

SIP第3期課題 スマート防災ネットワークの構築 流域内の貯留機能を最大限活用した 被害軽減の実現に向けた研究開発の取組み(令和5年度)

SIP (Cross-ministerial Strategic Innovation Program) 3rd Stage Project:
Development of a Resilient Smart Network System against Natural Disasters
Research and development initiatives aimed at Damage reduction by
maximizing the storage function within the basin (FY 2023)

研究第一部 主任研究員 最上 友香子
研究第一部長 伊藤 和彦
研究第三部長 安達 孝実
理事 小平 卓

当財団を含む8機関からなる研究開発機関は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期課題「スマート防災ネットワークの構築」のサブ課題D「流域内の貯留機能を最大限活用した被害軽減の実現」の採択を受け、令和5年9月より本研究開発に取り組んでいる。研究開発責任者である京都大学防災研究所 角哲也特定教授のもと、当財団が全体事務局となり研究開発を推進している。

本共同研究開発は、いかなるときも流域内の既存インフラの貯留機能を最大限活用することで水害被害を軽減することを目標としたものである。

また、SIPの特徴として技術だけでなく、事業、制度、社会的受容性、人材の視点から社会実装を推進することが挙げられるが、当財団ではこれまでにダム事業の施策に関わってきた経験を生かした社会実装に向けた検討にも取り組んでいる。

本稿では、令和5年度における本研究開発の取組み状況をとりまとめる。

キーワード：戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)、既存インフラの活用、利水ダム、ダムの事前放流

A research and development organization made up of eight institutions, including our foundation, was selected for Cross-ministerial Strategic Innovation Program (SIP) 3rd Stage Project "Development of a Resilient Smart Network System against Natural Disasters," Theme D "Research and development initiatives aimed at Damage reduction by maximizing the storage function within the basin," and has been working on this research and development since September 2023. The Foundation is the overall secretariat for the project, which is being promoted under the leadership of Tetsuya Sumi, a special professor at the Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University, who is in charge of research and development.

The goal of this joint research and development is to reduce flood damage by making the most of Another feature of SIP is that it promotes social implementation not only in terms of technology, but also in terms of projects, systems, social acceptance, and human resources. The Foundation has also been working on studies towards social implementation, making use of its experience in working on dam projects.

This report summarizes the status of this research and development in FY 2023.

Key words : Cross-ministerial Strategic Innovation Program (SIP), Utilization of existing infrastructure, Dam for the purpose of water utilization, Pre-discharge of the dam

1. はじめに

当財団を含む8機関からなる研究開発機関(国立大学法人 京都大学防災研究所、一般財団法人 水源地環

境センター、一般財団法人 国土技術研究センター、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構、一般財団法人 日本気象協会、国立研究開発法人 土木研究所、国立大学法人 筑波大学システム情報系、株

式会社 IHI(令和5年度末時点)は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期課題「スマート防災ネットワークの構築」のサブ課題D「流域内の貯留機能を最大限活用した被害軽減の実現」の採択を受け、令和5年9月より本研究開発に取り組んでいる。

本研究開発の研究期間は、令和5年度から令和9年度までの5年間で予定している。

2. 研究開発の背景と研究開発テーマ

近年、風水害の頻発化・激甚化により全国各地で水害が発生しており、気候変動の影響も相まって、今後もさらに厳しい被害の発生が危惧される。これに対応するためには流域内の利水用途も含めた既存インフラ等を最大限活用した治水効果の最大化が必要であり、そのためには、既存の枠組みを超えた関係者の協働が必要である。

しかしながら、国内の流域治水施策を検討・実施するにあたって、流域全体を対象とした氾濫リスク推定のモデリングや、利水用途も含めた既存インフラ等を連携し、治水効果の最大化を実現するシステム、水門等の確実性と信頼性の高い遠隔・自動操作システムは実現していない(図-1)。

