

平成 15 年度 CDM/JI事業調査

マレーシア 廃棄物のコンポスト化処理による埋立地からの
メタンガス抑制事業計画実現可能性調査

報告書

平成 16 年 3 月

日本環境コンサルタント株式会社

前文

本調査は財団法人 地球環境センターが、地球温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査として、日本環境コンサルタント株式会社に委託し、2003 年度に行ったものである。

本調査は、マレーシアの最南端の都市、ジョホール市を対象として 2003 年 10 月から 2004 年 3 月の6ヶ月間をかけて行われた。

調査の実施に当たっては、下記の方々を始めとして多くの方に御協力を頂いた。改めて、ここに感謝の意を表すものである。

Ministry of Science, Technology and the Environment, Malaysia

Ministry of Housing and Local Government, Malaysia

Dr. Rozainee (Universiti Teknologi Malaysia)

マレーシアは官僚組織が的確に機能し、CDM 実施体制も整っている国であり、今後日本が CDM 事業を進めていくにあたって、相手国として最も適当な国であると考えられる。

本調査が、プロジェクト実現の一助となり、ひいては京都議定書に定める地球温暖化ガス削減達成、更には地球温暖化の防止につながることを期待するものである。

2004 年 3 月

日本環境コンサルタント株式会社

「マレーシア 廃棄物のコンポスト化処理による埋立地からのメタンガス抑制事業計画 実現可能性調査」 目次

前書き

Abbreviation and Acronyms

Units

要約

第1章 マレーシアの概況とプロジェクトの背景

1.1 社会の概況	1-1
1.2 経済の概況	1-2
1.3 環境行政の概要	1-3
1.4 電力行政と将来計画	1-6
1.5 マレーシア政府の CDM への取組状況	1-7

第2章 プロジェクトの概要

2.1 本プロジェクトの国家的位置付けとプロジェクトの全体構想	2-1
2.1.1 プロジェクトの全体構想	2-3
2.2 プロジェクト計画	2-5
2.3 実施サイトの現状	2-6
2.4 廃棄物発生状況	2-8
2.5 廃棄物の化学的・物理的組成	2-13
2.6 コンポスト処理施設の概要	2-15
2.7 プロジェクトの運転と保守	2-29
2.7.1 年間運転日数	2-29
2.7.2 1日当り操業時間	2-29
2.7.3 所要人員	2-30
2.8 概算見積もり（初期投資コストと維持管理費用）	2-30
2.8.1 プラント建設費	2-30
2.8.2 維持管理費用	2-31
2.9 温暖化ガスが削減される技術的根拠	2-32

第3章 ベースラインの概要

3.1	プロジェクト領域内の現在の温暖化ガス発生の状況	3-1
3.2	ベースラインの検討	3-3
3.2.1	プロジェクト領域の検討	3-3
3.2.2	追加性	3-5
3.2.3	ベースライン方法論	3-6
3.3	プロジェクト実施後の温暖化ガス発生と削減効果の検討	3-7

第4章 モニタリング計画

4.1	モニタリング項目の検討	4-1
4.1.1	Default Method によるメタンガス発生量のモニタリング	4-1
4.1.2	メタンガス以外の温暖化ガスモニタリング	4-2
4.2	モニタリング計画と報告体制	4-2

第5章 環境影響評価

5.1	マレーシアの EIA 法とその概要	5-1
5.1.1	EIA 制度	5-1
5.1.2	EIA 手続の概要	5-3
5.1.3	その他の法規制	5-4
5.2	サイトの現状	5-8
5.3	プロジェクト実施によって予想される環境影響とその対策	5-8
5.3.1	建設時に予想される環境影響	5-8
5.3.2	プラント運転時に予想される大気への影響および臭気	5-8
5.3.3	プラント運転時に予想される水質への影響	5-9
5.3.4	プラント運転時に予想される騒音	5-9
5.3.5	その他の環境影響	5-9

第6章 プロジェクト実施体制と資金計画

6.1	資金調達方法の検討	6-1
6.2	プロジェクト実施体制組織の検討	6-2
6.3	プロジェクト実施スケジュール	6-5
6.4	利害関係者の概略	6-7

第7章 プロジェクト評価

7.1 財務分析	7-1
7.1.1 算出条件	7-1
7.1.2 財務分析結果検討.....	7-4
7.1.3 感度分析.....	7-5
7.1.4 Case-2 の場合	7-6
7.2 その他のプロジェクト効果に関する分析	7-8
7.2.1 持続可能な発展に対する貢献	7-8
7.2.2 経済効果.....	7-8

第8章 結論と提言

8.1 結論.....	8-1
8.2 提言	8-1
8.2.1 関係者間での合意形成	8-1
8.2.2 廃棄物行政の将来展開	8-2
8.2.3 日本の制度.....	8-2
8.3 プロジェクト実現に向けた課題と方策.....	8-3
8.3.1 ステークホルダーとの打合せとマレーシア側の反応.....	8-3
8.3.2 プロジェクトデザインドキュメントの作成とベースライン方法論の策定	8-5
8.3.3 日本政府による補助金利用可能性の検討.....	8-6

参考文献

図表類

図

図 1.1.1	マレーシア全体図	1-1
図 1.2.1	マレーシアの GDP (支出面)	1-3
図 1.3.1	MOSTE 組織図	1-4
図 1.3.2	マレーシア 州別廃棄物発生量	1-6
図 1.4.1	マレーシアの燃料別発電量計画	1-7
図 1.5.1	マレーシア GHG 排出量 (1994)	1-8
図 1.5.2	マレーシアの CDM 体制図	1-8
図 2.1.1	ジョホール州地図	2-2
図 2.1.2	廃棄物処理計画 全体プロジェクト説明図	2-4
図 2.3.1	現地気象条件	2-7
図 2.3.2	Seelong 最終処分場の所在地	2-8
図 2.4.1	各種ごみ BOX	2-9
図 2.4.2	ごみ収集車	2-9
図 2.4.3	ジョホール州の最終処分場地図	2-12
図 2.6.1	コンポストプラントと処理フロー	2-16
図 2.6.2	マテリアルバランス	2-19
図 2.6.3	フローシート	2-20
図 2.6.4	プロットプラン	2-21
図 2.6.5	選択破碎分別装置 (SPC)	2-23
図 2.6.6	横型パドル式発酵層 (RPF)	2-27
図 3.1.1	FOD法によるメタンガス発生 of 経年変化 (k=0.15)	3-3
図 3.2.1	プロジェクト領域の概要	3-4
図 4.1.1	本プロジェクトによる温暖化ガス削減効果の算定	4-1
図 4.2.1	モニタリング位置	4-3
図 4.2.2	モニタリングの報告体制	4-5
図 6.1.1	プロジェクト実施体制図 案1 (Case 1)	6-1
図 6.1.2	プロジェクト実施体制図 案2 (Case 2)	6-1
図 6.3.1	プロジェクトスケジュール	6-6
図 7.1.1	廃棄物処理費の変化 (Case-2)	7-7

表

表 1.1.1	マレーシアの基礎情報.....	1-1
表 1.5.1	エネルギー技術委員会のメンバー	1-9
表 2.1.1	ジョホール州基本情報	2-2
表 2.1.2	プロジェクトコンセプトの概念	2-3
表 2.4.1	ジョホール州の最終処分場.....	2-9
表 2.5.1	一般廃棄物の物理組成(湿基準)	2-14
表 2.5.2	一般廃棄物の化学組成	2-14
表 2.5.3	一般廃棄物の三成分平均値	2-15
表 2.8.1	プラント建設費	2-31
表 2.8.2	プラント維持管理費	2-31
表 2.8.3	プラント用役 利用量.....	2-31
表 3.3.1	JB 廃棄物の組成	3-7
表 3.3.2	コンポスト不適物組成	3-8
表 3.3.3	電力からの GHG 発生量計算のための係数	3-9
表 4.1.1	Default Method による算定式.....	4-1
表 4.2.1	モニタリングすべきデータ	4-4
表 4.2.2	データの品質管理.....	4-4
表 5.1.1	マレーシアにおける EIA 対象事業.....	5-1
表 5.1.2	EIA とプロジェクトサイクルの関係.....	5-3
表 5.1.3	一次アセスメントと詳細アセスメントの特徴	5-4
表 5.1.4	大気汚染物質排出基準(C 基準)	5-6
表 5.1.5	水質汚濁物質排出規制値.....	5-7
表 5.3.1	コンポストプラントから発生する臭気物質と処理推奨値	5-9
表 6.1.1	プロジェクト実施体制の比較検討.....	6-2
表 6.2.1	国際協力銀行 国際金融業務取扱商品の概要	6-4
表 6.4.1	プロジェクト関係者リスト.....	6-7
表 7.1.1	財務分析条件	7-2
表 7.1.2	財務諸表	7-3
表 7.1.3	クレジット販売価格とプロジェクト収益性のまとめ.....	7-4
表 7.1.4	CDM 収益性検討	7-5
表 7.1.5	プロジェクト感度分析	7-6
表 8.3.1	現地会議参加者メンバー	8-3
表 8.3.2	PDD 作成における検討課題.....	8-5

Abbreviations and Acronyms

BAU	Business As Usual
BOD	Biological Oxygen Demand
CDM	Clean Development Mechanism
CDM EB	CDM Executive Board
CER	Certified Emission Reduction
CIRR	Commercial Interest Reference Rate
CO ₂ e	Carbon Dioxide Equivalent
COD	Chemical Oxygen Demand
DOE	Department of Environment (Malaysia)
DNA	Designated National Authority
DSCR	Debt Service Coverage Ratio
ECA	Export Credit Agency
EIA	Environmental Impact Assessment
EPU	Economic Planning Unit (Malaysia)
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FOD	First Order Decay
FS	Feasibility Study
GDP	Gross Domestic Product
GEC	Global Environment Center Foundation (Japan)
GHG	Greenhouse Gas
GNI	Gross National Income
GRDP	Gross Regional Domestic Product
GWP	Global Warming Potential
IET	International Emission Trading
IPCC	International Panel on Climate Change
IRR	Internal Rate of Return
IW	Industrial waste
JB	Johor Bahru
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JI	Joint Implementation
JICA	Japan International Cooperation Agency
KL	Kuala Lumpur
LIBOR	London Inter-Bank Offering Rate
LLDSCR	Loan Life Debt Service Coverage Ratio
MOSTE	Ministry of Science, Technology and the Environment (Malaysia)
MSW	Municipal Solid Wastes
NCCDM	National Committee on CDM (NCCDM) (Malaysia)
NSCCC	National Steering Committee on Climate Change (Malaysia)
NO _x	Nitrogen Oxides
PCF	Protocol Carbon Fund
PDD	Project Design Document
ROE	Return on Equity
ROI	Return on Investment
SPC	Single Purpose Company
SPM	Suspended Particle Matter
SW	Scheduled Waste

Units

cm	centimeter
m	meter
km	kilometer
ha	hectare
km ²	square kilometer
m ³	cubic meter
g	gram
kg	kilogram
Gg	Giga gram
ppm	Parts Per Million
kWh	kilo Watt hour
JPY	Japanese Yen
RM	Ringgit Malaysia (Malaysian Ringgit)
USD	US Dollar

Conversion Unit

$$1 \text{ Ton} = 10^3 \text{ kg} = 10^6 \text{ g}$$

$$10^3 \text{ Ton} = 1 \text{ Gg} = 10^6 \text{ kg} = 10^9 \text{ g}$$

$$\text{RM}3.80 = \text{USD}1 = \text{JPY} 110$$

要約

要約

第1章 マレーシアの概況とプロジェクトの背景

マレーシアは社会・経済が安定したアジアでも最も政情の良い国の一つである。日本との関係も深く、電子・機械を中心とした日本企業が多く進出し、またマレーシアの東方政策などで、人的・経済的交流が深められてきた。

地球温暖化に対する対策として、CDM の活用も積極的に取り組んでおり、CDM プロジェクトを行なうための条件はアジアの中でも一番整備されており、官僚制度もしっかりしていることから、日本が CDM を行なう上でも最良の国であると思われる。

第2章 プロジェクトの概要

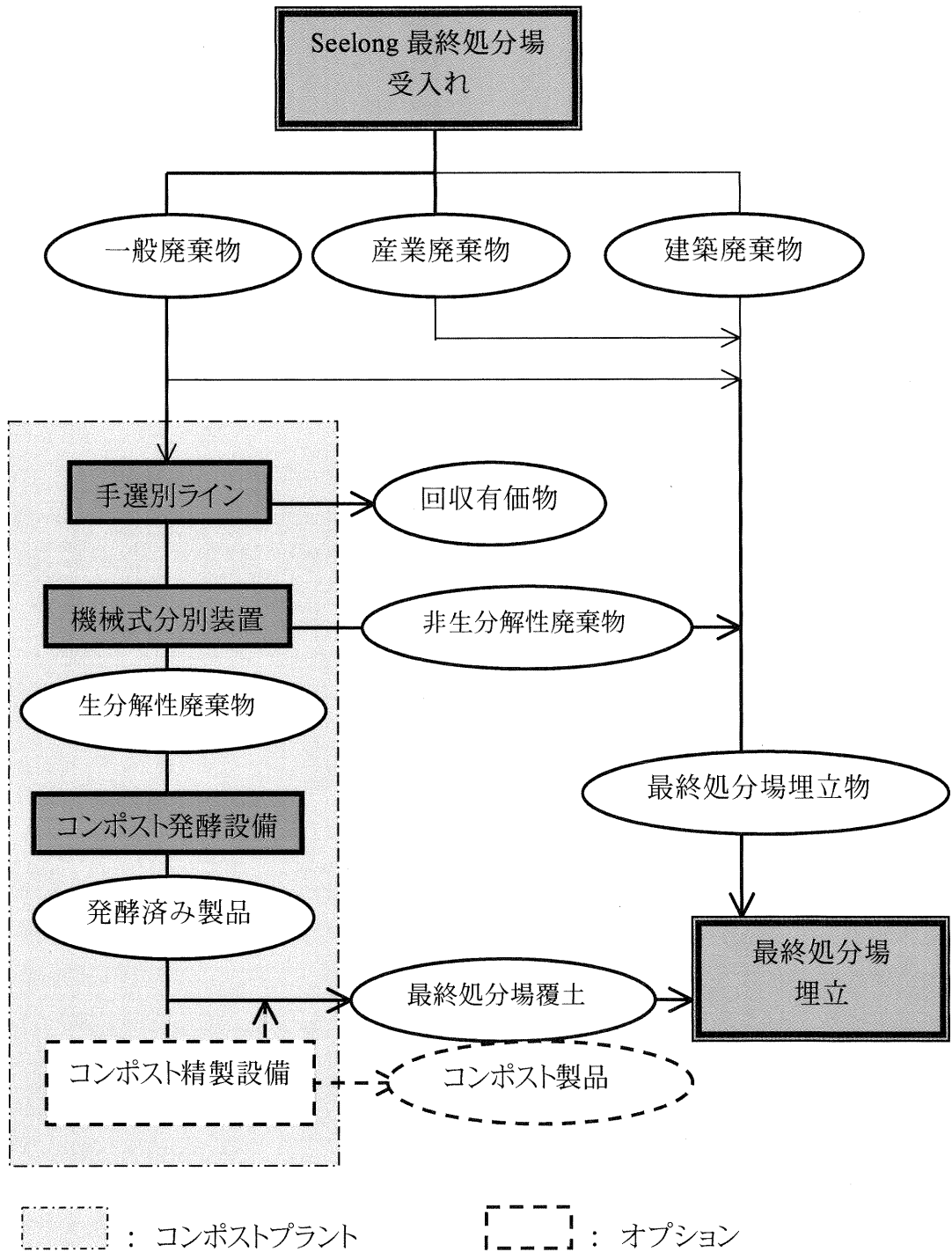
本プロジェクトはジョホールで発生する固形廃棄物のうち、埋立地に搬送される生分解性廃棄物を日量 300 トン好気性発酵施設で処理することで、埋立地から発生したであろうメタンガスを削減することを目的としたものである。本プロジェクトは長期的にはコンポストの再利用やリサイクル施設・焼却施設の導入も踏まえた上での廃棄物処理全体計画の中の第一ステップとして捉える事が可能であり、今後のマレーシアの廃棄物行政にとってもモデルとなるものである。

表-1 プロジェクトコンセプトの概念

段階		目的	備考
第一ステップ	本プロジェクト (生分解性廃棄物の好気性発酵処理と覆土利用)	・メタンガス発生削減 ・廃棄物の中間処理 ・浸出水の負荷削減 ・埋立地の有効利用	
第二ステップ	コンポストのリサイクル	・埋立て地の有効利用 ・リサイクルの進展。 ・化学肥料利用の削減	住民の分別回収への協力が非常に重要。コンポストの利用方法に対する行政の支援。
第三ステップ	焼却施設の導入 リサイクル施設の導入	・埋立て地の有効利用 ・メタンガスの削減 ・廃棄物発電	廃棄物のカロリーが高いことが効率の良い焼却には重要。 マテリアル・リサイクルは行政によるコスト負担が必要。

プラントサイトは既存の最終処分場に隣接して建設することを前提に設計を行った。プラントの概要は下記の図コンポストプラントと処理フローの通りである。

図-1 コンポストプラントと処理フロー



また、本施設の建設、並びに維持管理費用、用役利用量は下記の通り見積もられる。

表-2 プラント建設費

単位：百万円

項目	
受入設備	9
前処理設備	213
発酵設備	218
脱臭設備	96
その他雑設備	9
電気計装	199
CIF	70
設計費他	133
予備品	10
土木建築費	498
重機類	45
合計	1,500

表-3 プラント維持管理費

単位：百万円/年

項目	
メンテナンス費用	22.5

表-4 プラント用役 利用量

項目	
電気（プラント運転日）	6,890 kWh/d
電気（プラント休日）	2,530 kWh/d
工業用水（洗浄、加水等）	22 t/d
市水（職員用）	6 t/d
燃料（車両用軽油）	510 L/d
潤滑油（車両用）	9 L/d
潤滑油（機械用）	4 L/d

第3章 ベースラインの概要

ベースラインは投資に対するバリアを考慮して、経済的に魅力的なやり方となる技術による排出量を考える。

本プロジェクトに対する資金的障害、技術的障害には下記のもものが挙げられる。

①資金的障害

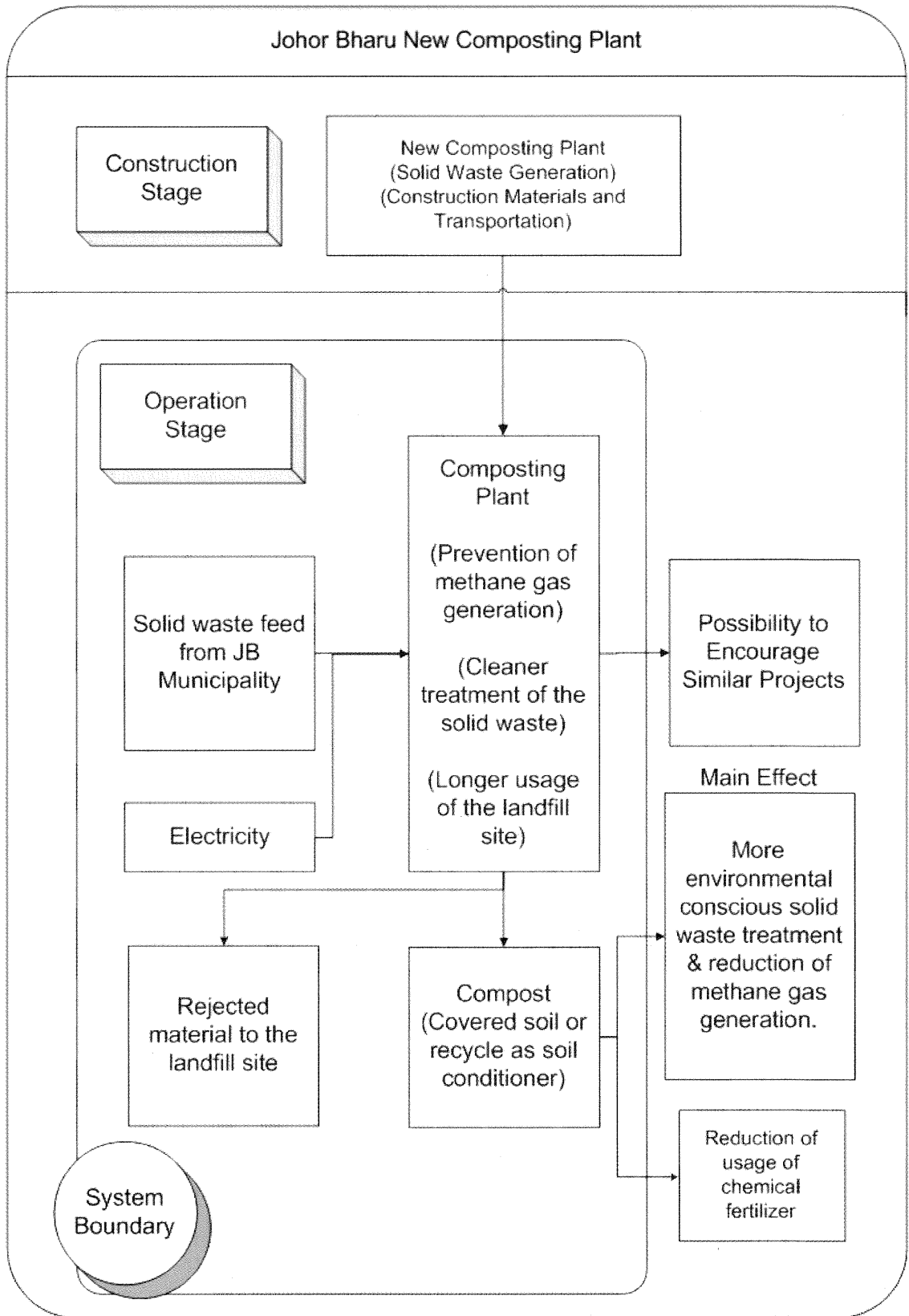
- ・本プロジェクトは廃棄物の適正処理と地球温暖化ガスの削減を目標としたものであり、プロジェクト自体からキャッシュフローを産み出すことはない。従って本来資金提供者となるべき地方自治体からの追加的な資金の投入は、税金の増加を意味し、政治的な配慮と住民の同意が必要である。
- ・本プロジェクトを実施する(海外を含めた)投資家を呼び込むような政策はない。
- ・プロジェクトを行なうことに対する資金的メリット(リターン)がない。
- ・本プロジェクトで行なおうとしている他の方法(焼却・メタンガス回収・発電)などを行なう経済的メリットはない。

②技術的障害

- ・本プロジェクトに用いられる技術はホストカントリーでは、規模的にも技術的にも全く普及していない。

また、プロジェクト領域を次ページの図に示す。

図-2 プロジェクト領域の概要



こうした障害から同地域に追加的資金が廃棄物処理施設建設に投入されることはないと考え、既存の衛生埋立地からの生分解廃棄物を直接埋立することによるメタンガスの発生量をベースラインとする。

ベースラインでのメタンガス発生量計算には IPCC の計算式(下記)を用いる。

$$CH4Generation(Gg/yr) = (MSW_T \times MSW_F \times MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16 \div 12 - R) \times (1 - OX)$$

また、プラントでの廃棄物の分別過程ではじかれた好気性発酵処理されない生分解性廃棄物は直接最終処分場に埋め立てられることになり、メタンガス発生源となるため、これを差し引く必要がある。

また、プラントで使用する電気はこれも差し引く。

これを計算すると、本プロジェクトの GHG 削減効果は 104,810t/年となる。

第4章 モニタリング計画

ベースラインとなるGHG発生量の計算には IPCC Default Methodを用いる。この計算に必要なプラント内でのモニタリングポイントを下記に示す。

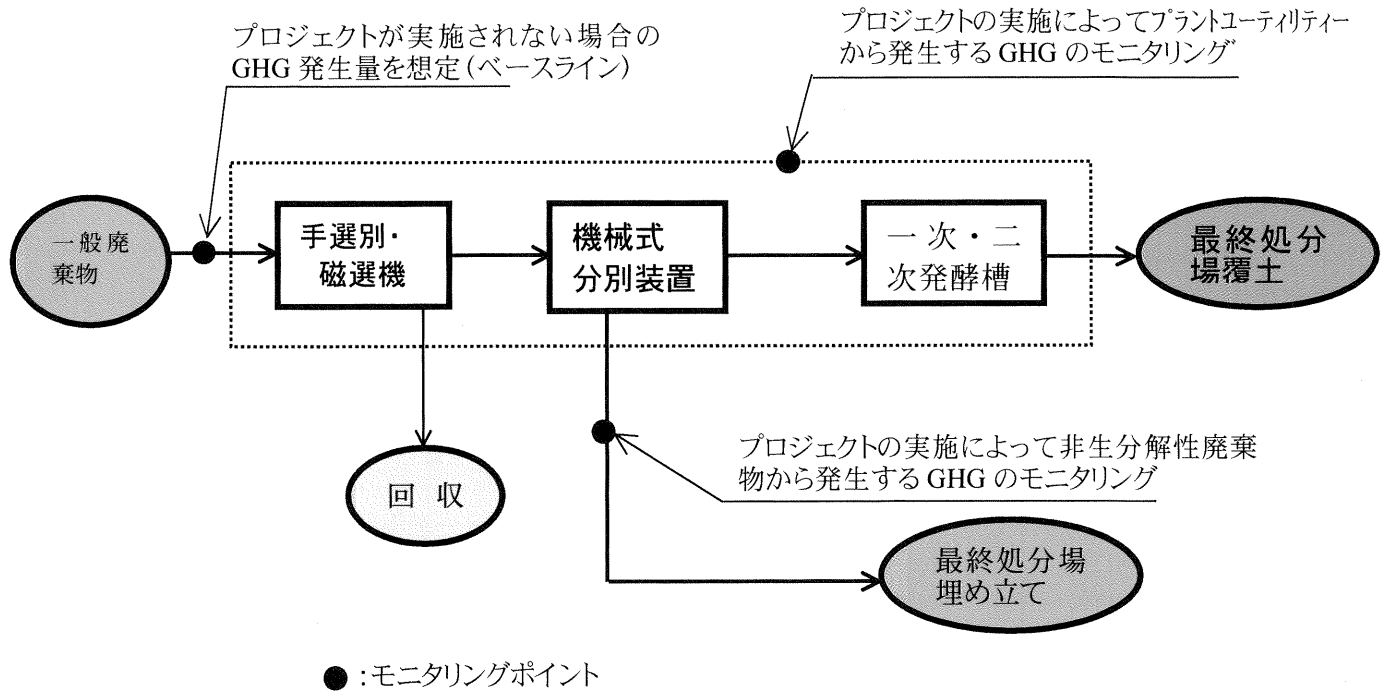


図-3 モニタリング位置

モニタリングに際しては、下記の項目をモニタリングすることとする。

表-5 モニタリングすべきデータ

ID 番号	データ種類	データ変数	単位	記録頻度
1-1	受入廃棄物量	廃棄物湿重量	t/d	毎日
1-2	受入廃棄物組成	(紙・布)、(園芸ごみ)、(木質系)、(食品)の湿重量比率	%	毎月
1-3	非生分解性廃棄物排出量	廃棄物湿重量	t/d	毎日
1-4	非生分解性廃棄物組成	(紙・布)、(園芸ごみ)、(木質系)、(食品)の湿重量比率	%	毎月
1-5	使用電力量		kWh	毎日
1-6	電力排出係数	発電量当り GHG 発生量	kg-CO2e/ kWh	毎年

第5章 環境影響評価

マレーシアの EIA 法とその手続きを概観した。本プロジェクト建設・運営時に際しては特に臭気の面などで環境影響に配慮する必要があるが、周辺住民・環境に与える影響は軽微であり、規制値などは十分に達成することが可能である。

第6章 プロジェクト実施体制と資金計画

CDM を実施するに当たり、下記の 2 通りの実施体制と計画を提案した。

図-4 プロジェクト実施体制図 案1 (Case 1)

