

インドネシア共和国
熱帯荒廃草原の植生回復による
バイオマスエネルギーとマテリアル生産
プロジェクト
中間レビュー調査報告書

平成 30 年 12 月
(2018 年)

独立行政法人国際協力機構
農村開発部

農 村
J R
18-051

インドネシア共和国
熱帯荒廃草原の植生回復による
バイオマスエネルギーとマテリアル生産
プロジェクト
中間レビュー調査報告書

平成 30 年 12 月
(2018 年)

独立行政法人国際協力機構
農村開発部

目 次

プロジェクト位置図

写 真

略語表

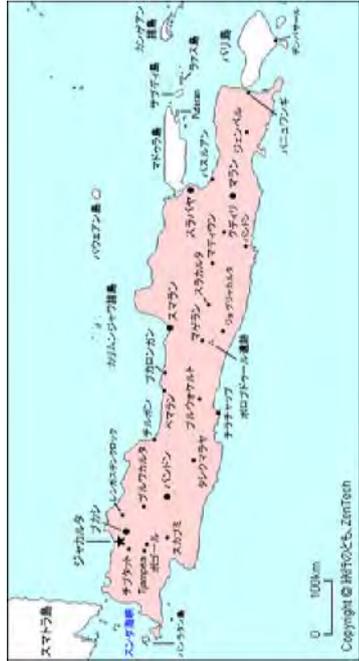
中間レビュー調査結果要約表

第1章 調査の概要	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 レビュー調査（評価）団の構成	1
1-3 調査期間・日程	2
1-4 主要面談者	2
1-5 評価（レビュー）の手法	3
1-5-1 評価の視点と手順	3
1-5-2 調査項目	4
1-5-3 データ収集方法	4
1-5-4 調査の制約・限界	5
第2章 プロジェクトの概要	6
2-1 プロジェクトの背景	6
2-2 協力内容	6
第3章 プロジェクトの実績と実施プロセス	8
3-1 投入実績	8
3-1-1 「イ」国側からの投入	8
3-1-2 日本側からの投入	8
3-2 活動実績	9
3-3 成果（アウトプット）の達成状況	9
3-3-1 成果1	9
3-3-2 成果2	11
3-3-3 成果3	12
3-3-4 成果4	13
3-4 プロジェクト目標の達成見込み	16
3-5 実施プロセスの検証	18
3-5-1 プロジェクトの実施体制	18
3-5-2 運営管理にかかわる会議とコミュニケーション	18
第4章 5項目評価の結果	20
4-1 妥当性	20
4-2 有効性	21

4-3	効率性	22
4-4	インパクト	23
4-5	持続性	24
第5章	結論と提言	26
5-1	結論	26
5-2	提言	26
5-3	団長所感	28
付属資料		
1.	協議議事録・合同評価報告書 (Minutes of Meeting & Joint Mid-Term Review Report)	33
2.	評価に用いた PDM (Ver. 1.2)	85
3.	評価グリッド (日本語)	87
4.	PDM の変更提案	89
5.	提言に基づく PDM (Ver. 2.0)	93
6.	面談議事録	95

プロジェクト位置図

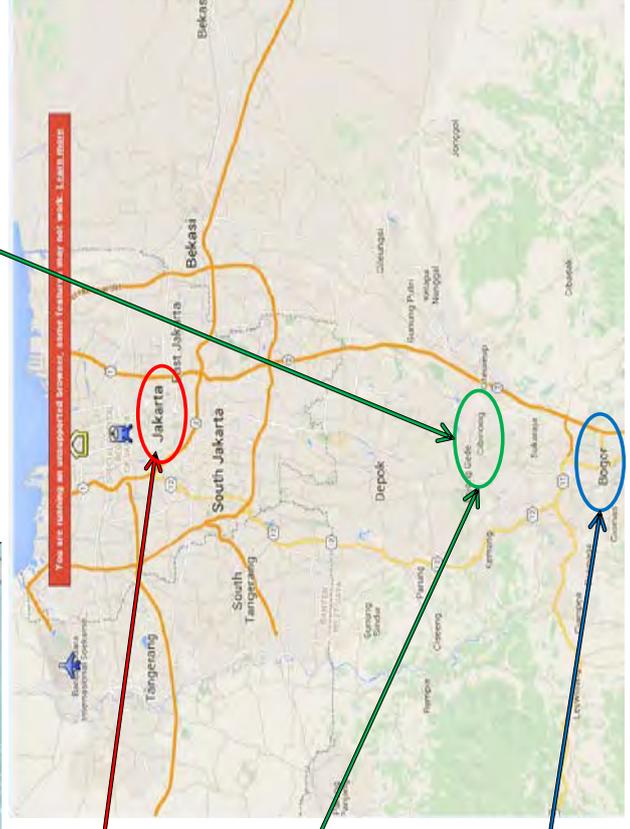
熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産プロジェクト プロジェクトサイト図



実験圃場 中カリマンタン
カティンガン植物園

実験圃場LPIエコロジカル
パーク

- インドネシア科学院 (LPI) 本部
- 生物学研究センター (チビノン)
- バイオテクノロジー研究センター (チビノン)
- 生物材料研究センター (チビノン)
- イノベーションセンター (チビノン)
- ポゴール植物園植物多様性保全センター
- 農業省インドネシア農業バイオテクノロジー-遺伝資源研究開発センター
- 環境林業省森林研究開発庁



写 真



試験栽培の圃場 (LIPI)



試験栽培の圃場 (LIPI)



共同研究所 (LIPI)



供与機材 (LIPI)



中部カリマンタン州カティンガン
植物園
(中部カリマンタン州)



農業技術評価試験場
(中部カリマンタン州)



試験栽培中のイネ
(RC Biotechnology)



連携を検討中のペレット工場
PT.Kaliandra Merah Nusantara
(スラバヤ)



ペレット工場で生産している
自社製品のペレット
PT.Kaliandra Merah Nusantara



試作中のバイオマスボード
(Innovation Center)



研究チームからの進捗報告
(Innovation Center)



第3回シンポジウム
(ボゴール植物園)

略 語 表

略語	英語（インドネシア語）	日本語
ARIS	Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis	自動リボソーム間遺伝子スペーサー解析
BAPPENAS	Indonesian Ministry of National Development Planning	インドネシア国家開発計画省
CBD	Convention on Biology Diversity	生物多様性条約
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約締約国会議
C/P	Counterpart	カウンターパート
CTAB	Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide	臭化セチルトリメチルアンモニウム
DNA	Deoxyribonucleic acid	デオキシリボ核酸
DPTP	Assessment Institute for Agricultural Technology	農業技術評価試験場
FORDA	Forestry Research and Development Agency	（環境林業省）森林研究開発庁
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
ICABIOGRAD	Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development	（農業省）インドネシア農業バイオテクノロジー遺伝資源研究開発センター
IDR	Indonesian Rupiah	インドネシアルピア
InaCC	Indonesian Culture Collection	遺伝資源保存施設
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
LCA	Life Cycle Assessment	ライフ・サイクル・アセスメント
LIPI	Indonesian Institute of Sciences (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)	インドネシア科学院
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録（ミニッツ）
MTR	Mid-Term Review	中間レビュー
NTT	Nusa Tenggara Timur	東ヌサトゥンガラ州
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OVI	Objectively Verifiable Indicator	客観的に確認可能な指標
PCR	Polymerase Chain Reaction	ポリメラーゼ連鎖反応
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス

PO	Plan of Operation	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional	国家中期開発計画
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プログラム
SPAD	Soil-Plant Analytical Development	土壌植物分析開発

中間レビュー調査結果要約表

1. 案件概要	
国名：インドネシア共和国	案件名：熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産プロジェクト
分野：環境・農業	援助形態：地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
所轄部署：農村開発部	協力金額：約 3 億 6,300 万円
協力期間： 2016 年 7 月～2021 年 7 月	先方関係機関：インドネシア科学院 (LIPI)、森林研究開発庁 (FORDA)、インドネシア農業バイオテクノロジー遺伝資源研究開発センター (ICABIOGRAD)
	日本側協力機関：京都大学
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>インドネシア共和国（以下、「イ」国と記す）は、面積約 189 万 km²（日本の国土の約 5 倍）、人口約 2 億 5,000 万人（2013 年）を有する島嶼国家である。「イ」国の実質経済成長率は、過去 10 年間で、5～6%で堅調に推移しており、GDP は 2005 年の 2,859 億ドルから、2014 年の 8,885 億ドルに拡大し、ASEAN 各国のなかで最大の経済規模を誇る。順調な経済発展の一方で、今後も増え続けると予測される人口に対応するエネルギーと食糧の安定的供給、経済発展に取り残された地方と都市部の格差解消、世界でも最大規模といわれる温室効果ガス（GHG）排出の削減等が国家の課題となっている。</p> <p>2009 年 9 月の G20 サミットや 2009 年 12 月の COP15 において、「イ」国政府は「2020 年までに CO₂ 対策を講じなかった場合と比べて、2005 年比で GHG 排出量を 26%削減する。国際支援を得られれば、削減量を 41%まで引き上げ得る」ことを表明し、石油への依存を軽減するために、代替エネルギー及び再生可能エネルギー利用の促進を政策目標として掲げ、2025 年までに、新・再生エネルギーがエネルギーミックスに占める割合を 23%にまで増やすとしている（国家エネルギー審議会 2014 年 3 月）。このように経済成長と人口増加を背景に増大する電力需要の伸びに対応する必要がある一方で、GHG の排出量が、化石燃料消費の増大や森林伐採等を背景に増加しており、代替・再生可能エネルギーの開発が必要となっている。</p> <p>他方、「イ」国では無秩序な伐採、焼き畑農業、森林火災、大規模プランテーションなどによって失われた森林跡地の大部分で、イネ科雑草の一種であるアランアラン (<i>Imperata cylindrica</i>) と呼ばれる多年生植物が繁殖し、国内で 10 万 km²（日本の国土面積の 3 分の 1 弱）に及ぶ広大な荒廃草原を形成している。「中期国家開発計画 2015-2019」では、こうした生産不適地 (marginal land) の生産地への転換を可能とする技術の開発を、技術開発部門の重要課題と位置づけている。このような背景のなか、本プロジェクトが 2016 年より京都大学と LIPI の協力により実施されている。</p>	
<p>1-2 協力の内容</p> <p>(1) 上位目標</p> <p>「イ」国において、革新的バイオエネルギー及びバイオ材料技術によって持続可能な社会の構築モデルが開発される。</p>	

(2) 協力終了時の達成目標（プロジェクト目標）

アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産技術が開発される。

(3) プロジェクトの成果（アウトプット）

成果 1：高エネルギーバイオマス植物生産のための施肥法が確立される。

成果 2：荒廃草原を植生回復させる転換工程が確立される。

成果 3：育種による高発熱値を含むイネ科バイオマス植物が開発される。

成果 4：イネ科植物を原料としたリグノセルロース材料を生産するための低環境負荷型技術が確立される。

(4) 投入（レビュー調査時点）

日本側

専門家の派遣：6分野で延べ10名の研究者（短期専門家）、業務調整員1名（長期専門家）

研修実施：6名のLIPI 研究員に対する研修を実施済み

機材供与：主に分析用に、合計53機材（総額7,800万円相当）が供与済み

現地活動費：総額29億9,990万ルピア（約2,230万円相当）の現地活動費（在外事業強化費）の支出（2018年11月現在）

「イ」国側

カウンターパート（C/P）人員の配置：66名の研究員が配置されている。

C/P 予算：合計31億8,200万ルピアがプロジェクト関連経費として支出済み

施設・機材：LIPI 各センターの実験施設・機材、圃場、プロジェクトオフィスなど。

2. 評価調査団の概要

日本	担当分野	氏名	所属・役職
日本	団長/総括	浅沼 修一	JICA 農村開発部 国際協力専門員
	国内支援 (JST)	堤 敦司	JST 国際部 研究主幹
	国内支援 (JST)	上阪 圭介	JST 国際部 主任調査員
	国内支援 (JST)	齋藤 奈津美	JST 国際部 職員
	評価分析	鈴木 篤志	A&M コンサルタント有限公司 シニアコンサルタント
協力企画	東郷 知沙	JICA 農村開発部第一グループ第一チーム 調査役	
「イ」国	総括	Dr. Sulaeman. Yusuf M. Agr	L IPI 生物材料研究センター 所長
	団員	Dr. Ir. Ibnu Maryanto M.Si.	LIPI 生物学研究センター 研究員
調査期間	2018年11月7日～11月25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) 投入の実績

(上記1-2のとおり)

(2) 成果の達成状況

達成度は、「高い」「やや高い」「中程度」「やや低い」「低い」の5段階で示した。

成果1：高エネルギーバイオマス植物生産のための施肥法が確立される。

指標1-1：土壌と植物の状態をモニターする新技術が利用可能となる。

1-2：プロジェクトサイトとモデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して20%向上する。

- ・ 農地土壌の細菌群集構造解析のため、①迅速かつ安価なDNAフィンガープリンティング、②正確で高解像度なDNAメタバーコーディングの二つの解析プロトコルが確立された。
- ・ チビノン及びカティンガンにおけるソルガム栽培試験が、2016年から2018年にかけてそれぞれ3回実施され、異なる堆肥処理、微生物の接種、窒素施肥条件下での、乾物生産量と種子重量のデータが収集された。2016年と2017年のデータ解析の結果によれば、減肥栽培でも収量の有意な増加が認められ、施肥量を適切にコントロールすれば無施肥栽培に比較して20%の収量増を達成可能であることが示唆された。

大半の活動は、計画通りに実施されているものの、最終結果を得るまでには更に栽培試験が繰り返される必要があることから、成果1の全般的な達成状況と見込みは「中～やや高い」レベルにあると判断された。

成果2：荒廃草地を植生回復させる転換工程が確立される。

指標2-1：生物多様性に配慮した施肥方法が確立される。

2-2：モデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して20%向上する。

2-3：確立された施肥方法が荒廃草原回復の技術ガイドラインに反映される。

- ・ DNAメタバーコーディング解析により、土壌細菌の群集構造解析がチビノンにて実施され、減肥栽培により土壌細菌の多様性を減少させることなく、ソルガムの収量を増加させられることが示唆されている。
- ・ チビノン、カティンガン両サイトにおける植物種の多様性調査が実施され、生物多様性が二つの指標で評価された。
- ・ ソルガムが、異なる堆肥処理、微生物の接種、窒素施肥条件下で栽培され、乾物生産量が、窒素含量とともに測定された。この結果によれば、収量に大きく影響することなく、「イ」国農業省による推奨施用量の75%程度まで減肥させることが可能であることが示唆されている。
- ・ 栽培試験の結果に基づき、荒廃草原回復の技術ガイドラインが取りまとめられる予定である。

土壌細菌の群集構造解析とソルガム栽培試験の結果から、荒廃草地をソルガム栽培地に転換することで植生回復させることが可能であることが示唆されているものの、成果1と同様、最終結果を得るまでに栽培試験・データ解析が繰り返される必要があり、成果2の達成度も「中～やや高い」レベルと判断された。

成果3：育種による高発熱値を含むイネ科バイオマス植物が開発される。

指標 3-1：代謝工学の応用により、稲わらのリグニン含有量が現行品種に比べて10%向上する。

3-2：代謝工学の応用により、稲わらの高発熱型リグニンの割合が現行品種に比べて10%増加する。

3-3：高発熱型リグニン含量が現行品種と比べて10%高いソルガムを選抜育種する。

- 分子育種的手法を用いたリグニン生合成の活性化により、日本・「イ」国双方において、リグニン含量増強イネが作出された。リグノセルロース性状解析により、リグニンの含量は、野生株（日本晴種）の茎と比べて形質転換イネの茎で53%増加したことが確認された。
- 研究チームは、多数の日本産と「イ」国産ソルガム品種のリグニン含量測定を行い、供試した全ソルガムの平均値と比べてリグニン含量が48%、27%高いソルガムを、日本と「イ」国それぞれにおいて見出した。リグニン高含量ソルガムのバイオマスは、発熱量の高いグアイアシルリグニンを多く含んでいた。
- 現在、更に γ 線照射による変異育種を「イ」国のリグニン高含量ソルガム品種に適用し、バイオマス生産性向上が試みられている。温室でのポット試験と圃場栽培を併用した変異集団のスクリーニングによって、目的の形質を示すソルガム変異体獲得がプロジェクト期間内に達成される見込みである。
- 「イ」国でのリグニン分析体制の構築には、機材と試薬不足のため時間を要する。また、 γ 線照射による変異育種〔 γ 線照射による変異体作出とその変異体（複数）からバイオマス生産の高い変異体の選抜まで含む〕には、専門家による支援が必要となっている。

高リグニン含量、高発熱型リグニン含量のイネの作出についてはほぼ目的が達成されているものの、高リグニン含量、高生産性のソルガム品種について研究チームは活動を実施中である。この目標がプロジェクト終了までに達成されるかどうかは現段階では明確でないところもあるため、成果3の達成度は「中からやや高い」レベルにあると判断された。

成果4：イネ科植物を用いたリグノセルロース系材料を生産するための環境に優しい技術が確立される。

指標 4-1：イネ科植物と天然接着剤を用いた内装用パーティクルボードの作成手法が確立される。

4-2：木材とイネ科植物を原料とするパーティクルボードの物性が解明される。

4-3：ソルガムバガスパーティクル残渣粉末の有効な利用方法が提示される。

4-4：ソルガムペレットとバイオ燃料の作成手法が確立される。

- ソルガムバガスを原料としてクエン酸やスクロースといった天然物質のみで、木質材料を開

発した事例は世界初とされる。一般に、天然系接着剤を用いた木質材料は、合成系接着剤を用いた場合と比較して性能が低いことが問題となるが、プロジェクト研究チームによって開発されたパーティクルボードは、ボード物性、耐蟻性及び耐腐朽性とも既存の合成系接着剤を用いた場合と同等の性能を示した。

- パーティクルボードのほかに、研究チームは、バガス残渣粉末を使ったソルガムペレット、スイートソルガムを原料とするエタノールなど、ソルガムを使ったバイオ製品生産の可能性を探究しているものの、これらの開発は初期段階にある。プロジェクトでは商業生産に結びつけることをめざしているが、いずれも更に基礎的な研究が必要とされている。
- 成果4の枠組みのなかで、研究チームは技術・経済分析とライフ・サイクル・アセスメント(LCA)という二つの分析を行っている。両分析とも本調査実施時点では準備段階にあり、必要な情報が収集されているところである。

バイオ材料の開発に関して、特にパーティクルボードを中心に目覚ましい進展がみられるものの、研究対象の技術が完全に確立し、商業ベースでの生産に結びつくためには、更に活動を継続することが必要であることから成果4の達成状況は「中程度」のレベルにあると判断された。

(3) プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標：アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産技術が開発される。

指標1：アランアラン荒廃草原（プロジェクトサイト及びモデルサイト）において安定的なバイオマス作物生産が達成される。

2：バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料がライン生産される。

3：サイテーションインデックスに記載される論文数。

4：植生回復による二酸化炭素排出削減が見積もられる。

- 2016年にプロジェクトが開始されて以来、四つの研究グループは、技術の研究開発という面で大いに成果を出してきたといえる。一定数の研究論文が国際誌への投稿も含め、すでに発表され、現在も準備が進んでいる。研究発表のための会議やセミナーが定期的で開催され、プロジェクト内外の研究者や関係者が数多く参加し、研究結果が共有されてきた。
- プロジェクト目標の指標1と3についてはある程度高い達成レベルにあるものの、指標2と4は低いか、評価困難という段階にある。本プロジェクトはSATREPSであることから、研究成果を社会実装につなげることが重要な目標として含まれている。この目標を実現するためには、プロジェクトチームによる更なる努力を継続することが必要とされている。
- もう一つの課題は、研究チーム間の調整が現状では十分に行われていないことである。成果間の連携が十分機能していないことから、それぞれの研究チームが出す成果が、直接プロジェクト目標の実現に結びつかないのではないかという点が懸念される。

以上のような状況から、中間レビュー調査団として、プロジェクト目標の達成度は、「中程度」であると結論づけた。現行プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)では、プロジェ

クト目標と一部の成果の指標が明確に設定されていないか、行われてきた活動を反映する内容となっていないので、これらを見直すことを提言に含めることとした。

3-2 5 項目評価の結果

(1) 妥当性：本プロジェクトの妥当性は引き続き「高い」と判断された

- ・プロジェクトを取り巻く政策、社会的な環境条件に大きな変化はなく、「イ」国の関連政策との整合性、ローカルニーズ、わが国開発政策との整合性はいずれも高い。

(2) 有効性：本プロジェクトの有効性は、「中」レベルと判断された。

- ・日本・「イ」国両メンバーによるプロジェクトを成功させるための熱心な取り組みにより四つの研究チームはそれぞれ技術開発にかかわる成果を出している。このような努力を継続することで、プロジェクト目標はプロジェクト終了までにある程度のレベルで達成されることが見込まれる。
- ・しかしながら、多くの活動ははまだ実施途上であることから、現段階でそれがどの程度のレベルになるのか結論づけることは難しい。いずれの研究チームも最終結果を得るまでもう少し時間を要するものと判断される。
- ・PDM で設定された四つの成果とプロジェクト目標の論理関係に問題はないと考えられる。一方で、各研究チームがめざしている技術の確立にはいずれも相当な時間と労力を要することから、すべての技術を網羅することをめざしたことは野心的であった面もあるように見受けられる。

(3) 効率性：本プロジェクトの効率性は「中～やや高い」レベルと判断された。

- ・プロジェクトは「イ」国側のすでにある人的、物的資源を有効活用することで実施されており、これは効率性を高める要因といえる。しかしながら、「イ」国政府の予算が十分でないことから、分析用試薬をはじめ多くの消耗品が JICA 予算によって入手されていることも確認された。
- ・日本側からの投入は、一部の消耗品を除いて、大半の投入は計画通りに行われた。特に、本邦研修に参加した若手研究員は、プロジェクト活動に大いに貢献しており、効率性を高める要因となっているといえる。
- ・ラボで必要な試薬やガラス器具、単純な機器など消耗品が、発注から実際に入手できるまでに多大な時間がかかる事態が常態化していて、プロジェクト開始直後より運営上の大きな課題となってきた。
- ・京都大学と LIPI は、2016 年に本プロジェクトが始まる前より共同研究の長い歴史があり、良い関係が構築されていた。このような関係を通して、相互理解と信頼関係が出来上がっており、このことがプロジェクトの効率的な実施に大いに貢献しているといえる。

(4) インパクト：インパクトを予測することは時期尚早ながら、プラスのインパクトが期待される。

- ・多くの活動が現在実施中であることから、現段階でその実現可能性を予測することは困難で

ある。また、現 PDM には上位目標のための指標が設定されていないので、終了時評価調査、事後評価調査に向け、適切な指標を設定する必要がある。

- また、プロジェクト目標が上位目標に結びつくための外部条件として、「イ」国政府のエネルギー政策が大きく変更されない」ということがあげられているが、これ以外にもいくつかの外部条件があることが想定される。

(5) 持続性：以下の観察・分析から、持続性の見通しは「中」レベルと判断された。

- 政策・組織・制度面：現行の政策が大きく変更されない限り、プロジェクト成果の持続性は高いレベルで確保されると判断される。また、プロジェクトは LIPI の全体的な研究計画に沿って実施されているので、プロジェクト終了後も LIPI は関連した研究を継続することが見込まれる。
- 財政面：「イ」国政府は、科学技術振興の重要性を認識しており、この政策が維持される限り、一定レベルの研究活動予算は確保されると見込まれる。しかしながら、政府予算は常に世界経済や国の全般的な財政事情に影響されるものであり、予測がつかない面もある。
- 技術面：C/P 研究員が得た知識や技術は、彼らが LIPI で関連する職務に従事する限り、将来にわたり役立つことが期待できる。プロジェクトを通して、さまざまな分野の分析技術が、先進機材とともに LIPI のラボに導入された。多くの分析技術・機材は他の研究活動にも応用できる汎用性のあるものである。また、プロジェクトは若手の研究員に研究の基礎を獲得するとともに、国際的な学術研究活動の場を経験する貴重な機会を提供している。彼らが、今後も「イ」国の科学技術の発展に貢献し続けることが期待される。

3-3 効果発現に貢献した要因/問題点及び問題点を惹起した要因

- 京都大学と LIPI は、2016 年に本プロジェクトが始まる前より共同研究の長い歴史があり、相互理解と信頼関係がすでに構築されていた。「イ」国側でプロジェクト活動を実施している研究員には、京都大学をはじめ日本の大学で学位を取得した者が多数含まれており、日本の文化や研究事業の進め方についてよく理解されていたことが事業の効果発現に貢献する要因として働いている。
- 一方で、ラボで必要な試薬やガラス器具、単純な機器など消耗品が発注から実際に入手できるまでに多大な時間がかかる事態が常態化していることは、逆に効果発現にとってのマイナス要因となっている。
- 「イ」国政府は、本プロジェクトが開始した 1 年目に財政難に直面したために、C/P 研究員の出張などに影響が出たことが報告されており、これがマイナスの要因として影響した。

3-4 提言

本中間レビュー調査の結果に基づき、下記の提言を行った。

A. プロジェクトチームに対する提言

- ① 上位目標及びプロジェクト目標の明確化と関係者全員の共有化を図る。
- ② 上位目標の実現に向けて、関連分野の責任機関との連携・調整を強化する。

- ③ 日本・「イ」国の研究者同士及び研究チーム間のコミュニケーションの機会を増やし、全体でプロジェクト目標を共有しながら研究活動を進める。
- ④ バイオエネルギー製造研究を促進する。
- ⑤ 異なる気象条件や土壌環境下でのソルガム栽培試験をスケールアップする。
- ⑥ LCA等の経済評価分野で実績や経験の深い日本の研究者をメンバーに加えて、持続性研究を強化する。
- ⑦ 研究者及び研究機関加入の手続きを明確化する。

B. 「イ」国側研究者（C/P）に対する提言

- ① プロジェクトとして全体の成果をまとめる際は、どの研究結果が成果1と成果2に結びつくのか、明確に分けて示す。
- ② LIPI イノベーションセンターが主体となってより積極的に民間連携を進める。
- ③ C/P 予算を十分確保できるよう、LIPI 長官がより積極的な役割を果たす。
- ④ 研究の活性化を図り、JICAにより供与された機材の使用頻度を更に高める。

C. 日本側研究チームに対する提言

- ① 必要な試薬等の購入手続きを計画的に進めることを念頭に研究計画を立案するよう、C/P 研究者を指導する。
- ② 日系企業のニーズ調査や情報収集、及び広報活動については、JICA インドネシア事務所や独立行政法人日本貿易振興機構（JETRO）とも相談しながらより効果的に実施する。

D. 「イ」国政府に対する提言

- ① 試薬の輸入、及び免税手続き迅速化に向けた処置をとる。

Summary Table of Mid-Term Review

1. Outline of Project	
Country: Indonesia	The Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang Fields
Sector: Environment/Agriculture	Scheme: SATREPS
Division in Charge: Rural Development Department	Total Cost: Approximately 3.63million (Yen)
Period of Cooperation From July 2016 to July 2021	Implementing Organization: Indonesian Institute of Sciences (LIPI), ICABIOGRAD (Center for Biotechnology and Genetic Resources and Development, Ministry of Agriculture) and FORDA (Forest Research and Development, Ministry of Environment and Forestry)
	Supporting Organization in Japan: Kyoto University
<p>1.1 Background of the Project</p> <p>Indonesia is an island nation which area is approximately 1,890 thousand km² with population of 250 million (2013). Its economy had grown steadily with an annual rate of 5-6% in the past 10 years, which contributed to the remarkable increase in GDP from USD285.9 billion in 2005 to USD888.5 in 2014. It is the largest economy among the ASEAN nations. On the other hand, the country has been facing a number of issues including rapidly growing population, security of food and energy, ever growing economic gap between urban and rural areas, reduction of Green House Gas (GHG) emission and so on.</p> <p>The government has been making efforts to enhance utilization of alternative and renewable energy sources in order to lower the dependence on oil. The New Paradigm of National Energy Policy towards Energy Security and Independence (Directorate General of Electricity, March 21, 2014) states new and renewable energy sources will contribute 23% to Indonesia's energy mix by 2025. Development of alternative and renewable energy sources has been an urgent national issue as the emission of GHG has rapidly increased in recent years due to increase in fossil fuel consumption and destruction of forest resources.</p> <p>The tropical rain forest resources started to be exploited massively and intensively after the second world war. Large parts of deforested areas are dominated by perennial grass represented by <i>Imperata cylindrica</i> known as alang-alang in Indonesia. This invasive grass weed grows extremely well on poor soil and is resistant to drought and fire. Therefore, it has spread widely not only in Indonesia but also in tropical and subtropical regions all across the world. In Asia, the area of deteriorated grasslands mainly composed of <i>I. cylindrica</i> is reported more than 10 million ha in Indonesia. The deteriorated grassland management is a big and global issue of environmental conservation and biomass production. The conversion of marginal land (including alang-alang grasslands) to more productive landscape (e.g. farmland, artificial forest, etc.) is in association with the prioritized issues to be addressed in Indonesia from the standpoint of agricultural development and environmental conservation, as stated in the Mid-term Development Plan of Indonesia (RPJMN 2015-2019).</p> <p>With this background, the Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang Fields (hereinafter referred to as “the Project”) was formulated and has been implemented as a SATREPS project since July 2016 in collaboration between Kyoto University and Indonesian Institute of Sciences (LIPI).</p>	

1.2 Summary of the Project

(1) Overall Goal

A model of the establishment of sustainable society by innovative bio-energy & material technology is developed in Indonesia.

(2) Project Purpose

Technologies for producing sustainable biomass energy and material utilizing along-alang fields are developed.

(3) Expected Outputs

- 1) Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established.
- 2) Protocols to convert degraded land to revegetated land are established.
- 3) Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.
- 4) Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.

(4) Inputs

From Japanese side:

- 1) Dispatch of Experts: A total of 10 short-term experts (researchers) in 6 technical fields and one long-term expert (Project Coordinator) have been assigned to the Project
- 2) Overseas Training: Six (6) researchers were sent to Japan for training on the respective analysis techniques.
- 3) Provision of Equipment: A total of 53 items of equipment that valued at IDR 10,555.5 million (equivalent to JPY 78.0 million) have been provided to the Research Centers of LIPI to support the Project activities.
- 4) Operational Cost: A total amount of IDR 2,999.9 million (equivalent to JPY 22.3 million) has been spent to support local activities during the period from July 2016 to November 2018.

From Indonesian side:

- 1) Counterpart (C/P) Personnel: A total of 66 researchers of three implementing organizations have been assigned to the Project since the beginning in July 2016 on part-time basis.
- 2) C/P funds: A total amount of IDR 3,182 million has been provided during the period from 2014 to 2017.
- 3) Facilities and Equipment: Existing facilities and equipment of LIPI laboratories, experimental plots in Cibinong and Katingan Botanical Garden in Central Kalimantan Province, an office for JICA Project Coordinator and local staff in Bogor.

2. Review Team

Japan	Leader	Dr. Shuichi Asanuma	Senior Advisor, Rural Development Department, JICA
	Research Planning	Dr. Atsushi Tsutsumi	Research Supervisor, Department of International Affairs, JST
	ditto	Dr. Keisuke Kosaka	Senior Associate Research Supervisor, Department of International Affairs, JST
	ditto	Ms. Natsumi Saito	Department of International Affairs, JST
	Evaluation Analysis	Mr. Atsushi Suzuki	Senior Consultant, A&M Consultant Co., Ltd.
	Cooperation Planning	Ms. Chisa Togo	Assistant Director, Team 1, Group 1, Rural

			Development Department, JICA
Indonesia	Leader	Prof. Dr. Sulaeman Yusuf M. Agr.	Director, Research Center for Biomaterials, LIPI
	Evaluation	Prof. Dr. Ir. Ibnu Maryanto M.Si.	Researcher in Zoology Division, Research Center of Biology, LIPI
Period of Study	From November 7 to 25, 2018		Type of Evaluation: Mid-Term Review
3. Results of Evaluation			
3.1 Achievements Achievement level of Outputs and Project Purpose was assessed with 5 grades; namely, 1) high, 2) moderately high, 3) moderate 4) moderately low and 5) low.			
Output 1: Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established. Indictor 1-1: Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established. Indictor 1-2: Biomass yield of sorghum in Project Site and Model Site is increased 20% higher than before soil improvement.			
<ul style="list-style-type: none"> For analysis of soil bacterial community structures in farmland, two methods (protocols) have been established and transferred to Indonesian C/P researchers; (i) DNA fingerprinting as the accurate and high-resolution method, and (ii) DNA metabarcoding as the quick and affordable method. The cultivation tests of sorghum and intercropping plants have been conducted 3 times from 2016 to 2018 at Cibinong and Katingan Sites, through which, data of sorghum dry biomass and seed weight per plant under different treatments of compost, inoculated microbes and nitrogen fertilizers were collected. Analysis of 2016 and 2017 data has been completed which results suggested that applying a moderate amount of fertilizers had increased the biomass yield significantly. The increase in biomass yield by 20% with tested cultivation methods is projected to be possible. <p>Conclusion: While most activities have been undertaken as planned, there are still more experiments to be conducted to confirm the results, the overall achievement of Output 1 is, therefore, regarded as being at moderate to moderately high level.</p>			
Output 2: Protocols to convert degraded land to revegetated land are established. Indictor 2-1: A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established. Indictor 2-2: Biomass yield of sorghum in Model Site is increased 20% higher than before soil improvement. Indictor 2-3: Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land.			
<ul style="list-style-type: none"> DNA metabarcoding analysis of soil bacterial community structure has been conducted in the Cibinong Project Site. The results suggest that a moderate amount of fertilizers can increase sorghum yields without causing the loss of soil bacterial biodiversity. Surveys of plant species diversity were conducted in both sites by which levels of diversity were analyzed using the Shannon-Wiener Index and the Importance Value Index. The sorghum was grown with different rate of nitrogen application, and dry matter together with nitrogen content of the harvested sorghum were measured. It was suggested that the application rate could be reduced up to 75% of the recommendation (by Ministry of Agriculture) without significantly affecting the yield. A technical guideline for conversion of degraded land will be compiled based on the results of cultivation tests. <p>Conclusion: While the results of DNA metabarcoding analysis and sorghum cultivation tests have supported</p>			

<p>the possibility of revegetating the degraded land as agricultural ecosystem by converting it to sorghum production field, as is the case for Output 1, there are still more experiments to be conducted to confirm the results, the overall achievement of Output 2 is regarded as being at moderate to moderately high level.</p>
<p>Output 3: Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.</p> <p>Indicator 3-1: Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering.</p> <p>Indicator 3-2: Lignin with higher carbon content is increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering.</p> <p>Indicator 3-3: Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • With molecular-breeding approaches to activate lignin biosynthesis, rice transgenic plants were generated in both sites of Japan and Indonesia. By lignocellulose characterization analysis, lignin content was confirmed to be 53% higher in transgenic rice straws than in wild-type straws (Nipponbare line). • With mutation breeding through irradiation to Indonesian sorghum accessions rich in lignin, the team has been trying to improve their biomass productivity, which is expected to be achieved by a series of cultivation in a greenhouse and a field during the project period. • Establishing lignin analysis systems in Indonesia has taken time due to availability of equipment and reagents. <p>Conclusion: While a good progress has been made to obtain rice straws with high lignin content and higher carbon content lignin, the research team continues to carry out activities to obtain sorghum accession with higher-heating value and high biomass productivity (i.e. mutation breeding through irradiation is still in process). Since it is not clear at the time of Mid-Term Review (MTR) if the target will be fully achieved by the end of the Project, the overall achievement for Output 3 is regarded as being at moderate to moderately high.</p>
<p>Output 4: Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.</p> <p>Indicator 4-1: A manufacturing method of particleboard for interior use using grass plants and natural adhesives is established.</p> <p>Indicator 4-2: Physical properties of particleboards composed of wood and grass plants particles are clarified.</p> <p>Indicator 4-3: Effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse is proposed.</p> <p>Indicator 4-4: Production methods of sorghum pellets and bio fuels are established.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Development of wood material for interior only using sorghum bagasse and natural substances such as citric acid and sucrose is reported the world first work. Wood material using natural substances is generally inferior to the material using artificial adhesives, but the particleboards developed by the Project research team showed the same performance in terms of physical property, termite resistance and corrosion resistance, which could be a remarkable achievement. • Apart from the particleboards, while the research team has been seeking for possibility to produce sorghum-based bioproducts such as bio-pellets, bagasse residue powder, bio-fuel, their development is at an initial stage. It appears that more basic study needs to be carried out before going to commercial manufacture. • Under the framework of Output 4, the research team has been working on two analyses, namely, techno-economic analysis and Life Cycle Assessment (LCA) analysis. Both are in fact still at preparatory stage and necessary data and information is being collected at the time of MTR. <p>Conclusion: While the remarkable progress has been made in terms of development of bio-materials, particularly about particleboard, there are still more activities need to be carried out until the target technologies are fully established and become ready for commercial use; therefore, the overall achievement</p>

of Output 4 is regarded as being at the moderate level.

Project Purpose: Technologies for producing sustainable biomass energy and material utilizing along-alang fields are developed.

Indicator 1: Biomass crops are produced steadily in former deteriorated along-alang fields (Project Site and Model Site).

Indicator 2: Manufacture of biomass pellet fuels and lignocellulose-based materials is performed in a production line.

Indicator 3: The number of international publications with citation index.

Indicator 4: Reduction of CO₂ emission through revegetation is estimated.

- Since the commencement of the Project in 2016, all the four research teams have been making great progress in terms of research and technology development. A good number of research papers have been produced and some of them have been published on the international journals. Such functions as conferences and seminars have been regularly organized in which the results and findings of the respective research works were shared with a good number of researchers and stakeholders both from inside and outside the Project.
- As discussed above, while the 1st and 3rd Indicators can be considered at higher achievement level, the 2nd and 4th Indicators are considered either difficult to assess or at lower level. Being a SATREPS project, social implementation of results and findings generated from research work is one of important objectives of the Project. While the Project team has been making efforts to realize it, more efforts are required to bring about a good result.
- Another challenge is about coordination among the four Outputs which appears not very strong at the moment. Although each research team has been producing remarkable results, they do not contribute directly to the Project Purpose as the linkage between the respective Outputs is rather weak.

