

## 「DIAS 解析環境」利用共同研究（無償）課題成果報告書

提出日：2024年4月29日

課題番号	DIAS22-A009
研究課題名	海外流域における洪水・渇水予警報システム構築と機能の高度化
フリガナ 申請代表者氏名	コイケ トシオ 小池 俊雄
申請代表者の 所属機関名	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
研究実施期間	2023年4月1日～2024年3月31日

※「研究実施期間」は、年度報告書の場合は当該年度、最終報告書の場合は開始時～終了時を記入してください。

### （1）研究概要

DIAS 3 期水課題のサブ課題の 1 つとして「④地球環境情報プラットフォーム構築機関との協力による他分野への展開」として、主にアジア・アフリカ地域において、リアルタイムデータ取得機能、アンサンブル降雨予測、水エネルギー収支分布型水文モデル等の各要素を開発し、DIAS 上で順次組み合わせ、洪水監視システム(Flood Early Warning System: FEWS)、一部の海外流域では、39 時間先のアンサンブル予測を組んだ、洪水予測・監視システム(Flood Forecasting Early Warning System: FFEWS)、また、季節予測データを用いた渇水予測システム(Drought Forecasting Early Warning System: DFEWS)を開発してきた。DIAS 3 期水課題で得られたこれらアジア・アフリカ地域における FEWS, FFEWS, DFEWS の成果を発展させ社会のニーズに応え多くの流域に適用するため、各機能に、短期アンサンブル降雨予測機能、長期アンサンブル降雨予測機能、ダム操作機能、最適化機能を順次組み込んでシステム化する。また、高度化された情報を社会に適用する人材育成のシステム化をする。このシステム化研究を DIAS を開発、運営してきた IT 研究者と協働し実施する。

### （2）課題の意義と目的

2022 年 4 月 23～24 日に熊本市で開催された第 4 回アジア・太平洋水サミットでは、「強靱性、持続可能性、包摂性を兼ね備えた質の高い社会への変革」

を謳った『熊本宣言』が採択された。岸田首相から、「気候変動適応策・緩和策両面での取組として、アジア太平洋地域に3万基以上ある既存ダムは、我が国が有するハイブリッド技術を導入することで、治水・利水能力の向上といった気候変動適応策と、水力エネルギーの増強といった気候変動緩和策の両方を、環境負荷の増大を伴わず早期に実現できること、また、その上で、科学技術の実装には、水管理の実務を担う人への投資が重要であり、我が国が構築しているデータ統合・解析システムや、各国機関と連携した共同研究等による支援を行い、人材育成に貢献すること」の発表があり、今後5年間で約5千億円の支援が約束された。

DIAS 第3期水課題の成果がこの発表に貢献するところは大きく、気象庁のメソスケールアンサンブル予測が利用できない国際利用は、DIAS 第3期のPoC 成果の発展なしには難しいのが現状である。また今後予想される多様で多くの国際的ニーズに応えるには洪水・渇水予警報システム開発と機能の高度化が不可欠である。そこで、スリランカ、フィリピン、ミャンマー、インドネシア、ベトナム、インド、ブラジル、西アフリカ、北アフリカ、イラン等において、下記の3つを目標とする。

- ① 洪水・渇水予警報システム開発と高度化
- ② 洪水調節や発電機能向上を目的とする最適ダム操作の検討
- ③ 洪水・渇水予警報情報を翻訳し実社会に役立てる人材の育成

年度ごとの目標は次のとおりである。

2022年度：水災害予警報システムのロバストな運用手法の検討

2023年度：水災害予警報システムの実務への適用手法の検討

2024年度：水災害予警報システムの自律的運用のための能力開発

### (3) 研究成果

#### (3)-1) 実施内容

##### (3)-1-1) リアルタイム洪水・渇水情報の提供：

2021年度までに構築した、スリランカ カル川流域における洪水予測・監視システム(FFEWS)、マハウエリ川流域における洪水監視システム(FEWS)、西アフリカ ニジェール川流域、ボルタ川流域における、洪水監視システム(FEWS)、フィリピン パンパンガ川流域、ダバオ川流域における洪水監視システム(FEWS)、ブラジル セアラ州 における渇水監視システム(DEWS)を継続して運用した。

