

事業事前評価表

国際協力機構経済開発部

農業・農村開発第一グループ第二チーム

1. 案件名（国名）

国名：インドネシア共和国（インドネシア）

案件名：

（和名）ブルーエコノミー振興のための持続可能な海藻由来機能性製品の開発プロジェクト

（英名）The Project for Development of Sustainable Seaweed Based Functional Products for Promoting Blue Economy

2. 事業の背景と必要性

（１）当該国における水産セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け
インドネシアは、約 17,504 の島々、640 万 km² の水域、約 108,000km の海岸線を有する世界最大の群島国家であり、その広い海岸線・海洋面積は、海洋生物・非生物資源、産業、観光、物流等、さまざまな分野で経済的機会を提供している。これら海洋経済活動が持続可能性に配慮した形で行われることを「ブルーエコノミー」と呼ぶが、ブルーエコノミーの振興には海洋資源の効率的かつ持続的な利用が不可欠である。利用可能な海洋資源のなかでも海藻は、食料源であると同時に高次製品の原料としても利用され、養殖の際に生け簀の設置や給餌といった高額な初期資本が必要な魚類と異なり、また、運搬の際に冷蔵・冷凍保存が求められやすい魚介類に比べて乾燥保存による低コストの運搬が可能であるところ、同国の沿岸地域における貧困削減にも寄与するものとして期待される。

同国政府の「国家中期開発計画（RPJMN）2020-2024」では、持続可能な開発に向けた海洋資源の管理改善及び経済的付加価値の強化に資する海藻養殖開発の重要性を謳っている。また、コロナ禍後の経済回復と変革の中で、より包括的で持続可能な経済成長に向けてブルーエコノミー振興における新たなアプローチが求められている。

インドネシア海域には約 780 種の海藻が生息しているが、現在商業的に養殖されているものとしてはオゴノリ（*Gracilaria* spp）とキリンサイ（*Eucheuma cottonii* spp）の 2 種類が大部分を占める。その他未利用の多様な海藻資源が豊富に存在することから、それらの機能性検証の手法や利活用技術の開発が進めば、同国内のみならず世界を市場としたブルーエコノミーの振興に繋がる。海藻を効率的かつ持続的に利用する経済システムの構築は、同国総人口の約 60% を占める沿岸地域社会の経済発展に貢献することが期待される。

同国は海藻の世界最大の輸出国ではあるが、現在は主に原料輸出されているため付加価値が低い。付加価値を高める取り組みの一つに、海藻に含まれる健康維持等に有益な機能性成分の利活用が考えられる。海藻は「海のスーパーフード」とも呼ばれ、約 60 種類ミネラル、12 種類以上のビタミン、20 種類のアミノ酸、不飽和脂肪酸、アルギン酸、マンニトール、フコイダン、ラミナリン等を含んでいる。一方、昨今の人々の健康意識の高まりにより、世界の機能性食品の市場は拡大を続けており、市場規模は 2022 年の約 1916 億 8000 万ドルから、2026 年までに年平均成長率 6.2%、2438 億 3000 万ドルに拡大すると予測されている（The Business Research Company, 2022 年）。

海藻を用いた機能性食品産業の拡大には、これまで産業利用されてきた品種以外にも新たな海藻の機能性や有効利用法を開拓し、その栽培・養殖技術から加工・製品化プロセスまでの開発が必要である。さらに、海藻をベースとしたブルーエコノミー振興には、海藻の効率的な栽培・利用技術の開発に加え、経済、環境及び社会的視点からも研究開発が必要である。

このような状況を踏まえ、同国政府は、持続可能な海藻資源の栽培と高度加工システムの構築、海藻資源の高機能性の実証化により、海藻生産の安定化・高品質化と高付加価値海藻由来製品の技術・加工基盤の確立を図り、持続可能で付加価値の高い海藻バリューチェーンの構築（ブルーエコノミー振興）に寄与することを目的とした地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）プロジェクトとして、本事業の実施を我が国に要請した。

（２）インドネシアに対する我が国及び JICA の協力量針等と課題別事業戦略における本事業の位置づけ

本事業は、対インドネシア国別開発協力量針（2017 年 9 月）の重点分野「社会的包摂性を持つ持続可能な強靱な社会の実現」に位置づけられ、JICA のグローバル・アジェンダの主要な取り組みの一つであるクラスター：「水産ブルーエコノミー振興」に一致する。さらに、本事業は SDG14「持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する」及び SDG12「持続可能な生産消費形態を確保する」、SDG9「強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る」に貢献する。

（３）他の援助機関の対応

同国では、国連工業開発機関（UNIDO）が 2019 年から 2023 年まで「SMART-Fish II（Sustainable Market Access through Responsible Trading of Fish II）」を実施し、複数の魚種や海藻を対象とした養殖技術の標準手順書（SOP）の策定支援やインドネシア適正農業規範（IndoGAP）のうち養殖業にかかる品

