

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 ～

取水塔

導水路
トンネル

水圧管路

発電所
(地下式)

2021年6月24日

一般社団法人 日本プロジェクト産業協議会(JAPIC)

水循環委員会

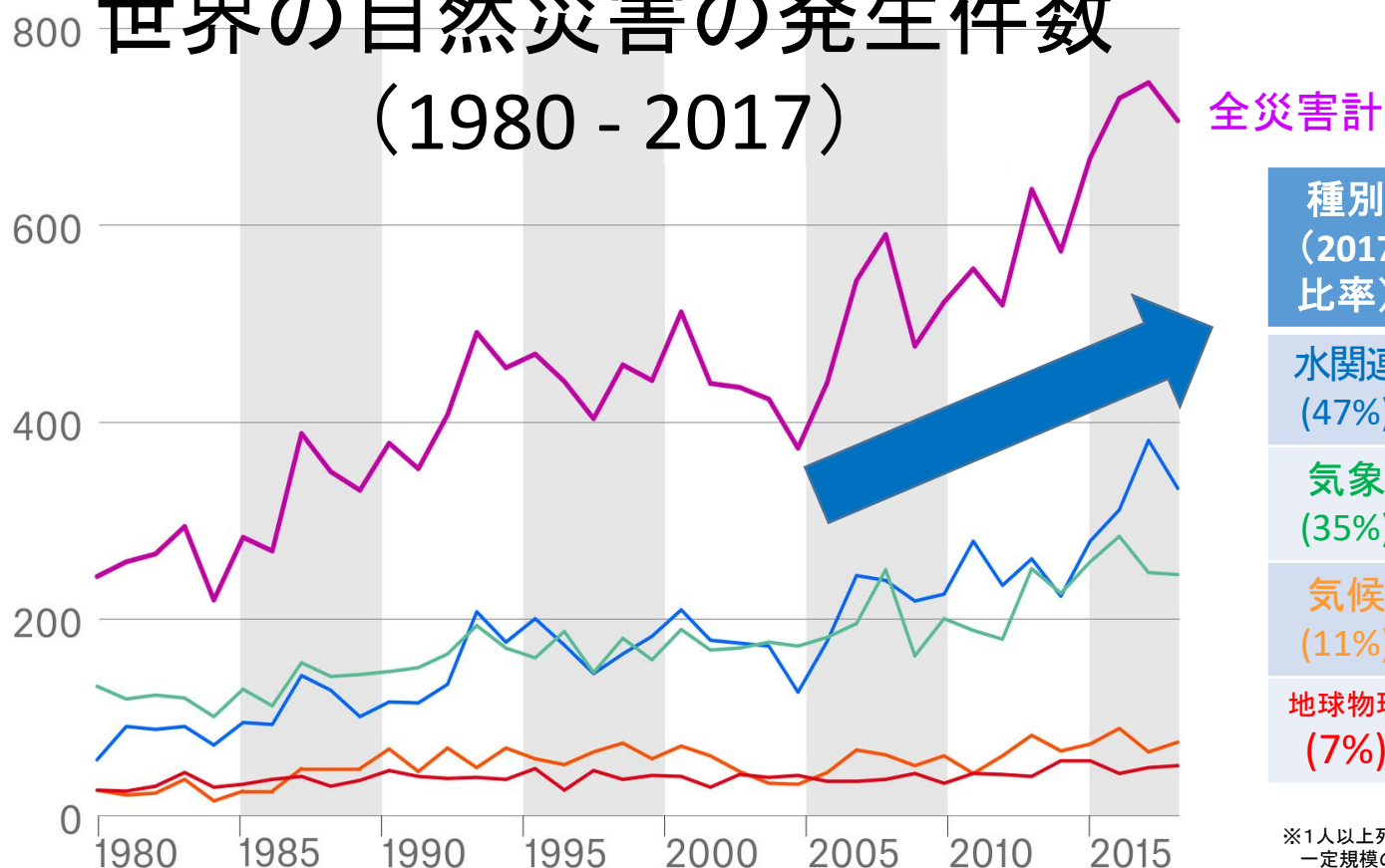
1号放水口

2号放水口

気候変動により広域化・長期化・深刻化する水害

- ❑ 世界の自然災害は水気象関連が圧倒的に多い
- ❑ 発生件数は増加の一途

世界の自然災害の発生件数 (1980 - 2017)



※1人以上死者が出た災害 及び
一定規模の被害額(国により異なる)で出た災害をカウント

気候変動により広域化・長期化・深刻化する水害

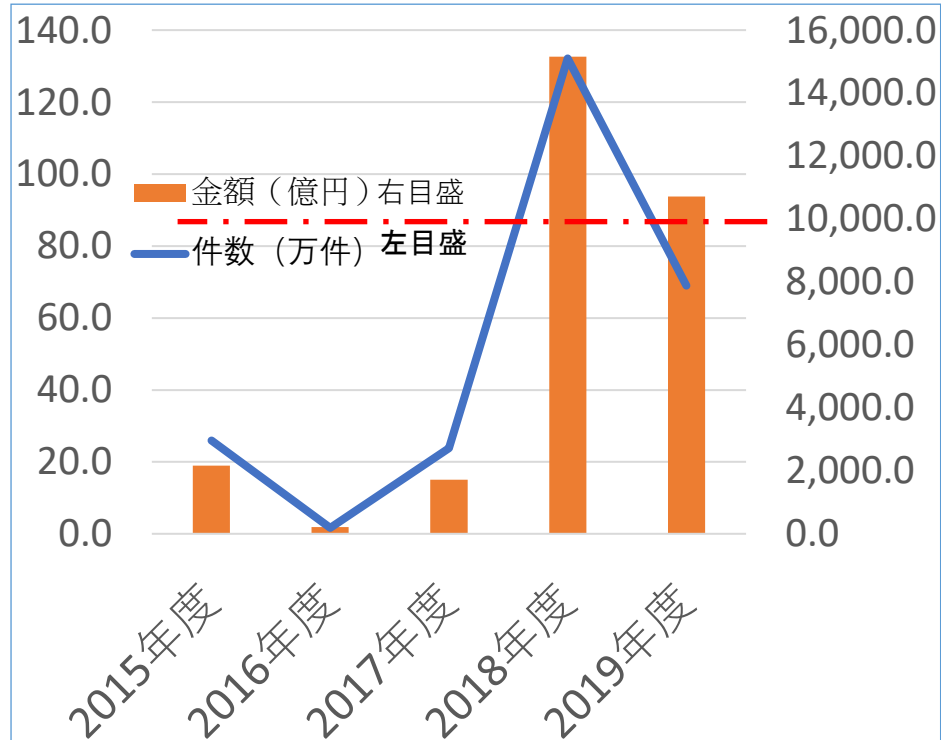
- ❑ 令和元年水害被害額は過去最高の2兆1千5百億円
- ❑ 支払い保険金額も2年連続1兆円越え

