

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

マリカルチャビッグデータの生成・分析による水産資源の持続可能な生産と安定供給の実現
(2017年11月～2022年10月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：和田 雅昭（公立はこだて未来大学 システム情報科学部 教授）
2. 2. 相手国研究代表者：Hatim Albasri（海洋水産省 海洋水産研究人材開発庁 水産研究センター 主任研究員）

3. 研究概要

本プロジェクトは、ICTを活用してマリカルチャ（海面養殖業）を中心とするインドネシアの養殖業・漁業を最適化し、持続可能な水産業の実現と地域経済の発展に貢献することを目指す。そのために、海洋水産省と連携して、(1)魚類養殖業における生産履歴のデータ化とAIによるへい死予測、(2)海藻類養殖業における育成環境のモニタリングと海域の評価、(3)漁船漁業における漁獲量の把握と操業情報のデータ化、(4)赤潮の早期発見に資する情報のデータ化の4つの課題に取り組み、得られたデータをマリカルチャビッグデータとして生成・分析し、DSS（Decision Support System：意思決定支援システム）を開発することにより、個々の課題解決のみならず課題相互のデータ連携による意思決定を可能とする。さらに、オンライン教育プラットフォームを構築してDSSに搭載し、研修・訓練に活用することで、水産業への新規参入を促す。DSSの利用者は政府職員、普及指導員、養殖場や漁船のオーナー、教育関係者等が想定され、海洋水産省がDSSを管理・運用することで、研究成果の社会実装を図る。

プロジェクトは下記の3つの研究題目で構成されている。

- 研究題目1 マリカルチャビッグデータの生成
- 研究題目2 マリカルチャビッグデータの分析
- 研究題目3 DSSシステムの活用と運用

4. 評価結果

総合評価：A

（所期の計画と同等の取組みが行われ、成果が期待できる）

本プロジェクトは日本のスマート水産業に関する研究成果をインドネシアで展開しようとするものであり、水産業の諸問題の解決にICTを用いて意欲的に取り組んだ。各種アプリやDSSを開発し、マリカルチャの高度化の基盤をインドネシアで構築したことは高く評価できる。

しかしその一方で、DSS がインドネシア国内でどのように活用され、「水産資源の持続可能な生産と安定供給」に具体的にどうつながるのかが十分明確に説明されたとは言い難い。スマート水産業の推進は極めて重要であるが、水産分野の課題は多く、スマート水産業を導入するだけでは持続的発展は見込めない。本プロジェクトの現時点における成果は、ICT を適材適所に導入して活動を最適化したことであり、スマート水産業の最適化において大きな貢献ができた と評価される。

現在、プロジェクトで育成された人材が DSS を活用してインドネシアにおける持続的な水産資源開発に向けた政策提言を準備中である。DSS は継続的な利用・運用により精度の向上が見込まれることから、今後、DSS の有効活用が水産業の持続的な発展に寄与することが期待される。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

水産資源の持続的な管理はインドネシアにおいて大変重要な課題であり、かつ課題解決に向けたハードルも高い。その課題に正面から取り組んだ意欲を評価するが、漁業、養殖業、海洋環境という多岐にわたる課題を網羅したため、成果が分散した感は否めない。ただし、課題解決に不可欠な環境データや社会経済要因データの収集・解析技術の進展において ICT 活用の技術的なインパクトは大きい。ICT を駆使したスマート水産業は、漁業活動の最適化に貢献することが大いに期待され、東南アジア諸国での普及も予想されることから、本プロジェクトの成果は優れたモデルケースになると考えられる。

【国際社会における認知、活用の見通し】

オンライン教育プラットフォームの「EL-MARC」は活用される可能性が高いと思われる。DSS はデータが標準化されていれば汎用性が高く、国際的に課題となっている水産資源の管理・活用における一定の貢献が期待できる。ただし、現状では多くの取組み例の一つとしての評価である。特に東南アジア諸国においては、ICT が魚類・海藻養殖業と漁獲量を持続的に向上させるとの認識は未だ低く、その重要性を周知する努力が必要である。今後は国際社会へのアピールをより強く意識して、本プロジェクトの構想や成果の発表が行われることを期待したい。