質保証分野の支援を実施した。この後継案件として、「SMART Fish III」が2023年10月に開始され、2026年10月までの実施が予定されている。養殖生産物の品質管理の体制強化やそれを担う中小企業の実力強化を実施予定である。

3. 事業概要

(1) 事業目的

本事業は、インドネシアにおいて利用価値の高い海藻種の選定や効果的な栽培方法の開発、海藻の成分の機能性の評価、高度加工技術の開発、環境影響評価を行うことにより、海藻から機能性製品を持続的に生産する基盤技術の確立を図り、もって海藻由来の機能性製品の生産促進による同国の海藻利用の多様化（ブルーエコノミー振興）に寄与するもの。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名

ジャカルタ（国家研究イノベーション庁（BRIN）及びサヒド大学）、マカッサル（ハサヌディン大学）、南スラウェシ州パンケップ県（改良型海藻の栽培・養殖のデモサイト）

(3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）

直接受益者：関係機関の研究者と技術者

最終受益者：同国内の栽培・養殖業・加工業関係者

(4) 総事業費（日本側）

3.8 億円

(5) 事業実施期間

2024 年 11 月～2029 年 10 月を予定（計 60 カ月）

(6) 相手国実施機関（各機関の主な役割）

BRIN（全体の総括）、サヒド大学（成果 3）、ハサヌディン大学（成果 1 及び 2）

(7) 国内協力機関（各機関の主な役割は上記同様。）

筑波大学（全体の総括及び成果 1～3）、京都大学（成果 4）

(8) 投入（インプット）

1) 日本側

① 短期在外研究員派遣（以下の分野）：チーフアドバイザー、機能性成分の分析、加工技術の研究開発、その他の必要分野の専門家

② 業務調整員

③ 外国人研究員受入（以下の分野）：海藻の遺伝子・分子同定、遺伝子・分子の解析、機能性成分の分析、海藻の乾燥、加工技術の開発、その

他必要分野

- ④ 機材供与：プロジェクト活動に必要な資機材

2) インドネシア側

- ① カウンターパートの配置
- ② 案件実施のためのサービスや施設、現地経費の提供

(9) 他事業、他開発協力機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

同国で実施中の技術協力プロジェクト「離島における持続的水産開発促進プロジェクト」(2022 年 1 月～2025 年 10 月)では、離島部における持続的な水産業の推進のための活動として、対象離島における水産物の高付加価値化や島外への流通等の整備を担う総合水産海洋センターの利用者及び運営管理者の知識・技術の向上を図っている。従い、例えば、海藻原料の共同集荷による運搬の効率化等によって、離島の漁村コミュニティにとってこれまで限られていた市場アクセスの機会を増加することで、当該離島部における各漁村コミュニティの収入向上や複合養殖推進による環境負荷低減といった経済面、環境面での改善に貢献することが期待される。

2) 他の開発協力機関等の援助活動

本事業が目指す海藻由来の高付加価値な機能性製品を開発・利用を推進するためには、原料となる海藻の品質向上や中小企業との連携が不可欠であるところ、海藻を含む養殖生産物の品質管理の体制強化やそれを担う中小企業有能力強化を図っていく予定である UNIDO の「Fish Market III」との連携可能性を検討する。

また、BRIN 傘下の研究センター及びサヒド大学においては、本事業における社会実装を視野に入れ、ヘルスケアサプリや飲料生産等を扱う民間企業複数社を連携先候補として選定しており、本事業により開発された技術を早期に企業側に提供していく体制を準備している。

(10) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

1) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類 C
- ② カテゴリ分類の根拠

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2022 年 1 月公布)上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。

2) 横断的事項

本事業において、気候変動リスクを考慮した海藻種の選定及び栽培養殖方法が検討されることにより、気候変動適応策に資する可能性がある。また、

海藻養殖は高額な初期資本が不要である上、二酸化炭素の固定化に貢献する。さらに、海藻は食料源であると同時に高次製品の原料としても利用され、運搬の際に乾燥保存による低コストの運搬が可能であるところ、同国の離島における貧困削減に寄与するものとして期待される。

- 3) ジェンダー分類：【対象外】■ (GI) ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件
＜分類理由＞ジェンダー主流化ニーズが調査されたものの、本事業は研究協力であり、ジェンダー平等や女性のエンパワメントに資する具体的な取組と指標を設定するに至らなかったため。なお、研究者の構成はジェンダーバランスがとれている。

