

令和4年度実施事業 報告書

令和5年3月31日
パシフィックコンサルタンツ株式会社

目 次

1. 業務の概要・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2. 砂防堰堤関連業務・・・・・・・・	5
3. ダム関連業務・・・・・・・・	57
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査・・・	118
5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務・・・・・・・・	157
6. 水力発電の普及啓発業務・・・・・・・・	175

1. 業務の概要

【業務の背景・経緯】

- 「地球温暖化対策計画」では、地球温暖化対策として「再生可能エネルギーの最大限の導入」を大胆に実行することが示された。さらに、「第5次エネルギー基本計画」では、再生可能エネルギーについて、2030年のエネルギーミックスにおける電源構成比率の実現とともに、確実な主力電源化への布石としての取組を早期に進めるという政策の方向性が示された。
- 以上の背景から、これまで利用されてこなかった再生可能エネルギーについても、有効活用する必要性が生じている。その中でも水力発電は、安定的な電力供給が可能な電源であり、未開発の包蔵水力は約1,900万kW（平成29年3月31日現在、資源エネルギー庁H.P.）あると言われており、さらなる導入を促進していく必要がある。
- しかし、水力発電は、制度の充実化や買取価格の優遇など、市場の条件が整いつつあるが、再生可能エネルギーの調達に関する特別措置法施行後においても、導入実績は、他の発電手法と比べて低調である。その要因として、水力発電の新たな設置場所は、小規模化、奥地化し、開発が困難であることが挙げられる。
- これらの課題を解決し、安定した電力供給が可能な再生可能エネルギーである水力発電を最大限普及拡大していくためには、既存砂防堰堤や既存ダムを新たな視点で捉え、そのポテンシャルを把握し、有効活用と普及拡大方策の確立を目指した検討を行うことが重要である。
- また、近年発生している記録的豪雨により、多くの河川で氾濫が発生しているが、これは河川整備の遅れとあわせて、河道内の植生が樹林化するなど、流下能力の低下を招くことが1つの要因となっている。そのため、河川管理者は、国土強靱化の施策として河道内の樹木伐採を実施している。
- しかし、今後も多大な費用が継続して発生することが懸念される。そこで、伐採樹木をバイオマス発電に活用することで、従来河川管理者が負担していた伐採樹木の処理費用を削減しつつ、バイオマス発電の普及を目指すような、燃料供給側の効果も期待できる仕組み作りも再生可能エネルギーを普及していくうえでは重要な視点となる。

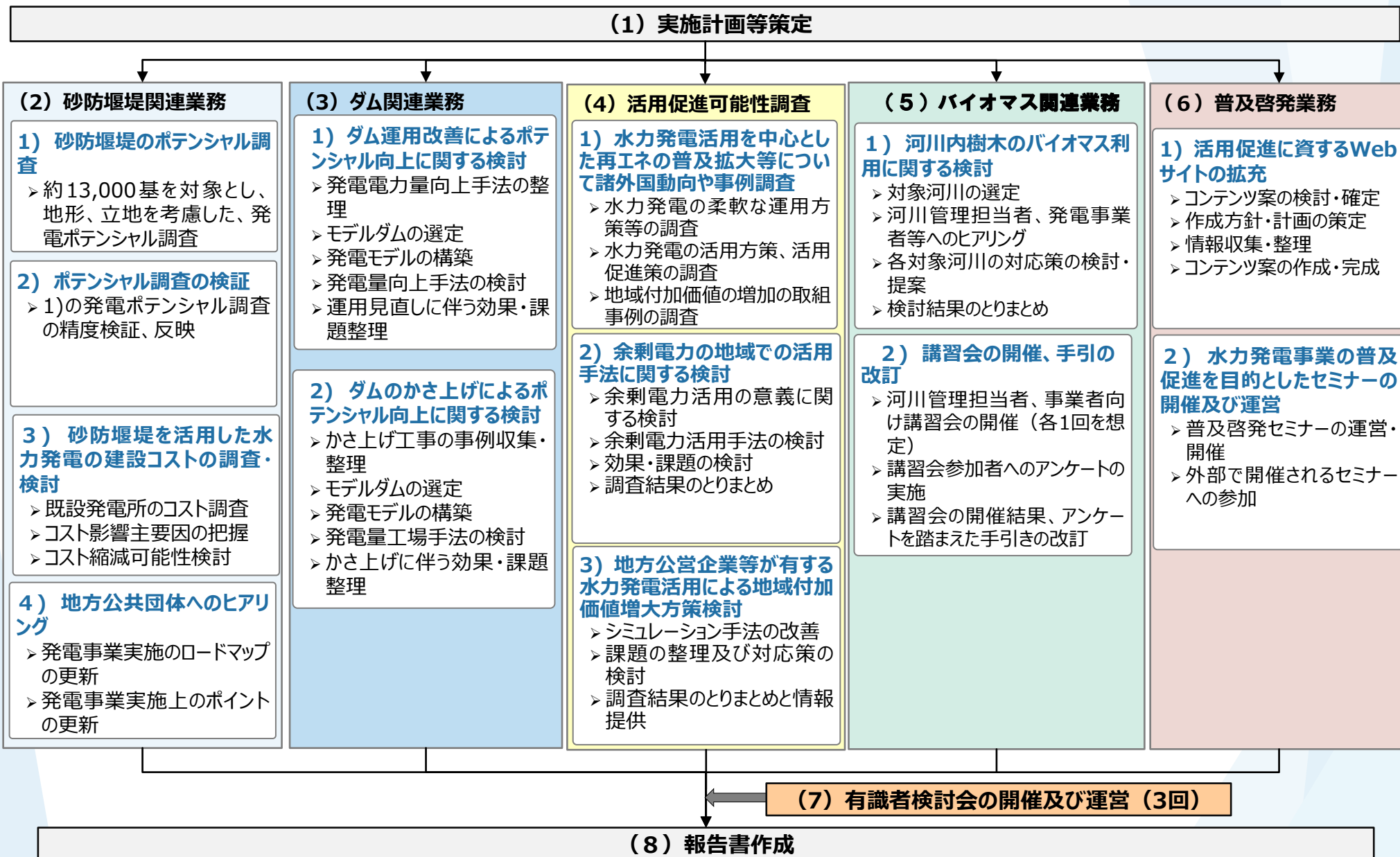
1. 業務の概要

【業務の目的】

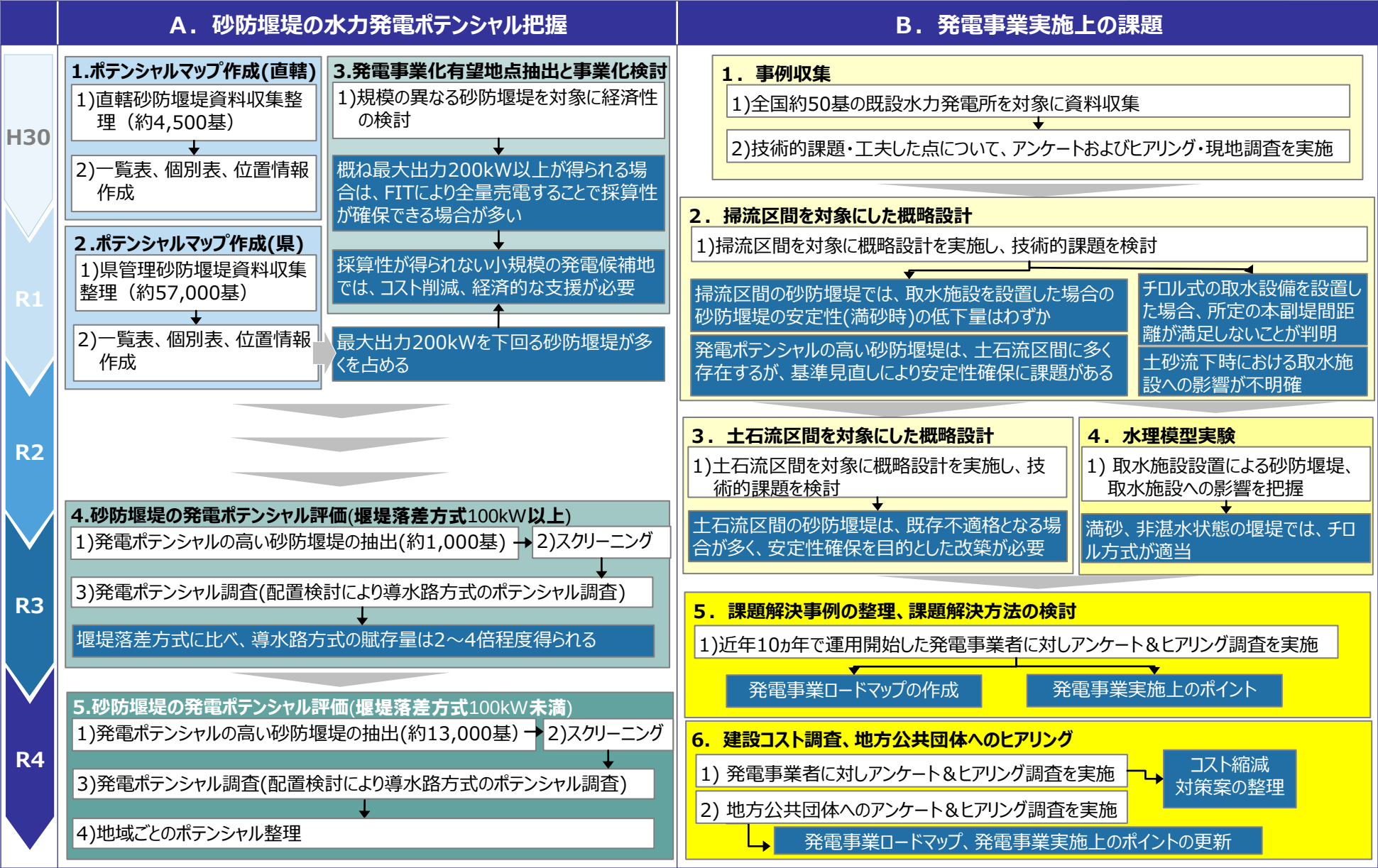
- 温室効果ガス排出量の削減目標を達成するためには、再生可能エネルギーの更なる普及拡大が不可欠である。そのため、これまで利用されてこなかった再生可能エネルギーを有効に活用する必要性が生じている。
- 水力発電は再生可能エネルギーの中でも安定的な電力供給を長期に亘って行うことができる電源として位置づけられており、導入を支援していく必要がある。
- また、従来使われてこなかった河道内樹木のバイオマス発電活用についても、治水対策との相乗効果も狙いつつ、実現可能性を探っていくことも求められている。
- 本業務では、既存砂防堰堤やダムを活用した水力発電の更なる普及拡大、河道内樹木のバイオマス資源としての活用方法を確立することを目的とし、既存砂防堰堤やダムへの水力発電導入、河道内樹木のバイオマス発電の活用に係る調査・検討を実施する。
- また、平成30年度から令和3年度に実施した「既存インフラを活用した再エネ普及加速化事業」の成果を広報し、普及拡大につなげていく。

1. 業務の概要

【業務内容】



2. 砂防堰堤関連業務



<今年度のまとめと課題>

【 2. 砂防堰堤関連業務 1) 砂防堰堤のポテンシャル調査 2) ポテンシャル調査の検証】

■ 検討内容

- (1) 流域面積2km²以上の施設の抽出、スクリーニング
- (2) ポテンシャル調査の検証
- (3) 導水路方式の発電ポテンシャル調査、傾向分析

■ 検討結果

- (1) 流域面積2km²以上の施設の抽出、スクリーニング

表 スクリーニング対象施設数

堰堤落差方式出力ランク	基数 (基)
CA=2km ² 未満	約41,000
CA=2km ² ~50kW未満	約12,000
50kW~100kW未満	約1,300
100kW~200kW未満	約600
200kW~500kW未満	約300
500kW以上	約100
合計	約55,300

→

表 2次スクリーニング通過施設数

堰堤落差方式出力ランク	基数 (基)
CA=2km ² 未満	5,275
CA=2km ² ~50kW未満	495
合計	5,770

- (2) ポテンシャル調査の検証

発電事業者へのアンケートにより発電所候補地の制約条件を精査し、発電所設置可能面積の見直しを行った。

- (3) 導水路方式の場合の発電ポテンシャル調査、傾向分析

- スクリーニング通過施設を対象に、導水路方式の場合の発電ポテンシャル調査を実施。
- 「堰堤落差」と「導水路方式」の出力を比較すると、導水路方式を採用した場合、約2~4倍の賦存量が期待できる。
- 堰堤落差方式出力ランク50kW未満の施設のうち、導水路方式で出力100kW以上となった施設のポテンシャル比率は約10倍となり、規模の小さい施設ほどポテンシャル比率（導水路方式出力/堰堤落差出力）は高い結果となった。
- 地方区分別では、東北、関東、北陸、中部地方において導水路方式により高い賦存量が見込まれることが確認できた。

■ 今後の課題

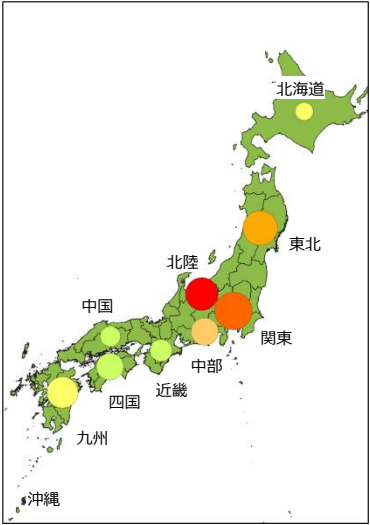
- 今後、ポテンシャル調査結果の公開に向けて、算出要件を丁寧に整理していく必要がある。
- 公開内容に関して、砂防管理者と協議を進めていく必要がある。

表 堰堤落差と導水路方式に関する各出力ランクの賦存量

堰堤落差方式出力ランク	基数 (基)	堰堤落差を考慮した賦存量 (MW)	導水路を考慮した賦存量 (MW)
CA=2km ² 未満	約41,000	—	—
CA=2km ² ~50kW未満	約12,000	約170	3.3倍 560
50kW~100kW未満	約1,300	約90	2.2倍 200
100kW~200kW未満	約600	約90	3.9倍 350
200kW~500kW未満	約300	約100	2.3倍 230
500kW以上	約100	約110	1.6倍 200
合計	約55,300	約560	1,540

本業務検討結果

基数	
北海道	206 基
東北	712 基
関東	827 基
北陸	648 基
中部	466 基
近畿	304 基
中国	261 基
四国	445 基
九州	586 基
沖縄	1 基
計	4,456 基



【参考】
2022年3月時点でFIT制度開始後に新規導入施設（中小水力）の認定容量は825MW

図 導水路方式による発電出力合計と発電可能施設数

2. 砂防堰堤関連業務

【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（1）発電ポテンシャルの高い砂防堰堤の抽出（集水面積2km²以上かつ堰堤落差方式で100kW未満）

▶ 過年度業務にて整理された砂防堰堤をDBを参考に、集水面積2km²以上かつ堰堤落差方式で100kW未満の施設を抽出した。抽出の際には、小水力発電の開発を考慮し、「有形文化財指定」を除いた施設を抽出した。

表 全国砂防堰堤の出力ランク別基数

堰堤落差方式出力ランク	基数（基）
CA=2km ² 未満	約41,000
CA=2km ² ～50kW未満	約12,000
50kW～100kW未満	約1,300
100kW～200kW未満	約600
200kW～500kW未満	約300
500kW以上	約100
合計	約55,300



表 本業務でのスクリーニング対象施設数

地方区分	堰堤落差出力ランク		合計
	CA=2km ² ～50kW未満	50kW～100kW未満	
北海道	588基	91基	679基
東北	1,560基	216基	1,776基
関東	2,663基	290基	2,953基
北陸	1,271基	324基	1,595基
中部	1,339基	102基	1,441基
近畿	1,129基	40基	1,169基
中国	1,022基	20基	1,042基
四国	1,215基	46基	1,261基
九州	1,550基	107基	1,657基
沖縄	25基	0基	25基
合計	12,362基	1,236基	13,598基

地方区分	都道府県
北海道	北海道
	青森県
	岩手県
	宮城県
	秋田県
関東	山形県
	福島県
	茨城県
	栃木県
	群馬県
北陸	埼玉県
	千葉県
	東京都
	神奈川県
	山梨県
中部	長野県
	新潟県
	富山県
	石川県
	福井県
近畿	静岡県
	岐阜県
	愛知県
	三重県
	滋賀県
中国	京都府
	大阪府
	兵庫県
	奈良県
	和歌山県
四国	鳥取県
	島根県
	岡山県
	広島県
	山口県
九州	徳島県
	香川県
	愛媛県
	高知県
	福岡県
沖縄	佐賀県
	長崎県
	熊本県
	大分県
	宮崎県
沖縄	鹿児島県
	沖縄県

地方区分は「地域別表
章に関するガイドライン」
（総務省、平成31年3
月）を参考に設定

2. 砂防堰堤関連業務

【1】砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（2）スクリーニング

- 集水面積2km²以上かつ堰堤落差方式で100kW未満の約13,000基を対象にスクリーニングを実施するため、過年度作成したデータベースやGISを活用した効率的なスクリーニングを実施した。
- GISデータは「基盤地図情報 ダウンロードサービス (<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>)」を活用した。GISデータを活用しスクリーニングを実施した具体的な方法について以降に示す。

表 スクリーニングの内容、目的、方法について

内容	目的	方法
不透過型堰堤	水落差確保のため	過年度成果のDB
堰堤へのアクセス性	施工性、維持管理上のアクセス性確保のため	GISデータを活用
表流水の有無	表流水での取水が可能であることを確認するため	過年度成果で整理されている堰堤写真
魚道の有無	発電取水に問題ないか確認するため	過年度成果のDB
道路との比高差	施工性、維持管理上のアクセス性の精査	GISデータを活用
社会的影響	発電所設置に伴う社会的影響(集落、周辺施設等)を確認するため	GISデータを活用
減水区間でない	事業に必要な流量が確保できるか確認するため	上記6項目実施後、地理院地図を活用し減衰区間の有無を確認

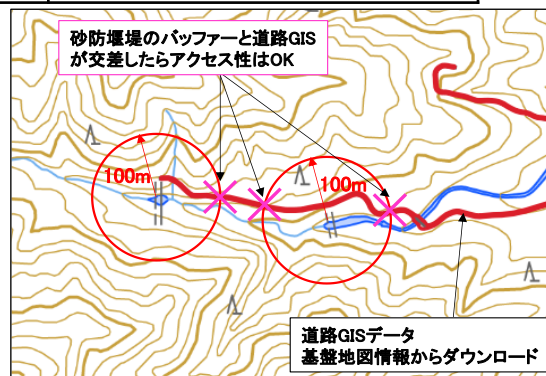
■ 堰堤へのアクセス性

【過年度】

堰堤から約100m以内に道路があるか、地理院地図を活用し距離を計測して確認を行っていた。

【今年度】

右図に示すように、堰堤のポイントデータからバッファ100mの円（ポリライン）を作成し、この円と道路が交差する場合は、堰堤へのアクセス性が良好と評価し、交差しない施設は棄却する



出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

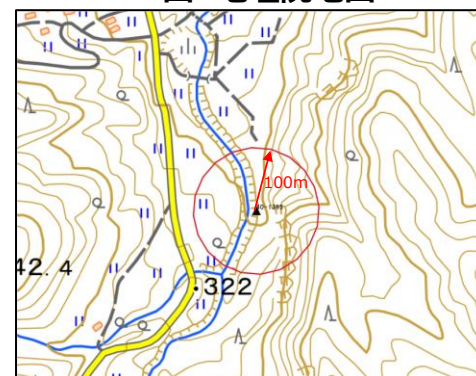
図 堰堤へのアクセス性評価（OKの場合）

基本的に地理院地図で公開されている道路や等高線、建物などのGISデータをダウンロードすることが可能であり、これを活用した。



出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

図 地理院地図



出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

図 堰堤へのアクセス性評価（NGの場合）

2. 砂防堰堤関連業務

【1】砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（2）スクリーニング

■ 道路との比高差

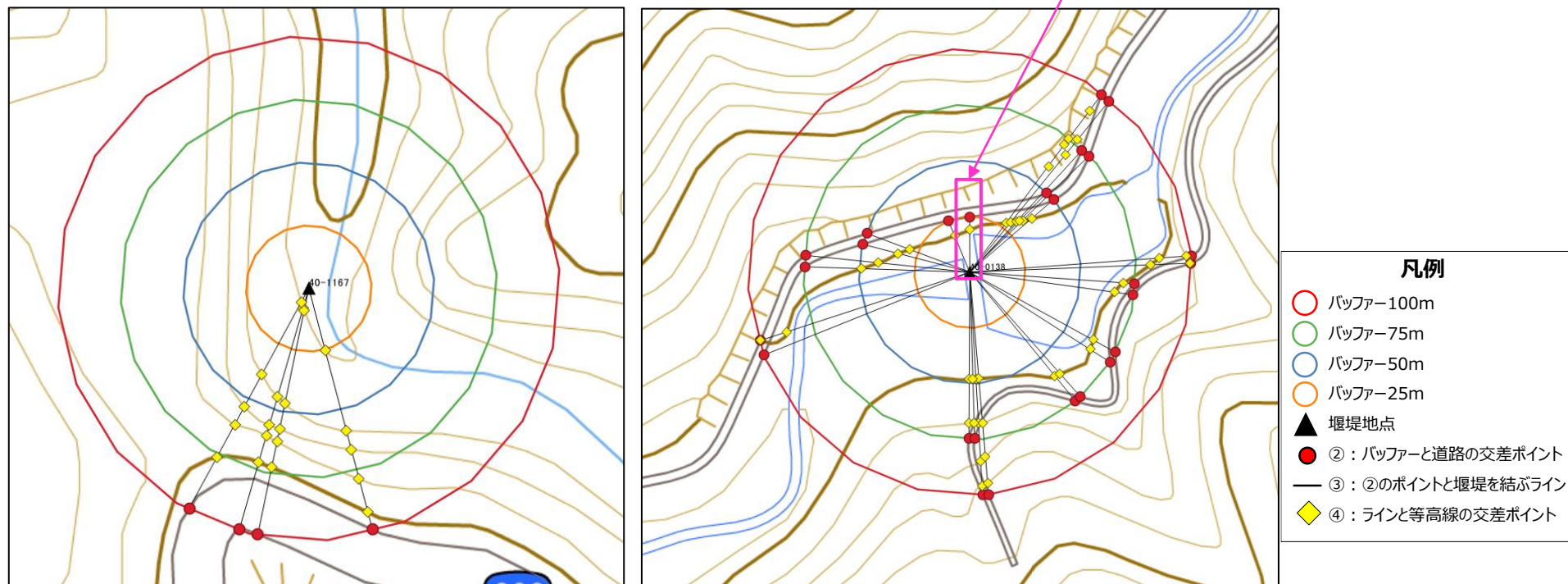
【過年度】

道路との比高差10m以上ある施設は、アクセスが困難と判断し、堰堤や堆砂敷と、そこから最も近い道路と比高差を確認した。具体的な方法は、地理院地図を活用し、堰堤や堆砂敷と、最も近い道路との間の等高線(10m等高線) が1本以下はアクセス性が良好、2本以上は棄却した。

【今年度】

- ① 堰堤のポイントデータからバッファー100m、75m、50m、25mの円（ポリライン）を作成
- ② この円と道路が交差するポイントデータを作成
- ③ ②で作成したポイントデータと堰堤を結ぶ直線（ライン）を作成
- ④ ラインと等高線が交差するポイントデータを作成
- ⑤ ④で作成したポイントデータの個数を全て計上し、最小値が1以下はOK、2以上はNG

このラインで等高線との交差点が1点のためOK



出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

図 GISを活用した道路との比高差の評価（左：NG、右：OK）

2. 砂防堰堤関連業務

【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（2）スクリーニング

■ 社会的影響

【過年度】

右図に示すように、地理院地図を活用し、堰堤周辺の土地利用状況を確認し、発電所の設置の可否を判断していた。

【今年度】

下図に示すように、堰堤のポイントデータからバッファー100mの円（ポリライン）を作成。半分程度宅地面積を占めている（15戸以上）場合は、用地取得や通行止め等の社会的影響が大きいと判断し棄却した。



出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

図 社会的影響の評価例（過年度）

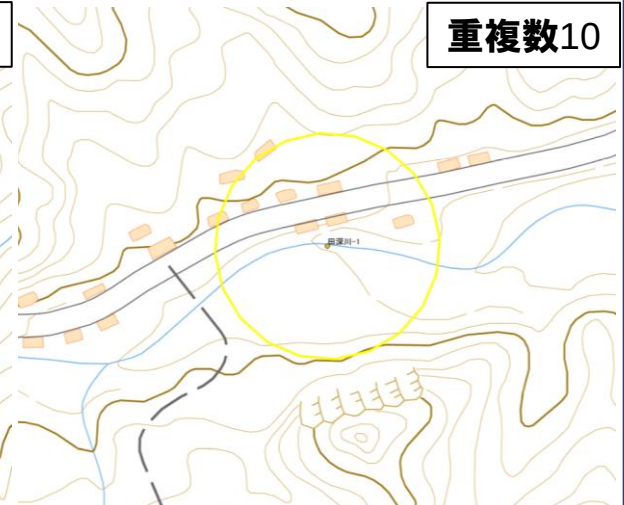
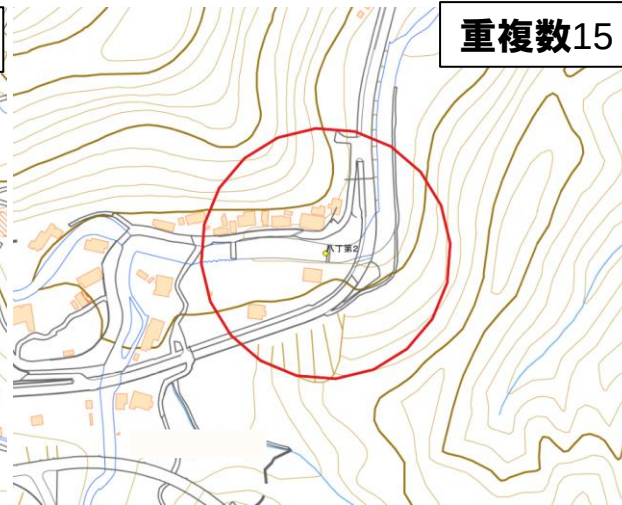


図 GISを活用した社会的影響の評価

出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

2. 砂防堰堤関連業務

【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（2）スクリーニング

- 抽出した約13,600基の砂防堰堤を対象に、①から⑦まで段階的にスクリーニングを実施し、実現性の高い約5,800基の砂防堰堤を抽出した
- スクリーニング項目として、⑥表流水の有無が大きく影響を及ぼしていることが確認できた。これは、流域面積が比較的小さい砂防堰堤が多かったためだと考えられる。一方、⑦減衰区間が最も影響が小さいことが確認できた。これは、流域面積が小さい山奥に位置している砂防堰堤が多かったため、既設の取水施設が少なかったものと考えられる

表 スクリーニング対象施設数

	出力ランク： CA = 2km ² ～50kW未満	出力ランク： 50kW～100kW	合計
スクリーニング対象施設	12,362	1,236	13,598

表 スクリーニング結果

スクリーニング項目		出力ランク： CA = 2km ² ～50kW未満		出力ランク： 50kW～100kW		合計	
		スクリーニング 通過基数	スクリーニング 棄却基数	スクリーニング 通過基数	スクリーニング 棄却基数	スクリーニング 通過基数	スクリーニング 棄却基数
①	不透過型堰堤	12,362	0	1,236	0	13,598	0
②	堰堤へのアクセス性	10,809	1,553	1,002	234	11,811	1,787
③	道路との比高差	9,212	1,597	757	245	9,969	1,842
④	社会的影響	8,777	435	732	25	9,509	460
⑤	魚道の有無	8,413	364	673	59	9,086	423
⑥	表流水の有無	5,444	2,969	568	105	6,012	3,074
⑦	減衰区間がない	5,275	169	495	73	5,770	242
通過基数		5,275	－	495	－	5,770	－

スクリーニング棄却基数が最も多い項目

スクリーニング棄却基数が最も少ない項目

2. 砂防堰堤関連業務

【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（3）導水路方式における発電ポテンシャル調査

- 堰堤落差方式による出力ランク2km²～50kW未満、および50～100kW未満のスクリーニング通過基数5,770基のうち、ポテンシャル調査にて発電所設置困難と判断された1,594基を除いた4,176基を対象にポテンシャル調査結果の整理分析を行った。
- 出力ランク別のポテンシャル比率（導水路/堰堤落差）は、**2km²～50kW未満で約3.3倍、50～100kW未満で約2.2倍**となった。
- ポテンシャル比率が堰堤落差方式による出力ランク2km²～50kW未満：**約3.3倍**> 50～100kW未満：約2.2倍となった理由として、導水路方式の有効落差は100kW未満で収束したものの、2km²～50kW未満で堰堤落差方式における有効高が低下したため考えられる。
- 出力ランクが小さい施設で有効高と流域面積が小さくなる傾向は、全国的な傾向と一致していた。
- 一般的な砂防堰堤の配置は、地先砂防（小流域）で保全対象の直上流に配置される場合が多く、基数が多い。一方で、水系砂防（大流域）では流域内に連続的に配置されることが多く、谷出口までの距離が長くなる傾向がある。堰堤落差の出力ランク100kW未満の施設は地先砂防（小流域）を多く含んでいるため、導水路延長が出力ランク100kW以下で収束したと想定される。

本業務
検討結果

表 堰堤落差と導水路方式に関する各出力ランクの賦存量

堰堤落差方式出力ランク	基数（基）	堰堤落差を考慮した賦存量（MW）	導水路を考慮した賦存量（MW）
CA=2km ² 未満	約41,000	—	
CA=2km ² ～50kW未満	約12,000	約170	約560 3.3倍
50kW～100kW未満	約1,300	約90	約200 2.2倍
100kW～200kW未満	約600	約90	約350 3.9倍
200kW～500kW未満	約300	約100	約230 2.3倍
500kW以上	約100	約110	約200 1.6倍
合計	約55,300	約560	約1,540

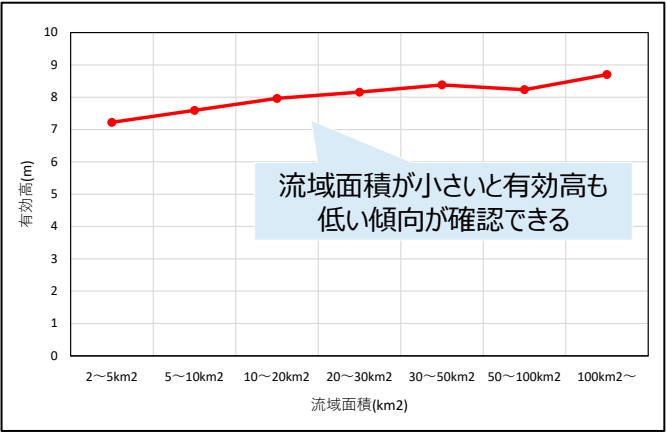


表 堰堤落差方式出力ランク別の諸元の平均的な値

堰堤落差方式出力ランク	流域面積(km ²)	有効高(m)	有効落差(m)	有効落差/有効高	堰堤－発電所間距離(m)
50kW未満	5	7	23	3.6	424
50-100kW	12	9	22	2.5	444
100-200kW	18	10	42	4.4	1,066
200-500kW	33	11	31	3.0	1,041
500kW以上	74	11	25	2.3	828

図 流域面積と有効高の関係

大流域

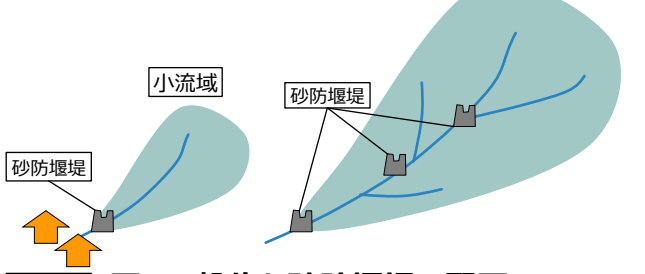


図 一般的な砂防堰堤の配置

2. 砂防堰堤関連業務

【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】

（3）導水路方式における発電ポテンシャル調査

- 経産省HPでは100kW以上の規模であれば事業化の可能性があるとの報告があることから、導水路方式において出力100kW以上の施設を対象にポテンシャル調査結果を整理した。
- 今年度ポテンシャル調査を実施した堰堤落差方式出力100kW未満の4,176基のうち、導水路方式での出力が100kW以上となった施設は1,138基（約3割）であった。また、導水路方式での出力が100kW以上の施設を対象としてポテンシャル比率を整理した結果、堰堤落差出力ランク2km²～50kW未満で約10倍、50～100kW未満で約5倍となった。
- 一般に流域面積が小さい施設ほど、元河床勾配は急勾配になり、同じ導水路延長でも急勾配の方が有効落差は大きくなる。このため、集落に近接するなど条件が悪い施設を除くと、堰堤落差出力ランク50～100kW未満の施設でポテンシャル比率が大きく上昇したと考えられる。

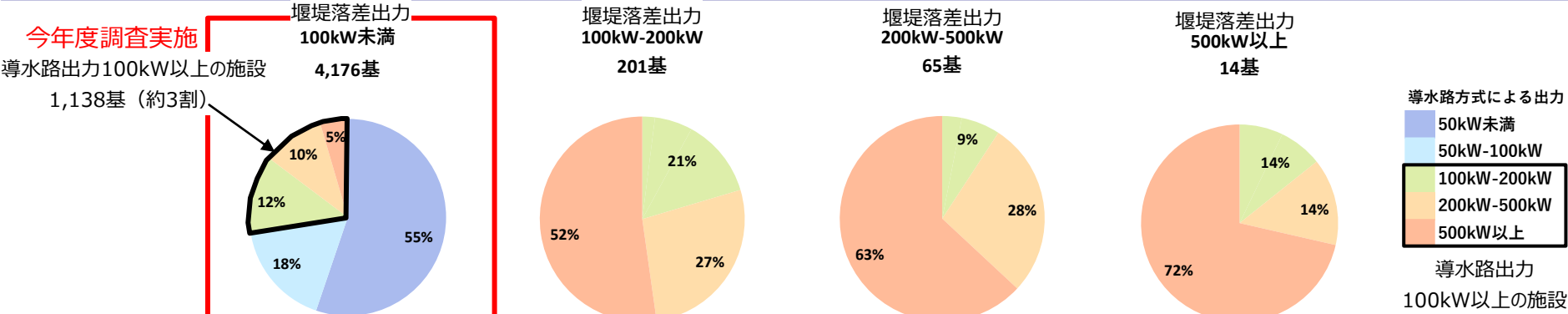


図 堰堤落差出力ランク別の導水路方式による出力

表 堰堤落差と導水路方式に関する各出力ランクの賦存量

堰堤落差方式出力ランク	流域面積 (km ²)	すべての発電可能堰堤対象 ポテンシャル比率	100kW以上の発電可能堰堤対象 ポテンシャル比率
CA=2km ² 未満	—	—	—
CA=2km ² ～50kW未満	5	3.3	10.6
50kW～100kW未満	12	2.2	5.2
100kW～200kW未満	18	3.9	3.9
200kW～500kW未満	33	2.3	2.3
500kW以上	74	1.6	1.6

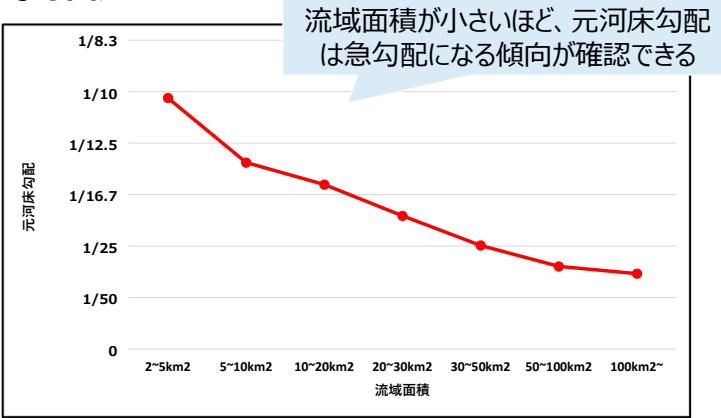


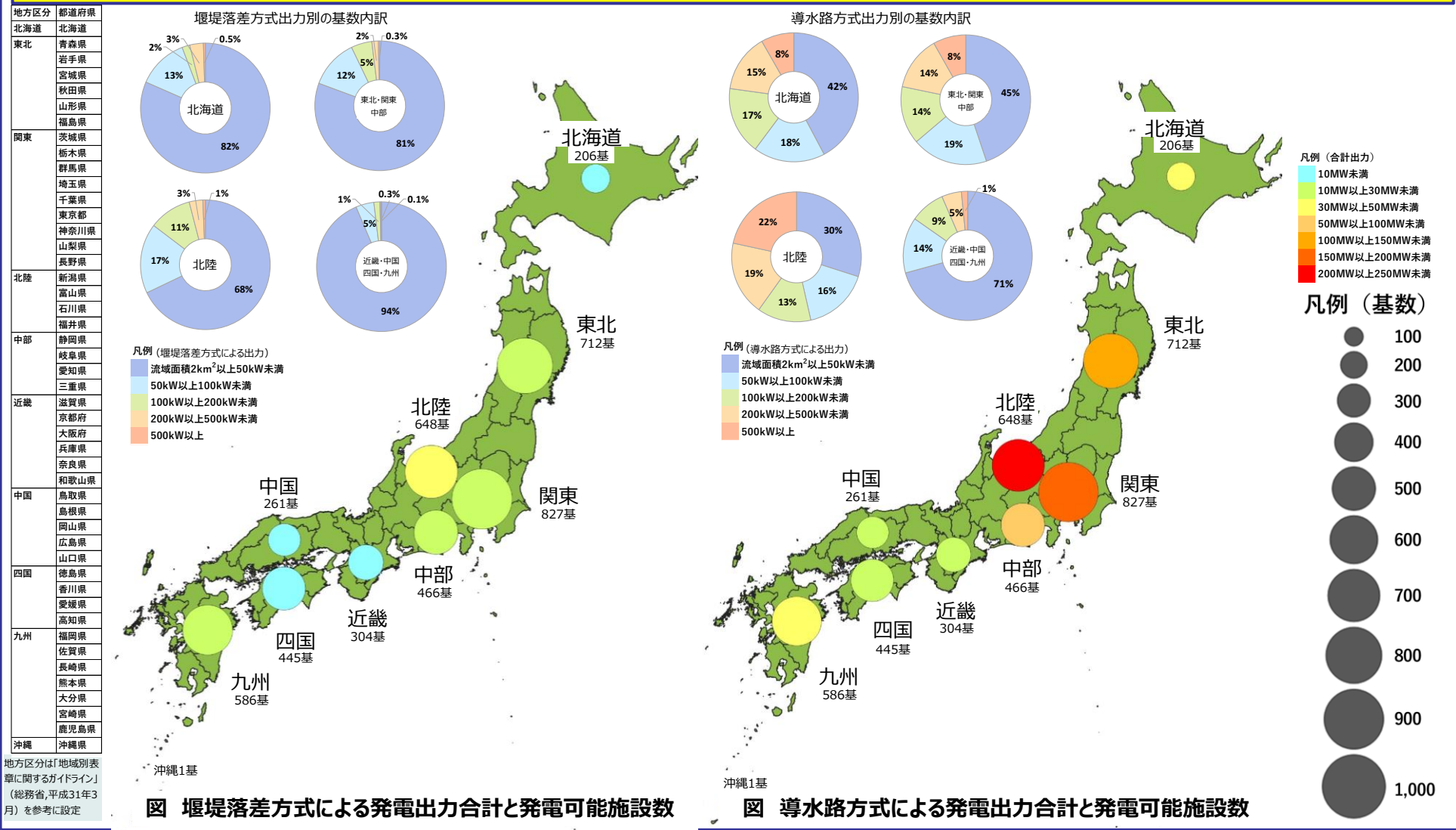
図 流域面積と元河床勾配の関係

2. 砂防堰堤関連業務

【1】砂防堰堤のポテンシャル調査等

（4）地域ごとのポテンシャルの整理

▶ 過年度および今年度のポテンシャル調査により出力を算出した4,456基を対象に、10地方区分における堰堤落差方式と導水路方式の発電出力合計および発電可能施設数を整理した。その結果、北陸、関東、東北、中部地方において高い発電出力が期待できることが確認できた。



2. 砂防堰堤関連業務

【1】砂防堰堤のポテンシャル調査等 (4) 地域ごとのポテンシャルの整理

- ▶ 地方区分別に堰堤落差方式と導水路方式の出力ランク別施設数を整理した結果、北陸、関東、東北、中部において導水路方式を採用することで出力が増大する施設が多数存在することが確認できた。。
- ▶ 近年、最大出力50kW未満の低圧接続が可能な小水力発電事業の事例がある。このため、導水路方式で50kW未満の施設について細分化すると、出力40kW以上の施設数が占める割合は、北海道で16%、東日本で13%、西日本では8%、全国的に約10%程度であり、導水路方式における出力50kW未満の小規模出力施設のなかにも事業化の可能性がある施設が含まれていることが確認できた。

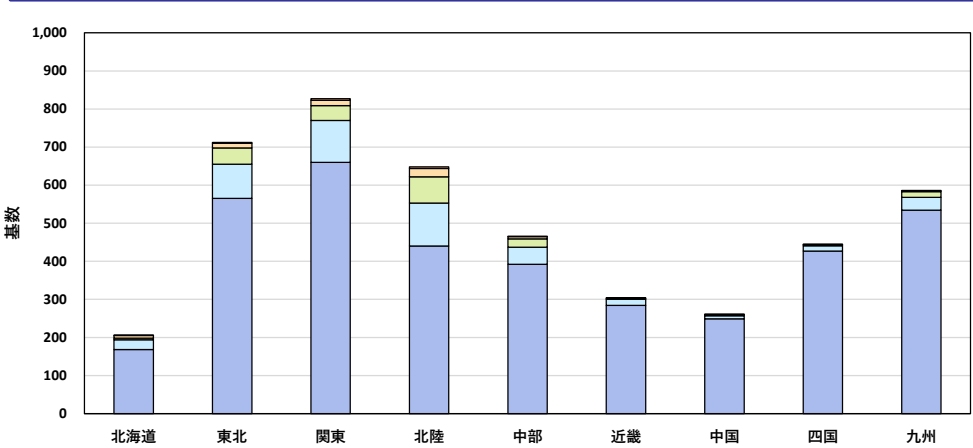


図 地方区分別の堰堤落差方式による出力別施設数

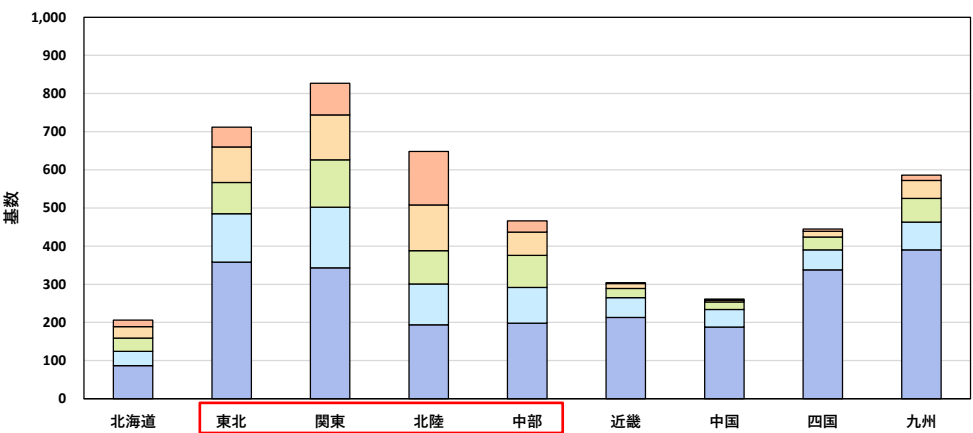


図 地方区分別の導水路方式による出力別施設数

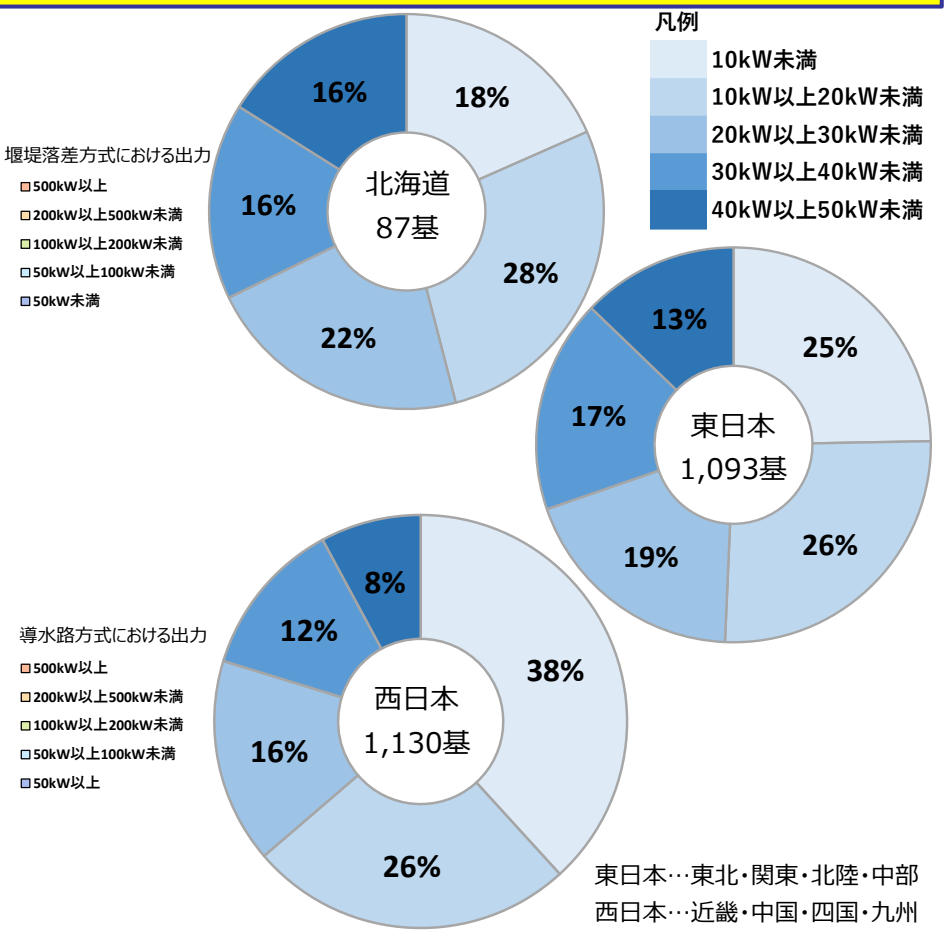


図 導水路出力50kW未満施設の出力別基数割合

2. 砂防堰堤関連業務

【1】砂防堰堤のポテンシャル調査等

（4）地域ごとのポテンシャルの整理

- ▶ 地方区分別の導水路方式による出力の平均値を算出した結果、東北、北陸、関東地方で高い値を示した。
- ▶ 導水路方式の出力算出要素で、豊水比流量、有効落差が大きい地域には導水路方式により大規模出力になりやすい施設が多いと考えられる。

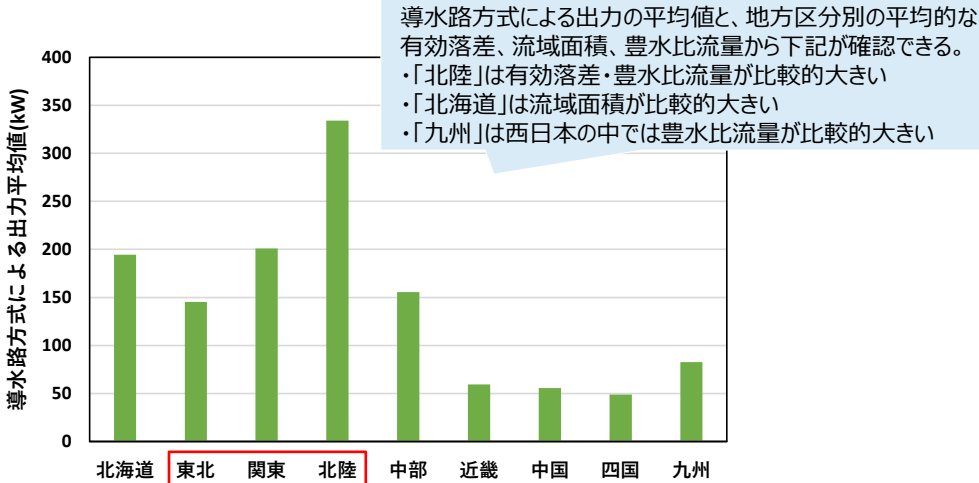
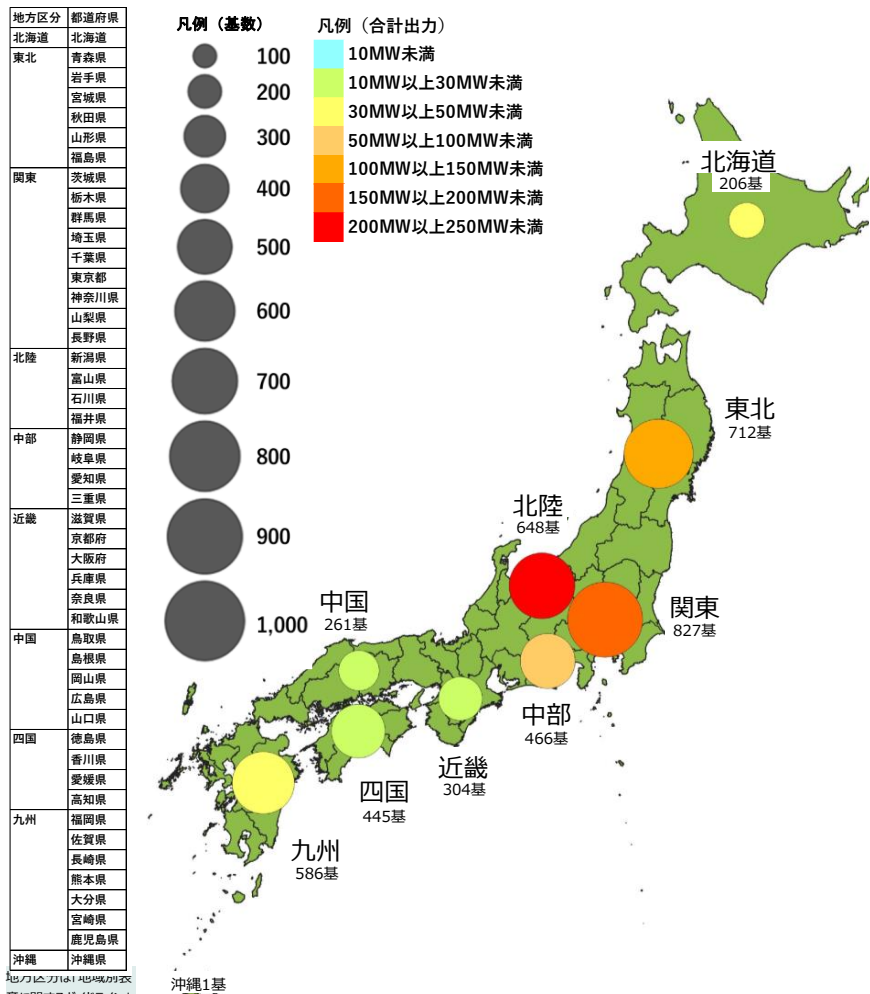


図 地方区分別の導水路方式による出力の平均値

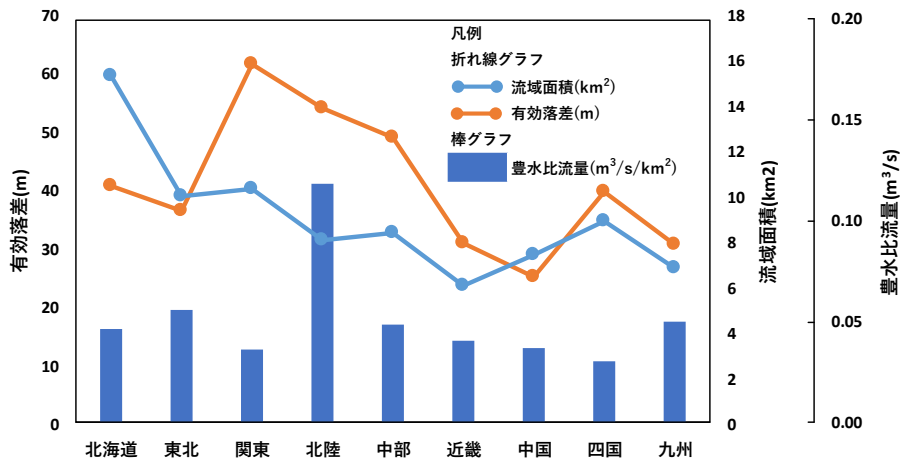


図 地方区分別の平均的な有効落差、流域面積、豊水比流量

図 導水路方式による発電出力合計と発電可能施設数

2. 砂防堰堤関連業務

【2）ポテンシャル調査の検証】

【検討/調査内容】

現時点で計画、施行、運用されている砂防堰堤を抽出し、ポテンシャル調査の調査結果と実績の比較・分析を行い、既往調査で設定したポテンシャル調査条件等の検証を行った。

■実施方針

1) 小水力発電が実施されている砂防堰堤の抽出

- ・最新情報収集
- ・ポテンシャル調査実施堰堤抽出

2) 発電施設の机上検討

- ・既往検討内容を踏襲した発電ポテンシャルの机上検討を実施
- ・実際の小水力事業との比較・分析

3) 事業者ヒアリングによる制約条件の調査

- ・実際の小水力発電事業での制約条件等をヒアリング

4) 発電ポテンシャル調査条件の検証

- ・2)の比較・分析結果や3)ヒアリング結果を踏まえた制約条件の検討
- ・検討した制約条件を踏まえた発電ポテンシャル調査の実施

図 検討/調査フロー

■実施概要

1) 小水力発電が実施されている砂防堰堤の抽出

- 砂防堰堤を活用した小水力発電を実施している施設について最新情報を収集した。
- 現在小水力発電を実施している施設のうち、砂防堰堤の位置、発電所位置が正確に確認できた施設は47施設であった。

2) 発電施設の机上検討

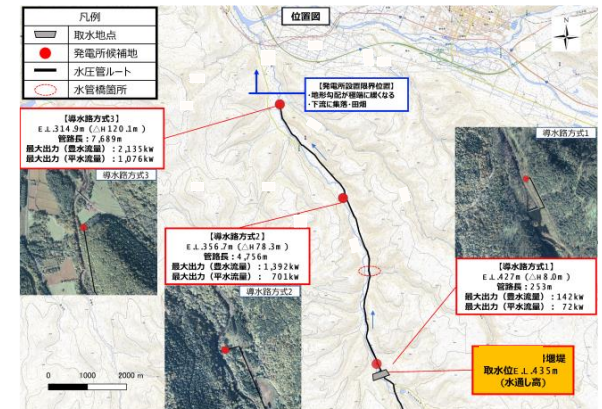
- 過年度実施した発電ポテンシャル調査の精度を分析するため、現在小水力発電を実施している施設に関して発電ポテンシャル調査を実施した。
- 47施設うち隧道（トンネル）による導水で約1MW以上発電している14施設を除き、33施設について発電ポテンシャル調査結果と実際の発電位置を比較分析を行った。

3) 事業者ヒアリングによる制約条件の調査

- 2)の分析結果を踏まえ、机上検討と事業内容が大きく異なる砂防堰堤を抽出し、実際の小水力発電事業での発電所位置や水圧管ルートを選定理由・制約条件についてヒアリングを行った。
- 机上検討で考慮すべき条件と、机上検討段階では把握が困難な条件をヒアリングで確認できると想定されるため、これらについて分類整理した。

4) 発電ポテンシャル調査条件の検証

- ヒアリング結果を踏まえ、発電ポテンシャル調査の制約条件の精査し、今年度のポテンシャル調査に反映した。
- ヒアリングで確認できた机上検討段階では把握困難な条件については、自治体への情報提供や公表段階における調査結果の取り扱い方法を検討した。



出典：地理院タイルに検討結果を追記して掲載

図 発電ポテンシャル調査結果

発電ポテンシャル調査の制約条件

【発電所設置限界位置の設定】

- ・既設取水設備
- ・貯水池
- ・地形勾配が極端に緩くなる
- ・下流に田畑・集落
- ・急傾斜で平場が確保できない
- ・平場が商業利用され、下流で適している平場が確保できない

【発電所候補地選定条件】

- ・平場が100m²程度確保できる
- ・道路アクセスが良好

【期待される成果イメージ】

- 実際の小水力発電事業を踏まえた発電ポテンシャル調査の条件精査
- 机上検討では把握が困難な発電事業の制約条件

2. 砂防堰堤関連業務

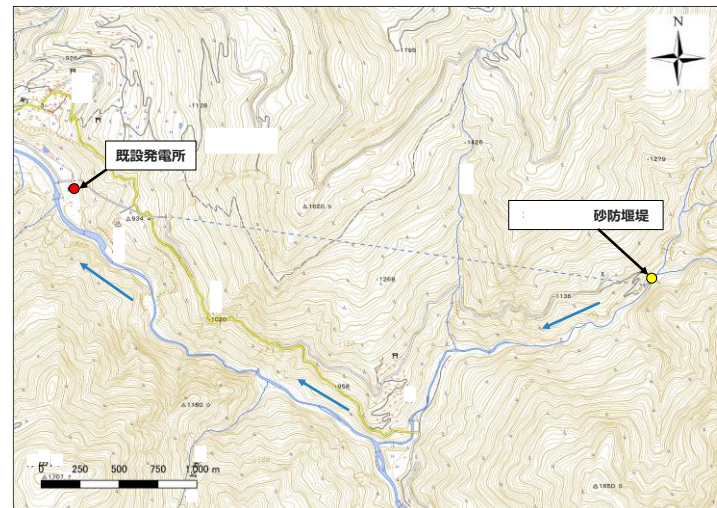
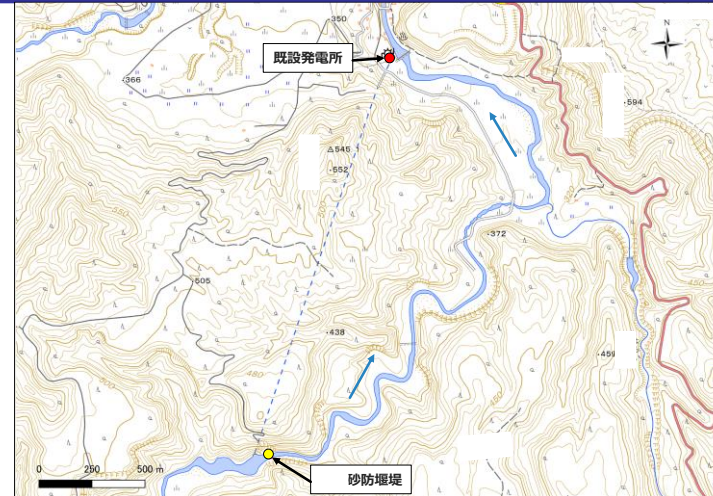
【2）ポテンシャル調査の検証】

（1）小水力発電が実施されている砂防堰堤の抽出

- 発電中の施設のうち、砂防堰堤の位置、発電所位置が精確に確認できた施設は47施設であった。そのうち、トンネルによる導水（隧道）で約1MW以上（=1,000kW以上）発電している14施設（表1）を除き、33施設について発電ポテンシャル調査を実施した。

表 トンネル導水している砂防堰堤と発電量（14施設）

発電所名	発電量 (kW)
A砂防堰堤	3,300
B砂防堰堤	5,000
C砂防堰堤	7,800
D砂防堰堤	
E砂防堰堤	
F砂防堰堤	14,600
G砂防堰堤	4,600
H砂防堰堤	33,660
I砂防堰堤	15,200
J砂防堰堤	5,200
K砂防堰堤	1,200
L堰堤	770
M砂防堰堤	2,500
N砂防堰堤	1,000



出典：地理院タイルに施設情報を追記して掲載

図 隧道で水力発電を実施している例

2. 砂防堰堤関連業務

【2）ポテンシャル調査の検証】

（2）発電施設の机上検討

- 小水力発電が実施されている抽出した33施設を対象に、発電ポテンシャル調査の制約条件（検証前）を考慮し、既設発電所を“見ないものとして”発電ポテンシャル調査を実施した。
- 既設発電所位置と発電ポテンシャル調査で想定した発電所位置が一致した施設は17施設（全体の52%）、不一致の施設は14施設であった。また、既設発電所として設置されているものの、発電ポテンシャル調査では設置困難と判断した施設は2施設であった。

表 検証前の発電ポテンシャル調査の制約条件

項目	内容
発電所設置限界位置の設定	既設取水設備
	貯水池
	地形勾配が極端に緩くなる
	下流に田畑・集落
	急傾斜で平場が確保できない
	平場が商業利用され、下流で適している平場が確保できない
発電所候補地選定条件	平場が100m ² 程度確保できる
	道路アクセスが良好

表 既設発電所と発電ポテンシャル調査結果の比較

既設発電所と発電ポテンシャル調査で想定した発電所位置の比較	施設 (X/33)
検討対象外（トンネルによる長距離導水）	14
検討対象外（発電所・堰堤位置不明）	3
一致	17 (52%)
ポテンシャル調査にて設置困難と判断	2 (6%)
既設発電所より下流にポテンシャル調査で想定した発電所が位置する	7 (21%)
既設発電所より上流にポテンシャル調査結果で想定した発電所が位置する	7 (21%)

- 凡例
- 一致
 - 既設発電所より下流に発電ポテンシャル調査で想定した発電所が位置する
 - 既設発電所より上流に発電ポテンシャル調査で想定した発電所が位置する

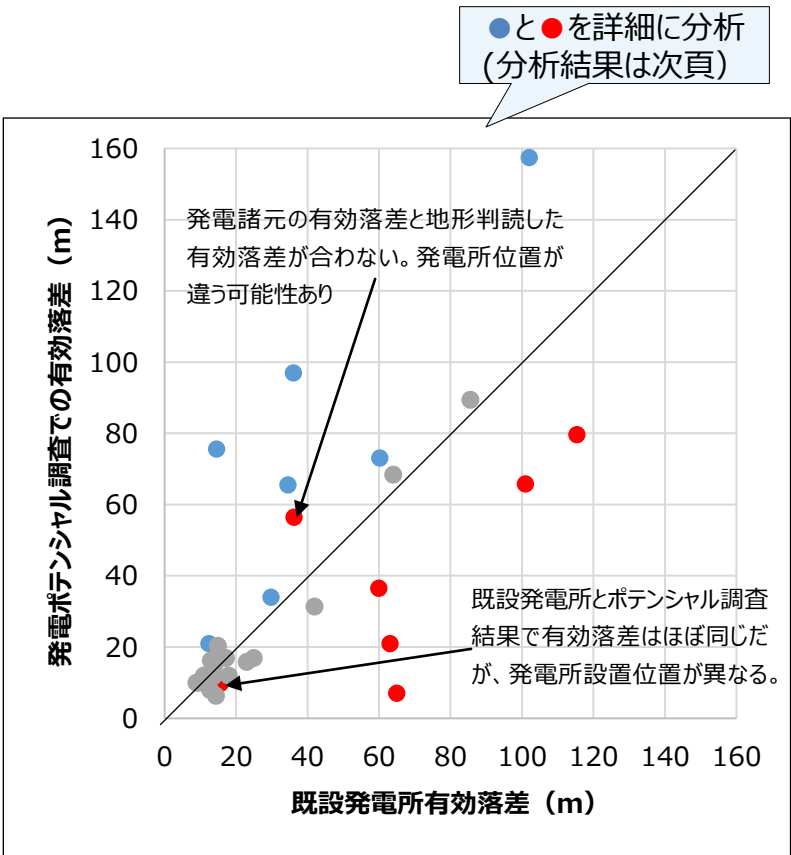


図 既設発電所と発電ポテンシャル調査結果の有効落差の比較

2. 砂防堰堤関連業務

【2）ポテンシャル調査の検証】

（2）発電施設の机上検討

- ポテンシャル調査で想定した発電所位置と既設発電所位置が不一致だった16施設について、各施設発電所設置理由等を情報収集、分析した。
- ポテンシャル調査で想定した発電所位置より下流に既設発電所が位置する9施設のうち、7施設（下表の黄色ハッチ）の発電事業者を対象に、机上検討では把握困難な制約条件等をヒアリングを実施するものとした

表 抽出した16施設の各施設発電所設置理由等の情報収集・分析結果

候補地と既設発電所の比較	既設発電所	発電ポテンシャル調査結果	堰堤名	隧道利用の判断基準、コスト等をヒアリング	備考
—	導水路方式	設置困難	a砂防えん堤	トンネルを活用した導水を行っている（隧道）	
			b砂防ダム	1980年代から事業を進めている施設になり、主に自家用発電を目的としている。新規事業者参入のコンセプトとは異なるため、ヒアリング対象外とした。	
既設発電所より下流に発電ポテンシャル調査結果	堰堤落差方式	導水路方式	c砂防堰堤	堰堤下流側に渓谷緑地（商業施設）が存在しており、緑地を通過する導水路配置を避けた	
			d砂防堰堤	右岸に砂防堰堤付近まで到達する道路があるため、アクセス性を優先し、右岸に配置している。	
			e砂防堰堤	既設発電所位置より下流では勾配が緩くなるため、導水路を短くすることで建設コストを抑えている。	
	導水路方式	導水路方式	f砂防堰堤	農業用取水を利用した発電所となっており、これを考慮した発電所位置となっている	
			g砂防堰堤	水管橋設置により建設コスト増加が見込まれるため、支川合流点手前に発電所を設置している。	
事業所判断で上流にしている可能性があり、最下流端の制約条件を検討することが今回の目的であるため、ヒアリング対象外とした。			砂防堰堤	既設発電所位置より下流では勾配が緩くなるため、導水路を短くすることで建設コストを抑えている。	
既設発電所が上流に位置するが、狭い場所（平場100㎡未満）に発電所を建設しており、ヒアリング対象候補施設とした。			i砂防堰堤	狭い場所（平場100㎡未満）に発電所を建設している	
既設発電所より上流に発電ポテンシャル	導水路方式	堰堤落差方式	j砂防堰堤	田畑より下流に発電所が位置している。しかし、当該堰堤で取水した水は発電用のみならず農業用水としても活用（分水）しているため、関係機関協議で決まった位置であると想定する。このため、ヒアリング対象外とした。	
			導水路方式	k砂防堰堤	田畑・集落より下流に発電所が位置している。しかし、当該発電所は老朽化した発電所を買収して新たに建設した発電所であり、新規事業者参入のコンセプトとは異なるため、ヒアリング対象外とした。
	l砂防えん堤	トンネルを活用した導水を行っている（隧道）			
	m砂防堰堤	狭い場所（平場100㎡未満）に発電所を建設している			
	n砂防堰堤	狭い場所（平場100㎡未満）に発電所を建設している			
	o砂防堰堤	狭い場所（平場100㎡未満）に発電所を建設している			
	p砂防堰堤	導水路配置ルートが不明			
	発電ポテンシャル調査の制約条件【発電所設置限界位置の設定】 ・既設取水設備 ・貯水池 ・地形勾配が極端に緩くなる ・下流に田畑・集落 ・急傾斜で平場が確保できない ・平場が商業利用され、下流で適している平場が確保できない 【発電所候補地選定条件】 ・平場が100㎡程度確保できる			ヒアリング対象施設	

発電ポテンシャル調査の制約条件 【発電所設置限界位置の設定】

- ・既設取水設備
- ・貯水池
- ・地形勾配が極端に緩くなる
- ・下流に田畑・集落
- ・急傾斜で平場が確保できない
- ・平場が商業利用され、下流で適している平場が確保できない

【発電所候補地選定条件】

- ・平場が100m²程度確保できる
- ・道路アクセスが良好

ヒアリング対象施設

2. 砂防堰堤関連業務

【2）ポテンシャル調査の検証】

（3）事業者ヒアリングによる制約条件の調査

- 7施設の発電事業者を対象にアンケート調査を実施した結果、発電ポテンシャル調査の制約条件は妥当であるとの回答を得た。
- 隧道を利用した導水方法は既存農業用水を活用した事例であり、新規参入では高コストとなるため、本業務での発電ポテンシャル調査【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】では考慮しないものとした。
- その他発電所設置で考慮している内容として、3項目回答を得ることができた。

表 アンケート実施対象施設および回答結果

発電ポテンシャル調査の制約条件 【発電所設置限界位置の設定】 ・既設取水設備 ・貯水池 ・地形勾配が極端に緩くなる ・下流に田畑・集落 ・急傾斜で平場が確保できない ・平場が商業利用され、下流で適している平場が確保できない 【発電所候補地選定条件】 ・平場が100m ² 程度確保できる ・道路アクセスが良好	堰堤名	アンケート実施理由	回答結果	発電所設置理由
	i砂防堰堤	狭い場所（平場100m ² 未満）に発電所を設置	回答有	道路沿いに幅10m程度の建屋を長細く設置し、土工の影響範囲を小さくしていた。
	m砂防堰堤	狭い場所（平場100m ² 未満）に発電所を設置	回答有	昭和39年に竣工した発電所で経緯不明
	p砂防堰堤	導水路配置ルートが不明（田畑・集落より下流に発電所を設置していた）	回答有	より落差を得るため下流で発電。下流で発電するため農業用水と兼用することを条件としている特殊な事例
	a砂防えん堤	トンネルを活用した導水（隧道）	別途調査	農業用水路を活用
	l砂防えん堤	トンネルを活用した導水（隧道）	別途調査	農業用水路と活用
	n砂防堰堤	狭い場所（平場100m ² 未満）に発電所を設置	送付先不明	
	o砂防堰堤	狭い場所（平場100m ² 未満）に発電所を設置	送付先不明	

表 その他発電所設置の際留意している点

アンケート回答	発電ポテンシャル調査への反映内容
出水時に土砂流出が少ない河川	詳細な内容は現地調査にて確認する必要があることをポテンシャル調査結果を公表するさいの条件として記載。本業務では、土砂流出の被害を受けないよう、支川からの土砂流出の影響を受ける可能性のある場所や堰堤堆砂敷上を避けるなど考慮している
電力系統へのアクセスがよい	一般送配電事業者の系統連系制約マッピング情報（電力広域的運営推進機関）を参考に、次年度以降ポテンシャル調査結果に反映する。
取水量が安定している	近傍ダムの流量観測データから該当地点の取水量を想定している。また、スクリーニング段階で減衰区間を回避した箇所を選定している

2. 砂防堰堤関連業務

【2）ポテンシャル調査の検証】

（4）発電ポテンシャル調査条件の検証

- i砂防堰堤では、道路沿いに幅10m程度の建屋を長細く設置し、土工の影響範囲を小さくしていた。過年度のポテンシャル調査では、i砂防堰堤のような箇所は発電所不可としていたものの、実際発電している事例を確認した。このため、このような箇所を考慮し、本業務での発電ポテンシャル調査【1）砂防堰堤のポテンシャル調査等】を実施するものとした。



出典：地理院タイルに施設情報を追記して掲載

<今年度のまとめと課題>

【2. 砂防堰堤関連業務

3) 砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討 / 4) 地方公共団体へのヒアリング

■ 検討内容

- ・ 既存堰堤を活用した水力発電事業者 9 社に、建設コスト、運営コストに関するアンケート・ヒアリングを行いコスト縮減の可能性について検討した。
- ・ 4 県の砂防・河川管理者に小水力発電の許可申請についてヒアリングを行い、「発電事業実施のロードマップ」等の更新を行った。

■ 検討結果：事業コスト縮減の可能性

- 事業者からのアンケート・ヒアリング結果のとりまとめを実施した。調査の結果、建設コストについては、土木費（水圧管等）、電気関係費（水車発電機等）が占める割合が大きいことを把握した。
- アンケート・ヒアリング結果と文献等調査により、砂防堰堤を活用した小水力発電を実施するうえで重要となる、事業計画時のコスト算定精度、建設費用・運用費用のコスト縮減方策についてとりまとめた。

表 建設コストの費用割合

項目		建設コスト全体に占める割合
土地補償費	用地・家屋補償、付替え道路費 等	0% ～ 0.8%
建築・建物	発電所 等	2.5% ～ 7.6%
土木	取水施設・沈砂池・導水路・水圧管・放水路・護岸・仮締切・工事用道路 等	19.8% ～ 60.8%
電気関係	水車・発電機・変圧器・配電盤 等	16.7% ～ 59.0%
送配電設備		0.4% ～ 10.7%
その他	調査費等	3.8% ～ 19.2%

表 コスト算定の精度向上方策・コストの縮減方策一覧

- 手法・方策例
- ① 精度良い事業性評価・事業計画の策定
 - ② ライフサイクルコストを考慮した水圧管の選定
 - ③ 異なる分野の工事の一括請負が可能な業者（ワンストップ業者）による施工
 - ④ 水圧管理設工事における効率的な掘削工の実施
 - ⑤ 水圧管理設工事における利便性の高い仮設材の使用
 - ⑥ 取水口の土砂堆積対策・水車への塵芥流入対策
 - ⑦ 保守管理のスマート化

■ 検討結果：地方公共団体ヒアリング

- 近年の許認可件数の実績から調査対象機関として 4 自治体を選定し、アンケート・ヒアリングを実施した。調査結果より、事業者の専門知識・経験・ノウハウの不足により、手戻り・遅延が生じることが指摘された。
- 新規事業者にわかりやすいように、発電事業検討開始から運用までの流れを 5 つのSTEPに分け、STEPごとのポイントを整理するとともに、STEP 2 ~ 4 について、発電事業実施のロードマップを更新した。

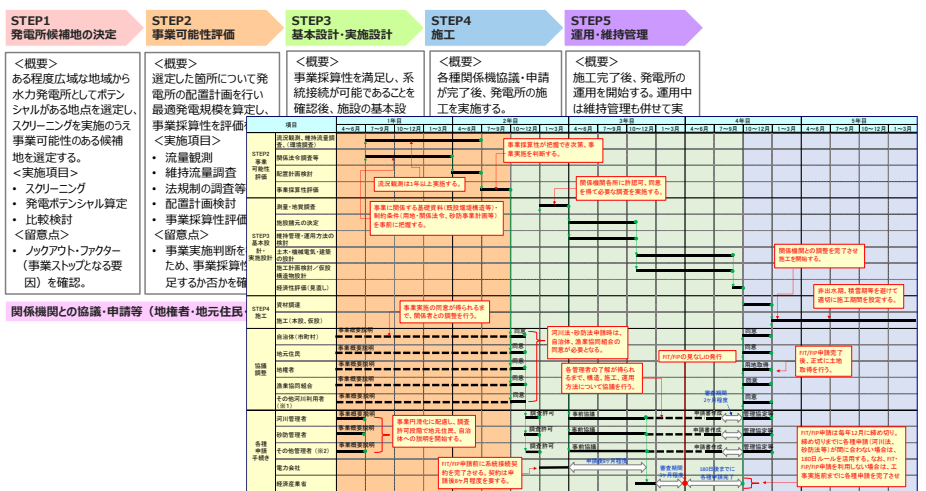


図 事業STEPと事業実施のロードマップ

■ 今後の課題

- 砂防堰堤を活用することによる事業メリットとあわせて、具体的なコスト縮減効果を検討する必要がある。なお、物価上昇や海外製品（水車発電機）使用時の為替相場変動の影響に留意した事業費の想定も事業化する上で大きな課題である。
- 新規発電事業者向け、水力発電事業認可の経験が少ない管理者向けに、これまでの検討成果や事例共有等により、普及・啓発が必要である。

2. 砂防堰堤関連業務

【3）砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

➤ 小水力発電の9事業者についてアンケート、5 事業者にヒアリングを実施した。

■ 実施内容

- ・アンケート対象は①2011年以降の発電開始、②過年度のアンケート回答状況、から12事業者をアンケート候補として選定した。
- ・アンケート票を配布した結果、9事業者から回答あり、うちヒアリング可能な5事業者にヒアリングを実施した。

表 アンケート・ヒアリング対象事業者の一覧

No.	発電所名	発電所管理者名	堰堤名	所在地	発電開始 年月	有効落差	最大出力	取水方式	水車形式	導水路方式	アンケート 対象	ヒアリング 対象
①	■■■■水力発電所	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2015.4	44m	140 kW	チロル方式	クロスフロー	導水路方式	○	－
②	■■■■小水力 発電所	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2016.3	64.5m	126 kW	堰堤直接取水 方式	横軸クロスフロー	導水路方式	○	－
③	■■■■発電所	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2021.1	102.13m	190 kW	堰堤直接取水 方式	横軸単輪2射 ペルトン水車	導水路方式	○	○
④	■■■■発電所	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2014.9	13m	49 kW	チロル方式	横軸チューブラ水車	導水路方式	○	○
⑤	■■■■発電所	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2018.8	34.63m	198 kW	サイホン式	クロスフロー型水車	導水路方式	○	○
⑥	■■■■発電所	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2012.4	101.67m	990 kW	堰堤直接取水 方式	ターゴ・インパルス	導水路方式	○	－
⑦	■■■■発電所	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2015.5	17.1m	198 kW	堰堤直接取水 方式	S型チューブラ水車	導水路方式	○	－
⑧	■■■■発電所	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2019.1	12.5m	42.7 kW	堰堤直接取水 方式	横軸プロペラ水車	導水路方式	○	○
⑨	■■■■発電	■■■■■■■■	■■■■■■■■	■■■■	2019.6	25.6m	19.9 kW	堰堤直接取水 方式	クロスフロー水車	導水路方式	○	○

2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

- 事業計画時点でのコスト算定の精度向上、建設コスト・運用コストの縮減を目的に、発電事業者に対するアンケートを作成した。
- アンケートは、建設コストと運用コストに分けて作成し、回答しやすいように、回答方法・回答欄を工夫し、回答例を付けた。

■ 実施内容

事業計画時点で想定したコストと実際のコストの違い、想定と実際とに差が生じた原因、コスト増加の要因等について、設問を作成した。アンケートの構成と設問内容を以下に示す。

表 アンケート設問内容

	設 問 内 容		設 問 内 容
問1	発電所諸元	問3	運営コスト（ランニングコスト）について
		問3-1	計画当初の想定コストと実際のコストの差
問2	建設コストについて	問3-2	コストの差が生じた項目
問2-1	計画当初の想定コストと実際のコストの差	問3-3	計画当初の想定になく今後想定されるコスト
問2-2	コストの差が生じた工種	問3-4	コスト増（減）の要因となった条件
問2-3	計画当初の概算費用の算定精度（算定方法）	問3-5	コスト増となった失敗例、反省点等
問2-4	コスト増（減）の要因となった条件	問3-6	ランニングコスト縮減に向けた工夫
問2-5	コスト増となった失敗例、反省点等	問3-7	計画当初の想定と実際の工事費（金額または割合）
問2-6	建設コスト縮減に向けた工夫	問3-8	自由意見
問2-7	計画当初の想定と実際の工事費（金額または割合）		
問2-8	自由意見	問4	ヒアリング調査・現地調査実施の可否

