下が挙げられる。

- ・本プロジェクトの経済性を考慮する。
- ・予測した LFG 回収量に見合った発電出力及び燃料消費量である。
- ・ベトナムの外気条件に適用でき、更に日本で調達可能な機種である。

上記の条件を考慮した結果、日本国内で調達可能なガスエンジンを発電容量に合わせて選定した。このガスエンジンの特徴は以下のとおりである。

- ・非常に高い信頼性
- ・ガス圧縮機が不要
- ・各種ガスに対して対応可能
- ・コンテナパッケージ化されている

(2) 発電能力の決定

LFG の平均時間発生量は、LFG 発生量算定結果で示すように、年々減少する。LFG 発電能力は LFG 発生量によって決定する。本プロジェクトのプロジェクト開始は 2007 年を想定している。LFG の平均時間発生量で検討を行った結果、2017 年以降の LFG 発生量が少なくなるため、プロジェクト実施期間は 10 年(2007-2016 年)として発電能力を決定した。その結果、最大発電能力は 400kW となる。LFG 発生量の経年変化を基に電力の安定供給とメンテナンスを考慮し、発電設備は 200kW×2 台設置とする。

(3) 運転パターンと部分負荷

LFG の平均時間発生量による運転パターン及び部分負荷状況を以下に示す。

表 3.15 LFG の平均時間発生量による運転パターン及び部分負荷状況

年	発電設備(200kW×2) LFG 消費量		運転台数	LFG 量 過不足	部分負荷
	No.1	No.2			
単位	m ³ /h	m ³ /h	台	m ³ /h	%
2007	150	150	2	309	100.0
2008	150	150	2	224	100.0
2009	150	150	2	151	100.0
2010	150	150	2	88	100.0
2011	150	150	2	34	100.0
2012	150	150	2	-12	96.0
2013	150	150	2	-52	82.7
2014	150	150	2	-87	71.0
2015	150	150	2	-117	61.0
2016	150	150	2	-142	52.7

部分負荷運転の下限は 50%である。

発電設備の燃料必要量に比べ LFG 回収量が少ない年は 2012-2016 年である。この期間中、部分負荷運転となる。ただし 2012-2016 年は 1 台運転より 2 台を部分負荷運転した方が年間の発電量も多く安定した電力供給が可能である。

(4) 発電能力の決定

本プロジェクトで使用するガスエンジン発電機の能力は以下のとおりである。

表 3.16 発電能力

項目	1 台当り	設置台数	合計
定格発電容量(kWe)	200	2	400
定格燃料消費量(Nm ³ /h)	133.3		266.6

(5)使用する LFG の成分

使用する LFG の成分は分析結果を基に以下に示す。

表 3.17 LFG の成分

発熱量	4,300kcal/Nm ³ (18.00MJ/Nm ³)
CH ₄	50%
CO ₂	50%
O ₂	0%
その他	0%

(6)発電設備の設計条件

本プロジェクトの実施サイトであるホーチミン市の気象条件を以下に示す。

表 3.18 ホーチミン市での気象条件

月	1	2	3	4	5	6
最高気温 ()	32	33	34	35	35	32
最低気温 ()	21	22	23	25	25	24
平均気温 ()	25.7	26.6	28.8	28.2	28.2	28.2
雨量 (mm)	14	4	12	50	221	315

月	7	8	9	10	11	12
最高気温 ()	31	31	31	31	31	31
最低気温 ()	24	24	24	23	23	22
平均気温 ()	27.4	27.0	26.7	26.6	26.3	25.7
雨量 (mm)	298	274	332	264	115	51

上記条件を基に、本プロジェクトの設備の設計条件を以下に示す。

表 3.19 本プロジェクトの設備の設計条件

項目	採用値	
温度 ()	最高	35
	最低	22
	平均	29.5
年間降水量 (mm)	1,950	
平均湿度 (%)	62-84	

(7)関連する公害規制値

(a) 排ガス基準

ベトナムにおける工場等から排出される大気汚染物質に対する規制を以下に示す。本プロジェクトの場合、新設設備として適用されるため、B基準値が適用される。

表 3.20 工場排ガス基準(TCVN5939-1995)(mg/m³)

No.	項目		A 基準値	B 基準値	日本の基準値
1	粒子状物質	Particulate in smoke of:	400	200	30 ~ 250
	・金属加熱炉	heating of metals			
	・アスファルト工場	asphalt concrete plant	500	200	
	・セメント工場 ・その他の工場	cement plant other sources	400 600	100 400	
2	粉塵	Dust	100	50	-
	・シリカ成分	containing silica			
	・アスベスト	containing asbestos	none	none	
3	アンチモン	Antimony	40	25	
4	砒素	Arsenic	30	10	
5	カドミウム	Cadmium	20	1	1.0
6	鉛	Lead	30	10	10, 20, 30
7	銅	Copper	150	20	
8	亜鉛	Zinc	150	30	
9	塩素化合物	Chloride	250	20	
10	塩酸	HCl	500	200	80, 700
11	フッ素化合物	Fluoride, HF (any source)	100	10	1 ~ 20
12	硫化水素	H ₂ S	6	2	
13	一酸化炭素	CO	1,500	500	
14	二酸化硫黄	SO ₂	1,500	500	K 値規制、総量規制、濃度規制
15	窒素酸化物 (全ての発生源)	NO _x (any source)	2,500	1,000	120 ~ 1,640
16	窒素酸化物 (酸製造施設)	NO _x (acid manufacturing)	4,000	1,000	
17	硫酸 (全ての施設)	H ₂ SO ₄ (any source)	300	35	
18	硝酸	HNO ₃	2,000	70	
19	アンモニア	Ammonia	300	100	

A 基準値は既設設備に適用、B 基準値は新設設備に適用

日本の基準は施設の種類と規模によって決まる。

出典) 環境省「日系企業の海外活動に当たっての環境対策(ベトナム編)」(2002)

(b) 排水規制

また、埋立地の浸出水に関する規制として、産業排水基準の規制が適用される。対象水域は生活用水源として利用される水域に排水する場合の A 類型、水運、灌漑、水産、水浴に利用される水域に排水する場合の B 類型、行政から特に許可された水域に排水する場合の C 類型の 3 タイプに分けられる。本プロジェクトの場合、B 類型が適用される。

表 3.21 産業排水基準値(TCVN5945-1995)(mg/L)

No.	項目	A	B	C	日本の基準
1	温度()	40	40	45	-
2	PH	6-9	5.5-9	5-9	5.8-8.6
3	BOD(20)	20	50	100	160
4	COD	50	100	400	160
5	SS	50	100	200	200
6	油分	nd	1	5	5
7	動植物油	5	10	30	30
8	全窒素	30	60	60	120
9	アンモニア性窒素	0.1	1	10	100
10	残留塩素	1	2	2	
11	シアン化合物	0.05	0.1	0.2	0.1
12	全リン	4	6	8	16
13	有機リン	0.2	0.5	1	1
14	砒素	0.05	0.1	0.5	0.1
15	カドミウム	0.01	0.02	0.5	0.1
16	鉛	0.1	0.5	1	0.1
17	6 価クロム	0.05	0.1	0.5	0.5
18	3 価クロム	0.2	1	2	2
19	銅	0.2	1	5	3
20	亜鉛	1	2	5	5
21	マンガン	0.2	1	5	10
22	ニッケル	0.2	1	2	-
23	鉄	1	5	10	10
24	スズ	0.2	1	5	
25	水銀	0.005	0.005	0.01	0.005
26	テトラクロロエチレン	0.02	0.1	0.1	0.1
27	トリクロロエチレン	0.05	0.3	0.3	0.3
28	フッ素化合物	1	2	5	8
29	フェノール	0.001	0.05	1	5
30	硫黄化合物	0.2	0.5	1	-
31	大腸菌	5000	10000	-	3000
32	全線強度(Bq/L)	0.1	0.1	-	-
33	全線強度(Bq/L)	1.0	1.0	-	-

出典) 環境省「日系企業の海外活動に当たっての環境対策(ベトナム編)」(2002)

(c) 騒音規制

ベトナムでの作業場での騒音基準（工場内の作業場）は 85 dB(A)に規制されている。よって、本プロジェクトではガスエンジン発電設備については防音用のエンクロージャを設け、騒音対策を行うと共に、エンジン排ガスに対しても、排ガスサイレンサを設置し、騒音対策を行うものとする。

本プロジェクトの騒音に関する仕様を以下に示す。

- ・原音：120±2.5 dB(A)
- ・防音エンクロージャ仕様：85 dB(A)以下（防音エンクロージャ 1m 前にて）
- ・排ガスサイレンサ出口音仕様：85 dB(A)以下（排ガスサイレンサ出口 1m45°）

また、ベトナムでの敷地境界における騒音は表 3.22 の騒音基準（TCVN5949-1995）により管理されている。本プロジェクトの場合、No.4 の人口密集地域にある工場地域の基準が適用される。ドンタン廃棄物埋立処分場の敷地境界の騒音については、図 3.2 の全体図に示すように、処分場出入口（ENTRANCE）が最も近い敷地境界となる。本プロジェクトの発電設備設置場所はその敷地境界から約 100m 以上離れており、その結果、敷地境界での騒音は大幅に減衰されているため、問題とならないといえる（発電所設置場所より約 60m 地点で 50 dB(A)以下となる）。

表 3.22 公共地域及び人口密集地域の騒音許容値（TCVN5949-1995）（dB(A)）

No.	地域	時 間		
		6 時～18 時	18 時～22 時	22 時～6 時
1	静寂が必要な地域 病院、図書館、療養所 幼稚園、学校	50	45	40
2	人口密集地域、ホテル、 住宅、事務所	60	55	45
3	商業、サービス地域	70	70	50
4	人口密集地域にある 工場地域	75	70	50

3.6.2 各種設備の検討

(1) 脱硫装置

LFG を燃料として利用する際、ガス中の硫化水素 H_2S 濃度は、分析結果の添付 - に示したように最大 3.11ppm 以下である。本プロジェクトで使用するガスエンジン発電設備への影響度は小さく、また前述した排ガス基準に対しても、十分要求を満たしており、現状では脱硫装置などの脱硫処理は必要ないと考えられる。

(2)冷却設備(チラーユニット)

発生した LFG 温度は約 35 であるが、配管移送中での外気温度による影響は少ないため冷却設備(チラーユニット)は設置しない。

(3)シロキサン除去設備

LFG 中のシロキサン成分については、本調査の現地カウンターパートナーであるバンラン大学環境科学管理センターでは計測ツールの対応が不可能であったため、測定には至らなかった。シロキサンとはシリコンと酸素を主成分とする有機または無機化合物群である。主に工業製品や建材(代表的例としては潤滑油・シール材など)にシリコン化合物が多用されている。本プロジェクトの埋立地の都市廃棄物にはこれらシリコン化合物が混入していると考えられ、回収する LFG にはシロキサンが混入が心配される。シロキサンはガスエンジンに付着してトラブルを発生する原因物質であるため、シロキサン除去設備を設置するものとする。

(4)脱硝装置

ガスエンジン発電設備の排ガス中の NOx 値は 400ppm 以下(at O₂=0%換算)であるため、前述した排ガス基準に対して十分規制を満たしている為、脱硝装置は必要ない。

(5)フレアスタック

発生する余剰 LFG はフレアスタックにより処理される。フレアスタックの設備能力は、ガスエンジン発電設備 1 台のメンテナンスを考慮し、ガスエンジン発電設備 1 台が常用運転する際の燃料消費量を除いた余剰 LFG が燃焼処理できる能力で計画する。

(6)ガスエンジン発電設備

ガスエンジン型式と発電機容量は LFG の発生量より下記選定機種とする。

表 3.23 選定機種

台数(台)	2
発電容量(kWe)	200
発電効率(%)	30
燃料消費量(m ³ /h)	150
排ガス量(kg/h)	1,368
排ガス温度()	431

3.6.3 全体の設備構成

全体の設備構成としては、LFG を回収、前処理を行うガス回収・前処理設備、LFG を消費して電気を供給するガスエンジン発電設備、発生した電気を既設電力網に供給する電力供給設備、余剰ガスを燃焼させる余剰ガス燃焼設備により構成される。

ガス回収・前処理設備

LFG は埋立処分場に埋設するガス回収井戸により回収され、収集管で集められ、脱水器で水分を除去したのちガス回収ブロワによりガスエンジン発電設備に供給される。

ガスエンジン発電設備及び電力供給設備

より供給された LFG でガスエンジン発電設備を運転し、発電する。ガスエンジン発電設備で発電した電気(380V)は、低圧配電盤を介し、既設送電線設備に接続する。なお、プラント設備内で消費する所内電力は低圧配電盤より分岐して使用する。

余剰ガス燃焼設備

ガスエンジン発電設備がメンテナンスで停止している場合やガスエンジン発電設備での消費される燃料以上の LFG 発生量がある場合、余剰 LFG はフレアスタックにより燃焼される。

(1)ガス回収・前処理設備

発生した LFG はガス回収ブロワにより回収される。ガス回収ブロワの処理能力は有効利用できる LFG 量の最大流量に余裕率を見込んで $670\text{m}^3/\text{h}$ とする。回収される際、前処理として設備の腐食や閉塞、エンジンへの障害を防止するため、収集配管中に発生する凝縮水はミストセパレータにより除去する。回収された LFG はシロキサン除去設備により、シロキサンの濃度を低減した後、ガスフィルタにより処理後、ガスエンジン発電設備に供給される。ガス回収・前処理設備の仕様を以下に示す。

表 3.24 ガス回収・前処理設備の仕様

名称		仕様
採取管（垂直配管）		
目的	ガス回収	
本数	本	28
材質	-	HDPE
最大回収量	m ³ /h	23.9
口径	inch(A)	6" (150)
収集管		
目的	系統毎のガス回収	
本数	本	4
材質	-	HDPE
最大回収量	m ³ /h	191
口径	inch(A)	6" (150)
主収集管		
目的	Landfill全体のガス回収	
本数	本	1
材質	-	HDPE
最大回収量	m ³ /h	670
口径	inch(A)	8" (200)
シールポット		
目的	ガス管中のドレン排出 エアーが入らないようにシール	
台数	台	2
脱水器		
目的	ガス中の水分除去	
台数	台	1
最大処理量	m ³ /h	670
ガス回収ブロウ (ブロウコンテナ内設置(20フィート))		
目的	井戸よりガスを引き抜き	
台数	台	1
最大処理量	m ³ /h	670
必要量	m ³ /min	11.2
吐出圧力	kPa	20
消費電力	kW	6.5
シロキサン除去設備		
目的	LFG中のシロキサン濃度の低減	
最大処理量	m ³ /h	330
処理濃度	mg/m ³	20以下
ガスフィルタ		
目的	気体中の異物を分離する	
台数	台	2
最大処理量	m ³ /h	165

ガス供給ユニット(調圧弁)		
目的	ガス供給圧調整	
台数	台	2
最大処理量	m ³ /h	165
フレアスタック		
目的	余剰ガスの燃焼	
台数	台	1
仕様	-	パイロット着火方式
最大処理量	m ³ /h	505

(2) ガスエンジン発電設備及び電気供給設備(敷地内)

