

大規模豪雨時には既存の洪水調節容量だけでは大幅に不足

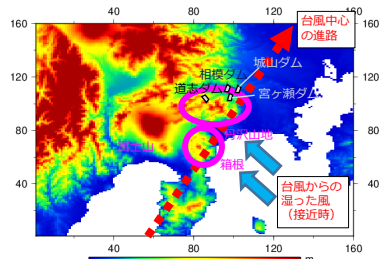
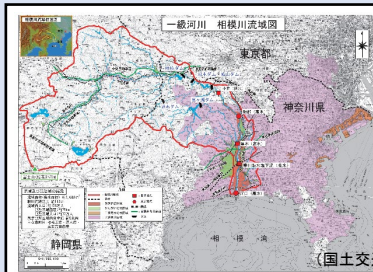
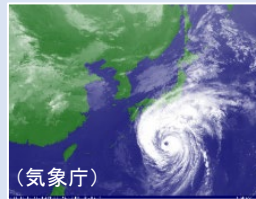
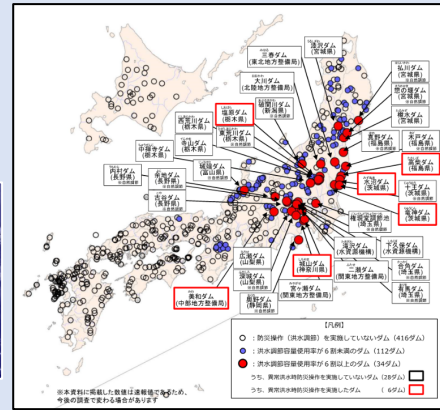
研究開発チーム 《 統合ダム防災支援システム < 京都大学防災研究所・(一財)日本気象協会・(独)水資源機構 >

1. 令和元年東日本台風（第19号）時のダムの洪水調節操作

(国土交通省)

- 利根川、荒川、相模川水系などで、計146基の多目的ダムが洪水調節を行い、下流の浸水を低減。
- 一方で6基のダムで異常洪水時防災操作（いわゆる緊急放流）を実施。
- 相模川水系城山ダムでも異常洪水時防災操作が行われたが、それでも下流の流量低減に貢献。

『異常洪水時防災操作』とは、計画を超える規模の出水によりダムの洪水調節容量を使い切る可能性が生じた場合、ダムからの放流量を徐々に増加させ、流入量と同程度を放流する操作。



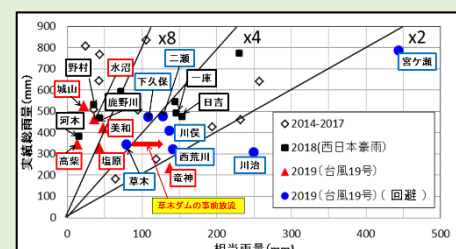
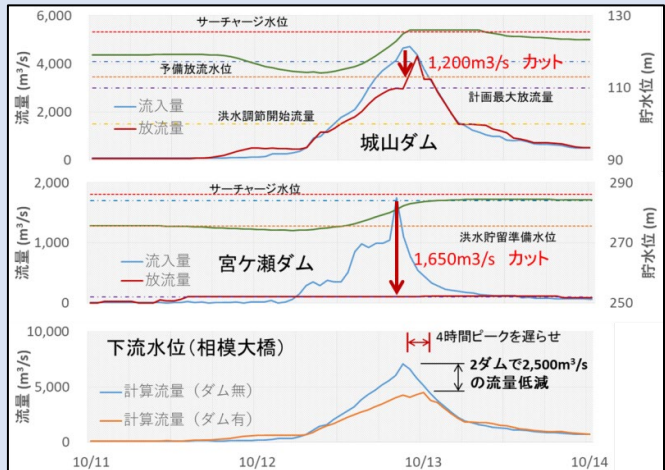
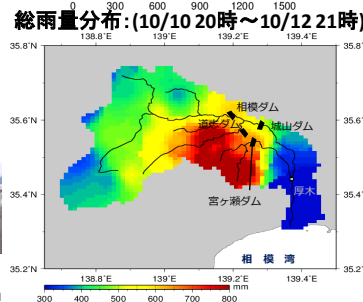
城山ダム