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～2019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-2019>

気候変動により広域化・長期化・深刻化する水害

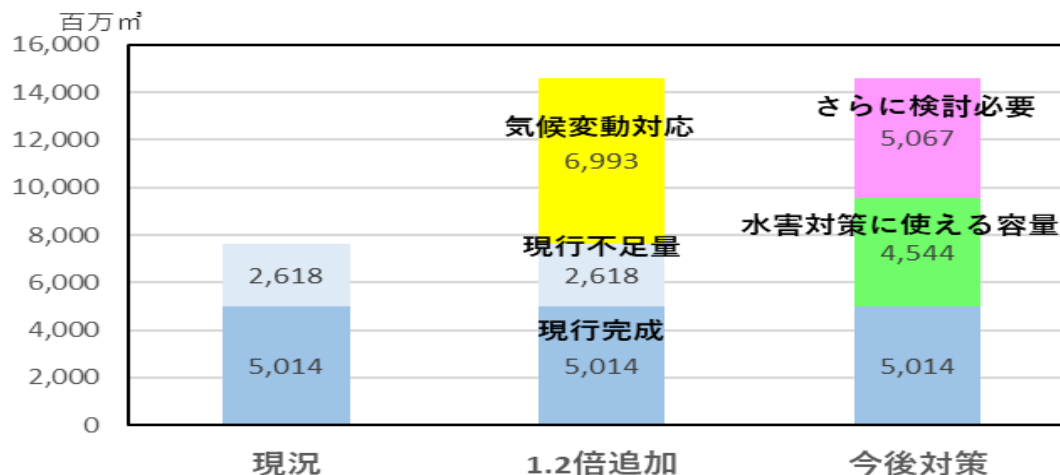
- ❑ 2℃気温上昇により、降雨量1.1倍、流量約1.2倍
- ❑ 増大する洪水流出量には、総力戦での貯留が必要

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℃上昇(RCP8.5)	1.3倍	約1.4倍	約4倍
2℃上昇(RCP2.6)	1.1倍	約1.2倍	約2倍

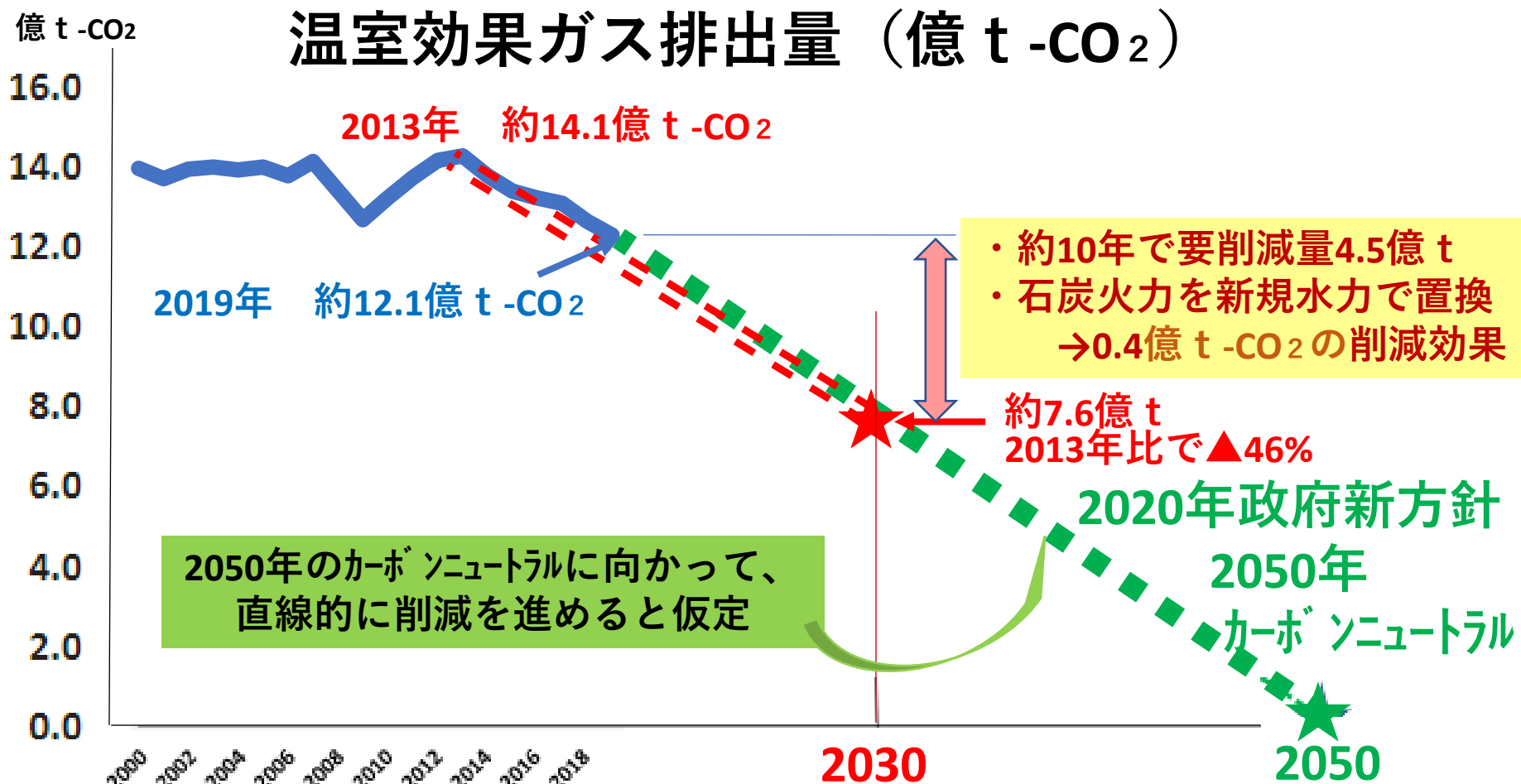
*出典: 国土交通省資料

2℃上昇に対応するための洪水貯留量試算



地球温暖化対策計画の目標(カーボンニュートラル)