このような現状を踏まえて、現在の社会ではインフラの情報化は一定程度進んでいるものの、情報共有化

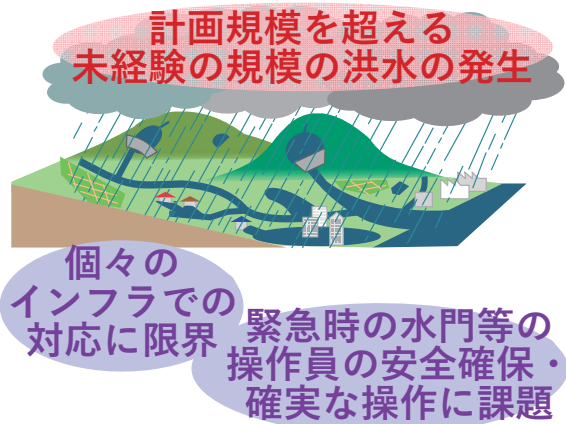


図-1 近年の風水害に関する課題

のための流域における一元管理はなされておらず、インフラの操作に関する連携や確実性と信頼性に向上の余地があることから、いかなるときも流域内の既存インフラの貯留機能を最大限活用することで水害被害を軽減する社会の実現を課題として設定している。

これらの課題を解決すべく、当研究開発の共同研究開発機関で一丸となって「流域内の貯留・洪水調節機能と氾濫リスクの評価(D-1)」「既存インフラの貯留機能を最大限発揮することを可能とするシステムの開発(D-2)」「水門・排水機場の緊急時操作遠隔化・自動化技術の開発(D-3)」3つの研究開発テーマを設定し、各コア技術の獲得に向けて研究開発に取り組んでいる(図-2、3)。

