

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本－ベトナム・インドネシア共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「アジアデルタ地域の持続的な農業を支える機械学習とリモートセンシングを活用した統合水管理プラットフォームの開発」
2. 研究期間：令和3年4月～令和6年3月
3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	吉川 夏樹	教授	新潟大学農学部	全体総括・氾濫を対象とした物理モデル・機械学習モデルの開発
主たる共同研究者	長野 宇規	准教授	神戸大学大学院農学研究科	リモートセンシングによる土地利用判別および作物成長診断モデルの開発
主たる共同研究者	木村 匡臣	准教授	近畿大学農学部	塩水遡上を対象とした物理計算モデル・機械学習モデルの開発
主たる共同研究者	元永 佳孝	准教授	新潟大学農学部	センサーネットワーク、プラットフォームの開発
研究参加者	Rau Maulana Ibrahim	博士課程3年	新潟大学自然科学研究科	物理モデル・機械学習モデルの開発、プラットフォームの開発
研究期間中の全参加研究者数			19名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者 (ベトナム側)	Ha Lan Thanh	Researcher, Head of Department	Institute of Water Resources Planning (IWRP), Ministry of Agriculture and Rural Development	氾濫解析モデルの開発
研究代表者 (インドネシア側)	Setiawan Budi Indra	Professor	Faculty of Civil and Environmental Engineering, IPB University	後発地域におけるシステム設計
主たる共同研究者	Xuan Hung Dinh	Researcher	Institute of Water Resources Planning (IWRP), Ministry of Agriculture and Rural Development	リモートセンシングによる土地利用判別
主たる共同研究者	Satyanto Krido Saptomo	Associate Professor	Faculty of Civil and Environmental Engineering, IPB University	センサーネットワークの開発
研究期間中の全参加研究者数			13名	

4. 国際共同研究の概要

本共同研究は、数値計算と機械学習の連携、リモートセンシング及び ICT を活用し、デルタ地域に共通する洪水や塩水侵入による農業被害の軽減のための適切な水利施設管理を支援する「統合水管理プラットフォーム」を 3 カ国で共同開発するものである。プロジェクトの目標は、水文情報の実時間観測結果を入力値とした高速演算による浸水・塩水侵入の短期予測結果とリモートセンシングによる浸水範囲、土地利用・作物生育の監視結果を PC やスマートフォン、タブレット等情報端末上で可視化する「統合水管理プラットフォーム」を開発し、施設管理の支援に供することで浸水被害や塩水侵入による作物被害を最小限に留めることである。本システムの普及によって、各種事象に対して順応的に施設を管理することが可能になり、持続的な農業生産の実現と農家の経済基盤ならびに生活水準の向上が期待できる。

5. 国際共同研究の成果

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

研究期間の前半は感染症禍のため相互に渡航できない状況であったが、その間もオンラインミーティングを通じてワークパッケージ毎の進捗報告および課題共有を図った。その結果、当初計画の研究内容に一部変更が生じたものの、当初目標を概ね達成することができた。最終年には、各ワークパッケージで開発した要素技術を本共同研究の主要な成果物である「統合水管理プラットフォーム」に実装し、参画組織メンバーで共有した。また、最終年には、ベトナム・インドネシアでワークショップを開催し、研究成果を広く発信した。プロジェクト終了後も、コンテンツの充実を継続している。

5-2 国際共同研究による相乗効果

研究期間前半の定期オンラインミーティングでは、各ワークパッケージの研究進捗や直面する課題の共有を図ってきた。研究期間後半は、積極的に相互訪問し、合同現地調査、年次総括ミーティングおよびテクニカル・ワークショップを実施し、各国メンバーが開発した技術について活発な議論を交わした。全てのワークパッケージの成果は、日本側と相手国側の技術交流の結果であり、一国では成し遂げられなかった。また、本共同研究の成果は、PAWEES（国際水田・水環境工学会）の国際会議において 2 年連続で連名発表し、ICID（国際灌漑排水委員会）の会議でも発表した。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

