

マレーシア国
生物多様性保全のためのパーム油産業に
よるグリーン経済の推進プロジェクト
中間レビュー評価報告書

平成 27 年 12 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
J R
16-010

マレーシア国
生物多様性保全のためのパーム油産業に
よるグリーン経済の推進プロジェクト
中間レビュー評価報告書

平成 27 年 12 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

目次
地図
写真
略語表
要約表

第1章 中間レビュー調査の概要	1
1-1 中間レビューの目的.....	1
1-2 中間レビュー調査団.....	1
1-3 日程.....	1
1-4 中間レビューの方法.....	2
1-5 評価上の制約.....	2
1-6 プロジェクト概要.....	3
第2章 プロジェクトの実績	5
2-1 投入実績.....	5
2-2 活動実績.....	5
2-3 アウトプットの達成状況.....	5
2-4 プロジェクト目標の達成見込み.....	9
2-5 実施プロセス.....	10
2-6 効果の発現を促進した要因.....	12
2-7 効果の発現を阻害した要因.....	12
第3章 項目評価	13
3-1 妥当性.....	13
3-2 有効性.....	14
3-3 効率性.....	14
3-4 インパクト.....	14
3-5 持続性.....	15
第4章 結論	17
4-1 結論.....	17
4-2 提言.....	17
4-3 教訓.....	18
付属資料	
資料1 PDM ver. 1 (案) 和訳.....	21
資料2 中間レビューレポート.....	25
資料3 調査結果要約.....	55

地図

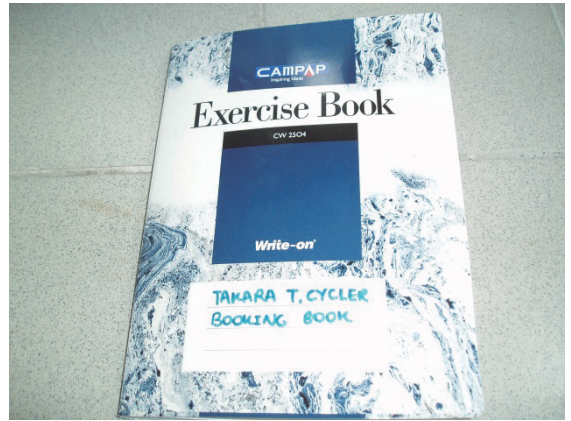


写



UPM に供与された機材

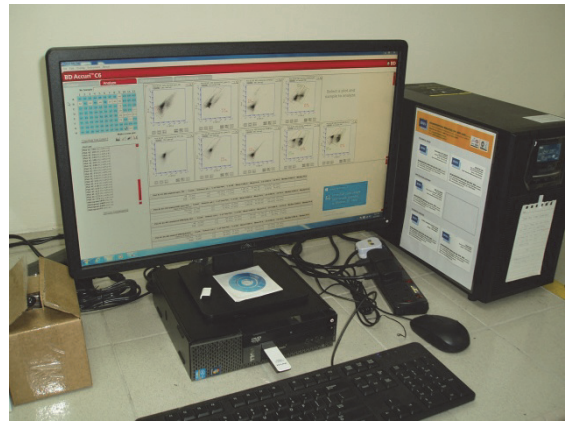
真



供与機材の使用管理記録ノート



UPM に供与された機材



生物多様性研究で採取されたサンプルの分析



UPM 内のバイオマス・テクノロジー・センター



UPM 内のパームバイオマス実験施設



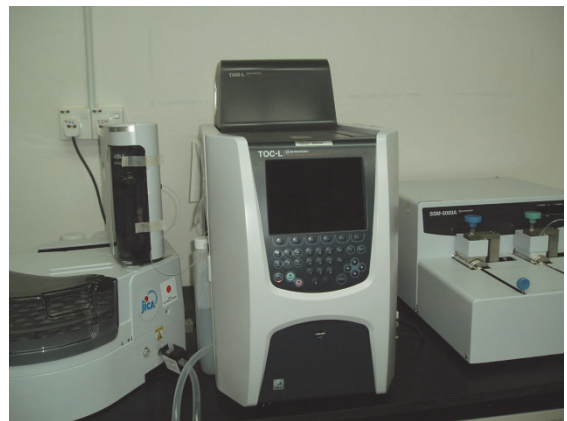
UPM 内のパームバイオマス実験施設



UPM 内のパームバイオマス実験施設



UMS に供与された機材



UMS に供与された機材



供与機材の使用方法の説明を受ける様子



ケニンガウのパーム油搾油工場



ケニンガウのパーム油搾油工場



アブラヤシの実



アブラヤシの実から取り出された中果実



アブラヤシの中果実



アブラヤシの中果実から抽出される油



パーム油搾油工場から排出される廃液



パーム油工場廃液



パーム油搾油工場から排出される蒸気



ゼロ・ディスチャージ実験用のパイロットプラント



ゼロ・ディスチャージ実験用のパイロットプラント



パイロットプラントの説明を示したボード



マレーシアパーム油団体 (Malaysian Palm Oil Board) 内にある展示コーナー



マレーシアパーム油団体 (Malaysian Palm Oil Board) 内にある展示コーナー

略 語 表

※要約表、本文で使われている略語のうち主なものを記す。

略語	外国語	日本語
ACB	Asian Congress on Biotechnology	アジア・バイオテクノロジー学会
C/P	Counterpart	カウンターパート
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
NPO	Non-Profit Organization	非営利組織
NRO	Natural Resources Office	天然資源庁
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PMC	Project Management Committee	プロジェクト管理委員会
PO	Plan of Operations	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
SDBEC	Project on Sustainable Development for Biodiversity and Ecosystems Conservation in Sabah (Malaysia)	サバ州生物多様性及び生態系保全のための持続的な開発プロジェクト
UMS	Universiti Malaysia Sabah	マレーシア国立サバ大学
UPM	Universiti Putra Malaysia	プトラマレーシア大学

中間レビュー調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：マレーシア	案件名：生物多様性保全のためのパーム油産業によるグリーン経済の推進プロジェクト
分野：自然環境保全	援助形態：技術協力プロジェクト
所轄部署：地球環境部	協力金額（中間レビュー時点までの実績）：約 2.8 億円
協力期間： (R/D) 2013 年 11 月 21 日～ 2017 年 11 月 20 日	先方関係機関：マレーシアプトラ大学 (UPM)、マレーシア国立サバ大学 (UMS)、サバ州天然資源庁 (NRO)
	他の関連協力： - 技術協力プロジェクト「サバ州を拠点とする生物多様性・生態系保全のための持続可能な開発プロジェクト」(2013 年～2017 年)
1-1 協力の背景と概要	
<p>マレーシア・サバ州の最大河川であるキナバタンガン河流域には、ラムサール条約登録湿地をはじめ、森林保護区や野生生物保護区が点在しており、希少な野生生物の生息域として重要である。サバ州ではパーム油産業が州の基幹産業であり、キナバタンガン河上流域には、300 以上のアブラヤシ農園と 40 の搾油工場が存在する。農園で使用される農薬や、旧式の排水処理システムで稼働する搾油工場から排出される処理水等が原因で、河川の水質汚濁が発生しており、地域の生物多様性への影響が懸念されている。</p> <p>九州工業大学と UPM は、バイオマスを原料にしたプラスチック（バイオ・プラスチック）を製造する技術を共同開発した。その上で、バイオマスの供給源としてアブラヤシに着目した。すなわち、アブラヤシの搾油工場からは安価なバイオマス（空果房、中果皮繊維等）が通年で大量に発生し、品質も安定しているので、これを有効に活用することができれば、新しい産業の創出につながることになる。現在、マレーシアの多くの搾油工場は旧式の非効率な設備を使用しているため、バイオマスはほとんどエネルギー源として消費されており、パーム油圧搾廃液 (POME) から生じるメタンガスや廃熱も有効活用されていない。このため、搾油工程の見直しや効率的な設備の導入を通じて生産効率を改善することで、環境負荷を軽減させるとともに、新たに発生する余剰バイオマスや余剰エネルギー (POME を効率的にメタン発酵させ、エネルギーとして活用) を有価値化して、バイオ・プラスチック、活性炭、POME 由来の肥料等の新製品を開発することにより、新たなビジネスモデルを創出することが期待される。</p> <p>マレーシア側の UPM、UMS 及び日本側の九州工業大学、産業技術総合研究所、九州大学により構成される共同研究チームは、上記の技術やビジネスモデルの実現可能性及び有効性を検証するため、地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) の下で本プロジェクトを 2013 年 11 月から 4 年間の予定で実施している。</p>	
1-2 協力内容	
(1) 上位目標	
パーム油産業の廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含む関連地域の生物多様性が保全され、パーム油産業がグリーン経済として振興する。	
(2) プロジェクト目標	
パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルがケニンガウで開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される。	
(3) 成果 (アウトプット)	
1. パーム油搾油工場に設置されるゼロ・ディスチャージ試験施設において、バイオマス・余剰エネルギーのエネルギー効率改善を通してゼロ・ディスチャージの効果が実証される。	
2. ビジネスモデルの有効性が検証され、余剰バイオマスと余剰エネルギーから新しい産業が創出される。	
3. パーム油搾油工程に起因する環境負荷軽減のためのパーム・バイオマスとエネルギーの有効活用に関する革新的な研究が進む。	

4. ビジネスモデルの有効性と研究成果が、サバ州政府と内外の資本家・企業により広く共有され認知される。

(4) 投入（中間レビュー時点）

日本側：

- ・日本人専門家：長期専門家1名、短期専門家11名
- ・研修員受入：計10名
- ・機材供与：計4,350,790リンギット（約1億3,100万円）
- ・ローカルコスト負担：計212,620リンギット（約680万円）

マレーシア側：

- ・カウンターパート（C/P）配置：約26名
- ・プロジェクト事務所：UPM及びUMS内のプロジェクト事務所及び必要設備
- ・ローカルコスト負担：計120万リンギット（4年間で300万リンギット）

2. 中間レビュー調査団の概要

調査団

担当分野	氏名	所属先・職位
総括	神内 圭	JICA 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 課長
協力企画	見宮 美早	JICA 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 企画役
評価分析	長谷川 さわ	OPMAC 株式会社 事業部 上席コンサルタント
SATREPS 計画・評価	神本 正行	科学技術振興機構 推進委員 弘前大学学長特別補佐
SATREPS 計画・評価	上阪 圭介	科学技術振興機構 地球規模課題国際協力室 主任調査員

調査期間：2015年11月2日～11月20日

評価種類：中間レビュー

3. 調査結果の概要

3-1 実績の確認

投入は、日本側・マレーシア側双方とも計画どおり行われている。活動については、成果1に係る活動に遅れが生じており、成果2の活動についても、成果1の活動結果を踏まえて実施されることから遅延している。成果3及び成果4に係る活動は計画どおり実施されている。

(1) アウトプット（成果）の達成状況

成果1：パーム油搾油工場に設置されるゼロ・ディスチャージ試験施設において、バイオマス・余剰エネルギーのエネルギー効率改善を通してゼロ・ディスチャージの効果が実証される。

中間レビュー時点での達成度：低い

- 治安悪化によるパーム油搾油工場の変更及びパイロットプラントの建設工事開始の遅延により、パイロットプラントの設置及びゼロ・ディスチャージ実験の実施が全体的に遅延している。

成果2：ビジネスモデルの有効性が検証され、余剰バイオマスと余剰エネルギーから新しい産業が創出される。

中間レビュー時点での達成度：今後活動を実施

- 本成果に係る活動の本格的な実施は2016年からを予定しており、中間レビュー時点で実質的な指標結果は入手されていない。

成果3：パーム油搾油工程に起因する環境負荷軽減のためのパーム・バイオマスとエネルギーの有効活用に関する革新的な研究が進む。

中間レビュー時点での達成度：順調

- 本成果で対象にしている研究は大きく分けて4つあり、各指標はそれぞれの研究内容を踏まえて細かく設定されている。各研究は順調に進んでおり、成果3はプロジェクト終了までに達成されることが見込まれる。

成果 4：ビジネスモデルの有効性と研究成果が、サバ州政府と内外の資本家・企業により広く共有され認知される。

中間レビュー時点での達成度：順調

- 本成果に設定された3つの指標とも順調に進捗しており、成果4はプロジェクト終了までに達成されることが見込まれる。

(2) プロジェクト目標の達成見込み

プロジェクト目標：パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルがケニンガウで開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される。

中間レビュー時点での達成見込み：進行中

- 4つの指標のうち、指標3及び指標4の達成レベルは順調であり、プロジェクト終了までに達成されることが見込まれるが、指標1及び指標2の達成は指標3及び指標4の達成を踏まえて実現されるものであり、これらの指標を達成することがプロジェクト目標の最終的な達成において重要である。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性（おおむね高い）

- マレーシアの国家開発計画「第10次マレーシア計画」（2011年～2015年）、サバ州の開発計画「サバ州開発及び発展の指針」「サバ州の戦略的長期行動計画」（2016年～2035年、策定中）に合致している。
- マレーシア連邦政府・サバ州政府の開発ニーズを満たしている。
- 日本の対マレーシア援助政策に合致している。
- プロジェクトのデザイン・アプローチが、効率的な実施（効率性）及び上位目標の達成（インパクト）に対する阻害要因として影響している。

(2) 有効性（中程度）

- プロジェクト目標を達成するためには、プロジェクトで開発した新技術及び研究成果を基にしたビジネスモデルを提案することが重要であり、今後のプロジェクト目標の達成は、パイロットプラントでのゼロ・ディスチャージ実験の順調な完遂と実験結果を基にした実行可能なビジネスモデルの作成により実現される。

(3) 効率性（やや低い）

- 投入は計画どおりになされているが、成果1及び2の活動はパイロットプラントの設置遅延により遅れており、成果1の達成レベルは中間レビュー時点でやや低いといえる。ただし、プロジェクトが後半期間において両成果の活動を加速的に実施することで遅延が挽回され、効率性も向上することが見込まれる。
- 新たなパイロットサイトであるケニンガウは現場へのアクセスが悪いことにより、効率性の観点からみると、プロジェクト実施における時間とコストの負担を大きくする原因になっている。ただし、本件は不可抗力な外部環境変化によるものであり、所与の条件の中で関係者が最大限の努力をした、唯一の選択肢であり、かつ、同工場関係者がプロジェクトに協力的である観点から、同サイト及び工場の選定自体は適切であったといえる。

(4) インパクト（中程度）

- 中間レビュー時点において、プロジェクトの上位目標の将来的な達成見込みを予測することは難しいが、現在のプロジェクトの目的、すなわちプロジェクト目標をベースに考えると、プロジェクト終了後3年～5年で上位目標を達成できる見込みは比較的低いといえる。
- 現在の上位目標の内容はプロジェクト目標から乖離しており、プロジェクト目標を終了までに達成したとしても、将来上位目標を達成することは難しいといえる。よって、上位目標はより適切な表現に変更することが望ましい。
- 環境や社会配慮面に関して、これまで本プロジェクトによる深刻な負の影響については報告されておらず、今後もプロジェクトの残り期間でマイナスのインパクトが生じることは現時点で考えにくい。

(5) 持続性（おおむね高い）

- 政策・制度面：マレーシアにおけるパーム油産業の持続的な発展及び生物多様性保全に関し、両者とも国の重要な政策であることから、連邦政府・サバ州政府を含むマレーシア政府は今後もプロジェクトの研究テーマを支持し続けることが見込まれる。
- 組織面：実施機関のメンバーは UPM 及び UMS の研究スタッフから成り、プロジェクト後も彼らが自身の関連研究を続けることは既定路線であり、彼らが今後研究を続けていくうえで特別な体制を構築する必要はないため、組織・体制面の持続性に関して懸念事項は見当たらない。
- 財務面：プロジェクト期間中及びその後数年間、UPM 及び UMS による本研究の継続実施は財務的に保証されており、プロジェクトで開発・提案された各種技術が今後企業や投資家に実際に採用された場合、研究継続用に別の資金が得られることになる。
- 技術面：プロジェクトの研究従事者は既に担当の研究事業を継続するのに十分な知識・スキルを備えており、また現在、研究を行うにあたって技術的な問題も報告されていないため、各研究の技術面に関しての懸念はない。将来的にアブラヤシ・バイオマスの有効利用及び生物多様性に関する研究を継続するための人材育成も順調に進んでいる。

3-3 効果発現に係る貢献・阻害要因

(1) 貢献要因

- 1) 計画内容に関すること
 - 特になし
- 2) 実施プロセスに関すること
 - プロジェクト開始以前から行われていたパームバイオマス利用に関する先行研究の存在

(2) 阻害要因

- 1) 計画内容に関すること
 - プロジェクトのデザイン・アプローチに起因するプロジェクトの効率的な実施及び上位目標達成への影響
- 2) 実施プロセスに関すること
 - 当初のパイロットサイトにおける治安状況の悪化
 - 詳細設計に必要なデータ・情報の不足に伴うパイロットプラントの建設工事開始の遅延

