

研究報告 BRIDGE検討内容の概要

2024年12月23日
河川政策グループ 遠藤武志

JICE 一般財団法人
国土技術研究センター
Japan Institute of Country-ology and Engineering

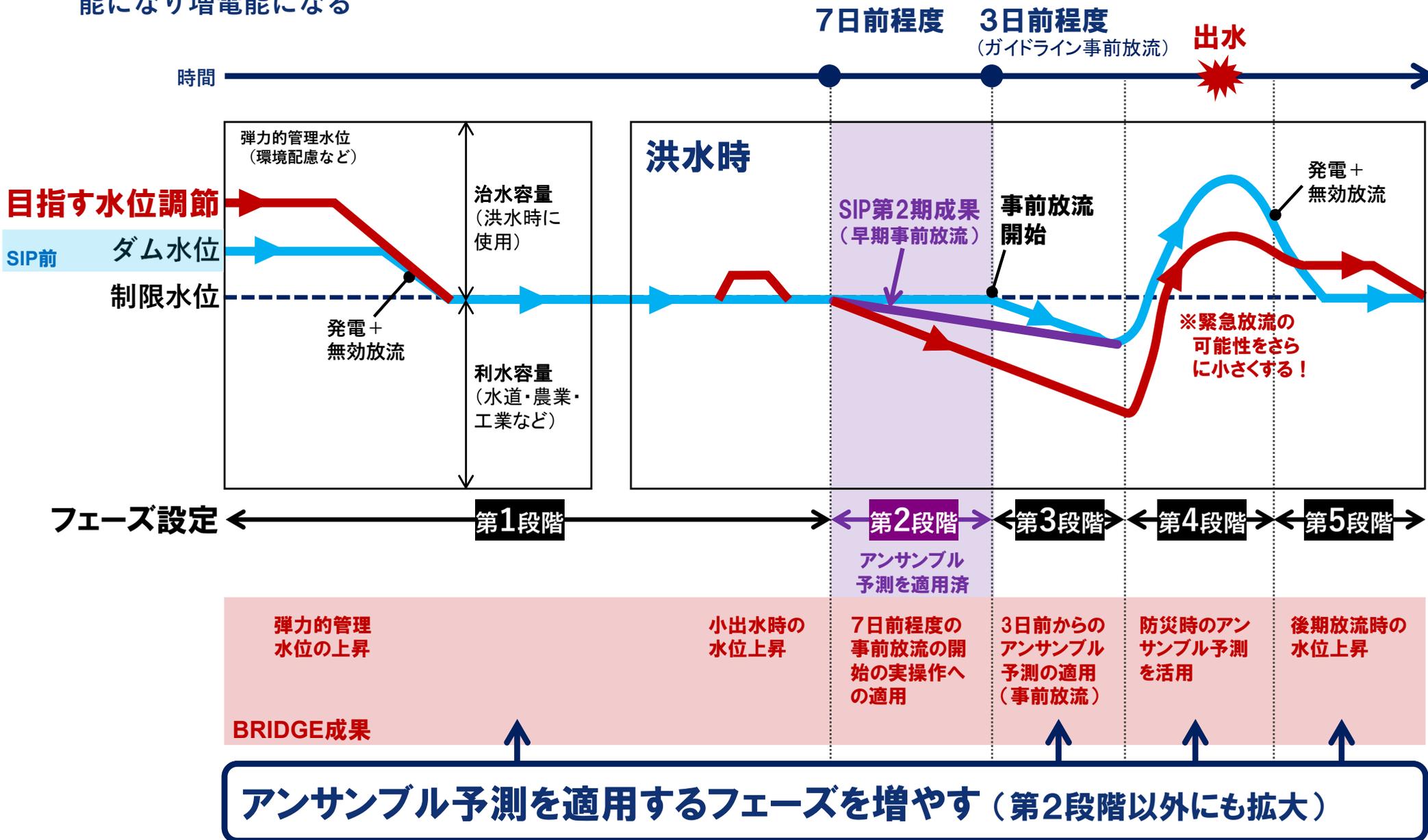
目次

- 研究概要
- 長時間アンサンブル予測活用のダム管理でのメリット
- BRIDGE検討内容
- 長時間アンサンブル予測の導入に向けて

BRIDGE研究概要

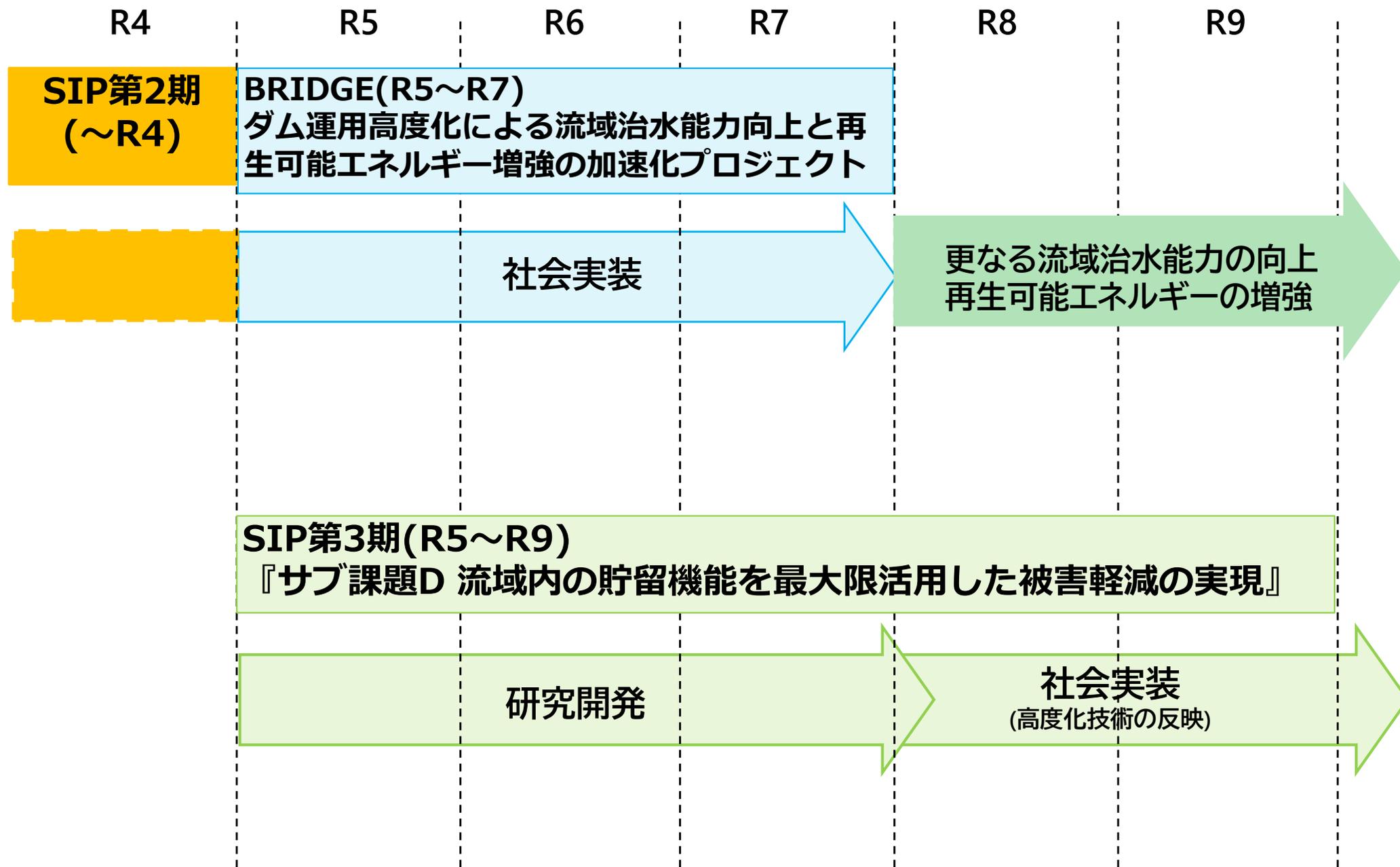
SIP第2期で適用された第2段階から、さらに他の段階にアンサンブル予測を適用へ

- 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能になる



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)