【他国、他地域への波及】

本プロジェクトで開発した環境モニタリングシステムや資源管理にかかわるアプリ、e-ラーニング教材などの成果・技術は多くの水産国に適応可能であり、第三国からも問い合わせを受けるなど関心が寄せられている。プロジェクトの成果を含む「スマート水産業入門」の英語版が出版されれば、水産業の ICT 化が発展途上にある他地域へ波及する可能性は高い。

水産資源管理の成功事例である北海道留萌市と沖縄県石垣市をインドネシア側の研究者が

訪問してスマート水産業の視察および生産者との意見交換を行ったのは、アウトリーチ活動として優れている。日本とインドネシアが諸外国をリードしてスマート水産業の枠組み作りを行っていただきたい。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

国内外の類似研究と同等の技術開発と評価される。ICT 導入の成功例として周辺諸国に認知されることが重要である。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

水産資源の豊富なインドネシアにおいて、資源を持続的に維持利用する技術の開発は大きな課題であり、本プロジェクトはビッグデータ解析・活用技術や e-ラーニングによる教育訓練法の開発を通じてその要請に応えるものである。インドネシア全体とすれば、プロジェクト成果の全国への展開が必要であり、相手国ニーズの充足に与えるインパクトの評価は時期尚早であろう。ただし、少なくとも、赤潮の早期発見を目的とした参加型のアプリ「ALBOOM」およびプランクトンの種判別を行うアプリ「ALGIES」を、インドネシア側の研究者が主体的に開発したことは、相手国の水産資源管理・活用の高度化、ICT 活用のニーズに対して具体的なインパクトをもたらしたと言える。

相手国の「ワークフローを壊さない」配慮をしながら ICT の導入を心掛けた姿勢は、国際協力にありがちな「押しつけ」を回避しつつ相手国のニーズに丁寧に応えるものであり、高く評価できる。

【課題解決、社会実装の見通し】

魚の生産履歴を蓄積するためのスマートデバイスアプリ「MICT-G」を開発し、2つの経営体で活用されている。また、水揚げデータと航跡データを解析し、開発した TV アプリ「スマートダッシュボード」でリアルタイム配信することにより漁場を可視化したことで、漁場の季節変動を把握することができるようになった。魚類養殖業・漁船漁業に関しては、課題解決に向けて何をなすべきかが明らかになった。

DSS に関しては、海洋水産省がデータの継続的集積や解析を引き継ぐ仕組みとしているが、実際に漁業管理者、生産者、魚類・海藻類養殖のオーナーやマネージャー等の実需者に活用され、水産業が高度化されたか、今後追跡して評価する必要がある。本プロジェクトの成果を相手国内で普及・定着させることが重要であるが、長期的な社会実装の道筋は必ずしも明確ではない。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

相手国側の若手研究者については、漁業の情報化およびマリカルチャ振興の地域経済への影響に関する研究で、修士課程1名・博士課程2名の人材を育成し、プロジェクト終了後のインドネシアにおける持続的な研究活動を支える礎ができた。

今後の継続的発展には、相手国でセンサーやサーバーを自主的に運用、管理できる体制の構築が不可欠である。そのための人材の育成にも尽力しているが、長期的には国内で優れた人材が再生産される環境を構築することが望まれる。

機材等の整備に関しては、センサノードの開発にあたり、インドネシア国内で入手可能な汎用ボードコンピュータと USB タイプの LTE 通信モジュールを採用することでコスト削減の工夫をした。また、教育・訓練システム「EL-MARC」は、eラーニングのオープンソースプラットフォームである「Open edX」を用いて開発した。このように、開発技術や活用ツールなどの基盤となる成果はすべて、予め継続的な発展の必要性を見通して整備されている。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

