

平成 20 年度 CDM / JI 事業調査
マレーシア・パームオイル廃液処理による
コベネフィッツ CDM 事業調査
報告書

概要版

平成 21 年 2 月

目 次

1. プロジェクトの概要	
1. 1. プロジェクトの概要	1
1. 2. ホスト国、地域	3
1. 3. マレーシアの CDM 政策およびその現状	4
1. 4. マレーシアのパームオイル産業	5
2. 調査内容	
2. 1. 調査実施体制	5
2. 2. 調査の内容	5
3. プロジェクトの事業化	
3. 1. プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定	7
3. 1. 1. ベースラインシナリオ	8
3. 2. モニタリング方法論の適用	10
3. 2. 1. 新方法論の概要説明	10
3. 2. 2. モニタリング計画	11
3. 3. 温室効果ガス削減量およびリーケージ	13
3. 4. プロジェクト期間・クレジット期間	15
3. 5. 環境影響評価	16
3. 5. 1. その他の間接影響	16
3. 6. 利害関係者のコメント	16
3. 7. プロジェクト実施体制	18
3. 8. 資金計画	19
3. 9. 経済性分析	19
3. 10. 追加性の証明	21
3. 11. 事業化の見込み・課題	23
4. ホスト国におけるコベネフィットの実現	24
5. まとめ	25

1. プロジェクトの概要

1.1. プロジェクト概要

本プロジェクトでは、従来、マレーシア国で、嫌気性オープンラグーンで処理されているパームオイル廃液を、スクリュウデカンタおよび凝集固化により固液分離し、固形分を工場内廃熱(余剰蒸気)を熱源とした乾燥装置により乾燥させ、工場内ボイラー設備の助燃材に転換することで嫌気発酵処理によるメタンの生成を回避することを目的としたものである。

本プロジェクトの事業拠点は、マレーシア国ジョホール(Johor)州の KILANG KELAPA SAWIT 社が所有する Bukit Pasir パームオイル工場である。

対象工場のパーム果房(FFB)処理量は 50 トン/時であり、FFB は工場でパームオイルやその他の副産物(バイオマス燃料等)に加工されている。FFB の処理工程では高濃度の有機物を含む大量のパームオイル廃液(POME)が発生する。発生する廃液は FFB 処理量 1 トン当たり約 0.6 トンで、標準的な COD 値は約 78,000mg/l である。対象工場の廃液中に含まれる全有機物量は、年間約 145,000 トンである。

対象工場では現在、廃液を嫌気性ラグーンシステムにより処理した後、好気性ラグーンで処理しており、最終的には、廃液は近隣の河川に放流されている。

本プロジェクトでは、三段階の廃液処理方法を提案する。

1. スクリューデカンタ(横型遠心分離機)で、廃液中の有機分のうち固形分を分離する。
2. 既存の曝気槽のフロアを利用し、滞留時間を用い、固形分を分離させる。
3. 廃液に凝集剤を加え、更に残った有機分を凝集固化し、固形分として分離する。

回収した有機物である固形分は、ボイラーの余剰蒸気で乾燥させ、固形分中の水分含有量を重量比で 40%未満まで削減し、その後、ボイラーの助燃材(燃料)として利用する。その結果、ボイラー廃熱の効率的かつ効果的な利用が見込まれる。また分離処理後の廃液は、ほぼ 100%を工場内で再利用する。

さらに、本技術を用いることで、通常 POME 量の約 1.0%を占める油分の抽出も可能となる。高濃度油分廃液に対応するよう新たに縦型遠心分離機を導入することにより、POME 中の油分を効率的に回収することができる。

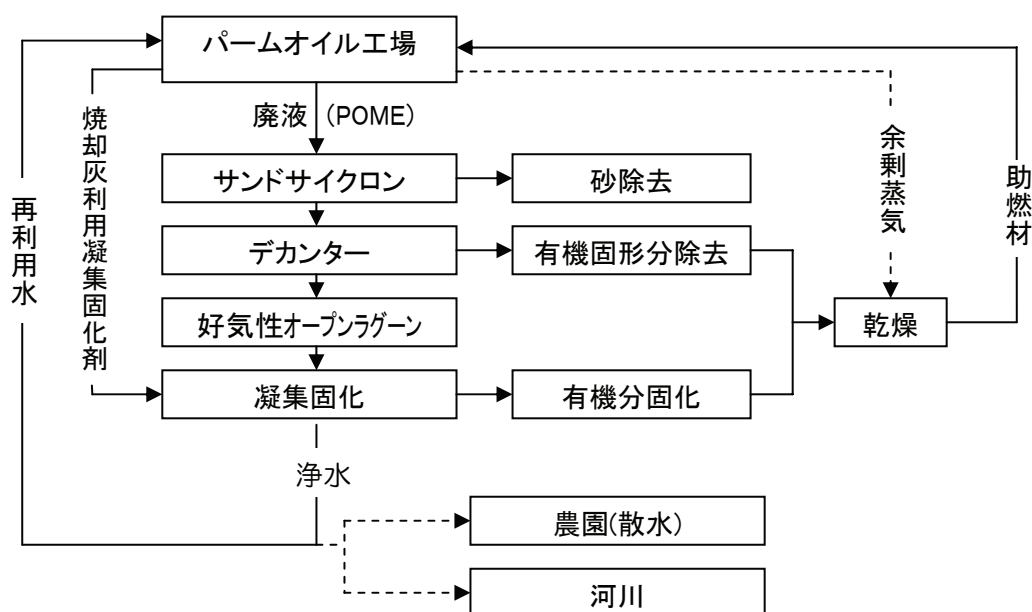
本 POME 処理技術の導入は、現在、POME を処理している嫌気性オープンラグーンでの処理に代わるものである。嫌気性ラグーンの廃止により、温室効果ガスであるメタンガスの排出を回避することができ、温室効果ガスの排出削減に貢献する。見込まれる平均排出削減量は、年間で約 35,000 トン/CO2e である。

現状のベースライン時では、嫌気性ラグーン処理により廃液中の COD が大幅に減少すると同時に、大量のメタンガスが大気に放出されている。本プロジェクトでは、嫌気性処理を最小限に抑える方法に転換する。特に最終段階での凝集固化は、廃液をより完全に処理する効果もある。このように処理された廃液は、工場内での再利用に十分適する水質であるとともに、最終的には COD、BOD 及び TS の排出基準を満たし、近隣の河川へ排出されることが可能となる。

本プロジェクトの凝集固化工程で使用する凝集固化剤は、工場ボイラーの焼却灰を主原料とするものである。本システムの設備規模とプロジェクトの廃液(POME)処理フローを図表1-1に示す。

設備規模	1. 前処理工程……………サンドサイクロン	30 m ³ / h
	2. 固液分離工程……………デカンター	30 m ³ / h
	3. 好気性処理工程……………曝気槽	7,300 m ³ × 2
	4. 乾燥工程……………蒸気乾燥機	1,235 kg / h (蒸発水分量)
	5. 凝集工程……………濁水処理機	30 m ³ / h
プロジェクト稼動開始時期(予定)	2010 年 9 月	

