



未来を見据えた水管理：長時間アンサンブル降雨予測を 活用したダムの高度運用 シンポジウム 2025.11.17

1

研究総括報告

流域総合水管理に貢献する長時間アンサンブル 降雨予測を用いたダム運用高度化



研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム

programs for Bridging the gap between R&d and the IDEal society (society 5.0) and Generating Economic and social value

ダム運用高度化による流域治水能力向上と
再生可能エネルギー増強の加速化プロジェクト

京都大学防災研究所 水資源環境研究センター
产学共同研究部門 ダム再生・流砂環境再生技術 研究領域

角 哲也 特定教授（京都大学名誉教授）
(国際大ダム会議 副総裁，ダム工学会 会長)

気候変動に対応するダムの役割と運用の進化

- ・気候変動や社会的ニーズの多様化により、ダムは治水・利水・環境の三面から流域全体を支える重要なインフラとして、その役割が拡大している。
- ・こうした中で、気象予測を活用した柔軟な運用による「ダム操作のパラダイムシフト」が不可欠である。

▶ダムの役割拡大の経緯

▶2017年：ダム再生ビジョン
既存ダムの改造や運用改善により、ダムを「賢く」「増やして」「永く」「ネットワークで」使う

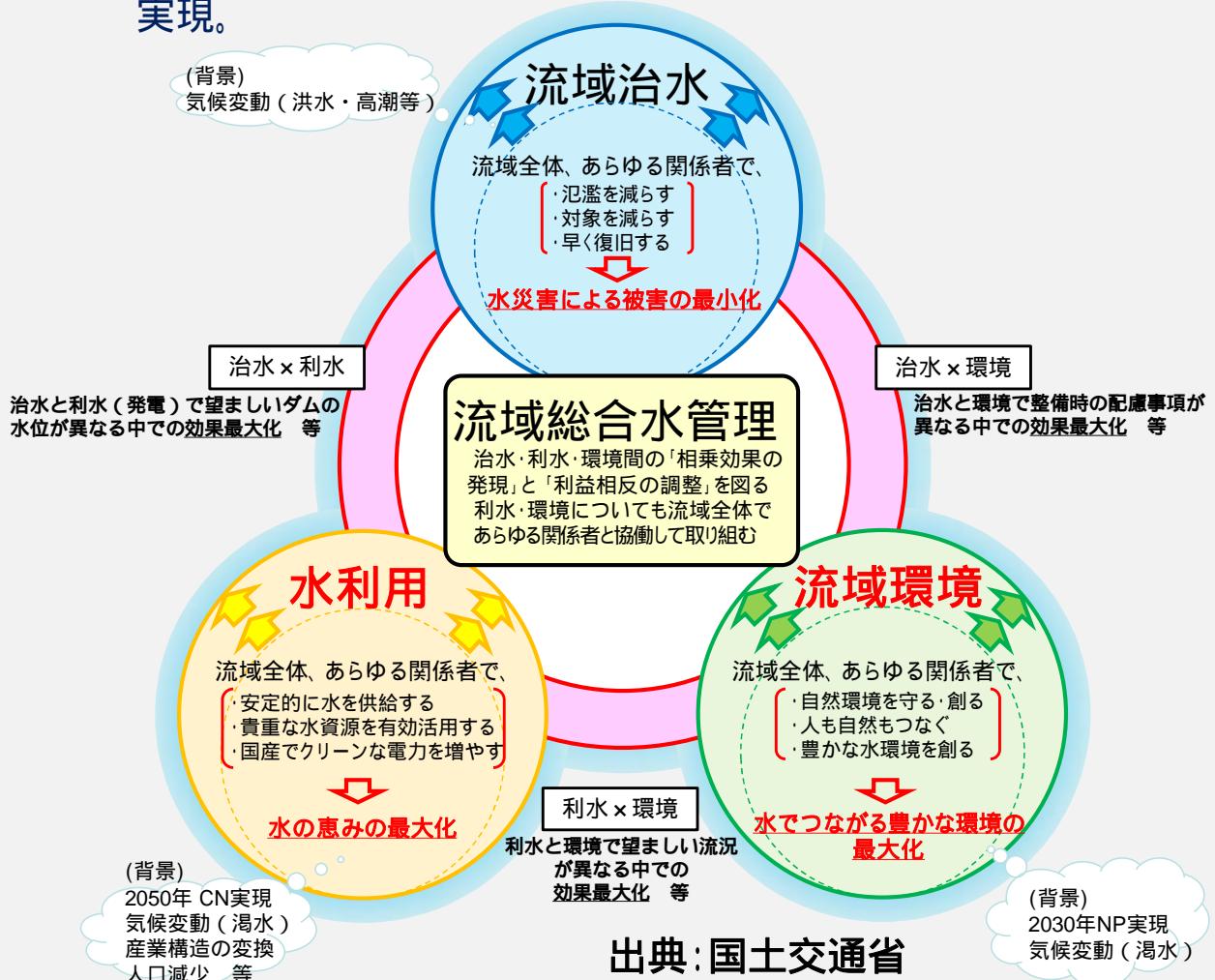
▶2019年：既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針
多目的ダム及び利水ダムの事前放流の実施

▶2023年：ハイブリッドダムによる運用高度化
カーボンニュートラルに貢献する水力発電の拡大

▶2024年：流域総合水管理

▶流域総合水管理

「水災害の最小化」「水の恵みの最大化」「豊かな環境の最大化」を実現。



出典：国土交通省

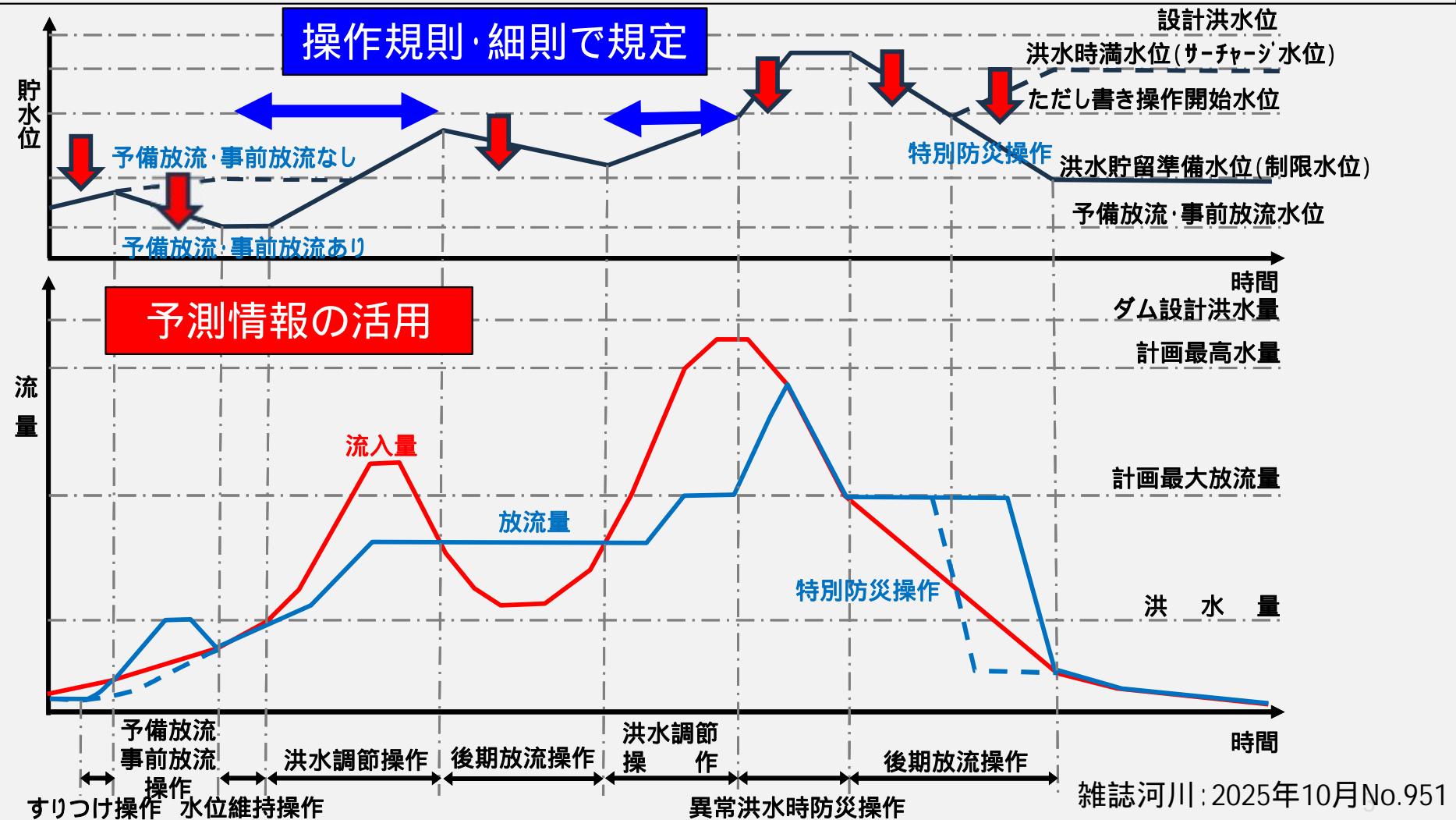
ダムの洪水時操作の流れと降雨予測情報活用の必要性

すりつけ操作：利水容量を回復しつつ、降雨予測を見ながら洪水対応へ備える

予備放流・事前放流操作：まとまった降雨に備え、水位を下げる洪水容量を確保（空振りリスクあり）

異常洪水時防災操作：サーチャージ水位超過が予想される場合に移行し、流出量と追加降雨を予測して判断

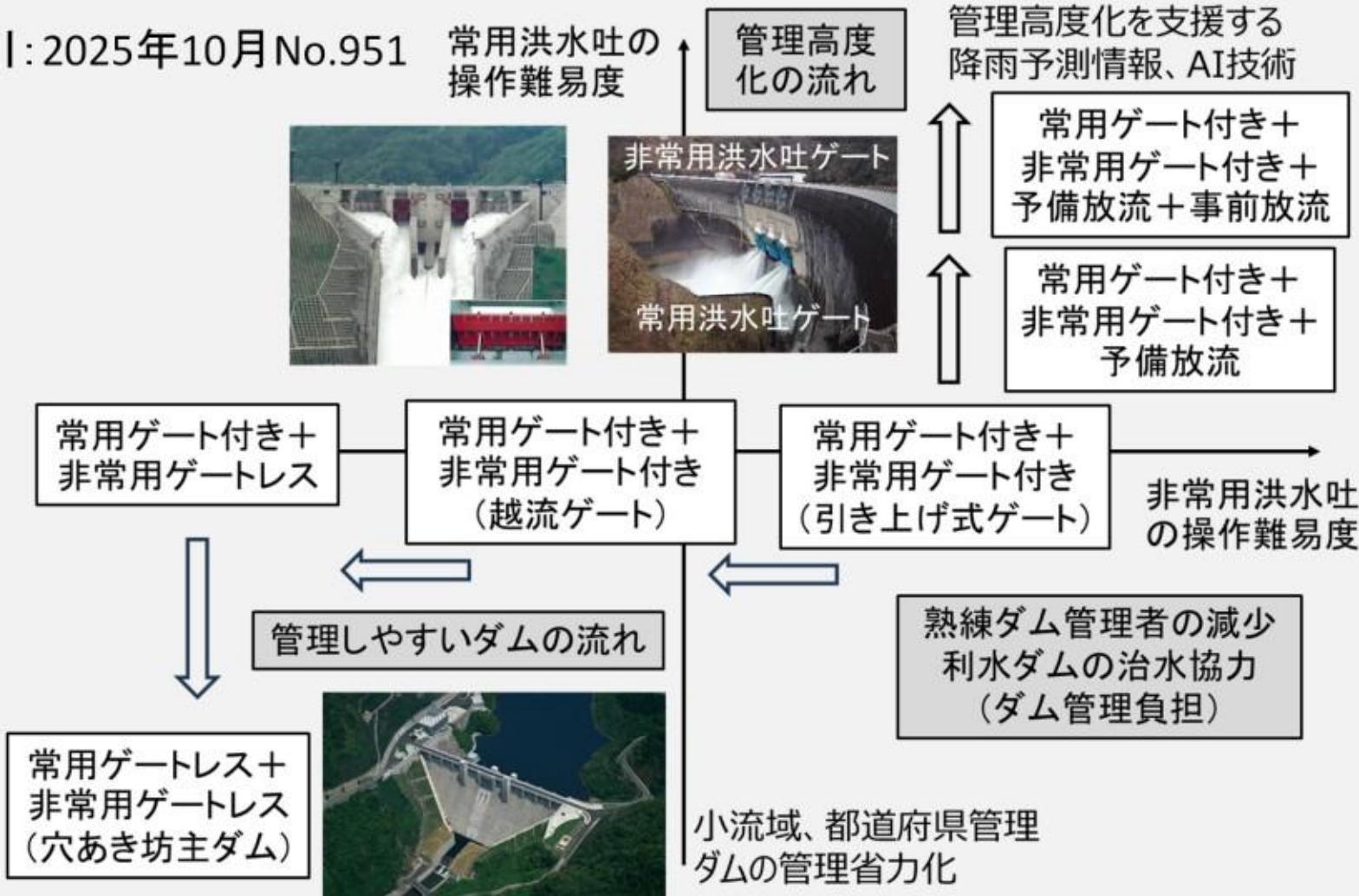
特別防災操作：下流の洪水被害を防ぐため、洪水の見通しと残容量を予測しながら放流量を調整



ダムの特性に応じた流域における役割分担と操作の最適化

- ・全ダムのすべての操作を合理的に実施するには限界がある。
- ・ダムの特性に応じて、省力化と高度化を使い分け、流域内で合理的な役割分担と操作最適化を図る必要がある。

雑誌河川: 2025年10月 No.951



ダム放流設備の組み合わせと管理高度化および省力化の関係

京大防災研，国土技術研究センター（JICE），日本気象協会，水資源機構，ダム技術センター（JDEC），電源開発，関西電力，中部電力，九州電力

技術を適用するフェーズ・ダムを増やし、ルール化を目指す

3本柱の取組で流域治水機能と再生可能エネルギーの増強を全国展開

目標

①適用するフェーズを増やす

第2段階以外のフェーズにおいても、アンサンブル予測の適用、活用を目指す。

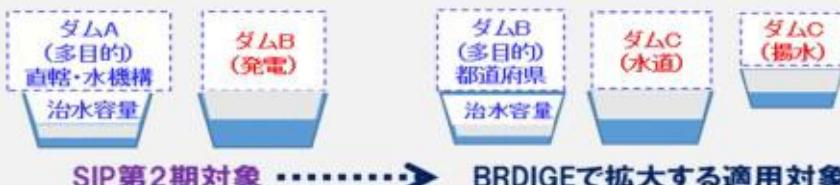
ダムの事前放流の空振りを減らし、治水効果を向上させるとともに発電容量の増大へ。



目標

②適用するダムを増やす

国、水資源機構が管理する多目的ダム以外への適用を目指す。（都道府県管理ダム、揚水式発電ダム、大規模水道ダム）



目標

③適用するためにルール化する

SIP2期で試行を開始したダムにおけるルールの策定と検証とフィードバックを行う。「長期アンサンブル降雨予測を活用したダム操作を実施するための活用ガイドライン（案）」を作成。

長期アンサンブル降雨予測

わずかなばらつきのある複数の初期値を用いて複数の予測を行い、最も起こりやすい現象や最悪シナリオを予測・・・※ダムの事前放流に向けた説明にする必要あり。

適用するフェーズを増やす

『流域治水×水の利用(発電)』

BEFORE SIP第2期まで

- 長時間アンサンブル降雨予測
- ・早期の防災体制の確立
- ・関係者の防災操作の調整
- ・事前放流の計画
- ・第2波以降の洪水監視
- ※主として監視と体制強化



AFTER BRIDGE成果、最終形

実操作へ適用フェーズ拡大

試行運用ダムにおける予測情報の精度検証

・試行運用ダムにおける予測情報の精度検証

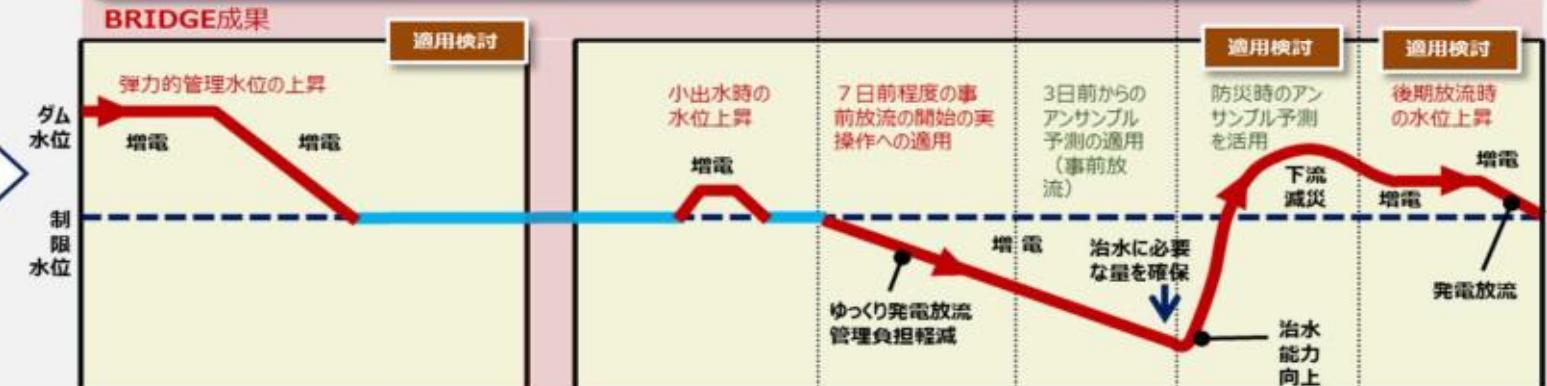
- ① MEPSとGEPS、長時間アンサンブルなどの複数の予測情報の比較検討
- ② 水資源機構ダムにおける見逃し、空振り率の検討



従来の操作を基本に参考情報として活用： 実操作には課題が多い

← 第1段階 → ← 第2段階 → ← 第3段階 → ← 第4段階 → ← 第5段階 →

ダムタイプ別の段階別（多目的ダム・発電ダム） ※日吉ダム・岩屋ダム・大規模水道ダム



適用するダムタイプを増やす

ダムのタイプごとのモデルケースを作り、横展開することで適用できるダムの数を増やす

SIP第2期の成果

全国80ダム以上に情報配信
国、水資源機構が管理する多目的、発電ダム
にアンサンブル長期予測を適用



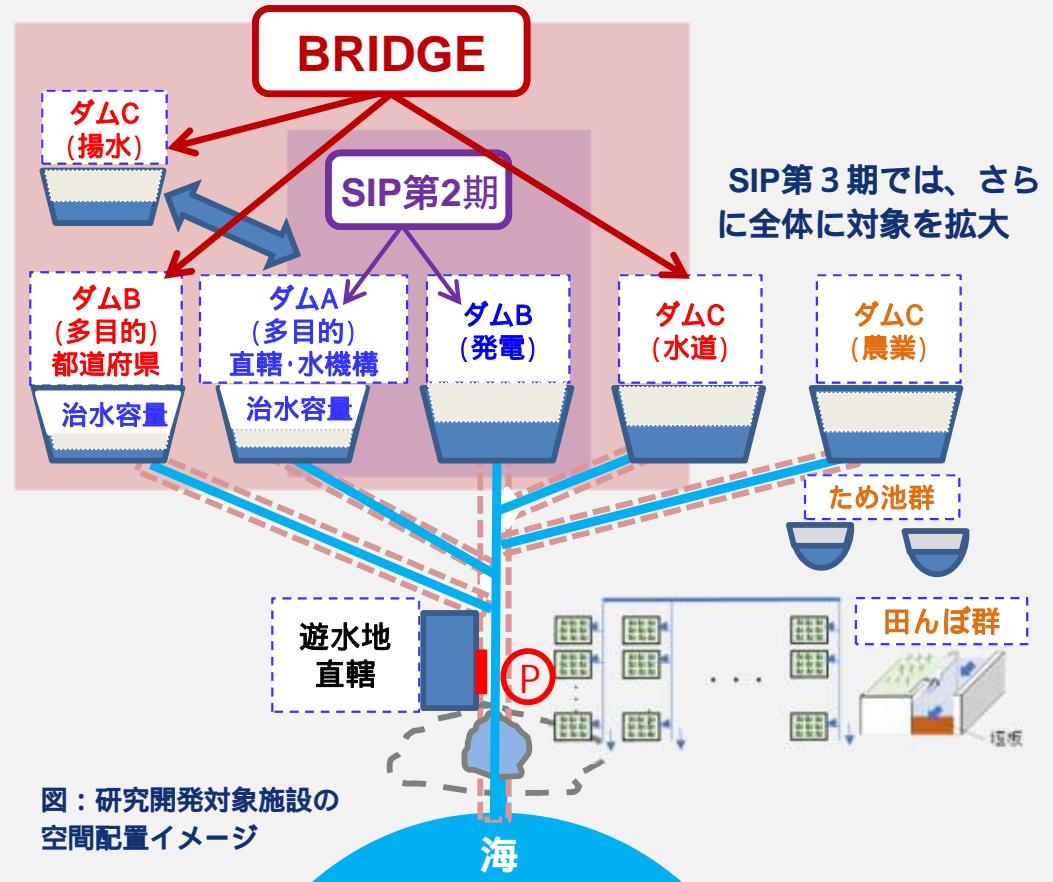
BRIDGEで拡大する適用対象

都道府県管理ダム　揚水式発電ダム
大規模水道ダム

表：ダムのタイプと数、容量（参考：全国の集計）

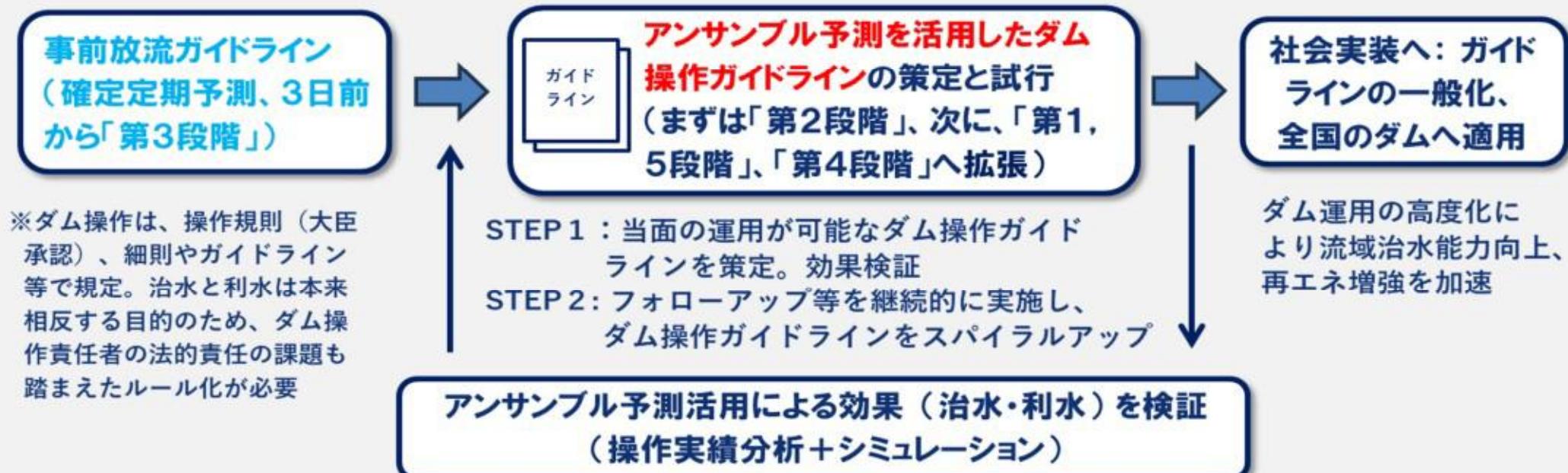
ダムのタイプ	数	治水容量	利水容量
国・水資源機構管理の多目的ダム	129		
都道府県管理ダム（多目的ダム）	443	55億m ³	60億m ³
発電ダム	818	-	68億m ³
水道ダム	77	-	

それぞれのタイプのモデルダムに、アンサンブル予測を適用
ダムのタイプごとのモデルケースを作る



③適用するためにルール化する取り組み

(課題) SIP 2期で開発された長時間アンサンブル予測を用いたダム操作は大きな技術革新。メリットは明確。ただし、高次の社会的責任を問われるダムの現場では、操作のルールの法的裏付けが必要（この社会受容性を高めることが社会実装のラストワンマイル）



※ダム操作は、操作規則（大臣承認）、細則やガイドライン等で規定。治水と利水は本来相反する目的のため、ダム操作責任者の法的責任の課題も踏まえたルール化が必要

予測活用前・後のシミュレーションを実施 活用による効果・メリット

単独ダム

多目的（木曽川（単独））

水系一貫

多目的（木津川（並列・縦列））
利水（大井川・天竜川（縦列））

※事前放流の空振り確認（水資源機構28ダム）

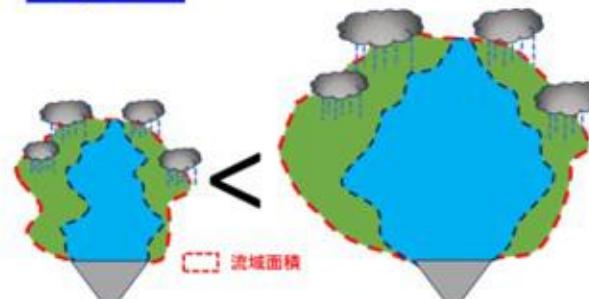
- ✓ 下位予測の活用により事前放流の空振り軽減
- ✓ 無効放流の軽減による発電量増大
- ✓ 水位低下の確実度の向上による治水効果の向上
- ✓ 緩やかな水位低下により急激な事前放流が解消
- ✓ シームレスなダム操作の実施

試行運用のためのダム操作ガイドライン（案）のポイント

◆流域面積あたりの相当雨量【mm】による評価検証

第1,5段階 活用水位上限

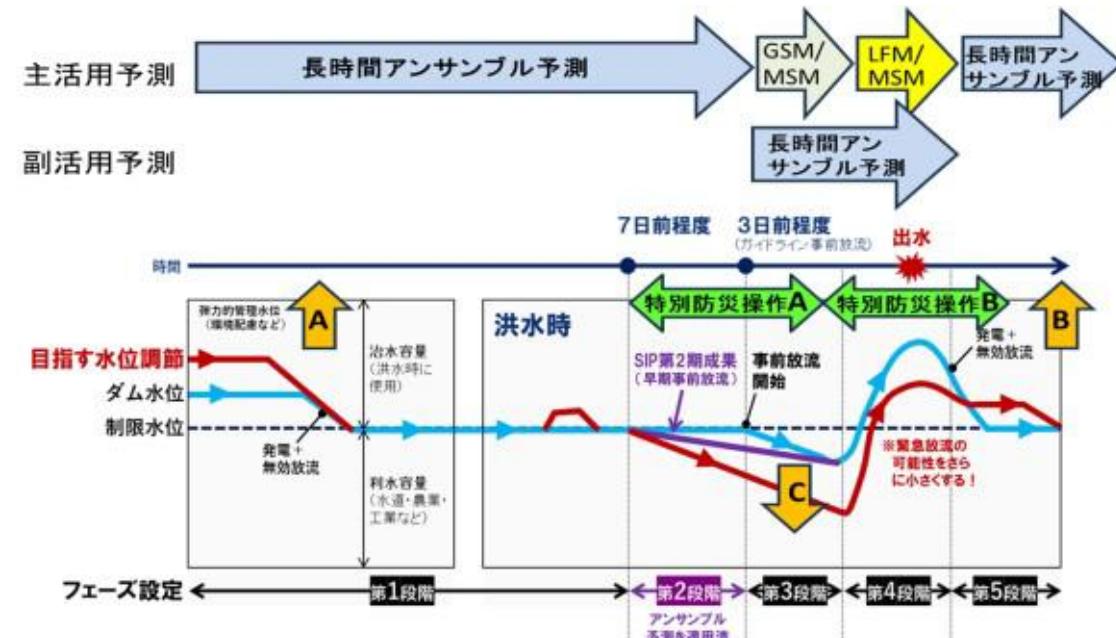
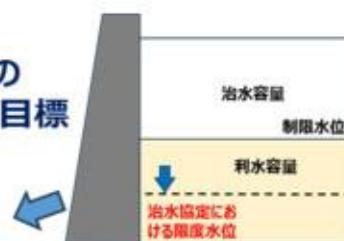
第2,3段階 事前放流目標水位



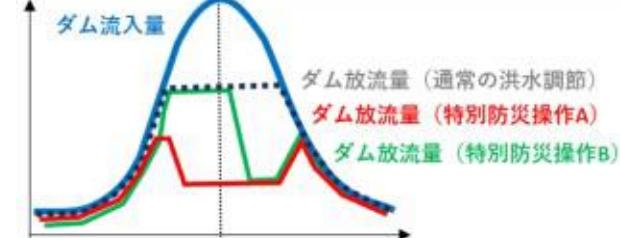
**第1段階 (A)
第5段階 (B)**



第2,3段階の事前放流の目標水位 (C)



**第3,4段階
特別防災操作**



特別防災操作A: 洪水規模を見通しダム貯留可能量を貯留
特別防災操作B: 下流氾濫リスクとダム残容量、今後の降雨見通しを考慮し、流入ピークを確認後に貯留操作

- 第1段階 (A) , 第5段階 (B) の貯留水位 (容量) の上限 (治水リスクのチェック)**
(洪水調節容量10割水位に対して、どこまで上げられるか？)
- 第2,3段階の事前放流の目標水位 (C) (利水リスク (水位回復確率) のチェック)**
(利水容量に対して、どこまで下げられるか？)
- 第3,4段階の特別防災操作への活用 (特別防災操作A,B)**
(洪水規模、下流の氾濫リスク、ダム容量、今後の降雨見通しを考慮し、早期に実施判断)

流域面積あたりの
相当雨量【mm】
評価

ダムによる流況の平滑化は河川環境に影響。長時間アンサンブル予測を活用することで、フラッシュ放流における融雪洪水などの自然出水に合わせた放流タイミングの最適化や弾力的管理による更なる活用水の事前確保が可能となり、環境保全と利水の両立が図られる。また、堆砂対策（排砂・通砂・バイパス）においても、出水規模に応じた水の割り当てと操作判断が可能となる。

▶ フラッシュ放流

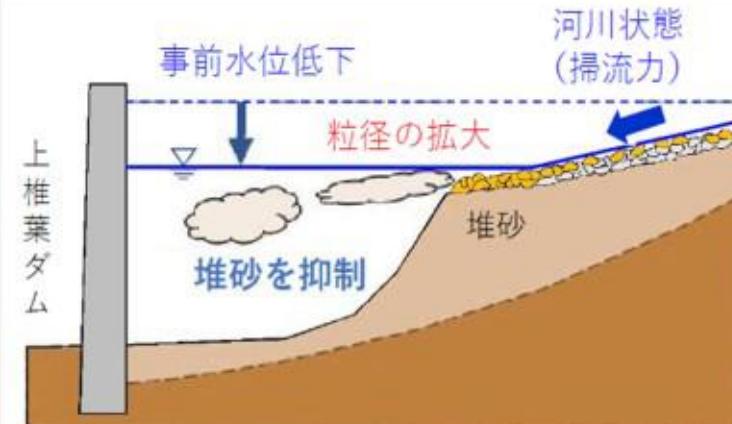


高山ダム(水資源機構)



下流河川のフラッシュ放流によるクレンジング効果

▶ 堆砂対策（排砂・通砂・バイパス）



上椎葉ダム(九州電力)



水の割当
・河道の攪乱
・土砂の輸送

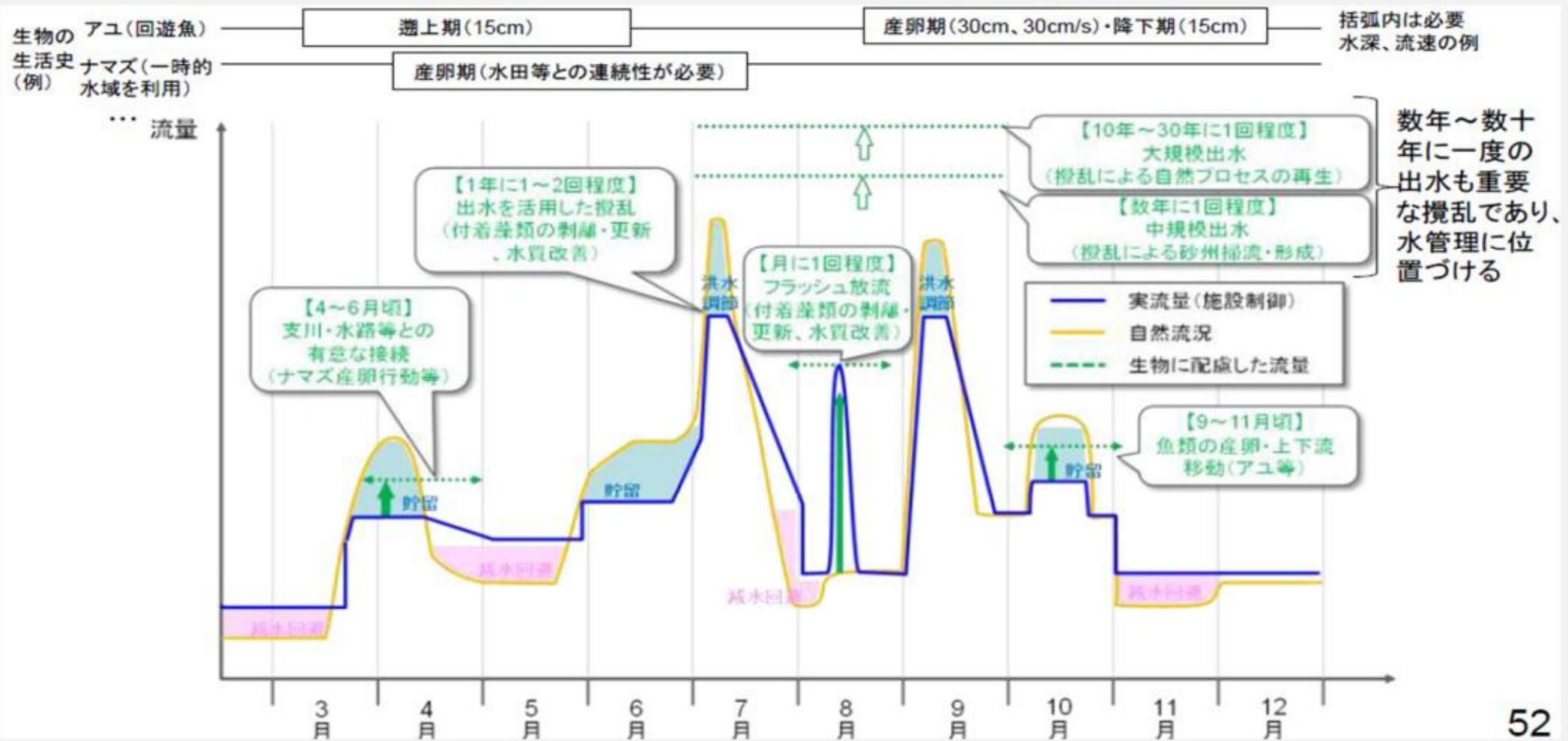
予測情報を用いた割当の最適化





流域総合水管理に貢献する長時間アンサンブル降雨予測 を用いたダム運用高度化 『水の利用（発電）×流域環境』

11



貯水位回復



融雪洪水を活用したフラッシュ放流

夏季や秋季の洪水発生を読みながら効果的なフラッシュ放流



国土交通省(流域総合水管理 あり方検討会)資料に加筆



ダム操作の変革（パラダイムシフト）

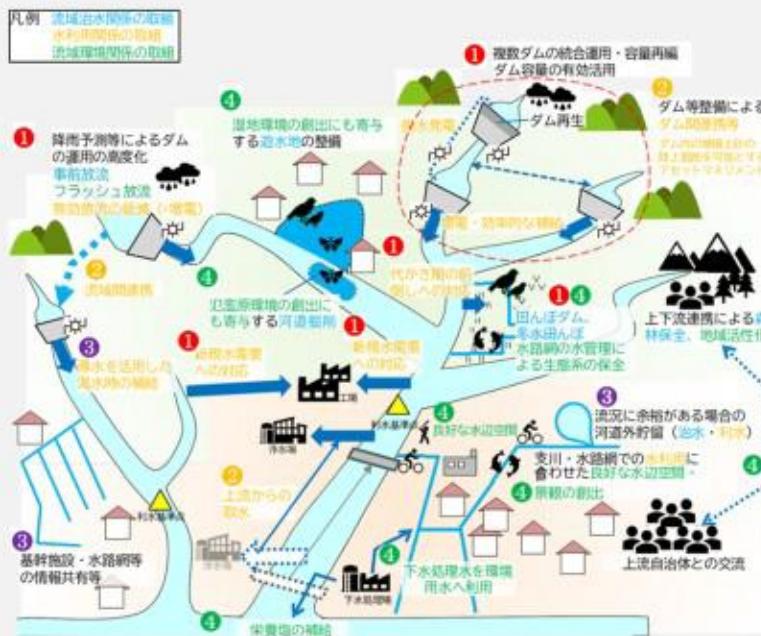


- 「長時間予測」のメリットは明確 早期の体制立上げ、体制解除の見通し、洪水の規模感、事前放流の必要性、渇水時の貯水量回復見込み、フラッシュ放流実施タイミングの予測など、メリットは満載（流域治水×水利用×流域環境の最適化の鍵）
- 「長時間予測」は不確実性が残る なので、「アンサンブル＝予測の幅」、が必要
- 完全に乗り換える必要はない 他の予測との組合せが可能
 - ・ 長時間アンサンブル GSM、MSM 降水短時間予測
いずれにしても、長時間アンサンブルを見続けることが重要（先が見える価値は必ずある）
- ダム操作に困っている現場ほど威力を発揮する可能性あり
 - ・ 予備放流ダム（現在でも、何らかの基準を持っているはず。これを更新する）
 - ・ 水系の縦列ダム群の要、特に上流に大規模（利水）ダム、下流にシリーズ発電ダム
 - ・ 発電能力（最大取水量）の高いダム、ハイブリッドダムの議論と調和的
 - ・ 二山洪水、前線+台風、台風+台風など、長時間で総流入量大の洪水に威力発揮

- 1) アンサンブル（不確実性の情報）は必須 → AIと親和性あり（DX、デジタル技術）
- 2) 早期に情報を知ることのメリット
 - ①体制の準備確保
 - ②3段口ケット（段階的体制強化、タイムラインと親和性あり）
 - ③カーボンニュートラルへの貢献（発電会社は関心高い、もうかる！）
 - ④洪水がいつまで続くのか、続かないのか（洪水の次の洪水が見える）
(事前放流の強化必要性？空振りの可能性？が早期に見える、体制早期解除可能)

おわりに「社会実装開始に向けたイメージ」

『流域総合水管理』の一環としての取組



出典：国土交通省

**令和8年度
全国ダムへガイドライン等を通知**

現時点の全国ダムベースの効果（推定）
15億kWh/年増電
経済効果約139億円/年

第7次エネルギー基本計画

- ・2050年カーボンニュートラルに向けた野心的な目標
- ・2040年度の水力発電の年間発電量を880～1,200億kWh程度に拡大（2022年度実績：768億kWh）
- ・必要拡大量（112～432億kWh）
- ・ダムの運用高度化でどこまでカバーできるか？

予測精度向上・運用実績に基づき 更なる運用高度化の拡大

出典：愛知県



矢作川・豊川CN (カーボンニュートラル) プロジェクト

- 長時間アンサンブル降雨予測を活用したダム操作は、**操作の複雑化ではなく、科学的な支援ツールとしての革新を目指すもの**。
- ベテラン管理者の経験に基づく操作を、予測情報で**定量的・客観的に支援することが目的**。
- 「流域総合水管理」の推進において、こうした技術は**今後必要不可欠な要素となる**。



長時間アンサンブル降雨予測 を活用したダム高度運用 シンポジウム



日本国内のダム流域における 長時間アンサンブル降雨予測の精度

2025年 11月17日

一般財団法人 日本気象協会
防災・気象DX本部 道広有理

- 1 事前放流ガイドラインとガイダンス予測
- 2 長時間アンサンブル降雨予測の特徴
- 3 日本国内のダム流域に対する長時間アンサンブル降雨予測の精度
- 4 渇水時(少雨時)の長時間アンサンブル降雨予測の活用

事前放流ガイドラインとガイダンス予測

事前放流ガイドラインの概要

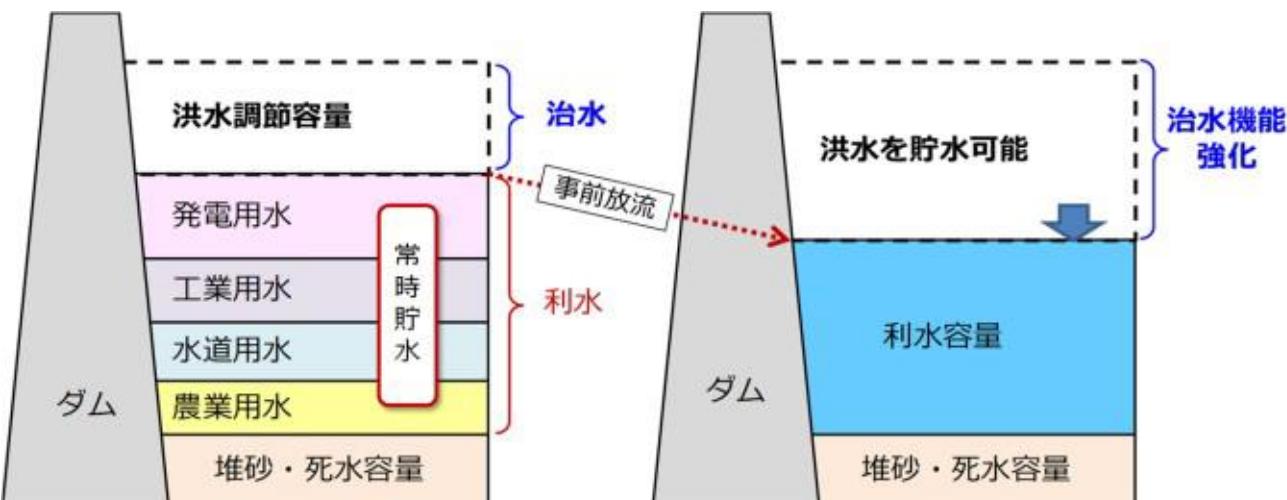


日本気象協会

「事前放流ガイドライン」 令和2年4月策定

- ✓ 平成30年7月豪雨（西日本豪雨）や 令和元年台風19号（東日本台風）では、ダムの貯水能力が不足し、異常洪水時防災操作（緊急放流）に陥ったダムが多数発生
- ✓ 既存の施設を最大限活用するために「事前放流」を全国のダム（利水専用ダム含む）で実施することが決定
- ✓ 雨量の予測には、ガイダンス予測が国から提供されている

ダムの事前放流



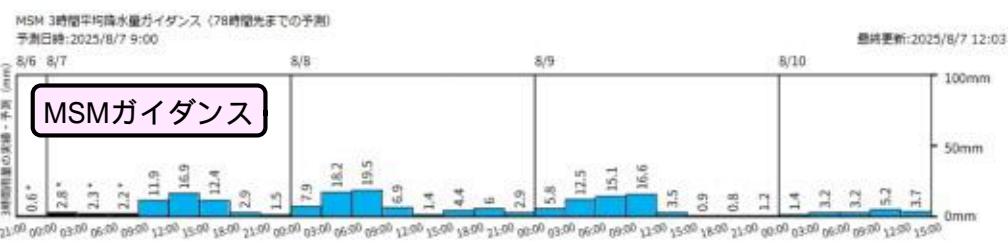
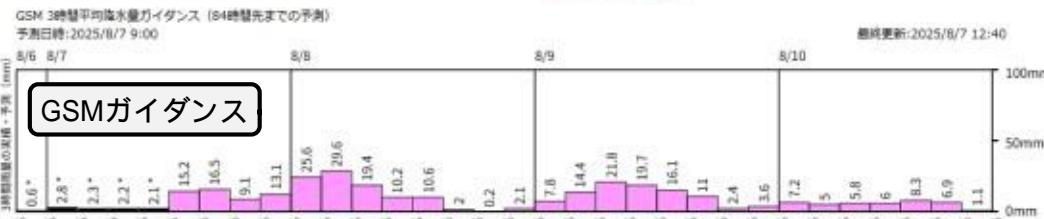
ガイダンス予測

- ✓ 数値予報の結果を統計的に補正
- ✓ MSMおよびGSMを補正したものがあり、最大84時間先までの予測雨量

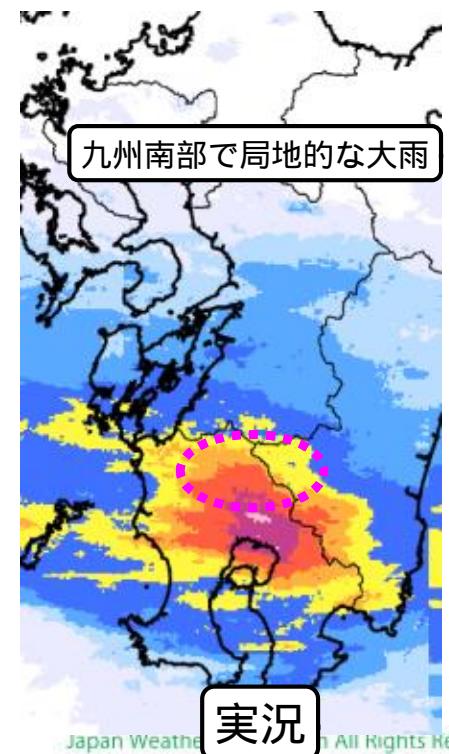
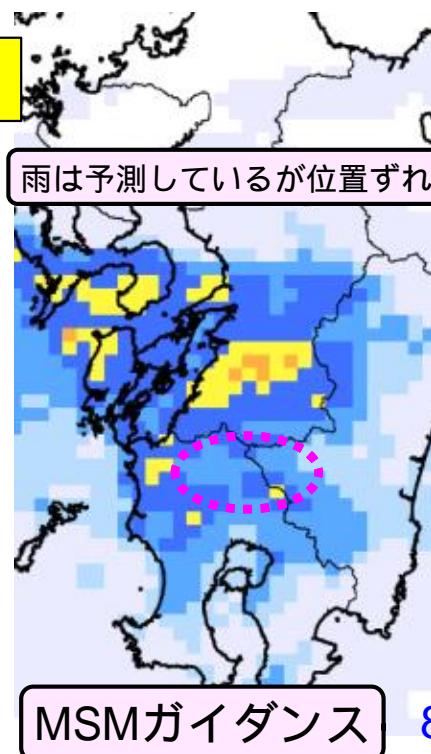
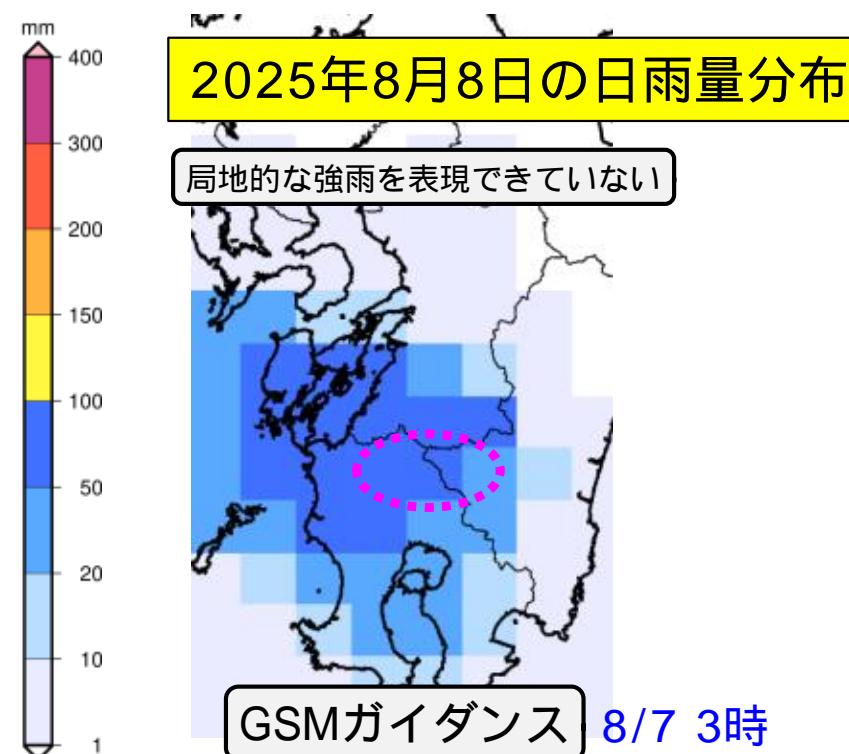
気象予測の難しさ：2025年8月8日 九州南部



- ✓ 前線が九州付近に南下した影響で鹿児島県で線状降水帯が発生するなど、九州南部で大雨
- ✓ 局所的な大雨となつたがMSMとGSMでは過小予測傾向であった
- ✓ 周辺に位置する鶴田ダム（実況は8/7～8 270mm）では、直前でもガイダンス予測は過小だった（160mm前後）



8/7 9時時点の鶴田ダム流域予測雨量 (事前放流ガイドライン)

