1. 開発プロジェクト名称

Optimizing Mariculture based on Big Data with Decision Support System
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

2. 事業期間

2016 年 10 月～2022 年 10 月 （事業期間終了後フォローアップ）

3. 対象国と地域

インドネシア共和国 スマトラ島、 ジャワ島、 バリ島、 ロンボク島

4. 連携組織

国内：公立はこだて未来大学（https://www.fun.ac.jp/）
東京農業大学（https://www.nodai.ac.jp/）
八戸工業高等専門学校（https://www.hachinohe-ct.ac.jp/）
三重大学（https://www.mie-u.ac.jp/）
富士通（https://global.fujitsu/ja-jp/）
Upside 合同会社（https://upside-llc.com/）
一般財団法人ニューメディア開発協会（NMD、 https://www2.nmda.or.jp/）
国外：海洋水産省国立水産研究所（現 BRIN）（https://www.brin.go.id/en）
（協力機関 IPB 大学（https://ipb.ac.id/））

5. 東京農大と連携組織の役割

	公立はこだて 未来大学	東京農業大学 八戸高専門 三重大学	富士通 Upside 合同会社 NMD
①調査・立案	◎	◎	◎
②事業実施	◎	◎	◎
③事業運営・管理	◎	△	△
④技術提供・アドバイス	◎	◎	○
⑤事業評価	◎	○	△

◎：中心的な関与、○：関与、△：補佐的な関与

6. 事業に至る背景

世界の水産業全体の生産量は増加し続けており、2021 年には 2.2 億トンになった（水産白書、2022）。これは 60 年前のおよそ 7 倍であるが、このうち漁船漁業生産量は 1980 年代後半以降横ばい傾向にあり、生産量の増加は養殖業の急激な伸びによるものである。国別に養殖業生産量を見ると、中国とインドネシアの増加が顕著であり、2021 年現在、中国は世界の養殖業生産量の 58%、インドネシアは 12%を占めている。国際連合食糧農業機関（FAO）と経済協力開発機構（OECD）は、毎年、今後 10 年間の世界における魚介類を含めた食料等の生産や消費、貿易等の需給予測を行っているが、これによれば年間 1 人当たりの食用魚介類の消費量は過去 50 年で約 2 倍に増加し、今後も増加するとしている。しかし、FAO の推計では、世界の水産資源量は持続可能レベル超えている海域の割合が高く、生産量増大の余地は少ないとされている。このことから、養殖業の生産量増加が地球規模の課題となっている。インドネシアは、海洋国家として海洋環境保全に配慮した資源活用を目指すブルーエコノミー政策を掲げ、環境配慮型養殖業を特にマリカルチャと呼称し、マリカルチャの振興を目標とする小規模漁業者支援と地域経済活性化の政策を実施している。本研究は、海洋水産省国立水産研究所（現 BRIN）の要請を受け、日本版スマート水産業のインドネシア・マリカルチャへの応用を目的に、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)の支援を受けて（2016～2022 年）、研究開発を実施したものである。

7. プロジェクト目標

インドネシア・マリカルチャ支援のための①マリカルチャビッグデータの生成と、②データ分析による意思決定支援システム（DSS: Decision Support System）を開発・運用し、③生産安定化、経営合理化、地域経済支援、次世代後継者育成に資するスマート水産業の実現を目標とする。

8. 実施方法と達成内容

本プロジェクトでは、インドネシアスマート水産業の実現に寄与するため、情報技術開発、社会経済分析ならびに技術トレーニング、遠隔教育を含む多様な取り組みを実施した。東京農大研究グループの役割は、全体を統括しながら、特にマリカルチャビッグデータの生成として魚類養殖業、海藻養殖業、海洋汚染（赤潮）のデータ収集と分析を実施することであった。研究内容が広範におよぶこと、成果には知的財産が含まれるものもあるため、本報では内容を限定し報告する。

① 海況のリアルタイムモニタリングと養殖魚斃死予測

バリ島ゴンドルをパイロットエリアとし、海水の水質（水温、塩分濃度、溶存酸素濃度、クロロフィル濃度、濁度など）と海況（流向流速）をリアルタイムにモニタリングしデータベース化している。このデータと、別途開発したアプリを使用し海面養殖漁業者が養殖魚類の斃死情報を入力する。これらのデータを使い、AI（機械学習）による斃死予測を実施した。斃死予測はデータベースサーバを参照しリアルタイムに実施され、1 日後、2 日後、3 日後の直近の養殖魚斃死数を逐次計算し漁業者にフィードバックすることで、斃死による損失回避の警告となるシステム開発した。

② 海水汚濁のモニタリングと赤潮発生メカニズムの解明

海水の汚濁により赤潮被害が多発するスマトラ島ランプン湾を対象に、気象センサ、海水の水質センサ、海況センサを使ったリアルタイム・モニタリングを実施した。このデータを使い、赤潮発生の指標となるクロロフィル濃度、海水温、雨量、濁度を独立変数とする AI モデルを開発した。また、農業由来の化学肥料が水質汚濁の原因と仮定し、人工衛星画像（WorldView3）による土地被覆分類分析と水文解析の GIS 分析を行い、傾斜地の農地から表土とともに化学肥料などが湾に直接流出するメカニズムを解明した。インドネシア側研究チームは、漁業者間の赤潮発生情報共有システムを開発し運用した。

