

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「持続可能な社会を支える防災・減災に関する研究」

研究課題名「気候変動下での持続的な地域経済発展への政策立案のための

ハイブリッド型水災害リスク評価の活用」

採択年度：令和元年（2019年）度/研究期間：5年/

相手国名：フィリピン共和国

令和2（2020）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

20**年 月 日から20**年 月 日まで

JST側研究期間^{*2}

2019年4月1日から2025年3月31日まで

（正式契約移行日2020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：氏名 大原 美保

国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント

国際センター・主任研究員

【令和2年度実施報告書】【210531】

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

令和元年度は、下記のスケジュールに沿って研究活動を実施した。

表1 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2019 年度 (10ヶ月)	2020年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度 (12ヶ月)
1. データの収集・統合化						
1-1 自然・社会環境データ収集						
1-2 ビッグデータシステムの構築						
1-3 サーバーの設置・改良						
1-4 データ共有ガイドライン作成		第1段階構築				
1-5 ビッグデータ共有						
1-6 研修実施						
2. 水理水文・農業モデルによる 洪水・渇水リスク評価			統合化の実現			
2-1 水理水文・農業モデルの統合化						
2-2 観測データを用いた検証				評価結果の取りまとめ		
2-3 対象流域でのリスク評価					評価結果の取りまとめ	
2-4 気候変動・社会的変化の考慮						
2-5 研修実施						
3. 水災害レジリエンス評価						
3-1 対象地域での課題の抽出						
3-2 対象流域での評価指標の設定			指標の設定			
3-3 対象地域のレジリエンス評価					評価結果の取りまとめ	
3-4 適応策の効果検証と可視化						
3-5 研修実施						
4. 持続可能な経済発展シナリオ の検討						
4-1 既存の政策／計画のレビュー						
4-2 シンプルモデルでの経済発展予測						
4-3 多産業・多地域モデルでの予測					多産業・多地域モデルの完成	
4-4 適応策の効果検証						
4-5 関係機関との対話						
4-6 政策提言					政策提言書の完成	

*新型コロナウイルス感染症の蔓延により、相手国内の対象流域での現地調査やヒアリング等が実施できていない。よって、「3.1 対象地域での課題の抽出」およびそれに基づく「3.2 対象流域での評価指標の設定」、「4.1 既存の政策／計画のレビュー」に関しては、十分に現地の情報収集が出来ていない可能性があるため、赤字で示した通り、2021年度まで継続して実施することとする。

【令和2年度実施報告書】【210531】

(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)

特になし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

○プロジェクト全体のねらい

・本研究は、気候変動・水理水文・農業・社会経済活動モデルを結合させたハイブリッド型評価モデルとビッグデータプラットフォームを活用して、観測・統計データから災害リスク・防災投資効果の可視化までを首尾一貫して結ぶ「End to End なアプローチ」により、科学的知見に基づく事前の防災投資を推進する。これにより、地方都市の水災害レジリエンスの向上による持続可能な発展と、マニラへの更なる一極集中を是正した均衡ある国土の発展を促すことを目指した政策提言を行う。研究対象流域は、フィリピン共和国のルソン島に位置するパンパンガ川流域及びパッシング・マリキナ川・ラグナ湖流域である。政策提言は、各流域への政策提言書としてとりまとめて公表し、中央および地方政府の政策や計画に反映されることを目指す。

○研究運営体制

・国際共同研究は、①データの収集・統合化、②水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価、③水災害レジリエンス評価、④持続可能な経済発展シナリオの検討という4つの研究題目から構成される。

表2 各グループ及びグループリーダー

グループ	日本		フィリピン
	共同研究機関	ICHARM	
①全体統括	—	大原美保	Project Director: Dr. Fernando C, Sanchez, Jr.(UPLB) Project Manager: Dr. Patricia Sanchez (SESAM, UPLB)
②データの収集・統合化	安川雅紀 (東京大学)	宮本守	Dr. Roger A. Luyun, Jr. (CEAT, UPLB)
③水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価	本間香貴 (東北大学)	Abdul Wahid Mohamed RASMY	Dr. Vicente Ballaran, Jr. (CEAT, UPLB)
④水災害レジリエンス評価	瀧健太郎 (滋賀県立大学)	大原美保	Dr. Patricia Ann Sanchez (SESAM, UPLB)
⑤持続可能な経済発展シナリオの検討	横松宗太 (京都大学)	—	Dr. Maria Angeles Catelo (CEM, UPLB) (sub-leader) Dr. Agnes Rola (CPAf, UPLB)

- ・国際共同研究の実施機関は、日本側は国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM、研究代表機関）・東京大学・東北大学・滋賀県立大学・名古屋大学・京都大学である。フィリピン側は、フィリピン大学ロスバニョス校(UPLB、相手国側研究代表機関)・ディリマン校（UPD）・ミンダナオ校（UPMin）である。フィリピン国内の協力機関は、Department of Science and Technology (DOST)、Department of Public Works and Highways (DPWH)、Laguna Lake Development Authority (LLDA)、Metropolitan Manila Development Authority (MMDA)の4機関である。
- ・表2に4つの研究題目に対応したグループ及びグループリーダーを記す。

○研究目標の達成状況とインパクト等

- ・令和2年度より、相手国側でのJICA事業を開始予定であったが、新型コロナウイルス感染症の世界的な蔓延に伴い、現地JICA事業の開始を延期している。現時点では、2021年6月3日に、JICA大橋麻希子業務調整員がフィリピン共和国に入国するとともに、5か年間の現地JICA事業を開始する予定である。また、6月30日午前に、オンラインにてキックオフ会議を開催する予定である。
- ・日本国内においては、2020年6月17日、12月21日の2回、国内全体会議を開催するとともに、定期的に4つの研究題目（①データの収集・統合化、②水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価、③水災害レジリエンス評価、④持続可能な経済発展シナリオの検討）ごとのメンバー打ち合わせを開催している。研究成果の詳細は、次節以降に記す。

表3 フィリピン側の研究メンバーとのオンライン会議の開催状況

日にち	会議の種類	会議内容	参加者
2021年12月2日	全体会議	日本・フィリピンメンバー全体会議	34人（うち、フィリピン18人）
2020年8月27日	グループリーダー会議	グループ1：データの収集・統合化	10名（うち、フィリピン3名）
2020年8月26日	グループリーダー会議	グループ2及び3：洪水渇水リスク・レジリエンス評価	14名（うち、フィリピン5名）
2020年9月2日	グループリーダー会議	グループ2：流量モニタリング関連中心の会議	8名（うち、フィリピン3名）
2020年8月31日	グループリーダー会議	グループ4：経済シナリオ予測	7名（うち、フィリピン4名）
2021年2月16日	グループ全メンバー会議	グループ1（データの収集・統合化）の日本・フィリピンメンバーの会議	9名（うち、フィリピン5名）
2021年3月12日	グループ全メンバー会議	グループ2(洪水渇水リスク)の日本・フィリピンメンバーの会議	18名（うち、フィリピン8名）
2021年3月15日	グループ全メンバー会議	グループ3及び4（水災害レジリエンス評価・経済シナリオ予測）の日本・フィリピンメンバーの会議	18名（うち、フィリピン8名）

- ・新型コロナウイルス感染症の蔓延に伴い、現地研究者との対面はオンラインを通してのみであるが、4つの研究題目ごとに研究活動を進めている。日本・フィリピンの研究代表機関である土木研究所、

【令和2年度実施報告書】【210531】

UPLB は、おおむね月一回以上のペースで、オンライン打合せを実施した。フィリピン側研究メンバーと、グループごとに開催したオンライン会議の一覧は、表 3 に示す。

- ・ 2020 年 11 月 12 日に台風 Ulysses がルソン島を横断し、2009 年の台風 Ondoy 以来の規模での甚大な被害をもたらした。本研究プロジェクトで実施予定の洪水リスク・レジリエンス評価においては、この台風 Ulysses による洪水の再現解析も入れていく必要があると考え、フィリピン・日本のコアメンバーでのオンライン打合せを重ね、両国メンバー共同での緊急的な被害データ収集活動を行うこととした。衛星画像および Google Search Engines を活用して浸水地域・避難者・家屋被害等の被害分布のマッピングを行い、被害を可視化できる WEB アプリケーションの環境を構築した。また、台風被害に関する更なるデータの収集を行った。
- ・ 衛星画像からの浸水域の判読結果をはじめとする、これらの結果は、JICA 本部及び JICA フィリピン事務所にも共有し、JICA フィリピン事務所経由で、DPWH 等の連携機関にも提供された。一連の活動については、2021 年 5 月 30 日～6 月 6 日にオンライン開催予定の日本地球惑星科学連合 2021 年大会において 2 件の発表を行い、成果の情報発信を行う予定である。
- ・ 各グループでの達成状況については、以下に記す。研究題目・研究活動は、JICA 技術協力プロジェクトの Project Design Matrix (PDM), Plan of Operation(PO)の Output 及び Activity と整合している。

(2) 研究題目 1 : 「データの収集・統合化」

リーダー：東京大学 地球観測データ統融合連携研究機構 特任助教・安川雅紀

土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 研究員・宮本守

フィリピン大学ロスバニョス校 (UPLB) Dr. Roger A. Luyun, Jr.

①研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

i)自然・社会環境に関するデータの収集

- ・ パンパンガ川流域及びパッシング・マリキナ川・ラグナ湖流域において研究活動上で必要となる自然・社会環境データについて引き続きヒアリングを行った。また、高解像度標高データ (ifSAR) 等の既に収集済のデータの SATREPS での使用手続きを行うとともに、パッシング・マリキナ川流域の雨量と河道断面データを収集した。

ii)データ統合・解析システム (DIAS) を基盤としたビッグデータシステムの構築

- ・ データ統合・解析システム (DIAS) を基盤としたビッグデータシステムを構築するため、データアップロード・ダウンロードツールについて、DIAS が既に関連したフィリピン・ダバオ川流域におけるデータアップロードツールを拡張し、SATREPS 向けのデータアップロード・ダウンロードツールのプロトタイプを DIAS 基盤上の SATREPS 用バーチャルマシン (VM) 上に開発実装した。当該データアップロード・ダウンロードツールは、ユーザ登録、ユーザ認証、データ一覧表示、データアップロード、メタデータ閲覧、メタデータ編集、データ共有、データ検索、データダウンロード等の機能を持っている。図 1 はデータアップロードページのスナップショットであり、ユーザはアップロードするデータのメタデータ入力、データ共有ガイドラインに基づいたデータ共有レベルの

選択、アップロードするデータのファイル選択等を行って、データをサーバにアップロードすることが出来る。図2はアップロードしたデータの一覧であり、データのメタデータ閲覧やデータ削除が可能である。また、メタデータの閲覧アイコンをクリックすると、図3のようにメタデータを閲覧することができ、メタデータ編集やデータダウンロードも可能である。

HOME Masaki Yasukawa

File Upload

Category [required]

Element [required]

Domain [required] ☐ Philippine ☐ State ☐ Mindanao island ☐ Davao City ☐ Baranggay ☐ Municipalities ☐ Others

Data Type [required] ☐ Map(2D,3D) ☐ Time Series ☐ Statistics ☐ Others

Temporal Resolution [required] ☐ Hourly ☐ Daily ☐ Weekly ☐ Monthly ☐ Seasonal ☐ Annual ☐ Others

Period From: To:

Spatial Resolution Unit: ☐ Degree ☐ Km ☐ m

Dataset Unit [required] ☐ mm ☐ meters ☐ m² ☐ m/sec ☐ m³/sec ☐ USD ☐ Pesos ☐ Person ☐ ton ☐ Ha ☐ Percent ☐ Others

Dataset Name [required]

Dataset Source [required] ☐ ASTI ☐ ODA ☐ DENR ☐ DOST ☐ DPWH ☐ DREAM ☐ DTI ☐ LGU ☐ NAMRIA ☐ NEDA ☐ OCD ☐ PAGASA ☐ PSA ☐ UP Diliman ☐ UP Mindanao ☐ Others

Remarks

License [required] ☐ A ☐ B ☐ C

Select File [required] 選択されていません

図1 データアップロードページ

HOME
Masaki Yasukawa

File Upload

Click the button right to upload your file.

File upload

List of Uploaded Files

Search the files by entering keyword.

Search

Uploaded or Modified(PST)	Filename	Filesize(byte)	Metadata	Delete
2021-05-26 11:26:07	Rainfall-Sasmuan-hourly-2019.xlsx	7,981	View	Delete
2021-04-07 00:12:08	sample-rainfall.xlsx	7,996	View	Delete
2021-03-15 16:25:29	Book-test1.xlsx	7,893	View	Delete

図 2 アップロードしたデータの一覧

HOME
Masaki Yasukawa

Edit

Category	Hazard
Element	Rainfall
Domain	Philippine
Data Type	Time Series
Temporal Resolution	Hourly
Period	From : 20190101 To : 20191231
Spatial Resolution	Point
Dataset Unit	Others : mm/hour
Dataset Name	Hourly Rainfall at Sasmuan
Dataset Source	PAGASA
Remarks	
License	A
Filename	Rainfall-Sasmuan-hourly-2019.xlsx
Filesize	7981 bytes
Uploaded	2021-05-26 11:26:07
Modified	2021-05-26 11:26:07

図 3 アップロードしたデータのメタデータ閲覧

iv)データ共有ガイドラインの作成

- ・フィリピン国内の約 20 の関係行政機関との対話の場として既に発足済の「水のレジリエンスと災害に関するプラットフォーム (Platform on Water Resilience and Disasters)」では、活動の中で共有するデータについて、データ共有ガイドラインを作成している。このプラットフォームは、国際機関が推進している国際洪水イニシアティブ (IFI) の活動の一環として、いくつかの国において試行的に発足しているものである。SATREPS においても、様々な機関とデータを共有することを考慮し、本プラットフォームのデータ共有ガイドラインを参考にして、以下のように作成した。

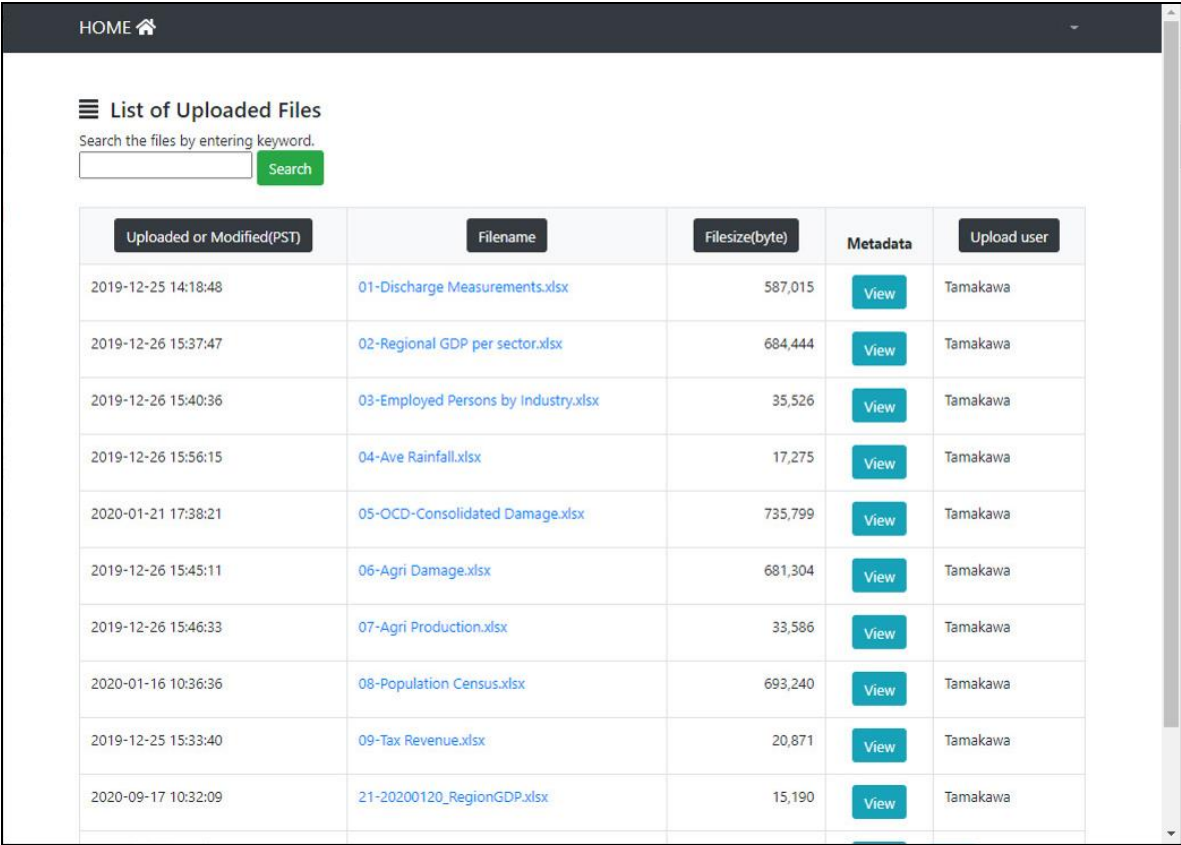
Category 1: Data, metadata and products are shared as Open Data by default.