ガスエンジン発電設備及び電気供給設備の仕様を以下に示す。

表 3.25 ガスエンジン発電設備の仕様

機器	項目	仕様
ガスエンジン	台数(台)	2
	種類、形式	4サイクルバイオガスエンジン トランクピストン式
	軸端出力(kW)	209
	燃料消費量(Nm ³ /h)	133.3
	その他	エンクロージャ(40フィート) 排ガスサイレンサー付き
発電機	台数(台)	2
	種類、形式	ブラシレス同期型 自己通風冷却式
	発電容量(kW) (発電機端)	200
	相数(相)	3
	周波数(Hz)	50
	電圧(V)	380
ラジエータ	台数(台)	2
	種類、形式	空冷式ラジエータ(天井設置)
	冷却能力(kW)	228
ジャケット水ポンプ	台数(台)	2
	種類、形式	インライン型単段渦巻ポンプ
	吐出容量(m ³ /h)	28
	吐出圧力(MPa)	0.2
	電動機(kW)	3
排ガスサイレンサ	材質	鋼製
	口径(A)	250
	騒音(dB(A))	85以下
吸気ファン	台数(台)	4(1-エンクロージャに2基)
	形式	軸流ファン
	換気風量(m ³ /h)	6,000
	吐出圧力(Pa)	200
	電動機(kW)	0.75
吸気サイレンサ	台数(台)	2
排気サイレンサ	台数(台)	2

表 3.26 電気供給設備仕様

低圧配電盤類	
設置台数	1 式
種類、形式	垂直自立式
設備内容	エンクロージャコンテナ内設置
遮断器	
設置台数	1 式
種類、形式	垂直自立式
設備内容	エンクロージャコンテナ内設置

(3) 余剰ガス燃焼設備

余剰ガス燃焼設備の仕様及び外形を以下に示す。

表 3.27 余剰ガス燃焼設備仕様

フレアスタック		
目的	余剰ガスの燃焼	
台数	台	1
仕様	-	パイロット着火方式
最大処理量	m ³ /h	505



図 3.9 フレアスタック外形

3.6.4 各種設備の仕様

ガス回収ブロワはガス分析室を含めてコンテナパッケージ化して設置する。2 台のガスエンジン発電設備は、ブロワコンテナの近傍にコンテナパッケージ化して設置する。合計 3 台のコンテナを設置することにより、設置場所がコンパクトになり、また監視及びメンテナンスが容易となっている。

発電設備の各種仕様を以下に示す。

- (a) 単線結線図 : 図 3.10
- (b) ガスエンジン発電設備ヒートバランス : 図 3.11
- (c) 系統図 : 図 3.12-1,2
- (d) 発電設備の全体配置図 : 図 3.13

