

インドネシア国
生物科学研究及びバイオテクノロジー
促進のための
国際標準の微生物資源センターの構築
プロジェクト
終了時評価報告書

平成 28 年 1 月
(2016 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
J R
16-046

インドネシア国
生物科学研究及びバイオテクノロジー
促進のための
国際標準の微生物資源センターの構築
プロジェクト
終了時評価報告書

平成 28 年 1 月
(2016 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

目次

地図（プロジェクト対象地域位置図）

写真

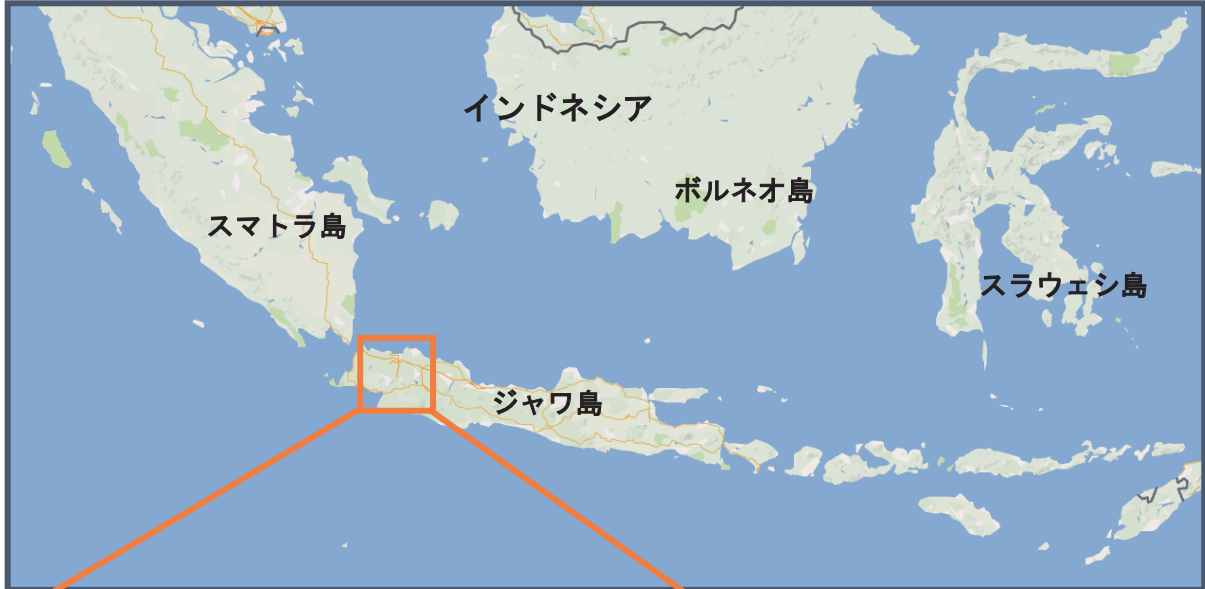
略語表

要約表

第1章 終了時評価の概要	1
1-1 終了時評価調査の背景	1
1-2 終了時評価の手法	1
1-2-1 評価プロセス	1
1-2-2 評価項目	1
1-2-3 データ収集方法	2
1-3 調査団構成	2
1-4 調査日程	3
第2章 プロジェクトの概要	5
2-1 プロジェクトの背景	5
2-2 プロジェクトの概要	6
2-2-1 プロジェクトの構成	6
2-2-2 プロジェクトの実施体制	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 日本側投入	8
3-1-2 インドネシア側投入	9
3-2 活動の進捗状況	10
3-3 成果の達成状況	11
3-4 プロジェクト目標の達成状況	20
3-5 上位目標の達成見込み	22
3-6 実施プロセス	23
3-7 貢献・阻害要因	24
3-7-1 貢献要因	24
3-7-2 阻害要因	25
第4章 評価結果	26
4-1 妥当性：高い	26

4-2 有効性：やや高い.....	26
4-3 効率性：高い.....	28
4-4 インパクト：高い.....	28
4-5 持続性：やや高い.....	29
4-6 結論.....	31
第5章 提言・教訓.....	32
5-1 提言.....	32
5-1-1 プロジェクト（インドネシア側及び日本側）に対する提言.....	32
5-1-2 InaCC、RCB-LIPI に対する提言.....	33
5-1-3 LIPI に対する提言.....	34
5-2 教訓.....	34
別添資料	
1：合同終了時評価報告書.....	37
2：プロジェクト・デザイン・マトリック（PDM）.....	109
3：活動計画（PO）.....	113
4：日本側投入実績（専門家）.....	115
5：日本側投入実績（供与機材）.....	123
6：日本側投入実績（本邦／第三国研修）.....	125
7：日本側投入実績（現地活動費）.....	131
8：インドネシア側投入実績（カウンターパートリスト）.....	135
9：インドネシア側投入実績（ローカルコスト）.....	137
10：面談者リスト.....	139
11：中間レビューの提言に対する対応状況.....	141
12：評価グリッド.....	143
13：収集資料リスト.....	153

地 図
(プロジェクト位置図)



プロジェクトサイト：
西ジャワ州ポゴール県チビノン
インドネシア科学技術院微生物
資源センター (InaCC)



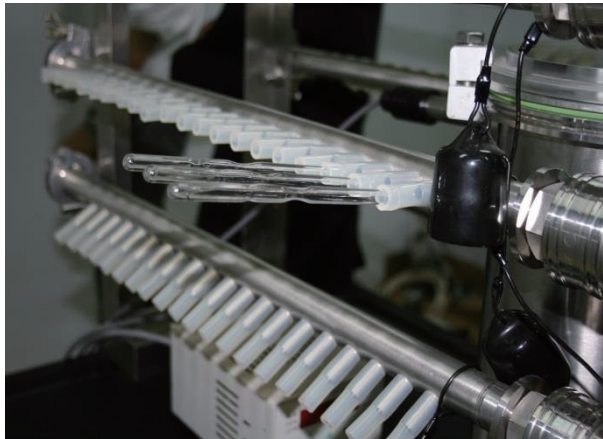
写 真



LIPI 微生物資源センター (InaCC)
の新建屋 (開所式: 2014 年 9 月)



InaCC に設置された分析機材



InaCC に設置された L アンプル作成機



微生物を利用したバイオ肥料



プロジェクト・コレクション (菌株) の冷凍保存



L 乾燥アンプルの冷凍保存 (分譲用菌株)



11月3日に開催された進捗報告セミナー



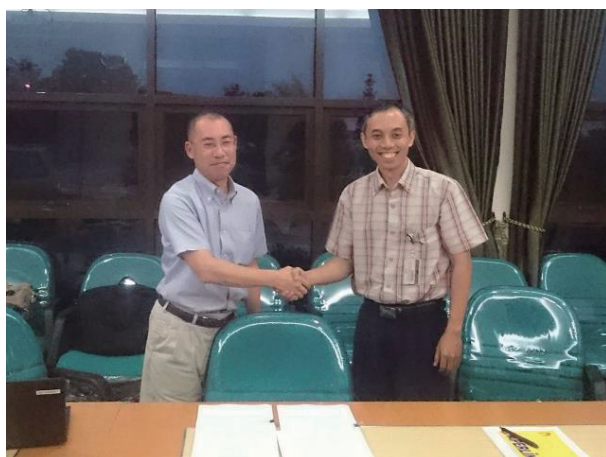
インドネシア科学院生物学研究センター (RCB-LIPI)
研究室の視察



インドネシア科学院生物学研究センター
(RCB-LIPI) 所長との協議



合同評価団とLIPIのカウンターパート (C/P)
(11月9日)



両団長による合同終了時評価報告書の署名



合同調整委員会 (JCC) (11月12日)

略 語 表

略語	英語/インドネシア語	日本語
ABS	Access and Benefit-Sharing	遺伝資源へのアクセスと利益配分
ACM	Asian Consortium for the Conservation and Sustainable Use of Microbial Resources	アジア微生物資源の保全と持続可能な利用のためのネットワーク国際会議
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	(インドネシア) 国家開発企画庁
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	技術評価応用庁
BRC	Biological Resources Center	生物資源センター
C/P	Counterpart	カウンターパート
CBD	Convention on Biological Diversity	生物多様性条約
DAC	Development Assistance Committee	(OECD) 開発援助委員会
FMIPA	Faculty and Mathematics and Natural Sciences	理数学部物理学部
FORDA	Forestry Research and Development Agency	林業研究開発庁
FORKOMIKRO	Communication Forum for Indonesian Culture Collection Curators	インドネシアにおける微生物カルチャーコレクションキュレーターのためのコミュニケーションフォーラム
IBSAP	Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan	生物多様性戦略及び行動計画
IDR	Indonesian Rupiah	インドネシアルピア
InaCC	Indonesian Culture Collection	インドネシアカルチャーコレクション
IPB	Institut Pertanian Bogor (Bogor Agriculture University)	ボゴール農科大学
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCC	Joint Coordinating Committee or Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
LIPI	Indonesian Institute of Sciences (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)	インドネシア科学院
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
NBRC	NITE Biological Resource Center	生物遺伝資源部門 (NITE)
NITE	National Institute of Technology and Evaluation	独立行政法人製品評価技術基盤機構

略語	英語/インドネシア語	日本語
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development	経済協力開発機構
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operations	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RC Biotech	Research Center for Biotechnology	バイオテクノロジー研究センター (LIPI)
RCB	Research Center of Biology	生物学研究センター (LIPI)
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (National Mid-Term Development Plan)	国家中期開発計画
RPJPN	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (the National Long-Term Development Plan)	国家長期開発計画
RS	Research Subject	研究課題
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
SOP	Standardized Operational Procedures	標準作業手順書
UGM	University of Gadjah Mada	ガジャマダ大学
USD	United States Dollar	アメリカドル
WFCC	World Federation for Culture Collections	世界微生物株保存連盟

評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：インドネシア共和国	案件名：生物科学研究及びバイオテクノロジー促進のための国際標準の微生物資源センターの構築プロジェクト
分野：生物多様性保全	援助形態：地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）
所轄部署：地球環境部	協力金額：約4億円
協力期間	(R/D)： 2011年4月7日～ 2016年4月6日
	先方関係機関：インドネシア科学院生物学研究センター（RCB-LIPI）
	日本側協力機関：独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）バイオテクノロジーセンター、東京大学、国立研究開発法人理化学研究所
	他の関連協力：なし
1-1 協力の背景と概要	
<p>世界では微生物の機能を活用した環境浄化、食料生産、エネルギー確保などの研究開発が進められている。さらに、新たな化学産業プロセスの開発や、難分解性物質の生物的無毒化など、地球への負荷の軽減が、微生物を材料としたバイオテクノロジー技術に期待されている。そのようななか、「カルチャーコレクション¹（Culture Collection）」は、多様な微生物を収集、保存、提供することにより、研究、教育、産業における微生物利用の基盤となってきた。また、経済協力開発機構（OECD）は、2007年に生物資源センター（BRC）のベスト・プラクティス・ガイドラインを発行した。</p> <p>以上の潮流の下で、各国は、国際標準のBRCを設立し、ネットワークの構築や研究、産業への活用を図ろうとしているが、インドネシア共和国（以下、「インドネシア」と記す）には小規模なカルチャーコレクションはあるものの、国際標準のBRCに相当するセンターを有していなかった。またインドネシアの生物多様性は世界有数であるが、自然破壊等によりその稀少な多様性の消失への危機感が高まっている。生物多様性条約（CBD）により、インドネシアの生物資源の管理は国家戦略に位置づけられており、豊富な微生物資源を収集して保存し、活用を図るメカニズムの構築は急務である。</p> <p>本案件は、カルチャーコレクション（InaCC）の設立によるBRCの運営及び、有用微生物を利用した応用研究を実施するとともに、その情報をデータベースとして公開し、さらに当該分野の人材育成をすることで、農業・産業利用に供することを目的としている。日本側研究機関代表である独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）、インドネシア側はRCB-LIPIが共同でプロジェクトを実施している。プロジェクトの終了段階にあたり、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）からの参加も得て終了時評価調査を実施した。</p>	
1-2 協力内容	
(1) 上位目標	
インドネシアのカルチャーコレクション（InaCC）の微生物資源が生物多様性条約（CBD）に基づき、インドネシアの持続可能な経済発展のために、そして、世界のクオリティ・オブ・ライフの向上のために利用される。	
(2) プロジェクト目標	
生命科学研究及びバイオテクノロジー促進のための中核機関となる、国際標準の微生物資源センター（BRC）が構築される。	
(3) 成果	
成果1：国のリファレンスコレクションとして、また微生物資源に関する研究・教育及び持続可能な利用のための中核機関として、インドネシア科学院（LIPI）の微生物資	

¹ カルチャーコレクション：微生物培養株の収集・分類・保存機関。

源センターの機能が整備される。

成果2：人間の生活の向上や食品生産、農業、環境修復に有用と見込まれるインドネシア原産の新規微生物資源が収集され、保管される。

成果3：農業、生態系保全及び環境修復に有用な土壌微生物が分離され、その性状が解明される。

成果4：家禽・家畜の消化管内細菌等が分離され、有効な乳酸菌が選定される。

(4) 投入（評価時点）

日本側：

総投入額約4億円

- ・日本人専門家：1名の長期専門家と32名の短期専門家が派遣された。
成果1：NITE（5名）、成果2：NITE（14名）、理化学研究所（1名）、電源開発株式会社（1名）、成果3：東京大学（7名）、成果4：理化学研究所（4名）。2015年10月時点で短期専門家が合計198回（1,516日、50.02 MM）派遣された。
- ・投入実績機材供与：約1億6,210万円/インドネシアルピア（IDR）による調達額6,064,877,023 IDR（約4,980万円）、アメリカドル（USD）による調達額941,165 USD（約1億1,230万円）。分析機器、電子顕微鏡、実験機材、消耗品、コンピュータ等。
- ・本邦研修：69名
- ・現地活動費：8,321,948,722 IDR（約6,830万円）（運営費用、謝金、旅費、会議費等）

相手国側：

- ・カウンターパート（C/P）配置：67名（プロジェクト・ディレクター1名、プロジェクト・マネージャー1名、C/P職員65名）
- ・ローカルコスト負担：40,460,766,100 IDR（約3億3,220万円）

2. 評価調査団の概要

調査者	担当分野	氏名	所属
日本側	総括/団長	神内 圭	独立行政法人国際協力機構 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 課長
	評価計画	田中 里美	独立行政法人国際協力機構 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 専門嘱託
	評価分析	岡野 鉄平	株式会社アイコンズ コンサルタント
	オブザーバー (JST 研究主幹)	浅沼 修一	名古屋大学 名誉教授 国立研究開発法人科学技術振興機 研究主幹
	オブザーバー (JST 研究評価)	佐藤 雅之	国立研究開発法人科学技術振興機 国際科学技術部 SATREPS グループ 上席主任調査員
インドネシア側	Dr. Yulin Lestari		ボゴール農科大学（IPB）理数学部物理学部（FMIPA）生物学科准教授
	Dr. Danang Waluyo		インドネシア技術評価応用庁（BPPT）バイオテクノロジーセンター 技術サービス部門長
調査期間	2015年10月25日～11月14日		評価種類：終了時評価調査

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

(1) 投入・活動実績

プロジェクト活動は、活動計画（PO）に沿って着実に実施されている。プロジェクト開始当初より、基礎研究に関しては主にインドネシア側研究者によって実施され、実証・改善のための研究は日本人専門家を中心に進められてきた。日本人専門家によるきめ細かい指導により、微生物研究に関する技術と知識は効果的にインドネシア側研究者に移転されている。現時点で、成果2、3、4の活動には大きな進捗の遅れは見られず、おおむね計画通りである。成果1については、InaCCの建屋の建設期間が延長されたことにより、活動に若干の遅れが見られるものの、すべての活動はプロジェクト終了までに完了する見込みとなっている。プロジェクト期間

中に追加された新たな活動としては、エビ養殖池の廃水を用いた微細藻類の培養研究が開始された (RS²-2)。また、試料採取を通じて菌根菌の新種候補が発見されたため、更なる分類学研究の実施を検討している (RS-3-B)。一方、RS-3 の活動では、当初計画より若干の変更が生じている。林業研究開発庁 (FORDA) において実施した接種試験では、期待された成果が出なかったものの、プロジェクトはインドネシア側研究者の能力強化に重点を置き、RCB-LIPI の施設内で接種試験を継続している (RS-3-B)。また、一部の機能遺伝の解析、及び集積実験については、インドネシア国内に十分な設備がないことから、実施を取りやめた (RS-3-A)。ただし、これらの活動の変更は、成果の達成に影響していない。

(2) 成果の達成状況

成果 1 : 国のリファレンスコレクションとして、また微生物資源に関する研究・教育及び持続可能な利用のための中核機関として、LIPI の微生物資源センターの機能が整備される。

成果 1 の指標の半分はすでに達成済みであり、現時点で未達の指標に関してもプロジェクト終了までに達成される見込みである。成果 1 は、InaCC の運営管理に関連する活動が中心となっており、活動はプロジェクト開始当初から継続実施されている。InaCC 建屋の建設が完了した 2014 年 9 月以降に、RCB-LIPI 内から InaCC 建屋への移転が行われたことにより、計画していた活動に軽微な遅れが生じていたが、現在、InaCC 建屋における活動はすでに開始しており、プロジェクトメンバーは分離株の登録作業に注力している。これにより、すべての活動は計画通りに完了する予定である。