長時間アンサンブル予測活用 のダム管理でのメリット

洪水体制について早期から見込みを立てられる

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。

- ✓ 台風7号では、夏期休暇の時期に体制の可能性が長時間アンサンブル予測活用することにより事前(台風が発生する前)に準備が可能になる。
- ✓ 台風10号では、進路予測が変わる状態で、長時間アンサンブル予測活用により事前に準備が可能になる。

8 August

2024



台風7号について

29ダム

洪水調節(事前放流を含む)を実施

29ダム

29ダムうち、事前放流の基準に達したダム

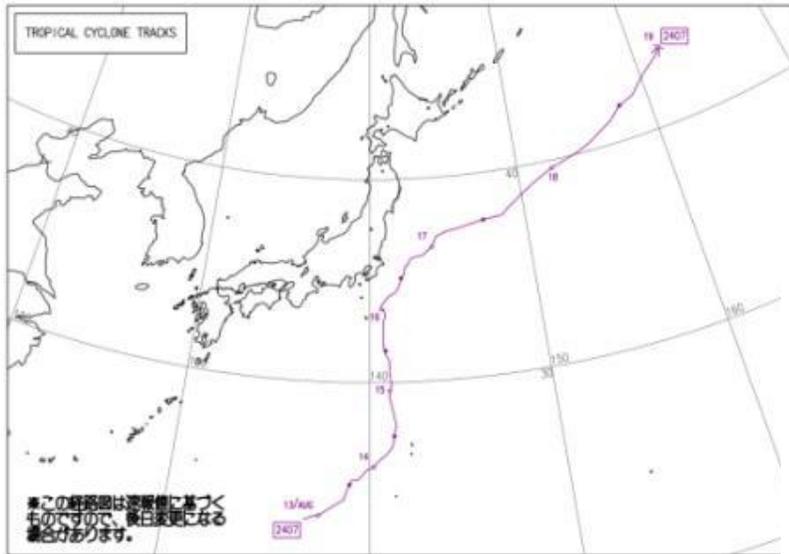
6ダム

事前放流を実施6ダム(古谷、小山、高滝、矢那川、奥野)(うち利水ダム1ダム(東))

23ダム

すでに事前放流の容量を確保(うち利水ダム8ダム)

2024年8月16日に最接近



出典：気象庁資料

JWA台風確率予測 [2024/08/12 21h, 熱低ID:TC2408]



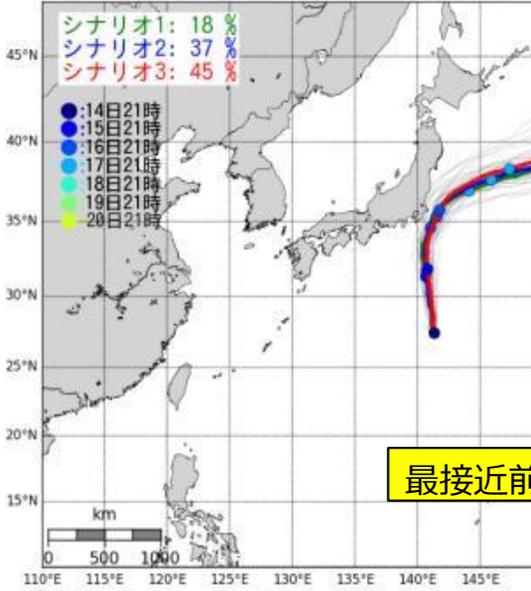
最接近3日前の朝

JWA台風確率予測 [2024/08/13 21h, 台風第07号]



最接近2日前の朝

JWA台風確率予測 [2024/08/14 21h, 台風第07号]



最接近前日の朝

- ✓ アンサンブル51メンバーによる台風経路
- ✓ 3日前から概ねコースを正しく予測
- ✓ ぎりぎり上陸しない結果となった

洪水体制について早期から見込みを立てられる

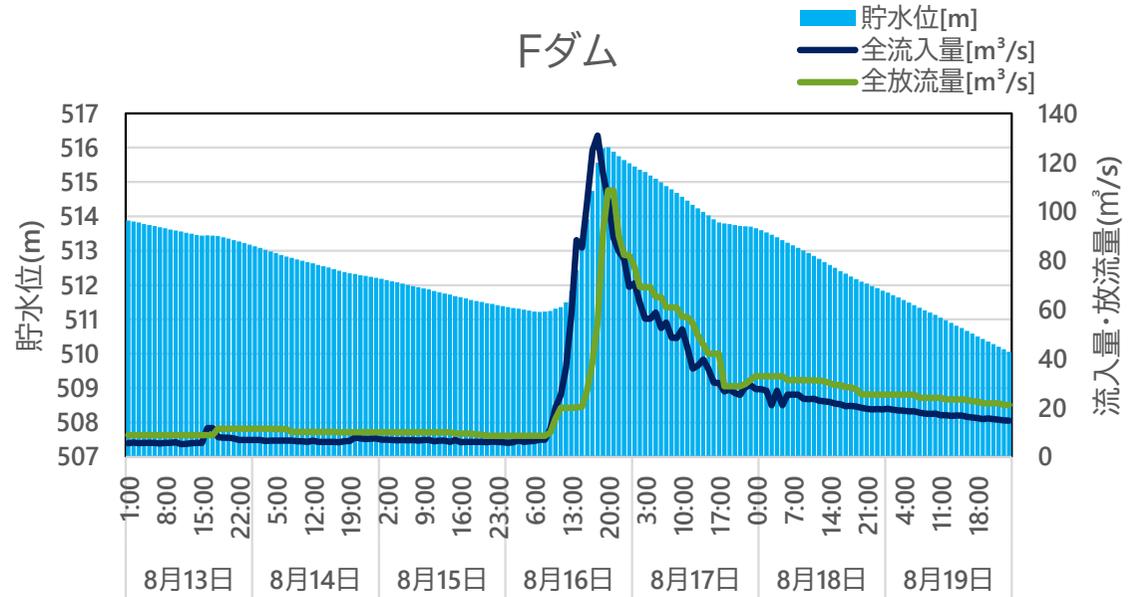
【台風7号とFダムの体制概要】

台風7号は、8月13日(火)3時に台風となった。8月15日には950hPaまで気圧を下げ、最大風速は45m/sとなった。8月17日(土)夜半に関東地方に最接し、8月19日(月)に消滅した。

Fダムの体制は、8月16日(金)1時に注意体制「ダム洪水対策支部は、台風第7号の中心が東経135度から東経141度の範囲において北緯32度に達したため、8月16日1:00に注意体制に入る。」