Conclusion: Based on these observations, the MTR team concludes that overall achievement of Project Purpose is at moderate level. And since some Indicators for Project Purpose are observed not well defined or reflected with actual activities, the MTR team has made recommendations to modify them.

3.2 Summary of Evaluation Results by Five Criteria

(1) Relevance: High

- The policy and social environment for the Project including assistance policy of Japanese Government has not been drastically changed from 2014, relevance has continued to be high.

(2) Effectiveness: Moderate

- All the four research teams have been making a good progress and producing good results with dedicated efforts made by both Indonesian and Japanese members to make the Project successful. With these efforts, it can be expected that the Project Purpose may be achieved at a certain level.
- But it is too early for the MTR to assess the extent to which it will be realized by the end of the Project since most activities are still in process. It appears that all the teams require some more time to confirm the results.
- Since all the four Outputs are important and required to achieve the Project Purpose, the logic between Outputs and Project Purpose in the PDM has been good. On the other hand, it appears too ambitious for a single project to cover all the aspects of technologies since each technology require considerable time and resources to fully establish.

(3) Efficiency: Moderate to moderately high.

- The Project has been implemented by making the best use of already available resources, which has contributed to enhancing the efficiency. The MTR team, however, learnt that most consumables

required for analysis have been provided by JICA as the government budget for them is not enough.

- Most inputs from JICA except for consumables have been provided as planned. Training of junior researchers in Japan has substantially enhanced the efficiency.
- The Project team has been facing a big problem regarding procurement of consumables such as reagents, glass wares, simple instruments. While it is beyond the control of the Project, it has negatively affected the implementation of the Project.
- Kyoto University and LIPI have had a long-term relationship and academic exchange regarding various researches before the Project commenced in 2016 through which mutual understanding and trust had been fostered. This must have contributed to the efficient implementation of the Project.

(4) Impact: Positive impact to be anticipated

- It is too early to examine it at this stage since most activities are still in process. And no Indicators are set in the current version of PDM; hence, setting them is required to assess the impact.
- In the current PDM, one assumption (“energy policies of the Indonesian government do not change significantly.”) is stated, but there may be more assumptions.

(5) Sustainability: Moderate

- Policy and institutional aspect: As far as the current policies are not changed drastically by the government, the sustainability of the Project outcome will be secured. Since the Project has been implemented in line with LIPI’s overall research plan, LIPI will continue the related research even after the Project has phased out.
- Financial aspect: The Indonesian government has recognized the importance of promotion of science and technology in its development plans. As far as the government maintains the current policy, the budget for research will be secured. However, since the government budget is always affected by the general financial situation, moderate level of financial sustainability is projected.
- Technical aspect: Knowledge and skills gained by the C/P researchers will continue to assist them in carrying out their work as far as they are engaged in related research. A good number of new analysis technologies together with advanced equipment have been introduced to the LIPI laboratories under the Project. Most techniques can be utilized not only for the Project related work but also other research. The Project has been providing valuable opportunities for junior scientists to learn basics of research and exposed to international academic societies. It is expected that they continue to contribute to development of science and technology of Indonesia on long-term basis with global point of view.

3.3 Contributing and prohibiting factors to the project implementation

- Kyoto University and LIPI have had a long-term relationship and academic exchange regarding various researches through which mutual understanding and trust had been fostered. A good number of researchers who had studied and obtained a degree in Japan have participated in the Project as members. This must have contributed to the implementation of the Project.
- On the other hand, the Project members have been facing a big problem regarding procurement of consumables which has negatively affected the implementation of the Project.

3.4 Recommendations

Based on the results of MTR study, the following recommendations have been made:

A. Recommendations for the Project team

- (1) Clarify and understand Overall Goal and Project Purpose among all members of the Project.
- (2) Strengthen cooperation with the responsible organizations for relevant policies towards the

realization of the Overall Goal.

- (3) Strengthen closer cooperation between and among Japanese and Indonesian researchers through frequent communications.
- (4) Promote research on manufacture of bioenergy.
- (5) Scale up of field experiments of sorghum to other locations with different climatic and soil environmental conditions.
- (6) Strengthen sustainability study by seeking for a Japanese researcher who has research experiences and knowledge.
- (7) Make clear official process on participation and/or removal of new counterpart researchers and/or research organizations.

B. Recommendations for the Indonesian Counterpart researchers

- (1) The results of each Output need to be separately explained which one is from which Output when combined and integrated the whole results of the Project to make the responsibility of each research team clear.
- (2) The Center for Innovation of LIPI should take a lead in a positive manner for the promotion of social application to private sector in particular.
- (3) Chairman of LIPI should commit more on counterpart budget allocation to support all project activities.
- (4) Equipment and machineries donated by JICA are to be fully utilized through vitalization of the research activities.

C. Recommendations for the Japanese research team

- (1) Guides the Indonesian C/P team to take the procurement procedure into consideration much in advance in making experiment plans in a way to avoid interference caused by shortage of reagents.
- (2) Take close communication with JICA Indonesia office and JETRO Jakarta office regarding needs survey, information collection, and public relation (PR) and etc.

D. Recommendations for the Indonesian Government

- (1) The relevant authorities of the Indonesian Government take necessary measures to rectify the problem of obtaining consumables (e.g. procedure for importation, tax exemption, etc.).

第1章 調査の概要

1-1 調査団派遣の経緯と目的

「熱帯荒廃草原の植生回復を通じたバイオマスエネルギーとマテリアル生産プロジェクト」(以下、「本プロジェクト」と記す)は、インドネシア共和国(以下、「イ」国と記す)において、アランアランと呼ばれる荒廃草原をバイオマス生産地へ転換する技術の開発を支援する「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS)」案件として、2016年7月より実施されている。本プロジェクトは、実施期間の中盤を経過したことから、2018年11月上旬より約2週間にわたり、「イ」国評価団員との合同中間レビュー調査が実施された。

本レビュー調査の目的は、下記のとおりであった。

- ① 現行プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix : PDM) に沿って、プロジェクトの投入実績、進捗状況、目標及び成果達成状況を確認する。
- ② プロジェクト実施プロセスに関して、「イ」国側実施機関のオーナーシップや日本・「イ」国関係者間のコミュニケーション状況、事業の運営・モニタリング体制を確認する。
- ③ 評価5項目(妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性)の観点からプロジェクト中間時点における評価を行い、プロジェクト後半の方向性と提言を取りまとめる。評価結果をもとに、必要であればPDMの修正等も検討する。
- ④ 上記①～③の評価結果について、中間レビュー報告書として取りまとめたうえで、合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee : JCC) において内容を確認・合意する。

1-2 レビュー調査(評価)団の構成

(1) 「イ」国側

氏名	担当分野	所属・役職
Dr. Sulaeman Yusuf M. Agr.	総括	LIPI 生物材料研究センター 所長
Dr. Ir. Ibnu Maryanto M.Si.	団員	LIPI 生物学研究センター 研究員 (生物科学モニタリング・評価)

(2) 日本側

氏名	担当分野	所属・役職
浅沼 修一	団長/総括	JICA 農村開発部 国際協力専門員
堤 敦司	国内支援 (JST)	JST 国際部 研究主幹
上阪 圭介	国内支援 (JST)	JST 国際部 主任調査員
齋藤 奈津美	国内支援 (JST)	JST 国際部 職員
鈴木 篤志	評価分析	A&M コンサルタント有限公司 シニアコンサルタント
東郷 知沙	協力企画	JICA 農村開発部 第一グループ第一チーム 調査役

1-3 調査期間・日程

「イ」国での現地調査は、2018年11月8日から11月24日まで17日間にわたり実施された。詳細スケジュールは、付属資料1. 協議議事録・合同評価報告書のANNEX Iに示されるとおり。

1-4 主要面談者

(1) プロジェクト実施チーム

1) インドネシア科学院 (LIPI) ボゴール植物園植物多様性保全センター

Dr. Didik Widyatmoko	センター長
Dr. Reni Lestari	成果2研究チームリーダー
Mr. Ariefnoor Rachmadiyahanto	研究員 (日本研修参加者)
Mr. Helmant Hendra	〃

2) LIPI 生物学研究センター

Prof. Dr. I Made Sudiana	微生物学・動物学・植物学研究グループ長 (プロジェクトマネージャー・成果1研究チームリーダー)
Mr. I Nyoman Sumerta	研究員 (日本研修参加者)
Mr. Ruby Setiawan	〃
Mr. Toga P. Napitupulu	〃

3) LIPI バイオテクノロジーセンター

Dr. Satya Nugroho	分子生物学 (成果3研究チームリーダー)
Dr. Esti Windiastris	研究員 (日本研修参加者)
Dr. Wahyuni	〃
Dr. Dwi Widyajayanti	〃

4) LIPI 生物材料研究センター

Prof. Dr. Subyakto	教授 (成果4研究チームリーダー)
Dr. Sukuma Surya Kusumah	研究員 (日本研修参加者)

5) LIPI イノベーションセンター

Dr. Sasa Sofyan Nunawar	技術移転・インキュベータ部長
Mr. Firman Tri Ajie	研究員
Ms. Yovita Isnasari	〃

6) 京都大学

梅澤 俊明	生存圏研究所生存圏診断統御研究系森林代謝機能化学研究室 教授
梅村 研二	生存圏研究所生存圏開発創世研究系循環材料創成分野 准教授
小林 優	大学院農学研究科 准教授
宮本 託志	生存圏研究所生存圏診断統御研究系森林代謝機能化学研究室 研究員

7) プロジェクト事務所

三谷 知	業務調整員
Dr. Safendri Komara	技術アドバイザー
Ms. Emiria Chrisanti	秘書

(2) 関係機関

1) 中部カリマンタン州農業技術評価試験場

(Assessment Institute for Agricultural Technology : DPTP)

Dr. Andi Bermama, S.P. 計画・評価・モニタリングチームリーダー

Dr. Dedy Irwadi 研究協力部 部長

Mr. Sandis Wahiyu 情報部 職員

2) 中部カリマンタン州カティンガン植物園

Mr. Irwan, ST 植物・環境能力開発部 部長

Mr. Irwanto, S. Si 生物環境課 課長

Mr. Irwan, S. Hut 登録・収集課 職員

Mr. Yudha LIPI 有期限職員

(3) 国際協力機構インドネシア事務所

備後 洋 企画調査員

1-5 評価（レビュー）の手法

1-5-1 評価の視点と手順

本評価調査は、「新 JICA 事業評価ガイドライン第 1 版」（2010 年 6 月）に沿って、PDM 最新版に基づき以下の手順で実施した。

(1) 本邦での事前調査（日本側団員）

- ① プロジェクトチームで作成した事前検討資料やこれまでのプロジェクト報告書等をレビューし、プロジェクトの実績・実施プロセスの状況を整理・分析する。
- ② 現行 PDM に基づき、プロジェクトの実績、実施プロセス、及び評価 5 項目に沿った調査項目とデータ収集方法、調査方法等を検討し、評価グリッドを作成する。
- ③ 上記②の評価グリッドに基づき、カウンターパート（Counterpart : C/P）機関を主とする相手国実施機関、専門家、C/P 等に対する質問を検討し、質問票を作成、送付する。

(2) 「イ」国での現地調査（共同作業）

- ① 今回調査の内容、計画について「イ」国側評価委員と協議を行い、合意する。
- ② 評価グリッドに基づき、プロジェクト関係者に対するヒアリング、サイト視察を行い、プロジェクト実績・活動プロセス等に関する情報・データの収集・整理を行う。
- ③ 上記①で収集したデータを分析し、プロジェクト実績、実施プロセスの分析と貢献・阻害要因を抽出する。
- ④ 事前調査及び上記①～③で得られた結果を総合的に判断し、評価 5 項目の観点から評価を行い、提言とともに合同評価報告書（英文）に取りまとめる。
- ⑤ 上記④の報告書を日本側・「イ」国側合同評価団で合意したあと、JCC にて「イ」国・日本双方のプロジェクト関係者へ説明とともに協議を行い、その結果を協議議事録（ミニッツ）（Minutes of Meeting : M/M）として合意、署名する。

なお、本プロジェクトのPDMは、討議議事録（Record of Discussions：R/D）署名時（2015年9月25日）に作成されたオリジナル版（Ver. 0）に対して、活動開始後、改定版（Ver. 1.2）がプロジェクト関係者らによって作成され、2017年4月20日に開催された第1回JCCにて承認された。本レビュー調査は、この改定版に基づき実施した。評価に用いたPDM（日本語版）は、付属資料2として添付した。

1-5-2 調査項目

主な評価調査の項目は、以下のとおりであった。

(1) プロジェクト実績の確認

プロジェクトの投入実績、活動実績、成果（アウトプット）の現状、プロジェクト目標の達成見込み、上位目標の達成見込みを確認、検証した。

(2) プロジェクト実施プロセスの確認・検証

プロジェクト実施プロセスを検証するために、プロジェクト活動を円滑にするために工夫されたこと、モニタリングのための仕組み、プロジェクト関係者（日本人専門家・研究員、「イ」国C/P研究員、その他）間の連携状況などを確認した。

(3) 評価5項目の視点からの分析

プロジェクトの実績と実施プロセスの確認・検証を通して収集した情報を基に、評価5項目の視点からプロジェクトを評価した。評価5項目の視点の概要は、以下に示したとおりである。

項目	定義
妥当性	プロジェクトがめざしている効果（プロジェクト目標や上位目標）が、評価を実施する時点において妥当か（受益者のニーズに合致しているか、問題や課題の解決策として適切か、相手国と日本側の政策との整合性はあるか、プロジェクトの戦略・アプローチは妥当か等）を問う視点。
有効性	プロジェクトの実施により、本当に受益者若しくは社会への便益がもたらされているのか（あるいは、もたらされるのか）を問う視点。
効率性	プロジェクトのコストと効果の関係に着目し、資源が有効に活用されているか（あるいは、されるか）を問う視点。
インパクト	プロジェクト実施によりもたらされる、より長期的・間接的效果や波及効果をみる視点。予期していなかった正・負の効果・影響を含む。
持続性	援助が終了しても、プロジェクトで発現した効果が持続しているか（あるいは、持続の見込みがあるか）を問う視点。

1-5-3 データ収集方法

上記の調査を実施するに先立ち、評価項目に沿った評価設問を設定した。それぞれの評価設問に対して、必要な情報・データ、その情報源や収集方法について検討し、この結果を付属資料3（英語版は付属資料1．協議議事録・合同評価報告書のANNEX I）に示した評価グリッドを作成した。本調査のための情報・データの収集は、作成した評価グリッドに沿って実施した。具体的な情報・

データの収集方法は以下のとおり。

(1) 既存資料のレビューと分析

プロジェクトに関する以下の資料をレビューし、分析に活用した。

- 中間レビュー事前資料（日・英）（2018年10月）
- 月例報告書 01～18
- Project Monitoring Sheet No.1～4
- 「熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギー生産と環境回復プロジェクト詳細計画策定調査報告書」（日）（2015年10月）
- 「対インドネシア共和国 国別開発協力方針」（平成29年9月）
- 「対インドネシア共和国 事業展開計画」（2017年9月）
- National Energy Policy, The Republic of Indonesia（2014）
- その他、プロジェクトにかかわる資料

(2) プロジェクト関係者への質問票（アンケート）調査

現地調査に先立ち、評価分析を担当する団員が、プロジェクトの実績、実施プロセス、評価5項目に関する質問票を作成し、「イ」国側プロジェクト関係者（主なC/P研究員10名）に配布し、回答を得た。回答内容は現地調査の参考として活用するとともに、可能な限り評価報告書に反映させた。

(3) プロジェクト関係者に対するインタビューの実施

現地調査中は、可能な限り関係者（日本・「イ」国研究員、業務調整員）並びに関連政府機関、民間業者に面会し、質問票から得られない情報の補完的な収集に努めた。

(4) プロジェクト合同評価報告書の作成と署名

調査結果に基づき「合同評価報告書（Joint Mid-Term Review Report）」（付属資料1）を英文で作成し、日本・「イ」国双方の調査団長により署名が行われた。

1-5-4 調査の制約・限界

本評価調査では可能な限り客観的かつ包括的な情報・データの入手に努めたが、限られた時間内での調査と分析のため、以下に示すような制約があった。

- (1) 調査期間中に、プロジェクト関係者や関係機関からできるだけ多くの情報を得よう努めたものの、直接インタビューを行うことができた人数には限りがあった。
- (2) 投入や活動の適性度といった価値判断については、できる限り定量的、客観的な分析ができるよう努力をしたが、必要なデータが入手できないケースも多々あった。そのような場合には、関連資料やアンケート、面談者の証言を評価団員が可能な限り客観的な視点から検証し、定性的な情報として調査結果に含めた。

第2章 プロジェクトの概要

2-1 プロジェクトの背景

「イ」国は、面積約 189 万 km²（日本の国土の約 5 倍）、人口約 2 億 5,000 万人（2013 年）を有する島嶼国家である。「イ」国の実質経済成長率は過去10年間、5～6%で堅調に推移しており、GDP は 2005 年の 2,859 億ドルから 2014 年の 8,885 億ドルに拡大し、ASEAN 各国のなかで最大の経済規模を誇る。順調な経済発展の一方で、今後も増え続けると予測される人口に対応するエネルギーと食糧の安定的供給、経済発展に取り残された地方と都市部の格差解消、世界でも最大規模といわれる温室効果ガス（Green House Gas : GHG）排出の削減等が国家の課題となっている。

2009 年 9 月の G20 サミットや 2009 年 12 月の気候変動枠組条約締約国会議（Conference of the Parties : COP）15 において、「イ」国政府は「2020 年までに CO₂ 対策を講じなかった場合と比べて、2005 年比で GHG 排出量を 26%削減する。国際支援を得られれば、削減量を 41%まで引き上げ得る」ことを表明し、石油への依存を軽減するために、代替エネルギー及び再生可能エネルギー利用の促進を政策目標として掲げ、2025 年までに新・再生エネルギーがエネルギーミックスに占める割合を 23%にまで増やすとしている（国家エネルギー審議会 2014 年 3 月）。このように経済成長と人口増加を背景に増大する電力需要の伸びに対応する必要がある一方で、GHG の排出量が、化石燃料消費の増大や森林伐採等を背景に増加しており、代替・再生可能エネルギーの開発が必要となっている。

他方、「イ」国では無秩序な伐採、焼き畑農業、森林火災、大規模プランテーションなどによって失われた森林跡地の大部分で、イネ科雑草の一種であるアランアラン（*Imperata cylindrica*）と呼ばれる多年生植物が繁殖し、国内で 10 万 km²（日本の国土面積の 3 分の 1 弱）に及ぶ広大な荒廃草原を形成している。「国家中期開発計画（Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional : RPJMN）2015-2019」では、こうした生産不適地（marginal land）の生産地への転換を可能とする技術の開発を、技術開発部門の重要課題と位置づけている。このような背景のなか、本プロジェクトが 2016 年より京都大学と LIPI の協力により実施されている。

2-2 協力内容

(1) 協力期間

2016 年 7 月～2021 年 7 月（5 年間）

(2) 相手国側研究実施機関

1) インドネシア科学院（LIPI）

ボゴール植物園植物多様性保全センター

生物学研究センター

バイオテクノロジー研究センター

生物材料研究センター

イノベーションセンター

2) 環境林業省森林研究開発庁（Forestry Research and Development Agency : FORDA）

3) 農業省インドネシア農業バイオテクノロジー遺伝資源研究開発センター（Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development : ICABIOGRAD）

(3) 国内協力機関

京都大学生存圏研究所（日本側研究代表機関）
京都大学大学院農学研究科
かずさ DNA 研究所（2017 年 3 月まで）

(4) プロジェクト対象地域

- 1) プロジェクトサイト：ボゴール県ボゴール（植物多様性保全センター傘下のトレウブ研究所）、チビノン（生物学研究センター、バイオテクノロジー研究センター、生物材料研究センター、イノベーションセンター、エコパーク）
- 2) モデルサイト：中部カリマンタン州カティンガン植物園

(5) 上位目標

「イ」国において、革新的バイオエネルギー及びバイオ材料技術によって持続可能な社会の構築モデルが開発される。

(6) プロジェクト目標

アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産技術が開発される。

(7) 成果

1. 高エネルギーバイオマス植物生産のための施肥法が確立される。
2. 荒廃草原を植生回復させる転換工程が確立される。
3. 育種による高発熱値を含むイネ科バイオマス植物が開発される。
4. イネ科植物を原料としたリグノセルロース材料を生産するための低環境負荷型技術が確立される。

第3章 プロジェクトの実績と実施プロセス

3-1 投入実績

3-1-1 「イ」国側からの投入

下記のとおり、C/P 研究員の配置、活動費の拠出、施設・機材の提供が、「イ」国側からの主な投入であった。詳細は付属資料1．協議議事録・合同評価報告書の ANNEX IV に示した。

(1) C/P 研究員の配置

実施機関（LIPI、ICABIOGRAD、FORDA）から合計 66 名の研究員が、2016 年 7 月のプロジェクト開始より C/P として指名され、日本人研究者とともに成果ごとに四つの研究チームを組織し、研究活動に従事している。

(2) C/P 予算の承認と拠出

本プロジェクトに対する C/P 経費として、合計 31 億 8,200 万ルピアが「イ」国政府により拠出、利用されてきた。この中には、LIPI 植物多様性保全センタートレウブ研究所（ボゴール植物園内）の改修費も含まれる。

(3) 実験施設・機材の提供

LIPI 各センターの実験施設・機材が、必要に応じ種々分析のために利用されている。また、ソルガム栽培試験のために、3 つのサイト〔チビノンのエコパーク、生物学研究センター内の遺伝資源保存施設（Indonesian Culture Collection : InaCC）、中部カリマンタン州カティンガン〕で圃場が設置されている。さらに、プロジェクトチーム（業務調整員とローカルスタッフ）の執務室が、トレウブ研究所近くの建物内に提供され、水道、電気など光熱費は「イ」国経費として提供されている。

3-1-2 日本側からの投入

下記のとおり、研究者・専門家の派遣、本邦研修の実施、資・機材の供与、現地活動費の支出が、日本側からの主な投入であった。詳細は、付属資料1の ANNEX V に示されるとおり。

(1) 専門家の派遣

中間レビュー時点までに、6 分野で延べ 10 名の日本人研究者が短期専門家として派遣された。また、業務調整員 1 名が長期専門家として現地に派遣されている。

(2) 本邦研修の実施

6 名の LIPI 研究員に対し、それぞれの研究テーマにかかわる分析技術習得のため日本で研修が実施された。

(3) 機材の供与

合計 53 の機材（主に分析用で総額 7,800 万円相当）が、プロジェクトに関与する LIPI の研究センターに対して供与機材として提供された。

(4) 現地活動費

2016年7月から2018年11月末までに、総額29億9,990万ルピア（約2,230万円相当）の現地活動費（在外事業強化費）が支出された。

3-2 活動実績

「イ」国C/Pと日本人研究員からなるプロジェクト実施チームは、2016年7月からPDM及び活動計画（Plan of Operation：PO）に沿って活動を進めてきた。本レビュー調査時点までに実施された活動の概要と後半の予定を、PDMに示された活動項目ごとに取りまとめ、結果を付属資料1.のANNEX VIに示した。プロジェクト実施チームの自己評価に基づく各活動項目の進捗状況は、表3-1に示すとおりであった。

表3-1 活動の進捗状況

成果	活動	進捗状況 (%)*				
		0	25	50	75	100
1	1-1. 分子生物学的アプローチを用いてイネ科植物草地の植生回復を分析する方法を開発する。					
	1-2. 荒廃草原における作物生育制限因子を特定する。					
	1-3. チビノン試験区画にて施肥の計画を確立する。					
2	2-1. 施肥の前後における草原の生物多様性について評価する。					
	2-2. アランアラン草原の為の実現可能なモデルを確立する。					
3	3-1. イネ科植物内の総リグニン含量を増加させる。					
	3-2. イネ科植物内の高発熱型リグニン構造を増加させる。					
	3-3. 高発熱のソルガムの選抜育種を実施する。					
4	4-1. ソルガムバガスと天然接着剤を使用してパーティクルボードを開発する。					
	4-2. アランアランと天然系接着剤を使用してパーティクルボードを開発する。					
	4-3. 木材、及びイネ科植物を使用した商業的パーティクルボード製造を調査する。					
	4-4. ソルガムバガスの小片残渣の効果的有効利用について調査を実施する。					
	4-5. インドネシアにて、ライフサイクル解析（LCA）、技術的・経済的分析、と木質ベース材料の推進を実施する。					
	4-6. ソルガムペレットを生産する。					
	4-7. ソルガムバイオ燃料を生産する。					

* 「進捗状況」は、プロジェクト実施チームの自己評価に基づく。

3-3 成果（アウトプット）の達成状況

PDMで計画された四つの成果に対し、それぞれ設定されている指標を検証したうえで、全体の達成状況と今後の見通しを以下にまとめた¹。

3-3-1 成果1

高エネルギーバイオマス植物生産のための施肥法が確立される。

¹ 達成度は、「高い」「やや高い」「中程度」「やや低い」「低い」の5段階で示した。

(1) 指標達成状況の検証

指標 1-1 土壌と植物の状態をモニターする新技術が利用可能となる。

下記のとおり、指標 1-1 はおおむね達成される見込みである。

- 1) 農地土壌の細菌群集構造解析のため、①迅速かつ安価なデオキシリボ核酸 (Deoxyribonucleic acid : DNA) フィンガープリンティング、②正確で高解像度な DNA メタバーコーディングの二つの解析プロトコールが確立された。
- 2) 植物の栄養状態診断法としては、特定の遺伝子の発現と、クロロフィル含量の指標である土壌植物分析開発 (Soil-Plant Analytical Development : SPAD) 値が、窒素栄養状態を示す良い指標となり得ることが見出された。特に、SPAD 値は栽培現地での実施が可能であり、正常・欠乏を判断する診断基準値が設定されれば、栽培中の栄養診断に特に有用と考えられる。

指標 1-2 プロジェクトサイトとモデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して 20%向上する。

下記のとおり、指標 1-2 はプロジェクト終了までに達成される見込みが高い。

- 1) チビノン及びカティンガンにおけるソルガム栽培試験が、2016 年から 2018 年にかけてそれぞれ 3 回実施された。カティンガンにおける最初の栽培は種子の品質が悪かったため失敗したが、ほかは成功した。
- 2) これらの試験により、異なる堆肥処理、微生物の接種、窒素施肥条件下での、乾物生産量と種子重量のデータが収集された。2016 年と 2017 年のデータの解析は完了した。この結果によれば、減肥栽培でも収量の有意な増加が認められ、施肥量を適切にコントロールすれば、無施肥栽培と比較して 20%の収量増を達成可能であることが示唆された。

(2) 一般的な達成状況と見込み

- ・ メタバーコーディング解析で土壌中の細菌群集構造を解析するにあたり、再現性を得るために必要なサンプリング法、野外採取サンプルの保存法等について手順が定められた。それを用い、京都大学附属農場に設置したシミュレーションサイトにおいて、未利用地から耕作地への転換が土壌微生物相に及ぼす効果について基礎データの収集が 1 年目から行われた。
- ・ また、日本側研究チームは、「イ」国でのルーティン分析の用に供するため、メタバーコーディング解析を補完する代替解析手法を検討し、微生物群集構造のタイピングや多様性変動の解析には、DNA フィンガープリンティング法の一種自動リボソーム間遺伝子スペーサー解析 (Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis : ARISA) 法が適用可能であることを確認した。さらに、DNA 抽出法についても検討し、高価なキットやサンプルの冷蔵を必要としない臭化セチルトリメチルアンモニウム (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide : CTAB) 法でも、ARISA 分析に使用可能な品質の DNA が得られることを示した。
- ・ 土壌分析から、チビノン試験地の窒素含量は極めて低いことが明らかになったが、土壌改良資材施用がソルガム生育量に効果があることが確認され、「イ」国農業省による推奨施用量 (300kg 尿素/ha) より少ない量でも良好な生育が得られることが示唆されている。
- ・ これまでに、かずさ DNA 研究所において短期研究員 2 名を受け入れ、環境 DNA メタバーコーディング解析技術の習得を目的とした技術研修が実施された。また、京都大学大学院農学研究科では LIPI ボゴール植物園より長期研修員 1 名を大学院修士課程学生として受け入

れ、遺伝子発現解析を援用した栄養診断等に関する研修が実施されている。

- ・ PDM 上、成果 1 と 2 の活動は分けられているが、実際にはこれらの活動は密接に関連して実施されている。大半の活動は計画通りに実施されているものの、最終結果を得るまでには、更に栽培試験が繰り返される必要があることから、成果 1 の全般的な達成状況と見込みは「中～やや高い」レベルにあると判断された。

3-3-2 成果 2

荒廃草原を植生回復させる転換工程が確立される。

(1) 指標達成状況の検証

指標 2-1 生物多様性に配慮した施肥方法が確立される。

下記のとおり、指標 1-2 はプロジェクト終了までに達成される見込みが高い。

- 1) DNA メタバーコーディング解析により、土壌細菌の群集構造解析がチビノンにて実施された。減肥栽培により土壌細菌の多様性を減少させることなく、ソルガムの収量を増加させることが示唆されている。
- 2) カティンガンで実施された同様な解析は、技術的な問題が発生したが、その後解決され継続されている。
- 3) 両サイトにおける植物種の多様性調査が実施され、生物多様性がシャノン=ウィーバー指標と重要度バリュー指標を使って評価された。
- 4) ソルガムが異なる堆肥処理、微生物の接種、窒素施肥条件下で栽培され、乾物生産量が窒素含量とともに測定された。この結果によれば、収量に大きく影響することなく、「イ」国農業省による推奨施用量の 75%程度まで減肥させることが可能であることが示唆されている。

指標 2-2 モデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して 20% 向上する。

(指標 1-2 を参照)

指標 2-3 確立された施肥方法が荒廃草原回復の技術ガイドラインに反映される。

下記のとおり、指標 2-3 はプロジェクト終了までに達成される見込みが高い。

- 1) 荒廃草原回復に関連した植物多様性にかかわるデータベースが構築された。
 - ・ 荒廃草原に生育する植物種〔チビノン、カティンガン、東ヌサトゥンガラ州 (NTT)〕
 - ・ ソルガムとの混作 (チビノン、カティンガン)
 - ・ 荒廃草原回復による CO₂ 吸収量の推測 (チビノン)
 - ・ ICABIOGRAD から入手した 41 系統の在来ソルガムの特性 (バイオマス、生産、糖分含量、リグニン含量など)
 - ・ アランアラン荒廃草原における植物の分子データ (トレウブ研究所)
- 2) カティンガンモデルサイトが立地する中部カリマンタン州の農業技術評価試験場 (DPTP) は、中央試験研究機関で開発された農業技術の地域適応と普及を目的とした機関であるが、ソルガム栽培の普及にも関心を示しており、本プロジェクトとも定期的に情報交換が行われている。

3) 栽培試験の結果に基づき、荒廃草原回復の技術ガイドラインが取りまとめられる予定である。

(2) 全般的な達成状況と見込み

- ・ 土壌細菌の群集構造解析とソルガム栽培試験の結果から、荒廃草原をソルガム栽培地に転換することで植生回復させることが可能であることが示唆されている。
- ・ ソルガム栽培の養分収支を解析するための土壌及び植物体分析技術の研修は 1 年目に実施され、技術移転は完了されている。
- ・ 成果 1 と同様、最終結果を得るまでに栽培試験・データ解析が繰り返される必要があり、成果 2 の達成度も「中～やや高い」レベルと判断された。

3-3-3 成果 3

育種による高発熱値を含むイネ科バイオマス植物が開発される。

(1) 指標達成状況の検証

指標 3-1 代謝工学の応用により、稲わらのリグニン含有量が現行品種に比べて 10% 向上する。

下記のとおり、指標 3-1 は間もなく達成される見込みが高い。

- 1) 分子育種的手法を用いたリグニン生合成の活性化により、日本側（京都大学）と「イ」国側（LIPI バイオテクノロジー研究センター）の双方において、リグニン含量増強イネが作出された。
- 2) リグノセルロース性状解析により、リグニンの含量は、野生株（日本晴種）の茎と比べて形質転換イネの茎で 53% 増加したことが確認された。この過程で、イネ科植物バイオマスに適したリグニン含量測定法が、「イ」国側で確立された。
- 3) リグニン含量が 10% 増加することで、バイオマスを燃焼させた時の熱量発生を 1 % 増加させることができると見込まれている。
- 4) 現在、更なるイネの分子育種実験により、リグニン生合成を制御する他の転写因子についても解析を進めている。また、並行して本研究で解析されたイネ遺伝子のオルソログが、シリコン分析によって進められている。

指標 3-2 代謝工学の応用により、稲わらの高発熱型リグニンの割合が現行品種に比べて 10% 増加する。

下記のとおり、指標 3-2 も間もなく達成される見込みが高い。

- 1) リグニン生合成を操作する分子育種的手法により、炭素含量が比較的高いグアイアシルリグニン及び p-ヒドロキシフェニルリグニンのイネ細胞壁における相対量が、それぞれ 22% 及び 11 倍増加された。リグニンの含量は、野生株の茎と比べて、形質転換イネの茎で 53% 増加した。
- 2) 本研究で解析されたイネ遺伝子のオルソログが、シリコン分析によって進められている。

指標 3-3 高発熱型リグニン含量が現行品種と比べて 10% 高いソルガムを選抜育種する。

下記のとおり、指標 3-3 は現段階で達成されておらず、更なる試験が必要である。

- 1) 研究チームは、多数の日本産と「イ」国産ソルガム品種のリグニン含量測定を行い、供試し

た全ソルガムの平均値と比べてリグニン含量が48%、27%高いソルガムを、日本と「イ」国それぞれにおいて見出した。リグニン高含量ソルガムのバイオマスは、発熱量の高いグアイアシルリグニンを多く含んでいた。

- 2) 現在、更に γ 線照射による変異育種を「イ」国のリグニン高含量ソルガム品種に適用し、バイオマス生産性向上が試みられている。温室でのポット試験と圃場栽培を併用した変異集団のスクリーニングによって、目的の形質を示すソルガム変異体獲得がプロジェクト期間内に達成される見込みである。
- 3) 「イ」国でのリグニン分析体制の構築には、機材と試薬不足のため時間を要している。また、 γ 線照射による変異育種〔 γ 線照射による変異体作出とその変異体（複数）からバイオマス生産の高い変異体の選抜まで含む〕には、専門家による支援が必要となっている。

(2) 全般的な達成状況と見込み

- ・ リグニン含量の増大と高発熱型リグニンの増強に資する標的遺伝子の発現制御に関する情報が初年度から蓄積されてきた。さらに、ソルガムについても日本・「イ」両国の多様なソルガム系統の中で、高リグニン含量を持つものを数種が特定された。これは、世界で初めて遺伝子情報を踏まえた高発熱型ソルガムの選抜育種に注力する基盤が構築されたことを意味する。従来リグニンの量を代謝工学的に増加させることにより、バイオマスの発熱量を増加させる取り組みも世界初の研究である。
- ・ 木質試料のリグニン含量測定法の一つであるチオグリコール酸リグニン定量法の「イ」国研究チームへの技術移転は完了している。現在、更にリグニンの芳香核組成分析法（チオアシドリス法、ニトロベンゼン酸化分解法）の技術移転が進められている。
- ・ 成果3に関連し、LIPi バイオテクノロジー研究センターから2名の招聘教員を受け入れ、リグニン分析手法及び植物のゲノム編集技術に関する技術移転、情報共有・意見交換が行われた。また、同センターより研究員1名を「イ」国の国費留学生として京都大学大学院農学研究科博士課程に受け入れ、本題目、特にリグニン代謝工学及びリグニン化学分析に関する研究指導が実施されている。
- ・ 高リグニン含量、高発熱型リグニン含量のイネの作出についてはほぼ目的が達成されているものの、高リグニン含量、高生産性のソルガム品種について、研究チームは活動を実施中である。この目標が、プロジェクト終了までに達成されるかどうかは現段階では明確でないところもあるため、成果3の達成度は「中からやや高い」レベルにあると判断された。

3-3-4 成果4

イネ科植物を用いたリグノセルロース系材料を生産するための環境に優しい技術が確立される。

(1) 指標達成状況の検証

指標 4-1 イネ科植物と天然接着剤を用いた内装用パーティクルボードの作成手法が確立される。

下記のとおり、指標 4-1 は間もなく達成される見込みが高い。

- 1) 下記2種類のパーティクルボードの研究開発が行われてきた。

種 類	研究開発の進展状況
ソルガムバガスとクエン酸	<ul style="list-style-type: none"> ソルガムバガスとクエン酸から成るパーティクルボードが開発され、基本的な製造条件が明らかにされた。サッカロースが接着剤の原料として加えられることにより、ボードの物理特性が格段に向上することが見出された。 得られたボードは優れた物性と耐生物劣化性を示し、内装用材料として利用できると考えられている。さらに、生産性の向上をめざす研究が続けられている。
アランアランとクエン酸	<ul style="list-style-type: none"> アランアランとクエン酸から成るパーティクルボードについて、基本的な製造条件が明らかにされつつある。 アランアランを用いたパーティクルボードは、ソルガムベースのボードに比べ、接着剤の違いにかかわらず物理特性は劣っていることがわかった。また、合成接着剤を使ったボードに比べ物理特性が劣ることから、クエン酸を使ったボードの品質改善についての研究が継続されている。

指標 4-2 木材とイネ科植物を原料とするパーティクルボードの物性が解明される。

下記のとおり、指標 4-2 も間もなく達成される見込みが高い。

- 1) 上記の結果に基づいて、木材と草本植物を用いたボードの製造条件と物性との関係が検討された。この結果、ソルガムバガスが、商業生産にはより適していることが判明している。
- 2) 商業生産に向けた製造装置の調査が開始されている。

