

ボツワナ共和国
乾燥冷害地域におけるヤトロファ・
バイオエネルギー生産のシステム開発
プロジェクト（SATREPS）
中間レビュー調査報告書

平成27年8月
(2015年)

独立行政法人国際協力機構
農村開発部

農村
JR
15-051

ボツワナ共和国
乾燥冷害地域におけるヤトロファ・
バイオエネルギー生産のシステム開発
プロジェクト（SATREPS）
中間レビュー調査報告書

平成27年8月
(2015年)

独立行政法人国際協力機構
農村開発部

序 文

独立行政法人国際協力機構は、2011年11月23日ボツワナ共和国と締結した討議議事録（R/D）に基づき、2012年4月より地球規模課題対応国際科学技術協力の枠組みによる「乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギープロジェクト（SATREPS）」を5年間の計画で実施しています。

このたび、プロジェクトが協力期間の中間地点に至ったことから、プロジェクトの進捗や実績を確認のうえで目標及び成果達成に向けた貢献・阻害要因を分析すること、評価5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト及び持続性）の観点から日本・ボツワナ共和国側双方で総合的にプロジェクトを評価すること、及び今後の対策について提言を行うことを目的として、2014年8月17日から9月6日まで中間レビュー調査団を現地に派遣しました。

現地ではボツワナ共和国側の団員と合同評価調査団を形成し、評価結果を合同評価報告書に取りまとめ、ボツワナ共和国側の政府関係者と今後の方向性について協議し、ミニッツ（M/M）に署名を取り交わしました。本報告書は、その結果を取りまとめたものであり、今後のプロジェクトの実施にあたり広く活用されることを願うものです。

終わりに本調査にご協力とご支援を頂いた内外の関係者の皆様に対し、心から感謝の意を表します。

平成27年8月

独立行政法人国際協力機構
農村開発部長 北中 真人

目 次

序 文
目 次
位置図
写 真
略語表

中間レビュー調査結果要約表

第1章 中間レビュー調査概要	1
1-1 中間レビュー調査の背景と目的	1
1-2 プロジェクト概要	1
1-2-1 プロジェクト名	1
1-2-2 プロジェクト期間	1
1-2-3 日本側実施機関	2
1-2-4 カウンターパート機関	2
1-2-5 プロジェクト枠組み	2
1-3 合同レビュー調査団の構成	3
1-4 調査日程	4
1-5 調査手法	5
1-6 主要面談者	5
第2章 プロジェクトの実績	8
2-1 投入実績	8
2-1-1 日本側投入	8
2-1-2 ボツワナ側投入	8
2-2 活動の達成状況	9
2-2-1 成果1を達成するための活動	9
2-2-2 成果2を達成するための活動	11
2-2-3 成果3を達成するための活動	12
2-2-4 成果4を達成するための活動	12
2-2-5 成果5を達成するための活動	13
2-3 成果の達成状況	13
2-4 プロジェクト目標の達成状況	15
2-5 実施プロセス	16
2-5-1 プロジェクト実施状況	16
2-5-2 プロジェクト実施及びモニタリング体制	16
2-5-3 コミュニケーション及び情報共有	17
2-5-4 ボツワナ側のオーナーシップ	17
2-5-5 技術移転	18

第3章 評価5項目による評価	19
3-1 妥当性	19
3-2 有効性	19
3-3 効率性	20
3-3-1 日本側からの投入の効率性.....	20
3-3-2 ボツワナ側からの投入の効率性.....	21
3-3-3 活動の効率性	21
3-4 インパクト	22
3-5 持続性	22
3-5-1 政策支援	22
3-5-2 財政面	22
3-5-3 組織・技術面	22
3-6 結論	23
 第4章 提言	 24
 第5章 団長所感	 27
 付属資料	
1. 協議議事録 (Minutes of Meeting) 及び合同評価報告書 (Joint Mid-term Review Report) ...	31
2. 評価グリッド	67

写



インタビュー調査

真



ボツワナ大学研究室



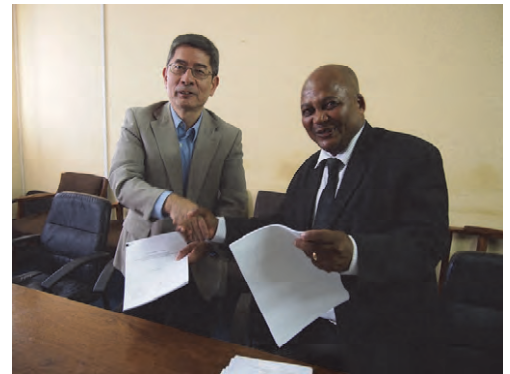
セロウエ試験圃場



気象観測装置



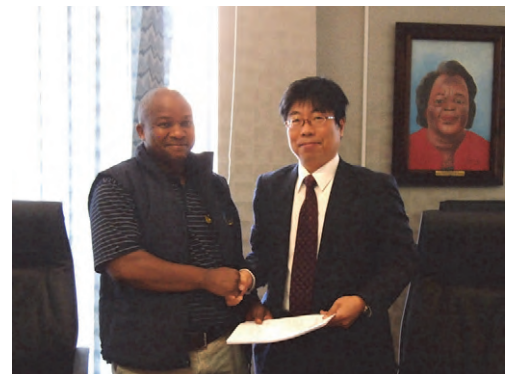
バイオマス使用育苗ポット



合同評価レポート作成



合同評価ミーティング



M/M 署名

略 語 表

略 語	正式名称	日本語
BCA	Botswana College of Agriculture	ボツワナ農業大学
BOTEC	Botswana Technology Centre	ボツワナ科学技術センター
BWP	Botswana Pula	ボツワナプラ（通貨単位）
CERC	Clean Energy Research Centre	クリーンエネルギー研究センター
C/P	Counterpart	カウンターパート
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DAR	Department of Agricultural Research	農務省農業研究局
DGGE	Denaturing Gradient Gel Electrophoresis	変性剤濃度勾配ゲル電気泳動
DOE	Department of Energy	エネルギー局（現在）
EAD	Energy Affairs Division	エネルギー局
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
GEF	Global Environment Facility	地球環境機関
GMO	Genetically Modified Organisms	遺伝子組み換え生物
GoJ	Government of Japan	日本政府
GoB	Government of Botswana	ボツワナ政府
ICT	Information and Communications Technology	情報通信技術
ICP	Inductively Coupled Plasma	誘導結合プラズマ
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JFY	Japanese Fiscal Year	会計年度（日本）
JPY	Japanese Yen	日本円
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	独立行政法人科学技術振興機構
M/M	Minutes of Meeting	ミニッツ（協議議事録）
MMEWR	Ministry of Minerals, Energy and Water Resources	鉱物・エネルギー・水資源省
MOA	Ministry of Agriculture	農務省
MOU	Memorandum of Understanding	合意書
NDP 10	Tenth National Development Plan	第 10 次国家開発計画
NMR	Nuclear Magnetic Resonance	核磁気共鳴
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operations	運営計画
RAPD	Random Amplification of Polymorphic DNA	増幅断片多型 DNA
R/D	Record of Discussions	討議議事録
SADC	South African Development Community	南部アフリカ開発共同体

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
SNP	Single Nucleotide Polymorphism	一塩基多型
TICAD IV	Tokyo International Conference on African Development	第4回アフリカ開発会議
TU	Tottori University	鳥取大学
UB	University of Botswana	ボツワナ大学
UR	University of the Ryukyus	琉球大学

中間レビュー調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：ボツワナ共和国	案件名：乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発プロジェクト
分野：農業開発	援助形態：技術協力プロジェクト（科学技術）
所轄部署：農村開発部	協力金額（評価時点）：約 1 億 9,300 万円
協力期間	(R/D)：2012 年 4 月 12 日～ 2017 年 4 月 11 日
	先方関係機関：鉱物・エネルギー・水資源省（MMEWR）、農務省（MOA）農業研究局（DAR）、ボツワナ大学（UB）
	日本側協力機関：鳥取大学、琉球大学、理化学研究所
	他の関連協力：特になし
1-1 協力の背景と概要	
<p>ボツワナ共和国（以下、「ボツワナ」と記す）は、驚異的な経済成長を遂げてきた。ただし、ボツワナ経済は、その輸出総額の 80%と国家収入の 50%を鉱山資源が占め、不安定な国際貿易に依存するリスクを抱えている。そのため、ボツワナ国家開発計画に、社会経済構造の多様化が強く求められている。</p> <p>2007 年、ボツワナ鉱物・エネルギー・水資源省（Ministry of Minerals, Energy and Water Resources : MMEWR）エネルギー局（Energy Affairs Division : EAD、現 Department of Energy : DOE）は、国内におけるバイオ燃料生産の実現可能性について報告書を発表し、ヤトロファ植物によるバイオ・ディーゼル燃料生産の潜在的可能性が高いと結論づけた。この報告を受け、2009 年、ボツワナ政府は、2020 年までに国内ディーゼル油消費量の約 10%にあたる年間 5,000 万リットルのバイオ・ディーゼル燃料の生産を達成することを公表した。本政策が達成されれば、ボツワナが署名締結している CO₂ 削減に向けた京都議定書の目標達成に貢献するだけでなく、国家のエネルギー政策の安定化、農村部における農工業産業の活性化、雇用の新規創出に貢献することが期待される。上記の政策を受け、2010 年、EAD により、日本側共同研究者が招へいされ、共同現地調査が実施された。同調査では、乾燥冷害の環境下で起こるヤトロファ樹木の枯死・育成遅延などの問題を解決するためには、ボツワナ国内におけるヤトロファの栽培法に係る技術確立が不可欠であると結論づけた。</p> <p>乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発プロジェクト（以下、「本プロジェクト」と記す）は、ボツワナの乾燥・冷害地域において①ヤトロファを効率的に育てるための研究、②高収量・ストレス耐性ヤトロファの育種、③ヤトロファ種子から生産されるバイオディーゼルの特性の研究、④種子・バイオディーゼルの生産に伴い発生する非油脂バイオマスの利用方法の研究、⑤バイオディーゼル生産につき全工程を対象とした環境・社会・経済性をはじめとする総合的な評価、を行うことにより、ボツワナにおけるヤトロファ・バイオディーゼルの生産に向けた技術的知見と経験の蓄積を達成することを目的として、2012 年 4 月から 2017 年 4 月までボツワナ乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発プロジェクトを実施している。</p> <p>2014 年 9 月にプロジェクトが協力期間の中間点を迎えることから、ボツワナ側と合同でプロ</p>	

プロジェクトの活動進捗状況の確認、達成度の検証を行い、さらに評価5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）の観点から評価することで、残りの協力期間における対応方針につき検討し、関係者に提言することを目的とし、中間レビュー調査が実施された。

1-2 協力内容

(1) プロジェクト目標

ボツワナにおけるヤトロファ・バイオディーゼルの商業生産に向けた技術的知見と経験が蓄積される。

(2) 成果

- 1) ボツワナの気候に適したヤトロファの栽培体系が確立される。
- 2) 高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種を開発するための技術基盤が構築される。
- 3) ヤトロファ・オイルの特性が明らかになる。
- 4) ヤトロファ非油脂バイオマスを利用するための技術が開発される。
- 5) ヤトロファ生産とバイオマス利用のインパクトが環境・社会・経済面から評価される。

(3) 投入

1) 日本側

専門家：長期専門家（チーフアドバイザー・栽培、業務調整）3名、短期専門家11名
本邦研修：3回開催、延べ10名参加

機材供与：プロジェクト車両、光合成測定装置、チップパー、変性剤濃度勾配ゲル電気泳動（Denaturing Gradient Gel Electrophoresis：DGGE）ユニット、ゲル撮影装置、トレーラー、芝刈り機、気象サーバー、葉面積測定器、DNA電気泳動装置、凍結乾燥機、ホモジナイザー、種子保存用冷蔵庫、インキュベーター、バイオディーゼルスターターキット、土壌モニタリングユニット等

施設整備：DAR 実験圃場に、フェンス、有刺鉄線、自動灌水バルブ、貯水タンク2台、プレハブ、電柵、倉庫を整備、灌水設備の交換・修理

ローカルコスト負担：約1,905万円（2014年6月末まで）、機器・実験用消耗品購入、現場研修・シンポジウムの開催、レンタカー利用、気象データ通信等の費用として支出

2) ボツワナ側

カウンターパート（C/P）配置：延べ42名〔MMEWR9名、農務省農業研究局（Department of Agricultural Research：DAR）19名、ボツワナ大学（University of Botswana：UB）14名〕

DAR から、プロジェクト事務所、実験室、実験圃場が提供、実験圃場において、灌水設備、貯水タンク1台を整備。UB から実験室が提供。

プロジェクト費負担：約411万円（2014年6月末まで）、プロジェクト車両ガソリン代、圃場労働者及びセキュリティガード人件費、長期研修員派遣費、C/P出張費、ワークショップ・会合・研修開催費として支出

2. 評価調査団の概要			
調査者	担当分野	氏名	所属
	団長	佐藤 武明	JICA 国際協力専門員
	協力企画	知念 優美	JICA 農村開発部 農業・農村開発第二グループ 第四チーム ジュニア専門員
	評価分析	齋川 純子	株式会社コーエイ総合研究所 コンサルタント
	科学技術計画・評価	山地 憲治	JST 国際科学技術部 地球規模課題国際協力室 研究主幹 東京大学名誉教授
	科学技術計画・評価	鵜瀬 美里	JST 国際科学技術部 地球規模課題国際協力室 調査員
調査期間	2014年8月17日～2014年9月6日		評価種類：中間レビュー
3. 評価結果の概要			
3-1 実績の確認			
(1) 成果1達成に向けた活動			
1) 気象観測システムの設置 セベレ、セロウェ、マウン、カンの4カ所に設置済み。			
2) ヤトロファ栽培手法の開発 ボツワナ固有種(81系統)の収集、苗木のセベレ、マウン圃場への移植。ガーナ種苗木のセベレ圃場への移植。一連のセミナー(「ヤトロファ栽培・植物成長調整因子」「植栽試験区設計・移植・バイオ炭利用」「光合成データの利用・分析方法」「実験計画法」「防寒法」「植物ストレス休眠」「間作と生長解析」)を実施。越冬処置、光合成測定、損傷回復手法等の実施。栽培マニュアル作成に向けた栽培指針を作成。			
3) 灌漑システムの開発 セベレ圃場に貯水タンク3台、灌水設備を設置(継続的な修理・交換を実施)。新たな井戸を掘削済み、ポンプ・管を設置中。			
4) 土壌・水の分析 土壌試料を採取、DGGE、誘導結合プラズマ(Inductively Coupled Plasma: ICP)、核磁気共鳴(Nuclear Magnetic Resonance: NMR)等の各種分析機器を用いた微生物叢解析及び化学プロファイリングを実施。DGGEユニットを供与、DGGE手法に係るセミナーを実施(2012年6月)。灌漑用水(井戸水)の物理・化学的特性を分析。			
(2) 成果2達成に向けた活動			
1) ボツワナ固有種の特徴評価 ボツワナ固有種の形態的・生理的特性を評価。			
2) 害虫・病気発生の調査 C/Pにより実施、病虫害は散見されたが、大きな影響はなし。			
3) 分子マーカーの特定 DNA抽出手法及びRAPD手法につき、C/Pへの技術指導を実施。分子マーカーに係るセミナーを実施(2012年6月)。			
4) 遺伝子型と表現型の関係に係るオミクス解析			

オミクス解析に係るセミナーを実施（2013年5月）。次世代シーケンシング、ICP、NMR手法を用いて、花・果実のオミクス解析を実施。ヤトロファ葉のプロテオーム分析・トランスクリプトーム分析に係る研修をC/Pに対して実施（2014年7月）。オミクス解析に係るデータベースを構築中。

5) 遺伝子組み換えヤトロファの開発

ヤトロファにストレス耐性遺伝子の導入を実施（根伸長、低温耐性、乾燥耐性）、形質転換候補株を取得。ボツワナ国内での遺伝子組み換えヤトロファの隔離栽培を実施する予定。遺伝子組み換えヤトロファ技術に係るセミナーを実施（2013年5月）。

(3) 成果3達成に向けた活動：未実施

(4) 成果4達成に向けた活動

1)～4) 非油脂ヤトロファ・バイオマス分析、ヤトロファ炭生産・効果調査

ヤトロファ・バイオ炭の生産・分析を実施（2013年7月本邦研修）。炭化とバイオ炭生産に係るセミナーを実施（2014年5月）。DARに試作型炭化釜を設置、ヤトロファの枝、その他の植物残渣から、バイオ炭を生産。ヤトロファ炭の土壌への適用実験をDARにて実施中。

5) 非油脂ヤトロファ・バイオマスのエネルギー利用・評価

未実施

(5) 成果5達成に向けた活動

1)～3) ヤトロファ生産・バイオマス利用の評価

未実施

4) ワークショップ・シンポジウム開催

公開研究成果発表セミナー開催（2013年5月23日、C/P 28名、専門家10名出席）。第1回ヤトロファ・シンポジウム開催（2013年8月8日、62名参加）。モザンビークの事例に係るセミナー開催（2014年1月9日）。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：中程度に高い

本プロジェクトは、ボツワナ側の開発政策〔第10次国家開発計画（NDP10）、国家エネルギー政策〕、日本のODA政策（対ボツワナ援助重点分野、2011年6月）、C/P機関のニーズに整合している。ただし、ボツワナ側のプロジェクト活動費の確保につき懸念があり。

(2) 有効性：中程度

成果の達成状況・見込み：

1) 成果1：2013年11月の降雹、2014年6、7月の寒波の影響から、実験圃場ではこれまでにヤトロファ種子収穫はなし。今後想定外の降雹等がなければ2015年3～5月に種子収穫が見込まれる。栽培マニュアル作成に向けた指針が作成されるなど、ヤトロファ栽培体系に係る技術的知見は着実に蓄積されている。よって、成果1は部分的に

達成されている。

- 2) 成果 2：ボツワナで入手可能なヤトロファ系統はすべて収集され、その特性が評価された。ストレス耐性（根伸長、低温耐性、乾燥耐性）及び高収量の遺伝子の導入による、遺伝子組み換えヤトロファが開発されており、今後隔離栽培によるストレス耐性評価を行う予定である。よって、成果 2 は部分的に達成されている。
- 3) 成果 4：種子以外のバイオマスが計測、ヤトロファ炭が生産され、土壌適用実験が実施中である。よって、成果 4 は部分的に達成されている。
- 4) 成果 3 及び 5：当該成果に係る活動は未実施。

プロジェクト目標の達成状況・見込み：

本プロジェクトは、乾燥冷害気候に適合したヤトロファ栽培体系の確立（成果 1）、高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種のゲノム育種（成果 2）、ヤトロファ・オイル特性の解析（成果 3）、非油脂バイオマス利用技術の開発（成果 4）を達成することにより、ヤトロファ・バイオディーゼル生産に向け、技術的知見と経験が蓄積されることをめざしている。また、ヤトロファ生産及び利用の工程を対象とした評価を行うことで（成果 5）、商業生産への見通しが判断される。プロジェクト目標の達成のレベルは、各成果に向けての今後の活動進捗状況に左右されるが、これまでの成果達成状況及び今後予定されている活動を考慮すると、プロジェクト終了時までには、ヤトロファ・バイオディーゼル生産に向けた技術的知見と経験がある程度蓄積されることは大いに見込める。

プロジェクト目標の達成指標で判断すると、1) 学術論文 5 本の発行は達成される見込みは高い。2) 2 名が本年修士課程を開始した状況から、プロジェクト期間内に 6 名が修士もしくは博士号を取得するのは厳しい状況であり、早急の対応が必要となる。3) 「技術パッケージ」が完成したレベルでの必要技術をすべて網羅したものを意味するならば、同パッケージの整備は難しい。ボツワナ政府が同技術パッケージを採用するか否かは、成果 5 で扱う評価の結果及びその他の要因に左右され、現時点でこれを判断するのは難しい。

(3) 効率性：中程度

- ・日本側からの投入（専門家の派遣、本邦研修、供与機材等）は、アウトプット産出のためおおむね適切に行われている。
- ・本邦研修参加 C/P によれば、同研修により知識・技術が向上し、有効であったとのことである。
- ・ボツワナ側 C/P は、専門分野、経歴を考慮し、配置されている。圃場・栽培管理を担当する C/P は配置されていない。他業務との兼ね合い、任務の不明瞭さ等により、C/P のプロジェクトへの参加状況は良いとはいえない。調整役を担っていた主要 C/P が 2014 年退職した。
- ・DAR から提供された実験圃場では、必要な電気は整備されておらず、十分な灌漑水が確保できない状態であった。
- ・MMEWR 内でプロジェクト活動に必要な予算がタイムリーに確保できず、圃場労働者の提供、長期研修生の派遣に遅延が生じている。
- ・C/P の給与、日常の交通手段は各 C/P 機関で手当てされているが、プロジェクト活動へ

の限定的な参加の理由として、交通手段の不足を挙げる C/P もいた。

(4) インパクト

本プロジェクトは、以下の影響をもたらしている。

- ・圃場でのヤトロファ栽培が成功したことがない環境で、適正な手法により労力をかければヤトロファは育つという実例を見せている。
- ・ヤトロファ以外のバイオ燃料原料を考慮する必要性が C/P 側で認識されている。
- ・増幅断片多型 DNA (Random Amplification of Polymorphic DNA : RAPD) 解析をヤトロファ以外の育種研究や野生生物資源の評価研究に活用する動きが DAR 内でみられる。
- ・セロウェイ圃場でヤトロファの栽培試験を行っている NGO (ボイテコ・トラスト) に対して、プロジェクトで得られた技術・知識が積極的に共有され、連携が進んでいる。
- ・本プロジェクトは外部からの注目を集めており、2014 年 8 月に開催された「ボツワナ再生エネルギー会議」等、さまざまな機会において言及されている。

(5) 持続性

1) 政策面

NDP10 及び国家エネルギー政策では、再生可能エネルギーの開発・利用を促進する方針が明確に打ち出されている。再生可能エネルギー開発戦略の策定が着手されるなど、関心が高まっている。これらの政策・関心は、中期的には維持されると考えられる。

2) 財政面

プロジェクト終了後に、プロジェクト関連の研究活動継続の予算をボツワナ側が確保できるか否かは、後半の成果達成状況にも左右されるため、現時点では判断できない。

3) 組織・技術面

プロジェクト活動を通じて、C/P の知識・技術はある程度向上している。今後予定されている共同論文作成を含むグループごとの研究活動を通じて、C/P 側の能力、オーナーシップの更なる向上が見込める。DAR は再編成が予定されているが、新組織でもヤトロファに係る研究に対し、要員・予算ともにある程度の手当ては見込めるとのことである。また、関連分野の教授が UB にいる限り、本プロジェクト関連研究が継続する見込みは高い。

3-3 効果発現に貢献した要因

(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

特になし。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

- ・想定以上に、セベレ実験圃場の気象条件が厳しいことが判明した。

- ・ボツワナでの農業は、放牧と天水依存作物栽培を主とし、労働集約的な灌漑作物栽培は比較的新しい分野であることが、改めて認識された。

(2) 実施プロセスに関すること

- ・想定外であった、2013年11月の降雹、2014年6月及び7月の寒波により、栽培中のヤトロファが著しい被害を受け、種子の収穫はいまだできず、成果3に係る活動は着手できていない。
- ・圃場・栽培管理を担当するC/P研究者が配置されておらず、技術移転の受け皿がないまま、日本側専門家主体で圃場・栽培管理に係る活動が行われている。2013年12月に圃場技術スタッフがようやく配属され、専門家が直接指導をしているが、技術・能力レベルに大きな乖離があり、技術移転が進んでいるとはいえない。
- ・活動月報の共有・定例会議の開催・インターネット上の共有フォルダの利用等を通じて、専門家チームはC/Pとのコミュニケーション・情報共有を図っているが、十分に機能していない。
- ・本プロジェクト実施に関し、C/P機関の役割分担等に係る合意書（Memorandum of Understanding：MOU）はなく、3機関の間のコミュニケーション・調整も不足している。
- ・DAR及びUBは、調整の役割を担っていたC/Pが2014年退職したこともあり、内部調整が不足している。
- ・C/Pのプロジェクト活動内容及び自らの任務の位置づけに対する理解が十分ではない。

