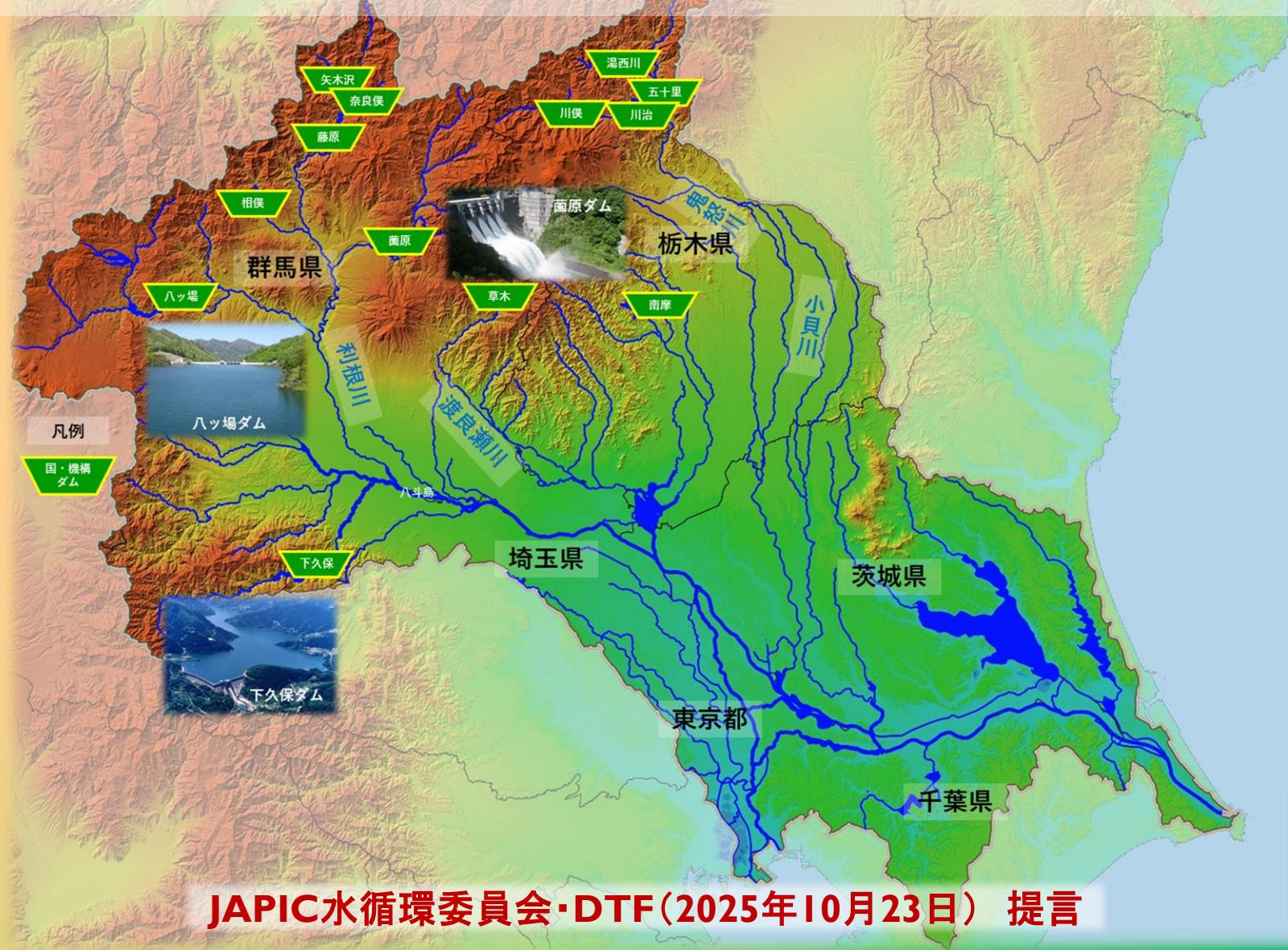


気候変動に向けたダム群ポテンシャルの最大活用 ～利根川ダム群の統合運用と再編をモデルに～



本提言の位置づけと骨子

JAPIC水循環委員会(2021年6月) 提言

「激化する気候変動に備えた治水対策の強化と水力発電の増強
～治水・利水の統合運用と再編に向けたパラダイムシフト～」

ダム群再編・統合運用により「個別最適」から「全体最適」へ

JAPIC国土・未来プロジェクト研究会(2020年12月) 提言

「豪雨災害に関する緊急提言
～治水対策のパラダイムシフトに向けて～」

緊急かつ実践的な対応の方向性を提言

本提言

気候変動に向けたダム群ポテンシャルの最大活用

～ 利根川ダム群の統合運用と再編をモデルに ～

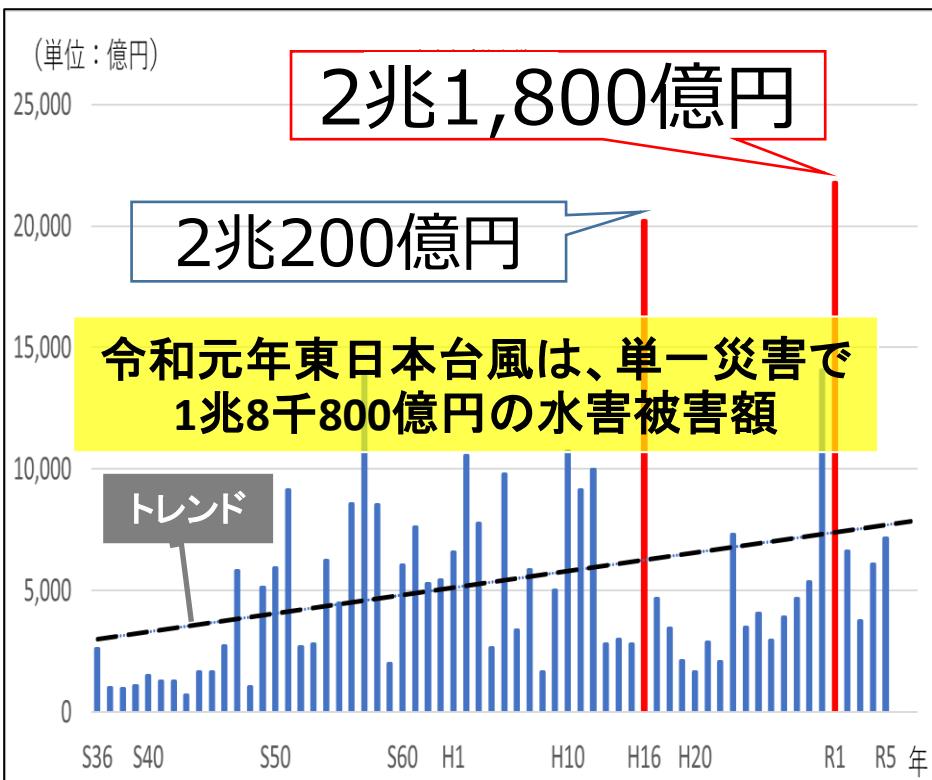
- ダム群の容量再編、容量の多目的化による治水・利水機能の強化
個別最適から全体最適へ 危機管理容量の創設
- 降雨・洪水予測の導入によるダム操作の最適化
予測技術の導入による治水・利水機能強化
- 利根川流域をモデルに治水・水力発電ポテンシャルの評価