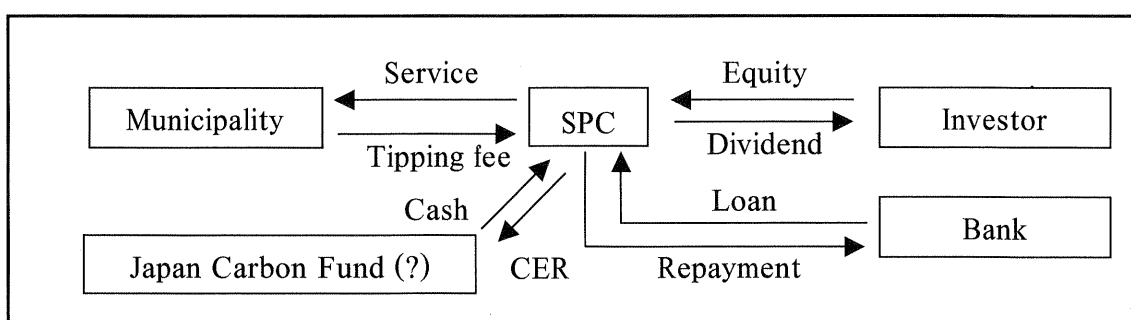
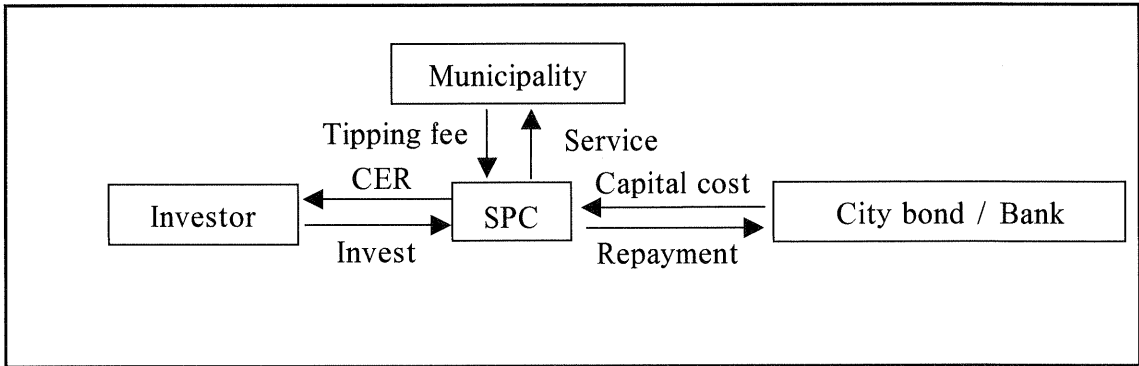


図-5 プロジェクト実施体制図 案2 (Case 2)



Case-1 は既存のフォーメーションであり、Case-2 は CER を投資家が配当として受ける形態である。Case-1 では投資家は CER の取得よりもプロジェクトの経済性に重きを置き、Case-2 では投資家は CER の取得に重きを置くことになると考えられる。また現地にとっては Case-2 の場合は CER クレジットによる収入がないかわりに配当を現金で支払う必要がないなどのメリットがある。

資金調達の方法としては、日本の国際協力銀行や新設される予定の日本炭素基金、更には日本企業による投資などが考えられる。

第7章 プロジェクト評価

所定の条件下で計算した本プロジェクトの収益性(Case-1)を検討した。

計算の条件は下記の通りである。

プロジェクト期間:21 年

資本割合:35%

配当性向:積立金が資本金の 9 割を超えたところから最終利益に対して 70%

CER の取扱い:ファンドへの売却 (キャッシュインは毎年)

年間取得 CER 量:102,696 (第 3 章で計算した取得 CER に 2%の CDM EB への拋出を行なった後の CER)

借入資金:JBIC 投資金融 (返済期間:10 年、据置期間:3 年、金利:2%)

廃棄物処理費:RM 45/t (JB 政府からプロジェクト会社への支払い。現状から変更せず)

インフレ:収入・費用共に考慮していない。

建中金利:計算の煩雑化を避けるため、考慮していない。

為替:USD1=RM3.8=¥110

収益性の指標としては IRR (ROI) :プロジェクトの収益性、IRR (ROE) :投資家に対する収益性、Loan Life DSCR:プロジェクトの健全性と銀行に対する指標を利用した。なお各指標の計算に用いた条件は下記の通り。

IRR (ROI) 計算のためのインフロー: Profit After Tax + Depreciation + Interest - (Tax Shield)

IRR(ROE)計算のためのインフロー: Net cash flow + Dividend(-short term loan)

Loan Life DSCR: ((長期借入金借入期間の)EBIT+減価償却費)÷長期借入金借入総額

上記に基づき、本プロジェクトの収益性は下記の通りである。

表-6 クレジット販売価格とプロジェクト収益性のまとめ

クレジット価格 USD/CO2e-t	IRR (ROI) %	LLDSCR	IRR (ROE) %
0	-0.9	0.66	--
3	2.1	1.01	2.4
5	3.8	1.25	5.6
8	6.2	1.59	10.3
10	7.7	1.83	13.6
15	11.1	2.41	22.0

また CDM としての収益性を下記に示す。ここから分かる通り、仮に発生クレジットを全て日本が買い上げたとしても、本プロジェクトは日本国内での限界削減費用よりも小さい価格で地球温暖化に貢献できるプロジェクトであると考えられる。

表-7 CDM 収益性検討

獲得クレジット量(21年間)	2,156,910
獲得クレジット(7年間)辺りの初期投資額	¥2,086/CER
獲得クレジット(10年間)辺りの初期投資額	¥1,460/CER
獲得クレジット(21年間)辺りの初期投資額	¥695/CER
廃棄物処理量辺りの GHG 削減量	1.14CER/t

また、続いて Case-2 についても同じ条件で検討した。

この場合は、配当を CER で出すため、JB 政府が支払う廃棄物処理単価を下げる事が可能となる。(プロジェクト期間平均廃棄物処理単価は RM33/t で現在の直接埋立よりも単価を下げる事が出来る。)

第 8 章 結論と提言

本プロジェクトは CDM プロジェクトとしての実現の可能性が高く、かつ廃棄物の処理と言う現代都市社会が抱える問題に対する解決策を与えるプロジェクトであることが示された。

本プロジェクトが実行されれば、将来のジョホールとその周辺地域における廃棄物処理の基盤整備になると同時にリサイクルや焼却炉の導入と言ったステップに対しても対応が可能となる。更には埋立て地から発生するメタンガスを大幅に削減することで埋立て地の二次利用もより容易になり、同地の環境改善と持続可能な発展に貢献可能である。

日本にとってはマレーシアのような CDM に積極的な国において、本プロジェクトのような環境プロジェクトを積極的に進めることで京都議定書目標達成に必要なクレジットを得、またマレーシアに取っては日本の技術や廃棄物処理方法を導入することを可能とする良い機会を提供するものである。

今後は関係省庁間などでの更なる合意形成、またジョホール州での廃棄物行政に対する住民参加の進展などがマレーシア側では必要になるであろう。一方、日本側ではクレジット買取価格の決定や、民間企業の投資を後押しする仕組みの策定が CDM プロジェクトを実現するに当たっては非常に重要になると考えられる。

最終現地調査においては、DNA を始めとしたプロジェクト関係者の出席を得て、会議を行い、関係者のプロジェクトに対する承認を得た。また、DNA 主導の下で、プロジェクトサイトを見学し、現状に対する意見交換を行なった。これを契機に、マレーシア国内の更に上のレベルでの合意形成が行なえるように、同国政府への説明を進めることが重要であると考えられる。

また、本年度調査の実施によって、廃棄物の組成やプロジェクトサイトの現状、現地の廃棄物処理状況を含めて PDD 作成のための基本的データの収集が終了したのは、大きな成果である。しかしながら、本プロジェクトの特性から、ベースライン方法論は今までとは異なるエミッションファクターの決定をする必要がある、また技術としてはコンポストと言う今までにない世界初の方式になるため、慎重な検討が必要となると予想される。

今後は、PDD の作成とベースライン方法論の詳細検討を進めると同時に更に日本政府の資金や JBIC の金融制度を用いた資金計画を詰め、実現化に向けて土台を固めることが重要であろう。

本文

第1章 マレーシアの概況とプロジェクトの背景

1.1 社会の概況

マレーシアは、1981年に首相に就任したマハティール元首相(2003年10月31日をもって勇退)の類まれなる指導力の下で、発展を続けてきたASEANの優等生国である。基本的国内政策として、統一マレー国民組織(UMNO:United Malay National Organization)を中心に、ブミプトラ政策と言われるマレー系の優遇政策を取っているが、中華系、インド系など宗教・言葉も異なる多様な価値観を持つ多様な人種を政府が纏め上げており、国情は安定している

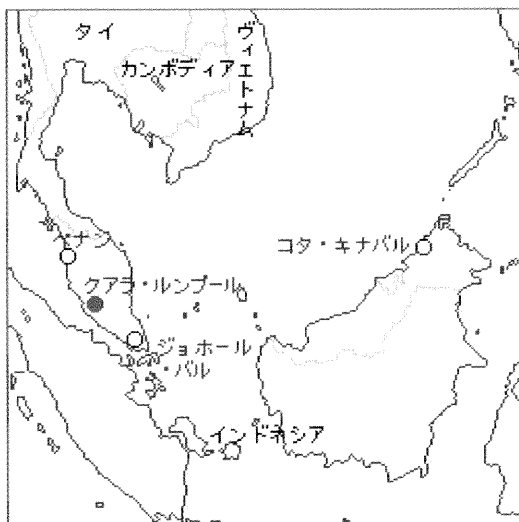
同国の基本的な情報は下記の通りである。

表 1.1.1 マレーシアの基礎情報

面積	約 33 万 km ² (約 40%が半島部)
人口	2,327 万人(2001 年国勢調査値) (約 80%が半島部)
首都	クアラルンプール
人種	マレー系(65.1%)、中国系(約 26.0%)、インド系(約 7.7%)、その他(1.2%)
言語	マレー語(国語)、中国語、タミール語、英語
宗教	イスラム教(連邦の宗教)、仏教、儒教、ヒンドゥー教、キリスト教、原住民信仰

[出典:外務省 HP: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/malaysia/data.html>]

図 1.1.1 マレーシア全体図



[出典: ibid]

政体としては国王を元首に抱く立憲君主制を取っているが、議会制民主主義による政

治運営が基本である。

マレーシアは連邦制を取っており、首都のクアラルンプールを中心とした半島側に 1 直轄地と 11 州、ボルネオ島に 1 直轄地と 2 州から構成されており、各州には州知事が置かれ、議会がある。

マレーシアでは国家計画が、5 年計画、あるいは 10 年計画という形で、定められており、現在 2001 年から開始された第 8 次 5 年計画の実行中である。

更に長期的な計画としては、2020 年に先進国入りを目指すというビジョン (Vision 2020) をマハティール首相が提唱しており、国家計画もこれを目指した意欲的なものとして整備されている。

第 8 次 5 年計画では、マレーシアは、各人種が融和的にかつ対等なパートナーシップを結ぶ「マレーシア民族」の確立を目指しており、マハティール首相の後継者である 2003 年 11 月にアブドゥラ・バダウィ氏が首相になったが、基本的な政策については変更がなく、日本との良好な関係を築いたマハティール路線を継承することを表明した。

マレーシアは親日的な国として知られており、長年のルックイースト政策で日本の政策や技術を多く導入してきており、かつて同政策の担当者であったアブドゥラ氏の首相就任で、今後の日マ間の協力体制が更に強まることも期待できるであろう。

1.2 経済の概況

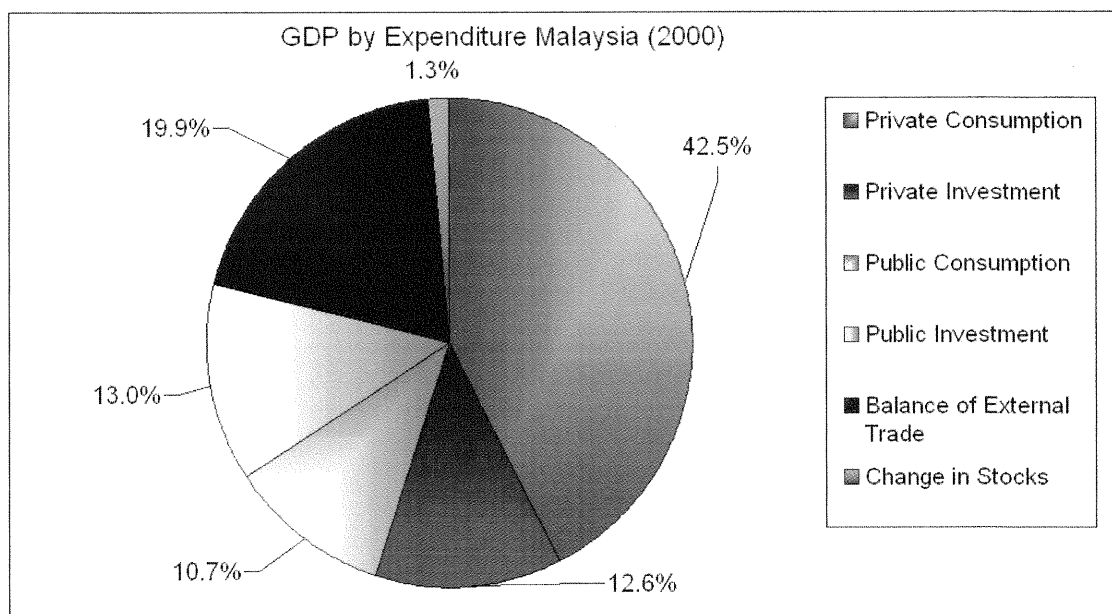
マレーシアは、イギリスから 1963 年に独立して以来、ほぼ順調な経済発展を続けている。1997 年のアジア通貨危機時には多少の混乱もあったものの、財政出動・国外への資金移動規制など IMF が主導する緊縮財政を基本とする経済政策を取らず、独自路線を貫くことで、現在では回復基調となっている。

独立前は、宗主国イギリスの政策によって進められた錫・ゴム・パームといった典型的なモノカルチャー経済であったものが、今日では積極的な外資導入策によって進出してきた製造業がマレーシアの最大の産業となっている。製造業は KL 周辺のセランゴール州、ペナン州、ジョホール州地域に、電気・電子製品を扱う日系企業が多数進出しており、日本向けの製品を含め同国の重要な輸出産業となっている。

また、現在、一人当たりの国民総所得 (GNI: Gross National Income) は 3,540 ドル (世銀: 2002 年データ) であり、東南アジア諸国の中ではシンガポールに次ぐ位置を占めており、ブラジルなどと同様に中進国として位置付けられている。なお、マレーシアの

GDP(2000年 支出面)は下記の通りである。

図 1.2.1 マレーシアの GDP (支出面)



[出典:[EPU 2001, p.26]から作成]

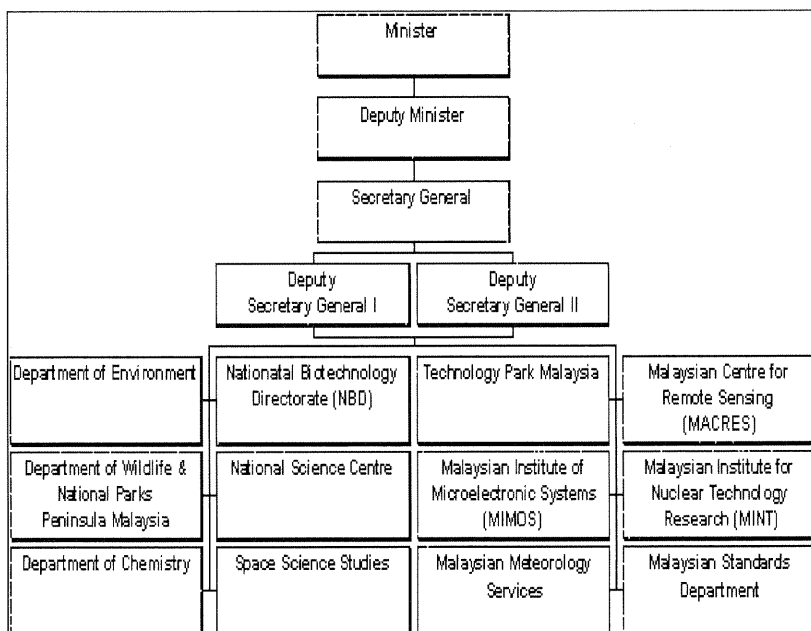
グラフから分かるとおり、国際貿易(輸出-輸入)がGDPに占める割合が約20%と日本と比べると非常に高い。(日本は約0.7%)

また、公共部門の支出は全体の4分の1近くとなっている。

1.3 環境行政の概要

マレーシアの環境行政は、主に科学技術環境省 (MOSTE: Ministry of Science Technology and Environment) にある環境局 (DOE: Department of Environment) によって担われている。

図 1.3.1 MOSTE 組織図



[出典:DOE HP: <http://www.jas.sains.my/doe/egomoste.htm>]

DOE は主に規制官庁としての役割を担っており、法律・規制の制定、実施とモニタリング、EIA の実施などが主要業務になっている。但し、日本の環境省と同様に、実際の環境プロジェクトの導入などを積極的に行う官庁ではない。

基本環境法としては、1974 年に、環境基本法と言うべき環境質法 (Environmental Quality Act) が定められて以来、各種の法律が整備されてきている。これまでは、個別法規で対処してきたものが、総合的な環境政策の実施が可能になったと言われる。[地球・人間環境フォーラム 2000, p19] この環境法は 1985 年、1996 年、1998 年に改正されており、1985 年の改正時に環境影響評価制度が導入された。

廃棄物に関しては Environmental Quality Regulations (Scheduled wastes treatment and disposal facilities) や Order といった形で法律が整備されている。固形廃棄物については、危険有害廃棄物 (Toxic and Hazardous Waste) を指定廃棄物 (Scheduled waste) と定め、適切に処理することを定めており、またその他の廃棄物 (日本の一般廃棄物や事業系一般廃棄物) は全てその他の廃棄物として処理されている。

指定廃棄物は、半島のヌグリセンビラン (Negeri Sembilan) 州のクオリティー・アラム (Kualiti Alam) 社が政府のコンセッションを得て独占的に処理を請け負っているが、処理費用が割高であることが問題点として言われている。運搬コストのかかるペナンなど北部の工場などでは、廃棄物を出し渋って、自社敷地内に指定廃棄物を保管したり、

処理費がかからないその他廃棄物に混ぜて捨てたり(特に中小企業など)と言ったことが多いことも分かっている。

危険産廃の不法投棄は社会問題化しており、度々メディアにも取り上げられるような深刻な問題となっている。

当社が以前にマレーシアで行った同社への聞き取り調査では、KA 社も処理価格の引き下げ努力(大口顧客へのディスカウント)や新規顧客の開拓(特に中小企業)を推進しており、対応を急いでいる。

一方、今回扱うような廃棄物プロジェクトの実施に当たっては、DOE が持つ権限、役割はそれほど大きくない。実際に各自治体における廃棄物プロジェクトの実施主体となり、またプロジェクトオーナーとなりえるのは、中央官庁では自治住宅省 (Ministry of Housing and Local Government) である。実際の廃棄物の収集・運搬・処理などは日本と同様に、地方自治体の業務となっている。

なお、現在ではこうした収集・運搬業務は民営化の流れにあり、半島を東部・中央部・南部の三地域に分け、その地域ごとにそれぞれコンセッションを得た民間企業が収集から処理まで行っている。

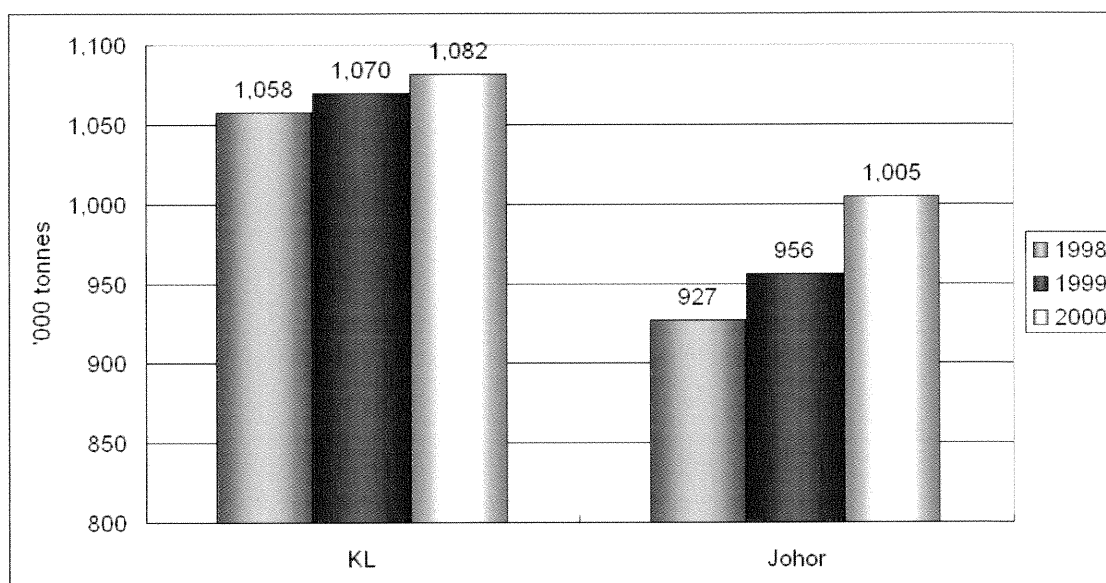
廃棄物の中間施設はなく、廃棄物の殆どは埋立処分場に直接埋め立てられている。そのため、最終処分場は逼迫しており、用地確保問題は深刻である。

最終処分場の基準にも問題が多く、適切に浸出水を処理していない処分場があり、この安全閉鎖に関わる問題が各地で顕在化している。(現在JICAが「マレーシア国廃棄物処分場の安全閉鎖のためのガイドライン作成及び閉鎖済み処分場の改善に係わる調査」を実施中。)

また、首都のクアラルンプールでは、こうした廃棄物問題の深刻化を受け、第8次五ヵ年計画で計画が明記されていた大型最新式熱処理施設の導入を公設民営方式で行うことを決定している。

こうした現状からみても、マレーシアの廃棄物、とりわけ一般廃棄物問題は、経済・社会の発展につれて深刻の度を増している。日本では7割近い廃棄物焼却率も0%であるどころか、その他の中間処理も民間レベルで行われるリサイクル程度しかなく、廃棄物処理の殆ど全てを非衛生的な直接埋立に依存しているのが現状である。一方、廃棄物の発生量自体は下記のグラフに示されるように、毎年増加の一途をたどっている。

図 1.3.2 マレーシア 州別廃棄物発生量



[出典:[EPU 2001, p.543]から作成]

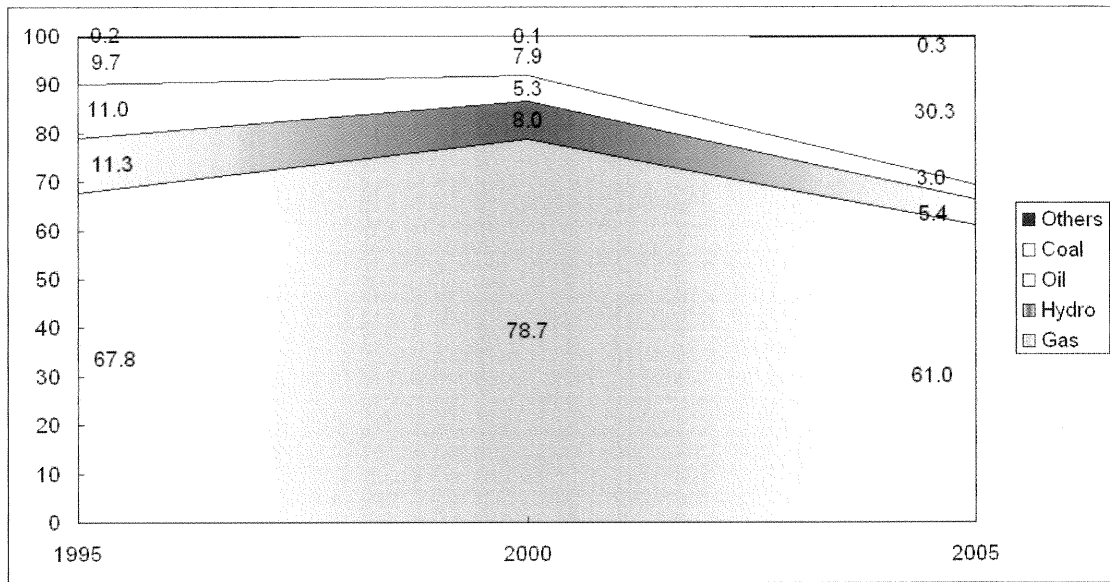
マレーシア政府も、こうした観点から対策を進めるべきことを認識しており、中間処理施設の整備に対する検討がマレーシア政府で進められている。

1.4 電力行政と将来計画

マレーシアは自国で石油・天然ガス・石炭を産出する資源国である。発電については、主にそうした自国資源を用いているが、一方では出来る限り自国消費分は削減し、輸出に充てたいという考えや、エネルギーセキュリティーの観点から利用エネルギーを分散するという政策を取っている。

下記に、マレーシア第 8 次五ヵ年計画における同国の全発電量に対する燃料別発電量の実績と 2005 年の目標を示す。特徴的なことは、1995 年から 2000 年にかけて、急激に増えた天然ガスの使用量を減らし、東マレーシアに新たに埋蔵が確認された石炭の利用を増加させようと言うものである。この政策は、マレーシアの発電単位あたりの二酸化炭素発生量を増加させる方向に動くことが予想される。

図 1.4.1 マレーシアの燃料別発電量計画



[出典:[EPU 2001, 表 11-7, p.319 から作成]]

また同五ヵ年計画において、ガス、水力、石油、石炭に続く、第五の燃料として再生可能エネルギー利用を推し進めることとしている。再生可能エネルギーのプライオリティは、バイオマス、バイオガス、家庭廃棄物、太陽光、小水力の順であり、特にパーム、木破片、籾殻を発電や熱供給源として利用するというのが目標である。

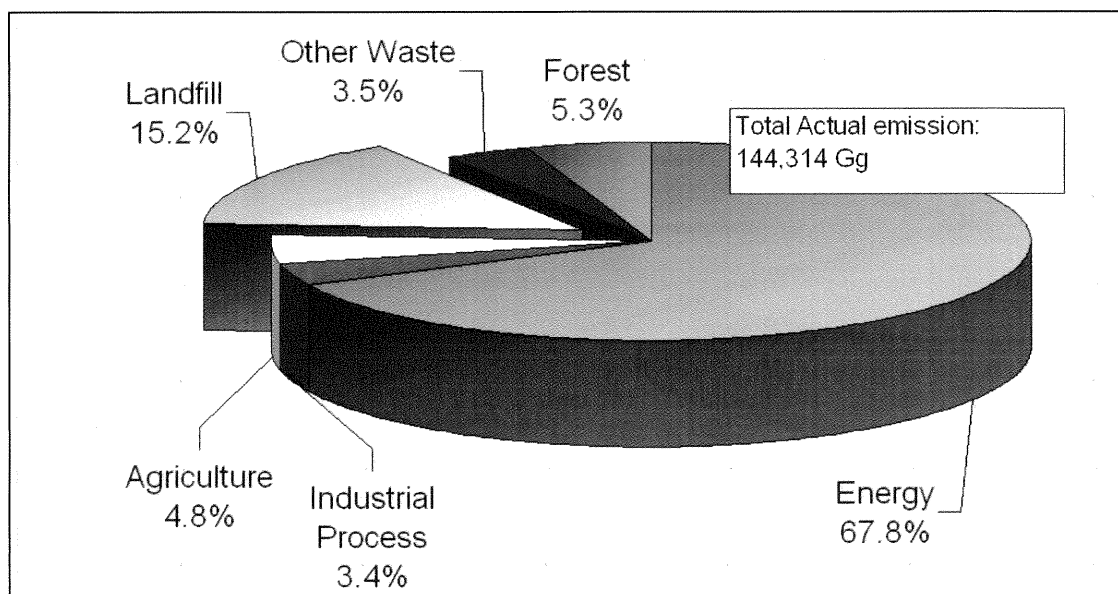
但し、実態としては、図にも示される通り、こうした再生可能エネルギーによる発電が全体発電量に占める割合は現時点では非常に低い。マレーシア政府の政策強化や海外からの技術移転で、今後はこの割合が増えてくる事も予想される。

1.5 マレーシア政府の CDM への取組状況

マレーシアは気候変動枠組条約を 1994 年に批准、京都議定書を 2002 年の 9 月に批准した。

UNFCCC に対しては、National Communication (第一回)を提出しており、同国の GHG 排出状況は下記の通りと報告されている。

図 1.5.1 マレーシア GHG 排出量 (1994)



