

BRIDGE シンポジウム 質問・回答

本シンポジウム当日及び参加申込時に頂いたお答えすることが可能な技術的質問につきまして、以下のとおり回答いたします。

なお、各ダムで検討等を実施するにあたり、お困りごとがございましたら、お気軽に国土技術研究センター（mail : advanced.dam.operation@jice.or.jp）までご相談ください。

質問・意見		回答案
I. 活用の事例・方法・課題に関する質問		
1	アンサンブル降雨予測の活用事例	
2	この技術を用いたダム運用のシミュレーション結果や実際の運用事例について、具体的な成功例や課題について教えてください。	長時間アンサンブル降雨予測の最大の特長は、15日先までの降雨量が把握出来ることです。この特長を生かしたダム運用高度化は、弹力的管理、早期事前放流（洪水の3日前より以前の事前放流）、洪水調節、洪水後期放流のフェーズで活用することを検討しています。
3	長時間アンサンブル降雨予測を用いたダム運用の実装にあたり、現在の技術的な課題や運用上の課題は何ですか。	具体的な活用方法は、ダムによって貯水容量の配分や運用方法、放流設備能力等の特性の違いがあることから、別途そのダムに合わせた検討が必要であると考えます。また、令和5年3月29日付け国水流第51号国土交通省水管管理・国土保全局河川管理課長通達「発電に資する既存ダムの活用に関する取組拡大について」に基づき、国土交通省及び水資源機構の管理ダムにおいて水位運用高度化の試行運用が実施されており、これらの試行運用結果もフィードバックして検討する予定にしております。
4	新技術の現場実装の見通し、課題など	各フェーズにおける活用方法の概要、モデルダムのシミュレーション結果等について、詳しくは本シンポジウムの研究報告内容をご参考にしてください。
5	アンサンブル予測の活用により業務量はどう変わるのでしょうか。	長時間アンサンブル降雨予測は、15日先までのダム流域の降水量が把握出来ることから、休日及び時間外を見据えた防災体制の検討等にも活用が可能であると考えております。
6	高度運用を行うには、論理的 possibility だけでなく現場の体制整備も不可欠だと思います。これに関しては触れていただければありがたく存じます。	なお、詳しくは本シンポジウムの研究報告内容をご参考にしてください。

	質問・意見	回答案
7	貯水容量の小さいダムへの長時間アンサンブル降雨予測活用方法はあるか	<p>放流設備の仕様や能力にもよりますが、貯水容量の小さいダムが短時間に発電放流設備のみで所要の貯水位まで低下できる場合は、予測が長時間であることの有意性は小さいと考えます。</p> <p>一方で、アンサンブル予測の予測幅（上位・中位・下位予測）を活用することにより、効果的なダム運用ができることがあると考えております。</p> <p>上位予測：大雨のリスクを見逃さないための安全側予測</p> <p>中位予測：最も精度が高いと考えられる予測</p> <p>下位予測：最低でも見込まれる雨を把握するための予測</p>
8	長時間アンサンブル降雨予測の活用可能性について海外での活用事例はあるか	ECMWF（欧州中期予報センター）をはじめ、世界各国の機関がアンサンブル予測をリアルタイムに配信しており、ダムの水資源管理や洪水対応操作を始め各分野で利用されています。本研究で開発した長時間アンサンブル降雨予測についても、フィリピンやベトナムへ展開予定です。

II. 活用における留意事項

9	アンサンブル降雨予測の活用する場合の留意点	洪水調節容量の一部を活用して実施する運用高度化操作を行う場合は、洪水調節に支障を及ぼさない範囲で実施する必要があります。
10	ダムの運用高度化を行うにあたり、実施や中止の基準を定める必要があると思いますが、どのような点を特に重視するとよいか、基準を決める際の参考としてお聞かせいただけますと幸いです。	具体的には、洪水調節に支障を及ぼさない範囲での活用水位の設定、実施や中止基準においては、洪水警戒体制発令、予備放流及び事前放流等の洪水調節に関する操作等に係る実施基準と整合した運用高度化の実施や中止基準を設定する必要があります。
11	高度運用等による貯水位の変動幅の増加や放流時間が長くなることによる、貯水池内及び下流河川の環境への効果・影響はどのようなことが想定されていますか。また、それらに対してどのような検討・対策が実施されていますか。	また、平常時に貯留しない貯水位に活用水位を設定する場合のダム堤体の安全性、活用水位事前放流や活用放流の際の貯水池周辺斜面の安全性、下流河川における取水堰転倒ゲートや沈下橋などへの影響、既存発電設備の運転特性及び限界条件等を考慮する必要があると考えます。