成果である各ワークパッケージで開発した要素技術とこれらを実装したプラットフォームの技術は、参画機関メンバーで共有しているため、今後は主たるユーザーとなる水管理を担う民間企業や行政部局に波及させる予定である。この目的のため、要素技術の一部である物理モデルおよび機械学習モデルの構築方法については、既に技術書およびプラットフォーム上にマニュアルを掲載している。他のワークパッケージの成果についても技術書を準備している。本プラットフォームが広く実務や人材育成に利用されることを期待している。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan—Vietnam—Indonesia Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : Development of machine learning and remote sensing-based water management platform for sustainable agriculture in Asian deltas
2. Research period : April 2021 ~March 2024
3. Main participants :
Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Natsuki Yoshikawa	Professor	Faculty of Agriculture, Niigata University	Development of physical models and machine learning models targeting overall flood control
Co-PI	Takanori Nagano	Associate Professor	Graduate School of Agricultural Science, Kobe University	Development of models for land use classification and crop yield prediction using remote sensing
Co-PI	Masaomi Kimura	Associate Professor	Faculty of Agriculture, Kindai University	Development of physical calculation models and machine learning models targeting saltwater intrusion
Collaborator	Yoshitaka Motonaga	Associate Professor	Faculty of Agriculture, Niigata University	Development of sensor networks and platforms
Collaborator	Maulana Ibrahim Rau	Doctoral Student	Graduate School of Science and Technology, Niigata University	Development of physical models, machine learning models, and platforms
Total number of participants throughout the research period: 19 People				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Lan Thanh Ha	Researcher	Institute of Water Resources Planning (IWRP), Ministry of Agriculture and Rural Development	Development of flood analysis model
PI	Budi Indra Setiawan	Professor	Faculty of Civil and Environmental Engineering, IPB	System design for underdeveloped regions

			University	
Collaborator	Xuan Hung Dinh	Researcher	Institute of Water Resources Planning (IWRP), Ministry of Agriculture and Rural Development	Land use classification using remote sensing
Collaborator	Satyanto Krido Saptomo	Associate Professor	Faculty of Civil and Environmental Engineering, IPB University	Development of sensor networks
Total number of participants throughout the research period: 13 People				

4. Summary of the international joint research

This joint research aims to develop an "Integrated Water Management Platform" in collaboration among three countries, utilizing the integration of numerical computation and machine learning, remote sensing, and ICT to support appropriate water facility management for addressing to agricultural damage caused by floods and saltwater intrusion common in delta regions. The goal of the project is to develop an "Integrated Water Management Platform" that visualizes real-time flood and saltwater intrusion short-term prediction results based on hydrological information, as well as flood extent, land use, and crop monitoring results through remote sensing, on information terminals such as PCs, smartphones, and tablets. This platform aims to assist facility management to minimize crop damage from flooding and saltwater intrusion. The widespread adoption of this system is expected to enable adaptive facility management for various events, leading to sustainable agricultural production and improvements in farmers' economic foundations and living standards.

5. Outcomes of the international joint research

5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

During the first half of the research period, travel restrictions due to the pandemic prevented mutual visits. However, progress reports and issue sharing for each work package were conducted through online meetings. As a result, although there were some changes to the initially planned research content, the overall objectives were largely achieved. In the final year, key technical elements developed in each work package were implemented into the "Integrated Water Management Platform," the main outcome of this joint research, and shared among participating organizations. Additionally, workshops were held in Vietnam and Indonesia in the final year to disseminate research findings widely. Content enrichment continues even after the project's completion.

5-2 Synergistic effects of the joint research

Regular online meetings during the first half of the research period facilitated sharing of research progress and challenges encountered in each work package. In the latter half, active mutual visits, joint field surveys, annual summary meetings, and technical workshops fostered vigorous discussions on the technologies developed by each country's members. The achievements of all work packages are the result of technical exchanges between Japan and the partner countries, which could not have been accomplished by a single country alone. Furthermore, the results of this joint research were presented jointly at the International Conference of PAWEES (International Society of Paddy and Water Environment Environment) for two consecutive years and in ICID (International Commission for Irrigation and Drainage) conference.

5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

The developed technical elements of each work package and the platform implementing these elements are shared among participating organization members. Therefore, it is planned to disseminate them to private companies and government agencies responsible for

water management, which will be the primary users in the future. For this purpose, construction methods for some of the technical elements, including physical and machine learning models, have already been published as manuals in technical books on the platform. Manuals for other work package achievements are also being prepared. It is hoped that this platform will be widely used in practical applications and human resource development.