3-5 結論

本プロジェクトは、ボツワナ側の開発政策、日本のODA政策、C/P機関のニーズと整合しており、おおむね妥当である。本プロジェクトは、遅延があったものの、その活動を通じて、ヤトロファ・バイオディーゼル生産に向けた技術的知見と経験が着実に蓄積されてきている。これを更に蓄積できるか否かは、今後の活動進捗及び成果達成に左右されるため、現時点でプロジェクト目標の達成見込みを判断するのは難しい。プロジェクト終了後の持続性については、特に関連研究活動継続のための資金確保につき懸念が残る。

3-6 提言

(1) プロジェクト活動予算の手当て

MMEWRは、次年度開発予算の下に、本プロジェクトの予算項目を設置すべく、予算内訳・規模をDAR・UB・日本側専門家と協議したうえで、2014年10月末までに必要な手続きを行うべきである。予算執行手続きを明確にし、MMEWR・DAR・UBの3者間で合意すべきである。

(2) PDMの改訂

レビュー調査結果に基づき、現行PDM（2014年5月20日、第2版）を以下のとおり改訂することを提案した。

- ・プロジェクト目標指標3：現行「ヤトロファ・バイオマスを利用するための技術パッケージがボツワナ政府に採用される。」→改訂案「プロジェクト成果に基づく技術体系がボ

ツワナ政府に提案される。」

- ・成果指標 1-2：現行「少なくとも 4 つの異なるサイトについて、水管理と剪定を含む栽培体系が文書化される。」→改訂案「4 つの異なるサイトのデータベースをもとに、水管理と剪定を含む栽培体系が文書化される。」
- ・成果指標 1-3：現行「実験圃場でのヤトロファ種子生産が ha 当たり 2.5t を上回る。」→改訂案「実験圃場でのヤトロファ種子生産が樹木 1 本当たり 80 個を上回る*。」

*遺伝子組み換えヤトロファ木は含まない。

(3) プロジェクト実施体制の再構築

関係者間のコミュニケーション・調整を促進し、効果的なプロジェクト実施体制を再構築するために、以下の方策をとることを提案した。

1) C/P への正式な辞令の発行

C/P 機関、特に DAR は C/P 研究者に対して本プロジェクト参加に係る正式な辞令を発行すべきである。

2) C/P 機関の間の合意書 (MOU) 締結

活動費用の手当てを含む、プロジェクトにおける役割・責任分担に係る MOU を MMEWR・DAR・UB で準備し、締結すべきである。

3) C/P 3 機関のコーディネーターの任命

C/P 機関はそれぞれコーディネーターを任命すべきである。

4) 共同研究体制の再構築

学術論文の共同執筆をはじめとする共同研究活動を促進するため、ボツワナ側 C/P 及び日本側専門家は、既存の Action Plan に基づき、以下のとおり共同研究体制を構築し、双方で十分なコミュニケーションをとり、共同研究を進めるべきである。

- ・成果もしくは研究課題に基づくグループの結成
- ・日本側・ボツワナ側の双方からのグループリーダーの選出
- ・グループメンバー、各メンバーのタスク・責務の明確化
- ・グループごとの最終目標・中間目標の設定
- ・グループごとの四半期活動計画の策定、これに基づく各メンバーのタスクの明確化

(4) プロジェクト成果達成に向けた活動の準備・促進

1) 成果 1

圃場・栽培の効率的な管理、専門家から C/P 研究者への技術移転を促進するため、DAR は圃場・栽培管理を統括できる C/P を配置すべきである。

2) 成果 3

UB は MMEWR 及び日本側専門家と協議し、遅くとも 2015 年 4 月までに実験活動に従事する大学院生・研究助手を配置するなど、本活動への準備を進めるべきである。

3) 成果 5

活動の円滑な開始に向け、UB と日本側専門家双方は、活動内容、実施方法、スケジュール等を協議し、2014 年中に詳細活動計画を最終化すべきである。

(5) 関連法・政策の動向への留意

「バイオセーフティの法的枠組み」「再生エネルギー開発戦略」等の法的枠組みは、本プロジェクト活動の実施及び持続性に影響を与えることから、ボツワナ側 C/P と日本側専門家はその動向に留意する必要がある。

3-7 教訓

特になし。

3-8 フォローアップ状況

該当なし。

第1章 中間レビュー調査概要

1-1 中間レビュー調査の背景と目的

ボツワナ共和国（以下、「ボツワナ」と記す）は、驚異的な経済成長を遂げてきた。過去20年間の平均経済成長率は7%以上であり、1人当たりのGDPは、過去30年間で6倍以上に増大している。しかしながら、ボツワナ経済は、その輸出総額の80%と国家収入の50%を鉱山資源が占め、不安定な国際貿易に依存するリスクを抱えている。そのため、ボツワナ国家開発計画、社会経済構造の多様化が強く求められている。

2007年、ボツワナ鉱物・エネルギー・水資源省（Ministry of Minerals, Energy and Water Resources : MMEWR）エネルギー局（Energy Affairs Division : EAD、現 Department of Energy : DOE）は、国内におけるバイオ燃料生産の実現可能性について報告書を発表し、ヤトロファ植物によるバイオ・ディーゼル燃料生産の潜在的可能性が高いと結論づけた。この報告を受け、2009年、ボツワナ政府は、2020年までに国内ディーゼル油消費量の約10%にあたる年間5,000万リットルのバイオ・ディーゼル燃料の生産を達成することを公表した。本政策が達成されれば、ボツワナが署名締結しているCO₂削減に向けた京都議定書の目標達成に貢献するだけでなく、国家のエネルギー政策の安定化、農村部における農工業産業の活性化、雇用の新規創出に貢献することが期待される。

上記の政策を受け、2010年、EADにより、日本側共同研究者が招へいされ、共同現地調査が実施された。同調査では、乾燥冷害の環境下で起こるヤトロファ樹木の枯死・育成遅延などの問題を解決するためには、ボツワナ国内におけるヤトロファの栽培法に係る技術確立が不可欠であると結論づけた。

乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発プロジェクト（以下、「本プロジェクト」と記す）は、ボツワナの乾燥・冷害地域において①ヤトロファを効率的に育てるための研究、②高収量・ストレス耐性ヤトロファの育種、③ヤトロファ種子から生産されるバイオディーゼルの特性の研究、④種子・バイオディーゼルの生産に伴い発生する非油脂バイオマスの利用方法の研究、⑤バイオディーゼル生産につき全工程を対象とした環境・社会・経済性をはじめとする総合的な評価、を行うことにより、ボツワナにおけるヤトロファ・バイオディーゼルの生産に向けた技術的知見と経験の蓄積を達成することを目的として、2012年4月から2017年4月までボツワナ乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発プロジェクトを実施している。

2014年9月にプロジェクトが協力期間の中間点を迎えることから、ボツワナ側と合同でプロジェクトの活動進捗状況の確認、達成度の検証を行い、さらに評価5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）の観点から評価することで、残りの協力期間における対応方針につき検討し、関係者に提言することを目的とし、中間レビュー調査が実施された。

1-2 プロジェクト概要

1-2-1 プロジェクト名

乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発プロジェクト

1-2-2 プロジェクト期間

2012年4月12日～2017年4月11日（5年間）

1-2-3 日本側実施機関

- (1) 鳥取大学
- (2) 琉球大学
- (3) 理化学研究所

1-2-4 カウンターパート機関

- (1) 鉱物・エネルギー・水資源省 (MMEWR) エネルギー局 (DOE)
- (2) 農務省 (MOA) 農業研究局 (DAR)
- (3) ボツワナ大学 (UB)

1-2-5 プロジェクト枠組み

(1) プロジェクト目標

ボツワナにおけるヤトロファ・バイオディーゼルの商業生産に向けた技術的知見と経験が蓄積される。

(2) 成果

- 1) 成果 1: ボツワナの気候に適したヤトロファの栽培体系が確立される。
- 2) 成果 2: 高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種を開発するための技術基盤が構築される。
- 3) 成果 3: ヤトロファ・オイルの特性が明らかになる。
- 4) 成果 4: ヤトロファ非油脂バイオマスを利用するための技術が開発される。
- 5) 成果 5: ヤトロファ生産とバイオマス利用のインパクトが環境・社会・経済面から評価される。

(3) 活動

1) 成果 1 を達成するための活動

- 1-1: 気象観測システムとフィールドサーバーを設置する。
- 1-2: ヤトロファの栽培手法を開発する。
- 1-3: ヤトロファ栽培のための灌漑システムを開発する。
- 1-4: 土壌と水の分析を行う。

2) 成果 2 を達成するための活動

- 2-1: ボツワナに自生するヤトロファ系統を特徴づけ、その生理的特性を評価する。
- 2-2: ボツワナに自生するヤトロファ系統の害虫、病気の発生を調査する。
- 2-3: ボツワナに自生するヤトロファ系統を識別する分子マーカーを特定する。
- 2-4: 遺伝子型と表現型の関係をオミクス解析により調べる。
- 2-5: 遺伝子組み換えヤトロファを開発する。

3) 成果 3 を達成するための活動

- 3-1: ヤトロファ種子のオイル含量、成分、熱量を分析する。
- 3-2: ヤトロファ種子、クルードオイルのオイル含量、成分、熱量を分析する。
- 3-3: ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルのエンジン性能試験を行う。

- 3-4 : ヤトロファ・バイオディーゼルの収率を評価する。
- 3-5 : ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルの品質を評価する。
- 3-6 : ヤトロファ種子とクルードオイルの貯留特性を調べる。
- 4) 成果 4 を達成するための活動
 - 4-1 : 非油脂ヤトロファ・バイオマスの熱量、化学組成、毒性物質を分析する。
 - 4-2 : ヤトロファ炭を生産する。
 - 4-3 : ヤトロファ炭を土壌に適用する。
 - 4-4 : ヤトロファ炭の土壌への効果を調べる。
 - 4-5 : 非油脂ヤトロファ・バイオマスのエネルギー利用とその他の利用方法を評価する。
- 5) 成果 5 を達成するための活動
 - 5-1 : ヤトロファ生産とバイオマス利用の環境へのインパクトを評価する。
 - 5-2 : ヤトロファ生産とバイオマス利用の社会へのインパクトを評価する。
 - 5-3 : ヤトロファ・バイオディーゼル生産の経済評価を行う。
 - 5-4 : 研究成果を国際的に共有するためのワークショップやシンポジウムを開催する。

1-3 合同レビュー調査団の構成

(1) 日本側

担当分野	氏名	所属
団長	佐藤 武明	JICA 国際協力専門員
協力企画	知念 優美	JICA 農村開発部 農業・農村開発第二グループ 第四チーム ジュニア専門員
評価分析	齋川 純子	株式会社コーエイ総合研究所 コンサルタント
科学技術計画・評価	山地 憲治	JST 国際科学技術部 地球規模課題国際協力室 研究主幹 東京大学名誉教授
科学技術計画・評価	鶴瀬 美里	JST 国際科学技術部 地球規模課題国際協力室 調査員

(2) ボツワナ側

Leader	Mr. Stephen Kebakile	Chief Economist Development Programmes Ministry of Finance and Development Planning
Member	Dr. Nelson Sello	Principal Research and Statistics Officer Research Statistics & Policy Development Ministry of Agriculture
Member	Ms. Lebang Moipisi	Principal Agric Economist II Department of Agribusiness Promotion Ministry of Agriculture

1-4 調査日程

現地調査は2014年8月17日～9月6日までの期間で実施された。調査日程の概要は、以下のとおり。

日 付		調査スケジュール			
		齋川	知念	佐藤/鶴瀬	山地
8月	日	ハボロネ着			
17日					
18日	月	プロジェクト専門家ヒアリング、ボツワナ側レビューチームとの会合、DAR 局長表敬・ヒアリング、DAR 実験圃場・ラボラトリー視察			
19日	火	DAR C/P ヒアリング			
20日	水	DAR C/P ヒアリング			
21日	木	DAR C/P ヒアリング、UB C/P ヒアリング			
22日	金	MMEWR C/P ヒアリング			
23日	土	収集情報整理			
24日	日	収集情報整理	ハボロネ着		
		チーム内ミーティング			
25日	月	JICA ボツワナ支所との会合、プロジェクト専門家ヒアリング、UB C/P ヒアリング、UB ラボラトリー視察			
26日	火	DOE 局長表敬・ヒアリング、DAR 実験圃場・ラボラトリー視察			
27日	水	プロジェクト専門家との協議、レビューレポート作成			
28日	木	チーム内ミーティング、レビューレポート作成			
29日	金	レビューチーム内ミーティング（ドラフトレポート検討）			
30日	土	チーム内ミーティング、レビューレポート最終化に向けての作業			
31日	日	レビューレポート最終化に向けての作業、M/M 案準備	ハボロネ着		
		レポート最終化に向けてのチーム内ミーティング			
9月	月	レポート最終化に向けてのレビューチーム、プロジェクト専門家、C/P との協議			ハボロネ着
1日					
2日	火	レポート最終化に向けてのレビューチーム、プロジェクト専門家、C/P との協議			
3日	水	レポート最終化に向けてのレビューチーム、プロジェクト専門家、C/P との協議、UB 研究開発局副局長表敬・ヒアリング			
4日	木	レポート最終化に向けてのレビューチーム、プロジェクト専門家、C/P との協議、JCC 準備			
5日	金	JCC 会合、M/M 署名、JICA ボツワナ支所・大使館報告			ハボロネ発
6日	土	ハボロネ発			

1-5 調査手法

本中間レビュー調査は、日本側及びボツワナ側レビューチームの合同で、以下のプロセスにて実施された。

- (1) プロジェクトチーム作成・提供資料、その他関連資料のレビュー
- (2) プロジェクト実績、実施プロセス、評価5項目ごとに、評価設問を設定した評価グリッド（和文、英文）の作成（付属資料2. 評価グリッド）
- (3) 同グリッドに基づいた質問票の準備、プロジェクト関係者〔プロジェクト専門家、ボツワナ側カウンターパート（C/P）〕への事前配布
- (4) 質問票に基づいた、プロジェクト関係者へのインタビュー
- (5) プロジェクトサイト（DAR 実験圃場、ラボラトリー、UB ラボラトリー）視察
- (6) 収集情報に基づいた、プロジェクト実績（投入、活動）の確認、アウトプットの達成状況・見込みについての検証、プロジェクト実施プロセスについての確認
- (7) 以下の評価5項目の観点からの評価の実施
 - 1) 妥当性：プロジェクト目標は、ボツワナ側の開発政策・ニーズ、日本の援助政策と整合性がとれているか。
 - 2) 有効性：プロジェクト目標はどの程度達成されている（達成される見込み）か、アウトプットとの関係はどのようになっているか。
 - 3) 効率性：投入はアウトプット達成のために効率的（量、質、タイミング）に行われたか。
 - 4) インパクト：プロジェクト実施による正・負の直接・間接の効果はあるか。
 - 5) 持続性：プロジェクト終了後に、その効果がどの程度持続する見込みがあるか。
- (8) 上記レビュー結果を踏まえたうえ、今後のプロジェクト活動の運営方針に係る、提言事項の取りまとめ

1-6 主要面談者

- (1) ボツワナ側関係者

＜鉱物・エネルギー・水資源省：Ministry of Minerals, Energy and Water Resources (MMEWR)＞	
Mr. Kenneth Kerekang	Deputy Project Director Director, Department of Energy (DOE)
Mr. Matshameko	Chief Energy Engineer, DOE
Mr. Aaron Somolekae	Principal Energy Engineer, DOE
Ms. Mareledi Gina Maswabi	Project Coordinator Principal Energy Officer, DOE
Ms. Lorato Masocha	Intern, DOE
＜農務省農業研究局：Department of Agricultural Research (DAR), Ministry of Agriculture (MOA)＞	
Dr. Pharoah.O.P. Mosupi	Project Manager Director of DAR
Ms. Ketseemang Safi	Output 1 Lead Researcher Chief Agricultural Research Officer (Plant Nutrition)
Dr. Lekgari Lekgari	Output 2 Lead Researcher Researcher (Plant Breeding/Genetics)

Mr. Ugele Majaule	Researcher (Soil Chemistry)
Mr. Elias Kethobile	Researcher (Agricultural Mechanization)
Mr. Chiyapo Gwafila	Researcher (Plant Genetic Resources)
Mr. Charles Mazereku	Researcher (Biotechnology)
Dr. T. Scott Moroke	Researcher (Soil Science)
Ms. Marea Motsepe	Researcher (Irrigation)
Ms. Tidimalo Coetzee	Researcher (Plant Protection)
Dr. Derick George	Researcher (Molecular Biology)
<ボツワナ大学 : University of Botswana (UB)>	
Prof. Mogodisheng Sekhwela	Project Manager Assistant Director Office of Research and Development
Prof. Bakeseng Moseki	Professor (Plant Physiology) Deputy Dean of Faculty of Science
Prof. Raban Chanda	Professor (Socio Economy), Environmental Science
Prof. G. Mmopelwa	Professor (Agriculture Economy), Environmental Science
Prof. B.P. Parida	Professor (Water Resource Engineering) Faculty of Civil Engineering
Prof. Clever Ketlogetswe	Professor (Bio Energy Engineering) Faculty of Mechanical Engineering

(2) 日本側関係者

<プロジェクト専門家>	
稲福 さゆり	プロジェクトチーフアドバイザー (栽培) 琉球大学 農学部 特命助教
小中 隆文	プロジェクト業務調整員
明石 欣也	プロジェクトリーダー (分子育種) 鳥取大学 農学部 准教授
石本 雄大	プロジェクト専門家 (農学・アセスメント) 鳥取大学 農学部 プロジェクト研究員
川満 芳信	プロジェクト専門家 (栽培・バイオマス利用) 琉球大学 農学部 教授
上野 正美	プロジェクト専門家 (農業工学) 琉球大学 農学部 教授
薮田 伸	プロジェクト専門家 (栽培) 琉球大学 農学部 プロジェクト研究員
菊地 淳	プロジェクト専門家 (オミクス解析) 理化学研究所 環境資源科学研究センター 環境代謝分析研究チーム チームリーダー

＜JICA ボツワナ支所＞	
星野 明彦	所長
相原 泰章	企画調査員
＜在ボツワナ日本国大使館＞	
浜田 圭司	次席・参事官
銀澤 友孝	二等書記官

第2章 プロジェクトの実績

2-1 投入実績

2-1-1 日本側投入

(1) 専門家派遣

長期専門家（チーフアドバイザー・栽培、業務調整員）3名、短期専門家11名が派遣されている。2014年8月末までの派遣日数は、長期専門家1,618日、短期専門家合計348日である。詳細については、付属資料1. Joint Mid-term Review Report Annex-2 (1)を参照。

(2) 本邦研修

本邦研修は3回開催され、延べ10名（うち1名は2回）が参加している。詳細については、付属資料1. Joint Mid-term Review Report Annex-2 (2)を参照。

(3) 機材供与

プロジェクト車両、光合成測定装置、チップパー、変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis : DGGE) ユニット、ゲル撮影装置、トレーラー、芝刈り機、気象サーバー、葉面積測定器、DNA 電気泳動装置、凍結乾燥機、ホモジナイザー、種子保存用冷蔵庫、インキュベーター、バイオディーゼルスターターキット、土壌モニタリングユニット等、プロジェクト研究活動に必要な機材が供与されている。これら供与機材の状態はおおむね良好で、プロジェクト活動に活用されている。詳細については、付属資料1. Joint Mid-term Review Report Annex-2 (3)を参照。

(4) 施設整備

日本側資金により、DAR 実験圃場に、フェンス、有刺鉄線、自動灌水バルブ、貯水タンク2台、プレハブ、電柵、倉庫等の施設が整備された。灌水設備は当初はボツワナ側により設置されていたが、機能不全と故障が生じたため、日本側資金により、交換、修理が行われた。

(5) 現地業務費

2014年6月末までに約1,905万円が出費されており、機器・実験用消耗品（試薬等）等の購入、現場研修・シンポジウムの開催、レンタカー利用、気象データ通信、その他プロジェクト活動に使われている。詳細については、付属資料1. Joint Mid-term Review Report Annex-2 (4)を参照。

2-1-2 ボツワナ側投入

(1) カウンターパートの配置

MMEWR(9名)、DAR(19名)、UB(14名)から、延べ42名がカウンターパート (Counterpart: C/P) として配置されている。詳細については、付属資料1. Joint Mid-term Review Report Annex-3 (1)を参照。

(2) 施設及び機材の提供

DAR から、プロジェクト事務所、実験室、実験圃場が提供されている。実験圃場では、灌水設備、貯水タンク 1 台がボツワナ側により整備された。日本側資金により調達されたフェンス、有刺鉄線、プレハブ、電柵、倉庫は、ボツワナ側により、DAR 圃場に設置された。

UB から実験室が提供されているが、使用方法等については専門家チームと UB との協議・合意が必要である。

(3) プロジェクト費

2014 年 6 月末までに約 411 万円が出費されており、プロジェクト車両ガソリン代、圃場労働者及びセキュリティーガード人件費、C/P 出張費、長期研修生派遣費、ワークショップ・会合・研修開催費に使われている。詳細については、付属資料 1. Joint Mid-term Review Report Annex-3 (2)を参照。

2-2 活動の達成状況

本プロジェクトでは、以下の成果（アウトプット）を達成するために、さまざまな活動が実施された。

成果 1：ボツワナの気候に適したヤトロファの栽培体系が確立される。

成果 2：高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種を開発するための技術基盤が構築される。

成果 3：ヤトロファ・オイルの特性が明らかになる。

成果 4：ヤトロファ非油脂バイオマスを利用するための技術が開発される。

成果 5：ヤトロファ生産とバイオマス利用のインパクトが環境・社会・経済面から評価される。

PDM 記載の活動計画、各活動の進捗状況は、下表のとおりである。

2-2-1 成果 1 を達成するための活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
1-1 気象観測システムとフィールドサーバーを設置する。	<ul style="list-style-type: none">2011 年 12 月、セロウェ (Serowe)、マウン (Maun)、カン (Kang) への現地視察を実施、気象観測ステーション設置場所を決定。気象ステーションをセベレ (Sebele) (2013 年 6~7 月)、セロウェ (2013 年 11 月)、マウン (2013 年 12 月)、カン (2014 年 7 月) の 4 カ所に設置済み。気象データは毎日更新され、ボツワナ・日本国側双方よりアクセスが可能なように、ウェブスペースに自動的に送信されている。収集データの解析は今後も継続される。	完了
1-2 ヤトロファの栽培手法を開発する。	<ul style="list-style-type: none">ボツワナ固有種 (81 系統) がボツワナ国内で収集された。2011 年 12 月、同系統の苗木 771 株を、セベレ、マウン圃場に移植した (2m×2m の植栽間隔)。2012 年 5~6 月、越冬処置 (剪定、カバー、マルチング) を実施。	50%程度進捗 2017 年 3 月まで継続