[出典： MOSTE 2000]

注：本グラフは、直接排出のみを示しており、森林による吸収源は示されていない。

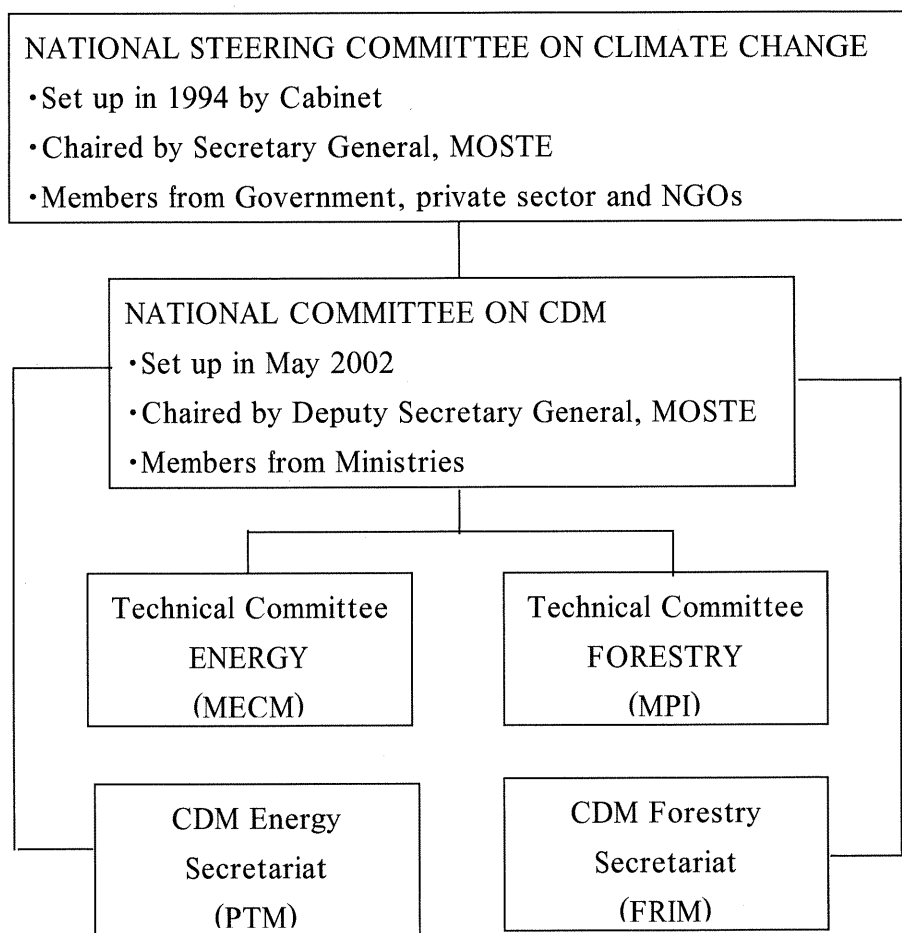
上記グラフから分かる通り、マレーシアにおいては、エネルギー分野からの排出が大半を占めている一方、日本では約2%しかない廃棄物の割合が約19%に上っており、更にその中でも埋立地からの発生量は全体に対し15%にも上っている。これは全ての生分解性廃棄物が直接埋立地に投棄されていることと、埋立地でのメタンガス回収が殆ど行われていないことが大きな理由であろう。

CDM に関わる国家的機関としては科学技術環境省 (MOSTE) を中心とした国家委員会 (National Committee) が設立されている。

CDM プロジェクト実行のための要件の一つである指定国家機関 (Designated National Authority :DNA)は 同国の MOSTE が既に UNFCCC に登録済みである。

下記に同国の CDM の体制図を示す。

図 1.5.2 マレーシアの CDM 体制図



出典:[Zubir 2002]

また、廃棄物と運輸部門に関するプロジェクトはエネルギー技術委員会（CDM Energy Secretariat）が、農業に関するプロジェクトは森林技術委員会（CDM Forestry Secretariat）が審査を行うことになっている。

表 1.5.1 エネルギー技術委員会のメンバー

1	エネルギー・通信・マルチメディア省 副長官 - 議長
2	EPU
3	Energy Commission
4	DOE
5	マレーシア パームオイル ボード
6	FMM (Federation of Malaysian Manufactures)
7	Association of Banks
8	PTM (Pusat Tenaga Malaysia)

出典:[ibid]

また、プロジェクト承認の基本プロセスは次の通り。

【第一ステップ:プロジェクトアイディアノートの提出】

プロジェクトアイディアノート (PIN: Project Idea Note:) を MOSTE の Conservation and Environment Management Division を通じて技術評価委員会に提出。

【第二ステップ:技術委員会での評価】

国の評価基準に従っているかどうかの観点からプロジェクトを評価し、合格すると National Committee on CDM (NCCDM) に提出。

【第三ステップ:NCCDM での承認】

技術委員会からのコメントと国際的基準に照らして、NCCDM がプロジェクトを評価する。プロジェクトが基準を達成した場合には、プロジェクト承認のレターが発行される。

なお、現段階では、マレーシア国の CDM プロジェクト優先分野は EE: (Energy Efficiency)、RE: (Renewable Energy)の 2 分野となっている。

上記で見てきたような受入体制、経済レベル、両国間関係、地理的近接性、日本技術の受入可能性などの条件を考え合わせれば、マレーシアは日本が CDM 事業を進めていくに当たって、現時点で一番適切な国であると考えられる。

第2章 プロジェクトの概要

2.1 本プロジェクトの国家的位置付けとプロジェクトの全体構想

本プロジェクトで、提案するのは、埋立地からのメタンガス発生の主原因となっている生分解性廃棄物を埋め立てる前にコンポスト化処理する中間処理施設の CDM 資金による建設である。

マレーシアの廃棄物政策は現在曲がり角に来ていると言える。今までの収集運搬し、直接最終処分場に廃棄し続ける廃棄物処理方法は、いくつもの問題を生じさせている。例えば、都市化の進展に伴い、最終処分場用地の確保が困難になってきていること、各種の廃棄物が最終処分場に持ち込まれることで、土地の汚染が起きていること、臭気・浸出水・メタンガスの発生の問題、等々である。

マレーシアの経済レベルは既に JBIC の定める中所得国へと達しており、廃棄物の量や内容も多様化してきており、また住民の環境意識も上がってきている。

政府もこうした中で、新たに焼却施設の導入を決定したところであり、今後はマレーシアもリサイクルや中間施設と言った廃棄物量削減・減容化にも取り組んで行かざるを得ないと考えられる。

マレーシアでは KL に次ぐ大都市と言えば、ジョホールバルとペナンが上げられる。ジョホールバルはシンガポールの対岸に位置し、周辺地域を合わせると KL に次ぐ約 100 万人の人口を擁している。ジョホール市は特別市 (City Council) としての資格を持ち、日本の政令都市と同じような扱いを受け、経済規模も大きい。

従い廃棄物問題への取り組みはクアラルンプールと同様に喫緊の課題である。

なお、ジョホール州に関する基本的なデータは下記の通りである。

図 2.1.1 ジョホール州地図

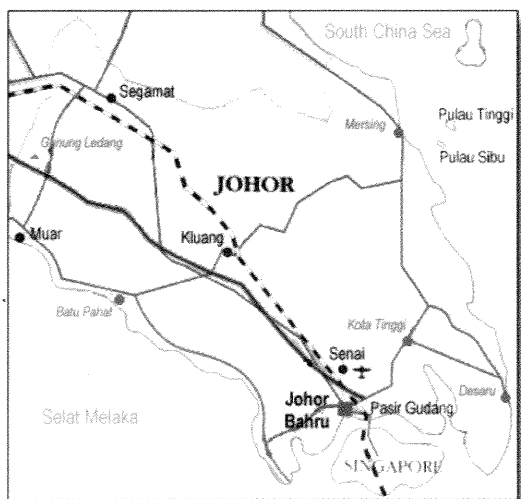


表 2.1.1 ジョホール州基本情報

		ジョホール州
面積		18,987m ²
人口		約 274 万人 (2001)
人口増加率 (1991-2000)		2.6% (2.6%)
人種 比率	マレー系	57.1% (65.1%)
	中国系	35.4% (26.0%)
	インド系	6.9% (7.7%)
	その他	0.6%

[出典: Population and Housing Census 2000, Ministry of Statistics, Malaysia]

注: 括弧内は全国平均

全国と比べると中国系の割合が 10%程度多くなっており、その代りにマレー系が少なくなっている。面積は東京都の約 9 倍となっている。

ジョホール州ではパームオイルのプランテーションが大きく広がっている一方、日本を含め電気・電子産業を中心とした製造業も海外から進出して来ている。

また廃棄物処理については、全量が埋立地に直接投棄されており、減量化のための中間処理施設は存在していない。

本施設が建設・稼動すれば、マレーシアの廃棄物行政に取っても、画期的なものである。また、本レポートで提案する方式は多くの地域で導入可能であり、今後マレーシアに広めることが出来るモデルプロジェクトにすることが可能である。

また 1 章で見たようにマレーシアの GHG 発生量に占める埋立地からのメタンガスの発生は 15% に昇っており、この削減を行なうことはマレーシアの地球温暖化への貢献を行なうに際し、非常に適した分野であると言える。

本プロジェクトは同国の廃棄物分野に対する貢献、更には全世界的な地球温暖化の観点から言っても、優れたものであり、同国の持続的発展に貢献するプロジェクトとして行なうことへの意義は非常に大きい。CDM 事業とすることで、日本の技術や資金の利用を可能とし、従来資金が向かいにくかった廃棄物分野への資金流入を加速し、プロジェクトの導入につながれば、両国にとっても大きな意味を持つと考えられる。

2.1.1 プロジェクトの全体構想

マレーシアの廃棄物処理は現在直接埋立てが中心であり、行政によるリサイクルプログラムも日本のような環境政策が進んだ国と比べると、まだ殆ど導入されていないに等しい。しかしながら、埋立て地確保の問題は年々深刻度を増してきており、今後はリサイクルや埋め立て量の削減に今までよりも真剣に取り組んでいく必要性が高まっていくことは間違いない。

今回の調査では長期的なマレーシアの廃棄物行政を鑑みた上で、ジョホールの廃棄物処理を下記の通りに発展させていくことを目標とし、本プロジェクトをその第一ステップとして位置付けることを提案する。あくまでも本プロジェクトは最終的な循環型社会への第一歩であり、これで全ての廃棄物問題を解決出来るものではない。

表 2.1.2 プロジェクトコンセプトの概念

段階		目的	備考
第一ステップ	本プロジェクト (生分解性廃棄物の好気性発効処理と覆土利用)	<ul style="list-style-type: none"> メタンガス発生削減 廃棄物の中間処理 浸出水の負荷削減 埋立地の有効利用 	
第二ステップ	コンポストのリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> 埋立て地の有効利用 リサイクルの進展。 化学肥料利用の削減 	住民の分別回収への協力が非常に重要。コンポストの利用方法に対する行政の支援。
第三ステップ	焼却施設の導入 リサイクル施設の導入	<ul style="list-style-type: none"> 埋立地の有効利用 メタンガスの削減 廃棄物発電 	廃棄物のカロリーが高いことが効率の良い焼却には重要。 マテリアル・リサイクルは行政によるコスト負担が必要。

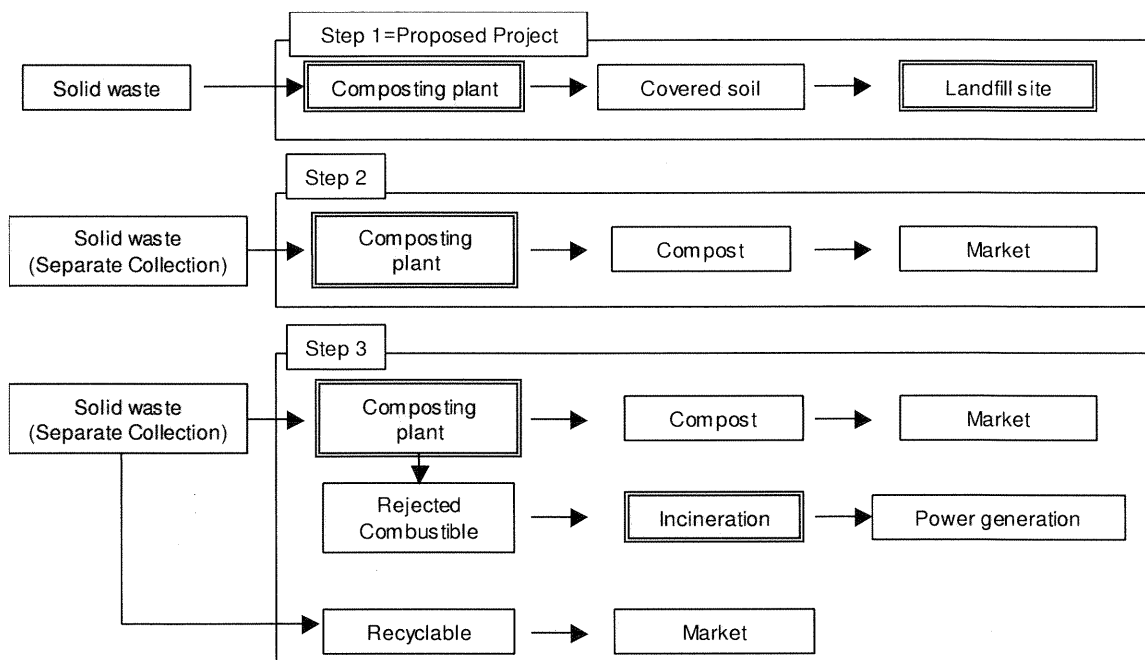
マレーシアでは今後首都のクアラルンプールのように焼却が進んでいくことも考えられる。そうした中、本プロジェクトは焼却施設の導入を補完するものであると同時に焼却炉の容量を小さくすることでマレーシアにとっての総投資額を削減する効果が期待できるものである。

また、ここで段階的に制度・設備を整備するという提案を行なっているのは、各ステップの導入の容易さということによるものである。第二ステップを導入にするにあたっては、利用先の確保が図られていないとリサイクルは不可能であるのと同時に住民の分別収集への協力がなければ良い最終製品を作ることが出来ず、技術的問題だけでは解決できないものがある。また、第三ステップはGHGの削減量、投下資金の大きさを考えると、CDMとして実行することは難しく、また別の資金ソースを検討する必要がある。また、マテリアル・リサイクルは市場の開拓(受け入れ先企業の存在)の問題、リサイクル自体にコストがかかるということから導入は簡単ではない。

日本はステップ 3 を現在進めている所であり、マレーシアにとっても一つの将来像として提案できると考える。

上記で述べた全体コンセプトを図 2.1.2 に示す。

図 2.1.2 廃棄物処理計画 全体プロジェクト説明図



注:二重線は施設を示す。

2.2 プロジェクト計画

プロジェクトが対象とする廃棄物は、有機物を多く含み、最終処分場の埋立地からのメタンガスの発生の原因となる一般廃棄物である。また、この提案のプロジェクトは、好気性発酵による廃棄物の減容化と、リサイクルを目的としたコンポストプラントを設置し、最終処分場からの温暖化ガスの発生を抑制するものである。

コンポストプラント設備で処理対象とする一般廃棄物の収集地域は、マレーシアで KL に次ぐ大都市であるジョホールバルとその周辺地域のジョホール州南部とする。本プロジェクトのコンポストプラント設備を建設する場合、立地選定で満たすべき要件は以下の通りである。

1. 処理対象とする一般廃棄物の収集・運搬体制が確立できること。
2. 処理対象とする一般廃棄物が一定量確保できること
3. 設備からの残渣と発酵済み廃棄物の埋立てのため最終処分場に近いかこと
4. 周辺に住宅地がないこと

これらの要件を全て満たす立地として、ジョホールバル市中心部より北北西に約 25km に位置し、2003 年 12 月より稼働予定の Seelong 最終処分場の隣接地を選定した。本最終処分場の隣接地とすることにより、一般廃棄物、残渣あるいは発酵済み廃棄物の運搬に、既存の収集・運搬体制が利用でき、収集・運搬に関わるコストや燃料の発生を防止できる。

提案のコンポストプラントにおいては、一般廃棄物を受け入れたのち、手選別、機械式選別にて有機物の回収や発酵不適物の除去をおこなう。その後、有機物を多く含む原料は発酵槽に投入され、ここで1次・2次発酵が完了した発酵済み製品となる。

コンポストプラントにおける発酵プロセスでは、空気を充分に取りこみ有機性廃棄物が好気性発酵で CO₂ を発生する。しかしながら、この CO₂ は自然界で植物が分解し再生する際に発生し吸収される CO₂ と同じものと見なされ、温暖化ガスとならない。IPCC においてもこのような CO₂ は温暖化ガスとみなしていない。もし現状の埋立て処分で、有機性廃棄物が地中深くに埋立てられた場合は、空気が遮断された条件となり嫌気性発酵となる。この場合は CH₄ が発生し温暖化ガスとなる。本プロジェクトは、一般廃棄物に多く含まれる有機性廃棄物を埋立てる前に好気性分解することにより、有機性廃棄物の最終埋立て処分が発生する CH₄ 量を削減するものである。

発酵槽で約6週間の1次・2次発酵を完了した発酵済み製品は、隣接地の最終処分場の即日覆土あるいは中間覆土として、埋立てごみの表層部に敷く。本発酵物は、発酵熱で菌が死滅しており衛生的であり、悪臭がない。また一般廃棄物に比べ粒度が十分に小さくなっており、覆土としての使用は問題ない。表層に敷くことにより、発酵物にまだ含まれる有機物が嫌気性発酵することが防止される。本コンポストプラントでは、オプションとして将来精製設備を別途設置し、コンポスト製品を製造することが可能である。ただし現状においては、コンポストに適する高品位な原料収集とコンポスト製品販売の体制が確立しておらず、コンポスト製品の製造は将来これらの体制が整ってから検討すべきものである。

前処理にて除去された発酵不適物は、生分解性成分を多くは含まず、また減量化した廃棄物として、隣接地の最終処分場に埋め立てられる。この発酵不適物はプラスチック類を多く含む。このため将来焼却処分が可能になった場合に、掘り返して焼却処分できる可能性がある。従って、埋め立てる場所は別区画として管理することが望ましい。

2.3 実施サイトの現状

気候条件

現地の気象条件を、添付 図 2.3.1 に示す。平均最高気温と平均最低気温は年間を通してほぼ一定であり、それぞれ 30－33 度℃と 22－24 度℃である。また月間降雨量は 3 月が最も多く約 360mm、最も少ない 2 月でも約 130mm ある。年間を通じて高温で湿度が高いため、埋立処分場あるいはコンポストプラントにおける有機性廃棄物は、発酵による分解が比較的早く進む条件下にある。

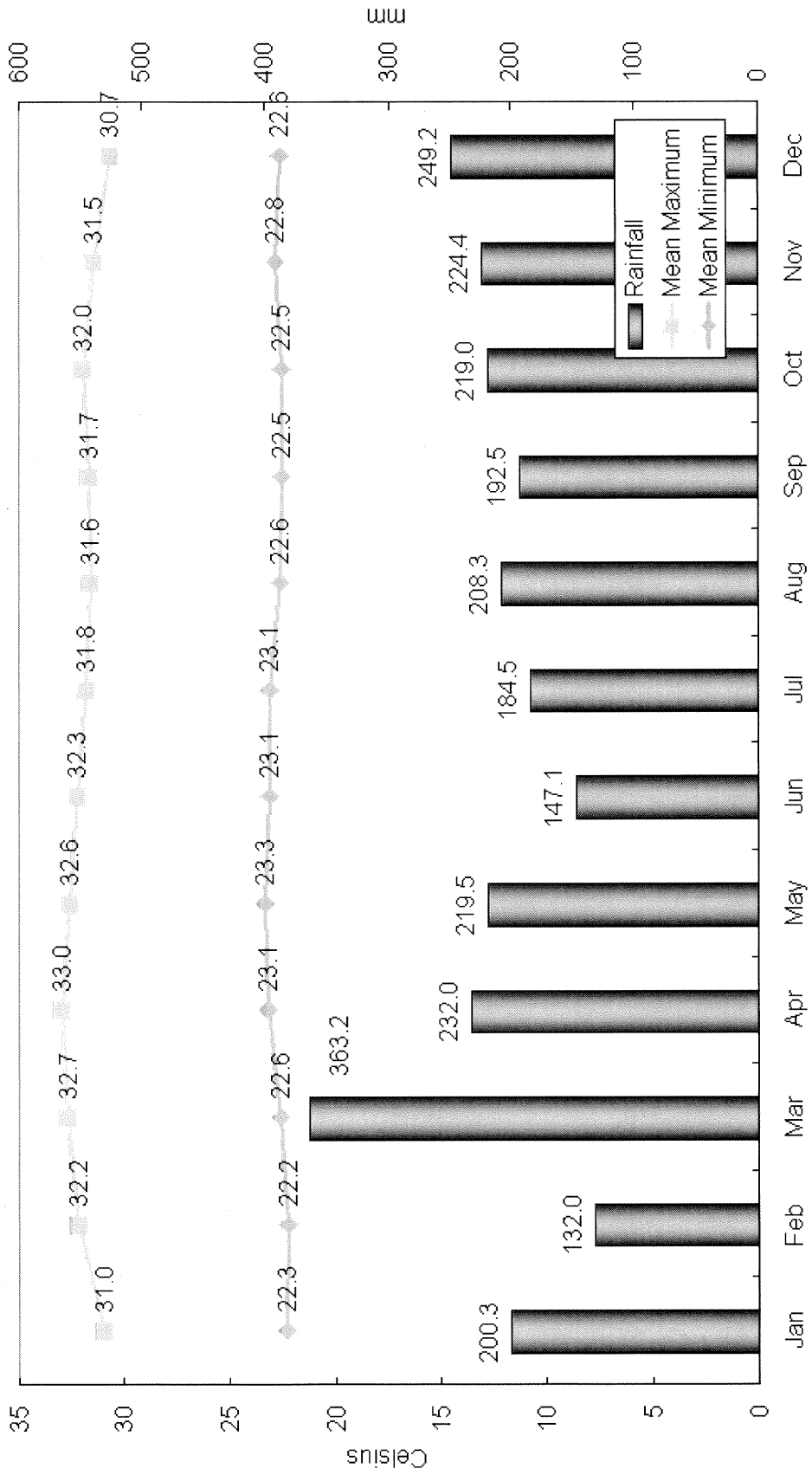
プロジェクト実施サイト

サイトの候補地は新設の Seelong 最終処分場の隣接地である。本最終処分場は現在建設工事が進行中であり、2003 年 12 月に一部の区画より操業を開始する計画となっていた。2004 年 ## 月現在、すでに一部の区画より一般廃棄物、産業廃棄物および建設廃棄物の受入れを開始している。

Seelong 最終処分場の現時点の受入れ状況の確認が必要。

Seelong 最終処分場はジョホールバル市郊外の緩やかな丘陵地帯に位置し、周囲は林に覆われている。本最終処分場は、ごみの搬入管理から浸出水処理までの設備を備えた近代的な最終処分場である。またこの隣接地に住宅地等はない。

图 2.3.1 现地气象条件



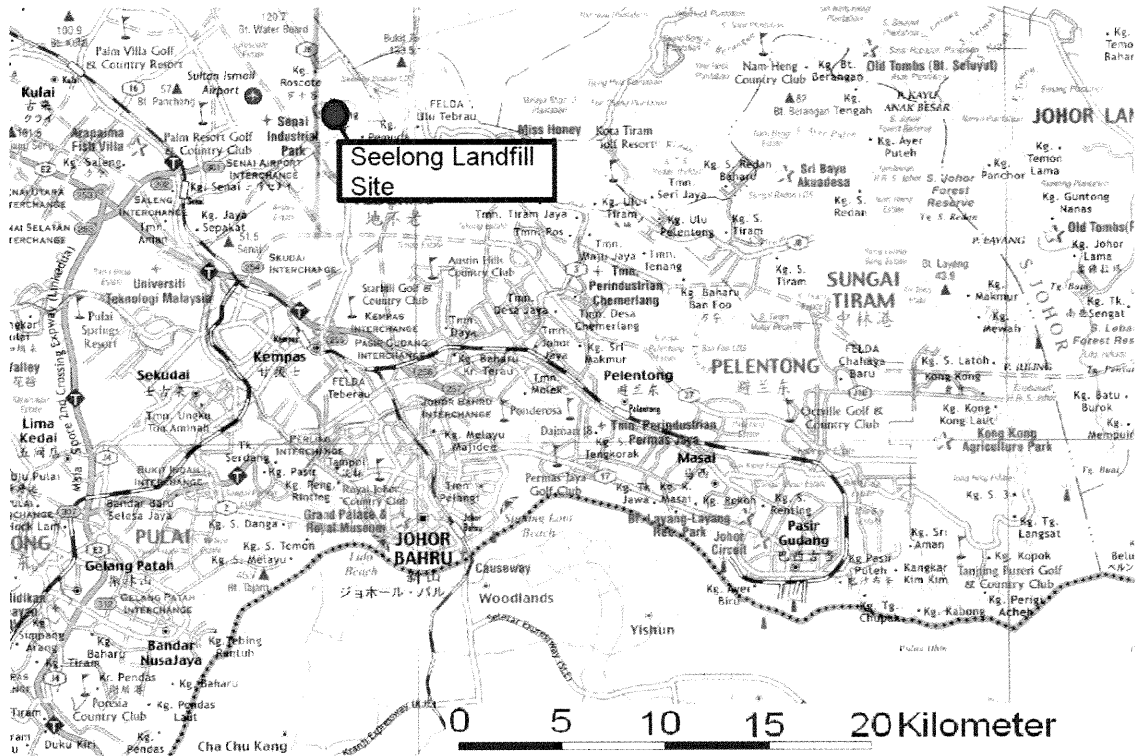


図 2.3.2 Seelong 最終処分場の所在地

2.4 廃棄物発生状況

マレーシア国の固形廃棄物の民営化施策により、マレー半島の南部の各地方自治体から発生する固形廃棄物の収集運搬から最終処分場への埋立と管理までは、民間の SOUTHERN WASTE MANAGEMENT SDN.BHD.社(以降 SWM 社)に、1996 年より段階的に業務委託され民営化されている。

SWM 社の営業権は20年間であり、営業地域はジョホール州、ムラカ(マラッカ)州およびヌグリスンピラン州であり、これら地域内の住民人口は約 400 万人である。

現在、SWM 社の保有する収集・運搬車両は約 150 台で、750 名の職員により運営されているが、今後業務委託が進み、完全に民営化された場合の職員数は約 3500 名に達する見込みである。

一般廃棄はまず住宅地や市街地に設置されたにごみ BOX により回収される。一部の地区では、プラスチックや金属を回収するためのごみ BOX が設置され分別収集が実施されている。

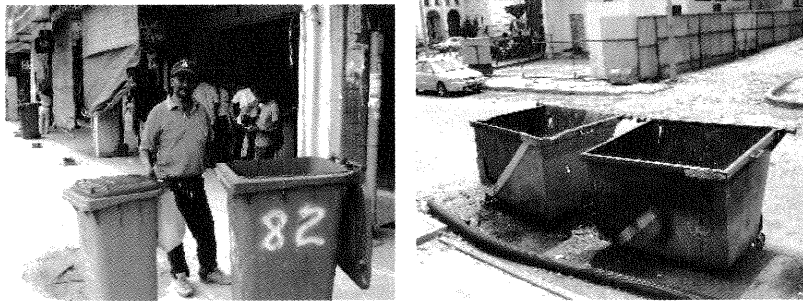


図 2.4.1 各種ごみ BOX

回収された一般廃棄物は、基本的には毎日 SWM 社が収集・運搬して、最終処分場に直接埋立て処分されている。ジョホール州で現在使用されている最終処分場は、約 30 箇所ある。これらの最終処分場はオープンダンピングである。規模は比較的小さいものも多く、すでに多くの最終処分場の残余年数は1年未満となっている。また何の環境対策を施されないオープンダンピングや、即日覆土程度だけの最終処分場が多い。



図 2.4.2 ごみ収集車

ジョホール州で現在使用されている 31 箇所の最終処分場について、最終処分場名称、敷地面積、残余年数、埋立日量、処分場のクラス、メタンガス回収の有無を以下の表に示す。