- ❑ 2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする
- ❑ 2013年比で46%削減目標のためには排出量削減の加速が不可欠
- ❑ 水力発電の新規投入で0.4億 t -CO₂ の削減効果



国際的な水力開発の動向

世界では「再生可能エネルギー」の主力は水力
…約90%は水力である。

- ⇒ ・ エネルギー貯蔵能力が、太陽光・風力等の不安定電源の導入円滑化にも貢献
・ CO₂排出原単位が極めて少ない

- ・ 今後10年間に新設される全世界の電力設備の規模は
全電源合わせて695GW
内訳：水力22%、ガス26%、石炭27%、その他25%
- ・ 全世界で、技術的に開発可能な包蔵水力14,000TWh/年のうち、
約8,000TWh/年は経済的に開発可能
- ・ 水力は、65ヶ国において50% 以上、32ヶ国において80%以上、
13ヶ国においては、需要量のほぼ100%の電力を供給

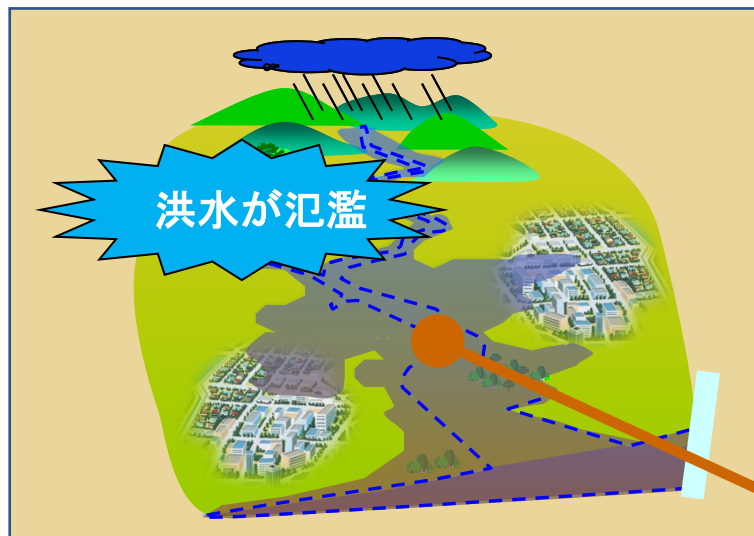
我が国における治水対策の手段



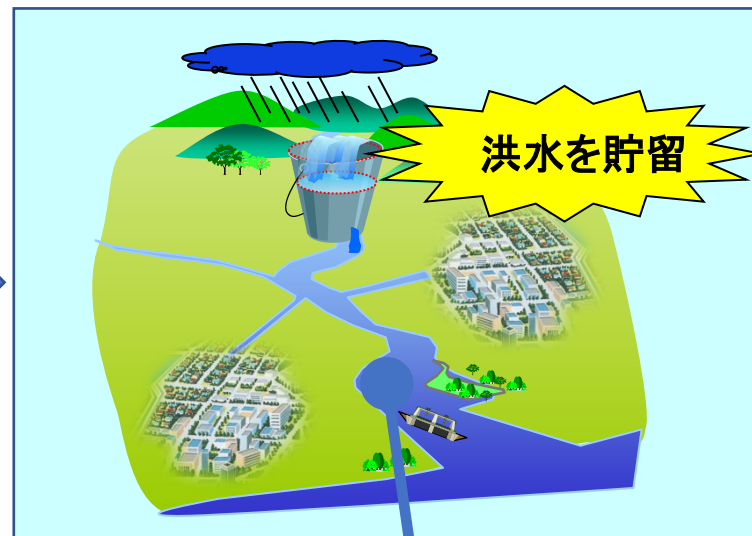
出典：国土交通省資料をもとに作成

生命、財産を守るためには、洪水を貯めることが効果的、効率的

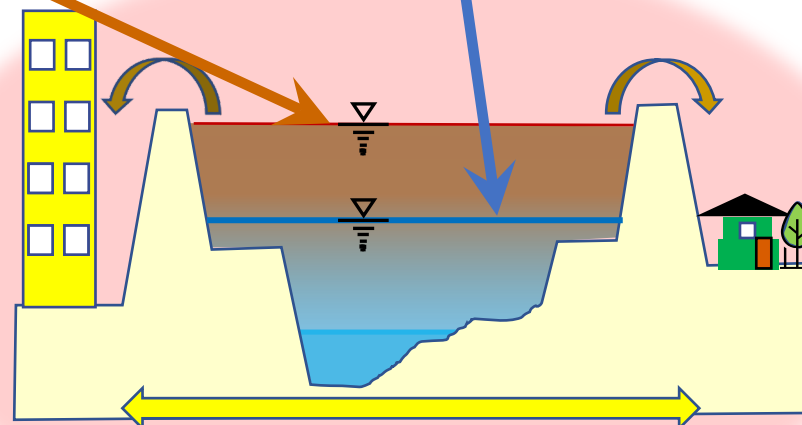
洪水調節がなければ
河道から洪水氾濫



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。沿河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。



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

～治水・利水の統合運用と再編に向けたパラダイムシフトへ～ 提言骨子

提言Ⅰ

先進的降雨予測に基づく治水・利水機能の強化

- Ⅰ-1 事前放流の効果的な実施による治水の強化
- Ⅰ-2 事前放流による治水強化に合わせた水力発電の増強
- Ⅰ-3 治水・利水の高度運用への転換と再開発によるダム機能の高度化