成果 2 : 人間の生活の向上や食品生産、農業、環境修復に有用と見込まれるインドネシア原産の新規微生物資源が収集され、保管される。

成果 2 の指標はおおむね達成されている。成果 2 の活動は InaCC のナショナルコレクションを充実させるための研究を中心に多岐にわたって実施された。現時点で、4,287 株の微生物が分離、同定されており、そのうちの 997 株がパブリックコレクションとして InaCC に寄託されている。これらの微生物をデータベースに登録するために、各研究グループのメンバーは、関連する情報を整理し、登録申請書類の作成を行っている。既にプロジェクトコレクションに登録されている微生物株のうち、少なくとも 2,000 株がプロジェクト終了までにパブリックコレクションに登録される見込みであり、これにより、プロジェクト目標の指標の 1 つが達成される見込みである。なお、2015 年 10 月の時点で、4 件の論文が出版、3 件の論文が受理、5 件の論文が提出済み、13 件の論文が準備中となっている。

成果 3 : 農業、生態系保全及び環境修復に有用な土壌微生物が分離され、その性状が解明される。

成果 3 については、ほぼすべての指標がすでに達成されている。一部未達成の指標があるものの、プロジェクト終了時までにすべてが達成される見込みである。バクテリアの研究については、環境保全や農業利用に有用な 50 株以上の自由生活型窒素固定細菌が分離された。アンモニア酸化細菌の集積実験は、インドネシア国内に十分な設備が整っていないことから、中止されたものの、プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) に設定された指標は、目標とするレベルで達成している。菌類の研究に関しては、54 株の菌根菌が分離され、遺伝子解析によって同定された。現地調査による資料採集において菌根菌の新種候補が発見されたため、菌類の研究グループは更なる研究の継続を検討している。

成果 4 : 家禽・家畜の消化管内細菌等が分離され、有効な乳酸菌が選定される。

成果 4 の指標はすべて達成されている。家禽の腸内消化管内細菌叢については 60 系統が分離、同定され、そのうちの 9 系統についてはパブリックコレクションに寄託された。残りの 51 系統については現在登録の途中である。3 種 9 株について新種提唱するための学術的研究が実施され、2 件の論文が国際的な機関誌 (International Journal of Systematic and Evolutionary

² RS (Research Subject) : リサーチ・サブジェクト : プロジェクト目標達成のために研究課題グループごとに形成されたグループ

Microbiology) に提出済み、うち 1 件は既に受理されている。また、ニワトリの盲腸便から分離した乳酸菌 120 株の中から 15 株のプロバイオティック候補株が選抜された。同じく、ウシの腸内消化管内細菌叢については 84 系統が分離同定され、そのすべてについてパブリックコレクションへの登録の手続を行っている。また、3 種 6 株について新種提唱するための学術的研究が実施され、関連する論文は準備中である。インドネシアの家畜用飼料からは乳酸菌 200 株が分離され、そのうち 8 株のプロバイオティック候補株に大腸菌に対する抗菌活性が確認された。分子生物学的手法により、ニワトリの腸内微生物、ならびにウシの第一胃内の微生物の構成と多様性に関する一連のデータを得るに至った。

(3) プロジェクト目標の達成状況

生命科学研究及びバイオテクノロジー促進のための中核機関となる、国際標準の微生物資源センターが構築される。

プロジェクト終了までに、すべての指標が達成される見込みである。2,000 株以上の微生物が、すでにプロジェクトコレクションとして登録されており、現在パブリックコレクションへの寄託準備を進めている。終了時評価時点で、1,098 株がパブリックコレクションとして、分与可能な状態で保存されており（指標 a）、微生物の分譲のための申請、承認に関する手続きが整備された（指標 b）。データベースについては、入力作業を継続中であるが、すでに論文発表された微生物株については、研究開発を目的とした分譲が可能な状態となっている（指標 c 及び指標 d）。ISO 9001:2008³に基づく内部規定の遵守については、2014 年 12 月に内部監査、及び外部監査が実施されており、品質管理に関する違反は指摘されなかった（指標 e）。PDM で設定された指標は達成される可能性が高いものの、InaCC は「国際標準の微生物センター」の構築のためには、プロジェクト終了後にも、プロジェクトで整備した運営手順に従い、正確性、信頼性を確保することで、国内外のパートナーからの認知度を高めていくための努力を継続していくことが求められる。

(4) 上位目標の達成状況

InaCC の微生物資源が生物多様性条約 (CBD) に基づき、インドネシアの持続可能な経済発展のために、そして、世界のクオリティ・オブ・ライフの向上のために利用される。

上位目標の指標は、インドネシア側の努力によって、プロジェクト終了後 3 年後から 5 年後に達成される見込みである。微生物の分離に係る基礎的な技術、有用な微生物資源の取り扱いについては、共同研究を通じてインドネシア側に移転されている。インドネシア側研究者は、国内の社会的な利益を生み出すための応用研究を進める上で十分な技術を習得した。プロジェクトの活動によって、分離同定された微生物資源は、農業、環境保全、水産業といったインドネシアの国内産業に活用しうる高い潜在性を秘めており、これらの成果を活用し、国内外の研究パートナーとの共同研究を促進していくことは、研究成果の社会実装を目指すうえで重要である。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性 (高い)

国家の微生物資源センターの設立は国家開発計画庁 (BAPPENAS) によって策定されたインドネシア生物多様性国家戦略及び行動計画 (IBSAP 2003 - 2020) における重点領域となっていることに加えて、インドネシア政府は国家長期開発計画 (RPJPN 2005 - 2025) において生物多様性保全の重要性を示している。プロジェクトは、インドネシアの持続可能な経済発展と生物多様性条約に準拠した生活の質の向上のためにライフサイエンス研究とバイオテクノロジーの促進を志向しており、インドネシアの国家戦略と開発計画と整合していると言える。また、国家中期開発計画 (RPJMN 2015 - 2019 Book II) において、InaCC は有益な微生物資源を保管する機関として任命されており、InaCC の能力強化に取り組むプロジェクトのアプローチも適切であると言える。それらに加え、本プロジェクトは日本の援助政策、JICA の援

³ 国際標準化機構 (International Organization for Standardization)。ISO9001 は品質マネジメントシステムに関する規格の中核で、2008 年に改訂された ISO9001:2008 が評価時点での規格である。

助方針とも合致している。

(2) 有効性 (比較的高い)

指標 e)は既に達成されており、指標、a)、b) 及び c) は、プロジェクト終了までに達成可能であることが確認された。指標 d) は、データベースの準備や利用状況について確認するものであるが、データベースはすでに構築されており、インターネット上で一般に公開されるオンラインカタログもすでに運用が始まっている。InaCC は外部利用者からの依頼に応じて、微生物株の分譲を行っているが、申請から分譲まで至る一連の過程において、データベースやオンラインカタログが十分に活用されているとは言い難い。既に分譲手順やシステムが整備されているため、指標を達成するために、データベースとオンラインカタログを実際に活用することが求められる。また、プロジェクト目標の達成見込みは高いものの、InaCC は、プロジェクト期間の終了後にもプロジェクトによって作成された運営マニュアルや標準作業手順書 (SOP) を用いた適切な運営管理を行っていく必要があり、InaCC 職員の能力向上、及び国際標準の微生物資源センターとしての機能強化のためには、正確性と信頼性を向上させるための継続的な取り組みが不可欠である。

(3) 効率性 (高い)

日本側とインドネシア側による投入は質、量、タイミングともに適切であり、成果の達成につながっている。日本人専門家は適切に派遣されており、高い専門性を生かしたプロジェクト活動を実施してきた。日本人専門家の派遣期間、回数は年に数回、数日程度の限られたものであったが、派遣前にプロジェクトメンバーと電子メール等を用いた十分な情報共有を行ったうえで、短期間の滞在を有意義に活用する努力を行っている。供与機材については、各研究課題の必要に応じて調達された。これらの供与機材は InaCC の建物やガジャマダ大学 (UGM) に設置され、すべての機器がインドネシア側で適切に管理されている。本邦研修及び第三国研修は、インドネシアのメンバーのスキルと知識の強化に大いに貢献している。2015 年 10 月時点で延べ 92 名 (本邦研修 69 名、第三国研修 23 名) が研修に参加し、プロジェクト活動の実施と各成果の達成に役立てられた。これらのすべての投入は効果的に成果へと反映されている。インドネシア側投入については、プロジェクト開始当初に、研究者が現地調査を実施するための旅費等に関する予算に不足があった。しかしながら、プロジェクト活動を実施する上での予算配分の状況は改善されており、人員配置は施設設備などのインドネシア側投入に大きな問題は見られない。また、InaCC の建屋建設のための予算措置と実際の建設は、各成果の達成に大きく貢献した。

(4) インパクト (高い)

プロジェクトは InaCC の微生物資源センターとしての基礎を確立させ、微生物資源の分離手法及び取り扱いに関する技術移転を行ってきた。上位目標の指標の達成はインドネシア側の努力によって、プロジェクトの完了後 3 年～5 年内の達成が可能であると考えられる。プロジェクト活動で分離、同定された微生物は、環境保全、農業、水産業といった産業に活用される潜在性を秘めており、将来的に社会的な利益の創出に貢献することが期待される。一方、プロジェクト実施によるその他インパクトとして、インドネシア側によって微生物資源の価値が高く認識されるようになったことが挙げられる。インドネシア政府は、持続可能な経済発展と生活の質向上のための微生物資源の利用促進に向けて、適切な設備を備えた InaCC の建屋を建設した。プロジェクトは、InaCC の設立のプロセスに大きく貢献しており、プロジェクトの大きな成果と言える。

(5) 持続性 (比較的高い)

政策面・研究面の持続性は高く、財政面・組織面・技術面での持続性については軽微な課題が見られるもののポストプロジェクト計画を策定予定であることから、持続性は比較的高いと評価した。

政策面：

インドネシア政府は、生物多様性保全と持続可能な開発のための微生物資源利用の重要性を認識しており、微生物資源センターの持続的な運営管理に、高い優先順位を置いている。関連する政策は今後も継続される見通しである。

財政面：

インドネシア政府は 2015 年の RCB-LIPI の全体予算として 1,254 億 IDR (約 1,029 百万円) を配賦しており、その内 8.6 億 IDR (約 700 万円) を InaCC の試薬、溶媒などの消耗品の調達のための予算としている。InaCC は、研究活動の実施、微生物資源の受託、研修の提供、普及啓発の実施、科学的なサービスの提供などの機能を有しており、微生物資源センターとしての機能を強化していくためには、より多くの予算を確保する必要がある。なお、LIPI は、国家中期開発計画に国の微生物資源寄託機関として規定されていることから、プロジェクト終了後も予算の確保が見込まれる。

組織面：

InaCC は RCB-LIPI を通じて ISO 9001:2008 を取得している。ISO 9001:2008 の取得申請のために作成された文書は、組織を規則的に管理するための構成となっており、これらの文書の活用が組織面での持続性を確保するためのツールとなる。また、InaCC は組織能力強化のため、2014 年には正規研究職員として 6 名の新卒者を採用し、2 名の技術スタッフを正職員として、微生物の準備と保存に関する作業アシスタントとして任命している。このような人員体制の強化は、組織面の持続性確保に貢献する要因である。一方、持続性を阻害する要因としては、消耗品調達システムの未整備が挙げられる。

技術面：

インドネシア側関係者のほとんどは、プロジェクト開始当初からプロジェクトに関与しており、日本人専門家が指導の下、着実に技術と知識を蓄積してきている。RCB-LIPI は人材育成のための、総合的な研修プログラムを有しているが、InaCC の人材育成に特化したプログラムは現時点で用意されていない。

研究面：

InaCC に所属する研究者は、RCB-LIPI の統合された研究プログラムから定期的な研究費を得ることが可能であり、更に自らの研究機会を確保するために、競争的資金や国内外のパートナーとの協力を通じて研究費を獲得している。各研究者はこのような状況下での研究活動を継続するための豊富な経験を有している。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) プロジェクトメンバー間の良好なコミュニケーション

日本の専門家は C/P であるインドネシア側の研究者との良好な関係を構築しており、円滑な活動の実施と効果的な技術移転が行われてきた。インドネシア側研究者は共同研究への積極的な参加を通して知識や技術の蓄積をしている。また、それぞれの研究グループメンバー間のコミュニケーションに加えて、長期専門家としてプロジェクトのコーディネーターが派遣され、多岐にわたる業務の調整を行っている。本プロジェクトには日本側、インドネシア側からは多数の研究者や技術者等が参加しているため（日本側から 18 名、インドネシア側から 65 名）、プロジェクトコーディネーターによる調整が活動の効率的な実施に大きく寄与している。

(2) InaCC の建屋の建設

InaCC の建屋建設がプロジェクトの成果産出に大きく貢献した。2012 年には、BAPPENAS と LIPI の高官が日本を訪問し、インドネシアの意思決定者の間で生物資源センターの必要性和重要性に対する理解が向上した。2014 年 9 月に運用が開始された InaCC の建屋には、必要な機器の設備とそれらの設備を設置するための十分なスペースがとられている。InaCC の建屋の建設は、プロジェクト活動の効果的な実施に貢献すると同時に、インドネシアのプロジェクトメ

ンバーのオーナーシップとモチベーションの増加につながっている。

(3) インドネシア研究者の長期な関与

多くのインドネシアの研究者は、プロジェクトの開始当初から活動に関与しており、プロジェクト期間を通じて、継続的にプロジェクトに参加してきた。これにより、日本人専門家により移転された知識やスキルがインドネシア側メンバーに適切に蓄積されており、プロジェクトの有効性の確保に寄与した。また、研究者の継続的な関与は、プロジェクト活動による経験の損失を防ぎ、InaCCの人的な基盤構築に貢献していると言える。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 人事異動、海外留学等によるプロジェクト関係者の交代

インドネシア側研究者のうち数人が、海外留学のために活動から離れている。また、プロジェクト・マネージャー及び、プロジェクト・ディレクターは、プロジェクト期間中にそれぞれ2回交代しており、新たに着任した管理職員がプロジェクトの内容や運営手順を正しく理解するために時間と労力を要した。こうした管理職員の交代はインドネシア側のリーダーシップとプロジェクト管理においても阻害要因となった。

(2) 生物資源の国外持ち出しに係る規則の厳格化

2014年以降、CBDに沿った生物資源の国外への持ち出しに関する規則が厳格化された。これにより、予定されていた土壌試料の日本へ持ち出しが困難となり、RS-3の活動に若干の変更が生じた。RS-3-Aでは一部の機能遺伝の解析、及び集積実験について、インドネシア国内に十分な設備がないため実施を取りやめた。また、RS-3-Bでは日本での接種試験が実施できなくなったため、バイオテクノロジー研究センター（Research Center for Biotechnology : RC Biotech）研究所内にクリーンベンチを設置し試験を継続しているものの、細菌混入と考えられる原因により期待された成果が出ていない。このような規則の厳格化は、プロジェクト活動実施の阻害要因となった。ただし、接種試験については、インドネシア国内で実施することにより、インドネシア側研究者の能力強化の側面で、成果の発現に貢献している。

3-5 結論

微生物資源の利用と生物多様性保全はインドネシア政府にとって高い優先順位をもつ領域の一つであり、プロジェクト目標は国家の開発計画に沿ったものであることから、プロジェクトの妥当性は高いと評価される。また、多くの指標が現時点で未達であるものの、プロジェクト目標はプロジェクトの終わりまでに達成される見込みであるため、有効性は比較的高いと判断された。活動の実施に必要なとされる投入が計画通りに実施され、インドネシア側と日本側双方の投入のタイミング、品質、量が適切であったことから、効率性は高いと評価される。外部の条件が満たされ、インドネシア側の努力が継続されれば、上位目標達成の見込みが高いため、インパクトは高いと判断される。政策面・研究面の持続性は高く、財政面・組織面・技術面での持続性については軽微な課題が見られるもののポストプロジェクト計画を策定予定であることから、持続性は比較的高いと評価した。

3-6 提言

3-6-1. InaCC, RCB-LIPI に対する提言

(1) 実験室マニュアルの作成と活用

品質確保と、RCB-LIPI、InaCCの活動継続のために、微生物の取り扱い、試薬の計量、L乾燥アンプルの準備などの実験手順につき、ISO9001:2008に準拠した標準手順書をまとめる必要がある。

(2) 機材の運営管理責任者の任命

InaCCは特殊な分析のための機材を設置している。InaCCはこれらの機材管理責任者を任命し、適切な運用と管理を行うべきである。

(3) ISO 9001:2008 の更新 (2017 年 2 月)

ISO9001:2008 は 2014 年 2 月 5 日に取得されている。RCB-LIPI は、2017 年に予定されている ISO 認証の更新を行うために、ISO 9001:2008 を遵守するとともに、2014 年 9 月に InaCC の新 建屋に移転したことに伴う運営状況の変化を日常業務に反映させる必要がある。