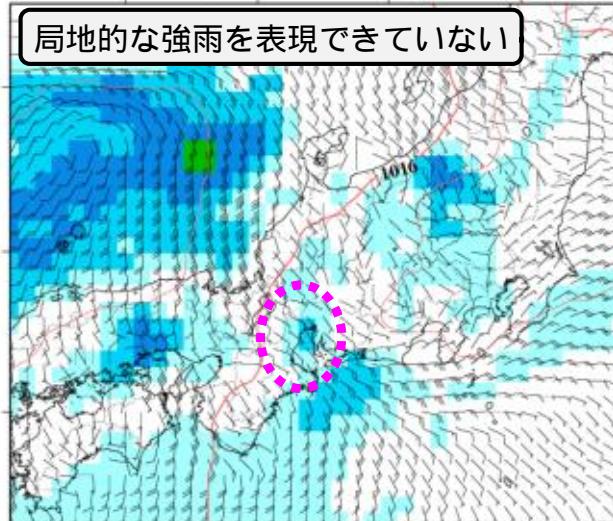


気象予測の難しさ：2025年9月12日 四日市

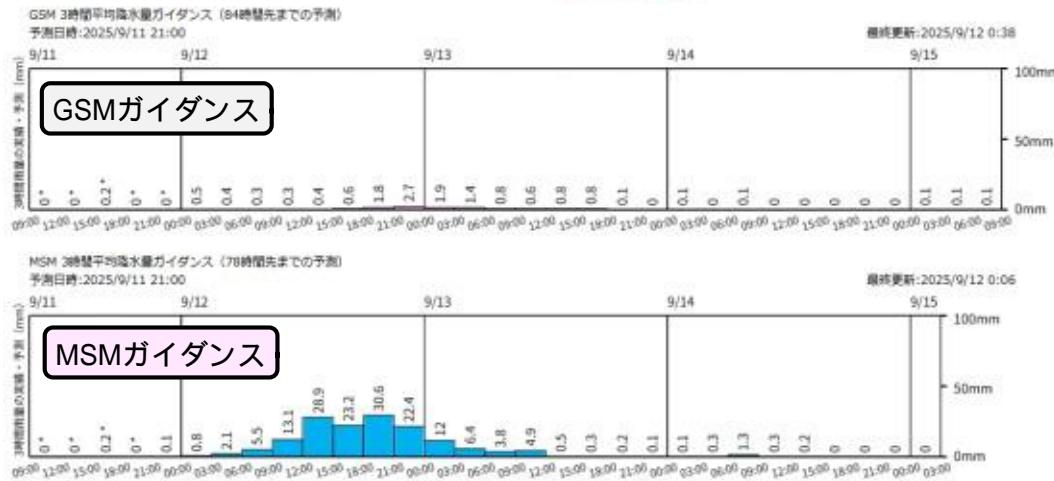
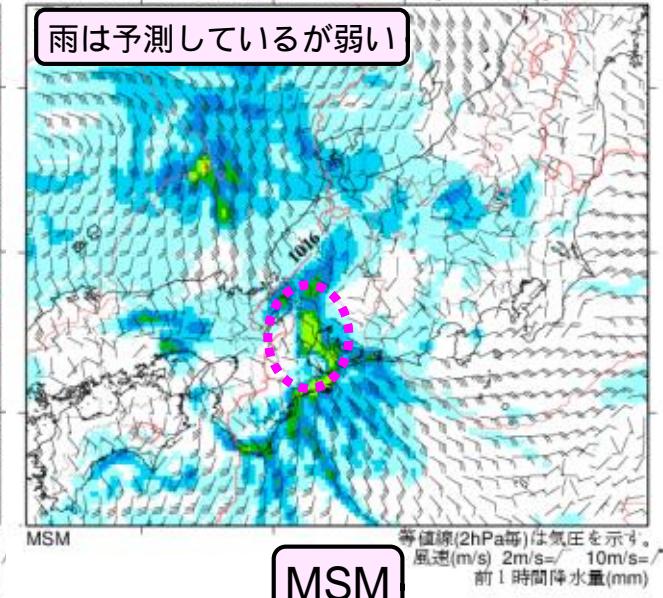
- ✓ 前線の影響で三重県に湿った空気の流入が強まり、四日市市付近では1時間で120mmの猛烈な雨
- ✓ 局所的にはMSMとGSMで予測雨量が大きく異なっていた
- ✓ 周辺に位置する加佐登調整池（実況は85mm）では、事前放流ガイドラインの予測も大きく異なっていた

9/12未明に発表された 9/12 22時の予測分布

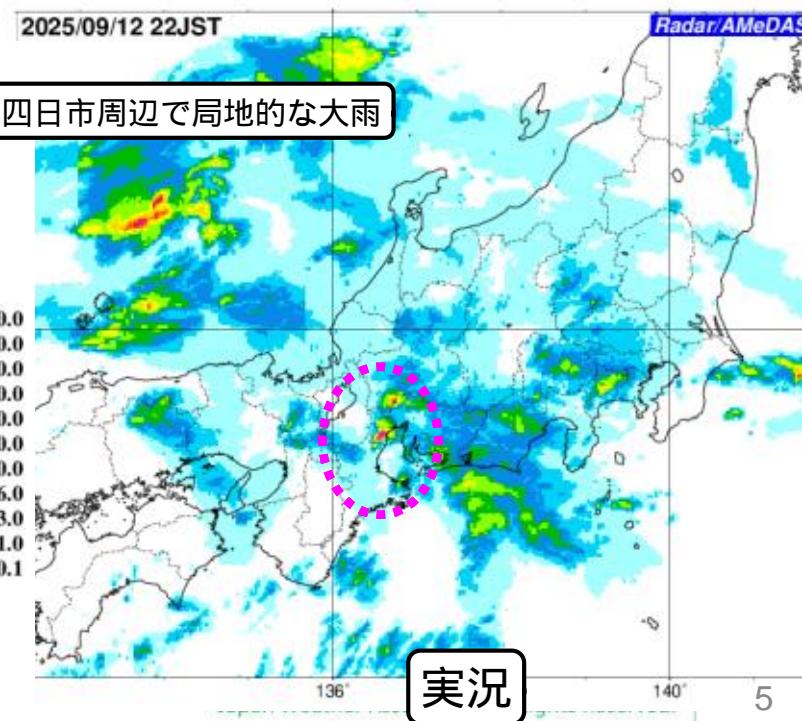
初期時刻：2025/09/11 21:00JST
予測時刻：2025/09/12 22:00JST [Surface]



初期時刻：2025/09/11 21:00JST
予測時刻：2025/09/12 22:00JST [Surface]



9/11 21時時点の加佐登調整池予測雨量（事前放流ガイドライン）



気象予測をダム運用に利用する際の課題



- ✓ 気象予測の精度は向上しているものの、特定のダム流域（場所）に、どの程度（量）、どのタイミング（時間）で雨が降るのかを予測することは現状でも難しい
- ✓ 事前放流ガイドラインで用いられているガイダンス予測は、比較的精度は良好であるが、予測更新毎に値が変動したり、MSMとGSMで大きく異なるなど、判断に困るケースがある
- ✓ 週末の態勢や今後の見通しなどを考えると、予測時間が84時間（3.5日先）まででは、ダムによっては短い場合がある
- ✓ 事前放流ガイドラインのように、明確なルール（基準を超過したら事前放流）があることは重要

長時間アンサンブル降雨予測の特徴

アンサンブル予測

- ✓ アンサンブル予測では、初期値にはばらつきを与えて複数の予測計算を実施
- ✓ ばらつき（摂動）を与える際は観測誤差の範囲内
- ✓ 予測誤差があることを前提として情報を利用する

項目	長時間アンサンブル 降雨予測 (SIP/BRIDGEで活用)	ECMWF ^{*1} (元データ)	気象庁 (週間アンサンブル)	気象庁 (メソアンサンブル)
格子解像度	日本域 約5km	全球 0.1°(約10km)	全球 1.25° 日本域 0.375°(約40km)	日本域 約5km
予報時間	15日先	15日先	11日先	39時間先
出力時間間隔	1時間	3時間	3時間	3時間
更新間隔	2回/日	2回/日	2回/日	4回/日
メンバー数	51メンバー	51メンバー	51メンバー	21メンバー
備考	長時間アンサンブル降雨予測ではダウンスケーリングにより地形性降雨を表現		格子解像度や予報時間はMSMと同じ仕様	

ヨーロッパ中期予報センター

- ✓ 気象庁のアンサンブルと比較し、予報時間長・解像度でECMWFに優位性
- ✓ SIP/BRIDGEでは独自に頻度バイアス補正とAI技術による時空間ダウンスケーリングを実施して活用 【1時間雨量・5km格子（一部1km格子）】

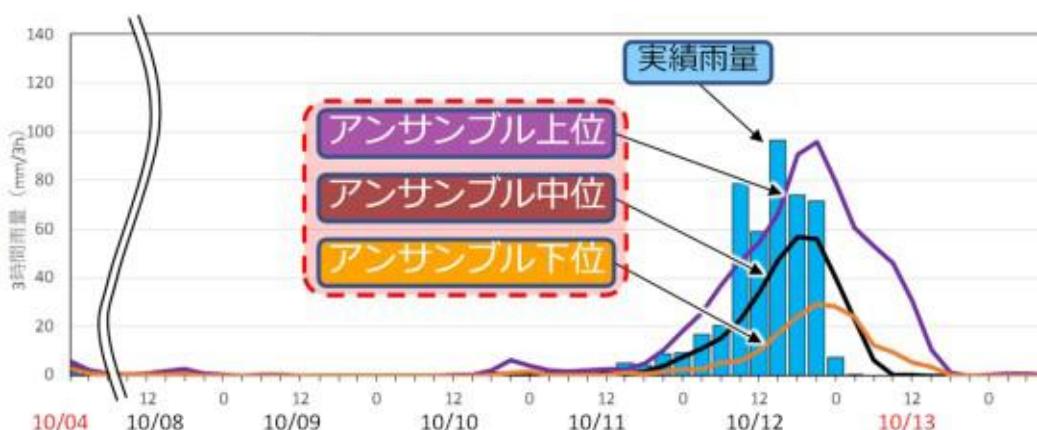
BRIDGEで利用する長時間アンサンブル降雨予測



日本気象協会

- ✓ ECMWF（欧州中期予報センター）のアンサンブル予報をベースに時空間方向に高解像度化して利用。51メンバー・**15日先までの長時間アンサンブル降雨予測**を作成。51メンバーは目先の5日間雨量でソートし、上位（1～5位）、中位（6～15位）、下位（47～51位）の3種類の情報に整理。本研究では**10日先までの予測**を利用。
- ✓ ガイダンスによる降雨予測（MSMガイダンスにGSMガイダンスを連結）も並行して活用。

上位・中位・下位の3本線のイメージ

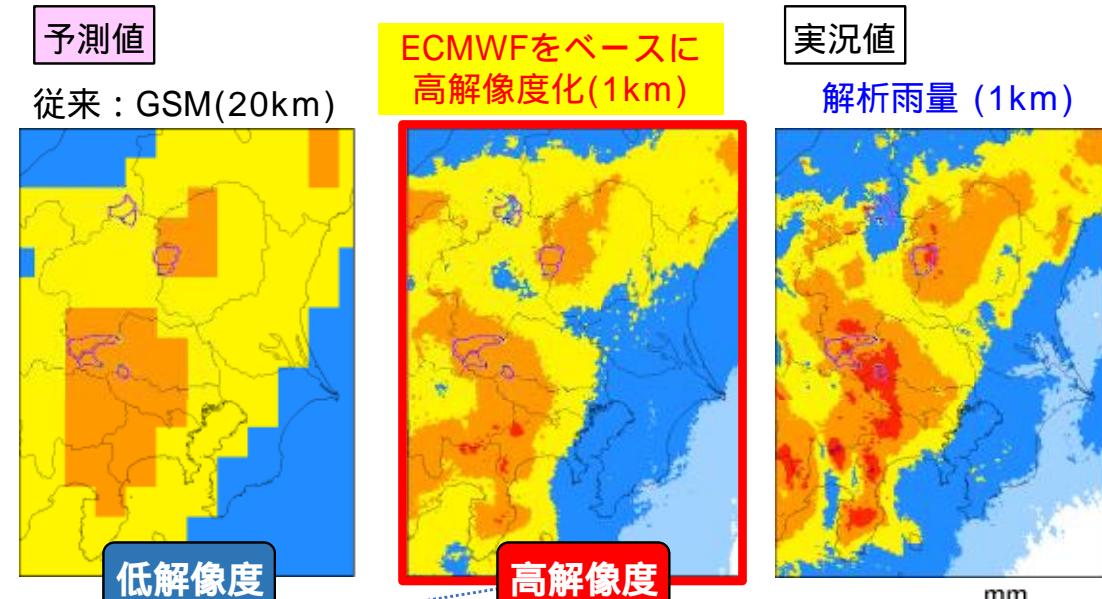


高解像度化の適用例

- 教師データは解析雨量（1kmメッシュ）
- 15日先までの予測データを1時間雨量に変換
- 1km格子に高解像度化（ダウンスケーリング）

台風19号による大雨に対する予測：

<10月10日21時～10月14日9時までの84時間積算雨量>



AIを用いたダウンスケーリング技術

- ✓ 深層学習等により、過去の解析雨量（解像度1km格子）を学習
- ✓ 25km格子・3時間雨量のECMWFデータを、1km格子・1時間雨量に変換



アンサンブルメンバーの利用方法

アンサンブル予測は複数の結果（メンバー）が存在する
用途（ダムの目的）にあわせて、51メンバーの利用方法を工夫する

全メンバー平均：51メンバーを単純平均

- ✓ 予測雨量は更新毎の変化が小さく安定する傾向
- ✓ 単一の結果に集約するため、予測の幅（標準偏差など）は別途扱う

最大値を利用：最も予測雨量の大きいメンバーを利用

- ✓ 安全側の予測情報が欲しい場合に適している
- ✓ 每回一つのメンバーを抽出するため、予測更新毎の変動が大きい傾向

雨量の大きさにより3シナリオ（上位・中位・下位）を作成

- ✓ 予測雨量を大きい順に並べ、上位：1-5位、中位：6-15位、下位：47-51位のメンバーを抽出して平均する
- ✓ 安全側（大雨リスク）、精度良好、少なくとも降る雨量、という位置づけ
- ✓ 比較的様々な場面で使いやすいが、決め方（メンバーの順位や予測雨量の積算時間）によって変わってくる

日本国内のダム流域に対する 長時間アンサンブル降雨予測の精度

長時間アンサンブル予測の精度検証概要

検証対象期間：2017年～2023年暖候期（4～10月）

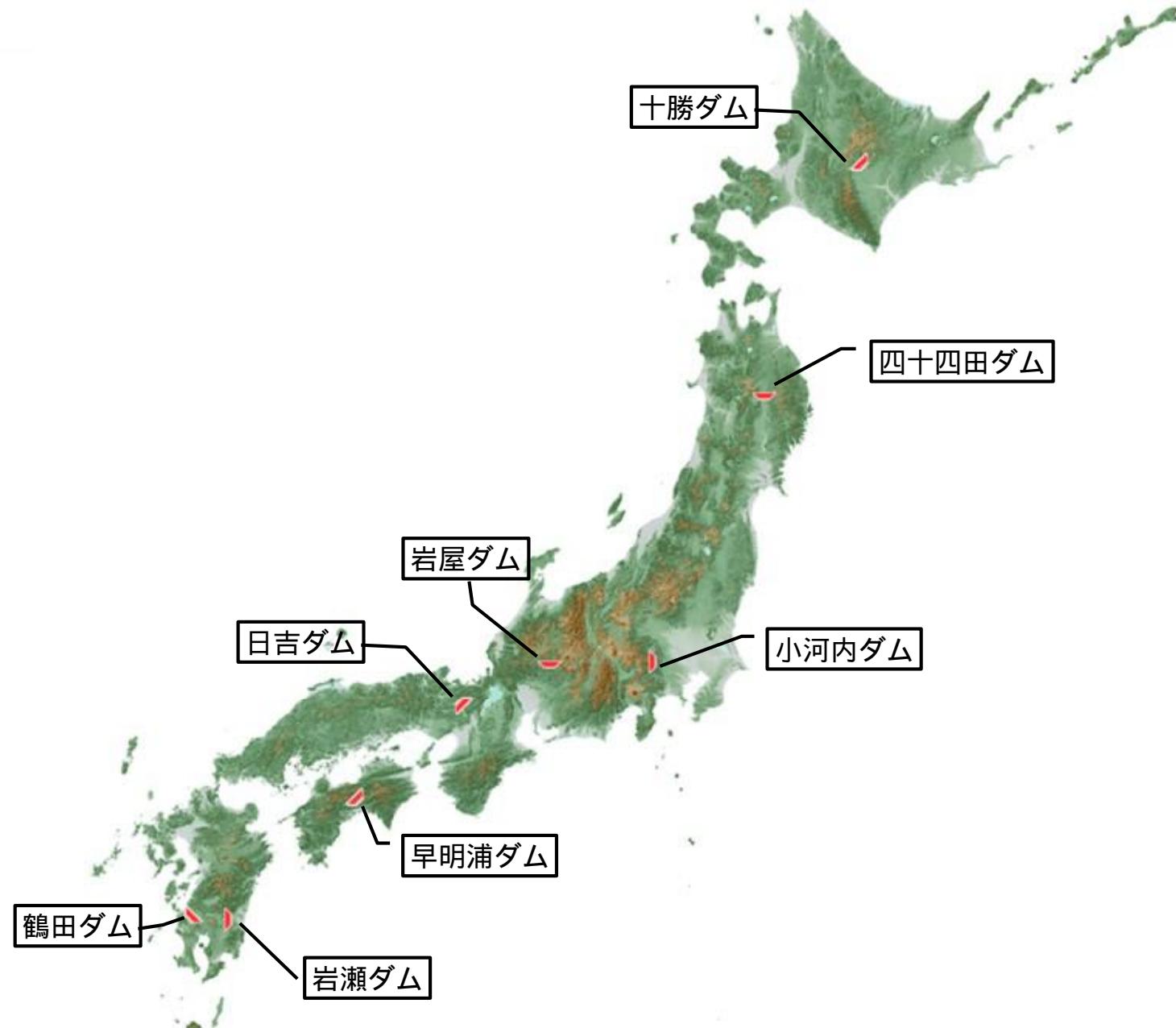
検証概要

検証項目	対象データ	予測期間	アンサンブルの順位
散布図	ダム流域の2日間雨量	2日先, 4日先, 6日先,	上位：1～5位
相関係数	実況値：解析雨量	8日先, 10日先, 12日先,	中位：6～15位
RMSE	予測値：長時間アンサンブル雨量	14日先	下位：47～51位
総雨量比			

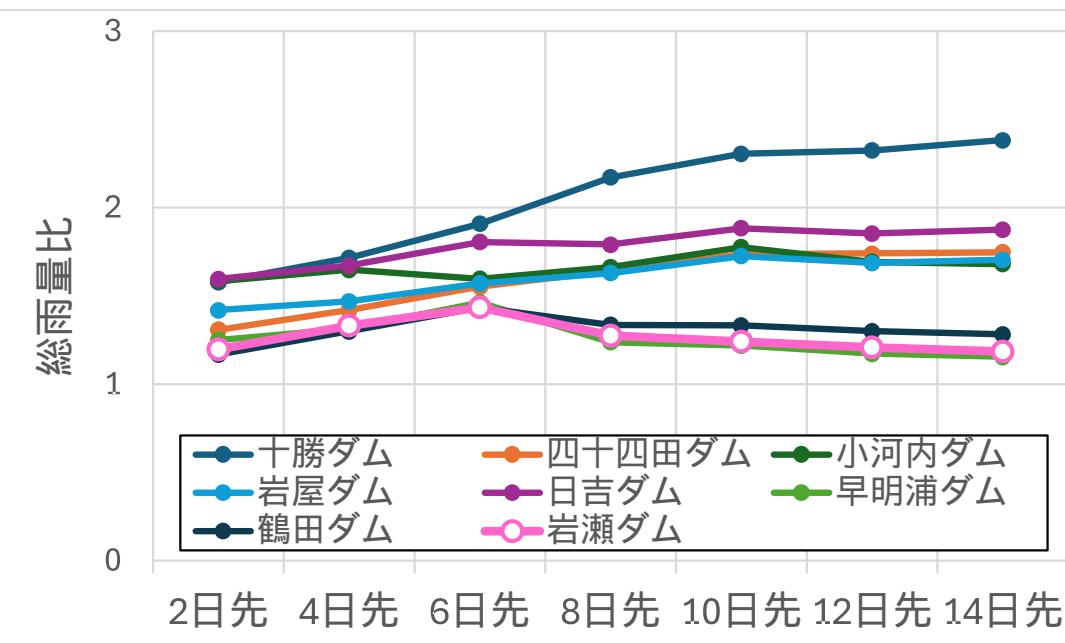
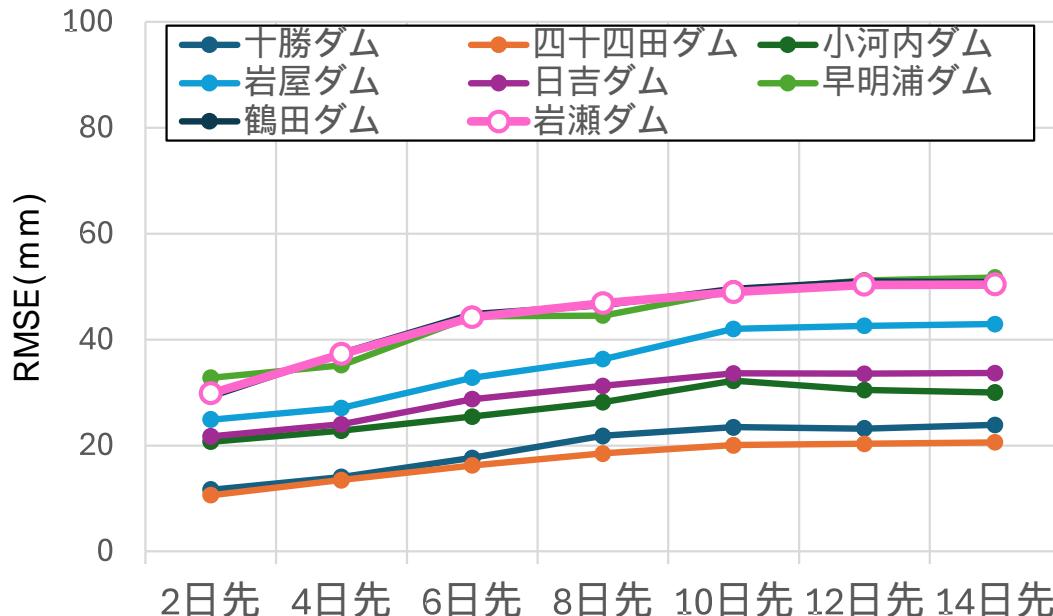
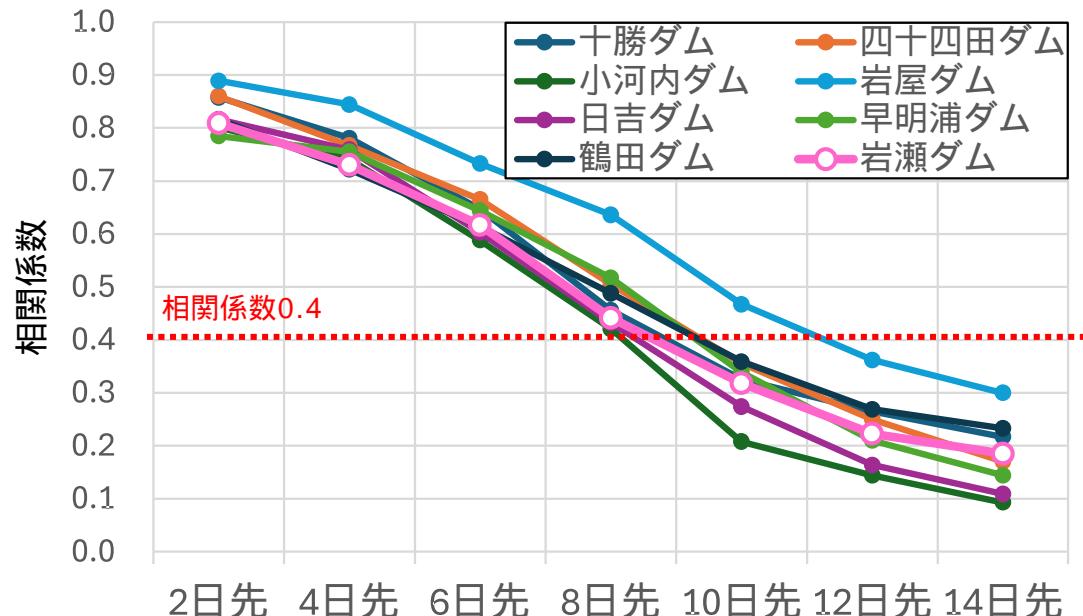
精度評価指標

	算出方法	内容	評価の見方
相関係数 r	$r = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}}$	予測と実況の変化傾向の類似性（相関）を評価する指標 -1から1までの値をとる	1に近いほど関係性が強く、0に近いほど弱いことを示す マイナスは逆の関係を示す 一般に0.4を超えると一定の関係性があるとされる
RMSE 2乗平均平方根誤差 (Root Mean Square Error)	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2}$	予測と実況の誤差の大きさ（絶対値）を評価する指標 0以上の値をとる	0に近いほど誤差が小さいことを示す
総雨量比 s	$s = \sum_{i=1}^N y_i / \sum_{i=1}^N x_i$	予測の過大過小を評価する指標 0以上の値をとる	1より大で地上雨量より多い傾向、1より小で地上雨量より少ない傾向にあることを示す

解析対象ダム（流域平均雨量で検証）



全国ダム流域（中位予測）



相関係数

- どのダム流域でも予測時間とともに単調減少
- RMSE

- どのダム流域でも予測時間とともに単調増加
- 雨が多い地域（九州など）は値が大きい

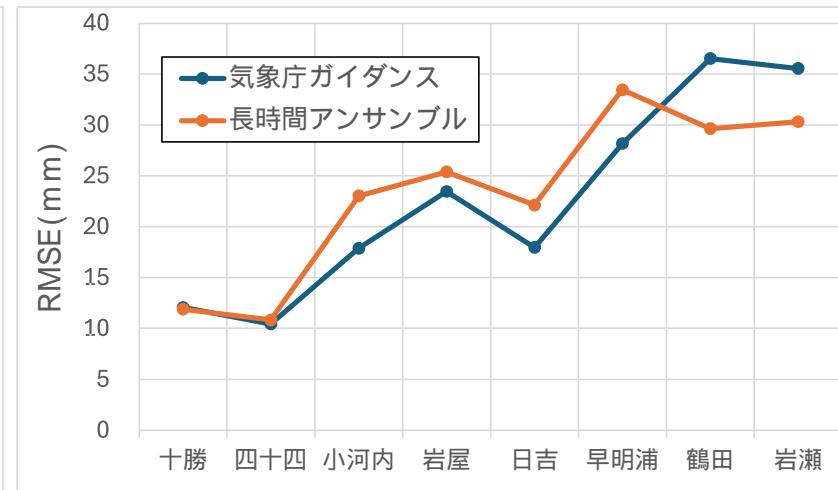
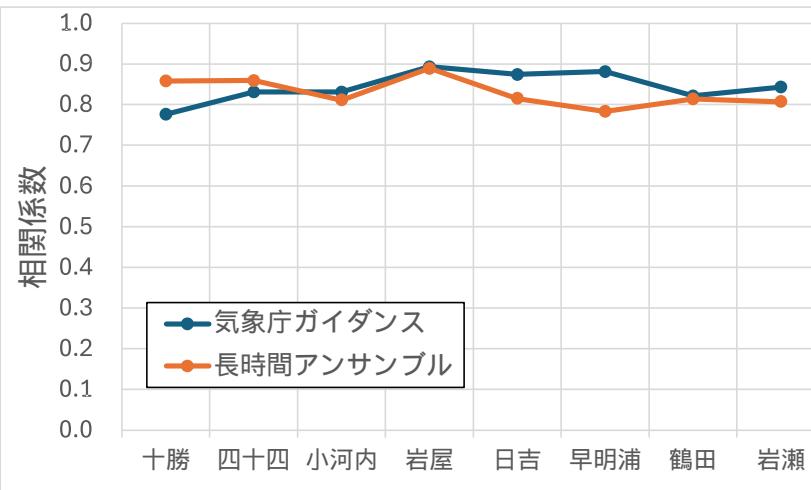
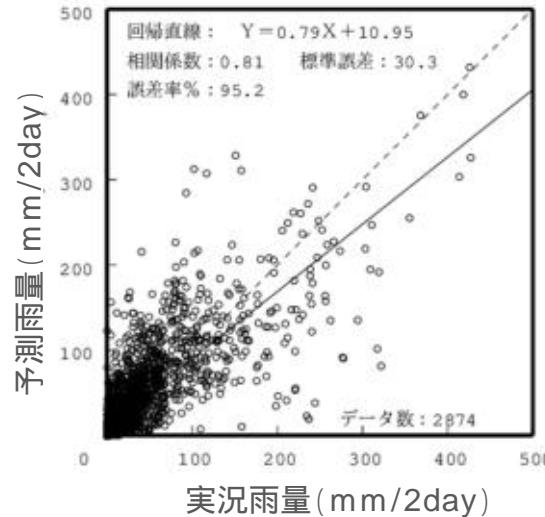
総雨量比

- 総雨量比は1より大きく、やや過大予測
- 雨がない北海道は2を超える時間帯もある

アンサンブル中位とGSMガイダンスの比較

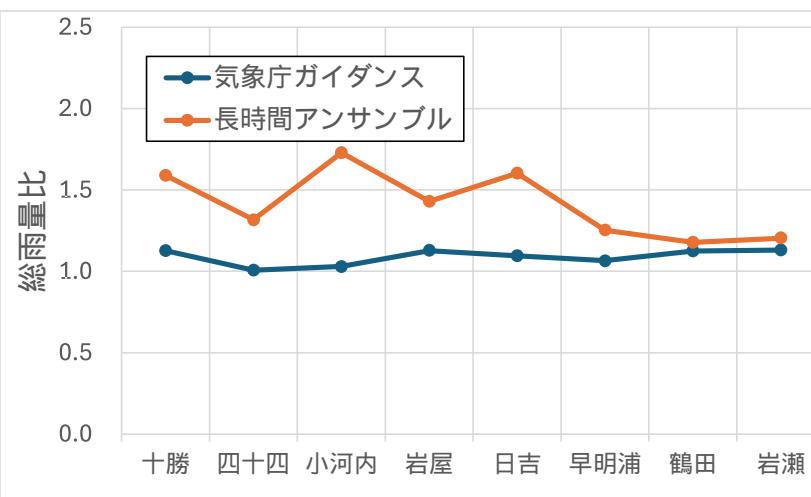
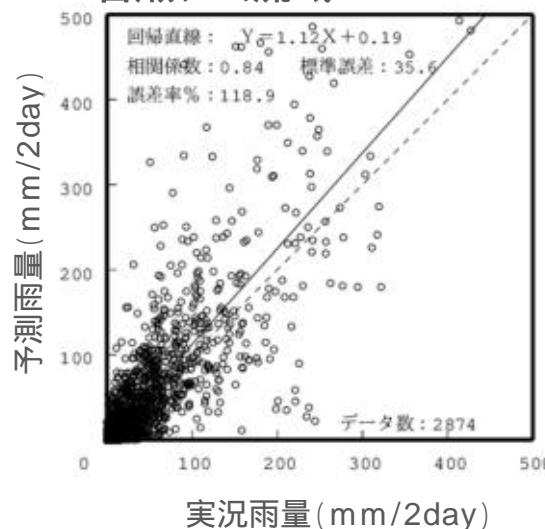
長時間アンサンブル(中位予測)

岩瀬ダム流域



気象庁ガイダンス

岩瀬ダム流域

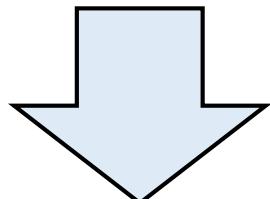


相関係数

- ・中位予測とガイダンスは同程度
- RMSE
- ・中位予測とガイダンスは同程度
- 総雨量比
- ・ガイダンス予測は総雨量比が1.1程度で非常に安定している

精度検証まとめ

- ✓ 相関係数は、上・中・下位予測いずれも単調減少で、**中位予測では8日先まで0.4を超える。**
- ✓ RMSEは、上・中・下位予測いずれも単調増加で、上位予測は増加傾向が顕著であり、**雨が降りやすい地域は誤差が大きい。**
- ✓ 総雨量比は、**中位予測では変化が小さく1~2の間に位置している。**
- ✓ 気象庁ガイダンス予測と比べると、**2日先までの予測精度は同程度といえる。**



1週間先（7日先）までは、長時間アンサンブルの予測雨量を定量的に用いることが可能と捉えている

参考：2025年8月8日 鶴田ダム

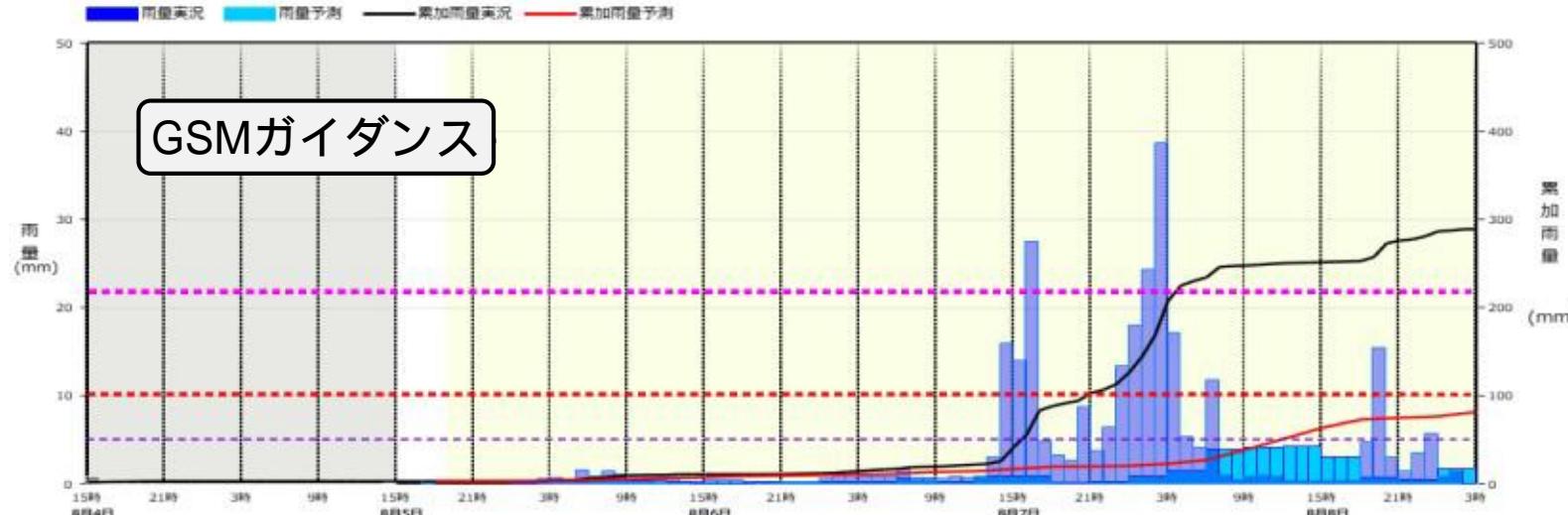
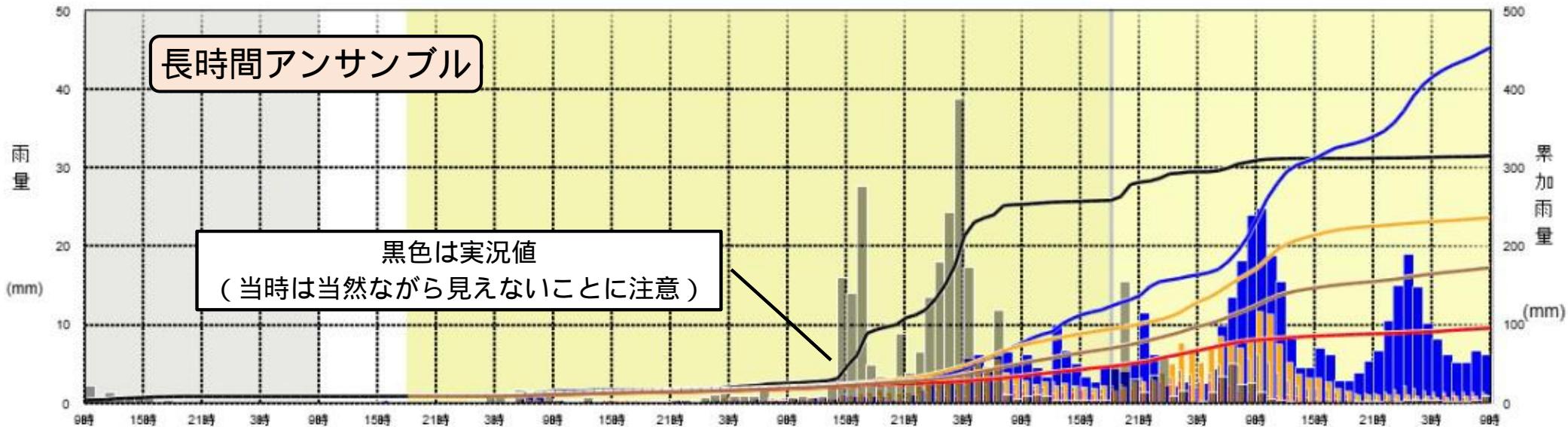


8月5日夕方時点の予測

- ✓ 過小予測傾向は同様もアンサンブルは2日後に雨を予測
- ✓ 先を見通せるのが長時間アンサンブルのメリット

上位・中位・下位予測雨量グラフ

実況雨量	上位	中位	下位	全メンバ平均
上位累加雨量	中位累加雨量	下位累加雨量	全メンバ平均累加雨量	実況累加雨量



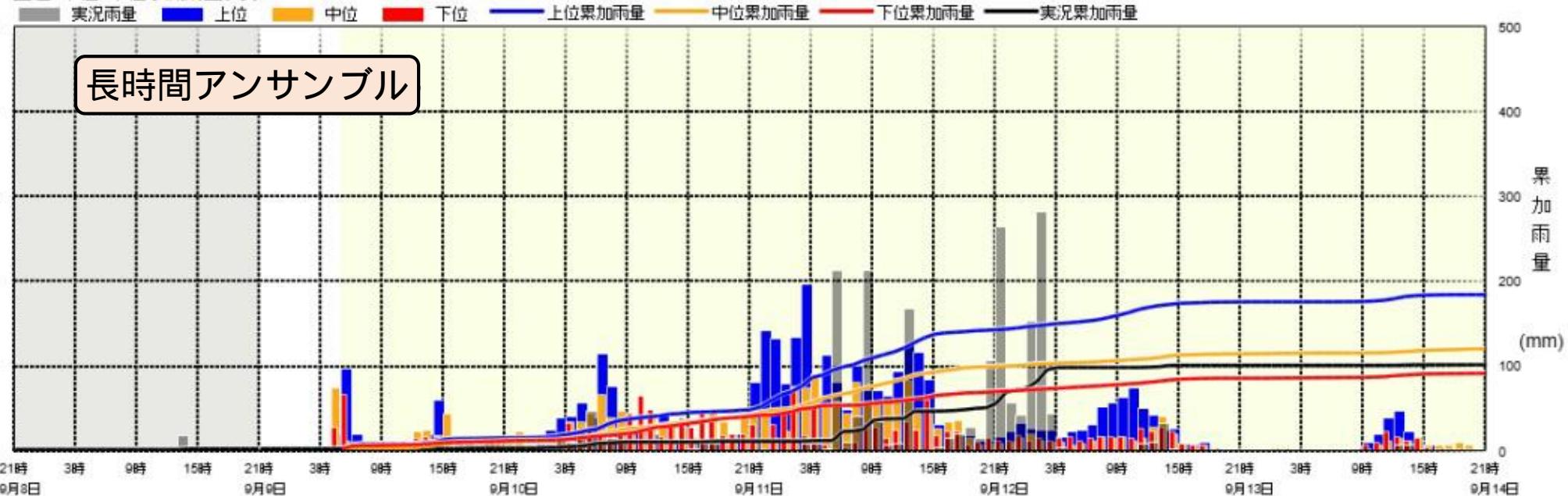
参考：2025年9月12日 加佐登調整池



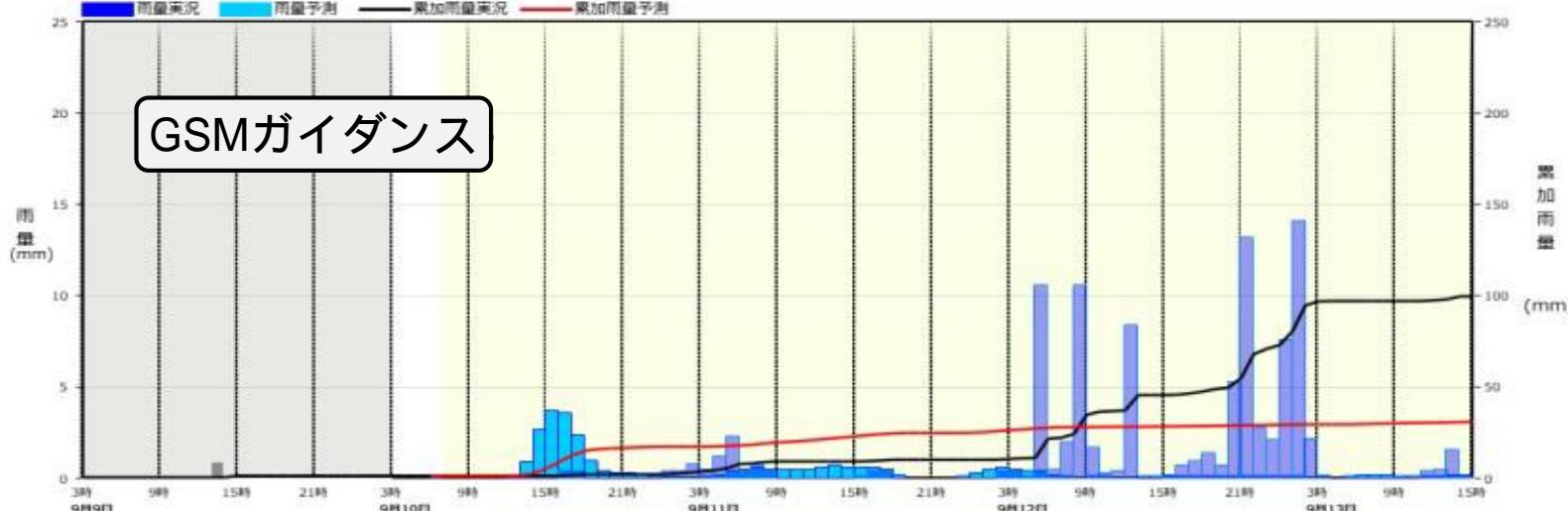
9月10日朝時点の予測

- ✓ 時間帯はずれるもアンサンブル中位・下位は実況と同程度
- ✓ ガイダンスの予測雨量は実際の3分の1程度

上位・中位・下位予測雨量グラフ



GSMガイダンス

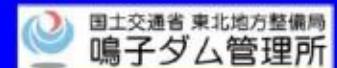


渇水時(少雨時)の 長時間アンサンブル降雨予測の活用

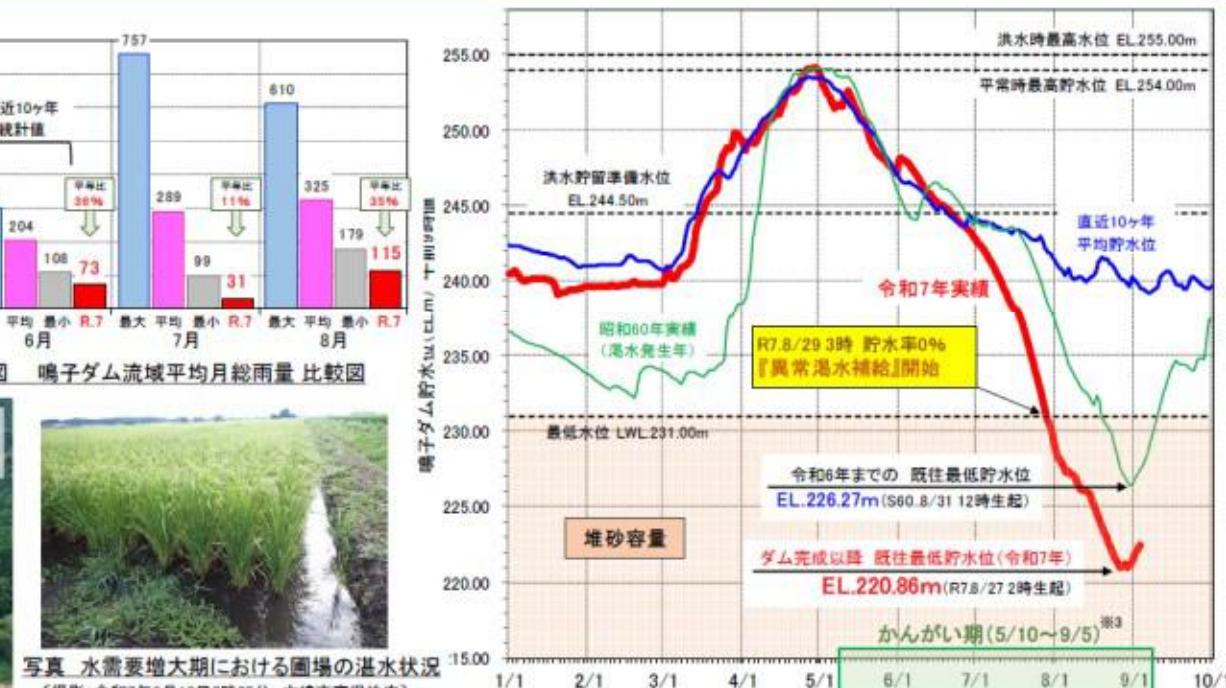
鳴子ダムの状況



令和7年渇水における鳴子ダムの利水補給実績



- 令和7年7月29日3時に最低水位LWL.231.00mを割り込んだため、利水者(かんがい用水)の要請に応じて、関係者の同意を得た上で最低水位以下の貯留水を使用する緊急的な放流である『異常渇水補給※1』に移行してかんがい用水の補給を継続した。
- 令和7年8月27日2時にダム完成(昭和32年)以降最低の貯水位(EL.220.86m)を記録した。6月～8月の3ヶ月間流域平均総雨量が直近30年間で最少であったことによるもの。
- 岩堂沢ダム(宮城県)と連携し、鳴子ダムは、江合川流域の補給区域内 約1万haの水田に対して令和7年6月1日～8月29日で、ダムの無い状態に比べて、**総量25,489千m³**(東京ドーム約21杯分)のかんがい用水を增量補給した。
- ダム下流の農家による『自主的な取水制限(2割程度制限)』や『番水※2』の実施等も相まって、**夏期かんがい用水の需要量が最も増大する時期の補給を続ける事ができた。**
- 今後は、貯水位の回復を図りつつ、ダム下流の河川環境保全のため、河川維持用水の補給は継続していく。



※2 かんがい地区(水田群)を複数ブロックに分割し、地区毎に一定時間を区切って順番に配水するかんがい方式
注) 本資料に記載された数値は令和7年8月29日現在の速報値であり、今後変更される場合があります。



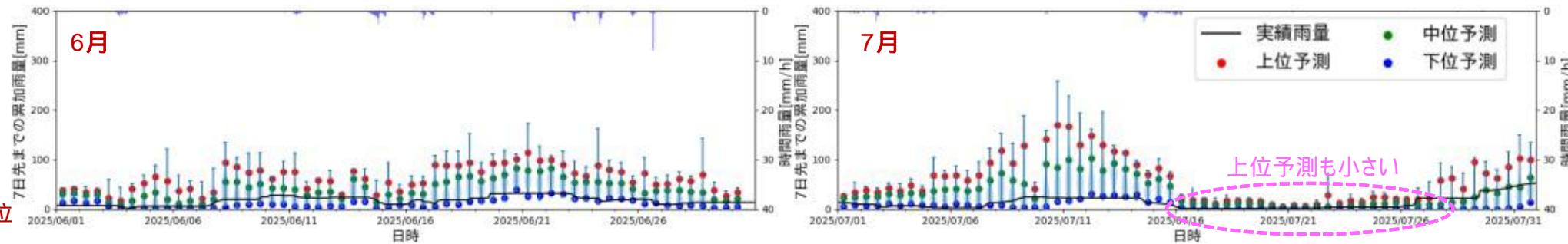
6~9月のアンサンブル予測：鳴子ダム流域



- ✓ 雨が降らない時期に対する予測は上位予測も非常に小さくなっている
- ✓ 下位予測は概ね実況より小さいが、8月上旬に下位予測も含めて過大傾向なものが少しだけ存在

7日先
まで

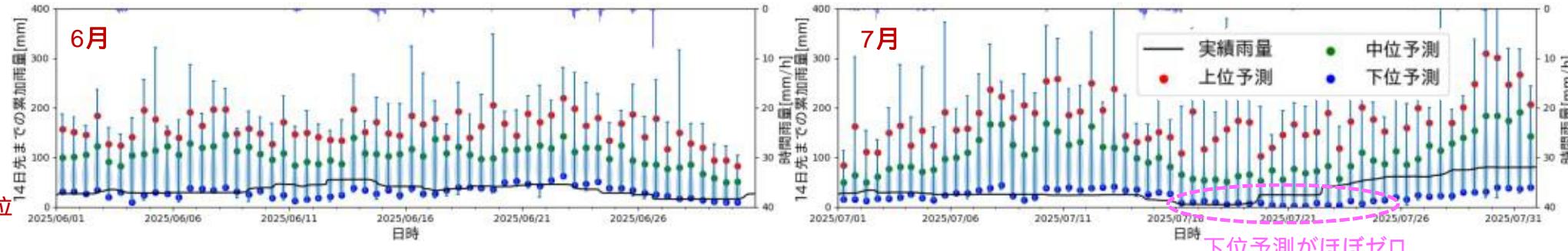
7日間雨量
上位:1~5位
中位:6~15位
下位:47~51位



- ✓ 14日先までの予測になると予測幅が大きくなるが、下位予測は概ね実況より小さいのは7日先と同様

14日先
まで

14日間雨量
上位:1~5位
中位:6~15位
下位:47~51位



- 7日先予測については「**上位予測雨量が小さいこと**」が少雨傾向と対応している。上位予測が増加を始めると、ある程度の降雨を期待できる。
- 14日先予測については「**下位予測雨量が小さいこと**」が少雨傾向と対応している。下位予測が増加を始めると、ある程度の降雨を期待できる。