3-4 結論

中間レビュー調査における検証の結果、本プロジェクトは当初のパイロットサイトにおける治安状況悪化に伴うサイトの予期せぬ変更により、一部のプロジェクト活動の実施が遅延しているものの、おおむね計画どおりに進んでいることが確認された。2015年12月から新しいパイロットサイトにおいて、ゼロ・ディスチャージ実験のためにパイロットプラントの本格稼働が開始されることになっており、プロジェクト関係者は、実験の遂行及び実験結果に基づいたビジネスモデルの作成に向けて、残りのプロジェクト期間で活動を加速的に実施していく必要がある。

3-5 提言

- (1) ゼロ・ディスチャージ実験用のパイロットプラントのモニタリングを担当するアシスタントの早急な雇用及び UPM 研究者・学生による配置計画の作成
- (2) 財務分析及びゼロ・ディスチャージ用ビジネスモデルのためのモデルビジネス投資計画書の作成を行う専門要員の確保
- (3) マレーシア側及び日本側の研究者間におけるインフォーマルな会議の設定
- (4) パーム油搾油工場のパイロットプラントに係るプロジェクト後の運営管理計画の作成
- (5) プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) の改訂

3-6 教訓

- (1) SATREPS 案件の運営・実施監理及び評価方法についての再考

第1章 中間レビュー調査の概要

1-1 中間レビューの目的

マレーシア国「生物多様性保全のためのパーム油産業によるグリーン経済の推進プロジェクト」に係る中間レビュー（以下、本レビュー）は、2015年11月2日より20日までの日程で実施された。

本レビューの目的は、1) 活動と成果の実績の確認、2) 評価5項目に照らしたレビューの実施、3) その結果に基づく阻害促進要因の明確化と、プロジェクト期間後半への提言を導き出すことである。

調査団は、レビュー結果をレビュー報告書として取りまとめ、2015年11月20日に合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）に提出した。

1-2 中間レビュー調査団

本中間レビューの実施にあたっては、日本側の団員によるレビュー調査団が結成された。調査団員の構成は以下の通りである。

(1) 日本側

氏名	担当	所属
神内 圭	団長	国際協力機構（JICA） 地球環境部森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 課長
見宮 美早	評価計画	国際協力機構 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 企画役
長谷川 さわ	評価分析	OPMAC 株式会社 事業部 上席コンサルタント
神本 正行	SATREPS ¹ 計画・評価	科学技術振興機構 推進委員 弘前大学学長特別補佐
上阪 圭介	SATREPS 計画・評価	科学技術振興機構 地球規模課題国際協力室 主任調査員

1-3 日程

本レビューの調査行程は、表1の通りである。

表1 中間レビュー調査団日程

日順	月日	曜日	行程	場所
1	11月2日	月	調査団員（評価分析）クアラルンプール到着	クアラルンプール
2	11月3日	火	プトラマレーシア大学（UPM）Dr. Yati ヒアリング、ラボ訪問	
3	11月4日	水	UPM Dr. Ali, Dr. Amiruddin, Mr. Ridzuan ヒアリング	
4	11月5日	木	UPM Dr. Hidayah ヒアリング	
5	11月6日	金	九州工業大学 白井教授ヒアリング	
6	11月7日	土	評価結果とりまとめ	

¹ 地球規模課題対応国際科学技術協力（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS）

日順	月日	曜日	行程	場所
7	11月8日	日	クアラルンプールからコタキナバル移動	コタキナバル
8	11月9日	月	NPO、マレーシア国立サバ大学（UMS）、JICA サバ州生物多様性及び生態系保全のための持続的な開発プロジェクト（SDBEC）専門家等のヒアリング	
9	11月10日	火	コタキナバルからケニンガウへ移動	
10	11月11日	水	ケニンガウ KPOM 工場長ヒアリング、工場視察	コタキナバル
11	11月12日	木	パームオイル産業クラスター（POIC）、マレーシア・パーム油局（MPOB）ヒアリング	
12	11月13日	金	書類整理	
13	11月14日	土	国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）団員、JICA 本部団員コタキナバル到着	
14	11月15日	日	ケニンガウ KPOM プラント視察、サバ大学副学長ホスト会食会	クアラルンプール
15	11月16日	月	サバ州エネルギー省事務所、マレーシアサバ州立大学、コタキナバルからクアラルンプール移動	
16	11月17日	火	アジア・バイオテクノロジー学会（ACB）セミナー参加、団内会議	
17	11月18日	水	関係者との協議、JST 団員帰国、	
18	11月19日	木	関係者との協議	
19	11月20日	金	合同調整委員会参加（調査結果報告）、UPM 視察	

1-4 中間レビューの方法

本レビューは、JICA 評価ガイドラインと、2015年2月16日に承認されたプロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix：PDM）Ver.1及び活動計画（Plan of Operations：PO）に基づき、レビュー調査団により実施された。本レビューは、中間レビューのため有効性及び効率性に重点を置いた。さらに、SATREPS 案件では、社会実装がうたわれており、研究成果の公表の実績がそれを示す間接的指標となるため、論文、学会、ワークショップなどへの参加実績も確認した。

表2 評価5項目

評価項目	定義
妥当性	マレーシア及び日本の政策、プロジェクト対象者のニーズに照らしての妥当性
有効性	プロジェクト目標の達成度
効率性	プロジェクトの成果を達成するために実施された投入の適切さ（投入時期、量、質等の適切さ、成果との関連性）
インパクト	社会・経済・自然環境等にプロジェクトが及ぼした意図されたあるいは意図されなかった正・負の影響
持続性	プロジェクト終了後にもプロジェクトの成果が維持される可能性とそのため体制や条件の整備状況

1-5 評価上の制約

本プロジェクトでは報告書が期限内に提出されておらず、提出されても情報が不十分な内容であった。また、中間レビュー調査前にレビューの基となる PDM Ver.1 がきちんと共有されていなかったうえ、現地調査後も同 PDM の和訳が確定していない状況であった。このため、本中間レビュー調査において PDM を基にしたプロジェクトの実績確認及びそれに伴う評価の実施に支障が生じた。

1-6 プロジェクト概要

本プロジェクトは、マレーシアにある UPM で、2013 年 11 月 21 日から 2017 年の 11 月 20 日までの 4 年間を実施期間とする SATREPS プロジェクトである。活動は、2013 年 9 月 25 日に署名された討議議事録 (Record of Discussions : R/D) に添付された PDM と PO ver. 0 に基づき実施され、その後、第 2 回 JCC において修正された PDM 及び PO ver.1 に沿って実施されている。

表 3 プロジェクト概要

プロジェクト目標:	
<p>パーム油産業の廃液による汚染物質の軽減を通して、キナバタンガン河流域を含む関連地域の生物多様性が保全され、パーム油産業がグリーン経済として振興する。</p>	
成果	指標
<p>1. パーム油搾油工場に設置されるゼロ・ディスチャージ試験施設において、バイオマス・余剰エネルギーのエネルギー効率改善を通してゼロ・ディスチャージの効果が実証される。</p>	<p>1-1 ゼロ・ディスチャージを目指したショーケース設備が実際に稼働するパームオイル工場に設置され、運転が公開される。 1-2 ショーケース設備の運転記録が残り、適切に管理される。 1-3 余剰のエネルギー、バイオマス、高温蒸気、メタンガスが有効に利用されることが示される。 1-4 バイオコンポジット、炭、コンポストが余剰のバイオマスから製造できることが示される。 1-5 ショーケースで排出された水が完全にリサイクルできることが示される。</p>
<p>2. ビジネスモデルの有効性が検証され、余剰バイオマスと余剰エネルギーから新しい産業が創出される。</p>	<p>2-1 有効なビジネスモデルと投資モデルが費用便益分析法に基づいて提案される。 2-2 余剰バイオマスによって作られた製品が試供品として提供される。</p>
<p>3. パーム油搾油工程に起因する環境負荷軽減のためのパーム・バイオマスとエネルギーの有効活用に関する革新的な研究が進む。</p>	<p>3-1 ベースラインになる環境調査報告がなされる。 3-2 ゼロ・ディスチャージの結果 (ショーケース設備での再生水) の生物多様性への影響を調査するための適切なサンプリング地点が決定され、サンプリングデータが収集される。 3-3 ゼロ・ディスチャージの結果 (ショーケース設備での再生水) の生物多様性の復元への影響が科学的に検証される。 3-4 ナノ・バイオコンポジットとして利用できるナノファイバー製造における過熱水蒸気の効果が確認される。 3-5 パームバイオマスファイバーとプラスチック母体の間のナノサイズの界面の制御が確認される。 3-6 ナノ・バイオコンポジットのマスターバッチが提供される。 3-7 過熱水蒸気処理などに伴うナノ・スペース (<100nm) の形成と制御とバイオマス由来のナノ・コンポジット性能評価 (弾性率対汎用樹脂 50%up) のバイオコンポジットの製造 (MFI>5) がなされる。 3-8 母材プラと同等以上で 20%以上廉価なバイオコンポジットの供給される。 3-9 ナノ・セルロースファイバーの製造法が提案される。</p>

	<p>3-10 パームバイオマスからの糖化収率が 80%以上になる。</p> <p>3-11 パームバイオマスから製造された炭とコンポストの品質が向上する。</p>
<p>4. ビジネスモデルの有効性と研究成果が、サバ州政府と内外の資本家・企業により広く共有され認知される。</p>	<p>4-1 本事業のビジネスモデルと研究成果に関するワークショップ、セミナー、見本市等が開催される。</p> <p>4-2 少なくとも、企業、投資家が全部で 100 社以上、これらイベントに参加する。</p> <p>4-3 これらイベントがマスメディアの報道の対象になる。</p>

第2章 プロジェクトの実績

2-1 投入実績

中間レビュー時点において、日本側、マレーシア側からの投入は計画どおり行われている。両者の現時点までの投入実績の概要を表4に示す（各項目の詳細は、付属資料2にある英文の中間レビューレポートの添付資料を参照）。

表4 日本側及びマレーシア側からの投入実績

(1) 日本側

項目	実績
専門家派遣	以下の担当分野の長期専門家1名 - 業務調整 以下の担当分野の短期専門家11名（複数専門家が同一分野を担当） - チーフアドバイザー - 環境開発 - バイオマス利用 - 微生物分析方法
機材供与	ゼロ・ディスチャージ実験用のパイロットプラント（建設工事を含む）、車両、UPM及びUMSでの実験用機材など 計4,350,790リンギット（約1億3,100万円 ² 、2015年9月時点）
研修員受入	10名（2015年9月時点）
ローカルコスト	計212,620リンギット（約680万円、2015年9月時点）

(2) マレーシア側

項目	実績
カウンターパート（C/P）配置	- プロジェクトマネージャー1名（UPM教授） - サブ・プロジェクトリーダー4名（UPM及びUMSの教授・講師） - UPM及びUMSの研究者・学生約20名 - サバ州天然資源庁（NRO）職員1名
土地・施設提供	UPM及びUMS内の専門家用執務スペース、必要設備
ローカルコスト	計120万リンギット（2015年8月時点の配賦額、4年間で300万リンギット計上）

2-2 活動実績

PDM及びPOにおけるプロジェクト活動のうち、成果1に係る活動（パーム油搾油工場におけるゼロ・ディスチャージ試験用のショーケース設備の設置及びバイオマス・余剰エネルギーのエネルギー効率改善を通じたゼロ・ディスチャージの実証実験）は、ショーケース設備であるパイロットプラントを設置するパーム油搾油工場の変更及びパイロットプラントの建設工事開始の遅れにより、大幅な遅延が生じている。パイロットプラントはもともとキナバタンガン河付近のパーム油搾油工場に設置される計画であったが、プロジェクト開始後のキナバタンガン河流域を含むサバ州東部における治安状況の悪化により、サバ州西部の工場に変更されることになった。成果2の活動についても、成果1の活動結果を踏まえて実施されることから遅延している。成果3及び成果4に係る活動は計画どおり実施されている。

2-3 成果の達成状況

中間レビュー時点でプロジェクトの各成果がどの程度達成されているかについて、主に各成果に

² 2015年11月時点の為替レート（1リンギット=約30円）での換算による。

設定された指標の結果からその達成状況を判断する。
各成果における指標と現時点での結果を表5に示す。

表5 成果1の指標と結果

成果1 パーム油搾油工場に設置されるゼロ・ディスチャージ試験施設において、バイオマス・余剰エネルギーのエネルギー効率改善を通してゼロ・ディスチャージの効果が実証される。

指標	現時点での結果
1-1 ゼロ・ディスチャージを目指したショーケース設備が実際に稼働するパームオイル工場に設置される。	- パイロットプラントを設置するパーム油搾油工場がキナバタンガン河付近（サバ州東部）の工場からケニンガウ（サバ州西部）にある工場に変更された後、2015年1月からゼロ・ディスチャージを目指したパイロットプラントの建設が始まり、2015年10月末にプラントの設置が完了した。
1-2 ショーケース設備の運転記録が残り、適切に管理される。	- パイロットプラントは2015年11月下旬から再開される最後の試運転完了後、2015年12月下旬から本格的に稼働される予定である。 - パイロットプラントの本格稼働後、実験では生物処理を伴うため連続運転が必須であり、運転にあたっては当日の分析結果を反映させて運転条件を調整していく作業が必要なため、運転及び実験管理を担当する要員をプラントに常駐させる必要がある。現在のところ、実験の担当者としてUPMの2名の研究者と4名の学生がチームを組み、1カ月のうち半分の期間、チーム内でローテーションを組んで毎日要員を配置し、プラントの運転状況のチェックやデータ収集などのモニタリングを行う予定である。それに加えて常勤の補助員（アシスタント）1名をプロジェクトで雇用し、残りの半分期間、配置する予定である。よって、当該アシスタントの雇用が早急に必要となっている。
1-3 余剰のエネルギー、バイオマス、高温蒸気、メタンガスが有効に利用されることが示される。	- 余剰エネルギー、バイオマス、高温蒸気、メタンガスの有効利用については、パイロットプラントの本格稼働後に実証される予定である。
1-4 バイオコンポジット、炭、コンポストが余剰のバイオマスから製造できることが示される。	- 余剰バイオマスからのコンポジット、炭、コンポストの製造は、パイロットプラントの試運転において確認されている。 - 直近の試運転において、パイロットプラントのバイオ炭を製造する燃焼器に取り付けられた煙突から大量の煙が排出し、パーム油搾油工場に流出する状況が起きている。本件については煙突を長く修理することにより流出を防ぐ必要がある。また、排出ガスの濃度は現在のサバ州の環境基準を順守する必要がある。
1-5 ショーケースで排出された水が完全にリサイクルできることが示される。	- パイロットプラントから排出される水はプラントの本格稼働後、完全にリサイクルされる予定である。

上記の指標結果から判断すると、成果1の中間レビュー時点での達成レベルは低いといえる。当初の計画では、ゼロ・ディスチャージ試験用のパイロットプラントは2014年中に設置され、2015年初めからプラントの運転が開始される予定であったが、これらの活動は上記「2.2 活動実績」で述べたとおり、大幅に遅延している。遅延の主な理由は、パイロットプラントを設置するパーム油搾油工場の予期しない変更であるが、もう一つの理由として、プラントの建設に関し、本プロジェクトでは基本設計調査を省略して詳細設計調査を行ったが、調査にあたってプロジェクト側から提供された情報・データ等が不十分であったため、建設工事開始が遅れる原因となった。

プラントの本格稼働は2015年12月下旬から開始される予定であり、プロジェクトでは、本格稼働

働前にプラント及び実験のモニタリングを行うアシスタントを早急に雇用する必要がある。

表 6 成果 2 の指標と結果

成果 2 ビジネスモデルの有効性が検証され、余剰バイオマスと余剰エネルギーから新しい産業が創出される。

指標	現時点での結果
2-1 有効なビジネスモデルと投資モデルが費用便益分析法に基づいて提案される。	- 提案するゼロ・ディスチャージに関するビジネスモデルと財務分析に基づくモデル投資計画書は、成果 1 の結果に基づいて提案される予定である。今後、財務分析の実施及びモデル投資計画書の作成を担当する特定の要員を配置する必要がある。
2-2 余剰バイオマスによって作られた製品が試作品として提供される。	- 新製品に関する基本研究は行われており、試作品が生産されている。

上記の指標結果のとおり、成果 2 に係る活動の本格的な実施は 2016 年からを予定しており、中間レビュー時点で実質的な指標結果は入手されていない。プロジェクトは 2016 年の半ばまでに、財務分析及びモデル投資計画書作成を行うローカルコンサルタントなど、適切な要員を配置する必要がある。