(4) 国際標準の研究室としての認定 (ISO17025) の取得

RCB-LIPI は分析・実験室の品質管理のために、ISO17025 の取得に向けた取り組みを行って いる。国際標準の微生物資源センターとして高い認識を得るために、早期の ISO17025 取得が 望まれる。InaCC は保有する資源管理に関する対策を講じ、研究及びサービスを効率的に実施 するべきである。

3-6-2. LIPI に対する提言

• 名古屋議定書のアクセスと利益配分 (ABS) に関する政策策定過程への貢献

インドネシアの遺伝資源へのアクセスと利益配分 (ABS) における科学的機関である LIPI は、 名古屋議定書の ABS に関する政策策定のために、インドネシアのフォーカルポイント (環境林 業省) と連携して政策形成に貢献することが期待される。インドネシアの微生物資源は持続的 な経済発展と世界的な生活の質向上に寄与する貴重な資産として、国際的に広く認識されてい る。

3-7 教訓

• InaCC 建設に向けたプロジェクト関係者の甚大な努力

プロジェクト実施中、BAPPENAS の次官、LIPI の長官、生命科学副長官などのインドネシア 側の高官が日本を訪問し、先進の生物資源センターである NBRC を視察した。日本人専門家、 インドネシア側研究者の働きかけにより実現した視察であったが、この視察により、インドネ シアの政策決定者が生物資源センターの重要性をより明確に認識することとなった。その結果 として、InaCC 建設のための予算が確保され、InaCC 建設が完成した。

プロジェクトで高額な C/P 予算の確保をするためには、早期から開発予算配分に影響力を有 する政府高官を巻き込み理解を得ることが重要であり、本件のように日本への招聘や研修の機 会を有効に活用すべきである。

Summary of the Results of the Evaluation Survey

1. Outline of the Project	
Country : The Republic of Indonesia	Project Title : Project for Development of Internationally Standardized Microbial Resources Center to Promote Life Science and Biotechnology
Issue Sector : Biodiversity conservation	Cooperation Scheme : Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)
Division in Charge : Global environment Department	Total Cost : Approximately 400 Million Japanese Yen
Period of Cooperation : (R/D): 7 April 2011 to 6 April 2016	Partner Country's Implementing Organization : Research Center for Biology, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia [LIPI (RCB-LIPI)]
	Implementing Organization : National Institute of Technology and Evaluation (NITE), University of Tokyo, RIKEN
	Supporting Organization :
1-1. Background of the Project	
<p>Currently, research and development such as food production, environmental clean-up and energy securing has been advancing in the world utilizing the capabilities of microorganisms. In addition, development of new process of chemical industry and biological detoxification of biodegradable persistent substance are expected to contribute the reduction of the load on the globe. Under such circumstances, "Culture Collection": Indonesia Culture Collection (InaCC) which has function of collection, preservation and delivery of microbial resources, has been the foundation of utilization of microbial resources in research, education and industry sector. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) issued the guideline of Biological Resources Center (BRC) in 2007. Although many countries plan to establish BRC with international standard for networking, research and development under above trends, there have been no internationally standardized BRC in Indonesia. The biodiversity of Indonesia is well known in the world, though there was a concern that the loss of the rare diversity by destruction of nature. By the Convention on Biological Diversity (CBD), management of biological resources has become a national strategy of Indonesia. It is urgent task for Indonesia to establish a mechanism to conserve the rich microbial resources by promoting the collection, preservation and utilization of microbial resources.</p> <p>The Project for Development of Internationally Standardized Microbial Center to Promote Life Science Research and Biotechnology (hereinafter referred to as "the Project") aims at the promotion of life science research and biotechnology for agriculture and industrial sectors. For the purpose, the Project has supported the establishment of BRC and its operation by conducting applied research, database development and capacity building in the concerned area. National Institute of Technology and Evaluation (NITE) as a representative Japanese research institute and RCB-LIPI as a counterpart (C/P) has been implementing the project jointly. Upon at the final stage of the project, the terminal evaluation survey was carried out by Japan International Cooperation Agency (JICA) with cooperation of Japan Science and Technology Agency (JST).</p>	
1-2. Project Overview	
(1) Overall Goal:	
Microbial resources at InaCC are utilized for sustainable economic development of Indonesia and improvement of quality of life globally in compliance with Convention on Biological Diversity (CBD).	
(2) Project Purpose:	
Internationally standardized microbial resource center (InaCC) as a core of Biological Resource Center in Indonesia to promote life science research and biotechnology is established.	
(3) Outputs	
Output 1: Functions of microbial resource center (InaCC) in LIPI are developed, to be a national reference collection and to serve as a center for researches, ex-situ conservation, training and sustainable utilization of microbial resources.	
Output 2: Isolation and identification of new microbial resources originated from Indonesia, which is	

beneficial to human welfare, food production, agriculture, and environmental restoration is conducted.

Output 3: Soil microorganisms that have beneficial effects on agriculture, ecosystem conservation, and environmental restoration are isolated and characterized.

Output 4: Animal gut microbiota are isolated, identified and selected for probiotics.

(4) Input (As of the terminal evaluation)

Japanese Side

- Total budget : Approximately 400 million Japanese Yen

- Japanese Experts

1 long term expert (Project Coordinator) and 32 short term experts have been dispatched.

Output 1:5 / National Institute for Technology Evaluation (NITE), Output 2: 14 / NITE, 1 / Riken, 1 / J Power, Output 3:7 / University of Tokyo (UT), Output 4: 4 / Riken.

As of the end of October, 198 times of visit have been conducted (Total 1,516 days, 50.02 MM)

- Project operational cost: 8,321,948,722 IDR (Approximately 68.3 million Japanese Yen)

- Provided Equipment: Approximately 162.1 million Japanese Yen / 6,064,877,023 IDR

(Approximately 49.8 million JPY) and 941,165 USD (Approximately 112.3 million Japanese Yen) have been spent for the equipment such as Seamless mass spectrometer, Clean bench, Deep Freezer and Computers

- Training in Japan and other countries: The total number of C/P having participated in training in Japan is 69 persons and in other countries is 23 persons.

Indonesian Side

- Counterparts : 67 persons (The Project Director, the Project Manager and 65 C/P personnel)

- Local cost : 40,460,766,100 IDR (Approximately 332.2 million Japanese Yen)

2. Evaluation Team

Members	Designation	Name	Organization
Japanese Side	Leader	Mr. Kei Jinnai	Director, Natural Environment Team 1, Forestry and Nature Conservation Group, Global Environment Department, JICA
	Evaluation Planning	Ms. Satomi Tanaka	Technical Advisor, Natural Environment Team 1, Forestry and Nature Conservation Group, Global Environment Department, JICA
	Evaluation Analysis	Mr. Teppei Okano	Consultant, Icons Inc.
	Observer (JST Research Supervisor)	Dr. Shuichi Asanuma	Professor emeritus, Nagoya University, Research Supervisor, JST
	Observer (JST Research Evaluation)	Mr. Masayuki Sato	Principal Associate Research Supervisor, Department of International Affair (SATREPS Group), JST
Indonesian Side	Dr. Yulin Lestari	Associate Professor, Department of Biology, Faculty and Mathematics and Natural Sciences (FMIPA), Bogor Agricultural University (IPB)	
	Dr. Danang Waluyo	Head, Technology Services Division, Biotech Center, Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT)	
Period of evaluation	26 October 2015 ~ 14 November 2015		Type of Evaluation : Terminal Evaluation

3. Results of Evaluation

3-1. Verification of Achievement

(1) Progress of Activities

The activities have been conducted according to Plan of Operations (PO). From the beginning of the Project, in general, the preliminary research has been conducted by the Indonesian researchers and further studies have been carried out by the Japanese experts for enhancement and validation. By the close technical guidance and instruction, necessary skill and knowledge has been effectively transferred to Indonesian members. Currently most of activities related to the Output 2, 3 and 4 are implemented without significant delay. As to the Output 1, although some activities are slightly delayed due to the extension of the construction period of InaCC building and, all the activities are expected to be completed by the end of the Project. As for the additional activities, the research for the

growth of microalgae in the waste water of shrimp pond has been launched (RS-2). The candidates of new taxa of mycorrhizal fungi were discovered through the sample collection and the implementation of further taxonomic research of the species is under consideration (RS-3-B). On the other hand, several activities under RS-3 slightly changed from original plan. Since the inoculation trial implemented with Forestry Research and Development Agency (FORDA) had not derived expected results, the Project continues the experiment with newly developed facility in RCB-LIPI aiming at capacity building of Indonesian researchers (RS-3-B). Also a part of the analysis of functional genes and the accumulation experiment have been abandoned due to the limitation of analytical equipment in Indonesia, however it has not affected to the achievement of outputs (RS-3-A).

(2) Level of the achievement of Outputs

Output 1

Most indicators of the Output 1 have been achieved at the time of terminal evaluation and the remaining indicators are expected to be achieved by the end of the Project. The activities under the Output 1 are mainly related to the operation and management of InaCC. Although the activities has started from the beginning of the Project, there is a slight delay in the implementation of activities from the original timeline because the activities have been transferred to the new building of InaCC from the RCB-LIPI building after completion of its construction in September 2014. Since the commencement of the activities in the new building, the project members have accelerated the process of registration of microbial isolates and so all the activity are expected to be completed by the end of the Project.

Output 2

Almost all of the indicators of the Output 2 have been achieved. The wide range of research activity has been conducted under the Output 2. The research activities were carried out for the purpose to enrich the national collection of InaCC. At this point, totally 4289 strains have been isolated and identified. Nine hundred and ninety seven (997) strains have been registered as the public collection. Members of this research group are currently making effort to compile information to prepare the application forms for the registration for the database. At least 2,000 strains which already registered in the project collection will be deposited to the public collection by the end of the Project to achieve the indicators. As of October 2015, totally 4 papers were published, 3 papers accepted, 5 papers submitted and 13 papers in preparation.

Output 3

Most of the indicators of the Output 3 have been achieved. Although some of the indicators have not yet completely achieved, it is expected to be attained the target goal by the end of the Project. As to research for bacteria, more than 50 strains which have beneficial function for agriculture and ecosystem restoration were isolated. The accumulation experiment on ammonium oxidizing bacteria of Indonesian soils had to be abandoned due to the limitation of facility, though the target of the activity was achieved in satisfactory level as set in the indicators. Regarding research for fungi, 54 strains of mycorrhizal were isolated and identified by the genetic analysis. Through the sample collection of fungi in the forest field survey, the candidates of new taxa of mycorrhizal fungi were discovered. The research group is eager to continue the implementation of further taxonomic research of the species.

Output 4

All indicators of the Output 4 have been achieved. As to animal gut microbiota of chicken, 60 strains are isolated and identified. Nine (9) of them are deposited to public collection and 51 of them are in the process. The taxonomical study for 9 strains of 3 species was conducted by the research group. Two (2) papers were submitted to International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology and 1 of them was accepted. Fifteen (15) candidates of probiotic were selected from 120 strains of lactic acid bacterium isolated from the intestine of chicken. Regarding gut microbiota of cattle, 84 strains were isolated and identified. All of them are in the process to deposit to the public collection. The taxonomical study for 6 strains of 3 species was conducted and several papers are in the preparation. More than 200 strains of lactic acid bacteria were isolated from the animal feed silage in Indonesia. It is found that 8 strains have an antibacterial activity against colon bacillus. Datasets on microbial diversity in intestine of chicken and rumen of cattle were obtained through the analysis by the molecular biological method.

(3) Level of the achievement of Project Purpose

All the indicators are expected to be achieved by the end of the Project. More than 2,000 isolates have already been deposited as the project collection and those isolated are on the way to be deposited into the public collection. At the time of the terminal evaluation, 1,098 isolates have been deposited to the public collection (Indicator a). The procedure for application, authorization and distribution of strains deposition has been arranged (Indicator b). As to database, the data entry is in the process. The database of the microbial resources which already published in the journals is open to the public and available for researches and development (Indicator c) and d). Regarding compliance of the management system to ISO9001:2008, internal and external audits were conducted in December 2014 and no major violation against the quality management procedure was found (Indicator e). Although the Project Purpose is expected to be achieved by the indicators set in the Project Design Matrix (PDM), it is necessary to keep in mind that the InaCC's role as "internationally standardized microbial resource center". InaCC is required to continue the operation securing accuracy and reliability under the procedure prepared by the Project and make effort to raise the degree of recognition of the center by national and international partners.

(4) Level of the achievement of Overall Goal

The indicators of the Overall Goal are expected to be achieved in 3 to 5 years after the completion of the Project by the effort of Indonesian partners. The basic techniques technology of isolation and handling of useful microbial resources have been transferred to Indonesian side through the collaborative research between by Indonesian and Japanese researchers under the Project. The Indonesian researchers have been acquired adequate skill and knowledge to conduct the application studies towards creation of social benefit in the country. Also the microorganisms which isolated and identified by the Project are expected to have high potential to be utilized for agriculture, environment conservation, fishery and many other industries. Therefore, it is important to promote the collaborative work with national and international partners after completion of the Project to create the social profits.

3-2. Summary of Evaluation Results

(1) Relevance (High)

The establishment of national biological resource center was the important intervention area in the Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP 2003- 2020) which was developed by BAPPENAS. Also the Indonesian government recognized the importance of conservation of biodiversity in the National Long-Term Development Plan (RPJPN 2005-2025). The Project aims to promote life science research and biotechnology in Indonesia for sustainable economic development of Indonesia and improvement of quality of life globally in compliance with CBD. InaCC has been appointed to play roles on preserving the identified and characterized microbes that benefit for human welfare, technological transfer and dissemination in the National Medium-Term Development Plan 2015-2019 Book II (RPJMN 2015-2019 Buku II). The Project has assisted InaCC to serve their function. Thus, the approach of the Project is deemed as appropriate. Also the Project is consistent with Japanese aid policy and JICA's assistance policy for Indonesia

(2) Effectiveness (Moderate)

The Indicator e) of the Project Purpose has been achieved at this time and it is found that the other Indicators a), b) and c) are achievable by the end of the Project. The remained Indicator d) is to measure the situation of database preparation and utilization. The database has been established and its online catalogue has been opened to the public. InaCC has distributed strains in the public collection to the external users on their requests, though neither the database nor the online catalogue was utilized in the process. As the system and procedure of the distribution have been set up already, the actual utilization of the database and the online catalogue is expected to fulfil the indicator. There is high possibility to achieve most of the indicators of the Project Purpose by the end of the Project, though InaCC is required to continue its operation in proper manner prescribed in the operation manual and Standardized Operational Procedures (SOP produced and prepared by the Project. To upgrade the capacity of InaCC and to enhance the function as an internationally standardized microbial resource center, continued effort to improve its accuracy and reliability would be essential through their operation of the culture collection.

(3) Efficiency (Relatively High)

The quality, volume and timing of the Project inputs by Japanese side and Indonesian side were adequate and led to achievement of outputs. For the achievement of outputs, Japanese experts have been dispatched properly and committed to the project activities with high degree of expertise. Even though Japanese experts visited Indonesia with limited frequency, once a year or few times, the Project members communicated by e-mail before their visit and made the short stay effective and meaningful. Equipment has been procured according to the necessity of each research subject. These equipment were procured and installed in InaCC building or University of Gadjah Mada (UGM). All the equipment was properly managed by Indonesian side. Training in Japan and other countries were provided to enhance the skill and knowledge of Indonesian members. As of October 2015, totally 92 persons participated to the training and contribute to the attainment of the each output (In Japan: 69 persons, In other countries: 23persons). All these inputs have been effectively transferred into the outputs. As to the input by Indonesian side, there was lack of budget for travel expenses for the researchers to conduct field research in the begging of the Project. However, the budget allocation has been improved and no major problem is found in input by Indonesian side such as budget allocation, human resources and facilities at this time. Especially the budget allocation for InaCC building and actual construction contributed greatly to the achievement of each output.

(4) Impact (Relatively High)

The Project established a foundation of microbial resource center and transferred technology of isolation and handling of useful microbial resources to Indonesian side. The indicators of the Overall Goal are expected to be achieved in 3 to 5 years after the completion of the Project by the effort of Indonesian partners. The microorganisms isolated and identified by the Project are expected to have high potential to be utilized for agriculture, environment conservation, fishery and many other industries and expected to create the social profits. On the other hand, a remarkable impact of the Project is the awareness raising for values of the microbial resources by Indonesian side. The Indonesian government has recognized the necessity of microbial resource center to promote the utilization of microbial resources for sustainable economic development and improvement of quality of life in Indonesia. For this reason, InaCC building with adequate equipment was constructed by Indonesian government. The Project largely contributed the process of the establishment of the center. It is considered as one of the significant achievement of the Project.

(5) Sustainability (Moderate)

Political Aspect: Indonesian government recognized the importance of conservation of biodiversity and utilization of microbial resources for sustainable development. Also sustainable operation of the microbial resource center is put high priority. Thus, the related policy is expected to be continued and there is no constraining factor securing sustainability from political aspect.

Financial Aspect: Indonesian government secured 125,458,861,000 IDR for the overall budget for RCB-LIPI in 2015, of which 860 million IDR was allocated for InaCC. The budget is the minimum for the operation and maintenance cost of the national depository. Since InaCC has function to conduct research activities, depositing microbial resources, training, public awareness, and scientific services, therefore, InaCC should seek more budgets to enhance its functions as national microbial genetic resources center.