	<ul style="list-style-type: none"> ・2012年6、7、8月、「ヤトロファ栽培・植物成長調整因子」に係るセミナーを実施。 ・2012年9、10月、「植栽試験区設計・移植・バイオ炭利用」に係るセミナーを実施。 ・ガーナ種苗木をセベレ圃場に移植した(2012年9月285株、11月1,180株、2m×2m及び2m×1mの植栽間隔)。 ・2013年2月、「光合成データの利用・分析方法」に係るセミナーを実施し、これに基づいた学術論文を専門家とC/Pにて発表した。 ・2013年2、5月、光合成測定を実施。 ・「実験計画法」(2013年3月)、「防寒法」(4月)、「植物ストレス休眠」(9月)、「間作と生長解析」(11月)のセミナーを実施。 ・栽培手法(灌水、栄養、バイオ炭適用、剪定、防風等)を実施、越冬手法を適用。 ・2013年11月の降霜により、栽培中のヤトロファが著しい被害を受けた(葉、花、果実の落下、幹の損傷)。施肥により、樹体は回復し開花が確認。 ・2014年6、7月の寒波により、地上部分が枯死した。越冬処置(カバー、灌水)を行った。 ・2014年8月、枯死部分を剪定。 ・損傷を回復させるための栽培手法、気象・環境に係る情報の測定・記録ノウハウは蓄積されてきている。 ・栽培マニュアル作成につき、専門家とC/Pにて2回会合を開催、具体的な内容及び分量につき協議。専門家が栽培指針を作成。 ・同栽培指針に基づき、専門家の指導の下、C/Pにてマニュアル作成を継続する予定。 	
<p>1-3 ヤトロファ栽培のための灌漑システムを開発する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・セベレA圃場に、2012年6月貯水タンク1台、2012年12月2台を設置。 ・2012年8～11月、セベレB圃場に灌水設備を設置。 ・当初設置の灌水設備に対し、継続的なメンテナンス・修理・交換を実施。 ・新たな井戸を掘削済み。ポンプ及び管の設置を進めている。 ・自動灌水バルブは設置済み、2015年をめどに自動施肥装置を設置予定。 	<p>70%程度進捗</p> <p>2016年3月まで継続</p>
<p>1-4 土壌と水の分析を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ハボロネ(セベレ)、マウンにつき、圃場土壌試料を2011年12月より開始、C/Pとともに土壌試料の採取を実施(2012年5、8月、2013年5、9月、2014年3月)。 ・DGGEユニットを供与、DAR実験室に設置(2012年4～8月)。 ・DGGE手法に係るセミナーを実施(2012年6月1日)。 ・土壌試料につき、DGGE、ICP、NMR等の各種分析機器を用いた微生物叢解析及び化学プロファイリングを理研にて実施。エッジ効果、ヤトロファ系統の違いによる影響がみられた。 ・ヤトロファ生長度と土壌微生物叢との関係性の解析を進める 	<p>50%程度進捗</p> <p>2015年3月まで継続</p>

	<p>予定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑用水(井戸水)の物理・化学的特性を分析済み。必要に応じて、追加分析を実施予定。 	
--	---	--

2-2-2 成果2を達成するための活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
2-1 ボツワナに自生するヤトロファ系統を特徴づけ、その生理的特性を評価する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ボツワナ固有種(81系統)の苗木を圃場に移植し、形態的・生理的特性が評価された。 ・高収量特性の5系統を確認した(2012年12月)。 ・特性評価は今後も継続。 	<p>50%程度進捗</p> <p>2017年3月まで継続</p>
2-2 ボツワナに自生するヤトロファ系統の害虫、病気の発生を調査する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ボツワナ側 C/P により実施。 ・病虫害は散見されたが、大きな影響はなかった。 	<p>50%程度進捗</p> <p>2017年3月まで継続</p>
2-3 ボツワナに自生するヤトロファ系統を識別する分子マーカーを特定する。	<ul style="list-style-type: none"> ・DNA抽出手法を開発し、ボツワナ固有種に適用した。 ・DNA抽出手法及びRAPD手法につき、C/Pへの技術指導を実施。 ・分子マーカーに係るセミナーを実施(2012年6月)。 ・分子マーカー(RAPD、SNP解析)の探索を継続中。 	<p>50%程度進捗</p> <p>2017年3月まで継続</p>
2-4 遺伝子型と表現型の関係をオミクス解析により調べる。	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥ストレス下におけるヤトロファ葉のプロテオーム分析を実施、ストレス応答性のタンパク質を検出した。 ・オミクス解析に係るセミナーを実施(2013年5月)。 ・ヤトロファ・バイオマスの化学プロファイリングを実施。 ・次世代シーケンシング、ICP、NMR手法を用いて、鳥取大学と理研が、花・果実のオミクス解析を実施。 ・本邦研修(2014年7月)にて、ヤトロファ葉のプロテオーム分析・トランスクリプトーム分析に係る研修をC/Pに対して実施。 ・ヤトロファオミクス解析に係るデータベースを構築中。 	<p>30%程度進捗</p> <p>2017年3月まで継続</p>
2-5 遺伝子組み換えヤトロファを開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・アグロバクテリアによる形質転換技法を用いて、ヤトロファにストレス耐性遺伝子の導入を行った(根伸長遺伝子 CLZFB1、低温耐性遺伝子 TPS、乾燥耐性遺伝子 DHN)。 ・CLZFB1は3系統、TPSは4系統の形質転換候補株を得ている。現在増殖を進めている。 ・遺伝子組み換え植物(GMO)に係る規制枠組の現況を考慮しつつ、ボツワナ国内での遺伝子組み換えヤトロファの隔離栽培を実施する予定。 ・遺伝子組み換えヤトロファ技術に係るセミナーを実施(2013年5月)。 	<p>50%程度進捗</p> <p>2017年3月まで継続</p>

2-2-3 成果3を達成するための活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
3-1 ヤトロファ種子のオイル含量、成分、熱量を分析する。	<ul style="list-style-type: none"> 本活動は、ヤトロファ種子の収穫後の 2015 年より開始される予定である。 本活動は、UB 主導にて実施される予定である。 	2015 年より活動開始予定
3-2 ヤトロファ種子、クルードオイルのオイル含量、成分、熱量を分析する。	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	2015 年より活動開始予定
3-3 ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルのエンジン性能試験を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	2015 年より活動開始予定
3-4 ヤトロファ・バイオディーゼルの収率を評価する。	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	2015 年より活動開始予定
3-5 ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルの品質を評価する。	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	2015 年より活動開始予定
3-6 ヤトロファ種子とクルードオイルの貯留特性を調べる。	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	2015 年より活動開始予定

2-2-4 成果4を達成するための活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
4-1 非油脂ヤトロファ・バイオマスの熱量、化学組成、毒性物質を分析する。	<ul style="list-style-type: none"> 本邦研修(2013年7月)にて、ヤトロファ・バイオ炭の生産・分析を実施。 炭化とバイオ炭生産に係るセミナーを実施(2014年5月)。 ヤトロファ炭の効果に係る試行実験を琉球大学にて実施。 	ある程度進捗 2017年3月まで継続
4-2 ヤトロファ炭を生産する。	<ul style="list-style-type: none"> DAR に試作型炭化釜を設置し、剪定されたヤトロファの枝、その他の植物残渣から、バイオ炭を生産した。 	
4-3 ヤトロファ炭を土壌に適用する。	<ul style="list-style-type: none"> ヤトロファ炭の土壌への適用実験を DAR にて実施中。データ収集・取りまとめは今後も継続。 	
4-4 ヤトロファ炭の土壌への効果を調べる。	<ul style="list-style-type: none"> 半炭のヤトロファ・バイオマスの解析を実施。 2014 年度中に小型炭化装置が供与予定。温度別のヤトロファ炭の製造・分析を実施予定。 	
4-5 非油脂ヤトロファ・バイオマスのエネ	<ul style="list-style-type: none"> 対象となる非油脂ヤトロファ・バイオマスは果実殻、枝、油粕となるため、本活動は、ヤトロファ種子が収穫される 2015 年より 	2016 年より活動開始予定

ルギー利用とその他の利用方法を評価する。	開始される予定である。	
----------------------	-------------	--

2-2-5 成果5を達成するための活動

PDM 記載の活動	活動状況	達成状況
5-1 ヤトロファ生産とバイオマス利用の環境へのインパクトを評価する。	・活動は開始されていない。	2015年より活動開始予定
5-2 ヤトロファ生産とバイオマス利用の社会へのインパクトを評価する。		
5-3 ヤトロファ・バイオディーゼル生産の経済評価を行う。		
5-4 研究成果を国際的に共有するためのワークショップやシンポジウムを開催する。	<ul style="list-style-type: none"> ・2013年5月23日 公開研究成果発表セミナー開催:ボツワナ側 C/P 28名、専門家10名出席、最新研究情報の報告及び意見交換を実施。 ・2013年8月8日 第1回ヤトロファ・シンポジウム開催(参加者62名):ボツワナにおけるヤトロファ生産、モザンビークにおけるヤトロファ・プロジェクト、ヤトロファ分子ゲノム育種の可能性につき発表。 ・2014年1月9日 モザンビークの事例に係るセミナーを実施。 ・2014年12月以降に、第2回ヤトロファ・シンポジウムを開催する予定。 	30%程度進捗 2016年3月まで継続

2-3 成果の達成状況

PDM (2014年5月改訂、第2版) に示された指標に基づいた、成果の達成状況は下表のとおりである。

PDM 記載の成果	指標	達成状況
成果1:ボツワナの気候に適したヤトロファの栽培体系が確立される。	1-1 実験圃場でのヤトロファ種子の収穫が降霜シーズン前に完了する。	<ul style="list-style-type: none"> ・2013年11月の降雹、2014年6、7月の寒波により、ヤトロファは著しい被害を受け、セベレ実験圃場では、これまでには種子収穫は実現していない。 ・想定外の降雹等がなければ、2014年12月に開花、2015年3～5月に収穫が見込める。
	1-2 少なくとも4つの異なるサイトについて	・栽培マニュアル作成に向け、専門家

	て、水管理と剪定を含む栽培体系が文書化される。	が指針を作成。
	1-3 実験圃場でのヤトロファ種子生産がha 当たり 2.5t を上回る。	・熱帯地域におけるヤトロファ収量の実績に基づき本指標が設定されており、再考・修正の必要がある。
成果 2:高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種を開発するための技術基盤が構築される。	2-1 ボツワナで入手可能なすべてのヤトロファ系統について、収量とストレス耐性が評価される。	・ボツワナで入手可能なヤトロファ系統はすべて収集されており、その特性が評価された(優良系統が選ばれた)。
	2-2 ボツワナで入手可能なすべてのヤトロファ系統について、分子マーカーを特定するためのデータベースが開発される。	・RAPD マーカー分析を実施中である。
	2-3 少なくとも 3 つの高収量・ストレス耐性と結びついた遺伝子組み換えヤトロファが開発される。	・ストレス耐性(根伸長、低温耐性、乾燥耐性)及び高収量の遺伝子の導入が行われた。
	2-4 遺伝子組み換えヤトロファのストレス耐性が評価される。	・遺伝子組み換えヤトロファの形質転換候補株が得られている。
成果 3:ヤトロファ・オイルの特性が明らかになる。	3-1 ボツワナで入手可能なすべてのヤトロファ系統について、オイル含量、成分、熱量に関するデータベースが開発される。	・成果 3 に係る活動は未実施。
	3-2 ヤトロファ種子、クルードオイル、バイオディーゼルの毒性物質が分析される。	
	3-3 ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルの燃焼特性が明らかになる。	
	3-4 ヤトロファ・バイオディーゼルの収率が算定される。	
成果 4:ヤトロファ非油脂バイオマスを利用するための技術が開発される。	4-1 種子以外のバイオマスの重量と成分、副産物生産特性が分析される。	・種子以外のバイオマスの量が計測された。 ・バイオ炭が生産され、その特性が分析された。
	4-2 炭適用区の水分保持能力が不適用区を 1.0% 上回る。	・ヤトロファ炭の土壌適用実験が実施中である。
	4-3 炭適用区の水利用効率が不適用区を 0.5% 上回る。	
	4-4 少なくとも 4 つの非油脂ヤトロファ・バイオマス利用技術(例:土壌改良材、燃料)が評価される。	・本指標に関連する活動は未実施。
成果 5:ヤトロファ生産とバイオマス利用のインパクトが環境・社会・	5-1 温室効果ガスをバイオディーゼル、副産物、土壌改良に配分するための方法論が決定される。	・成果 5 に係る活動は未実施。

経済面から評価される。	5-2 ヤトロファ・バイオディーゼルの予備的ライフ・サイクル・アセスメントが実施される。
	5-3 ヤトロファの商業利用を想定した場合の土地利用、産業、雇用などへの影響が判定される。
	5-4 種子収量、バイオディーゼル製造効率、栽培可能面積の評価に基づく石油エネルギー代替可能性が推定される。

2-4 プロジェクト目標の達成状況

PDM に示された指標に基づいた、プロジェクト目標の達成状況・見込みは下表のとおりである。

PDM 記載	指標	達成状況
プロジェクト目標： ボツワナにおけるヤトロファ・バイオディーゼルの商業生産に向けた技術的知見と経験が蓄積される。	1. 少なくとも 5 本の学术论文が発行される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 専門家と C/P との共著による学术论文 2 本が既に発表されている。 ・ 共同研究活動の成果として、グループごとに学术论文を作成する予定であることから、今後、少なくとも 3 本の学术论文が作成されることは見込める。
	2. 少なくとも 6 名の研究者がヤトロファに関連した修士・博士号を取得する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ MMEWR の C/P 1 名が、2014 年 4 月から UB の修士課程を開始している。MMEWR 職員 1 名が UB の修士課程登録手続き中である。 ・ DAR の C/P 1 名が、2014 年 8 月からボツワナ農業大学 (Botswana College of Agriculture : BCA) の修士課程を開始している。 ・ 本指標達成に向けては、ボツワナ側の更なる努力が必要である。
	3. ヤトロファ・バイオマスを利用するための技術パッケージがボツワナ政府に採用される。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヤトロファ栽培手法、遺伝子組み換えヤトロファの開発、非油脂ヤトロファ・バイオマスの利用等、技術的知見と経験はプロジェクト活動を通じて着実に蓄積されており、技術研究のための基盤は整いつつある。 ・ 「技術パッケージ」という用語は、既に開発・確立している必要技術をすべて網羅しているように見える。また、「技術パッケージ」をボツワナ政府が採用するか否かは、ヤトロファ栽培・利用工程の評価結果に左右される。よって、本指標は変更した方がよい。

2-5 実施プロセス

2-5-1 プロジェクト実施状況

当初計画からの遅延はあったが、これまでに、成果 1、2 及び 4 に係る活動が実施されている。以下の要因がプロジェクト活動の順調な進捗に影響を与えた。

- ・プロジェクト開始以前に想定していた以上に、セベレ実験圃場の気象条件が厳しいことが判明した。
- ・2013 年 11 月に想定外の降雹があり、栽培中のヤトロファが著しい被害を受けた（葉、花、果実の落下、幹の損傷）。気象観測機器及びソーラーパネルも損傷した。
- ・2014 年 6 月及び 7 月にも想定外の寒波があり、ヤトロファは地上部分がすべて枯死し、収穫は不可となった。ヤトロファ種子の収穫ができなかったことから、成果 3 に係る活動は着手できていない。
- ・ヤトロファ試験栽培に不可欠である水と電気が実験圃場では整備されていなかった。汲み上げポンプは 1 機しか稼働しておらず、同ポンプの故障、配管破損事故も高い頻度で生じた。既存園芸作物（キャベツ、トマト）への配水も同じ水源を利用するため、ヤトロファ向けには十分な灌漑水が確保できず、予定していた灌水が行えていない。DAR 内での灌漑水の管理が明確ではなく、ヤトロファ栽培用灌漑水確保のための調整に日本側専門家は時間と労力を費やしている。
- ・ボツワナでの農業は、放牧と天水依存作物栽培を主とし、労働集約的な灌漑作物栽培は比較的新しい分野であることが、改めて認識された。
- ・DAR では、天水依存の単年作物（ソルガム、メイズ）栽培の経験はあるが、ヤトロファに類似する果樹等の多年作物の栽培経験はほとんどなく、果樹栽培が専門の研究員もいない。よって、本プロジェクトにおいても、圃場・栽培管理を担当する C/P 研究者が配置されておらず、技術移転の受け皿がないまま、日本側専門家主体で圃場・栽培管理に係る活動が行われている。2013 年 12 月に圃場技術スタッフがようやく配属され、専門家が直接指導をしているが、技術・能力レベルに大きな乖離があり、技術移転が進んでいるとはいえない。除草等の圃場作業に従事する労働力の提供も遅れた。
- ・本プロジェクト特定の予算項目（Vote）は立てられておらず、プロジェクト活動に係るボツワナ側負担の費用は MMEWR 及び DAR の経常予算から賄われている。必要予算がタイムリーに確保できず、上記圃場労働者の提供、長期研修としての修士・博士課程への学生の派遣に遅延が生じている。

2-5-2 プロジェクト実施及びモニタリング体制

プロジェクトの実施体制は、成果 1、2、4 に係る活動は主に DAR が、成果 3、5 に係る活動は主に UB が実施し、MMEWR 下の DOE がプロジェクト全体の調整・管理を行うことになっている。一方、日本側は、専門家派遣、本邦研修等を通じて、ボツワナ側に必要な技術指導、支援を行う。

PDM、PO に基づき、更に詳細な活動、実施方法、主担当者を記載した Action Plan を、ボツワナ側 C/P 及び日本側専門家で作成し、共有している。しかし、すべての C/P が Action Plan を十分に理解していない模様であった。C/P へのインタビューでは、プロジェクト内容及び自らの任務を理解し、専門家と共同で活動を進めているという意見が聞かれる一方、プロジェクト

における自らの任務が明確でなく、各活動は専門家と C/P から成る担当グループで実施されるべきはずが、グループの枠組みも不明瞭であり、グループワークは機能していないという意見も聞かれた。

成果 3、5 に係る活動は、UB を主体として、2015 年から着手される予定である。C/P である UB 教授とのインタビューでは、長期研修としての学生の派遣が遅延し、成果 3 の実験活動に従事する大学院生・研究助手の確保が困難である現況が聞かれた。成果 5 の活動については、本プロジェクト開始前に MMEWR にプロポーザルを提出し、JCC で発表もしているが、具体的実施方法・スケジュールについては専門家チームとの協議は行っていないとのことであった。

ボツワナ側の体制については、DAR、UB とともに、調整の役割を担っていた C/P が 2014 年退職したこともあり、C/P 側より、DAR 及び UB の内部調整の課題が指摘された。各機関とも、C/P の配置についての正式な文書は出されていない。また、本プロジェクト実施に関し、C/P 3 機関の役割分担等に係る合意書はなく、3 機関の調整不足も指摘された。

以上、プロジェクト実施体制は十分に機能しているとはいえず、C/P のプロジェクト活動への参加状況も良いとはいえない。

活動進捗については、専門家チームが月報を準備、C/P と共有していたが、2013 年 10 月以降は DOE 側からの方法見直しの提案を理由に中断されている。専門家チームは C/P との間で定例会合を月 2 回程度開催してきたが、C/P の出席状況は悪く、ここ数カ月は開催されていない。プロジェクト全体の調整のため、専門家チーム及び DOE 双方のコーディネーターの協議は月 2 回程度の頻度で継続している。ボツワナ側では、3 機関のコーディネーターレベルでの月例会合を DOE が設定していたが、出席状況が悪く、ほとんど開催されなくなっている。

一方、JCC 会合については、これまで 3 回開催され（2012 年 8 月、2013 年 5 月、2014 年 5 月）、プロジェクト活動全般の進捗が報告されるとともに、活動実施における課題につき協議を行っている。本プロジェクトのモニタリング体制はある程度機能しているといえる。

2-5-3 コミュニケーション及び情報共有

専門家チームは、既述の月報作成、定例会合開催、インターネット上の共有フォルダの活用等を通じて、C/P 側とのコミュニケーション及び情報共有をはかっているが、会合への出席率は低く、同共有フォルダへのアクセスもほとんどなく、あまり機能していない。

C/P へのインタビューでは、専門家チームとのコミュニケーション・情報共有は会合を通じて改善されており適切であるとの意見も多く聞かれた。他方、活動グループごとに専門家・C/P 双方が十分な協議を行っていない、C/P 側の理解・合意がなく専門家チームのみで活動事項が決定・実施されている、決定事項の情報が一方的に提供されるだけの形になっている、活動結果のフィードバックがされないなどの問題が C/P 側より指摘された。

2-5-4 ボツワナ側のオーナーシップ

ボツワナ側 C/P は、専門分野、経歴を考慮して、配置されている。C/P とのインタビューでも、プロジェクト活動内容は自らの興味及び専門分野と一致していると、多くの C/P が答えている。しかしながら、プロジェクト活動内容及び自らの任務の位置づけに対する理解にはばらつきがみられた。また、他業務との関係から、本プロジェクトへの参加は十分ではないと回答した C/P もいるように、C/P のプロジェクト参加状況は良いとはいえない。ボツワナ側が主導

する形でプロジェクト活動が実施されているとはいい難い状況である。

2-5-5 技術移転

セミナー、ワークショップ、本邦研修、その他プロジェクト活動に係る技術指導を通じて、日本側専門家からボツワナ側 C/P への知識・技術の移転はある程度なされている。インタビューした C/P の多くが、プロジェクト活動を通じて、自らの知識・技術は向上したと回答している。

他方、前述のとおり、圃場・栽培管理については、知識と技術の移転先となるべき適切な C/P 研究者が配置されていない。

技術移転の方法には改善が必要であり、C/P 側からは、本邦研修で得た知識・技術をボツワナ側で適用できる環境（必要実験機材、実験時間の確保等）を整備し、他の研究員にも共有していくことが必要であるとのコメントがあった。一方、日本側専門家からは、研究課題ごとにグループを設置し、研究活動成果を共同論文として作成することにより、技術移転も促進されるのではないかとのアイデアが提示された。

第3章 評価5項目による評価

3-1 妥当性

本プロジェクトは、ボツワナ側の開発政策、日本の ODA 政策、C/P 機関のニーズに整合している。ただし、ボツワナ側のプロジェクト活動費の確保につき懸念があり、妥当性は「中程度に高い」との判断になる。

(1) ボツワナ側開発政策との整合性

第 10 次国家開発計画 (NDP10) は、知識社会の構築、鉱業依存の脱却・産業の多角化促進、公共サービスの向上、民間セクターの成長促進、情報通信・研究、人的資源開発、公共安全・治安対策、インフラ整備及び保全、サービス産業への投資を重点分野としている。同計画において、再生エネルギーの開発・利用に積極的に取り組む方針が明確にされている。

国家エネルギー政策は現在起案中であるが、2030 年までに全エネルギー消費のうち 30% を再生エネルギー起源とする目標を盛り込むことが検討され、ヤトロファによるバイオディーゼルの生産が有望視されている。

(2) 日本側の ODA 政策との整合性

NDP10 を踏まえ、1) 多角化に向けたインフラ整備及び人的資源の開発、2) 貧困地域の開発促進が、日本の対ボツワナ援助重点分野とされている (2011 年 6 月)。本プロジェクトは、1) の重点分野において、資源・エネルギー供給体制整備のためのプロジェクトとして位置づけられている。

(3) C/P 機関とのニーズとの整合性

DAR のミッションは、農業資源の効率的利用、改良遺伝資源の利用、適切な農業管理の実践を通じての生産性最適化をめざし、革新的かつ適正な技術を開発することである。DAR は、本プロジェクト開始以前に、ヤトロファ植物資源収集と栽培試験に取り組んだが、栽培は成功していない。本プロジェクトは、こうした DAR のミッションに対応するものである。

UB の研究活動拡充戦略 (2008 年) では、エネルギー分野が優先研究テーマの 1 つとなっている。また、ヤトロファではないが、バイオ燃料の製造・分析の研究実績があり、ディーゼル燃料の燃焼特性を評価する装置を既に所有している。よって、UB が C/P 機関であることは妥当であり、プロジェクト活動はそのニーズに対応するものである。