(11) その他特記事項
特になし

4. 事業の枠組み

- (1) 上位目標：海藻由来の機能性製品の生産促進を通じてインドネシアにおける海藻利用が多様化する（ブルーエコノミー振興）。

指標及び目標値：

- 1) 少なくとも1社の民間企業が、インドネシアにおいて、本事業の成果の情報提供をきっかけにして、海藻の生産規模を拡大する。
- 2) 少なくとも1社の民間企業が、インドネシアにおいて、本事業の成果の情報提供をきっかけにして、海藻を使った新しい機能性製品の生産を開始する。
- 3) 本事業の成果の情報提供をきっかけにして、海藻の機能性を利用した新規の製品用途が3つ以上確認される。

- (2) プロジェクト目標：海藻を利用した機能性製品の持続的生産に関する基盤技術が確立する。

指標及び目標値：

- 1) 経済的実現可能性、社会的受容性、低環境負荷が証明された海藻由来機能性製品の生産技術が利用可能になる。
- 2) 海藻由来機能性製品の生産技術に関する特許が3件以上出願される。
- 3) 上記の海藻由来機能性製品の生産技術について、10社以上のインドネシア企業と日本企業に情報が提供される。

- (3) 成果

成果1：海藻の資源データベースに基づき、価値の高い海藻種を選定し、効果的な栽培方法が開発される。

成果2：海藻の化学成分データベースに基づき、選択された海藻種の成分の機能性を詳細に評価する。

成果 3 : 海藻から抽出した機能性成分を利用した機能性製品の高度加工技術が開発される。

成果 4 : 海藻の栽培及び機能性製品を製造する海藻関連産業の環境影響、社会受容度、経済性が評価される。

(4) 主な活動 :

1.1 インドネシアにおける海藻の分布図と遺伝情報からなる海藻データベースを構築する(上記の成果 2 の化学成分に関する海藻データベースと統合する)。

1.2 商業種の海藻養殖生産性を向上させる方策を開発する。

1.3 栽培化候補種の海藻栽培方法を開発する。

2.1 海藻の化学成分データベースを構築する(上記の成果 1 の海藻分布図や遺伝情報に関する海藻データベースと統合する)。

2.2 選択した海藻種から機能性成分を同定し、その特性を明らかにする。

2.3 商業的応用のための潜在的な機能性成分の特性を評価する。

3.1 効率的な海藻乾燥技術を開発する。

3.2 高収量でエネルギー効率が良く、環境リスクが低いといった特徴のある、潜在的価値の高い機能性成分を対象海藻種から分離する技術を開発する。

3.3 海藻由来の機能性成分を利用した機能性製品の製法を開発する。

4.1 栽培から製品化までのライフサイクルアセスメントツールを用いた環境影響評価を実施する。

4.2 栽培から製品化までの市場ポジショニング、サプライチェーン分析、経済調査を行う。

4.3 ブルーエコノミー振興の観点から、海藻産業における技術利用のコミュニティの受容度及び社会工学を調査する。

5. 前提条件・外部条件

(1) 前提条件

政情や治安状況の重要な問題がプロジェクト実施に影響しない。

(2) 外部条件

- ・ 海藻に関する病気が蔓延しない。
- ・ 気候変動及び他の要因の影響により海藻養殖地の海洋環境が大きく変化しない。
- ・ 海藻の養殖をめぐる情勢に大きな変化が発生しない。
- ・ 採取又は保管中に汚染物質、有毒化学物質又は微生物等によって海藻試料

が汚染されない。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

SATREPS「ベトナム国高効率燃料電池と再生バイオガスを融合させた地域内エネルギー循環システムの構築」では、積極的なワークショップ開催、国際学会の受賞、メディア報道により、多くの企業から引き合いがあり、企業との連携が進んだ。SATREPS「インドネシア国生物資源多様性を利用した抗マラリア・抗アメーバ新規薬剤リード化合物の探索」においては、研究成果を社会に応用していくことをミッションに掲げる研究機関が中心となる C/P 機関を置いたことにより研究成果をスムーズに社会実装化していくことが可能となった。その他、日本に留学経験のある研究者のプロジェクト活動における主体的な関与がプロジェクト運営にも貢献が見られた事例が多数あげられている。本事業では、民間企業との連携を進めるため、ワークショップの開催等を通じた企業への情報提供を行うこととしている他、研究成果の社会実装化がそのミッションに含まれる BRIN の複数の研究センター等を C/P 機関として位置付けている。

7. 評価結果

本事業は、同国の開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力方針・分析に合致しており、社会的、経済的にも重要な資源である海藻の新しい栽培手法、付加価値の高い機能性物質の抽出、加工技術の構築により機能性製品の製造に資するものであり、SDG14「持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する」及び SDG12「持続可能な生産消費形態を確保する」、SDG9「強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る」に貢献することが見込まれていることから、事業の実施を支援する必要性は高い。

8. 今後の評価計画

- (1) 今後の評価に用いる主な指標
 - 4. のとおり。
- (2) 今後の評価スケジュール
 - 事業完了3年後 事後評価

以 上