全体最適の実現に向けて、最新の科学技術の進展成果を導入し、早急に全国展開へ

背景：気候変動により広域化・長期化・深刻化する水害

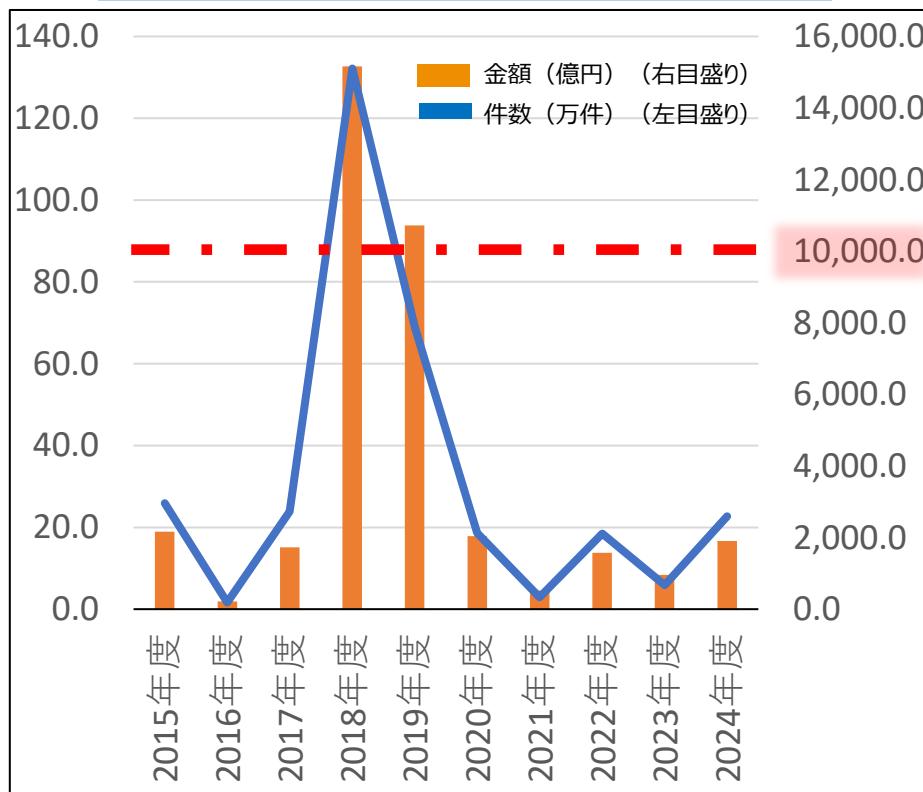
□ 支払い保険金額は2年連続で1兆円超えも 水害被害額は増加トレンド

1年間の日本の水害被害額
(名目額: 1961年以降)



出典：国土交通省資料

風水害等による支払保険金
(2015年度～2024年度)
<大雪＆大規模火災を除く>



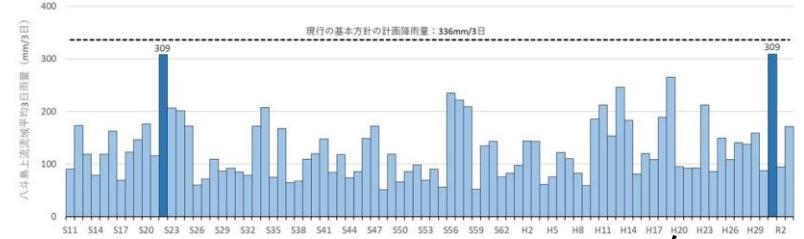
出典：一般社団法人日本損害保険協会 近年の風水害等による支払保険金調査結果（見込み含む）

<https://www.sonpo.or.jp/report/statistics/disaster/weather.html#anchor-2024>

背景:利根川の近年の洪水(令和元年東日本台風)

令和元年東日本台風(台風19号)において、戦後最大洪水に次ぐ規模の洪水を記録

流域平均年最大雨量(3日)
基準地点八斗島



利根川中流部では
計画高水位を超過し、
堤防天端近くまで水位が上昇

2019年10月13日 台風19号



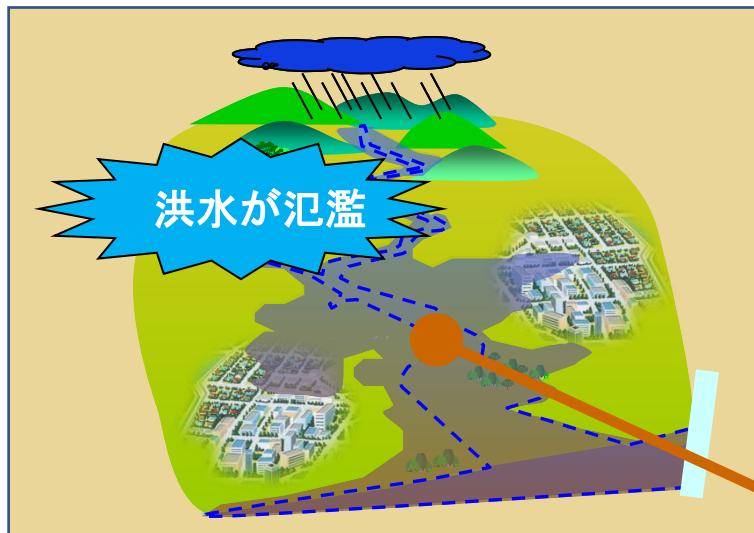
試験湛水中の八ッ場ダムが洪水を貯留
(実写を画像化)



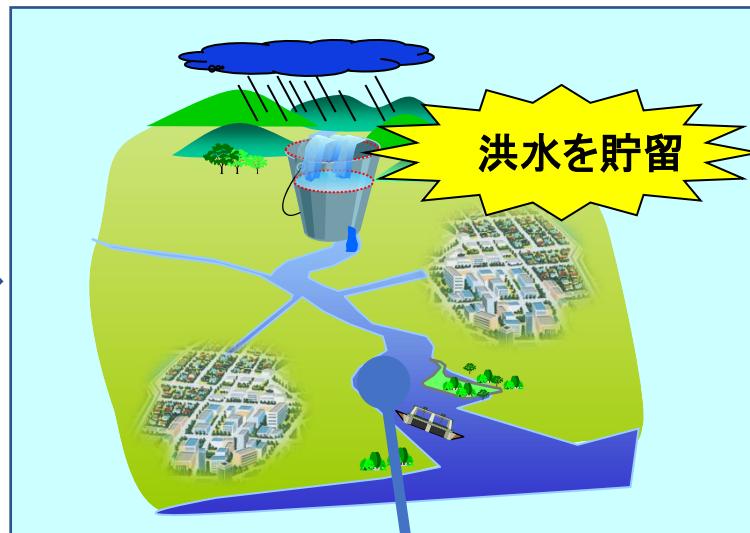
利根川本川板倉町地先
国土交通省関東地方整備局提供

背景：生命、財産を守るために、洪水を貯めることが効果的・効率的

洪水調節がなければ
河道から洪水氾濫



ダムや遊水地で洪水調節し
氾濫を防止・軽減

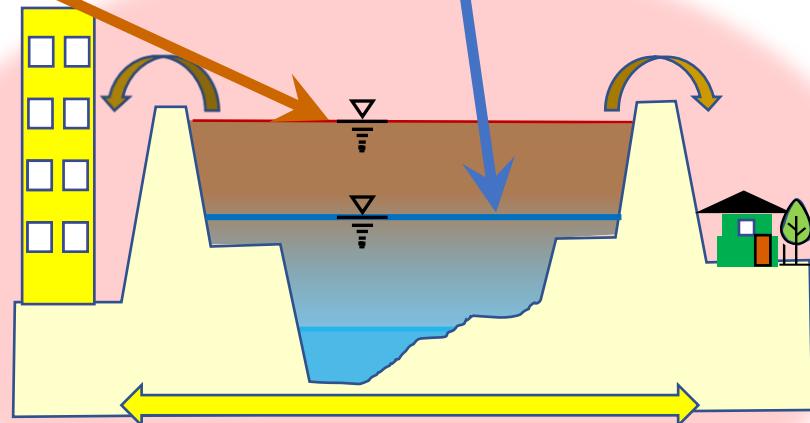


□ 約10mの高さの堤防が水害を防いだ。沿川市街地の地盤高と洪水の水位を比較すると慄然とせざるを得ない。



埼玉県三郷市

出典：関東地方整備局資料提供



市街地連担区域等は
河川の拡幅が極めて困難

出典：国土交通省資料より作成

背景：気候変動における降雨量、流出量、洪水発生頻度

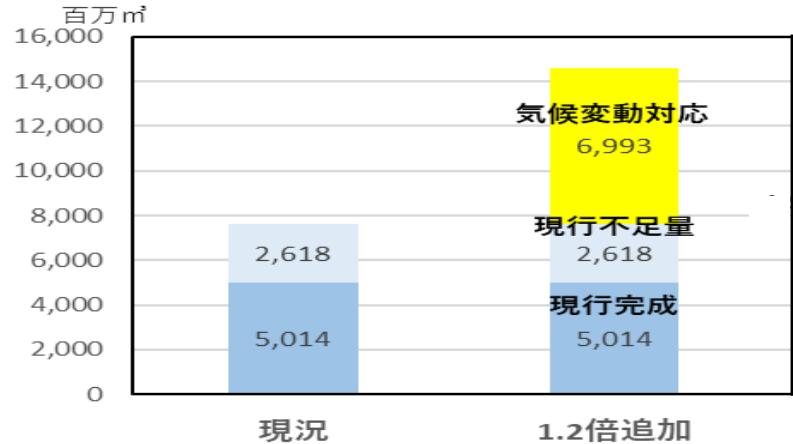
- 気候変動による洪水流量増大に向け、総力戦で貯留を
- 2°C気温上昇により、降雨量1.1倍、流量約1.2倍