表 2.4.1 ジョホール州の最終処分場

No	Name of the place	Land Area (m2)	Total Solid Waste Landfilled (ton/day)	Classification *	Methane Gas Collection
1	Larkin#	200,000	500	1	None
2	Ulu Tiram#	140,000	NA	4	None
3	Kelapa Sawit#	200,000	NA	2	None
4	Saleng#	40,000	NA	2	None

5	Pekan Nenas	50,000	30	1	None
6	Rimba Terjun	20,000	80	1	None
7	Sanglang	10,000	12	1	None
8	Kg. Pasir, Pasir Gudang	120,000	200	1	None
9	Kg. Batu Empat	140,000	57	1	None
10	Machap	NA	NA	0	None
11	Chamek	2,000	NA	0	None
12	Kg. Gajah	8,000	NA	1	None
13	Kluang	60,000	NA	0	None
14	Minyak Beku	12,000	NA	0	None
15	Air Hitam	20,000	NA	2	None
16	Parit Sulong	5,000	NA	0	None
17	Yong Peng	40,000	NA	2	None
18	Bakri	150,000	300	3	None
19	Pagoh	8,000	NA	3	None
20	Jln. Sengkang, Bukit Gambir	8,000	NA	2	None
21	Jln Sialang, Tangkak	12,000	NA	2	None
22	Tomayoo, Air Panas	27,000	30	0	None
23	Labis	16,000	NA	0	None
24	Jementah	20,000	10	0	None
25	Sg. Segamat, Bandar Baru Segamat	50,000	90	1	None
26	Endau	40,000	18	0	None
27	Jemaluang	48,000	5	0	None
28	Mersing	40,000	28	0	None
29	Bandar Petri Jaya	77,000	NA	2	None
30	Bandar Tenggara	100,000	40	2	None
31	Bandar Tua Tau	100,000	NA	2	None

* --- MHLG Landfill Level のよる分類:

Note : # Located in Johor Bahru Area

0 – Uncontrolled tipping

1 - Control tipping with fencing and soil cover every 3 days

2 – Control tipping with daily soil cover and bund

3 – Leachate recirculation and daily soil cover

4 – Proper sanitary with leachate, gas control and daily soil cover

NA --- Not available

またこれらの最終処分場の位置を添付 図 2.4.1 の地図に示す。いずれの最終処分場も残余年数がほとんどなく、将来これらが順次閉鎖されたあとは、2箇所的大型で近代的な最終処分場に埋め立てられる計画となっている。

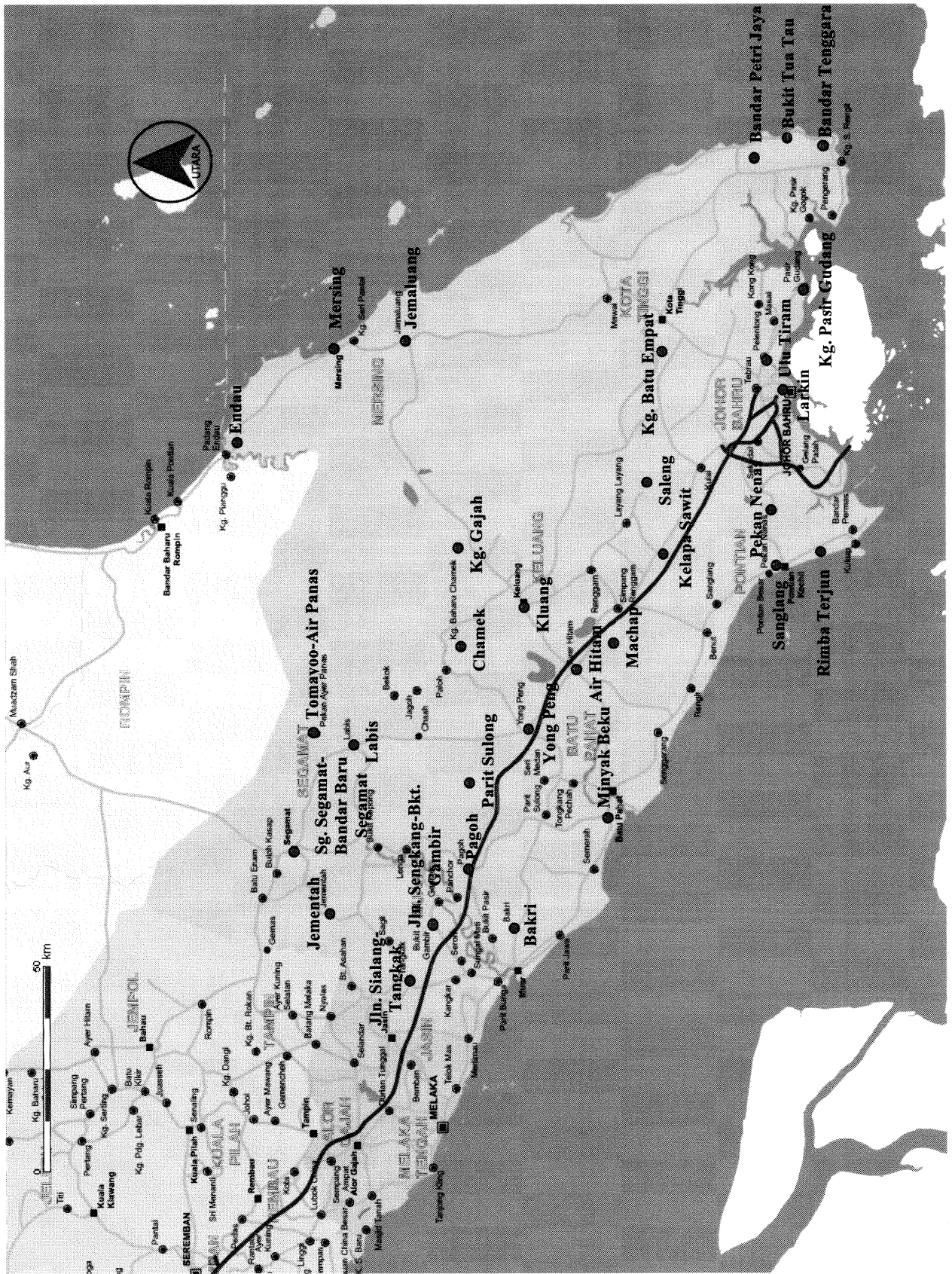


図 2.4.3 ショホール州の最終処分場地図 (●印が所在地を示す。)

2001年時点のジョホール州の人口は274万人であり、ジョホール州における廃棄物の日発生量は、廃棄物の発生率を0.88 kg/人/日(MHLG 推定*)と仮定すると、廃棄物の発生量は2,411Tonとなる。廃棄物新設の Seelong 最終処分場は、前述の2箇所の大型で近代的な最終処分場のひとつであり、もしジョホール州における廃棄物の日発生量の半分を受け入れるとした場合、受入れ廃棄物量は約1,200Ton程度となる。人口も年間2-3%の割合で増加していると推定され、これに伴い廃棄物量も増加する見込みである。廃棄物の基礎データが充分にないが、一般廃棄物はこの廃棄物の多くを占めていると考えられるため、今回のプロジェクトで受け入れる一般廃棄物量の日量300Tonは充分確保可能と考えられる。

* 出典:環境技術 Vol.32 No.8(2003)マレーシアにおける廃棄物の処理処分の現状

2.5 廃棄物の物理的・化学的組成

ジョホールバルとその周辺地域から発生した固形廃棄物は、この地域の複数の最終処分場に埋め立て処分されている。しかしながらこれらの既設の最終処分場は残余年数がなく、間もなく閉鎖された後は新設の Seelong 最終処分場に向かうことになる。従って、廃棄物の化学的・物理的組成の検討は、このような既設の最終処分場の一つである Ulu Tiram 最終処分場に搬入された一般廃棄物を対象とした。

2003年 Ulu Tiram 最終処分場に搬入された一般廃棄物より採取された3つのサンプルの物理的・化学的組成の分析値(*)を、以下に示す。

* 出典: マレーシア工科大学

表 2.5.1 一般廃棄物の物理組成(湿基準)

成分	Sample 1	Sample 2	Sample 3	平均値
Food waste	23.27	25.87	32.76	27.30
Paper	10.83	23.01	10.94	14.93
Cardboard	3.90	5.09	3.16	4.05
Plastic	20.01	27.30	18.14	21.82
Textile	2.78	0.82	0.54	1.38
Diaper *	10.06	3.56	11.84	8.49
Rubber/leather	3.91	1.28	0.39	1.86
Yard waste	7.63	0.75	9.68	6.02
Yard (Fruit husk)**	7.56	5.72	4.07	5.78
Wood waste	2.85	0.85	0.22	1.31
Other organic	0.66	1.78	1.89	1.44
Glass	4.09	2.30	2.80	3.06
Metal	2.20	1.53	3.50	2.41
Batteries/haz.	0.25	0.14	0.07	0.15
Other inorganic	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100	100	100	100

* 本成分が高めであるのは、1つあたりの量がサンプル量に比べ大きかったためと推定される。

** 椰子殻等を含む。

表 2.5.2 一般廃棄物の化学組成

成分	%	%	%	平均値 %
Carbon (C)	60.56	52.95	55.50	56.34
Hydrogen (H)	9.39	7.93	8.01	8.44
Oxygen (O) - dry basis	21.61	32.93	29.30	27.95
Nitrogen (N)	0.79	0.63	0.81	0.74
Sulphur (S)	0.05	<0.01	<0.01	0.02
Chlorine (Cl)	0.60	0.52	0.32	0.48

表 2.5.3 一般廃棄物の三成分平均値

水分 (wt %)	51.60
可燃分 (wt %)	45.48
灰分 (wt %)	2.92

2.6 コンポストプラントの概要

コンポストプラントの処理フロー

本章2. 2項、2. 3項および2. 5項にて検討したプロジェクト計画、廃棄物発生状況および廃棄物の組成に基づき、コンポスト処理施設の処理フローと基本的考え方を、以下の図 2.6.1 に示す。

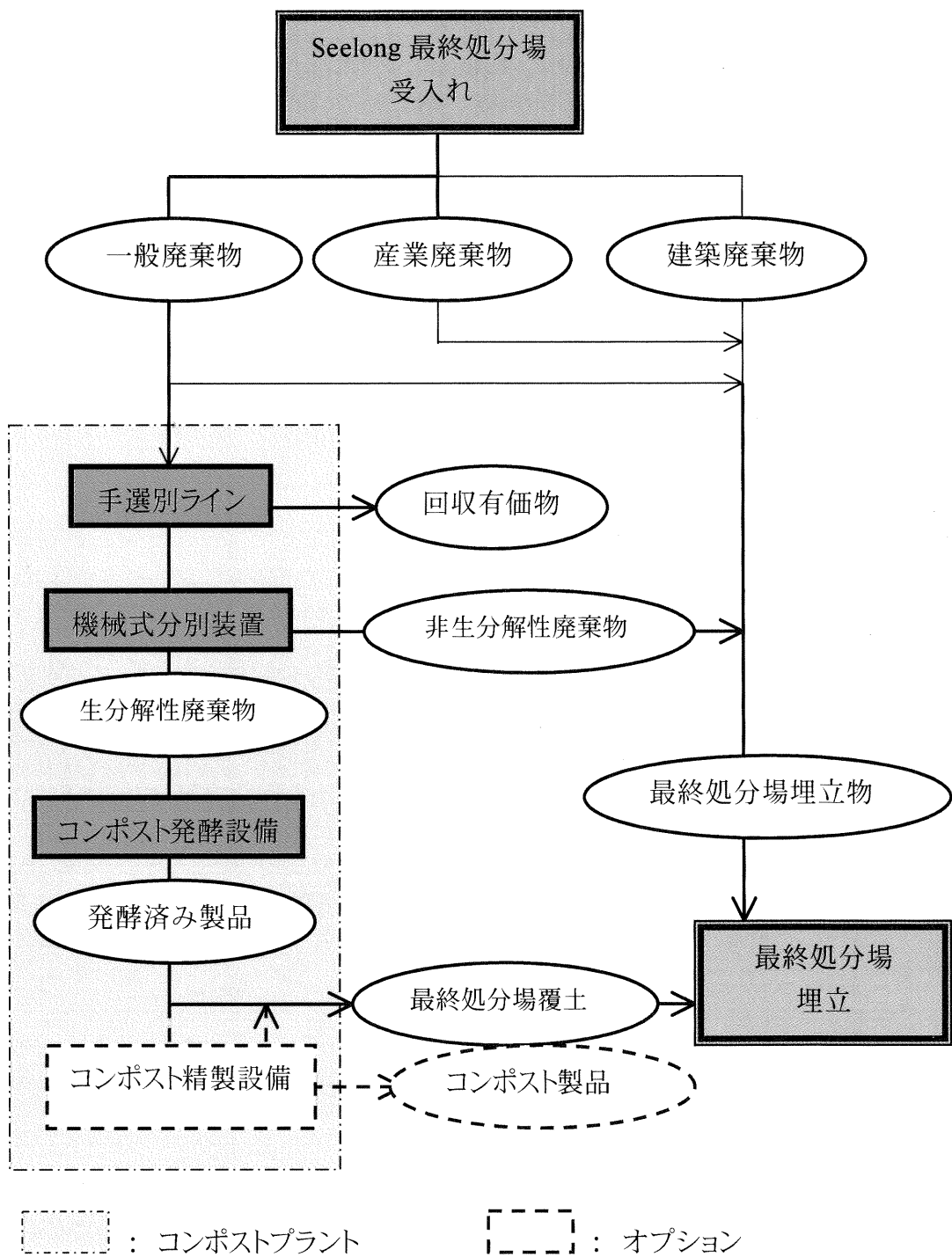


図 2.6.1 コンポストプラントと処理フロー

- 1) 収集・運搬され Seelong 最終処分場に搬入された一般廃棄物、産業廃棄物、建築廃棄物のうち、有機性廃棄物を多く含む一般廃棄物をコンポストプラントで受け入れる。

- 2) コンポストプラントでは、まず受け入れた一般廃棄物より手選別により若干量の紙、プラスチック、金属およびガラス等の有価物を回収する。また大きな発酵不適物があれば除去する。
- 3) 次に機械的分別装置により、厨芥・紙・草木を中心とする生分解性廃棄物とプラスチック・金属等を多く含む非生分解性廃棄物に分別される。機械式分別装置には選択破碎分別装置を採用し、分別と同時に発酵に適するよう破碎も同時に行なう。この後生分解性廃棄物はコンポスト発酵槽に投入される。一方、有機物が少なく発酵不適物である非生分解性廃棄物は、最終処分場に埋め立てられる。尚、選択破碎分別装置は、乾電池を破碎せず発酵不適物として取り出せるため、将来コンポスト製品を製造した場合に、コンポスト製品が乾電池で汚染されることがない。
- 4) コンポスト発酵設備においては、温度と湿度を十分に管理しながら、一次発酵と二次発酵が進められる。発酵設備には良好な好気性発酵を確保するために、密閉型の横型パドル式発酵槽を採用し、好気性発酵に必要な空気を供給するとともに、パドルの攪拌と解砕機能により、発酵期間の短縮と均一な発酵が図れる。横型パドル式発酵槽は自動運転されるため、運転が容易である。
- 5) 発酵槽では約6週間で一次・二次発酵が完了する。本プロジェクトにおいては、この発酵済み製品を隣接地の最終処分場の即日覆土あるいは中間覆土として、埋立てごみの表層部に敷く。本発酵物は、発酵熱で菌が死滅しており衛生的でありまた悪臭がない。従って覆土としての使用は問題ない。また表層に敷くことにより、発酵物にまだ含まれる有機物が嫌気性発酵することが防止される。本コンポストプラントに、オプションとして将来精製設備を別途設置すれば、発酵済み製品からコンポスト製品を製造することが可能となる。建屋には、精製設備とコンポスト製品の保管場所は考慮されている。ただし現状においては、コンポストに適する高品位な原料収集と製品販売の体制が確立しておらず、コンポスト製品の製造は将来これらの体制が整ってからとなる。

コンポストプラントの概要

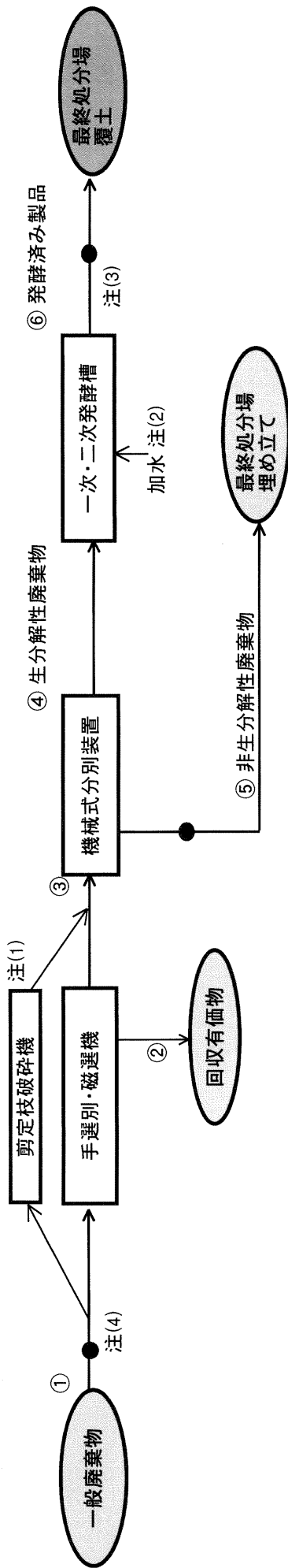
設備容量は、本章2.4項にて検討した廃棄物発生状況の通り、Seelong 最終処分場に向かうと予想される一般廃棄物量のうち、確実に確保できると考えられる量を、今回のプロジェクトにて処理するものとする。この一般廃棄物の組成については、本章2.5項にて検討した今後 Seelong 最終処分場に向かうと予想される Ulu Tiram 最終処分場に搬入された一般廃棄物のサンプルの分析値とする。

コンポストプラントの概要は以下の通りとする。

受入れ廃棄物 : 一般廃棄物
受入れ量 : 300 t/日
運転日数 : 300日/年
運転時間 : 15時間/日

このマテリアルバランス、フローシートおよびプロットプランは、添付 図 2.6.2、図 2.6.3 および図 2.6.4 の通りである。

図2.6.2 マテリアルバランス

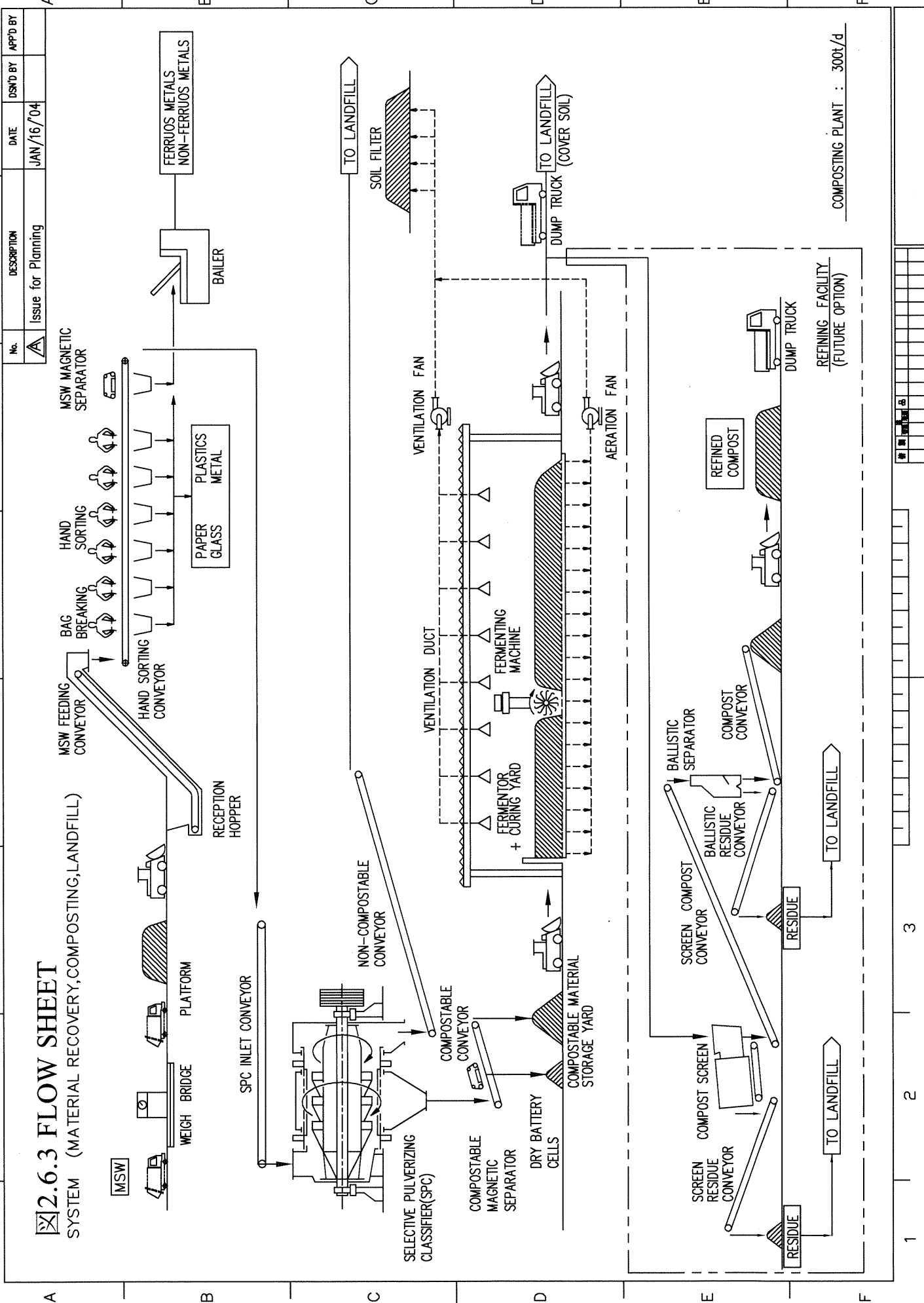


ITEM	① 一般廃棄物	② 回収有価物	③ 機械式分別装置 入口廃棄物	④ 生分解性 廃棄物	⑤ 非生分解性 廃棄物	⑥ 発酵済み製品
WET t	300.0	10.8	289.2	162.4	126.8	55.2
WATER%	52.0	15.1	53.4	63.8	40.0	30.0
BULKt/m3	0.40	0.17	0.42	0.58	0.30	0.35
VOL. m3	750	62	688	279	423	158
DRY t	144.0	9.1	134.8	58.8	76.1	38.6
WATER t	156.0	1.6	154.4	103.6	50.8	16.6
WET t						
1.1 Paper	56.9	1.1	55.8	31.8	24.0	
1.2 Textile	4.1		4.1	0.4	3.7	
1.3 Plastic	90.9	1.8	89.1	8.9	80.2	
1.4 Wood, Leave	39.3		39.3	31.5	7.8	
1.5 Fruit, Vegetable	81.9		81.9	78.6	3.3	
1.6 Bone, Shell	4.3		4.3	4.2	0.1	
1.7 Leather, Rubber	5.6		5.6	0.2	5.4	
2.1 Metal	7.3	5.1	2.2	0.4	1.8	
2.2 Glass	9.2	2.8	6.4	6.4	0.0	
2.3 Stone, Ceramics	0.0		0.0	0.0	0.0	
2.4 Sand	0.0		0.0	0.0	0.0	
2.5 Hazardous Waste	0.5		0.5	0.0	0.5	

注(1) 剪定枝を9t/D程度を破砕すると仮定。破砕後は発酵槽に直接投入することも可能。
 注(2) 二次発酵での加水は発酵槽の浸出水を利用し、外部への排水を避ける。
 注(3) 将来コンポストに適する高品位な原料収集とコンポスト製品販売の体制が確立した場合は、別途精製設備を設置し、製品コンポストを製造することが可能である。精製設備にてプラスチック、ガラス、金属等の異物が除去される。
 注(4) ●印は、モニタリングポイントを示す。

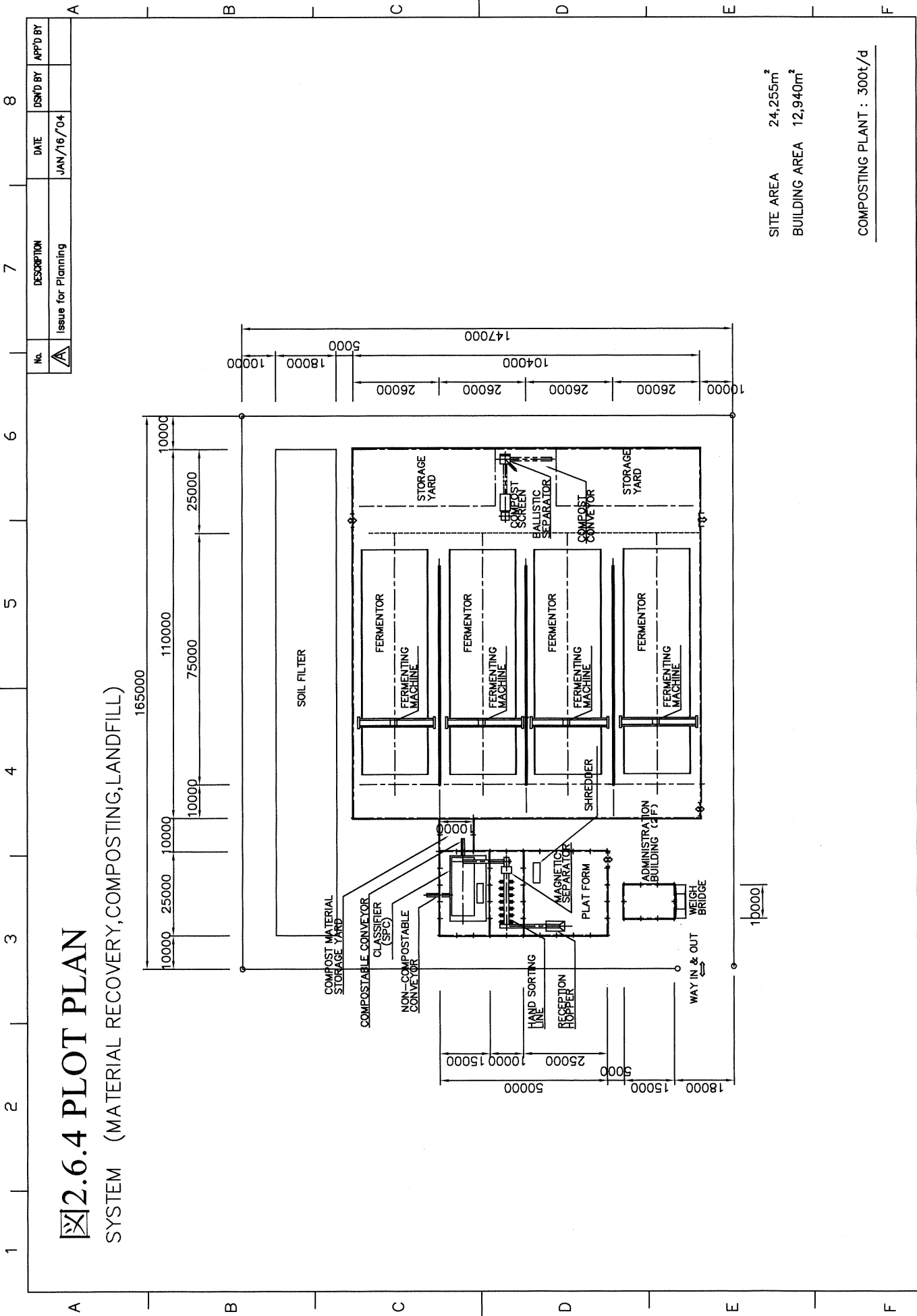
2.6.3 FLOW SHEET

SYSTEM (MATERIAL RECOVERY, COMPOSTING, LANDFILL)



No.	Description	Date	DSND BY	APPD BY
A	Issue for Planning	JAN/16/04		

COMPOSTING PLANT : 300t/d



No.	DESCRIPTION	DATE	DS'D BY	APP'D BY
1	Issue for Planning	JAN/16/04		

SITE AREA 24,255m²
 BUILDING AREA 12,940m²

COMPOSTING PLANT : 300t/d

コンポストプラントの設備

主要設備の概要および概略仕様は以下の通りである。

1) 受入れ設備

一般廃棄物のごみ収集車は管理棟で受け入れた後、重量測定装置を経てプラットフォームまで廃棄物を搬送する。

①重量測定装置

型式	:ロードセルタイプ
数量	:1台
容量	:最大計測重量:20t
最小測定値	:10kg
寸法	:幅 2.7m、長さ 6.5m
ロードセル容量	:10t/セル
材質	:本体:鉄製、構造物:鉄製
付属品	:記録装置:1 式、アンカーボルト:1 セット、 DC 電源:非常用 DC 電源:1 式