指標 4-3 ソルガムバガスパーティクル残渣粉末の有効な利用方法が提示される。

下記のとおり、指標 4-3 はプロジェクト収量までに達成される見込みが高い。

- 1) 木質成形体に対するソルガムバガス残渣粉末の適応性を検討した結果、優れた物性を示す木質成形体を得られた。よって、残渣粉末は木質成形体の原料として利用できる可能性が示唆された。

指標 4-4 ソルガムペレットとバイオ燃料の作成手法が確立される。

下記のとおり、指標 4-4 が達成されるためには更なる試験が必要である。

- 1) 研究チームが進めてきたソルガムペレットとバイオ燃料の作成手法についての基礎的な研究は下記のとおり。

対 象	研究開発の進展状況
ソルガムペレット	<ul style="list-style-type: none"> パーティクルボード製造過程で発生するソルガムバガス残渣粉末を材料としたペレットが試作された。 「イ」国には、数社の企業が商業ベースでバイオペレットの製造を行っている。これらの会社はペレットの材料として木屑を使っているが、研究チームはソルガムバガスの残渣粉末を木質原料の代替とすることが可能かどうか調査している。チームは、スラヴェジにある会社を訪問し、試験製造が可能か議論を行った。この結果、商業ベースでの生産を行うためには、ソルガムバガスの残渣粉末をペレットに混合する際の品質についての基礎的な研究を継

	<p>続する必要性が明らかになった。</p>
バイオ燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・ スイートソルガムが、バイオエタノールの商業生産のための代替原料として可能性が高いことから、61 のソルガムバイカラー品種について、絞り汁生産と糖含量について評価された。このうち、41 品種がチビノン試験地で試験栽培された。絞り汁からエタノール生産するために、数種の出芽酵母を接種する試験が実施された。 ・ これまでにわかったことは、下記のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 出芽酵母 Y29 が、エタノール生産をするために最も適していること。 ➤ 尿素あるいはアンモニアの施肥は、エタノール生産量に影響しないこと。 ➤ エタノール生産を高めるために、追加の肥料投与は必要ないこと。 ・ ソルガムバガスの加水分解、そのエタノール生産への影響についての研究が継続される予定である。 ・ エタノール商業生産の可能性について検討するために、研究チームはジャカルタにある企業を訪問した。また、東ヌサトゥンガラ州マラカでスイートソルガムプランテーションにかかわる研究協力について話し合いを持った。

(2) 全般的な達成状況と見込み

- ・ ソルガムバガスを原料としてクエン酸やスクロースといった天然物質のみで木質材料を開発した事例は世界初とされる。一般に、天然系接着剤を用いた木質材料は合成系接着剤を用いた場合と比較して性能が低いことが問題となる。プロジェクト研究チームによって開発されたパーティクルボードは、ボード物性、耐蟻性（シロアリ耐性）及び耐腐朽性とも既存の合成系接着剤を用いた場合と同等の性能を示した。
- ・ パーティクルボードのほかに、研究チームはバガス残渣粉末を使ったソルガムペレット、スイートソルガムを原料とするエタノールなど、ソルガムを使ったバイオ製品生産の可能性を探究しているものの、これらの開発は初期段階にある。プロジェクトでは、商業生産に結びつけることをめざしているが、いずれも更に基礎的な研究が必要とされている。
- ・ 成果 4 の枠組みのなかで、研究チームは技術・経済分析とライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) という二つの分析を行っている。前者は、ソルガム製品（パーティクルボードとペレット）の市場性にかかわる検証を目的とし、後者はアランアラン荒廃草原をソルガム生産地に転換し、更にソルガム製品を製造、販売、消費する工程を検証したうえで CO₂ 排出削減の可能性を見積もることを目的として実施されている。両分析とも、本調査実施時点では準備段階にあり、必要な情報が収集されているところである。
- ・ ソルガムバガスとクエン酸によるパーティクルボードの基本的作製技術及び高性能化技術についての技術移転が、「イ」国の国費留学生として京都大学大学院に在籍していた若手研究者に対し実施された。この研究者は、博士学位を取得したあと LIPI バイオ材料研究センターに復帰し、本成果の研究の中心メンバーとして活躍している。また、短期研究員 1 名に対し、ソルガムバガスを原料とした木質成形体の作製及び評価技術の研修が実施された。
- ・ バイオ材料の開発に関して、特にパーティクルボードを中心に目覚ましい進展がみられるも

の、研究対象の技術が完全に確立し、商業ベースでの生産に結びつくためには更に活動を継続することが必要である。成果4の達成状況は「中程度」のレベルにあると判断された。

3-4 プロジェクト目標の達成見込み

プロジェクト目標の達成見込みは以下のとおり。

アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスイエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産技術が開発される。

(1) 指標達成状況の検証

指標1 アランアラン荒廃草原（プロジェクトサイト及びモデルサイト）において安定的なバイオマス作物生産が達成される。

指標1は達成される見込みが高いものの、最終的な結果を確認するために研究が継続される必要がある。

- ・ 2016年にプロジェクトが開始されて以来、チビノンとカティンガンにおいてソルガム栽培試験が3回実施され、異なるレベルの施肥、堆肥による矯正、バイオ肥料や混作、ソルガム品種の選定など、荒廃草原回復のための技術が検証されてきた。
- ・ すでに述べたとおり、これらの試験を通して、適正な施肥によってソルガムは順調に生育することが確認されている。これらの試験結果を見る限り、指標1はプロジェクト終了までに達成されることが見込まれる。
- ・ 一方、アランアラン荒廃草原におけるソルガム生産が、生物多様性やバイオマス生産に及ぼす長期的な影響については、本プロジェクトの枠組みを超えることから判断が難しい。最終結論を得るには、栽培試験が数年にわたり繰り返される必要がある。

指標2 バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料がライン生産される。

指標2の達成には更なる活動が継続される必要がある。

- ・ パーティクルボード生産の基本条件が明らかにされ、商業生産に向けた改良が試みられている。さらに、パーティクルボードやペレットを製造する企業の視察を通し、社会実装のための課題が明確にされてきた。
- ・ 指標にあるライン生産が可能な企業の候補は挙がっているものの、本調査時点ではそれが実現する目処は立っていないことから、本指標は達成されていない。

指標3 サイテーションインデックスに記載される論文数。

各研究チームによって発表、または発表準備されている研究論文は下記のとおり。研究チームが現状の割合で論文を発表できれば、指標3はプロジェクト終了時点で満足のいくレベルで達成されることが見込まれる。

指 標	進 捗
1	1) 発表済み：1 論文 (Arabidopsis responses to micronutrient deficiency as the fundamental knowledge for nutritional stress diagnosis) 2) 準備中：3 論文 (Metabarcoding analyses of soil microbial community structures in Indonesia and Japan; Technical report on the application of DNA fingerprinting to soil microbial analysis) 3) 計画段階：2 論文 (Plant nutritional stress diagnosis)
2	1) 準備中：2 論文 (Results from cultivation tests in Cibinong and Katingan; Analyses on micronutrient requirement by sorghum plants)
3	1) 発表済み：3 論文 (Bioengineering approaches to enrich lignin; Modify lignin aromatic composition in rice; Review paper on molecular breeding toward lignin valorization) 2) 準備中：4 論文 (Bioengineering to alter lignocellulose composition of rice; Utilization characteristics of transgenic rice lignocelluloses; Selective breeding Sorghum accessions for their applications to biorefinery processes)

指標 4 植生回復による二酸化炭素排出削減が見積もられる。

プロジェクトの計画によれば、CO₂ 排出削減・固定増加が LCA 手法を活用して見積もられる予定であるが、分析は準備段階にあるため本調査実施時点では指標 4 の検証はできない。

以下の項目が CO₂ 排出削減・固定増加に寄与することが想定されている。

- 化成肥料使用量削減による化石資源投入量の減少
- 炭素蓄積量の少ない荒廃草原から炭素蓄積量の多いバイオマス植物農地への転換による炭素固定量の増加
- 効果的な施肥条件の提示によるバイオマス生産性向上に基づく炭素固定量の増加
- バイオマスペレット使用による化石燃料使用量の削減
- バイオマスの発熱量増加による化石燃料使用量の削減とバイオマス生産農地必要量の削減
- 天然接着剤の使用による化石資源使用量の削減

(2) 全般的な達成状況と見込み

- 2016 年にプロジェクトが開始されて以来、四つの研究グループは技術の研究開発という面で大いに成果を出してきたといえる。一定数の研究論文が国際誌への投稿も含めすでに発表され、現在も準備が進んでいる。研究発表のための会議やセミナーが定期的開催され、プロジェクト内外の研究者や関係者が数多く参加し、研究結果が共有されてきた。
- 一方で、プロジェクト目標の達成度は、いまだ高いレベルには達していない。上述のとおり、指標 1 と 3 についてはある程度高い達成レベルにあるものの、指標 2 と 4 は低いか、評価困難という段階にある。周知のとおり、本プロジェクトは SATREPS であることから、研究成果を社会実装につなげることが重要な目標として含まれている。この目標を実現するためには、プロジェクトチームによる更なる努力を継続することが必要とされている。

- ・ もう一つの課題は、研究チーム間の調整が現状では十分に行われていないことである。成果間の連携が十分機能していないことから、それぞれの研究チームが出す成果が、直接プロジェクト目標の実現に結びつかないのではないかと懸念される。例えば、成果 1・2 の研究活動のためチビノンでソルガムの品種選定試験が行われていると報告される一方で、成果 3 の研究チームも高リグニン含量、高発熱型リグニン含量のソルガム品種を育成する活動が並行して実施している。これらの研究が別のプロジェクトであれば問題にはならないが、同じ目標に向かって実施されていることを考えると、研究チーム間の活動の調整がもう少し必要であったように観察される。現地調査中の関係者へのインタビューでも、それぞれの研究課題（成果）については十分理解されていても、必ずしもプロジェクト目標や上位目標が十分共有されていない面があると感じられることがあった。
- ・ 以上のような状況から、中間レビュー調査団として、プロジェクト目標の達成度は、「中程度」とであると結論づけた。現 PDM では、プロジェクト目標と一部の成果の指標が明確に設定されていないか、行われてきた活動を反映する内容となっていないので、これらを見直すことを提言に含めることとした。

3-5 実施プロセスの検証

3-5-1 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトは、図 3-1 で示した体制で実施されている。日本側は京都大学生存圏研究所が、「イ」国側は LIPI がプロジェクトのメイン実施機関となっていて、LIPI 生物多様性保全センター長がプロジェクトディレクター、LIPI 生物学研究センターの教授がプロジェクトマネージャーとしてアポイントされている。JICA から業務調整員が長期専門家として派遣され、「イ」国側との日常的なやり取りを行っている。

研究活動については、PDM の各成果（研究課題）に対して構成された日・「イ」国合同の研究チームによって実施されている。すなわち、成果 1 については LIPI 生物学研究センターと京都大学大学院農学研究科、成果 2 については LIPI 生物多様性保全センターと同研究科、成果 3 については LIPI バイオテクノロジー研究センターと京都大学生存圏研究所が、成果 4 については LIPI 生物材料研究センター・イノベーションセンターと同研究所の研究者がチームを構成し、それぞれの研究課題（成果）に沿った活動を行っている。

3-5-2 運営管理にかかわる会議とコミュニケーション

プロジェクト運営にかかわる意志決定を行う上部組織として、「合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）」が組織された。年間 1 回のペースで、これまでに 2 回会議がもたれた。JCC 会議のほか、SATREPS 会議が 2 回開催された。プロジェクト内外から多くの研究者が参加し、プロジェクトに関連する研究について共有、意見交換が行われている。プロジェクトチームは日本側の研究者が「イ」国を訪れる際には必ず集まり、活動実施にかかわる打合せを行ってきた。そのような会議は、これまでに通算 25 回開催されたことが報告されている。

プロジェクトチームの関係者の間では、研究活動を実施するために全般的に良い関係が構築されているとみられる。日本・「イ」国研究者の会議は頻繁にもたれ日本人研究者が「イ」国にいない間も、eメールや現地駐在する調整員を通して頻繁にコミュニケーションが行われていることが確認された。一方で、「イ」国側研究者間のコミュニケーションは、日本人研究者とのそれほど頻繁

でないことが現地調査中のインタビューで確認された。

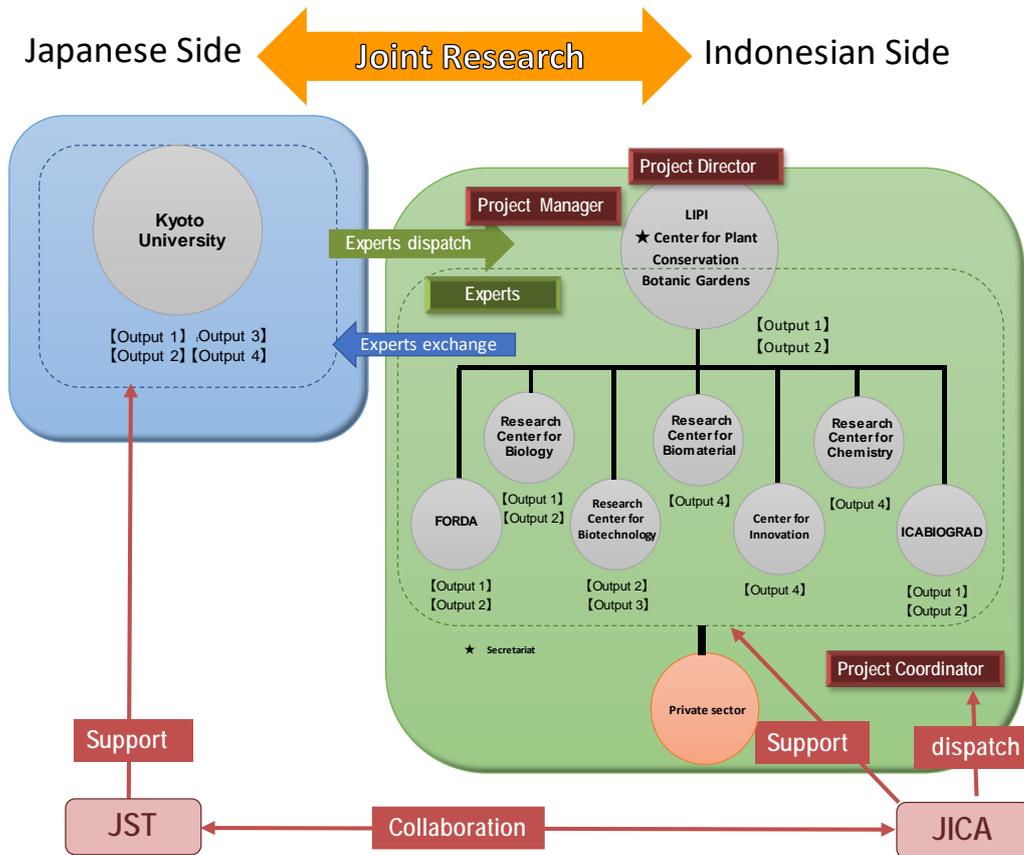


図 3-1 プロジェクト運営管理体制

第4章 5項目評価の結果

4-1 妥当性

以下の分析から、本プロジェクトの妥当性は引き続き「高い」と判断された²。

(1) 「イ」国政府の政策との整合性

本プロジェクトを取り巻く政策的な環境は、2015年9月に詳細計画策定調査が実施された時点から大きな変更は確認されていない。本プロジェクトに関係する主要な政策課題は、国家エネルギー戦略と持続可能な自然資源管理である。

一番目の課題について、「イ」国政府は石油への依存度を低下させるため、代替エネルギーや再生可能エネルギー利用を増加させることに重点を置いている。2014年に採択された「国家エネルギー政策」では新エネルギーと再生可能エネルギーの比率を2025年までに23%以上に、2050年までに31%以上に増加させる一方で、石油依存割合をそれぞれ25%、20%まで引き下げる目標を設定している。

二番目の課題について、政府は自然資源の持続的な利用と自然環境の保全に重点を置いている。5年ごとに改定される「国家中期開発計画 2015-2019年」では、「農業の生産能力及び生産性の改善を進める必要があり、このため取るべき戦略の一つとして未利用な荒廃地（marginal land）の活用がある」と述べられている。環境林業省によれば、「イ」国における荒廃地は、「限界地（critical land）」あるいは「劣化した土地（degraded land）」と分類され、そのような土地は2013年時点で全国に2,400万ヘクタール存在するとされる。本プロジェクトはこのなかでも全国に1,000万ヘクタールあるとされるアランアランを中心とする多年生草原の有効利用を通して、こうした開発課題に寄与することを目的に実施されている。

したがって、本プロジェクトは、「イ」国政府の開発政策に十分沿うものであり、その妥当性は高いといえる。

(2) ローカルニーズとの整合性

「イ」国では増大する人口と経済活動のため、人間活動が土地や自然資源に及ぼす圧力（負荷）が年々増加してきた。十分な食糧とエネルギーを賄うために、持続的で効率的な土地や自然資源利用の重要性がますます高まっており、この傾向は将来も続くことが予測される。非生産的なアランアラン荒廃草原を生産的な農地に転換し、バイオマスエネルギーとマテリアルの生産を増やす技術の開発をめざす本プロジェクトは、「イ」国国民のニーズに大いに沿うものである。

本プロジェクトはまた「イ」国側の実施機関となっている LIPI にとって重要である。LIPI は、「イ」国政府の国家開発政策に沿って研究プログラムを実施している。重点分野には、食糧・農業生産、エネルギー・再生可能エネルギー、生物多様性保全などが含まれる。本プロジェクトはこのような LIPI の重点プログラムに沿った内容で要請され形成された。同時に、若手研究員の能力強化が、LIPI のみならず「イ」国全体にとって重要な課題として認識されている。「イ」国には国際水準レベルにある研究者・科学者が相当数すでに存在しているものの、国家・国際プロジェクトを推進するにはその数はまだ十分でないといわれている。本プロジェクトではまとまった数

² 評価結果は、「高い」「やや高い」「中」「やや低い」「低い」の5段階で示した。

の若手研究者を日本におくるとともに、現場での OJT により各種の分析技術の向上に寄与していることから、「イ」国のローカルニーズに十分沿うものである。

(3) わが国の援助政策との整合性

日本国政府の「イ」国に対する援助政策は、プロジェクトが形成された当時から大きくは変更されていない。同国への国別援助方針は 2017 年 9 月に改定されているものの、基本的な政策に大きな変更はなく、下記 3 項目が重点分野（中目標）として設定されている。

- 1) 国際競争力の向上に向けた支援
- 2) 均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援
- 3) アジア地域及び国際社会の課題への対応力向上に向けた支援

本プロジェクトは、このうち 3 番目の目標への投入と位置づけられ、形成された。同様に、2018 年度 JICA 年間事業計画では、「気候変動・環境保全対策プログラム」の中のプロジェクトの一つと位置づけられている。このように、本プロジェクトは我が国の援助政策に沿って実施されていると言える。

(4) わが国による技術協力の優位性

日本は、イネのゲノム編集、メタゲノム分析、木材製品の自然接着剤利用など、本プロジェクトで対象とする技術・経験においては圧倒的な優位性を有している。また、JICA と国立研究開発法人科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency : JST）は世界中で本件の類似した目的の SATREPS プロジェクトを複数支援していることから、わが国が本プロジェクトを通して技術協力を行う優位性は高いと判断される。

4-2 有効性

以下の分析から、本件プロジェクトの有効性は、「中」レベルと判断された。

(1) 成果とプロジェクト目標の達成度

表 4-1 は、前章で述べた成果とプロジェクト目標達成度の評価結果を要約したものである。

表 4-1 成果とプロジェクト目標達成度の評価結果

項目	達成度・達成見込み
成果 1	中～やや高い
成果 2	中～やや高い
成果 3	中～やや高い
成果 4	中
プロジェクト目標	中

すでに述べてきたとおり、日本・「イ」国両メンバーによるプロジェクトを成功させるための熱

心な取り組みにより、四つの研究チームはそれぞれ技術開発にかかわる成果を出している。このような努力を継続することで、プロジェクト目標はプロジェクト終了までにある程度のレベルで達成されることが見込まれる。しかしながら、多くの活動ははまだ実施途上であることから、現段階でそれがどの程度のレベルになるのか結論づけることは難しい。いずれの研究チームも、最終結果を得るまでにまだ時間を要するものと判断される。

また、成果（研究課題）間の調整不足が、プロジェクト目標の達成に影響を及ぼす可能性もある。SATREPS プロジェクトとして重要な点は、研究結果を PDM で設定された上位目標にどうつなげることができるかという点（社会実装の実現）にある。この点をすべてのプロジェクトメンバーが十分理解すべきである。

(2) 成果とプロジェクト目標の因果関係

アランアラン荒廃草原をバイオマスエネルギーとマテリアルの生産的な農地に転換するための必要なすべての技術を網羅できるようプロジェクトはデザインされた。すなわち、荒廃地の植生回復のための手順、施肥方法の確立（成果 1・2）、必要となる作物（ソルガム）の新品種を選定・開発（成果 3）、生産したバイオマスを使った加工製品を生産するための技術を開発することである。このためには、PDM で設定された四つの成果はいずれもプロジェクト目標の実現に必要であり、成果とプロジェクト目標の論理関係に問題はないと考えられる。一方で、各研究チームがめざしている技術の確立にはいずれも相当な時間と労力を要することから、5 年間の単独プロジェクトでこのようにすべての技術を網羅することをめざしたことは、ある意味では大変野心的であった面もあるように見受けられる。例えば、成果 3 で取り組まれているような作物新品種の作出には通常、長い時間を要するものであるため、成果 3 で作出された品種を成果 1・2 で開発される手法の対象とすることを、一つのプロジェクトの枠組みにおいて想定することには無理があった。この意味で、成果 1・2 と成果 3 の活動には実質的なつながりがなく、これが成果間の連携を難しくさせている原因の一つとなっているとも考えられ、プロジェクトデザインには多少の問題を抱えていたことを指摘できる。

(3) 外部条件の影響と予測されなかった促進要因・阻害要因

成果からプロジェクト目標に至る外部条件として、「リグノセルロース由来の製品を製造する企業との連携が遅れない」ことが挙げられていた。すでに述べたとおり、研究チームはパーティクルボードやペレットをライン生産（商業ベースの試作）に協力できる企業を特定する努力をしてきた。これまでにいくつかの候補が挙げられているが、中間レビュー調査の段階ではそれが実現する目処は立っていない。したがって、この外部条件はプロジェクトに実際に影響を及ぼしていることが確認された。

4-3 効率性

以下の分析により、本プロジェクトの効率性は「中～やや高い」レベルと判断された。

(1) 「イ」国側からの投入

C/P 研究員の配置、必要施設・機材の提供（分析ラボ、試験圃場など）、国内活動費が「イ」国側からの主要な投入であった。合計 66 名の研究員が、プロジェクト C/P として登録され、さまざま

まな分野でプロジェクト関連活動に従事している。C/P 研究員全員が LIPI の別の研究との兼務なので、プロジェクトへの関与度合は研究員によって異なる。また、LIPI の既存のラボ施設と機材が必要に応じ種々の分析に提供されている。したがって、プロジェクトは「イ」国側のすでにある人的、物的資源を有効活用することで実施されており、これは効率性を高める要因といえる。しかしながら、中間レビュー調査では「イ」国政府の予算が十分でないことから、分析用試薬をはじめ、多くの消耗品が JICA 予算によって入手されていることも確認された。

これらの事実から、「イ」国側の投入の効率性は「中」程度と判断された。

(2) 日本側からの投入

本プロジェクトに対する日本側からの投入は、専門家（研究者・業務調整員）の派遣、6 名の LIPI 研究者への本邦研修の実施、ローカルコストの負担などであった。一部の消耗品（下記 (3) 参照）を除いて、大半の投入は計画通りに行われたことから、効率性はおおむね高かったと判断された。特に、本邦研修に参加した若手研究員は、プロジェクト活動に大いに貢献しており、効率性を高める要因となっているといえる。

(3) 消耗品調達についての課題

ラボに必要な試薬やガラス器具、単純な機器など消耗品が、発注から実際に入手できるまでに多大な時間がかかる事態が常態化していて、プロジェクト開始直後より運営上の大きな課題となってきた。問題に対処するため、プロジェクトチームはさまざまな手段を講じてきたが、問題解決には至っていない。これはプロジェクトの想定外の要因として効率性を損ねている。

(4) 京都大学と LIPI の長期にわたる研究協力

京都大学と LIPI は、2016 年に本プロジェクトが始まる前より、共同研究の長い歴史があり、良い関係が構築されていた。このような関係を通して、相互理解と信頼関係が出来上がっており、このことがプロジェクトの効率的な実施に大いに貢献しているといえる。

(5) 外部条件の影響

PDM では、活動が成果に結びつくための外部条件として、「①研究者の異動が頻繁に起こらない、②実験圃場が旱魃や森林火災などで被害を受けない」という 2 点が挙げられていた。これらにかかわる影響は特に報告されていないので、外部条件としての影響は今のところ現実化していないと言える。

4-4 インパクト

インパクトを予測することは時期尚早ながら、プラスのインパクトが期待される。

(1) 上位目標実現の見込み

プロジェクト目標が終了までに成功裏に達成されれば、「『イ』国における革新的バイオエネルギー及びマテリアル生産技術によって持続可能な社会の構築モデルの開発」という上位目標が数年後に実現することが想定される。多くの活動が現在実施中であることから、現段階でその実現可能性を予測することは困難である。また、現 PDM には上位目標のための指標が設定されてい

ないので、終了時評価調査、事後評価調査に向け、適切な指標を設定する必要がある。

また、プロジェクト目標が上位目標に結びつくための外部条件として、「『イ』国政府のエネルギー政策が大きく変更されない」ということが挙げられているが、これ以外にも次に挙げるようないくつかの外部条件があることが想定される。

- ・ ソルガムがバイオマス生産の有望な材料として広く受け入れられる。
- ・ ソルガムの栽培と生産が、市場のニーズを満たすために大きく増加する。
- ・ プロジェクトによって開発されたソルガム品種が正規に登録され、種子市場で販売されるようになる。
- ・ アランアラン草原など荒廃地を生産的な農地に転換する機運が高まる。

プロジェクト目標が達成されたあと上位目標の実現にはこれらの要因が関与してくることが想定される。

(2) 波及効果

プロジェクト研究チームは、中部カリマンタン州農業技術評価試験場（DPTP）と良好な関係を構築していることが確認された。DPTP は、新しい農業技術を農家に伝達・普及する役割を担う機関である。彼らは新しい作物としてソルガムの展示栽培を行うことに関心を示しており、作物を一般農家に広めてゆくための出発点となり得る。

(3) 負のインパクト

これまでのところ、負のインパクトは特に報告されていない。また、このあとも発生する可能性は認められない。

4-5 持続性

以下の観察・分析から、持続性の見通しは「中」レベルと判断された。

(1) 政策・制度・組織面

「4-1」で述べたとおり、本プロジェクトは、「イ」国政府のエネルギーや自然資源管理にかかわる政策に沿って形成され、実施されてきている。現行の政策が大きく変更されない限り、プロジェクト成果の持続性は高いレベルで確保されると判断される。また、プロジェクトは LIPI の全体的な研究計画に沿って実施されているので、プロジェクト終了後も LIPI は関連した研究を継続することが見込まれる。

(2) 財政面

「イ」国政府は国家開発政策において科学技術振興の重要性を認識しており、この政策が維持される限り、一定レベルの研究活動予算は確保されると見込まれる。しかしながら、本プロジェクトに関連する研究に対して、日本側からの支援が行われている現在と同レベルの予算が確保されるかどうかは定かではなく、また政府予算は常に世界経済や国の全般的な財政事情に影響されるものなので、財政面の持続性は「中」レベルと見込まれる。

(3) 技術面

「イ」国 C/P 研究員が得た知識や技術は、彼らが「イ」国で関連する職務に従事する限り、将来にわたり役立つことが期待できる。プロジェクトを通して、さまざまな分野の分析技術が先進機材とともに LIPI のラボに導入された。現地調査でインタビューを行った大半の研究員は、新しく導入された機材については日本側のサポートがなくとも自信をもって操作することができるという回答した。多くの分析技術・機材は、プロジェクト関連だけでなく、他の研究活動にも応用できる汎用性のあるものである。したがって、技術面での持続性は高いと判断される。また、すでに何度も述べてきたように、プロジェクトは若手の研究員に研究の基礎を獲得させるとともに、国際的な学術研究活動の場を経験する貴重な機会を提供している。彼らが、今後も研究者としての能力を高め、国際的な視点から、「イ」国の科学技術の発展に貢献し続けることが期待される。

第5章 結論と提言

5-1 結論

中間レビュー調査団は、現地視察やプロジェクトメンバー（日本・「イ」国研究員）、政府職員、その他関係者からの聞き取りなど一連の調査を行い、評価に必要な情報を収集した。この結果、本プロジェクトは、すべてのメンバーによる熱心な努力により、おおむね計画通り進められていることが確認された。プロジェクト実施過程で、LIPI 研究員と研究所としての能力が大幅に向上されていることは留意されるべきである。インタビューを行ったすべての若手研究員が、日本人研究者とともに働く機会が得られたことを大いに賞賛していた。かれらの多くはそれぞれの分野で研究活動を続けたいとの意向を示していた。さらに、改修・改善された LIPI の研究施設や機材、特にボゴール植物園のトレウブ研究所は、将来にわたり「イ」国における関連分野の研究活動に大きなインパクトをもたらすことが見込まれる。これらはプロジェクトの重要な成果といえる。

一方で、プロジェクトはいくつかの課題を抱えていることもまた事実である。SATREPS プロジェクトであることから、研究を行い、論文を発表することが到達点ではない。研究成果の社会実装は、SATREPS プロジェクトのもう一つの重要な点である。この意味で、プロジェクトは最終目標にはまだ遠い位置にあるといえる。そこで中間レビュー調査団はプロジェクトがより良い方向に向かうよう、下記の提言を行った。

5-2 提言

(1) プロジェクトチームに対して

1) 上位目標及びプロジェクト目標の明確化と関係者全員の共有化

- ・ 現 PDM (Ver. 1.2) では、活動と成果、及びプロジェクト目標の論理的なつながりにおいて重複や矛盾がみられる。また、上位目標の指標が未設定であるので、その設定と併せて PDM の修正を付属資料 4 のとおり提案する。
- ・ 論理のつながりを明確にすることによって、本プロジェクトにおける各研究成果がプロジェクト全体として、「イ」国の関連国家政策（低炭素社会の実現に向けた目標達成）に対してどのような貢献を果たすのか、関係者全員が共有し、プロジェクト目標達成に向けた各自の責任を強く認識したうえで研究を進めるよう提言する。

2) 上位目標の実現に向けて

- ・ プロジェクト成果が、環境、エネルギー、農業開発など「イ」国の関連政策に反映されることを改定 PDM の上位目標の指標として設定することを提案したが、これを実現するために、各分野の責任機関〔LIPI 科学技術開発研究センター (PAPPIPTEK)、インドネシア国家開発計画省 (Indonesian Ministry of National Development Planning : BAPPENAS)、FORDA〕国家エネルギー委員会、同協議会、農業局など〕との連携・調整が強化される必要がある。

3) 研究者間の連携強化

- ・ 各研究チームはそれぞれの研究目標をよく理解し、日本・「イ」国双方の研究者が協力して研究は実施されているが、成果（研究チーム）間の協力関係は必ずしも緊密ではなく、これがプロジェクト全体で何を目標としているかについての共通理解を妨げる原因になっているように見受けられる。そこで、日本・「イ」国の研究者同士及び研究チーム間のコミュニケーションの機会を増やし、全体でプロジェクト目標を共有しながら研究活動を進めること

を提案する（例えば、チームリーダー会議や技術ワーキンググループ（TWG）の設置と定例化など）。

4) バイオエネルギー製造研究の促進

- ・ 成果4のバイオエネルギー製造にかかわる研究（バイオペレット・燃料）は、全体的に計画より遅れているので、プロジェクト目標達成に向けて次の研究を強化・推進することを提言する。
- ・ バイオペレットの発熱量は、ソルガムの水分含量や製造温度、混合する木質材料の種類や混合率などの製造条件によって異なるので、詳細な製造条件の検討を行うことが重要である。そのためには、十分量のソルガムが提供可能な栽培を行うなど、研究チーム間の連携を強め、プロジェクト後半に向けて研究の活性化を図っていく必要がある。

5) 異なる気象条件や土壌環境下でのソルガム栽培試験のスケールアップ

- ・ アランアラン荒廃草原におけるソルガムの栽培試験は、チビノンとカティンガンの両サイトで比較的小規模に実施されているが、「イ」国におけるさまざまな地域に適した栽培技術を開発するために、実証試験を更に大規模にまたその他の異なる気候や土壌環境の地域でも実施する必要がある。
- ・ 同時に、生育データやバイオマス生産に加え、病害虫等のデータを収集することも重要である。そのような試験サイトとして、ソルガム利用に関心を示している、スラバヤのペレット生産企業から申し出を受けた実証試験への協力を検討することを提案する。

6) 持続性研究の強化

- ・ 本プロジェクトでは、「イ」国の低炭素社会の実現に貢献することを上位目標と設定している。そのためには、LCA等の経済評価を行うことが重要であるので、この分野で実績や経験の深い日本の研究者をメンバーに加えて、「イ」国側の研究者とともに研究を強化することを提言する。
- ・ また、社会実装に向けて以下の検討を行うことを提案する。
 - － エネルギー生産の観点において、一定量の生産が可能となるようなソルガムの栽培時期と収穫量に関する経済分析や、効率的・経済的に原材料が入手可能な地理的利便性等を考慮したうえで出口戦略を検討する。例として、（企業が）所有するプランテーションで生産したソルガムをバイオマスマテリアルに加工する、若しくは農家からソルガムを買い取ってバイオマスマテリアルに加工するなど、いくつかのパターンを検討することが挙げられる。
 - － どのような形のビジネスモデルをめざすのか、ソルガムの廃棄物処理と荒廃草原回復にあたり、バイオマスマテリアルをどのような加工にするのか（ペレット、チップ、パーティクルボード、ガス化等）シミュレーションにより比較してどれが一番適性なのか検証する。

7) 研究者及び研究機関加入の手続きの明確化

- ・ 研究者や研究機関の研究チームへの参加や退任にあたっては、JCCで了解したうえでJICAとJSTに対して正式に手続きをとることを提案する。

(2) 「イ」国側研究者（C/P）に対して

- ・ 成果1と成果2については別々のチームで研究を行っているが、研究内容等に重複する部分

がみられる。実施上は問題ないとしても、プロジェクトとして全体の成果をまとめる際は、どの研究結果が成果1と成果2に結びつくのか、明確に分けて示す必要がある。

- ・ 「イ」国の低炭素社会の実現のための社会実装に向けて、LIPI イノベーションセンターが主体となってより積極的に民間連携を進めていくことが重要である。
- ・ 本プロジェクトにかかわる研究活動を行うためのC/P予算を十分確保できるよう、LIPI長官がより積極的な役割を果たすことを提案する。同時に、各研究員が追加の予算を確保するための更なる努力をすることを提言する。
- ・ JICAにより供与された機材は全般的によく管理されているものの、研究の活性化を図り、使用頻度を更に高めることを提案する。また、使用日誌を準備し、使用実績がわかるようにしておくことを提案する。

(3) 日本側研究チームに対して

- ・ 試薬の輸入及び免税手続きに予想以上の日数を要することがあることを踏まえ、研究に支障が生じないようにあらかじめ必要な試薬等の購入手続きを計画的に進めることを念頭に研究計画を立案するようにC/P研究者を指導することを勧める。
- ・ プロジェクトは、民間連携に向けて今後ビジネスマッチングの実施を予定しているが、日系企業のニーズ調査や情報収集、及び広報活動についてはJICA インドネシア事務所や独立行政法人日本貿易振興機構（Japan External Trade Organization : JETRO）とも相談しながらより効果的に実施することを勧める。

(4) インドネシア政府に対して

- ・ PCプライマーやジオキサン等の試薬の輸入、及び免税手続きが予想以上の日数を要することがあり、プロジェクト活動の進捗に影響が出ている。プロジェクトチームはこの問題に対処すべく努力しているが、具体的な改善には至っていない。これらの手続きに関し、「イ」国政府として迅速化に向けた処置をとることを強く要望する。

5-3 団長所感

SATREPS 課題の中間レビューの目的は、プロジェクト前半の各研究活動の進捗状況や達成状況を確認し、プロジェクト目標の達成に向けて、残り期間で何をどのように進めていくかを関係者全員で確認し共通認識とすることである。そのうえで、各研究活動担当者がプロジェクト後半の自らの活動の方向性を明確にして、必要な場合には研究を見直しを行い、後半の研究活動を通じてプロジェクトの目標達成に貢献することが期待されるのである。その観点から、以下の所感を述べたい。

1. SATREPS 「低炭素社会の実現に向けた先進的エネルギーシステムに関する研究」としてのプロジェクト目標の明確化

アランアランが広がる荒廃草原をリグニン含量が高い高発熱型ソルガムと熱帯果樹の混植栽培農地に変更し、植物によるCO₂の固定を高め、ソルガム生産物、特に茎をパーティクルボードやバイオペレットなどの燃料にして、結果的に化石燃料の消費を減らして低炭素社会の実現に貢献するための技術開発とその実用化を行うというプロジェクト目標がこれまで必ずしも明確になっておらず、共通認識に至っていなかった。本中間レビューにおいて、プロジェクトの研究者と評価団の間で議論を

深め、結果として PDM のプロジェクト目標や成果と活動の関係を見直しして論理的構成とし、上位目標を新たに設定することによって、この点を明確にすることができたといえる。これによって、各活動担当者が自らの役割を自覚し、プロジェクト目標達成に向けてどのように貢献するかが見えるようになった。2018 年 11 月 23 日に開催した第 3 回 JCC で承認されたので、今後プロジェクト内で議論を深め、所期の目標の達成に向けた活動が促進されることが期待される。

2. 日本側と「イ」国側双方の研究者間の連携の緊密化と研究代表者のリーダーシップに対する期待
各研究者がそれぞれの研究課題を独自に遂行しており、その分チーム内や日本側と「イ」国側の議論不足や他人任せのような振る舞いが中間レビュー調査を通じて明らかとなった。これには、上記 1 に書いたように、プロジェクト目標や上位目標の共通認識がそれほどなかったことが原因していたともいえる。PDM は改定したものの、目標達成に向けて各研究者が実際に何をどのように活動していくかは、関係する研究者全員が自らの研究成果を持ち寄り、互いに真摯に議論することによって初めて理解でき、行動できることである。その意味で、研究者自らが PDM に立ち返って互いに議論を深めるとともに、研究代表者には強いリーダーシップを発揮していただいて両国の研究チーム全体をまとめ、連携強化に努めていただきたい。

3. 異なる気象条件や土壌環境下でのソルガム栽培技術の確立

「イ」国のアランアラン荒廃草原は、それぞれプロジェクトサイトやモデルサイトとしているチビノンとカリマンタン中央部のカティンガンのほかに、東ヌサテンガラ州の半乾燥熱帯条件下にむしろ広く存在していることが調査の中で明らかとなった。本プロジェクトは、「イ」国の低炭素社会の実現に向けた貢献が期待されており、「イ」国をカバーする異なる気象条件や土壌環境下でのソルガムの持続可能な栽培技術の検討と炭素収支の基礎データをとることが重要である。栽培試験においては圃場試験として必要な面積と種子を十分確保したうえでに行い、ソルガムの生育だけでなく病害虫の発生等についてもデータを蓄積していくことが、プロジェクト目標の指標として追加された「技術ガイドライン」に活かされるものと思われる。なお、半乾燥熱帯地帯で栽培化されたソルガムがカリマンタン中央部のように湿潤熱帯の泥炭地でどのような生育特性を示すのか明らかにすることは、学術的にも興味のあるところである。

4. 高発熱型ソルガムの育種の位置づけの明確化

初めの計画では γ 線照射による変異誘導技術によって高発熱型ソルガム（高リグニン含量）を作出し、その栽培技術を確立する計画であった。しかし、本中間レビュー調査において、高発熱型ソルガムの作出がまだなされておらず、したがって種子も生産できないため、プロジェクト期間内での圃場での栽培研究は難しいことが明らかになった。既存品種の栽培試験によってリグニン含量の向上とバイオマス生産の関係はトレードオフの関係ではないかと疑われるデータが得られていた。このような状況から、この育種研究を SATREPS プロジェクトでどのように位置づけ、今後何をめざしていくのか、明確にする必要がある。

5. 持続性研究の強化

リグニン含量が通常の品種より高く高発熱型といわれるソルガム品種を作出し、アランアラン荒廃草原で栽培して、種子は食料とし、茎は乾燥後パーティクルボードの生産とその残渣をペレット化し

燃料として利用する。一方では、茎の汁液を絞って発酵基質としてクエン酸（パーティクルボード生産の接着剤としての利用可）等の生産に利用し、バガスはボード生産に、またはペレット化して活用する。本プロジェクトはこのような社会の状況を作り出していわゆる石油資源への依存を減らして低炭素社会の実現に貢献することを狙っている壮大な構想といえる。炭素収支やエネルギー収支の観点からソルガムの栽培、利用について、栽培地からの搬出や加工場までの輸送なども含めるとさまざまなシナリオを描くことができる。それぞれのシナリオについて収支を検討することが求められるが、そのためには LCA 手法等を活用するなどして、スケールを勘案したシナリオ分析を行うことが必要になる。そのような研究者をメンバーに加えて研究を強化し、加速化させることが重要であると考え

付 属 資 料

1. 協議議事録・合同評価報告書
(Minutes of Meeting & Joint Mid-Term Review Report)
2. 評価に用いた PDM (Ver. 1.2)
3. 評価グリッド (日本語)
4. PDM の変更提案
5. 提言に基づく PDM (Ver. 2.0)
6. 面談議事録

MINUTES OF MEETING
ON
THE JOINT MID-TERM REVIEW REPORT
ON
THE PROJECT FOR PRODUCING BIOMASS ENERGY AND MATERIAL
THROUGH REVEGETATION OF ALANG-ALANG FIELDS

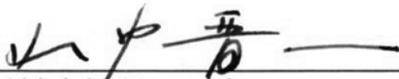
The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) dispatched the Mid-Term Review Team (hereinafter referred to as “the Japanese Team”), headed by Dr. Shuichi Asanuma, to the Republic of Indonesia (hereinafter referred to as “Indonesia”) from 14 August to 23 November 2018, for the purpose of conducting the Mid-Term Review for the Project on the Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang Fields (hereinafter referred to as “the Project”) in accordance with the Record of Discussions on the Project.