図表 1-1 プロジェクト技術の廃液(POME)処理フロー



1.2. ホスト国・地域

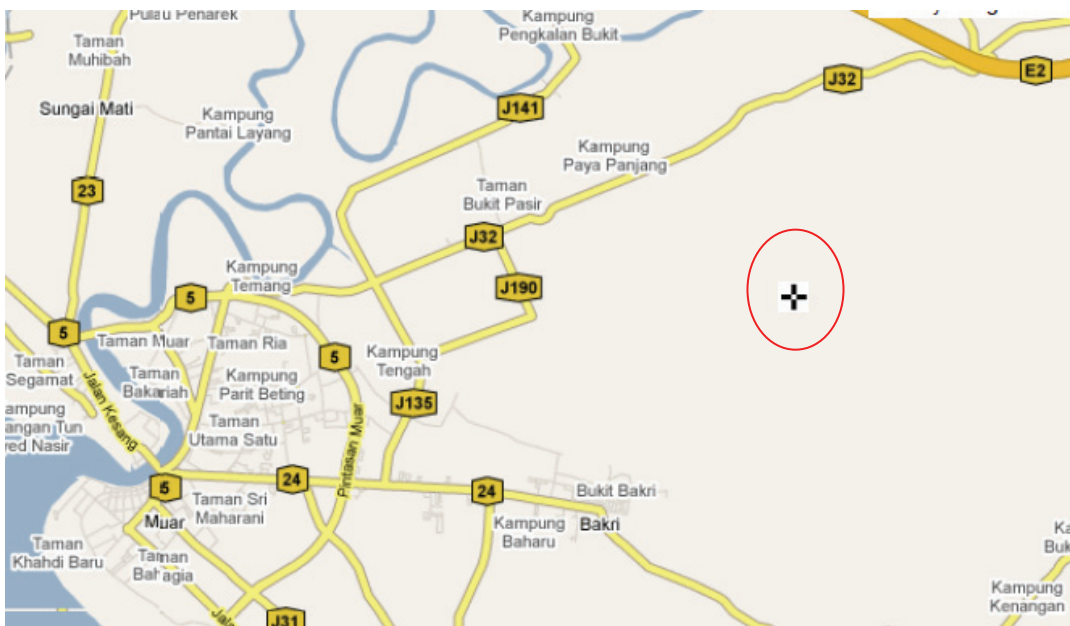
マレーシア国 ジョホール(Johor)州 ムア (Muar) 市 ブキットパシア (Bukit Pasir) 地区
カウンターパートである KILANG KELAPA SAWIT社が所有する工場の名称は、Bukit Pasir Palm
Oil Mill である。工場の事業拠点・概要を図表1-2、1-3、1-4に示す。

図表 1-2 KILANG KELAPA SAWIT 社 Bukit Pasir Palm Oil Mil の事業拠点 – 1



出所： More maps@www.malaxi.om より作成

図表 1-3 KILANG KELAPA SAWIT 社 Bukit Pasir Palm Oil Mil の事業拠点 – 2



The positioning coordinates (decimal) are: 2.0846 N / 102.6972 E より作成

図表 1-4 Bukit Pasir パームオイル工場概要

工場名称	KILANG KELAPA SAWIT 社 Bukit Pasir Palm Oil Mil (ブキットパシアパームオイル工場)
所在地	P.O.Box 103, 84300 Bukit Pasir, Muar, Malaysia (マレーシア国ジョホール州ムア市)
工場生産能力	約 50 トン / 時
1 日あたりの稼働時間	16 時間 / 日 - 2 シフト制
1 日当たりの FFB 処理量	約 800 トン / 日
FFB 年間処理量	約 240,000 トン / 年

1.3. マレーシアの CDM 政策およびその現状

図表1-5 マレーシアのCDM政策およびその現状

年月日	マレーシア CDM受け入れ過程
1994年 7月13日	気候変動枠組条約(UNFCCC)を非附属国 I 国として批准
1997年 12月	国連気候変動枠組条約第3回締結国会議(COP3)にて京都議定書が採択された
1999年 3月12日	京都議定書に署名
2002年 9月4日	京都議定書に批准
2002年 9月12日	マレーシアエネルギーセンター(PTM)がエネルギーセクターCDM技術委員会の事務局となる
2002年 9月15日	初のCDMプロジェクト申請がエネルギーセクターCDM技術委員会に提出される
2003年 3月	天然資源・環境省がDNAに認定される。
2003年 3月11日	デンマーク国際開発庁(DANIDA)によるキャパシティビルディングプロジェクトをPTMにて実施
2003年 8月	CDM国家委員会が国としてのCDMクライテリアを承認
2005年 2月16日	京都議定書が発効
2008年3月7日	UNFCCCでのCDMプロジェクトの登録件数は26件
現在	

出所: 京都メカニズム情報プラットフォーム、(財) 日本エネルギー経済研究所 CDM / JI 羅針盤

Clean Development Mechanism for Energy Sector Web site, CDM in Malaysia、UNFCCC Web site より作成

1.4. マレーシアのパームオイル産業

紙面の都合により省略

2. 調査内容

2.1. 調査実施体制

図表 2-1 調査実施体制

〈日本国調査団体〉
○東電環境エンジニアリング株式会社……調査全体の統轄(報告書作成)
○関西産業株式会社……本プロジェクト設備設計調査、PMT INDUSTREIS SDN.BHD の 機器製造及びメンテナンス等における技術調査
○三菱 UFJ 証券……新方法論調査・プロジェクトベースライン調査
〈マレーシア国調査団体〉
○KILANG KELAPA SAWIT BUKIT PASIR SDN .BHD ホスト国側プロジェクト実施企業、工場調査のデータ収集協力
○PMT INDUSTREIS SDN.BHD ホスト国側プロジェクト実施企業との連絡調整
○三菱 UFJ 証券 MALAYSIA マレーシア国側調査機関との連絡調整

2.2. 調査の内容

調査の内容は下記のとおりである。

1. 現地調査

(1) エネルギー収支

- (a) パームオイル工場の施設概要及び生産規模の調査
- (b) パームオイル工場の生産プロセスの調査

(2) バイオマス量の季節変動

- (a) パームオイル工場のバイオマス・エネルギー収支調査

(3) バイオマスの余剰量

(4) パームオイル廃液処理工程及び処理工程毎の廃液分析値の調査等

- (a) パームオイル廃液の月別排水量などの調査

(5) マレーシアでの CDM 事業化についての審査クライテリア確認及び現在の承認状況、環境影響評価の必要性およびプラント建設時の諸手続き等の調査

2. バイオマスボイラー焼却灰での凝集剤製造可能性調査

コベネフィット CDM の一環として工場廃棄物の再利用化の検討をするため、ボイラー焼却灰の定量分析を行った。

3. 固液分離固形分の熱量・灰分分析・焼却試験

固液分離固形分が燃料助燃材として有効か否かを確認するため、固液分離固形分の燃料元炭素、灰分及び焼却試験を行った。

4. パームオイル廃液処理工程毎の方法論調査

小規模 CDM プロジェクトとして、既存の方法論である、① AMS-III.I / Version 07 and ② AMS-III.Y / Version 01、そして新方法論である、③ AMS-III. New / Version を適用することとした。

(1) AMS-III.I / Version 07

「嫌気性ラグーン処理から好気性システムへの転換を通じた廃水処理におけるメタン生成回避」

(2) AMS-III.Y / Version 01

「廃水からの固化物の分離、または堆肥処理システムによるメタン生成回避」

(3) AMS-III. New / Version New

「有機工業廃水の化学処理によるメタン生成回避」 * 新方法論

本プロジェクトでは、凝集処理工程に適用できる承認方法論が現在無いため、新方法論を国連への申請を準備中である

5. 利害関係者の調査 ⇒ 3.6. 利害関係者のコメントに記載

本プロジェクトに関係する主な利害関係者とのヒアリング調査を実施した。

- ・ 天然資源・環境省 環境保護管理局
- ・ マレーシアエネルギーセンター
- ・ ジョホール州政府 環境庁
- ・ KILANG KELAPA SAWIT社 Bukit Pasir パームオイル工場等