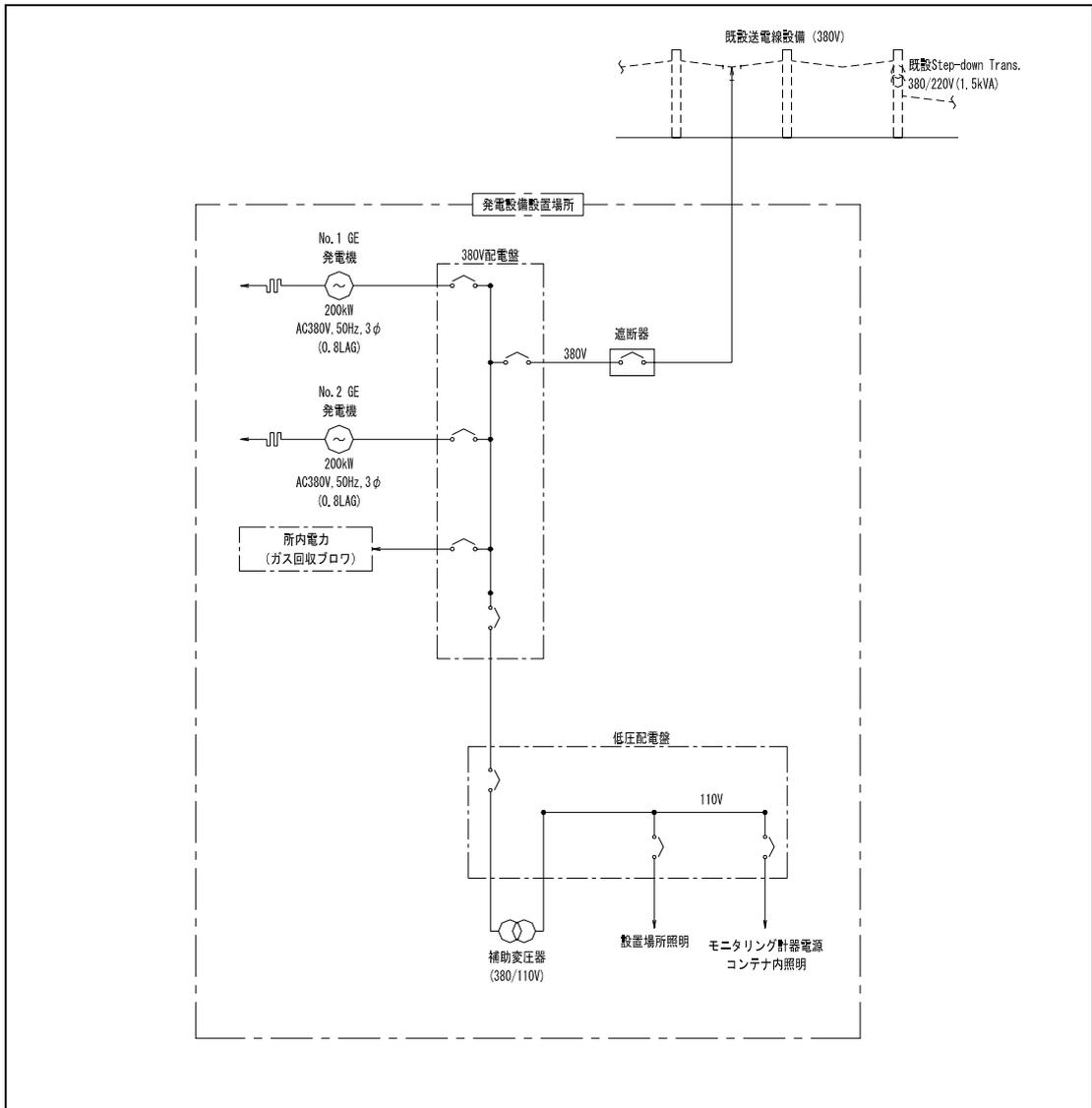


図 3.10 単線結線図

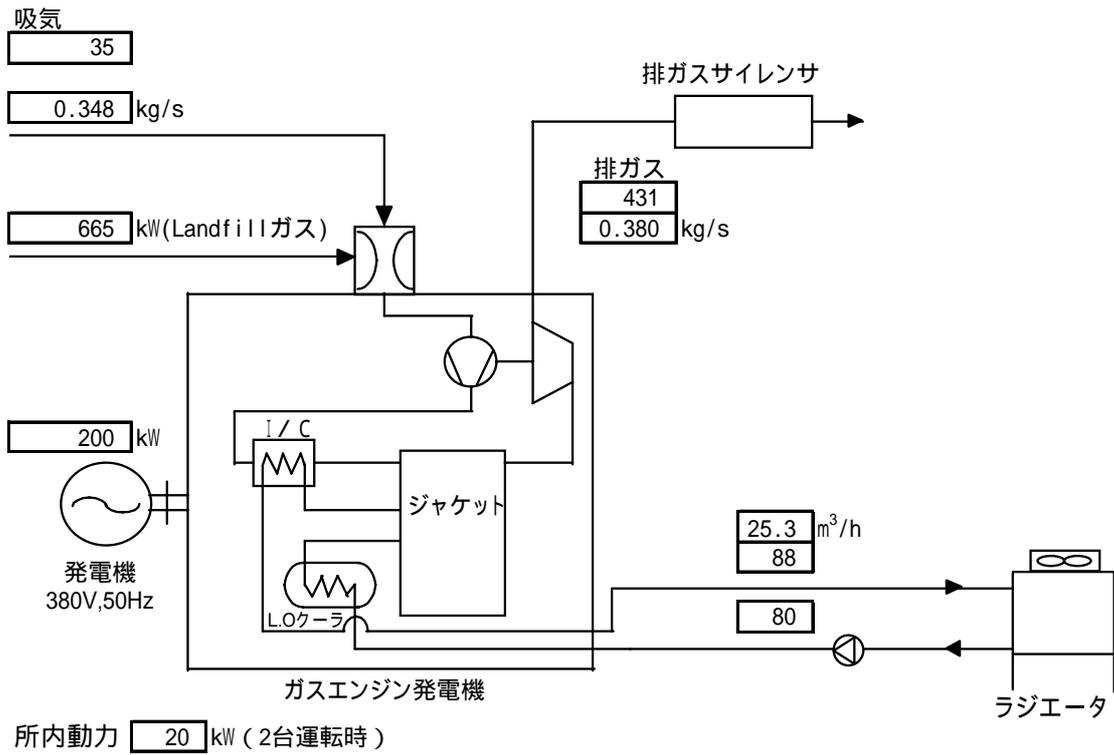


図 3.11 ガスエンジン発電設備ヒートバランス

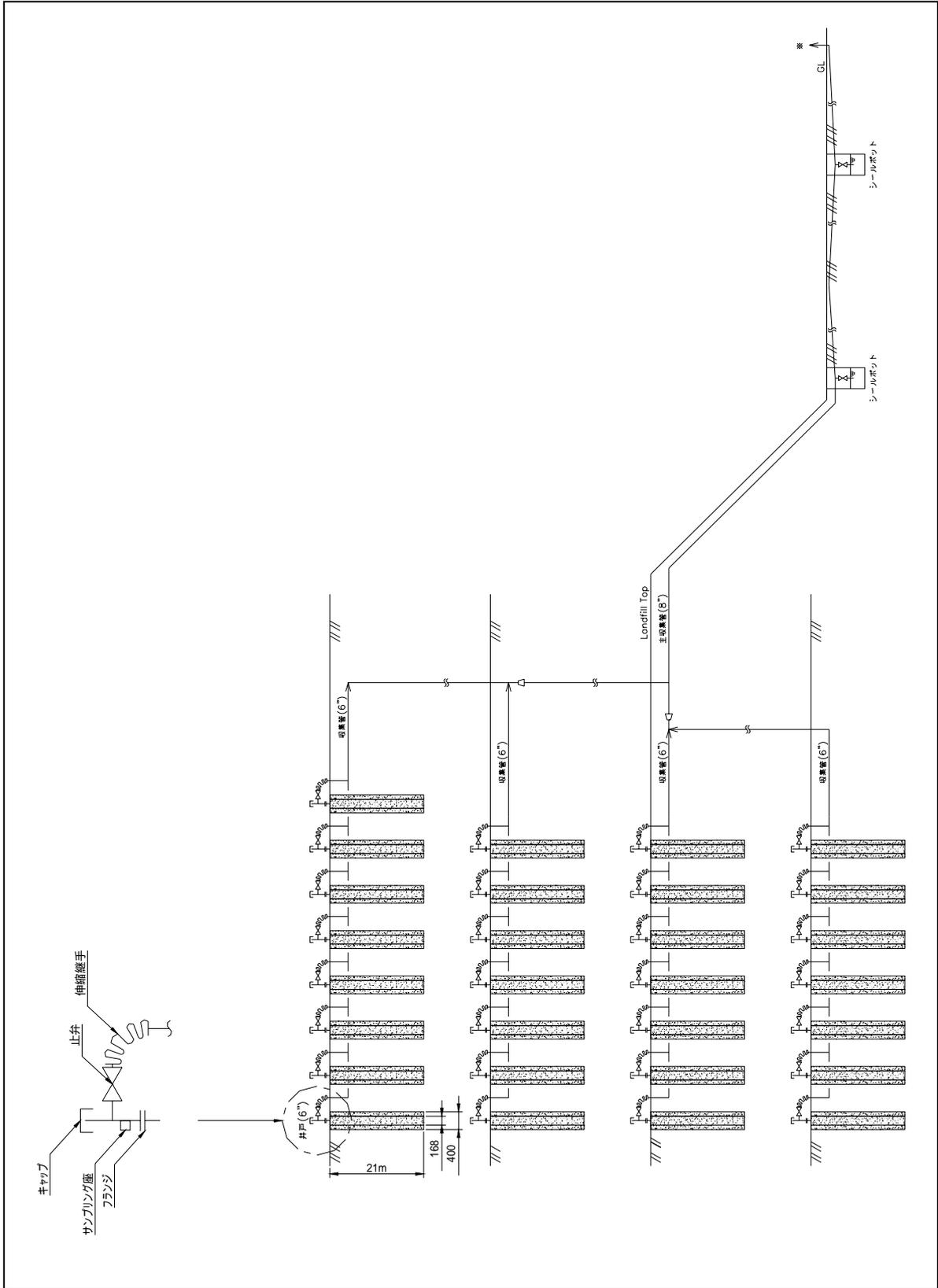


図 3.12-1 系統図

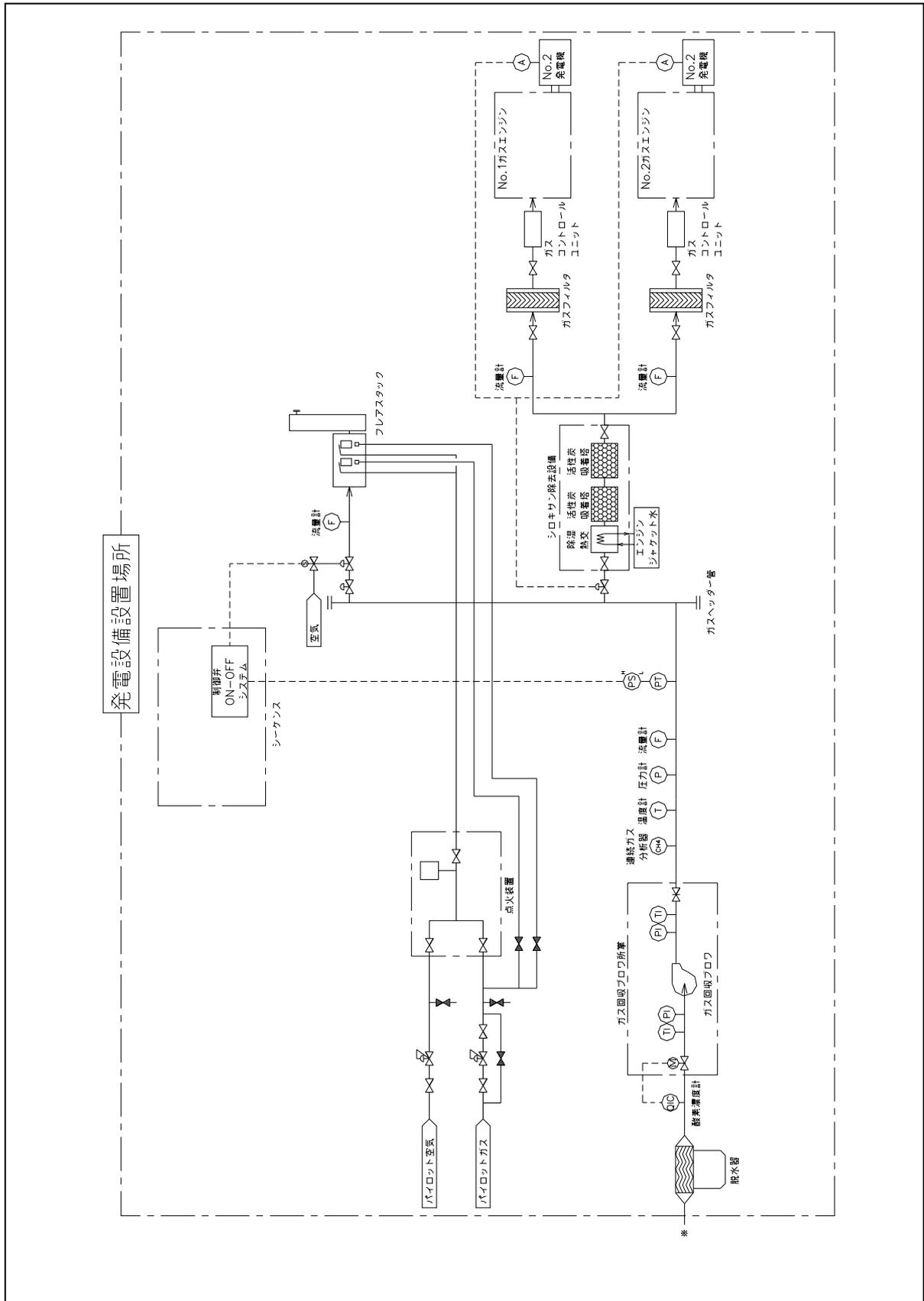


図 3.12-2 系統図

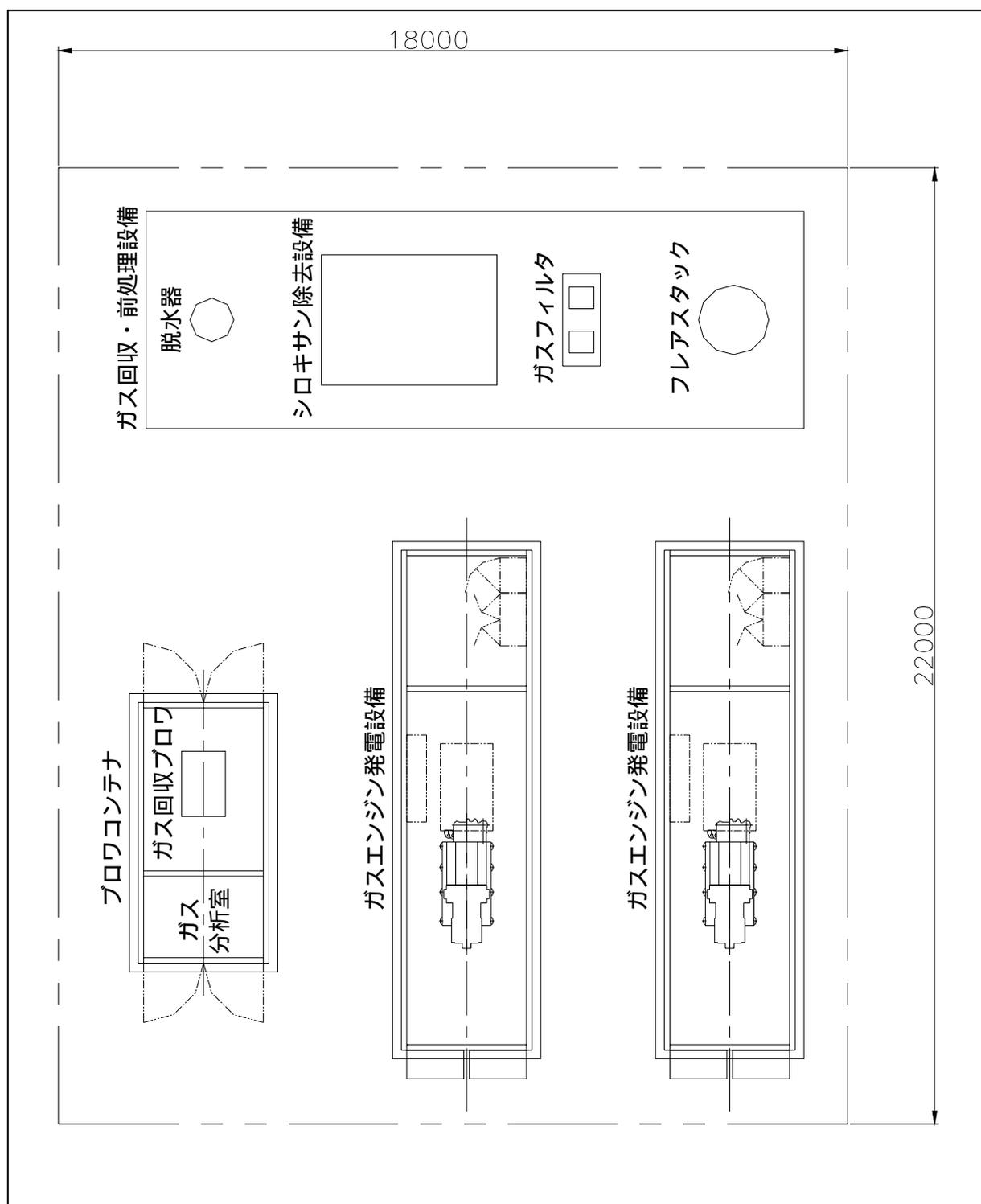


図 3.13 発電設備の全体配置図

3.6.5 電力供給設備(敷地内)

発電設備で発電した電気(380V)は売電のため、既設の配電網に接続する。接続方式は配電会社(Ho Chi Minh Power Company)の標準形式である既設送電線設備に直接接続する。電力供給設備接続図概要を以下に示す。

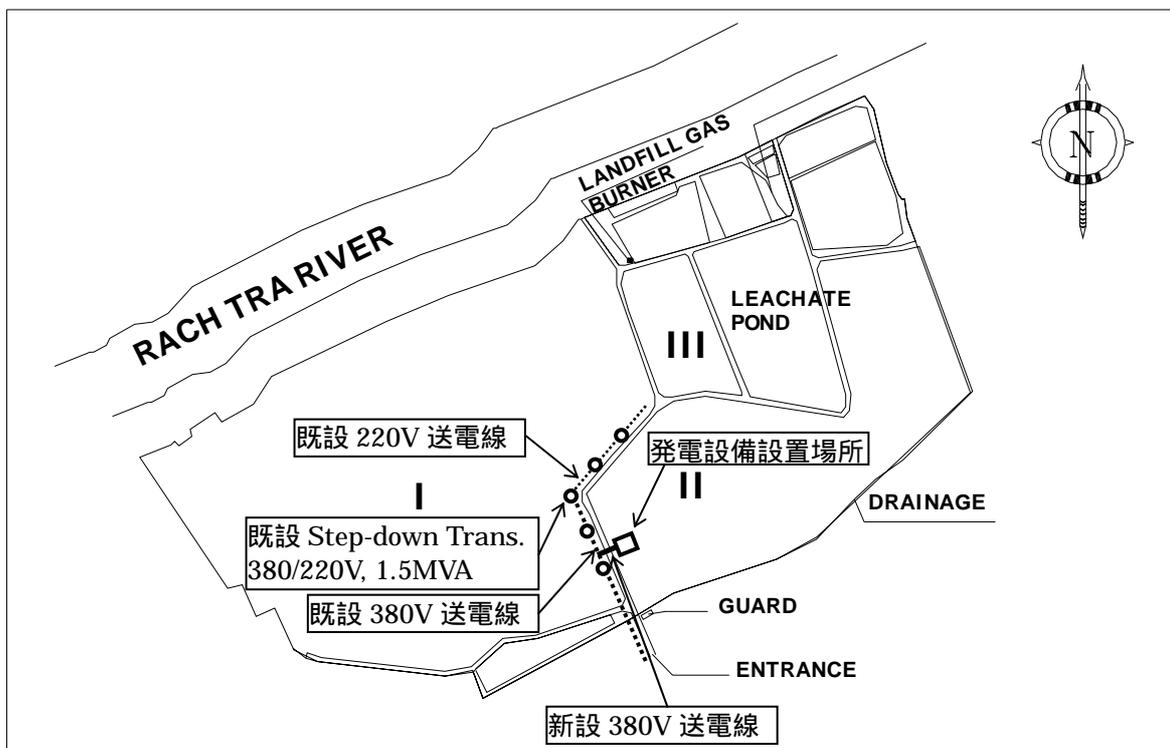


図 3.14 電力供給設備接続図概要

3.6.6 運転方法と発電能力

ガスエンジン発電設備 2 台は、LFG の発生量に合わせて部分負荷運転とすることができる。基本的に年間連続運転とする。ただし、年間連続運転の際、以下の項目を考慮するものとして、発電量を算出する。

表 3.28 発電量の算出

項目	設計条件	採用値	単位
プロジェクト期間	2007 年～2016 年	10	years
発電機稼動時間	メンテナンス期間：20 日	8,280	h/y
運転余裕率	エンジン定格運転に対し	10	%
不慮のトラブル率	エンジン定格運転に対し	5	%
発電量割合	年間定格運転に対し	80.8	%

上記の項目に加え、下記項目を考慮し、売電量を算出する。

表 3.29 売電量の算出

項目	設計条件	採用値	単位
プラント所内電力	LFG 回収設備への使用 (ガス回収ブロワ他)	5	%
送電線ロス	プラント所内電力の除いた分に対し	1	%
売電量割合	年間定格運転に対し	76	%

本プロジェクトでのプロジェクト期間の発電量及び売電量を以下に示す。

表 3.30 プロジェクト期間の発電量及び売電量

年	年間発電量 (kWh/y)	年間売電量 (kWh/y)
2007	2,831,760	2,663,270
2008	2,831,760	2,663,270
2009	2,831,760	2,663,270
2010	2,831,760	2,663,270
2011	2,831,760	2,663,270
2012	2,718,490	2,556,739
2013	2,602,073	2,447,249
2014	2,233,944	2,101,024
2015	1,919,304	1,805,105
2016	1,658,153	1,559,493
プロジェクト期間合計	25,290,763	23,785,963

3.7 実施スケジュール

本プロジェクトのスケジュールは以下のように計画している。

2007年4月からの運転開始を予定している。

表 3.31 本プロジェクトのスケジュール

年 項目	2004年度		2005年度		2006年度		2007年度～	
	4	10	4	10	4	10	4	10
(1)プロジェクト検討								
本FS実施	←→							
本FS-PDD案作成		↔						
(2)詳細FS (当該調査除く)								
メタンガス実証 試験			←→					
キャパシタ化ルディング 実施			←→					
ベトナム政府承認、 PDDのValidation			PIN	↔		PDD有効化		
資金調達、協議		←→						
Joint Venture 設立				←→				
(3)契約、設計								
契約					—			
設計				↔				
(4)機器調達、製作、 設備建設								
機器調達、製作					←→			
土工工事						↔		
搬入据付工事						↔		
(5)性能試験、試運転						◇		
(6)本運転、 プロジェクト効果 確認							→	

3.8 日本側とベトナム側の業務分担

当該プロジェクトを円滑に進めるためにはベトナム側と日本側双方の協力による共同作業が必要である。そのためには、業務分担及び提供範囲を明確にする必要がある。

本プロジェクトを実施するための日本側とベトナム側の業務分担は以下のとおりと考えている。

(1)日本側

- ・ 日本側のプロジェクト組織の確定
- ・ CDM プロジェクト実施について日本政府の関係機関との調整
- ・ 資金の調達方法について調整
- ・ 基本設計及び詳細設計に必要な情報の提供
- ・ 現地調査に基づく基本設計、詳細設計、プロジェクト計画の立案指導
- ・ 設備機器の調達指導
- ・ 現地工事の指導
- ・ 試運転の指導

(2)ベトナム側

- ・ 現地プロジェクト組織の確定
- ・ プロジェクトの実施計画の策定
- ・ ベトナム政府の関係機関との調整
- ・ 現地関係業者との調整及び現地工事費の確定
- ・ 輸入機器・材料の通関手続き
- ・ 機器・材料の現地への搬送
- ・ 建設工事（土工事及び据付工事）の実施
- ・ 試運転及び資機材の調達

プロジェクト実施に当り、計画どおりのCO₂削減効果が得られるように、運転技術、日常管理、モニタリング技術等の管理面のレベルアップを図ることが必要である。

3.9 カウンターパートとの協力体制等

ベトナム政府における CDM の実施については天然資源環境省の国際協力部が担当している。ホーチミン市は天然資源環境部が CDM 及び廃棄物埋立処分場を担当している。LFG 回収設備の運転管理はホーチミン市の外郭団体の環境会社(CITENCO)が担当する。

日本側の主体は新日鉱テクノロジー株式会社で、関係会社の株式会社ジャパンエナジーや政府機関の補助金等の資金導入、日本国内の CDM 承認手続きを担当する。プロジェクトの実施に当り、現地での技術指導やベトナム政府との交渉を担当する。関西設計は LFG の回収設備の設計現地工事、試運転等を担当する。

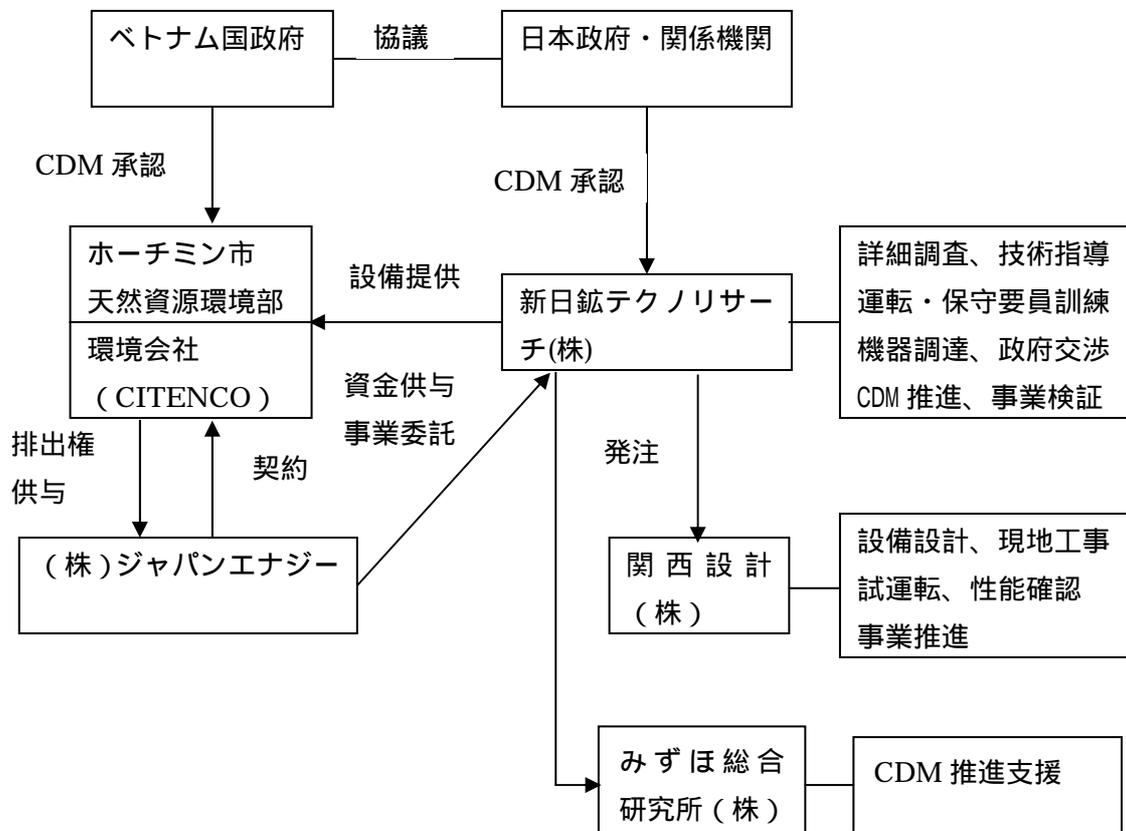


図 3-15 日本側とベトナム側の協力体制

3.10 実施にあたっての資金計画

3.10.1 予算額(建設コスト)