降雨量、流量の変化倍率と洪水発生頻度の変化

	降雨量	流量	洪水発生頻度
4°C上昇(RCP8.5)	1.3倍	約1.4倍	約4倍
2°C上昇(RCP2.6) (暫定値)	1.1倍	約1.2倍	約2倍

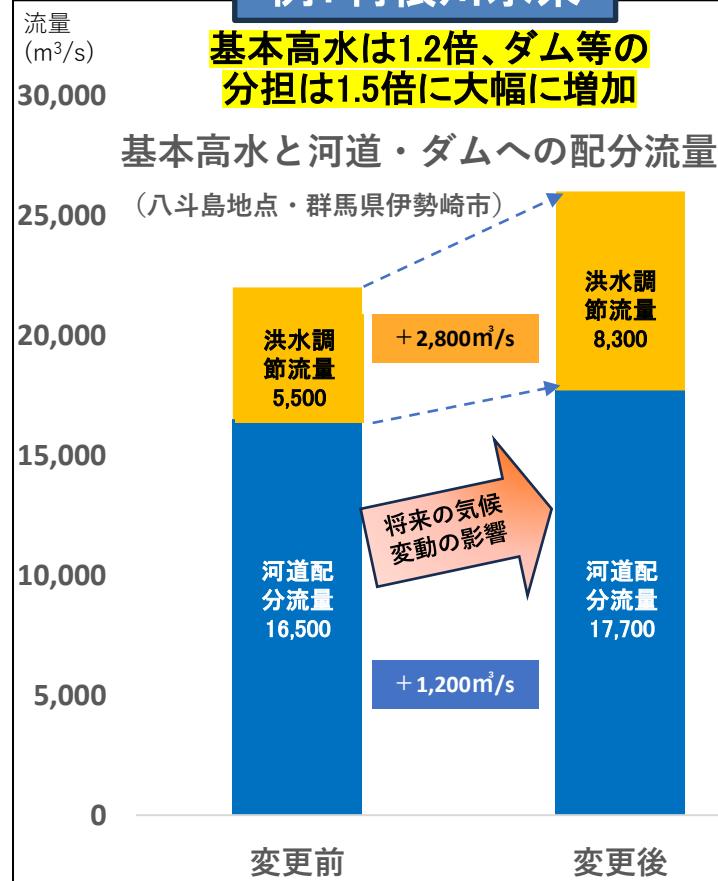
出典：国土交通省資料

2°C上昇対応の洪水貯留量試算



出典：JAPIC水循環委員会資料

例：利根川水系

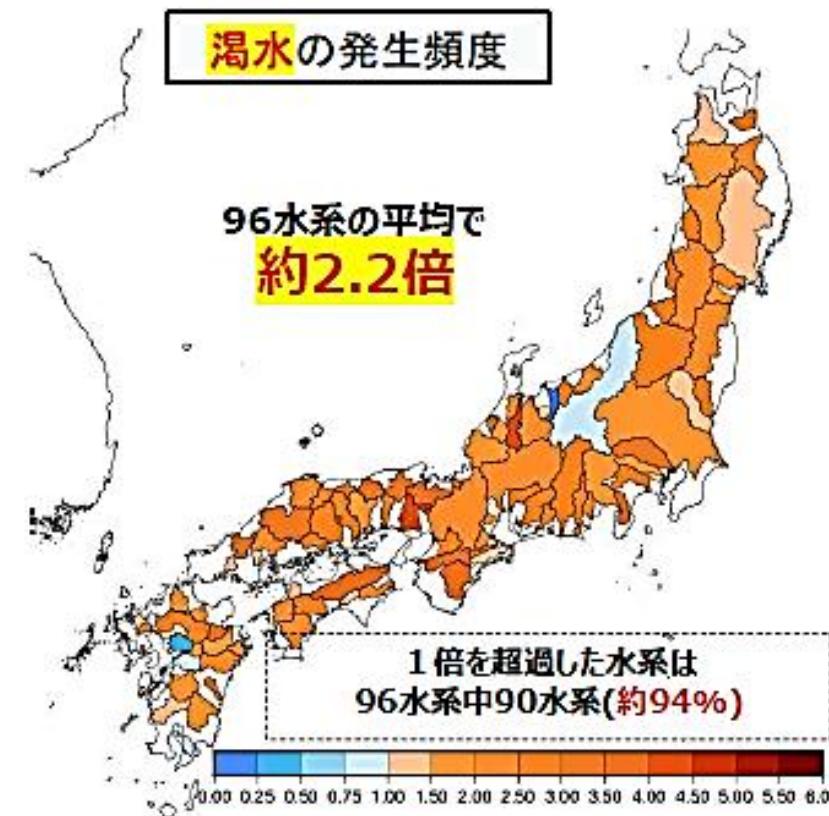
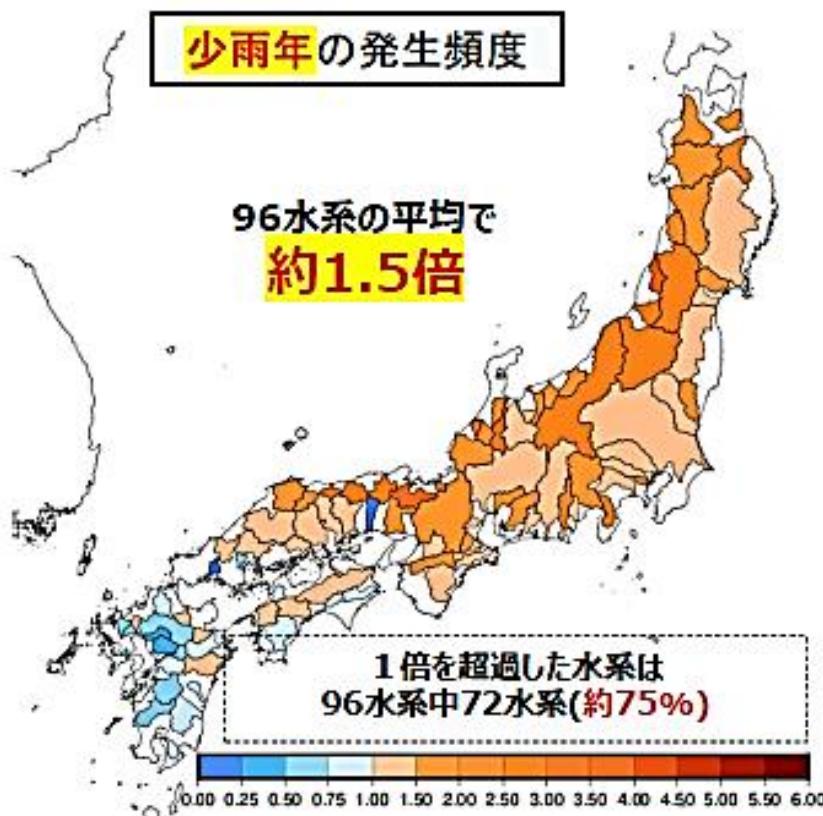


