

国名	生命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
インドネシア共和国	

I 案件概要

事業の背景	<p>インドネシアは、数多くの島嶼を有し、その生物多様性は世界第2位とされているが、環境破壊が進み、その貴重な多様性を失う危機感が高まっていた。そうした状況下、インドネシア政府は、生物資源管理を国家戦略の中に位置づけた。2003年度に日本の無償資金協力によって、インドネシア科学院（LIPI）生物学研究センター（RCB）植物学・微生物学部門の新施設が建設された。また、JICAは、技術協力プロジェクト「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」（2007年～2009年）を実施し、RCBの施設活用の促進及び標本類の整備支援を行った。その後、LIPIの予算で建設される微生物保存施設に微生物資源センターを設置する計画があったが、LIPIには微生物の生息域外で持続可能な微生物保存及び利用体制が整っていなかった。</p>														
事業の目的	<p>本事業は、LIPIの微生物資源センター（インドネシア微生物保存センターInaCC）の整備、インドネシア原産の新規微生物資源の分離・同定、土壌微生物の性状の評価、プロバイオティクスに関する動物腸内細菌叢の分離・識別・選定などにより、国際標準の微生物資源センターの構築を図り、もって、インドネシアの持続可能な経済発展と生活の質の向上に向けたInaCCにおける微生物資源活用に貢献することを目指した。</p>														
	<p>1. 想定された上位目標：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と世界的な生活の向上に利用される。                  2. プロジェクト目標：生命科学研究とバイオテクノロジーの促進のためのインドネシアの生物資源センターの中核として、国際標準の微生物資源センター（InaCC）が構築される。</p>														
実施内容	<p>1. 事業サイト：InaCC（チビノン、ボゴール）                  2. 主な活動：1) InaCCの組織体制整備及び事業完了後の管理計画の策定、2) 糸状菌、酵母、細菌、アーキア、バクテリオファージ、微細藻類に属する微生物の化学分類学的解析、分子系統分類、微生物保存法の実施、3) 脱窒、リン酸塩可溶化及びメタン酸化に関する分離濃縮培養物の機能遺伝子解析、4) 樹木の成長を促進するための菌根菌の効果の分析、5) ニワトリの腸及びウシの分子生態学的な解析、など。                  3. 投入実績</p> <table border="0" style="width:100%"> <tr> <td style="width:50%">日本側</td> <td style="width:50%">相手国側</td> </tr> <tr> <td>(1) 専門家派遣：33人</td> <td>(1) カウンターパート配置：67人</td> </tr> <tr> <td>(2) 研修員受入：69人</td> <td>(2) 施設・土地手配：日本人専門家用執務室</td> </tr> <tr> <td>(3) 第三国の研修生：23人（オーストラリア1人、中国4人、韓国4人、マレーシア6人、タイ5人、ベトナム3人）</td> <td>(3) 業務費：InaCCの建設費</td> </tr> <tr> <td>(4) 機材供与：シームレス質量分析計、クリーンベンチ、ディープフリーザー、コンピューターなど</td> <td></td> </tr> <tr> <td>(5) 現地業務費：事業運営費、旅費、会議費など</td> <td></td> </tr> </table>			日本側	相手国側	(1) 専門家派遣：33人	(1) カウンターパート配置：67人	(2) 研修員受入：69人	(2) 施設・土地手配：日本人専門家用執務室	(3) 第三国の研修生：23人（オーストラリア1人、中国4人、韓国4人、マレーシア6人、タイ5人、ベトナム3人）	(3) 業務費：InaCCの建設費	(4) 機材供与：シームレス質量分析計、クリーンベンチ、ディープフリーザー、コンピューターなど		(5) 現地業務費：事業運営費、旅費、会議費など	
日本側	相手国側														
(1) 専門家派遣：33人	(1) カウンターパート配置：67人														
(2) 研修員受入：69人	(2) 施設・土地手配：日本人専門家用執務室														
(3) 第三国の研修生：23人（オーストラリア1人、中国4人、韓国4人、マレーシア6人、タイ5人、ベトナム3人）	(3) 業務費：InaCCの建設費														
(4) 機材供与：シームレス質量分析計、クリーンベンチ、ディープフリーザー、コンピューターなど															
(5) 現地業務費：事業運営費、旅費、会議費など															
事業期間	(事前評価時) 2011年4月～2016年3月 (実績) 2011年4月～2016年4月	事業金額	(事前評価時) 404百万円 (実績) 339百万円												
相手国実施機関	インドネシア科学院生物学研究センター（Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia：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）、東京大学、理化学研究所														