提言Ⅱ

流域全体のダムの統合運用と
再編による治水・利水の強化

提言Ⅲ

カーボンニュートラルの実現と
治水に貢献する水力開発

提言Ⅳ

さらなる治水の強化と水力発電の増強に向けて

治水・利水の統合運用と再編に向けたパラダイムシフト

流域全体の治水・利水システム構築に向け先駆的な提言

物部教授：1926年

1. わが国の洪水特性（洪水波形が尖鋭）

貯水による洪水調節は治水上有利な対策

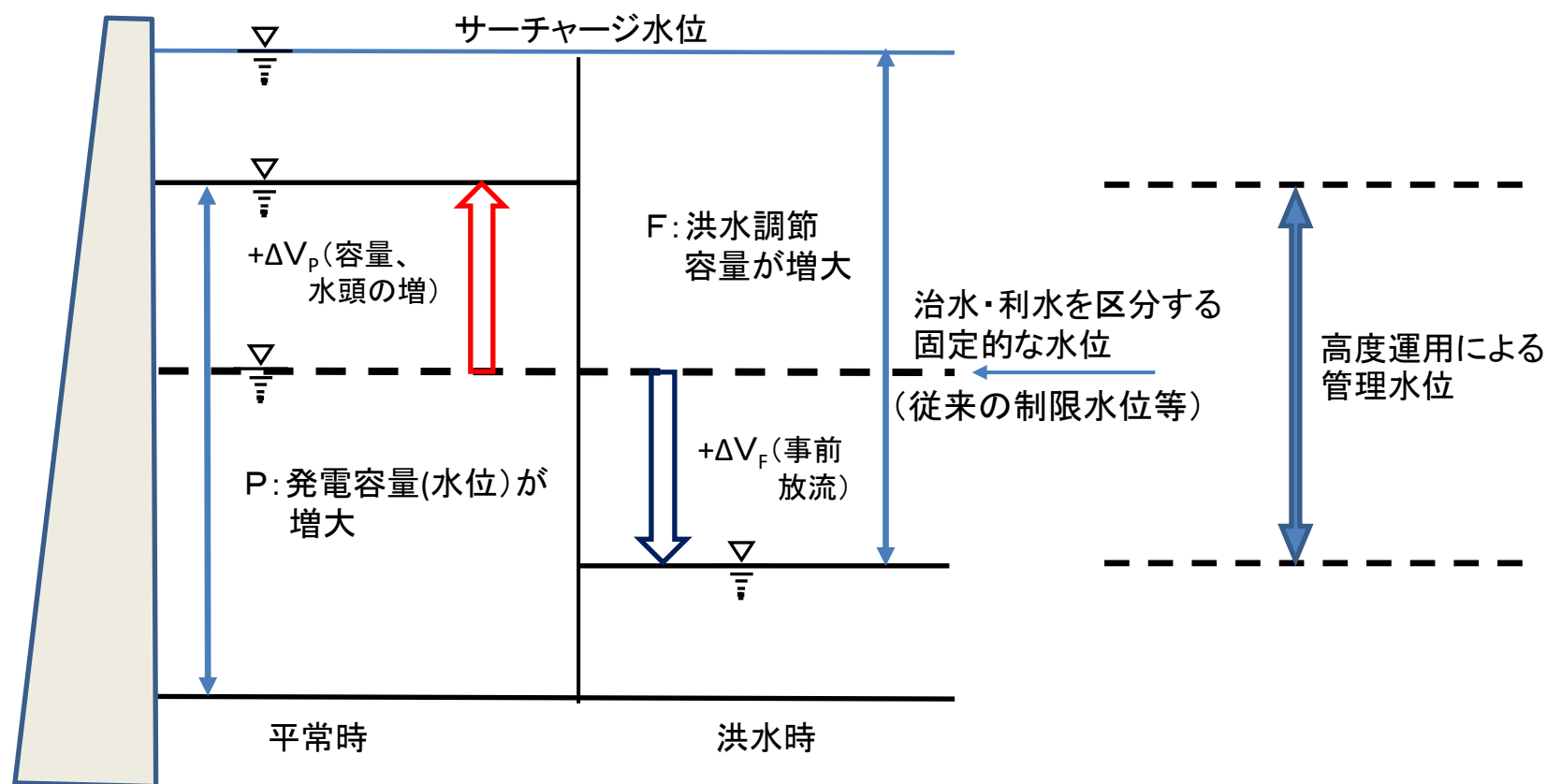
2. 水系は一個の有機体、全体最適で施設を配置すべき

3. 水系全体で治水・利水に最も効率が高くなるよう計画すべき

- ・ 洪水調節用・灌漑用はなるべく平地に
- ・ 水力発電用は上流部が有利

治水・利水の高度運用への転換と再開発によるダム機能の高度化

- 治水・利水を固定的に区分していた水位から高度運用による管理水位へ
- 洪水調節容量と発電容量を共に増やし双方の機能を高度化



治水・利水の高度運用 概念図

I-1 事前放流の効果的な実施による治水の強化 ～ 単独ダムの洪水調節容量の増強と高度運用 ～

治水機能強化のために、



- ❑ 先進的降雨予測技術の導入
- ❑ 洪水調節容量の高度運用

○ 先進的降雨予測技術の導入

- 最新のアンサンブル手法※・データを用いた降雨予測技術の導入
 - ☞ 事前放流の早期開始による洪水調節容量の増強
 - ☞ 事前放流の強化のための放流施設の新設・改良
- 予測精度、信頼性に対応した操作ルールの構築

○ 洪水調節容量の高度運用

- 増強した容量のさらなる有効活用
 - ☞ 様々な洪水規模・パターンに対応した洪水調節方式の導入

※アンサンブル予測：自然のゆらぎを考慮した複数の初期値によるモデル解析と評価を行うことにより予測の幅を確率的に表現

I-2 事前放流による治水強化に合わせた水力発電の増強 ～ 適応策と緩和策の強化 ～

水力発電の増強は、事前放流による治水効果のさらなる向上に寄与

○ 施設整備による治水と水力発電の強化

- ・ 放流管・ゲート・発電設備の新增設や堤体嵩上げ等
- ・ 逆調整池の整備によるピーク発電に伴う下流流量の変動緩和

○ 先進的降雨予測技術の導入による発電運用の改善

- * 予測技術向上に対応した、下流の安全を確保した治水・利水操作ルール
- ・ 貯水池の運用水位に幅を持たせた弾力的な利水運用と無効放流の削減

○ 利水機能の強化に向けた制度の創設

- ・ 利水ダムへの治水機能の導入へのダムの容量・運用等に関わる権利や費用負担等に関する新たな制度
- ・ 未利用容量や既設ダムへの発電等の参加への制度や費用負担等の整備

I-3 治水・利水の高度運用への転換

治水利水の高度運用(イメージ図)

□ 先進的降雨予測技術を導入

□ 平常時と洪水時に応じた治水・利水の高度運用とその効果(試算)