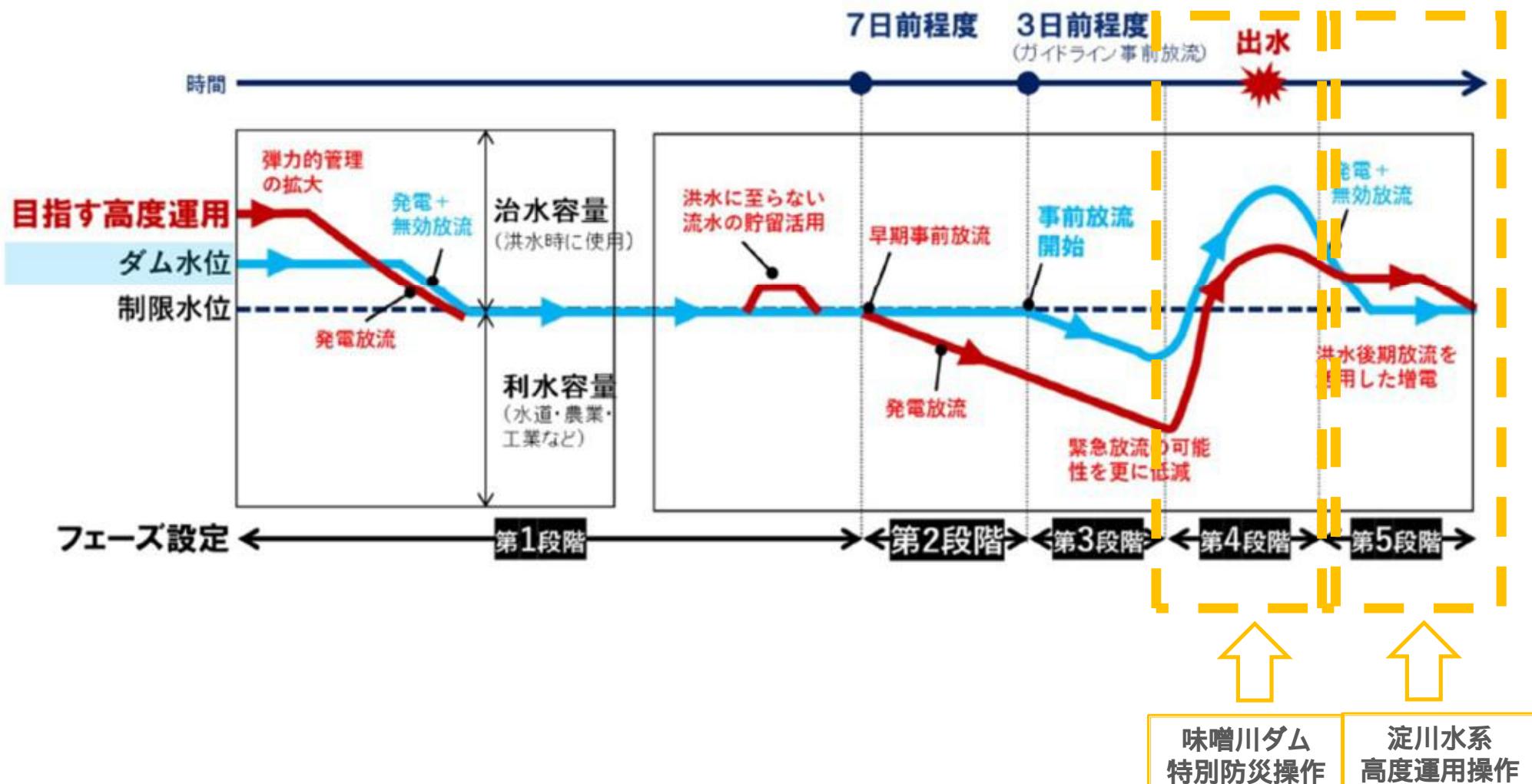
水資源機構における 長期間アンサンブル降雨予測の取り組みについて

水資源機構 総合技術センター

2025年11月

適用フェーズについて

- 淀川水系のダム群の高度運用操作は、第5段階のフェーズに該当
- 味噌川ダムの特別防災操作は、第4段階のフェーズに該当



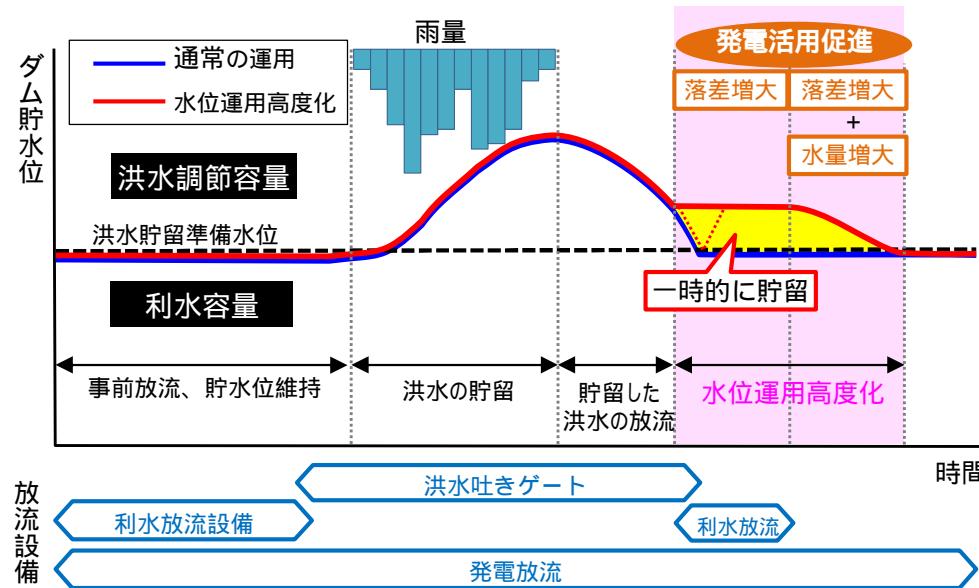
淀川水系のダム群における 水位運用高度化操作の取り組み

水資源機構が管理している淀川水系のダム群



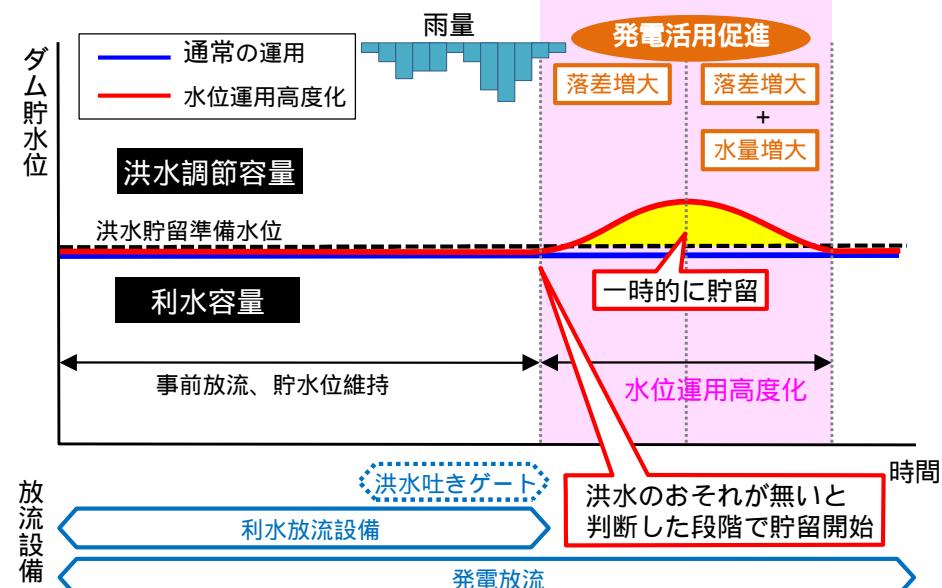
水位運用高度化操作の概要

<洪水後期の緩やかな放流>



- **通常の運用**では、洪水を洪水調節容量に貯留した場合は、次の洪水に備え速やかに洪水貯留準備水位まで洪水吐きゲートにて放流し、ダムの水位を低下。
- **水位運用高度化**では、洪水調節容量に貯留した洪水をダムから放流する際に、最新の気象予測技術を活用して次の洪水が予測されないことを確認しつつ、発電に利用しながら緩やかに放流、または一定程度水位が低下した段階で一時的に貯留し、発電に利用しながら放流する。

<洪水に達しない流水の調節>



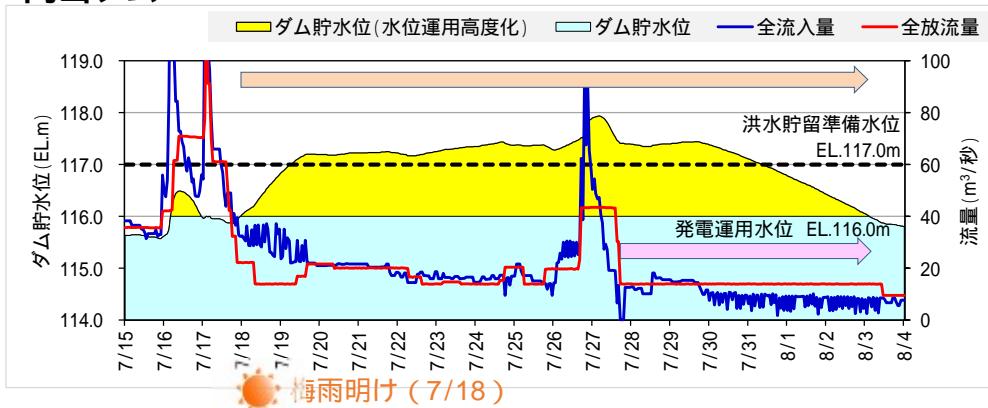
- **通常の運用**は、ダムへの流入量が洪水量に達しない出水において、ダムの貯水位を洪水貯留準備水位以下で維持するため利水放流設備又は洪水吐きゲートから放流を実施。
- **水位運用高度化**では、最新の気象予測技術を活用して洪水が予測されないことを確認しつつ、洪水調節容量の一部に流水を一時的に貯留し、その後発電のみによる放流を行う。

→ 発電の有効落差増大及び発電に利用できる水量の増大に伴う**増電**が期待できる。

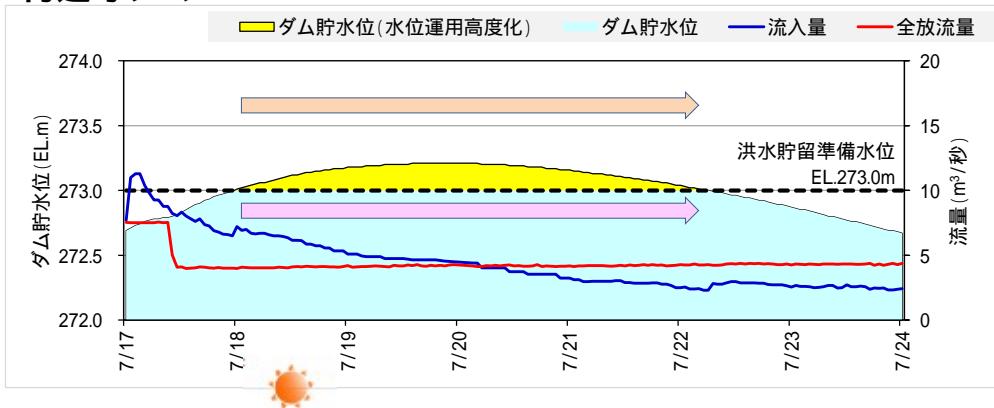
令和6年7月の水位運用高度化操作の実績

- 7月中旬の梅雨前線に伴う出水において、洪水に達しない流水の調節を行いました。出水後、最新の気象予測技術を活用しその後の降雨の状況を踏まえ、洪水貯留準備水位以上に流水を貯留して水位運用高度化操作を行いました。
- この操作を実施した7ダムの合計で、通常の操作と比較して約4,977千m³の水を発電に有効利用し、約298MWhの増電となりました。これは、一般家庭約1,147戸が1ヵ月に消費する電力量に相当します。

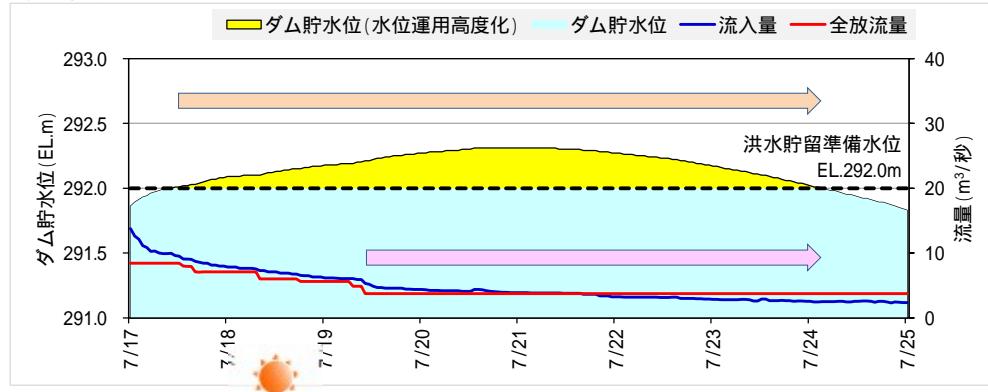
高山ダム



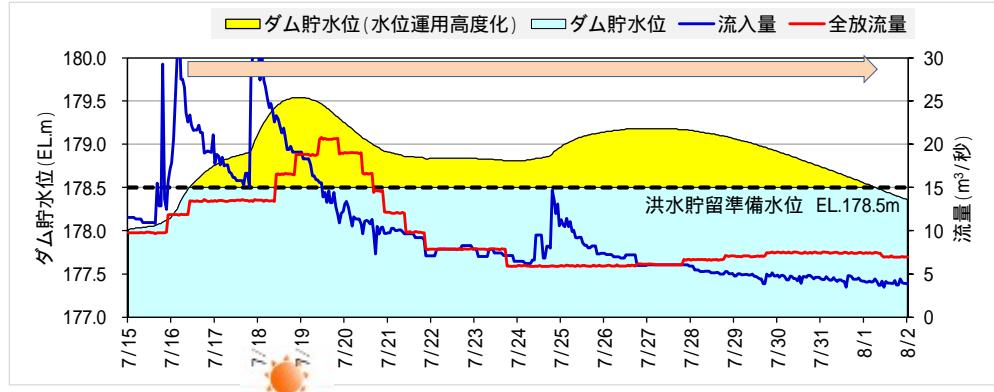
青蓮寺ダム



比奈知ダム



日吉ダム



凡例 :ダムの水位を通常より高く維持(有効落差の増大による増電)

:発電放流管のみによる放流(無効放流の減少)

味噌川ダムにおける 特別防災操作の取り組み

味噌川ダムの概要

■ 味噌川ダム：平成8年から水資源機構が管理

水系名：木曽川水系木曽川

所在地：長野県木曽郡木祖村大字小木曽

■ 目的・防災操作(洪水調節)

・流水の正常な機能の維持

・水道用水、・工業用水、・発電

■ 諸元：

型式 ロックフィルダム

堤高 140.0m

(ダム天端標高EL.1,130.0m)

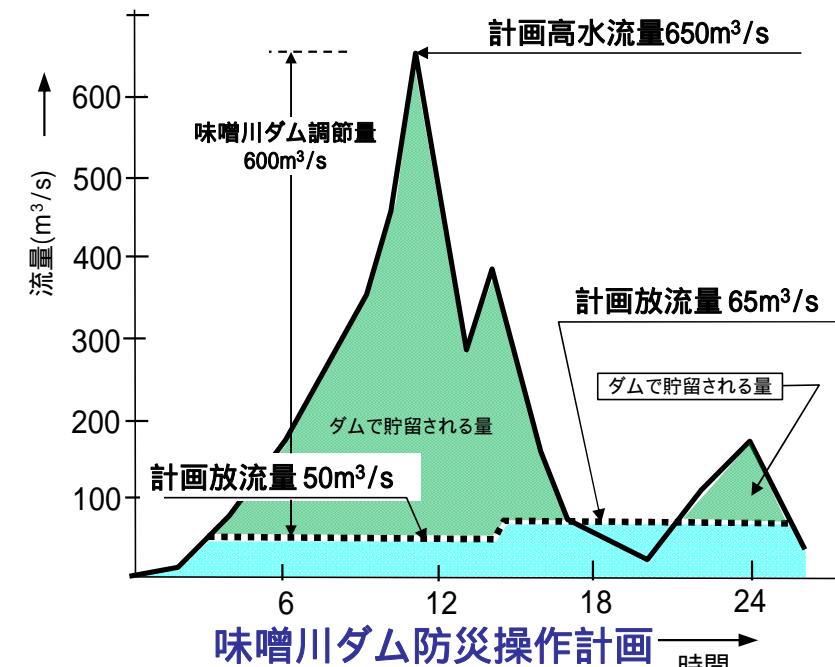
堤頂長 446.9m

流域面積 55.1km²

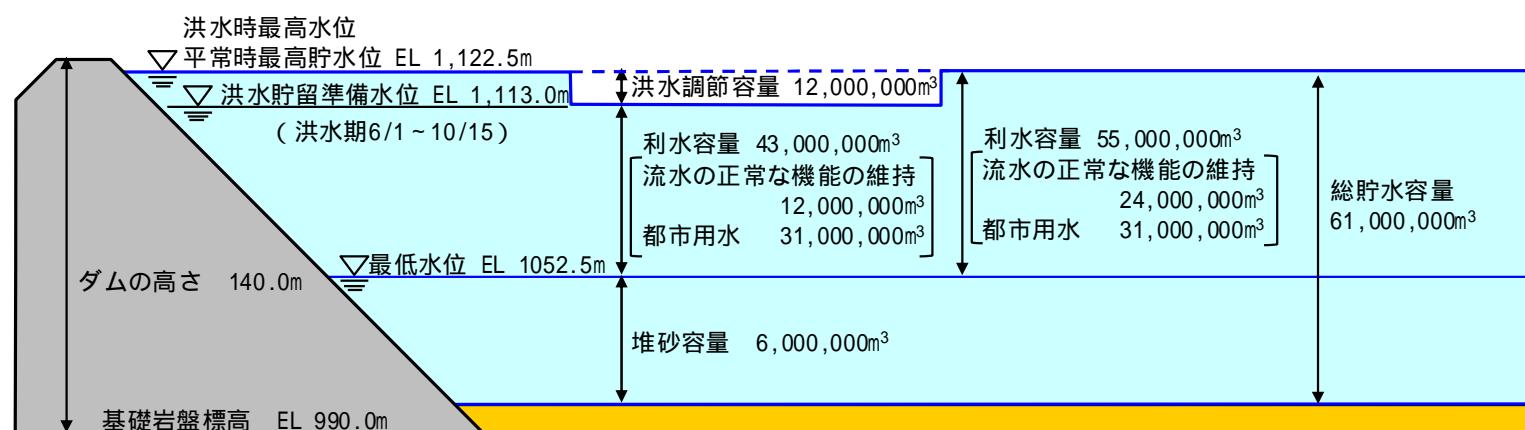
湛水面積 1.40km²

総貯水量 61,000千m³

洪水調節容量 12,000千m³



ハイドログラフは、昭和35年8月洪水の波形を使用し、木曽福島地点上流域における超過確率1/50雨量に引き延ばしたもの



味噌川ダム貯水池容量配分図

特別防災操作について

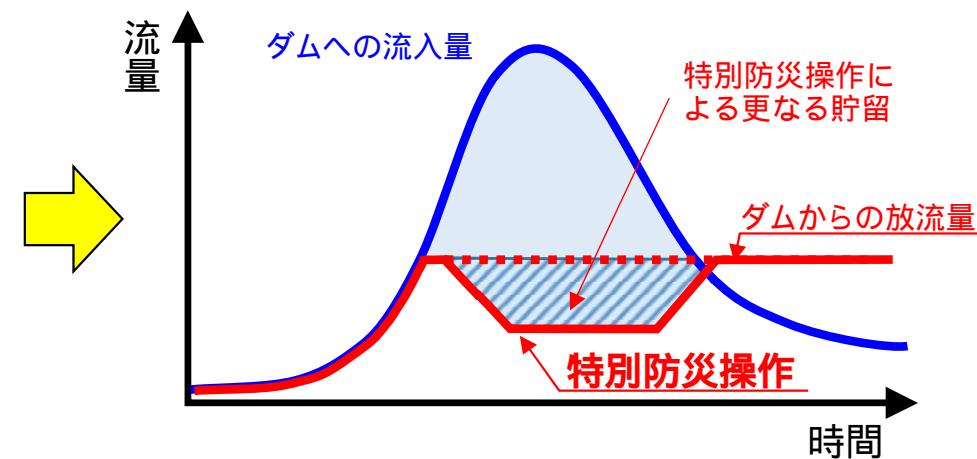
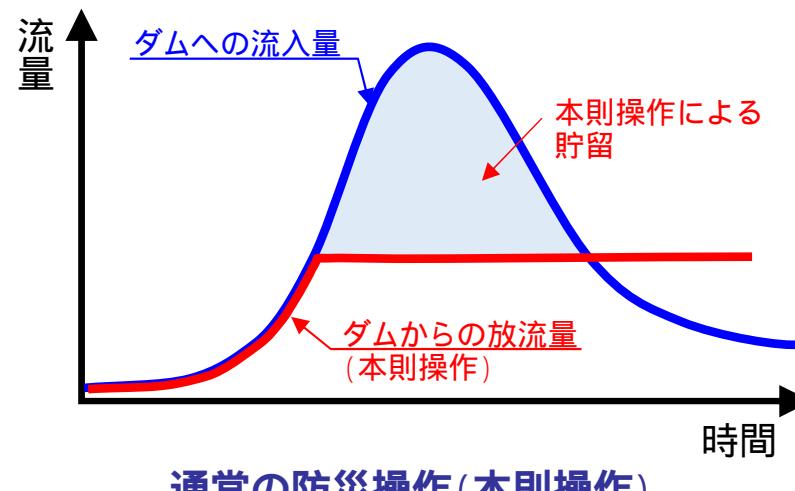
■ 特別防災操作とは

ダム下流河川で洪水被害が発生、又は発生のおそれがあり、操作可能な場合に、ダム下流河川管理者や自治体等からの要請に基づき、通常の防災操作(本則操作)よりもダムからの放流量を少なくし、ダムに洪水を貯留することで下流河川の水位上昇を抑制する目的で行う操作。

操作可能な場合とは、次期出水のおそれがなく、洪水の終了が見通せ、ダムへの貯留が可能な場合のことを言う。

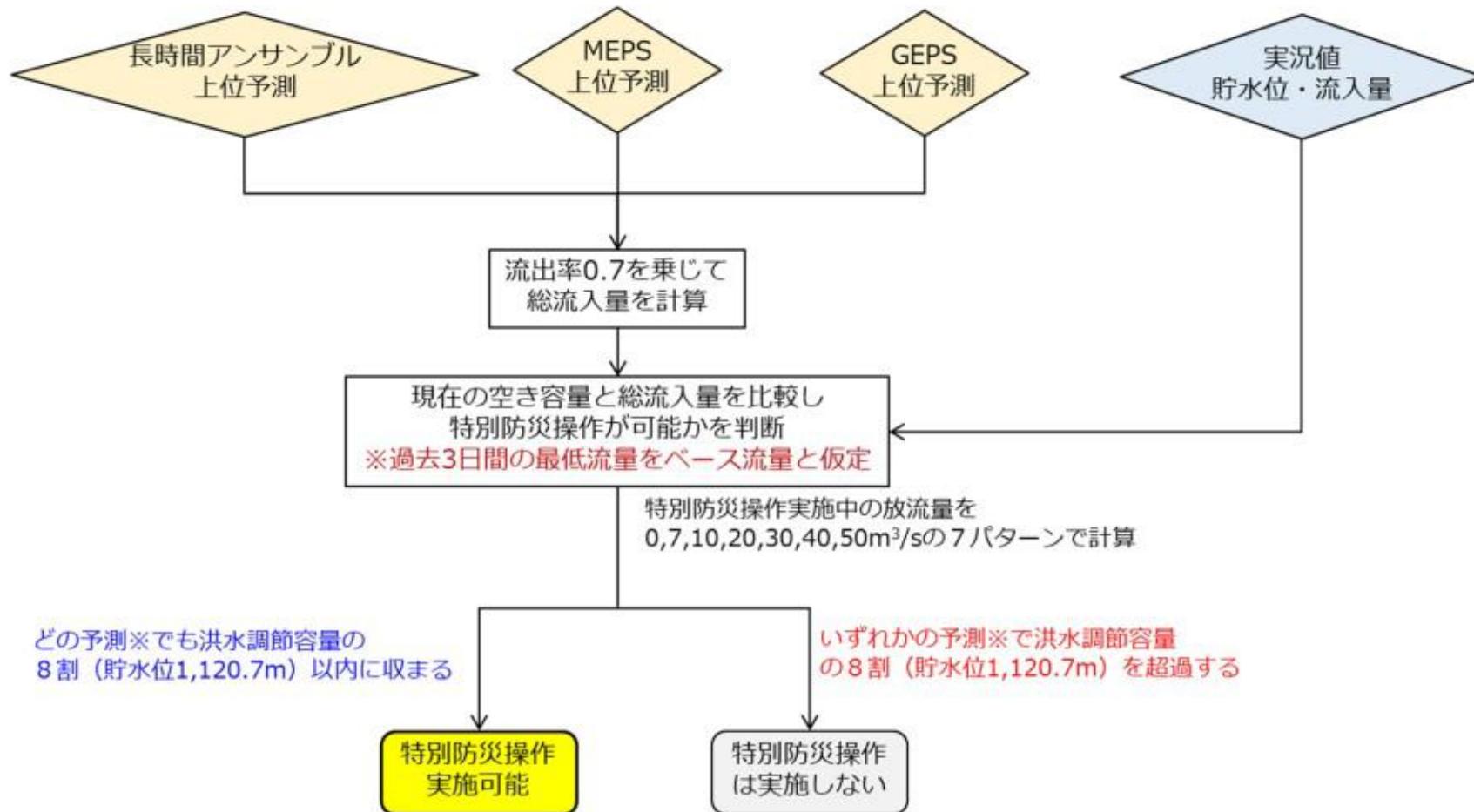
■ 味噌川ダムでは、下流河川の河川管理者又は自治体からの放流量減量要請を受け、国土交通省中部地方整備局長の指示により、通常の防災操作(ダム放流量 $50\text{ m}^3/\text{s}$ 及び貯水位がEL.1,120.7mを越えた以降は $65\text{ m}^3/\text{s}$ の一定量放流)に変えて、ダムからの放流量を減ずる「特別防災操作」を実施し、木曽川流域の被害軽減に努めている。

R4年度から「木曽川水系ダム統合管理事務所長の指示」から「中部地方整備局長の指示」に変更



特別防災操作のイメージ図

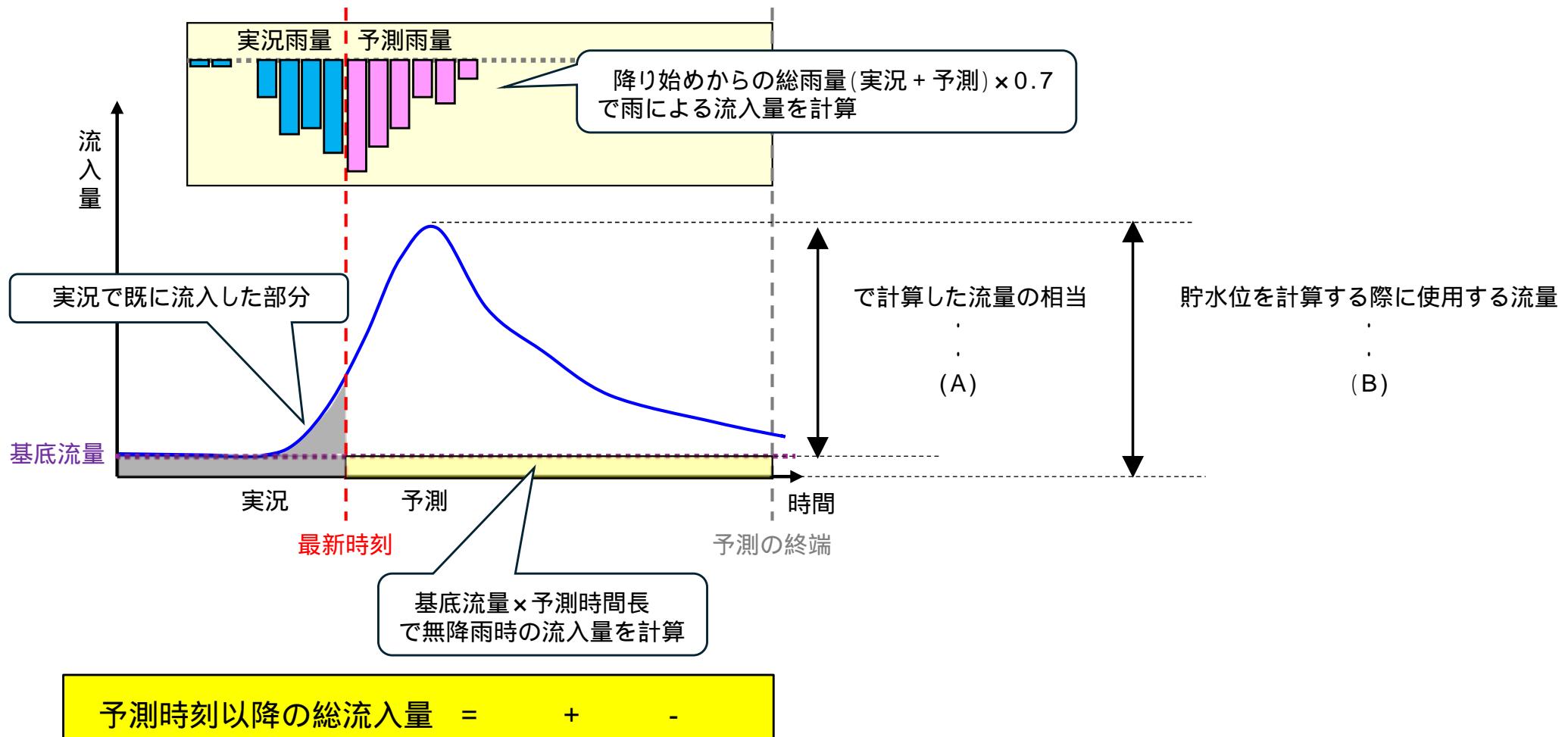
味噌川ダム特別防災操作の実施判断フロー



項目	長時間アンサンブル 降雨予測 (SIP/BRIDGEで活用)	気象庁GEPS (週間アンサンブル)	気象庁MEPS (メソアンサンブル)
予報時間	15日先	11日先	39時間先
更新間隔	2回/日	2回/日	4回/日
総メンバー数	51メンバー	51メンバー	21メンバー
上位平均	1位～5位平均	1位～5位平均	1位～2位平均

流入量及び貯水位の計算方法について

- 実績雨量及び予測降雨量から総流入量を計算
- 上記 の総流入量から目標放流量を控除した容量を予測時点の貯水位に加えて貯水位を計算



味噌川ダムの特別防災操作の実施実績

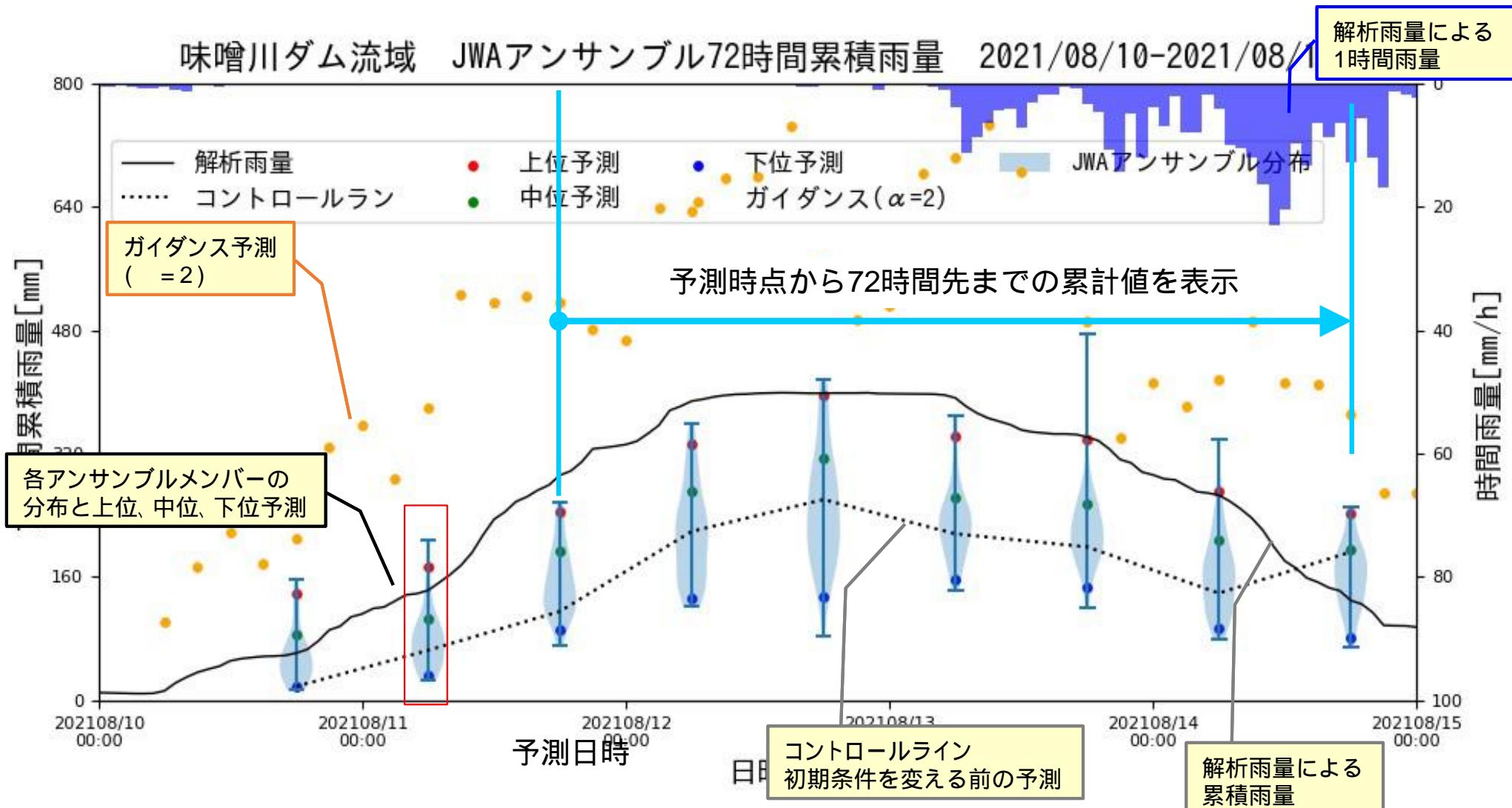
- 特別防災操作の実施実績は6回
- 令和3年8月のピーク流入量130m³/sは、管理開始以来最大
- 洪水実績の流出率は、**全て70%未満**
- 長期間アンサンブル降雨予測データがある近年の4事例(赤枠)を対象に導入可能性を検討

平成18年～令和5年の洪水一覧表

検討番号	年月日	降雨要因	流域平均 総雨量	最大流入量 mm	最大流入時 放流量 m ³ /s	流出率 (流出高 / 総雨量)	長期間アンサンブル 降雨予測データ	特別防災操作 実施状況	備考
			m ³ /s						
	H18.7.17	梅雨前線	448	117.0	30.0	66%	データなし	50 30.0	
	H30.7.6	台風7号・前線	338	66.0	6.3	57%	データなし	50 0	
	H30.9.4	台風21号	104	60.0	2.3	34%	データなし	実施せず	
	R1.10.12	台風19号	125	50.0	40.0	30%	データなし	実施せず	
	R2.7.8	梅雨前線	400	69.0	50.0	69%	データなし	実施せず	
	R2.7.11	梅雨前線	277	109.0	50.0				
	R3.5.21	梅雨前線	159	68.0	6.4	51%	データあり	50 6.4	
	R3.8.14	前線	350	130.0	30.0	62%	データあり	50 30.0	管理開始以降最大規模
	R5.5.8	前線	160	62.0	50.0	41%	データあり	50 6.5	
	R5.6.2	梅雨前線	168	46.0	6.3	37%	データあり	46.0 6.3	

降雨量グラフの見方

- 予測時点から72時間先までの累積雨量の予測値と実績値を、予測日時の位置にプロットした図。
- 予測値は、長時間アンサンブルの最大 / 上位 / 中位 / 下位 / 最小、および、ガイダンスの2倍。
- 実績値として、解析雨量を図示。

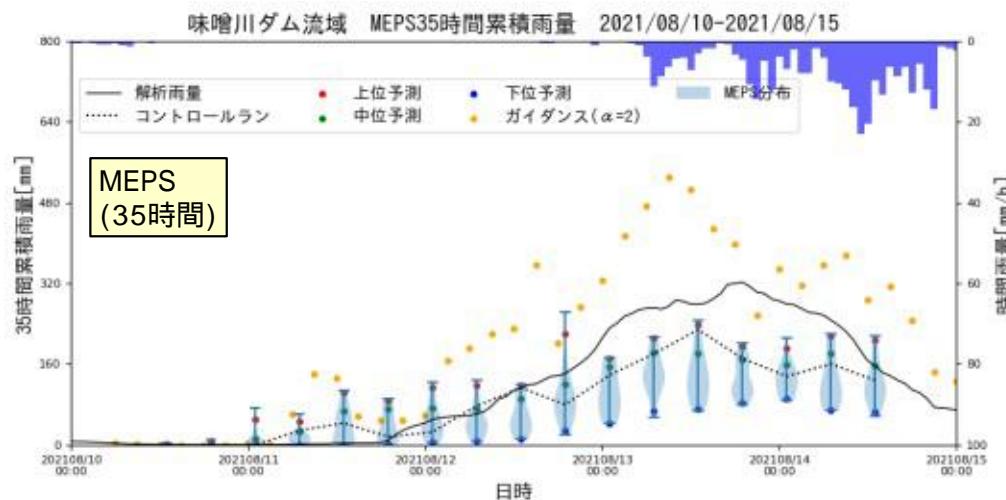
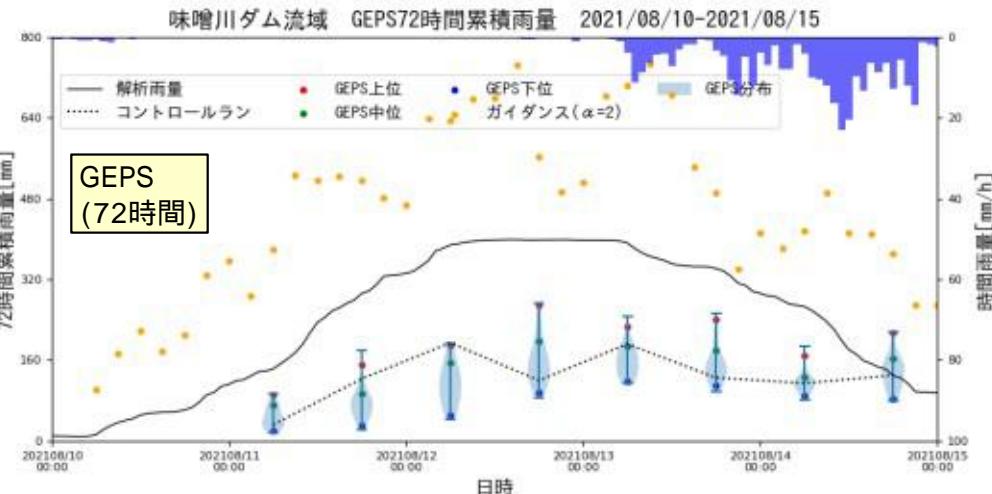
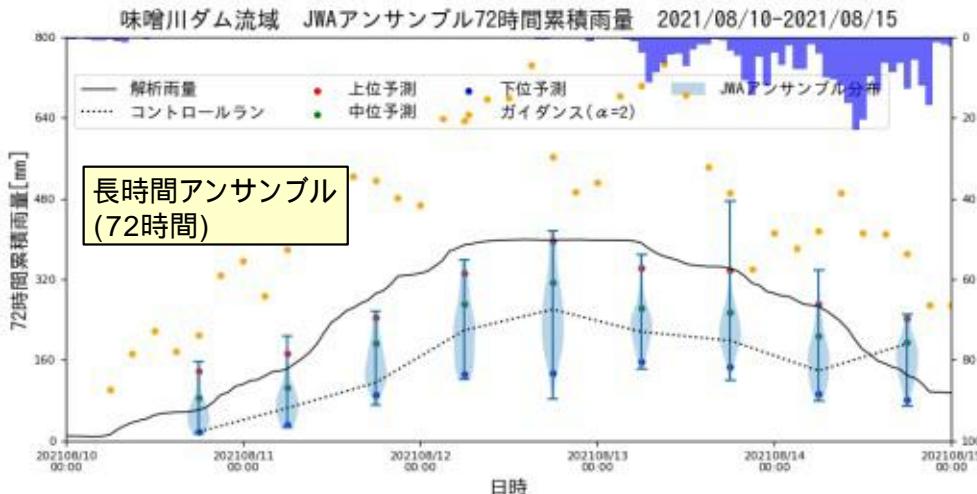


MEPSの場合は、35時間

予測降雨量【 令和3年 8月14日(前線)】

- 検討事例で実績流入量が最大
- 検討事例で予測雨量が実績雨量に対して最も小さい

- ✓ 雨量の積算時間が変わるために、実況値である解析雨量の累積雨量が異なることに注意。
- ✓ コントロールランは通常の予測を意味する。MEPSはMSM、GEPSはGSMと同じ予測値。



- ガイダンス($\alpha=2$)は大幅に過大予測
- 長時間アンサンブルは、全体的に過小予測であるが、上位メンバーは、実況雨量と同程度
- GEPSは全メンバーが大幅な過小予測
- MEPSは全メンバーが過小予測



予測降雨量が多い「長期アンサンブル(上位)」を使用して特別防災操作の実施が可能か検討

令和3年 8月14日(前線)の検証結果

- 降雨量に関しては、予測が実績を下回るケースがあった。
- 流入量に関しては、予測が実績を下回るケースはなかった。
流出率70%により計算していため

検証事例の中で予測降雨が実績に対して最も過小予測だった令和3年8月の結果

予測確認時刻	当該時刻から3日先まで			
	予測雨量	実績雨量	予測流入量	実績流入量
08月11日19時	253.4 mm	297.5 mm	10,538 千m ³	> 5,419 千m ³
08月12日 7時	338.5 mm	390.5 mm	13,821 千m ³	> 9,067 千m ³
08月12日19時	398.7 mm	398.6 mm	16,145 千m ³	> 11,644 千m ³
08月13日 7時	348.4 mm	381.1 mm	15,210 千m ³	> 13,041 千m ³
08月13日19時	337.1 mm	337.0 mm	15,918 千m ³	> 13,970 千m ³
08月14日 7時	265.1 mm	258.1 mm	15,174 千m ³	> 13,362 千m ³

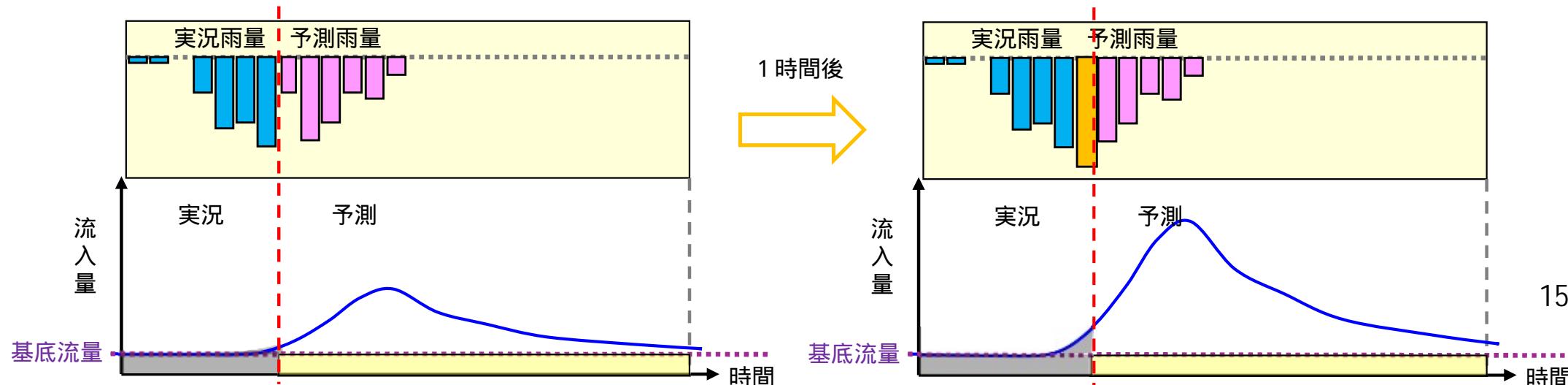
3種類のアンサンブルの上位予測のうち最大のものを利用(この事例で最大だったのは全て長時間アンサンブル)
この事例は、長時間アンサンブル上位の予測雨量が実況値と同程度であった
予測総流入量の計算は、実況雨量及び無降雨時の基底流量も考慮

特別防災操作へのアンサンブル降雨予測適用に向けて

【見逃しリスク軽減の取り組み】

- ▶ 3種類のアンサンブル予測でそれぞれ上位予測を求め、それらの予測雨量の最大値を判断に用いる。
- ▶ 流入量算定にあたっては降雨量に流出率70%を乗じて計算する。
- ▶ 特別防災操作を実施可能かの判断基準貯水位を洪水調節容量の80%に設定。
- ▶ 降雨量換算で約62mmに相当

$$12,000 \text{千m}^3 \times (1.0 - 0.8) \div 55.1 \text{km}^2 \div 0.7 = \text{約}62\text{mm}$$
- ▶ 上位10%のメンバーの選定は、1時間毎の累加降雨量で実施し、その都度目標放流量に応じた貯水位をチェック。
- ▶ 例) 1時間先までの総流入量は、0～1時間の累加雨量で上位メンバー選定
- ▶ 2時間先までの総流入量は、0～2時間の累加雨量で上位メンバー選定
- ▶ :
- ▶ :
- ▶ 72時間先までの総流入量は、0～72時間の累加雨量で上位メンバー選定
- ▶ 予測降雨の更新が無い時間帯においても随時予測降雨を実績降雨に置き換えることで最新の流入予測を計算。



味噌川ダムアンサンブル降雨予測情報提供システム

- 目標放流量の設定をするだけで、最高貯水位及び洪水調節容量の使用率を表示。
- リアルタイムで関係機関と情報共有が可能。(クラウドの使用)

【目標放流量を10m³/sで検討した場合】



長期間ENS上位の予測降雨のみ
洪水調節容量の使用率が80%を越えるため
目標放流量10m³/sで特別防災操作の実施できないと判定

操作箇所

計算結果表示箇所

【目標放流量を20m³/sで検討した場合】



GEPS上位、MEPS上位、長期間ENS上位全ての予測降雨で
洪水調節容量の使用率が80%を越えないため
目標放流量20m³/sで特別防災操作の実施が可能と判定

1;本来の設定は流出率70%(デモンストレーションで使用した出水規模が小さいため100%に設定)
2;目標放流量「0m³/s」、「50m³/s」は参考表示



中部電力

大井川水系・飛騨川水系における下流発電所群 を考慮したダム貯水池の高度運用

BRIDGEシンポジウム

2025年11月17日

中部電力株式会社
電力技術研究所土木グループ

目次

■ 大井川水系における検討

- 水系の概要、高度運用の概要
- シミュレーション概要（目的、方法、結果）

■ 飛騨川水系における検討

- 水系の概要、高度運用の概要
- シミュレーション概要（目的、方法、結果）

■ まとめ

01 大井川水系（畠瀬第一・井川ダム）

大井川水系の概要

- 上流部に2つの大規模貯水池
- 直結・縦列の発電所群（貯水価値が高い）
- 上流発電所の放流量大（無効放流影響大）
- 利水供給のため重要な貯水池（空振り影響大）



有効貯水容量: 8,000万m³
(建設時)



有効貯水容量: 12,500万m³
(建設時)



対象 : 7 発電所

大井川水系における高度運用の概要

■ 長時間アンサンブル降雨予測の3区分の平均値の特性をダム操作判断に利用

1-5位平均

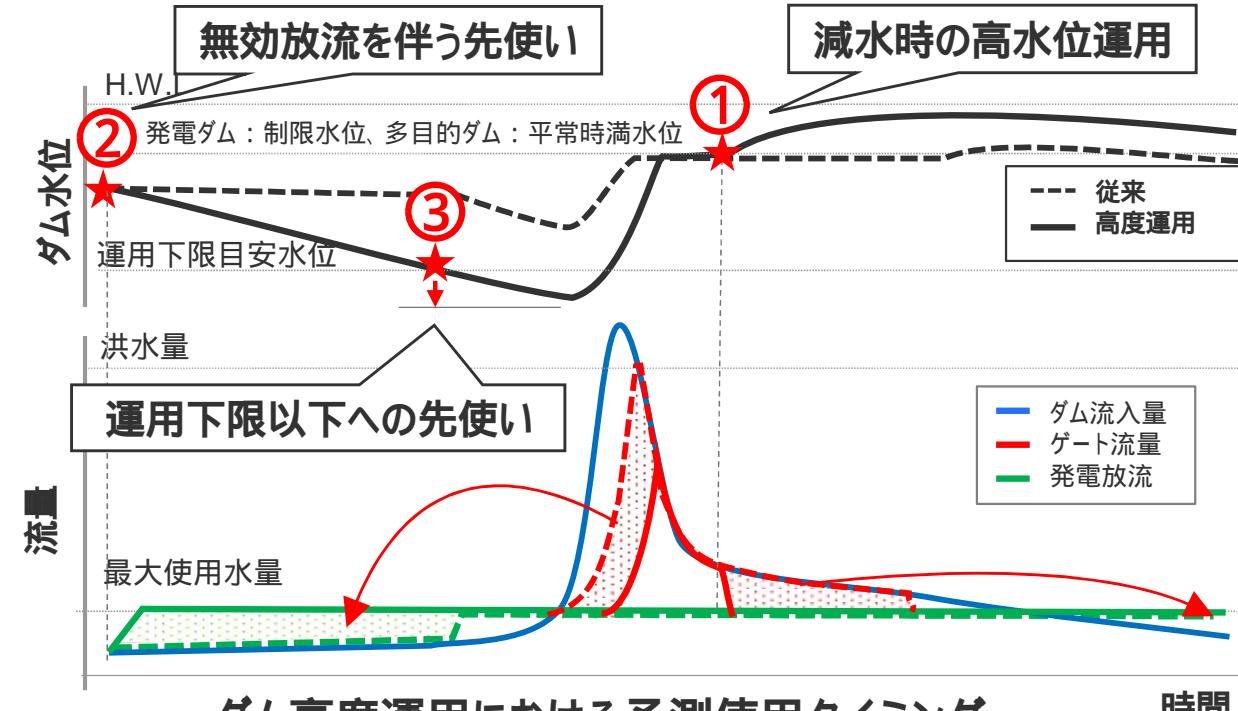
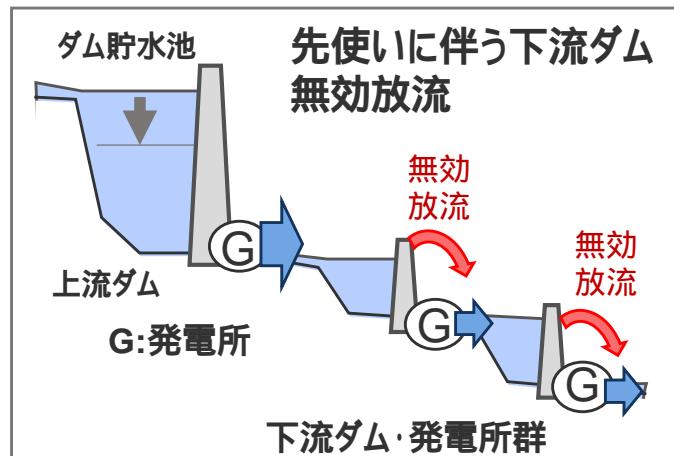
上位予測：大雨の可能性を見逃すことが少ない
→ 高水位運用の実施と中止の判断に使用