表 7 成果 3 の指標と結果

成果 3 パーム油搾油工程に起因する環境負荷軽減のためのパーム・バイオマスとエネルギーの有効活用に関する革新的な研究が進む。

指標	現時点での結果
3-1 ベースラインになる環境調査報告がなされる。	- ベースライン調査はキナバタンガン河流域で実施される予定であったが、治安理由によりサンプル採取の場所を変更しなければならなくなったことから、調査方法自体も変更することになった。
3-2 ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性への影響を調査するための適切なサンプリング地点が決定され、サンプリングデータが収集される。	- 指標となる種を特定する調査は、河川とゴミ埋め立て地に隣接する場所にあるパーム油搾油工場において実施された。 - パイロットプラントから排出される最終段階の排水は、指標となる種及び微生物多様性への影響を特定するために使用される。 - 本実験により、生物多様性と微生物多様性間の関係を構築するのに必要なデータの結果を得られる。サバ州には大規模なアブラシのプランテーションがあるため、ゼロ・ディスチャージは生物多様性の復元に影響すると考えられる。 - 上記の分析結果に関するベースライン調査報告書は、UMS と九州大の研究者により作成されている。
3-3 ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性の復元への影響が科学的に検証される。	- 上記のベースライン調査及び収集データの分析後、ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性の復元への影響について科学的に検証する予定である。
3-4 ナノ・バイオコンポジットとして利用できるナノファイバー製造における過熱水蒸気の効果が確認される。	- ナノ・バイオコンポジットの製造に関する有効な方法が既に開発され、1,000 円/kg 以下のコストでナノ・コンポジットが生産された。この方法はもともと意図されたものではなかったが、過熱蒸気ポリメリゼーションを使用する当初の方法を発展させることにより当初のターゲットを達成した。現在、当初の方法に従うか新たな方法にシフトするか検討中。

3-5 パームバイオマスファイバーとプラスチック母体の間のナノサイズの界面の制御が確認される。	- パームバイオマスファイバーとプラスチック母体の間のナノサイズの界面の制御が確認されている。
3-6 ナノ・バイオコンポジットのマスターバッチが提供される。	- 九州工業大学において、ナノ・インタフェース制御バイオコンポジットのマスターバッチが作成されている。
3-7 過熱水蒸気処理などに伴うナノ・スペース (<100nm) の形成と制御とバイオマス由来のナノ・コンポジット性能評価 (弾性率対汎用樹脂 50%up) のバイオコンポジットの製造 (MFI>5) がなされる。	- 過熱水蒸気処理などに伴うナノ・スペース (<100nm) の形成・制御とバイオマス由来のナノ・コンポジット性能評価 (弾性率対汎用樹脂 50%以上) のバイオコンポジットが製造されている。
3-8 母材プラと同等以上で 20%以上廉価なバイオコンポジットが供給される。	- 母材プラと同等以上で 20%以上廉価なバイオコンポジットの供給が確保される見込みである。
3-9 ナノ・セルロースファイバーの製造法が提案される。	- ナノ・セルロースファイバーの製造法が提案されている。
3-10 パームバイオマスからの糖化収率が 80%以上になる。	- パームバイオマスからの糖化収率 80%以上を達成している。
3-11 パームバイオマスから製造された炭とコンポストの品質が向上する。	- パームバイオマスから、20MJ/kg カロリーの炭と 5% NPK のコンポストが製造されている。

上記の指標結果から判断すると、成果 3 の達成レベルは中間レビュー時点で順調である。成果 3 で対象にしている研究は大きく分けて 4 つあり、各指標はそれぞれの研究内容を踏まえて細かく設定されている。各研究は順調に進んでおり、成果 3 はプロジェクト終了までに達成されることが見込まれる。ただし、本成果の指標は他の成果の指標に比べてあまりに細分化されており、研究従事者以外に各指標の内容及び達成レベル等を判断することは難しく、再度指標内容を見直すことが望まれる。

表 8 成果 4 の指標と結果

成果 4 ビジネスモデルの有効性と研究成果が、サバ州政府と内外の資本家・企業により広く共有され認知される。

指標	現時点での結果
4-1 本事業のビジネスモデルと研究成果に関するワークショップ、セミナー、見本市等が開催される。	- これまでに以下のワークショップまたはセミナーが開催された。 1) 2014 年 1 月に東京で開催されたプロジェクトの概要を紹介するワークショップ 2) 2014 年 7 月にコタキナバルで開催されたパイロットプラントの設置及びプロジェクトに関するワークショップ 3) 2014 年 12 月に福岡で開催されたプロジェクトの紹介セミナー 4) 2015 年 11 月にクアラルンプールにおいて ACB の一企画として開催された「SATREPS 技術のアップデート」セミナー

4-2 少なくとも、企業、投資家が全部で100社以上、これらイベントに参加する。	<ul style="list-style-type: none"> - 上記のワークショップ及びセミナーに参加した企業・団体の数は、以下のとおり。 1) 東京でのワークショップ：36 2) コタキナバルでのワークショップ：5 3) 福岡でのセミナー：22 4) クアラルンプールでのセミナー：35 (計 98社)
4-3 これらイベントがマスメディアの報道の対象になる。	<ul style="list-style-type: none"> - 上記すべてのイベントにマスメディアが参加している。 - コタキナバルで開催されたワークショップについて、「Daily Express」「Borneo Post」に記事が掲載された。 - クアラルンプールで開催されたセミナーについて、マレーシア国営ニュース通信社の「BERNAMA」に記事が掲載された。

上記の指標結果から判断すると、成果4の達成レベルは中間レビュー時点で順調である。指標4-1、4-2、4-3とも順調に進捗しており、成果4はプロジェクト終了までに達成されることが見込まれる。

2-4 プロジェクト目標の達成見込み

プロジェクト目標の達成見込みについても、成果の達成状況と同様、主にプロジェクト目標に設定された指標の結果からその達成見込みを判断する。

プロジェクト目標における指標と現時点での結果を以下に示す。

表9 プロジェクト目標の指標と結果

プロジェクト目標 パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルがケニンガウで開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される。

指標	現時点での結果
1. 少なくとも5社が本事業提案のビジネスモデルや投資モデルに基づいて現実に投資を考え始める。	<ul style="list-style-type: none"> - ビジネスモデル及びモデル投資計画書ともまだ作成されていないため、投資を検討している企業・投資家はまだいない。
2. 少なくとも2社が本事業で達成された研究結果や新技術の利活用を表明する。	<ul style="list-style-type: none"> - 成果3で行っている各種研究の成果や新技術に対し、現在数社の企業が関心を示している。
3. 本事業の課題やトピックスに関連した査読付き学术论文を50報以上出版する。	<ul style="list-style-type: none"> - これまでに本プロジェクトの研究に関連した学术论文等が40報掲載された。
4. 本事業の課題やトピックスに関連した研究によって10人以上の博士、10人以上の修士を輩出させる。	<ul style="list-style-type: none"> - これまでに8人のマレーシア人学生が、関連研究により九州工業大学及びUPMにおいて博士の学位を取得し(それぞれ4人)、現在7人が博士課程を履修中である。

上記の指標結果から判断すると、プロジェクト目標の達成レベルは中間レビュー時点で進行中といえる。指標3及び指標4の達成レベルは順調であり、プロジェクト終了までに達成されることが見込まれるが、指標1及び指標2の達成は指標3及び指標4の達成を踏まえて実現されるものであり、これらの指標を達成することがプロジェクト目標の最終的な達成において重要である。

ただし、上記の指標のうち、指標1及び指標2はプロジェクト開始当初のPDMの指標として設定されていたものであるが、指標3及び指標4については、プロジェクトの途中に行われたPDM改訂の際に、もともと成果3に設定されていた指標がプロジェクト目標の指標に移された(移動に伴い目標値も変更されている)。加えて、同改訂によりプロジェクト目標の指標の一つが上位目標の指標

に移され、もともと上位目標に設定されていた指標は削除された。これら PDM の改訂内容については事項の「2-5 実施プロセス」のところで詳述するが、もともと成果指標として設定されていた指標 3 及び指標 4 がプロジェクト目標に移動されたことにより、成果レベルの指標によってプロジェクト目標の達成を測定することとなり、現行の 4 つの指標がいびつな構造になっている点是否めない。

2-5 実施プロセス

(1) プロジェクトの運営体制

本プロジェクトの実施機関は、マレーシア側が UPM、UMS、サバ州 NRO、日本側は九州工業大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、九州大学から成る。プロジェクトで研究しているテーマは大きく分けて「排出ゼロ（ゼロ・ディスチャージ）」「生物多様性」の二つのコンポーネントから成り、さらに 4 つのサブ・プロジェクトに分けられる。これらのサブ・プロジェクトの内容と主要担当実施機関を以下に示す。

表 10 サブ・プロジェクトの内容と主要担当実施機関

サブ・プロジェクト	主要担当機関
1. パーム油搾油工場から排出されるアブラヤシ由来のバイオマスを前処理・糖化工程を経て糖化液に変換し、糖化液からナノファイバー、バイオコンポジットを生産する研究	UPM、九州工業大学、産業技術総合研究所
2. アブラヤシ由来のバイオマスからバイオ炭及びバイオ吸着剤を生産する研究	UPM、九州工業大学
3. アブラヤシ由来のバイオマスを使用したバイオコンポスト及びバイオ肥料の生産性を向上させ、嫌気性のパーム油廃液処理汚泥を生物学的特性と微生物共同体の決定に活用する研究	UPM、九州工業大学
4. 生物多様性を計測するための指標となる種を特定し、排出ゼロの効果を測定する研究	UMS、UPM、九州大

プロジェクト開始前に締結された R/D によると、本プロジェクト全体における運営体制として、JCC 及びプロジェクト管理委員会（Project Management Committee : PMC）が設定されており、JCC、PMC とも、上記の実施機関メンバーに加え、マレーシア連邦政府及びサバ州政府の関連機関やパーム油産業団体等、多くの関係機関により構成されている。JCC 会議はこれまで 2 回、2014 年 10 月と 2015 年 2 月に開催されており、プロジェクトの進捗状況や課題等が委員会メンバーの間で共有され話し合われているものの、PMC 会議はこれまで開催されていない。これらの会議の他に、UPM の研究者間やサブ・プロジェクトのメンバー間では少なくとも月に 1 回、定期的な会合が開かれているが、UPM 及び UMS の研究者、また九州工業大学、九州大、産業技術総合研究所の研究者同士で集まる機会はほとんどなく、互いの研究内容について協議したり進捗状況を共有したりする機会がない状態となっている。

(2) PDM の改訂

本プロジェクトでは、2015 年 2 月の第 2 回 JCC 会議の際に PDM が改訂された。主な改訂内容は、治安の悪化によりパイロットプラントの設置場所をキナバタンガン河流域からサバ州西部にあるケニンガウのパーム油搾油工場に変更したことに伴う、上位目標及びプロジェクト目標の文言の修正と生物多様性の研究に係る活動内容の変更、成果 3、プロジェクト目標、上位目標の指標の大幅な変更である。PDM 改訂による各指標の変更内容を以下にまとめる。

表 11 PDM 改訂内容

成果 3 の指標の変更

改訂前 (Ver. 0)	改訂後 (Ver. 1)
3-1 ベースライン調査報告書が作成される。	3-1 ベースラインになる環境調査報告がなされる。
3-2 汚染モニタリングが計画どおりに実施されて、報告書が定期的に作成される。	3-2 ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性への影響を調

<p>3-3 関連する課題に関する研究論文が 6 報以上掲載される。</p> <p>3-4 関連する課題に関して 3 名以上のマレーシア人学生に博士号が、3 名以上に修士号が与えられる。</p>	<p>査するための適切なサンプリング地点が決定され、サンプリングデータが収集される。</p> <p>3-3 ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性の復元への影響が科学的検証される。</p> <p>3-4 ナノ・バイオコンポジットとして利用できるナノファイバー製造における過熱水蒸気の効果が確認される。</p> <p>3-5 パームバイオマスファイバーとプラスチック母体の間のナノサイズの界面の制御が確認される。</p> <p>3-6 ナノ・バイオコンポジットのマスターバッチが提供される。</p> <p>3-7 過熱水蒸気処理などに伴うナノ・スペース (<100nm) の形成と制御とバイオマス由来のナノ・コンポジット性能評価（弾性率対汎用樹脂 50%up）のバイオコンポジットの製造（MFI>5）がなされる。</p> <p>3-8 母材プラと同等以上で 20%以上廉価なバイオコンポジットが供給される。</p> <p>3-9 ナノ・セルロースファイバーの製造法が提案される。</p> <p>3-10 パームバイオマスからの糖化収率が 80%以上になる。</p> <p>3-11 パームバイオマスから製造された炭とコンポジットの品質が向上する。</p>
---	---

プロジェクト目標の指標の変更

改訂前 (Ver. 0)	改訂後 (Ver. 1)
<ol style="list-style-type: none"> 5つ以上の企業と投資家が、ビジネスモデル提案書とモデル投資計画書を基に、具体的な投資のためのフィージビリティ調査を開始する。 2つ以上の企業が、成果3の研究成果を具体的に活用したいと表明する。 プロジェクトの成果・各種報告書等が、政策レベルで行政の意思決定者によって議論される。 	<ol style="list-style-type: none"> 少なくとも 5 社が本事業提案のビジネスモデルや投資モデルに基づいて現実に投資を考え始める。 少なくとも 2 社が本事業で達成された研究結果や新技術の利活用を表明する。 本事業の課題やトピックスに関連した査読付き学術論文を 50 報以上出版する。 本事業の課題やトピックスに関連した研究によって 10 人以上の博士、10 人以上の修士を輩出させる。

上位目標の指標の変更

改訂前 (Ver. 0)	改訂後 (Ver. 1)
<ol style="list-style-type: none"> パーム油産業を起因とした汚染が政府基準を下回る。 グリーン経済推進により、パーム油産業で新規雇用が創出される。 	<ol style="list-style-type: none"> 本事業で提案され、あるいは、啓発された技術が、少なくとも 2 社のパーム油産業で採用される。 本事業で提案され、あるいは、啓発された技術が、投資家の主導により、10 社のパーム油工場で採用される。 本事業の成果の活用がマレーシア・サバ州の関係行政機関により議論され始める。

本 PDM 改訂により、プロジェクト目標や上位目標は表現の修正のみで実質的な内容は変更されなかったが、上記のとおり成果 3 の指標が細分化され、「2-4 プロジェクト目標の達成見込み」でも述べたように、改訂前の成果 3 の指標 3-3 及び指標 3-4 がプロジェクト目標の指標に移され（目標値も変更）、プロジェクト目標の指標 3 が上位目標の指標に移された。これらの変更は、JICA とともに本プロジェクトを管轄する JST が採用している成果目標の枠組みに合わせて変更されたものであるが、JST の成果目標の枠組みは PDM とは異なる構成になっているため、両者を合わせることでより PDM における指標の設定レベルが移動された。

一つのプロジェクトを管理する上で二つの異なる枠組みが用いられることは混乱の元となるため、両枠組みを合わせるために PDM を改訂したことはプロジェクト側の実施上の努力といえるが、この改訂によって、各目標等の内容は実質変更されなかったものの指標のみが変更されたため、プロジェクト目標の指標の一部に成果レベルの指標が設定されるなど異なるレベルの指標が混在し、また成果 3 の指標が細分化されすぎて研究従事者以外に達成の判断が困難になるなどの不都合が生じることになった。

2-6 効果の発現を促進した要因

本プロジェクトでは以下の促進要因があった。

(1) プロジェクト開始以前から行われていたアブラヤシ由来のバイオマス利用に関する先行研究の存在

UPM と九州工業大学は、本プロジェクトが開始される前からアブラヤシ・バイオマスの利用について長年研究を行っており、本研究内容に関して既に多くの知識・ノウハウの蓄積があった。これら先行研究の存在、共同研究を実施してきた UPM 及び九州工業大学の研究者間の良好なコミュニケーション、また UMS、九州大学、産業技術総合研究所による確実な研究実績の積み重ねが、特に成果 3 の順調な達成に貢献している。

2-7 効果の発現を阻害した要因

一方、本プロジェクトでは以下の阻害要因がみられた。

(1) 当初のパイロットサイトにおける治安状況の悪化

本プロジェクトの R/D では、パイロットプラントはサバ州のキナバタンガン河流域のパーム油搾油工場に設置されることが計画され、候補のパイロットサイトとしてサバ州東部のサンダカン近くの工場が決められていた。しかしながらプロジェクト開始後、サンダカンを含むサバ州東部の治安状況が急激に悪化し、それに伴いパイロットサイトも別の場所に変更せざるを得なくなった。代替サイトを探した結果、サバ州政府から西部のケニンガウにあるパーム油搾油工場を紹介され、同工場は、当時サバ州西部にある工場の中でプラントの設置が唯一可能な工場であった。

この治安悪化によるパイロットサイトの変更により、成果 1 におけるプラントの設置及びゼロ・ディスチャージ実験の実施が遅延する原因となった。加えて、NRO 及びプロジェクトはケニンガウのパーム油搾油工場を見つけ、プラント設置を依頼・決定するために多くの努力を払ったが、実験を管理する UPM の研究者・学生にとって同工場へのアクセスは悪く、管理を行う上でより多くの時間とコストがかかる原因となっている。

(2) 詳細設計に必要なデータ・情報の不足に伴うパイロットプラントの建設工事開始の遅延

パイロットプラントの建設にあたって、プラントの詳細設計調査の際、設計内容が確定した段階で建設費が当初の予算内に収まらず、設置機材のいくつかの仕様を変更せざるを得なくなった（ヤシ空果房破碎機及びヤシ空果房プレスの設置取りやめ、余剰ガス燃焼装置の取りやめ、廃蒸気からのエネルギー・水回収システムの調達手段の変更など）。これに伴い、プラント建設工事の開始も遅延することとなった。この理由は、詳細設計調査前の段階でプロジェクト側から提供された情報が不十分であったため、当初想定された予算の根拠がほぼないに等しく、調査によって初めて必要な予算が明らかになったことと、調査中もプロジェクト側からタイムリーなデータ・情報が提供されなかったことによる。

