

## 「DIAS 解析環境」利用共同研究（無償）課題成果報告書

提出日：2023年2月7日

課題番号	DIAS22-A008
研究課題名	利水ダムにおける洪水調節機能の確立と利水機能向上のためのシステム開発
フリガナ 申請代表者氏名	カワサキ アキユキ 川崎 昭如
申請代表者の 所属機関名	東京大学 未来ビジョン研究センター
研究実施期間	2022年10月1日～2023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

利水ダムにおける洪水調節機能の確立と利水機能向上のためには、ダム操作という現場での状況判断と、広域観測、予測情報を正確に判断し、平時から緊急時へ操作を継続的に移行できる能力を有する人材の育成とそれを支える情報の統合化システムが必要である。DIAS は現業システム体制を有していないために現業運用には適さないが、すでに全地球規模で必要となる情報をリアルタイムでアーカイブし利用可能な環境を提供しているので、システムの機能とそれが生み出す便益を試験的に実証し、各ダム管理あるいはダム統合管理に組み込むシステム開発を設計に有用である。またこの試験実証期間に、運用を担当する人材の育成プログラムを DIAS 上で実施することができる

なお、DIAS 解析環境を主に次の3つの目的で利用する。

- a) リアルタイムアンサンブル予測(短期予測・季節予測)
- b) システム開発研究
- c) 民間共同研究。

### （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、「強靭性、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。また岸田首相から、「降雨観測・予測技術を活用し、洪水期には雨が降る前にダムから貯水を放流し、ダム貯水位を緊

急的に下げることで、洪水被害を軽減するとともに、非洪水期には、貯水位をより高く維持することで、農業用水の補給能力を向上させる気候変動適応策と、洪水後や非洪水期に貯水位を高く維持することで水力発電機能を増強する気候変動緩和策の両方を実現するハイブリッド技術を開発・供与する。」するという「質の高いダム」の整備推進を盛り込んだ『熊本水イニシアチブ』が発表され、今後5年間で約5千億円の支援が約束された。

DIAS 第3期の PoC の成果がこのイニシアチブ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システム開発とその応用研究開発が不可欠である。そこで下記の2つを目標とする。

- ① 発電ダムの洪水調節機能確立と発電機能向上を目的とするシステム開発
- ② 発電以外の利水機能への応用研究

年度ごとの目標は次のとおりである。

2022 年度：季節予測の利用可能性の検討

2023 年度：短期・季節予測の組み合わせ手法の検討

2024 年度：短期・季節予測の組み合わせ手法の最適化の検討

### (3) 研究成果

#### (3) - 1 : 実施内容

2022 年度は特に、国内のダムを対象に短期予測（アンサンブル 39 時間予測）を用いて、洪水調節と発電効率の両立を図る小池ら<sup>1)</sup>の研究を進展させ、新たに長期予測（アンサンブル3ヶ月予測）を追加して、年間を通して洪水防御と増電の両面で確度の高いダム操作支援システムの開発をした。

#### (3) - 2 : 得られた成果

小池ら<sup>1)</sup>が2021年度に開発したダム操作支援システムは、降雨予測システム（アンサンブル39時間予測）、流出予測システム（WEB-DHM-S）、ダム操作ルール、データ統合・情報融合システムから構成されている。2022年度は新たにアンサンブル3ヶ月降雨予測を導入し、季節変動も踏まえたダム操作支援システムを開発した。その結果、DIAS 上に設置したオンラインダム操作支援システムは図-1に示すような構成となった。また、短期（アンサンブル39時間予測、32メンバー）と長期予測（アンサンブル3ヶ月予測、13メンバー）の適用方法は図-2と図-3に示す方式とした。短期と長期予測それぞれの処理から、次の1時間に放流（発電とゲート放流の合計放流量）する値が得られるが、両者の内の大きい方を採用することとした。

新たに導入したアンサンブル 3 ヶ月降雨予測は気象研究コンソーシアムを通じて提供された気象庁 3 ヶ月予報を、水平格子間隔 15km にダウンスケーリングしたものであり、5 日毎に 13 メンバーのアンサンブル予測を出力する。

国内のあるダムを試験地域として選定し、ダム操作支援システムの概念実証試験を実施した。WEB-DHM-S の流量再現精度が Nash-Satcliffe 係数（以降 NS 係数）で 0.9 以上となるように流域モデルを構築し、それへ気象予測モデルが出力した短期・長期予測情報を入れて予測流入量を求めた。