③ 海況モニタリングと海藻養殖適合度の分析

ロンボク島セリウェイをパイロットエリアとして、海水の水質と海況をリアルタイムモニタリングしデータベース化した。このデータと人工衛星によるリモセン技術を使い、海藻養殖が実施されている湾内の海面温度分布を雨季・乾季に分けて求めた。さらに DEM による湾内の水深を取得し潮汐を境界条件とする有限要素法流体解析を用いて湾内の流況分布を計算し海流による水循環を予測した。一方、現地の普及員ならびに仲卸より養殖農家の養殖位置、規模（ロープ長）、品種、収量の情報を収集した、これらデータを 1km グリッドにて分割した領域ごとに平均化した収量を予測モデルとする生産関数を作成し、これを海藻養殖の適合度指標としてグリッドごとに求めた。求めた適合度指標を逐次更新することにより、空間（位置）と季節による生産指標として海藻養殖に利用してもらうよう、現地に提供した。さらに、アンケート調査やヒアリングにより、海藻養殖業者のプロフィット分析や漁業者の経営分析を実施した。

9. SDGs 目標別の達成アプローチ

1番: 貧困をなくそう	マリカルチャの振興と持続的発展により漁業者の増収、安定生産をはかるとともに、地域における雇用創出に寄与

魚類養殖振興による地域経済活性化	海藻養殖振興による地域経済活性化

4番: 質の高い教育をみんなに	Open edX をプラットフォームとする教育・訓練システムを構築し、養殖技術、環境保全教育の提供、マリカルチャへの新規参入者支援を実現

漁業訓練システム修了者の表彰

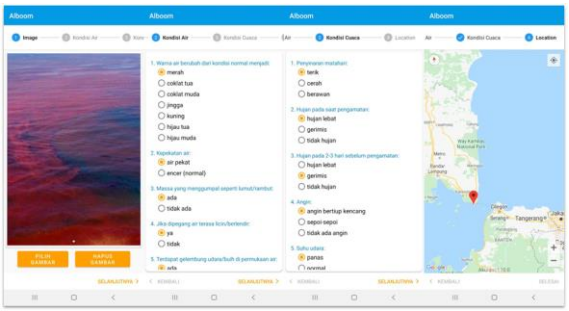
漁業訓練システム修了認定書

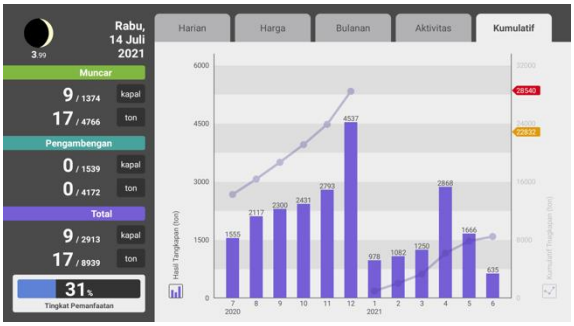
9 番: 産業と技術確信の基盤をつくろう	マリカルチャのためのリアルタイム・センシング技術を開発、スマート水産業の基盤開発を実施

海況モニタリングシステム

海況・漁協情報のキオスク端末

14 番: 海の豊かさを守ろう	海洋開発と海の環境保全、災害対策のためのモニタリングを実現

赤潮発生の原因究明	赤潮発生情報の共有
	

14 番: 海の豊かさを守ろう	養殖の効率化と環境保全の両立を目指した漁業支援システムの確立
養殖業の効率化	漁獲量情報の共有
	

10. PM(プロジェクトマネジャー)からの一言

インドネシアの水産業は、所得において国全体の経済発展から取り残された状況にあります。所得向上には効率化・コスト削減による生産性の向上のみならず、情報共有による漁業者の市場優位性の確立が欠かせません。そのためには、ビッグデータの収集・分析・共有および経営管理が不可欠です。一足飛びに ICT や AI を取り入れたスマート水産業への転換を図ることは容易ではありませんが、本プロジェクトが示した効率化、資源管理、教育、地域経済支援がインドネシアにおけるスマート水産業普及のトリガーになるよう、現地研究機関ともに研究活動を継続していきたいと考えています。

畑中 勝守
中央大学 博士(工学)
現　在:東京農業大学国際食料情報学部教授・大学院国際食料農業科学研究科指導教授

11. 今後の展開

研究課題の一つである海藻養殖は、食品のみならず医薬品、化粧品などの原材料として注目されている。海藻は、沿岸地域の漁業者にとって貴重な換金作物であり、ビッグデータの生成・分析・情報共有を継続して実施することは重要な課題である。さらに、生産者の市場優位性を形成するためには、市場調査や一次加工技術の導入、サプライチェーンの改革が必要である。これらは、アグリビジネス学の研究領域であり、社会科学的側面からの研究支援が必要となる。

以上