Category 2: Data, metadata and products are shared only among the IFI Platform members

Category 3: Data, metadata and products are shared only among the SATREPS members

Category 4: Data, metadata and products are shared with those who get a permission from the data provider.

一般に公開されているデータには Category 1 が適用され、SATREPS として収集したデータには Category 3 が適用されるが、SATREPS 参画メンバーは IFI のプラットフォームの参加機関となることにより IFI プラットフォームで収集した Category2 データも使用可能とすることとした。別事業等で収集したデータについてはデータ所有者のデータポリシーに沿って Category 4 が適用される。ガイドラインは、必要に応じてフィリピン側と協議を行って改訂する予定である。



Uploaded or Modified(PST)	Filename	Filesize(byte)	Metadata	Upload user
2019-12-25 14:18:48	01-Discharge Measurements.xlsx	587,015	View	Tamakawa
2019-12-26 15:37:47	02-Regional GDP per sector.xlsx	684,444	View	Tamakawa
2019-12-26 15:40:36	03-Employed Persons by Industry.xlsx	35,526	View	Tamakawa
2019-12-26 15:56:15	04-Ave Rainfall.xlsx	17,275	View	Tamakawa
2020-01-21 17:38:21	05-OCD-Consolidated Damage.xlsx	735,799	View	Tamakawa
2019-12-26 15:45:11	06-Agri Damage.xlsx	681,304	View	Tamakawa
2019-12-26 15:46:33	07-Agri Production.xlsx	33,586	View	Tamakawa
2020-01-16 10:36:36	08-Population Census.xlsx	693,240	View	Tamakawa
2019-12-25 15:33:40	09-Tax Revenue.xlsx	20,871	View	Tamakawa
2020-09-17 10:32:09	21-20200120_RegionGDP.xlsx	15,190	View	Tamakawa

図 4 データ共有

Uploaded or Modified(PST)	Filename	Filesize(byte)	Metadata	Upload user
2019-12-26 15:55:11	DPWH-20191106T013418Z-001.zip	208,085,243	View	Tamakawa
2019-12-25 14:18:48	01-Discharge Measurements.xlsx	587,015	View	Tamakawa

図5 データ検索(キーワード「DPWH」で検索)

v)DIASを利用したビッグデータの共有

- DIAS を利用したビッグデータの共有については、上記で開発したデータアップロード・ダウンロードツールを用いて、ビッグデータの蓄積・共有・利用を試験的に開始した。具体的には、図4のように、アップロードされたデータはデータアップロード・ダウンロードツール上で各ユーザに共有されるようにした。メタデータのアイコンをクリックすると、メタデータを閲覧することができ、データをダウンロードすることが出来るようにした。また、データリストは、アップロード日時、ファイル名、ファイルサイズ、データアップロードしたユーザ等でソーティングができ、メタデータを用いたデータ検索も可能である(図5)。

vi)データアップロード・ダウンロードに関する研修の実施

- コロナ禍により現地事業開始を延期しており、研修実施は事業開始後が望ましいとの方針のため、本年度のデータアップロード・ダウンロードに関する研修は、次年度に延期した。
- 開発したデータアップロード・ダウンロードツールのプロトタイプを使用したオンライン研修を次年度に実施するため、当該ツールの研修用教材の作成に着手した。今後、当該研修を行うことで多くのデータが DIAS 基盤上に収集され、データ共有ガイドラインに基づいてユーザにデータが共有されることが期待される。その他の計画については当初の計画通りに達成した。

②研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

iii)サーバの設置・改良

- 相手国側代表機関の UPLB キャンパス内での SATREPS 専用ルーム兼サーバ室の増築工事がコロナウイルス感染拡大によって遅れているため、調達するサーバの仕様については市場在庫を参考にしながら次年度に再度検討することとした。写真1に、2021年5月27日時点での、工事中の SATREP ルーム兼サーバ室の状況を掲載する。6月中には、工事完了を予定している。

vi)データアップロード・ダウンロードに関する研修の実施

- 本年度の研修は次年度に延期したため、次年度以降に技術移転を進める予定である。2021年7月に、訪日研修の代わりにeラーニング研修を実施し、データのアップロード・ダウンロードシステムの使い方に関する研修を行う予定である。

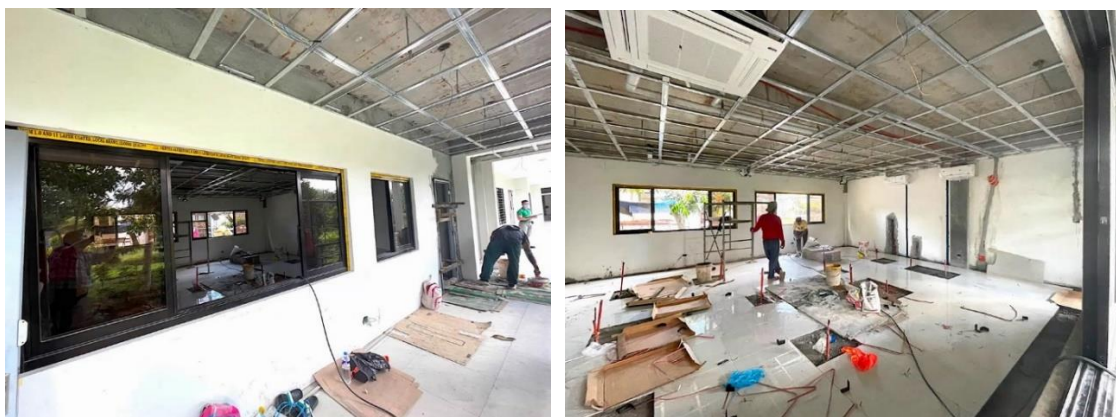


写真1 2021年5月27日時点での SATREP ルーム兼サーバ室の状況

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

- ・データ統合の一連として、2019年2月から、パンパンガ川流域を対象として、洪水監視システムを稼働させている。これは、フィリピン大気地球物理天文局（PAGASA）が設置している地表雨量計データと JAXA の衛星観測雨量データ（GSMaP）を用いて、RRI モデルを用いてリアルタイム氾濫シミュレーションを行うシステムであり、将来的には、洪水の警戒やリアルタイムな被害推定に活用することを目指している(図6)。
- ・2020年11月に台風 Ulysses がルソン島を横断した際にも、本システムは稼働中であったが、PAGASA から DIAS へのデータ転送の途絶により、リアルタイムな氾濫予測が進まず、台風に伴うデータ転送障害に関する課題があった。台風 Ulysses 後は、DIAS がリアルタイムで蓄積している観測データをフィリピンの関係機関とデータ共有を行うため、これまで DIAS が開発してきた Web ベースの洪水監視システム上に衛星観測データを視覚化して速やかに公開した(図7)。

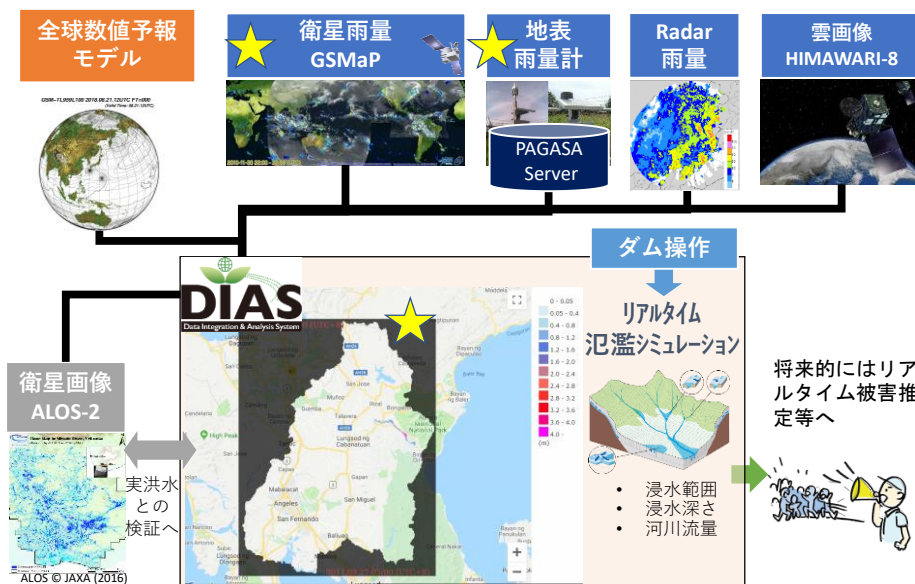


図6 パンパンガ川流域での洪水監視システムの構成（黄星印は2019年2月から稼働中）

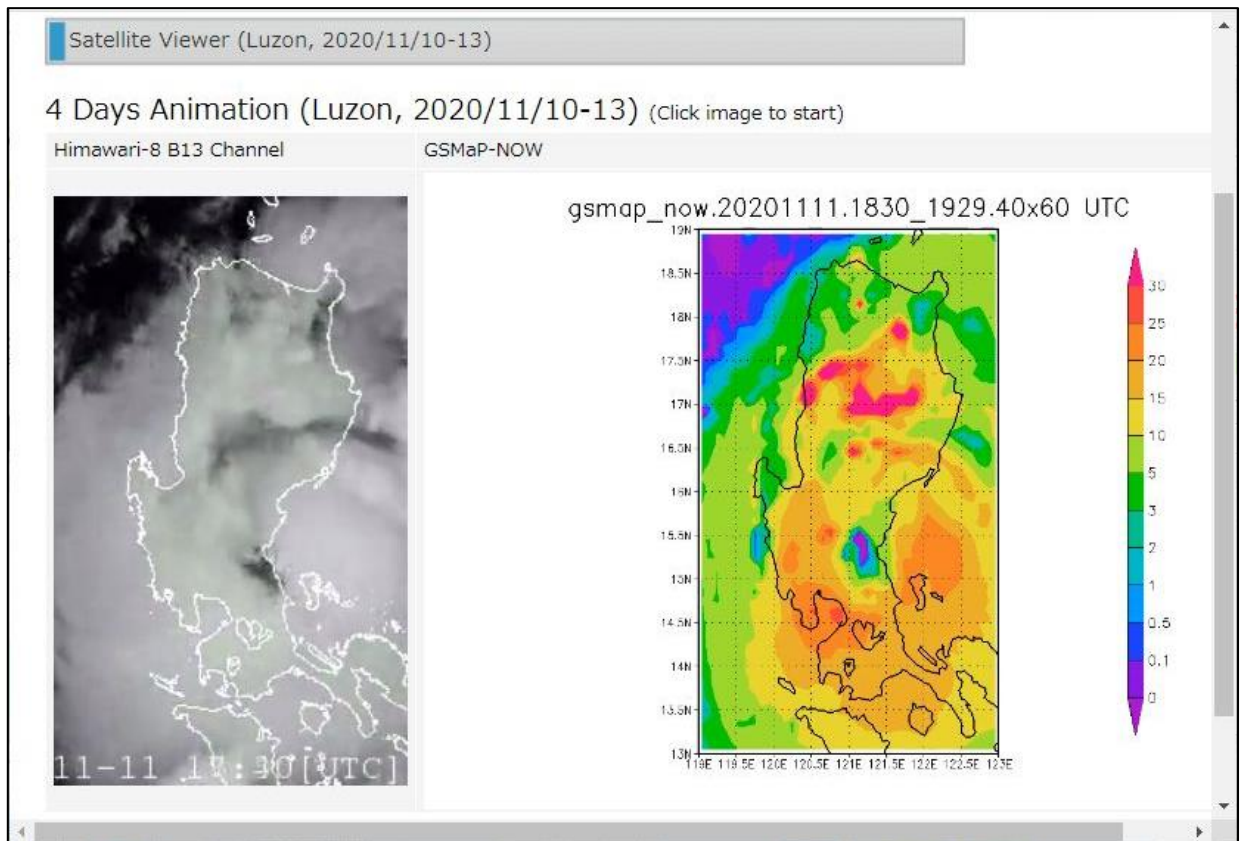


図7 ひまわり8号とGSMaP降雨データとの統合表示

・図7は、台風Ulyssesにおける衛星観測データの視覚化例である。左側が今回新たにシステムに追加したひまわり8号の雲画像(赤外画像)、右側がJAXA GSMaPの降雨マップを示しており、台風の雲の位置と降雨強度との比較が容易になった。このような対応は現地側からのニーズもあり、今後も台風などによる豪雨が発生した場合には、同様な対応が必要だと考えられる。

④研究題目1の研究のねらい（参考）

・研究対象流域であるパンパンガ川流域及びパッシング・マリキナ川・ラグナ湖流域において、相手国側研究機関・協力機関と連携しながら自然・社会環境データの収集を行う。また、データをデータ統合・解析システム（DIAS）を介して収集・利用するためのデータアップロード・ダウンロードインターフェースの開発、データ共有ガイドラインの整備、及びこれらの相手国側への研修を行う。また、現地においてデータを蓄積するためのサーバの設置に向けた具体的な検討も行う。

⑤研究題目1の研究実施方法（参考）

- i) 自然・社会環境に関するデータの収集
- ii) データ統合・解析システム（DIAS）を基盤としたビッグデータシステムの構築
- iii) サーバの設置・改良
- iv) データ共有ガイドラインの作成
- v) DIASを利用したビッグデータの共有

vi)データアップロード・ダウンロードに関する研修の実施

(3) 研究題目 2 : 「水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価」

リーダー：東北大学大学院農学研究科 教授・本間香貴

土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 主任研究員

・ Mohamed RASMY Abdul Wahid

フィリピン大学ロスバニョス校 Dr. Vicente G. Ballaran, Jr.

① 研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

i) 水理水文モデルと農業モデルを統合化した評価モデルの開発

・土木研究所 ICHARM が開発・公開しており、河川流量・河川水位・洪水氾濫域・浸水深を計算可能な降雨流出氾濫モデル(RRI Model: Rainfall-Runoff-Inundation Model)に、地表面での水・エネルギー収支(Water and Energy Budget based) を連結した新たな「水エネルギー収支降雨流出氾濫モデル (WEB-RRI モデル)」を開発した。WEB-RRI モデルは大きく 4 つのモジュールで構成されている。さらに、表面流と河道流、地下水流と河道流、地下水流と土壌水分量の各相互作用も WEB-RRI モデルで計算している。

1 つ目：地表面での水・エネルギーの相互作用を計算するモジュール

大気強制力（風向・風速、気温、湿度、下向き長波放射、日射、降水量）をモデルグリッドごとに入力し地表面での水・エネルギー収支を Simple Biospheres Model 2 (Sib2) で計算する。

2 つ目：土壌水分の鉛直分布を計算するモジュール

鉛直方向の地下水と涵養量をリチャーズとダルシー式に基づいて推定する。

3 つ目：二次元拡散波近似による、地表流と地下水流の計算モジュール

着目しているモデルグリッドと周囲のグリッドとの水位差によって低平地における水の流出方向と流速を決める。

4 つ目：一次元拡散波近似による、河道流の計算モジュール

モデルの河道グリッドセルの上下流の水位差によって流量と水位を計算する。

・水理水文モデルと農業モデルを統合化した評価モデルの開発のために、WEB-RRI モデルをパンパナガ川流域に適用した。当該流域での近年の最大洪水である 2011 年 9 月の台風 Pedring・Queil 災害を含む 2009 年 9 月から 2012 年 12 月の実際の観測流量データを用いて、中流域の San Isidro 観測所地点での解析モデルの精度検証を行ったところ、モデルによる流量推定値は観測流量値とよく一致した。よって、WEB-RRI モデルに、東北大学により開発されてきた作物の成長予測を行うモデル (SIMRIW : Simulation Model for Rice-Weather) を統合したコード開発を行った。