* 基準地点八斗島の計画規模1/200は維持

背景:気候変動による雨量や渇水流量への影響

○ 地球の平均気温が2°C上昇した場合の試算

- ・ 少雨年（10年に1回程度）の発生頻度は約1.5倍
- ・ 渇水（10年に1回程度）の発生頻度は約2.2倍



注：「過去実験」および「将来実験」の年降水量および渇水流量が、「過去実験の非超過確率1/10の値」以下となる年の発生頻度の比を計算したもの。

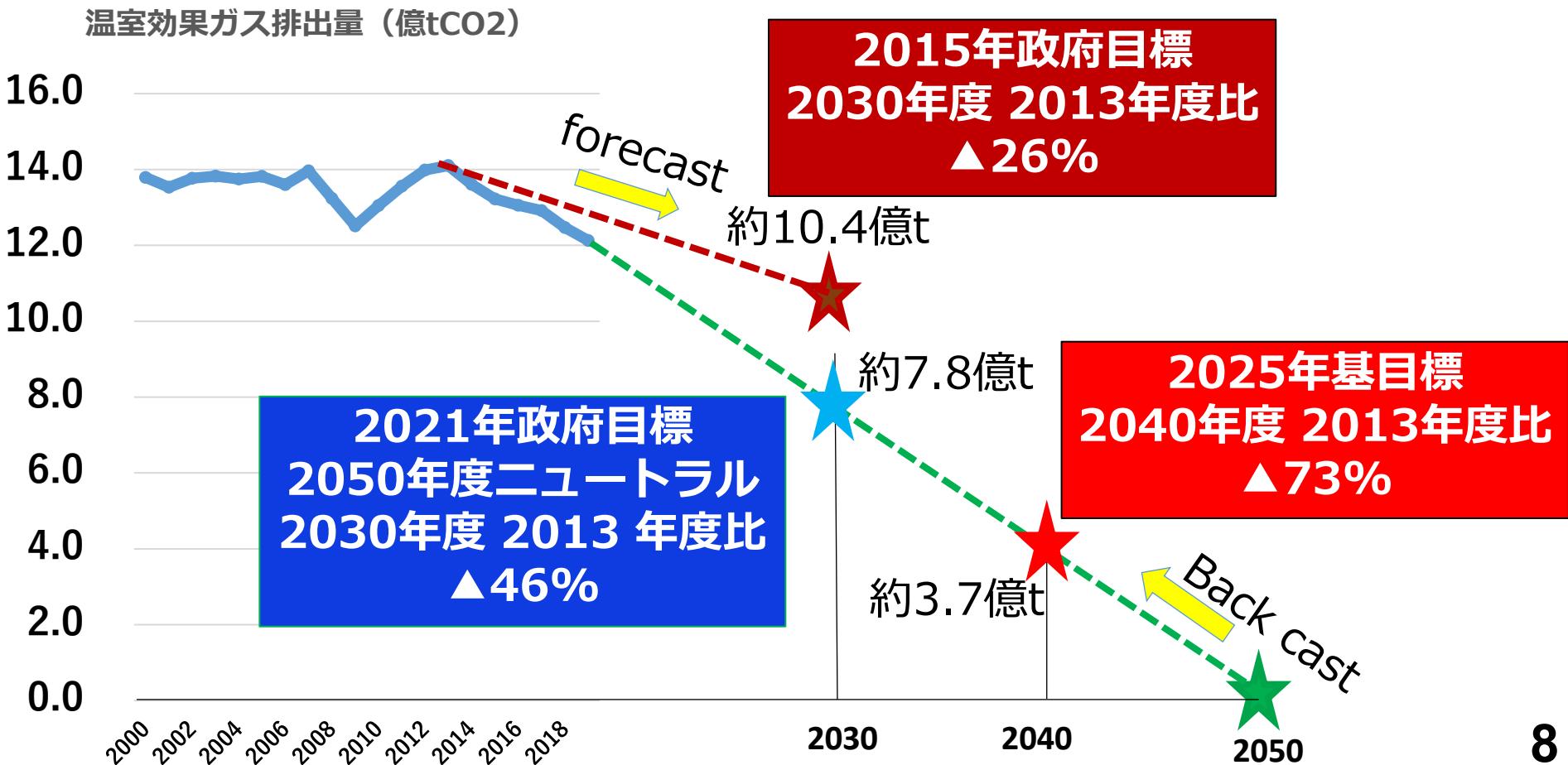
「この計算では、文部科学省による複数の学術研究プログラム（「創生」、「統合」、SI-CAT、DIAS）間連携および地球シミュレータにより作成されたd4PDFが使用されている。」

出典：西村宗倫、高田望、坂井光司、小池克征、越田智吾、竹下哲也：気候変動による非超過確率1/10の少雨年の発生頻度の変化の計算、河川技術論文集、第29巻、pp.551-556、2023。

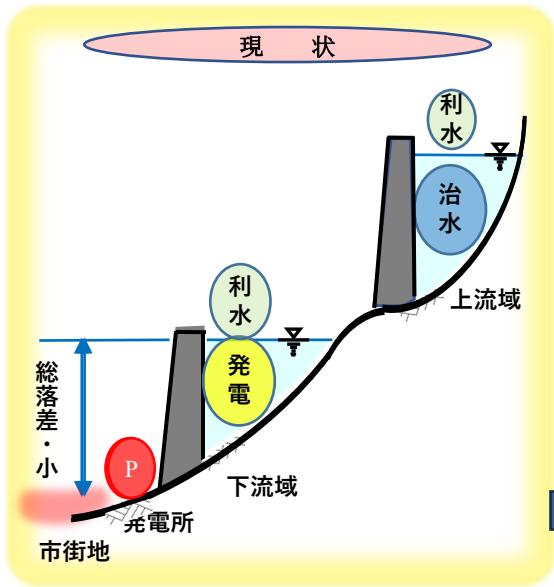
西村宗倫、高田望、坂井光大、水垣滋、竹下哲也：気候変動による非超過確率1/10の渇水流量の発生頻度の変化の計算、河川技術論文集、第30巻、pp.363-368、2024。

背景:カーボンニュートラルに向けた削減目標

- 2020年11月、2050年カーボンニュートラルを目指すと宣言
- 第6次エネ基において2030年に2013年比で▲46%削減
- 46%削減をパリ協定の新たな国別削減目標として登録
- 第7次エネ基では2040年に2013年比で▲73%削減

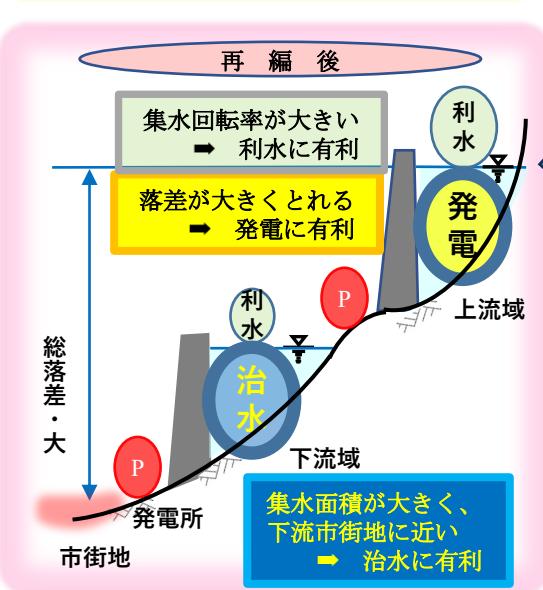


流域ダム群の治水・利水機能強化に向けた パラダイムシフト(1)