6-15位平均

中位予測：予測精度が高い
→ 流入予測と水位低下開始の判断に使用

47-51位平均

下位予測：大雨予測の空振りが少ない
→ 運用下限以下への水位低下目標値に使用



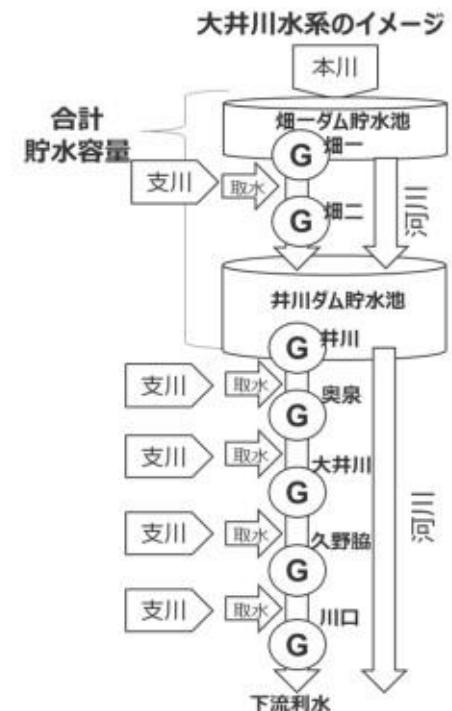
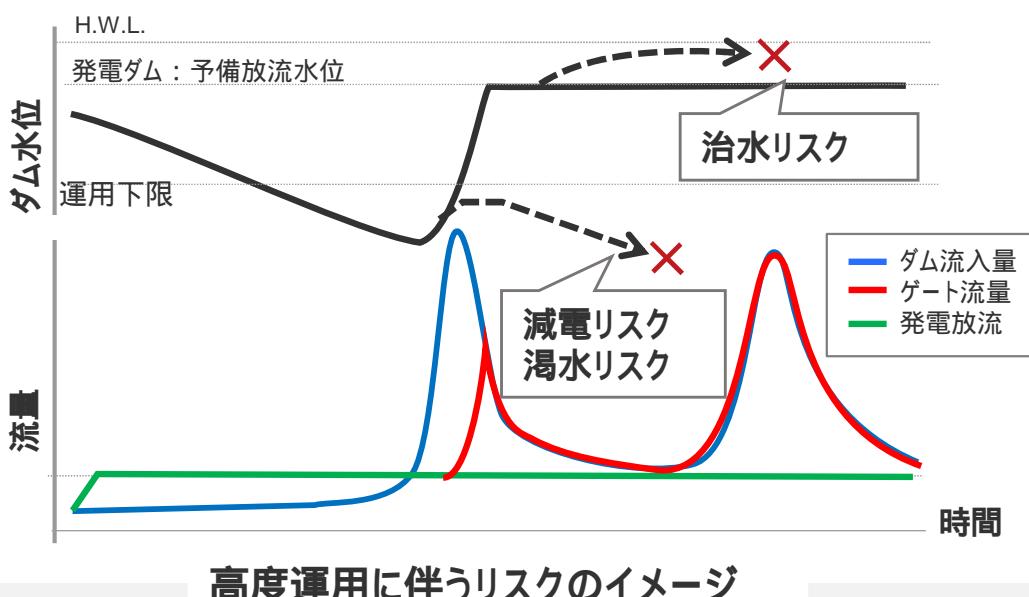
対象ダム	高度運用項目	
	出水後	出水前
畠舩第一ダム・井川ダム（発電ダム）		、
岩屋ダム（多目的ダム）		-

シミュレーションの概要

■ 目的：増電効果、減電・渇水・治水リスクの評価

■ 方法

- 出水期を通した貯水池運用シミュレーション
- 実際の貯水池運用・支流取水を模擬したシミュレーターを構築
- 発生電力量、先使い運用の空振り、高水位運用の見逃しを評価



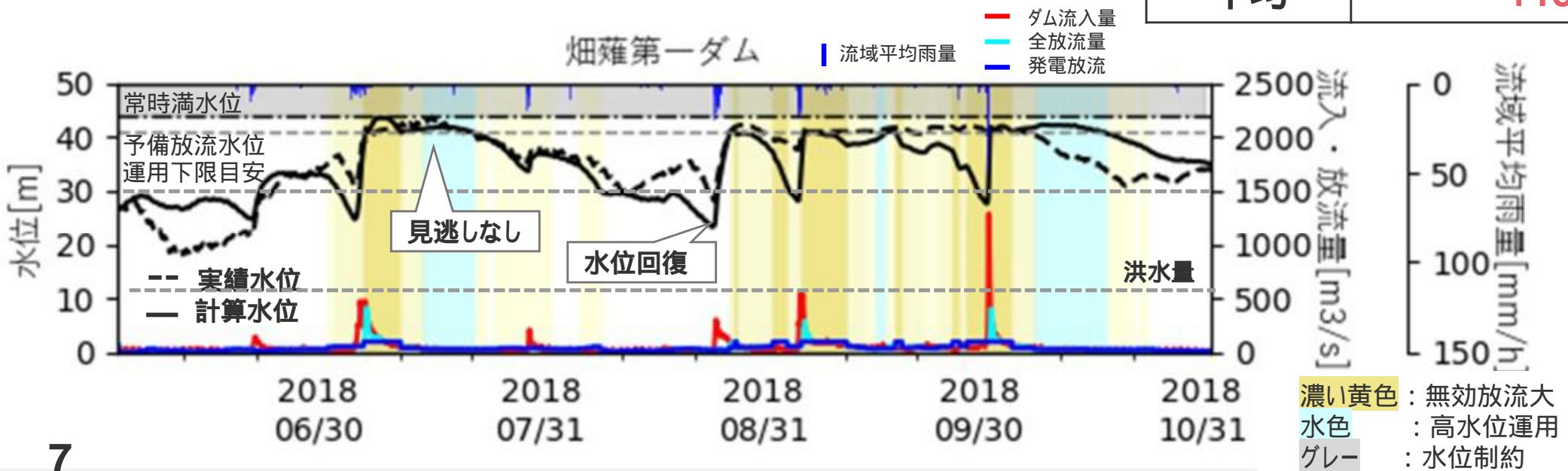
【シミュレーション条件】

- ✓ 1日1回発電放流計画を計算
- ✓ 7日先までの予測を使用
- ✓ 洪水時のゲート操作は簡易化
- ✓ シミュレーション期間は6月～10月
- ✓ 対象年は2018年～2023年

シミュレーション結果

- 増電効果は平均13GWh/年が期待 (+ 低水位で迎洪水)
- 減電・渴水・治水リスクは限定的であることを確認(6年中)
 - 減電：実績比減電年数：2/6年
 - 渴水：先使い起因による水位未回復数：0/7回
 - 治水：洪水前の水位低下未実施数：0/3回

対象年	総発電量 実績比 [GWh]
2018	+41
2019	+42
2020	-3
2021	+3
2022	-8
2023	+3
平均	+13.0



02 飛騨川水系（岩屋ダム）

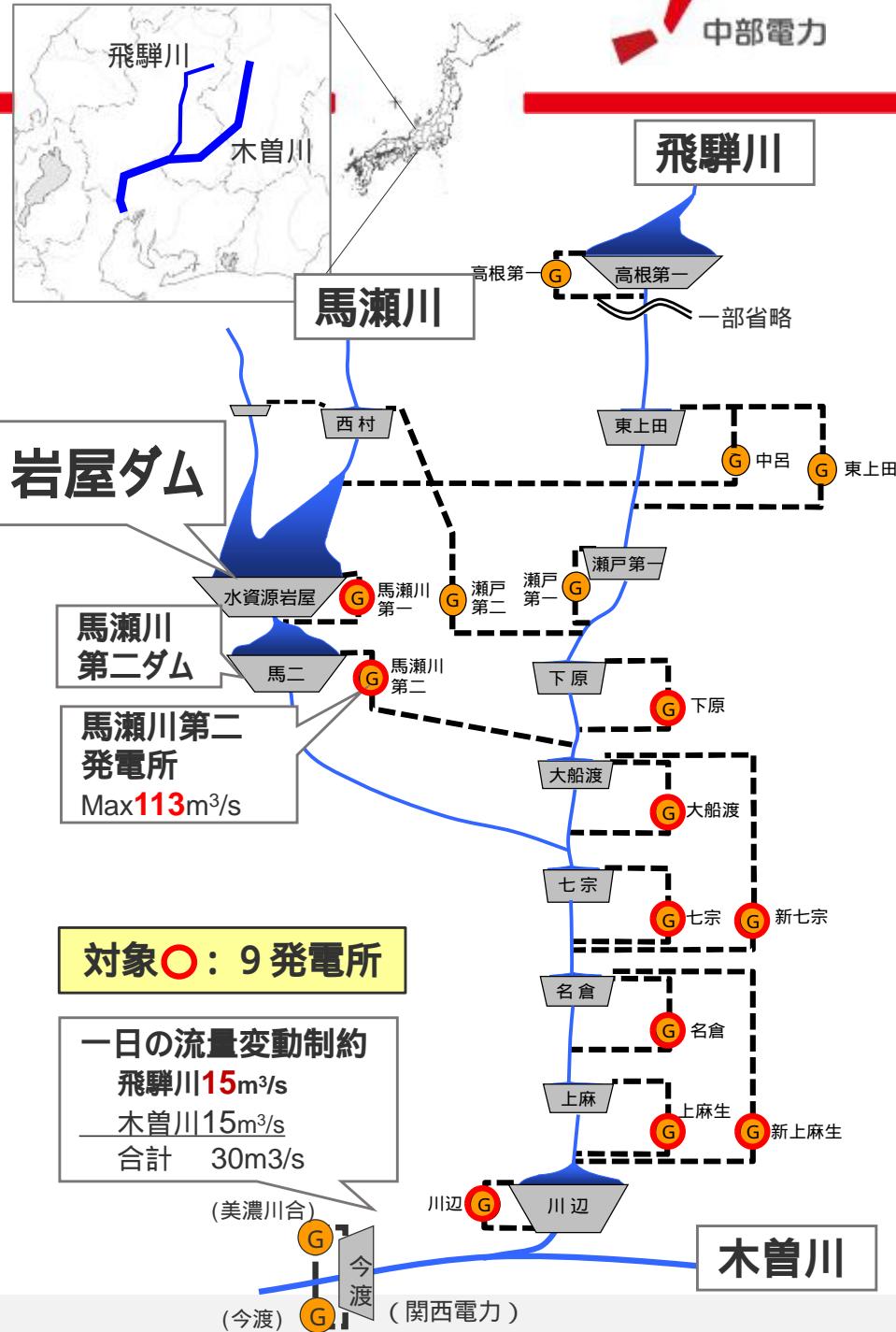
飛騨川水系の概要

- 岩屋ダムは多目的ダム（ダム管理者・発電運用者が別）
- 岩屋ダムは洪水量 < 最大発電放流量（ゲート放流稀）
- 下流に複数の発電所（貯水の電力価値が高い）
- 岩屋ダムは支川に位置（本川を考慮した運用が必要）
- 小出水・平常時に下流で放流制約あり



治水容量 : 5,000万m³

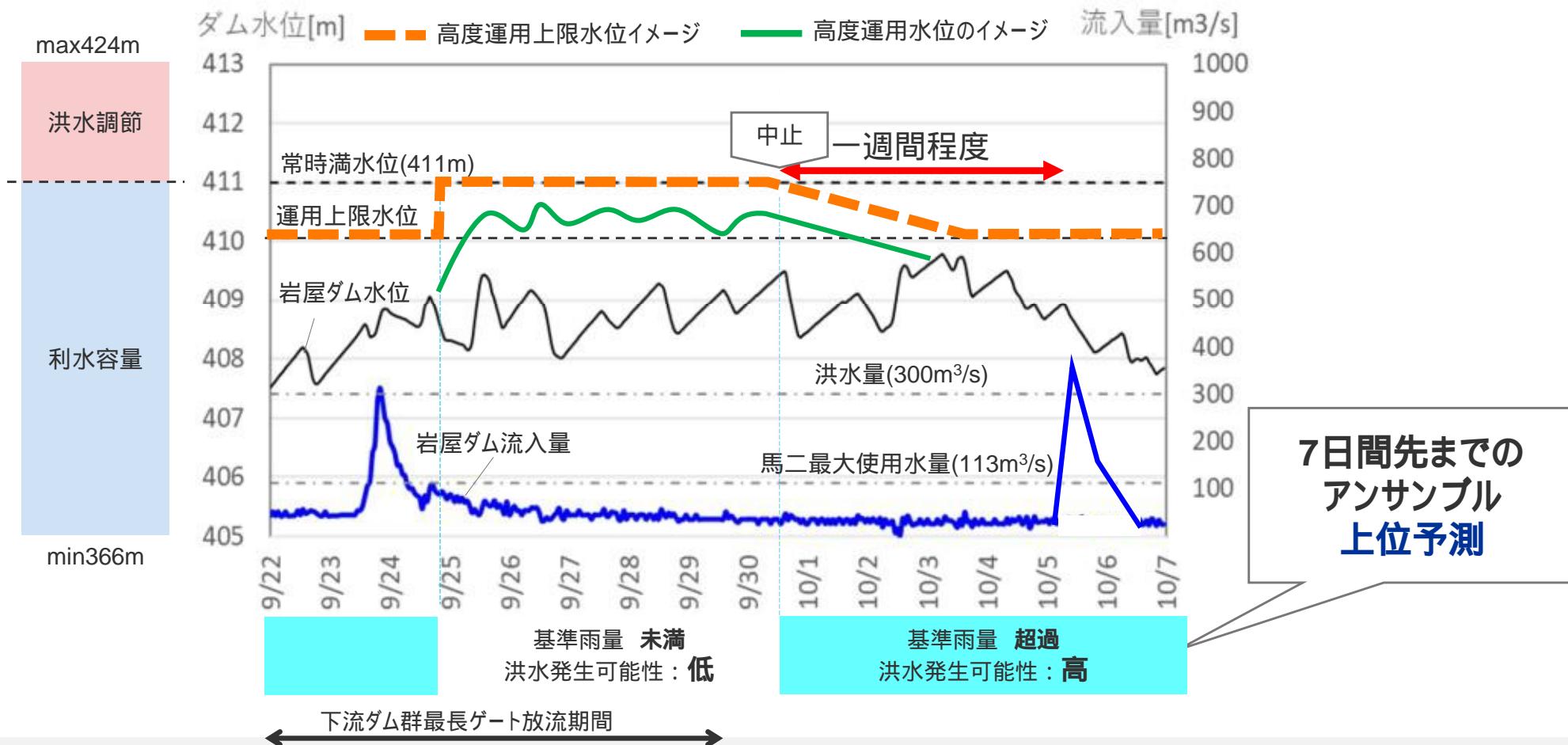
発電・利水容量 : 10,000万m³ H22



岩屋ダム高度運用の概要

■ 高度運用として、まず運用上限水位を上回る水位での運用を検討

- 減水時 + 洪水量未満 + 洪水発生可能性低い → 運用上限水位を緩和
- 基準雨量には見逃しの少ないアンサンブル上位の降雨予測を7日間使用（従来予測併用）

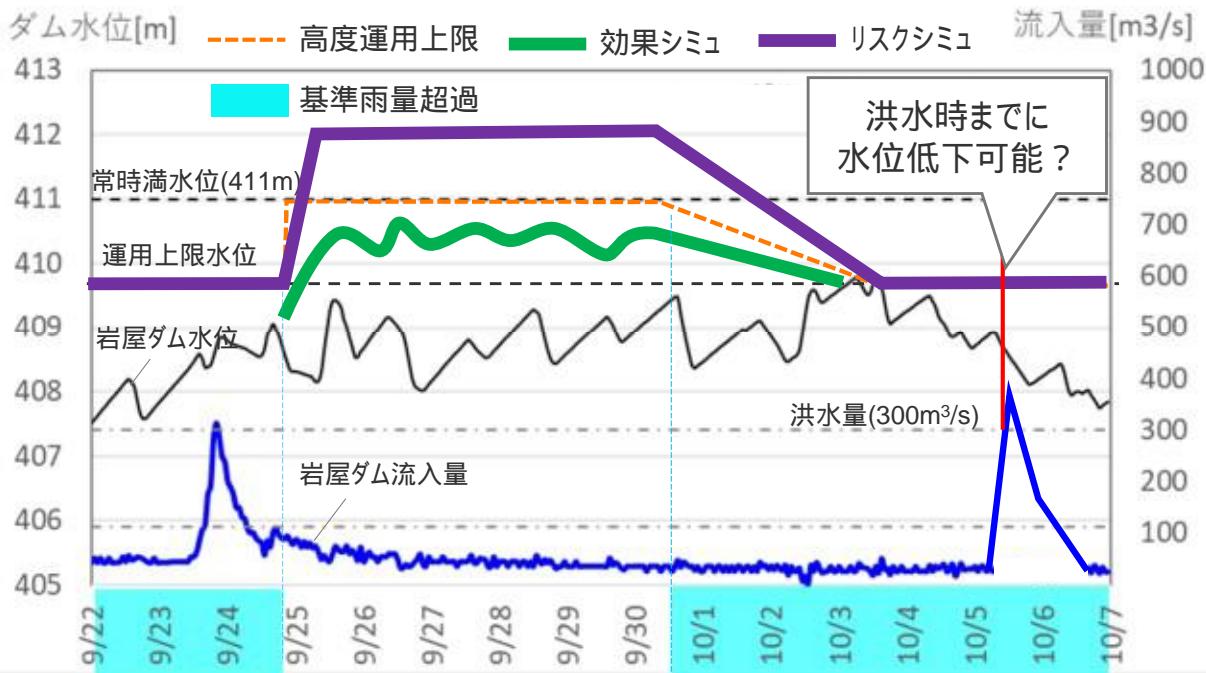


シミュレーションの概要

■ 目的：増電効果、治水リスクの評価

■ 方法

- 迅速に検討するため、個別にシンプルなシミュレーションを実施
- 増電効果**：実運用を想定した運用計画者による貯水池運用シミュレーション（—）
- 治水リスク**：下流制約を考慮した高度運用中止時の水位低下シミュレーション（—）



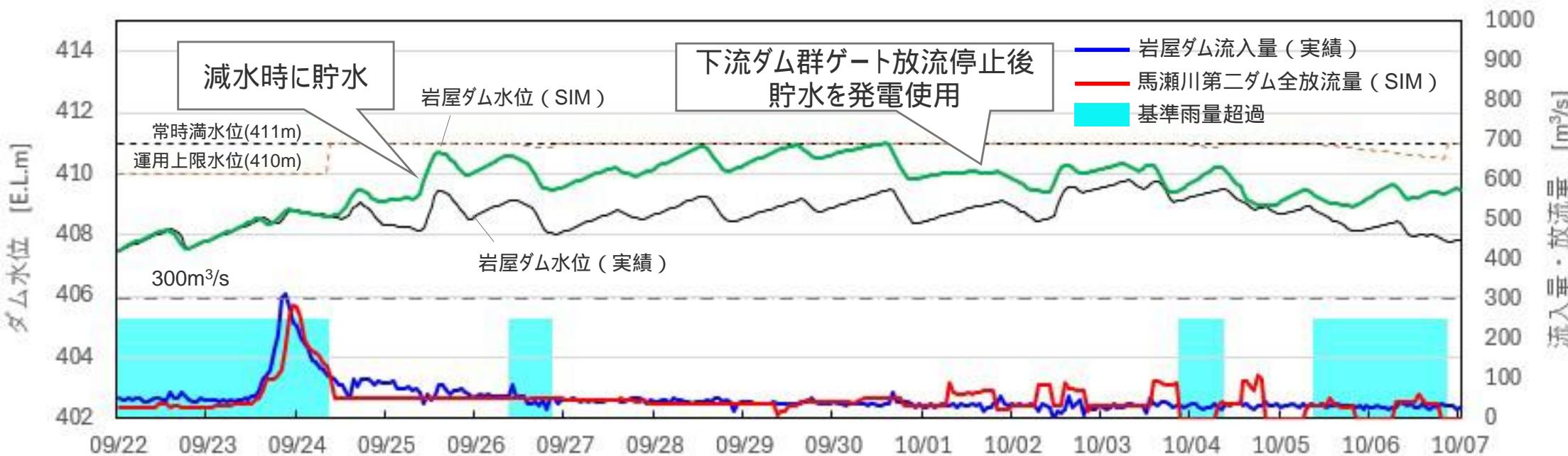
増電効果シミュレーション結果（事例 1）



■ 減水時に貯水を実施し、下流ダム群の無効放流量を削減

- 実運用より平均 + 0.94m 貯水、下流ダム群のゲート放流量が減少
- 【有効落差増】 0.13GWh + 【無効放流低減】 3.04GWh = 3.17GWh/回
- 貯水池運用計画者が予測情報に基づき計画可能

対象：2022/9/22 ~ 14日間 年間数回の実施機会あり



増電効果シミュレーション結果（事例 2）



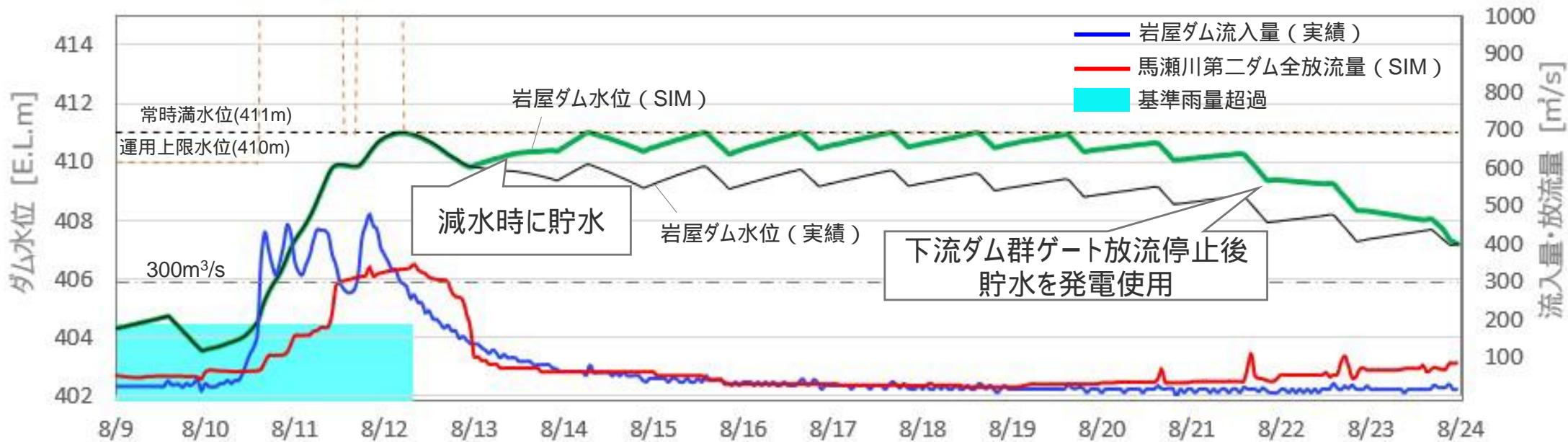
■ 減水時に貯水を実施し、下流ダム群の無効放流量を削減

- 実運用より平均 + 0.87m 貯水、下流ダム群のゲート放流量が減少
- 【有効落差増】 0.15GWh + 【無効放流低減】 2.06GWh = 2.21GWh/回
- 貯水池運用計画者が予測情報に基づき計画可能

対象：2025/8/9 ~ 14日間

【計算条件】

- ・馬瀬川第一発電所片号機停止中のため、岩屋ダムゲート放流停止後貯水開始
- ・下流発電所の作業停止・事前放流を考慮
- ・トリップ時の余裕代は考慮しない



治水リスクシミュレーション結果

■ 最大限貯水・下流放流制約を考慮しても水位低下可能

- 基準雨量による洪水の見逃し：0/18回
(最短でも洪水6日前から検出可能)
- 高度運用中止から水位低下未達：0/18回

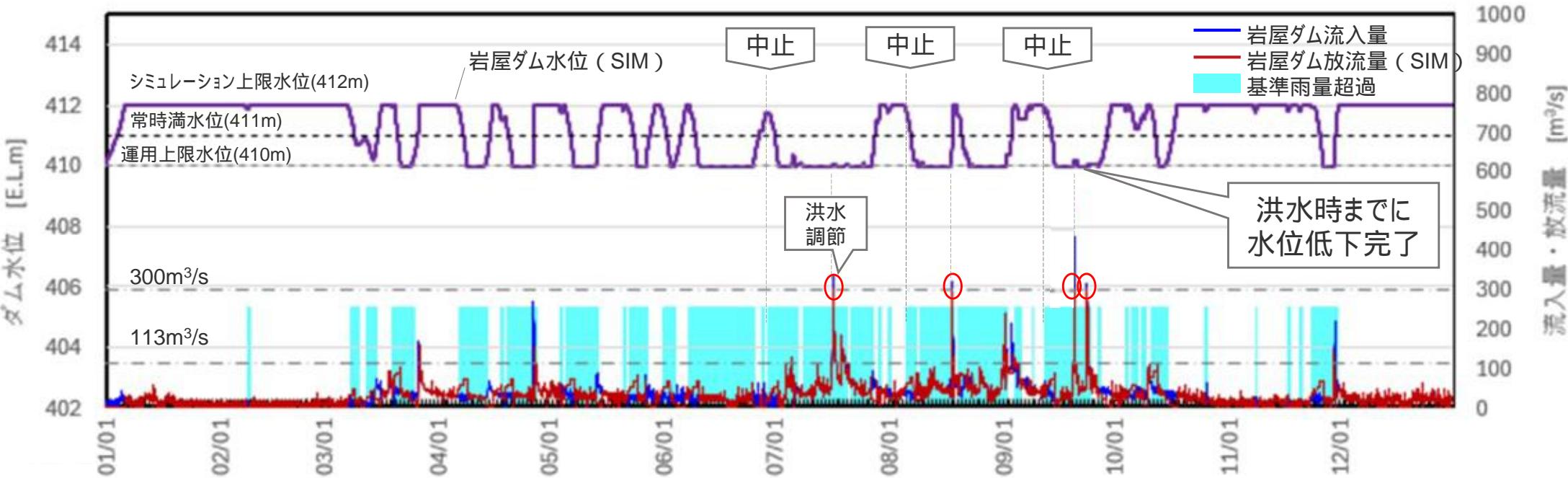
【下流放流制約条件】

- ・平常時の一日の流量変動制約 15m³/s
- ・水位低下時の最大放流量 113m³/s

(5年中)

年	洪水回数 (300m ³ /s超)	水位低下 未達
2019	2回	0事例
2020	5回	0事例
2021	3回	0事例
2022	4回	0事例
2023	4回	0事例
合計	18回	0事例

例：2022/1/1~12/31



まとめ

□大井川水系

- 発電専用ダムの貯水池高度運用（先使い・高水位運用）を検討
- 上位、中位、下位の3つの予測を使い分け、空振りと見逃しのリスクを低減
- 実際の貯水池運用を考慮した6年間の出水期の貯水池運用シミュレーションを実施
 - 6年平均13GWh/年の増電効果が期待
 - 減電・渇水・治水リスクは限定的であることを確認
- 限定的な試行を開始、実績の蓄積、関係者協議を継続

□飛騨川水系

- 多目的ダムの貯水池高度運用（後期放流・弾力運用）を検討（発電事業者とダム管理者が連携）
- 効果検証：実運用を想定した運用計画者による貯水池運用シミュレーションを実施
 - 2事例 約3GWh、2GWhの増電が期待
- リスク検証：下流の制約を考慮した5年間の治水リスクシミュレーションを実施
 - 治水リスクは限定的であることを確認（水位低下未達事例数：0/18回）
- 試行開始に向け関係者協議を継続



中部電力



電力ダムの運用方法策定における 水系全体の増電量に対する期待値の導入

2025年 11月 17日

関西電力株式会社

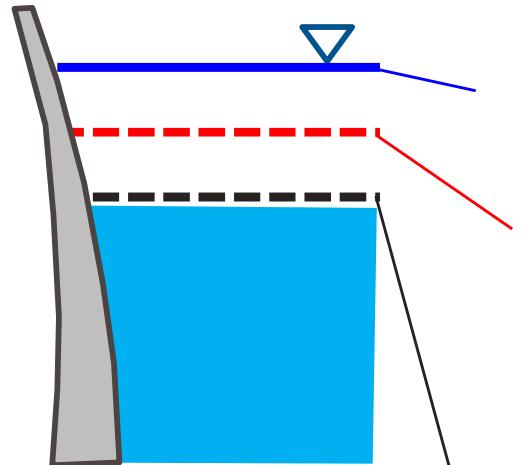


黒部ダムにおけるアンサンブル予測活用の背景

2

- ・黒部ダムでは、出水期に警戒水位（常時満水位-5m）を設定
- ・警戒水位に到達する場合、バルブ放流（無効放流）による水位低下が必要

黒部ダムの現行運用



常時満水位

警戒水位

運用目標水位

- 警戒水位よりさらに低い
- 過去20年間で3番目（6,7月は過去20年間で5番目）に大きい出水が発生しても警戒水位に到達しない水位



S44.8の出水



バルブ放流の様子

「運用目標水位の基準となる出水」以上の規模の出水（基準超水）が発生した場合には、警戒水位に到達する可能性

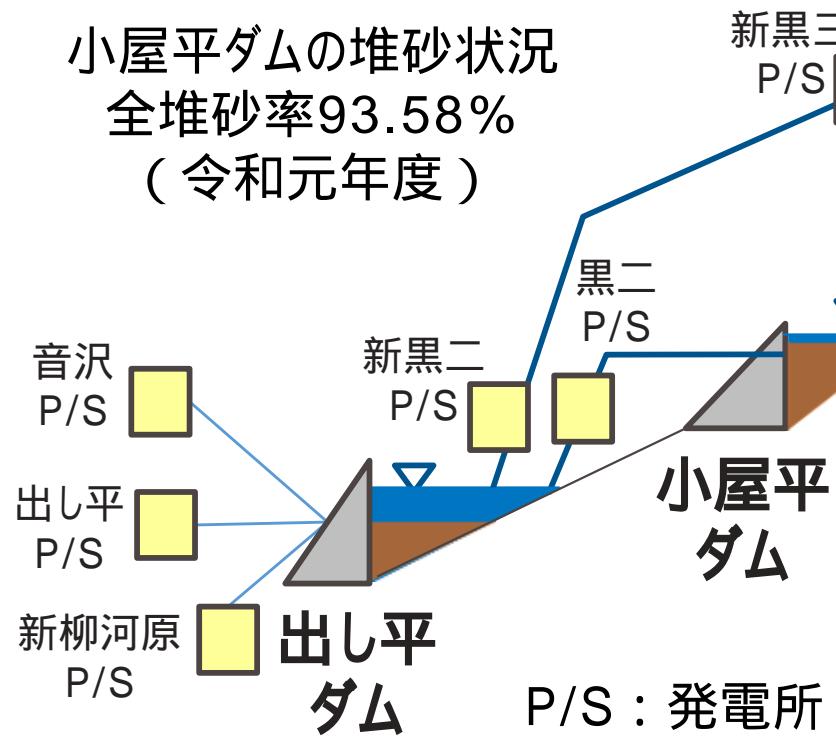
アンサンブル降雨予測を用いて、早期に大規模出水の発生を把握
発電による先使い（洪水準備発電放流）を行い無効放流を低減

黒部川水系の現状

3



小屋平ダムの堆砂状況
全堆砂率93.58%
(令和元年度)



【下流ダムの堆砂進行】

- ・仙人谷・小屋平ダムで堆砂率90%超
- ・貯留機能が乏しく、出水期に流入量が増えると無効放流

黒部ダム

バルブ放流の様子



黒部ダムからの放流量が増えると、下流ダムで無効放流発生の可能性

背景

- ・発電ダムでも、長時間アンサンブル降雨予測を活用することで、発電取水により水位低下を実施する『先使い運用』に期待
- ・一貫運用されている水系では、上流ダムの運用が下流ダムに影響
- ・先使い運用に伴う水系全体の発電電力量や溢水電力量への影響評価が必要

課題

- ・『先使い』の可否・量の判断に用いるメンバ選定が必要
これまで、過去の出水における雨量や流入量の予測精度に基づいて選定
- ・流入量の過大／過小予測に伴う下流ダム含めた水系全体の増電／減電の定量的な影響を考慮できていない



解決策

- ・発電ダムの最適な先使い運用ルールの策定を目的として、水系全体の『先使いの期待値』の概念を導入したメンバ選定手法を検討



- ・R6年度試行運用に向けた検討時には流入量の予測精度に基づいたメンバ選定を実施

メンバ構成の選定方法（予測精度重視）

RMSEの定義

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

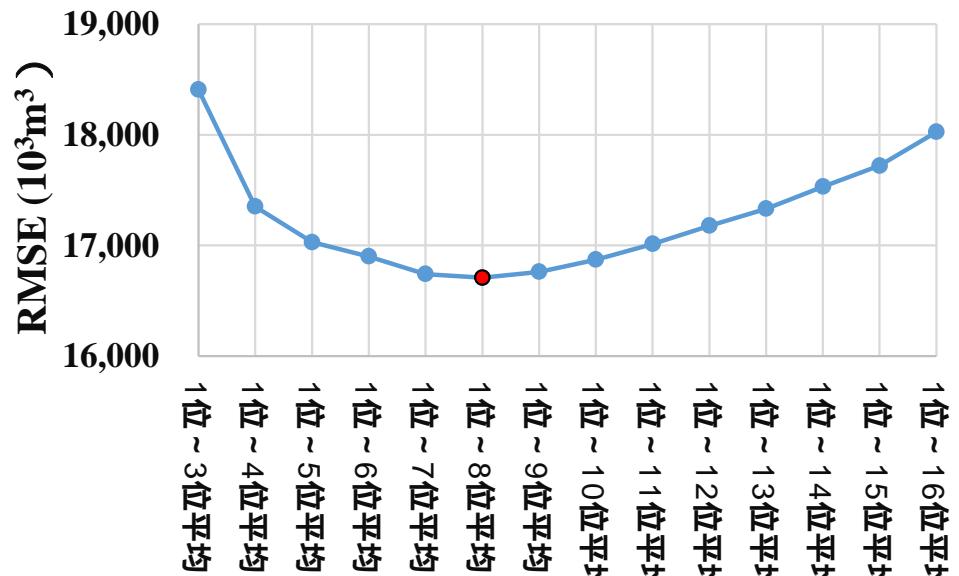
y_i : 実測値

\hat{y}_i : 予測値

n : データ数

RMSEの値が小さいほど精度が高い

RMSEの算出結果



RMSE最小のメンバ構成を採用（1～8位平均）
空振りリスクを最小限にするため、
採用候補は必ず1位を含むメンバ構成とした

採用したメンバ構成を用いてR6年度に試行運用を実施

流入量の予測精度に基づくメンバ選定時の試行運用結果

6

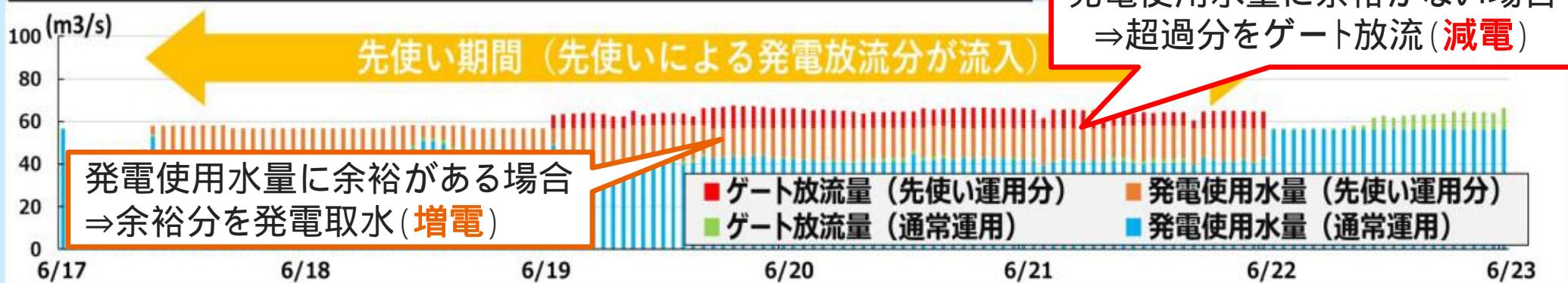
- ・R6年度出水期に発電放流による水位低下(先使い)を実施

先使い実施時の黒部ダムのハイドログラフ



出水後水位が通常運用でも警戒水位以下であり、先使いによる無効放流の抑制効果は無し

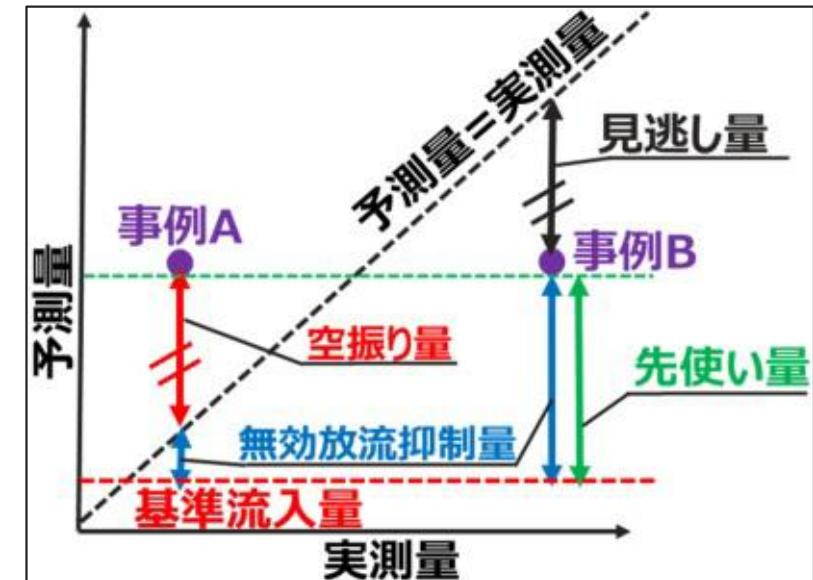
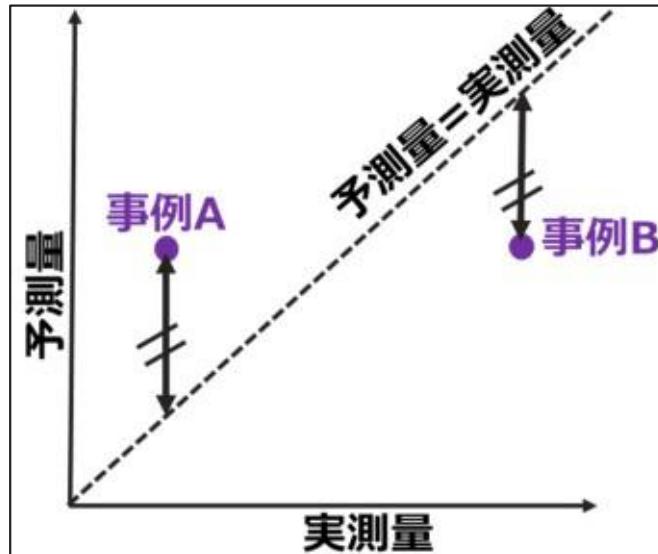
先使い実施時の下流ダムのハイドログラフ（例：仙人谷ダム）



先使いによる下流ダムの流入量増分は一部がゲート放流量増加（減電）に繋がった

メンバ選定手法の問題点を分析し、新たなメンバ選定手法を検討

RMSEに基づいたメンバ選定の問題点



RMSEでは过大 / 過少予測を同等に評価
事例A,Bの先使いの効果は同等？

事例A,Bの無効放流抑制量や
空振り量は異なる

**先使い時の無効放流抑制量（リターン）や
空振り量（リスク）の違いを考慮できるメンバ選定手法が必要**

期待値の導入について

3

期待値の概念

先使いに対するリターンとリスクを定量化し、増電効果の期待値が最大となるメンバ構成を選定

定義づけ

先使いに対するリターン（抑制効果）

成功した場合の無効放流抑制時の増電効果

先使いに対するリスク（溢水損失）

先使いが失敗した場合（空振り時）の下流溢水時の減電損失

量化

水系の発電に係る水の流れを踏まえ各発電所の電水比から定量化

抑制効果 = 2.10 (kWh / m³)

溢水損失=0.75 (kWh / m³)

各事象で溢水が発生する発電所の電水比 (kWh / m³) の総和

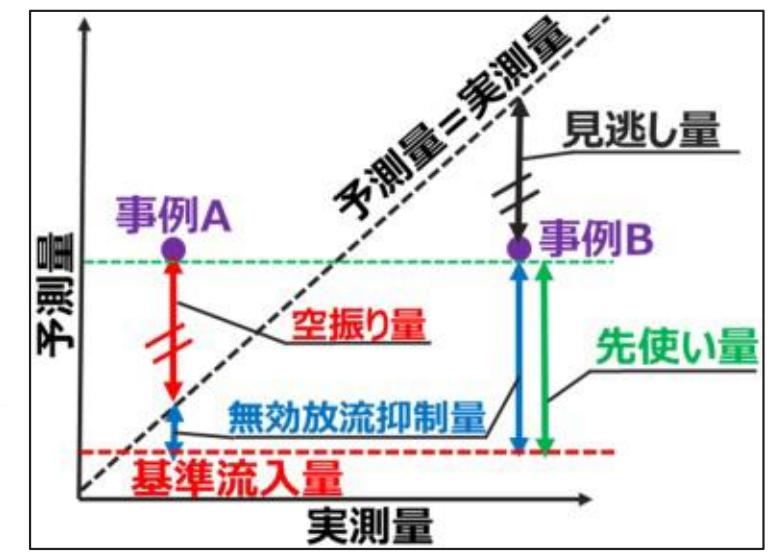
期待値の算定式

無効放流抑制率 = 無効放流抑制量 / 先使い量
空振り率 = 空振り量 / 先使い量

選定メンバの見直し

期待値に基づき「23～26位平均」を採用

2017年～2024年データから算出



その他の問題点に対する見直し

9

- ・見直し前運用ルールでは先使い実施時に予測流入量に応じた先使い量の調整は実施せず
予測流入量から算出される必要先使い量に基づく水位低下を実施

【見直し前】

見直し前の先使い量：出水により警戒水位超過が見込まれる場合、**発電使用水量を最大まで増発**
空振り時の下流溢水リスクが大きい



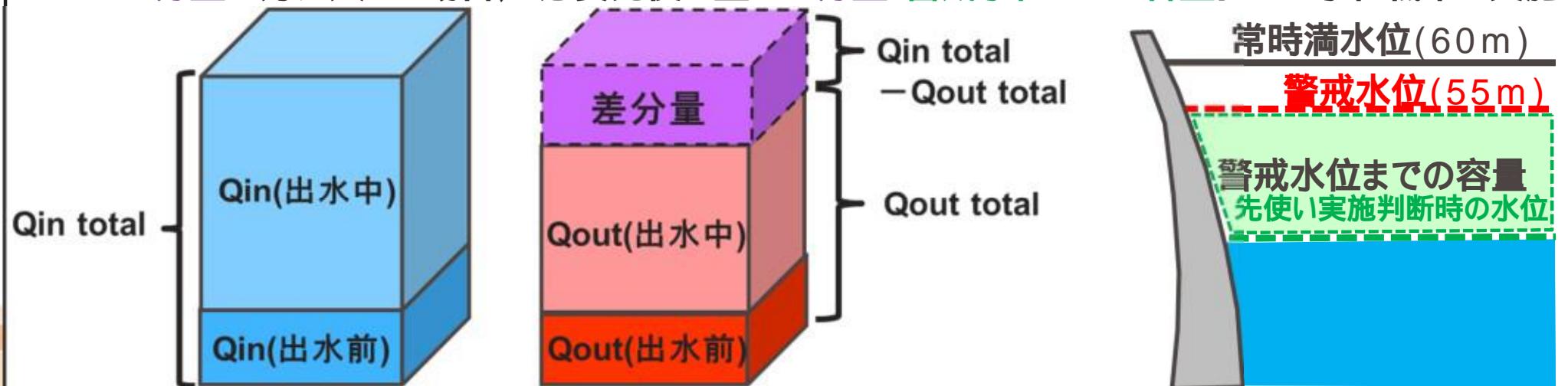
【見直し後】

見直し後の先使い量：出水により警戒水位超過が見込まれる場合、**算出した必要先使い量分だけ増電**

必要先使い量の算出方法

出水中および出水前の数日間の**流入量**(Q_{in})、**発電放流量**(Q_{out})を予測
総量の差分量（出水により貯留する想定流量）と**先使い実施判断時の警戒水位までの容量**を比較

差分量の方が大きい場合、「**必要先使い量=差分量-警戒水位までの容量**」として水位低下を実施

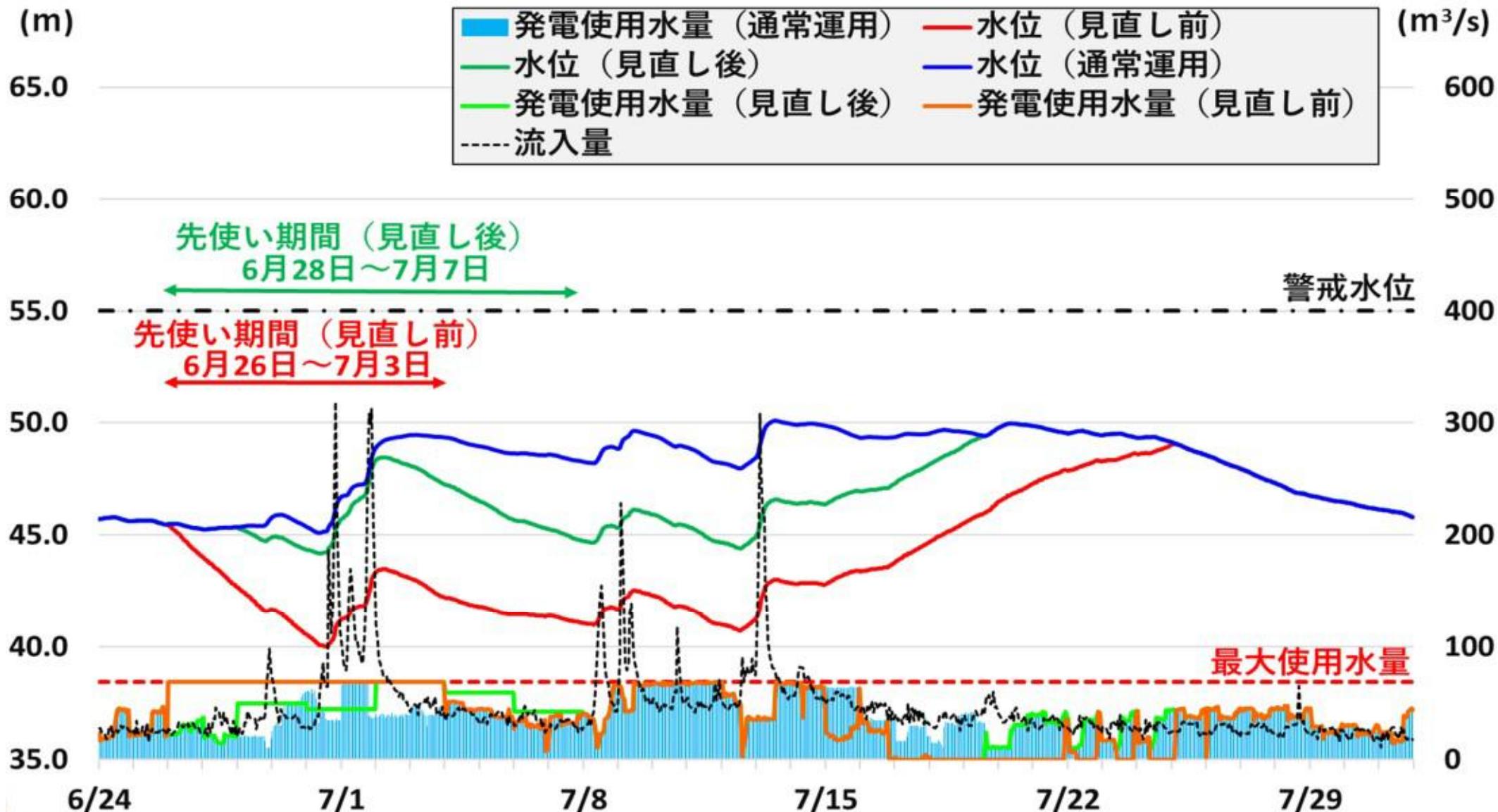


各種見直しによる効果確認結果

10

- ・過去の事例でのシミュレーションにより見直し効果の検証を実施(例:R5年の事例)

R5年の黒部ダムのハイドログラフ



出水後水位が通常運用でも警戒水位以下であり、先使いによる無効放流の抑制効果は無し

各種見直しによる効果確認結果

11

- ・先使い時の下流ダムゲート放流量を比較し、見直しによる先使い時のリスクの抑制効果確認
- ・水系全体におけるシミュレーションにより、溢水電力量7,414MWhの抑制を確認

見直し前後運用ルールの先使い実施期間前後の下流ダムのハイドログラフ（例：仙人谷ダム）



■ 見直し内容

➤ (メンバ選定手法)

見直し前: RMSEを指標とした予測精度に基づくメンバ選定

見直し後: 期待値を指標とした先使いのリスクとリターンを定量的に考慮した選定

➤ (先使い量)

見直し前: 発電使用水量を最大まで増発

見直し後: 想定したQinとQoutの差のうち警戒水位までの容量を超過する分だけ増発

■ 得られた成果

➤ R5年の事例について、上記の見直し前後の先使い時の溢水電力量を比較

⇒運用ルールの見直しにより、溢水電力量7,414MWhの抑制を確認

■ 今後の展望

➤ 増電ポテンシャルが高いと想定される未検討水系(ex.木曽川水系)への展開





長時間アンサンブル降雨予測 を活用したダム高度運用シンポジウム

都道府県が管理する多目的ダムへの
長時間アンサンブル降雨予測の適用検討



一般財団法人ダム技術センター



ダム技術センターでは、都道府県が管理するダムのうち、治水容量と利水容量を兼ねる容量を有した多目的ダム（予備放流が計画されるダム）を対象に、アンサンブル降雨予測を用いた検証を行った。

No. 1 褐花ダム（長野県） 目的：FWP · P 2

- ・シミュレーションの目的
- ・シミュレーションの条件
- ・シミュレーション結果

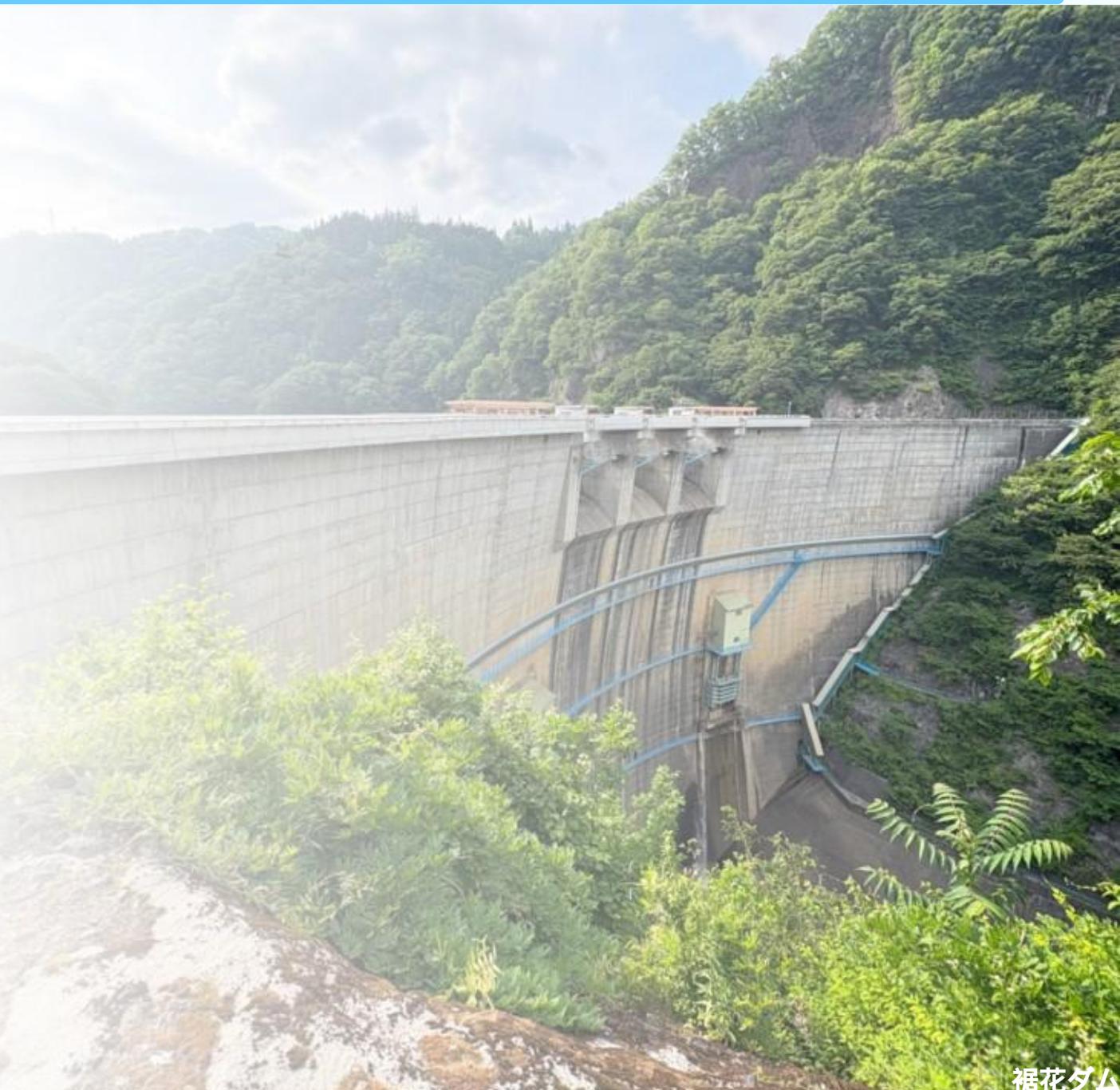
No. 2 青野ダム（兵庫県） 目的：FNW · · · · · · · · · · · · · · · P 9

