

Point

ダム管理者を支援するツールとして、AIを活用した統合的なダム流水管理支援システムを構築しました。本システムの活用により、ダム流入量を予測しながら、洪水被害の最小化、水力発電量の最大化、ダム下流への最適な水補給をするダム操作が可能となりました。

AIを活用したダムの流水管理

社会基盤本部 国土保全事業部 流域減災部 滝口 大樹、樋田 祥久、三浦 裕司、前中 裕貴

はじめに

近年、気候変動の影響により洪水被害の頻発や渇水被害が深刻化しており、治水・利水の両面からダムの有効活用が不可欠となっています。

ダム管理の現場では経験者が減少しているなかで、異常洪水への対応や高度なダム操作が求められています。経験知の伝承、未経験領域への対応、危機管理への備えが課題となっており、その対応として、急速に進化しているAIの活用が期待されています。

当社では、ダム管理者を支援するため、AIを活用して流入量を予測しながらダムの放流操作設定ができる統合的なダム流水管理支援システムを構築しましたのでご紹介します(図1)。

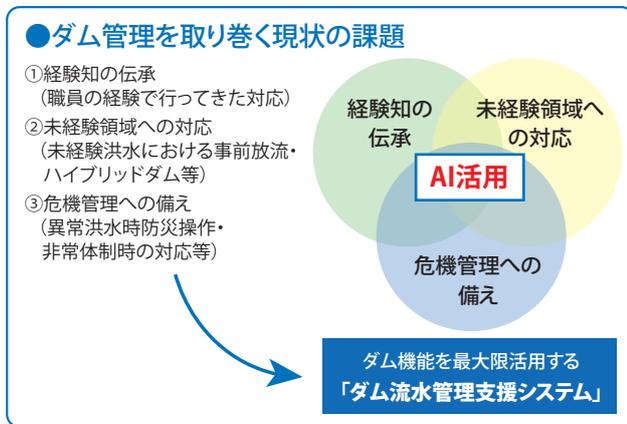


図1 統合的なダム流水管理支援システムの必要性

ダム流入量予測AI

ダム管理にあたっては、ダム流入量の把握が重要です。これまではダム流入量の予測には、物理モデル(貯留関数モデルや分布型モデル)を用いてきました。多くのダムでは竣工後数十年が経過しており、AIの学習データとなる洪水データが十分に蓄積されています。これらのデータを活用してダム流入量予測AIモデルを構築しました。

一般的なAIモデルでは、流域の平均雨量と過去のダム流入量の実績データを学習させて、将来のダム流入量予測を行います。そのため、経験したことのない規模の洪水

では、予測精度が低下するおそれがあります。そこで、物理モデルとAIモデルを組み合わせたハイブリッド予測モデルとすることで、未経験洪水への対応を強化しました(図2、図3)。

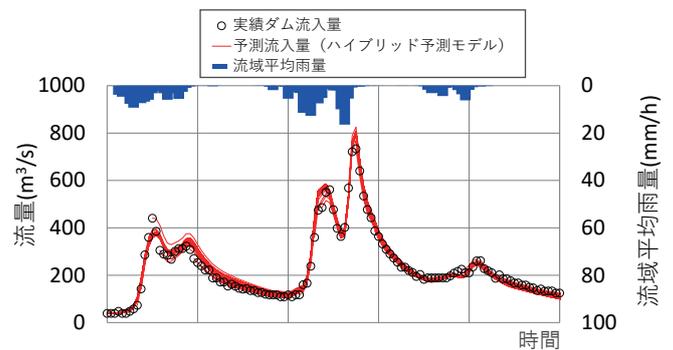


図2 ダム流入量の予測精度の検証結果(AIで未学習の洪水を対象)