□ 流域ダム群の容量再編 「個別最適」→「全体最適」へ転換

* 流域のダム群の治水・利水容量を現時点で再評価するとさらに効率的に配置することが可能



「治水容量」

- ・治水効果の高いダムに再編

「利水容量」

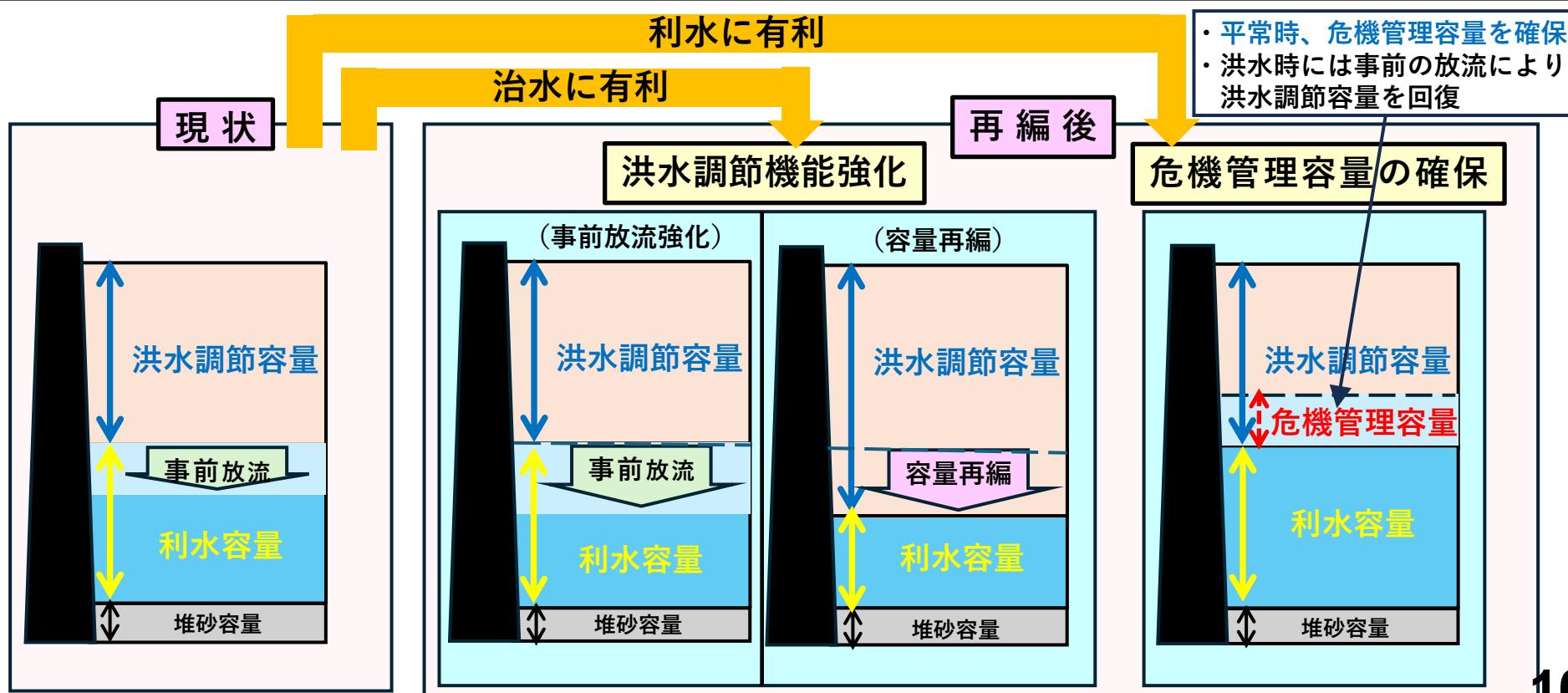
- ・利水効果の高いダムに再編

流域全体で治水・利水機能の強化

流域ダム群の治水・利水機能強化に向けた パラダイムシフト(2)

□ 危機管理容量の創設

- ◆ 治水に有利なダムは、事前放流の強化、容量再編等によるダム群としての洪水調節機能の強化
- ◆ 利水に有利なダムは、平常時は洪水調節容量内に異常渴水、大地震等大規模災害等への備え及び発電量の増大を目的とした**危機管理容量**を新たに創設

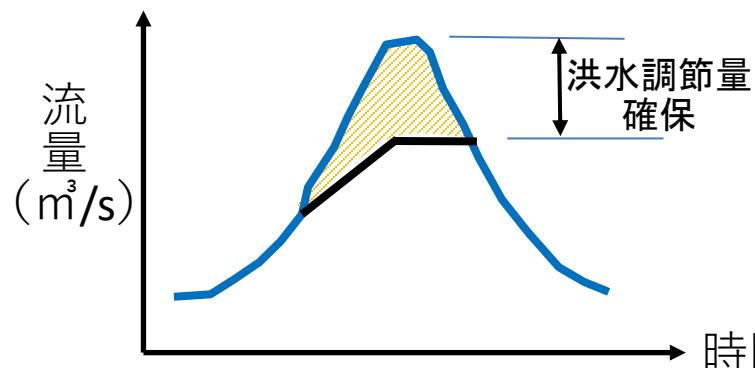


流域ダム群の治水・利水機能強化に向けた パラダイムシフト(3)

□ 新たな「降雨・洪水予測導入」による ダムの高度運用

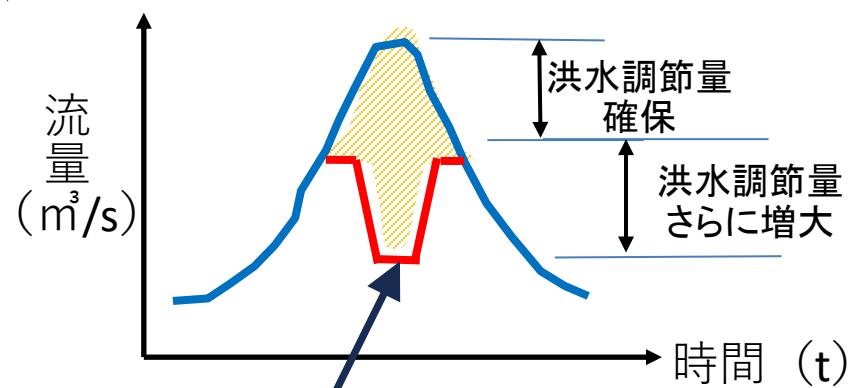
- ダム操作に降雨・洪水予測を導入し、治水・利水機能強化
「実用化に向けたさらなる技術開発」と「技術の進展に応じた操作」が必要