スリランカ カル川流域(2,766km<sup>2</sup>)は、1) 地上観測降雨、2) ひまわり 8号による雲と水蒸気の分布、3) 衛星観測雨量(GSMaP NOW)による降雨分布、4) 地上観測雨量データを用いてリアルタイムに補正される GSMaP NRT の降雨分布、5) 補正された GSMaP NRT を水・エネルギー収支を考慮した降雨流出氾濫モデル(WEB-RRI)に入力し得られる河川水位や洪水氾濫域、6) 72 時間先までの降雨予測、7) 降雨予測を WEB-RRI に入力し得られる 72 時間先までの洪水予測を 500m の空間解像度でリアルタイムに 1 時間ごとに自動更新している。

また、2017 年 5 月の大規模洪水時の地上観測降雨、GSMaP\_NRT、ひまわり 8号、洪水状況の再現計算結果をアニメーションで提供している。

マハウェリ川流域(10,400km<sup>2</sup>)では、1) 地上観測降雨、2) ひまわり 8号による雲と水蒸気の分布、3) 衛星観測雨量(GSMaP NOW)による降雨分布、4) 地上観測雨量データを用いてリアルタイムに補正される GSMaP NRT の降雨分布、5) 補正された GSMaP NRT を水・エネルギー収支を考慮した降雨流出氾濫モデル(WEB-RRI)に入力し得られる河川水位や洪水氾濫域をリアルタイムに 1 時間ごとに自動更新している。

FFEWS は、スリランカ国の灌漑省(IR)、災害管理センター(DMC)、国家建築研究機関(NBRO)、気象局(Met Office)等の関係機関で共有されている。

カル川流域にはは 1) の地上観測降雨 9 地点のリアルタイム転送システムを ICHARM が JAXA との共同研究の枠組みのもとで設置している。昨年度の段階ではコロナ禍によりスリランカへの渡航が制限され 2020 年 11 月 27 日以降リアルタイム転送が停止していたがメンテナンスを行い今年度は 7 地点での転送を再開した。マハウェリ川流域では灌漑省(IR)とスリランカ国家建築研究所(NBRO)の協定の下でリアルタイムデータが提供されていたが 2019 年 4 月 10 日以降停止している。コロナ禍によりスリランカへの渡航が制限されデータ転送システムのメンテナンス等が出来ないのが原因であったが、今年度はデータ転送に向け協議を再開した。

西アフリカ ニジェール川流域(2,118,000km<sup>2</sup>)、ボルタ川流域(400,000 km<sup>2</sup>)では、1) 衛星観測雨量(GSMaP NOW)による降雨分布、2) 過去の地上観測雨量を用いて統計的に補正された GSMaP NRT の降雨分布を流域スケールで、また、3) 過去の地上観測データを用いて補正係数を求め統計的に補正される GSMaP を WEB-RRI に入力し得られる河川水位や洪水氾濫域を流域スケールと洪水危険地点(ホットスポット)でリアルタイムに 1 時間ごとに自動計算している。空間解像度はニジェール川流域では 4km、ボルタ川流域では 2 km、洪水危険地域では 450m である。また、洪水危険地点 (ニジェール川流域：Bamako 地点での 2018 年 7 月出水、ボルタ川流域：Mango 地点での 1970

年 10 月出水)における洪水状況の再現計算結果と想定最大浸水深の情報も提供している。FEWS はニジェール川, ボルタ川流域国を含む西アフリカ 11 カ国、西アフリカ農業気象水文センター (AGRHYMET)、ニジェール川流域機構 (NBA)、ボルタ川流域機構 (VBA) 等, 関係機関に公開され情報の共有が図られている。今年度も継続して情報提供を行った。

フィリピンパンパンガ川流域(9,759km<sup>2</sup>)では、1) 地上観測降雨、2) ひまわり 8 号による雲と水蒸気の分布、3) 衛星観測雨量(GSMaP NOW)による降雨分布、4) 地上観測降雨を RRI に入力し得られる河川水位や洪水氾濫域、5) 過去の地上観測降雨を用いて補正係数を求め統計的に補正される GSMaP を RRI に入力し得られる河川水位や洪水氾濫域を、500m の空間解像度でリアルタイムに 1 時間ごとに自動更新し提供している。また、2020 年 11 月の台風 Ulysses による大規模洪水時の GSMaP\_NRT、ひまわり 8 号のアニメーションを、2011 年 9 月の台風 Nesat、2022 年 9 月の台風 Noru それぞれの洪水状況の再現計算結果をアニメーションで提供している。