短期予測の精度評価としてリードタイム 34 時間までの総流入量を実測のそれと比較したところ、1 年間の NS 係数はアンサンブル中央値で 0.81 であった。また、長期予測についても同様に集計したところ、リードタイム 86 日間のアンサンブル中央値では 0.51 であった。短期予測では比較的良い精度を獲得したが、長期予測についてはその活用方法について更に検討を行った。

長期予測（リードタイム 86 日間の総流入量）のアンサンブルスプレッドが実測値を包含する確率を求めたところ 52%であり、30 日間では 66%であった。また、暖候期と寒候期で分けて評価すると寒候期の場合に内包する確率が高いことが分かった。これらを踏まえて長期予測の活用方法としては、暖候期と寒候期で採用するリードタイムを変えること、そして、アンサンブルスプレッドを活用するため、現時点貯水位に従って用いるアンサンブルメンバーを差し替えることとした。

単一ダムを対象に、1 年間のダム運用シミュレーションを実施した結果、開発したシステムを採用することにより、下流への洪水防御効果を発揮すると共に、年間で実績比約 6%の増電が期待できることが分かった。

### DIAS(データ統合・情報融合システム)

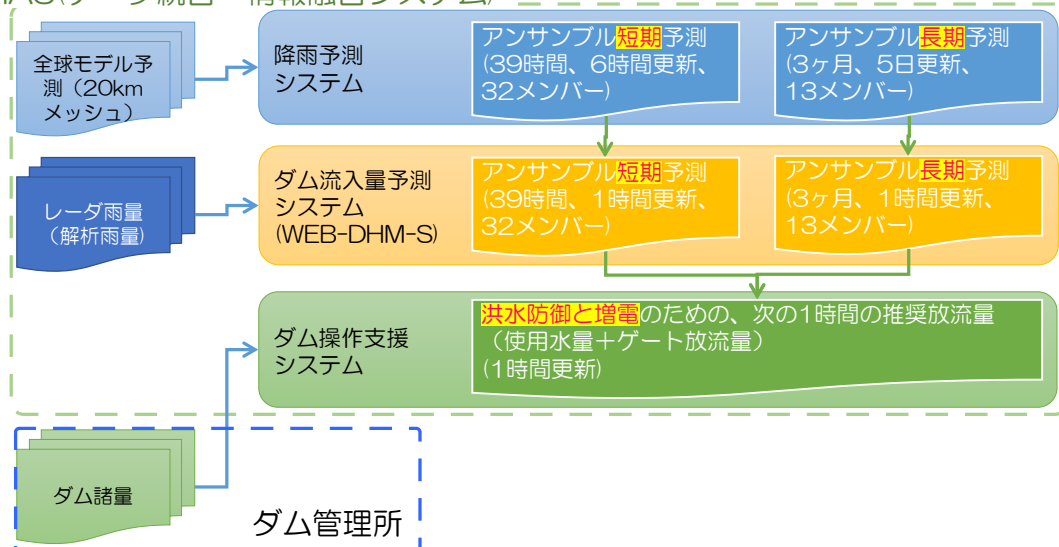
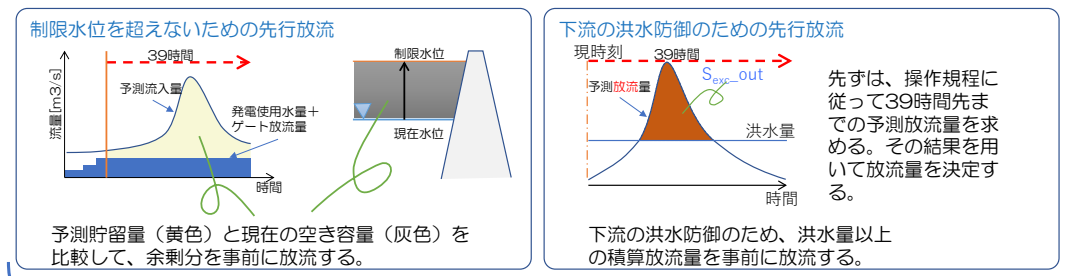


図-1 DIAS 上のオンラインダム操作支援システムの概要

## 短期アンサンブル予測の使い方

- ①  $H_{ref}$  (高低判断水位) よりも水位が高い場合は上位から8位 (25%相当) のアンサンブルメンバーを用いる。逆に低い場合は上位から24位 (75%相当) のメンバーを用いる。
- ② 以下に示した2つの観点から先行放流量を求める。



- ③ 両者の内、大きい方を次の1時間の放流量 (発電使用水量+ゲート放流量) とする。
- ④ 両方ともゼロの場合は、増電のために39時間先までの予測流入量の平均値を次の1時間の発電使用水量とする。 ( $R_1$ )