平常時: 高度運用により年間発電電力量: 約15%~20%の増電

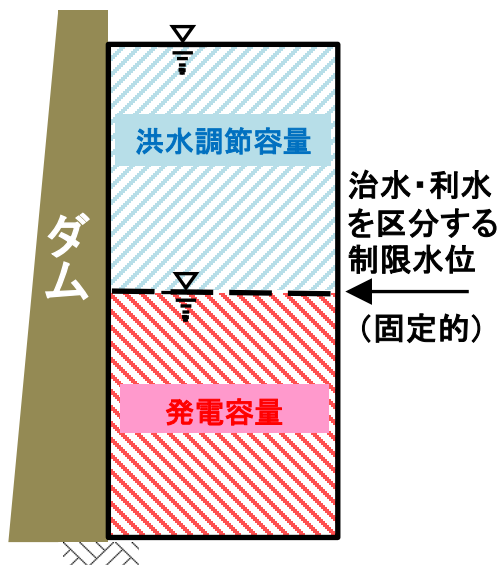
洪水時: 利水ダムの事前放流増で洪水調節容量のさらなる拡大: 約2倍の可能性

2年前

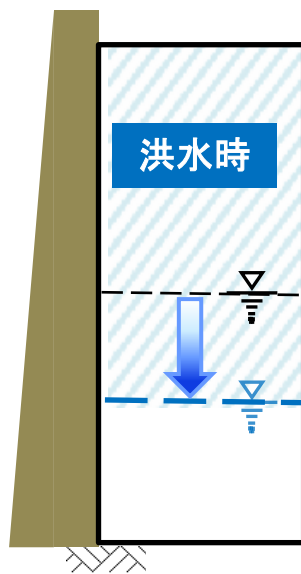
現状

今後の高度運用

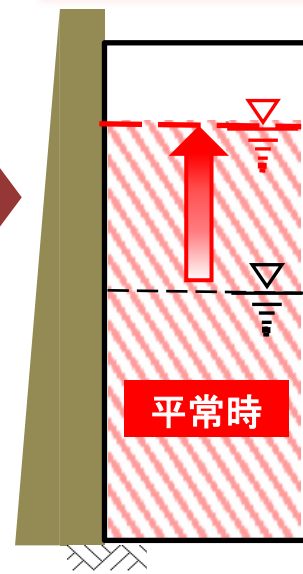
治水・利水容量を
明確に区分・運用



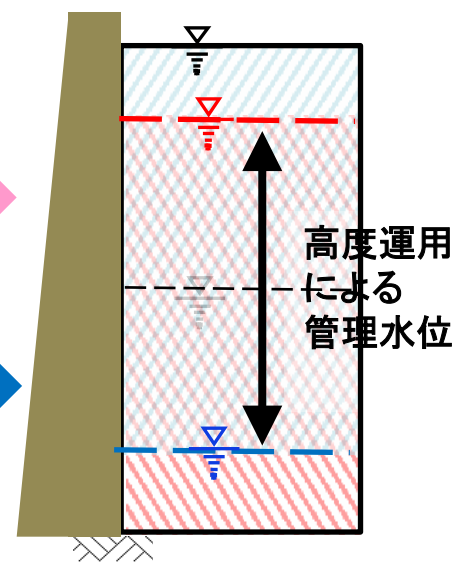
事前放流による
洪水調節容量の
増加



水位増嵩による
発電容量の
増加



治水・利水容量の
相互活用



I-3 治水・利水の高度運用への転換 ～治水と発電の統合運用の可能性～

目的ごとのダム数（全国）

目的ごとの区分	基数
● 発電ダム	639
● 治水（洪水調節）& 発電ダム	218
● 治水（洪水調節）ダム	445
● 上記以外のダム	1448
合 計	2750