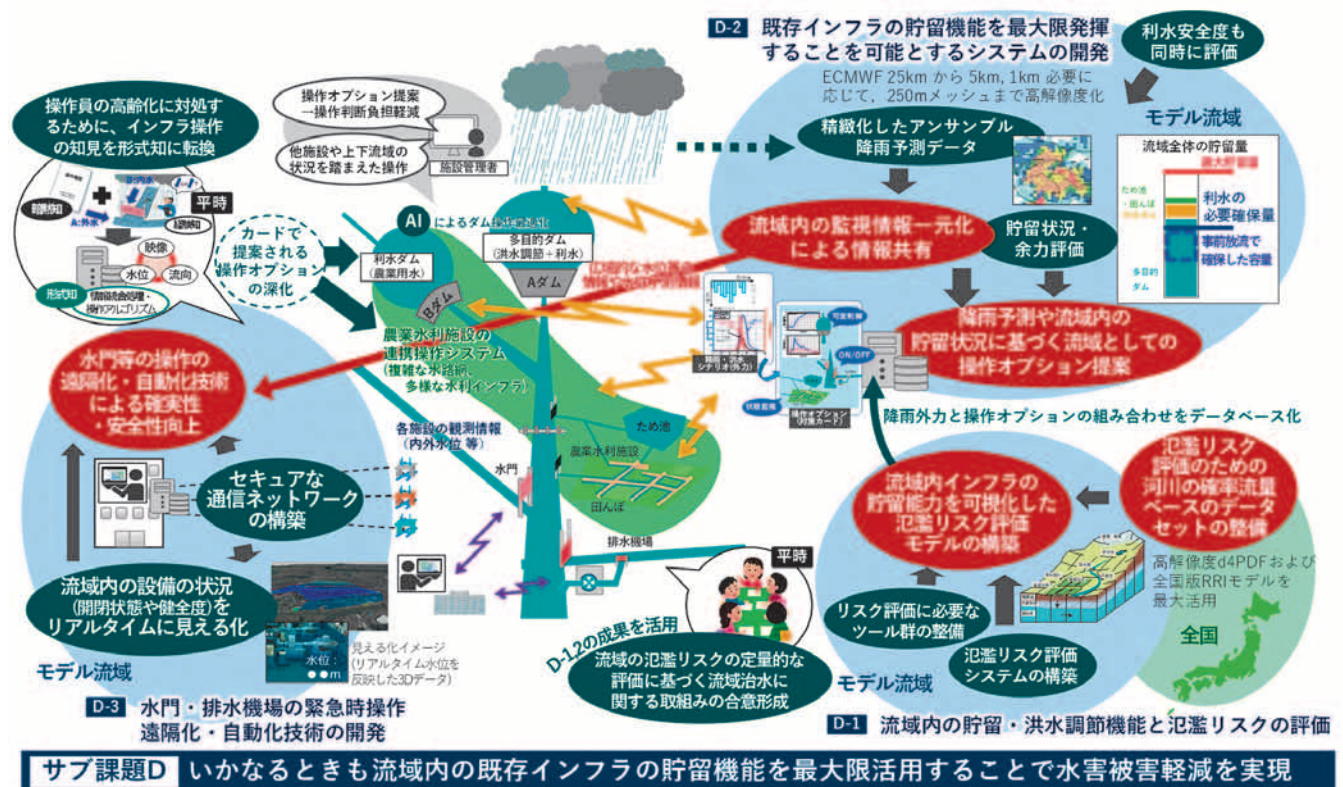


図-2 研究開発の全体像

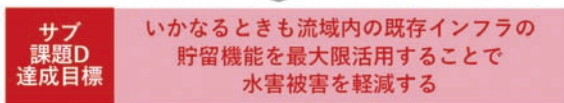
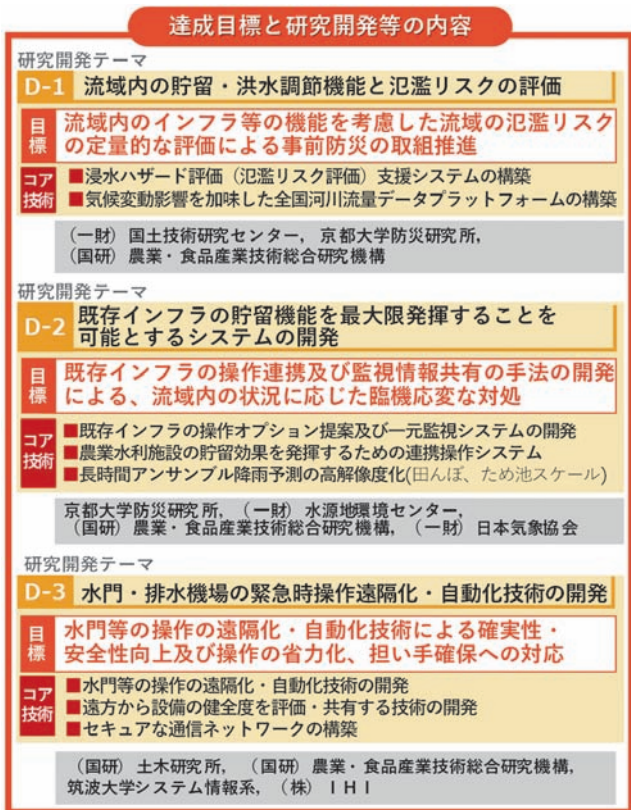


図-3 本研究開発の3つの研究開発テーマ

また、社会実装も考慮し、流域治水の推進には様々な水利施設の管理者の広域的な連携及び社会的受容性の醸成が不可欠であることから、(1) 流域内の多様なインフラ等の操作を連携させるシステムの開発、(2) 利水者の流域治水参加への社会的受容性の醸成の観点からシステム等の技術開発と社会的受容性の醸成ステップを設定して研究開発を推進している。

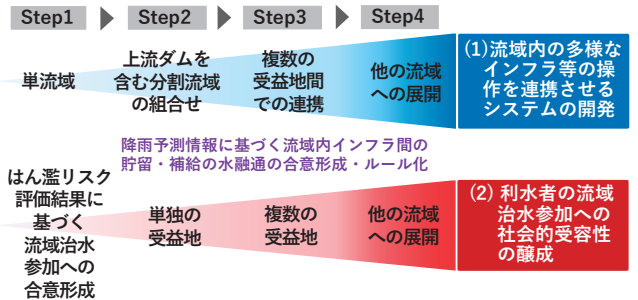


図-4 システム等の開発と社会的受容性の醸成のステップの設定

2. 令和5年度の研究開発状況

(1) モデル流域の設定

令和5年度は研究開発に着手をした初年度であったことから、各々の機関及び研究開発テーマにおける目標達成のためのコア技術の設定とその研究開発計画の具体化、さらには、それらの成果をどのように連携させてサブ課題Dとして研究開発目標を達成するかの議論を進めた。