- ・シミュレーションの目的
- ・シミュレーションの条件
- ・シミュレーション結果



ダム諸元

項目	内容
所在地	長野県長野市
水系	信濃川水系裾花川
目的 / 型式	FWP / アーチ式
竣工	昭和45年
堤高(m) / 堤頂長(m)	83 / 211
流域面積(km ²)	250
総貯水容量(千m ³) / 有効容量(千m ³)	15,000 / 10,000
洪水時最高水位SWL / 洪水期制限水位 / 予備放流水位 RWL / 最低水位 LWL	EL 561.5m / EL 545.5m(洪水期) / EL 537.5m(洪水期) / EL 537.5m
治水	洪水量(m ³ /s) 200
	予備放流水位RWL EL 537.5m(洪水期)
利水	最大発電使用水量 (m ³ /s) 18
	最大有効落差(m) 98.35



裾花ダム



治水 + 発電を有する多目的ダムにおける長時間アンサンブル降雨予測の活かし方
長時間予測を活用した先使い発電放流（水位低下）の判断

予測に基づいた先使い発電放流で無効放流を低減（ゲート操作の省力化）

出水までのリードタイムを活かすことで自由度が生まれ、水位低下を行う発電放流は
電力系統を考慮した効率的な運転が可能

（例）

自由度小：出水12時間前の水位低下判断・・・12時間最大放流量で水位低下

自由度大：出水5日前の水位低下判断・・・5日間の中で増放流を分散させ水位低下

シミュレーションでは、計算の簡素化のため、水位低下判断後に最大放流量で水位低下

シミュレーションの内容

予備放流、事前放流は以下の発電放流に置き換える。

- ・近年の運用水位を基準水位として、発電放流で先使い（水位低下）を行い、無効放流を極力減らす。
- ・長時間アンサンブル¹上位予測及びガイダンス予測²を基に大雨発生を判断する。
- ・アンサンブル下位予測で回復可能量を逆算して放流することで空振りリスクを軽減する。

1 : JWAアンサンブル降雨予測

2 : 気象庁GSMガイダンスおよびMSMガイダンス

シミュレーションの条件

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



ダム技術センター

4

(1) 対象期間

- ・2017年～2023年の洪水期（6/20～9/30）

(2) アンサンブル予測

- ・上位予測：51メンバーの1～5位の平均
- ・下位予測：" 47-51位の平均

(3) 貯水位の設定

- ・上限水位：洪水期制限水位 545.5m（洪水調節時以外の溜め込み上限として設定）
- ・基準水位：542.5m（通常の運用水位を設定）

(4) 洪水調節

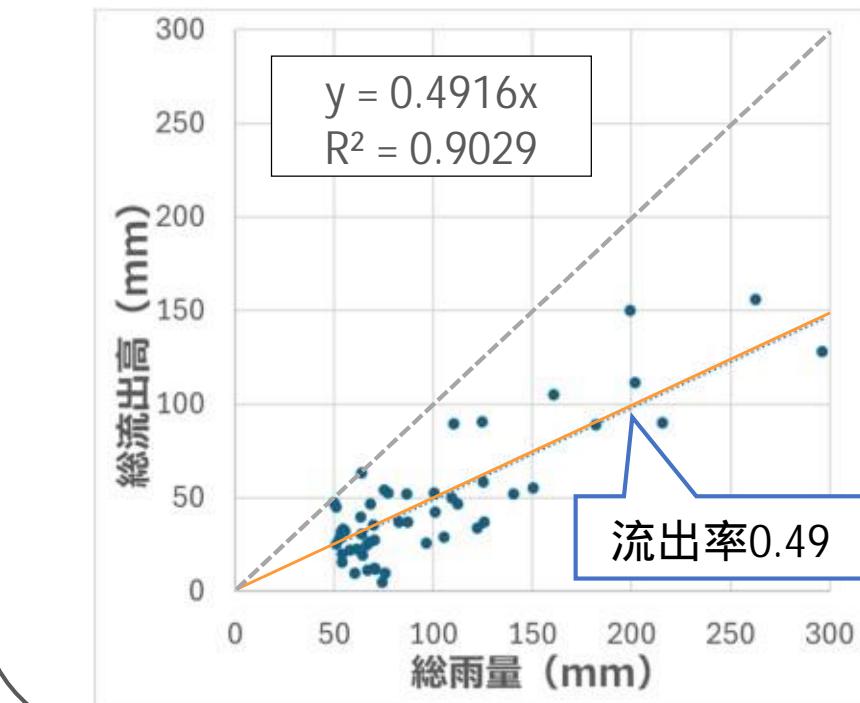
- ・操作規則どおり（流入量 200m³/s以上が対象）

(5) 水位低下放流

- ・実施基準：上位予測の5日先までの48時間雨量の最大が130mmを超過
またはガイダンス予測の84時間先までの48時間雨量の最大が130mmを超過
- ・目標水位：下位予測により回復可能水位を逆算（下限は 537.5m）
- ・放流量：発電最大 18m³/s で水位低下

回復可能量を設定する流出率

- ・流域平均雨量を解析雨量から算出
- ・24時間無降雨を降雨の区切りに採用
- ・2017年～2023年を対象に総雨量50mm以上の51事例を抽出
- ・降雨開始時刻から終了時刻の48時間後までのダム流入量から総流出量を算出
- ・総雨量と総流出高の関係から流出率を算定
→ 回帰直線の傾きを流出率に採用
流出率 (f) = 0.49 とする



シミュレーションの条件

放流量の設定・判断フロー

水位を基準水位未満に保つ放流量設定

無降雨予想時

		流入量	
		18m ³ /s	> 18m ³ /s
貯 水 位	上限水位以上	18m ³ /s	放流=流入
	基準～上限水位	18m ³ /s	18m ³ /s
	基準水位	放流=流入	18m ³ /s
	基準水位未満	放流=流入/2	18m ³ /s

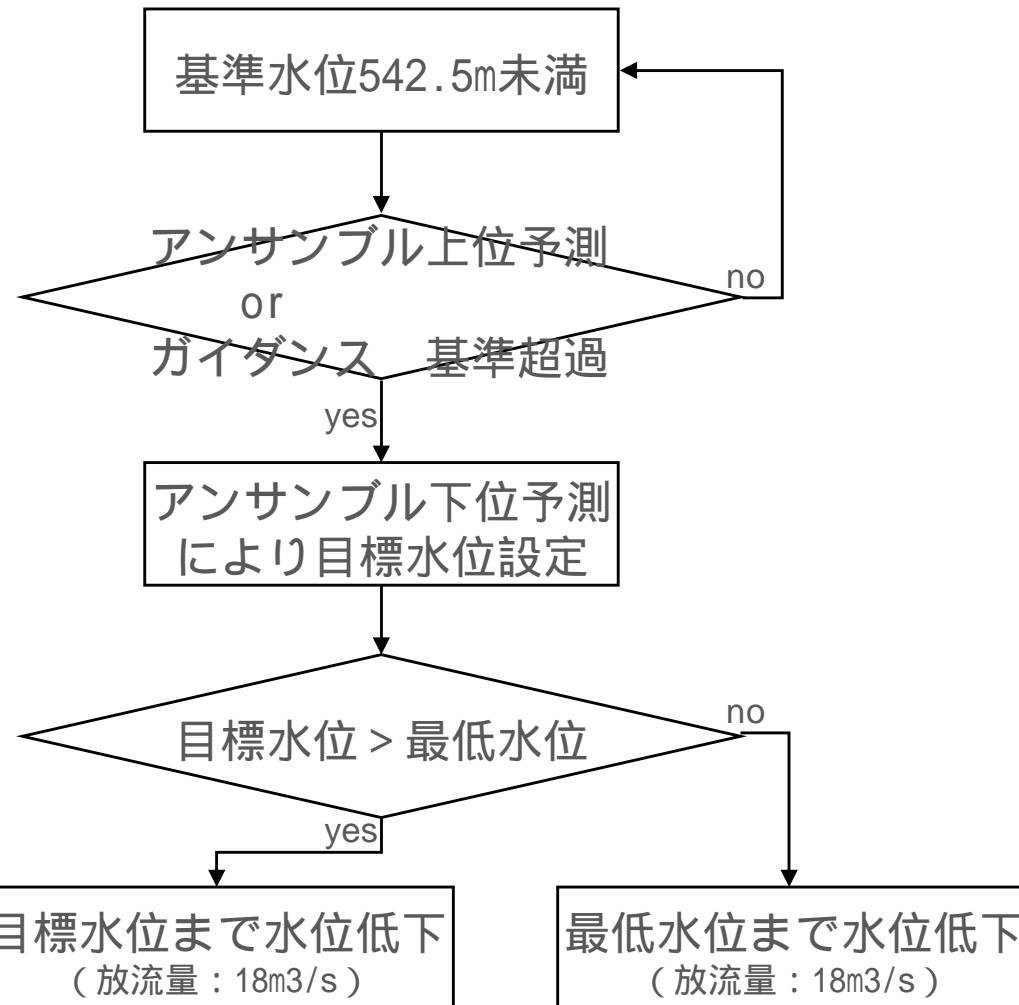
大雨予想時 基準：50mm以上/24h

		流入量	
		18m ³ /s	> 18m ³ /s
貯 水 位	上限水位以上	18m ³ /s	放流=流入
	基準～上限水位	18m ³ /s	放流=流入
	基準水位, 未満	放流=流入	18m ³ /s

■ : 貯水位が低下する条件

■ : 貯水位が上昇する条件

発電による水位低下判断フロー



シミュレーション結果

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



ダム技術センター

6

評価項目

- ・発電放流量が増加（ゲート放流減）できたか

発電放流量

平均水位・・・減電要因の確認

- ・実績比較で評価を省略する点

通常時の効率的な発電運用

計算上は基本的に $Q_{in} = Q_{out}$

5日前～出水までの電力系統を考慮した効率的な発電運転

計算上は水位低下判断後に目標水位までフル発電で水位低下

結果

発電放流量

発電放流量は年平均 1,868千m³ 増加した。

平均水位

平均水位は 0.34m 低下した。

参考：発電電力量

発電電力量は年平均は 311MWh 増加した。

発電電力量の簡易計算

$$P = g \times Q \times H \times \eta$$

$$E = P \times h$$

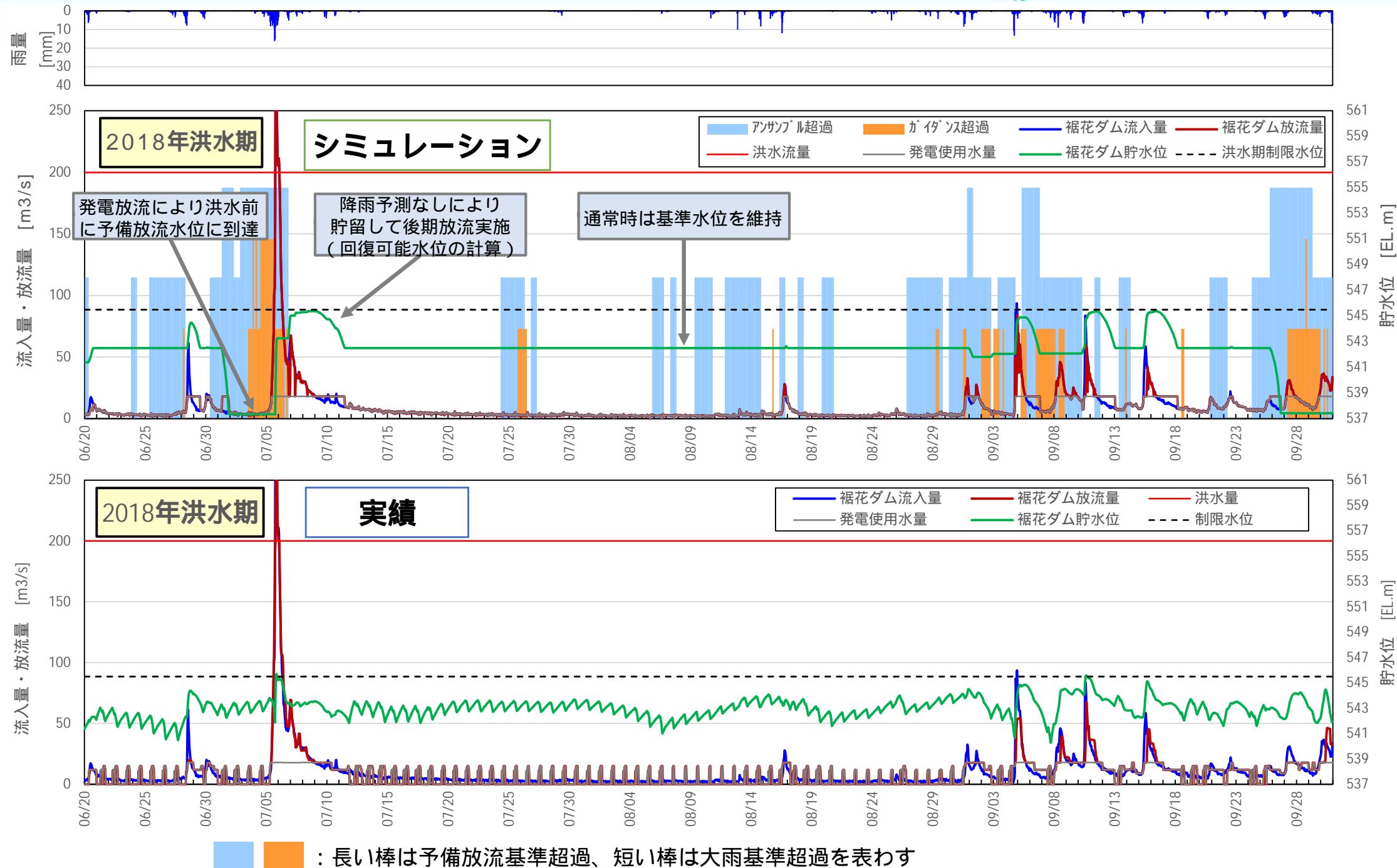
$\eta=0.85$ とする

項目	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	平均	
シミュレーション	発電放流量総和 (千m ³)	92,372	66,789	80,078	85,258	89,033	78,736	53,977	78,035
	ゲート放流量総和 (千m ³)	46,804	20,564	17,164	44,075	29,621	20,658	7,939	26,689
	平均貯水位 (m)	542.77	542.29	542.42	542.16	541.66	542.05	541.95	542.19
	(参考)発電電力量 (MWh)	17,435	12,568	15,071	15,908	16,543	14,806	10,043	14,625
(計算-実績)	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	平均	
実績との差分	発電放流量総和 (千m ³)	2,222	1,210	1,503	1,278	6,703	-823	984	1,868
	ゲート放流量総和 (千m ³)	-2,222	-1,210	-1,503	-1,278	-6,703	823	-984	-1,868
	平均貯水位 (m)	0.32	-0.71	0.43	-0.54	-0.73	-0.16	-0.96	-0.34
	(参考)発電電力量 (MWh)	503	174	408	98	1,079	-129	41	311

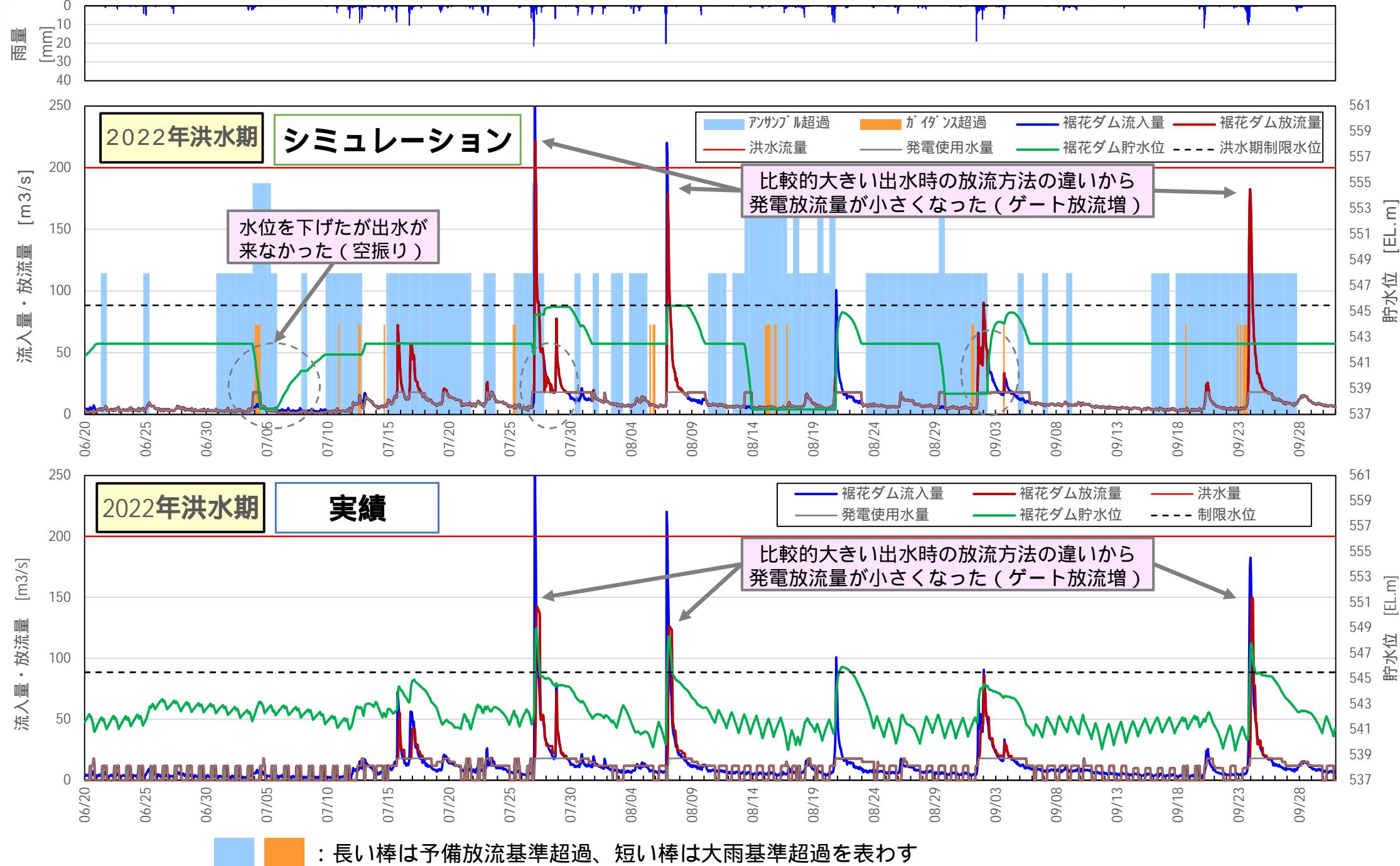
: 実績に対してシミュレーションが減少

: シミュレーションが増加

シミュレーション結果 事例1:2018年



シミュレーション結果 事例 2:2022年



No.2 青野ダム（兵庫県）



ダム諸元

項目	内容
所在地	兵庫県三田市
水系	武庫川水系青野川
目的 / 型式	F NW / 重力式
竣工	昭和 63 年
堤高(m) / 堤頂長(m)	29 / 286
流域面積(km ²)	52
総貯水容量(千m ³) / 有効容量(千m ³)	15,100 / 14,100
洪水時最高水位SWL / 常時満水位 NWL / 予備放流水位 RWL / 最低水位 LWL	EL 184.0m / EL 181.2m / EL 180.7m / EL 170.8m
治水	洪水量(m ³ /s) 200 (暫定 100) 予備放流水位 RWL EL 180.7m 事前放流下限水位 EL 180.4m



青野ダム

シミュレーションの目的

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



ダム技術センター 10

治水 + 利水を有するダムにおける長時間アンサンブル降雨予測の活かし方

長時間予測を活用した早期事前放流（早期から実施する予備放流・事前放流）

利水設備を使った長時間放流で水位低下を行い、ゲート操作の省力化を図る

小流量の放流で水位低下を行うことで、河川の水位変動を小さくし安全性向上

アンサンブル下位予測による回復可能量の算定

水位低下後に水位が回復しない空振りリスク（利水リスク）を可能な限り低減

シミュレーションの内容

予備放流と事前放流は現行基準に則る。

早期事前放流（早期から実施する予備放流・事前放流）を以下の内容で行う。

- ・長時間アンサンブル上位予測を基に大雨発生を判断する。
- ・アンサンブル下位予測で回復可能量を逆算して放流することで空振りリスクを低減する。
- ・利水放流（+ 転倒ゲート）を活用することでゲート操作を抑制する。

シミュレーションの条件

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



ダム技術センター 11

(1) 対象期間

- ・2018年～2023年の6月～10月

(2) アンサンブル予測

- ・上位予測：51メンバーの1～5位の平均
- ・下位予測：" 47-51位の平均

(3) 通常時の貯水位と放流量

- ・維持流量相当 $0.4\text{m}^3/\text{s}$ のみ放流して水位を上昇させ、
上限水位をNWL 181.2mとする
- ・上限に達した以降の放流量は $Q_{in} = Q_{out}$ として水位を保つ

(4) 洪水調節

- ・操作規則どおり（流入量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上が対象）

(5) ガイダンスによる予備放流・事前放流

予備放流（現行基準を用いる）

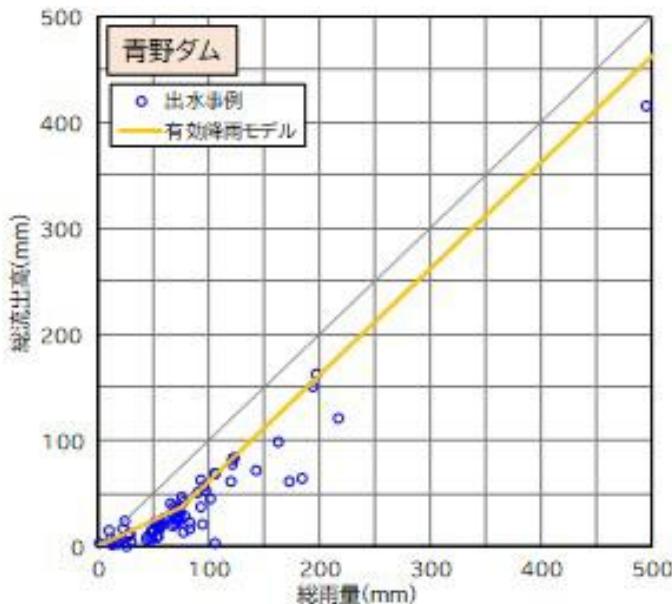
- ・実施基準：今後12時間15mm超過かつ実況+今後12時間80mm超過、
または「実況+今後24時間120mm超過」
- ・目標水位：RWL 180.7m ・放流量： $100\text{m}^3/\text{s}$

事前放流（現行基準を用いる）

- ・実施基準：今後12時間70mm超過かつ実況+今後12時間80mm超過
- ・目標水位：下限 180.4m ・放流量： $100\text{m}^3/\text{s}$

回復可能量を算定する
有効降雨モデル

係数	設定値
飽和雨量 R_{sa}	75.0 mm
一次流出率 f_1	0.5
飽和流出率 f_{sa}	1.0
損失雨量	37.5 mm



シミュレーションの条件

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



(6) アンサンブルによる早期事前放流

- ・実施基準：上位予測の 7 日先までの12時間雨量の最大が 70mm を超過
または上位予測の 7 日先までの24時間雨量の最大が 120mm を超過
- ・目標水位：下位予測により回復可能水位を逆算
(下限 180.4m)
- ・放流量：15m³/s で水位低下

(7) 計算ケース：予測の利用方法を3種類設定

アンサンブル予測だけ利用

早期事前放流のみで洪水処理を行うシミュレーション

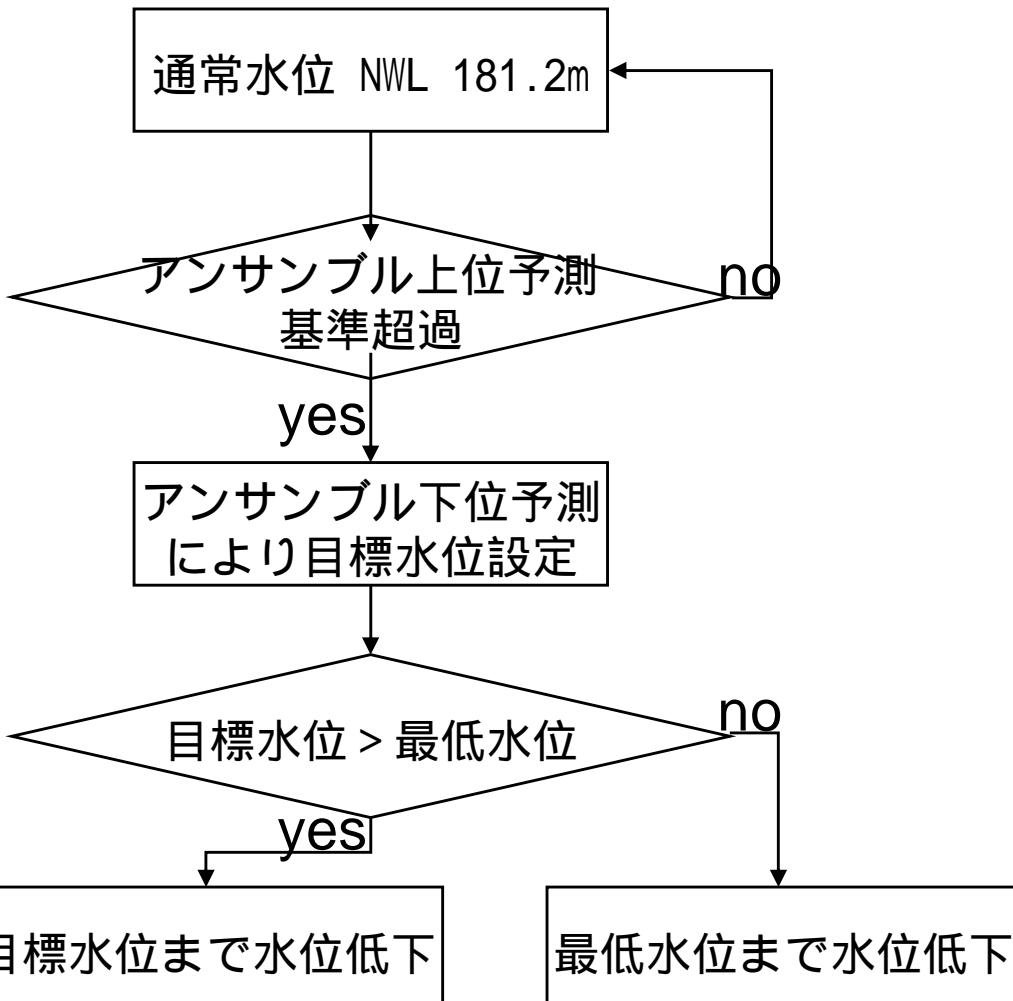
ガイダンス予測だけ利用

既存の操作に近いシミュレーション

アンサンブルとガイダンス両方利用

上記 2 ケースのより目標水位が低い方を採用する

早期事前放流 水位低下判断フロー



シミュレーション結果

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



評価項目

- ・アンサンブルでゲート放流の省力化ができたか
ゲート放流量
ゲート放流時間
ゲート放流による予備放流、事前放流の回数

結果

ゲート放流量

アンサンブルのみが最も放流量が少ない。

12時間更新の予測であるため、放流直前に使用するのは難しい（シミュレーションでは表現せず）。

ガイダンスとアンサンブル+ガイダンスの比較では、アンサンブルを活用してゲート放流量を低減できることができた。

ゲート放流時間

アンサンブルを活用してゲート放流時間を低減できることができた。

ゲート放流による予備放流、事前放流の回数

アンサンブルを活用することでゲート放流による予備放流を22回、事前放流を5回削減できた。（6出水期合計）

表 - 評価項目

手法	ゲート放流量 [千m ³ /1出水期]	ゲート放流時間 [hour/1出水期]	予備放流 / 事前放流 [回:6出水期計]
アンサンブル	5,765	77	1
ガイダンス	10,069	83	38 / 22 ²
アンサンブル + ガイダンス	7,546	73	16 / 17 ²

1 : アンサンブルのみではゲート放流による予備放流、事前放流の設定なし

2 : 予備放流と事前放流の実施条件に達し、放流した回数を集計

表 - 迎洪水位

手法	紹介事例			
	事例 - 1 2018/7/5 20h	事例 - 2 2018/7/7 4h	事例 2018/8/24 2h	事例 2021/7/7 20h
アンサンブル	180.40	180.96	180.49	181.10
ガイダンス	180.50	180.44	180.49	180.51
アンサンブル + ガイダンス	180.40	180.40	180.40	180.68