2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【アンケート・ヒアリング結果】

【建設コスト】内訳について

- 建設コストの内訳の回答のあった5事業者の建設コストの割合を下表に示す。
- 土木費用が約19.8% ～約60.8%、電気関係費用が約16.7% ～約59.0%と大きな割合を占めており、両方で総事業費の約75% ～約90%を占めている。
- 水圧管の延長が長い（事例では延長約2km）、仮設費用が高額な発電所は土木費用の割合が大きくなる傾向があった。

■ アンケート・ヒアリング結果

表 建設コストの割合

項目		建設コスト全体に占める割合
土地補償費	用地・家屋補償、付替え道路費 等	0% ～ 0.8%
建築・建物	発電所 等	2.5% ～ 7.6%
土木	取水施設・沈砂池・導水路・水圧管・放水路・護岸・仮締切・工事用道路 等	19.8% ～60.8%
電気関係	水車・発電機・変圧器・配電盤 等	16.7% ～59.0%
送配電設備		0.4% ～10.7%
その他	調査費等	3.8% ～19.2%

【建設コスト】事業計画時の想定建設コストと実際の建設コストの差異について

- 9 事業者中、4 事業者で事業計画時と実際の建設コストに差があるという回答であった一方で、差異がなかった業者も 4 事業者あった。
- 差異の程度は、2割未満の減額～ 5 割以上の増額など、それぞれ異なっている。
- 事業当初に工事費を算出していない事業者も 1 事業者あった。
- ワンストップ業者による施工・運営は事業計画時と実際の建設コストの差異が小さい傾向
⇒設計～施工～管理を同一の業者等が実施、機械、電気、土木、建築の各分野の工事を同一の業者が実施

■ アンケート・ヒアリング結果

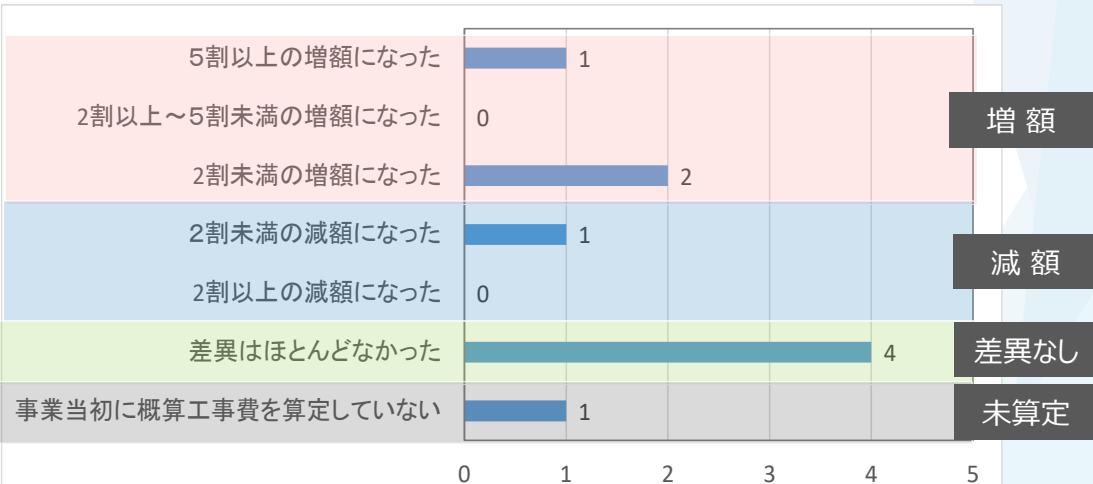


図 事業計画時の想定コストと実際の建設コストの差異

事業者数

2. 砂防堰堤関連業務

【3】 砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【アンケート・ヒアリング結果】

【建設コスト】事業計画時の想定コストの設定方法 1/2

【土地・補償費】

- 事業計画時の費用は、3 業者が「具体的な提示額・交渉額」により設定、3 業者が「他実績等により推定」により設定。その他の2業者は土地・補償費がほとんど発生していない。
- 実際のコストと差異があったのは 1 業者のみであり、他実績により推定していた。

【建築関係】

- 事業計画時の費用は、3 業者が「図面数量」、1 業者が「既往資料により推定」、3 事業者が「類似事例から推定」により設定。
- 実際の建設コストと差異があったと回答した業者はなかった。

【土木関係】

- 事業計画時の費用は、4 業者が「図面数量」、3 業者が「既往資料により推定」、1 事業者が「類似事例から推定」により設定。
- 実際の建設コストと差異があったと回答した業者は、1 業者が「図面数量」、1 業者が「手引きにより推定」により設定。
- 「図面数量」により設定したにも関わらず差異があった理由は、水圧管の埋設箇所の地質調査が不十分であり、地質が想定より悪く掘削に費用がかかったこと、道路利用者の要望により夜間工事となったこと、異なる仕様の水圧管で接続したため継手部の漏水対策が必要であったことが挙げられる。

■ アンケート・ヒアリング結果



図 事業計画時の想定コストの設定方法 1/2

2. 砂防堰堤関連業務

【3】 砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【アンケート・ヒアリング結果】

【建設コスト】事業計画時の想定コストの設定方法 1/2

【水車】

- 事業計画時の費用は、5 業者が「メーカーによる見積」、2 業者が「既往資料により推定」、1 事業者が「メーカーへのヒアリング」により設定。
- 実際の建設コストと差異があったと回答した業者は、「メーカーによる見積」により設定した事業者が 1 業者、「既往資料により推定」した業者が 1 事業者、「メーカーへのヒアリング」により設定した業者が 1 事業者（ヒアリングした業者が入札に参加するとは限らない）であった。
- 「メーカーによる見積」により設定したにも関わらず差異があった理由は、価格交渉によりより安価に調達可能であったためである。

【発電機・仮設】

- 事業計画時の発電機の費用は、6 業者が「メーカーによる見積」、1 業者が「既往資料により推定」、1 事業者が「メーカーへのヒアリング」により設定。
- 事業計画時の仮設費用は、3 業者が「図面数量」、4 業者が「既往資料により推定」、1 事業者が「類似事例から推定」により設定。
- 実際の建設コストと差異があったと回答した事業者はなかった。

【送配電設備】

- 事業計画時の費用は、2 業者が「業者に確認」、4 業者が「延長から推定」、1 事業者が「類似実績」により設定。
- 実際の建設コストと差異があったと回答した事業者は、「延長から設定した業者」が 1 事業者であった。

■ アンケート・ヒアリング結果



図 事業計画時の想定コストの設定方法 2/2

2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【アンケート・ヒアリング結果】

【運営コスト】内訳について

- 建設コストの内訳の回答のあった 6 事業者の建設コストの割合を下表に示す。
- 運営コストの項目・割合は事業者により差が非常に大きい。これは運営後 1 ～ 8 年程度しか経過しておらず、現状で発生した費用・発生していない費用にバラつきがあることが想定される。

■ アンケート・ヒアリング結果

表 運営コストの割合

項 目		運用コスト全体に占める割合
毎年定期的に発生する費用	管理費（主任技術者の人件費・委託費、運営費用、施設の定期点検、ゴミや土砂の除去）	0%～85%
	税金・占用料・水利使用料等	0%～58%
	その他（地元対応費用等）	0%～1%
複数年周期または突発的に発生する費用	機械設備部品交換	0%～18%
	土砂撤去・清掃等	0%～44%
	設備修理	0%～5%
	その他修繕費	0%～65%
今後予想される費用	電気設備部品交換	0%～56%
	設備分解整備	0%～23%

【運営コスト】事業計画時の想定運営コストと実際の運営コストの差異について（1/2）

- 9 事業者中、4 事業者で事業計画時と実際の運営コストに差があるという回答であった一方で、差異がなかった業者も 4 事業者あった。
- 差異の程度は、2 割～ 5 割以上の増額であり、想定より高価となってる。
- 事業当初に工事費を算出していない事業者も 2 事業者あった。

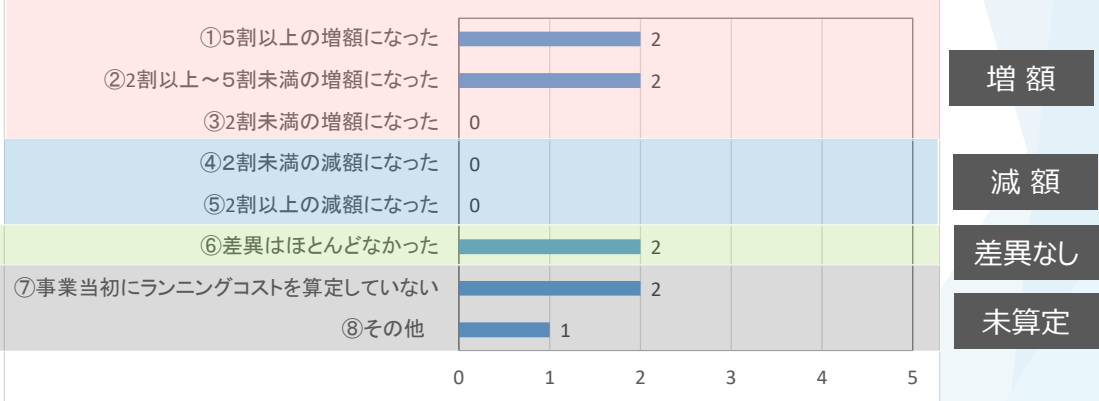


図 事業計画時の想定コストと実際の運営コストの差異

事業者数

2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【アンケート・ヒアリング結果】 【運営コスト】：事業計画時の想定コストと実際の運営コストの差異について 2 / 2

【主任技術者等の人件費・委託費】：ダム水路主任技術者の兼任不可設備で、雇用費が発生。

【水路等のゴミや土砂の除去】：取水口付近の堆積土砂の撤去、取水口の塵芥除去回数や周辺草刈りが想定より多い、草木の繁茂による網場の清掃

【設備の定期点検】：年次点検をメーカーから自社点検に変更してコスト削減。

【通信費等の日常の運営費用】：システムに通信使用量が34GB～で利用料が高い。

【税金・占用料・水利使用料】：想定になかった自治体所有の設備利用費が加算。

【その他（事業計画時に想定していなかった費用）】

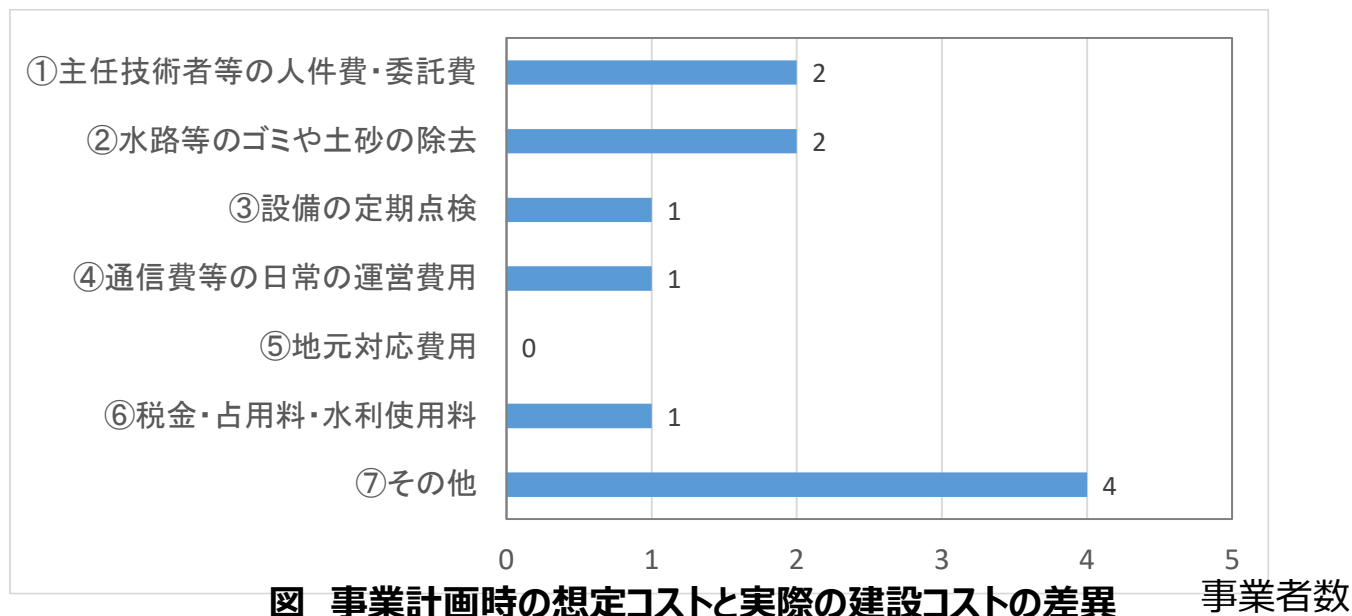
⇒ 大雨災害復旧等の費用を計上したため。

⇒ 運転開始後に必要となったものを購入・整備等したため。

⇒ 砂礫を含んだ流入水に伴う水車及び取水施設の補修工事が必要となったため。

⇒ 設備修理：動力部のオーバーホール、災害等による損傷、電気制御系の部品交換。

⇒ 水車の容量制御：キャビテーションを避けた制御方法の確立に伴う制御盤の改造。



2. 砂防堰堤関連業務

【(3) 砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【アンケート・ヒアリング結果】

運営コストの増加・減少の原因となる環境要因について

- 地形・地質
⇒取水口付近の土砂堆積による発電出力の低下、砂礫を含んだ流入水による設備の摩耗対応・対策、不定期で濁流の出水があり、発電停止を要する。
- 気象・自然環境
⇒ゲリラ豪雨の頻発による取水エリア整備、大雨・雷による設備の損傷、積雪等による器物損壊。
- 清掃・浚渫等
⇒草木の繁茂による網場の引き上げ清掃、取水堰堤底の土砂の除去

運営コストの縮減の工夫について

- 不具合発生事例を共有し他発電所と共有
- 監視カメラを設置し、遠隔で確認。監視・制御のスマート化（ON・OFF制御、不具合箇所把握、復帰対応）
- 地域住民との協働、意見交換会による改善
- 災害等の対応をマニュアル化

その他の意見

- 設計段階からイニシャルコストと併せてランニングコストを比較し、トータルで比較した方が良い。
- 設備の維持管理をしたことがある人の声を聞いた方がいい。
- 維持管理を委託する場合、計画当初から見積をとる等、精度の向上を図ったほうが良い。
- 取水方式や条件（除塵機の有無や出力）ごとのランニングコストの全国事例を集計し、ランニングコスト試算表のようなものを作成すると、計画時点で高い精度でコストを織り込むことができ、想定より収支が悪くなるリスクを減らせる。

2. 砂防堰堤関連業務

【3）砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【事業コスト縮減の可能性の検討】

- 事業者へのアンケート及びヒアリング結果、文献等調査により、砂防堰堤を活用した小水力発電事業を実施するうえでの、事業性評価・事業計画策定・設計時のコスト算定の精度向上（事業計画のコスト算定）、建設コスト・運用コストの縮減の手法や取組等を整理し、後発の事業者への参考としてとりまとめる。

■ 実施内容

- コスト算定の精度向上方策及び建設・運用コストの縮減方策の一覧を以下に示す。

事業性評価・事業計画策定・設計時のコスト算定の精度向上方策及び建設・運用コストの縮減方策一覧

手法・方策例

- ① 精度良い事業性評価・事業計画の策定
- ② ライフサイクルコストを考慮した水圧管の選定
- ③ 異なる分野の工事の一括請負が可能な業者（ワンストップ業者）による施工
- ④ 水圧管埋設工事における効率的な掘削工の実施
- ⑤ 水圧管埋設工事における利便性の高い仮設材の使用
- ⑥ 取水口の土砂堆積対策・水車への塵芥流入対策
- ⑦ 保守管理のスマート化

2. 砂防堰堤関連業務

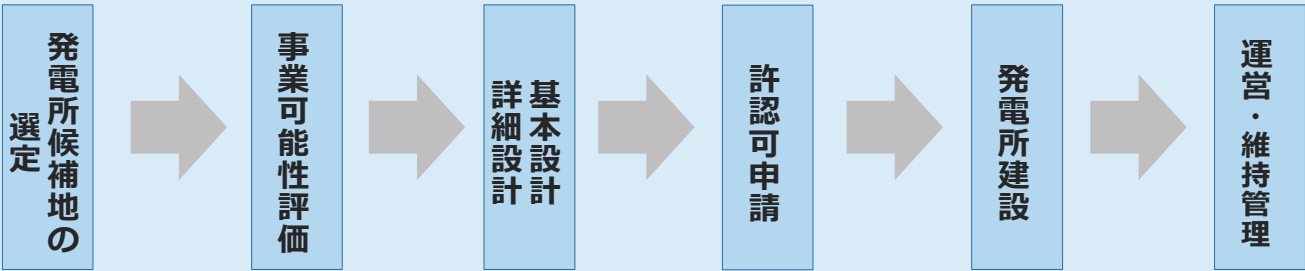
【3）砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】 【事業コスト縮減の可能性の検討】

① 精度良い事業性評価・事業計画の策定

<具体的な実施内容>

- 建設コスト及び運営コストについて、他事例を参照すると事業性評価時及び事業計画の策定時の想定コスト費用と実際のコストに差異があるケースが見受けられ、特に実際のコストが想定より高額となる場合、事業性に影響を与えるため、注意が必要である。
- 設備費用（水車、発電機等）及び土木費用（取水施設、導水路、水圧管等）の割合が総事業費の約75%～約90%を占めており、特にこれらの費用の精度を向上させることが望まれる。
- 想定コストは設計により図面作成・数量計算を行った上で概算工事費を試算、実際に工事を実施するメーカーとの調整等を実施することが望ましい。
- 発電所候補地の選定～運営までの各フェーズにおいて、同一業者（JV、SPC等）が実施することで精度の向上が望まれる。
- 特に運営コストについて、発生が想定される費用項目に漏れないように留意する。
⇒人件費、税金・占用料・水利使用料、設備部品交換・分解整備・更新費用、災害対策費、土砂撤去・浚渫費用

<参 考> ■小水力発電の導入手順例



■建設コストの費用割合（他事例より）

項目		建設コスト全体に占める割合
土地補償費	用地・家屋補償、付替え道路費 等	0% ～ 0.8%
建築・建物	発電所 等	2.5% ～ 7.6%
土木	取水施設・沈砂池・導水路・水圧管・放水路・護岸・仮締切・工事用道路 等	19.8% ～60.8%
電気関係	水車・発電機・変圧器・配電盤 等	16.7% ～59.0%
送配電設備		0.4% ～10.7%
その他	調査費等	3.8% ～19.2%

2. 砂防堰堤関連業務

【3）砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【事業コスト縮減の可能性の検討】

② ライフサイクルコストを考慮した水圧管の選定

<具体的な実施内容>

- 水圧管の材料は通常、鋼管を用いられることが多いが、PC管、RC管、ポリエチレン管、塩化ビニル管、ダクトイル管、FRPM管など様々なものがあり、施工性や耐久性、耐食性、経済性等を総合的に評価して決定することが望ましい。
- また同材質の管であってもメーカーが異なる複数の製品を採用する場合、継ぎ手が弱点になる場合がある。特に供給量が少なく、複数のメーカーの製品を採用する場合は留意が必要である。

<参 考>

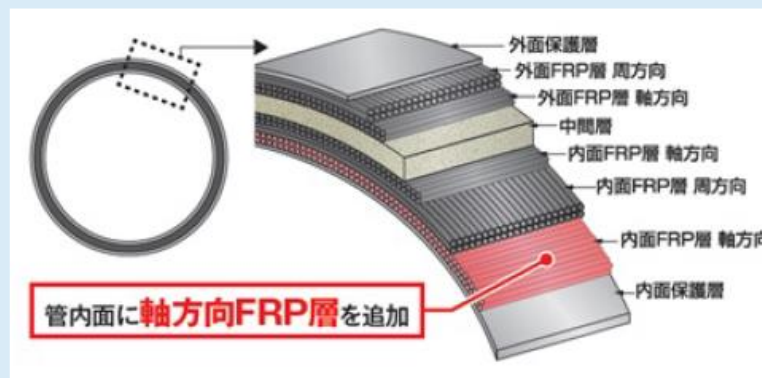


【AL形ダクトイル鉄管】

従来のダクトイル鉄管と比較して、発生土で埋め戻しが可能、管厚等の調整、送水能力の高い内面塗装の採用などにより、経済性向上、工程短縮、品質向上を実現した。

従来の硬質ポリ塩化ビニル管と比較して、約15%の経済性向上、約20%の工程短縮が期待できる。

NETIS登録番号：HK-170010-VE



【軸方向強化FRPM管】

管内面の軸方向ガラス繊維の量や配置を見直し、管体局所変形への抵抗力を向上させた管。

従来のFRPM管と比較して、経済性、工程は同程度、軸方向強化により品質の向上が期待できる。

NETIS登録番号：HK-200002-A

2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【事業コスト縮減の可能性の検討】

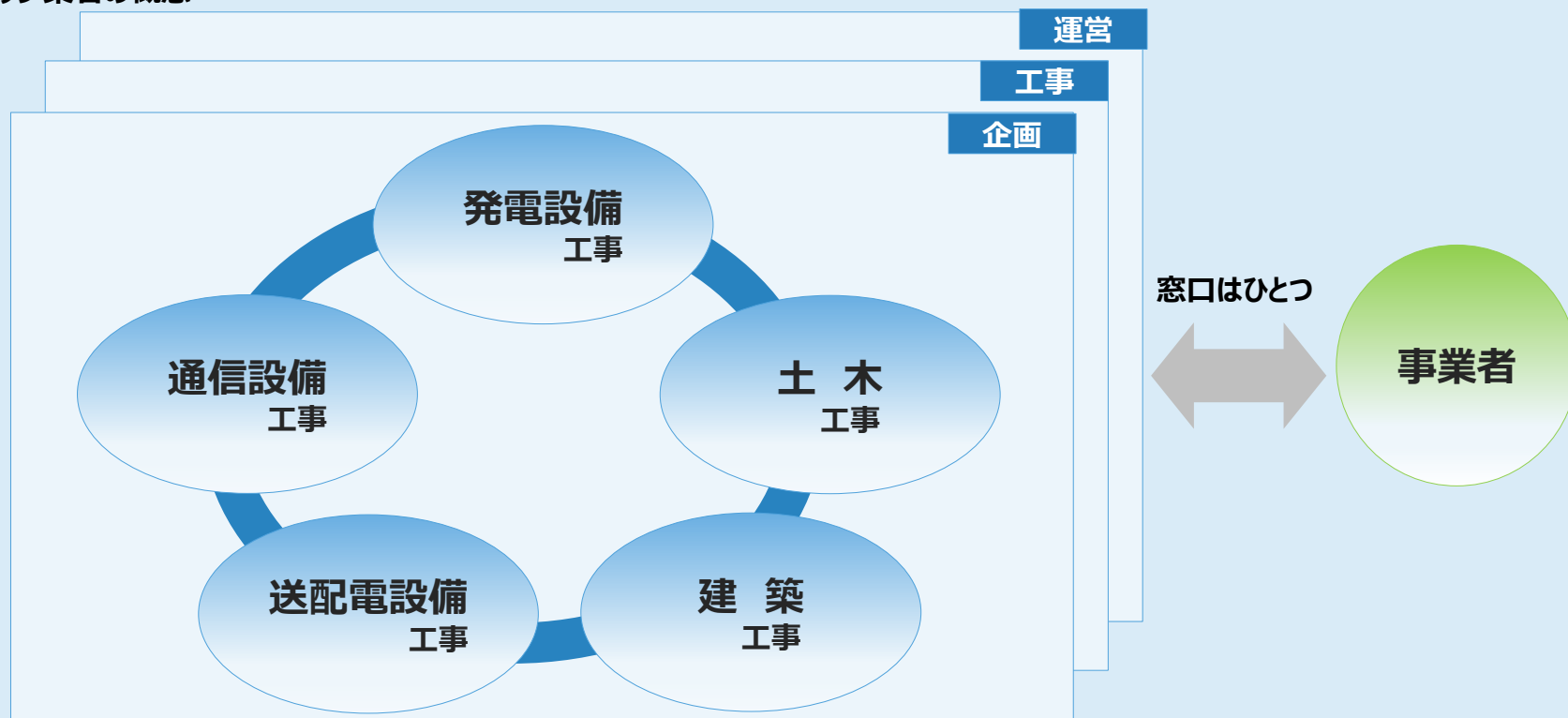
③ 異なる分野の工事の一括請負が可能な業者（ワンストップ業者）による施工

<具体的な実施内容>

- 小水力発電施設は、機械設備、電気通信設備、土木施設、建築施設等の複数分野の施設から構成されており、これらの工事を別々の業者に請負うことは、調整の負担増加、工程の増加、建設費用の増加等の懸念がある。
- これら複数分野の工事に対応可能な同一の業者（ワンストップ業者）が実施することで、事業者の負担軽減、工程短縮による計画通りの事業開始、建設費用の縮減が見込める。
- また工事に加え、企画段階からの参画、運営時のアフターフォローの各サイクルに携わることで、より効率的な運営が可能となる。

<参 考>

■ワンストップ業者の概念



2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【事業コスト縮減の可能性の検討】

④ 水圧管理設工事における効率的な掘削工の実施

<具体的な実施内容>

- 水圧管の埋設延長が長い場合は、管設置工事の比率が大きくなるため、十分な地質調査が必要。特に想定より地質が硬質な場合、高額のコストが必要となる。
- 工事時の交通規制の必要性や実施時間（昼間or夜間）は工期や工事費への影響が大きいため、道路利用者や周辺住民等との合意が重要となる。

<参 考>



【ダルマ落とし工法そこめき君】

岩盤を割岩する技術。従来の大型ブレーカによる破碎より施工量増加による工期短縮、低騒音に期待できる。

従来の大型ブレーカ掘削と比較して、経済性に劣る（約250%）ものの、工期が約60%程度の短縮が期待できる。

NETIS登録番号：KK-220055-A



【ハーフマイト工法】

半割鋼材及び破碎剤の使用により、従来の大型ブレーカによる岩盤破碎より工期短縮、低騒音に期待できる。

従来の大型ブレーカ掘削によるベンチカット工法と比較して、経済性に劣る（約430%）ものの、工期が約30%程度の短縮が期待できる。

NETIS登録番号：KK-170057-A



【多段式非化学破碎剤】

従来の静的破碎剤に代わり、テルミット反応を利用して岩盤等を破碎する技術。施工量増加による工期短縮、低騒音、経済性に期待できる。従来の静的破碎剤と比較して、約50%の経済性向上、約60%の工程短縮が期待できる。

NETIS登録番号：KK-220055-A

2. 砂防堰堤関連業務

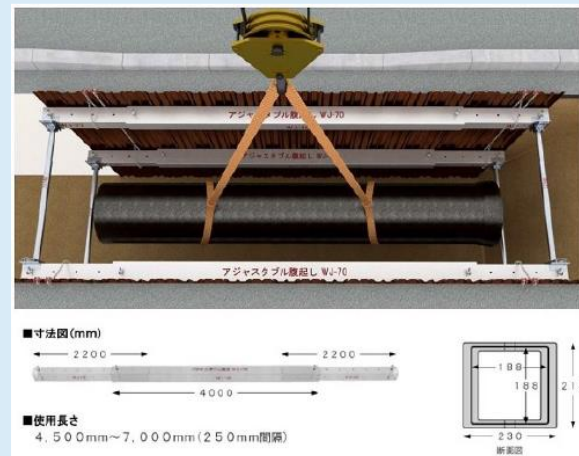
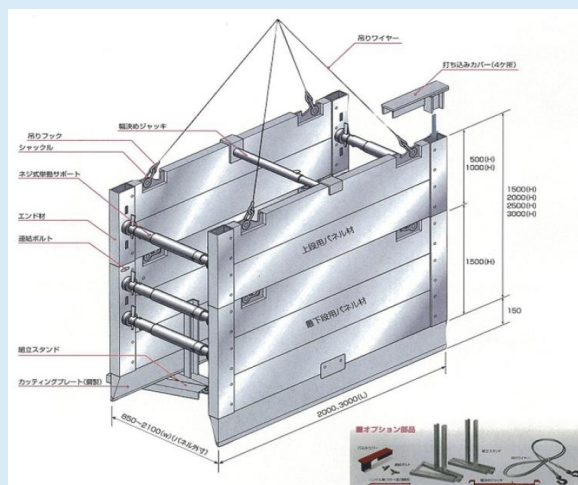
【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討 【事業コスト縮減の可能性の検討】

⑤ 水圧管理設工事における利便性の高い仮設材の使用

＜具体的な実施内容＞

- 水圧管の埋設時は土留め壁、切梁等の仮設材が必要となる掘削深度となる場合が多く、埋設管の延長が長い場合、仮設費用の割合が大きくなる。
- ユニット式の仮設材やアルミ製の軽量の仮設材を使用することで、施工性の向上、工程短縮、経済性の向上を期待できる。

＜参 考＞



【大口徑長尺管埋設用簡易土留】

スイング式切梁、ユニット式土留め材方式とすることで、組立・解体作業を簡略化し、従来の鋼製山留材を使用した土留と比較して、工程短縮（約50%）、経済性の向上（約30%）を期待できる。

NETIS登録番号：KT-150107-VR

【アルミ土留パネル】

パネルを全面アルミ製にし軽量化を図り、吊りシャックルをパネル内一体化にし、切梁もサポート一体型とすることで、従来の軽量鋼矢板による簡易土留工法工程短縮（約20%）、経済性の向上（約30%）を期待できる。

NETIS登録番号：KK-200041-A

【アジャスタブル腹起し】

アルミ製で4.5m～7.0mまで伸縮可能な長尺腹起しであり、従来の鋼製山留材（腹起し）と比較して、軽量・伸縮機能による施工性の向上、工期短縮（約10%）、経済性の向上（約10%）が期待できる。

NETIS登録番号：KK-190035-A

2. 砂防堰堤関連業務

【3】砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

【事業コスト縮減の可能性の検討】

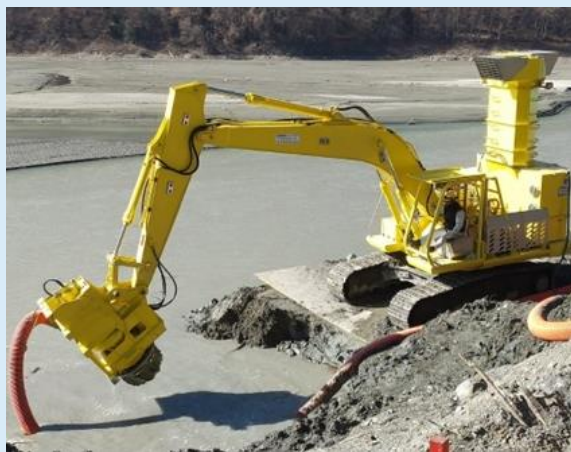
⑥ 取水口の土砂堆積対策・水車への塵芥流入対策

<具体的な実施内容>

- 取水口付近の土砂堆積は発電出力の低下を招き、また砂礫を含んだ流入水による水車等の設備の摩耗は維持管理費用の増加を招く。
- よって、堆積した土砂の浚渫の計画（方法、費用、頻度等）や除塵機やスクリーンの設置による砂礫流入の防止対策が望まれる。
- 除塵機やスクリーンの選定にあたっては、想定される塵芥の種類、掻き揚げ量、初期・ランニングコスト、塵芥の除去方法等を総合的に勘案する必要がある。

<参 考>

■ 浚渫技術



【ダム堆砂分別吸引アタッチメント】

堆砂内の沈木等を分別し堆砂のみの吸引が可能となるため、施工性の向上が図れる。

NETIS登録番号：KT-220162-A

■ スクリーンの種類例



【ネット式スクリーン+除塵機】



【バースクリーン】

出典：農林水産省HP

－農業用水利施設を活用した小規模水力発電設備における除塵機選定の参考例

2. 砂防堰堤関連業務

【3）砂防堰堤を活用した小水力発電の建設コストの調査・検討】

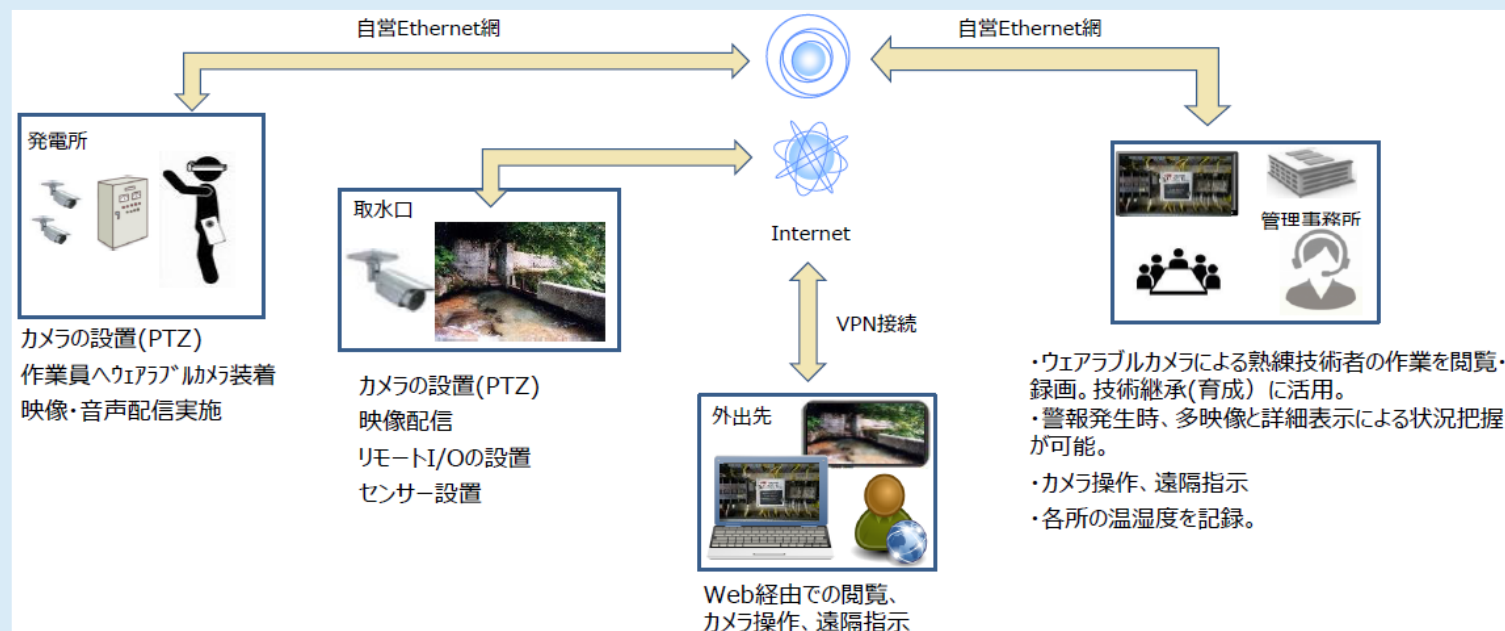
【事業コスト縮減の可能性の検討】

⑦ 保守管理のスマート化

<具体的な実施内容>

- インターネット回線を利用したWebカメラ等による遠隔監視・制御、遠隔指示により省力化する技術。
- センサ蓄積データ情報の分析と活用により事業計画の見直し等に役立てる。
- 取水口等監視カメラのインターネット回線を利用した遠隔監視、リモートIOによる早期復旧操作による運営、維持管理の効率化が可能。
- 熟練技術者の技術を遠隔から活用、機器点検作業員の目線映像を記録、研修等に活用。現場作業員の技術力向上に繋がる。

<参 考>



出典：経済産業省HP－水力発電設備の保守管理に係るスマート化ガイドライン策定について

山梨県企業局：遠隔監視・指示・操作を用いた水力発電施設保安実証事業

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（1）調査対象機関の選定

- 既設砂防堰堤を活用した水力発電事業に許可を与えた地方公共団体より選定を行った。
- 開発当時の経緯を把握するため、近年、10ヶ年程度に導入された発電所を対象とした。
- 抽出した地方公共団体より、件数、地域性等を考慮し、A県、B県、C県、D県を選定した。

<選定方針>

- ① 近年10ヶ年程度（2011年以降）に発電を開始した発電所または開始予定の発電所で現在、施工中または施工済みが複数ある自治体を抽出した。
- ② 許認可の実績件数が多いB県（北陸/中部）、C県（北陸/中部）、D県（近畿）を選定した。
- ③ 許認可の実績件数2件のうち、地域性を考慮し、上位3位とは別地域であるA県を選定した。

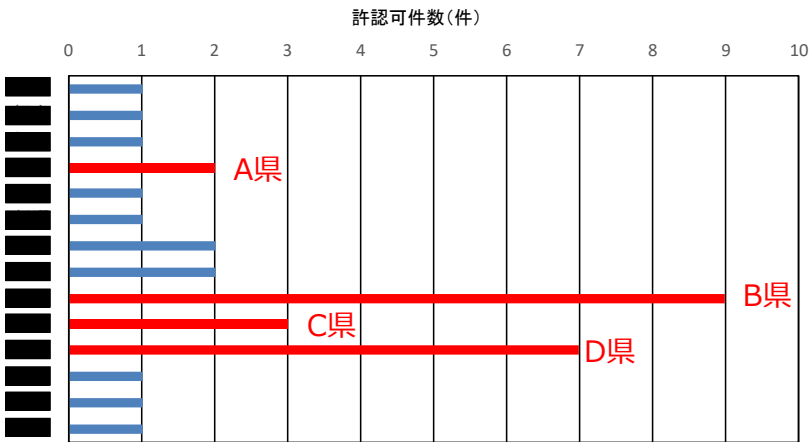


図 自治体別の許認可の実績件数（2011年～）

表 調査対象機関の選定表

NO	都道府県	地方	発電所数 (件)	発電所の最大出力 (kW)	管理主体	手引き・審査基準等 の有無	選定
1	■	関東	2	44、678	民間×2件	なし	●（A県）
2	■	北陸	2	990、10	民間×2件	なし	－
3	■	北陸	2	198、199	民間×2件	なし	－
4	■	北陸 中部	9	199、420、198、100、700、199、 199、430、199	民間×8件 県×1件	小水力発電キャラバン 隊にて相談会を実施	●（B県）
5	■	近畿	3	43、499、121	民間×3件	なし	●（C県）
6	■	北陸 中部	7	657、126、49.9、657、657、98、 199	民間×7件	審査基準（案）あり	●（D県）

2. 砂防堰堤関連業務

【4）地方公共団体へのヒアリング】

（2）事業許認可・申請についての実態調査

- ヒアリングにあたっては、アンケート形式で設問を作成し、事前に配布した。
- 設問は、過年度業務で作成した「事業実施のロードマップ」、「発電事業実施上のポイント」について、許認可側の立場から意見を伺う方針とした。
- 砂防法関連と河川法関連に分けて、アンケートを作成した。

表 アンケート設問内容

	設 問 内 容		設 問 内 容
問1	砂防指定指定地内行為許可申請について	問2	河川法申請（第23条・第24条・第26条）について
問1-1	近年の小水力発電に関する許認可数、相談件数	問2-1	近年の小水力発電に関する許認可数、相談件数
問1-2	許認可の内容（協議機関、協議回数、主な課題）	問2-2	許認可に必要な期間、協議回数、条件等
問1-3	審査マニュアルの有無	問2-3	適切な協議方法、資料のまとめ方、留意事項等
問1-4	許認可に必要な期間、協議回数、条件等	問2-4	事業者側からの質問事項（回答依頼）
問1-5	適切な協議方法、資料のまとめ方、留意事項等	問2-5	認可制度、法令上の課題
問1-6	事業者側からの質問事項（回答依頼）	問2-6	自由意見
問1-7	認可制度、法令上の課題		
問1-8	自由意見	問3	ヒアリングの日程調整

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

(2) 事業許認可・申請についての実態調査

①小水力発電施設の許認可の実態

- ・各県で、相談・申請の数は10年間で8～18件（1～2件/年）程度。許認可に至るものは1～7件程度であり、許認可率は10%～50%。平均30%程度であった。なお、発電導入に至らなかった理由は、費用・採算面の理由が多い。
- ・D県については、他県より相談・申請件数が12件と比較的多く、県独自で「砂防施設を活用した小水力発電施設の設置に関する審査基準(案)」を作成している。
- ・砂防の事前協議は期間は申請内容により異なるが、協議回数は最低でも2回程度必要。審査については1～数ヶ月で行われる。
- ・河川協議期間は、流量調査を含むと1年半～2年以上。審査は数ヶ月で行われる。普通河川の場合、協議は行われない場合が多い。

表 アンケート&ヒアリング結果（実績・実態調査）

分類	アンケート・ヒアリング事項	A県	B県	C県	D県
砂防	許認可数／相談・申請数 (許認可率)	1件／8件(13%) ※5件調査・審査中	7件／未回答(－)	4件／18件(22%) ※13件調査中	6件／12件(50%) ※3件調査・審査中
	導入に至らなかった理由 ※理由が明確なもののみ	費用・採算面(2件)	費用面が多い	自治体の反対(1件) (水道水質)	費用・採算面(1件) 相談のみ(2件)
	小水力発電の審査に関する マニュアル・内規の有無	無	無	無	有
	必要な事前協議の 期間／回数	適宜／1～2回 ※回数は最低必要な回数	数年／未回答	内容による	半年／3回程度 ※最低必要な回数
	必要な審査の 期間／回数	30日／未回答	数ヶ月／未回答	2ヶ月／内容による	1ヶ月／2回 内容条件による
河川	協議期間／回数 (近年の実績より)	普通河川のため 実績なし	2年6ヶ月／7回 1年7ヶ月／5回 ※流量調査含む	普通河川のため 実績なし	1年5ヶ月／不明 ※砂防協議と同じく実施
	必要と思われる審査の 期間／回数	5ヶ月／未回答	6ヶ月／0回 ※事前協議実施していれば 審査時に協議はゼロ	4ヶ月～1年／3～7回	未回答

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

(2) 事業許認可・申請についての実態調査

②事前協議・申請書に関する意見

- ・事前相談・申請のタイミングとしては、手戻り防止の観点より、早めの相談を推奨している自治体がある。
- ・申請書は、技術的課題や問題点が解決済みかつ、地元等の関係機関と調整済みの状態で申請が必要である。。
- ・検討結果については、準拠する技術基準、計算根拠を添付することが必要となる。

表 アンケート&ヒアリング結果（事前協議・申請書）

分類	アンケート・ヒアリング事項		A県	B県	C県	D県
砂防	事前相談の方法・タイミング		対面で打合せ	内容による。	申請者の意向にあわせている。	計画が固まる前に相談。
	申請手続き・協議の方法		回答なし	回答なし	許可がほぼ確実な内容で申請してほしい。	計画が固まる前に相談。
	協議資料・申請内容・作成方法		手戻り防止のため作成段階で一度確認	回答なし	特になし	計画が固まる前に相談。
	好ましくない資料		添付資料の不足	具体的な基準、根拠が示されていない。	地元との調整が図れていない。安定計算が不明瞭	回答なし
	その他コメント		添付資料の不足が手戻りになる。	具体的基準とは、国交省基準の他、農水省、林野庁基準	相談のタイミングが遅いと手戻りになる。事業の相談には対応できない。	審査マニュアルにそって丁寧に対応する。早めに相談に来てほしい。
河川	申請時の留意点	第23条 流水の占用	回答なし	他事業者と競合していないかどうか確認すること。	基準渇水流量、正常流量の適当な算出根拠を示し、取水可能であることを明らかにすること。	回答なし
		第24条 河川区域内の土地占用	回答なし	公図重ね図を準備すること。	民地がある場合は、借地契約書等、地権者の合意があることがわかる書類を添付すること。	回答なし
		第26条 工作物の新築	回答なし	河川改修計画の有無を確認すること。	「許可工作物技術審査の手引き」等の許可基準を遵守した構造とすること。	回答なし

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

(2) 事業許認可・申請についての実態調査

③調査・計画、設計・施工、維持管理・運営についての留意点

- ・流量・土地所有者・既得水利権、改修計画の有無、工事の規模など事業の可否に係る条件を確認しておく必要がある。
- ・細かい構造の取り扱いについては管理者毎に違うため、事前に確認しておくことが望ましい。

表 アンケート&ヒアリング結果（調査・計画、設計・施工、維持管理・運営についての留意点）

分類	アンケート・ヒアリング事項	A県	B県	C県	D県
調査 計画	事業の調査段階時に確認すべきこと	河川名、場所、砂防設備への影響の有無	回答なし	流量、土地所有者の確認	河川管理者と砂防堰堤の管理者の確認
	小水力発電に適さない、許可できない事例	回答なし	大規模な施設改良や掘削を伴う工事	他の取水者が存在している場合 現行基準を満足していない堰堤の場合	回答なし
	現行基準を満たしていない堰堤の取り扱いについて	改修計画があれば発電所は設置できない 計画がなければ設置可能	改修計画がなければ発電所は設置可能	改修計画がある場合は事業者に説明する 現行基準を満足していない場合は覚書に記載する。	改修計画がある場合は発電所は設置不可 ない場合は、判断できない
	堰堤へのアンカー打設の可否	許可している。	ケースバイケースで対応	許可している。	本来望ましくない。控えてもらう。
設計	審査のポイント	砂防施設への影響の確認	砂防施設への影響の確認	砂防堰堤の機能確保	審査基準に則り審査を行う
	施設の機能が維持されれば許可されるか。	一概に判断できない。（技術基準への準拠、維持管理上の課題）	何とも言えない。新たな構造はその都度判断。	安全性が確保されれば認める。（機能が維持されれば認める）	堰堤の機能が損なわれないこと（審査基準）
	堤体削孔の可能性	認められる可能性はある	認めている。	規模による。	規模・位置による（審査基準）
	水抜き穴閉塞の可能性	認められるとは考えにくい。	認めていない	恐らく許可されない。	認められない（審査基準）
	設計に必要な設計レベル	最終的な設計図が基本であるが、予備設計での相談は可	施工計画を確認するため、詳細設計で判断する。	本来詳細設計であるが、形が変わらなければ、予備設計でも可能。	詳細設計の図面で審査する。

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（2）事業許認可・申請についての実態調査

③調査・計画、設計・施工、維持管理・運営についての留意点

- ・出水期の工事は認められていない。
- ・運用にあたっては、既存の条例等をもとに運用されるが、小水力発電特有の協定書、覚書、許可条件等は、事例ごとに判断されている。先行事例等を確認し覚書を作成して対応している。

表 アンケート&ヒアリング結果（調査・計画、設計・施工、維持管理・運営についての留意点）

分類	アンケート・ヒアリング事項	A県	B県	C県	D県
施工	出水時の工事	作業は認めていない。	工事規程に準ずる。	出水期は許可しない。	原則、工事は出来ない。
	砂防工事との競合（工事用道路の共有等）	既設の管理用通路であれば、占有することは可能。	新設の場合困難。補修工事であれば工事用道路の共用は可能かもしれない。	調整が大変でメリットが少ない。	ケースバイケース
運用	定期的な報告事項、災害時の対応	回答なし	管理協定にて締結する。	砂防指定地管理条例による。	異変がみられたら管理者へ報告すること。
	管理協定（覚書）、許可条件のひな形など	ひな形はない。事例も少ない。	ひな形はない。業者の管理計画をもとに協定書を作成する、	ひな形はない。先行事例を参考に覚書を作る。	審査基準の項目の列举がある。

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（2）事業許認可・申請についての実態調査

④その他（自由意見等）

- ・既存堰堤を活用した小水力発電については、まだ、事例も少なく条例や審査基準が整理されていない。独自で審査基準を作成している県もある。
- ・事業者側の専門知識の不足により、手戻りや審査期間の長期化が発生している。

表 アンケート&ヒアリング結果（その他・自由意見等）

分類	アンケート・ヒアリング事項	A県	B県	C県	D県
砂防	課題・自由意見等	回答なし	業者の経験不足（砂防指定地への理解が不足している）	・占用、修繕などの費用負担については、条例に記載がないため、覚書で対応している。 ・事業者は、砂防区間では土石流による被害が発生可能性があることを認識してほしい。	回答なし
	協議・手続きの効率化	電子申請を全庁で進めている。	回答なし	地元としっかり調整してきてほしい。	審査基準を良く理解してきてほしい。
河川	課題・自由意見等	回答なし	運用時に占用許可終了時の撤去費用の積み立てを行う仕組みがあると良い。 （運用終了時に確実に撤去できるように）	流況推定方法については統一的基準がないため、全国的なルールがあると良い。 （事業者理解してもらえない。）	回答なし
	協議・手続きの効率化	画一的な判断は難しいため、その都度判断する。（画一化は困難）	知識の無い会社では、事業は難しい。 社内で検討が困難な場合は、専門技術者への委託等が望ましい。	正常流量、維持流量に関する調査計画を早めに提出する。	砂防と河川と同時に協議する。 早い段階から相談に来てほしい。

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

(3) 事業許認可・申請についての課題整理

▶ アンケート、ヒアリング調査の結果より、下記の通り課題を抽出した。また、課題に対して事業者が実施すべき解決策を整理した。

表 課題及び解決策の整理

	分類	課題	解決策
砂防	協議・申請	① 相談・事前協議のタイミングが遅くなると、 手戻り が生じる。 ② 地元や漁協協同組合等の 関係機関と調整 されていない。 ③ 申請資料が、 計算や解析根拠が不明瞭、準拠する基準書 が示されていない。 ④ 審査には最終的な図面（詳細設計レベル）の図面と施工計画が必要である。	① 調査計画等の初期段階から事前協議を実施する。 ② 申請は、事前協議により技術的な課題点を解決し、 地元等の関係機関との調整が完了 した段階で行う。 ③ 申請書には技術的な根拠や準拠指針を整理する。 ④ 添付図面は、最終的な形状が決まった段階の図面を添付する。施工計画の検討も実施する。
	計画・設計・施工	① 事業の可否にかかわる条件（流量、地権者、既得水利権等） が検討初期に把握されていない。 ② 既存堰堤に改修計画 がある場合は発電所の設置は許可されない場合が多い。 ③ 県（審査機関）によって、施設への影響に関する 構造的な審査基準が異なる場合 がある。（アンカー、堤体削孔、チロルを付けた場合の対応） ④ 出水期間等工事の制約条件が確認されていない。	① 事業実施の可能性を左右する条件については、検討の初期段階で必ず確認 する。 ② 発電箇所（既存堰堤）選定時に、 必ず砂防管理者に、堰堤の改修計画の有無、現行基準への対応状況を確認 する。 ③ 詳細設計実施時に、施設管理者に 構造基準を事前に確認 する。 ④ 非出水期やその他の制約条件を確認 し、工事を非出水期内で完了するように計画する。
	運用	① 運用にあたって、 管理者と確認する協定書や覚書等は、決められたものがない 。（費用分担、点検報告等）	① 運用開始後の管理計画を綿密に検討し、 管理者と確認しておくべき事項について、協定書・覚書を結ぶ 。
河川	協議・申請	① 河道計画のない河川の場合の対応は、自治体により異なり 、技術的検討が必要になる場合がある。 ② 維持流量の検討については、 河川管理者に確認せずに進めると手戻りが生じる 。	① 河道計画がない場合の 計画高水位や河川範囲の決め方について、管理者と協議の上、決定 する。 ② 正常流量、維持流量の検討については、 調査方法や設定方法については河川管理者の意向があるため、流量観測前、維持流量調査前から管理者に相談して検討を進める 。
	運用	① 取水量の管理、報告が必要である。	① 管理運用計画を作成し、管理者と合意形成を図る。必要に応じて協定等を結ぶ。
その他		① 事業者側の 専門知識の不足 している。 ② 事業者に砂防指定区域に施設を設置した際の 災害リスクの認識が欠けている 。	① 土木（砂防・河川）の専門知識のない事業者では、小水力発電の許認可をとることは困難であるため、 専門技術者への業務委託により対応 する。 ② 砂防区域や河川区域に施設を設置する際の 災害リスク等を十分認識し、災害時の対応策を事前に計画 しておく。

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

- アンケート・ヒアリングでは、事業者の専門知識・経験・ノウハウの不足により、手戻りや遅延が生じることが指摘された。
- 本業務では、発電事業検討開始から運用までの流れ5ステップ分割して整理し、新規参入者が陥りやすいポイントを「発電事業実施のロードマップ」、「発電事業実施上のポイント」に取りまとめた。

表 発電事業実施の流れ（5ステップ）

STEP1 発電所候補地の決定	STEP2 事業可能性評価	STEP3 基本設計・実施設計	STEP4 施工	STEP5 運用・維持管理
＜概要＞ ある程度広域な地域から水力発電所としてポテンシャルがある地点を選定し、スクリーニングを実施のうえ事業可能性のある候補地を選定する。 ＜実施項目＞ ・ スクリーニング ・ 発電ポテンシャル算定 ・ 比較検討 ＜留意点＞ ・ ノックアウト・ファクター（事業ストップとなる要因）を確認。	＜概要＞ 選定した箇所について発電所の配置計画を行い最適発電規模を算定し、事業採算性を評価を行う。 ＜実施項目＞ ・ 流量観測 ・ 維持流量調査 ・ 法規制の調査等 ・ 配置計画検討 ・ 事業採算性評価 ＜留意点＞ ・ 事業実施判断を行うため、事業採算性を満たすか否かを確認。	＜概要＞ 事業採算性を満足し、系統接続が可能であることを確認後、施設の基本設計・実施設計を実施する。 ＜実施項目＞ ・ 測量・地質調査 ・ 施設諸元の決定、維持管理方法の決定 ・ 施設設計、施工計画 ＜留意点＞ ・ 手戻りがないよう管理者への事業申請前に事前協議を実施。 ・ 申請漏れが内容注意。	＜概要＞ 各種関係機協議・申請が完了後、発電所の施工を実施する。 ＜実施項目＞ ・ 資材調達 ・ 土木・建築・機電施工 ＜留意点＞ ・ 現地の施工条（非出水期間、降雪期等）を良く確認する。 ・ 災害リスクを理解し、安全な施工を実施。	＜概要＞ 施工完了後、発電所の運用を開始する。運用中は維持管理も併せて実施する。 ＜実施項目＞ ・ 取水管理・記録 ・ 清掃・点検・監視 ・ 補修工事 ＜留意点＞ ・ 運用、維持管理、修繕、災害時等の対応について、管理者と管理協定（or覚書）を締結し、運用を実施。

関係機関との協議・申請等（地権者・地元住民・自治会・漁協・自治体・河川管理者・砂防管理者・他）

※1 発電所候補地が決定している場合は、STEP2から検討を開始する。

※2 「関係機関との協議・申請等」はステップ1～5と同時に進行する。

2. 砂防堰堤関連業務

【4）地方公共団体へのヒアリング】

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

▶「発電事業実施上のポイント」として、各ステップ別での検討事項、留意点を下記に取りまとめた。

STEP1：発電所候補地の決定

① 発電所候補地のスクリーニング

- ・ 計画地の諸条件（既設堰堤状況、系統接続系統の空き容量、電柱位置、アクセス性、法規制区域、民家、用地、支障物の立地条件、地元の意向等）を把握する。
- ・ 公開情報では把握できない場合は、関係者へのヒアリング&現地踏査を実施する。

② 発電ポテンシャル量の算出

- ・ 近傍ダム等の流量観測データを使用し、流域面積比から期待される最大使用水量、最大出力を算定する。
- ・ 現段階では、維持流量は推定値で計算を行う。

③ 発電所候補地の比較検討

- ・ ①～②の検討結果を基に、比較検討を行い、発電所候補地を決定する。

関係機関との協議・申請

自治体・管理者

ノックアウト・ファクター（事業ストップとなる要因）を事前に確認する。

地元住民・漁協

発電所候補地が決定した段階で、円滑な事業推進のため、事業説明会を実施。地元住民や漁協等の合意形成を行う。

<留意点>

- ・ この時点でノックアウト・ファクターがないか良く確認しておくこと。
- ・ 対象地域の全ての候補地が不適合となった場合は、対象地域を見直し、再度検討を実施。

【想定されるノックアウト・ファクター】

- ① 先行着手事業者の存在
- ② 砂防堰堤の改修計画（透過型砂防堰堤への改良、維持補修工事との干渉等）
- ③ 用地買収の不可
- ④ 自治体・住民・漁協等の反対

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

STEP2：事業可能性評価

① 流況観測、維持流量調査、環境調査

- ・ 取水計画地点で流況観測、維持流量調査を実施する。流況観測は最短1年以上とする。必要に応じて河川管理者や漁業協同組合の指導を受ける。
- ・ 必要に応じて、魚類や猛禽類の調査等の環境調査を実施する。

② 関係法令調査等

- ・ 関係する法規制区域（砂防指定区域、河川区域、保安林区域、用途地域等）を把握する。
- ・ 既設堰堤の構造（現行基準への対応）、周辺支障物（埋設物等）を把握する。

③ 配置計画検討

- ・ 取水施設、発電所、導水路、水圧管の配置検討を実施する。
- ・ 計画地の土地権利者、土地利用情報を確実に把握する。

④ 事業採算性評価

- ・ ①の観測結果、③の検討結果を踏まえ、事業採算性評価を行う。
- ・ 10年分の流況を近傍のダム等の観測結果より推定する場合、推定流況が過大、過小とならないよう、相関性があることを確認する。
- ・ コストは「中小水力発電計画導入の手引き(H26.2)」を使用して問題ないが、物価上昇（デフレーター）を考慮するとともに、事業費に占める割合が大きい水車発電機及び水圧管については、メーカー見積が望ましい。
- ・ 水車発電機の選定は、「中小水力発電計画導入の手引き(H26.2)」を参考にすることで問題ないが、メーカー毎に対応可能な機種が異なるため確認を行う。

<留意点>

- ・ 事業実施判断を行うため、事業採算性を満足するか否かを確認する。
- ・ 事業実施にあたり協議・申請が必要な関係者をリストアップし、事業スケジュールを事前に立案しておく。
- ・ 再度、ロックアウト・ファクターがないか良く確認しておくこと。

関係機関との協議・申請

調査届（管理者・漁協）

観測器設置時は河川管理者・砂防管理者へ「河川占用許可申請」「砂防指定地内行為許可申請」の届け出を行う。
事前に河川管理者・漁協に調査方法に問題ないか確認。（手戻り防止）

事業説明（自治体・住民）

「公図」や「登記簿」の情報が利用実態と異なる場合もあるため、自治体・地元住民にヒアリング。
関係者に合意を得るため、配置計画が決まり次第、再度、事業説明を実施。

事前協議（管理者）

砂防・河川管理者に支障となる改修、補強工事がないかいないか確認（事業計画は毎年更新されるため、年度毎に確認）
道路に水圧管を埋設する場合、道路占用が可能か道路管理者に確認（公共施設以外の占用を不可の場合有）

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

STEP3：基本設計・実施設計

① 測量・地質調査

- ・ 測量（平板・縦横断・用地・基準点）・地質調査（ボーリング）を実施。地質調査地点は、地層の変化に留意し、不足が無いよう位置を決定する。

② 施設諸元の決定

- ・ 施設構造の諸元（取水施設、沈砂池、ヘッドタンク、導水路、水圧管、発電所）を決定する。施設の形状は、水理検討の他、土砂堆積や摩耗、維持管理のし易さを考慮し決定すること。
- ・ 取水施設や沈砂池に設置する土砂吐くゲート、水制ゲート等の配置を決定する。
- ・ 既設堰堤への腹付けの可否、堰堤削孔の可否等、施設構造に係る重要事項については、設計前に管理者に確認する。

③ 維持管理・運用方法の検討

- ・ 発電所運用開始後の運用方法（遠隔監視・遠隔操作の有無等）、点検・清掃・補修工事等の維持管理方法について検討を行う。検討時は、現地特性（土砂混入・落ち葉、積雪等）を考慮すること。
- ・ 砂防・河川区域に施設を設置する際の災害リスク等を十分認識し、災害時の対応策を検討計画しておくこと。
- ・ 発電事業者で決定した維持管理・運用方法に問題がないか、砂防・河川管理者、その他関係者に了解を得ること。

関係機関との協議・申請

調査届（管理者）

調査を実施時は、砂防・河川管理者等に届け出を行う。届け出には、地権者、自治体の同意書の添付が必要となるため、地元住民の反対がないよう事前に調整を行う。

事前協議（管理者）

基本計画に問題がないか、砂防・河川管理者等への事前協議を実施する。説明の際は、検討結果だけでなく準拠基準、設計根拠、計算書等を準備する。

<留意点>

- ・ 基本条件・基本事項に問題がないか、基本設計段階から管理者としっかり事前協議を実施する。
- ・ 自社で設計・施工・管理等すべて実施できない場合は、外部の協力体制を確保する。特に、土木（砂防・河川）の専門知識のない事業者は、申請書類等（具体的な技術的基準、根拠等）の不備が生じ、許認可を得るまでに相当な時間を要するため、専門技術者への業務委託を推奨する。
- ・ 協議の状況によっては、当初想定した事業スケジュール通り進行しない可能性があるため、適宜事業スケジュールの見直しを行う。

2. 砂防堰堤関連業務

【4】地方公共団体へのヒアリング

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

STEP3：基本設計・実施設計

④ 土木・機械電気・建築の設計

- ・ 決定した施設諸元に対し、安定計算、構造計算を実施し、図面作成、数量計算を作成する。
- ・ 各施設の詳細構造については、既存施設に悪影響を与えないとともに、各管理者が要求する仕様を満足させる。

⑤ 施工計画検討／仮設構造物設計

- ・ 施工計画を立案のうえ、仮設構造物（土留め、仮締切、仮栈橋、工事用道路等）を設計する。
- ・ 施工計画検討時は、当該地域の施工条件（非出水期、積雪期、凍上対策、一般道路は夜間施工、近隣民家への振動・騒音配慮等）を事前に管理者へ確認しておく。

⑥ 経済性評価（見直し）

- ・ 設計結果を踏まえ、詳細な積算を行い、再度経済性評価の見直しを行う。
- ・ 特に、水車発電機・水圧管については、全体事業費に占める割合が大きいので、メーカーへの見積りから金額計上する。
- ・ イニシャルコストに加え、ランニングコストも計上しておく。

<留意点>

- ・ 申請手続きが必要なものについては漏れが無いよう注意すること。特に、申請手続き上の期限が限られているもの（農振除外、FIT申請等）については、タイミングを逃さないよう注意する。
- ・ 申請書の内容は事前協議結果を確実に反映させ、指摘事項が解決された状態にしておくこと。

関係機関との協議・申請

申請手続き（管理者）

事前協議により課題点を全てクリアした後、本申請を行う。
申請時には、関係機関、地権者と調整が完了した状態にしておく。

FIT・FIP（経済産業省）

FIT・FIP申請時には、法規制関係の申請状況を整理しておく。
申請協議中の場合は、協議中であることを示す書類（議事録等）を添付し、事業計画認定後180日以内に申請を完了させる。
FIT・FIP申請時には、系統接続の契約を完了させておく。系統接続の契約は、電力会社の申込状況にもよるが、接続検討に概ね3ヶ月、契約に6ヶ月程度を見込んでおく。

2. 砂防堰堤関連業務

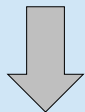
【4】地方公共団体へのヒアリング】

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

STEP4：施工

① 資材調達

- 水車の資材の調達は、物価上昇や海外製品では為替変動の影響によりコスト変動が生じることに留意する。
- 大口径の水圧管等の市場性の少ない資材は、大量に調達する場合、メーカー等の違いにより接続の不具合が生じる場合があるため、メーカーに確認しておく。



② 施工

- 水際の工事は、非出水期が原則であるが、積雪の関係から工期が限られる場合は、安全対策を十分に検討しておく。
- 砂防指定地内は、土砂災害が起きやすい土地であることを理解し、当該地点の地形・地質情報に加え、上流域の降雨にも留意し、安全に施工を行う。
- 施工期間中は、河川の水替えを確実にし、河川水の流下阻害が発生しないよう注意する。水質汚濁について注意する。水圧管を一般道路に埋設する場合は、施工条件（夜間施工、工事中の迂回路等）を確認する。

<留意点>

- 施工前に必要な申請、用地の確保は完了しておくこと。
- 現地の施工条件（非出水期間、降雪期、振動・騒音配慮、自然環境配慮、道路の夜間施工 等）を良く確認し、必要な対策を講じる。
- 災害リスクを理解し、土石流や洪水災害に対して安全な施工を行う。

関係機関との協議・申請

工事前の届出（管理者）

工事着工前に、必要な届出（保安規定、工事計画届、主任技術者届（電気事業法）、道路使用許可（道路交通法）、占用許可、保安林内での作業許可、伐採許可（森林法）等）を行う。

FIT・FIP注意点

FIT・FIPは申請後、7年以内に運転を開始するものとされていることに注意する。

2. 砂防堰堤関連業務

【4）地方公共団体へのヒアリング】

（4）事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

STEP5：運用・維持管理

① 取水記録の報告

- ・ 発電に使用した取水量については、取水記録を作成し、河川管理者への報告する。



② 点検・維持管理

- ・ 取水設備や沈砂池等への土砂や落葉による閉塞等の抑制のため、除塵機等を稼働させて、運用していく。
- ・ 沈砂池や取水口前面に土砂が堆積しないよう定期的に土砂の撤去を行う。
- ・ 遠隔監視システム等を導入し、運転状況や取水状況を監視することで、早期に危険を察知するなど工夫を行う。



③ 災害時の対応

- ・ 災害時に取水施設の一部が下流側へ流下した場合、管理施設の阻害にならないよう、河川管理者、砂防管理者と協議の上、安全に回収する。



④ 経産省への報告

- ・ FIT/FIP申請の場合、設備設置・運転費用定期報告が必要である。また、事故発生時には事故発生報告を行う必要がある。

<留意点>

- ・ 管理計画については、運用、維持管理、修繕、災害時等の対応について、砂防・河川管理者と管理協定（or覚書）を締結し、運用を実施する。

関係機関との協議・申請

管理協定書・覚書の締結等

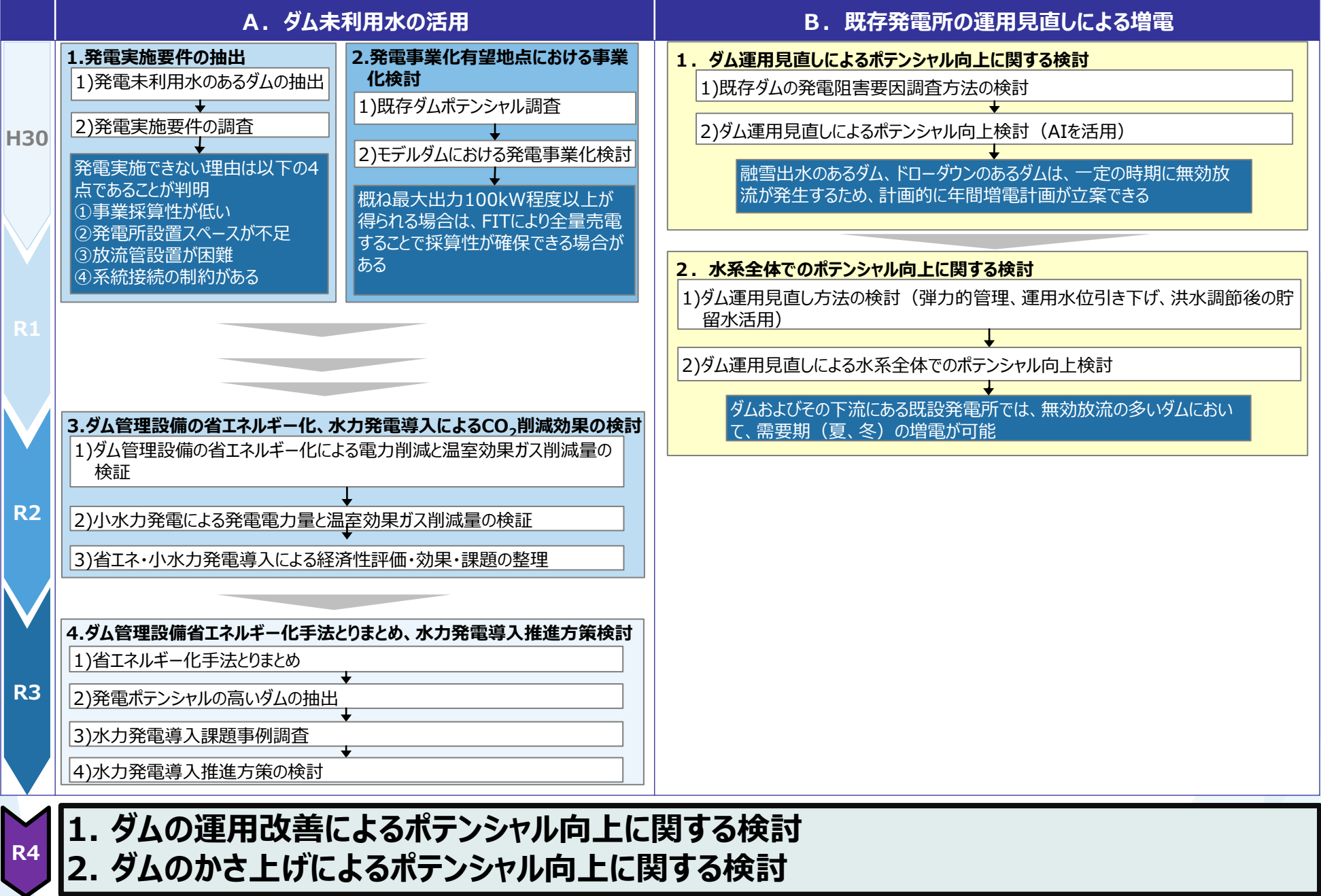
砂防堰堤の施設管理者と改修や補修時の分担、維持管理の分担、災害時の対応等について、覚書、協定書等を締結する。
土砂堆積時の撤去作業時は、を砂防管理者へ「砂防指定地内行為許可」を申請する。

その他

維持管理を地元会社へ委託や稚魚放流等、地域貢献に寄与することが望ましい

(4) 事業実施のロードマップ・発電事業実施上のポイントの更新

3. ダム関連業務



<今年度のまとめと課題>

【3. ダム関連業務 1) ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

■ 検討内容

- (1) 発電電力量向上手法の整理
- (2) 運用見直しによる増電量の検討
- (3) 運用見直しによる効果(売電収入増、CO₂削減量)の検討

■ 検討結果

- (1) 発電電力量向上手法の整理
 - ダムの運用見直しにより増電が期待できる以下の3手法について、各ダムの貯水池運用特性を踏まえて適用条件を検討した。
 - さらに無効放流発生頻度が多いダムではリパワーも想定した。

- A. 貯水池運用の見直し（貯水位を上げる）
- B. 無効放流の利用（発電使用水量を増やす）
- C. 洪水調節後の貯留量活用（放流を緩やかに行う）

- (2) 運用見直しによる増電量の検討
 - 運用見直しにより増電が期待できる3ダムを抽出し、発電シミュレーションモデルを構築した。
 - 「実績」と「運用見直し」による発電シミュレーション結果を比較することにより増電量を検討した結果、全てのダムで運用見直しにより需要期、通年で増電となった。
 - 既設発電所の出力規模が小さいBダムは、リパワーによる増電割合は高いものの、出力規模が大きいAダム、Cダムの増電量の方が大きい傾向が見られた。

- (3) 運用見直しによる効果(売電収入増、CO₂削減量)の検討
 - 売電収入の増加量は、前述する増電量に比例し、約0.3～1.3億円/年、CO₂削減量は全ダムで約800～3,400t/年が見込まれる。

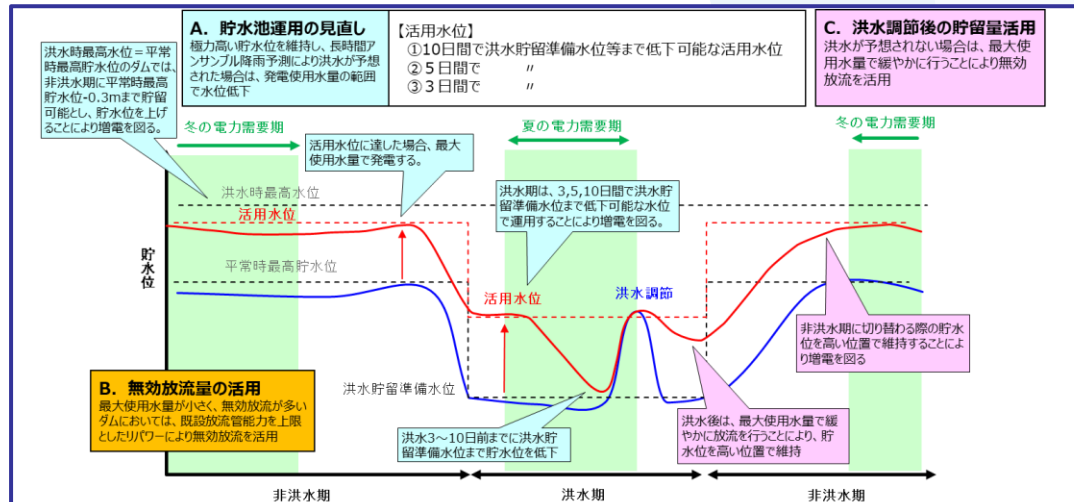


図 発電電力向上手法のイメージ
表 運用見直しによる各ダムの増電量(増電率)

ケース	Aダム (最大出力：①139,000kW、②24,300kW)				Bダム (最大出力：560→840kW)				Cダム (最大出力：42,000kW)			
	増電量(MWh)				増電量(MWh)				増電量(MWh)			
	年平均発電 電力量 (MWh)	夏の需要期 (7～9月)	冬の需要期 (12～2月)	年間平均	年平均発電 電力量 (MWh)	夏の需要期 (7～9月)	冬の需要期 (12～2月)	年間平均	年平均発電 電力量 (MWh)	夏の需要期 (7～9月)	冬の需要期 (12～2月)	年間平均
実績	289,406	—	—	—	2,762	—	—	—	133,994	—	—	—
リパワーのみ					4,455	481 (+67.2%)	430 (+70.7%)	1,673 (+60.6%)				
貯水池運用見直し① (3日間で水位低下)	292,839	971 (+1.2%)	377 (+0.8%)	3,433 (+1.2%)	4,696	496 (+69.3%)	529 (+87.0%)	1,904 (+68.9%)	137,100	1,279 (+4.5%)	250 (+1.0%)	3,106 (+2.3%)
貯水池運用見直し② (5日間で水位低下)	294,381	2,219 (+2.9%)	559 (+1.1%)	4,975 (+1.7%)	4,720	510 (+71.3%)	531 (+87.3%)	1,930 (+69.9%)	138,456	2,530 (+7.3%)	383 (+1.5%)	4,462 (+3.3%)
貯水池運用見直し③ (10日間で水位低下)	295,195	2,675 (+3.4%)	608 (+1.2%)	5,789 (+2.0%)	4,739	545 (+76.1%)	534 (+87.8%)	1,964 (+71.1%)	141,411	5,793 (+14.0%)	605 (+2.3%)	7,417 (+5.5%)

表 運用見直しによる売電収入、CO₂削減量

	単位	Aダム				Bダム				Cダム				
		実績	運用見直し (3日低下)	運用見直し (5日低下)	運用見直し (10日低下)	実績	リパワー のみ	運用見直し (3日低下)	運用見直し (5日低下)	運用見直し (10日低下)	実績	運用見直し (3日低下)	運用見直し (5日低下)	運用見直し (10日低下)
年平均有効発電電力量	MWh/年	289,406	293,055	295,304	296,395	2,516	4,437	4,724	4,754	4,827	133,994	137,645	138,948	141,895
年間増電量	MWh/年	－	3,649	5,898	6,989	－	1,921	2,208	2,238	2,311	－	3,651	4,954	7,901
増電による売電収入	百万円	－	58.95	100.22	121.47	－	31	36	37	38	－	59.4	79.46	130.59
増電によるCO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	－	1,587	2,566	3,040	－	836	960	973	1,005	－	1,588	2,155	3,437

■ 今後の課題

- 長時間アンサンブル降雨予測が確実という前提での検討である。今後、長時間アンサンブル降雨予測データの蓄積と合わせて予測精度の検証が必要である。
- 活用水位に到達した後は、常時最大使用水量で発電することで、運用見直しによるダム管理体制への影響を軽減できる可能性がある。
- 放流量の変化による下流河川への影響、貯水池回転率低下による水質悪化、水位変動による貯水池内の地すべりへの影響等を踏まえた貯水池運用方法を検討する必要がある。

<今年度のまとめと課題>

【3. ダム関連業務 2) ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

■ 検討内容

- (1)かさ上げによる増電量の検討
- (2)かさ上げによる効果(売電収入増、CO₂削減量)の検討

■ 検討結果

(1) かさ上げによる増電量の検討

- 実績と「かさ上げ」、「リパワー」、「運用見直し(3手法)」による増電手法について、発電シミュレーションモデルを構築し、増電量を検討した。
- かさ上げによる増電効果は、夏の需要期で約2~4%、冬の需要期で約4~5%であり、洪水調節頻度の多いダムでは、洪水調節後の貯留活用による増電効果大きい。
- 最大使用水量を見直したEダムは、無効放流の活用による増電効果が見込まれ、増電割合が大きい。

(2) かさ上げによる効果(売電収入増、CO₂削減量)の検討

- かさ上げのみによる増電の売電収入は、約0.05~0.6億円/年、CO₂削減量は約130~1,500t/年が見込まれる。
- かさ上げ+運用見直しによる増電の売電収入は、約0.2~2.1億円/年、CO₂削減量は約500~5,000t/年が見込まれる。
- 5m以下の堤体かさ上げ(ハード対策)では、大きな増電効果を得ることは困難であり、運用見直しによるソフト対策と合わせて実施することで大きな効果を得ることができる。
- 売電による収入に対して、かさ上げ工事に伴う概算工事費は、約240~1,240億円と大きな費用を伴うため、発電事業者の費用負担方法を検討する必要がある。

表 かさ上げによる各ダムの増電量(増電率)

ケース	Dダム (最大出力: ①20,300kW、②240kW)				Eダム (最大出力: 6,000→7,800kW)				Fダム (最大出力: 1,900kW)			
	増電量(MWh)			年間平均	増電量(MWh)			年間平均	増電量(MWh)			年間平均
	年平均発電 電力量 (MWh)	夏の需要期 (7~9月)	冬の需要期 (12~2月)		年平均発電 電力量 (MWh)	夏の需要期 (7~9月)	冬の需要期 (12~2月)		年平均発電 電力量 (MWh)	夏の需要期 (7~9月)	冬の需要期 (12~2月)	
実績	55,965	-	-	-	29,118	-	-	-	6,229	-	-	-
かさ上げのみ	59,241	1,012 (+3.9%)	191 (+4.8%)	3,277 (+5.9%)	31,874	188 (+2.4%)	289 (+5.2%)	2,756 (+9.5%)	6,583	53 (+2.6%)	90 (+5.5%)	355 (+5.7%)
リパワーのみ					34,182	1,503 (+18.9%)	304 (+5.5%)	5,064 (+17.4%)				
かさ上げ +貯水池運用見直し (+リパワー) (+水車型式変更)	①3日間で 水位低下	2,626 (+10.3%)	733 (+18.6%)	6,944 (+12.4%)	36,226	1,674 (+21.0%)	654 (+11.8%)	7,108 (+24.4%)	6,872	201 (+10.1%)	94 (+5.7%)	643 (+10.3%)
	②5日間で 水位低下	3,368 (+13.3%)	772 (+19.6%)	7,839 (+14.0%)	36,978	2,117 (+26.6%)	735 (+13.3%)	7,860 (+27.0%)	6,975	249 (+12.4%)	117 (+7.1%)	746 (+12.0%)
	③10日間で 水位低下	4,836 (+19.0%)	833 (+21.1%)	9,753 (+17.4%)	38,179	2,873 (+36.1%)	923 (+16.6%)	9,061 (+31.1%)	7,212	359 (+18.0%)	170 (+10.3%)	983 (+15.8%)

