平成 17 年度環境省委託事業

平成17年度CDM／JI事業調査

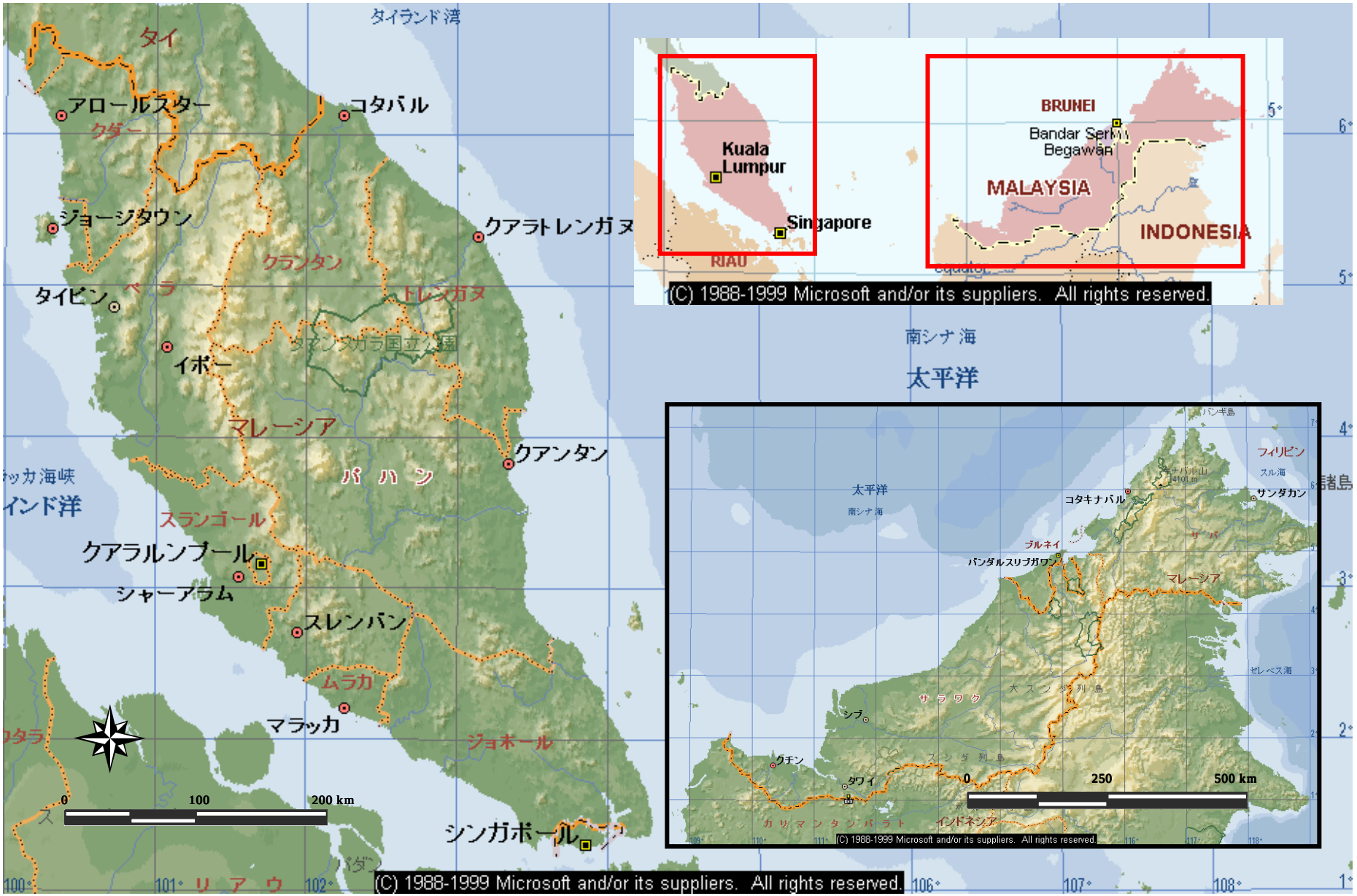
マレーシア・パームオイル工場排水処理施設の改善による

CDM 事業化調査

報 告 書

平成１８年３月

㈱パシフィックコンサルタンツインターナショナル


タイランド湾
タイ
アロールスター
コタバル
クダー
ジョージタウン
クアラトレンガヌ
クランタン
タイピン
ペラ
トレンガヌ
タマンヌガラ国立公園
イポー
マレーシア
クアンタン
パハン
ッカ海峡
インド洋
スランゴール
クアラルンプール
シャーアラム
スレンバン
ムラカ
マラッカ
ジョホール
シンガポール
リアウ
0 100 200 km
(C) 1988-1999 Microsoft and/or its suppliers. All rights reserved.
Kuala Lumpur
Singapore
RIAU
BRUNEI
Bandar Seri Begawan
MALAYSIA
INDONESIA
南シナ海
太平洋
フィリピン
コタキナバル
サンダカン
ブルネイ
バンダルスリブガワン
サバ
マレーシア
シブ
クチン
タワイ
0 250 500 km
インドネシア

対象国位置図

目　次

対象位置図

略語一覧

報告書概要版

第1章　マレーシア国の概要とプロジェクトの背景

1-1　マレーシアの地理・人口 1 - 1
1-1-1　地理 1 - 1
1-1-2　人口 1 - 1
1-2　マレーシアの政治・経済 1 - 2
1-2-1　政治体制 1 - 2
1-2-2　マレーシア経済の現状 1 - 4
1-3　マレーシアのエネルギー事情 1 - 5
1-3-1　エネルギー政策 1 - 5
1-3-2　エネルギー資源 1 - 7
1-4　マレーシアのパームオイル産業 1 - 13
1-4-1　概要 1 - 13
1-4-2　排水処理について 1 - 16
1-5　環境政策および環境基準 1 - 21
1-5-1　環境政策 1 - 21
1-5-2　環境基準 1 - 22
1-6　気候変動対策と CDM への取り組み状況 1 - 24
1-6-1　マレーシアの気候変動対策と CDM 国内承認体制 1 - 24

第2章　プロジェクト概要

2-1　プロジェクトの目的 2 - 1
2-2　プロジェクトの持続可能な開発への貢献 2 - 1
2-2-1　CDM クライテリアとの整合性 2 - 2
2-3　プロジェクト参加者の概要 2 - 3
2-3-1　Kuala Lumpur Kepong Berhad（KLK）社 2 - 3
2-3-2　Japan Carbon Finance, Ltd. (JCF) 2 - 5
2-3-3　Pacific Consultants International (PCI) 2 - 5

2-4　プロジェクトの技術的説明 2 - 6
2-4-1　プロジェクト対象工場の概略 2 - 6
2-4-2　プロジェクト技術の概要 2 - 13
2-4-3　排出削減をもたらす技術的根拠 2 - 18

第3章　プロジェクトの実施計画

3-1　日本側・相手国側のプロジェクト参加者の役割と負担範囲 3 - 1
3-2　炭素クレジット取得方法 3 - 1
3-3　当該プロジェクト実施にあたっての資金計画 3 - 1
3-4　公的資金を利用する場合の資金源の情報 3 - 1
3-5　プロジェクト実施スケジュール 3 - 2
3-6　DNA との協議 3 - 3

第4章　ベースライン概要

4-1　ベースラインの検討 4 - 1
4-1-1　方法論の検討 4 - 1
4-1-2　ベースラインシナリオの検討 4 - 2
4-2　追加性の証明 4 - 8
4-3　プロジェクト領域の検討 4 - 12

第5章　モニタリング計画

5-1　新方法論の内容 5 - 1
5-1-1　プロジェクト排出量に関するモニタリング 5 - 1
5-1-2　ベースライン排出量に関するモニタリング 5 - 3
5-1-3　リーケージ排出量に関するモニタリング 5 - 4
5-2　新方法論の当該プロジェクトへの適用 5 - 5
5-2-1　プロジェクト排出量に係わるモニタリングについて 5 - 6
5-2-2　ベースライン排出量に係わるモニタリングについて 5 - 6
5-2-3　リーケージ排出量に係わるモニタリングについて 5 - 6
5-3　当該プロジェクトにおけるモニタリングの実施体制 5 - 7
5-4　品質管理 5 - 10

第6章　温室効果ガス排出削減効果の検討

6-1　温室効果ガス排出削減に係る活動 ..... 6 - 1
6-2　ベースライン GHG 排出量 ..... 6 - 1
6-3　プロジェクト GHG 排出量 ..... 6 - 3
6-3-1　リーケージについて ..... 6 - 3
6-4　GHG 削減量 ..... 6 - 4

第7章　環境影響分析

7-1　環境影響評価手続きの必要性 ..... 7 - 1
7-2　環境への影響 ..... 7 - 1
7-2-1　自然環境への影響 ..... 7 - 1
7-2-2　社会環境への影響 ..... 7 - 2

第8章　想定される利害関係者へ及ぼす影響

8-1　利害関係者への説明 ..... 8 - 1
8-2　議題およびステークホルダーからのコメントに対する回答 ..... 8 - 1

第9章　収益性比較

9-1　基本条件の設定 ..... 9 - 1
9-1-1　基本仮定事項 ..... 9 - 1
9-1-2　初期投資コスト ..... 9 - 1
9-1-3　運営・メンテナンスコスト ..... 9 - 2
9-1-4　収入 ..... 9 - 2
9-2　財務分析 ..... 9 - 4
9-2-1　内部収益率および投資回収年数 ..... 9 - 4
9-3　費用対効果 ..... 9 - 8

第10章　デスクレビュー

10-1　デスクレビュー ..... 10 - 1
10-1-1　指定運営機関 ..... 10 - 1
10-1-2　デスクレビュー結果 ..... 10 - 1

参考文献リスト

添付資料

1. プロジェクト設計書　概要
2. プロジェクト設計書
3. 新方法論（ベースライン）
4. 新方法論（モニタリング）
5. 仮有効性審査レポート
6. 出張報告書
7. CDM/JI プロジェクト支援委員会からのコメントへの見解

略語集

	略語	正式名	日本語訳
1.	BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
2.	CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
3.	COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
4.	CEMD	Conservation and Environmental Management Division	環境保護管理局
5.	CER	Certified Emission Reduction	排出削減量
6.	CL	Clarification	確認事項
7.	COP	Conference of the Parties	締約国会議
8.	CPO	Crude Palm Oil	粗パーム油
9.	DNA	Designated National Authority	指定国家機関
10.	DNV	Det Norske Veritas Certification Ltd.	デットノルスケベリタス
11.	DOE	Designated Operational Entity	指定運営機関
12.	EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
13.	EFB	Empty Fruit Bunch	パームオイル空房
14.	FFB	Fresh Fruit Bunch	パームオイル果房
15.	GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
16.	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
17.	JCF	Japan Carbon Finance, Ltd.	日本カーボンファイナンス株式会社
18.	KDC	KLK Kalumpang Development Corporation	KLK 中央品質管理センター

略語集

	略語	正式名	日本語訳
19.	KLK	Kuala Lumpur Kepong Berhad	KLK 社
20.	LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
21.	MCF	Methane Conversion Factor	メタン生成係数
22.	MPOA	Malaysia Palm Oil Association	マレーシアパームオイル協会
23.	MPOB	Malaysia Palm Oil Board	マレーシアパームオイル委員会
24.	NRE	Ministry of Natural Resources and Environment	資源環境省
25.	OE	Operational Entity	運営機関
26.	PDD	Project Design Document	プロジェクト設計書
27.	PIN	Project Idea Note	プロジェクトアイディアノート
28.	POME	Palm Oil Mill Effluent	パーム油廃液
29.	ppm	parts per million	（単位）百万分の一
30.	PTM	Pusat Tenaga Malaysia	マレーシアエネルギーセンター
31.	QA/QC	Quality Assurance/ Quality Control	品質保証・品質管理
32.	RM	Ringgit Malaysia	マレーシア・リンギ
33.	SREP	Small Renewable Energy Power Programme	小規模再生可能エネルギー発電プログラム
34.	TQCC	KLK Technology and Quality Control Centre	KLK 中央品質管理センター
35.	UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約

第１章　マレーシアの概要とプロジェクトの背景

1-1 マレーシアの地理・人口

1-1-1 地理

マレーシア国の総面積は 329,758km^2 で、日本のおよそ 0.9 倍の国土面積を有する。同国は南シナ海を挟んで 2 つの地域に分かれており、マレー半島南部に位置する西マレーシアでは、北をタイと、そして南をシンガポールと国境を接し、一方ボルネオ島北部に位置する東マレーシアではブルネイおよびインドネシアと国境を接している。

マレーシアの半島部の両岸は広い平野が広がり、ここに同国の人口のほとんどが集中している。

東マレーシアにはサバ州とサラワク州の 2 州がある。ブルネイ国の東に位置するサバ州にはマレーシアの最高峰であるキナバル山（4101m）があり、ブルネイの南西に位置するサラワク州には広大な低地が広がっている。

マレーシアの気候は典型的な熱帯湿潤気候で、年間の気温は 24℃から 36℃で推移し、年間降雨量は 1,600mm から 6,000mm となっている。1 年は雨期である北東モンスーン期（10 月から 2 月）、多風期（3 月から 4 月）、そして乾期である南西モンスーン期（5 月から 9 月）に分けられる。

1-1-2 人口

マレーシアの総人口は最新の統計によれば 2,613 万人となっており、同国の人口密度は約 79 人/km^2 で、この値は日本の 4 分の 1 である。人種の構成は主にマレー系およびその他の原住民（65.5%）、中国系（25.6%）、そしてインド系（7.5%）となっている。

宗教は、連邦の宗教であるイスラム教が最も多く信仰されており、続いて仏教、キリスト教、ヒンズー教と続く。

表 1-1 にマレーシアの州別人口および面積を示す。

表 1-1　マレーシアの州別面積・人口

地域	州	州 都	面積 (km^2)	人口 (人)
マレー東部（マレー半島）	ジョホール	ジョホールバル	18,987	2,740,625
	ケダ	アロースター	9,425	1,649,756
	ケランタン	コタバル	15,024	1,313,014
	ムラカ	ムラカ	1,652	635,791
	ヌグリスンビラン	スレンバン	6,644	859,924
	パハン	クアンタン	35,965	1,288,376
	ペラ	イポー	21,005	2,051,236
	ペルリス	カンガール	795	204,450
	ペナン	ジョージタウン	1,031	1,313,449
	セランゴール*	シャーアラム	7,960	4,188,876
	トレンガヌ	クアラトレンガヌ	12,955	898,825
	連邦直轄区	クアラルンプール	243	1,379,310
	連邦直轄区	ラブアン	92	76,067
マレー西部（ボルネオ島）	サバ	コタキナバル	73,619	2,603,485
	サラワク	クチン	124,450	2,071,506

* セランゴール州の人口には連邦直轄区であるプトラジャヤを含む。

（出典：www.citypopulation.de、数値は 2000 年現在）

1-2　マレーシアの政治・経済

1-2-1　政治体制

2003 年 10 月に首相に就任したアブドゥラ首相の下、マハティール前首相の政策が基本的に引き継がれており、政策に大きな変化は見られない。

マレーシアの政治体制は立憲君主制で、元首である国王は 9 州のスルタンから互選される。現在の元首は 2001 年 12 月に就任したサイド・シラジュディン第 12 代国王で、ペルリス州スルタンである。

議会は上院と下院の二院政で、上院（Dewan Negara：70 議席、任期 3 年）と下院（Dewan Yakyat：219 議席、任期 5 年）から成る。上院の議席の内 43 名は国王が任命し、残りの 27 名は州議会が指名する。一方、下院の議席は小選挙区制の直接選挙により選出される。

マレー系の政党である新統一マレー国民組織（New United Malays National Organization）を中心とした与党連合が、大多数の下院議席（219 議席中 199 席、うち新統一マレー国民組織は 110 議席）を確保しており、政権は安定している。

表 1-2 にマレーシアの略史を示す。

表 1-2　マレーシアの略史

1946 年	マラヤ連合樹立
1948 年	マラヤ連邦成立
1963 年	マレーシア連邦成立（シンガポールを加える）
1965 年	シンガポールが分離・独立
1981 年	マハティール政権の誕生
1991 年	ヴィジョン 2020 の発表
1997 年	アジア通貨危機の発生
1998 年	固定為替相場制に移行
2003 年	アブドゥラ首相就任
2005 年	変動為替相場制に移行

1-2-2　マレーシア経済の現状

(1)　経済政策

マレーシアでは、「Vision 2020」とよばれる政策があり、同政策ではマレーシアを 2020 年までに先進国に成長させるという目標を掲げている。そして、「Vision 2020」政策を基礎とする様々な経済政策がマレーシアでは取られている。

それら政策の一つである「第８次マレーシア計画（“Eighth Malaysia Plan 2001-2005”）」では、主に以下に重点を置いて進められてきた。

- マクロ経済の充実と知識集約型経済への移行
- 民族間・地域間の格差解消
- 人材育成と研究開発の充実による生産性の向上
- 主要セクターの効率化と付加価値の付与による競争力の強化
- 情報通信技術の利用促進
- 環境資源問題を考慮した持続可能な開発
- 社会サービス等の充実による生活の質の向上

現在、「第９次マレーシア計画」の策定中であるとされており、同計画においては、現行の「第８次マレーシア計画」の基本的な政策である、知識集約型経済の成長、人材育成、格差是正、生活の向上などを踏襲すると同時に、マレ

ーシア経済基盤の強化と新規開発分野の発掘、公共輸送システムの強化、そして極度の貧困の削減などの政策が新たに盛り込まれると見られている。

(2) 経済動向

以下にマレーシアの主要経済指標を示す。

表 1-3 マレーシアの経済動向

	2004 年	2005 年（見込み）
GDP	653 億ドル	691 億ドル
一人当たり GDP	4,372 ドル	4,393 ドル
経済成長率	7.1 %	5.0 ～ 6.0 %
物価上昇率	1.4 %	1.8 %
失業率	3.5 %	3.4 %
総輸出額	1,263 億ドル	1,353 億ドル
総輸入額	1,052 億ドル	1,125 億ドル
主要輸出品目	電気製品、原油、LNG、木材、パームオイル、ゴム、化学製品	
主要輸出国	米国（18.8%）、シンガポール（15%）、日本（10.1%）、中国（6.7%）、香港（6%）、タイ（4.8%）	
主要輸入品目	電子機器、機械、石油製品、プラスチック、鉄鋼製品、化学製品	
主要輸入国	日本（16.1%）、米国（14.6%）、シンガポール（11.2%）、中国（9.9%）、タイ（5.6%）、台湾（5.5%）、韓国（5%）、ドイツ（4.5%）、インドネシア（4%）	

（出典：外務省、マレーシア投資開発庁）

アブドゥラ首相が進める堅実な経済政策の下、マレーシア経済は 1997 年のアジア通貨危機以降は堅調に推移しており、GDP 成長率は 2003 年には 5.3%、2004 年には 7.1%、そして 2005 年には 5.0%～6.0%（見込み）と推移している。この成長の背景には個人消費の伸びが考えられ、同時に製造業（特に電子・電気および化学工業）とサービス業が高い伸び率を示している。

一人当たりの GDP はおよそ$4,300 であり、「中進国の上位」に位置している。この数値は周辺国であるタイやベトナム、そして中国と比べても突出して高く、このマレーシア国内の人件費の高さを嫌い、外国資本の多くが数年前よりマレーシア以外の周辺国へと流れる状況にある。

一方で、これら周辺国と比べて人件費は高いものの、マレーシアではインフラ整備は非常に進んでおり、特に空港や道路を始めとする運輸・物流インフラ

が発達している。この点に注目した欧米の企業を中心に、最近多くの外国企業がマレーシアをアジアのロジスティックスの中心候補地として進出を開始している。

1-3 マレーシアのエネルギー事情

1-3-1 エネルギー政策

(1) マレーシア国家エネルギー政策

マレーシアは天然資源に非常に恵まれた国であり、東南アジアの中ではインドネシアに次いで豊富な化石燃料資源を有している。

マレーシアのエネルギー省（Ministry of Energy, Water and Communication）が策定した、国家エネルギー政策では、以下の 3 つの基本方針が掲げられている。

- 供給：十分かつ費用効果の高いエネルギー供給を確保するために、化石燃料・再生可能エネルギーを含む自国のエネルギー資源の開発を進めるとともに、エネルギー供給源の多様化を国内・国外より図る。
- 消費：エネルギーの効率的な使用を奨励し、無駄の多い非生産的なエネルギー消費パターンを解消する。
- 環境：エネルギーの生産、運搬、変換、使用・消費において環境への影響を最小化する。

供給サイドにおけるエネルギー政策に関しては、マレーシア政府は、国内に現存する化石燃料資源の延命を図るとともに、石油への過度の依存を避け、エネルギー源の多様化を図るとしている。

このための戦略の一つとして、政府は 1981 年に 4 大燃料政策（Four-Fuel Strategy）を掲げ、石油の他に天然ガス、水力、そして石炭によるエネルギーミックスの政策を打ち出した。その結果、マレーシア国内でのほとんど唯一のエネルギー供給源であった石油のシェアを減らす事に成功した。

消費サイドに関しては、政府は啓蒙活動の実施やコジェネ事業に対するインセンティブを設定する他、省エネルギーに関する規制を整備するなど、様々な対策を講じている。

また、環境面では、マレーシア国内で行われる全ての主要なエネルギー開発事業に対して環境影響評価を義務付けや、再生可能エネルギーを中心とする環境影響の少ないエネルギー源の導入を促進している。

(2) 第８次マレーシア計画

2001 年に策定された国家開発計画である第８次マレーシア計画では、マレーシアの競争力を高めるためには安定したエネルギー供給の確保が必須であるとして、エネルギーの効率的な使用と環境影響の軽減を目標に掲げている。また、安定した電力供給は、IT ベースの経済発展や製造業のハイテク化を達成するのに必要であるとしている。

以下に第８次マレーシア計画における主なエネルギー開発戦略を示す。

- 十分かつ安定した燃料供給を確保するとともに、天然ガスおよび再生可能エネルギーの利用を促進する
- 十分な電力供給を確保するとともに、生産性と効率性を向上させる
- エネルギー関連産業・サービスを整備し、現地での調達を進める
- エネルギー関連技術サービスの中心地として、マレーシアの立場を確保する
- 効率的なエネルギー利用を特に工業・商業分野において奨励する

(3) 再生可能エネルギー政策

４大燃料政策の下で石油以外の３種類の燃料のシェアが増加する中、国内資源の豊富な天然ガスへ過度に依存する傾向が強まり、その対策として 4 大燃料政策に代わる５大燃料政策（Five-Fuel Strategy）が策定された。同政策は 2001 年に打ち上げられた第 8 次マレーシア計画の中で発表されたもので、既出の４種類のエネルギー源の他に、再生可能エネルギーの導入を図るものである。

同政策では、第 8 次マレーシア計画が終了する 2005 年までに国内の総電力需要の内 5%を再生可能エネルギーで賄うというものであったが、実際は政策に強制力も無く、再生可能エネルギーの導入は進んでおらず、目標の達成は難しいと見られる。

- 小規模再生可能エネルギー発電プログラム（SREP）

マレーシア政府は 2001 年より SREP と呼ばれるクリーン電力買取りプログラムを実施しており、これは 5 大燃料政策に基づく再生可能エネルギー利用促進事業の一環として行われている。