3. プロジェクト事業化

3.1. プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

今回採用する3つの方法論のうち、既存の方法論である AMS-III.I の 3 段落目に従い、プロジェクトバウンダリーの排出源を下記に示す。

1. 本プロジェクトの導入がなされない場合、廃水処理が行なわれ、メタンガスが生成されている
2. 廃水処理は本プロジェクト実施時にも行なわれる
3. スラッジはベースライン時及びプロジェクト時に、処理され、廃棄される

また、既存の方法論である AMS-III.Y の 12 段落目に従い、プロジェクトバウンダリーの排出源を下記に示す。

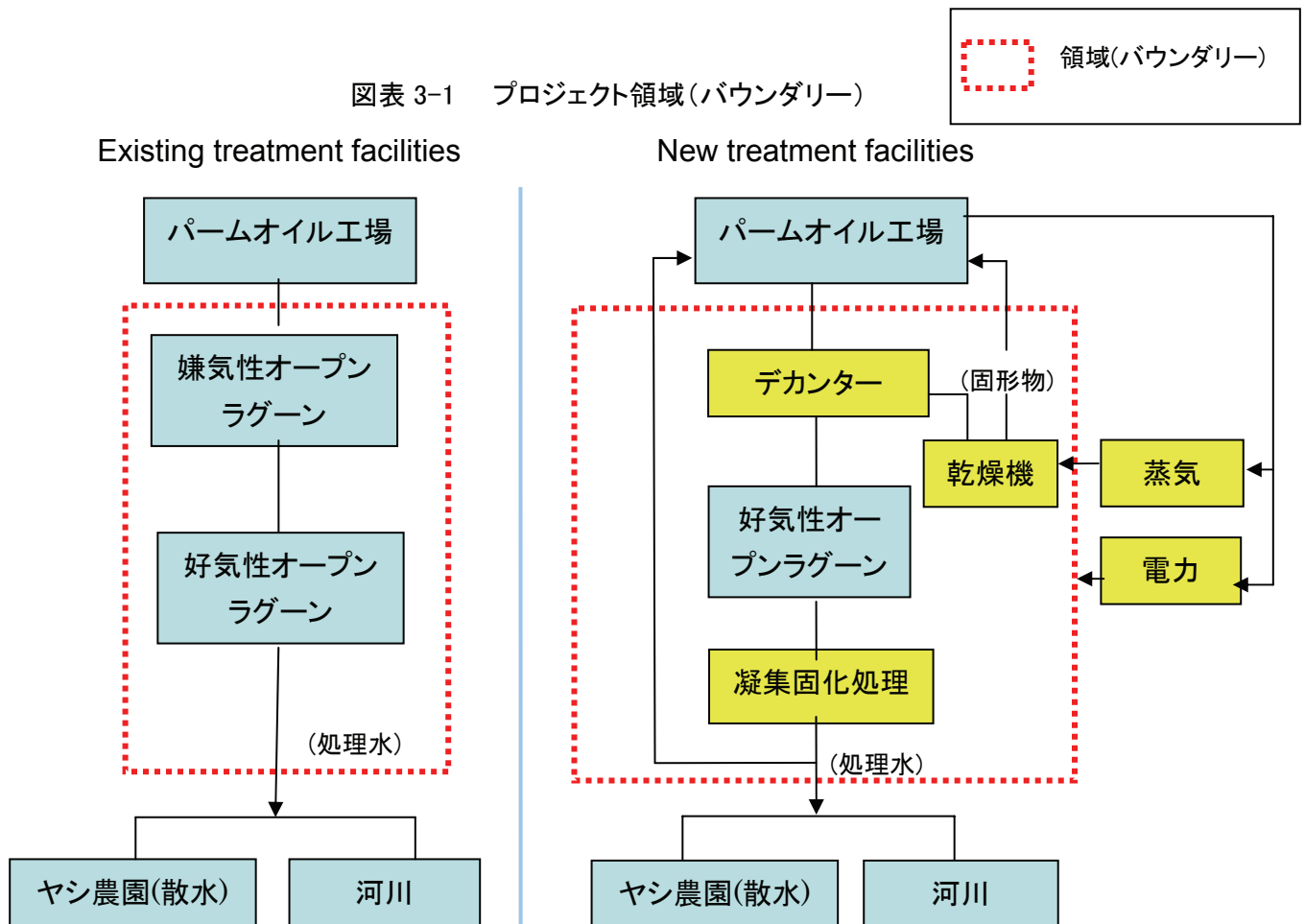
1. 本プロジェクトの導入がなされない場合に、家畜の廃棄物が回収、蓄積、処理され、メタンガスが生成されている場所
2. 本プロジェクトの導入がなされない場合に、廃水処理が行なわれ、メタンガスが生成されている場所
3. 固液分離処理工程をとおして、家畜の廃棄物または廃水の処理が行なわれている場所
4. 分離された固形分の保管、有効利用、破壊そして、または土地利用が行なわれている場所
5. 固液分離処理での移動間の場所

さらに、新方法論である AMS-III. New の 5 段落目に従い、プロジェクトバウンダリーの排出源を下記に示す。

1. 本プロジェクトの導入がなされない場合、廃水処理が行なわれ、メタンガスが生成されている
2. 廃水処理は本プロジェクト実施時にも行なわれる
3. スラッジはベースライン時に、処理され、廃棄される
4. 凝集工程で抽出された固形分は、プロジェクト時に処理され、廃棄される

図表 3-1 に、プロジェクトのフローチャートおよびバウンタリーを示す。

図表 3-1 プロジェクト領域(バウンダリー)



3.1.1. ベースラインシナリオ

本プロジェクトに於ける、ベースラインシナリオは、まず、既存の方法論 AMS-III.I の4段落：「本プロジェクトの導入がなされない場合、分解可能な有機物が嫌気性ラグーン処理され、メタンガスが大気に放出されている」

さらに、本プロジェクトに於ける、ベースラインシナリオは、既存の方法論 AMS-III.Y の13段落：「堆肥処理システム、または排水処理での分離された固形物は、プロジェクト境界内において排水処理、または堆肥管理システムで処理される。この場合、メタンガスの回収はなく、メタンガスは大気に放出されている」

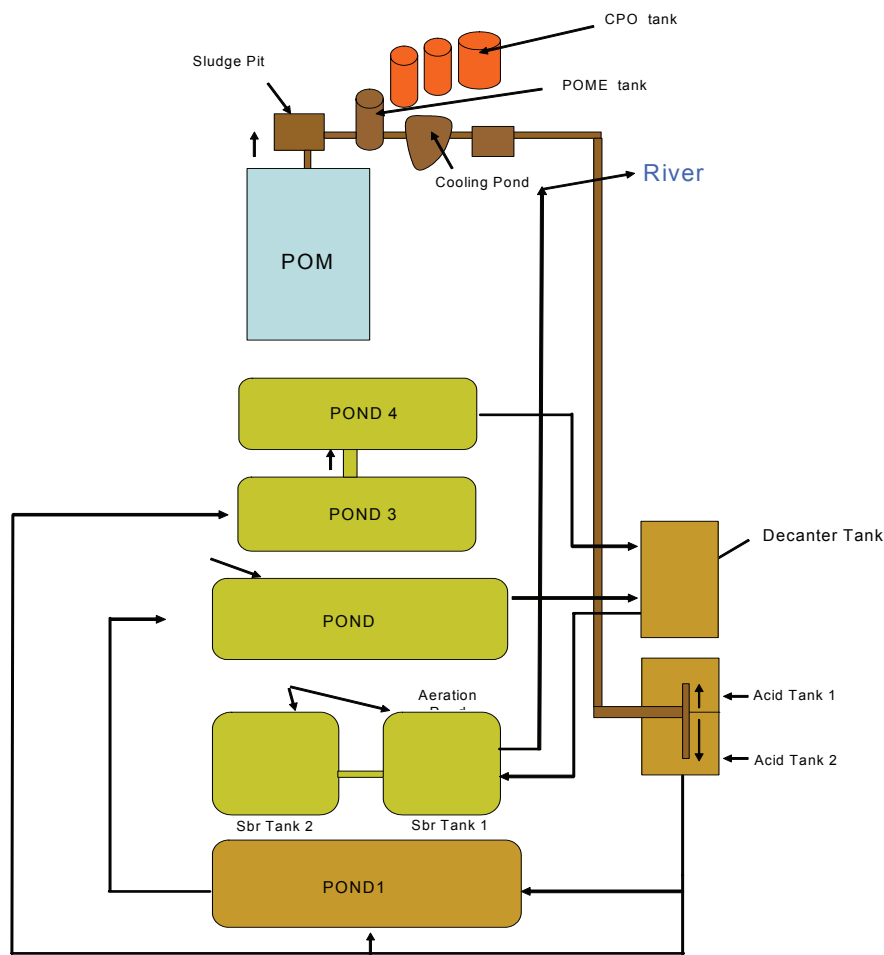
また、ベースラインシナリオは、新方法論 AMS-III.NEW の6段落：「本プロジェクトの導入がなされない場合、分解可能な有機物が嫌気性ラグーン処理され、メタンガスは大気に放出されている」以上である。