表 かさ上げによる各ダムの売電収入、CO₂削減量

	かさ上げのみ			かさ上げ+運用見直し(10日低下)		
	Dダム	Eダム	Fダム	Dダム	Eダム	Fダム
かさ上げ高(m)	5.00	4.00	2.00	5.00	4.00	2.00
年平均発電増電量(MWh)	3,833	2,323	471	10,016	8,586	983
年平均増電割合(%)	6.90	8.00	7.60	17.90	29.50	15.80
増電による売電収入(百万円/年)	59.56	39.74	4.65	213.06	160.21	17.05
年平均有効発電増力量(MWh/年)	3,538	2,611	305	11,632	10,453	1,063
年間CO ₂ 削減増加量(t-CO ₂ /年)	1,539	1,135	133	5,059	4,547	463

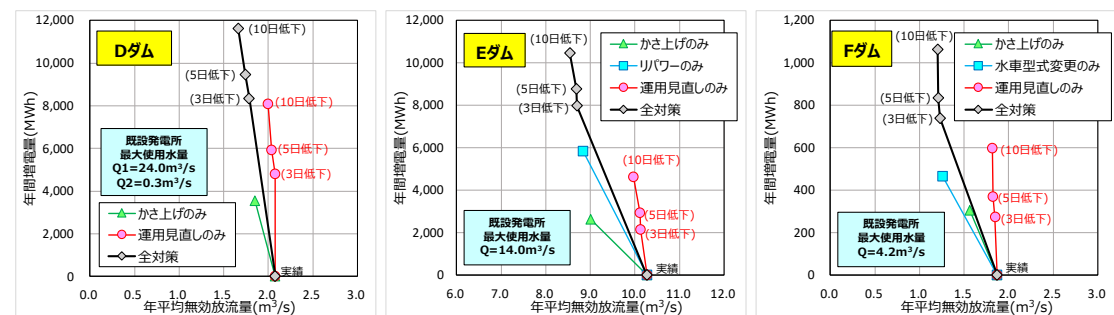


図 年平均無効放流量と年間増電量の関係

■ 今後の課題

- 河川整備計画等で位置づけられた嵩上げによる再開発に合わせた増電方法、発電停止期間が長期化しない工事の手法の検討が必要である。
- 発電事業者の過度な負担にならないアロケーションの算出方法を検討する必要がある。

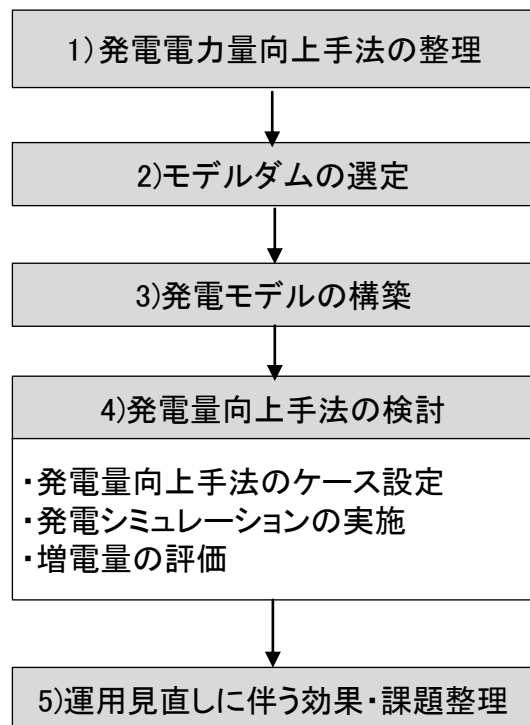
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

【検討/調査内容】

・水資源機構が管理するダムを対象に、実運用に向け、貯水池運用改善による増電手法の検討を行うとともに、事業実施のための課題を把握する。

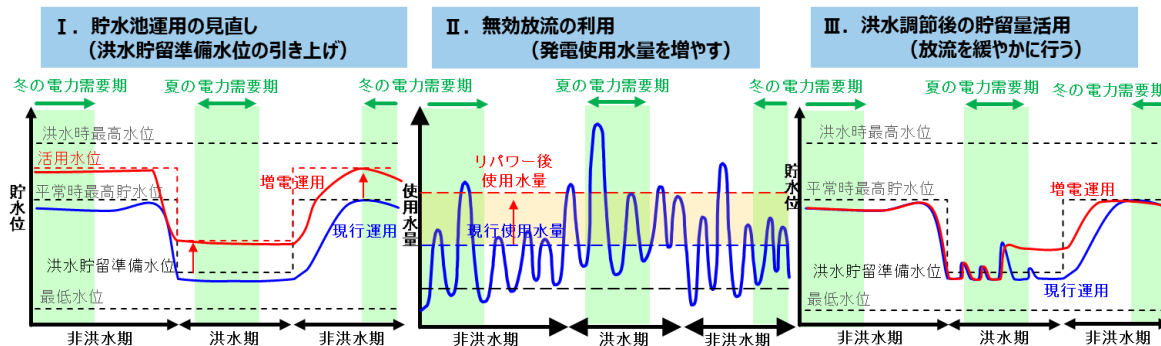
■ 実施方針



■ 実施内容

(1)発電電力量向上手法の整理

➤ 既往検討で抽出した下記手法に加え、長時間アンサンブル降雨予測を用いた事前放流により、弾力的管理の活用水位を上げることで、確実な増電を行う方法を検討



(2)モデルダムの選定

➤ 水資源機構が管理する24ダムのうち、水力発電を有し、無効放流が発生する可能性があり、地域的なばらつき等を考慮して3ダムを選定

(3)発電モデルの構築

➤ ダムの取水条件等を反映したモデルに、任意に発電使用水量を操作できる発電モデルを構築

(4)発電電力量向上手法の検討

➤ 取水条件や最大使用水量、発電能力等を踏まえ、運用方法について3ケース程度設定。
➤ 10ヶ年の年平均発電電力量、月別の発電電力量の増電量を評価。

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理

➤ ダムの運用を見直した際に想定される効果や課題を整理
➤ 増電の効果が発揮しやすいダムの特徴をとりまとめ

【期待される成果イメージ】

- ダム運用見直しによる増電量、CO₂削減量等の効果量
- 実運用に向けての課題と対応策

3. ダム関連業務

【1】ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

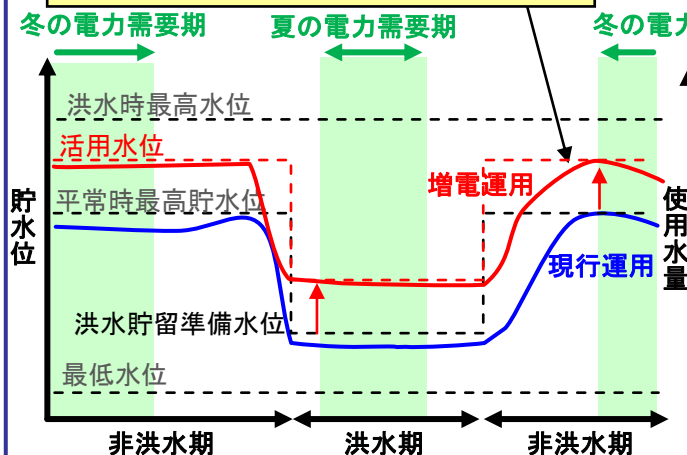
(1)発電電力量向上手法の整理

■増電手法の整理

- ダムの運用見直しにより発電電力量の向上が期待できる手法として、「貯水池運用の見直し（貯水位を上げる）」、「無効放流の利用（発電使用水量を増やす）」、「洪水調節後の貯留量活用（放流を緩やかに行う）」が想定される。
- これに、長時間アンサンブル降雨予測を利用することを想定し、15日先の予測をもとに、洪水に達すると想定された場合は、事前放流を行うものとして、上記手法の組合せによる運用水位を拡大するものとした。

I. 貯水池運用の見直し (洪水貯留準備水位の引き上げ)

- ・無効放流となっていた水量を貯留し、極力高い貯水位（活用水位）を維持することで増電させる
- ・長時間アンサンブル降雨予測により洪水が予想された場合は、発電使用水量の範囲で放流して水位低下

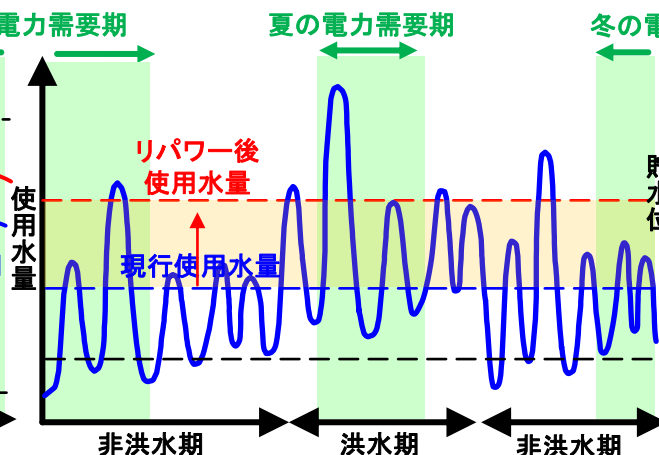


【実施条件】

- ・長時間アンサンブル降雨予測を導入したことを前提に弾力的管理の拡大を以下のケースで検討
 - ・貯水位低下は、発電使用水量の範囲で実施
- ① 10日間で洪水貯留準備水位等まで低下可能な活用水位
 - ② 5日間で "
 - ③ 3日間で "

II. 無効放流の利用 (発電使用水量を増やす)

- ・最大使用水量が小さく、無効放流の発生頻度が高いダムでは、既設放流管能力を上限としたリパワーにより無効放流を活用

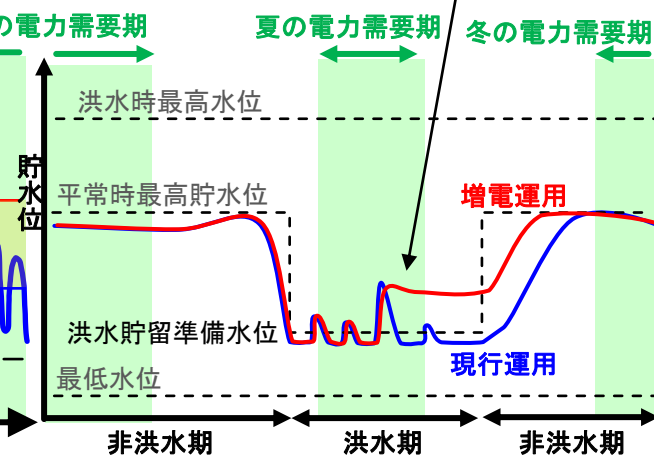


【実施条件】

- ・無効放流量の頻度が高いダムでは、既設放流管能力を上限に、水車をリパワー（最大使用水量を上げる）ことによって、発電使用水量を増加
- ・無効放流の頻度が高く、変流量対応率の低い水車発電機を採用している場合は、変流量対応率の大きい水車型式に変更することによって設備利用率を高くすることも検討する

III. 洪水調節後の貯留量活用 (放流を緩やかに行う)

- ・洪水調節後、洪水が予想されない場合は、発電使用水量の範囲で放流して水位低下



【実施条件】

- ・洪水調節前には、事前放流により洪水貯留準備水位まで低下
- ・長時間アンサンブル降雨予測を導入したことを前提に15日先までに洪水が予想されない場合は、最大使用水量で貯水位低下
- ・洪水発生3日前には洪水貯留準備水位まで水位を低下させる。

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

（1）発電電力量向上手法の整理

■ 増電手法の組合せ

- I～Ⅲの増電手法に対して、長時間アンサンブル降雨予測を利用することを想定し、活用水位を数ケース与えることで、貯水池運用ケースを設定した。
- ただし、長時間アンサンブルを取得できている期間が短く、洪水の経験も少ないため、将来的に精度よく実績雨量・流量が予想できるものと想定して発電シミュレーションを行う方針とする。
- 非洪水期における活用水位の上昇は、既設の水車発電機的能力を超える可能性があるが、本検討では機能増強させることも前提に検討する。

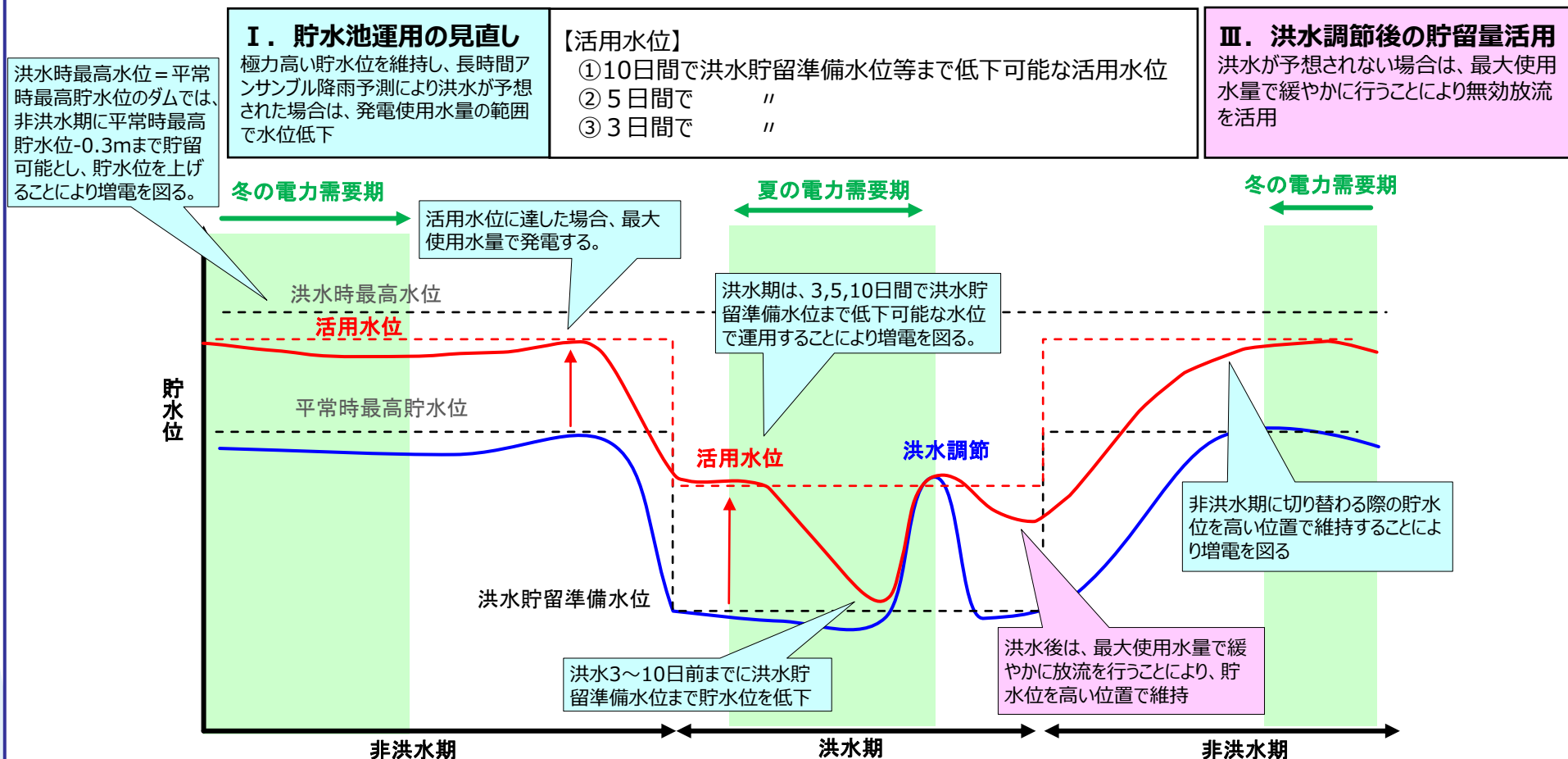


図 I. 貯水池運用の見直しとⅢ. 洪水調節後の貯流量活用イメージ

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

（1）発電電力量向上手法の整理

■ II. リパワーによる無効放流量活用

- 既設発電所の最大使用水量が小さく、無効放流の発生頻度が高いダムにおいては、既設放流管能力を上限としたリパワーを行い、無効放流量を活用して発電使用水量を増やし、増電を図る。

II. 無効放流量の活用

最大使用水量が小さく、無効放流の発生頻度が高いダムにおいては、既設放流管能力を上限としたリパワーにより無効放流を活用

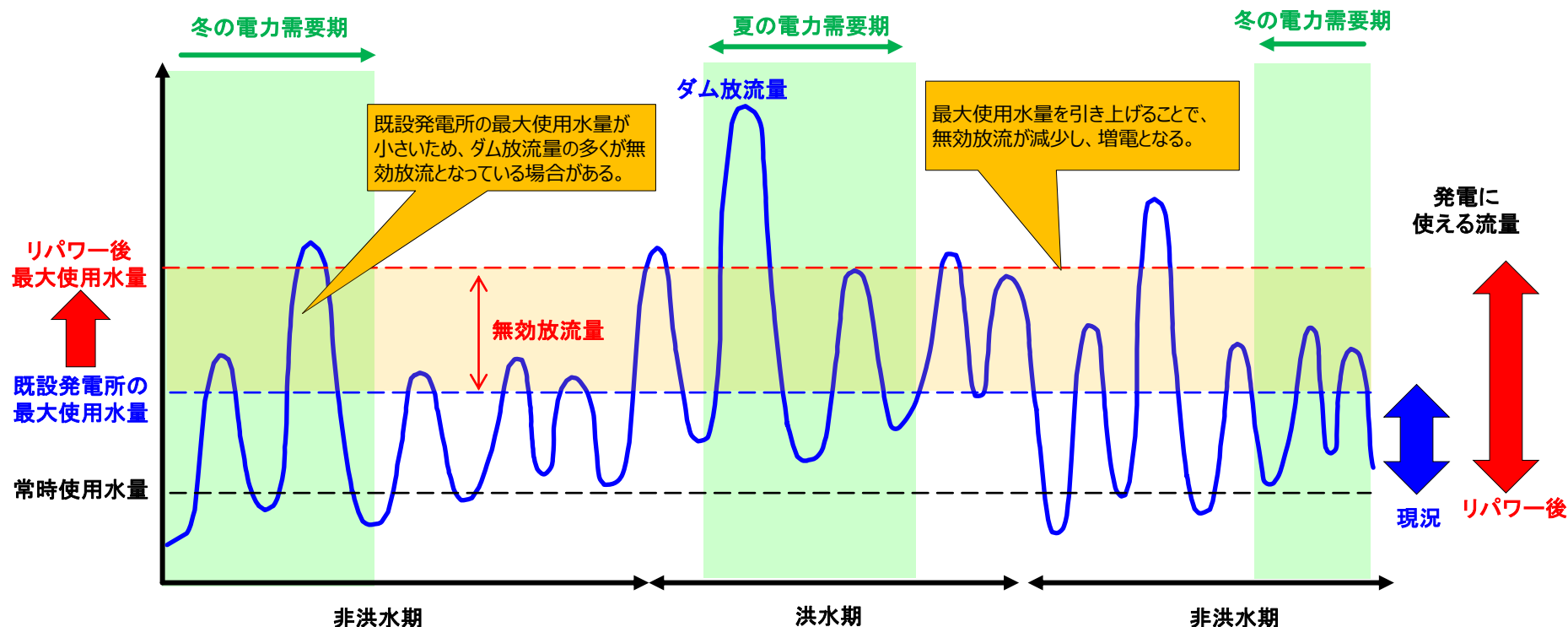


図 II. リパワーによる無効放流量の活用のイメージ

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(2)モデルダムの選定

➤ 前述した「貯水池運用の見直し」、「無効放流の利用」、「洪水調節後の貯留量活用」による増電ができる可能性が高いダムとして、以下の選定フローにより、モデルダムを3ダム選定した。

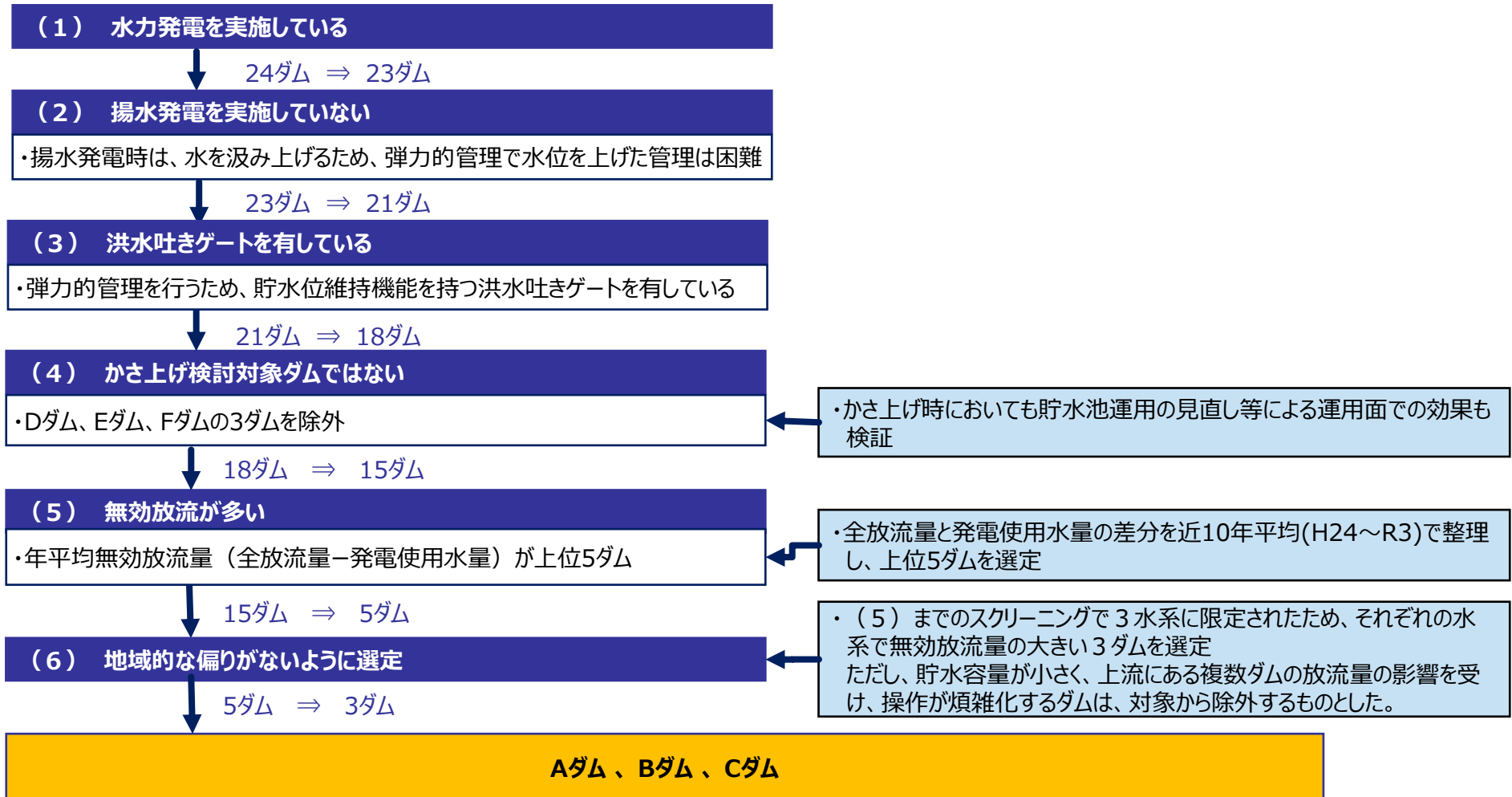


図 モデルダム選定フロー

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(2)モデルダムの選定

➤ 前述した選定フローより、Aダム、Bダム、Cダムの3ダムをモデルダムとして選定した。

➤ これらのダムは、流域面積が比較的広く、無効放流も多いため、前述した手法の検討により、ポテンシャル向上が見込める可能性が高い。

表 モデルダム選定表

水系名	ダム名	提高 (m)	流域面積 (km ²)	有効 貯水容量 (千m ³)	最大出力 (kW)	最大 使用水量 (m ³)	有効落差 (m)	(1) 発電有無	(2) 揚水発電 有無	(3) 洪水吐き ゲート 有無	(4) かさ上げ 検討対象 ダム	①洪水時 最高水位 (EL.m)	②洪水貯留 準備水位 (EL.m)	③平常時 最高貯水位 (EL.m)	洪水期 弾力的 管理上限 (①-②)	非洪水期 弾力的 管理上限 (①-③)	(5) 年平均 無効放流量 (千m ³)	通年 無効放流 順位	(6) モデル ダム選定	備 考
a川	aダム	131.0	167.4	175,800	24,000	300.0	93.5	有	有	有	×	-	-	-	-	-	-	-	-	揚水発電時は、水を汲み上げるため、弾力的管理で水位を上げた管理は困難
	bダム	158.0	95.4	85,000	12,800	11.0	133.3	有	無	有	×	888.0	881.0	888.0	7.0	0.0	23,200	15		
	cダム	129.0	322.9	120,000	15,270	12.0	148.6	有	無	有	×	296.8	283.8	296.8	13.0	0.0	75,054	6		
	Dダム	140.0	254.0	50,500	20,300	24.0	100.5	有	無	有	○	454.0	440.6	454.0	13.4	0.0	75,027	-	-	かさ上げ検討ダムの対象
b川	dダム	156.0	51.6	56,000	5,000	4.1	149.7	有	無	無	×	-	-	-	-	-	-	-	-	洪水吐きゲートにより弾力的管理水位を維持できない
	eダム	132.0	108.6	58,000	3,400	4.3	106.9	有	無	有	×	565.0	537.0	565.0	28.0	0.0	37,208	12		
c川	fダム	127.5	1034.9	150,000	354,400	335.0	99.6	有	有	有	×	-	-	-	-	-	-	-	-	揚水発電時は、水を汲み上げるため、弾力的管理で水位を上げた管理は困難
	gダム	101.5	81.8	44,000	2,600	4.7	67.0	有	無	有	×	412.0	400.5	412.0	11.5	0.0	44,981	11		
	hダム	140.0	55.1	55,000	5,050	4.7	125.1	有	無	有	×	1,122.5	1,113.0	1,122.5	9.5	0.0	29,221	14		
	Aダム	161.0	254.5	380,400	161,900	82.4	182.0	有	無	有	×	401.0	391.0	400.0	10.0	1.0	117,735	4	○	
d川	Eダム	67.0	615.0	49,200	6,000	14.0	53.7	有	無	有	○	135.0	117.0	135.0	18.0	0.0	318,224	-	-	かさ上げ検討ダムの対象
	iダム	82.0	100.0	23,800	2,000	4.0	65.2	有	無	有	×	282.0	273.0	277.0	9.0	5.0	65,650	8		
	Bダム	63.5	169.0	14,300	560	1.8	43.8	有	無	有	×	296.5	289.6	295.5	6.9	1.0	89,491	5	○	
	jダム	72.0	75.0	15,400	990	2.2	56.9	有	無	有	×	287.3	280.6	284.0	6.7	3.3	34,407	13		
	kダム	70.5	75.5	18,400	1,800	3.7	60.2	有	無	有	×	305.0	292.0	301.0	13.0	4.0	45,317	10		
	Fダム	75.0	115.1	30,800	1,900	4.2	59.0	有	無	有	○	152.0	135.3	149.0	16.7	3.0	51,263	-	-	かさ上げ検討ダムの対象
	lダム	67.4	290.0	58,000	850	3.0	35.0	有	無	有	×	201.0	178.5	191.4	22.5	9.6	48,358	9		j 発電所最大使用水量11.6m ³ /sのうち、流量利用率60%として発電使用水量を控除
e川	mダム	24.0	1904.0	4,400	5,000	62.0	10.0	有	無	有	×	90.7	88.1	88.1	2.6	2.6	2,852,977	1		貯水容量が小さく、上流ダムの操作により運用が煩雑化するため、貯水位を上昇させた運用は困難
	Cダム	106.0	472.0	289,000	42,000	65.0	75.0	有	無	有	×	343.0	328.5	330.2	14.5	12.8	521,408	2	○	
	nダム	42.0	254.3	11,700	11,700	8.0	130.0	有	無	有	×	234.2	227.6	234.2	6.6	0.0	122,879	3		
	oダム	106.0	101.2	47,600	6,500	4.0	90.2	有	無	有	×	454.0	334.0	445.0	120.0	9.0	72,979	7		
f川	pダム	83.0	51.0	16,000	-	-	-	無	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	qダム	94.0	33.6	18,000	520	1.2	55.9	有	無	無	無	-	-	-	-	-	-	-	-	洪水吐きゲートにより弾力的管理水位を維持できない
	rダム	139.0	20.5	39,100	350			有	無	無	無	-	-	-	-	-	-	-	-	洪水吐きゲートにより弾力的管理水位を維持できない

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築 1)モデルダムの貯水池運用実績の整理

- モデルダムとして抽出した3ダムの貯水池運用、無効放流量、発電使用水量の実績を整理した。(下図：3ダム比較図、次頁より各ダムごとに分析)
- Aダムでは、2020年3/31まで通年、洪水貯留準備水位で運用されている。また、無効放流量の10か年月平均値を整理した結果、融雪出水による無効放流量は少なく、洪水期に無効放流が多い。
- 月別の発電使用率を見ると、Aダムは約20～30%と低く、Bダムは11～12月を除いて高い。Cダムは洪水期に高い傾向が見られる。

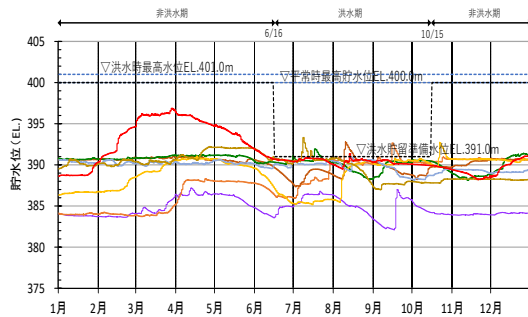


図 Aダム貯水池運用実績
(2012～2021年)

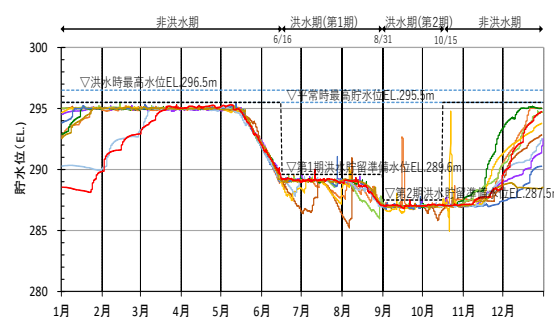


図 Bダム貯水池運用実績
(2012～2021年)

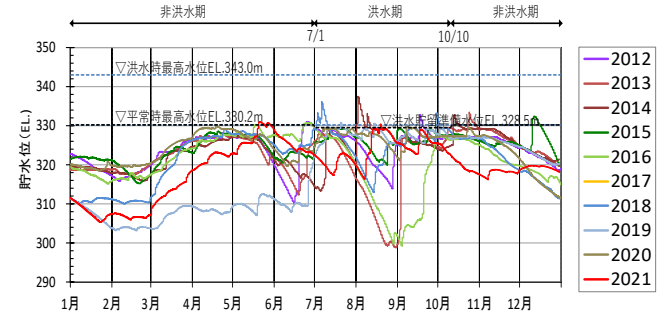


図 Cダム貯水池運用実績
(2012～2021年)

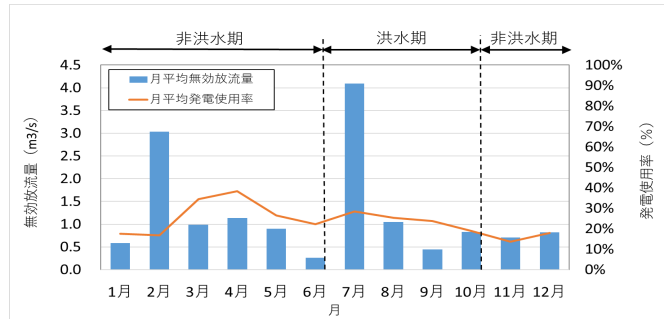


図 Aダム月別無効放流量実績
(2012～2021年)

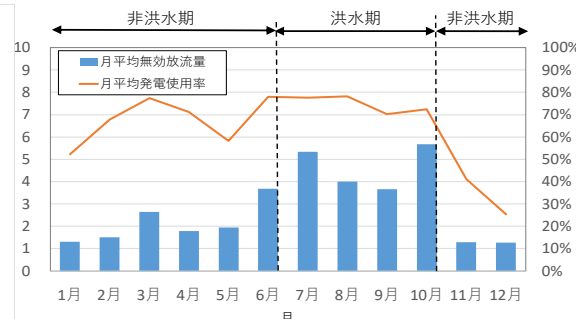


図 Bダム月別無効放流量実績
(2012～2021年)

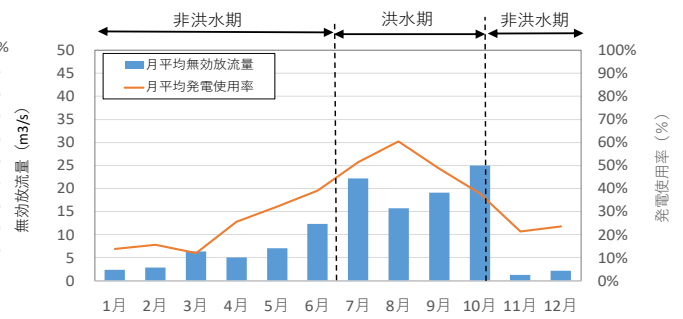


図 Cダム月別無効放流量実績
(2012～2021年)

※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：（発電使用水量／最大使用水量）の月平均値の10か年平均

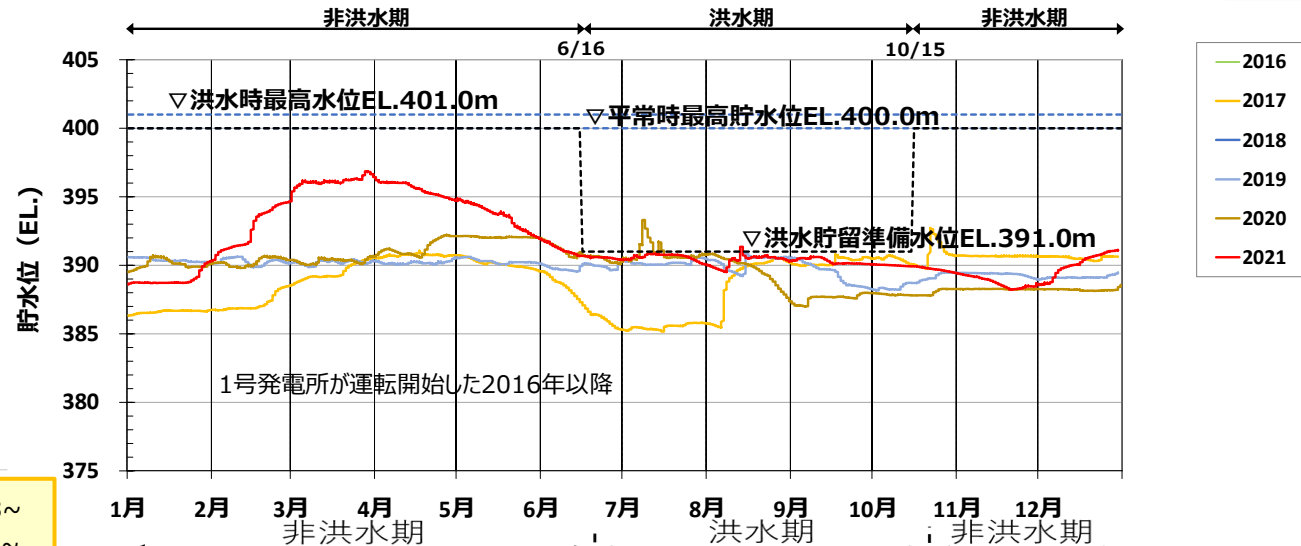
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

（3）発電モデルの構築 2）貯水池運用実績と無効放流量の整理

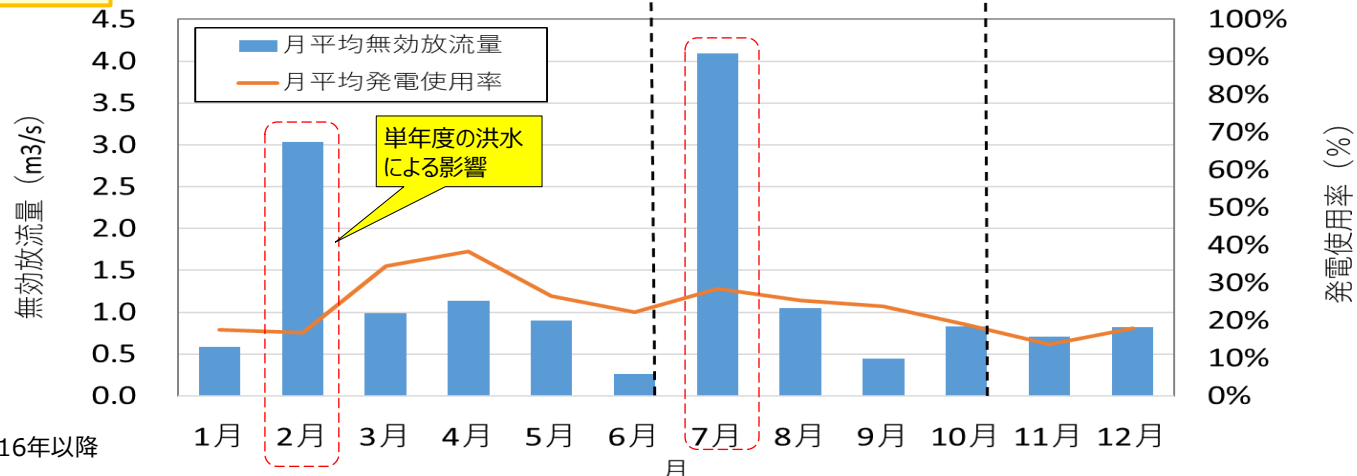
- Aダムの貯水池運用は、洪水貯留準備水位（EL.391.00m）以下で水位を制限（2020.3.31に制限解除）
- 月平均無効放流量は、融雪期（3～4月）に多く発生する傾向は見られず、大規模出水が発生した月が多い（次頁、経日変化グラフ参照）
- 発電使用率は、融雪期や出水時の流量を活用するため、相対的に3～4月の使用率が高いが、20～30%程度を推移している。

Aダムの貯水池運用



1号発電所 (82.4m³/s) : 2016.3~
2号発電所 (19.0m³/s) : 2014.5~

日平均流量
の月平均値



1号発電所が運転開始した2016年以降

※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の6か年平均

※発電使用率：（発電使用水量／最大使用水量）の月平均値の6か年平均

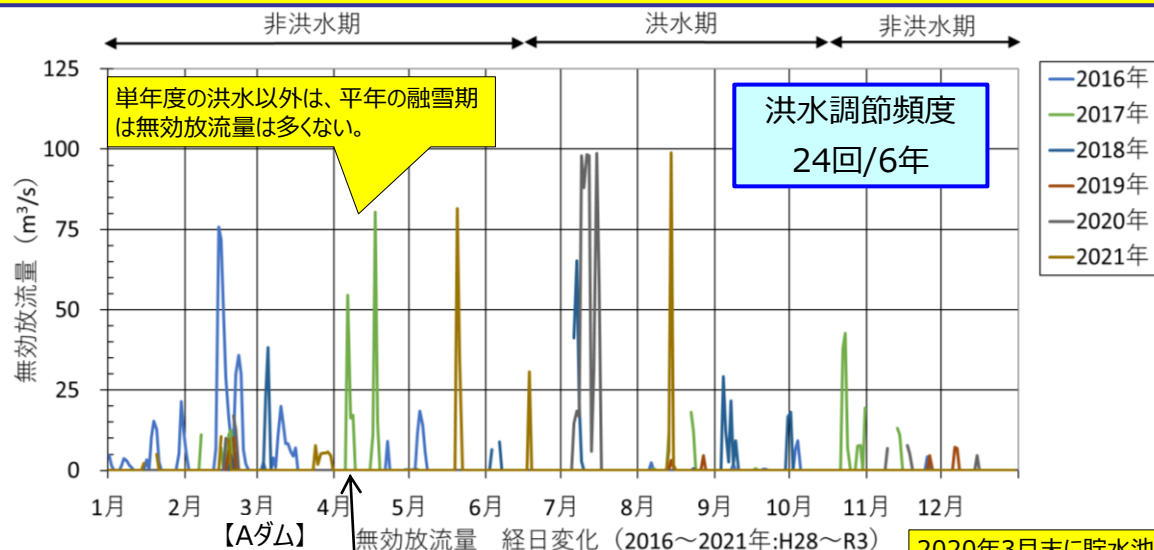
3. ダム関連業務

【1】ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

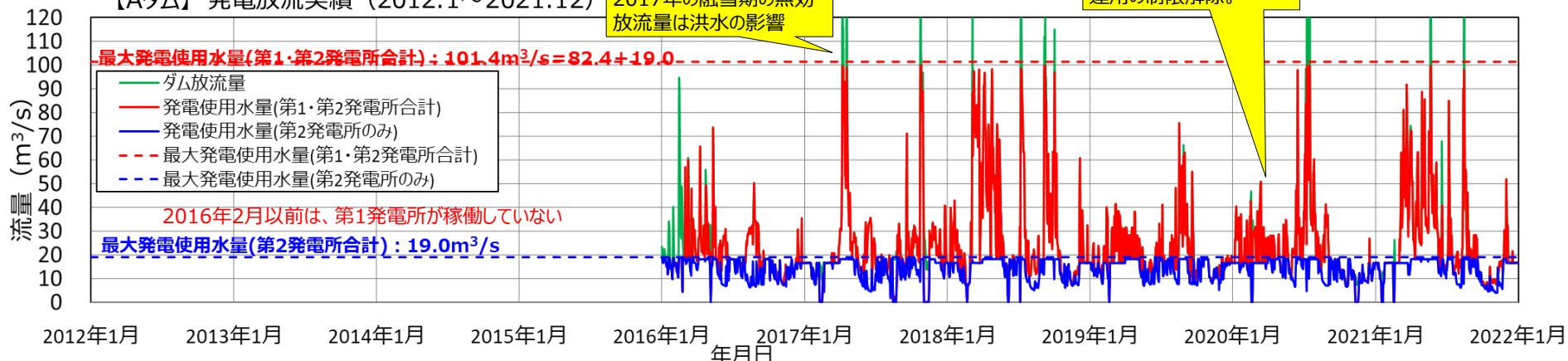
(3)発電モデルの構築 2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

- Aダムの融雪期（3～4月）の無効放流量は、2016年2月や2017年4月などの融雪出水を除き、多くない。
- 第1発電所が運転開始された2016年3月以降、無効放流量は多くはない。
- 2020年3月の水位制限解除、及び洪水期の貯水位を高く維持することで、今後は増電できる可能性がある。

Aダム 無効放流量実績



【Aダム】発電放流実績（2012.1～2021.12）



日平均流量の経日変化

最大使用水量以下で、発電で使用していない流量（緑線）が活用可能

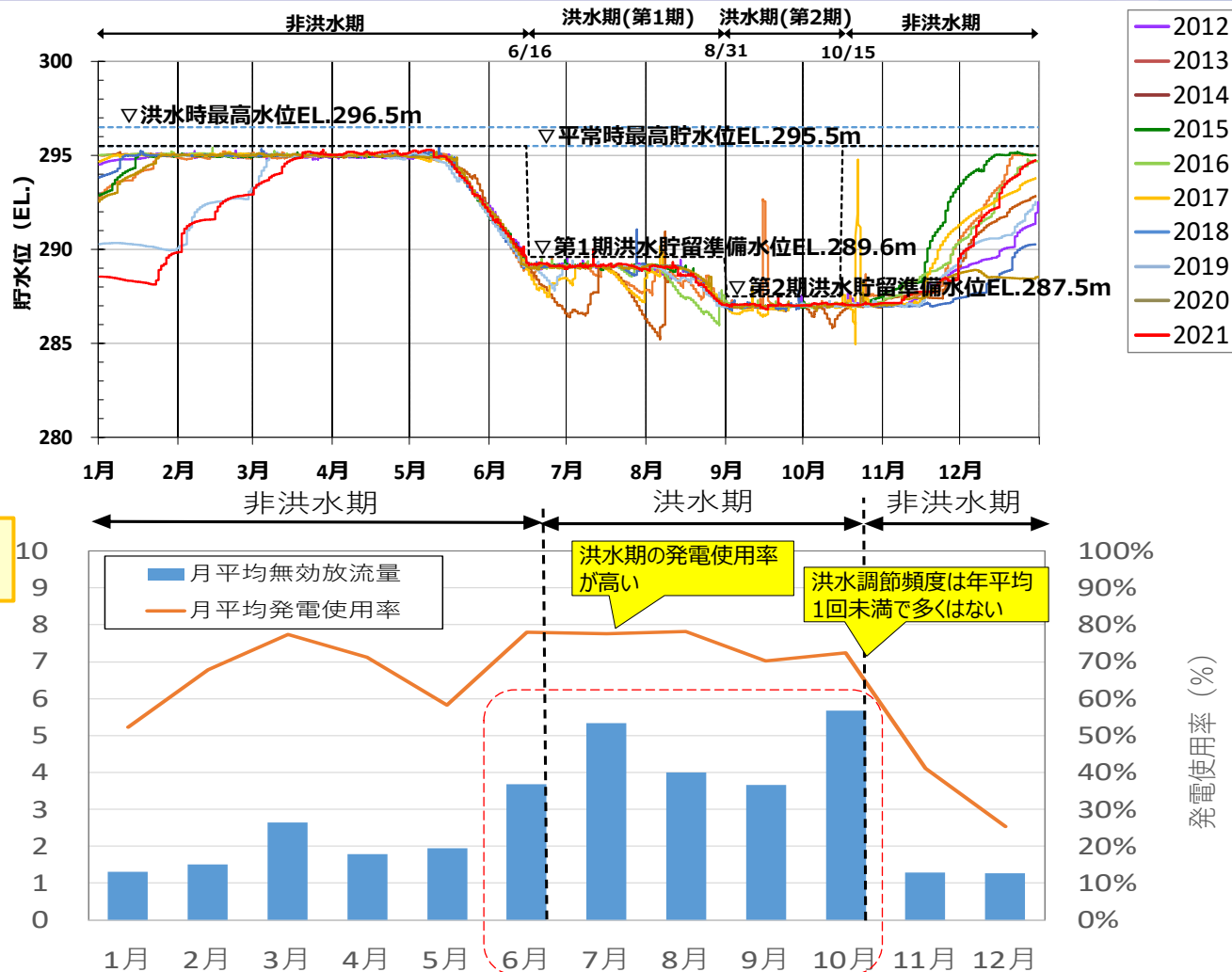
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築 2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

- Bダムの貯水池運用は、洪水期・非洪水期とも平常時最高貯水位等より低い運用水位が維持されており、高頻度で無効放流が発生している。
- 洪水調節頻度は年平均1回未満と比較的少ないが、ドロージン（6月）から洪水期（7月～10月）にかけて無効放流が多く発生する傾向がある。
- 発電使用率は、11～12月の貯水位回復時の使用率が低いが、平均70%を超えている。

Bダムの貯水池運用



※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：（発電使用水量／最大使用水量）の月平均値の10か年平均

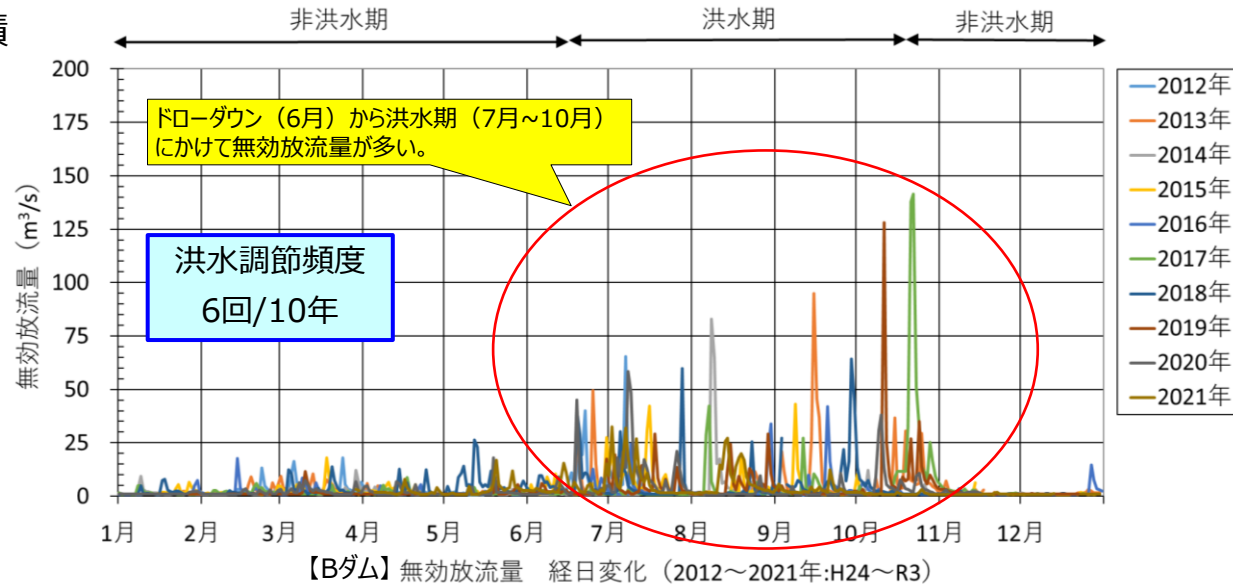
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

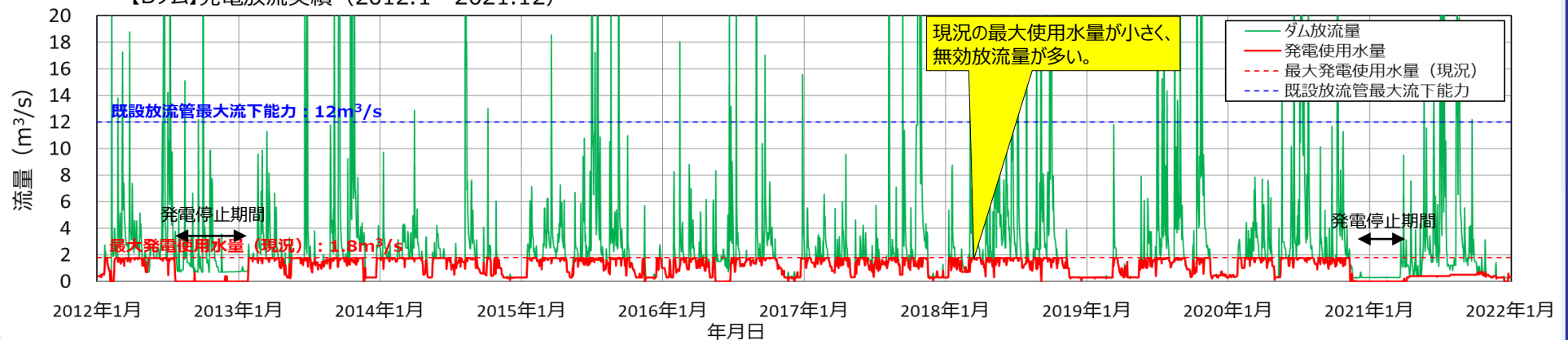
（3）発電モデルの構築 2）貯水池運用実績と無効放流量の整理

- ドローダウン（6月）から洪水期（7月～10月）にかけて無効放流量が多い。
- 既設発電所の最大使用水量が小さく、無効放流量が多いため、最大使用水量の引き上げにより増電できる可能性がある。

Bダム 無効放流量実績



【Bダム】発電放流実績（2012.1～2021.12）



日平均流量の経日変化

最大使用水量以下で、発電で使用していない流量（緑線）が活用可能

3. ダム関連業務

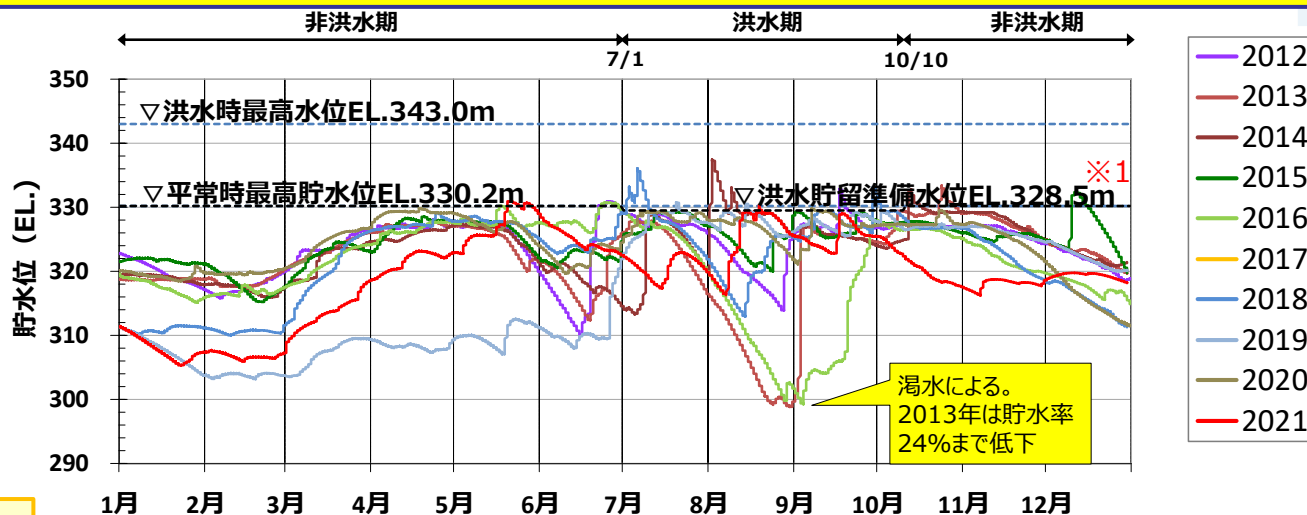
【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築 2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

- Cダムの貯水位は、流況によって大きく変動しており、2013、2016年の洪水期、2019年の非洪水期は渇水で貯水位が大きく下がっている。
- 洪水期（7月～10月）に無効放流が多く発生する傾向があり、発電使用率は、夏の需要期である8月をピークに使用率が高い。
- また、洪水が少ない年は、貯水位の低下傾向が見られる。

Cダムの貯水池運用

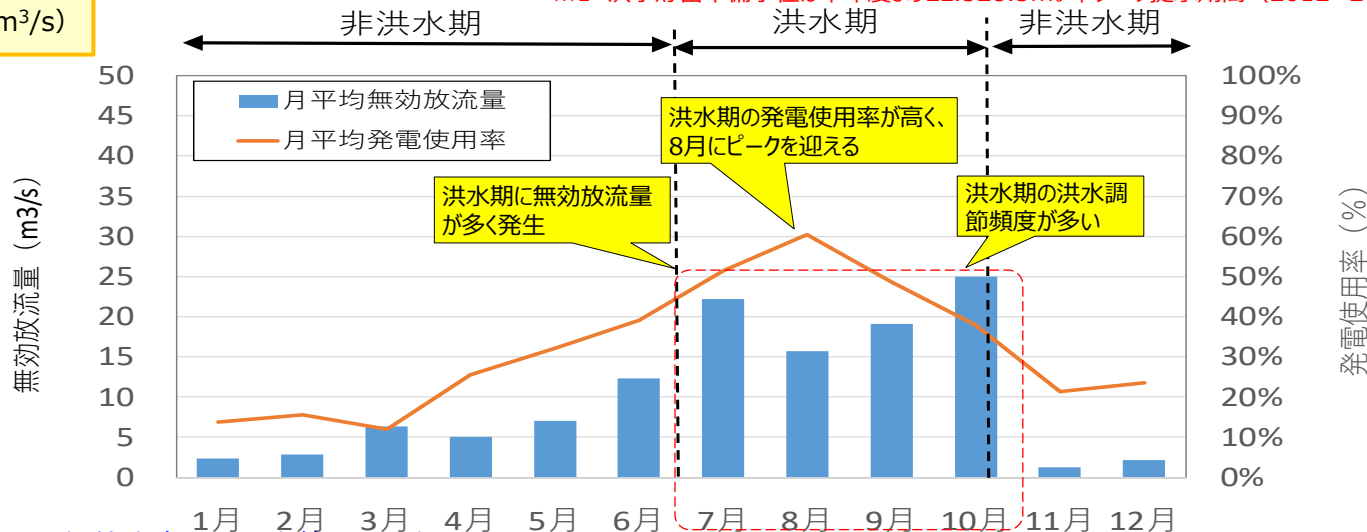
通年、ほぼ同じ貯水位で運用されている



※1 洪水貯留準備水位は本年度よりEL.328.5m。本データ提示期間（2012～2021）はEL.329.5m

発電所
(最大使用水量：65.0m³/s)

日平均流量
の月平均値



※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：（発電使用水量／最大使用水量）の月平均値の10か年平均

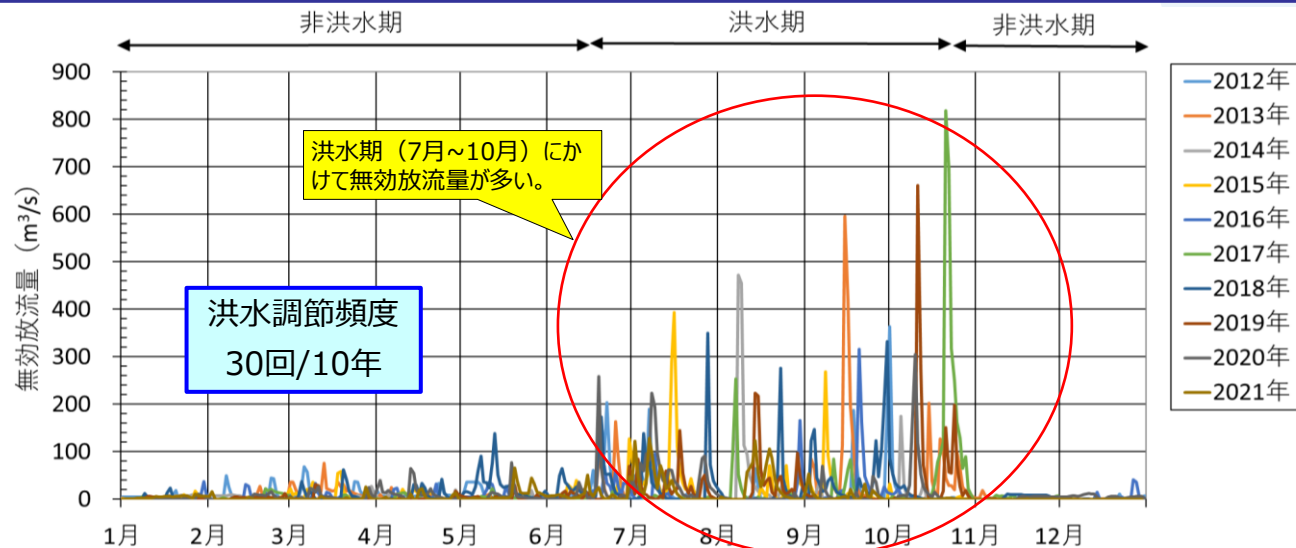
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

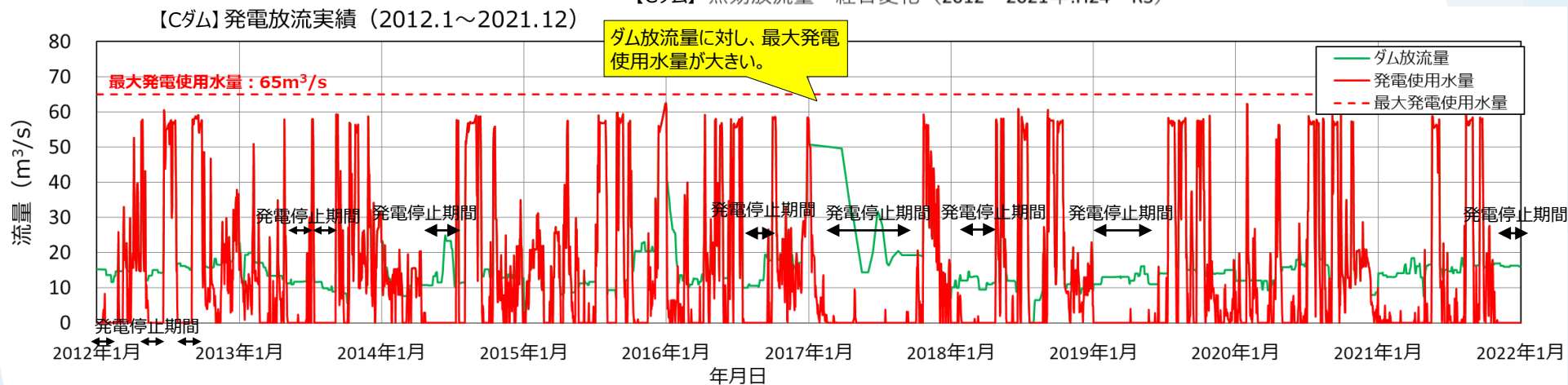
（3）発電モデルの構築 2）貯水池運用実績と無効放流量の整理

- ドローダウン（6月）から洪水期（7月～10月）にかけて無効放流量が多い。
- 洪水時等の無効放流が多く発生する洪水期の水位を高く維持することで増電できる可能性がある。

Cダム 無効放流量実績



【Cダム】無効放流量 経日変化（2012～2021年:H24～R3）



日平均流量の経日変化

最大使用水量以下で、発電で使用していない流量（緑線）が活用可能

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 1)発電シミュレーションケースの設定

- ダム運用見直しによる増電効果を検証するため、「実績」、「運用見直し」の発電電力量を比較することで増電量を算出した。
- Bダムは、高頻度で発生する無効放流量を活用するため、最大発電使用水量の増加（1.8m³/s ⇒2.7m³/s）に伴う増電量を算出した。

【水位設定方法】

- 最大発電使用水量×時間（3日、5日、10日）で洪水貯留準備水位まで低下可能な活用水位を設定

【活用水位】

- ①3日間で洪水貯留準備水位等まで低下可能な活用水位
- ②5日間で "
- ③10日間で "

表 発電シミュレーションケース

検討対象ダム			① Aダム	② Bダム	③ Cダム
水車型式			立軸フランシス	クロスフロー	縦軸射流
最大出力			1号機：139,000kW 2号機：24,300kW	560kW → 840kW	42,000kW
最大使用水量			Q1=82.4m³/s Q2=19.0m³/s	Q=1.8m³/s → 2.7m³/s(設備利用率60%)にリパワー 既設1.8m³/s+新規0.9m³/s増設	Q=65.0m³/s
常時使用水量			Q1=24.7m³/s Q2=5.7m³/s	Q=0.3m³/s	Q=13m³/s
洪水時最高貯水位			EL.401.0m 非洪水期活用水位 EL.400.7m	EL.296.5m 非洪水期活用水位 EL.296.2m	EL.343.0m 非洪水期活用水位 EL.339.7m
計算ケース	現況 (洪水貯留準備水位)		EL.391.0m	【1期】EL.289.6m 【2期】EL.287.5m	EL.328.5m
	洪水期 活用水位	①3日間で水位低下	EL.391.0m → 392.2m(+1.2m)	【1期】EL.289.6m → 290.4m(+0.8m) 【2期】EL.287.5m → 288.4m(+0.9m)	EL.328.5m → EL.331.2m(+2.7m)
		②5日間で水位低下	EL.391.0m → EL.394.7m(+3.7m)	【1期】EL.289.6m → 291.0m(+1.4m) 【2期】EL.287.5m → 289.0m(+1.5m)	EL.328.5m → EL.333.0m(+4.5m)
		③10日間で水位低下	EL.391.0m → EL.398.3m(+7.3m)	【1期】EL.289.6m → 292.4m(+2.8m) 【2期】EL.287.5m → 290.5m(+3.0m)	EL.328.5m → EL.337.2m(+8.7m)

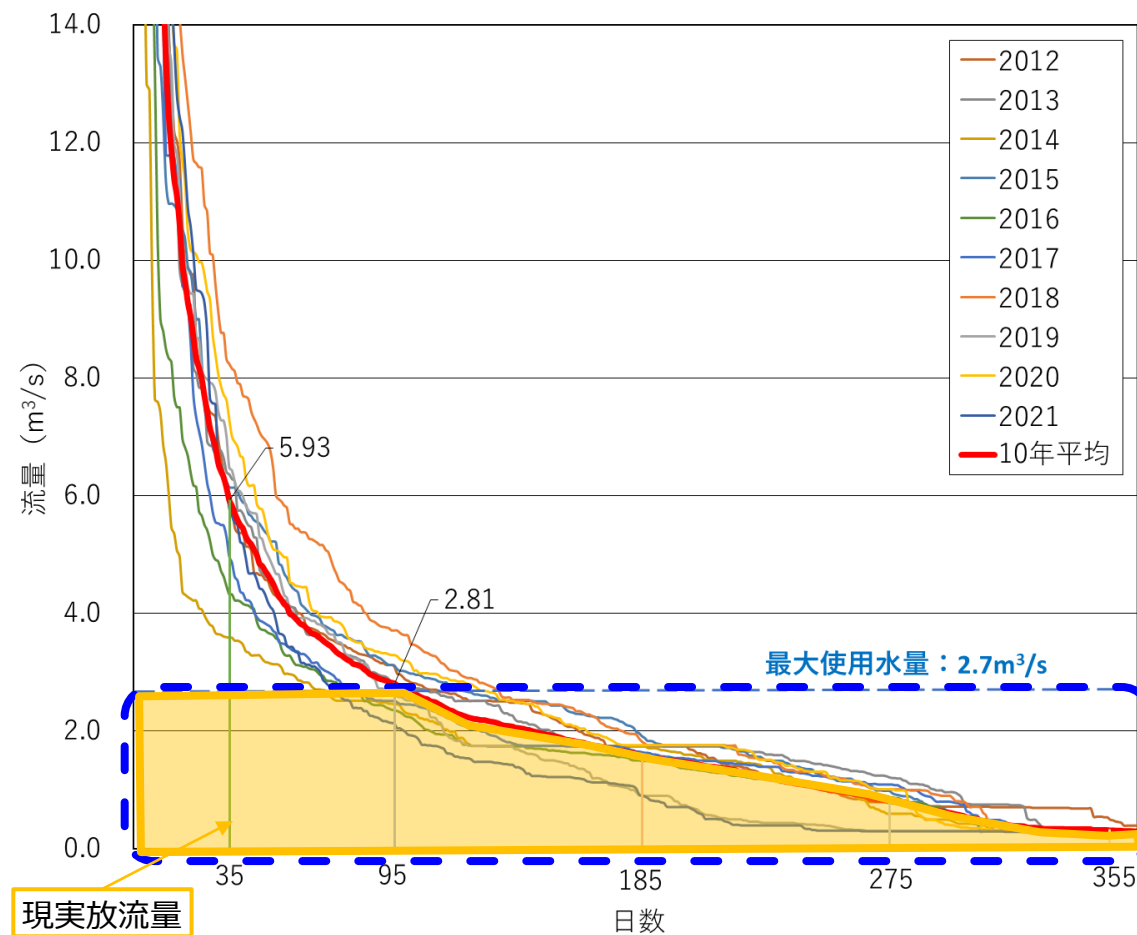
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

（4）発電量向上手法の検討 1) 発電シミュレーションケースの設定（シミュレーション条件）

- Bダムの既設水車発電機の最大使用水量は1.8m³/s（クロスフロー水車）である。
- 既設放流管の流下能力：12.0m³/sを上限に最大使用水量を増加させることにより、無効放流量を活用する。
- リパワーの規模は、実績のダム放流量から流量使用率60%となる流量：2.7m³/s（既設1.8m³/s+新規0.9m³/s増設）とした。（一般に設備コストと発電電力量の関係から設備利用率60%とする発電施設が多いため、本検討では、設備利用率を流量利用率と置き換え検討）

【Bダム】 流況図（近10ヵ年放流量：2012～2021）



【最大使用水量設定方法】

- 10ヶ年分のダム放流量を整理し、放流量曲線を作成。
- 発電に用いる最大使用水量を設定し、流量使用率が60%となる値を算出。
- 左図において、下記の範囲で比較を行っている。
青色の破線：理想放流量
橙色の範囲：現実放流量

■ 使用水量上限加味	
想定流量(m ³ /s)	2.7
①理想放流量(m ³)	85,147,200
②現実放流量(m ³)	51,360,048
流量使用率(②/①)	60.3%

3. ダム関連業務

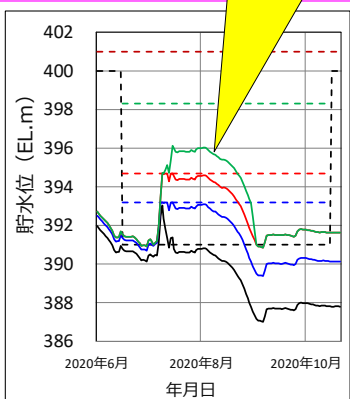
【1】ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 2)発電シミュレーション

- 当ダムは洪水調節頻度が高く、夏の需要期（7～9月）は、運用見直しと洪水後の後期放流により約1～3%の増電が見込まれる。
- 冬の需要期（12～2月）は、洪水期の貯水池運用を見直すことで高い貯水位を維持することができ、増電に寄与している。
- 洪水調節頻度の高い2018年は、頻度の低い2016、2019年と比べて増電量が多く、洪水調節後に高い水位を維持することで増電に寄与している。

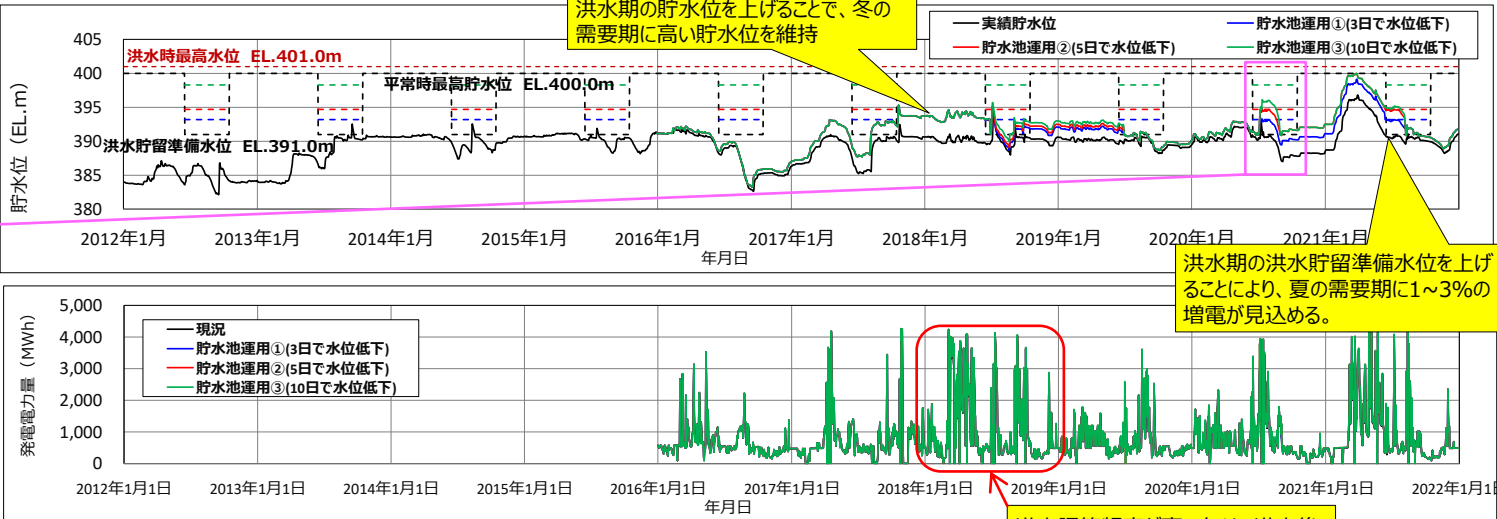
Aダム シミュレーション結果

洪水後の放流を最大発電使用水量で放流することで増電している。
洪水規模が小さいことが予想できる場合は、貯水位を下げずに有効に発電することも可能。



ケース	年平均発電電力量 (MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期(7～9月)	冬の需要期(12～2月)	年間平均
実績	289,406	—	—	—
運用見直し①(3日低下)	292,839	971(+1.2%)	377(+0.8%)	3,433(+1.2%)
運用見直し②(5日低下)	294,381	2,219(+2.9%)	559(+1.1%)	4,975(+1.7%)
運用見直し③(10日低下)	295,195	2,675(+3.4%)	608(+1.2%)	5,789(+2.0%)

表 Aダム 運用見直しによる増電効果



第1発電所の運転開始が2016.3以降、かつ2016年以前は第2発電所も運転停止期間が長いため、2016年以降でシミュレーションを実施

図 Aダム発電シミュレーション結果

表 洪水調節頻度と増電量

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	6年間合計
実績洪水調節頻度	年合計					2	4	7	1	6	4	24
	洪水期(6/16～10/15)					1	2	4	1	6	1	15
	非洪水期(10/16～6/15)					1	2	3	0	0	3	9
増電量(MWh)	運用見直し(3日)					763	3,534	6,397	366	4,280	5,260	20,600
	運用見直し(5日)					763	6,376	7,419	3,472	5,776	6,044	29,850
	運用見直し(10日)					763	6,376	10,626	5,149	5,776	6,045	34,735

※実績と運用見直しでは水位条件が異なる。

第1発電所運転開始：2015年4月～

洪水調節頻度が高い年は、洪水後の後期放流による増電量が多い。

3. ダム関連業務

[1] ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討]

(4)発電量向上手法の検討 2)発電シミュレーション

- 水車発電機のリパワー(1.8⇒2.7m³/s)により無効放流が減少するとともに、貯水池運用の見直しにより、夏の需要期(7~9月)に60%以上の増電が見込める。また、冬の需要期(12~2月)においても高い貯水位が維持され、増電に寄与している。
- 現運用では、貯砂ダムの堆砂除去のため、第2期洪水貯留準備水位を維持する運用が行われているが、工事時期等の見直すことで増電が見込める。
- 洪水調節頻度は、年平均1回程度のため、洪水後の貯留量を活用した増電量は限定的である。

Bダム シミュレーション結果

表 Bダム 運用見直しによる増電効果

ケース	年平均発電電力量 (MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期(7~9月)	冬の需要期(12~2月)	年間平均
実績	2,762	-	-	-
リパワーのみ	4,435	481(+67.2%)	430(+70.7%)	1,673(+60.6%)
リパワー+運用見直し①(3日低下)	4,666	496(+69.3%)	529(+87.0%)	1,904(+68.9%)
リパワー+運用見直し②(5日低下)	4,692	510(+71.3%)	531(+87.3%)	1,930(+69.9%)
リパワー+運用見直し③(10日低下)	4,726	545(+76.1%)	534(+87.8%)	1,964(+71.1%)

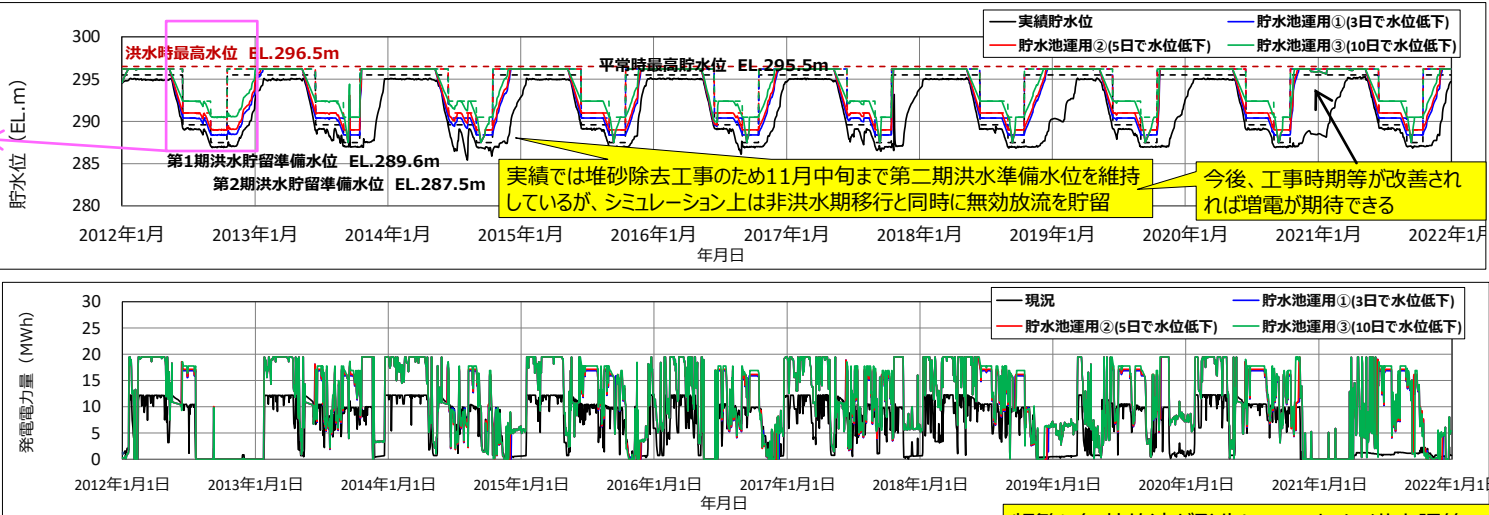
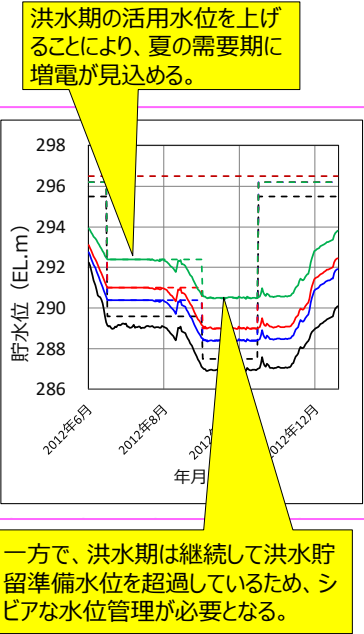