3-2 有効性

有効性は「中程度」と判断される。

本プロジェクトは、乾燥冷害気候に適合したヤトロファ栽培体系の確立 (成果 1)、高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種のゲノム育種 (成果 2)、ヤトロファ・オイル特性の解析 (成果 3)、非油脂バイオマス利用技術の開発 (成果 4) を達成することにより、ヤトロファ・バイオディーゼル生産に向け、技術的知見と経験が蓄積されることをめざしている。また、ヤトロファ生産及び利用の工程を対象とした評価を行うことで (成果 5)、商業生産への見通しが判断される。

成果 1 については、ヤトロファ種子収穫はいまだ実現していないが、栽培体系に係る技術的知

見は着実に蓄積されている。成果2については、遺伝子組み換えヤトロファが開発されており、今後隔離栽培によるストレス耐性の評価を行う予定であり、成果4についても、ヤトロファ炭の土壌への適用試験が実施されるなど、技術的知見が蓄積されている。成果3に係る活動は、ヤトロファ種子を試験圃場で収穫し、実験活動に従事する大学院生・研究助手の確保をしたうえで、UBを中心として開始される。プロジェクト目標の達成のレベルは、各成果に向けての今後の活動進捗状況に左右されるが、プロジェクト終了までに、ヤトロファ・バイオディーゼル生産に向けた技術的知見と経験がある程度蓄積されることは大いに見込める。

一方、現行のプロジェクト目標の達成指標で判断すると、これまでに2本の学术论文が発表され、グループごとに研究活動成果を共同論文としてまとめる計画もあることから、同指標については達成される可能性が高い。修士もしくは博士号取得者の数については、2014年に2名が修士課程を開始しばかりである。プロジェクト終了までに6名が修士もしくは博士号を取得は厳しい状況であり、早急の対応が必要となる。3番目の指標である「技術パッケージ」が完成したレベルでの必要技術をすべて網羅したものを意味するならば、プロジェクト終了までに、同パッケージを整備することは難しいと考えられる。すべてのプロジェクト成果をカバーする形でなくても、複数の成果、成果に至る活動のプロセス等に基づき、技術体系もしくは技術基盤が形成され、提示されることは大いに見込める。また、ボツワナ政府が同技術パッケージもしくは技術体系を採用するか否かは、本プロジェクトの成果5でも扱うヤトロファ生産・利用の工程に係る評価結果及びその他の要因に左右されるため、現時点でこれを判断するのは難しい。

3-3 効率性

下記の状況より、効率性は「中程度」と判断される。

3-3-1 日本側からの投入の効率性

(1) 専門家の派遣

質（専門分野）、量、タイミング的におおむね適切に行われている。短期専門家派遣時に開催されたセミナーは有意義であったとのコメント、成果4に係る活動を指導する専門家は長期で派遣してほしいとのリクエストがC/Pより聞かれた。

(2) 本邦研修

本邦研修に参加したC/Pからのヒアリングによれば、大多数が、研修員の選択、タイミング・期間、研修内容は適切であったとコメントしている。これらのC/Pは、本邦研修により自らの知識・技術が向上し、得られた知識・技術は本プロジェクトの研究活動だけでなく、他の研究活動にも活用できると回答している。ただし、本邦研修で得た知識・技術をボツワナ側で実践する研修・実験機会が限られているとのコメントがあった。

(3) 機材供与

供与機材は、本邦、ボツワナ国内、南アフリカで調達されている。当初は、ボツワナ国内の業者を通して南アフリカの供給業者に発注していたが、納入までに時間を要し、実験活動に支障をきたすこともあった。よって、南アフリカの供給業者との直接取引に移行している。供与された機材は、使用記録をつけるなど、専門家チームとボツワナ側C/Pで協

力の下、管理がなされており、プロジェクト活動に活用されている。

3-3-2 ボツワナ側からの投入の効率性

(1) カウンターパートの配置

ボツワナ側 C/P は、専門分野、経歴を考慮し、配置されている。ただし、圃場・栽培管理を担当する C/P 研究者は配置されていない。他業務との兼ね合い、プロジェクトにおける自らの任務が不明瞭であることなどにより、C/P のプロジェクトへの参加状況は良いとはいえない。

(2) 施設

ボツワナ側から実験圃場が提供されたが、既述のとおり、必要な電気は整備されておらず、また十分な灌漑水が確保できない状態であった。

(3) プロジェクト運営費用

本プロジェクト特定の予算項目は設定されておらず、プロジェクト活動に係るボツワナ側負担費用は原則 MMEWR の予算で賄うことになっていた。ただし、予算配分を含めた本プロジェクトに係る責任分担につき、3 機関の間の合意文書はこれまでにない。MMEWR 内でプロジェクト活動に必要な予算がタイムリーに確保できず、圃場労働者の提供、長期研修としての修士・博士課程への学生の派遣に遅延が生じている。結果として、DAR からの研修員は DAR の予算にて賄われている。C/P の給与、日常の交通手段は各機関が手当てすることになっている。しかし、プロジェクト活動への限定的な参加の理由として、交通手段の不足を挙げる C/P もいた。

3-3-3 活動の効率性

活動の効率性に影響を与えた・与えるであろう要因は以下のとおりである。

- ・既述のとおり、実験圃場で必要な電気と水が整備されていなかったこと、圃場技術スタッフの配置及び労働者の提供が遅延したこと、圃場・栽培管理を担当する C/P が配置されていないことは、ヤトロファ試験栽培の効率的実施を損なった。
- ・調整の役割を担っていた主要 C/P が本年退職し、C/P 機関内での調整が機能していない。
- ・UB が実施予定の成果 3 に係る活動は、長期研修員として受け入れた学生がその実験活動を担うことが想定されていた。長期研修としての学生の派遣が遅延しており、実験活動に従事する大学院生・研究助手の確保が困難となっている¹。
- ・遺伝子組み換え植物を含むバイオセーフティの法的枠組みは、早ければ年内にボツワナ国議会で承認される見込みである。承認されない場合も、実験室ベースでの遺伝子組み換えヤトロファ試験栽培は可能である。
- ・ボツワナではバイオ燃料を含む再生エネルギーに関する基準がない。MMEWR は、再生エネルギー開発戦略（Renewable Energy Development Strategy）の策定に着手している。同基準につき方向性がみえてくれば、プロジェクト目標の達成、プロジェクト後の道筋について

¹ 本中間レビューの後半に、MMEWR 職員の 1 名が UB の修士課程への登録手続きを開始した。登録が順調に進捗し、科目履修コースを終了すれば、同職員が本プロジェクトに係る実験活動に従事できる可能性は十分にある。

ても、専門家と C/P の間で具体的な協議が可能となる。

3-4 インパクト

本プロジェクトは、以下の影響をもたらしている。

- ・圃場でのヤトロファ栽培が成功したことがない環境で、適正な手法により労力をかければヤトロファは育つという実例をみせている。
- ・プロジェクト活動を通じて、ヤトロファ以外にも、複数のバイオ燃料の原料を考慮する必要性が C/P 側で認識されている。
- ・RAPD 解析をヤトロファ以外の育種研究や野生生物資源の評価研究に活用する動きが DAR 内でみられる。
- ・本プロジェクトが気象観測システムを設置しているセロウェイ圃場では、NGO のボイテコ・トラストがヤトロファの栽培試験を行っている。プロジェクトで得られた技術・知識は積極的に同 NGO に共有するなど、連携が進んでいる。
- ・本プロジェクトは外部からの注目を集めており、2014 年 8 月に開催された「ボツワナ再生エネルギー会議」など、さまざまな機会において言及されている。

3-5 持続性

3-5-1 政策支援

既述のとおり、NDP10 及び MMEWR が策定中の国家エネルギー政策では、バイオエネルギーを含む再生可能エネルギーの開発・利用を促進する方針が明確に打ち出されている。また、MMEWR により再生可能エネルギー開発戦略の策定が着手されるとともに、「ボツワナ再生可能エネルギー会議」が 2014 年 8 月に開催されるなど、この分野への関心はますます高まっている。よって、これらの政策・関心は、少なくとも中期的には維持されると考えられる。

3-5-2 財政面

MMEWR は、本プロジェクトは最優先プロジェクトの 1 つであると明言しているが、MMEWR 内でプロジェクト活動に必要な予算が十分かつタイムリーに確保できてはならず、活動に支障をきたしている。プロジェクト後半に向け、必要予算をタイムリーに確保する方策をまずとらねばならない。プロジェクト終了後に、プロジェクト関連の研究活動を継続するための予算をボツワナ側が確保できるか否かは、後半の成果達成状況にも左右されるため、現時点では判断できない。

3-5-3 組織・技術面

これまでのプロジェクト活動を通じて、C/P の知識・技術はある程度向上している。日本側専門家は、研究課題ごとにグループを設置し、グループごとに共同論文の作成を進めることにより、C/P の研究者としての経験とモチベーションを向上させることをめざす意向を示しており、プロジェクト終了までには、C/P 側の能力、オーナーシップの更なる向上が見込める。

DAR 幹部 C/P によれば、DAR は他機関と統合、再編成される予定であるが、ヤトロファに係る研究が優先分野であることには変わりはなく、新組織でも要員・予算ともにある程度の手当では見込めるとのことである。

UB における本プロジェクト実施体制は、関連分野の教授の指導の下、大学院生・研究員が実験活動に参加し、研究活動を進めるというものである。大学院生・研究員の変更はあるものの、関連分野の教授が UB にいる限り、本プロジェクト関連研究が継続する見込みは高い。

3-6 結論

- ・本プロジェクトは、ボツワナ側の開発政策、日本の ODA 政策、C/P 機関のニーズと整合しており、おおむね妥当である。
- ・本プロジェクトは、遅延があったものの、その活動を通じて、ヤトロファ・バイオディーゼル生産に向けた技術的知見と経験が着実に蓄積されてきている。この技術的知見と経験を更に蓄積できるか否かは、今後の活動進捗及び成果達成に左右されるため、現時点でプロジェクト目標の達成見込みを判断するのは難しい。
- ・プロジェクト終了後の持続性については、特に関連研究活動継続のための資金確保につき懸念が残る。

第4章 提言

評価団は、中間レビュー結果に基づき、本プロジェクトの後半期間の実施を改善するために、以下の事項を提言した。

(1) プロジェクト活動予算の手当て

本プロジェクトのために特定の予算項目（Vote）は設定されておらず、プロジェクト進捗に支障をきたしている。プロジェクト全体の調整・管理を担う MMEWR は、次年度開発予算の下に、本プロジェクトの予算項目を設置すべく、以下の点に留意し、必要な手続きを開始すべきである。

- ・次年度予算申請スケジュールに沿って、2014年10月末までに必要な手続きを行う。
- ・プロジェクト予算項目には、長期研修員4名分の費用、交通費等の経常経費、圃場労働者等の労務費を含める。予算内訳・規模は、DAR・UB・日本側専門家と協議し、決定する。
- ・予算執行手続きを明確にし、MMEWR・DAR・UBの3者間で合意する。

(2) PDM の改訂

調査団は、レビュー調査結果に基づき、現行 PDM（2014年5月20日、第2版）を以下のとおり改訂することを提案した。

現行 PDM	改訂提案	改訂理由
<p><u>プロジェクト目標指標 3</u> Technology package to utilize Jatropha biomass is adopted by Botswana Government.</p> <p>ヤトロファ・バイオマスを利用するための技術パッケージがボツワナ政府に採用される。</p>	<p><u>プロジェクト目標指標 3</u> Technology protocols based on Outputs of the Project are presented to Botswana Government.</p> <p><仮訳> プロジェクト成果に基づく技術体系がボツワナ政府に提案される。</p>	<p>現行の「技術パッケージ」が、既に開発・確立している必要技術をすべて網羅することを意味するならば、プロジェクト完了までに、同パッケージを準備することは難しい。また、同パッケージをボツワナ政府が採用するか否かは、ヤトロファ栽培・利用工程に係る総合的な評価結果による。</p> <p>ヤトロファ栽培手法、遺伝子組み換えヤトロファの開発、非油脂ヤトロファ・バイオマスの利用等、技術的知見と経験はプロジェクト活動を通じて着実に蓄積されており、技術研究のための基盤は整いつつある。</p>
<p><u>成果指標 1-2</u> Farming protocol including water management and pruning is documented for at least four different sites.</p>	<p><u>成果指標 1-2</u> Farming protocol including water management and pruning is documented based on databases of four different sites.</p>	<p>本指標が本来意図していたのは、気象観測装置を設置した4つのサイトにつき別々の栽培体系文書を作成するのではなく、文書化の参照にするのは、4つのサイトのデータということであった。4サイトのデータベースをまず構築</p>

<p>少なくとも4つの異なるサイトについて、水管理と剪定を含む栽培体系が文書化される。</p>	<p><仮訳> 4つの異なるサイトのデータベースをもとに、水管理と剪定を含む栽培体系が文書化される。</p>	<p>し、それに基づいた栽培体系文書化が計画されていることから、現行の表現の変更を提案した。</p>
<p><u>成果指標 1-3</u> Jatropha seeds production in experiment farm exceeds 2.5ton/ha.</p> <p>実験圃場でのヤトロファ種子生産が ha 当たり 2.5t を上回る。</p>	<p><u>成果指標 1-3</u> Jatropha seeds production in experiment farm exceeds 80 seeds/tree.* *Transgenic Jatropha trees are not included.</p> <p><仮訳> 実験圃場でのヤトロファ種子生産が樹木 1 本当たり 80 個を上回る*。 *遺伝子組み換えヤトロファ木は含まない。</p>	<p>ha 当たり 2.5t の収量は、熱帯地域におけるヤトロファ収量の実績に基づき設定されたものである。ボツワナのような寒冷地域ではヤトロファ栽培事例がほとんどなく、収量算出は難しい。更に、ha 当たりの収量は、植栽間隔により変わる。</p> <p>実験圃場の現況から判断し、1本のヤトロファ木から80個の種子が収穫されると見積もった(1本のヤトロファ木は、花房付きの枝10本が伸長し、1花房当たり3果実、1果実当たり2~3種子が収穫の見込み)。</p>

(3) プロジェクト実施体制の再構築

ボツワナ側 C/P の本プロジェクト活動への関与は十分とはいえない状況であった。その主な要因として次のことが考えられる。①日本側専門家チームとボツワナ側 C/P 機関とのコミュニケーション・調整不足、②ボツワナ側 C/P 3 機関の間のコミュニケーション・調整不足、③各 C/P 機関内でのコミュニケーション・調整不足、④C/P 研究者のプロジェクトに係る任務・責任への理解不足等。

そこで関係者間のコミュニケーション・調整を促進し、効果的なプロジェクト実施体制を再構築するために、以下の方策をとることが提案された。

1) C/P への正式な辞令の発行

C/P 研究者が本プロジェクトにおける自らの役割と責務をより理解することができるよう、C/P 機関、特に DAR は C/P 研究者に対して本プロジェクト参加に係る正式な辞令を発行すべきである。

2) ボツワナ側 C/P 機関の間の合意書 (MOU) 締結

プロジェクト活動費用の手当てを含む、プロジェクトにおける役割・責任分担に係る MOU を MMEWR・DAR・UB で準備し、締結すべきである。

3) C/P 3 機関のコーディネーターの任命

日本側専門家チームとの調整を確保するため、C/P 機関はそれぞれコーディネーターを任命すべきである。

4) 共同研究体制の再構築

ボツワナ側 C/P 及び日本側専門家は、詳細な活動、実施方法、主担当者を記載した Action Plan を作成し、2014 年 5 月の JCC にて共有しているが、C/P 側に十分に理解・活用されているとはいえない状況である。学術論文の共同執筆をはじめとする共同研究活動を促進するため、ボツワナ側 C/P 及び日本側専門家は、同 Action Plan に基づき、以下のとおり共同研究体制を構築すべきである。

- ・ 成果もしくは研究課題に基づくグループの結成
- ・ 日本・ボツワナ国側の双方からのグループリーダーの選出
- ・ グループメンバー、各メンバーのタスク・責務の明確化
- ・ グループごとの最終目標・中間目標の設定
- ・ グループごとの四半期活動計画の策定、これに基づく各メンバーのタスクの明確化

上記に基づき、各グループは専門家・C/P 間で十分なコミュニケーションをとり、共同研究を進める。

(4) プロジェクト成果達成に向けた活動の準備・促進

1) 成果 1：圃場・栽培管理担当 C/P の配置

現在、圃場管理及びヤトロファ栽培管理を担当する C/P 研究者は任命されておらず、日本側専門家が主体となり活動を進めてきた。圃場・栽培の効率的な管理、専門家から C/P 研究者への技術移転を促進するため、DAR は圃場・栽培管理を統括できる C/P を配置すべきである。

2) 成果 3：大学院生・研究助手の確保

成果 3 に係る活動は、実験圃場で収穫されるヤトロファ種子を使用し、2015 年 3～4 月に UB を中心に開始される予定である。UB は MMEWR 及び日本側専門家と協議し、遅くとも 2015 年 4 月までに実験活動に従事する大学院生・研究助手を配置するなど、本活動への準備を進めるべきである。

3) 成果 5：詳細活動計画の最終化

成果 5 に係る活動は 2015 年より開始予定であるが、UB C/P と日本側専門家の間で、活動の詳細が十分に協議されていない。活動の円滑な開始に向け、UB と専門家双方は、活動内容、実施方法、スケジュール等を協議し、2014 年中に詳細活動計画を最終化すべきである。

(5) 関連法・政策の動向への留意

本プロジェクトでの遺伝子組み換えヤトロファの実験・栽培に関連する、遺伝子組み換え植物を含むバイオセーフティの法的枠組みは、早ければ年内にボツワナ国議会で承認される見込みである。一方、MMEWR は、バイオ燃料等の再生エネルギーに関する基準を含む、再生エネルギー開発戦略の策定に着手している。

これらの法的枠組みは、本プロジェクト活動の実施及び持続性に影響を与えることから、ボツワナ側 C/P と日本側専門家はその動向に留意する必要がある。

第5章 団長所感

本プロジェクトは、日本・ボツワナ両国の研究者により、低温・乾燥地域でのヤトロファの栽培及びそれに基づく利用に関する技術的知見の蓄積を目的に実施されている。これはボツワナの政策にも一致し、予算手当ての点で課題はあるが、将来的なボツワナのエネルギー事情の改善や環境面への貢献が期待されるという意味で大きな意義のあるものである。ボツワナのような冬期に低温となる気候のもとでヤトロファ栽培の事例はなく決して容易なプロジェクトではないが、所期の目的が達成されれば、この技術はボツワナのみならず南部アフリカ等の同様な気候の国々にも適用できる可能性も秘めていると考えられる。以下に、今回の中間レビューを実施してもっとも強く感じた共同研究を通じた人材育成について所感を述べる。

これまで明石プロジェクトリーダーや稲福チーフアドバイザーをはじめとする日本・ボツワナ双方の関係者の努力により、プロジェクトは成果を収めつつある。成果の達成度をみると、ほぼ計画どおりの進捗ではあるが、これは主に日本人専門家の貢献によるところが大きく、SATREPSの目的の1つである共同研究を通じた人材育成の点では、ボツワナ側のC/Pの積極性が弱いことが指摘された。

本プロジェクトは他のSATREPS案件と違い、日本側の協力大学からの長期専門家が現地に滞在する形態をとっており、C/P研究者と専門家が密なコンタクトができるという優位性があるが、それが十分に生かされていない面がある。この点に関してはいくつかの提言を行い改善を促した。特に、C/Pの正式な任命手続きが取られていないことが、関与が薄い主要な理由であると考えられたため、先方に対しては文書でもって任命手続きを取るよう提言したが、それだけで自然に彼らが積極的になるとは限らない。1つの具体的な改善方法としては、専門家からも提案されている共同研究論文作成の更なる推進などが考えられるが、これに加えて、外国人への業務委託意識が高く、また手の汚れる仕事を敬遠するといわれているボツワナ人研究者の参加モチベーションをいかに高めていくかについても考えていかなければならない。これは暗黙知の領域といえるかもしれないが、あらゆる局面において日本流のやり方をそのまま適用するのが最適ではないことも念頭に入れつつ、彼らのメンタリティを尊重しながら、共同研究の場に引き込んでいく雰囲気づくりも必要であろう。

本プロジェクトには上位目標は設定されていないが、将来的に研究成果を人々の生活に実際に役立つものとしていかなければ意義が半減してしまう。本プロジェクト期間中に得た成果を、プロジェクト終了後にいかに発展させて社会実装に結びつけていくかが課題となる。プロジェクトが終了したら、活動が急に減速してしまうことのないように、将来にわたってヤトロファ・バイオエネルギー開発を背負う人材の確保及び実施体制の整備をしておかなければならない。天候の影響などで、まだヤトロファ種子の採取はできていないが、順調にいけば来年には可能となる見込みである。実際に種子が採取できれば成果3以下の活動も軌道に乗り、ボツワナ側研究者の意識も高まる方向に変化することも考えられ、更に栽培にも力が入るといような好循環が可能となることを期待する。

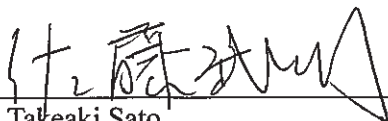
付 属 資 料

1. 協議議事録 (Minutes of Meeting) 及び合同評価報告書 (Joint Mid-term Review Report)

2. 評価グリッド

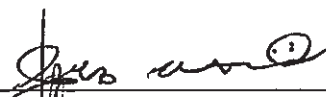
The Joint Mid-term Review Report
on
Japanese Technical Cooperation (SATREPS) for
the Project for Information-based Optimization of Jatropha Biomass Energy Production
in the Frost-and-Drought-Prone Regions of Botswana

Gaborone, Botswana
4 September 2014



Mr. Takeaki Sato
Leader
Japanese Mid-term Review Team

Senior Advisor
Rural Development Department
Japan International Cooperation Agency



Mr. Stephen Kebakile
Leader
Botswana Mid-term Review Team

Chief Economist
Development Programmes
Ministry of Finance and Development Planning

TABLE OF CONTENTS

ABBREVIATIONS	1
1. OUTLINE OF THE MID-TERM REVIEW.....	2
1-1. BACKGROUND OF THE REVIEW.....	2
1-2. OBJECTIVES OF THE REVIEW.....	2
1-3. METHODS OF THE REVIEW	2
1-4. MEMBERS OF THE JOINT REVIEW TEAM.....	3
1-5. SCHEDULE OF THE REVIEW	3
1-6. LIST OF PERSONNEL VISITED BY THE REVIEW TEAM	4
2. OUTLINE OF THE PROJECT	6
2-1. BACKGROUND OF THE PROJECT	6
2-2. OUTLINE OF THE PROJECT	6
3. ACHIEVEMENTS OF THE PROJECT	8
3-1. ACHIEVEMENT OF INPUTS	8
3-2. ACHIEVEMENT OF ACTIVITIES	9
3-3. ACHIEVEMENT OF OUTPUTS	12
3-4. ACHIEVEMENT OF PROJECT PURPOSE.....	13
3-5. IMPLEMENTATION PROCESS	14
4. RESULTS OF THE EVALUATION.....	17
4-1. RELEVANCE	17
4-2. EFFECTIVENESS.....	17
4-3. EFFICIENCY	18
4-4. IMPACT.....	20
4-5. SUSTAINABILITY	20
4-6. CONCLUSIONS.....	21
5. RECOMMENDATIONS	22

Annexes

Annex-1: Evaluation Grid

Annex-2: Inputs for the Project (Japanese side)

Annex-3: Inputs for the Project (Botswana side)

Abbreviations

BWP	Botswana Pula
C/P	Counterpart
DAR	Department of Agricultural Research
DGGE	Denaturing Gradient Gel Electrophoresis
DOE	Department of Energy
EAD	Energy Affairs Division
GHG	Greenhouse Gas
GoB	Government of Botswana
ICP	Inductively Coupled Plasma
ICT	Information and Communications Technology
JCC	Joint Coordinating Committee
JFY	Japanese Fiscal Year
JPY	Japanese Yen
JICA	Japan International Cooperation Agency
JST	Japan Science and Technology Agency
M/M	Minutes of Meeting
MMEWR	Ministry of Minerals, Energy and Water Resources
MOA	Ministry of Agriculture
MOU	Memorandum of Understanding
NDP 10	Tenth National Development Plan
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
ODA	Official Development Assistance
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operation
RAPD	Random Amplification of Polymorphic DNA
R/D	Record of Discussion
SADC	South African Development Community
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
SNP	Single Nucleotide Polymorphism
TICAD IV	Tokyo International Conference on African Development
TU	Tottori University
UB	University of Botswana
UR	University of the Ryukyus

1. OUTLINE OF THE MID-TERM REVIEW

1-1. Background of the Review

The Project for Information-based Optimization of Jatropha Biomass Energy Production in the Frost-and-Drought-Prone Regions of Botswana (hereinafter referred to as “the Project”) in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan (GoJ) and the Government of Botswana (GoB) was launched in April 2012. Since the Project has reached the halfway point, Japan International Cooperation Agency (JICA) has determined to conduct a mid-term review of the Project whose intention is to review and evaluate Project activities and make suggestions that will give directions for latter half period of the Project.