FEWS は、HyDEPP-SATREPS プロジェクトの枠組みでフィリピン大学ロスバニョス校、ディリマン校、ミンダナオ校、フィリピン大気地球物理天文局 (PAGASA)、フィリピン国公共事業道路省 (DPWH)、科学技術省 (DOST)、ラグナ湖開発公社 (LLDA)、マニラ首都圏開発庁 (MMDA) 等で共有されている。なお、PAGASA から提供されているリアルタイム地上観測降雨が 2022 年 10 月 12 日以降データ配信が停止しているため、PAGASA 側との確認・調整を継続した。

フィリピンダバオ川流域(1,623km<sup>2</sup>)では、1) ひまわり 8 号による雲と水蒸気の分布、2) 衛星観測雨量(GSMaP NOW)による降雨分布、3) 過去の地上観測降雨を用いて補正係数を求め統計的に補正される GSMaP を WEB-RRI に入力し得られる流域スケールの河川水位や洪水氾濫域を 500m の空間解像度でリアルタイムに 1 時間ごとに自動計算している。また、洪水危険地点(バランガイ: Ma-A、Mandug)において補正された GSMaP を RRI に入力して得られる河川水位や洪水氾濫域を 40m の空間解像度でリアルタイムに 3 時間ごとに自動計算している。

FEWS は IFI Philippine の枠組みで、DOST XI (科学技術省 第 11 地区)、PAGASA XI (気象天文庁 第 11 地区)、OCD XI (国防省市民防衛局 第 11 地区) 等で共有されている。

ダバオ川流域におけるリアルタイムデータアーカイブに向けて DOST XI、PAGASA XI と調整を行い、2023 年 11 月にリアルタイムデータアーカイブを

開始した。Davao OSS-SR への実装に向け協議を開始した。

ブラジル北東域とセアラ州を対象に農業的早魃を監視・季節予測するシステムを開発した。DIAS 上で各種データ (GLDAS 気象フォーシング全球データ・GCOMW/AMSR2 衛星マイクロ波輝度温度全球データ・Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Climate Model version2.5 (GFDL) 季節予測降水量全球データ) を収集・統合し陸面における水循環と植生動態を評価し、マイクロ波輝度温度データを同化する植生動態-陸面結合データ同化システム (CLVDAS) をブラジル北東域に適用することにより、25km グリッド DIAS 農業的早魃監視・季節予測システム (早魃システム) を開発しセアラ州のステークホルダー・農業従事者・研究者等の要望に応じて更新可能としている。

### (3)-1-2 オンライン e-learning システムの提供：

西アフリカ、フィリピン パンパンガ、フィリピン ダバオ を対象に構築したオンライン e-learning システムを継続して提供した。

### (3)-2 得られた成果：

#### (3)-2-1 リアルタイム洪水・渇水情報：

2023 年度は、フィリピン パンパンガ流域を対象とした OSS-SR やその取り組みについて、2023 年 11 月 6 日から 11 月 10 日までケープタウン国際コンベンションセンター (CTICC 2) Cape Town International Convention Centre にて、地球観測に関する政府間会合 (GEO) 本会合及び閣僚級会合等 (GEO Week 2023) で報告をした。

#### 1) トレーニングワークショップセッションでのデモンストレーション：

2023/11/07(火)に、Training Workshop of Earth Observations (EO) Solutions for the Early Warnings for All (EW4All) Initiative セッションにて DIAS(データ統合・解析システム)上に構築した Philippine Pampanga 流域での OSS-SR(知の統合オンラインシステム)の説明とデモンストレーションを行った。DIAS のコンセプト、IFI との協働、洪水予警報システムの概要の説明の後、OSS-SR の一環として開発している Philippine Pampanga 流域での[①リアルタイム機能]：地上観測降雨と衛星観測データアーカイブ、また、水文モデルに入力し浸水域の計算と可視化、[②過去洪水再現機能]：過去洪水の事例として 2022 年 9 月 25 日~27 日に襲来した台風 Karding の衛星観測降雨強度や雲の分布、浸水氾濫域の拡大・縮小のアニメーションや最大浸水深の分