赤文字は予備放流水位を超えた事例

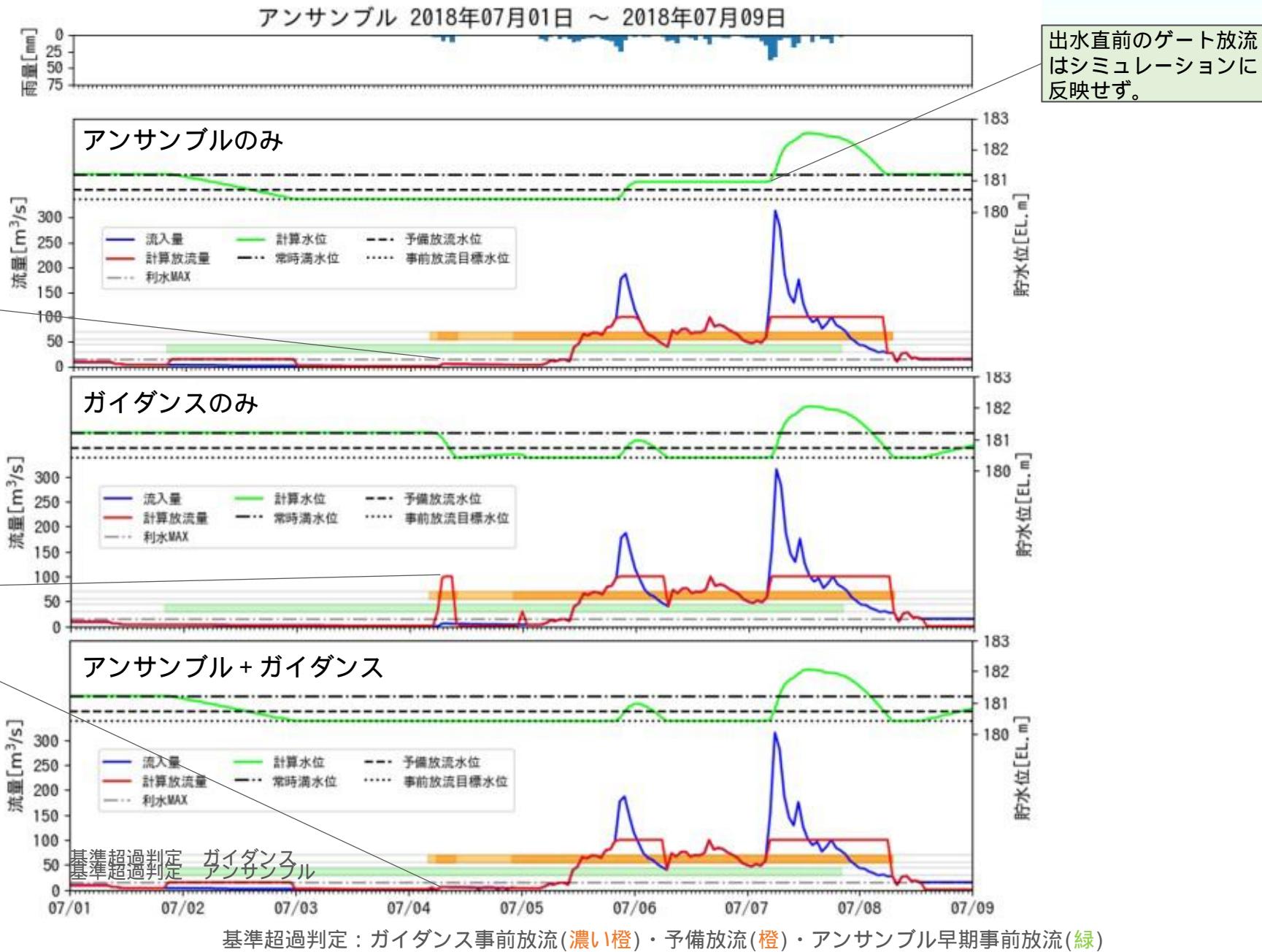
シミュレーション結果

紹介事例
2018年7月

本資料には秘密情報を含む場合があります。
無断転載はお控えください。



ダム技術センター 14





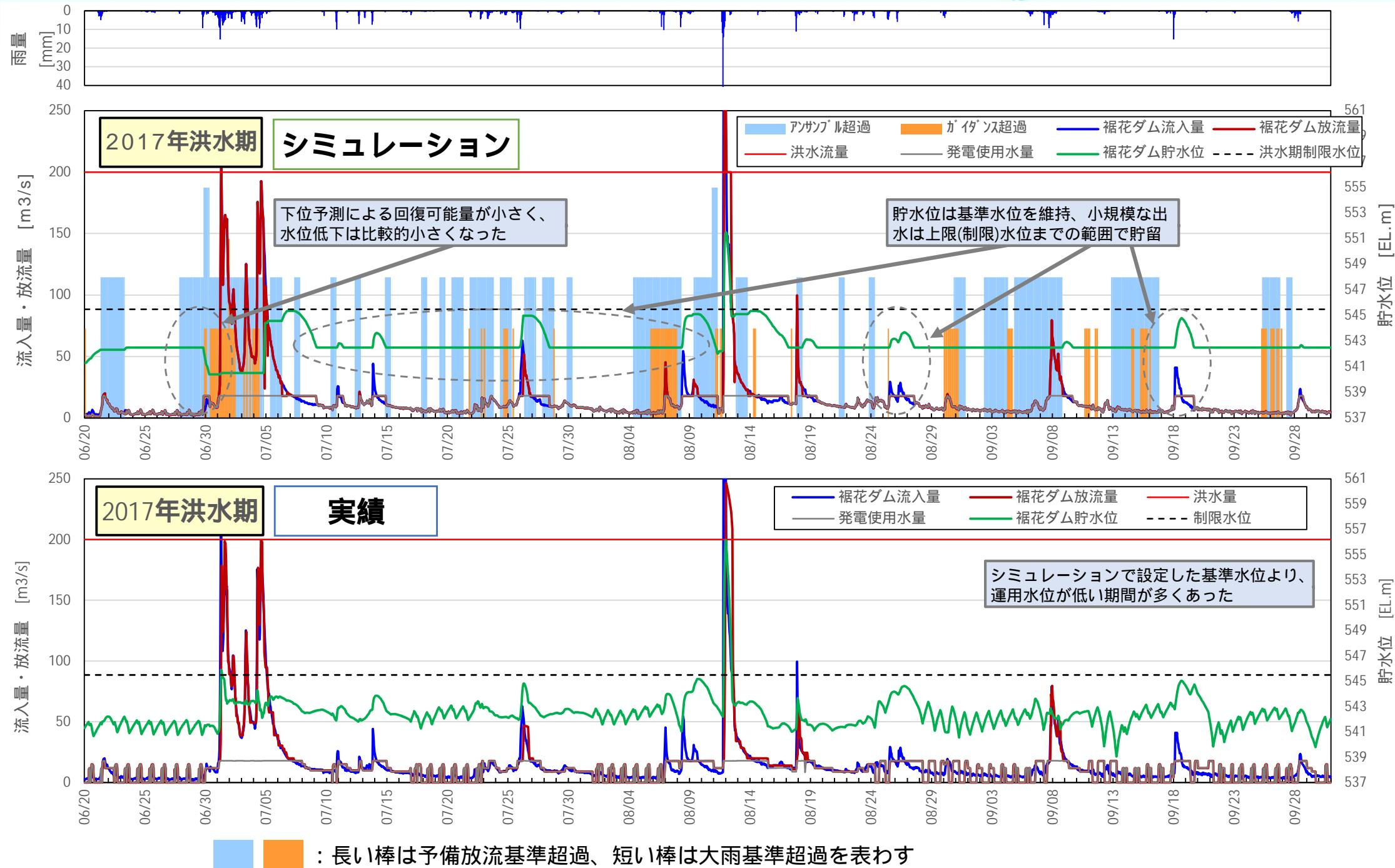
以 上



参考：裾花ダムシミュレーション結果

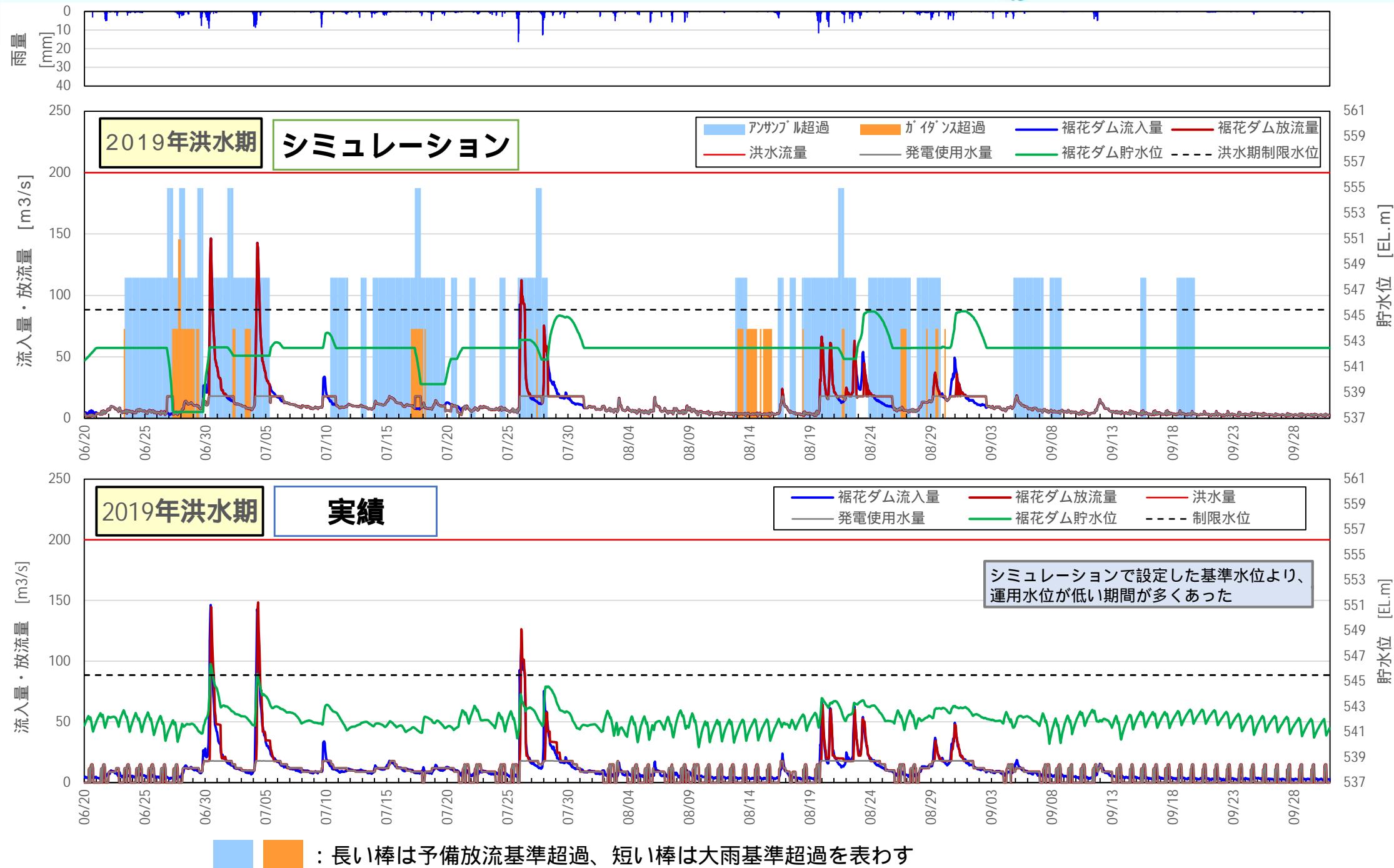


参考：シミュレーション結果 裾花ダム2017年



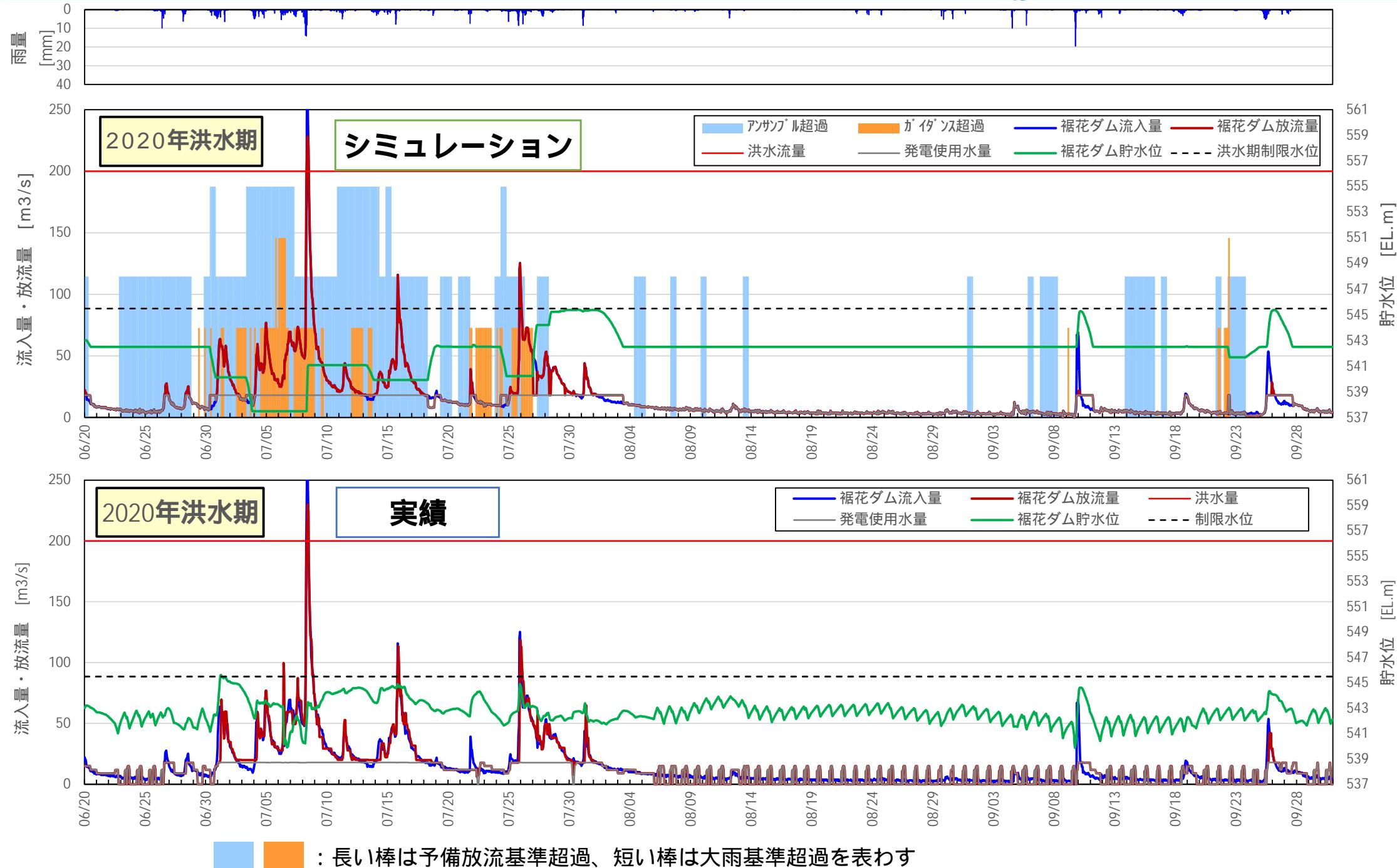


参考：シミュレーション結果 裕花ダム2019年



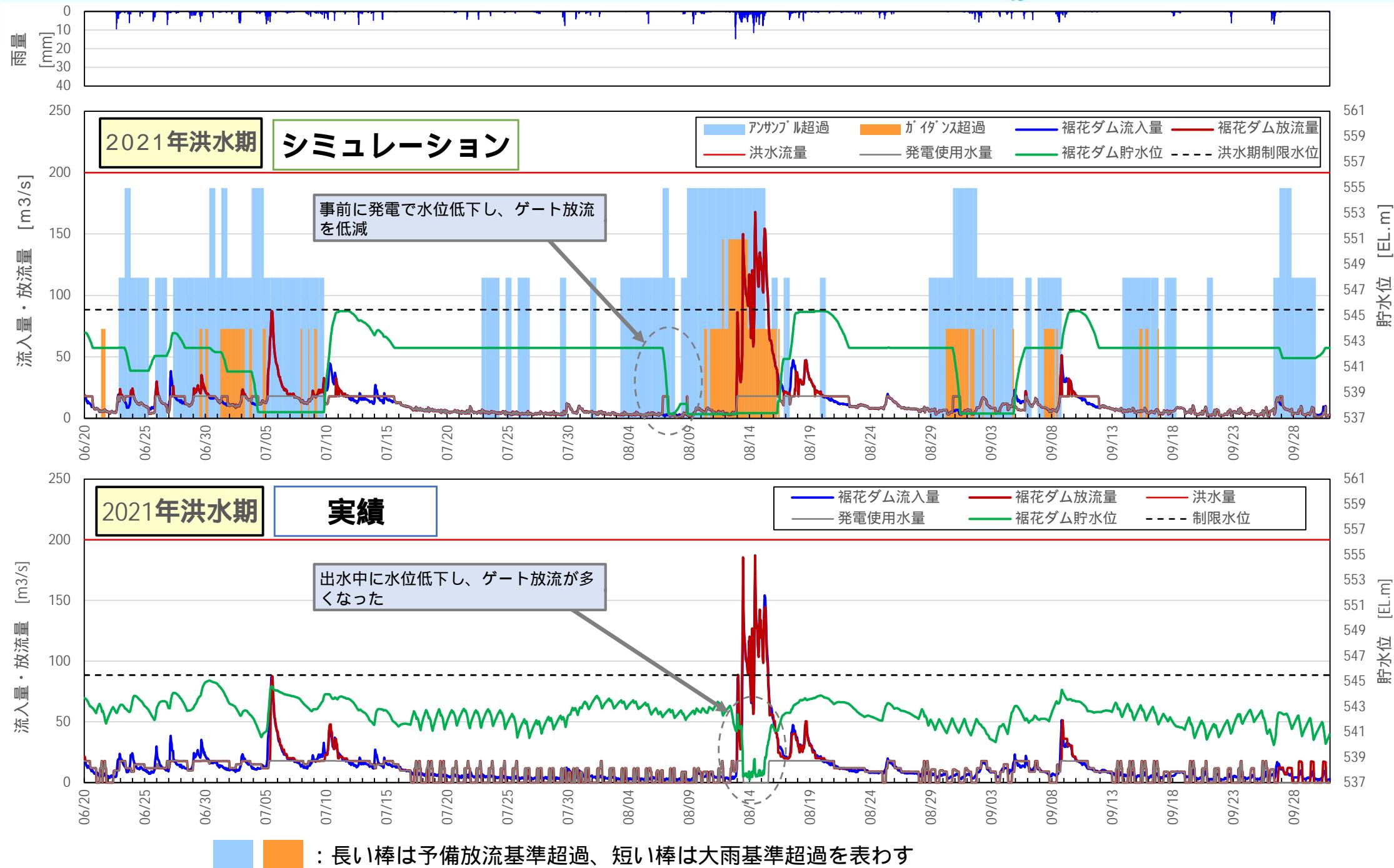


参考：シミュレーション結果 裾花ダム2020年



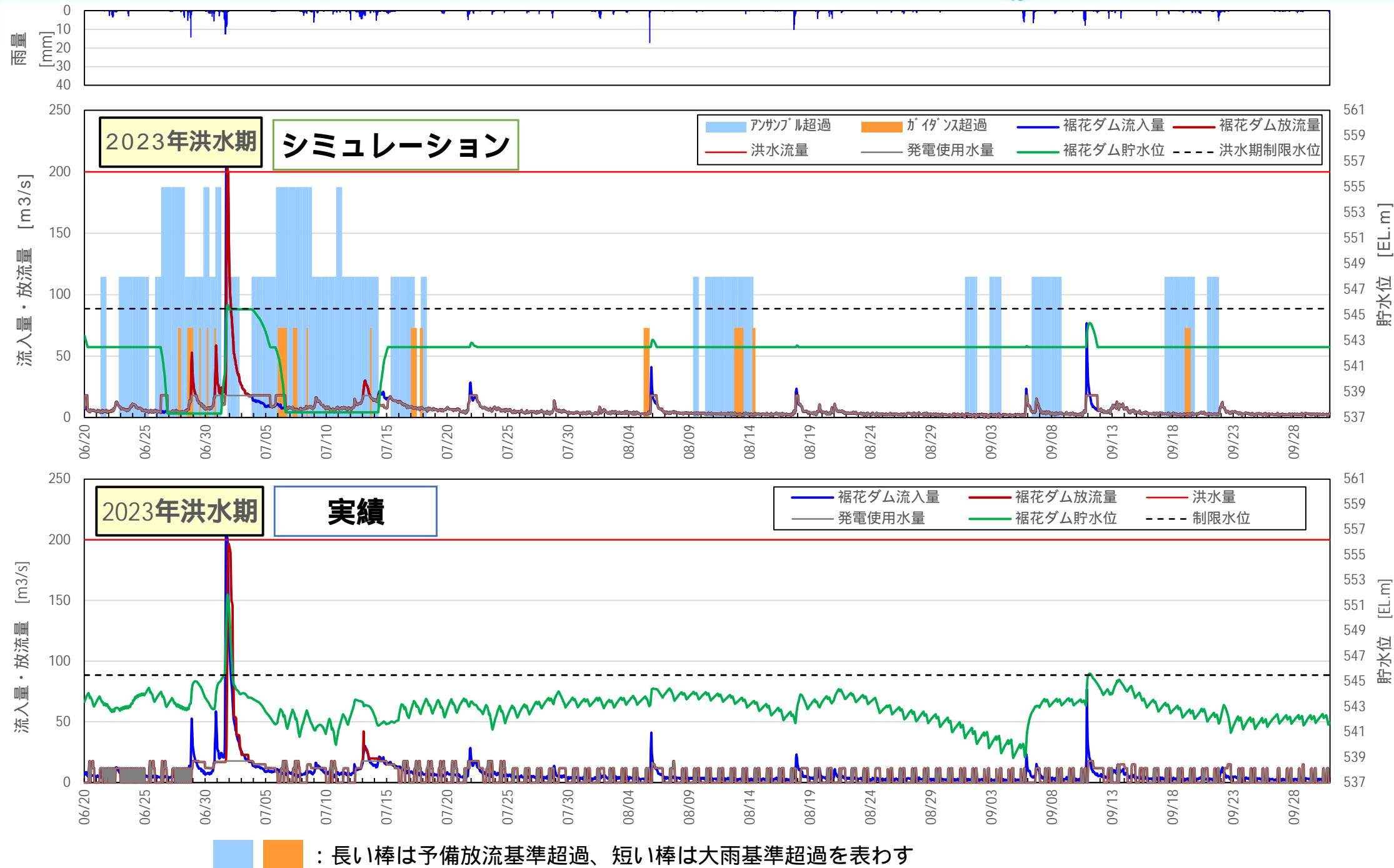


参考：シミュレーション結果 褐花ダム2021年





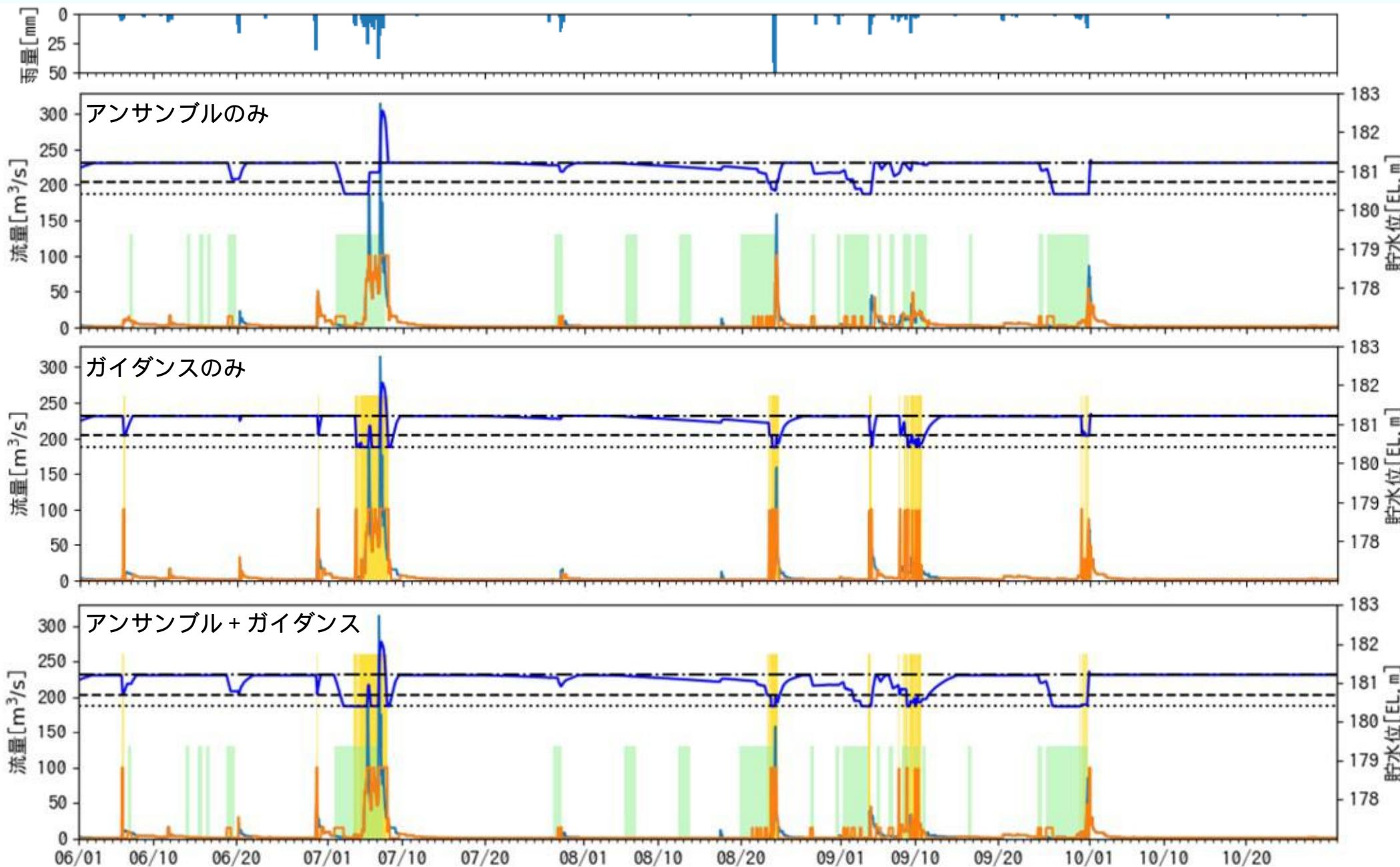
参考：シミュレーション結果 裕花ダム2023年





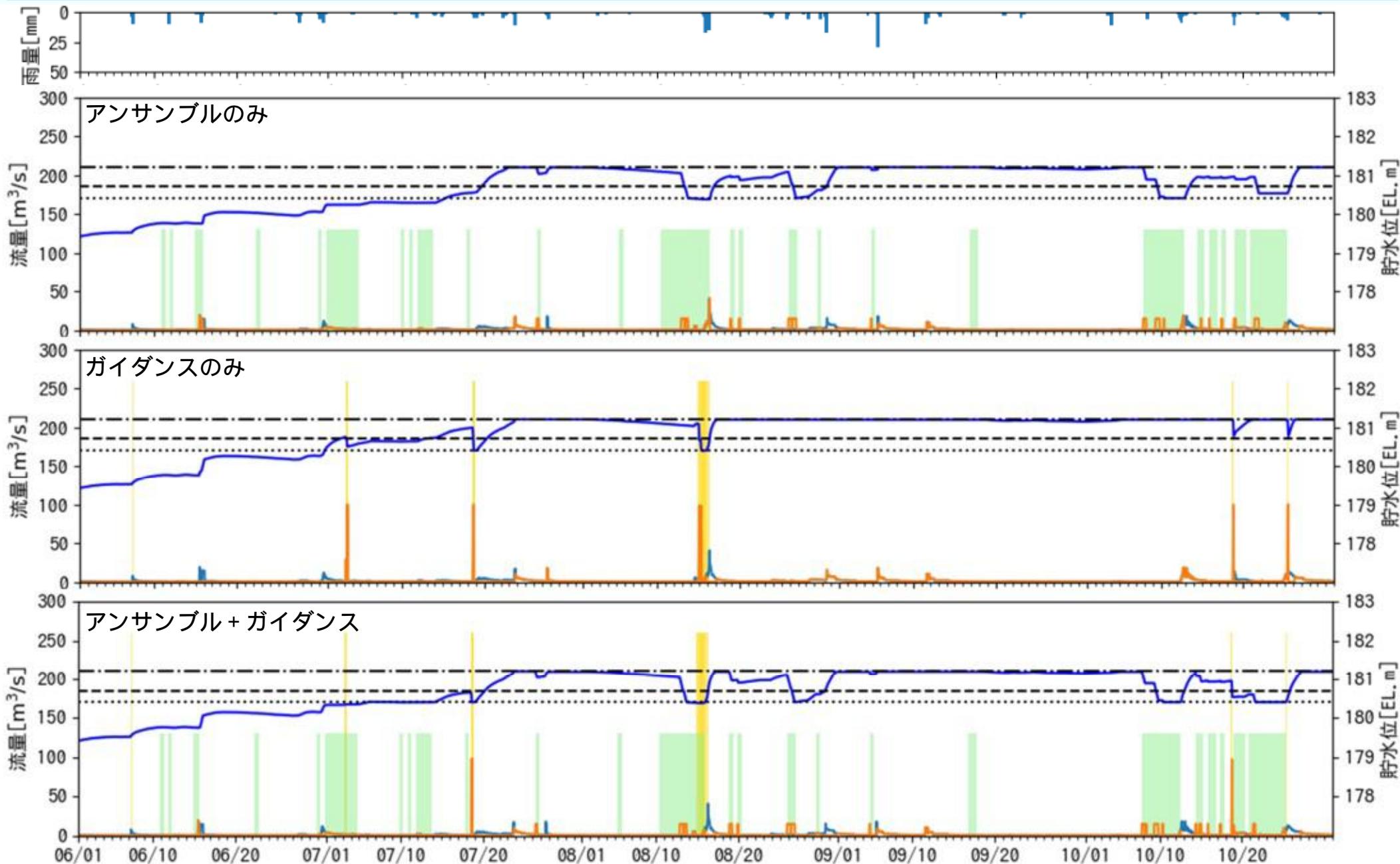
参考：青野ダムシミュレーション結果

参考：シミュレーション結果 青野ダム2018年



基準超過判定：ガイダンス事前放流(濃い橙)・予備放流(橙)・アンサンブル早期事前放流(緑)

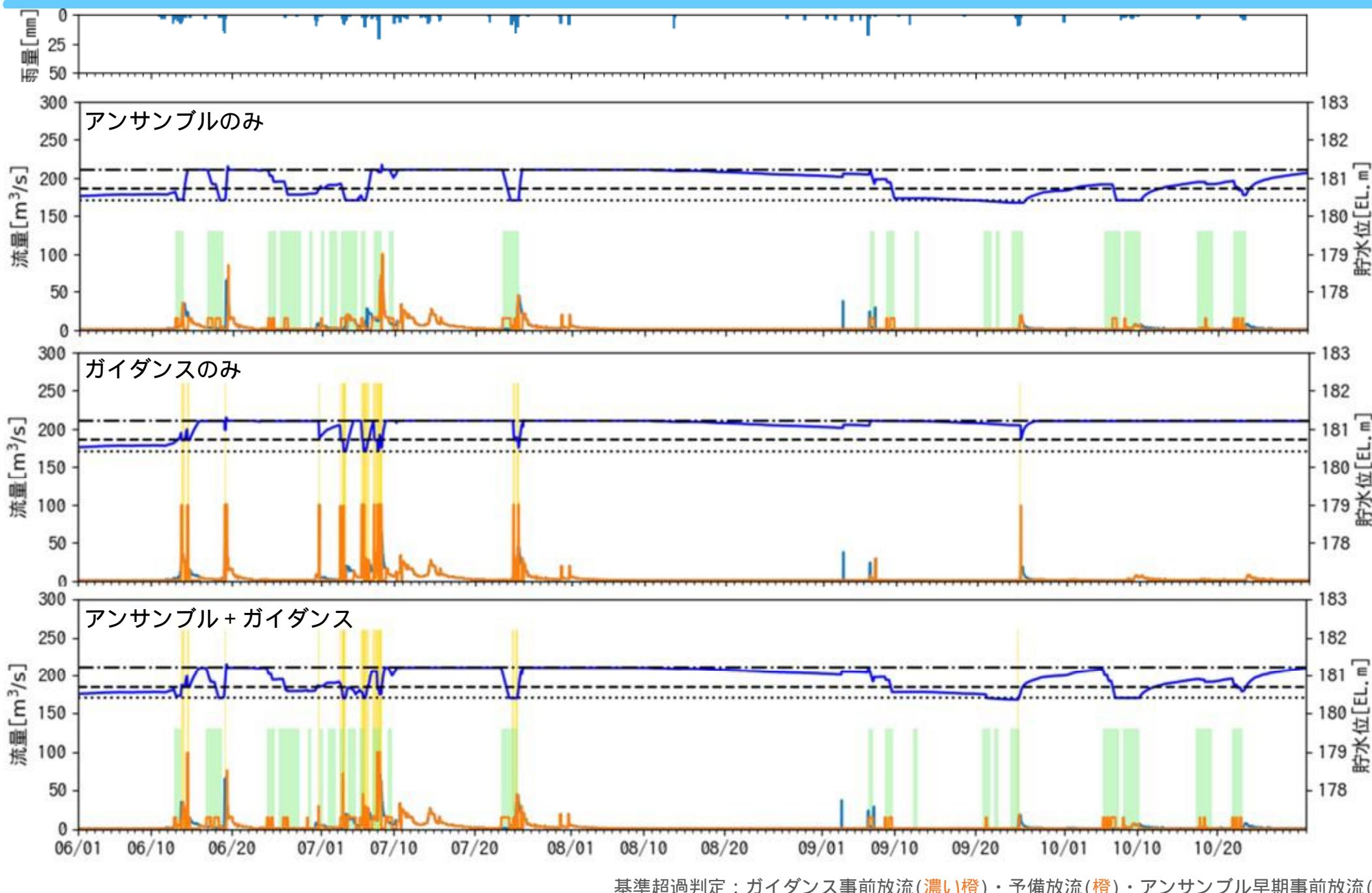
参考：シミュレーション結果 青野ダム2019年



基準超過判定：ガイダンス事前放流(濃い橙)・予備放流(橙)・アンサンブル早期事前放流(緑)

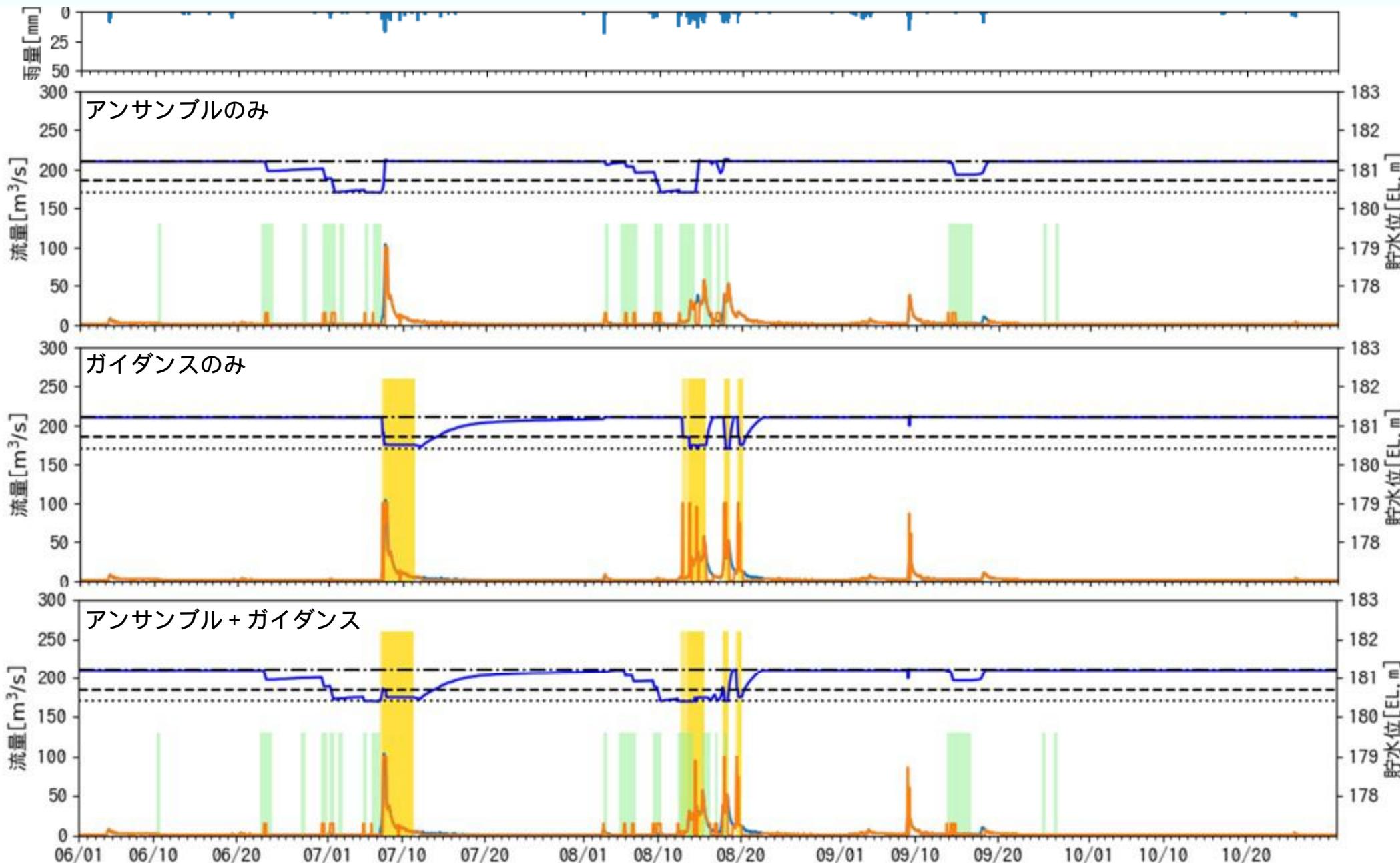


参考：シミュレーション結果 青野ダム2020年



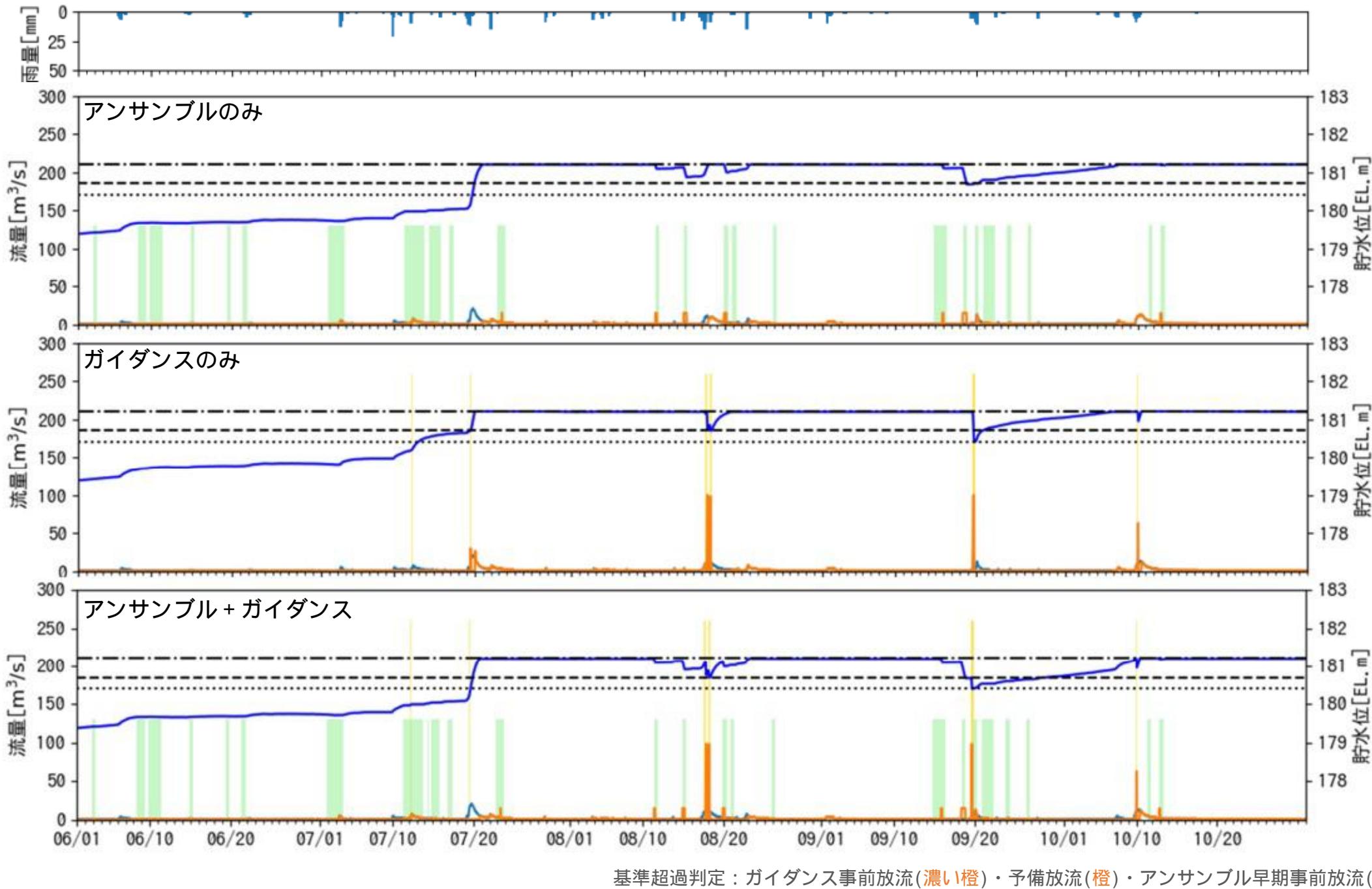
基準超過判定：ガイダンス事前放流(濃いオレンジ)・予備放流(オレンジ)・アンサンブル早期事前放流(緑)

参考：シミュレーション結果 青野ダム2021年

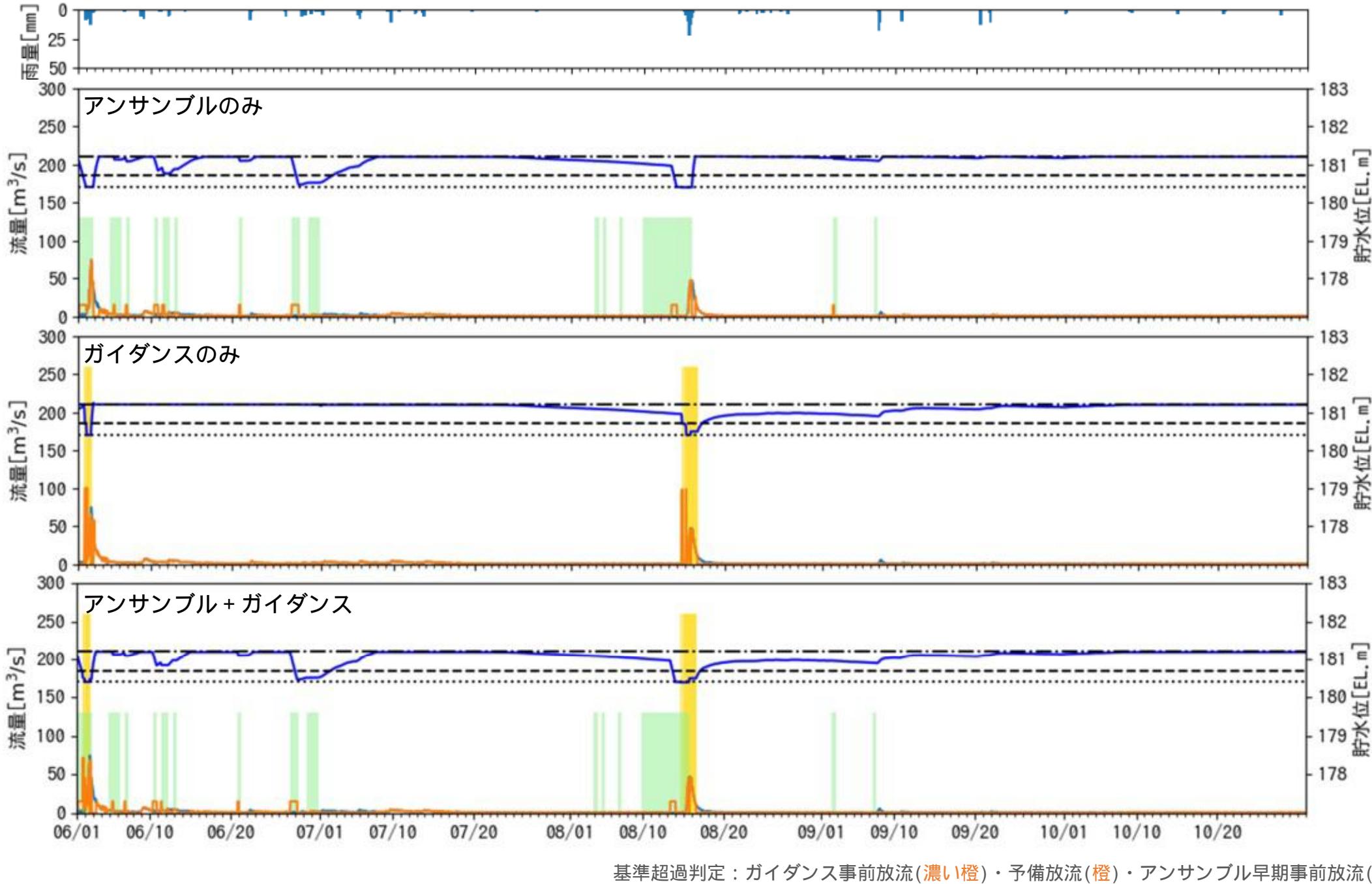


基準超過判定：ガイダンス事前放流(濃い橙)・予備放流(橙)・アンサンブル早期事前放流(緑)

参考：シミュレーション結果 青野ダム2022年



参考：シミュレーション結果 青野ダム2023年



長時間アンサンブル降雨予測を活用した ダム高度運用シンポジウム

研究報告 電源開発

長時間アンサンブル降雨予測 を活用したダム運用の高度化について

2025年11月17日
電源開発株式会社
土木建築部 ダム再生推進室
菊池 悠馬

【報告内容】

1．長時間アンサンブル降雨予測の活用

3段階の基準による早期事前放流
更なる活用の検討

2．適用検討地点

3．早期事前放流開始の基準雨量設定

基準雨量の検討方法及び結果

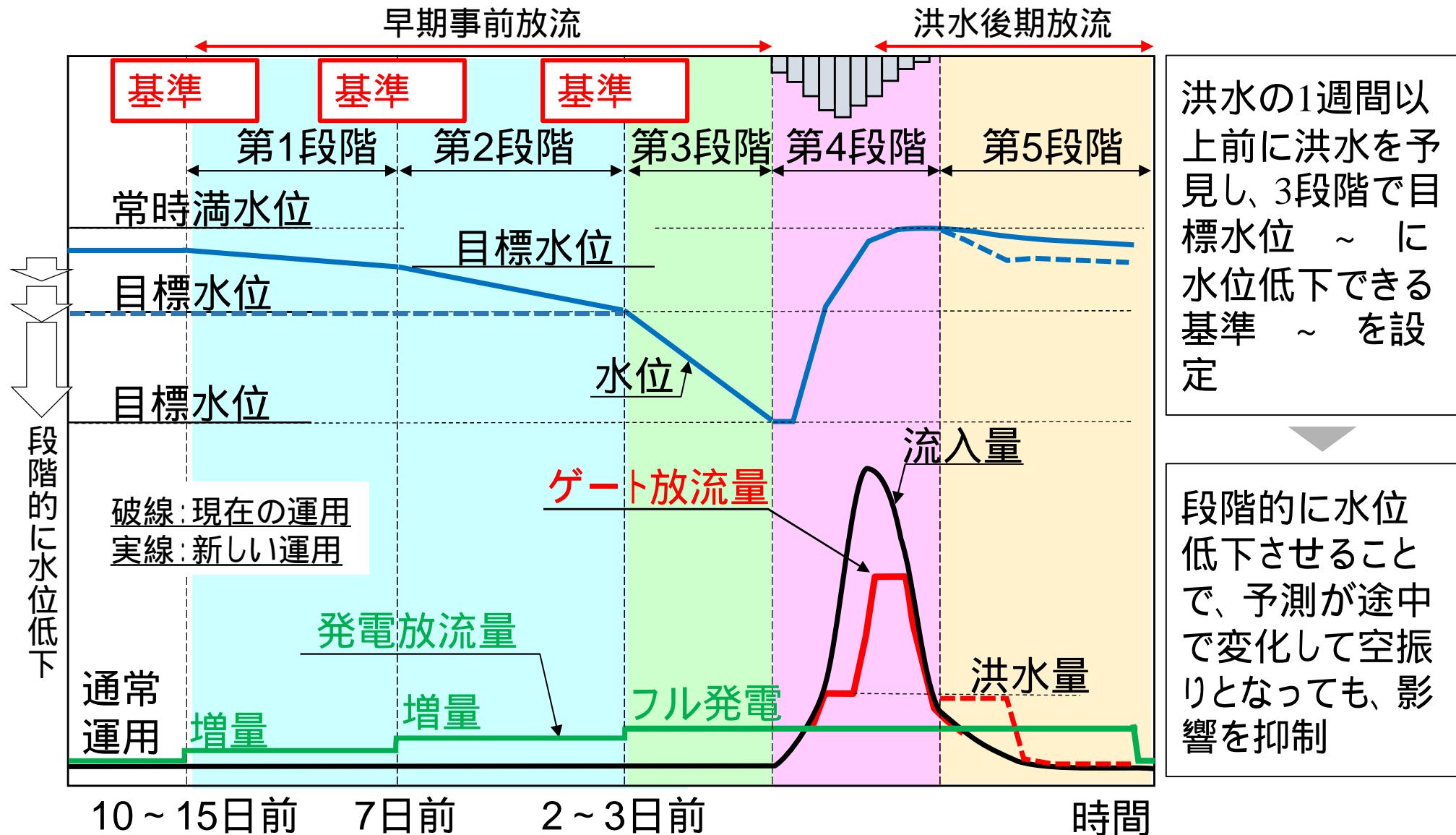
4．更なる活用への適用検討（通砂/排砂）

球磨川水系の事例紹介

5．まとめ

1. 長時間アンサンブル降雨予測の活用

(1) 3段階の基準による早期事前放流



1. 長時間アンサンブル降雨予測の活用

(2) 更なる活用の検討

- ✓ 通砂/排砂運用への適用性評価(瀬戸石ダム)
⇒通砂/排砂運用実施判断の基準として活用
- ✓ 揚水発電への適用性検討(新豊根ダム)
⇒運用実績の整理
洪水時の発電・揚水、揚水原資、市場売り等の課題整理
- ✓ 特定多目的ダムへの適用性検討(鶴田ダム)
⇒後期放流の工夫の拡大 など

今回は

3段階の基準による早期事前放流のうち、**基準雨量の検討**
更なる活用の検討のうち、**通砂/排砂運用への適用性評価**
に着目して説明

2. 適用検討地点

電源開発が管理、発電参画している9流域のダム群を対象として検討

対象流域	対象ダム
十勝川	糠平
只見川	奥只見、大鳥、田子倉、只見、滝
庄川	御母衣、大白川、大黒谷
天竜川	佐久間、水窪、秋葉、船明、新豊根(揚水)
熊野川	風屋、二津野、池原、七色、小森
奈半利川	魚梁瀬、久木、平鍋
吉野川	早明浦
球磨川	瀬戸石
川内川	鶴田、川内川第二



3. 早期事前放流開始の基準雨量設定

(1) 長時間アンサンブル降雨予測の活用方法

項目	内容
対象流域	各ダム上流域
解像度	5km格子・1時間単位 (ECMWF(25km格子・3時間単位)をAIダウンスケーリング)
予測時間	1～360時間先(15日先)
初期時刻数	1日2回(9時・21時初期時刻)
メンバ数	51メンバ(本検討では単純平均)
対象期間	2017年以降の暖候期(4～10月)

- ◆ 予測日時点から15日先・10日先・5日先までの累積予測雨量を3段階の基準として活用
- ◆ 対象ダム群の運用基準は、各流域のダム運用において支配的と考えられるダムの上流域平均予測雨量(51メンバの単純平均)を活用する

3. 早期事前放流開始の基準雨量設定

(2) 洪水を予見する基準雨量の検討結果

対象流域	基準雨量			対象ダム
	アンサンブル予測	事前放流(継続時間)		
十勝川	100mm	100mm	84時間	糠平
只見川	150mm	210mm	48時間	奥只見、大鳥、田子倉、只見、滝
庄川	250mm	250mm	48時間	御母衣、大白川、大黒谷
天竜川	150mm	278mm	48時間	佐久間、水窪、秋葉、船明、新豊根(揚水)
熊野川	200mm	200mm	48時間	風屋、二津野、池原、七色、小森
奈半利川	320mm	318mm	6時間	魚梁瀬、久木、平鍋
吉野川	220mm	265mm	12時間	早明浦
球磨川	210mm	212mm	12時間	瀬戸石(通砂運用開始基準100mm)
川内川	220mm	216mm	12時間	鶴田、川内川第二

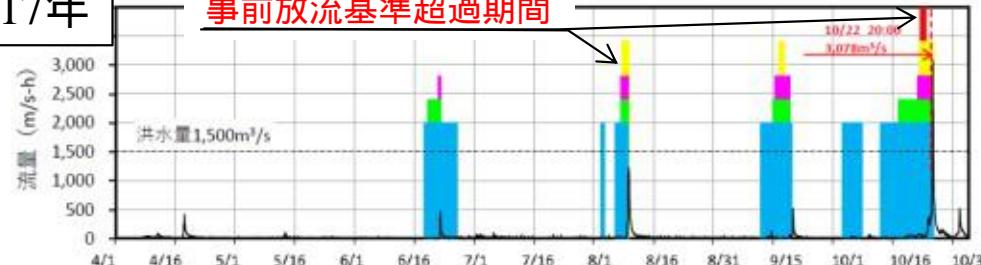
- ✓ 対象ダム(流域)毎に、3段階基準(15日先・10日先・5日先の累積予測雨量)は同一の基準雨量を設定
- ✓ 検討の結果、事前放流基準と同等に→パラスタの初期値として活用

【参考】早期事前放流開始の基準雨量検討結果

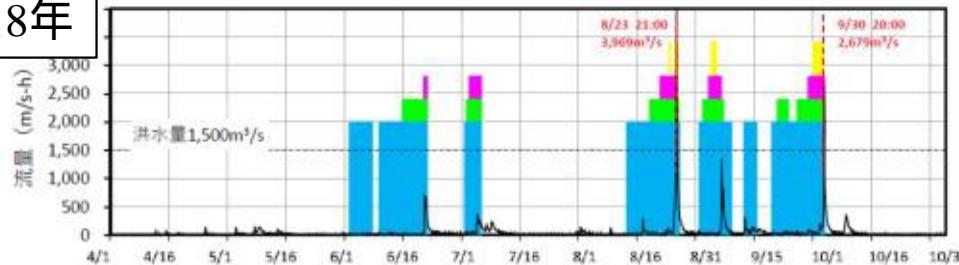
熊野川流域池原ダム基準雨量:200mm

ダム流入量と予測の実績から、洪水の見逃し・空振りが少なくなる基準雨量をパラスタ

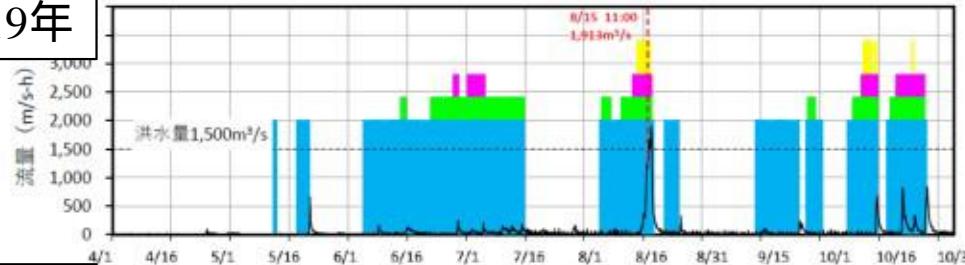
2017年



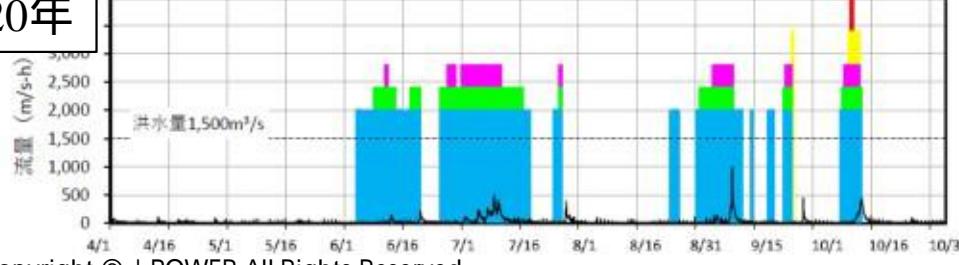
2018年



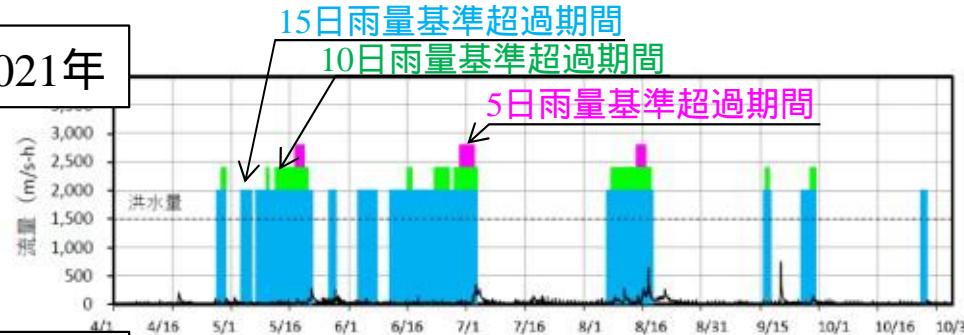
2019年



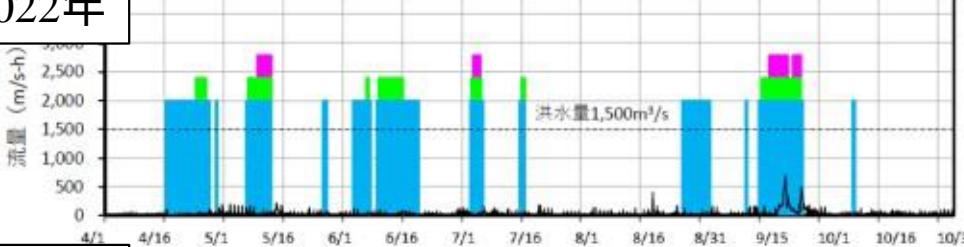
2020年



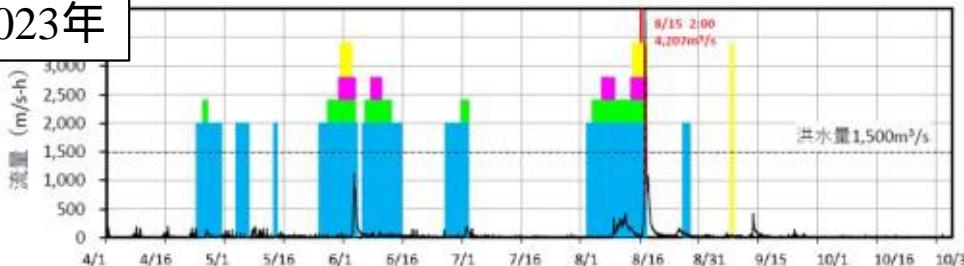
2021年



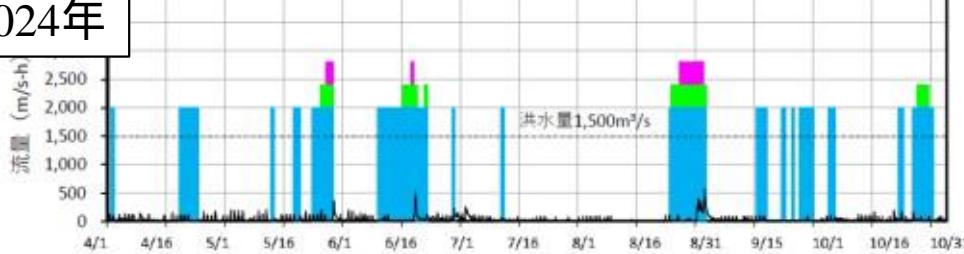
2022年



2023年



2024年

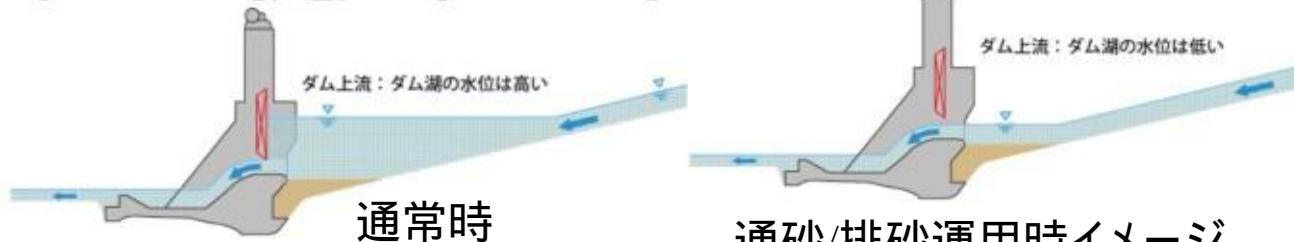


4. 更なる活用への適用検討（通砂/排砂）

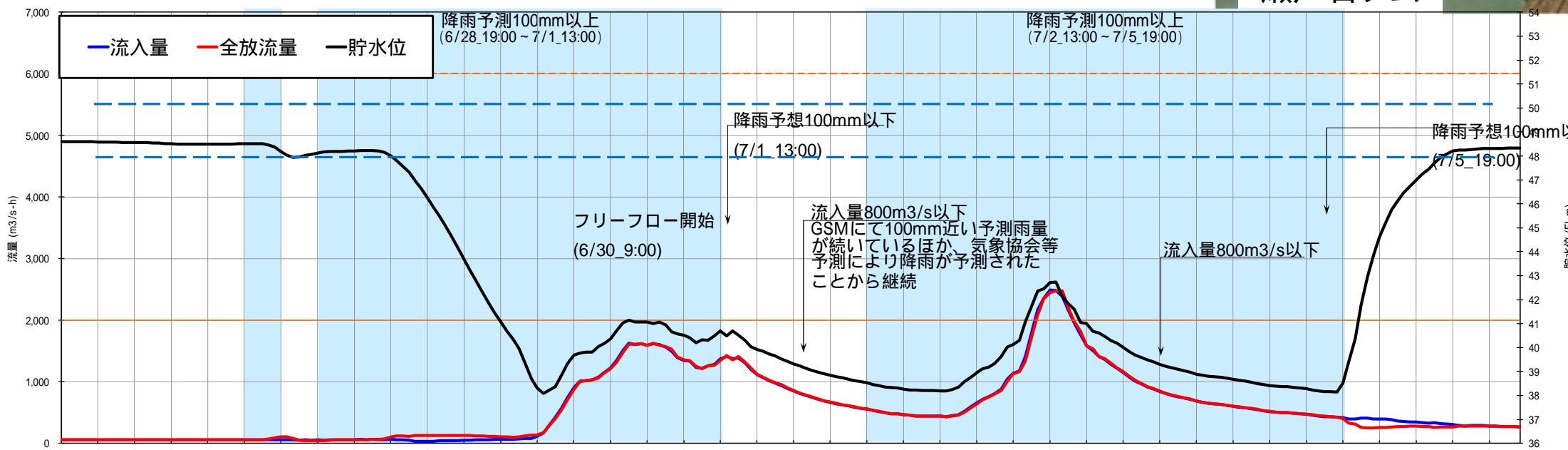
(1) 検討概要

対象流域

- ・球磨川 瀬戸石ダム
- ・通砂・排砂とは、出水時にダム水位を低下させ、調整池内に堆積あるいは流下してきた土砂をダム下流に流す運用
- ・現在はGSM予測を実施判断の基準としているが
予測のブレが通砂/排砂運用実施の判断を困難とさせる
- ・予測の幅・ブレを考慮できる長時間アンサンブル降雨予測を活用し、運用実施の判断の一助となるか検討する



瀬戸石ダム



4. 更なる活用への適用検討（通砂/排砂）

(1) 検討概要

検討方法

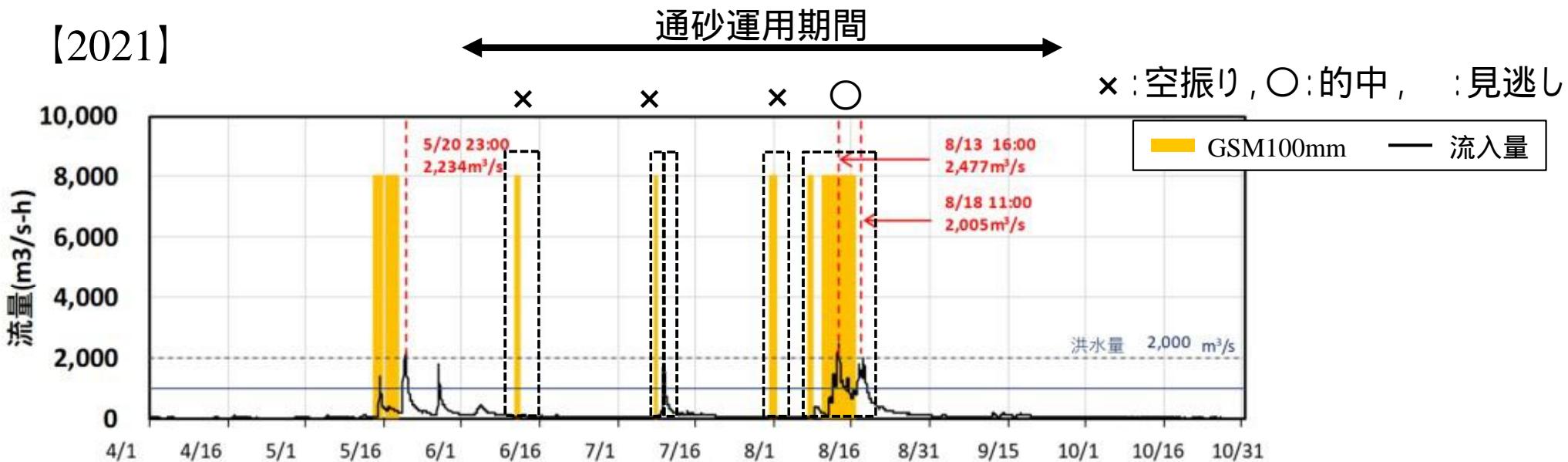
- ・現行のGSM基準と5日先までのアンサンブル予測累積雨量に基づく
通砂/排砂運用開始の新基準の検討（6月1日～9月30日が対象）
- ・土砂移動が始まる流入量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を閾値として評価する

	GSM	長時間アンサンブル降雨予測
	84時間累計雨量	5日先累計雨量
現行基準	<u>100mm</u>	—
新基準(案)	<u>100mm</u>	<u>100mm</u>

4. 更なる活用への適用検討（通砂/排砂）

(2) 検討結果

現行の通砂運用開始基準のGSM84時間累積雨量100mmでは空振り事例多数



2017～2024年の実績を整理

	的中	空振り	見逃し	事例数	空振率
GSMのみ	18	22	7(0)※	47	46%

※括弧内数字は、流入量が $2,000 m^3/s$ を超過する洪水の見逃し事例数を示す

4. 更なる活用への適用検討（通砂/排砂）(2) 検討結果

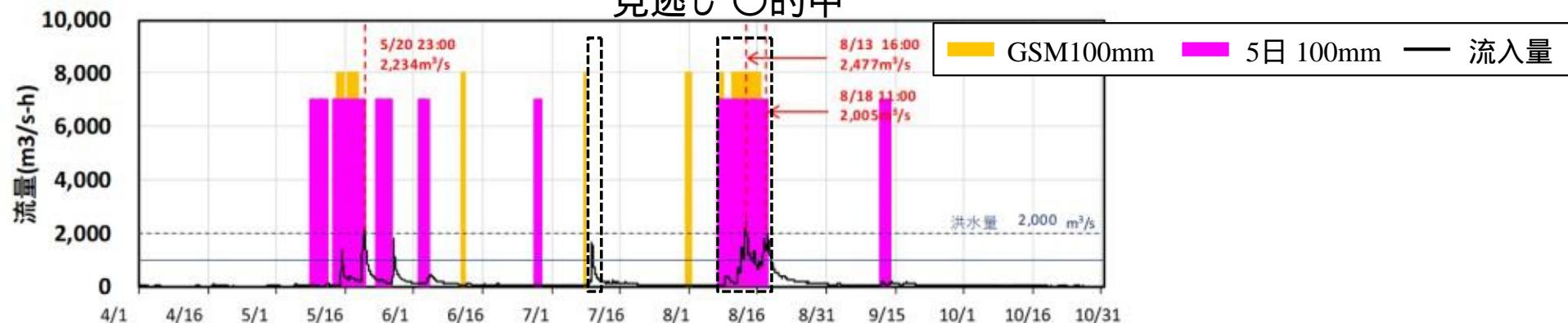
現行の通砂運用開始基準のGSM84時間累積雨量100mm

アンサンブル予測の5日先までの累積雨量(100mm)

をAND条件で整理

[2021]

← 通砂運用期間 →
見逃し ○的中



2017～2024年の実績を整理した結果、空振りは半減

	的中	空振り	見逃し	事例数	空振率
GSMのみ	18	22	7(0)※	47	46%
GSM + アンサンブル5日	18	14	7(0)※	39	35%

※括弧内数字は、流入量が2,000m³/sを超える洪水の見逃し事例数を示す

5 . まとめ

- ✓ 長時間アンサンブル降雨を活用した3段階基準による早期事前放流
 - ⇒ 早期事前放流の実施基準として、長時間アンサンブル降雨予測の有効性を確認した
 - ⇒ 早期事前放流により、洪水軽減、増電ポテンシャルも確認した
(結果は省略)
- ✓ 通砂/排砂運用への適用性評価(瀬戸石ダム)
 - ⇒ 通砂/排砂運用実施判断の基準としての有効性を確認した