1-2. Objectives of the Review

The objectives of the Mid-term Review are:

- (1) To identify the extent of achievement of the Project Purpose and Outputs stipulated in the Project Design Matrix (PDM);
- (2) To identify the positive issues and negative issues, if any, for Project implementation;
- (3) To evaluate the Project in terms of the five criteria (relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability); and
- (4) To make recommendations on necessary measures for improvement of the Project.

1-3. Methods of the Review

The Mid-term Review is conducted:

- (1) jointly by Botswana and Japanese review teams (hereafter referred to as “the Joint Review Team”);
- (2) by collecting data and information through;
 - i) examining the reports and documents prepared by the Project.
 - ii) interviewing JICA experts, Botswana counterparts (C/Ps), and authorities concerned.
 - iii) observing the Project sites.
- (3) by assessing the degree of achievement of the Project; and
- (4) by analyzing the overall achievement based on the five evaluation criteria listed below.
 - i) Relevance: It measures the extent to which the Project is consistent with the priorities and policies of the target group, GoB and GoJ.
 - ii) Effectiveness: It concerns the extent to which the Project Purpose has been achieved, in relation to the Outputs produced by the Project.
 - iii) Efficiency: It measures the Outputs in relation to the inputs, in terms of timing, quality and quantity.
 - iv) Impact: It refers to direct and indirect, positive and negative impacts caused by implementing the Project.
 - v) Sustainability: This is to question whether the Project effects will be sustained after the Project, focusing on institutional, financial and technical aspects.

Please see attached Evaluation Grid (Annex-1) for reference.

1-4. Members of the Joint Review Team

(1) Japanese Team

Mr. Takeaki Sato	Leader Senior Advisor, Rural Development Department Japan International Cooperation Agency (JICA)
Ms. Masami Chinen	Cooperation Planning Associate Expert, Team 4, Agricultural and Rural Development Group 2, Rural Development Department, JICA
Ms. Junko Saikawa	Evaluation Analysis Consultant, KRI International Corporation
Prof. Dr. Kenji Yamaji	SATREPS Planning and Evaluation Programme Officer, Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) Emeritus Professor, the University of Tokyo
Ms. Misato Unose	SATREPS Planning and Evaluation Assistant Programme Officer Research Partnership for Sustainable Development Division Japan Science and Technology Agency (JST)

(2) Botswana Team

Mr. Stephen Kebakile	Leader Chief Economist Development Programmes Ministry of Finance and Development Planning
Dr. Nelson Sello	Member Principal Research and Statistics Officer Research Statistics & Policy Development Ministry of Agriculture
Ms. Lebang Moipisi	Member Principal Agric Economist II Department of Agribusiness Promotion Ministry of Agriculture

1-5. Schedule of the Review

The Mid-Term Review was conducted from 17 August to 6 September 2014 for carrying out the following activities:

<i>Date</i>		<i>Activities</i>
17 th Aug.	Sun	Arrive at Gaborone.
18 th	Mon	Interview with JICA experts. Meeting with Botswana Review Team members. Courtesy call and interview with Director of DAR. Visit to project sites (experimental farm and DAR laboratory).
19 th	Tue	Interview with C/Ps of DAR.
20 th	Wed	Interview with C/Ps of DAR.
21 st	Thu	Interview with C/Ps of DAR and UB.
22 nd	Fri	Interview with C/Ps of MMEWR.
23 rd	Sat	Information compilation.
24 th	Sun	Information compilation.
25 th	Mon	Meeting with JICA Botswana Office. Meeting with JICA experts. Interview with C/Ps of UB.
26 th	Tue	Courtesy call and interview with Director of DOE.
27 th	Wed	Internal meeting. Discussion with JICA experts.

28 th	Thu	Internal meeting and preparation of the report.
29 th	Fri	Meeting among Joint Review Team members.
30 th	Sat	Internal meeting and preparation of the report.
31 st	Sun	Internal meeting and preparation of the report. Preparation of M/M.
1 st Sep.	Mon	Meeting among Joint Review Team members for finalization of the report.
2 nd	Tue	Meeting among Joint Review Team members for finalization of the report. Discussion with JICA experts and Botswana C/Ps for finalization of the report.
3 rd	Wed	Discussion with JICA experts and Botswana C/Ps for finalization of the report. Courtesy call to Assistant Director, Office of Research and Development, UB.
4 th	Thu	Discussion with JICA experts and Botswana C/Ps for finalization of the report. Preparation for JCC.
5 th	Fri	JCC and signing of M/M. Report to Embassy of Japan and JICA Office.
6 th	Sat	Leave Gaborone.

1-6. List of Personnel Visited by the Review Team

< MMEWR >

Mr. Kenneth Kerekang Deputy Project Director
Director, Department of Energy (DOE)

Mr. Matshameko Chief Energy Engineer, DOE

Mr. Aaron Somolekae Principal Energy Engineer, DOE

Ms. Mareledi Gina Maswabi Project Coordinator
Principal Energy Officer, DOE

Ms. Lorato Masocha Intern, DOE

< DAR >

Dr. Pharoah.O.P. Mosupi Project Manager
Director of DAR

Ms. Ketseemang Safi Output 1 Lead Researcher
Chief Agricultural Research Officer (Plant Nutrition)

Dr. Lekgari Lekgari Output 2 Lead Researcher
Researcher (Plant Breeding/Genetics)

Mr. Ugele Majaule Researcher (Soil Chemistry)

Mr. Elias Kethobile Researcher (Agricultural Mechanization)

Mr. Chiyapo Gwafila Researcher (Plant Genetic Resources)

Mr. Charles Mazereku Researcher (Biotechnology)

Dr. T. Scott Moroke Researcher (Soil Science)

Ms. Marea Motsepe Researcher (Irrigation)

Ms. Tidimalo Coetsee Researcher (Plant Protection)

Dr. Derick George Researcher (Molecular Biology)

< UB >

Prof. Mogodisheng Sekhwela Project Manager
Assistant Director
Office of Research and Development

Prof. Bakeseng Moseki Professor (Plant Physiology)
Deputy Dean of Faculty of Science

Prof. Raban Chanda Professor (Socio Economy), Environmental Science

Prof. G. Mmopelwa Professor (Agriculture Economy), Environmental Science

Prof. B.P. Parida Professor (Water Resource Engineering)
Faculty of Civil Engineering

Prof. Clever Ketlogetswe Professor (Bio Energy Engineering)
Faculty of Mechanical Engineering

<JICA Botswana Office >

Mr. Akihiko Hoshino

Mr. Yasuaki Aihara

Resident Representative

Assistant Representative (Project Formulation)

<JICA Experts>

Dr. Sayuri Inafuku

Project Director/Cultivation

University of the Ryukyus (UR)

Mr. Takafumi Konaka

Project Coordinator

Prof. Dr. Kinya Akashi

Plant Molecular Breeding

Associate Professor, Faculty of Agriculture, Tottori University (TU)

Dr. Yudai Ishimoto

Agronomy/Assessment

Project Researcher, Faculty of Agriculture, TU

Prof. Dr. Yoshinobu Kawamitsu

Cultivation/Biomass Utilization

Professor, Faculty of Agriculture, UR

Prof. Dr. Masami Ueno*

Agricultural Engineering

Professor, Faculty of Agriculture, UR

Dr. Shin Yabuta

Cultivation

Project Researcher, Faculty of Agriculture, UR

Prof. Dr. Jun Kikuchi

Omics Analysis

Team Leader

RIKEN Center for Sustainable Resource Science

*Met in Japan.





2. OUTLINE OF THE PROJECT

2-1. Background of the Project

Botswana has registered tremendous economic growth since its independence in 1966. The country's average economic growth over the past 20 years has been more than 7% and per capita GDP figures has been increased sixfold over the past 30 years. Its economy is largely driven by mineral resources such as diamonds which account for about 80% of the export earnings and 50% of government revenue. Due to risks posed by fluctuating international trade, it has been required to diversify socioeconomic structure in its National Development Plans.

In 2007, a feasibility study was undertaken by EAD (Energy Affairs Division) to assess potential production and use of biofuels in Botswana. The study indicated a high potential to domestically produce biodiesel particularly with using *Jatropha* as feedstock. Based on the results of this study, the Government of Republic of Botswana (GoB) announced the statement that annual biodiesel oil production of 50 million liters, accounting for about 10% of total diesel oil consumption, should be achieved by 2020. Once this policy will be realized, it is expected to contribute to achieving the targets set at Kyoto Protocol, stabilising the national energy policy, rejuvenating agriculture and industrial activities in rural areas, and creating new employments.

In August 2010, a field survey was conducted jointly by Botswana and Japanese researchers. The survey concluded that it was necessary to establish cultivation technology of *Jatropha* to tackle issues of die down and slow growth of *Jatropha* trees under the frost- and drought-prone environment. For these reasons, GoB officially requested Government of Japan (GoJ) for implementing the project for establishing *Jatropha* cultivation technology, variety selection, and biofuel production. Thus, it launched a five-year scientific technical cooperation project in April 2012 for the purpose of accumulating technical and experience of *Jatropha* biodiesel production in Botswana through i) research on efficient cultivation method of *Jatropha*; ii) breeding of high yield- and stress tolerant-*Jatropha* varieties; iii) research on characteristics of *Jatropha* biodiesel oil; iv) research on technologies of utilizing non-oil *Jatropha* biomass; and v) evaluation of socio-economic and environment impacts of *Jatropha* biodiesel oil production.

The Project has been implemented by Tottori University (TU), RIKEN, and University of Ryukyus (UR) together with Botswana counterparts of Ministry of Minerals, Energy and Water Resources (MMEWR), Department of Agricultural Research (DAR) in Ministry of Agriculture (MOA), and University of Botswana (UB).

2-2. Outline of the Project

1. Project Title

Project for Information-based Optimization of *Jatropha* Biomass Energy Production in the Frost-and-Drought-Prone Regions of Botswana

2. Project Period

12th April 2012 ~ 11th April 2017 (5 years)

3. Project Purpose

Technical knowledge and experience to produce *Jatropha* biodiesel in Botswana on commercial basis is accumulated.

4. Project Outputs

- (1) Jatropha farming protocol suitable for climate of Botswana is established.
- (2) Bases for developing high yield- and stress tolerant- Jatropha varieties are established.
- (3) Characteristics of Jatropha oil products become clear.
- (4) Technologies to utilize non-oil Jatropha biomass are developed.
- (5) Impact of Jatropha production and biomass use is evaluated environmentally, socially and economically.

5. Project Activities

Activities under Output (1)

- 1-1 Establish automated weather stations and field servers.
- 1-2 Develop cultivation method of Jatropha.
- 1-3 Develop irrigation system for Jatropha cultivation.
- 1-4 Conduct soil and water analyses.

Activities under Output (2)

- 2-1 Characterize and evaluate Jatropha indigenous accessions in Botswana.
- 2-2 Investigate occurrence of pests and diseases in Jatropha indigenous accessions in Botswana.
- 2-3 Develop molecular markers which distinguish Jatropha indigenous accessions in Botswana.
- 2-4 Study genotype-phenotype relationships by omics approach.
- 2-5 Develop transgenic Jatropha.

Activities under Output (3)

- 3-1 Analyze oil content, composition and calorie of Jatropha seeds.
- 3-2 Conduct analyses on toxic compounds of Jatropha seeds, crude oil and biodiesel.
- 3-3 Conduct performance test of Jatropha crude oil and biodiesel on diesel engine.
- 3-4 Assess yield efficiency of Jatropha biodiesel.
- 3-5 Assess quality of Jatropha crude oil and biodiesel.
- 3-6 Conduct research on Jatropha seed and crude oil storage.

Activities under Output (4)

- 4-1 Analyze calorie, chemical composition and toxic compound of non-oil Jatropha biomass.
- 4-2 Produce Jatropha char.
- 4-3 Apply Jatropha char on soil.
- 4-4 Assess effects of Jatropha char on soil.
- 4-5 Assess utilization of non-oil Jatropha biomass as source of energy and other purpose.

Activities under Output (5)

- 5-1 Evaluate impact of Jatropha production and biomass use on environment.
- 5-2 Evaluate impact of Jatropha production and biomass use on society.
- 5-3 Conduct economic evaluate on Jatropha biodiesel production.
- 5-4 Conduct workshops/symposiums to share findings internationally.

3. ACHIEVEMENTS OF THE PROJECT

3-1. Achievement of Inputs

Please see Annex-2 and 3.

3-1-1. Japanese Side

(1) Dispatch of Experts

Three long-term experts (Project Director/Cultivation, Project Coordinators) and eleven short-term experts were dispatched. Total assigned days by the end of August 2014 are 1,618 days for the former and 348 days for the latter.

(2) Counterpart (C/P) Personnel Training in Japan

Ten officers (2 times for one person) in total were dispatched to trainings in Japan.

(3) Provision of Equipment

The equipment listed in the Annex-2 (3) were provided by Japanese side. They are in good condition and being utilized for the Project activities.

(4) Development of Facilities

Facilities such as fence, razor wire, automatic irrigation valve, 2 water tanks, caravan house, electric fence, store room were developed at DAR experimental farm. Drip irrigation system initially installed by Botswana side was replaced and repaired due to its malfunction and troubles.

(5) Local Expenditure

Around BWP 1.63 million (equivalent to JPY 19.05 million) had been spent by the end of June 2014 for purchasing equipment, conducting field trainings and symposium, hiring cars, weather data communication, and other Project activities.

3-1-2. Botswana Side

(1) Assignment of Counterpart (C/P) Personnel

Forty-two from MMEWR (9), DAR (19), and UB (14) have been assigned as C/P personnel for the Project.

(2) Facilities and Equipment

Project office, laboratory, and experimental farm were offered by DAR. For the experimental farm, one water tank and a drip irrigation system were provided by Botswana side. Fence, razor wire, caravan house, electric fence, and store room were procured by Japanese side, and installed by Botswana side. UB also offered a laboratory for Project activities and logistics for its utilization still need to be agreed.

(3) Project Expenditure

Around BWP 403,735 (equivalent to JPY 4.11 million) had been spent by the end of June 2014 for Project vehicle, travel for Botswana officers, casual labourers, security guards at the experimental farm, conducting workshops and meetings, and trainings.

(4) Long-term Training

One C/P from MMEWR started master course in UB in April 2014, and one candidate from MMEWR is under admission procedure of UB. One C/P from DAR started master course in Botswana College of Agriculture in August 2014.

3-2. Achievement of Activities

The Project has undertaken many activities for generating the following Outputs:

- 1) Output 1: Jatropha farming protocol suitable for climate of Botswana is established.
- 2) Output 2: Bases for developing high yield- and stress tolerant- Jatropha varieties are established.
- 3) Output 3: Characteristics of Jatropha oil products become clear.
- 4) Output 4: Technologies to utilize non-oil Jatropha biomass are developed.
- 5) Output 5: Impact of Jatropha production and biomass use is evaluated environmentally, socially and economically.

Planned activities and those which have been undertaken are summarized as follows.

3-2-1. Activities for Output 1

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
1-1 Establish automated weather stations and field servers.	<ul style="list-style-type: none"> - Site visits to Serowe, Maun, and Kang were undertaken in Dec. 2011 and sites for installation of weather stations were decided. - Weather stations were installed in Sebele (Gaborone) (Jan. & Jul. 2013), Serowe (Nov. 2013), Maun (Dec. 2013), and Kang (Jul. 2014). - All data have been updated daily, automatically sent to the internet space which could be accessed from both Botswana and Japanese sides. - Analysis on collected data continues to be done. 	Completed.
1-2 Develop cultivation method of Jatropha.	<ul style="list-style-type: none"> - Seeds of Botswana indigenous accessions (81 accessions) were collected all over Botswana. 771 seedlings of these accessions were planted (2m x 2m spacing) in farms of Sebele and Maun in Dec. 2011. - Preparation for winter (e.g. pruning, covering, and mulching) was applied in May- June 2012. - Seminars on plant growth regulator and Jatropha cultivation were conducted in Jun., Jul. and Aug. 2012. - Seminars on field design, transplanting and biochar utilization were conducted in Sep. and Oct. 2012. - Ghana variety was planted in Sep. 2012 (285 seedlings) and Nov. 2012 (1,180 seedling) by 2m x 2m and 2m x 1m spacing. - Seminar on how to use and analyze photosynthesis data was conducted in Feb. 2013, based on which an academic paper was jointly published. - Measurements on photosynthesis were conducted in Feb. and May 2013. - Seminars on field experimental design (Mar.), frost protections (Apr.), plant stress dormancy (Sep.), and growth analysis and intercropping (Nov. 2013) were conducted. - Cultivation protocols (irrigation, nutrition, biochar application, pruning, wind break, etc.) have been evaluated. Overwintering methods have been applied. - Trees were destroyed by the hailstorm in Nov. 2013. All leaves, fruits and flowers were destroyed. They were recovered with fertilizer treatments and their flowers were re-bloomed. - Trees were again attacked by cold wave in June and July 2014 and their overground parts were dried up. Thus, treatments for overwintering (wrapping and irrigation) were applied. - Dead parts of the damaged trees were pruned in Aug. 2014. - Cultivation methods for recovering from damages and know-how to measure and record information on weather and environment have been accumulated. - Meetings for preparing a cultivation manual were held twice with participation of C/Ps, and ideas on its contents were discussed. JICA expert is currently drafting a guideline. - Work on preparing this cultivation manual will be done by Botswana C/Ps based on the guideline and with guidance of JICA experts. 	about 50% will be continued till Mar. 2017.

1-3 Develop irrigation system for Jatropha cultivation.	<ul style="list-style-type: none"> - 1 water tank and irrigation pipes for Field A were installed in June 2012 and additional 2 tanks were installed in Dec. 2012. - Irrigation system for Field B was installed in Aug.~Nov. 2012. - Continuous maintenance and replacement works have been applied since their initial installations. - New borehole was dug. Installation of pump and tube for this borehole is underway. - A water bulb for automatic drip irrigation system was installed. Equipment for automatic fertilizer application will be installed within 2015. 	<p>about 70%</p> <p>will be continued till Mar. 2016.</p>
1-4 Conduct soil and water analyses.	<ul style="list-style-type: none"> - Soil samples were collected by Experts and C/Ps in Gaborone and Maun (May & Aug. 2012, May & Sep. 2013, Mar. 2014). - DGGE Unit was installed in DAR laboratory (Apr. ~ Aug. 2012). - Seminar on DGGE technique was conducted on 1st Jun. 2012. - Physicochemical properties of soil samples and microbe profiles in them were investigated by RIKEN using DGGE, ICP and NMR equipment. - Relation between growth degree of Jatropha and microbe profiles in soil is continued to be analyzed. - Physicochemical analysis of underground water was conducted. Further analysis will be done in accordance with necessity. 	<p>about 50%</p> <p>will be continued till Mar. 2015.</p>

3-2-2. Activities for Output 2

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
2-1 Characterize and evaluate Jatropha indigenous accessions in Botswana.	<ul style="list-style-type: none"> - Seedlings of Botswana indigenous accessions (81 accessions) were planted. Morphology and physiology of these accessions have been characterized. - Five accessions with high-yield were identified in Dec. 2012. - Characterization will be continued. 	<p>about 50%</p> <p>will be continued till Mar. 2017.</p>
2-2 Investigate occurrence of pests and diseases in Jatropha indigenous accessions in Botswana.	<ul style="list-style-type: none"> - This has been mainly done by Botswana C/Ps. - Disease and insect damages have been observed, but they have minimum affected trees. 	<p>about 50%</p> <p>will be continued till Mar. 2017.</p>
2-3 Develop molecular markers which distinguish Jatropha indigenous accessions in Botswana.	<ul style="list-style-type: none"> - The new DNA extraction method was developed and applied to indigenous accessions. - Technical guidance on DNA extraction and RAPD methods was provided to C/Ps. - Seminars on molecular markers were conducted in June 2012. - Investigation of molecular markers (RAPD and SNP markers) is underway. 	<p>about 50%</p> <p>will be continued till Mar. 2017.</p>
2-4 Study genotype-phenotype relationships by omics approach.	<ul style="list-style-type: none"> - Proteome analysis of Jatropha leaves under drought stress was performed, and stress-responsive protein was detected. - Seminars on omics analysis were conducted in May 2013. - Chemical profiling of Jatropha biomass was conducted. - Omics analysis on flowers and fruits were conducted by RIKEN and TU by using Next-Generation-Sequencing, ICP, and NMR. - Short-term training in Japan in Jul. 2014 was focused on trainings on proteome and transcriptome analyses of Jatropha leaves. - Construction of database on Jatropha omics is underway. 	<p>about 30%</p> <p>will be continued till Mar. 2017.</p>
2-5 Develop transgenic Jatropha.	<ul style="list-style-type: none"> - Genes for conferring stress-tolerance (activating root elongation CLZFB1, cold-tolerance TPS, drought-tolerance DHN) were introduced into Jatropha via Agrobacterium-transformation techniques - Transgenic Jatropha plantlets (3 accessions for CLZFB1 and 4 accessions for TPS) were obtained. Their propagation is underway. - Isolated cultivation of transgenic Jatropha is planned to be done in Botswana with considering the status of regulatory framework on genetically modified plants. - Seminars on transgenic Jatropha technology were conducted in May 2013. 	<p>about 50%</p> <p>will be continued till Mar. 2017.</p>

SKK

3-2-3. Activities for Output 3

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
3-1 Analyze oil content, composition and calorie of Jatropha seeds.	- This activity could be stated after Jatropha seeds would be harvested in 2015. - This activity is planned to be conducted in University of Botswana.	will be started from 2015.
3-2 Conduct analyses on toxic compounds of Jatropha seeds, crude oil and biodiesel.	- Same as the above.	will be started from 2015.
3-3 Conduct performance test of Jatropha crude oil and biodiesel on diesel engine.	- Same as the above.	will be started from 2015.
3-4 Assess yield efficiency of Jatropha biodiesel.	- Same as the above.	will be started from 2015.
3-5 Assess quality of Jatropha crude oil and biodiesel.	- Same as the above.	will be started from 2015.
3-6 Conduct research on Jatropha seed and crude oil storage.	- Same as the above.	will be started from 2015.