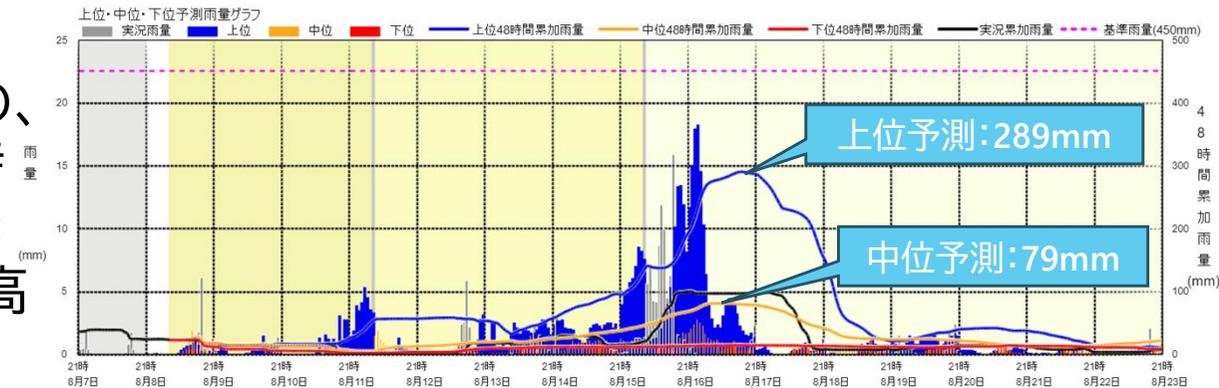
結果、実績としては、8月16日(金)16時には、流入量が $100\text{m}^3/\text{s}$ を超え、18時に最大流入量 $131\text{m}^3/\text{s}$ となった。8月16日21時で48時間の累積雨量が98.8mm。

長時間アンサンブル予測では、台風発生前の、8月9日(金)に、上位予測で、8月17日(土)16時に、48時間で289mm、中位予測でも79mmの降雨を予測していることから体制の可能性が高いことを示唆している。



8月9日のデータ

JWA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)



8月17日の予測

洪水体制について早期から見込みを立てられる

【台風7号とFダムの体制 いつ頃から、体制に入る可能性があったのか検証する】

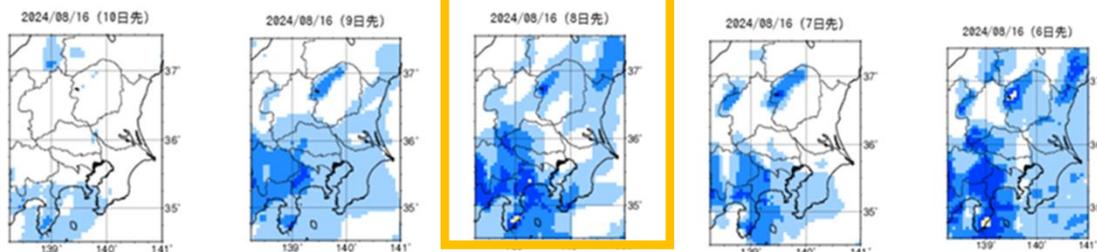
長時間アンサンブル予測では、台風発生前の、8月9日(金)に、上位予測で、8月17日(土)16時に、48時間で289.2mm、中位予測でも、79.8mmの降雨を予測していることから体制の可能性が高いことを示唆している。

台風発生前の、8月14日(水)では、進路が定まらないこともあり、上位では366mmの降雨を予測しているが、8月15日(木)では、進路も定まり、上位予測でも180mm程度の予測となっている。結果実績降雨量は、8月16日21時で98.8mm。

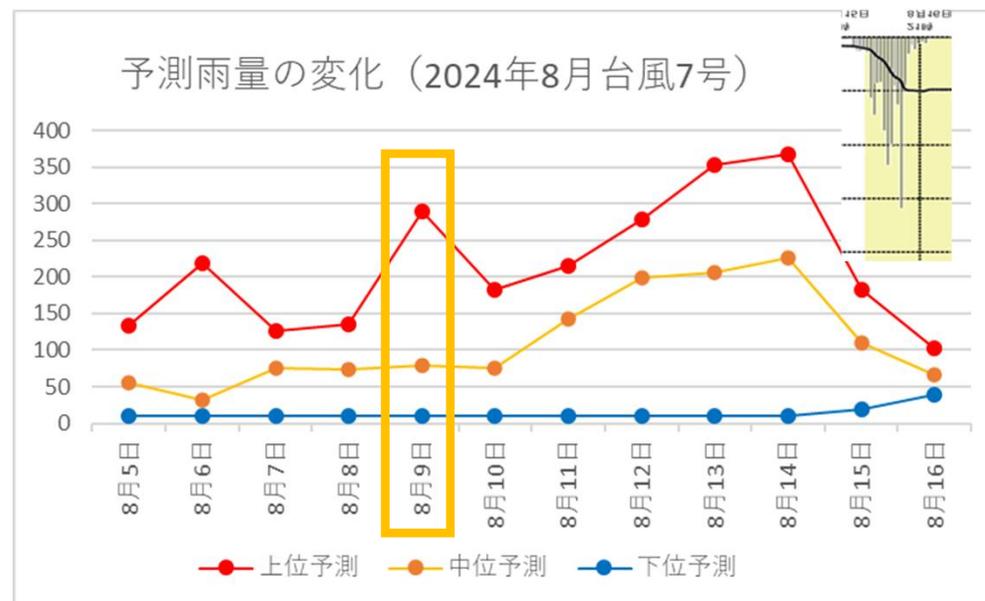
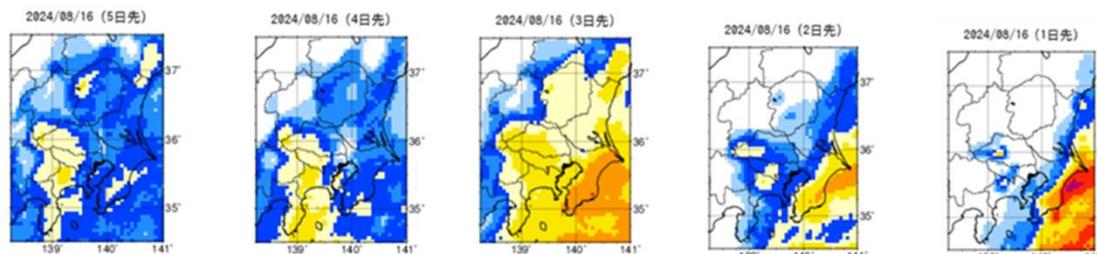
台風が発生する前、8月9日(金)に7日後の8月16日(金)の降雨を予測していることが評価できる

■8月16日(金)の日雨量100mm以上となる確率

8月7日(水) 8月8日(木) 8月9日(金) 8月10日(土) 8月11日(日)



8月12日(月) 8月13日(火) 8月14日(水) 8月15日(木) 8月16日(金)



台風10号について

98ダム

洪水調節(事前放流を含む)を実施

300ダム

事前放流の基準に達したダム

141ダム

事前放流を実施141ダム(うち利水ダム71)九州、四国、中国、近畿、中部、関東(24府県)