- 有効貯水量: 54,700 m³
- 洪水調節容量: 27,500 m³
- 利水容量 (洪水期): 41,600 m³
- 利水容量 (非洪水期): 51,200 m³
- 予備放流量 (洪水期): 14,400 m³
- 集水面積: 1,201 km²
- 洪水期: 6月1日~10月15日



宮ヶ瀬ダム

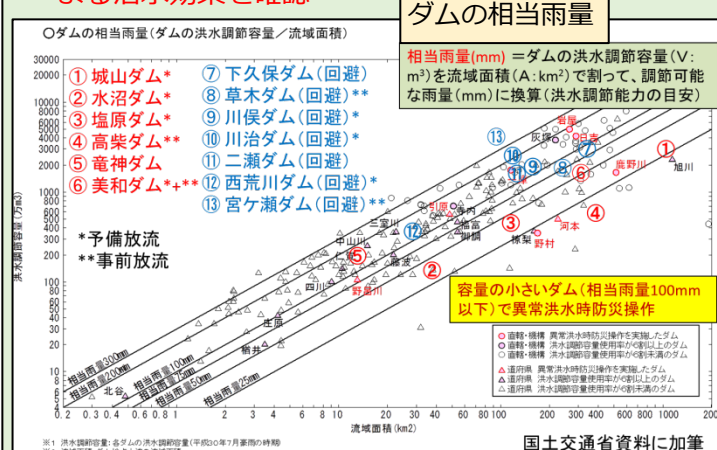
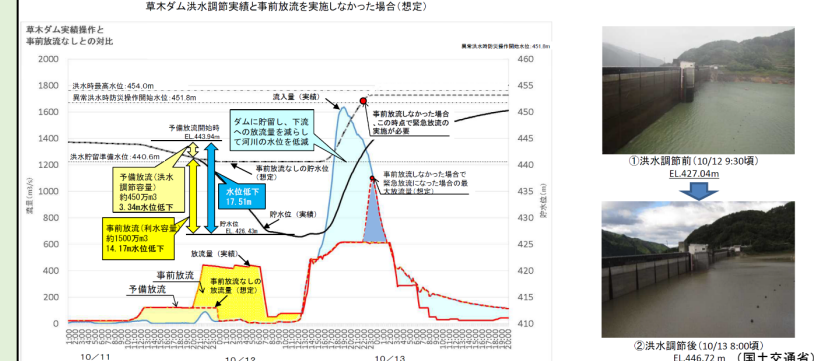
- 有効貯水量: 183,000 m³
- 洪水調節容量: 45,000 m³
- 利水容量 (洪水期): 138,000 m³
- 利水容量 (非洪水期): 183,000 m³
- 集水面積 (直接): 101 km²
- 集水面積 (間接): 113 km²
- 洪水期: 6月16日~10月15日



2. ダム洪水調節操作の課題

- 近年の洪水で異常洪水時防災操作に至ったダムは、相当雨量（洪水調節容量÷集水面積）が小さい傾向
- 相当雨量を増やし、洪水調節能力を向上させる方策として、事前放流やダム再開発（高上げ等）が有効
- 台風19号出水では利根川水系草木ダムで事前放流による治水効果を確認

- 台風19号による大規模な洪水に備えて利水容量の事前放流を実施し、水位を低下。これにより、ダムへの流入量ピーク時に洪水調節容量を超える量の貯留が可能となり、異常洪水時防災操作（いわゆる緊急放流）を回避。
- 具体的には、洪水調節容量は2000万m³（有効貯水容量の約4割）であるところ、約1500万m³の利水容量の事前放流（有効貯水容量の約3割）を実施（水位を約14.2m低下して、貯留容量を追加的に確保）。
- 利水容量の事前放流を行わなかった場合、異常洪水時防災操作が必要となる貯水位を超えていたと想定。



