

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「生物資源の持続可能な生産と利用に資する研究」

研究課題名「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」

採択年度：令和5年（2023年）度/研究期間：5年

相手国名：インドネシア共和国

令和5（2023）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2024年 月 日から 2029年 月 日まで

JST側研究期間^{*2}

2023年6月1日から2029年3月31日まで
（正式契約移行日 2024年4月1日）

*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：市川 創作

筑波大学・教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究活動		2023年度 (10ヶ月)	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
研究題目 1「海藻資源の調査と栽培方法の評価・最適化」							
活動 1-1 インドネシアにおける海藻の分布図と海藻データベース構築	マイルストーン		海藻データベースに関する現地調査・情報収集		インドネシア海藻データベースの構築		
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動 1-2 商業種の高産性海藻栽培生産性の向上	マイルストーン		栽培環境の分析、要因調査・評価		生産性向上技術の検討・評価		生産性向上技術の有効性評価
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動 1-3 商業養殖候補海藻の選抜と栽培法の開発	マイルストーン		商業養殖候補種の選抜		選抜種の栽培方法の検討		選抜種の栽培技術の評価、改善
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
研究題目 2「海藻の機能性解析」							
活動 2-1 海藻の化学成分データベース構築	マイルストーン		化学成分データの収集・分析			成分データベースの構築	
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動 2-2 生物活性物質の同定	マイルストーン		対象海藻種の生物活性物質の同定				
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動 2-3 商業的応用のための潜在的な生物活性物質の特性評価	マイルストーン		生物活性物質の機能性解析・評価				
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
研究題目 3「海藻の付加価値化のための高度加工技術開発」							
活動 3-1 効率的な海藻乾燥技術の開発	マイルストーン		乾燥システム設計に関する現地調査・情報収集		乾燥システムの開発、検証、改善		
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						

【令和5年／2023年度実施報告書】【240531】

活動 3-2 海藻から効率的に機能性成分を分離する技術の開発	マイルストーン			分離技術に関する	現地調査・情報収集		分離技術の開発	分離物の特性評価
	当初計画				↓		↓	↓
	当年度計画							
	進捗状況							
活動 3-3 海藻由来の機能性製品の製造技術の開発	マイルストーン				製造プロセス設計		海藻由来の機能性製品の製造技術の開発	スケールアップ設計 指針の提示
	当初計画				↓		↓	↓
	当年度計画							
	進捗状況							
研究題目 4「海藻産業導入における環境影響評価と経済分析」								
活動 4-1 プロセス解析、システム分析、環境影響評価	マイルストーン				海藻産業に関する基礎情報の現地収集		養殖から加工までのプロセス解析、システム分析	ライフサイクルアセスメントを用いた環境影響評価
	当初計画				↓		↓	↓
	当年度計画							
	進捗状況							
活動 4-2 海藻産業の市場ポジショニング、経済分析	マイルストーン				海藻産業の市場ポジショニング解析、経済効果分析			↓
	当初計画							
	当年度計画							
	進捗状況							
活動 4-3 海藻産業における技術利用の経済波及効果の調査	マイルストーン			海藻産業に関する基礎情報の現地収集		海藻産業の経済波及効果の推定		↓
	当初計画			↓				
	当年度計画							
	進捗状況							

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

研究課題名を当初の研究提案時は「ブルーエコノミー達成のための持続可能な海藻由来機能性食品の開発」とした。しかし、課題採択後の議論により、本プロジェクトの成果物は、食品に限定されず、栄養補助食品や化粧品等の非食品分野への活用も期待される。また、本プロジェクトの効果をモニタリングする際に、一般的に受け入れられる「ブルーエコノミーの達成」を定義することが困難であるとの結論に至った。これらの点を考慮し、研究課題名を「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」に変更した。

2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

(1) プロジェクト全体

本プロジェクトは、世界第2位の生産量を誇るインドネシアの海藻を対象として、社会実装に向けた海藻産業に関する技術の開発を目指す。海藻を資源とした国際競争力のある高付加価値製品を環境負荷の少ない効率的な方法で生産し、海洋経済活動が持続可能性に配慮した形で行われるブルーエコノミー