図 Bダム発電シミュレーション結果

表 洪水調節頻度と増電量

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	10年間合計
実績洪水調節頻度	年合計	0	1	1	0	0	1	2	1	0	0	6
	洪水期(6/16~10/15)	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	5
	非洪水期(10/16~6/15)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
増電量 (MWh)	リパワーのみ	1,261	1,698	1,283	2,003	1,470	1,915	2,044	1,706	1,770	1,577	16,728
	運用見直し(3日)	1,363	2,047	1,374	2,157	1,660	2,291	2,209	2,268	1,942	1,732	19,042
	運用見直し(5日)	1,369	2,070	1,374	2,184	1,681	2,310	2,252	2,295	1,988	1,779	19,301
	運用見直し(10日)	1,382	2,126	1,393	2,247	1,768	2,353	2,383	1,933	2,130	1,920	19,637

※実績と運用見直しでは水位条件が異なる。

増電量は、非洪水期移行時の堆砂除去時期等の見直しによる貯水位の運用改善を見込んだ値

頻繁に無効放流が発生しているため、洪水調節の頻度によらず、リパワーによる増電効果が高い

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 2)発電シミュレーション

- 貯水池運用の見直しにより、夏の需要期（7～9月）に約4～14%の増電が見込め、年平均で約2～5%程度の増電となる。
- 冬の需要期（12～2月）においても、洪水期の貯水池運用を見直すことで高い貯水位を維持することができ、増電に寄与している。
- 洪水調節頻度の高い年は増電量が多い傾向が見られるが、渇水が著しい2019,2021年は貯水位が上がらず、増電効果も小さい。

Cダム シミュレーション結果

洪水後の放流を最大発電使用水量で放流することで、増電してる。

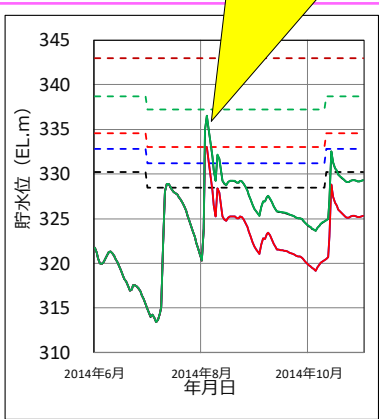


表 Cダム 運用見直しによる増電効果

ケース	年平均発電電力量 (MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期(7~9月)	冬の需要期(12~2月)	年間平均
実績	133,994	-	-	-
運用見直し①(3日低下)	137,100	1,279(+4.5%)	250(+1.0%)	3,106(+2.3%)
運用見直し②(5日低下)	138,456	2,530(+7.3%)	383(+1.5%)	4,462(+3.3%)
運用見直し③(10日低下)	141,411	5,793(+14.0%)	605(+2.3%)	7,417(+5.5%)

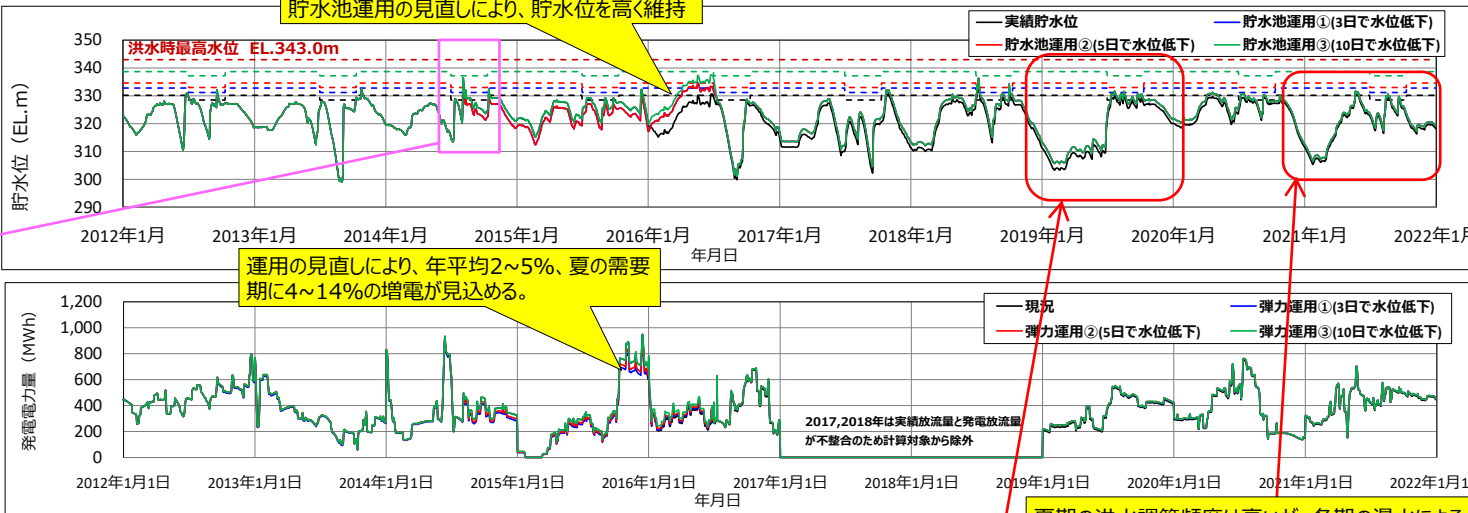


図 Cダム発電シミュレーション結果

表 洪水調節頻度と増電量

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	10年間合計
実績洪水 調節頻度	年合計	2	3	4	3	1	3	3	5	2	4	30
	洪水期(7/1~10/10)	1	2	3	2	1	2	3	4	2	4	24
	非洪水期(10/11~6/30)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	6
増電量 (MWh)	運用見直し(3日)	0	0	7,328	12,092	3,448			3,782	2,167	2,610	31,427
	運用見直し(5日)	0	0	10,852	16,269	5,632			4,337	2,843	2,610	42,543
	運用見直し(10日)	0	0	14,677	24,203	9,383			4,337	2,843	2,610	58,053

※実績と運用見直しでは水位条件が異なる。

夏季の洪水調節頻度は高いが、冬季の渇水による補給で貯水位が上がっていない

洪水調節頻度が多い年は、洪水の後期放流による増電量が多い。

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 3)増電量の評価

- 全てのダムで貯水池運用の見直し（洪水貯留準備水位まで3日、5日、10日で下げられる水位で運用）により、夏の需要期（7～9月）の増電、その後の貯水位も高く維持することで年間を通して増電となった。
- 洪水調節頻度が高いCダムは、洪水調節後の貯留活用による増電量が大きく、夏の需要期の増電に大きく寄与している。
- 貯水池の運用見直しにより非洪水期移行期の貯水位が高く維持され、Aダムでは年平均1～2%、Cダムでは年平均2～5%の増電量が見込まれる。
- 既設水車発電機の最大使用水量が小さいBダムでは、リパワーのみで約60%の増電量が見込まれ、さらに運用見直しにより約60～70%の増電量を生む結果となった。
- Bダムでは現在、非洪水期移行時に、貯砂ダムの堆砂除去のための貯水位制限が行われているが、本シミュレーションでは工事実施時期等の見直しに伴う貯水位の運用改善による増電量を見込んだ値である。

表 各ダムの増電量

ケース	Aダム				Bダム				Cダム			
	年平均発電電力量(MWh)	増電量(MWh)			年平均発電電力量(MWh)	増電量(MWh)			年平均発電電力量(MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期 (7～9月)	冬の需要期 (12～2月)	年間平均		夏の需要期 (7～9月)	冬の需要期 (12～2月)	年間平均		夏の需要期 (7～9月)	冬の需要期 (12～2月)	年間平均
実績	289,406	－	－	－	2,762	－	－	－	133,994	－	－	－
リパワーのみ					4,455	481 (+67.2%)	430 (+70.7%)	1,673 (+60.6%)				
貯水池運用見直し① (3日間で水位低下)	292,839	971 (+1.2%)	377 (+0.8%)	3,433 (+1.2%)	4,696	496 (+69.3%)	529 (+87.0%)	1,904 (+68.9%)	137,100	1,279 (+4.5%)	250 (+1.0%)	3,106 (+2.3%)
貯水池運用見直し② (5日間で水位低下)	294,381	2,219 (+2.9%)	559 (+1.1%)	4,975 (+1.7%)	4,720	510 (+71.3%)	531 (+87.3%)	1,930 (+69.9%)	138,456	2,530 (+7.3%)	383 (+1.5%)	4,462 (+3.3%)
貯水池運用見直し③ (10日間で水位低下)	295,195	2,675 (+3.4%)	608 (+1.2%)	5,789 (+2.0%)	4,739	545 (+76.1%)	534 (+87.8%)	1,964 (+71.1%)	141,411	5,793 (+14.0%)	605 (+2.3%)	7,417 (+5.5%)

実績と運用見直しでは水位条件が異なる。

Bダムは、リパワーによる増電効果大きい。（注：非洪水期移行時の堆砂除去時期等の見直しによる運用改善を見込んだ値）

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

（4）発電量向上手法の検討 3) 増電量の評価（洪水調節後の貯留活用による効果）

- A～Cダムについて、洪水調節後の貯留活用の増電量を抽出し、洪水期全体の増電量に対する比率を整理することで、洪水調節後の貯留活用による増電効果を評価した。
- Aダム、Bダムは、洪水期における増電量の約60%が「洪水調節後の貯留活用」による増電量である。
- Cダムは水位低下傾向が多く、活用水位を維持できないため、洪水調節後の貯留活用による増電量が占める比率が高い。

表「洪水調節後の貯留活用」の頻度と増電量

年	Aダム				Bダム				Cダム			
	洪水期（6/16～10/15）				洪水期（6/16～10/15）				洪水期（7/1～10/10）			
	① 洪水調節 頻度	② 洪水調節後 増電量 (MWh)	③ 洪水期 総増電量 (MWh)	④ 比率 (%) (②/③)	① 洪水期 洪水調節 頻度	② 洪水調節後 増電量 (MWh)	③ 洪水期 総増電量 (MWh)	④ 比率 (%) (②/③)	① 洪水期 洪水調節 頻度	② 洪水調節後 増電量 (MWh)	③ 洪水期 総増電量 (MWh)	④ 比率 (%) (②/③)
2012					0				1	3,049	3,049	100%
2013					1	542	954	57%	2	1.4	4.7	29%
2014					1	381	623	61%	3	6,579	6,580	100%
2015					0				1	2.3	4.8	48%
2016	1	50	307	16%	0				1	177	697	25%
2017	2	659	1,176	56%	0							
2018	4	3,841	6,923	55%	2	851	1,062	80%				
2019	1	1,961	4,269	46%	1	355	725	49%	4	3,009	3,225	93%
2020	6	5,151	6,093	85%	0				2	3,464	3,569	97%
2021	1	261	2,341	11%	0				3	410	684	60%
合計	15	11,922	21,109	56%	5	2,129	3,365	63%	17	16,690	17,814	94%
洪水調節1回当り 平均増電量		795	1,407	56%		426	673	63%		982	1,048	94%

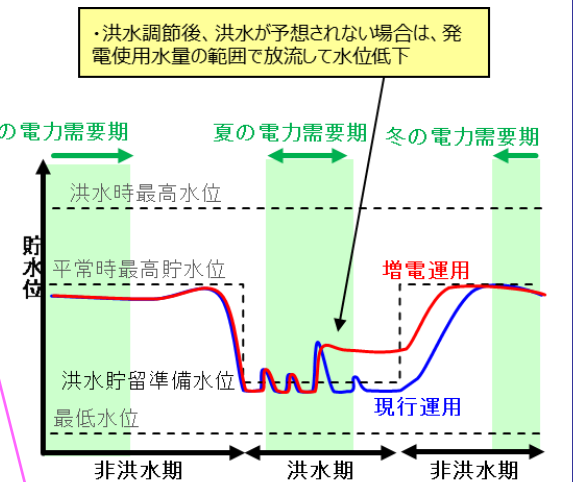


図 洪水調節後の貯留活用イメージ

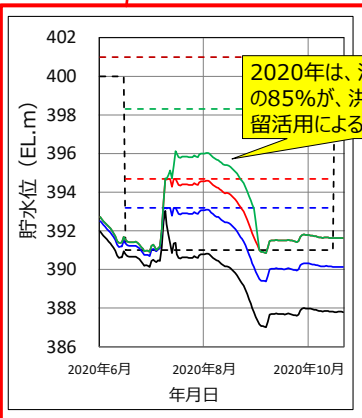


図 洪水調節後の貯留活用(Aダム)

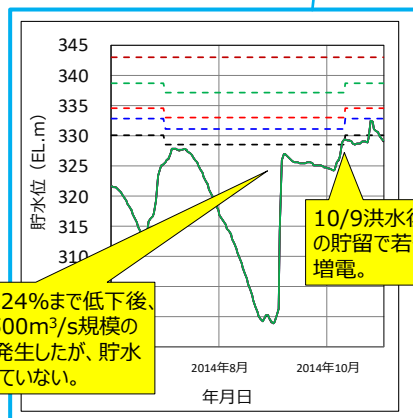


図 水位低下傾向(Cダム)

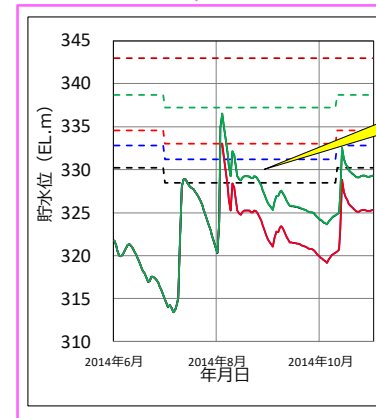


図 洪水調節後の貯留活用(Cダム)

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 1)運用見直しによる効果

- 運用見直しによる効果として、増電による売電収入額、CO₂削減量を各ダムの運用毎に算出した。
- 各ダムの発電シミュレーション結果を踏まえ、「日増電量×スポット価格日平均単価」で、売電収入の増加量を評価するものとした。
- 日増電量は、前述したシミュレーション結果を用い、以下に示すスポット価格日平均単価の同日の値を乗じることで、売電収入額を算出した。
- CO₂削減量は、シミュレーションによる年間増電量に、各電力会社エリア別CO₂排出係数0.000435(t-CO₂/kWh)を乗じて算出した。

【売電単価の設定】

- 本検討で用いる各ダムに対応する売電単価は、2021年～2022年までの2年間の実績の各エリアプライスのスポット価格日平均値を用いた。
- なお、2021年1月に極端な市場価格の高騰が発生したことから、社)日本卸電力取引所(JEPX) が卸電力市場価格の高騰に対する対応として、2021年1月より上限を200円/kWhとする特例認可を行っているため、2021年以降のスポット価格を採用した。

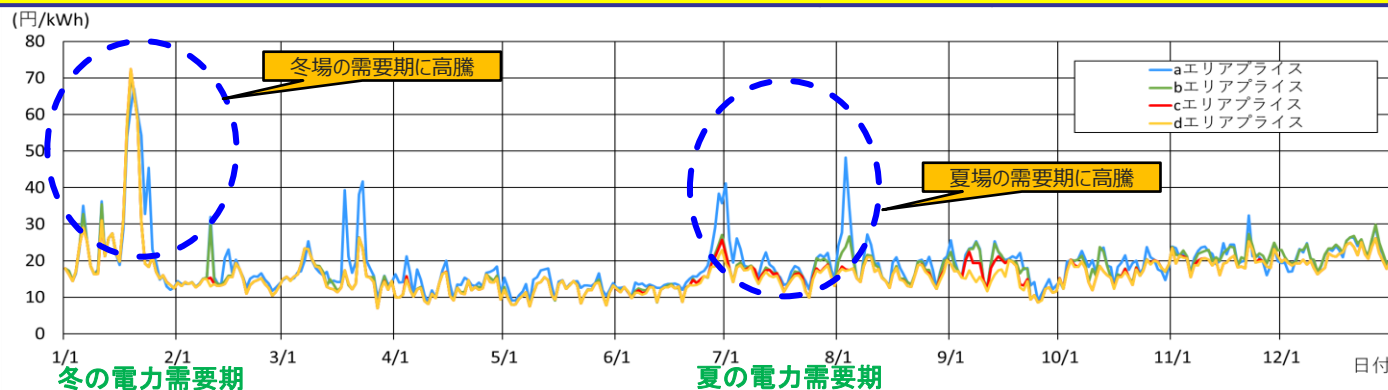


図 各エリアプライススポット価格の日平均単価の年間変動（2021～2022年）

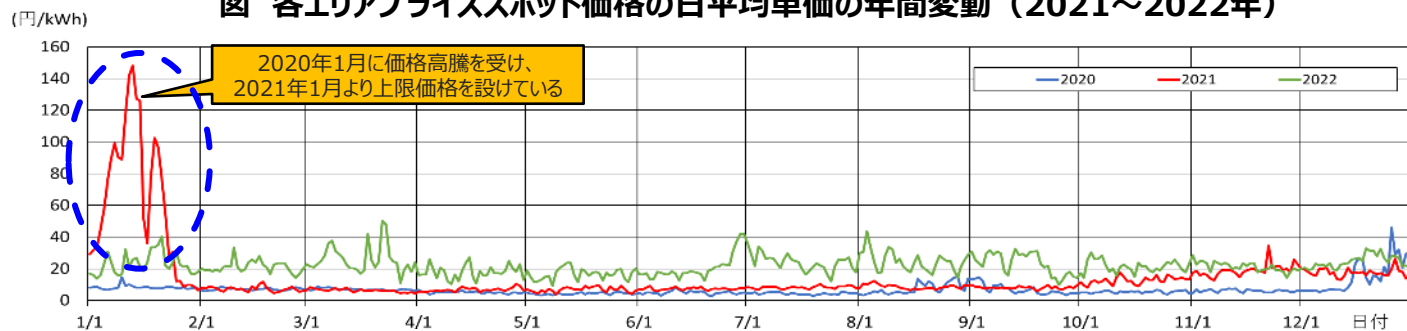


図 【参考】全国平均スポット価格の日平均単価の年間変動（2020～2022年）

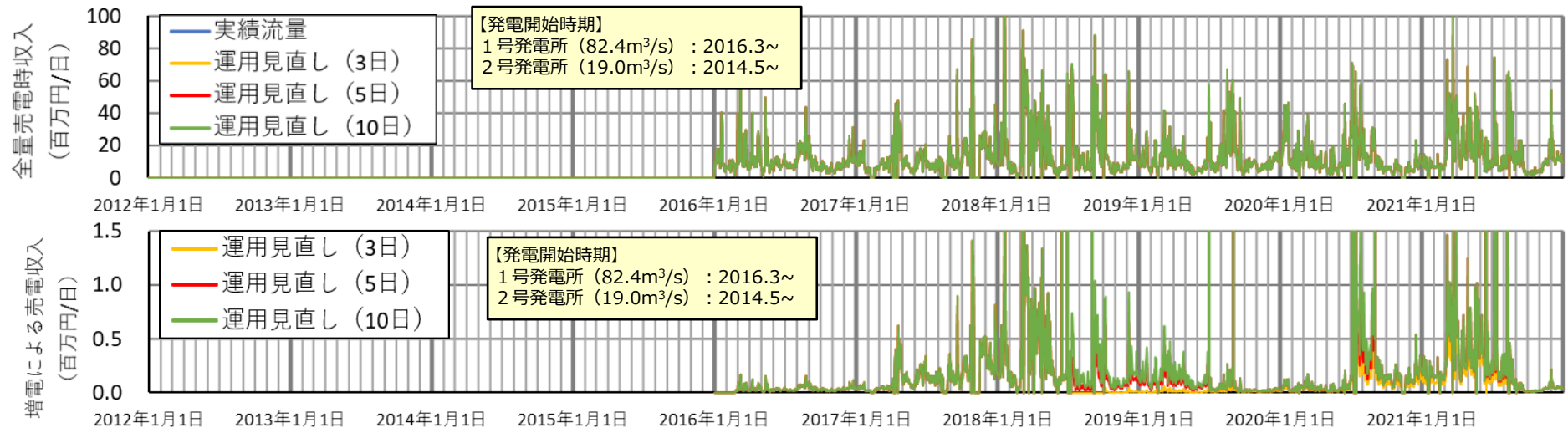
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 1)運用見直しによる効果

【増電による売電収入の増加とCO₂削減量の効果（Aダム）】

- 前述した各ダムの増電量に売電単価を乗じて増電による売電収入増加額、各電力会社エリア別CO₂排出係数を乗じたCO₂削減量を評価した。
- 運用見直しを行うことで増電による売電収入が年平均で0.6億円/年～1.2億円/年程度増加し、CO₂も約1,500t/年～3,000t/年程度削減できることがわかった。(1世帯のCO₂年間排出量を2.72t/年(環境省2019年公表値)とした場合、約550世帯～1,100世帯のCO₂排出量分を削減)



	年	単位	実績流量	運用見直し (3日)	運用見直し (5日)	運用見直し (10日)
10 年 間 の 発 電 電 力 量	2012	MWh/年				
	2013	MWh/年				
	2014	MWh/年				
	2015	MWh/年				
	2016	MWh/年	238,446	239,209	239,209	239,209
	2017	MWh/年	262,506	266,040	266,040	266,040
	2018	MWh/年	384,917	391,324	393,574	396,999
	2019	MWh/年	245,382	245,748	248,907	251,483
	2020	MWh/年	261,347	265,627	268,019	268,478
	2021	MWh/年	343,838	350,383	356,078	356,160
	年平均有効発電電力量	MWh/年	289,406	293,055	295,304	296,395
	年間増電量	MWh/年	—	3,649	5,898	6,989
	増電による売電収入	百万円	—	58.95	100.22	121.47
	増電によるCO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	—	1,587	2,566	3,040

※CO₂削減量(t-CO₂/年) = CO₂排出係数(t-CO₂/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年) ※CO₂排出係数は0.000435(t-CO₂/kWh)

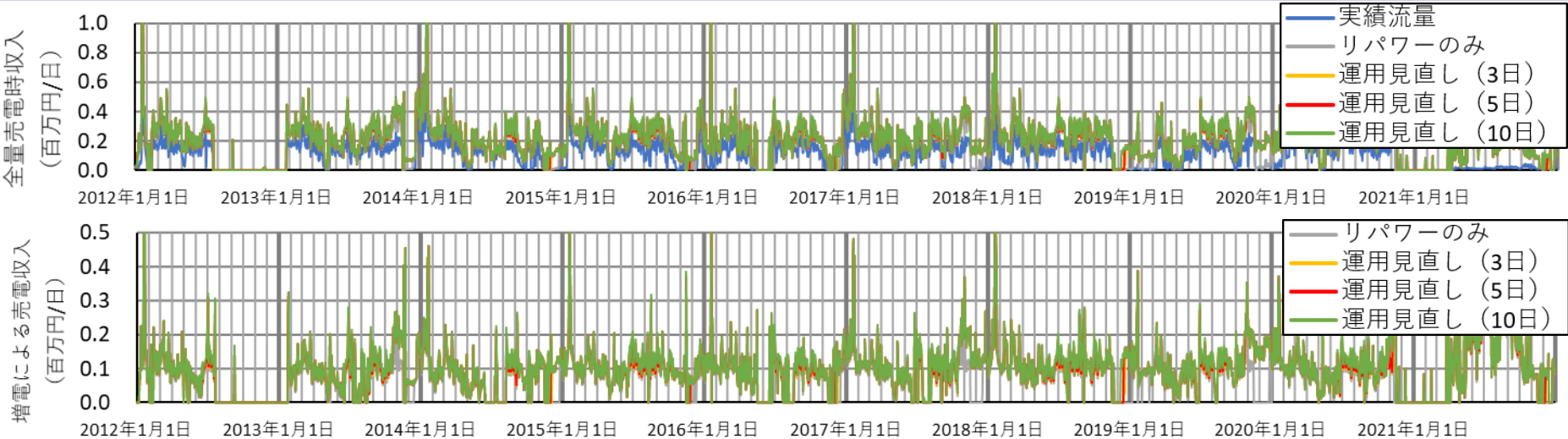
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 1)運用見直しによる効果

【増電による売電収入の増加とCO₂削減量の効果（Bダム）】

- 前述した各ダムの増電量に売電単価を乗じて増電による売電収入増加額、各電力会社エリア別CO₂排出係数を乗じたCO₂削減量を評価した。
- リパワーに加え運用見直しを行うことで、増電による売電収入が年平均で約3～4千万円/年程度増加し、CO₂も約800t～1,000t/年程度削減できることがわかった。(1世帯のCO₂年間排出量を2.72t/年(環境省2019年公表値)とした場合、約300世帯～370世帯のCO₂排出量分を削減)



	年	単位	実績流量	リパワーのみ	運用見直し (3日)	運用見直し (5日)	運用見直し (10日)
10年間の発電電力量	2012	MWh/年	2,021	3,365	3,472	3,485	3,511
	2013	MWh/年	3,181	4,947	5,328	5,351	5,402
	2014	MWh/年	2,987	4,589	4,833	4,853	4,904
	2015	MWh/年	3,112	5,254	5,474	5,509	5,587
	2016	MWh/年	2,477	4,146	4,391	4,423	4,503
	2017	MWh/年	2,997	4,993	5,428	5,451	5,507
	2018	MWh/年	3,040	5,314	5,549	5,594	5,723
	2019	MWh/年	2,033	3,873	4,469	4,499	4,562
	2020	MWh/年	3,018	4,930	5,162	5,203	5,312
	2021	MWh/年	297	2,965	3,132	3,172	3,255
年平均有効発電電力量		MWh/年	2,516	4,437	4,724	4,754	4,827
年間増電量		MWh/年	—	1,921	2,208	2,238	2,311
増電による売電収入		百万円	—	30.83	36.09	36.59	37.81
増電によるCO ₂ 削減量		t-CO ₂ /年	—	836	960	973	1,005

※CO₂削減量(t-CO₂/年) = CO₂排出係数(t-CO₂/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年) ※CO₂排出係数は0.000435(t-CO₂/kWh)

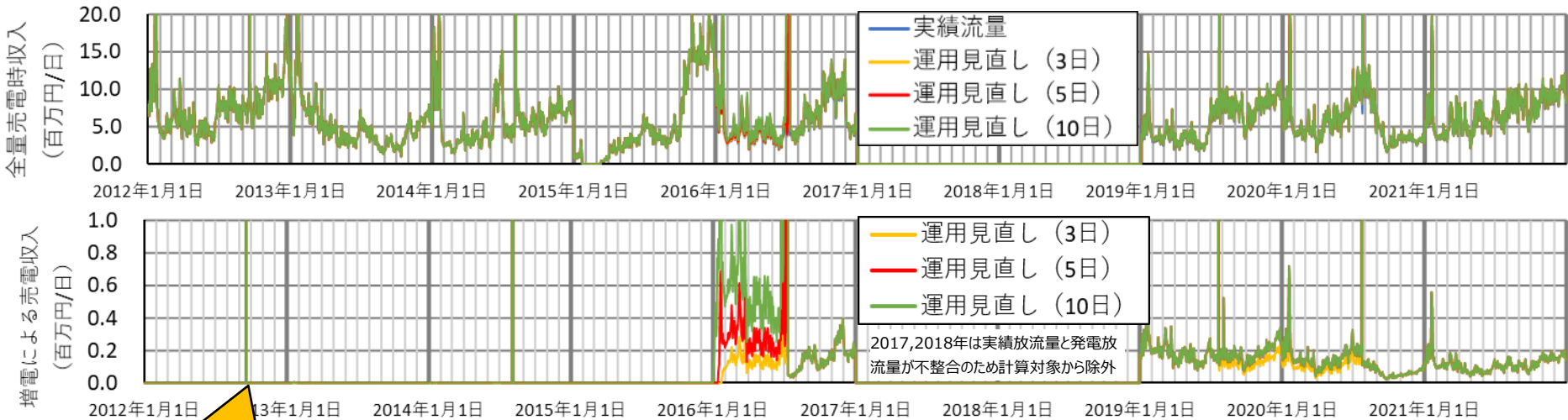
3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 1)運用見直しによる効果

【増電による売電収入の増加とCO₂削減量の効果（Cダム）】

- 前述した各ダムの増電量に売電単価を乗じて増電による売電収入増加額、各電力会社エリア別CO₂排出係数を乗じたCO₂削減量を評価した。
- 運用見直しを行うことで増電による売電収入が年平均で約0.6億円/年～1.3億円/年程度増加し、CO₂も約1,600t/年～3,400t/年程度削減できることがわかった。(1世帯のCO₂年間排出量を2.72t/年(環境省2019年公表値)とした場合、約590世帯～1,250世帯のCO₂排出量分を削減)



2012～2014年は平時の無効放流が少なく、ほぼ洪水調節時のみの増電となる

	年	単位	実績流量	運用見直し（3日）	運用見直し（5日）	運用見直し（10日）
10年間の発電電力量	2012	MWh/年	170,158	173,208	173,209	173,209
	2013	MWh/年	114,047	114,047	114,065	114,065
	2014	MWh/年	129,128	135,559	135,715	135,723
	2015	MWh/年	114,240	114,240	114,240	114,258
	2016	MWh/年	130,098	138,036	145,260	168,808
	2017	MWh/年				
	2018	MWh/年				
	2019	MWh/年	127,089	133,027	133,571	133,571
	2020	MWh/年	130,838	134,079	136,563	136,563
	2021	MWh/年	156,353	158,963	158,963	158,963
	年平均有効発電電力量	MWh/年	133,994	137,645	138,948	141,895
	年間増電量	MWh/年	—	3,651	4,954	7,901
	増電による売電収入	百万円	—	59.40	79.46	130.59
	増電によるCO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	—	1,588	2,155	3,437

※CO₂削減量(t-CO₂/年) = CO₂排出係数(t-CO₂/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年) ※CO₂排出係数は0.000435(t-CO₂/kWh)

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 2)運用見直しによる課題

➤ 以上の検討結果を踏まえ、ダムの運用見直しによる発電電力量向上方策を適用させるため治水面、管理面等の課題を整理した。

表 運用見直しによる課題と適用可能なダムの条件

課 題			適用するダム
治水	治水リスク（確実な事前放流と超過洪水への対応）	- 長時間アンサンブル降雨予測の精度が高いことを前提にシミュレーションを実施したが、現時点で洪水予測データの蓄積が少ないため、データ蓄積と合わせて予測精度の検証が必要である。 - 治水リスクの観点から活用水位を評価するとともに、長時間アンサンブル降雨予測データが下振れし、超過洪水が発生した場合のリスクを検証するとともに、対応方法を検討する必要がある。【P.85～88に詳述】	- 長時間アンサンブル降雨予測の検証結果から予測精度が確保できるダム - 超過洪水時のリスクが少ないダム
管理	ダム操作頻度と管理体制	活用水位に到達した後は、常時、最大使用水量で発電することで、運用見直しによるダム管理体制への影響を軽減できる可能性がある。【P.89に詳述】	- ダム放流量の変化により、下流河川への影響が少ないダム - ダム貯水池水質や地すべり、堆砂対策への影響が少ないダム
	活用水位からの水位低下時のゲート操作方法	活用水位を上げることにより、洪水調節前に最大発電使用水量で洪水貯留準備水位まで低下できない場合は、ゲート操作が必要となる可能性がある。負担軽減策として、活用水位まで水位上昇した後は、常時最大使用水量で洪水貯留準備水位まで水位低下させるなど、負担軽減とリスク回避を目的とした操作方法の検討が必要である。	
	ダム放流量の変動による下流河川への影響	ダム放流方法の変化により、下流の利水者や河川環境への影響項目を整理し、それぞれの影響量を評価する必要がある。（下流発電所がある場合は、好影響の場合もある）	
	ダム運用方法変更に伴う貯水池水質への影響	富栄養化などの水質の問題を有するダムでは、貯水池回転率低下による水質悪化の可能性もあるため、運用見直しする場合は、経過観察する必要がある。	
	水位変動による貯水池地すべりへの影響	貯水池内の地すべりが懸念されているダムでは、水位変動に留意する必要がある。（例えば、-1m/日の変動）	
リパワー工事	貯砂ダム等による堆砂対策への影響	洪水期から非洪水期に切り替わる時期に、貯砂ダム内の土砂撤去等のため、洪水貯留準備水位付近で水位維持するケースもあるため、堆砂対策の状況を踏まえた運用が必要である。	更新工事のタイミングが合うダム、もしくは、既設発電所に増設する新規発電所設置や配管が可能なダム
	リパワー工事タイミングと経済性の確認	既設発電所のリパワーには更新時工事で長期の発電停止期間が伴うため、水車発電機更新工事時期に更新する必要がある。また、リパワー後の収益性が高いダムで実施する必要がある。	
	リパワー工事の手法の確認	- 既設発電所のリパワー工事の可能性について、既設水車そのものを更新可能か、別途新規に増設するか検討する必要がある。 - 例えば、既設水車を更新できない場合、既設配管を分岐して新規発電所を設置することも考えられるが、発電所設置が可能か、配管が可能かなどの検討が必要である。	

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

（5）運用見直しに伴う効果・課題整理 2）運用見直しによる課題

【治水上のリスク（確実な事前放流と超過洪水対策）】

- 本検討では、長時間アンサンブル降雨予測により確実に事前放流を実施することを前提とした増電効果を検討したが、仮に長時間アンサンブル降雨予測により洪水が予測されず、事前放流の開始が遅れた場合の治水リスクについて検討した。
- ここでは、治水協定に準じた洪水調節可能容量を確保するため、ダム毎に定められた最大放流量により事前放流を実施した後、超過洪水（計画洪水波形×1.2）が発生した場合の洪水調節計算を実施した。
- なお、事前放流は、長時間アンサンブルの予測が下振れし、GSMやMSMガイドライン等の予測により事前放流を開始することを仮定し、洪水量到達48時間前に活用水位（10,5,3日間低下）より事前放流を開始させ、その後洪水調節した場合の貯水位を検討した。

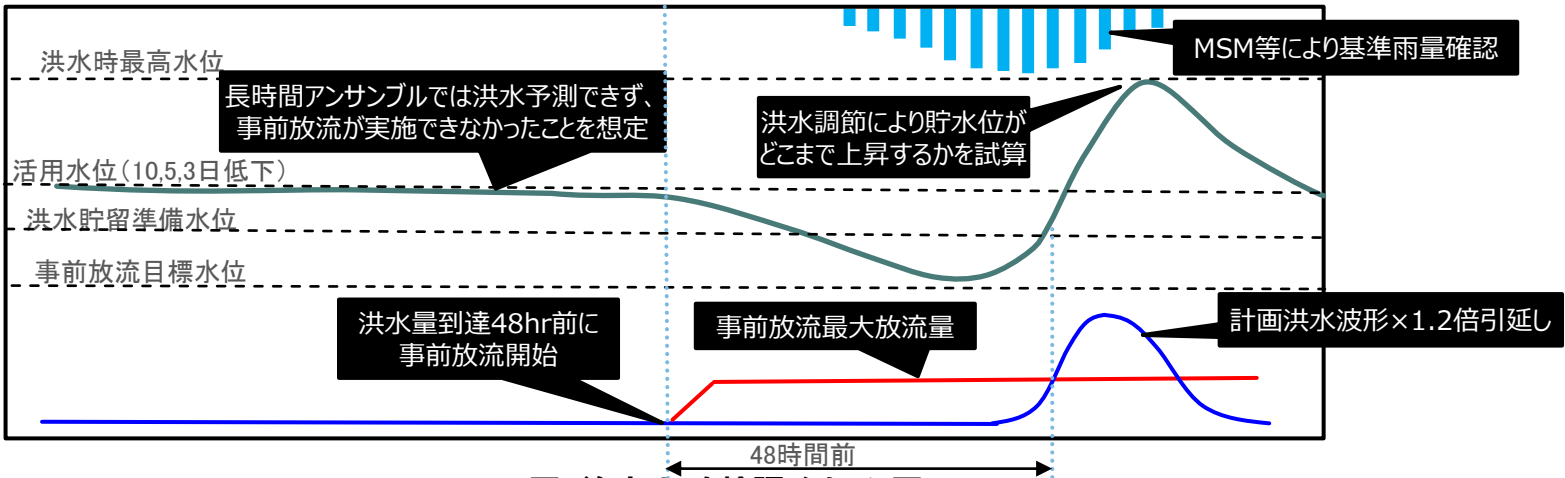


図 治水リスク検証イメージ図

表 各ダムの事前放流条件

ダム名	活用水位 (EL.m)			事前放流目標水位 (EL.m)	最大放流量 (m³/s)	超過洪水ピーク流量(m³/s) (計画洪水波形×1.2倍)
	10日間	5日間	3日間			
Aダム	398.3	394.7	392.2	387.5	200	2,300
Bダム	290.5	289.0	288.4	282.5	300	960
Cダム	337.2	333.0	331.2	327.0	800	5,640

※活用水位：10、5、3日間で最大使用水量で放流した場合に、洪水貯留準備水位等まで低下可能な活用水位

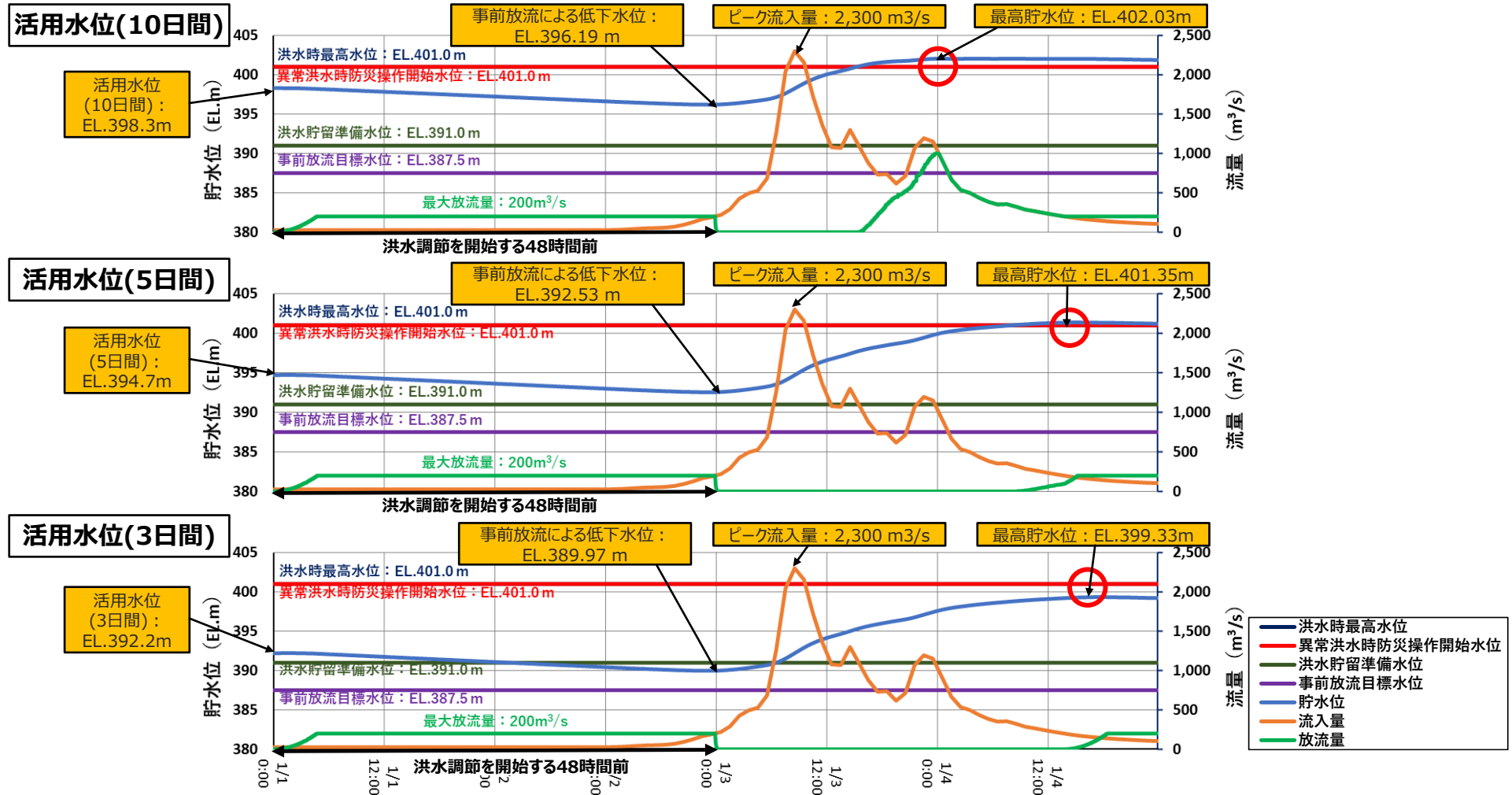
3. ダム関連業務

(1) ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 2)運用見直しによる課題

【治水上のリスク（確実な事前放流と超過洪水対策）（Aダム）】

- Aダムでは、超過洪水に対して事前放流後に洪水調節計算を行った場合、全てのケースで事前放流目標水位まで貯水位を低下できないリスクがある。
- 超過洪水が予測された場合は、治水協定上の事前放流目標水位まで低下できる運用とすることが前提であるため、治水リスクを回避するために、活用水位まで水位上昇した後、常時最大使用水量で洪水貯留準備水位までの水位低下させるなど、治水リスクの回避ができる運用が必要である。



3. ダム関連業務

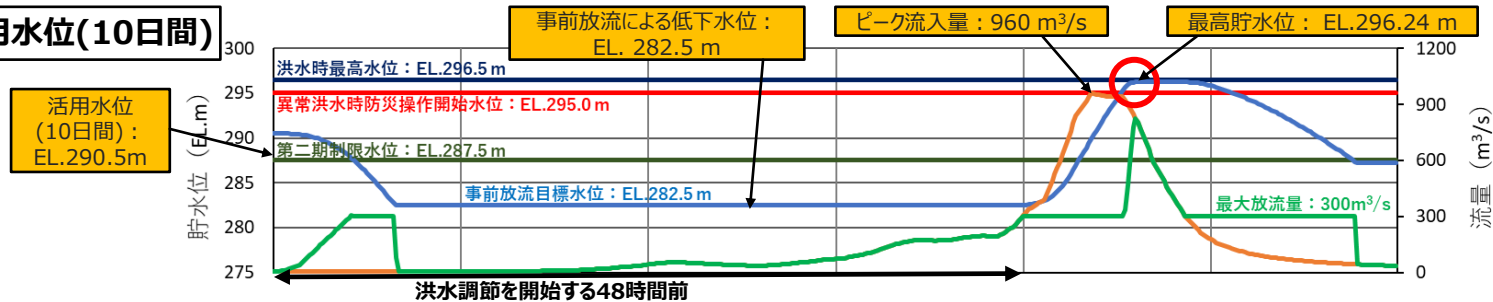
【1】ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 2)運用見直しによる課題

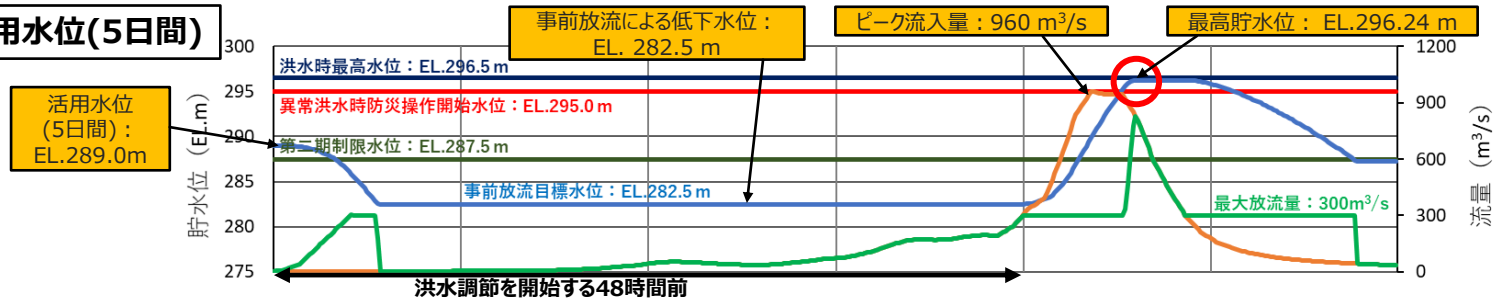
【治水上のリスク（確実な事前放流と超過洪水対策）（Bダム）】

- Bダムでは、超過洪水に対して事前放流後に洪水調節計算を行った場合、全てのケースで事前放流目標水位まで貯水位低下できるが、すべて異常洪水時防災操作開始水位を超える結果となった。
- Bダムは、洪水吐きゲートの放流能力（ゲート敷高）の関係から、事前放流目標水位が高く、治水協定に応じた事前放流ができたとしても超過洪水に対するリスクは回避できない。そのため、超過洪水対策として、貯水位低下能力を増強するためのゲート改良を行う際に、増電のための運用改善やリパワーを行うことが考えられる。

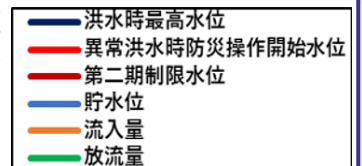
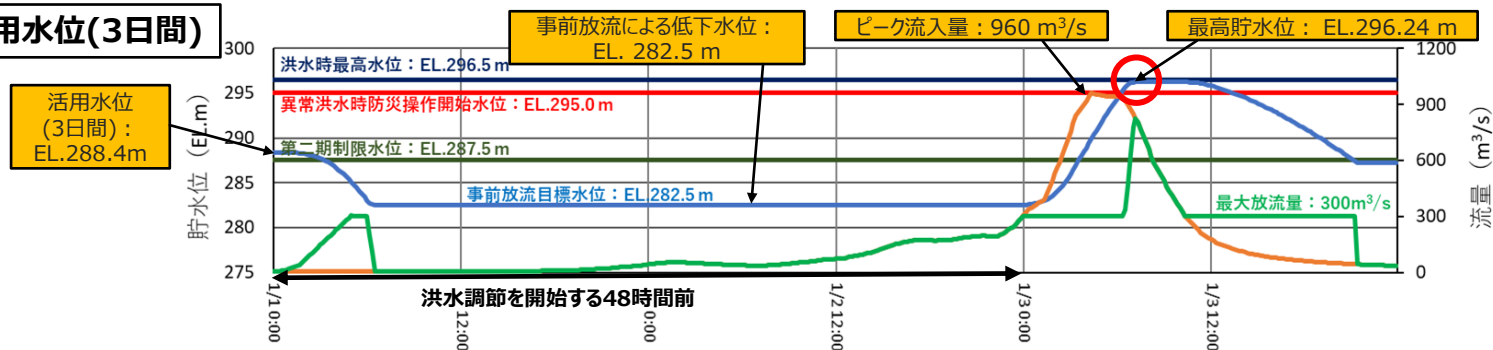
活用水位(10日間)



活用水位(5日間)



活用水位(3日間)



3. ダム関連業務

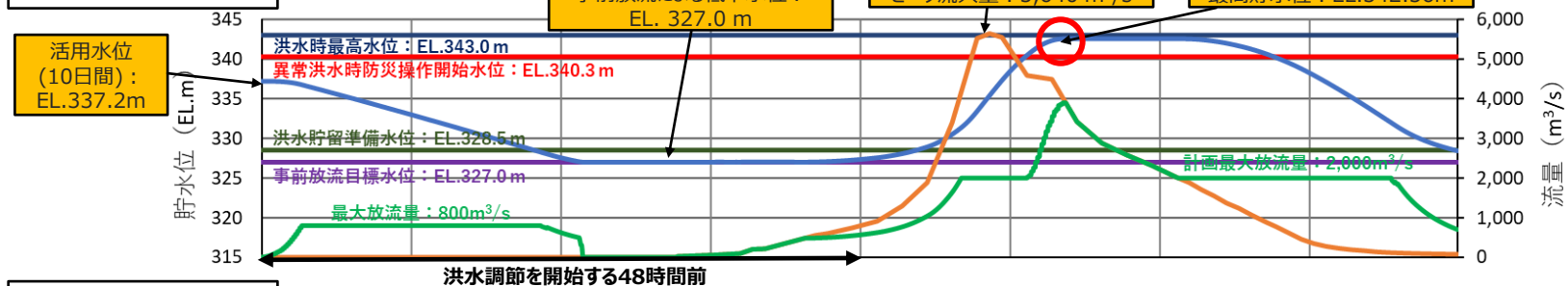
【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 2)運用見直しによる課題

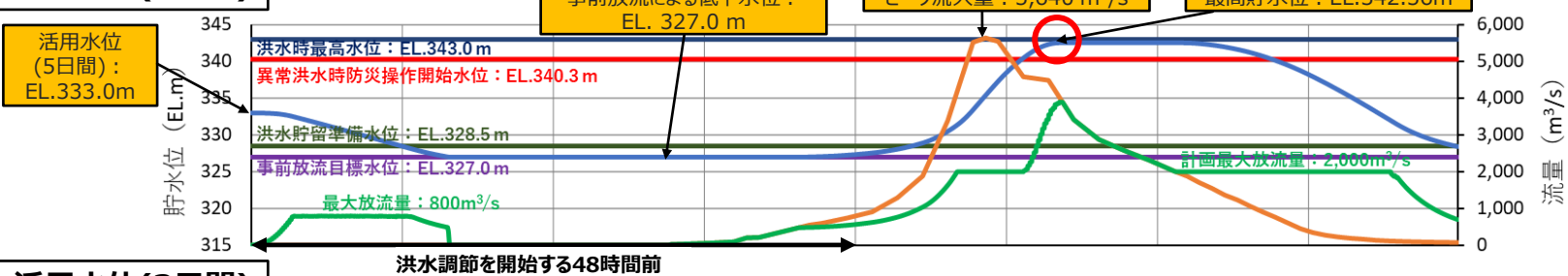
【治水上のリスク（確実な事前放流と超過洪水対策）（Cダム）】

- Cダムでは、超過洪水に対して事前放流後に洪水調節計算を行った場合、全てのケースで事前放流目標水位まで貯水位低下できるが、すべて異常洪水時防災操作開始水位を超える結果となった。
- 超過洪水対策として、貯水位低下能力を増強するためのゲート改良を行う際に、増電のための運用改善を検討することが考えられる。

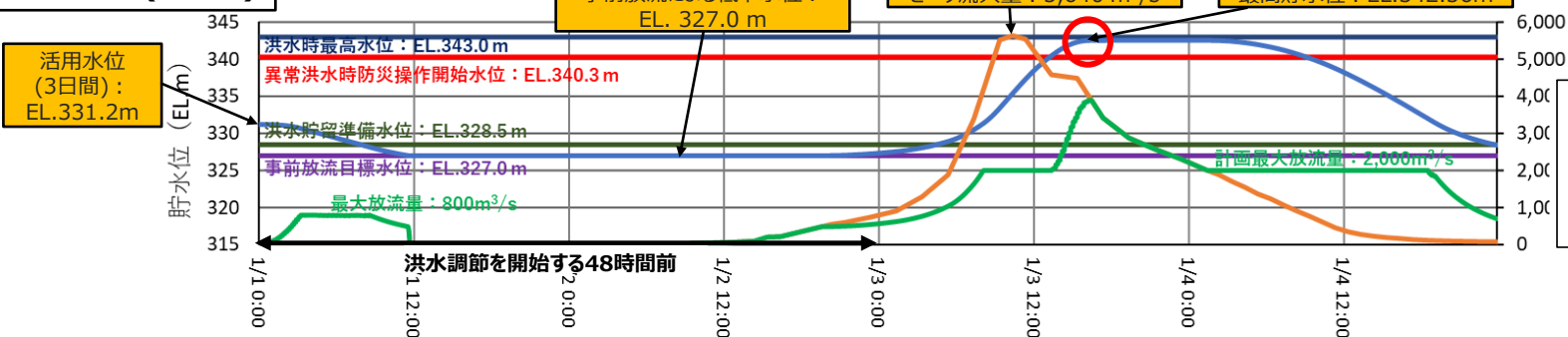
活用水位(10日間)



活用水位(5日間)



活用水位(3日間)



- 洪水時最高水位
- 異常洪水時防災操作開始水位
- 洪水貯留準備水位
- 事前放流目標水位
- 貯水位
- 流入量
- 放流量

3. ダム関連業務

【1）ダム運用改善によるポテンシャル向上に関する検討】

(5)運用見直しに伴う効果・課題整理 2)運用見直しによる課題

【ダム操作頻度と管理体制】

- 貯水池運用見直し後の管理体制の負荷を考察するため、洪水期に貯水位が洪水貯留準備水位を超える頻度について、実績と運用見直し後で比較した。（実績の日数は、洪水調節時に超過した日数）
- 貯水位が洪水期に洪水貯留準備水位を超える日数は、Aダムが42～69日、Bダムではほぼ全期間、Cダムが20～27日となり、活用水位に到達した後は、常時、最大使用水量で発電することで、運用見直しによるダム管理体制への影響を軽減できる可能性がある。（将来的に利水バルブ等の自動制御による水位管理が可能となれば負荷軽減となる可能性がある）

実運用では、管理水位よりも低い貯水位で運用されているため、洪水調節時に洪水貯留準備水位を超過する日数が少なく算出されている

表 貯水位が洪水貯留準備水位を超過日数の比較（運用見直し前後）

ダム	対応	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	年平均
Aダム	実績					0	0	15	0	8	1	4
	運用見直し(3日)					0	67	32	1	64	89	42
	運用見直し(5日)					0	67	81	43	112	89	65
	運用見直し(10日)					0	67	105	43	112	89	69
Bダム	実績	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
	リパワー＋運用見直し(3日)	113	121	106	121	121	121	121	121	121	121	119
	リパワー＋運用見直し(5日)	118	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
	リパワー＋運用見直し(10日)	122	121	121	121	121	122	121	121	121	121	121
Cダム	実績	4	0	9	0	0	0	11	3	1	1	3
	運用見直し(3日)	13	0	3	0	12	0	47	60	49	18	20
	運用見直し(5日)	16	2	7	0	12	0	47	69	50	18	22
	運用見直し(10日)	16	2	27	24	12	0	47	69	50	18	27

Bダムでは運用見直し後はほぼ全期間で洪水貯留準備水位を超過。洪水前には現状より早いタイミングで水位を下げ始めなければならない。

【洪水期】

Aダム : 6/16～10/15 (121日)

Bダム : 6/16～10/15 (121日)

Cダム : 7/1～10/10 (101日)

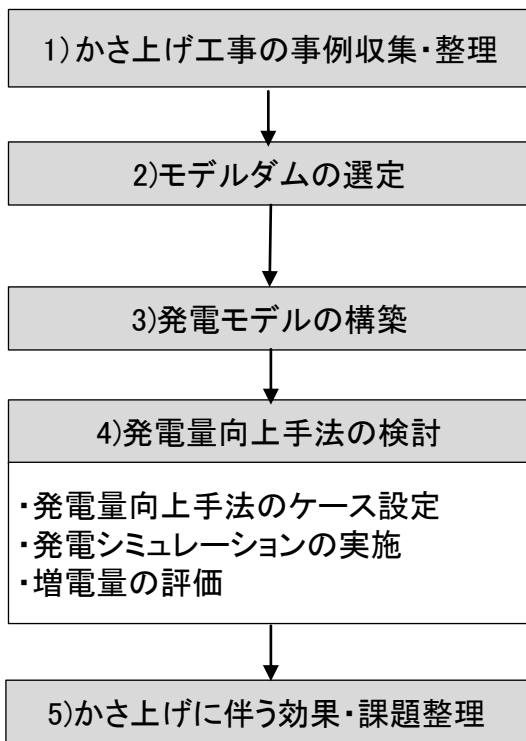
3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

【検討/調査内容】

・水資源機構が管理するダムを対象に、堤体かさ上げによる増電効果の検討を行うとともに、事業実施のための課題を把握する。

■ 実施方針



■ 実施内容

(1)かさ上げ工事の事例収集・整理

- かさ上げ工事および、それに伴う水力発電の改良工事等の事例を収集整理
- 工事に伴う水力発電事業者の負担額（負担率）の事例等を収集し、本検討に資する

(2)モデルダムの選定

- 水資源機構が管理するダムにおいて、過去にかさ上げ検討を実施した実績のある3ダムを抽出

Dダム Eダム Fダム

(3)発電モデルの構築

- かさ上げ後の発電電力量、かさ上げ後に運用見直し等を行った場合の発電電力量、実績発電電力量を比較できるモデルを構築

(4)発電電力量向上手法の検討

- 取水条件や最大使用水量、発電能力等を踏まえ、運用方法について3ケース程度設定。
- 10ヶ年の年平均発電電力量、月別の発電電力量の増電量を評価。

(5)かさ上げに伴う効果・課題整理

- かさ上げを実施した際に想定される水力発電の効果や課題を整理
- 増電の効果が発揮しやすいダム・流域の特徴をとりまとめ

【期待される成果イメージ】

- ダムかさ上げによる増電量、CO₂削減量等の効果量
- かさ上げによる発電事業実施のための課題

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（1）かさ上げ工事の事例収集・整理

- ダムのかさ上げによるポテンシャル向上効果を調査するため、近年、発電所を持つダムにおいてかさ上げ工事を実施した事例を収集した。
- 事例からは、かさ上げの高やかさ上げに伴う貯水量の変化、総事業費等の情報が得られた。
- 事例を整理したところ、概ね10～24mのかさ上げを実施しており、総事業費は約100～1,800億円かかっていることが分かった。総事業費が高額なため、かさ上げに伴うポテンシャルの向上で採算性が確保できるかが重要なポイントとなる。

■ かさ上げ工事の事例収集 表 かさ上げ再開発事例と事業費

No	型式	目的	堤高 (m)			堤体積 (千m³)			総貯水量 (千m³)			有効貯水量 (千m³)			事業費 (百万円)	事業費 (百万円) (R2換算)	単位堤体積増分当 たりの事業費 (円/㎡)				
1	G	FNWIP	63.6	⇒	75.5	+11.9	350	⇒	650	+300	92,700	⇒	147,300	+54,600	81,800	⇒	136,400	+54,600	166,700	166,700	560,000
2	G	FNWP	47.8	⇒	48.5	+0.7	45	⇒	46	+1	36,600	⇒	36,600	+0	30,000	⇒	32,000	+2,000	3,811	4,566	4,570,000
3	G	P	22.0	⇒	34.0	+12.0	8	⇒	116	+108	417	⇒	1,936	+1,519	250	⇒	1,425	+1,175	8,400	10,046	90,000
4	G	FNP	98.2	⇒	122.5	+24.3	497	⇒	1,220	+723	79,520	⇒	146,350	+66,830	38,390	⇒	105,220	+66,830	180,000	203,400	280,000
5	G	A	52.7	⇒	54.4	+1.7	93	⇒	114	+21	8,500	⇒	8,500	+0	7,280	⇒	7,280	+0	15,600	18,074	860,000
6	G	AW	32.6	⇒	44.0	+11.4	41	⇒	78	+37	218	⇒	584	+366	218	⇒	554	+336	8,141	9,755	260,000
7	G	FNW	51.0	⇒	65.5	+14.5	82	⇒	207	+125	3,030	⇒	6,810	+3,780	2,630	⇒	5,940	+3,310	22,336	25,804	210,000
8	G	FNAW	56.5	⇒	58.5	+2.0	101	⇒	112	+11	6,300	⇒	7,100	+800	5,100	⇒	5,900	+800	5,711	6,453	590,000
9	G	FNW	53.0	⇒	74.9	+21.9	75	⇒	256	+181	764	⇒	3,340	+2,576	600	⇒	2,820	+2,220	10,526	14,363	80,000
10	G	FN	55.0	⇒	55.7	+0.7	96	⇒	99	+3	1,950	⇒	1,950	+0	1,700	⇒	1,700	+0	1,500	1,695	570,000
11	G	FN	41.0	⇒	51.0	+10.0	85	⇒	150	+65	21,750	⇒	37,820	+16,070	21,080	⇒	37,300	+16,220	40,000	45,200	700,000
12	G	FN	30.0	⇒	42.0	+12.0	28	⇒	67	+39	4,210	⇒	9,750	+5,540	4,110	⇒	8,750	+4,640	10,400	11,752	300,000
13	G	FNAWP	67.5	⇒	110.6	+43.1	200	⇒	940	+740	87,200	⇒	427,000	+339,800	80,500	⇒	367,000	+286,500	170,000	192,100	260,000
14	G	FNAWIP	58.0	⇒	97.2	+39.2	118	⇒	750	+632	39,000	⇒	140,900	+101,900	33,000	⇒	127,200	+94,200	162,000	183,060	290,000
15	G	FNW	27.5	⇒	56.0	+28.5	18	⇒	180	+162	611	⇒	6,750	+6,139	536	⇒	6,400	+5,864	23,000	25,990	160,000

概ねかさ上げに伴う堤体積増分当りの事業費は100～700千円/m³

■ ：発電目的を持つダム

表 かさ上げに伴う水力発電の改良工事等の事例（No.1 ダム）

		単位	旧発電所 (かさ上げ前)	新発電所 (かさ上げ後)
水車	形式		VF	同左
	出力×台数	kW×台	8,200×2	8,690×2 (+490×2)
発電機	形式		3相立軸	同左
	出力×台数	kVA×台	9,000×2	9,490×2 (+400×2)
発電計画	有効落差	m	75.0	81.5 (+6.5)
	最大使用水量	m³/s	23.5	同左
	最大出力	kW	15,000	16,800 (+1,800)

かさ上げに伴い
・有効落差が6.5m増加
・最大出力が1,800kW増電

工事に伴う水力発電事業者の負担額（負担率）の事例（No.1 ダム）

多目的ダムにおける水力発電の負担額は、「特定多目的ダム法施工令」に基づき算出されることが多い。下記の事例では、建設に要する費用の1.0%を発電事業者が負担している。

- ①建設に要する費用の概算額：約1,667億円
- ②建設に要する費用の負担者及び負担額：
 - ・治水事業者の負担額：約1,625億円（97.7%）
 - ・水道事業者の負担額：約 1.6億円（0.1%）
 - ・工業用水道の負担額：約 23.9億円（1.2%）
 - ・発電事業者の負担額：約 16.6億円（1.0%）
- ③発電所停止期間：35ヵ月

3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(2)モデルダムの選定

- かさ上げによる発電量向上手法検討モデルダムは、過去にかさ上げ検討を実施したDダム、Eダム、Fダムの3ダムを選定した。
- 既往検討では洪水調節機能増強を目的に嵩上げを検討しているため、洪水期の利水容量は変化しない。そのため、洪水期には貯水池運用を見直した効果を見込んだ発電量の検討を行う。
- 非洪水期は、かさ上げにより有効落差が上昇するため、発電電力量の増加が見込める。

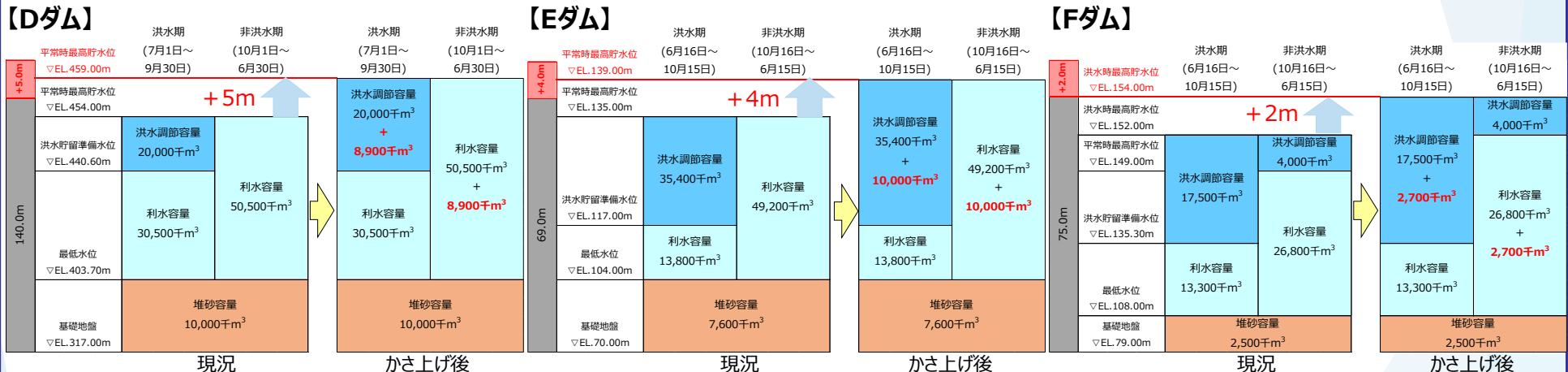
■ モデルダムのかさ上げ諸元

Dダム：かさ上げ高：5.0m かさ上げ分の容量： 8,900千m³

Eダム：かさ上げ高：4.0m かさ上げ分の容量：10,000千m³

Fダム：かさ上げ高：2.0m かさ上げ分の容量： 2,700千m³

ダム名	流域面積 (km ²)	最大出力 (kW)	最大使用水量 (m ³)	有効落差 (m)	堤高 (m)	天端標高 (EL.m)	洪水時最高水位 (EL.m)	有効貯水容量 (千m ³)	総貯水容量 (千m ³)
Dダム	254.0	20,300 240	24.0 0.3	100.5 100.4	140.0 ⇒ 145.0	457.0 ⇒ 462.0	454.0 ⇒ 459.0	50,500 ⇒ 59,400	60,500 ⇒ 69,408
Eダム	615.0	6,000	14.0	53.7	69.0 ⇒ 73.0	137.0 ⇒ 141.0	135.0 ⇒ 139.0	49,200 ⇒ 59,200	56,800 ⇒ 66,800
Fダム	115.1	1,900	4.2	59.0	75.0 ⇒ 77.0	154.0 ⇒ 156.0	152.0 ⇒ 154.0	30,800 ⇒ 33,500	33,300 ⇒ 36,000



3. ダム関連業務

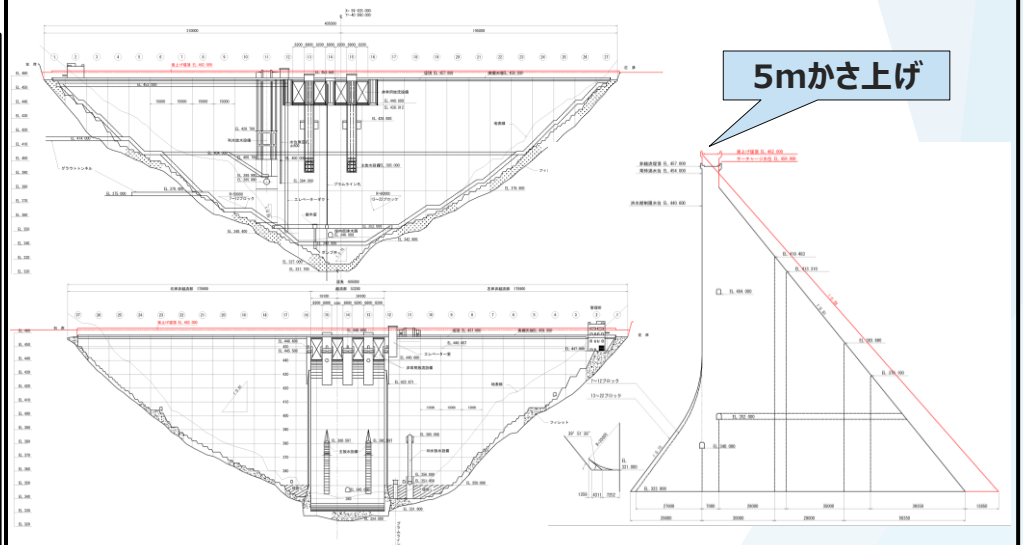
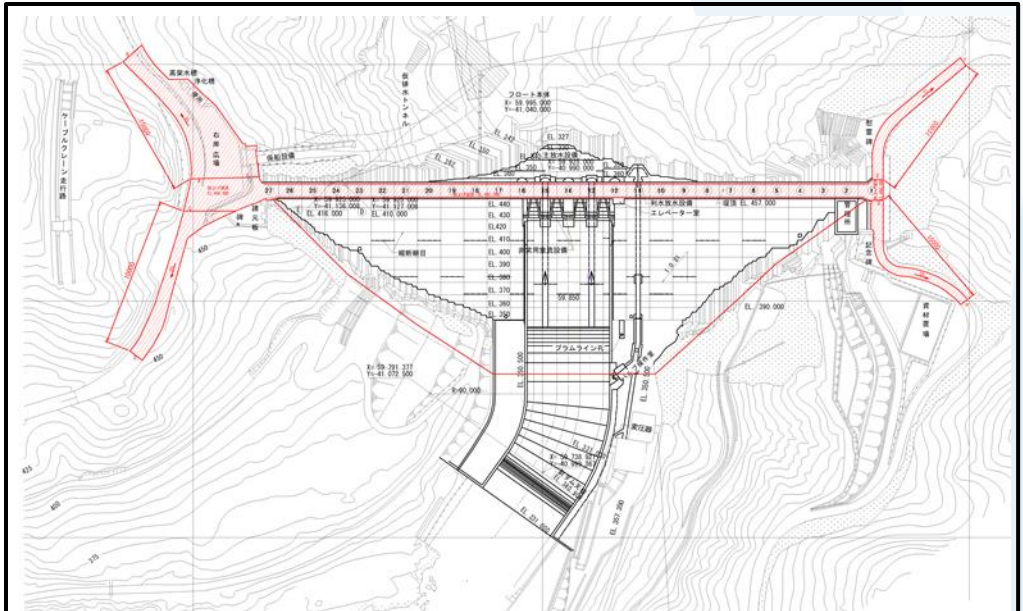
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(2)モデルダムの選定

①Dダム

項目	現況	かさ上げ後	
堤高 (m)	140.0 ⇒	145.0	+5.0
天端標高 (EL.m)	457.0 ⇒	462.0	+5.0
洪水時最高水位 (EL.m)	454.0 ⇒	459.0	+5.0
洪水貯留準備水位	440.6 ⇒	440.6	
有効貯水容量 (千m³)	50,500 ⇒	59,400	+8,900
総貯水容量 (千m³)	60,500 ⇒	69,400	+8,900
堤体積 (千m³)	1,321 ⇒	1,513	+192
概算工事費 (千円)	14,400,000		
最大出力(kW)	発電所①: 20,300 発電所②: 240	⇒	今回検討
最大使用水量(m³)	発電所①: 24.0 発電所②: 0.3	⇒	24.0 0.3
総落差 (m)	発電所①: 100.5 発電所②: 100.4	⇒	105.5 105.4 +5.0m

	洪水期 (7月1日～ 9月30日)	非洪水期 (10月1日～ 6月30日)	洪水期 (7月1日～ 9月30日)	非洪水期 (10月1日～ 6月30日)
平常時最高貯水位 ▽EL.459.00m				
平常時最高貯水位 ▽EL.454.00m				
洪水貯留準備水位 ▽EL.440.60m				
最低水位 ▽EL.403.70m				
基礎地盤 ▽EL.317.00m				
	洪水調節容量 20,000千m³	利水容量 50,500千m³	洪水調節容量 20,000千m³ + 8,900千m³	利水容量 50,500千m³ + 8,900千m³
	利水容量 30,500千m³		利水容量 30,500千m³	
	堆砂容量 10,000千m³		堆砂容量 10,000千m³	



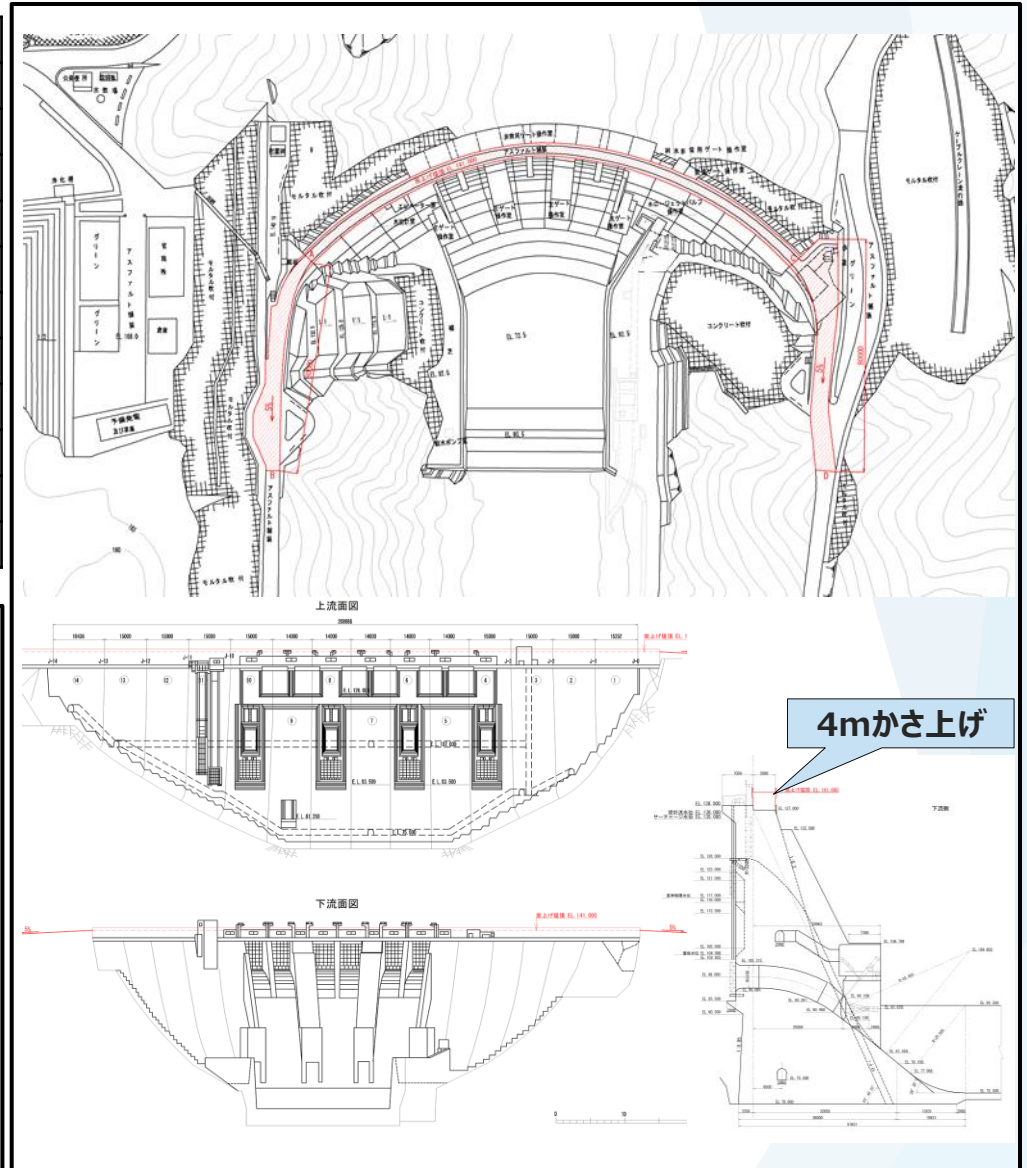
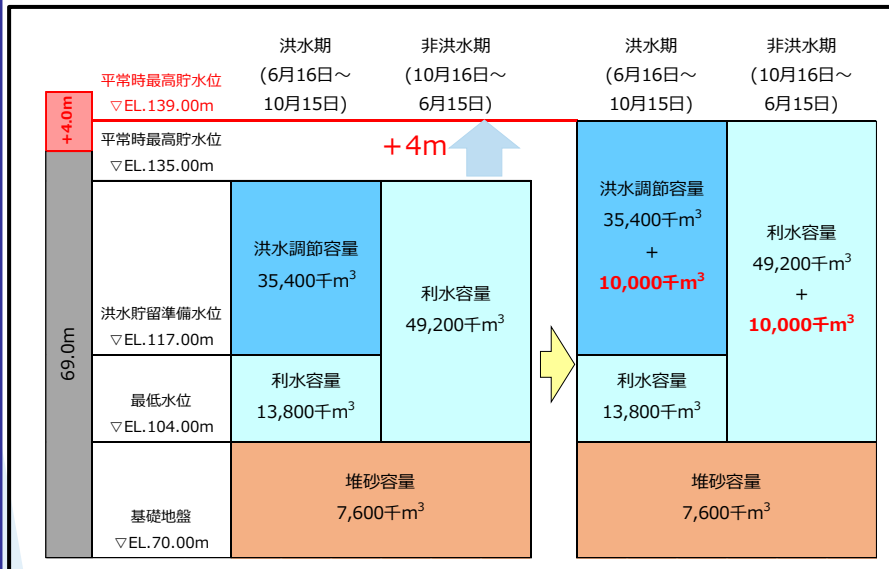
3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(2)モデルダムの選定

②Eダム

項目	現況	かさ上げ後	
堤高 (m)	69.0 ⇒	73.0	+4.0
天端標高 (EL.m)	137.0 ⇒	141.0	+4.0
洪水時最高水位 (EL.m)	135.0 ⇒	139.0	+4.0
洪水貯留準備水位	117.0 ⇒	117.0	
有効貯水容量 (千m ³)	49,200 ⇒	59,200	+10,000
総貯水容量 (千m ³)	56,800 ⇒	66,800	+10,000
堤体積 (千m ³)	484 ⇒	494	+10
概算工事費 (千円)	11,500,000		
最大出力(kW)	6,000 ⇒	今回検討	
最大使用水量(m ³)	14.0 ⇒	14.0	
総落差 (m)	53.7 ⇒	58.7	+5.0



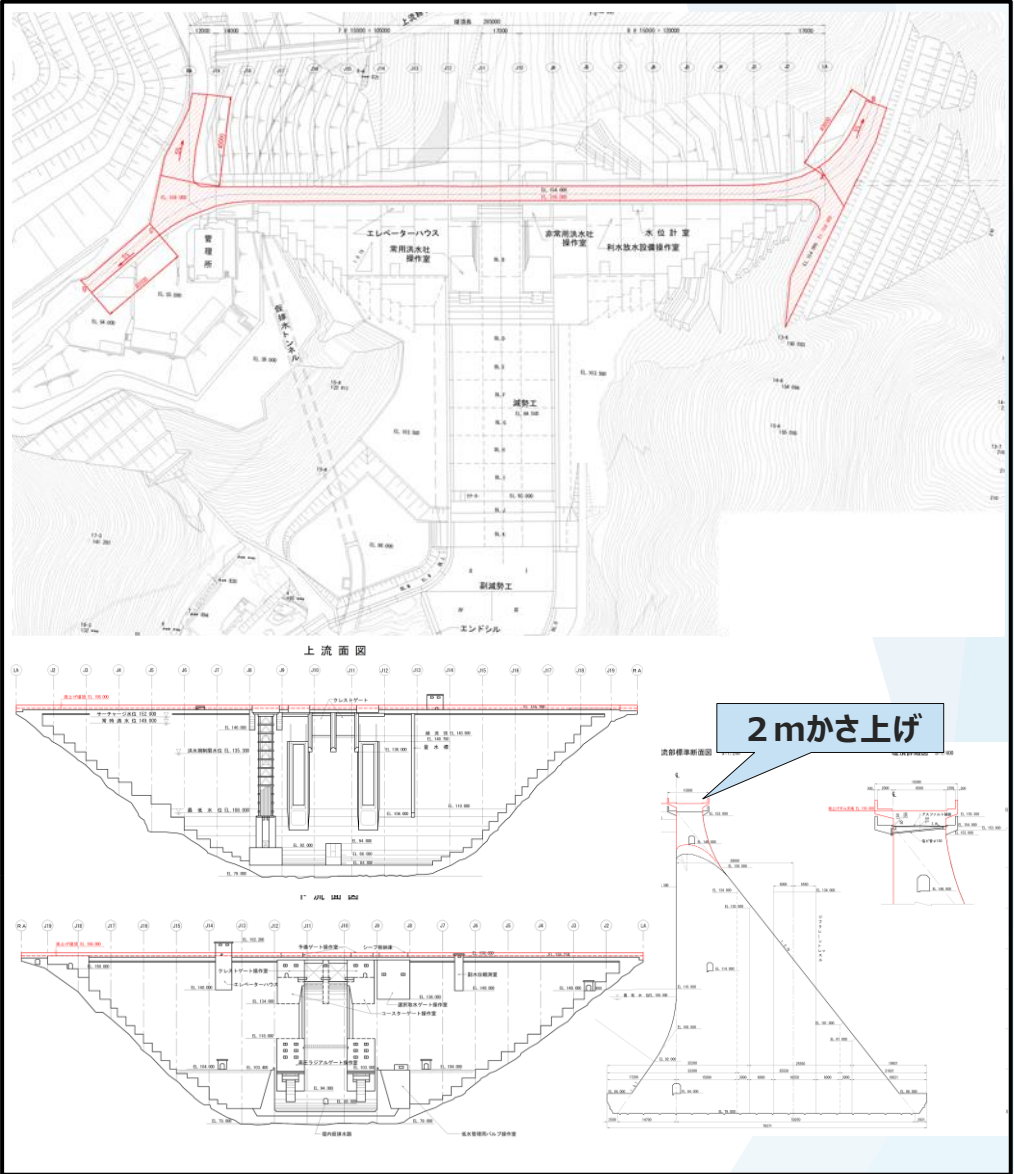
3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（2）モデルダムの選定