	質問・意見	回答案
III. 長時間アンサンブル降雨予測の精度		
12	長時間アンサンブル降雨予測の信頼度はどの程度なのでしょうか。	関東から九州にかけての 28 ダムにおける 2017 年～2021 年の各年 5 月 1 日から 10 月 31 日までの長時間アンサンブル 5 日間総雨量の予測精度を確認したところ、最下位予測 (51 位) より実績雨量が下回る、回復しない可能性がある過大予測（空振り）は概ね 10% 以下であり、その場合多くは総雨量 10mm 以内のズレであることが確認できています。一方、最上位予測 (1 位) より実績雨量が上回る、見逃しとなる過小予測は概ね 5% 以下であることが確認できています。このため、空振り及び見逃しについての影響は限定的であると考えております。
13	長時間アンサンブルの現在の予測精度と今後の見通しについて教えてください。	また、北海道から九州の各地域で 1 ダム程度サンプル抽出し、2017 年～2023 年暖候期 (4～10 月) の長時間アンサンブル降雨予測と実績解析雨量を比較したところ、7 日先までの予測において相関係数が 0.4 以上であることが確認できています。
14	アンサンブル降雨予測データは予報時間が 15 日先までのデータであり、メンバー数が 51 ありますが、ダム高度運用を行うにあたって信頼性の高い予測時間は何日先までとなりますでしょうか。また、51 メンバーのうち最も精度が高い予測メンバーはどの順位となりますでしょうか。	詳しくは、本シンポジウムの研究報告内容をご参考にしてください。
15	ダムなどの小流域は地形の影響が大きいと思うがどこまで再現、反映されているのか、今後の反映の予定は	アンサンブル予測は複数メンバーの計算が必要であるため、どうしても計算の解像度が粗くなります。そこで、AI の技術で、地形影響を反映させる取り組みも行っています。現在は全国 5km メッシュでのデータ提供を実現しています。
IV. 長時間アンサンブル降雨予測を活用したダム運用高度化による効果		
16	ダム操作の高度化によってどの程度の発電能力の増強が見込まれるのでしょうか。	長時間アンサンブル降雨予測を活用したダム運用高度化による増電効果について、現時点での我々の試算結果では全国ベースで年間約 15 億 kWh の増電が見込まれています。詳しくは、本シンポジウムの研究報告内容をご参考にしてください。
17	これまでのアンサンブル降雨予測の運用例で、増発電実績は確認できているのでしょうか。	また、各ダムでの運用高度化の検討が進めば、増電効果は更に増加するものと見込んでいます。
V. その他（長時間アンサンブル降雨予測に関する質問等）		

	質問・意見	回答案														
18	アンサンブル降雨予測に必要なパラメータ項目、数、及びその中でも特に影響の大きいパラメータ、また精度向上に向けて伸び代が期待できるパラメータ	アンサンブル降雨予測は、従来の降雨予測と同様に、気象機関から配信されています。過去の予測傾向を検証し、統計的補正を行う場合がありますが、それは従来の降雨予測に対してのものと基本的に変わりません。														
19	長時間アンサンブル予測雨量はどの降雨プロダクトを使用しているのか。 長時間予測雨量の精度は低いと認識している。精度が悪いことを前提とした使用方法になっていると思うが、具体的にどのように使用しているのか。	ECMWF の全球データに対し、日本国内向けに統計的補正及び AI を用いた高解像度化をリアルタイムに行って作成しています。 アンサンブル予測は複数メンバーの集合体であるため、予測には幅があります。この幅を使った活用が前提であり、多くて〇mm、少なくとも〇mm 降る、といった情報をどのように使うかがポイントになります。														
20	気象データの変換や可視化のツール・プログラムは何を使用されているのでしょうか	Fortran, Python, JavaScript などになります。特定のツールやプログラムに依存性はありません。														
21	ある将来の降雨波形において、気候変動影響が表れているかどうか判断するポイントがあるか	気候変動の影響は、個々の事例で判断するのは困難です。統計的にみて有意な差があるか（例えば日雨量 100mm 以上の年間日数の変化など）で判断されています。														
22	アンサンブル降雨予測やダム高度運用について実施したいが、どのようなステップを踏み、どういった pc 環境でどういうプログラム言語でどういうデータを用いて進めていけばいいかを公表できる範囲で教えていただきたい。	長時間アンサンブル降雨予測を活用したダム運用高度化については、以下のステップで活用段階を上げていくことが考えられます。 <table border="1" data-bbox="1140 870 1978 1203"> <thead> <tr> <th>活用ステップ</th><th>概要</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>活用レベル 1（アンサンブル予測の導入）</td><td>1週間先程度の総雨量や降雨開始時間の把握</td></tr> <tr> <td>活用レベル 2（防災体制確保への活用）</td><td>休日・時間外の体制確保検討に活用</td></tr> <tr> <td>活用レベル 3（流出予測への活用）</td><td>予測雨量を使ってダム流入量を予測し、GSM・MSM等の予測と比較</td></tr> <tr> <td>活用レベル 4（高度運用方法の検討）</td><td>シミュレーション検討により現状操作と比較し、高度運用による効果把握と試行操作要領を検討</td></tr> <tr> <td>活用レベル 5（ダム操作への試行運用）</td><td>試行運用による本運用に向けた課題抽出、本運用操作要領を検討</td></tr> <tr> <td>活用レベル 6（本運用）</td><td>本運用による実績を蓄積し、更なる高度運用を目指す</td></tr> </tbody> </table> また、アンサンブル降雨予測と従来の降雨予測との違いは、「①予測が複数通りある」「②1週間以上先まである」の 2 点です。情報の活用に際して特別な準備は基本的に不要です。ただし、降雨予測データを用いて何らかの計算処理を行っている場合は、上記①②に対応させるべく改良する必要があります。	活用ステップ	概要	活用レベル 1（アンサンブル予測の導入）	1週間先程度の総雨量や降雨開始時間の把握	活用レベル 2（防災体制確保への活用）	休日・時間外の体制確保検討に活用	活用レベル 3（流出予測への活用）	予測雨量を使ってダム流入量を予測し、GSM・MSM等の予測と比較	活用レベル 4（高度運用方法の検討）	シミュレーション検討により現状操作と比較し、高度運用による効果把握と試行操作要領を検討	活用レベル 5（ダム操作への試行運用）	試行運用による本運用に向けた課題抽出、本運用操作要領を検討	活用レベル 6（本運用）	本運用による実績を蓄積し、更なる高度運用を目指す
活用ステップ	概要															
活用レベル 1（アンサンブル予測の導入）	1週間先程度の総雨量や降雨開始時間の把握															
活用レベル 2（防災体制確保への活用）	休日・時間外の体制確保検討に活用															
活用レベル 3（流出予測への活用）	予測雨量を使ってダム流入量を予測し、GSM・MSM等の予測と比較															
活用レベル 4（高度運用方法の検討）	シミュレーション検討により現状操作と比較し、高度運用による効果把握と試行操作要領を検討															
活用レベル 5（ダム操作への試行運用）	試行運用による本運用に向けた課題抽出、本運用操作要領を検討															
活用レベル 6（本運用）	本運用による実績を蓄積し、更なる高度運用を目指す															