【令和5年／2023度実施報告書】【240531】

の振興に向けた海藻産業の持続的発展の基礎を築く。

2023 年度は、7 月下旬～8 月上旬にインドネシアを訪問し、JICA インドネシア事務所、相手国研究代表機関の国家研究イノベーション庁 (BRIN)、ならびに、共同研究機関のハサヌディン大学とサヒド大学を訪問し、国際共同研究の協議、研究体制の整理・検討、研究設備等の確認を行った。9 月下旬にインドネシアを訪問して詳細計画策定調査を行い、相手国研究機関の研究施設や海藻養殖地を訪問し、研究の実施環境を確認すると共に、研究実施や研究環境の整備について打ち合わせを行った。また、訪問中にインドネシアの海藻加工業者とオンライン面談を行い、海藻加工の現状と課題に関する情報を収集した。海藻養殖地の訪問では、現地の海藻養殖業者にヒアリングを行い、海藻養殖の現状と課題に関する情報を収集した。

詳細計画策定調査に引き続き、BRIN 海洋・陸上バイオインダストリー研究センターに於いて、相手国の 3 つの共同研究機関の研究者、日本側研究者、JST および JICA 担当者が一同に会して、Project Design Matrix (PDM) と Plan of Operation (PO) の作成、ならびに、研究体制、研究活動に必要な設備・資材等について協議を行い、2024 年度からの共同研究実施に向けて準備を行った。

その後も協議を進め、Record of Discussions (R/D) の締結、ならびに、相手国共同研究機関との Collaborative Research Agreement (CRA) の締結は 2024 年 2 月末までに完了した。なお、CRA については、相手国研究機関が本研究プロジェクト以外からの研究資金を個別に申請・獲得し易いように、各機関ごとに 3 つの CRA を締結した。また、海藻の研究や利用に関する基礎的情報を調査、収集し、研究実施に向けた打ち合わせを進めた。

さらに、本プロジェクトにおける若手人材育成の一環として、インドネシアから長期外国人研究員等を受け入れるため、文部科学省国費外国人留学生 (SATREPS 枠) 制度と JICA 食料安全保障のための農学ネットワーク (Agri-Net) 制度による博士後期課程学生の受け入れについて相手国研究者と候補者の選考や受け入れ態勢などについて協議した。

以上、当該年度は、2024 年度からの日本ーインドネシア国際共同研究プロジェクトの開始に向けて、インドネシア側研究者との情報交流と打ち合わせ、現地視察を行った。また、インドネシア側から得られた情報を日本側研究者で共有・分析し、5 年間の国際共同期間内で、限られた研究資源を有効に活用して、ブルーエコノミーの振興に向けた海藻産業の持続的発展の基礎となる成果が得られる様に、具体的に取り組む研究課題を明確化すると共に、研究体制を整えた。

(2) 各研究題目

(2-1) 研究題目 1 : 「海藻資源の調査と栽培方法の評価・最適化」

研究グループ 1 (リーダー：鈴木石根 (筑波大学))

日本側：筑波大学

インドネシア側：ハサヌディン大学、国家研究イノベーション庁(BRIN)海洋・陸上バイオインダストリー研究センター

①研究題目 1 の当初計画 (全体計画) に対する実施状況 (カウンターパートへの技術移転状況含む)

海藻データベースの構築に向けて、海藻種マッピングならびに海藻養殖に関してインドネシア側研究者と情報交流を行い、プロジェクト期間内で取り組むべき課題について精査し、基礎的な情報

収集を進めた。商業化に向けた海藻養殖の候補種の選定などを現地の研究者と協議した。

インドネシアにおいては、海藻養殖の環境因子を計測・評価するための予備的な現地調査を行った。また、ハサヌディン大学の予算により、研究に使用する屋内と屋外、さらには、野外の海藻栽培実験設備の新設ならびに改修を行い、これらの研究施設を使用する上で支障が無いか予備的な実験を行った。また、研究題目2と3に提供する分析用海藻試料について予備的に収集を行った。

以上の活動により、2024年度からの具体的な課題と研究計画を策定し、研究体制を構築すると共に、実験研究の準備を進めた。

②研究題目1の当該年度の目標の達成状況と成果

該当なし

③研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

該当なし

④研究題目1の研究のねらい（参考）

構築する海藻に関するデータベースを作成する。また、価値の高い海藻を選抜して、商業化に向けた効率的な海藻栽培方法に関する知見を集積する。

⑤研究題目1の研究実施方法（参考）

インドネシアにおいて採取した海藻の遺伝子解析の実施や、文献調査等によるデータを収集し、海藻に関するデータベースを作成する。また、海藻栽培の環境因子を計測・評価し、効率的な海藻の栽培方法を検討する。