図-4で示したとおり、社会実装の観点から、流域範囲・構成を単流域から分割流域の組合せへ、受益者範囲を単独の受益地から複数の受益地へと徐々に対象を広げるステップを設定している。本研究開発において、特に治水との連携を強化すべく検討を進めている農業分野との連携にあたっては、農業用水利施設の管理を行う土地改良区との連携及びそれに伴う社会的受容性の醸成が不可欠であることから、その流域内構成も踏まえた検討ステップとする必要がある。

サブ課題Dにおける共通のモデル流域には、これらのステップを段階的に踏むことが可能なモデル流域として、モデル流域（単独）+1土地改良区の安濃川流域（三重県）、次にモデル流域（流域の組合せ）+1土地改良区の阿賀川流域 喜多方地区、さらにモデル流

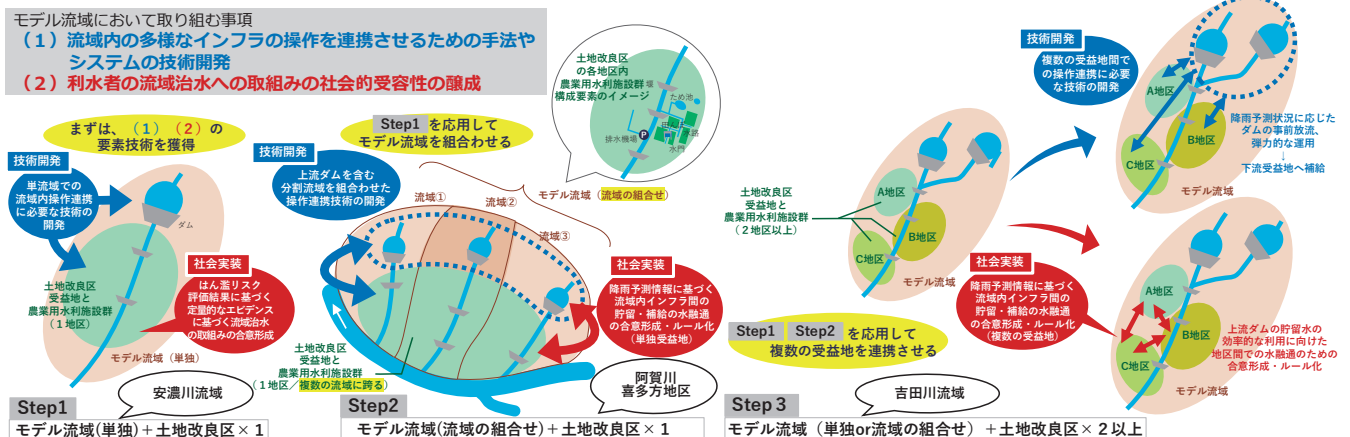


図-5 モデル流域における技術開発と社会的受容性の醸成のイメージ

域（流域の組合せ）の中に複数の土地改良区が存在する吉田川流域（宮城県）へと展開し、着実に必要な技術が獲得可能な計画を設定することとした。

(2) 洪水フェーズの設定

台風の来襲等の時間的なフェーズに応じて既存インフラ等で発揮させるべき貯留機能を整理した。

具体には、貯留機能とフェーズは、流域内の既存インフラ等の貯留機能について、「利水に必要な水を貯留または確保する平常時フェーズ」「ダム・ため池・農業用排水施設による事前放流または事前排水による貯留容量の確保を行う洪水に備える段階」「貯留機能を有する既存インフラ等が洪水を貯留（一時貯留含む）することにより流出抑制を図る洪水中フェーズ」「多目的ダム（治水）・田んぼダム・農業用排水施設は利水に必要な水位の確保を目指して水位低下し、利水ダム・ため池は水位回復（貯留）を行う洪水後期～洪水直後フェーズ」に分けて整理した（図-6）。