③Fダム

項目	現況	かさ上げ後	
堤高（m）	75.0 ⇒	77.0	+2.0
天端標高（EL.m）	154.0 ⇒	156.0	+2.0
洪水時最高水位（EL.m）	152.0 ⇒	154.0	+2.0
洪水貯留準備水位	135.5 ⇒	135.5	
有効貯水容量（千m ³ ）	30,800 ⇒	33,500	+2,700
総貯水容量（千m ³ ）	33,300 ⇒	36,000	+2,700
概算工事費（千円）	21,600,000（仮設備費用約20億円込み）		
最大出力(kW)	1,900 ⇒	今回検討	
最大使用水量(m ³)	4.2 ⇒	4.2	
総落差（m）	59.0 ⇒	61.0	+2.0



		洪水期 (6月16日～ 10月15日)	非洪水期 (10月16日～ 6月15日)			洪水期 (6月16日～ 10月15日)	非洪水期 (10月16日～ 6月15日)
+2.0m		洪水時最高貯水位 ▽EL.154.00m					
75.0m	洪水時最高貯水位 ▽EL.152.00m	+2m 				洪水調節容量 4,000千m ³	
	平常時最高貯水位 ▽EL.149.00m						
		洪水調節容量 17,500千m ³		洪水調節容量 17,500千m ³ + 2,700千m ³	利水容量 26,800千m ³ + 2,700千m ³		
	洪水貯留準備水位 ▽EL.135.30m		利水容量 26,800千m ³				
	最低水位 ▽EL.108.00m	利水容量 13,300千m ³		利水容量 13,300千m ³			
基礎地盤 ▽EL.79.00m	堆砂容量 2,500千m ³			堆砂容量 2,500千m ³			

3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築

1)モデルダムの貯水池運用実績の整理

- モデルダムとして抽出した3ダムの貯水池運用、無効放流量、発電使用水量の実績を整理した。(下図：3ダム比較図、次頁より各ダムごとに分析)
- 貯水池運用実績（2012～2021年）を見ると、DダムやFダムでは、冬期の渇水時に貯水位の低下が見られる。
- 無効放流量の10か年月平均値を整理した結果、Dダムの融雪出水期は無効放流量が少なく、他ダム同様、洪水期に無効放流が多い。
- 月別の発電使用率を見ると、いずれも使用率は高く、Dダムは洪水期に、Eダム、Fダムはドローダウン時（6月）にピークが見られる。

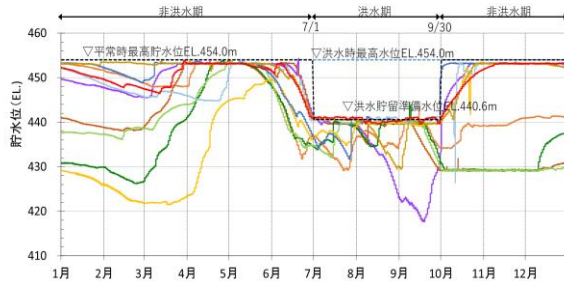


図7 Dダム貯水池運用実績
(2012～2021年)

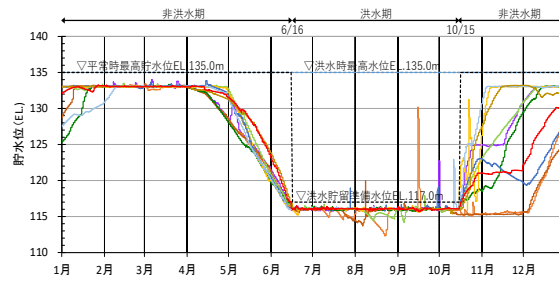


図8 Eダム貯水池運用実績
(2012～2021年)

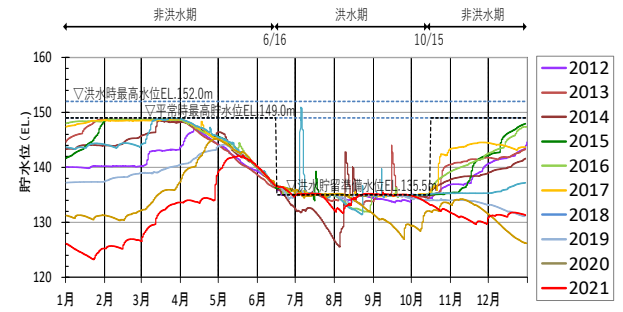


図9 Fダム貯水池運用実績
(2012～2021年)

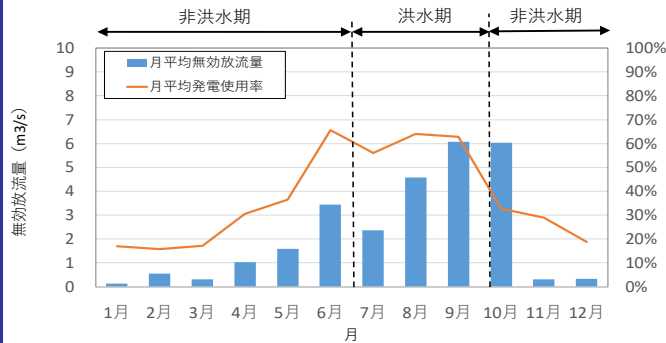


図10 Dダム月別無効放流量実績
(2012～2021年)

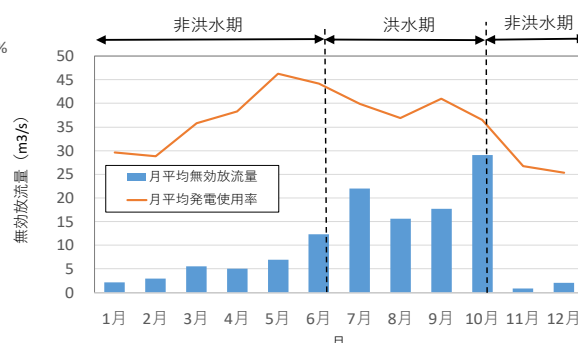


図11 Eダム月別無効放流量実績
(2012～2021年)

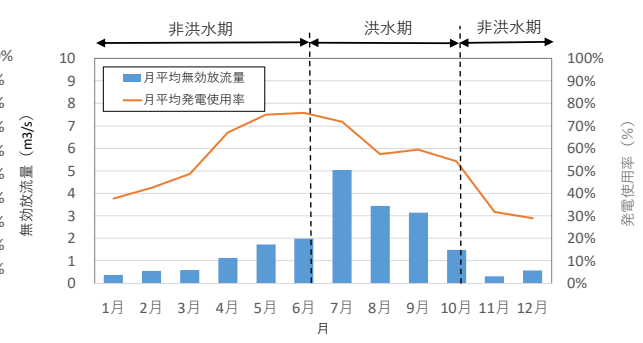


図12 Fダム月別無効放流量実績
(2012～2021年)

※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：（発電使用水量／最大使用水量）の月平均値の10か年平均

3. ダム関連業務

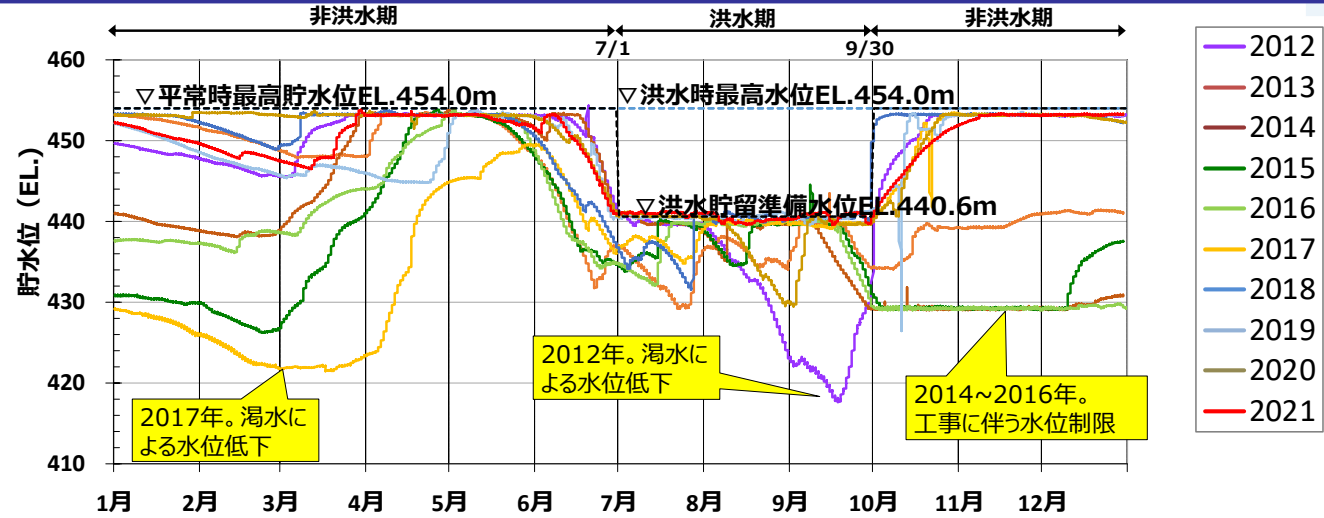
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築

2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

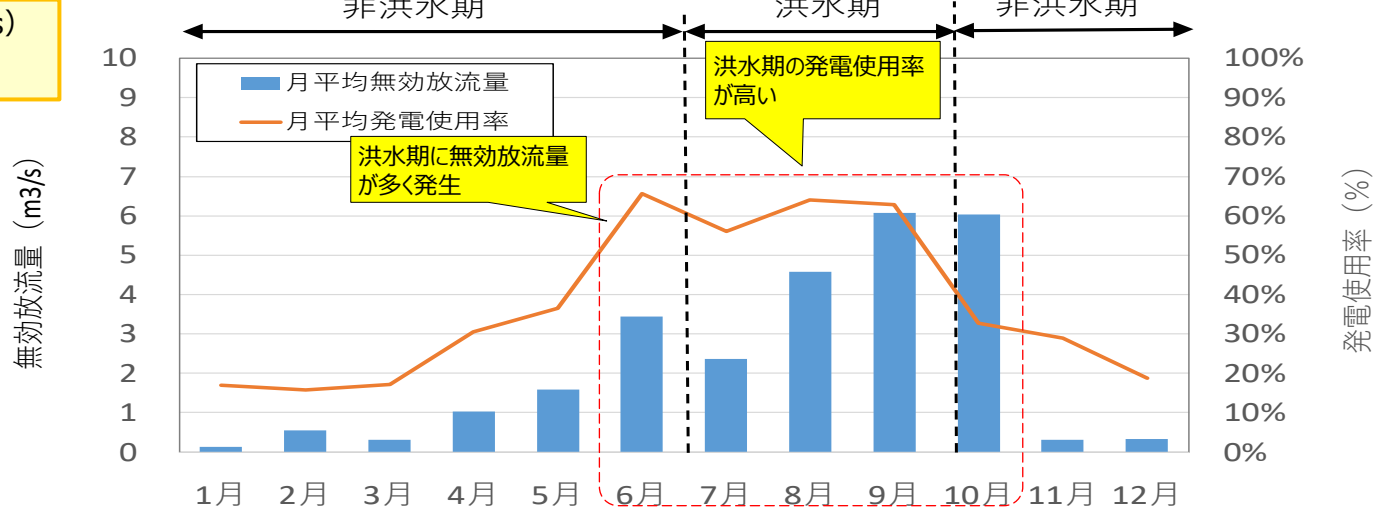
- Dダムの貯水位は、渇水による水位低下や、工事による水位の制限（2014～2016年）が見られる。
- 洪水調節頻度は年平均1回未満であるが、ドローダウン（6月）から洪水期（7月～10月）にかけて無効放流が多く発生する傾向がある。
- 発電使用率は、無効放流同様、ドローダウンから洪水期にかけての6月～9月が高い。

Dダムの貯水池運用



1号発電所 (24.0m³/s)
2号発電所 (0.3m³/s)

日平均流量
の月平均値



※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：（発電使用水量／最大使用水量）の月平均値の10か年平均

3. ダム関連業務

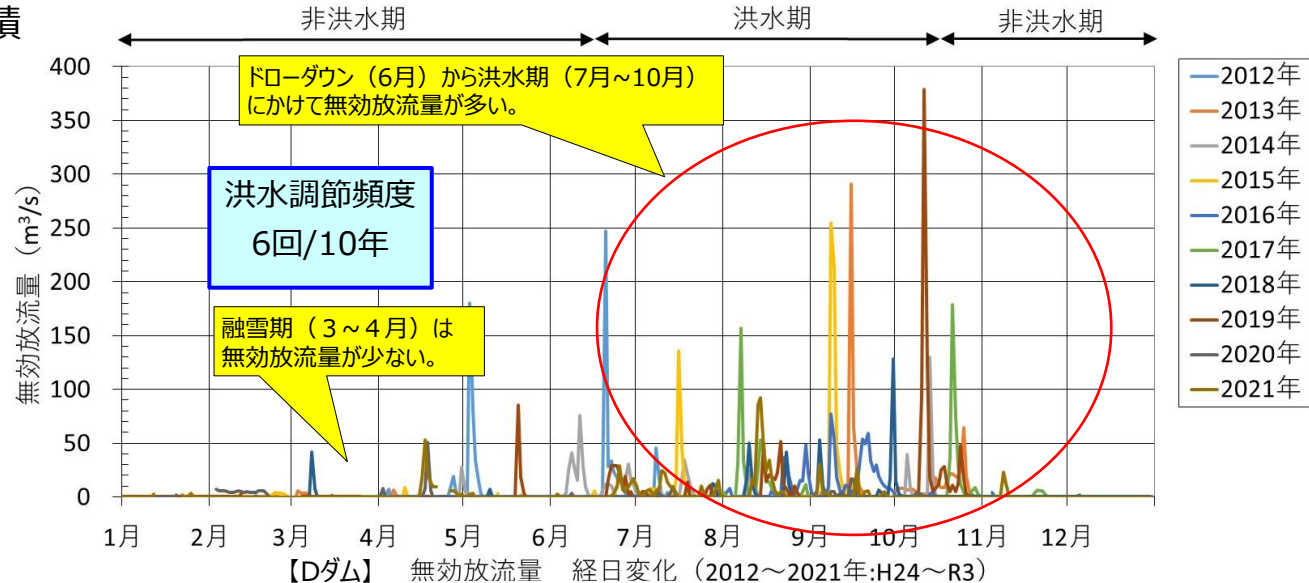
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築

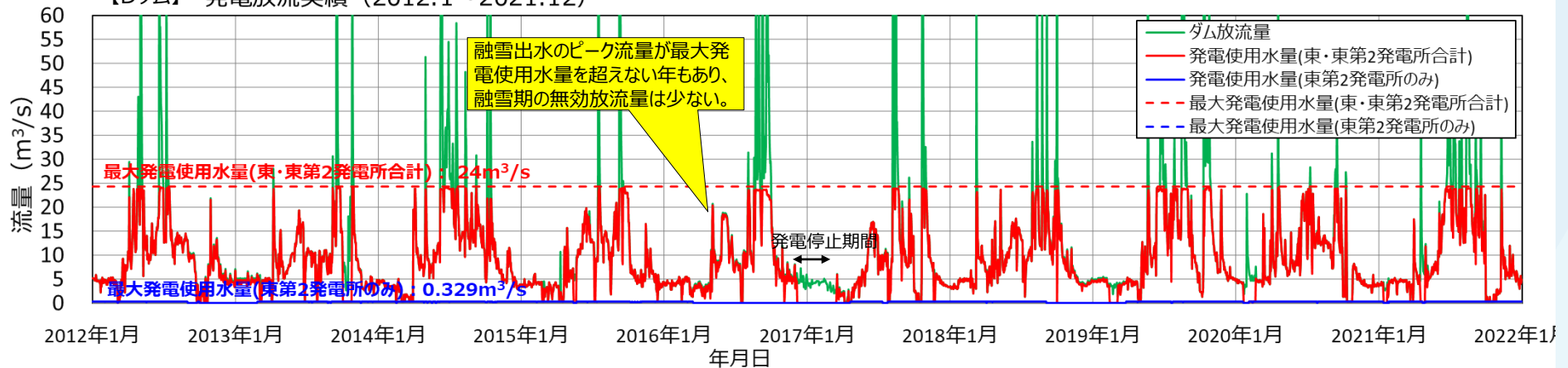
2) 貯水池運用実績と無効放流量の整理

- ドローダウン（6月）から洪水期（7月～10月）にかけて無効放流量が多い。融雪期は無効放流は少ない。
- 夏場の無効放流量が多いことから、夏場の貯水位を高く維持することにより、夏の需要期（7～9月）の増電が期待できる。

Dダム 無効放流量実績



【Dダム】 発電放流実績 (2012.1～2021.12)



日平均流量の経日変化

最大発電使用水量以下で、発電で使用していない流量（緑線）が活用可能

3. ダム関連業務

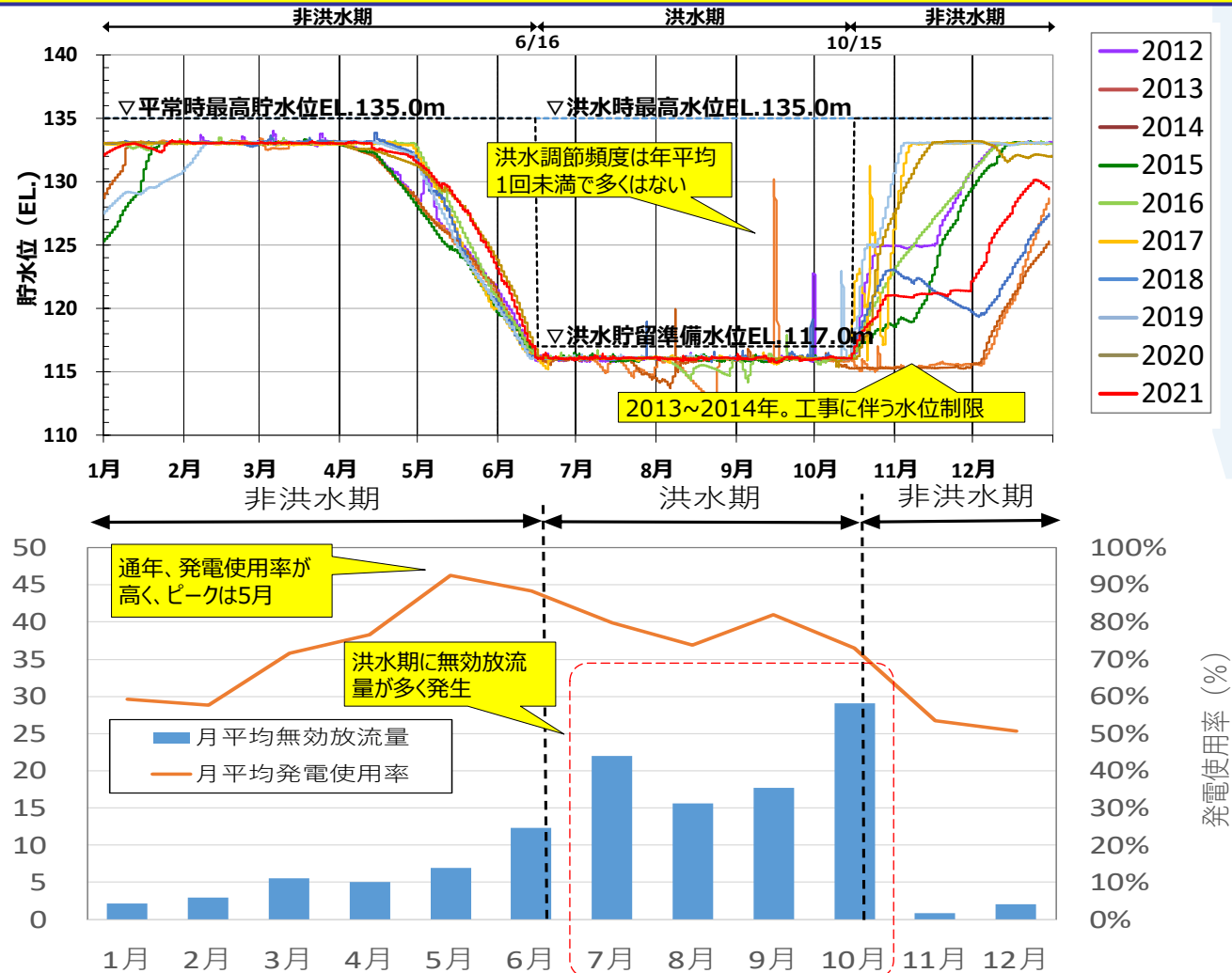
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築

2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

- Eダムの貯水位は、非洪水期に平常時最高貯水位より2m低いEL.133.0mで管理されている。また、ドローダウンに2か月(4～6月)を要する。
- 洪水調節頻度は年平均1回未満であるが、洪水期（7月～10月）に無効放流が多く発生する傾向がある。
- 発電使用率は、通年で使用率が50%以上と高く、ドローダウンの5月がピークである

Eダムの貯水池運用



※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：月(発電使用水量／最大使用水量)の月平均値の10か年平均

3. ダム関連業務

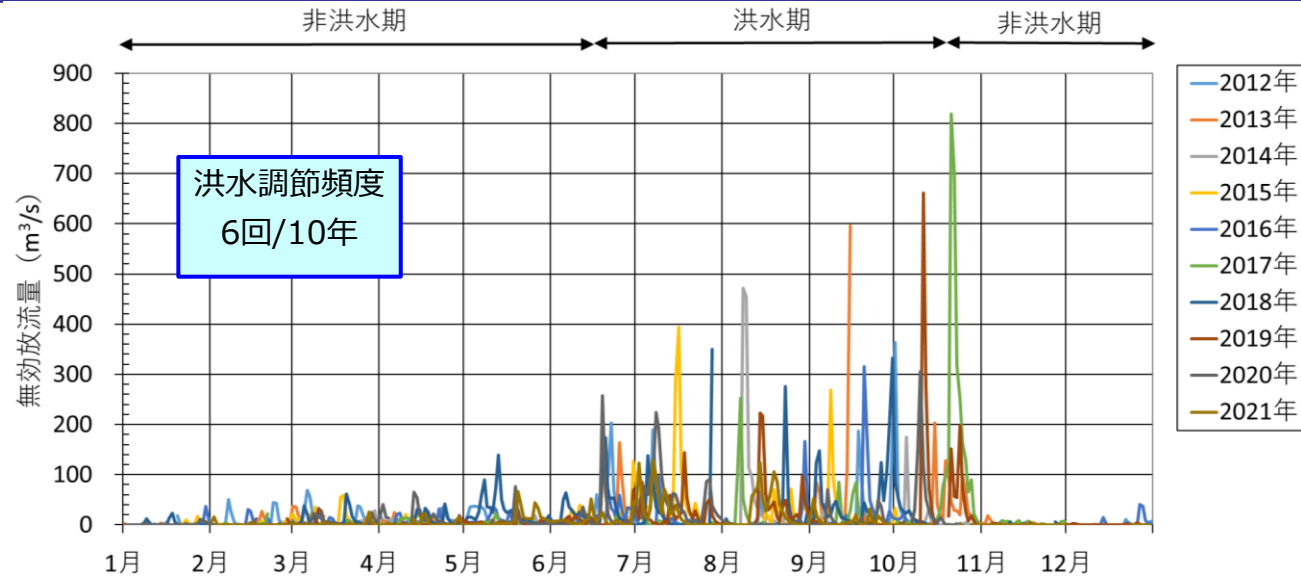
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3) 発電モデルの構築

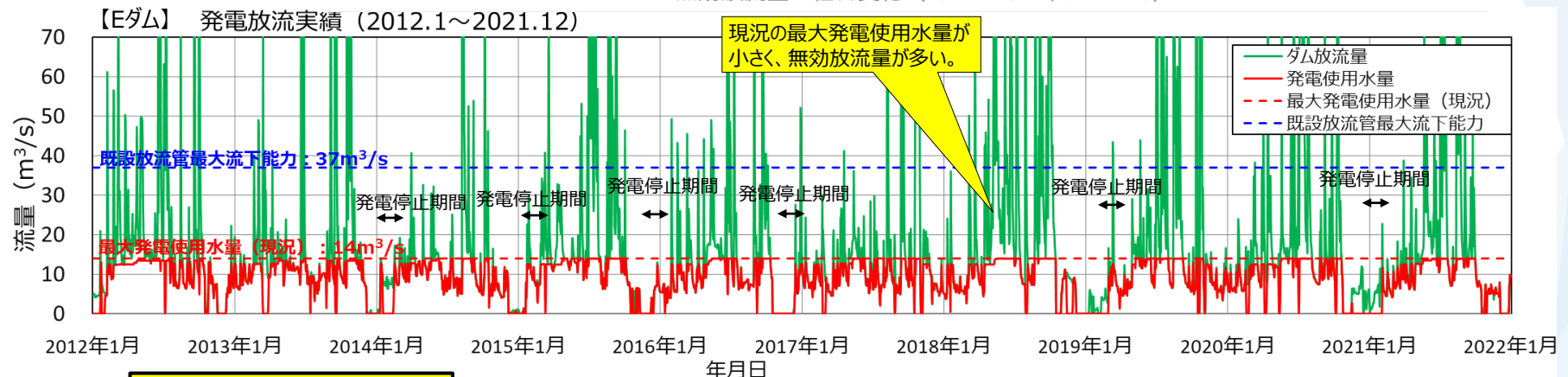
2) 貯水池運用実績と無効放流量の整理

- 洪水期（7月～10月）に無効放流量が多い。融雪期は無効放流は少ない。
- 既設水車発電機の最大使用水量が小さく、無効放流量が多いため、最大発電使用水量の引き上げにより増電できる可能性がある。

Eダム 無効放流量実績



【Eダム】 無効放流量 経日変化 (2012～2021年:H24～R3)



日平均流量の経日変化

最大使用水量以下で、発電で使用していない流量（緑線）が活用可能

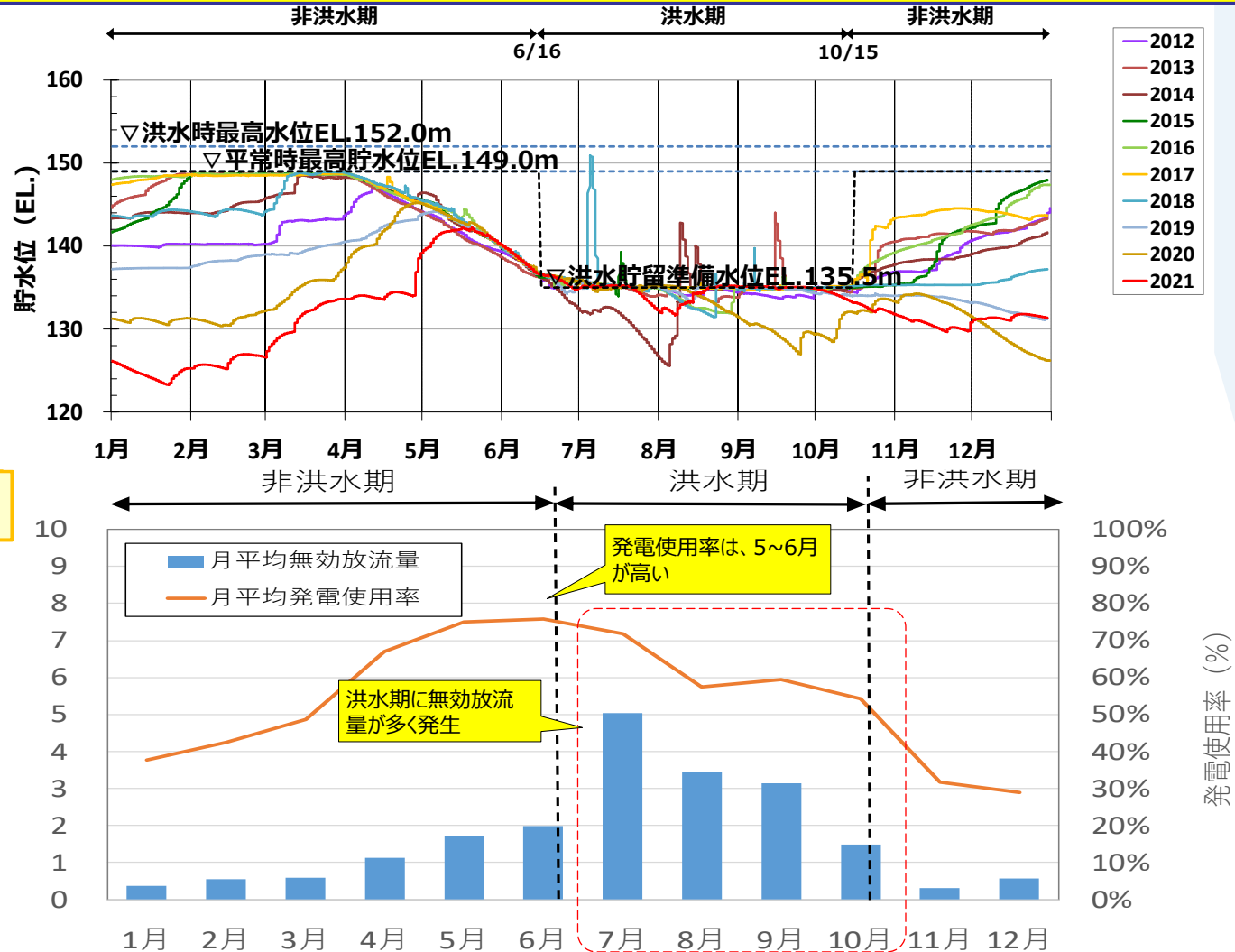
3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築 2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

- Fダムの貯水位は、概ね運用水位を維持している。また、4月中旬～6月中旬にドロウダウンしている。
- 洪水調節頻度は年平均1回程度であるが、洪水期（7月～10月）に無効放流が多く発生する傾向がある。
- 発電使用率は、ドロウダウン時に発電使用水量が増加するため、5月～6月の使用率が高い。

Fダムの貯水池運用



※無効放流量：発電日の無効放流量月平均値の10か年平均

※発電使用率：(発電使用水量／最大使用水量)の月平均値の10か年平均

3. ダム関連業務

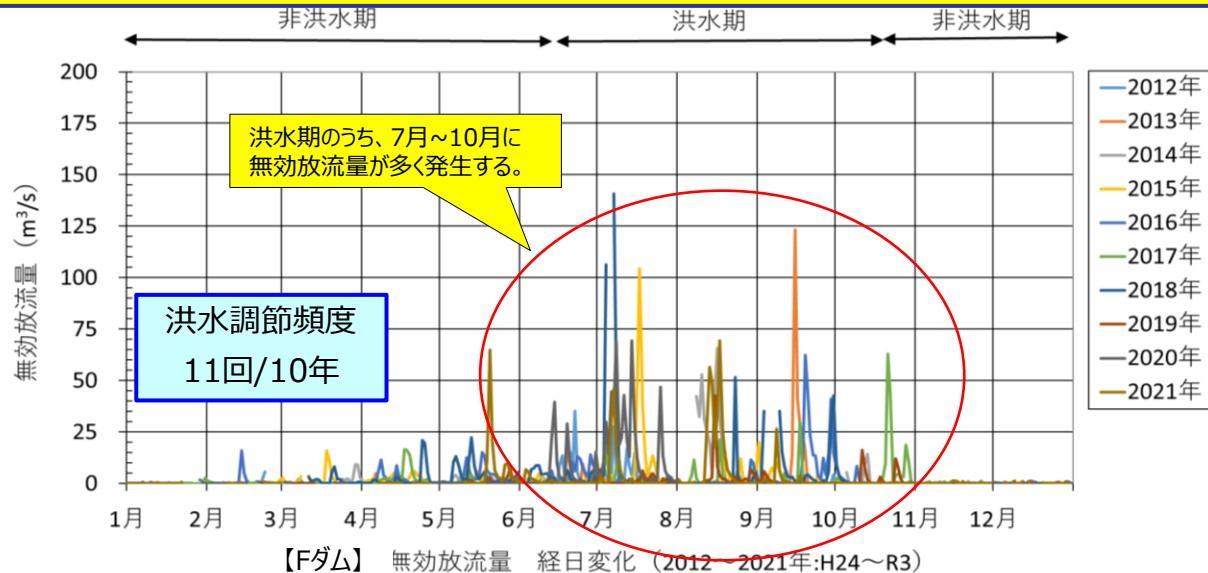
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(3)発電モデルの構築

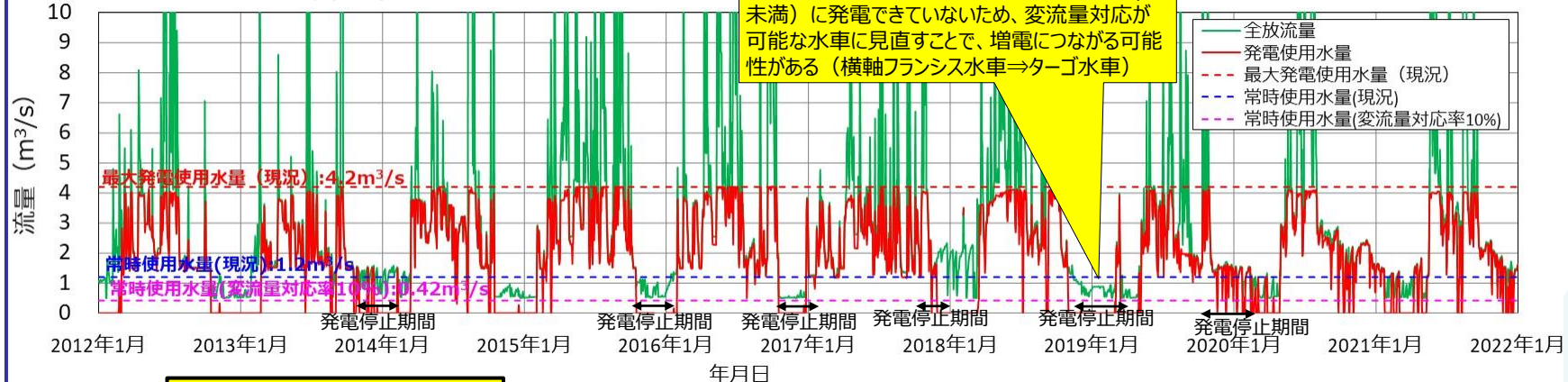
2)貯水池運用実績と無効放流量の整理

- 洪水期（7月～10月）に無効放流量が多い。
- 既設の水車発電機では、小流量時（ $1.2\text{m}^3/\text{s}$ 未満）に発電できていないため、変流量対応が可能な水車に見直すことで、増電につながる可能性がある（横軸フランシス水車 ⇒ ターゴ水車）

Fダム 無効放流量実績



【Fダム】 発電放流実績 (2012.1～2021.12)



日平均流量の経日変化

最大使用水量以下で、発電で使用していない流量（緑線）が活用可能

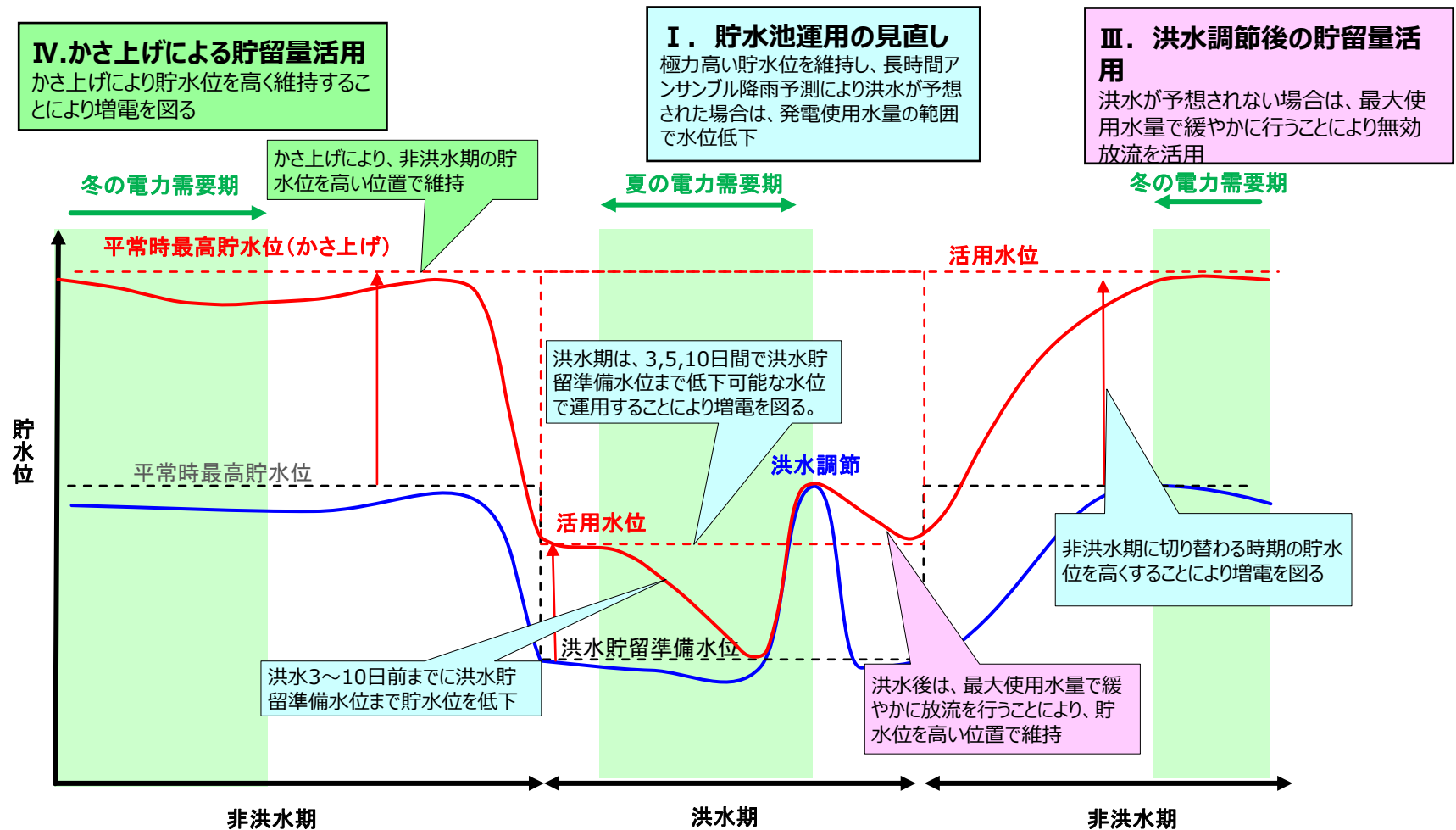
3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（4）発電量向上手法の検討

■ 発電電力量向上手法の整理（かさ上げによる増電効果）

- かさ上げに伴い平常時最高貯水位が高くなり、貯水位を高い位置で運用することにより、増電を図る。
- かさ上げと合わせて、前述した貯水池運用見直しによる増電手法と同様に、Ⅰ.貯水池運用の見直しと、Ⅲ.洪水調節後の貯留量活用との組み合わせ、無効放流の多いダムはリパワーによる増電効果を検証する。



3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 1)発電シミュレーションケースの設定

- かさ上げによる増電効果を検証するため、「実績」、「かさ上げ」、「かさ上げ+運用見直し」の発電電力量を比較することで増電量を算出した。
- Eダムは最大使用水量を上回る無効放流を活用するため、リパワーするものとし、Fダムは常時使用水量を下回る放流量をカバーするため、変流量に対応できる水車形式に見直すことでシミュレーションを実施した。

【水位設定方法】

- 最大発電使用水量×時間（3日、5日、10日）で洪水貯留準備水位まで低下可能な活用水位を設定

【活用水位】

- ①3日間で洪水貯留準備水位等まで低下可能な活用水位
- ②5日間で "
- ③10日間で "

表 発電シミュレーションケース

検討対象ダム		D ダム	E ダム	F ダム	
水車型式		1号機：立軸フランシス 2号機：横軸クロスフロー	立軸フランシス	横軸フランシス → ターゴ水車 (変流量対応率の大きい水車型式)	
最大出力		1号機：20,300kW 2号機：240kW	6,000kW → 7,800kW	1,900kW	
最大使用水量		Q1=24.0m³/s Q2=0.329m³/s	Q=14.0m³/s → 18.4m³/s(設備利用率60%)にリパワー 既設14.0m³/s+新規4.4m³/s増設	Q=4.2m³/s	
常時使用水量		Q1=7.2m³/s Q2=0.1m³/s	Q=4.2m³/s	Q=1.2m³/s → 0.42m³/s (変流量対応率:10%に変更)	
計算ケース	実績 (洪水貯留準備水位)		EL.440.6m	EL.117.0m	EL.135.5m
	かさ上げ (洪水時最高貯水位)		+5m かさ上げ EL.454.0m → EL.459.0m 非洪水期活用水位 EL.458.7m	+4m かさ上げ EL.135.0m → EL.139.0m 非洪水期活用水位 EL.138.7m	+2m かさ上げ EL.152.0m → EL.154.0m 非洪水期活用水位 EL.153.7m
	洪水期 活用水位	①3日間で水位低下	EL.440.6m → EL.445.1m(+4.5m)	EL.117.0m → EL.119.4m(+2.4m)	EL.135.5m → EL.136.3m(+0.8m)
		②5日間で水位低下	EL.440.6m → EL.448.0m(+7.4m)	EL.117.0m → EL.120.9m(+3.9m)	EL.135.5m → EL.137.2m(+1.7m)
		③10日間で水位低下	EL.440.6m → EL.454.5m(+13.9m)	EL.117.0m → EL.124.4m(+7.4m)	EL.135.5m → EL.139.3m(+3.8m)

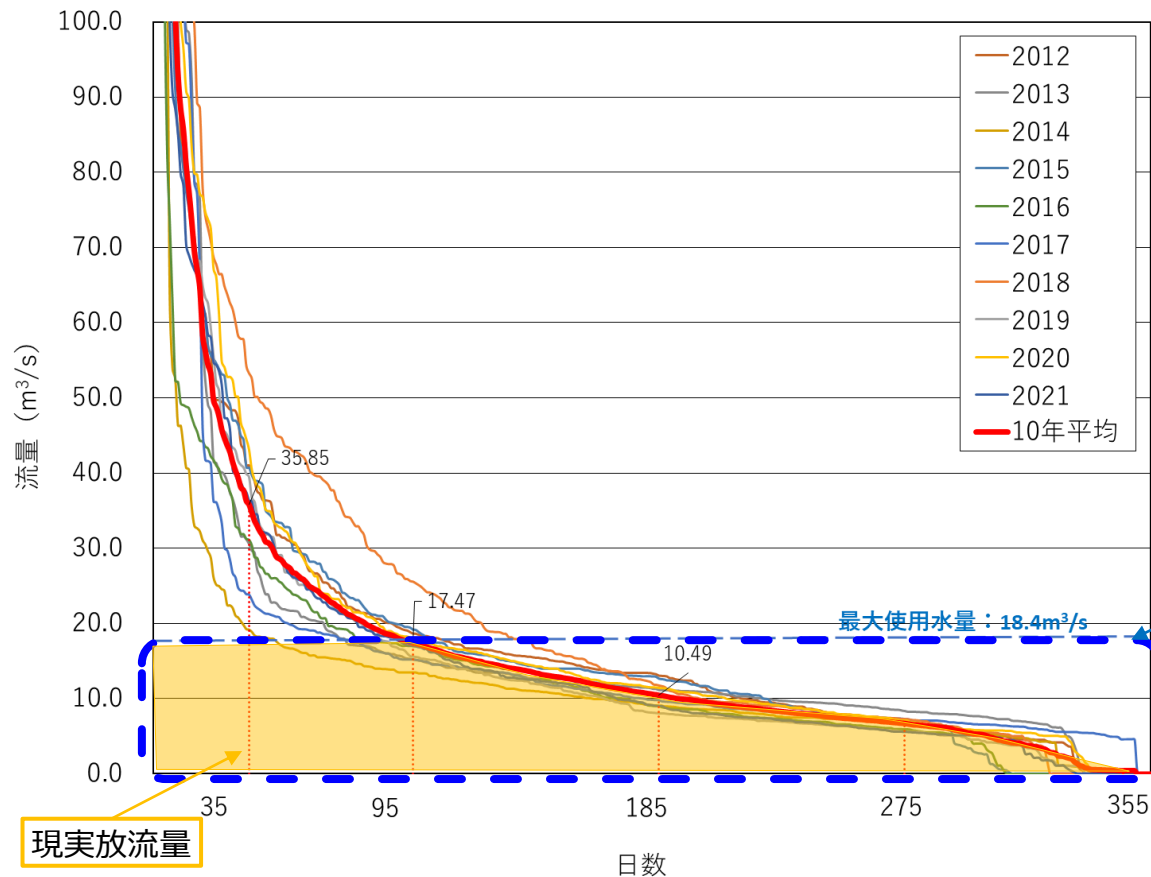
3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（4）発電量向上手法の検討 1) 発電シミュレーションケースの設定

- Eダムの既設水車発電機の最大使用水量は $14.0\text{m}^3/\text{s}$ （立軸フランシス水車）である。
- 既設放流管の流下能力： $37.0\text{m}^3/\text{s}$ を上限に最大発電水量を増加することにより、無効放流量を活用する。
- リパワーの規模は、実績の流況から設備利用率60%となる流量： $18.4\text{m}^3/\text{s}$ （既設 $14.0\text{m}^3/\text{s}$ +新規 $4.4\text{m}^3/\text{s}$ 増設）とした。（一般に設備コストと発電電力量の関係から設備利用率60%とする発電施設が多いため、本検討では、設備利用率を流量利用率と置き換え検討）

Eダム流況図（近10ヵ年流入量：2012～2021）



【最大使用水量設定方法】

- 10ヶ年分のダム放流量を整理し、放流量曲線を作成。
- 発電に用いる最大使用水量を設定し、流量利用率が60%となる値を算出。
- 左図において、下記の範囲で比較を行っている。
青色の破線：理想放流量
橙色の範囲：現実放流量

理想放流量

■ 使用水量上限加味	
想定流量(m^3/s)	18.4
①理想放流量(m^3)	579,000,960
②現実放流量(m^3)	347,411,030
流量利用率(②/①)	60.0%

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（4）発電量向上手法の検討 1）発電シミュレーションケースの設定

- Fダムの現状の最大発電使用水量に対する最小使用水量の流量比は、約29%である（横軸フランシス水車）
- 変流量対応率の大きい水車（ターゴ水車）へ変更することによって、無効放流量を活用し、利用率の向上を図る。

【Fダム】

水車型式：横軸フランシス水車
⇒ 変流量対応率の大きい水車（ターゴ水車）へ変更
有効落差：59.0m
最大使用水量：4.2m³/s
最小使用水量：1.2m³/s
使用流量比：約29%（ $\approx 1.2/4.2$ ）⇒ 10%（ターゴ水車）

水車型式の見直し（横軸フランシス水車→ターゴ水車）により、
最大使用水量（4.2m³/s）に対する利用率が 約5% 増加（43.5% → 48.5%）
（最小使用水量：1.2m³/s → 0.42m³/s）

年	実績		変更後		増分
	①	②	③	④	⑤
	年 発電使用水量 (千m ³ /年)	最大使用水量 に対する利用率 (%)	年 発電使用水量 (千m ³ /年)	最大使用水量 に対する利用率 (%)	最大使用水量 に対する利用率 増分 (%)
2012	48,965	37%	56,926	43%	6%
2013	47,068	36%	52,778	40%	4%
2014	54,122	41%	62,445	47%	6%
2015	65,550	49%	74,261	56%	7%
2016	66,600	50%	72,325	54%	4%
2017	68,630	52%	70,534	53%	1%
2018	62,890	47%	69,519	52%	5%
2019	48,910	37%	57,489	43%	6%
2020	58,981	44%	65,066	49%	5%
2021	54,717	41%	62,093	47%	6%
平均	57,643	43.5%	64,344	48.5%	5%

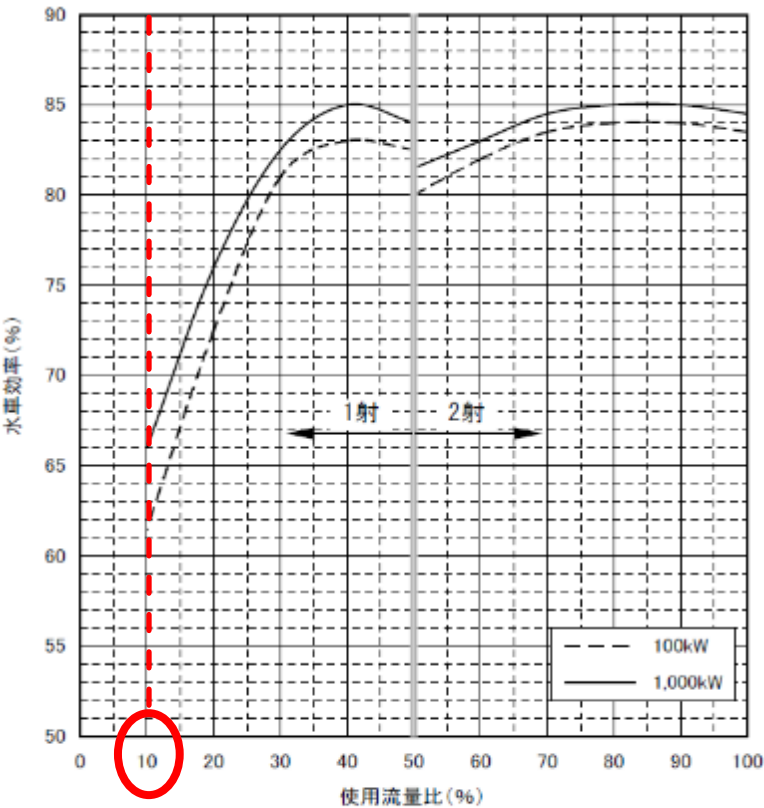


図 4.9 ターゴ水車の効率

3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 2)発電シミュレーション

- Dダムは、5mのかさ上げにより、年平均6%程度の増電効果が見込めるが、さらに貯水池運用の見直しにより、夏の需要期に約10~19%の増電、冬の需要期にも約18~21%の増電が見込める。また、水位制限が行われていた2014~2016年の影響で、2014~2015年、及び2016~2017年にかけての非洪水期は運用見直しにより、貯水位が実績より高く維持されている期間が長く、増電量が多い傾向が見られる。
- 洪水調節頻度が少なく、洪水調節後の貯留活用による影響は小さいが、洪水期からの貯水位を高く維持することにより冬の需要期の増電が見込める。

Dダム シミュレーション結果

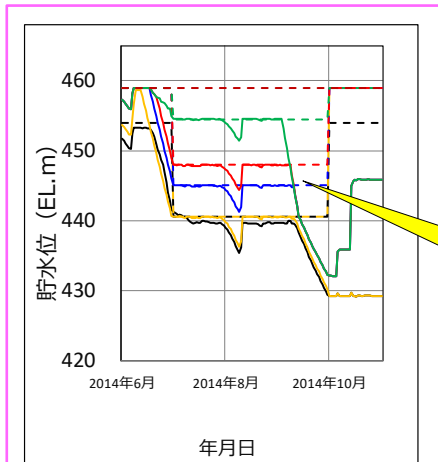
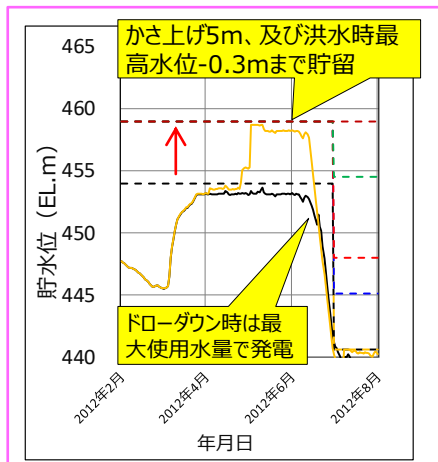


表 Dダム 運用見直しによる増電効果

水位制限のあった2014~2016の10,11月は除いて集計

ケース	年平均発電電力量 (MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期(7~9月)	冬の需要期(12~2月)	年間平均
実績	55,965	-	-	-
かさ上げのみ	59,241	1,012(+3.9%)	191(+4.8%)	3,277(+5.9%)
かさ上げ+運用見直し①(3日低下)	62,909	2,626(+10.3%)	733(+18.6%)	6,944(+12.4%)
かさ上げ+運用見直し②(5日低下)	63,804	3,368(+13.3%)	772(+19.6%)	7,839(+14.0%)
かさ上げ+運用見直し③(10日低下)	65,717	4,836(+19.0%)	833(+21.1%)	9,753(+17.4%)

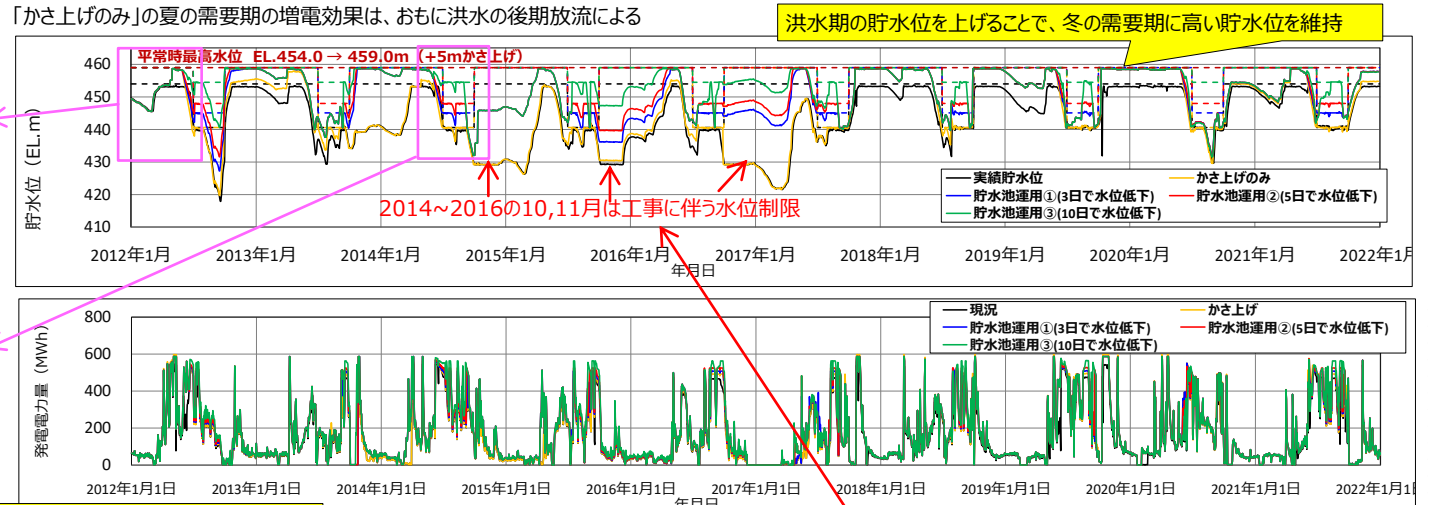


図 Dダム発電シミュレーション結果

表 洪水調節頻度と増電量

工事に伴う水位制限が行われていた年のうち、2014~2015、2016~2017にかけての非洪水期は他の年に比べ運用見直しにより貯水位が高く維持されてる期間が長く、増電量が多い。

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	10年間合計
実績洪水調節頻度	年合計	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	6
	洪水期(7/1~9/30)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	非洪水期(10/1~6/30)	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4
増電量(MWh)	かさ上げのみ	2,824	3,097	1,131	1,185	2,034	2,017	5,991	5,189	4,143	5,158	32,767
	かさ上げ+運用見直し①(3日低下)	3,907	7,112	9,740	9,695	4,616	9,420	5,789	7,527	5,624	6,011	69,441
	かさ上げ+運用見直し②(5日低下)	5,311	7,899	11,110	10,596	5,767	10,414	6,153	8,780	5,420	6,945	78,395
	かさ上げ+運用見直し③(10日低下)	7,562	10,945	14,022	13,440	7,060	11,832	7,090	11,301	5,518	8,759	97,528

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 2)発電シミュレーション

- Eダムは4mのかさ上げにより年平均約9%の増電効果が見込める。さらに貯水池運用の見直しと水車発電機のリパワーにより、夏の需要期に約21~36%の増電、冬の需要期は高い水位を維持することができるため、約11~16%の増電に寄与している。
- 洪水調節頻度は少なく、洪水後の後期放流による影響は小さいが、洪水期からの貯水位を高く維持することにより冬の需要期の増電が見込める。

Eダム シミュレーション結果

「かさ上げのみ」の夏の需要期の増電効果（+2.4%）は、おもに洪水の後期放流による

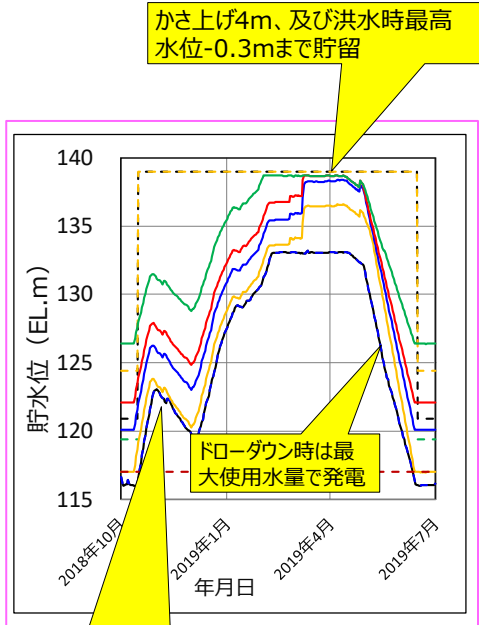


表 Eダム 運用見直しによる増電効果

水位制限のあった2013~2014の10,11月は除いて集計

ケース	年平均発電電力量 (MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期(7~9月)	冬の需要期(12~2月)	年間平均
実績	29,118	-	-	-
かさ上げのみ	31,874	188(+2.4%)	289(+5.2%)	2,756(+9.5%)
リパワーのみ	34,182	1,503(+18.9%)	304(+5.5%)	5,064(+17.4%)
かさ上げ+リパワー+運用見直し①(3日低下)	36,226	1,674(+21.0%)	654(+11.8%)	7,108(+24.4%)
かさ上げ+リパワー+運用見直し②(5日低下)	36,978	2,117(+26.6%)	735(+13.3%)	7,860(+27.0%)
かさ上げ+リパワー+運用見直し③(10日低下)	38,179	2,873(+36.1%)	923(+16.6%)	9,061(+31.1%)

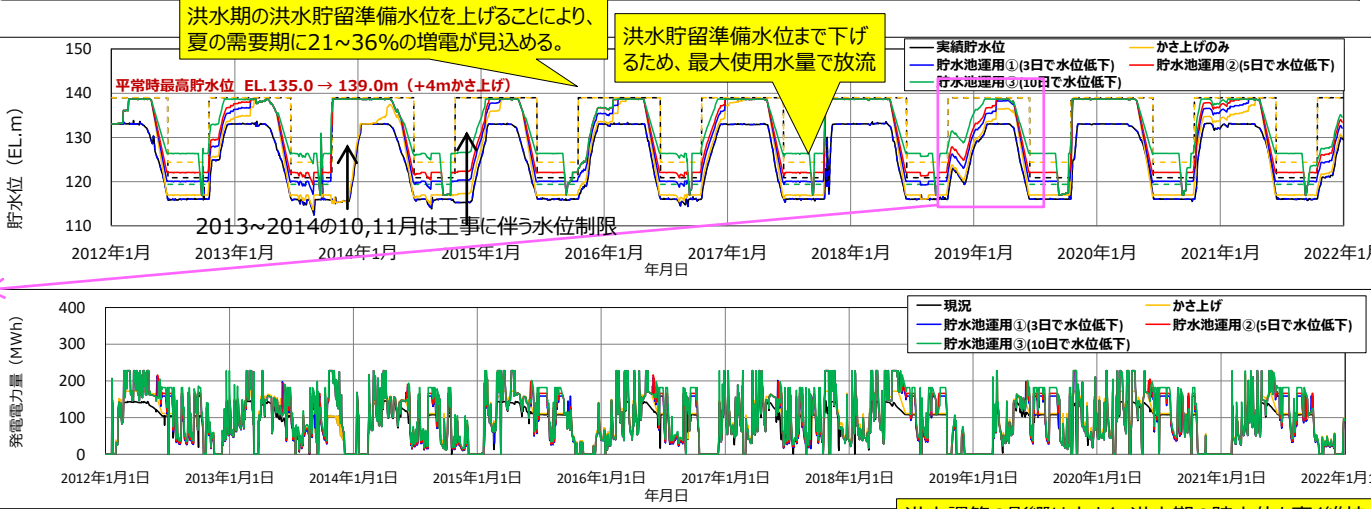


図 Eダム発電シミュレーション結果

洪水調節の影響は小さく、洪水期の貯水位を高く維持することにより冬の需要期の増電が見込める

表 洪水調節頻度と増電量

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	10年間合計
実績洪水調節頻度	年合計	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	6
	洪水期(6/16~10/15)	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	5
	非洪水期(10/16~6/15)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
増電量(MWh)	かさ上げのみ	2,572	1,364	1,350	2,308	2,623	3,206	3,192	1,685	3,167	1,761	23,228
	かさ上げ+リパワー+運用見直し①(3日低下)	7,993	7,515	4,421	7,224	6,281	7,318	9,281	5,614	6,426	3,598	65,671
	かさ上げ+リパワー+運用見直し②(5日低下)	8,701	8,647	5,126	8,246	7,303	8,056	9,995	6,663	6,904	4,315	73,956
	かさ上げ+リパワー+運用見直し③(10日低下)	10,244	9,315	6,384	9,791	8,767	9,548	11,287	8,039	7,794	4,694	85,863

3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討

(4)発電量向上手法の検討 2)発電シミュレーション

- Fダムは2mのかさ上げにより年平均約6%の増電効果が見込める。さらに貯水池運用の見直しと水車型式の見直しにより、夏の需要期に約10~18%の増電、冬の需要期は高い水位を維持することができるため、約6~10%程度の増電に寄与している。
- 洪水調節頻度の高い2018年は、頻度の低い年と比べて増電量が多く、洪水調節後の貯留量が有効に活用されている。

Fダム シミュレーション結果

表 Fダム 運用見直しによる増電効果

ケース	年平均発電電力量 (MWh)	増電量(MWh)		
		夏の需要期(7~9月)	冬の需要期(12~2月)	年間平均
実績	6,229	-	-	-
かさ上げのみ	6,583	53(+2.6%)	90(+5.5%)	355(+5.7%)
かさ上げ+水車型式変更+運用見直し(3日)	6,872	201(+10.1%)	94(+5.7%)	643(+10.3%)
かさ上げ+水車型式変更+運用見直し(5日)	6,975	249(+12.4%)	117(+7.1%)	746(+12.0%)
かさ上げ+水車型式変更+運用見直し(10日)	7,212	359(+18.0%)	170(+10.3%)	983(+15.8%)

「かさ上げのみ」の夏の需要期の増電効果 (+2.6%) は、おもに洪水の後期放流による

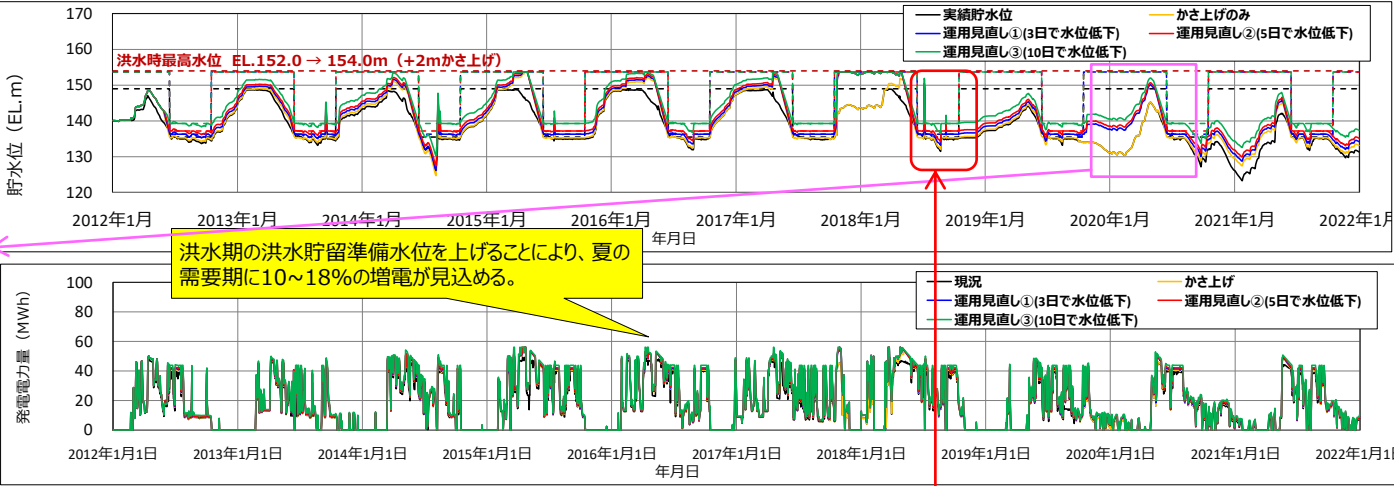
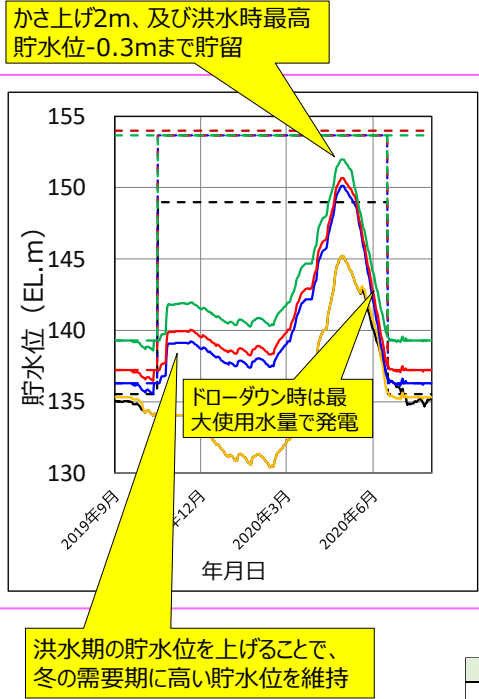


図 Fダム発電シミュレーション結果

表 洪水調節頻度と増電量

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	10年間合計
実績洪水調節頻度	年合計	0	1	2	1	1	1	4	0	1	0	11
	洪水期(6/16~10/15)	0	1	2	1	1	0	4	0	1	0	10
	非洪水期(10/16~6/15)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
増電量(MWh)	かさ上げのみ	319	334	371	633	558	490	760	649	202	399	4,715
	かさ上げ+水車型式変更+運用見直し(3日)	371	363	413	732	660	892	1,044	863	576	516	6,430
	かさ上げ+水車型式変更+運用見直し(5日)	427	453	519	844	767	1,004	1,131	973	704	642	7,464
	かさ上げ+水車型式変更+運用見直し(10日)	539	665	764	1,103	1,019	1,250	1,335	1,230	1,002	927	9,834

洪水調節頻度が多い年は、洪水の後期放流による増電量が多い。

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(4)発電量向上手法の検討 3)増電量と洪水貯留準備水位超過日数の評価

- かさ上げによる増電効果は、夏の需要期で2~4%、冬の需要期で4~5%が見込まれる。夏の需要期の増電効果は、主に洪水調節後の貯留活用によるものであり、洪水調節が多いダムでは効果が高い。
- すべてのダムにおいて、運用見直しにより非洪水期の貯水位が実績より高く維持され、増電効果が見込まれる。
- 最大使用水量を見直したEダムでは、無効放流の活用により大きな増電効果が見込まれ、3ダムの中では最も増電割合が大きくなる結果となった。
- Fダムは、かさ上げに加え、水車型式の見直しにより常時使用水量を小さくすることで、年平均10~16%の増電効果が見込まれる。

表 増電方策の評価

ケース		Dダム				Eダム				Fダム			
		年平均発電電 力量(MWh)	増電量(MWh)			年平均発電電 力量(MWh)	増電量(MWh)			年平均発電電 力量(MWh)	増電量(MWh)		
			夏の需要期 (7~9月)	冬の需要期 (12~2月)	年間平均		夏の需要期 (7~9月)	冬の需要期 (12~2月)	年間平均		夏の需要期 (7~9月)	冬の需要期 (12~2月)	年間平均
実 績		55,965	-	-	-	29,118	-	-	-	6,229	-	-	-
かさ上げのみ		59,241	1,012 (+3.9%)	191 (+4.8%)	3,277 (+5.9%)	31,874	188 (+2.4%)	289 (+5.2%)	2,756 (+9.5%)	6,583	53 (+2.6%)	90 (+5.5%)	355 (+5.7%)
リパワーのみ						34,182	1,503 (+18.9%)	304 (+5.5%)	5,064 (+17.4%)				
貯水池運用 見直しのみ※	① 3日間で 水位低下	59,633	1,614 (+6.2%)	542 (+13.6%)	3,667 (+6.6%)	33,470	1,486 (+19.0%)	365 (+6.6%)	4,352 (+15.0%)	6,518	148 (+7.3%)	4 (+0.2%)	288 (+4.6%)
	② 5日間で 水位低下	60,528	2,356 (+9.1%)	581 (+14.6%)	4,562 (+8.2%)	34,222	1,929 (+24.6%)	446 (+8.0%)	5,104 (+17.6%)	6,621	196 (+9.6%)	27 (+1.7%)	391 (+6.3%)
	③ 10日間で 水位低下	62,441	3,824 (+14.7%)	642 (+16.1%)	6,476 (+11.7%)	35,423	2,685 (+34.3%)	634 (+11.4%)	6,305 (+21.7%)	6,858	306 (+15.0%)	80 (+4.9%)	628 (+10.1%)
かさ上げ +貯水池運用見直し (+リパワー) (+水車型式変更)	① 3日間で 水位低下	62,909	2,626 (+10.3%)	733 (+18.6%)	6,944 (+12.4%)	36,226	1,674 (+21.0%)	654 (+11.8%)	7,108 (+24.4%)	6,872	201 (+10.1%)	94 (+5.7%)	643 (+10.3%)
	② 5日間で 水位低下	63,804	3,368 (+13.3%)	772 (+19.6%)	7,839 (+14.0%)	36,978	2,117 (+26.6%)	735 (+13.3%)	7,860 (+27.0%)	6,975	249 (+12.4%)	117 (+7.1%)	746 (+12.0%)
	③ 10日間で 水位低下	65,717	4,836 (+19.0%)	833 (+21.1%)	9,753 (+17.4%)	38,179	2,873 (+36.1%)	923 (+16.6%)	9,061 (+31.1%)	7,212	359 (+18.0%)	170 (+10.3%)	983 (+15.8%)

※「貯水池運用見直しのみ」（オレンジハッチ）の増電量は「ピンク色-緑色」で評価

Eダムは、リパワーにより増電効果が大い。

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

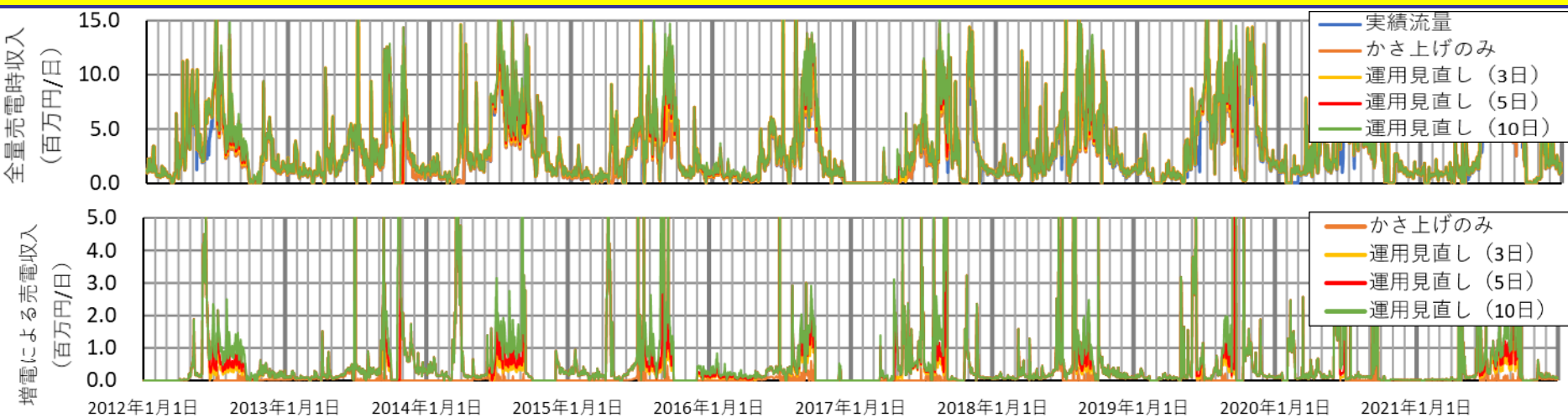
(5)かさ上げに伴う効果・課題整理

1)かさ上げによる効果

【増電による売電収入の増加とCO₂削減量の効果（Dダム）】

➢ 前述した各ダムの増電量に売電単価を乗じて増電による売電収入増加額、各電力会社エリア別CO₂排出係数を乗じたCO₂削減量を評価した。

➢ かさ上げを行うことで、売電収入が年平均で約0.6億円/年程度増加し、CO₂も約1,500t/年程度の削減、さらに運用見直しを行うことで、売電収入が年平均で約1.5億円/年～2.1億円/年程度増加し、CO₂も約3,600t/年～5,000t/年程度削減できることがわかった。（1世帯のCO₂年間排出量を2.72t/年(環境省2019年公表値)とした場合、約550世帯～1,860世帯のCO₂排出量分を削減）



	年	単位	実績流量	かさ上げのみ	運用見直し（3日）	運用見直し（5日）	運用見直し（10日）
10年間の発電電力量	2012	MWh/年	64,453	69,406	71,754	72,992	75,244
	2013	MWh/年	46,827	49,083	54,811	55,687	58,731
	2014	MWh/年	68,804	69,073	78,140	79,536	82,626
	2015	MWh/年	48,741	49,706	58,910	60,230	63,079
	2016	MWh/年	49,976	51,278	55,035	56,148	57,540
	2017	MWh/年	42,586	44,595	51,215	53,324	55,708
	2018	MWh/年	62,861	67,870	70,826	71,360	72,277
	2019	MWh/年	72,762	80,182	82,858	84,160	86,958
	2020	MWh/年	57,853	64,725	66,718	66,912	67,618
	2021	MWh/年	62,965	67,295	71,017	72,079	74,364
年平均有効発電電力量		MWh/年	57,783	61,321	66,128	67,243	69,415
年間増電量		MWh/年	—	3,538	8,345	9,460	11,632
増電による売電収入		百万円	—	59.56	150.75	171.92	213.06
増電によるCO ₂ 削減量		t-CO ₂ /年	—	1,539	3,630	4,115	5,060

※CO₂削減量(t-CO₂/年) = CO₂排出係数(t-CO₂/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年) ※CO₂排出係数は0.000435(t-CO₂/kWh)

3. ダム関連業務

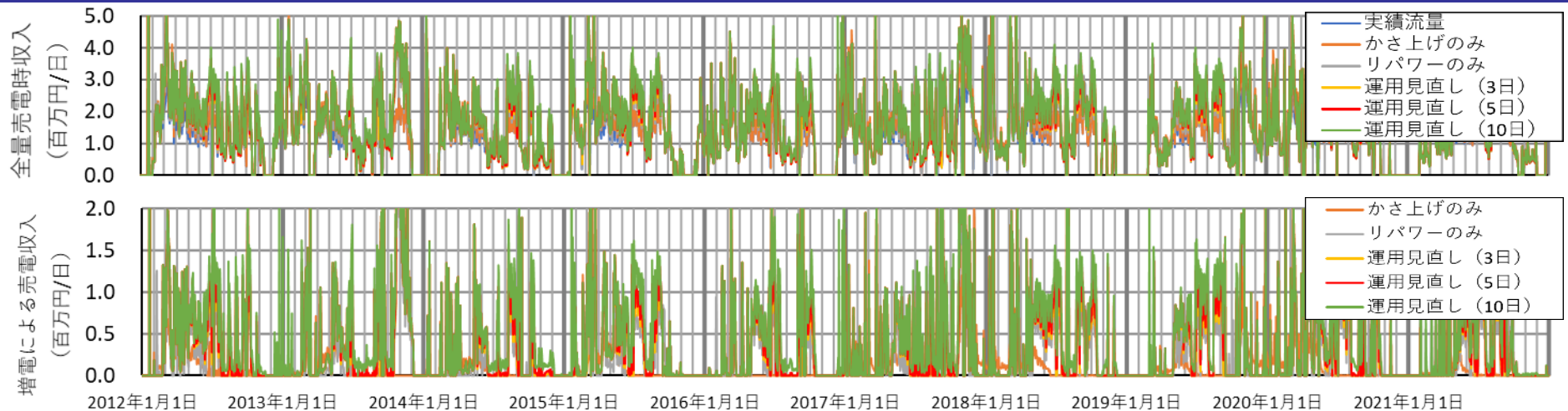
【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（5）かさ上げに伴う効果・課題整理

1)かさ上げによる効果

【増電による売電収入の増加とCO₂削減量の効果（Eダム）】

- 前述した各ダムの増電量に売電単価を乗じて増電による売電収入増加額、各電力会社エリア別CO₂排出係数を乗じたCO₂削減量を評価した。
- かさ上げを行うことで、売電収入が年平均で約0.4億円/年程度増加し、CO₂も約1,100t/年程度の削減、さらに運用見直しを行うことで、売電収入が年平均で約1.2億円/年～1.6億円/年程度増加し、CO₂も約3,500t/年～4,500t/年程度削減できることがわかった。（1世帯のCO₂年間排出量を2.72t/年（環境省2019年公表値）とした場合、約420世帯～1,670世帯のCO₂排出量分を削減）