布とデータダウンロード、[③E-learning 機能]：気候変動や洪水ハザードマップに関する基礎、ハザードマップ作製やリスク評価のための解説、水文・農業・経済モデルの講義と解説、各教材のダウンロードや理解度評価のための試験についてデモンストレーションをした。また、これらの OSS-SR を用いて、フィリピンメンバーと 2 回のオンライン、現地にて 1 回のワークショップを実施しファシリテータ育成をしていることを紹介した。



写真 1：セッションの状況

## 2) Japan GEO ブースでの紹介

Japan GEO ブースにて、DIAS の活動のポスター展示を行うとともに、2023/11/08(水)には OSS-SR のショートレクチャーを実施した。また、GEO Plenary 期間を通して OSS-SR の取り組みを紹介したブローシャ：Flood Monitoring & Forecasting by Online Synthesis System for Sustainability and Resilience (OSS-SR) - A Case in the Philippines towards Operational Early Warning - を配布した。

## 3) Plenary: GEO achievements セッションでの DIAS 報告

2023/11/09(木)には、Plenary Session 6: GEO achievements において、文部科学省 研究開発局 環境エネルギー課 高附課長補佐が DIAS を用いた取り組みを紹介した。GEO 事務局では、地球観測データを用いた問題解決に向けた取り組みの活動報告：GEO Highlight Report: UNLOCKING IMPACT THROUGH EARTH OBSERVATIONS を取りまとめている。下記から今回提出された全 35 のレポートが DL 可能である。

[https://earthobservations.org/documents/geoweeek2023/GEO\\_HIGHL](https://earthobservations.org/documents/geoweeek2023/GEO_HIGHL)

IGHTS\_report.pdf

この中から DIAS での活動：Flood early warning system supports typhoon response - PROJECT: Data Integration and Analysis System（上記 14 ページに記載）が注目すべき取り組みとして選定され、Plenary Session 6: GEO achievements での報告&パネルディスカッションを実施した。DIAS を用いた OSS-SR の取り組みを GEO Community の中でも共有できた。



図 2：高附課長補佐による DIAS 報告（左上・右上・左下）と  
パネルディスカッションの状況(右下) [PPT とライブ配信画像のキャプチャ]

### (3)-2-2：トレーニングワークショップの開催

1) フィリピン パンパンガ州：

2023 年 6 月に HYDEPP-SATREPS のもとでパンパンガ州サンフェルナンド市で「Workshop on Flood and Agricultural Damage Monitoring Technology for Supporting Rapid Recovery」と題するワークショップ・トレーニングを実施した。機関、大学関係者らを含む 64 名が参加した。ワークショップでは、HYDEPP-SATREPS のもとで開発・運用している洪水モニタリングシステムを紹介するとともに、それらのハンズオントレーニングを実施した。各期間からの参加者から実利用に向けた熱心な質疑が行われた。



写真2：セッションの状況

2) フィリピン ダバオ市：

2023年6月30日、IFI フィリピンのもとで、フィリピン・ダバオ市にてファシリテータ育成を目的とした「知の統合オンラインシステム（OSS-SR）」のユーザーおよび管理者向けトレーニングを環境・天然資源省ダバオ局（DENR XI）で、様々な組織で構成される33名の参加者のもと実施した。DIASへのアクセスと情報共有のプロトコル、DIASの機能に関する講義を主にハンズオン形式で実施した。講義の後にはオープンフォーラムが行われ、各組織の参加者からダバオ市OSS-SRの利用に関して、各自の仕事におけるシステムの有用性に関するコメントや要望、トレーニングおよびダバオ市OSS-SRの実施に関連する将来の活動などについて議論した。



写真3：セッションの状況

#### (4)波及効果

本研究は最先端の科学と知を統合し、洪水・渇水予警報システムを提供することで、現場での意思決定、行動をつなぐ枠組みを構築することで、事前の水害対応・問題解決対応が可能となる。また、オンラインe-learningにより、科学的、伝統的な知識を幅広く使った専門的な助言によって、社会や現場での関係当事者と科学技術のギャップを埋め、問題解決の道を示すことができる触媒的存在である「ファシリテータ」を育成にも貢献している。