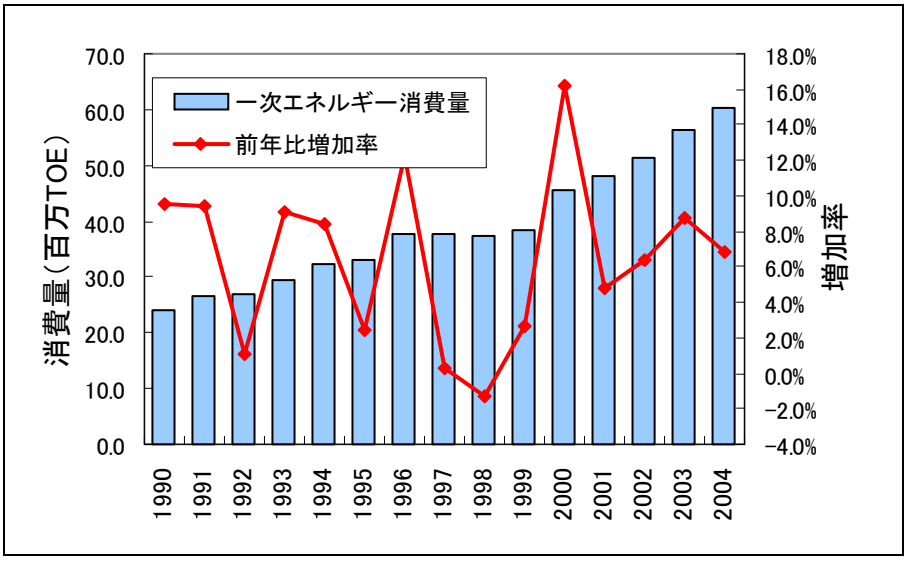
同プログラムでは、再生可能エネルギーを利用した発電を行う事業者は、電力会社に対して自社で発電したクリーンな電力を買い取るように申請する事ができる。発電事業者は電力会社と電力価格について直接交渉を行い、電力売買契約を結ぶことができる。

グリッドに電力を供給することができるのは 10MW 以内の電力で（発電所の発電能力自体は 10MW を超えても良いとされる）、対象となるエネルギー源はバイオマス、バイオガス、都市廃棄物、太陽光、小水力、そして風力エネルギーとなっている。

1-3-2 エネルギー資源

2004 年のマレーシアにおける一次エネルギー消費量は図 1−1 が示すように 6,030 万トン（石油換算）であり、前年と比べて 6.8%増加している。

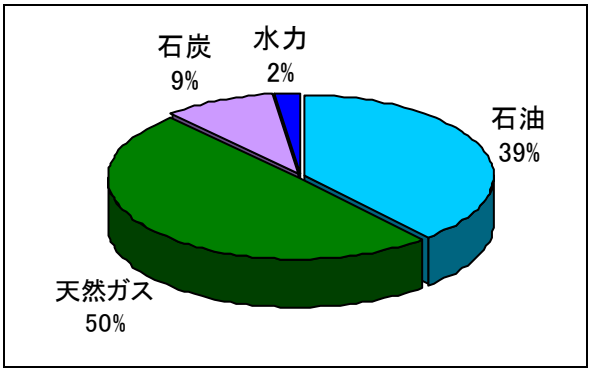
一次エネルギーの消費量はアジア通貨危機後の 1998 年に前年より減少したのを除いて、増加傾向が続いており、過去 5 年では消費増加率 5%から 16%の割合で推移している。



（出典：BP “Statistical Review of World Energy 2005”）

図 1−1 マレーシアにおける一次エネルギー消費量の推移

マレーシアにおける一次エネルギーの消費構成は、図 1−2 が示すように、天然ガス（50%）、石油（39%）、石炭（9%）、そして水力（2%）となっている。



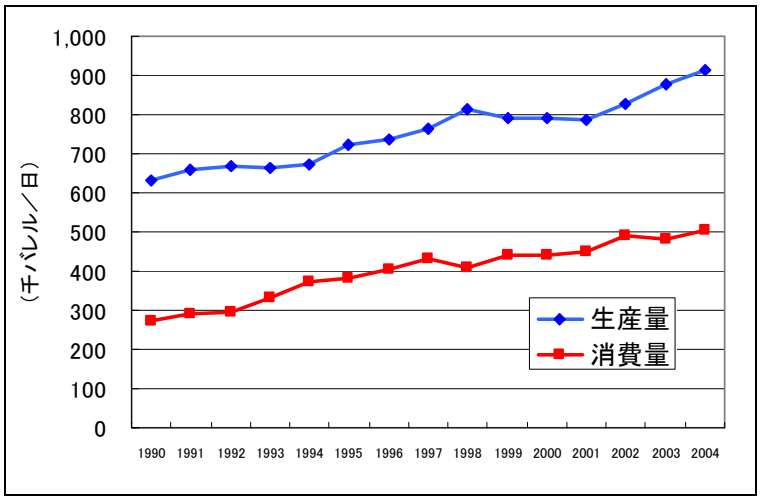
（出典：BP “Statistical Review of World Energy 2005”）

図 1-2　マレーシアにおける一次エネルギー源の構成（2004 年）

(1)　石油

現在マレーシアで確認されている石油資源量は、1996 年に確認された 43 億バレルから減少し、現在は 30 億バレル程度と見られているが、石油の生産量は以下の図に示すように増加している。これは、マレーシア国内でのオフショア開発が進んでいるためと見られる。

国内油田の開発は進んでいるが、現在マレーシア政府は国内に賦存する石油資源の保全政策を進めており、特に発電分野においては、石油を使用した火力発電から石炭や水力発電、差製可能エネルギーへの転換が進められている。



（出典：BP）

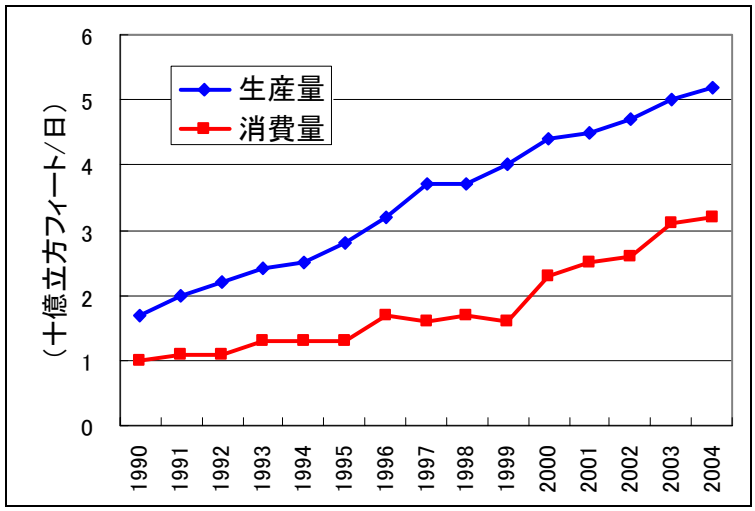
図 1-3 マレーシアにおける石油の生産・消費量の推移

(2) 天然ガス

マレーシアに埋蔵する天然ガス資源は87兆立方フィートあるとされている。現在採掘が行われているのは、ボルネオ島のサラワク州のオフショア（全体発掘量のうち 5 割）、マレー半島東岸（同 4 割）、そしてサバ州のオフショア（同 1 割）である。

マレーシアにおける天然ガスの生産量および国内消費量を図 1-4 に示す。2004 年の天然ガス生産量は、前年度に比べて 3.8%増の 52 億立方フィート/日、一方、消費量は前年度と比べて 3.1%増の 32 億立方フィート/日であり、国内の天然ガス需要増を反映して生産量、消費量ともに増加傾向にある。

国内で生産された天然ガスの余剰分は LNG として国外に輸出されており、その総量は 2004 年の段階で 276.8 億立方メートルとなっている。マレーシアはインドネシアに次いで世界第 2 位の LNG 輸出国であり、その主な輸出先は世界最大の LNG 輸入国である日本を始め、韓国、台湾となっている。



（出典：BP）

図 1-4 マレーシアにおける天然ガスの生産・消費量の推移

(3) 石炭

マレーシアの石炭資源は東マレーシアのボルネオ島に集中しており、サラワク州に約 8 割、サバ州に残りの 2 割が分布しているとされる。石炭埋蔵量は約 17 億トンとされ、そのうち確認されたものは 2.7 億トン、期待埋蔵量は 3.4 億トン、予測埋蔵量は 11 億トンとなっている。

石炭資源のほとんどは低質の褐炭か亜瀝青炭であり、さらに炭田はインフラの整備されていない内陸地にあるなど、開発コストがかさむと見られている。

さらに、サバ州政府は炭田付近にある森林保護の政策を打ち出しており、国内の石炭資源の開発は進んでいない。

国内における石炭消費では、発電所によるものが最も多く、次に消費量が多いセメント産業と合わせて、国内のほぼ全ての石炭を消費している。なお、消費量 690 万トン（2002 年）に対して国内での年間生産量はわずかに 90 万トンであるため、残りの 600 万トン（全体消費量の約 85%）は輸入に頼っている。主な輸入先は、オーストラリア、インドネシア、中国、南アフリカとなっている。

マレーシアでは、天然ガスへの過度の依存を軽減するために、石炭へエネルギー源がシフトする動きがここ数年見られる。需要が今後も増加する発電分野においても、大型石炭火力発電所が今後建設されると予測され、石炭消費は増加する見込みである。

(4) 発電

マレーシアでは以前より国家政策に基づき、石油への過度の依存を軽減するべく、他のエネルギー源の導入を積極的に行ってきた。その結果、石油への依存度は低下したものの、近年では天然ガスへの依存度が急激に高まっており、これを危惧した政府は石炭や水力、そして再生可能エネルギーへと国内のエネルギー源をシフトする方向にある。2006 年までに石炭による発電量のシェアを現在の 16.5%からおよそ倍の 30%にするという目標も掲げている（出典：米国エネルギー情報局）。

2004 年のマレーシアにおける総発電量は 83,300GWh であり、一人当たりの年間電力消費量は 2,950kWh となっている。電源別発電量の内訳は、以下の表に示すとおり、天然ガスによるものが 72.5%と大部分を占め、そして石炭（16.5%）、水力（6.2%）と続いている。

表 1-4 マレーシアの発電源別総発電量

電源	GWh	シェア
Gas	60,400	72.5%
Coal	13,700	16.5%
Hydro	5,200	6.2%
Diesel	2,700	3.2%
Oil	700	0.8%
Biomass	400	0.5%
Others	200	0.3%
Total	**83,300 GWh**	

（出典：マレーシア・エネルギー委員会）

一方、これを設置発電容量で見ると、マレーシアに設置されている発電所の総発電容量 20,580MW のうち、ガス発電の占める割合は 56.5%となる。

表 1－5　マレーシアの電源別設置容量

電源	MW	シェア
Gas Turbine and Combined Cycle	11,630	56.5%
Coal	3,610	17.5%
Hydro	2,120	10.3%
Diesel	1,520	7.4%
Oil	1,480	7.2%
Biomass	120	0.6%
Others	100	0.5%
Total	**20,580 MW**	

（出典：マレーシア・エネルギー委員会）

(5)　再生可能エネルギー

- ポテンシャル

マレーシアのエネルギー省は、既述の 5 大燃料政策に基づき、国内での再生可能エネルギー導入を進めるため、国内に賦存する再生可能エネルギーのポテンシャルに関する調査を行っている。その結果、パームオイルなどのバイオマス燃料、バイオガス利用、太陽エネルギー、そして小水力発電などが開発可能性が高いとしている。マレーシア国内に賦存する再生可能エネルギーのポテンシャルを現地通貨（RM：マレーシアリンギ）に換算した試算結果を以下に示す。

表 1−6　再生可能エネルギーポテンシャル

エネルギー源	エネルギーポテンシャル（リンギ／年）
森林廃材	11,984
パームオイル残渣	6,379
太陽熱エネルギー	3,023
水力エネルギー	506
太陽光発電	378
都市廃棄物	190
もみ殻	77
埋め立てガス	4

（出典：マレーシア・エネルギー省）

- SREP プログラム

また、マレーシア政府が進める既出の SREP（小規模再生可能エネルギー発電支援プログラム）も浸透し始め、現在では 52 件の再生可能エネルギープロジェクトが政府の承認を受けている。以下に示すように、プロジェクトの内訳は、バイオマス関連のものが 28 件（総出力 227.8MW）、小水力発電 20 件（同 80.8MW）、そして埋め立てガス利用による発電プロジェクトが 4 件（同 9.4MW）となっており、上記のエネルギー省が示すポテンシャルと合致するものが多く導入されている。

表 1－7　SREP プログラム導入状況

エネルギー源		承認件数	発電出力（MW）
①バイオマス	空房（EFB）	22	187.0
	木屑	1	6.6
	もみ殻	1	10.0
	都市廃棄物	1	5.0
	混合バイオマス	3	19.2
②廃棄物埋め立てからの発生ガス		4	9.4
③小水力発電		20	80.8
合計		**52**	**318.0**

（出典：マレーシア・エネルギー委員会）

- BioGen プログラム

上記の SREP プログラムとは別に、エネルギー省傘下の Pusat Tenaga Malaysia（PTM：マレーシアエネルギーセンター）が推進する BioGen プロジェクト（Biomass Power Generation and Cogeneration in Malaysian Palm Oil Industry）と呼ばれるバイオマス利用促進プログラムがある。

同プログラムは UNDP/GEF（４百万ドル）、マレーシア政府（3 百万ドル）、そして民間資金（6.5 百万ドル）が出資する、バイオマス発電およびコジェネ導入促進プログラムであり、PTM が実施主体となっている。同プログラムでは同時に、GHG 削減を目標に掲げている。

PTM によると、マレーシアにはパームオイル産業や農業分野を中心に、有効利用可能なバイオマス資源が豊富にあるとしており、バイオマス資源は 2,000 万トン以上、そして利用可能なパーム油廃液（POME）は 3,150 万 m^3 あると考えられており、発電出力ポテンシャルは 665MW に達するとしている。

表　1−8 バイオマス発電ポテンシャル

産業	燃料発生量（千トン／年）	発電可能出力（MW）	年間発電可能量（GWh）
Palm Oil Mills Effluent (POME)	31,500	177	1,587
Palm Oil Mills	17,980	365	3,197
Wood Industry	2,177	68	598
Rice Mills	424	230	263
Bagasse	300	25	218
Total	**72,962**	**665**	**5,863**

（出典：PTM）

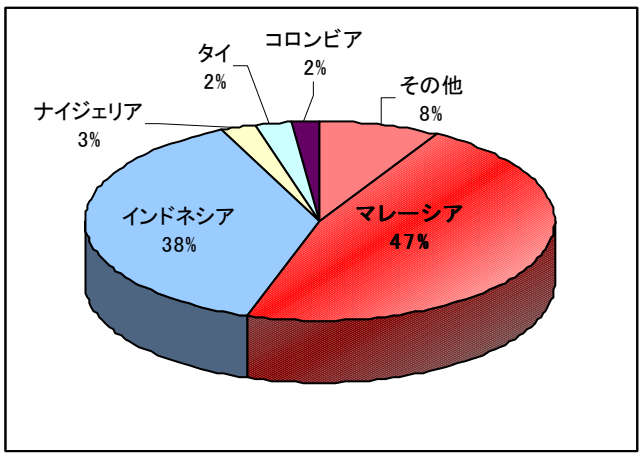
1-4　マレーシアのパームオイル産業

1-4-1　概要

(1)　マレーシアのパームオイル産業

現在マレーシアにはおよそ５億本のオイルパームツリーがあるとされ、これらから生産されるパームオイルの量は、全世界で生産されるパームオイルの約47%にのぼり、マレーシアは世界最大のパームオイル生産国となっている。また、同国のパームオイル輸出量は世界の 61%を占めており、最大のパームオイル輸出国でもある。

図 1－5 主なパームオイル生産国



パームオイルのマレーシア経済への影響も非常に大きく、2004 年のパームオイル輸出による収益は 221 億マレーシア・リンギ（RM）（約 60 億 USD）であり、同国の重要な外貨収入源となっている。因みに 2004 年のマレーシアの GDP（予測）は 4,496 億 RM（約 1,200 億 USD）であり、いかにマレーシアにとってパームオイル産業が重要かがわかる。

マレーシアで生産されたパームオイルの輸出先は、アジア（50%）、ヨーロッパ（17%）、中東（14%）、アフリカおよび東南アジア（各 7%）の順に多く、国別に見ると中国（22%）、オランダ（9%）、パキスタン（8%）、インド（7%）、日本（4%）が上位５国となっている。

表 1−9 マレーシアのパームオイル産業概要

	単位	2004 年実績
栽培面積	ヘクタール	3,875,327
CPO 生産量	トン	13,976,182
パーム油輸出量	トン	12,575,401
パーム油輸出による収益	百万 RM	22,166

*注　CPO：Crude Palm Oil（粗パーム油）
RM：Malaysia Ringgit
（出典：MPOPC：マレーシアパームオイル推進委員会）

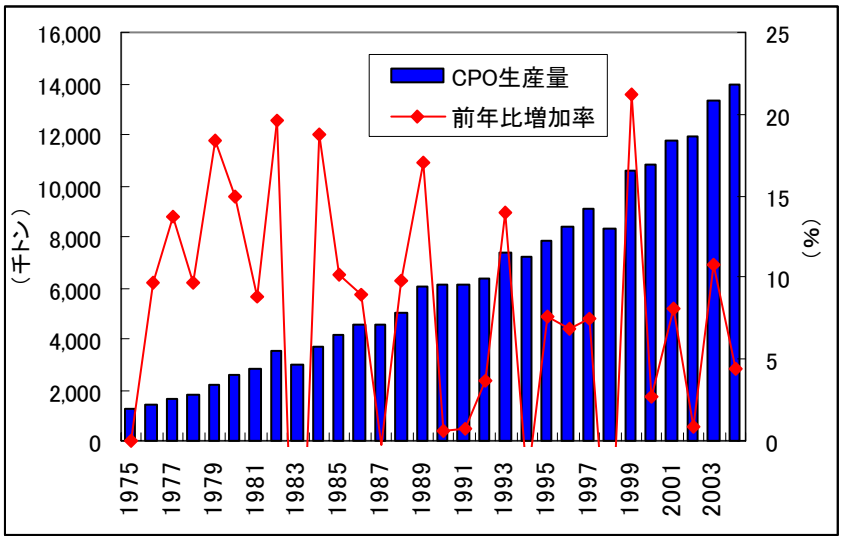
(2) プランテーション

マレーシアには現在およそ 387 万ヘクタールのオイルパームツリー栽培地があり、栽培面積は年間平均 6%程度で増加を続け、ここ 20 年間でおよそ 3 倍に増加した。

また、栽培地を地域別に見ると、10 年前まではほぼ全ての栽培地がマレー半島に集中していたが、半島の開発が進み、これ以上プランテーション地域が確保できなくなり、現在ではボルネオ島のサバ州およびサラワク州においてプランテーション開発が進んでいる。栽培面積が大きい州は順に、サバ州（30%）、ジョホール州（17%）、ペナン州（15%）、サラワク州（13%）、そしてペラ州（8%）となっている。

(3) パームオイル生産

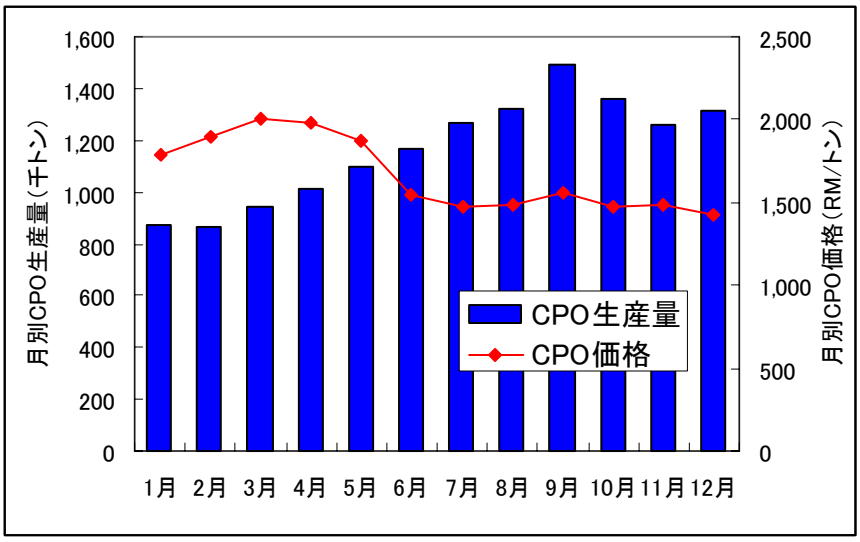
図 1−6 にマレーシアにおける粗パーム油（CPO）の生産量および増加率の推移を示す。アジア通貨危機の翌年を除き、堅調に推移しているのがわかる。



（出典：MPOB）

図 1－6　CPO 生産量の推移

また、CPO 生産量および価格（いずれも 2004 年）を月別に見ると、下図のようになる。7 月から 12 月にかけて生産がピークを向かえ、1 月から 3 月にかけてオフシーズンとなる。

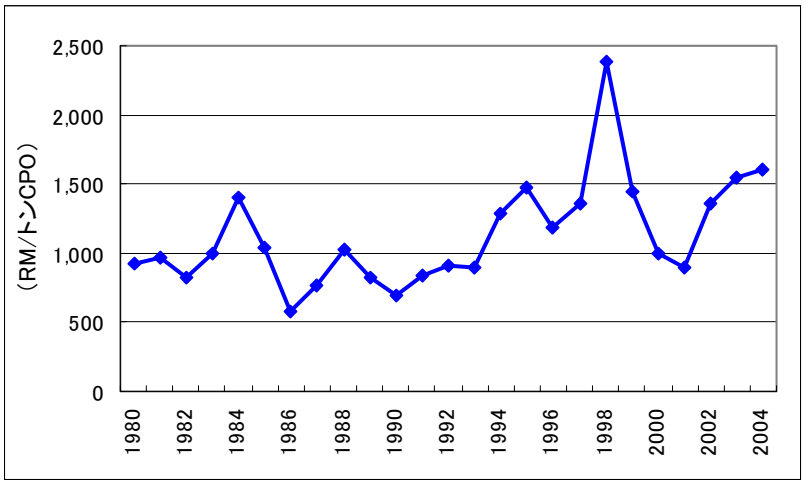


（出典：MPOB）

図 1－7　月別 CPO 生産量および価格

(4) パームオイル価格

図 1－8 に示すように、過去の CPO 価格の推移を見ると、変動が激しいことがわかる。その年の気候および収穫量、主な消費国における消費パターン、そして他国、特に南米における大豆プランテーション状況、また、最近ではバイオディーゼル産業の動向などによっても CPO の価格は大きく変動する。



（出典：MPOB）

図 1－8　CPO 価格の推移

なお、1998 年に 2,378RM（マレーシア・リンギット）という異常な高値を記録しているが、これは前年に発生したアジア通貨危機の影響であり、翌年の 1999 年には危機以前の値に戻っている。

1-4-2　排水（POME）処理について

(1) POME の組成

パームオイルを生産する過程で大量の廃液が排出され、その量はパームオイル果房（FFB: fresh fruit bunch）1 トンにつき平均 0.67 トンのパームオイル廃液（POME: palm oil mill effluent）となっており、マレーシア全体のパームオイル工場から排出される廃液の量は膨大なものになる。