3-2-4. Activities for Output 4

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
4-1 Analyze calorie, chemical composition and toxic compound of non-oil Jatropha biomass.	- Production and analyzes of Jatropha bio-char was conducted in training in Japan (July 2013). - Seminar on carbonization and bio-char maker was conducted in Mar. 2014. - Trial experiment on effects of Jatropha charcoal was performed in UR. - The char-maker was prepared at DAR. Char was made from pruned branches of Jatropha and other field plant residues.	Some progress will be continued till Mar. 2017.
4-2 Produce Jatropha char.	- Experiment on application of Jatropha char on soil is underway in DAR. Data are continued to be collected and compiled.	
4-3 Apply Jatropha char on soil.	- Analysis of torrefied Jatropha biomass was conducted. - Carbonization machine will be procured within 2014. Production of Jatropha chars by different combustion temperatures as well as their analysis will be conducted.	
4-4 Assess effects of Jatropha char on soil.		
4-5 Assess utilization of non-oil Jatropha biomass as source of energy and other purpose.	- This activity will be started after Jatropha seeds have been harvested in 2015 since major target non-oil Jatropha biomass would be fruit husk, branches and oil cakes.	will be started from 2016.

3-2-5. Activities for Output 5

Activities in PDM	Status of Activities	Accomplishment
5-1 Evaluate impact of Jatropha production and biomass use on environment.	- Activities have not yet started.	will be started from 2015.

5-2 Evaluate impact of Jatropha production and biomass use on society.	- Activities have not yet started.	will be started from 2015.
5-3 Conduct economic evaluate on Jatropha biodiesel production.	- Activities have not yet started.	will be started from 2016.
5-4 Conduct workshops/symposiums to share findings internationally.	- Research Presentation Seminar for sharing latest studies related to Jatropha project is conducted on 23 rd May 2013. - 1 st Jatropha Symposium in Botswana on “Jatropha Research/Production” was held on 8 th Aug. 2013 with 62 participants. Jatropha production in Botswana, Jatropha Project in Mozambique, and potential of molecular breeding on Jatropha were presented. - Seminar on Jatropha case in Mozambique was conducted on 9 th Jan. 2014. - 2 nd Jatropha Symposium will be held after Dec. 2014.	about 30% will be continued till Oct. 2016.

3-3. Achievement of Outputs

The status of achievements of the Project Outputs in terms of verification indicators as per PDM (version 2, May 2014) is shown as follows.

Outputs	Verification Indicators	Achievements
Output 1: Jatropha farming protocol suitable for climate of Botswana is established.	1-1 Jatropha seed harvesting is completed before frost season in experiment farm.	- There has not been any harvest in experimental farm since trees were damaged by hail storm in Nov. 2013 and cold wave in June and July 2014. - It is expected that tree would bloom around Dec. 2014 and have harvest from the end of March to May 2015.
	1-2 Farming protocol including water management and pruning is documented for at least four different sites.	- Guideline for preparing cultivation manual was drafted by a JICA expert.
	1-3 Jatropha seed production in experiment farm exceed 2.5 ton/ha.	- Since seed production of 2.5 ton/ha was set based on performance in tropical zone, it is better to be changed.
Output 2: Bases for developing high yield- and stress tolerant- Jatropha varieties are established.	2-1 All available Jatropha accessions in Botswana are assessed for yield and stress tolerance.	- All available Jatropha accessions in Botswana were collected and characterized (superior accessions were selected).
	2-2 Database for characterizing molecular markers of all available Jatropha accessions in Botswana is developed.	- RAPD marker analysis is underway.
	2-3 At least three different genes associated with high yield and stress tolerance are introduced into Jatropha.	- Genes for conferring stress-tolerance (activating root elongation, cold-tolerance, drought-tolerance) and high yield were transformed into Jatropha
	2-4 Stress tolerance of transgenic Jatropha is evaluated.	- Transgenic Jatropha were developed and their seedlings are growing.
Output 3: Characteristics of Jatropha oil products become clear.	3-1 Database on oil content, composition and calorie of all available Jatropha accessions in Botswana is developed.	- Activities for Output 3 have not yet done.
	3-2 Toxic compounds of Jatropha seeds, crude oil and biodiesel are analyzed.	
	3-3 Combustion characteristics of Jatropha crude oil and biodiesel are established.	
	3-4 Yield efficiency of Jatropha biodiesel is calculated.	

SKK

Output 4: Technologies to utilize non-oil Jatropha biomass are developed.	4-1 Weight and composition of non-seed biomass and its characteristics for co-product (char) production is analyzed.	- Amount of non-seed biomass was evaluated. - Bio-char was made and its characteristics were analyzed.
	4-2 Water holding capacity of plot treated with char exceeds that of control plot by 1.0%.	- Experiment on application of Jatropha char on soil is underway.
	4-3 Water use efficiency of plot treated with char exceeds that of control plot by 0.5%.	
	4-4 At least 4 technologies to utilize non-oil Jatropha biomass (e.g. soil conditioner and fuel) are evaluated.	- Activities for the output have not yet done.
Output 5: Impact of Jatropha production and biomass use is evaluated environmentally, socially and economically.	5-1 Methodology for GHG allocation between biodiesel, co-product production and soil enhancements is determined.	- Activities for Output 5 have not yet done.
	5-2 Preliminary life cycle assessment of Jatropha biodiesel is carried out.	
	5-3 Possible petroleum energy displacement based on an assessment of seed yield, biodiesel process efficiency and available acreage for planting is estimated.	

3-4. Achievement of Project Purpose

Status of indicators that measure attainment level of the Project Purpose is show as follows.

Narrative Summary	Verification Indicators	Achievements
Project Purpose: Technical knowledge and experience to produce Jatropha biodiesel in Botswana on commercial basis is accumulated.	1. At least 5 academic papers are published.	- 2 academic papers by joint author of JICA experts and Botswana C/Ps have so far been published. - Since it is planned to prepare academic papers by group of the Project as outcomes of their joint research activities, it is expected that at least 3 papers would be published.
	2. At least 6 researchers obtain master/Ph. D degree related to Jatropha.	- One C/P from MMEWR started master course in UB in Apr. 2014, and one candidate from MMEWR is under admission procedure of UB. One C/P from DAR started master course in Botswana College of Agriculture in Aug. 2014. - More efforts are needed to accomplish this target.
	3. Technology package to utilize Jatropha biomass is adopted by Botswana Government.	- Technical knowledge and experience such as on Jatropha farming protocol, development of transgenic Jatropha, and utilization of non-oil Jatropha biomass have been accumulated through Project activities, which have been establishing a platform for technology researches. - Since a term of "technology package" seems to comprehend all necessary technologies which were already developed/established and whether GoB would adopt such "technology package" depends on the results of evaluation on all production procedure of Jatropha, this description is better to be changed.

3-5. Implementation Process

3-5-1. Progress in Project Implementation

Activities relating to Output 1, 2 and 4 have been implemented with some delay from the original schedule. Following factors have influenced smooth progress of the Project:

- It is recognized that actual weather condition of the Sebele experimental farm is severer than assumed before start of the Project.
- A Hailstorm unexpectedly attacked the experimental farm in November 2013. Trees were severely damaged and their leaves, fruits and flowers were all gone. Weather observation equipment and solar panel were also damaged.
- There were unexpected cold waves in June and July 2014 before harvesting. Overground parts of Jatropha trees were dried up; thus their seeds were not harvested. Without obtaining seeds, it was not able to launch the activities relating to Output 3.
- Water and electricity necessary for Jatropha cultivation were not arranged for the experimental farm. Only one pump is working and it is frequently malfunctioning. Breakages on water supply pipe often occur. Since cultivation for existing horticulture crops (cabbage and tomato) uses same water source (borehole), sufficient water is not ensured for Jatropha cultivation and appropriate irrigation is not practiced as scheduled. Moreover, since water distribution management is not clear in DAR, JICA experts have to spend their time and efforts on coordinating concerned divisions for ensuring sufficient irrigation water.
- It is recognized that major agriculture activities in Botswana are grazing and rain-fed crop cultivation, while irrigated and labour-intensive crop cultivation are relatively new areas.
- While DAR has knowledge and experiences on cultivation of rain-fed annual crops such as maize and sorghum, it has neither experience on perennial crops such as fruits nor researchers specializing fruit cultivation which has some similarities to Jatropha cultivation. Since any C/P researcher responsible for managing field and Jatropha cultivation has not been assigned, related activities have been conducted by JICA experts without recipients whom they could transfer their knowledge and skills to. DAR finally assigned a technical staff and a field assistant in December 2013 since when JICA experts have directly provided guidance to these staff. It is difficult to say that technology transfer from experts to them have been progressed because there are too much gap between both parties in terms of their skills and capacities. Provision of casual labourers for manual works at the experimental field such as weeding was also delayed.
- There has not been any specific "Vote" for providing budget for this Project. Costs for the Project activities which should be shouldered by Botswana side are covered by current budget of MMEWR and DAR. Thus, necessary budgets have not been timely ensured, which has delayed provision of casual labours as previously mentioned and dispatch of personnel to Master or Ph. D courses as long-term training.

3-5-2. Project Implementation and Monitoring System

Project implementation arrangement was designed that activities relating to Outputs 1, 2 and 4 should be mainly conducted by DAR and those relating to Outputs 3 and 5 should be mainly done by UB while overall administration and coordination should be done by DOE under MMEWR. Then, it was agreed that Japanese side should provide necessary technical guidance and supports to Botswana side through

dispatch of JICA experts and trainings in Japan.

Based on PDM and PO, Botswana C/Ps and JICA experts jointly prepared an Action Plan describing more detailed activities, implementation methods and lead/responsible researchers. Although this Action Plan was shared among C/Ps, it did not seem that all of them fully understood the Plan. According to interview with C/Ps, while it was heard from some C/Ps that they sufficiently understood contents of the Project and their tasks in it, it was also heard from other C/Ps that their tasks and ranges of respective research groups were not clear, thus group works were not functioned although Project activities should be undertaken by corresponding groups consisting of relevant JICA experts and C/Ps.

Activities relating to Outputs 3 and 5 are planned to be started in 2015 with initiatives of UB. During the interviews with C/P professors, it was heard that they faced difficulties to ensure postgraduate students or researchers to be involved with experimental activities for Output 3 and they had not yet discussed details (contents, implementation methods, schedule, etc.) for Output 5 with JICA experts although they submitted the proposal to MMEWR before start of the Project and presented its outline at the JCC.

Regarding arrangement of Botswana side for Project implementation, some C/Ps pointed out problems of internal coordination both in DAR and UB partly because some of major C/Ps undertaking roles of coordination resigned this year. Official documents appointing their C/Ps have not been issued by both DAR and UB. In addition, memorandum of understanding on division of roles and responsibilities among MMEWR/DOE, MOA/DAR, and UB was not finalized, and lack of coordination among three institutions was also pointed out.

Thus, it is hard to say that the Project implementation system has been well functioned and C/Ps have actively participated in Project activities.

JICA experts had prepared monthly progress reports and shared with C/Ps, but it has been suspended since October 2013 due to suggestion from DOE for revising formats and procedures of the reports. Although the expert team have hold regular meetings with C/Ps mainly from DAR about twice a month, attendance situation of C/Ps were not good and these meetings have not held for last few months. For overall coordination purpose, the coordinators of both expert team and DOE have meetings about twice a month. For Botswana side, DOE organized monthly meetings attended by C/Ps of DAR and UB responsible for coordination at initial stage of the Project; however the meetings have seldom been held in recent year due to bad attendance situation.

On the other hand, the JCC meetings were held three times (August 2012, May 2013, and May 2014), where overall progress of the Project were shared and issues relating to Project implementation were discussed. Thus, it could be also said that the monitoring system for the Project has been functioned to some extent.

3-5-3. Communication and Information Sharing

Although the expert team has made efforts to promote communication and information sharing with C/Ps through above-mentioned preparation of monthly progress reports, having regular meetings, and utilization of common holder at the internet, the fact of low participation to the meeting and rare accesses to the holder shows that this mechanism has not functioned well.

According to interviews with C/Ps, many of them regard communication and information sharing with the expert team as having been improved through such meetings and become appropriate. On the other

hand, it was heard from some C/Ps that both parties had not sufficiently discussed by activity-based group, some activities were planned and implemented by only JICA experts without understanding and consensus of C/Ps, information already decided by experts were unilaterally given to C/Ps, and feedback from results of activities was not provided.

3-5-4. Ownership of the Botswana Side

Botswana C/Ps were assigned with consideration of their fields of expertise and work career. According to interview with C/Ps, many of them responded that Project activities corresponded to their expertise and interests. On the other hand, it seems that degree of C/Ps' understanding on the contents of Project activities and positions of their tasks in the Project varies and their participation to the Project is not sufficient partly due to their other duties. Thus, it is hard to say that Project activities have been implemented with initiatives and sufficient commitment of Botswana C/Ps.

3-5-5. Technology Transfer

It seems that knowledge and technologies have been transferred to some extent from Japanese side to Botswana C/Ps through seminars, workshops, trainings in Japan and other technical advices from JICA experts. Many of C/Ps interviewed answered that their knowledge and skills were enhanced through the Project activities.

On the other hand, C/P researchers who could receive knowledge and technical skills relating to management of field and *Jatropha* cultivation transferred from JICA experts have not been assigned.

Ways of technology transfer from Japanese side to Botswana C/Ps are need to be improved. Some C/Ps commented that the environment enabling C/Ps to apply knowledge and skills obtained from trainings in Japan as well as to share them with other C/Ps should be developed (e.g. installation of necessary experimental equipment, ensuring necessary time for conducting experiments, etc.). JICA expert team also raised the idea that technology transfer might be facilitated if groups would be formulated by research subject and research papers would be jointly prepared by members of those groups as outcomes of their research activities.

4. RESULTS OF THE EVALUATION

4-1. Relevance: Moderately high

Project is still relevant in view of consistency with Botswana development policies, Japanese ODA policies, and the needs of C/P institutions as follows:

(1) Relevance to Botswana development policies

“10th National Development Plan: NDP10 (2010~2016)” raises ‘establishment of knowledge society’, ‘promotion of economic diversification’, ‘enhancement of public services’, ‘private sector development’, ‘information and communication technology (ICT) and its researches’, ‘human resources development’, ‘governance and security’, ‘infrastructure development and maintenance’, ‘investment in service sector’ as its prioritized areas. In this NDP10, policy for actively working on development and utilization of renewable energy is clarified. In addition, incorporation of the target that 30% of total energy consumption should be from renewable energy sources by 2030 into “National Energy Policy” which is under drafting is discussed. In this Policy, production of biodiesel from Jatropha is regarded as promising. Although the Project is aligned to these policies, there remains an issue on ensuring budgets by Botswana side for this Project as described later.

(2) Relevance to Japanese ODA policies

Based on NDP10, i) infrastructure and human resources development for economic diversification, and ii) facilitation of development in poverty regions are raised as priority areas of Japan’s assistance toward Botswana. This Project is included in the former priority area as the project for developing the supply system of resources and energy.

(3) Consistency with the needs of C/P institutions

DAR’s mission is to identify, develop and promote innovative and appropriate technologies for optimizing productivity through efficient utilization of agricultural resources, use of improved genetic resources, and good agricultural management practices. As part of this mission, DAR worked on collecting plant resources of Jatropha and its cultivation trials, which failed. In this regard, the Project corresponds to needs of DAR.

Energy is one of priority research themes of “University Research Strategy”. UB has research experiences on production and analysis of biofuels though they were not made from Jatropha. In addition, UB already has equipment for combustion experiment of diesel fuels. Thus, it is appropriate that UB is a C/P institution and the Project activities correspond to needs of UB.

4-2. Effectiveness: Moderate

The Project aims to accumulate technical knowledge and experience to produce Jatropha biodiesel through i) establishment of Jatropha farming protocol suitable for climate of Botswana (Output 1); ii) establishment of bases for developing high yield- and stress tolerant- Jatropha varieties (Output 2); iii) analysis on characteristics of Jatropha oil products (Output 3); iv) development of technologies to utilize non-oil Jatropha biomass (Output 4). Prospects for commercialization are judged based on impact evaluation of Jatropha production and biomass use (Output 5).

Regarding Output 1, technical knowledge on Jatropha farming protocol has been steadily accumulated though seeds have not been harvested. Technical knowledge regarding Output 2 and 4 has also been accumulated: transgenic Jatropha was already developed for Output 2 and experiment on application of

Jatropha char on soil is underway for Output 4. Activities for Output 3 will be started after harvesting Jatropha seeds in the experimental farm and ensuring postgraduate students or researchers in UB who could be involved in experimental activities. Though degree of achievement of the Project Purpose would depend on progress situation of activities for respective Outputs, it is highly expected that technical knowledge and experience to produce Jatropha biodiesel would be accumulated to certain extent.

Judging from indicators for the Project Purpose, an indicator of number of academic papers are expected to be achieved since 2 papers have already been published and it is planned to prepare papers by groups of the Project as outcomes of their joint research. Regarding the number of researchers obtaining master/ Ph. D degree, it seems difficult to accomplish this target (six) since only two researchers have started their master courses this year. Immediate measures are required to be taken for achieving this target. Regarding the third indicator, it is difficult to prepare this "technology package" by the Project completion if this terminology means to comprehend all necessary technologies which were already developed or established. It is expected that technology protocols or platforms based on some Outputs or some processes of activities for Outputs would be prepared and presented. Whether Botswana Government would adopt such technology package or protocols depends on the results of evaluation on all production procedure of Jatropha and other factors; thus it is difficult to judge it at this time.

4-3. Efficiency: Moderate

4-3-1. Efficiency of Inputs from Japanese Side

(1) Dispatch of JICA Experts

It has been appropriately done in general, in terms of their quantity, quality (fields of expertise), and timing. Some comment and request were heard from C/Ps that seminars conducted by short-term experts were meaningful and experts guiding activities for Output 4 should be dispatched with longer-term.

(2) C/P Trainings in Japan

According to interviews with C/Ps who participated in trainings in Japan, most of them perceive that these trainings were appropriately conducted in terms of trainees' selection, timing, duration, and contents. They commented that their knowledge and skills were improved through trainings in Japan and what they obtained could be utilized not only for Project activities but also for other research activities. Some C/Ps also commented that practical sessions for applying what they obtained from Japan are limited in Botswana.

(3) Provision of Equipment

Equipment was procured either in Japan, Botswana or South Africa. In the beginning, equipment was ordered from a supplier in South Africa via a business agent in Botswana, which required more time for delivery and this caused delay in experimental activities. Therefore, it has been shifted to direct deal with the supplier in South Africa.

Equipment provided have been properly managed with recording their usage and utilized for Project activities.



4-3-2. Efficiency of Inputs from Botswana Side

(1) Assignments of Counterparts

C/Ps were assigned with consideration of their fields of expertise and work career; however, those responsible for managing the field and Jatropha cultivation have not been assigned. It is hard to say that C/Ps' participation in Project activities is sufficient due to their other duties and their unclear tasks in the Project.

(2) Facilities

Although the experimental farm was provided, electricity was not arranged and sufficient water was not provided for proper Jatropha cultivation.

Some C/Ps raised lack of proper administration for transport as a reason of their limited participation in the Project activities.

(3) Project Expenditures

There has not been any specific "Vote" for providing budget for this Project. Costs for the Project activities which should be shouldered by Botswana side were supposed to be covered through the budget of MMEWR. However, there is no Memorandum of Understanding (MOU) on division of financial roles and responsibilities among MMEWR, DAR, and UB. Necessary budgets have not been timely ensured within MMEWR, which has delayed provision of casual labours and dispatch of personnel to Master/Ph. D courses as long-term trainees. Finally, a C/P researcher was dispatched to the master course with budget of DAR. Salaries for C/Ps and daily transportation means are arranged by respective institutions.

4-3-3. Efficiency of Activities

Factors which affected or would affect efficiency of the Project activities are as follows:

- Due to the fact that necessary water and electricity were not arranged for the experimental farm, assignment of technical staff and offer of casual labourers were delayed, and C/Ps responsible for managing field and cultivation were not assigned, efficient implementation of experimental cultivation of Jatropha has been impeded.
- Some of the major C/Ps undertaking roles of coordination resigned this year.
- It was assumed that postgraduate students to be dispatched to UB as long-term trainees would be involved with experimental activities for Output 3. Due to current procedure, UB faces difficulty to ensure these postgraduate students or researchers.
- It is expected that Law on biosafety framework including issues on genetically modified plants would be passed through the parliament within this year at the earliest. If it will not be passed, experimental cultivation of genetically modified plants at laboratory is allowed to be conducted. Thus, transgenic Jatropha could be cultivated in Botswana.
- There are no standard regulations on renewable energy including bioenergy in Botswana. MMEWR has started preparing "Renewable Energy Strategy". If directions of these standards would be seen, concrete discussions between JICA experts and Botswana C/Ps on road map for achieving the Project Purpose and after the Project completion could be made.

4-4. Impact

The Project has brought some impacts as follows:

- The Project shows the actual case that Jatropha could be grown if appropriate measures and cares would be applied even in the environment where it has not been successful to cultivate Jatropha.
- Necessity of considering other feedstock for biofuel in addition to Jatropha is recognized by C/Ps through Project activities.
- DAR has intensions that RAPD analysis methods would be applied for researches on breeding and analysis on wildlife resources.
- Boiteko Trust has conducted experimental cultivation of Jatropha at the farm in Serowe where the Project placed a weather observation unit. Technology and knowledge obtained from Project activities have been positively shared with Boiteko Trust, which has facilitated collaboration between both parties.
- The Project has gathered attention from outside and has been referred to on several occasions such as Botswana Renewable Energy Conference held in August 2014.

4-5. Sustainability

4-5-1. Policy Supports

Policy for actively working on development and utilization of renewable energy including bioenergy is clarified in the NDP10 and “National Energy Policy”. In addition, MMEWR has started preparing “Renewable Energy Strategy” and “Botswana Renewable Energy Conference” was just held in August 2014, which shows escalating interests for this area. It could be thought that these policies and interests for renewable energy would be continued at least in the medium run.

4-5-2. Financial Aspects

Although this Project is said to be placed as one of the top priority projects under MMEWR, necessary budgets have not been timely ensured within MMEWR, which has impeded implementation of Project activities. Thus, first and foremost, measures should be taken for ensuring necessary budgets in timely manner for the latter half of the Project. Whether budgets for continuing related research activities after the Project completion could not be judged at this time, since it would depend on achievement level of outputs in future.

4-5-3. Organizational and Technical Aspects

Knowledge and skills of C/Ps have been enhanced to some extent through the Project activities. JICA expert team showed their intensions that groups would be formulated by research subject and research papers would be jointly prepared by their members as outcomes of their researches, which could be thought to further enhance capacity and ownership of C/Ps.

Although there is planned restructuring of DAR, it was indicated by high-level C/P management that certain level of personnel and budgets were expected to be allocated under the new institution since researches on Jatropha would continue to be priority.

Project activities in UB would be progressed by postgraduate students/researchers to be involved with experimental activities under guidance of professors in the related fields. It could be highly expected to

continue Project-related researches as far as those professors would be remained in UB despite of changes of postgraduate students or researchers.

4-6. Conclusions

Based on the above findings and evaluation, the Joint Evaluation Team has concluded that:

- The Project is still relevant, since it is in line with GoB development policies, Japanese ODA policies, and needs of C/P institutions.
- Technical knowledge and experience for producing Jatropha biodiesel have been steadily accumulated through the Project activities although there was some delay in activities. Whether technical knowledge and experience would further be accumulated depends on progress and achievement of outputs from here on; thus at this time it is difficult to judge future achievement level of Project Purpose.
- Regarding sustainability after the Project completion, there remains issues especially on ensuring budgets for continuing Project-related research activities.