第3章 項目評価

3-1 妥当性

本プロジェクトの妥当性は、以下の理由から「おおむね高い」といえる。

(1) マレーシアの開発計画との整合性

本プロジェクトは、マレーシア連邦政府及びサバ州政府のパーム油産業振興及び生物多様性保全に関連した政策に合致している。

マレーシアの現在の国家開発計画である「第10次マレーシア計画（10th Malaysia Plan）」（2011年～2015年）において、10のビッグアイデアの一つに「環境資源の価値化」が位置づけられ、同計画では国家を高所得経済へ転換するための「5つの推進力」が特定されており、その一つが「生活の質を向上する環境づくり」となっている。また、同計画において、パーム油産業は12の「国家重要経済分野」の一つに位置づけられている。

サバ州の開発計画である「サバ州開発及び発展の指針（Direction of Sabah State Development and Advancement）」では6つのアジェンダが示され、その一つである経済アジェンダにおいて、経済開発を達成しながらも健全な生態系を支える自然資源保全のために特定の地域を保存することが示されている。この指針に則って「サバ生物多様性戦略（Sabah Biodiversity Strategy）」や「サバ環境政策（Sabah Environmental Education Policy）」などの環境や生物多様性保全に関する政策が打ち出されている。また、現在作成中の「サバ州の戦略的長期行動計画（Sabah's Strategic Long Term Action Plan）」（2016年～2035年）においても、サバ州の開発を経済、社会、環境面から進めることが明記されている。

さらに、連邦政府及びサバ州政府はバイオマスの有効利用についても支援しており、「国家バイオマス戦略 2020: マレーシアのバイオマス産業における新しい富の創出（National Biomass Strategy 2020: New Wealth Creation for Malaysia's Biomass Industry）」「サババイオマス産業開発計画（Sabah Biomass Industry Development Plan）」などを策定している。

(2) マレーシア政府の開発ニーズとの整合性

上記の計画や政策の下、マレーシア連邦政府及びサバ州政府は、アブラヤシ由来のバイオマスや余剰エネルギーなどを有効活用することにより、パーム油産業の持続的な発展を促進させる必要があり、本プロジェクトの内容はこの持続的発展の促進に貢献するものである。

(3) 日本の対マレーシア援助政策との整合性

本プロジェクトは、日本の対マレーシア援助政策にも合致している。

「対マレーシア国別援助方針」（2012年4月策定）及び「対マレーシア事業展開計画」（2014年4月策定）において、援助の基本方針として「協力パートナーとしての関係構築」「東アジアの地域協力の推進」が掲げられており、重点分野の一つとして「先進国入りに向けた均衡のとれた発展の支援」が挙げられている。マレーシアが2020年を目標に先進国入りを目指していることも踏まえ、行政能力向上、産業人材育成を含む高等教育、インフラ整備、エネルギー等、更なる経済成長に資する支援とともに、環境保全、社会的弱者支援等、社会の安定に資する支援につき官民連携の観点も考慮しつつ実施する。これらにより相互に利益を増進し、マレーシアの発展が地域のモデルとなるような支援を行うことが明記されている。本プロジェクトはこの方針に沿っている。

(4) プロジェクトのデザイン・アプローチの適切性

本プロジェクトは「ゼロ・ディスチャージ実験を踏まえて提案するビジネスモデルの開発」及び「生物多様性保全」の二つの目的で構成されている。かかる中、上位目標は「パーム油産業の廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含む関連地域の生物多様性が保全され、パーム油産業がグリーン経済として進行する」となっている。しかしながら、生物多様性保全とパーム油産業振興の関係性については、むしろ、パーム油産業がグリーン経済として進行することで、生物多様性保全が促進されるものであり、プロジェクト目標の二つの目的との関連では、ビジネスモデルの開発が汚染物質軽減に資するものであり、汚染物質の軽減により、生物多様性保全が促進されることが期待される。よって、プロジェクトの効率的な実施が上位目標達成

の見込み（インパクト）へのアプローチとなるように、第4章「4-2 提言」に記載の通り、上位目標を妥当な内容に変更すべきである。

3-2 有効性

本プロジェクトの有効性は、以下の理由から「中程度」と見込まれる。

本プロジェクトの成果1に係る活動は2015年12月下旬から本格的に実施され、成果2に係る活動もまだ実施されていないため、中間レビュー時点で本プロジェクトの有効性を判断することは難しい。成果3におけるアブラヤシ・バイオマスと余剰エネルギーの有効利用に関する研究は順調に進んでいるものの、プロジェクト目標を達成するためには成果1及び成果2の達成、すなわちプロジェクトで開発した新技術及び研究成果を基にしたビジネスモデルの提案を達成することが重要である。よって、プロジェクトの有効性及びプロジェクト目標の達成は、パイロットプラントでのゼロ・ディスチャージ実験の順調な完遂と実験結果を基にした実行可能なビジネスモデルの作成により実現される。

さらに、プロジェクトの成功は、今後プロジェクトで開発された新技術や提案されたビジネスモデルを実際に採用する一般企業、投資家、またパーム油企業自身を獲得できるかによる。パイロットプラントでの実験が順調に行われたとしても、現場で実際にこれらの技術を活用する企業、投資家、パーム油企業の参画なくしてプロジェクト目標の達成は実現できず、今後本プロジェクトの有効性は、この観点から判断すべきである。

3-3 効率性

本プロジェクトの効率性は、以下の理由から、「やや低い」部分があるが、今後は改善する見込みである。

効率性は、インプット（投入）に対する成果の産出状況により判断される。第2章「2-1 投入実績」で述べたように、本プロジェクト前半では日本側・マレーシア側双方から計画に沿った量の投入がなされ、2-3のとおり成果を産出した。

重要な投入であるパイロットプラントは、治安上の理由によるサイト変更のため、設置が大幅に遅延した。このため、同投入を前提とした成果1及び成果2の活動実施は当初の計画より遅れており、両成果の達成レベルは中間レビュー時点で低いといえる。ただし、プロジェクトとしては、後半期間において両成果の活動を加速的に実施することにより遅延を挽回することとしており、これによって効率性も向上することが見込まれる。

パイロットプラントが設置されたケニンガウのパーム油搾油工場は、当初計画地に比べてアクセスが悪いため、移動時間とコストが余計にかかる点がプロジェクトの一部関係者から指摘された。しかし、治安上の理由によるサイト変更及び同変更により生じたアクセスの問題は、プロジェクト実施上、不可抗力な外部環境変化によるものである。所与の条件の中で関係者が最大限の努力をし、他の選択肢がない中で新サイトを決定した点は勘案する必要がある。同工場は、オーナーを含む関係者がプロジェクト活動に協力的であり、同工場の選定自体は適切であったといえる。

なお、パイロットプラントの一部であるバイオ炭製造に使用する燃焼器と煙突を含む炭化炉機材一式に関し、燃焼器に設置された煙突の不具合によって燃焼器から排出される煙が大量にパーム油搾油工場内に流れ込む事態となり、他にも機材システム内への地下水の流入等、いくつかの問題が生じたため、その修理のために追加のコストがかかることになった。

3-4 インパクト

本プロジェクトのインパクトは、以下の理由から「中程度」と見込まれる。

中間レビュー時点において、本プロジェクトの上位目標の将来的な達成見込みを予測することは難しいが、現在のプロジェクトの目的、すなわちプロジェクト目標をベースに考えると、プロジェクト終了後3年から5年で本上位目標を達成できる見込みは比較的低いといえる。上位目標は「パーム油産業の廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含む関連地域の生物多様性が保全され、パーム油産業がグリーン経済として振興する」であり、以下の3つの指標が設定されている。

1. 本事業で提案され、あるいは、啓発された技術が、少なくとも2社のパーム油産業で採用される。
2. 本事業で提案され、あるいは、啓発された技術が、投資家の主導により、10社のパーム油工場で採用される。
3. 本事業の成果の活用がマレーシア・サバ州の関係行政機関により議論され始める。

プロジェクト目標は「パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルがケニンガウで開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される」であり、本目標を終了までに順調に達成できれば、プロジェクト終了後に上記の3つの指標を達成することは可能であるといえる。しかし一方で、これら3つの指標を達成できたとしても、上位目標の達成には直接つながらないともいえる。

指標1及び指標2に関し、これらの指標が達成され、パーム油工場10社や企業・投資家2社がプロジェクトで提案された技術を採用したとしても、以下の二つの理由により、上位目標であるサバ州の関連地域における生物多様性の保全には必ずしもつながらないといえる。1点目として、パイロットプラントにおけるゼロ・ディスチャージ用の実証実験にはバイオマス利用などさまざまな技術が活用されており、採用するパーム油搾油工場は、例えばバイオコンポスト製造の技術のみ採用するかもしれない、必ずしも廃液利用の技術を採用するとは限らない。2点目として、投資家はサバ州以外の半島にあるパーム油搾油工場を投資先として選定するかもしれない、サバ州の工場を対象にするとは限らない。このようにいずれのケースとも、本プロジェクトによる提案技術が実際に採用されたとしても、サバ州におけるパーム油工場廃液汚染の軽減やそれによる生物多様性保全にはつながらないといえる。

指標3に関しては、プロジェクトの成果に関してサバ州の関係行政機関により議論が行われたとしても、この場合もサバ州内において廃液汚染の軽減を行うパーム油搾油工場の数の自動的な増加にはつながらない。サバ州政府がプロジェクトへの支援としてできることは、州内のパーム油搾油工場に対して本提案技術を広く紹介していくことであり、現在のところ、廃液汚染軽減の技術を採用する企業の数を増やすための対策は行われていない。

このように、現在の上位目標の内容はプロジェクト目標から乖離しており、プロジェクト目標を終了までに達成したとしても、将来上位目標を達成することは難しいといえる。よって、上位目標の文言は「マレーシアのパーム油産業においてグリーン経済が振興し、パーム油廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含むサバ州の関連地域の生物多様性保全に貢献する」など、より適切な表現に変更することが望ましい。

一方、環境や社会配慮面に関して、これまで本プロジェクトによる深刻な負の影響については報告されておらず、今後もプロジェクトの残り期間でマイナスのインパクトが生じることは現時点で考えにくい。パイロットプラントの試運転の際、炭燃焼器から排出された煙がパーム油搾油工場に流れ込み、現地の排出基準値を上回る状況が生じているが、本状況についてはプラントの本格稼働実施までに、燃焼器に設置した煙突を長くすることにより解決を図ることになっている。

3-5 持続性

本プロジェクトの持続性は、以下の理由から「おおむね高い」と見込まれる。

(1) 政策・制度面

マレーシアにおけるパーム油産業の持続的な発展及び生物多様性保全に関し、両者とも国の重要な政策であることから、連邦政府・サバ州政府を含むマレーシア政府は今後も本プロジェクトの研究テーマを支持し続けることが見込まれる。

(2) 組織・体制面

本プロジェクトの実施機関のメンバーはUPM及びUMSの研究スタッフから成るため、プロジェクト後も彼らが自身の関連研究を続けることは既定路線である。彼らが今後研究を続けていく上で特別な体制を構築する必要はないため、プロジェクト後の組織・体制面の持続性に関して、現在懸念事項は見当たらない。一方、プロジェクト実施中のパイロットプラントのモニタリングを担当するアシスタントについては、早急に雇用する必要がある。同時に、プロジェクト後のパ

イロットプラントの継続利用に関する複数の選択肢につき、プロジェクト専門家と相談の上、主に UPM が主導してプラントの活用主体・条件等を検討し始める必要がある。

(3) 財務面

プロジェクト期間中、マレーシアの教育省・高等教育局から本プロジェクトの研究に対してかなりの額の予算が配賦されることが決定し、通常、大学の研究事業に与えられる予算の 10 倍程の予算が付けられた。この好条件により、プロジェクト期間中及びその後数年間、UPM 及び UMS による本研究の継続実施は財務的に保証されている。加えて、プロジェクトで開発・提案された各種技術が今後企業や投資家に実際に採用された場合、研究継続用に別の資金が得られることになる。

(4) 技術面

技術面に関しても、本プロジェクトの研究従事者は既に担当の研究事業を継続するのに十分な知識・スキルを備えており、また現在、研究を行うにあたって技術的な問題も報告されていないため、各研究の技術面についての懸念はない。プロジェクトの実施により、研究生及び博士・修士課程学生の人材育成が順調に進められており、彼らは将来的にアブラヤシ・バイオマスの有効利用及び生物多様性に関する研究を継続・発展させる有力な候補者となっている。一方、ゼロ・ディスチャージ実験の結果分析に関し、担当スタッフは分析用のデータ収集を適切に行うための知識・スキルを備える必要がある。

第4章 結論

4-1 結論

本中間レビュー調査における上述の検証の結果、本プロジェクトは当初のパイロットサイトにおける治安状況悪化に伴うサイトの予期せぬ変更により、一部のプロジェクト活動の実施が遅延しているものの、おおむね計画どおりに進んでいることが確認された。2015年12月から新しいパイロットサイトにおいて、ゼロ・ディスチャージ実験のためにパイロットプラントの本格稼働が開始されることになっており、プロジェクト関係者は、実験の遂行及び実験結果に基づいたビジネスモデルの作成に向けて、残りのプロジェクト期間で活動を加速的に実施していく必要がある。

4-2 提言

上記の調査結果に基づき、中間レビュー調査団は以下のとおり提言を行った。

- (1) ゼロ・ディスチャージ実験用のパイロットプラントのモニタリングを担当するアシスタントの早急な雇用及びUPM研究者・学生による配置計画の作成
パーム油搾油工場におけるパイロットプラントの最後の試運転は、2015年11月24日に開始され12月18日に完了する予定である。プラントの設計・積算・施工監理を担当した日本人コンサルタントによりプラントの実験管理に関する技術指導が直接行われるのはこの試運転の期間が最後になるため、プラントの運転チェック及びデータ収集等を担当する適切なアシスタントを試運転開始までに至急確保する必要がある。また、現在UPMの研究者2名と学生4名がローテーションを組んでこれらの作業を行う計画になっているが、これら6名体制によるローテーションの計画も早急に作成する必要がある。
- (2) 財務分析及びゼロ・ディスチャージ用ビジネスモデルのためのモデルビジネス投資計画書の作成を行う専門要員の確保
パイロットプラントの本格稼働後、財務分析及びゼロ・ディスチャージ用ビジネスモデルのためのモデルビジネス投資計画書の作成を行う専門要員を割り当てる必要がある。プロジェクトは、これらの業務を実施するのにふさわしい関連学位及び業務経験を持つ適切な人員もしくはローカルコンサルタントを見つけ、遅くとも2016年6月には提案ビジネスモデルの財務分析作業に取りかかる必要がある。
- (3) マレーシア側及び日本側の研究者間におけるインフォーマルな会議の設定
これまでのプロジェクト期間中、UPM及びUMSの研究者の間ではそれぞれ会合や会議が定期的かつ頻繁に開かれているが、UPM、UMS及び日本側の研究者が一堂に会する機会はほとんどないことが指摘された。プロジェクト全体の理解を深めるためにも、プロジェクトに関わる研究者が一堂に会し、互いの研究内容の紹介や報告、意見交換を行う機会を持つことは有用であり、これらの関係者が集まるインフォーマルな会議を年2回程設けることが望ましい。
- (4) パーム油搾油工場のパイロットプラントに係るプロジェクト終了後の運営管理計画の作成
ケニンガウのパーム油搾油工場に設置されたパイロットプラントは、プロジェクトの残り期間中、ショーケース設備として実証実験用に活用される。プロジェクト終了後のプラントの活用に関し、所有権を含め、だれがどのようにプラントを適切に活用・運営していくのかについて、UPMを中心として、工場のオーナーを含むプロジェクトメンバーの間で妥当な方法を検討し始める必要がある。
- (5) PDMの改訂
プロジェクト目標と上位目標の文言に関し、以下のとおり表現内容を変更するため、現行のPDM (Ver. 1) を改訂することを提案する。なお、「2.5 実施プロセス」で述べたように、現PDMは第2回JCC会議の際に改訂・承認されたが、次回のJCC会議で再度PDMの改訂を議論・承認する際、本提言における改訂案以外にも、特に指標の内容を見直し、改訂内容に反映させることが望まれる。

プロジェクト目標

改訂前	パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルがケニンガウで開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される。
改訂後	パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルが開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される。

上位目標

改訂前	パーム油産業の廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含む関連地域の生物多様性が保全され、パーム油産業がグリーン経済として振興する。
改訂後	マレーシアのパーム油産業においてグリーン経済が振興し、パーム油廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含むサバ州の関連地域の生物多様性保全に貢献する。