②プラットフォーム

型式	:フロアー型
数量	:1 式
対象物	:一般廃棄物
貯留容量	:廃棄物搬入量 1 日分、750m ³
広さ	:375 m ²
貯留高さ	:2.0m
材質	:コンクリート製
付属品	:サイドカバー 1 式、車止め 1 式、汚水溜め 1 式

③排水ポンプ

型式	:遠心ポンプ
台数	:1 式
水質	:排水
容量	:0.1m ³ /min.
揚程	:32m
材質	:本体:鋳物鍛造、インペラ:鋳物鍛造

モーター :1台 3.7kW、220V

2) 前処理設備

前処理設備においては、紙、プラスチック、非鉄金属、ガラス類など有価物を手選別工程にて回収する。又鉄類は後段の磁選機により回収される。この後、一般廃棄物に多く含まれる発酵不適物(非生分解性廃棄物)を効率的に機械的に選別除去し、同時に主に生分解性廃棄物を対象に発酵に適するように破碎する必要がある。このために選択破碎分別装置(Selective Pulverizing Classifier (SPC))を採用する。下図は本装置の概要を示すもので、供給された廃棄物は速度の異なるドラムとスクレーパーにより破碎選択されて、グループAに主に発酵に適する厨芥類等が破碎されて、グループBに主にプラスチック類を多く含む発酵不適物が破碎されずに出てくる。特に乾電池を破碎せず発酵不適物として取り出されるため、将来コンポスト製品を製造した場合にも、コンポスト製品が乾電池で汚染されることがない。発酵の前処理として、剪定枝等の一部は別途破碎機で破碎する。

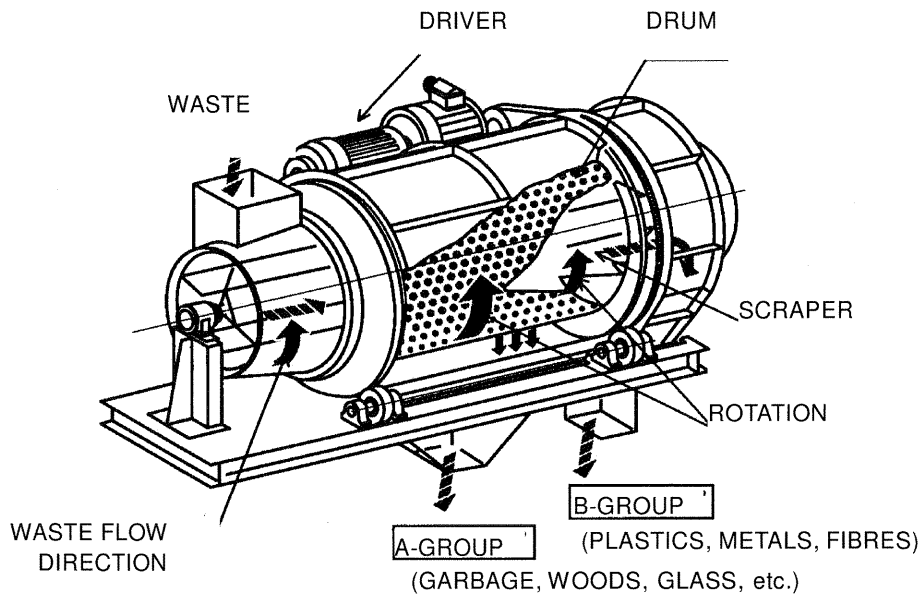


図 2.6.5 選択破碎分別装置 (SPC)

① フィードコンベヤ

型式

:受入れホッパー付エプロンコンベヤ

台数 :1 台
対象物 :一般廃棄物
貯留槽容量 :20m³
容量 :20t/h
水平長 :15.0m
垂直長 :12.0m
寸法 :1.4mW X 16.0mL X 13.0mH
モーター :1 台 15.0Kw、220V

② 手選別コンベヤ

型式 :スルータイプ
台数 :1 式
対象物 :一般廃棄物
容量 :20t/h
ベルト幅 :1200mm
ベルト長 :21.0m
モーター :1 台 5.5kW、220V

③ 一般廃棄物磁選機

型式 :自動ベルトクリーニングタイプ
設置システム :オーバーハング型
磁石型式 :永久磁石型
台数 :1 台
対象物 :一般廃棄物
容量 :19.5t/h
許容コンベヤベルト幅 :1350mm
ベルト幅 :1200mm
外寸 :1.0mW X 1.2mL X 0.8mH
モーター :1 台 1.5kW、220V

④ SPC 搬入コンベヤ

型式 :スルータイプ
台数 :1 式
対象物 :一般廃棄物
容量 :19.5t/h
ベルト幅 :900mm

ベルト長 :15.0m
外寸 :1.1mW X 16.0mL X 0.8mH
モーター :1 台 2.2Kw、220V

⑤ 選択破碎分別装置 (SPC)

型式 :2 種分離型
台数 :1 台
対象物 :一般廃棄物
容量 :19.5mt/h
ドラム径 :3m
外寸 :9.0mW X 11.0mL X 4.0mH
モーター :1 台、 355kW、220V

⑥ 発酵物原料磁選機

型式 :自動ベルトクリーニングタイプ
設置システム :オーバーハンド型
磁石型式 :永久磁石型
台数 :1 台
対象物 :分別破碎後の生分解性廃棄物
容量 :15.0t/h
許容コンベヤベルト幅 :750mm
ベルト幅 :600mm
外寸 :0.9mW X 1.0mL X 0.7mH
モーター :1 台、1.5kW、220V

⑦ 破碎機

型式 :ハンマーミル、エンジン駆動型
容量 :10t/d
台数 :1 台
対象物 :剪定枝等
馬力 :33 馬力

⑧ 発酵物搬送コンベヤ

型式 :スルータイプ
台数 :1 式
対象物 :破碎後の生分解性廃棄物

容量	:15.0t/h
ベルト幅	:750mm
ベルト長	:17.0m
外寸	:0.9mW X 18.0mL X 0.7mH
モーター	:1 台、2.2kW、220V

⑨ 発酵不適物搬送コンベヤ

型式	:スルータイプ
台数	:1 式
対象物	:非生分解性廃棄物
容量	:8.5t/h
ベルト幅	:900mm
ベルト長	:10.0m
外寸	:1.1mW X 11.0mL X 0.9mH
モーター	:1 台、3.7kW、220V

3) コンポスト発酵設備

発酵設備には良好な好気性発酵を確保するために、密閉型の建屋内に設置される横型パドル式発酵槽(Round-trip Padding Fermentor (RPF))を採用し、好気性発酵に必要な空気の供給するとともに、パドルの攪拌と解砕機能により、一次・二次発酵期間の短縮と均一な発酵を図る。横型パドル式発酵槽は自動運転されるため、運転が容易である。下図は本装置の概要を示すもので、走行装置に取り付けられたパドル型攪拌装置が、走行と横行を繰り返すことにより、入り口より供給された原料の攪拌と出口への移送を同時に行なう。高速で回転するパドルが発酵槽の全域を攪拌すること及び発酵槽下部よりエアレーション用送風機で空気を吸引することにより空気が均一に供給されることにより、均一で迅速な好気性発酵ができる。原料の一般廃棄物より出る可能性のある浸出水は、発酵槽にてコンポストの湿度管理のための加水として利用するので、汚水排出の問題は発生しない。またコンポストプラントの主な騒音源である空気送風機は、建屋内の設置することにより騒音の問題も発生しない。

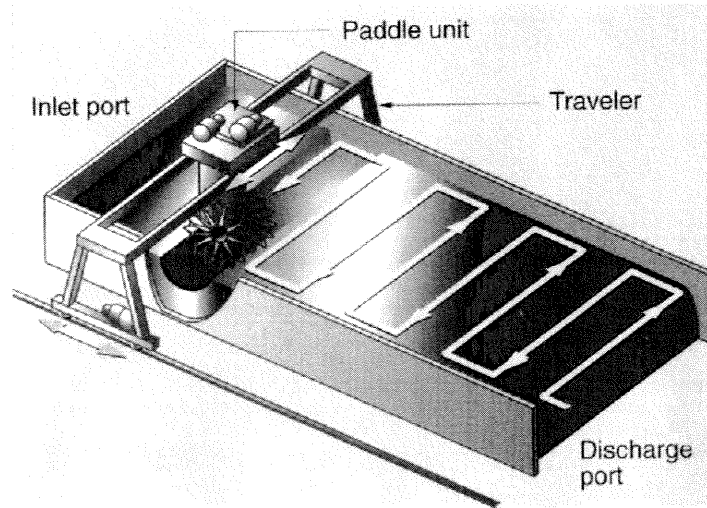


図 2.6.6 横型パドル式発酵層 (RPF)

① 発酵槽

型式	:横型パドル式発酵槽 (RPF)
台数	:4 台
対象物	:分別破碎後の生分解性廃棄物
容量	:28 日
切返し	:1回/日
寸法	:21.5mW x 70.0m L

② 攪拌機

型式	:パドル式
台数	:4 台
対象物	:分別破碎後の生分解性廃棄物
パドル径	:2.2m
切返し	:1回/日
モーター	:1 台、55 kW、220V / 攪拌用 1 台、2.2Kw、220V / 移動用 2 台、1.5Kw、220V / 移動用

③ エアレーション用送風機

型式	:ターボファン
台数	:8 台
エアー容量	:35m ³ /min.
圧力	:4kPa

外寸	:0.8mW X 1.0mL X 0.8mH
モーター	:1 台、3.7kW、220V

4) コンポスト精製設備(オプション)

前述の通り、本設備はコンポストに適する高品位な原料収集と製品販売の体制が確立してからのオプションとなる。2 次発酵を終えたコンポストは、コンポスト精製設備においてコンポスト中に含まれるガラス、石、プラスチック等を除去され、さらに粒度を整える工程を経ることとなる。これにより、コンポストの品質を向上させ農業用、緑地用に十分な品質のコンポストとすることが出来る。発酵槽の容量はコンポスト製造を考慮している。またコンポスト製品の保管施設としては、建屋内に保管期間が 30 日程度のフロアが確保されている。コンポスト精製設備には、オプションとして以下の機器が必要となるが、これらの仕様は原料成分が確定してから決定される。

- ①コンポストスクリーン
- ②スクリーン選別後コンポスト搬送コンベヤ
- ③スクリーン選別後残渣搬送コンベヤ
- ④バリスチックセパレーター
- ⑤バリスチック選別後コンポスト搬送コンベヤ
- ⑥バリスチック選別後残渣搬送コンベヤ

5) 脱臭設備

コンポスト発酵槽は密閉型であり、この設備内で発生するアンモニアガス等を含むガスの排気は、ベンチレーション用送風機にて土壌脱臭型の脱臭設備に送られ脱臭したのち、大気に排出される。従ってコンポストプラントから悪臭が発生することはない。

①ベンチレーション用送風機

型式	:ターボファン
台数	:8 台
エアー容量	:165m ³ /min.
圧力	:2.5kPa
外寸	:0.9mW X 1.8mL X 1.3mH
モーター	:1 台、11kW、220V

②脱臭設備

型式	:土壌脱臭型
台数	:1式

エアー容量 :1,832m³/min.
土壌フィルター面積 :2,610m²
外寸 :18mW X 145mL

6) 重機類

①フロントエンドローダ

型式 :シャベルローダー、水冷式 4 気筒エンジン搭載型
台数 :3 台(施設全体)
対象物 :一般廃棄物、コンポスト原料、コンポスト残渣等
バケット容量 :2.3m³
馬力 :150 馬力
バケット幅 :2.6m
外寸 :2.6mW X 6.8mL X 3.3mH

2.7 プロジェクトの運転と保守

2.7.1 年間運転日数

年間運転日数 : 300日/年

2.7.2 1日当り操業時間

日当り運転時間 : 15時間/日

2.7.3 所要人員

コンポストプラントの運転に必要な作業人員は以下の通りとする。1 シフトあたりの作業時間については、引継ぎ時間1時間を含め8時間制の2交代とする。

	日勤	夜勤
班長:	1人	0人
エンジニア:	3人	2人
技術者:	3人	3人
フロントエンドローダ運転員:	3人	3人
攪拌機運転員:	1人	0人
手選別作業員:	15人	15人
雑役:	5人	5人
重量測定員:	1人	1人
	32人	29人

各員の作業内容は以下の通り。

- 班長 :コンポストプラント全体の総括
- エンジニア :コンポストプラントの技術責任者。機器類、電気関係、建屋管理等に関して責任を負う。
- 技術者 :運転管理、機器類の日常の点検、メンテナンス、コンポスト品質に関する責任を負う。
- フロントエンドローダ運転員:フロントエンドローダの運転及び保守管理の実施。
- 攪拌機運転員 :攪拌機の運転及び保守管理の実施
- 手選別作業員 :手選別作業およびプラント内部の清掃など
- 重量測定員 :搬入車両の重量測定、記録など

2.8 概算見積もり（初期投資コストと維持管理費用）

2.8.1 プラント建設費

本計画におけるコンポストプラントの建設費は以下の通り。

表 2.8.1 プラント建設費

設備規模 300t/d

単位：百万円

項目	
受入設備	9
前処理設備	213
発酵設備	218
精製設備	0
脱臭設備	96
その他雑設備	9
電気計装	199
CIF	70
設計費他	133
予備品	10
土木建築費	498
重機類	45
合計	1,500

2.8.2 維持管理費用

本計画におけるコンポストプラントの年間のメンテナンス費用は以下の通り。

表 2.8.2 プラント維持管理費

設備規模 300t/d

単位：百万円/年

項目	
メンテナンス費用	22.5

本計画におけるコンポストプラントの用役は以下の通り。

表 2.8.3 プラント用役 利用量

設備規模 300t/d

項目	
電気（プラント運転日）	6,890 kWh/d
電気（プラント休日）	2,530 kWh/d
工業用水（洗浄、加水等）	22 t/d
市水（職員用）	6 t/d
燃料（車両用軽油）	510 L/d
潤滑油（車両用）	9 L/d
潤滑油（機械用）	4 L/d

2.9 温暖化ガスが削減される技術的根拠

マレーシア国のジョホールバルとその周辺地域のジョホール州南部においては、一般廃棄物は最終処分場にて埋立て処分されている。この一般廃棄物には、多くの有機性廃棄物を含み、これが地中深くに埋立てられ空気が遮断された条件となっているため有機性廃棄物が嫌気性発酵している。この結果温暖化ガスである CH₄ が発生している。

最終処分場より発生するこの温暖化ガスを削減するには、以下に示す方法がある。

- 1) 原因となる有機性廃棄物の埋立量を削減する。
- 2) 有機性廃棄物を地中深くに埋立てない。

本プロジェクトで提案のコンポストプラントにおいては、この有機性廃棄物を多く含む一般廃棄物を受け入れたのち、手選別、機械式選別にて有価物の回収やプラスチック等の発酵不適物の除去をおこなう。この発酵不適物は埋立処分されるが、この量は一般廃棄物量として直接埋立された場合の半分以下に削減され、さらにここに含まれる有機性廃棄物の割合も少なくなる。この結果、有機性廃棄物の埋め立て量が大幅に削減される。

有機性廃棄物を多く含む原料は発酵槽に投入され、ここで1次・2次発酵が完了した発酵済み製品となる。コンポストプラントにおける発酵プロセスでは、空気を充分に取りこみ有機性廃棄物が好気性発酵で分解し CO₂ を発生する。しかしながら、この CO₂ は自然界で植物が分解し再生する際に発生し吸収される CO₂ と同じものと見なされ、温暖化ガスとならない。IPCC においてもこのような CO₂ は温暖化ガスとみなしていない。発酵済み製品は最終処分場の覆土として表層に敷くことにより、発酵物にまだ含まれる有機物が嫌気性発酵することが防止される。尚、発酵済み製品は本来精製設備にてコンポスト製品化することが収益上は理想的であるが、現時点では発酵済み製品にとどめ、これを最終処分場の覆土として利用する。将来コンポスト製品化しコンポストとして緑地や農地に利用する場合においても、同様に表層で使用されるため、有機物が嫌気性発酵することが防止される。

第3章 ベースラインの概要

3.1 温暖化ガス削減量の算定

現在、ジョホールでは固形廃棄物は直接埋立地に廃棄されており、埋立地で嫌気性発酵し、メタンガスとして大気に放出されている。

埋立地からのメタンガスの放出の算定方法については、[IPCC 2000]の廃棄物の項で、下記に示す方法が提言されている。これらの方法以外にも埋立地からのメタンガスの経年変化を研究しているものは多いが、欧米や日本などの研究成果が殆どであり、気候条件や廃棄物組成が欧米・日本とは大きく異なる東南アジア諸国への応用性については、検討が殆ど行なわれていないのが現状である。タイやマレーシアの研究論文などを見ると、こうした熱帯地方におけるメタンの発酵速度は温帯・寒帯に属する地域に比べるとかなり早いと考えられている。

IPCC 提唱の埋立地からのメタン発生量計算方法

①(時間的要素を考慮しない場合): IPCC Default Method

②(時間的要素を考慮した場合): FOD Method

①の方法は下記式により計算される。[IPCC 1996, p.6.3]

$$CH4Generation(Gg/yr) = (MSW_T \times MSW_F \times MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16 \div 12 - R) \times (1 - OX)$$

②(FOD法)のメタンガス発生算出式は下記の通りである。[IPCC 2000, p5.6]

$$CH4Generation(Gg/yr) = \sum_x \left[(A \times k \times MSW_T(x) \times MSW_F(x) \times L0(x)) \times e^{-k(t-x)} \right]$$

;for x = initial year to t

変数は下記の通り。

t = year of inventory

x = years for which input data should be added

A = $(1 - e^{-k}) / k$; normalization factor which corrects the summation

k = Methane generation rate constant (1/yr)

MSW_T(x) = Total municipal solid waste (MSW) generated in year x (Gg/yr)

MSW_F(x) = Fraction of MSW disposed at SWDS in year x

L0(x) = Methane generation potential [MCF(x) * DOC(x) * DOC_F * F * 16 / 12
(Gg CH₄/Gg waste)]

MCF(x) = Methane correction factor in year x (fraction)

DOC (x) = Degradable organic carbon (DOC) in year x (fraction) (Gg C/Gg waste)

DOC_F = Fraction of DOC dissimilated

F = Fraction by volume of CH₄ in landfill gas

R = Methane recovery

OX = Oxidation factor

16 / 12 = Conversion from C to CH₄

また、ジョホールにおけるデータは下記の通りである。

k=0.15

MSW_T (x) * MSW_F (x) = 0.3Gg (=300t)

MCF=1

DOC=0.1644

DOC_F=0.77

F=0.5

R=0

OX=0

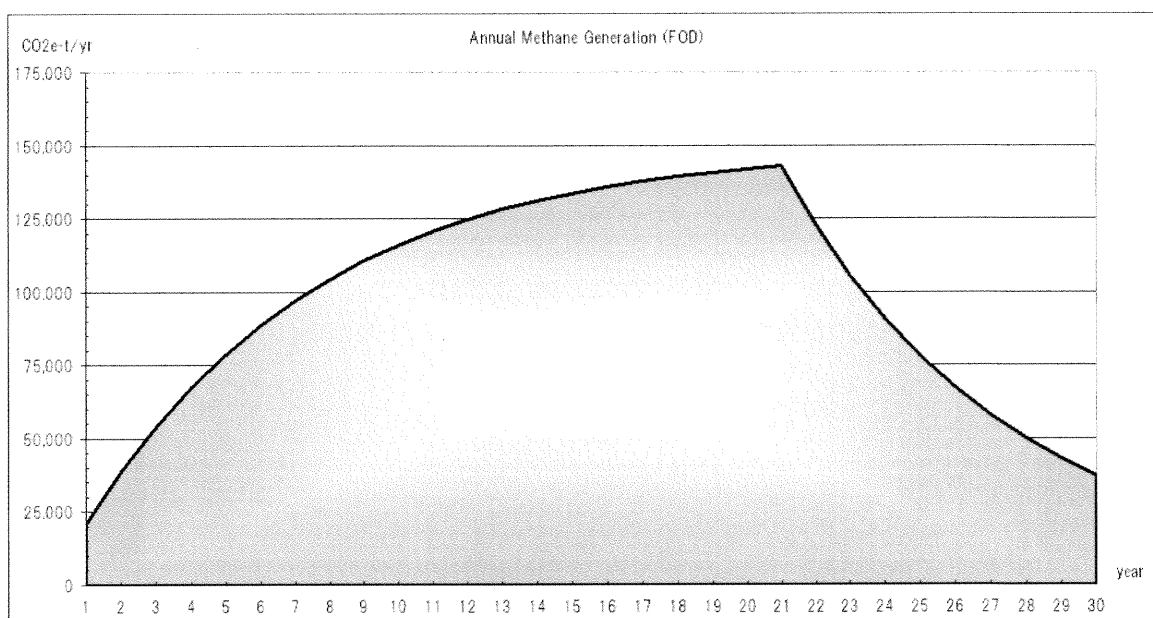
k値はタイの研究文献から、またDOCは実際のデータからその他はIPCCのデフォルト値を利用した。

①により、プロジェクトが対象とする一般廃棄物(300トン/日)を埋め立てた場合に発生するメタンガス量は下記の通り計算できる。

メタンガス発生量=7,110CH₄t/yr (149,310CO₂e-t/yr)

また、②を用いてメタンガス発生モデルを計算した。一日300トンの廃棄物が21年間埋立地に投棄された場合の、30年分のメタン発生量をグラフ化すると下記の通りとなる。

図3.1.1 FOD法によるメタンガス発生量の経年変化 (k=0.15)



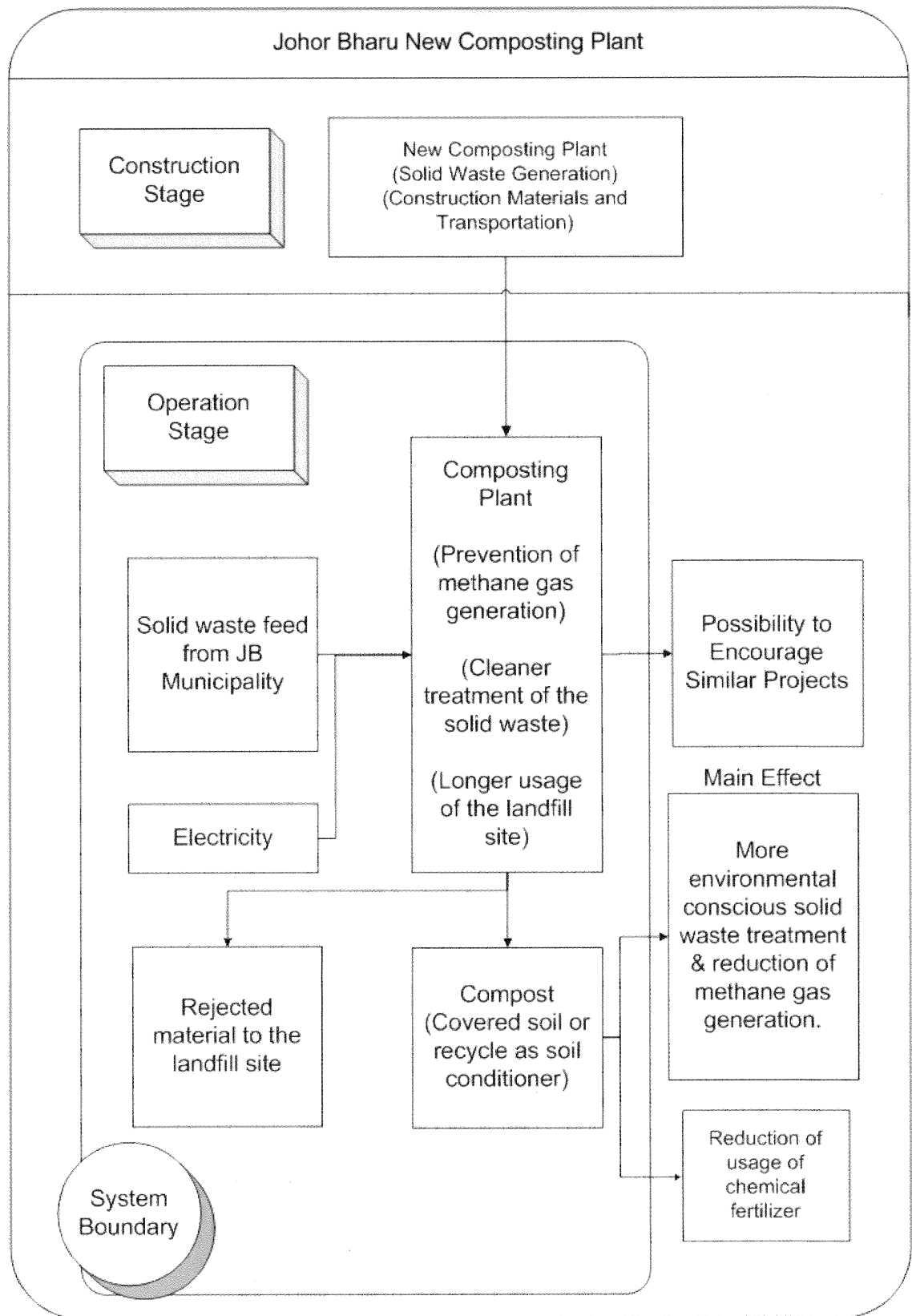
FOD法は主に米国や欧州で開発・利用されているものであり、アジアでの研究例は少ない。日本政府も別のモデルを利用して、インベントリを作成しており、FOD法の信頼性はそれほど高くないと考えられる。また、k 値の設定によって想定される年間メタンガス発生量がかなり異なるという問題点があり、不確定要素が多い。

3.2 ベースラインの検討

3.2.1 プロジェクト領域の検討

本プロジェクトの領域は下記の通りになると想定される。

図 3.2.1 プロジェクト領域の概要



プロジェクトがあるなしに関わらず、都市から排出される廃棄物は対象となる埋立地に

運ばれるため、運送経路の変更・追加などによる GHG 排出は考えられない。また、将来的にコンポストを堆肥として利用した場合に、コンポストの搬送の増加による影響、化学肥料利用が削減されることに伴う影響が考えられるが、現段階ではすぐに実行することは難しいため、考慮の対象とせず、従い本プロジェクトによるリーケージは考慮していない。

3.2.2 追加性

マレーシアでは埋立地からのメタンガスを回収することを義務付けた法律はなく、近い将来にそうした法律が制定される予定はない。

また、廃棄物の収集運搬・最終処分は民営化されており、環境規制がない分野への新たな投資を行うことは、その投資による新たな収入が見込めない以上、資金的にも非常に困難である。

また、本プロジェクトでは日本の技術を導入することを前提としており、これにより廃棄物は好氣的条件下での十分な分解が可能となり、メタンガスの発生抑制効果も上がる。

CDM EB では CDM プロジェクトがベースラインでないことの確認方法として、下記のような方法を提言している。

- (a) ベースラインオプションを狭めていくようなフローチャートによる判断。
- (b) 潜在的オプション案の定量的または定性的評価を行ない、CDMプロジェクト以外がなぜ起こりうる可能性が高いのかを示す。
- (c) 提案CDMプロジェクトに対する障害を示す。(資金的・技術的・既存の習慣など)
- (d) 提案プロジェクトがプロジェクト実施場所においては一般的な選択案ではなく、法的に必要とされていないことを示す。

[出所:CDM Executive Board 10 Annex 1 から日訳]

本レポートでは(c)の方法で検討することを試みる。

①資金的障害

- ・本プロジェクトは廃棄物の適正処理と地球温暖化ガスの削減を目標としたものであり、プロジェクト自体からキャッシュフローを産み出すことはない。従って本来資金提供者となるべき地方自治体からの追加的な資金の投入は、税金の増加を意味し、政治的な配慮と住民の同意が必要である。
- ・本プロジェクトを実施する(海外を含めた)投資家を呼び込むような政策はない。

- ・プロジェクトを行うことに対する資金的メリット(リターン)がない。
- ・本プロジェクトで行おうとしている他の方法(焼却・メタンガス回収・発電)などを行う経済的メリットはない。