一般的な POME の組成（表 1-10）が示すとおり、処理前の POME は BOD で平均 25,000 mg/l という、マレーシアの一般的な家庭排水の BOD 値のおよそ 100 倍という高濃度である。

表 1-10　一般的な POME の組成

パラメーター	平均値	範囲
pH	4.2	3.4 ～ 5.2
BOD	25,000	10,250 ～ 43,750
COD	51,000	15,000 ～ 100,000
全固形分含量（TS）	40,000	11,500 ～ 79,000
懸濁固形分含量（SS）	18,000	5,000 ～ 54,000
揮発性固形分含量（VS）	34,000	9,000 ～ 72,000
油分	6,000	130 ～ 18,000
アンモニア性窒素	35	4 ～ 80
全窒素	750	180 ～ 1400

（出典：MPOB）

(2)　POME 処理方法

マレーシアにおける POME の処理は、一般的にラグーンを使った処理システムが利用されている。このラグーン処理方式は、マレーシアの排出基準以下（BOD 100 mg/l 以下）にまで廃液を処理でき、且つ初期投資やメンテナンスコストがかからないため、マレーシアのパームオイル業界でこのシステム以外の処理方法を導入している事例はほとんど見られない。

国内のパームオイル業界を統括するマレーシアパームオイル委員会（MPOB: Malaysian Palm Oil Board）によると、2005 年 11 月末現在、マレーシアには 380 のパームオイル工場があり、その 95%にあたる 360 工場でオープンラグーン方式が採用されており、嫌気性処理が施されている。

残りは開放型タンクを利用した処理法（17 件）、および閉鎖型タンク処理（3 件）となっている。なお、閉鎖型タンク方式を採用している 3 件の内 1 件はバイオガスを利用した電力・熱供給システムを併設しており、他の 2 件はメタンガスをフレア処理している。

表 1-11　マレーシアにおける POME 処理方法（2005 年 11 月時点）

処理方法	件数	%
オープンラグーン方式	360	95%
開放型タンク処理方式	17	4%
閉鎖型タンク処理方式	3	1%
合計	380 件	-

（出典：MPOB）

なお、マレーシア国内において開放型・閉鎖型ともに処理タンク自体の技術は入手可能である。しかし、タービン等の発電に関わる機器類は国内で生産されておらず、他国からの輸入が必要となる。

タンク型処理法はオープンラグーン方式と違って広大な土地面積が必要としない、モニター・管理が容易であり、ラグーンの底に溜まるスラッジの除去作業が必要とされないなどのメリットもある。それにも関わらず導入件数が少ないのは、事業実施者にとって経済的な魅力が薄く、技術的なリスクがあるといったマイナス要因が背景にある。

なお、POME に対する近年のマレーシアの国としての方針は、POME 処理方法の改善を促進して環境改善を如何に図るかではなく、如何に廃液の量を削減するか、そして如何に廃液の再利用・リサイクルを国内のパームオイル工場に徹底させられるかという視点に変わってきている。

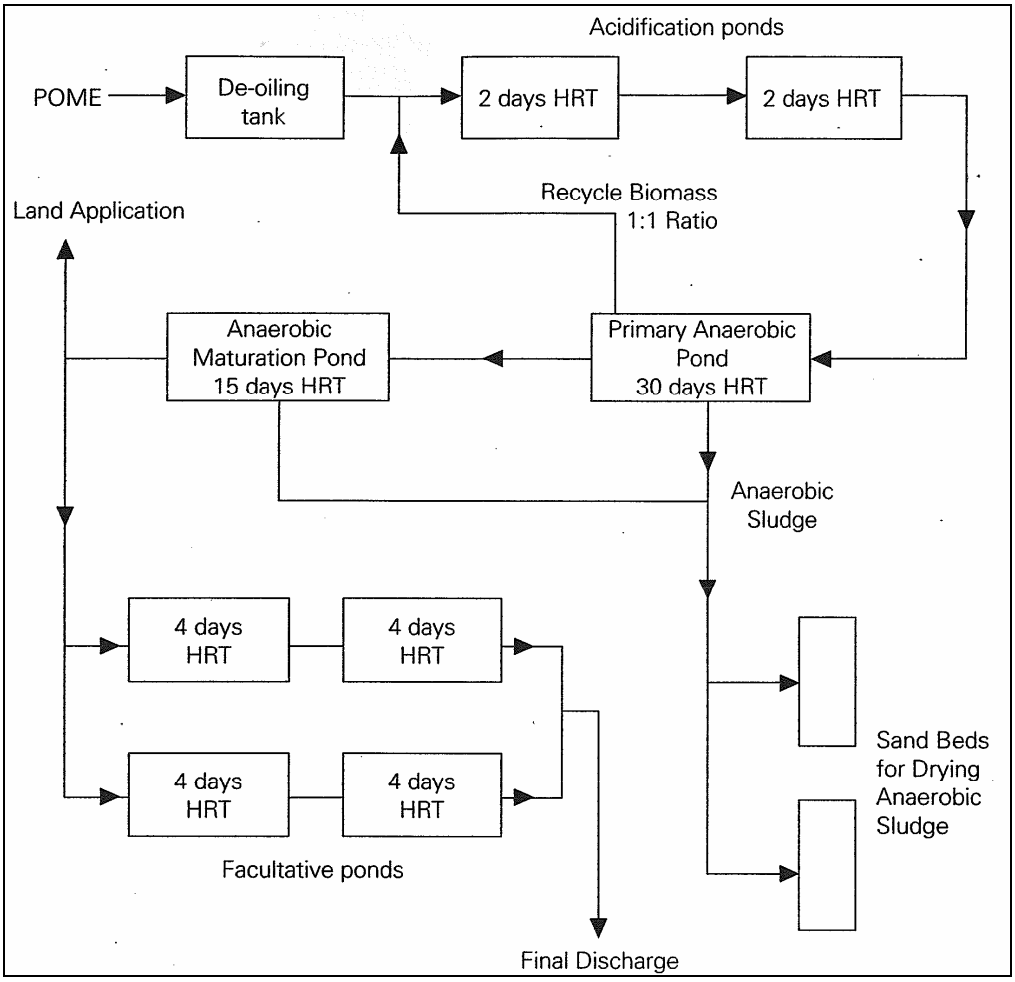
以下に現在マレーシアで採られている 3 つの排水処理方法の概要を示す。

(a) オープンラグーン方式（ponding system）

マレーシアのパームオイル工場で現在最も一般的に使用されている廃液処理方法である。地表に 5m～7m の穴を掘り、そこに POME を流し込み、微生物の力によって POME 中に含まれる有機物を分解させる手法である。

この処理法を用いることで、POME はマレーシアにおける水域への排出基準値である BOD 100 mg/l 以下に処理することができる。また、初期投資や運転保守費用はそれ程かからないため、事業実施者にとっては魅力的なオプションとなっている。なお、システムに使用されるエネルギーは非常に少なく、POME をラグーンからラグーンに移す送水ポンプだけであり、標準的なパームオイル工場（FFB 処理能力 30 トン/時）でポンプに使用する電力は 20 kWh 程度である。

以下にオープンラグーン方式の概略図を示す。各工場でフローの順序や滞留期間（HRT: hydraulic retention time）、ラグーンの面数等に若干の違いはあるが、概ね次の図に示すシステムが採用されている。



（出典：「Oil Palm and the Environment: A Malaysian Perspective」）

図 1-9 オープンラグーン方式概略図

オープンラグーンから発生するメタンガスや悪臭の問題は以前より問題視されているが、マレーシアの中でオープンラグーンそのものの禁止や、ラグーンから発生するメタンガスを規制するといった動きは、現在は見られない。

また、水域への排出基準値は過去 5 度改定され、その度に厳しさを増しており、今後近い将来排水基準値が再度引き下げられる可能性もある。しかし、オープンラグーン方式を採用している工場は、さらにラグーンを追加したり、滞留時間を増やしたりして、より厳しい基準値に対応することは可能である。

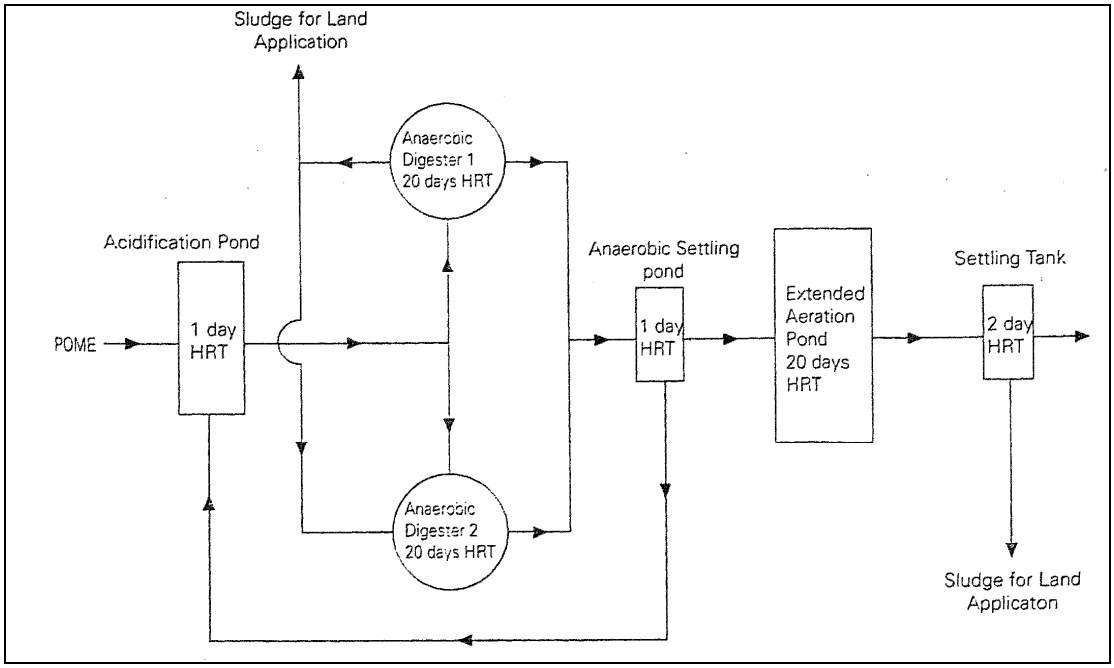
(b) 開放型タンク処理（open-tank digester with extended aeration）

屋根の無いオープンタンクの中に POME が静置され、嫌気処理される。タンクは複数台設置されることもあり、各タンク容量は 600m^3～1,800 m^3 が一般的

である。各タンク内での滞留期間はおよそ 20 日で、タンクでの嫌気処理が完了した後、オープンラグーンで 20 日ほどかけて好気処理される。

オープンラグーン方式と同じくスラッジが発生し、それが蓄積することによって排水処理能力が低下するため、定期的にスラッジを除去する必要がある。スラッジのモニタリングや除去作業はオープンラグーン方式と比べて容易に行えるメリットがある。

以下に一般的な開放型タンク処理方式のシステムフロー図を示す。



（出典：「Oil Palm and the Environment: A Malaysian Perspective」）

図 1 – 10　開放型タンク処理方式概略図

開放型タンク方式の導入が進まない理由は、初期投資と運転保守費用がオープンラグーン方式と比較して大きいためである。

なお、関連する技術および人員はマレーシア国内で入手可能であり、国外から輸入する必要は無い。

(c) 閉鎖型タンク処理（closed-tank digester）

処理タンクに蓋が被せられた POME 処理方法で、マレーシアでは現在 3 つのパームオイル工場で導入されている。既述のとおり、同方式を採用している 3 工場のうち 1 工場はバイオガスを利用して自社用エネルギーを供給しており、残りの 2 工場ではガスをフレア処理している。

マレーシアの Keck Seng 社所有の工場では、閉鎖型タンクを利用した POME 処理と同時にエネルギー供給を行っている。同プラントは 1984 年より稼動しており、同プラントの BOD 処理率は滞留時間約 20 日で 90%以上とされている。

同方式では、工場内で必要とされる以上の電力を発電し、余剰分を地方の需要家や系統に売却することで新たな収益を得ることも可能である。しかし、実際はパームオイル工場がグリッドから離れた遠隔地に設置されているケースが多いことや、電力グリッドが提示する電力購入価格が低すぎるといったことなどがあり、事業家は発電施設を兼ねた閉鎖型タンク施設の導入に対しても消極的である。

なお、開放型と同じくタンクを含めた排水処理関連の技術は国内で入手が可能である。しかし、タービンやボイラーなど、排水処理以外の技術は国外から輸入する必要がある。

1-5 環境政策および環境基準

1-5-1 環境政策

マレーシアの国家環境政策は、クリーンかつ持続可能な発展を通じ、マレーシアの経済、社会、文化的な発展を継続させ、生活水準の向上を目指している。

既出の「Vision 2020」政策の中でも、マレーシアの経済発展をここまで可能にしたのは同国の豊富な天然資源であるという認識の下、マレーシアが先進国というステータスを今後得るためには同国の豊かな土地、生物多様性、そしてクリーンな空気や水といった自然環境を守る必要が今後いっそう増すと考えられている。同時に、天然資源および自然環境を持続的に開発・利用し、大量消費などを止めない限り、マレーシアの発展は持続しない可能性があるともしている。

マレーシアの環境政策では、自然環境への配慮をあらゆる開発事業とそれに関わる意思決定の段階で行い、環境の保護に努めることにより、マレーシアの長期的な経済発展および人材育成が達成されるとしている。そこで、グリーン戦略と呼ばれる以下の 7 項目が設定され、促進されている。

1. 環境教育の充実
2. 天然資源と自然環境の適切な管理
3. 総合的な開発計画の立案と実施

4. 環境汚染の防止と管理
5. 環境管理体制の強化
6. 地域環境・地球環境問題に対する積極的な取り組み
7. アクションプランの策定と実施

1-5-2 環境基準

以下に、マレーシアの包括的な環境法である「Environmental Quality Act, 1974」のもとに設けられた主な環境法規制を示す。

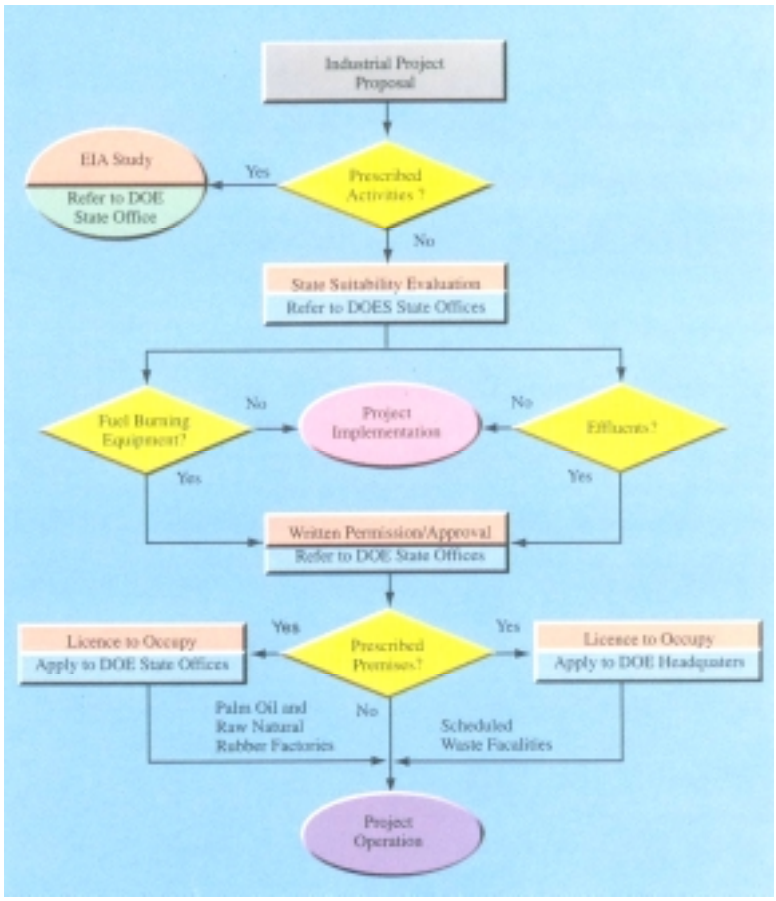
(1) 環境影響評価

マレーシアのアセス法である「Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1987」は 1988 年 4 月 1 日より施行されている。同法は以下に示す 19 事業を EIA の対象事業（「Prescribed Activities」）として指定しており、これらの事業を行おうとする事業実施者は事業実施前に環境影響評価報告書を作成・提出し、環境局長官の承認を得る必要がある。

1. 農業
2. 空港
3. 排水・灌漑
4. 海岸の埋立て
5. 漁業
6. 林業
7. 住宅開発
8. 工業（化学、石油化学、非鉄、非金属、鉄鋼、造船、製紙）
9. インフラ（病院、重工業団地、高速道路、国道、都市建設）
10. 港湾
11. 鉱業
12. 石油
13. 発電・送電
14. 採石
15. 鉄道
16. 交通（MRT 建設）
17. リゾート・娯楽施設
18. 廃棄物処理・処分（汚染・有害廃棄物、都市廃棄物、都市下水路）
19. 水道

上記の 19 対象事業に該当せず、EIA の実施が必要とならない事業でも、立地適正評価（「Site Suitability Evaluation」）を行い、提案プロジェクトが周辺環境へ過負荷を与えないことを証明する必要がある。また、立地適正評価を行い、承認を得た場合でも、プロジェクトの内容によってはさらに政府への承認・申請を行う必要もある。

以下に、マレーシアにおける環境関連手続きの手順を示す。



（出典：マレーシア環境省）

図 1－11　環境関連手続きの流れ

(2)　水質汚濁

マレーシアにおける主要産業の一つとなったパームオイル産業は、開発が進むにつれて同国での主要な水質汚染源ともなっていった。1970 年代から環境への影響が懸念され、当時まで未処理で水域に排出されていた POME に対する規制が 1977 年に初めて設けられた。

水域への排水基準を設定した「Environmental Quality (Prescribed Premises) (Crude Palm-Oil) Regulation, 1977」は 1978 年 7 月 1 日に発効されてから 5 回改定されており、随時基準値が引き下げられていった。しかし 1984 年以降、現在まで 20 年間改定されておらず、近い将来基準値が再度引き下げられる可能性はある。また、地球温暖化問題をはじめとする各種環境問題に対応するべく、マレーシアでも様々な対策がとられており、オープンラグーンの使用自体が抑

制あるいは禁止される可能性も否定はできないが、現在ではそのような計画や動きは見られない。

以下に水質汚染物質の水域への排出基準値を示す。なお、土壌への排出は BOD 5,000 mg/l となっており、発効以来一度も改定はされていない。

表 1-12 水質汚染物質排出基準（水域）

項目	単位	1978/7/1-	1979/7/1-	1980/7/1-	1981/7/1-	1982/7/1-	1984/1/1 ～現在
BOD, Biochemical Oxygen Demand (3-day, 30ºC)	mg/l	5,000	2,000	1,000	500	250	100
Chemical Oxygen Demand	mg/l	10,000	4,000	2,000	1,000	（廃止）	（廃止）
Total Soilds	mg/l	4,000	2,500	2,000	1,500	（廃止）	（廃止）
Suspended Solids	mg/l	1,200	800	600	400	400	400
Oil and Grease	mg/l	150	100	75	50	50	50
Ammoniacal Nitrogen	mg/l	25	15	15	10	150*	150*
Total Nitrogen	mg/l	200	100	75	50	300*	200*
pH		5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0
Temperature	℃	45	45	45	45	45	45

* フィルターサンプルによる値

（出典：Environmental Quality (Prescribed Premises) (Crude Palm-Oil) Regulation, 1977）

1-6 気候変動対策と CDM への取り組み状況

1-6-1 マレーシアの気候変動対策と CDM 国内承認体制

マレーシアは 1993 年 6 月 9 日に UNFCCC（国連気候変動枠組条約） に ASEAN 諸国の中で最初に調印をし、1994 年 7 月 13 日に批准書を提出し同条約の締約国となった。また、2000 年 8 月 22 日に国別報告書（National Communication）を国連に提出した。

また、京都議定書には 1999 年 3 月 12 日に調印、2002 年 9 月 4 日に批准している。

マレーシアの CDM に対する基本方針として、国内で CDM プロジェクトを実施することによる投資の増加、そして GHG 排出抑制・環境技術を導入することによる国内の自然環境の改善そして経済効果への期待がある。

(1) 国内承認体制

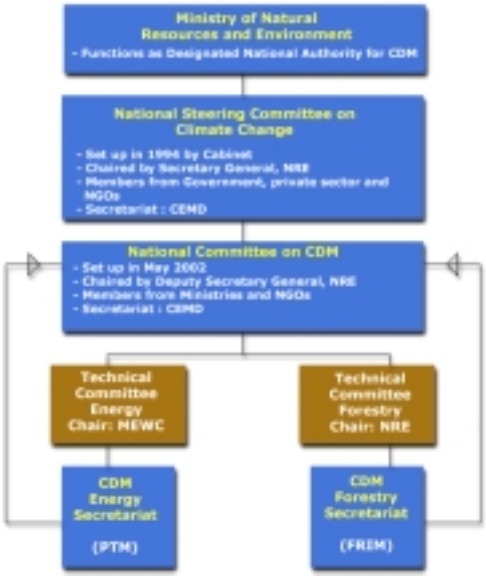
国内の CDM プロジェクト承認体制の整備は周辺諸国と比較しても進んでおり、担当政府機関（DNA）として環境保護管理局（CEMD: Conservation and Environmental Management Division）を指定している。同局は資源環境省（NRE: Ministry of Natural Resources and Environment）の下部組織であり、地球温暖化を含めた各種環境問題への対策の策定・実施を担当している。

DNA である CEMD の下には、気候変動に関する国家運営委員会（NSC-CC）が設けられており、同委員会は気候変動に関する政策の策定および実施を担当している。

NSC-CC の下には国家 CDM 委員会（NC-CDM）が設置されており、さらに同委員会の下にはエネルギー関連の CDM プロジェクトを審査する技術委員会および森林セクターの CDM プロジェクトを審査する技術委員会が組織されている。

エネルギー技術委員会は、エネルギー・水・通信省（MEWC）を議長とし、マレーシアエネルギーセンター（PTM: Pusat Tenaga Malysia）が事務局とされている。メンバーには、経済企画庁、エネルギー委員会、環境庁、そしてマレーシア・パームオイル委員会（MPOB: Malaysia Palm Oil Board）、マレーシア・パームオイル協会（MPOA: Malaysia Palm Oil Association）等が含まれている。

マレーシアの CDM 関連組織およびその枠組みを図 1－12 に示す。



（出典：PTM ウェブサイト）

図 1－12 マレーシアの CDM 関連組織の枠組み

(2) 国内承認プロセス

マレーシアにおける CDM プロジェクト承認プロセスの概要は表 1－13 に示すとおりである。

表 1－13 マレーシアの CDM プロジェクト承認プロセス概要

内容	概要
1. PIN の作成	プロジェクト提案者はプロジェクト・アイディア・ノート（PIN）を作成し、DNA に提出する。
2. PIN の評価	技術委員会が PIN の技術的な評価を行い、国家 CDM 委員会（NC-CDM）に対して勧告を行う。
3. 条件付き承認	勧告に基づき、国家 CDM 委員会が評価を行う。要求事項が満たされていれば、条件付き承認証が DNA より発行される。
4. PDD の作成	プロジェクト提案者は PDD を作成・提出する。
5. OE による有効性審査	運営機関（OE）は PDD の有効性審査を実施する。
6. ホスト国承認	有効性審査を受けた PDD が、当初提出された PIN の内容と著しい違いがなければ、マレーシア政府より正式な承認レターが発行される。