Organizational Aspect: InaCC obtained ISO 9001:2008 through RCB-LIPI. The documentations for the application of ISO 9001:2008 were designed for managing the institution in systematic manner and these documentations help to secure the sustainability from organizational aspect. Also to enhance organizational capacity, RCB-LIPI recruited 6 new graduates as the permanent research staff of InaCC in 2014 and appointed 2 permanent technical staffs to help the works on preparation and preservation of microorganism. The reinforcement of the staff system is a positive factor to secure the sustainability from organizational aspect. On the other hand, it was observed the issue on the procurement of the high quality consumables in proper timing due to the absence of suppliers in Indonesia.

Technical Aspect: Most of Indonesian members have been involved in the Project activities since the beginning and accumulated the technology and knowledge including method for the experiment, handling of the microorganisms and preparation of the papers transferred by Japanese experts. Research Center of Biology (RCB) already has general training program to maintain and upgrade the capacity of human resources, not specialized for InaCC.

Research Aspect: The researchers obtain regular research budget from integrated research program. In addition, the budget for the research can also be obtained by several competitive funds and cooperation with national/international partners to secure the opportunity to conduct their researches according to their necessity.

3-3. Contributing Factors

(1) Good communication and coordination among the Project members

Japanese experts established a good relationship with counterpart researchers and that contributed to the smooth implementation of the Project activities and effective technology transfers. Counterparts were encouraged to participate collaborative researches and accumulate knowledge and skills throughout the implementation of activities. In addition to the communication among the researches in the each research subject, the Project assigned a project coordinator as a long-term expert. Since a large number of Japanese experts, researchers and technicians have been involved in the Project (total 18 persons from Japanese side and 65 persons from Indonesian side), the coordination and arrangement by the project coordinator greatly contributed to the smooth implementation of the Project activities.

(2) Construction of InaCC building

There is a huge impact of the construction of InaCC building. The visit of the policy makers of BAPPENAS and LIPI to Japan in 2012 promoted the understanding of the necessity and importance of the biological resources center among the Indonesian decision makers. The construction of InaCC building was completed and inaugurated in September 2014. The building has enough space to install adequate facility and necessary equipment. The construction of InaCC building contributed to the effective implementation of the activities under the Project and at the same time, the ownership and motivation of Indonesian project members are increased.

(3) Long term involvement of the Indonesian researchers

Many Indonesian researchers have been involved in the Project activities from the beginning of the Project and they did experience the collaborative research with Japanese expert. Since the knowledge and skills have been accumulated in the each Indonesian member, their continued involvement secured the effectiveness of the Project and prevented the loss of the experience in InaCC, resulting in building a solid human resource base for InaCC.

3-4. Constraining Factors

(1) Turnover of the personnel

Several members left from the Project for the study in abroad, the project manager and project director were changed twice, respectively, during the Project period. It required time for the newly appointed leaders to understand the contents of the Project and operation procedure set up by the Project. The frequent turnover in the management position has constrained the leadership of Indonesian side and management of the Project.

3-5. Conclusion

From the perspective of the five evaluation criteria, the relevance of the Project is assessed as High since the conservation of biodiversity and utilization of microbial resources are one of the high priorities areas for the Indonesian government and the Project's target is in line with the national development plan. The effectiveness of the Project is deemed as Relatively High. The Project Purpose is expected to be achieved all in all by the end of the Project. The efficiency of the Project is assessed as High. Most inputs that are necessary for the implementation of activities have been allocated as planned and the timing, quality and volume of input were appropriate both by Indonesian side and Japanese side. The Project's impact is deemed as High since there is possibility to achieve the Overall Goal by the continued effort by the Indonesian side. Also the external conditions have to be fulfilled. The Sustainability of the Project is assessed as Relatively High. The political, technical and financial sustainability is expected to be secured. On the other hand, organizational sustainability remains some minor issues.

3-6. Recommendations

3-6-1 Recommendation for the Project (Both Japanese side and Indonesian side)

(1) Achievement of the indicators of the Project Purpose

The Project shall achieve the indicators of the Project Purpose that have not yet accomplished at the time of terminal evaluation by the end of the Project. Although the number of the strains deposited in the project collection is around 5,000, only 1,098 strains of them have been registered to the public collection at the time of terminal evaluation. The Project shall accelerate the registration to the public collection from the project collection to fulfil the indicator, at least 2,000 strains before the completion of the Project.

(2) Verification of InaCC's function in response to the third party's request for the public collection through distribution practice

Internationally standardized microbial resource centers are obliged to distribute their collection to the third parties. To verify this function of InaCC, the Project is recommended to conduct the distribution practice of strains of the public collection in response to the request from the SATREPS Project for Innovative Bio-Production in Indonesia: Integrated Bio-Refinery Strategy to Promote Biomass Utilization using Super-microbes for Fuels and Chemicals Production by the end of the Project.

(3) Enhancement of the distribution systems of the public collection

The Project is necessary to prepare various strain distribution systems such as lyophilized ampules in certified quality. In addition, it is necessary to secure human resources for maintenance of the public collection and experienced and skillful technicians to assist curators. At the same time, it is necessary to conduct the further capacity building of the curators and technicians.

(4) Adjustment of InaCC operation manual

The present InaCC operation manual was prepared in Indonesian language in November 2013. The Project shall adjust the present InaCC operation manual for the new work flow at the InaCC building by the end of the Project. In addition, it is advisable to prepare an English document that is required by global users to understand the InaCC's operation according to the internationally standardized quality and services.

(5) Establishment of "Research and Development Collection" and its utilization

The isolates of the Project were stored as the project collection, some portion of them were registered into the public collection after authentication, but reasonable numbers of isolates have been remained in the project collection. Although RCB-LIPI and NITE Biological Resource Center (NBRC), NITE have agreed on the close of the project collection at the end of the Project, the Project shall consider to utilize those remained project collection for further use.

(6) Development of Post Project Management Plan for InaCC

The Project shall develop the Post Project Management Plan for InaCC by the end of the Project to sustain the InaCC after the termination of the Project considering following six points;

- 1) To work as the national deposit organization assigned in the strategic plan of LIPI and RPJMN.
- 2) To develop the annual budget plan to sustain InaCC's activities.
- 3) To develop the five years plan for recruitment of staff such as researchers, technicians, etc. for securing necessary human resources.
- 4) To develop the capacity of staff such as curators, researchers, technicians, etc.
- 5) To maintain the facility and equipment properly.
- 6) To enhance the function of InaCC as a National culture depository in supporting national/international scientific activities.

(7) Promotion of the Project outcomes for sustainable economic development

The Project shall promote the use of the Project outcomes for potential users through the public relation such as seminar, workshop, website, online catalogue etc.

Each research outcomes are expected to have high potentials for sustainable economic development such as agriculture, environment conservation, fishery etc. For instance, in this Project, microalgae were tested for waste water treatment of shrimp ponds aiming at the future production of

various substances. Mycorrhiza is useful for restoration of Dipterocarp forest. Probiotics could be used by poultry industry for the replacement of antibiotics. Thus, the isolates of the Project are expected to be used for sustainable economic development in future.

The Project is also expected to collaborate with other SATREPS projects such as Bio-Refinery Project for distribution of strains from the public collection.

3-6-2 Recommendation for InaCC, RCB-LIPI

(1) Preparation and utilization of laboratory manual

The experiment procedures such as handling techniques of microorganisms, reagents volume measurement, L-drying ampule preparation of microorganisms and other laboratory techniques are needed to be compiled in the SOP based on the ISO9001:2008 for quality assurance and continuation of work of RCB-LIPI and InaCC.

(2) Appointment of person-in-charge of operation and maintenance for the equipment

InaCC has been equipped with instruments for specified analysis purposes. InaCC should assign person-in-charge for operation and maintenance of such equipment in proper manner.

(3) Renewal of ISO9001:2008 in 2017

The certification of ISO9001:2008 was obtained in 5th February 2014. RCB-LIPI is necessary to carry out their daily activities in compliance with ISO9001:2008 with necessary improvement to the change in work environment caused by the transfer of InaCC activities from Botany-Microbiology building to new InaCC building in September 2014 to fulfil the next renewal of certification in 2017.

(4) Obtainment of ISO17025 for certification as internationally standardized laboratory

RCB-LIPI is making an effort to obtain ISO17025 for quality control of analysis and laboratory work (experimentation). RCB-LIPI is expected to obtain ISO17025 at early stage for higher recognition as internationally standardized microbial resource center. InaCC shall take measure to manage its resources, so both research and service activities can be conducted effectively.

3-6-3 Recommendation for LIPI

• Policy making for Access and Benefit-sharing (ABS) of Nagoya Protocol

LIPI, Scientific Authority of ABS for Indonesia, is expected to act in collaboration with the Indonesian focal point for the acceleration of making policy regarding ABS of Nagoya Protocol. The bio-resources of Indonesia are widely recognized to be a valuable asset for the sustainable economic development of Indonesia and improvement of quality of life globally.

3-7 Lessons learned

(1) Great efforts of the Project members for construction of InaCC

Deputy of BAPPENAS, Chairman, Deputy Chairman for Life Sciences and Principal Secretary of LIPI visited NBRC to observe the advanced BRC in Japan and they clearly recognized the importance of the microbial resource center in Indonesia. The Japanese experts and RCB-LIPI researchers took a great effort to convince them and coordinate their visit to Japan. As the results of their visit, budgets for construction of InaCC had been secured and InaCC was set up finally. Thus, the Project members' great effort led to the realization of the construction of InaCC.

3-8 Follow up

None

第1章 終了時評価の概要

1-1 終了時評価調査の背景

2011年4月にインドネシア共和国（以下「インドネシア」と記す）において、生物科学研究及びバイオテクノロジー促進のための国際標準の微生物資源センターの構築プロジェクト（以下、「プロジェクト」と記す）が開始されてから約4年7カ月が経過した。同プロジェクトは2016年4月に終了予定であることから、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency : JICA）は終了時評価調査団を派遣し、2015年10月25日～11月14日の期間で終了時評価調査を実施した。

1-2 終了時評価の手法

1-2-1 評価プロセス

本終了時評価は改訂版プロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix : PDM）並びに活動計画（Plan of Operations : PO）に基づき実施された。また、2011年5月発行の「新JICA 事業評価ガイドラン」に沿い、以下の方法にて評価を行った。

- (1) これまで実施した協力活動について、投入と成果、PDM で設定された指標に基づいた成果、及びプロジェクト目標、上位目標の達成度合いを確認する。
- (2) プロジェクトの設計、実施プロセス等、プロジェクトの実施に貢献した要因、並びに阻害した要因について分析する。
- (3) 評価5項目の観点から「妥当性」「有効性」「効率性」「インパクト」「持続性」の評価を行う。
- (4) プロジェクト関係者への提言を行うとともに、類似の技術協力プロジェクトのための教訓を抽出する。
- (5) 合同評価調査団により合同終了時評価報告書を作成し、合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）にて承認を得る。

1-2-2 評価項目

本終了時評価調査は、下記の表1に示す通り、経済開発協力機構（Organization for Economic Cooperation and Development : OECD）/開発援助委員会（Development Assistance Committee : DAC）が定めた評価5項目を用いた評価を行う。

表 1 評価 5 項目

項目	説明
妥当性	プロジェクトの目指している効果（プロジェクト目標や上位目標）が、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などといった「援助プロジェクトの正当性・必要性」を問う視点。
有効性	プロジェクトの実施により、本当に受益者も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	主に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・影響を含む視点。
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。

出所：『新 JICA 事業評価ガイドライン』（2010 年）

1-2-3 データ収集方法

定量的、定性的なデータを収集し分析を行う。本終了時評価調査におけるデータの収集手法は以下の通りである。

- 文献・既存資料調査（専門家報告書、詳細策定調査・中間レビュー報告書等）
- 質問票調査
- インタビュー調査
- 視察調査

1-3 調査団構成

本終了時評価調査は、日本、インドネシア両国の合同評価調査として実施された。団員構成は表 2 の通りである。

表 2 合同評価調査団メンバー

(日本側)

氏名	担当分野	所属	
総括/団長	神内 圭	JICA 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 課長	11/7～11/14
評価計画	田中 里美	JICA 地球環境部 森林・自然環境グループ 自然環境第一チーム 専門嘱託	11/1～11/14
評価分析	岡野 鉄平	株式会社アイコンズ コンサルタント	10/25～11/14

オブザーバー (JST研究主幹)	浅沼 修一	名古屋大学 名誉教授 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 研究主幹	11/1～11/10
オブザーバー (JST研究評価)	佐藤 雅之	国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) 国際科学 技術部 地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) グループ 上席主任調査員	

(インドネシア側)

氏名	所属	
Dr. Yulin Lestari	ボゴール農科大学 (IPB) 理数学部物理学部 (FMIPA) 生物学科 准教授	11/9～11/13
Dr. Danang Waluyo	インドネシア技術評価応用庁 (BPPT) バイオテクノロジーセン ター 技術サービス部門長	11/9～11/13

1-4 調査日程

本終了時評価調査は2015年9月22日から10月1日までの期間で実施された。調査日程の詳細は表3の通りである。

表3 現地調査日程

			神内 (团长/総括)	浅沼 (JST研究主幹)	佐藤 (JST研究評価)	田中 (評価計画)	岡野 (評価分析)
10月	25日	日					GA875:羽田 (11:45) - ジャカルタ (17:10)
	26日	月					JICA事務所との打ち合せ、 RCB-LIPI所長表敬訪問
	27日	火					プロジェクト関係者との 打ち合せ、研究課題 (RS) ¹ -1グループへのインタビ ュー
	28日	水					RS-2グループへのインタ ビュー
	29日	木					RS-3、RS-4グループへのイ ンタビュー
	30日	金					RS-2グループへのインタ ビュー
	31日	土					合同終了時評価報告書案

¹ RS (Research Subject) : リサーチ・サブジェクト : プロジェクト目標達成のために研究課題グループごとに形成されたグループ

						作成	
11月	1日	日		NH855:羽田 (10:15) - ジャカルタ (16:05)		合同終了時評価報告書案作成	
	2日	月		9:00 JICA事務所打ち合せ 13:00 プロジェクト関係者との打ち合せ 14:00 RCB-LIPI所長 (プロジェクト・ダイレクター)、インドネシアカルチャーコレクション (InaCC) 所長 (プロジェクト・マネージャー) 表敬訪問			
	3日	火		9:00 プロジェクト進捗報告セミナー			
	4日	水		9:00 日本人専門家インタビュー (RS-1、RS-2、RS-3、RS-4)			
	5日	木		9:00 RCB-LIPI研究室、InaCC施設・研究室視察 14:00 RS-2 グループリーダーへのインタビュー 15:00 プロジェクト・マネージャー、RS-1グループリーダーへのインタビュー			
	6日	金		9:00 合同評価報告書案作成			
	7日	土	JL725 : 成田 (10:55) - ジャカルタ (16:55)	9:00 合同評価報告書案作成 15:00 評価団内打ち合せ			
	8日	日	10:00 評価団内打ち合せ、合同評価報告書案最終化				
	9日	月	9:00 合同評価会議 16:00 浅沼研究主幹・佐藤団員 NH856:ジャカルタ (21:45) -				
	10日	火	合同評価報告書案修正 浅沼研究主幹・佐藤団員 : 羽田着 (7:45)				
	11日	水	9:00 合同評価会議 13:00 プロジェクト・ダイレクターへの評価結果説明、16:30 合同終了時評価報告書署名				
	12日	木	14:00 JCC				
	13日	金	8:45 JICA事務所報告、田中団員 : NH856:ジャカルタ (21:45) - 、岡野団員 : GA874:ジャカルタ (23:25)				
	14日	土	MH716 : ジャカルタ (12:15) - クアラルンプール (15:20)	田中団員 : 羽田着 (7:45) 岡野団員 : 羽田着 (8:50)			

第2章 プロジェクトの概要

2-1 プロジェクトの背景

世界では微生物の機能を活用した環境浄化、食料生産、エネルギー確保などの研究開発が進められている。さらに、新たな化学産業プロセスの開発や、難分解物質の生物的無毒化など、地球への負荷の軽減が、微生物を材料としたバイオテクノロジー技術に期待されている。そのような中で、「カルチャーコレクション² (Culture Collection)」は、多様な微生物を収集、保存、提供することにより、研究、教育、産業における微生物利用の基盤となってきた。また OECD は、2007年に生物資源センター (Biological Resources Center : BRC) のベスト・プラクティス・ガイドラインを発行した。以上の潮流の下で、各国は、国際標準の BRC を設立し、ネットワークの構築や研究や産業への活用を図ろうとしているが、インドネシアには小規模なカルチャーコレクションはあるものの、国際標準の BRC に相当するセンターを有していなかった。またインドネシアの生物多様性は世界有数であるが、自然破壊等によりその稀少な多様性の消失への危機感が高まっている。生物多様性条約 (Convention on Biological Diversity : CBD) により、インドネシアの生物資源の管理は国家戦略に位置づけられており、豊富な微生物資源を取得して保存し、活用を図るメカニズムの構築は急務である。