※1: 洪水調節容量: 各ダムの洪水調節容量 (平成20年7月最新のデータ) ※2: 流域面積: ダム地点上流の流域面積 国土交通省資料に加筆

VI

スーパー台風被害予測システムの開発

スーパー台風被害予測システム開発 Measures in response to super typhoons

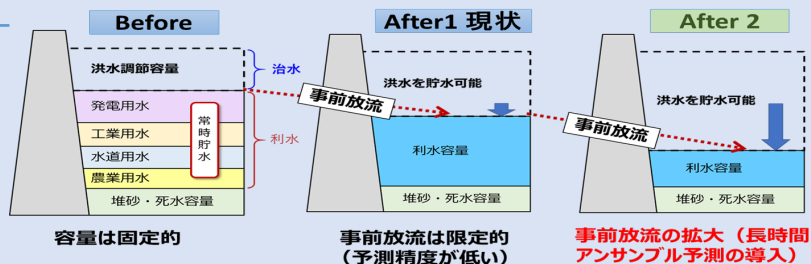
長時間アンサンブル降雨予測の活用によるダム治水効果拡大

研究開発チーム 《 統合ダム防災支援システム 》 < 京都大学防災研究所・(一財)日本気象協会・(独)水資源機構 >

3. ダムの事前放流とは？

洪水発生前にダムから放流して水位低下

- 効果：洪水を貯める部分を拡張可能
- 課題：予想に反して雨が降らない場合は水不足



事前放流ガイドライン開始(R2) (After1)

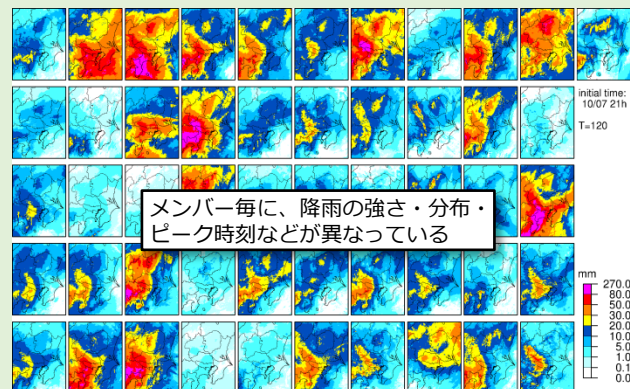
ただし、時間(3日間)が限られ、予測精度も課題 (SIP開発のモチベーション (After2))

4. 最新の降雨予測技術：

アンサンブル予測・AIによる高解像度化

アンサンブル予報 (わずかに異なる初期値を多数用意した予測)

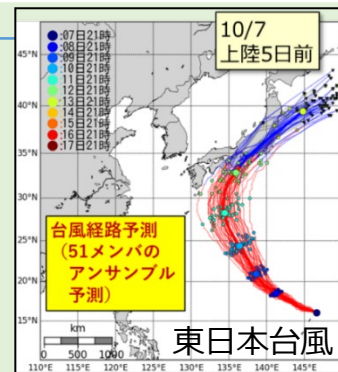
- 多数のデータセットが存在するため、予測の幅や確率表示が可能
- ECMWF (欧州中期予報センター) の51メンバー・15日先までの予測データを利用
- AIを活用した気象協会の独自技術により、1km格子・1時間雨量に高解像度化