なお、PIN の提出はオプションであり、事業者および DNA のリスク低減や時間・労力の節約を目的にしたものとされている。従って、事業者は PIN を提出しその承認を待たずに、PDD を提出することも可能である。

(3) 承認基準

マレーシア・エネルギーセンター（PTM）のウェブサイトによると、マレーシアは CDM クライテリアとして以下の 5 項目を承認基準として挙げている。

クライテリア① プロジェクトが、持続的な開発に関するマレーシアの国家政策と合致したものであり、かつプロジェクトがマレーシアの持続的な開発に寄与するものであること

クライテリア② プロジェクトに Annex-Ⅰ国が参加していること

クライテリア③ プロジェクトが、技術移転と裨益効果がある、あるいは技術の発展に繋がるものであること

クライテリア④　プロジェクトが、CDM 理事会の示す以下の諸条件を満たしていること

- 自発的な参加であること
- 気候変動の緩和に関する、現実の、測定可能な、長期的な効果をもたらすこと
- プロジェクトが実施されなかった場合と比較して、排出削減が追加的に行われること

クライテリア⑤　プロジェクト実施者が、当該 CDM プロジェクトを実施する能力を有していること

これら各クライテリアに関する詳細な説明は PTM のウェブサイトでは公表されていないが（2005 年 12 月初め現在）、「京都メカニズム情報プラットフォーム」のウェブサイト（http://www.kyomecha.org/）にマレーシアの CDM クライテリアに関する文書が掲載されている。

「National CDM Criteria – Proposal for Further Interpretation」と題された同ペーパーは、マレーシアの国家 CDM クライテリアの統一見解を提案するという目的でエネルギー・水・通信省および PTM によって 2005 年 9 月 21 日に発行された。

同文書では、上記のクライテリア①に関して、持続的な開発に関する指標が提案されている（表 1-14）。プロジェクトがこれらの指標に関してどれか一つでもネガティブな要因を含んでいる場合、直ちにプロジェクトが CDM として却下されるものではないが、事業者は影響評価を明示することが求められる。

表 1 – 14　持続的な開発に関する指標（案）

Sustainable development dimensions	Aspects of Sustainable Development	Indicators
Environment	*Air quality*	➢ Impact of project on GHG emissions
		➢ Impact of project on local air quality (e.g. emissions of SOx, NOx and particulates)
		➢ Impact from pollutants or any hazardous or toxic substances to air
	Water quality	➢ Impact of project on surface waters, underground waters, coastal waters or the sea
	Biodiversity	➢ Impact of the project on local biodiversity
	Soil condition	➢ Impact of the project on soil condition
	Land-use change	➢ Impact on areas on or around, which are important or sensitive for reasons of their ecology e.g. wetlands, watercourse

Sustainable development dimensions	Aspects of Sustainable Development	Indicators
		➢ Impact on areas on or around the location which are protected under international, national or local legislation
Economic	*Competitiveness*	➢ Impact on technology improvement (uses cleaner, more efficient and environment-friendly technology)
		➢ Impact on efficient utilization of resources
	Employment	➢ Impact on the number and quality of jobs created for the local community
Social	*Local community*	➢ Impact on quality of life of local community e.g. health, poverty alleviation
		➢ Impact of project on preservation of local heritage/culture

（出典：京都メカニズム情報プラットフォーム）

また、クライテリア②に関して、Annex-Ⅰ国（政府、企業）の参加形態に関する記述がある。同文書では、「Annex-Ⅰ国による参加」の定義を以下のいずれかとしている。

(i) CER 購入、エクイティー参加および技術提供
(ii) CER 購入、エクイティー参加
(iii) CER 購入、技術提供
(iv) （CER 購入のみ）

第 2 章　プロジェクト概要

2-1 プロジェクトの目的

従来オープンラグーンで嫌気性処理されていたパームオイル工場から排出される廃液（POME）を、高効率排水処理プラントで処理することにより、開放型ラグーンから排出されるメタンを抑制し、温室効果ガス排出削減を図ることを目的とする。

2-2 プロジェクトの持続可能な開発への貢献

本プロジェクトの実施は、温室効果ガスの排出削減という効果以外にも、マレーシアの持続可能な発展に以下の点で貢献する。

① 地域環境の改善

現在使用されているオープンラグーン方式の排水処理システムは強い悪臭を発しており、ラグーンのすぐ側にあるパームオイル工場内で働く従業員への影響が懸念されている。

本プロジェクトで導入する高効率排水処理システムはオープンラグーンを使用しない上、より高度な排水処理能力を持つため、従業員、そして周辺環境への影響が著しく軽減される。

② パームオイル産業への貢献

導入されるプラントは、現在では破棄されている POME 中の油分を回収し、それを製品（CPO）として売却できるため、利益の向上が図れる。したがって、油分回収率の向上は、パームオイル業界の拡大に貢献できる。

③ 雇用創出への貢献

マレーシアのプラントサプライヤーによる高効率排水処理プラントの建設および運営によって、対象工場のある 13 地域における新規雇用が望める。

④ 技術の移転・キャパシティーディベロップメント

高効率排水処理プラントはオーストラリアで開発された技術をベースに開発されたものであり、マレーシア国内、およびパームオイル産業内で導入された事例はない。プラントの建設時のみでなく、運営・運転保守においても最新の技術を用いたプラントに携わることで、マレーシア国内のキャパシティーディベロップメントに貢献できる。

⑤　他地域への普及可能性

KLK 社はマレーシア、サバ州、そしてインドネシアのスマトラ島において 50 近くのパームオイル工場を有しており、本プロジェクトで導入される高効率排水処理プラントを、本プロジェクトの対象 13 工場以外の工場にも導入する計画を持っている。

パームオイル産業に携わる他社も、本プラントの持つ高度な排水処理能力と油分回収能力に着目し、本プラントの導入が国内外で促進されると見られる。

2-2-1　CDM クライテリアとの整合性

本プロジェクトは以下に示すとおりマレーシアのクライテリア（案）に合致するものである。

表 2-1　本プロジェクトの持続的な開発に関するクライテリア（案）との整合性

分野	クライテリア	指標との整合性
環境	大気	本プロジェクトの実施により、温室効果ガスの排出が削減される
		大気汚染物質を排出しない
	水質	周辺水域における水質改善につながる
	生物多様性	生物多様性に悪影響を及ぼさない
	土壌	土壌汚染を引き起こさない
	土地利用	湿地などの地域に悪影響を及ぼさない
		保護地区に影響を与えない
経済	競争力	環境技術の発展につながる
		地域資源の有効利用を達成する
	雇用	地域に良質の雇用が創出される
社会	地域社会	周辺のコミュニティーへ好影響を与える

2-3 プロジェクト参加者の概要

本プロジェクトの実施体制図および参加者の概要を以下に示す。

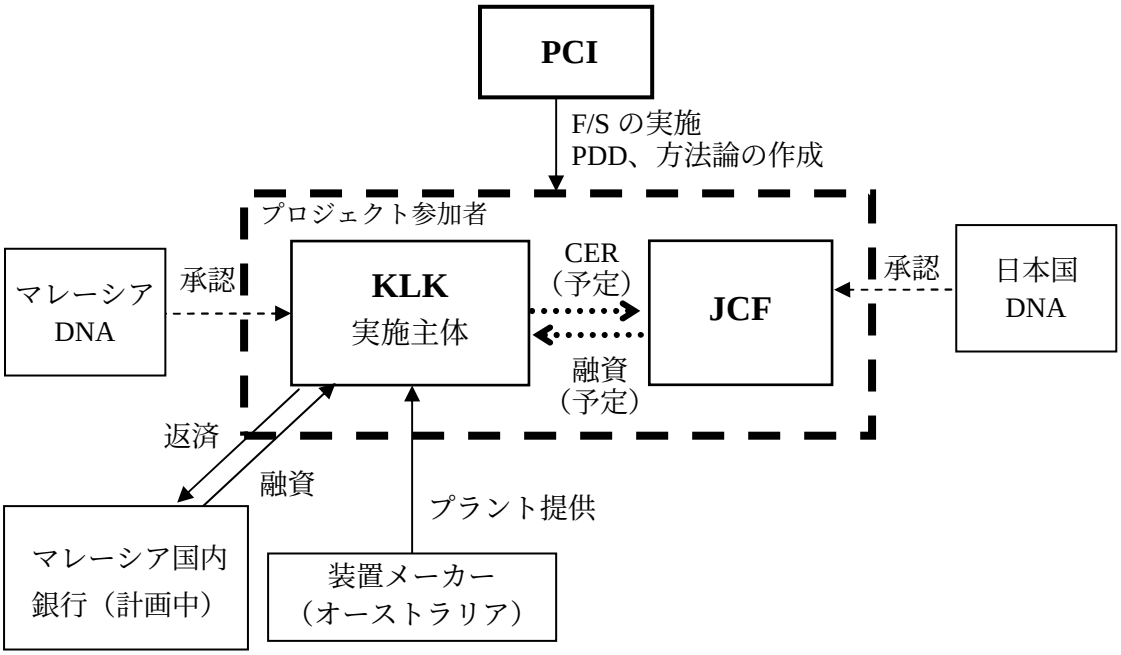


図 2-1 プロジェクト実施体制図

2-3-1 KLK 社（Kuala Lumpur Kepong Berhad）

（1） 概要

1906 年にイギリスで設立された Kuala Lumpur Kepong Berhad 社（以下「KLK」）は、マレーシアに本拠地を持つ、プランテーション、パーム関連製品の製造・販売などを行うマレーシアでも有数の大企業である。

KLK 社は本プロジェクトの実施主体として、本プロジェクトの実施、資金調達、排水処理プラントの運営・維持管理を行う。なお、排水処理プラントを提供するオーストラリアの装置メーカーとは提携関係にある。

表 2-2 KLK 社概要

正式名称	Kuala Lumpur Kepong Berhad (KLK)
住所	Wisma Taiko 1, Jalan S. P. Seenivasagam, 30000 Ipoh, Perak Darul Rdizuan, Malaysia
Tel	605-2417844
Fax	605-2535018

URL	www.klk.com.my
栽培面積	約 12.1 万ヘクタール（オイルパームのみ。 2004 年現在。80%mature、20%immature）

（出典：KLK Annual Report 2004）

(2) 事業内容

KLK は 120 社以上のグループ子会社、関連会社をマレーシア国内、インドネシア、中国、英国、オーストラリアなどに保有している。

主要事業であるプランテーションに加え、KLK はオレオケミカル製品や洗面用品などのパームオイル関連製品の製造・販売、リテール、不動産開発などの分野にも幅広く事業を展開している。同社はまた、パームオイルの収穫率・生産性の向上を目指し、研究開発の分野にも力を注いでおり、主に農業管理システムの向上や機械化・近代化に関する研究開発を進めている。

(3) パームオイル事業

KLK の主要事業はオイルパームのプランテーション経営、パームオイルの精製・販売である。同分野による利益は KLK グループの総利益のおよそ 4 分の 3 を占めている。

KLK グループは 2004 年現在、約 12.1 万ヘクタールのオイルパームの農園を半島マレーシア、ボルネオ島のサバ州、そしてインドネシアのスマトラ島に 50 箇所ほど所有している。新規のプランテーション開拓もサバ州およびインドネシアを中心に行っており、栽培面積は今後も増加する見込みである。

KLK 社所有の農園から収穫されたパームオイルの果房（FFB: fresh fruit bunch）は 2004 年には 201.9 万トンにのぼっており、FFB 収穫量は過去 5 年間を見ると平均 10%程度で増加している。

(4) 事業遂行能力

2004 年の KLK グループ全体の総売り上げは約 38.8 億リンギ（約 1,160 億円）で、当期利益は約 6.1 億リンギ（約 183 億円）となっている。売り上げはここ 5 年間でおよそ 1.7 倍に増加しており、特にパームオイルのプランテーション事業が拡大している。

KLK はクアラルンプール証券取引所の時価総額上位 25 社に入るほどの大企業であり、同社の従業員数はグループ会社・子会社を含めて 23,000 人を超える。

従って、KLK は本プロジェクトを実行するのに十分な能力を有していると判断される。

写真 2-1　KLK のパームオイル工場

2-3-2　JCF（Japan Carbon Finance, Ltd.）

本プロジェクトにおける日本側からの参加予定企業である JCF は、2004 年 12 月に設立され、CER を含むカーボンクレジットの購入（2012 年までに発行されたもの）および CDM/JI プロジェクトの開発、またそれらに係わる建設コストや PDD 作成コストなどに対する経済支援を提供している。JCF の資金は国際協力銀行（JBIC）および日本政策投資銀行（DBJ）、そして国内の 31 企業の出資による Japan GHG Reduction Fund（JGRF）から拠出されており、財源はおよそ 1.4 億ドルとなっている（参考：http://www.jcarbon.co.jp/）。

2-3-3　PCI（CDM 関連手続き）

㈱パシフィックコンサルタンツインターナショナル（PCI）は日本側からの本調査への参加企業として、PDD および新方法論の作成から、CDM プロジェクトの UNFCCC への登録等一連の CDM 化に必要な業務を担当する。なお、PCI は本 CDM プロジェクトの参加者ではない。

2-4　プロジェクトの技術的説明

2-4-1　プロジェクト対象工場の概略

（1）　対象工場の位置および概要

本プロジェクトで対象となる工場はマレーシアにある KLK 社所有の 13 工場である。13 工場は、スランゴール州（2 工場）、クランタン州（1 工場）、ヌグリ・スンビラン州（1 工場）、ジョホール州（2 工場）、クダ州（1 工場）そしてボルネオ島のサバ州（6 工場）と 6 つの州にまたがって分布している。

図 2-2 に 13 工場の位置図を示す。

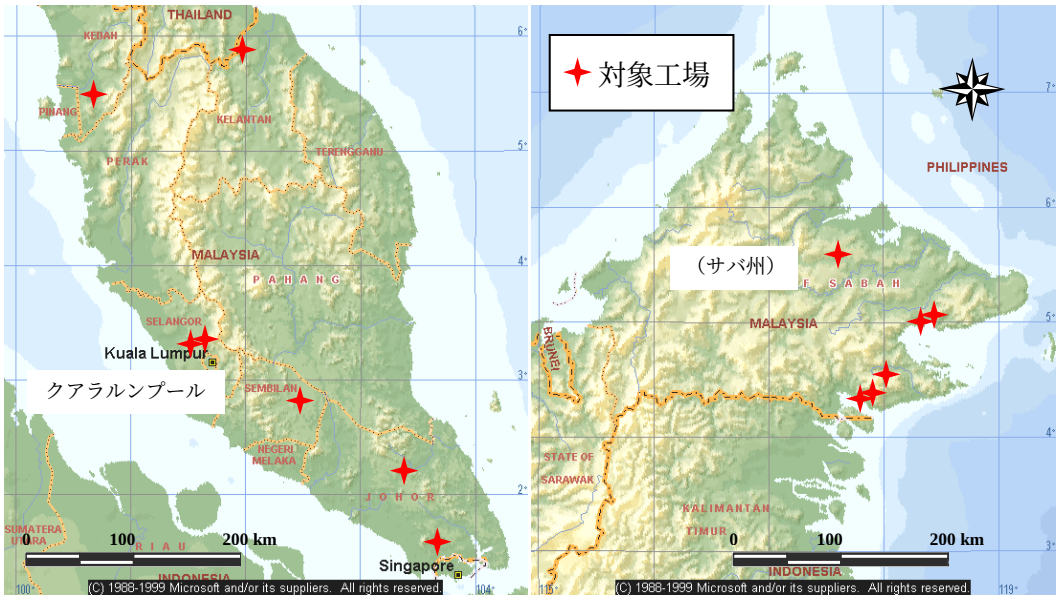


図 2-2　対象工場位置図

対象となる 13 工場は、何れも KLK 所有の 2,000～3,000 ヘクタールという広大なパームオイル農園の敷地内に設置されている。次の表のとおり、FFB（パームオイル果房）の処理能力は毎時 20 トンと小規模なものから毎時 120 トンという大型のものまで様々だが、13 工場を合わせた FFB 年間処理量は 250 万トンを超える（他社からの購入分も含める）。

FFB の重量のおよそ 50%～60%にあたる水量が POME として処理されるため、13 工場を合わせるとおよそ 120 万トン～150 万トンの POME を年間に処理することになる。

表 2－3 対象工場の概要

州		工場	FFB 処理能力（トン/時）	FFB 処理量（トン/年）	POME 処理量（トン/年）
半島マレーシア	Kedah	Batu Lintang	25	137,900	68,950
	Selangor	Tg. Malim	20	127,253	63,627
		Tuan Mee	22	103,045	51,522
	Kelantan	Kuala Pertang	20	77,497	38,748
	N.Sembilan	Jeram Padang	35	186,733	93,366
	Johor	Kekayaan	120	427,001	213,500
		Paloh	20	215,944	107,972
サバ州	Sabah	KLK (S) Mill 1	45	119,389	59,694
		KLK (S) Mill 2	50	228,387	114,193
		Pinang	50	257,004	128,502
		Bornion	80	213,030	106,515
		Lungmanis	50	220,921	110,460
		Rimmer	45	193,569	96,784
合計			-	2,507,671	1,253,835

*FFB 処理量および POME 処理量は 2005 年の実績および推計値

（2） POME 処理の現状

対象となる 13 工場を含め、KLK が所有する全てのパームオイル工場ではラグーンを使用して POME を嫌気性処理している。各サイトによって若干の違いはあるものの、概ね以下に示すプロセスで POME 処理が行われている。

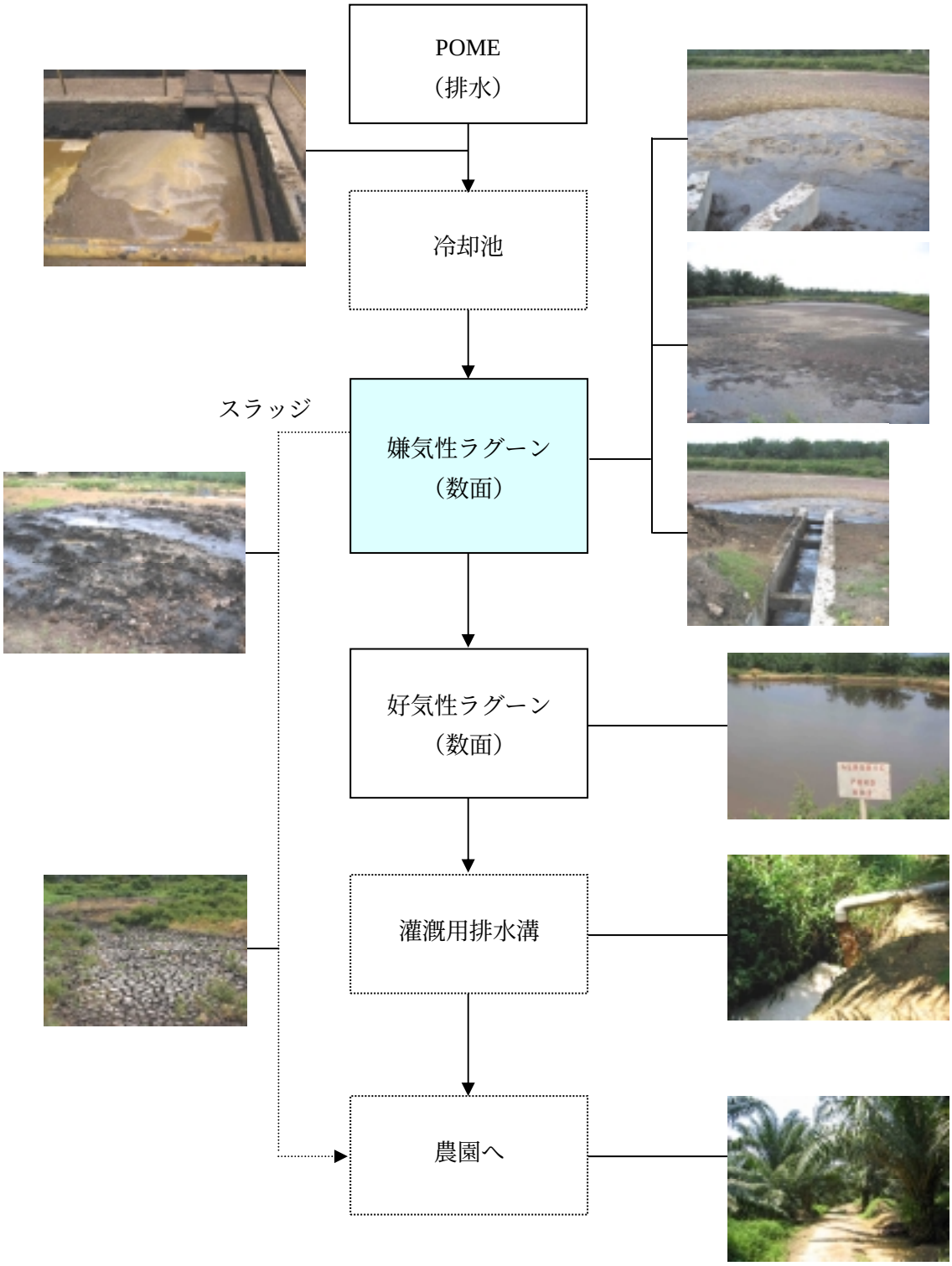


図 2 – 3　POME 処理プロセス概略図

1. パームオイルの製造過程において発生するパームオイル排水（raw POME）が工場から排出される。POME 中の COD 濃度はおよそ 50,000 ppm となる。
2. 80℃～90℃という高温度で排出された POME を冷却するため、冷却用池で数時間貯留される。このため池は大きさも小さく、また滞留時間も短いため、この中で嫌気状態になりメタンが発生することは無い。
3. POME は広大なオープンラグーン数面に送られて嫌気性処理が施される。滞留時間は合計約 80 日で、ラグーンの深さは 3m～8m 程度のものが使用されている。分解された有機物はメタンとして大気中に放出される。また、ラグーン中の温度は外気温と同じぐらいの 30℃程度が年間を通じて保たれている。
4. 別のオープンラグーン数面を用いて好気処理を行う。滞留時間は合計約 40 日間で、ラグーンの深さは嫌気用ラグーンより浅く、1m 程度である。
5. 処理された POME は排水溝を通じて農園へ散布される。COD は 100 ppm 程度にまで処理される。
6. ラグーンの底に溜まったスラッジはラグーン内に放置しておくとラグーンの排水処理能力が低下するため、2～3 年に一度除去される。除去作業には重機が使用される。

ラグーンを使用して POME を嫌気性処理することのメリットとしては、人員や高度な処理施設が不要でコストがかからない点があるが、デメリットとして、広大な敷地が必要とされるとともに様々な環境問題、特に水質汚染と悪臭問題に対処する必要がある。また、ラグーンの表面および底に溜まるスラッジは、長期間放置しておくと排水処理能力の低下に繋がるため、除去作業が数年に一度必要となる。