本プロジェクトでの建設コストを以下に示す。

表 3.32 建設コスト

項目	費用(k¥)
ガス回収・前処理設備	17,500
廃水処理回収設備	11,600
ガスエンジン発電設備	56,000
シロキサン除去設備	7,200
フレアスタック	10,000
ガス収集ブロワ	4,500
電気設備(送電線設備)	3,000
建設工事	6,000
土木工事	2,000
設計費	5,000
消火設備	200
保安設備	500
合計	123,500

3.10.2 資金調達方法等

資金の調達に当り以下のような選択肢が考えられる。

- (1) ベトナム側市中銀行からの借入れを前提として必要な資金回収計画を日本側で策定する。必要により日本側が保証する。
- (2) 日本側が設備をベトナム側にリースし、設備稼働後の利益からリース料を日本側が受け取る。
- (3) 設備を日本から輸出し、日本側企業が輸出金融等の資金を手当てする。
- (4) 日本側が炭素クレジットとして資金を調達し、CDM 事業として削減した CO₂ 排出削減量を日本側が確保する。

(1) はベトナム国内で CDM 事業として有利な金利で借りられる政策が計画されない限り難しい。(3) ベトナムで設備を製作することが難しいため可能である。プロジェクトの採算性が高い場合は(2)の日本のリース会社によるリース方式も可能である。今後は CDM のスキームが明確になれば日本側の企業が資金を拠出すると期待される。

3.11 プロジェクトの維持・管理

3.11.1 メンテナンス

(1) ガスエンジン発電設備メンテナンス

定期メンテナンスを年間 20 日間と設定する。ガスエンジン発電設備 2 台のメンテナンスはそれぞれ異なる期間に実施することにより、1 台のガスエンジン発電設備は常時運転されているものとする。またメンテナンス停止により、発生する余剰 LFG はフレアスタックにより処理される為 LFG からのメタンは発生しない。

(2) ガス回収ブロワメンテナンス

ガス回収ブロワの定期メンテナンスを年間 2 日間と設定する。ガスエンジン発電設備 1 台のメンテナンスと合わせて実施することとする。この期間は LFG の吸引は行わないものとする。

(3) 日常管理

表 3.33 のメンテナンススケジュールに示す毎日実施すべき項目についてメンテナンスを行う。

(4) 定期メンテナンス

表 3.33 のメンテナンススケジュールに示す運転時間に従って実施すべき項目についてメンテナンスを行う。

(5) モニタリング項目

表 3.33 のモニタリング項目に従って記録を行う。

表 3.33 ガスエンジン発電設備主要機器メンテナンス&モニタリングスケジュール

	メンテナンス項目	運 転 時 間						
		毎日	1,500 毎	3,000 毎	6,000 毎	12,000 毎	24,000 毎	48,000 毎
エンジン本体	・異音・異常・油漏れ等目視点検							
	・点火プラグ点検、交換							
	・ガス制御弁類点検							
	・制御装置点検							
	・シリンガ加圧開放点検							
	・主要部品開放点検、交換							
	・オイルホール・軸受類交換							
発電機・盤類	・異音・異常・油漏れ等目視点検							
	・定期点検							
	・絶縁チェック							
	・保護装置作動確認							
ガス回収・前処理設備	・収集配管の外観確認							
	・リークなどの確認							
	・シールポットの液面確認							
	・点検・補修							
酸素濃度計	・酸素濃度の確認							
	・点検・補修							
脱水器	・ドレン排出機能の確認							
	・点検・補修							
ガスフィルター	・差圧確認							
	・フィルタ交換							
ガス回収ブロウ	・運転圧力、温度の確認							
	・異常音、振動の確認							
	・点検の補修							
シロキサン除去設備	・異音・異常・水もれ等目視点検							
	・ガスの温度確認							
	・差圧確認							
	・活性炭の交換							
	・チラーユニット整備・補修							
その他補機類	・異音・異常・水もれ等目視点検							
	・循環ポンプ・ファン点検							
	・熱交換器類点検、清掃							
	モニタリング項目							
流量計	・LFG 流量全量の確認							
流量計	・フレア LFG 流量の確認							
流量計	・発電 LFG 流量の確認							
ポータブルガス分析器	・フレアでのメタン含有量の確認 (年4回、不安定な場合は毎月)							
温度計	・フレアスタックの燃焼温度の確認							
連続ガス分析器	・メタンガス濃度の確認							
温度計	・LFG 温度の確認							
圧力計	・LFG 圧力の確認							
積算電力計	・電力量の確認							

(6)オペレータ教育

設備を引き渡すときに、それぞれの設備ごとにメーカー及び日本側より教育を実施する。本プロジェクトでは、オペレータ教育が技術の移転に値する。

3.11.2 運転管理

(1)所要人数

運転及び保守、管理を行うための要員計画は下記のように 9 名とする。監視体制は日常の運転状況や保守内容、不具合等を記録するために 24 時間(4 直 3 交替)とする。

表 3.34 所要人員

職 位	Plant Head	Operator	合 計
要 員	1	8	9

3.11.3 運転経費

(1)メンテナンス費用

メンテナンス費はシステムの運転時間に依存している。メンテナンス単価は機種により変動するが発電量(kWh)あたりの費用原単位より算出される。ガスエンジン発電設備の場合、1~3 ¥/kWh が一般的な値と言われている。よって、本プロジェクトの機種での費用原単位は算出条件をベースに、プロジェクト期間のメンテナンス費用を以下に示す。

表 3.35 メンテナンス費用算出条件

項目	設定値	単位
メンテナンス単価	1.0	¥/kWh

表 3.36 プロジェクト期間のメンテナンス費用(M¥/y)

年	合計
2007	2.83
2008	2.83
2009	2.83
2010	2.83
2011	2.83
2012	2.72
2013	2.60
2014	2.23
2015	1.92
2016	1.66
プロジェクト期間合計	25.29

(2) 労務費

運転、管理、保守を行うための要員における各労務費を以下に示す。

表 3.37 要員における各労務費(為替レート：1US\$=110 ¥ =15,000VND)

職 位	要 員	単価(M ¥ /年)	人件費(M ¥ /年)
Plant Head	1	1.056 (800US\$/月)	1.056
Operator	8	330 (250US\$/月)	2.640
合 計	9		3.696

(3) 潤滑油費

潤滑油費は算出条件を元に算出し、以下に示す。

表 3.38 潤滑油費算出条件

項目	採用値	単位
潤滑油単価	100	¥ /L
潤滑油使用量	0.3	g/kWh
潤滑油密度	0.89	kg/L

表 3.39 プロジェクト期間の潤滑油費(M ¥)

年	合計
2007	0.10
2008	0.10
2009	0.10
2010	0.10
2011	0.10
2012	0.09
2013	0.09
2014	0.08
2015	0.06
2016	0.06
プロジェクト期間合計	0.85

(4) 送電線使用料

配電会社(Ho Chi Minh Power Company)に売電するために送電線使用料が発生する。現地調査の結果、送電線使用料は下記をベースに算出した。

- ・送電線使用料単価：0.8 ¥ /kWh

表 3.40 プロジェクト期間の送電線使用料(M¥ /y)

年	合計
2007	2.13
2008	2.13
2009	2.13
2010	2.13
2011	2.13
2012	2.05
2013	1.96
2014	1.68
2015	1.44
2016	1.25
プロジェクト期間合計	19.03

(5)土地借地料

ガス回収・前処理設備、ガスエンジン発電設備及びフレアスタックを設置するスペースとして 20m×20m(図 3.12 参照)が必要である。現地調査の結果、土地借地料は下記をベースに算出した。(為替レート：1US\$=110¥=15,000VND)

- ・土地借地料単価：2.25US\$/m²
- ・使用面積 : 20m×20m = 400m²
- ・土地借地料 : 2.25×110×400 = 0.1M¥ /y

(6)その他考慮事項

LFG 使用料：

使用料の有無及び使用料発生する場合での適正価格をホーチミン市役所と協議の結果、本プロジェクトの LFG 単価は下記として、プロジェクト期間の LFG 使用料を以下に示す。(為替レート：1US\$=110¥=15,000VND)

- ・ LFG 単価範囲 : 0.3-0.5 US\$/kg
- ・ LFG 単価 : 0.4 US\$/kg
- ・ LFG 単価(m³ 当り) : 0.29 US\$/m³(32 ¥ /m³)

表 3.41 プロジェクト期間の LFG 使用料(M¥ /y)

年	合計
2007	1.52
2008	1.31
2009	1.13
2010	0.97
2011	0.83
2012	0.72
2013	0.62
2014	0.53
2015	0.46
2016	0.39
プロジェクト期間合計	8.48

(7)ランニングコスト合計

上記(1)～(6)におけるプロジェクト期間のランニングコスト合計を以下に示す。

表 3.42 プロジェクト期間のランニングコスト合計(M¥ /y)

年	合計
2007	10.37
2008	10.16
2009	9.98
2010	9.82
2011	9.69
2012	9.37
2013	9.06
2014	8.32
2015	7.68
2016	7.15
プロジェクト期間合計	91.60

(8)その他(CDM 経費、税金、原価償却等)

(a) CDM 経費

プロジェクト実施のため、その他経費として CO₂ クレジット獲得のために費用(プロジェクトの登録、モニタリング等)を見込む必要がある。

登録までに必要な費用(イニシャルコストに見込む)

表 3.43 CDM に必要な(想定)費用

費用の種類	(想定)費用 (US\$)
指定運営組織(DOE)への有効化審査(Validation)に必要な費用	30,000
登録(Registration)に必要な費用	10,000

クレジット獲得に必要な経費(ランニングコストに見込む)

費用の種類	(想定)費用 (US\$/y)
検証(Verification)&認証(Certification)費用 (プロジェクト期間：3回を想定)	25,000

(b)税金

法人税率は32%である。

出典) ASEAN-JAPAN CENTRE

(c)付加価値税

付加価値税は10%とする(売電料金には10%VAT含む)。

出典) ASEAN-JAPAN CENTRE

(d)原価償却

設備機器の減価償却は10%とする。また、有形資産の減価償却は定額法である。

3.11.4 電力による収入

(1)売電料金

本プロジェクトでは所内電力及び送電線ロスを除いた売電量が系統の配電会社(Ho Chi Minh Power Company)に売電する予定である。その売電料金は調査の結果、以下に分類されている。本プロジェクトの電圧は6kVまでが対象となる。

表 3.44 売電料金

対象	価格(VND/kWh)	価格(¥/kWh)
6kV まで	1,122	8.228
6kV 以上 22kV まで	1,045	7.663
22kV 以上 110kV まで	979	7.179
110kV 以上	913	6.695

出典) 政府価格委員会決定 46/1999/QD-BVGCP(15/6/1999)(VAT 込み)

ベトナム政府価格委員会

(2)電力収入

本プロジェクトの売電による収入を以下に示す。

(為替レート：1US\$=110¥=15,000VND)

表 3.45 プロジェクト期間の電力収入(M¥/y)

年	電力収入
2007	21.91
2008	21.91
2009	21.91
2010	21.91
2011	21.91
2012	21.04
2013	20.14
2014	17.29
2015	14.85
2016	12.83
プロジェクト期間合計	195.71

3.12 プロジェクトのモニタリング計画

3.12.1 モニタリング計画

本プロジェクトのモニタリング計画は UNFCCC の CDM 理事会によって承認、登録されている ACM0001 Approved Consolidated Baseline Methodology(LFG プロジェクト活動の統合化ベースライン方法論)に基づいて行う。ただし、本プロジェクトでは熱エネルギーの利用は発生しないため、熱エネルギーの利用の部分は含まない。本プロジェクトのモニタリング計画(モニタリング項目設定及びデータ収集の手法等)を以下に示す。

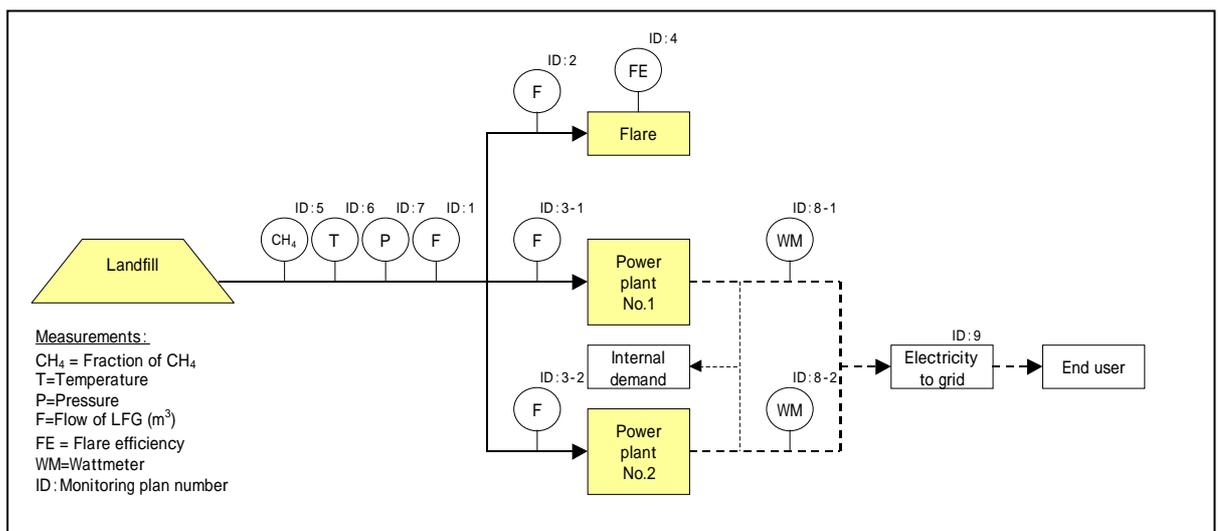


図 3.16 モニタリング計画

表 3.46 モニタリング計画

ID 番号	データ種 類	データ 単位	計測(m) 計算(c) 推定(e)	記録頻度	モニターされる データの比率	データの記録 の保存方法 (電子/印刷 物)	記録文書の 保存期間	コメント
1. LFG _{total,y}	LFG 収集全 量	m ³	計測(m)	連続的/ 定期的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	流量計により計測 データは月毎、年毎に集計
2. LFG _{flare,y}	フレア LFG 量	m ³	計測(m)	連続的/ 定期的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	流量計により計測 データは月毎、年毎に集計
3. LFG _{electricity, y}	発電プラントで燃焼さ れる LFG 量	m ³	計測(m)	連続的/ 定期的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	流量計により計測 データは月毎、年毎に集計
4. FE	稼働時間 (1)と排ガ スのメタン 含有量(2) で決定した フレア/燃 焼効率	%	計測(m) /計算 (c)	(1)連続的 (2)年 4 回 毎月不安 定である 場合	n/a	電子	クレジット 期間及び 2 年間	(1)フレア排ガスのメタン 含有量の定期的な計測 (2)フレア(例えば温度で) の稼働時間の連続計測
5. W _{CH4,y}	LFG 中の メタン率	m ³ CH ₄ /m ³ LFG	計測(m)	連続的/ 定期的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	できるだけ連続ガス分析器 により計測
6. T	LFG 温度		計測(m)	連続的/ 定期的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	メタンの密度(D _{CH4})を決定 する為に計測
7. P	LFG 圧力	Pa	計測(m)	連続的/ 定期的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	メタンの密度(D _{CH4})を決定 する為に計測
8. WM	発電量	MWh	計測(m)	連続的	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	プロジェクト活動を行なう ため、発電の使用からの CO2 排出を決定するために要求
9.	ID8 内の 発電 CO2 排 出係数	t-CO ₂ / MWh	計算(c)	年 1 回	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	プロジェクト活動を行なう ため発電の使用からの CO2 排出を決定するために要求
10.	LFG プロジ ェクトに関 連する要求 規制	検査	n/a	年 1 回	100%	電子	クレジット 期間及び 2 年間	調整係数(AF)あるいは MD _{reg} (プロジェクト活動が ない場合の破壊/燃焼され るメタン量)に対するいかに なる変更への要求