図-2 短期アンサンブル予測情報の適用

## 長期アンサンブル予測の使い方

- ①  $V_x$  ( $H_{ref}$  (高低判断水位) に相当する貯水量) よりも貯水量が多い場合は上位から1位 (最大、rank01) のアンサンブルメンバーを用いる。逆に低い場合は上位から13位 (最小、rank13) のメンバーを用いる。
- ② N日先の目標貯留量 ( $V_x$ ) と現在の貯水量及びN日先までの予測流入量を用いて、可能発電使用水量を求める。

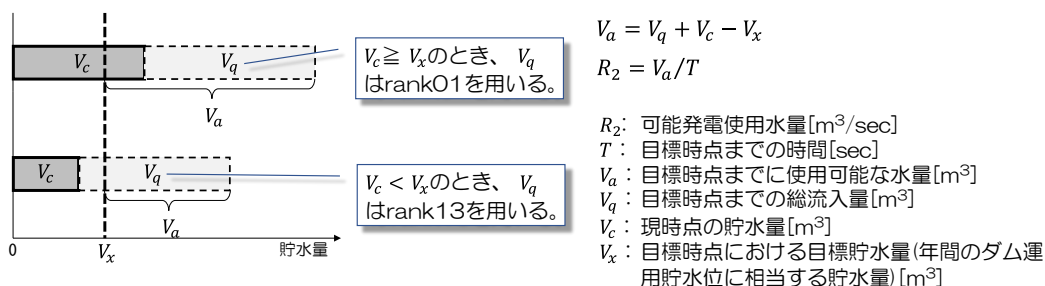


図-3 長期アンサンブル予測情報の適用

本検討により、ピンポイントでの降水時期や降水量の予測の精度が現時点ではあまり的確ではない長期予測を用いて、季節による平均日数や使用するアンサンブルのランクを適切に調整することで増電へ有効な情報であることを見出し、2022年度予定していた、季節予測の利用可能性の検討目標を達成した。

## 参考文献

- 1) 小池 俊雄, 中村 茂, Cho Thanda Nyunt, 牛山 朋来, Rasmy Mohamed, 玉川 勝徳, 伊藤 弘之, 池内 幸司, 生駒 栄司, 喜連川 優: 発電ダムの洪水調節と発電操作支援システム, 土木学会論文集 B1 (水工学), 77 巻, 2 号, p. I\_79-I\_84, 2021.
- 2) 中村 茂, 小池 俊雄, Cho Thanda Nyunt, 牛山 朋来, Mohamed Rasmy, 玉川 勝徳, 伊藤 弘之, 池内 幸司, 生駒 栄司, 喜連川 優: 長期・短期アンサンブル予測を組み合わせた発電ダムの操作支援システム, 土木学会論文集 B1 (水工学), 78 巻, 2 号, p. I\_1195-I\_1200, 2022.

#### (4) 波及効果

カーボンニュートラル政策の推進に対応し、電力事業者は未利用水資源を活用した新規開発や設備更新時の高効率水車への取り換えなどによる水力発電の出力・効率の向上を図る取り組みを進めている。再生エネルギーの増産は、水害軽減と共に、社会にとって最重要課題であり、両者を並行して推進する方策の開発が期待される。

本研究は、長期のアンサンブル降水予測に基づき発電ダム発電機能の向上を目的として実施した。カーボンニュートラル政策の推進による再生エネルギーの増産へ貢献するもので我が国のみならず、全世界において裨益するところが極めて大きい。

#### (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) 中村 茂, 小池 俊雄, Cho Thanda Nyunt, 牛山 朋来, Mohamed Rasmy, 玉川 勝徳, 伊藤 弘之, 池内 幸司, 生駒 栄司, 喜連川 優: 長期・短期アンサンブル予測を組み合わせた発電ダムの操作支援システム, 土木学会論文集 B1 (水工学), 78 巻, 2 号, p. I\_1195-I\_1200, 2022.

##### 月刊誌投稿

- 1) 玉川勝徳, アブドゥル・ワヒド・モハメッド・ラスミ, 久保田啓二郎, 小池俊雄: 気候レジリエンスと持続可能性の支援にむけた水文モデル開発戦略, 土木技術資料, 令和4年10月号, p.8\_11.

##### ポスター発表

- 1) Katsunori Tamakawa, Shigeru Nakamura, Cho Thanda Nyunt, Tomoki Ushiyama, Mohamed Rasmy, Asif Naseer, Abdul Moiz, Katsuhiko Onuma, Toshio Koike: Investigation of ensemble reservoir inflow prediction system in Sai River, Japan, The 9th International Conference on Flood Management (ICFM9), Tsukuba Japan, Feb, 2023.

以上