対象工場では、廃液は現在、嫌気性および好気性ラグーンシステムにより処理されており、最終的に、廃液は近隣の河川に放流されている。その廃液にはまだかなりの有機物が含まれている。今後、ジョホール州環境庁 (DOE : Department of Environment, Johor) では、排水基準の強化および排水の総量規制の実施を近年中に検討中である。
(本編 添付資料1 (2)参照)

小規模CDM方法論に基づき、本プロジェクトで適用する温室効果ガスの排出量算定のためのベースライン算定根拠は図表 3-2 のとおりである。

1. 嫌気性ラグーン廃液処理システムにより生成されるメタンガス
2. 非効率な好気性ラグーン廃液処理システムにより生成されるメタンガス
3. 河川への放流される、処理済みの廃液にまだ含有されている有機物の分解時に生成されるメタンガス
4. 廃液処理時および廃液処理システムから分離されたスラッジの廃棄時に生成されるメタンガス

図表 3-2 ベースライン



秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東電環境エンジニアリング株式会社

3.2. モニタリング方法論の適用

本プロジェクトは小規模 CDM の定義に合致するとともに、廃液に関するベースラインは、下記の3つの方式論を適用することとした。

1. AMS-III.I / Version 07

「嫌気性ラグーン処理から好気性システムへの転換を通じた排水処理におけるメタン生成回避」

2. AMS-III.Y / Version 01

「排水からの固化物の分離、または堆肥処理システムによるメタン生成回避」

3. AMS-III. New

「有機工業排水の化学処理によるメタン生成回避」* 新方法論

3.2.1. 新方法論の概要説明

凝集処理工程の方法論は、凝集剤を使用してメタン生成回避の方法論が現在ないため、上記 3 の AMS-III. New (新方法論) の国連への申請を準備中である。概要を下記に示す。

1. 本方法論は、嫌気性システムで処理された廃液中の有機分からのメタン生成を回避する技術である。本プロジェクトの導入により嫌気性処理システムは、凝集剤を用いた化学処理システムに置換される。
2. 凝集剤を用いた廃液処理システムは、廃液の滞留時間が 1 日以内となるよう設計する。
3. 本プロジェクトで使用する凝集剤は識別可能なものとし、その成分は各原料が追跡可能なものとする。
4. 本方法論は、総合的な廃液処理ソリューションを提供するため、他の複数の方法論(例: AMS-III.H、AMS-III.I、AMS-III.Y)を組み合わせて用いる可能性がある。その際、ベースライン排出量、プロジェクト排出量、あるいはリーケージの算出値が矛盾または重複した場合は、排出削減量が最も少ない値となる算出方法を採用するものとする。

3.2.2. モニタリング計画

プロジェクト実施者である、東電環境エンジニアリング(株)(以下、TEE)は、ISO9001、ISO14001の認証を得ている。

実施すべきモニタリング項目は、採用する小規模方法論に基づき以下に整理される。

TEEおよび対象工場の間で締結される契約に基づき、本プロジェクトの日常の運転(モニタリングを含む)は、TEEの適切な技術指導および訓練のもと、工場の作業員により実施される。

COD値の測定およびその他の精度管理は、TEEの外注先である専門業者(第3者)により実施される。TEEは、外注先より定期的に提出される全てのモニタリングデータについて検査をする。

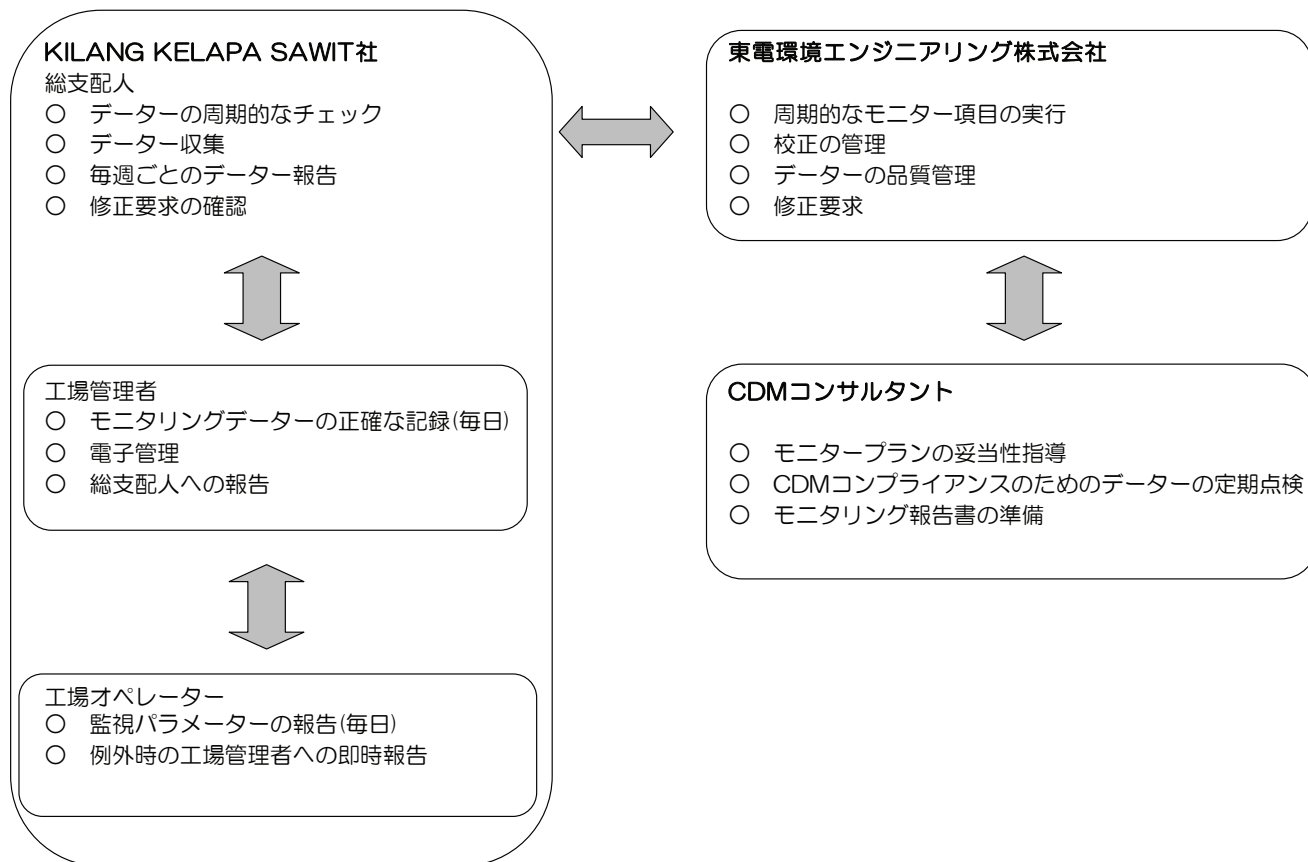
また、TEE は、モニタリング計画に定められた全ての項目を滞りなく実施するため、実施・管理チームを編成する。チームは、責任者、管理者、および作業員で構成される。作業員は管理者のもと、定期的なモニタリングデータの収集および記録、ならびに、逐次パラメーターのモニタリングを担務する。また、本プロジェクトがモニタリング計画の各項目に即しているかを確かめるため、モニタリングレポートは、週に1回責任者に提出され、審査される。