マリカルチャビッグデータを用いた社会経済学的分析の検討が進み、いくつかの知見が出されている。これらをインドネシア中央政府や地方政府に伝え、政策提言などに活かしていただきたい。導入したアプリは相手国研究者が活用しており、今後も実証的に改良・適応拡大が期待できる。また、臨海研究所の職員や普及指導員の協力を得て、水産業推進のための教育・訓練システムの構築を完了し、複数のコースコンテンツを整備したことは高く評価できる。

本プロジェクトで開発したシステムの保守・管理は海洋水産省が引き継ぐとのことだが、研究活動の持続的発展に関しては、相手国の研究体制が国立研究革新庁（BRIN）設立に伴う組織改編により変更されたことの影響が懸念される。海洋水産省所管の研究機関から BRIN に異動した研究者が、今後、DSS にかかわる研究を継続できる体制を維持することが肝要である。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

日本国内における研究成果のアウトリーチ活動は、研究代表者を中心にプロジェクト期間中継続して行われ、SATREPS の研究活動が広く認知された。また、本プロジェクトには民間企業も参画しており、産学の有機的連携によって推進されたことは特筆すべき点である。

本プロジェクトで得られたデータセットは、わが国のものと合わせて活用が可能と思われ、スマート水産業を推進する各国に対し日本のプレゼンスを高めることが期待される。

【科学技術の発展】

マリカルチャビッグデータ構築のための基盤技術を確立し、DSS や教育・訓練システムを開発したことの技術的な貢献は高い。特に、へい死対策や赤潮発生予測への海洋環境データの提

供を目的として定点観測網を構築する自立電源型のセンサノードを開発し、さらに、得られたデータの分析結果を配信する「Data Viewer」のシステムを開発して運用を開始したことは評価できる。しかし、それぞれの開発の過程における新たな科学的知見は明確でない。本プロジェクトで導入された ICT 技術自体は本質的には既存のものであり、純粋な科学技術の発展という観点での評価は高いとは言えない。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本人の若手人材の育成に関しては、十分とは言えないものの日本人研究者が海外現地調査等を経験することができ、その中から将来的に国際共同研究プロジェクトを担うリーダー候補となる人材が育成された。

【知財の獲得や、国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手手法】

マリカルチャビッグデータを構成する各種データの収集にかかわる技術や、データソースの管理手法を、現地の実状に合わせて最適化した。マリカルチャビッグデータは有用性の高い成果物と言える。一方で、研究目標に掲げた「国際標準化」については、本プロジェクトの主体的な取り組みが明確ではない。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

インドネシアの海洋環境の保全等、沿岸域の総合的管理に関する政策提言・制度化提言について検討が進められている。バリ海峡ではイワシを対象とした漁獲可能量（TAC）制度の導入に、マリカルチャビッグデータを活用する計画があるとのことであり、成果の社会実装に向けて大きな貢献が期待できる。

「EL-MARC」はコンテンツの充実がうかがえるだけでなく、実際に研修等で活用されている。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

両国の研究者がプロジェクトに対して非常に意欲的であり、良好なチームワークが形成された。コロナ禍による渡航制限などの不利な条件下においても効率的な交流を図り、研究課題の遂行に務めた。

インドネシアでは組織改編により国の研究機能が BRIN に統合されることとなり、プロジェクトの最終年に参加メンバーの過半数が BRIN へ異動した。ポストプロジェクトにおける持続的な DSS の運用のために、海洋水産省の職員を中心に「IT チーム」を形成したとのことであるが、継続的な活動を期待する。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリ

ーダーシップ)】

多岐にわたる研究課題およびプロジェクトサイトにおいて、それぞれに一定の成果を上げることはできたが、プロジェクト開始前にベースライン調査をしっかりと行うことで試行錯誤の時間が節約できたと思われる点もあり、惜しまれる。計画当初は現場で作業する従業者をデータ収集の協力者としたが、対象を経営者に替えたことによってデータ収集が促進されるようになったことは、現場に即した推進体制への変更判断が優れていたと言える。