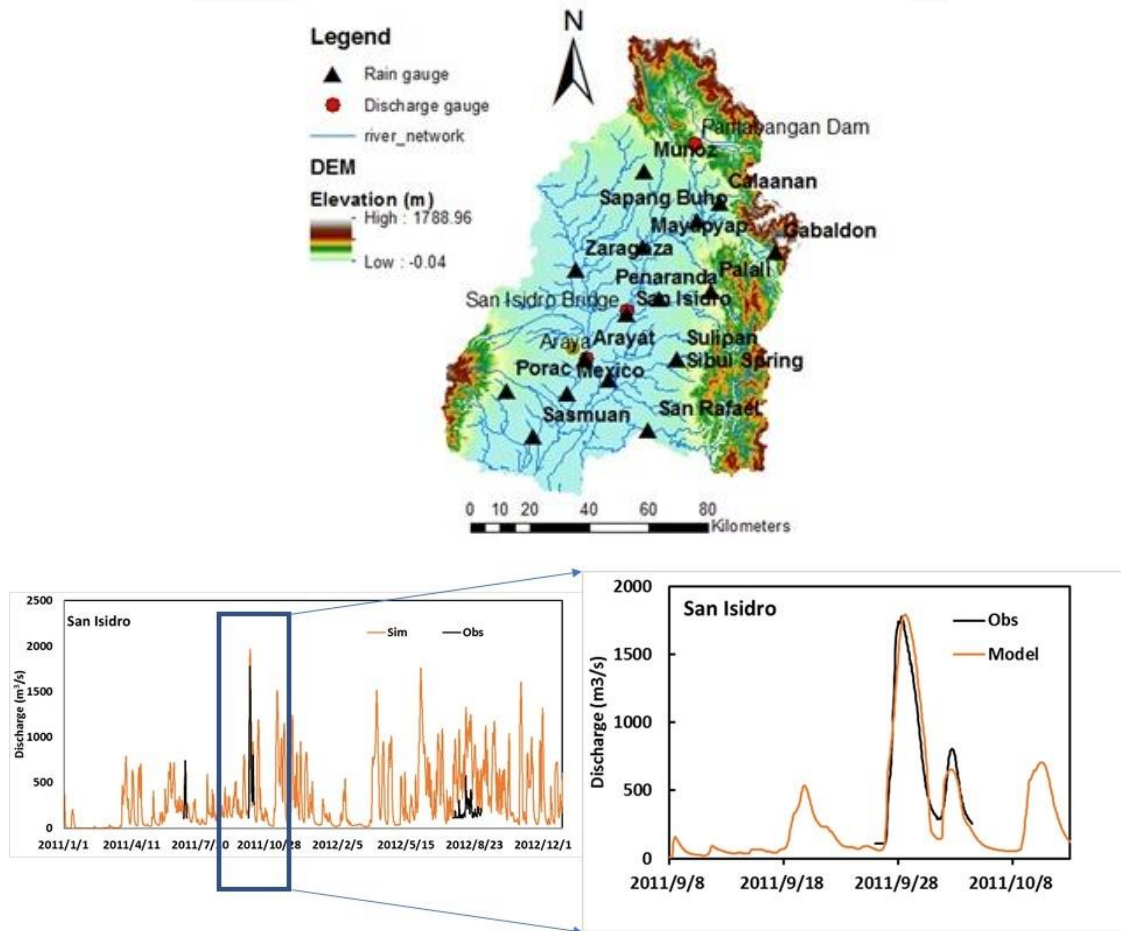


図8 パンパンガ川流域への水エネルギー収支降雨流出氾濫モデル (WEB-RRI モデル) の適用結果

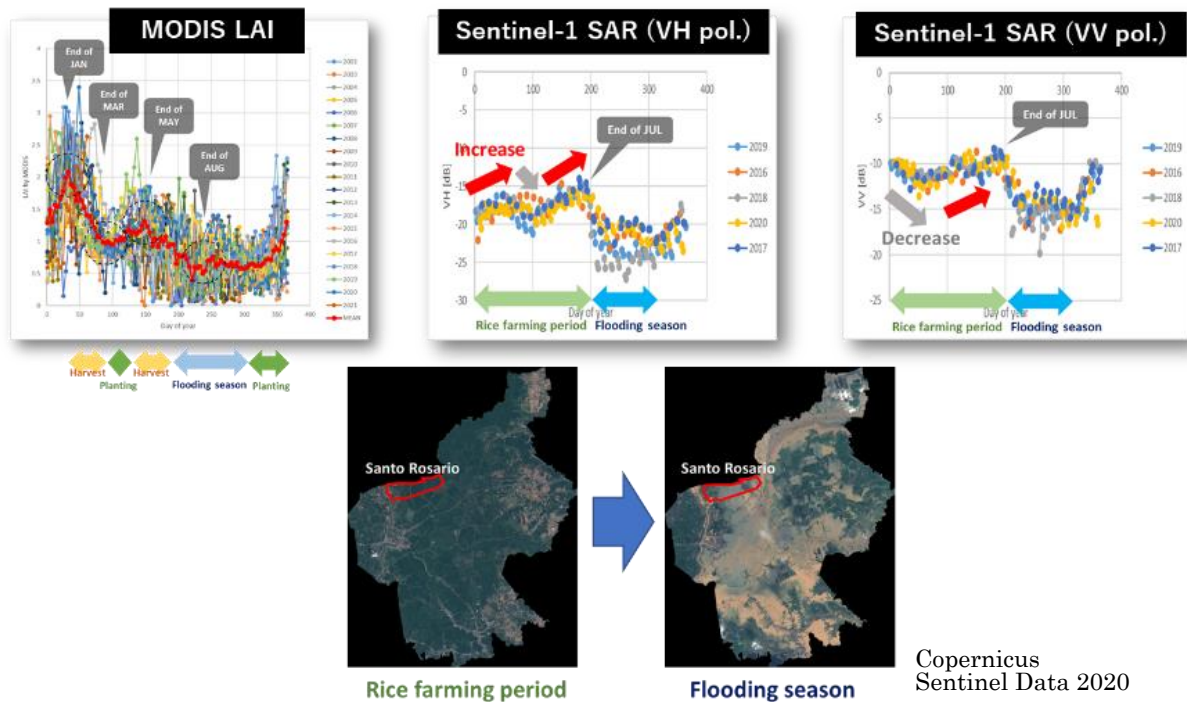


図9 パンパンガ川流域カンダバ市での MODIS 可視データによる LAI 等の植生指標、Sentinel-1 SAR の後方散乱係数による時系列解析

ii) 観測データを用いたモデルのキャリブレーション・検証

- ・コロナ禍により、モデルの検証のための作物の生育に関する現地データの入手が叶わなかったため、現地観測データの代わりに衛星画像から取得可能なデータの活用を検討することとした。パンパンガ流域カンダバ市の水田において MODIS 衛星可視データから得られる葉面積指数 (LAI: Leaf Area Index) 等の植生指標および衛星 SAR データから得られる後方散乱係数の時系列変化を解析した。この結果、作物の生育ステージと連動するような季節変化を捉えられることを確認した (図 9)
- ・さらに東北大学では、日本国内のサンプル地域において、MODIS の LAI データと農業モデル SIMRIW を用いて、図 10 左の通り、収量推定を行い、実測値を用いて検証を行った。図 10 右に示したように、県単位で平均すると、1 : 1 から外れる点はあったものの、年次変動の傾向は示され、衛星画像から取得した葉面積指数 LAI を用いた収量推定の可能性が確認された。

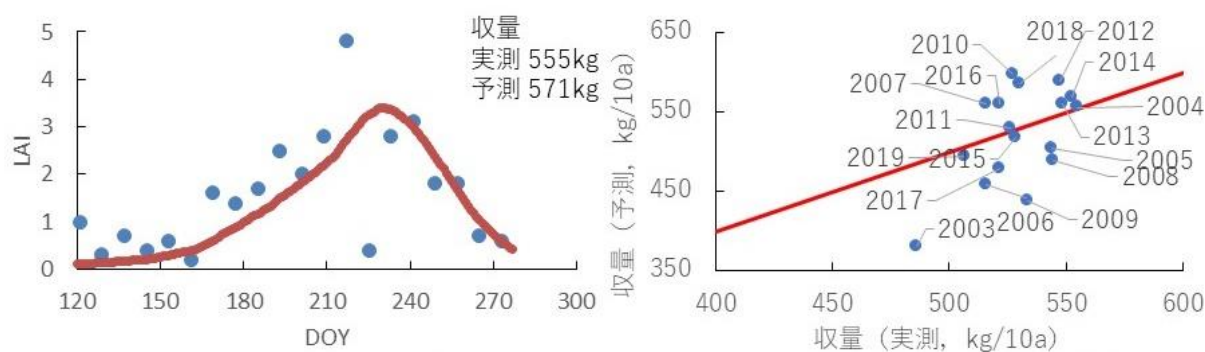


図 10 MODIS-LAI をもとにした SIMRIW を用いた収量推定と実測値を用いた検証

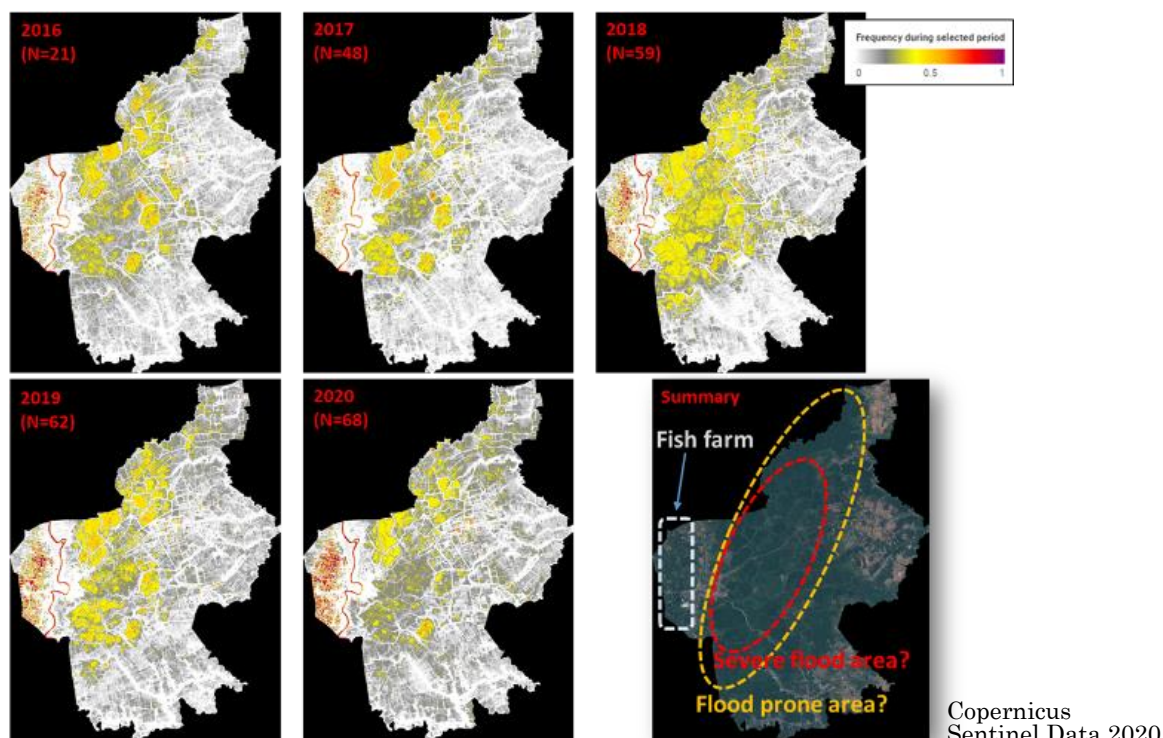


図 11 衛星画像を用いたカンダバ市内の洪水氾濫頻度の分析結果

iii) DIAS にアーカイブされたデータと開発した評価モデルを用いた対象流域でのリスク評価

・対象流域でのリスク評価の一つとして、パンパンガ流域カンダバ市において、衛星 Sentinel-1 SAR データと Sentinel-2 可視データを用いて、洪水氾濫発生頻度を解析した。カンダバ市は、カンダバ湿原内に位置しており、市内の一部は毎年浸水するため、これらの地域の住民は高床式住居に住み、乾季は農業を行い、雨季は漁業を行って生計を立てており、浸水に適応した生活を営んでいる。衛星画像の解析の結果、図 11 に示した通り、市内において、地域によって氾濫頻度の空間分布が異なり、年毎に最大浸水範囲が異なることが確認できた。今後は、グループ 3 と連携して、標高等の地理的条件や農業形態との関係について解析を進める予定である。

・また渇水リスクの評価に先立ち、2019 年にマニラ首都圏で発生した渇水に関する情報を収集し、整理した。収集した情報の出典は、SankeiBiz ウェブ、日経ウェブ、AFP ウェブ、JETRO ビジネス短信、まにら新聞ウェブ等のページである。これらの情報源を元に、2019 年にマニラ首都圏で発生した渇水の概要を以下に記す。ウェブページで得た情報は、今後、現地で内容確認することが必要である。

- ・エルニーニョ現象に伴う干ばつと乾期の盛りが重なった影響で、首都圏ケソン市の貯水池 ラメサダムの水位が警戒レベルより下がったため、首都圏各地で断水が始まった。
- ・マニラ首都圏では、水源の確保を含め、水道事業が民営化されている。現在は、マニラウォーターが首都圏東部を、マイニラッドウォーターサービシズが首都圏西部を管轄している。渇水は、マニラ・ウォーターの管轄地域で 3 月上旬に数十の村から始まり、その後、都市部全域に拡大した。首都圏東部と西部に渇水被害が生じたのは、東部と西部で水道事業の運営者が異なることが起因したと考えられた。
- ・マニラ首都圏では、2019 年当時、水道水源をアンガット、イポ、ラメサの各ダムとラグナ湖、地下水のくみ上げに依存していた。今後は、カリワダムの建設とラグナ湖の水資源開発、長期的にはライバندانダム（リサール州）の建設が期待される。
- ・今後もマニラ首都圏で水不足が深刻化する場合、水不足が首都圏への人口集中の抑制要因にもなり得ると考えられる。

iv) 気候変動・社会的変化も考慮したリスク評価

- ・気候変動・社会的変化も考慮したリスク評価を行うために、全球気候モデルによる気候変動実験の力学的ダウンスケーリングを行っている。今年度は、領域モデル WRF の設定を固めるための予備実験を行った。ルソン島中部の対象地域を含む、1 重または 2 重領域を設定した場合、降水生成の重要部分を制御する積雲パラメタリゼーションの種類について検討を行った。いくつかの組み合わせについて、6 年間のダウンスケーリング計算を行い、衛星観測雨量プロダクト CHIRPS と比較を行った。総合的に結果を精査すると、緑線の ld_kf、解像度 15km と 5km の 2 重領域で、両方とも KF スキームが最も適切な設定であると結論付けられた。
- ・図 12 は、異なる WRF モデル設定によって計算された、対象流域の雨量の季節変化である。左が SATREPS フィリピン流域平均、右はパッシング・マレキナ川・ラグナ湖流域平均である。黒線は衛星観測雨量、他の線は WRF モデルによる結果である。

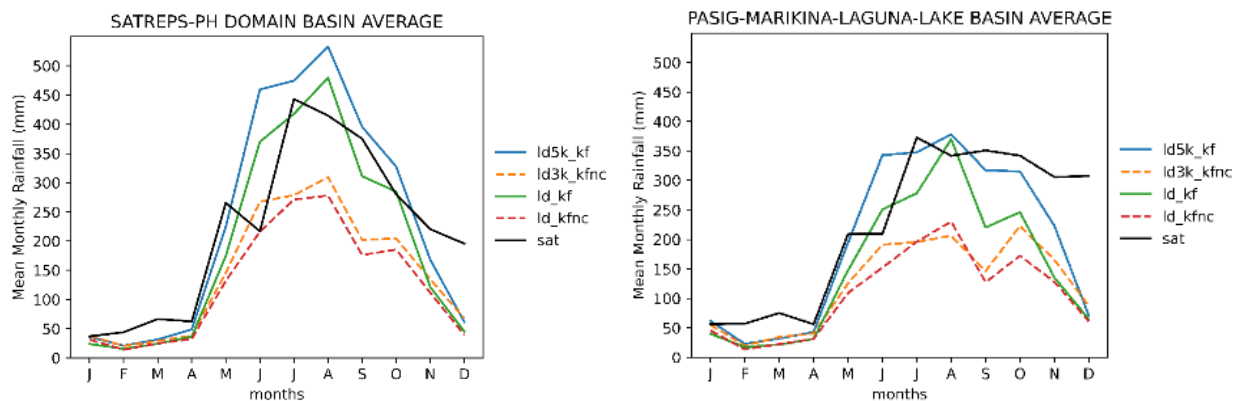


図 12 異なる WRF モデル設定によって計算された対象流域の雨量の季節変化

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

v) 洪水・渇水リスク評価に関する研修の実施

- ・オンラインミーティングを行い、フィリピン側のカウンターパートの現状を確認した。
- ・本年度の研修は次年度に延期したため、次年度以降に技術移転を進める予定である。2021 年 7 月に、訪日研修の代わりに e ラーニング研修を実施し、WEB-RRI モデル・SIMRIW の理解向上を図るとともに、パンパンガ川流域をモデル対象としたハンズオン演習を行い、研修参加者に解析技術を習得してもらう予定である。また、衛星データの扱い（入手方法、解析方法）を学びたいとの現地側からの要望が出たため、これらの技術の e ラーニング研修も予定している。

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

- ・新型コロナウイルス感染症の蔓延により、日本側メンバーの現地への渡航や、現地側メンバーによる現地調査や現地データの収集が実施できなかった。これにより、現地観測データを用いた解析モデルのキャリブレーションなどが実施できないため、衛星画像から取得できるデータを活用したキャリブレーションの検討を開始している。
- ・2020 年 11 月 12 日に台風 Ulysses がルソン島を横断し、2009 年の台風 Ondoy 以来の規模での甚大な被害をもたらし、本プロジェクトの対象流域も大きな被害を受けた。本研究プロジェクトで実施予定の洪水リスク評価においては、この台風 Ulysses による洪水被害の再現解析や解析精度の検討も入れていく必要があると考え、フィリピン・日本のコアメンバーでのオンライン打合せを重ね、両国メンバー共同での緊急的な被害データ収集活動を行うこととした。洪水氾濫状況を捉えた衛星画像や被災情報などをメンバー間で情報共有するためのツールとして、Google Search Engines を使った WEB アプリケーションを迅速に開発し、提供した。アプリは、図 13 に示した通り、①Sentinel-2 可視画像を用いた浸水域モニタリングアプリ、②Sentinel-1 SAR 画像から浸水域を推定した浸水域モニタリングアプリ、③推定浸水域に農地・人口集積地域をプロットし、被災が推定される地域を可視化した洪水被害マッピングアプリの 3 種類から構成される。図 14・15 に、各流域の③洪水被害マッピングアプリの画面を示す。浸水域（青色）、浸水した農地（緑色）、市街地（黄から赤色）が着色して表現されている。なお、マリキナ川も氾濫したが、衛星画像では、市街地内での浸水域の判定が困難であり、マリキナ川の氾濫は明確には視覚化できていなかった。