検証および発行されたモニタリングデータは、排出権利期間終了後、または本プロジェクトでの最終の CERs 発行後、どちらかの遅い方で、少なくとも 2年間は保管する。

更に、収集されたデータは、指定運営組織(DOE)にて定期的に検証される。また、定期的に、本プロジェクトの実施状況は CDMコンサルタントにより審査・分析される。

図表 3-3 は、モニタリングチームの管理・実施体制である。本体制では、本プロジェクトの排出削減状況及び、リーケージがないか等のモニタリングを実施する。

図表3-3 モニタリング管理・実施体制



3.3. 温室効果ガス削減量およびリーケージ

ベースライン削減量 : 35,678 トン/ CO₂e

(パームオイル廃液の好気性処理工程 : 31,513 トン/ CO₂e)

(パーム廃液の固液分離工程 : 4,058 トン/ CO₂e)

(分解性有機炭素の放出による排出削減量の推定 : 107 トン/ CO₂e)

▲ リークエージ排出量 : 640 トン/ CO₂e

GHG 削減量 : 35,038 トン/ CO₂e

1. パームオイル廃液の好気性処理工程 31,513 トン/ CO₂e

$$BE_{ww,treatment} \quad tCO_2e = Q_{ww,i,y} \times COD_{removed} \times MCF_{ww,treatment,BL,i} \times Bo_{,ww} \times UFBL \times GWP_{CH4}$$

$$145,302 \times 73.48 \times 0.8 \times 0.2 \times 0.9 \times 21 = 31,513$$

算定に用いるパラメーター

パラメーター		単 位	説 明	備 考
Q _{ww,i,y}	145,302	m ³	年間パーム廃液処理量	対象サイト固有の値
COD _{removed,i,y}	73.48	kgCOD/m ³	ベースラインで削減された化学的酸素要求量	
MCF _{anaerobic,i}	0.8		パーム廃液の嫌気性処理によるメタン変換率	
Bo _{,ww}	0.21	kgCH ₄ /kgCC	メタン生成容量	IPCCデフォルト値
UFBL	0.94		メタン修正係数	
GWP _{CH4}	21		メタンの地球温暖化係数	
Consv.Factor	0.89			

2. パーム廃液の固液分離工程 4,058 トン/ CO₂e

$$BE_{s,treatment,y} \quad tCO_2e = \sum S_{i,BL,y} \times MCF_{s,treatment,j} \times DOC_s \times UF_{BL} \times DOC_F \times F$$

$$\times 16/12 \times GWP_{CH4}$$

$$6,000 \times 0.4 \times 0.257 \times 0.94 \times 0.5 \times 0.5 \times 1.33 \times 21 = 4,058$$

算定に用いるパラメーター

パラメーター		単 位	説 明	備 考
SUM _{S_i,BL,y}	6,000	tonne	分離固形物の年間排出量	対象サイト固有の値
MCF _{anaerobic,i}	0.4		パーム廃液の固形分処理によるメタン変換率	
DOC _s	0.257		分解性有機炭素のガス化率	
DOC _F	0.5		分解性有機炭素率	
F	0.5		発生ガス中のメタン体積割合	
16/12	1.33		炭素からメタンの転換率	

3. 分解性有機炭素の放出による排出削減量の推定: 107 トン/ CO2e

$$\begin{aligned}
 BE_{www,discharge,y} \quad tCO_2e &= Q_{www,y} \times GWP_{CH_4} \times Bo_{www} \times UFBL \times COD_{www,discharge,BL,y} \\
 &\quad \times MCF_{www,BL,discharge} \\
 &= 145,302 \times 21 \times 0.21 \times 0.94 \times 1.77 \\
 &\quad \times 0.1 \\
 &= 107
 \end{aligned}$$

算定に用いるパラメーター

パラメーター		単 位	説 明	備 考
Q _{www,y}	145,302	m ³	分離固形物の年間排出量	対象サイト固有の値
COD _{www,discharge,BL,y}	1.77		パーム廃液の固形分処理によるメタン変換率	
MCF _{www,BL,discharge}	0.1		分解性有機炭素のガス化率	

4. リークージ排出量の推定: 640 トン/ CO2e

リークージとして、新方法論の凝集処理工程で使用する凝集固化剤中の有機性高分子の製造過程で発生する GHG 排出量が考えられ、以下のように算出される。

$$\begin{aligned}
 Leakage_y \quad tCO_2e &= \text{SUM}(i) Q_{floc,r} \times EF_{floc,manuf} \\
 &= 81 \times 7.9 \\
 &= 640
 \end{aligned}$$

パラメーター		単 位	説 明	備 考
SUM(i) Q _{floc,manuf}	81	tCO ₂ e	分離固形物の年間排出量	対象サイト固有の値
EF _{floc,manuf}	7.9	tCO ₂ e	処理水の有機性炭素が放出するメタン変換率	対象サイト固有の値

クレジット獲得期間は10年固定。温室効果ガス年間削減量(推定)は下記のとおりである。

図表3-4 温室効果ガス年間削減量(単位:トン/CO₂e)

年次	プロジェクト排出量	ベースライン排出量	リーケージ	排出削減量合計
2011	0	35,678	640	35,038
2012	0	35,678	640	35,038
2013	0	35,678	640	35,038
2014	0	35,678	640	35,038
2015	0	35,678	640	35,038
2016	0	35,678	640	35,038
2017	0	35,678	640	35,038
2018	0	35,678	640	35,038
2019	0	35,678	640	35,038
2020	0	35,678	640	35,038
合計	0	356,780	6,400	350,380

3.4. プロジェクト期間・クレジット獲得期間

プロジェクト期間は 2010 年 9 月～2019 年 9 月の 10 年固定、クレジット獲得時期は、2011 年の 12 月を想定している。プロジェクト期間・クレジット獲得期間は図表 3-5 のとおりである。

図表 3-5 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

項目 / 年	2009	2010	2011 - 2018	2019	2020
新方法論申請・登録	登録 ↔				
PDD 申請・登録	登録 ↔				
プラント設計及び設備購入・設置		↔			
プラント運転		←		→	
モニタリング		←			
CERs 発行			▼2011年12月		
CERs 期間			←		2020年12月 →

3.5. 環境影響・その他の間接影響

3.5.1. 環境影響評価

環境影響評価(EIA)については、その実施の必要性の有無をマレーシア ジョホール州環境庁(DOE)が判断する。マレーシアでは、1987年環境影響評価に関する環境法令:環境アセスメント法「Environmental Quality (Prescribed Activities) (Environmental Impact Assessment) Order 1987」に定められているが、今回の DOEのヒアリングに基づき、本プロジェクトの場合は、同法に該当する項目の定めがなく、環境影響評価を実施する必要はない。