3.12.2 モニタリングの品質保証と品質管理手順

適切な品質管理と品質保証手順がモニタリング設備及び収集されたデータのために必要となる。上記のモニタリングされる項目の品質保証(Quality Assurance: QA)、品質管理(Quality Control: QC)手順は以下ようになる。

表 3.47 品質管理と品質保証手順

ID 番号	データの不確実性 (高・中・低)	QA/QC 手順 計画の有無	どのような QA/QC 手順が計画されていることへの概要説明
1.-3. LFG _y	低	有	積算流量計は精度を保証するための定期メンテ、テスト体制を実施する。
4. FE	中	有	定期メンテがフレアの最適運転を保証する。フレア効率は年 4 回チェックする、もし効率が前回の値から相当な乖離を示すなら、毎月チェックする。
5. W _{CH₄,y}	低	有	ガス分析器は精度を保証するための定期メンテ、テスト体制を実施する。

注：ID 番号は表 3.41 の ID 番号と対応

また、メタンから二酸化炭素への変換使用係数及びメタン換算係数を以下に示す。

表 3.48 メタンから二酸化炭素への変換使用係数

使用係数 (tCO ₂ e/CH ₄)	適応可能期間	出典
21	1996-現在	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

表 3.49 換算係数

	係数	単位	適応可能期間	説明及び出典
メタン比重	0.0006354	tones CH ₄ /m ³ CH ₄	デフォルト	

3.13 プロジェクトに必要な要件や問題点の整理及び解決方法等

(1)ベトナム側の廃棄物政策

ホーチミン市は廃棄物処分場の臭気対策として LFG の回収を進めたいと考えているが、資金の問題から進んでいない。新しい埋立処分場には LFG 回収配管を廃棄物の埋立ながら埋設している。いずれにしても CDM のような外部収入を期待しないと LFG 回収の実現は難しい。

(2)プロジェクトの採算性

プロジェクトの採算性はいかに多くの LFG を回収するかによって決まる。廃棄物埋立処分場から発生する LFG の回収率を上げるためには、埋立処分場の建設段階から LFG 回収を念頭に設計することで、より多くの LFG を回収することができる。また、埋立処分場の閉鎖に合わせて設備を新しい処分場に移設するなど、設備の有効利用を図ることにより採算性の向上に努めることが必要である。

(3)現地協力企業の設備管理体制

今後ベトナム全土に廃棄物埋立処分場の LFG 回収設備を設置するためには設備の運転・保守管理技術教育が必要である。ホーチミン市の廃棄物の埋立処分場を管理する会社のレベルは比較的高いが、地方の都市部ではこのようなハイレベルの技術者の確保が難しいと予測され、中央から地方への技術移転を進めることが必要である。

また、プロジェクト実施時には廃棄物のリサイクル事業と LFG 回収事業を明確に分離するなどの対策と監視強化により、スカベンジャーの進入防止を図る必要がある。

(4)CO₂削減効果の予測

廃棄物埋立処分場から発生する LFG の発生量を予測する方法として First Order Decay Model を用いたが、実際に計算結果どおりの LFG が発生することを証明することは実証試験を行わなければ難しいため、正確な CO₂削減量を求めることができない。よって、小規模なメタンガス実証試験を実施することで、LFG 発生量を把握することが必要である。

(5)小規模なメタンガス実証試験による LFG 発生量、回収量改善の更なる精査

本調査では廃棄物組成のサンプリング及び自然発生ガスの成分把握を目的に調査・分析を行った。すなわち、事業推進において LFG 発生量の更なる信頼性を確保し、精度を上げる必要がある。今後、小規模なメタンガス実証試験を行い、本調査で実施した各井戸設置場所にて強制吸引により LFG 発生量を実測する必要がある。また、回収量は埋立地をビニールシート等で覆った場合の改善の効果を把握する。

(6) LFG 成分の更なる精査

シロキサンに関する成分分析は特殊な計測装置が必要であり、今後のメタンガス実証試験にて化学成分（シリカ等）を分析するものとする。

(7) キャパシティビルディングの実施

本調査の結果、ベトナム側では CDM に関する理解はあるものの、具体的な案件が少なく、また、それが中央行政にとどまっており、地方への理解が乏しいのが実状である。よって、今後本プロジェクト推進において関係する機関である、ドンタン廃棄物処分場が属している Hoc Mon 市、ドンタン廃棄物処分場を管理しているホーチミン市、協力機関である Van Lang 大学、運転管理を行う管理会社（CITENCO）に CDM 知識の普及・啓発を行う必要がある。

(8) CDM に関する協議、調整

ベトナムでは既に 2 件のプロジェクトが CDM 案件として認められている。ベトナム国内の許認可の方法については地方と中央の行政間で連絡が円滑に進むよう事前の準備が必要である。また、得られる CER をどのように配分するか、資金の手当てをどのようにするかを検討する必要がある。

(9) 環境影響評価

ベトナムにおいて CDM プロジェクトの手続きを行うためには事前に廃棄物埋立処分場の大气、水質等の分析の他、プロジェクトの実施に伴って生じる環境影響評価を実施する必要がある。

4 プロジェクトの評価

4.1 対象となる温室効果ガスの排出削減量

4.1.1 技術的根拠

本プロジェクトでは埋立処分場から発生する LFG を回収し、それを燃料としたガスエンジン発電設備を稼働させることにより、発電を行い、また余剰の LFG についてはフレアスタックにより燃焼処理する。LFG は CO₂ と比べて 21 倍の温室効果のあるメタンが主成分であるため、LFG をガスエンジン発電設備及びフレアスタックにおいて燃焼させることで大きな温室効果ガス削減に寄与する。発生した電力は配電会社(Ho Chi Minh Power Company)に売電を行うため売電により配電会社の石油代替のエネルギー源(化石燃料)からの温室効果ガスが削減できる。

4.1.2 算定基礎となるベースライン

(1) 発生源別 GHG 排出量の計算

発電の CO₂ クレジット獲得をベースとした方法論として、現在 AM0010 Approved Baseline Methodology(LFG 捕集が法律により管理されていない LFG 捕集、発電プロジェクト)が UNFCCC の CDM 理事会によって承認、登録されている。以下に AM0010 における GHG 排出量削減における算定式を示す。

$$ER_y = (MDproject_y - MDbaseline_y) \times GWP_{CH_4} + ES_y \times Elgrid_y$$

ER_y : CO₂ 換算で表される GHG 排出削減量(tCO₂e)

$MDproject_y$: プロジェクト活動によって破壊されるメタン量(tCH₄)

$MDbaseline_y$: ベースラインによって破壊されるメタン量(tCH₄)

GWP_{CH_4} : 承認されている第 1 約束期間のメタンの地球温暖化係数
(tCO₂e/tCH₄)

ES_y : プロジェクトで発電した電力量(MWh)

$Elgrid_y$: プロジェクトによって変換される発電の CO₂ 排出係数
(tCO₂e/MWh)

また、LFG に関する AM0010 を含んだ AM0002、AM0003、AM0011 の 4 つのベースライン方法論に対してまとめられた ACM0001 Approved Consolidated Baseline Methodology(LFG プロジェクト活動の統合化ベースライン方法論)が UNFCCC の CDM 理事会によって承認、登録されている。

以下に ACM0001 における GHG 排出量削減における算定式を示す。
 (ただし、本プロジェクトでは熱エネルギーの利用はないため、熱エネルギーの利用の部分
 を除いたものを記載する。)

$$ER_y = (MD_{\text{project},y} - MD_{\text{reg},y}) * GWP_{\text{CH}_4} + EG_y * CEF_{\text{electricity},y}$$

- ER_y : CO₂換算で表される GHG 排出削減量(tCO₂e)
 GWP_{CH_4} : 承認されている第 1 約束期間のメタンの地球温暖化係数
 (tCO₂e/tCH₄)
 EG_y : 年間正味発電量(MWh)
 $CEF_{\text{electricity},y}$: 変換される発電の CO₂ 排出係数(tCO₂e/MWh)

$$MD_{\text{reg},y} = MD_{\text{project},y} * AF$$

- $MD_{\text{reg},y}$: プロジェクト活動がない場合の破壊 / 燃焼されるメタン量(tCH₄)
 AF : 調整係数(割合)

$$MD_{\text{project},y} = MD_{\text{flared},y} + MD_{\text{electricity},y}$$

- $MD_{\text{project},y}$: プロジェクト活動によって破壊されるメタン量(tCH₄)

$$MD_{\text{flared},y} = LFG_{\text{flared},y} * W_{\text{CH}_4,y} * D_{\text{CH}_4} * FE$$

- $MD_{\text{flared},y}$: フレアリングによる実際のメタン燃焼量(tCH₄)
 $LFG_{\text{flared},y}$: 燃焼される処分場ガス量(m³)
 $W_{\text{CH}_4,y}$: 定期的に計測される、処分場ガス中のメタン量(割合)
 D_{CH_4} : メタンの密度(tCH₄/m³CH₄)
 FE : フレア燃焼効率(破壊されるメタンの割合)

$$MD_{\text{electricity},y} = LFG_{\text{electricity},y} * W_{\text{CH}_4,y} * D_{\text{CH}_4}$$

- $MD_{\text{electricity},y}$: 発電に利用されるメタン量(tCH₄)
 $LFG_{\text{electricity},y}$: 発電によって破壊されるメタン量(m³)

本プロジェクトでは LFG に関する AM0010 を含んだ AM0002、AM0003、AM0011 の 4 つ
 のベースライン方法論に対してまとめられた ACM0001 を利用して算出する。

(2) 本プロジェクトにおける各種係数

発生源別 GHG 排出量の計算式を基に、本プロジェクトにおける各種係数は以下のように設定し、算出する。

表 4.1 本プロジェクトにおける各種係数

各種係数	単位	採用値
GWP_{CH_4} : 承認されている第 1 約束期間のメタンの地球温暖化係数	tCO ₂ e/tCH ₄	21
EG_y : 年間正味発電量(売電量)	MWh	表 3.30 参照
$CEF_{electricity,y}$: 変換される発電の CO ₂ 排出係数	tCO ₂ e/MWh	0.391 1)
AF : 調整係数	-	0 2)
$LFG_{flared,y}$: 燃焼される処分場ガス量	m ³	表 4.4 参照
$W_{CH_4,y}$: 定期的に計測される、処分場ガス中のメタン量	-	0.5
D_{CH_4} : メタンの密度	tCH ₄ /m ³ CH ₄	0.0006354 3)
FE : フレア燃焼効率(破壊されるメタンの割合) 4)	-	0.97 4)
$LFG_{electricity,y}$: 発電によって破壊されるメタン量	m ³	表 4.4 参照

1) $CEF_{electricity,y}$: 変換される発電の CO₂ 排出係数

ベトナムの電力を統括しているのは EVN(ベトナム国営電力公社)である。また、本プロジェクトの地域の電力を管轄しているのが EVN 傘下である配電会社(Ho Chi Minh Power Company)である。ベトナムにおける CO₂ 排出係数は、ベトナム国により認められているデフォルト値として、公式に算定されていない。よって、EVN がベトナムの電力を統括しているため、毎年発行されている EVN の Annual Report をベースに算定し、デフォルト値を決定する。算出方法は 4 に述べる。

2) AF : 調整係数

EB14 で提出された案では AF : 調整係数のデフォルトは 0.20 としていたが、EB15 に提出された案には記載されていない。AF : 調整係数 0.20 が高い数値であること、埋立地の条件により異なることが言われており、実施されるプロジェクトの地域事情により変更は可能とされている。ベトナムでは廃棄物処分場から発生する LFG に関する管理上の規制は存在せず、一般的には処分場のメタンは大気中へ放出されている。また、ベトナムの都市廃棄物は処理費用の問題から、医療用の廃棄物を除いて全て廃棄物集積場に埋立処分しており、当分の間この状況は続くものと考えられる。この結

果、プロジェクト地点での新しい法規制や現法規制の施行のようなプロジェクト特有の考慮事項はないため、AF：調整係数は0を採用する。

3) D_{CH_4} ：メタンの密度

- ・ AM0002 でのメタンの密度：0.000662 tCH₄/m³CH₄
- ・ AM0003 でのメタンの密度：0.0006498 tCH₄/m³CH₄
- ・ AM0010 でのメタンの密度：0.000714 tCH₄/m³CH₄

を採用している。

本プロジェクトでのメタンの密度は0.0006354 tCH₄/m³CH₄ (3.4.3 (6)参照)

4) FE：フレア燃焼効率(破壊されるメタンの割合)

本プロジェクトではフレア燃焼効率について以下項目を考慮するものとした。

(稼働率)

- ・ メンテナンス日数 = 2 日/年
- ・ 稼働時間 = 363/365 = 99.4%

(メタン含有量)

- ・ 排ガス中のメタンの残存率(リーク分)：2.4%
約9日相当(燃焼状態が不安定である場合を考慮し、点検、メンテ等見込む)

本プロジェクトのフレア燃焼効率は AM0010 でも記載されているフレア燃焼効率:0.97(デフォルト値)を採用するものとした。

なお、フレア燃焼効率についてのモニタリングについては下記により実施するものとする。

- ・ 燃焼温度(温度計で燃焼状態を確認すると共に稼働時間を確認)
- ・ メタン含有量(ポータブルガス分析器で年4回確認、不安定な場合は毎月)

(3) プロジェクトバウンダリー内外の CO₂ 排出量

(a) プロジェクトバウンダリー内

サイトでの LFG 回収・発電設備の稼働に伴う CO₂ 排出量

LFG を回収し、ガスエンジン発電設備に送り込むためのガス回収ブロワ等の所内電力消費に伴う CO₂ 排出量がある。本プロジェクトではこれを発電量の5%を消費すると見込んでいる。ブロワの定格電力は 6.5kW であり、本プロジェクトでの所内消費電力が 20kW 以上必要となることはない。また、この電力については発電機の運転開始、停止時に一時的にグリッド側から供給を受けることはあるが、連続して供給を受けることはない。