一定の洪水調節ルールに基づく操作



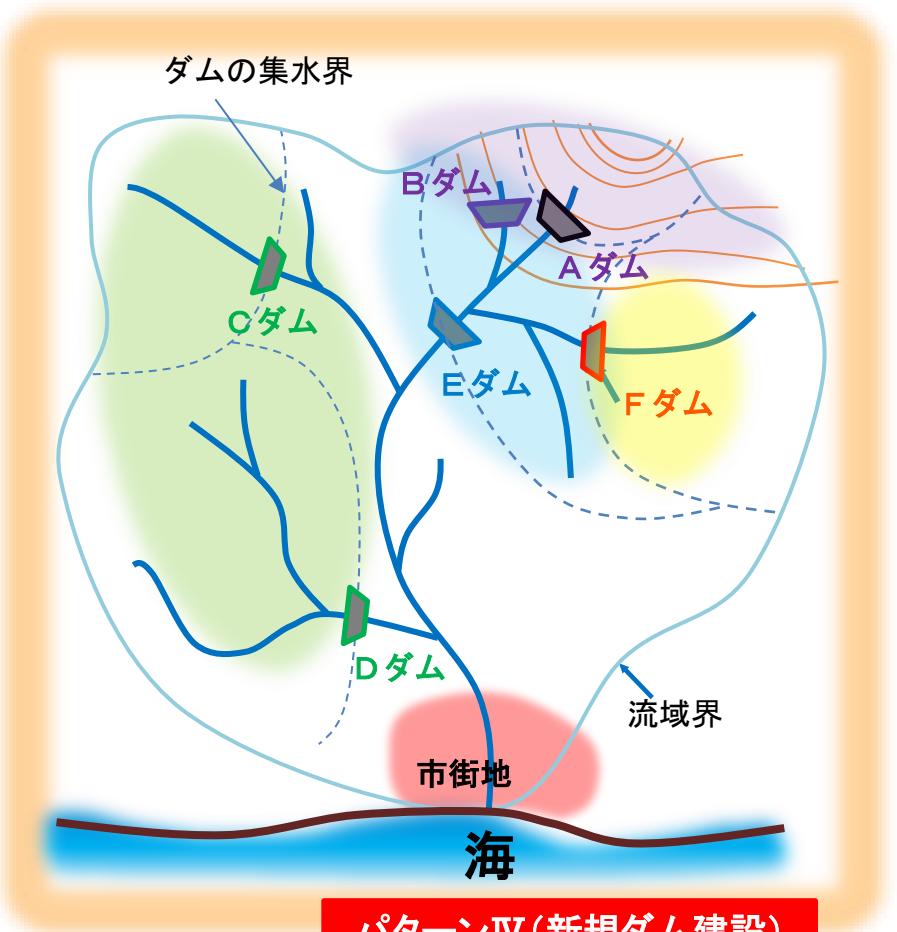
— ダム流入量
— ダム放流量

下流河川の洪水予測に基づく操作



下流の河川が危険な状況になりそうな時に、ダムからの放流量を減じる

ダム群再編のイメージ図

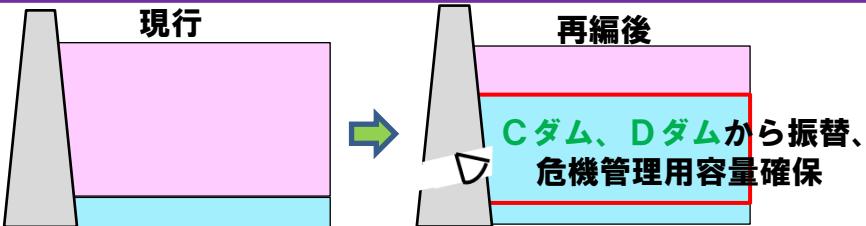


洪水調節容量

利水容量

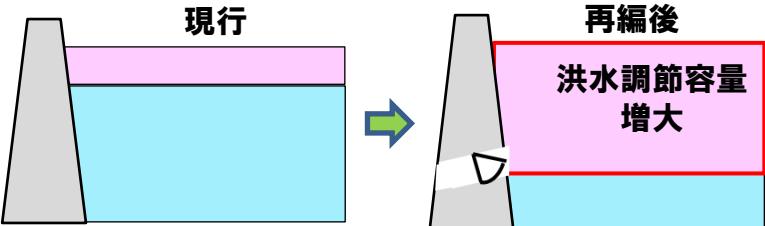
パターン I (利水優先へ)

利水に有利なダム (Aダム、Bダム)
降雨・降雪量が多く、年間を通じて流況が安定
⇒ 流水の貯留には適、発電に有利



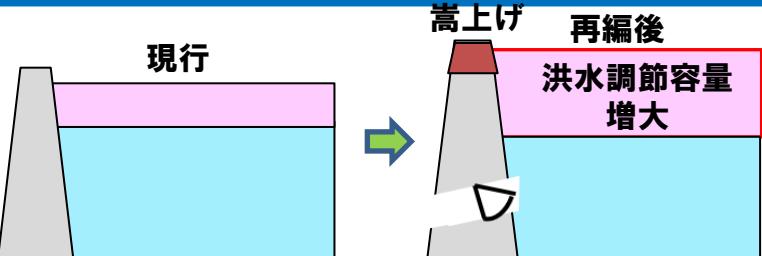
パターン II (利水容量振替治水優先へ)

治水に有利なダム (Cダム、Dダム)
集水面積が大 ⇒ 治水効果は大



パターン III (堤体かさ上げ)

治水に有利なダム : 嵩上げ (Eダム)
下流低平地に近い ⇒ 治水効果は大



流域全体
↑
ダム・下流地点
↑
ダム地点

究極のダム全体最適に向けて ～技術の高度化と流域展開を目指して～

今回提言

第四段階：精度向上

治水・利水運用のさらなる高度化
(降雨予測の精度向上)

第三段階：精度向上

治水・利水運用の高度化
(洪水流出予測の精度向上)

第二段階：流域運用

治水・利水容量の再編
(複数ダム・ハイブリッドダム・危機管理容量)

第一段階：現状

高度運用
(単独ダム・ハイブリッドダム等)