ただし、DNAに提出するPDDの書類に、DOE発行の「EIAは不要である」という確認書を添付する必要がある。なお、確認書発行のためには、DOEに対して本技術の説明およびBOD、COD削減量予測、そして最終的な河川への排出量予測の資料等を提出する必要がある、とのコメントをいただいた。

(添付資料1 (2)参照)

3.5.2. その他の間接影響

1. 技術移転

日本にて培った廃液処理技術の技術移転が行われる。

2. エンジニアの養成および雇用創出

上記技術移転により、エンジニアの養成と共に雇用効果も期待できる。

3.6. 利害関係者のコメント

本プロジェクトは、調査段階のあるため、利害関係者ミーティングは正式には開催していないが、プロジェクト関係者から聴取したコメントを記す。

<官公庁>

1. マレーシア 天然資源環境省・環境保護管理局 (DNA)

- メタンガス回収の CDM 案件は過去、現在ともあるが、メタンガスの発生源であるパーム廃液処理による CDM 案件は聞いたことがない。初めてである。
- 本プロジェクトには、新方法論が必要な場合、まずは国連での新方法論承認が条件であるが、プロジェクト技術の概要を見た限りでは、特段、CDM として否認されることはないと考える。

2. マレーシア ジョホール州環境庁 (DOE)

- パームオイル廃水処理での環境影響調査(EIA)の必要性はない。但し、DNA に提出する PDD の書類に、DOE 発行の「EIA は不要である」という確認書を添付する必要あり。
- 上記確認書発行のためには、今回の技術説明および BOD、COD 削減量予測、そして最終的な川への排出量予測の資料等を添付する必要がある。現在、新規および設備増設には、マレーシア環境庁(DOE)条例の水質基準 BOD 50ppm、COD 100ppm 基準を遵守する必要がある。
- 本庁では、現在、BOD、COD、TS 等規制の遵守はもとより、川への排水量の総量について懸念している。今後は時間がかかるが、パームオイル工場への排水総量規制もありえる。

3. マレーシア パームオイル委員会 (MPOB)

- フライアッシュ由来の凝集剤について: パーム空房由来のフライアッシュは、燃焼温度が安定していないので粒度をそろえる必要があり、弱アルカリなので中和する必要がある。パーム空房は、燃料として流通しており、昨年 80RM / トンであったものが燃料の高騰から 600RM / トンに値上がりしていると共に堆肥にも使用しているので入手しにくい状況になりつつある。
(2008 年 11 月上旬時点)
- 同委員会は、過去に石炭灰を使用して凝集剤を試作したことがあり、良い結果が得られている。また、パーム空房には 0.5~1.0%の油分が入っているため、油を回収できれば回収油の販売に繋がりが、経済効果が期待される。
- 凝集剤に使用する高分子ポリマー等については、すべてマレーシアにおいて調達可能である。

4. マレーシア エネルギーセンター (PTM)

- 同センターは、マレーシア政府の CDM 事務局である。日本の電力会社三社も以前 CDM 事業の件で来たことがある。マレーシアに於ける今までの申請では、全てバイオガス発電、バイオディーゼル、バイオマス発電が主であったが、今回の凝集剤による有機物の固化処理技術は、パームミル工場での初めての CO2 削減の CDM 開発案件になろう。
- 現在マレーシアでは、排水規制の強化などからパーム廃液は問題になっているので、本プロジェクトは時期良好。固形燃料化したときの熱量及び本システムからの CO2 排出量(リーケージ)についての質問あり。

<対象地域>

5. KILANG KELAPA SAWIT 社 Bukit Pasir Palm Oil Mill (対象工場)

- 同工場へのプラントの設置には、特段の弊害がないことを Mr. LEE 工場長及び従業員から確認

した。また、プラント設置にともない、既存の好気性 POME ラグーン及びバクテリア槽の使用も許可された。但し、プラント設置、運転時には既存の生産ラインへの悪影響がないようにとのこと。

- LEE 工場長の見識では、当社の技術は、実験室レベルでの BOD、COD 低減は確認できたと判断するが、実地レベルでは、FFB 処理量：1,000 トン/日の場合、約 600 トン/日が POME として排水され、その処理量は、実験室レベルでのそれを遥かに超えた多量となるため、プラント設置時での十分な実証試験を行ってほしい旨要請があった。

6. YKL ENGINEERING 社（近隣工場）

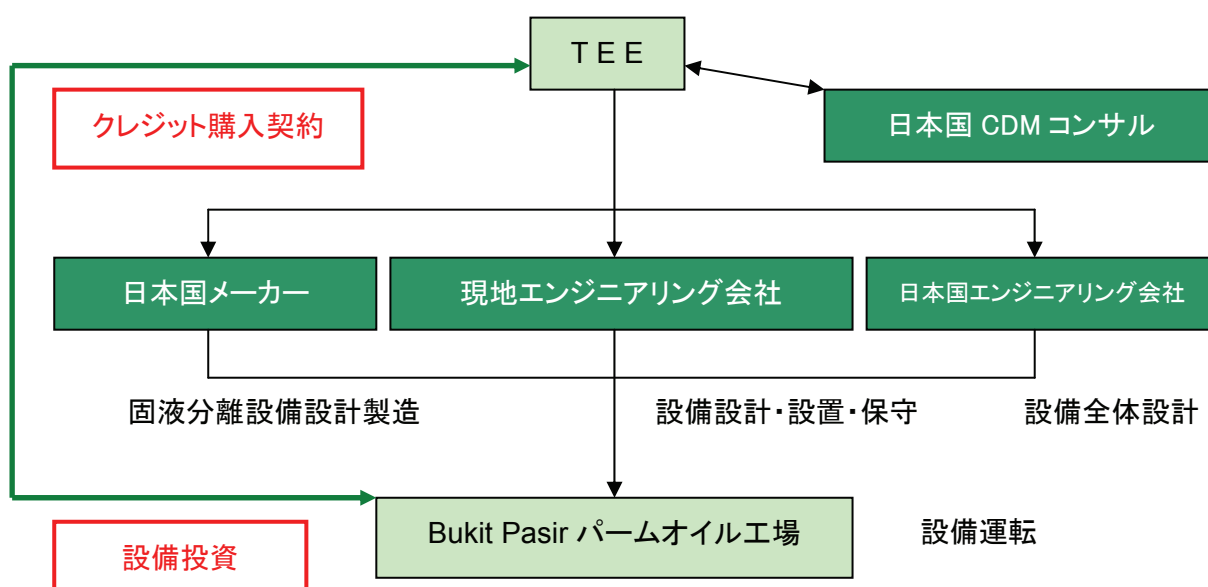
- 対象工場へのプラントの設置には、特段の弊害がないことを確認した。さらに、本プロジェクトの技術が、従来の POME ラグーンをカバーシメタンを回収するという方法でなく、パームオイル廃液の浄化という、抜本的な処理方法であることから関心は高い。当社のプラントを設置した際には、廃液処理方法とともに、同州のパームオイル産業関係者及び内外の取引先に広く紹介したいとの意向がある。

7. PMT INDUSTREIS SDN.BHD(現地エンジニアリング会社)

- 同工場へのプラントの設置には、特段の弊害がないことを同社関係者より確認した。同社では（横型遠心分離機（スクリューデカンタ）の部品製造及び保守を手がけており、今回の当社システム使用する設備の部品供給、保守も可能であることも確認した。