②技術的障害

- ・本プロジェクトに用いられる技術はホストカントリーでは、規模的にも技術的にも全く普及していない。

③その他の障害

- ・生分解性廃棄物の直接埋立を禁止する法律がない。

上記の障害から考えても、プロジェクトはベースラインにはなりえず、追加的であると言える。

3.2.3 ベースライン方法論

ベースラインの名称は『生分解性廃棄物のコンポスト化施設による将来の埋立地からのメタンガス発生削減に関する方法論』とする。

ベースラインの方法論として、マラケシュアコードに下記のアプローチの中から適切なものを選択するように定められている。

- (a) 適用可能であれば、既存の実質的あるいは過去の排出量
- (b) 投資に対するバリアを考慮して、経済的に魅力的なやり方となる技術による排出量
- (c) 似たような社会的・経済的・環境的・技術的状況において過去5年間に行われた、そしてその実績がそのカテゴリー中上位20%に入る同様の事業活動による平均的排出量。

既述の通りジョホール州ではこれまでのオープンダンピングに変えて、新規に管理型の最終処分場が建設されることになっている。従い、メタンガス発生量について既存の実績などを取り入れることは出来ない。

3.2.1 で述べたとおり、コンポストを導入することによる経済的なメリットはなく、方法論としては(b)を選択する。

マレーシアでの廃棄物処理は現在民営化されており、各社が州政府からの委託と処理料を徴収した上で、環境基準に沿った形で運営することとなっている。ジョホールでは新たに大型の埋立処分場が建設されており、当面は本施設を用いて、廃棄物の直

接埋立が行われるものと考えられるためこれをベースラインとする。

現在建設中の埋立地は既存の埋立地のように上に廃棄物を積んでいく(メタンガスの発生しにくい)野積み方式ではなく、廃棄物を下に埋めていく形の管理型の埋立地であり、今後、生分解性廃棄物を直接投棄すると今までよりもメタンガスの発生は促進されると考えられる。

3.3 プロジェクト実施後の温暖化ガス発生と削減効果の検討

メタンガス(削減)

ベースラインのメタンガス発生量の計算方法については、FOD 法は経年変化を表すには適しているが、実際に削減可能となったメタンガスの総量を計算するには、時間の概念(メタンガス発生スピード)を取り入れることなく計算できるため、3.1 で挙げた①の方法で計算可能である。既存の方法論では、PCF が行なっている[Infrastructure Development Finance Company Limited, 2003]も、まだ CDM EB の承認待ちではあるが同様の考え方を取り入れている。

第 2 章で示されたとおり、プラントに投入された廃棄物のうち、コンポスト不適物は機械で取り除かれるが、分別機の仕様上全ての投入廃棄物を適切に分別することは実質的に不可能である。また全ての廃棄物を生分解性廃棄物となるように、日本や欧州で行なっているように住民に分別収集してもらうことも現状では不可能であり、一部のうまく分別できなかった生分解性廃棄物についてはそのまま埋立に回ることになる。この廃棄物は嫌気性発酵して将来的にメタンガスが発生することになる。

これに従い、ベースラインとなるメタンガス削減量は下記の通り計算される。

表 3.3.1 JB 廃棄物の組成

廃棄物処理量:300t/d

	Portion in the MSW	DOC
Paper & Textile	20.36%	40%
Garden waste	6.02%	17%
Food waste	27.30%	15%
Wood	1.31%	30%
Total	54.99%	13.66%

表 3.3.2 コンポスト不適物組成

発生量: 126.84t/d

	Portion in the MSW	DOC
Paper & Textile	21.85%	40%
Garden waste	3.10%	17%
Food waste	2.59%	15%
Wood	3.10%	30%
Total	30.64%	10.59%

表 3.3.1 より

$$\begin{aligned}
 \text{CH}_4 \text{ Generation (t/yr)} &= (\text{MSW}_T \times \text{MSW}_F \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_F \times F \times 16 \div 12 - R) \times (1 - \text{OX}) \\
 &= ((300 \times 300) \times 1 \times 1 \times 0.1366 \times 0.77 \times 0.5 \times 16 \div 12 - 0) \times (1 - 0) \\
 &= 7,110\text{t/yr} \dots \dots \dots \text{①}
 \end{aligned}$$

(プラントに投入される生分解性廃棄物が全てメタンガスとして発生した場合のメタンガス量)

表 3.3.2 より

$$\begin{aligned}
 \text{CH}_4 \text{ Generation (t/yr)} &= (\text{MSW}_T \times \text{MSW}_F \times \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOC}_F \times F \times 16 \div 12 - R) \times (1 - \text{OX}) \\
 &= ((300 \times 300) \times 1 \times 1 \times 0.1059 \times 0.77 \times 0.5 \times 16 \div 12 - 0) \times (1 - 0) \\
 &= 2,068\text{t/yr} \dots \dots \dots \text{②}
 \end{aligned}$$

(除去された廃棄物から発生するメタンガス量)

電力使用量 (増加)

プロジェクト実施によって追加的に発生する温暖化ガスはプラントの運転に伴い使用される電力利用によるものが考えられる。

プラントの電力使用量にマレーシアの電力排出係数を乗じることでこの値は求められる。計算方法は下記の通りとなる。

$$Q_{\text{CO}_2} = (Q_{\text{P_ON}}[\text{kWh/d}] \times \text{OD}[\text{d}] + Q_{\text{P_OFF}}[\text{kWh/d}] \times (365 - \text{OD})[\text{d}]) \times \text{PCO}[\text{kgCO}_2/\text{kWh}]$$

QCO₂: 二酸化炭素発生量

Q_{P_ON}: プラント運転日の電力使用量

Q_{P_OFF}: プラント非運転日の電力使用量

OD: 年間プラント運転日数

PCO: 電力による二酸化炭素発生係数

表 3.3.3 電力からの GHG 発生量計算のための係数

項目	数値
運転日電力使用量	6,895 (kWh/d)
運転休止日電力使用量	2,534 (kWh/d)
年間運転日	300 (d/yr)
電力係数	0.480 CO ₂ e-kg/kWh

以上から、電力からの GHG(二酸化炭素)発生量は下記の通り算定される。

$$\begin{aligned} \text{二酸化炭素発生量} &= (6,895 \times 300 + 2,534 \times (365 - 300)) \times 0.480 \div 1,000 \\ &= 1,072(\text{CO}_2\text{e} - \text{t/yr}) \dots\dots\dots \text{③} \end{aligned}$$

GHG削減効果

①、②、③から下記の通り、期待削減効果が計算できる。

$$\begin{aligned} \text{①} \times 21 &= 149,310 \text{ CO}_2\text{e-t/yr} \\ - \text{②} \times 21 &= 43,428 \text{ CO}_2\text{e-t/yr} \\ - \text{③} &= 1,072 \text{ CO}_2\text{e-t/yr} \\ \text{合計} &: 104,810 \text{ CO}_2\text{e-t/yr} \end{aligned}$$

第4章 モニタリング計画

4.1 モニタリング項目の検討

第3章で検討した通り、本プロジェクトの温暖化ガス削減効果は、コンポストプラントにおける好気性発酵により、従来埋め立てられた有機性廃棄物から発生していたメタンガスが二酸化炭素に置き換わるによる。温暖化ガスの削減量を定量するためには、下式右辺の3項目を明らかにする必要がある。

$$\boxed{\text{温暖化ガス削減量}} = \boxed{\text{①コンポストプラント受け入れ廃棄物からの発生想定量(ベースラインに相当)}} - \boxed{\text{②非生分解性廃棄物からの発生量(プロジェクト実施後の発生量1)}} - \boxed{\text{③エネルギー消費等からの発生想定量(プロジェクト実施後の発生量2)}}$$

図 4.1.1 本プロジェクトによる温暖化ガス削減効果の算定

4.1.1 Default Method によるメタンガス発生量のモニタリング

これらのうち、廃棄物から発生するメタンガスの定量(上式右辺の①、②)には IPCC の Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories(以下 IPCC ガイダンスと言う)に示された、default method を採用する。

表 4.1.1 Default Method による算定式

算定式		
メタン発生量(t/y) = (MSW _T × MSW _F × MCF × DOC × DOC _F × F × 16/12 - R) × (1 - OX)		
パラメータ	パラメータ内容	適用
MSW _T	廃棄物発生量(t/y)	コンポストプラントの運転データを入力
MSW _F	廃棄物の埋め立て処分率	1.0とする
MCF	メタン修正係数	管理型処分場では 1.0 (IPCC Default 値)
DOC	生分解性有機物比率	下記注による
DOC _F	DOC のうち実際分解される比率	リグニンを DOC にカウントしない場合(下記注参照)0.77 (IPCC Default 値)
F	分解ガス中のメタン比率	0.5 (IPCC Default 値)
16/12	メタン重量/炭素重量換算率	—
R	回収・燃焼されるメタン	メタンガス回収を行わないため 0 とする
OX	空気中でメタンが酸化される割合	0 (IPCC Default 値)

注) 生分解性有機物比率 (DOC) の計算

IPCC の default 値を使い下記の算式にて計算する。

$$DOC = (0.4 \times A) + (0.17 \times B) + (0.15 \times C) + (0.3 \times D)$$

ここで

0.4:紙・布類の生分解比率

A:紙・布類の全廃棄物に対する重量百分率(湿基準)

0.17:園芸・公園ごみの生分解比率

B:園芸・公園ごみの全廃棄物に対する重量百分率(湿基準)

0.15:食物由来廃棄物の生分解比率

C:食物由来廃棄物の全廃棄物に対する重量百分率(湿基準)

0.3:木質系廃棄物の生分解比率

D:木質系廃棄物の全廃棄物に対する重量百分率(湿基準)

DOC の算定に当たっては、IPCC ガイダンスに従い、リグニンを除いた重量を用いて計算を行うこととする。

表 4.1.1 より、廃棄物から発生するメタンガスの量を算定するためには、廃棄物の量と組成(上記 A から D の係数)が必要となる事がわかる。

ベースラインは、コンポストプラントに受け入れた廃棄物がそのまま埋立てられたと仮定した場合のメタンガス発生量であるから、コンポストプラントに受け入れた廃棄物量とその組成を測定し、メタンガス量を算定する。一方、プロジェクト実施後のメタンガスは、前処理工程で選別された非生分解性廃棄物から発生するため、非生分解性廃棄物の排出量と組成を測定すればモニタリング可能である。

4.1.2 メタンガス以外の温暖化ガスモニタリング

本プロジェクトの実施に伴い発生する、メタンガス以外の温暖化ガスとしては、プラント動力を主体とした電力消費により発生する二酸化炭素が考えられる。

近接する最終処分場との間で廃棄物および発酵済み製品の運搬が必要となるため、車両の燃料も消費されるが、電力消費による二酸化炭素発生に比べ著しく小さいため考慮する必要は無い。

電力消費によるリーケージを算定するためには、コンポストプラント全体の電力消費量を通年で記録し、それに電力排出係数を乗じる。電力排出係数はマレーシア電力公社(Tenaga Nasional Berhad)より、発電量および燃料消費量のデータを入手し算定する。

4.2 モニタリング計画と報告体制

モニタリングを行うのはコンポストプラント運営のために設立された事業会社が適当である。想定されるモニタリング業務とは具体的に下記のようなものとなる。

- ・データの収集、保管

- ・GHG 削減効果の算定
- ・モニタリングレポートの作成
- ・レポートの提出
- ・排出削減量が認証されるまでの諸手続

モニタリングされるべきデータを表 4.2.1 にその QA/QC に関する条件を表 4.2.2 にまとめ、モニタリングポイントを下図 4.2.1 に示す。

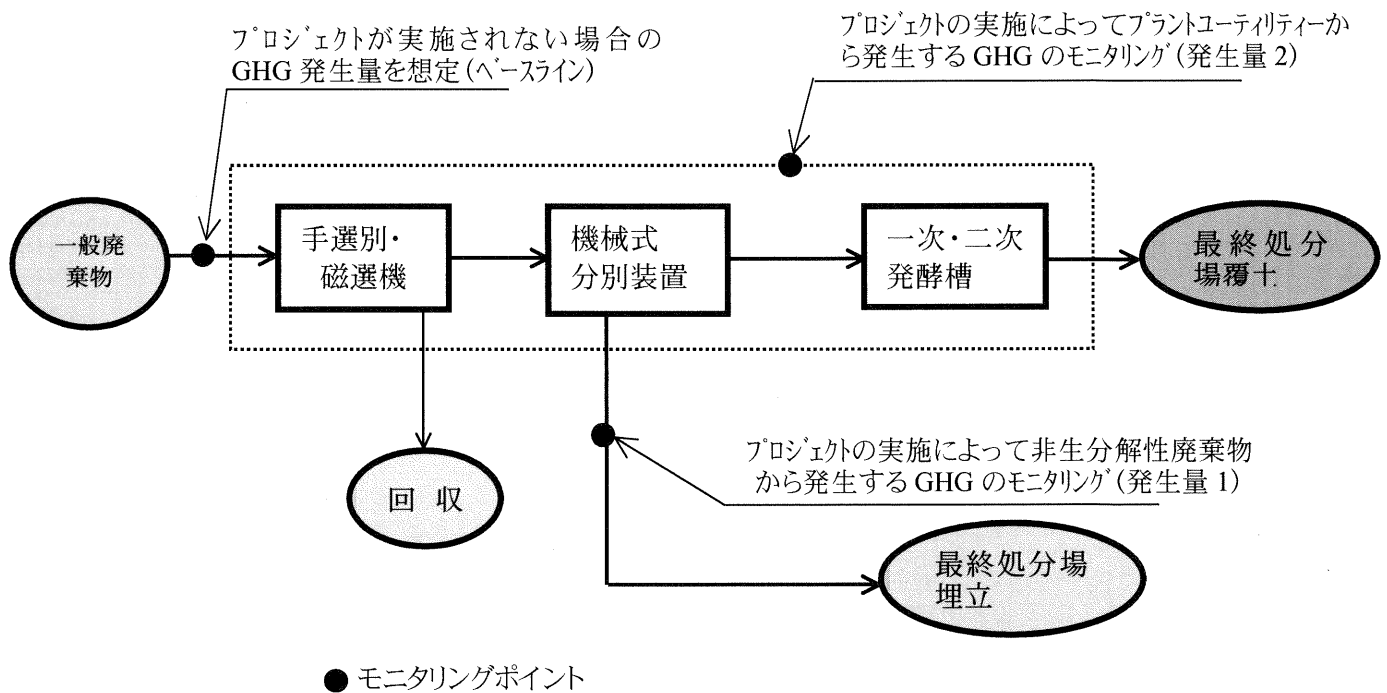


図 4.2.1 モニタリング位置

表 4.2.1 モニタリングすべきデータ

ID 番号	データ種類	データ変数	単位	測定値 m 計算値 c 予測値 e の種別	記録 頻度	モニタされる データの比率	記録媒体 (電子/紙)	保管 期間	コメント
1-1	受入廃棄物量	廃棄物湿重量	t/d	m	毎日	100%	電子・紙両方	9年	プラントに設置される 重量計により計測
1-2	受入廃棄物組成	(紙・布)、(園芸ごみ)、(木質系)、(食品)の湿重量比率	%	m	毎月	月1度代表的サンプルを採取	電子・紙両方	9年	手分析による
1-3	非生分解性廃棄物排出量	廃棄物湿重量	t/d	m	毎日	100%	電子・紙両方	9年	プラントに設置される 重量計により計測
1-4	非生分解性廃棄物組成	(紙・布)、(園芸ごみ)、(木質系)、(食品)の湿重量比率	%	m	毎月	月1度代表的サンプルを採取	電子・紙両方	9年	手分析による
1-5	使用電力量		kWh	m	毎日	100%	電子・紙両方	9年	プラントに設置される 電力量計による
1-6	電力排出係数	発電量当りGHG発生量	kg-CO2e/kWh	c	毎年	年間平均値	電子・紙両方	9年	電力会社より必要データを入手

表 4.2.2 データの品質管理

ID 番号	データ種類	データの不確実性	QA/QC 計画の有無	QA/QC 計画が無い場合 その理由
1-1	受入廃棄物量	低	無し	今後モニタリング実施者との打ち合わせにより、 具体的 QA 計画を策定する
1-2	受入廃棄物組成	低	無し	今後モニタリング実施者との打ち合わせにより、 具体的 QA 計画を策定する
1-3	非生分解性廃棄物排出量	低	無し	今後モニタリング実施者との打ち合わせにより、 具体的 QA 計画を策定する
1-4	非生分解性廃棄物組成	低	無し	今後モニタリング実施者との打ち合わせにより、 具体的 QA 計画を策定する
1-5	使用電力量	低	無し	今後モニタリング実施者との打ち合わせにより、 具体的 QA 計画を策定する
1-6	電力排出係数	低	無し	今後モニタリング実施者との打ち合わせにより、 具体的 QA 計画を策定する

モニタリング結果の報告体制に関しては、事業会社の構成がどのようになるかで若干かわるものと思われるが、基本的には下図のように事業運営会社 (Special Purpose Company) がモニタリング報告書を Designated Operational Entity に提出して、クレジットを確定しホスト国 (マレーシア政府) と投資国 (日本政府) に通知することになる。

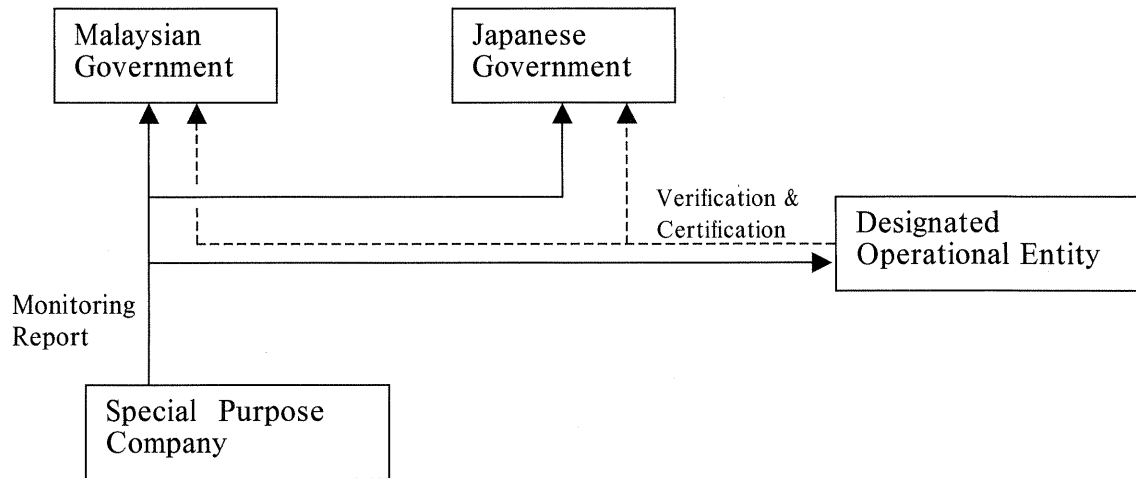


図 4.2.1 モニタリングの報告体制

第5章 環境影響評価

5.1 マレーシアの EIA 制度と概要

5.1.1 EIA 制度

マレーシアの EIA は 1974 年に制定(1985 年修正)された Environmental Quality Act の Section 34A に、基本理念が規定されている。その内容は、①環境に影響を与える可能性の有る事業を行おうとする者は、その影響度評価と対応策について報告書を提出すべきこと、②事業を行おうとする者は EIA 報告書が承認されるまで事業を実施してはならない事、③EIA 報告書の承認が、その事業の環境保全計画が充分である証明となること、などとなっている。

実際に EIA を実施すべき 19 の事業分野についてはその細目が 1987 年制定の Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order(下表 5.1.1 参照)に規定されている。その中で一般廃棄物処理にかかわるコンポスト処理施設の建設に当たっては、EIA を実施すべきことが明確に謳われている。

表 5.1.1 マレーシアにおける EIA 対象事業

1 農業	(a)山林を農業用地とする開発のうち 500ha 以上のもの (b)100 世帯以上の移転を必要とする農業プログラム (c)農地の用途変更をおこなう農園開発のうち 500ha 以上のもの
2 空港	(a)2500m 以上の滑走路を持つ空港建設 (b)州立あるいは国立公園内での滑走路建設
3 排水および灌漑	(a)ダム、人造湖建設および人工的湖面拡張のうち 200ha 以上のもの (b)湿地、野生生物生息地および原生林の排水事業のうち 100ha 以上のもの (c)灌漑事業で 5000ha 以上を対象とするもの
4 埋立	海岸部の埋立で 50ha 以上のもの
5 漁業	(a)漁港建設 (b)漁港拡張事業のうち年間水揚げ高が 50%以上増加するもの (c)内陸における養殖事業のうち 50ha 以上のマングローブ林伐採を伴うもの
6 林業	(a)丘陵の用途変更のうち 50ha 以上にわたるもの (b)上水道水源あるいは灌漑、水力発電の水源として使われている貯水池分水嶺内の森林、あるいは州立・国立公園、国立海洋公園内の森林の伐採および用途変更 (c)500ha 以上にわたる伐採 (d)マングローブ林の工業、宅地、農業転用のうち 50ha のもの (e)国立海洋公園内の島におけるマングローブ林の伐採

7 宅地開発	50ha以上に及ぶ宅地開発
8 工業	<p>(a) 化学－各製品の単独あるいは合算生産能力が100ton/day以上のもの</p> <p>(b) 石油化学－すべて</p> <p>(c) 非鉄金属－一次精錬</p> <p style="padding-left: 20px;">アルミニウム　－すべて</p> <p style="padding-left: 20px;">銅　－すべて</p> <p style="padding-left: 20px;">その他　－生産量50ton/day以上</p> <p>(d) 非鉄金属</p> <p style="padding-left: 20px;">－セメント　－クリンカ生産能力30ton/hr以上</p> <p style="padding-left: 20px;">－石灰石　－ロータリーキルンの生産能力100ton/day以上あるいは垂直キルンの生産能力50ton/day以上</p> <p>(e) 製鉄－原料としての鉄鉱石を100ton/day以上使用するもの</p> <p style="padding-left: 20px;">－原料としての鉄くずを200ton/day以上使用するもの</p> <p>(f) 造船－5000重量トン以上のもの</p> <p>(g) 紙パルプ－生産能力50ton/day以上</p>
9 インフラストラクチャー	<p>(a) レクリエーション用海岸に排水放出先を持つ病院の建設</p> <p>(b) 中・重工業用地開発のうち50ha以上のもの</p> <p>(c) 高速道路の建設</p> <p>(d) 国道の建設</p> <p>(e) 新たな都市建設</p>
10 港湾	<p>(a) 港湾建設</p> <p>(b) 取扱い能力が年間50%以上増加する港湾の拡張</p>
11 鉱業	<p>(a) 新たな鉱物資源の採掘で、その面積が250haを超えるもの</p> <p>(b) アルミニウム、銅、金、タンタル、の選鉱をふくむ鉱石の加工</p> <p>(c) 砂利の浚渫のうち50ha以上のもの</p>
12 石油	<p>(a) 石油・ガス井開発</p> <p>(b) 陸上および海上パイプライン建設のうち50kmを超えるもの</p> <p>(c) 石油およびガスの分離、加工、取扱いおよび貯蔵施設</p> <p>(d) 石油精製工場の建設</p> <p>(e) 石油、ガス、軽油製品の貯蔵設備のうち、商業・工業・住宅地域から3km以内にあり、合計貯留容量が6万バレル以上であるものの建設</p>
13 発電および送電	<p>(a) 化石燃料を使用する火力発電所の建設で、発電能力が10メガワット以上のもの</p> <p>(b) ダムおよび水力発電の計画で以下の何れか一つ（あるいは両方）に該当するもの</p> <p style="padding-left: 20px;">i) ダム高15m以上で付帯構造物の面積が40ha以上のもの</p> <p style="padding-left: 20px;">ii) 貯水池の面積が400haを超えるもの</p> <p>(c) コンバインドサイクル発電所の建設</p>

	(d)原子力発電所の建設
14 採石	骨材、石灰石、珪石、石英、砂岩、大理石および建築用装飾石材の採掘計画のうち、既存の居住・商業・工業地域あるいは居住・商業・工業地域として開発が認められた地域から 3km 以内にあるもの
15 鉄道	(a)新たな路線の建設 (b)支線の建設
16 運輸	高速大量輸送機関の建設計画
17 リゾート、観光開発	(a)海浜の観光施設あるいはホテル建設で部屋数 80 以上のもの (b)丘陵観光地あるいはホテルの開発で面積 50ha 以上のもの (c)国立公園内の宿泊・レクリエーション施設開発 (d)国立海洋公園内の島における宿泊・レクリエーション施設開発
18 廃棄物処理・処分	(a)毒性・危険廃棄物 i)焼却施設の建設 ii)回収施設の建設(場外処理) iii)廃水処理施設の建設(場外処理) iv)埋立処分場の建設 v)貯蔵施設の建設 (b)一般廃棄物 i)焼却施設の建設 ii)コンポスト施設の建設 iii)回収/再利用施設の建設 iv)廃棄物埋立処分場の建設 (c)都市下水 i)下水処理施設の建設 ii)海洋放流口の建設
19 給水	(a)ダムあるいは貯水池の建設のうち 200ha 以上のもの (b)工業・農業あるいは水道用水向け地下水開発のうち 4500m ³ /day 以上のもの

5.1.2 EIA 手続の概要

マレーシアにおいて、EIA はプロジェクトの実施サイクルと密接に結び付いている。下表 5.1.2 に示す通り、一次アセスメント(Preliminary Assessment)、詳細アセスメント(Detailed Assessment)が、プロジェクト実施の各段階において、並行して行われるように定義されている。

表 5.1.2 EIA とプロジェクトサイクルの関係

プロジェクトサイクル	環境管理サイクル
初期・ニーズ定義段階	EIA 実施の必要性を確認
プレ・フィージビリティスタディー実施	EIA 一次アセスメントを実施

フィージビリティスタディー実施	EIA 詳細アセスメントを実施(必要とされる場合)
プロジェクト実施、運用段階	環境モニタリング、環境監査の実施

一次アセスメントと詳細アセスメントでは、調査内容、審査機関などに大きな違いがある。基本的には一次アセスメント審査で、環境への影響が大きく必要と認められたものに対して、詳細アセスメントが実施される。一方、DOE の指定により初めから詳細アセスメントを要求される事業もある。概要を下表 5.1.3 にまとめる。

表 5.1.3 一次アセスメントと詳細アセスメントの特徴

	一次アセスメント	詳細アセスメント
報告書内容	<ul style="list-style-type: none"> ・最適プロジェクト案の検討および選定 ・環境影響の低減・緩和策の明確化と適用 ・対策後も残る重大な環境影響の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ・最終プロジェクト案において予想される、重大な環境影響の記述 ・最終プロジェクト案における環境影響低減・緩和策の説明 ・当該プロジェクトの地域社会に与える環境コストおよび便益の明確化
アセスメント審査機関	DOE 内の技術委員会により審査。技術上必要な委員は他省庁および学識経験者から適宜選定	環境庁長官 (Director-General) に指名された Review Panel により審査
審査期間	2ヶ月程度	事業内容による
対象事業	Environmental Quality (Prescribed Activity) (EIA) Order に指定されたすべての事業	一次アセスメント審査において必要と認められたもの、および DOE 指定の下記事業 <ul style="list-style-type: none"> ・鉄鋼・製鉄業 ・紙・パルプ工場 ・セメント工場 ・石炭火力発電所建設 ・ダムおよび水力発電所建設 ・土地埋め立て ・焼却設備 ・最終処分場 ・事業面積の 50%以上が 25 度以上の傾斜地である造成事業(採石を除く) ・500ha 以上の伐採

5.1.3 その他の法規制

設備を設置する際の規制を参考までに以下に示す。

- 1) 設備配置: 工業立地のガイドライン (Guideline for Sitting & Zoning of

Infrastructure)により近隣の住居地域に対し最低 500m の緩衝帯が必要である。

- 2) 騒音: 上記ガイドラインにより設備境界における騒音値 65dB 以下。
緩衝帯境界における騒音値は(昼間)55dB 以下、(夜間)45dB 以下
- 3) 大気汚染: Environmental Quality (Clean Air) Regulation, 1978 により、新設される設備は C 基準を満足することが求められている。(下表 5.1.4 参照)
- 4) 水質汚濁: Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Regulation, 1979 では水道水源より上流に排出口を持つ設備は A 基準、下流に排出口を持つ設備は B 基準を満足することが求められている。(下表 5.1.5 参照)