わが国は 2006 年に、無償資金協力によりインドネシアの科学技術院生物学研究センター (Research Center of Biology, LIPI : RCB-LIPI) 植物学・微生物学部門の新施設を建設した。また JICA は 2007 年 3 月より 2009 年 9 月まで「インドネシア国生物学研究センター標本管理体制及び生物多様性保全のための研究機能向上プロジェクト」を実施し、RCB-LIPI の施設利用の促進及び微生物標本類の整備支援を行った。本微生物学分野は特に農業、食品、衛生学部門で、人類にとって有用となる新生物発掘のためにも、より一層の体制強化、機能改善が望まれており、将来的に国を代表する微生物の生息域外保存機関となることが期待されている。このためにインドネシアは、InaCC 開発プロジェクトを「地球規模課題に対応する科学技術協力」事業の趣旨に沿って要請し、本案件は 2010 年度案件として採択された。本案件は、カルチャーコレクションの設立による BRC の運営及び有用微生物を利用した応用研究を実施すると共に、その情報をデータベースとして公開し、更に当該分野の人材育成をすることで、農業・産業利用に供することを目的としている。日本側研究機関代表である独立行政法人製品評価技術基盤機構 (National Institute of Technology and Evaluation : NITE)、インドネシア側は RCB-LIPI が共同でプロジェクトを実施している。プロジェクトの終了時段階にあたり、JST からの参加も得て終了時評価調査を実施した。

² カルチャーコレクション：微生物培養株の収集・分類・保存機関

2-2 プロジェクトの概要

2-2-1 プロジェクトの構成

本プロジェクトは、2011年4月7日から2016年4月6日までの期間で、インドネシア西ジャワ州ボゴール県チビノンにおいて実施されている。プロジェクト活動は2014年3月11日に承認されたPDM、並びにPOに基づいて実施されている。

本プロジェクトは、国際標準の微生物センターの設立を通じて、インドネシアの生命科学研究、バイオテクノロジーの促進を目的に実施されている。プロジェクト目標、並びに上位目標の達成に向けて、インドネシア原産の新規微生物資源の収集、保管（成果2）、土壌微生物の分離、性状の解明（成果3）、家禽・家畜の消化管内細菌等の分離、有効な乳酸菌の選定（成果4）を行い、それらの微生物資源に関する研究、教育、及び持続的な利用のための中核機関として、微生物資源センターの機能を整備する（成果1）という設計になっている。表4に示したプロジェクトの概要は、中間レビュー時に提案され、2015年7月にJCCにおいて承認されたPDM及びPOに基づく。

表4 対象プロジェクトの概要

プロジェクト期間：2011年4月から2016年4月（5年間）
対象地域：西ジャワ州ボゴール県チビノン市
カウンターパート（C/P）機関：インドネシア科学技術院（LIPI）
上位目標：InaCCの微生物資源が生物多様性条約（CBD）に基づき、インドネシアの持続可能な経済発展のために、そして、世界のクオリティ・オブ・ライフの向上のために利用される。
プロジェクト目標：生命科学研究及びバイオテクノロジー促進のための中核機関となる、国際標準の微生物資源センターが構築される。
成果1：国のリファレンスコレクションとして、また微生物資源に関する研究・教育及び持続可能な利用のための中核機関として、LIPIの微生物資源センターの機能が整備される。
成果2：人間の生活の向上や食品生産、農業、環境修復に有用と見込まれるインドネシア原産の新規微生物資源が収集され、保管される。
成果3：農業、生態系保全及び環境修復に有用な土壌微生物が分離され、その性状が解明される。
成果4：家禽・家畜の消化管内細菌等が分離され、有効な乳酸菌が選定される。

2-2-2 プロジェクトの実施体制

(1) インドネシア科学技術院（LIPI）

RCB-LIPI 所長がプロジェクト・ディレクターとして、プロジェクトの全般的な管理を行う。また、プロジェクト・マネージャーは InaCC 所長が務め、プロジェクトの管理面、技術面での責任を負う。その他、プロジェクト実施のために必要な合計 65 名の C/P が配置されている。

(2) 日本人専門家

日本人専門家はプロジェクトの実施において、C/P 機関に対する技術的な指導、助言、提言等を行っている。

(3) 合同調整委員会 (JCC)

プロジェクト活動全般における調整機能を有する JCC が設置された。討議議事録 (Record of Discussions : R/D) に記された JCC の主な役割は以下の通りである。

- 1) プロジェクトの年次活動計画の承認を行う。
- 2) プロジェクト活動の全体的な進捗状況、並びに年次活動計画の実施状況を確認する。
- 3) プロジェクト実施における課題、もしくはプロジェクトに関連する課題に関する意見交換を行い、対応策を提案する。

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 日本側投入

2014年3月に承認されたPDMにおける計画と日本側投入実績の対比を表5に示す。

表5 日本側投入実績

計画（改訂版 PDM）	実績（2015年4月）																											
1) 専門家派遣 ● 長期専門家 ● 短期専門家	1) 日本人専門家（別添4参照） 長期専門家（1名） 短期専門家（合計32名） - 成果1：NITE（5名） - 成果2：NITE（14名）、理化学研究所（1名）、電源開発株式会社（1名） - 成果3：東京大学（7名） - 成果4：理化学研究所（4名） 2015年10月時点で、短期専門家が合計198回（1,516日、50.02MM）派遣された。																											
2) 研修 ● 本邦/第三国における研修	2) 本邦/第三国における研修（別添6参照） 本邦研修、及び第三国研修が下表の通り実施された。2015年10月時点で、本邦研修参加者の合計人数で69名、第三国研修参加者の合計人数は23名となっている。 <table border="1" data-bbox="683 1379 1369 1827"> <thead> <tr> <th>研修実施国</th> <th>研修日数</th> <th>研修参加者数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>日本</td> <td>1,012</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>オーストラリア</td> <td>7</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>中国</td> <td>16</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>韓国</td> <td>19</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>マレーシア</td> <td>24</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>タイ</td> <td>26</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>ベトナム</td> <td>15</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>1,119</td> <td>92</td> </tr> </tbody> </table> その他、2014年よりインドネシア人若手研究者1名を国費留学生として東京大学で受け入れており、菌根菌を扱う研究者としての養成を行っている。	研修実施国	研修日数	研修参加者数	日本	1,012	69	オーストラリア	7	1	中国	16	4	韓国	19	4	マレーシア	24	6	タイ	26	5	ベトナム	15	3	合計	1,119	92
研修実施国	研修日数	研修参加者数																										
日本	1,012	69																										
オーストラリア	7	1																										
中国	16	4																										
韓国	19	4																										
マレーシア	24	6																										
タイ	26	5																										
ベトナム	15	3																										
合計	1,119	92																										

3) 資機材供与	<p>3) 資機材供与 (別添5参照)</p> <p>当初の計画通り、機材の調達が行われた。インドネシアルピア (IDR) による調達額は合計で 6,064,877,023 IDR (約 4,980 万円)、アメリカドル (USD) による調達額は合計で 941,165 USD (約 1 億 1,230 万円) である。</p> <table border="1" data-bbox="679 506 1369 748"> <thead> <tr> <th></th> <th>LIPI</th> <th>UGM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IDR³</td> <td>5,962,303,870 (約48,950,515円)</td> <td>102,573,153 (約842,117円)</td> </tr> <tr> <td>USD⁴</td> <td>941,165 (約112,723,332円)</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		LIPI	UGM	IDR ³	5,962,303,870 (約48,950,515円)	102,573,153 (約842,117円)	USD ⁴	941,165 (約112,723,332円)	0					
	LIPI	UGM													
IDR ³	5,962,303,870 (約48,950,515円)	102,573,153 (約842,117円)													
USD ⁴	941,165 (約112,723,332円)	0													
4) 現地活動費	<p>【現地活動費】(別添7参照)</p> <p>プロジェクト活動費(運営費用、旅費、会議費等)として、合計8,321,948,722 IDRが支出された。</p> <table border="1" data-bbox="679 896 1369 1281"> <thead> <tr> <th>会計年度(4月～3月)</th> <th>支出額合計(通貨=IDR)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2011年</td> <td>2,287,503,594</td> </tr> <tr> <td>2012年</td> <td>1,698,178,137</td> </tr> <tr> <td>2013年</td> <td>1,946,289,441</td> </tr> <tr> <td>2014年</td> <td>1,781,442,164</td> </tr> <tr> <td>2015年8月時点</td> <td>608,535,386</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>8,321,948,722 (約68,323,199円)</td> </tr> </tbody> </table>	会計年度(4月～3月)	支出額合計(通貨=IDR)	2011年	2,287,503,594	2012年	1,698,178,137	2013年	1,946,289,441	2014年	1,781,442,164	2015年8月時点	608,535,386	合計	8,321,948,722 (約68,323,199円)
会計年度(4月～3月)	支出額合計(通貨=IDR)														
2011年	2,287,503,594														
2012年	1,698,178,137														
2013年	1,946,289,441														
2014年	1,781,442,164														
2015年8月時点	608,535,386														
合計	8,321,948,722 (約68,323,199円)														

3-1-2 インドネシア側投入

2014年3月に承認されたPDMにおける計画とインドネシア側投入実績の対比を表6に示す。

表6 インドネシア側投入実績

計画(改訂版PDM)	実績(2015年7月現在)
<p>1) C/P</p> <ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト・ディレクター ● プロジェクト・マネージャー ● C/P 職員 	<p>1) C/P (別添8参照)</p> <p>プロジェクト・ディレクター1名、プロジェクト・マネージャー1名、C/P職員65名が配置されている。</p> <p>プロジェクト・ディレクター：RCB-LIPI 所長</p> <p>プロジェクト・マネージャー：InaCC 所長</p> <p>C/P 職員：65名</p> <p>- 成果1：RCB-LIPI (8名)、ガジャマダ大学 (1名)、インドネシ</p>

³ 1インドネシアルピア = 0.00821円 (JICA 統制レート 2015年10月)

⁴ 1アメリカドル = 119.77円 (JICA 統制レート 2015年10月)

	<p>ア大学（1名）、RC Biotech-LIPI（1名）</p> <p>- 成果2：RCB-LIPI（12名）、RC Biotech-LIPI（14名）、インドネシア大学（1名）、ボゴール農科大学（2名）、ガジャマダ大学（1名）、科学技術院海洋学研究所（1名）、水産大学（1名）</p> <p>- 成果3：RCB-LIPI（8名）、ボゴール農科大学（1名）、林業省森林研究開発庁（1名）、科学技術院バイオマテリアル研究所</p> <p>- 成果4：RCB-LIPI（5名）、RC Biotech-LIPI（3名）</p>												
2) プロジェクト実施に必要な機材（事務所備品等）、用地、建物、設備、その他必要な維持管理費用（日本人専門家の執務室等）	<p>【その他】</p> <p>- 日本人専門家の執務スペース並びに施設の提供</p> <p>- 必要に応じてセミナー、会議開催場所の提供</p> <p>- 事務所設備の提供</p> <p>- 機器の設置並びに保管場所の提供</p>												
3) プロジェクト実施に必要な活動費	<p>【インドネシア側予算】</p> <p>InaCC建屋の建設、機器、C/P職員の雇用、電話代、電気代はインドネシア側が負担している。2015年10月時点で、合計40,460,766,100 IDRが支出された。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>会計年度（1月～12月）</th> <th>支出額合計（通貨=IDR）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2012年</td> <td>9,608,000,000</td> </tr> <tr> <td>2013年</td> <td>12,240,213,000</td> </tr> <tr> <td>2014年</td> <td>17,892,250,500</td> </tr> <tr> <td>2015年</td> <td>720,302,600</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>40,460,766,100 (約332,182,889円)</td> </tr> </tbody> </table>	会計年度（1月～12月）	支出額合計（通貨=IDR）	2012年	9,608,000,000	2013年	12,240,213,000	2014年	17,892,250,500	2015年	720,302,600	合計	40,460,766,100 (約332,182,889円)
会計年度（1月～12月）	支出額合計（通貨=IDR）												
2012年	9,608,000,000												
2013年	12,240,213,000												
2014年	17,892,250,500												
2015年	720,302,600												
合計	40,460,766,100 (約332,182,889円)												

3-2 活動の進捗状況

プロジェクト活動は、PO に沿って着実に実施されている。プロジェクトの前半では、1) インドネシア側研究者のフィールド調査予算が不足していたこと、2) インドネシア大学の役割が不明確であったこと、3) 研究を実施するためのスペースの確保が困難であったことなど、プロジェクトの実施において、いくつかの課題が観察されていた。しかしながら、それらの課題はプロジェクト関係者の努力により既に解決しており、現時点ではこのような課題は見られない。プロジェクト開始当初より、基礎研究に関しては主にインドネシア側研究者によって実施され、実証・改善のための研究は日本人専門家を中心に進められている。日本人専門家によるきめ細かい指導により、微生物研究に関する技術と知識は効果的にインドネシア側研究者に移転されている。現時点で、成果 2、3、4 の活動には大きな進捗の遅れは見られず、おおむね計画通りに実施されている。成果 1 については、InaCC の建屋の建設期間が延長されたことにより、活動に若干の遅れが見られるものの、すべての活動はプロジェクト終了までに完了する見込みである。

国際標準の微生物資源センターとして、InaCC が分離した微生物株の分譲を行うための手順については、手続きに必要な書式の整備を含めて、プロジェクトの支援により完了している。ただし、現時点では分譲手続きを実践する機会が限られているため、プロジェクトは他の SATREPS 案件⁵との連携を通じて、パブリックコレクションから保有菌株を分譲するための一連の手続きを実践することを計画している。

プロジェクト活動の実施方針は、各研究による新たな発見や、外部条件の変化に合わせて随時、見直しが行われている。プロジェクト期間中に追加された新たな活動として、エビ養殖池の廃水を用いた微細藻類の培養研究が開始された (RS-2)。また、試料採取を通じて菌根菌の新種候補が発見されたため、更なる分類学研究の実施を検討している (RS-3-B)。一方、RS-3 の活動では、当初計画より若干の変更が生じている。FORDA において実施した接種試験では、期待された成果が出なかったものの、プロジェクトはインドネシア側研究者の能力強化に重点を置き、RCB-LIPI の施設内で接種試験を継続している (RS-3-B)。また、一部の機能遺伝の解析、及び集積実験については、インドネシア国内に十分な設備がないことから、実施を取りやめた (RS-3-A)。ただし、これらの活動の変更は、成果の達成に影響していない。

3-3 成果の達成状況

成果 1: 国のリファレンスコレクションとして、また微生物資源に関する研究・教育及び持続可能な利用のための中核機関として、LIPI の微生物資源センターの機能が整備される。

成果 1 の指標の多くは既に達成済みであり、現時点で未達の指標に関してもプロジェクト終了までに達成される見込みである。成果 1 は、InaCC の運営管理に関連する活動が中心となっており、活動はプロジェクト開始当初から継続実施されている。InaCC 建屋の建設が完了した 2014 年 9 月以降に、RCB-LIPI 内から InaCC 建屋への移転が行われたことにより、計画していた活動に軽微な遅れが生じていたが、現在、InaCC 建屋における活動は既に開始しており、プロジェクトメンバーは分離株の登録作業に注力している。これにより、すべての活動は計画通りに完了する予定である。

微生物資源センターの役割やその機能については、セミナーや技術ワークショップの開催を通じて関係者への周知が行われた。また、微生物カルチャーコレクションキュレーターのためのコミュニケーションフォーラム (Communication Forum for Indonesian Culture Collection Curators : FORKOMIKRO) においても、同様の説明がなされている。InaCC が国家のリファレンスコレクションとして機能するための運営手順は、OECD ベストプラクティスガイドライン、及び WFCC のガイドライン (承認、寄託、品質管理についての規定を含む) を参照し、運営マニュアルが作成されている。また、2014 年 2 月に RCB-LIPI は植物部門、動物部門と合わせて ISO 9001:2008⁶

⁵ 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム 生物資源分野「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」領域「インドネシアにおける統合バイオリファイナリーシステムの開発」

⁶ 国際標準化機構 (International Organization for Standardization)。ISO 9001 は品質マネジメントシステムに関する規格の中核で、2008 年に改訂された ISO 9001:2008 が評価時点での規格である。

を取得した。ISO の認証を受けるために作成した書類、様式等は、InaCC の新建屋への移転前に準備されたものであることから、上述の運営マニュアルについても、新建屋内での運営に合わせて、改訂をする必要がある。

データベースの整備、運用については、活動の完了までに時間が必要である。成果 2、3、4 の活動において収集された微生物資源に関する情報は既に目標とする数値に達しており、データベースに追加する準備は整っている。しかしながら、データベースの正確性、信頼性を確保するために、微生物株の寄託に関する申請、承認の手続きは慎重に行う必要がある。データベースの整備、運用に加えて、微生物センターの運営管理についても、国際標準を満たすための正確性、信頼性を確保することが、InaCC にとっての必須事項であり、確実な達成が望まれる。各成果の指標の達成状況は表 7 の通りである。