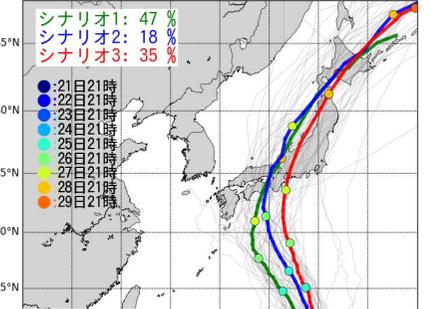
159ダム

すでに事前放流の容量を確保(うち利水ダム103)

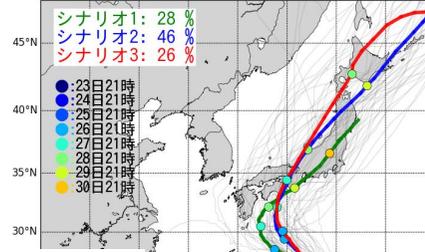
※**緊急放流を実施2ダム**：松尾ダム(宮崎県管理 小丸川水系小丸川)
安岐ダム(大分県管理 安岐川水系安岐川)
※異常洪水時防災操作

※**特別防災操作を実施1ダム**：蓮ダム(中部地整管理 櫛田川水系蓮川)
※通常の洪水調節よりも大幅に流量を抑制する操作

JWA台風確率予測 [2024/08/21 21h, 熱低ID:TC2412]

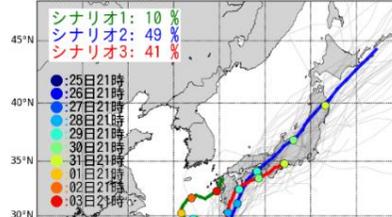


JWA台風確率予測 [2024/08/23 21h, 台風第10号]



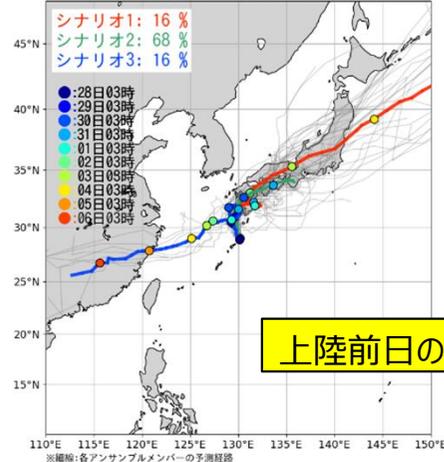
上陸7日前の朝

JWA台風確率予測 [2024/08/25 21h, 台風第10号]



上陸5日前の朝

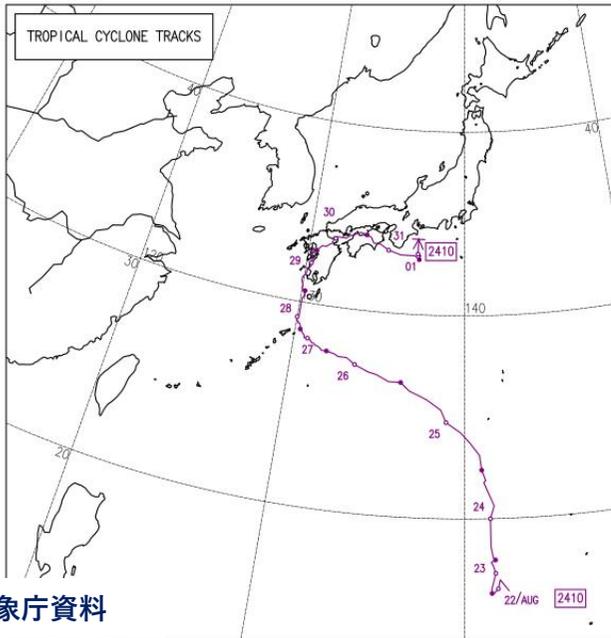
JWA台風確率予測 [2024/08/27 21時, 台風第10号]



上陸3日前の朝

上陸前日の朝

- ✓ アンサンブル51メンバーによる台風経路
- ✓ 直前になっても不確実性が大きい



出典：気象庁資料

洪水体制について早期から見込みを立てられる

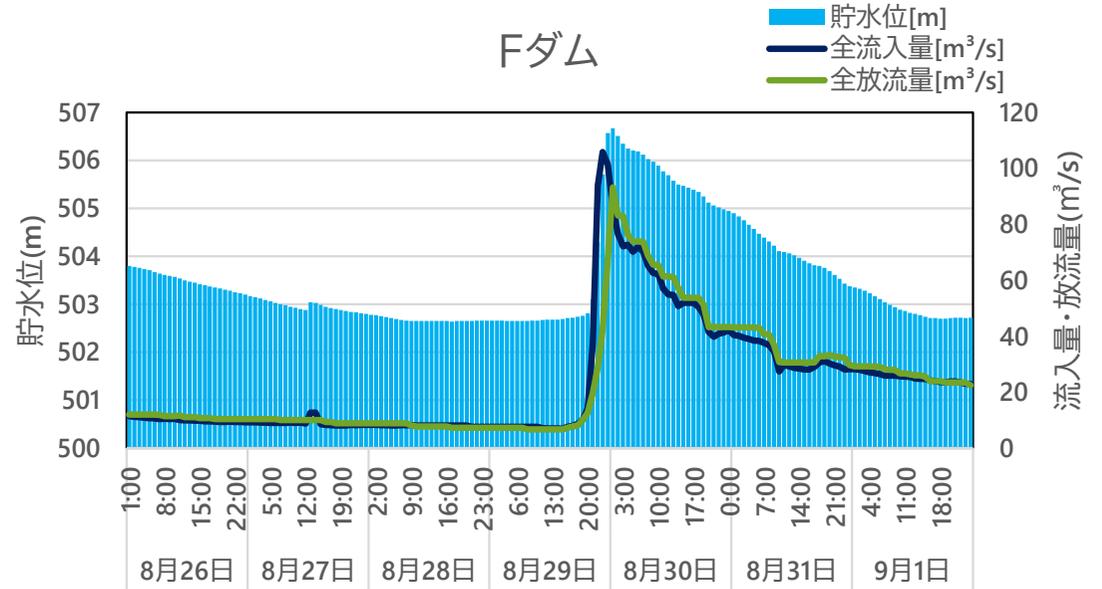
【台風10号とFダムの体制概要】

台風10号は、8月21日(水)18時に台風となった、8月27日には935hPaまで気圧を下げ、最大風速50m/sとなった。8月17日(土)夜半に九州地方に上陸し、9月1日に消滅した。

「Fダム洪水対策支部は、台風第10号の影響によりFダムの流域内において総雨量が100mmをこえると予想させるため、8月29日18時00分に洪水対策支部を設置し、注意体制に入る。」