表 5.1.4 大気汚染物質排出基準 (C 基準)

項目	排出源	基準
黒煙*	(1) 固体燃料以外の燃料を使用する 燃焼設備	リンゲルマン・チャート No.1
	(2) 固体燃料を使用する燃焼設備	リンゲルマン・チャート No.2
ダストまたは固形粒子	(1) 堅型溶銑炉を除く金属加熱用途 の燃焼設備または産業プラント	0.2 g / Nm ³
	(2) アスファルト・コンクリート製造設 備及び瀝青混合設備	0.3 g / Nm ³ (固定設備) 0.4 g / Nm ³ (移動設備)
	(3) ポルトランド・セメント製造業 ・キルン ・クリンカークーラー、グラインダ ー他	0.2 g / Nm ³ 0.1 g / Nm ³
	(4) アスベスト及び遊離ケイ素を排出 する産業	0.12 g / Nm ³
	(5) その他の排出源	0.4 g / Nm ³
金属または金属化合物**		
1. 水銀 / Hg	産業	0.01 g / Nm ³
2. カドミウム / Cd	産業	0.015 g / Nm ³
3. 鉛 / Pb	産業	0.025 g / Nm ³
4. アンチモン / Sb	産業	0.025 g / Nm ³
5. ヒ素 / As	産業	0.025 g / Nm ³
6. 亜鉛 / Zn	産業	0.1 g / Nm ³
7. 銅 / Cu	産業	0.1 g / Nm ³
ガス		
1. 酸性ガス	硫酸製造業	三酸化硫黄 3.5 g / Nm ³ 以下かつ持 続性ミストがないこと
2. 硫酸ミストまたは三 酸化硫黄または両 方	上記 1 の硫酸製造用の燃焼プロセ ス、プラント以外の排出源	三酸化硫黄 0.2 g / Nm ³ 以下かつ持 続性ミストがないこと
3. 塩素ガス	あらゆる排出源	塩素 0.2 g / Nm ³ 以下
4. 塩化水素	あらゆる排出源	塩化水素 0.4 g / Nm ³ 以下
5. フッ素、フッ化水素 酸または無機フッ素 化合物	アルミナからのアルミニウムの製造	フッ化水素 0.02 g / Nm ³ 以下
6. フッ素、フッ化水素 酸または無機フッ素 化合物	上記 5 のアルミナからのアルミニウム 製造以外の排出源	フッ化水素 0.1 g / Nm ³ 以下
7. 硫化水素	あらゆる排出源	5 ppm 以下
8. 窒素酸化物	硝酸製造	1.7 g / Nm ³ 以下かつ色素のないこと
9. 窒素酸化物	燃焼工程または硝酸製造など上記 8 以外の排出源	2.0 g / Nm ³

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

** 2 つ以上を含むものについては、1~5 の物質の合計が 0.04 g / Nm³ または個々の物質の基準値の合計いずれ
か低い方を超えてはならず、また、個々の物質はそれぞれの基準値を超えてはならない。

<資料>: International Law Book Services, *Environmental Quality Act 1974 (Act127) & Subsidiary Legislations*
(as at 25th August 1998), 1998

出典: 環境省「平成 11 年度日系企業の海外活動に係る環境配慮動向調査」

表 5.1.5 水質汚濁物質排出規制値

項目	排水基準	
	A ¹⁾	B
Temperature / 温度 (°C)	40	40
pH	6.0-9.0	5.5-9.9
BOD / 生物化学的酸素要求量	20	50
COD _{Cr} / 化学的酸素要求量	50	100
SS / 浮遊物質	50	100
Fat, oil & grease / 油脂分	ND	10.0
Cu / 銅 ²⁾	0.20	1.0
Mn / 溶解性マンガン ²⁾	0.20	1.0
Ni / ニッケル ²⁾	0.20	1.0
Sn / スズ ²⁾	0.20	1.0
Zn / 亜鉛	1.0	1.0
Fe / 溶解性鉄	1.0	5.0
Cr ³⁺ / 3 価クロム ²⁾	0.20	1.0
Cr / クロム	-	-
F / フッ素	-	-
T-coli. Bacteria / 全大腸菌(MPN / 100 ml)	-	-
T-N / 窒素	-	-
P / リン	-	-
B / ホウ素	1.0	4.0
Phenol / フェノール ³⁾	0.001	1.0
Free Cl / 遊離塩素 ³⁾	1.0	2.0
S ²⁻ / 硫化物イオン	0.5	0.5
Cd / カドミウム及びその化合物	0.01	0.02
T-CN / シアン化合物	0.05	0.1
Pb / 鉛及びその化合物	0.1	0.5
Cr ⁶⁺ / 6 価クロム化合物	0.05	0.05
As / ヒ素及びその化合物	0.05	0.1
T-Hg / 水銀及びその化合物	0.005	0.05

1) 飲料水取水地点の上流

2) Cr³⁺ / 3 価クロム、Cu / 銅、Mn / マンガン、Ni / ニッケル、Sn / スズのうち 2 つ以上含む場合は合計濃度が A 適用地では 0.5mg / liter、B 適用地では 3.0mg / liter かつ溶解性金属で 1.0mg / liter を超えないこと

3) B 適用地にあつては、フェノールと遊離塩素が同一流出物中に存在する時、フェノール単独の濃度は 0.2mg / liter、また遊離塩素単独の濃度は 1mg / liter を超えてはならない

出典：環境省「平成 11 年度日系企業の海外活動に係る環境配慮動向調査」

5.2 サイトの現状

本プロジェクトのコンポストプラントは、現在新設されている Seelong 最終処分場に隣接して設置される計画である。2003 年 10 月時点では建設中の Seelong 最終処分場の周辺は大規模なパーム畑あるいは他の山林が広がり、周囲 500m 以内に人家は全く無い (Seelong 最終処分場の設置計画において、当然設備設置に関する緩衝帯の必要性は認識されている)。

サイト周辺の気候条件などについては、2.3 章を併せて参照のこと。

5.3 プロジェクト実施によって予想される環境影響とその対策

5.3.1 建設時に予想される環境影響

コンポストプラント建設に当たっては、下記のような環境影響があるものと予想される。各項目は Seelong 最終処分場の建設において予想された環境影響と同一である。その緩和策としては、設備設計および施工方法を検討し、環境影響を極力抑えることを主眼とした施工計画を立案・実施するよう努力すべきである。

- ・建設時の騒音、振動、工事用車両による騒音振動
- ・建設作業による粉塵発生
- ・工事用車両による大気への影響
- ・建設現場における危険物管理、廃棄物管理

なお、本プロジェクトに伴う工事は概略下記の通りである。

- ・ Seelong 最終処分場隣接地の造成、基礎工事
- ・ 設備建て屋および管理建て屋建築工事
- ・ 処理プラント設備工事 (搬入・前処理設備、コンポスト発酵設備、製品貯留設備、脱臭設備、ユーティリティ設備)
- ・ 電気工事 (一次側受電設備、動力・計装設備)

5.3.2 プラント運転時に予想される大気への影響および臭気

プラント運転時の大気への影響としては、コンポスト製造時に微生物によって生成される臭気物質の発生が予想される。アンモニア、硫化水素など臭気物質の排出は可能な限り抑制する義務が有るため、脱臭設備の設置が必要と考える。

マレーシアでは、脱臭装置の出口濃度について具体的な数値基準は存在しないが、作業環境および周辺環境を考慮すると臭気が苦痛でないレベルまで、臭気物質の除去が必要である。下表に臭気物質の発生予想濃度と、処理推奨レベルをまとめる。

脱臭装置については薬液洗浄や土壌脱臭など様々な方式が考えられるが、後述する水質への影響を考慮すると、排水のほとんど発生しない土壌脱臭を中心に検討するのがよい。また、脱臭効果を高めるために、コンポスト発酵槽など臭気発生場所を建て屋で覆い、臭気を拡散させない事が重要である。

表 5.3.1 コンポストプラントから発生する臭気物質と処理推奨値

物質名	発生予想濃度	敷地境界での 目標濃度(推奨値)
アンモニア	通常時 20-50ppm 切り返し時 200-500ppm	2ppm
硫化水素	1-5ppb	60ppb
メチルメルカプタン	10-50ppb	4ppb

5.3.3 プラント運転時に予想される水質への影響

プラント運転時に発生する排水は概ね下記の通りである。

- ・コンポスト原料からの浸出水
- ・脱臭装置排水
- ・管理要員生活廃水、し尿、雑用水

前項で述べた通り、土壌脱臭を採用する場合には、コンポストプラントからは排水が発生せず、管理要員のし尿および生活廃水のみが問題となる。

現地の生活廃水処理方式に準じ、適切に排水を処分すると同時に、プラントからの非常時の排水発生に備えて、隣接する最終処分場の浸出水処理施設を共用できるよう、検討することを推奨する。

5.3.4 プラント運転時に予想される騒音

プラント運転時の騒音発生源としては、プラント内の機械設備(破碎機、混合装置、付帯設備など)が主となる。中でも運転時の騒音値が大きな機器は、発酵槽に空気を供給する、あるいは発酵槽臭気を排出する送風機である。これらの機器は90dBを超える騒音を発生するため、建て屋内に設置する必要がある。

建て屋内に設置し適切な防音措置を行った場合には、規制値(敷地境界において65dB以下、緩衝帯外縁において55dB(昼間)/45dB(夜間)以下)を充分満足することができる。

5.3.5 その他の環境影響

上記で検討した以外の環境影響としては、土壌、景観、生態系などへの影響が可能性としてあげられる。しかし本プロジェクトにおいては、隣接して最終処分場が建設可

能な地域であることを勘案すると、景観、生態系への影響は重大なものではない。また、上述の通り廃水が発生しないこと、製造された発酵済み製品は覆土として最終処分場で利用されることを考慮すると、従来廃棄物を未処理で埋立っていたのに比較し、土壌に対して良い環境影響を与えるといえる。

また、本プロジェクトは CDM という事業の性格上、地球温暖化に対して当然良い環境影響を与える。

第6章 プロジェクト実施体制と事業計画

6.1 プロジェクト実施体制の検討

京都議定書の制約や CER の分配方法などから考えて今回のプロジェクトにおける実施体制には概ね2通りの可能性があると思われる。

1つ目 (Case 1)は、プロジェクトを行うSPCを設立し、独立採算でCDMを行うパターンである。この場合は CDM から得られる収入はファンドのような基金を想定するが、このクレジット収入は SPC が取り、クレジットはファンドへと移転する。従い、SPC への投資家は配当を現金で得る。

2つ目 (Case 2)は、CER を配当の代わりに投資家へのリターンとして還元する方法である。これは京都メカニズム上の問題はなく、またホストカントリーにとっても、CER の販売価格によってプラントの経営が左右されることがないという利点がある。また、CER の販売価格を投資家へのリターンにしているため、現金の海外流出がない。

図 6.1.1 プロジェクト実施体制図 案1 (Case 1)

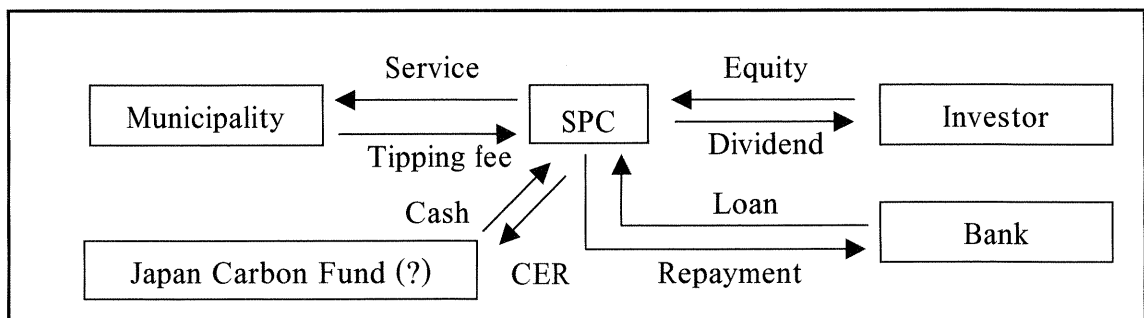


図 6.1.2 プロジェクト実施体制図 案2 (Case 2)

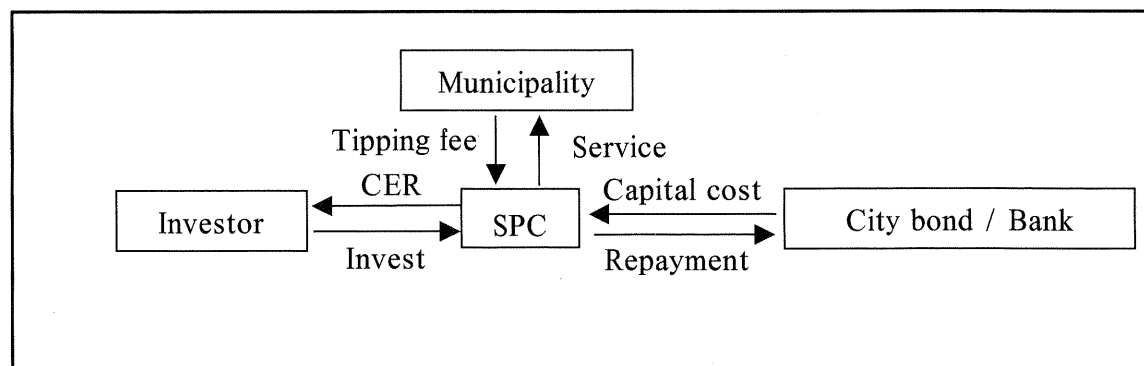


表 6.1.1 プロジェクト実施体制の比較検討

	Case 1	Case 2
市政府の関与	Supply of solid waste	Supply of solid waste
CER の取扱	Income for SPC by selling the CER in the market.	Dividend (No direct income from CER)
京都議定書上の制約	ホストカントリー国にある SPC は CER 販売が不可能。CER 価格について世銀ファンドのような形で事前にSPCとの合意が必要。	なし。
CER 価格(変動)リスク	(前もって買取の契約を結ぶことで)投資家を取る。なければSPCを取る。	投資家を取る。
想定される CER 取得者	炭素基金 (PCF、JCF など)。	資本投資家。
想定されるプロジェクトに対する投資家	プロジェクトによる収益を得ようとする企業。	CER の獲得を狙う企業。
備考	CER の価格に SPC の収入が左右される。 SPC は収入を増加させるために、廃棄物の分別 (生分解性廃棄物をより多く処理するため) を行うインセンティブが生まれる。	CER 価格の変動に SPC の収入が左右されない。市政府にとっては、投資家に配当を行う必要がないので、廃棄物処理費を下げることが出来る。 廃棄物の分別を行う(CER をより多く獲得しようとする)インセンティブが弱い。

既存の調査は主に Case-1 を想定しているが、Case-2 の CER を配当とする形でのプロジェクトフォーメーションについても可能性は十分あると考えられる。

6.2 資金調達方法の検討

本プロジェクトは、JB の廃棄物を衛生的に処理することで、市の環境保全に貢献するプロジェクトであり、施設自体は社会的インフラの性格が非常に強いものである。

こうしたプロジェクトに対して、日本が海外に提供している資金は、①ODA(無償資金協力、有償資金協力)と②制度金融(輸出信用など)の主に2種類があげられ、毎年マレーシアにも多額の実績がある。(2003年3月末現在、国際協力銀行から同国に対し、経済協力(ODA等)で33件、2,093億円、また国際金融(輸出信用等)で84件、3,217億円の融資残高がある。[JBIC 2003])

①は JICA と JBIC、②は JBIC により所管されている。JBIC は、地球温暖化を防止する京都メカニズムへの資金の活用に積極的であり、本プロジェクトについても JBIC の利用を考えることが最も現実的な手段である。

①は OECD で定められた一定の贈与比率を満たす(贈与性が高い)資金である。金利条件は非常に緩和されている。その中の贈与については、今回のような大型のプロジェクトに投入されることは少なく、殆ど見込みが無いと思われる。一方資金の貸付となる円借款は基本的に商業的には成り立たない(成り立ちにくい)公共案件に投入される資金であり規模も大きい。利用できれば財務面から見たプロジェクトの実現可能性を高めることが出来ると思われる。

しかしながら、政府間の資金貸付のアレンジに手間と時間が必要であり、本プロジェクト規模が比較的小さいことから考えると、利用は難しい場合もある。

また、ODA の CDM プロジェクトへの流用 (Diversio) は UNFCCC 上、認められていないという問題がある。ODA の流用でないという説明は非常に難しいと思われ、これを日本政府としてクリアにしなければならない。

(注: JBIC では、ODA 資金によるプロジェクトへの CDM 利用を検討しており、2003 年 12 月にはエジプト向け風力発電プロジェクトを CDM プロジェクトとして申請することを発表した。これが ODA の Diversio でないことをどのように説明できるか、また認められるかが今後の ODA 利用の大きなポイントである。)

ODA の Diversio でないことが説明できるのであれば、今回と同様・同規模のプロジェクトを幾つか纏め円借款の対象として扱いやすい金額の規模とするというオプションも考えられる。

その他には、世銀 PCF の日本版である③日本炭素基金 (Japan Carbon Fund) がある。PCF と同様に出資者を募り、クレジットを譲り受けた際に、それに見合うコストを現金で支払う仕組みである。2004 年夏頃までに総額 100 億円の規模で創設されることになっているがまだ詳細は不明である。

その他、④民間銀行による資金(コーポレートファイナンスが基本。プロジェクトファイナンスはプロジェクトの採算性を担保するものに CER 収入が含まれるためリスクを銀行が取れないと思われる。)や⑤プロジェクトに対する投資家からの資金なども考えられる。

以上を総合すると、現時点では②、③が主要な資金源になると考えられる。②にも幾つか種類があるが、基本的な条件は商業案件への融資であり①に比べれば融資条件は幾分か厳しくなっている。②を利用するに際しては、プロジェクトの公益性だけでは

なく、採算性(返済能力)についても十分に検討する必要がある。

また、①、②のいずれにしるJBICの資金を利用する場合には、2003年10月から適用となった「新環境ガイドライン」に沿ったプロジェクトの進行が必要となり、環境や社会に対するインパクトに対する配慮は従前以上に検討することが重要である。

新ガイドラインは現地住民やNGOの参加と対話、あるいはジェンダー・先住民・女性など社会的視点に立ったプロジェクトインパクトの分析の必要性などを盛り込んだものとなっている。

なお、国際協力銀行が持つ②におけるメニューで本プロジェクトに利用可能なものには下記がある。

表 6.2.1 国際協力銀行 国際金融業務取扱商品の概要

	輸出信用 (Buyer's Credit, Supplier's Credit)	投資金融
適用範囲	日本国内で生産された設備等の輸出または日本からの技術の提供に必要な資金。	日本法人等の出資に係る外国の法人等が海外において行う事業に直接又は間接に充てられる資金。
通貨	原則日本円	円価、外貨
金利	CIRR (Commercial Interest Reference Rate) 市場貸出参照金利 (長期プライムレート -0.2%) + リスクプレミアム (借入国の債務返済能力を考慮した分が上乘せになる。)	円価の場合は輸出信用とほぼ同じか少し高め。 外貨の場合は LIBOR + 0.4375%
JBIC 融資割合	5～7割	6～7割
参考	輸出金融標準貸出金利 (返済期間 8.5 年超): 1.96% (2004 年 1 月 15 日現在)	

[出所:JBIC ホームページなど]

今回のプロジェクトの場合、この 2 つの両方を組み合わせて用いることも可能である。例えば日本からの輸出品には輸出信用を用い、その他の分には投資金融を用いるなどである。なお、金利や返済期間などは個別のプロジェクトごとに異なるが、参考に示したとおり、標準的貸出金利がJBICから示されている。これは市場金利に合わせ随時見直される。

現在は日本円が低金利で推移していることもあり、市中銀行に比べても有利な条件で

あるが、通常、マレーシアの Sovereign Guarantee が必要となる。

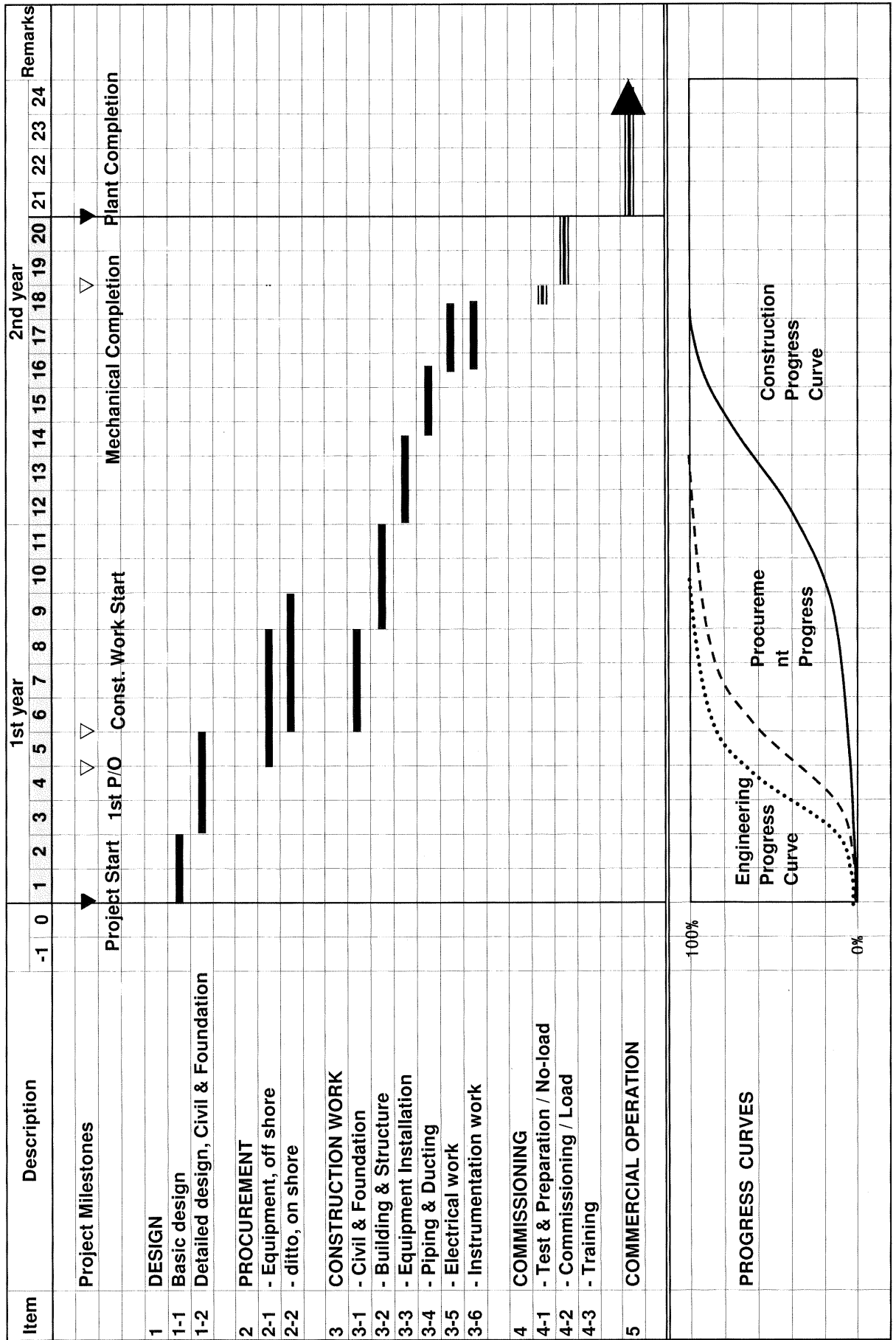
更に、資金調達を検討するに当たって必要なのが、6.1 で議論した CER の取扱い方法である。京都議定書上は Non-Annex I 国は IET には参加できないことになっているため、CER を取引の対象として日本から何らかの資金を支払うという手続きは考えにくい。しかしながら、CER はプロジェクトの採算性を向上させる資金源であるということが CDM の条件でもあるため、プロジェクトカンパニーとしては CER 売却収入（あるいはそれに見合う便益）を手に入れることが必要である。銀行側としても、プロジェクトの収益性の担保として CER 収入を考えるとされる。しかしながら、CER の価格変動リスクは非常に読みにくく、JBIC にとっても、この収入を返済の原資として考えるのはリスクが高い。

新設される日本版カーボンファンドのような信用力がありかつ価格変動リスクを分散するような資金を前もって手当てすることが銀行からの資金調達には必要であろう。この場合には CER の最低保障価格を定めて、市場価格＋アルファの金額で購入するか、あるいはプロジェクト期間中一定金額で購入するなどの条件を定めてプロジェクトの収益性を確実にしておくことが、投資家と銀行にとっては非常に大きな要素であると考えられる。

6.3 プロジェクト実施スケジュール

プロジェクト開始後からプラント引渡しまでの、設計・調達・建設・試運転のスケジュールは図 6.3.1 の通りである。プロジェクト実施スケジュールは全体で、約20ヶ月と予想される。

図6.3.1プロジェクト実施スケジュール



6.4 利害関係者の概略

本プロジェクトに関わる現地での関係者は概略下記の通りである。2004年3月時に下記の関係者が中心となった会議を開き、プロジェクトの説明を行なった。プロジェクトの国家的位置づけと、廃棄物処理行政における役割について、関係者の共通認識を得、また今後の協力関係も構築された。

表 6.4.1 プロジェクト関係者リスト

	名称	役割
Central government	Ministry of Science, Technology, and Environment	マレーシアの DNA で CDM 事業の国家的窓口。
	Ministry of Housing and Local Government	一般廃棄物の処理行政担当官庁
	Economic Planning Unit	廃棄物処理の委託の管轄
	National Committee on CDM	CDM プロジェクトの承認
	Department of Environment, MOSTE	プラントの EIA 審査、設置許可
Local	Johor Municipality	一般廃棄物処理行政担当官庁
	Southern Waste Management	EPU からコンセッションを得ている廃棄物収集・運搬委託業者
	Universiti Teknologi Malaysia	ジョホールバルにある国立工科大学（調査におけるカウンターパート。）
	Johor resident	廃棄物排出者・受益者

7 プロジェクト評価

7.1 財務分析

本章ではプロジェクトの財務分析を行なう。まずは CER の収入が SPC にキャッシュとして流入する場合 (CASE-1) で検討する。

7.1.1 算出条件

プロジェクトの財務分析を行うに当たって、下記の条件を用いることとした。

プロジェクトの収入は廃棄物処理費とクレジット収入を主とし、更に下記の条件を設定した。

プロジェクト期間:21 年

資本割合:35%

配当性向:積立金が資本金の 9 割を超えたところから最終利益に対して 70%

CER の取扱い:ファンドへの売却 (キャッシュインは毎年)

年間取得 CER 量:102,696 (第 3 章で計算した取得 CER に 2%の CDM EB への抛出を行なった後の CER)

借入資金:JBIC 投資金融

返済期間:10 年

据置期間:3 年

金利:2%.