The Joint Mid-Term Review Team, which consists of members from the Japanese Team and the Indonesian Mid-Term Review Team (hereinafter referred to as “the Indonesian Team”), headed by Prof. Dr. Sulaeman Yusef M. Agr., was jointly organized for the purpose of conducting the Joint Mid-Term Review and preparation of necessary recommendations to the respective Governments.

After evaluation and analysis of the activities and achievements of the Project, the Joint Mid-Term Review Team prepared The Mid-Term Review Report (hereinafter referred to as “the Report”), which was presented to the 3rd Joint Coordination Committee (hereinafter referred to as “the JCC”) meeting.

The JCC accepted the Report and agreed to recommend to the respective governments the matters referred to in the Report attached hereto.

Bogor, 23 November 2018



Mr. Shinichi Yamanaka
Chief Representative
Indonesia Office
Japan International Cooperation Agency



Dr. Didik Widyatmoko, M. Sc.
Director, Center for Plant Conservation
Botanic Gardens
Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
The Republic of Indonesia

The Attached Document

1. The Joint Mid-Term Review Team presented the Report shown in the ANNEX 1 to the 3rd JCC.

ANNEX 1: The Joint Mid-Term Review Report

The End of the Document

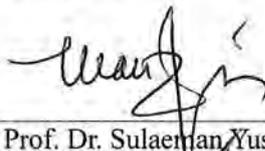
**JOINT MID-TERM REVIEW REPORT ON
THE PROJECT FOR PRODUCING BIOMASS ENERGY AND
MATERIAL THROUGH REVEGETATION
OF ALANG-ALANG FIELDS**

November 23, 2018



Dr. Shuichi Asanuma
Team Leader (JICA)

Senior Advisor
Japan International Cooperation Agency
Japan



Prof. Dr. Sulaeman Yusuf
Team Leader (Indonesia)

Director
Research Centre for Biomaterials
Indonesian Institute of Sciences
Indonesia

CONTENTS

ABBREVIATIONS AND ACRONYMS

List of Annex.....	3
1. Introduction.....	1
1.1 Purpose of Mid-term Review Study.....	1
1.2 Members of Joint Mid-term Review Team	1
1.3 Procedures and Schedule for Review Study	2
1.4 Methodology for the Review Study	2
1.4.1 PDM used for the Review.....	2
1.4.2 Points for the Review.....	2
2. Outline of the Project.....	4
2.1 Background of the Project.....	4
2.2 Outline of the Project (Narrative Summary of PDM).....	4
3. Accomplishment of the Project.....	6
3.1 Summary of Inputs.....	6
3.2 Accomplishment of Activities.....	7
3.3 Achievement of Project Outputs	7
3.3.1 Achievement status of Output 1.....	7
3.3.2 Achievement status of Output 2.....	9
3.3.3 Achievement status of Output 3.....	10
3.3.4 Achievement status of Output 4.....	11
3.4 Achievement of Project Purpose (Prospect).....	13
3.5 Examination of Project Implementation Process	15
4. Evaluation results by Five Criteria	18
4.1 Relevance.....	18
4.2 Effectiveness	19
4.3 Efficiency.....	20
4.4 Impact.....	21
4.5 Sustainability.....	22
5. Conclusion and Recommendations.....	24
5.1 Conclusion	24
5.2 Recommendations.....	24



List of Annex

- ANNEX I: Schedule of Joint Mid-term Review Study
- ANNEX II: Evaluation Grid for Mid-term Review
- ANNEX III: Project Design Matrix (PDM) Ver. 1.2 (used for review)
- ANNEX IV: Inputs from Indonesia
- ANNEX V: Inputs from JICA
- ANNEX VI: Summary of Activities undertaken from July 2016 to October 2018
- ANNEX VII: Proposed Modifications on PDM
- ANNEX VIII: PDM Ver. 2.0 (Proposed)

Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.

ABBREVIATIONS AND ACRONYMS

ABS	Access and Benefit Sharing
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
ARIS	Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis
BAPPENAS	Indonesian Ministry of National Development Planning
CBD	Convention on Biology Diversity
COP	Conference of the Parties
CTAB	Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
DPTP	Assessment Institute for Agricultural Technology
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FORDA	Forestry Research and Development Agency
GDP	Gross Domestic Product
GEF	Global Environmental Facility
GHG	Green House Gas
ICABIOGRAD	Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development
IDR	Indonesian Rupiah
InaCC	Indonesian Culture Collection
JCC	Joint Coordinating Committee
JICA	Japan International Cooperation Agency
JST	Japan Science and Technology Agency
LCA	Life Cycle Assessment
LIPI	Indonesian Institute of Sciences (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)
MAT	Mutually Agreed Terms
MTR	Mid-Term Review
ODA	Official Development Assistance
OVI	Objectively Verifiable Indicator
PCR	Polymerase Chain Reaction
PDM	Project Design Matrix
PIC	Prior Informed Consent
PO	Plan of Operation
RAN-API	Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim
RAN-GRK	Rencana Aksi Nasional penurunan emisi Gas Rumah Kaca
R/D	Record of Discussions
RISTEK	Ministry of State for Research and Technology, Indonesia (Kementerian Riset dan Teknologi)
RKP	Rencana Kerja Pemerintah
RPJMN	National Medium-Term Development Plan Mid-Term (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional)
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development
SPAD	Soil-Plant Analytical Development
NTT	Nusa Tenggara Timur



1. Introduction

The Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang Fields (hereinafter referred to as “the Project”) has been implemented as a SATREPS project since July 2016 for the duration of five years by Kyoto University and Indonesian Institute of Sciences (LIPI) with support of Japan International Cooperation Agency (JICA) and Japan Science and Technology (JST). Since the Project has approached the halfway point, the Mid-Term Review (MTR) study has been conducted jointly between Government of Indonesia and JICA/JST to review the status of the Project progress and discuss necessary measures to be taken during the remaining implementation period.

1.1 Purpose of Mid-term Review Study

The objectives of the Mid-term Review were to:

- 1) Review the achievement and implementation process of the Project based on the Project Design Matrix (PDM) and the Plan of Operation (P/O);
- 2) Evaluate the Project according to five evaluation criteria, namely, Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact and Sustainability;
- 3) Clarify issues/concerns for the remaining period of the Project and discuss on the measures to be taken;
- 4) Make suggestions and recommendations for the latter period of the Project; and
- 5) Compile a Joint Mid-term Review report.

1.2 Members of Joint Mid-term Review Team

The Joint Mid-term Review team consisted of the following members;

(1) Indonesian members

Name	Title	Role in the Team
Prof. Dr. Sulaeman Yusuf M. Agr.	Director, Research Center for Biomaterials Indonesian Institute of Sciences	Team Leader/ Evaluation
Prof. Dr. Ir. Ibnu Maryanto M.Si.	Researcher in Zoology Division, Research Center of Biology, Head of Plan, Monitoring and Evaluation, PME for Deputy of Life Sciences, Indonesian Institute of Sciences	Member/Evaluation

(2) JICA mission members

Name	Title	Role in the Team
Dr. Shuichi Asanuma	Senior Advisor, Rural Development Department, JICA	Team Leader
Dr. Atsushi Tsutsumi	Research Supervisor, Department of International Affairs, JST	Research Planning
Dr. Keisuke Kosaka	Senior Associate Research Supervisor, Department of International Affairs, JST	Research Planning
Ms. Natsumi Saito	Department of International Affairs, JST	Research Planning
Ms. Chisa Togo	Assistant Director, Team 1, Group 1, Rural Development Department, JICA	Cooperation Planning
Mr. Atsushi Suzuki	Senior Consultant, A&M Consultant Co., Ltd.	Evaluation Analysis

1.3 Procedures and Schedule for Review Study

The procedures taken for the review study are based on the *JICA Guidelines for Project Evaluation* (revised in 2010), using the latest version of PDM, attached as ANNEX III, that was a summary table describing the outline of the Project. The field study was conducted from November 7 to 25, 2018 which detail is shown in ANNEX I. The following activities were carried out during the study period.

(1) Preliminary work and preparation of an Evaluation Grid

Before commencing the field study, an Evaluation Grid was prepared based on the existing documents related to the Project, which summarized evaluation questions and study points for the review. The Grid was shown in ANNEX II.

(2) Field study

While the Evaluation Team conducted the field study, the MTR team visited project sites and carried out a series of interviews and discussions with the Project Team members (Japanese Researchers/Experts and Indonesian counterpart (C/P) researchers/personnel) and other stakeholders to collect necessary data and information. The PDM and P/O were reviewed, and the MTR team made recommendations on modification of them based on findings and discussions during the study.

1.4 Methodology for the Review Study

1.4.1 PDM used for the Review

The MTR team conducted the review exercise referring to the latest version of PDM (Ver. 1.2) that was approved by the members of Joint Coordination Committee (JCC) in the 1st meeting held on July 10, 2017. The PDM used for the review (evaluation) is shown in ANNEX III.

1.4.2 Points for the Review

The results were examined with particular attention to the following points:

(1) Achievement and Implementation Process of the Project

Degree of the Project achievement including Inputs (both from Indonesian and Japanese sides), Activities, Project Outputs and Project Purpose was assessed with reference to Objectively Verifiable Indicators (OVIs) stated in the PDM. The process of the Project implementation was assessed from the viewpoints of project management.

(2) Evaluation with five evaluation criteria

In addition to assessment of achievement and implementation process of the Project, the MTR team assessed the Project performance from the viewpoints of five evaluation criteria described in Table I-1.



Table 1-1: Five Evaluation Criteria for the Mid-term Review

Criteria	Description
Relevance	A criterion for considering the validity and necessity of the Project regarding whether the expected effects of the project will meet with the needs of target beneficiaries; whether the contents of the Project is consistent with policies of the Indonesian government; whether the Project strategies and approaches are relevant, etc.
Effectiveness	A criterion for considering whether the implementation of the Project has benefited (or will benefit) the intended beneficiaries or the target society and examining if the benefit has been brought about as a result of the Project, not of external factors.
Efficiency	A criterion for considering how economic resource/inputs are converted to results. The main focus is on the relationship between the project cost and effects.
Impact	A criterion for considering the effects of the Project with an eye on the longer-term effects including direct or indirect, positive or negative, intended or unintended.
Sustainability	A criterion for considering whether produced effects continue after the termination of the Project.

(Reference: *JICA Guidelines for Project Evaluation (2010)*)

2. Outline of the Project

2.1 Background of the Project

Indonesia is an island nation which area is approximately 1,890 thousand km² with population of 250 million (2013). Its economy had grown steadily with an annual rate of 5-6% in the past 10 years, which contributed to the remarkable increase in GDP from USD285.9 billion in 2005 to USD888.5 in 2014. It is the largest economy among the ASEAN nations. On the other hand, the country has been facing a number of issues including rapidly growing population, security of food and energy, ever growing economic gap between urban and rural areas, reduction of Green House Gas (GHG) emission and so on.

The government has been making efforts to enhance utilization of alternative and renewable energy sources in order to lower the dependence on oil. *The New Paradigm of National Energy Policy towards Energy Security and Independence* (Directorate General of Electricity, March 21, 2014) states new and renewable energy sources will contribute 23% to Indonesia's energy mix by 2025. Development of alternative and renewable energy sources has been an urgent national issue as the emission of GHG has rapidly increased in recent years due to increase in fossil fuel consumption and destruction of forest resources.

The tropical rain forest resources started to be exploited massively and intensively after the second world war. Large parts of deforested areas are dominated by perennial grass represented by *Imperata cylindrica* known as alang-alang in Indonesia. This invasive grass weed grows extremely well on poor soil and is resistant to drought and fire. Therefore, it has spread widely not only in Indonesia but also in tropical and subtropical regions all across the world. In Asia, the area of deteriorated grasslands mainly composed of *I. cylindrica* is reported more than 10 million ha in Indonesia. The deteriorated grassland management is a big and global issue of environmental conservation and biomass production. The conversion of marginal land (including alang-alang grasslands) to more productive landscape (e.g. farmland, artificial forest, etc.) is in association with the prioritized issues to be addressed in Indonesia from the standpoint of agricultural development and environmental conservation, as stated in the Mid-term Development Plan of Indonesia (RPJMN 2015-2019).

With this background, the Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang Fields (hereinafter referred to as "the Project") was formulated and has been implemented as a SATREPS project since July 2016 in collaboration between Kyoto University and Indonesian Institute of Sciences (LIPI).

2.2 Outline of the Project (Narrative Summary of PDM)

(1) Overall Goal

A model of the establishment of sustainable society by innovative bio-energy & material technology is developed in Indonesia.

(2) Project Purpose

Technologies for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are developed.



(3) Project Outputs

- 1) Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established.
- 2) Protocols to convert degraded land to revegetated land are established.
- 3) Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.
- 4) Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.

(4) Implementing Organizations

Japanese side: Kyoto University (and KAZUSA DNA Research Institute until March 2017.)

Indonesian side: LIPI (Indonesian Institute of Sciences), ICABIOGRAD (Center for Biotechnology and Genetic Resources and Development, Ministry of Agriculture) and FORDA (Forest Research and Development, Ministry of Environment and Forestry)

(5) Project Sites

Project Site: Cibinong (LIPI Research Center (RC) for Biology, RC for Biotechnology, RC for Biomaterials, Center for Innovation, experimental fields at Eco-Park.), Bogor (LIPI Center for Plant Conservation Botanical Gardens, Treub Laboratory)

Model Site: LIPI Katingan Botanical Garden in Central Kalimantan

Two handwritten signatures in black ink, one on the left and one on the right, appearing to be initials or names.

3. Accomplishment of the Project

Accomplishment of the Project was examined in terms of Inputs, Activities, Outputs and Project Purpose, as specified in the PDM and P/O. The results are summarized in this section.

3.1 Summary of Inputs

(1) From Government of Indonesia

Actual inputs from Indonesian government were as follows. Details are shown in ANNEX IV.

1) Assignment of counterpart (C/P) researchers

A total of 66 researchers of three implementing organizations (LIPI, ICABIOGRAD, FORDA) have been assigned to the Project since the beginning in July 2016, who have been working as the research groups according to the four Outputs of PDM.

2) Disbursement of C/P funds

A total amount of IDR 3,182 million has been provided by the Indonesian Government for the Project related activities during the period from 2014 to 2017, which included expenses to renovate Treub laboratory at Center for Plant Conservation Botanic Gardens in Bogor.

3) Facilities and equipment provided

Existing facilities and equipment of laboratories of LIPI have been utilized for various analysis carried out by the Project research teams as required. For sorghum cultivation tests, experimental plots have been set-up at 3 sites including Eco-Park and InaCC (RC for Biology) in Cibinong and Katingan Botanical Garden in Central Kalimantan Province. An office has been provided for the JICA Project Coordinator and local staff at Treub laboratory of Center for Plant Conservation in Bogor. Utilities for the office such as water and electricity have been provided by the Indonesian government.

(2) From JICA

The followings are the actual inputs from JICA to support the Project implementation. Details are shown in ANNEX V.

1) Assignment of Japanese researchers/experts

A total of 10 short-term experts (researchers) in 6 technical fields and one long-term expert (Project Coordinator) have been assigned to the Project by the time of the MTR study.

2) Counterpart training (in Japan)

Six (6) researchers were sent to Japan for training on the respective analysis techniques.

3) Provision of equipment

A total of 53 items of equipment that valued at IDR 10,555.5 million have been provided to the Research Centers of LIPI to support the Project activities.

4) Local activity costs

A total amount of IDR 2,999.9 million (equivalent to JPY 22.3 million) has been spent to support local



activities during the period from July 2016 to November 2018.

3.2 Accomplishment of Activities

Four research teams have been formed according to Outputs (research topics) set in the PDM. The respective teams consisted of Japanese and Indonesian researchers have carried out activities according to the Plan of Operation (P/O). The activities undertaken during the period under review and plans for the remaining period are summarized in ANNEX VI. The accomplishment status of the respective activities described in the PDM is shown in Table 3-1. According to self-assessment by the Project team, most activities have been undertaken as planned.

Table 3-1 Overview on the accomplishment level of activities

Output	Activities	Accomplishment Status (%)				
		0	25	50	75	100
1	1-1. Develop methods to analyze the vegetative restoration of grasslands via molecular biological approach.					
	1-2. Identify factors limiting crop growth on degraded grasslands.					
	1-3. Establish plan of fertilizer application in Cibinong test plots.					
2	2-1. Evaluate biodiversity in grasslands before and after fertilizer application.					
	2-2. Establish feasible models for revegetation of alang-alang grasslands.					
3	3-1. Increase total lignin in rice.					
	3-2. Increase high-heating-value lignin structures in rice.					
	3-3. Conduct selective breeding of sorghum with high-heating value.					
4	4-1. Develop particleboard using sorghum bagasse and natural adhesives.					
	4-2. Develop particleboard using alang alang and natural adhesives.					
	4-3. Investigate a commercial particleboard manufacture using wood and grass plants.					
	4-4. Conduct research on effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse.					
	4-5. Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis, techno economic analysis and promotion of wood-based materials in Indonesia.					
	4-6. Produce sorghum pellets.					
	4-7. Produce sorghum biofuels.					

"Accomplishment Status" of each activity described in the PDM was based on self-assessment by the Project team.

3.3 Achievement of Project Outputs

This section summarizes the achievement of the respective Project Outputs based on Objectively Verifiable Indicators (OVIs) shown in the current version of PDM.

3.3.1 Achievement status of Output 1

Output 1: Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established.

(1) Examination of Achievement by Indicators

OVI 1-1: New techniques to monitor soil and plant condition become available.

<p>The first Indicator has almost been achieved.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) For analysis of soil bacterial community structures in farmland, two methods (protocols) have been established and transferred to Indonesian C/P researchers; (i) DNA fingerprinting as the accurate and high-resolution method, and (ii) DNA metabarcoding as the quick and affordable method. 2) For monitoring of nutritional status of sorghum, expression of certain genes and SPAD (Soil-Plant Analytical Development) values were identified as the indicators. The SPAD values will be practically useful for on-site analysis with the determination of reference values.
<p>OVI 1-2: Biomass yield of sorghum in Project Site and Model Site is increased 20% higher than before soil improvement.</p>
<p>The second Indicator has likely to be achieved by the end of the Project.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) The cultivation tests of sorghum and intercropping plants have been conducted 3 times from 2016 to 2018 at Cibinong and Katingan Sites. While the first cultivation at Katingan in 2016 was not successful because of poor seed quality, other tests were successfully conducted. 2) Through the tests, data of sorghum dry biomass and seed weight per plant under different treatments of compost, inoculated microbes and nitrogen fertilizers were collected. Analysis of 2016 and 2017 data has been completed which results suggested that applying a moderate amount of fertilizers had increased the biomass yield significantly. The increase in biomass yield by 20% with tested cultivation methods is projected to be possible.

(2) Overall Achievement and Prospect for Output 1

- Data on changes in soil bacterial community structures in farmland based on DNA metabarcoding analysis has been collected at the simulation site in Japan since the 1st year of the Project, which is important as fundamental scientific knowledge to understand the ecology of microbes in farmland, and as basic information to evaluate the revegetation process of along-alang fields in Indonesia.
- The research team has proven that the newly established analysis methods combining CTAB (Cetyl trimethyl ammonium bromide) method to extract DNA from soil without refrigeration and ARISA (Automated Ribosomal Intergenic Spacer Analysis) could be applied as supplement to DNA metabarcoding that is expensive to conduct in Indonesia. These methods will help the researchers to increase collecting and analyzing samples in the field substantially, which is expected to contribute to further research on bacterial community structures in tropical regions including Indonesia.
- For analysis of nutritional status of sorghum, the SPAD values were identified as candidate indicators for the levels of nitrogen content, which is expected to be used in the field.
- While soil analysis revealed that level of nitrogen content in soil of Cibinong test plots was extremely low, several soil conditioners have been proven to be beneficial for sorghum cultivation, which will contribute to decreasing the fertilizer application rate for sorghum compared with the recommendation by Ministry of Agriculture (300 kg urea/ha).
- Short-term training on DNA metabarcoding method was organized at Kazusa DNA Institute in Japan for two young researchers, through which techniques such as DNA extraction, PCR amplification, sequence data processing and so on had been transferred to them. Besides that, one LIPI researcher has been accepted as a post-graduate student at Kyoto University and engaged in a study about nutritional diagnosis based on gene expression analysis that is related to Output 1 and 2 research activities.
- Though the activities for Output 1 and 2 are separated on the PDM, they are in fact very closely interlinked with each other. While most activities have been undertaken as planned, there are still more experiments

to be conducted to confirm the results, the overall achievement of Output 1 is, therefore, regarded as being at moderate to moderately high level¹.

- The same Indicator is set for Output 1 and 2 as 1-2 and 2-2 in the current version of PDM, but it appears not to make much sense to set the same indicator for different Outputs; therefore, it is recommended to modify them in a way to reflect actual activities undertaken.

3.3.2 Achievement status of Output 2

Output 2:	Protocols to convert degraded land to revegetated land are established.
------------------	---

(1) Examination of Achievement by Indicators

<p>OVI 2-1: A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established.</p> <p>The second Indicator is likely to be achieved by the end of the Project.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) DNA metabarcoding analysis of soil bacterial community structure has been conducted in the Cibinong Project Site. The results suggest that a moderate amount of fertilizers can increase sorghum yields without causing the loss of soil bacterial biodiversity. 2) The same analysis conducted in the Katingan Model Site had a technical problem, but it has been rectified. The analysis has been continued. 3) Surveys of plant species diversity were conducted in both sites by which levels of diversity were analyzed using the Shannon-Wiener Index and the Importance Value Index. 4) The sorghum was grown with different rate of nitrogen application, and dry matter together with nitrogen content of the harvested sorghum were measured. It was suggested that the application rate could be reduced up to 75% of the recommendation (by Ministry of Agriculture) without significantly affecting the yield.
<p>OVI 2-2: Biomass yield of sorghum in Model Site is increased 20% higher than before soil improvement. (Refer to OVI 1-2 explained above.)</p>
<p>OVI 2-3: Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land.</p> <p>The third Indicator is likely to be achieved by the end of the Project.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Database of plant diversity related to revegetation of grassland has been developed, which includes: <ul style="list-style-type: none"> • The list of plants growing in grassland field (Cibinong, Katingan and Kupang NTT); • Intercropping of sorghum plants (Cibinong and Katingan); • Potential Carbon dioxide absorption of revegetation plants (Cibinong); and • Characteristics (including biomass, production, sugar content, lignin content) of 41 local sorghum accessions in collaboration with ICABIOGRAD. • Molecular data of plants growth at alang-alang fields (conducted at Treub Laboratory) 2) The Project team has established a good relationship with Agricultural Technology Assessment Center (BPTP) in Palangka Raya of Central Kalimantan that is a unit for the implementation of agricultural technologies developed by governmental research agencies. 3) A technical guideline for conversion of degraded land will be compiled based on the results of cultivation tests.

(2) Overall Achievement and Prospect for Output 2

¹ Achievement level of Outputs and Project Purpose was assessed with 5 scales; namely, 1) high, 2) moderately high, 3) moderate, 4) moderately low, 5) low.

- The results of DNA metabarcoding analysis and sorghum cultivation tests have supported the possibility of revegetating the degraded land as agricultural ecosystem by converting it to sorghum production field. The tests need to be repeated to confirm the conclusion.
- Training on analysis of soils and plants to determine the nutrient balance of sorghum cultivation has been completed in the 1st year. Apart from N auto-analyzer, support for manual analysis equipment of nitrogen has also been provided.
- As is the case for Output 1, there are still more experiments to be conducted to confirm the results, the overall achievement of Output 2 is regarded as being at moderate to moderately high level.

3.3.3 Achievement status of Output 3

Output 3:	Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.
------------------	---

(1) Examination of Achievement by Indicators

<p>OVI 3-1: Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering.</p> <p>The first Indicator is likely to be achieved in a short time.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) With molecular-breeding approaches to activate lignin biosynthesis, rice transgenic plants were generated in both sites of Japan (Kyoto University) and Indonesia (LIPI RC Biotechnology). 2) By lignocellulose characterization analysis, lignin content was confirmed to be 53% higher in transgenic rice straws than in wild-type straws (Nipponbare line). In this process, the method of lignin content measurement of grass biomass has been established in the Indonesia. 3) The method of lignin content measurement of grass biomass has been established in the Indonesia. 4) It is estimated that 10% increase in lignin content would lead to 1% increase of energy generated by burning biomass. 5) Currently, further molecular breeding of rice plants to characterize other transcriptional regulators involved in lignin biosynthesis is being performed. In parallel, sorghum orthologues of rice genes characterized in this study will be searched by in silico analysis.
<p>OVI 3-2: Lignin with higher carbon content is increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering.</p> <p>The second Indicator is likely to be achieved in a short time.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) As a result of molecular-breeding to manipulate lignin biosynthesis, lignin with higher carbon content (i.e., guaiacyl and <i>p</i>-hydroxyphenyl lignin) in transgenic rice straws were significantly increased up to 22% and 11-fold compared with that of wild-type rice straw, respectively. 2) Sorghum orthologues of rice genes characterized in this study will be searched by in silico analysis.
<p>OVI 3-3: Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties).</p> <p>The third Indicator has not been achieved and further experiments need to be conducted.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) The research team measured lignin content of many sorghum cultivars in Japan and Indonesia and identified cultivars that display a 48% and 27% higher lignin content compared with the average values of the samples tested in the two countries, respectively. 2) Sorghum biomass with the high lignin content was rich in guaiacyl lignin which showed the high calorific value. 3) With mutation breeding though irradiation to Indonesian sorghum accessions rich in lignin, the team has been trying to improve their biomass productivity, which is expected to be achieved by a series of cultivation in a greenhouse and a field during the project period.

4) Establishing lignin analysis systems in Indonesia has taken time due to availability of equipment and reagents. In addition, a system for generating a new sorghum accession through irradiation is needed to be newly established and optimized with supports from specialists.

(2) Overall Achievement and Prospect for Output 3

- Information about expression control of target genes to increase lignin content and lignin with higher carbon content has been accumulated since the 1st year of the Project. Besides that, sorghum cultivars with higher lignin content have been identified, which means that foundation for selective breeding of sorghum with high-heating value has been established for the first time in the world. Such research to increase total lignin content and heating value of biomass by metabolic engineering is also the world first effort.
- As analysis method to measure lignin content, thioglycolic acid lignin determination has been completely transferred to the Indonesian team, and aromatic composition analysis of lignin (Thioacidolysis method and Nitrobenzene oxidation decomposition method) is in the process of technical transfer.
- In relation to Output 3, two researchers of RC for Biotechnology were accepted as visiting lecturers and techniques for chemical analysis of lignin and genome editing have been transferred to them. And one researcher was accepted by Kyoto University as a postgraduate student sponsored by Indonesian government and has been engaged in research on metabolic engineering and chemical analysis of lignin.
- While a good progress has been made to obtain rice straws with high lignin content and higher carbon content lignin, the research team continues to carry out activities to obtain sorghum accession with higher-heating value and high biomass productivity (i.e. mutation breeding through irradiation is still in process). Since it is not clear at the time of MTR if the target will be fully achieved by the end of the Project, the overall achievement for Output 3 is regarded as being at moderate to moderately high.

3.3.4 Achievement status of Output 4

Output 4:	Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.
------------------	---

(1) Examination of Achievement by Indicators

OVI 4-1: A manufacturing method of particleboard for interior use using grass plants and natural adhesives is established.	
The first Indicator is likely to be achieved in a short time.	
1) Research and development of the following two types of particleboard have been carried out:	
Type of Particleboard	Progress
Sorghum bagasse and citric acid	i) Particleboard composed of sorghum bagasse and citric acid was developed, and the basic manufacture condition was clarified. When sucrose was added as an adhesive component, the particleboard properties was improved significantly, and satisfied 18 type of JIS K5908. ii) The particleboard had excellent physical properties and biological durability, and it would be used as an interior material. The enhancement of productivity has been investigated.

Alang alang and citric acid	<p>i) Particleboard composed of alang alang and citric acid was also investigated, and the basic production condition continues to become clear. As a control, the basic physical properties of alang alang particleboards bonded with synthetic resin adhesives were investigated.</p> <p>ii) It was found that the physical properties of alang alang particleboards irrespective of adhesives were inferior to those of sorghum bagasse particleboards. The particleboard had poor physical properties compared to the particleboards bonded with synthetic resin adhesives. Based on the results obtained, improvement of physical properties of the particleboard bonded with citric acid will be investigated.</p>
-----------------------------	--

OVI 4-2: Physical properties of particleboards composed of wood and grass plants particles are clarified.

The second Indicator is likely to be achieved in a short time.

- 1) Relationship between manufacture condition and physical properties of particleboards using wood and grass plant has been investigated based on the results of 4.1. It was found that sorghum bagasse is better material for commercial particleboard.
- 2) Survey of particleboard manufacturing equipment toward commercial production was started.

OVI 4-3: Effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse is proposed.

The third Indicator is likely to be achieved by the end of the Project.

- 1) Applicability for wood-based molding of sorghum bagasse residue powder was clarified. The molding had excellent physical properties. Therefore, small particle residue of sorghum bagasse would be useful as raw material for molding.

OVI 4-4: Production methods of sorghum pellets and bio fuels are established.

More works may be required to achieve the fourth Indicator.

- 1) The Project research team has conducted basic research on the production methods of sorghum pellets and biofuel as summarized below:

Bio-Products	Progress
Sorghum Pellets	<p>i) There have been several private companies manufacturing bio-pellets on commercial basis in Indonesia. They use mainly wood-based byproducts such as wood dust to produce pellets. The research team has been examining possibility of using sorghum bagasse residue powder as alternative material to produce pellets. The team visited a manufacture company in Sulawesi and had discussion on trial production at their factory. As a result, it has been found that basic research to find the effects of mixing sorghum bagasse powder on pellet quality is still required before going to commercial production.</p>
Biofuel	<p>i) Sweet sorghum was identified as a potential alternative feedstock for bioethanol production due to its properties including high level of fermentable sugar content and short life cycle. Sixty-one of Sorghum bicolor accessions have been evaluated for their juice production and sugar content. Sorghum bicolor of 41 accessions was cultivated in the Cibinong Project Site. The juice was inoculated for ethanol production with several strains of <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</p> <p>ii) The followings were the main findings:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Y249 is the best inoculant for producing the highest ethanol; ➤ Addition of either urea or ammonium sulphate do not increase ethanol production; and ➤ No additional nutrient is needed to obtain highest ethanol production; and <p>iii) Further research will be focused on hydrolyses of sorghum bagasse, and ethanol production from sorghum bagasse hydrolysate.</p>

	iv) To see the possibility to produce ethanol on commercial basis, the team conducted survey and business meeting with a company in Jakarta. And a consultation was made regarding research collaboration on sweet sorghum plantation in Malaka Nusa Tenggara Timur.
--	--

(2) Overall Achievement and Prospect for Output 4

- Development of wood material for interior only using sorghum bagasse and natural substances such as citric acid and sucrose is the world first work. Wood material using natural substances is generally inferior to the material using artificial adhesives, but the particleboards developed by the Project research team showed the same performance in terms of physical property, termite resistance and corrosion resistance, which could be a remarkable achievement.
- Apart from the particleboards, while the research team has been seeking for possibility to produce sorghum-based bioproducts such as bio-pellets, bagasse residue powder, bio-fuel, their development is at an initial stage. It appears that more basic study needs to be carried out before going to commercial manufacture.
- Under the framework of Output 4, the research team has been working on two analyses, namely, techno-economic analysis and Life Cycle Assessment (LCA) analysis. The former is to examine market potential of sorghum-based products (particleboard and pellet) and the latter is to find out the best way to contribute to the reduction of CO₂ emission by examining the entire process from growing sorghum in the alang-alang fields to production of sorghum-based products. Both are in fact still at preparatory stage and necessary data and information is being collected at the time of MTR.
- A young researcher of RC Biomaterials who had studied as a government-sponsored post graduate student at Kyoto University was trained on basic technology for producing particleboards using sorghum bagasse and citric acid as well as high performance technology. He had obtained a doctoral degree and has been engaged in the Project activities at the Research Center. Besides that, a short-term training on technology for producing and evaluating wood material mixed with sorghum bagasse has been conducted for a LIPI researcher.
- While the remarkable progress has been made in terms of development of bio-materials, particularly about particleboard, there are still more activities need to be carried out until the target technologies are fully established and become ready for commercial use; therefore, the overall achievement of Output 4 is regarded as being at the moderate level.

3.4 Achievement of Project Purpose (Prospect)

Project Purpose:	Technologies for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are developed.
-------------------------	--

(1) Examination of Achievement by Indicators

OVI 1:	Biomass crops are produced steadily in former deteriorated alang-alang fields (Project Site and Model Site).
The first Indicator is likely to be achieved but some more works are required to confirm the final results.	