フレアスタックのパイロットバーナー使用による CO₂ 排出量

- ・パイロットガス (LPG) 使用量 : 1.69 m³/h
- ・運転時間 : 8,712 h/y
- ・年間使用量 : 14,742 m³/y
- ・LPG 発熱量 : 24,000 kcal/m³ = 100 MJ/m³
- ・年間熱量 : 1,481 GJ/y
- ・LPG の CO₂ 原単位 : 0.062751 t-CO₂/GJ
- ・LPG の CO₂ 排出量 : 93 t-CO₂/y

この値は後述する本プロジェクトにおける削減される初年度の CO₂ 排出量 (35,802 t-CO₂/y) の約 0.26% であり、軽微な排出量であるため、無視できる値と考えられる。

サイトでのその他の所内電力消費に伴うグリッドからの CO₂ 排出量

この値はベースラインシナリオと共通のため、無視するものとする。

(b) プロジェクトバウンダリー外

サイトへの廃棄物輸送に伴う CO₂ 排出量

この値はベースラインシナリオと共通のため、無視するものとする。

サイトへの LFG 回収・発電施設 / 資材運搬に伴う CO₂ 排出量

本プロジェクトの CO₂ 発生源として、機器の輸送(日本 ベトナム サイト) 搬入、据付、土地整備等の輸送手段及び重機使用により発生するものと考えられる。また、工事の際の使用電力による CO₂ 排出量も考慮するものとする。結果として、これらによる概算年間 CO₂ 排出量は 2 t-CO₂/y 以下に抑えられており本プロジェクトでは軽微な排出量であるため、無視できる値と考えられる。

また、プロジェクト期間中の資材搬入として、LFG 回収設備・発電設備で使用するパイロットガス (LPG) 及び潤滑油等の資材運搬が挙げられる。これらはホーチミン市よりトラックで輸送することになるが、この際の年間 CO₂ 排出量は 0.1 t-CO₂/y 以下であり、本プロジェクトでは軽微な排出量であるため、無視できる値と考えられる。

(4) 発電の CO₂ 排出係数の算出方法

ベトナムの電力を統括している EVN の毎年発行されている Annual Report をベースに算定し、下記のデフォルト値に決定した。以下に EVN における燃料別排出係数を示す。

表 4.2 ベトナムにおける燃料別排出係数

供給元	総発電量	発電効率	発電端投入熱量	エネルギー消費量	排出係数 CEF	炭素の酸化比率係数	温室効果ガス排出量	排出係数 CEF
	MWh/y	%	MJ/kWh	TJ/y	t-C/TJ	-	t-CO2/y	t-CO2/MWh
Hydropower	18,198,000	100.0	3.60	65,513	0	0	0	0.00
Coal-fired thermal power	4,881,000	32.5	11.08	54,066	25.8	0.98	5,012,394	1.03
Oil-fired thermal power (FO)	1,019,000	32.5	11.08	11,287	21.1	0.99	864,535	0.85
Gas turbine (Gas)	7,126,500	32.5	11.08	78,940	15.3	0.995	4,406,374	0.62
Gas turbine (DO)	2,375,500	32.5	11.08	26,313	20.2	0.99	1,929,444	0.81
Diesel	92,000	32.5	11.08	1,019	20.2	0.99	74,725	0.81
IPP	2,109,000	32.5	11.08	23,361	20.2	0.99	1,712,986	0.81
合計	35,801,000						14,000,457	

出典) EVN Annual Report 2002

表 4.3 ベトナムにおける発電量割合及び発電 CO₂ 排出係数

供給元	使用燃料	総発電量	割合	加重平均 CEF
		GWh/y	%	kgCO2/kWh
Hydropower	-	18,198	50.8	0.000
Coal-fired thermal power	石炭	4,881	13.6	0.140
Oil-fired thermal power (FO)	重油	1,019	2.8	0.024
Gas turbine (Gas)	ドライガス	7,127	19.9	0.123
Gas turbine (DO)	軽油	2,376	6.6	0.054
Diesel	軽油	92	0.3	0.002
IPP	軽油	2,109	5.9	0.048
合計		35,801	100	0.391

出典) EVN Annual Report 2002

4.1.3 排出削減量

本プロジェクトにおける LFG の各使用量を以下に示す。

表 4.4 LFG の各使用量

年	正味 LFG 発生量	発電利用 LFG 量	フレア LFG 量
	-	$LFG_{\text{electricity},y}$	$LFG_{\text{flared},y}$
	m^3	m^3	m^3
2007	5,305,608	2,123,820	3,181,788
2008	4,565,088	2,123,820	2,441,268
2009	3,929,112	2,123,820	1,805,292
2010	3,380,256	2,123,820	1,256,436
2011	2,909,808	2,123,820	785,988
2012	2,509,056	2,038,867	470,189
2013	2,160,576	1,950,768	209,808
2014	1,855,656	1,675,458	180,198
2015	1,594,296	1,439,478	154,818
2016	1,376,496	1,242,828	133,668
合計	29,585,952	18,966,499	10,619,453

ガスエンジン発電設備におけるメタンの燃焼量の算出結果を以下に示す。

表 4.5 ガスエンジン発電設備におけるメタンの燃焼量

年	発電利用 LFG量	発電利用 メタン量	発電利用 メタン量
	$LFG_{\text{electricity},y}$	$LFG_{\text{electricity},y} * W_{\text{CH}_4,y}$	$MD_{\text{electricity},y}$
	m^3	m^3	$t\text{CH}_4$
2007	2,123,820	1,061,910	675
2008	2,123,820	1,061,910	675
2009	2,123,820	1,061,910	675
2010	2,123,820	1,061,910	675
2011	2,123,820	1,061,910	675
2012	2,038,867	1,019,434	648
2013	1,950,768	975,384	620
2014	1,675,458	837,729	532
2015	1,439,478	719,739	457
2016	1,242,828	621,414	395
合計	18,966,499	9,483,250	6,026

次にフレアで燃焼されたメタンの燃焼量の算出結果を以下に示す。

表 4.6 フレアされたメタンの燃焼量

年	フレア LFG量	フレア燃焼 メタン量	正味フレア燃焼 メタン量	フレア燃焼 メタン重量
	$LFG_{\text{flared},y}$	$LFG_{\text{flared},y} * W_{\text{CH}_4,y}$	$LFG_{\text{flared},y} * W_{\text{CH}_4,y} * FE$	$MD_{\text{flared},y}$
	m^3	m^3	m^3	tCH_4
2007	3,181,788	1,590,894	1,543,167	981
2008	2,441,268	1,220,634	1,184,015	752
2009	1,805,292	902,646	875,567	556
2010	1,256,436	628,218	609,371	387
2011	785,988	392,994	381,204	242
2012	470,189	235,094	228,042	145
2013	209,808	104,904	101,757	65
2014	180,198	90,099	87,396	56
2015	154,818	77,409	75,087	48
2016	133,668	66,834	64,829	41
合計	10,619,453	5,309,726	5,150,435	3,273

調整係数を考慮した、発電、フレアにより削減されるCO₂排出量を以下に示す。

表4.7 発電、フレアにより削減されるCO₂排出量

年	プロジェクト活動 によって破壊される メタンの量	調整係数 Adjustment Factor	プロジェクト活動 がない場合の破壊/ 燃焼されるメタン量	メタンの地球 温暖化係数	発電、フレアに より削減される CO ₂ 排出量
	$MD_{\text{project},y}$	AF	$MD_{\text{reg},y}$	GWP_{CH_4}	$(MD_{\text{project},y} - MD_{\text{reg},y})$ $* GWP_{\text{CH}_4}$
	tCH_4	%	tCH_4	$\text{tCO}_2\text{e}/\text{tCH}_4$	tCO_2 相当
2007	1,655	0	0	21	34,761
2008	1,427	0	0	21	29,968
2009	1,231	0	0	21	25,853
2010	1,062	0	0	21	22,301
2011	917	0	0	21	19,256
2012	793	0	0	21	16,646
2013	684	0	0	21	14,373
2014	588	0	0	21	12,344
2015	505	0	0	21	10,606
2016	436	0	0	21	9,157
合計	9,298		0		195,263

系統電源の代替により削減される CO₂ 排出量を以下に示す。

表 4.8 系統電源の代替により削減される CO₂ 排出量

年	年間売電量	系統電源の 炭素排出係数	系統電源の代替により 削減されるCO ₂ 排出量
	EG _y	CEF _{electricity,y}	EG _y *CEF _{electricity,y}
	kWh	kgCO ₂ /kWh	tCO ₂ 相当
2007	2,663,270	0.391	1,042
2008	2,663,270	0.391	1,042
2009	2,663,270	0.391	1,042
2010	2,663,270	0.391	1,042
2011	2,663,270	0.391	1,042
2012	2,556,739	0.391	1,000
2013	2,447,249	0.391	957
2014	2,101,024	0.391	822
2015	1,805,105	0.391	706
2016	1,559,493	0.391	610
合計	23,785,963		9,302

本プロジェクトにおける削減される CO₂ 排出量の累積量を以下に示す。

表4.9 CO₂排出量合計

年	削減されるCO ₂ 排出量 合計	削減されるCO ₂ 排出量の 累積量
	ER _y	-
	tCO ₂ 相当	tCO ₂ 相当
2007	35,802	35,802
2008	31,010	66,812
2009	26,894	93,706
2010	23,342	117,048
2011	20,298	137,346
2012	17,645	154,991
2013	15,330	170,321
2014	13,166	183,487
2015	11,312	194,798
2016	9,767	204,565
合計	204,565	

4.1.4 発生期間

本プロジェクトのプロジェクト期間は 2007-2016 年(10 年)である。従って、発生期間はプロジェクト期間である 2007-2016 年(10 年)となる。

4.1.5 効果の具体的な確認方法

本プロジェクトにおける効果の具体的な確認方法は、回収した LFG 中のメタンをガスエンジン発電設備及びフレアスタックで燃焼した量である。実際には、廃棄物埋立処分場から大気中に放出されなかったメタン量が排出削減となる。しかし、このメタン量は直接的にモニタリングすることができる。

4.2 プロジェクト実施及びクレジット獲得に関する費用対効果

4.2.1 プロジェクト期間

プロジェクトの性格上、LFG の発生量は年々低下し、利用できなくなる。年間の LFG 排出量の推移を考慮すると 10 年間の GHG 削減効果を得ることが最適と考える。

4.2.2 温室効果ガスの排出削減効果

ドンタン廃棄物埋立処分場から回収する LFG のメタン量は 2007 年から 2016 年の 10 年間で 9,298 トンである。このうち発電機で消費されるメタン量は 6,026 トン、フレアで燃焼破壊されるメタン量が 3,274 トンである。以上の結果 LFG の回収により GHG の排出削減量は

195,263 tCO₂ 換算

発電により系統電源の発電所の GHG 削減量は

9,302 tCO₂ 換算

以上から本プロジェクトによる GHG 削減量は 10 年間で

204,565 tCO₂ 換算

である。

4.2.3 投資コスト回収

(1) 検討条件

GHG 排出削減量：204,565 tCO₂ 換算

売電電力料：19,571 万円（売電量：23,786 MWh、単価：8.228 円/kWh）

プロジェクト期間：10 年間

設備費：12,800 万円（発電機がない場合は 6,400 万円）
 設備管理費：2,529 万円（1.0 円/kWh）
 送電線使用料：1,903 万円（0.8 円/kWh）
 労務費：3,696 万円（上級マネージャー：1 人、オペレータ：8 人）
 LFG 費：848 万円（32 円/m³）
 副資材費：85 万円（潤滑油：8.6kl）
 土地賃借料：99 万円（400m²）

(2) 収益性計算

金利：2%
 減価償却：10 年間
 法人税：32%
 ケーススタディー：発電機とフレアー設備を設置した場合
 フレアー設備のみ設置した場合

(3) 内部収益率（IRR）計算結果

表 4.10 発電設備の有無による IRR の影響

クレジット単価 US\$/ t CO ₂	0	3	5	7.5	10
発電あり IRR (%)	-5.99	3.58	8.38	13.97	19.35
発電なし IRR (%)	-	-	-	7.07	19.82

クレジット単価が 7.5 US\$/ t CO₂ の時に建設費が+10%、+5%、-5%、-10%変動した場合の IRR を下表にまとめた。

表 4.11 設備費の変動による IRR の影響

建設費の変動 (%)	-10	-5	0	+5	+10
発電あり IRR (%)	16.58	15.22	13.97	13.19	11.77
発電なし IRR (%)	9.66	8.31	7.07	5.90	4.81

発電ありの場合は炭素クレジットの単価が比較的低い 3\$ の場合でも IRR が + になった。しかし、発電がないとクレジット以外の収入がないため炭素クレジットの単価の影響が大きい。同様に建設費の影響も発電なしの場合が大きい。

プロジェクトを実施する場合は炭素クレジットの一部を現地に支払うことを考慮すると、発電なしは採算が悪い。また、プロジェクトの全収入は発電ありの場合が売電収入分大きく、現地にとって魅力的である。

(4) 投資回収効果

炭素クレジット単価が 7.5US\$/ t CO₂ で、発電ありの場合のキャッシュフローを表 4.12 に示した。この表から投資額 127.9 百万円が回収できる年数は 4 年 11 ヶ月である。

表 4.12 投資回収期間 (単位：百万円)

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
売電	19.78	19.78	19.78	19.78	19.78	18.91	18.01	15.16	12.72	10.70
炭素クレジット	29.54	25.72	22.30	19.36	16.83	14.66	12.71	10.92	9.38	8.10
コスト(人件費、設備保守費等)	11.00	8.05	7.86	7.70	10.32	7.34	7.11	6.64	6.24	8.67
支払い利息	1.15	2.17	1.92	1.66	1.41	1.15	0.90	0.64	0.38	0.13
売上高粗利益	37.17	35.27	32.30	29.78	24.88	25.08	22.72	18.59	15.48	10.00
法人税	7.80	7.19	6.24	5.44	3.87	3.93	3.18	1.92	0.86	0
税引後利益	29.37	28.08	26.06	24.34	21.01	21.15	19.54	16.67	14.62	10.00
税引後利益累計	29.37	57.45	83.50	107.8	128.9	150.0	169.5	186.4	201.0	211.0

また、炭素クレジットの単価が 7.5US\$/ t CO₂ で発電なしの場合のキャッシュフローを表 4.13 に示した。この表から投資額 63.2 百万円が回収できる年数は 6 年 1 ヶ月である。

表 4.13 投資回収期間 (単位：百万円)

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
売電	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
炭素クレジット	28.68	24.72	21.33	18.40	15.89	13.73	11.86	10.18	8.75	7.55
コスト(人件費、設備保守費等)	9.59	6.64	6.45	6.29	8.91	5.98	5.81	5.53	5.28	7.84
支払い利息	0.57	1.07	0.95	0.82	0.70	0.57	0.44	0.32	0.19	0.06
売上高粗利益	18.52	17.01	13.93	11.29	6.28	7.18	5.61	4.33	3.28	-0.35
法人税	3.90	3.42	2.44	1.59	-	0.27	-	-	-	-
税引後利益	14.62	13.59	11.50	9.70	6.28	6.91	5.61	4.33	3.28	-0.35
税引後利益累計	14.62	28.20	39.70	49.40	55.68	62.59	68.20	72.53	75.81	75.46