表 7 成果 1：指標の達成状況

指標	達成状況
1-1. InaCCの運営マニュアルが作成され、正式に承認される。	<p>指標 1-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ InaCC の運営マニュアルはインドネシア語で作成され、LIPI によって正式に承認された。また、同マニュアルは ISO 9001:2008 で認証されている。プロジェクト終了後までに英語版のマニュアルが作成される必要がある。 ・ 運営マニュアルは、新しく建設された InaCC の建屋への移転前に作成されているため、現在の運営手順に合わせて内容の調整を行う必要がある。
1-2. 微生物資源センター（InaCC）が必要な施設と機材を備える。	<p>指標 1-2 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシア側の資金により InaCC の建屋が建設された。また、微生物資源センターとして必要な設備と機材が導入された。
1-3. 2,000株の収容が完了し、データがデータベースに入力される。	<p>指標 1-3 は現時点で未達成であるが、プロジェクト終了までには達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 終了時評価時点で 1,098 株が必要な情報とともにパブリックコレクションに登録されている。プロジェクトの成果として得た微生物は既に十分な数に達しているものの、正確性、信頼性を担保するための承認プロセスに時間を要している。すべてのプロジェクト関係者は分離した株のデータベースへの入力の重要性を理解しており、登録作業に注力している。
1-4. 運営マニュアルに基づき、InaCC 登録番号が、収容した2,000株に	<p>指標 1-4 は現時点で未達成であるが、プロジェクト終了までには達成される見込みである。</p>

<p>対して発行される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運営マニュアルに従い、パブリックコレクションに登録された微生物 1,098 株については、すべてに InaCC 登録番号が発行されている。指標 1-3 にて述べた通り、正確性、信頼性を担保するための承認プロセスに時間を要している。
<p>1-5. データベースが運営マニュアルに基づき利用者に必要なデータを提供する。</p>	<p>指標 1-5 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ OECD のガイドライン、NITE 生物遺伝資源部門 (NBRC) のデータベースを参照し、データベースのシステムが構築された。 ・ 微生物資源センターのデータベースには 1) 保有微生物株に関する学術情報を中心としたデータベース、2) 保存在庫管理データベース、3) 顧客管理データベースがあり、そのほか、4) 微生物株の寄託や分譲依頼の申し込みの様式や手順を紹介する部分がある。
<p>1-6. 少なくとも100株が分譲可能な状態となり、公開される。</p>	<p>指標 1-6 は既に達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既にオンライン・カタログが整備され、web を通して有償で分譲する体制が整っている。オンラインカタログとして公開されている菌株数は、864 株である。
<p>1-7. InaCCがISO 9001認証を受ける。</p>	<p>指標 1-7 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ RCB-LIPI は 2014 年 2 月 5 日に ISO 9001:2008 の承認を取得した。InaCC の職員はローカルコンサルタント、及び標準品質管理研究センターの協力を得つつ、ISO 申請書類等の準備に携わっており、2017 年に予定されている ISO 9001:2008 の更新申請の際には、こうした知見が活用される見込みである。 ・ RCB-LIPI は、現在 ISO 17025 認証 (試験所認定) の取得準備をしており、ISO 17025 が取得された場合には、ISO 9001:2008 の更新と整合させる必要がある。
<p>1-8. プロジェクト後のInaCCの管理計画が策定される。</p>	<p>指標 1-8 は現時点で未達成であるが、プロジェクト・マネージャーも今後の必須事項として十分認識しており、プロジェクト終了までには達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクト終了後の InaCC 管理計画は、まだ作成されていない。InaCC の管理計画は、国家中期開発戦略、RCB-LIPI の戦略計画と整合する必要がある。 ・ InaCC は NITE による継続的な支援を必要としている。双方は覚書 (MOU) の更新、並びに LIPI と NITE 間で用いられる関連する文書の更新に関する議論を始めている。

**成果 2：人間の生活の向上や食品生産、農業、環境修復に有用と見込まれるインドネシア原産の
新規微生物資源が収集され、保管される。**

成果 2 の指標はおおむね達成されている。成果 2 の活動は InaCC のナショナルコレクションを充実させるための研究を中心に多岐にわたって実施された。現時点で、4,287 株の微生物が分離、同定されており、そのうちの 997 株がパブリックコレクションとして InaCC に寄託されている。これらの微生物をデータベースに登録するために、各研究グループのメンバーは、関連する情報を整理し、登録申請書類の作成を行っている。既にプロジェクトコレクションに登録されている微生物株のうち、少なくとも 2,000 株がプロジェクト終了までにパブリックコレクションに登録される見込みであり、これにより、プロジェクト目標の指標の 1 つが達成される見込みである。なお、2015 年 10 月の時点で、4 件の論文が出版、3 件の論文が受理、5 件の論文が提出済み、13 件の論文が準備中となっている。

合計で 33 名のインドネシア側研究者が、成果 2 の活動に参加しており、その多くが日本人専門家との共同研究による、知識とスキルの向上を自覚している。特に若い研究者からは、学術論文作成にかかる指導が非常に有効な技術移転であったと高く評価されていた。また、コレクションの管理を行う 5 名のキュレーターが配置され、プロジェクトによる研修参加を通じた能力強化が進められている。各成果の指標の達成状況は表 8 の通りである。

表 8 成果 2：指標の達成状況

指標	達成状況												
2-1. 少なくとも50種の新分類群候補の微生物が発見される。	<p>指標 2-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、rRNA⁷の塩基配列から酵母菌で 40 種の新種候補が得られている。放線菌では分離株中 56 株が新種候補であり、分類群ごとに順次表現性状を調べている段階にある。その他生物種も加えると、指標の 50 種以上の新種候補株が発見された。 												
2-2. 少なくとも8名の研究者が、5つのグループ（1. 糸状菌、2. 酵母、3. 放線菌、4. 細菌、アーキア及びバクテリオファージ、5. 微細藻類）に属する微生物を分離し同定できる。	<p>指標 2-2 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 共同研究を通じて、14 名の研究者が 5 つのグループの内、少なくとも 1 グループに属する微生物を分離し同定できるようになった。これらの研究者は本邦研修を通じた技術と知識の習得もしている。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>グループ</th> <th>人数</th> <th>グループ</th> <th>人数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 糸状菌</td> <td>2</td> <td>4. アーキア</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2. 酵母</td> <td>1</td> <td>4. バクテリオファージ</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	グループ	人数	グループ	人数	1. 糸状菌	2	4. アーキア	1	2. 酵母	1	4. バクテリオファージ	1
グループ	人数	グループ	人数										
1. 糸状菌	2	4. アーキア	1										
2. 酵母	1	4. バクテリオファージ	1										

⁷ リボソームを構成する RNA。RNA としては生体内でもっとも大量に存在する。

	<table border="1"> <tr> <td>3. 放線菌</td> <td>3</td> <td>5. 微細藻類</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4. 細菌</td> <td>3</td> <td>合計</td> <td>14</td> </tr> </table>	3. 放線菌	3	5. 微細藻類	3	4. 細菌	3	合計	14													
3. 放線菌	3	5. 微細藻類	3																			
4. 細菌	3	合計	14																			
2-3. 5つのグループに属する微生物が少なくとも2,000株が収集、同定、保存される。	<p>指標 2-3 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 合計で 4,287 株の微生物が同定され、プロジェクトコレクションとして保管されている。 プロジェクト完了時までには、これらのプロジェクトコレクションの内約 2,000 株がパブリックコレクションとして登録される予定である。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>グループ</th> <th>プロジェクトコレクション</th> <th>パブリックコレクション</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>糸状菌</td> <td>927</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>酵母</td> <td>1,445</td> <td>351</td> </tr> <tr> <td>放線菌</td> <td>800</td> <td>275</td> </tr> <tr> <td>細菌、バクテリオファージ、アーキア</td> <td>928</td> <td>271</td> </tr> <tr> <td>微細藻類</td> <td>187</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>4,287*</td> <td>997*</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">*RS-2 グループにより登録された数</p> <ul style="list-style-type: none"> 各研究グループのメンバーは、分離した株をパブリックコレクションへ登録することの重要性を十分に理解しており、微生物をデータベースに登録するための関連情報の整理と登録申請書類の作成を行っている。各メンバーは申請書類の準備を 2015 年内に完了させる計画である。そのため、登録のための承認プロセスに時間を要したとしても、プロジェクト終了時までには、パブリックコレクションへの登録が完了する見込みである。 	グループ	プロジェクトコレクション	パブリックコレクション	糸状菌	927	100	酵母	1,445	351	放線菌	800	275	細菌、バクテリオファージ、アーキア	928	271	微細藻類	187	-	合計	4,287*	997*
グループ	プロジェクトコレクション	パブリックコレクション																				
糸状菌	927	100																				
酵母	1,445	351																				
放線菌	800	275																				
細菌、バクテリオファージ、アーキア	928	271																				
微細藻類	187	-																				
合計	4,287*	997*																				
2-4. 人間の生活の向上や、食品生産、農業、環境修復に有用な微生物が、少なくとも10株得られる。	<p>指標 2-4 は既に達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 食品生産に寄与する可能性のある酵母菌と乳酸菌を分離している。油脂生産酵母では 5 株、微細藻類では油脂生産能を有する株 6 株が得られている。 糸状菌、アーキア等、その他の微生物については、試験結果を取りまとめている段階である。 																					

成果 3: 農業、生態系保全及び環境修復に有用な土壌微生物が分離され、その性状が解明される。

成果 3 については、ほぼすべての指標が既に達成されている。一部未達成の指標があるが、プロジェクト終了時までにはすべて達成される見込みである。バクテリアの研究については、環境保全や農業利用に有用な 50 株以上の自由生活型窒素固定細菌が分離された。アンモニア酸化細菌の集積実験は、インドネシア国内に十分な設備が整っていないことから、中止されたものの、PDM に設定された指標は、目標とするレベルで達成している。菌類の研究に関しては、54 株の菌根菌が分離され、遺伝子解析によって同定された。現地調査による資料採集において菌根菌の新種候補が発見されたため、菌類の研究グループは更なる研究の継続を検討している。各成果の指標の達成状況は表 9 の通りである。

表 9 成果 3 : 指標の達成状況

指標	達成状況
細菌	
3-A-1. 少なくとも50株の有用土壌細菌が分離・同定される。	<p>指標 3-A-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> RS-3-A の研究チームは、農業や環境保全に有用な機能を持つ 50 株以上の自由生活型窒素固定細菌を選定し、同定した。 アンモニア酸化細菌の集積実験は、インドネシア国内に十分な設備が整っていないため中止されたが、設定された指標の達成には影響はない。 複数の新種候補が発見され、それらを同定するための試験がプロジェクトの残余期間で実施される予定である。
3-A-2. 選抜された分離株の、培養条件下における脱窒、窒素固定、及びリン酸塩溶解活性に関するデータが得られる。	<p>指標 3-A-2 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 選抜された分離株の培養条件下における脱窒、窒素固定、及びリン酸塩溶解活性に関するデータが得られた。また、根粒菌の根粒形成能、及び宿主植物の生育促進能のデータも得ている。
3-A-3. 脱窒、窒素固定、アンモニア酸化、メタン酸化、リン酸塩溶解に関連する土壌中の機能的遺伝子の量と多様性に関するデータが得られる。	<p>指標 3-A-3 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> インドネシアの水田土壌における亜硝酸還元酵素、及び一酸化二窒素還元酵素の遺伝子の多様性については、それらのアミノ酸配列に基づく系統解析によって調査が実施された。 土壌中の機能遺伝子についてはインドネシア国内の設備の不足により試験が中止されたが、亜硝酸還元酵素及び一酸化二窒素還元酵素の遺伝子の量と多様性についてのデ

	ータが得られた。
3-A-4. 脱窒細菌、窒素固定細菌及びリン酸塩溶解の種の多様性及び生理に関するデータが得られる。	<p>指標 3-A-4 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 上述 3-A-1 における分類同定に伴い、脱窒細菌、窒素固定菌、及びリン酸塩溶解の種の多様性に関するデータが得られている。 ・ 特に脱窒細菌は分離数が多く、これまで脱窒能を有することが知られていなかった属に属する脱窒菌の存在も明らかになった。分離株の生理試験は、脱窒細菌については塩濃度への耐性試験を行っており、プロジェクト終了までに完了する見込みである。
菌根菌	
3-B-1. 少なくとも50株の菌根菌が分離、同定される。	<p>指標 3-B-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 合計で 54 の菌株の分離に成功し、遺伝子解析によって同定された。
3-B-2. インドネシアの主要な森林における外生菌根菌の多様性が定量的に推定される。	<p>指標 3-B-2 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシアの主要な森林であるスマトラマツ林、フタバタキ林、トリスタニオプシス林において、外生菌根菌の多様性が解明された。また、インドネシアと日本の菌根の多様性についての比較が行われた。 ・ これらのデータは、熱帯の菌根菌群集の最も包括的な研究データであると考えられる。
3-B-3. 外生菌根菌の分子データベース (100種) とカルチャーコレクション (少なくとも10種) が構築される。	<p>指標 3-B-3 は部分的に達成されており、プロジェクト終了までにはすべてが達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主要な森林の菌根や埋土孢子から 160 種以上、菌根菌の子実体から 50 種以上の菌種 (合計 210 種以上) が同定され、その塩基配列は非公開データベースとして作成済みであり、論文発表と同時に順次公開予定である ・ 既に分離した菌根菌の菌株から 10 種を選択しており、現在 InaCC、及び NBRC のフォーマットに従って寄託準備中である。
3-B-4. インドネシアの外生菌根菌と内生菌根菌の生態と生理に関する知見が得られる。	<p>指標 3-B-4 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コントロールされた環境下でのインドネシアの土壌を用いた接種試験を林業研究開発庁 (FORDA) と共同で実施したが、期待された成果を得ることができなかった。これは、細菌混入が原因であると考えられる。本プロジェクトはインドネシア側の研究者の能力強化を目指すものであ

	<p>るため、RS-3-Bの研究チームはRCB-LIPI内に新たに設置した設備を用いて研究を継続している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシアの研究者は共同研究を通じて、インドネシアの外生菌根菌と内生菌根菌の生態と生理についての知識を得ている。
--	---

成果4：家禽・家畜の消化管内細菌等が分離され、有効な乳酸菌が選定される。

成果4の指標はすべて達成されている。家禽の腸内消化管内細菌叢については60系統が分離、同定され、そのうちの9系統についてはパブリックコレクションに寄託された。残りの51系統については現在登録の手続き中である。3種9株について新種提唱するための学術的研究が実施され、2件の論文が国際的な機関誌（International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology）に提出済み、うち1件は既に受理されている。また、ニワトリの盲腸便から分離した乳酸菌120株の中から15株のプロバイオティック候補株が選抜された。同じく、ウシの腸内消化管内細菌叢については84系統が分離同定され、そのすべてについてパブリックコレクションへの登録の手続きを行っている。また、3種6株について新種提唱するための学術的研究が実施され、関連する論文は準備中である。インドネシアの家畜用飼料からは乳酸菌200株が分離され、そのうち8株のプロバイオティック候補株に大腸菌に対する抗菌活性が確認された。分子生物学的手法により、ニワトリの腸内微生物、並びにウシの第一胃内の微生物の構成と多様性に関する一連のデータを得るに至った。各成果の指標の達成状況は表10の通りである。

表10 成果4：指標の達成状況

指標	達成状況
家禽	
4-A-1. 少なくとも50系統が分離、同定される。	<p>指標4-A-1は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 家禽の腸内消化管内細菌叢について60系統が分離、同定された。このうち9系統についてはパブリックコレクションに登録済みで、51系統については登録準備中である。 ・ インドネシアに棲息するニワトリの盲腸便から1,000株以上の分離株を得た。16S rRNA 遺伝子配列の結果からある程度の菌種同定を行った結果、568株の新種候補が得られた。

<p>4-A-2. 少なくとも3種の新分類群候補の微生物が発見される。</p>	<p>指標 4-A-2 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3 種 9 株について新種提唱するための学術的研究が実施され、2 件の論文が <i>International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology</i> に提出済み、うち 1 件が受理された。
<p>4-A-3. 少なくとも10株のプロバイオティック候補株が選抜される。</p>	<p>指標 4-A-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニワトリ盲腸便より分離した乳酸菌 120 株を用いて耐酸性、耐胆汁酸性などによりスクリーニングを行い、プロバイオティック候補株 15 株を選抜した。また、候補株のうち 6 株を用いてブロイラーへの投与試験を行った。その結果、乳酸菌を投与することによって、抗生物質を使用しなくても従来の方法と同等のブロイラーの飼育が可能であることが明らかとなった。
<p>4-A-4. ニワトリの腸内微生物の構成と多様性に関する一連のデータが得られる。</p>	<p>指標 4-A-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニワトリの盲腸内細菌叢を分子生物学的手法 (T-RFLP 法、クローンライブラリー法、定量 PCR 法) により解析し、多様性に関するデータが得られた。
<p>・ 家畜</p>	
<p>4-B-1. 少なくとも50株が分離、同定される。</p>	<p>指標 4-B-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 84 系統が分離、同定された。これらのすべてがパブリックコレクションへの登録準備中である。 ・ インドネシアに棲息するウシの第一胃内から 827 株以上の分離株を得た。分離株のうち 532 株を-80℃のディープフリーザーに保存した。16S rRNA 遺伝子配列の結果からある程度の菌種同定を行った結果、21 株が新種候補と思われた。この中から精査し、InaCC への寄託手続きを進めた。
<p>4-B-2. 少なくとも3種の新分類群候補の微生物が発見される。</p>	<p>指標 4-B-2 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3 種 6 株について新種提唱するための分類学的研究を実施した。プロジェクト終了までに <i>International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology</i> に順次論文を投稿予定である。