KLK 社は、本プロジェクトが CDM 化できなかった場合にはコストがかからず且つ環境基準（排水基準）をクリアできるオープンラグーンによる嫌気性処理を今後も続けるとしている。同社の各工場は十分な敷地面積を有しており、新たな土地獲得の必要が無いことに加え、敷地の近隣には住民や店舗等が存在しないため、周辺への悪臭問題などを考慮する必要性が少ないことも、ラグーン型嫌気性処理を継続する背景にある。

表 2-4 に本プロジェクトの対象となる 13 工場の現在の POME 処理状況を示す。表のとおり、対象となる KLK の 13 工場すべてにおいて、嫌気性ラグーンを使用した POME 処理を行っている。

表 2 – 4 対象工場における POME 処理状況

	工場	排水処理プロセス （縦 x 横 x 深さ）
1	Tg. Malim	- 冷却池 (29m x 33m x 2m)、 - 嫌気ラグーン (30m x 60m x 3m) 3 面、 - 好気ラグーン (30m x 60m x 1m) 2 面
2	Tuan Mee	- 1 次嫌気ラグーン(45m x 90m x 5m) 2 面、 - 2 次嫌気ラグーン(40m x 90m x 1m) 2 面、 - 1 次好気ラグーン(18m x 18m x 2m) 、 - 2 次好気ラグーン (25m x 25m x 2m)
3	Kuala Pertang	- 冷却池 (30m x 90m x 3m)、 - 嫌気ラグーン (40m x 90m x 3m) 3 面、 - 好気ラグーン (30m x 90m x 1m) 2 面
4	Jeram Padang	- 嫌気ラグーン(100m x 40m x 8m) 3 面、 - 1 次好気ラグーン (100m x 30m x 3m)、 - 2 次好気ラグーン (80m x 80m x 1m)
5	Kekayaan	- 冷却池 (40m x 15m x 3.5m) - 嫌気ラグーン(150m x 35m x 4.5m など) 5 面 - 好気ラグーン(100m x 35m x 3m など) 5 面
6	Paloh	- 冷却池 (7.5m x 30m x 3m)、 - 嫌気ラグーン (40m x 60m x 3m) 3 面、 - 好気ラグーン (40m x 210m x 1m) 4 面
7	Batu Lintang	- 冷却池 (32m x 7m x 2m)、 - 嫌気ラグーン (96m x 33m x 3m) 3 面、 - 好気ラグーン (96m x 33m x 1.5m) 2 面
8	KLK (S) Mill 1	- 冷却池 (60m x 20m x 2m)、 - 好気ラグーン(90m x 75m x 2m) 3 面、 - 嫌気ラグーン(75m x 45m x 8m) 3 面、 - 酸化池 (75m x 45m x 3m) 2 面、 - 酸化池 (115m x 50m x 3m)
9	KLK (S) Mill 2	KLK (S) Mill 1 の排水処理施設を使用
10	Pinang	- 冷却池 (30m x 20m x depth 5m) 2 面、 - 嫌気ラグーン (30m x 100m x 5m) 5 面、 - 好気ラグーン (30m x 100m x 4m) 2 面
11	Bornion	- 冷却池 (25m x 35m x 3m) 2 面、 - 嫌気ラグーン (40m x 90m x 5m) 4 面、 - 好気ラグーン (35m x 120m x 3m) 2 面
12	Lungmanis	- 冷却池 (36m x 36m x 5m) 2 面、 - 嫌気ラグーン (90m x 40m x 5m) 4 面、 - 嫌気ラグーン (90m x 40m x 3m) 2 面
13	Rimmer	- 冷却池 (55m x 35m x 3m)、 - 嫌気ラグーン (80m x 40m x 6m) 2 面、 - 好気ラグーン (80m x 40m x 3m) 2 面、 - 沈殿池 (60m x 15m x 6m) 8 面

（3） 処理後の POME の組成

対象工場で処理された POME の組成を以下に示す。

表 2-5 処理後の POME の組成

項目	pH	BOD mg/l	全固形分含量 mg/l	油分 mg/l	アンモニア態窒素 mg/l	全窒素 mg/l
KLK 対象工場（範囲）	7.6 - 8.7	74 – 387	102 - 822	5 - 34	19 - 189	34 - 356
KLK 対象工場（平均）	8.2	150	341	21	107	161

対象工場では全てマレーシアの環境基準以下に POME が処理されており、処理後の排水は肥料として農園に散布されている。

（4） パームオイル農園における廃棄物処理

パームオイル工場では大量の処理水を使用するほかに、多くの固形廃棄物を排出する。KLK ではこれら固形廃棄物を有効利用することで、資源の節約や環境影響を最小にとどめている。

KLK の工場からは以下に示す大きく分けて 5 種類の固形廃棄物が排出されており、KLK ではこれら廃棄物に関してもモニターしており、排出量についても概ね把握している。

a. 空房（EFB: empty fruit bunches）

空房は農園内の肥料として再利用されている他、マルチング用のマットとしても再利用されている。対象工場では FFB の 13%にあたる量が排出されている（12,000～51,000 トン/月）。肥料として農園に撒く際には車両が使用される。

写真 2-2　空房（EFB）

写真 2-3　空房（乾燥後）

b.　繊維廃棄物（fibers）

繊維廃棄物は工場内の電力・エネルギーを賄うためのバイオマス燃料として利用されている。その量は FFB のおよそ 13%にあたる 20,000 トン/月となっている。

写真 2-4　繊維廃棄物

c.　殻廃棄物（shell）

殻の廃棄物も繊維と同様にバイオマス燃料として利用されている他、余剰分は外部へ売却もされている。排出量は FFB の 6%にあたる。

殻は繊維以上に高い発熱量を持っており、また水分も殆ど含んでいないため、KLK の全てのパームオイル工場において主要なバイオマス燃料として利用されている。なお、KLK の全ての工場では、現在必要とされている以上のエネルギーを作ることが可能である。

表 2 – 6 バイオマス燃料

廃棄物	水分（%）	油分（%）	発熱量 （乾燥、kcal/ kg）
空房	65	5	3,700
繊維	42	5	4,420
殻	7	1	4,950

出典：「Oil Palm and the Environment: A Malaysian Perspective」

d. ラグーンスラッジ

ラグーンスラッジはオープンラグーンの近くの空き地で長期間かけて乾燥させられた後、農園に肥料として撒かれている。スラッジの除去には重機が使用される。

e. 幹

KLK では具体的なオイルパームツリーの幹の排出量データをとっていないが、幹は細かく裁断され、マルチングとして利用されている。

2-4-2 プロジェクト技術の概要

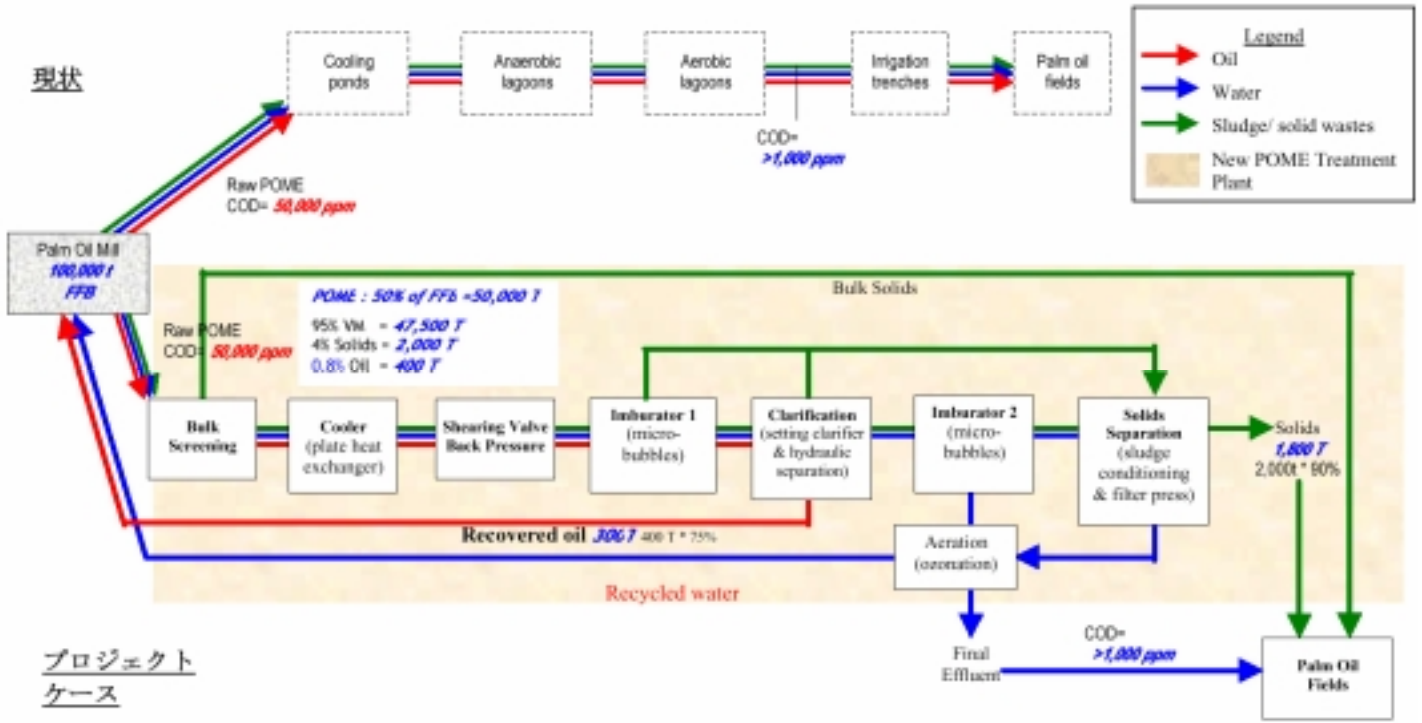
(1) 高効率排水処理システムの概要

本プロジェクトでは、現在オープンラグーンで嫌気性処理され、メタンガスの排出源となっている POME を、その中に含まれる油分やスラッジを効率的に分離・回収することによって効率的に処理することで、オープンラグーンを利用した排水処理システムの撤廃およびラグーンからのメタンガス排出の回避を行うものである。

導入する高効率排水処理プラントは、オーストラリアのプラントメーカーが開発し、パームオイル廃液への適用は同社とプロジェクト実施者である KLK 社が共同開発したものである。

以下に本プラントの概略図を示す。

図 2 – 4 高効率排水処理システム概略図（FFB 処理量 10 万トンの場合）



以下に高効率排水処理プラントの POME 処理プロセス計画を示す。

① パームオイル工場から排出された POME が高効率排水処理プラントに送られる。

② スクリーニングによって POME から大きな固形廃棄物を分離する。これらの固形廃棄物は処理されずにパームオイル農園に肥料として散布される。

③ 高圧下で POME 中の繊維質に吸着した油を分離する。

④ 微細な気泡を排水中に高速で吹き込み、油分や微細な固形物質を気泡に吸着させて浮上・分離させる（マイクロバブル方式）。

⑤ 分離された油分や微細な固形物質は遠心分離装置にかけられ、排水中に含まれる油分を分離・回収する。排水中に含まれる油分はおよそ 0.8%で、回収される油分はその 75%である（従って、POME からの油分回収率は 0.6%となる）。

⑥ 回収された油分はパーム油工場のプロセスに戻され、粗パーム油（CPO: crude palm oil）として製品化される。

⑦ 静置によって排水中に 4%含まれる固形分と処理水を分離する。

⑧ 固形分は脱水処理されて、パームオイル農場で肥料として散布される。

⑨ 残った処理水は曝気槽にて BOD100ppm 程度にまで浄化される。処理水の約 7 割はパーム油工場のプロセスに戻され再利用され、残りの 3 割は農場に撒かれる。

高効率排水処理施設に用いられている技術は、排水の処理方法として既に一般的に使用されているマイクロバブル油水分離技術、そして遠心分離や静置分離技術である。

本プロジェクトでは、これらの要素技術をパーム油工場の排水処理に応用したものであり、オーストラリアで 2002 年に特許を取得している。既出の装置メーカーは他国においてこの技術をすでに導入しており、以下の 3 つの排水処理施設で採用されている。

- タイの鶏工場における排水処理施設
- タイの製紙工場における排水処理施設
- フィリピンの外食産業における排水処理施設

また、KLK 社はクダ州のパーム油工場（FFB 処理能力：25 トン/日）において高効率排水処理のパイロットプラントを建設し、現在実証実験を行っている。

最新の結果によると、油分回収率、COD 処理率ともに 90%以上と、非常に良好な結果を得ている。

(2) マイクロバブル技術に関して

本プロジェクトにおいて POME 中の油分を分離・回収する技術として用いられているのはマイクロバブル技術を応用したものである。

通常の水中にできる気泡は直径数ミリ程度だが、マイクロバブルの大きさはその 1,000 分の 1 以下の 10μm*から数十 μm という非常に微細で、体積当たりの表面積が大きく、液体中の滞留時間が長くなるため、分散性に優れ、気液界面での化学反応や物理的吸着が飛躍的に促進される。また、マイクロバブルの表面は電気的に負に帯電していることが確認されており、表面の吸着性を大幅に増加させている。（出典：「選鉱技術を応用した液・液分離技術の研究（マイクロバブルによる油水分離）」（クリモト技報 No.53））

POME 中では油分はエマルジョン状態にあり容易に分離できないが、この特性により、マイクロバブルが液体中に吹き込まれると、油分は水との反発によってマイクロバブル表面に付着し、マイクロバブルがゆっくりと液体中を浮上する際にさらに多くの油分を吸着する。水面でマイクロバブルが消えることによって、効率的に油分を分離することができる。

この特性を活かした水質浄化法が多く用いられている。また、マイクロバブルには生物の活性作用があることが確認されており、広島湾のかき養殖場、北海道のホタテ養殖場や三重県の真珠養殖場への適用など、水域に住む様々な生物の育成に用いられている。

主な導入例を以下に示す。

特性	導入例
懸濁物質除去効果	油水分離
	SS の浮上分離
	高度ろ過の前処理
気体溶解効果	曝気による底層無酸素水塊の改善
	酸素供給等によるカキの赤潮対策
	養殖場、活魚槽、活魚運搬車
洗浄・殺菌効果	半導体基盤、医療機器等の洗浄

* 1 マイクロメートル＝100 万分の 1 メートル

(3) 開発・導入の理由

KLK 社が本プロジェクトの技術を開発し、パームオイル産業に導入した背景としては、主に以下の４点がある。KLK 社は、本プロジェクトの結果を見て、同社が所有する他のパームオイル工場でもこの技術を導入したいとしている。

① 油分回収率の向上

KLK 社は以前よりオイルパームからの油分回収率の向上に取り組んでおり、生産プロセスにおける効率改善はある程度効果を見たことから、今度は POME 中に 0.8%程度含まれる油分の効率的な回収に注目していた。

POME 中に含まれるこの微量の油分は従来破棄されており、これらを回収することによって工場全体の油分回収率も向上にもつながる。そこで、KLK 社は2004年9月から装置メーカーと共同でマイクロバブル技術を利用した油分の効率的な回収を可能にする技術プロセスの開発に取り組んできた。

② 悪臭問題などの環境問題への対策

年間を通じて温暖な気候のマレーシアではラグーンが常に嫌気状態にあり、そこから悪臭が連日発生している。ラグーンの周辺はパームオイルの木が密集しており、また周辺に住民や店舗等が存在しないため、農園の外にまで悪臭が達することは無いものの、ラグーンのすぐ側にあるパームオイル工場内で働く従業員はこの悪臭に常時さらされている。

本プロジェクトで導入されるプラントは、クローズドシステムであり、また嫌気性処理を行うものでもないため、プラント稼動時も悪臭は発生しない。また、本プラントの導入によってオープンラグーンは破棄されるため、ラグーンからの悪臭が解消される。

③ 工場から排出される排水の排出量および濃度の削減

FFB を 1 トン処理すると約 0.5 トン～0.67 トンの POME が発生するとされている。本プロジェクトの対象 13 工場からは年間およそ 125 万トンの POME が排出されている。また、処理前の排水（“raw POME”）は COD 50,000ppm と非常に濃度が高く、それだけ入念な排水処理が必要とされる。

高効率排水処理プラントは各工場から排出される POME 全量を処理し、排出基準以下にまで処理された後、農園に肥料として散布される計画である。

④　工場における水の使用量の削減

パームオイル工場では、主に油の洗浄・消毒プロセスで大量の水を使用する。一般的に、1 トンの FFB を処理するのにおよそ 1 トン～1.5 トンの処理水が必要とされる。また、これら処理水は一度使用されるとそのほとんどは排水として排出されている。

高効率排水処理プラントでは、廃液を処理した後に再び工場に戻して処理水として数回再利用するプロセスがとられるため、工場で使用される水の量が削減されることになる。

2-4-3　排出削減をもたらす技術的根拠

本プロジェクトが実施するような、マイクロバブル技術を利用したパームオイル廃液処理が行われた事例はまだマレーシアにはなく、本プロジェクトが最初の導入例となる。従って、KLK 社のような民間企業が同技術を導入するにはリスクが伴う。従って、マイクロバブル技術を利用した高効率排水処理システムの導入というプロジェクトシナリオはベースラインにはなりえない。

高効率排水処理システムを導入することにより、現在排水処理に使用されているラグーンが代替され、ラグーンから現在排出されている、そして将来も同じように排出されているであろうメタンガスの排出抑制が可能になる。

メタンはラグーンが嫌気状態になることで、ラグーン中にいる微生物によって自然に生成される。一方、プロジェクトケースでは、メタンガスの発生源である油分および固形物のほとんどが排水から回収されるだけでなく、ラグーンで行われているような嫌気性処理も施されないため、温室効果ガスであるメタンは一切排出されない。

従って、本プロジェクトを導入することで、既存のオープンラグーンが代替され、ラグーンからのメタン排出の抑制が達成される。

第 3 章　プロジェクトの実施計画

3-1 日本側・相手国側のプロジェクト参加者の役割と負担範囲

KLK 社は本プロジェクトに必要な資金のうち 7 割を自社で出資し、残りの 3 割を日本カーボンファイナンス株式会社（JCF）のアップフロントペイメントのスキームによる資金でカバーしたいと考えている。同スキームを利用する場合、KLK 社は、本プロジェクトから発生する GHG 削減量のクレジット（CER）から、アップフロントペイメントで調達した資金に相当するクレジットを JCF に移転する義務を負う。

日本側の負担は、本プロジェクトの新方法論、PDD 作成やバリデーション、UNFCCC への登録、初期ベリフィケーションなど、CDM 関連の手続きに必要なトランザクションコストが含まれる。また、KLK 社が JCF に移転するクレジットを差し引いた残りの全クレジットの購入が含まれる（JCF が購入を予定）。

なお、プラントの運営・維持管理については KLK 社が行う。

3-2 炭素クレジット取得方法

Pay on Delivery 型とする。

3-3 当該プロジェクト実施にあたっての資金計画

既述のとおり、本プロジェクトの実施企業である KLK 社は、プロジェクト資金の 7 割を自己資金､残りの 3 割を日本カーボンファイナンス株式会社（JCF）のアップフロントペイメントで賄う計画である。

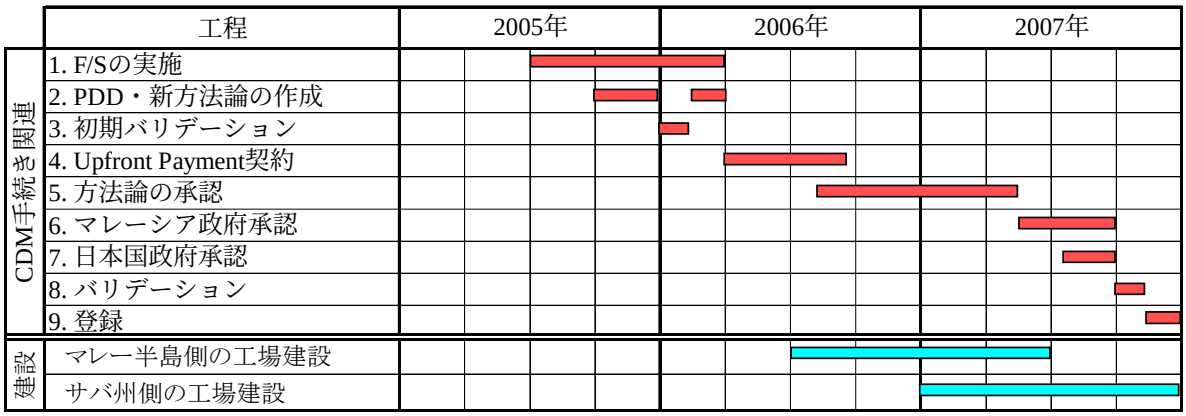
3-4 公的資金を利用する場合の資金源の情報

本プロジェクトでは、JCF によるアップフロントペイメントを利用する計画であるが、同スキームは ODA の一部ではないため、本プロジェクトは ODA の転用による資金は含まれていない。

3-5　プロジェクト実施スケジュール

本プロジェクトの実施スケジュールを表 3-2 に示す。

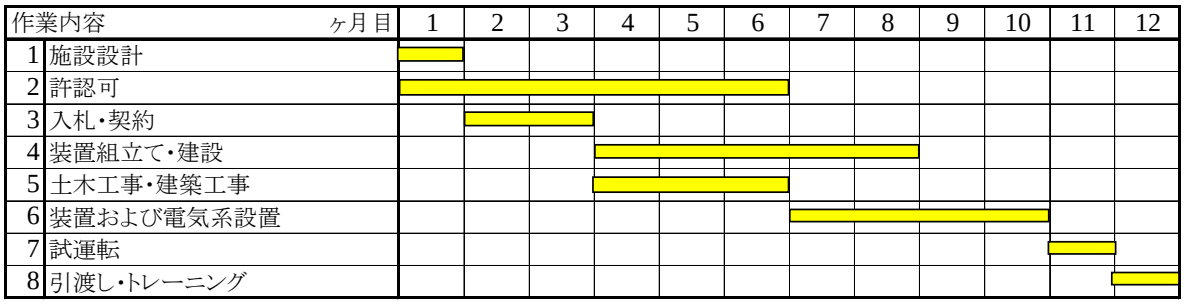
表 3-2　プロジェクト実施スケジュール



CDM に関するスケジュールとして、本 F/S 終了後に新方法論の提出・承認、日本国政府およびマレーシア国 DNA からの政府承認、そしてアップフロントペイメントに関わる手続き・契約を平行して行い、2007 年後半を目処に日本およびマレーシアからの政府承認の取得を計画している。2007 年末には OE による有効化審査を行い、その後本プロジェクトを CDM 理事会に正式登録する計画である。

一方、パームオイル工場への高効率排水処理プラントの導入に関しては、具体的な導入順序は未定であるが、2007 年半ばまでに KLK の本社が位置するマレー半島にある工場にまずプラントを設置し、それに続いて同年末までにボルネオ島のサバ州に導入する予定となっている。また、各工場におけるプラント設置は各工場とも 1 年を見込んでおり、具体的には以下のスケジュールで実施される予定となっている。

表 3-3　高効率排水処理プラント建設スケジュール



3-6 DNA との協議

本調査における現地調査の際（2005 年 8 月 4 日）、マレーシア国の DNA である資源環境省・保全環境管理局（CEMD）の Dr. Nadzri 氏および Chong 氏と面談を行い、本プロジェクトの概要説明を行うとともに、本プロジェクトの CDM 化の可能性、マレーシア側の審査クライテリアの確認などを行った。