	年	単位	実績流量	かさ上げのみ	リパワーのみ	運用見直し (3日)	運用見直し (5日)	運用見直し (10日)
10年間の発電電力量	2012	MWh/年	30,246	33,590	37,447	40,062	40,684	42,517
	2013	MWh/年	29,455	32,694	35,896	38,854	39,579	40,935
	2014	MWh/年	24,876	26,440	28,272	30,450	31,054	32,592
	2015	MWh/年	30,196	33,074	36,743	38,619	39,651	41,392
	2016	MWh/年	27,176	27,499	32,789	34,362	35,211	36,865
	2017	MWh/年	29,822	34,368	35,339	37,870	38,534	40,213
	2018	MWh/年	28,855	32,190	35,845	38,150	38,884	40,618
	2019	MWh/年	25,682	28,137	31,001	32,827	33,937	35,643
	2020	MWh/年	27,130	30,419	33,674	36,150	36,807	38,545
	2021	MWh/年	25,680	26,819	30,484	31,530	32,507	34,326
年平均有効発電電力量			MWh/年	27,912	33,749	35,887	36,685	38,365
年間増電量			MWh/年	—	2,611	5,837	7,976	10,453
増電による売電収入			百万円	—	39.74	87.83	120.00	160.21
増電によるCO ₂ 削減量			t-CO ₂ /年	—	1,136	2,539	3,469	4,547

※CO₂削減量(t-CO₂/年) = CO₂排出係数(t-CO₂/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年) ※CO₂排出係数は0.000435(t-CO₂/kWh)

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

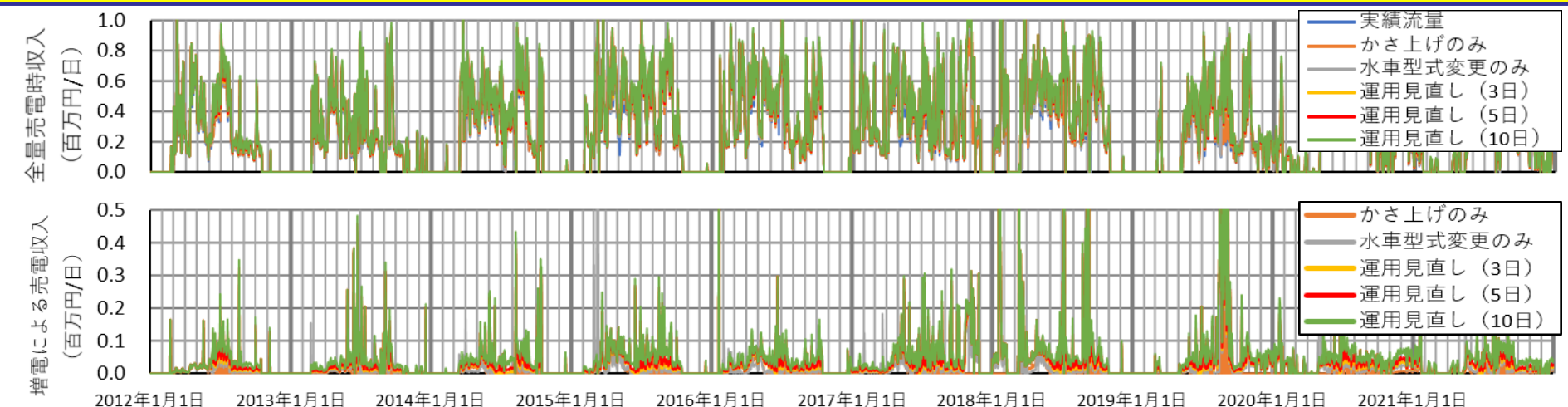
(5)かさ上げに伴う効果・課題整理

1)かさ上げによる効果

【増電による売電収入の増加とCO₂削減量の効果（Fダム）】

➤ 前述した各ダムの増電量に売電単価を乗じて増電による売電収入増加額、各電力会社エリア別CO₂排出係数を乗じたCO₂削減量を評価した。

➤ かさ上げを行うことで、売電収入が年平均で約0.05億円/年程度増加し、CO₂は約100t/年程度の削減にとどまる。さらに運用見直しを行ったとしても、売電収入が年平均で約0.1億円/年～0.2億円/年程度、CO₂も約300t/年～500t/年程度削減にとどまった。（1世帯のCO₂年間排出量を2.72t/年(環境省2019年公表値)とした場合、約50世帯～170世帯のCO₂排出量分を削減）



	年	単位	実績流量	かさ上げのみ	水車型式変更のみ	運用見直し (3日)	運用見直し (5日)	運用見直し (10日)
10年間の発電電力量	2012	MWh/年	5,158	5,348	5,478	5,580	5,639	5,771
	2013	MWh/年	4,948	5,180	5,284	5,493	5,570	5,759
	2014	MWh/年	6,201	6,437	6,534	6,737	6,834	7,071
	2015	MWh/年	7,648	7,966	8,196	8,358	8,464	8,711
	2016	MWh/年	7,748	8,034	8,037	8,324	8,427	8,678
	2017	MWh/年	7,650	7,965	8,346	8,608	8,710	8,955
	2018	MWh/年	7,926	8,569	8,626	9,374	9,456	9,664
	2019	MWh/年	4,668	5,095	5,432	5,687	5,785	6,025
	2020	MWh/年	5,575	5,715	5,958	6,166	6,278	6,560
	2021	MWh/年	5,179	5,436	5,458	5,769	5,877	6,134
年平均有効発電電力量		MWh/年	6,270	6,574	6,735	7,010	7,104	7,333
年間増電量		MWh/年	—	305	465	740	834	1,063
増電による売電収入		百万円	—	4.65	7.68	11.99	13.47	17.05
増電によるCO ₂ 削減量		t-CO ₂ /年	—	133	202	322	363	462

※CO₂削減量(t-CO₂/年) = CO₂排出係数(t-CO₂/kWh)×年平均有効発電電力量(kWh/年) ※CO₂排出係数は0.000435(t-CO₂/kWh)

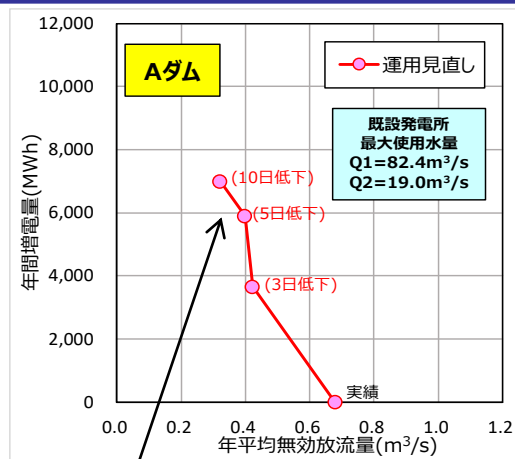
3. ダム関連業務

【2】ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

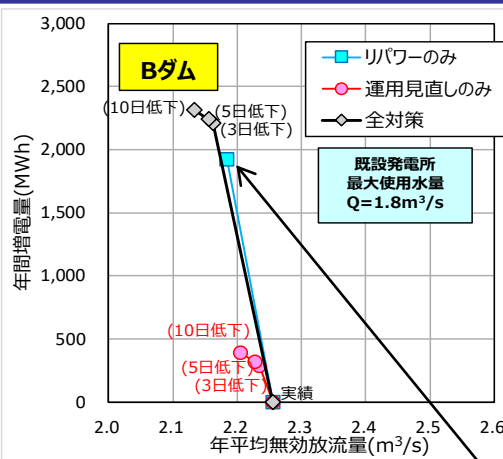
(5)かさ上げに伴う効果・課題整理

1)かさ上げによる効果

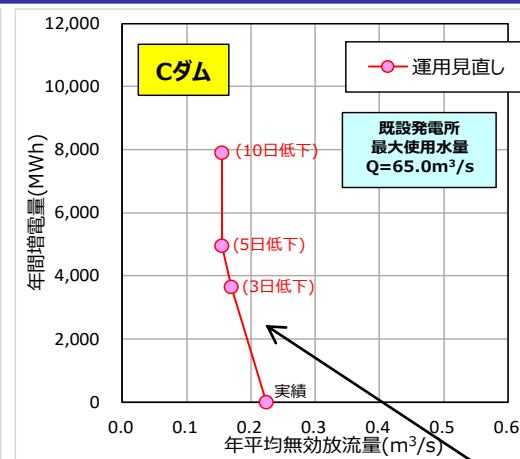
- 各ダムの年平均無効放流量と各種増電手法による年間増電量との関係を整理した。
- 既設水車発電機の最大使用水量に対して無効放流の割合が多いダムでは、運用見直しによる増電効果が期待できる。
- 無効放流の発生頻度が高いダム（Bダム、Eダム）では、水車発電機のリパワーが効果的である。
- 5m以下の堤体かさ上げ（ハード対策）では、大きな増電効果を得ることは困難であり、運用見直しによるソフト対策と合わせて実施することで大きな効果を得ることができる。



最大使用水量に対して無効放流の割合が高いダムは、運用見直しによる増電効果が期待できる。



無効放流の発生頻度が高いダムでは、水車発電機のリパワーが効果的である。



最大使用水量に対して無効放流の割合が高いダムは、運用見直しによる増電効果が期待できる。

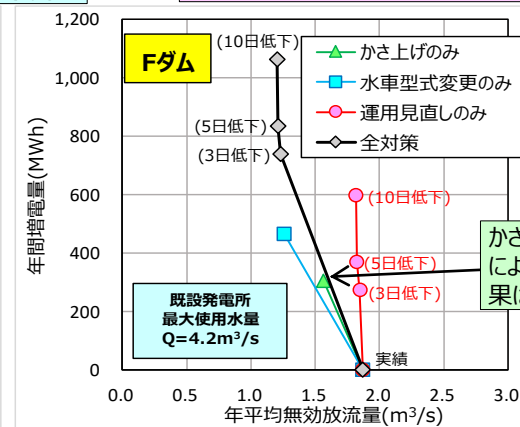
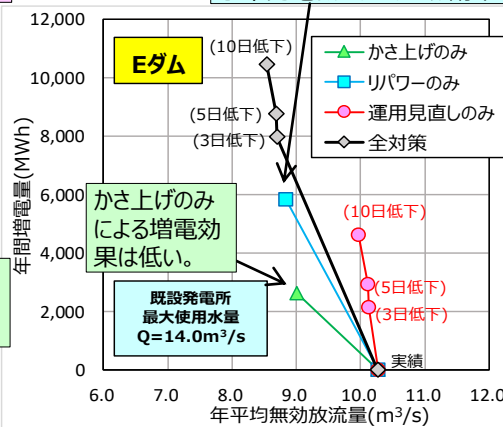
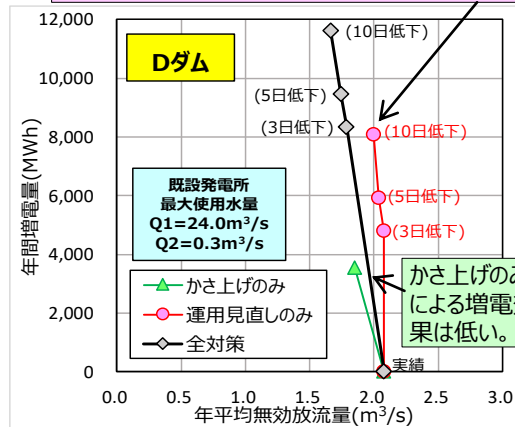


図 年平均無効放流量と年間増電量の関係

全対策：各ダムの増電対策を全て計上（運用見直し、かさ上げ、リパワー、水車型式変更）

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(5)かさ上げに伴う効果・課題整理

1)かさ上げによる効果

【Dダム 下流発電所の増電効果】

- 提体かさ上げと貯水池運用の見直しにより無効放流を貯留することで、下流への放流量も安定して供給することが可能となる。この放流量変化による下流発電所の発電使用水量の増加から、増電の可能性について評価した。
- 下流に発電所があり、洪水調節による無効放流の多い「Dダム」の下流発電所を対象に、増電の可能性を評価した。
- 下流発電所の最大発電使用水量（30m³/s）に対する通過率は、実績32.6%に対し、運用見直し（10日で水位低下）で34.0%となるため、この増分1.4%がDダム運用見直しによる増電に寄与すると考えられる。

表 Dダム下流発電所の最大発電使用水量に対する通過率

ケース	下流発電所の 最大使用水量以下の通過流量	
	通過流量 日平均値 (m ³ /s)	(30m ³ /s)に対する 通過率(%)
実績	9.8	32.6%
運用見直し後 (10日水位低下)	10.2 (+0.4)	34.0% (+1.4%)

上流のDダムの運用見直しにより、貯水池に無効放流を貯め込むことにより、遅れて下流に放流される放流量（下流の高津戸発電所への流入量）が増加（青線→赤線）

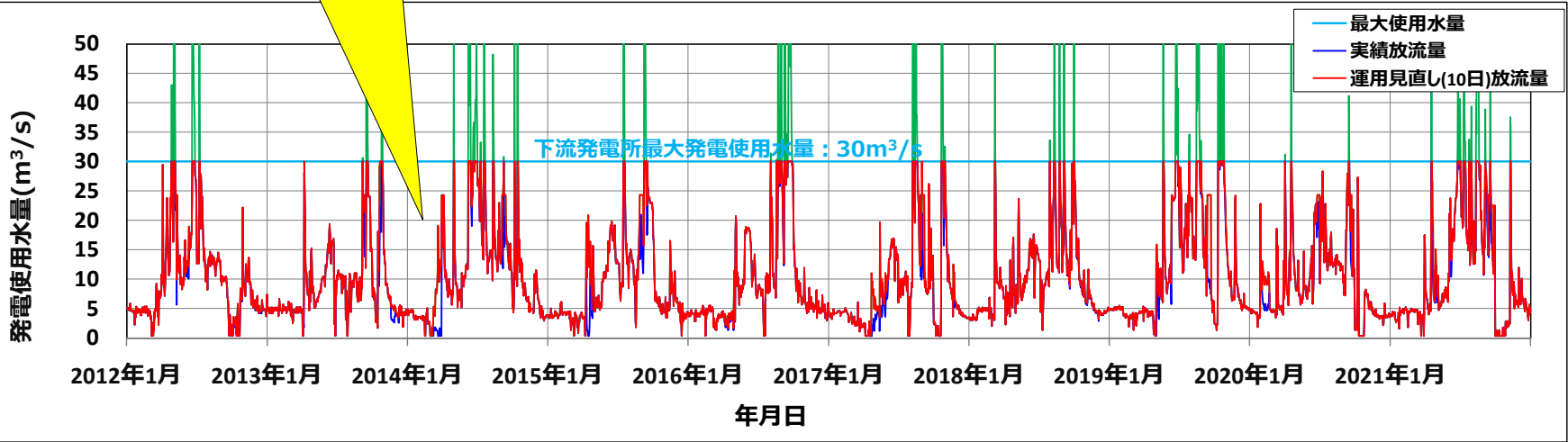


図 Dダム運用見直し前後の下流放流量と下流発電所最大発電使用水量との関係

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

（5）かさ上げに伴う効果・課題整理

2）かさ上げによる課題

- 以上の検討結果を踏まえ、ダムのかさ上げによる発電電力量向上方策を適用させるための課題を整理した。
- ここでは、前述した運用見直しによる課題以外のかさ上げによる増電に伴う課題を列举した。

表 かさ上げによる課題と適用可能なダムの条件

課題			適用するダム
かさ上げ・リパワー工事	・売電収入の増加高に対するかさ上げ工事費	・かさ上げに伴い6～8%の増電が見込めるもの、売電収入の増加高だけでかさ上げ工事費を賄うことが可能か確認する必要がある。採算性を確保出来ない場合、治水能力増加等と合わせて対応する必要がある。【P.117に詳述】	・気候変動を踏まえて治水計画を見直す中で、治水能力を見直すダム
	・発電停止期間の長期化	・かさ上げ工事により、発電停止が長期化するため、増電量が少ない場合は、発電事業者のメリットが小さい可能性がある。極力発電停止期間が長期化しないかさ上げ工事方法を検討する必要がある。	・既設発電所の更新時期とかさ上げ工事時期が重なるダム
	・リパワー工事による経済性の確認	・既設発電所のリパワーには更新時工事で長期の発電停止期間を伴うため、水車発電機更新工事時期に更新することが望ましい。また、リパワー後の収益性が高いダムで実施する必要がある。	
	・リパワー工事の手法とタイミング	・既設発電所を存置しつつ、配管を分岐して新規発電所を設置することも考えられる。その場合、採算性が得られるか、台数制御が可能か等の検討が必要である。	
アロケーションに関する課題	・かさ上げ工事費に対するアロケーション算出方法	・アロケーションの対象として、かさ上げ工事のみを対象とするのか、既設ダムを含んだ工事費を対象にするのかによって負担額が異なる。また、かさ上げ工事のみを対象とした場合に、増電に見合うアロケーションとなれば、かさ上げに伴う増電を実施することが可能となる。	・アロケーションを適用するダム
	・年効用算出時の売電単価	・特ダム法で定められた売電単価と実際の市場単価に乖離があり、市場価格も上昇傾向にあるため、年効用の算出方法の考え方を整理する必要がある。	
かさ上げによる増電	・かさ上げ後の貯水位回復	・かさ上げにより、非洪水期の水位上昇が可能となるが、無効放流が少ないダムでは、水位上昇量が低く、かさ上げによるポテンシャル向上の効果が小さくなる可能性があるため、水位上昇が可能であることを確認しておく必要がある。	・非洪水期に発電無効放流が多いダム

● 発電所の停止期間（例：既設ダム）

	1年目	2年目	3年目	4年目	2021年度	2022年度
既設ダム					2020年度末完成	
既設発電所1	2017年10月 建設書発足		▼2019年4月 着工 ▼2019年7月既設廃止		2022年6月運転開始▼	
既設発電所2		▼2018年4月 着工			2022年4月運転開始▼	

3. ダム関連業務

【2）ダムのかさ上げによるポテンシャル向上に関する検討】

(5)かさ上げに伴う効果・課題整理 2)かさ上げによる課題

【売電収入の増加高に対するかさ上げ工事費（かさ上げ工事における概算工事費の算出）】

- かさ上げ工事に伴う概算工事費を算出し、売電収入の増加高と比較した結果、かさ上げの工事の概算工事費はDダム1,240億円、Eダム200億円、Fダム240億円となり、売電収入の増加高に対してかなり高額となることから、発電目的だけでかさ上げ工事を実施することは困難だと考えられる。
- 以上より、治水・利水能力の増加等に合わせて増電を行うとともに、運用見直しによるソフト対策と合わせて増電効果を高めることが重要である。

表 概算工事費の一覧

工種	種別	細別	Dダム	Eダム	Fダム
			(百万円)	(百万円)	(百万円)
建設費			115,490	18,330	22,110
	工事費		91,600	8,700	6,900
		ダム費	82,600	4,300	3,500
		ゲート撤去費	300	300	300
		ゲート新設費	4,100	1,200	1,600
		ゲート建屋	100	200	100
		発電機材の更新	4,500	2,700	1,500
		測量及び試験費	15,600	1,500	1,200
		用地費及び補償費	4,200	7,700	13,600
		補償工事費	0	0	0
		船舶及び機械器具費	2,800	300	300
		営繕費	740	70	60
		宿舍費	550	60	50
工事諸費			8,100	1,300	1,500
事業費合計			123,590	19,630	23,610
改め			124,000	20,000	24,000

表 概算工事費内訳例（Dダム）

工種	種別	細別	規格	数量	単位	単価	積算事業費	改め	根拠	単価 年度
							(円)	(百万円)		
建設費								115,490		
	工事費						91,568,000,000	91,600		
		ダム費		192,000	m ³	430,000 円	82,560,000,000		既往検討参考	R2
		ゲート撤去費		1	式	296,000,000 円	296,000,000		事例を参考	R2
		ゲート新設費		1	式		4,092,000,000			R2
			8.28×14.5H	4	門	930,000,000 円	3,720,000,000		メーカーヒアリング	
			3.28×3.7H	4	門	93,000,000 円	372,000,000		メーカーヒアリング	
		ゲート建屋		30	坪	1,000,000 円	30,000,000		メーカーヒアリング	
		管理所の更新		90	坪	1,000,000 円	90,000,000		ゲート建屋単価参考	
		発電機材の更新		1	式	4,500,000,000 円	4,500,000,000		中小水力発電の手引き×3倍と仮定	
		測量及び試験費		※工事費の17%			15,567,000,000	15,600	事例を参考	
		用地費及び補償費		1	式		4,149,000,000	4,200		
		用地費		1	式		749,800,000			
		家屋移転		14	戸	40,000,000 円	560,000,000		事例を参考	R2
		宅地		1,118	m ²	24,700 円	27,600,000		事例を参考	R2
		田畑		0	m ²	6,800 円	0		事例を参考	R2
		山林		147,441	m ²	1,100 円	162,200,000		事例を参考	R2
		補償工事費		1	式		3,399,200,000			
		国道付替		179	m	1,860,000 円	332,700,000		事例を参考	R2
		その他道路付替		2,172	m	1,000,000 円	2,171,900,000		事例を参考	R2
		橋梁撤去費		14	橋	21,300,000 円	298,200,000		新設橋梁×0.5と仮定	R2
		橋梁新設費		14	橋	42,600,000 円	596,400,000		PC桁橋と仮定	R2
		船舶及び機械器具費		※工事費の3%			2,747,000,000	2,800	事例を参考	
		営繕費		※工事費の0.8%			732,500,000	740	事例を参考	
		宿舍費		※工事費の0.6%			549,400,000	550	事例を参考	
工事諸費				※建設費の7%				8,100		
事業費合計								123,590		
改め								124,000		

※：発電機材の更新費用については、メーカーヒアリングの結果を踏まえ近年の物価高騰から、中小水力発電の手引きの3倍の価格を採用した。

● かさ上げ

かさ上げに伴う効果	Dダム	Eダム	Fダム
かさ上げ高 (m)	5.00	4.00	2.00
年平均発電増電量 (MWh)	3,833	2,323	471
年平均増電割合 (%)	6.90	8.00	7.60
増電による売電収入 (百万円/年)	59.56	39.74	4.65
年平均有効発電増力量 (kWh/年)	3,58,354	2,610,903	304,610
年間CO ₂ 削減増加量(t-CO ₂ /年)	1,539	1,135	133

● かさ上げ+貯水池運用見直し③（10日間で水位低下）

かさ上げに伴う効果	Dダム	Eダム	Fダム
かさ上げ高 (m)	5.00	4.00	2.00
年平均発電増電量 (MWh)	10,016	8,586	983
増電割合 (%)	17.90	29.50	15.80
増電による売電収入 (百万円/年)	213.06	160.21	17.05
年平均有効発電増力量 (kWh/年)	11,631,556	10,452,700	1,063,037
年間CO ₂ 削減増加量(t-CO ₂ /年)	5,059	4,547	463

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査



<今年度のまとめと課題>

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【1）水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

■ 検討内容

再生可能エネルギー大量導入時における水力発電の柔軟性資源としての活用状況について、過年度業務の調査結果を踏まえ、国外における最新動向を調査した。

■ 検討結果

① 水力発電の柔軟な運用方策の最新動向に関する調査

- IEA等の最新報告書から、脱炭素に向けた水力発電の役割や系統柔軟性確保、水力発電導入促進方策の最新動向等を整理した。

表 整理した報告書とポイント

項目	ポイント
World Energy Outlook 2022, IEA, 2022.	➢ 電力需要の変動性は、NZE（2050年ネットゼロ達成、2100年の気温上昇1.5℃）、STEPS（2021年6月時点のNDCと整合、2100年の気温上昇2.6℃）、APS（ネットゼロ宣言国は全て達成、2100年の気温上昇2.1℃）のすべてのシナリオで増加し、変動のレベルはSTEPSよりもAPSで高く、NZEシナリオで最も高い。 ➢ 風力発電と太陽光発電のシェアが高まっていることから、電力供給側で将来の柔軟性が必要になっている。電力需要と供給の両方の変化が発生するため、電力システムの柔軟性への必要性が高まっている。 ➢ 多くの地域で石炭火力発電所が段階的に廃止されており、火力発電による柔軟性の需要の割合は将来的に減少し、水力発電の役割が大きくなる。
World Energy Transitions Outlook 2022, IRENA 2022.	➢ IRENAの1.5℃シナリオでは、脱炭素化され、信頼性が高く、費用対効果の高い電力システムを提供するために、すべての柔軟性の手段・技術が連携する必要が出てくる。 ➢ 水力発電はVERの日々の変動性や季節による発電のバランスを取る能力を備えているため、脱炭素化された電力システムでは、柔軟性を供給する手段として理想的である。
Flexibility, technologies and scenarios for hydro power. XFLEX Hydro, 2021	➢ 複数の時間スケールで柔軟性を高め、電力システムでVREより大きなシェアを可能にし、新規ダム建設や既存ダムを再建せずに、既存の貯水池式水力を活用するためには、1.揚水発電を含むように発電所を再設計する、2.既存の発電所のタービン容量を増やす、3.センサー機能を導入し、発電ユニットの動作を改善する方法がある。 ➢ エネルギーシステムが気候の返送に依存するようになるにつれて、超期的、短期、中期の柔軟性に加え、長期的な柔軟性がより重要な役割を果たす。水力発電は、大規模な容量（短期的な電力の柔軟性による）とエネルギー（中期的／長期的な電力に柔軟性による）の両方を提供可能である。

■ 検討結果

② 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値増加等の事例の調査

- 過年度に引き続きオーストリアを対象に、水力発電導入促進のための支援策や地域での余剰電力の活用方法、エネルギー自立地域における水力発電の運用等に関してヒアリングを行った。

表 ヒアリング結果のポイント

ヒアリング項目	ポイント
水力発電導入支援策、余剰電力の活用等	➢ 2021年に施行された再エネ拡張法の下で、小水力発電に対するマーケットプレミアムや投資費用に対する助成、設備の新設・改修に対するアドバイスへの支援が行われている。 ➢ これにより水力発電プロジェクトが増加するとの見解があるが、事業化にかかる許認可の長さが課題であるとの意見が多い。 ➢ 地域の再エネ電力から発生した余剰電力の活用のために、季節間蓄熱槽の導入を検討している事業者もいる。
エネルギー自立地域における水力発電の運用等	➢ ケシャハット・マウテン村（人口3,400人ほど）では、地元の発電事業者であるAAEによる太陽光発電、風力発電、水力発電（ダム式水力と小規模揚水）の運用によりエネルギー自給を達成している。 ➢ 地域の特性に応じたエネルギーミックスを考慮して再エネ電源を導入し、ダム式水力・小規模揚水を蓄電池（アクティブな蓄電とパッシブな蓄電）として運用することがキーとなっている。

■ 今後の課題

- 継続して、国際機関等の報告書・公表資料から、水力発電活用に関する最新動向を確認していくことは水力発電の効果的な活用方策を検討する際の参考情報として重要になると考えられる。
- また、今年度調査したオーストリアの動向を継続的に確認するとともに、過年度に調査した国（スペインやポルトガル等）について、水力発電の地域での活用方策や柔軟性資源としての活用方策の最新状況を確認することも重要であると考えられる。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【1】水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

【検討/調査内容】再生可能エネルギー大量導入時における水力発電の柔軟性資源としての活用状況について、過年度業務の調査結果を踏まえ、国外における最新動向を調査した。

■ 実施方針

過年度に調査対象としてきた各国の最新動向や国際機関等の最新動向を整理する。また調査により得られた情報は4.2)と4.3)の国内の調査に検討に反映させた。

1) 既往文献・既往資料の収集

- (1) 水力発電の柔軟な運用方策等
- (2) 水力発電の活用方策、活用促進策や地域付加価値の増加の取組事例



2) 情報整理、ヒアリング（必要に応じて）

- ・1)で収集した文献・資料の情報の整理
- ・必要に応じて現地関連機関に情報提供依頼やヒアリングを実施



3) 調査結果のとりまとめ、調査結果の他調査項目の検討への反映

- ・再エネ大量導入時に果たす水力発電の役割や活用方策、活用促進策の参考情報のとりまとめ
- ・「4.2)余剰電力の地域での活用手法に関する検討」「4.3)地域付加価値の増大方策の検討」の検討に必要な情報を反映

調査フロー

■ 実施内容

- 過年度に調査対象としてきたオーストリア等の各国の最新動向を継続して調査するとともに、水力発電の柔軟な運用に関するIEA等の国際機関やEUのプロジェクト等の動向を調査した。
- また、地域での水力発電の活用方策や活用促進策（(4)2)関連）や水力発電活用により反映させる地域付加価値の増加に関連する事例（(4)3)関連）について、それぞれの検討に反映させた。

【調査の着眼点】

● (1) 水力発電の柔軟な運用方策等の調査

- 系統柔軟性向上に関わる技術や導入事例、電力市場での水力発電活用の動向等

● (2) 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査

- 太陽光や風力等の他の再エネとの組み合わせによる水力発電の運用や水素製造などの水力発電の活用方法の事例、活用促進に向けた支援策の例、ダム発電ポテンシャル向上の検討例等
- 地域で発電した電力を活用して地域付加価値の獲得をしている事例や地域の水力発電事業により得られた収益の活用方法等

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【1）水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

（1）水力発電の柔軟な運用方策等の調査

■ 実施内容

IEA等の最新報告書から、電力市場における水力発電の役割や系統柔軟性確保、水力発電導入促進方策の最新動向を整理した。また、EUが実施する、水力発電による系統柔軟性向上を目的としたプロジェクトから、柔軟性向上に関する最新動向を整理した。

表 調査対象とした報告書等

報告書等の名称	概要
World Energy Outlook 2022,IEA, 2022.	➤ 3つのシナリオ（STEPS：現行政策に基づくシナリオ／APS：各国が公言する排出削減量の目標を達成するシナリオ／NZE：2050年排出量実質ゼロとするシナリオ）で、世界のエネルギー需要、エネルギー安全保障、気候目標、および経済発展への影響に関する分析と予測を行っている。 ➤ 4.7 Invest in Flexibility（柔軟性への投資）において、柔軟性向上に必要な技術と見通しが示されている。
World Energy Transitions Outlook 2022,IRENA 2022.	➤ エネルギー分野に関して、1.5℃目標の維持に向けて 2030 年までに優先して行うべきアクションの概略をまとめている。 ➤ 水力発電の今後の見通しや柔軟性向上の重要性について示されている。
Flexibility, technologies and scenarios for hydro power. Institute for Systems and Computer Engineering, Technology and Science, XFLEX Hydro, 2021	➤ EUが実施する水力発電の柔軟性に関するXFLEX Hydroプロジェクトの報告書で、2019年から2023年にかけて行われているプロジェクトで、過年度に調査対象としたポルトガル含むEU圏内の7カ所の水力発電所を中心に、柔軟性向上方策の実証事業（既存水力の揚水化、可変速揚水の導入等）が行われている。 ➤ 本報告書では水力発電が有する柔軟性の種類や、柔軟性を向上させるための技術・システム等について示されている。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【1）水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

（1）水力発電の柔軟な運用方策等の調査

■ 報告書等の整理結果(1)

前頁に示した報告書等から、水力発電の柔軟性向上等に関するポイントを整理した。

報告書等の名称	ポイント
World Energy Outlook 2022,IEA, 2022.	➤ 電力需要の変動性は、NZE（2050年ネットゼロ達成、2100年の温度上昇1.5℃）、STEPS（2021年6月時点のNDCと整合、2100年の温度上昇2.6℃）、APS（ネットゼロ宣言国は全て達成、2100年の温度上昇2.1℃）のすべてのシナリオで増加することが予測される。 ➤ STEPSシナリオでは、2050 年までに世界の電力システムの柔軟性を3倍以上にする必要があると予測される。APSシナリオでは、2030年までに2倍、2050年までに3.5倍となっている。NZEシナリオでは、2050 年までの間に4倍以上になる。 ➤ 現状、電力システムの信頼性を維持するために必要な柔軟性のほとんどは、調整可能な（dispatchable）火力発電と水力発電によって行われている。 ➤ ただし、多くの地域で石炭火力発電所が段階的に廃止されており、火力発電による柔軟性の需要の割合は将来シナリオで減少し、水力発電の役割が大きくなる。
World Energy Transitions Outlook 2022,IRENA 2022.	➤ 2030年までに全世界で設備容量の60%、発電電力量の42%が太陽光や風力等の変動性再エネ（VRE）由来となる（2019年のVREによる設備容量、発電電力量はそれぞれ17%、8%）。そのため、電力システムでは、高い割合のVREに対応できる柔軟性が必要になる。 ➤ IRENAの1.5℃シナリオの下では、脱炭素化され、信頼性が高く、費用対効果の高い電力システムを提供するために、あらゆる手段の柔軟性の技術が連携をする必要が出てくる。 ➤ 水力発電はVREの日々の発電の変動性や季節による発電のバランスを取る能力を備えているため、脱炭素化された電力システムでは、柔軟性を共有する手段として理想的になる。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【1）水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

（1）水力発電の柔軟な運用方策等の調査

■ 報告書等の整理結果(2)

報告書等の名称	ポイント
Flexibility, technologies and scenarios for hydro power. Institute for Systems and Computer Engineering, Technology and Science, XFLEX Hydro, 2021	➤ 貯水池式及び揚水式水力発電は多くの国で導入されており、電力システムに柔軟性、エネルギー貯蔵、需給調整サービスを提供している。世界が再生可能エネルギーシステムに移行するために、水力発電はベースロード電源としての機能やより厳しい柔軟性要件、多くの地域での電力供給のセキュリティ確保にも貢献する必要がある。多くの国で降水量と流入量が季節・年々変動するなかで、貯水池式水力発電が果たす他の重要な役割は年間を通じてエネルギーを安定的に供給することである。 ➤ 複数の時間スケールで柔軟性を高め、電力システムでVREのより大きなシェアを可能にし、新規ダム建設や既存ダム再建をせず、既存の貯水池水力を活用するためには1.揚水発電設備を含むように発電所を再設計する、2.既存の発電所のタービン容量を増やすの2つの方法がある。 ➤ 3つ目のオプションとして、センサー機器をインストールし、発電ユニットの動作を改善できるソフトウェアを開発・導入することで、電力系統に需給調整サービスをより高速に提供する能力が向上する。 ➤ エネルギーシステムが気象の変動に依存するようになるにつれて、超短期、短期、中期の柔軟性に加えて、長期的な柔軟性がより重要な役割を果たす。水力発電は、大量の容量（短期的な電力の柔軟性による）とエネルギー（中期的/長期的な電力とエネルギーの柔軟性による）の両方を提供できる。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【1）水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

（2）地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査

■ 実施内容

【オーストリア現地団体へのヒアリングの実施】

- 昨年度の調査結果や検討会でのご助言、他調査項目に参考となる情報を収集するため、昨年度対象としたチロル州、フォアアールベルク州のシュタットベルケとケルンテン州の民間発電事業者、オーストリア小水力発電協会に対して追加ヒアリングを実施した。

表 ヒアリング対象

団体名		団体概要
チロル州	シュタットベルケ・ヴェルグル (自治体公社)	・ ヴェルグル市が100%所有する、自治体公社で、発電・配電事業に加えて、上下水道、廃棄物、インターネット、熱、モビリティ事業を行っている。 ・ 100%オーストリア由来の再エネ電力を販売している。 ・ 水力発電は流れ込み式4基所有し、市の電力需要の50%を供給することができる。
フォアアールベルク州	シュタットベルケ・フェルトキルヒ (自治体公社)	・ フェルトキルヒ市が100%所有する自治体公社で、発電・配電事業に加えて、飲料水、通信、電気機器の設置に関する事業を展開している。 ・ 4基の流れ込み式の水力発電所（うち1基は水道施設に設置）を所有しており、合計は6,000万kWhの電力を供給している。
ケルンテン州	AAE（民間発電事業者）	・ 15基の水力発電所を運用している。山に小規模なダム湖を作り、小規模揚水発電所を運用し、パッシブな蓄電とアクティブな蓄電を行う。所有する水力発電所のうち、半数はダム湖付きである。 ・ ダム湖を所有するオーストリアで唯一の民間企業であり、ケットシャハマウテン村の再エネ100%達成に貢献している。
オーストリア小水力発電協会		・ 小水力発電事業者、設計者、関連団体の連合で、政府に対して小水力発電に関する政策提言等も行う。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

- 【1】水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】
- 【2】地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査の調査

■ オーストリア現地団体へのヒアリングの実施：ヒアリング事項

➤ 各団体へのヒアリング事項を以下に示す。

団体名		ヒアリング方法	ヒアリング事項
チロル州	シュタットベルケ・ヴェルグル (自治体公社)	メール	【水力発電普及の支援策について】 ➤ 再生可能エネルギー拡大法（2021年7月施行）に伴う、 水力発電の導入・改修等に対する支援策の状況 について（昨年度のヒアリングでは、補助金や導入支援に対するコンサルティング等が導入される予定であることを確認） 【余剰電力の活用について】 ➤ 水力発電やその他再エネによる 余剰電力について、地域レベルでどのような活用 がされているか。 【水力発電による収益について】 ➤ 市場価格高騰 に伴う影響
フォアアールベルク州	シュタットベルケ・フェルトキルヒ (自治体公社)		
オーストリア小水力発電協会			

団体名		ヒアリング方法	ヒアリング事項
ケルンテン州	AAE（民間発電事業者）	オンライン (2023年2月21日)	【発電事業について】 ➤ 地域内、地域外の 需要家の規模 ➤ 地域外に売電 している再エネ電力の割合（地域内で発生した余剰電力を売電にまわしているのか） ➤ ハイドロソーラーエネルギーシステム （地域内で太陽光、風力、水力・小規模揚水を運用）の運用上の課題、他地域で展開する場合の課題等 ➤ 地域の 変動性再エネの出力や電力需要の予測 の方法 【配電事業について】 ➤ 地域で 配電事業を行う動機、収益 ➤ 系統混雑時 の対応 【その他】 ➤ 市場価格高騰 に伴う影響

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【(1) 水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

【(2) 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査】

- 2021年に行された再エネ拡張法の下で、マーケットプレミアムや投資に対する助成、新設・改修に対するアドバイスへの支援が行われている。
- ただし、許認可にかかる長さに対する緩和、許認可の簡易化等を行われていなく、ヒアリングを行った各団体が課題として考えている。
- 地域で発生した余剰電力の活用については、季節間蓄熱槽の導入を検討している団体がある。

■ オーストリア現地団体へのヒアリングの実施：ヒアリング結果（シュタットベルケ・ヴェルグル／シュタットベルケ・フェルトキルヒ／小水力発電協会）

水力発電普及の支援策について

【現状】

- ◆ 2021年に施行された再エネ拡張法に基づき、小水力発電については、マーケットプレミアムや投資費用に対する助成金による支援が開始されている。加えて小水力発電設備の新設・改修に対するアドバイスへの支援・助成金も設置された。
- ◆ 水力発電プロジェクトは開発準備に長期間要するため、法施工後から現時点までで具体的な成果は確認できないが、今後数年で多くの水力プロジェクトが開始されるとの見方がある。（小水力発電協会）

【課題】

- ◆ 水力発電導入の最大の課題は許認可の獲得に必要な時間の長さであると各社が回答している。（シュタットベルケ・ヴェルグル、シュタットベルケ・フェルトキルヒ、小水力発電協会）
- ◆ 特に、再エネ拡張法による助成金が導入されたり、市場価格の高騰に伴い発電事業が行いやすい環境となっているのに、導入が進まないのは、許認可が課題であるとの指摘がある。（シュタットベルケ・フェルトキルヒ）
- ◆ 助成制度についても、申請の手続きを簡易化したり、建設費用の高騰に応じた制度にすることが課題として回答されている。（小水力発電協会）

余剰電力の活用について

- ◆ シュタットベルケ・ヴェルグルでは、余剰電力は常に公共の電力網に供給され、売電している。
- ◆ シュタットベルケ・フェルトキルヒでは、現状では余剰電力の発生量は少ない。しかし、再エネの導入拡大により将来的には余剰電力が増加することは明確であると考えており、季節間蓄熱槽の導入を計画している。
- ◆ 季節間蓄熱槽は夏の余剰電力を温水として貯めておくことを想定している。余剰電力を氷蓄冷槽に使うことについては、冬に活用しようとするとヒートポンプのエネルギーを要するため、冬の電力不足につながる可能性があること、また、地域熱供給網の運用に85度の温水を必要とするため、有意義なオプションではないと考えている（地域によっては適していると考えている。）

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【(1) 水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

(2) 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査

■ オーストリア現地団体へのヒアリングの実施：ヒアリング結果（シュタットベルケ・ヴェルグル／シュタットベルケ・フェルトキルヒ／小水力発電協会）

水力発電による収益について

- ◆ 電力調達価格は2021年に比べ、2.5倍程度に増加した（シュタットベルケ・ヴェルグル）
- ◆ 電気代が大幅に高騰した事により、事業の経済性は大きく改善している。しかし、オーストリア連邦政府は、収益にkWhあたり14セントの上限を設ける事を決定している。14セント以上で得られるはずの収益は、連邦政府が徴収することになっている。政府は徴収した収益を消費者に還元している。これにより、電力価格は高くなったが、高騰率は抑えられている。（シュタットベルケ・フェルトキルヒ）
- ◆ 家庭向けの電力価格高騰に対する対策として、2,900kWhまで1kWh当たり一律10セントの定額料金として、それを超えた分は市場価格に応じた金額で支払わなければならない制度が取られている。
- ◆ 水力発電事業の場合、投資が長期的なものであり、また、物価高騰で建設費用も上昇したことから、電力価格の高騰が長期的な経済性の改善につながることはないとの見方もある。（小水力発電協会）

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【(1) 水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

【(2) 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査】

- ケシャハット・マウテン村はオーストリアでエネルギー自立を達成している地域の1つであり、民間発電業者であるAAEの取組により達成している。
- AAEはダム式水力と小規模揚水を蓄電池として運用し、また地域柄、太陽光や風力の積雪対策を行うことで、通年通して地域内でエネルギーの自給自足ができるようにしている。
- 他の地域でもエネルギー自立を達成するための課題としては、エネルギーミックスの割合をその地域に適したものにすることと、蓄電することの2つが重要になるとの見解が確認できる。

■ オーストリア現地団体へのヒアリングの実施：ヒアリング結果（AAE）

AAEの発電事業の概要

- ◆ AAEはケシャハット・マウテン村（人口3,400人ほど）の10km県内で太陽光発電、風力発電、水力発電を運用している。
- ◆ 小水力は15基（合計19MW）あり、うち4つは小規模なダム式、そのうち2つが小規模揚水発電である。風力発電が12基（合計20MW）あり、太陽光発電も2基（合計4MW）所有している。これらの発電所をネットワーク化し、「**ハイドロソーラーエネルギーシステム**」と呼び運用している。
- ◆ 発電電力量はケシャハット・マウテン村に供給するほか（全体の約20%の発電電力量）、オーストリア全土の約3万5千件の顧客に売電している（全体の約80%の発電電力量）。

エネルギー自立に関する取組について

- ◆ AAEの取組もあり、ケシャハット・マウテン村では**エネルギー自立を達成**している。（オーストリアでエネルギー自立を達成している3地域のうちのひとつ）
- ◆ 村がエネルギー自立を達成したキーワードとして、以下の3つが挙げられる。
 1. **ダム式水力・小規模揚水を蓄電池**として運用すること
 2. **太陽光発電設備から雪が落ちる設計**にすること
 3. **風力発電のブレードに暖房を取り付け**て積雪時でも発電できるようにすること
- ◆ 村は積雪地域であり、冬になると水が凍って最悪の場合、25%まで水力の発電電力量が低下する。太陽光パネルや風力発電機に雪も積もるが、それでも**常にエネルギーの自給自足できるように設計**している。よって常に余剰電力はある状態であり、村に優先的に供給し、使いきれない分は地域外に売電している。
- ◆ ダム式水力と小規模揚水の運用については、**アクティブな蓄電とパッシブな蓄電**として使用している。パッシブな蓄電では、ダム湖において風力発電とPVで余剰が発生したときに出力を調整し、需要があるときに発電を行う。アクティブは蓄電では、剰電力を使ってポンプアップさせる。揚水は25%のエネルギー損失があるので、市場価格が安価な時や余剰が多すぎる時に行う。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【(1) 水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】

【(2) 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査】

■ オーストリア現地団体へのヒアリングの実施：ヒアリング結果（AAE）

ハイドロソーラーエネルギーシステムの運用上の課題（エネルギー自立達成のための課題）

- ◆ オーストリアの他の地域では、AAEのようにダム式水力と小規模揚水を運用してエネルギー自立を達成している地域はない。
- ◆ 他の地域で、エネルギー自立を達成するための課題としては、エネルギーミックスの割合をその地域に適したものにすることと、蓄電することの2つが重要になると考えている。
- ◆ その地域にある水力や太陽光等の再生エネルギーのどの要素でその地域をリードするのかを考え、地域の特性に応じたエネルギーミックスを行っていくことが重要になり、バランスのとれたミックスにしなければ、電力の不足や過剰が出てバランスが取れなくなる。過剰に発電しすぎても、経済性悪くなる（安く売ることになる）。
- ◆ AAEにとってはダム式水力・小規模揚水が一番安い蓄電方法になる。蓄電池と比べて寿命が長く、100年以上でも運用可能で、生態系の保全にもつながる。揚水ポンプは余剰電力を活用する最も効果的な消費先であるとの考えである。
- ◆ 村では、夏は乾燥により水力発電の発電電力量が低下し、秋には降水によりダムが満水になる。冬は雪による凍結で25～30%程度、水力発電の出力が低下する。これに対して風力発電で調整を行い、水力発電を補う。加えて、1月中旬頃頃から太陽光の発電電力量が増えてくるため、雪が被らないように設置することで水力を補うことができる。そこに揚水発電が加わり、運用している。
- ◆ なお、AAEでは、現在、蓄電池（MW級）の導入を検討している。蓄電池は高くても寿命も短い、系統運営上の重要な役割を担うと考えており、ブラックアウトが発生した時に、系統から切り離してオフグリッド運用できるようにするためである。

地域の変動性再生エネルギーの出力や電力需要の予測方法

- ◆ 中央の制御設備にすべての発電所が接続されており、そこで制御可能である。全ての発電機のパワートラック、グラフがそこに取り込まれる。
- ◆ 3人体制で制御設備の管理を行い、常にダムの水量を確認し、発電設備の運用状況も確認する。次の日の予測も毎日立てている。
- ◆ 出力や調整用電力の供給量の予測を行い、例えば、雪崩来ると川がせき止められ、ダムに貯水した水しか使えなくなることが考えられるため、積雪量が多い時など、天候が悪くなりそうときは、揚水ダムの水量を増やしている。反対に洪水が予測されるときには、ダム容量に十分に空きがあるように設定する。
- ◆ 電力需要については、顧客の需要プロフィールのデータがあり、スマートメーターで測った消費量が基盤になっている。天候も加味して計画を作っている。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

- 【(1) 水力発電活用を中心とした再生可能エネルギーの普及拡大等について諸外国の動向や事例の調査】
- 【(2) 地域での水力発電の活用方策や活用促進策、地域付加価値の増加の取組事例等の調査】

■ オーストリア現地団体へのヒアリングの実施：ヒアリング結果（AAE）

配電事業について

- ◆ オーストリアでも系統運用についての規制が厳しくなっており、**得られる収益の上限が法律で決まっている**（投資金額に対して5%の利益まで）。
- ◆ 系統運用の費用は顧客から徴収している。電力の消費量に応じて課金しているが、**系統維持に必要な分だけの課金**になる。それ以上の課金はできないこととなっている。
- ◆ 山間地域は国から経済的援助（助成金）を受けられるが、村では助成は受けずに運用している。
- ◆ AAEの配電事業としての課題としては、太陽光発電が系統に流れ込むときに、配電網がかなり限界に近い状況になることがある点である。配電網強化には土地の所有者の反対や自治体の対応が遅いことが課題としてある。

電力価格高騰の影響について

- ◆ AAEでも電力価格の高騰の影響はあり、例えば、ドイツとオーストリア間で系統混雑しているときの課徴金がウクライナ侵攻前よりも10倍になっている。
- ◆ その他の課徴金等の価格高騰もあり、AAEで発電した電力自体は安く供給可能であっても、その安さを活かせない状況である。それでも、AAEの電力は他に比べて安価で地域住民、顧客に供給はできている。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

(2) 余剰電力の地域での活用手法に関する検討

(3) 調査結果とりまとめ

■ 検討内容

水力発電等の地域において発電された再エネ電力の内、自家消費を除いた余剰電力について、売電以外の地域での活用手法の検討を行い、手法ごとの効果・課題等を整理した。

■ 検討結果

① 余剰電力活用の意義に関する検討

- 余剰電力を地域で活用する意義としては、電気事業の経済性の向上や、地域の脱炭素化といった観点での環境性の向上、それに伴う当該地域への新たな再エネ設備の設置に関するインセンティブ向上が考えられた。

② 余剰電力活用手法の検討

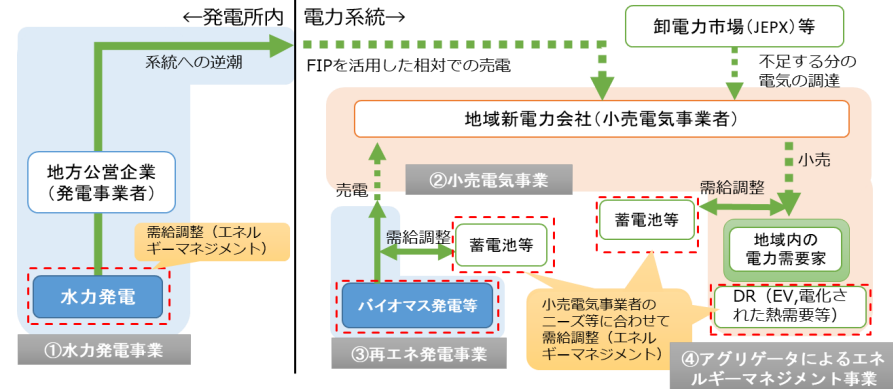


図 地域内で余剰電力を活用する技術と事業を組合せた全体イメージ

- 余剰電力活用には、主に「電力需要の創出」、「蓄エネ」、「調整可能な電源の出力調整」の3つ方向性が考えられた。
- 技術面・事業面での手法の整理検討を行った結果を組合せ、地域内での余剰電力活用の全体イメージを整理した。

③ 余剰電力活用手法の効果・課題の検討

表 余剰電力活用手法の環境面・経済面から期待される効果・想定される課題の整理・検討

	主な効果	想定される主な課題
地方公営企業	FIPを活用した相対取引を行う場合、最適な需給調整を行うことで、売電による収入を増加できる可能性がある。	FIPを活用した相対取引を行う場合、最適な需給調整が行われない場合、売電収入がFIT売電と比較して減少してしまうリスクや、インバランスリスクの発生が考えられる。
再エネ発電事業者	系統制約による影響を低減できた場合、発電電力量の増加に繋がり、CO2削減効果が増加する可能性がある。	需給調整を知見のあるエネマネ会社に担わせることでリスクの低減を図ることが考えられる。
地域新電力会社	FIPを活用した相対取引を行う場合、最適な需給調整を行うことで、市場よりも安価に電気を調達できる可能性がある。	- FIPを活用した相対取引を行う場合、最適な需給調整が行われない場合、電気の調達費用が増加してしまうリスクや、インバランスリスクが考えられる。 - 需給調整を知見のあるエネマネ会社に担わせることでリスクの低減を図ることが考えられる。
エネマネ事業者	大きな設備投資なく、既存の設備を活用した需給調整により収益を得られる可能性がある。	- 卸電力市場の価格推移によっては、需給調整によるメリットの拡大が行えない可能性がある。 - 事業者間でのリスク負担について、事前に協議しておく必要がある。

■ 今後の課題

- 今後、余剰電力を活用する手法の社会実装に向け、制度動向の最新状況を踏まえた、さらに具体的な事業モデル検討が必要と考えられる。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

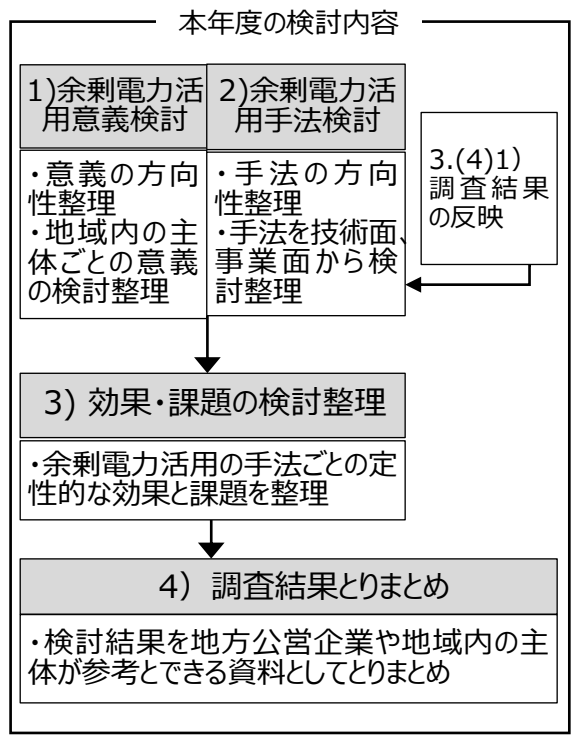
【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

【検討/調査内容】

水力発電等の地域において発電された再エネ電力のうち、自家消費を除いた余剰電力について、売電以外の地域での活用手法の検討を行い、手法ごとの効果・課題等を整理した。

■ 実施方針

余剰電力については、系統混雑が発生していない場合は、系統に逆潮流することが他地域を含めた全体の脱炭素化に寄与するという観点で望ましいが、頻繁に系統制約の影響が大きい地域の場合は、地域内で活用する意義が一定あるものと考えられる。本項目では余剰電力活用の意義・手法を検討整理した上で、手法ごとの効果・課題等を整理し参考となるよう情報をとりまとめた。



■ 実施内容

- ①余剰電力活用の意義に関する検討
地域において発電された再エネ電力の内、自家消費を除いた余剰電力について、地域外へ流出させるのではなく地域内で活用することの意義を、地域内の主体を想定した上で、検討・整理を行った。
- ②余剰電力活用手法の検討
①で検討する意義を踏まえた上で、余剰電力を活用する手法について検討を行った。手法としては、技術面（様々な分散エネルギー資源を活用したエネルギーマネジメント等）と、事業面（小売電気事業者を介したエネルギーマネジメント、アグリゲータによる需給調整等）から検討整理を行った。
- ③余剰電力活用手法の効果・課題の検討
②で検討整理した余剰電力活用手法について環境面・経済面から、定性的な効果を検討した。また、それぞれの手法を実現する上で想定される課題を整理した。
- ④調査結果のとりまとめ
調査結果から、今後、再エネの最大限導入・最大活用を実現し地域の脱炭素化に向けた取組を進めていく上で参考となるよう余剰電力活用の手法を整理し、地方公営企業や発電事業者等の地域内の主体が参照しやすいようとりまとめた。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

（1）余剰電力活用意義・手法検討

- 系統制約が発生していない場合、余剰電力は地域外を含めエリア全体で活用することが望ましいが、系統制約が発生する恐れがありかつ系統増強が間に合わないといった地域では、地域内での余剰電力の活用を検討することは意義のあることと考えられた。
- 本検討では、系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力を活用するという視点での検討を行うこととした。

■ 余剰電力活用の意義に関する検討

- ・ 地域において発電された再エネ電力（水力発電や変動性再エネ等）は、地域内の電力需要家でまず消費され、残りの電力は余剰電力として、地域外へ逆潮流により流出することとなる。既存送電網の混雑（系統制約）が発生していない場合は、地域で作った電気が余剰電力として既存送電網に逆潮流することは、電力系統全体の脱炭素化に寄与するものと考えられる。一方で、既存送電網の混雑（系統制約）が発生している（もしくは発生の恐れがある）場合は、余剰電力を逆潮流することが困難となり、地域内での余剰電力の活用を行うことが優位となる可能性がある。
- ・ 上記より、本検討での余剰電力の活用の検討では、系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力を活用するという視点での検討を行うこととした。
- ・ 既存送電網の混雑（系統制約）として、容量面での系統制約に整理されるものは以下の2つが存在する。
 - **エリア全体での需給バランス制約**
 - ・ 一般送配電事業エリア内で需要に対し変動性再エネ等により供給過多になった場合に、制約が発生する。
 - ・ 需給調整市場の拡大や、調整電源の整備が進むまで、エリア内の再エネ電源は出力制御を受けるものと考えられる。
 - **送電容量の制約**
 - ・ 送電線は変圧器といった設備の容量により送電できる容量には限界があり、これらを超過する場合に制約が発生する。
 - ・ 送電線や変電所の容量増設（系統増強）により解決することも考えられる。（系統増強の方が蓄電池や水素活用よりも低コストの可能性）
 - ・ 一方で、系統増強が間に合わない場合は、地域内の再エネ電源は出力制御（ノンファーム型接続適用電源の出力制御等）を受けるものと考えられる。

出典：資源エネルギー庁『再エネの大量導入に向けて～「系統制約」問題と対策』（<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/keitouseiyaku.html>）を参考にPCKK作成

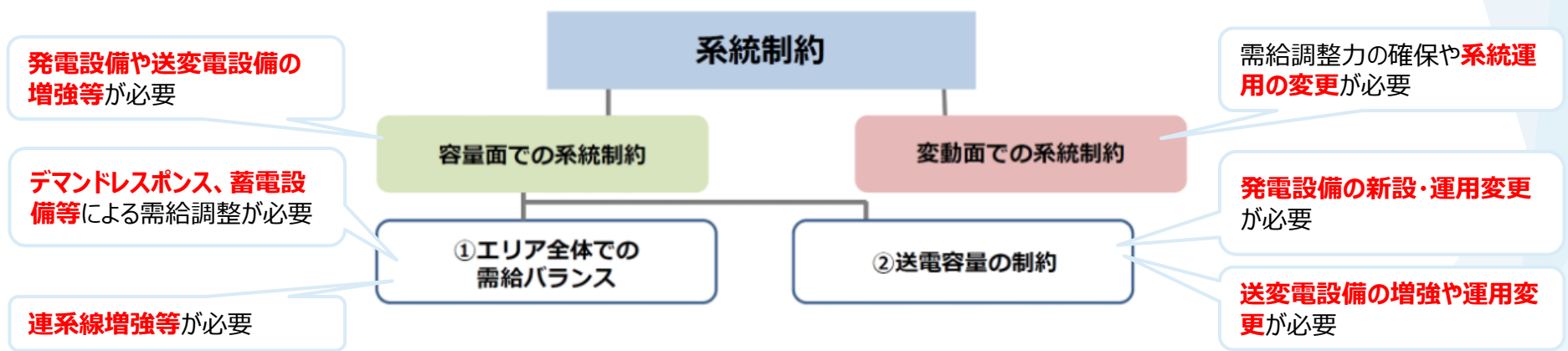


図 既存送電網の混雑（系統制約）に関する整理

出典：経済産業省資源エネルギー庁HP（<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/keitouseiyaku.html>）資料よりPCKKコメントを追記して作成

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

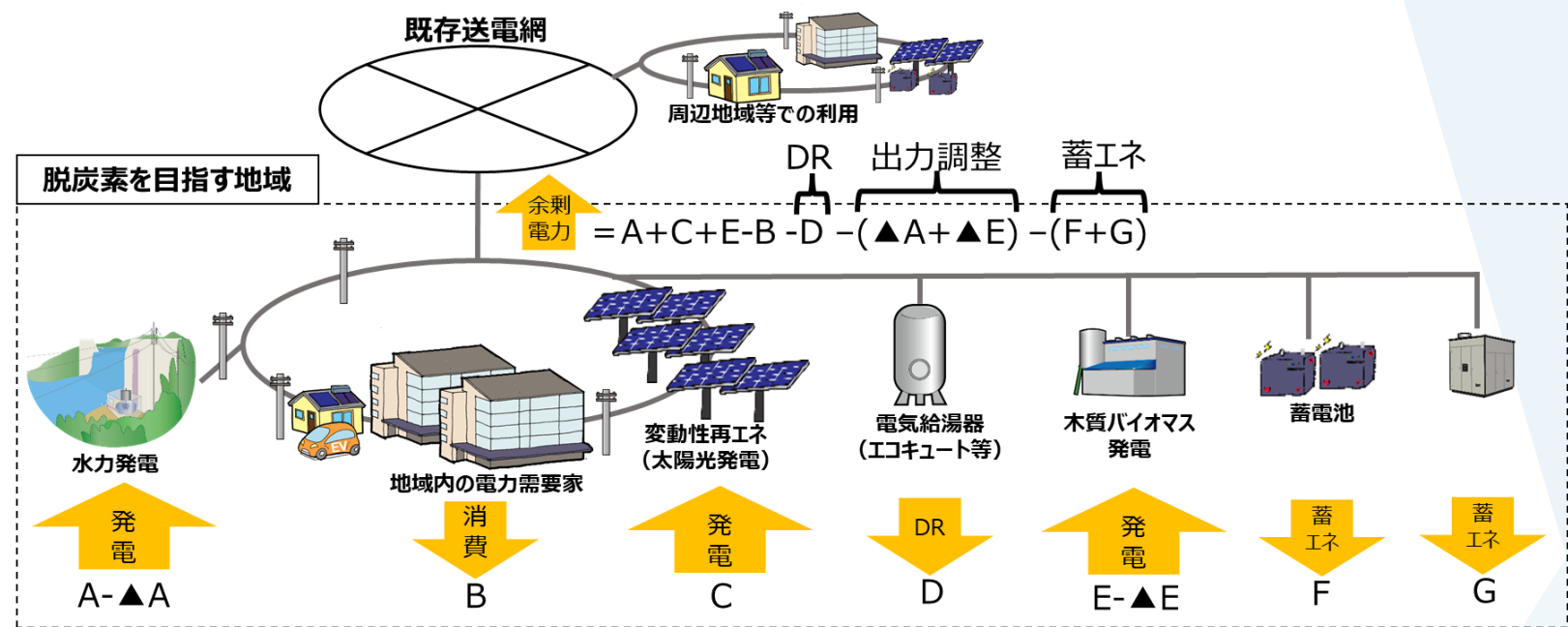
【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

（1）余剰電力活用意義・手法検討

- 余剰電力を地域で活用する方向性としては、主に「電力需要の創出」、「蓄エネ」、「調整可能な電源の出力調整」の3つが考えられた。
- 本検討では、系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力を活用するという視点において、上記3つの方向性から活用手法を検討・整理することとした。

■ 実施内容

- ・ 系統制約の発生を抑制するという観点から、地域内で余剰電力を活用する方向性としては、電力需要を創出（上げデマンドレスポンス：上げDR）することや、蓄エネを行うこと、調整可能な電源の出力調整を行うことの3つが主に考えられる。これら3つの方向性から、余剰電力の活用手法を検討・整理することとした。



導入コスト	－（既存インフラ）	－（既存電力需要）	中	小～中	大	大	大
需給調整	可	可	不可	可	可	可	可
備考	－	－	－	熱需要の電化による比較的安価な蓄エネ	地域課題解決等の需給調整以外の目的で導入	大容量化に向かない	大容量化可能

図 余剰電力活用手法の検討・整理の方向性イメージ

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

（1）余剰電力活用意義・手法検討

- 系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力を活用するという視点で、事業主体ごとの意義を検討・整理すると、電気事業の経済性の向上（事業収支の見通しの改善を含む）や、それに伴う当該地域への新たな再エネ設備の設置に関するインセンティブ向上が考えられた。
- また、年間を通した発電電力量の向上につながる場合、地域の脱炭素化といった観点での環境性の向上も意義として考えられた。

■ 余剰電力活用の意義に関する検討

- ・ 水力発電が立地する山間地域を想定した場合、地域内の主体として想定されるのは、水力発電所を持つ地方公営企業、再エネ発電事業者、電力需要家、小売電気事業（地域新電力等）、一般送配電事業者が考えられた。それぞれについての意義を検討・整理したものを以下に示す。

表 事業主体ごとの系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力を活用することの意義の検討・整理

主体	系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力を活用することの意義	
	送電容量の制約に関する内容	エリア全体での需給バランス制約に関する内容
水力発電所を持つ地方公営企業	・ 余剰電量の活用を考慮した発電設備の運用を行うことで、系統制約に伴う地域単位での出力抑制の影響を受けることが減少し、安定して発電を行うことができることから、発電電力量の増加や、場合によっては入札による単価が向上といった事業性向上の可能性がある。	・ 余剰電量の活用を考慮した発電設備の運用を行うことで、系統制約に伴う出力抑制の影響を受けることが減少し、安定して発電を行うことができることから、発電電力量の増加や、場合によっては入札による単価が向上といった事業性向上の可能性がある。 ・ 電力市場単価が安い時に地域内で活用、市場単価が高い時に地域外へ送出が進む場合、事業性向上の可能性がある。
再エネ発電事業者	・ 余剰電量の活用を考慮した発電設備の運用を行うことで、系統制約に伴う地域単位での出力抑制の影響を受けることが減少し、安定して発電を行うことができ、発電電力量の増加等により、事業性が向上する可能性がある。 ・ 事業収支の見通しが良くなり、該当地域への新たな再エネ発電設備の投資が比較的容易になる可能性がある。	・ 余剰電量の活用を考慮した発電設備の運用を行うことで、系統制約に伴う出力抑制の影響を受けることが減少し、安定して発電を行うことができ、発電電力量の増加等により、事業性が向上する可能性がある。 ・ 電力市場単価が安い時に地域内で活用、市場単価が高い時に地域外へ送出により事業性向上の可能性がある。
電力需要家	・ 上記により、地域内に再エネ設備が増加する場合、再エネ電気を調達できる契約に変更することで、地域単位での脱炭素化の達成が可能となる可能性がある。	・ 上記により、系統全体を流れる電気の脱炭素化が進み、結果的に地域の脱炭素化の達成が比較的容易となる。
小売電気事業者（地域新電力等）	・ 系統制約に伴う地域的な出力抑制の影響を受けることが減少し、地域内の発電設備からの電気の安定的な調達が比較的容易になり、事業収支の見通しが良くなる可能性がある。 ・ 自身での当該地域への新たな再エネ設備の投資にインセンティブが働く可能性があり、今後投資することもある。	・ 系統制約に伴う出力抑制の影響を受けることが減少し、地域内の発電設備からの電気の安定的な調達が比較的容易になり、事業収支の見通しが良くなる可能性がある。
一般送配電事業者	・ 系統増強を行う前に、当該地域内の再エネ設備の系統接続可能な容量を増加させることができる可能性がある。	・ 需給調整用の火力発電所の容量を縮減できる可能性があり、需給調整に関する費用も削減できる可能性がある。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

（1）余剰電力活用意義・手法検討

- 余剰電力を地域で活用する方向性としては、主に「電力需要の創出」、「蓄エネ」、「調整可能な電源の出力調整」の3つが考えられた。
- 本検討では、上記3つの方向性から技術面（系統制約を抑制するという観点で、余剰電力を活用するための主な技術）と事業面（系統制約を抑制するという観点で、余剰電力を活用することによりインセンティブが発生する主な事業）に関しての活用手法を検討・整理した。

■ 余剰電力活用手法の検討

- ・ 系統制約の発生を抑制するという観点から、地域内で余剰電力を活用する方向性としては、電力需要を創出（上げデマンドレスポンス：上げDR）することや、蓄エネを行うこと、調整可能な電源の出力調整を行うことの3つが主に考えられる。
- ・ これら3つの方向性から、技術面・事業面での手法の整理検討を行った。
 - ・ 技術面＝系統制約を抑制するという観点で、余剰電力を活用するための主な技術
 - ・ 事業面＝系統制約を抑制するという観点で、余剰電力を活用することによりインセンティブが発生する主な事業

表 系統制約の発生を抑制するという観点から地域内で余剰電力活用する手法の検討・整理

余剰電力活用の方向性	余剰電力活用手法	
	技術面からの整理	事業面からの整理
電力需要の創出	・ 特別高圧負荷設備（電解、電炉等）の使用による上げDR ・ 高圧負荷設備（空調、蓄熱槽、電気給湯等）の使用による上げDR ・ 低圧負荷設備（空調、照明等）の使用による上げDR	・ アグリゲータによる需給調整（卸電力市場、需給調整市場等の活用等） ・ 小売電気事業者による需給調整（卸電力市場の活用、インバランス調整等） ・ 配電事業者による需給調整（系統増強回避費用等によるインセンティブを想定）
蓄エネ	・ 揚水発電を活用した蓄エネ ・ 定置用蓄電池による充放電 ・ 電気自動車による充放電（V2G） ・ 水素製造と水素発電を活用した蓄エネ	
調整可能な電源の出力調整	・ 水力発電（ダム式等）による出力調整 ・ バイオマス発電（木質、畜産等）による出力調整 ・ 変動性再エネ発電による出力制御（出力抑制）	

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

（2）効果・課題等の整理

- 余剰電力を地域で活用する方向性としては、主に「電力需要の創出」、「蓄エネ」、「調整可能な電源の出力調整」の3つが考えられた。
- これら3つの方向性から、技術面・事業面での手法の整理検討を行った結果を組合せ、地域内での余剰電力活用の全体イメージを整理した。
- 事業としては、水力発電事業、小売電気事業、再エネ発電事業、アグリゲータによるエネルギーマネジメント事業の組合せが考えられた。

■ 余剰電力を地域で活用する技術と事業を組合せた全体イメージ

- ・ 系統制約の発生を抑制するという観点から、地域内で余剰電力を活用する方向性としては、電力需要を創出（上げデマンドレスポンス：上げDR）することや、蓄エネを行うこと、調整可能な電源の出力調整を行うことの3つが主に考えられる。これら3つの方向性から、技術面・事業面での手法の整理検討を行った結果を組合せ、地域内での余剰電力活用の全体イメージを整理した。
- ・ 地方公営企業（発電事業者）が所有する水力発電で発電した電気【①水力発電事業】は、地域新電力会社（小売電気事業者）のニーズに合わせて、アグリゲータにより需給調整され系統を介して地域新電力会社へ売電される【④アグリゲータによるエネルギーマネジメント事業】。（後述の内容を踏まえ、水力発電所から地域新電力会社へはFIPを活用した場合の相対取引を想定）
- ・ 地域新電力会社は、水力発電や地域内の再エネ電源、JEPX等の電気を組合せ、地域内の電力需要家に供給する【②小売電気事業】。
- ・ シュタットベルケ・フェルトキルヒでの調査では、再エネ（例えばバイオマス発電）の導入拡大により将来的には余剰電力が増加する【③再エネ発電事業】と考えられており、季節間蓄熱槽の導入を計画しているとのことであった。国内への同様の取組の適用に向けては詳細検討が必要と考えられるが、熱需要を電化した上でエネルギーマネジメントに活用することの有効性は一定確認できたものと考えられた。

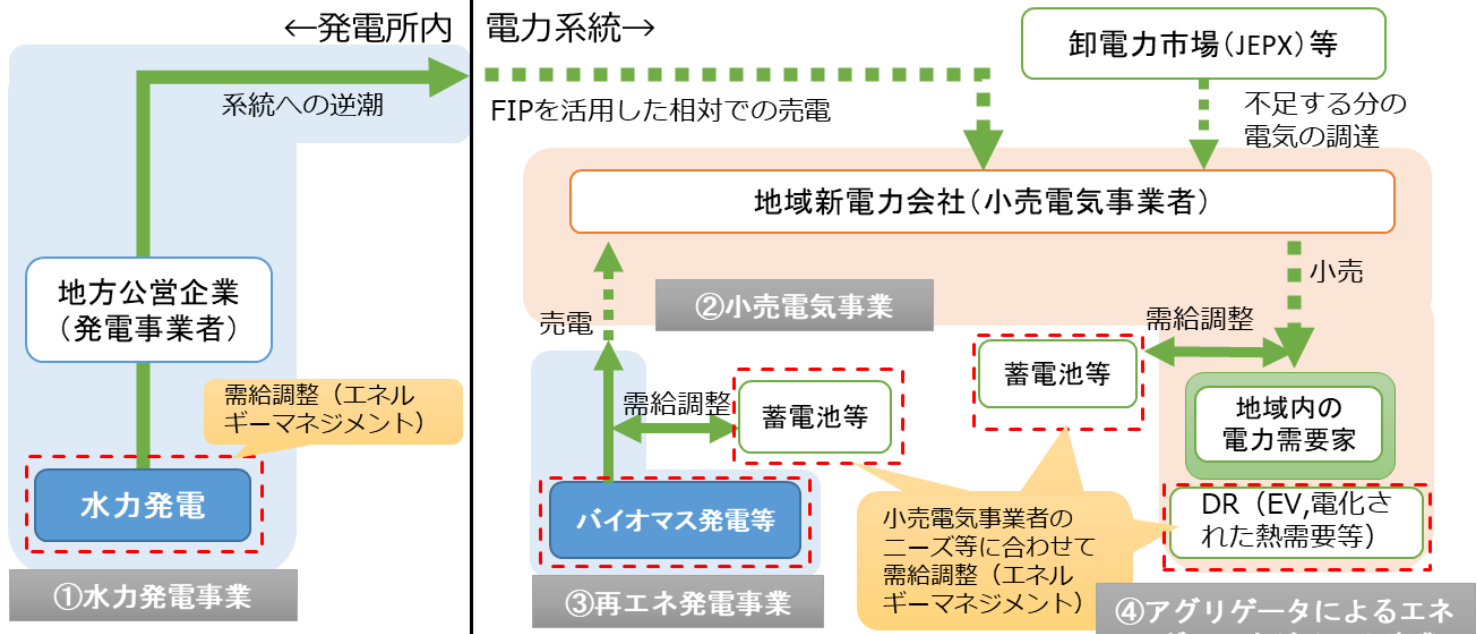


図 地域内で余剰電力を活用する技術と事業を組合せた全体イメージ

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【2）余剰電力の地域での活用手法に関する検討】

（2）効果・課題等の整理

- 前述の全体イメージに沿って、発電事業者、小売電気事業者、エネルギーマネジメント事業者を含む全体の事業スキームを整理した。
- エネマネ事業者は系統制約の抑制を含む地域新電力会社のニーズに合わせて地域内の柔軟性資源による需給調整を実施する。
- エネマネ事業者と地域新電力会社は同一主体が担うことも想定されるが、事業リスクの観点から個別の主体が担うことも考えられた。

■ 余剰電力を地域で活用するための事業スキームイメージ

- ・ エネルギーマネジメント事業者（以下、エネマネ事業者）であるアグリゲータは地域新電力会社（小売電気事業者）と契約し、地域内の柔軟性資源の運用を担当する。（同一の事業主体がエネマネ事業も小売電気事業を担うことも考えられる。）
- ・ アグリゲータ（エネマネ事業者）は系統制約の抑制を含む地域新電力会社のニーズに合わせ、地域内の柔軟性資源（地方公営企業（発電事業者）が所有する水力発電や地域の再エネ、需要家内の電力需要等）による需給調整を実施する。
- ・ アグリゲータ（エネマネ事業者）は需給調整により、地域新電力会社のインバランスや市場価格変動等のリスク低減を担いつつ、その効果の一部を受け取るということが考えられる。

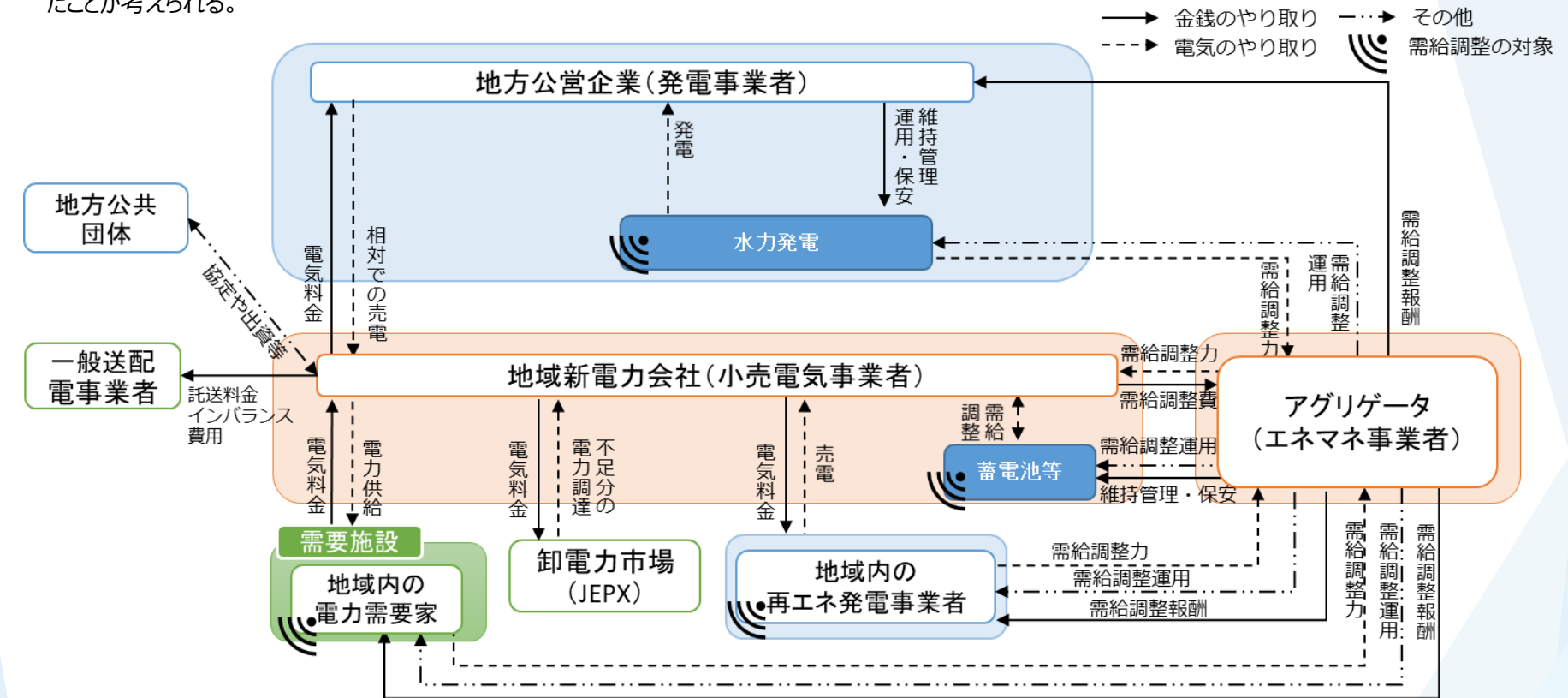


図 地域内で余剰電力を活用するための事業スキーム例

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等が有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【今年度のまとめ】

■ 検討内容

水力発電の柔軟な運転等における収益拡大などを通じた地域付加価値の増加可能性について、過年度業務の調査結果を踏まえ、シミュレーション手法の改善や調査の中で出てきた課題の対応策の検討等を行うとともに、過年度業務においてまとめた内容を含め関心を有する地方公共団体に情報提供を行った。