相手国側の研究代表者が交代し、円滑な共同研究体制の構築に苦勞したが、日本側研究代表者が優れたリーダーシップを発揮して両国の研究者をまとめ、プロジェクトを支えた。

【成果の活用に向けた活動・情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

研究成果を学会・シンポジウムで発表するとともに、ワークショップ・セミナー等のアウトリーチ活動に積極的に取り組んだ。ただし、原著論文の作成は十分とは言えない。また、情報発信先が日本とインドネシアに偏しており、水産資源管理に課題を有する国や先進的な取り組みがなされている国などを含む国際的な議論の場に向けた発信が少なかった。

インドネシア側は独自に「EL-MARC」を用いた教育訓練を始めており、研究成果の活用は期待できる。

5. 今後の研究に向けての要改善点及び要望事項

- 1) 赤潮の早期発生予察ができるアプリの開発に期待する。赤潮発生早期警戒システムの開発は地球規模の課題であり、本プロジェクトからの研究開発成果が待ち望まれる。
- 2) DSS が着実に構築されたが、今後は利用者の観点からシステムの有効性を更に高めていくことが必須であり、適時のアップデートとアップグレードを戦略的に組み入れてほしい。それが本プロジェクトの社会実装そのものである。DSS の活用の具体的な局面を総合的・包括的に整理することで、ビッグデータの意義はより高まると考える。マリカルチャビッグデータの構築が今後も問題なくなされるように、インドネシア側研究者および行政機関の担当者に対する日本からのサポートを継続していただきたい。
- 3) 得られた成果の科学技術面での意義と活用の具体的な展望とともに、研究・技術開発面での今後の課題についての洞察が欲しい。たとえば、赤潮の発生予測に関する海流方向予測や適地適作に関する結果の意義と限界・発展方向についての説明が必要である。
- 4) 研究成果の論文化を進めることが、同じような専門分野の方々からの本プロジェクトへの認知度を高める最良の道筋である。一連の技術開発の各段階・過程における水産資源管理やデータサイエンス上の学術的知見を見直し、論文等で公表することを通して、プロジェクトの科学技術的な意義をより明確にすることを期待する。
- 5) 水産業の発展には、従来の水産研究に加え ICT の導入が不可欠である。両者を水産業発展の両輪と捉え、水産対象生物の特性を見据えた ICT 導入が強く望まれる。

成果目標シート

研究課題名	マリカルチャビッグデータの生成・分析による水産資源の持続可能な生産と安定供給の実現
研究代表者名 (所属機関)	和田 雅昭 (公立はこだて未来大学 システム情報科学部)
研究期間	2017年度 ～ 2022年度
相手国名／主要相手国研究機関	インドネシア共和国／海洋水産省、科学院

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 世界の食料安全保障への寄与 国民への水産物の安定供給 日本企業による成果の事業化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 海洋環境の見える化 (達成) 海洋におけるIoTの利用促進 (達成) マリカルチャビッグデータの基盤技術の確立
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 海洋環境ビッグデータの国際標準化 水産資源の持続的利活用に資するセンシング手法と資源管理手法の確立 気候変動の影響評価に関する知見の獲得
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 若手研究者のグローバル視点の養成 海外研究者との共同研究の機会創出 (達成) グローバルな技術の習得
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ICTを活用した遠隔教育技術 (達成) リーダーの育成とリーダー間および研究者間の人的ネットワーク構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 海洋環境保全のための政策提言書 (達成) IEEE (米国電気電子学会) への論文投稿 (3本) 持続可能な養殖業・漁業ガイドライン マリカルチャビッグデータ (達成) DSSシステム (達成)

上位目標

養殖業・漁業の高度化による世界の食料安全保障と途上国の地方開発の実現

インドネシアにおけるマリカルチャ・デベロップメントを支援

プロジェクト目標

マリカルチャビッグデータの生成と分析による水産資源の持続可能な生産と安定供給の実現。遠隔教育システムを活用したグループリーダーの育成とメンバー教育の実現。



図1 成果目標シートと達成状況 (2022年12月時点)