廃棄物処理費:RM 45/t (JB 政府からプロジェクト会社への支払い。現在の処理金額から変更しないベース)

インフレ:収入・費用共に考慮しない。

建中金利:計算の煩雑化を避けるため、考慮していない。

為替:USD1=RM3.8=¥110

その他の条件については下記表に示す。

表 7.1.1 財務分析条件

Conditions

Design parameter

Daily Treated waste	300 t/d
Plant life	21 yr
Produced compost	150 t/d

Operating condition

Working days	300 d/yr
Annual treated waste	90,000 t/yr

Initial investment cost

Composting plant		
Building	25,862 k RM	750 M ¥
Land	0 k RM	0 M ¥
Equipment	25,862 k RM	750 M ¥
Total	51,724 k RM	1,500 M ¥

Maintenance cost

Composting plant	776 k RM/yr	3% of Equipment cost
		23 k ¥/yr

Utility cost

Water	8 k RM/yr	1.2 RM/m ³	22 t/d
Electricity	534 k RM/yr	0.258 RM/kWh	6,895 kWh/d
	43 k RM/yr	0.258 RM/kWh	2,534 kWh/d
Diesel fuel	107 k RM/yr	0.74 /l	480 l/d
Total cost	691 k RM/yr		20,029 k ¥/yr

Personnel cost

Total personnel expenses	176 k RM/yr	61 staff
--------------------------	-------------	----------

Personnel cost increase

0 % pa

CDM Transaction fee

Annual monitoring fee	5,000 k Yen/yr
CER paid to the secretariat	2% against issued CER

Revenue

Waste tipping fee	45 RM/t		
Certified Emission Reduction	5.24 USD/CER	Credit	142,910 CO ₂ e-t
Compost sales	0 RM/t		

Finance

Equity ratio	35%
--------------	-----

Loan

Maturity	10 yr
Interest	2% pa
Grace period	3 yr

Short term loan

Interest	8% pa
----------	-------

Corporate tax

28%

Payout ratio

70% (after the reserve exceeds 90% of the equity)

Exchange rate

3.80 RM/USD
110 Yen/USD
29.0 Yen/RM

7.1.2 財務分析結果検討

7.1.1 の条件下で行なった財務分析の結果は表 7.1.1 の財務諸表に纏められる。純粋な商業案件として見た場合に、プロジェクトの収益性を計る指標としてプロジェクト全体には内部収益率(IRR(ROI))、銀行団には Loan Life DSCR (LLDSCR)、投資家の収益という観点から内部収益率(IRR(ROE))を用いた。内部収益率の計算のためのインフローは下記とした。また、クレジット価格が低く、資金が不足した場合には短期で資金を借り入れることとして計算した。

IRR (ROI) 計算のためのインフロー： Profit After Tax + Depreciation + Interest - (Tax Shield)

IRR(ROE)計算のためのインフロー： Net cash flow + Dividend(-short term loan)

Loan Life DSCR: ((長期借入金借入期間の)EBIT+減価償却費)÷長期借入金借入総額

表 7.1.3 クレジット販売価格とプロジェクト収益性のまとめ

クレジット価格 USD/CO2e-t	IRR (ROI) %	LLDSCR	IRR (ROE) %
0	-0.9	0.66	--
3	2.1	1.01	2.4
5	3.8	1.25	5.6
8	6.2	1.59	10.3
10	7.7	1.83	13.6
15	11.1	2.41	22.0

廃棄物処理プロジェクトは通常公益性が非常に高く、プロジェクト規模に見合う廃棄物処理コストを徴収することが難しいため、財務的 IRR は殆ど見込めない。しかしながら、本プロジェクトでは CER の収入が見込めるために、廃棄物処理プロジェクトとしては非常に良い収益性を示している。

また上記で示されるとおり、クレジット価格は大きくプロジェクトの収益性を左右する。現在日本の炭素基金がどの位の価格でのクレジット調達を検討しているかは不明であるが、ここでの買取価格はプロジェクトの成否にとって大きな要素である。なお現時点では欧州市場でのクレジット販売価格は 2008 年で 12-13 ユーロ(約 15-16USドル)程度の価格になることが予想されている。(Point Cabon 社調査など)

また、年間の最低キャッシュフローが 0 にならない(短期借入をしない)条件で計算した最低クレジット販売価格は USD5.2 であり、少なくともこの金額以上で CER が販売出来なければ商業的に本プロジェクトが成立することは難しいと思われる。(従い、本プロジ

エクトの追加性はここでも説明出来る。)

また、他のプロジェクトとの比較検討のため、CDM に関わる収益性を下記の通り検討した。

表 7.1.4 CDM 収益性検討

獲得クレジット量(21 年間)	2,156,910
獲得クレジット(7 年間) 辺りの初期投資額	¥2,086/CER
獲得クレジット(10 年間) 辺りの初期投資額	¥1,460/CER
獲得クレジット(21 年間) 辺りの初期投資額	¥695/CER
廃棄物処理量辺りの GHG 削減量	1.14CER/t
IRR(ROI)が 15%となるためのクレジット価格	USD 21.2/CER
IRR(ROI)が 15%となるための廃棄物処理費 (CER=USD5)	RM115

注:クレジット量計算では総発生クレジット量からプロジェクトによって発生する CO2と CDM EB に拠出する 2%分のクレジットを差し引いた。

ここから分かる通り、仮に発生クレジットを全て日本が買い上げたとしても、本プロジェクトは日本国内での限界削減費用よりも小さい価格で地球温暖化に貢献できるプロジェクトであると考えられる。また、マレーシアにとっては廃棄物トン当たり処理するごとに 1.14CER を獲得出来、これは即ち CER 価格が USD5ドルであるとすれば、約 RM22、USD10ドルであるとすれば RM44 の補助金を受け取れることになる。更に廃棄物中の生分解性廃棄物を増やせば、更に倍近くの追加収入を得られる計算になる。

7.1.3 感度分析

ここでは、プロジェクトに影響を及ぼす幾つかの事項について、数値変更した場合のプロジェクトの健全性を下記に示す。現在の JB では分別収集が行われておらず、本来コンポストに適する廃棄物だけをコンポストプラントに投入することが出来ない。従って本プラントの性能を生かしきることが出来ない。分別収集の導入は住民への環境教育の徹底などを含めて時間がかかり、直ぐに導入することは難しい。しかしながら、廃棄物の発生源などにより投入廃棄物がある程度選別することで(例えば市場・レストランなどから発生する廃棄物を集中的に投入するなど)生分解性廃棄物の割合を上げることは可能であると考えられることから、ここでその分析も行う。

表 7.1.5 プロジェクト感度分析

	条件	IRR (ROI)	Loan Life DSCR
(ベースケース) CER=USD5 出資比率=35% T/F=RM45 生分解性比率=57.72% USD1=¥110	---	3.8	1.25
廃棄物処理費 Tipping Fee	20% UP	5.5	1.49
	10% UP	4.7	1.37
	10% Down	3.0	1.12
	20% Down	2.0	1.00
生分解性廃棄物比率	10%向上	4.0	1.27
	20%向上	4.2	1.29
	30%向上	4.4	1.32
建設費	10% Down	5.0	1.41
	10% Up	3.5	1.20
為替レート	USD1=100	2.7	1.09
	USD1=120	5.0	1.40

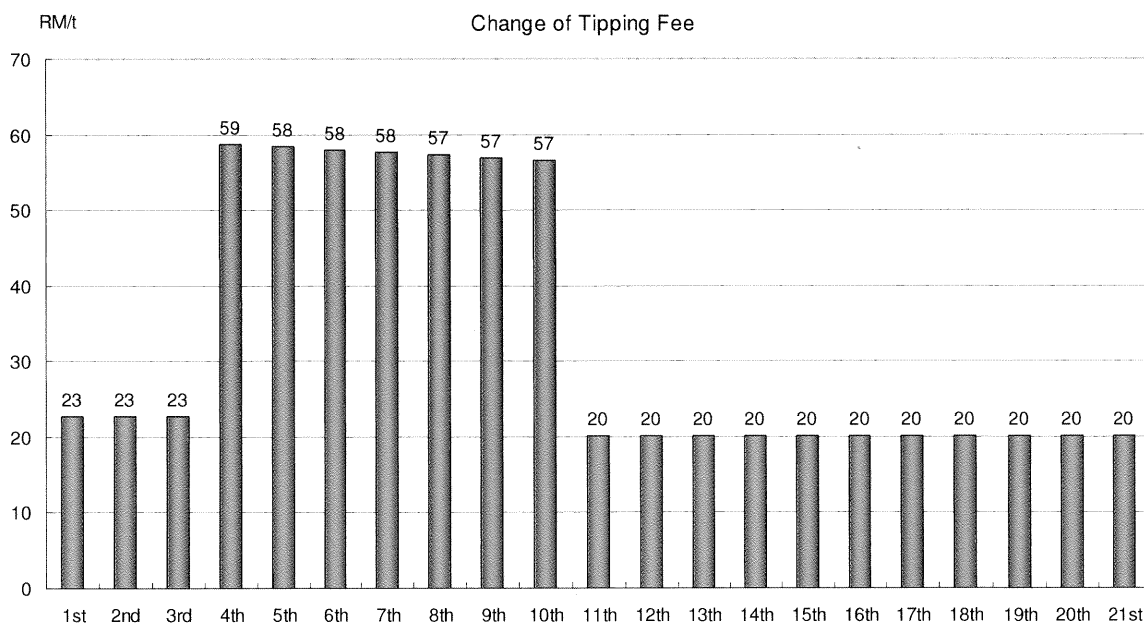
ここから分かる通り、現在 RM45である廃棄物処理費をある程度上げることが出来ればプロジェクトの収益性はかなり向上する。一方で為替レートも大きな要素であることが分かる。また、生分解性廃棄物比率は比較的上げることが容易であると考えられ、また収入向上にも一定の役割を果たすことが見て取れる。

7.1.4 Case-2 の場合

一方、第6章で見た Case-2 のように CER を配当として扱った場合には、配当を現金で出す必要がないので、年間のキャッシュフローが0になるような廃棄物処理費を徴収することで年間経費を賄うことが可能である。

この場合の年間廃棄物処理費は下記の通りとなる。

図 7.1.1 廃棄物処理費の変化 (Case-2)



この場合は、借入金の返済期間の間だけ若干廃棄物処理が上昇するが、全体としては現在の半額近い金額で処理を行うことが可能である。この場合の廃棄物のトン当たりの平均処理費はRM33/tとなる。JB 政府にとっては処理単価を下げる事が出来るが、CER の発効量や価格がプラントの運営に直接は関係がないため、クレジット投資家は CER の発効についてまで全リスクを負うことになってしまう。従い、この場合は JB 政府が廃棄物受け渡し量や運営会社の適切な運営などについても何らかの責任を負うようなスキームが組めないとクレジット投資家は投資することが難しくなることが予想される。

7.2 その他のプロジェクト効果に関する分析

7.2.1 持続可能な発展に対する貢献

本プロジェクトが実施されることにより、ジョホール州の環境改善に好影響を与えることが可能である。廃棄物の処理は現代の都市生活の中では非常に大きな問題である。生活水準が上がるにつれ、廃棄物の内容は多様化し、一人当たりの排出量も増加することが見込まれている一方で、埋立地に利用できる土地は有限でかつ国家の重要な資産であり、この有効利用はまさにマレーシアが今後持続的な発展を進めていくためには重要な事業である。

本プロジェクトが実施されることにより、生分解廃棄物が適正処理され、埋立地利用の延命化、廃水処理負担の軽減も可能となる。更に将来の埋立地を二次利用する際の妨げとなるメタンガスの発生を大幅に削減することが可能となり、将来世代にとっても貢献が可能な環境プロジェクトであると言える。

7.2.2 経済効果

本稿ではプロジェクトの経済分析の定量化は試みないが、本プロジェクトは国民経済に対しても下記のような便益をもたらすと考えられる。

①埋立地の延命化

生分解性廃棄物を直接埋立せず、減容化することで土地の延命化が可能である。延命化された土地面積分の土地価格はプロジェクトの経済便益と言える。

②メタンガス削減効果

メタンガスを削減することにより、埋立用地の二次利用が容易になれば、埋立用地の保守・再利用にかかるコストが低減でき、かつ二次利用をそのまま埋め立てていたときよりも早く進めることが出来れば、土地の機会費用が削減できることになる。また、メタンガスの発生が削減されれば、閉鎖後の埋立地の二次利用も容易になり、土地価格への好影響があると同時に(利用できない土地が減ることで)土地の機会費用の削減が可能となる。

③プロジェクト波及効果

本プロジェクトを実現することにより、同種のプロジェクトが周辺地域に波及することが期待される。サイト見学者増加や環境プロジェクトの成功例としての評価も間接的に地域への便益となることが考えられる。

④地球温暖化ガス削減効果

地球温暖化に対する社会的コストとそれを防ぐことによる便益の定量化は困難であるが、科学的見地からは世界は人為的な活動によって温暖化している。世界全体で言えば社会的コストが便益を上回ると理解されており、マレーシアにとってもそうであると考えられる。本プロジェクトが果たせる部分は年間数十万トン単位と大きなインパクト与えるものではないが、地球温暖化ガスの削減によって将来の社会的費用の削減効果があることが予測される。

⑤浸出水への有機物質量の低減

本プロジェクトでは廃棄物中に含まれる有機分を埋立前に好氣的に分解する為、浸出水として埋立地から排出される汚水に含まれる有機分の割合を低減することが可能となる。これにより浸出水処理施設における排水処理に対する負荷も低減し、O&M コストも低下させることが可能になると考えられる。

⑥雇用提供

本プロジェクトでは、手選別ラインを設けることで地元住民への雇用提供も考慮しており、約 60 名の直接雇用を生み出すと設計となっている。

8 結論と提言

8.1 結論

前章までの検討によって、本プロジェクトは CDM プロジェクトとしての実現の可能性が高く、かつ廃棄物の処理と言う現代の都市社会が抱える問題に対する解決策を与えるプロジェクトであることが示された。

本プロジェクトが実行されれば、将来のジョホールとその周辺地域における廃棄物処理の基盤整備になると同時にリサイクルや焼却炉の導入と言ったステップに対しても対応が可能となる。更には埋立て地から発生するメタンガスを大幅に削減することで埋立て地の二次利用もより容易になり、同地の環境改善と持続可能な発展に貢献可能である。

日本にとってはマレーシアのような CDM に積極的な国において、本プロジェクトのような環境プロジェクトを積極的に進めることで京都議定書目標達成に必要なクレジットを得、またマレーシアに取っては日本の技術や廃棄物処理方法を導入することを可能とする良い機会を提供するものである。

幸いにも本プロジェクトの CDM としての効率性は非常に高く、またマレーシアは他国と比べても廃棄物問題により積極的に取り組んでおり、本プロジェクトは CDM として実現するのに適しているプロジェクト言うことが言えよう。

また、本プロジェクトで提案した技術や方式はマレーシア国内の他地域でも応用が可能であり、埋立て地問題に取り組んでいる同国に取っても全国への展開を検討する余地がある幅の広いプロジェクトであると言える。

8.2 提言

8.2.1 関係者間での合意形成

本プロジェクトは汎用性が高く、かつマレーシアの廃棄物行政とその全体計画に沿ったプロジェクトである。但し、本プロジェクトを進める上で一つの問題となると考えられるのは関係者間での合意形成と方針の徹底である。

廃棄物行政を行なっているのは中央ではMHLGであり、地方では自治体である。また、CDMプロジェクトとして進めるにあたって中心となっている官庁は環境省であり、全国の廃棄物処理業務の民営化に当たってはEPUが中心でこれに当たったという経緯があり、それに基づき実際の収集運搬業務はSWM社が担当して行なっている。こうした行政的な垣根を取り払い、プロジェクトに対して(それが是であれ非であれ)関係者間で意見を統一することが必要である。本プロジェクトについても、例えば仮に中央政府として次の中間処理施設としてコンポストを導入し、資金はCDMプロジェクトを想定するという方針が出れば全国各地でプロジェクトが実現するであろう。

8.2.2 廃棄物行政の将来展開

本プロジェクトを CDM プロジェクトとしてより投資家にとって魅力的にするためには、廃棄物中に含まれる生分解性の廃棄物の割合を上げることを検討する必要がある。現在の廃棄物組成そのままの状態では廃棄物を受け入れると、実際にはプラスチックなどコンポスト施設に不向きな廃棄物も多く、分別機投入後に発酵不適物として処理されないことになるため、コンポスト施設としての効率が最大化されていない。

コンポスト施設は埋立地よりも資本コストが高くなるため、この有効利用を図ることは全体のコスト削減を考えた上でも重要である。

廃棄物を投入する前に、生分解性廃棄物が多く含まれるような廃棄物収集トラック(例えば市場ごみを中心に収集しているような車)を選別してコンポスト施設に投入するようにすれば、効率が改善できよう。

更に次のステップとしては生分解性廃棄物を分別して回収できるようになれば、コンポストの品質も上がり、実際に堆肥としての利用も可能となるような高品質の製品づくりも可能である。(実際に日本では住民の分別によるコンポストの農業利用向けリサイクルが行われている。)但し、分別収集には住民の教育に時間と労力がかかる。現在、分別収集がそれほど行われていないジョホール地区にとって、すぐに対応することは難しいであろうが、将来的にはリサイクル率向上のためにも取り組むべき課題であると思われる。実際に CDM プロジェクトとしての効率を上げることは、結局プラントとしての利用効率を上げることであり、メタンガスの埋立地からの発生を防ぎ、かつ埋立地の延命化を促すことにつながる。また、間接的には生分解性廃棄物の埋立量が減れば、浸出水の処理も容易になると考えられ、最終的には環境負荷も低減できる。

更に、本プロジェクトの実現後には本プロジェクトで処理が不可能なプラスチックやその他の廃棄物を焼却するというオプション導入が考えられる。その際でも、初期投資コストが非常に大きい焼却炉の容量を小さくし、更に生分解性廃棄物のような低カロリーゴミの焼却炉への投入を少なく出来ると言う意味においてもコンポストプラントの果たせる役割は大きなものがある。そうした将来計画に備えて、コンポストプラントで処理不適物となった廃棄物(多くがプラスチックなどの可燃物)については、埋め立てる場所をその他の廃棄物と分けるなどしておけば、その廃棄物を将来焼却炉に回すことも可能であろう。

8.2.3 日本の制度

京都議定書に定める第一約束期間が4年後に迫った現在に至ってもなお、日本の目標達成方法が不明瞭である。一番の問題と思われるのは本来 CDM、JIを進める中心とならねばならない民間企業に排出量削減の義務がなく、また政府にもクレジットの買

い取り制度がないため、民間企業がクレジットを獲得するための動機付けがない(あるいは相対的に低い)ことである。一部商社、電力会社などがクレジット獲得を睨んだ動きをしているものの、思惑で動いている段階と言える。国内での排出権取引市場があって、この中で売買が活発にされなければ、例えこうした民間企業がクレジットを獲得したとしても、海外市場でクレジットが高値で取り引きされていればクレジットを海外に販売してしまう可能性は高い。現在、政府が主導して調査やその他制度設計作りを行っているが、実際に獲得したクレジットをどのように国内に残る仕組みを作るか、また日本の投資家にどのように投資をする仕組みを作るかを合わせて検討することは日本が京都議定書目標の達成のためには大きな問題であろう。

本プロジェクトはメタンガスというGWPが高い温暖化ガスを削減するプロジェクトであるが、それでもなお民間会社が純粋に投資に値するに十分な利益を生み出すことは容易ではない。CDMプロジェクトに民間会社が積極的に参加できる仕組み作りと、クレジットが日本に残る仕組みは今後のプロジェクト実現に大きく影響すると思われる。

8.3 プロジェクト実現に向けた課題と方策

8.3.1 ステークホルダーとの打合せとマレーシア側の反応

本プロジェクト実現に向けて、2004年3月4日に現地ジョホールバル市で同国のDNAであるMOSTEの主催でプロジェクト関係者を集めた会議が行なわれた。

出席者は下記の通り。

表 8.3.1 現地会議参加者メンバー

名前	部署	所属	役割
Dr. Nadzri Yahaya	Conservation and Environmental Management Division	Ministry of Science, Technology and the Environment	DNA/会議議長
Mr. Chong Poon Chai	同上	同上	DNA
Mr. Lim Cheong Chuan	International and Sustainable Energy Division	Ministry of Energy, Communications and Multimedia	NCCDMメンバー
Dr. Yap Kok Seng		Malaysian Meteorological Services	NCCDMメンバー
Dr. Anuar Abd. Rahman	CEO	Energy Centre of Malaysia	CDM技術評価委員会メンバー

Dr. M. Rozainee	Faculty of Chemical Engineering & Natural Resources Engineering	University of Technology Malaysia	廃棄物専門家
Mr. Anwar Johari	同上	同上	廃棄物専門家
Mr. D. L. Ho		Southern Waste Management	廃棄物処理委託運営会社
Mr. Ng Weng Mun		Southern Waste Management	廃棄物処理委託運営会社
Tengku Bakri Shah Tengku Johan		DOE Johor	EIA、サイト認可

この場において、本プロジェクトに関する説明を行い、概ね承認を得た。また、プラントのO&Mを行なうことを想定している Southern Waste Management 社の代表者も出席し、プラントサイト候補予定地を関係者で見学した。Southern Waste Management 社からは、コンポストプラントは Business As Usual の計画の中にはないが、もしもプラントを導入できるのであれば、それは同社に取っても好ましいものであるという意見が出された。また、サイト候補地である Seelong 埋立地の見学に際しては、同処分場が環境にも配慮された処分場であり、かつ適切に運営されていることが理解できた。同埋立地と同じレベルの埋立地は首都の KL にもう一つある限りで、メタンガス抑制の観点から言っても、きちんとした埋立処理を行なっている同サイトは非常に優れていると言える。

DNA である MOSTE は本プロジェクトに対して非常に協力的であり、リーダーシップを取って参加者を纏める役割を果たしていたと同時に、Southern Waste 社の廃棄物処理場運営能力が高いことから、本プロジェクトの実現可能性はまた一段高まったと考えられる。

今後は更に中央省庁の EPU(政策決定官庁)とMHLG(廃棄物処理担当官庁)に対して、働きかけを行い、本プロジェクトをナショナルプロジェクトとして推進する体制を強固にする必要があると思われる。

8.3.2 プロジェクトデザインドキュメントの作成とベースライン方法論の策定

本プロジェクトの実現のためにクリアすべき課題として、更に検討すべき点は、プロジェクトデザインドキュメント(PDD)とベースライン方法論の策定である。

本プロジェクトは、実際に排出されている GHG を処理するのではなく、今後の排出を抑制すると言うところにベースライン設定の難しさがある。こうした PDD とベースラインは現時点で殆ど提出されていない。

現在提出されている PDD の中では PCF が出しているインドの案件のもの [Infrastructure Development Finance Company Limited 2003] が、考え方としては全く同じであり、生分解性廃棄物の直接埋立を防止し、発生していたであろうメタンガス量をクレジットとしてカウントしようとするものである。ここで検討されているベースラインは IPCC が国内インベントリ作成用に提供している計算方法を用い、埋立地の形状や廃棄物の組成に従い、メタンガス発生量分を計算する考え方である。本レポートで検討した方法論も全く同じ考え方と計算式に拠って、メタンガス削減量を計算している。

この PDD の承認結果は 2004 年 3 月 19 日現在、明らかになっていないが、もし承認されれば、多くの点で参考に出来ると思われる。

しかしながら、同プロジェクトで利用されている技術はメタン発酵であり、本プロジェクトで行なうコンポストとは異なっている。また、(実際にインドの廃棄物処理の現状から言って参照するのは困難と思われる)インドの廃棄物処理計画に基づいたベースラインを検討していることもあり、全てを本プロジェクト用に流用することは勿論不可能である。

今後はベースラインの策定を中心に検討を進める必要があるが、現在までの検討状況は下記の通りとなる。(PDD ver1.0)に基づく検討)

表 8.3.2 PDD 作成における検討課題

章	タイトル	現状
A	GENERAL DESCRIPTION OF PROJECT ACTIVITY	Project Participants 以外の箇所に付いてはほぼ固まった。資金提供者に関する具体的検討がまだ不十分である。
B	BASELINE METHODOLOGY	現地の廃棄物処理計画に関する資料収集はほぼ完了した。また現地ではコンポスト計画に関する追加性は認識されている。 ただし、本 FS では PDD の議論に堪えうる具体的なベースライン策定に関しては今後の検討となっている。また、上記のインド案件の動向も PDD 策定に一定のインパクトを与えるものと考えられる。ま

		た、上記で述べたように実際には排出されないメタンガスのエミッションファクターの理論化は十分に検討する必要がある。
C	DURATION OF THE PROJECT ACTIVITY / CREDITING PERIOD	プラントライフは 21 年を期待できるため、7 年の 2 回延長をマレーシア国には提案することを考えているが、具体的な交渉はまだ行なっていない。
D	MONITORING METHODOLOGY AND PLAN	モニタリング項目とモニタリング地点は本調査によって目処は付いた。QA の問題(特に廃棄物組成のサンプリング頻度)については、今後現地の学識経験者を交えて、更に検討する必要があると考えられる。
E	CALCULATION OF GHG EMISSIONS BY SOURCES	計画上プロジェクト期間中(当初 7 年間)については、新設された埋立地に廃棄物が投入されることから、ここへの廃棄物の直接埋立がベースラインとすることは、今回の調査で明確になった。また、インド案件と同様に IPCC のデフォルト値よりも適切なプロジェクト特定の値については、マレーシア国にデータが殆どない、あるいはあっても信用に足らないものが多く、これも現地の専門家と更に検討を深める必要がある。
F	ENVIRONMENTAL IMPACTS	特に問題は無い
G	STAKEHOLDERS COMMENTS	8.3.1 で述べた関係者やその他 KL の MHLG などの打合せを通しては、プロジェクトに対しサーポーティブな意見を貰っている。

8.3.3 日本政府による補助金利用可能性の検討

実際に日本企業が本プロジェクトに自己資金を投じて投資するためには、CER 販売価格の変動リスクがあること、また公共性が高い事業で徴収できる廃棄物処理費に経済性がないことを考えると、現状では非常に難しいと考えられる。最近では公共事業の民活化が盛んに行なわれているものの、水処理のような料金徴収が確実に見込める事業とは異なり、廃棄物処理事業は料金徴収の確実性が担保されていない。(料金が高ければ他所に捨てる、あるいは出さないということが可能。水のように料金を払わない人に限ってサービスを停止することも難しい)廃棄物処理で言うと埋立地のような簡易施設ならまだしもそれ以外の大型の投資案件になると、民活で成立するためには、廃棄物の処理費に関する長期売買契約など多くのリスクヘッジが行われる必要がある。

こうしたリスク軽減のためには、政府機関による介入(この場合は補助金)が果たせる役割は大きい。仮にプラントの3分の1が補助されれば、プロジェクトの採算性も非常に安定したものとなる。現在の試算では、収入の増加で、税金の支払いが増えるものの、これによりIRRで5%以上改善され、プロジェクトの健全性も一段と高まる。また、政府のコミットメントがあれば、民間の参入障壁も下がることが予想される。

こうした可能性についても、金額や条件などをプロジェクトの採算性と併せ政府と検討することは今後の課題であろう。

参考文献

政府関係

日本

環境省地球環境局 2003a 「図説・京都メカニズム 第2版」

環境省地球環境局 2003b 「平成14年度 CDM/JIに関する検討調査 報告書」

国際協力銀行 2002 「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」

国際協力銀行 2003 「年次報告書 2003」

ジェトロ・クアラルンプール・センター 1998 「ビジネスガイド マレーシア 新たな成長への挑戦」 日本貿易振興会

地球環境センター 2003 「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)」

地球・人間環境フォーラム 2000 「日系企業の海外活動に当たっての環境対策 (マレーシア編)～「平成11年度日系企業の海外活動に係る環境配慮動向調査」報告書～」

NEDO 環境調和型技術開発室 2003 『～CDM事業の資金調達(その1)～』
「NEWSLETTER Vol.9 :シリーズ:地球温暖化関連の技術移転(9)」

マレーシア

Department of Environment HP, <http://www.jas.sains.my/>

Economic Planning Unit, 2001, *Eighth Malaysia Plan 2001-2005*, Percetakan National Malaysia Berhad.

Ministry of Science, Technology and the Environment, 2000, *Initial National Communication*

Nazri Yahaya, 2002, *Malaysian Implementation Strategy*, Presentation material used for the meeting “Development and Climate Change: Issues and Opportunities in Asia” in September 2002, Kuala Lumpur, Malaysia

Zubir Abdul Aziz, 2003, *Clean Development Mechanism (CDM) in Malaysia*, paper used for “International Workshop on CDM/JI in the Transport Sector” in March 2003, Tokyo, Japan

一般資料

IPCC 1996, *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*

IPCC 2000, *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National*

Greenhouse Gas Inventories

Konoksak Eam-o-pas, et.al 1999?, *Landfill Gas Generation and Recovery in Thailand*
USEPA 1998, *User's Manual Landfill Gas Emissions Model Version 2.0*

既存 PDD

EcoSecurities 2003, *NevaGerar Landfill Gas to Energy Project*
Infrastructure Development Finance Company Limited 2003, *Municipal Solid Waste Treatment cum Energy Generation Project, Lucknow, India*
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. et. al 2003, *FELDA Lepar Hilir Palm Oil Mill Biogas Project in Malaysia*

GEC 既存調査

エックス都市研究所 2002 「マレーシアパームオイル工場のメタン排出削減対策技術と固形廃棄物利用に関する調査」
大林組 2002 「タイにおける廃棄物処理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」
九州環境管理協会 1999 「廃棄物最終処分場の準好気性埋立システムへの転換によるメタンガス排出削減調査」
三菱証券 2002 「マレーシアにおける椰子殻発電事業からの炭素クレジット獲得プロセスの実態調査」