- ・アプリは、対象流域ごとに別の WEB ページとして作成しており、本研究プロジェクトの対象ではないが、浸水域が広大で被災が甚大であったルソン島北部のカガヤン川流域についてもアプリを開発・提供した。これらを土台にメンバー間で同じ認識をもって対応策を議論することができた。

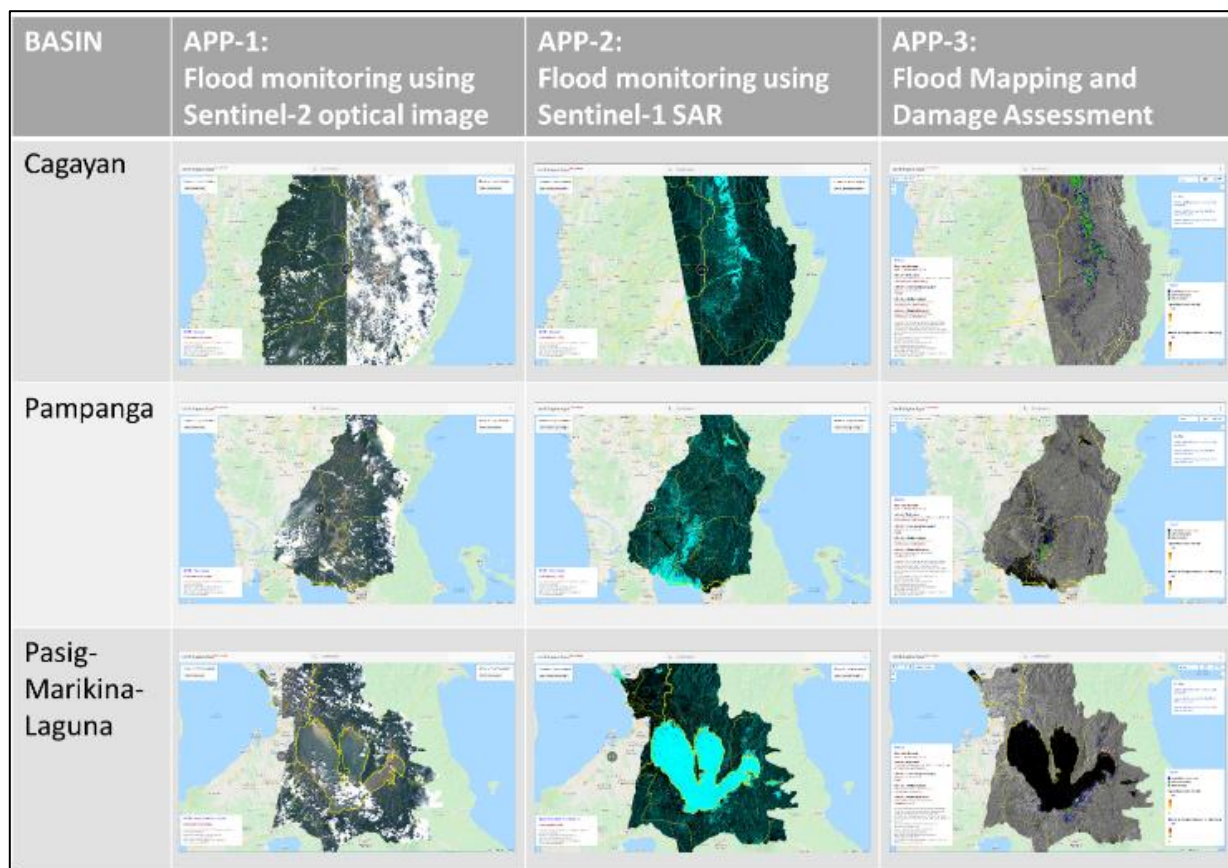


図 13 Google Earth Engine システムを用いた被災情報共有の取り組み

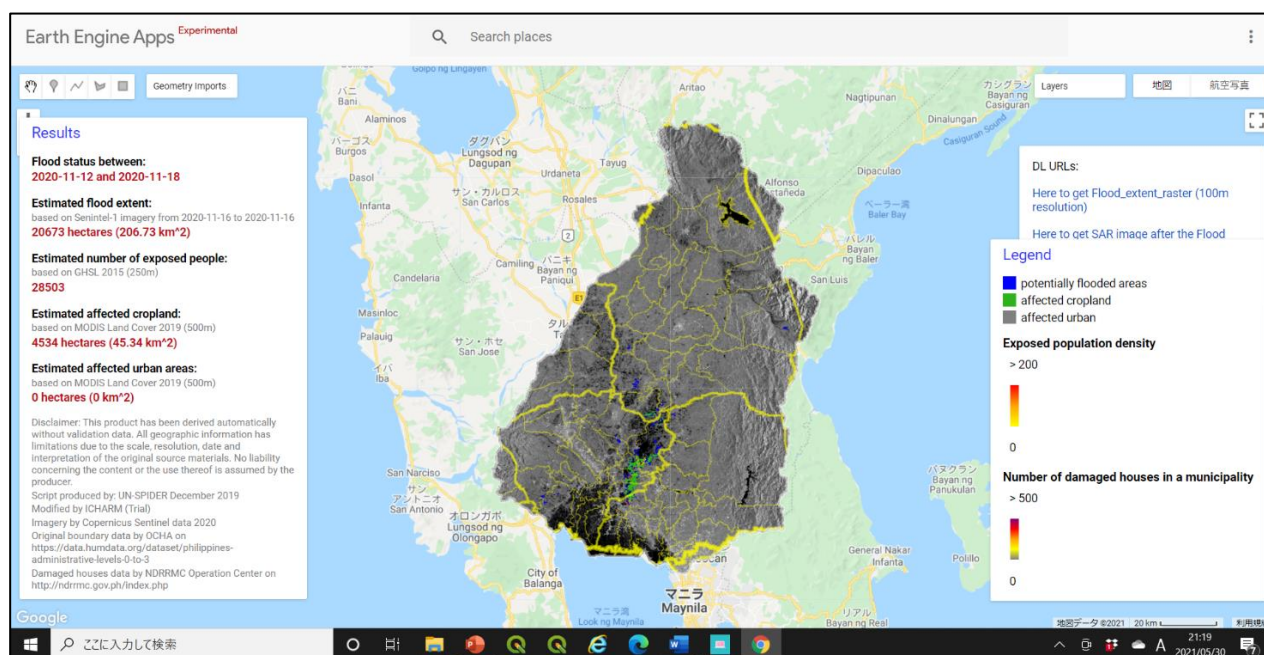


図 14 パンパンガ川流域での③洪水被害マッピングアプリの画面

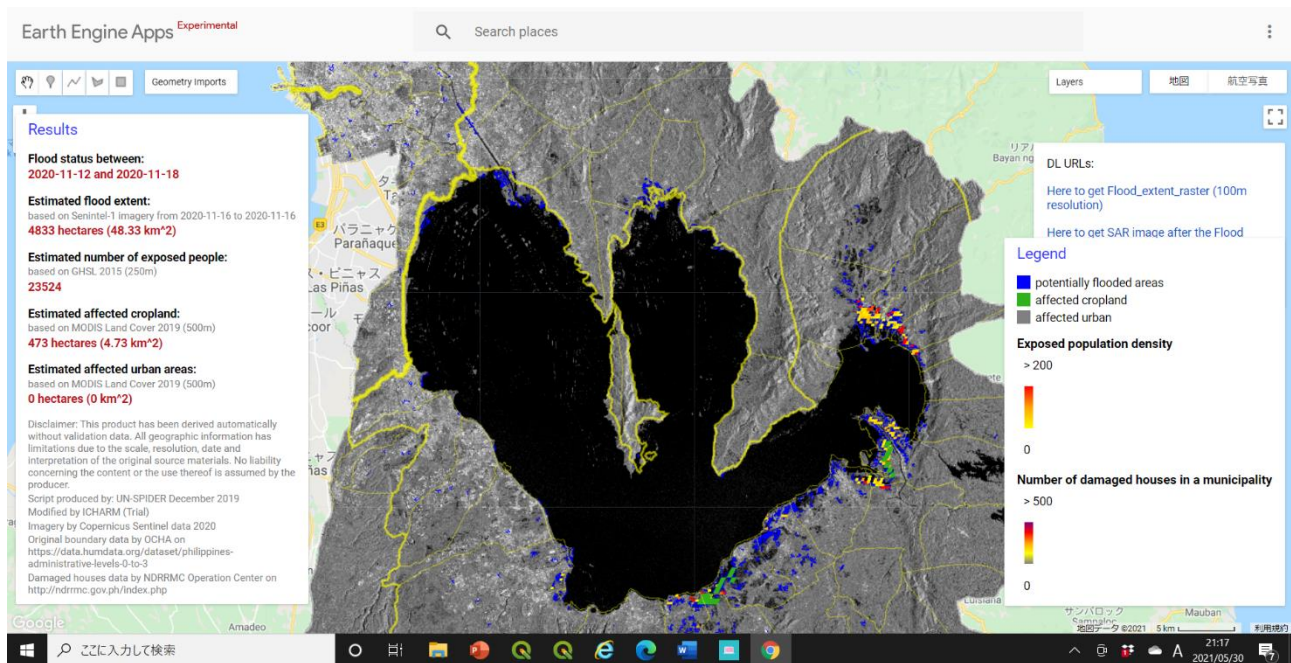


図 15 パシグ・マリキナ川・ラグナ湖流域での③洪水被害マッピングアプリの画面

④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

・土木研究所が開発してきた水理水文モデル（WEB-RRI モデル）と東北大学本間教授が開発してきた農業モデル(SIMRIW)との統合化を図るとともに、現地観測データを用いたモデルのキャリブレーション・検証、研究対象流域であるパンパンガ川流域及びパシグ川・マリキナ川・ラグナ湖流域への適用を行う。さらに、現地での作物・農家現状や洪水・渇水による影響程度に関する現地調査を踏まえた上で、現在気候下および気候変動・社会的変化も考慮した条件下での洪水・渇水リスク評価を実施する。また、関係者間でのモデルに関する理解増進を図るため、モデルに関する研修も行う。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

- i) 水理水文モデルと農業モデルを統合化した評価モデルの開発
- ii) 観測データを用いたモデルのキャリブレーション・検証
- iii) DIAS にアーカイブされたデータと開発した評価モデルを用いた対象流域でのリスク評価
- iv) 気候変動・社会的変化も考慮したリスク評価
- v) 洪水・渇水リスク評価に関する研修の実施

(4) 研究題目 3 : 「水災害レジリエンス評価」

リーダー：滋賀県立大学環境科学部 准教授・瀧健太郎

土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 主任研究員・大原美保

フィリピン大学ロスバニョス校 Dr. Patricia Ann Jaranilla-Sanchez

①研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

【令和 2 年度実施報告書】【210531】

i) 対象地域における洪水・渇水管理、水利用、環境、産業、農業や漁業等に関連する課題の抽出

- ・フィリピンでは、Department of Environment and natural Resources (DENR) の River Basin Control Office (RBCO) が全国の 18 の主な流域と 8 つの Clustered Watershed に対して、River Basin Master Plan の作成・管理を行っている。DENR の主導で、「Climate-Responsive Integrated River Basin Master Plan」づくりの活動を展開しており、DENR 以外の省庁やフィリピン大学等の研究機関も関わっている。
- ・パンパンガ川流域においては、2019 年 6 月から、パンパンガ川流域管理委員会：Pampanga River Basin Committee (RDC III-PRBC) による Climate-Responsive Integrated Master Plan for Pampanga River Basin (CRIMP-PRB)2016-2030 という活動が展開されている。PRBC の構成は、図 16 (RBCO の HP より) に示す通りであり、多種類の組織から成る。

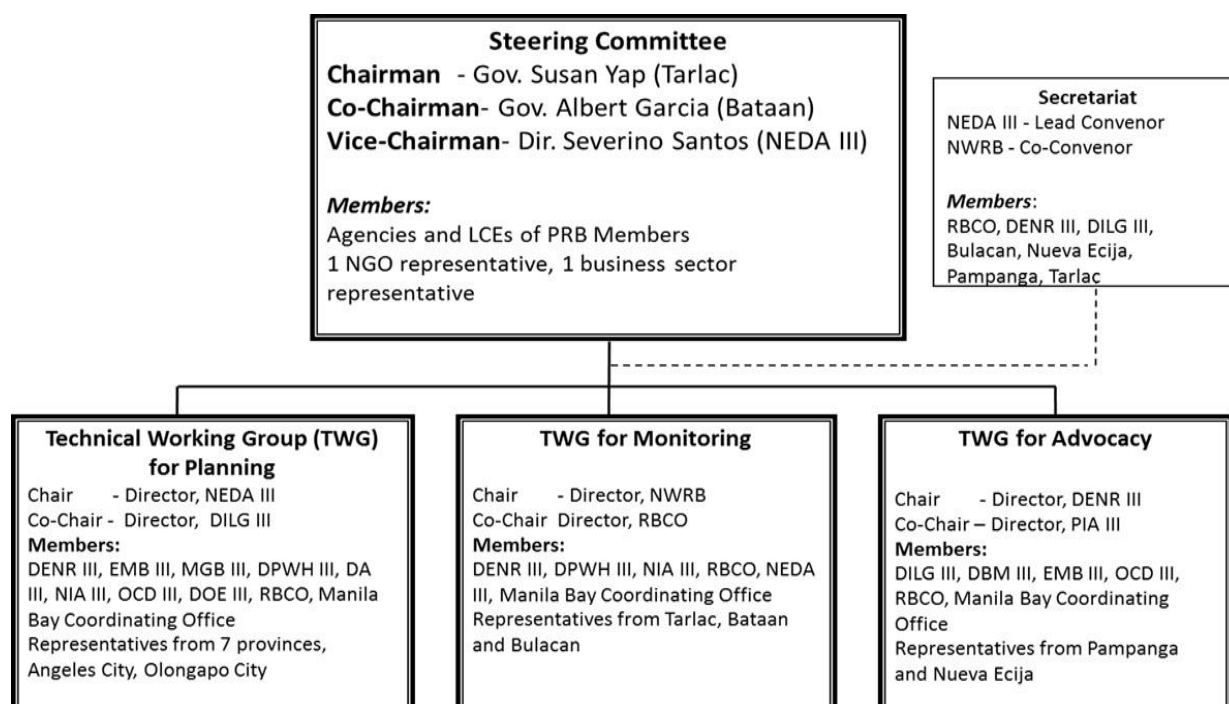


図 16 パンパンガ川流域管理委員会 (Pampanga River Basin Committee) の構成

- ・RBCO の取りまとめによれば、パンパンガ川流域の課題として、下記が挙げられており、課題は多岐に渡る。

①農業、灌漑、漁業の開発：

水不足、大規模灌漑開発の遅れ、地下水枯渇、養魚池の水質、灌漑施設・養魚池の洪水被害、

②市町村による上下水道供給

水供給量の不足、供給の不安定、水質汚染の悪化

③洪水・土砂災害被害

頻発化・激甚化する洪水被害、構造物による抑止力不足、災害情報・知識不足、組織の脆弱性

④氾濫原管理

氾濫原の脆弱性増大、森林再生の停滞、組織間の連携メカニズム不足

⑤水環境管理

水質データ管理の不足、表面流・地下流・沿岸流の混雑

⑥水資源管理・配分

水資源の持続的な確保、大規模灌漑施設に必要な水資源の確保、アンガットダム等の利用、水利用者間の問題悪化

⑦関連組織の課題

水利用許可の管理力の強化・効率化、持続可能な地下水利用の手続き、多目的ダムプロジェクト、環境流の確保、水質モニタリングの管理強化、災害リスク管理、氾濫原・森林管理、パンパンガ川の統合的河川管理（IWRM）の組織強化、予算措置

- ・マリキナ川に対しては、2015年に既に Integrated River Basin Management and Development Master Plan for Marikina River Basin が公表されている。Protected Area Management Board of Upper Marikina River Basin が設置されている。RBCO の取りまとめによれば、マリキナ川流域の課題として、下記が挙げられており、マニラ首都圏内を流れる都市河川であるため、増大する人口に起因した環境悪化に関する問題は深刻である。