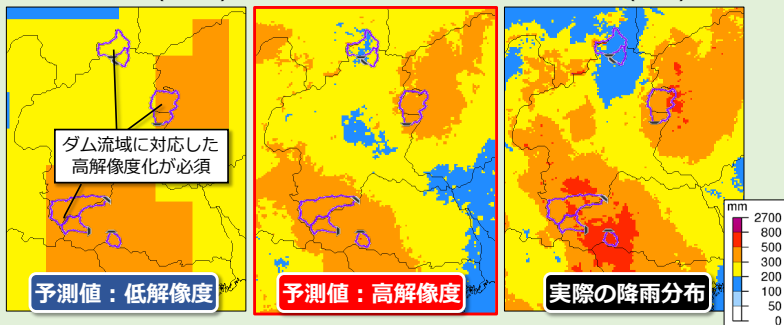
▲ 51メンバーの降雨予測分布

▲ 東日本台風 (第19号) 予測の高解像度化 (AIにより20→1km)

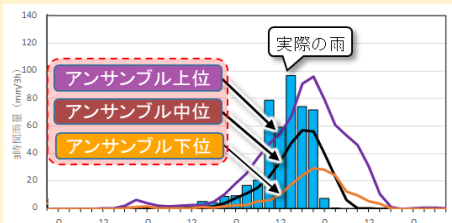
従来技術：GSM(20km) ECMWFを高解像度化(1km)



解析雨量(1km)



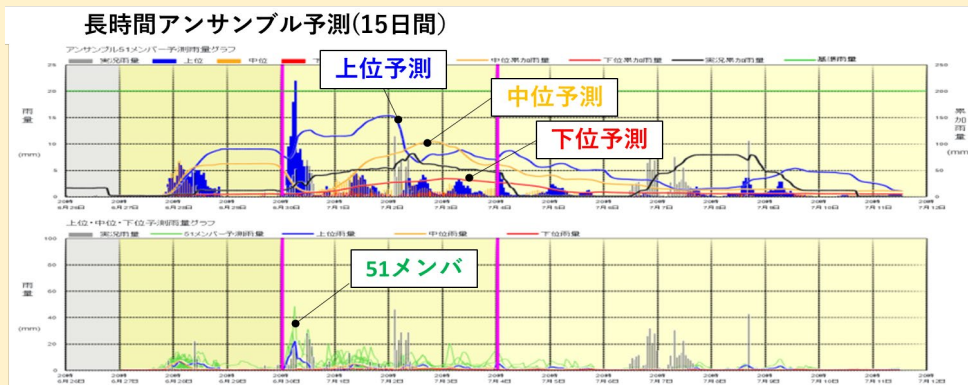
5. 長時間アンサンブル降雨予測の特徴とアンサンブル事前放流



上位：異常洪水時防災操作の可能性あり ⇒ 事前放流必要

下位：貯水量の回復可能量把握 ⇒ この分を事前放流可能

- 予測は15日先まで、51個 (洪水リスク・貯水量が回復しないリスク)
- 予測更新時に変動が少ない (安定感)
- 長時間アンサンブル予測により、洪水の「その先」が見える = ダムへの全体流入量が把握可能 (次の洪水への備えも可能)
- 事前放流の必要性を判断し、早期開始を可能に！