II 評価結果

1 妥当性
<p><b>【事前評価時のインドネシア政府の開発政策との整合性】</b>                  本事業は、生物多様性の賢明な保護・保全及び生物多様性保全及び持続可能な利用に向けた科学技術並びにローカルな知恵の適用を支援するためのリソースの強化を目指した、インドネシアの国家開発政策である「インドネシア生物多様性行動計画（BAPI）」（1994年～2029年）、「インドネシア生物多様性戦略・行動計画」（2003年～2030年）、「中期国家開発計画（RPJMN）」（2010年～2014年）などに合致していた。</p> <p><b>【事前評価時のインドネシアにおける開発ニーズとの整合性】</b>                  本事業は、微生物資源の持続的利用の促進に向け、LIPIのInaCCによる非居住地域における持続的な微生物保存及び利用のための体制確立、インドネシアの開発ニーズに合致していた。</p> <p><b>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】</b>                  本事業は、環境保全・防災を網羅する、「民主的で公正な社会造り」を重要協力分野の一つとする、日本の対インドネシア援助</p>

<sup>1</sup> SATREPSとは、「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）を指す。

政策、「対インドネシア国別援助計画」（2004年）に合致していた。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

プロジェクト目標は、事業完了時点において達成された。目標値2,000株を超える2,600株が、InaCCの収集品として寄託された（指標1）。申請、承認、分譲に関する手続きの確立及び公的収集品（コレクション）の分譲システムの整備が行われた後、数値目標である少なくとも100株が、分譲可能な状態であった（指標2）。データ入力作業中であり、研究者を含むデータベースの利用者向けに、InaCCの品質管理用の手順書及びマニュアルが印刷物として作成された（指標3）。微生物資源のデータベースは、外部の利用者が利用可能となった（指標4）。2014年12月に内部及び外部監査が実施され、両監査の結果、ISOに対する違反は見つからなかった（指標5）。

【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

本事業の効果は、事業完了後も継続している。本SATREPS事業の主要な研究成果は、政府研究機関（農務省、海洋水産省、技術評価応用庁（BPPT）、LIPIなど）や大学（ボゴール大学、ガジャマダ大学、パジャジャラン大学など）で活用されている。また、PT. ペトロキミアカヤク、PT. シナルマス、PT. グレイトジャイアントフードが一連の研究成果を活用している。保存されている菌株はバクテリア、糸状菌、放性菌、酵母、微細藻類、バクテリオファージ及びアーキアに分類されている。6,000の分離株がオンラインカタログに掲載され、自由にアクセスできる。また、新種の掲載候補に関する研究は継続中で、新種（バクテリア、酵母及び微細藻類）は新分類群候補に含まれている。なお、プロバイオティクスの新種候補が入手され、現在開発が継続されている。なお、オンラインカタログがInaCCのウェブサイトで公開されており、分離株の分譲はLIPIのeサービスにより申し込みが可能である。品質管理については、InaCCは、ISO 9001-2008認証を取得している。

InaCCは、2018年に研究技術省により優先科学技術センターとして発足した。これを機に、前述の研究センターをはじめとする他研究機関と連携するようになった。InaCCは、民間セクターから2件のライセンスを取得し、民間セクターと2件の共同研究事業を実施した。直近の海外パートナーとの協力事例としては、日本の民間企業とのものがある。

また、いくつかの研究機関では、本SATREPS事業に関連する研究を実施している。農業省の甘味料・繊維作物研究所（BALITTAS）では、ペクチナーゼ酵素、繊維酵素、再生可能エネルギーを生み出す研究を行い、農林水産省果樹研究センターでは、バイオエタノール用の加水分解酵素を作る研究を行っている。また、熱帯果物センター（BALITJESTRO）では、バイオスティミュラントや害虫のバイオコントロールする研究を行っている。環境品質研究開発センターでは、バイオレメディエーションや環境品質管理を開発している。