ご清聴ありがとうございました

長時間アンサンブル予測を活用 した上椎葉ダム堆砂対策運用

九州電力株式会社
日向水力センター



2025年11月17日

目次

1 . 耳川水系・上椎葉ダムの概要

2 . 上椎葉ダムの課題

3 . 上椎葉ダム堆砂対策対象流量

4 . 上椎葉ダム堆砂対策運用方法

5 . 上椎葉ダム堆砂対策運用実績

6 . まとめ

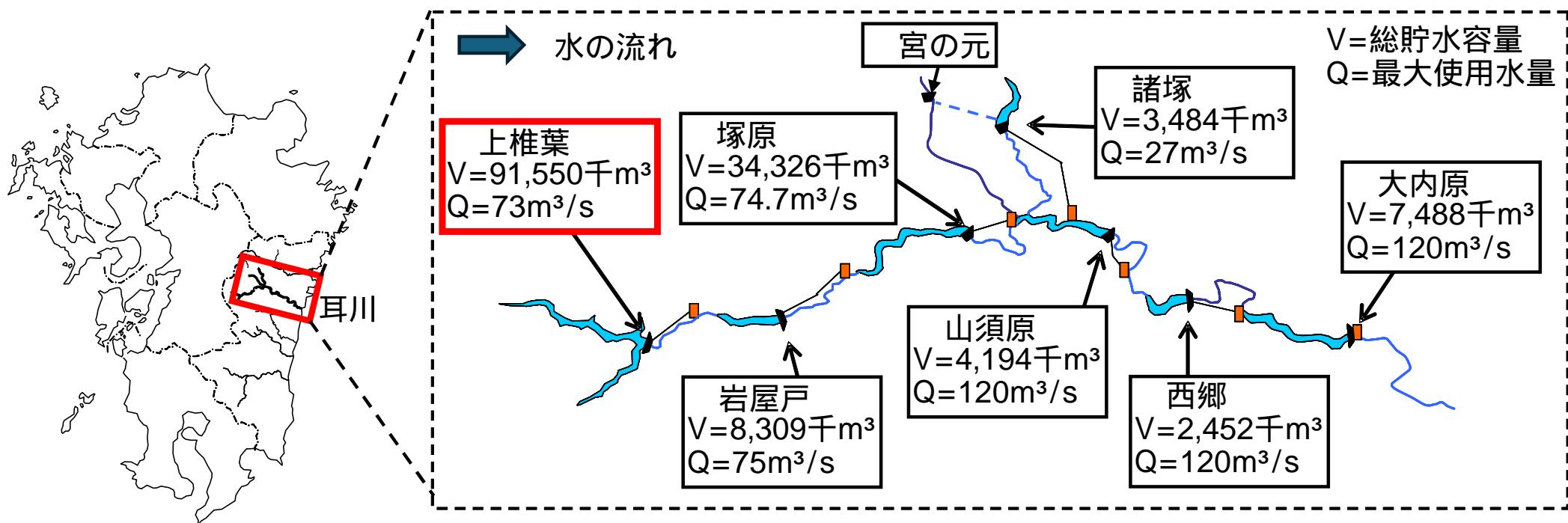
【対象地点】

耳川水系・上椎葉ダム

【耳川水系概要】

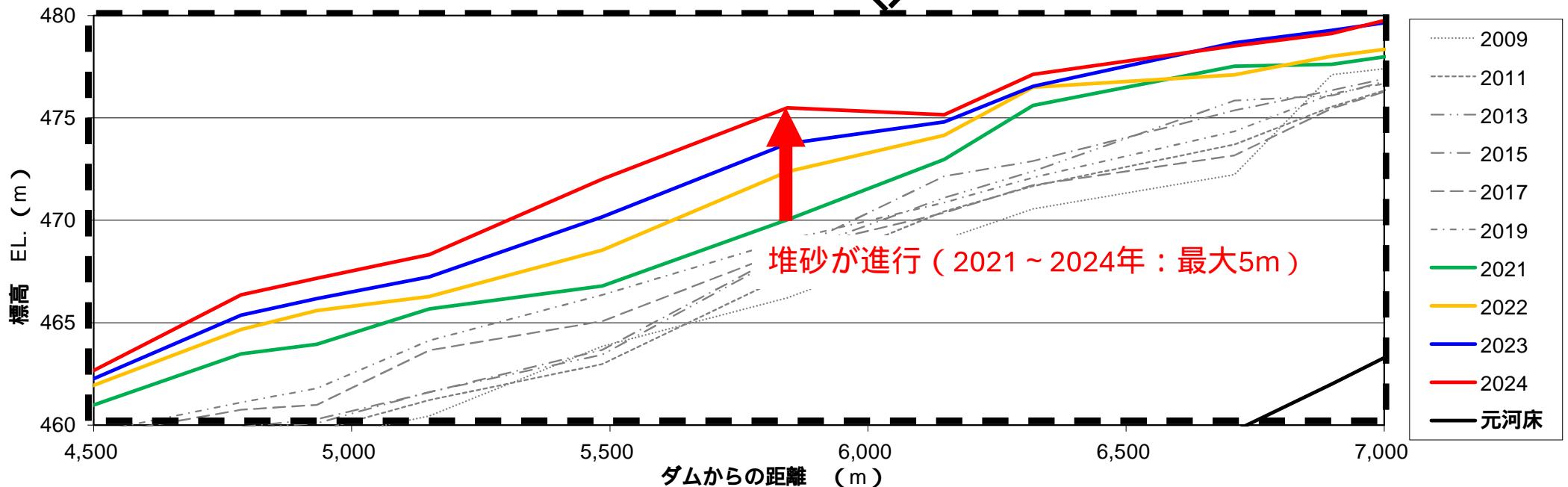
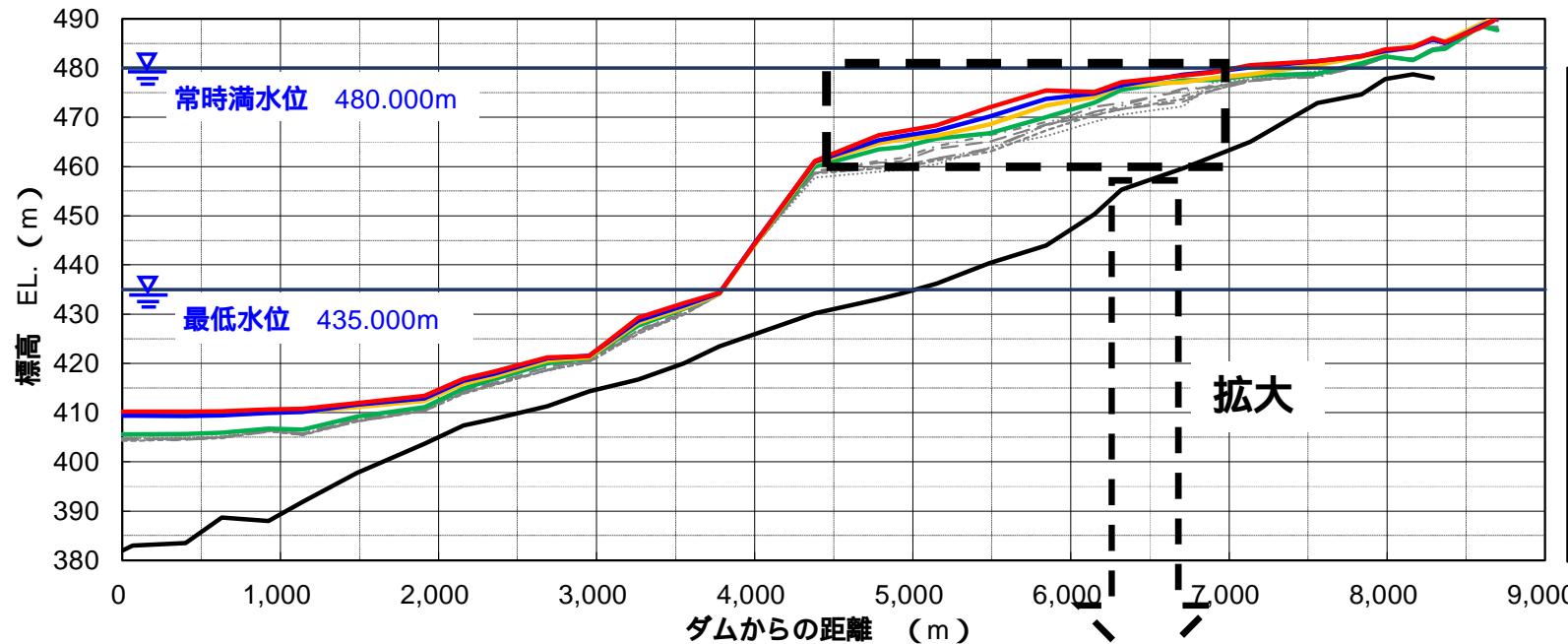
- ✓ 本川に6つ（支川含めて8つ）の発電用ダム（すべて九州電力）を有する縦列ダム群
- ✓ 最上流の上椎葉ダムの総貯水容量が1番大きく、 $91,550,000\text{m}^3$
- ✓ 上椎葉ダムの最大使用水量は $73\text{m}^3/\text{s}$

耳川水系概要



2. 上椎葉ダムの課題

- ✓ 上椎葉ダム貯水池末端で堆砂（特にシルト分）が進行中



2. 上椎葉ダムの課題

【課題1】低水時の濁水発生

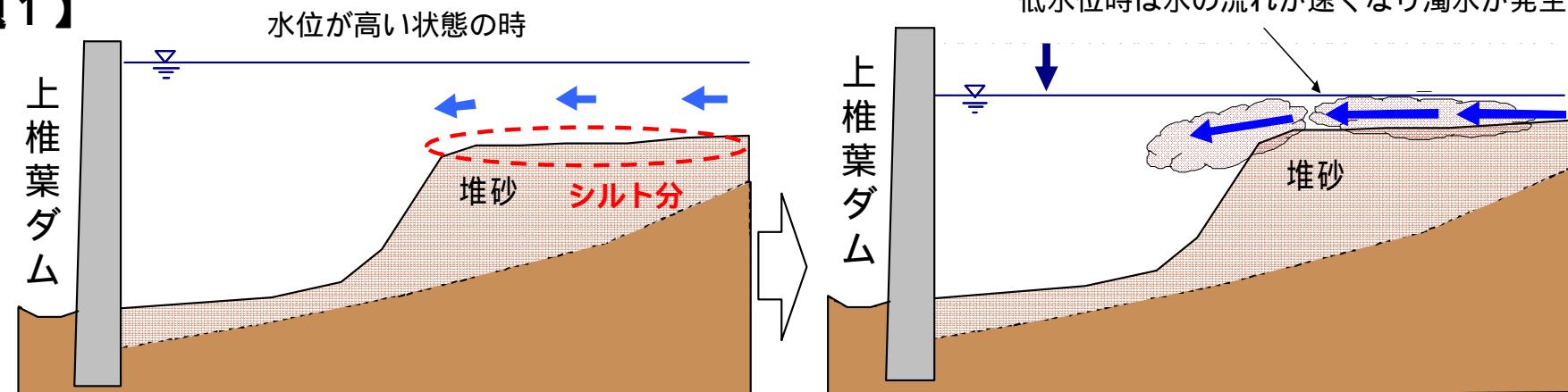
- ✓ 低水時に貯水池末端に堆積したシルト分が巻き上げられ濁水が発生

【課題2】堆砂の進行と運用下限水位の引き上げ

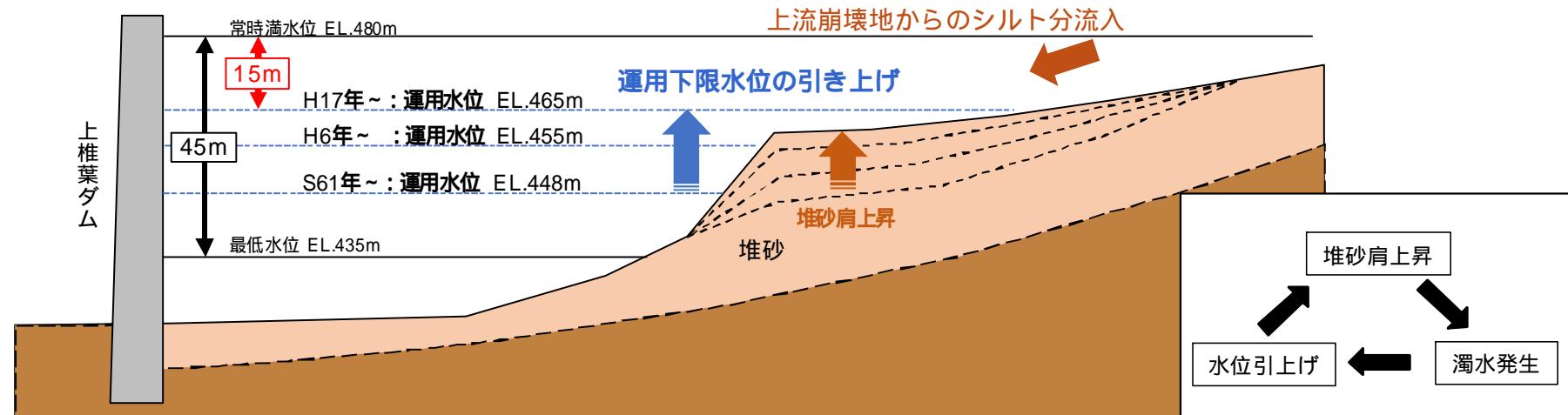
- ✓ 濁水発生防止のため、運用下限水位を引き上げ

上流からシルト分が流入し、貯水池末端の堆砂がさらに進行、**発電に利用できる容量が減少**

【課題1】



【課題2】



2. 上椎葉ダムの課題

【対応策】

出水前に水位を低下させ、貯水池末端を河川状態にし、出水時の掃流力によりシルト分をダム堤体側へ移動させることで発電に利用できる容量の増加を目指す

【堆砂対策運用における課題】

堆砂対策のための事前低下目標水位はEL.465m（地元説明で了承済みの最低水位）

発電放流（最大 $73\text{m}^3/\text{s}$ ）により目標水位まで水位低下に約10日前後 を要する

従来：予測リードタイム3日前後の従来予測では目標水位までの低下が不可能

今回：予測リードタイムが15日間である長時間アンサンブル予測の活用検討

【堆砂対策における課題】

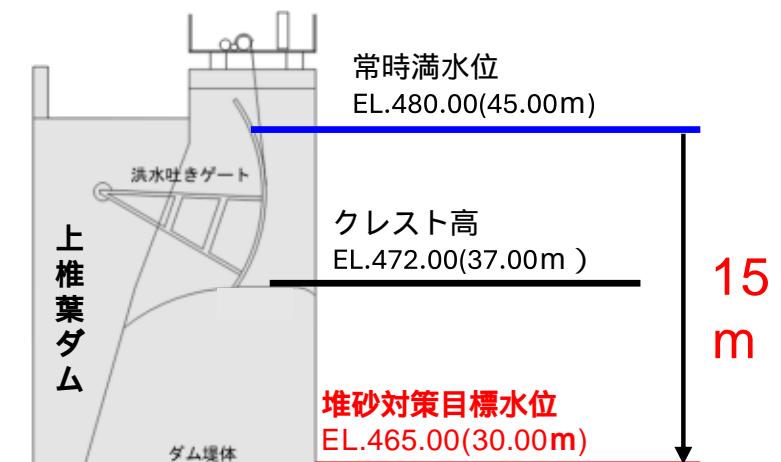
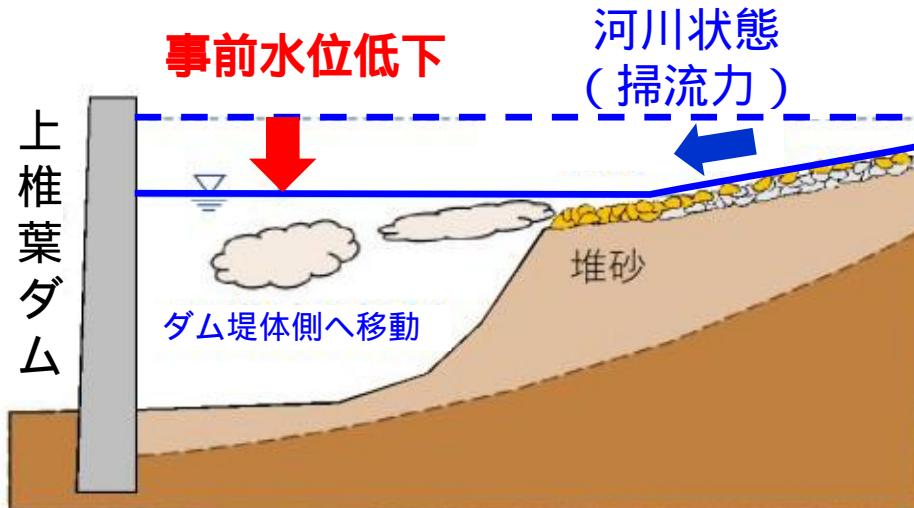
水位・自流により変動

【対応策】

水位低下に10日前後 を要する

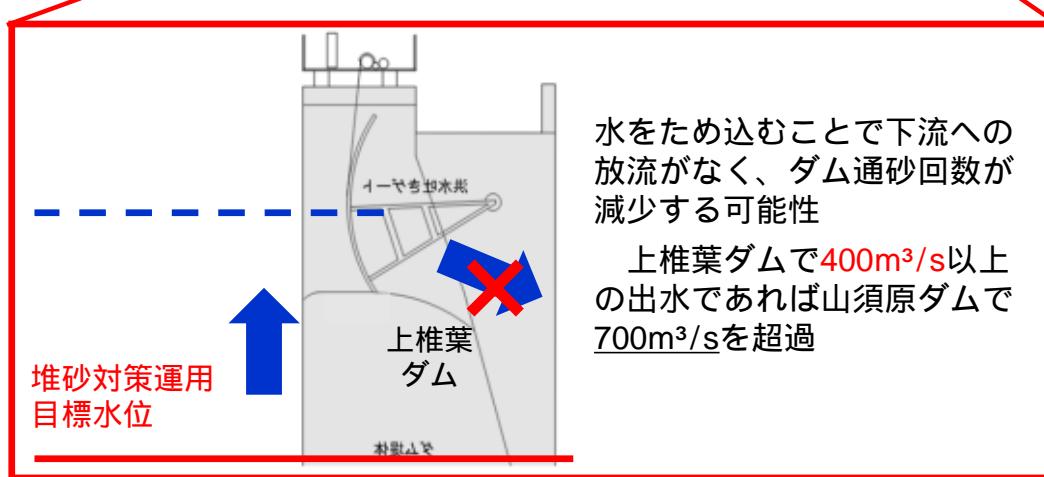
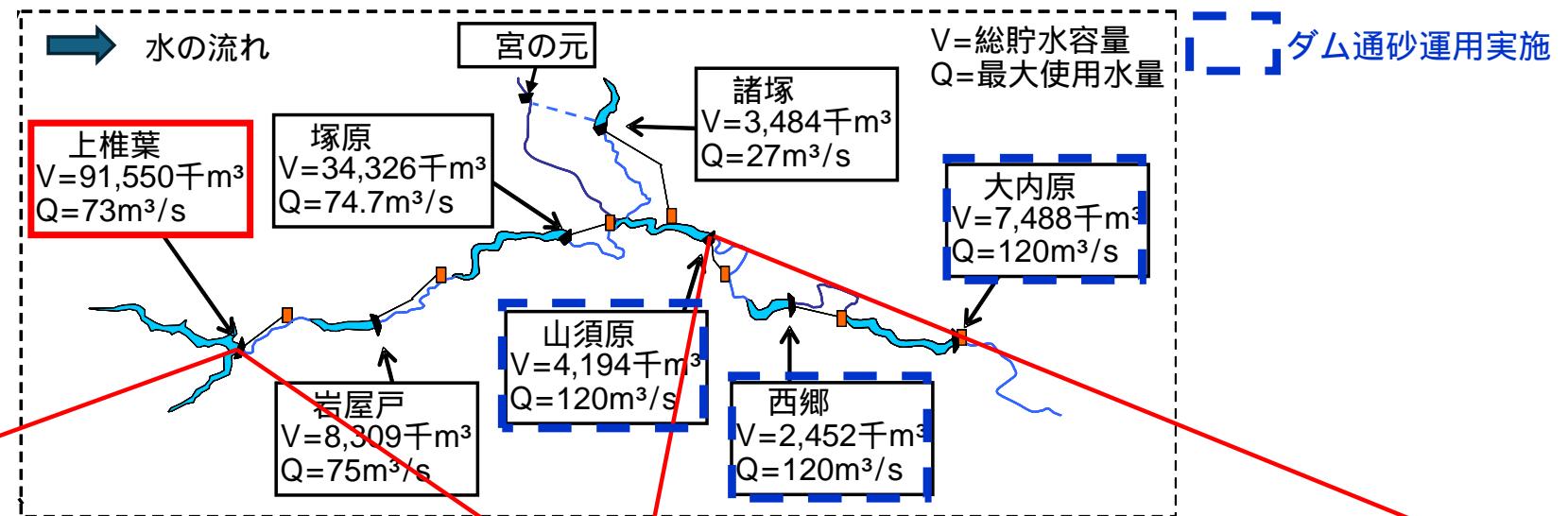
従来予測（3日前後）では低下完了不可能

長時間アンサンブル予測の活用

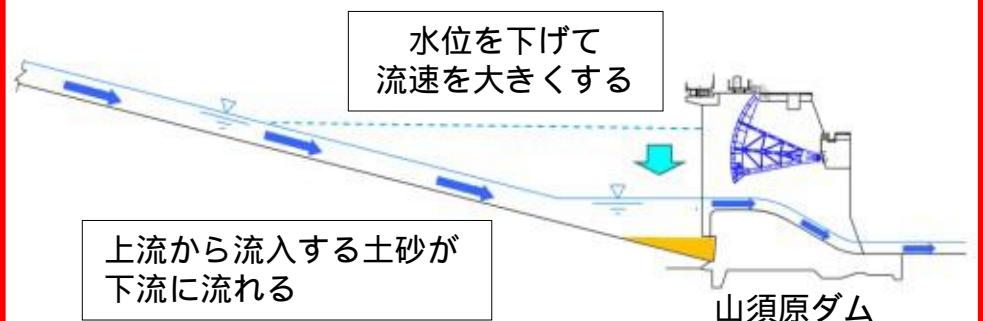


3. 上椎葉ダム堆砂対策対象流量

- ✓ 耳川水系では、山須原ダム、西郷ダム、大内原ダムにおいて、ダム通砂運用を実施
- ✓ ダム通砂運用については、山須原ダム地点で700m³/s以上の出水で実施
- ✓ 上椎葉ダム事前水位低下により、ダム通砂運用の回数が減少しないよう対象流量を設定
上椎葉ダム地点で400m³/s以上が予測される台風出水時に実施



ダム通砂について
山須原ダム流入量700m³/s以上の出水で実施



4. 上椎葉ダム堆砂対策運用方法

事前水位低下方法策定のため、2017～2024年の24台風を対象に予測日ごとのアンサンブル予測精度検証を実施

○ 中位予測（6～15位の平均） 最も精度が高い予測

- 的中率は、特に出水の約3.5日前以降は、的中率80%以上と精度の高い予測が可能
- 見逃し率は、出水の7～10日前で、約40～60%とやや見逃しのリスクが高い 目標水位まで低下不可？

○ 上位予測（1～3位の平均） 見逃しリスクを回避するための予測

- 空振り率は、全期間を通して、約20～50%と空振りのリスクが高い
- 見逃し率は、出水の7～10日前でも、概ね20%以下と早い段階から対象流量出水を予測可能

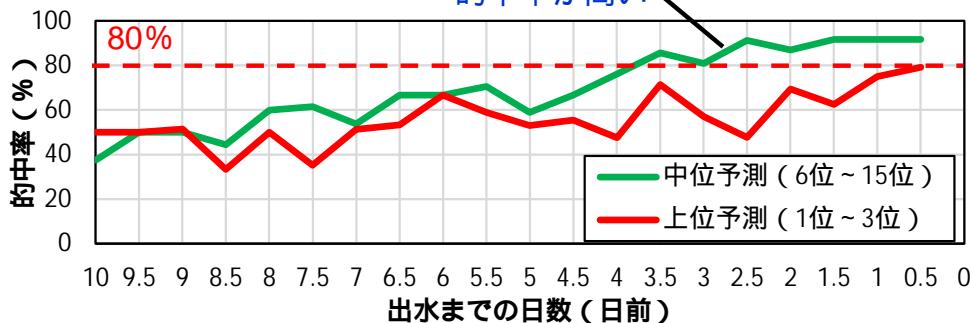


中位予測と上位予測を組み合わせた事前水位低下方法を策定

耳川流域においてもSIP 期で検討済み

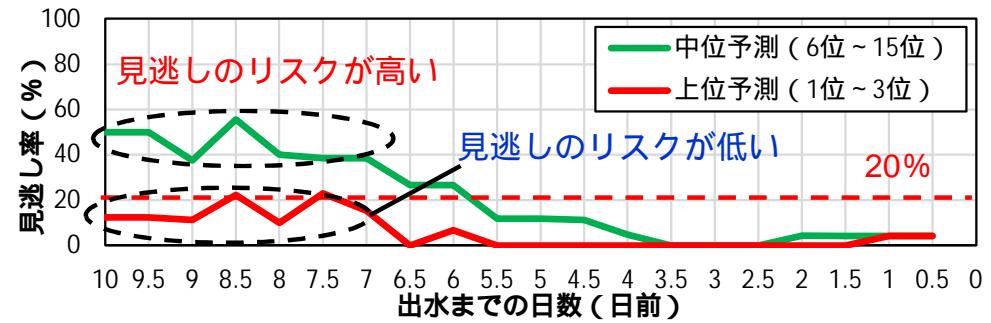
的中率

400m³/s未満or以下を的中させたケース/24出水
的中率が高い



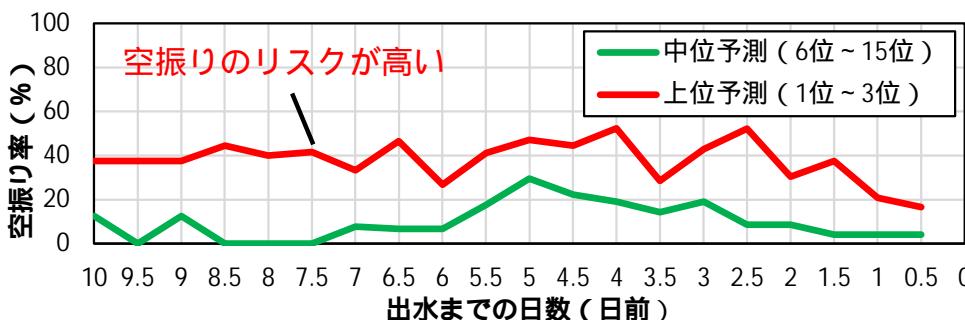
見逃し率

実績400m³/s以上、予測400m³/s未満のケース/24出水



空振り率

実績400m³/s未満、予測400m³/s以下のケース/24出水



		実績値	
		400m ³ /s未満	400m ³ /s以上
予測値	400m ³ /s未満	○ (的中)	× (見逃し)
	400m ³ /s以上	× (空振り)	○ (的中)

4. 上椎葉ダム堆砂対策運用方法

7

出発水位～濁水が発生しない下限水位まで（堆砂対策準備体制）

上位予測（1～3位）400m³/s以上が予測された場合、経済的運用により濁水が発生しない水位下限まで低下
上位予測選定理由

- ・出水の可能性を可能な限り早く捉えるため
- ・空振りしても、濁水は発生せず、経済的損失も小さい（経済的運用による水位低下のため）

濁水が発生しない下限水位～堆砂対策目標水位（EL.465m）まで（堆砂対策実施体制）

中位予測（6～15位）400m³/s以上が予測された場合、24時間フル発電により堆砂対策目標水位まで水位低下
中位予測選定理由

- ・空振りによる濁水発生のリスクがあるため、精度の高い中位予測を選定

堆砂対策運用方法イメージ

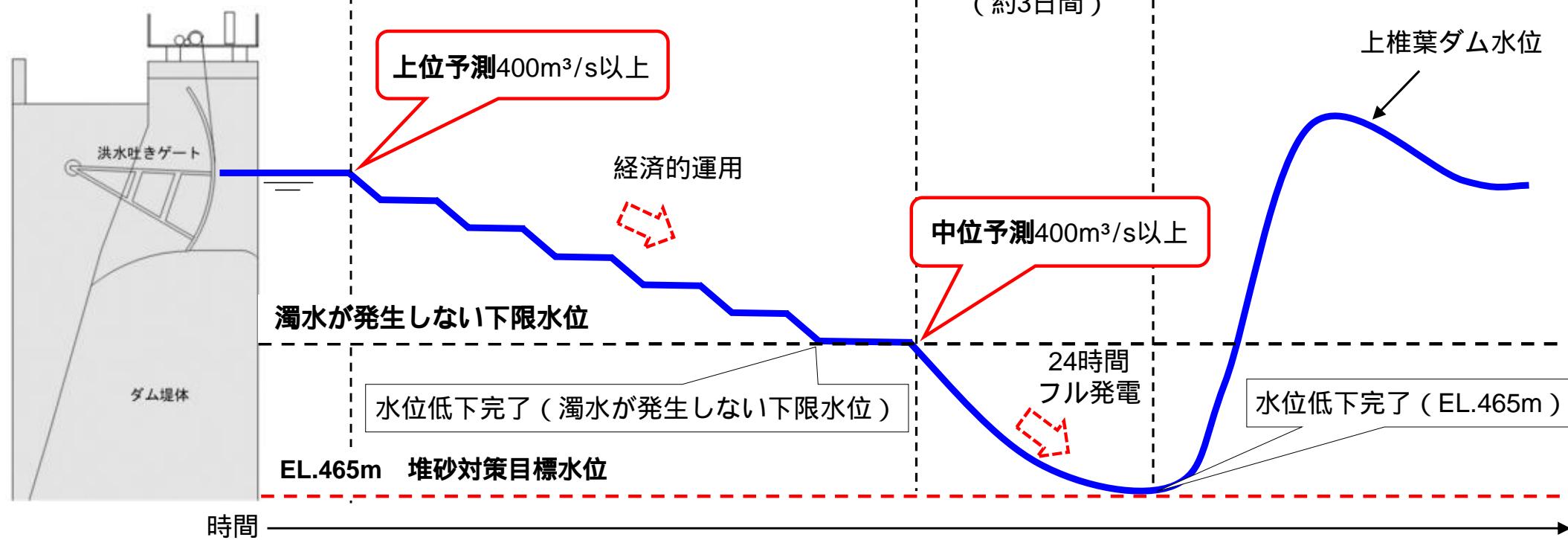
経済的運用

- ・可能な限り発電単価の高い時間帯に発電
- ・下流ダムでのゲート放流が発生しないように発電

堆砂対策準備体制

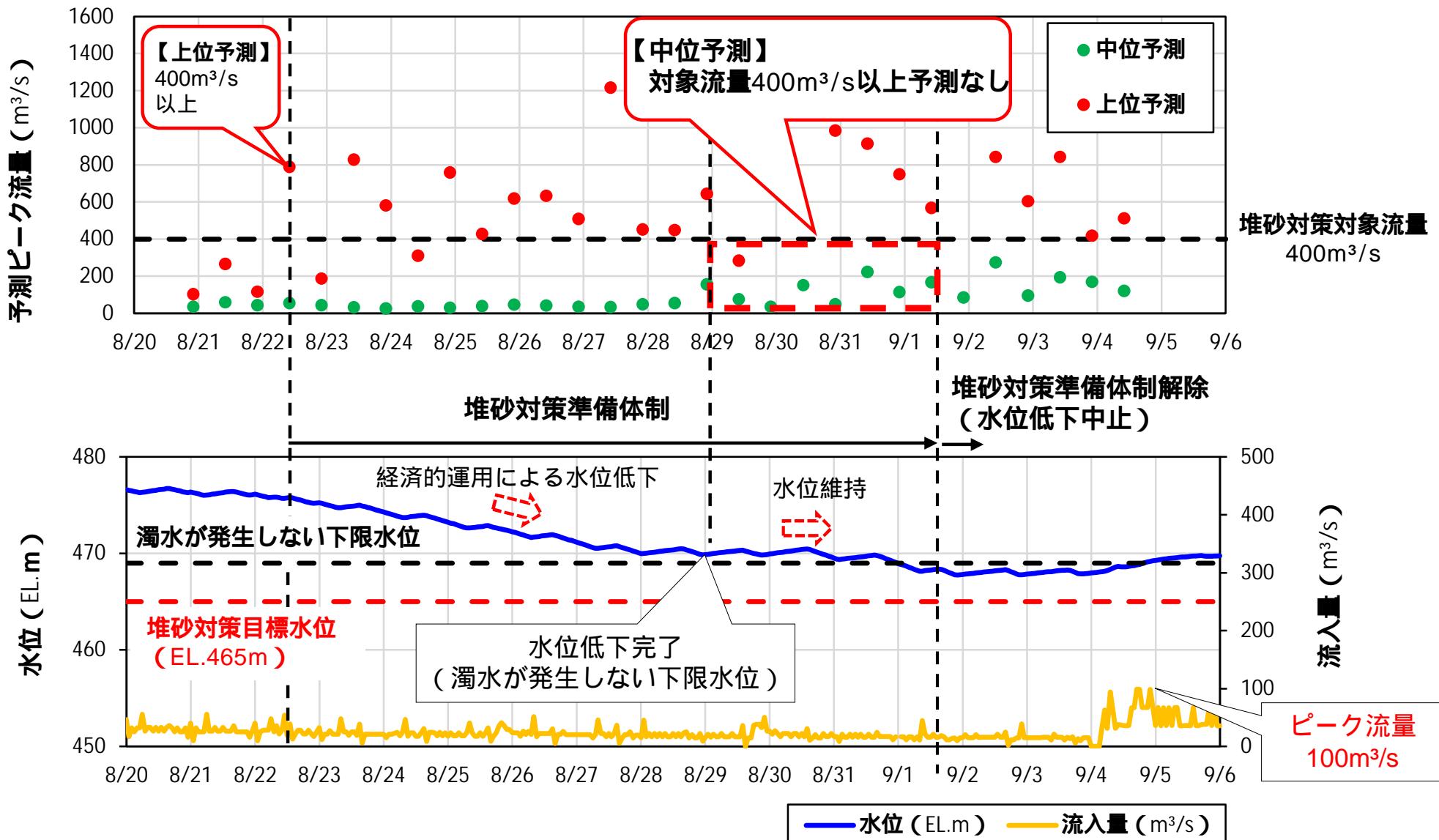
堆砂対策実施体制

（約3日間）



5. 上椎葉ダム堆砂対策運用実績

- ✓ 2025年度は、対象流量400m³/s以上の出水がなく、上椎葉ダム堆砂対策運用は未実施
- ✓ 台風15号時に堆砂対策準備体制入り
- ✓ 長時間アンサンブル予測のリードタイムの長さ、予測の幅（上位・中位）というメリットを活かし、出水の約13日前から水位低下の判断が可能



まとめ

- ✓ 予測日ごとのアンサンブル予測精度検証を実施
 - ・中位予測 特に、出水の約3.5日前以降は的中率80%以上と精度の高い予測が可能
 - ・上位予測 見逃し率が0~10日前を通して0~約20%と、早い段階から対象流量出水を予測可能
- ✓ 予測精度検証結果より、下記の通り上椎葉ダム堆砂対策運用方法を策定
 - 出発水位～濁水が発生しない下限水位まで（堆砂対策準備体制）**
上位予測400m³/s以上が予測された場合、経済的運用により濁水が発生しない水位まで低下
 - 濁水が発生しない下限水位～堆砂対策目標水位（EL.465m）まで（堆砂対策実施体制）**
中位予測400m³/s以上が予測された場合、24時間フル発電により堆砂対策目標水位まで水位低下
- ✓ 2025年度から、アンサンブル予測を活用した上椎葉ダム堆砂対策を実施中
- ✓ 長時間アンサンブル予測のリードタイムの長さ、予測の幅（上位・中位）というメリットを活かし、出水の約13日前から水位低下の判断が可能

今後の課題

- ✓ 今年度の運用による課題を抽出し、来年度以降、さらなる運用の高度化を目指す

研究報告 BRIDGE検討内容と 長時間アンサンブル降雨予測 実装にむけて

2025年11月17日
河川政策グループ 遠藤武志



目次

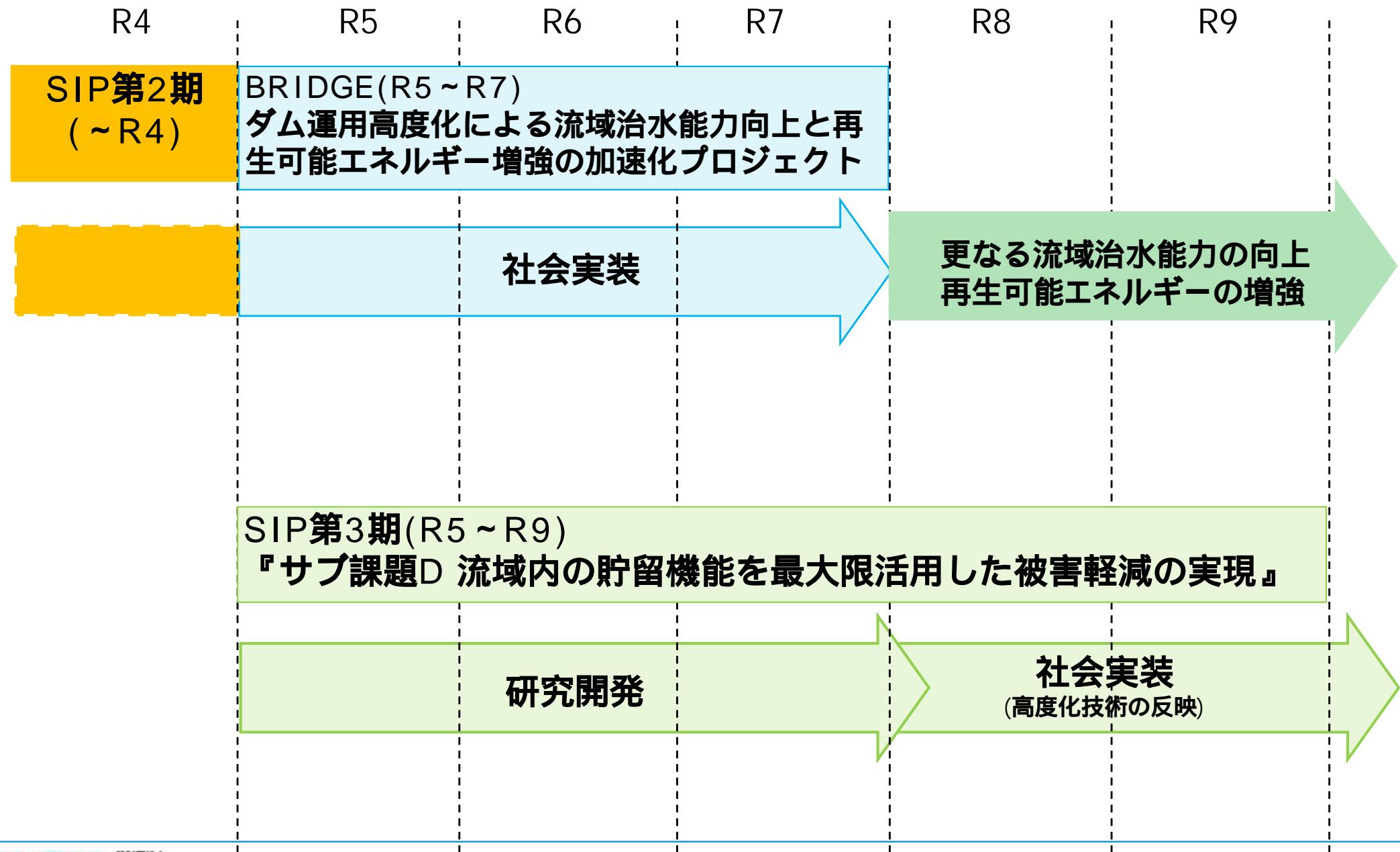
- BRIDGE検討内容
- 長時間アンサンブル予測活用のメリット
- 長時間アンサンブル予測の導入に向けて

BRIDGE検討内容

- ・社会実装に向けた取り組みスケジュール
- ・BRIDGE検討体制
- ・適用するフェーズを増やす
- ・適用するダムタイプを増やす
- ・適用のためのルール化

社会実装に向けた取り組みスケジュール

SIP第2・3期とBRIDGEの関係(ダム運用高度化のデマケーション)



BRIDGE検討体制

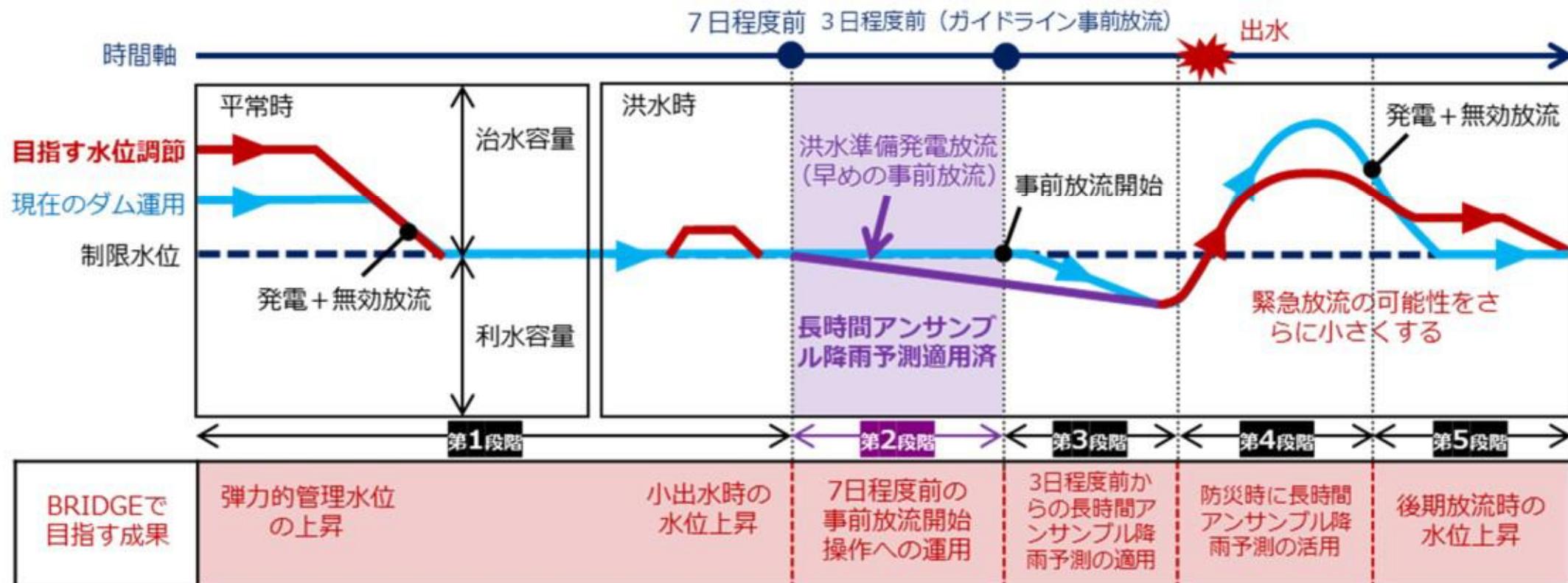
◆ 対象施策実施体制



【適用するフェーズを増やす】

SIP第2期で適用された第2段階から、さらに他の段階にアンサンブル予測を適用へ

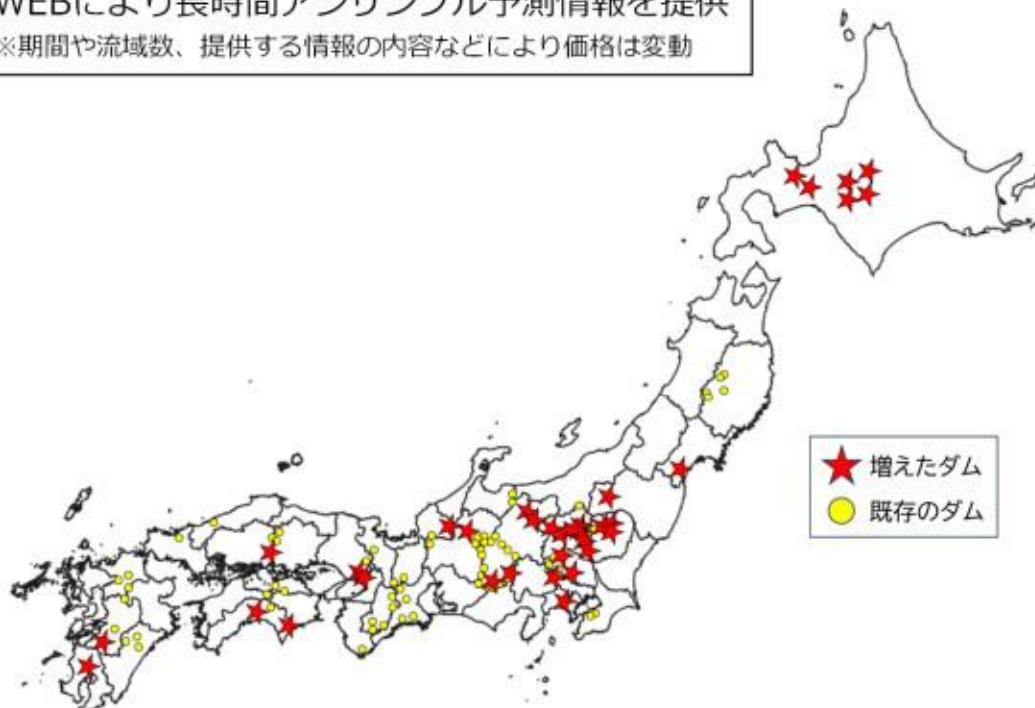
- 適用することにより、弾力的管理水位の上昇が可能になる
- 7日前から早期に事前放流を開始することが可能になり、治水容量の確保、発電放流による増電が可能になる
- 15日先が見えることにより、緊急放流や特別防災操作の判断材料が増える。
- 後期放流を発電による水位低下が可能になり増電になる



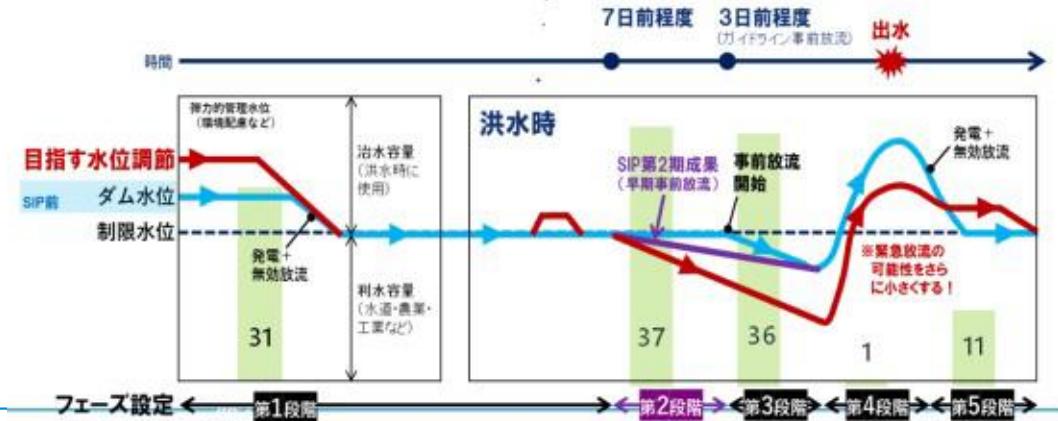
【適用するダムタイプを増やす】アンサンブル予測の社会実装状況(R7年度)

商用サービスは、1流域あたり10万円*/月で
WEBにより長時間アンサンブル予測情報を提供

*期間や流域数、提供する情報の内容などにより価格は変動



各段階シミュレーションケース数 (36ダム 116ケース)



長時間アンサンブル予測 導入ダム数43水系119ダム
(BRIDGE : 25水系49ダム増加)

地方	水系	SIP第2期導入ダム		BRIDGE導入ダム (R7年度導入[ダム])		合計
		数	ダム名	数	ダム名	
北海道	石狩川水系			6	豊平峡ダム、漁川ダム、新桂沢ダム、金山ダム、滝里ダム、夕張シーバロダム	7
	十勝川水系			1	糠平ダム	
東北	北上川水系	5	四十四田ダム、御所ダム、田瀬ダム、湯田ダム、胆沢ダム			8
	阿賀野川水系			1	滝ダム	
	名取川水系			1	釜房ダム	
	阿武隈川水系			1	三春ダム	
北陸	黒部川水系	2	黒部ダム、出し平ダム			6
	信濃川水系			2	裾花ダム、奥裾花ダム	
	庄川水系			1	御母衣ダム	
	九頭竜川水系			1	龍ヶ鼻ダム	
関東	利根川水系	1	南摩ダム	13	藤原ダム、相俣ダム、園原ダム、八ヶ塙ダム、矢木沢ダム、奈良保ダム、下久保ダム、草木ダム、湯西川ダム、五十里ダム、川俣ダム、川治ダム、品木ダム	22
	荒川水系	1	合角ダム	3	二瀬ダム、滝沢ダム、浦山ダム	
	相模川水系			1	宮ヶ瀬ダム	
	多摩川水系	1	小河内ダム			
	養老川水系	1	高滝ダム			
	小櫃川水系	1	龜山ダム			
	大井川水系	4	赤石ダム、烟窓第一ダム、井川ダム、長島ダム			
中部	天竜川水系	4	小浜ダム、佐久間ダム、新豊根ダム、水窪ダム	3	高遠ダム、松川ダム	31
	豊川水系	3	宇連ダム、大島ダム、設楽ダム			
	矢作川水系	2	矢作ダム、羽布ダム			
	庄内川水系	1	小里川ダム			
	木曽川水系	10	味噌川ダム、阿木川ダム、岩屋ダム、牧尾ダム、三浦ダム、丸山ダム、高根第一ダム、朝日ダム、徳山ダム、横山ダム			
	雲出川水系	1	君ヶ野ダム			
	櫛田川水系	1	蓮ダム			
	宮川水系	2	三瀬谷ダム、宮川ダム			
	新宮川(熊野川)水系	3	池原ダム、風屋ダム、二津野ダム	1	猿谷ダム	
近畿	紀ノ川水系			1	大滝ダム	16
	和歌山県	1	七川			
	淀川水系	8	高山ダム、青蓮寺ダム、比奈知ダム、室生ダム、布目ダム、川上ダム、日吉ダム一庫ダム			
	武庫川水系			2	青野ダム、千鶴ダム	
中国	高梁川水系	3	新成羽川ダム、黒鳥ダム、河本ダム	1	帝釈川ダム	6
	周布川水系	1	長見ダム			
	阿武川水系	1	佐々並川ダム			
四国	吉野川水系	4	富郷ダム、新宮ダム、柳瀬ダム、池田ダム	1	早明浦ダム	6
	奈半利川水系			1	魚梁瀬ダム	
	筑後川水系	6	寺内ダム、大山ダム、江川ダム、小石原川ダム、松原ダム、下筌ダム			
九州	嘉瀬川水系			2	北山ダム、嘉瀬川ダム	17
	山国川水系			1	耶馬溪ダム	
	耳川水系	3	上椎葉ダム、山須原ダム、大内原ダム			
	綠川水系			1	緑川ダム	
	球磨川水系			1	瀬戸石ダム	
	河内川水系			1	鶴田ダム	
	熊本県			1	氷川ダム	
	大淀川水系			1	岩瀬ダム	
	合計 43水系			70	49	119