15日前からの長時間アンサンブル降雨予測を活用したアンサンブル事前放流モデルを開発

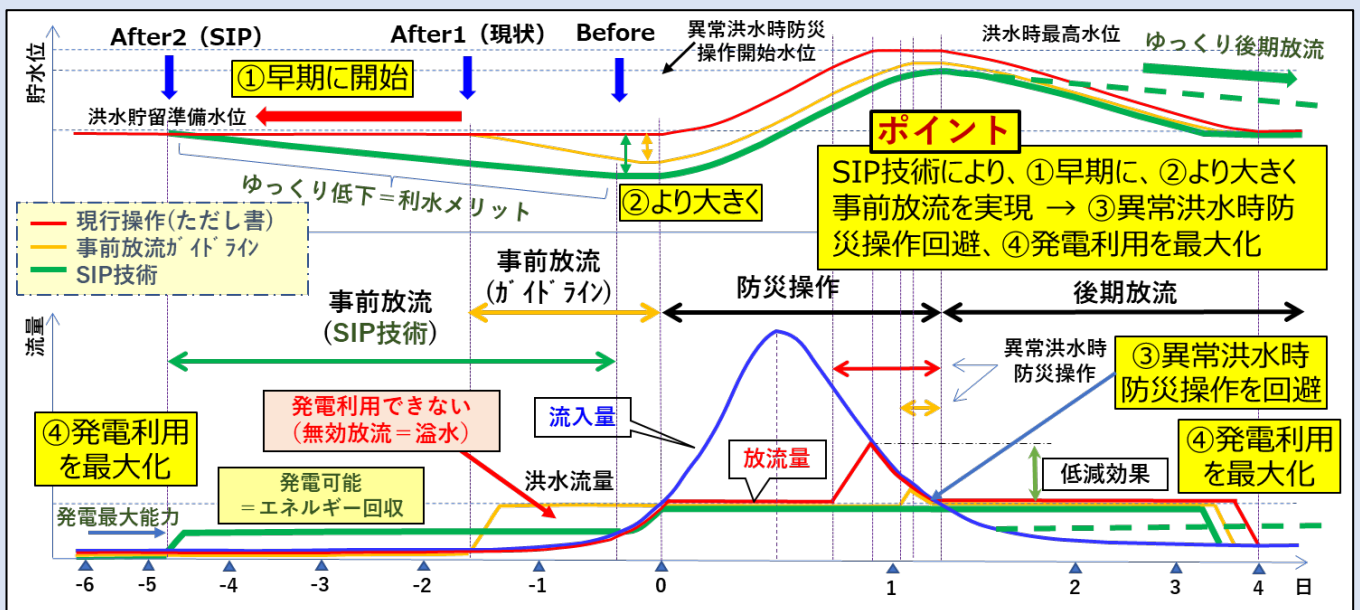
事前放流操作の逐次最適化と連携操作で、ダムを最大活用

研究開発チーム 《 統合ダム防災支援システム < 