事前放流

治 水：

治水・利
水・発電：

単独ダム

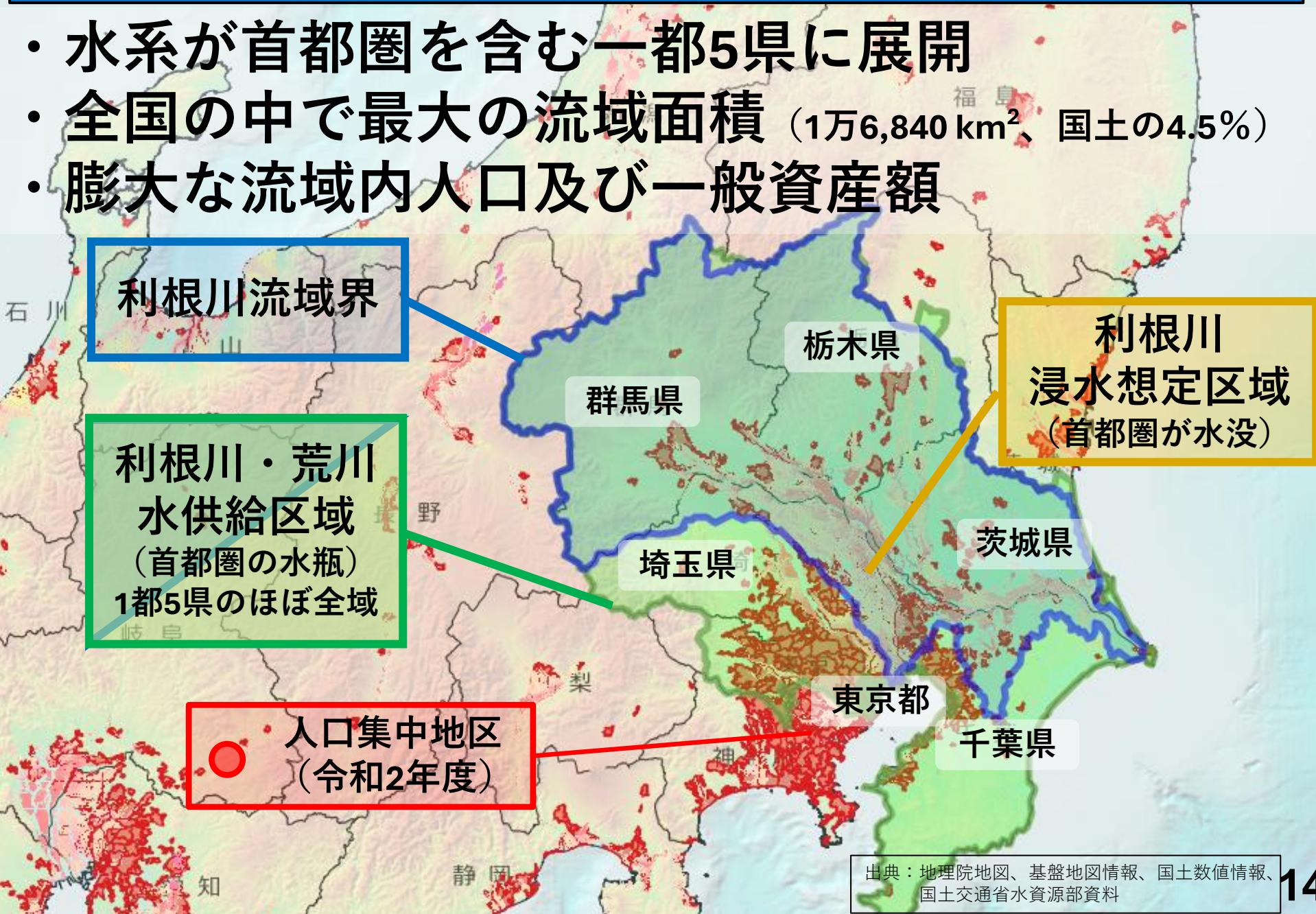
複数ダム

流域全体

流域への展開

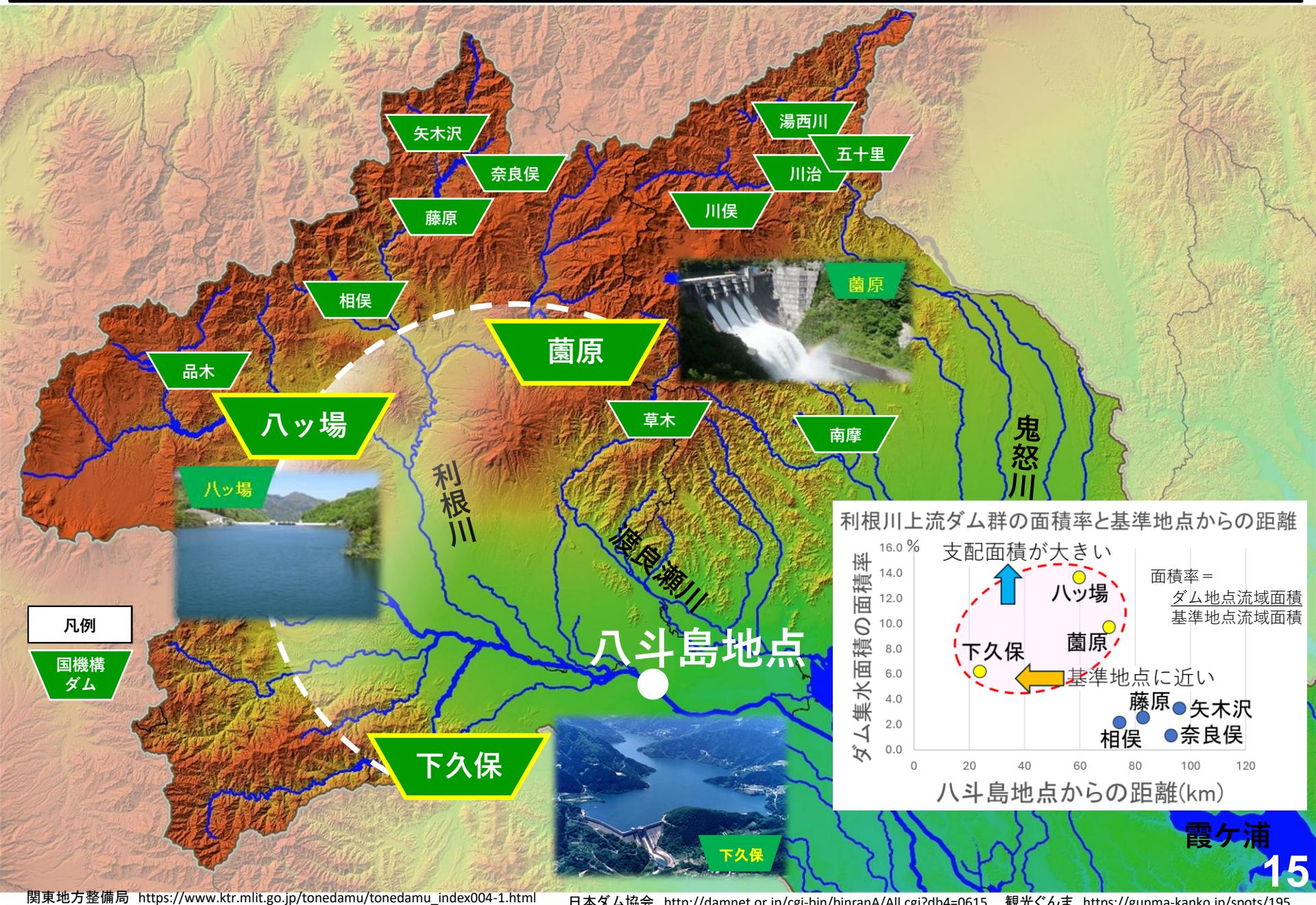
利根川流域の特徴

- ・水系が首都圏を含む一都5県に展開
- ・全国の中で最大の流域面積（1万6,840 km²、国土の4.5%）
- ・膨大な流域内人口及び一般資産額



出典：地理院地図、基盤地図情報、国土数値情報、
国土交通省水資源部資料

洪水調節機能の向上に向けて

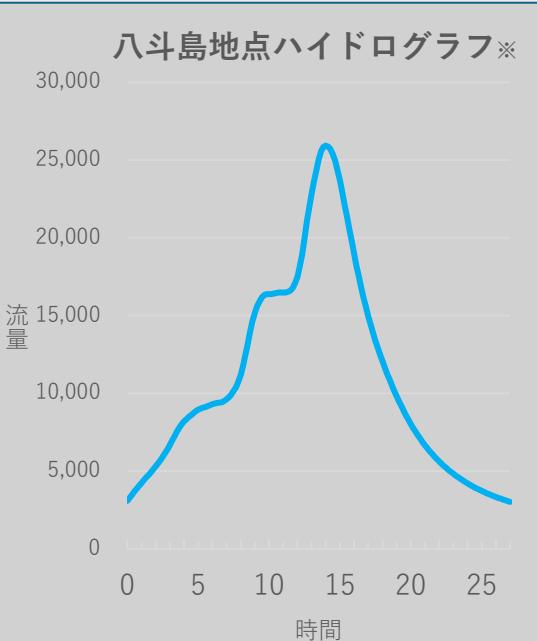


治水強化が必要なダムにおける洪水調節機能増強に関する検討方法

洪水調節容量の増大：

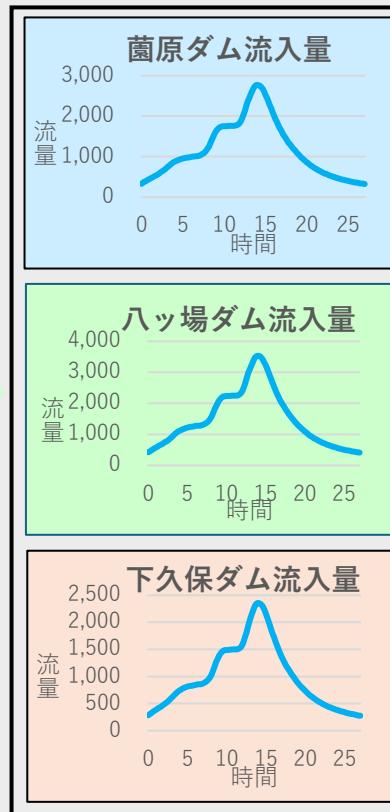
- ・ 薩摩川原ダム：2,000万m³（嵩上げ）
- ・ 八ッ場ダム：1,500万m³（事前放流 + 利水容量振替）
- ・ 下久保ダム：2,000万m³（利水容量振替）

※利水容量振替は戸倉ダム・倉渕ダムへ

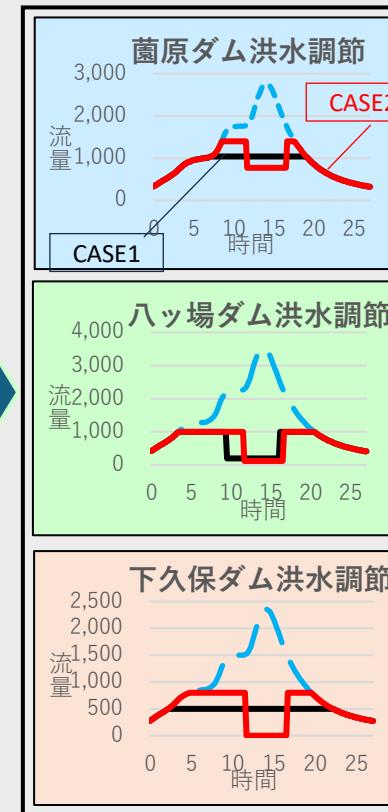


※ハイドログラフとは、ダムへの水の流入量などの時間的变化を示す。

流域面積比により各ダムの流入ハイドロを作成



各ダムにおける洪水調節計算の実施



上図の実線は、洪水調節後のダムからの放流量

各ダムにおける洪水調節量の把握

case1：一定量放流（八ッ場ダムについてはダムへの流入量に応じて放流量を現行の200m³/sまで絞り込み
case2：現行最大放流量 + 予測を活用した操作（八斗島地点の水位がH.W.L.を超過することが予測された
場合に残容量を用いて放流量を絞り込み）

利根川ダム群の再編による治水効果

洪水調節容量の増大による効果

- ◆ 薩原ダム、八ッ場ダム、下久保ダムの洪水調節容量の増大による効果
- ◆ 八斗島地点において最大約 $1,700\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節量が増大
(基本方針改定による洪水調節量の増大分 $2,800\text{m}^3/\text{s}$ の約6割に相当)

洪水調節量増分（ダム地点）	備 考	
下久保ダム	400 m^3/s	460 m^3/s 一定量放流
薩原ダム	780 m^3/s	1,040 m^3/s 一定量放流
八ッ場ダム	540 m^3/s	現行操作規則を踏まえ、200 m^3/s 放流を可能な限り長時間継続すること及び流入量のピーク時より前の時間帯の200 m^3/s 放流時間を長く確保することを考慮して操作ルールを設定

洪水調節容量の増大 + 予測を活用した操作による効果

- ◆ 洪水調節容量の増大 + 八斗島地点の流量の予測を活用した洪水調節操作による効果
- ◆ 八斗島地点において最大約 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ （基本方針改定による洪水調節量の増大分 $2,800\text{m}^3/\text{s}$ の約9割に相当）の洪水調節量の増大が可能。