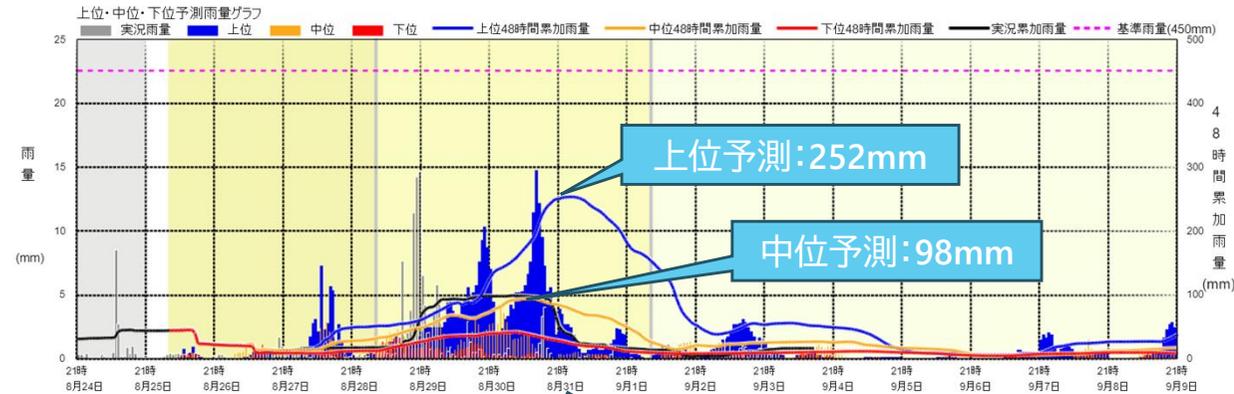
結果、実績としては、8月29日(木)23時には、流入量が $100\text{m}^3/\text{s}$ を超え、最大流入量 $105\text{m}^3/\text{s}$ となった。8月30日(金)15時には、48時間の累積雨量が97.5mm。

長時間アンサンブル予測では8月26(月)に、上位予測で8月31日(土)に48時間で252mm、中位予測でも98mmの降雨を予測していることから体制の可能性が高いことを示唆している。



8月26日のデータ

JWAアンサンブル予測 | 【Fダム流域】 | 2024年08月26日05時更新 (過去データ表示中 予測初期時刻: 2024年08月25日21時)



8月31日の予測

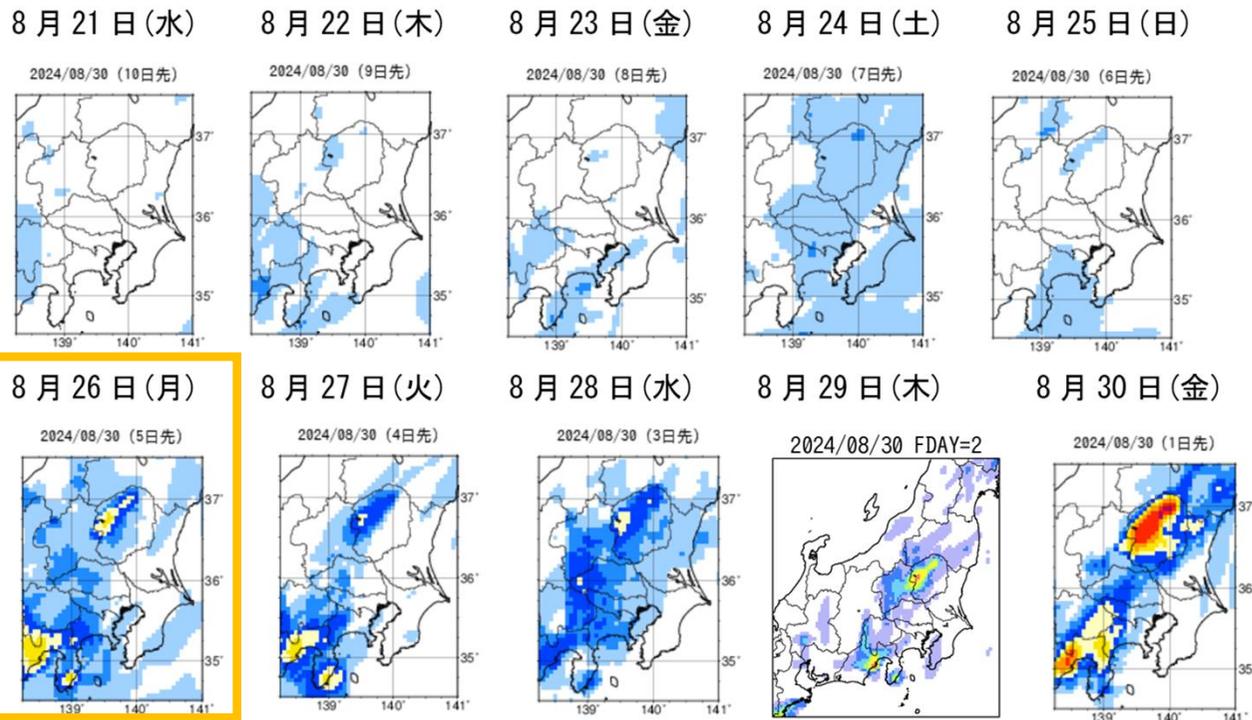
洪水体制について早期から見込みを立てられる

【台風10号とFダムの体制 いつ頃から、体制に入る可能性があったのか検証する】

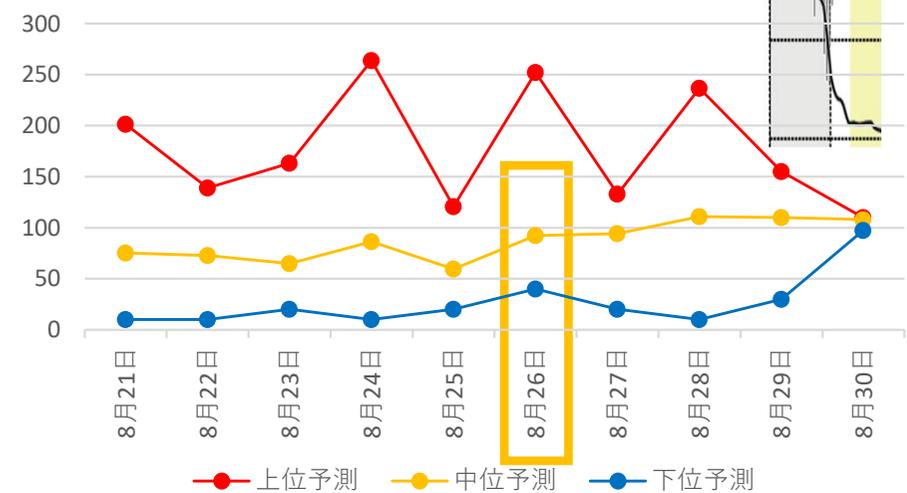
長時間アンサンブル予測では、台風発生前の、8月24日(土)に、上位予測で8月31日24時に時に、48時間で263mmの降雨を予測をしていることから何らかの降雨の可能性が高いことを示唆しているが、その後、進路が定まらないこともあり上位が133~236mmの凸凹予測となっているが、中位予測では8月26日(月)から、8月30日(金)に90mm以上の予測をしていることから体制の可能性が高いことを示唆している。

台風10号の予測が不安定だったが、アンサンブルの中位予測に着目することで体制の判断材料になる事例。

■8月30日(金)の日雨量100mm以上となる確率



予測雨量の変化 (2024年8月台風10号)