4-3 教訓

本中間レビュー調査において、以下の教訓を得た。

(1) SATREPS 案件の運営・実施監理及び評価方法についての再考

本プロジェクトは SATREPS 案件であり、JICA と JST により実施されている。当該案件では、JICA はプロジェクトの枠組みとして技術協力プロジェクトで作成する PDM を使用し、一方、JST は PDM とは異なる成果目標の枠組み（成果目標シート）を使用している。プロジェクトで作成する報告書も JICA 用と JST 用で異なり、JICA に提出する報告書は PDM の構成を基に作成するが、JST に提出する報告書は成果目標シートの構成に沿って作成する。よって、両方で報告書の様式が異なるだけでなく、プロジェクトの枠組み自体が異なるため、JICA 用報告書における PDM のプロジェクト目標や成果の内容と、JST 用報告書における研究題目の内容が一致せず、報告書を作成する上でも参照する上でも混乱が生じる原因となっている。

加えて、本プロジェクトでは両方で異なる枠組みを合わせようとして PDM が改訂されたが、各成果や目標の内容自体は実質変更されなかったものの、指標のみ JST の枠組みに合わせて大幅に改訂され、JST の枠組みと共通する成果の指標が細分化されたほか、本来、成果やプロジェクト目標の指標として設定されていた指標の一部がそれぞれプロジェクト目標、上位目標の指標に移され、目標とは異なるレベル設定の指標が存在することになった。

このように一つのプロジェクトに対し別の枠組みが用いられることは、プロジェクトの実施側にとっても監理側にとっても支障が生じ、プロジェクトの運営・実施監理上の弊害となる。さらに現在、SATREPS 案件も他の JICA の技術協力プロジェクトと同様の形式で評価調査を行っているが、異なる枠組みを持つ案件に対して他の案件と一律に同じ手法で評価を行うことは適切とはいえない。JICA は JST と協議してプロジェクトの枠組みを統一させ報告書も統一化を図るなど、SATREPS 案件の運営・実施監理、また評価のやり方について再考することが必要である。

付 属 資 料

- 資料 1 PDM ver. 1 (案) 和訳
- 資料 2 中間レビューレポート
- 資料 3 調査結果要約

SATREPS 生物多様性保全のためのパーム油産業によるグリーン経済の推進プロジェクト PDM Ver.1.0

(2015.2.16 採択) 和訳

プロジェクトの要約	指標	活動
<p>上位目標： パーム油産業の廃液による汚染物質の軽減により、キナバタンガン河流域を含む関連地域の生物多様性が保全され、パーム油産業がグリーン経済として振興する。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本事業で提案され、あるいは、啓発された技術が、少なくとも2社のパーム油産業で採用される。 2. 本事業で提案され、あるいは、啓発された技術が、投資家の主導により、10社のパーム油工場で採用される。 3. 本事業の成果の活用がマレーシア・サバ州の関係行政機関により議論されはじめる。 	
<p>プロジェクト目標： パーム油産業が持続可能なグリーン産業に変容するために、革新的な知見と実行可能な技術によるビジネスモデルが開発され、潜在的ユーザーによって肯定的に共有される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 少なくとも5社が本事業提案のビジネスモデルや投資モデルに基づいて現実に投資を考えはじめる。 2. 少なくとも2社が本事業で達成された研究結果や新技術の利活用を表明する。 3. 本事業の課題やトピックスに関連した査読付き学術論文を50報以上出版する。 4. 本事業の課題やトピックスに関連した研究によって10人以上の博士、10人以上の修士を輩出させる。 	
<p>成果1： パーム油搾油工場に設置されるゼロ・ディスチャージ試験設備において、バイオマス・余剰エネルギーのエネルギー効率改善を通してゼロ・ディスチャージの効果が実証される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1-1 ゼロ・ディスチャージを目指したショーケース設備が実際に稼働するパーム油工場に設置され、運転される。 1-2 ショーケース設備の運転記録が残り、適切に管理される。 1-3 余剰のエネルギー、バイオマス、高温蒸気、メタンガスが有効に利用されることが示される。 1-4 バイオコンポジット、炭、コンポスト 	

	<p>が余剰のバイオマスから製造できることが示される。</p> <p>1-5 ショーケース設備で排出された水が完全にリサイクルできることが示される。</p>	<p>1-5. ゼロ・ディスチャージ・ショーケース設備の運転をする。</p> <p>1-6. 運転・指標に関するデータ収集をする。</p> <p>1-7. データ分析とゼロ・ディスチャージの有効性の検証をする。</p> <p>1-8. 将来的な商業プラントへの適用のための操作・維持管理のモデルを策定する。</p>
<p>成果2： ビジネスモデルの有効性が検証され、余剰バイオマスと余剰エネルギーから新しい産業が創出される。</p>	<p>2-1 有効なビジネスモデルと投資モデルが費用便益分析法に基づいて提案される。</p> <p>2-2 余剰バイオマスによって作られた製品が試供品として提供される。</p>	<p>2-1. 成果1のゼロ・ディスチャージ分析結果を関連企業・団体と精査する。</p> <p>2-2. 潜在的ビジネスモデルのための費用対効果分析を行う。</p> <p>2-3. 関連企業・団体とビジネスモデルの利益性を検証する。</p> <p>2-4. モデルビジネス提案書・モデル投資計画書を策定・修正する。</p> <p>2-5. ゼロ・ディスチャージ・ショーケース設備からの温室効果ガス削減効果を検証する。</p>
<p>成果3： パーム油搾油工程に起因する環境負荷軽減のためのパーム・バイオマスとエネルギーの有効活用に関する革新的な研究が進む。</p>	<p>3-1 ベースラインになる環境調査報告がなされる。</p> <p>3-2 ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性への影響を調査するための適切なサンプリング地点が決定され、サンプリングデータが収集される。</p> <p>3-3 ゼロ・ディスチャージの結果（ショーケース設備での再生水）の生物多様性の復元への影響が科学的に検証される。</p> <p>3-4 ナノ・バイオコンポジットとして利用できるナノファイバー製造における過熱水蒸気効果が確認される。</p> <p>3-5 パームバイオマスファイバーとプラスチック母体の間のナノサイズの界面の制御が</p>	<p>3-1. 共同研究チームの形成と方法論を決定する。</p> <p>3-2. パーム油搾油工場の影響を受けた水生システムの生物多様性と生態のベースライン調査を行う。</p> <p>3-3. 水質の定期モニタリングの実施、結果分析と報告書作成を行う。</p> <p>3-4. パーム油搾油工場の生物多様性への影響を調査する。</p> <p>3-4-1 水質と微生物多様性の相関関係を調べる。</p> <p>3-4-2 最終廃液の化学・微生物学的特性を調べる。</p> <p>3-5. 余剰バイオマスと廃水/熱蒸気の有効活用に関するさまざまな基礎研究を行い、実施を検討する。</p>

	<p>確認される。</p> <p>3-6 ナノ・バイオコンポジットのマスターバッチが提供される。</p> <p>3-7 過熱水蒸気処理などに伴うナノ・スペース (<100nm) の形成と制御とバイオマス由来のナノ・コンポジット性能評価 (弾性率対汎用樹脂 50%up) のバイオコンポジットの製造 (MFI>5) がなされる。</p> <p>3-8 母材プラと同等以上で 20%以上廉価なバイオコンポジットが供給される。</p> <p>3-9 ナノ・セルロースファイバーの製造法が提案される。</p> <p>3-10 パーム・バイオマスからの糖化収率が 80%以上になる。</p> <p>3-11 パーム・バイオマスから製造された炭とコンポストの品質が向上する。</p>	<p>3-5-1 パーム・バイオマスからのコンポストの質向上のための研究、すなわち次世代 DNA シンセサiser を利用した有益な微生物の特定をする。</p> <p>3-5-2 前処理、糖化、EFB、メソカープファイバーからの付加価値物質に関する研究をする。</p> <p>3-5-3 山仙炭化炉を使用した炭化とエネルギー生成に関する研究をする。</p> <p>3-6. ナノ技術を活用したバイオプラスチック素材の生産と民間企業への提供をする。</p> <p>3-6-1 EFB とメソカープファイバーからのナノファイバー製造技術の研究開発と企業へのサンプル提供、セルロースナノファイバー素材製造の研究開発を行う。</p> <p>3-6-2 ナノ・インターフェース、過熱水蒸気処理技術を使用して汎用プラスチックより高密度でナノスペースを有するナノファイバー製造の研究開発とマスターバッチ作成、及び廉価で供給できる、母材プラスチックと同等あるいはより品質の高いバイオコンポジットの開発を行う。</p>
<p>成果 4 : ビジネスモデルの有効性と研究成果が、サバ州政府とマレーシア国内外の投資・企業により広く共有され認知される。</p>	<p>4-1 本事業のビジネスモデルと研究成果に関するワークショップ、セミナー、見本市等が少なくとも年 2 回開催される。</p> <p>4-2 少なくとも、企業、投資家が全部で 100 社以上、これらイベントに参加する。</p> <p>4-3 これらイベントがマスメディアの報道の対象になる。</p>	<p>4-1. ビジネスモデルやモデル投資計画書、研究成果に関するワークショップ・セミナー・見本市などを実施する。</p> <p>4-3. SDBEC と協力し、現地政府の能力向上と開発した技術の利用促進を行う。</p> <p>4-4. メディアを通じた広報を実施する。</p>

MID-TERM REVIEW REPORT
ON
THE PROJECT
ON
PROMOTION OF GREEN ECONOMY WITH PALM OIL
INDUSTRY FOR BIODIVERSITY CONSERVATION

NOVEMBER 2015

Table of Contents

1. INTRODUCTION	- 1 -
1.1 Purposes of Mid-Term Review	- 1 -
1.2 Members of Mid-Term Review Team	- 1 -
1.3 Schedule of Mid-Term Review	- 1 -
1.4 Method of Review	- 1 -
1.5 Outline of Project	- 2 -
2. PROGRESS OF THE PROJECT	- 4 -
2.1 Inputs	- 4 -
2.2 Activities	- 4 -
2.3 Outputs	- 5 -
2.4 Project Purpose.....	- 8 -
2.5 Implementation Process	- 9 -
3. EVALUATION RESULTS BY FIVE EVALUATION CRITERIA	- 11 -
3.1 Relevance	- 11 -
3.2 Effectiveness	- 11 -
3.3 Efficiency	- 12 -
3.4 Impact.....	- 12 -
3.5 Sustainability	- 13 -
4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS	- 15 -
4.1 Conclusion.....	- 15 -
4.2 Recommendations	- 15 -

Annexes

Annex 1	Project Design Matrix (PDM) Version 1
Annex 2	Schedule of Mid-term Review
Annex 3	Inputs Provided
Annex 4	List of Interviewees

1. INTRODUCTION

1.1 Purposes of Mid-Term Review

The purposes of the Mid-term Review are listed as follows:

- (1) To review inputs, activities, and outputs of the Project to date and assess the likelihood of achieving the Project Purpose as well as the Overall Goal in due course;
- (2) To analyse the progress and achievement in reference to the Project Design Matrix (PDM) Version 1.0 (see Annex 1) and the five criteria for evaluation (relevance, effectiveness, efficiency, impact, and sustainability); and
- (3) To discuss measures to be taken for the Project's further improvement and to prepare the Mid-term Review Report.

1.2 Members of Mid-Term Review Team

Name	Title	Organization
Kei Jinnai	Mission Leader	Director, Natural Environment Team 1, Forestry and Nature Conservation Group, Global Environment Dept., JICA
Misa Kemmiya	Mission member	Acting Director, Natural Environment Team 1, Forestry and Nature Conservation Group, Global Environment Dept., JICA
Sawa Hasegawa	Evaluation Analysis	Principal Consultant, Project Management Dept. OPMAC Corporation
Masayuki Kamimoto	SATREPS Evaluation	Assistant to the President, Hirosaki University
Keisuke Kousaka	SATREPS Evaluation	Senior Associate Research Supervisor, Japan Science and Technology Agency

1.3 Schedule of Mid-Term Review

The Mid-term Review was conducted from November 2 to November 20, 2015 (see Annex 2 for the detailed schedule of the Mid-term Review)

1.4 Method of Review

The Review has been designed based on the JICA Evaluation Guideline for SATREPS and to be carried out by the Japanese review members by the methods outlined in the said guideline. The assessment of the achievement with reference to the Master Plan and Plan of Operation (PO) as in R/D signed on 25 September 2013 and of five evaluation criteria, which are defined below, have been conducted.

Some of the key review points included stakeholder coordination, and status of operation and maintenance system of the facility built by the Project and of technology transfer. Status of the preparation of publications and presentations given at the conferences/ workshops were also reviewed as it would serve as an indirect indicator of capacity developed and the potential impact of the Project activities to the wider public.

Summary of Five Evaluation Criteria

Evaluation Criteria	Description
Relevance	The extent of the relevance of the project in reference to the priority and policy of the target group, Malaysia and Japan
Effectiveness	The extent of the achievement of the project purpose
Efficiency	Assessment of the project inputs with reference to project outputs (i.e. appropriateness in terms of timing, volume/ quantity, quality)
Impact	Positive or negative/ intended or unintended changes induced by the project to the society, economy, and natural environment etc.
Sustainability	Assessment of the capacity/ environment surrounding the project/ arrangement to sustain the project outputs in the post project period

1.5 Outline of Project

<Background>

JICA has been implementing environment conservation projects, namely Bornean Biodiversity and Ecosystem Conservation Project (BBEC I and II) and SDBEC in the State of Sabah where these embraces a number of protected areas and forest reserves, which function as important habitats for rare and endangered species. Although palm oil industry is a key industry in Sabah, water pollution has become an issue caused by farm chemicals from the oil palm plantations as well as by treated water discharged from the outdated treatment system of the mills. These factors are considered to have a negative impact on the rich biodiversity in the area. The project was formulated to tackle this issue for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry by promoting green economy.

<Overall Goal>

Green economy is promoted for biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water from the palm oil industry in relevant areas in Sabah, Malaysia including Kinabatangan.

<Project Purpose>

Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.

<Expected Outputs>

Output 1: The effectiveness of zero-discharge is ensured through energy efficiency improvement resulting surplus biomass and excess energy at showcase facilities of zero-discharge established at an oil mill.

Output 2: Viability of business model is verified through the proposed zero-discharge and creation of new industry from surplus biomass and excess energy.

Output 3: The innovative research is pursued on the effective utilisation of palm biomass and energy for the reduction of environmental burden caused by palm oil processing.

Output 4: Validity of business model and the research results are shared extensively and recognised within the Sabah Government and domestic/international investors and firms.

<Project Implementation Period>

21 November 2013 to 20 November 2017 (for four years)

<Implementing Agency>

Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Malaysia Sabah (UMS), Natural Resources Office (NRO) of Sabah State

<Beneficiaries>

Staff members, researchers and students of UPM and UMS; Federal and Sabah Government agencies; and Stakeholders in the palm oil industry in Malaysia

2. PROGRESS OF THE PROJECT

2.1 Inputs

As a whole, inputs from both the Japanese and Malaysian sides have been provided as planned. The summary of inputs provided by both sides is as follows (the details are shown in Annex 3).

(1) Japanese side

Items	Actual Inputs
Dispatch of experts	1 long-term expert in charge of the following assignment - Project coordinator 11 short-term experts in charge of the following assignment - Chief advisor - Environmental development - Biomass utilization - Microbiota analysis method
Provision of equipment	Showcase facilities for zero-discharge (including construction work), vehicle, laboratory equipment for UPM and UMS, etc. RM 4,350,790 in total (Approx. 131 million yen, as of September 2015)
Training in Japan	10 participants in total (as of September 2015)
Operational cost	Approx. RM 212,620 in total (Approx. 6.8 million yen, as of September 2015)

(2) Malaysian side

Items	Actual Inputs
Assignment of counterpart	- 1 Project Manager (Professor of UPM) - 4 Sub-project leaders (Professors and lecturers of UPM and UMS) - Approx. 20 researchers and students of UPM and UMS - 1 officer of Natural Resources Office (NRO), Sabah state
Working environment preparation	Office space, other necessary office facilities and equipment at UPM and UMS each
Operational cost	RM 1.2 million in total (as of August 2015, RM 3 million for 4 years)

2.2 Activities

Out of the project activities specified in PDM and the Plan of Operation (PO), the implementation of activities for Output 1, the establishment of showcase facilities for zero-discharge at a palm oil mill as well as the demonstration experiment of energy efficiency improvement resulting from surplus biomass and excess energy, has been considerably delayed due to a change of location of palm oil mill where the pilot plant (showcase facilities) is to be established and a delay in start of building construction work of pilot plant. Originally the pilot plant was planned to be established at a palm oil mill around the Kinabatangan river, but the location had to be changed to the western part of Sabah state due to the unfavourable security situation in the eastern part of Sabah including the Kinabatangan river basin. The implementation of activities for Output 2 has been subsequently delayed since these activities are to be implemented based on the results of Output 1. The activities for Output 3 and Output 4 have been implemented as planned.

2.3 Outputs

The current progress of each Output based on the indicators set in PDM is as follows.

Output 1: The effectiveness of zero-discharge is ensured through energy efficiency improvement resulting surplus biomass and excess energy at showcase facilities of zero-discharge established at an oil mill.