4-B-3. 少なくとも4つのプロバイオティク系統候補が選抜される。	<p>指標 4-B-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インドネシアのサイレージから乳酸菌 200 株以上を分離してプロバイオティクス候補株のスクリーニングを行った。そのうち 8 株に大腸菌に対する抗菌活性が確認され、また、このうちの 6 株について飼料の分解率が 66～70% に達した。
4-B-4. ウシの第一胃内の微生物の構成と多様性に関する一連のデータが得られる。	<p>指標 4-B-1 は達成されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 牛の第一胃内の微生物の構成をクローンライブラリー法等の分子生物学的手法により解析し、多様性に関するデータが得られた。

3-4 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標：生命科学研究及びバイオテクノロジー促進のための中核機関となる、国際標準の微生物資源センターが構築される。

プロジェクト終了までに、すべての指標が達成される見込みである。2,000 株以上の微生物が、既にプロジェクトコレクションとして登録されており、現在パブリックコレクションへの寄託準備を進めている。終了時評価時点で、1,098 株がパブリックコレクションとして、分与可能な状態で保存されており（指標 a）、微生物の分譲のための申請、承認に関する手続きが整備された（指標 b）。データベースについては、入力作業を継続中であるが、既に論文発表された微生物株については、研究開発を目的とした分譲が可能な状態となっている（指標 c 及び 指標 d）。ISO 9001:2008 に基づく内部規定の遵守については、2014 年 12 月に内部監査、及び外部監査が実施されており、品質管理に関する違反は指摘されなかった（指標 e）。

PDM で設定された指標は達成される可能性が高いものの「国際標準の微生物センター」という InaCC の役割については、今後も留意していく必要がある。InaCC は ISO 9001:2008 を取得しており、OECD のベストプラクティスガイドライン、及び WFCC のガイドライン、NBRC の運営手順に沿った運営を行っている。しかし、現在の InaCC が使用している運営マニュアル、標準作業手順書（Standardized Operational Procedures : SOP）は InaCC の建屋が完成する前に、ISO 9001:2008 取得に向けて作成されたものであり、現在の運営に合わせて改訂していくことが重要である。また、現在の運営マニュアルはインドネシア語で書かれているため、他国の関係機関へ作業手順を公開する上でも、英語版の運営マニュアルを作成することが望まれる。

インドネシア側の予算により InaCC の建屋が建設され、同時に適切な設備も導入された。有能な研究者も十分な人数が配置されている。2015 年にインドネシアをホスト国として開催された、アジア微生物資源の保全と持続可能な利用のためのネットワーク国際会議（Asian Consortium for the Conservation and Sustainable Use of Microbial Resources : ACM）においては、WFCC と微生物世界データセンターへの保有微生物株の登録に関する MOU を締結した。しかしながら、国際

標準の微生物センターの構築については、現時点でも途上であるといえる。InaCCは新しく設立された機関であり、プロジェクトはインドネシア国内の社会的、政策的な環境に合わせた支援を行っているが、現時点で、NBRCのような国際的に認知されている微生物資源センターと同レベルの運営を行うことは困難である。プロジェクト終了時点には、プロジェクト目標が達成される見込みではあるが、InaCCは、プロジェクト終了後にも、プロジェクトで整備した運営手順に従い、正確性、信頼性を確保することで、国内外のパートナーからの認知度を高めていくための努力を継続していくことが求められる。

表 1 1 プロジェクト目標：指標の達成状況

指標	達成状況
<p>a) 少なくとも2,000株のさまざまなインドネシア産の有用微生物がLIPIの微生物資源センターに純粋培養された状態でかつ分与可能な状態で保存される。</p>	<p>指標 a)は現時点で未達成であるが、プロジェクト終了時までには達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 終了時評価時点で 1,098 株の微生物が InaCC のパブリックコレクションに登録されている。 ・ 4,000 株以上の微生物が既にプロジェクトコレクションとして登録されており、この内からプロジェクト目標の指標となる 2,000 株が選定され、InaCC に純粋培養された状態で保存される見込みである。 ・ プロジェクトは InaCC のコレクションの正確性、信頼性に重点を置き、申請書類の準備や登録の承認といった、微生物の寄託に係る手続きを慎重に進めている。
<p>b) InaCCの正式な手続きに基づき、少なくとも100株が分譲可能となる。</p>	<p>指標 b)は現時点で未達成であるが、プロジェクト終了時までには達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 微生物の分譲のための申請、承認に関する手続きについては、既に整備されている。 ・ 数値目標である 100 株の分譲体制については、論文の発表やデータベースの整備と併せて、プロジェクト終了時までに完了する見込みである。
<p>c) 微生物資源のデータベースがInaCCの管理運営に利用される。</p>	<p>指標 c)は現時点で未達成であるが、プロジェクト終了時までには達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 構築されたデータベースへデータ入力作業が進められている。InaCC はデータ入力作業のために十分な人的資源を配置しており、円滑な作業が期待される。 ・ 研究者、技術者を対象とした、品質管理のためのマニュアル、及び手順書が作成されており、必要に応じて活用されている。

<p>d) 微生物資源のデータベースが一般に公開され、研究開発のために広く利用される。</p>	<p>指標 d)は現時点で未達成であるが、「インドネシアにおける統合バイオリファイナリーシステムの開発プロジェクト (SATREPS)」への菌株の分譲が予定されており、プロジェクト終了までには達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既に論文で発表されている微生物については、データベース上で一般公開されており、研究開発のために分譲が可能な状態となっている。データベースに入力された微生物の数は、終了時評価時点で 864 株である。 ・微生物資源に関するデータベースは外部の利用者に公開されており、分譲のための手順についても整備されている。しかしながら、InaCC が実際に分譲手続きを行う機会が限られている。
<p>e) 内部監査により ISO 9001 順守が確認される。</p>	<p>指標 e)は達成されている</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2014 年 12 月に内部監査、及び外部監査が実施された。一部の書類に軽微なミスがあった程度で、ISO 認証に対する違反は見つからなかった。 ・ISO 9001:2008 は InaCC の建屋が完成する以前に取得されているため、ISO 9001:2008 に関連する書類を更新し、ISO 9001:2008 のプロトコルに基づき、記録を残す必要がある。

3-5 上位目標の達成見込み

上位目標：InaCC の微生物資源が生物多様性条約 (CBD) に基づき、インドネシアの持続可能な経済発展のために、そして、世界のクオリティ・オブ・ライフの向上のために利用される。

上位目標の指標は、インドネシア側の努力によって、プロジェクト終了後 3 年後から 5 年後に達成される見込みである。微生物の分離に係る基礎的な技術、有用な微生物資源の取り扱いについては、共同研究を通じてインドネシア側に移転されている。インドネシア側研究者は、国内の社会的な利益を生み出すための応用研究を進める上で十分な技術を習得している。プロジェクトの活動によって、分離同定された微生物資源は、農業、環境保全、水産業といったインドネシアの国内産業に活用しうる高い潜在性を秘めており、これらの成果を活用し、国内外の研究パートナーとの共同研究を促進していくことは、研究成果の社会実装を目指すうえで重要である。

指標	達成状況
a) 微生物資源が経済発展を目的とした利用のために分譲される。	<p>上位目標の指標は、インドネシア側の努力によって、プロジェクト終了後3年後から5年後に達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インドネシア、日本の共同研究は、持続可能なインドネシアの経済発展と生活の質の向上に向け、広い範囲で活用され得る微生物資源を多く発見した。 ・プロジェクト活動を通じて、インドネシアの農業、環境保全、水産業における課題解決のために役立つ可能性がある微生物株を分離、同定するに至った。 ・国内、国外のパートナーからの信頼を獲得するため、国際標準の微生物資源センターとしての機能を充足させる努力を継続することが肝要である。
b) InaCCの微生物資源を用いて経済・社会開発のための技術が開発される。	<p>上位目標の指標は、インドネシア側の努力によって、プロジェクト終了後3年後から5年後に達成される見込みである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有用な微生物資源の分離、取り扱いに関する基礎的な技術は、インドネシア側に移転されている。インドネシアの研究者は、国内の社会的便益の創出に向けて分離株の応用研究を行うために、十分な技術と知識を習得している。

3-6 実施プロセス

プロジェクトメンバーは、日本の専門家がインドネシアに滞在している期間中には綿密なコミュニケーションをとり、日本の専門家が国外にいる際には電子メールを用いた意思の疎通を行ってきた。また、プロジェクト活動において、何らかの課題に直面した際には、各研究グループメンバーで議論し、解決策を導き出した。このような研究グループ間のコミュニケーションに加えて、プロジェクト活動全体の監督機能を有する JCC を設立し、問題解決に役立てている。また、プロジェクトは、年次報告会を開催し、活動の進捗状況報告や、経験共有、課題解決を行ってきた。現在までに JCC は 6 回、年次総会は 5 回開催された。JCC 並びに年次報告会の詳細は、表 1 2、表 1 3 に示す通りである。

表 1 2 JCC の開催実績、議題

	日付	開催場所	議題
第1回	2011年6月1日	ジャカルタ	マスタープランの承認、キックオフ会議の報告
第2回	2012年7月26日	ジャカルタ	プロジェクト活動の進捗報告、プロジェクトメンバーの確認と承認
第3回	2013年11月25日	チビノン	中間レビューの報告
第4回	2014年3月11日	チビノン	PDM、POの承認

第5回	2014年12月4日	チビノン	プロジェクト活動の進捗報告、プロジェクトメンバーの確認と承認、ISO 9001:2008取得の報告
第6回	2015年11月12日	チビノン	終了時評価の報告

表 1 3 年次報告会の開催実績、議題

会計年度	日付	開催場所	議題
2011年	2012年3月15日	チビノン	13名の研究者による4つの研究課題の進捗報告、研修報告
2012年	2013年3月1日	チビノン	プロジェクト活動の進捗報告、翌年度活動の検討
2013年	2013年11月20日	ボゴール	中間レビュー調査団員（JICA、JST）からの中間レビューに係る報告
2014年	2015年1月20日	東京	プロジェクト活動の進捗報告、各研究課題の課題共有及び議論、InaCC運営計画の検討
2015年	2015年11月3日	チビノン	各研究課題の進捗報告

3-7 貢献・阻害要因

プロジェクト実施における阻害・貢献要因については、以下の項目が挙げられる。

3-7-1 貢献要因

(1) プロジェクトメンバー間の良好なコミュニケーション

日本の専門家は C/P であるインドネシア側の研究者との良好な関係を構築しており、円滑な活動の実施と効果的な技術移転が行われてきた。インドネシア側研究者は共同研究への積極的な参加を通して知識や技術を蓄積している。また、それぞれの研究グループメンバーでのコミュニケーションに加えて、長期専門家としてプロジェクトコーディネーターが派遣され、多岐にわたる業務調整を行っている。本プロジェクトでは日本側、インドネシア側からは多数の研究者や技術者等が参加しているため（日本側から 18 名、インドネシア側から 65 名）、プロジェクトコーディネーターによる調整が活動の効率的な実施に大きく寄与している。

(2) InaCC の建屋の建設

InaCC の建屋建設がプロジェクトの成果産出に大きく貢献した。2012 年には、国家開発企画庁（Badan Perencanaan Pembangunan Nasional : BAPPENAS）と LIPI の高官が日本を訪問し、インドネシアの意思決定者の間で生物資源センターの必要性と重要性に対する理解が深まった。2014 年 9 月に運用が開始された InaCC の新建屋には、必要な機材・設備を設置するための十分なスペースが確保されている。InaCC の建屋建設は、プロジェクト活動の効果的な実施に貢献すると同時に、インドネシアのプロジェクトメンバーのオーナーシップとモチ

バージョンの増加につながっている。

(3) インドネシア研究者の長期的な関与

多くのインドネシア側研究者は、プロジェクトの開始当初から活動に関与しており、プロジェクト期間を通じて、継続的にプロジェクトに参加してきた。これにより、日本人専門家により移転された知識や技術が C/P に適切に蓄積されており、プロジェクトの有効性の確保に寄与した。また、研究者の継続的な関与は、プロジェクト活動による経験の損失を防ぎ、InaCC の人的な基盤構築に貢献しているといえる。

3-7-2 阻害要因

(1) 人事異動、海外留学等によるプロジェクト関係者の交代

インドネシア側研究者のうち数人が、海外留学のために活動から離れている。また、プロジェクト・マネージャー及び、プロジェクト・ディレクターは、プロジェクト期間中にそれぞれ2回交代しており、新たに着任した管理職員がプロジェクトの内容や運営手順を正しく理解するために時間と労力を要した。こうした管理職員の交代はインドネシア側のリーダーシップとプロジェクト管理においても阻害要因となった。

(2) 生物資源の国外持ち出しに係る規則の厳格化

2014 年以降、CBD に沿った生物資源の国外への持ち出しに関する規則が厳格化された。これにより、予定されていた土壌試料の日本へ持ち出しが困難となり、RS-3 の活動に若干の変更が生じた。RS-3-A では一部の機能遺伝の解析、及び集積実験について、インドネシア国内に十分な設備がないため実施を取りやめた。また、RS-3-B では日本での接種試験が実施できなくなったため、バイオテクノロジー研究センター (Research Center for Biotechnology : RC Biotech) 研究所内にクリーンベンチを設置し試験を継続しているものの、細菌混入と考えられる原因により期待された成果が出ていない。このような規則の厳格化は、プロジェクト活動実施の阻害要因となった。ただし、接種試験については、インドネシア国内で実施することにより、インドネシア側研究者の能力強化の側面で、成果の発現に貢献している。

第4章 評価結果

4-1 妥当性：高い

本プロジェクトは、インドネシアの生命科学研究とバイオテクノロジー促進のための国際標準の微生物資源センターを構築することを目的としている。プロジェクトの内容とアプローチは、インドネシアの国家政策、開発ニーズと整合しており、わが国の対インドネシア協力方針とも合致している。

(1) 国家政策における優先順位

インドネシアは1993年以降CBDの加盟国となっており、2005年にはバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書を、2013年には名古屋議定書を批准している。国家の微生物資源センターの設立はBAPPENASによって策定されたインドネシア生物多様性戦略及び行動計画（IBSAP 2003 - 2020）における重点領域となっていることに加えて、インドネシア政府は国家長期開発計画（RPJPN 2005 - 2025）において生物多様性保全の重要性を示している。プロジェクトは、インドネシアの持続可能な経済発展と生物多様性条約に準拠した生活の質の向上のためにライフサイエンス研究とバイオテクノロジーの促進を志向しており、インドネシアの国家戦略と開発計画と整合しているといえる。

(2) プロジェクトのアプローチの妥当性

これまでインドネシアには産業や学術目的のために生物資源を保管、提供するための国際規格に準拠した微生物資源センターが設立されていなかった。プロジェクトはLIPIのC/Pとの共同研究を通じ、NBRCの運営を参考にしたカルチャーコレクションの運営管理に関する技術支援を行ってきた。国家中期開発計画（RPJMN 2015 - 2019 Book II）において、InaCCは人類にとって有益な微生物資源を保管する機関として、また関連する技術を普及するための機関として任命されている。プロジェクトは、InaCCがそのような役割を適切に果たせるよう支援をしており、プロジェクトのアプローチは適切である。

(3) 日本政府の援助政策との整合性

わが国の政府開発援助（Official Development Assistance : ODA）政策において、環境保全や生物多様性保全はインドネシアに対する援助において主要な分野の一つとして掲げられている。また、インドネシアを対象としたJICAの国別分析ペーパー（2012年）においても生物多様性保全を援助のキーファクターとしている。したがって、プロジェクトは、日本の援助政策とJICAの対インドネシア援助方針とも合致している。

4-2 有効性：やや高い

プロジェクト目標の指標は終了時評価時点で未達成であるが、すべての指標がプロジェクト終

了時までには達成される見込みである。成果 1 から成果 4 までの達成とプロジェクト目標の達成との因果関係は適切に設定されている。

(1) プロジェクト目標の達成状況

「3-4 プロジェクト目標の達成状況」で述べた通り、指標 e) は既に達成されている。その他の指標、a)、b) 及び c) は、プロジェクト終了時までには達成されることが確認された。残る指標 d) は、データベースの準備や利用状況について確認するものであるが、データベースは既に構築されており、インターネット上で一般に公開されるオンラインカタログも既に運用が始まっている。InaCC は外部利用者からの依頼に応じて、微生物株の分譲を行っているが、申請から分譲まで至る一連の過程において、データベースやオンラインカタログが十分に活用されているとは言い難い。既に分譲手順やシステムが整備されているため、指標を達成するために、データベースとオンラインカタログを実際に活用することが求められる。そのため、広報活動などを通じて、微生物株の潜在的な利用者がプロジェクトの成果を十分に活用できるような取り組みを行うことが望まれる。