4.2.4 その他の経済効果等

(1) 石油製品の輸入量削減による外貨の節約

ベトナムは産油国であるが製油所を持っていないため、石油製品の殆どを海外から輸入している。また、発電所の約 50%は水力発電が占めている。水力で不足する電力を火力発電所で補っていることを考えると、LFG で発電した分はガスタービン発電機などの負荷変動に追従しやすい発電設備の燃料が削減される。従って、海外からの石油製品の輸入が減少し外貨の節減に役立つ。

(2) 雇用機会の増加

LFG 回収設備の設置により 9 人の雇用が新たに増える。また、LFG 設備設置のため約 800 万円の建設工事が必要であり、現地の工事関係の会社の収益が増加する。更に、定期的なメンテナンスが必要であり、其の度に新たな雇用機会が増加する。

4.3 CDM プロジェクトとしての実現可能性

本プロジェクトは埋立処分場から発生する LFG を回収してフレアー及びガスエンジンで燃焼させて処理するものである。埋立処分場は近隣住民から悪臭に対する苦情が多く寄せられている。悪臭防止の手段として LFG 回収は有効な手段と考えられている。LFG 中のメタンガスは CO₂ の 21 倍の温室効果があることから、これを CDM プロジェクトにできれば、削減したメタンガスにより多くの炭素クレジットが得られる。ベトナムでは環境対策の費用を捻出することは財政上困難であるため、炭素クレジットを収入源として環境対策を実施することを期待している。

4.4 プロジェクト対象地域外でのプロジェクトの普及効果

ベトナム全土で 1 年間に発生する廃棄物の発生量は 1500 万トンである。これらのうち埋立処分場で処分されている割合は都市部で 71%、農村部で 20% である。現在、廃棄物の埋立処分場は 91 箇所あるが、廃棄物の回収が進んで回収率が上がると埋立処分場の数は急速に増加するものと予測される。

現在稼働中の埋立処分場の半数以上が何らかの問題を抱え、地元住民との紛争が起きており、埋立処分場から発生するガス (LFG) の処理の問題が急務である。都市部の一部で臭気対策を実施しているところもあるが、財政上の問題からほとんど対策が実施されていないのが現状である。

このような現状から LFG の回収を CDM 事業として実施し、得られる炭素クレジットにより、環境対策が進むのであればベトナム全土の普及するものと考えられる。

今回のプロジェクトと同等な LFG 回収設備が普及すると想定すると、90 箇所では以下の効果が得られる。

GHG 削減量 = $90 \times 204,565 \text{ tCO}_2 \text{ 換算} = 18,400,000 \text{ tCO}_2 \text{ 換算}$

発電量 = $90 \times 23,786 \text{ MWh} = 2,140,740 \text{ MWh}$

更に今後新たな廃棄物埋立処分場が建設される。年間の廃棄物の排出量 (1500 万トン/年) から 1 箇所 100 万トンの埋立処分場が毎年 15 箇所建設され、今後長年にわたり新たな LFG 回収設備の設置を推進することができる。

4.5 プロジェクト実施に伴って生じる間接影響

4.5.1 環境面における影響

本プロジェクトは、Dong Thanh 廃棄物処分場から排出される LFG を回収し発電する事業である。対象の Dong Thanh 廃棄物処分場は 2002 年に都市廃棄物の埋立を停止し、現在は建設廃棄物を埋立処分しているため臭気は問題となっていない。

本プロジェクトを実施した場合、回収した LFG はガスエンジンで燃焼し、余剰のガスはフレアスタックで燃焼して処理するため外部に排出する LFG は少なくなる。また、フレアが消えた場合またはガスエンジンが停止した場合は LFG を吸引しているプロワーを停止し、外部への生ガスの漏れを防止することができる。ガスエンジンから排出される SO_x、NO_x は規制値をクリアーできる。

現在、排水は雨水と埋立地から排出する排水に分けて、雨水はそのまま川に排出し、排水はラグーン方式で処理している。プロジェクトを実施後は排水処理設備を設置することにより規制をクリアーすることができる。また、導入設備のガスエンジンとプロワーはコンテナにパッケージ化されており、騒音や振動の問題を発生させない。

4.5.2 経済面における影響

ベトナムは人口の増加と経済発展が目覚しく、電力の需要に供給が追いつかない状況にある。このため、電力の逼迫による停電が多発している。今回のプロジェクトの実施による電力の発生はごく僅かであるが、このようなベトナムの電力需要に対していくらかでも貢献することができる。

また、LFG の回収及び発電設備に要する労働者数はわずかであるが、少しでもベトナムの失業対策に貢献することができる。付随して、潤滑油や副資材等の需要が発生し経済面で寄与することができる。

4.5.3 社会・文化面における影響等

LFG の回収及び発電設備はコンパクトな設備とはいえ専門的な知識を要する。運転員、設備管理者、設備保全技術者等の技術の向上に伴い、地域全般の技術力の底上げに少なからず貢献できる。

また、廃棄物の埋立処分場にはスカベンジャーと呼ばれる人々が進入し廃棄物から有価物を漁っている。埋立処分場から LFG が発生しこれらの人々に健康への悪影響が心配される。しかし、埋立処分場は広くこれらスカベンジャーを排除することは難しい。

本プロジェクトにより LFG の地表からの発生が低減し、有害ガスによりこれらの人々への健康被害のリスクが減少すると期待される。

5 プロジェクト設計書（PDD）の作成

5.1 CDM 理事会で承認された埋立処分場に関するベースライン方法論

埋立処分場のメタンガス回収に関する方法論について調査した結果、以下のプロジェクトが CDM 理事会において承認されている。

NM0004 (AM0002) : Salvador DaBahia 埋立処分場ガス・プロジェクト

NM0005 (AM0003) : NovaGerar 埋立処分場ガス回収発電プロジェクト

NM0010 (AM0010) : Durban 埋立処分場ガス回収発電プロジェクト

NM0021 (AM0011) : Onyx 廃棄物埋立処分場メタンガス回収プロジェクト

この 4 件のプロジェクトは、埋立処分場から発生するメタンガスを回収するプロジェクトである。この内、NM0004 は回収メタンガスの破壊によって GHG を削減し、発電の計画はあるものの現状では発電を行わないプロジェクトである。

NM0005、NM0010、NM0021 はメタンガスを回収し、その一部を利用して発電を行うプロジェクトである。

この内、NM0005 は発電した電力は系統電源に接続して電力を売却するが、この分を GHG 削減としてカウントしていない。NM0021 は発電した電力は自家消費し、系統電源への電力の売却を行わない。将来的には系統電源への供給も検討されている。NM0010 は発電した電力を系統電源に供給し、GHG の削減にカウントしている。

以上の埋立処分場から排出されるメタンガスを利用する方法論（AM0002、AM0003、AM0010、AM0011）を統合した方法論（ACM0001）：LFG プロジェクト活動の統合方法論）が CDM 理事会において承認されている。ACM0001 はメタンガスを回収し、フレア燃焼、発電、熱利用されるプロジェクトに適用できる（ただし、他の電力を代替する分の GHG 削減分は、ACM0002¹を利用して算出する）。

したがって、本プロジェクトではこの方法論が適用できる。なお、本プロジェクトでは熱の利用はない。

5.2 本プロジェクトで適用されるベースライン方法論

ACM0001 は、LFG の一部または全部が大気中に放出されている廃棄物埋立て処分場において（ベースラインシナリオ）下記の事業が実施される場合に適用できる。

(a) 回収されたガスがフレア燃焼される

(b) 回収されたガスが、エネルギー（電力、熱）を生み出すために使われる。ただし、他の電源を代替する分の削減量に関してはプロジェクトの削減量としてカウントし

¹ 再生可能エネルギー源により発電し、グリッドに接続する方法論（NM0001、NM0012、NM0023、NM0024、NM0030、NM0036、NM0043、NM0055）を統合した方法論

ない

- (c) 回収されたガスが、エネルギー（電力、熱）を生み出すために使われ、他の電源を代替する分の削減量もプロジェクトの削減量としてカウントするもの。（この場合、代替される電力/熱のベースライン方法論は、ACM0002 の "Consolidated Methodology for Grid-Connected Power Generation from Renewable" が適用される。）

5.3 ベースライン・シナリオの考え方

ベトナムでは、現在、廃棄物埋立処分場等から発生するメタンガスを回収することを義務付ける法律・規制などは導入されておらず、そのような法規制が近い将来導入される計画もない。さらに、ベトナムは発展途上にあり経済・投資・技術面のバリアが存在する上、LFG の回収・発電事業の採算性を評価すると経済的に成り立たない（分析内容は 5.4 に詳述）。また、廃棄物を焼却処分する費用は埋立処分する費用の 10 倍コストが掛るといわれており、近い将来埋立処分から焼却処分に転換される計画もない。

このようなベトナムの状況を考慮すると、本プロジェクトが実施されない場合のベースラインシナリオは、現状通りドンタン廃棄物埋立処分場から発生する LFG が大気に放出されたままの状態と考えられる。

5.4 追加性の立証とベースラインの設定

ベースライン方法論として ACM0001 を適用したことにより、CDM-M&P の 48(b) に定義されているベースラインアプローチを採用する。下記の手順で本プロジェクトに適用することによって、プロジェクトの追加性を立証する。

(1) ステップ 0: プロジェクトの開始日についてのスクリーニング

- (a) プロジェクトが 2000 年 1 月 1 日より後で、かつ 2005 年 12 月 31 日までに開始されたかどうかを示す証拠を提示する。

ドンタン廃棄物埋立処分場の運営事業者 CITENCO と、プロジェクト開発者は、2005 年 2 月、当該廃棄物埋立処分場から放出されている LFG を回収し、LFG に含まれるメタンを利用した発電プロジェクトを実施することに関する覚書を締結した。回収施設・発電設備の設置が始まるのは 2006 年半ばで、クレジット獲得期間は 2007 年からを予定している。

- (b) プロジェクトが CDM であるということが、プロジェクト実施のインセンティブになったという証拠を提示する。

CITENCO にとって、本プロジェクト実施により LFG 回収・発電にかかる新技術を導入することが可能となるとともに、CDM プロジェクトとして登録することにより温室効果ガスの排出削減クレジット (CER) を獲得できることが、事業実施を決断するうえで大きな要素となった。

特に、プロジェクト開発者にとり、CER の売却益を考慮することにより初めて、プロジェクト開発の意思決定を行う目安となる IRR をクリアしたという意味で、プロジェクトが CDM であることが実施のインセンティブとなったと言える。

(2)STEP 1 現在の法規制に適合したシナリオの確認

下記の Sub-step を通して、現実性および信頼性のあるベースラインシナリオを定義づける：

Sub-step 1a プロジェクトに対する代替シナリオの決定

提案されているプロジェクトに対する代替案として下記の3つのシナリオを考える。

シナリオ 1：現況がそのまま継続され、埋立地において LFG は回収されずに大気中に放出されたままの状態。

シナリオ 2：LFG を回収し、フレア燃焼する。

シナリオ 3：LFG を回収・発電し、発電電力を地元の電力グリッドに供給する。また、余剰のメタンについてはフレア燃焼させる (CDM なしのプロジェクトシナリオ)

Sub-step 1b. 法規制適合性の確認

現在のところ、ベトナム国およびホーチミン市において、LFG 回収・利用に関する法規制は存在しない。(廃棄物埋立処分場の用地選定、建設、運営に関する規制「Circular letter No.1/2001/TTLT/BKHCMNT-BXD signed on Jan.18th, 2001」には、廃棄物埋立処分場の運営事業者に LFG 回収等を義務付ける規定はない。)

また、ホーチミン市の天然資源環境部・固形廃棄物管理部門の報告書 (Solid Waste Management Division “ The Study On METHANE GAS RECOVERY FROM LANDFILL IN VIETNAM “ 添付予定)によると、廃棄物の処分に要する費用が膨大で、LFG の回収に充当する予算がないことから、近い将来、LFG の回収を義務付けるような規制が導入される見込みもない。従って、シナリオのすべてが現段階では起こり得ると言える。

(3)Step 2 上記各種シナリオの投資分析：LFG回収・利用の経済性

(提案されているプロジェクト活動が CER クレジットの売却収入がなければ、他のシナリオに比較して経済的・財政的に魅力的でないことを確認する)

シナリオ 1：非回収、LFG 放出 (BAU)

シナリオ 2：回収 + フレア処理

シナリオ3：回収＋フレア処理＋発電（電力グリッドへ売電）（プロジェクトシナリオ）

以下に各シナリオにおけるIRRを試算する。

プロジェクト期間のオペレーション、メンテナンス等の費用は下記のとおり。

表 5.1 LFG 回収及び発電のための運転コスト

年	保全費	労務費	潤滑油費	送電線代	借地代	LFG費	合計
2007	2.83	3.70	0.10	2.13	0.10	1.52	10.376
2008	2.83	3.70	0.10	2.13	0.10	1.32	10.176
2009	2.83	3.70	0.10	2.13	0.10	1.13	9.986
2010	2.83	3.70	0.10	2.13	0.10	0.97	9.826
2011	2.83	3.70	0.10	2.13	0.10	0.84	9.696
2012	2.72	3.70	0.10	2.13	0.10	0.72	9.466
2013	2.60	3.70	0.09	1.96	0.10	0.62	9.066
2014	2.23	3.70	0.08	1.68	0.10	0.53	8.316
2015	1.92	3.70	0.06	1.44	0.10	0.46	7.676
2016	1.66	3.70	0.06	1.25	0.10	0.40	7.166
合計	25.28	36.96	0.89	19.11	1.00	8.51	91.75

(a) 電力による収入

売電料金

本プロジェクトでは、所内電力および送電線ロスを除いた売電量を系統の配電会社(Ho Chi Minh Power Company)に売電する予定である。その売電料金は調査の結果、以下に分類されている。本プロジェクトの電圧は6kVまでが対象となる。

表 5.2 売電料金

対象	価格(VND/kWh)	価格(¥/kWh)
6kV まで	1,122	8.228
6kV 以上 22kV まで	1,045	7.663
22kV 以上 110kV まで	979	7.179
110kV 以上	913	6.695

出典) 政府価格委員会決定 46/1999/QD-BVGCP(15/6/1999)(VAT 込み)

ベトナム政府価格委員会

電力収入

本プロジェクトの売電量と売電収入を表 5.3 に示す。

(為替レート：1US\$=110¥=15,000VND)

表 5.3 プロジェクト期間の電力収入(M¥ /y)

年	年間売電量 (kWh/y)	電力収入
2007	2,663,270	21.91
2008	2,663,270	21.91
2009	2,663,270	21.91
2010	2,663,270	21.91
2011	2,663,270	21.91
2012	2,556,739	21.04
2013	2,447,249	20.14
2014	2,101,024	17.29
2015	1,805,105	14.85
2016	1,559,493	12.83
プロジェクト期間合計	23,785,963	195.71

(b) その他(CDM 経費、税金、原価償却等)

CDM 経費

プロジェクト実施のため、その他経費として CO₂ クレジット獲得のために費用(プロジェクトの登録、モニタリング等)を見込む必要がある。

表 5.4 登録までに必要な費用(イニシャルコストに見込む)

費用の種類	(想定)費用(US\$)
指定運営組織(DOE)への有効化審査(Validation)に必要な費用	30,000
登録(Registration)に必要な費用	10,000

表 5.5 クレジット獲得に必要な経費(ランニングコストに見込む)