本SATREPS事業によって設置された主要な研究機材は継続的に活用されている。シームレス質量分析計は、LIPIによって使用・維持管理されている。クリーンベンチは大学によって使用され、ディープフリーザーは政府の他の研究機関によって使用されている。

【想定された上位目標の事後評価時における達成状況】

事後評価時点において、想定された上位目標は達成された。InaCCに保管されている微生物資源は、肥料産業、動物飼料、医薬品などの事業活動を支援するために利用されており、分類や生物調査などの研究を含む科学目的でも利用されている（指標1）。微生物資源に基づいたInaCCでは、経済・社会目的のために、メタゲノムなどの技術開発が進められている。この技術は、バイオプロセス業界で広く用いられている。この原動力となっているのが、InaCC研究者の新技术に対応する技術力である。

本SATREPS事業の研究成果の社会実装に向け、InaCCはインドネシアの「科学技術高度拠点」として公表され、バイパー研究所、果樹研究センター、BALITJESTRO、環境林業省などの関係者が利用している微生物や、日本を含む海外の民間企業が行っている同定サービスなど、非常に多くの微生物がある。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

事後評価時に、いくつかの正の影響が確認された。InaCCの研究者は女性が多く、本SATREPS事業における海外の研究者との研究活動を通じて、先進国の研究者と同等の知識と技術を身につけ、一層の自信をつけた。また、本SATREPS事業で企図した共同研究にも慣れてきた。

科学リテラシーについては、インドネシア政府の奨学金制度や、オーストラリア、日本、ドイツ、アメリカとの国際協力により向上している。

本SATREPS事業による負のインパクトは、事後評価時点で確認されなかった。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

プロジェクト目標の達成度

目標	指標	実績	情報源
（プロジェクト目標） 生命科学研究とバイオテクノロジーを促進するためのインドネシアの生物資源センターの中核として、国際標準の微生物資源センター（InaCC）が構築される。	（指標1） LIPIの微生物資源センター（InaCC）には、インドネシアの貴重な微生物資源が少なくとも2,000株、適切な状態で保存されている。	達成状況：達成（継続） （事業完了時） ● 事業完了時まで、2,600株がInaCCのコレクションに寄託された。 （事後評価時） ● 菌株はバクテリア、糸状菌、放性菌、酵母、微細藻類、バクテリオファージとアーキアに分類され、適切な状態で保存されている。	終了時評価報告書 JST 終了報告書 InaCCに対する質問票調査 InaCC ウェブサイト
	（指標2） InaCCの承認された手続きに従って、少なくとも100株を分譲可能な状態となる。	達成状況：達成（継続） （事業完了時） ● 申請、承認、分譲の手続きを確立した。 ● 分譲システムが、公的コレクション用に整備された。 ● 数値目標としては、最低でも100株を分譲できる状態であった。	

		(事後評価時) ● 6,000 の分離株がオンラインカタログに掲載され、自由にアクセスできるようになった。	
	(指標 3) 微生物資源のデータベースが、InaCC の内部管理に利用されている。	達成状況：一部達成 (検証不能) (事業完了時) ● データ入力作業は作業中であった。 ● InaCC の品質管理手順書やマニュアルを印刷物として作成し、必要に応じて研究者や技術者が使用できるようにした。 (事後評価時) ● データベースに関する情報は入手できなかった。	
	(指標 4) 微生物資源のデータベースが一般に公開され、実際に研究開発に利用されている。	達成状況：達成 (継続) (事業完了時) ● 微生物資源のデータベースを外部から利用できるようにした。 (事後評価時) ● InaCC のウェブサイト上でオンラインカタログが公開されており、また、分離株の分譲については、LIPI の e サービスにより、申し込みが可能な状態である。	
	(指標 5) 内部監査報告書により、管理体制が ISO9001 に準拠していることが確認される。	達成状況：達成 (継続) (事業完了時) ● InaCC は、施設建設が完了する前に ISO9001:2008 の認証を受け、2014 年 12 月に内部及び外部監査が実施されたが、両監査の結果、ISO に対する違反は見つからなかった。 (事後評価時) ● InaCC は、ISO9001:2008 を維持している。	
(想定された上位目標) 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的な経済発展と世界的な生活の質の向上のために活用される。	(指標 1) 微生物資源が、経済発展及び科学的目的のために分譲される。	達成状況：達成 (事後評価時) ● InaCC に保管されている微生物資源は、肥料産業、動物飼料、医薬品などの経済活動を支援するために分譲されている。 ● 科学的目的のために、微生物資源は分類学や生物調査の他の研究にて利用されている。	InaCC に対する質問票調査
	(指標 2) InaCC の微生物資源に基づく経済・社会開発に向けた技術が開発される。技	達成状況：達成 (事後評価時) ● InaCC で最近開発された新技術メタゲノミクスは、バイオプロセス産業での広く利用されている。	