また、前述したようにプロジェクト目標の達成見込みは高いものの、InaCC は、プロジェクト期間の終了後にも、プロジェクトによって作成された運営マニュアルや SOP を用いた適切な運営管理を行っていく必要がある。また、InaCC 職員の能力向上、及び国際標準の微生物資源センターとしての機能強化のためには、正確性と信頼性を向上させるための継続的な取り組みが不可欠である。

(2) プロジェクト目標と成果の因果関係

すべての成果はインドネシアの生物資源研究の中核としての国際標準の微生物資源センターの設立を目指すというプロジェクト目標に貢献するように設計されている。成果 2、成果 3、成果 4 に関連する活動は、インドネシア原産の微生物資源(研究課題 2)、土壌微生物(研究課題 3)、及び動物の腸内微生物叢(研究課題 4)に関する研究が中心となっている。これらの成果は、インドネシアのカルチャーコレクションとして InaCC の機能を高める成果 1 に関連する活動に集約されている。すべての成果は、プロジェクトの目標達成のために不可欠であり、プロジェクト目標と成果の因果関係は適切であると言える。

(3) プロジェクト目標達成のための外部条件

PDM に記載されているプロジェクト目標達成のための外部条件は現時点で満たされている。多国籍の研究者が参加する共同研究においては、国の法律や規制で定められた手順に従うことが非常に重要である。プロジェクトはインドネシアの規制に基づく契約に沿って活動を行っており、プロジェクトを取り巻く法的環境は現時点でもプロジェクト実施の後押しとなっている。

4-3 効率性：高い

日本側とインドネシア側による投入は質、量、タイミングともに適切であり、成果の達成に貢献している。プロジェクトは、効率的なプロジェクト管理によって、C/Pの離職などによる状況変化に対応してきた。

(1) 日本側投入の効率性

日本人専門家は適切に派遣されており、高い専門性を生かしたプロジェクト活動を実施してきた。日本人専門家の派遣期間、回数は年に数回、数日程度の限られたものであったが、派遣前にプロジェクトメンバーと電子メール等を用いた十分な情報共有を行ったうえで、短期間の滞在を有意義に活用する努力を行っている。供与機材については、各研究課題での必要性に応じて調達された。これらの供与機材はInaCCの建物やガジャマダ大学(Universi of Gadjah Mada: UGM)に設置され、すべての機材がインドネシア側で適切に管理されている。本邦研修及び第三国研修は、C/Pの技術・知識の強化に大いに貢献している。2015年10月時点で延べ92名が研修に参加し、プロジェクト活動と各成果の達成に貢献した。これらのすべての投入は効果的に成果へと反映されている。

(2) インドネシア側投入の効率性

プロジェクト開始当初は、インドネシアの研究者が現地調査を実施するための旅費等に関する予算に不足があった。しかしながら、プロジェクト活動を実施する上での予算配分の状況は改善されており、人員配置は施設設備などのインドネシア側投入に大きな問題は見られない。また、InaCCの建屋建設のための予算措置と実際の建設は、各成果の達成に大きく貢献した。

(3) 他プロジェクトから引き継がれた経験と設備

RCB-LIPIとRC Biotech-LIPIは、JICAの技術協力プロジェクトのC/Pを務めた経験を有する。研究活動を行うために必要な機器の一部は、既に以前のプロジェクトによって提供されており、それらの機材を活用することにより、効率的な活動の実施が可能となった。

(4) 成果の達成状況

成果1は、現時点で未達成ではあるものの、プロジェクト終了時までにはすべての指標が達成される見込みである。また、「3-3 達成の達成状況」で述べた通り、成果2、成果3及び成果4は、現時点でおおむね指標が達成されている。

4-4 インパクト：高い

(1) 上位目標の達成の見通し

プロジェクトはInaCCの微生物資源センターとしての基礎を確立させ、微生物資源の分離手法及び取り扱いに関する技術移転を行ってきた。上位目標の指標の達成はインドネシア側の努力

によって、プロジェクトの完了後3～5年で達成することが期待される。プロジェクト活動で分離、同定された微生物は、環境保全、農業、水産業といった産業に活用される潜在性を秘めており、将来的に社会的な利益の創出に貢献することが期待される。また、海外の研究機関や企業等によって、微生物資源が活用されるためには、遺伝資源へのアクセスと利益配分（Access and Benefit-Sharing：ABS）に関わる科学的機関としての役割を果たす必要がある。

(2) 微生物資源の価値意識の向上

プロジェクトの大きなインパクトの1つが、インドネシア側によって微生物資源の価値が高く認識されるようになったことである。インドネシア政府は、持続可能な経済発展とインドネシアの生活の質向上のための微生物資源の利用を促進するため、微生物資源センターの必要性を認識するに至っている。適切な設備を備えた InaCC の建屋がインドネシア政府によって建設され、2014年9月に行われた竣工式典には、インドネシア国副大統領、並びに LIPI 長官が出席した。このことから、インドネシア政府が微生物資源に高い価値を置いていることが伺える。プロジェクトは、InaCC の設立のプロセスに大きく貢献しており、インドネシア側の生物資源に対する価値意識の向上はプロジェクトの大きな成果といえる。

4-5 持続性：やや高い

政策面・研究面の持続性は高く、財政面・組織面・技術面での持続性については軽微な課題が見られるもののポスト・プロジェクト計画を策定予定であることから、持続性は比較的高いと評価した。

(1) 政策面

インドネシア政府は、生物多様性保全と持続可能な開発のための微生物資源利用の重要性を認識しており、微生物資源センターの持続的な運営管理に、高い優先順位を置いている。関連する政策は今後も継続される見通しであり、政策面から持続性を阻害する要因は、見られない。現在、インドネシア側が準備を進めている大統領令には、InaCC の国内における役割についても明記されているため、同法令が実際に発布された際には、持続性がより向上すると考えられる。

(2) 財政面

インドネシア政府は2015年のRCB-LIPIの全体予算として1,254億 IDR(約10億2,900万円)を配賦しており、そのうちから8億6,000万 IDR(約700万円)をInaCCの試薬、溶媒、及び他の化学物質などの消耗品の調達のための予算としている。同じく、2016年の予算として、RCB-LIPIの全体の予算に1,242億 IDR(10億1,900万円)、主に消耗品の調達のためにInaCCに5億6,000万 IDR(約450万円)を割り当てている。2016年のInaCCの予算額は2015年に比べて35%程度減少しており、InaCCの運用の上では最低限の管理コストしか補えない。InaCCは、

研究活動の実施、微生物資源の受託、研修の提供、普及啓発の実施、科学的なサービスの提供などの機能を有しており、国家の微生物資源センターとしての機能を強化するためには、より多くの予算を確保する必要がある。なお、LIPI は、国家中期開発計画に国の微生物資源寄託機関として規定されていることから、プロジェクト終了後も予算の確保が見込まれる。

(3) 組織面

InaCC は RCB-LIPI を通じて ISO 9001:2008 を取得している。ISO 9001:2008 の取得申請のために作成された文書は、組織を規則的に管理するための構成となっており、これらの文書の活用が組織面での持続性を確保するためのツールとなる。また、プロジェクトによって作成された運営マニュアルと手順はプロジェクトの終了時まで更新され、将来的にも InaCC 運営に活用される計画である。ISO 9001:2008 に関する内部監査と外部監査は、2014 年 12 月に行われたが、大きな問題は指摘されなかった。InaCC は、プロジェクト終了後にも ISO を遵守した運営管理を行っていくことが重要である。

一方、人材に関して LIPI は InaCC の持続的な活動のための人的資源の重要性を認識しており、InaCC の組織能力強化のため、2014 年には正規研究職員として 6 名の新卒者を採用した。これらの新規採用者は、1) 酵母、2) 細菌、3) 放線菌、4) バクテリオファージ及びアーキア、5) 微細藻類、6) 微生物のスクリーニンググループに配属されている。また、2 名の技術スタッフが正職員として、微生物の準備と保存に関する作業アシスタントとして任命された。このような人員体制の強化は、組織面の持続性確保に貢献する要因である。

持続性を阻害する要因として消耗品調達システムの未整備が挙げられる。インドネシア国内の調達業者の不在により、適切なタイミングで、高品質な消耗品を調達することは困難であることが確認された。プロジェクト終了後に、InaCC の効率的な研究を持続するためには、インドネシア側が高品質の消耗品を適時に調達するための調達ルートを確保する必要があり、調達業者の情報を収集するなどの対策を講じる必要がある。

(4) 技術面

インドネシア側関係者のほとんどは、プロジェクト開始当初からプロジェクトに関与しており、実験手法や微生物資源の取り扱い、論文作成などにおいて、日本人専門家が指導の下、着実に技術と知識を蓄積してきている。RCB-LIPI は人材育成のための、総合的な研修プログラムを有しているが、InaCC の人材育成に特化したプログラムは現時点で用意されていない。プロジェクトによって移転された技術と知識をさらに向上させ、国家の微生物遺伝資源センターとしての機能強化を目指すためには、InaCC の職員に特化した、独自の研修プログラムを開発する必要がある。

(5) 研究面

「(2) 財政面」で述べたように、国家遺伝資源センターとしての InaCC の運営は、RCB-LIPI の予算により実施されている。一方、InaCC に所属する研究者は、RCB-LIPI の統合された研究

プログラムから定期的な研究費を得ることが可能であり、更に自らの研究機会を確保するために、競争的資金や国内外のパートナーとの協力を通じて研究費を獲得している。各研究者はこのような状況下での研究活動を継続するための豊富な経験を有しており、プロジェクトの成果を活用し、さらなる研究を継続するための競争的資金へのアクセスが可能である。

4-6 結論

微生物資源の利用と生物多様性保全はインドネシア政府にとって高い優先順位をもつ領域の一つであり、プロジェクト目標は国家の開発計画に沿ったものであることから、プロジェクトの妥当性は高いと評価される。また、多くの指標が現時点で未達成であるものの、プロジェクト目標はプロジェクトの終わりまでに達成される見込みであるため、有効性は比較的高いと判断された。活動の実施に必要なとされる投入が計画通りに実施され、インドネシア側と日本側双方の投入のタイミング、品質、量が適切であったことから、効率性は高いと評価される。外部の条件が満たされ、インドネシア側の努力が継続されれば、上位目標達成の見込みが高いため、インパクトは高いと判断される。政策面・研究面の持続性は高く、財政面・組織面・技術面での持続性については軽微な課題が見られるもののポスト・プロジェクト計画を策定予定であることから、持続性は比較的高いと評価した。

プロジェクトの残余期間、並びにプロジェクト終了後の更なる改善のために、終了時評価団は「5-1 提言」に示すとおり、提言をまとめた。

第5章 提言・教訓

5-1 提言

5-1-1 プロジェクト（インドネシア側及び日本側）に対する提言

(1) プロジェクト目標の各指標の着実な達成

プロジェクト終了までにプロジェクト目標の指標を確実に達成する必要がある。終了時評価時点で、約 5,000 株の微生物株がプロジェクトコレクションに登録されているものの、パブリックコレクションとして一般に分譲可能な微生物株の数は 1,098 株である。プロジェクトは、パブリックコレクションへの登録手続きを加速させ、プロジェクト終了時までに目標値である少なくとも 2,000 株の登録を達成すべきである。

(2) Public collection から第三者（SATREPS バイオリファイナリ案件）への分譲実践による InaCC の機能の証明

国際標準の微生物資源センターは、第三者からの要求に応じてコレクションを分譲する責務がある。InaCC のこのような機能を実証するために、プロジェクト終了時までに、他の SATREPS 案件である「インドネシアにおける統合バイオリファイナリーシステムの開発」からの分譲申請に基づき、パブリックコレクションから微生物株を分譲する実際の手順を試行することを提案する。

(3) Public collection の分譲システムの拡充（人材・技術）

プロジェクトでは、品質保証された L アンプルの準備など、多くの微生物株の分譲手順を実行する必要がある。加えて、パブリックコレクションの管理を担当するキュレーター、及びキュレーターを補佐する技術・経験豊かな技術者の配置が重要となる。また、そうした人材の能力強化を実施することも重要である。

(4) InaCC 運営管理マニュアルの改訂

現行の InaCC 運営管理マニュアルは 2013 年 11 月にインドネシア語で作成されたものである。プロジェクトは、プロジェクト終了時までに、現行の運営管理マニュアルを新たに建設された InaCC の建屋内での作業手順に沿った内容に改訂すべきである。また、国際的な利用者が InaCC の運営管理手法を理解するために必要な英語版の運営管理マニュアルを作成することが望ましい。

(5) Research and Development Collection の設置・活用

プロジェクトで分離された微生物株はプロジェクトコレクションに保管され、そのうちから承認を受けたものがパブリックコレクションに登録されるが、多くの微生物株はプロジェクトコレクションに残されたままになる。RCB-LIPI と NBRC はプロジェクト終了後に、プ

プロジェクトコレクションを破棄することに合意をしているが、プロジェクトはこれらの微生物株の更なる活用について検討すべきである。

(6) InaCC ポスト・プロジェクト運営管理計画の策定

プロジェクトは、下記の 6 点を踏まえたうえで、InaCC ポスト・プロジェクト運営管理計画をプロジェクト終了時まで策定すべきである。

- 1) LIPIの戦略計画、国家中期開発計画に規定された国の微生物資源寄託機関として機能
- 2) InaCCの持続的活動のための予算計画策定
- 3) 人材確保（研究者、技術者など）のための5カ年の採用計画
- 4) キュレーター、研究者、技術者などの職員の能力強化
- 5) 設備、機材の適切な管理方法
- 6) 国内外の研究活動を補佐する国家の微生物資源寄託機関としてのInaCCの能力強化

(7) 持続的な経済開発に向けたプロジェクト成果の活用の推進

プロジェクト活動による成果を潜在的な利用者に周知するため、プロジェクトはセミナー、ワークショップ、ウェブサイト、オンラインカタログなどを通じた広報活動を促進すべきである。それぞれの研究成果は、農業、環境保全、水産業への活用において高いポテンシャルがあり、インドネシアの持続可能な経済発展に寄与することが期待されている。例えば、将来の多様な価値の創出を目指し、微細藻類によるエビ養殖池の廃水浄化の実験が行われている。菌根菌はフタバガキ林の再生に有効である。プロバイオティックスは養鶏産業において、抗生物質の代替として利用できる可能性がある。プロジェクトが分離したこれらの微生物は、将来的にインドネシアの持続的な経済発展への貢献が期待される。また、プロジェクトはバイオリファイナリープロジェクトへの微生物株の分譲のように、他の SATREPS 案件と連携することが期待される。

5-1-2 InaCC、RCB-LIPI に対する提言

(1) 実験室マニュアルの作成と活用

品質確保と、RCB-LIPI、InaCC の活動継続のために、微生物の取り扱い、試薬の計量、L 乾燥アンプルの準備などの実験手順につき、ISO 9001:2008 に準拠した標準手順書をまとめる必要がある。

(2) 機材の運営管理責任者の任命

InaCC は特殊な分析のための機材を設置している。InaCC はこれらの機材管理責任者を任命し、適切な運用と管理を行うべきである。

(3) ISO 9001:2008 の更新 (2017 年 2 月)

ISO 9001:2008 は 2014 年 2 月 5 日に取得されている。RCB-LIPI は、2017 年に予定されている ISO 認証の更新を行うために、ISO 9001:2008 を遵守するとともに、2014 年 9 月に InaCC の新建屋に移転したことに伴う運営状況の変化を日常業務に反映させる必要がある。

(4) 国際標準の研究室としての認定 (ISO 17025) の取得

RCB-LIPI は分析・実験室の品質管理のために、ISO 17025 の取得に向けた取り組みを行っている。国際標準の微生物資源センターとして高い認識を得るために、早期の ISO 17025 取得が望まれる。InaCC は保有する資源管理に関する対策を講じ、研究及びサービスを効率的に実施するべきである。

5-1-3 LIPI に対する提言

(1) 名古屋議定書の ABS に関する政策策定過程への貢献

インドネシアの ABS における科学的機関である LIPI は、名古屋議定書の ABS に関する政策策定のために、インドネシアのフォーカルポイント⁸（環境林業省）と連携して政策形成に貢献することが期待される。インドネシアの微生物資源は持続的な経済発展と世界的な生活の質向上に寄与する貴重な資産として、国際的に広く認識されている。

5-2 教訓

(1) InaCC 建設に向けたプロジェクト関係者の甚大な努力

プロジェクト実施中、BAPPENAS の次官、LIPI の長官、生命科学副長官などのインドネシア側の高官が日本を訪問し、先進の生物資源センターである NBRC を視察した。日本人専門家、インドネシア側研究者の働きかけにより実現した視察であったが、この視察により、インドネシアの政策決定者が生物資源センターの重要性をより明確に認識することとなった。その結果として、InaCC 建設のための予算が確保され、InaCC 建設が完成した。

プロジェクトで高額な C/P 予算の確保をするためには、早期から開発予算配分に影響力を有する政府高官を巻き込み理解を得ることが重要であり、本件のように日本への招聘研修の機会を有効に活用すべきである。

⁸ インドネシアのフォーカルポイント：Dr. Tachrir Fathoni / 環境林業省 天然資源環境保全局 局長