BRIDGE検討内容

◆ 対象施策実施体制

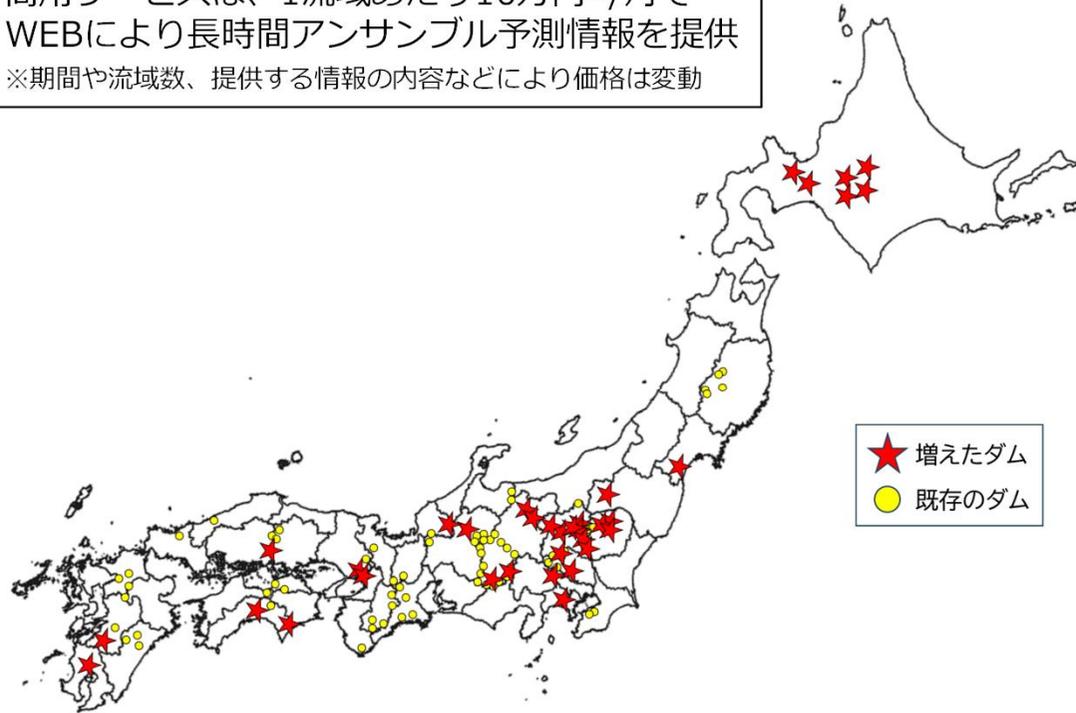


BRIDGE（ダム運用高度化）の社会実装の状況（R6年度時点）

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

長時間アンサンブル予測 導入ダム数36水系109ダム

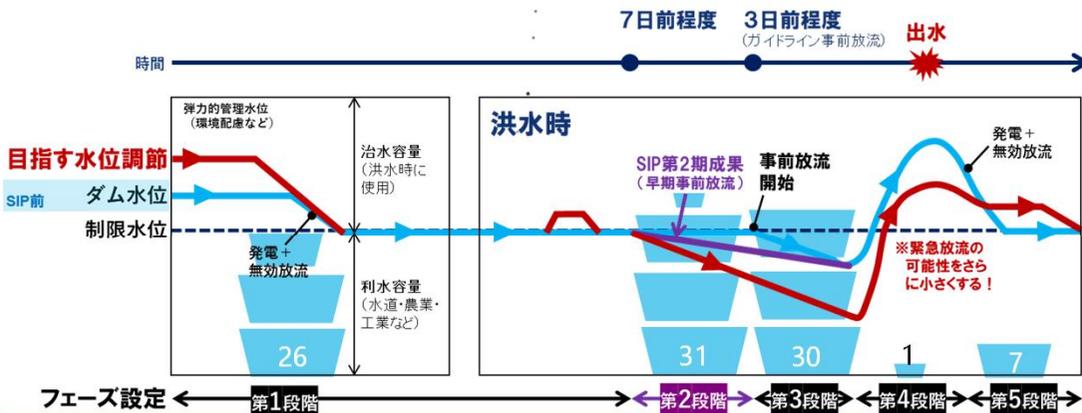
※赤字はシミュレーション実施（活用レベル4）のダム



★ 増えたダム
 ● 既存のダム

地方	水系	既存ダム		増えたダム		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、夕張シュエバロダム	6
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			
	阿賀野川水系			1	滝ダム	7
北陸	名取川水系			1	釜房ダム	
	黒部川水系	2	黒部ダム、出し平ダム			
北陸	信濃川水系			2	楯花ダム、奥楯花ダム	6
	庄川水系			1	御母衣ダム	
北陸	九頭竜川水系			1	龍ヶ鼻ダム	
	利根川水系	5	下久保ダム、矢木沢ダム、草木ダム、奈良保ダム、南摩ダム	13	藤原ダム、相俣ダム、園原ダム、八ッ場ダム、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
関東	荒川水系	4	滝沢ダム、浦山ダム、二瀬ダム、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	
関東	多摩川水系	1	小河内ダム			
	養老川水系	1	高滝ダム			
関東	小櫃川水系	1	亀山ダム			
	大井川水系	4	赤石ダム、畑薙第一ダム、井川ダム、長島ダム			
中部	天竜川水系	5	美和ダム、小洪ダム、佐久間ダム、新豊根ダム、水窪ダム	3	美和ダム、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			
中部	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			
中部	木曾川水系	10	味噌川ダム、阿木川ダム、岩屋ダム、枚尾ダム、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			
中部	櫛田川水系	1	蓮ダム			
	宮川水系	2	三瀬谷ダム、宮川ダム			
近畿	新宮川水系	3	池原ダム、風屋ダム、二津野ダム			
	和歌山県	1	七川			
近畿	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			14
	武庫川水系			2	青野ダム、千苅ダム	
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			
中国	阿武川水系	1	佐々並川ダム			
	吉野川水系	5	早明浦ダム、富郷ダム、新宮ダム、柳瀬ダム、池田ダム	1	早明浦ダム	6
四国	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、下釜ダム			
九州	耳川水系	3	上椎葉ダム、山須原ダム、大内原ダム			
	球磨川水系			1	瀬戸石ダム	11
九州	河内川水系			1	鶴田ダム	
	合計	36水系	79	39		109