(2-2)研究題目2：「海藻の機能性解析」

研究グループ2（リーダー：宮前友策（筑波大学））

日本側：筑波大学

インドネシア側：BRIN 化学研究センター、BRIN 海洋・陸上バイオインダストリー研究センター、ハサヌディン大学

①研究題目2の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

インドネシア側共同研究機関である BRIN 化学研究センターを訪問し、研究設備の視察、化学分析に関する研究環境と体制を相手国研究者と共に確認した。また、研究グループ2のインドネシア側研究者と、研究に使用する海藻試料に関する情報共有や、今後の研究計画や方針について意見交換を行った。インドネシア側研究機関において進められている予備実験や文献調査の状況についても確認した。紅藻、褐藻、および緑藻、それぞれの海藻試料について、成分抽出物の調製方法が検討され、一部の条件については実証試験が行われた。さらに、機能性解析や化学分析の具体的な試験項目について、インドネシアと日本で、それぞれで実施すべき実験内容や両機関の連携体制について議論した。

以上の活動により、2024 年度からの具体的な課題と研究計画を策定し、研究体制を構築すると共に、実験研究の準備を進めた。

②研究題目 2 の当該年度の目標の達成状況と成果

該当なし

③研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

該当なし

④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

海藻試料に含有される化学成分に基づき、各試料の生物活性を明らかにする。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

海藻試料由来抽出物より、各種クロマトグラフィーおよびスペクトル解析等を使用し、含有化学成分を明らかにする。また *in vitro* および *in vivo* 試験により試料の生物活性を解明し、将来的な産業応用への潜在性を検証する。

(2-3)研究題目 3：「海藻の付加価値化のための高度加工技術開発」

研究グループ 3（リーダー：市川創作（筑波大学））

日本側：筑波大学

インドネシア側：BRIN 海洋・陸上バイオインダストリー研究センター、サヒド大学

①研究題目 3 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

海藻由来の機能性製品の開発に向けて、基礎的な文献情報を調査・収集すると共に、海藻加工を行っている日本国内企業を訪問し、加工プロセスを見学すると共に課題や展望に関する意見交換を行った。また、詳細計画策定調査でインドネシアを訪問した際、インドネシアの海藻加工業者とオンラインで面談し、情報を収集した。さらに、研究グループ 3 のインドネシア側研究者と海藻加工のプロセスや必要な装置について情報共有と協議を行い、今後の研究計画や方針について意見交換を行った。

インドネシアにおいては、文献調査を行い海藻の乾燥条件を調査すると共に、海藻養殖業者や機器技術者から海藻の乾燥方法や技術、装置に関する情報を収集し、意見交換を行った。また、海藻から生物活性物質を抽出する予備実験や、海藻の生物活性物質を利用した機能性製品の開発に向けた予備的検討を行った。

以上の活動により、2024 年度からの具体的な課題と研究計画を策定し、研究体制を構築すると共に、実験研究の準備を進めた。

②研究題目 3 の当該年度の目標の達成状況と成果

該当なし

③研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開
該当なし

④研究題目 3 の研究のねらい（参考）

効率的な海藻の乾燥技術を開発するとともに、海藻由来の機能性製品の製造に向けて、海藻由来の生物活性物質を利用した製品の開発、海藻の高度加工技術の開発を行う。

⑤研究題目 3 の研究実施方法（参考）

海藻の乾燥条件を検討し、効率的な海藻の乾燥技術を開発する。また、研究グループ 2 と連携して、産業化に向けた海藻の高度加工技術を検討し、海藻由来の機能性製品の開発を行う。

(2-4)研究題目 4：「海藻産業導入における環境影響評価と経済分析」

研究グループ 4（リーダー：野口良造（京都大学））

日本側：京都大学

インドネシア側：BRIN 持続可能な生産システムとライフサイクルアセスメント研究センター、BRIN 行動と循環型経済研究センター

①研究題目 4 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

インドネシア海藻産業における海藻の養殖から加工、製品に至る現状のプロセスについて、インドネシア側研究者と毎月 1 回程度のオンラインミーティングを実施して情報交流を行い、プロジェクト期間内で取り組むべき課題を精査すると共に、2024 年度からの具体的な課題と研究計画の検討、研究体制の構築を行った。日本国内においては、インドネシア側研究者との情報交流で得られる情報に基づき、本格実施で解析・評価に必要な情報について整理した。

以上の活動により、2024 年度からインドネシアとの国際共同研究で活用する技術と知見について日本側研究者で共有し、本格実施に向けた準備を進めた。

②研究題目 4 の当該年度の目標の達成状況と成果

該当なし

③研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

該当なし

④研究題目 4 の研究のねらい（参考）

海藻から機能性製品を製造する海藻産業の環境影響、経済的実現可能性を、環境影響評価手法や LCA 計算をサポートする地域産業連関（RIO）データセットなどを通じて明らかにする。