Indicators	Current Results
1-1 The showcase facilities aiming zero-discharge are established at an oil mill.	- After the location of establishment was changed from a palm oil mill around the Kinabatangan river (eastern part of Sabah), the showcase facilities aiming zero-discharge were set up at a palm oil mill in Keningau (western part of Sabah) in the end of October 2015.
1-2 The operation records are maintained properly for the showcase facilities.	- After completing a test operation of showcase facilities, they are to be operated in full-scale from late December 2015. - In the full-scale operation of showcase facilities, researchers and students of UPM and an assistant need to be stationed at the facilities by turns. Currently 2 researchers and 4 students of UPM in charge of the demonstration experiment in the use of showcase facilities are planned to be assigned for monitoring of the facilities, collecting data and checking the operation situation everyday by rotation for half of a month. In addition, 1 full-time assistant is also to be employed by the project and deployed for another half of the month on site. It is therefore quite necessary to immediately employ the assistant.
1-3 The excess energy, biomass, hot steam and methane gas are available for effective utilisation.	- The availability of excess energy, biomass, hot steam and methane gas will be confirmed by the full-scale operation of showcase facilities.
1-4 Bio-composite, charcoal and compost are produced from the excess biomass.	- The emersion of bio-composite, biochar and bio-compost produced from the excess biomass was confirmed by the test operation of showcase facilities. - At the last test operation, smoke rising from a chimney of bio-charcoal producing facility of pilot plant flowed into the palm oil mill, so it is necessary to solve the issue by making the chimney longer. - Emission of gas from biochar production needs to comply with the current environmental regulations.
1-5 Discharged water from the showcase facilities is fully recycled.	- Discharged water from the showcase facilities will be fully recycled in the full-scale operation of facilities.

Based on the above results, the current achievement level of Output 1 is low at the time of Mid-term Review. While the showcase facilities for zero-discharge should have been established within 2014 in the original plan and the operation of facilities should have started from the beginning of 2015, these activities have been considerably delayed as described in “2.2 Activities.” The main reason for the delay is an unexpected change of location of palm oil mill where the facilities are to be established. Another reason is the delayed start of building construction work of facilities due to a lack of basic design study on the construction prior to the detailed design as well as a lack of enough data and information necessary for the detailed design. The full-scale operation of facilities is scheduled to be started from late December 2015,

so it is an urgent matter for the project to employ the assistant in charge of monitoring of facilities and experiment before the full-scale operation.

Output 2: Viability of business model is verified through the proposed zero-discharge and creation of new industry from surplus biomass and excess energy.

Indicators	Current Results
2-1 Viable business model and model investment plans are proposed based on the cost-benefit analysis.	- The business model on the proposed zero-discharge as well as model investment plans based on the cost-benefit analysis will be proposed based on the results of Output 1. Specific personnel in charge of conducting the cost-benefit analysis as well as making the model investment plans need to be assigned.
2-2 New products made by the materials from surplus biomass will be produced on a trial basis.	- The basic research on new products has been conducted and prototype products have been produced.

As described in the above results, the full scale activities on Output 2 will be conducted from next year of 2016 so that the results of indicators have not been obtained at the time of Mid-term Review. It is necessary for the project to assign proper personnel in charge of conducting the cost-benefit analysis and making the model investment plans such as a local consultant in the next year.

Output 3: The innovative research is pursued on the effective utilisation of palm biomass and energy for the reduction of environmental burden caused by palm oil processing.

Indicators	Current Results
3-1 A baseline survey report is produced.	- The baseline survey was supposed to be conducted at the Kinabatangan river basin, but the survey method itself was changed with the change of sampling site due to security reasons.
3-2 Sampling sites are decided to investigate the effect of our zero-discharge (recycled water) on the biodiversity.	- Initial investigation to determine indicator species was conducted from mill adjacent to a riverine systems and landfill system. - Ultimately, final discharge water from the pilot plant will be used to investigate on its effect on the indicator species and microbial biodiversity. - This experiment will result in data necessary to establish relationship between biodiversity and microbial biodiversity. It will also establish the teams believe that zero-discharge will result in biodiversity rebound due to large scale establishment of oil palm plantation in Sabah. - The baseline survey report on the results of analysis above has been prepared by the researchers of UMS (microbial and tropical flora/fauna) and Kyushu University (microbial), respectively.
3-3 The effect of zero-discharge (recycled water) on the bio-diversity recovery is evaluated scientifically.	- After completing the baseline survey and analysis on the data collected, the effect of zero-discharge (recycled water) on the bio-diversity rebound will be evaluated scientifically.
3-4 The effect of superheated steam is confirmed for the production of nano fibers to be used in nano	- In terms of the nano-composite production, the effective method has been already developed so that the nano-composite with costs less than 1,000 JY/kg. was produced. This method was not proposed initially and an initial method by using vapour phase

bio-composites.	polymerization has been developed and cleared the initial targets. Now it is under consideration whether to follow the initial plan or shift and more focus on the currently patented method.
3-5 The control of nano-interface between palm biomass fibers and mother plastics by gas-phase polymerization is confirmed.	- The control of nano-interface between palm biomass fibers and mother plastics by vapour phase polymerization has been confirmed.
3-6 A master batch of nano bio-composite is provided.	- The master batch of nano bio-composite has been produced at Kyutech.
3-7 A nano bio-composite with nano-space (<100nm) and higher intensity (50% and up) than commodity plastics is provided (Melt Flow Index>5).	- A nano bio-composite with nano-space (<100nm) and higher strength (50% and up) than commodity plastics is provided (Melt Flow Index>5).
3-8 Supply of a bio-composite equal to or greater than the qualities of the mother plastics can be confirmed with price reduced by 20%.	- Supply of a bio-composite equal to or greater than the qualities of the mother plastics can be confirmed with price reduced by 20%.
3-9 A production method for nano-cellulose fibers is proposed.	- The production method for nano-cellulose fibers has been proposed.
3-10 The saccharification efficiency from palm biomass more than 80% is confirmed.	- The saccharification efficiency from palm biomass was achieved, more than 80% has been confirmed.
3-11 Bio-charcoal with Calorific Value of 20MJ/kg and compost at NPK of 5% are produced from palm biomass.	- Biochar with Calorific Value of 20MJ/kg and compost at NPK of 5% have been produced from palm biomass.

Based on the above results, the current achievement level of Output 3 is reasonable at the time of Mid-term Review. There are four researches dealt with Output 3 and the indicators 3-1, 3-2 and 3-3 are related with the research on effect of zero emission and indicator species for biodiversity assessment. It is noted that the sub-project team on the effect of zero emission and indicator species for biodiversity assessment has obtained a remarkable findings of specific microbial communities, which will be further evaluated during the project. The indicators 3-4, 3-5 and 3-6 are related with the research on chemical-free pre-treatment of oil palm biomass for fermentable sugars, nanofiber and bio-composite. The indicators 3-7, 3-8 and 3-9 are related with the research on biochar and bio-adsorbent from oil palm biomass. The indicators 3-10 and 3-11 are related with the research on improvement of bio-compost and bio-fertilizer productivity using oil palm biomass, anaerobic POME sludge with addition of biochar and determination of microbial consortium. Each research is in progress and Output 3 is expected to be achieved by the end of the project.

Output 4: Validity of business model and the research results are shared extensively and recognised within the Sabah Government and domestic/international investors and firms.

Indicators	Current Results
4-1 Workshops, seminars and trade fairs are organised regarding the business model and research results at least twice a year.	- The following 4 workshops and seminars have been held so far. 1) Workshop on introducing the project outline held in Tokyo in January 2014 2) Launching ceremony for the establishment of pilot plant and workshop on the project held in Kota Kinabalu in July 2014 3) Seminar on introducing the project held in Fukuoka in December 2014 4) Seminar on the “Updates on the SATREPS Technologies” held as a session of the Asian Congress on Biotechnology 2015 held in Kuala Lumpur in November 2015
4-2 At least 100 organisations /agencies in total participate in such events.	- The following numbers of organisations /agencies participated in the above workshops and seminars 1) Workshop in Tokyo: 36 2) Workshop in Kota Kinabalu: 5 3) Seminar in Fukuoka: 22 4) Seminar in Kuala Lumpur: 35
4-3 The events are exposed to mass media.	- Media press participated in all the events above. - The workshop held in Kota Kinabalu was articulated at the “Daily Express” and “Borneo Post.” - The seminar in Kuala Lumpur was articulated at the Malaysian national news agency, “BERNAMA”.

Based on the above results, the current achievement level of Output 4 is also reasonable at the time of Mid-term Review. Indicators 4-1, 4-2 and 4-3 are in progress and expected to be achieved by the end of the project.

2.4 Project Purpose

The current progress of Project Purpose based on the indicators set in PDM is as follows.

Project Purpose: Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed in Keningau and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.

Indicators	Current Results
1. At least 5 firms or investors start considering actual investments based on the business model and model investment plan.	- Firms or investors have not started considering actual investments on technologies for business model since the business model and model investment plans have not been developed.
2. At least 2 firms express their willingness to apply the technologies and research results that are generated from Output 3.	- There are a few companies who show their interests in using the technologies and research outcomes developed by the project.
3. At least 50 research articles are prepared on	- 40 research articles on the related subjects/topics were published as of the Mid-term Review.

the related subjects/ topics and published.	
4. At least 10 PhD and 10 master's degrees are awarded to Malaysian students who studied the related subjects/topics.	- 8 Malaysian students have obtained a PhD degree on the related subjects/topics so far and other 7 students have been studying.

Based on the above results, the current achievement level of Project Purpose is in progress at the time of Mid-term Review. The achievement of indicators 3 and 4 is in progress and expected to be achieved by the end of the project. The achievement of indicators 1 and 2 will be realized based on the achievement of indicators 3 and 4 and it is important to achieve these indicators to achieve the Project Purpose in the end.

2.5 Implementation Process

(1) Project management and implementation structure

The project members consist of several implementing agencies, UPM, UMS and NRO of Sabah state government from the Malaysian side as well as Kyushu Institute of Technology (Kyutech), Kyushu University and National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) from the Japanese side. The research themes of the project consist of 2 main components namely 'zero emission' and 'biodiversity' and are further divided into 4 sub-projects (researches). The title of sub-projects and their organizations involved are as follows.

Sub-project	Organization involved
1. Chemical-free pre-treatment of oil palm biomass for fermentable sugars, nanofiber and bio-composite	UPM, Kyutech and AIST
2. Biochar and bio-adsorbent from oil palm biomass	UPM and Kyutech
3. Improvement of bio-compost and bio-fertilizer productivity using oil palm biomass, anaerobic POME sludge with addition of biochar and determination of microbial consortium	UPM and Kyutech
4. Effect of zero emission and indicator species for biodiversity assessment	UMS, UPM and Kyushu University

According to the Record of Discussions on the project, the Joint Coordinating Committee (JCC) and Project Management Committee (PMC) that consist of the above agencies and other related agencies including the federal and Sabah state governments are placed as the overall management bodies of the project. While the JCC meetings have been held twice in October 2014 and February 2015, the PMC meetings have not been held so far although regular meetings among the members of UPM or sub-project members have been held at least once a month. In addition, there have been few opportunities among all members for meeting or discussion between UPM and UMS as well as among Kyutech, Kyushu University and AIST in Japan for the progress of a project as a whole.

(2) Factors promoted the realization of project's effects

The project has the following promoting factor.

1) Preceding researches on the utilization of oil palm biomass before the project

UPM and Kyutech had been studying on the utilization of oil palm biomass even before the project started, so there have already been accumulations of knowledge and knowhow on the project researches. These preceding researches, good communication between researchers of UPM and Kyutech, and assured research outputs from UMS, Kyushu University and AIST have contributed to good achievements of Output 3.

(3) Factors inhibited the realization of project's effects

On the other hand, the project has experienced the following challenges.

1) Unfavourable security situation in the original pilot site

The pilot plant was planned to be established at a palm oil mill situated in Sabah state, around the Kinabatangan river basin according to R/D. The candidate pilot site was a palm oil mill near Sandakan. After the project was launched, however, the security situation in the eastern part of Sabah state including Sandakan was rapidly worsened and the pilot site was forced to change to other place. After a search of alternative one, the Sabah state government recommended a palm oil mill in Keningau in the western part of Sabah and this mill was virtually only a choice to be able to request collaboration among the mills in that area. This change caused the delay in establishment of pilot plant as well as implementation of demonstration experiment in the use of plant involved in Output 1. In addition, although NRO and the Project made an enormous effort to identify the palm oil mill in Keningau, the accessibility to the mill is not easy for the related researchers and students of UPM and it cause them to take time and cost in their logistics.

2) Delay in start of building construction work of the pilot plant due to a lack of basic design study as well as a lack of part of data and information necessary for the detailed design

During the detailed design study on construction of pilot plant, it was found construction cost exceeded a set budget so that some specifications had to be changed such as cancellations of installation of EFB grinder, EFB press and surplus gas burner, a change of procurement method of energy and water recovery system from dead steam, etc., which caused additional delay in starting the actual building construction work of pilot plant. The main reasons for the underestimation of construction cost are that a basic design study prior to a detailed design was not conducted in this project and that data and information necessary for the detailed design provided by the project were not sufficient.

3. EVALUATION RESULTS BY FIVE EVALUATION CRITERIA

3.1 Relevance

Regarding the relevance of the project, it is consistent with the Malaysian development policy as well as Japan's ODA policy, and meets the development needs of Malaysian government.

(1) Consistency with the Malaysian development policy

The project is consistent with the national and state plans and policies on the development of palm oil industry and biodiversity conservation of Malaysia and Sabah state. The current national development plan is the "10th Malaysia Plan" (2011-2015) that indicates 5 drivers to transform the nation into a high-income economy, one of which is "Building an environment that enhances quality of life." The Plan also places the twelve National Key Economic Areas and the palm oil industry is one of the key areas. The Sabah state also has the state development plan "Halatuju Pembangunan Dan Kemajuan Negeri Sabah (Direction of Sabah State Development and Advancement)" which stipulates that certain areas should be reserved for conservation of natural resources to support healthy ecosystems in addition to the policies on environment and biodiversity conservation such as the Sabah Biodiversity Strategy. The coming "Sabah's Strategic Long Term Action Plan (2016-2035)" specifies that the development in Sabah state should include economic, social and environmental aspects. Furthermore, both the federal and Sabah state governments support an effective utilization of biomass and made the "National Biomass Strategy 2020: New Wealth Creation for Malaysia's Biomass Industry" and "Sabah Biomass Industry Development Plan" respectively.

(2) Development needs of Malaysian government

Based on the above plans, policies and strategies, both the federal and Sabah state governments need to promote a sustainable development of the palm oil industry with effective utilization of oil palm biomass and surplus energy, etc. and the project directly contributes to this sustainable development.

(3) Consistency with the Japan's ODA policy

The project is consistent with Japan's ODA policy for Malaysia as well. Both the "Country Assistance Policy for Malaysia" (April 2012) and "Rolling Plan for Malaysia" (April 2015) by the Ministry of Foreign Affairs of Japan place "Supporting a balanced development towards Malaysia becoming a high-income nation," "Response to common issues in East Asian region" and "Japan-Malaysia Development Partnership beyond the East Asian region" as priority areas. The project is in line with the policy and plan.

3.2 Effectiveness

It is difficult to assess the effectiveness of the project at the time of Mid-term Review since the activities for Output 1 will be implemented at a full scale in late November and those for Output 2 have not been implemented yet. Although the researches on effective utilisation of oil palm biomass and surplus energy of Output 3 have been carried out at a good rate, it is important for the project to achieve Output 1 and Output 2, the creation of business model based on the technologies and researches developed by the project in order to achieve the Project Purpose. The effectiveness of the project as well as the achievement of Project Purpose will be realized with a successful accomplishment of zero-discharge experiment at the pilot plant and development of viable business model based on the results of experimentation.

Furthermore, it should be noted that the success of the project depends on whether the project will have firms, investors and palm oil companies themselves involved which actually decide to adopt the technologies developed and business model proposed by the project. Even if the experiment at the pilot plant is successfully practiced, the project cannot achieve the Project Purpose without actual involvement of firms, investors and palm oil companies which actually use the technologies on the ground so that the effectiveness of the project should be assessed from this point of view.

3.3 Efficiency

The efficiency of the project is assessed in view of the current produced outputs compared with the inputs provided. As referred to in “2.1 Inputs,” both the Japanese and Malaysian sides have provided their inputs as planned. At the same time, as referred to in “2.3 Outputs,” the implementation of activities for Output 1 and Output 2 has been delayed compared to the original plan mainly due to the delayed establishment of pilot plant. The current produced levels of both outputs are therefore not reasonable as of the Mid-term Review, so the project needs to accelerate the activities for both outputs in the remaining period of the project.

In addition, according to the results of questionnaire and interview survey to those related in the project, it is pointed out that the pilot site of Keningau causes an inefficiency of the project since it takes more time and cost due to a relatively hard accessibility to the site. The original pilot site was around the Kinabatangan river to examine a pollution level of the river, but the site was forced to change due to the unfavourable security situation in that area as described in the “2.5 Implementation Process.” While the palm oil mill in Keningau is a favourable choice with a good cooperation by its owner and manager, it causes relatively high consumption of time and cost as far as a perspective of efficiency is concerned.