これらのフェーズに応じて、3つの研究開発テーマの研究開発成果が果たすべき役割を明確化した。各研究開発テーマ並びに個々の研究開発機関はこれらの役割を達成すべく研究開発計画を設定し、研究開発を推進している。

(3) 水源地環境センターにおける研究開発計画の検討

水源地環境センターは1.で挙げた3つの研究開発テーマのうち「既存インフラの貯留機能を最大限発揮することを可能とするシステムの開発（D-2）」の研究開発を担当しており、降雨予測や流域内の貯留状況に基づく流域としての操作オプションをリアルタイムに提案することを目標に研究開発に取り組んでいる。

本目標を達成するにあたっての問題点は次の2点である。

- ①流域内には貯留機能を有するインフラが多数存在することから、リアルタイム氾濫計算では膨大な計算時間とケース設定を要し、迅速な意思決定が困難である。
- ②リアルタイムに効果的な操作オプションを提案するためには、流域の多様な主体が有するインフラの情報や降雨データの集約・一元監視・共有を行い、特に流域内の貯留状況を踏まえることが必要であるが、既存のシステムでは治水インフラ以外にも含めてこれらの監視・共有を実現するものは存在しない。

これら2点の問題点を解消するとともに、リアルタイムの操作オプションを実現するために、2つのシステムを開発することを計画した。2つのシステムの概要は次のとおりである。