※国土数値情報ダムデータ（平成26年時点）を使用

2021年4月作成

1,302基

治水と発電の
高度運用の可能性
約1,000基

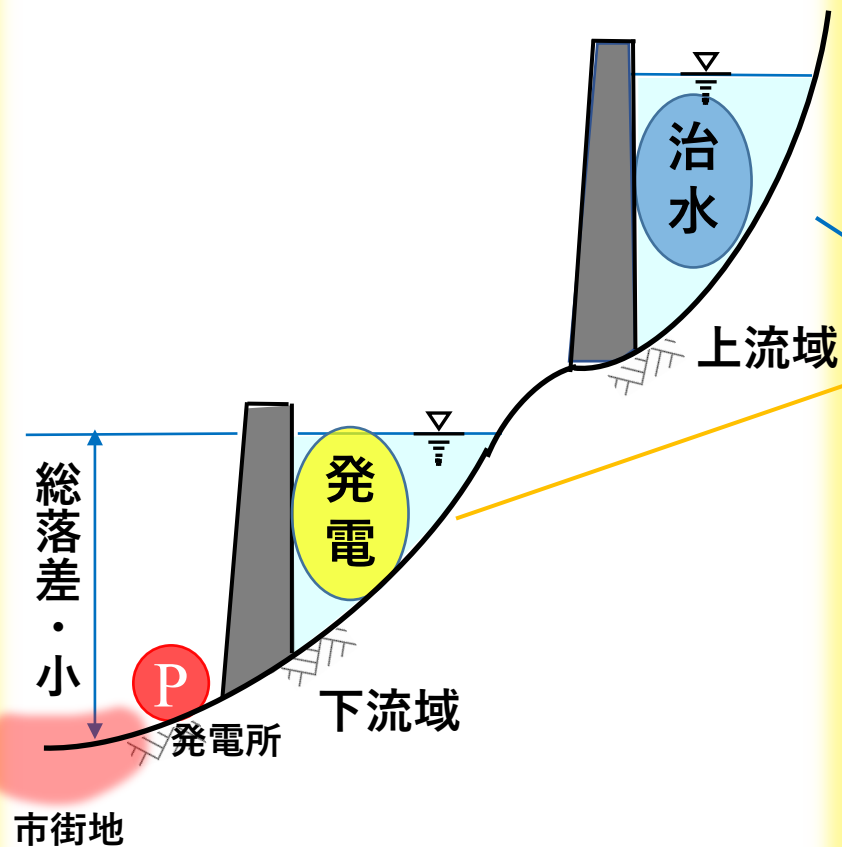
適応策・緩和策の強化に向け、
治水・利水機能を果たすダムの
活用は必須

北信越（新潟、富山、石川、長野、岐阜）

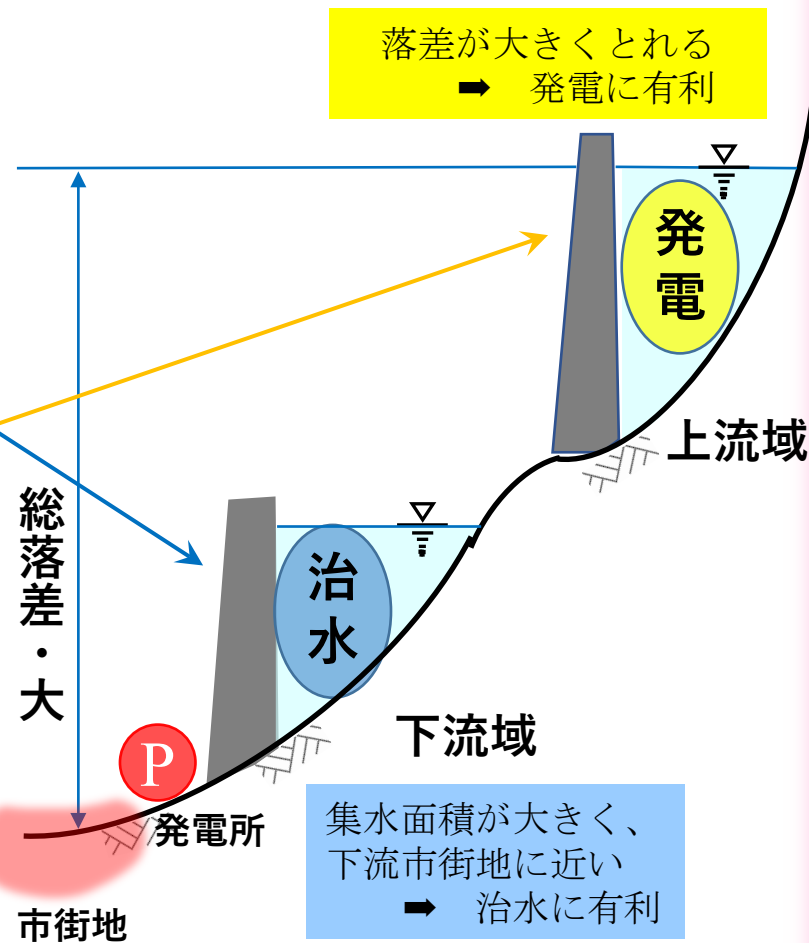
※ダム分布図は国土地理院作成

流域全体のダム容量の再編イメージ

現 状



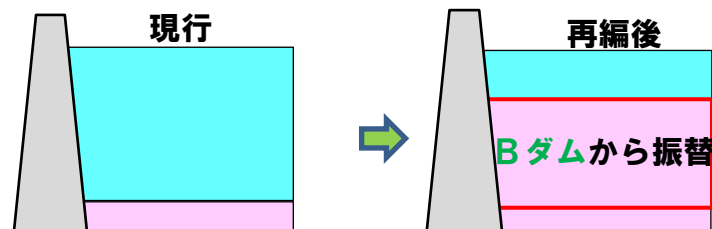
再 編 後



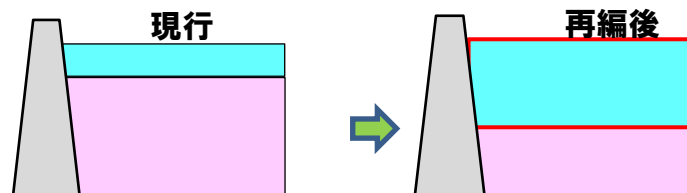
提言Ⅱ 流域全体のダムの総合語運用と再編による
治水・利水の強化

ダム群再編のイメージ図

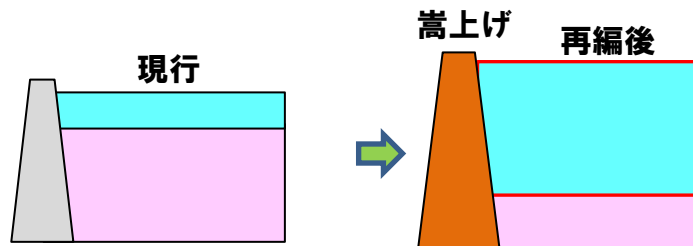
Aダム（容量配分変更）：降雨・降雪量が多く下流まで遠い
⇒流水の貯留には適、治水効果小、発電に有利