3.7. プロジェクト実施体制

図表3-6 プロジェクト実施体制



3.8. 資金計画

初期投資額は、約 1.1億円となり、全額を当社から出資することを想定・検討している。

3.9. 経済性分析

排出権プライマリー市場でのCERs 価格** 11.40 EURO /tCO₂にて販売したと仮定して、IRR試算を示した。また、収入(CERs クレジット)は、本プロジェクト実施により削減される、35,038 tCO₂/年 相当分が、2011 年より発行、取引されるものとし、かつ2013 年以降も何らかの形での市場売却可能とした。結果として、7年 IRR = ▲8.3%、投資回収年数は 10 年であり、投資基準としては、7年IRR = 10%以上が目安であるので、事業収益性は良くないと判断できる。(金利前・税前条件)

本プロジェクトの実現にあたり、投資対象として大幅な経済性向上が望まれることから、今後は、コスト低減を主眼にプロジェクトの前提条件を精査し、事業可能性を引き続き検討していくこととなる。本事業の費用・収益の試算として、開発費・設備導入費(初期投資)、年間運転・維持管理費、年間事業収益、経済性の分析(IRR 分析)およびIRR試算結果を図表3-7、-8、-9、-10、-11に示す。

** 炭素クレジットCER価格 : 11.40EURO/トン (1,400円、@EURO=122.807円)

レートは排出権レポートより(2008年12月10日、国際協力銀行発行)

図表3-7 開発費・設備導入費(初期投資)

	日本円(千円)	USD	備考
開発費	13,000	130,000	
設備費	96,750	967,500	
①固液分離工程	59,355	593,550	横型遠心分離機×2台
②水処理工程(凝集剤費含)	13,500	135,000	凝集処理機×1台
③廃固形分蒸気利用乾燥工程	10,000	100,000	
④周辺機器・工事費・配管工事・調整タンク・輸入諸掛等)	8,700	87,000	(①+②+③)×15%×70%
⑤設計費	1,923	19,230	(①+②+③+④)×3%×70%
⑥諸経費	3,272	32,720	(①+②+③+④+⑤)×5%×70%
開発費・設備導入費合計	109,750	1,097,500	

*レート : USD=¥100

図表3-8 年間運転維持管理費

	日本円(千円)	USD	備考
①凝集剤費	4,050	40,500	現地製造50円/kg、81トン/年
②設備維持管理費	2,880	28,800	横型遠心分離機×2台 水処理工程、乾燥工程他
③オーバーホール費(3年に一回)	3,000	30,000	3,000千円×3回
④労務費(日本よりの渡航費含)	5,000	50,000	初年度 5,000千円 4年度より 3,000千円
⑤管理費	1,182	11,820	(②+④)×15%
⑤損害保険費(海外PL、旅行等)	990	9,900	
合計	17,102	171,020	

*レート : USD=¥100

図表3-9 年間事業収益

	日本円(千円)	USD	備考
CER収益(2011年～10年間)	46,601	466,010	

* 炭素クレジットCER価格 : 11.40EURO/トン (1,400円、@EURO=122.807円)

*レートは排出権レポートより(2008年12月10日、国際協力銀行発行)

* CER購入原価(国連・ホスト国手数料含) : 3 Euro / tCO₂ で算出

* 炭素クレジット量 : 35,038tCO₂ * 操業変動リスク 5% / 年

図表3-10 経済性の分析(IRR 分析)

項目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
初期投資	109,750									
収入										
(単位:千円)	二次油販売	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CERs	46,601	46,601	46,601	46,601	46,601	46,601	46,601	46,601	46,601
支出										
(単位:千円)	変動費 CER購入原価 3Euro/t	12,249	12,249	12,249	12,249	12,249	12,249	12,249	12,249	12,249
	その他変動費	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050	4,050
	固定費	15,052	15,052	18,052	13,052	13,052	16,052	13,052	16,052	13,052
キャッシュ										
フロー	年計	-128,852	15,250	12,250	17,250	17,250	14,250	17,250	14,250	17,250
	累計	-128,852	-113,602	-101,352	-84,102	-66,852	-52,602	-35,352	-18,102	-3,852
IRR(内部収益率)	#NUM!	#NUM!	#NUM!	-38.0%	-23.3%	-15.1%	-8.3%	-3.5%	-0.7%	2.0%

* CO₂削減予想量 35,038トン / 年、排出権料(CERs) 11.40 Euro/tCO₂、Euro=122.807円 * 収入 46,601千円 / 年 (1,400円 / トン)

※1) 現在価値算定に於ける割引率は3% ※2) 二次油販売額 0円 を想定

<IRR の試算結果>

金利前・税前の条件での、CERs 価格@11.4EURO /tCO₂、@13.4EURO /tCO₂、@15.4EURO /tCO₂の、IRR試算を示す。

図表3-11 IRR 試算結果

CER 獲得期間	CER 有り		
	@11.4EURO /tCO ₂	@13.4 EURO /tCO ₂	@15.4 EURO /tCO ₂
7年	▲8.3%	2.9%	12.5%

*@EURO=122.807円 *排出権レポートより（2008年12月10日、国際協力銀行発行）

3.10. 追加性の証明

3.10.1. 小規模CDM 事業の追加性証明手法

CDM事業としての妥当性を示すために、本プロジェクトがベースラインシナリオでないことを示す追加性の確立を行う必要がある。小規模 CDM事業については、CDM理事会は発行する「小規模CDMプロジェクトに関する簡素化された様式及び手順」の付属書A～Bに従う。

付属書Aより、プロジェクト参加者は、本プロジェクト活動が、下記に挙げる4種のバリアのうち少なくとも一つに該当しないことを示す。

<バリアの定義>

1. 投資バリア:本プロジェクトに比して、より経済的に実行可能な代替シナリオにより、さらに多くの排出を生成する可能性があると考えられるもの
2. 技術バリア:本プロジェクトで適用される新技術のパフォーマンスの不確実性に起因するリスクや、市場でのシェアの低さによって、技術的に先進的でない代替技術が採用されることにより、より多くの排出を生成する可能性があると考えられるもの
3. 一般的な普及に伴うバリア:現状で普及している活動や既存の法規制、政策的要請により、より多くの排出を生成する可能性があると考えられるもの
4. その他のバリア:本プロジェクトを実施しなければ、制度上の障壁や、限られた情報、管理上の資源、組織の能力、財政、または新しい技術を吸収する能力等、プロジェクト実施者によって確認されたある特定の理由により、より多くの排出を生成する可能性があると考えられるもの

3.10.2. 追加性の証明本事業に関するバリア

< 投資バリア分析 >

本プロジェクトの初期投資額は、約 1.1億日本円である。TEEは廃液処理システム設備の初期投資を行ない、さらに、その後の運転・維持管理費を負担する。一方、本プロジェクトでは、CERs 以外の収入源はなく、CERs での収入がなければ本プロジェクトは成立しない。もし外部の投資家が、例えば TEEが、CERs の購入に関心を示し、本プロジェクトに投資しなければ、本プロジェクトの経済的採算性はない。

< 技術バリア分析 >

TEEが開発した凝集固化処理技術は、国際特許出願中であり、マレーシア国・パームオイル工場でのパームオイル廃液処理のための凝集剤の使用は、TEEが初めての事例となる。

TEEの事業は、現時点では日本国内市場であり、主たるものは親会社である東京電力(株)での環境設備エンジニアリング運転、保守業務である。今回のCERs での収入がなければ、TEEは海外市場における廃液処理技術の開発は進められない。