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Since the beginning of the Project in 2016, cultivation tests have been conducted three times both in Cibinong Project Site and Katingan Model Site, through which revegetation technologies are assessed such as gradient dose fertilizer application, compost amendment, biofertilizer and intercropping, and sorghum line selection. ➤ As already reported, it has been confirmed that sorghum plants can be grown well with appropriate amount of fertilizers. As far as the results of these trials are concerned, the first Indicator is likely to be achieved by the end of the Project. ➤ On the other hand, it is difficult to examine as to if there are long-term effects of sorghum production on biodiversity and biomass production in the alang-alang fields, which is beyond the framework of the Project. The cultivation tests need to be repeated for more years before making the final conclusion. 	
OVI 2: Manufacture of biomass pellet fuels and lignocellulose-based materials is performed in a production line.	
The second Indicator requires more works to be undertaken.	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Basic manufacture condition of the particleboard was clarified, and improvement of manufacture condition considering social implementation has been carried out. In addition, inspection of pellet and particleboard factories was performed to clarify the problems for social implementation. ➤ While some candidate companies have been identified, manufacture of any product in a production line has not been realized by the time of MTR. Therefore, the second Indicator has not been achieved yet. 	
OVI 3: The number of international publications with citation index.	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ The respective research teams have published or are preparing research papers for publication as follows. If the Project team continues to publish the papers with the current rate, the third Indicator may be achieved by the end of the Project. 	
Outputs	Progress
1	<ul style="list-style-type: none"> 1) <u>Published:</u> One (1) paper on Arabidopsis responses to micronutrient deficiency as the fundamental knowledge for nutritional stress diagnosis. 2) <u>In preparation:</u> Three (3) papers on metabarcoding analyses of soil microbial community structures in Indonesia and Japan. Technical report on the application of DNA fingerprinting to soil microbial analysis. 3) <u>Planning:</u> Two (2) papers on plant nutritional stress diagnosis.
2	<ul style="list-style-type: none"> 1) <u>In preparation:</u> Two (2) papers on results from cultivation tests in Cibinong and Katingan, and Analyses on micronutrient requirement by sorghum plants.
3	<ul style="list-style-type: none"> 1) <u>Published:</u> Three (3) papers on bioengineering approaches to enrich lignin (2017, Plant Biotechnol), modify lignin aromatic composition (2017, Planta; 2018, Plant J) in rice, one review paper on molecular breeding toward lignin valorization (2018, Phytochem Rev) 2) <u>In preparation:</u> Four (4) papers on bioengineering to alter lignocellulose composition of rice, one paper on utilization characteristics of transgenic rice lignocelluloses, and selective breeding Sorghum accessions for their applications to biorefinery processes.
4	<ul style="list-style-type: none"> 1) <u>Published:</u> Three (3) papers about the basic manufacture condition of sorghum bagasse particleboard with natural adhesive. 2) <u>Planning:</u> The improvement of manufacture condition considering social implementation.
OVI 4: Reduction of CO ₂ emission through revegetation is estimated.	
<ul style="list-style-type: none"> 1) According to the project plan, reduction of CO₂ emission and increase of CO₂ fixation will be evaluated using LCA analysis. Since it is still at preparatory stage, it is not possible to assess the achievement level of the fourth Indicator. 2) When the outcome of the Project is expected to contribute to the reduction of CO₂ emission and fixation increase in the following aspects: 	

- Reduced fossil resource use by reduction of chemical fertilizer use;
- Carbon fixation increase based on the conversion of less-carbon accumulated deteriorated grass lands into more-carbon accumulated large-sized grass biomass crop farms;
- Carbon fixation increase based on the higher biomass productivity using appropriate fertilization protocol;
- Reduced fossil fuel use by increase of biomass pellet use;
- Reduction of fossil fuel use and of cultivated acreage for biomass production by augmentation of biomass heating values; and
- Reduced fossil resource by use of natural adhesives as alternatives.

(2) Overall Achievement and Prospect for Project Purpose

- Since the commencement of the Project in 2016, all the four research teams have been making great progress in terms of research and technology development. A good number of research papers have been produced and some of them have been published on the international journals. Such functions as conferences and seminars have been regularly organized in which the results and findings of the respective research works were shared with a good number of researchers and stakeholders both from inside and outside the Project.
- On the other hand, in terms of Project Purpose, the achievement level appears to be still at lower side. As discussed above, while the 1st and 3rd Indicators can be considered at higher achievement level, the 2nd and 4th Indicators are considered either difficult to assess or at lower level. Being a SATREPS project, social implementation of results and findings generated from research work is one of important objectives of the Project. While the Project team has been making efforts to realize it, more efforts are required to bring about a good result.
- Another challenge is about coordination among the four Outputs which appears not very strong at the moment. Although each research team has been producing remarkable results, they do not contribute directly to the Project Purpose as the linkage between the respective Outputs is rather weak. For example, under the framework of Output 1 and 2 research, it was reported that evaluation of local sorghum accessions had been carried out at Ecopark in Cibinong. On the other hand, the Output 3 research team also reported that selection of drought tolerant, higher content of caloric lignin and higher biomass sorghum had been carried out. If they are operating for different projects, it could not be a problem, but since they are working to achieve the same purpose, more coordination between research teams may be required. According to the interview with researchers, it appeared that purpose or ultimate goal of the Project has not well been shared among the Project members, which may be one reason for weak coordination among the research teams.
- Based on these observations, the MTR team concludes that overall achievement of Project Purpose is at moderate level. And since some Indicators for Project Purpose are observed not well defined or reflected with actual activities, the MTR team is going to make recommendations to modify them.

3.5 Examination of Project Implementation Process

(1) Implementation and management structure

The Project implantation and management structure is shown in Figure 3-1. The main implementation

organizations are Research Institute for Sustainable Humanosphere of Kyoto University on Japanese side and two Centers and four Research Centers under Indonesian Institute of Sciences (LIPI) on Indonesian side. Director of Research Center for Plant Conservation Botanic Gardens has been appointed as the Project Director and Professor of Research Center for Biology has been playing a role as the Project Manager. The Project Coordinator has been assigned by JICA to the Project on long-term basis and dealing with daily issues.

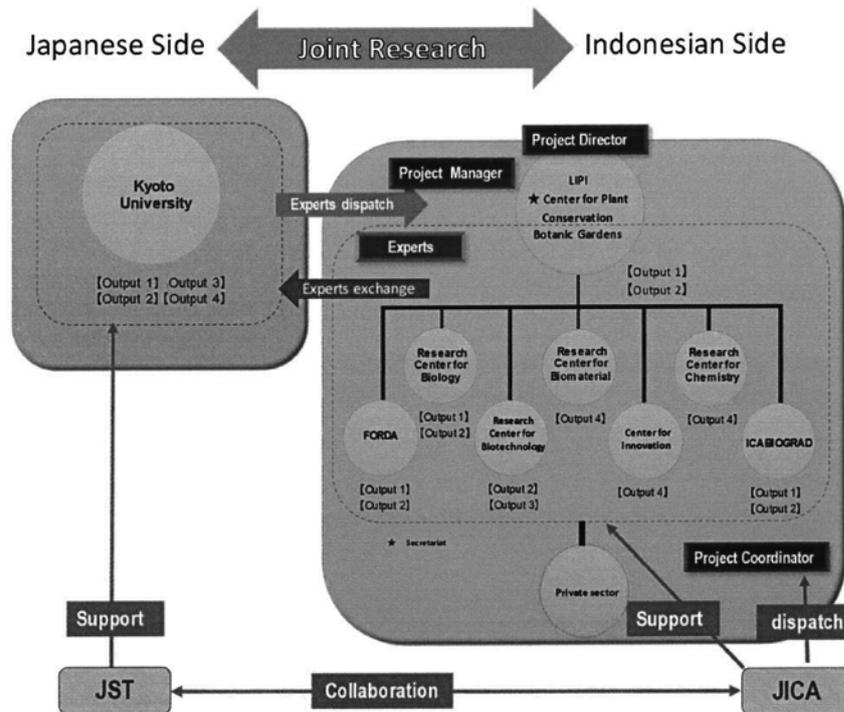


Figure 3-1 Project implementation and management structure

For research activities, four research teams were formed according to the Outputs defined in the PDM: namely, activities for Output 1 are mainly carried out by RC Biology, Output 2 by Center for Plant Conservation, Output 3 by RC Biotechnology and Output 4 by RC Biomaterials and Center for Innovation. Four senior researchers of the respective centers have been appointed as team leaders for the respective research teams.

(2) Meetings for the Project management

Joint Coordinating Committee (JCC) has functions to supervise and make higher-level decisions concerning the Project activities and issues arisen. The JCC meeting has been held twice since the commencement of the Project. Apart from the JCC meetings, SATREPS conference has been organized twice in which a good number of researchers including non-Project members participated and findings of the respective research teams were presented and discussed. The Project team also held internal meetings

whenever Japanese researchers visited Indonesia and discussed various issues required for implementation of activities. 25 meetings have taken place by the time of MTR.

(3) Communication among the Project team

The MTR team has observed that generally good collaborating relationship among the Project members has been established for executing activities. Internal meetings are held frequently. When Japanese researchers are out of Indonesia, they communicate with Indonesian members through emails or the Project Coordinator who stays on long-term basis. According to the interviews and questionnaire, no Indonesian members indicated a problem regarding communication with Japanese members. On the other hand, it was observed that communication among Indonesian members took place less frequently.



4. Evaluation results by Five Criteria

Evaluation results were obtained with five (5) scales with 1) high, 2) moderately high, 3) moderate, 4) moderately low, and 5) low.

4.1 Relevance

Relevance has continued to be high for the following reasons:

(1) Relevance to the development policies of the Indonesian government

The policy environment for the Project has not been drastically changed from the time when the Project commenced in 2016. There are two main policy issues that have been relevant to the Project: one is national energy strategy and the other is sustainable management of natural resources.

Regarding the first issue, the Indonesian government has been emphasizing the importance of increased use of alternative and renewable energy sources to reduce the dependence on oil. The National Energy Policy approved in 2014 has set out the ambition to transform the energy mix by increasing the New Energy and Renewable Energy to be at least 23% in 2025 and at least 31% in 2050 (oil shall be less than 25% in 2025 and less than 20% in 2050).

Regarding the second issue, the government has been emphasizing the sustainable management of natural resources and conservation of the natural environment. The Mid-term Development Plan 2015-2019 has stated that "there needs to be improvement in production capacity and productivity of agricultural products, and one of the strategies that need to be taken is the use of marginal and unused lands." According to the Ministry of Environment and Forestry, marginal land is classified as "critical land" or degraded land, which area is reported more than 24 million ha in 2013. The Project has targeted such marginal land as dominated by perennial grass represented by alang-alang (*Imperata cylindrica*) which area is reported more than 10 million ha existing across the country.

Therefore, the Project which purpose is to develop technologies to convert alang-alang fields to productive farmlands for producing biomass energy and material is very much in accordance with these government policies.

(2) Relevance to local needs

With rapidly growing population, pressure of human activities on lands and natural resources has been increasing in Indonesia year by year. To produce sufficient food and energy, importance of sustainable and efficient use of land and natural resources has gained and will continue to gain in the coming years. Converting unproductive alang-alang fields to productive farmlands to produce biomass energy and material is highly relevant to Indonesian people's needs.

The Project is also important for the Indonesian C/P institutions particularly for LIPI. LIPI has been implementing research programs in accordance with the national development plans of Indonesian government as mentioned above. The focused research areas include food and agriculture, energy and renewable energy, conservation of biodiversity and so on. The Project was requested and formulated in line with the LIPI's priority programs. At the same time, capacity development of junior scientists is urgent issue not only for the

institution but for Indonesia. It is reported that while a considerable number of international scientists already exist in Indonesia, the number is yet limited to carry out national projects. Under the Project, quite a few junior researchers have been sent to Japan and trained on various research techniques, which has been in accordance with the local needs.

(3) Relevance to the relating assistance policy of Japanese government

The assistance policy of the Japanese government for Indonesia has not been changed from the time of the Project formulation. Although the Country Assistant Policy for Indonesia was revised in September 2017, the basic policy has been maintained, under which three priority areas have been articulated. They include: i) Assistance for further economic growth; ii) Assistance for correction of inequality and establishment of a safe society; and iii) Assistance for the enhancement of capacity to address issues of Asian region and international society. The Project was formulated as an input for the 3rd program. Accordingly, the Project has been put in place as a project under the climate change and environmental conservation program in the JICA's annual plan for 2018. It is, therefore, well aligned to the Japan's assistance policy.

(4) Comparative advantage of technical cooperation by Japan

Japan has overwhelmingly comparative advantage in the technologies that the Project has been transferring to the Indonesian C/P researchers such as rice genome editing, metagenome analysis, natural-adhesive based technology of wood material production. And JICA and JST have been supporting a number of SATREPS projects which objectives are similar to those of the Project across the world; hence, Japan has without doubt comparative advantage of technical cooperation in this area.

4.2 Effectiveness

Effectiveness of the Project is regarded as being moderate based on the following observations:

(1) Prospect for achievement of Project Purpose

Table 4-1 summarizes the results of assessment on achievement level of 4 Outputs and Project Purpose which details were discussed in 3.3 and 3.4.

Table 4-1 Results of assessment on achievement level of Outputs and Project Purpose

Item	Achievement Level
Output 1	Moderate to moderately high
Output 2	Moderate to moderately high
Output 3	Moderate to moderately high
Output 4	Moderate
Project Purpose	Moderate

As already reported, all the four research teams have been making a good progress and producing good results with dedicated efforts made by both Indonesian and Japanese members to make the Project successful. With these efforts, it can be expected that the Project Purpose may be achieved at a certain level, but it is too

early for the MTR to assess the extent to which it will be realized by the end of the Project since most activities are still in process. It appears that all the teams require some more time to confirm the final results (i.e. development of sorghum accessions with higher lignin content and heating value, manufacture of sorghum-based products in a production line, techno-economic analysis, LCA analysis, etc.).

And the MTR team has observed weak coordination between the Outputs (research teams) which may affect the achievement of Project Purpose. Important point for the Project is that how the research results can be linked to the higher level of objective that is defined as Overall Goal in PDM. Social implementation of research findings is important for every member of the Project team to consider.

(2) Logic between Outputs and Project Purpose in PDM

The Project was designed to cover all the technologies required in the process of converting the unproductive *alang-alang* fields to productive farmlands to produce biomass energy and material, which start with development of new sorghum varieties (Output 3), then establishing methods for fertilizer application and protocols to revegetate degraded land (Outputs 1 and 2) and ending with production of final products using grass plants (Output 4). Since all the four Outputs are important and required to achieve the Project Purpose, the logic between Outputs and Project Purpose in the PDM has been good. On the other hand, it appears too ambitious for a single project to cover all the aspects of technologies since each technology require considerable time and resources to fully establish. Besides that, timeframe for Output 3 activities and Output 1 activities was not logically considered since breeding of new sorghum varieties takes time. In this sense, designing of the Project may have contained some problem.

(3) Effects of important assumptions

There is one assumption from Output to the Project Purpose level identified at the beginning of the Project that is "Establishment of partnership with manufactures for producing lignocellulose-based materials does not get delayed". As reported already, the research team has been making efforts to find companies willing to manufacture the products (particleboards and pellets) in their production line. Though some candidates have been identified, it has not been realized at the time of MTR. Therefore, this assumption has had a certain effect on the Project.

4.3 Efficiency

Efficiency of the Project was regarded as moderate to moderately high based on the following observations and analysis.

(1) Appropriateness of Inputs from Indonesian Government

Assignment of C/P researchers, provision of facilities and equipment (laboratories and test fields) and disbursement of C/P funds for local expense are the major inputs from Indonesian government. A total of 66 researchers have been listed as the C/Ps for the Project and all of them are in fact engaged in the Project activities on part-time basis with different level of commitment (they have other assignments of LIPI). Besides that, existing laboratory facilities and equipment have been utilized for various analysis when required. It

means that the Project has been implemented by making the best use of already available resources, which has contributed to enhancing the efficiency. The MTR team, however, learnt that most consumables required for analysis have been provided by JICA as the government budget for them is not enough. Apart from it, there seem no major problems regarding inputs, which indicates that the inputs from Indonesian government has been moderately appropriate.

(2) Appropriateness of Inputs from JICA

Inputs from JICA for the Project included dispatch of Japanese experts (researchers), training in Japan for six researchers on various analysis techniques and provision of local expense. Most inputs except for consumables (refer to (3) below) have been provided as planned, which has contributed to efficient implementation of the Project. Training of junior researchers in Japan has substantially enhanced the efficiency. The appropriateness of Inputs from JICA, therefore, has been high.

(3) Problem of procurement of consumables

The Project members have been facing a big problem regarding procurement of consumables such as reagents, glass wares, simple instruments because it takes extremely long time to have them delivered after setting order. Various measures have been taken to deal with this issue, but the situation has not improved. While it is beyond the control of the Project, it has negatively affected the implementation of the Project.

(4) Long collaboration between Kyoto University and LIPI research centers

Kyoto University and LIPI have had a long-term relationship and academic exchange regarding various researches before the Project commenced in 2016 through which mutual understanding and trust had been fostered. This must have contributed to the efficient implementation of the Project.

(5) Examination of important assumptions

Two important assumptions from activities to Output level were identified at the beginning of the Project: 1) Researchers assigned to the Project (C/Ps) are not transferred frequently; and 2) Natural disasters such as drought and forest fire do not occur at the experiment fields. Since there have not been any reports concerning these two issues, neither of them has occurred so far.

4.4 Impact

While it is too early to assess the impact of the Project, positive impact will be anticipated.

(1) Prospect of impact on the Overall Goal

When the Project Purpose is successfully achieved by the end of the Project, the Project will have impact on the Overall Goal that is "A model of the establishment of sustainable society by innovative bio-energy & material technology is developed in Indonesia." It is too early to examine it at this stage since most activities are still in process. And no Indicators are set in the current version of PDM; hence, setting them is required to assess the impact.



In the current PDM, one assumption (“Energy policies of the Indonesian government do not change significantly.”) is stated, but there may be more assumptions. Even if the Project Purpose is achieved by the end of the Project, such assumptions need to be satisfied for the Overall Goal to be realized in a few years.

They include:

- Sorghum is recognized as an appropriate material for biomass production.
- Cultivation and production of sorghum increase substantially to supply sufficient amount to the markets.
- New sorghum varieties developed by the Project are officially registered and released onto the seed markets.
- Interest in development of marginal lands including along-alang fields for productive agricultural lands increases.

(2) Spillover effects

The Project team has established a good relationship with Central Kalimantan BPTP (Assessment Institute for Agricultural Technology) located in Palangka Raya. BPTP is responsible for promotion and extension of new agricultural technologies to farming communities. They have shown interest in demonstration of sorghum cultivation as a new potential crop. This could be a good starting point for the Project to promote the crop to the general public.

(3) Negative impact

Any negative impact has been caused by the Project and is not anticipated in the future.

4.5 Sustainability

Overall sustainability considered to be moderate based on the following observations and analysis

(1) Policy and institutional aspect

As discussed in 4.1, the Project was formulated and has been implemented very much in accordance with the Indonesian government policies especially regarding energy and natural resource management. As far as the current policies are not changed drastically by the government, the sustainability of the Project outcome will be secured. It is the same for the institutional aspect. Since the Project has been implemented in line with LIPI’s overall research plan, LIPI will continue the related research even after the Project has phased out.

(2) Financial aspect

The Indonesian government has recognized the importance of promotion of science and technology in its development plans. As far as the government maintains the current policy, the budget for research will be secured though the amount may not be sufficient to conduct the same level of research supported by the Project. While the government budget is always affected by the general financial situation, moderate level of financial sustainability is projected.

(3) Technical aspect

Knowledge and skills gained by the C/P researchers will continue to assist them in carrying out their work as far as they are engaged in related research. A good number of new analysis technologies together with advanced equipment have been introduced to the LIPI laboratories under the Project. According to the interviews with the researchers, most of them are confident in conducting analysis using newly introduced equipment without support of Japanese researchers. Most techniques can be utilized not only for the Project related work but also other research. Therefore, rather high sustainability can be anticipated in the technical aspect. Furthermore, as reported already, the Project has been providing valuable opportunities for junior scientists to learn basics of research and exposed to international academic societies. It is expected that they continue to make efforts and gain capacity as researchers and contribute to development of science and technology of Indonesia on long-term basis with global point of view.



5. Conclusion and Recommendations

5.1 Conclusion

The MTR team has conducted a series of field visits and interviews with the Project team members (Japanese researchers and Indonesian C/P researchers), government officers and other stakeholders concerned with the Project, and collected information necessary for the review work and assessed the progress of the Project. As a result, it is confirmed that the Project has been implemented mostly as designed with dedicated efforts made by all the team members. It should be particularly noticed that capacity of researchers and Research Centers of LIPI has been substantially upgraded in the implementation process of the Project. All the young researchers with whom the MTR team had interview during the field study greatly appreciated the opportunities for working with Japanese scientists that the Project had provided. Most of them expressed their wish to continue further study in the respective areas. Besides that, facilities and equipment of LIPI laboratories have been renovated and upgraded, particularly those of Treub Laboratory in Bogor, which will have remarkable impact on research work in Indonesia even beyond the Project period. It should be one of the most important achievements the Project has realized.

On the other hand, there are several issues or challenges the Project has been facing. Being a SATREPS project, conducting research and producing scientific papers are not the final goal. Social implementation of results and findings of research work is another important aspect of the SATREPS project. In this sense, the Project is still far from the goal. Therefore, the MTR team makes the following recommendations to improve the performance of the Project.

5.2 Recommendations

A. For the Project team

- (1) Clarify and understand Overall Goal and Project Purpose among all members of the Project
 - In the current PDM (Ver. 1.2), the relationship between Activities, Outputs and Project Purpose is not logically well structured and some components of them are duplicated or contradicted. In addition, the Objectively Verifiable Indicators for Overall Goal are not set up yet. Therefore, the MTR team proposes the modifications of parts of the current PDM as ANNEX VIII (Ver. 2.0, proposed modification).
 - By clarifying the logical structures of PDM, it is expected that all members of the Project share the common understanding of the objective of the Project, which is to contribute to National Policy of Indonesia regarding the realization of a low-carbon society. Furthermore, it is also expected that each Project members proceed their research activities under deep recognition of their own responsibility towards accomplishment of the project purpose.
- (2) Towards the realization of Overall Goal
 - The reflection of the results of the Project into the government policies regarding the environment, energy, agricultural development and so on is included in the Indicators of Overall Goal of the proposed PDM.



- Towards the realization of the Overall Goal, cooperation with the responsible organizations for those policies (RC for Science and Technology Development (PAPPIPTEK) of LIPI, BAPPENAS, FORDA, National Energy Committee, National Energy Counsel, and Department of Agriculture, etc.) needs to be strengthened.
- (3) Strengthening closer cooperation between and among Japanese and Indonesian researchers
- Although Indonesian and Japanese researchers of each Output have been working closely based on the common understanding of Output objective, the relation and cooperation over different Outputs is not close enough, which is likely to disturb understanding of the Project Purpose and conducting harmonized research activities as a whole team of the Project towards its accomplishment. Therefore, it is necessary to have more opportunities for frequent communication between both sides and over different Outputs (e.g. Team Leaders Meeting, Technical Working Group (TWG)) to share the Project Purpose among all Project members and promote research activities as a whole.
- (4) Promotion of research on manufacture of bioenergy.
- Research on manufacture of bioenergy is delayed than planned. In order to recover the delayed research on manufacture of bioenergy, following research activities are recommended to promote.
 - Since the calorific value of the bio-pellet is different depending on the manufacturing conditions such as moisture content of sorghum and processing temperature. Therefore, it is important to investigate detailed manufacturing conditions of bio-pellet. For carrying out such investigation, enough amounts of raw sorghum material are required. Therefore, it is recommended that the Project teams strengthen the mutual collaboration to fulfill such requirement in the latter half of the project period.
- (5) Scale up of field experiments of sorghum to other locations with different climatic and soil environmental conditions
- Field experiments of sorghum are conducted in rather small along-along area at 2 sites, namely, Chibinong and Katingan. To develop the sustainable cultivation technology applicable to various sorghum regions in Indonesia, it is recommended to increase and scale up the field experiment under the different climatic and soil environmental conditions.
 - At the same time, it is also recommended to take observations on diseases and insect pests in addition to growth and biomass production during the cultivation period of sorghum. One of the candidate locations for such field experiments will be that proposed by one private company manufacturing wood pellets and showing interest in utilizing sorghum as a raw material.
- (6) Strengthening of sustainability study
- It is expected that the Project contributes to the realization of a low carbon society in Indonesia. For this, it is important to strengthen the CO₂ economic study by using various methods such as LCA analysis. Therefore, it is recommended to seek for a Japanese researcher who has research experiences and knowledge in this research field and to promote the study in collaboration with Indonesian researcher.

- Also, the MTR team recommends the following studies towards social implementation be conducted:
 - i) From the viewpoint of energy production, it is recommended to study an exit strategy considering
 - a) the economic analysis on the time and yield of sorghum cultivation that enables steady and certain amounts of production and b) geographical convenience that raw materials are available efficiently and economically, etc. As an example, some patterns such as processing sorghum produced at a plantation owned by a company into biomass material or buying sorghum from farmers and processing it into biomass material assumed.
 - ii) To analyze what type of business model is the most feasible. For example, it could be examined by simulation of what type of processing of biomass material (pellet, chip, particle board, gasification etc.) is most suitable in comparison with sorghum waste disposal and devastated grassland recovery.

(7) Official process on participation and/or removal of new counterpart researchers and/or research organizations.

- It is recommended to make clear the official process on participation and/or removal of new counterpart researchers and/or research organizations, that is, firstly approval by the JCC and report to JICA and JST with the minutes of JCC for their approval.

B. For Indonesian Counterpart researchers

- Although different research teams are working on Output 1 and Output 2 independently, some activities of each Output are duplicated. Therefore, the results of each Output need to be separately explained which one is from which Output when combined and integrated the whole results of the Project to make the responsibility of each research team clear.
- Social application of developed technologies is particularly important in this Project towards realization of the low-carbon society as mentioned earlier. The Center for Innovation is strongly expected to take a lead in a positive manner for the promotion of social application to private sector in particular.
- Chairman of LIPI should commit more, as a responsible person of the executing agency of the Project, on counterpart budget allocation to support all project activities from Outputs 1 to 4. At the same time, it is strongly recommended that researchers of the Project make great efforts to obtain additional budget.
- Equipment and machineries donated by JICA are maintained under good conditions. It is recommend to fully utilize them as a results of vitalization of the research activities with records of use so as to show the results of the use.

C. For the Japanese research team

- It takes very long time for the Project to obtain consumables due to slow process of importation procedure, particularly for special reagents required for analysis such as PCR primers, dioxane, etc. It is recommended that the Japanese research team guides the Indonesian C/P team to take the procurement procedure into consideration much in advance in making experiment plans in a way to

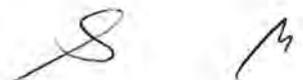
avoid interference caused by shortage of regents.

- The Project is planning to support business matching to accelerate the collaboration with the private companies. In carrying out this activity, it is recommended to take close communication with JICA Indonesia office and JETRO Jakarta office regarding needs survey, information collection, and public relation (PR) and etc.

D. For the Indonesian Government

- As mentioned above, the Project team has been facing difficulty in obtaining consumables. The problem has been substantially affecting the project implementation since its inception in 2016. While the Project members have been making great efforts to deal with this problem, it is far beyond of success. It is strongly recommended that the relevant authorities of the Indonesian Government take necessary measures to rectify the problem.

(End of Report)

Two handwritten signatures in black ink, one on the left and one on the right, appearing to be initials or names.

List of ANNEX

ANNEX I:	Schedule of Joint Mid-term Review Study
ANNEX II:	Evaluation Grid for Mid-term Review
ANNEX III:	Project Design Matrix (PDM) ver. 1.2 (used for evaluation)
ANNEX IV:	Inputs from Indonesian Government
ANNEX V:	Inputs from JICA
ANNEX VI:	Summary of Activities undertaken from July 2016 to September 2018
ANNEX VII:	Proposed Modifications on PDM
ANNEX VIII:	PDM Ver. 2.0 (Proposed)



ANNEX I

Schedule for Mid-Term Review Study

Date			Schedule		Stay
			Suzuki	Asanuma, Togo, Tsutsumi, Kosaka, Saito	
1	Nov. 7	Wed	Haneda to Soekarno Hatta by GA875		Jakarta
2	8	Thu	Move to Kebun Raya Bogor Meeting at the project office at KRB Visit project site at Cibinong Eko Park Meeting with the project manager Meeting with Dr Sulaeman at RC Biomat Meeting with Dr Ibnu at RC Biology(tentative)		Bogor
3	9	Fri	Interview to dispatched researchers Output 2: Mr. Arief at KRB (Move to Cibinong after the interview) Output 1: Dr I Nyoman, Ruby, Toga at InaCC Output 3: Dr. Wahyuni at RC Biotek Output 4: Dr. Sukma at RC Biomat Interview to Endang Soekara, the project advisor		
4	10	Sat	Documentation for the Review Report		
5	11	Sun	Documentation for the Review Report		
6	12	Mon	Interview to young researchers Output 2: Hendra at KRB (move to Cibinong after the interview) Output 4: Mr Firman, Mr Yovita at Innovation Center		
7	13	Tue	Move from Santika Bogor to Soekarno Hatta Soekarno Hatta to Palangka Raya by GA552		
8	14	Wed	Visit and interview at Katingan LIPI Katingan BPTP	Haneda to Soekarno Hatta Soekarno Hatta to Swiss Belinn	
9	15	Thu	Palangka Raya to LIPI Katingan LIPI Katingan to BPTP Plangka Raya to Soekarno Hatta by GA553 Soekarno Hatta to Santika Bogor		Bogor
10	16	Fri	Interview at KRB (Output 2) KRB to Cibinong Eko Park Visit project site at Cibinong Eko Park RC Biology and InaCC (Output 1) RC Biotechnology (Output 3) RC Biomaterial (Innovation Center) (Output 4)		
11	17	Sat	Documentation for the Review Report		
12	18	Sun	Documentation for the Review Report	Move from Bogor to Soekarno Hatta Soekarno Hatta to Surabaya by GA316 Surabaya airport to Vasa Hotel	
13	19	Mon	Documentation for the Review Report	Vasa Hotel to PT. Kaliandra Merah Visit PT. Kaliandra Merah PT. Kaliandra Merah to Surabaya airport Surabaya to Soekarno Hatta by GA321 Soekarno Hatta to Santika Bogor	Bogor
14	20	Tue	Discussion on the contents of the Mid-term Review Report/Revising the contents of the Mid-term Review Report at a meeting room, Hotel Santika Bogor		
15	21	Wed	Discussion on the contents of the Mid-term Review Report at Kebun Raya Bogor. Revising the contents of the Mid-term Review Report Welcome dinner at Grand Garden Café		
16	22	Thu	The 3rd SATREPS conference at KRB KRB to Santika Bogor		
17	23	Fri	The 3rd JCC meeting at KRB		
18	24	Sat	Leave KRB for Soekarno Hatta Soekarno Hatta to Haneda by GA874 Documentation		(In flight)
19	25	Sun	Arrive at Tokyo		

ANNEX II Evaluation Grid for Mid-Term Review
(1) Achievement Level

Items to Examine	Evaluation Questions	Necessary Data / Information	Information Sources / Data Collection Methods			
Inputs	Inputs from JICA side Have the Inputs from Japanese side (dispatch of Japanese Researchers/Experts, counterpart training, equipment & facilities, local expense) have been provided appropriately to support the Project?	Assignment record of Japanese Researchers/Experts, Record on trainings, List and record of equipment provided, Financial record on local expense	Annual/ Progress reports, Reports on trainings, List of equipment provided, Financial reports			
	Inputs from Indonesia side Have the Inputs from Indonesian side (Counterpart (C/P) researchers, equipment & facilities, operating cost) been provided appropriately to support the Project?	Assignment record of C/Ps, Financial records on budget and disbursement, List of important equipment	Annual/ Progress reports, Financial reports by Indonesian government.			
Outputs	Achievement Level of Output 1 To what extent is OVI 1-1 "New techniques to monitor soil and plant condition becomes available." likely to be achieved? To what extent is OVI 1-2 "Biomass yield of sorghum in Project site and Model site is increased 20% higher than before soil improvement." likely to be achieved?	Progress and achievement of research activities Opinions of project members	Annual/Progress reports, Monitoring reports prepared by the Project, Research papers, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts, C/Ps			
	Achievement Level of Output 2 To what extent is OVI 2-1 "A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established." likely to be achieved? To what extent is OVI 2-2 "Biomass yield of sorghum in Model site is increased 20% higher than before soil improvement." likely to be achieved?					
	Achievement Level of Output 3 To what extent is OVI 3-1 "Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering." likely to be achieved? To what extent is OVI 3-2 "Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering." likely to be achieved? To what extent is OVI 3-3 "Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties)." likely to be achieved?					
	Achievement Level of Output 4 To what extent is OVI 4-1 "A manufacturing method of particleboard for interior use using grass plants and natural adhesives is established." likely to be achieved? To what extent is OVI 4-2 "Physical properties of particleboards composed of wood and grass plants particles are clarified." likely to be achieved? To what extent is OVI 4-3 "Effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse is proposed." likely to be achieved? To what extent is OVI 4-4 "Production methods of sorghum pellets and bio fuels are established." likely to be achieved?					
	Project Purpose (PP)			Achievement Level of Project Purpose To what extent is OVI 1 "Biomass crops are produced steadily in former deteriorated along-along fields (Project site and Model site)." likely to be achieved by the end of the Project? To what extent is OVI 2 "Manufacture of biomass pellet fuels and lignocellulose-based materials is performed in a production line." likely to be achieved by the end of the Project? To what extent is OVI 3 "The number of international publications with citation index." likely to be achieved by the end of the Project? To what extent is OVI 4 "Reduction of CO2 emission through revegetation is estimated." likely to be achieved by the end of the Project?	Progress and achievement of research activities Opinions of project members	Annual/Progress reports, Monitoring reports prepared by the Project, Research papers, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts, C/Ps
				Overall Goal	Achievement Level of Overall Goal (Indicators have not been set.)	

(2) Implementation Process

Items to Examine	Evaluation Questions	Necessary Data / Information	Information Sources / Data Collection Methods
Project Implementation Process	Project Management System Have the Project activities been monitored appropriately by Indonesia and Japanese sides? Have the Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operation (PO) appropriately been reviewed? Have Japanese Researchers/Experts and Indonesian C/Ps adequately communicated with each other to share information regarding the project management and activities? Have regular meetings between Japanese Researchers/Experts and Indonesian C/Ps sufficiently contributed to solving problems that occurred in the implementation process?	Record on activities, Opinions of project members	Meeting minutes, Annual/ Progress reports, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts, C/Ps
	Ownership of the Project Have the Indonesian C/Ps adequately participated in management and activities of the Project? Has the Indonesia Government allocated sufficient budget for the Project?	Financial report on budget of Indonesia Government	Financial reports of Indonesia Government,
	Collaboration with Other Projects Has the Project adequately collaborated with other projects implemented either by JICA or other donors in the country?	Record on activities, Opinions of project members	Meeting minutes, Annual/ Progress reports, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts, C/Ps
	Factors Affecting the Implementation Process Have restructuring of implementing organizations or reshuffling of the supervisors and C/Ps affected the implementation of the Project? Are there unpredictable factors which have adversely affected the implementation process?		

(3) Evaluation based on Five Evaluation Criteria

Items to Examine		Evaluation Questions	Necessary Data / Information	Information Sources / Data Collection Methods
Relevance	Relevance to Local Needs, Policies, Priority	Has the purpose of the Project been in line with and had higher priority in the national development policies of the Indonesia Government and people?	Development, environment, agriculture policies of Indonesian Government, Opinions of project members	Review of policy documents, Interviews and questionnaires to relevant officers
		Has the Project been in accordance with the country assistant policy of Japanese Government and JICA/JST for Indonesia?	Country assistant strategy and policy of Japanese Government and JICA/JST to Indonesia	Documents on country assistant strategy and policy of Japanese Government and JICA/ JST to Indonesia
Relevance	Appropriateness of Project Approach	Has the approach taken by the Project been appropriate in terms of the development of Indonesia?	Development policies of Indonesia, Opinion of officers in charge of national development, Opinions of project members	Review of policy documents, Interviews and questionnaires to relevant officers, Researchers/Experts, C/Ps
		Were the implementing organizations appropriately selected in accordance with the project approach?		
		Did Japan have comparative advantage in technology (know-how) and experience for supporting the Project?		
Effectiveness	Achievement level of Project Purpose	Is the Project Purpose likely to be achieved by the end of the Project?	Record on activities, Opinions of project members	Meeting minutes, Annual/ Progress reports, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts and C/Ps
		Have the Outputs effectively been contributing to the achievement of the Project Purpose?		
	Effects of External Factors (Important Assumption)	Have any other factors apart from the Project contributed to the achievement of the Project Purpose?		
		Have the assumptions affected the realization of the Project Purpose?		
Effectiveness	Effects of External Factors (Important Assumption)	Have any other external factors negatively affected the realization of the Project Purpose?		
		Have the assumptions affected the realization of the Project Purpose?		
		Have any other external factors negatively affected the realization of the Project Purpose?		
		Have any other external factors negatively affected the realization of the Project Purpose?		
Efficiency	Contribution of Activities	Have adequate activities been carried out on time to realize the Outputs according to the original plan?	Record on activities, Opinions of project members	Meeting minutes, Annual/ Progress reports, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts and C/Ps
	Appropriateness of Inputs by JICA Side	Have the Inputs from Japanese side (dispatch of Japanese Researchers/Experts, counterpart training, equipment & facilities, local expense) have been provided appropriately to support the Project?		
	Appropriateness of Inputs by Indonesia Side	Have the Inputs from Indonesian side (Counterpart (C/P) researchers, equipment & facilities, operating cost) been provided appropriately to support the Project?		
	Effects of External Factors	Are there any external factors that have positively or negatively affected the efficiency of the Project?		
Impact (prospect)	Probability of Overall Goal to be Achieved	Is the Overall Goal likely to be realized as a result of the Project?	Record on activities, Opinions of project members	Meeting minutes, Annual/ Progress reports, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts and C/Ps
	Effects of External Factors	Were the Overall Goal and the Project Purpose compatible and set at appropriate levels? (Was there big gap between two levels?)		
		Are the assumptions from the Project Purpose level to the Overall Goal level likely to be satisfied?		
		Are there any unanticipated factors that may affect the realization of the Overall Goal?		
Unexpected impact	Were there any unexpected positive or negative impacts that the Project caused on the relevant Government policy, system, socio-economic conditions and technological development?			
Sustainability (prospect)	Policy/ Institutional Aspect	Is the Indonesia Government likely to have adequate institutional arrangement (policy and system) by which the Outputs achieved through the Project can be sustained after the Project ends in 2021?	Record on activities, Opinions of project members	Meeting minutes, Annual/ Progress reports, Interviews and questionnaires to Researchers/Experts and C/Ps
	Organizational/ Financial Aspect	Is the Indonesia Government likely to secure an adequate budget with which the Outputs achieved through the Project can be sustained after the Project terminates?		
		Is the Indonesia Government likely to maintain and develop the organizational structure including appropriate staff assignment with which the Outputs achieved through the Project can be sustained after the technical cooperation terminates?		
	Technical Aspect	Have the Indonesian C/Ps and target groups accepted the knowledge and skills transferred through the Project and are they likely to continue to use it?		
		Are relevant organizations likely to maintain and further develop the implementation capacity after the Project terminates in 2021?		
Overall Sustainability	Are the Project achievements likely to have a high level of overall sustainability?			