1. 価格高騰について

- 価格高騰が発生すると、収益最大化運転の有無によらず地域付加価値は増加した。
- 一方で、収益最大化運転による収入の増加率に関しては、価格高騰の影響よりも一日の放流量の変動やスポット価格の変動が影響を与えていることが示唆された。収益最大化運転によって増収がほとんど発生しない月も確認できたため、季節特性を考慮して収入の増加率が高い時期に集中して運転方法の切り替えを行うのが良いと考えられる。

2. 下流制約について

- 下流制約を考慮した実運用に近い収益最大化運転では、下流制約を考慮しない場合よりも若干収益は下がるものの、シミュレーション前の実績値よりは増収できることが確認できた。
- 加えて最適化運転日数を増やすことで逆調整池を有効活用し更なる増収の可能性が示唆された。

3. FIPについて

- 現状運転方法のままFITからFIPに切り替える想定にしたところ、検証期間の3年間は1kWhあたりの収益性変化の平均は±1.53 円/kWhとなることを確認した。さらに、運転方法の変更（収益最大化運転）を実施することで更なるメリットの増加を確認し、3年間の平均は+5.09 円/kWhとなった。
- 一方で、特異的な価格高騰があった翌年は、その価格高騰月以外でプレミアム単価が低くなるためFIP切り替えによる1kWhあたりの収益性変化はマイナスに強くはたらず、高騰があった月以外ではFIPに切り替えることのインセンティブが小さくなった。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3】 地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【検討/調査内容】

水力発電の柔軟な運転等における収益拡大などを通じた地域付加価値の増加可能性について、過年度業務の調査結果を踏まえ、シミュレーション手法の改善や調査の中で出てきた課題の対応策の検討等を行うとともに、過年度業務においてまとめた内容を含め関心を有する地方公共団体に情報提供を行った。

■ 実施方針

R3年度業務は、地方公営企業が市場参加した場合を想定して市場価格に応じた収益最大化シミュレーションを実施し、一定の収益増加が得られる可能性が試算された。そこで本業務は、R3年度業務シミュレーション対象であった地方公営企業のニーズを確認しつつ、地域付加価値の更なる増大を目指す。その上で、課題の整理及び対応策の検討を行い、協力いただく地方公営企業へ調査結果のとりまとめと情報提供を行う。

1)シミュレーション 手法の改善	2)課題・対応策 の検討
・R3年度業務のシミュレーション結果の報告、地方公営企業のニーズの洗い出し ・改善点の検討と試算の実施	・R3年度業務で整理した地域付加価値増加の実現方策(案)の課題 ・対応策の見直し（ヒアリングやシミュレーション過程で整理）
↓	
3)調査結果とりまとめ、情報提供	
・売電により地域付加価値を増加させるための検討の参考資料としてとりまとめる ・協力いただいた地方公営企業等への情報提供	

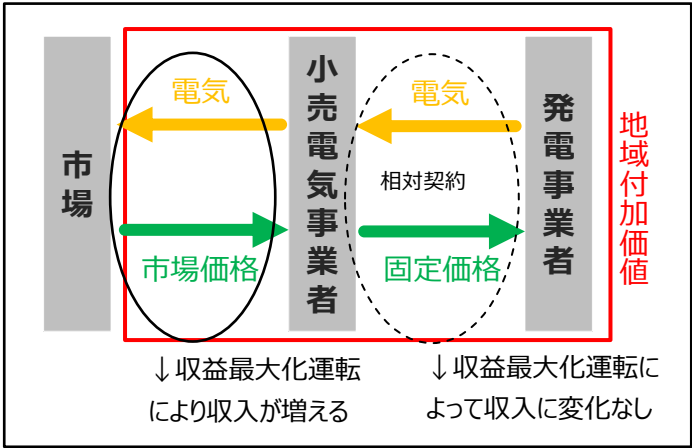
図 検討/調査フロー

■ 地域付加価値

本検討では、**地域付加価値**をもたらす源泉としての収入の増加に着目した。

そのため、収益最大化シミュレーションによる目的関数は、3つの検討で共通して**市場売電における収益最大化**とした。

⇒『Max Σ Price(t) × kWh(t)』



図：地域付加価値の考え方

■ 実施内容

【第3回検討会での主な報告・説明事項等】

1. 価格高騰について

- R3年度業務のシミュレーションを用いて2019年11月～2022年10月にかけて価格高騰の影響を評価した。

2. 下流制約について

- 下流制約を新たに加えることで、より実運用に近いシミュレーションを実施した。そのために対象ダムとその逆調整池の関係を整理した。
- シミュレーション結果をR3年度検討結果と比較し下流制約の影響を評価した。

3. FIPについて

- FITからFIPへ切り替えた際の発電事業者・小売電気事業者の双方のメリットを現状の運転方法、収益最大化計算後の運転方法の2つで評価した。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3】地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【1. 電力卸売市場の恒常的な価格高騰傾向がもたらす影響評価】

- 近年のスポット市場の価格変動の現状を踏まえ、以前と比較して2021年11月からは恒常的な価格高騰になっていることを整理した。
- 本業務は、恒常的な価格高騰がどのように収益最大化シミュレーションの結果に影響するか評価するために、価格高騰が起きている最近の実績値と価格高騰が起きていなかった過去の実績値でのシミュレーションを実施した。

■ 価格高騰の現状

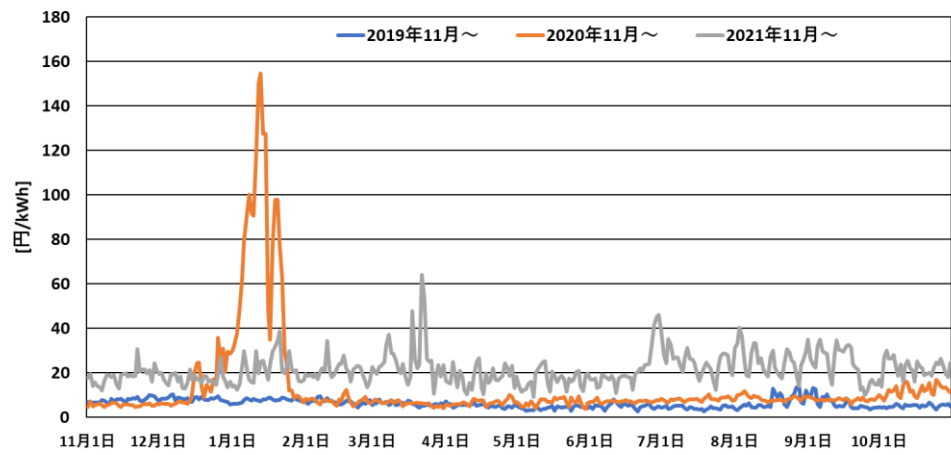
2020年度1月の需給逼迫や燃料価格高騰に伴う市場価格高騰が発生し、スポット市場価格は一時最高250円/kWh、平均価格が150円/kWhを超えるまで高騰した*。その後は収束し2020年度の平均価格は11.2円/kWhとなったが、翌年10月から緩やかに価格が上昇していき2021年度は平均13.5円/kWh、2022年度は9月28日時点で21.8円/kWhと価格高騰が続いている。

*エネルギーの安定供給の再構築，資源エネルギー庁 2022年9月

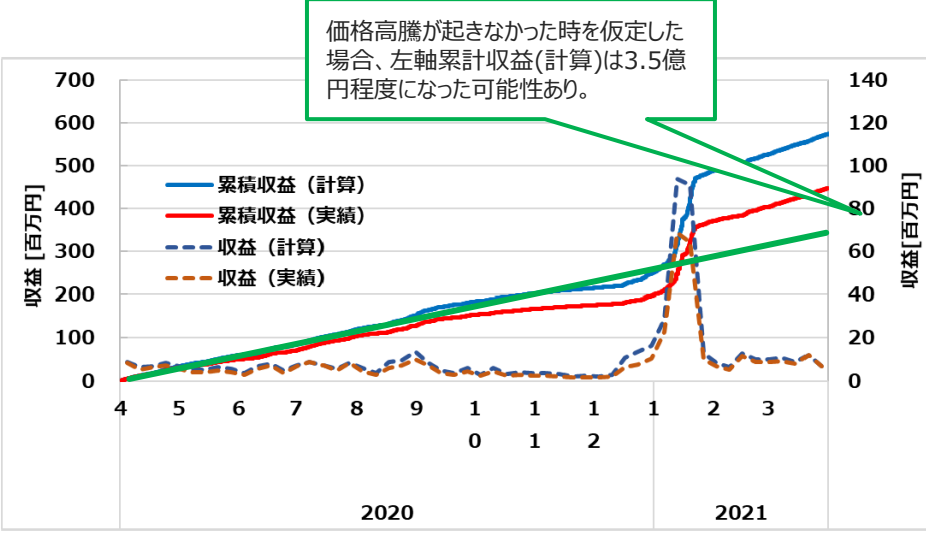
■ 本検討の目的

R3年度に検討したシミュレーションでは、対象とした期間に特異的な価格高騰時期があり、累計収益の4割を占めるような結果が示唆された（右図）。一方、最近では、市場価格の高騰が恒常的となり状況が大きく変化しているため、改めて異なる市場の状況で収益最大化シミュレーションを実施して、得られる結果にどのような違いが生まれるかを把握する必要性が高い。そこで今年度は、検討の第一ステップとして価格高騰が起きている最近の実績値と価格高騰が起きていなかった過去の実績値でのシミュレーションを実施し、価格高騰がどのように収益最大化シミュレーションの結果に影響するかを評価した。

日本のスポット市場の価格推移
(日平均、システムプライス)



出典：JEPX information よりPCKK作成



出典）環境省、令和3年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業委託業務

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3】 地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【参考】

- 本業務は市場価格の高騰前(2019年11月1日～2020年10月31日)、特異的な高騰があった年(2020年11月1日～2021年10月31日)、恒常的な価格高騰時(2021年11月1日～2022年10月31日)の3パターンのスポット価格を用いて収益最大化シミュレーションを実施した。
- 価格高騰の影響評価を行うため、3パターンで共通の流量(2019年度の流量)を使用した。
- シミュレーションの目的関数と説明変数はR3年度に検討したシミュレーションと同一の条件で実施した。

■ 流量の確認

2019年11月～10月末までの流量データをもとに、故障・作業等で停止していた分を発電放流量とみなして合計2.7億m³の水量を発電に用いた。なお、共通の流量データを用いるため、発電放流量とスポット価格に相関がないことを予め確認した(2019年11月～2022年10月末)。

■ 収益最大化シミュレーションの確認

目的関数

$$\text{Max } \sum \text{Price}(t) \times \text{kWh}(t)$$

説明変数

発電出力を水車効率や発電機効率を考慮した以下の式で与える。

$$\text{kWh} = q \times g \times \text{落差} \times \text{水車} \cdot \text{発電機効率}(h_{\text{ave}}, q) \doteq q \times \eta_{T-G}(h_{\text{ave}}, q)$$

q : 発電放流量, g : 重力加速度, h_{ave} : 「有効水位」の一日平均

t : 1～8760×2 (30分単位のため) の離散値 (1年間)

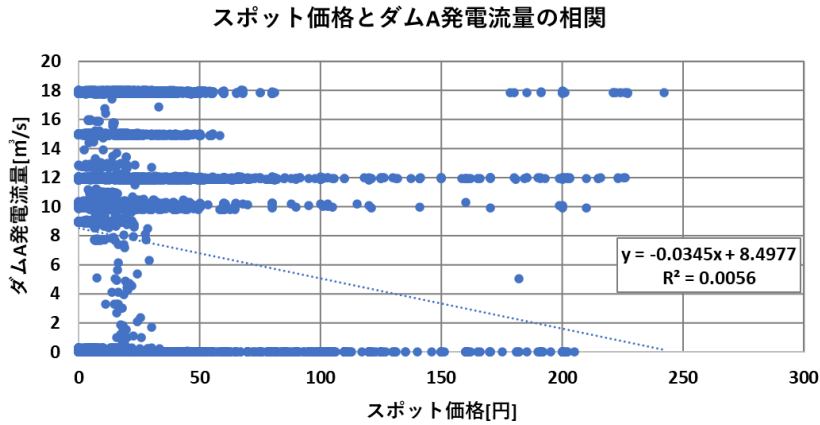
η_{T-G} : 2020年4月～3月の実績値より回帰式で設定 (R3年度業務のと同じ)

制約条件

・1日の最初の時刻のQ (貯水量) とh (有効水位) を実績値として固定する。
ただし計算最終日の最後の時刻は実績値で固定。

・q_{max} ≥ q(t) ≥ 0

・Q(t+1) = Q(t) – q(t) + 流入(t) – 発電しない放流量(t)



図：スポット価格とダムAの発電放流量の相関

$$P_G(t) = q(t) \cdot \eta_{T-G}(h_{\text{ave}}, q)$$

$$\eta_{T-G}(h_{\text{ave}}, q) = \begin{cases} 3.6451 \cdot h_{\text{ave}} + 257.99 & 8.0 < q(t) \leq 9.0 \\ 4.1183 \cdot h_{\text{ave}} + 283.18 & 9.0 < q(t) \leq 10.5 \\ 4.3513 \cdot h_{\text{ave}} + 288.41 & 10.5 < q(t) \leq 12.5 \\ 4.5526 \cdot h_{\text{ave}} + 295.59 & 12.5 < q(t) \leq 14.0 \\ 4.6242 \cdot h_{\text{ave}} + 301.83 & 14.0 < q(t) \leq 16.0 \\ 4.0765 \cdot h_{\text{ave}} + 311.89 & 16.0 < q(t) \leq 18.0 \end{cases}$$

式：発電電力量の式と流量別の効率

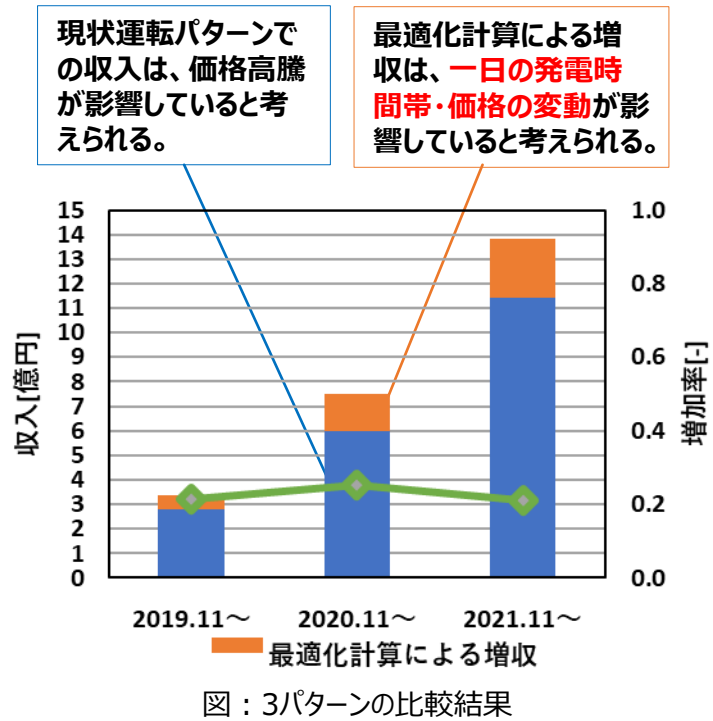
※R3年度業務の回帰モデルを使ったので若干異なる期間も存在する

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【1．電力卸売市場の恒常的な価格高騰傾向がもたらす影響評価】

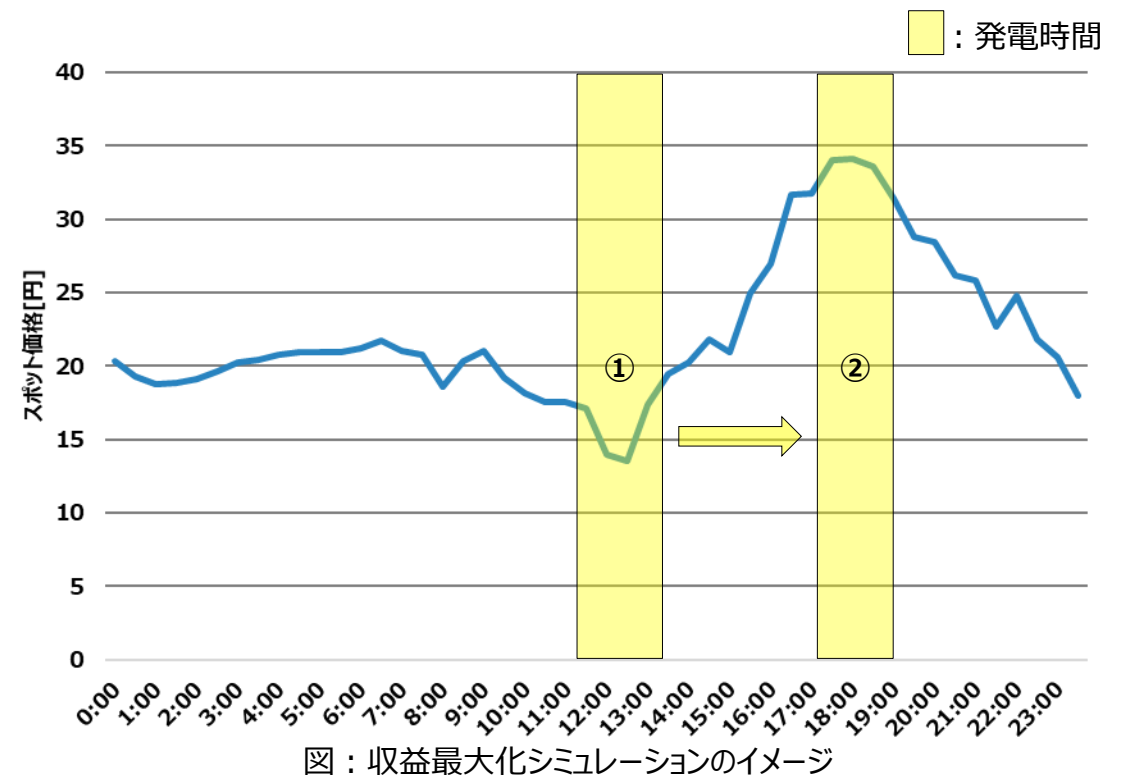
- 収益最大化シミュレーションによる合計収入は、2019年11月～が3.4億円、2020年11月～が7.5億円、2021年11月～が13.8億円となった。
- 3年分のデータを年間で比較したところ、価格高騰による影響で現状運転・収益最大化運転のいずれのパターンでも増収することを確認した。一方で、収益最大化による増加率は価格高騰の影響は小さいと考えられ、発電放流量の時間帯変動及び一日の価格変動が影響していると考えられる。



■ 最適化計算によって増収が発生する考えられる要因

下図のように一日におけるスポット市場の価格差が生じており、①⇒②へ発電の時間帯を変化させる余地がある場合、その価格差に応じて増収が期待できる。

※逆に、一日におけるスポット市場の価格差が生じていない場合、あるいは既にピーク運転をしている（はじめから②の時間帯で発電している）場合は、最適化計算による増収が生じない。

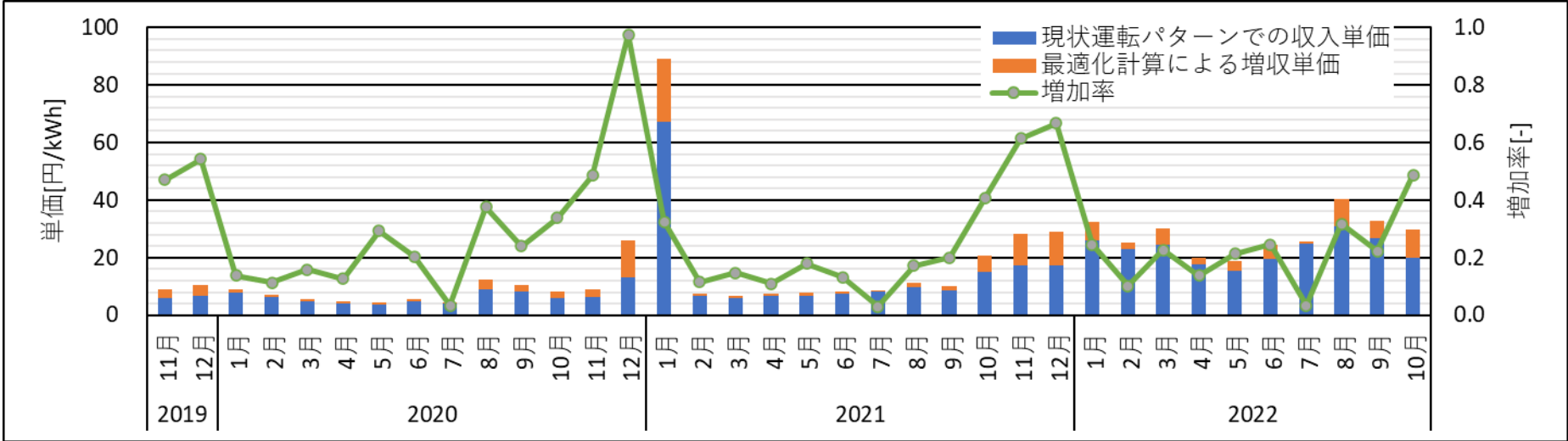


4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

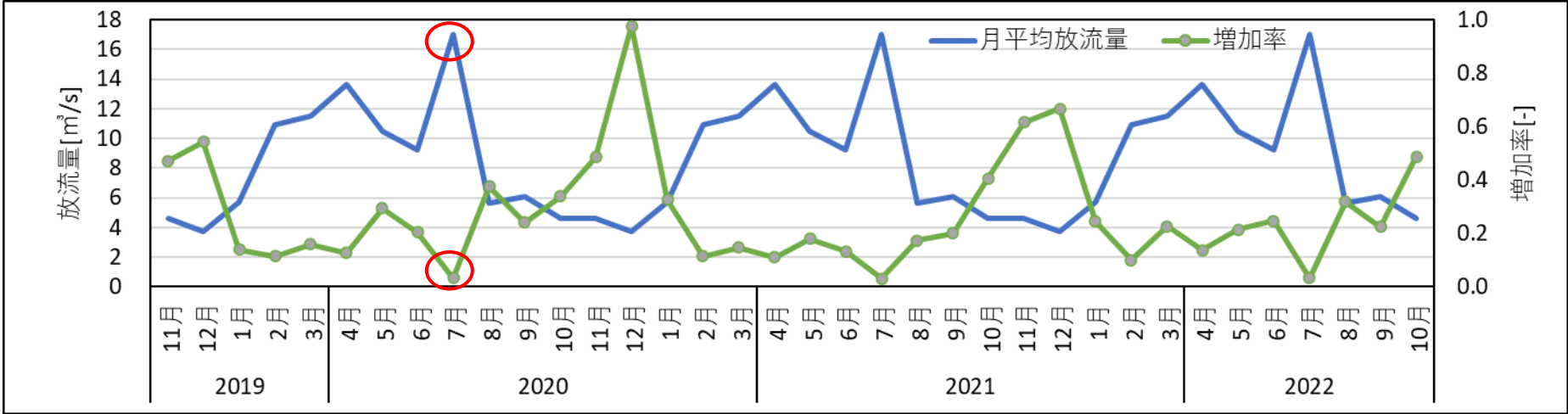
【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【1．電力卸売市場の恒常的な価格高騰傾向がもたらす影響評価】

- 最適化計算による収入の増加率に影響を与えているのは、季節性の要因である月平均放流量であることが示唆された。
- 最適化計算による収入の増加率は、放流量の多い7月に低く、放流量の少ない11～12月に高い傾向にある（下図）。



図： 月別の現状運転パターンでの収入単価および最適化計算による増収単価



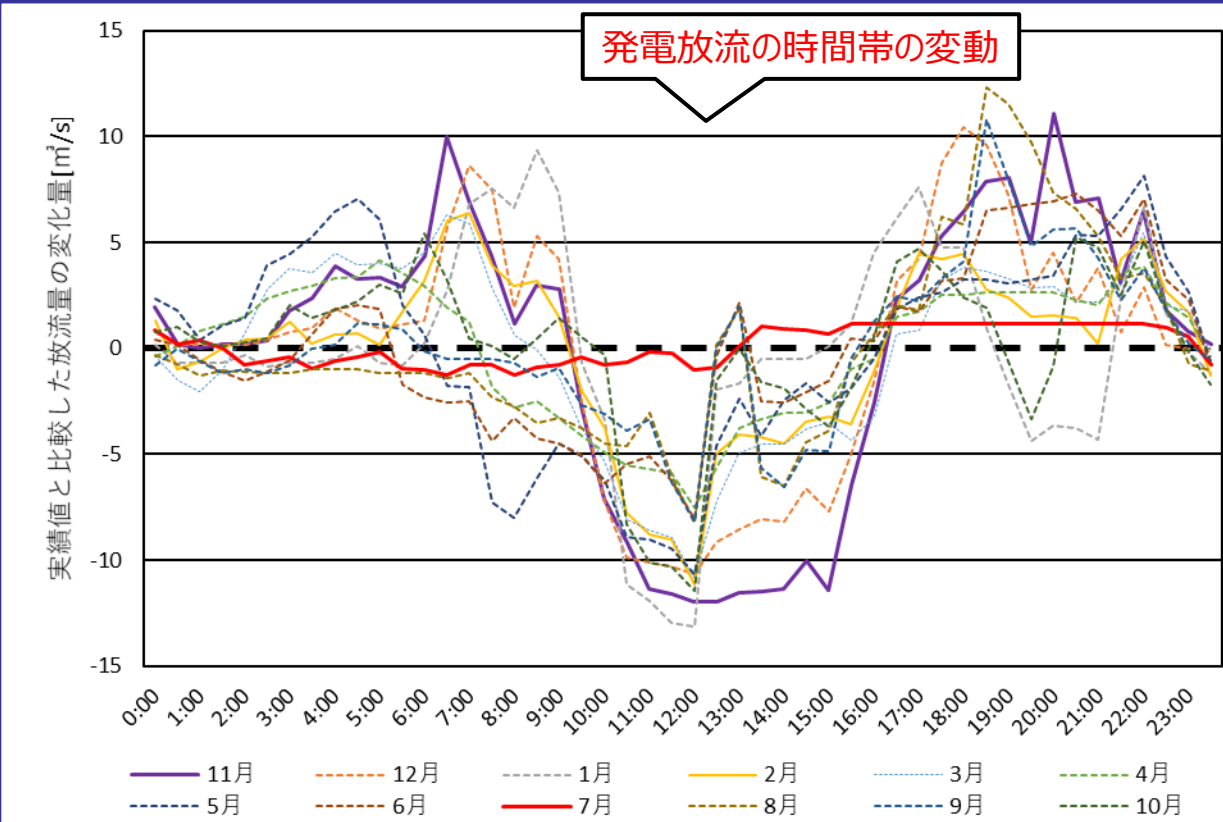
図： 最適化計算後の月別の平均放流量と収入の増加率

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

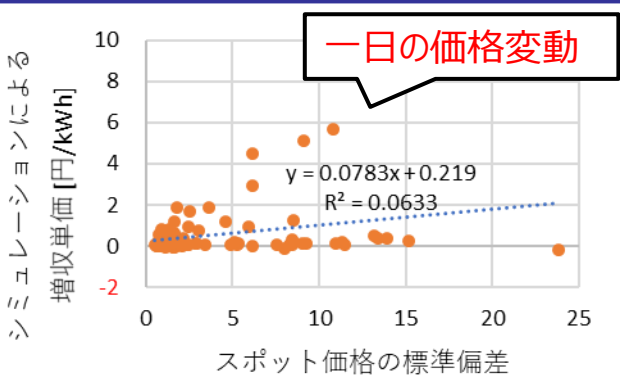
【3】 地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【1. 電力卸売市場の恒常的な価格高騰傾向がもたらす影響評価】

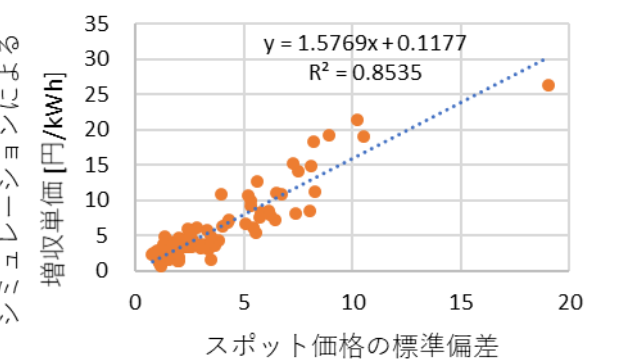
- 発電放流量の時間帯別の変化について月別に整理し、変化が顕著な11月と7月に着目してその月の増収単価と標準偏差について相関を整理した。
- 7月はシミュレーションの前後で放流量の変化は見られず、11月は日中に発電放流を抑制しピーク運転を行っている傾向が見られた。



図： 月別、発電放流量の時間帯変化(値は月平均)



図： 7月の増収単価とスポット価格の標準偏差



図： 11月の増収単価とスポット価格の標準偏差

グラフを月別に比較すると、7月はシミュレーションの前後で発電放流量はほとんど変わらないため、増収単価は小さくなったと考えられる。よって一日の中で価格の変動が大きい日もシミュレーションによる増収は至らない傾向が確認された。

一方で、11月は日中の発電放流を抑制しピーク運転が実施されるため、増収単価が大きくなったと考えられる。よって一日の中で価格の変動が大きい日はシミュレーションによる増収が発生しやすい傾向が確認された。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3】 地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】 【2. R3年度業務のシミュレーションに下流制約を加えることによる影響評価】

- R3年度業務のシミュレーションではダム単体で発電用放流量の調整を行った結果、増収の見込みがあったことがわかった。
- 本業務のシミュレーションではより実現性を高めるために、下流の逆調整池の制約を取り入れることを検討する。

■ 本検討の目的

R3年度業務で対象としたダムAは、下流の農業取水のための必要量を満たす必要がある。ここで、下流に逆調整池があり下流の流量変動を安定化しつつ、農業用の必要量を常時放流している。収益最大化のために運転パターンを変化させると、逆調整池で調整できる容量を超過する可能性がある。一方で、逆調整池があることで、運転パターンを1日より長い期間で最適化できる可能性もあるのではないかと考えられる。市場価格に応じた運転の実現性と逆調整池による可能性を検証するために、これらの制約（「下流制約」と呼ぶ）を考慮した評価を行う。

■ 流量制約の取り入れ方

R3年度業務

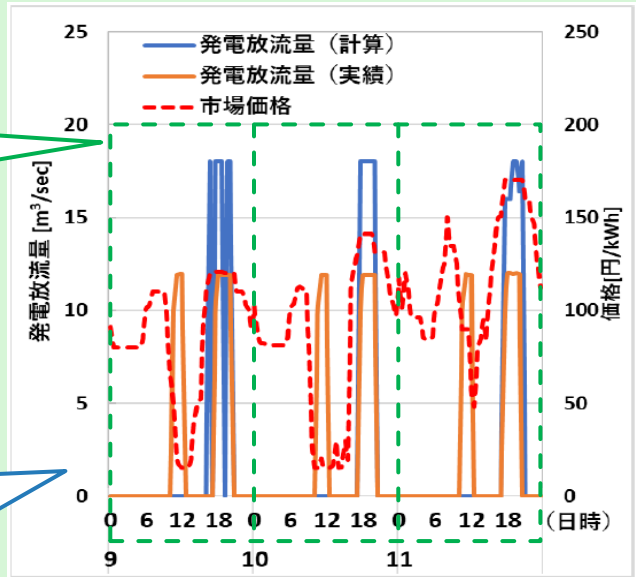
1日ごとの発電放流量は実績値に合わせ固定という条件で、出力を自由に変更できるものとして、1日単位での最適化計算365日分を実施した。

1日単位（緑の枠の範囲内）での発電放流量（青線グラフの合計値）を実績値で固定とした。

本業務

下流の逆調整池や農業取水等の制約条件について情報提供を受け、実際の運用上、どのような制約があるかを整理し、制約条件として組み込むことで、より実運用に近い条件でのシミュレーションが可能と考えられる。

下流制約を反映させると、青線グラフのように短時間に発電放流量を集中させることができない可能性も考えられる。他方で、逆調整池により放流量を翌日に繰り延べることも考えられる。



【参考】 逆調整池の影響

逆調整池は、発電所の下流にあるダムのこと下流河川の水位変動を安定化させる機能を持つ※。発電量の調節は主に水力発電で行われるが、放流量が大きいとそのままでは下流の河川水位が大きく変動してしまうため、この場合は発電量からの放流を一旦調整池に貯め、調整池からの放流量を調整して下流河川の水位変動を安定化させる。これを逆調整といい、逆調整池の容量によって発電所の放流量は制約を受けることになる。

出典）環境省,令和3年度既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業委託業務

※“ダム事典[用語・解説](逆調整池)”, ダム便覧,
<http://damnet.or.jp/cgi-bin/binranB/JitenKM.cgi?id=291>

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3】 地方公営企業等が有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】
【2.R3年度業務のシミュレーションに下流制約を加えることによる影響評価】

- ダムAおよびその下流の逆調整池であるダムBについて現運用の方法を確認、整理した。
- R3年度業務シミュレーション結果(ダムA単基でのシミュレーション結果)の放流量では下流のダムBの制約を満たせていないことを確認した。

■ 貯水量の再現

実績データをもとに、ダムBの貯水量と流量の式を作成

$$Q_B(t+1) = Q_B(t) + 0.5 \times (qin1 + qin2 - qout)$$

$Q_B(t)$: 時刻tのダムBの貯水量[m³/s-h]

$qin1$: ダムBへの流入のうち、渓流以外の流入量[m³/s]

$qin2$: ダムBへの流入のうち、渓流からの流入量[m³/s]

$qout$: ダムBからの放流量[m³/s]

■ 制約条件の追加

地方公営企業へのヒアリングにより、下流ダムBにかかる3つの制約条件を整理。

- ① 常時放流量[m³/s] ≥ 義務放流量 + 0.3
- ② $-3.0 \leq \text{常時放流量の30分間の変化量} [m³/s] \leq 1.8$
ただし $qin1 > 18.0 [m³/s]$ の時はその限りではない
- ③ $0.18 \leq Q_B(t) \leq 71.0$

■ R3年度業務シミュレーション結果の制約判定

R3年度業務のシミュレーションで得られた収益最大化運転時の $qin1$ をもとにダムBの貯水量の再現を行ったところ、以下のように制約を満たせていないことを確認した。

表 R3年度業務シミュレーション結果の制約判定

年	条件		計算結果		
	$qin1$	$qin2$	① 常時放流量 ≧ 義務放流量 +0.3	② $-3.0 \leq \text{放流変化量} \leq 1.8$	③ $0.18 \leq Q_B(t) \leq 71.0$
2019	収益最大化計算後の ダムBの流入量 (ダムAの放流量)	実績値	×:7日	×:33日	×:71日
2020			×:16日	×:45日	×:71日
2021			×:32日	×:49日	×:96日

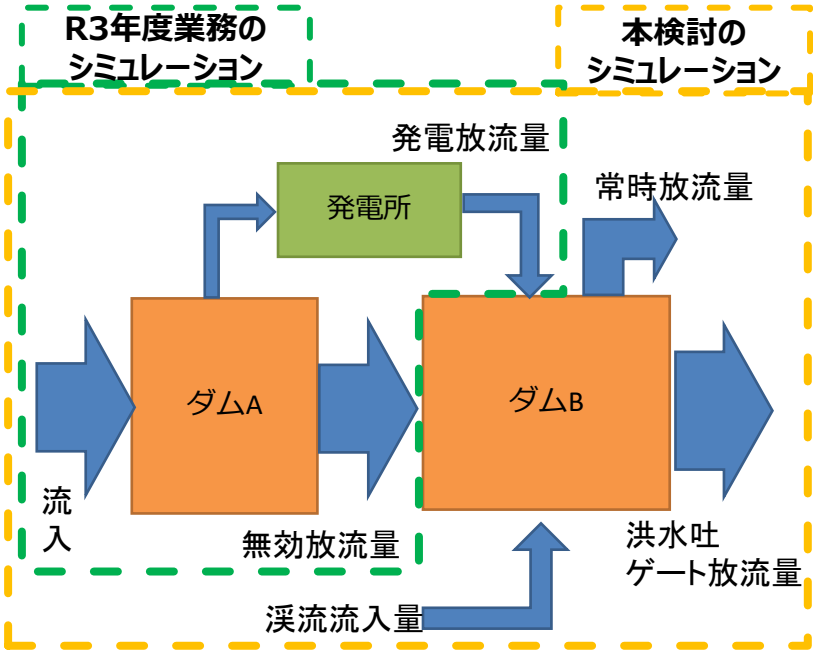


図 ダムAとダムBの流入・放流のイメージ

表 季節別義務放流量

季節	[m³/s]
4/1~4/30	2.128
5/1~5/30	2.148
5/31~6/9	3.023
6/10~6/20	3.596
6/21~9/20	3.023
9/21~9/30	2.148
10/1~3/31	2.128

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】 【2.R3年度業務のシミュレーションに下流制約を加えることによる影響評価】

- ダムAの収益最適化シミュレーションにダムBの3つ制約条件を組み込んで、最適化期間を1日と3日で計算を行った。
- 同じ最適化日数の場合、実績収入 ≤ 下流制約ありの収入 ≤ 下流制約なしの収入となることが予想される。

■ 目的関数

$$\text{Max } \sum \text{Price}(t) \times \text{kWh}(t)$$

■ 説明変数

発電出力を水車効率や発電機効率を考慮した以下の式で与える。
$$\text{kWh} = q \times g \times \text{落差} \times \text{水車・発電機効率}(h_{\text{ave}}, q) \div q \times \eta_{\text{T-G}}(h_{\text{ave}}, q)$$

q : 発電放流量, g : 重力加速度, h_{ave} : 「有効水位」の一日平均
t : 1~8760×2 (30分単位のため) の離散値 (1年間)
 $\eta_{\text{T-G}}$: 2020年4月~3月の実績値より回帰式で設定 (R3年度業務と同じ)

■ 制約条件

- ダムA貯水量 (Q_A) の制約を以下のとおり考慮する。
- ・ $q_{\text{max}} \geq q(t) \geq 0$
 - ・ $Q_A(t+1) = Q_A(t) - q(t) + \text{流入}(t) - \text{発電しない放流量}(t)$
 $Q_A(t)$: 時刻tのダムAの貯水量[m³/s-h]
 - ・ 下流制約
 - ① 常時放流量[m³/s] ≥ 義務放流量 + 0.3
 - ② $-3.0 \leq \text{常時放流量の30分間の変化量}[\text{m}^3/\text{s}] \leq 1.8$
ただし $q_{\text{in1}} > 18.0 [\text{m}^3/\text{s}]$ の時はその限りではない
 - ③ $0.18 \leq Q_B(t) \leq 71.0$

■ 最適化1日単位のシミュレーション

ダムB放流量条件…ダムB放流量 = 計算値※1で固定
※1: 実績値をもとに下流制約を考慮して補正した値

■ 最適化3日単位のシミュレーション

ダムB放流量条件…ダムB放流量 ≥ 義務放流量 + 0.3 ※2
※2: 計算の都合上一部制約の緩和を認めた値を使用

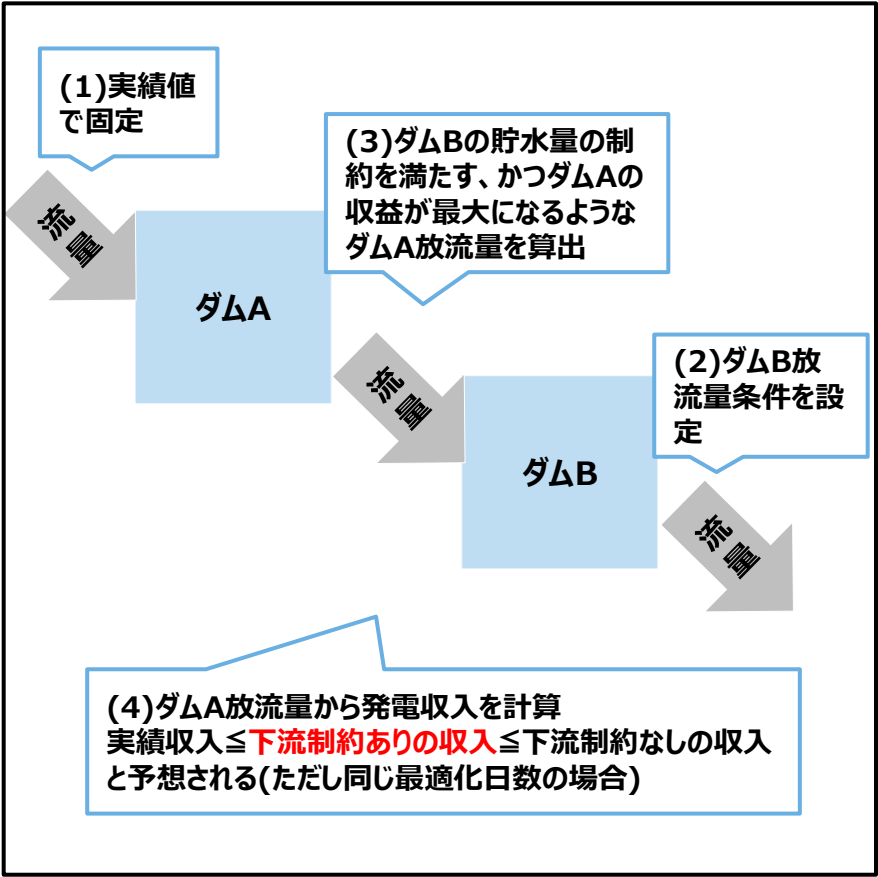


図 ダムBの制約を取り入れたシミュレーションのイメージ

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【参考】

➤ 最適化日数1日の場合の詳細条件を以下に示す。

■ 計算方法

ステップ①：ダムB単独での計算

ダムBでの実績流入量(qin1)をもとに下流の制約を満たすような放流量を計算。ただし一部計算の都合上制約の緩和を認めた※1。

ステップ②：最適化日数1日の計算

<1回目の計算>

ステップ①を踏まえ、一部制約の緩和をしたケースの計算結果として出力されるダムBの放流量（計算値）を固定して、貯水量の初期値と終端値を固定したダムAおよびその下流の逆調整池であるダムBの制約条件を満たす収益最大化計算を実施した。

<2回目の計算>

1回目の計算でinfeasibleである場合、ダムBの放流量を固定せず、放流量（計算値）の下限を義務放流量+0.3とする制約に変更した。但し、ここで使用した常時放流量は、ステップ①の検証で一部緩和された値を使用。

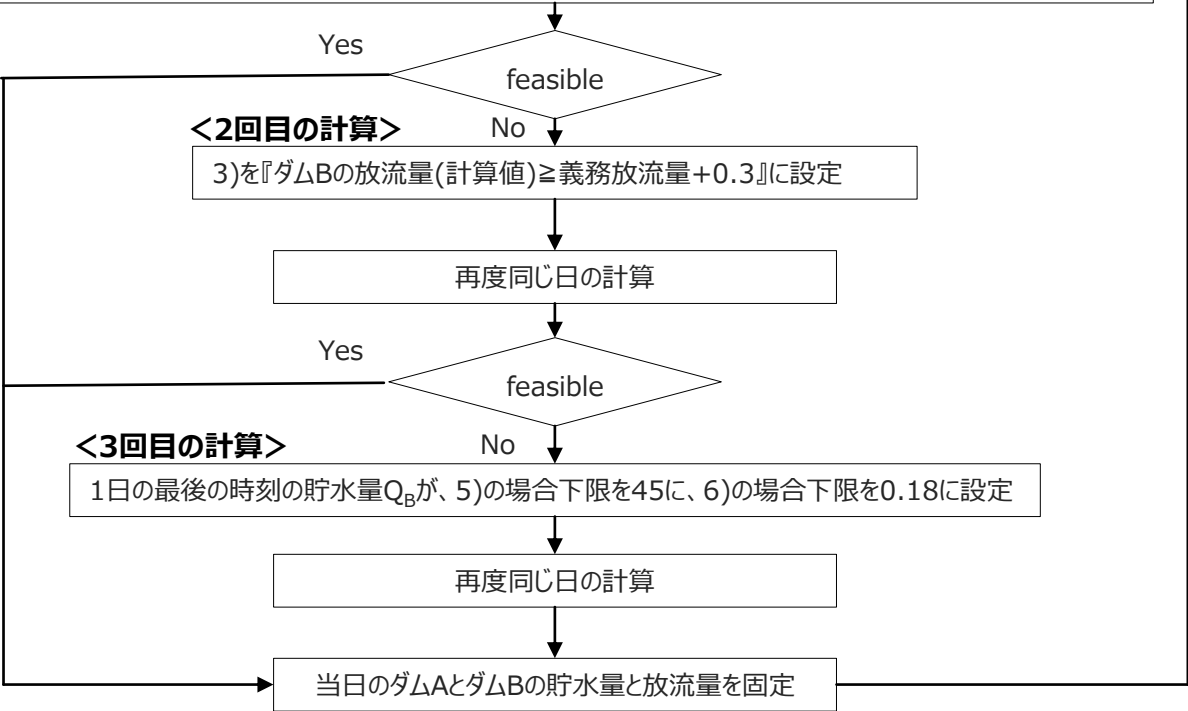
<3回目の計算>

2回目の計算でさらにinfeasibleである場合、最後の時刻の貯水量Q_Bの下限を下げた値を設定して、再度計算を実施。

<1回目の計算>

ダムAの貯水量の初期値と終端値、ダムBの貯水量(Q_B)の終端値を実績値で固定して1日毎の計算を実施

- 1)ダムAの発電放流量の各種制約のもとに算出される収益の最大化
- 2)ダムAの発電放流量 + 発電無効放流量を合わせ、ダムBの流入(qin1)を計算
- 3)ダムBの放流量(計算値)を時間毎に全て固定
- 4)ダムBのqin1 ≤ 18の場合、-3.0 ≤ ΔダムBの放流量(計算値) ≤ 1.8
- 5)1日の最後の時刻の貯水量Q_Bが45以上の場合、最後の時刻の貯水量Q_Bの下限を45に設定
- 6)1日の最後の時刻の貯水量Q_Bが1.0以下の場合、最後の時刻の貯水量Q_Bの下限を0.18に設定



※1:常時放流量[m³/s] ≥ 義務放流量+0.3の制約を、シミュレーションが実行可能になるように最小で義務放流量-0.1まで緩和した。

図 最適化1日単位のシミュレーションのフロー

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等が有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【参考】

➤ 最適化日数3日の場合の詳細条件を以下に示す。

■ 計算方法

1 日単位の計算ではなく、3 日単位の貯水量の初期値と終端値を固定したダムAおよびその下流の逆調整池であるダムBの制約条件を満たす収益最大化計算を実施した。但し、1日単位の計算で固定したダムBの放流量は固定せず、放流量 $\geq$ 義務放流量+0.3として計算した。3 日単位の計算は、まず 1 日目の貯水量の初期値と、3 日目の貯水量の終端値を固定して、3 日分の収益最大化計算を実施し、1 日目の計算結果のみ出力する。次に 1 日分ずらして 2 日目の貯水量の初期値と、4 日目の貯水量の終端値を固定して、3 日分の収益最大化計算を実施し、2 日目の計算結果のみ出力する。以下同様に、1 日分後ろにずらした計算を 1 年分実施した（下図）。3 日単位の計算を実施したところ、1度の計算で全てfeasibleな解を得ることができた。

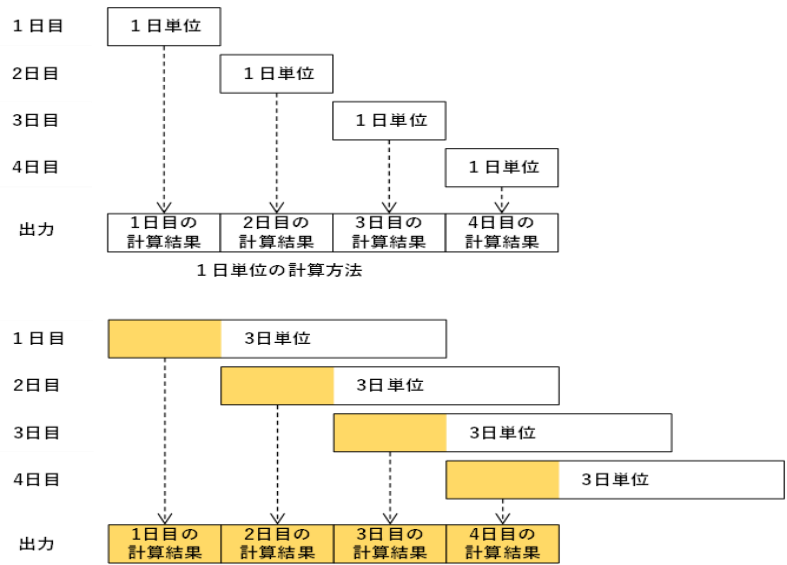


図 最適化3日単位のシミュレーション、計算イメージ

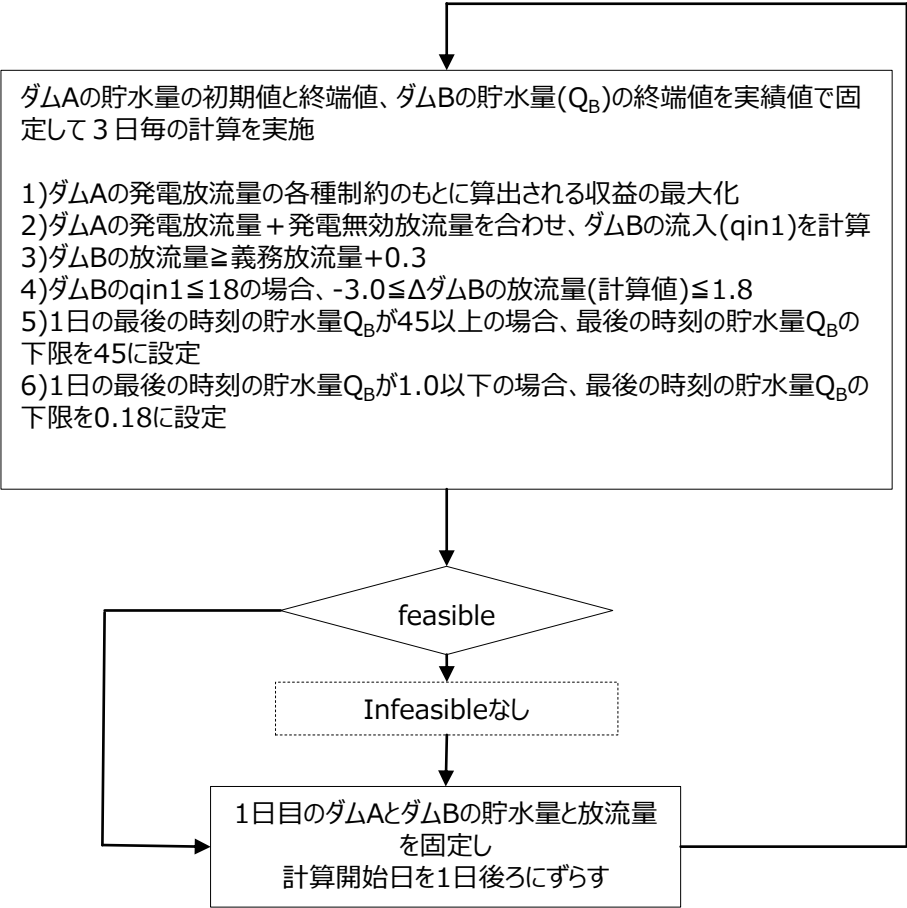


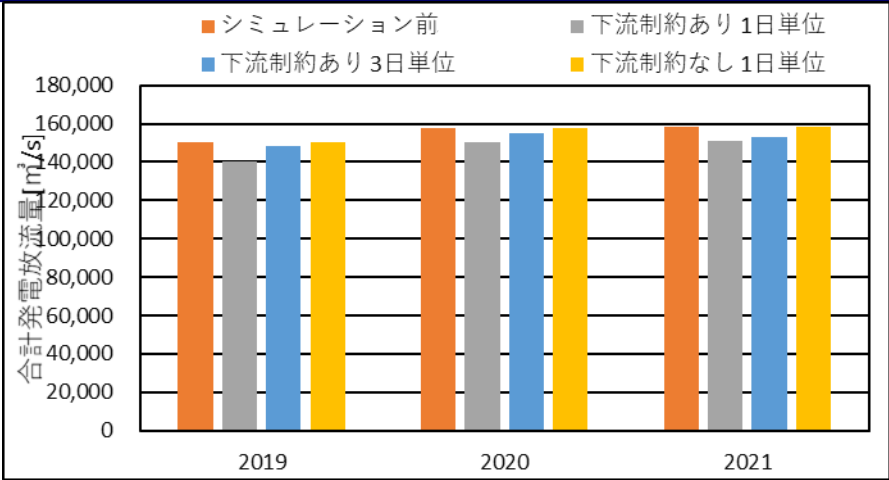
図 最適化3日単位のシミュレーションのフロー

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

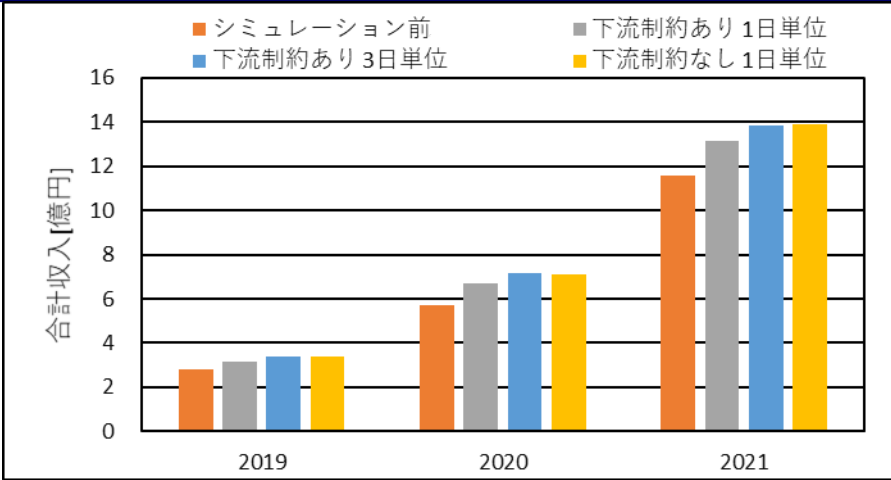
【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【2.R3年度業務のシミュレーションに下流制約を加えることによる影響評価】

- 下流制約を考慮した実運用に近い最適化運転では、制約なしよりも若干収益は下がるものの、シミュレーション前の実績想定値と比較して増収できることが確認できた。
- 最適化運転日数を増やすことで逆調整池が有効活用でき、下流制約なし(1日単位)と同等の収入が得られる可能性が示唆された。



図：年間発電放流量の比較



図：年間収入の比較

■ 発電放流量

下流制約を考慮することによってダム単体であれば流せたはずの流量が流せなくなるため、**制約なしと比較して発電放流量は減少した。**（無効放流が増えるため合計の放流量は変化なし）。**最適化日数を増やしつつ最適化運転を行うことで、減少した分の発電放流量を次の日に繰り越せるため活用可能な放流量の増加が期待できる。**

■ 年間収入

下流制約ありの2パターンは、発電放流量が実績想定値よりも低かったにもかかわらず収入は増えている。シミュレーションの本来の目的である「市場価格の高い時間になるべく発電を行う」という運転の結果であり、発電に使える流量は減少したが収入は増加した。

表：4パターンでの発電放流量と収入の比較

	下流制約	最適化	発電放流量(Σ[m³/s])			収入(億円)		
			2019	2020	2021	2019	2020	2021
シミュレーション前 (実績想定値)	—	1日	150,095	157,882	158,432	2.78	5.70	11.57
シミュレーション後	あり	1日	140,524	150,497	150,828	3.13	6.72	13.13
	あり	3日	148,003	154,738	153,249	3.38	7.14	13.83
	なし	1日	150,286	157,415	158,308	3.37	7.09	13.89

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【3. FIT売電からFIP売電に切り替えた場合の収益変化】

- 本検討の目的とFIP制度の現状について整理した。
- プレミアム単価の計算に用いる式を整理し、プレミアム単価は常に $0 \leq \text{プレミアム単価} \leq \text{基準価格}$ となることを確認した。

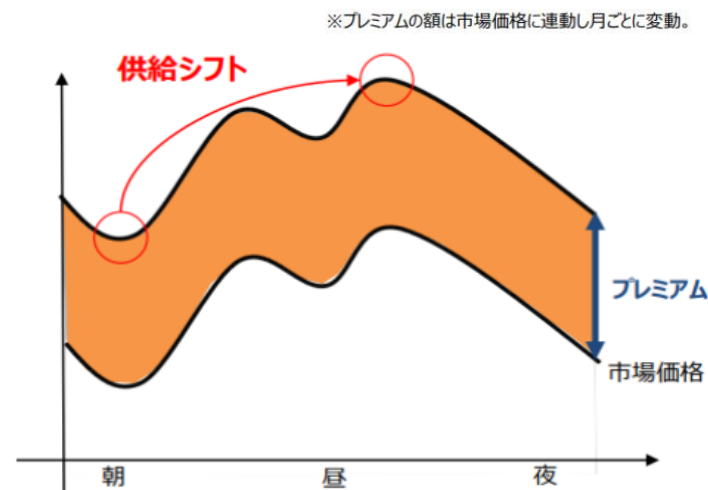
■ **本検討の目的**
2022年4月に始まったばかりの制度で前例がなく、水力発電事業者や小売電気事業者の収益性への影響評価を行いたいというニーズがヒアリングにより確認されたため。本検討は発電事業者と小売電気事業者でFIT固定価格からFIP相対契約(固定価格)へ切り替えたケースを想定する。

■ **FIP制度の現状**
FIPは再エネの自立化へのステップとして、電力市場への統合を促しながら投資インセンティブが確保されるように支援する制度である。再エネ発電事業者が売電する際に、売電価格に補助額（プレミアム）を上乗せすることで、市場価格より高く売電できる。FIP制度における売電方法は卸電力市場での取引だけでなく、小売電気事業者・アグリゲーターとの相対取引も可能としている。相対契約により売電収入・プレミアム収入の組み合わせを工夫することにより発電事業者、小売電気事業者、アグリゲーター間でのリスクと収益機会の分散が可能となる。

■ **プレミアム単価**
FIPの計算に用いるプレミアム単価は以下の式で算出する。

プレミアム単価[円/kWh] ※1
= 基準価格 - 参照価格 ※2
= 基準価格 - (前年度年間平均市場価格 + 当年度月間平均市場価格
- 前年度月間平均市場価格 + 非化石価値相当額 ※3 - バランシングコスト ※4)
= 基準価格 - 前年度年間平均市場価格 - 当年度月間平均市場価格
+ 前年度月間平均市場価格

- ※1 FIP初年度(2022年度)は前年のTOCOMの先物取引市場価格を上限とする特例は、本業務は考慮しないものとする。
- ※2 参照価格の中でもバランシングコストを除いた下線部の合計が、0以下になるときは下限を0にし、基準価格以上になるときは上限を基準価格とする。 $0 \leq \text{下線部} \leq \text{基準価格}$ （資源エネルギー庁「市場価格高騰を踏まえた対応」2021年9月7日より）
- ※3 本検討では非化石価値相当額が変動したとしても、プレミアム単価の計算で引かれた分を同額の単価で小売電気事業者が市場に売れるものと仮定する。その仮定の上では、発電事業者と小売電気事業者の**合計メリット**は常に一定となり最終的な評価に影響を及ぼさないため、便宜上非化石価値相当額を0円/kWhとする。なお、資源エネルギー庁「簡易シミュレーション」でも0円/kWhとしていることを確認。
- ※4 「バランシングコストの目安 = FITインバランスクラと同額を目指す」とされているため、本業務はインバランスクラと打ち消しあうことを仮定して0円/kWhとする。（資源エネルギー庁「FIP制度について」2021/09/17より）



図： プレミアム単価のイメージ

なお、本業務の上記仮定条件では常に $0 \leq \text{プレミアム単価} \leq \text{基準価格}$ となる。

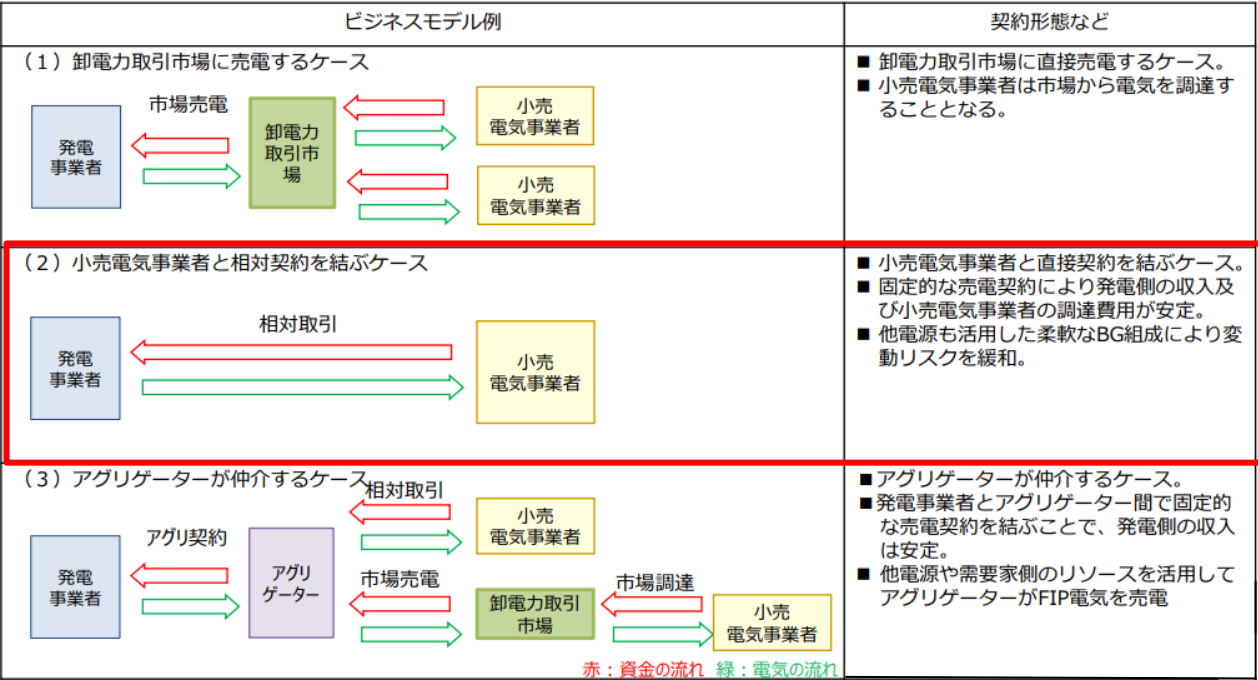
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3】 地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【参考】

- 地方公営企業へのヒアリングによって「FIT売電からFIP売電へ切り替えることで、発電事業者としての収益はどうなるのか。また、地域住民・企業等への利益の還元という視点では、FIP売電に切り替えることで、小売電気事業者はどの程度恩恵を受けるのかは関心がある。」という意見が得られた。
- そのため、前提事項として小売電気事業者と相対契約を結ぶケースでの、発電事業者と小売電気事業者の定性的なメリットを整理した。

■ FIP(相対契約による固定価格採用ケース)に切り替えることで、どんなメリットが生まれるのか



本検討

発電事業者（地方公営企業）

FIP制度に移行し固定価格での相対契約を締結することにより、固定価格+プレミアム価格分の収入を得ることができる。その2つを足した合計がFIT価格よりも高ければFIP制度にすることにより収益にメリットが生じる。

小売電気事業者（地域新電力）

FIP制度に移行し固定価格での相対契約を締結することにより、市場価格に
らない調達が可能となり、小売電気事業者側の市場価格変動リスクヘッジとなる。
また、R3年度業務のシミュレーションで示唆されたとおり、発電事業者が市場価格に応じた出力調整をすることで小売電気事業者による市場売電単価が増加するため、小売電気事業者の収益は増加する。

出典： FIP制度について 資源エネルギー庁 2022年6月

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【3. FIT売電からFIP売電に切り替えた場合の収益変化】

- 地方公営企業の水力発電所においてFIT(売電価格20円)からFIP(相対契約による固定価格取引)への切り替えた場合を想定し、発電事業者と小売電気事業者の収入を検討した。更に、R3年度業務の収益最大化運転を実施した場合の増収についても検討を行った。
- 前述の市場価格高騰、下流制約の検討と同じ水力発電設備からの送電電力量のデータを用いて、2019年11月1日～2022年10月31日の3年分について、その全てを小売電気事業者を介して市場に全量売電すると仮定したケースについて検討を行った。

■ FIP売電に用いた契約形態
本業務のケースでは発電事業者と小売電気事業者が相対取引(固定価格取引)で、発電事業者は発電した電気と非化石価値※1をまとめて固定価格で小売電気事業者に全量売電する場合を想定した。

※1 非化石価値は、FIT売電では発電事業者のもとに残らないが、FIP売電では発電事業者のもとに残り売却することが可能。本業務は計算の便宜上、非化石価値＝0円/kWhとしている。

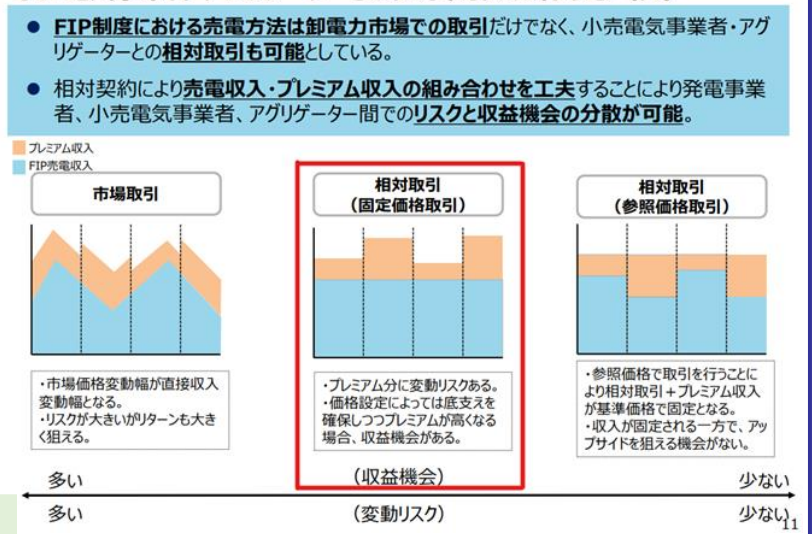
- 本業務のケースでの設定値
- ・固定価格は発電事業者の利益がマイナスにならない20円/kWhで統一して計算を行った。
 - ・送電電力量は2019年11月～2022年10月末までの3年分の実測データを用いた。
 - ・FIT売電価格、FIP基準価格はともに2022年中小水力発電5000kW以上の20円を使用※2。
- ※2 本検討のモデルとなる発電所は実際にはFIT売電を実施しているわけではないため仮想ケースである。

■ FITからFIPに切り替えた際のメリット※3について ※3 メリット[円/kWh]

		売電単価	買電単価	収入単価(円/kWh)
FIT	発電事業者	FIT固定価格	0	FIT固定単価
	小売電気事業者	市場価格	市場価格	0
FIP	発電事業者	FIP固定価格 + プレミアム単価	0	FIP固定価格 + プレミアム単価
	小売電気事業者	市場価格	FIP固定価格	市場価格-FIP固定価格

- ・発電事業者のメリット＝ FIP固定価格 + プレミアム単価 - FIT固定価格
- ・小売電気事業者のメリット＝ 市場価格 - FIP固定価格
- ・発電事業者+小売電気事業者のメリット＝ 市場価格 + プレミアム単価 - FIT固定価格

小売電気事業者・アグリゲーターとの相対取引の契約形態（例）



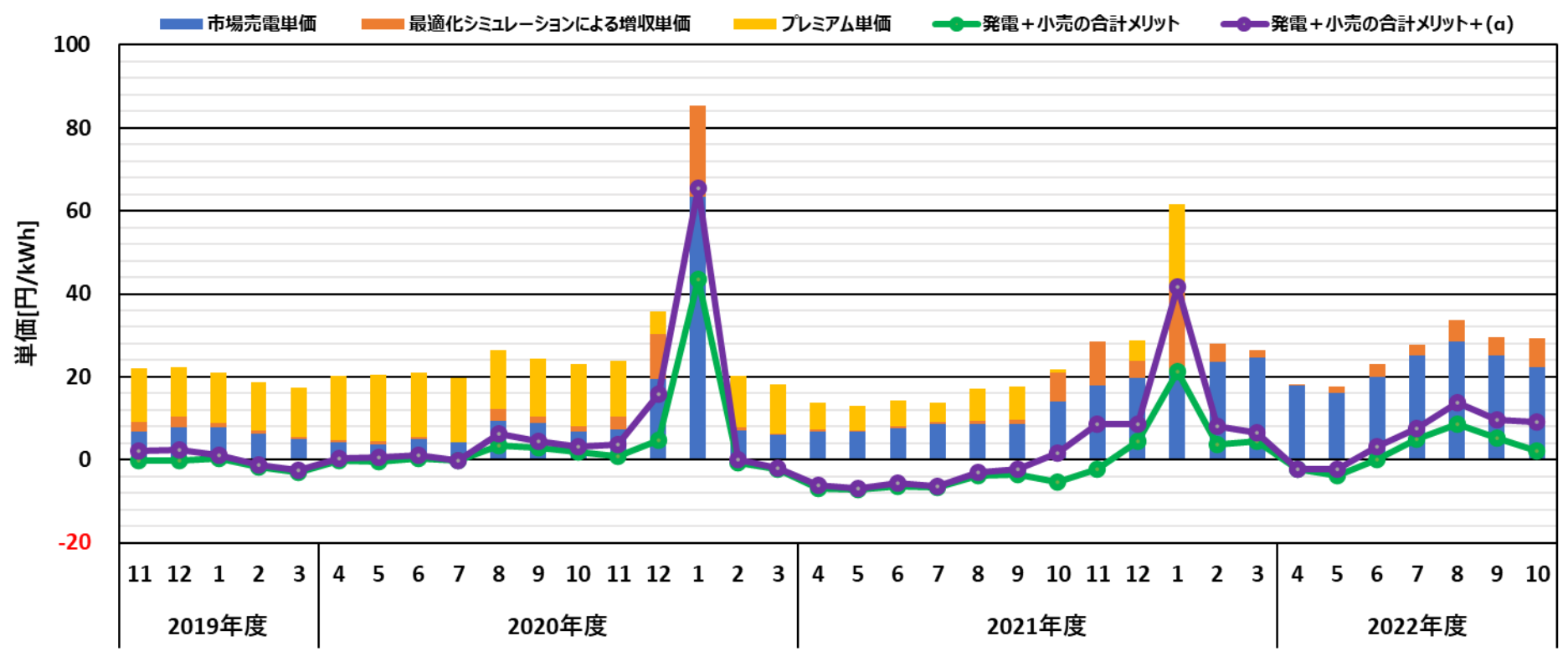
4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等が有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】

【3. FIT売電からFIP売電に切り替えた場合の収益変化】

- FIP相対契約(固定価格取引)に切り替えた際に、発電事業者と小売電気事業者の両者のメリットの結果について、月別の比較を以下に示す。
- FIPに切り替えることで月によりメリットの増減が見られたが、3年間の平均は1.53 円/kWhとプラスになることを確認した。さらに、運転方法の変更（収益最大化運転）を実施することで更なるメリットの増加を確認し、3年間の平均は5.09 円/kWhとなった。

図： 発電+小売の合計メリット 月別データ



発電+小売の合計メリット+(a) = 市場売電単価 + プレミアム単価 - FIT売電単価 + (最適化シミュレーションによる増収単価)

月別に比較すると、市場売電単価と連動してプレミアム単価が増減していることが分かる。最適化シミュレーションによる増収単価は、「価格高騰パート」で述べたように季節特性によって増収性が変わる。

月によって合計メリットの増減は見られるが、3年間の合計メリットの平均は1.53 円/kWh、合計メリット+(a)の平均は5.09 円/kWhとなった。

4. 地域における水力発電の活用促進可能性調査

【3）地方公営企業等が有する水力発電活用による地域付加価値の増大方策の検討】
【3．FIT売電からFIP売電に切り替えた場合の収益変化】

- FITと同じ20円/kWhで売電しているのにも関わらず、FIPに切り替えると合計メリットがマイナスになる月があり、その原因を整理した。
- 特異的な価格高騰があった翌年は、その価格高騰月以外でプレミアム単価が低くなるためFIP切り替えメリットはマイナスに強くはたらく結果となった。

FITからFIPに切り替えた時の合計メリット = **プレミアム収入** + **市場価格売電収入** - **FIT固定価格収入**

上記の通り合計メリットは3つの要素からなる。

- ・**プレミアム収入** = (基準価格-参照価格)×発電量。
- ・**市場価格売電収入** = 市場価格×発電量。
- ・**FIT固定価格収入** = FIT固定価格×発電量。

上記3つの要素を足すと、発電量によらず30分毎の発電メリットの正負が決まる。

合計メリットの単価[円/kWh]

= プレミアム単価 + 市場価格 - FIT固定価格

= (基準価格-参照価格) + 市場価格 - FIT固定価格

= 市場価格 - (前年度年平均市場価格 + 当年度当月平均市場価格 - 前年度当月平均市場価格)

①30分毎の値 ②1年毎の値 ③1か月毎の値 ④1か月毎の値

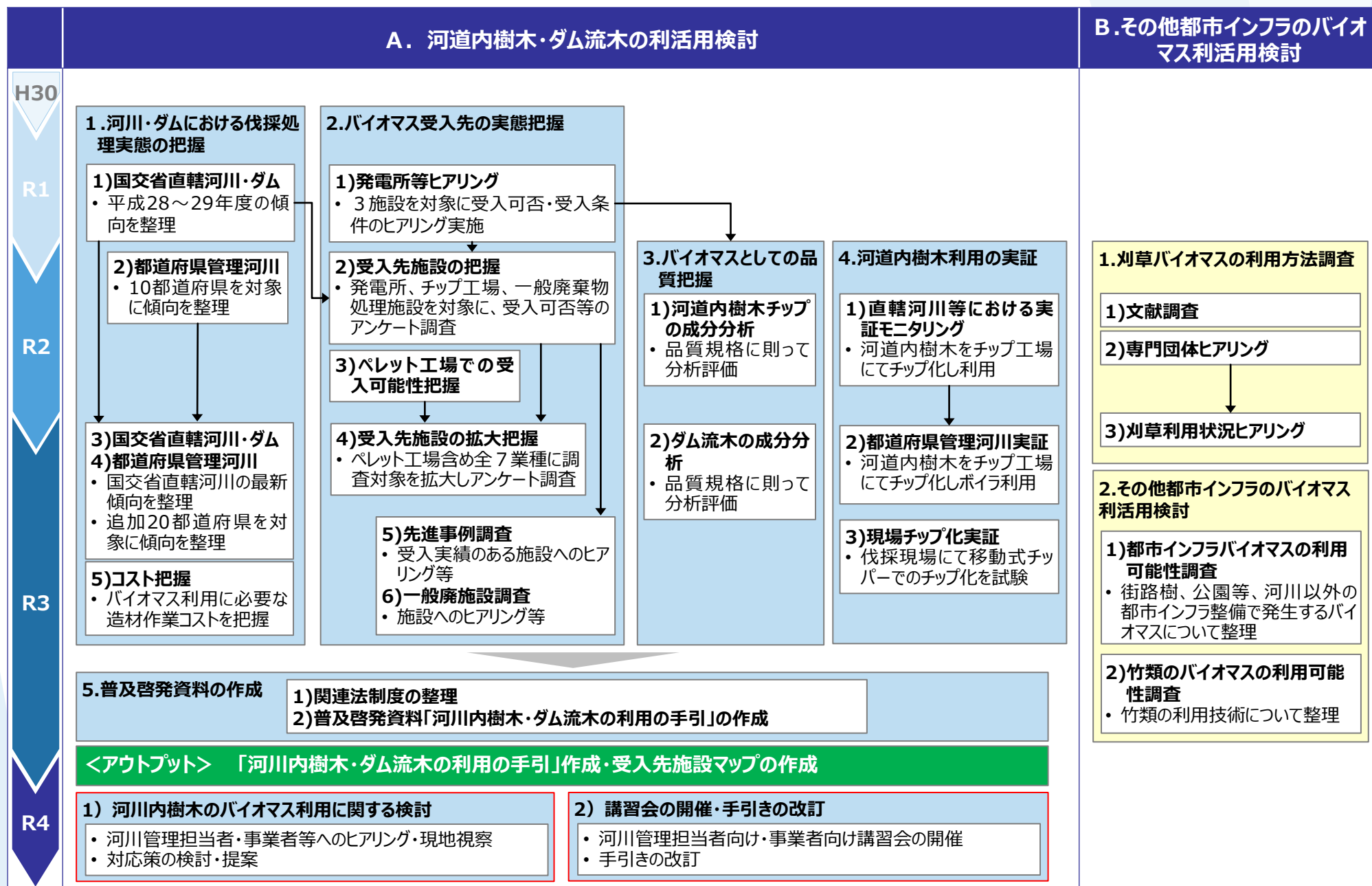
ただし、参照価格は常に
0 ≤ 参照価格 ≤ 基準価格

2021年1月のような局所的な価格高騰の翌年度は、②が④よりも大幅に高い月が多く、その影響で合計メリットがマイナスになる月が多かった。
また、基本的には市場価格が高騰し続ければその分参照価格も上がるため、2022年7月以降も本来合計メリットはマイナスになるが、参照価格が「0 ≤ 参照価格 ≤ 基準価格」の上限に到達したうえで、市場売電単価が基準価格を超えるまで高騰したため、7月以降の切り替えメリットはプラスに転じている。

表：合計メリットの詳細データ

		2020年度			2021年度												2022年度							
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
①	市場売電単価	63.5	7.1	6.0	6.8	6.8	7.5	8.6	8.5	8.6	14.0	17.8	19.8	21.2	23.6	24.5	17.8	16.1	19.9	25.1	28.5	25.1	22.2	
②	前年度年間平均市場価格	7.2	7.2	7.2	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	
③	当年度月間平均市場価格	59.0	6.9	6.1	6.9	6.8	7.6	8.4	8.7	8.4	13.9	20.4	19.6	24.1	22.5	26.0	17.8	16.5	20.4	24.8	26.8	26.3	21.6	
④	前年度月間平均市場価格	7.3	6.4	5.1	4.2	3.7	4.6	4.1	7.2	7.2	5.5	6.3	15.2	59.0	6.9	6.1	6.9	6.8	7.6	8.4	8.7	8.4	13.9	
⑤	参照価格(②+③-④)	20.0	7.7	8.3	13.6	14.1	13.9	15.3	12.4	12.1	19.3	20.0	15.3	0.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
合計(①-⑤)		43.5	-0.6	-2.3	-6.8	-7.3	-6.3	-6.6	-3.9	-3.5	-5.3	-2.2	4.5	21.2	3.6	4.5	-2.2	-3.9	-0.1	5.1	8.5	5.1	2.2	

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務



5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

<今年度のまとめと課題>

【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】

■ 検討内容
「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」の内容を踏まえ、特定の河川（全国の3河川）を対象に河川管理者・事業者等へのヒアリング・現地視察を実施し、河川付近のバイオマス利活用に関する実態や課題・ニーズ等を把握した。