5. RECOMMENDATIONS

Based on the findings, the Review Team would like to raise some matters regarded as necessary for further improving the Project implementation for the rest of the Project duration.

(1) Budget Allocation

Currently there is no specific budget for the Project and this has impacted on Project activities. In order to ensure necessary budget for Project activities, MMEWR as an overall coordinator of the Project is required to start necessary procedure for setting a “Vote” specific for this Project preferably under the Development Budget of MMEWR for the next financial year (2015/2016) taking into consideration of the following points:

- This procedure should be undertaken under this year’s budgeting process by the end of October 2014; otherwise its realisation will become difficult.
- Items to be covered by this budget should include dispatch of 4 long-term trainees, recurrent costs (transportation, etc.) and labour costs. These items and budget scale should be decided in consultation with DAR, UB and JICA expert team.
- Procedures for using this budget should be clarified and agreed among MMEWR, DAR and UB.

(2) Revision of PDM

The Review Team recommends modification of the PDM (Ver.2, as of 20 May 2014) based on findings during this Mid-term Review as follows:

Original PDM	Proposal for Revision	Reasons for Revision
<u>Project Purpose Indicator 3</u> Technology package to utilize Jatropha biomass is adopted by Botswana Government.	<u>Project Purpose Indicator 3</u> Technology protocols based on Outputs of the Project are presented to Botswana Government.	It is difficult to prepare this “technology package” by the Project completion if this means to comprehend all necessary technologies which were already developed or established. Whether GoB would adopt such “technology package” depends on the results of evaluation on all production procedure of Jatropha. However, technical knowledge and experience such as on Jatropha farming protocol, development of transgenic Jatropha, and utilization of non-oil Jatropha biomass have been accumulated through Project activities, which have been establishing a platform for technology researches.
<u>Output Indicator 1-2</u> Farming protocol including water management and pruning is documented for at least four different sites.	<u>Output Indicator 1-2</u> Farming protocol including water management and pruning is documented based on databases of four different sites.	Original indicator implies preparation of farming protocol with referring data obtained from 4 sites where weather stations are located. Since it is planned to establish databases and to document farming protocol using these databases, it is better to change current description.
<u>Output Indicator 1-3</u> Jatropha seeds production in experiment farm exceeds 2.5ton/ha.	<u>Output Indicator 1-3</u> Jatropha seeds production in experiment farm exceeds 80 seeds/tree.* *Transgenic Jatropha trees are not included.	Production level of 2.5 ton/ha was set based on performance in tropical zone; however, it is difficult to estimate yield level in severe climate of Botswana where cultivation cases of Jatropha are rarely observed. In addition, yield level per hectare depends on spacing of planting. Judging from current situation of the experiment farm, it is estimated that 80 seeds per tree would be harvested (each tree would have about 10 branches with flower cluster for each, each flower cluster would have about 3 fruits, each of which would have 2~3 seeds).

(3) Rebuilding of Project Implementation System

It seems that commitments of Botswana C/Ps to Project activities are not satisfactory mainly because of a) insufficient communication and coordination between JICA expert team and 3 Botswana C/P institutions, b) those among these 3 C/P institutions; c) those within these institutions; and d) insufficient understanding of many of C/Ps on their tasks and responsibilities in the Project.

In order to facilitate communication and coordination among these concerned parties for rebuilding effective project implementation system, following measures are recommended to be taken:

i) Official Appointment of C/P researchers

For facilitating C/Ps' understanding their roles and responsibilities in the Project and participation in Project activities, C/P institutions especially DAR are requested to issue official documents for appointing their C/Ps.

ii) Preparation of MOU among C/P institutions

Memorandum of Understanding (MOU) on division of roles and responsibilities including financial matters relating to the Project is recommend to be prepared among MMEWR, DAR and UB.

iii) Appointment of Coordinators in C/P institutions

In order to ensure coordination with JICA expert team, each C/P institution is requested to officially appoint the personnel for coordination.

iv) Rebuilding of Joint Research Framework

Although an Action Plan describing detailed activities, implementation methods and lead/responsible researchers were jointly prepared by Botswana C/Ps and JICA experts in May 2014 and shared among them, it seems that this Plan has neither been fully understood nor utilized.

For facilitating joint research activities (e.g. jointly preparing academic papers) by groups, both Botswana C/Ps and JICA experts are required to build the framework based on the above Plan as follows:

- Clarify groups based on Outputs of the Project and/or research subjects (e.g. cultivation, breeding, etc.).
- Appoint group leaders of both C/Ps and JICA experts for each group.
- Assign members for each group with clarification of their tasks and responsibilities.
- Set final and intermediate goals of each group.
- Prepare an activity plan on quarterly basis by each group with specification of tasks for each member.

Based on these plans, respective groups are required to progress their research activities through frequent communications among group members of both C/Ps and JICA experts.

(4) Preparation/Facilitation of Activities related to some Outputs

i) Output 1: Assignment of C/Ps responsible for managing field and Jatropha cultivation

Currently, C/P researchers responsible for managing field and Jatropha cultivation are not assigned, and related activities are conducted by JICA experts. For facilitating efficient management of the experimental farm and cultivation as well as technology transfer on these subjects from JICA experts to C/Ps, DAR is required to assign appropriate C/Ps who could take initiatives on these issues.

ii) Output 3: Ensure involvement of postgraduate students or research assistants

Activities relating to Outputs 3 will be started around March to April 2015 with initiatives of UB after

receiving Jatropha seeds to be harvested from the experimental farm. For this start of activities, UB is required to continue preparations in consultation with MMEWR and JICA expert team, particularly to ensure postgraduate students or research assistants who would be involved with experimental activities by April 2015 at the latest.

iii) Output 5: Finalise activity plan

Although activities relating to Outputs 5 are planned to be started in 2015, details of activities have not been discussed between UB C/Ps and JICA experts. For smooth start of activities, both UB C/Ps and JICA experts are required to discuss details (contents, implementation methods, schedule, etc.) of activities and agree on the finalized ideas within this year.

(5) Legal Frameworks relating to the Project

It is expected that law on biosafety framework which is related to experiment and cultivation of transgenic Jatropha under the Project would be passed through the parliament within this year at the earliest. On the other hand, MMEWR has started preparing “Renewable Energy Strategy” which would include standard regulations on renewable energy including bioenergy in Botswana.

Since these legal frameworks would affect implementation of Project activities and sustainability of the Project, both Botswana C/Ps and JICA experts are requested to follow the situations of these legal frameworks.

Evaluation Grid

Project for Information-based Optimization of Jatropha Biomass Energy Production in the Frost-and-Drought-Prone Regions of Botswana

Achievements

Item	Main Questions/Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *
Inputs	Are inputs from Japanese side (dispatch of experts, provision of equipment, C/P trainings, operating cost) made as planned?	Actual achievements.	Project documents, Experts
	Are inputs from Botswana side (C/P personnel, provision of facilities, operating cost, research expense) made as planned?	Actual achievements.	Project documents, Experts, C/P
Activities for Output 1	1-1 Establish automated weather stations and field servers.		Project documents, Experts (UR, RIKEN), C/P (DAR, UB)
	1-2 Develop cultivation method of Jatropha.		
	1-3 Develop irrigation system for Jatropha cultivation.		
	1-4 Conduct soil and water analyses.		
Activities for Output 2	2-1 Characterize and evaluate Jatropha indigenous accessions in Botswana.		Project documents, Experts (TU, UR, RIKEN), C/P (DAR)
	2-2 Investigate occurrence of pests and diseases in Jatropha indigenous accessions in Botswana.		
	2-3 Develop molecular markers which distinguish Jatropha indigenous accessions in Botswana.		
	2-4 Study genotype-phenotype relationships by omics approach.		
	2-5 Develop transgenic Jatropha.		
Activities for Output 3	3-1 Analyze oil content, composition and calorie of Jatropha seeds.		Project documents, Experts (TU, UR, RIKEN), C/P (DAR)
	3-2 Conduct analyses on toxic compounds of Jatropha seeds, crude oil and biodiesel.		
	3-3 Conduct performance test of Jatropha crude oil and biodiesel on diesel engine.		
	3-4 Assess yield efficiency of Jatropha biodiesel.		
	3-5 Assess quality of Jatropha crude oil and biodiesel.		
	3-6 Conduct research on Jatropha seed and crude oil storage.		
Activities for Output 4	4-1 Analyze calorie, chemical composition and toxic compound of non-oil Jatropha biomass.		Project documents, Experts (TU, UR, RIKEN), C/P (DAR)
	4-2 Produce Jatropha char.		
	4-3 Apply Jatropha char on soil.		
	4-4 Assess effects of Jatropha char on soil.		
	4-5 Assess utilization of non-oil Jatropha biomass as source of energy and other purposes.		
Activities for Output 5	5-1 Evaluate impact of Jatropha production and biomass use on environment.		Project documents, Experts (TU, UR), C/P (UB, DOE)
	5-2 Evaluate impact of Jatropha production and biomass use on society.		
	5-3 Conduct economic evaluate on Jatropha biodiesel production.		
	5-4 Conduct workshops/symposiums to share findings internationally.		

SRK

Item	Main Questions/Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *
Output 1	Output 1: Jatropha farming protocol suitable for climate of Botswana is established.	1-1 Jatropha seed harvesting is completed before frost season in experiment farm.	Project documents, Experts, C/P (DAR)
		1-2 Farming protocol including water management and pruning is documented for at least four different sites.	
		1-3 Jatropha seed production in experiment farm exceed 2.5 ton/ha.	
Output 2	Output 2: Bases for developing high yield- and stress tolerant- Jatropha varieties are established.	2-1 All available Jatropha accessions in Botswana are assessed for yield and stress tolerance.	Project documents, Experts, C/P (DAR)
		2-2 Database for characterizing molecular markers of all available Jatropha accessions in Botswana is developed.	
		2-3 At least three different genes associated with high yield and stress tolerance are introduced into Jatropha.	
		2-4 Stress tolerance of transgenic Jatropha is evaluated.	
Output 3	Output 3: Characteristics of Jatropha oil products become clear.	3-1 Database on oil content, composition and calorie of all available Jatropha accessions in Botswana is developed.	Project documents, Experts, C/P (DAR)
		3-2 Toxic compounds of Jatropha seeds, crude oil and biodiesel are analyzed.	Project documents, Experts, C/P (UB)
		3-3 Combustion characteristics of Jatropha crude oil and biodiesel are established.	
		3-4 Yield efficiency of Jatropha biodiesel is calculated.	
Output 4	Output 4: Technologies to utilize non-oil Jatropha biomass are developed.	4-1 Weight and composition of non-seed biomass and its characteristics for co-product (char) production is analyzed.	Project documents, Experts, C/P (DAR)
		4-2 Water holding capacity of plot treated with char exceeds that of control plot by 1.0%.	
		4-3 Water use efficiency of plot treated with char exceeds that of control plot by 0.5%.	
		4-4 At least 4 technologies to utilize non-oil Jatropha biomass (e.g. soil conditioner and fuel) are evaluated.	Project documents, Experts, C/P (DAR, DOE)
Output 5	Output 5: Impact of Jatropha production and biomass use is evaluated environmentally, socially and economically.	5-1 Methodology for GHG allocation between biodiesel, co-product production and soil enhancements is determined.	Project documents, Experts, C/P (UB, DOE)
		5-2 Preliminary life cycle assessment of Jatropha biodiesel is carried out.	
		5-3 Possible petroleum energy displacement based on an assessment of seed yield, biodiesel process efficiency and available acreage for planting is estimated.	
Project Purpose	Project Purpose: Technical knowledge and experience to produce Jatropha biodiesel in Botswana on commercial basis is accumulated.	1. At least 5 academic papers are published.	Project documents, Experts, C/P
		2. At least 6 researchers obtain master/Ph.D degree related to Jatropha.	
		3. Technology package to utilize Jatropha biomass is adopted by Botswana Government.	

2/15

Implementation Process and Five Evaluation Criteria

Item		Main Questions/ Viewpoints	Sub-Questions Indications/Activities/Data to be Checked	Source of Data *
Main	Sub			
Implementation Process	Progress of activities	Have activities been implemented as planned?	Activities plan and implementation situation. What are changes and delay from plan if any? What are reasons for those changes and delay?	Project documents, Experts, C/P
	Project implementation system	Has project implementation system been functioned?	If no, what are problems?	Project documents, Experts, C/P
		How has monitoring been done? Has it been well functioned?	Monitoring plan and actual monitoring situation. Situation on holding JCC, other Project-related meeting, etc. If monitoring system has not been functioned, what are problems?	Project documents, Experts, C/P
		Are decision making on project planning and implementation appropriate?	How to make decisions. Degree of satisfaction on way and process of decision-making. If it is not appropriate, what are problems?	Project documents, Experts, C/P
	Communication	Have the Japanese experts and Botswana C/P been communicating and sharing information sufficiently and smoothly?	Way of information sharing and opinion exchanges. Recognition of concerned parties. If they are not sufficient and smooth, what are problems?	Experts, C/P
		Have communication and information sharing among C/P institutions been done sufficiently and smoothly?	Way of information sharing and opinion exchanges. Recognition of concerned parties. If they are not sufficient and smooth, what are problems?	Experts, C/P
	Ownership of Botswana side	Have the appropriate and sufficient number of counterparts been assigned?	Assignments of counterparts. Degree of satisfaction of concerned parties.	Experts, C/P
		Do Botswana counterpart institutions have deep understanding of and high participation/commitment to the Project?	Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
		Has Botswana side's budget been appropriately allocated to the Project?	Actual amount and timing of budget allocation.	Experts, C/P
	Technical transfer	Are there any problems in way of technical transfer?	Degree of satisfaction on way of technical transfer. If degree of satisfaction is low, what are points to be improved?	Experts, C/P
Other issues	Are there any other positive and negative factors affecting project implementation process? If yes, what are these factors?	Recognition of concerned parties.	Experts, C/P	
Relevance	Consistency with policies	Is the Project still relevant to Botswanan government development policies?	Vision 2016 10 th National Development Plan: NDP 10 (2010~2016) National energy policy: Has it been formulated?	C/P
		Is the Project still relevant to Japanese ODA policy?	Rolling Plan	Experts, JICA
		Is the Project still relevant to Japanese science and technology policy?	Principles of SATREPS.	SATREPS, Experts
	Selection of targets and needs	Is selection of counterpart institutions appropriate?	Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
		Is the Project relevant to the needs of C/P institutions, target areas and societies?	Needs of the targets.	Project documents, Experts, C/P
Other issues	Have circumstances surrounding the Project been changed after the detailed planning study in September 2011?	Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P	
Effectiveness	Prediction on achievement of the project purpose	Is it expected that the Project Purpose will be achieved by the end of the Project?	Check progress in studies/activities and outputs. Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
		Are there any positive or negative factors affecting achievement of the Project Purpose?	Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
	Cause-effect relationship	Are the outputs of the Project sufficient and appropriate for achieving the Project Purpose?	Outputs achieved. Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P

Efficiency	Degree of achievement of the Outputs	Has the outputs of the Project appropriately achieved?	Outputs achieved.	Project documents, Experts, C/P
		What are positive or negative factors affecting achievement of the outputs?	Recognition of concerned parties.	Experts, C/P
	Cause-effect relationship	Are quality, quantity and timing of the Project inputs appropriate for undertaking activities and generating outputs?	Inputs and outputs achieved. Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
		Are the Project activities for promoting the attainment of the outputs appropriate (quantity, quality, and timing)?	Progress situation of the activities and outputs achieved. Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
	Effects of Pre-condition	Were pre-conditions fulfilled?	Pre-condition: 1. Sufficient underground water is available for Jatropha cultivation trials. 2. Climatic conditions do not change drastically. 3. Data communication network is reliable. 4. Regulatory framework on genetically modified plants	Project documents, Experts, C/P
Others	Are there any positive or negative factors affecting efficiency of the Project?		Experts, C/P	
Impacts	Consistency of project activities with the final goal	Have project activities been made in consistency with the final goal/target of the Project?	Inputs, activities, and outputs achieved. Recognition of concerned parties.	Experts, C/P
	Spread effects	Are there any positive and negative impacts of the Project in terms of policy, economic, socio-cultural, environmental, and technical aspects?	Corresponding cases.	Project documents, Experts, C/P
		Are there any negative impacts by implementation of the Project? If yes, have any measures been taken for mitigating them?	Corresponding cases.	Project documents, Experts, C/P
Sustainability	Policy and institutional aspect	Is it expected that policy and institutional support from Botswana government for this field will be continued after the Project completion?	Future directions of related policies and regulations. Recognition of government officials.	Project documents, Experts, C/P, administrative documents and authority
	Financial and organizational aspect	Is it expected that the sufficient budget will be allocated from Botswanan government for sustaining the effects of the Project?	Actual inputs. Future prospects of budget allocation. Recognition of concerned parties.	Project documents, C/P
		Is it expected that sufficient number of capable staff will be assigned to counterpart organizations for sustaining the effects of the Project?	Actual inputs. Recognition of concerned parties.	C/P
	Technical aspect	Are equipment and materials provided for the Project appropriately managed and operated?	Capacity of counterparts on maintaining equipment and materials. Maintenance situation of equipment and materials. Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
		Have capacities and ownership of counterpart organizations been developed for sustaining the effects of the Project?	Recognition of concerned parties.	Project documents, C/P
		Is it expected that knowledge/skill transferred to counterparts through the Project activities will be established and developed in counterpart organizations?	Knowledge/skill acquisition situation of counterparts. Recognition of concerned parties.	Project documents, Experts, C/P
Impeding factors	What are (will be) other negative factors affecting sustainability of the Project?	Recognition of concerned parties.	Experts, C/P	

Note)

Project documents: Minutes for Study on Detailed Planning (Sep. 2011), Progress Report, Interim Report, other related documents.

Survey method: review on related documents, interview with concerned parties (experts, counterparts)

Concerned parties:

<Botswana> Department of Energy (DOE), Ministry of Minerals, Energy and Water Resources (MMEWR); Department of Agricultural Research (DAR), Ministry of Agriculture (MOA); University of Botswana (UB)

<Japan> Tottori University (TU); University of the Ryukyus (UR); RIKEN

SKL

Annex-2: Inputs for the Project (Japanese side)
(1) Dispatch of Japanese Experts

As of 31 August 2014

1) Long-term experts

No.	Name	Expertise	Period from	Period to	Days	Total	Affiliation
1	Ms. Kimiko Masuda	Project Coordination	11-Apr-2012	9-Apr-2014	729 days	729 days	JICA
2	Dr. Sayuri Inafuku	Project Director/Cultivation	10-Sep-2012	31-Aug-2014	721 days	721 days	University of the Ryukyus (UR)
3	Mr. Takafumi Konaka	Project Coordination	17-Mar-2014	31-Aug-2014	168 days	168 days	JICA
						1,618 days	

2) Short-term experts

No.	Name	Expertise	Period from	Period to	Days	Total	Affiliation
1	Prof. Dr. Kinya Akashi	Plant Molecular Breeding	2-Jun-2012	11-Jun-2012	10 days	82 days	Tottori University (TU)
			3-Jul-2012	8-Jul-2012	6 days		
			6-Aug-2012	15-Aug-2012	10 days		
			18-May-2013	26-May-2013	9 days		
			6-Aug-2013	16-Aug-2013	11 days		
			5-Jan-2014	12-Jan-2014	8 days		
			4-Mar-2014	14-Mar-2014	11 days		
			17-May-2014	24-May-2014	8 days		
23-Aug-2014	31-Aug-2014	9 days					
2	Dr. Yoshihiko Nanasato	Plant Molecular Breeding	3-Jul-2012	8-Jul-2012	6 days	16 days	Tottori University (TU)
			6-Aug-2012	15-Aug-2012	10 days		
3	Dr. Yudai Ishimoto	Agronomy/Assessment	23-Jul-2014	30-Jul-2014	8 days	10 days	Tottori University (TU)
			30-Aug-2014	31-Aug-2014	2 days		
4	Prof. Dr. Jun Kikuchi	Omics Analysis	12-May-2012	24-May-2012	13 days	28 days	RIKEN
			6-Aug-2012	15-Aug-2012	10 days		
			27-Aug-2014	31-Aug-2014	5 days		
5	Dr. Yasuhiro Date	Omics Analysis	18-May-2013	26-May-2013	9 days	22 days	RIKEN
			9-Mar-2014	21-Mar-2014	13 days		
6	Prof. Dr. Yoshinobu Kawamitsu	Cultivation/Biomass Utilization	12-May-2012	20-May-2012	9 days	42 days	University of the Ryukyus (UR)
			6-Aug-2012	12-Aug-2012	7 days		
			18-May-2013	26-May-2013	9 days		
			27-Feb-2014	6-Mar-2014	8 days		
			23-Aug-2014	31-Aug-2014	9 days		
7	Dr. Yasunori Fukuzawa	Cultivation/Plant Physiology	12-May-2012	16-Jul-2012	66 days	66 days	University of the Ryukyus (UR)
8	Dr. Shin Yabuta	Cultivation	12-May-2012	13-Jun-2012	33 days	42 days	University of the Ryukyus (UR)
			23-Aug-2014	31-Aug-2014	9 days		
9	Dr. Sayuri Inafuku	Cultivation/Breeding	6-Aug-2012	19-Aug-2012	14 days	14 days	University of the Ryukyus (UR)
10	Prof. Dr. Masami Ueno	Agricultural Engineering	18-May-2013	26-May-2013	9 days	17 days	University of the Ryukyus (UR)
			27-Feb-2014	6-Mar-2014	8 days		
11	Prof. Dr. Yoshikazu Kondo	Physical properties/Non-oil biomass production	18-May-2013	26-May-2013	9 days	9 days	University of the Ryukyus (UR)
						348 days	

(2) Counterpart Personnel Training in Japan

#	Name of participant	Affiliation	Position (at that time)	Position (current)	Training Field/Course	Training contents	Implementing institutions	Period from	Period to	Days
FY 2012										
1	Dr. Lekgari Lekgari	DAR	Principal Research Officer	Principal Research Officer	Jatropha breeding and cultivation physiology	Summary of molecular breeding, cultivation, biomass and physiological analysis.	TU, UR and Riken	2012/11/13	2012/12/16	34 days
2	Mr. Ketumile Dikungwa	DAR	Agricultural Research Officer	Agricultural Research Officer	Jatropha breeding and cultivation physiology	Summary of molecular breeding, cultivation, biomass and physiological analysis.	TU, UR and Riken	2012/11/13	2012/12/16	34 days
3	Ms. Sesame Marumo	MMEWR	Assistant Energy Officer	Resign in Mar. 2014. Student of UB (long-term trainee)	Jatropha breeding and cultivation physiology	Summary of molecular breeding, cultivation, biomass and physiological analysis.	TU, UR and Riken	2012/11/13	2012/12/16	34 days
4	Prof. Moseki Baleseng	UB	Professor	Professor	Jatropha breeding and cultivation physiology	Summary of molecular breeding, cultivation, biomass and physiological analysis.	TU, UR and Riken	2012/11/13	2012/12/16	34 days
FY 2013										
5	Mr. Charles Mazereku	DAR	Agricultural Research Officer	Agricultural Research Officer	Jatropha Research	Molecular breeding	TU, UR and Riken	2013/7/1	2013/7/30	30 days
6	Ms. Masego Masukujane	DAR	Principal Agricultural Officer	Principal Agricultural Officer	Jatropha Research	Soil DGGE analysis	UR	2013/7/1	2013/7/30	30 days
7	Ms. Mercy Marope	DAR	Senior Agricultural Officer	Senior Agricultural Officer	Jatropha Research	Jatropha cultivation	UR	2013/7/1	2013/7/30	30 days
8	Ms. Sesame Marumo	MMEWR	Assistant Energy Officer	Resign in Mar. 2014. Student of UB (long-term trainee)	Jatropha Research	Biomass utilization	UR	2013/7/1	2013/7/30	30 days
FY 2013										
9	Dr. Derick George	DAR	Principal Agricultural Research Officer	Principal Agricultural Research Officer	Molecular Biology	Molecular breeding and tissue culture.	TU	2014/7/6	2014/8/10	36 days
10	Ms. Tidimalo Coetzee	DAR	Principal Agricultural Research Officer	Principal Agricultural Research Officer	Molecular Biology	Molecular breeding and tissue culture.	TU	2014/7/6	2014/8/10	36 days