### 3 効率性

事業費は複合的な要因により計画を上回ったが (計画比: 119%)、事業期間は計画通りだった (計画比: 100%)。アウトプットは計画通り産出された。  
したがって、効率性は中程度である。

### 4 持続性

#### 【政策面】

InaCCにおける微生物資源の持続的利用に向けた、本SATREPS事業に関連する研究活動は、政府の政策によって支援されている。国家優先事業 (PRN) は、研究技術省の国家プログラムであり、生物多様性分野では国家開発企画庁 (BAPPENAS) と InaCC が調整役として関わっている。なお、財務省の管轄下にある教育基金管理庁の奨学金プログラムである、競争力及び研究革新プログラム (LPDP) では、本SATREPS事業の成果を活用し、リテラシーの向上につながっている。

#### 【制度・体制面】

InaCC の微生物資源の持続的利用に関する研究を行う組織体制については、変更はなかった。微生物資源の利用促進に向けて、LIPI の科学技術利用・革新センター (PPII) は、民間企業とのネットワークを構築し、また、微生物の同定技術について海外事業体と連携している。PPII 部門と総務局は、研究目的のために施設の維持、器具・機材の更新または向上を担っている。なお、PPII は研究者がアクセスしやすいように、オンラインベースで利用管理を行っている。

#### 【技術面】

研究者は、分離トレーニングや微生物の培養、食用キノコの生産など、それぞれの研究について、自らの能力開発及びスキルアップを率先して行っている。また、微生物資源のコレクション数を増やすために、技術や知識の向上を図っている。各研究グループ及びチームは、分類学、生態学、生物学的調査や研究の必要性に関する新しい情報や知識を得るため、輪講やウェビナーでの科学的議論を行うことが期待されている。

本 SATREPS 事業で導入された研究機材の適切な運営維持のために、現有の器具・機材に関する研修や習得の機会が適用されている。

#### 【財務面】

研究資金は、重点研究・技術センター、国立微生物学研究 (PUI)、LPDP、SATREPS プログラム、日本学術振興会などから提供されている。最近では、InaCC は、12 件の実施中の微生物応用研究事業を行っている。研究施設の維持管理や機材の更新は、PPII

及び総務局が担当している。「競争力研究 LPDP」プログラムは、研究活動のための新たな資金調達源となり得る。

**【評価判断】**

以上より、いずれの面においても問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

**5 総合評価**

本事業は、インドネシアにおける生物資源センターの中核としての InaCC 設立というプロジェクト目標と、「国の社会経済発展に資する微生物資源の持続的利用の促進」という上位目標を達成した。なお、効率性については、事業費が計画を上回った。以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高い。

**III 提言・教訓**

実施機関への提言：

・ InaCC は、様々な研究機関及び民間企業に対し、質の高いサービスと協力を行っている。LIPI が、本 SATREPS 事業により供与された機材を活用して得られた微生物学における日本との協力とそれによる研究成果を広報誌で公開することがあれば、日本及びインドネシア両国の関係者に対し、効果的なアピールになるものと考えられる。

JICA への教訓：

・ 本事後評価の結果、本 SATREPS 事業で整備した施設である InaCC は、LIPI のみならず、LIPI と連携している民間セクターによっても維持され、活用されている。特に、InaCC に保存されている微生物資源のデータベース及びオンラインカタログは、様々な関係者による、研究成果の幅広い活用を促進している。したがって、高い機密性を伴わない基礎研究を目的とする SATREPS 事業の場合、社会実装への取り組みを促進するには、外部の関係者によるアクセスを可能とするプラットフォームあるいはセンターといった機能を構築するためのコンポーネントが有効であるといえる。