京都大学防災研究所・(一財)日本気象協会・(独)水資源機構 >

6. アンサンブル事前放流の実装イメージ (WIN-WIN)

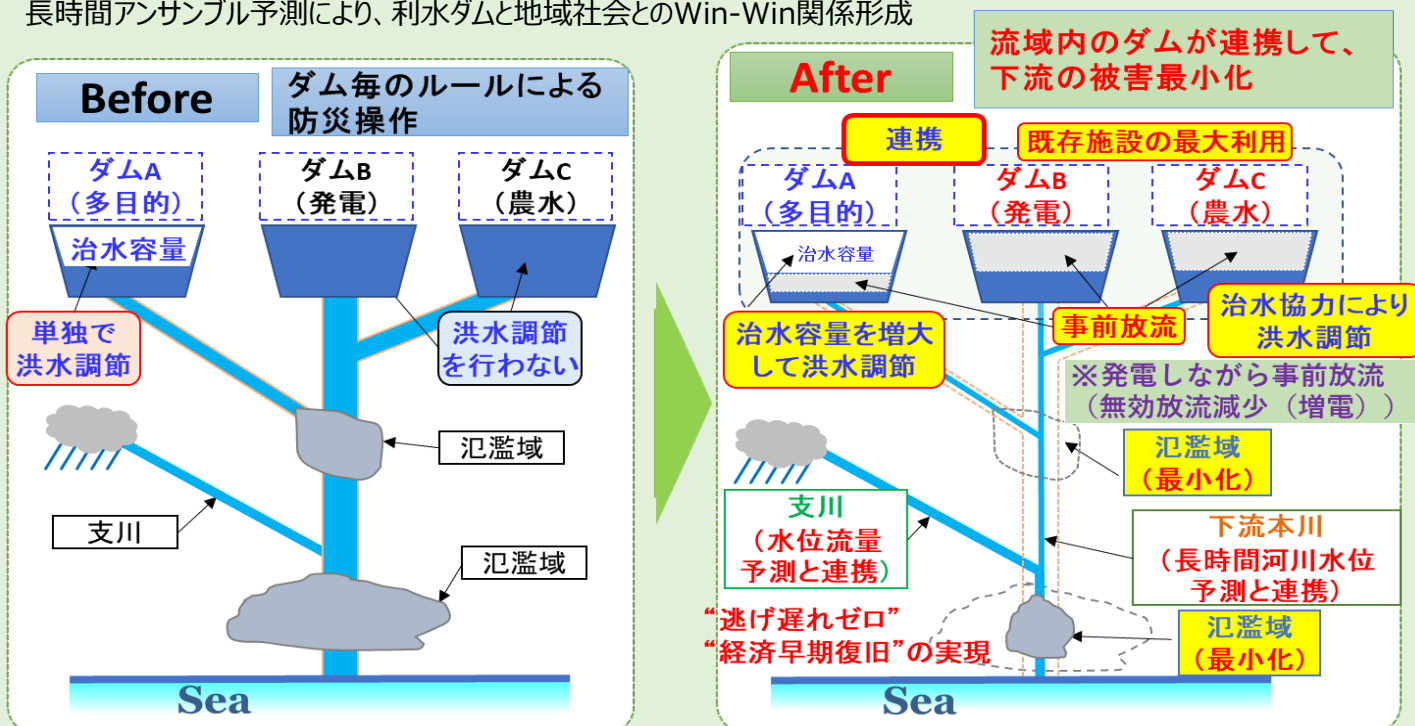
治水機能の拡大 (治水WIN)、利水リスクの回避と効率的な水力発電 (利水WIN) を実現