国際共同研究における主要な研究成果リスト

1. 論文発表等

＊原著論文（相手側研究チームとの共著論文）発表件数：計 1 件

・査読有り：発表件数：計 1 件

1. M.I. Rau, A. Julzarika, N. Yoshikawa, T. Nagano, M. Kimura, B.I. Setiawan, L.T. Ha "Application of topographic elevation data generated by remote sensing approaches to flood inundation analysis model", Paddy and Water Environment., 2024, 285-299 DOI:10.1007/s10333-023-00967-1

2. 学会発表

＊口頭発表（相手側研究チームとの連名発表）

発表件数：計 8 件（うち招待講演：0 件）

PAWEES 2022 in Fukuoka:

1. Budi I. Setiawan, Riani Muharomah, Natsuki Yoshikawa, Takanori Nagano, Satyanto Krido Saptomo, Chusnul Arif (2022) Analysis of Climate Patterns on A Rice-Producing Area in the Northern West Java of Indonesia
2. Maulana Ibrahim Rau, Natsuki Yoshikawa, Atriyon Julzarika, Horacio Manuel Massique, Tomokazu Nakamura, Hiroya Sato (2022) The comparison Between Japanese Topographic and Bathymetric DTM and the Latest DTM in Japan
3. Atriyon Julzarika, Maulana Ibrahim Rau, Natsuki Yoshikawa (2022) Geospatial Mapping Using the Latest DTM to Extract Detailed Topography and Bathymetry

2022 年度農業農村工学会大会講演会:

4. 長野宇規、吉川夏樹、木村匡臣、元永佳孝、Ha Lan Thanh、Setiawan Budi Indra (2022) アジアデルタ地域の持続的な農業を支える機械学習とリモートセンシングを活用した統合水管理プラットフォームの開発

PAWEES 2023 in Busan:

5. Takanori Nagano, Natsuki Yoshikawa, Masaomi Kimura, Yoshitaka Motonaga, Budi Indra Setiawan, Lan Thanh Ha (2023) Development of a GIS-based integrated agricultural water management platform to mitigate impact of flood and saltwater intrusion to rice cultivated Asian deltas

25th ICID International Congress:

6. Takanori Nagano, Natsuki Yoshikawa, Masaomi Kimura, Yoshitaka Motonaga, Lan Thanh Ha, Budi Indra Setiawan (2023) Machine learning and remote sensing-based water management platform for sustainable agriculture in Asian deltas (MARSWM-ASIA)

2023 年度農業農村工学会大会講演会:

7. Maulana Ibrahim Rau, Atriyon Julzarika, Natsuki Yoshikawa, Takanori Nagano, Masaomi Kimura, Budi Indra Setiawan, Lan Thanh Ha (2023) Remote sensing-based topographic and bathymetric modelling ("the Latest DTM"): Modification of drainage canal bed elevation for inland flood model
8. 陳尚煜, Rudiyanto, Hung Dinh Xuan, Lan Thanh Ha, 長野宇規, 吉川夏樹(2023) アジアの多様な栽培形態に対して頑強な稲作判別法の開発

*口頭発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）

発表件数：計 14 件（うち招待講演：0 件）

PAWEES 2021 in Taipei (Online):

1. Masaomi Kimura, Takahiro Ishikawa, Naoto Okumura, Toshiaki Iida, Natsuki Yoshikawa (2021) Development of a short-term prediction model for water levels in low-lying area applying machine learning trained by observed and artificially generated data

2021 年度農業農村工学会大会講演会:

2. 高山侑也、長野宇規、吉川夏樹、(2021) 合成開口レーダによる土地利用判別が困難な圃場区画の検出法
3. 佐藤雄亮、吉川夏樹、宮津進、岩村祐暉 (2021) 田んぼダム実施水田の溢水要因の可視化

第 78 回農業農村工学会京都支部研究発表会:

4. 高山侑也、長野宇規、吉川夏樹 (2021) 時系列 SAR 画像を利用した水稻・大豆・耕作放棄地の判別
5. 隋岳穎、長野宇規、高山侑也 (2021) Sentinel-1 データを用いた水稻移植日の推定