協議の結果、DNA より以下のコメントが得られた。

- 本プロジェクトの持続可能な開発への貢献は、環境面では非常に大きい。
- 油分回収で得られた CPO の売却益による経済的なメリットと本プロジェクトの追加性がポイントとなる。
- 日本側の本プロジェクトへの参加として、日本の環境省の資金による F/S の実施、PDD・新方法論作成の補助、アップフロントペイメントの利用可能性検討、およびこれらを実施することによるマレーシア側への CDM や環境問題に関する知識・ノウハウの提供、キャパシティーディベロップメントにつながる、という点が確認された。
- 日本のアップフロントペイメントの本プロジェクトへの適用可能性を検討してほしい。
- マレーシアには、排水処理ラグーンから排出されるメタンガスの抑制に関する法規制は存在しない。また、今後そのような法規制を整備する予定は現段階ではない。
- 本プロジェクトの実施に当たってはマレーシアの EIA を実施する必要は必要はない。

第 4 章　ベースライン概要

4-1 ベースラインの検討

4-1-1 方法論の検討

2005 年 12 月現在、CDM 事業の対象となる全 15 分野において 25 の方法論と 8 つの統合化方法論が CDM 理事会によって承認されているが、本プロジェクトに適用できる方法論はこれらの中に無いため、新たな方法論を策定した。

新方法論は、「複数工場におけるメタン無排出の有機性排水処理プロジェクトに関するベースライン方法論（Baseline methodology for methane-free organic wastewater treatment project activities at multiple factories）」とした。

新方法論の適用条件及び本プロジェクトの適合性は、以下に示すとおりである。

① 既存の排水処理システムは、以下の条件の開放型嫌気性ラグーンシステムであること。

- ラグーンの深さが 1 メートル以上である
- スラッジがラグーンに 1 年以上滞留している
- スラッジの温度が常に摂氏 15 度以上である

KLK 社の 13 のパーム油工場の現在の排水処理システムは、開放型嫌気性ラグーンシステムである。KLK 社によると、開放型ラグーンの深さは５～10mで、ラグーンの水温は 20～35℃の範囲にある。ラグーンの底のスラッジは 3 年毎に除去されている。

② 処理プラントの稼動時には、メタンが発生しない仕様となっていること。

本プロジェクトで導入予定の高効率 POME 処理システムは、その製品仕様から、以下の理由で稼動時にメタンは発生しない。

- システムは閉鎖型である
- POME 中の油分は、マイクロバブル技術で抽出され回収される
- POME 中の固形物は排水から分離される
- 残った排水は、好気的に処理される

4-1-2 ベースラインシナリオの検討

(1) ベースラインシナリオ選定に用いた方法

ベースラインシナリオの選定に使用した方法及びディシジョンツリーは、以下のとおりである。この方法は、CDM 理事会の追加性証明ツールのステップ１～３に該当している。

ステップ i：プロジェクト活動の代替案の定義と排水処理法規制によるスクリーニング

プロジェクト活動の代替案は、以下のとおりと考えられる。

代替案１：現在の開放型ラグーンにおける嫌気性排水処理システムが継続する

代替案２：代替排水処理システムが導入される

代替案３：提案プロジェクトが導入される

プロジェクト実施者は提案プロジェクトに対する代替案を全てリストアップし、ホスト国の該当する法規制の下、提案プロジェクトと全ての代替案が義務付けされているか否かをチェックする。もし、法規制が効果的に施行されている場合、義務付けられた代替案は、ベースラインシナリオとして実施されているはずである。法規制は存在するが、それが効果的に施行されていないことが証明できる場合、それを確認するため、モニタリング計画において、法規制の効果が監視される必要がある。

プロジェクト実施者は、提案プロジェクトと全ての代替案が排水基準を遵守していることを確認する。このスクリーニングは、同様な事例から収集した情報に基づいて実施される必要がある。

ステップ ii(a)：投資分析

1) プロジェクト実施者は、提案プロジェクトへの投資の意思決定に用いられる財務指標（たとえば、返済期間、内部収益率）を特定する。さらに、可能であれば、財務指標に関係するベンチマーク（たとえば、国債利率）を特定する。提案プロジェクトが CDM 関連収入以外になんの財務的・経済的利益を生み出さない場合、追加性証明ツールに記載されている簡易コスト分析を用いる。

2) プロジェクト実施者は、関連するベンチマークを使って、提案プロジェクト及び全ての代替案の財務指標を評価する。

3)　プロジェクト実施者は、全ての代替案と提案プロジェクトの内、どのシナリオが経済的に実施可能かをチェックする。

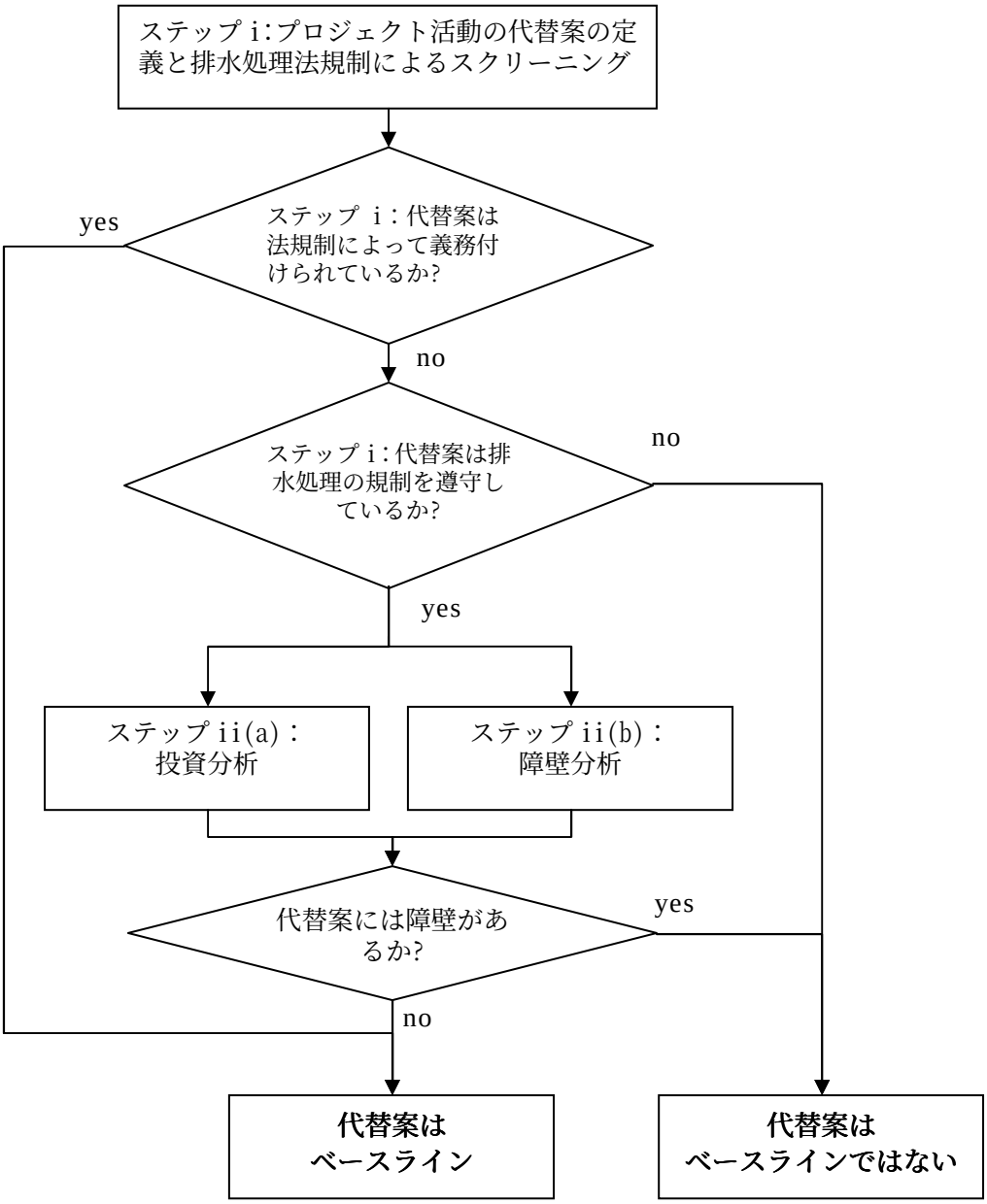


図 4-1　ベースラインシナリオ選定の流れ

ステップ ii(b)：障壁分析

プロジェクト実施者は、提案プロジェクトと全ての代替案が、障壁に直面しているため、通常の経済活動としては実施されないか否かを検討する。

(2) ベースラインシナリオの特定

本プロジェクトのベースラインは、「現状と同様に、開放型ラグーンにおける嫌気性処理が継続する状態」とする。

以下に、ベースラインシナリオを特定した工程を示す。

ステップ i：プロジェクト活動の代替案の定義と排水処理法規制によるスクリーニング

１）プロジェクト活動の代替案の定義

プロジェクト活動の代替案は、以下のとおりと考えられる。

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理（現状の活動の継続）

代替案２：開放型タンク式嫌気性処理

代替案３：電気/熱生成を伴う閉鎖型タンク式嫌気性処理

代替案４：提案プロジェクト（CDM 無し）

２）排水処理法規制によるスクリーニング

最初に、ベースラインシナリオの代替案は、排水基準など排水処理法規制を遵守しているか、及びその活動や技術へのインセンティブや補助制度があるかどうかについて、スクリーニングされる。

現状では、パーム油工場からの排水水質に規制が設けられている。そのため、パーム油工場に導入される排水処理施設は、排水基準を遵守する必要がある。また、排水からのメタン排出を規制する法律はない。

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理は、マレーシア国のパーム油工場において標準的な活動である。KLK 社の情報によると、KLK 社のパーム油工場からの排水は、排水基準を遵守している。開放型ラグーンからのメタン排出は規制されていない。

代替案２：開放型タンク式嫌気性処理による方法は、排水基準を遵守している。マレーシア国では、この技術に対する助成金や支援制度はない。

代替案３:電気/熱生成を伴う閉鎖型タンク式嫌気性処理による方法は、排水基準を遵守している。マレーシア国では、この技術に対する助成金や支援制度はない。

代替案４：提案プロジェクトは、排水基準を遵守している。この活動はマレーシア国では最初のケースなので、この技術の導入に対する助成金や支援制度はない。

以上から、全ての代替案は、マレーシア国の法規制を遵守している。

ステップ ii(b)：障壁分析

１）技術的障壁

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理は、地表に５～７ｍの穴を掘ってそこに排水を流し込み、微生物の力によって排水を処理する方法で、マレーシア国のパーム油工場では一般的に使用されている。これには、先進的な技術を必要としない。そのため、代替案１には技術障壁はない。

代替案２：開放型タンク式嫌気性処理による方法は、マレーシア国のパーム油工場では一般的ではない。しかし、発酵タンクとその製造技術や人員は、マレーシア国内で調達可能である。そのため、代替案２には技術障壁がほとんどない。

代替案３：電気/熱生成を伴う閉鎖型タンク式嫌気性処理による方法は、マレーシア国のパーム工場では一般的ではない。現在、マレーシアでは、ひとつのパーム油工場でのみ、この技術が POME 処理に用いられている。POME の発酵タンクの製造技術や人員はマレーシア国内で調達可能であるが、タービンやボイラーなど電気/熱生成に要する技術は国外から輸入する必要がある。そのため、代替案３には技術障壁がある。

代替案４：提案プロジェクトは、マレーシア国で導入される最初のケースである。この案では、POME からパーム油原油を回収するため、最先端のマイクロバブル技術を採用している。そのため、代替案４には技術障壁がある。

２）投資障壁

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理は、対象となるパーム油工場で実際に採用されている。これは、現状で排水規制を遵守しているので、これを継続して使用する場合でも、追加的な投資を必要としない。また、その

ため、この案は他の案に比べて、最も経済的である。そのため、代替案１には投資障壁がない。

代替案２：開放型タンク式嫌気性処理による方法は、排水処理のみを目的としており、電気生成や副産物のような収益を得る基盤を持っていない。プロジェクト実施者は、このプロジェクトの収益からプラントの初期投資資金を調達できないため、この案は経済的には魅力がない。そのため、代替案２には投資障壁がある。

代替案３:電気/熱生成を伴う閉鎖型タンク式嫌気性処理による方法は、施設と運用コストのため、多くの初期投資が必要である。この案は、生成した電気や副産物を売却することによって、収益を得ることができるが、エネルギー生成からの収益はバイオガスの生成量次第であり、これには大きなリスクを伴うものである。バイオガスの生成には、プラントの適切な運用を必要とする。代替案３には、プロジェクト実施者が経済的リスクを負う必要があるため、投資障壁がある。

代替案４：提案プロジェクトは、POME からの油分回収による収益基盤を持っている。しかし、プラント建設のために多くの初期投資が必要であり、内部収益率（IRR）は民間企業にとっては全く低いもので、経済的には全く魅力的ではない。そのため、代替案４には投資障壁がある。

３）一般的な慣行による障壁

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理は、マレーシア国のパーム油工場において最も一般的に使用されている。マレーシア国のパーム油産業を統括する組織であるマレーシアパームオイル委員会（MPOB）によると、現在、マレーシア国のパーム油工場で用いられている POME 処理方法の 95%は、開放型ラグーン嫌気性処理法である。プロジェクト実施者は、この方法の経験を多く積んでいる。そのため、代替案１は一般的な慣行による障壁はない。

代替案２：開放型タンク式嫌気性処理による方法は、マレーシア国のパーム油工場において一般的に使用されていない。MPOB のデータでは、マレーシア国のパーム油工場の４%が、この方法を用いているのみである。小数であるが、その適用事例が生活排水の処理に見られ、それに関する人員はマレーシア国内で調達可能である。そのため、代替案２は一般的な慣行による障壁はほとんどない。

代替案３:電気/熱生成を伴う閉鎖型タンク式嫌気性処理による方法は、マレーシア国のパーム油工場では一般的ではない。MPOB によるとマレーシア国内では、現在、ただひとつの工場のみがこの技術を用いている。他の 2 工場は以前にこの技術を導入したが､現在ではバイオガスによる電気/熱を生成しておらず、発生ガスは焼却している。バイオガスの製造技術やそれに必要な人員はマレーシア国内で調達可能である。しかし、モーターやタービンなど設備のある部分は、海外から輸入する必要がある。そのため、代替案３は一般的な慣行による障壁がある。

代替案４：提案プロジェクトは、マレーシアでは最初の事例である。このプロジェクトによって使われる技術は、オーストラリアから導入される先進的な技術を必要とする。その設備もオーストラリアから輸入される必要がある。そのため、代替案３は一般的な慣行による障壁がある。

それゆえ、代替案１「開放型ラグーンにおける嫌気性処理」が、最も障壁が少ない。

以上から、代替案１「開放型ラグーンにおける嫌気性処理」がベースラインとして、選択される。

4-2 追加性の証明

本プロジェクトの追加性については、第 16 回 CDM 理事会において出された追加性証明ツールに準拠して検討した。その検討結果は、以下のとおりである。

ステップ０：プロジェクト活動の 開始時期に基づく初期スクリーニング

プロジェクト活動は、CDM 理事会への登録前には開始しないので、このスクリーニングは適用されない。

ステップ１：現行の法規制に合致したプロジェクト活動の代替案の定義

ステップ１-a：プロジェクト活動の代替案の定義

次のベースラインシナリオのオプションが、「4-1　ベースラインの検討」において定義される。

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理（現状の活動の継続）

代替案２：開放型タンク式嫌気性処理

代替案３：電気/熱生成を伴う閉鎖型タンク式嫌気性処理

代替案４：提案プロジェクト（CDM 無し）

「4-1　ベースラインの検討」において述べたとおり、代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理（現状の活動の継続）がベースラインとして、選択される。

ステップ１-b：適用される法規制の遵守

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理（ベースライン）、代替案４：提案プロジェクト、共に、マレーシア国の排水に係る法規制を遵守している。

現在、マレーシア国では、開放型ラグーンにおける嫌気性処理や、そのラグーンから排出されるメタンを規制する法規制は存在しない。さらに、メタン無排出の排水処理を支援するインセンティブや経済的なスキームも存在せず、将来においても、これらの法律やインセンティブが施行される計画もない。

ステップ２：投資分析

ステップ２-a：適切な分析手法の定義

プロジェクト活動は経済的な便益があり、プロジェクト実施者が要求する収益の程度はベンチマークとして定義できるため、オプション III「ベンチマーク分析」が適用される。

ステップ２-b：ベンチマーク分析の適用

プロジェクト実施者の協議により、IRR（内部収益率）が本プロジェクトの実施を決定する経済指標として定義された。プロジェクト実施者の KLK によると、プロジェクトへの投資には 5 年間の IRR が 20%から 30%以上必要である。

ステップ２-c：経済的指標の算出とベンチマークとの比較

提案プロジェクトの IRR は、表 4-1 に示す算出根拠から 5 年で 7.9 %と計算される。

この IRR は、投資のベンチマークである 5 年間の IRR が 20%よりも格段に低いので、このプロジェクトは経済的に実行可能ではない。

表 4-1　プロジェクト IRR 算出根拠

費用	初期投資	32 百万 RM
	O&M コスト	1.9 百万 RM/年
便益	CPO（パーム原油）回収便益	9.9 百万 RM/年
	CPO 販売価格	1,316 RM/トン
投資回収期間		4.0 年

RM: マレーシアリンギット

ステップ２-d：感度分析

CPO（パーム原油）の販売価格は IRR に最も影響を与える数値である。そのため、表 4-2 に示すとおり CPO の販売価格の IRR への感度分析を行った。

マレーシアパームオイル委員会（MPOB）とプロジェクト実施者である KLK によると、CPO の販売価格は、パーム油生産国の天候、消費者の需要動向、大豆市場、バイオディーゼル燃料の導入動向など、様々な予測困難な要因によって影響を受ける。そのため、将来の価格の予想は、まったく困難である。

そのため、過去 10 年間の市場価格から大きく変わらないと仮定するのが、妥当であると考えられる。過去 10 年の CPO の販売価格の最大値が将来において継続したとしても、予想されるプロジェクトの IRR はプロジェクト実施者のベンチマークよりも低く、KLK 社にとって、提案プロジェクトはなお経済的ではないと考えられる。

表 4-2　感度分析

CPO（パーム原油）販売価格	Project IRR
895 RM/ton (過去 10 年の最小)	– 8.7 %
1,316 RM/ton (過去 10 年の平均)	7.9 %
1,610 RM/ton (過去 10 年の最大)	17.9 %

（出典：CPO price: MPOB）

注：1998 年の CPO 価格は、アジア経済危機の影響を受けており、特異であるため分析から除外した。

ステップ３：障壁分析

ステップ３-a：プロジェクト活動の実施への障壁の定義

（投資障壁）

提案プロジェクトは経済的でないため、民間企業では実施されない。プロジェクトの経済分析の結果、プロジェクトの IRR（内部収益率）は 7.9 %であり、民間のプロジェクト実施者にとって極めて低い値である。そのため、本プロジェクトは、民間のプロジェクト実施者の投資先としては、魅力がないものとなっている。

（技術的障壁）

本プロジェクトは POME（パーム油排水）からパーム油原油を回収する方法として、マイクロバブル技術を用いている。これは、オーストラリアから導入される先進的な技術を必要とし、マレーシア国への導入事例としては最初のものである。そのため、本プロジェクトには、技術的な障壁がある。

（一般的な慣行による障壁）

提案プロジェクトと同様なプロジェクトは、マレーシア国には事例がなく、開放型ラグーンにおける嫌気性処理が一般的な慣例となっている。そのため、提案プロジェクトの実施において、一般的な慣行による障壁がある。

ステップ３-b：定義された障壁が、プロジェクト活動以外の少なくともひとつの代替案の実施において、障壁とならないことの証明

代替案１：開放型ラグーンにおける嫌気性処理(ベースライン)には、ステップ３-a で述べた障壁は存在しない。なぜなら、この手法は、伝統的な排水処理法であり、追加的な投資を必要としない。このため、提案プロジェクトに存在するような、投資障壁、技術的障壁および一般的な慣行による障壁はない。

ステップ４：コモンプラクティスの分析

マレーシア国では、ほとんどのパーム油工場が開放型ラグーンにおける嫌気性処理システムを使っており、提案プロジェクトの導入事例はない。そのため、提案プロジェクトはコモンプラクティスではない。

ステップ５：CDM 登録による影響

提案プロジェクトは、CDMがない場合は経済的ではないため、CDM 登録にはプロジェクトへの経済的な支援となる。CER の売却による追加的な収益によって、プロジェクトの IRR（内部収益率）は 5 年間で 7.9 %から 27.9%に向上し、これは、プロジェクト実施者が要求しているベンチマークを上回る。そのため、提案プロジェクトの実施において、CDM 登録は不可欠であると考えられる。

以上より、追加性証明ツールの Step１から５までを満足することから、提案プロジェクトは追加的であると、証明される。

4-3 プロジェクト領域の検討

本事業のプロジェクト領域は、今回採用する新方法論に基づき、図 4-2 に示すとおりに設定される。

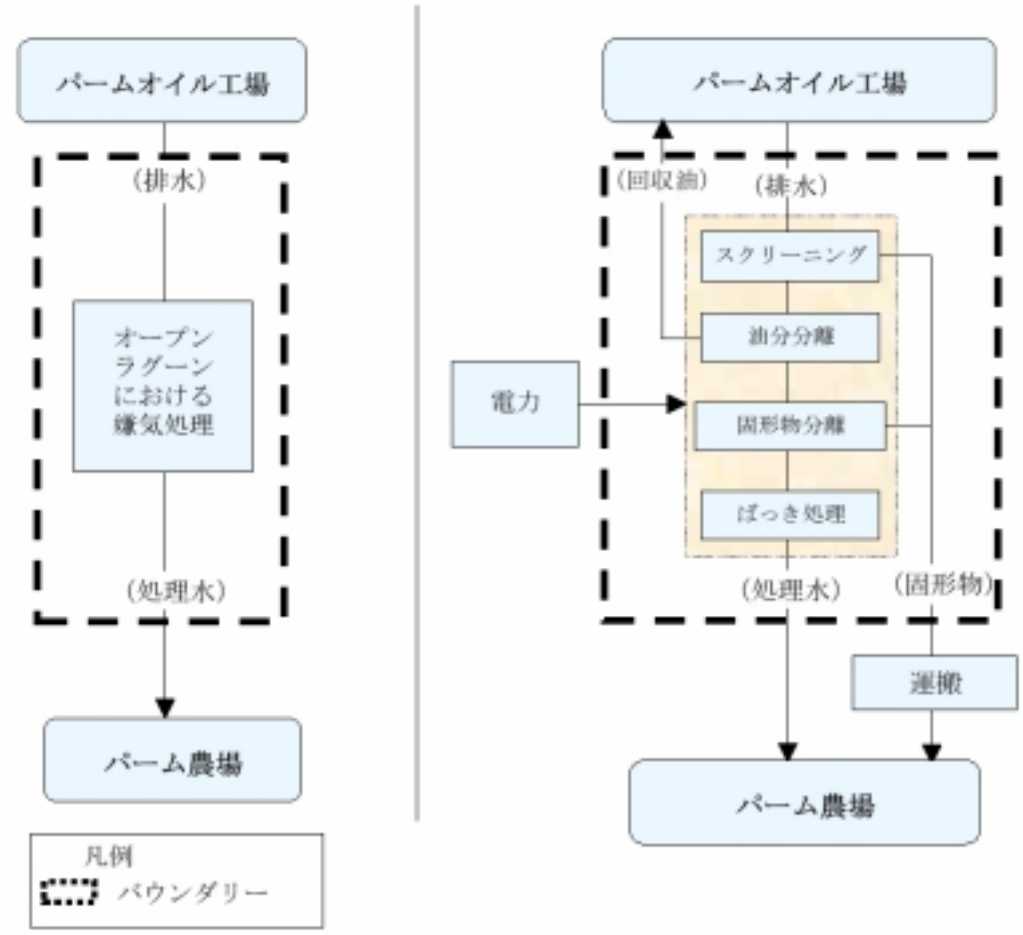


図 4-2 プロジェクト領域

また、新方法論で設定されている各 GHG 排出行為がプロジェクト領域に含まれるか否か、及びその根拠は、表 4-3 に示すとおりである。

表 4-3　プロジェクト領域

活動	発生源	対象ガス	対象とするか否か？	根拠
ベースライン	嫌気性処理を伴う開放型ラグーン	CH_4	する	メタンガスが開放型ラグーンにおける嫌気性分解によって発生する。
プロジェクト活動	高効率 POME 処理プラントによる電力消費	CO_2	しない	本プロジェクトで対象とするすべてのパーム工場は現在も将来においてもバイオマス燃料によって発電された電力を使用する。そのため、本プロジェクトによって CO_2 は発生しない。