(3) Provision of Equipment

No	Name	Product No.	Maker	Procurement Place	Price				Installation Place	Arrival Date	Current Condition
					JPY	USD	BWP	ZAR			
FY 2012											
1	Vehicle	Path Finder	Nissan	Botswana (Nissan)			536,505.76		DAR	2012/7/4	Good.
2	Portable Photosynthesis and Fluorescence System	LI-6400XTR	LI-COR	South Africa (Campbell Scientific)				601,545.00	DAR (office)	2012/12/7	Need to replace an air pump, and under repairing.
3	Hammer Mill	TRF-600	Honda	Botswana (Haskins)			17,511.60		DAR (EMU)	2013/1/3	Good.
4	Denaturing Gradient Gel Electrophoresis and Gel image		BioRad	Japan	3,384,273				DAR (Lab)	2013/1/7	Under repairing.
5	Trailer	E35R-20-DX	Trail Quip Manufacturing	Botswana (Trail Quip Manufacturing)			27,000.00		DAR	2013/1/21	Good.
6	Mower Ride-on	Ryobi 6.5HP	Ryobi	Botswana (Haskins)			14,795.00		DAR (field)	2013/1/21	Good.
FY 2013											
7	Weather station Unit	N/A	Yokogawa (supplier)	Japan	8,614,917				DAR (field)	2013/5/17	Good.
8	Leaf Area Meter	LI-3100C	LI-COR	South Africa (Campbell Scientific)				144,047.66	DAR (Lab)	2013/10/8	Good.
9	Primers for DNA analysis			Japan	205,298				DAR (Lab)	2013/11/4	Good.
10	DNA Gel Electrophoresis System			Japan	159,255				DAR (Lab)	2013/11/4	Good.
11	Refrigerator for seeds	F640	DEFY	Botswana (HiFiCorp)			8,649.95		DAR	2013/11/20	Good.
12	Incubator for Enzymatic Reactions	Thermo Mixer C	Eppendorf	South Africa			37,537.00		DAR (Lab)	2013/11/25	Good.
13	Freeze Dry Lyophilizer & Homogenizer, etc.			Japan	2,377,544				DAR (Lab)	2013/12/1	Good.
FY 2014											
14	Biodiesel Starter Kit	Student Biodiesel Lab	Turner Industries Inc				38,875.20		UB	2014/6/3	Ready for Install
15	Field Soil Monitoring System	N/A	Campbell Scientific	South Africa (Campbell Scientific)		22,242.28			DAR (field)	2014/6/11	Good.
16	Borehole Test Drilling and Pumping	N/A	N/A	Botswana (Geotechnical Consulting Services etc.)			81,641.44		DAR (field)	2014/6/26	

Handwritten mark

Handwritten signature

(4) Local Expenditure (Japanese side)

As of the end of June 2014

Exchange Rate: 1BWP = 11.68 JPY

Fiscal Year	Total Cost Spent (BWP)	Total Cost Spent (JPY)	Remarks
2012 (April 2012 ~ March 2013)	845,492.00	9,875,347	Purchasing equipment (printer, consumable goods for laboratory and field, cabinet, generator, fence, container office, pump, mowing machine, etc.), cost for hire car, etc.
2013 (April 2013 ~ March 2014)	728,298.76	8,506,530	Purchasing equipment (consumable goods for laboratory and field, weather servers, water tank, parts and system for dripping irrigation, light shielding net, etc), cost for hire car, field training, travel cost, symposium, recycled water, survey on water sources, etc.
2014 (April 2012 ~ June 2014)	57,531.89	671,972	Purchasing equipment (tubes for irrigation, pots for raising seedlings, etc.), cost for communication of weather data, etc.
Total	1,631,322.65	19,053,849	



Annex-3: Inputs for the Project (Botswana side)
(1) Assignment of C/P Personnel

No.	Name	Position, Area of Specialty	Period	Japanese Expert in Charge	Remarks
MMEWR (Ministry of Minerals, Energy and Water Resources)					
1	Mr. Boikobo Paya	Permanent Secretary	2011.6~		Project Director
2	Mr. Kenneth Kerekang	Director, Department of Energy (DOE)	2011.6~		Deputy Project Director
3	Mr. K. Molosiwa	Principal Energy Officer, DOE	2011.6~		
4	Ms. Mareledi Gina Maswabi	Principal Energy Officer, DOE	2011.6~		Project Coordinator
5	Ms. Sesame Marumo	Assistant Energy Officer, DOE	2011.6~2014.3		Long-term trainee
6	Mr. K. Venjonoka	Principal Energy Engineer, DOE	2012.4~		
7	Mr. Kabelo Manyeula	Energy Engineer, DOE	2013.5~		Coordinator assistant
8	Ms. Dikeledi Seotseneng	Administrative Officer, DOE	2013.5~		Coordinator assistant
9	Ms. Lorato Masocha	Intern, DOE	2013.5~		Coordinator assistant
DAR (Department of Agricultural Research)					
10	Dr. Pharoah.O.P. Mosupi	Director	2013.3~		Project Manager
11	Ms. Balibi Makoba	Deputy Director	2011.6~2013.3		former Project Manager
12	Dr. Stephen Chite	Chief Agricultural Research Officer (Plant Breeding)	2011.6~2014.6		(Resigned) Output1 Lead Researcher
13	Ms. Ketsenang Safi	Chief Agricultural Research Officer (Plant Nutrition)	2014.7~		Output1 Lead Researcher
14	Ms. Tidimalo Coetzee	Researcher (Plant Protection)	2011.6~	Dr. Inafuku	
15	Dr. Leggari Leggari	Researcher (Plant Breeding/Genetics)	2011.6~	Prof. Akashi	Output2 Lead Researcher
16	Mr. Dikungwa Ketumile	Researcher (Plant Protection)	2011.6~2014.6	Dr. Inafuku	(currently study in USA)
17	Mr. Chiyapo Gwafila	Researcher (Plant Genetic Resources)	2011.6~	Dr. Inafuku, Dr. Date	
18	Dr. Derick George	Researcher (Molecular Biology)	2011.6~	Prof. Akashi, Dr. Date	
19	Dr. T. Scott Mroko	Researcher (Soil Science)	2011.6~		
20	Dr. Keotshephile Kashe	Researcher (Weed Science)	2011.6~2013.3		Currently in UB-ORI
21	Ms. Onkgolotse Moatshe	Researcher (Horticulture)	2011.6~2011.12		Assigned to other branch.
22	Mr. Charles Mazereku	Researcher (Biotechnology)	2011.6~	Dr. Inafuku, Prof. Akashi, Dr. Date	
23	Ms. Masego Masukujane	Researcher (Plant Protection)	2011.6~	Dr. Date	On maternity leave
24	Mr. Ugele Majaule	Researcher (Soil Chemistry)	2011.6~	Dr. Inafuku	
25	Mr. Elias Kethobile	Researcher (Agricultural Mechanization)	2011.6~	Dr. Inafuku	
26	Ms. Marea Motsepe	Researcher (Irrigation)	2011.6~		
27	Mr. Kabelo Ranko	Intern	2012.4~2012.9	Dr. Fukuzawa	Resigned
28	Ms. Mercy Marope	Researcher (Horticulture) DAR, Maun	2013.6~	Dr. Inafuku	Added from Maun DAR
UB (University of Botswana)					
29	Prof. Issac Mazonde	Director Office of Research and Development	2011.6~2014.3		Resigned Research Administration Director
30	Prof. M.T. Oladiran	Professor Clean Energy Research Centre	2011.6~2013.8		Resigned
31	Prof. Samuel.O. Yaboah	Professor (Chemistry) Department of Chemistry	2012.4~		
32	Prof. Bakeseng Moseki	Professor (Plant Physiology) Deputy Dean of Faculty of Science	2012.4~	Prof. Akashi, Prof. Kawamitsu	
33	Prof. Tabo Mubyana-John	Professor (Soil Microbiology) Biological Science	2012.4~		
34	Prof. Oagile Dikinya	Professor (Soil Science) Environmental Science	2012.4~		
35	Prof. G. Mmopelwa	Professor (Agriculture Economy) Environmental Science	2012.4~		
36	Prof. Raban Chanda	Professor (Socio Economy) Environmental Science	2012.4~		
37	Prof. B.P. Parida	Professor (Water Resource Engineering)	2012.4~		
38	Prof. Clever Ketlogetswe	Professor (Bio Energy Engineering) Faculty of Mechanical Engineering	2012.4~		
39	Prof. Donald Kgathi	Researcher (Development & Environment Economy) Okavango Research Institute (ORI)	2012.4~		
40	Dr. Murray-Hudson	Researcher (System Ecology) UB-ORI	2012.4~		
41	Dr. Keotshephile Kashe	Researcher (Weed Science) UB-ORI	2013.4~		Transferred from DAR.
42	Prof. Mogodisheng Sekhwela	Assistant Director Office of Research and Development	2014.4~		Took the part of Prof. Mazonde. Project Manager

(2) Project Expenditure (Botswana side)

Exchange Rate: 1BWP = 11.631 JPY (FY2012)
1BWP = 11.658 JPY (FY2013 & FY2014)

Item	Fiscal Year					
	2012 (April 2012 ~ March 2013)		2013 (April 2013 ~ March 2014)		2014 (April ~June 2014)	
	BWP	JPY	BWP	JPY	BWP	JPY
Project car cost	25,526.40	296,898	25,526.00	297,582	0.00	0
Travel cost for Botswana officers	9,349.50	108,744	10,000.00	116,580	7,800.00	90,932
Travel cost for Botswana officers (external)	0.00	0	23,600.00	275,129	0.00	0
Casual labourers	13,695.50	159,292	0.00	0	0.00	0
Security guards at the experiment farm	0.00	0	120,000.00	1,398,960	0.00	0
Workshops and meetings	300.00	3,489	8,000.00	93,264	0.00	0
Training	37,000.00	430,347	52,000.00	606,216	0.00	0
Training (long-term training)	0.00	0	59,000.00	687,822	11,937.90	139,172
Total	85,871.40	701,873	298,126.00	3,177,971	19,737.90	230,104

評価グリッド:

ボツワナ共和国 乾燥冷害地域におけるヤトロファ・バイオエネルギー生産のシステム開発

I. 実績の検証

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法 (注記参照)
投入の実施状況	日本側投入(専門家派遣、機材供与、C/P 研修(短期研究)、現地業務費(シンポジウム・ワークショップ費用))は計画どおり実施されているか?		プロジェクト資料、専門家
	ボツワナ側投入(C/P、施設、経費、人件費、資機材、長期研究費等)は計画どおり実施されているか?		プロジェクト資料、専門家、C/P
成果 1 に係る活動の実績	1-1 気象観測システムとフィールドサーバーを設置する。		プロジェクト資料、専門家(琉球・理研)、C/P(DAR、UB)
	1-2 ヤトロファの栽培手法を開発する。		
	1-3 ヤトロファ栽培のための灌漑システムを開発する。		
	1-4 土壌と水の分析を行う。		
成果 2 に係る活動の実績	2-1 ボツワナに自生するヤトロファ系統を特徴づけ、その生理的特性を評価する。		プロジェクト資料、専門家(鳥取・琉球・理研)、C/P(DAR)
	2-2 ボツワナに自生するヤトロファ系統の害虫、病気の発生を調査する。		
	2-3 ボツワナに自生するヤトロファ系統を識別する分子マーカーを特定する。		
	2-4 遺伝子型と表現型の関係をオミクス解析により調べる。		
	2-5 遺伝子組み換えヤトロファを開発する。		
成果 3 に係る活動の達成状況	3-1 ヤトロファ種子のオイル含量、成分、熱量を分析する。		プロジェクト資料、専門家(鳥取・琉球・理研)、C/P(DAR)
	3-2 ヤトロファ種子、クルードオイルのオイル含量、成分、熱量を分析する。		
	3-3 ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルのエンジン性能試験を行う。		
	3-4 ヤトロファ・バイオディーゼルの収率を評価する。		
	3-5 ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルの品質を評価する。		
	3-6 ヤトロファ種子とクルードオイルの貯留特性を調べる。		
成果 4 に係る活動の達成状況	4-1 非油脂ヤトロファ・バイオマスの熱量、化学組成、毒性物質を分析する。		プロジェクト資料、専門家(鳥取・琉球・理研)、C/P(DAR)
	4-2 ヤトロファ炭を生産する。		
	4-3 ヤトロファ炭を土壌に適用する。		
	4-4 ヤトロファ炭の土壌への効果を調べる。		
	4-5 非油脂ヤトロファ・バイオマスのエネルギー利用とその他の利用方法を評価する。		プロジェクト資料、専門家(鳥取・琉球・理研)、C/P(DAR、DOE)

項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法 (注記参照)
成果 5 に係る活動の達成状況	5-1 ヤトロファ生産とバイオマス利用の環境へのインパクトを評価する。		プロジェクト資料、専門家(鳥取・琉球)、C/P(UB、EAD)
	5-2 ヤトロファ生産とバイオマス利用の社会へのインパクトを評価する。		
	5-3 ヤトロファ・バイオディーゼル生産の経済評価を行う。		
	5-4 研究成果を国際的に共有するためのワークショップやシンポジウムを開催する。		
成果 1 の達成状況	成果 1 : ポツワナの気候に適したヤトロファの栽培体系が確立される。	1-1 実験圃場でのヤトロファ種子の収穫が降霜シーズン前に完了する。	プロジェクト資料、専門家、C/P(DAR)
		1-2 少なくとも4つの異なるサイトについて、水管理と剪定を含む栽培体系が文書化される。	
		1-3 実験圃場でのヤトロファ種子生産が ha 当たり 2.5 t を上回る。	
成果 2 の達成状況	成果 2 : 高収量・ストレス耐性ヤトロファ品種を開発するための技術基盤が構築される。	2-1 ポツワナで入手可能なすべてのヤトロファ系統について、収量とストレス耐性が評価される。	プロジェクト資料、専門家、C/P(DAR)
		2-2 ポツワナで入手可能なすべてのヤトロファ系統について、分子マーカーを特定するためのデータベースが開発される。	
		2-3 少なくとも3つの高収量・ストレス耐性と結びついた遺伝子組み換えヤトロファが開発される。	
		2-4 遺伝子組み換えヤトロファのストレス耐性が評価される。	
成果 3 の達成状況	成果 3 : ヤトロファ・オイルの特性が明らかになる。	3-1 ポツワナで入手可能なすべてのヤトロファ系統について、オイル含量、成分、熱量に関するデータベースが開発される。	プロジェクト資料、専門家、C/P(DAR)
		3-2 ヤトロファ種子、クルードオイル、バイオディーゼルの毒性物質が分析される。	
		3-3 ヤトロファ・クルードオイルとバイオディーゼルの燃焼特性が明らかになる。	
		3-4 ヤトロファ・バイオディーゼルの収率が算定される。	
成果 4 の達成状況	成果 4 : ヤトロファ非油脂バイオマスを利用するための技術が開発される。	4-1 種子以外のバイオマスの重量と成分、副産物生産特性が分析される。	プロジェクト資料、専門家、C/P(DAR)
		4-2 炭適用区の水分保持能力が不適用区を 1.0%上回る。	
		4-3 炭適用区の水利用効率が不適用区を 0.5%上回る。	
		4-4 少なくとも4つの非油脂ヤトロファ・バイオマス利用技術(例: 土壌改良材、燃料)が評価される。	
成果 5 の達成状況	成果 5 : ヤトロファ生産とバイオマス利用のインパクトが環境・社会・経済面から評価される。	5-1 温室効果ガスをバイオディーゼル、副産物、土壌改良に配分するための方法論が決定される。	プロジェクト資料、専門家、C/P(UB、DOE)
		5-2 ヤトロファ・バイオディーゼルの予備的ライフ・サイクル・アセスメントが実施される。	
		5-3 ヤトロファの商業利用を想定した場合の土地利用、産業、雇用などへの影響が判定される。	
		5-4 種子収量、バイオディーゼル製造効率、栽培可能面積の評価に基づく石油エネルギー代替可能性が推定される。	
プロジェクト目標の達成状況・見込み	プロジェクト目標: ポツワナにおけるヤトロファ・バイオディーゼルの商業生産に向けた技術的知見と経験が蓄積される。	1. 少なくとも5本の学術論文が発行される。 2. 少なくとも6名の研究者がヤトロファに関連した修士・博士号を取得する。 3. ヤトロファ・バイオマスを利用するための技術パッケージがポツワナ政府に採用される。	プロジェクト資料、専門家、C/P

II. 実施プロセス・評価 5 項目

大項目	小項目	調査の視点/調査事項	確認すべき指標/活動/情報/データ	情報源・調査手法 (注記参照)
実施プロセス	活動計画の進捗状況	活動計画は予定どおりに実施されているか？	活動計画、活動の実施状況→活動進捗を参照 計画からの遅延、変更点は何か？遅延、変更の理由は何か？	PDM、PO、プロジェクト資料、専門家、C/P
	実施体制	プロジェクトの実施体制はどのようなものか？適切に機能しているか？	機能していない場合の問題は何か？	プロジェクト資料、専門家、C/P
		モニタリングはどのように実施されているか？適切に機能しているか？	モニタリング計画・実施状況、JCC、Project Meeting 等の開催状況 モニタリング体制が機能していない場合の問題は何か？	プロジェクト資料、専門家、C/P
		プロジェクトの計画・実施における意思決定は適切か？	意思決定の方法・過程が適切でない場合の問題は何か？	プロジェクト資料、専門家、C/P
	コミュニケーション	日本人専門家とボツワナ側 C/P とのコミュニケーションは十分・スムーズか？	情報共有・意見交換の方法・頻度、コミュニケーションに係る満足度 十分・スムーズでない場合の要因は何か？	専門家、C/P
		日本側関係者・機関(専門家、JICA 本部・ボツワナ支所、JST)間の連絡・協力はスムーズに実施されたか？	情報共有・意見交換の方法・頻度 十分・スムーズでない場合の要因は何か？	専門家、C/P、JICA、JST
	オーナーシップ	C/P の配置は適切か？	C/P の配置(職位・職務内容、人数、配置時期等)、関係者の満足度	専門家、C/P
		C/P のプロジェクトに対する認識、参加・コミットの度合いは高いか？	プロジェクト主旨・内容への理解度、C/P の職務遂行状況、参加状況	プロジェクト資料、専門家、C/P
		ボツワナ側の予算措置は適切か？	投入実績、予算投入のタイミング	専門家、C/P
	技術移転	その他関係者のプロジェクトに対する認識、参加度は高いか？	関係者の認識	専門家、C/P
技術移転の方法は適切か？		技術移転の方法・内容、工夫について C/P の満足度、満足度が低い場合の改善点は何か？適切でない場合の改善点は何か？	プロジェクト資料、専門家、C/P	
その他の問題	プロジェクト実施過程で生じている問題や、効果発現に影響を与えた要因はあるか？	関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P	
妥当性	政策との整合性	プロジェクトはボツワナの政策と整合性がとれているか？	「ビジョン 2016」 「第 10 次国家開発計画(10 th National Development Plan:NDP10)」 「国家エネルギー政策」	行政資料、専門家、C/P
		プロジェクトは日本の開発援助政策と整合性がとれているか？	ボツワナ事業展開計画	JICA、専門家
		プロジェクトは日本の科学技術政策と整合性がとれているか？	SATREPS の主旨の確認	SATREPS、専門家
	対象地域・グループ選定の妥当性	対象者(C/P 機関)の選定は適切か？	関係者の認識	プロジェクト資料、研究者/専門家
		プロジェクトは対象地域・対象者(C/P 機関)のニーズに対応しているか？	技術協力に対する C/P 機関のニーズ	プロジェクト資料、専門家、C/P
	戦略・アプローチ	プロジェクトのアプローチ・デザインはプロジェクト目標を達成する手段として適切か？	プロジェクトの進捗状況、関係者の認識	プロジェクト資料、専門家
		日本の技術の優位性はあるか？	関係者の認識	プロジェクト資料、専門家
その他	詳細計画策定調査(2011 年 9 月)以降、プロジェクトをとりまく環境の変化はないか？	関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P	

有効性	プロジェクト目標の達成見込み	プロジェクト終了までに、プロジェクト目標の達成は見込めるか？	I. 実績参照：投入・アウトプットの実績、活動の状況 関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P
		プロジェクト目標の達成を促進・阻害する要因はあるか？	関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P
	因果関係	アウトプット(成果)はプロジェクト目標を達成するのに十分か？	I. 実績参照：アウトプット実績 関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P
効率性	アウトプットの達成度	アウトプットの達成度は適切か？	I. 実績参照：アウトプットの実績	プロジェクト資料、専門家、C/P
		アウトプット達成を促進・阻害している要因はあるか？	関係者の認識	専門家、C/P
	因果関係	アウトプット産出のための投入(質、量・コスト、タイミング)は適切であるか？	I. 実績参照：投入・アウトプットの実績 関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P
		アウトプット産出のための活動(質、量、タイミング)は適切であるか？	I. 実績参照：アウトプットの実績、活動の状況 関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P
外部条件の影響	活動からアウトプットに至る外部条件による影響はないか。 活動→アウトプット外部条件： ・ヤトロファ栽培試験に必要な地下水が十分ある。 ・気候条件が劇的に変化しない。 ・データ通信ネットワークが整備されている。 ・遺伝子組み換え植物に関する法規制が整う。		プロジェクト資料、専門家、C/P	
インパクト	波及効果	政策・経済・社会文化的側面・環境・技術面への影響はあるか？	該当する事例の確認	プロジェクト資料、専門家、C/P
		本プロジェクト実施による負の影響はあるか？それを軽減する対策はとられているか？	該当する事例の確認	プロジェクト資料、専門家、C/P
持続性	政策・制度面	政策・制度面での支援は協力終了後も継続する見込みか？	関連政策・法規の動向、行政幹部の認識	行政資料、行政幹部、専門家、C/P
	財政・組織面	プロジェクトの成果を持続・展開するための十分な予算確保が見込めるか？	投入実績、予算措置の動向 関係者の認識	専門家、C/P
		プロジェクトの成果を持続・展開するために、C/P 機関に適切なスタッフの配置が見込めるか？	今後の要員配置の動向 関係者の認識	専門家、C/P
	技術面	投入された資機材の管理は適切に行われているか？	C/P による資機材の整備能力・整備状況、関係者の認識	プロジェクト資料、専門家、C/P、供与機材確認
		移転された技術・知識は C/P 機関内で定着する見込みか？	C/P の技術・知識習得状況、関係者の認識	専門家、C/P
		プロジェクトの成果を持続・展開するための活動を実施する組織能力・オーナーシップは C/P 機関に備わっているか？	オーナーシップ、能力改善の状況について 関係者の認識	専門家、C/P
その他要因	持続性に影響を与える貢献・阻害要因はあるか？	関係者の認識	専門家、C/P	

注) プロジェクト資料： 詳細計画策定調査報告書、中間報告書、その他各種資料
 調査手法： 資料のレビュー、関係者(専門家、C/P)へのインタビュー
 関係者： <ボツワナ側> 鉱物エネルギー水資源省 エネルギー局(DOE)、農務省 農業研究局(DAR)、ボツワナ大学(UB)
 <日本側> 鳥取大学、琉球大学、理化学研究所