⑤研究題目 4 の研究実施方法（参考）

南スラウェシのケーススタディを中心として、「プロセス解析、システム分析、環境影響評価」、「海藻産業の市場ポジショニング、経済分析」、ならびに「海藻産業における技術利用の経済波及効果の調査」の小課題に分けて評価を実施する。

II. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

本プロジェクトは、ブルーエコノミーの振興に向けて、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を確立することを目標としている。世界第2位の生産量を誇るインドネシアの海藻を資源として、国際競争力のある海藻由来の機能性製品を環境負荷が少ない方法で効率的に生産するための基盤技術を国際共同研究により確立することで、インドネシアにおける海藻利用が多角的に展開し、ブルーエコノミーの振興に貢献する。

その実現のために、海藻の遺伝情報や成分等の情報を収集し、海藻データベースを構築する。また、海藻栽培の生産性向上、海藻由来の生物活性物質を利用した製品の開発、海藻の高度加工技術の開発を行う。海藻養殖から機能性製品を製造する海藻産業の環境影響と経済波及効果を、ライフサイクルアセスメントを通じて評価する。また、本機能性製品が地域産業として経済的に優れ、環境リスクの低い生産プロセスで構成されているかを検証する。

また、国際共同研究を通じて、日本・インドネシアの連携・協働による高等人材開発、参画企業の競争力の強化に基づく高度海藻産業の育成など、日本・インドネシアの連携・協働による当該地域の高度な持続的発展と海藻産業のグローバル拠点の確立をめざす。

これらのプロジェクト活動を通じて、インドネシアにおいてブルーエコノミーの振興に貢献する海藻産業の推進を図る。本プロジェクトで得られる成果を、海藻を基盤とした持続可能なバイオベース社会のモデルとして、日本がリーダーシップを持って世界的に波及することで、地球規模でSDGsに貢献する上位目標を達成する。

III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

インドネシア側の研究機関においては、本研究の円滑な実施を図るために、本研究プロジェクト以外からの研究資金獲得のための申請を行っている。

IV. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

該当なし

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

該当なし

以上

VI. 成果発表等

(1)論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
			論文数	0 件	
			うち国内誌	0 件	
			うち国際誌	0 件	
			公開すべきでない論文	0 件	

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
			論文数	0 件	
			うち国内誌	0 件	
			うち国際誌	0 件	
			公開すべきでない論文	0 件	

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
			著作物数	0 件	
			公開すべきでない著作物	0 件	

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
			著作物数	0 件	
			公開すべきでない著作物	0 件	

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2)学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
		招待講演	0 件
		口頭発表	0 件
		ポスター発表	0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
		招待講演	0 件
		口頭発表	0 件
		ポスター発表	0 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等
 (4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

成果目標シート

研究課題名	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
研究代表者名 (所属機関)	市川創作 (筑波大学生命環境系教授)
研究期間	R5採択 (令和5年6月1日～令和11年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	インドネシア共和国 / Research Center For Marine and Land Bioindustry - National Research and Innovation Agency (BRIN)
関連するSDGs	目標 14. 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 目標 9. 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 目標 12. 持続可能な生産消費形態を確立する

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・日本・インドネシア間の科学技術外交の充実 ・日本・インドネシア企業による事業化による社会貢献
科学技術の発展	・海藻科学の発展 ・日本・インドネシアの学術ネットワークの強化
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・海藻資源とその利用に関する知的財産の獲得 ・知的財産に関わる守秘義務協定や技術移転協定等の知的財産管理のノウハウの蓄積 ・海藻資源に関わるPIC(事前情報に基づく同意)及びMTA(物質移動合意書)の締結
世界で活躍できる日本人人材の育成	・国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議での研究発表、レビュー付国際学術雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	日本・インドネシアにおける関連研究者のネットワークの構築、インドネシア若手研究者の日本での技術研修
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・日本・インドネシア研究者による査読付き国際誌への共同論文 ・海藻データベース ・海藻由来製品製造プロセスの設計指針の提示

上位目標

海藻を基盤とした持続可能なバイオベース社会のモデルとして、日本がリーダーシップを持って成果を世界的に波及し、地球規模でSDGsに貢献する。

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角的に展開する。(ブルーエコノミー振興への貢献)

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を確立する。