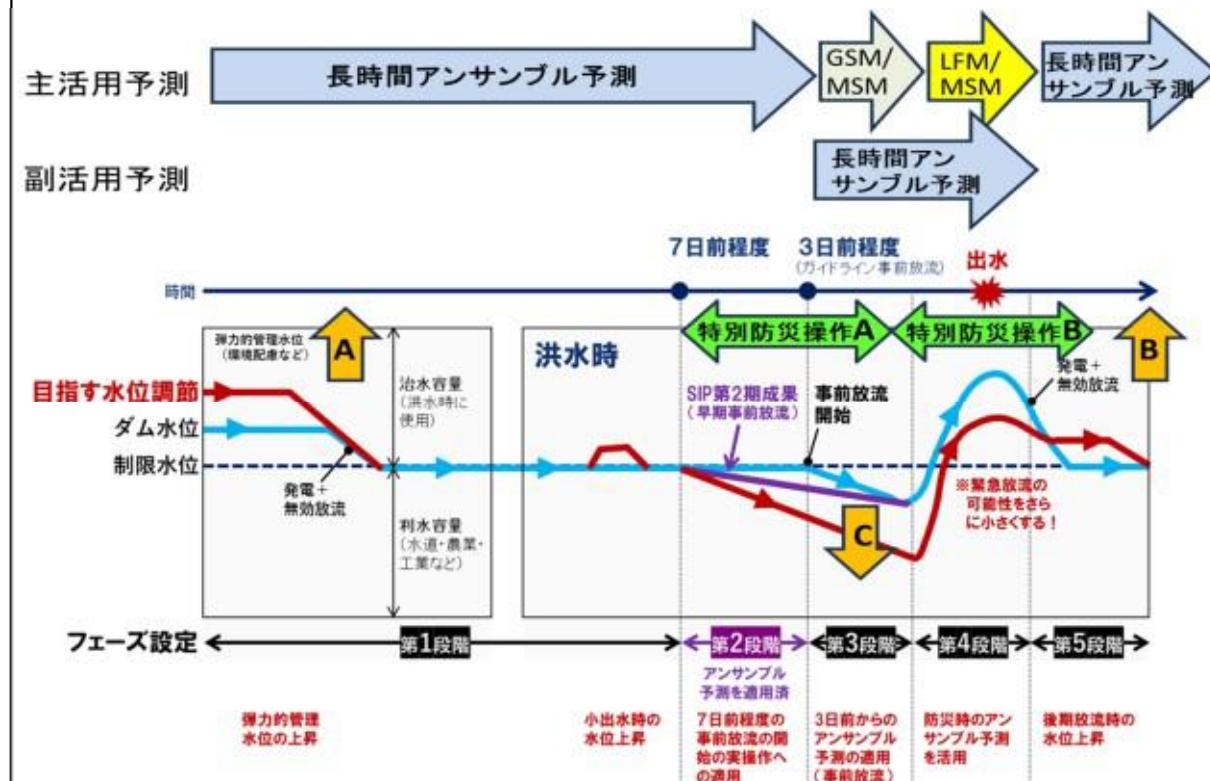
【適用のためのルール化】試行運用のためのダム操作ガイドライン（案）のポイント

(1)洪水調節容量を活用した水位運用高度化（弾力的管理の拡充・洪水に達しない流水の調節・洪水後期放流）（フェーズ1，5）

- ・平常時最高貯水位又は洪水貯留準備水位を超える水位を「活用水位」として設定
- ・活用水位は、洪水調節に支障を及ぼさないように洪水準備発電放流を含めた事前放流により放流が可能な容量を上限として設定
- ・発電放流設備能力に相当する量が流入するおそれがある場合には、洪水貯留準備水位と活用水位の間の「活用容量」に貯留した「活用貯留水」を、所定の時間までに放流
- ・活用水位による有効落差の増大により発電量を増加させ、活用貯留水の事前放流時にも最大限水力発電に活用

(2)利水容量を活用した水位運用高度化（洪水準備発電放流）（フェーズ2，3）

- ・長時間アンサンブル降雨予測を用いて、事前放流の実施判断を行う3日前より以前に基準降雨量を超過する降雨が予測される場合に「洪水準備発電放流」により、発電機を通じた増電を目的とする水位低下操作を実施
- ・基準降雨量の超過の有無については、長時間アンサンブル降雨予測の上位予測を参考とし、下位予測に基づき低下させる目標水位を設定することで空振りリスクを低減
- ・早期に事前放流を開始することにより、貯水池周辺斜面の地すべりの危険性等により、水位低下速度に制限があるダムにおいても確実に必要な水位まで低下することができる。



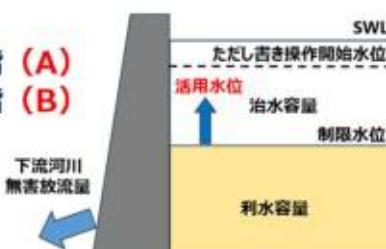
★ 長時間アンサンブル予測を活用し、どこまで事前放流で貯水位低下させるか？

第2,3段階の
事前放流の目標
水位 (C)



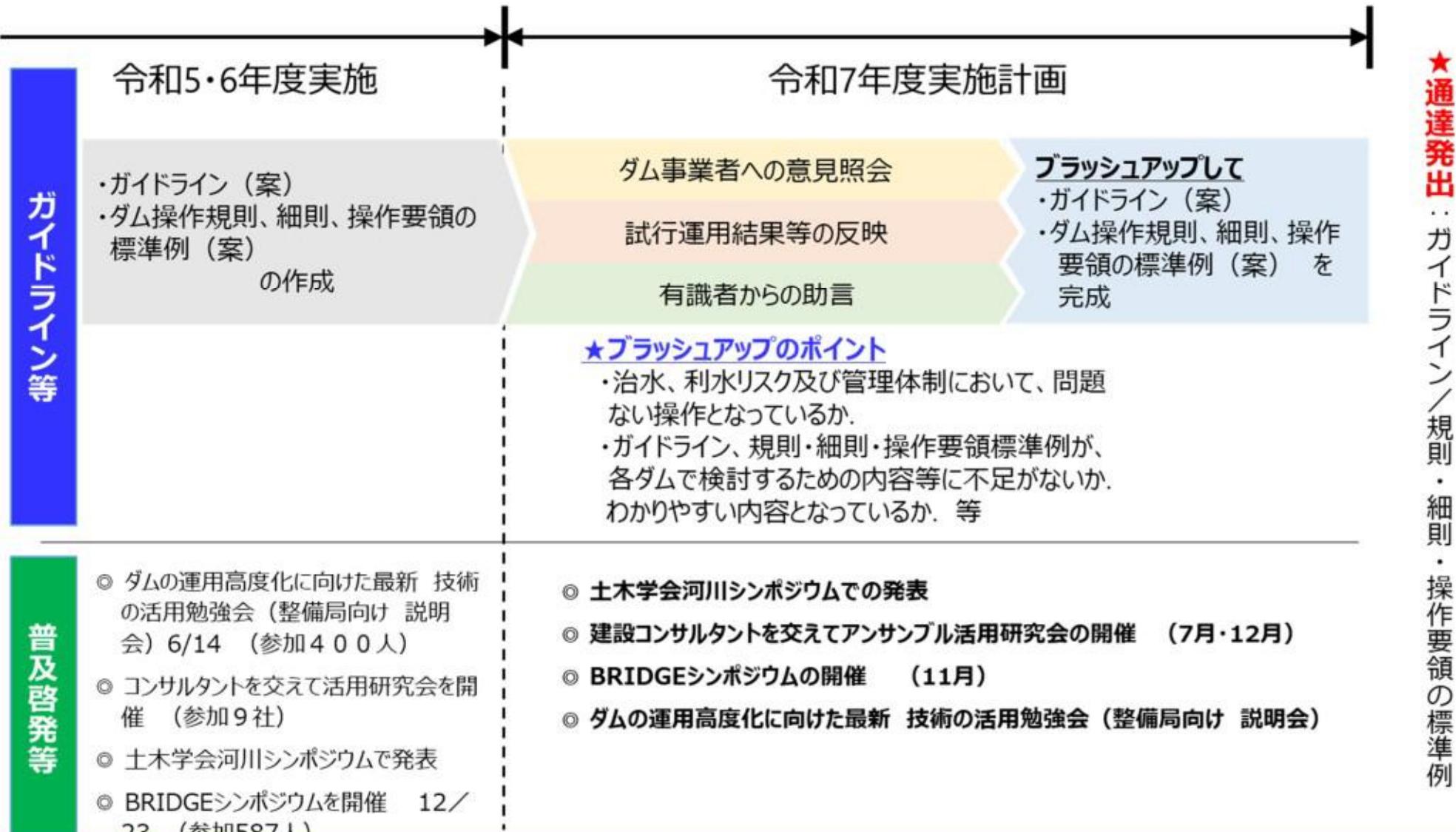
★ 長時間アンサンブル予測を活用し、どこまで活用容量を設定（許容）するか？

第1段階 (A)
第5段階 (B)



適用のためのルール化

- ダム事業者への意見照会、試験運用結果、有識者からの助言によりブラッシュアップし、ガイドライン（案）等を完成
- 今年度もシンポジウム開催等により普及啓発活動に努める

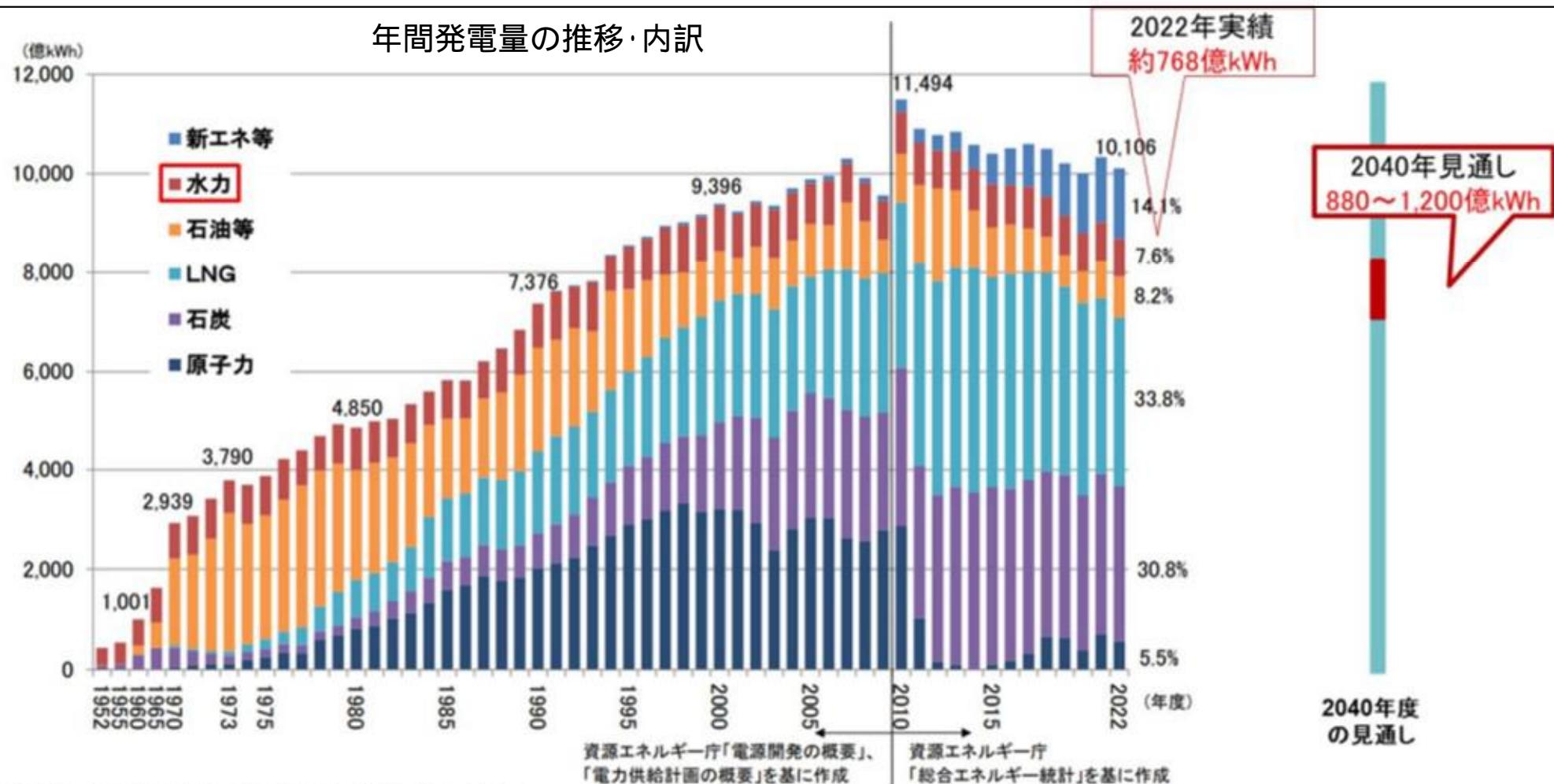


長時間アンサンブル予測活用のメリット

- ・治水安全性を確保した増電効果
- ・堆砂対策における排砂・通砂運用への活用
- ・情報を理解することで空振り・見逃しリスクの低減
- ・洪水体制について早期から見込みを立てられる
- ・地滑りにより日低下量が制限されている場合にも有効
- ・渇水対応にも雨が降らない期間の予測が有効

【増電】第7次エネルギー基本計画における2040年に向けた水力発電の政策の方向性

水力エネルギーを最大限活用するため、「流域総合水管理」の考え方も踏まえつつ、ダム・導水路等のインフラを所管する関係省庁と連携し、治水機能の強化と水力発電の促進を両立させるハイブリッドダムの取組として、**ダムの運用の高度化**、既設ダムの発電施設の新增設、ダム改造・多目的ダムの建設を推進し、発電量の増加を図る。



多目的ダムを含むシリーズ運用による増電

- 2025年度出水においても高度運用の効果が期待できることを確認
- 実運用より約 1 m 弱貯水を行い、下流ダム群のゲート放流量が実績に比べ減少
- 増電効果 = 【有効落差増】 0.15GWh + 【無効放流低減】 2.06GWh = 2.21GWh / 回

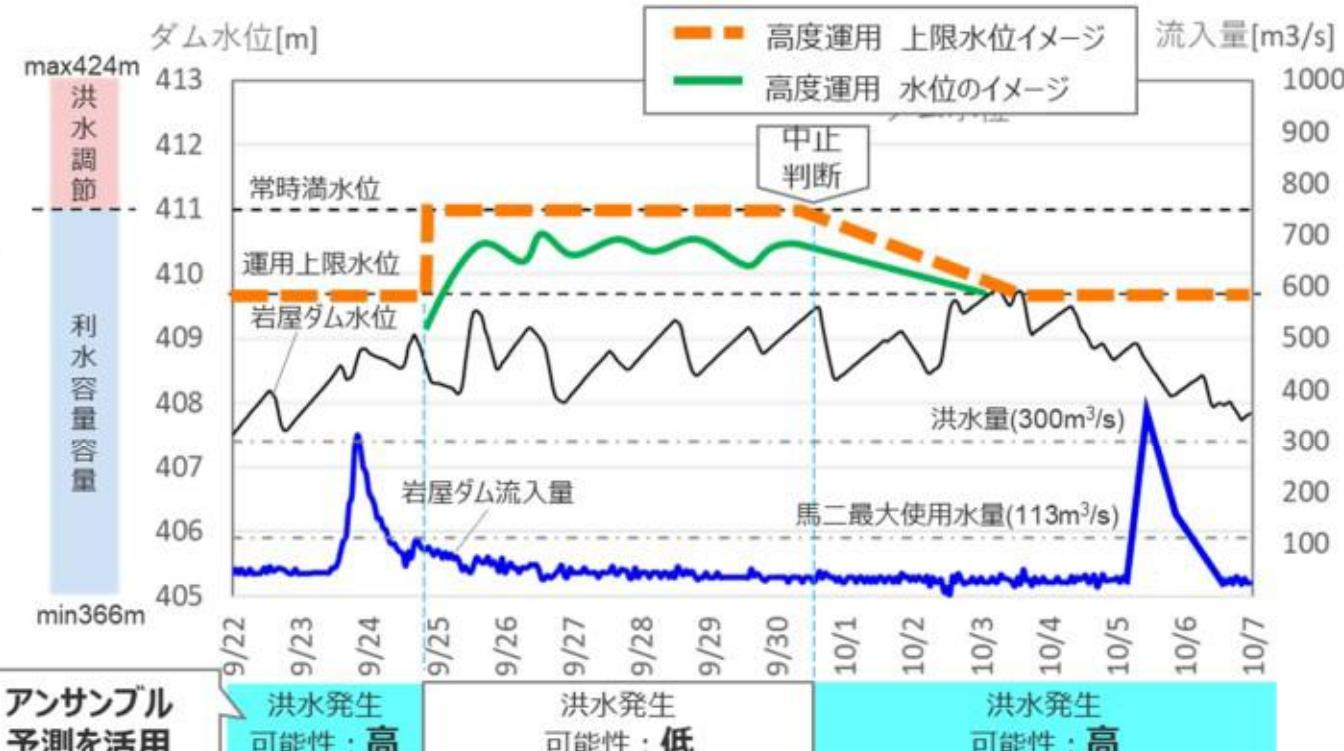
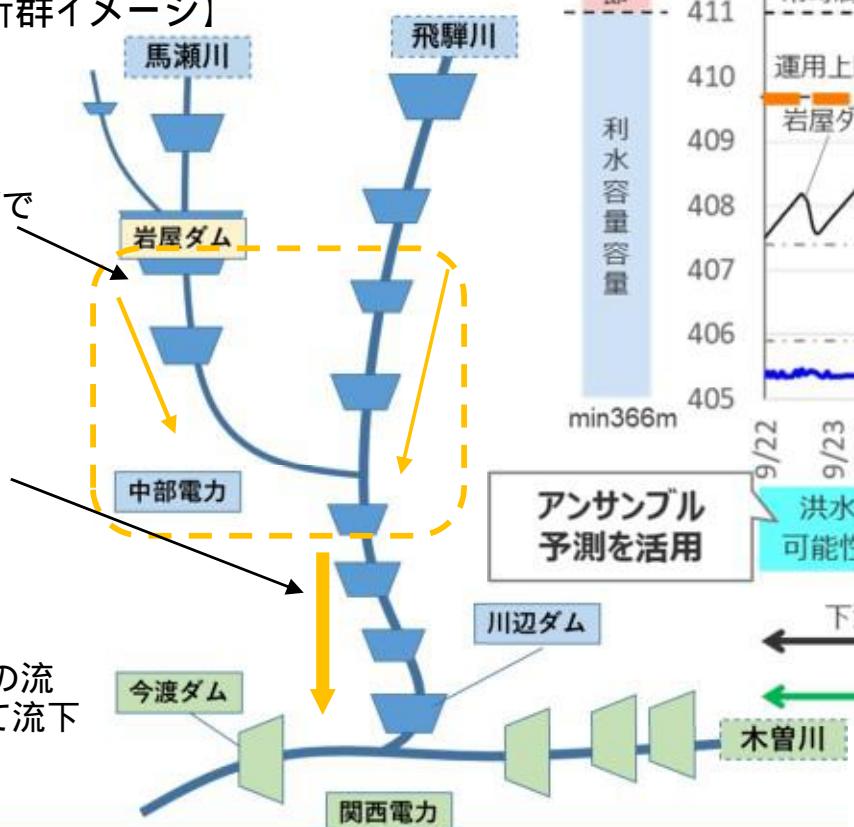
【貯水池の運用イメージ】

【下流の発電所群イメージ】

降雨後、
馬瀬川、飛騨川
ほぼ同じタイミングで
流量が増加

流量増加による
発電放流能力
以上の流量に

↓
発電放流能力以上の流
量は無効放流として流下



発電ダムによる事前放流 + 増電

- 紀伊半島に位置する新宮川水系においては、大規模水力発電ダムはあるものの、洪水調節を行うダムは皆無
- これまでも先進的に事前放流を実施してきたが、台風性の洪水が卓越し、長時間アンサンブル予測の活用に最適
- 台風が襲来しない場合は、貯水位の引き上げにより大きな増電も期待

新宮川水系の流域概要とダム群

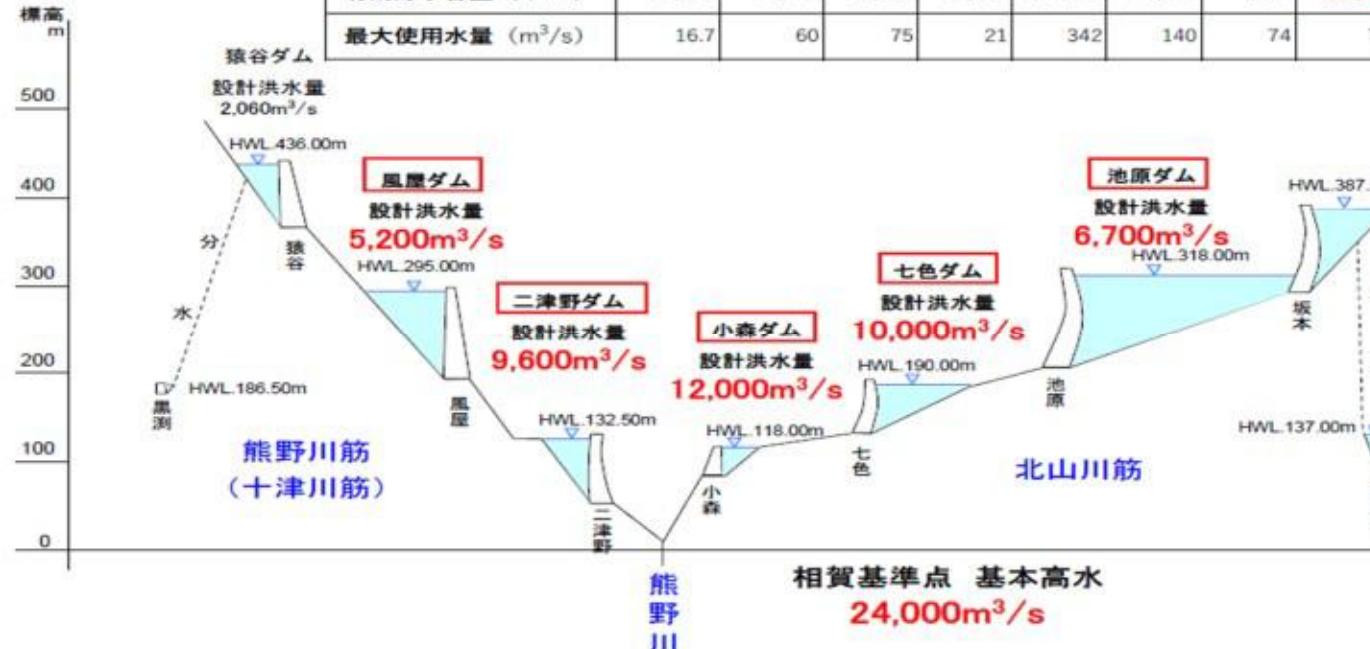


風屋ダム 電源開発(株)
新宮川
堤高101m 堤頂長
329m

池原ダム 電源開発(株)
新宮川
堤高111m 堤頂長
460m



ダム名	猿谷 (国交省)	風屋	二津野	坂本	池原	七色	小森	合計
総貯水容量 (千m ³)	23,300	130,000	43,000	87,000	338,373	61,300	9,700	692,673
有効貯水容量 (千m ³)	17,300	89,000	11,000	68,000	220,083	10,700	4,700	420,783
最大使用水量 (m ³ /s)	16.7	60	75	21	342	140	74	729



堆砂対策における排砂・通砂運用への活用

【対応策】

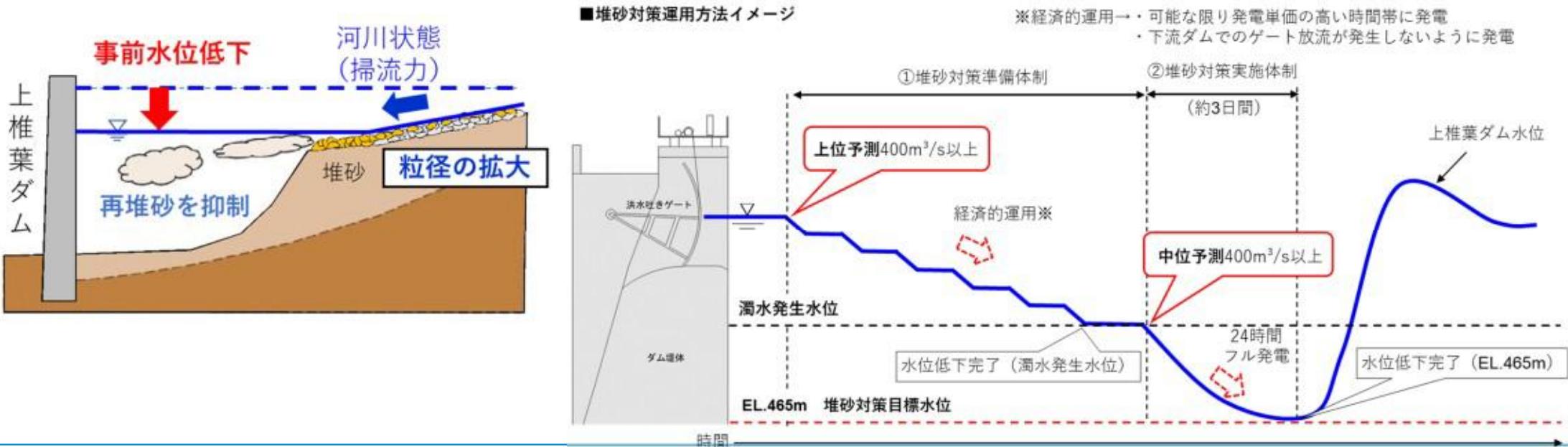
出水前に水位を低下させ、貯水池末端を河川状態にし、出水時の掃流力により細粒土砂をダム堤体側へ移動させることで運用水位の引き下げを目指す。

【堆砂対策運用における課題】

堆砂対策のための発電放流（最大 $73\text{m}^3/\text{s}$ ）により目標水位まで水位低下するには長い時間を見る
長時間アンサンブル予測の活用

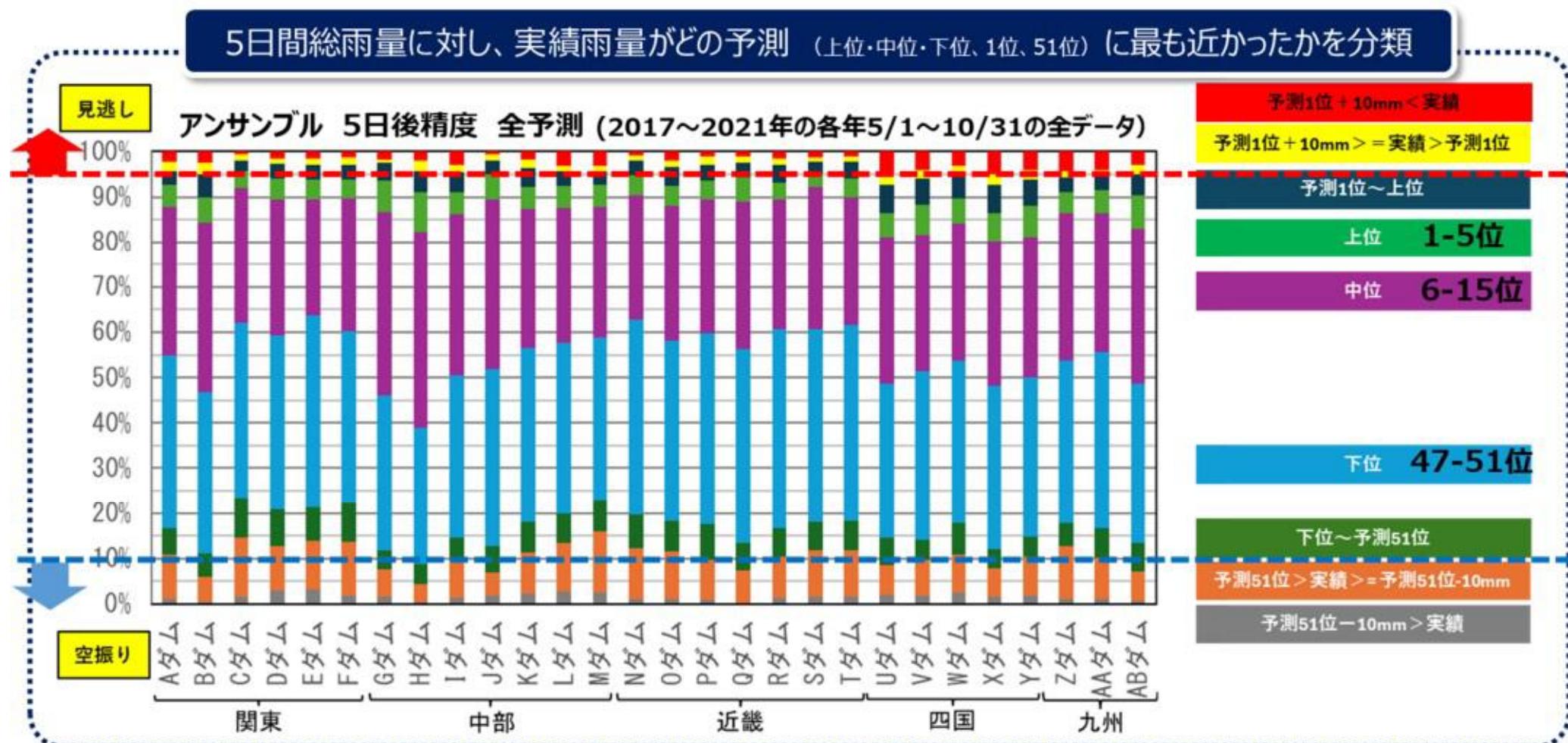
【予測日ごとのアンサンブル予測精度検証を実施】

- 中位予測 特に、出水の約3.5日前以降は的中率80%以上と精度の高い予測が可能
- 上位予測 見逃し率が0～10日前を通して0～約20%と、早い段階から出水可能性を予測可能



予測による空振り・見逃しリスクの低減

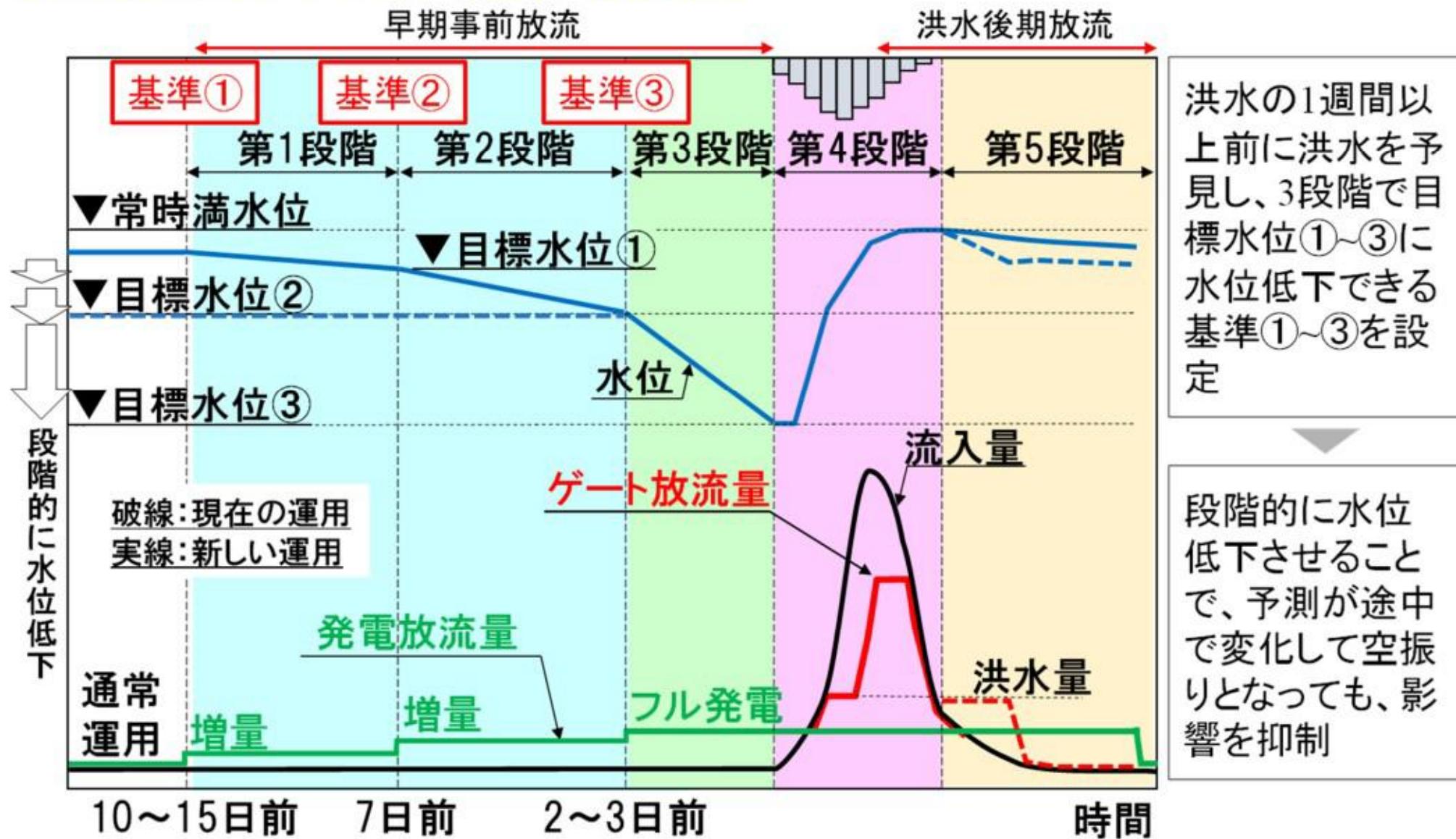
- 5日間総雨量で見ると下位予測または中位予測が実績雨量に近い
- 回復しない可能性がある過大予測(51位>実績)は概ね10%以下。その場合多くは51位-10mm以内であり、その影響(空振り)は限定的
- 見逃しとなる過小予測(実績>予測1位)は概ね5%以下



出典:木谷和大他:長時間アンサンブル降雨予測による事前放流の早期開始判断と回復可能性の検証, 河川技術論文集, 第29巻に加筆

予測による空振り・見逃しリスクの低減

3段階の基準による早期事前放流



洪水体制について早期から見込みを立てられる

長時間アンサンブル予測活用により、洪水がいつ来るのか、空振りになる可能性があるのか判断の為に貴重な情報となる。

- 長時間アンサンブル予測活用することにより、夏期休暇の時期に防災体制に入る可能性が高いことが台風7号発生前から把握でき、要員確保等の準備が可能になる。
- 進路予測が変わるものとの、続けて台風10号が接近する可能性があることも長時間アンサンブル降雨予測を見ることにより把握でき、台風10号も見据えた準備が可能になる。

2024.8

日	月	火	水	木	金	土
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

台風発生

台風第7号

注意体制

台風発生

台風第10号

体制可能性あり

台風第10号

注意体制

The diagram illustrates the timeline of two typhoons in August 2024. Typhoon 7 is shown moving from August 13 to 17, with '台風発生' (Typhoon Occurrence) on August 13 and '注意体制' (Alert Preparations) spanning the period. Typhoon 10 is shown moving from August 25 to 31, with '台風発生' (Typhoon Occurrence) on August 25 and '注意体制' (Alert Preparations) spanning the period. Specific days are marked with '体制可能性あり' (Preparedness Possible): August 8, 29, and 30.

洪水体制について早期から見込みを立てられる

2024台風第7号

台風第7号の位置から8月16日(金)1時に注意体制

•8月16日(金)16時に流入量100m³/s超過。

21時の48時間累積雨量は99mm。

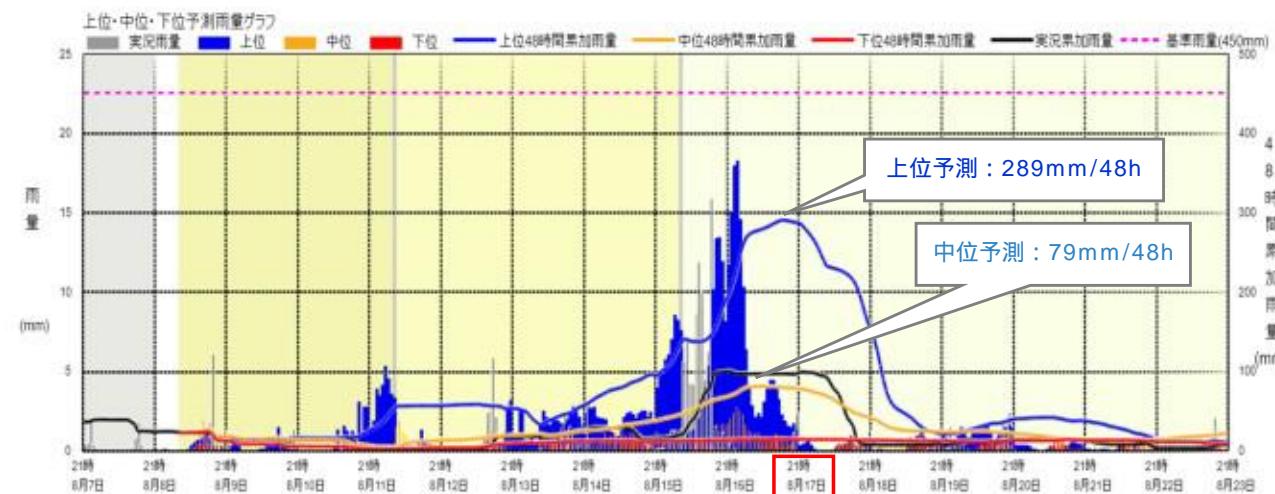
【長時間アンサンブル降雨予測】

•台風第7号発生前の8月9日(金)時点で、8日後の8月17日(土)16時に上位予測で289mm/48h、中位予測で79mm/48hが示され、防災体制に入る可能性が高いことが示唆された。

夏期休暇の時期に防災体制に入る可能性があることが、約1週間前に把握できる



長時間アンサンブル予測【Fダム流域】 2024年08月09日05時更新 (過去データ表示中 予測初期時刻: 2024年08月08日21時)



洪水体制について早期から見込みを立てられる

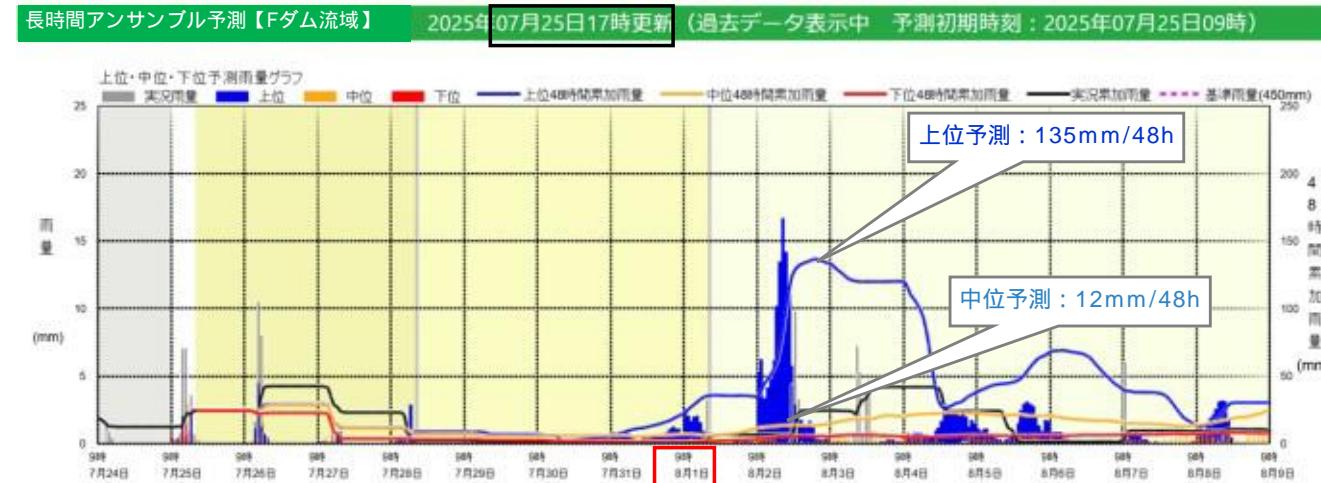
2025台風第9号

台風第9号の影響により8月1日(金)8時30分に注意体制

- 8月1日の流入量 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下。翌8月2日(土)7時に体制の解除

【長時間アンサンブル降雨予測】

- 7月25日(金)9��点で、10日後の8月3日4時に上位予測で $135 \text{ mm}/48\text{h}$ 、中位予測で $12 \text{ mm}/48\text{h}$ が示され、防災体制に入る可能性はあるが不確定要素があることが示唆された。



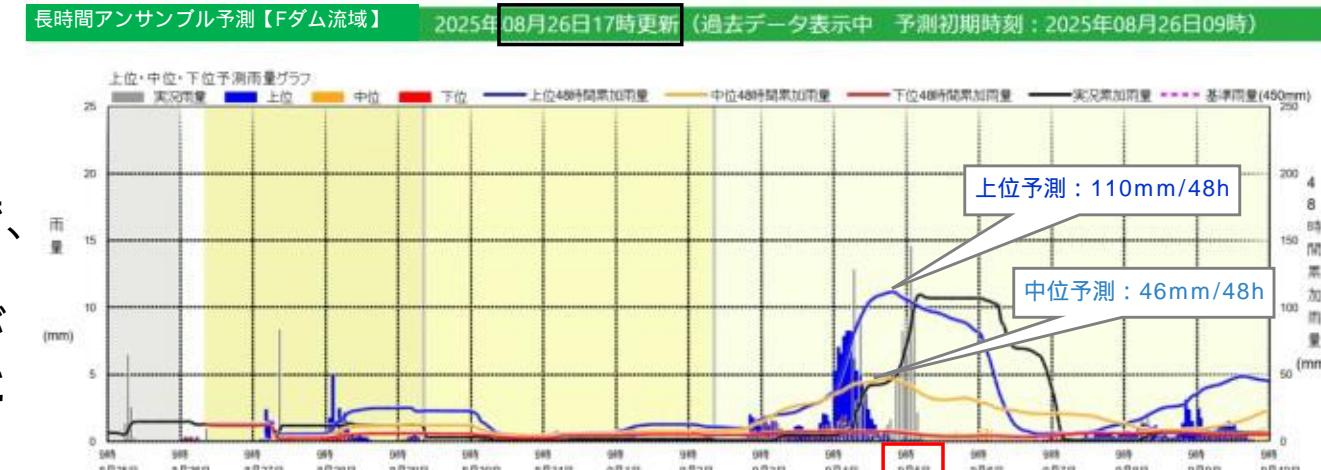
2025台風第15号

台風第15号の影響により9月5日(金)7時に注意体制

- 9月5日(金)13時に流入量 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 超過。13時の48時間累積雨量は 109 mm 。

【長時間アンサンブル降雨予測】

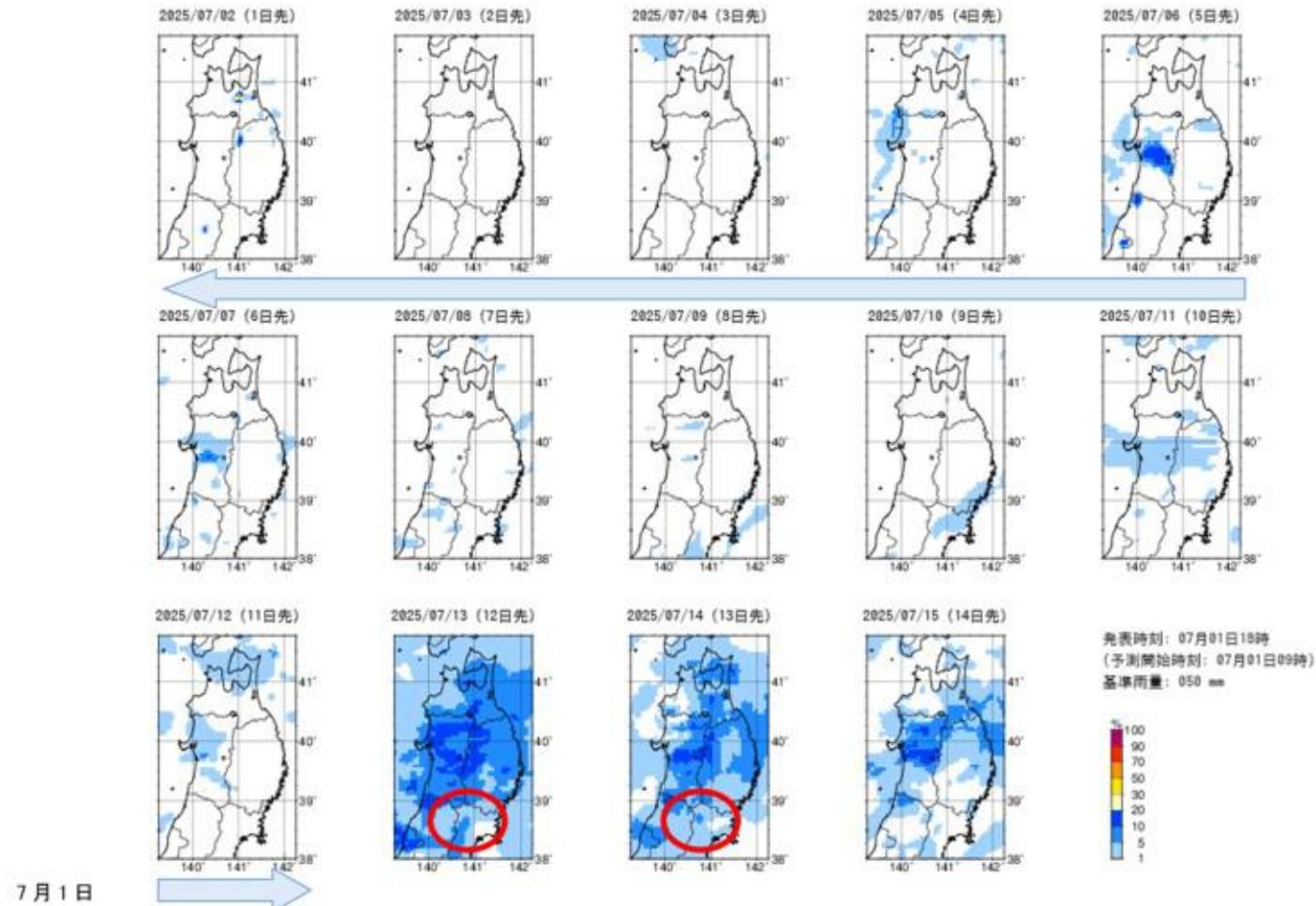
- 台風第15号発生前の8月26日(火)9��点で、10日後の9月5日3時に上位予測で $110 \text{ mm}/48\text{h}$ 、中位予測で $46 \text{ mm}/48\text{h}$ が示され、防災体制に入る可能性が高いことが示唆された。



渇水時の活用について

今年の夏は、東北地方（鳴子ダム、胆沢ダムなど）や新潟県（正善寺ダム、早出川ダムなど）で渇水が発生しました。これは、水資源の管理において重要な課題となっています。

「長期間アンサンブル降雨予測」を使うことにより、降雨が当面期待できない期間や、数週間先の降雨の可能性がある時期を定量的に把握できます。



長時間アンサンブル予測の導入に向けて

- 長時間アンサンブル降雨予測を導入する理由
- 予測雨量について
- 活用レベルのステップアップ
- 長時間アンサンブル降雨予測の実装のために必要なこと

- 科学的にサポートされた支援ツールが使える。
- 洪水がいつ頃来るのが分かると、弾力的管理水位の上昇が可能になる。
- 7日前から早期に事前放流を開始することが可能になり、治水容量の確保、発電放流による増電が可能になる
- 15日先が見えることにより、緊急放流や特別防災操作の判断材料が増える。後期放流時に、発電による水位低下・増電が可能になる。水位低下制限のあるダムに有効
- 事前放流を強化すべきか？ 空振りになりそうか？ が早期に見える。
- 堆砂対策における排砂・通砂運用への活用
- 渇水対応にも雨が降らない期間の予測が有効



整備局・事務所・管理所の体制の負担軽減に

予測雨量について

- 事前放流で使っている、MSMガイダンスは39時間、GMSガイダンス予測は84時間
- 長時間アンサンブル降雨予測は、15日間（360時間）の5kmメッシュの1時間雨量が入手できる事により、GMS等と同様に流出計算が可能になる。

■ 降雨予測情報の仕様

項目	実況	予測				
	解析雨量	JWAアンサンブル	MEPS	MSM-G-AI	GSM-G-AI	GEPS
メッシュサイズ	1km	5km	5km	5km	5km	40km
雨量値	1時間雨量	1時間雨量	3時間雨量	1時間雨量	1時間雨量	3時間雨量
更新間隔	1時間	12時間	6時間	3時間	6時間	12時間
予測時間長	–	15日間	39時間	39時間	84時間	11日間
メンバー数	1	51	21	1	1	51

出典：アンサンブル降雨予測情報操作マニュアル 2022年4月 一般財団法人日本気象協会

活用レベルのステップアップ

長時間アンサンブル予測活用により、洪水がいつ来るのか、空振りになる可能性があるのか判断の為に貴重な情報となる。まずは、活用レベルの2を目指し、予測雨量を使ってダム流入量を予測し試行を行い実装を目指しましょう。

ダム管理所における長時間アンサンブル降雨予測システムの活用レベル及び活用した操作の例

活用レベル	概要	具体例
活用レベル 1	1週間以上先の降雨開始や総雨量を把握している	<ul style="list-style-type: none">ダム管理所で長時間アンサンブル降雨予測を見られる環境になっており、降雨開始は○日先、総雨量は○mmと予測されていることを把握している
活用レベル 2	洪水対応の防災体制確保に利用している	<ul style="list-style-type: none">現状では「三連休の金曜日の予報では台風による雨域がかかりそうだ。何mm降るかわからないが、月曜日から人員を確保しよう」としていたところ、長時間アンサンブル降雨予測を活用すると「月曜日の降雨は○mm程度のため連絡体制で十分だ、または、○mm降るため防災体制を確保しよう」という判断が可能になる
活用レベル 3	予測雨量を使ってダム流入量を予測してみる段階	<ul style="list-style-type: none">GSM、MSMで降雨が予測される前から長時間アンサンブル降雨予測で流入量を予測しているGSM、MSMの予測と長時間アンサンブル降雨予測の両方で流入量予測をして、比較している
活用レベル 4	予測雨量を使ってダムを操作（判断） 数値シミュレーション段階	<ul style="list-style-type: none">予測雨量を使ってダム操作の効果を確認する既往出水の事後検証（数値解析）により、既往操作と長時間アンサンブル降雨予測を使ったダム操作の比較を行い、ダム操作の効果を確認する事後検証を踏まえた、導入に向けての留意点や課題の整理
活用レベル 5	予測雨量を使ってダムを操作（判断） 試行段階	<ul style="list-style-type: none">ダム操作の試行に向けての関係者との調整、ダム操作の試行
活用レベル 6	予測雨量を使ってダムを操作（判断） 実装段階	<ul style="list-style-type: none">試行により確認できた課題抽出・対応を検討しガイドラインへ反映。ガイドラインを展開し、運用開始

活用
レベ
ル2

長時間アンサンブル予測技術の実装のために必要なこと

アンサンブル降雨予測を用いたダムの運用の高度化を実装するためには、

1. アンサンブル降雨予測情報の入手

その情報をもとに、

2. どのようにダム操作を行うかの検討

ガイドライン(案)による検討を事前に行なったうえで、

3. 具体的な操作ルール(実施要領など)への反映

まで行う必要がある



長期アンサンブル予測技術のダム管理への実装（特に2.3.）について関心のある整備局、ダム管理所、建設事務所の方はBRIDGE事務局のJICEまでお問い合わせください。

ご清聴ありがとうございました