①不適切な土地利用・管理

川沿いのスラム地区、不法占拠住民などの問題

②急速な人口増加に伴う環境悪化への対応

③水資源の枯渇

④水質汚染・廃棄物の問題

⑤流域管理に係る主体の連携の課題

DPWH（公共事業道路省）、MMDA（メトロマニラ開発公社）の Effective Flood Control Operation System (EFCOS)、市町村などの複数主体の連携

⑥頻発する洪水被害と対応

- ・パッシング川及びラグナ湖流域は、Laguna Lake Development Authority (RA 4850) and Pasig River Rehabilitation Commission が管理している。RBCO の取りまとめによれば、パッシング川及びラグナ湖流域の課題として、下記が挙げられている。

①統合的な水管理

②水環境保全

③公平な水利用に基づく地域産業発展

④水質向上

⑤洪水被害と対応

- ・なお、DENR の主導による「Climate-Responsive Integrated River Basin Master Plan」づくりの活動には、前述の通り、フィリピン大学も関わっており、UPLB も Cagayan, Mindanao, Agno, Buayan-Malungon, Agus(Ranao), and Tagaloan という 6 つの流域及び 8 つの Clustered Watersheds での Master Plan 作成に参画しているが、これらは、本課題の対象流域ではない。

ii) 対象流域において社会経済のレジリエンスを評価するための指標の設定

- ・水災害レジリエンス評価にあたっては、評価指標を設定する必要がある。前述の通り、グループ 2 の活動成果としての水理水文・農業モデルを用いた農作物の洪水・渇水リスクの評価結果は、指標の一部分である。農作物の洪水・渇水リスクに関わる指標としては、浸水深さ・洪水による湛水日数・渇水による水不足の日数などとともに、想定される収量減・農業被害額などが挙げられる。とりわけ、パンパンガ川流域中流域に位置するカンダバ湿原は、パンパンガ川から Cabiao Floodway により水を引き込む遊水地として機能しており、毎年、出水期には浸水する。湿原内のカンダバ市では毎年浸水するため、これらの浸水地域では住民は高床式住居に住み、乾季に農業を行い、雨季には住居 1 階部分が水没する中で漁業で生計を立てるなど、浸水に適応した生活を営んでいる。一方で、浸水地域以外では、米の 2 期作や野菜栽培（とうもろこし、スイカ、メロン、トマト、カラマンシーなど）を行っている。しかしながら、年によって浸水域の範囲が増減するため、これらの地域の境界に位置する集落では、浸水に応じて被害を被っている。
- ・よって、土木研究所 ICHARM では、Sentinel-1 SAR 画像を用いて、洪水頻度分析を行い、カンダバ市内のコミュニティ（バランガイ）の浸水頻度に応じた 5 段階の分類を行った。A 地区はパンパンガ川右岸側（市の西側辺縁部）、B 地区は市南部の湿原の辺縁部、C 地区は高台（市の東側）であり、あまり浸水しない。E 地区（図 17 右図の灰色部分）は毎年浸水する地区であり、D 地区（図 17 右図のピンク色部分）が年によって浸水する地区である。今後、豪雨の程度や今後の気候変動に応じて、D 地区の浸水がどの程度悪化するかを検証する必要がある。
- ・図 18 は、先行研究として ICHARM が実施していた研究において、カンダバ市から提供された 2011 年度の農家ごとの作付け状況データを用いて作成した月ごとの農作物の作付状況図（Crop Calendar）である。図 18 左図には A～F 地区の各バランガイごとの米の作付け状況を示しており、雨季に全面的に浸水する E 地区は、米は主に 1 期作である。図 19 右図には、米以外の農作物の作付け状況を示しており、地域によって、作物が異なるようである。

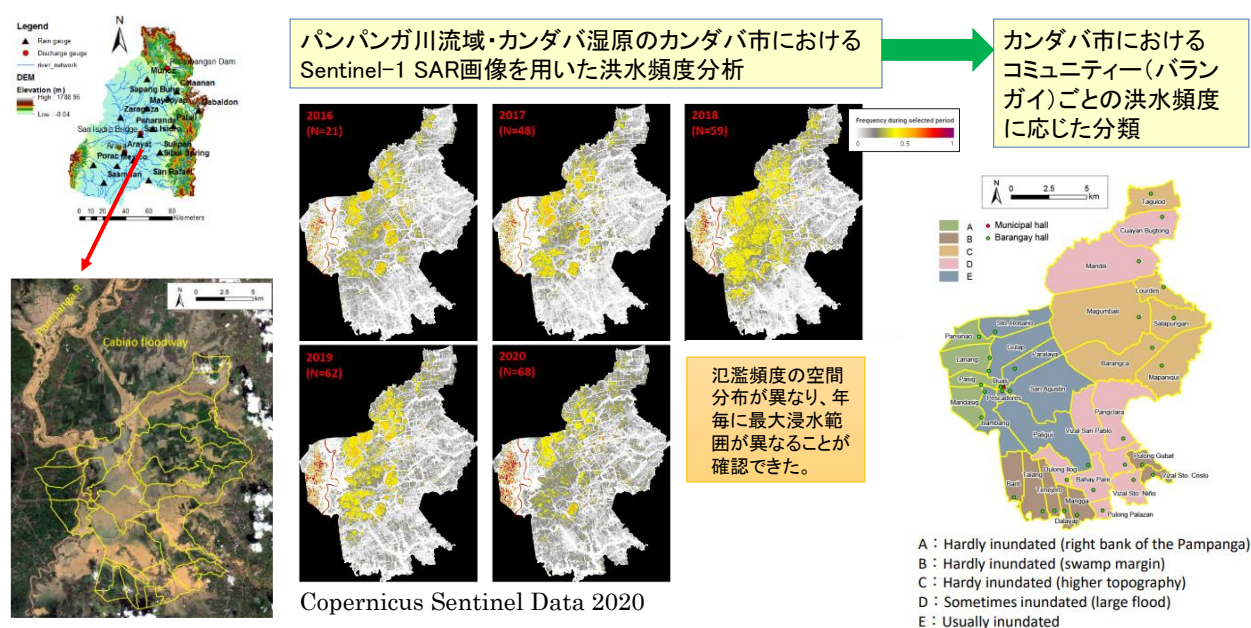


図 17 パンパンガ川流域カンダバ市におけるコミュニティごとの氾濫頻度の分析

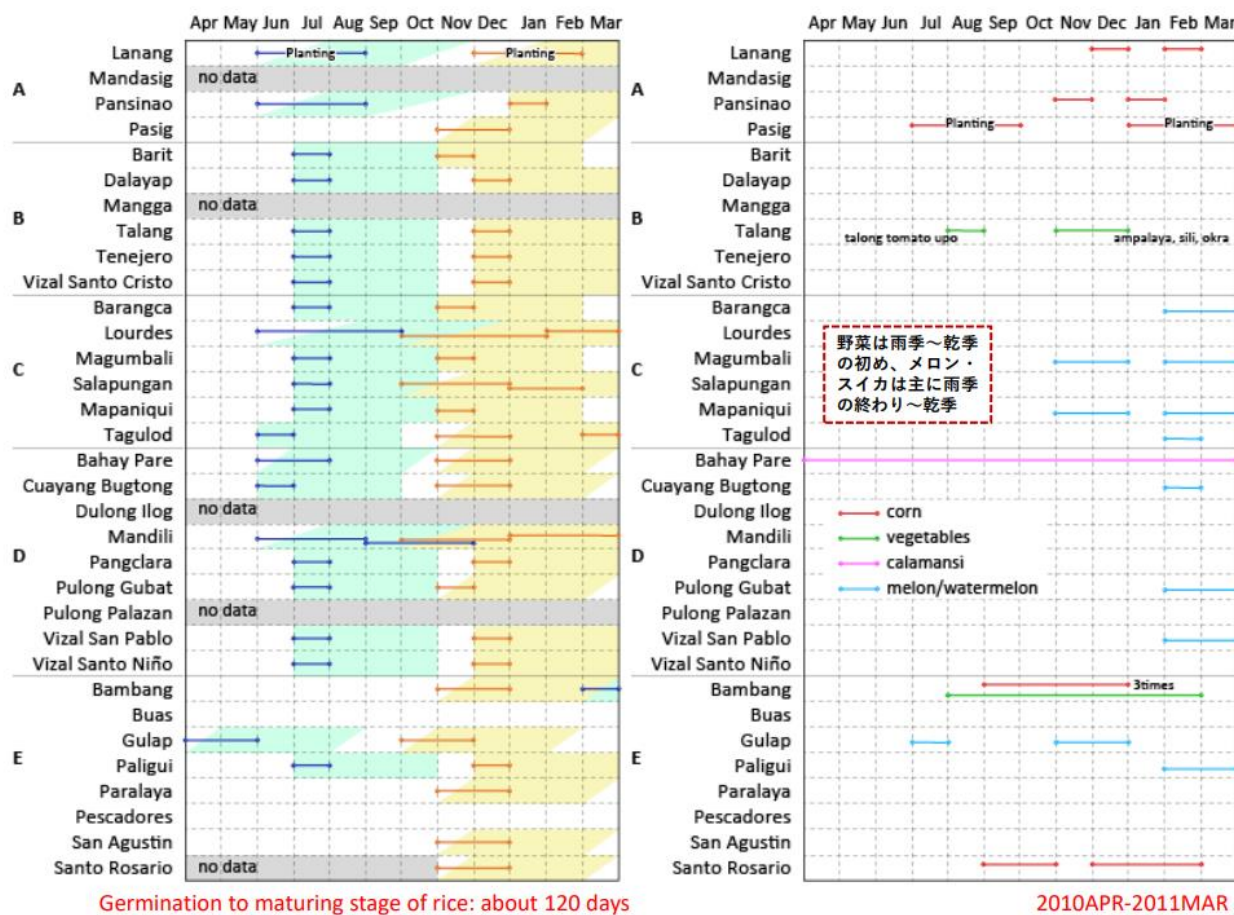


図 18 パンパンガ川流域カンダバ市内のコミュニティでの月別の作付け状況

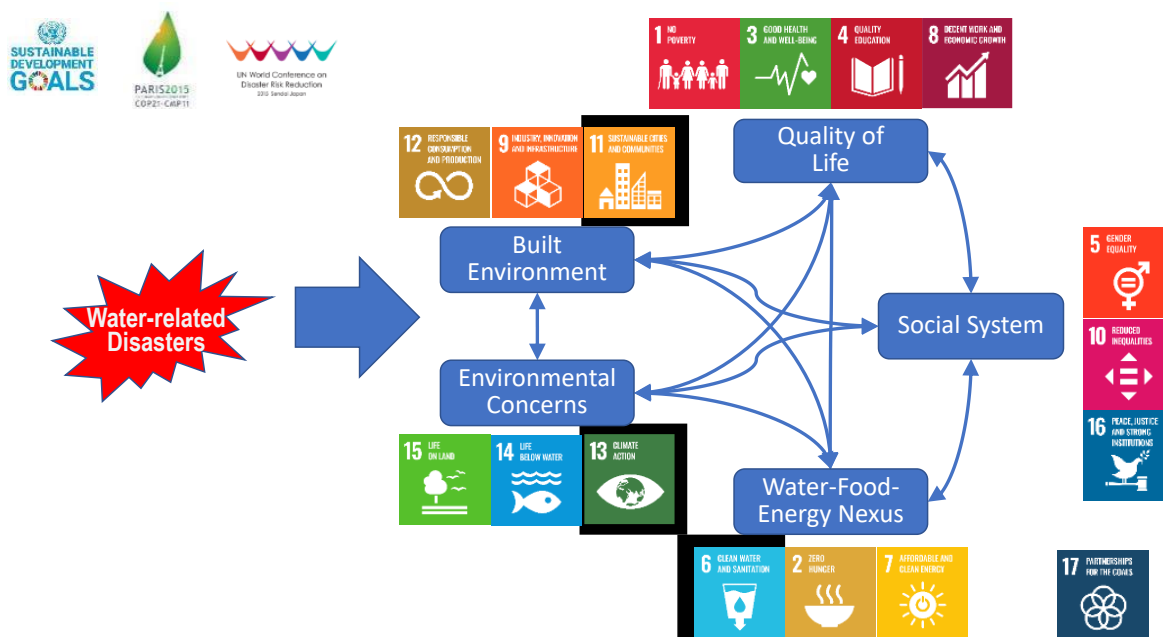


図 19 水災害と SDGs の関連図 (ICHARM 作成)

- ・上述の通り、農業への影響に着目したレジリエンス評価の準備は進んでいるが、一方で、本研究課題においては、Sustainable Development Goals (SDGs、持続可能な開発目標)の視点から、洪水・渇水の影響を幅広く捉えることを目指している。よって、水災害と SDGs の関係についての議論を行い、本研究課題においては、図 19 のように、各 SDGs と災害の関係を捉えることとする。17 の SDGs は、Quality of Life、Water-Flood-Energy Nexus、Build Environment、Environmental Concerns、Social System という 5 つの領域に分けられ、これらは互いに相関している。災害発生により、まずは Build Environment、Environmental Concerns が影響を受け、更に Quality of Life、Water-Flood-Energy Nexus に影響が及ぶとともに、最終的に Social System にも波及する。
- ・各 SDGs に対して、国連統計部はその進捗を評価するための指標(Indicator)を設定しているため、まずはこれらの指標(Indicator)一覧をもとに、グループ 3 及び 4 の研究メンバーで、各指標を本課題で対象とするか、対象とするならどのようなデータに焦点をあてるかを議論した。また議論の結果挙がってきた指標案について、フィリピン統計局 (PSA)が統計データとして公表しているかどうかの確認を行い、統計データとしての入手可能性の検討も行った。なお、フィリピン統計局 (PSA)の HP で公表されているデータは、既に Province や Region 単位などの集約されたデータが主流であり、市町村単位など細かい単位では、HP からのダウンロードではなく、Region ごとの行政部局にデータリクエストをする必要がある可能性が把握された。
- ・SDGs のうち、「SDG14:Life below Water」については、和訳では「海洋資源の保全」になっているが、本研究の対象流域にはラグナ湖が含まれており、さらには河川・湖とマニラ湾がつながっているため、SDG14 は、ラグナ湖及びマニラ湾に関連したものと捉えることとする。2019 年の現地詳細調査の際、ラグナ湖開発公社 (LLDA) からは、ラグナ湖に関する課題に関して特に深刻な課題を抱えている 3 つのホットスポットとして、土砂流出・浸食の問題が顕著である Pagsanjan Sub-basin、都市排水による水質汚染の問題が顕著である San Cristobal Sub-basin 及び Muntinlupa and San Pedro Sub-basin が挙げられた。よって、SDG14 に関しては、土砂流出及び都市排水による水質汚染に着目することとして、洪水・渇水によるこれらの影響に関する評価を視野に入れることとした。特に土砂流出の湖水による影響に関しては、土木研究所 ICHARM では、土砂輸送・浮遊も考慮した Rainfall-Runoff-Inundation based basin sediment transport model (RRIs) の開発を進めており、UP ディリマンの Eugene Herrera 教授はラグナ湖での Delft 3D ソフトウェアを用いた湖流の解析を行っていることから、研究メンバーでの協議の結果、これらの既存の研究を連携させた研究が可能ではないかという方向性が示された。
- ・湖の流れを考える上では、風の影響も重要である。滋賀県立大学では、琵琶湖岸の卓越風が北西から北に寄りにシフトしている傾向を踏まえ、湖岸エネルギーフラックスを指標として、複数のシナリオ下での風向変化後の湖岸タイプの遷移をシミュレーションした。その結果、卓越風が北寄りになると、琵琶湖東岸の愛知川河口～天野川河口付近では湖岸エネルギーフラックスが増加し湖岸侵食が激しくなること、琵琶湖大橋～長命寺川河口付近では流入河川デルタの左岸側では湖岸エネルギーフラックスが低下し植生帯が分布しやすい傾向になることが確認された。これらの研究手法については、ラグナ湖への発展も検討していく予定である。

②研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

v) レジリエンス評価に関する研修の実施

- ・本年度の研修は次年度に延期したため、次年度以降に技術移転を進める予定である。令和 3 年 7 月に、訪日研修の代わりに e ラーニング研修を実施し、氾濫解析結果を地図にプロットし、バランガイ（コミュニティ）レベルでの災害対策検討に活用してもらう手法について習得してもらう予定である。

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

- ・2020 年 11 月 12 日の台風 Ulysses のルソン島横断による甚大な被害に対して、前述の通り、洪水氾濫状況を捉えた衛星画像や被災情報などをメンバー間で情報共有するためのツールとして、Google Search Engines を使った WEB アプリケーションを迅速に開発し、提供した。アプリは、図 13 に示した通り、3 種類から構成されるが、グループ 3 メンバーは、③推定浸水域に農地・人口集積地域をプロットし、被災が推定される地域を可視化した洪水被害マッピングアプリの開発を進めた。前述した NDRRMC は災害時には被害や対応状況を取りまとめた Situational Report を公表する。台風 Ulysses に関しては、台風発災直後の第 1 報から 2021 年 1 月 13 日付の第 29 報までが公表されており、これらには避難者数、河川破堤・越水・土砂災害発生箇所等、各省庁の対応、農業被害、インフラ被害などが掲載されている。