PAWEES 2022 in Fukuoka:

6. Hiroya Sato, Natsuki Yoshikawa (2022) Prediction of Saltwater Wedges by Machine Learning
7. Chen Sangyu, Takanori Nagano, Natsuki Yoshikawa (2022) Development of field-specific discrimination method for various paddy rice
8. Kei Awano, Masaomi Kimura, Tsumugu Kusudo, Atsushi Yamamoto, Atsushi Okayama, Yutaka Matsuno (2022) Prediction of inflow into low-lying lake by machine learning trained with simulated rainfall events

2022 年度農業農村工学会大会講演会:

9. 阿波野景、木村匡臣、楠堂紡、山本純之、松野裕 (2022) 模擬降雨イベントを用いた機械学習による低平地湖沼への流入量予測

第 79 回農業農村工学会京都支部研究発表会:

10. 陳尚煜、長野宇規、吉川夏樹 (2022) アジアの多様な稲作に適用できる判別法の開発
11. 阿波野景、楠堂紡、能勢篤、木村匡臣、山本純之、松野裕 (2022) DNN および LSTM を用いた低平地湖沼への流入量予測

PAWEES 2023 in Busan:

12. Hiroya Sato, Maulana Ibrahim Rau, Natsuki Yoshikawa (2023) Development of Inland Flood Modeling using Long Short-Term Memory (LSTM)
13. Maulana Ibrahim Rau, Hiroya Sato, Yusuke Sato, Natsuki Yoshikawa, Susumu Miyazu, Masaomi Kimura (2023) The Performance Evaluation of Inland Flood Modeling using Long Short-Term Memory (LSTM)
14. Kei Awano, Masaomi Kimura, Yutaka Matsuno, Natsuki Yoshikawa (2023) Prediction of water levels in a low-lying lake using a DNN trained with mock rainfall events

*ポスター発表（相手側研究チームとの連名発表）

発表件数：計 0 件

＊ポスター発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）

発表件数：計 1 件

AGU Fall Meeting 2023:

1. Masaomi Kimura, Kei Awano, Yutaka Matsuno, Wenpeng Xie, Natsuki Yoshikawa (2023) Short-term prediction model for water levels in low-lying area applying DNN trained by observed and artificially generated data

3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1. テクニカル・ワークショップ、主催者：新潟大学、新潟大学農学部、新潟、日本、2022 年 11 月 19 日、参加者 15 名程度
2. 最終統括ワークショップ&シンポジウム、主催者：IWRP、IWRP 会議室、ハノイ、ベトナム、2024 年 3 月 15 日～16 日、参加人数：25 名程度
3. 最終統括シンポジウム、主催者：IPB 大学、Abdul Muis Nasution 講堂、ボゴール、インドネシア、2024 年 3 月 19 日、参加人数：60 名程度

4. 研究交流の実績（主要な実績）

1. 2021 年 5 月 12 日：キックオフミーティング、オンライン
2. 参加国のチームメンバーが参加する定期オンラインミーティングを 3 週間に 1 回開催
3. 2022 年 3 月 28 日：2021 年度総括ミーティング、オンライン
4. 2022 年 11 月 20 日：日本側対象地合同視察
5. 2023 年 3 月 3 日～8 日：第 1 回ベトナム合同調査
6. 2023 年 3 月 9 日：2022 年度総括ミーティング、IWRP 会議室（ベトナム・ハノイ）
7. 2023 年 12 月 2 日～9 日：第 2 回ベトナム合同調査
8. 2024 年 3 月 21 日～22 日：インドネシア対象地合同視察

5. 特許出願

研究期間累積出願件数：0 件

6. 受賞・新聞報道等

Outstanding Paper Award at the PAWEES held on October 23-24, 2023, Busan, Korea （受賞者: Rau Maulana Ibrahim）

7. その他

【オープンサイエンスにかかる取り組み】

・開発したモデル「内水氾濫解析モデル」および「機械学習モデル」のソースコード、技術書、マニュアルを統合水管理プラットフォーム内で公開（URL：<https://marswm-asia.streamlit.app/>）