洪水調節量増分（ダム地点）	増分の内訳（容量増+予測活用）
下久保ダム	860 m^3/s
薩原ダム	1040 m^3/s
八ッ場ダム	610 m^3/s

CNにおける 水力発電強化の役割・特徴

1. CO₂の排出原単位^{*1}が全電源中、最小
2. 長期にわたり最低廉な電力を供給
3. 出力変動の大きい再生可能エネルギーへの即応力
： 指令応答性、安定性、信頼性
4. 法定耐用年数と長寿命
： 足利第二発電所（1912年～、関西電力）
大井発電所（1924年～、元大同電力（現関西電力）） 等

* 1 発電燃料の燃焼、に加え諸設備の建設・燃料輸送・精製・運用・保守等に消費されるエネルギーを対象としてCO₂排出量を算出し比較

利根川ダム群の水力発電増強のポテンシャル

① 既設ダムのさらなる高度運用

現状よりも精度の高い降雨予測や、融雪出水の予測が実現した場合の増電効果※を算定（6ダム（下久保、相俣、菌原、奈良俣、草木、八ッ場）の算定を基に算出）

※ 翌日～数日後までのダム流入量を予測して、当該流入量により貯留が回復する範囲内で、現在の貯留水を活用して発電を実施

【対象とした流況年】近年の平均的な流況年 【発電施設】既設の発電施設

利根川水系 : 約150GWh（約10%の増電）
国全体適用 : 約1,400GWh（約35万世帯の電気消費量に相当）



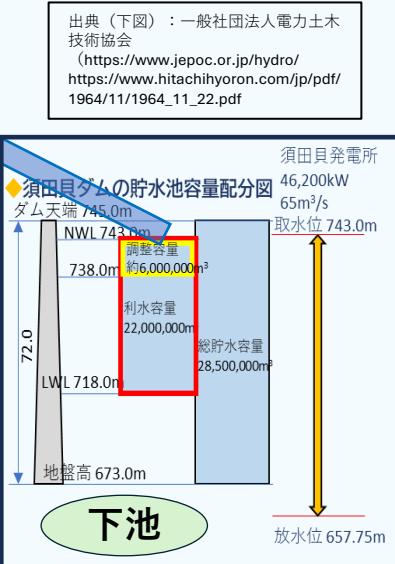
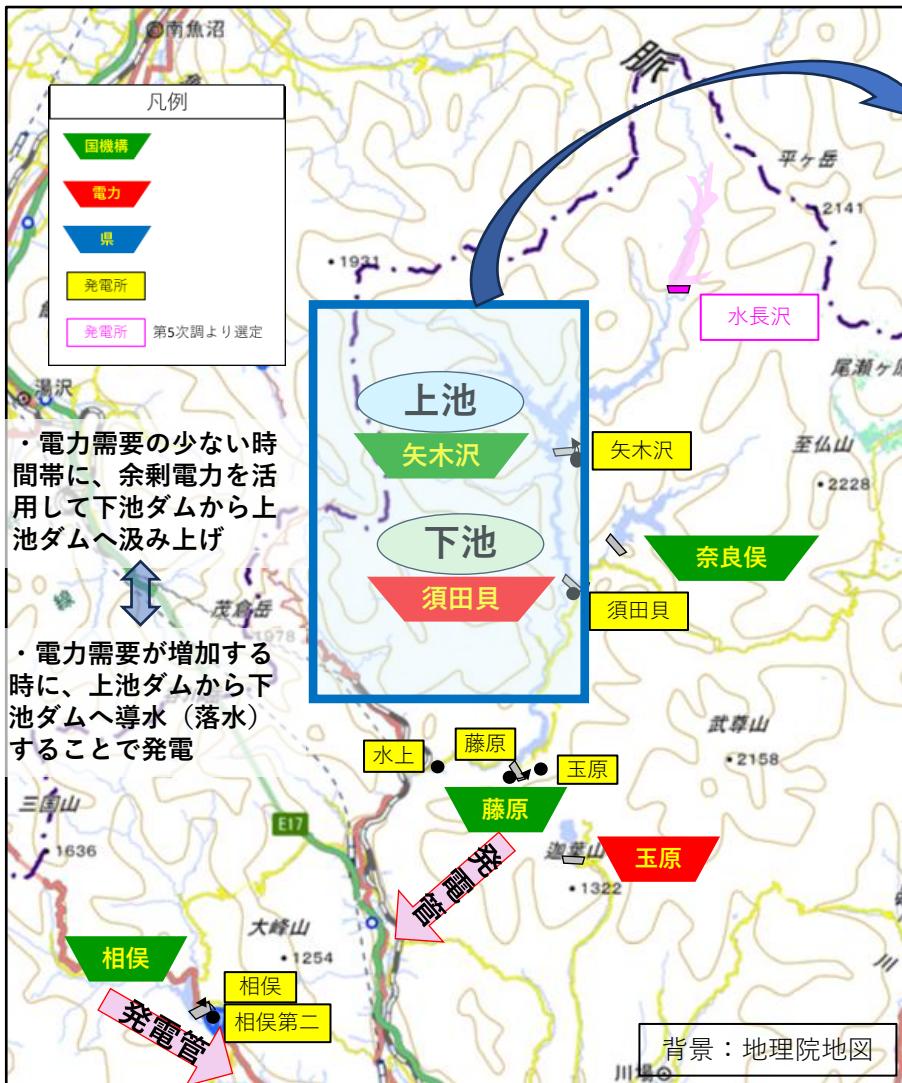
② 危機管理容量を活用した揚水発電*

【利根川水系 矢木沢ダム ↔ 須田貝ダム】

発電出力：約34万kW（原発0.3基分に相当）
系統用蓄電池と比較しても有意

利根川上流ダム群再編に係る水力発電量の増大

- ◆異常渴水等に備えた危機管理容量を新たに創設
- ◆水力発電量の増大に活用



水力発電に有効活用

- 危機管理容量内への貯留に伴う水位上昇による発電量の増大
- 既設ダムにおける洪水調節容量内への貯留を活用した揚水発電の拡大・新規実施
- 既設の発電管を活用した危機管理容量の事前放流による発電量の増大

利根川流域のダム群の有する治水・利水ポテンシャル(1)

1. 治水ポテンシャル

①容量再編による機能向上

- ・基準地点（八斗島）で約 $1,700\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節効果増加
⇒気候変動に伴う洪水調節量の増大分（ $2,800\text{m}^3/\text{s}$ ）の約の約6割（洪水調節必要量全体である $8,300\text{ m}^3/\text{s}$ の約2割）に相当

②予測技術の進展による機能向上

- ・容量再編と併せて、基準地点で約 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節効果増加
⇒気候変動に伴う洪水調節量の増大分（ $2,800\text{m}^3/\text{s}$ ）の約の約9割（洪水調節必要量全体である $8,300\text{ m}^3/\text{s}$ の約3割）に相当

利根川流域のダム群の有する治水・利水ポテンシャル(2)

2. 「危機管理容量」の提案

- ・あらかじめ用途を限定せず、**異常渇水時や災害時等における危機管理のための「危機管理容量」を分散確保**
- ・**危機管理容量**は治水容量増大の効果が小さいダムを対象に**平常時において洪水調節容量内に確保**

3. 発電ポテンシャル

- ・予測精度の向上を前提に、利根川の既設ダムの利水容量、危機管理容量を高度運用により活用した場合、増電量は150GWh
 - ⇒利根川水系の現状の発電量の約10%に相当
 - ⇒全国の国、機構ダム、都道府県管理ダムに適用すると1,400GWhの増電可能性
- ・危機管理容量を揚水発電に活用した場合（矢木沢ダム、須田貝ダム）、発電量（増電量）は約34万KW
 - ⇒原子力発電の0.3基分に相当するポテンシャル

「むすびに」あたって

○ 気候変動による外力増大に対する具体的適応策・緩和策の提言

- ・ 流域ダム群の治水・利水容量の「個別最適」から「全体最適」へ
- ・ 降雨・洪水予測技術の導入によるさらなるダム運用の高度化
- ・ 利根川流域ダム群の治水・利水ポテンシャル評価
- ・ 水力発電ポテンシャル評価と発電増強への提案
- ・ 全国約500基を超える多目的ダムにおいて、商用発電設備のない6割のダムにおける発電の増大へ
- ・ 全国の河川のダム群への展開を