- 15日間のアンサンブル降雨予測 (上位予測・下位予測) を用いることで、余裕を持って洪水に対応
- 最大限発電利用し、かつ、大きく貯水水位を低下可能 (相当雨量の増加 = 異常洪水時防災操作を回避)
- 次の洪水有無を確認しながら、洪水後の後期放流をゆるやかに行うことで、さらに最大限発電利用可能



7. 流域全体のダム群連携の防災操作イメージ

- 多目的ダムの事前放流の拡大が最優先、流域内に大きな利水ダムがある場合は、この事前放流も有効 (治水協力)
- ただし、事前放流を拡大するには、さらなる予測精度の向上が必須
- 長時間アンサンブル予測により、利水ダムと地域社会とのWin-Win関係形成



VI

スーパー台風被害予測システムの開発

スーパー台風被害予測システム開発 Measures in response to super typhoons

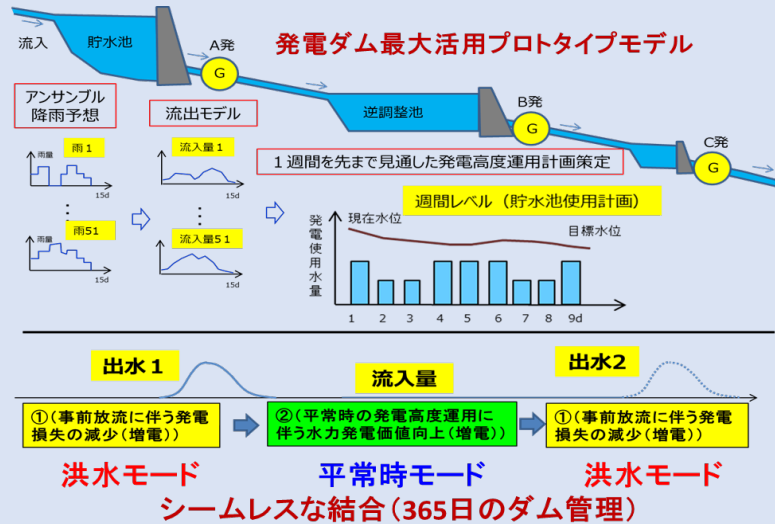
発電ダムの高度運用にも活用し、さらに国際展開へ

研究開発チーム 《 統合ダム防災支援システム 》 < 京都大学防災研究所・(一財)日本気象協会・(独)水資源機構 >

8. 発電ダムの利水高度運用と治水機能強化のシームレスな結合

発電ダムにおいても長時間アンサンブル降雨予測を最大限活用

- ・事前放流時に発電を最大活用
- ・洪水貯留後の後期放流時にも、次の洪水の発生有無を見通し、発電を最大活用
- ・1週間程度先までの洪水の発生有無を見通し、平常時の水力発電計画にも活用
- ・水力発電価値（フロー（流量）、ストック（水頭））の最大化と、防災効果の最大化を実現



9. 社会実装のためのアプローチ

ダムの分類に応じた支援システム組合せを提供

- ・小規模ダム～中規模～大規模ダム～ダム群ごとに求められる支援システムの組合せを提供
- ・令和3年度末までに50ダム以上に導入

社会実装に向けたダム操作ルール等に関する検討

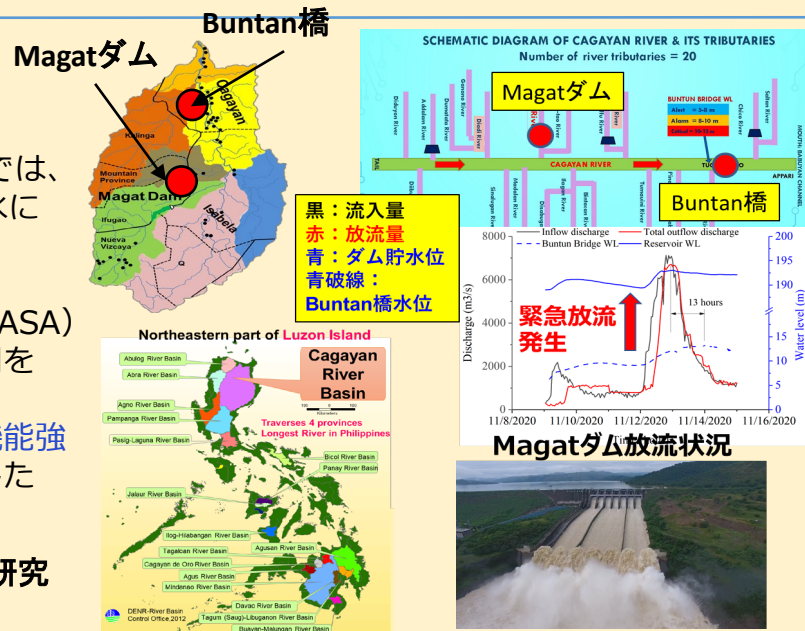
- ・長時間アンサンブル降雨予測をふまえた操作方式
- ・リスクと責任論を整理した上で、洪水の一気通貫のダム群放流操作ルールの検討

	小規模ダム	中規模ダム	大規模ダム	ダム群
長時間アンサンブル降雨予測	5km	1km/5km	1km/5km	1km
流出モデル		○	○	○
事前放流モデル			○	○
ダム群連携シミュレータ				○

10. 国際展開も視野に

フィリピンを対象にプロトタイプ提供

- ・2020年11月にルソン島を襲った台風Ulyssesでは、Cagayan川のMagatダムにおいて、ダムが満水になり急激に放流増加
- ・下流河川狭窄部で洪水被害が発生し対策急務
- ・ダム管理者（NIA）、フィリピン気象庁（PAGASA）と連携し、長時間アンサンブル降雨予測の適用を開始（日本気象協会）
- ・ダム運用高度化（利水（農水）・発電・治水機能強化）、また、持続的管理（堆砂対策）を目指した「ダム再生」を検討中



京大 JASTIP: 日ASEAN科学技術イノベーション共同研究拠点 (WP4 防災・減災分野) と連携