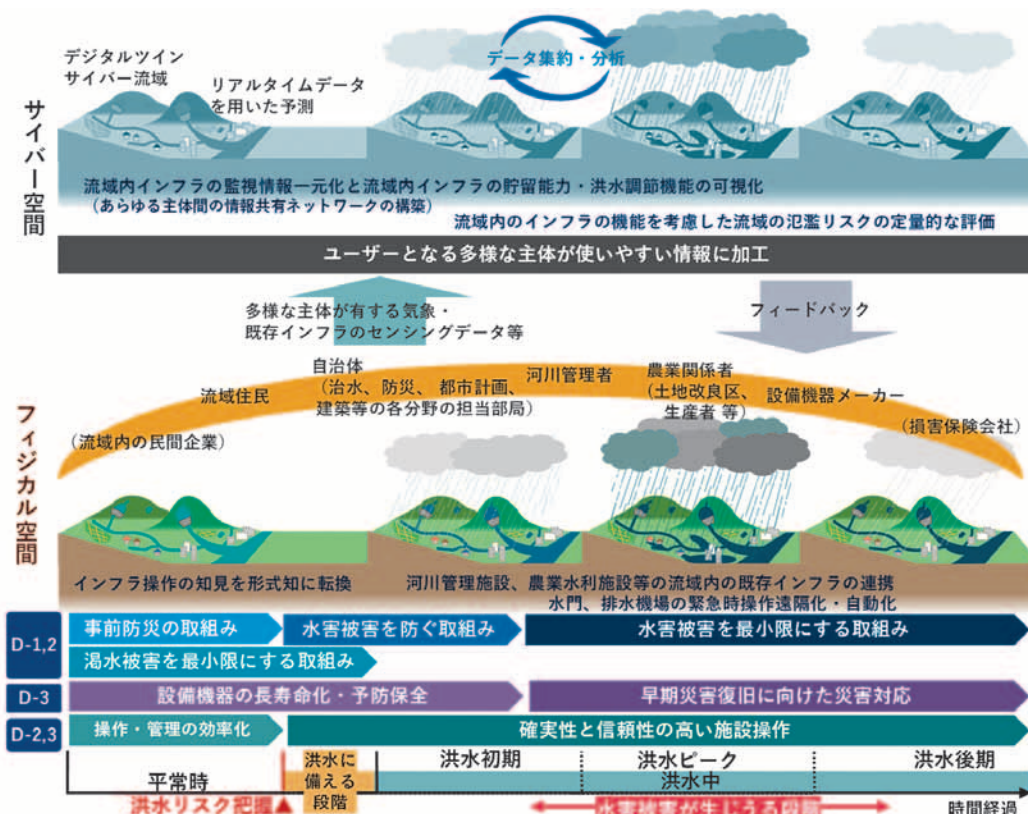


図-6 研究開発により目指す流域の姿

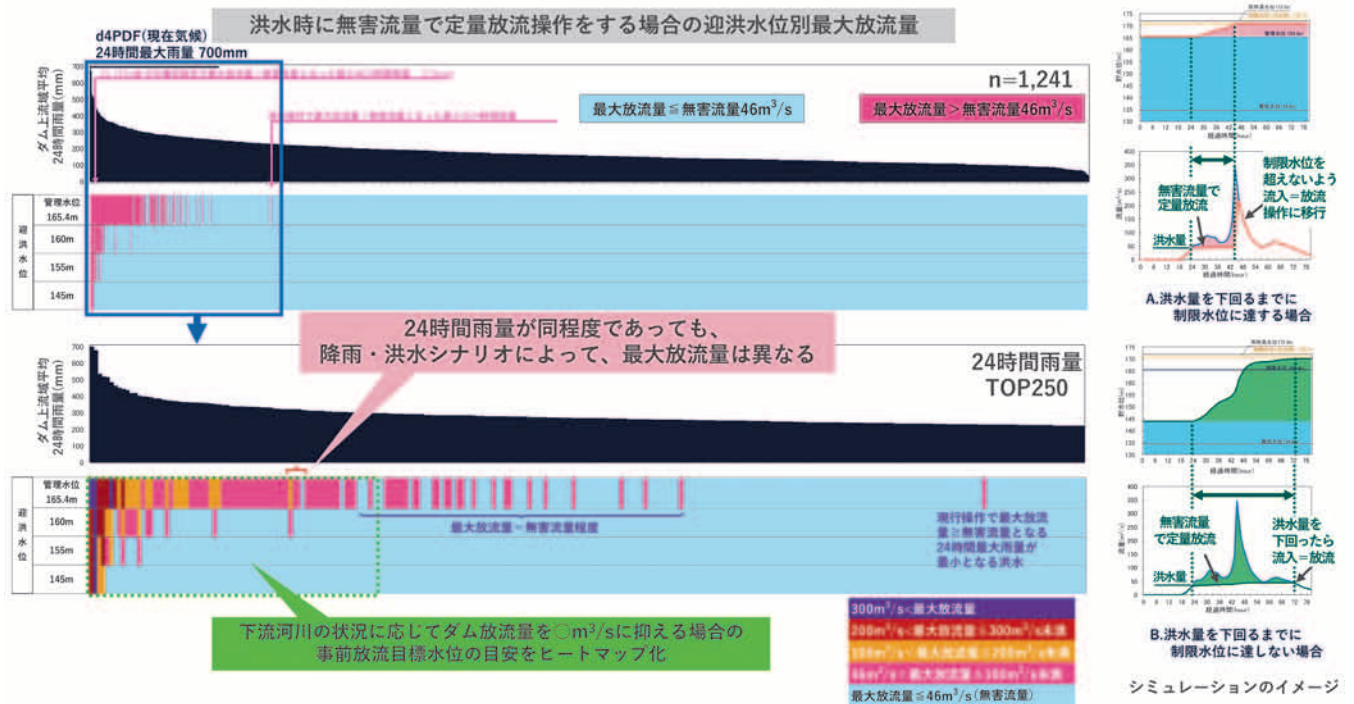


図-7 d4PDFを活用した降雨外力と操作オプションの組合せのパターン化検討イメージ

①流域内一元監視システム

既存インフラの貯留機能を最大限に発揮させるためには、流域の多様な主体が有するインフラの情報や降雨データの集約・一元監視・共有を行う必要がある。

そのため、「データ収集機能」と「データ配信機能」を有するシステムを開発・構築する。

また、「データ収集機能」により収集されるリアルタイムデータをもとに、個々の既存インフラの貯留状況・余力のリアルタイム評価を行う「貯留状況・余力評価機能」も実装する計画とする。