3.4 Impact

Although it is difficult to project the future achievement of Overall Goal at the time of Mid-term Review, the prospect to achieve it within three to five years after the completion of the project is relatively low based on the current project objective, namely Project Purpose. The Overall Goal is “Green economy is promoted for biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water from the palm oil industry in relevant areas in Sabah, Malaysia including Kinabatangan” and its three indicators are as follows.

1. The technologies proposed by or derived from the project are adapted in at least 2 palm oil companies in their palm oil mills by themselves.
2. The technologies proposed by or derived from the project are adopted in at least 10 palm oil mills by the initiative of investors.
3. Policy discussions based on the results from the project are started by relevant authorities in Sabah, Malaysia.

It would be possible to achieve the three indicators above if the project successfully achieve the Project Purpose “Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed in Keningau and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.” However, even if the three indicators are achieved after the project, it would not directly lead to the achievement of Overall Goal. Regarding the indicators 1 and 2, even if they are achieved and

some palm oil companies and investors adopt the technologies proposed by the project, it would not ensure the achievement of Overall Goal, the biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water from the palm oil industry in relevant areas in Sabah state in view of two assumptions: firstly palm oil mills may only adopt the technology of bio-compost production out of several technologies developed by the project, not the utilization of POME; Secondly, investors may select a palm oil mill in peninsula for their investment destination. In both cases, the adoption of technology encourages neither reduction of waste water nor biodiversity recovery in Sabah state. As for the indicator 3, even if there are policy discussions based on the results from the project by the Sabah state government, it would not automatically lead to any increase in the number of palm oil mills which reduce pollutants of waste water. What the Sabah state government can support for the project is to introduce the technologies to palm oil companies in the state and at the moment there is no specific measure to increase the number of companies which adopt the technology of reducing POME.

Thus the present Overall Goal loses touch with the Project Purpose and it would be difficult to achieve the Overall Goal even if the project successfully achieves its purpose. It is better to change the Overall Goal in a more appropriate expression such as “Green economy is promoted in the palm oil industry of Malaysia, which will contribute to biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water in relevant areas in Sabah including Kinabatangan.”

Meanwhile, there has been no serious report of any negative impact of the project in terms of the environmental and social aspects so far and it is unlikely that any negative impact of the project will emerge in the remaining project period. Although it is reported that smoke rising from a chimney with one of the facilities of pilot plant flowed into the palm oil mill in Keningau, this problem can be solved by making the chimney longer.

3.5 Sustainability

The sustainability of the project in terms of policy and institutional, organizational, financial and technical aspects is as follows.

(1) Policy and institutional aspects

The Malaysian government including the federal government and Sabah state government will continue to support the sustainable development of palm oil industry as well as biodiversity conservation in Malaysia since they are both important policies in the country.

(2) Organizational aspect

The project members mostly consist of academic staff of UPM and UMS and it is certain that they will continue their researches even after the project. It is not necessary for them to establish a specific organizational system in order to continue their researches, so there is no special concern in the sustainability of organizational aspect after the project. On the other hand, the assistant in charge of monitoring of pilot plant is necessary to be employed immediately. At the same time, options of continuous utilization of the pilot plant after the project needs to be considered by mainly UPM under the consultation with the project.

(3) Financial aspect

During the project period the Ministry of Higher Education decided to disburse significant amount of budget for the project, roughly ten times of usual amount of disbursement to a research. With this good financial condition, a continuation of researches can be sustained during the project period. In addition, if the technologies developed by the project are actually adopted by companies in the future, it can be another fund for the continuation of researches.

(4) Technical aspect

There is no special concern in terms of the technical aspect of each research since the research members have enough skills to continue their researches in charge and currently no specific technical problem in doing their researches. The human resource development among postgraduates as well as PhD and Master students have been successfully made in the project and they will be prospect candidates for continuing the researches on effective use of oil palm biomass and biodiversity in the future. On the other hand, in terms of the analysis of results of zero-discharge experiment, it is necessary for the concerned staff to have appropriate knowledge and skills to collect proper data for the analysis.

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

4.1 Conclusion

Based on the findings of Mid-term Review, it is concluded that the project has been basically implemented as planned although the implementation of some project activities has been delayed due to the unexpected change of pilot site caused by the unfavourable security situation at the originally planned pilot site. The full-scale operation for the zero-discharge experiment at the new pilot site is to be conducted from next month, December 2015, so it is necessary for the project members to accelerate their activities on the operation as well as the development of business model based on the results of operation in the remaining project period.

4.2 Recommendations

On the ground of the above results, the Review Team made the following recommendations.

- (1) Urgent assignment of an assistant in charge of monitoring of pilot plant for the zero-discharge experiment including allocation of UPM researchers and students

The final test operation of pilot plant at Keningau Palm Oil Mill is restarted on 24 November 2015 and to be completed on 18 December 2015. It is required to immediately assign an appropriate assistant who is in charge of operation and maintenance of pilot plant as well as data collection by 24 November 2015 since the final instruction from a Japanese technical consultant is to be provided during the final test operation. Although currently 2 researchers and 4 students are planned to be assigned from UPM to fulfil these tasks by rotation, it is quite necessary to immediately develop the rotation plan among the 6 members.

- (2) Assignment of a professional personnel in charge of the cost benefit analysis and development of model business investment plans for the zero-discharge business model

After the full-scale operation of pilot plant, it is quite necessary to assign personnel who will conduct the cost benefit analysis and develop model business investment plans on the zero-discharge business model. The project needs to look for appropriate person(s) or local consultant(s) in charge who is eligible for fulfilling this task with the relevant academic and work experience background and start to conduct a financial analysis on the business model in June 2016.

- (3) Holding informal meetings among research members including Malaysian and Japanese sides

While meetings among research members of UPM and UMS have been regularly and frequently conducted respectively, there is few opportunity of meeting among all research members including UPM, UMS and Japanese side. In order to enhance understanding of the project as whole it is a good opportunity for all research members of the project to meet together, introduce and explain their researches, exchange their views and make records on the meetings, so it is desirable to have such kind of informal meetings about twice a year.

- (4) Making the future management plan on the pilot plant at the Keningau Palm Oil Mill

The pilot plant was established at the Keningau Palm Oil Mill and will be used for the demonstration experiment as the showcase facilities during the remaining period of the project. The project, especially the UPM side needs to start to consider feasible options among project members including the owner of Palm Oil Mill about by whom and how the pilot plant will be used and managed properly including its

ownership after the completion of the project.

(5) Revision of PDM

The Review Team proposes to revise some points in present PDM (Version 1) by changing the minor expressions of Project Purpose and Overall Goal as follows.

Project Purpose

Present Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed in Keningau and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.

Proposed Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.

Overall Goal

Present Green economy is promoted for biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water from the palm oil industry in relevant areas in Sabah, Malaysia including Kinabatangan.

Proposed Green economy is promoted in the palm oil industry of Malaysia, which will contribute to biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water in relevant areas in Sabah including Kinabatangan.

Annex 1 Project Design Matrix (PDM)

Project Title: Project on Promotion of Green Economy with Palm Oil Industry for Biodiversity Conservation

Project Duration: 21 Nov. 2013 to 20 Nov. 2017 (four years)

Project Sites: UPM (Serdang, Selangor), UMS (Kota Kinabalu, Sabah), Keningau Palm Oil Mill (Keningau, Sabah)

Target Group: Staff members, researchers and students of UPM and UMS; Federal and Sabah Government agencies; and Stakeholders in the palm oil industry in Malaysia

Version Number: Version 1.0

Date: 16th February, 2015

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p>Overall Goal (to be achieved within 3 – 5 years after the completion of the Project):</p> <p>Green economy is promoted for biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water from the palm oil industry in relevant areas in Sabah, Malaysia including Kinabatangan.</p>	<ol style="list-style-type: none"> The technologies proposed by or derived from the project are adapted in at least 2 palm oil companies in their palm oil mills by themselves. The technologies proposed by or derived from the project are adopted in at least 10 palm oil mills by the initiative of investors. Policy discussions based on the results from the project are started by relevant authorities in Sabah, Malaysia. 	<ul style="list-style-type: none"> Questionnaire survey to the firms in palm oil industry Minutes of discussions 	
<p>Project Purpose:</p> <p>Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed in Keningau and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.</p>	<ol style="list-style-type: none"> At least 5 firms or investors start considering actual investments based on the business model and model investment plan. At least 2 firms express their willingness to apply the technologies and research results that are generated from Output 3. At least 50 research articles are prepared on the related subjects/ topics and published. At least 10 PhD and 10 master's degrees are awarded to Malaysian students who studied the related subjects/ topics. 	<ul style="list-style-type: none"> Interview survey to the firms and investors Questionnaire survey to the firms Research article Interview survey with the degree providers 	Oil palm plantations do not expand or degrade drastically during and after the Project.
<p>Output:</p> <p><u>Output 1:</u> The effectiveness of *zero-discharge is ensured through energy efficiency improvement resulting surplus biomass and excess energy at showcase facilities of zero-discharge established at an oil mill.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1-1 The showcase facilities aiming zero-discharge are established at an oil mill. 1-2 The operation records are maintained properly for the showcase facilities. 1-3 The excess energy, biomass, hot steam and methane gas are available for effective utilisation. 1-4 Bio-composite, charcoal and compost are produced from the excess biomass. 1-5 Discharged water from the showcase facilities is fully recycled. 	<ul style="list-style-type: none"> Physical visit to the showcase facilities Visual inspection of operation records and interview survey to the operators at the facilities The report that indicates the effectiveness of zero-discharge and physical visit Manual(s) for the establishment/operation of the showcase facilities and for monitoring its application Model O & M plan 	<ul style="list-style-type: none"> There are no major negative changes in the policy/ economic environments surrounding the palm oil industry in Sabah and Malaysia. Close collaboration continues with other related projects as SDBEC.
<p><u>Output 2:</u> Viability of business model is verified through the proposed zero-discharge and creation of new industry from surplus biomass and excess energy.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2-1 Viable business model and model investment plans are proposed based on the cost-benefit analysis. 2-2 New products made by the materials from surplus biomass will be produced on a trial basis. 	<ul style="list-style-type: none"> Documents with the business model and model investment plan Interview survey to the firms and investors Report indicating the trial 	

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><u>Output 3:</u> The innovative research is pursued on the effective utilisation of palm biomass and energy for the reduction of environmental burden caused by palm oil processing.</p>	<p>3-1 A baseline survey report is produced. 3-2 Sampling sites are decided to investigate the effect of our zero-discharge (recycled water) on the biodiversity. 3-3 The effect of zero-discharge (recycled water) on the bio-diversity recovery is evaluated scientifically. 3-4 The effect of superheated steam is confirmed for the production of nano fibers to be used in nano bio-composites. 3-5 The control of nano-interface between palm biomass fibers and mother plastics by gas-phase polymerization is confirmed. 3-6 A master batch of nano bio-composite is provided. 3-7 A nano bio-composite with nano-space (<100nm) and higher intensity (50% and up) than commodity plastics is provided (Melt Flow Index >5). 3-8 Supply of a bio-composite equal to or greater than the qualities of the mother plastics can be confirmed with price reduced by 20% 3-9 A production method for nano-cellulose fibers is proposed. 3-10 The saccharification efficiency from palm biomass more than 80% is confirmed. 3-11 Bio-charcoal with Calorific Value of 20MJ/kg and compost at NPK of 5% are produced from palm biomass.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baseline survey report • Pollution monitoring reports • Papers and patents 	
<p><u>Output 4:</u> Validity of business model and the research results are shared extensively and recognised within the Sabah Government and domestic/international investors and firms.</p>	<p>4-1 Workshops, seminars and trade fairs are organised regarding the business model and research results at least twice a year. 4-2 At least 100 organisations/ agencies in total participate in such events. 4-3 The events are exposed to mass media.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Project reports • Records of mass media 	

*zero-discharge: all by-products from mills will be transformed into useful biomass, energy and recycled water which are valuable or tradable as a result of improved energy efficiency and resource utilisation in the process of palm oil production.

Activities:	Input (Japanese side):	Input (Malaysian side):	Precondition
<p><u>Outputs 1</u> 1-1 Select an oil mill for the showcase facilities 1-2 Conduct basic and detail designing of the zero-discharge facilities 1-3 Construct and set the facilities 1-4 Prepare manuals for the establishment and operations of the showcase facilities and monitor its application 1-5 Operate the facilities 1-6 Collect data 1-7 Analyze and verify data for effectiveness of zero-discharge 1-8 Prepare model Operation and Maintenance (O&M) plan for future commercial plants</p>	<p>Dispatch of Japanese experts: -Long-term expert ➢ Project Coordinator -Short-term experts ➢ Chief Advisor ➢ Chemical Engineering ➢ Applied Microbiology ➢ Organic Chemistry ➢ Ecology ➢ Other specific fields</p> <p>Equipments and facilities: -Showcase facilities for zero-discharge and the installation -A project vehicle -Laboratory equipment for UPM and UMS</p> <p>Local project expenses</p> <p>Training in Japan</p>	<p>Provision of counterpart personnel (C/P)(UPM/UMS)</p> <p>Operators and operation cost for the showcase facilities (UPM/UMS)</p> <p>Office space and other necessary office facilities and equipments (UPM/UMS)</p> <p>Site for showcase facilities for zero-discharge (Sabah State Government)</p> <p>Joint Coordination Committee (UPM)</p> <p>Biodiversity evaluation (UMS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C/P organisations/ agencies make efforts to secure and provide adequate budgets for joint research and other project activities. • C/P organisations/ agencies dispatch adequate and proper researchers to the Project on time. • There are firms that are willing to cooperation with the Project, especially for the setting of showcase facilities.

<p><u>Output 2</u> 2-1 Examine the results of zero-discharge analysis from Output 1 among related firms/organisations. 2-2 Carry out cost-benefit analysis for potential business models 2-3 Validate profitability of business models with related firms and organizations. 2-4 Prepare and revise model business proposals and model investment plan. 2-5 Study reduction on GHG emissions from the showcase facilities</p>			
<p><u>Output 3</u> 3-1 Form a joint research team and research methods 3-2 Conduct baseline survey on the biodiversity and ecology of aquatic system affected by palm oil mills. 3-3 Monitor regularly on water quality and analyze the monitoring results and prepare monitoring reports. 3-4 Investigate influences of palm oil mills to the biodiversity. 3-4-1 Correlation between water quality and microbial diversity 3-4-2 Chemical and microbiological properties of the final waste water 3-5 Conduct various basic researches and consider for implementation regarding the effective utilisation of surplus biomass and waste water/ hot steam. 3-5-1 Research on the quality improvement of compost from palm biomass: identification of useful bacteria using a next generation DNA sequencer 3-5-2 R&D for pretreatment, saccharification and value-added material production technology from EFB and mesocarp fibre 3-5-3 Research on carbonisation and energy generation using Yamasen-oven system 3-6 Produce and provide samples of bio-plastic materials to private firms using nano-technology 3-6-1 R&D for nano-fibre production technology from EFB and mesocarp fibre, and providing samples for enterprises. R&D for cellulose-nano-fiber material production 3-6-2 Basic research on production technology of nano-composite with nano-space and higher intensity than commodity plastics using the nano-interface technology/ superheat steam treatment technology, and production of the master batch. Provision of Bio-composite of equal or better quality than base material with reduced price</p>			
<p><u>Output 4</u> 4-1 Organize workshops, seminars and trade fairs regarding the business model, model investment plan and research results. 4-2 Discuss regularly with SDBEC and other related projects for possible collaboration. 4-3 Cooperate with SDBEC for capacity development of local government and for utilization of developed technologies 4-4 Implement publicity through mass media</p>			

Annex 2 Schedule of Mid-term Review

Date			Progression
1	2-Nov	Mon	Arrival at KL (Ms. Hasegawa)
2	3-Nov	Tue	Interveiw with Dr. Norhayati and lab visit, UPM
3	4-Nov	Wed	Interveiw with Prof. Ali, UPM Interview with Dr. Amiruddin & Mr. Ridzuan, UPM
4	5-Nov	Thu	Interveiw with Dr. Hidayah, UPM
5	6-Nov	Fri	Interveiw with Prof. Shirai
6	7-Nov	Sat	Documentation
7	8-Nov	Sun	Move to KK
8	9-Nov	Mon	Interview with Mr. Gerald, NRO Interview with Prof. Charles, UMS Interview with Ms. Yagi Interview with Mr. Suzuki and Ms. Yoda, SDBEC project
9	10-Nov	Tue	Leave for Keningau
10	11-Nov	Wed	Interview with Mr. Samsuelin, KPOM and pilot plant visit
11	12-Nov	Thu	Interview with Mrs. Penelope and Dr. Lee, POIC Interview with Mr. Yakup, MPOB Sabah
12	13-Nov	Fri	Documentation
13	14-Nov	Sat	Documentation Arrival at KK (JICA HQ and JST members)
14	15-Nov	Sun	Site visit to KPOM
15	16-Nov	Mon	Interview with Ms. Chai and Mr. Fauzi, DOE Visit to UMS Interview with Mr. Gerald, NRO Move to KL
16	17-Nov	Tue	Attend seminar on Asian Congress on Biotechnology 2015 Discussion on draft Mid-term Review Report
17	18-Nov	Wed	Discussion on draft Mid-term Review Report Visit to UPM and leave for Tokyo (JST members)
18	19-Nov	Thu	Finalizing of Mid-term Review Report
19	20-Nov	Fri	JCC meeting and signing of Minutes of Meeting Visit to UPM Leave for Tokyo
21	21-Nov	Sat	Arrival at Tokyo