費用の種類	(想定)費(US\$/y)
検証(Verification)&認証(Certification)費用 (プロジェクト期間: 3回を想定)	25,000

税金

法人税率は 32%である。

出典) ASEAN-JAPAN CENTRE

付加価値税

付加価値税は 10%とする(売電料金には 10%VAT 含む)。

出典) ASEAN-JAPAN CENTRE

原価償却

設備機器の減価償却は 10%とする。また、有形資産の減価償却は定額法である。

以上の情報を踏まえて IRR を算出した結果、シナリオ 2 は算定不能、シナリオ 3 は - 5.99%となった。

シナリオ 2 の場合、売電収入がないため、IRR 値が算出されない。この結果から、シナリオ 2、3 とともに CER クレジットの売却益がない場合、IRR が低く、投資は見込めないことが示された。なお本試算では、ベトナム側へのクレジット支払い等を考慮に入れていない。

経済性という観点からは、シナリオ 2、3 のいずれも保守的な予想をもってしても経済的魅力を欠いており、ベースラインシナリオにはなり得ないと言えよう。

(4) STEP 3 バリア分析

Sub-step 3a. 提案されているプロジェクトと同種のプロジェクトの実施を妨げるバリアの特定

提案されているものと同種のプロジェクトが、CDM として登録されなければ、実施が妨げられるようなバリアがあることを立証する。そのようなバリアとして以下のものが考えられる：

(a) 経済的バリア

ホーチミン市においては、経済的、技術的限界から都市固形廃棄物の最も一般的な処理方法はサニタリー・ランドフィリング(衛生埋立)であり、これが現状のホーチミン市における最も適した方法となっている。(Solid Waste Management Division “The Study On METHANE GAS RECOVERY FROM LANDFILL IN VIETNAM”)

ホーチミン市では 1 日 6000 t の廃棄物が、ドンタン、ゴーキャット、フックヒップという 3 つの埋立処分場で埋立処理されている。このうちドンタン埋立処分場は、1990 年より廃棄物を受け入れており、当時の廃棄物埋立処分場の建設慣行に従い、防水層や浸出水回収処理システムのないアンサニタリー・ランドフィルとなっている。同埋立処分場は、悪臭等の問題から 2002 年に閉鎖しており、その後は建設廃材が埋め立てられている。そのため現在は臭気の問題は少なくなっている。

前述のホーチミン市固形廃棄物管理部門の報告書によると、LFG 放出による悪臭対策は最重要の課題となっているが、人口増加が著しいホーチミン市は増加する廃

棄物の処分に多額の予算を費やしており、LFG の回収設備の設置は独自の予算では不可能としている。廃棄物埋立処分場への LFG ガス回収施設および発電施設の設置には多大な初期投資が必要であることから、既に半分閉鎖され、悪臭の問題もほぼ解決しているドンタン廃棄物埋立処分場にホーチミン市が LFG 回収施設を独自に設置することは経済的観点から困難であると考えられる。

(b) 経済性 (economical/financial) 以外の投資バリア

ベトナムの一人あたり GDP は、ASEAN 4 か国と比べて著しく低く、法制度も十分整備されているとは言えない。実際、格付投資情報センターが 04 年 7 月に行った「カントリーリスク調査」でもベトナムの評価は低く、同国への投資リスクは依然高い (評価項目は、政治・社会の安定度、経済の安定性と成長のポテンシャル、対外関係の安定性と利払い能力、債務返済、投資の回収が不能になるようなリスクの程度等)。そうしたことから、本プロジェクトに海外からの投融資が実施される可能性は非常に低いと考えられる。

表 5.6 ベトナムと ASEAN4 カ国主要経済指数の比較

	ベトナム	タイ	インドネシア	フィリピン	マレーシア
名目 GDP 総額(億 US\$)	390.5	1431.7	2432.9	804.3	1037.4
一人当たり GDP) (US\$)	454.2	2230.0	953.5	978.0	4128.0
対外債務残高(億 US\$)	125.78	517.83	808.55	573.95	98.12
外貨準備高(億 US\$)	62.24	410.77	349.62	134.57	342.22

出典：JETRO, 2004 年 9 月 24 日海外情報ファイル

(c) 技術的・慣習的バリア

ベトナムでは、廃棄物は埋立処分することが一般的となっている。それは、廃棄物を焼却処理する場合には、埋立処分に比べて 10 倍程度の費用がかかるからである。また、埋立処分場において、LFG 回収、フレア燃焼、および回収されたメタンによる発電技術の利用はほとんどないため、それらの設備を運転・管理できる訓練された技術員も皆無に近い。したがって、ホーチミン市の廃棄物埋立処分事業者が、敢えてコストのかかる LFG 回収処理を行ったり、LFG を利用した発電設備を導入することは、資金面・技術面の制約から極めて困難である。

Sub-step 3b. 提示されたバリアがシナリオの少なくとも一つについてはその実施を妨げないことを示す (提案されているプロジェクトを除く)。

ベトナムでは廃棄物処理方法としては埋立が一般的な技術であり、LFG の回収を義務付ける規制のないことから、処分場から発生する LFG はそのまま大気中に放出されることがコモンプラクティスとなっている。実際、ベトナムにある 91 箇所の埋立処分場の

なかで、LFG 回収を行っているところはほぼ皆無である。

従って、シナリオ 2 および 3 は上記バリアのために実施が不可能であるが、現在のコモンプラクティスでもあるシナリオ 1 は上記のいかなるバリアによっても妨げられない。

(5)STEP 4 コモンプラクティス（慣習）分析

提案されているプロジェクトと同種のプロジェクトが関係セクターや地域においてすでに普及しているかどうかを分析することによって、ステップ 1～3 のプロジェクトの追加性を立証する理論を補足する。下記ステップを通して、既存のコモンプラクティスを確認し、検討する。

Sub-step 4a. 提案されたプロジェクトと類似した他のプロジェクト分析

LFG 回収技術およびメタンガスを利用した発電技術を導入している埋立処分場はベトナム国内にはほとんど例がない。ハイフォン市で計画されている LFG 回収・発電事業はあるものの、周辺住民との環境問題に関する抗争が解決されておらず、実施段階に入っていない。

(6)STEP 5 CDM 登録による効果

ここでは、CDM としての承認、登録から派生する恩恵およびインセンティブが、いかにプロジェクト実施者側の経済的、財政的障害を緩和し、プロジェクトの実施を可能にしているかを述べる。

プロジェクトシナリオであるシナリオ 3 について、CO₂ 削減によって得られる CER クレジットの売却益を考慮した IRR を算出した結果が、下記のとおりである。このデータから分かるとおり、プロジェクトが CDM として登録されることにより CER が発生し、プロジェクト実施の経済的、金融的ハードルを低くし、プロジェクトの実施が可能となっている。

表 5.7 CER クレジットの売却益を考慮した IRR（内部収益率）の算出結果

クレジット\$/トン	0	3	5	7.5	10
シナリオ 3 (%)	-5.99	3.58	8.38	13.97	19.35

上記試算では、プロジェクト実施のため、その他経費として CO₂ クレジット獲得のために費用(プロジェクトの登録、モニタリング等)を見込んでいる。なお、ベトナムのプロジェクト参加者側へのクレジット支払い等を考慮に入れていない。

表 5.8 CDM に必要な(想定)費用

費用の種類	(想定)費用 (US\$)
指定運営組織(DOE)への有効化審査(Validation)に必要な費用	30,000
登録(Registration)に必要な費用	10,000

表 5.9 クレジット獲得に必要な経費(ランニングコストに見込む)

費用の種類	(想定)費用 (US\$/y)
検証(Verification)&認証(Certification)費用 (プロジェクト期間: 3回を想定)	25,000

(7) ベースラインシナリオの同定

プロジェクトシナリオに対するベースラインシナリオとして、上記シナリオ1～3をリストアップした。STEP1ですべてのシナリオが現在のベトナムの法制度のもとで起こり得ることを確認したうえで、投資分析およびバリア分析(STEP2、3)を行った。その結果、事業の経済性やホスト国の状況に鑑みて、シナリオ2、3はベースラインシナリオになり得ず、シナリオ1の現状維持の状態がベースラインシナリオとなる。また、STEP5で示したように、本プロジェクトであるシナリオ3は、CDMプロジェクトとして登録されることによって、つまりCERの売却益があって初めて実現化するという意味で、追加的であると言える。

参考資料リスト

2章 現地調査

- (1) 「各国情勢」 外務省ホームページ
- (2) 「世界各国の基礎データ」 JETRO ホームページ
- (3) 「海外情報ファイル」 JETRO ホームページ
- (4) 「Statistical Yearbook-2003」 General Statistical Office
- (5) 「CDM 組織に関するパンフレット」 MONRE
- (6) 「Landfill Closure and Gas Recovery and Utilization in Thuong Ly, Haiphong, Viet Nam」
- (7) 「The Second Regional Workshop on capacity development for CDM Siem Reap, Cambodia」 23-26 March 2004, Nguyen Mong Cuong
- (8) 「Criteria for CDM projects and primary CDM project portfolio in Viet Nam」 Nguyen Mong Cuong, Task 6 Leader-Viet Nam CD4CDM project
- (9) 「アジア諸国の一人当たりのエネルギー消費量」 (2001年)
日本エネルギー経済研究所
- (10) 「バイオマスエネルギー消費量の割合の変化」 Institute of Energy
- (11) 「EVN 2002年アニュアルレポート」 EVN
- (12) 「APEC Energy Balance Table」
- (13) 「The 5th Annual Lubricating Oil and Grease Markets Asia」 (1999)
- (14) 「Oil & Gas Industry(1998) Foreign Commercial Service and US Department of State
- (15) 「State of Environmental in Vietnam 1999」
- (16) 「Statistics and prediction of generated」
- (17) 「Vietnam Environment Monitor 2004 Solid Waste」 The World Bank
- (18) 「The Study On METHANE GAS RECOVERY FROM LANDFILL IN VIETNAM」
Solid Waste Management Division, Ho Chi Minh City, 2004年12月

3章 プロジェクトの内容

- (1) 「Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories/Chapter 5 WASTE」
Intergovernmental Panel on Climate Change(1996)/IPCC
- (2) 「Background Papers/WASTE」 Intergovernmental Panel on Climate Change(1996)
- (3) 「IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories/Reference Manual(Volume3)/Chapter 6 WASTE」
Intergovernmental Panel on Climate Change(1996)/Revised 1996

- (4) 「天然ガス コージェネレーション運転・保守管理マニュアル」日本工業出版(株)
- (5) 「コージェネレーション総合マニュアル」通産資料調査会
- (6) 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策(ベトナム編)」
財団法人 地球・人間環境フォーラム(2002)
- (7) 「ASEAN-JAPAN CENTRE 投資情報」 <http://www.asean.or.jp/index.html>
- (8) 「政府価格委員会決定 “46/1999/QD-BVGCP(15/6/1999)” (VAT 込み)」
ベトナム政府価格委員会
- (9) 「CDM/JI 事業調査 実施マニュアル」財団法人地球環境センター 平成16年8月
- (10) 「温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査 “実施マニュアル(Ver.6)”」
財団法人地球環境センター 平成15年3月

4章 プロジェクトの評価

- (1) 「Approved consolidated baseline methodology ACM0001 “Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities」
- (2) 「Approved baseline methodology AM0010 “Landfill gas capture and electricity generation projects where landfill gas capture is not mandated by law」
- (3) 「Durban, South Africa Landfill Gas to Electricity “Project Design Document” Revised Draft July 2003」
- (4) 「Durban, South Africa Landfill Gas to Electricity “Monitoring Plan” Revised Draft July, 2003」
- (5) 「Durban, South Africa Landfill Gas to Electricity “Emission Reduction Study” Revised Draft July, 2003」

5章プロジェクト設計書(PDD)の作成

- (1) 「京都メカニズム専門家人材育成事業 CDM/JI標準教材Version1.0」
経済産業省 2004年3月
- (2) 「CDM方法論ガイドブック」環境省・(財)地球環境センター 2004年12月
- (3) 「R&Iカントリーリスク調査No.19」((R&I Country Risk Survey semi-annual report, Autumn Edition) 2004-秋号 (株)格付投資情報センター (Rating and Investment Information, Inc.))
- (4) 「ジェトロ海外情報ファイル」日本貿易振興機構 2004年9月24日
- (5) 「Annex1 Approved consolidated baseline methodology ACM0001」 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) CDM-Executive Board
- (6) 「Annex1 Approved consolidated monitoring methodology ACM0001」 UNFCCC CDM-Executive Board
- (7) 「Annex1 Approved consolidated baseline methodology ACM0002」 UNFCCC

- CDM-Executive Board
- (8) 「Annex1 Approved consolidated monitoring methodology ACM0002」 UNFCCC
CDM-Executive Board
- (9) 「Annex1 Tool for the demonstration and assessment of additionality"」 UNFCCC
CDM-Executive Board
- (10) 「Approved PDD - NM0010-rev: Durban-landfill-gas-to-electricity project」
UNFCCC CDM-Executive Board
- (11) 「Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories」
Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)
- (12) 「Circular letter No.1/2001/TTLT/BKHCNMT-BXD signed on Jan.18th, 2001」 Minister
of Construction and Minister of Science, Technology and Environment

結び

本調査は、ベトナム国ホーチミン市北部のホックモン地区にあるドンタン廃棄物埋立処分場において発生する LFG(主成分はメタンガスと炭酸ガス)を回収し、これを燃料として発電し、余剰の LFG はフレアーで燃焼処理する CDM プロジェクトについて調査したものである。メタンガスは炭酸ガスの 21 倍の温室効果があり、これを燃焼させることにより、温室効果を低減することができる。また、バイオマス由来の燃料はその生育時に CO₂ を吸収するため、燃焼により発生する CO₂ は温暖化に影響しないとすることができる。

ベトナム政府は発展途上にあり、インフラ整備のため多額の予算を使用している。廃棄物の処理に対しても多額の費用が掛かっているが、回収できる廃棄物の割合は全国で 50% 程度である。廃棄物の処分方法は費用の少ない埋立処分を行っているが、埋立処分場から発生する LFG を回収すべきとの法律も規制もないため、現在はそのまま大気に放出させている。このため一部地域では悪臭が問題となり、住民とのトラブルも珍しくない。現在稼働中のホーチミン市の廃棄物埋立処分場は昼間シートで表面をカバーし、脱臭剤を撒くなどして対応している。なお、廃棄物の受入は夜間に限定している。

今回の調査対象のドンタン廃棄物埋立処分場も悪臭のため 2002 年に都市廃棄物の埋立を止め、現在は建設廃材のみ埋立てている。このため、対象となる廃棄物量も限定的なものとなった。今後、建設される新しい埋立処分場に対して LFG 回収設備を設置することにより更に効果的なプロジェクトが実施されるものと考えられる。

なお、LFG 回収量の算定に当っては一般的な First Order Decay Model を使用したが、あくまでも推計式であり、実際に予測される量の LFG が回収できる保証はない。今後、このプロジェクトを実施に移すためには小規模での LFG 排出量の実測が必要がある。

今回の検討結果では炭酸ガスのクレジットが 10US\$ / トン程度であれば採算性があり、実現の可能性があると期待される。今後ともベトナム政府の埋立処分場の政策が変わらなると考えられるため、LFG の回収による CDM プロジェクトは普及するものと思われる。