②流域内施設群操作オプション提案システム

ダム等の個々のインフラの最適操作（個別最適）のみを図るものではなく、流域全体の貯留効果を最大限発揮させることにより、治水効果を最大限機能させることを目指すものである。

著名洪水や将来の気候変動を含む幅広い降雨外力に対して「降雨外力と操作オプションの組み合わせ」を整理することを想定する（以下、個々の降雨外力ごとに操作オプションを整理したものを「対策カード」と称する）。

本手法では、平常時において様々な降雨外力に対する「対策カード」を作成しデータベース化しておき、実洪水時には、そのデータベースから、「流域一元監視システム」で得られたリアルタイムデータや貯留余力評価を踏まえて、当該洪水に近似する「対策カード」を抽出し、既存インフラの貯留効果を最大限発揮させ

ることを想定している。

このような手法をとることで、多様な主体の間で現在の状況や今後の展開について共通認識を持つことが可能になることを目指す。なお、膨大な「対策カード」から類似する降雨外力パターンの「対策カード」を抽出する際には、リアルタイムの降雨データ（予測・実績）等をもとにAI等を活用して人の手を介さず操作オプションを提案可能な手法を開発するものとする。

本研究開発においては、平常時に「対策カード」を生成する手法を採用する方針としているが、このためには多様な降雨シナリオに対して類似洪水を探索可能なようデータベース化しておく必要がある。

このため降雨シナリオの生成には、豊富な降雨シナリオのサンプル数が期待できる地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（気象庁気象研究所）から洪水イベントを抽出する手法をとることとする。全国を5kmの空間解像度でカバーされた60年分×12通り（全720年分）の降雨データ（d4PDF-5km）より、洪水イベントを抽出し、活用することで、未経験のパターンを含む多くの降雨パターンを想定可能である。図-7に検討のイメージの一例を示す。従来の実績洪水やその引き伸ばしによるダム操作の検討と比較すると幅広い降雨パターンが得られることから、降雨シナリオと操作オプションをパターン化してデータベース化することに取り組んでいる。

4. 今後の展望

研究開発初年度であった本年度は、今後4年間の研究開発機関において着実に研究開発及び社会実装を実現するために、その計画に重点をおいて検討を進めた。

令和6年度以降は、本年度に連携体制を構築したモデル流域関係者の協力を仰ぎながら、流域内の貯留機能を最大限活用した被害軽減を実現すべく研究開発を進めていく。

謝辞

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第3期「スマート防災ネットワークの構築」JPJ012289 (研究推進法人：国立研究開発法人防災科学技術研究所) によって実施したものである。

また、本研究では文部科学省気候変動予測先端研究プログラムのもと、地球シミュレータを用いてd4PDFを全国5kmメッシュで力学的ダウンスケールしたデータを使用した。

本稿でとりまとめた研究開発内容は、共同研究機関である国立大学法人 京都大学防災研究所、一般財団法人 国土技術研究センター、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構、一般財団法人 日本気象協会、国立研究開発法人 土木研究所、国立大学法人 筑波大学システム情報系、株式会社 IHIの皆様をはじめ、関係者の皆様の協力に基づく成果である。

最後に、本研究開発にご理解をいただき、当財団による現地視察やヒアリング、資料の提供にご協力を頂いたモデル流域の皆様方に感謝の意を表すとともに、今後も引き続き、ご協力をお願いするものである。

参考文献

- 1) 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) スマート防災ネットワークの構築 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画：内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局,令和6年3月25日.
- 2) 角 哲也：特集 SIP 戦略的イノベーション創造プログラム「スマート防災ネットワークの構築」その2サブ課題 D 流域内の貯留機能を最大限活用した被害軽減の実現,建築防災 2024.9, 2-8
- 3) Jiachao Chen, Takahiro Sayama : An Efficient Storm Event Selection Method for Flood Risk Assessment with Large Ensemble Dataset, AGU Fall Meeting 2023, Poster No. 1826, id. H23S-1826, 2023.12