Annex 3 Inputs Provided

1. List of Japanese Experts

Long-term Expert

No	Name	Assignment
1	Ms. Reiko Yagi	Project Coordinator

Short-term Experts

No	Name	Assignment	Organization
1	Prof. Dr. Yoshihito Shirai	Chief Advisor	Kyushu Institute of Technology (Kyutech)
2	Dr. Yoshito Ando	Environmental development	Kyutech
3	Dr. Toshinari Maeda	Biomass utilization	Kyutech
3	Prof. Dr. Kenji Sakai	Microbiota analysis method	Kyushu University
4	Dr. Yukihiro Tashiro	Microbiota analysis method	Kyushu University
6	Dr. Shoji Suwa	Biomass utilization	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
5	Dr. Satoshi Hirata	Biomass utilization	AIST
8	Dr. Shinji Fujimoto	Biomass utilization	AIST
9	Mr. Akio Yamamoto	Biomass utilization	Yamamoto Huntan Kogyo
10	Ms. Kinko Yamamoto	Biomass utilization	Yamamoto Huntan Kogyo
11	Mr. Hajime Sano	Biomass utilization	Yamamoto Huntan Kogyo

2. List of Equipment Provided

No	Item	Price (RM)	Location
1	Thermogravimetry analyser / Mass spectroscopy	213,000	UPM
2	PCR thermal cycler	40,000	UPM
3	Flow cytometer	326,480	UPM
4	DGGE	114,268	UPM
5	Grinding machine (hammer mill)	136,740	UPM
6	Grinding machine (wet disc mill)	15,000	UPM
7	Total organic carbon and nitrogen analyser	320,000	UMS
8	Fluorescence spectrophotometer	126,000	UMS
9	4WD vehicle	113,603	UMS
10	Showcase facility (construction work)	2,550,190	KPOM
11	Showcase facility (equipment)	395,509	KPOM
Total		4,350,790	

3. List of Participants of Training in Japan

No	Name	Position/ Organization	Training Period	Training Venue
1	Norhayati Ramli	Lecturer, UPM	24 Feb 2014 - 23 May 2014	Kyushu University
2	Hidayah Ariffin	Senior Lecturer, UPM	30 Nov 2014 - 18 Dec 2014	Kyutech
3	Mohd Zulkhairi Mohd Yusoff	Lecturer, UPM	27 Jul 2015 - 13 Aug 2015	Kyutech
4	Izzudin Ibrahim	Student, UPM	3 Aug 2015 - 17 Sep 2015	Kyutech
5	Mohd Nor Faiz Norrahim	Student, UPM	17 Aug 2015 - 29 Sep 2015	Kyutech
6	Tengku Arisyah Tengku Yasim Anuar	Student, UPM	17 Aug 2015 - 29 Sep 2015	Kyutech
7	Tim Hoe Song	Student, UMS	17 Aug 2015 - 5 Nov 2015	Kyushu University
8	Kishneth Palaniivlo	Student, UMS	17 Aug 2015 - 5 Nov 2015	Kyushu University
9	Ahmad Muhaimin Roslan	Student, UPM	1 Sep 2015 - 31 Oct 2015	AIST
10	Siti Jamilah Hanim binti Mohd Yusof	Student, UPM	1 Sep 2015 - 31 Oct 2015	AIST

4. Local Operational Cost by Japanese side

Unit: Ringgit Malaysia

FY2014	FY2015 (as of September 2015)	Total
92,071	120,549	212,620

5. List of Main Counterpart

No	Name	Title and Organization
1	Prof. Dr. Mohd Ali Hassan	Professor, Universiti Putra Malaysia (UPM)
2	Prof. Dr. Charles Santharaju Vairappan	Director, Institute for Tropical Biology and Conservation, Universiti Malaysia Sabah (UMS)
3	Dr. Hidayah Ariffin	Senior Lecturer, UPM
4	Dr. Mohd Rafein Zakaria	Lecturer, UPM
5	Dr. Norhayati Ramli	Lecturer, UPM
6	Dr. Mohd Zulkhairi Mohd Yusoff	Lecturer, UPM
7	Mr. Gerald Jetony	Senior Geologist, Natural Resources Office, Sabah State

6. Local Operational Budget by Malaysian side

Unit: Ringgit Malaysia

FY2014	FY2015	FY2016 (plan)	FY2017 (plan)	Total for 4 years
1,200,000	450,000	900,000	450,000	3,000,000

Annex 4 List of Interviewees

Name	Organization
Prof. Dr. Mohd Ali Hassan	Professor, Universiti Putra Malaysia (UPM)
Dr. Hidayah Ariffin	Senior Lecturer, UPM
Dr. Mohd Rafein Zakaria	Lecturer, UPM
Dr. Norhayati Ramli	Lecturer, UPM
Dr. Ahmad Amiruddin Mohd Ali	Researcher, UPM
Mr. Mohd Ridzuan Othman	Technical Officer, UPM
Prof. Dr. Charles Santhanaraju Vairappan	Director, Institute for Tropical Biology and Conservation (ITBC), Universiti Malaysia Sabah (UMS)
Mr. Gerald Jetony	Senior Geologist, Natural Resources Office (NRO), Sabah State
Ms. Chai Hsieh Nee	Department of Environment, Sabah
Mr. Mohd Fauzi Mahmud	Department of Environment, Sabah
Mr. Yakup Ibrahim	Head of Regional, Malaysia Palm Oil Board (MPOB)
Mr. Samsuelin Gapor	Manager, Keningau Palm Oil Mill (KPOM)
Ms. Penelope Abu Husin	Manager, Resource Centre, POIC Sabah
Dr. Lee Ming Tong	Advisor, POIC Sabah
Mr. Kazunobu Suzuki	Chief Advisor, Project on Sustainable Development for Biodiversity and Ecosystems Conservation in Sabah (SDBEC)
Ms. Akemi Yoda	Coordinator / Environmental Education Officer, SDBEC
Prof. Dr. Yoshihito Shirai	Professor, Kyushu Institute of Technology
Ms. Reiko Yagi	Project Coordinator
Prof. Dr. Kenji Sakai	Professor, Kyushu University
Dr. Yukihiro Tashiro	Assistant Professor, Kyushu University
Dr. Shinji Fujimoto	Senior Research Scientist, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Summary of the Mid-term Review Results

1. Outline of the Project	
Country: Malaysia	Project title: Project on Promotion of Green Economy with Palm Oil Industry for Biodiversity Conservation
Issue/Sector: Nature Conservation	Cooperation scheme: Technical Cooperation
Department in charge: Global Environment Dept.	Total cost (as of Mid-term Review): Approx. XX million yen
	Partner Country's Implementing Organizations: Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Malaysia Sabah (UMS) and Natural Resources Office (NRO) of Sabah State
Period of Cooperation: (R/D) November 21, 2013 – November 20, 2017	Related Cooperations: Technical Cooperation “Project on Sustainable Development for Biodiversity and Ecosystems Conservation in Sabah” (2013 – 2017)
1-1 Background of the Project	
<p>The Kinabatangan and Segama river basin is the largest watershed in the state of Sabah, Malaysia. It embraces a number of protected areas and forest reserves, which function as important habitats for rare and endangered species. The palm oil industry is a key industry in Sabah. In fact, there are more than 300 oil palm plantations (1.4 million hectares) and 28 palm oil mills within the Kinabatangan and Segama river basin. Water pollution has become an issue caused by farm chemicals from the oil palm plantations and by treated water discharged from the outdated treatment system of the mills. These factors are considered to have a negative impact on the biodiversity.</p> <p>Kyushu Institute of Technology (Kyutech) and UPM have jointly developed the technology for the production of bio-composite plastics from the palm biomass. For example, in Japan, rice straw and bamboo were used as biomass in a pilot basis, but it is difficult to secure the materials with uniform quality at feasible costs throughout the year. In Malaysia, large quantity of biomass (empty fruit bunch, mesocarp fibre, etc.) with stable quality has been produced throughout the year from the oil mills, and a new business/industry can be created by the effective utilisation of biomass. Presently, major part of the biomass is consumed as energy sources by inefficient facilities at the mills. Surplus biomass and energy can be generated with more advanced, efficient facilities. Excess biomass and energy can be traded and would generate additional profit. The improved energy efficiency and proper utilisation and recycling of palm oil mill effluent would result in the reduction of environmental burden.</p> <p>The joint research team between UPM and UMS in Malaysia and Kyutech, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology and Koshu University in Japan proposed the project to provide evidence on the feasibility of technologies and viability of business model mentioned above which was approved by the Government of Japan under the scheme of SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development).</p>	

1-2 Project Overview

(1) Overall Goal

Green economy is promoted for biodiversity recovery through reduction of pollutants due to waste water from the palm oil industry in relevant areas in Sabah, Malaysia including Kinabatangan.

(2) Project Purpose

Innovative knowledge and viable technologies for business models are developed in Keningau and shared positively among the potential users for the transformation of palm oil industry into sustainable green industry.

(3) Outputs:

1. The effectiveness of zero-discharge is ensured through energy efficiency improvement resulting surplus biomass and excess energy at showcase facilities of zero-discharge established at an oil mill.
2. Viability of business model is verified through the proposed zero-discharge and creation of new industry from surplus biomass and excess energy.
3. The innovative research is pursued on the effective utilisation of palm biomass and energy for the reduction of environmental burden caused by palm oil processing.
4. Validity of business model and the research results are shared extensively and recognised within the Sabah Government and domestic/international investors and firms.

(4) Inputs (as of Mid-term Review)

Japanese side:

- Experts: 1 long-term, 11 short-term
- Trainees received: 10
- Equipment: RM 4,350,790 in total (Approx. 131 million yen)
- Local Cost: RM 212,620 in total (Approx. 6.8 million yen)

Malaysian side:

- Counterpart: Approx. 26
- Land and facilities: Office space, other necessary office facilities and equipment at UPM and UMS each
- Local Cost: RM 1.2 million in total (RM 3 million for 4 years)

2. Outline of the Mid-term Review Team			
Review Team			
	Name	Job Title	Occupation
	Mr. Kei Jinnai	Leader	Director, Natural Environment Team 1, Forestry and Nature Conservation Group, Global Environment Dept., JICA
	Ms. Misa Kemmiya	Cooperation Planning	Acting Director, Natural Environment Team 1, Forestry and Nature Conservation Group, Global Environment Dept., JICA
	Ms. Sawa Hasegawa	Evaluation Analysis	Principal Consultant, Project Management Dept., OPMAC Corporation
	Mr. Masayuki Kamimoto	SATREPS Evaluation	Assistant to the President, Hirosaki University
Mr. Keisuke Kousaka	SATREPS Evaluation	Senior Associate Research Supervisor, Japan Science and Technology Agency	
Period of Evaluation: 2 November to 20 November, 2015		Type of Study: Mid-term Review	
3. Summary of Mid-term Review Results			
3-1 Progress of the Project			
<p>Inputs from both the Japanese and Malaysian sides have been provided as planned. The implementation of activities for Output 1 has been considerably delayed and Output 2 has been subsequently delayed since these activities are to be implemented based on the results of Output 1. The activities for Output 3 and Output 4 have been implemented as planned.</p>			
(1) Achievement of Outputs			
1) Output 1			
The achievement level as of the Mid-term Review: low			
<ul style="list-style-type: none"> - The activities for Output 1 such as establishment of pilot plant and implementation of zero-discharge experiment have been delayed in general due to the unexpected change of location of palm oil mill where the pilot plant are to be established as well as delayed start of building construction work of the pilot plant 			
2) Output 2			
The achievement level as of the Mid-term Review: to be implemented			
<ul style="list-style-type: none"> - The full scale activities on Output 2 will be conducted from next year of 2016 so that the results of indicators have not been obtained at the time of Mid-term Review. 			
3) Output 3			

The achievement level as of the Mid-term Review: reasonable

- There are main four researches dealt with Output 3 and each research is in progress so that Output 3 is expected to be achieved by the end of the project.

4) Output 4

The achievement level as of the Mid-term Review: reasonable

- 3 indicators for Output 4 are in progress and expected to be achieved by the end of the project.

(2) Prospect for achieving Project Purpose

The achievement level as of the Mid-term Review: in progress

- The achievement of Indicator 3 and Indicator 4 out of 4 indicators is in progress and expected to be achieved by the end of the project. The achievement of Indicator 1 and Indicator 2 will be realized based on the achievement of Indicator 3 and Indicator 4 and it is important to achieve these indicators in order to achieve the Project Purpose in the end.

3-2 Summary of Evaluation Results

(1) Relevance (moderately high)

- The project is consistent with the Malaysian national development plan “10th Malaysia Plan” as well as the Sabah state’s development plan “Direction of Sabah State Development and Advancement” and “Sabah’s Strategic Long Term Action Plan.”
- The project meets the development needs of both federal and Sabah state governments.
- The project is consistent with Japan’s ODA policy.
- The project design/approach has relatively unfavourable influences on the efficient project implementation (efficiency) and the achievement of Overall Goal (impact).

(2) Effectiveness (moderate)

- It is important for the project to achieve the creation of business model based on the technologies and researches developed by the project in order to achieve the Project Purpose. The effectiveness of the project as well as the achievement of Project Purpose will be realized with a successful accomplishment of zero-discharge experiment at the pilot plant and development of viable business model based on the results of experimentation.

(3) Efficiency (relatively low)

- While inputs have been provided as planned, the implementation of activities for Output 1 and Output 2 has been delayed compared to the original plan mainly due to the delayed establishment of pilot plant so that the current produced levels of Output 1 is not reasonable as of the Mid-term Review. However, the acceleration of the activities for output 2 may improve efficiency during the

latter period of the project.

- The new pilot site of Keningau causes relatively high consumption of time and cost due to a hard accessibility to the site as far as a perspective of efficiency is concerned. However, given inevitable security reason, the selection of the site and mill was appropriate since there were no other options in that area.

(4) Impact (moderate)

- Although it is difficult to project the future achievement of Overall Goal at the time of Mid-term Review, the prospect to achieve it within three to five years after the completion of the project is relatively low based on the current project objective, namely Project Purpose.
- The present Overall Goal loses touch with the Project Purpose and it would be difficult to achieve the Overall Goal even if the project successfully achieves its purpose so that it is better to change the Overall Goal in a more appropriate expression.
- There has been no serious report of any negative impact of the project in terms of the environmental and social aspects so far and it is unlikely that any negative impact of the project will emerge in the remaining project period.

(5) Sustainability (moderately high)

- Concerning the policy and institutional aspects, both the federal and Sabah state governments will continue to support the sustainable development of palm oil industry as well as biodiversity conservation in Malaysia since they are both important policies in the country.
- Concerning the organizational aspect, the project members mostly consist of academic staff of UPM and UMS and it is certain that they will continue their researches even after the project so that it is not necessary for them to establish a specific organizational system in order to continue their researches.
- Concerning the financial aspect, the continuation of researches can be sustained during the project period with a good financial condition and technologies to be adopted by companies in the future can be another fund for the continuation of researches.
- Concerning the technical aspect, the research members have enough skills to continue their researches in charge and currently no specific technical problem in doing their researches. The human resource development for continuing the researches on effective use of oil palm biomass and biodiversity in the future have been successfully made in the project.

3-3 Factors that promoted/inhibited realization of effects

(1) Promoting factors

1) Factors concerning Planning

- None
- 2) Factors concerning Implementation Process
 - Preceding researches on the utilization of oil palm biomass before the project

(2) Inhibiting factors

- 1) Factors concerning Planning
 - Unfavourable influences on the efficient project implementation and the achievement of Overall Goal by the project design/approach
- 2) Factors concerning Implementation Process
 - Unfavourable security situation in the original pilot site
 - Delay in start of building construction work of the pilot plant due to a lack of part of data and information necessary for the detailed design

3-4 Conclusion

Based on the findings of Mid-term Review, it is concluded that the project has been basically implemented as planned although the implementation of some project activities has been delayed due to the unexpected change of pilot site caused by the unfavorable security situation at the originally planned pilot site. The full-scale operation for the zero-discharge experiment at the new pilot site is to be conducted from next month, December 2015, so it is necessary for the project members to accelerate their activities on the operation as well as the development of business model based on the results of operation in the remaining project period.

3-5 Recommendations

- (1) Urgent assignment of an assistant in charge of monitoring of pilot plant for the zero-discharge experiment including allocation of UPM researchers and students
- (2) Assignment of a professional personnel in charge of the cost benefit analysis and development of model business investment plans for the zero-discharge business model
- (3) Holding informal meetings among research members including Malaysian and Japanese sides
- (4) Making the future management plan on the pilot plant at the Keningau Palm Oil Mill
- (5) Revision of PDM

3-6 Lessons Learned

- (1) Reconsideration of methods of management, administration and evaluation for SATREPS projects.