第5章　モニタリング計画

5-1 新方法論の内容

ベースライン方法論と同様に、本プロジェクトに適用できるモニタリング方法論がまだ CDM 理事会によって承認を受けていないため、新たな方法論を AM0013/version02（「Forced methane extraction from organic waste-water treatment plants for grid-connected electricity supply --- Version 2」）をベースに策定した。

新方法論の名称は、「複数工場におけるメタン無排出の有機性排水処理プロジェクトに関するモニタリング方法論（Monitoring methodology for methane-free organic wastewater treatment project activities at multiple factories）」とした。

なお、この新方法論で規定するモニタリングは、KLK 社が日常的な業務の一環として実施している測定や分析を対象としたものが主であり、本 CDM プロジェクトのために新たにモニタリングを開始するデータではない。また、透明性・信頼性を確保するために、ISO の品質管理システムに基づく QA/QC のシステムを導入する。

- 適用条件

新方法論の適用条件及び本プロジェクトの適合性は、以下に示すとおりである。

① 既存の排水処理システムは、以下の条件の開放型嫌気性ラグーンシステムであること。

- ラグーンの深さが 1 メートル以上である
- スラッジがラグーンに 1 年以上留まっている
- スラッジの温度が常に 15℃を超える

② 処理プラントの稼動時にはメタンが発生しない仕様となっていること。

5-1-1 プロジェクト排出量に関するモニタリング

(1) モニタリング項目

新方法論の中では、プロジェクトの実施によって発生する GHG 排出量を正確に把握するため、表 5-1 に示す項目をモニターすることとしている。

表 5-1　プロジェクト排出量のモニタリング項目

ID 番号	データ	データ出所	単位	計測方法	計測頻度	備考
1	高効率排水処理プラントによる電力消費量	プロジェクト実施者(工場のオペレーションセンター)	MWh	実測	毎月	プラントに取り付けられた電子メーターによって測定する。
2	高効率排水処理プラントが消費した電力の電力源	同上	-	実測	毎月	電力源が系統電力、ディーゼル発電、あるいは温室効果ガスを排出しない再生可能エネルギー電力かを特定する。
3	電力消費に係わる炭素排出係数	統計データ	CO_2 換算トン/MWh	計算	毎年	各電力源の炭素排出係数を統計データを使用して保守的に計算する。

(2)　プロジェクト排出量の算出

本プロジェクトのように、オープンラグーンによる排水処理システムを高効率排水処理プラントに置き換える場合、プロジェクト排出量として「プラントの電力消費による GHG 排出量」が想定される。

したがって、プロジェクト排出量は以下の式で表される。

プロジェクト排出量 (CO_2 換算トン/年)	=	高効率排水処理プラントにおける電力消費に係わる排出量 (CO_2 トン/年)

また、上記の排出量は以下のとおり算出される。

プラントの電力消費による GHG 排出量 (CO_2 トン/年)	=	高効率排水処理プラントにおける電力消費量 (MWh/年)	+	電力の炭素排出係数 (CO_2 トン/MWh)

電力グリッドやディーゼル発電などの各消費電力の炭素排出係数は保守的に見るものとする。また、消費電力がバイオマスエネルギーなどの再生可能エネルギーによる発電である場合、プラントからの二酸化炭素排出量はゼロとする。

5-1-2 ベースライン排出量に関するモニタリング

(1) モニタリング項目

ベースラインの排出量を計測するため、表 5-2 に示す各項目に関してモニタリングを実施することとする。

新方法論の中では、ベースラインの排出量を計測するため、表 5-2 に示す各項目に関してモニタリングを実施することとしている。

表 5-2 ベースライン排出量のモニタリング項目

ID 番号	データ	データ出所	単位	計測方法	計測頻度	備考
4	処理前の排水中の COD 濃度（高効率排水処理プラントの注入口）	プラント実施者（ラボラトリー）	kg COD/処理前の排水 m^3	実測	毎月	工業規格に従って計測を行う。
5	処理前の排水水量（高効率排水処理プラントの注入口）	プロジェクト実施者（工場のオペレーションセンター）	処理前の排水 m^3	実測	毎月	プラントに設置された電子計測メーターを使用して水量を計測する。
6	排水からのメタン排出に係わる法規制	中央政府／地方政府法規等	-	-	毎年	法律等が施行された場合には、その実効性を考慮し、ベースラインシナリオの見直しを行う。

(2) ベースライン排出量の算出

オープンラグーンを使用して排水処理を行う場合、ベースライン排出量はオープンラグーンからのメタン排出量とされ、以下の式で算出される。

ベースライン排出量 (CO_2 換算トン/年)	=	オープンラグーンからのメタン排出量 (CH_4 トン/年)	×	地球温暖化係数 (CO_2 トン/ CH_4 トン)

オープンラグーンからのメタン排出量は以下の式を用いて算出される。

オープンラグーンからのメタン排出量 (CH_4 トン/年)	=	COD 量 (トン COD/年)	×	B_o (トン CH_4/トン COD)	×	MCF

COD　：化学的酸素要求量 （トン COD/年）
B_O　：メタン生成限界量 （トン CH_4/トン COD）
MCF　：メタン生成係数

（COD） 処理される前の廃液中に含まれる COD の総量に関してはプロジェクト実施者が実際に計測するものとする。

（Bo） 処理される前の廃液中で発生するメタンの最大量に関しては、IPCC のデフォルト値である 0.25（トン-CH_4/ トン-COD）に不確実性を考慮した値である「0.21（トン-CH_4/ トン-COD）」を適用する。

（MCF） 最終的に嫌気性分解される COD（あるいは BOD）の割合を示すメタン生成係数（methane conversion factor）については、IPCC は単一のデフォルト値を示していないものの、既出の AM0013/Version02 の中で、アジアにおける排水処理プロジェクトではデフォルト MCF 値とされる 0.9 に不確定係数（0.82）を取り入れて保守的に見積もった「0.738」を使用することとされている。

上記のとおりオープンラグーンからのメタン排出量（CH_4 トン/年）を計算し、その値にメタンガスの地球温暖化係数である 21 を乗じたものがベースライン排出量（CO_2 換算トン/年）となる。

5-1-3 リーケージ排出量に関するモニタリング

(1) モニタリング項目

プラントから発生する副産物を肥料などとして利用する場合、それらの運搬によって発生する GHG 排出量がバウンダリー外で発生するリーケージとなる可能性がある。

このリーケージ排出量をモニタリングする際、以下の 2 項目が対象項目となる。

表 5－3 リーケージ排出量のモニタリング項目

ID 番号	データ	データ出所	単位	計測方法	計測頻度	備考
7	高効率排水処理プラントから発生する副生成物の輸送運搬に係わる化石燃料使用量	プロジェクト実施者(工場のオペレーションセンター)	トン/月	実測	毎月	運搬車両の燃料消費メーターを読むことにより測定する。

ID 番号	データ	データ出所	単位	計測方法	計測頻度	備考
8	上記の化石燃料の炭素排出係数	IPCC ガイドラインおよび統計データ	CO_2 換算トン/トン	計算	毎年	IPCC ガイドラインおよび化石燃料の発熱量に基づき、保守的に計算する。

(2) リーケージ排出量の算出

プラントから発生する副産物の運搬によって発生する GHG 排出量の算出には以下の式が使用される。

副産物の運搬に係わる GHG 排出量 (CO_2 トン/年)	=	副産物の運搬に使用される化石燃料消費量 (トン/年)	+	化石燃料の炭素排出係数 (CO_2 トン/トン)

なお、化石燃料の炭素排出係数は保守的に見ることとし、IPCC のガイドラインおよびマレーシアの統計データに従うものとする。

副産物の運搬に伴う GHG 排出量がプロジェクト全体の排出量と比較して小さい場合には無視できるものとされる。

5-2 新方法論の当該プロジェクトへの適用

新モニタリング方法論を当該プロジェクトに適用するにあたり、新方法論の適用条件を当該プロジェクトの現状と比較検討した結果、以下のとおり適用条件を満たしているため、同方法論を適用する。

① 既存の排水処理システムは、以下の条件の開放型嫌気性ラグーンシステムであること。

KLK 社の 13 のパーム油工場の現在の排水処理システムは、開放型ラグーンである。KLK 社によると、開放型ラグーンの深さは５～10mで、ラグーンの水温は 20～35℃の範囲にある。ラグーンの底のスラッジは 3 年毎に浚渫される。

② 処理プラントの稼動時には、メタンが発生しない仕様となっていること。

本プロジェクトで導入予定の高効率 POME 処理システムは、その製品仕様から、以下の理由で稼動時にメタンは発生しない。

- システムは閉鎖型である
- POME 中の油分は、マイクロバブル技術で抽出され回収される
- POME 中の固形物は排水から分離される
- 残った排水は、好気的に処理される

5-2-1 プロジェクト排出量に係わるモニタリングについて

プロジェクトからの GHG 排出量として、高効率排水処理プラントの電力消費による GHG 排出量が考えられるが、本プロジェクトではプロジェクトの実施による GHG 排出量は以下の理由で無視できるものとし、プロジェクト削減量の計算上考慮しないこととする。

本プロジェクトで高効率排水処理プラントを導入する計画となっている KLK 社所有の 13 工場の運転には、全てカーボンニュートラルであるバイオマス燃料を利用した電力が使用されている。

バイオマスボイラーのスタートアップにはディーゼル燃料が使用されるが（半島マレーシアの Jeram Padang 工場のみ系統電力を使用）、バイオマスボイラーの稼動とともにディーゼル発電ユニットは停止され、POME 処理の工程を含む全ての工場運転に必要とされる電力は工場敷地内にて確保したバイオマス燃料（パームオイルツリーの殻廃棄物や繊維廃棄物など）を工場内のバイオマス発電施設に投入することで賄っている。また、POME 処理施設（現在使用されているラグーン間の送水ポンプおよび今後導入される高効率排水処理プラント）は、バイオマスボイラーが稼動中の時のみ運転されるものである。

なお、各工場とも十分なバイオマス燃料をすでに保有しているとともに、高効率排水処理システムの導入による消費電力の増加（およそ 15%）に十分対応できるバイオマス発電機をすでに所有、使用している。

上記の理由に基づき、高効率排水処理プラントが消費する電力の生成に係わる GHG 排出量は考慮しないこととする。

5-2-2 ベースライン排出量に係わるモニタリングについて

本プロジェクトのベースライン排出量は、新方法論が定めるとおりオープンラグーンからのメタン排出量とし、モニタリング項目は以下の 3 項目とする。

1. 処理前の排水中の COD 濃度
2. 処理前の排水の量
3. 排水からのメタン排出に係わる法規制の整備状況

また、ベースライン排出量の算出においては新方法論の定める Bo 値および MCF 値を採用し、COD は対象工場で実測した値を試用することとする。

5-2-3 リーケージ排出量に係わるモニタリングについて

既述のとおり、高効率排水処理プラントシステムでは POME 中の固形分が分離・回収され、脱水処理をした後にパームオイル農場に肥料として再利用される計画となっている。処理する FFB（パームオイル果房）のおよそ 1.8%にあたる固形分が同システムのもとで新たな廃棄物として生成・排出されることとなるが、肥料として利用されるこれら固形物は既存の運搬システムを使用して再利用されるため、新たな運搬システムの構築や運搬車両の購入は必要とされない。

KLK 社では現在も EFB（パームオイル空房）を肥料として各パームオイル農場に散布しており、散布には車両が使われている。本計画では、高効率排水処理プラントから排出される固形肥料をこれら EFB 肥料に混ぜて農場に散布することとなっており、車両の増加や運搬システムの変更は必要とされない。

従って、高効率排水処理システムから出される固形肥料の運搬に係わる新たな GHG 排出は発生しない。

5-3 当該プロジェクトにおけるモニタリングの実施体制

本プロジェクトにおけるモニタリングは、事業実施者である KLK 社が実施し、モニタリングは以下の体制で行うこととする。

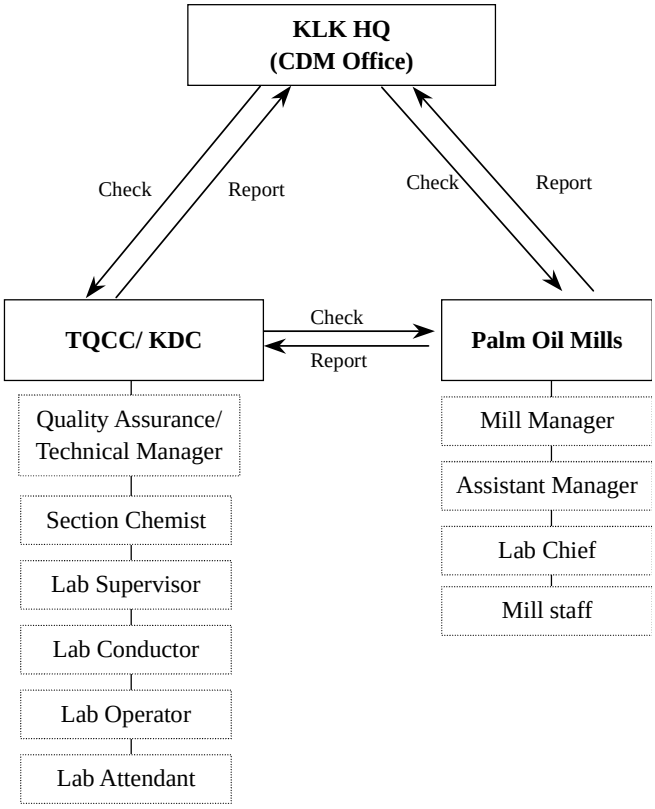


図 5-1　KLK モニタリング体制図

モニタリングは、以下に示す KLK 本社およびグループ子会社によって実施される。

① CDM オフィス（KLK 本社内）
② KLK 中央品質管理センター
③ 13 の各パームオイル工場

上記の 3 セクションによってモニタリングはクロスチェックされ、確実な品質管理が達成される仕組みとなっている。

各セクションの概要および本プロジェクトにおける主な役割を以下に示す。

① CDM オフィス（KLK 本社内）

KLK 本社内に設置される CDM オフィスは、各モニタリングの管理を含む、本 CDM プロジェクトを統括するセクションであり、以下を担当する計画である。

表 5－4　KLK 社 CDM オフィスのモニタリング担当事項

モニタリング管理	モニタリング計画の定期的なレビュー
	モニタリング実施状況の定期的なレビュー
	不適格事項に対する対策の検討・実施
データ分析・管理・報告	KLK 中央品質管理センターおよび 13 のパームオイル工場より送付された各種データの分析・検討
	各種データの保管
	OE に対応するモニタリング報告書の作成
	ベリフィケーション対応
トレーニング	CDM プロジェクト・モニタリングシステムに関する説明会の開催
	モニタリングスタッフに対する情報提供

また、CDM オフィスはベースライン排出量に関するモニタリング事項の一つとして新方法論に定められているとおり、排水からのメタン排出に係わる法規制が新たに整備されているかどうか、中央政府および地方政府法規等を毎年チェックし、法律等が施行された場合にはその実効性を考慮してベースラインシナリオの見直しを行う。

② KLK 中央品質管理センター

KLK 中央品質管理センターは、KLK 社が製造するパームオイル製品の品質管理等を一括して行う機関である TQCC（KLK Technology and Quality Control Centre）および KDC（Kalumpang Development Corporation）で構成される。

TQCC はマレー半島側の工場で製造される製品の品質管理を、一方 KDC はサバ州にある工場を担当しており、両機関ともにマレーシア政府から認証（SAMM: Skim Akreditasi Makmal Malaysia）を受けた試験機関であり、2002 年に ISO/IEC 17025 の認証を受けている。

本プロジェクトにおける TQCC/KDC の役割は以下のとおりである。

表 5－5　TQCC/KDC のモニタリング担当事項

POME データ分析	13 工場から提供された POME データの試験・分析（TQCC は 7 工場、KDC は 6 工場）
	各種データの管理および CDM オフィスへの送付
	試験結果報告書の作成
マニュアル作成・トレーニング	マニュアルの作成
	モニタリングスタッフに対するトレーニングの実施
監査の実施・対応	内部監査の実施、工場に対する監査の実施
	外部監査の対応

③ 各パームオイル工場

半島マレーシアおよびサバ州にある全 13 工場は､以下のモニタリングを実施する計画である。

表 5－6 各パームオイル工場のモニタリング担当事項

POME データ分析	POME サンプルの抽出
	POME 流量の計測
	各種データの管理および CDM オフィスへの送付
	サンプルの TQCC/KDC への送付
監査・トレーニング	定期的な内部監査の実施
	工場長および副工場長によるクロスチェック

5-4 品質管理

上述のとおり、本プロジェクトで対象となるモニタリング項目は、ベースライン排出量を決定するための 3 項目である。これらの各モニタリング項目に関する品質管理および品質保証を確実にするために、以下の手順で QA/QC が実施される計画である。

表 5－7 本プロジェクトにおけるモニタリング項目

番号	データ	QA/QC 内容
1	処理前の排水中の COD 濃度	- 各工場のモニタリングスタッフが POME のサンプルを毎月採る - サンプリングの位置は各工場ともに高効率排水処理プラントに投入される直前とする - 各工場では工場長および副工場長によって定期的にモニタリング実施状況がチェックされる - 工場長および副工場長の承認を受けたデータのみ TQCC/KDC へサンプルが送付され、試験を受ける - サンプルの運搬・送付には細心の注意を払い、サンプルが変質しないようにする - 試験に試用する機器類は政府の承認を受けた第三者機関による工業規格に従ったキャリブレーションを受ける - TQCC/KDC による試験結果を KLK 本社の CDM オフィスに送付し、プロジェクト期間中は保管される
2	処理前の排水水量	- 各工場の高効率排水処理プラントに設置されている電子メーター（トータライザー機能を持った流量計測器）を使用して水量が測定される - 工場のモニタリングスタッフがメーターを読み、毎日記録する

番号	データ	QA/QC 内容
		- 流量計測メーターは政府の承認を受けた第三者機関によって工業規格に従ったキャリブレーションを受ける - 工場長および副工場長によってチェックされ、1 ヶ月単位で集計されたものが CDM オフィスに送付される - 同データはプロジェクト期間中 CDM オフィスで保管される
3	排水からのメタン排出に係わる法規制	- CDM オフィスは、毎年、POME から排出されるメタンガスを抑制する法規制などが整備されていないかを確認する - 法律等が施行された場合には、その実効性を考慮してベースラインシナリオの見直しを行う

また、新方法論の規定するモニタリング項目には含まれていないものの、本プロジェクトでは処理前の POME 中に含まれる油分の濃度をモニタリング（実測）する計画である。

高効率排水処理プラントから回収される CPO（粗パーム油）の売却益が本プロジェクトの IRR 計算に大きな影響を及ぼすため、新プラントによる回収量の正確な把握が必要となる。

もし回収した油分の売却益が著しく向上し、プロジェクト IRR が KLK 社の投資基準を超えた場合、ベースラインの見直しが必要となる可能性があり、その場合は第 2 次クレジット期間中にベースラインの再検討を実施することとなる。

モニタリング計画では、各工場のモニタリングスタッフが定期的に POME のサンプルを採り、工場にある試験室で油分濃度が測定される。測定結果は CDM オフィスに送付され、IRR 計算が行われることとなる。

第 6 章　温室効果ガス排出削減効果の検討

6-1 温室効果ガス排出削減に係る活動

本プロジェクトにおける温室効果ガス（GHG）排出活動および排出される温室効果ガスは、本プロジェクトのプロジェクト領域内に含まれる以下である。

- 対象活動： 開放型ラグーンにおける排水の嫌気性処理
- 対象 GHG： メタンガス

また、本プロジェクトの実施によって達成される GHG 排出の削減量は、以下のとおり算出される。

GHG 削減量	＝	ベースライン GHG 排出量	－	プロジェクト GHG 排出量	－	リーケージ GHG 排出量

6-2 ベースライン GHG 排出量

ベースライン方法論によれば、本プロジェクトにおけるベースライン排出量は開放型ラグーンから排出されるメタンの量で求められ、以下のとおり算出される。

ベースライン排出量 (CO_2 換算トン/年)	=	オープンラグーンからのメタン排出量 (CH_4 トン/年)	×	メタンの地球温暖化係数 (CO_2 トン/ CH_4 トン)

また、オープンラグーンからのメタン排出量は既出の以下の計算式で求められる。

オープンラグーンからのメタン排出量 (CH_4 トン/年)	=	COD 量 (トン COD/年)	×	B_o (CH_4 トン/トン COD)	×	MCF

上記の各項目に関して、当該プロジェクトにおけるベースライン計算では以下の値を用いた。

表 6 – 1　ベースライン算定に用いた数値

項目	値	単位	データ出所・備考
COD	**62,692**	トン COD/年	表 6-2 を参照。
Bo	**0.21**	トン CH_4/トン COD	新方法論に従い、IPCC のデフォルト値である 0.25（トン CH_4/トン COD）に不確実性を考慮した値を採用した。
MCF	**0.738**	-	新方法論に従い、デフォルト MCF 値とされる 0.9 に不確定係数（0.82）を取り入れて保守的に見た値を採用した。

- COD の算定について

対象 13 工場において 1 年間に排出される POME 中に含まれる COD の量については、各工場から排出される POME の量および実測したデータに基づく COD 濃度を使用して以下のとおり計算される。

表 6 – 2　対象工場における年間 COD 排出量

番号	工場名	POME 量（トン/年）	COD 濃度 (ppm)	総 COD 量（トン/年）
		A	B	＝A×B
1	Batu Lintang	68,950	50,000	3,447
2	Tg. Malim	63,627	50,000	3,181
3	Tuan Mee	51,522	50,000	2,576
4	Kuala Pertang	38,748	50,000	1,937
5	Jeram Padang	93,366	50,000	4,668
6	Kekayaan	213,500	50,000	10,675
7	Paloh	107,972	50,000	5,399
8	KLK (S) Mill 1	59,694	50,000	2,985
9	KLK (S) Mill 2	114,193	50,000	5,710
10	Pinang	128,502	50,000	6,425
11	Bornion	106,515	50,000	5,326
12	Lungmanis	110,460	50,000	5,523
13	Rimmer	96,784	50,000	4,839
	Total	1,253,835	-	**62,692**