ANNEX III

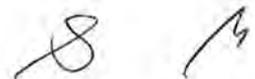
PROJECT DESIGN MATRIX (PDM) Ver. 1.2 (used for review)

Project Title:	The Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i>) Fields
Implementing Agency:	<u>Japanese side:</u> Kyoto University and KAZUSA DNA Research Institute <u>Indonesian side:</u> LIPI (Indonesian Institute of Sciences), ICABIOGRAD (Center for Biotechnology and Genetic Resources and Development, Ministry of Agriculture) and FORDA (Forest Research and Development, Ministry of Environment and Forestry)
Duration:	Five years (July 19, 2016 to July 18, 2021)
Project Site:	LIPI Cibinong, Bogor Model Site: Katingan (Central Kalimantan)
Target Group:	Researchers and Technicians of LIPI, ICABIOGRAD, FORDA
Date Prepared/Modified:	Version 0: September 25, 2015; Version 1.2: April 20, 2017

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
Overall Goal A model of the establishment of sustainable society by innovative bio-energy & material technology is developed in Indonesia.	1.	1.	
Project Purpose Technologies for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are developed.	1. Biomass crops are produced steadily in former deteriorated alang-alang fields (Project site and Model site). 2. Manufacture of biomass pellet fuels and lignocellulose-based materials is performed in a production line. 3. The number of international publications with citation index 4. Reduction of CO2 emission through revegetation is estimated.	1. Monitoring record/ Progress report 2. ditto 3. ditto 4. ditto	Energy policies of Gol do not change significantly.
Output 1. Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established.	1-1. New techniques to monitor soil and plant condition becomes available. 1-2. Biomass yield of sorghum in Project site and Model site is increased 20% higher than before soil improvement.	1-1. Monitoring record/ Progress report	*Establishment of partnership with manufactures for producing lignocellulose-based materials does not get delayed.
2. Protocols to convert degraded land to revegetated land are established.	2-1. A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established. 2-2. Biomass yield of sorghum in Model site is increased 20% higher than before soil improvement. 2-3. Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land.	2-1. Monitoring record/ Progress report 2-2. ditto 2-3. ditto	
3. Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.	3-1. Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering. 3-2. Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering. 3-3. Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties).	3-1. Monitoring record/ Progress report 3-2. ditto 3-3. ditto	
4. Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.	4-1. A manufacturing method of particleboard for interior use using grass plants and natural adhesives is established. 4-2. Physical properties of particleboards composed of wood and grass plants particles are clarified. 4-3. Effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse is proposed. 4-4. Production methods of sorghum pellets and bio fuels are established.	4-1. Monitoring record/ Progress report 4-2. ditto 4-3. ditto 4-4. ditto	

Activities	Inputs	Indonesian Government	Preconditions
1.1 Develop methods to analyze the vegetative restoration of grasslands via molecular biological approach. 1.1.1 Establish protocols of metagenomic analyses of soil microbiota in simulated site in Japan. 1.1.2 Develop methods for diagnosing stresses in sorghum by gene expression analyses, in simulated site in Japan. 1.2 Identify factors limiting crop growth on degraded grasslands. 1.2.1 Analyze soil and climate in grassland in Cibinong. 1.2.2 Conduct pot experiments using soil in grassland in Cibinong. 1.2.3 Analyze effects of drought stress. 1.3 Establish plan of fertilizer application in Cibinong test plots. 1.3.1 Grow sorghum on Cibinong test plots with fertilizer application. 1.3.2 Evaluate effects of fertilizers by gene expression analysis in sorghum and soil metagenomic analysis. 1.3.3 Establish optimum method of fertilizer application in Cibinong test plots. 2.1 Evaluate biodiversity in grasslands before and after fertilizer application. 2.1.1 Analyze soil microbiota by 16S/18S rRNA sequencing. 2.1.2 Conduct survey of species diversity of plants. 2.2 Establish feasible models for revegetation of alang-alang grasslands. 2.2.1 Select candidate plant species for intercropping with sorghum. 2.2.2 Establish methods of fertilizer application for the cropping system. 2.2.3 Create databases for plants diversity. 3.1 Increase total lignin in rice. 3.1.1 Prepare transformants in which lignin content is increased. 3.1.2 Analyze transformants. 3.2 Increase high-heating-value lignin structures in rice. 3.2.1 Prepare transformants in which the content of high-heating-value lignin structure is increased. 3.2.2 Analyze transformants. 3.3 Conduct selective breeding of sorghum with high-heating value. 3.3.1 Select low photosensitivity (changed to highly adaptable), higher content of higher calorific lignin, and higher biomass sorghum. 3.3.2 Breed low photosensitivity (changed to highly adaptable), higher content of higher calorific lignin, and higher biomass. 3.3.3 Develop and produce sorghum seeds with higher calorific lignin. 4.1 Develop particleboard using sorghum bagasse and natural adhesives. 4.1.1 Establish basic manufacture condition.	Japanese Government 1. Dispatch of Japanese researchers as experts in specific fields 2. Dispatch of Japanese project coordinator 3. Training in Japan 4. Provision of equipment and materials necessary for the Project 5. Necessary expenses, except for the running cost for the collaborative research activities	Indonesian Government 1. Services of counterpart researchers and administrative personnel 2. Provision of facilities necessary for the implementation of the Project: Suitable project office; experimental fields, etc. 3. Preparation of the existing equipment utilized for research activities 4. Running cost for the Project (utilities, travel allowances, etc.)	Researchers assigned to the Project (C/Ps) are not transferred frequently. Natural disasters such as drought and forest fire do not occur at the experiment fields. Preconditions

<ul style="list-style-type: none"> 4.1.2 Investigate enhancement of productivity. 4.2 Develop particleboard using alang alang and natural adhesives. <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1 Establish basic production condition. 4.2.2 Improve physical properties 4.3 Investigate a commercial particleboard manufacture using wood and grass plants. <ul style="list-style-type: none"> 4.3.1 Establish optimum manufacture condition using wood and grass plants. 4.3.2 Investigate manufacture condition toward commercial production using wood and grass plants. 4.4 Conduct research on effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse. <ul style="list-style-type: none"> 4.4.1 Investigate applicability residue of sorghum bagasse as materials for particleboard and wood-based molding. 4.5 Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis, techno economic analysis and promotion of wood-based materials in Indonesia. <ul style="list-style-type: none"> 4.5.1 Conduct information collection and business matching 4.5.2 Conduct trial manufacture by production line. 4.5.3 Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis. 4.6 Produce sorghum pellets. <ul style="list-style-type: none"> 4.6.1 Conduct information collection and business matching. 4.6.2 Develop pelletization procedure. 4.6.3 Conduct techno economic analysis and pro 4.7 Produce sorghum biofuels. <ul style="list-style-type: none"> 4.7.1 Conduct information collection and business matching. 4.7.2 Develop fermentation of sorghum sugars. 4.7.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum biofuels through trial manufacture by production line. 			
--	--	--	--



ANNEX IV Inputs from Indonesia Government

(1) Counterpart Personnel-Management

No	Name of Counterpart Personnel	Position / Organization	Technical Field in Charge	Role in the Project
1	Bambang Subiyanto	Professor, Vice Chairperson of LIPI	Biomaterial	Project Advisor
2	Endang Sukala	Dean of Faculty of Biotechnology, Surya University		
3	Didik Widyatmoko	Director, Center for Plant Conservation-LIPI	Plant Ecology	Project Director
4	I Made Sudiana	Professor, Research Center for Biology-LIPI	Microbial Ecology	Project Manager/ Sub-Leader (1)
5	Reni Lestari	Researcher, Center for Plant Conservation-LIPI	Plant Physiology and Agronomy	Sub-Leader (2)
6	Satya Nugroho	Researcher, Research Center for Biotechnology-LIPI	Plant molecular biology and Biochemistry	Sub-Leader (3)
7	Subyakto	Professor, Research Center for Biomaterials-LIPI	Biomaterial	Sub-Leader (4)

(2) Counterpart Researchers/Personnel-Research team members

Output (Research Team)	Total No. of Members	Organization (No. of Members Assigned)
1	20	Research Center for Biology-LIPI (16) Research Center for Biotechnology-LIPI (1) FORDA (2) ICABIOGRAD (1)
2	11	Center for Plant Conservation-LIPI (11)
3	16	Center for Plant Conservation-LIPI (2) Research Center for Biology-LIPI (2) Research Center for Biotechnology-LIPI (11) Center for Biomaterials-LIPI (1)
4	18	Research Center for Biotechnology-LIPI (1) Center for Biomaterials-LIPI (7) Center for Innovation-LIPI (10)
Total	66	

(3) Local operational expenses used by Indonesian Government

Year	Items of Expenses	Amount (IDR)	Remarks
2016	Cost of business trip in Indonesia	971,287,000	Trip to project sites, such as Katingan, NTT, etc.
	Experiments using biofertilizer pellets	72,000,000	
	Renovation of Treub laboratory	619,120,000	Experimental equipment
	Equipment for the SATREPS project office	28,520,000	Table, chair, cabinet, etc.
	Honorarium for speaking in Kick Off Meeting	2,300,000	
	Cost for business meeting	18,900,000	Traveling expense, etc.
2017	Employment expense of research staff in RC Biology	48,000,000	Experiments for Output 1
	Reagents used for analysis of soil bacterial enzymes and biofertilizer in RC Biology	67,000,000	Experiments for Output 1
	Reagents used for culturing microorganisms in RC Biology	20,000,000	Experiments for Output 1

ANNEX IV-1

Year	Items of Expenses	Amount (IDR)	Remarks
	Reagents used for storage of bacteria in RC Biology	20,000,000	Experiments for Output 1
	Instruments used in a greenhouse of RC Biology	10,000,000	Experiments for Output 1
	Cost of utilities in RC Biology	15,000,000	Experiments for Output 1
	Cost of business trip by research staff of RC Biology	10,000,000	Trip to project sites
	Employment expense of research staff in Bogor Botanical Garden and cost of their business trip	249,958,840	Field work in Katingan Botanical Garden of Kalimantan for ten months
	Cost of their business trip by research staff in Bogor Botanical Garden	463,415,000	Trip to project sites
	Reagents and supplies used in Treub Laboratory	5,208,000	
	Renovation of Treub laboratory	500,000,000	
	Cost for business meeting in Bogor Botanical Garden	35,512,000	JCC meeting, Handover ceremony of equipment in Treub laboratory, etc.
	Employment expense of research staff in Treub laboratory	24,000,000	Experiments for Output 1 and 2
	Total	3,180,220,840	

ANNEX IV-2

ANNEX V**Inputs from JICA**

(1) Assignment of Short-term Experts (Researchers)

No	Names	Field of Expertise	Affiliation	Year	Assignment Period (days)	Total Days
1	Toshiaki Umezawa	Research Managing and development of high calorific biomass plants (Output 3)	Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University	1st	2016/7/19-7/23 (5) 2016/11/13-11/18 (6) 2017/2/27-3/5 (7) 2017/4/17-4/22 (6) 2017/5/17-5/25 (9) 2017/7/2-7/7 (6)	30
				2nd	2017/9/18-9/22 (5) 2017/10/31-11/4 (5) 2017/12/20-12/24 (5) 2018/1/31-2/2 (3) 2018/3/19-3/23 (5) 2018/5/13-5/17 (5) 2018/7/1-7/5 (5)	33
				3rd	2018/9/24-9/30 (7)	7
2	Kenji Umemura	Development of lignocellulose-based materials (Output 4)	-ditto-	1st	2016/7/19-7/23 (5) 2016/11/13-11/18 (6) 2017/4/17-24/22 (6) 2017/5/21-5/23 (3) 2017/3/1-3/5 (5)	25
				2nd	2017/7/25-7/29 (5) 2017/11/1-11/5 (5) 2018/1/14-1/17 (4) 2018/3/19-3/24 (6) 2018/5/13-5/16 (4) 2018/7/1-7/5 (5)	24
				3rd	2018/8/19-8/24 (6)	6
3	Masaru Kobayashi	Establishment of fertilizer application and Revegetation of degraded land (Output 1 & 2)	Graduate School of Agriculture, Kyoto University	1st	2016/7/19-7/23 (5) 2016/11/13-11/18 (6) 2017/2/27-3/5 (7) 2017/5/18-5/25 (8)	26
				2nd	2017/7/25-7/29 (5) 2017/9/18-9/22 (5) 2017/11/1-11/4 (4) 2018/3/19-3/23 (5) 2018/5/13-5/17 (5)	24
				3rd	2018/9/26-9/30 (5)	5
4	Masahiro Sakamoto	Development of high calorific biomass plants (Output 3)	-ditto-	1st	2016/11/13-11/18 (6)	6
				2nd	2017/10/31-11/03 (4)	4
5	Daisuke Shibata	Establishment of fertilizer application (Output 1)	Kazusa DNA Research Institute	1st	2016/11/13-11/18 (6) 2017/05/21-05/24 (4)	10
6	Sukma Surya Kusumah	Comprehensive analysis of soil microbial flora and development of high calorific biomass plants (Output 2 & 3)	Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University	1st	2016/11/13-11/18 (6)	6
7	Rie Takada	Development of high calorific biomass plants (Output 3)	-ditto-	1st	2016/11/13-11/18 (6)	6

No	Names	Field of Expertise	Affiliation	Year	Assignment Period	Total Days
8	Yuki Tobimatsu	Comprehensive analysis of soil microbial flora (Output 3)	-ditto-	1st	2017/02/27-03/04 (6)	6
				2nd	2017/10/31-11/08 (9)	9
9	Shigeru Hanano	Comprehensive analysis of soil microbial flora (Output 2)	Kazusa DNA Research Institute	1st	2016/07/19-07/23 (5) 2016/11/13-11/18 (6) 2017/02/27-03/05 (7) 2017/05/21-05/24 (4)	22
				2nd	2017/11/06-11/10 (5)	5
				3rd	2018/07/30-08/04 (6)	6
10	Takuji Miyamoto	Development of high calorific biomass plants (Output 4)	Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University	1st	2017/03/01-03/08 (8) 2017/04/17-04/22 (6) 2017/05/18-05/25 (8)	22
				2nd	2017/10/31-11/08 (9) 2018/02/28-03/07 (8) 2018/03/19-03/23 (5)	22
				3rd	2018/08/01-08/05 (5) 2018/09/18-09/22 (5)	10

(2) Assignment of Long-term Expert

No	Name	Field of Expertise	Assignment Period (days)
1	Satoru Mitani	Project Coordinator	2016/8/9- to date

(3) Counterpart trainings in Japan

Course	Institution/Venue	Period	Name (Aff.)
1. Training of analysis of soil microbial community structures	Kazusa DNA research Institute	From 2016/10/20 to 2017/3/18	I Nyoman Sumerta (RC Biology, LIPI)
2. Training of lignin analysis and plant molecular breeding	Kyoto University	From 2016/12-01 to 2017/03/18	Wahyuni (RC Biotechno., LIPI)
3. Training of lignin analysis and plant molecular breeding	ditto	From 2016/12/01 to 2017/02/28	Helmant Hendra (RC P. Conserv. LIPI)
4. Training of analysis of plant nutritional elements	ditto	From 2017/01/26 to 2017/03/14	Ariefnoor (RC P. Conserv. LIPI)
5. Training of development of lignocellulosic biomass material	ditto	From 2017/08/01 to 2017/01/31	Eko Widodo (RC Biology, LIPI)
6. Training of analysis of soil microbial community structures	Kazusa DNA research Institute	From 2017/11/26 to 2018/01/31	Setiawan ruby (RC Biology, LIPI)
7. Training of analysis of soil microbial community structures	ditto	From 2017/11/26 to 2018/01/31	I Nyoman umerta (RC Biology, LIPI)

(4) List of Equipment provided by Japanese side

Name of Equipment	Purpose of Use	Value (IDR.1000)	Date Instlled	Place Installed
1. Double Beam UV-Vis Spectrophotometer	Measurement of nucleic acid and protein contents	390,000	2017/3/20	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
2. Atomic Absorption Spectrophotometer	Analysis of nutritional elements in soils and plants	1,491,106	2017/3/20	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
3. Ultra Low Temperature Freezer -80	Storage of DNA and RNA samples	440,000	2017/02/28	RC Biology

ANNEX V-2

Name of Equipment	Purpose of Use	Value (IDR.1000)	Date Instilled	Place Installed
4. Ultra Low Temperature Freezer -80	Storage of DNA and RNA samples	180,000	2017/02/28	RC Biotechnology
5. DNA Electrophoresis System	Fractionation of DNA fragments depending on their size	11,000	2017/1/10	RC Biology
6. Autoclave (18L)	Sterilization of instruments	77,376	2017/1/03	RC Biotechnology
7. Autoclave (50L)	Treatment for disposal of transgenic organisms	61,750	2017/2/03	RC Biotechnology
8. Tissuelyser	Pulverization of Sorghum tissues	331,875	2017/2/4	RC Biotechnology
9. Microplate Reader	Lignin content measurement	220,000	2017/2/22	RC Biotechnology
10. Portable Leaf Area Meter	Growth evaluation of Sorghum in fields	281,653	2017/2/23	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
11. Photosynthetic Rate Meter	Growth evaluation of Sorghum in fields	1,138,703	2017/2/23	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
12. Single Punch Tablet Press	Production of biofertilizer pellets	38,700	2017/1/18	RC Biology
13. Compact ION Meter	Measurement of soil nitrate ion	6,800	2017/2/22	RC Biology
14. Portable Oven Dryer	Drying biofertilizer pellets	50,000	2017/2/28	RC Biology
15. PCR Machine	Metagenomic analysis of soil bacteria	73,000	2017/12/8	RC Biology
16. DNA Vacuum Concentrator	Enrichment of DNA in extract	124,000	2017/11/11	RC Biology
17. Camera Microscope Olympus BX 51	Experiments of biofertilizer pellets	-	2017/10/9	RC Biology
18. Rotary Evaporator	Removal of solvent	170,000	2017/11/7	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
19. Ultra Low Temperature Freezer	Storage of chemicals and samples	122,400	2017/10/24	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
20. Oven Equipped with Fan	Analysis of soil physical properties	167,000	2017/11/7	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
21. Electric Muffle Furnace (Tanur)	Measurement of soil carbon and water contents	152,000	2017/11/7	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
22. Digestion Block System	Analysis of soil nitrogen and phosphorus	55,760	2017/11/9	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
23. Hydraulic Compression Molding Machine	Production of woody particle board sample	425,400	2017/12/20	RC Biomaterial
24. Gas Chromatography Mas Spectrometer	Qualitative and quantitative analysis of lignin-derived compounds	537,000	2017/11/11	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
25. Software for LCA Analysis	LCA analysis	2,100,000	2017/11/22	RC Biomaterial
26. Thermogravimetric Analyzer (TGA)	Evaluation of thermostability of woody particle board	211,500	2018/1/10	RC Biomaterial
27. Draft Chamber	Handling of strong acids	547,500	2017/10/30	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
28. Hot Plate Stirrer	Liquid sample stirring under a predetermined temperature	42,750	2017/5/9	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
29. Autoclave	Sterilization of instruments	57,500	2017/5/15	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
30. High Speed Computer	Metagenomic analysis	28,453	2017/4/21	RC Biology
31. Personal Computer	Storage of metagenomic analysis data	33,9554	2017/5/5	RC Biology
32. Mini Magnetic Stirrer	Liquid sample stirring for lignin and nutritional element analyses	7,800	2017/5/15	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
33. Tractor	Planting and harvesting Sorghum plants in the experimental field of Cibinong	28,735	2017/5/02	Ecopark, CPC Botanic Gardens
34. Disk Mill	Pulverization of plant tissues	28,500	2017/6/7	Treub Lab, CPC

ANNEX V-3

S *A*

Name of Equipment	Purpose of Use	Value (IDR.1000)	Date Instlled	Place Installed
				Botanic Gardens
35. Analytical Balance 4 Digit	Measuring weight of soil sample for analysis of bacterial enzymes	20,700	2017/6/19	RC Biology
36. Analytical Balance 4 Digit	Measuring weight of soil and plant samples	20,700	2017/6/10	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
37. Low Temperature Freezer -20	Storage of soil sample for analysis of bacterial enzymes	35,500	2017/8/15	RC Biology
38. Block Heater, 2 Block, 130-C	DNA extraction from soils	34,000	2017/8/15	RC Biology
39. Sieve Mesh	Sieving soil and powdery plant samples	17,100	2017/7/21	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
40. Vacuum Pump	DNA extraction from soils	27,000	2017/7/21	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
41. Refrigerator	Storage of soil and plant samples	25,000	2017/7/21	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
42. Vortex Mixer	Mixing of liquid samples	7,000	2017/6/19	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
43. Digital PH Meter	Measurement of soil pH	45,800	2017/11/7	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
44. Water Purifier	Purification of water used for analysis	26,000	2017/6/19	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
45. Chlorophyll Content Meter	Measurement of chlorophyll content, that determines the photosynthetic capacity	32,000	2017/7/10	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
46. Centrifuge machine	DNA extraction	39,500	2017/9/15	RC Biology
47. Stereomicroscope	Observation of plant root architecture	30,363	2017/8/7	RC Biology
48. Camera for Stereo Microscope	Observation of plant root architecture	40,000	2017/8/4	RC Biology
49. Eppendorf Micro Pipet Various Volume	Metagenome analysis to bacteria in soil	18,800	2016/12/5	RC Biology
50. Multi Channel Pipet	Metagenome analysis to bacteria in soil	38,400	2017/1/3	RC Biology
51. Block Heater, 2 Block	DNA extraction from soils	22,000	2017/11/22	RC Biology
52. Extractive Equipment (Soxhlet, Condensor, Heating Plate etc)	Plant sample extraction from sorghum	103,688	2017/10/11	Treub Lab, CPC Botanic Gardens
53. PC for LCA Analysis	LCA analysis	34,091	2017/11/13	RC Biomaterial
Total Value		10,555,457		

(5) Local Expenditure

Year (JFY)	Expense by Fiscal Year (IDR 1000)				JPY** (1000)
	2016	2017	2018*	Total	
Miscellaneous	580,238.4	1,237,828.0	802,746.3	2,620,812.7	19,420.2
Air Fare	19,805.9	37,763.6	25,717.0	83,286.5	617.2
Travel Allowance	14,796.0	38,617.6	1,925.5	55,339.1	484.2
Commission Contract	64,424.5	148,243.0	27,720.0	55,339.1	1,781.3
Total	679,264.8	1,462,452.2	858,108.8	2,999,825.8	22,302.9

* April - November 2018; ** Exchange rate: IDR 1 = JPY 0.007410

ANNEX V-4

ANNEX VI Summary of Activities undertaken from July 2016 to September 2018

"Accomplishment Status" of each activity described in the PDM was rated with scores of 1 to 6 based on self-assessment by the Project team as follows: 1 0%, 2 25%, 3 50%, 4 75%, 5 Almost completed, 6 Completed.

<Activities for Output 1>

Output 1	Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established.			
Indicators	1-1 New techniques to monitor soil and plant condition becomes available. 1-2 Biomass yield of sorghum in Project site and Model site is increased 20% higher than before soil improvement.			
	Planned Activities in PDM	Overview of Activities to Date	Activities to be Undertaken	
1.1	Develop methods to analyze the vegetative restoration of grasslands via molecular biological approach.	1.1.1 Establish protocols of metagenomic analyses of soil microbiota in simulated site in Japan. 1.1.2 Develop methods for diagnosing stresses in sorghum by gene expression analyses, in simulated site in Japan.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Optimized condition for DNA metabarcoding analysis of grassland soil bacterial community was established and transferred to Indonesia. DNA fingerprinting analysis as a supplemental method for microbial community analysis was established. Biomarker candidates for sorghum nutritional status were selected and being examined with field samples. 	<ul style="list-style-type: none"> Examination of applicability of biomarkers for sorghum nutritional status will be continued. The procedure to diagnose the nutritional status of field-grown samples will be standardized using the identified biomarkers.
1.2	Identify factors limiting crop growth on degraded grasslands.	1.2.1 Analyze soil and climate in grassland in Cibinong. 1.2.2 Conduct pot experiments using soil in grassland in Cibinong. 1.2.3 Analyze effects of drought stress.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Fertility of the soil in Cibinong test plot was analyzed through chemical analyses. Climate data in Cibinong is being collected and analyzed. (Collection of climate data is not completed as the adjustment of measuring equipment took time.) Several soil conditioners were found beneficial for sorghum cultivation through a greenhouse experiment. The effects of drought stress are being analyzed. 	<ul style="list-style-type: none"> Analysis of the climate and the effects of drought stress on sorghum growth will be continued.
1.3	Establish plan of fertilizer application in Cibinong test plots.	1.3.1 Grow sorghum on Cibinong test plots with fertilizer application. 1.3.2 Evaluate effects of fertilizers by gene expression analysis in sorghum and soil metagenomic analysis. 1.3.3 Establish optimum method of fertilizer application in Cibinong test plots.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Sorghum cultivation tests were conducted. Biomass production was increased significantly by fertilizer application. The cultivation test in 2016 as one of the multiple runs of experiment was not successful because of a disease outbreak. Thus, an additional trial became necessary and is currently being carried out. DNA metabarcoding analysis of soil bacterial community structure has been carried out (as described in 2.1). 	<ul style="list-style-type: none"> The third run of cultivation test will be finished in a few months, and the results will be analyzed to know the necessary amount of fertilizers for sorghum cultivation.

<Activities for Output 2>

Output 2	Protocols to convert degraded land to revegetated land are established.			
Indicators	2-1 A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established. 2-2 Biomass yield of sorghum in Model site is increased 20% higher than before soil improvement. 2-3 Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land.			
	Planned Activities in PDM	Overview of Activities to Date	Activities to be Undertaken	
2.1	Evaluate biodiversity in grasslands before and after fertilizer application.	2.1.1 Analyze soil microbiota by 16S/18S rRNA sequencing. 2.1.2 Conduct survey of species diversity of plants.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> DNA metabarcoding analysis of soil bacterial community structure has been conducted in Cibinong. The results suggested no negative impact of sorghum cultivation on bacterial biodiversity. DNA metabarcoding analysis in Katingan had a technical problem in sample preparation, which has been solved already. Surveys of plant species diversity were conducted in Cibinong and Katingan. 	<ul style="list-style-type: none"> DNA metabarcoding analysis of soil microbiota will be continued in Cibinong and Katingan.
2.2	Establish feasible models for revegetation of along-along grasslands.	2.2.1 Select candidate plant species for intercropping with sorghum. 2.2.2 Establish methods of fertilizer application for the cropping system. 2.2.3 Create databases for plants diversity.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Cultivation tests of sorghum and intercropping plants were conducted in Katingan. The cultivation test in 2016 as one of the multiple runs of experiment was not successful because of poor seed quality. Thus, an additional trial became necessary and is currently being carried out. A database for sorghum accessions and intercropping species was built. 	<ul style="list-style-type: none"> Cultivation test will be continued to know the necessary amount of fertilizers for sorghum cultivation in Katingan.

<Activities for Output 3>

Output 3	Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.			
Indicators	3-1 Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering. 3-2 Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering. 3-3 Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties).			
	Planned Activities in PDM	Overview of Activities to Date	Activities to be Undertaken	
3.1	Increase total lignin in rice.	3.1.1 Prepare transformants in which lignin content is increased. 3.1.2 Analyze transformants	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Lignin contents of transgenic rice straws were significantly increased (up to 53% compared with that of wild-type rice straw). 	<ul style="list-style-type: none"> Further molecular breeding of rice plants to characterize other transcriptional regulators involved in lignin biosynthesis will be performed. In parallel, Sorghum orthologues* of rice genes characterized in this study will be searched by in silico analysis.
3.2	Increase high-heating-value lignin structures in rice.	3.2.1 Prepare transformants in which the content of high-heating-value lignin structure is increased. 3.2.2 Analyze transformants.	Accomplishment status: 4 <ul style="list-style-type: none"> Lignins with higher carbon content, i.e., guaiacyl and <i>p</i>-hydroxyphenyl lignins, in transgenic rice straws were significantly increased (up to 22% and 11-fold compared with that of wild-type rice straw, respectively). 	<ul style="list-style-type: none"> Sorghum orthologues of rice genes characterized in this study will be searched by in silico analysis.
3.3	Conduct selective breeding of sorghum	3.3.1 Select low photosensitivity, higher content of higher calorific lignin, and	Accomplishment status: 2 <ul style="list-style-type: none"> Sorghum cultivars that display a 48% and 27% higher lignin content compared with the average values of the samples tested in Japan and 	<ul style="list-style-type: none"> Sorghum mutants that show the high biomass productivity with high lignin

ANNEX VI-1

with high-heating value.	higher biomass sorghum. 3.3.2 Breed low photosensitivity, higher content of higher calorific lignin, and higher biomass sorghum. 3.3.3 Develop and produce sorghum seeds with higher calorific lignin	Indonesia were identified <ul style="list-style-type: none"> Establishing lignin analysis systems in Indonesia has taken time due to availability of equipment and reagents. In addition, a system for generating a new Sorghum accession through irradiation is needed to be newly established and optimized with supports from specialists 	content will be generated in Indonesia.
--------------------------	---	--	---

<Activities for Output 4>

Output 4 Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.			
Indicators	4-1 A manufacturing method of particleboard for interior use using grass plants and natural adhesives is established. 4-2 Physical properties of particleboards composed of wood and grass plants particles are clarified. 4-3 Effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse is proposed. 4-4 Production methods of sorghum pellets and bio fuels are established.		
Planned Activities in PDM		Overview of Activities to Date	
4.1 Develop particleboard using sorghum bagasse and natural adhesives	4.1.1 Establish basic manufacture condition. 4.1.2 Investigate enhancement of productivity.	Accomplishment status: 4 <ul style="list-style-type: none"> The manufacture condition of particleboard using sorghum bagasse and citric acid was investigated, and the optimum condition was clarified. When sucrose was added as an adhesive component, the particleboard properties was improved significantly, and satisfied 18 type of JIS K5908. Those research results were summarized as research papers. 	<ul style="list-style-type: none"> Improvement of manufacturing method will be investigated.
4.2 Develop particleboard using alang alang and natural adhesives.	4.2.1 Establish basic production condition 4.2.2 Improve physical properties.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> The particleboard using alang alang and citric acid was manufactured, and the basic physical properties were clarified. As a control, the basic physical properties of alang alang particleboards bonded with synthetic resin adhesives were investigated. It was found that the physical properties of alang alang particleboards irrespective of adhesives were inferior to those of sorghum bagasse particleboards. Indonesian team will present the research results in International symposiums and have a plan to apply for the patent. 	<ul style="list-style-type: none"> Optimum manufacturing condition will be investigated.
4.3 Investigate a commercial particleboard manufacture using wood and grass plants.	4.3.1 Establish optimum manufacture condition using wood and grass plants. 4.3.2 Investigate manufacture condition toward commercial production using wood and grass plants	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Based on the results of [4.1] and [4.2], it was found that sorghum bagasse is better material for commercial particleboard. Interview with particleboard company was performed with regard to the possibility of utilization of sorghum bagasse as a raw material. A manufacturing line for trial production was explored, and some candidates was found. 	<ul style="list-style-type: none"> Relationship between manufacturing condition and physical properties of the board will be investigated.
4.4 Conduct research on effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse	4.4.1 Investigate applicability residue of sorghum bagasse as materials for particleboard and wood-based molding.	Accomplishment status: 4 <ul style="list-style-type: none"> The sorghum bagasse molding bonded with citric acid was investigated, and effects of citric acid content and preparation methods on the physical properties of the molding were clarified. Sorghum bagasse molding bonded with citric acid had excellent physical properties and water resistance. The submission of research paper based on the results obtained is being prepared. 	<ul style="list-style-type: none"> Improvement of physical properties of the sorghum bagasse molding will be investigated.
4.5 Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis, techno economic analysis and promotion of wood-based materials in Indonesia	4.5.1 Conduct information collection and business matching 4.5.2 Conduct trial manufacture by production line 4.5.3 Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis.	Accomplishment status: 2 <ul style="list-style-type: none"> The particleboard using sorghum bagasse and citric acid was exhibited in Indonesia Science Expo 2017, and was introduced to Indonesian particleboard companies. A candidate for facility that is able to perform trial manufacture was found. LCA and techno economic analyses of particleboard and bio-pellet were tried by using limited data. 	<ul style="list-style-type: none"> Detailed LCA and techno economic analyses will be carried out, and possibility of social implementation will be investigated.
4.6 Produce sorghum pellets.	4.6.1 Conduct information collection and business matching. 4.6.2 Develop pelletization procedure. 4.6.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum pellets through trial manufacture by production line.	Accomplishment status: 2 <ul style="list-style-type: none"> Basic research was carried out by Indonesian team. A search for companies that can cooperate with us was carried out, and a candidate was found. 	<ul style="list-style-type: none"> Application to industry will be investigated.
4.7 Produce sorghum biofuels.	4.7.1 Conduct information collection and business matching. 4.7.2 Develop fermentation of sorghum sugars. 4.7.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum biofuels through trial manufacture by production line.	Accomplishment status: 3 <ul style="list-style-type: none"> Sweet sorghum was identified as a potential alternative feedstock for bioethanol production due to its properties including high level of fermentable sugar content and short life cycle. Sixty-one of Sorghum bicolor accession have been evaluated for their juice production and sugar content. Sorghum bicolor of 41 accession was cultivated in the Cibinong Project site. The juice was inoculated for ethanol production with several strains of <i>Saccharomyces cerevisiae</i>. The followings were the main findings: <ul style="list-style-type: none"> Saccharomyces cerevisiae Y249 is the best inoculant for producing the highest ethanol. Addition of either urea or ammonium sulphate do not increase ethanol production; and No addition nutrient is needed to obtain highest ethanol production, and Further research will be focused on hydrolyses of sorghum's bagasse, and ethanol production from sorghum bagasse hydrolysate To see the possibility to produce ethanol on commercial basis, the team conducted survey and business meeting with a company in Jakarta. And a consultation was made regarding research collaboration on sweet sorghum plantation in Malaka Nusa Tenggara Timur. 	<ul style="list-style-type: none"> Application to industry will be investigated.

ANNEX VII Proposed Modifications on PDM

1. Indicators of Project Purpose (Underlined words are proposed modifications.)

Indicators in Current PDM	Proposed Modification	Reasons
1. Biomass crops are produced steadily in former deteriorated alang-alang fields (Project site and Model site).	1. Steady production of biomass crops cultivated in deteriorated alang-alang fields is demonstrated in Project and Model sites.	➤ Change the term 'produced' to be more appropriate as an Indicator.
2. Manufacture of biomass pellet fuels and lignocellulose-based materials is performed in a production line.	2. <u>Feasibility for commercial manufacture of biomass pellets and lignocellulose-based materials is examined.</u>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 'in a production line' is difficult to understand ➤ Change the term 'performed' to be more appropriate as an Indicator. ➤ Change 'biomass pellet fuels' to 'biomass pellets'
3. The number of international publications with citation index.	(no change)	
4. Reduction of CO ₂ emission through revegetation is estimated.	4. <u>Reduction of CO₂ emission by utilizing biomass energy and materials produced through total system of revegetation of alang-alang degraded fields is estimated.</u>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Set an indicator that states the ultimate goal of the Project is to contribute to realization of "low carbon society". ➤ Change the terminology in accordance with the Project Purpose.
5. (nil)	5. <u>Comprehensive technical guidelines* for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are compiled and shared among stakeholders both in public and private sectors.</u> (Footnote) * "Guidelines" should include <u>findings and results of all the four Outputs.</u>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Set an indicator to prove that "the technologies have been developed" by compiling the technical guidelines that cover all the four Outputs. ➤ Set an indicator to connect the results of the Project to Overall Goal.

2. Indicators of Overall Goal

Indicators in Current PDM	Proposed Modification	Reasons
(Nil)	1. <u>Strategy and action plan for establishing a sustainable low-carbon society referring to the technologies developed by the Project is compiled by Indonesian government and shared among stakeholders both in public and private sectors.</u> 2. <u>The comprehensive technical guidelines are reflected on government policies concerning biomass production for energy and material as well as marginal land development.</u> 3. <u>Business models (plans) for manufacturing biomass pellets and lignocellulose-based materials are prepared by LIPI and shared with private companies.</u>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ The first indicator is to measure how the outcome of the Project will be utilized even after the end of the Project. ➤ The second indicator is to measure how the outcome of the Project will have impact on the government policies. ➤ The third indicator is to measure how the outcome will have impact on the private sector.