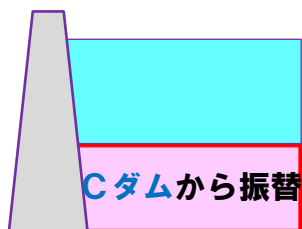
Bダム（容量配分変更）：集水面積が大⇒治水効果は大



Cダム（嵩上げ）：下流低平地に近い⇒治水効果は大



Dダム（新規）



治水容量

利水容量

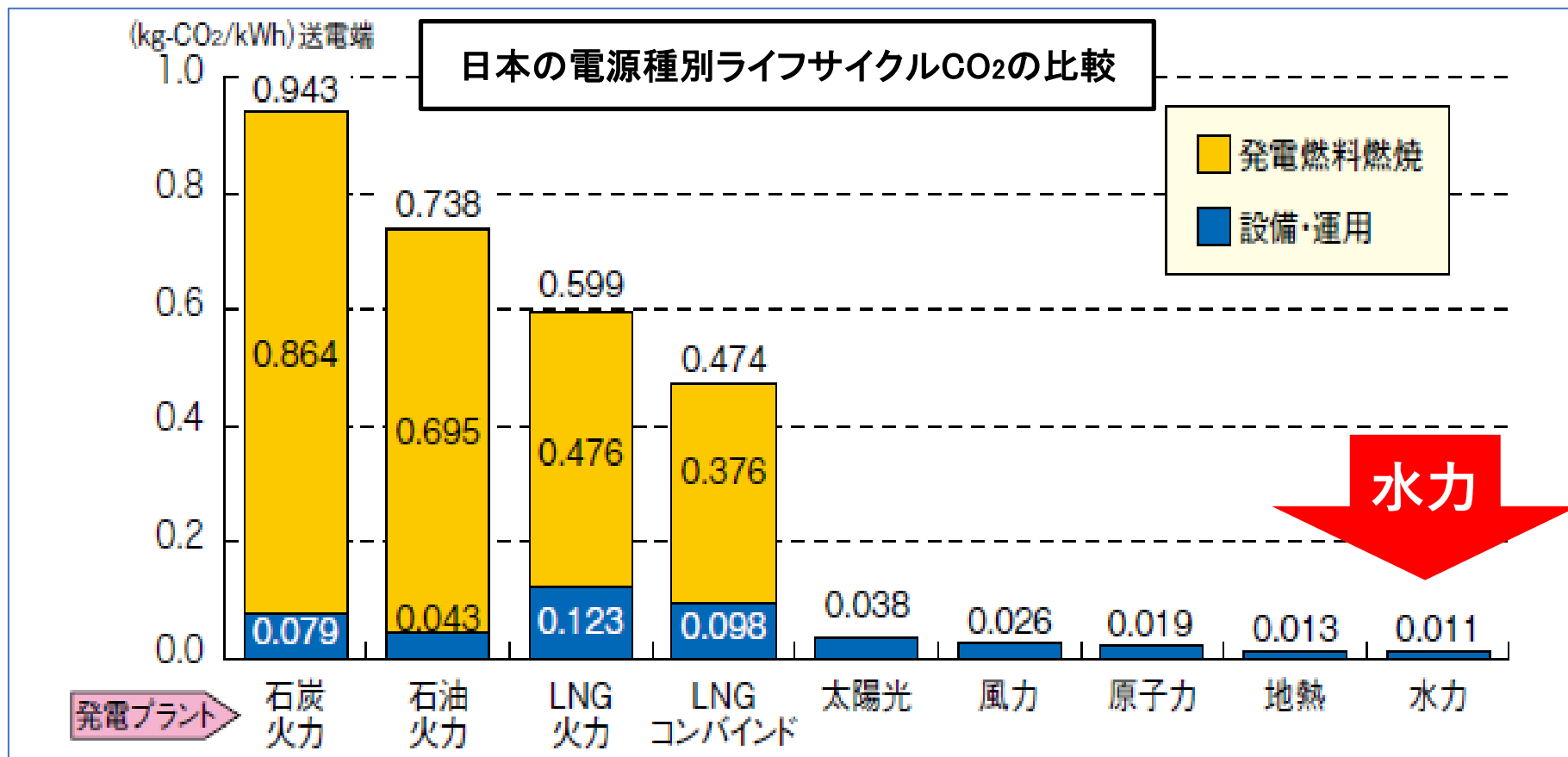
Cダムから振替

水力発電の特徴 (3つの強み)

1. CO₂の排出原単位が全電源中最少
2. 長期にわたり最低廉な電力を供給
3. 卓抜した負荷変動への即応力

中・山間地域等に豊富な開発ポテンシャル、経済波及効果も高く、地域活性化にも貢献

水力発電はCO₂排出量が最少

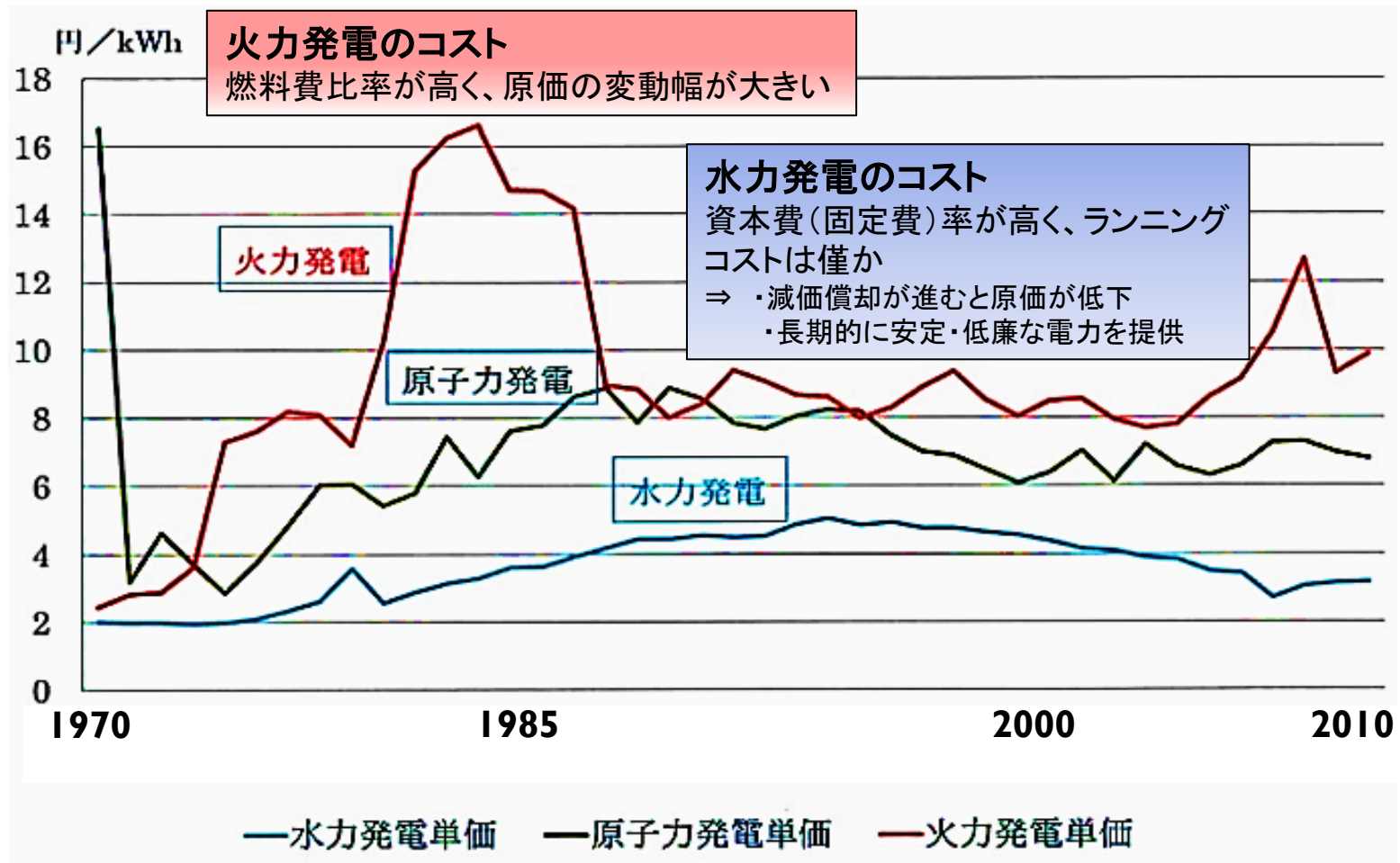


(注1) 発電燃料の燃焼に加え、原料の採掘から諸設備の建設・燃料輸送・精製・運用・保守等のために消費されるすべてのエネルギーを対象としてCO₂排出量を算出。

(注2) 原子力については、現在計画中的の使用済燃料国内再処理・プルサーマル利用（1回リサイクルを前提）・高レベル放射性廃棄物（0.020kg-CO₂/kWh）の結果を設備容量に基づき平均。