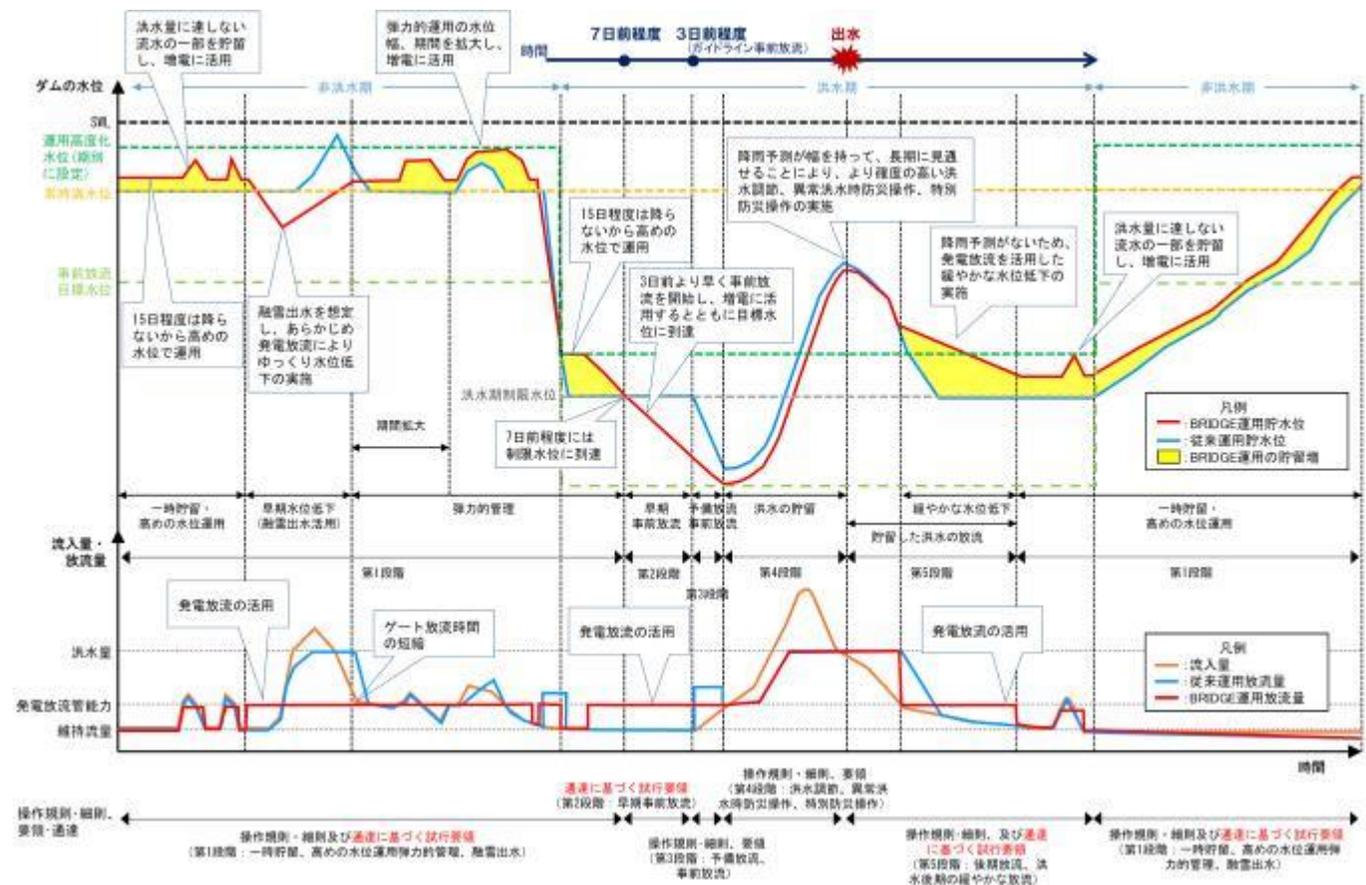
各段階シミュレーションケース数（33ダム 95ケース）



研究成果③-2: SIP第2期で試行を開始したダム群へのダムタイプ別の試行運用マニュアル検討

都道府県管理の多目的ダム(予備放流方式ダムを含む)、発電ダム(揚水発電を含む)、大規模水道ダム等試行運用のためのダム操作ガイドライン(案)の作成

長時間アンサンブル降雨予測を活用したダム水位運用高度化イメージ図



多目的ダム【洪水後期放流編】 発電に資する洪水後期放流段階 (第5段階)

- 1. 開始時基準の設定**
 - 長時間アンサンブル降雨予測やGSM、MSMにより次の洪水が予想されない場合には、無効放流の低減や増電を目的として、次の洪水対応に支障がない範囲で発電用放流設備による放流を行い、発電しながら緩やかに貯水位を低下させる。
 - 開始基準の貯水位は、2に示す活用容量から設定する。
 - 以下に示す条件に該当する場合には、発電に資する洪水後期放流は行わない。
 - 洪水定義流量相当の流入が予測される降雨の発生が予想される場合
 - 洪水調節操作ゲートの初動体制を執る場合がある時の降雨量
 - 洪水後期放流時、次の洪水が予想されない場合には、貯水位が制限水位以上であっても洪水警戒体制を解除、または、洪水警戒体制を維持したまま洪水後期放流を行う。

- 2. 活用容量の設定**

活用容量は、長時間アンサンブル降雨予測を活用しつつ、当該ダムの洪水調節に支障の無い範囲で、できる限り発電に使用しながら放流する操作について検討を行い、さらに堤体および貯水池周辺斜面の安全性に影響を及ぼさない容量を上限として設定する。

 - 当該ダムの洪水調節計画に支障を及ぼさないために、次の洪水対応に支障の無いよう確実に活用容量の事前放流が可能となる容量
 - 活用水位を保持している期間の堤体の安定性が確保できる容量
 - 活用容量の事前放流時に貯水池斜面の安定性に影響を及ぼさない容量

- 3. 放流方法の設定**

次の洪水対応に支障のない範囲で、洪水後期放流を活用して副次的に発電量を増やすために、発電放流設備から優先して、現状より緩やかに放流を行う。

ただし、次の洪水が予測される場合には、発電に資する洪水後期放流は中止とし、発電放流設備以外の放流

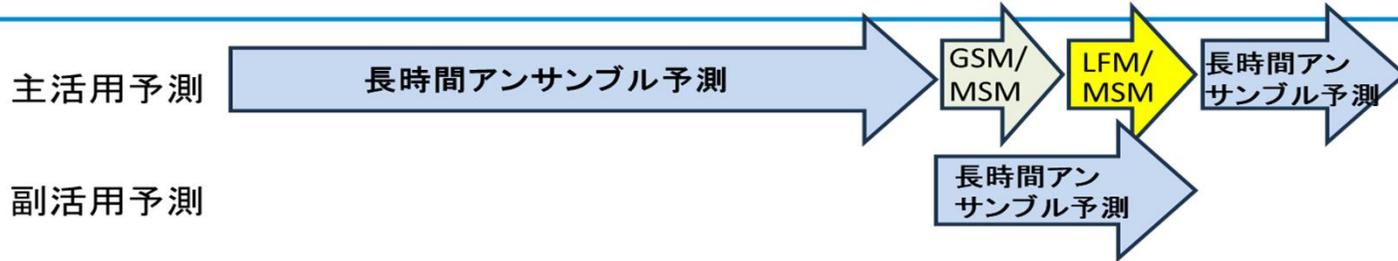
ガイドライン(案)の検討

試行運用のためのダム操作ガイドライン(案) (以下、「ガイドライン案」という) は、多目的ダム版を先行して検討するものとし、その構成を**基本編**及び活用フェーズにおける**ダム高度運用活用編**とした。

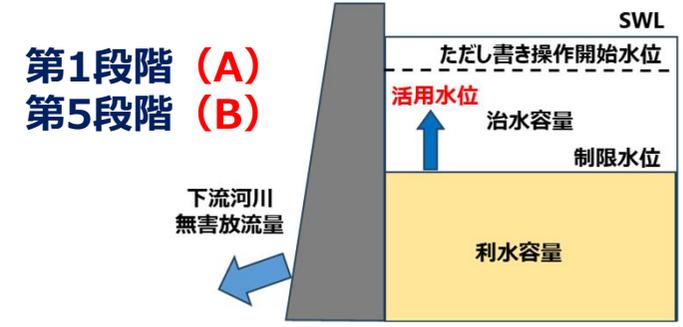
基本編：活用フェーズなど基本的な考え方を示すもの
ダム高度運用活用編：現時点では試行運用検討が比較的進展している「弾力的運用編」、「予備放流編」、「早期事前放流編」、「洪水後期放流編」の4編。

※これらのうち、令和6年度より水資源機構ダムで後期放流の実操作における試行を予定していることから、「洪水後期放流編」を作成した。作成には、既存のダム操作に係るガイドラインやマニュアル、通達等を参考とした。また、ガイドライン案作成にあたっての課題整理も行った。