3. Indicators of Output 1 & 2

Indicators in Current PDM	Proposed Modification	Reasons
<p>Output 1:</p> <p>1-1. New techniques to monitor soil and plant condition become available.</p> <p>1-2. Biomass yield of sorghum in Project site and Model site is increased 20% higher than before soil improvement.</p>	<p>1-1 (no change)</p> <p>1-2 <u>Effects of fertilization and drought stress on sorghum growth are elucidated (found out, clarified).</u></p>	<p>➤ The same indicators are repeated as 1-2 and 2-2.</p> <p>➤ Set an indicator as 1-2 to reflect actual activities undertaken at RC Biology.</p>
<p>Output 2:</p> <p>2-1. A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established.</p> <p>2-2. Biomass yield of sorghum in Model site is increased 20% higher than before soil improvement.</p> <p>2-3. Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land.</p>	<p>2-1. (no change)</p> <p>2-2. Biomass yield of sorghum in <u>Project and Model sites</u> is increased 20% higher than before soil improvement.</p> <p>2-3. (no change)</p>	<p>➤ Experiments for fertilizer application have been carried out both at Project and Model sites.</p>
<p>Output 3:</p> <p>3-1. Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering.</p> <p>3-2. Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering.</p> <p>3-3. Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties).</p>	<p>3-1. Lignin content in rice straw is increased (10% compared with <u>wild-type rice</u>) existing varieties by use of metabolic engineering.</p> <p>3-2. Lignin with higher carbon content are increased (10% compared <u>with wild-type rice</u>) in rice straw by metabolic engineering.</p> <p>3-3. Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of <u>high</u> calorific lignin (10% compared with existing varieties*) and higher biomass.</p>	<p>➤ Use more appropriate terms.</p>
<p>Output 4:</p>	<p>Activity 4-1. to 4-4. (no change)</p> <p>(Addition)</p> <p>4-5. <u>Techno economic analysis reports are prepared.</u></p>	<p>➤ Reflect actual activities undertaken.</p>

4. Activities for Output 1 & 2

Activities in Current PDM	Proposed Modification
<p>1.3 Establish plan of fertilizer application in Cibinong test plots.</p> <p>1.3.1. Grow sorghum on Cibinong test plots with fertilizer application.</p> <p>1.3.2 Evaluate effects of fertilizers by gene expression analysis in sorghum and soil metagenomic analysis.</p> <p>1.3.3 Establish optimum method of fertilizer application in Cibinong test plots.</p>	<p>➤ All the Activities 1.3 (1.3.1-1.3.3) to be integrated to Activity 2.2.</p>
<p>2.1.1 Analyze soil microbiota by 16S/18S rRNA sequencing.</p>	<p>2.1.2 Analyze soil microbiota by <u>DNA metabarcoding.</u></p>
<p>2.2.2 Establish methods of fertilizer application for the cropping system.</p>	<p>2.2.2 Establish methods of fertilizer application for the <u>cropping system in Project site and Model site.</u></p>

ANNEX VII-2

5. Activities for Output 4

Activities in Current PDM	Proposed Modification
(4.1 - 4.4 no change)	
	4.5 Produce sorghum pellets. 4.5.1 Conduct information collection and business matching. 4.5.2 <u>Investigate optimum manufacture condition of pellets.</u> 4.5.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum pellets through trial manufacture by production line.
4.6 Produce sorghum pellets. 4.6.1 Conduct information collection and business matching. 4.6.2 Develop pelletization procedure. 4.6.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum pellets through trial manufacture by production line.	4.6 Produce sorghum biofuels. 4.6.1 Conduct information collection and business matching. 4.6.2 Develop fermentation of sorghum sugars.
4.7 Produce sorghum biofuels. 4.7.1 Conduct information collection and business matching. 4.7.2 Develop fermentation of sorghum sugars. 4.7.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum biofuels through trial manufacture by production line.	4.7 <u>Conduct energy and environment analysis based on CO2 balance in the entire process from production of sorghum to manufacturing of sorghum-based materials (particleboards and pellets) for purpose of estimating the reduction of CO2 emission.</u>

4 Important assumptions

Activities in Current PDM	Proposed Modification
<u>Project Purpose to Overall Goal</u> • Energy policies of Gov do not change significantly.	(Addition) ➤ <u>Public needs and interest in development of alternative energy and bio-materials do not decrease.</u>
<u>Outputs to Project Purpose:</u> • Establishment of partnership with manufactures for producing lignocellulose-based materials does not get delayed.	(Addition) ➤ <u>Enough amount of materials required to produce lignocellulose-based materials become available with increased production of sorghum.</u>

ANNEX VIII PROJECT DESIGN MATRIX (PDM) Ver. 2.0 (Proposed)

Project Title:	The Project for Producing Biomass Energy and Material through Revegetation of Alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i>) Fields
Implementing Agency:	<u>Japanese side:</u> Kyoto University <u>Indonesian side:</u> LIPI (Indonesian Institute of Sciences), ICABIOGRAD (Center for Biotechnology and Genetic Resources and Development, Ministry of Agriculture) and FORDA (Forest Research and Development, Ministry of Environment and Forestry)
Duration:	Five years (July 19, 2016 to July 18, 2021)
Project Site:	LIPI Cibinong, Bogor Model Site: Katingan (Central Kalimantan)
Target Group:	Researchers and Technicians of LIPI, ICABIOGRAD, FORDA
Date Prepared/Modified:	Version 0: September 25, 2015; Version 1.2: April 20, 2017 Version 2.0: November 23, 2018

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
Overall Goal: A model of the establishment of sustainable society by innovative bio-energy & material technology is developed in Indonesia.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategy and action plan for establishing a sustainable low-carbon society referring to the technologies developed by the Project is compiled by Indonesian government and shared among stakeholders both in public and private sectors. 2. The comprehensive technical guidelines are reflected on government policies concerning biomass production for energy and material as well as marginal land development. 3. Business models/plans for manufacturing of biomass pellets and lignocellulose-based materials are prepared by LIPI and shared with private companies. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategy and action plan prepared 2. Government policy documents concerned 3. Business models/plans prepared 	
Project Purpose: Technologies for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are developed.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Steady production of biomass crops cultivated in deteriorated alang-alang fields is demonstrated in Project and Model sites. 2. Feasibility for commercial manufacture of biomass pellets and lignocellulose-based materials is examined. 3. The number of international publications with citation index. 4. Reduction of CO₂ emission by utilizing biomass energy and materials produced through total system of revegetation of alang-alang degraded fields is estimated. 5. Comprehensive technical guidelines* for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are compiled and shared among stakeholders both in public and private sectors. <p>* "Technical guidelines" should include findings and results of all the four Outputs.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring record/ Progress report, Papers published, etc. 2. ditto 3. ditto 4. ditto 5. Comprehensive technical guidelines prepared 	<ul style="list-style-type: none"> • Energy policies of Gov do not change significantly • Public needs and interest in development of alternative energy and bio-materials do not decrease.
Outputs: 1. Methods of fertilizer application for plants producing high-energy biomass are established.	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. New techniques to monitor soil and plant condition become available. 1-2. Effects of fertilization and drought stress on sorghum growth are elucidated. 	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. Monitoring record/ Progress report, Papers published, etc. 1-2. ditto 	<ul style="list-style-type: none"> • Establishment of partnership with manufactures for producing lignocellulose-based materials does not get delayed • Enough amount of materials required to produce lignocellulose-based materials become available with increased production of sorghum.
2. Protocols to convert degraded land to revegetated land are established.	<ol style="list-style-type: none"> 2-1. A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established. 2-2. Biomass yield of sorghum in Project site and Model site is increased 20% higher than before soil improvement. 2-3. Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land. 	<ol style="list-style-type: none"> 2-1. Monitoring record/ Progress report, Papers published, etc. 2-2. ditto 2-3. ditto 	
3. Grass biomass plants with higher-heating value are developed by breeding.	<ol style="list-style-type: none"> 3-1. Lignin content in rice straw is increased (10% compared with wild-type rice) by use of metabolic engineering. 3-2. Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with wild-type rice) in rice straw by metabolic engineering. 3-3. Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of high calorific lignin (10% compared with existing varieties*) and higher biomass <p>*Average value of the sampled varieties tested.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3-1. Monitoring record/ Progress report, Papers published, etc. 3-2. ditto 3-3. ditto 	
4. Environmentally friendly technologies to produce lignocellulose-based materials using grass plants are established.	<ol style="list-style-type: none"> 4-1. A manufacturing method of particleboard for interior use using grass plants and natural adhesives is established. 4-2. Physical properties of particleboards composed of wood and grass plants particles are clarified. 4-3. Effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse is proposed. 4-4. Production methods of sorghum pellets and bio fuels are established. 4-5. Techno economic analysis reports are prepared. 	<ol style="list-style-type: none"> 4-1. Monitoring record/ Progress report, Papers published, etc. 4-2. ditto 4-3. ditto 4-4. ditto 4-5. Analysis report 	

Activities:	Inputs:	Indonesian Government	Preconditions
<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Develop methods to analyze the vegetative restoration of grasslands via molecular biological approach. <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 Establish protocols of metagenomic analyses of soil microbiota in simulated site in Japan 1.1.2 Develop methods for diagnosing stresses in sorghum by gene expression analyses, in simulated site in Japan. 1.2 Identify factors limiting crop growth on degraded grasslands. <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 Analyze soil and climate in grassland in Cibinong. 1.2.2 Conduct pot experiments using soil in grassland in Cibinong. 1.2.3 Analyze effects of drought stress. 2.1 Evaluate biodiversity in grasslands before and after fertilizer application. <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1 Analyze soil microbiota by DNA metabarcoding analysis. 2.1.2 Conduct survey of species diversity of plants. 2.2 Establish feasible models for revegetation of alang-alang grasslands. <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1 Select candidate plant species for intercropping with sorghum. 2.2.2 Establish methods of fertilizer application for the cropping system in Project site and Model site. 2.2.3 Create databases for plants diversity. 3.1 Increase total lignin in rice. <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1 Prepare transformants in which lignin content is increased. 3.1.2 Analyze transformants. 3.2 Increase high-heating-value lignin structures in rice. <ol style="list-style-type: none"> 3.2.1 Prepare transformants in which the content of high-heating-value lignin structure is increased. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispatch of Japanese researchers as experts in specific fields 2. Dispatch of Japanese project coordinator 3. Training in Japan 4. Provision of equipment and materials necessary for the Project 5. Necessary expenses, except for the running cost for the collaborative research activities 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Services of counterpart researchers and administrative personnel 2. Provision of facilities necessary for the implementation of the Project: Suitable project office; experimental fields, etc. 3. Preparation of the existing equipment utilized for research activities 4. Running cost for the Project (utilities, travel allowances, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Researchers assigned to the Project (C/Ps) are not transferred frequently. • Natural disasters such as drought and forest fire do not occur at the experiment fields.

<p>3.2.2 Analyze transformants</p> <p>3.3 Conduct selective breeding of sorghum with high-heating value</p> <p>3.3.1 Select low photosensitivity (changed to highly adaptable), higher content of higher calorific lignin, and higher biomass sorghum</p> <p>3.3.2 Breed low photosensitivity (changed to highly adaptable), higher content of higher calorific lignin, and higher biomass</p> <p>3.3.3 Develop and produce sorghum seeds with higher calorific lignin.</p> <p>4.1 Develop particleboard using sorghum bagasse and natural adhesives.</p> <p>4.1.1 Establish basic manufacture condition</p> <p>4.1.2 Investigate enhancement of productivity</p> <p>4.2 Develop particleboard using along along and natural adhesives.</p> <p>4.2.1 Establish basic production condition</p> <p>4.2.2 Improve physical properties.</p> <p>4.3 Investigate a commercial particleboard manufacture using wood and grass plants</p> <p>4.3.1 Establish optimum manufacture condition using wood and grass plants</p> <p>4.3.2 Investigate manufacture condition toward commercial production using wood and grass plants</p> <p>4.4 Conduct research on effective utilization of small particle residue of sorghum bagasse.</p> <p>4.4.1 Investigate applicability residue of sorghum bagasse as materials for molding products.</p> <p>4.5 Produce sorghum pellets.</p> <p>4.5.1 Conduct information collection and business matching</p> <p>4.5.2 Investigate optimum manufacture conditions of pellets</p> <p>4.5.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum pellets through trial manufacture by production line.</p> <p>4.6 Produce sorghum biofuels.</p> <p>4.7 Conduct energy and environment analysis based on CO₂ balance in the process from production of sorghum to manufacturing of sorghum-based materials (particleboards and pellets) for purpose of estimating the reduction of CO₂ emission.</p>			
---	--	--	--

2. 評価に用いたPDM (Ver. 1.2)

タイトル:	熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産プロジェクト
実施機関:	日本側: 京都大学・かずさDNA研究所 インドネシア側: インドネシア科学院 (LIPI)・環境林業省森林研究開発庁 (FORDA)・農業省インドネシア農業バイオテクノロジー遺伝資源研究開発センター (ICABIOGRAD)
協力期間:	5年間 (2016年7月19日~2021年7月18日)
プロジェクトサイト:	LIPI チビノン (ボゴール)、モデルサイト: 中部カリマンタン州カティンガン県
対象グループ:	LIPI, ICABIOGRAD, FORDA の研究員・技術者
PDMの作成・変更:	Version 0: 2015年9月25日、Version 1.2: 2017年4月20日

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
上位目標 インドネシアにおいて、革新的なバイオエネルギー及びバイオ材料技術によって持続可能な社会の構築モデルが開発される。			
プロジェクト目標 アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオ材料の持続的生産技術が開発される。	1. アランアラン荒廃草原 (プロジェクトサイトおよびモデルサイト) において安定的なバイオマス作物生産が達成される。 2. バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料がライン生産される。 3. サイテーションインデックスに記載される論文数。 4. 植生回復による二酸化炭素排出削減が見積もられる。	1. モニタリングの記録・進捗報告書 2. # 3. # 4. #	インドネシア政府のエネルギー政策が大きく変更されない。
成果 1. 高エネルギーバイオマス植物生産のための施肥法が確立される。 2. 荒廃草原を植生回復させる転換工程が確立される。	1-1. 土壌と植物の状態をモニターする新技術が利用可能となる。 1-2. プロジェクトサイトとモデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して20%向上する。 2-1. 生物多様性に配慮した施肥方法が確立される。 2-2. モデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して20%向上する。 2-3. 確立された施肥方法が荒廃草原回復の技術ガイドラインに反映される。	1-1. モニタリングの記録・進捗報告書 2-1. モニタリングの記録・進捗報告書 2-2. # 2-3. #	リグノセルロース由来の製品を製造する企業との連携が滞らない。
3. 育種による高発熱値を含むイネ科バイオマス植物が開発される。	3-1. 代謝工学の応用により、稲わらのリグニン含有量が形質転換前に比べて10%向上する。 3-2. 代謝工学の応用により、稲わらの高発熱型リグニンの割合が形質転換前に比べて10%増加する。 3-3. 高発熱型リグニン含量が現行品種*と比べて10%高い、低感光性 (高い適合性) の、より多くのバイオマスを含むソルガムを選抜、育種する。 *分析対象にした品種の平均値のことを指す。	3-1. モニタリングの記録・進捗報告書 3-2. # 3-3. #	
4. イネ科植物を用いたリグノセルロース系材料を生産する為の環境に優しい技術が確立される。	4-1. イネ科植物と天然接着剤を用いた内装用パーティクルボードの作成手法が確立される。 4-2. 木材とイネ科植物を原料とするパーティクルボードの物性が解明される。 4-3. ソルガムバガスパーティクル残渣粉末の有効な利用方法が提示される。 4-4. ソルガムペレットとバイオ燃料の作成手法が確立される。	4-1. モニタリングの記録・進捗報告書 4-2. # 4-3. # 4-4. #	

活動	投入 日本側	インドネシア側	前提条件
1.1. 分子生物学的アプローチを用いてイネ科植物草地の植生回復を分析する方法を開発する。 1.1.1 日本において、土壌の微生物群集メタゲノム解析プロトコルを確立する。 1.1.2 日本において、遺伝子発現解析によりソルガムのストレスを診断する方法を開発する。 1.2. 荒廃草原における作物生育制限因子を特定する。 1.2.1 チビノン試験地で草地の土壌・気象を分析する。 1.2.2 チビノン試験地で草地土壌を使ったポット試験を実施する。 1.2.3 乾燥ストレスの効果を分析する。 1.3. チビノン試験区画にて施肥の計画を確立する。 1.3.1 チビノン試験地において、施肥によってソルガムを栽培する。 1.3.2 ソルガムと土壌のメタゲノム解析における遺伝子発現解析によって施肥の効果を評価する。 1.3.3 チビノン試験地における最適な施肥法を確立する。 2.1 施肥の前後における草原の生物多様性について評価する。 2.1.1 16S/18S rRNA シークエンシングによって、微生物群集を解析する。 2.1.2 植物種の多様性調査を実施する。 2.2 アランアラン草原の為の実現可能なモデルを確立する。 2.2.1 ソルガムとの間作に適した作物種の候補を選定する。 2.2.2 作物栽培体系に適した施肥方法を確立する。 2.2.3 作物多様性に関するデータベースを構築する。 3.1 イネ科植物内の総リグニン含量を増加させる。 3.1.1 リグニン含量を増加させる形質転換を準備する。 3.1.2 形質転換を解析する。 3.2 イネ科植物内の高発熱型リグニン構造を増加させる。 3.2.1 高発熱型リグニン構造を増加させる形質転換を増加させる。 3.2.2 形質転換を解析する。 3.3 高発熱のソルガムの選抜育種を実施する。 3.3.1 低感光性 (高い適合性への転換)、より高い発熱リグニンを多く含有する、より多くのバイオマスを含むソルガムを選抜する。 3.3.2 感光性 (高い適合性への転換)、より高い発熱リグニンを多く含有する、より多くのバイオマスを含むソルガムを育種する。 3.3.3 高発熱リグニン型ソルガムの種子を作出、生産する。 4.1 ソルガムバガスと天然接着剤を使用してパーティクルボードを開発する。 4.1.1 パーティクルボードの基礎的な製造条件を明らかにする。 4.1.2 生産性を改善するための調査を行う。 4.2 アランアランと天然系接着剤を使用してパーティクルボードを開発する。 4.2.1 パーティクルボードの基礎的な製造条件を明らかにする。 4.2.2 物理特性を改善する。 4.3 木材、及びイネ科植物を使用した商業的パーティクルボード製造を調査する。	1. 専門家の派遣 2. 業務調整員の配置 3. C/P 研修 4. 必要な機材の供与 5. 現地活動	1. C/P 研究員の配置 2. 必要な施設・機材の提供 3. 活動費	研究者の異動が頻繁に起こらない。 実験場が旱魃や森林火災などで被害を受けない。 前提条件

<p>4.3.1 木材と草本植物を用いたパーティクルボードの最適な製造条件を確立する。</p> <p>4.3.2 木材と草本植物を用いたパーティクルボードの商業製造に向けた条件を調査する。</p> <p>4.4 ソルガムバガスの小片残渣の効果的有効利用について調査を実施する。</p> <p>4.4.1 パーティクルボードと木材ベース成形品製造の材料としてソルガムバガス残渣粉末の活用の可能性を調べる。</p> <p>4.5 インドネシアにて、ライフサイクル解析 (LCA)、技術的・経済的分析、と木質ベース材料の推進を実施する。</p> <p>4.5.1 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.5.2 生産ラインによる試作を実施する。</p> <p>4.5.3 ライフサイクル評価 (LCA) の分析を行う。</p> <p>4.6 ソルガムペレットを生産する。</p> <p>4.6.1 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.6.2 ペレット化方法を開発する。</p> <p>4.6.3 技術的・経済的分析、及び生産ラインによる試験製造を通したソルガムペレットの推進を実施する。</p> <p>4.7 ソルガムバイオ燃料を生産する。</p> <p>4.7.1 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.7.2 ソルガム糖類の発酵技術を開発する。</p> <p>4.7.3 技術的・経済的分析、及び生産ラインによる試験製造を通したソルガムバイオ燃料の推進を実施する。</p>			
--	--	--	--

3. 評価グリッド (日本語)

(1) プロジェクトの表紙

評価の視点・項目	評価説明	必要な情報・データ	情報源・収集方法
収入実績 (表紙の記載)	日本側の収入実績	日本側の個人 (研究者・専門家) の派遣、研修費等、その他(負担) は適切に行われたか	研究者・専門員(個人)報酬等、研修費等、その他(負担) 等、日本側実務報告書 (海外実務報告書) 提供資料等、在外平準化費会計帳簿、供与機材実務報告書、在外平準化費会計帳簿等
	個人の収入実績	個人の収入 (CIP) の負担、賞状等の供与・研修管理、関連経費の支出) は適切に行われたか	CIP負担の記録、実務報告書の予算と投入実績等、投入実績報告書の、関連経費等
成果 (アウトプット) の達成状況	成果1 「南エネセルバイオマス植物生産のための遺伝子改良が確立される。」の達成度	指標1-1 「土壌と植物の共生を改善する遺伝子改良が利用可能となる。」は達成される見込みか 指標1-2 「アゾビシスチンとアゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上。」は達成される見込みか 指標2-1 「生物多様性に配慮した遺伝子改良が確立される。」は達成される見込みか 指標2-2 「アゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上。」は達成される見込みか 指標2-3 「遺伝子改良された遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上。」は達成される見込みか	アゾビシスチン誘導体報告書、アゾビシスチン誘導体報告書、専門家・CIPへのインタビュー
	成果2 「荒廃地を植生回復させるための遺伝子改良が確立される。」の達成度	指標3-1 「代用工業の応用により、粗粒のバイオマス含有量が現行品種に比べて10%向上する。」は達成される見込みか 指標3-2 「代用工業の応用により、粗粒のバイオマス含有量が現行品種に比べて10%増加する。」は達成される見込みか 指標3-3 「南米熱帯バイオマス含有量が現行品種と比べて10%向上する。」は達成される見込みか	研究活動の進捗・成果
	成果3 「南熱帯型バイオマス植物が育種によって開発される。」の達成度	指標4-1 「[植物]と[水]の共生を改善する遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか 指標4-2 「[植物]と[水]の共生を改善する遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか 指標4-3 「[植物]と[水]の共生を改善する遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか 指標4-4 「[植物]と[水]の共生を改善する遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか	研究活動の進捗・成果
	成果4 「バイオマス植物と原料としたラクトンバイオマスを生産するための遺伝子改良技術が確立される。」の達成度	指標5-1 「アゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか 指標5-2 「アゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか 指標5-3 「アゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか 指標5-4 「アゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか	研究活動の進捗・成果
プロジェクト目標の達成度	プロジェクト目標「アゾビシスチン誘導体を用いた遺伝子改良が土壌改良剤として20%以上向上する。」は達成される見込みか		
上位目標の達成見込み	上位目標「インドネシアにおいて、革新的バイオエネセルギー及びバイオ材料技術によって持続可能な社会の構築が実現される。」の達成度		

(2) 実施プロセス

評価の視点・項目	評価説明	必要な情報・データ	情報源・収集方法
実施プロセス	マネジメント体制	プロジェクトの進捗、目・役割等によって適切に行われているか PDM・POの構築は適正に行われているか 日本人専門家とインドネシアの間で日常的なコミュニケーション、情報共有は、適切に行われているか 定例会議、運営調整委員会は開催され、課題解決のために機能しているか 関係機関との連携は十分か 関係機関との連携は十分か	プロジェクトの進捗・活動記録、専門家・CIPの意見 関係機関との下書きと意見交換等、専門家・CIPへのインタビュー
	実施プロセス	関係機関との連携は十分か 関係機関との連携は十分か 関係機関との連携は十分か 関係機関との連携は十分か	関係機関との下書きと意見交換等、専門家・CIPへのインタビュー
	他のプロジェクトとの連携	他のプロジェクトとの連携は十分か 他のプロジェクトとの連携は十分か 他のプロジェクトとの連携は十分か 他のプロジェクトとの連携は十分か	他のプロジェクトとの下書きと意見交換等、専門家・CIPへのインタビュー
	実施プロセスにおける留意点・阻害要因	実施プロセスにおける留意点・阻害要因 実施プロセスにおける留意点・阻害要因 実施プロセスにおける留意点・阻害要因 実施プロセスにおける留意点・阻害要因	実施プロセスにおける留意点・阻害要因 実施プロセスにおける留意点・阻害要因 実施プロセスにおける留意点・阻害要因 実施プロセスにおける留意点・阻害要因

(3) 5項目評価

評価の視点・項目	評価説明	必要な情報・データ	情報源・収集方法
妥当性	プロジェクトの必要経費・優先度・政策との整合性	プロジェクト内容は、国政及び国民のニーズと合致しているか プロジェクトが設定した目標は、他の関係機関などとの整合性があり、優先度が高いか 日本の国に寄与する援助・科学技術支援政策との整合性はあるか	関係する関係計画書、政策担当者、専門家・CIPへのインタビュー 関係機関との下書きと意見交換等、専門家・CIPへのインタビュー
	実施プロセス	実施プロセスは、プロジェクト実施段階の進捗は適切だったか 関係機関との連携は十分か 関係機関との連携は十分か 関係機関との連携は十分か	関係機関との下書きと意見交換等、専門家・CIPへのインタビュー
有効性	プロジェクトの目標の達成見込み	プロジェクトの目標は、関係機関との連携は十分か プロジェクトの目標は、関係機関との連携は十分か プロジェクトの目標は、関係機関との連携は十分か プロジェクトの目標は、関係機関との連携は十分か	関係機関との下書きと意見交換等、専門家・CIPへのインタビュー
	外部要因の影響	外部要因の影響 外部要因の影響 外部要因の影響 外部要因の影響	外部要因の影響 外部要因の影響 外部要因の影響 外部要因の影響
効ektiv	活動の貢献	活動の貢献 活動の貢献 活動の貢献 活動の貢献	活動の貢献 活動の貢献 活動の貢献 活動の貢献
	日本側の収入の適性度	日本側の収入の適性度 日本側の収入の適性度 日本側の収入の適性度 日本側の収入の適性度	日本側の収入の適性度 日本側の収入の適性度 日本側の収入の適性度 日本側の収入の適性度
自立貢献性 (予備)	関係機関・外部条件	関係機関・外部条件 関係機関・外部条件 関係機関・外部条件 関係機関・外部条件	関係機関・外部条件 関係機関・外部条件 関係機関・外部条件 関係機関・外部条件
	政策・制度	政策・制度 政策・制度 政策・制度 政策・制度	政策・制度 政策・制度 政策・制度 政策・制度

4. PDM の変更提案

1. プロジェクト目標の指標

(1) 指標 1 と 2 についての変更案

現 PDM の指標	変更案	理由
1. Biomass crops are produced steadily in former deteriorated alang-alang fields (Project site and Model site). アランアラン 荒廃草原(プロジェクトサイトおよびモデルサイト)においてバイオマス作物が安定的に生産される。	1. Steady production of biomass crops cultivated in-deteriorated alang-alang fields is demonstrated in Project and Model sites. アランアラン荒廃草原における安定的なバイオマス作物生産が、プロジェクトサイトおよびモデルサイトで立証される。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 「技術が開発された」ことをどう裏付けるか? ➤ 「生産される(produced)」を、できるだけ状態・結果を表す表現にする。
2. Manufacture of biomass pellet fuels and lignocellulose-based materials is performed in a production line. バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料がライン生産される。	2. Feasibility for commercial manufacture of biomass pellets and lignocellulose-based materials is examined. バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料を商業生産するための実施可能性が検証される。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 「生産ライン」という表現が分かりづらい。 ➤ 「生産される(performed)」という表現は、活動(行為)の単なる裏返しで指標としては適切でない。 ➤ “biomass pellet fuels”→”biomass pellets”に統一する。

(2) 指標 3 についての変更案

現 PDM の指標	変更案	理由
3. The number of international publications with citation index. サイテーションインデックスに記載される論文数。	(no change)	

(3) 指標 4 についての変更案

現 PDM の指標	変更案	理由
4. Reduction of CO2 emission through revegetation is estimated. 植生回復による二酸化炭素排出削減が見積もられる。	4. Reduction of CO2 emission by utilizing biomass energy and materials produced through total system of revegetation of alang-alang degraded fields is estimated. アランアラン荒廃草原植生回復により生産されたバイオマスエネルギー及びバイオマス材料活用による二酸化炭素排出削減が見積もられる。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 本プロジェクトの究極の目的が、「低炭素社会の実現」に寄与することにあることを指標として設定する。 ➤ プロジェクト目標に沿った表現に統一する。

(4) 指標 5 として追加

現 PDM の指標	変更案	理由
	5. Comprehensive technical guidelines* for producing sustainable biomass energy and material utilizing alang-alang fields are compiled and shared among stakeholders both in public and private sectors. アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産に係わる総合的な技術ガイドラインが取りまとめられ、官民の関係者に共有される。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 4つの成果を網羅するガイドラインを策定取りまとめることをもって「技術が開発された」ことの裏付けとする。 ➤ 上位目標に繋げるための指標を設定する。

	Footnote として下記を記述する。 * “Guidelines” should include findings and results of all the four Outputs.	
--	---	--

2. 上位目標の指標

現 PDM	変更案	理由
(Nil)	<p>1. Strategy and action plan for establishing a sustainable low-carbon society referring to the technologies developed by the Project is compiled by Indonesian government and shared among stakeholders both in public and private sectors. プロジェクトで開発された技術の活用によって持続的な低炭素社会を構築するための戦略・行動計画がインドネシア政府によって取りまとめられ、官民関係者に共有される。</p> <p>2. The comprehensive technical guidelines are reflected on government policies concerning biomass production for energy and material as well as marginal land development. 開発されたモデルが、バイオエネルギー及びバイオ材料及び荒廃地開発に係わる政策に反映される。</p> <p>3. Business models/plans for manufacturing of biomass pellets and lignocellulose-based materials are prepared by LIPI and shared with private companies. バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料生産のためのビジネスモデル・計画が民間企業と共有される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ プロジェクトの成果が、技術の開発で終わるのではなく、開発された技術がプロジェクト終了後も活用されてゆくような仕組みができることが重要。 ➤ それを測定する指標として、政府レベルでは政策に繋がること、民間レベルでは技術を使ったビジネスが実際に始まることを指標として設定する。 ➤ 二酸化炭素排出量の削減が、プロジェクト終了時点をベースラインとして、進展していることを指標とする。

3. 成果 1・2 の指標

現 PDM	変更案	理由
<p>成果 1:</p> <p>1-1. New techniques to monitor soil and plant condition becomes available. 土壌と植物の状態をモニターする新技術が利用可能となる。</p> <p>1-2. Biomass yield of sorghum in Project site and Model site is increased 20% higher than before soil improvement. プロジェクトサイトとモデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して 20%向上する。</p>	<p>1-1 (no change)</p> <p>1-2 Effects of fertilization and drought stress on sorghum growth are elucidated. 施肥と乾燥ストレスがソルガムの生育に与える影響が明らかになる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 指標 1-2 と同じ指標が 2-2 で繰り返されている。 ➤ 成果 2 の活動と区別し、RC Biology で実施されている活動に関係する内容を指標として設定する。
<p>成果 2:</p> <p>2-1. A fertilization protocol with consideration for biodiversity conservation is established. 生物多様性に配慮した施肥方法が確立される。</p> <p>2-2. Biomass yield of sorghum in Model site is increased 20%</p>	<p>2-1. (no change)</p> <p>2-2. Biomass yield of sorghum in Project and Model sites is increased 20%</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 施肥方法の試験は、チビノン、カティンガンの両サイトで行われているので、project site も追加する。

現 PDM	変更案	理由
<p>higher than before soil improvement. モデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して 20%向上する。</p> <p>2-3. Established fertilizer protocol is reflected in the technical guideline for conversion of degraded land to revegetated land. 確立された施肥方法が荒廃草原回復の技術ガイドラインに反映される。</p>	<p>higher than before soil improvement. モデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して 20%向上する。</p> <p>2-3. (no change)</p>	
<p>3-1. Lignin content in rice straw is increased (10% compared with existing varieties) by use of metabolic engineering. 代謝工学の応用により、稲わらのリグニン含有量が現行品種に比べて 10%向上する。</p> <p>3-2. Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with existing varieties) in rice straw by metabolic engineering. 代謝工学の応用により、稲わらの高発熱型リグニンの割合が現行品種に比べて 10%増加する。</p> <p>3-3. Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of calorific lignin (10% compared with existing varieties). 高発熱型リグニン含量が現行品種と比べて 10%高いソルガムを選抜、育種する。</p>	<p>3-1. Lignin content in rice straw is increased (10% compared with wild-type rice) by use of metabolic engineering. 代謝工学の応用により、稲わらのリグニン含有量が形質転換前に比べて 10%向上する。</p> <p>3-2. Lignin with higher carbon content are increased (10% compared with wild-type rice) in rice straw by metabolic engineering. 代謝工学の応用により、稲わらの高発熱型リグニンの割合が形質転換前に比べて 10%増加する。</p> <p>3-3. Selection and breeding of highly adaptable sorghum with higher content of high calorific lignin (10% compared with existing varieties*) and higher biomass. 高発熱型リグニン含量が現行品種*と比べて 10%高い、低感光性(高い適合性)の、より多くのバイオマスを含むソルガムを選抜、育種する。</p> <p>*average value of the sampled varieties tested. *分析対象にした品種の平均値のことを指す。</p>	

4. 指標入手手段

現 PDM	変更案
<p><u>上位目標:</u> (Nil)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strategy and action plan prepared 取りまとめられた戦略・行動計画 2. Government policy documents concerned 関連する政府の政策文書 3. Business models/plans prepared 取りまとめられたビジネスモデル・計画

5. 成果 4 のための活動の変更

現 PDM	変更案
<p>(4.1~4.4 変更なし)</p>	
<p>4.5 Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis, techno economic analysis and promotion of wood-based materials in Indonesia.</p>	<p>4.5 Produce sorghum pellets. ソルガムペレットを生産する。</p>

<p>インドネシアにて、ライフサイクル解析(LCA)、技術的・経済的分析、と木質ベース材料の推進を実施する。</p> <p>4.5.1 Conduct information collection and business matching. 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.5.2 Conduct trial manufacture by production line. 生産ラインによる試作を実施する。</p> <p>4.5.3 Conduct Life Cycle Assessment (LCA) analysis. ライフサイクル評価(LCA)の分析を行う。</p>	<p>4.5.1 Conduct information collection and business matching. 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.5.2 Investigate optimum manufacture condition of pellets. ペレットの最適製造条件を検討する。</p> <p>4.5.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum pellets through trial manufacture by production line. 技術的・経済的分析、及び生産ラインによる試験製造を通じたソルガムペレットの推進を実施する。</p>
<p>4.6 Produce sorghum pellets. ソルガムペレットを生産する。</p> <p>4.6.1 Conduct information collection and business matching. 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.6.2 Develop pelletization procedure. ペレット化方法を開発する。</p> <p>4.6.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum pellets through trial manufacture by production line. 技術的・経済的分析、及び生産ラインによる試験製造を通じたソルガムペレットの推進を実施する。</p>	<p>4.6 Produce sorghum biofuels. ソルガムバイオ燃料を生産する。</p> <p>4.6.1 Conduct information collection and business matching. 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.6.2 Develop fermentation of sorghum sugars. ソルガム糖類の発酵技術を開発する。</p>
<p>4.7 Produce sorghum biofuels. ソルガムバイオ燃料を生産する。</p> <p>4.7.1 Conduct information collection and business matching. 情報収集とビジネスマッチングを行う。</p> <p>4.7.2 Develop fermentation of sorghum sugars. ソルガム糖類の発酵技術を開発する。</p> <p>4.7.3 Conduct techno economic analysis and promotion of sorghum biofuels through trial manufacture by production line. 技術的・経済的分析、及び生産ラインによる試験製造を通じたソルガムバイオ燃料の推進を実施する。</p>	<p>4.7 Conduct energy and environment analysis based on CO₂ balance in the process from production of sorghum to manufacturing of sorghum-based materials (particleboards and pellets) for purpose of estimating the reduction of CO₂ emission. 二酸化炭素排出削減を見積もるために、ソルガム生産過程とソルガムベースの材料(パーティクルボードとペレット)の製造工程における二酸化炭素収支に基づいて、エネルギー・環境分析を実施する。</p>

6. 外部条件

現 PDM	変更案
<p><u>プロジェクト目標レベル:</u> Energy policies of GoI do not change significantly. インドネシア政府のエネルギー政策が大きく変更されない。</p>	<p>(追加) ➤ Public needs and interest in development of alternative energy and bio-materials do not decrease. 代替エネルギー源やバイオ素材開発への社会的ニーズ・関心が低下しない。</p>
<p><u>成果レベル:</u> Establishment of partnership with manufactures for producing lignocellulose-based materials does not get delayed. リグノセルロース由来の製品を製造する企業との連携が遅れない。</p>	<p>(追加) ➤ Enough amount of materials required to produce lignocellulose-based materials become available with increased production of sorghum. ソルガム生産が増加し、ペレットやリグノセルロース由来の製品を生産するための原料の入手が容易になる。</p>

5. 提言に基づく PDM (Ver. 2.0)

タイトル:	熱帯荒廃草原の植生回復によるバイオマスエネルギーとマテリアル生産プロジェクト
実施機関:	日本側：京都大学・かずさDNA研究所 インドネシア側：インドネシア科学院 (LIPI)・環境林業省森林研究開発庁 (FORDA)・農業省インドネシア農業バイオテクノロジー遺伝資源研究開発センター (ICABIOGRAD)
協力期間:	5年間 (2016年7月19日～2021年7月18日)
プロジェクトサイト:	LIPI チビノン (ボゴール)、モデルサイト：中部カリマンタン州カティンガン県
対象グループ:	LIPI, ICABIOGRAD, FORDA の研究員・技術者
PDMの作成・変更	Version 0: 2015年9月25日、Version 1.2: 2017年4月20日、Version 2.0: 2018年11月23日