	質問・意見	回答案
23	<p>運用が変わることで、放流量や放流水質も変化することになると思います。洪水を多く貯められることで、治水効果が増大することは、素晴らしいですが、ダムによっては、洪水時の濁水を貯めることにより濁水長期化の悪化を招くことも考えられます。</p> <p>また、貯水位が変われば、放流水温の急激な変化や、流況の更なる変化も招くことになると思います。治水と利水の便益増大に加えて、下流河川の環境影響についても、考査いただけると良いと思います。</p>	ご意見ありがとうございます。ダム運用高度化による下流河川への影響についても考査していきたいと考えます。
24	<p>気象協会の研究報告において、アンサンブル降雨の上位、中位、下位のうち、中位予測のメンバー数が上位と下位より多くする理由はなんでしょうか？また、24-28周辺ではなく、上位位寄りの6-15を利用する理由はなんでしょうか？</p>	上位は大雨のリスクを見逃さないことで、下位は最低限見込まれる雨を把握することを目的にしていることから、上限・下限のイメージで活用します。平均するメンバー数が多いと雨量値が平準化されますが、メンバー数が少なすぎると極端な値となってしまうことから、5メンバー程度でいます。中位は予測の精度とともに安定性（予測更新時に大きく変動しない）を重視していることからメンバー数を多くしています。中位に使うメンバーを51メンバーの中央付近にしない理由は、雨量分布が正規分布にならないためです。実際に過去データで検証を行い、精度が最も良好となるのが6-15位でした。なお、上位・中位・下位に用いるメンバーは一例であり、流域や利用目的によって調整する場合があります。
25	<p>今回話題のアンサンブル計算は、AIによる高解像度化をされているとのことですが、気象庁のMSMは5kmメッシュで、計算していると思います。AIによる高解像度化の精度は、MSMの精度に比べてどの様な特徴があると考えれば良いでしょうか。</p>	MSMでは膨大な数値計算を行うことにより5kmの解像度を実現しています。反面、計算時間が必要であることから、予測時間を大きく延ばすことはできません。AIによる高解像度化は計算時間が非常に短いため、15日間という長い予測時間と高解像度化を両立できます。AIを用いた手法では過去の実況データを学習させているため、地形などの影響による降雨特性を反映可能です。なお、この技術はあくまでも粗いデータを高解像度化するものであり、元々の予測が外れている場合は高解像度化しても精度はよくなりません。

質問・意見		回答案
26	国土技術研究センターの研究報告において、ガイドラインの作成が進んでいる（ラスト・ワンマイル？）との説明がありましたが、いつごろご発表になるのか、予定または目標があればご教示下さい。	ガイドライン（案）については、令和7年度末に作成を完了する予定にしております。
27	<p>長野県さんのように、利水者が企業局という同じ県同士のダムがあるかと思います。そのようなダムにおいて、運用高度化の検討は河川管理者と利水者とどちらが主体的に取り組まれているのでしょうか。</p> <p>また、実運用の際は、ダム管理者・発電管理者それぞれが能動的に実施されているのでしょうか。もしくはどちらかが指示する形で運用しているのでしょうか。</p>	<p>ダム運用高度化についてはダム管理者が検討を進めているところですが、その検討にあたっては、効率的な増電効果を得るために、発電管理者との調整が必須であると考えます。また、流域の縦列ダムにおける運用高度化など、その運用にあたっては流域の関係機関における調整も必要であると考えます。今後、調整方法についても、検討していきたいと考えます。</p>

以 上