#### (5)業績(口頭・ポスター発表、論文発表、受賞、講演等)

##### 査読付き論文発表

- 1) Sanjeewa Illangasingha, Toshio Koike, Mohamed Rasmy, Katsunori Tamakawa, Hirotsada Matsuki, Hemakanth Selvarajah: A holistic approach for using global climate model (GCM) outputs in decision making, *Journal of Hydrology*, Volume 626, Part B, November 2023, 130213. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130213>
- 2) Rie Seto, Toshio Koike, Misako Kachi: Feasibility of liquid water path estimation of over land using satellite-based Ka-band passive microwave data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Volume 62, December 2023.
- 3) Richard Lawford, Sushel Unninayar, George J Huffman, Wolfgang Grabs, Angélica Gutiérrez, Chu Ishida-Watanabe, Toshio Koike: Implementing the GEOSS water strategy: from observations to decisions., *International Journal of Digital Earth*, Vol 16-1, 1439-1468, December 2023.
- 4) Richard Lawford, Sushel Unninayar, George J Huffman, Wolfgang Grabs, Angélica Gutiérrez, Toshio Koike: A data - oriented strategy to support water resource managers and researchers, *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 59-5, 877-884, October 2023.
- 5) 会田 健太郎, 久保田 啓二郎, 浅沼 順, 開発 一郎, 小池 俊雄: モンゴル長期土壌水分観測データを用いた衛星 SAR 土壌水分推定アルゴリズムの汎用性向上のための検討、*水工学論文集*, 2023年12月

##### 講演

- 1) 小池俊雄: G7 広島サミットに向けた世界人口開発議員会議 (GCPPD2023) 「人口 80 億人の世界と今後の展望」(アジア人口・開発協会)、講演 “Roles of Science and Technology in Transformative Steps” 令和 5 年 4 月 25 日
- 2) 小池俊雄: Regional Workshop on aligning Climate Change and Disaster Risk Management Actions in South Asia: Overcoming

- Challenges and Exploring Opportunities (Asia Development Bank), 基調講演 "Water Cycle Integrator (WCI) based on Data Integration and Analysis System (DIAS)"、令和 5 年 6 月 27 日
- 3) 小池俊雄：江合・鳴瀬・吉田川 流域治水シンポジウム（大崎市）、基調講演「誇りある地域づくりと流域治水の取り組みについて」令和 5 年 7 月 5 日
  - 4) 小池俊雄：第 122 回 GRIPS Innovation, Science and Technology Program セミナー（政策研究大学院大学）、講演 “River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All - A typical practice of the Society 5.0” 令和 5 年 9 月 14 日
  - 5) 小池俊雄：Regional Action on Climate Change (RACC15) (CEPREDNAC, グアテマラ)、” Shifting society as a whole to a sustainable and resilient path”、令和 5 年 9 月 30 日
  - 6) 小池俊雄：令和 5 年度日本海沿岸地帯振興促進議員連盟・日本海沿岸地帯振興連盟「特別講演会」（富山県）、講演「気候変動を踏まえた日本海沿岸地域における水害対策のあり方」、令和 5 年 11 月 9 日
  - 7) 小池俊雄：International Forum on Drought Disaster Management (Center on Flood and Drought Disaster Reduction, 中国)、” Agricultural drought monitoring and forecasting using a satellite-based data assimilation system”、令和 5 年 12 月 5 日
  - 8) 小池俊雄：令和 5 年度研修「事例から学ぶ水災害に備えた市町村の対応」～流域治水の取り組み～(全国建設研修センター)、特別講話-激甚化する水災害に平常時から備えることの重要性-、令和 6 年 1 月 17 日
  - 9) 小池俊雄：ASIA-PACIFIC ECONOMIC COOPERATION (APEC 2024), FINANCE AND CENTRAL BANK DEPUTIES’ MEETING (FCBDM) (MINISTRY OF ECONOMY AND FINANCE OF PERU)、Water Cycle Integrator(WCI)-An Integrated Approach to Hydrometeorological Risks Exacerbated by Climate Change、令和 6 年 2 月 22 日