< 一般的な普及に伴うバリア分析 >

技術バリア分析で述べたとおり、TEEが開発した凝集固化処理技術は、マレーシア国・パームオイル工場では初めての事例となる。さらに、パームオイル産業では、デカンタ使用での廃液の固液分離は、低コストで、維持費も安い通常の嫌気性ラグーンの使用と比較した場合、高コストな設置・維持費となることから、本プロジェクトは、投資、技術、一般的な普及に伴うバリアに直面する。上記に列挙したバリアは、代替案を阻害する規制、法令がないことから、CDM 事業を活用して得られる収入がなければ本プロジェクトは成立しない。

以上より、本プロジェクトの実施に関して、3種のバリアが明らかとなったため、本プロジェクトの追加性が証明された。

3.11. 事業化に向けての見込み・課題

今後、本CDM事業の実現へ向けて下記の検討を引き続き行っていく。

1. プロジェクトの経済性

本プロジェクトの実現可能性を高めるためには、設備コストの低減および維持管理費の見直しが必要条件となる。日本はもとよりマレーシア現地技術も視野に入れ、信頼性があり安定的な廃液処理を実現し、かつ安価な機器、資材の導入可能性を引き続き検討する。

2. KILANG KELAPA SAWIT 社 および現地エンジニアリング会社との協議、事業実施に向けた協力体制の形成

日本側の事業主体として事業化を決断したのち、上記の現地カウンターパートである KILANG KELAPA SAWIT 社および現地エンジニアリング会社と本事業性調査結果を踏まえて、事業実施に向けた合意形成を図る必要がある。

具体的には、事業リスクのヘッジ方法、CERs の配分(売買契約)に関する事項、事業スケジュール、事業化に向けた役割分担と責任の明確化等が挙げられる。さらに、事業化にあたっては、工場操業実績及び設備運転・保守管理結果にともなう、獲得クレジットリスク及びベネフィットの分担についての取り決めが必要となる。

3. プロジェクトの IRR に関連するリスクの検討

本プロジェクト実施に関する主たるリスクは以下の 3つである。

- (1) 廃液量及びCOD 濃度
- (2) メタン削減率(COD 除去率)
- (3) 建設代金の回収

(2)については、廃液処理設備への流入廃液量の増加等にもなう、処理能力の減少、獲得CERs の減少がIRR への影響を与えると考える。

4. ホスト国におけるコベネフィットの実現

本プロジェクトの持続的開発効果について、経済、環境、社会、技術の4つの側面から検討する。

(1) 持続的開発効果 — 経済効果

スクリーデカンタ及び凝集固化により回収した高発熱量の有機固形分は、乾燥後、工場ボイラーの助燃材として利用する。対象工場では、現在は、FFB の処理工程で産出する有機廃棄物をボイラーの稼働燃料として利用しているが、同工場から産出する有機廃棄物は主に助燃材としての市場がある。これを、本プロジェクトの技術により回収した有機固形分と置換すれば、同工場は、より多くの廃棄物を外部ユーザーに販売することが可能となる。これは、同工場の収入が増加するだけでなく、対象地域においてバイオマス燃料を使用する他のユーザーも増える可能性を示している。

さらに、本プロジェクトのエネルギー消費プロセスは全て、既存のバイオマス・コジェネレーションシステムから供給される。曝気槽、デカンタの消費電力、並びにデカンタ及び凝集固化により回収した有機分の蒸気乾燥は、いずれも本領域に適合する。

(2) 持続的開発効果 — 環境効果

本プロジェクトでは、メタンガス生成源であるパームオイル廃液の固形分を効果的に分離処理することにより、環境に配慮したパームオイル廃液処理を促進することが可能である。具体的には以下の効果が見込まれる。

- (a) 温室効果ガスであるメタンガスの持続可能な削減、廃止が可能となる。
- (b) 高濃度COD廃液の効果的な浄化処理により、パームオイル工場のボイラー水に再利用できることから、周辺河川の水質改善と共に水質源の節減が図れる
- (c) POMEを全量利用することとなれば、好気性ラグーン、嫌気性ラグーンとして使われている敷地を別の用途に有効利用することが可能となる
- (d) 悪臭による周辺環境および工場従業員への影響が著しく軽減される
- (e) 工場内ボイラー廃熱の有効利用が図れる。
- (f) パームオイル工場から排出する焼却灰の有効利用が図れる

(3) 持続的開発効果 — 社会効果

本プロジェクトでの技術を適用すれば COD 値大幅な削減が実現し得ることを示す。本実証により、対象工場以外での近隣工場への本技術の普及が見込まれる。それにより地域のエンジニアの養成と共に雇用効果の可能性もあり、社会経済効果が期待できる。

更に、本プロジェクトでは、マレーシアのエンジニアに、凝集剤を用いた廃液処理システムの操作をじかに経験させることで、パームオイル産業だけでなく他の関連廃液処理分野の応用でも本技術の普及が可能となる。

(4) 持続的開発効果 – 技術の効果

マレーシアのパームオイル産業の排水浄化技術への貢献が期待できる。

5. まとめ

本プロジェクトでは、従来、マレーシア国で、嫌気性オープンラグーンで処理されているパームオイル廃液を、スクリーデカンタおよび凝集固化により固液分離し、固形分を工場内廃熱(余剰蒸気)を熱源とした乾燥装置により乾燥させ、工場内ボイラー設備の助燃材に転換することで嫌気発酵処理によるメタンの生成を回避することを目的としたプロジェクトに関するCDM 事業化調査を行った。

現在、マレーシアでは既に CDM 手続きが整備され、26 件が実施段階にあり、今年度は更に数件が承認された。環境、エネルギー関連法律も国、州、市レベルで整備されている。

本プロジェクトに適用する方法論としては、2 つの既存方法論とともに、凝集固化の新方法論を適用することとした。妥当なベースラインシナリオ算出根拠は下記であり、現在継続するシナリオに対し、本プロジェクトが追加的であることが、バリア分析法により証明された。

1. 嫌気性ラグーン廃液処理システムにより生成されるメタンガス
2. 非効率な好気性ラグーン廃液処理システムにより生成されるメタンガス
3. 河川への放流される、処理済みの廃液にまだ含有されている有機物の分解時に生成されるメタンガス
4. 廃液処理時および廃液処理システムから分離されたスラッジの廃棄時に生成されるメタンガス

対象工場の廃液性状の分析を実施し、本プロジェクトの流入条件を、流入COD 濃度 78,000mg/l 年間廃液流入量 約145,000 トンと設定し、温室効果ガス排出削減量(ERy)を試算した結果、プロジェクト実施期間を通じたERyの平均はおおよそ年間 3.5万トン-CO₂e と予想される。そして本プロジェクト実施により、温室効果ガスの発生抑制、周辺の臭気低減効果、最終放流先の水質改善等環境に対する好影響を与えることができる。

本プロジェクト関係者である、KILANG KELAPA SAWIT 社 Bukit Pasir Palm Oil Mill（ホスト国、対象工場）、PMT INDUSTREIS SDN.BHD（ホスト国、エンジニアリング会社）、マレーシア 天然資源環境省・環境保護管理局（DNA）、マレーシア ジョホール州環境庁（DOE）等からコメントを聴取し本プロジェクトに反映させた。

金利前・税前の条件で本プロジェクトの IRR を試算した結果、プロジェクト期間を 7 年、CERs 売却価格を 11.40 EURO（約 1,400 円）以上と想定した場合、IRR は▲8.3%であり、事業収益性は良くないと判断できる。投資回収年数検討結果は 10 年であった。必要投資額の圧縮による IRR の向上、2013 年以降の CERs 市場の安定的継続、運転・保守管理主体の決定、リスク及びベネフィットの参加者間での責任分担についての取り決め等が今後の課題である。

以上