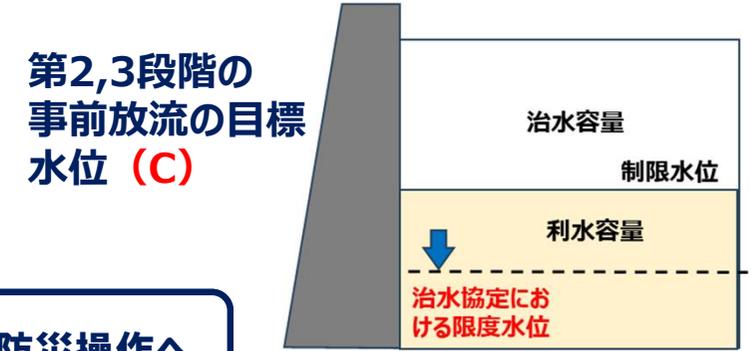
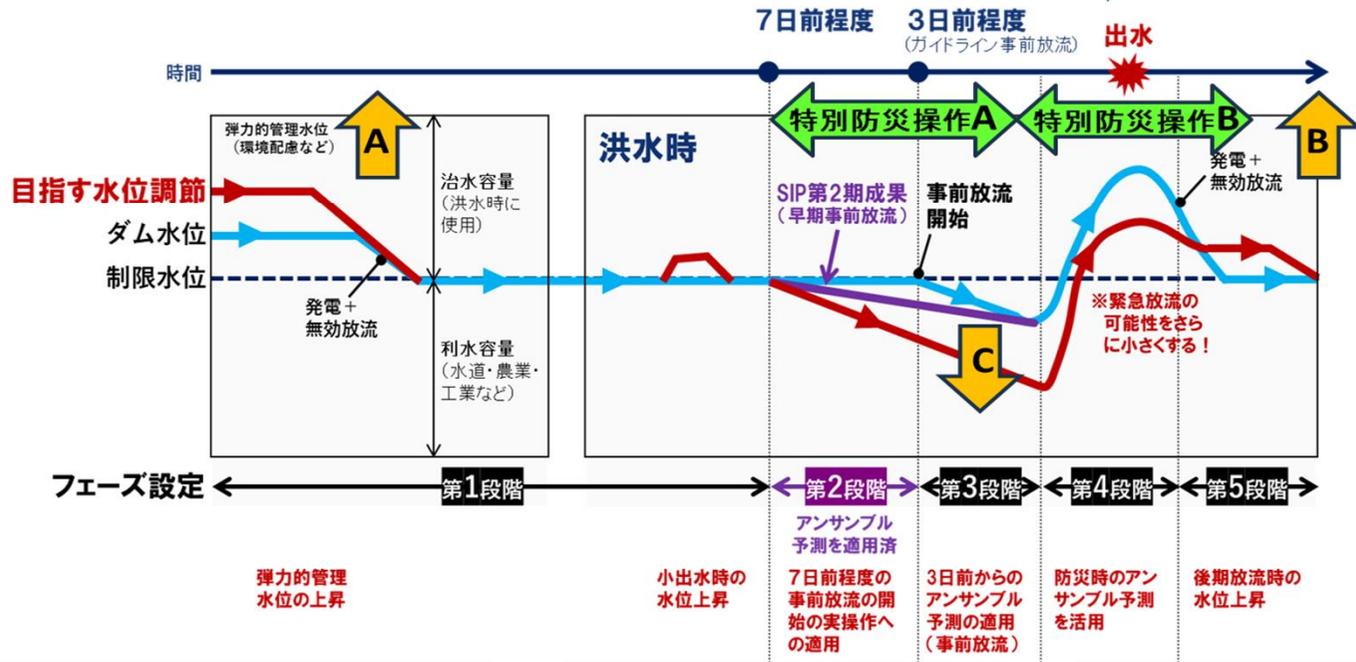
ルール化を進めるためにクリアすべき課題



★ 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？



★ 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

角(2024): 流域治水とカーボンニュートラルに貢献する流域内の貯留施設の運用高度化、河川技術シンポジウム OS1 水災害対策の成長戦略、気候変動に対して求められる河川技術

長時間アンサンブル予測の利用方法

洪水調節容量を有する多目的ダムでのシミュレーション事例

- ✓ 長時間アンサンブル予測は10日先までを利用し、上位予測(目先5日間予測雨量の1～5位を平均)の最大24時間雨量を計算して基準超過を判定。目標水位は下位予測(47-51位を平均)によるダム流入量を計算して決定。
- ✓ 降雨開始3日以上前から早期事前放流を開始し、ゆっくりと貯水位を低下させている。降雨開始前の放流量を小さく抑えられている。

発電ダムでのダムでのシミュレーション事例

- ✓ 対象ダム(流域)毎に、5日累積・10日累積・15日累積の予測雨量(51メンバ単純平均)について、同一の基準雨量を設定するものとしてパラスタを実施
- ✓ 基準雨量の設定方法(パラスタ)
 - 【基準雨量-10mm】全体的に空振りが増加
 - 【基準雨量+10mm】全体的に空振りが減少するが、水位低下開始が半日～1日程度遅れる⇒実際の発電運用における空振り影響や制約を考慮して設定
- 基準①:15日累積雨量の基準雨量を超えると、10日程度以内に洪水発生の可能性
- 基準②:10日累積雨量の基準雨量を超えると、7日程度以内に洪水発生の可能性
- 基準③:5日累積雨量の基準雨量を超えると、3日程度以内に洪水発生の可能性
- ✓ 洪水の1週間以上前に洪水を予見し、3段階で目標水位に低下できる基準を設定
- ✓ 段階的に水位低下させることで、予測が途中で変化して空振りとなっても、影響を抑制

活用レベルのステップアップと、これを上げるための課題抽出

現時点の課題

課題抽出不足の可能性

今年度より長時間アンサンブル降雨予測を活用したダム操作の試行運用が可能となっているが、実運用での活用事例が限定され、本運用ガイドラインに反映すべき試行運用での課題（具体的なダム操作における課題）抽出が不足する可能性がある。



対応案

活用レベルを上げるための課題抽出

シミュレーションで実運用を模擬して検討を進めるとともに、国土交通省からの強力なバックアップを期待したい（国土交通省直轄ダム、水機構ダム、都道府県ダム、水道ダムなど）。個別ダムにおける具体的な活用状況を把握し、活用レベルを上げるための課題を抽出・対応。

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	・ダム管理所で長時間アンサンブル予測を見られる環境になっており、降雨開始は10日先、総雨量は500mmと予測されていることを把握している
活用レベル 2	洪水対応の体制確保に利用している	・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予測を活用すると「月曜日の降雨は、何mm程度のため連絡体制で十分だ、又は300mm降るため体制を確保しよう」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	・GSM、MSMで降雨が予測される前から長時間アンサンブル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	・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。 【第1段階・第2段階】 【第5段階】 【第3段階・第4段階】 ・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	・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 【第1段階・第2段階】 【第5段階】 【第3段階・第4段階】
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	・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（目指すところ）

レベルのステップアップ



長時間アンサンブル予測の導入に向けて

- 洪水がいつ頃来るのか分かると、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。
- 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。



整備局・事務所・管理所の体制の負担軽減に

アンサンブル予測技術の社会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への運用の高度化を社会実装するためには、

1. アンサンブル降雨予測情報の入手

だけでなく、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

を事前に行ったうえで

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