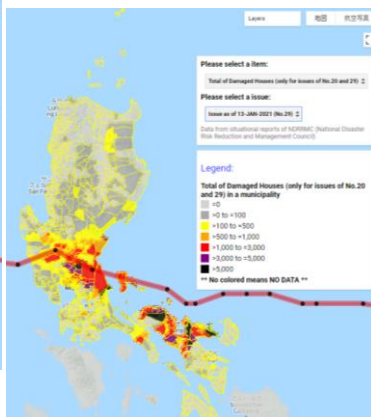
表 4 2020 年台風 Ulysses および 2009 年台風 Ondoy、Pepeng との被害の比較

	Low Pressure	Death	Affected People	Damaged House (Totally/Partially)	Damage to Infrastructures	Damage to Agricultures
Ulysses (2020.11)	905hPa	101人	518万 4824人	20万9,170戸 (26,510/182,660)	129億1018万ペソ (297億0721万円)	73億1,894万ペソ (168億4138万円)
Ondoy (2009.9)	960hPa	464人	490万人	18万5,004戸 (30,082/154,922)	42億9900万ペソ	66億6900万ペソ (203,477 hectares with crop loss)
Pepeng (2009.10)	930hPa	465人	447万人	6万1,869戸 (6,807/55,062)	67億9900万ペソ	204億9500万ペソ (428,034 hectares with crop loss)

市町村ごとの避難所内・外の避難者数(人)の分布



市町村ごとの家屋被害数(棟)の分布



Provinceごとの米の被害額(ペソ)

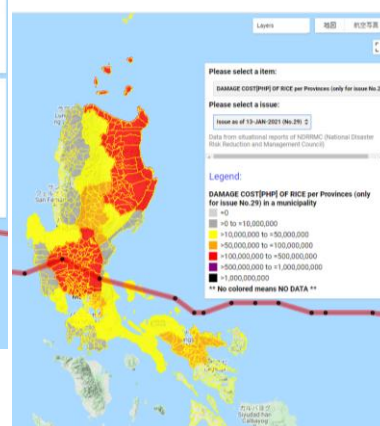


図 20 洪水被害マッピングアプリでの市町村、郡ごとの被害状況の視覚化

- ・表 4 に示した通り、台風 Ulysses の被害は、2009 年の台風オンドイおよびペペンに匹敵する。NDRRMC の掲載データに基づき、図 20 に示した画面例の通り、市町村ごとの避難者数、影響人口、避難者率（＝避難者数／2015 年国勢調査人口）、家屋被害数、浸水農地面積、郡単位での農業被害額等のプロットを行い、被害状況を可視化した。
- ・前述の通り、グループ 3 は、SDGs と水災害の視点から地域のレジリエンスを評価していく計画である。メンバーによる SDGs の視点からみた着目すべき指標の議論を行っている最中に台風 Ulysses が発生した。よって、2021 年 3 月中旬に、グループ 3&4 メンバーによるオンラインワークショップを開催し、台風 Ulysses 災害の影響を把握するために注目すべき SDGs の指標(Indicator)や、指標には含まれていないが注目すべき指標について、オンライン・ホワイトボード (MIRO) を用いた議論を行った。あらかじめ、図 19 に示した各 SDGs の関係図に従って、既に議論済の SDGs ごとの指標 (Indicator) 候補を画面に表示させておき、オンラインワークショップで出た議論を、画面上でポストイットで貼っていき、議論を記録する形式とした (図 21)。コロナ禍での移動制約がある台風 Ulysses での特筆すべき課題として、移動・出稼ぎの制約下での更なる経済的困難 (SDG1: 貧困)、更なる経済悪化による食料難 (SDG2: 飢餓)、地域産業への更なる影響 (SDG9: 産業)、ジェンダー格差の増大 (SDG5: ジェンダー)、地域復興の困難 (SDG11: 都市) などが挙げられた。しかしながら、10 名を超える人数で、オンライン環境のみでワークショップ形式での議論を進行し、意見を集約していくのはなかなか困難であり、継続的に議論を進めることとした。

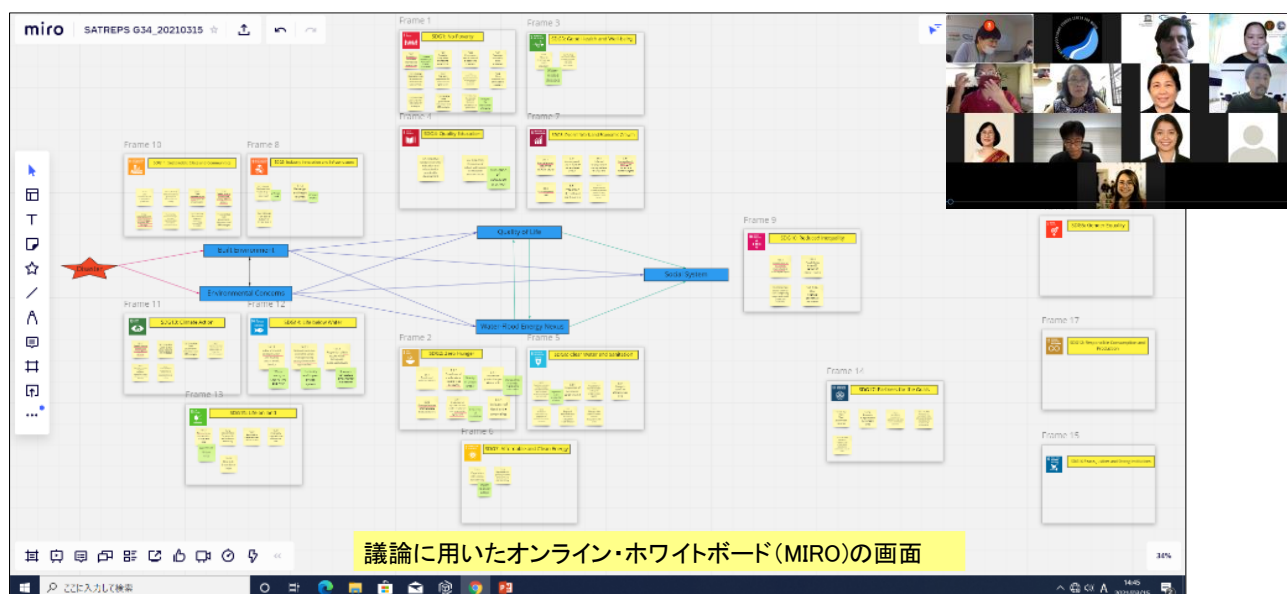


図 21 SDGs ごとに着目すべき指標(Indicator)の議論の様子

- ・SDG14に関連して、湖の水環境にも着目することとしたため、台風 Ulysses 通過後の水質の状況について衛星画像を用いた分析も行った。図 22 左図にラグナ湖の土砂流出状況、右図に濁度指標 (NDTI: Normalized Difference Turbidity Index) を用いた衛星画像からの土砂流出エリアの抽出結果を示す。マリキナ川およびサンタマリア川・シニロアン川からの土砂流出による濁度の増大が抽出できた。一方、LLDA が土砂流出・浸食の問題が顕著であるホットスポットに挙げている

Pagsanjan Sub-basin からの土砂抽出は限定的であった。引き続き、台風 Ondoy などの過去の災害での状況との比較分析も進めて行く予定である。

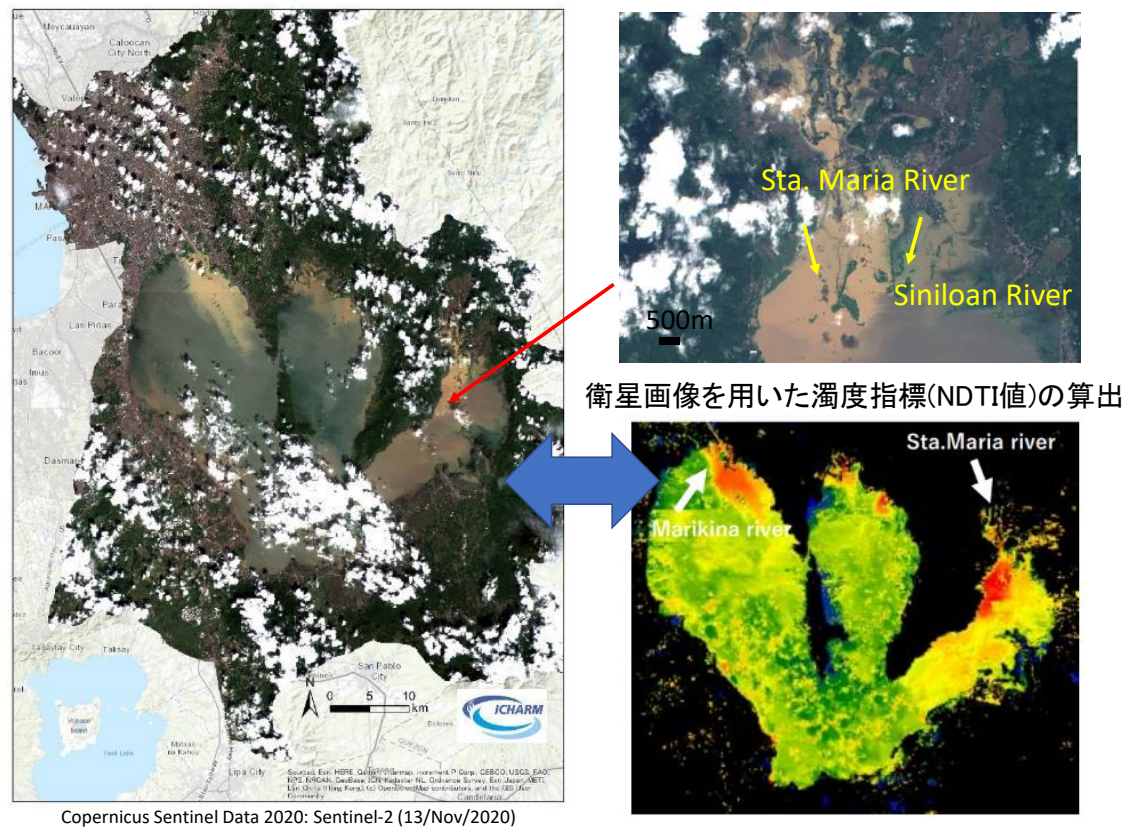


図 21 2020 年台風 Ulysses 後のラグナ湖の土砂流出状況及び濁度指標を用いた分析結果

④研究題目 3 の研究のねらい（参考）

・研究対象流域であるパンパンガ川流域及びパッシング川・マリキナ川・ラグナ湖流域において水災害レジリエンスを評価し、事前の防災投資の効果を可視化することで、当該流域における適切な適応策（構造物/非構造物対策を含む）の検討を支援する。また、関係者間でのモデルに関する理解増進を図るため、手法に関する研修も行う。水災害レジリエンス評価にあたって、現地状況を踏まえた評価指標の検討・設定を行う。パッシング川・マリキナ川・ラグナ湖流域においては、洪水・渇水がもたらす湖の水環境・地域社会への影響を総合的に評価できるような指標の検討・設定も行う。

⑤研究題目 3 の研究実施方法（参考）

- i) 対象地域における洪水・渇水管理、水利用、環境、産業、農業や漁業等に関連する課題の抽出
- ii) 対象流域において社会経済のレジリエンスを評価するための指標の設定
- iii) 設定した指標に基づく対象地域の社会経済のレジリエンスの評価
- iv) 適切な適応策（構造物/非構造物対策を含む）の効果検証と事前の防災投資の効果の可視化
- v) レジリエンス評価に関する研修の実施

(5) 研究題目 4:「持続可能な経済発展シナリオの検討」

リーダー: 京都大学防災研究所 准教授・横松宗太

フィリピン大学ロスバニョス校 Dr. Agnes Rola、Prof. Maria Angeles Catelo

①研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

i) 既存の政策/計画のレビューと、共創のプロセスにより研究成果をこれらの政策/計画に反映する方法の検討

- ・新型コロナウイルスの感染拡大によって大学キャンパスが閉鎖され、教職員がテレワークになり、対象流域の自治体への訪問ができないという状況下ではあったが、カウンターパートの Agnes Rola 名誉教授、Maria Angeles Catelo 教授を中心に、着々と進めている。
- ・対象地域において実施された／されている既存のプロジェクトをレビューした結果、表 4 に示す。多数の機関が様々な検討を行ってきており、現在もいくつかが進行していることがわかる。内容面で見ると、大きく分けて、下記のプロジェクトがある。表 5 の「分類」名は、括弧書きで示した通りである。
 - ・治水計画・河川改修等に関するもの（分類：治水）
 - ・水害ハザード・リスク評価に関するもの（分類：リスク）
 - ・警報システム・防災システム等に関するもの（分類：防災）
 - ・水資源管理に関するもの（分類：水資源）
 - ・水環境に関するもの（分類：環境）
 - ・農業・食料に関するもの（分類：食料）
- ・パンパンガ川流域、パッシング・マリキナ川・ラグナ湖流域では多種類のプロジェクトが実施されてきたことがわかるが、環境・農業についてはパッシング・マリキナ川・ラグナ湖流域が多い。また、災害リスク評価に基づき、農業・漁業・産業の強靱性強化を総合的に検討するような既存のプロジェクトはあまり見られず、本研究プロジェクトで目指すハイブリッド型の水災害リスク評価結果がこれらの検討に新たに貢献できる可能性が高いと考えられた。
- ・現在進行中のプロジェクトとして、National Economic and Development Authority(NEDA)が実施している 2021-2030 National Irrigation Master Plan がある。本プロジェクトの活動や期間とも関連していることから、これとの連携が必要である。この Master Plan づくりと併行して、National Irrigation Administration(NIA)が、NEDA と連携して進めている NIA geodatabase がある。これは灌漑計画を目的として、灌漑施設、農業施設などの空間分布のデータベースを作成するものであり、UPLB が本データベースの作成業務を委託されている。これらのデータを活用できる可能性がある。その他、前述の通り、DENR が主導する Climate-Responsive Integrated River Basin master Plans がある。
- ・また、フィリピンでは、2009 年に気候変動法、2010 年に災害リスク軽減・管理法、2011 年に国家気候変動行動計画が制定されている。また、災害リスク軽減・管理に係る行政組織として、National Disaster Risk Reduction and Management Council (NDRRMC、国レベル)、Regional Disaster Risk Reduction and Management Council (RDRRMC、州レベル)、Provincial Disaster Risk Reduction and Management Council (PDRRMC、郡レベル)、Local Disaster Risk Reduction and Management Council (LDRRMC、市町村レベル)が設置されており、計画策定を行っている。