■ 実施結果					
➢ 特定の河川（全国の3河川）を対象に、ヒアリング・現地調査等によって河川内樹木のバイオマス利用に向けた課題・ニーズを把握し、今後の対応策（案）を検討した。					
対象河川	河川事務所	バイオマス利用の状況	項目	ヒアリング等を踏まえた知見	対応策（案）
加古川・揖保川	姫路河川 国道事務所	・河川法第25条を根拠として「公募型樹木等採取」を実施している。 ・伐採・集積までは河川管理者が河川工事や維持管理等で実施し、その後集積場からの搬出を行う事業者等を公募している。	伐採・集積 作業	①事業者によって、使用している機械等が異なる。 ②伐採・集積段階で土砂を混入させない工夫を行うことが望ましい。	・生産性の向上につながる伐採・集積機械等の提示や適用可能な条件の整理が考えられる。 ・土砂の混入を抑えるために、伐採・集積段階での工夫点を整理することが考えられる。
石狩川下流 他5河川	札幌開発 建設部 江別 河川事務所		集積・ 引き渡し	③公募型採取の場合、集積場所の確保が必要となる。	・河川事務所や事業者等の関係者間で工事スケジュールや採取頻度等を事前調整する仕組みを構築することで、定期的な搬出を行い、限れた集積場所での対応を可能とすることが考えられる。
最上川上流	山形河川 国道事務所	・従来の「公募型樹木伐採」を発展させ、「最上川官民連携プラットフォーム」をH29年度に構築（広い区画・最長10年の公募）し、R1年度から伐採を開始。	事業 採算性	④伐採コスト等が高いと想定され、バイオマスの取引価格と比較すると事業採算性を確保することが現状では難しいと想定される。	・伐採・集積段階から民間事業者が参画している事例もあり、事業採算性が成り立つ条件を精査する。 ・事業採算性の観点から事業者側で伐採を希望するエリアがあれば、河川管理上の支障がないことを確認した上で、河川法の手続きを経て事業者側が伐採することは可能である。
			事業 スキーム	⑤官民連携プラットフォームにおいても事業採算性が課題となっている。	・河川の流下能力維持や国内バイオマスの積極的な利用など複数の目的があることを考慮した事業スキームを検討することが考えられる。 ・事業採算性以外の事業者に対するインセンティブ（公共調達における加点評価等）を検討することもある。

■ 今後の課題

➢ 河川内樹木バイオマス利活用の事業採算性については、ハード面（林業機械の選択や作業の仕組み）、ソフト面（対象エリアの選定方法の改善や関係者間での事前調整）のアプローチにより改善される可能性があり、諸条件に応じた取組みの類型化と合わせて、期待される採算性の定量的な評価が求められる。

➢ 上記取組みが効果的に実施可能となる事業スキームを検討する必要がある。

➢ 事業採算性以外の事業者に対するインセンティブ（公共調達における加点評価等）を検討することもある。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】

【検討/調査内容】

特定の河川を対象に、河川内樹木のバイオマス利用に向けた課題の把握や対応策の検討等を行うことで、実務的な課題・留意点等を把握し、その内容を「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」等への反映する。

■ 実施方針

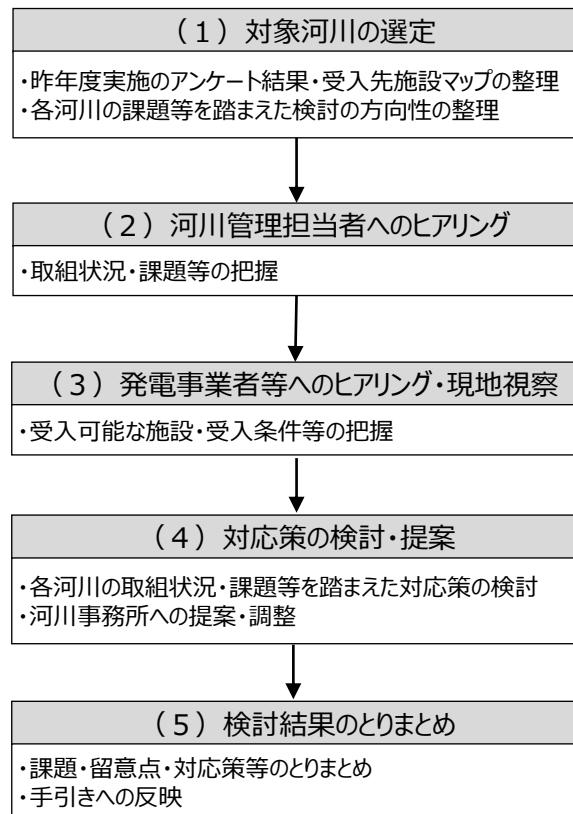


図 検討/調査フロー

■ 実施内容

(1) 対象河川の選定

昨年度業務で実施した「河道内樹木及びダム流木の伐採処理状況実態調査」のアンケート結果や「受入先施設マップ」を参考に、バイオマス利活用の意向がある河川事務所を選定する（3事務所程度）。また、昨年度のアンケート結果等を踏まえ、各事務所の取組状況や現時点での課題を把握し、検討の方向性を整理する。

(2) 河川管理担当者へのヒアリング

対象とする河川における河川内樹木のバイオマス活用に関する取組状況や活用するための課題等について、事務所担当者へのヒアリングを実施することで詳細を把握する。

(3) 発電事業者等へのヒアリング・現地視察

(2)で把握した内容を踏まえ、対象とする河川周辺の発電事業者、中間処理事業者等の受入先施設を整理し、必要に応じて事業者へのヒアリングを行う。また、河川内樹木の状態や伐採・仮置き・搬出方法等を事前に確認する必要がある場合には、現地視察によって状況を把握する。

(4) 対応策の検討・提案

(2)(3)で把握した内容を踏まえ、河川内樹木のバイオマス活用を進めるための対応策を提案する。また、必要に応じて、受入先施設等との調整や工事事業者等への提案を行う。

【期待される成果イメージ】

- 特定の河川における河川内樹木のバイオマス利用の推進
- 実務的な課題・留意点等の把握

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】（1）対象河川の選定

➤ 昨年度業務で実施したアンケート結果や受入先施設マップを参考に、国土交通省担当官と調整の上、河道内樹木のバイオマス利用を進めている3事務所を対象に検討を行うこととした。

表 対象とする河川と主な課題・検討の方向性

対象河川	河川事務所	河道内樹木のバイオマス利用の状況	課題・検討の方向性（選定段階の考え方）
加古川・揖保川	姫路河川国道事務所	- 河川法第25条を根拠として「公募型樹木等採取」を実施している。 - 伐採・集積までは河川管理者が河川工事や維持管理等で実施し、その後集積場からの搬出を行う事業者等を公募している。	- 河川周辺に大規模な木質バイオマス発電所が立地しているものの、発電所のバイオマス調達計画に河川内樹木が位置付けられていないこと等を要因に安定的な供給につながっていないと考えられる。 - 他流域等との連携によって安定的な供給量を確保するための検討とともに、計画上の位置付け等に関する課題を把握する。
石狩川下流 他5河川	札幌開発建設部 江別河川事務所		- 付着物のない質の高いバイオマスの共有が課題として挙げられており、伐採・搬出プロセスの見直しや受入施設の改良等による利用促進の可能性について検討。 - また、R4年度より北海道開発局・北海道が実施している「木材バンク」（河道内から発生する伐採木に関する情報提供）との連携も想定。
最上川上流	山形河川国道事務所	従来の「公募型樹木伐採」を発展させ、「最上川官民連携プラットフォーム」をH29年度に構築（広い区画・最長10年の公募）し、R1年度から伐採を開始。	一方で、事業採算性に課題があるとの意見もあり、採算性の改善に向けた検討（伐採・運搬の高効率化・コスト縮減、公的な補助等の必要性）が求められている。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

- 【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】
- （2）河川管理者へのヒアリング・（3）発電事業者等へのヒアリング・現地視察

➤ 河川管理者・発電事業者等へのヒアリングや現地視察によって、バイオマス利用の状況や利用を進めるにあたっての知見・課題等を把握した。

表 バイオマス利用の状況と主な知見・課題

対象河川	河川事務所	調査内容	河川内樹木のバイオマス利用の状況	主な知見・課題
加古川・揖保川	姫路河川 国道事務所	・河川事務所 へのヒアリング	・公募により決定し、当事務所からの通知に基づき、河川法第25条に基づいた申請を行ってもらう。その内容について当事務所が審査を行い、採取を許可している。 ・許可している採取者には、木材リサイクル事業者も含まれているが、当事務所が伐木・伐採、枝葉の処理、集積まで行った上で、事業者が木材を搬出している。	・積極的な利用にあたっては、長期的な安定供給、間伐材由来と比較した場合の価格競争力、事業としての採算性といった面で課題を抱えている。 ・木材リサイクル事業者、発電事業者を仲介する事業者からは、単年度の許可ではなく、複数年度（3～5年程度）の許可にしてほしいという要望がある。
石狩川下流 他5河川	札幌開発 建設部 江別 河川事務所	・河川事務所 及び事業者 へのヒアリング ・現地踏査	・江別河川事務所では公募型樹木等採取を行っている。 ・令和1～3年にかけては緊急対策もあり、ある程度の伐採量を確保できた。今後も公募は検討していきたい。	・当初は、伐倒木に土砂の付着するなどチップ化ができなくなることがあったが、工事受注者・公募者で工夫を重ねていくことで、発生した伐倒木の大部分をチップ化できるようになった。 ・公募を行うにあたり、どのような条件であれば公募の申し込みがしやすいか条件整理が欲しい。
最上川上流	山形河川 国道事務所	・河川事務所 及び事業者 へのヒアリング ・現地踏査	・最上川上流では、平成27年度に河川管理者による伐採に加え、行政コスト縮減、資源の有効活用の観点から、民間企業や住民を対象とした「公募型樹林伐採」を開始している。最上川上流の公募伐採は、民間企業や個人に伐採していただき、伐採木はすぐに持って帰ってもらうため、河川管理者側では仮置き場は設けていない。個人の利用例としては、薪が多いようである。 ・従来型の公募型樹木伐採を発展させ、国と県が連携し、1地区100haオーダーの広い空間、最長10年間の期間で伐採を可能とする枠組み「最上川官民連携プラットフォーム」を平成29年度に構築し、令和1年度からこの枠組みによる伐採を開始している。	・プラットフォームでは、成長した樹木が生えている箇所を伐採し、少しでも高く買ってもらえるところに販売して、伐採費用を賄おうとしたが採算があわない。 ・東北の場合、冬は天候の関係で仕事なくても作業員の給料は必要になるが、その経費が補填されること、繁忙期を外れていることから、官民連携プラットフォームの枠組みの中で取り組んでいるという話はある。 ・単体での採算ではなく、取り組みが地域に貢献していることをもっと公表したり、発表することで、やりがいにつながる。取組参加者に対して、地域貢献活動として公共調達時に何らかのインセンティブを付与するというのは良いやり方だと思う。検討が進むことを期待する。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】 （4）対応策の検討・提案

➤ ヒアリング等で得られた知見を踏まえ、今後の対応策（案）を検討した。

表 ヒアリング・現地視察で得られた知見

項目	ヒアリングを踏まえた知見		課題・対応策（案）
伐採・集積作業	①事業者によって、使用している機械等が異なる。	- 事業者等へのヒアリングから、使用している機器等が異なる場合があることが明らかになった。 ➤ 除根は行わず、伐倒・造材はチェーンソーで実施している。また、コンボで積載し、ダンプ等のトラックで運搬している。 ➤ フェラーバンチャーやグラップルソー等の林業機械を使用して伐倒・除根を行っている。 ➤ 集積と玉切りは重機（グラップルソー）を使用する場合もあるが、木のサイズにより方法を変える。グラップルソーよりもチェーンソーによる手造材の方が早い場合がある。	林業機械の使用等によって生産性の改善や土砂の混入の抑制が見込めるのであれば、作業内容・機械の類型化と適用可能な条件を整理することが考えられる。（生産性の向上やコスト低減の定量的な効果は、今年度の調査では把握できていない。）  グラップルにより 並べ置き  フォワーダへの積込 【江別河川事務所管内の伐採工事現場】
	②伐採・集積段階で土砂を混入させない工夫を行うことが望ましい。	- 河川内樹木であることによって特別な作業はしていないが、伐採・集積方法や周辺の環境によっては土砂が付着する可能性もあるため、いかに混入させないかがポイントである。 - 立木への土砂の付着や足元の作業性から、ある程度の積雪があった方がよい。新雪ではなく、晩冬～春先の雪が締まる頃が適期である。	土砂の混入を抑えるために、伐採・集積段階で工夫できることを整理することが考えられる。（グラップルソーを使用する、集積時に土砂をかけないように留意する等） - 積雪寒冷地とそれ以外の地域別に、作業性に関する知見を更に蓄積する必要がある。
集積・引き渡し	③公募型採取の場合、集積場所の確保が必要となる。十分な集積場所が確保できない場合には、事業者間での調整が必要となる。	- 集積地の面積が十分でないと、乾燥を考慮した材の桟積みが困難となる。 - また、集積地がいっぱいになると、工事事業者の作業（伐採・集積）を止める必要が生じる可能性もあり、集積・採取の段取りが必要となる。	河川事務所、工事事業者、チップ化事業者等、事業者間での事前調整によって、工事スケジュールや事前に想定される集積材の採取頻度等の共有を行うことが望ましい。 - 関係者間での事前調整によって、定期的な搬出を行い、限れた集積場所での対応を可能とすることが考えられる。 集積のイメージ  【姫路河川国道事務所管内】

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】 （4）対応策の検討・提案

表 ヒアリング・現地視察で得られた知見

項目	ヒアリングを踏まえた知見		課題・対応策（案）
事業採算性	④通常の林業と比較しても伐採コスト等が高いと想定され、バイオマスの取引価格と比較すると事業採算性を確保することが現状では難しいと想定される。	・本事業のヒアリングを踏まえると、伐採・集積コストは1万円/m3程度であり、林業における伐出コスト（6千円/m3程度、令和2年度森林・林業白書による）より高いと想定される。 ・立木の密度が低く、地形や土砂の堆積状況によって機械が十分に活用できていないことが要因と考えられる。 【参考】一般的に、チップ加工コストは2～3千円/生t程度、運搬コストは2～3千円/生t程度（ただし、運搬距離に応じて変動）と想定される。（日本木質バイオマスエネルギー協会資料による） 【参考】燃料チップ用丸太調達価格（針葉樹の一般木質の丸太）は約4千円/m3、チップ調達価格（針葉樹の一般木質チップ）は約1万2千円/絶乾tとなっている。ただし、平均的な価格を示したものであり、地域差は大きいと想定される。また、チップ調達価格は絶乾重量であるため、水分50%では6千円/t、40%では7千2百円/tとなる。	・伐採・集積段階から河川法第25条における河川産出物採取許可を得た事業者が参画することが望ましいが、事業採算性が課題となっている。 ・一方で、北海道（千歳川河川事務所管内）では、伐採・集積段階から民間事業者が参画している事例もあり、事業採算性が成り立つ条件を精査することが望ましい。 ・なお、事業採算性の観点から事業者側で伐採を希望するエリアがあれば、河川管理上の支障がないことを確認した上で、河川法の手続きを経て事業者側が伐採することは可能である。（河川管理者が伐採エリアを設定し、公募を行う場合には、河川管理上や治水上の支障がある場所が対象となる。）
事業スキーム	⑤官民連携プラットフォームにおいても事業採算性が課題となっており、改めて事業スキームを検討する必要がある。	・最上川官民連携プラットフォームにおいても採算性に課題を抱える事業者があり、現行の制度では拡大が難しいことが想定される。 ・河道内樹木は、葉が多く見えても、冬季に落葉した林を確認すると、細い木しかないこともある。見極めないと採算性が更に悪くなる。 ・河川の樹木は曲がり、枝分かれがあるため、通直なスギと異なり、チップ加工にコストがかかる。 ・無償で集積地へ取りに行けても、この地域のチップ販売単価では採算性の確保は難しい。 ・今回のプラットフォームは、河川管理者側から区域を指定して参加者を募集したが、事業者側から切りたいエリアの要望を受けて動くことができれば、自由度が出てくるのではないかと。	・河川の流下能力維持や国内バイオマスの積極的な利用など複数の目的があることを考慮した事業スキームを検討することが考えられる。 ・具体的にはより多くの事例を対象に、河道特性格（川幅、アクセス性、樹林の密度等）に伐採・集積・チップ化・運搬等の各段階でのコストや処分費・販売価格等を整理し、改善が見込まれるポイントを明らかにする必要がある。 ・事業採算性は度外視して、地域貢献活動として取組む事業者がいるが、活動を継続的なものにするには事業採算性以外の事業者に対するインセンティブ（公共調達における加点評価等）を検討することが重要である。 ・国交省単独ではなく、環境省や経産省等が連携していくことで、制度改善につながる可能性がある。木質バイオマス関係の事業を扱う複数の官庁で取組むことが重要である。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

- 【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】
- （2）河川管理者へのヒアリング・（3）発電事業者等へのヒアリング・現地視察

【姫路河川国道事務所】
河川法第25条を根拠として、民間事業者による河川内樹木の採取を認めている。当事務所としては、伐木・伐採、枝葉の処理、集積の段階から発電まで、民間事業者の連携のもとでバイオマス利用を実施してもらうのが理想である。なお、積極的な利用にあたっては、長期的な安定供給、間伐材由来と比較した場合の価格競争力、事業としての採算性といった面で課題を抱えている。

表 河川管理者・事業者等へのヒアリング結果概要

ヒアリング対象者	河川内樹木のバイオマス利用に関する 主な知見・課題
姫路河川国道事務所	• 主な樹種は落葉広葉樹（アキニレ、エノキ、オニグルミ、ヤナギ等）と竹類である。採取者については、当事務所が公募を行い、応募者に対して、河川法第25条に基づいた申請を行う資格があるか審査し、決定する。当事務所が決定した者が、通知を受けた後、実際に申請を行えば、その内容について当事務所が再び審査を行い、採取を許可している。 • 許可している採取者には、木材リサイクル事業者（以下「A社」とする）も含まれている。現在では、当事務所が伐木・伐採、枝葉の処理、集積まで行った上で、A社が木材を搬出している。A社は、それを自社でチップ化したうえで発電事業者（以下「B社」とする）のバイオマス発電所に持ち込み、B社が木質バイオマス燃料として利用している。 • 樹木伐採については、獲得した予算の範囲内で実施している。河川工事の準備工として行う場合もある。その結果、処分が必要な樹木が出てくる。その多くを、これまでは処分してきたが、木質バイオマスでの活用を考えている。 • 竹は再繁茂しやすく、産出量が見込めるが、根の処分でコストが掛かるため、木質バイオマスでの活用のネックとなっている。 • 河川法第25条は河川の産出物（河川法施行令第15条において竹木も対象）の採取を対象としているため、仮置場は河川区域内（河川に隣接）である。今のところ、河川区域内の水防資材置場を仮置場として活用している。 • 木材リサイクル事業者、発電事業者を仲介する事業者からは、単年度の許可ではなく、複数年（3～5年程度）の許可にしてほしいという要望がある。

写真（姫路河川国道事務所提供）



伐木・伐採



集積

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】 （2）河川管理者へのヒアリング・（3）発電事業者等へのヒアリング・現地視察

【江別河川事務所】
江別河川事務所では、河畔林の伐開で発生した伐倒木を資源として有効に活用することを念頭に公募型樹木等採取を行ってきた。当初は、伐倒木に土砂の付着するなどチップ化ができなくなることがあったが、工事受注者・応募者で工夫を重ねていくことで、発生した伐倒木の大部分をチップ化できるようになった。これらの知見は、継続的にバイオマスとしての活用を図るために、河川管理者・工事受注者・応募者間で共有・活用する必要がある。

表 河川管理者・事業者等へのヒアリング結果概要

ヒアリング対象者	河川内樹木のバイオマス利用に関する主な知見・課題
江別河川事務所	- バイオマス利用をするための伐開木のクオリティの管理を行うことが課題。過年度の応募者からの意見をふまえ、効率的にチップ化できるよう配慮した。 - 応募者からチップ化にあたり乾燥させてもらいたいという要望があったため、仮置きを風通しをよくする形にした。 - 応募者から、量を貯めなければ採算が合わないと言われているが、河川敷地内で仮置きすると流出の恐れがある。河川敷地外に貯め置ければよいが、用地確保が難しい。
江別河川事務所 発注工事受注者 (伐採工事業者)	- 条件が良い場合（作業地が広い場合）は3,500m²/日、条件が悪い場合は2,500m²/日。幹径は20～40cm程度が作業しやすい。 - 材が乾燥しやすいよう、小分けにし、風通しを良くしたが、置き場が広いからできた。置き場が狭い場合には対応が必要となり工程に問題が出ることもありうる。 - 土砂の付着を避けるため、伐採時に地面に接しないよう極力木を積み重ねる、仮置き場には鉄板を敷くなどの対策をした。 - 川岸が複数の段で構成される地形の場合、伐木した木を川岸から高水敷上にあげる作業が大変。
応募者	- 発電用チップは、王子グリーンエナジー江別に供給している。このうち3.5～4割程度が河川支障木である。 - 過年度はバックホウを使用していたため土砂が付いた木が多くチップ化できないものが多かったが、工法などの相談を重ねてクオリティを上げてきた。引継ぎができていないと無駄が出るので情報の共有を進めてほしい。 - 河川事務所には年間の出材量など、計画を共有してもらいたい。

表 現地視察の結果概要

- 伐採工事での実際の状況を把握するため、今年度行った伐採工事現場を視察した。
- 伐倒せず立木を引き抜き並べ置き、チェーンソーで玉切りをしていた。
- 幹部を資源物、枝・根や曲がった幹を産業廃棄物として明確に分別していた。
- 仮置場に砂利や鉄板は敷いていなかったが、資源物としていたものに土砂の付着は少なかった。グラブ等林業機械の導入による効果と考えられた。
- 伐採工事業者からは、当該工事箇所では河川敷に十分な面積があり作業はしやすいこと、作業場が狭隘、急傾斜があると作業が困難になるとの情報が得られた。



5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【 1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】 （2）河川管理者へのヒアリング・（3）発電事業者等へのヒアリング・現地視察

【土木工事業プラットフォーム参加者（最上川官民連携プラットフォーム（山形河川国道事務所））】
十分に成長した樹木が生えている箇所を伐採し、少しでも高く買ってもらえるところに販売して、伐採費用を賄おうとしたが、それでも採算があわない。
過去3年の伐採により、原木として売れるサイズ（用材として通直な2mの長さをとることができるサイズ）の樹木はほぼ無い状況である。枝葉、雑木は採算性、販売先の受け入れの問題から、伐採対象としていない。本プラットフォーム事業単体では採算が合わず、仕組みの改定が必要と考える。

表 河川管理者・事業者等へのヒアリング結果概要

ヒアリング対象者	河川内樹木のバイオマス利用に関する主な知見・課題
土木工事業 ・チップ加工業者 （最上川官民 連携プラットフォーム）	・R2,3と販売単価が高い原木（丸太）として買ってもらえるような十分に成長した樹木が生えている箇所を伐採し、少しでも高く買ってもらえるところに販売して、伐採費用を賄おうとしたが、それでも採算があわない。 ・機械的な問題もあるが、枝葉は運搬効率も悪いいため買却の対象としていない。伐採には原木として売れるサイズ（通直な2mの用材をとれるサイズ）が必要だが、該当するサイズの樹木はこれまでに伐採を終えており、指定区間にほとんど残っていない。 ・伐採した樹木は仮置きし、ある程度の量が溜まったら運搬する。重量で販売するが、細い木や枝は重さが無いため、チップ化しても量が少なく、歩留まりが悪い。 ・河川の木はほとんどが曲がっており、針葉樹に比べ、原木として売れるまっすぐな木が少ない。 ・原木の利用は、下記の通りで状況に応じて対応している。 1. 近隣のチップセンターに売却し、チップボイラーとして利用している。 2. 木質バイオマス発電事業者に売却する。 3. 建設用材として売却する。 ・チップボイラーとして利用する場合は、細い木だと樹皮が15%を超えるため、水分が多くなり買ってもらえない。原木は1～2年程度寝かせて乾燥させている。 ・発電方法により樹皮を受け入れてくれる事業者と受け入れてくれない事業者がある。 ・出水で土砂が付着した木は、伐採位置を高くしているため、使える部分が少なくなる。 ・別途請負った維持管理と合わせて何とか対応している。

表 現地視察の結果概要

- チェーンソーで伐採し、バックホウで集めている。
- 中洲は重機が入れないため、原木に使えるサイズの木も残ってしまう。
- 8月の豪雨災害後に河川敷に土砂が堆積して足場の固まっていない場所は重機が入れず作業効率が悪い。
- 木の根元近くは太さがあるため建築用材として利用したいが、土砂で50cmほど埋もれたため、利用できない。
- 抜根・除根はせず、切り株は現地にそのまま残している。



伐採状況（白川左岸）



伐採した樹木



伐採状況（白川左岸）



チップ加工場

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

- 【1）河川内樹木のバイオマス利用に関する検討】
- （2）河川管理者へのヒアリング・（3）発電事業者等へのヒアリング・現地視察

【産業廃棄物処理業者（最上川官民連携プラットフォーム（山形河川国道事務所））】

プラットフォームは最上川上流の近くに木質バイオマス発電のチップを購入してくれる事業者があるためにできる取組である。河川の樹木には、単価の高い丸太として利用可能な樹木が少ない。本事業単体では採算は合わないが、地域貢献活動の一環として、できる範囲で対応している。

表 河川管理者・事業者等へのヒアリング結果概要

ヒアリング対象者	河川内樹木のバイオマス利用に関する主な知見・課題
産業廃棄物処理業者 （最上川官民連携プラットフォーム）	・伐採からチップ化までワンストップで対応している。 ・チップは地元の発電事業者に販売している。 ・河川木伐採にあたりサイズや樹種の問題はないが、河川の樹木は細いものが多い。 ・太さ7cm以上の樹木は丸太として高く売れるが、チップは単価が安い。 ・R3年度より実質的に作業を開始し、R3年度は国、県管理の河川でそれぞれ伐採したが、R4年度は国管理区間の伐採で手一杯である。 ・プラットフォームは協力型の事業と認識し、採算はあまり重視せずに参加している。実際に販売額より原価の方が高い状況である。 ・指示エリアを10年ですべて伐採するのは困難である。適切な利益が上げられるのであれば、もっとやりたいと思うが、現状では広げられない。 ・現在プラットフォームについて、現在の仕組みでの継続は難しいと思う。ただし、地域の防災にも寄与する取組もあり、トータルで考える必要がある。 ・本取組で治水効果が高まった、あるいは、減災に繋がった等の効果が示されるとやりがいも出る。今回の事業は良い取組と考えるので、取組を通じて、国、県としての効果を明確にしていきたい。

表 現地視察の結果概要

- 伐採作業は雪が締まり、樹木の根周りの融雪が進む2月後半～3月に実施
- 2名でできる範囲を伐採
- 伐採前に堤防上の管理道路、河川敷に降りる斜路の除雪が必要
- 伐採後、採草地に利用される地区は払い落とした枝を全て除去することが必要
- チェーンソーで倒したら重機で搬出入の通路付近まで移送して枝払い、積込みを実施
- 枝葉の多い細い樹木より太い樹木の方が、作業性が良い



チップ作業場



収集したチップ化前の伐木



R3伐採箇所とR4伐採予定地



チップ加工後

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

<今年度のまとめと課題>

【2）講習会の開催、手引の改訂】

■実施内容

- ・過年度業務において取りまとめた「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」について、①国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者、②発電事業者、中間処理事業者等河川付近のバイオマス利活用の関係者向けの講習会をそれぞれ1回開催した。
- ・講習会の中で行う意見交換や講習会後に参加者に対して行うアンケート等で今後の利活用促進に関する課題や手引きの改訂に反映させる情報等を確認した。

■実施結果

➢「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」の普及啓発と改訂に反映させる情報の収集に向け、河川内樹木・ダム流木の特徴等の説明、本手引きのポイントの説明、事例紹介、意見交換を実施した。

表 開催概要

	国土交通省・地方公共団体の 河川管理担当者 向け講習会	発電事業者、中間処理事業者等 向け講習会
開催日	2023年1月17日	2023年1月20日
プログラム	1. 挨拶（環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室） 2. 「燃料材利用にあたっての河川内樹木の特徴、考え方」（日本木質バイオマスエネルギー協会） 3. 「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引の概要と河川管理者向けポイント」（PCKK） 4. 「長野県における河川内樹木利活用の取組」（長野県大町建設事務所） 5. 意見交換（1～3の講演者、環境省、国土交通省）	4. 「北海道江別における河川内樹木調達と発電利用の取組」（王子木材緑化株式会社）
募集方法	国土交通省から国土交通省地方整備局、地方公共団体の河川管理部局に周知	バイオマス利用関連団体（日本木質バイオマスエネルギー協会）から会員企業等に周知

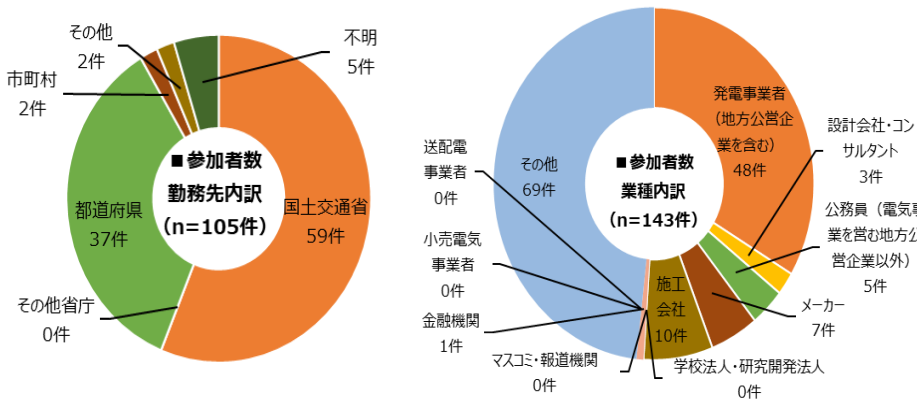


図 参加者内訳
河川管理担当者向け（左）、事業者向け（右）

■今後の課題

- 講習会のアンケートでニーズが高かったことから、次年度も継続して講習会を開催することが効果的であると考えられる。
- 河川内樹木及びダム流木の有価物としての判断方法や具体的な利用方法、事例拡充に関する要望が多かったことから、手引きの改訂にこれらの情報を反映させることが考えられる。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【2】講習会の開催、手引の改訂

【検討/調査内容】河川付近のバイオマスの利活用の普及促進を目的として、国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者及び発電事業者、中間処理事業者、工事事業者等河川付近のバイオマス利活用の関係者となりうる事業者に対して、過年度業務において取りまとめた「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」の内容を主とする講習会をWebにて開催した。

また、講習会の開催と併せて参加者向けにアンケートを実施し、手引に対する意見等の聴取を行い、必要に応じて手引への新規事項の追加、修正等を行った。

■ 実施方針

- ・①国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者、②発電事業者、中間処理事業者等河川付近のバイオマス利活用の関係者となりうる事業者の参加主体を分けた講習会を開催し、それぞれの主体別にポイントや留意点等に焦点を当てた説明を行う。
- ・講習会の中で行う意見交換や講習会後に参加者に対して行うアンケート等で手引きに反映させるべき情報を聴取する。

1. 開催概要

①国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者向け講習会、②発電事業者、中間処理事業者等向け講習会を2023年1月にオンラインにて開催した。

	国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者向け講習会	発電事業者、中間処理事業者等向け講習会
日時	2023年1月17日（火）13:00～15:30	2023年1月20日（金）13:00～15:30
開催方法	オンライン、非公開	オンライン、非公開
参加者数	105名	143名
プログラム	1. 挨拶（環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室）	1. 挨拶（環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室）
	2. 「燃料材利用にあたっての河川内樹木の特徴、考え方」（一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会）	2. 「燃料材利用にあたっての河川内樹木の特徴、考え方」（一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会）
	3. 「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引の概要と河川管理者向けポイント」（パシフィックコンサルタンツ株式会社）	3. 「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引の概要と事業者向けポイント」（パシフィックコンサルタンツ株式会社）
	4. 「長野県における河川内樹木利活用の取組（バイオマス熱利用事例）」（長野県大町建設事務所 維持管理課 維持係）	4. 「北海道江別における河川内樹木調達と発電利用の取組」（王子木材緑化株式会社 北海道支店 製紙原料・バイオマス燃料部）
	5. 意見交換「事前質問への回答／参加者からの質問・意見への回答」（一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会／パシフィックコンサルタンツ株式会社／長野県大町建設事務所）	5. 意見交換「事前質問への回答／参加者からの質問・意見への回答」（一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会／パシフィックコンサルタンツ株式会社／王子木材緑化株式会社）

参加者の情報と開催後に参加者に対して行ったアンケート結果の概要を次頁以降に示す。

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【2】講習会の開催、手引の改訂

2. 参加者内訳

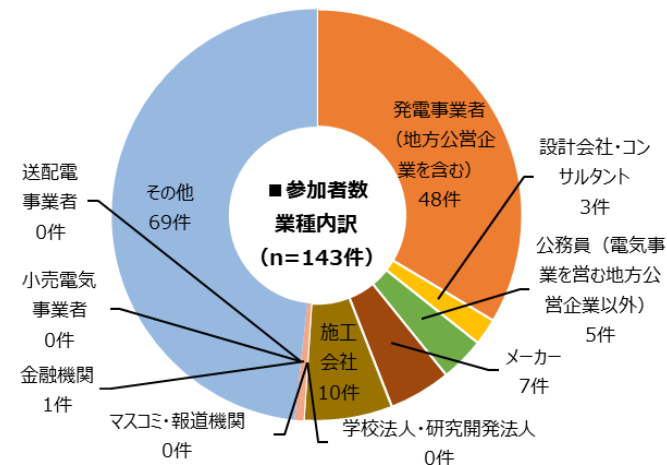
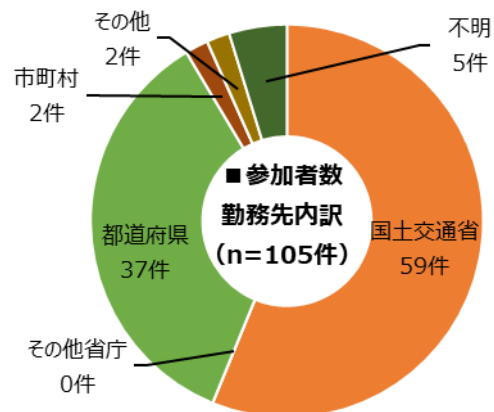


図 参加者内訳：

国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者向け講習会（左）、発電事業者、中間処理事業者等向け（右）

3. 講習会受講に伴う河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用に関する意向の変化

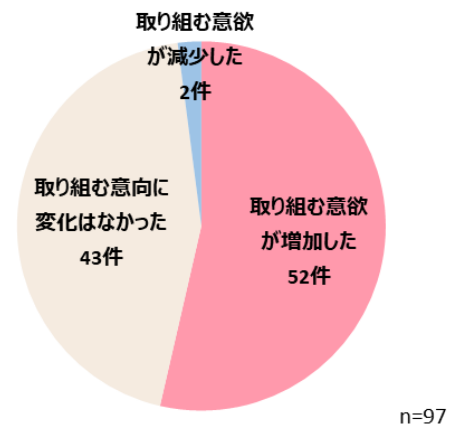
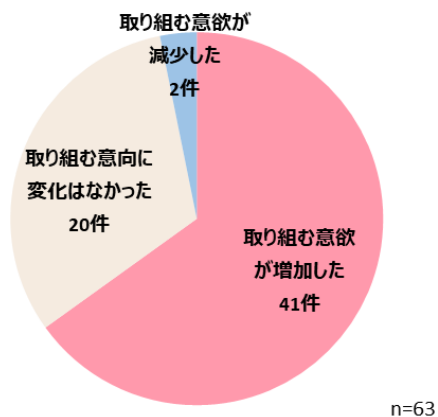


図 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用に関する意向の変化：

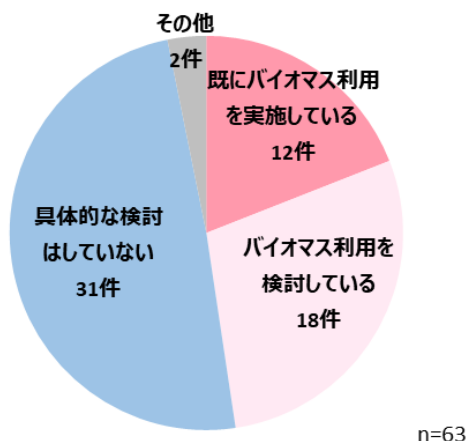
国土交通省・地方公共団体の河川管理担当者向け講習会（左）、発電事業者、中間処理事業者等向け（右）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

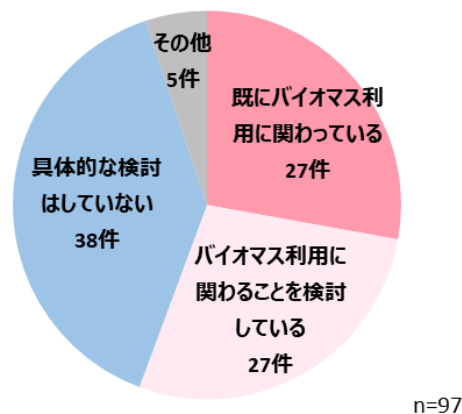
【2】講習会の開催、手引の改訂

4. 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の状況

● 国土交通省・地方公共団体の河川管理担当向け講習会参加者



● 発電事業者、中間処理事業者等向け講習会参加者



既にバイオマス利用を実施している方の回答の例	◆ ダム流木の受け入れ先を公募している ◆ 河川内に繁茂した樹木を伐採し、公募により処理している ◆ 伐採した河道内樹木や流木等を小割して、一般に無料配布をしている ◆ バイオマス業者への売却、公募伐採、伐採木の無償提供 ◆ 伐木した木材をバイオマス発電に利用している
バイオマス利用を検討している方の回答の例	◆ 近隣のバイオマス施設等を調査中 ◆ 事業者への聞き取りを行っている ◆ 河道内樹木の受入先の検討 ◆ ダム関連の工事で発生した樹木について、工事の中で処分するだけではなく一般の方や民間の方に配布等の方法を用いて、再生資源等として利活用できないかを検討している
既にバイオマス利用を実施している方の回答の例	◆ 石炭との混焼に木質チップを利用している ◆ チップ化を行ない、バイオマス燃料としての利用を行なっている ◆ 産業廃棄物処理業者として、河川から発生した木材を回収し、チップ化し一般木質バイオマスとして発電所へ出荷している ◆ ダム建設工事での貯水池伐採を行い、枝葉はチップにして、バイオマス発電所に売却している
バイオマス利用を検討している方の回答の例	◆ 河川内樹木及びダム流木を活用した地産地消型バイオマスエネルギー事業の可能性を検討している ◆ 集材量を増やすため、河川内樹木を活用したいと検討中である ◆ 集材可能性のある地域を調査中である。 ◆ 国内数ヶ所において国内未利用材を使ったバイオマス発電所の開発を検討している ◆ 原木の品質、保管状況、コスト次第だが、発電所でダム流木の受け入れができないかを検討したいと考えている。 ◆ バイオマス発電事業を計画している地域でダム流木の処理に困っていることを聞いており、発電所側でも利用が可能か検討している ◆ 河川内樹木のチップ化を試みたことがあるが、砂分による刃物ダメージが激しく苦戦している

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【2】講習会の開催、手引の改訂】

5.河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用について、課題に感じている点や悩み、要望等

表 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用について、課題に感じている点や悩み、要望等

種類	主なご意見
有価物／廃棄物の判断	◆ 確実に一般木質バイオマスとしてカテゴライズされるかどうかについて明確な指針がない事が課題である。各自治体によって認識が変わってしまう ◆ これまで廃棄物として扱われてきたものをバイオマス発電所で有効利用するのであるから、区分を一般材から未利用材としてもらえれば、更に利用促進されるのではないか ◆ 流木等をバイオマス利用する際の手続きを分かりやすく簡便なものとしてほしい
調達・利用	◆ 入札もあるとのことだが、案件をどのように得るのが分かりにくい ◆ 取り入れたことのない発電所からすると、あまり良くない(泥の付着や成分値、水分値など)イメージがついてしまっているように感じる ◆ 安定的な調達を行うことや、乾燥期間を現場で十分に取れるかどうかが不安に感じる ◆ 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用についての交渉窓口を知りたい ◆ バイオマス燃料の受入施設先が把握できていないこと（把握の仕方が分からないこと）。また、河川内樹木の搬出（量、時期）と受入施設先の意向が合致しないことが課題である ◆ 樹木に土砂が付着している場合によっては搬出を嫌がられる、もしくは拒否されることがあり、残存した土砂混じりの樹木を河川管理者が処分せざるを得ない場合がある
採算性	◆ 2,000kW以下のバイオマス発電所の場合、基本的には未利用材を使用しないと採算が合わないため、河川内樹木やダム流木を一般材として使用する場合は、単純計算で未利用材価格の6割以下の価格でないと受入ができないと思われる ◆ 県内の河川内樹木やダム流木がどの程度の量があるのかを確認し、事業として成り立つのか検討をすることが必要になる ◆ 河川内樹木製チップの調達価格とFIT/FIPでの売電単価(未利用材との差)を検討しなければならない ◆ 移動式チップパー機の導入とその修理等経費を考慮した場合にどの程度採算性に影響が出るのか不安である ◆ 搬出時期や量の折り合いがつかず、売却まで至らないケースが多い。また、売却に応じてもらえても費用対効果（主に運搬費の掛かり増し）の観点から売却を断念するケースが多い
法制度	◆ 河川区域内での置き場確保が課題となる（河川法第25条適用のため）

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【2】講習会の開催、手引の改訂】

6. 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引の中で詳細に解説してほしい内容

表 手引きにおいて詳細に解説してほしい内容

種類	主なご意見
扱い	◆ 一般廃棄物由来のものを一般木質バイオマスとして扱えるような表現が講習会の中で説明があり、具体的方法について解説してほしい ◆ 一般木質バイオマスとして扱われるバイオマスの範囲について解説してほしい（例えば、台風の影響で山林の間伐材（切捨て間伐材）が河川に流出した事例があるが、その場合は一般木質バイオマスとしての扱いでよいのか など） ◆ どのような状態であれば受け入れが可能か、標準的な基準があるとよい（サイズや乾燥の程度、チップ／丸太での受入れか など）
利用法	◆ 受入れ側のニーズの確認方法について解説してほしい（どのように、どの範囲で、どのタイミングで確認するか など）
有価物／廃棄物の判断	◆ 廃棄物、有価物の判断基準について示してほしい ◆ 廃掃法上どのように有価物として取り扱ってもらうのか、どのように自治体に問い合わせ・説明をして、有価物として判断してもらうのかなどの方法が知りたい

7. 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引に追加してほしい内容

表 手引きに追加してほしい内容

種類	主なご意見
事例	◆ 公募・入札から完了までの事例を踏まえて流れを追加してほしい ◆ 具体的事例を多数掲載してほしい
利用法	◆ 河川内樹木・ダム流木をどのようにチップ化すればよいのか、プロセスの詳細な解説を追加してほしい ◆ どのような技術・設備があれば利用可能になるのかについての情報がほしい（低コストに乾燥をさせる方法や高水分でも切削可能な機械など）
法制度	◆ 河川法25条に関する申請等の方法について解説してほしい
有価物／廃棄物の判断	◆ 廃棄物該当性に関する基準について追加してほしい ◆ 有価物／廃棄物の判断については、自治体側でも判断に迷う場合があると思われるため、明確な方針、基準を示してほしい

5. 河川付近のバイオマス利活用関連業務

【2】講習会の開催、手引の改訂】

➤ 「河川内樹木のバイオマス利用に関する検討」及び「講習会の開催」で得られた知見を踏まえ、手引の改訂内容を検討した。

表「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」改訂の方向性

目次構成		現状の手引の内容	改訂の方向性（案）
1	はじめに	(1) 河川内樹木、ダム流木とは？ (2) 本手引の目的	・河川管理者・事業者の双方にとってのメリットをより詳細に記載する。
2	河川内樹木及びダム流木の概要	(1) 年間発生量と主な樹種 (2) 1件の工事における発生量・利用処分状況や発生時期 (3) 河川内樹木及びダム流木の成分・品質	・バイオマス利用を図るための伐採・集積段階での配慮事項（土砂の付着を防ぐ、乾燥しやすい集積方法を採用するなど）や生産性向上・土砂の混入抑制のために使用が考えられる機械等について記載。
3	河川内樹木及びダム流木の法制度上の取扱い	(1) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (2) FIT制度・FIP制度	・河川内樹木及びダム流木の法制度上の取扱いについて、有価物/廃棄物の判断を行うための調整や判断結果についての事例を掲載。
4	河川内樹木及びダム流木の利用先	(1) 流通ルート (2) 利用先等の業種の概要 (3) 全国の利用可能な事業者数	-
5	河川内樹木及びダム流木の利用方法	(1) 利用の流れ (2) 利用時の確認・調整事項 (3) 木材提供方法の種類 (4) 必要な手続	・公募の場合について、河川・ダム管理者から維持管理工事などで請け負った事業者が伐採や集積などを行い、その後、河川法第25条における河川産出物許可を得た事業者が木材引取・利用を行うケース（江別河川事務所等）についても記載する。
6	河川内樹木及びダム流木の利用事例	・発電所における利用事例 ・渡良瀬川におけるチップ化事例 ・長野県における熱利用事例 ・利根川における現場チップ化事例	・今年度、ヒアリング等を実施した河川事務所での取組事例を掲載する。
7	関連情報	・関連するウェブサイト ・その他関連情報	-

6. 水力発電の普及啓発業務

	A. 水力発電の活用促進に資するWebサイトの作成・拡充	B. 水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーの開催・運営
H30	※H30は本業務は仕様対象外であった	
R1	1. Webサイトの作成 1) 情報の収集 - 水力発電の普及促進に資する各省庁の取組や制度等の情報を収集 - 収集した情報の内訳：サイト名、概要、所管先、URL等のとりまとめ 2) 情報の整理 - 収集情報を「技術」、「資金」、「法制度等」、「その他」に類型化 - Webサイトの構成として整理 Webサイトのディレクトリマップ	1. 水力発電事業の普及促進セミナーの開催・運営 1) 第1回セミナー ①セミナー名：令和元年度技術講習会（公営電気事業者経営者会議主催） ②開催日、場所：2019年9月11日（水）都道府県会館402会議室 ③対象者、参加人数：公営電気事業者現場担当者等 61名 ④主なプログラム：H30,R1年度中間成果等の発表（主にダム、砂防堰堤） 2) 第2回セミナー ※中止（新型コロナウイルス感染症の拡大の影響） ・開催日、場所：2020年2月27日（木）TKP東京駅日本橋カンファレンスセンター 別館2F(ホール2A) ・対象者、参加人数：地方公共団体、民間企業等 126名 ・主なプログラム：特別講演、H30,R1年度成果、事例紹介、環境省施策紹介
R2	2. Webサイトの拡充 1) 情報の収集 - 水力発電事業化に向けた検討ステップや技術的課題の情報を収集 - R1年度に収集した情報の更新・情報源の拡充（自治体HP等） 2) 情報の整理 - R1年度に整理した類型の見直し（事業化検討等を追加） - Webサイトの構成の修正・整理 拡充されたWebサイトのディレクトリマップ	2. 水力発電事業の普及促進セミナーの開催・運営 1) 第1回セミナー：中小水力発電技術に関する実務研修会（新エネルギー財団） ・開催日、場所：2020年12月17日（木）Zoom Webinar ・対象者、参加人数：発電事業者、コンサルタント、メーカー等 43名 ・主なプログラム：H30,R1,R2年度中間成果等の発表（主にダム、砂防堰堤） 2) 第2回セミナー：既存インフラを活用した再エネ導入促進セミナー ・開催日、場所：2021年2月24日（水）Zoom Webinar ・対象者、参加人数：地方公共団体、民間企業等 270名 ・主なプログラム：基調講演、3か年の業務成果、事例紹介等、環境省施策紹介
R3	3. Webサイトの拡充 1) 情報の更新 - 令和2年度に整理したWebサイトのディレクトリマップの情報の更新 2) 情報の発信 - 既存インフラ事業の概要やこれまでの成果に関する情報について「環境省脱炭素ポータル」のサイト内で情報を発信（予定） ・最新情報に更新されたWebサイトのディレクトリマップ ・環境省Webサイトで情報発信の強化	3. 水力発電事業の普及促進セミナーの開催・運営 1) 第1回セミナー：第6回全国小水力発電大会inとやま(全国小水力発電大会) ・開催日、場所：2020年12月17日（木）,18日（金）富山国際会議場 ・対象者、参加人数：自治体、農業関係者、技術者、企業等 ・主なプログラム：企業プレゼンテーションの中で業務成果を紹介 2) 第2回セミナー：既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ・開催日、場所：2022年2月24日（木） ・対象者、参加人数：自治体、民間企業等 322名 ・主なプログラム：基調講演、業務成果紹介、事例紹介等、環境省施策紹介、パネルディスカッション
R4	1. 水力エネルギーの活用促進に資するWEB サイトの拡充 2. 水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーの開催及び運営 ※いずれもR3年度までの実施結果を受けつつ継続実施	

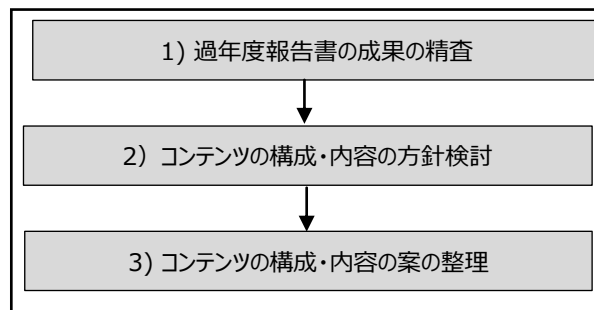
6. 水力発電の普及啓発業務

【1】水力エネルギーの活用促進に資するWEB サイトの拡充】

【検討/調査内容】過年度業務の報告書やシンポジウムの情報を活用し、過年度業務の成果を踏まえて環境省HP（本事業の専用Web サイト）等に掲載可能なコンテンツの構成・内容の案を整理する。

■ 実施方針

過年度報告書や水力発電に関するシンポジウム等で得た情報を活用しつつ、国外動向調査や地域における導入・活用事例等、事業のWebサイト等に掲載可能なコンテンツの構成・内容の案を整理した。



実施フロー

■ 実施内容

1) 過年度報告書の成果の精査（コンテンツ案のベースになりえるもの）

- 環境省の「既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業」専用サイトの内容の拡充を検討した。
(https://www.env.go.jp/policy/research_infra/index.html)
- 取り上げるコンテンツ案として、過年度業務の報告書等から「水力発電ポテンシャル情報」、「普及啓発セミナーの開催結果（講演資料）」、「国外動向調査」、「地域における導入・活用事例」が考えられる。

2) コンテンツの構成・内容の方針検討

- コンテンツの利用対象を明確にしつつ、読んで分かり易いコンテンツの構成・内容について整理方針等を検討した。

3) コンテンツの構成・内容の案の整理

- 上記を踏まえコンテンツの構成・内容の案の整理した。

【作業の着眼点】

- ① 関心を喚起させるべく訴求性の高いコンテンツ案について検討
- ② コンテンツ自体は、専門知識が少なくとも読んで分かり易い内容を心掛ける

6. 水力発電の普及啓発業務

【1）水力エネルギーの活用促進に資するWeb サイトの拡充】

■実施結果

過去4ヵ年（H30～R3年度）の業務成果を対象に、再エネ普及啓発に活用すべく、“普及啓発コンテンツ”の構成、内容の案を整理した。具体的には、対象主体、活用の目的・狙い、活用いただく段階等を整理し、また、それらコンテンツを普及啓発の対象者に扱っていただく上での効果的な手法や認知度・活用性を高めるための有効な方法等を整理した。併せて、コンテンツに合致した普及啓発の方法（形式、発信方法等）を整理した。

表 普及啓発コンテンツの構成、内容案イメージ
（砂防堰堤関連業務：ポテンシャルマップ等の例）

検討テーマ	成果	普及啓発コンテンツ	普及啓発の活用内容	普及啓発ツール、方法、工夫点
砂防堰堤	全国ポテンシャル量の算定結果	ポテンシャルマップ	・対象主体： ・活用の目的・意図： ・活用いただく段階： ・留意点等；	・ツールの形： ・普及啓発方法： ・認知度等を高める工夫；
	〇〇調査結果	〇〇の優良事例集	...	...

<業務成果のうち、有効なコンテンツになりうるもの>

- ・水力発電ポテンシャル情報
- ・普及啓発セミナーの開催結果（講演資料）
- ・水力発電の活用促進に関する国外動向調査
- ・地域における導入・活用事例 等

環境省
HPで公表

表 普及啓発コンテンツの形式、発信方法等

方法	過年度までの成果	今後追加が考えられる方法（事務局案）
ツール等の形式	①成果報告書（概要まとめ）； ②砂防堰堤の水力発電ポテンシャルマップ；	①簡易なパンフレット/リーフレット形式； ②ガイドライン、ガイドブック；
発信方法	①セミナーの開催： ・テーマ別講演、業務成果、取組事例 等 ②講習会、実務研修、全国大会等での発表： ・業務成果 ③環境省HPでの公表： ・業務成果 ④論文発表： ・業務成果（系統制約等）	①説明会での情報発信： ・例）環境省補助事業説明会 等 ②環境省の脱炭素関連の情報発信サイト等との連携： ・例）脱炭素ポータル 等 ③学会発表、論文発表： ・業務成果を分野別（砂防系、土木系） ④マスコミ活用： ・業務成果

環境省HP（本事業の専用Web サイト）

https://www.env.go.jp/policy/research_infra/index.html

既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業

事業概要

温室効果ガス排出量の削減目標を達成するためには再生可能エネルギーの更なる普及拡大が不可欠です。そのためこれまで利用されてこなかった再生可能エネルギーを有効に活用する必要性が生じています。非化石エネルギーである水力発電は再生可能エネルギーの中でも安定的な電力供給を長期にわたって行うことができる電源として位置づけられており、導入を支援していく必要があります。水力発電の新たな設置場所は、小規模化・奥地化し、開発が困難なため既存ダム等を新たな視点で捉えて水力発電を最大限普及拡大するための検討を行う必要があります。また、従来、エネルギー資源として見なされてこなかった河道内樹木等のバイオマスについても、活用方法や活用条件について検討を行う必要もあります。本事業は、既存の砂防堰堤・ダムを活用した水力発電に係る調査・検討及び河道内樹木や堰堤除草等のバイオマス資源としての活用に係る調査・検討を行い、再生可能エネルギーのポテンシャルの有効活用と普及拡大方を確立することを目指すものです。

報告書

- [平成30年度業務報告書](#)
- [令和元年度業務報告書](#)
- [令和2年度業務報告書](#)
- [令和3年度業務報告書](#)

参考情報

- 水力発電について（資源エネルギー庁HP）
https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/
- 再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS(リーボス)）
全国・地域別の再エネポテンシャル情報（太陽光、風力、中小水力、地熱、地中熱、太陽熱）や、導入に当たって配慮すべき地域情報・環境情報・防災情報などを掲載しております。またREPOS内に掲載されている中小水力分析ツールでは、利用者が事業化を検討したい任意の地点において、中小水力発電事業に向けた机上検討を行うことが出来ます。
・再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS(リーボス)）
<http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/index.html>
・中小水力分析ツール
<http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/28.html>
- 中小水力発電と水利使用手続（国土交通省HP）
中小水力発電と水利使用手続に関する情報や中小水力発電を行うためのガイドブック等、中小水力発電普及の取組み（パンフレット）等の情報が掲載されています。
<https://www.mlit.go.jp/river/rivyou/syosuiryoku/index.html>
- 河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引
河川内樹木やダム流木のバイオマス利用を促進し、地球温暖化対策に寄与するとともに河川やダム管理のコスト低減を図ることを目的に河川内樹木やダム流木などのようなものか・バイオマス利用にあたりどのような手続きや調整が必要かといった基礎的知識を解説するものとして作成しました。

6. 水力発電の普及啓発業務

【1）水力エネルギーの活用促進に資するWeb サイトの拡充】

■まとめと今後の課題

（1）まとめ

対象主体、活用の目的・狙い、活用いただく段階等を整理し、また、それらコンテンツを普及啓発の対象者に扱っていただく上での効果的な手法や認知度・活用性を高めるための有効な方法等を整理した。併せて、コンテンツに合致した普及啓発の方法（形式、発信方法等）を整理した。

（2）今後の課題

次年度業務では普及啓発コンテンツとして、5年間の業務成果をとりまとめ、普及啓発を目的とした分かりやすい・読み易いパンフレット等を作成することが効果的である。

過年度事業の成果やシンポジウムなどの情報を活用して、国外動向調査や地域における導入・活用事例などについて概要をHTMLで整理すること等により、既存Webページ向けのコンテンツとして利用性が高まると考えられる。また、情報発信のターゲットとして、専門的な知見を有する方だけでなく、幅広い対象（金融分野、土木分野、一般向け等）を対象に分かりやすい内容で本事業の成果等を発信していくことも重要である。

成果物のコンテンツ化、また公表に向けては、本事業に関わりのある関係省庁（国土交通省、経済産業省）との連携・協議が必要である点に留意する。

6. 水力発電の普及啓発業務

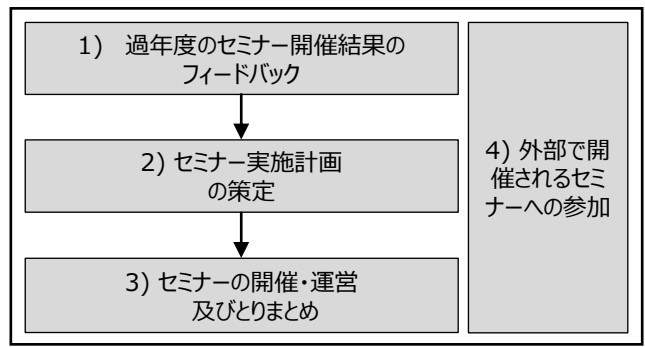
【2】水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーの開催及び運営】

【検討/調査内容】水力発電を実施している、または導入する可能性が考えられる地方自治体等を対象とし、水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーをWEBにて開催した。セミナーでは、水力発電事業に対する地方自治体の取り組み状況の紹介と意見交換、環境省が過年度業務の調査検討結果及び環境省が所管する助成制度・支援策の紹介等を行うこととし、受託者は環境省担当官による説明の補助を行った。開催回数は1回であり、事務局が都内配信設備付貸会議室に集まって配信した。受託者は、開催・運営の一切の事務を行うこととし、セミナーの積極的な周知・広報に努めた。

また、外部で開催される水力発電に関するセミナーに参加し、本事業の成果の普及に努めた。

■ 実施方針

水力発電への関心の促進や、理解の深化等を目的にセミナーを開催・運営するとともに、外部で開催される水力発電に関するセミナーにも参加し、本業務の成果の普及を図った。



実施フロー

【作業の着眼点】

- ① 過年度業務の成果（5ヵ年）を最大限に活用し、普及啓発効果の高いセミナー内容とする
- ② 外部セミナーとの連携により、普及啓発の相乗効果を図る

■ 実施内容

I. セミナーの開催・運営

- 過年度のセミナー開催結果を分析し、今年度の実施計画にフィードバックした。
- 過年度のセミナーの開催結果からは、事例紹介のニーズが高いことを確認しており、地方公共団体が実施した水力発電事業を中心に、その取組経緯、メリット、課題等の内容を充実させることを検討し、セミナープログラムを構成した。

II. 外部で開催されるセミナーへの参加

- 11月10日～11日に開催される「全国小水力発電大会in京都」に参加して、成果の発信を行った。
- 本大会では、「既存インフラを活用した再生可能エネルギーマネジメント」に関する分科会が設けられるほか、企業プレゼンテーションや企業展を通じて、業務成果の発信を行った。（詳細は次頁）

6. 水力発電の普及啓発業務

【２）水力発電事業の普及啓発を目的としたセミナーの開催及び運営】

- 外部で開催されるセミナーは、全国小水力利用推進協議会主催の全国大会に参加し、4か年の業務成果（とりわけ砂防堰堤の水力発電、バイオマス利活用、地域における水力発電の活用促進可能性調査）について講演、ブース設置による情報発信を行った。

■ 実施結果：外部開催セミナーの開催結果の概要

	外部開催セミナー
タイトル	「第7回全国小水力発電大会in京都」
対象者	全国各地の小水力発電に取り組む事業者やこれから取り組もうとしている方々、自治体、農業関係者、技術者、企業等
内容	環境省業務成果の発表
募集方法、結果	全国小水力発電大会（Webページ） 参加者数：約1,000名
開催日	2022年11月10日、11日
参加内容	① 企業プレゼンテーション（PCKK）、② ブース設置（PCKK） ③ 第2分科会「既存インフラを活用したエネルギーマネジメント」（環境省ご登壇）



写真 外部開催セミナー
での講演の様子

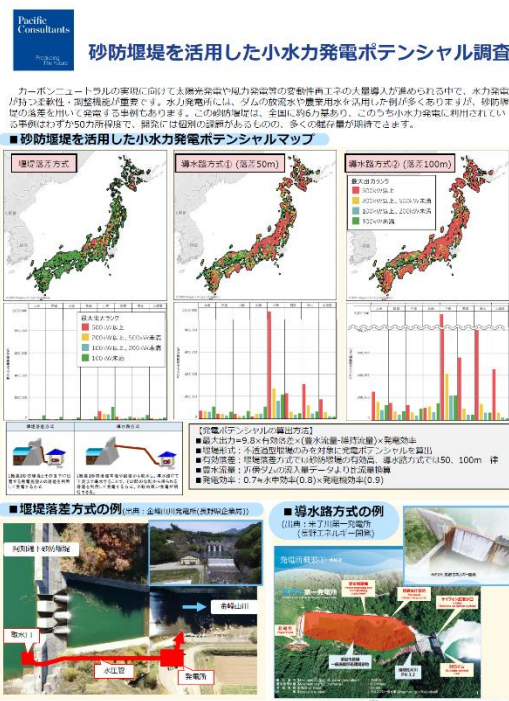
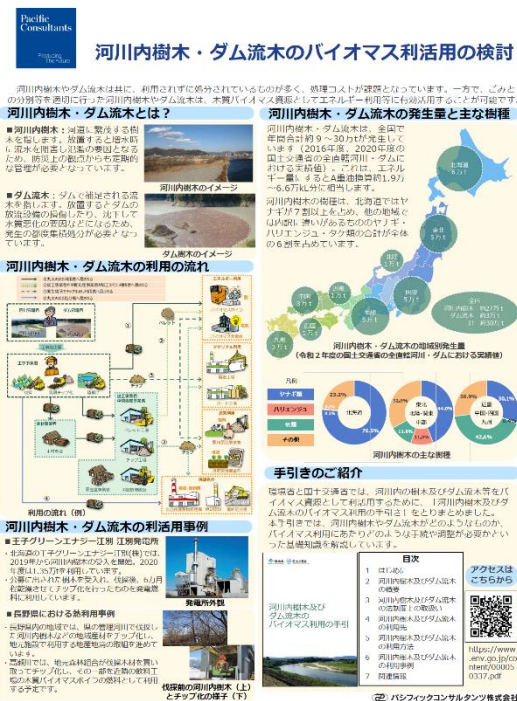


写真 外部開催セミナー 設置ブースの様子

写真 外部開催セミナー 設置ブースで掲載したパネル

6. 水力発電の普及啓発業務

【2）水力発電事業の普及啓発を目的としたセミナーの開催及び運営】

➤ 普及啓発を目的としたセミナーは、「既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ～ 再エネと地域の共生に向けて～」と題して、地域の脱炭素化に向けた水力発電や河川バイオマスの活用促進に向け、基調講演、業務成果発表、事例紹介、環境省施策等の紹介、パネルディスカッションを実施した。

（環境省主催）既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ～ 再エネと地域の共生に向けて～

■ セミナーの流れ

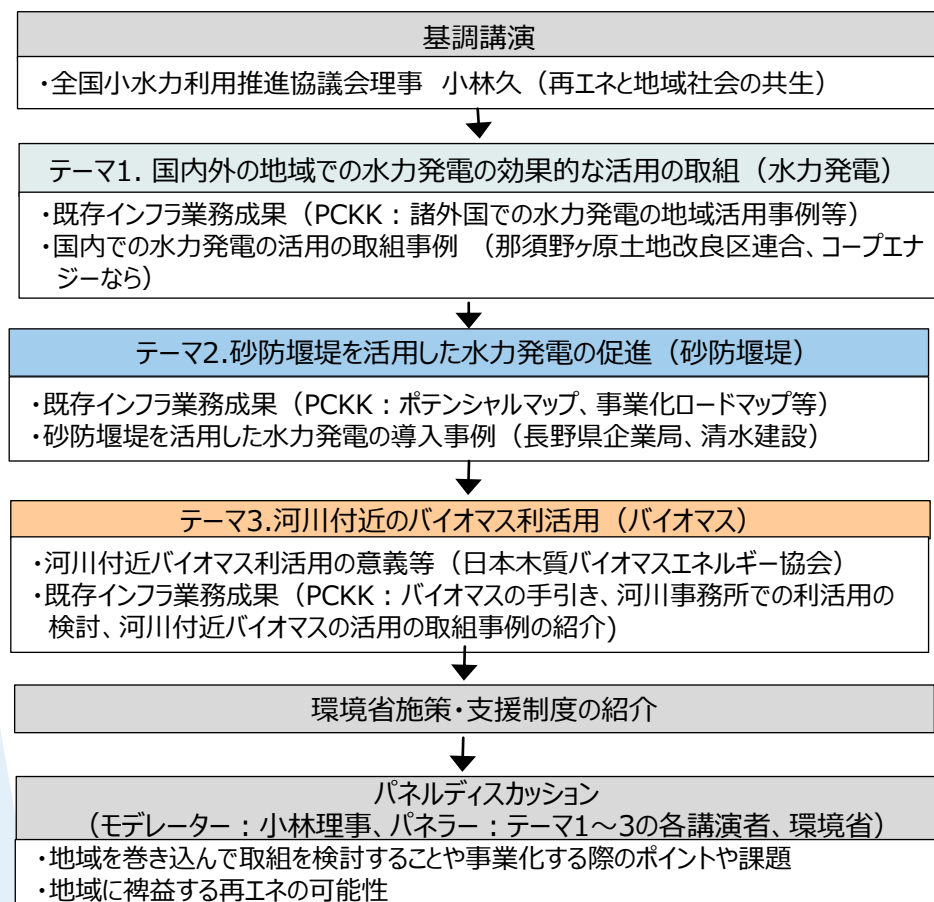


図 セミナーの流れ

■ 開催方法・目的・対象者

（1）開催方法

- ・日程：2023年3月13日（月）13:00～16:55
- ・開催方法：オンライン開催（Zoom Webinarによる）

（2）目的

- ・地域の脱炭素化に向けて、既存インフラを活用した取組の普及加速化を目的に、業務成果や事例を紹介し、地方公共団体等が水力発電を事業化する際の検討に役立つ知見を提供する。
- ・これにより、既存インフラを活用した水力発電の取組が未実施の地方公共団体等に対する関心の喚起や、実施済みの地方公共団体等については更なる取組拡大の契機とすることを狙いとする。
- ・加えて、バイオマスについても、河道内樹木やダム流木の活用について普及啓発資料や取組事例を紹介し、既存インフラの維持管理等を通じた脱炭素化への取組に繋げる。

（3）セミナー対象者

- ・砂防堰堤等の水力発電やバイオマス発電の事業に係る以下団体等とする。
 - － 水力発電の事業に関心のある自治体（地方公営企業も含む）
 - － 民間企業（発電事業者、水力発電メーカー、サプライヤー、コンサルタント、施工業者等）
 - － バイオマス関係者（河川管理者、ダム管理者、自治体廃棄物担当者、チップ化事業者等）

（4）周知方法

- ・環境省（報道発表Webページ、地方公共団体向けメルマガ）
- ・公営電気事業経営者会議事務局（会員連絡）、全国小水力利用推進協議会（会員連絡）、新エネルギー財団（会員連絡）
- ・読売新聞（夕刊情報アリーナ、防災につぼん、メルマガ）

6. 水力発電の普及啓発業務

【2）水力発電事業の普及啓発を目的としたセミナーの開催及び運営】

【セミナープログラム】

※講演者名：敬称略

プログラム	講演タイトル	講演者	時間
開会、環境省挨拶	—	環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室	13:00～13:05 (5分)
基調講演	再エネと地域社会の共生	全国小水力利用推進協議会理事 小林 久	13:05～13:35 (30分)
テーマ1. 国内外の地域での水力発電の効果的な活用 の取組	国外の地域における水力発電活用の取組（既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業成果報告）	パシフィックコンサルタンツ株式会社	13:35～13:50 (15分)
	那須野ヶ原における既存再エネを活用した地域振興事例 ―究極の生き残り作戦―	那須野ヶ原土地改良区連合 専務理事 星野 恵美子	13:50～14:10 (20分)
	自治体から事業承継を受けた発電事業の課題と展望	株式会社コープエナジーなら 小水力事業担当 伊東 真吾	14:10～14:30 (20分)
テーマ2. 砂防堰堤を活用した水力発電の促進	砂防堰堤を活用した水力発電のポテンシャルの検討（既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業成果報告）	パシフィックコンサルタンツ株式会社	14:30～14:45 (15分)
	長野県企業局における「2050ゼロカーボン」実現に向けた取組～既存砂防堰堤を活用した開発について～	長野県企業局	14:45～15:05 (20分)
	砂防堰堤を活用した水力発電事業等の紹介 ―水の国電力(株)（清水建設(株)出資のSPC）相ノ又谷水力発電所―	清水建設株式会社 営業総本部 土木営業本部 副本部長 栃山 広幸	15:05～15:25 (20分)
テーマ3. 河川付近のバイオマス利活用	木質バイオマス発電の燃料材需給動向と河川・ダム管理で発生する木材の活用について	一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会 専務理事 藤江 達之	15:25～15:45 (20分)
	河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引きの紹介（既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業成果報告）	パシフィックコンサルタンツ株式会社	15:45～16:10 (25分)
環境省施策・支援制度の紹介	脱炭素社会実現に向けた取組と支援施策の紹介	環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室	16:1016:20 (10分)
パネルディスカッション	—	モデレーター：全国小水力利用推進協議会理事 小林久 パネラー：テーマ1～3の各講演者、環境省	16:2016:55 (35分)

6. 水力発電の普及啓発業務

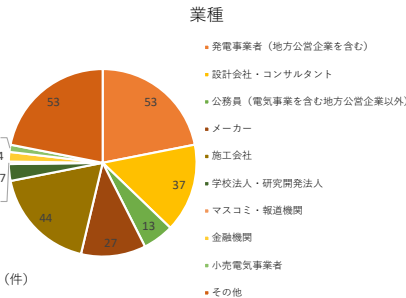
【2）水力発電事業の普及啓発を目的としたセミナーの開催及び運営】

■ 実施結果

表 参加登録者数

項目	登録者
普及啓発セミナー	242名

業種	件	割合
発電事業者（地方公営企業を含む）	53	22%
設計会社・コンサルタント	37	15%
公務員（電気事業を含む地方公営企業以外）	13	5%
メーカー	27	11%
施工会社	44	18%
学校法人・研究開発法人	7	3%
マスコミ・報道機関	1	0%
金融機関	4	2%
小売電気事業者	3	1%
その他	53	22%
合計	242	



勤務先	件	割合
民間企業	182	75%
市町村	2	1%
都道府県	22	9%
学校法人・研究開発法人等	8	3%
国・省庁	5	2%
その他（公益法人、NPO法人）	23	10%
合計	242	

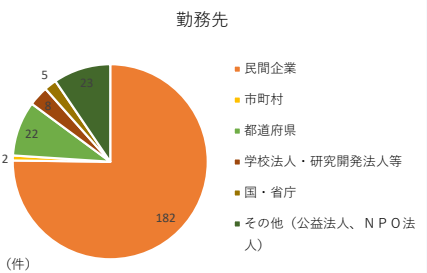


図 普及啓発セミナー 参加登録者内訳（左：業種別、右：勤務先別）

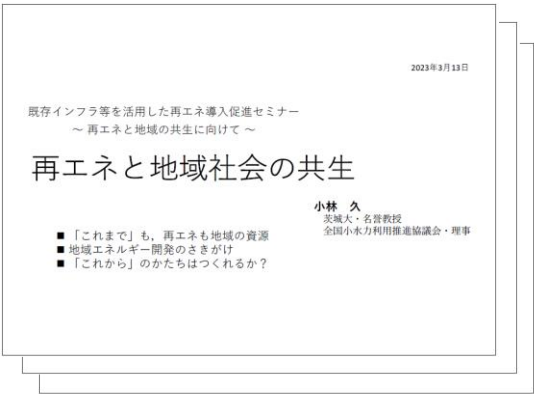
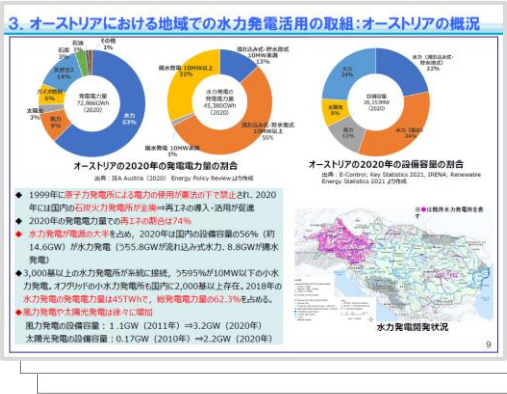


図 普及啓発セミナー 講演資料（左：テーマ1-1、中央：基調講演、右：環境省施策・支援制度の紹介）

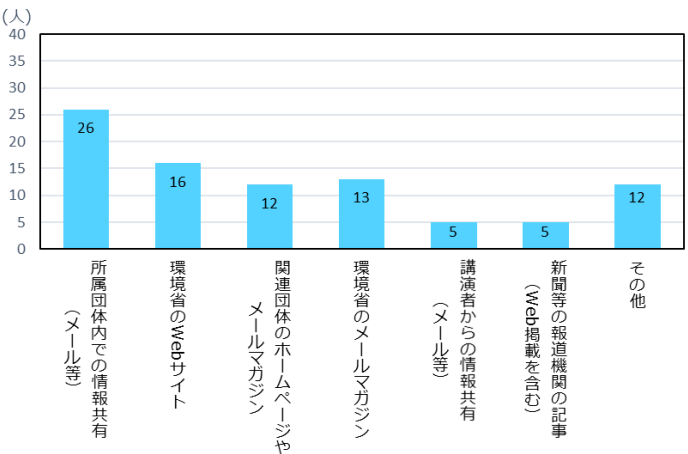
6. 水力発電の普及啓発業務

【2）水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーの開催及び運営】

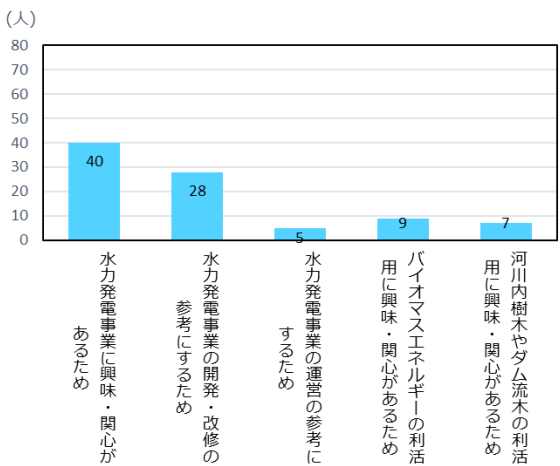
■実施結果（事後アンケートの回答（抜粋））

（回答数：n=89）

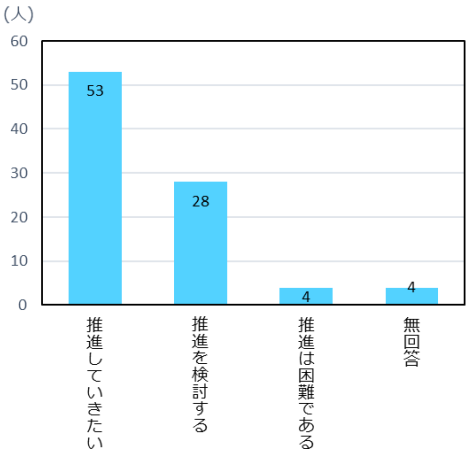
Q 1：今回のセミナーを知ったきっかけを教えてください



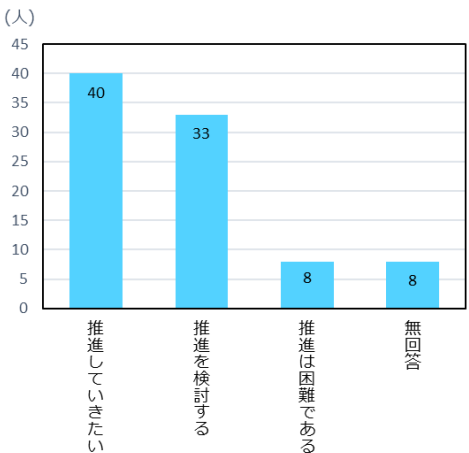
Q 2：セミナーに参加した理由を教えてください



Q 3：今後、中小水力発電事業を推進する意向について教えてください



Q 4：今後、河川付近のバイオマス資源の利活用を推進する意向について教えてください



6. 水力発電の普及啓発業務

【2）水力発電事業の普及促進を目的としたセミナーの開催及び運営】

■まとめと今後の課題

（1）まとめ

①セミナーの内容

水力発電の普及促進を目的としたセミナーの開催・運営としてセミナーを2回実施した。1回目は全国小水力利用推進協議会等が主催した「第7回全国小水力発電大会in京都」にて業務紹介を行い、2回目は「既存インフラ等を活用した再エネ導入促進セミナー ～再エネと地域の共生に向けて～」と題して、事務局を担当し、オンライン形式で業務紹介や水力発電・バイオマスの事例紹介、講演者によるパネルディスカッションを実施した。

②セミナーの実施方法及び内容等

環境省主催セミナーの開催については定期的かつ継続的な開催が期待されているほか、内容としては具体的かつ実態に即した苦労話及びその解決策が提示されるような事例の紹介をはじめ、技術、資金、法規制等への対応等に関するテーマを要望する回答が挙がっていた。

（2）今後の課題

今年度実施のセミナーの枠組みを継続しつつ、事後アンケートで得られた要望・意見等をフィードバックし、次年度の普及啓発セミナーの実施に向けてテーマ、プログラムを検討することが考えられる。また、本業務で別途実施した「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」に関する講習会のように、主体に応じた具体テーマに関する勉強会形式の場を設けることも1案である。

その他、他の団体等が実施するセミナー・シンポジウムとの連携は、相互のテーマが関連しあうことによる普及啓発のシナジー効果が期待できるほか、他省庁との施策連携にも繋がり、また、周知・募集の効率化も図られるため、今後も積極的に継続実施することが重要と考える。