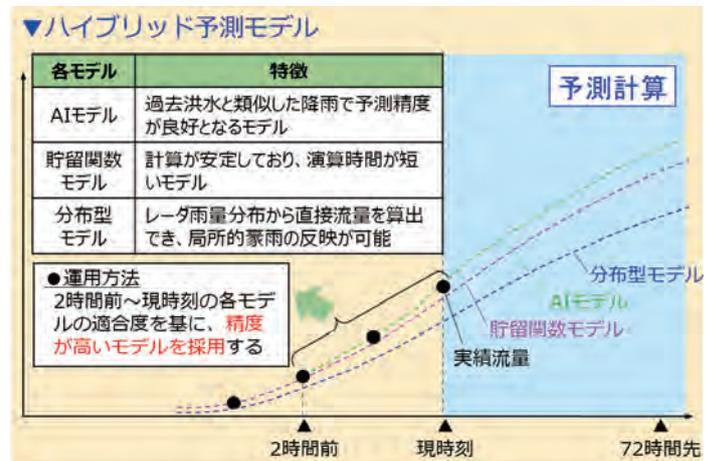


図3 ハイブリッド予測モデルのイメージ

ダム放流操作支援AI

ダム放流操作にあたっては、治水と利水のバランスをとりながら効果的に行う必要があります。洪水時にはダムに水を溜めて下流部の洪水被害を軽減し、平常時には適度な放流を行いつつ、渇水にも配慮する必要があります。ダム管理者の一連の対応を支援するため、AIを活用したダム放流操作モデルを構築しました。

ダム放流操作モデルでは、治水と利水の効果を最大化する放流量を最適化できるアルゴリズムを用いています

(図4)。ダムごとに異なる制約条件を自由に設定でき、設定した価値(目標)を最大化するような放流操作を学習させることで、それぞれのダムの状況に合わせて、リアルタイムで最も効果的な操作を提示することができます。また、従来の規則的な操作では緊急放流が必要となるようなケースでも、AIでは放流量を徐々に増やすことで、最終的な最大放流量を抑える操作を提案できます。

さらに、アンサンブル予測※雨量と組み合わせることで、次期降雨の見通しや、ダムの貯水量を考慮した事前放流にも活用でき、治水と利水の両面で時間的な余裕のあるダム管理につながります。

※アンサンブル予測：わずかに異なる初期値を複数用いて多数の予測を行い、平均やばらつき程度の統計的な情報を用いて、不確実な現象を予測するもの。従来よりも長時間先の予測が可能となる。

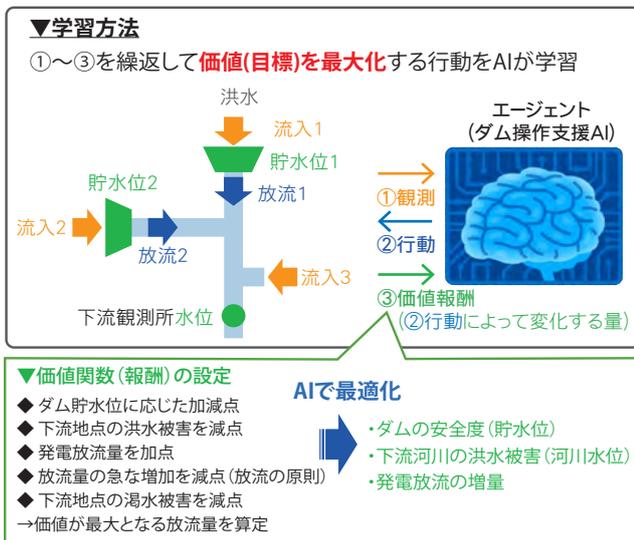


図4 AIの学習方法と価値関数の設定方法

ダム流水管理支援システム

ダム管理者の操作判断を支援するため、ダム流入量予測とダム操作支援機能を搭載した「ダム流水管理支援システム」を構築しました。ダム管理者が確実かつ効率的にダム操作ができるよう、個々のダムに合わせた表示での作成が可能です(図5)。

【ダム流水管理支援システムの主要な機能】

- ①水位・流量予測の表示機能
(ダムとダム下流河川の安全性の評価が可能)
- ②洪水時や濁水時のアラート機能
(ダム管理において注意が必要なタイミングをお知らせ)
- ③ダム操作の支援機能
(未経験領域における事前放流や発電量増操作が可能)

おわりに

AIを活用して、ダム流入量予測モデルとダム放流操作支援モデルを作成し、統合的なダムの流水管理支援システムを構築しました。このシステムにより、洪水被害の最小化、水力発電量の最大化、ダム下流への最適な水補給を予測し、ダム管理の効率化・高度化にむけて、ダム管理者を支援することができます。

当社では、本システム導入を提案し、ダム管理者に採用された実績があります。現在、国土交通省では治水に加えて、水利用や環境についても流域全体であらゆる関係者と協働して取り組む「流域総合水管理」を推進しています。本システムはその考え方に合致するもので、流域全体での取り組みの効果を最大化できるよう今後とも貢献していきたいと考えています。



図5 ダム流水管理支援システムのイメージ(低水)