表5 対象地域における既存のプロジェクトのレビュー結果

組織	プロジェクト名	分類	パンパ ンガ	パッシング・ マリキナ・ ラグナ	全国	期間
WB LLDA	Philippine Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems (Phil-WAVES)	環境		1		2010-2014
東工大 UP Diliman	Integrated Manila Bay-Laguna Lake and Surrounding Watersheds Environmental Study (IMSWES)	環境		1		1999-2007?
東工大 JSPS	Joint Field Survey for Promoting the Integrated Manila Bay-Laguna Lake and Surrounding Watersheds Environmental Study Project マニラ湾・ラグーナ湖及び周辺流域の統合型環境研究プロジェクト推進のための共同調査	環境		1		2001-2002
DENR RBCO	Integrated River Basin Management and Development Master Plan for Marikina River Basin	治水		1		
DENR RBCO PRBC	Climate-Responsive Integrated Master Plan for Pampanga River Basin (CRIMP-PRB)	治水	1			2016-2030
JICA DPWH	Data Collection Survey on Paranaque Spillway in Metro Manila in the Republic of the Philippines フィリピン国 マニラ首都圏パラニャーク放水路に係る情報収集・確認調査	治水		1		2017-2018
JICA DPWH	Republic of the Philippines, Follow-up Study on Paranaque spillway Project フィリピン国ラグナ湖の洪水対策に係る情報収集・確認調査	治水		1		2019-2020
JICA DPWH	Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase IV) パッシング・マリキナ川河川改修事業 (Phase IV)	治水		1		2019-
JICA DPWH	Pasig-Marikina River Channel Improvement Project (Phase III) パッシング・マリキナ川河川改修事業 (Phase III)	治水		1		準備調査2010-2011 竣工2018
JICA DPWH	Data Collection Survey on Flood Management Plan in Metro Manila フィリピン国マニラ首都圏治水計画情報収集・確認調査	治水		1		2013-2014
WB NEDA	Metro Manila Flood Management Master Plan	治水		1		2012
WB AIB DPWH MMDA	Metro Manila Flood Management Project (MMFMP)	治水		1		2017-2024
地球研	Managing Environmental Risks to Food and Health Security in Asian Watersheds 東南アジアにおける持続可能な食料供給と健康リスク管理の流域設計	農業		1		2009-2015
NEDA	National Irrigation Master Plan 2021-2030	農業			1	2021-2030
DOST PCAARRD UPLB	Project SARAI (Smarter Approaches to Reinvigorate Agriculture as an Industry in the Philippines)	農業			1	2013-
NIA UPLB	Geodatabase	農業			1	
JICA PAGASA	The Project for Improvement of Flood Forecasting and Warning System in the Pampanga and Agno River Basins (Phase I) パンパングア河及びアグノ河洪水予警報システム改善計画 (Phase I)	防災	1			-2009
JICA PAGASA	The Project for Improvement of Flood Forecasting and Warning System in the Pampanga and Agno River Basins (Phase II) パンパングア河及びアグノ河洪水予警報システム改善計画 (Phase II)	防災	1			-2011
JICA DPWH	The Project for Rehabilitation of the Flood Control Operation and Warning System in Metro Manila フィリピン国 メトロマニラ洪水制御及び警報システム改善計画基本設計調査	防災		1		-2000
KOICA PAGASA	Automation of Flood Early Warning System for Disaster Mitigation in Greater Metro Manila (EWS-3 Project)	防災		1		2015-2019
KOICA PAGASA	Establishment of Early Warning and Monitoring System for Disaster Mitigation in Metro Manila (EWS-2 Project)	防災		1		2010-2012
JICA LLDA UPLB	Flood Awareness and Community Empowerment (FACE) フィリピン共和国ラグナ湖周辺農村地域への地域経済密着型の河川簡易監視カメラシステムによる防災システム向上プロジェクト	防災		1		2013-2016
UNDP CIDA OCD	Building Community Resilience and Strengthening Local Government Capacities for Recovery and Disaster Risk Management	防災		1		2010-2013
WB LLDA	Laguna De Bay Institutional Strengthening and Community Participation Project (LISCOP)	防災		1		2004-2011
JICA NWRB	The Study on Integrated Water Resources Management for Poverty Alleviation and Economic Development in the Pampanga River Basin in the Republic of the Philippines パンパングア流域統合的水資源管理計画調査	水資源	1			2009-2011
KOICA NWRB	Establishment of an Integrated 3D GIS-Based Water Resources Management Information System in the Provinces of Pampanga and Bulacan	水資源	1			2013-2014
KOICA NWRB	Establishment of an Integrated Water Resources Information System for Systematic Water Allocation, Development and Management of Pampanga and Bulacan Provinces	水資源	1			2014-2016
KOICA NWRB	Establishment of an Integrated Water Resources Management Information System for the Pampanga River Basin	水資源	1			2019-2022
JICA	The Study of Water Security Master Plan for Metro Manila and ITS Adjoining Areas : Final Report : Water Balance Study マニラ首都圏及び周辺地域における水資源開発計画に係る基礎情報収集調査(水収支解析等)	水資源		1		2012-2013
WB AUSAID MWSS	Metro Manila Water Security Study	水資源		1		2011-2012
DPWH KEDCF	Integrated Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation Measures in the Low Lying Areas of Pampanga Bay (IDRR-CCA)	リスク	1			2018-2022
UNDP AUSAID NDRRMC	Enhancing Greater Metro Manila's Institutional Capacities for Effective Disaster/Climate Risk Management towards Sustainable Development (GMMMA READY Project)	リスク		1		2010-2014
JICA OCD	Disaster Risk Reduction and Management (DRRM) Capacity Enhancement Project フィリピン国 災害リスク削減・管理能力向上 プロジェクト	リスク		1		2011-2015
AFD DILG	Improving Natural Disaster Risk Management at Local Level	リスク		1		2015-2018
DOST UP	Disaster Risk and Exposure Assessment for Mitigation (DREAM Program)	リスク		1		2012-2017
DOST UP	Nationwide Operational Assessment of Hazards Project (Project NOAH)	リスク		1		2012-2017

- ・気候変動に関しては、国家気候変動行動計画に基づき、地方レベルにおいては、DILG(内務省)の主導のもと、地方自治体（Local Governmental Units, LGU）レベルでの Local Climate Change Action Plan(LCCAP)が進められている。具体的な Plan の作成方法については、DILG がマニュアルを刊行するとともに、研修等も行っている。
- ・本研究の成果を、これらの政策/計画に反映するには、関連組織に対して研究活動の目的・成果を周知するとともに、成果を共創していくことが重要である。一方で、コロナ禍での現地渡航の困難、行政組織のインターネット環境の脆弱さから、共創のプロセスに課題を抱えている。

ii)都市と地方の間の経済的な連関の現状を考慮したシンプルな経済モデルを用いた将来的な経済発展のシナリオの予測

- ・2 ハザード 2 産業部門 3 地域・開放マクロ経済成長モデルの定式化を行った。2 ハザードとしては洪水・渇水を、3 地域としてはマニラ首都圏、パンパンガ川流域、パッシング・マリキナ川・ラグナ湖流域を想定している。そして、数値計算プログラムのコーディングを開始した。初めに、地域を1つにまとめたコードを完成させて、手元にあった他国のデータを用いて、モデルの挙動確認を行った。その後、フィリピンの産業連関表をはじめとした経済データの収集と整理に取り掛かった。2021 年度中にフィリピンのデータを用いた 2 ハザード 2 産業部門 3 地域・開放マクロ経済成長モデルのシミュレーションを完成させる予定である。

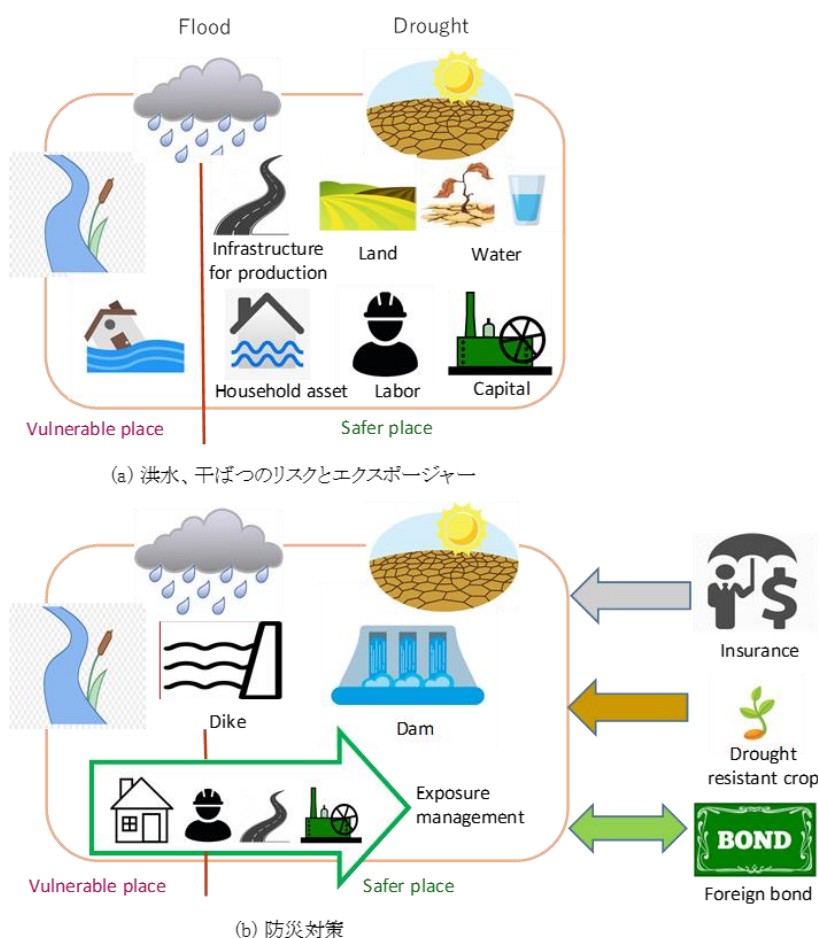


図 22 モデルで考慮する複数のハザード、エクスポージャーと防災対策

②研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

ii)都市と地方の間の経済的な連関の現状を考慮したシンプルな経済モデルを用いた将来的な経済発展のシナリオの予測

- ・ 2 ハザード 2 産業部門 3 地域・開放マクロ経済成長モデルの定式化後に、フィリピン側メンバーとのオンライン打ち合わせにて内容を報告するとともに、詳細を記した資料をグループのメンバーに送付した。フィリピン側のグループメンバーは現在、細部の確認と、モデルの改善点や政策分析シナリオの検討を行っている。
- ・ 令和 3 年 7 月に、訪日研修の代わりに e ラーニング研修を実施し、経済モデルの理解増進を図る予定である。

v) 政策提言の共創に向けた、関係機関との対話の機会の創出

- ・ 関係機関との対話の場として、約 20 の関係機関が参画する「水のレジリエンスと災害に関するプラットフォーム」を発足させているが、2019 年 2 月にマニラで開催した Plenary Meeting 以降、コロナ禍に伴い会議を開催できていない。

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

経済モデルの開発の作業において、新型コロナウイルスの影響によって、フィリピン側の若手研究者と日本側との対面での議論や共同作業を行う段階に入れていないが、計画の大きな遅延にはなっていない。

一方で、台風 Ulysses による被害の調査を、新しい着眼点をもって進めている。今回の台風はコロナ禍で発生した災害であり、経済学的視点からは、復興事業における人々の移動の制約が持つインパクトに関心をもっている。あるいは、農業などの生計の手段を失った被災者が、都市のインフォーマルセクターに出稼ぎにいけないという問題が発生することが予想される。現在、フィリピンのメンバーが中心になって被災地へのインタビュー調査やデータ収集を行っている。今後、新しいサブトピックとして統計分析などを行う予定である。

④研究題目 4 の研究のねらい（参考）

- ・ 既存の研究を踏まえて、フィリピンにおいて都市と地方の間の経済的な連関の現状を考慮しながら、シンプルな経済モデル及び多産業・多地域経済モデルを用いた将来的な経済発展のシナリオの予測を行う。また、関係者間でのモデルに関する理解増進を図るため、手法に関する研修も行う。これらのモデルを用いて、事前の防災投資の効果の可視化と、社会経済レジリエンス向上のための適応策の効果検証を行い、最終的な成果を政策提言書（Policy Brief）に取りまとめる。

⑤研究題目 4 の研究実施方法（参考）

- i) 既存の政策/計画のレビューと、共創のプロセスにより研究成果をこれらの政策/計画に反映する方法の検討
- ii)都市と地方の間の経済的な連関の現状を考慮したシンプルな経済モデルを用いた将来的な経済

発展のシナリオの予測

- iii) 多産業・多地域経済モデルにより将来的な経済発展のシナリオの予測
- iv) 事前の防災投資の効果の可視化と将来の予測結果をもとにした、社会経済レジリエンス向上のための適応策（構造物/非構造物対策を含む）の効果の検証
- v) 政策提言の共創に向けた、関係機関との対話の機会の創出
- vi) 持続可能な経済発展のための政策提言

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

①プロジェクト全体

- ・2021年6月3日に、JICA 大橋麻希子業務調整員がフィリピン共和国に入国するとともに、現地で5か年間のJICA事業を開始する予定である。また、6月30日午前に、オンラインにてキックオフ会議を開催する予定である。
- ・2021年7月～8月20日にかけて、当初予定していた訪日研修の代わりとして、eラーニングによる研修を予定している。ハイブリッド型水災害リスク評価モデルの根幹をなすそれぞれのモデルについての講義を提供するとともに、実際にモデルを使って氾濫解析やリスクマッピングを行う演習を予定しており、相手国側メンバーの理解とスキルが向上することを期待している。
- ・引き続き、研究統括グループ（研究代表者：大原美保）を中心として相手国側の研究機関及び協力機関との協議を進めながら、各研究題目のグループごとの相手側との具体的な共同研究を進めていく予定である。
- ・台風 Ulysses に関する共同研究活動については、台風から1年となる2021年11月頃にシンポジウムを開催して、成果の情報発信を目指すべく、準備を進めている。

②研究題目1：「データの収集・統合化」

- ・令和2年度はデータアップロード・ダウンロードツールのプロトタイプを開発し DIAS 基盤上に実装したが、令和3年度は、当該ツールの研修を実施することで、DIAS 基盤上へのデータ蓄積の促進が期待される。
- ・台風 Ulysses のような豪雨による災害が発生したときには、DIAS 基盤上に蓄積しているリアルタイムの観測データを、DIAS 基盤上の洪水監視システムに視覚化して速やかに公開して、現地関係機関と共有する予定である。

③研究題目2：「水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価」

- ・キックオフ会議後のeラーニング研修において、リスク評価モデルに関する講義と、実際にモデルを使って氾濫解析やリスクマッピングを行う演習を予定しているため、これらを通して、相手国側メンバーの解析モデルに対する理解が深まり、各要素の研究が加速的に進むことを期待している。
- ・新型コロナウイルス感染症の影響がなかなか収束せず、引き続き、現地観測の実施が困難である

【令和2年度実施報告書】【210531】

ことが予測される。引き続き、衛星データを活用した検証方法の開発を進めて、当初想定していたような成果を達成する見通しを立てている。

④研究題目 3：「水災害レジリエンス評価」

- ・令和 2 年度に、SDGs の各指標を踏まえて相手国側メンバーと議論したレジリエンス評価指標の案について、更なる議論を進め、本プロジェクトで着目すべきレジリエンス指標の絞り込みを行う。また、台風 Ulysses や過去の災害において、これらのレジリエンス指標に関する具体的なデータを収集し、指標の妥当性を検証する。
- ・「水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価」の対象流域への適用結果を用いて、レジリエンス評価を試みる。
- ・SDGs のうち、SDG14(Life below Water)に関連して、ラグナ湖の水環境と洪水・渇水の影響についての分析も検討する。令和 2 年度に台風 Ulysses 後の衛星画像の分析及び LLDA（ラグナ湖開発公社）へのヒアリング、相手国側の研究メンバーとの議論の中から、①マリキナ川・サンタマリア川・パグサンハン川からの湖への土砂流出の解析、②湖の流れを踏まえた土砂流出の水質への影響の解析、③それらの解析の検証のための衛星画像分析という 3 つが重要であると考えられた。令和 3 年度は、これらの研究の具体化も図る。

⑤研究題目 4：「持続可能な経済発展シナリオの検討」

- ・令和 3 年度には、現在取り組んでいる 2 ハザード 2 産業部門 3 地域・開放マクロ経済成長モデルを用いた数値シミュレーションの結果を得る予定である。その後、プロジェクト後半で予定している、家計の異質性を考慮したモデルの開発に着手するが、同時に、モデルのバリデーションを向上させるための統計的手法の適用も重要であると考えている。長期の経済成長モデルの統計的検証はデータの取得可能性と分析手法の双方の理由で難しい作業であると考えられているが、それを行うことによって、分析結果の信頼性が大きく向上するものと思われる。

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）

(1) プロジェクト全体

課題：現地事業開始延期に伴う研修の未実施

- ・令和 2 年度より、相手国側での JICA 事業を開始予定であったが、新型コロナウイルス感染症の世界的な蔓延に伴い、現地 JICA 事業の開始を延期している。現時点では、2021 年 6 月 3 日に、JICA 大橋麻希子業務調整員がフィリピン共和国に入国するとともに、5 か年間の現地 JICA 事業を開始する予定である。また、6 月 30 日午前、オンラインにてキックオフ会議を開催する予定である。現地側への研修提供は現地事業開始後が望ましいと方針のため、令和 2 年度中は、現地側への研修を提供することができず、相手国側メンバーの解析モデルの理解やスキル習得が遅れている。令和 3 年 7 月～8 月 20 日の相手国側大学の夏休み期間に、訪日研修の代わりとしての e ラーニング研修を提供することを予定しており、相手国側メンバーの理解とスキルが向上す

【令和 2 年度実施報告書】【210531】

ることを期待している。

課題：対面議論の困難による若手研究者の参画不足

- ・令和2年度は、両国の研究メンバーとはオンラインのみでコミュニケーションを取っているが、オンライン画面上での限られた時間の中では、どうしても相手国側グループリーダー等の発言が多くなり、なかなか若手研究者と顔が見える関係を構築できていない。この理由の一つとしては、上述の通り、研修の未実施のために、若手研究者側が解析モデルを理解できていないこともある。令和3年度の方針として、若手研究者との対話を活性化するために、4つの研究グループの下に、テーマ別にユニットチームを発足させ、若手研究者を含む小さな単位でのオンライン打合せを開催していくことにより、対話が進みやすい環境を醸成する方針とした。

課題：現地調査の実施困難

- ・また、新型コロナウイルス感染症の蔓延による現地のロックダウンとキャンパス閉鎖により、対象流域での現地調査やデータ取得が出来ない状況である。このため、解析モデルにおいて、現地取得が必要なパラメーターの代わりに、衛星画像からデータを取得して活用できないかを検討するなど、代替手段の検討を進めている。
- ・水災害レジリエンス評価においては、具体的なケーススタディーエリアを設定して、詳細な検討を行うことを当初計画では挙げていたが、現地への渡航ができず、日本側メンバーが全く行ったことが無い地域もあるため、ケーススタディーエリアを決定しかねており、延期している。

課題：SATREPS 専用ルーム兼サーバ室の建設遅延

- ・2019年9月の現地詳細調査後、フィリピン大学ロスバニョス校で建設中の別の建物内に、SATREPS 専用ルーム兼サーバ室を新規に増築することが決まり、2020年度から工事が開始されていたが、学内手続き及び工事に遅れが生じて、2021年5月時点でまだ完成していない。このために現地へのサーバや機材の供与が遅れているが、2021年6月中旬に完成予定と推測されるため、手続きを順次進めて行く予定である。

課題：連携行政機関とのオンライン・コミュニケーションの困難による JCC 開催の延期

- ・また、新型コロナウイルス感染症による現地渡航自粛により、現地の研究機関及び連携機関との顔を合わせた上での会議開催が困難な状況になっている。可能な限り、オンライン打合せを駆使して、現地の研究機関とは密な連携をはかっているが、現地行政機関である連携機関は、インターネット環境が脆弱であるため、オンライン打合せでの円滑なコミュニケーションが難しい。このため、キックオフ会議と同時に Joint Coordinating Meeting(JCC)を開催するのが通例であるが、JCC の開催は、できるため対面での開催を目指すべく、キックオフ会議から数か月後の時期に延期することとした。

(2) 研究題目1：「データの収集・統合化」

リーダー：東京大学 地球観測データ統融合連携研究機構 特任助教・安川雅紀

土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 研究員・宮本守

フィリピン大学ロスバニョス校 Dr. Roger A. Luyun, Jr.