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
上位目標 インドネシアにおいて、革新的バイオエネルギー及びバイオ材料技術によって持続可能な社会の構築モデルが開発される。	<ol style="list-style-type: none"> プロジェクトで開発された技術の活用によって持続的な低炭素社会を構築するための戦略・行動計画がインドネシア政府によって取りまとめられ、官民関係者に共有される。 開発されたモデルが、バイオエネルギー及びバイオ材料及び荒地開発に係わる政策に反映される。 バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料生産のためのビジネスモデル・計画が民間企業と共有される。 	<ol style="list-style-type: none"> 取りまとめられた戦略・行動計画 関連する政府の政策書 取りまとめられたビジネスモデル・計画 	
プロジェクト目標 アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産技術が開発される。	<ol style="list-style-type: none"> アランアラン荒廃草原における安定的なバイオマス作物生産が、プロジェクトサイトおよびモデルサイトで立証される。 バイオマスペレット燃料とリグノセルロース材料を商業生産するための実施可能性が検証される。 サイテーションインデックスに記載される論文数。 アランアラン荒廃草原植生回復により生産されたバイオマスエネルギー及びバイオマス材料活用による二酸化炭素排出削減が見積もられる。 アランアラン荒廃草原活用によるバイオマスエネルギー及びバイオマス材料の持続的生産に係わる総合的な技術ガイドラインが取りまとめられ、官民の関係者に共有される。 <p>* Outputs. ガイドラインは、4つの成果の結果を網羅する必要がある。</p>	<ol style="list-style-type: none"> モニタリングの記録・進捗報告書、公表論文等 〃 〃 〃 取りまとめられた技術ガイドライン 	<ul style="list-style-type: none"> インドネシア政府のエネルギー政策が大きく変更されない。 代替エネルギー源やバイオ素材開発への社会的ニーズ・関心が低下しない。
成果			
1. 高エネルギーバイオマス植物生産のための施肥法が確立される。	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. 土壌と植物の状態をモニターする新技術が利用可能となる。 1-2. 施肥と乾燥ストレスがソルガムの生育に与える影響が明らかになる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. モニタリングの記録・進捗報告書、論文等 1-2. 〃 	<ul style="list-style-type: none"> リグノセルロース由来の製品を製造する企業との連携が遅れない。
2. 荒廃草地を植生回復させる転換工程が確立される。	<ol style="list-style-type: none"> 2-1. 生物多様性に配慮した施肥方法が確立される。 2-2. プロジェクトサイトとモデルサイトにおけるソルガムのバイオマス生産量が土壌改良前と比較して20%向上する。 2-3. 確立された施肥方法が荒廃草原回復の技術ガイドラインに反映される。 	<ol style="list-style-type: none"> 2-1. モニタリングの記録・進捗報告書、論文等 2-2. 〃 2-3. 〃 	<ul style="list-style-type: none"> ソルガム生産が増加し、ペレットやリグノセルロース由来の製品の生産するための原料の入手が容易になる。
3. 育種による高発熱値を含むイネ科バイオマス植物が開発される。	<ol style="list-style-type: none"> 3-1. 代謝工学の応用により、稲わらのリグニン含有量が形質転換前に比べて10%向上する。 3-2. 代謝工学の応用により、稲わらの高発熱型リグニンの割合が形質転換前に比べて10%増加する。 3-3. 高発熱型リグニン含量が現行品種*と比べて10%高い、低感光性(高い適合性)の、より多くのバイオマスを含むソルガムを選抜、育種する。 <p>*分析対象にした品種の平均値のことを指す。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3-1. モニタリングの記録・進捗報告書、論文等 3-2. 〃 3-3. 〃 	
4. イネ科植物を原料としたリグノセルロース材料を生産するための低環境負荷型技術が確立される。	<ol style="list-style-type: none"> 4-1. イネ科植物と天然接着剤を用いた内装用パーティクルボードの作成手法が確立される。 4-2. 木材とイネ科植物を原料とするパーティクルボードの物性が解明される。 4-3. ソルガムバガスパーティクル残渣粉末の有効な利用方法が提示される。 4-4. ソルガムペレットとバイオ燃料の作成手法が確立される。 	<ol style="list-style-type: none"> 4-1. モニタリングの記録・進捗報告書、論文等 4-2. 〃 4-3. 〃 4-4. 〃 	

活動	投入 日本側	インドネシア側	外部条件
<ol style="list-style-type: none"> 1.1 分子生物学的アプローチを用いてイネ科植物草地の植生回復を分析する方法を開発する。 <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1 日本において、土壌の微生物群集メタゲノム解析プロトコルを確立する。 1.1.2 日本において、遺伝子発現解析によりソルガムのストレスを診断する方法を開発する。 1.2 荒廃草原における作物生育制限因子を特定する。 <ol style="list-style-type: none"> 1.2.1 チビノン試験地で草地の土壌・気象を分析する。 1.2.2 チビノン試験地で草地土壌を使ったポット試験を実施する。 1.2.3 乾燥ストレスの効果を分析する。 2.1 施肥の前後における草原の生物多様性について評価する。 <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1 DNAメタバーコーディング分析法によって、微生物群集を解析する。 2.1.2 植物種の多様性調査を実施する。 2.2 アランアラン草原の為の実現可能なモデルを確立する。 <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1 ソルガムとの間作に適した作物種の候補を選定する。 2.2.2 作物栽培体系に適した施肥方法を確立する。 2.2.3 作物多様性に関するデータベースを構築する。 3.1 イネ科植物内の総リグニン含量を増加させる。 <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1 リグニン含量を増加させる形質転換を準備する。 3.1.2 形質転換を解析する。 3.2 イネ科植物内の高発熱型リグニン構造を増加させる。 <ol style="list-style-type: none"> 3.2.1 高発熱型リグニン構造を増加させる形質転換を増加させる。 3.2.2 形質転換を解析する。 3.3 高発熱のソルガムの選抜育種を実施する。 <ol style="list-style-type: none"> 3.3.1 低感光性(高い適合性への転換)、より高い発熱リグニンを多く含有する、より多くのバイオマスを含むソルガムを選抜する。 3.3.2 感光性(高い適合性への転換)、より高い発熱リグニンを多く含有する、より多くのバイオマスを含むソルガムを育種する。 3.3.3 高発熱リグニン型ソルガムの種子を作出、生産する。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 専門家の派遣 2. 業務調整員の配置 3. C/P研修 4. 必要な機材の供与 <p>現地活動</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. C/P研究員の配置 2. 必要な施設・機材の提供 <p>活動費</p>	<ul style="list-style-type: none"> 研究者の異動が頻繁に起こらない。 実験場が旱魃や森林火災などで被害を受けない。 <p>前提条件</p>

<p>4.1 ソルガムバガスと天然接着剤を使用してパーティクルボードを開発する。 4.1.1 パーティクルボードの基礎的な製造条件を明らかにする。 4.1.2 生産性を改善するための調査を行う。</p> <p>4.2 アランアランと天然系接着剤を使用してパーティクルボードを開発する。 4.2.1 パーティクルボードの基礎的な製造条件を明らかにする。 4.2.2 物理特性を改善する。</p> <p>4.3 木材、及びイネ科植物を使用した商業的パーティクルボード製造を調査する。 4.3.1 木材と草本植物を用いたパーティクルボードの最適な製造条件を確立する。 4.3.2 木材と草本植物を用いたパーティクルボードの商業製造に向けた条件を調査する。</p> <p>4.4 ソルガムバガスの小片残渣の効果的有効利用について調査を実施する。 4.4.1 パーティクルボードと木材ベース成形品製造の材料としてソルガムバガス残渣粉末の活用の可能性を調べる。</p> <p>4.5 ソルガムペレットを生産する。 4.5.1 情報収集とビジネスマッチングを行う。 4.5.2 ペレット化の最適化条件を検討する。 4.5.3 技術的・経済的分析、及び生産ラインによる試験製造を通したソルガムペレットの推進を実施する。</p> <p>4.6 ソルガムバイオ燃料を生産する。 4.6.1 情報収集とビジネスマッチングを行う。 4.6.2 ソルガム糖類の発酵技術を開発する。</p> <p>4.7 二酸化炭素排出削減を見積もるために、ソルガム生産過程とソルガムベースの材料(パーティクルボードとペレット)の製造工程における二酸化炭素収支に基づいて、エネルギー・環境分析を実施する。</p>			
--	--	--	--

6. 面談議事録

No.1

議題	事前打合せ		
出席者	京大：梅澤、JST：上阪、根本、齋藤、JICA 団員：東郷、鈴木		
日時	10月31日 09:30～11:30	場所	JST 会議室
収集情報 主要事項	<p>① 全体の行程確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事前調査の視察先について →成果 1、3、4 の研究員は、チビノン、2 の研究員はボゴール植物園内で面会可能。 →FORDA, ICABIOGRAD については、協議が中心。 ・ インドネシア側評価団の構成及び団長の確認 →Prof. Sulaeman Yusuf (リーダー)、Prof. Ir. Ibnu Maryanto Sulaeman 教授は、梅澤先生の研究室で研究を行っていたことがある方。 ・ プロジェクト期間の確認 →2016年7月開始(暫定採択期間は含まれない。) ・ PDM を変更する場合、調査期間中の JCC で承認するか、調査後に行うか? →調査中に検討する。 <p>② 評価に使用する PDM (最終版) について確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 和文・英文の記載内容に関する擦り合わせ(別紙一略) →JST では、日本語の記述は、詳細計画策定調査時のものが基本となっているので、それに合わせる必要がある。 →プロジェクトの日本語タイトルも、JICA と JST で異なった表現が使われているので、統一する必要がある。 ・ 対応：詳細計画策定調査報告書の記述を再確認する。 <p>③ PDM 指標についての確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現 PDM のプロ目、成果の指標をそれぞれ確認。 →要点は、添付資料一(略)のとおり。 <p>④ 梅澤先生への確認事項(別紙一略)</p> <ul style="list-style-type: none"> →文書上で回答いただいた。添付資料二(略)のとおり。 <p>⑤ 課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 試薬調達に時間がかかること。プロジェクトメンバーによる対応では困難な問題を含んでいる。 		
入手資料	<p>JST 作成資料</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 「SATREPS 中間評価事前コメント表」(ハードコピー) 2) 中間報告書一式(電子コピー) <ul style="list-style-type: none"> 01_様式 01 本文 02_様式 02 成果発表等 03_様式 03 投入実績、その他 3) 「年次報告会」(2017年7月12日)梅澤先生のプレゼン資料 4) SATREPS の紹介冊子(日・英) 		

No.2

訪問先	LIPI 植物多様性保全センター トレウブ研究所 (ボゴール植物園内)		
面談相手	Dr. Reni Lestari (成果2 研究チームリーダー)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、(調査団) 鈴木		
日時	11月8日 08:15~09:30	場所	研究所内ミーティングスペース
収集情報 主要事項	<p>最初に、当方より調査の概要とスケジュールを説明したあと、下記のやりとりを行った。</p> <p>① 本プロジェクトへの関与はいつからか。プロジェクトの内容は、自身が期待したことに沿った内容となっているか。</p> <p>➤ 2015年詳細計画調査時より、メンバーとして参画してきた。このため、プロジェクトに含めてほしかった活動・コンポーネントは、おおむね採用された。</p> <p>② 本プロジェクトのほかに参加している国際研究プロジェクトはあるかどうか。</p> <p>➤ 本プロジェクト以外は、すべてインドネシア政府の予算による研究である。昨年までは、本プロジェクトに関係する活動が全体の40%程度であったが、今年は70%以上を占めている。</p> <p>③ LIPIの中・長期研究計画において、本プロジェクトの活動内容はどう位置づけられているか。</p> <p>➤ LIPIは、国レベルの中期開発計画2015-2019に基づき研究計画を策定しているが、代替エネルギーや荒廃地の開発は、LIPIの中期計画に沿う内容である。(→LIPIの中期研究計画を共有いただけるよう依頼した)</p> <p>④ プロジェクト開始後、2年半が経過したが、これまでのプロジェクト活動をどう評価しているか。</p> <p>➤ 本研究所は、1884年オランダの協力で設立された歴史のある研究所であるが、施設・機材が老朽化して、本来の機能を果たせなくなっていた。本プロジェクトの実施により施設の改修(LIPI側予算)、最新機材の導入(JICA)が進んだことで、これまで外部に委託して実施していた分析が自前で実施できるようになったことは大いに評価される。</p> <p>➤ これまでに、当研究所より3名の研究員(長期1名、短期2名)が日本で研修に参加したことが、研究を進めるうえで大変役立っている。</p> <p>➤ 研究のモニタリングは、定期的に実施できる体制ができていて、活動は確実に進んでいる。</p> <p>⑤ 分析に不可欠な薬品の調達に時間がかかることが問題となっていると聞いたが、どのように対処しているか。</p> <p>➤ 根本的な解決策はない。通常、発注から2~3カ月はかかるが、ものによっては1年かかったこともある。日本のメンバーが渡航するのにあわせて、日本から調達してもらう薬品もある。</p> <p>➤ リグニンの分析など、いくつかの方法で実施できることについては、代わりの方法で分析を行いながら、薬品が届くのを待つことで対処している。</p>		

	<p>⑥ 薬品の調達のほかに、直面している課題はあるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ソルガムの栽培試験のために入手した種子の品質が悪く、必要なデータが集まらず、品種の選定が大幅に影響を受けた問題があった。 <p>⑦ LIPI からプロジェクトに必要な経費は十分出ているか、またはどのように拠出されるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ LIPI の予算には、競争的プロポーザルによって得るものと、テーマが決まった予算があり、これを組み合わせて研究費を得る。初年度の施設の改善にあたっては、プロジェクトが 2016 年に始まる前から必要経費の予算要求を行っていた。 <p>⑧ 成果 2 の活動に従事している研究員の数。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 中心となっている研究員が 6~7 名、研究アシスタントが 8 名の体制。 ➤ プロジェクトで導入された分析機 [ガスクロや原子吸光分析装置 (AAS) など] の操作は、京大での研修に参加した若手研究員が中心となって行っているが、他のスタッフも使えるよう指導している。 <p>中間レビュー事前資料をもとに調査団側で作成した「PDM 指標の進捗一覧表」に対して、内容確認、コメント、あるいは追記などの作業を行っていただけるとの依頼を受けた。</p>
入手資料	LIPI の中期研究計画

No.3

訪問先	LIPI 生物学研究センターINACC (チビノン)		
面談相手	Dr. I Made Sudiana (プロジェクトマネージャー・成果 1 研究チームリーダー)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、(調査団) 鈴木		
日時	11 月 8 日 10:30~12:05	場所	センター内会議室
収集情報 主要事項	<p>最初にプロジェクト進捗について PPT によるプレゼンが行われ、その後、下記のやり取りを行った。</p> <p>① 本プロジェクトでは、LIPI のほか 2 つの組織が実施機関となっているが、他の組織の役割は何か。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 森林研究開発庁 (FORDA) は、環境問題や marginal land (荒廃地) の管理・開発に責任をもつ組織なので、将来、本プロジェクトで開発したモデルをスケールアップするのに重要な役割を果たすことが期待される。 ➤ インドネシア農業バイオテクノロジー遺伝研究開発センター (ICABOGARD) からは、栽培試験のためのソルガムの種子を提供してもらった。9 品種を入手し、評価を行っている。 <p>② 本プロジェクトの重要性について。 インドネシア国内には、2,000 ha もの marginal land があり、そのうち約 1,000 ha</p>		

がアランアラン荒廃草地と見積もられている。その有効利用は、国の優先課題であり、本プロジェクトの成果が役立つことが期待される。

- ③ 本プロジェクトでソルガムが対象作物として取り組まれるようになった背景。
- ▶ プロジェクトのプロポーザルは、2014年頃から行われた。
 - ▶ 現 LIPI 長官でプロジェクトアドバイザーである Bambang Subiyanto 教授が、「スーパーソルガム」と呼ばれるバイオマス生産性の高い品種の栽培試験を行いその注目を浴びた。しかし、その栽培は、比較的栄養豊かな土壌で行われたので、これをアランアラン荒廃草地の開発に適用していくためには、**marginal land** で試験を行う必要性が認識された。
 - ▶ ソルガムは、バイオマス生産のみならず、多目的利用できる作物である。
- ④ プロジェクトの活動を行っている研究センターは、植物多様性保全研究センター以外チビノンにあり、圃場試験もチビノン（+カティンガン）で実施されているが、なぜボゴールにあるトレウブ研究所の実験施設で大規模な施設改修、機材整備が行われることになったか。
- ▶ トレウブ研究所は過去にノーベル賞受賞者を出すほど名声のある研究所で歴史的にも重要な役割を果たしてきたので、この研究所を改修することはインドネシアにとって重要なことであった。本プロジェクトの主管は、ボゴール植物園にある植物多様性保全研究センターであることから、同研究所を改修し、先端実験施設として位置づけてゆくことがインドネシア側から強く要望された。
- ⑤ 成果ごとに作られている四つの研究チームは、プロジェクトについて日常的にどのようなコミュニケーションをとっているか。
- ▶ 日本の研究者が来イするとき以外、定期的にミーティングを行ったりすることはないが、薬品の調達など必要に応じ連絡を取り合っている。
- ⑥ 四つの研究グループによって、それぞれの研究テーマに沿った活動が行われているが、プロジェクトが終了するまでに、それらがどのように最終的にプロジェクトと目標の達成に結びつくと考えているか。
- ▶ 四つのチームが、それぞれの目標を達成すれば、プロジェクトの全体目標は達成されると考えている。
 - ▶ ライフサイクルアセスメント（LCA）分析が重要である。
- ⑦ 成果指標 2-1 にある、本プロジェクトにおける「生物多様性」について、土壤微生物の構造だけでなく、地上部の多様性についても評価する必要があるとの意見もあるがどう考えるか。
- ▶ ソルガム単作ではなく、他の作物との間作栽培についても研究を行っている。

この日は時間がなくなったので、中間レビュー事前資料をもとに調査団側で作成した「PDM 指標の進捗一覧表」に対して、内容確認、コメント、あるいは追記などの作業を行っていただき、更に来週月曜日（12日）にもう一度、インタビューの時間を作ってもらえるよう依頼した。特に、下記について確認する予定である。

	<ul style="list-style-type: none"> 指標 1 の「安定的なバイオマス作物」とはどのような状態と考えているか。 「荒廃草原回復のガイドライン」という表現がところどころに出てくるが（プロジェクト目標指標や成果 2 の指標）、プロジェクト終了までに四つの研究成果をもとに、最終成果物として何らかの「ガイドライン」を作ることは考えられるか？もしその場合、それはどのような内容で誰をターゲットにした内容とするか。 本プロジェクトでプロジェクト目標が達成され、「持続的な生産技術が開発された」場合、それをどのように実際の政策や民間企業のビジネスにつなげてゆくことができるか。 指標 2 にある「ライン生産」とはどのような状態となることを想定しているか。 これでまでに、LIPI での研究成果が政府の政策なり、開発計画に反映された事例があるかどうか。 <p>インタビュー後、同センター敷地内及びエコパークにあるソルガムの試験栽培圃場の視察を行った。</p>
入手資料	プロジェクトの進捗についての PPT プレゼン資料

No.4

訪問先	LIPI 植物多様性保全センター トレウブ研究所（ボゴール植物園内）		
面談相手	Mr. Ariefnoor Rachmadiyahanto（成果 2 研究チームメンバー、2017/01/26～03/14 植物の栄養元素分析手法にかかわる研修に参加）		
訪問者	（プロジェクト）三谷調整員、Dr. Safendrri Komara (Technical Advisor)、（調査団）鈴木		
日時	11 月 9 日 8:00～9:00	場所	研究所内ミーティングスペース
収集情報 主要事項	<p>① LIPI での職歴、プロジェクト関係の活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2014 年に修士課程を修了し、2015 年から LIPI で働き始めた。LIPI での職務は、植物園の樹木管理（栄養状態や病気の同定など）を担当している。 ➤ 本プロジェクトのための準備会合には参加していた。カティンガンモデルサイトの選定にも加わった。 ➤ プロジェクトが始まって間もなく日本での研修に参加し、AAS の操作方法など学んだ。研修に参加している間に、分析室に機材が導入されたので、日本で学んだ技術を使って、土壌や植物体の分析を行っている。 <p>② プロジェクトに参加して変わったこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 植物の微量栄養素について関心が高まった。 ➤ 京都大学の博士課程に入ることを希望しており、来年 1 月の選考に向け現在準備を進めている。 <p>③ 自分の行っている研究活動が、どうプロジェクト目標に結びつくと考えているか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ソルガム栽培のために適切な施肥技術を確立することは、荒廃地でのバイオマス生産を行うために重要である。 ➤ 肥料の投入は、最低限に抑えるべきである。 		

No.5

訪問先	LIPI 生物学研究センターINACC (チビノン)		
面談相手	成果1研究チームメンバー・日本研修参加者: ① I Nyoman Sumerta (2016/10/20~3/18、2017/11/26~2018/01/31 土壌微生物相の群集構造解析手法にかかわる研修参加)、② Ruby Setiawan (2017/11/26~2018/01/31 同上)、③ Toga Pangihotan Napitupulu (研究員 Metagenomic and plant physiology) Dr. I Made Sudiana (プロジェクトマネージャー・成果1研究チームリーダー) 同席		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Dr. Safendri Komara (Technical Advisor)、(調査団) 鈴木		
日時	11月9日 10:05~11:15	場所	センター内会議室
収集情報 主要事項	<p>① LIPIでの職歴、プロジェクト関係の活動</p> <p>Nyoman:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2014年に修士課程を修了し、2015年からLIPIで働き始めた。初年度(2016年)からプロジェクト活動に従事。 ➢ メタゲノム解析技術は、自分たちにとっては全く新しい技術であったが、京都での研修を通して、基礎を習得できた。2回目の研修では、DNA抽出とデータ解読技術を学んだ。 ➢ 研修後、インドネシアで日本人研究者の指導を受けながら分析を実施したことで、技術を完全に習得できた。今は、自分だけで分析できるようになった。 ➢ 論文を作成する能力は、更に高める必要があると感じている。 ➢ 京都大学か、オーストラリアの大学の博士課程に入って、更に研究を続けるために、現在準備を進めている。 <p>Ruby</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2014年修士課程修了、2015年にLIPIに就職。 ➢ 上記のNyomanと同じく、京都でメタゲノム解析技術を学んだ。 ➢ メタゲノムによる土壌分析は、インドネシアで初めて実施された。 ➢ ドイツの大学で博士課程に入学することを希望しており、現在、準備をしている。 <p>Toga</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2016年にノルウェーの大学で生物化学修士を修了し、今年(2018年)からLIPIで働き始めた。 ➢ プロジェクト関連では、ソルガム栽培試験のための圃場設置などを行った。 ➢ 干ばつ耐性のあるソルガムを育種するために、標的遺伝子を特定する技術を、成果3研究チーム(生物工学研究センター)のDr. Satyaから学んでいるところである。 ➢ 日本での研修には、まだ参加していない。 <p>② 自分の行っている研究活動が、どうプロジェクト目標に結びつくと考えているか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ DNAメタバーコーディングの作業は、終わったばかりで、まだわからない。 ➢ 土壌微生物構成を変えることで、作物の栽培を適切にすることができる。 <p>③ プロジェクト関係の活動が全体業務に占める割合はどれぐらいか。</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 50%ぐらい。他は、LIPIの独自事業である。 <p>④ プロジェクト活動を進めるうえでの課題。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ しばしばインターネットの接続が悪くて、情報を入手できないことがある。 ➤ メタゲノム解析の経費はとても高いので、別の方法を考える必要がある。
--	--

No.6

訪問先	LIPI 生物工学研究センター (チビノン)		
面談相手	Dr. Satya Nugroho (成果3 研究チームリーダー)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Dr. Safendrri Komara (Technical Advisor)、(調査団) 鈴木		
日時	11月9日 12:30~13:30	場所	センター内分析室
収集情報 主要事項	<p>① インドネシアにおける遺伝子組換え作物栽培への規制について。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 遺伝子組換え作物の栽培には、安全性評価委員会による許可を得ることが義務づけられている。食用作物と家畜の飼料作物には、別の規準が設定されている。 ➤ 生物工学研究センターでは、本プロジェクト以外にも、遺伝子工学によるイネの品種改良を行っているが、一般消費用に栽培されている品種は今のところない。 ➤ 他の研究機関でも進められているが、商業ベースでリリースされた作物品種はまだない。 ➤ 農業関係者や環境保護団体などの参加を得た検討会議が行われているが、会合は毎回紛糾する。 <p>② 組換え体コメとリグニン含量の高いソルガムとの研究の相互関係と研究の現状について明らかにし、コメの研究に関する活動が成果3に結びついているか確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ コメはモデル作物として、遺伝子工学を用いてリグニン含量の高い改良種を作出した。ソルガムに同じ手法を適用することは、本プロジェクトの中では実施できないが、イネとソルガムは同じイネ科の作物であり、将来、技術を応用してゆくことは可能である。 <p>③ 野生株の定義について。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 「野生株 (wild-type straws)」というのは、規準品種としての「日本晴」のことを指す。指標にある「現行品種 (existing variety)」とは異なる。 		

No.7

訪問先	LIPI 生物工学研究センター (チビノン)		
面談相手	成果 3 研究チームメンバー・日本研修参加者：① Wahyuni (研究員 2016/12/01～2017/03/18 リグニン分析・植物分子育種手法にかかわる研修参加)、② Dwi Widyajayanti (研究員 Molecular biology and Biochemistry)、③ Esti Windiastri (研究員)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Dr. Safendrri Komara (Technical Advisor)、(調査団) 鈴木		
日時	11月9日 12:30～13:30	場所	センター内分析室
収集情報 主要事項	<p>① LIPI での職歴、プロジェクト関係の活動</p> <p>Wahyuni</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2005年からLIPIで働き始め、2008年から2014年オランダの大学で博士課程、2015年からLIPIに復職。プロジェクトの準備段階には、あまり関与していなかった。 ➤ プロジェクト関連では、遺伝子工学によるリグニン含量の高いイネ品種の作出を担当している。博士研究で複数の方法によるリグニン含量の分析を行った経験があったので、関連する知識は持ち合わせていた。 ➤ 本プロジェクトにかかわる活動は、全体業務の50%ぐらいで、ほかはLIPIの事業。現在、保存性の高いトウガラシを作出するための研究を続けている。 <p>Dwi</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2008年にLIPIで働き始めた。在籍しながら大学で学位を取得した。 ➤ 2016年から本プロジェクトの活動に参加。遺伝子工学手法によるイネの品種改良、形質転換、リグニン含量分析など担当している。日本での研修には参加しておらず、分析技術は日本人研究者やチームリーダーの指導を受けながら、OJTで学んだ。 ➤ 本プロジェクトの業務は全体の約6割を占める。 <p>Esti</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2007年大学卒業、2008年からLIPIで働いている。2016年出産で休職し、その後、本プロジェクトで、組織培養を担当している。 <p>② 本プロジェクトの目標をどの程度理解しているか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ バイオマス生産のための代替手段を見つけること。 ➤ イネで形質転換手法を確立し、ソルガム品種改良のモデルとする。 		

No.8

訪問先	LIPI 生物材料研究センター (チビノン)		
面談相手	成果 4 研究チームメンバー・日本研修参加者：Dr. Sukuma Surya Kusumah (研究員)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Dr. Safendrri Komara (Technical Advisor)、(調査団) 鈴木		
日時	11月9日 14:15～15:50	場所	センター内分執務室
収集情報 主要事項	<p>① LIPI での職歴、プロジェクト関係の活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2008年からLIPIで働き始める。2009年に修士取得。2013年から2017年まで 		

	<p>インドネシア政府の奨学生として京都大学の博士課程に在籍（梅村研究室）、この間に本プロジェクトのことは聞いたが、必ずしも準備に参加したというわけではなかった。しかし、研究テーマがソルガムバガスを使ったパーティクルボードの製作ということで、成果 4 研究チームの活動内容との関連は強い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 帰国後、プロジェクト活動に従事し、ソルガムバガスやアランアランなどを使ったパーティクルボードの製作試験を中心となって行ってきた。 <p>② これまでに試作されてきたパーティクルボードの商業生産の見通し。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ボゴール農業大学（IPB）森林製作研究所の協力を得て、実用サイズのボードの製作に成功し、技術としては確立した。次のステップとして、この技術を使い製品化に関心をもつ企業を探してきた。関心をもつ企業はあるものの、材料となるソルガムバガスを安定的に入手できる見通しが立たないため、今のところ実際に製造を行うことは実現していない。 <p>③ 成果 4 の活動で取り組まれているバイオペレットとバイオ燃料の進捗はどうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ バイオペレットは、LIPI イノベーションセンターの研究者、Dr. Sasa Sofyan Munawar が、バイオ燃料は生物学研究センターの研究員 Dr. Atit Kanti が担当している。 <p>④ ライフサイクルアセスメント（LCA）分析の進捗について。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ LCA ソフトウェアが生物資材研究センター、経済性分析を行うソフトウェアがイノベーションセンターにそれぞれ導入された。LCA に関しては、LIPI 化学研究センターの LCA 専門家（Dr. Edi Wiloso）から技術指導を受け、現在、データ収集、分析作業を進めている。
--	--

No.9

訪問先	LIPI 植物多様性保全センター トレウブ研究所（ボゴール植物園内）		
面談相手	Mr. Helmant Hendra (成果 2 研究チームメンバー、2016/12/01～2017/02/28 リグニン分析、植物分子育種手法にかかわる研修に参加)		
訪問者	（プロジェクト）三谷調整員、（調査団）鈴木		
日時	11 月 12 日 8:05～9:10	場所	研究所内ミーティングスペース
収集情報 主要事項	<p>① LIPI での職歴</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2012 年に学部（林学）卒業後、2014 年から LIPI で働き始める。LIPI での職務は、植物園の樹木管理で、北スラウェシで準備中の植物園の管理も担当している。（LIPI はこうした植物園を全国 32 カ所に設置していて、今後、42 あるエコリージョンをすべて網羅できるよう、増やしていく計画を持っている。） <p>② プロジェクトにかかわる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 本プロジェクトの準備会合にはほとんど参加しておらず、2016 年の開始時に内容の説明を上司から受け、活動を従事するようになった。 ➤ プロジェクトの目標は、「アランアラン荒廃草地を生産的な土地に転換するこ 		

	<p>と」と理解している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ プロジェクトでは、ソルガム栽培試験圃場の管理、収穫したソルガムのリグニン含量の分析、アランアラン荒廃草地の植生変化の記録を担当している。 ➤ 京都での研修でリグニン含量の分析法を学んだ。三つの分析法のうち、クラーソン法、チオアシドリシス法については、やり方をマスターした。もう一つのニトロベンゼン酸化分解法を現在学んでいる。プロジェクトが始まるまでこうした実験室での分析作業を行ったことがなく、全く初めての経験であった。 ➤ これまでに学んだリグニン分析技術は、後輩研究員にも教えて、自分が不在の時でも分析は続けられるようになっている。 ➤ リグニン含量の分析データを解析するのは上司なので、プロセスに係わることはない。論文はまだ書いたことがない。 ➤ 成果 2 研修の目的は、ソルガムの最適な栽培方法に係わることであるが、あまり深くは理解していない。 ➤ 今年 9 月に修士課程に入学したが、専攻は学部時代の林学ではなく、現在の業務経験から生物学とした。
--	---

No.10

訪問先	LIPI イノベーションセンター (チビノン)		
面談相手	Mr. Firman Tri Ajie, Ms. Yovita Isnasari (成果 4 研究で経済分析を担当)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Ms. Emiria Chrisanti 秘書、(調査団) 鈴木		
日時	11 月 12 日 10:15~11:25	場所	センター内ミーティングルーム
収集情報 主要事項	<p>プロジェクトにかかわる活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 成果 1 から 4 までのデータを集め、経済分析を行うこと。 ➤ パーティクルボード、ソルガムペレット、ソルガムバガス粉末それぞれについて、市場性分析、収入分析を行うよう、データを収集している。 ➤ 分析のためのコンピュータソフト INNOGRAHY のライセンス (1 年間) をプロジェクト予算で購入してもらい、これを使って分析を行っている。 <p>(分析方法について、プレゼン資料を使った説明があったが、インドネシア語であったため、英語のものを作成してもらえよう依頼した。)</p>		

No.11

訪問先	LIPI 生物学研究センター旧館 (チビノン)		
面談相手	Dr. I Made Sudiana (プロジェクトマネージャー・成果1研究チームリーダー)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Ms. Emiria Chrisanti 秘書、(調査団) 鈴木		
日時	11月12日 11:40~12:25	場所	センター内会議室
収集情報 主要事項	<p>① 指標1の「安定的なバイオマス作物」とはどのような状態と考えているか。 これまでの栽培試験の結果から、現状でのバイオマス生産量 (Biomass crops produced)」を数値で示すことができるかどうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ バイオマスソルガムが、継続して栽培できること。 ➤ これまでに42品種が選定され、チビノン、エコパーク、カティンガンモデルサイト、マラカの marginal land で3回栽培を行った。 ➤ 生産量の数値は、成果2研究グループで準備できる。 <p>② 「荒廃草原回復のガイドライン」という表現がところどころに出てくるが (プロジェクト目標指標や成果2の指標)、プロジェクト終了までに四つの研究成果をもとに、最終成果物として何らかの「ガイドライン」を作ることは考えられるか?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 各研究チームのリーダーが、marginal land をソルガム中心とした生産的な土地に返還する方法に関する技術ガイドラインを作成する。 <p>③ 本プロジェクトでプロジェクト目標が達成され、「持続的な生産技術が開発された」場合、それをどのように実際の政策や民間企業のビジネスに繋げてゆくことができるか。これまでに、LIPIでの研究成果が政府の政策なり、開発計画に反映された事例があるかどうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ガイドラインを BAPENAS はじめ、PERTAMINA (国営企業)、環境林業省、なお、アランアラン荒廃草地の植生回復に関係する機関に提出する。 ➤ LIPI が貢献した「生物多様性戦略 Indonesia Biodiversity Strategy and Action Plan 2015 -2020」が参考になる。 <p>④ バイオ燃料の研究の進捗</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ スウィートソルガムをバイオ燃料生産の材料として活用するための技術開発を行っている。 ➤ 終了済みの SATREPS (「統合バイオリファイナーリ研究拠点構築プロジェクト」) で開発された酵母をソルガムの搾汁に添加し、発酵を促しエタノールを生産する試験を行った。この結果、エタノール生産に最も適した酵母が特定された。 ➤ しかし、バイオ燃料生産は、まだ商業的な生産を行っている企業はまだないので、パーティクルボードやペレットのような経済分析を行うところまではいかないだろう。 <p>インタビューのあと、バイオロジー研究センターの研究施設の視察を行った。</p>		

No.12

訪問先	LIPI 生物工学研究センター (チビノン)		
面談相手	Dr. Satya Nugroho (成果3 研究チームリーダー)		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Ms. Emiria Chrisanti 秘書、(調査団) 鈴木		
日時	11月12日 13:55～14:50	場所	センター内分析室
収集情報 主要事項	<p>先週金曜日のインタビューの補足のために、下記のとおり何点か追加の質問を行った。</p> <p>① コメの研究に関する活動がどう成果3に結びつくか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ソルガムは、生長速度も速く、背の高い作物であるため、すぐれたバイオマス生産能力を有している。特に、インドネシア東部では食糧としても消費されてきた重要な作物である。 ➤ 一方、イネとソルガムは、同じイネ科に属しており、イネをモデルとし、遺伝工学による品種改良にかかわる技術開発を行い、これをソルガムに応用していくことは比較的容易である。 ➤ これまでに木質リグニンについては、多くの研究が行われてきたが、草本植物のリグニン含量についてはあまり研究が行われていない。リグニン含量に関与する遺伝子の特定は、インドネシアではまだ実現していない。 <p>② 仮に遺伝子工学によって新しい品種のソルガムが作出されても、遺伝子操作の作物であることから、これを大規模に栽培することは、法的に難しいという問題もあるのでは？</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 作物の用途毎の定められたバイオセイフティの手順に従う必要がある。 ➤ プロジェクトでは、放射線照射による突然変異育種でいくつかの有望株を見出し、チビノンですでに2回栽培試験を行って必要なデータを収集した。 <p>③ ソルガムの品種改良は、他の研究機関でも行われているか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 農業省の中央研究所 (MAROS) と国立原子力事業団が行っている。いずれも、食糧生産が主な目的なので、栽培が容易な背の低い品種が中心である。 <p>インタビューのあと、バイオテクノロジー研究センターの研究施設の視察を行った。</p>		

No.13

訪問先	Central Kalimantan DPTP (Assessment Institute for Agricultural Technology) 中部カリマンタン州農業技術評価試験場		
面談相手	Dr. Dedy Irwadi, Research Cooperation Section Mr. Sandis Wahiyu, Staff of Information Section		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Dr. Reni、(調査団) 鈴木		
日時	11月14日 07:55～09:00	場所	場内会議室
収集情報 主要事項	<p>訪問の目的を説明、明日の日程について打合せのあと、DPTPに関する情報を得た。。</p> <ul style="list-style-type: none"> 農業省が重視する作物ーコメ、トウモロコシ、マメ類（ラッカセイなど） DPTPの体制ー研究職15名、普及担当10名 DPTPは中央政府の直轄機関で、全国34州に設置されている。 農業試験場は、地方政府（県kabupaten・市kota）の管轄になる。 中部カリマンタン州では、ソルガムの栽培は以前は一般的であったが、現在はほとんど行われていない。 DPTPとしては、新しい作物を導入する目的で、展示栽培を行っている。 <p>インタビューのあと、野菜の展示圃場の視察を行った。</p>		

No.14

訪問先	LIPI Kathingan 植物園		
面談相手	Mr. Irwan, ST: Head of Department of Plant and Environmental Capacity Development Irwanto, S. Si: Head of Life Environment Section Irwan, S. Hut: Staff of Registration Collection Yudha, Non-permanent staff, LIPI		
訪問者	(プロジェクト) 三谷調整員、Dr. Reni、(調査団) 鈴木		
日時	11月14日 10:30～12:00	場所	植物園管理事務所
収集情報 主要事項	<p>訪問の目的を説明、植物園の業務に関する情報を得た。</p> <p>① 植物園の一般業務</p> <ul style="list-style-type: none"> LIPIは地方政府と覚書を結び、植物園を全国各地に設置していて、現在25カ所で整備された。Kathingan植物園は、その中の一つである。 植物園設置の目的は、1) 植物の保護、2) 研究の推進、3) 環境教育、4) エコツーリズムの推進、5) エコシステム支援、である。 中部カリマンタン州は、果物が豊富であることから、Kathingan植物園には、熱帯果樹を収集する特別チームがある。 植物園は、102haの面積がある。 <p>② ソルガム栽培試験を行うようになった経緯</p> <ul style="list-style-type: none"> アランアラン荒廃草地は、東部カリマンタン州に多く見られるが、同州にLIPIは 		

まだ植物園を開いていないため、植物園がすでにある **Kathingan** で行われることが決定された。

- ここには、LIPI の臨時職員 2 名が配置されていて、日常的な圃場管理、栽培データの収集が可能であったことが、大きな理由だった。
- 2016 年から栽培試験が開始され、これまで 3 回、異なる施肥方法についてデータが収集されてきた。

インタビューのあと、ソルガム栽培圃場（収穫後）の視察を行った。