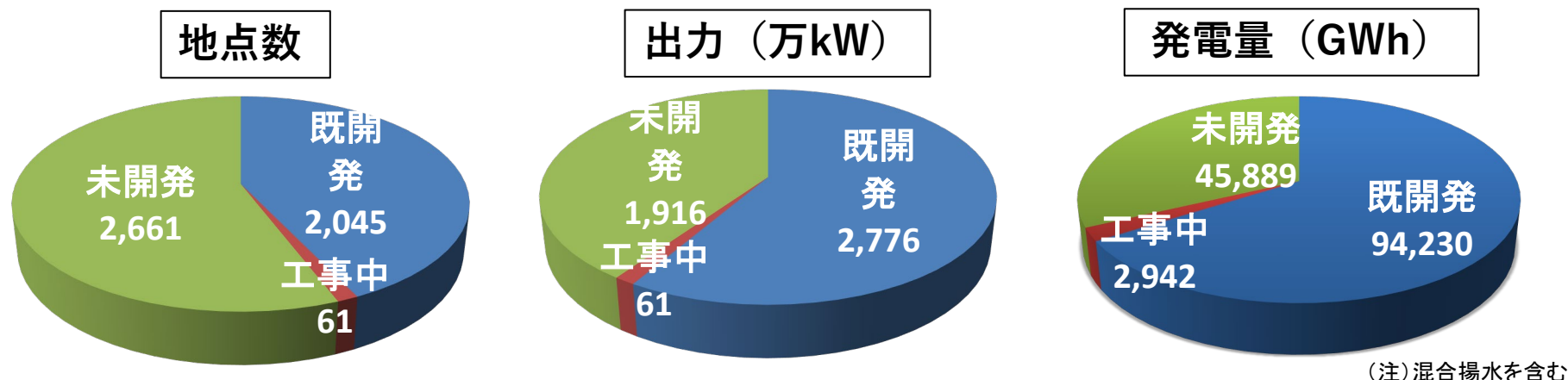
水力の発電単価は他と比べ、半分以下

(水力、原子力、火力の実績発電単価の推移)



大きい水力発電の開発ポテンシャルとCO₂削減効果

- 水力エネルギーの開発余力は約2,000万kWと大きい
- 未開発の水力発電で2030年までの追加削減量の約1割をカバー
- 統合運用と再編により、さらなる水力発電の強化が可能



CO₂削減効果の試算

- ・ 水力発電は、ライフサイクルを通じて、CO₂排出原単位が全電源中最少
- ・ 未開発の水力発電により約400億kWhの電力量が得られ約0.4億t-CO₂排出量が削減。これは、2030年までの削減量4.5億t-CO₂の約1割に相当

未開発地点の内訳: 流れ込み式 2454 / 調整池式 143 / 貯水池式 45

今後の取り組みに向けた強化項目

1. 治水・利水統合運用・再編への組織・体制の強化
2. 気候変動に対応した治水・利水計画への転換
3. 新技術開発・実装に向けたシステム・体制の構築
4. 人材の育成と確保
5. 治水、水力発電の強化・展開に向けた第6次水力調査
6. 水力発電の再評価と促進に関わる施策

新たな技術の開発とその実装に向けたシステム・体制の構築 (取り組み事例)

1. 気候変動と治水・利水統合運用に向けた技術開発

- ・ 効果的・効率的な統合運用システム
- ・ 先進的降雨予測技術を用いたダム操作
- ・ 高度運用・統合運用に向けた自動・遠隔操作方式とシステム

2. 治水・利水・地域情報の統合と一元活用

- ・ 治水・利水、平常時・洪水時、地域情報の共有化
- ・ 情報プラットフォーム構築と一元活用

3. ダム再開発に向けた技術開発

- ・ ダムを運用しながらの施工技術や高水圧下での仮設技術等
- ・ 高度運用・統合運用に向けた設備の標準化・共通化
- ・ 流水調節や土砂排出等に対応できる高機能ゲート

4. 統合運用、水力発電の促進に必要な技術

- ・ 導水路トンネル（特に小断面）の施工技術
- ・ 放流管やバイパス等の放流施設の施工技術
- ・ 堤体改造等による通砂・排砂システム

「第6次包蔵水力調査」の実施に向けて

□ 治水・発電一体となった国内資源の活用計画 広く府省庁、都道府県、電気事業者等一体となった共同調査

- ・治水(適応策)と発電(緩和策- CO_2 排出削減)の評価を基本
- ・先進的降雨予測技術を導入した高度運用による治水強化と出力・電力量の最大化

これまでの包蔵水力調査の概要

区分		第1次	第2次	第3次	第4次	第5次
基本方針		・渇水量(355日)を最大使用水量とする水路式発電所を計画	・平水量(185日)を最大使用水量とする水路式発電所を計画	・豊水量(95日)を最大使用水量の標準とする ・河水統制の見地からできるだけダム式、ダム水路式を採用	・水系一貫開発及び河水の有効利用を図る ・ピーク出力を得るため、貯水池式、調整池式の開発に重点	・発電電力量(kWh)の開発に重点 ・低落差、小規模地点も積極的に計画 ・水系一貫開発を基本原則
		明治43年～ 大正2年	大正7年～ 大正11年	昭和12年～ 昭和16年	昭和31年～ 昭和34年	昭和56年～ 昭和60年
地点数	既開発	327	650	1,064	1,614	1,752
	未開発	1,906	2,172	1,707	758	2,514
最大出力 (MW)	既開発	480	1,030	6,566	14,116	27,063
	未開発	2,900	6,400	13,474	21,254	19,642

※ 地点数、最大出力に工事中を含む。

気候変動に負けない強靱な国土づくりに向けて ～ 安全とエネルギーの確保の両立を目指して ～

- 「**水系のシステム全体を俯瞰した 未来を見据えた提言**」を実現
進歩を遂げた科学技術を導入し、100年前の物部博士の提言
- **治水・利水という安全とエネルギーの確保の両立を実現へ**
高度運用・統合運用は異なる機能の融合を促進する界面活性剤
- **各界各分野・産学官民の総力戦で強力に展開**
治水・利水の高度運用・統合運用を
- **多機能の融合を促進する新たなシステム構築へ**
今後、上水、工水、農業用水等の水利用を含め、水環境全体を俯瞰