なお、法報告書で使用している COD 濃度 50,000ppm は MPOB が発表する POME の組成データをベースにしている。

以上の結果、本プロジェクトのベースライン排出量は以下のとおり計算される。

$$\text{ベースライン排出量 } (CO_2\text{換算トン/年}) = \mathbf{204{,}035\ (CO_2\ トン/年)}$$

$$= 9{,}716\ (CH_4\ トン/年) \times 21$$

ここで、

$$\text{オープンラグーンからのメタン排出量 } (CH_4\ トン/年) = 9{,}716\ (CH_4\ トン/年)$$

$$= 62{,}692\ (トン\ COD/年) \times 0.21\ (トン\ CH_4/トン\ COD) \times 0.738$$

6-3 プロジェクト GHG 排出量

本報告書の第 5 章「モニタリング計画」で述べたとおり、当該プロジェクトの実施によって発生する GHG 排出量はないため、プロジェクトの削減量計算上考慮しないものとする。

なお、新方法論が指定するプロジェクト排出項目として、高効率排水処理プラントの電力消費による GHG 排出量があるが、本プロジェクトにおいては排出量なしと判断される。

6-3-1 リーケージについて

プラントから排出される固形物の運搬によって発生する GHG 排出量がリーケージとなるが、本報告書の第 5 章で述べたとおり、本プロジェクトではこれら固形物専用の新たな運搬システムの構築や運搬車両の購入は必要とされないうえに、現在肥料として利用している EFB（パームオイル空房）と合わせて農園内に散布されるため、高効率排水処理システムから出される固形肥料の運搬に係わる新たな GHG 排出は発生しない。

したがって本プロジェクトにおけるリーケージは、なしとされる。

6-4 GHG 削減量

本プロジェクトの実施によって達成される温室効果ガス削減量は、以下に示すとおり、第 1 クレジット期間中の 7 年間で 1,428,245 トン（二酸化炭素換算）となる。

表 6 – 3 プロジェクトによる GHG 排出削減量

年	ベースライン排出量 (CO_2 換算トン)	プロジェクト排出量 (CO_2 換算トン)	リーケージ排出量 (CO_2 換算トン)	排出削減量 (CO_2 換算トン)
2008	204,035	0	0	204,035
2009	204,035	0	0	204,035
2010	204,035	0	0	204,035
2011	204,035	0	0	204,035
2012	204,035	0	0	204,035
2013	204,035	0	0	204,035
2014	204,035	0	0	204,035
合計（7 年間）	**1,428,245**	**0**	**0**	**1,428,245**

第 7 章　環境影響分析

7-1 環境影響評価手続きの必要性

本報告書の第 1 章で述べたように、マレーシアの環境アセスメント法「Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1987」の中で、マレーシアにおける環境影響評価の対象事業が規定されている。

当該プロジェクトはパームオイル工場における排水処理システムの改善事業であり、同アセス法の対象となっている 19 事業には含まれていない事業内容であるため、本プロジェクトにおいて環境影響評価は必要とされない。

なお、本調査の中でマレーシア環境省の担当官と面談し、当該プロジェクトが EIA を実施する必要が無い旨の確認を取っている。

今後 KLK 社は、高効率排水処理プラントを導入する工場がある全ての州の環境担当局から許可証を取得する予定となっている。

7-2 環境への影響

7-2-1 自然環境への影響

高効率排水処理プラントの導入を計画する本プロジェクトは、周辺地域・自然環境を改善させる効果のあるものであり、ネガティブな影響は発生しない。また、同プラントはマレーシア国内にある関連する全ての環境法を遵守している。

(1) 水質汚染

本プロジェクトで導入される高効率排水処理プラントは、現在排水処理に利用されているオープンラグーン方式よりも効率的に POME を処理する能力を持つ。マレーシアの定める水質排出基準値以下に排水を処理するうえ、処理された排水はパームオイル農場に散布されるため、周辺水域に直接流入することはない。

また、同プラントは処理した POME を処理水として数回再利用するものであり、工場における水の消費量、そして最終的に排出される排水の量も減少する。

(2) 大気汚染

新プラントは大気汚染物質および温室効果ガスを排出するものではなく、マレーシア国内の大気汚染基準に適合したものである。

(3) 固形廃棄物

新プラントは POME を処理する段階で固形廃棄物を排出する。量は FFB（パームオイル果房）の 2%以下と微量であり、環境に影響を及ぼすような有害物質は含まれていない。また、回収された廃棄物は各パームオイル農場に肥料として EFB（パームオイル空房）と一緒に散布される。

なお、肥料として使用される際、固形廃棄物は特別な加工は受けず、乾燥処理を施したものをそのまま農場に散布される。また、環境省などからの許可は必要とされていない。

加えて、プラントの導入により既存のラグーンの底に溜まったスラッジの排出が抑制される。

(4) 悪臭

現在 KLK 社のパームオイル工場ではオープンラグーンから強い悪臭が放出されており、新プラントはこの問題を解決するものである。

(5) 騒音および振動

新プラントの稼動によって発生する騒音、振動は軽微なものであり、周辺への影響はない。また、プラント建設時に車両等の稼動によって振動・騒音がある程度発生することが予測されるが、プラントが設置される工場の周辺に居住地や商業地はなく、顕著な影響は発生しないと思われる。

7-2-2 社会環境への影響

第 2 章に述べたとおり、本プロジェクトはマレーシアにおける持続可能な開発の達成に貢献するものであり、パームオイル産業の発展、雇用創出、技術移転、キャパシティーディベロップメントなどの社会貢献が期待される。

第 8 章　想定される利害関係者へ及ぼす影響

8-1 利害関係者への説明

事業実施者である KLK 社は、本プロジェクトの対象となっている 13 工場の中から、地理、環境、周辺状況などに特徴のある工場を 4～5 箇所選定し、それらの利害関係者に対して本プロジェクトに関する説明を実施する予定である。対象工場の選定方法については OE との協議などを参考にした。

現段階では高効率排水処理プラントのパイロットプラントが設置された、クダ（Kedah）州の Batu Lintang 工場の他に、マレー半島側にある 1 工場、およびサバ州にある 2 工場の計 4 工場を選定する計画である。なお、説明の開催時期はマレーシア政府承認の申請までに実施する予定である。

また、選定された工場の周辺に住民がいる場合、周辺住民への説明を行う計画である。

8-2 議題およびステークホルダーからのコメントに対する回答

KLK 社は当該プロジェクトの概要を利害関係者に説明するとともに、プラント建設・運転に係わる周辺への影響などに関しても説明を行い、理解を得ることを目的とし、利害関係者から出されたコメントに対しては適切に対応する方針である。

第 9 章　収益性比較

9-1 基本条件の設定

9-1-1 基本仮定事項

収益性を検討するうえでの基本仮定事項は、表 9-1 に示すとおりである。

表 9-1 資金計画の基本仮定事項

項 目	基本仮定事項
パーム油排水中の油分含有率	0.8%
高効率排水処理プラントによる油分回収効率	75%
パーム油排水中の COD 濃度	50,000 ppm
クレジット期間	14 年
為替	1 USD = 3.77 RM

9-1-2 初期投資コスト

初期投資コストの総額は 32 百万 RM であり、クダ州 Batu Lintang パーム油工場において実施中のパイロットプラントの積算額 1.5 百万 RM（処理能力：25 トン/時）を根拠に、各プロジェクト対象工場で要求される処理能力に基づいて、表 9-2 のとおり積算した。

表 9-2 各工場の初期投資コスト

州		工場	処理能力 (トン/時)	初期投資コスト (百万 RM)
マレー半島	Kedah	Batu Lintang	25	1.5
	Selangor	Tg. Malim	20	1.5
		Tuan Mee	22	1.5
	Kelantan	Kuala Pertang	20	1.5
	N. Sembilian	Jeram Padang	35	2.0
	Johor	Kekayaan	120	6.0
		Paloh	20	1.5
サバ州	Sabah	KLK (S) Mill 1	45	2.5
		KLK (S) Mill 2	50	2.5
		Pinang	50	2.5
		Bornion	80	4.0
		Lungmanis	50	2.5
		Rimmer	45	2.5
	合計		-	**32.0**

（出典：KLK）

資金の調達先として、初期投資コストの 70%を KLK 社の自己資金で調達する予定である。KLK 社は、残りの 30%を、日本カーボンファイナンス株式会社（JCF）のアップフロントペイメント制度を用いて調達することを希望しており、その契約条件について協議中である。

9-1-3 運営・メンテナンスコスト

収益性を検討するうえでの運営及びメンテナンスコストは、表 9-3 に示すとおりである。

表 9-3 運営及びメンテナンスコスト

単位：百万 RM

項目	毎月	年間	算定根拠
電力費	0	0	対象工場で既に稼動中のバイオマス発電からの余剰電力を利用するため、電力費はゼロとする
労務費	0.025	0.3	13 工場×2 名×30RM×25 日×1.3（諸経費）
メンテナンス費	0.13	1.6	32 百万 RM（初期投資コスト）×5%

9-1-4 収入

本プロジェクトの主要な収入は、表 9-4 に示すとおり、高効率処理プラントで回収されるパーム油原油（CPO）を市場で売却することによって得られる。CPO の販売価格は、表 9-5 に示すマレーシアパームオイル委員会（MPOB）のデータより、過去 10 年間の平均値 1,316RM/トンを用いた。

プロジェクト実施者である KLK および MPOB によると、CPO の販売価格は、パーム油生産国の天候、消費者の需要動向、大豆市場、バイオディーゼル燃料の導入動向など、様々な予測が難しい要因によって影響を受ける。そのため、将来の CPO 価格の予想は困難である。したがって、過去 10 年間の市場価格から大きく変わらないと仮定するのが、妥当であると考えられる。

また、回収した CPO の販売によって得られる収入は、対象 13 工場合わせて年間 9.9 百万 RM と算出される。

なお、感度分析として、CPO の販売価格が、過去 10 年の最大値 1,610RM/トンおよび過去 10 年の最小値 895RM/トンで将来継続した場合の収益を想定して、経済性を検討した。

また、CER についても CDM が適用されなかった場合（0 USD/t-CO_2）及び CDM が適用された場合（6 USD/t-CO_2 および 10 USD/t-CO_2）の 3 ケースについて検討し、CDM プロジェクトとして登録された場合の財務における影響を分析した。

表 9-4　各工場の油分販売利益

州		工場	POME 量 (トン/年)	油分回収量 (トン/年)	油分販売利益 (百万 RM/年)
マレー半島	Kedah	Batu Lintang	68,950	414	0.54
	Selangor	Tg. Malim	63,627	382	0.50
		Tuan Mee	51,522	309	0.41
	Kelantan	Kuala Pertang	38,748	232	0.31
	N. Sembilian	Jeram Padang	93,366	560	0.74
	Johor	Kekayaan	213,500	1,281	1.69
		Paloh	107,972	648	0.85
サバ州	Sabah	KLK (S) Mill 1	59,694	358	0.47
		KLK (S) Mill 2	114,193	685	0.90
		Pinang	128,502	771	1.01
		Bornion	106,515	639	0.84
		Lungmanis	110,460	663	0.87
		Rimmer	96,784	581	0.76
合計			**1,253,835**	**7,523**	**9.90**

注：POME 量は各工場の EFB 処理実績（2005 年）より算定（KLK 資料より）

表 9-5　CPO（パーム油原油）販売価格

年	年平均販売価格（RM/トン CPO）
1994	1,284
1995	1,473
1996	1,192
1997	1,358
1998	*2,378*
1999	1,450
2000	997
2001	895
2002	1,364
2003	1,544
2004	1,610
平均	**1,316**

出典：MPOB
注：1998 年の CPO 価格は、アジア経済危機の影響を受けており、特異であるため、分析から除外した。

9-2 財務分析

9-2-1 内部収益率及び投資回収年数

本プロジェクトが CDM プロジェクトとして実行されず（CER の売却益が 0 ドルの場合）、CPO（パーム原油）の販売価格が 1,316RM/トンの場合、表 9-6 に示すとおり、本事業の内部収益率は 7.9%となり投資を行う判断である 20%を下回ってしまうものの、CER 単価が 6 ドル/ton-CO_2eq、あるいは 10 ドル/ton-CO_2eq の場合、それぞれ 27.9%、39.9%と収益性が向上することが予測される。

また、投資回収年数については、表 9-6 に示すとおり 0 ドル/ton-CO_2eq.から 6 ドル/ton-CO_2eq.になることにより、1～2 年程度短縮させることができると予測される。

表 9-6 事業収益性の比較

CPO price / CER price	1,316 RM/ton		895 RM/ton		1,610 RM/ton	
	IRR	Pay-back period	IRR	Pay-back period	IRR	Pay-back period
0 USD/t-CO_2	7.9 %	4 年	–8.7 %	6.6 年	17.9 %	3.1 年
6 USD/t-CO_2	27.9 %	2.5 年	14.5 %	3.4 年	36.6 %	2.2 年
10 USD/t-CO_2	39.9 %	2 年	27.5 %	2.6 年	48.1 %	1.8 年

注：IRR は 5 年間の数字

なお、各ケースにおけるキャッシュフローを表 9-7～表 9-15 に示す。

表 9-7　キャッシュフロー（1,316 RM/t-CPO, CER: 0 USD/t-CO_2）

NO CDM Case (CER=0 USD/t-CO2)　CPO Price :　1,316 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
	CER		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Accumulative	-32.0	-24.0	-16.0	-8.0	0.0	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.0
IRR							7.9%					21.4%				
Pay-back period	4.0 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-8　キャッシュフロー（1,316 RM/ t-CPO, CER: 6 USD/t-CO_2）

CDM Case1 (CER=6 USD/t-CO2)　CPO Price :　1,316 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
	CER		4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6
	Accumulative	-32.0	-19.4	-6.8	5.8	18.5	31.1	43.7	56.3	68.9	81.5	94.1	106.8	119.4	132.0	144.6
IRR							27.9%					37.8%				
Pay-back period	2.5 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-9　キャッシュフロー（1,316 RM/ t-CPO, CER: 10 USD/t-CO_2）

CDM Case2 (CER=10 USD/t-CO2)　CPO Price :　1,316 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
	CER		7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
	Accumulative	-32.0	-16.3	-0.6	15.1	30.8	46.5	62.1	77.8	93.5	109.2	124.9	140.6	156.3	172.0	187.7
IRR							39.9%					48.1%				
Pay-back period	2.0 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-10　キャッシュフロー（895 RM/ t-CPO, CER: 0 USD/t-CO_2）

NO CDM Case (CER=0 USD/t-CO2)　CPO Price :　895 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
	CER		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
	Accumulative	-32.0	-27.2	-22.3	-17.5	-12.7	(7.9)	(3.0)	1.8	6.6	11.5	16.3	21.1	25.9	30.8	35.6
IRR							-8.7%					8.3%				
Pay-back period	6.6 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-11　キャッシュフロー（895 RM/ t-CPO, CER: 6 USD/t-CO_2）

CDM Case1 (CER=6 USD/t-CO2)　CPO Price :　895 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
	CER		4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
	Accumulative	-32.0	-22.6	-13.1	-3.7	5.8	15.2	24.7	34.1	43.6	53.0	62.4	71.9	81.3	90.8	100.2
IRR							14.5%					26.8%				
Pay-back period	3.4 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-12　キャッシュフロー（895 RM/ t-CPO, CER: 10 USD/t-CO_2）

CDM Case2 (CER=10 USD/t-CO2)　CPO Price :　895 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
	CER		7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	Accumulative	-32.0	-19.5	-7.0	5.6	18.1	30.6	43.1	55.6	68.2	80.7	93.2	105.7	118.3	130.8	143.3
IRR							27.5%					37.5%				
Pay-back period	2.6 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-13　キャッシュフロー（1,610 RM/ t-CPO, CER: 0 USD/t-CO_2）

NO CDM Case (CER=0 USD/t-CO2)　CPO Price :　1,610 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
	CER		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
	Accumulative	-32.0	-21.8	-11.6	-1.4	8.8	19.0	29.2	39.5	49.7	59.9	70.1	80.3	90.5	100.7	110.9
IRR							17.9%					29.5%				
Pay-back period	3.1 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-14　キャッシュフロー（1,610 RM/ t-CPO, CER: 6 USD/t-CO_2）

CDM Case1 (CER=6 USD/t-CO2)　CPO Price :　1,610 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
	CER		4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
	Accumulative	-32.0	-17.2	-2.4	12.5	27.3	42.1	56.9	71.8	86.6	101.4	116.2	131.1	145.9	160.7	175.5
IRR							36.6%					45.2%				
Pay-back period	2.2 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

表 9-15　キャッシュフロー（1,610 RM/ t-CPO, CER: 10 USD/t-CO_2）

CDM Case2 (CER=10 USD/t-CO2)　CPO Price :　1,610 RM/t　unit:million RM

Description			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Initial investment		32														
Revenue	Sales from recovered oil		12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
	CER		7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
Cost	Utilities	free of charge - from biomass power station at palm oil mill														
	Labour		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5%	Maintenance		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Cash flow	Annual	-32.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
	Accumulative	-32.0	-14.1	3.8	21.7	39.6	57.5	75.4	93.3	111.2	129.1	147.0	164.9	182.8	200.7	218.6
IRR							48.1%					55.2%				
Pay-back period	1.8 years															

note: interest repayment and tax is not considered.

9-3 費用対効果

した温室効果ガスを二酸化炭素換算１トン削減するために必要なコストは表 9-16 に示すとおり、初期投資コストでは約 8 ドル、初期投資コスト及び 2008 年～2012 年の運営及びメンテナンスコストの合計では約 11 ドルが必要である。

表 9-16　温室効果ガス排出削減コスト

内　容	総コスト		温室効果ガス排出削減コスト
	（百万 RM）	（百万 USD）	（USD/t-CO_2）
初期投資コスト	32.0	8.5	8.3
初期投資コスト及び 2008 年～2012 年までの運営及びメンテナンスコスト	41.5	11.0	10.8

参考）2008 年～2012 年間の温室効果ガス削減量：1,020,177 t-CO_2

第 10 章　デスクレビュー

10-1 デスクレビュー

10-1-1 指定運営機関

2006 年 3 月現在、認定を受けた指定運営機関（Designated Operational Entity: DOE）は 13 機関あり、その内のひとつである Det Norske Veritas Certification Ltd.（DNV：DOE 番号 E-0003）が本プロジェクトのデスクレビューを行った。

10-1-2 デスクレビュー結果

DNV による本プロジェクトのドラフト PDD に対するデスクレビュー（仮有効性審査）が 2006 年 1 月 24 日に行われ、その結果、6 つの確認事項（clarification: CL）が提示された。なお、重大な修正事項（Corrective Action Requests: CAR）は提示されていない（Preliminary Validation Report は添付資料 3 を参照）。表 10-1 に DOE によるデスクレビューの結果およびそれに対する対応を示す

表 10-1 DOE によるデスクレビューの結果と対応策

番号	DOE によるレビュー結果	対　応
CL 1	排水処理プラントの構成およびプロジェクトバウンダリーが不明確であり、確認が必要。	排水処理プラントの構成およびプロジェクトバウンダリーを明確にする。
CL 2	投資障壁を証明するため、感度分析（IRR 計算対象期間、CER の単価、CPO の売却単価に関して）の結果の確認。	IRR 計算対象期間（5 年、10 年、14 年）、CER の単価(0, 6, 10 USD/ ton-CO_2)、CPO の売却単価(895、1316、1610 RM/ ton-CPO)に関する感度分析は実施済みであるため、DOE へ開示する。
CL 3	KLK が本プロジェクトに使用している投資のベンチマークの根拠に関する確認。	投資のベンチマークの根拠を明確にする。
CL 4	プラントから排出され、肥料として再利用される固形廃棄物の運搬に関して、運搬距離、廃棄物の量、そして GHG 排出量に関する確認。	プラントから排出され、肥料として再利用される固形廃棄物の運搬形態を明確にし、追加的な GHG 排出量がないことを明示する。

番号	DOE によるレビュー結果	対　応
CL 5	処理前の排水量のモニタリング頻度に関する確認。	処理前の排水量のモニタリング頻度を明確にする。
CL 6	Ex-ante の COD 値に関する確認。	現在、全工場で処理前の排水中の COD 濃度を測定中であり、バリデーション実施時には、Ex-ante の COD 値を実測値で代替する。

本デスクレビューは仮のバリデーションであり、本格的なバリデーション審査においては、今回審査の対象とならなかった以下の項目も審査対象となる。

- ホスト国における CDM 事業に対する要求事項（持続可能性クライテリアを含む）
- ベースライン決定にかかわる仮定事項
- モニタリング、検証（ベリフィケーション）、報告に関する計画
- 環境影響
- ステークホルダーからのコメントおよびそれに対する対応

参考文献リスト

日本

1. 外務省「各国地域情報：マレーシア」
2. NEDO「事業調査報告書」2004 年
3. JICA「国別環境情報整備調査：マレイシア国」2001 年
4. JETRO「国・地域別情報：マレーシア」
5. 京都メカニズム情報プラットフォームウェブサイト　http://www.kyomecha.org/
6. 中電技術コンサルタントウェブサイト　http://www.cecnet.co.jp/
7. 産業技術総合研究所ウェブサイト　http://www.aist.go.jp/
8. エックス都市研「マレーシアパームオイル廃液嫌気処理池より放出されるメタン排出の削減技術の調査」2001 年

マレーシア

9. マレーシアエネルギーセンター（PTM）ウェブサイト　http://www.ptm.org.my/
10. エネルギー水通信省ウェブサイト　http://www.ktkm.gov.my/
11. 経済企画庁「The Eighth Malaysia Plan 2001-2005」およびウェブサイト　http://www.epu.jpm.my
12. 産業開発局局ウェブサイト　http://www.mida.gov.my/
13. 統計局ウェブサイト　http://www.statistics.gov.my/
14. エネルギー委員会「Statistics of Electricity Supply Industry in Malaysia Year 2004 Edition」
15. 環境省「Environmental Requirements: A Guide for Investors」2000 年
16. Legal Research Board「Environmental Quality Act 1974 (Act 124) and Subsidiary Legislation」2005 年
17. マレーシアパームオイル委員会（MPOB）ウェブサイト　http://econ.mpob.gov.my/
18. マレーシアパームオイル協会（MPOA）ウェブサイト　http://www.mpoa.org.my/
19. マレーシアパームオイル推進委員会（MPOPC）ウェブサイト http://www.mpopc.org.my/
20. マレーシア東京三菱銀行「マレーシア概観」2004 年

国際機関

21. UFCCCC ウェブサイト　http://unfccc.int/2860.php
22. IPCC「Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories: Background Paper」
23. IPCC「Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference manual」

24. IPCC「Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook」
25. IPCC「Second Assessment Report: Climate Change 1995」
26. International Energy Agency「IEA Energy Statistics」

その他

27. City Population ウェブサイト　http://citypopulation.de/Malaysia.html
28. 米国 CIA ウェブサイト「The World Factbook」
http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/index.html
29. 米国 EIA（Energy Information Administration）ウェブサイト http://www.eia.doe.gov/
30. BP「Statistical Review of World Energy 2005」
31. G. Singh 他編「Oil Palm and the Environment: A Malaysian Perspective」1999 年