- ・フィリピン大学ロスバニョス校内のサーバーーム増築工事が遅れているため、完成時期が明らかになった際にサーバの調達・設置のスケジュール、サーバの仕様を具体化させる必要がある。
- ・データ収集については、日本側メンバーがフィリピンに渡航することが当面の間、難しいと考えられるため、フィリピン側メンバーと連携してデータ所有者と協議を行ってデータを取得する必要がある。
- ・データアップロード・ダウンロードに関する研修に関しては、令和3年度にオンラインでの研修を実施する予定であり、そのため、eラーニングツールの開発および教材作成を行う予定である。

(3) 研究題目2：「水理水文・農業モデルによる洪水・渇水リスク評価」

リーダー：東北大学大学院農学研究科 教授・本間香貴

土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 主任研究員

・ Mohamed RASMY Abdul Wahid

フィリピン大学ロスバニョス校 Dr. Vicente G. Ballaran, Jr.

- ・オンライン環境下でも具体的に進め、フィリピン側から現地データ等を入手していくためにも、eラーニング、マニュアル、Google Search Engines などを使って情報を発信・共有していくことが重要である。
- ・研修を未実施であることもあり、当初想定していたよりも解析モデルに関心のある相手国側のプロジェクトの参加者が少なかった。eラーニングなどを通じてモデルによる推定の効果などに関して啓発を進め、関心や理解を進めることが重要と考えている。

(4) 研究題目3：「水災害レジリエンス評価」

リーダー：滋賀県立大学環境科学部 准教授・瀧健太郎

土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター 主任研究員・大原美保

フィリピン大学ロスバニョス校 Dr. Patricia Ann Jaranilla-Sanchez

- ・コロナ禍により現地調査や現地自治体への訪問が実施できないため、現地のレジリエンスの実態把握が困難である。台風 Ulysses の被災地において、相手国側メンバーが被災自治体及び被災地へのインタビュー調査を開始しているが、相手国側メンバーも被災地には入れないため、電話やオンラインインタビュー形式となっている。相手国側メンバーの土地勘や地縁を頼りに研究活動を進めている状況である。
- ・水災害レジリエンス評価にあたっては、対象流域内にいくつかのケーススタディーエリアを設定して評価を進めるのが当初の方針であり、おおよその候補地は挙がっているが、日本側メンバーが全く行ったことが無い地域もあるため、ケーススタディーエリアを決定しかねている。今のところは、決定を延期している状況である。

(5) 研究題目4：「持続可能な経済発展シナリオの検討」

リーダー：京都大学防災研究所 准教授・横松宗太

【令和2年度実施報告書】【210531】

- ・経済モデルの開発の作業は、少数のサブグループのメンバーによって、コミュニケーションを密に取りながら取り組むことになる。共通のプログラム言語を用いるための準備も必要になる。まずは、早期にそのメンバーを決めることが必要となる。
- ・一方、モデルを利用した政策分析については、多様な専門性や経験をもった研究者が集い議論することによって、分析シナリオが膨らむ。分析結果をプレゼンテーションして、実務の現場からフィードバックを得て、さらに分析シナリオを改善するプロセスについても、国や分野横断的な研究者たちのシナジーが期待される。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

- ・2020年11月12日に台風 Ulysses がルソン島を横断し、2009年の台風オンドイ以来の規模での甚大な被害をもたらした。対象流域での被害状況を迅速に把握するため、フィリピン国家災害リスク削減管理委員会（NDRRMO）が公表している被害報、衛星画像および Google Search Engines を活用して浸水地域・避難者・家屋被害等の被害分布のマッピングを行い、被害を可視化できる WEB アプリケーションの環境を構築した。衛星画像からの浸水域の判読結果をはじめとする、これらの結果は、JJICA 本部及び JICA フィリピン事務所にも共有し、JICA フィリピン事務所経由で、DPWH 等の連携機関にも提供された。

(2) 社会実装に向けた取り組み

- ・社会実装に向けて、関係機関ともオンライン打合せを実施し、相手国側のニーズ把握に努めている。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

- ・2021年2月26日に、アジア・オセアニア地域地球観測に関する政府間会合（AOGEO）の分科会として開催されたアジア水循環イニシアティブ（AWCI）セッションにおいて、Country Reports on the Platforms on Water Resilience and Disasters でのフィリピンからの報告の一つとして、本 SATREPS 課題の Project Manager であるフィリピン大学ロスバニョス校（UPLB）の Patricia Sanchez 教授がプロジェクトの紹介を行った。セッションには、アジア各国の水災害関係者も参加しており、2021年6月からのフィリピン国内での JICA 事業開始を PR する機会となった。本セッションの様子については、土木研究所 ICHARM の WEB にも報告を掲載している。

https://www.pwri.go.jp/icharm/special_topic/20210226_AOGEO_AWCI_j.html

- ・また、このセッションでの議論の結果は、2021年3月3日～5日にオンラインで開催された第13回 AOGEO シンポジウム（<https://aogeo.net/2021/>）において報告され、AOGEO シンポジウム参加に対しても、SATREPS の活動を PR する機会となった。

Ⅵ. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

Ⅶ. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

Ⅷ. その他（非公開）

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。)
2020	岩橋優, 田中佑, 本間香貴, 齊藤大樹, 奥本裕, 白岩立彦, “イネ出穂期遺伝子hd3a変異系統を用いた個葉および群落蒸散に関する研究”, 日本作物学会紀事, 2020.07.893, pp.218-223	10.1626/jcs.89.218	国内誌	発表済	
2020	Rintaro Kondo, Yu Tanaka, Hiroto Katayama, Koki Homma, Tatsuhiko Shiraiwa, “Continuous estimation of rice (Oryza sativa (L.)) canopy transpiration realized by modifying the heat balance model”, Biosystems Engineering, 2021.04.2044, pp.294-303	10.1016/j.biosystemseng.2021.01.016	国際誌	発表済	
2020	Yonehara, S., Kawasaki, A. (2020) Assessment of the tidal effect on flood inundation in a low-lying river basin under composite future scenarios. Journal of Flood Risk Management. 13(3), e312606.	https://doi.org/10.1111/jfr.3.12606	国際誌	発表済	
2020	Shrestha, B., Kawasaki, A. (2020) Quantitative assessment of flood risk with evaluation of the effectiveness of dam operation for flood control: a case of the Bago River Basin of Myanmar. International Journal of Disaster Risk Reduction, 50, 101707.	doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101707	国際誌	発表済	
2019	牛山朋来, 伊藤弘之, 地球温暖化による将来の降雨量変化を詳細に評価するためのダウンスケーリング技術, 土木技術資料, 第62巻, pp.8-11、令和2年2月号		国内誌	発表済	
2019	Abdul Wahid Mohamed Rasmy, 牛山朋来, 安川雅紀, 深見和彦, 観測情報の乏しい発展途上国で運用可能な洪水予測システムの開発 ～全球規模の衛星降雨観測・降雨予測情報の活用～, 土木技術資料, 第62巻, pp.12-17、令和2年2月号		国内誌	発表済	
2019	Badri Bhakta SHRESTHA, 宮本守, 澤野久弥, 深見和彦, 気候変動影響による洪水氾濫・農業リスクの変化予測～フィリピン・パンパンガ川流域での検討事例～, 土木技術資料, 第62巻, pp.18-21、令和2年2月号		国内誌	発表済	
2019	宮本守, 小池俊雄, 多様な水防災・減災関係者が参画するプラットフォームを通じた、気候変動適応策 実装への取組み, 土木技術資料, 第62巻, pp.26-29、令和2年2月号		国内誌	発表済	
2019	Muneta Yokomatsu, Hiroaki Ishiwata, Yohei Sawada, Yushi Suzuki, Toshio Koike, Asif Naseer, Muhammad Jehanzeb Masud Cheema, “A multi-sector multi-region economic growth model of drought and the value of water: A case study in Pakistan”, International Journal of Disaster Risk Reduction 43 (2019). 101368		国際誌	発表済	
2020	横川 大輝・中辻 崇浩・瀧 健太郎, 湖岸エネルギーフラックスを用いた卓越風変化に伴う琵琶湖岸タイプの将来予測と適応戦略の検討, 土木学会論文集G(環境), 2020, 76, 6, II.219-II.226	doi.org/10.2208/jscejer.76.6.II.219	国内誌	発表済	
2020	Norio Nakatsuka, Shoji Kosaka, Kentaro Taki, Masahisa Nakamura, Hiroji Nakagawa, Better governance for integrated management of the Lake Biwa –Yodo River Basin, Lakes & Reservoirs, 2020, 25, 1, 93-104	doi.org/10.1111/lre.12309	国際誌	発表済	
		論文数	11	件	
		うち国内誌	6	件	
		うち国際誌	5	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
2020	Masahisa Nakamura, Keiko Wada, Kentaro Taki, Naoko Hirayama, Evolving Issues Toward Improvement of the Lake Biwa-Yodo River Basin Governance, Springer – Lake Biwa: Interactions between Nature and People, 2nd edition, 485-528	学術図書	発表済	
2020	Yokomatsu, Muneta, and Stefan Hochrainer-Stigler (Ed.) “Disaster Risk Reduction and Resilience.” (2020), Springer, ISBN 978-981-15-4320-3	書籍	発表済	編集, 1.6, 12章を執筆(全12章)
		著作物数	2	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
2020	国際学会	Koki Homma. Evaluation of rice production in farmer's fields by integration of simulation model with remote sensing. International Symposium on Crop production in semiarid areastropicalizing the northern region of Gaza/ Mozambique 18 August 2020.	招待講演
2020	国内学会	Koki Homma Evaluation of climate change impacts by combining hydrological model and crop model to contribute "Climate Action". 第251回日本作物学会講演会 2021年3月29・30日 於 京都大学(オンライン)	招待講演
2020	国内学会	安川雅紀(東京大学)、玉川勝徳(土木研究所)、宮本守(土木研究所)、小池俊雄(土木研究所)、喜連川優(国立情報学研究所/東京大学生産技術研究所)、フィリピンにおける洪水早期警戒のためのデータ共有システムの試作、情報処理学会第83回全国大会、オンライン開催、2021年3月18日	口頭発表
2020	国際学会	Shrestha, B.B., Kawasaki, A., Analysis of physical and economical flood impacts on residential areas in the Bago River Basin of Myanmar. American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2020, 737197, Online, Dec 2020. [Virtual Poster Presentation]	ポスター発表
2020	国際学会	Haque, S., Kawasaki, A., Khiabani, P.H., Nagano, T., Inoue, T., Review of data platforms for climate change and land sectors. American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2020, 728434, Online, Dec 2020. [Virtual Poster Presentation]	ポスター発表
2020	国際学会	Nishihara, K., Kawasaki, A., Optimizing water-energy distribution during short-term flood in cascaded hydropower dams and proposing solution of conflict between stakeholders by bargaining game theory. American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting 2020, 728180, Online, Dec 2020. [Virtual Poster Presentation]	ポスター発表
2021	国内学会	会田健太郎、南雲直子、大原 美保、国際共同研究プロジェクトでの広域台風災害に関する情報提供・共有におけるGoogle Earth Engine活用事例、日本地球惑星科学連合2021年大会、2021年5月30日-6月6日、オンライン開催	ポスター発表
2021	国内学会	南雲直子、会田健太郎、大原 美保、藤兼雅和、2020年台風Ulyssesによるフィリピンの洪水被害マッピング、日本地球惑星科学連合2021年大会、2021年5月30日-6月6日、オンライン開催	ポスター発表
		招待講演	2 件
		口頭発表	1 件
		ポスター発表	5 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
2020	2020/10/25	地理情報システム学会賞 (学術論文部門)	東南アジアを中心とした国内外での地理空間情報の利活用の促進に大きく貢献	川崎昭如	一般社団法人 地理情報システム学会	3. 一部当課題研究の成果が含まれる	

1 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

(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)

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
2020	2021年2月26日	アジア・オセアニア地域地球観測に関する政府間会合(AOGE0)分科会:アジア水循環イニシアティブ(AWCI)セッション	オンライン	約60名	公開	アジア・オセアニア地域地球観測に関する政府間会合(AOGE0)の分科会として開催。Country Reports on the Platforms on Water Resilience and Disastersの中で、フィリピンからの報告の一つとして、相手国側UPLBのPatricia Sanchez教授がSATREPSプロジェクトについて紹介した。
2020	2020年12月2日	日本・フィリピンメンバー全体会議	オンライン	34人(うち、フィリピン18人)	非公開	日本・フィリピン側の全メンバーによる会議として開催。
2020	2020年8月27日	日本・フィリピン グループリーダー会議(グループ1:データの収集・統合化)	オンライン	10名(うち、フィリピン3名)	非公開	両国のグループリーダーによる会議として開催。
2020	2020年8月26日	日本・フィリピン グループリーダー会議(グループ2及び3:洪水濁水リスク・レジリエンス評価)	オンライン	14名(うち、フィリピン5名)	非公開	両国のグループリーダーによる会議として開催。
2020	2020年9月2日	日本・フィリピン グループリーダー会議(グループ2:流量モニタリング関連中心の会議)	オンライン	8名(うち、フィリピン3名)	非公開	両国のグループリーダーによる会議として開催。
2020	2020年8月31日	日本・フィリピン グループリーダー会議(グループ4:経済シナリオ予測)	オンライン	7名(うち、フィリピン4名)	非公開	両国のグループリーダーによる会議として開催。
2020	2021年2月16日	グループ1(データの収集・統合化)の日本・フィリピンメンバーの会議	オンライン	9名(うち、フィリピン5名)	非公開	各グループの両国メンバー会議として開催。
2020	2021年3月12日	グループ2(洪水濁水リスク)の日本・フィリピンメンバーの会議	オンライン	18名(うち、フィリピン8名)	非公開	各グループの両国メンバー会議として開催。
2020	2021年3月15日	グループ3及び4(水災害レジリエンス評価・経済シナリオ予測)の日本・フィリピンメンバーの会議	オンライン	18名(うち、フィリピン8名)	非公開	各グループの両国メンバー会議として開催。

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)

0 件

0	件
---	---

成果目標シート

研究課題名	気候変動下での持続的な地域経済発展への政策立案のためのハイブリッド型水災害リスク評価の活用
研究代表者名 (所属機関)	大原美保(国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター (ICHARM))
研究期間	R1採択(令和元年4月1日～令和7年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	フィリピン共和国／フィリピン大学ロスバニョス校・ フィリピン大学ディリマン校・ フィリピン大学ミンダナオ校
関連するSDGs	目標 6: すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する 目標11: 包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現する 目標13: 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・仙台防災枠組で目標とする災害リスク軽減への貢献 ・データ統合・解析システム(DIAS)を通じた国際貢献 ・水災害リスク情報を踏まえた産業投資環境の整備
科学技術の発展	・水理水文－農業－経済の各モデルを連成させたハイブリッド型評価モデルによる、気候変動下における洪水・渇水リスクの高精度な評価技術の構築
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・水理水文－農業－経済の各モデルを連成させたハイブリッド型水災害リスク評価モデルの標準化
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
技術及び人的ネットワークの構築	・フィリピン共和国での災害リスク情報及びデータ統合・解析システムに関する関係機関ネットワーク強化
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・ハイブリッド型水災害リスク評価技術及び地域経済発展手法の提言に関する研究発表 ・ハイブリッド型水災害リスク評価に基づく気候変動下での持続的な地域経済発展手法に関する政策提言書

上位目標

水災害レジリエンスの向上と均衡のとれた国土発展による持続可能な経済発展のための政策提言が、中央および地方政府の政策や計画に反映される。

・政策決定者の理解増進
・水災害関連データ・プラットフォーム参画機関職員の更なる研修への展開

プロジェクト目標

対象流域における気候変動・水理水文・農業・経済活動を結合させたハイブリッド型モデルによる水災害リスク評価に基づき、気候変動下での都市と農村における持続可能な経済発展のための政策提言を行う。

